

ESSAIS INTER-LABORATOIRES SUR LES MACROALGUES SUBTIDALES EN MILIEU MARIN

Aquaref B - Transférer les méthodes de bioindication

**Derrien-Courtel Sandrine, Le Gal Aodren, Miossec
Laurence, Soudant Dominique**

Novembre 2014

Programme scientifique et technique
Année 2013

Document final

En partenariat



Concarneau

Avec le soutien de



et de



Contexte de programmation et de réalisation

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du programme d'activité AQUAREF pour l'année 2013

Auteur (s) : Derrien-Courtel S., Le Gal A.

Derrien-Courtel Sandrine
Station de Biologie Marine de Concarneau-MNHN
derrien@mnhn.fr

Le Gal Aodren
Station de Biologie Marine de Concarneau-MNHN
alegal@mnhn.fr

Laurence Miossec
Ifremer - Nantes
Laurence.Miossec@ifremer.fr

Dominique Soudant
Ifremer-Nantes
Dominique.Soudant@ifremer.fr

Vérification du document :

Prénom Nom : Christian Chauvin
Etablissement : Irstea
Email : Christian.Chauvin@irstea.fr
Prénom Nom : Sophie Vaslin-Reimann
Etablissement : Aquaref - Ine
Email : Sophie.Vaslin-Reimann@ine.fr

Les correspondants

Onema : Emilie Breugnot, emilie.breugnot@onema.fr
Marie-Claude Ximénès, marie-claude.ximenes@onema.fr

Etablissement : Onema

Référence du document : Derrien-Courtel Sandrine, Le Gal Aodren, Miossec Laurence, Soudant Dominique (novembre 2014) - Essais inter-laboratoires sur les Macroalgues Subtidales en milieu marin - Rapport AQUAREF 2013 - 50 p.

Droits d'usage :	<i>Accès libre</i>
Couverture géographique :	<i>National</i>
Niveau géographique :	<i>National</i>
Niveau de lecture :	<i>Professionnels, experts</i>
Nature de la ressource :	<i>Document</i>

TITRE.....	7
AUTEUR(S)	7
RESUME	7
Mots clés (thématique et géographique) :	7
TITLE.....	8
AUTHOR(S)	8
ABSTRACTS	8
Key words (thematic and geographical area) :	8
I Introduction.....	9
II Matériel et méthode.....	10
II.1 Liste des participants.....	10
II.2 Organisation de l'EIL.....	10
II.3 Echantillonnage.....	12
II.4 Analyses des données.....	12
III Résultats	12
III.1 Saisie des données dans les fichiers pro-format.....	12
III.2 Métrique « Limite d'extension des ceintures algales ».....	13
III.3 Métrique « Densité maximale des algues structurantes ».....	15
III.4 Métrique « Composition spécifique ».....	15
III.5 Métrique « Diversité spécifique ».....	17
III.6 Métrique « Stipes de Laminaria hyperborea ».....	18
III.7 Calcul de EQR.....	19
IV Discussion	19
V Conclusion.....	22
Bibliographie	24

Liste des Figures

Figure 1 : Les sites de plongées	11
Figure 2 : Les navires utilisés pour l'EIL	11
Figure 3 : <i>Les Bluiniers</i> : Limite d'extension des ceintures algales en fonction des opérateurs	14
Figure 4 : <i>Pen a Men</i> : Limite d'extension des ceintures algales en fonction des opérateurs	14
Figure 5 : Calcul de l'indice de qualité du site	42

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Liste des participants à l'EIL « macroalgues subtidales »	10
Tableau 2 : Scores pour la métrique « Limite d'extension en profondeur des ceintures algales » en fonction des opérateurs	15
Tableau 3 : <i>Pen a Men</i> : Dénombrement des algues structurantes en fonction des opérateurs	15
Tableau 4 : <i>Pen a Men</i> : Scores pour la métrique « Densité maximale des algues structurantes » en fonction des opérateurs	15
Tableau 5 : <i>Pen a Men</i> : Liste des algues caractéristiques en fonction des opérateurs	16
Tableau 6 : <i>Pen a Men</i> : Densité des algues opportunistes en fonction des opérateurs	16
Tableau 7 : <i>Pen a Men</i> : Scores pour la métrique « Composition spécifique » en fonction des opérateurs	17
Tableau 8 : <i>Pen a Men</i> : Diversité algale totale en fonction des opérateurs	17
Tableau 9 : <i>Pen a Men</i> : Scores pour la métrique « Diversité spécifique » en fonction des opérateurs	18
Tableau 10 : Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> des <i>Bluiniers</i> : Longueur totale et surface moyenne des épibioses en fonction des opérateurs	18
Tableau 11 : <i>Les Bluiniers</i> : Scores pour la métrique « Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> » en fonction des opérateurs	19
Tableau 12 : Etat écologique de la masse d'eau en fonction des opérateurs	19
Tableau 13 : Bilan des sources d'incertitudes ou d'erreurs identifiées	22
Tableau 14 : Liste des espèces définissant l'étagement selon le type de milieu et l'écorégion	33
Tableau 15 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux peu turbides pour l'écorégion Manche orientale	34
Tableau 16 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écorégion Manche orientale	34
Tableau 17 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux turbides et peu turbides pour l'écorégion Manche occidentale - Pays de Loire	35
Tableau 18 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux turbides et peu turbides pour l'écorégion Manche occidentale - Pays de Loire	35
Tableau 19 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux peu turbides pour l'écorégion Pays basque	36
Tableau 20 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écorégion Pays basque	36
Tableau 21 : Liste des espèces opportunistes	37
Tableau 22 : Valeurs de référence : Limites d'extension en profondeur des ceintures algales	39
Tableau 23 : Barème de notation : Densité des espèces définissant l'étagement	39
Tableau 24 : Barème de notation : Espèces caractéristiques	40
Tableau 25 : Barème de notation : Espèces opportunistes	40
Tableau 26 : espèces indicatrices de bon état écologique selon l'écorégion	40
Tableau 27 : Barème de notation : Richesse spécifique totale	41
Tableau 28 : Barème de notation : Stipes de <i>L. hyperborea</i> - épibioses	41
Tableau 29 : Sites de référence	42
Tableau 30 : Grille de lecture de l'EQR	43

Liste des annexes

Annexe 1 : Planning du stage	25
Annexe 2 : Planches photos N° 1	26
Annexe 3: Planches photos N° 2	27
Annexe 4 : Atelier « Choix d'un site de suivi DCE et Mise en place du chantier »	28
Annexe 5 : Atelier « Réglementation-Sécurité »	29
Annexe 6 : Atelier « Conservation des Echantillons »	30
Annexe 7 : Protocole de suivi DCE des macroalgues subtidales.....	31
Annexe 8 : Analyse des données hors évaluations	44

TITRE Essais inter-laboratoires sur les Macroalgues Subtidales en milieu marin

AUTEUR(s) *DERRIEN-COURTEL SANDRINE, LE GAL AODREN, MIOSSEC LAURENCE, SOUDANT DOMINIQUE*

RESUME

Les essais inter-laboratoires (EIL), réalisés dans le contexte de la DCE, sont des exercices récurrents qui ont pour objectif d'évaluer la comparabilité des mesures obtenues par différents intervenants dans le cadre des programmes de surveillance. Ils visent, ainsi, à l'optimisation et à la standardisation des méthodes utilisées en surveillance.

