

Expertise et traitement de l'ensemble des données DCE macroalgues intertidales - MEC en Manche - Atlantique, intercalibration européenne et représentation au GIG NEA, échantillonnage et mise au point d'un indice MET

Expertise et traitement des données MEC Manche-Atlantique

***Erwan Ar Gall – Lémar
Michel Le Duff – IUEM***

Février 2012

Contexte de programmation et de réalisation

Les travaux de ce contrat d'inscrivent dans la continuité de l'action entreprise au Lébham en 2007, poursuivie au sein du Lémar – UMR 6539 depuis 2011, dans le cadre de la coordination nationale pour l'application de la Directive Cadre Eau dans les Masses d'Eau Côtière (MEC) et les Masses d'Eau de Transition (MET), pour l'élément de qualité « macroalgues intertidales ».

Les auteurs

Prénom et nom : Erwan AR GALL

Fonction ou mission : Coordinateur DCE MEC-MET Manche-Atlantique pour l'EQ macroalgues intertidales

Email : erargall@univ-brest.fr

Adresse : Lémar-UMR6539, IUEM, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzane

Prénom et nom : Michel LE DUFF

Fonction ou mission : Co-coordonateur

Email : mleduff@univ-brest.fr

Adresse : UMS, IUEM

Les correspondants

Onema : Marie-Claude XIMENES

Partenaire Ifremer : Laurence MIOSSEC, Nicolas Desroy

[Autres renseignements nécessaires à la mise sur le Portail « les documents techniques sur l'eau », à renseigner si possible]

Droits d'usage :	<i>Par ex, accès libre</i>
Couverture géographique :	Façade Manche-Atlantique
Niveau géographique [un seul choix] :	national
Niveau de lecture [plusieurs choix possibles] :	professionnels, experts
Nature de la ressource [plusieurs choix possibles] :	document

TITRE Expertise et traitement de l'ensemble des données DCE macroalgues intertidales - MEC en Manche - Atlantique, intercalibration européenne et représentation au GIG NEA, échantillonnage et mise au point d'un indice MET

STATUT DU DOCUMENT : RAPPORT FINAL

AUTEUR(S) : ERWAN AR GALL & MICHEL LE DUFF

SOMMAIRE

Résumé.....	4
Synthèse pour l'action opérationnelle	6
Corps du document	7

TITRE Expertise et traitement de l'ensemble des données DCE macroalgues intertidales - MEC en Manche - Atlantique, intercalibration européenne et représentation au GIG NEA, échantillonnage et mise au point d'un indice MET

AUTEUR(S) : ERWAN AR GALL & MICHEL LE DUFF

RESUME

Ce document est constitué par le rapport final pour l'action 3, réalisée au sein du Lémarr-UMR 6539 (précédemment Lébham) et de l'OSU à l'IUEM (UBO – UEB Brest). Il récapitule les activités liées à la coordination des équipes intervenant dans l'évaluation des MEC en Manche-Atlantique pour l'EQ macroalgues intertidales, effectuées en 2011 et 2012. Il fait état des contacts établis et des actions réalisées au cours de l'exercice d'intercalibration, dans le cadre de la représentation de la France au sein du GIG-NEA par le Lémarr / OSU à l'IUEM (UBO). De plus, les résultats obtenus dans le cadre de la mise en œuvre d'un suivi des MET par l'EQ macroalgues intertidales (4 sites échantillonnés en Bretagne en 2011) sont exposés et analysés, et une métrique est proposée en vue d'une extension à l'ensemble de la façade.

TITRE Expertise et traitement de l'ensemble des données DCE macroalgues intertidales - MEC en Manche - Atlantique, intercalibration européenne et représentation au GIG NEA, échantillonnage et mise au point d'un indice MET

AUTEUR(S) : ERWAN AR GALL & MICHEL LE DUFF

SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

° Contexte général

Les travaux de ce contrat d'inscrivent dans la continuité de l'action entreprise au Lébham en 2007, poursuivie au sein du Lémar – UMR 6539 depuis 2011, dans le cadre de la coordination nationale pour l'application de la Directive Cadre Eau dans les Masses d'Eau Côtière (MEC) et les Masses d'Eau de Transition (MET), pour l'élément de qualité « macroalgues intertidales ».

° Principaux acquis transférables obtenus et implications pratiques, recommandations, réalisations pratiques, limites de l'utilisation

- Reconnaissance de la métrique CCO (Cover Characteristic Opportunistic) au sein du GIG-NEA (EQ macroalgues intertidales – façade Manche-Atlantique et IC)
- Coordination du suivi des MEC en Manche-Atlantique pour l'EQ et mise en place progressive des séries temporelles
- Mise en œuvre d'un protocole de suivi des MET en Bretagne et proposition d'une métrique ABER (Algal Belts Estuarine Richness) en vue d'une extension à l'ensemble de la façade

° références

Ar Gall E. & M. Le Duff 2008. Contrat de prestations IFREMER/LEBHAM (IUEM-UBO), DCE MET 2008. Rapport au 10/12/2008. 40 pp.

Ar Gall E. & M. Le Duff 2009. Contrat de prestations DCE/ National 2009. Les masses d'eaux de transition. Rapport au 10/12/2009. 28pp.

Ar Gall E. & M. Le Duff 2010a. Mission Asturies-Eaux de transition. Rapport Ifremer – ONEMA, Décembre 2010. 13 pp.

Ar Gall E. & M. Le Duff 2010b. Protocole d'observation *in situ* et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE. Rapport Ifremer – ONEMA, Mai 2010. 16 pp.

Titre court, auteur(s) [sur les pages sans en-tête]

TITRE Expertise et traitement de l'ensemble des données DCE macroalgues intertidales - MEC en Manche - Atlantique, intercalibration européenne et représentation au GIG NEA, échantillonnage et mise au point d'un indice MET

AUTEUR(S) ERWAN AR GALL & MICHEL LE DUFF

CORPS DU DOCUMENT

Contrat n°11/2 211 146 IFREMER/LEMAR-UMR 6539 (IUEM-UBO)

Quatre objectifs ont été fixés pour cet exercice 2011, portant sur les opérations de coordination nationale de l'EQ « macroalgues intertidales », l'intercalibration au sein du GIG NEA et la validation d'une métrique adaptée aux MET.

Ce rapport intermédiaire sera complété par un rapport final en février 2012.

1. Récupération et traitement des données de l'ensemble des partenaires DCE macroalgues intertidales - eaux côtières (MEC) des côtes de la Manche et de l'Atlantique. Validation des données, travaux d'expertise, réunions DCE - ONEMA (2010 et 2011).

Cette action s'étend sur les deux années civiles 2010 et 2011, la contractualisation avec l'ONEMA, par l'intermédiaire d'Ifremer, n'ayant pu aboutir l'année dernière.

Elle inclut :

- + la participation du Lébham / Lémar aux réunions avec les partenaires de l'ONEMA, d'Ifremer et d'autres équipes coordinatrices (ONEMA Vincennes, Mai 2010 ; Evaluation dans le contexte de la DCE, Paris Avril 2011)
- + les échanges réguliers avec les responsables en charge de la DCE MEC/MET au sein de l'ONEMA et d'Ifremer
- + les échanges réguliers avec les partenaires en charge du suivi MEC macroalgues intertidales en Manche-Atlantique (6 équipes)
- + la récupération et le traitement des données MEC des équipes partenaires afin de valider le classement des masses d'eau pour l'EQ macroalgues intertidales : 6 sites en 2010-11, dont 5 en Sud-Loire – Vendée (cf. rapport partiel en février 2011) et 1 site en Charentes.

2. Travaux d'intercalibration et de validation des métriques et représentation de la France auprès du GIG NEA (MEC et MET).

Ces travaux ont nécessité une implication soutenue de notre équipe et une charge de travail dépassant à la fois nos prévisions et le cadre d'une gestion équilibrée de notre emploi du temps, malgré l'aide de Rémi Buchet (Hocer) et nos échanges verbaux et électroniques très réguliers.

Signalons dans les réalisations :

- + l'intégration de la métrique CCO (Covering, Characteristic, Opportunistic species)

dans la base Wisser et sa reconnaissance officielle dans l'exercice d'intercalibration
+ la réalisation d'un diaporama explicatif de la métrique et du protocole correspondant
+ l'avis critique sur la proposition de découpage des côtes européennes en « biotypes » par un groupe hispanique, découpage requalifié depuis en « types physiques »
+ la validation et/ou la proposition de sites pour l'établissement subséquent d'un tableau présentant les espèces « rares » et « courantes »
+ l'établissement de sites de référence pour le calcul de l'ICM basé sur la richesse spécifique globale (métrique britannique)

3. Mise en œuvre de la technique d'échantillonnage pour l'EQ « macroalgues intertidales » dans les Masses d'Eau de Transition.

Prospection et échantillonnage des masses d'eaux de transition de l'été 2011

Introduction

Dans le cadre de la mise en place d'un indice « macroalgues » pour qualifier les masses d'eau de transition, nous avons étudié, durant l'été 2011, quatre cours d'eau bretons : l'Elorn, la Laiïta, le Scorff et le Blavet. Ces études viennent en complément de celles réalisées en 2008 et 2009. Elles visent, d'abord, à vérifier qu'un indice basé, à la fois, sur la présence de ceintures algales sur substrat rocheux et sur la présence de vases indurées végétalisées, est applicable sur une grande majorité ou sur la totalité des masses d'eaux de transition situées sur le pourtour de la Bretagne. Elles visent, également, en fonction des résultats obtenus sur les différents cours d'eau, à établir une grille de notation permettant de placer ces différents fleuves côtiers dans une échelle de qualité à cinq niveaux (mauvais, pauvre, moyen, bon, excellent).

1 Les cours d'eau étudiés

1.1 L'Elorn

Sur la rive droite, la prospection a débuté depuis Penn An Traon Danvez, en aval, jusqu'au pont de Rohan, à Landerneau, où un seuil sert de limite entre les parties dulçaquicole et estuarienne du cours d'eau. Sur la rive gauche, nous sommes redescendus depuis Landerneau jusqu'à la chapelle Saint Jean en Plougastel-Daoulas.

Au niveau de Penn An Traon Danvez (48°24.428N-4°20.965W), le platier rocheux, plus ou moins envasé, est colonisé par des algues brunes (*Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis*, *Ascophyllum nodosum* et *Fucus vesiculosus*) et par des algues vertes (*Enteromorpha*). La rive est quant à elle colonisée par *Agropyron*, *Obione*, *Sueda vera*, *Atriplex*, *Beta maritima*, *Plantago maritima*, *Aster*, *Spergularia* et *Salicornia*.

A Ker an Traon (48°24.845N-4°20.008W), se retrouvent les trois ceintures d'algues brunes ainsi que des algues vertes du genre *Enteromorpha*. En haut d'estran, on trouve surtout de l'*Obione*, de l'*Aster*, de la *Fustuca*, des spartines et un peu de salicornes. En amont, il existe un tombant rocheux avec ceintures

algales et des placages de vases avec Cyanobactéries et Chlorophycées.

Au niveau de la grève du château en La Forest-Landerneau (48°25.153N-4°19.196W), on retrouve les mêmes peuplements sur la rive et sur l'estran. En ce qui concerne les macroalgues structurantes, nous avons une nouvelle fois les trois ceintures de haut d'estran (ceinture à *Pelvetia canaliculata*, ceinture à *Fucus spiralis* et ceinture à *Ascophyllum nodosum*/*Fucus vesiculosus*).

Les trois ceintures d'algues brunes sont encore présentes en amont de Ty Naod (48°25.240N-4°18.787W). A proximité existent plusieurs banquettes de vases végétalisées. C'est ce secteur qui a été retenu pour notre étude sur l'étagement et sur les banquettes de vases indurées. Plus en amont le substrat rocheux disparaît et est remplacé par une vaste étendue de spartines.

A proximité de la station d'épuration, les banquettes de vases paraissent dégradées et colonisées seulement par des Cyanobactéries et des Chlorophycées.

Plus en amont au niveau de la gare de la Forest-Landerneau (48°25.519N-4°18.306W) on retrouve des cailloutis colonisés par des *Pelvetia canaliculata* et des *Fucus spiralis*. Plus bas sur l'estran, des *Fucus vesiculosus* et des *Ascophyllum nodosum* se développent sur des blocs épars.

A Beg ar Groaz (48°25.569N-4°18.067W), la roche est absente en haut d'estran et les seules macroalgues qui subsistent sont des *Ascophyllum nodosum* et des *Fucus vesiculosus*.

Plus en amont figure une grande étendue de spartines qui s'étend jusqu'à la grande Palud (48°26.216N-4°16.938W). Le substrat rocheux n'est de nouveau visible qu'au niveau du centre nautique de Kerautret (48°26.676N-4°16.309W). Sur la digue, comme sur les blocs, une nouvelle espèce de Fucale, *Fucus ceranoides*, remplace les espèces préexistantes. C'est cette algue que l'on rencontre plus en amont jusqu'au pont de Rohan au centre de Landerneau.

La rive gauche de l'Elorn, au sud de Landerneau, est peu accessible à l'observation. Au niveau de Vervian vihan (48°25.635N-4°17.768W), les ceintures à *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis* et *Ascophyllum nodosum* sont présentes sur des blocs entourées de vase. A Penn an Trein (48°24.889N-4°19.166W), l'estran est constitué de blocs épars, de cailloutis et de vase. Les macroalgues, en l'occurrence *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum*, n'existent qu'en bas d'estran. Plus en aval les trois ceintures de Fucales sont de nouveau présentes. On les retrouve jusqu'à la chapelle Saint-Jean (48°24.137N-4°21.143W).

1.2 La Laïta

Nous avons commencé notre prospection au niveau du port du Pouldu sur la rive finistérienne de la Laïta. A ce niveau l'estuaire est largement ensablé. Les quelques blocs rocheux existant sont colonisés par des algues vertes et par quelques Fucales (*Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis* et *Fucus vesiculosus*).

En amont, à Pors Moric, les trois ceintures de Fucales sont encore présentes sur les roches. On les retrouve aussi au niveau du pont Saint-Maurice (47°47.891N-3°31.376W) mais leur accès est très difficile à cause du dénivelé très important.

A partir du pont, un chemin permet de remonter le cours d'eau jusqu'à l'abbaye de Saint-Maurice mais il ne permet pas de descendre sur l'estran pour y

observer les peuplements algaux. Nous avons donc rejoint directement l'abbaye puis nous sommes redescendus en aval en longeant la falaise.

Au niveau de la digue de l'abbaye (47°48.249N-3°31.635W) les seules Fucales présentes sont *Fucus vesiculosus* et *Fucus ceranoides*. Plus en aval, vers l'éperon barré (47°48.227N-3°31.256W) apparaissent les premiers pieds de *Pelvetia canaliculata* qui viennent s'ajouter aux deux espèces déjà mentionnées. En aval de l'éperon, une pointe rocheuse interdit le passage vers le pont de Saint-Maurice. A ce niveau (47°48.003N-3°31.332W) ne se rencontrent que *Fucus vesiculosus* et *Fucus ceranoides*. Il n'y a pas contre, ni *Pelvetia canaliculata*, ni *Fucus spiralis* ni *Ascophyllum nodosum*. Le point le plus amont où l'on trouve l'étagement complet avec les trois ceintures de Fucales se situe donc au niveau du pont lui-même. L'accès n'étant pas possible sur la rive droite, nous sommes passés sur la rive gauche de la Laïta pour chercher un site intéressant pour notre étude.

En aval du pont (47°47.770N-3°31.497N), sur la roche en place nous avons retrouvé un étagement avec *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis* puis *Fucus vesiculosus* et *Fucus ceranoides*. Les premiers pieds de *Ascophyllum nodosum* apparaissent à la position 47°47.729N-3°31.528W et nous avons choisi notre point d'étude un peu en aval, à la position 47°47.645N-3°31.530W. A cet endroit les ceintures à *Pelvetia canaliculata*, à *Fucus spiralis* et à *Ascophyllum nodosum*/*Fucus vesiculosus* sont suffisamment développées pour positionner notre quadrat. Ce secteur nous est apparu doublement intéressant car, en plus d'un étagement complet, nous avons également trouvé plusieurs banquettes de vases indurées végétalisées au pied du pont.

En remontant la rive droite vers Quimperlé, le Laïta est accessible à Kost er Lann, aux prés du Froud et aux pentes de Locmaria. A Kost et Lann (47°48.800N-3°31.110W), nous sommes en présence d'une roselière et d'une prairie à *Scirpus* et *Agropyron*. L'estran est constitué d'une plage de sable fin. Aux prés du Froud, se retrouve un estran principalement sableux où existent néanmoins quelques blocs de roche colonisés par des algues vertes. Il n'y a, par contre, pas de Fucales. Aux pentes de Locmaria (47°50.588N-3°31.561W) l'estran est vaseux et la rive est colonisée par une roselière.

A Quimperlé, nous sommes de nouveau passés sur la rive droite de la Laïta, que nous avons descendue sur 1.5 km. Le fait le plus marquant est l'absence de *Fucus ceranoides* sur les blocs présents dans l'eau. Notre prospection s'est achevée au niveau d'un mur de propriété qui nous a empêché de passer plus en aval.

1.3 Le Scorff

La prospection a débuté au niveau du pont neuf au Bas Pont Scorff (47°50.178N-3°23.623W). Il y a là une barre de roche colonisée seulement par des algues vertes. Le même peuplement se retrouve au niveau du vieux pont (47°50.138N-3°23.647W). Sur les deux sites, les Fucales sont absentes. En aval, au niveau de la laiterie (47°50.002N-3°23.398W) il n'y a toujours pas de Fucales sur les blocs. Sur les rives, les blocs et les vases consolidées sont partiellement colonisés par des mousses.

Absentes au niveau du manoir de Saint-Urchaud (47°49.538N-3°23.443N), les Fucales apparaissent au niveau de la chapelle Notre Dame de Bon Secours. Les

premiers pieds de *Fucus vesiculosus* sont présents, sur la rive gauche, à la position 47°48.165N-3°23.212W et sur la rive droite un peu plus en aval à 47°47.961N-3°23.357W.

Plus en aval, à 47°47.935N-3°23.361W, on retrouve des *Fucus vesiculosus* sur les blocs et plusieurs banquettes à *Vaucheria* sur les vases consolidées présentes en rive. C'est cet ensemble de banquettes que nous avons choisi pour effectuer nos prélèvements.

Toujours plus en aval, à 47°47.820N-3°23.265W, apparaissent les premiers pieds de *Ascophyllum nodosum*. Ils s'ajoutent à ceux de *Fucus vesiculosus* toujours présents. Les deux dernières espèces de Fucales, *Pelvetia canaliculata* et *Fucus spiralis*, apparaissent au niveau du Roz (47°47.473N-3°22.792W).

En aval du pont brûlé, au niveau du terrain militaire, les quatre espèces de fucales sont présentes sur les enrochements de la rive. Si les *Ascophyllum nodosum* et les *Fucus vesiculosus* sont fréquentes, il n'a, par contre, que peu de *Pelvetia canaliculata* et de *Fucus spiralis*. L'accès à ce secteur étant très difficile, c'est au même niveau mais sur la rive gauche que nous avons cherché un étage de ceintures utilisable pour notre étude. Nous l'avons trouvé en bas de Kerdayo (47°46.898N-3°22.376W) où les trois ceintures de Fucales (ceinture à *Pelvetia canaliculata*, ceinture à *Fucus spiralis* et ceinture à *Ascophyllum nodosum*/*Fucus vesiculosus*) sont bien développées sur la roche en place.

1.4 Le Blavet

Nous avons commencé notre prospection au niveau de l'écluse de Polvern (47°49.281N-3°16.579W) où un seuil marque la limite entre les parties estuarienne et dulçaquicole du Blavet. Au pied de ce seuil, les blocs sont colonisés par des algues vertes. Les premières Fucales (*Fucus vesiculosus* et *Fucus ceranoides*) apparaissent le long des quais au niveau des fortifications de la ville close de Hennebont (47°48.246N-3°16.888W). Sur la rive gauche, à Keranna, sur les blocs envasés on aperçoit des pieds de *Fucus ceranoides* et de *Fucus vesiculosus*. Les premiers sont en bas d'estran, les seconds sont à un niveau plus élevé.

Au sud du pont de Locoyarn, en bas de la chapelle de Saint-Gunthiern (47°46.866N-3°17.237W), les premiers pieds d'*Ascophyllum nodosum* font leur apparition au milieu des *Fucus vesiculosus*. En bas d'estran, des thalles de *Fucus ceranoides* sont toujours présents.

Plus en aval, au niveau du château de Locguénolé (47°46.197N-3°17.115W) quelques pieds de *Pelvetia canaliculata* apparaissent en haut d'estran. Plus bas, sur les blocs envasés, on retrouve *Ascophyllum nodosum* et *Fucus vesiculosus* puis un peu de *Fucus ceranoides*. Par contre la ceinture à *Fucus spiralis* est toujours absente. A cet endroit, des banquettes de vase indurée sont également présentes. Elles sont colonisées par des *Vaucheria*, quelques salicornes, asters et obiones. Ce sont ces banquettes que nous avons échantillonnées dans le cadre de notre étude. Plus en aval (47°46.140N-3°17.487W), sur une pointe rocheuse d'accès difficile, les premiers thalles de *Fucus spiralis* font leur apparition entre la ceinture à *Pelvetia canaliculata*, ici peu fournie, et celle à *Ascophyllum nodosum*/*Fucus vesiculosus*.

Plus au sud, à la pointe de Tal ar Mor (47°46.248N-3°17.704W), on retrouve des ceintures à *Fucus spiralis* et à *Ascophyllum nodosum*/*Fucus vesiculosus* bien

développées mais par contre il n'y a que très peu de thalles de *Pelvetia canaliculata*. C'est au niveau du port de Kervignac (47°46.153N-3°17.860W) que nous avons trouvé un étage complet avec les trois ceintures de Fucales. C'est ce site que nous avons sélectionné pour notre étude.

2 Les prélèvements et les résultats

2.1 L'Elorn

2.1.1 Les banquettes végétalisées de vase indurée

Les positions des six banquettes étudiées sont les suivantes :

Vase1 : 48°25.248N-4°18.785W précision 6.1m

Vase2 : 48°25.230N-4°18.797W précision 6.7m

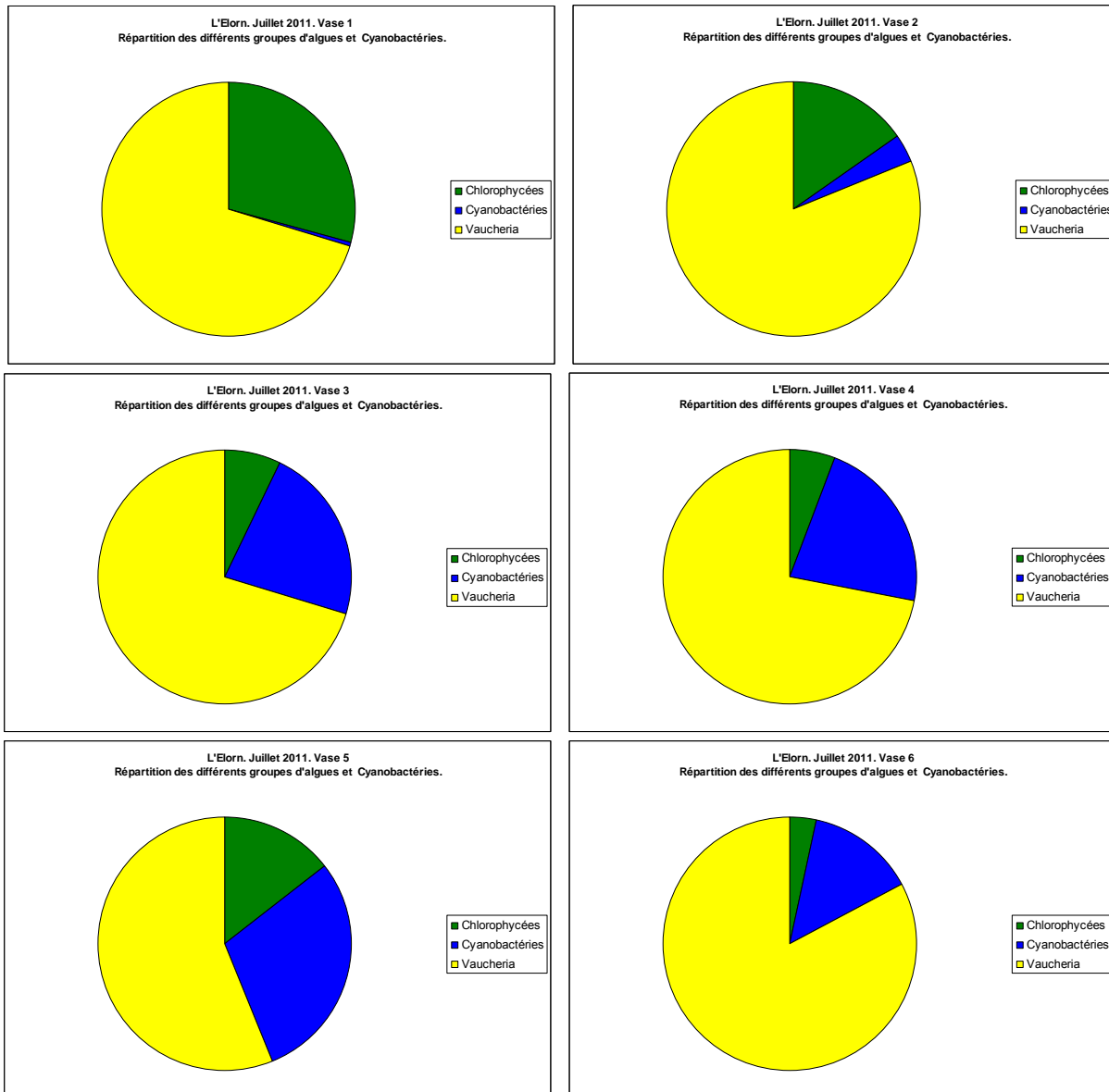
Vase3 : 48°25.229N-4°18.802W précision 6.4m