Ce rapport décrit les conditions de réalisation d'un EIL pour l'élément de qualité Macroalgues subtidales. Les mesures et les relevés ont été effectués en plongée sous-marine au Glenan. L'analyse des résultats a permis de mettre en évidence des sources d'erreur et de souligner le besoin de formations en systématique des algues.

Mots clés (thématique et géographique) : EIL, macroalgues subtidales, élément de qualité biologique, DCE, opérateurs, prélèvements, analyses, erreur, formation.

TITLE: Interlaboratory comparison on subtidal macroalgae in coastal water

AUTHOR(S) : DERRIEN-COURTEL SANDRINE, LE GAL AODREN, MIOSSEC LAURENCE, SOUDANT DOMINIQUE

ABSTRACTS

The inter-laboratory comparisons (ILCs) are recurring exercises which aim to assess the comparability of measurements obtained by different laboratories involved in the same monitoring program. They are thus intended to optimize and standardize the methods used in WFD surveillance programs.

This report describes the practical conditions of the ILC, regarding the intertidal macroalgae quality element. Observations were done by scuba-diving in the Glenan's islands (South Brittany). Results analysis highlights sources of error and underlines the need for trainings in seaweeds systematics.

Key words (thematic and geographical area): ILCs, subtidal macroalgae, biological quality element, WFD, laboratories, sampling, analyses, error

I Introduction

Aquaref, Laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques, a pour objectif de renforcer l'expertise française dans le domaine de la surveillance des milieux aquatiques à partir de la mise en réseau des compétences et des capacités de recherche des cinq établissements publics directement concernés : BRGM, IFREMER, INERIS, Irstea, LNE. Aquaref est impliqué dans le développement d'outils et de méthodologie pour les éléments de qualité chimiques, physico-chimiques et biologiques dans le contexte de la DCE. Parmi ses missions, Aquaref assure notamment l'élaboration de protocoles, structurant la démarche qualité (conception et/ou encadrement d'essais inter-laboratoires, mise au point de système d'accréditation et d'agrément des laboratoires). Cette démarche a été initiée pour chacun des éléments biologiques, ainsi que pour toutes les catégories de masses d'eau : rivières, lacs, estuaires, littoral. Concernant les eaux côtières, c'est l'Ifremer qui assure la coordination des travaux Aquaref développés pour l'hydrobiologie.

Pour l'hydrobiologie, ces travaux se déclinent de la façon suivante :

- Normaliser les protocoles pour leur application en routine par les opérateurs des réseaux de surveillance (normalisation, production de documents et guides techniques d'application) ;
- Définir les concepts d'incertitudes de mesure en hydrobiologie et les intégrer dans l'évaluation de l'état écologique ;
- Participer à la formation des opérateurs en charge de l'application de ces protocoles d'acquisition de données (prescriptions pour le contenu des formations, intervention pédagogiques) ;
- Elaborer les protocoles structurants de la démarche qualité dans ce type de mesures (conception et/ou encadrement d'essais inter-laboratoires, appui pour la mise au point de systèmes d'accréditation et d'agrément des laboratoires).

L'EIL macroalgues subtidales s'inscrit dans ce contexte. Ces essais inter-laboratoires (EIL¹) ou essais d'aptitude sont des exercices récurrents qui ont pour objectif de vérifier que les protocoles décrivant les méthodes sont bien appliqués par les différents opérateurs afin que les résultats soient comparables sur l'ensemble du littoral surveillé. L'objectif, fixé par Aquaref, est de définir les modalités de ce que doit être un EIL pour les éléments de qualité biologique en milieu marin, notamment lorsque prélèvements et analyses se concentrent *in situ*.

Le Muséum d'Histoire Naturelle (MNHN) de Concarneau est l'expert thématique national pour l'indicateur de qualité DCE « Flore autre que phytoplancton », indice « Macroalgues subtidales ». Lors de la mise en place de la surveillance DCE, il a formé l'ensemble des opérateurs de la façade Atlantique. Au cours du premier cycle du suivi DCE « macroalgues subtidales », cinq opérateurs ont participé à l'échantillonnage des 44 sites de suivis du littoral Manche-Atlantique. Chacun des opérateurs a assuré l'identification des individus (*in situ* ou à partir d'échantillons prélevés) ainsi que les relevés nécessaires. Ces données étaient ensuite saisies puis transmises à la Station Marine de Concarneau qui assure le traitement et la notation des masses d'eau. Ce procédé demande une homogénéité des pratiques entre les opérateurs afin de garantir la fiabilité des données, homogénéité qu'il convient d'évaluer par des EIL.

De plus, les opérateurs et laboratoires qui effectuent des analyses et des contrôles des eaux et des milieux aquatiques doivent répondre aux conditions d'application de l'arrêté du 27 octobre 2011 portant modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques au titre du code de l'environnement. Ici le terme d'analyse comprend le prélèvement, le conditionnement, l'acheminement et le stockage de l'échantillon ainsi que le traitement de l'échantillon en laboratoire. Parmi les contraintes que doivent respecter les

¹ Suite aux évolutions normatives 17043 et 13528, le terme « essais inter-laboratoire » est remplacé par « comparaison inter-laboratoires ». Cependant, dans la suite de ce document, nous garderons le terme EIL.

laboratoires et opérateurs, se trouve la participation à des essais inter laboratoires (EIL), sous réserve que ces EIL existent.

Dans le cadre de ces essais inter laboratoires, le MNHN-Concarneau a été mandaté par l'Ifremer pour l'organisation des essais d'aptitude pour l'élément de qualité « Flore autre que phytoplancton », indice « Macroalgues subtidales ». Cet EIL fait suite à celui réalisé sur l'élément de qualité « Flore autre que phytoplancton », indice « Macroalgues intertidales » organisé à l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) de Plouzané en décembre 2012. Les objectifs de cet EIL sont de vérifier la bonne application du protocole par les opérateurs, de déterminer les sources d'erreur provenant d'un effet-opérateur mais également liées aux métriques utilisés pour le calcul de l'Ecological Quality Ratio (EQR), qui aboutit au classement des masses d'eau.

II Matériel et méthode

II.1 Liste des participants

Lors du premier cycle de suivi DCE, cinq opérateurs sont intervenus sur l'ensemble de la façade Manche-Atlantique : la Station Marine de Wimereux-CNRS, Ecosub (ce bureau d'étude n'existe plus), la Station Marine du MNHN de Concarneau, Bio Littoral et l'Ifremer-Anglet (en collaboration avec l'IMA). Deux opérateurs² ont participé à cet EIL : Bio-Littoral et l'Ifremer-Anglet (Cf. Tableau 1). L'équipe de la Station Marine du MNHN de Concarneau était responsable de la conduite de cet EIL.

Miossec Laurence	Ifremer-Nantes
Derrien-Courtel Sandrine	MNHN Concarneau
Le Gal Aodren	MNHN Concarneau
Catherine Elodie	MNHN Concarneau
Derrien René	MNHN Concarneau
Barillé Anne-Laure	Bio Littoral
Cocaud Annaïck	Bio Littoral
De Casamajor Marie-Noëlle	Ifremer-Anglet
Popovski Josiane	IMA

Tableau 1 : Liste des participants à l'EIL « Macroalgues subtidales »

II.2 Organisation de l'EIL

L'EIL « macroalgues subtidales » s'est déroulé du 30 septembre au 4 octobre 2013, à la Station de Biologie Marine de Concarneau.

² Opérateur : l'opérateur désigne ici le laboratoire ou le bureau d'étude. Conformément aux règles de sécurité de la plongée sous-marine, l'opérateur est constitué d'un binôme de 2 scientifiques.

La première journée a été consacrée à la présentation du programme (Cf. Annexe 1) et à un certain nombre d'aspects théoriques tels que la réglementation relative à la plongée, le choix du site de prélèvement et la mise en place d'un chantier sur les lieux d'un prélèvement (annexes 4 et 5).

Le travail de terrain a été réalisé pendant les journées suivantes sur les sites des Bluiniers (chenal ouest) et sur le site de Pen a Men (Penfret) au Glénan (Cf. Figure 1). Les conditions météorologiques défavorables nous ont obligées à changer de site de plongée (par rapport au programme initial). Les plongées se sont déroulées à partir du pneumatique Bleiz Mor utilisé habituellement par le MNHN-Concarneau, tandis d'un second navire, le Santa Maria, assurait le transport des plongeurs jusqu'aux sites (Cf. Figure 2).

Chaque jour, trois plongeurs du MNHN-Concarneau, qui constituaient l'équipe de référence, ont réalisé les mesures *in situ* en premier, puis les deux binômes se sont succédés pour effectuer le même travail (Cf. Annexe 2 et Annexe 3). L'ensemble des binômes a travaillé sur les mêmes quadrats et les mêmes individus de *Laminaria hyperborea*. De fait, ceci introduisait quelques contraintes telles que la nécessité d'organiser des rotations entre les binômes, ou encore l'impossibilité de prélever des échantillons à l'intérieur des quadrats (sauf pour le dernier binôme).

Chaque jour, les opérateurs ont restitué les données recueillies sur des fiches papiers qui ont été photocopiées à la fin de la semaine. Lors du dernier jour, un bilan de l'exercice a été dressé et les perspectives d'évolution du protocole de suivi « macroalgues subtidales » pour le second cycle DCE (DCE-2) ont été présentées et discutées.

A la suite de cette semaine de terrain, les binômes devaient saisir des fichiers numériques standard et nous les transmettre pour analyse.



© L. Miossec



© L. Miossec

Figure 1 : Les sites de plongées

Les Bluiniers (à gauche) et Pen a Men (à droite)



© R. Derrien



© E. Merceron

Figure 2 : Les navires utilisés pour l'EIL

Le Santa Maria (à gauche) et Bleiz Mor (à droite)

II.3 Echantillonnage

L'objectif de l'EIL était d'évaluer les opérateurs sur l'ensemble des métriques (ou mesurandes) de l'indice « Macroalgues subtidales » :

- Limite d'extension des ceintures algales (sur 2 sites)
- Densité des algues structurantes (via 10 quadrats dans l'infralittoral supérieur)
- Composition spécifique (algues caractéristiques, algues opportunistes, présence d'espèces indicatrices du bon état écologique) (via 10 quadrats dans l'infralittoral supérieur)
- Diversité spécifique totale (via 10 quadrats dans l'infralittoral supérieur)
- Epibioses des stipes de *Laminaria hyperborea* (Longueur totale et surface des épiphytes) (via 10 stipes)

Les métriques ont été évaluées sur la base du nombre de quadrats ou de stipes nécessaires et conformes au protocole DCE (Derrien-Courtet et Le Gal, 2011) soit 10 unités à chaque fois. Le temps imparti pour cet EIL (3 journées de terrain) ne permettait pas de réaliser 3 répliques pour l'ensemble de l'échantillonnage.

Cet EIL s'est déroulé en dehors de la période préconisée dans le protocole de suivi DCE pour l'indice « Macroalgues subtidales » à savoir, mi-mars à mi-juillet. Cet exercice avait été initialement prévu en juin mais des contraintes de disponibilités de certains intervenants ont nécessité un report.

En plus de cette évaluation, des ateliers théoriques ont été proposés aux opérateurs :

- Atelier Réglementation et sécurité d'un chantier hyperbare
- Atelier Choix d'un site de suivi DCE et mise en place du chantier
- Atelier Conservation des échantillons

Ces ateliers ont fait l'objet d'un questionnaire préalable, suivi d'une discussion autour du thème abordé (Cf. Annexe 4, Annexe 5 et Annexe 6).

En complément de l'exercice portant sur le protocole actuel, des échantillonnages relevant du protocole « Etat de Conservation des Biocénoses Rocheuses Subtidales (ECBRS : (Derrien-Courtet et Le Gal, 2014a) ont été réalisés dans la perspective de les intégrer dans le second cycle de suivi DCE (Derrien-Courtet et Le Gal, 2011) :

- 1 quadrat faune et flore dans le circalittoral côtier,
- 1 quadrat faune et flore dans l'infralittoral supérieur,
- mesures des algues structurantes pérennes dans un quadrat de l'infralittoral supérieur

Ce nouveau protocole n'est pas intégré à l'EIL.

II.4 Analyses des données

Les données des différents binômes ont été transmises *via* des fichiers standards. Les données ont ensuite été analysées pour attribuer un score à chacune des métriques étudiées selon les grilles établies pour l'indice « macroalgues subtidales » (Cf. Annexe 7).

III Résultats

III.1 Saisie des données dans les fichiers standards

Des fichiers standards Excel ont été fournis à chacun des opérateurs. Ces fichiers permettent à l'opérateur de vérifier qu'il transmet bien toutes les données nécessaires. De plus, l'utilisation d'un format standardisé et de listes d'espèces préétablies permet un traitement plus rapide des données et limitent les risques d'erreur. Globalement, les fichiers ont été relativement bien renseignés. On note toutefois, pour l'un des opérateurs, l'oubli du fichier « Stipes de *Laminaria hyperborea*-Bluiniers». De plus, la liste totale des algues n'a pas été saisie dans le fichier « Diversité totale Pen a Men », mais dans le fichier « Composition spécifique Pen a Men ». Ce dernier a également ajouté certaines espèces dont les noms étaient mal orthographiés.

III.2 Métrique « Limite d'extension des ceintures algales »

Les limites d'extensions en profondeur des ceintures algales ont été relevées sur les deux sites étudiés. Ce paramètre est important pour deux raisons :

1. Cette métrique est notée sur 30 points et représente un fort pourcentage de la note finale.
2. Les limites d'extension des ceintures algales vont définir les zones où les quadrats devront être réalisés.