Vase4 : 48°25.228N-4°18.806W précision 8m

Vase5 : 48°25.227N-4°18.809W précision 8.3m

Vase6 : 48°25.233N-4°18.796W précision 6.9m

Pour chacune d'entre elles, les prélèvements réalisés ont été étudiés sous microscope au laboratoire pour définir les pourcentages relatifs de *Vaucheria*, de Chlorophycées et de Cyanobactéries. Les résultats obtenus sont présentés sur les graphiques suivants :



2.1.2 L'étagement des ceintures de Fucales

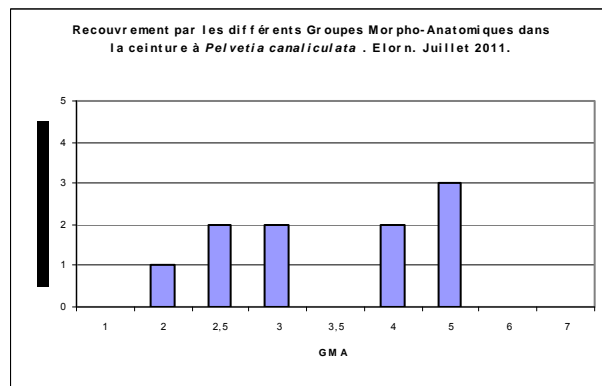
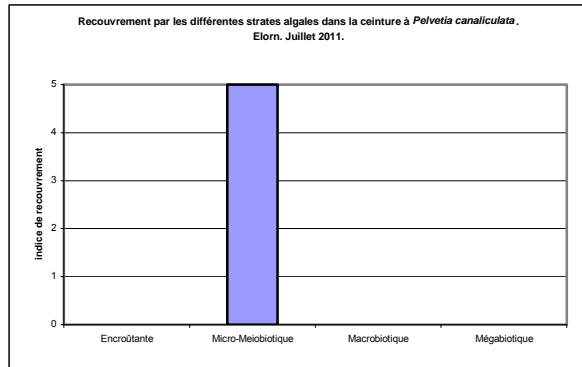
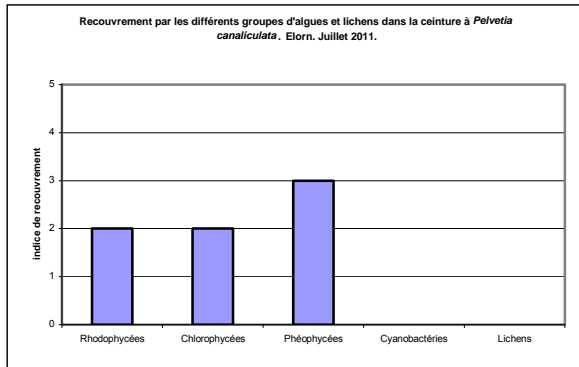
Les différents points d'étude sont les suivants :

- Pc1 : 48°25.256N-4°18.768W précision 9m
- Pc2 : 48°25.245N-4°18.779W précision 10m
- Pc3 : 48°25.215N-4°18.830W précision 9.1m
- Fspi1 : 48°25.253N-4°18.760W précision 12m
- Fspi2 : 48°25.249N-4°18.778W précision 6.7m
- Fspi3 : 48°25.215N-4°18.831W précision 8.8m
- An1 : 48°25.258N-4°18.761W précision 8m
- An2 : 48°25.247N- 4°18.772W précision 7.3m
- An3 : 48°25.202N-4°18.836W précision 6.9m

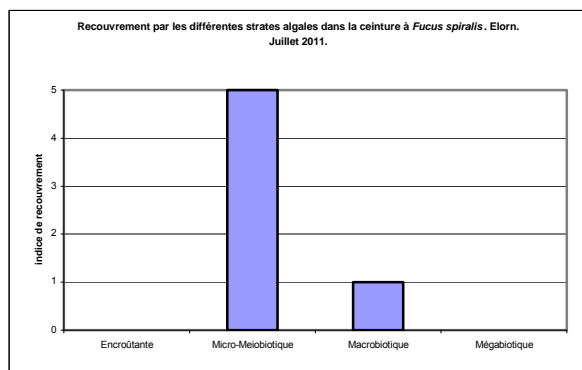
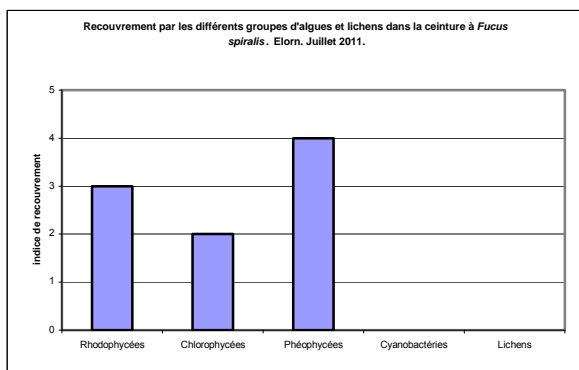
Sur chacun de ces points, nous avons, *in situ*, noté le recouvrement des différentes espèces de macroalgues présentes. Pour chaque ceinture, nos observations spécifiques ont été regroupées pour obtenir des résultats par groupe de

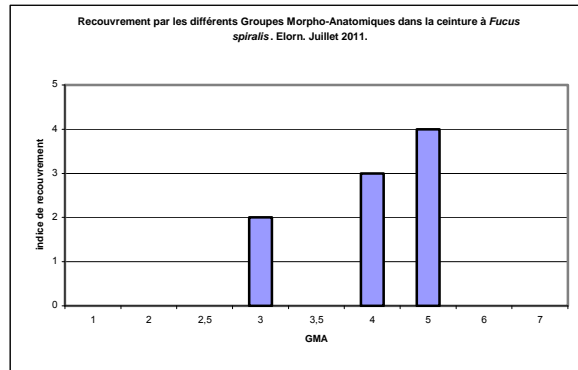
macroalgues, par taille et par GMA (Groupe Morpho-Anatomique).

Pour la ceinture à *Pelvetia canaliculata*, les résultats sont les suivants :

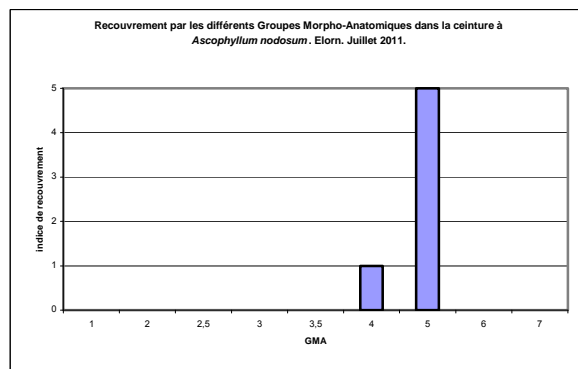
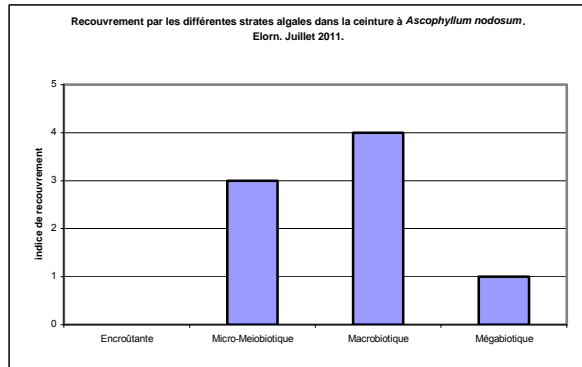
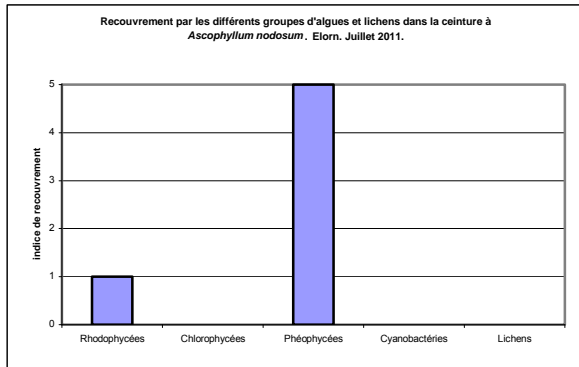


Pour la ceinture à *Fucus spiralis*, on obtient :





Pour la ceinture à *Ascophyllum nodosum*, on obtient :



2.2 La Laïta

2.2.1 Les banquettes végétalisées de vase indurée

Les positions des six banquettes étudiées sont les suivantes :

Vase1 : 47°47.725N-3°31.529W précision 7.7m

Vase2 : 47°47.722N-3°31.530W précision 8.1m

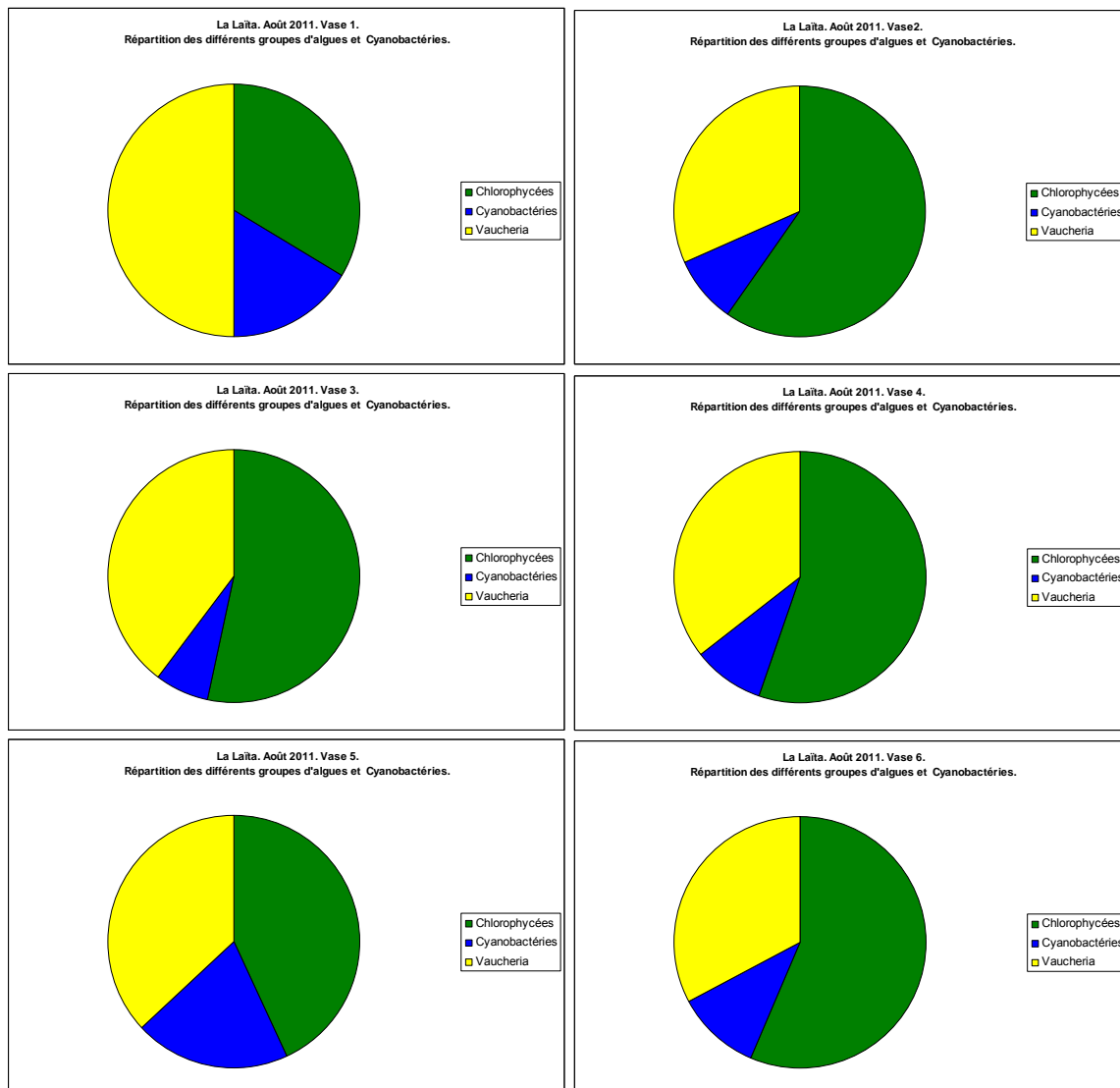
Vase3 : 47°47.726N-3°31.527W précision 8.8m