On estime qu'il existe une incertitude importante sur la mesure de la profondeur. Celle-ci peut être liée :

- A l'étalonnage de l'ordinateur de plongée : la marge d'erreur peut être d'au moins 50cm (l'erreur liée à l'ordinateur peut varier d'un modèle à un autre et même au sein d'un même modèle). Cette source d'erreur n'est pas une constante (elle va varier avec la profondeur),
- A la présence de houle (lorsque le plongeur note la profondeur, il essaye de faire une moyenne des profondeurs affichées pour atténuer le problème mais il subsiste une imprécision de lecture),
- A la pression atmosphérique et au vent qui ne sont pas pris en compte dans les corrections des marées alors qu'ils influencent la hauteur d'eau. Par exemple, une variation de pression atmosphérique de 1Hpa entraîne une variation de 1cm (il est par contre difficile de faire une correction *in situ* tenant compte des conditions météorologiques et prenant en compte simultanément le vent et le pression atmosphérique).

A partir de ces éléments, l'incertitude sur la mesure d'une profondeur peut facilement atteindre 0,7m environ dans les conditions de relevés habituelles. A cela, se rajoutent les risques erreurs lié à la non-observation d'individus (fonction de la visibilité et de la topographie). Au final, un écart d'un mètre entre les binômes n'est pas alarmant.

La Figure 3 représente l'étagement des ceintures algales tel qu'il a été défini par les différents opérateurs sur le site des Bluiniers. Le transect débutait à environ -10m C.M.³ pour des raisons de sécurité (houle) à la date de l'exercice. La limite inférieure de l'infra littoral supérieur est définie à -22,2m pour le référent (MNHN-Concarneau), -21m pour le binôme 1 et -23m C.M. pour le binôme de 2. Concernant la fin de l'infra littoral inférieur, elle se situe à -26.5m pour le MNHN-Concarneau et à -24m C.M. pour le binôme 1. Le binôme 2 n'a pas défini ce niveau, estimant qu'on passait directement de l'infra littoral supérieur (laminaires >3 ind/m², au moins en patch) au circa littoral côtier (absence de laminaires). Enfin, tous les opérateurs, comme le groupe référent, ont estimé que le circa littoral côtier occupait l'ensemble du substrat disponible jusqu'à l'apparition du sédiment.

³ C.M. : cotes marines, profondeurs rapportées au zéro des cartes marines

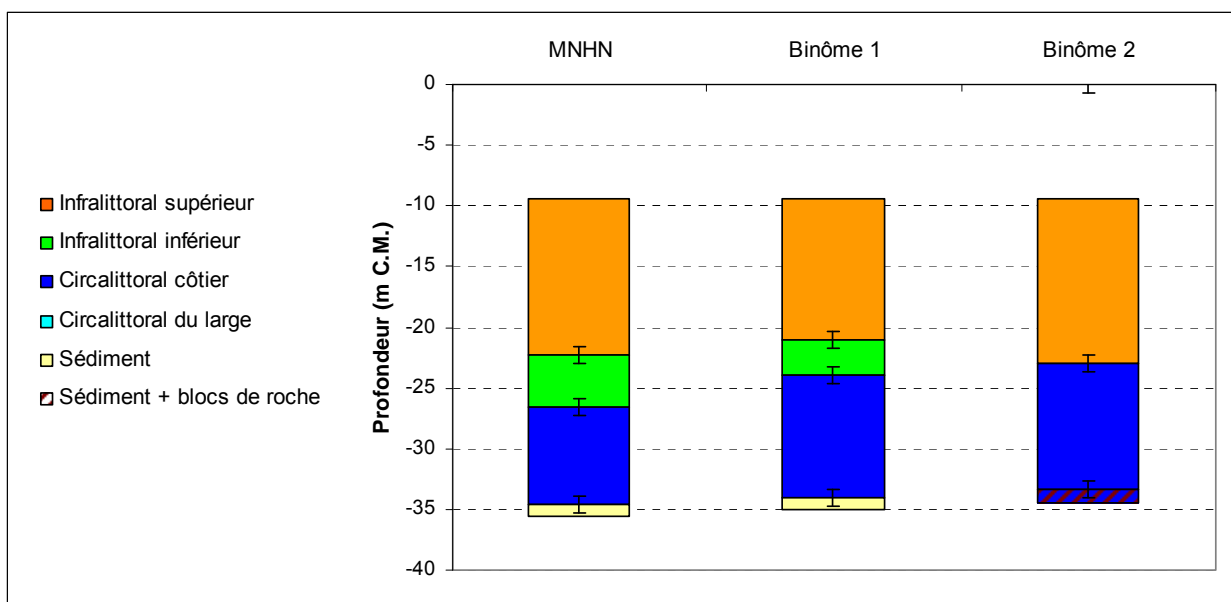


Figure 3 : Les Bluiniers : Limite d'extension des ceintures algales en fonction des opérateurs
(C.M. : cotes marines, profondeurs rapportées au zéro des cartes marines)

La Figure 4 représente l'étagement des ceintures algales tel qu'il a été défini par les différents opérateurs sur le site de Pen a Men. Sur ce site, le sédiment fait son apparition à faible profondeur et ne permet pas de déterminer la limite inférieure de l'infralittoral supérieur. D'après les différents groupes, le sédiment vient tronquer l'infralittoral supérieur à -9,9m pour le MNHN-Concarneau, -9m pour le binôme 1 et -9,2m C.M. pour le binôme 2.

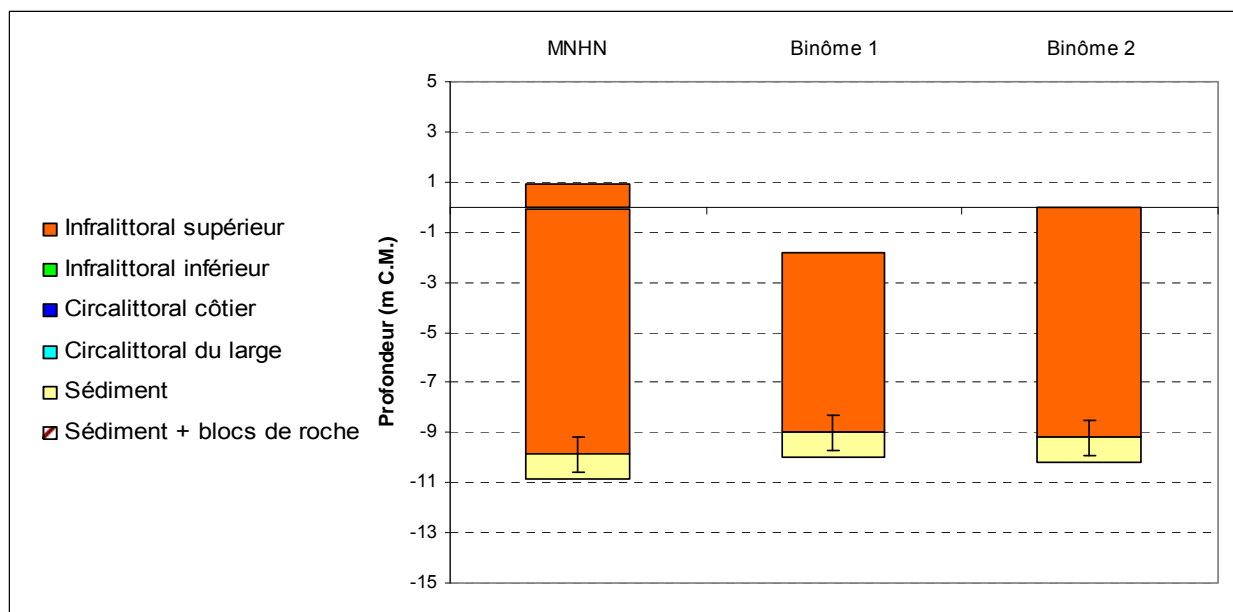


Figure 4 : Pen a Men : Limite d'extension des ceintures algales en fonction des opérateurs
(C.M. : cotes marines, profondeurs rapportées au zéro des cartes marines)

A partir de ces résultats, les scores obtenus pour la métrique « Limite d'extension en profondeur des ceintures algales » sont calculés et présentés dans le Tableau 2. Ces notes se calculent en réalisant un ratio entre la profondeur observée et la profondeur de référence de la ceinture et en multipliant le résultat par 30 (note sur 30 points). Pour ces sites, on utilise les profondeurs de référence définies pour le supertype A « côte rocheuse

peu turbide », à savoir -28,45m pour l'infra littoral supérieur et -32,2m C.M. pour l'infra littoral inférieur.

Site	Ceinture	MNHN-Concarneau	Binôme 1	Binôme 2
Les Bluiniers	Infra littoral supérieur	23,5	22,1	24,3
	Infra littoral inférieur	24,7	22,3	Absent
Pen a Men	Infra littoral supérieur	10,4	9,5	9.7

Tableau 2 : Scores pour la métrique « Limite d'extension en profondeur des ceintures algales » en fonction des opérateurs

III.3 Métrique « Densité maximale des algues structurantes »

Cette métrique a été étudiée sur le site de Pen a Men, sur lequel 10 quadrats identiques ont été relevés par chaque opérateur. Les résultats sont présentés dans le Tableau 3. Les différents opérateurs ont recensé les mêmes espèces structurantes. Seule la rhodophycée *Solieria chordalis* n'a pas été trouvée par le binôme 1. Cependant, les individus étaient de petite taille. On note une certaine disparité dans les dénombrements des individus. Ainsi, la densité totale en algues structurantes est estimée à 49,6 individus/m² pour le MNHN-Concarneau, 34 individus/m² pour le binôme 1 et 42,8 individus/m² pour binôme 2.

Libellé espèce	MNHN-Concarneau										Binôme 1										Binôme 2												
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Densité	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Densité	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Densité
<i>Cystoseira sp.</i>											0											0											0
<i>Cystoseira baccata</i>	7	9		3	4	4		2	5		13.6	4	6			5	2				3	8	6	5				4	7		5	10.8	
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>											0											0											0
<i>Halidrys siliquosa</i>											0											0											0
<i>Laminaria digitata</i>											0											0											0
<i>Laminaria hyperborea</i>			6	3			2	6	1	10	11.2	1		6	4			2		1	10	9.6			7	3			2	5	1	9	10.8
<i>Laminaria ochroleuca</i>											0											0											0
<i>Saccharina latissima</i>											0			1			13					5.6											0
jeunes laminaires			1	1			28	9		1	16			1						10	2	5.2			1				22	9			12.8
<i>Sargassum muticum</i>											0											0											0
<i>Saccorhiza polyschides</i>	1	1		2	1		7	7			7.6	1			1		3	9				5.6	1	1		2	1		5	7			6.8
<i>Solieria chordalis</i>	2	1									1.2											0	3	1									1.6
<i>Padina pavonica</i>											0											0											0
											49.6											34											42.8

Tableau 3 : Pen a Men : Dénombrement des algues structurantes en fonction des opérateurs
Les densités sont en nombre d'individus par m²

Les scores obtenus à partir de ces données sont présentés dans le Tableau 4. Ils sont compris entre 10 et 15 points sur 20.

Station	Densité totale des algues structurantes	Score
MNHN-Concarneau	49.6	15
Binôme 1	34.0	10
Binôme 2	42.8	15

Tableau 4 : Pen a Men : Scores pour la métrique « Densité maximale des algues structurantes » en fonction des opérateurs

III.4 Métrique « Composition spécifique »

Cette métrique est notée à partir de 3 sous-indices qui sont :

- Le nombre d'espèces caractéristiques,
- La densité des algues opportunistes,

- La présence d'espèces indicatrices de bon état écologique.

Cette métrique a été étudiée sur le site de Pen a Men.

Nombre d'espèces caractéristiques

Le Tableau 5 dresse la liste des espèces caractéristiques recensées par chaque opérateur. Au total, 16 espèces caractéristiques dont la fréquence d'occurrence (F) est supérieure à 10% sont identifiées tous opérateurs confondus. Parmi elles, 9 espèces ont été observées par tous les opérateurs. Certaines espèces n'ont été recensées (avec F>10%) que par un seul opérateur : *Kallymenia reniformis* et *Plocamium cartilagineum* par le MNHN-Concarneau.

La liste du binôme 1 recense 9 des 15 espèces caractéristiques de la liste du MNHN-Concarneau. Une espèce supplémentaire (*Erythrogloussum laciniatum*) est observée par le binôme 1 mais dans un seul quadrat et ne peut alors être prise en compte dans la liste des espèces caractéristiques (F≤10%).

Le binôme 2 a listé 13 des 15 espèces caractéristiques recensées par le MNHN-Concarneau. Les deux espèces manquantes *Kallymenia reniformis* et *Plocamium cartilagineum* avaient bien été observées mais dans un seul quadrat.

	MNHN-Concarneau										Binôme 1										Binôme 2												
	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09	Q10	Nb d'espèces avec F >10%	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09	Q10	Nb d'espèces avec F >10%	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09	Q10	Nb d'espèces avec F >10%
<i>Diclyoptera polypteroidea</i>	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Diclyota dichotoma</i>				1							0											0										0	
<i>Haloptera filicina</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Laminaria hyperborea</i>			1	1			1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Acrosorium venulosum</i>											0											0										0	
Algues calcaires dressées	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Bornemaisonia asparagoides</i>											0											0										0	
<i>Callithoparis ciliata</i>											0											0										0	
<i>Calophyllis laciniata</i>			1	1			1	1	1	1	1				1				1	1	1	1			1				1	1	1	1	
<i>Cryptopleura ramosa</i>											0											0										0	
<i>Delesseria sanguinea</i>			1	1			1	1	1	1	1				1				1	1	1	1			1				1	1	1	1	
<i>Heterosiphonia plumosa</i>					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Kallymenia reniformis</i>											0											0										0	
<i>Meredithia microphylla</i>											0											0										0	
<i>Phyllophora crassa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1		1	1							0											0										0	
<i>Crucia pellita</i>			1	1			1	1	1	1	1											0	1		1	1		1	1	1	1	1	
<i>Dilsea carmosa</i>											0											0										0	
<i>Drachella spectabilis</i>											0											0										0	
<i>Erythrogloussum laciniatum</i>							1	1	1	1	1										1	0	1	1	1			1	1	1	1	1	
<i>Halurus equisetifolius</i>											0											0										0	
<i>Polyneura bonnemaisoni</i>											0											0										0	
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>											0	1	1								?	1				1	1	1	1	1	1	1	
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>			1					1			1											0			1				1	1	1	1	
											15											10											14

Tableau 5 : Pen a Men : Liste des algues caractéristiques en fonction des opérateurs

Densité des algues opportunistes

La densité des algues opportunistes mesurée par les différents opérateurs est présentée dans le Tableau 6. Les valeurs varient entre 60 et 74 ind/m².