Vase4 : 47°47.782N-3°31.472W précision 13.4m

Vase5 : 47°47.775N-3°31.463W précision 14.8m

Vase6 : 47°47.779N-3°31.463W précision 15m

Pour chacune d'entre elles, l'analyse des prélèvements a donné les résultats suivants :

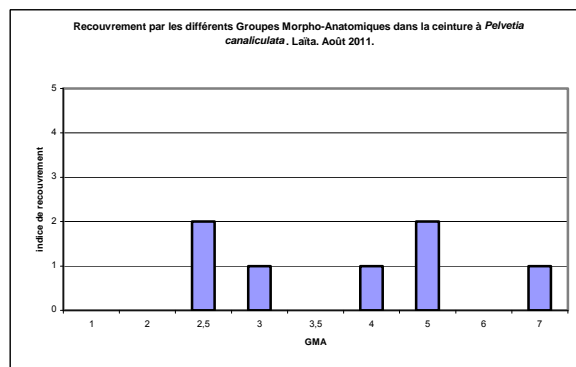
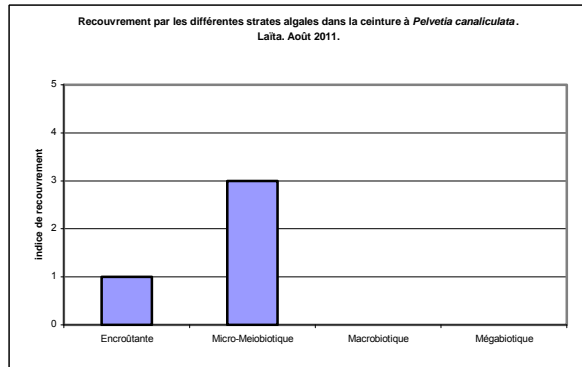
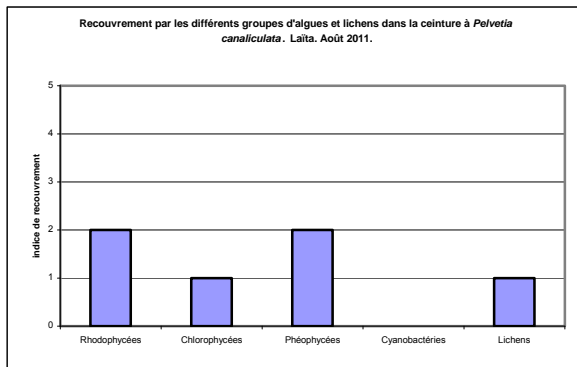


2.2.2 L'étagement des ceintures de Fucales

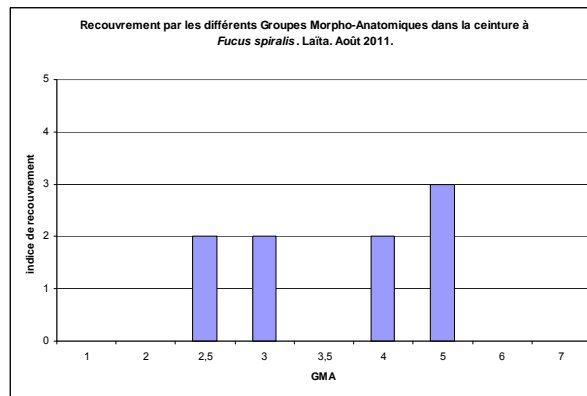
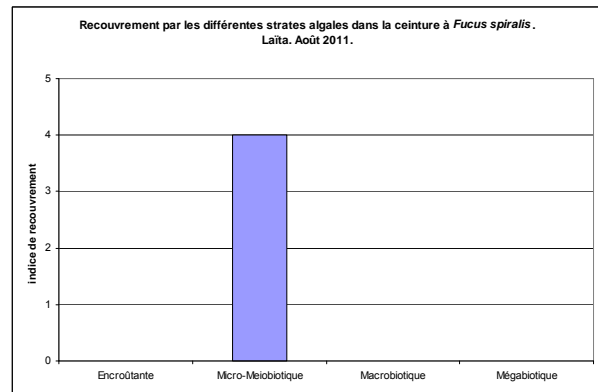
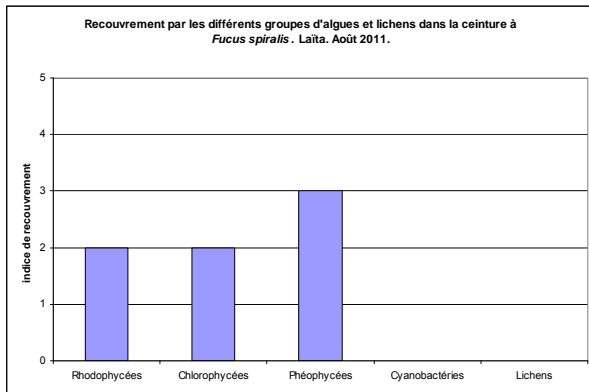
Les différents points d'étude sont les suivants :

Pc1 : 47°47.698N-3°31.534W précision 11.6m
 Pc2 : 47°47.674N-3°31.527W précision 10.6m
 Pc3 : 47°47.644N-3°31.530W précision 10.3m
 Fspi1 : 47°47.675N-3°31.537W précision 6.7m
 Fspi2 : 47°47.648N-3°31.527W précision 7.6m
 Fspi3 : 47°47.644N-3°31.528W précision 11.3m
 An1 : 47°47.671N-3°31.538W précision 6.4m
 An2 : 47°47.656N-3°31.535W précision 8.7m
 An3 : 47°47.649N-3°31.522W précision 10.4m

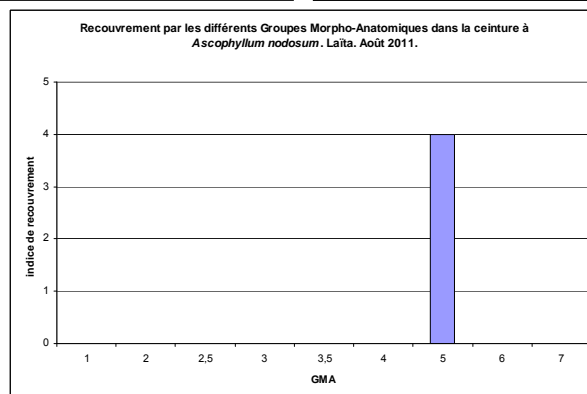
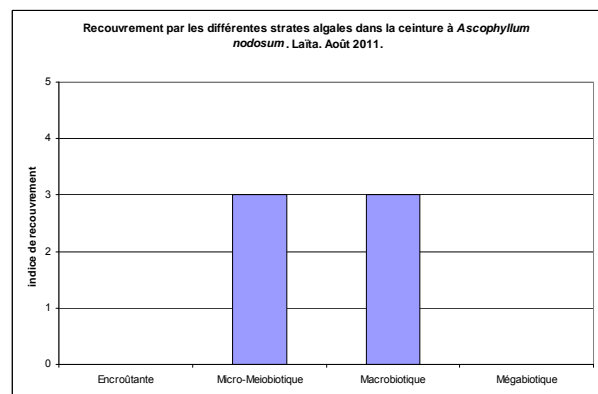
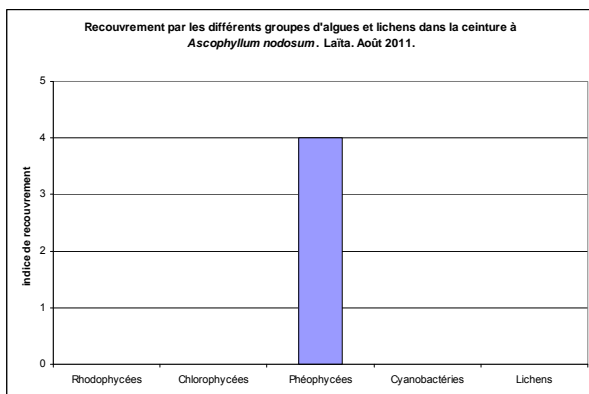
Pour la ceinture à *Pelvetia canaliculata*, les résultats sont les suivants :



Pour la ceinture à *Fucus spiralis*, on obtient :



Pour la ceinture à *Ascophyllum nodosum*, on obtient :



2.3 Le Scorff

2.31 Les banquettes végétalisées de vase indurée

Les positions des six banquettes étudiées sont les suivantes :

Vase1 : 47°47.816N-3°23.284W précision 11.4m

Vase2 : 47°47.817N-3°23.285W précision 12m

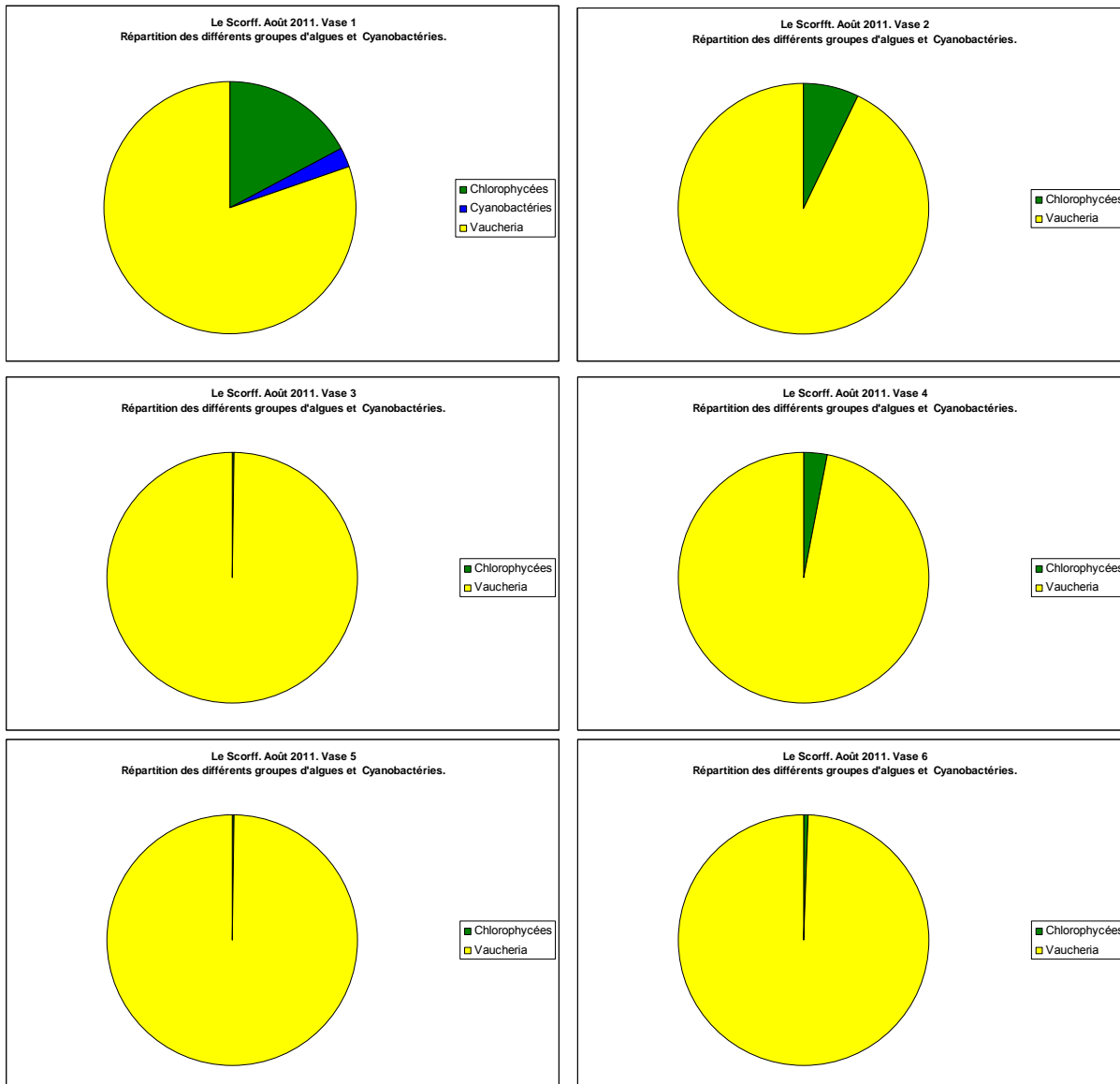
Vase3 : 47°47.835N-3°23.345W précision 22m