	MNHN-Concarneau										Binôme 1										Binôme 2											
	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09	Q10	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09	Q10	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09	Q10		
<i>Cladophora sp.</i>																																
<i>Codium sp.</i>			1										1										1								1	
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>									8																	4			3		1	
<i>Polysiphonia sp.</i>										1																					1	
<i>Ulva sp.</i>	2	2			128	5		18	16	1	12				120	2		12			1	1	3			100	24		15	1	2	1
Densité totale (ind/m ²)	74.0										60										63.2											

Tableau 6 : Pen a Men : Densité des algues opportunistes en fonction des opérateurs

Présence d'une espèce indicatrice de bon état écologique

Les opérateurs devaient rechercher la présence de *Laminaria digitata* ou *Padina pavonica* sur le site de Pen a Men. La Laminaria *digitata* était bien présente mais aucun des deux binômes ne l'a signalée. Un individu de *Laminaria digitata* et de *Laminaria hyperborea* ont été prélevés pour expliquer comment différencier les deux espèces.



Comparaison d'une *Laminaria digitata* (la plus grande) et 16 d'une *Laminaria hyperborea*

Le Tableau 7 présente le score obtenu pour la métrique « Composition spécifique » en fonction des données de chaque opérateur. Le score est obtenu en calculant la moyenne des notes obtenues pour les deux sous-indices « nombre d'espèces caractéristiques » et « densité des algues opportunistes ». Le point bonus attribué pour la présence d'une espèce indicatrice de bon état écologique s'ajoute à cette note. Le score final est sur 20 points. Les scores obtenus s'échelonnent entre 2,5 et 8,5 sur 20 points.

Opérateur	Nombre d'espèces caractéristiques	Densité d'espèces opportunistes	Présence de <i>Laminaria digitata</i> ou <i>Padina pavonica</i>	Note espèces caractéristiques	Note espèces opportunistes	Note composition spécifique
MNHN-Concarneau	16	74.0	1	15	0	8.5
Binôme 1	10	60.0	0	5	0	2.5
Binôme 2	14	63.2	0	10	0	5.0

Tableau 7 : Pen a Men : Scores pour la métrique « Composition spécifique » en fonction des opérateurs

III.5 Métrique « Diversité spécifique »

Cette métrique consiste à déterminer la biodiversité algale totale au sein des 10 quadrats échantillonnés. Les listes des algues recensées par les différents opérateurs sont présentées dans le Tableau 8. La diversité totale obtenue en cumulant les données des trois opérateurs atteindrait 46 taxons. Cependant, il y a certainement quelques confusions dans l'identification de certaines espèces et cette valeur s'en retrouve surestimée. La diversité totale mesurée par opérateur s'élève à 36 taxons pour le MNHN-Concarneau, 23 pour le binôme 1 et 35 pour le binôme 2.

Taxon	MNHN-Concarneau	Binôme 1	Binôme 2	Total	Commentaire
<i>Acrosorium venulosum</i>			1	1	
<i>Aglaothamnion sp.</i>		1		1	Possible confusion avec <i>Asparagopsis armata</i> (Tétrasporephyte = <i>Falkenbergia rufolanosa</i>)
Algues brunes encroûtantes	1	1		2	
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	1	1		2	
<i>Asparagopsis armata</i>	1		1	2	
<i>Calliblepharis ciliata</i>			1	1	
<i>Callophyllis laciniata</i>	1	1	1	3	
<i>Chondracanthus acicularis</i>	1			1	Identifié sur alguier
<i>Chondrus crispus</i>	1			1	1 individu photographié par le binôme 2
<i>Cladophora sp.</i>	1	1	1	3	
<i>Codium tomentosum</i>	1	1	1	3	
Corallinaceae	1	1	1	3	
<i>Cruoria pellita</i>	1		1	2	
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1		1	2	
<i>Cystoseira baccata</i>	1	1	1	3	
<i>Delesseria sanguinea</i>	1		1	2	
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	1	1	1	3	
<i>Dictyota dichotoma</i>	1		1	2	
<i>ErythroGLOSSUM laciniatum</i>	1	1	1	3	
<i>Griffithsia corallinoides</i>	1			1	Identifié sur alguier
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	1	1	1	3	
<i>Halopteris filicina</i>	1	1	1	3	
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	1	1	1	3	
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	1		1	2	
Jeunes laminaires indéterminées	1	1	1	3	
<i>Kallymenia reniformis</i>	1		1	2	
<i>Laminaria hyperborea</i>	1	1	1	3	
<i>Meredithia microphylla</i>		1		1	
<i>Mesophyllum lichenoides</i>			1	1	
<i>Osmundea pinnatifida</i>	1		1	2	
<i>Palmaria palmata</i>			1	1	
<i>Phyllophora crispa</i>	1	1	1	3	
<i>Phyllophora sicula</i>		1		1	
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	1	1	1	3	
<i>Plocamium cartilagineum</i>	1		1	2	
<i>Polysiphonia sp.</i>	1			1	1 seul individu, non trouvé en dehors du quadrat pour prélèvement
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>			1	1	
<i>Saccorhiza polyschides</i>	1	1	1	3	
<i>Schottera nicaeensis</i>	1			1	Identifié sur alguier
<i>Solieria chordalis</i>			1	2	
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	1		1	2	
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>	1	1	1	3	
<i>Taonia atornaria</i>	1	1		2	
<i>Ulva sp.</i>	1	1	1	3	
<i>Zanardinia typus</i>			1	1	Possible confusion avec <i>Cutleria multifida</i> (sporophyte = <i>Aglaozonia parvula</i>) : ABE
Diversité totale	36	23	35	45	

Tableau 8 : Pen a Men : Diversité algale totale en fonction des opérateurs

A partir de ces données, les scores obtenus pour la métrique « diversité spécifique » sont de 7,5 /10pts pour le MNHN-Concarneau et le binôme 2 et de 5/10pts pour le binôme 1, en raison du faible nombre d'espèces recensées (Cf. Tableau 9).