Vase4 : 47°47.823N-3°23.290W précision 12.5m

Vase5 : 47°47.870N-3°23.342W précision 11.6m

Vase6 : 47°47.887N-3°23.345W précision 11.3m

Pour chacune d'entre elles, l'analyse des prélèvements a donné les résultats suivants :

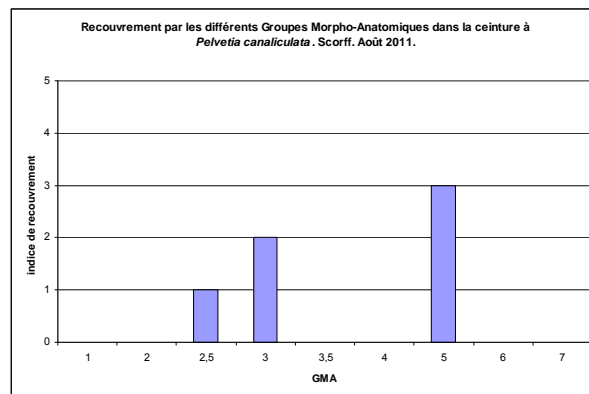
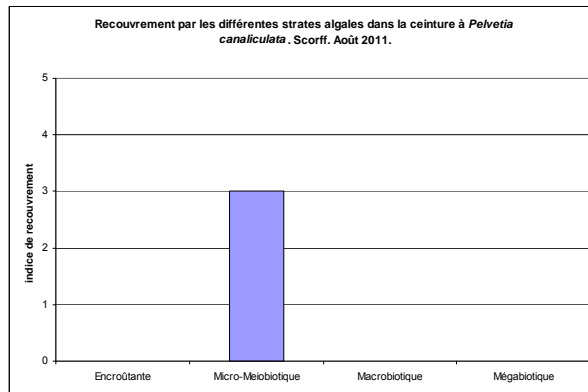
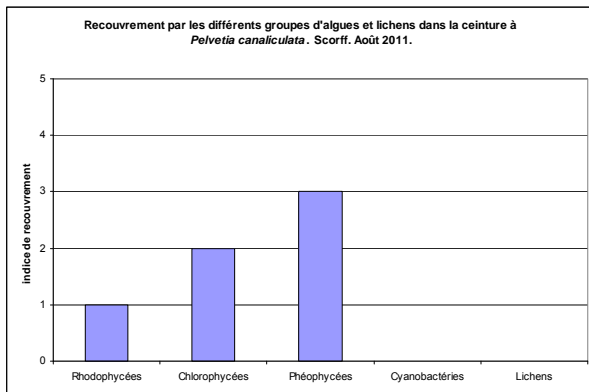


2.3 L'étagement des ceintures de Fucales

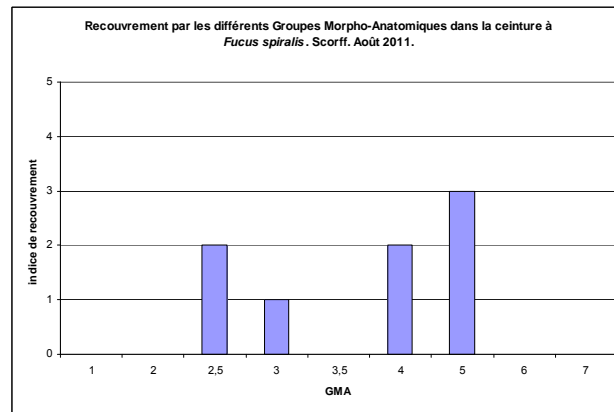
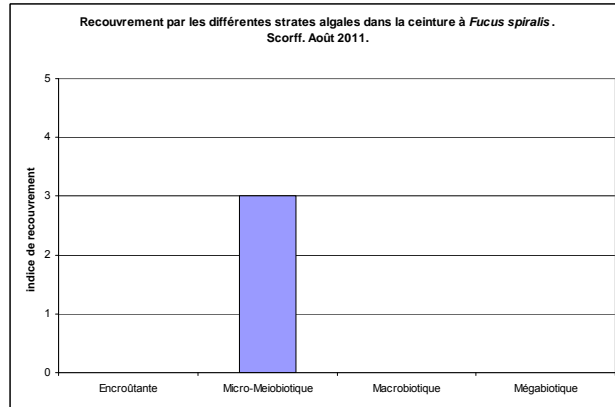
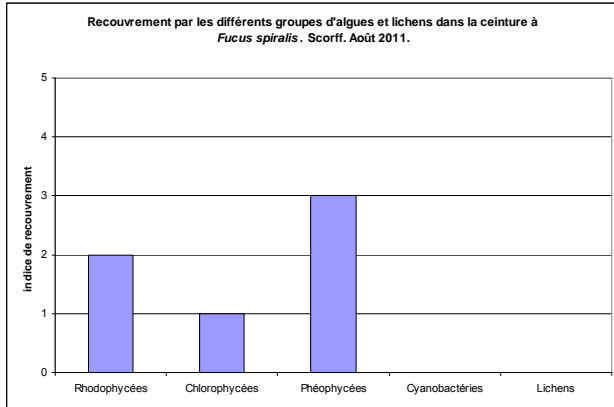
Les différents points d'étude sont les suivants :

Pc1 : 47°46.899N-3°22.382W précision 14.2m
 Pc2 : 47°46.874N-3°22.363W précision 9.4m
 Pc3 : 47°46.875N-3°22.351W précision 8.9m
 Fspi1 : 47°46.900N-3°22.380W précision 14m
 Fspi2 : 47°46.881N-3°22.355W précision 8m ????
 Fspi3 : 47°46.885N-3°22.387W précision 10.9m
 An1 : 47°46.898N-3°22.380W précision 8m
 An2 : 47°46.877N-3°22.358W précision 15.3m
 An3 : 47°46.870N-3°22.349W précision 12.2m

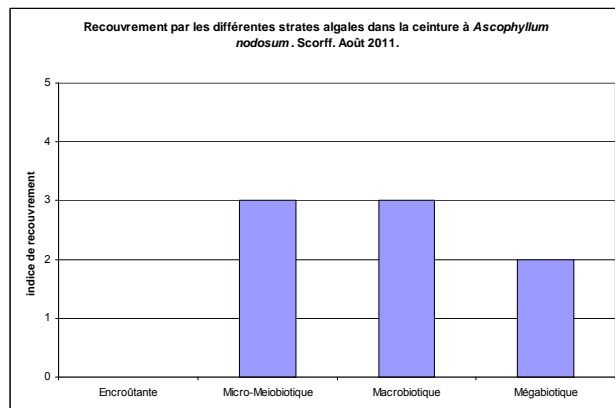
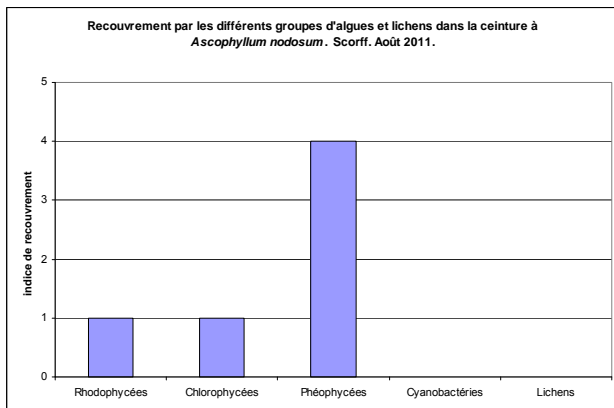
Pour la ceinture à *Pelvetia canaliculata*, les résultats sont les suivants :

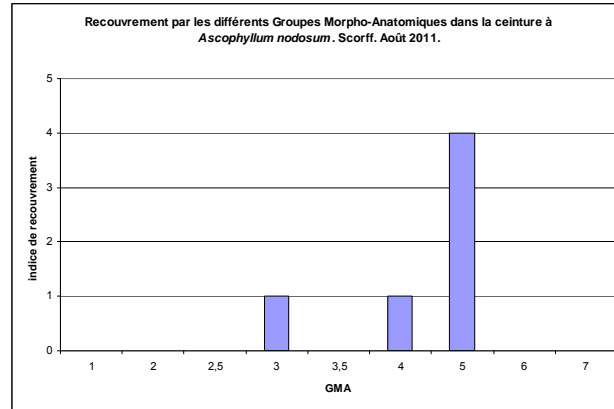


Pour la ceinture à *Fucus spiralis*, on obtient :



Pour la ceinture à *Ascophyllum nodosum*, on obtient :





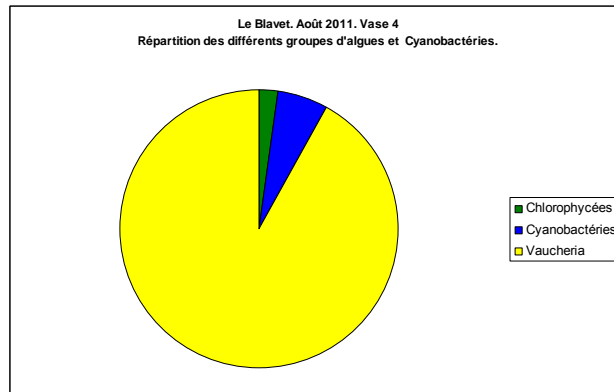
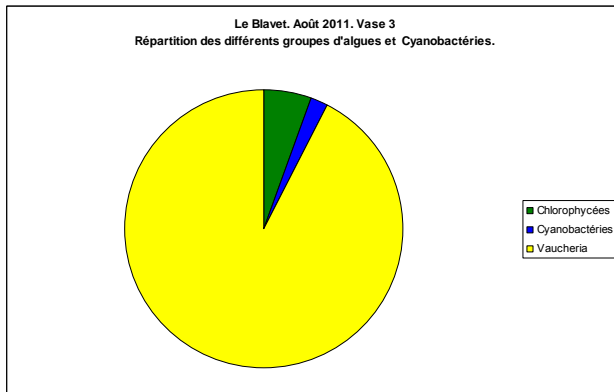
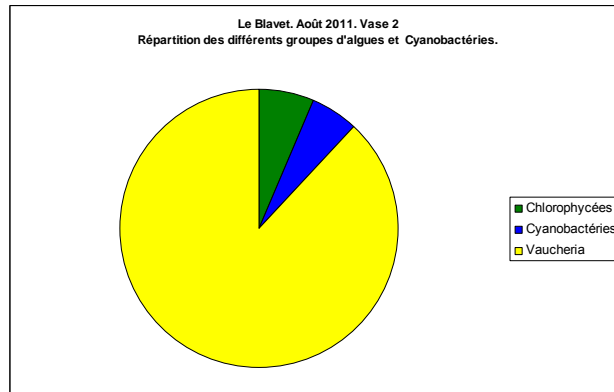
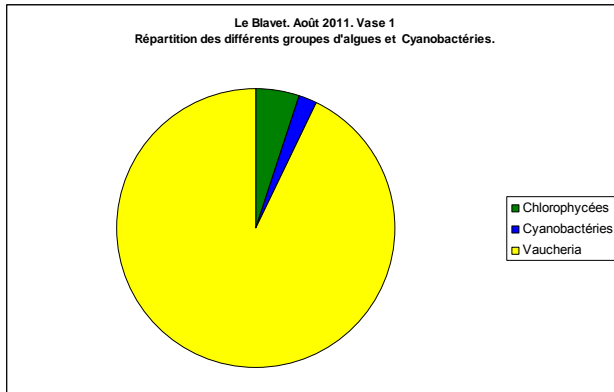
2.4 Le Blavet