Station	Richesse spécifique totale de l'infralitoral supérieur	Score richesse spécifique
MNHN-Concarneau	36	7.5
Binôme 1	23	5
Binôme 2	35	7.5

Tableau 9 : Pen a Men : Scores pour la métrique « Diversité spécifique » en fonction des opérateurs

III.6 Métrique « Stipes de *Laminaria hyperborea* »

Cette métrique est composée de deux sous indices. Le premier correspond à la Longueur moyenne des stipes de *Laminaria hyperborea*, le second à la surface moyenne des épibioses par mètre linéaire de stipe, calculée à partir des mesures réalisées sur 10 individus. Cette métrique a été mesurée sur le site des Bluiniers, où les laminaires *Laminaria hyperborea* sont nombreuses et suffisamment grandes. Les résultats obtenus par chacun des opérateurs sont présentés dans le Tableau 10. Les Longueurs totales moyennes et Longueurs épiphytées moyennes sont très proches entre les opérateurs. Par contre, les valeurs de surfaces épiphytées varient beaucoup.

MNHN-Concarneau											
N° stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Longueur Tot (en m)	0.7	0.58	0.57	0.57	0.65	0.55	0.65	0.65	0.68	0.62	0.62
Longueur épiphytée (en m)	0.61	0.46	0.47	0.55	0.54	0.5	0.55	0.54	0.57	0.52	0.53
Surface totale des épiphytes (en cm ²)	320	163	174	263	434	250	242	249	130	328	255.30
surf moy d'épibiose par ml de stipe épiphyté	525	354	370	478	804	500	440	461	228	631	479.10

Binôme 1											
N° stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Longueur Tot (en m)	0.69	0.61	0.57	0.57	0.65	0.54	0.66	0.65	0.71	0.57	0.62
Longueur épiphytée (en m)	0.61	0.51	0.44	0.42	0.55	0.5	0.6	0.55	0.62	0.44	0.52
Surface totale des épiphytes (en cm ²)	280	210	128	115	255	130	295	270	250	210	214.30
surf moy d'épibiose par ml de stipe épiphyté	459	412	291	274	464	260	492	491	403	477	402.22

Binôme 2											
N° stipe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne
Longueur Tot (en m)	0.67	0.61	0.58	0.57	0.64	0.54	0.67	0.65	0.7	0.57	0.62
Longueur épiphytée (en m)	0.61	0.53	0.48	0.57	0.53	0.5	0.55	0.56	0.6	0.46	0.54
Surface totale des épiphytes (en cm ²)	70	84	125	142	327	179	187	205	224	144	168.70
surf moy d'épibiose par ml de stipe épiphyté	115	158	260	249	617	358	340	366	373	313	315.02

Tableau 10 : Stipes de *Laminaria hyperborea* des Bluiniers : Longueur totale et surface moyenne des épibioses en fonction des opérateurs

Le score de la métrique « Stipes de *Laminaria hyperborea* » est obtenu en calculant la moyenne des notes attribuées aux deux sous-indices (Longueur moyenne et Epiphytisme). D'après le Tableau 11, les scores obtenus sont de 10/20 pour le MNHN-Concarneau et le Binôme 1 et de 7,5/20 pts pour le binôme 2.

Sites	Longueur moyenne (cm)	Surface moyenne épiphytes par ml de stipe (cm ² .m)	Note longueur stipe	Note épiphytisme	Score global stipe
MNHN-Concarneau	62.2	479.1	10	10	10
Binôme 1	62.2	402.2	10	10	10
Binôme 2	62	315.0	10	5	7.5

Tableau 11 : Les Bluiniers : Scores pour la métrique « Stipes de *Laminaria hyperborea* » en fonction des opérateurs

III.7 Calcul de EQR

Afin d'estimer l'influence des différences de scores obtenus par les opérateurs, l'Ecological Quality Ratio (EQR⁴) a été calculé pour un site fictif à partir des métriques mesurées sur les sites de Pen a Men et des Bluiniers. Les résultats sont présentés dans le Tableau 12. L'EQR obtenu par le MNHN-Concarneau est de 0.84 contre 0.64 pour le binôme 1 et 0.77 pour le binôme 2. Au final, le site serait classé en bon état écologique d'après les résultats du MNHN-Concarneau et du binôme 2, tandis qu'il serait classé de peu (seuil à 0,65) en état moyen par le binôme 1.

Station	Score "Limite d'extension de l'infralittoral supérieur" des Bluiniers	Score "Densité des espèces structurantes" de Pen a Men	Score "Composition spécifique" de Pen a Men	Score "Richesse spécifique" de Pen a Men	Score "Stipe de <i>Laminaria hyperborea</i> " des Bluiniers	Score site composite	EQR
Barème	30 pts	20 pts	20 pts	10 pts	20 pts	100 pts	
MNHN-Concarneau	23.5	15	8.5	7.5	10	64.5	0.84
Binôme 1	22.1	10	2.5	5	10	49.6	0.64
Binôme 2	24.3	15	5.0	7.5	7.5	59.3	0.77

Tableau 12 : Etat écologique de la masse d'eau en fonction des opérateurs

Quadrats « faune et flore » et Quadrats « Dénombrement des algues structurantes et études de *L. hyperborea* »

Des relevés complémentaires hors évaluation EIL ont été réalisés. L'objectif était de familiariser les opérateurs avec des paramètres issus de l'ECBRS (Derrien-Courtel et Le Gal, 2011, 2014a) qui seraient potentiellement ajoutés, dans le cadre du second cycle de suivi DCE (DCE-2). Les résultats sont présentés en Annexe 8. Ils ne seront pas commentés dans la discussion.

IV Discussion

Saisie des données dans les fichiers standards

Ces fichiers constituent une aide à la saisie pour les opérateurs, mais surtout un moyen de traiter plus rapidement les données pour l'équipe responsable de l'analyse. Nous avons enregistré plusieurs problèmes. Par exemple, le fait de modifier les noms d'espèces (qui sont vérifiés selon un référentiel taxonomique tel que l'*European Register of Marine Species*) perturbe l'utilisation des listes personnalisées (fonction de tri selon une liste prédéfinie sous Excel), des tableaux croisés dynamiques et l'intégration des données dans une base de données (les taxons non conformes au référentiel sont refusés). Des efforts devront être consentis pour limiter ces problèmes qui, d'une part peuvent conduire à des erreurs dans les résultats et, d'autre part demandent beaucoup de temps pour les corriger. C'est pourquoi, l'équipe référente envisage de rédiger un document d'accompagnement illustré, afin de mieux encadrer la saisie des données dans les fichiers standards.

Métrique « Limite d'extension des ceintures algales »

Cette métrique consiste à déterminer la profondeur des limites inférieures des ceintures algales. Pour cela, les plongeurs doivent rechercher les espèces structurantes (définissant les ceintures) et déterminer la profondeur maximale à laquelle leur densité totale est supérieure à 3 individus au

⁴ La méthode de calcul de l'EQR est précisée en annexe 7.

m², et la profondeur à laquelle elles disparaissent. Plusieurs paramètres peuvent influencer les résultats :

- Non-observation des petits individus,
- La non-prise en compte des patchs de 3 individus (il faut les comptabiliser même si la densité moyenne est inférieure à 3 ind/m², tant que des patchs de 3 ind sur une surface inférieure au m² sont présents, on se situe toujours dans l'infralittoral supérieur).