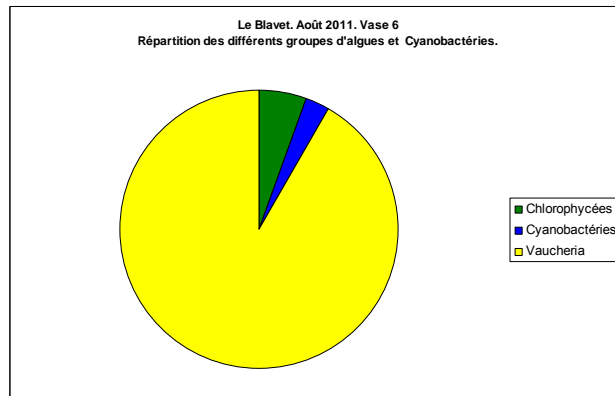
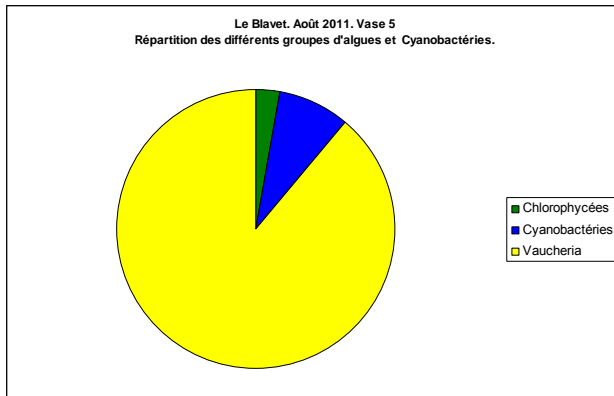
2.41 Les banquettes végétalisées de vase indurée

Les positions des six banquettes étudiées sont les suivantes :

- Vase1 : 47°46.106N-3°17.244W précision 16m
- Vase2 : 47°46.145N-3°17.143W précision 17m
- Vase3 : 47°46.167N-3°17.170W précision 12m
- Vase4 : 47°46.212N-3°17.126W précision 15.5m
- Vase5 : 47°46.187N-3°17.111W précision 12.4m
- Vase6 : 47°46.199N-3°17.114W précision 13.4m

Pour chacune d'entre elles l'analyse des prélèvements a donné les résultats suivants :





2.42 L'étagement des ceintures de Fucales

Les différents points d'étude sont les suivants :

Pc1 : 47°46.107N-3°17.861W précision 10.5m

Pc2 : 47°46.119N-3°17.835W précision 10.4m

Pc3 : 47°46.137N-3°17.858W précision 13m

Fspi1 : 47°46.137N-3°17.857W précision 11.2m

Fspi2 : 47°46.153N-3°17.855W précision 11.6m

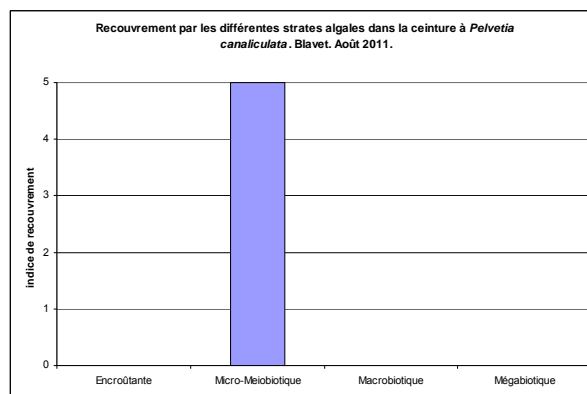
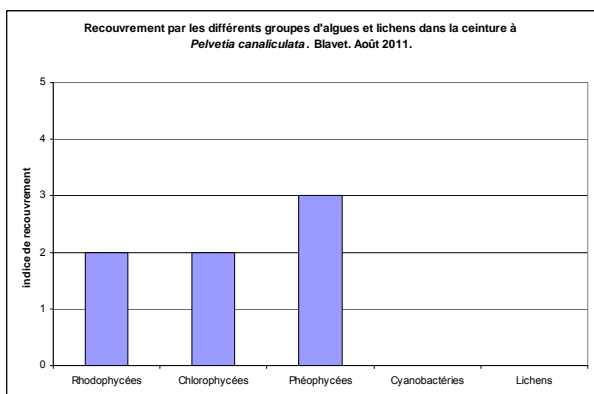
Fspi3 : 47°46.157N-3°17.861W précision 12m

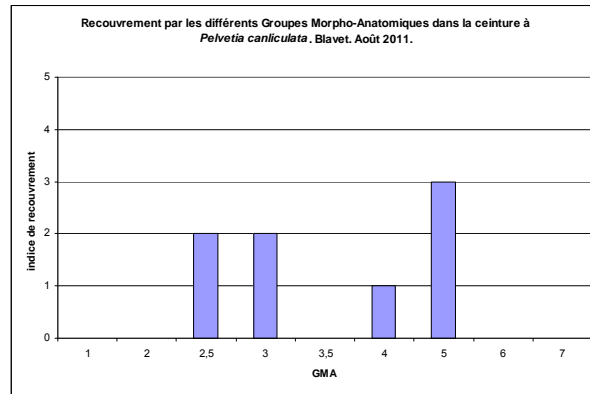
An1 : 47°46.131N-3°17.844W précision 12.2m

An2 : 47°46.124N-3°17.865W précision 11.3m

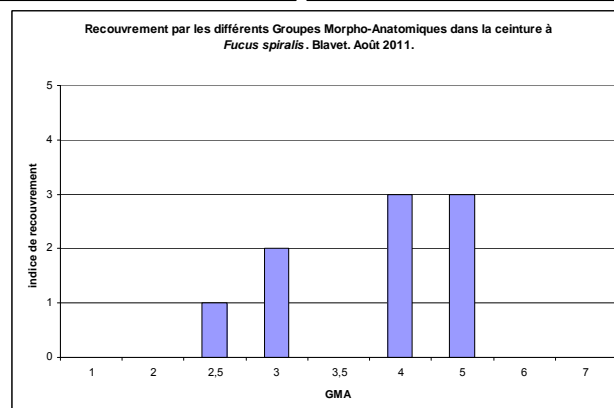
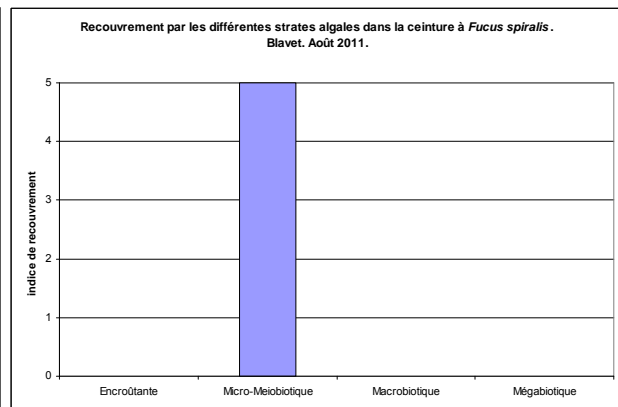
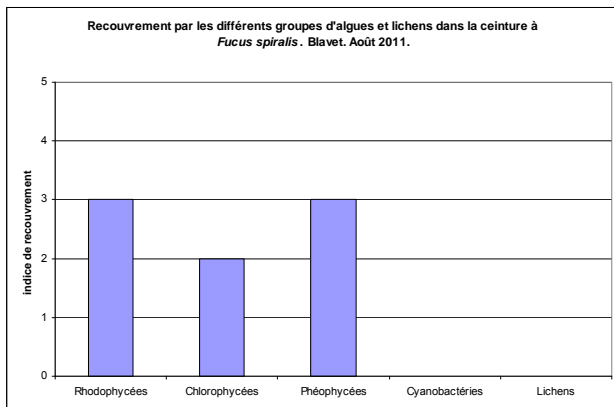
An3 : 47°46.150N-3°17.871W précision 15m

Dans la ceinture à *Pelvetia canaliculata*, les résultats obtenus sont les suivants :

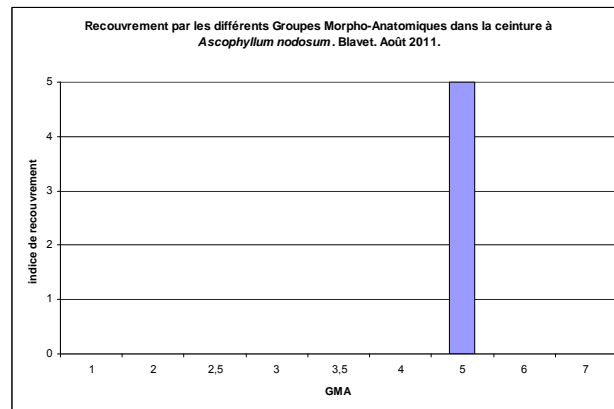
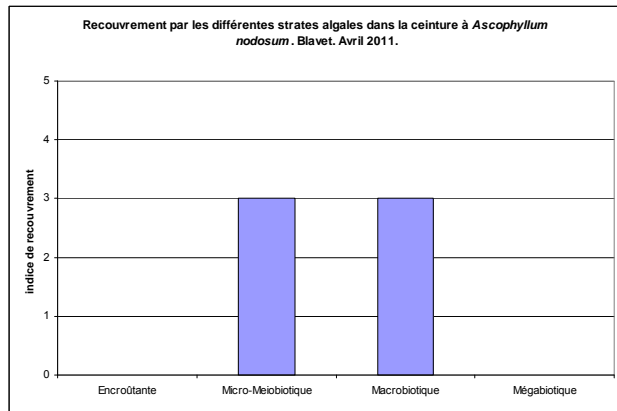
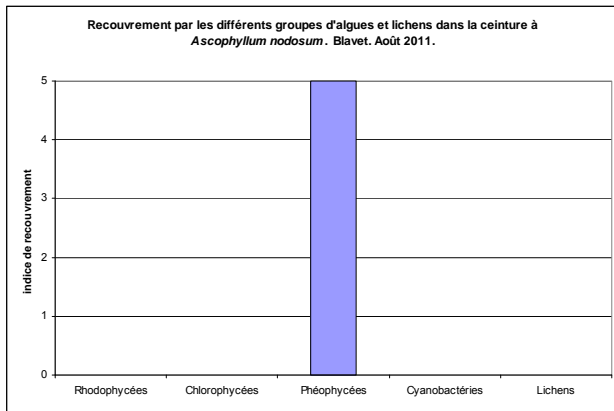




Pour la ceinture à *Fucus spiralis*, on obtient :



Pour la ceinture à *Ascophyllum nodosum*, les résultats sont :



4. Validation du protocole MET macroalgues intertidales (nouvelle métrique).

Proposition d'une métrique pour l'élément de qualité « macroalgues intertidales » dans les MET

Février 2012

Erwan Ar Gall & Michel Le Duff

Introduction

Etudes préliminaires

Le protocole d'échantillonnage testé initialement cherchait à prendre en compte les propositions des Britanniques concernant la délimitation de zones estuariennes présentant des niveaux de salinité déterminés (cf. Wilkinson *et al.*, 2007). Le « fucoïd extend index » est un outil qualitatif basé sur l'extension des Fucales en amont des estuaires, avec un découpage de l'estuaire en trois parties : la zone A étant la partie la plus en aval et donc la plus maritime, la zone B appelée "outer estuary" et la zone C appelée "inner estuary". En amont de cette dernière se trouve la rivière. La frontière entre la zone B et la zone C correspond dans ce cas à la limite de pénétration des Fucales et la flore de la zone C est principalement constituée par des Chlorophyceae, des Xanthophyceae (Tribophyceae) et des Diatomophyceae. Or, dans les premiers sites échantillonnés, nous avons observé que les Fucales, en l'occurrence *Fucus ceranoides*, remontent jusqu'à la limite supérieure de la zone C. D'autre part, les Britanniques, dans leur essai de classification des masses d'eaux, proposaient d'utiliser la valeur de 5‰ pour la salinité de surface comme limite de pénétration des Fucales. Dans les estuaires étudiés, nous avons observé des *Fucus ceranoides* à des niveaux où la salinité était de 0‰ à marée basse. En appliquant la proposition britannique, les estuaires étudiés auraient donc une zone B (outer estuary) très étendue et pas de zone C (inner estuary). On peut d'ailleurs rappeler une évidence : dans un estuaire, à un endroit donné, la salinité varie considérablement au cours d'un cycle de marée. Les mesures

ponctuelles de salinité que nous avons effectuées dans 4 estuaires bretons (abers) en 2008, à différents niveaux bathymétriques, à marée descendante ou montante et à diverses profondeurs, ont montré que seul un dispositif muni de plusieurs capteurs fixes fonctionnant sur des périodes relativement longues pourrait permettre, le cas échéant, de délimiter les zones oligohalines. L'approche britannique a donc été abandonnée et nous nous sommes dès lors appliqués à élaborer une métrique tenant compte des caractéristiques structurales de la végétation estuarienne, plus particulièrement dans les MET retenues pour le suivi DCE en Bretagne (abers / rias).

Végétation de substrat dur

Pour développer une métrique adaptée à la végétation macroalgale estuarienne des substrats rocheux, nous nous sommes basés sur les éléments ci-après.

La localisation des limites amont de la répartition de quelques espèces de Fucales pérennes fixées sur substrat rocheux permet de dresser un tableau relativement fiable de la distribution de la salinité dans les MET. Ainsi, les thalles de *F. ceranoides* apparaissent dans la partie moyenne à supérieure des abers sur les blocs rocheux dans le lit des cours d'eau, ainsi que sur les berges rocheuses et endiguées jusqu'à la limite entre eaux oligohalines et eaux douces. En Bretagne, *F. vesiculosus* peut à l'occasion remonter jusqu'à un niveau comparable à celui atteint par *F. ceranoides*, un phénomène observé également dans les Iles Britanniques, mais ses populations s'implantent généralement plus en aval (Lüning, 1990). En descendant vers les eaux mésohalines, on voit apparaître ensuite la limite supérieure de *F. spiralis*, puis celle de *Pelvetia canaliculata* et d'*Ascophyllum nodosum*, ou une limite commune à ces trois espèces. Comme dans les MEC, *F. vesiculosus* peut se mélanger dans les MET à *A. nodosum*, tout en remontant généralement plus en amont. Sur les estrans étudiés, la ceinture à *Fucus serratus* est généralement absente car la roche disparaît sous les sédiments. Certains de ces éléments ont été observés et rapportés par le passé (Dizerbo, 1962).

Au cours des repérages effectués dans chaque estuaire, la position de ces limites est donc consignée, par leur localisation sur la carte IGN au 1/25000^{ème}, ainsi qu'au moyen d'un GPS (longitude, latitude). Il est ainsi possible de situer les sites d'échantillonnage en fonction de la distribution des macroalgues dominantes et donc

de se référer à une caractéristique écosystémique relativement robuste (cf. Lüning, 1990 ; Cabioc'h *et al.*, 2006 ; Dizerbo & Herpé, 2007) et aisément contrôlable. Nos observations sur le terrain nous ont ainsi conduit à séparer les estuaires en deux parties : une partie aval que l'on pourrait aussi qualifier de maritime, qui est plus inféodée aux conditions du milieu marin qu'à celles du milieu dulçaquicole, et une partie amont, qualifiée de semi-fluviale, qui est davantage sous l'influence des eaux douces. Nous avons situé la frontière entre ces deux zones à l'endroit le plus en amont où l'on pouvait observer sur la roche l'étagement des trois ceintures de Fucales des horizons moyen et supérieur de l'intertidal (médio-littoral *sensu largo*). Signalons que l'effet de certains polluants sur plusieurs espèces estuariennes caractéristiques a par ailleurs été mis en évidence (Lopez-Rodriguez *et al.*, 1997). Nous avons alors adapté le protocole d'échantillonnage développé précédemment pour les macroalgues intertidales des MEC (Ar Gall & Le Duff, 2010b) aux ceintures à *Pelvetia canaliculata* (Pc), à *Fucus spiralis* (Fspi) et à *Ascophyllum nodosum* + *Fucus vesiculosus* (An + Fves) rencontrées dans les MET.

Végétation de substrat meuble

Par ailleurs, afin d'établir dans les MET une métrique "macroalgues" qui tienne compte de l'importance des substrats meubles, dominants en zone estuarienne, il nous a paru essentiel de prendre en compte l'état de formations végétales caractéristiques des dépôts sédimentaires.

Dans quelques sites de la péninsule armoricaine, des espèces (ou sous-espèces) peu répandues de Fucales sont susceptibles de s'accrocher sur les substrats sablo-vaseux (*e.g.* *Fucus cottonii* et *F. lutarius*, cf. Feldmann, 1954, 1964 ; Cabioc'h *et al.*, 2006 ; Dizerbo & Herpé, 2007). Il en est de même pour un certain nombre de genres de Chlorophyceae (*Rhizoclonium*, *Enteromorpha* / *Ulva*, *Blidingia*, *Ulothrix*, *Percursaria*...), que l'on retrouvera également en épilithes sur les roches végétalisées ou en épiphytes sur des Fucales ou des Halophytes, tels que *Halimione portulacoides* (Obione) ou des salicornes. On ne peut parler dans ces cas de formations macroalgales caractéristiques, dans la mesure où elles sont peu développées, instables et/ou dépendantes de l'occurrence d'autres macrophytes. L'intérêt ces peuplements en tant que bio-indicateurs s'est donc avéré rapidement très limité.

On peut citer par ailleurs la présence à la base des obions de la Rhodophyceae *Bostrychia scorpioides*, caractéristique des zones à salinité variable, voire de *Catenella repens* (*C. opuntia*). Cependant, l'étude de la diversité et du couvert de ces macroalgues dans les zones où *H. portulacoides* forme des populations denses sur le schorre a été abandonnée pour deux raisons : d'une part, la présence de l'élément « macroalgues » dépend totalement de celle de l'halophyte ; d'autre part, la mise en place d'un échantillonnage reproductible et représentatif n'a pas été possible.

De plus, la prise en compte de l'EQ « macroalgues intertidales » doit se distinguer clairement de l'étude des blooms macroalgaux, qui se traduit habituellement par le développement de couches instables d'algues vertes (notamment d'Ulves) dans les estuaires. Cet élément est pris en compte ailleurs pour l'évaluation des MET. Nous avons également laissé de côté l'extension actuelle des populations de la Rhodophyceae allochtone *Gracilaria vermiculophylla* (*G. asiatica*) sur les vases molles des abers bretons, en raison de son caractère instable / aléatoire et potentiellement invasif.

Il est toutefois des formations macroalgales se développant sur les vases indurées / stabilisées dont la présence a été signalée anciennement dans les estuaires et particulièrement dans les abers bretons : les banquettes à *Vaucheria* (Fischer, 1928 ; Hamel, 1928 ; Lami, 1933 ; Fischer-Piette, 1934, 1936 ; Feldmann, 1958). Ce genre de Xanthophyceae (Tribophyceae) est formé de filaments siphonnés verts non ramifiés de quelques dizaines de microns de diamètre, qui tendent à s'enchevêtrer sur quelques millimètres d'épaisseur pour constituer sur des sables fins compactés des tapis souples, tirant sur le vert foncé, et qu'il est possible de prélever par dilacération à la surface du sédiment. La flore de Roscoff en signale 7 espèces présentes dans les MET, dont *V. thuretii*, citée comme étant souvent associée à la Cyanobactérie *Microcoleus chthonoplastes* (Feldmann, 1954). L'identification du genre est aisée en microscopie optique, mais la distinction des espèces nécessite la présence des organes de reproduction, le plus souvent absents (e.g. British). Les banquettes peuvent voir leur composition taxonomique et les proportions en biomasse des divers groupes varier en fonction des conditions environnementales. D'une part, on peut observer une forte présence de certaines Chlorophyceae (*Enteromorpha* spp. et *Rhizoclonium* spp. notamment) sur certaines vases (cf. Priou & Serpette, 1954 ; Serpette, 1959), voire leur prédominance au sein des échantillons

prélevés *in situ*, variations que nous avons attribuées à des modifications physiques du milieu (sédimentologie, turbidité). Hormis l'occurrence très faible de l'espèce opportuniste *Enteromorpha compressa* (*Ulva compressa*), les espèces de Chlorophyceae identifiées dans les prélèvements correspondent à des taxons plus ou moins caractéristiques des MET (*Blidingia marginata* et *B. minima*, *Chaetomorpha mediterranea*, *C. linum*, *E. crinita*, *E. prolifera* et *E. torta*, *Ulothrix* spp., *Ulva* spp. ; cf. Ar Gall & Le Duff, 2008, 2009). Par conséquent, nous avons *in fine* considéré que la prédominance cumulée du genre *Vaucheria* et des Chlorophyceae dans les banquettes échantillonnées correspondait à un bon état global de ces formations végétales.

D'autre part, nous avons identifié des Cyanobactéries (ex-Cyanophyceae) à trichomes sur certaines vases, en particulier les genres *Oscillatoria* et *Microcoleus* (dont *M. chthonoplastes*) ainsi que, dans une moindre mesure, les genres *Lyngbya* et *Spirulina* (cf. Ar Gall & Le Duff, 2008, 2009 ; voir aussi Frémy, 1934 ou Calvo & Barbara, 2003). Or, la prolifération de ces organismes peut être reliée à des déséquilibres dans la masse d'eau, dont les phénomènes d'eutrophisation (Sabater *et al.*, 2000, 2003). Nous avons donc élaboré une métrique pour les sédiments meubles estuariens basée sur les proportions relatives de *Vaucheria* et de Chlorophyceae d'une part, et de Cyanobactéries d'autre part (auxquelles peuvent s'ajouter des éléments significatifs du microphytobenthos, comme les formes coloniales de *Navicula*).

Nous proposons donc ci-après une métrique globale permettant d'évaluer la qualité des MET à partir de l'EQ "macroalgues intertidales", basée sur la combinaison des deux métriques "substrats durs" et "substrats meubles" par le cumul des notes partielles obtenues par ces deux métriques complémentaires, rapporté à une note maximale de 100.

I. Description de la métrique

1. Stratégie d'échantillonnage

Période d'étude : la période suggérée va de juin à août, une fois l'an tous les trois

ans, suivant une périodicité comparable à celle retenue pour les MEC.

Sites d'étude : estuaires présentant de la roche en place et des vases consolidées. Tous les abers échantillonnés à ce jour en Bretagne sont de ce type. Plusieurs estuaires des Asturies le sont également (Ar Gall & Le Duff, 2010a). La présence de banquettes à *Vaucheria* a été signalée aussi bien en Galice (Calvo & Barbara, 2002) qu'en Allemagne (Krieg *et al.*, 1988). Certaines MET extérieures à la Bretagne devraient être prospectées le long des côtes de la Manche et du Golfe de Gascogne en 2012 / 2013.

2. Structuration des ceintures de Fucales des hauts niveaux : *Pelvetia canaliculata*, *Fucus spiralis* et *Ascophyllum nodosum* / *F. vesiculosus*

Le protocole d'échantillonnage est comparable à celui développé pour les ceintures de macroalgues intertidales des MEC, mais seules sont concernées les trois ceintures des plus hauts niveaux de l'estran, à savoir *Pelvetia canaliculata* (Pc), *Fucus spiralis* (Fspi) et *Ascophyllum nodosum* + *Fucus vesiculosus* (An + Fves), présentes sur les masses rocheuses des estuaires.

Réplicats d'échantillonnage : trois quadrats aléatoires de 33 cm X 33 cm par point, trois points fixes de 1.65 m X 1.65 m par ceinture, soit 9 quadrats et 0.9 m²

Paramètres suivis : couverture de chacune des espèces présentes dans chaque quadrat, dans la mesure où les individus présents peuvent être distingués à l'œil nu. Utilisation de fourchettes de recouvrement (intervalles [0-5[, [5-25[, [25-50[, [50-75[et [75-100[, puis médianes 2,5%, 15%, 37,5%, 62,5% et 87,5%, respectivement, pour les calculs).

Calcul de la métrique substrats durs (Q) :

Le calcul d'un indice Q (pour quotient) est effectué par ceinture et par quadrat, puis les valeurs sont poolées afin d'établir une moyenne par site. Un traitement statistique est ensuite possible.

$$Q = (P + R / 100 + C) \times 100$$

Q est donné en unités de 0 à 100, avec :

P = couverture des Phaeophyceae, toutes strates confondues, en %

R = couverture des Rhodophyceae, toutes strates confondues, en %

P + R = somme de P et R, donc couverture des espèces caractéristiques (sauf exception) des roches intertidales végétalisées des estuaires, somme limitée à 100% en cas de dépassement (cumul des strates)

C = couverture des Chlorophyceae, qui sont dans ces niveaux et en estuaire considérées, telles *Enteromorpha compressa* (*Ulva compressa*), comme des espèces opportunistes à croissance rapide, toutes strates confondues, en %

Si aucune algue brune ou rouge n'est visible, Q = 0 ; si la couverture en algues brunes et rouges est maximale (100 %) et si la couverture en algues vertes est nulle, alors Q = 100. Si C = 0, alors Q = P + R. Ainsi se trouve borné l'indice Q entre 0 et 100, avec des valeurs oscillant généralement entre 50 et 80%.

3. Etude de la diversité des peuplements macroalgaux des vases consolidées : banquettes à *Vaucheria*.

Seuls les peuplements en amont des roches végétalisées les plus internes des estuaires sont échantillonnés. Si ces roches faisaient défaut, le positionnement des banquettes devrait être estimé à partir des limites de répartition de *Fucus ceranoides* et de *F. vesiculosus*.

Réplicats d'échantillonnage

En fonction de la longueur et de la configuration de l'estuaire, cinq à dix points fixes sont repérés par GPS tous les 50 m en moyenne (25 à 100 m) en remontant vers l'amont, de préférence du même côté du cours d'eau (pour des raisons pratiques). Afin de permettre l'application de tests statistiques tout en limitant le temps consacré aux observations microscopiques, nous avons finalement choisi de traiter 6 points fixes au cours des campagnes d'échantillonnage dans les abers de Bretagne.

Comme dans le cas du suivi des macroalgues intertidales de substrat dur, une structure mobile de 1.65m X 1.65m est positionnée à chaque marée d'échantillonnage sur chaque point fixe et trois quadrats de 33cm de côté tirés au sort. Sur chaque site, 15 à 30 quadrats peuvent donc être échantillonnés tous les

trois ans, 18 quadrats pour les abers traités à partir de 2009.

Les algues présentes sous forme de masses filamenteuses vertes à la surface du substrat meuble sont prélevées à la main dans chaque quadrat, à raison de 5 pincées par quadrat (2-3 cm² de tapis algal avec le moins possible de sédiment sous-jacent). Après ensachage et étiquetage, les échantillons sont ramenés au laboratoire pour observation au microscope, à raison de 3 préparations par pincée (à l'objectif 20, après élimination optimale du sédiment). Les échantillons peuvent au besoin être stockés au congélateur avant identification.

Paramètres suivis : l'occurrence de chaque taxon est évaluée dans chaque préparation et notée sous forme de pourcentage relatif du volume total entre lame et lamelle. Ainsi, 15 comptages sont effectués pour chaque quadrat, soit 45 par point fixe. Pour alléger la procédure, il est conseillé de cumuler les comptages de *Vaucheria* et Chlorophyceae d'une part, ceux des Cyanobacteria (voire des Diatomées) d'autre part, dès l'observation au microscope.

Calcul de la métrique substrats meubles (V) :

La métrique se présente comme un pourcentage moyen de 0 à 100 d'occurrence des Xanthophyceae et des Chlorophyceae dans les banquettes échantillonnées sur un site.

Ce pourcentage est généralement supérieur à 90% et peut atteindre 100%, ou descendre au-dessous de 70% dans les zones eutrophisées.

4. Agrégation des métriques en une métrique globale (ABER) et définition des seuils.

Les métriques développées sur les deux types de substrats ont été agrégées de différentes façons, pour aboutir à la métrique globale ABER (Algal Belts Estuarine Ratios), dont la notation se calcule comme suit : $ABER = (Q + V)/2$

ABER est exprimée en points et la note maximale peut atteindre 100.

En fonction de l'état apparent des peuplements macroalgaux et des relations pression / impact qui devront être précisées en 2012-13, le classement des MET pour l'EQ « macroalgues intertidales » a été établi selon le tableau ci-après.

Score global (points)	Catégorie (EQS)
≥ 80	High
[65-80[Good
[40-65[Moderate
[20-40[Poor
< 20	Bad

Tableau I. Classement des MET en fonction des seuils établis pour l'EQ « macroalgues intertidales », dans le cadre de la métrique ABER.

II. Application de la métrique aux abers de Bretagne

Les estuaires échantillonnés depuis 2008 pour le suivi et l'évaluation des MET en fonction de l'EQ « macroalgues intertidales » sont de type « aber » et sont au nombre de 13, répartis du nord-est au sud des côtes bretonnes de la façon suivante : Trieux, Penzé, Aber Wrac'h, Elorn, Aulne, Goyen, rivière de Pont-L'abbé, Odet, Aven, Belon, Laita, Scorff, Blavet. Parmi ceux-ci, seul l'estuaire de la Penzé ne fait pas partie des MET retenues pour le suivi de surveillance, mais est connu pour la relative mauvaise qualité de ses eaux.

	Q	V	ABER	EQS
Aven	78,19	98,36	88,28	high
Odet	75,03	99,98	87,5	high
Goyen	66,27	99,5	82,89	high
Aber Wrac'h	60,49	98,03	79,26	good
Aulne	57,89	100	78,95	good
Elorn	69,69	84,63	77,16	good
Blavet	57,58	95,27	76,43	good
Scorff	50,46	99,6	75,03	good
Belon	56,19	92	74,5	good
Pont-L'Abbé	50,31	93,71	72,01	good
Trieux	62,29	77,86	70,08	good
Laita	51,4	87,93	69,67	good
Penzé	55,42	69,33	62,38	moderate

Tableau II. Classification des MET suivies en Bretagne entre 2008 et 2011, en fonction des seuils établis pour l'EQ « macroalgues intertidales » et la métrique ABER.

On remarque qu'en appliquant la métrique ABER on obtient une classification des 13 MET allant du « moderate » au « high » en passant par le good. L'absence des EQS « poor » ou « bad » dans ce tableau s'explique par l'absence d'estuaires fortement pollués et/ou dégradés pour divers paramètres physico-chimiques ou biologiques. Le score obtenu par la Penzé est en accord avec les données disponibles sur l'état partiellement dégradé de cet estuaire, portant notamment sur l'eutrophisation de la masse d'eau, la présence de pesticides ou la prolifération de Dinophyceae de type *Alexandrium* en aval (e.g. Maguer *et al.*, 2004). En ce qui concerne les autres scores, divers éléments tangibles viennent conforter le classement (pollution dans la Laita et

le Trieux, emprise agricole limitée le long de l'Aven, de l'Odet, à l'opposé), mais une étude sera menée en 2012-13 sur les relations pression – impact.

Bibliographie

Ar Gall E. & M. Le Duff 2008. Contrat de prestations IFREMER/LEBHAM (IUEM-UBO), DCE MET 2008. Rapport au 10/12/2008. 40 pp.

Ar Gall E. & M. Le Duff 2009. Contrat de prestations DCE/ National 2009. Les masses d'eaux de transition. Rapport au 10/12/2009. 28pp.

Ar Gall E. & M. Le Duff 2010a. Mission Asturies-Eaux de transition. Rapport Ifremer – ONEMA, Décembre 2010. 13 pp.

Ar Gall E. & M. Le Duff 2010b. Protocole d'observation *in situ* et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE. Rapport Ifremer – ONEMA, Mai 2010. 16 pp.

Cabioc'h J., Floc'h J-Y., Le Toquin A., Boudouresque C.F., Meinesz A. & M. Verlaque 2006. Guide des algues des Mers d'Europe. Eds. Delachaux et Niestlé. 272 pp.

Calvo S. & I. Barbara 2002. Algas bentónicas de las marismas de Ortigueira, Betanzos, Baldaio y Corrubedo (Galicia, España). Nova Acta Cientif. Compostelana (Biologia) 12 : 5-34.

Calvo S. & I. Barbara 2003. Cyanophyceae from Galician salt-marshes (NW Spain). Arch. Hydrobiol./Algological Studies 109: 139-170.

Dizerbo A.H. 1962. La répartition de quelques algues des abers du Nord-Finistère. Bull. Soc. Sc. Bretagne 37: 289-302.

Dizerbo A.H. & E. Herpé 2007. Liste et répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, Iles Anglo-Normandes incluses. Editions Scientifiques Anaximandre, Landerneau. 315 pp., 365 cartes

Feldmann J. 1954. Inventaire de la flore marine de Roscoff. Travaux de la Station Biologique de Roscoff. 148 pp.

Feldmann J. 1958. Les *Vaucheria* marins et d'eau saumâtre des environs de Roscoff (Finistère). Soc. Phycol. France 4 : 11-13.

Feldmann J. & F. Magne 1964. Additions à l'inventaire de la flore marine de Roscoff. Travaux de la Station Biologique de Roscoff. 28 pp.

Fischer E. 1928. Recherches de bionomie et d'océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche. Ann. Inst. Océanogr. T.V: 205-249.

Fischer-Piette E. 1934. Faune et flore de Saint Servan en 1934. Bull. Lab. Mar. St Servan Fasc.XIII : 23.

Fischer-Piette E. 1936. Faune et flore de la région malouine en 1935. Bull. Lab. Mar. Dinard Fasc.XV : 11.

Frémy P. 1934. Les Cyanophycées des côtes d'Europe. Mém. Soc. Nat. Sci. Nat. Math. Cherbourg, XLI, Saint-Lo. 235 pp., 66 planches.

Hamel G. 1928. Larépartition des algues à Saint-Malo et dans la Rance. Bull. Lab. Mar. St Servan Fasc.III : 27 pp.

Krieg H., Eller T. & L. Kies 1988. Verbreitung und Ökologie des *Vaucheria*-Arten (Tribophyceae) des Elbe-Ästuars und der angrenzenden Küste. Helgoländer Meeresunters. 42 : 613-636.

Lami R. 1933. Etat de la flore marine de la région malouine en 1933. Bull. Lab. Mar. St Servan Fasc.XI : 12-13.

Lopez-Rodriguez M.C., Barbara I. & J.L. Pérez-Cirera 1997. Sensibilidad frente a la contaminación de algunas algas bentónicas de las rias de Puntevedra y A Coruña (N.O. de España). Nova Acta Cientif. Compostelana (Biología) 7 :41-48.

Lüning K. 1990. Seaweeds. Their environment, biogeography and ecophysiology. Wiley & Sons (Eds.). N.Y. 527 pp.

Maguer J-F., Wafar M., Madec C., Morin P. & E. Erard-Le Denn. 2004. Nitrogen and phosphorus requirements of an *Alexandrium minutum* bloom in the Penzé estuary, France. Limnol. Oceanogr. 49: 1108-1114.

Priou M-L. & M. Serpette 1954. Sur les associations algales des anses vaseuses du Sud de la Bretagne. Revue Algologique T.1 Fasc.1 : 25-28.

Sabater S., Armengol J., Sabater F., Comas E., Urrutia I. & I. Urrizalqui 2000. Algal biomass in a disturbed Atlantic river: water quality relationships and environmental implications. Sci. Total Environ. 263: 185–195.

Sabater S., Vilalta E., Gaudes A., Guasch H., Muñoz I. & A. Romaní 2003. Ecological implications of mass growth of benthic cyanobacteria in rivers. Aquat. Microb. Ecol. 32: 175–184

Serpette M. 1959. Les zonations des Cyanophycées et Chlorophycées dans les estuaires des environs de Concarneau. Soc. Phycol. France 5 : 10-11.

Wilkinson M., Wood P., Wells E. & C. Scalan 2007. Using attached macroalgae to assess ecological status of British estuaries for the European Water Framework Directive. Mar. Poll. Bull. 55: 136-150.