L'analyse des données issues du site des Bluiniers montre que la limite inférieure de l'infralittoral supérieur déterminée par les opérateurs est relativement proche de celle déterminée par le référent (écart maximum de 1,2m) si on tient compte de l'incertitude estimée à 0.7m.

Concernant l'infralittoral inférieur, l'écart entre la profondeur déterminée par le binôme 1 et le MNHN-Concarneau atteint 2,5m. Cette différence ne peut s'expliquer uniquement par l'imprécision sur les mesures. Le binôme 1 n'a pas dû observer certains petits individus de laminaires. Le binôme 2 a, quant à lui, estimé que l'infralittoral inférieur était absent. Ce binôme n'a pas observé certaines petites laminaires sur la zone comprise entre -23m et -26,5m C.M. Au-delà du score qui ne peut être attribué, cela implique que, dans le cas d'un échantillonnage réel selon le protocole DCE, ce site ne serait évalué que sur la ceinture de l'infralittoral supérieur pour le binôme 2 puisque l'infralittoral serait considéré absent.

Concernant le site de Pen a Men, il était impossible de déterminer la profondeur de la limite inférieure de l'infralittoral supérieur, car le sédiment recouvre la roche avant l'apparition de la ceinture suivante. On parle dans ce cas d'une ceinture tronquée par le sédiment. Cependant, l'étude des ceintures de ce site restait intéressante dans la mesure où plusieurs espèces structurantes étaient présentes. Dans cette situation, il faut cumuler les densités des différentes espèces pour vérifier que leur densité totale est supérieure à 3 ind/m².

Malgré la simplicité apparente de l'exercice, des écarts de quasiment un mètre sont constatés entre la profondeur d'apparition du sédiment par les deux binômes et le référent. Ceci traduit certainement une différence d'étalonnage des ordinateurs de plongée.

Métrique « Densité maximale des algues structurantes »

Chacun des binômes a réalisé 10 quadrats pour estimer cette métrique. Comme évoqué précédemment, le site de Pen a Men a la particularité de rassembler plusieurs espèces structurantes, ce qui complique un peu les dénombrements. Seules 2 paires de quadrats sont identiques : le Q5 ainsi que le Q9 du MNHN-Concarneau et du binôme 2. Au final, on obtient des écarts assez importants en terme de densité des algues structurantes sur l'ensemble des 10 quadrats. Les jeunes laminaires et *Cystoseira baccata* sont les taxons qui concentrent la majeure partie des écarts de densité. Les individus étant parfois de petites taille (1-3 cm), certains n'ont sans doute pas été observés.

Les intervalles de densité définis pour la notation du métrique « Densité des algues structurantes » sont assez grands, ce qui modère les écarts obtenus entre les mesures réalisées par les différents binômes.

Métrique « Composition spécifique »

La métrique composition spécifique s'appuie sur des listes d'espèces qu'il est impératif de bien identifier.

Concernant les espèces caractéristiques, le binôme de référence (MNHN-Concarneau) en recense le plus grand nombre, à savoir 15 taxons (avec F >10% des quadrats).

Le binôme 1 recense 10 taxons (avec F >10% des quadrats). Ce binôme est le seul à identifier la rhodophycée *Meredithia microphylla*. Le binôme 1 avait également identifié *Erythrogloum laciniatum*, mais dans un seul quadrat. L'espèce ne peut être pris en compte pour le nombre total d'espèces caractéristiques si F ≤ 10% des quadrats.

Le binôme 2 recense 14 taxons caractéristiques. Les rhodophycées *Kallymenia reniformis* et *Plocamium carilagineum* ont bien été observées mais dans un seul quadrat. La fréquence d'occurrence de ces espèces est alors égale à 10% des quadrats et elles ne sont pas prises en compte.

Les binômes 1 et 2 ont identifié la rhodophycée *Rhodymenia pseudalmata* alors que le binôme référent ne la recense pas. Une confusion avec *Gymnongrurus crenulatus* est possible.

Des différences de résultats entre les binômes sont également observées dans le dénombrement des espèces opportunistes. Parmi ces espèces, beaucoup étaient de petite taille, notamment *Cladophora sp.*, *Hypoglossum hypoglossoides*, *Polysiphonia sp.* et *Ulva sp.* De plus, la confusion avec des espèces « neutres » (c'est-à-dire une espèce qui n'appartient pas à l'une des listes d'espèces structurantes, caractéristiques ou opportunistes) est parfois possible. C'est notamment le cas entre *Hypoglossum hypoglossoides* et *Apoglossum ruscifolium* qui a également été recensé. Les ulves *Ulva sp.* représentaient l'essentiel des algues opportunistes. Les binômes 1 et 2 en recensent 20% de moins que le binôme référent, avec des différences importantes sur certains quadrats, tels que Q01, Q05 et le Q08.

Enfin, la présence de l'espèce indicatrice de bon état écologique *Laminaria digitata* n'a été signalée que par le binôme référent. Au-delà des difficultés d'identification, il était nécessaire de multiplier les observations d'individus de laminaires à proximité de la surface pour augmenter les chances d'identifier l'espèce. La houle encore sensible compliquait les observations.

Métrique « Diversité spécifique »

Cette métrique fait grandement appel aux connaissances des opérateurs en termes d'identification. Cependant, les opérateurs sont libres de collecter des échantillons et d'en assurer la détermination *a posteriori*. Certains échantillons ont d'ailleurs été identifiés par le MNHN-Concarneau, comme cela est proposé pour le suivi DCE.

Le binôme 2 obtient quasiment le même nombre d'espèces (35 taxons) que le MNHN-Concarneau (36 taxons), mais parmi elles, 5 n'ont pas été observées par le binôme référent. Le binôme 1 recense 23 taxons seulement, dont 3 n'ont pas été listés par le référent.

Métrique « Stipes de *Laminaria hyperborea* »

Cette métrique ne nécessite pas de connaissance en terme d'identification. Il s'agit de réaliser des mesures de longueur de stipes (Longueur totale et Longueur épiphytée) et de surface (en prenant les cotes nécessaires au calcul des surfaces des polygones que représentent les épibioses). Les mesures sont réalisées à l'aide d'un mètre ruban. La précision des mesures est de l'ordre de 1cm. Concernant la longueur totale, les écarts sont de 0 à 3 cm, hormis le cas du stipe N°10 où l'écart atteint 5 cm. Le pourcentage d'écart moyen par rapport aux mesures du référent est compris entre 2 et 3% pour les 2 binômes. On peut considérer qu'une erreur inférieure à 2cm reste acceptable. Le cas du stipe 10 est particulier car les mesures ont été réalisées *in-situ* par le référent et *ex-situ* par les opérateurs.

Sur le paramètre « longueur épiphytée », les écarts sont généralement faibles, hormis dans les cas du stipe 10 (8 cm) et du stipe 4 (13 cm). Le pourcentage d'écart moyen par rapport aux mesures du référent est de 8% pour le binôme 1 et de 4% pour le binôme 2. Ce paramètre est plus délicat à mesurer que le paramètre longueur totale. La difficulté provient de l'appréciation de la fin des épibioses. Il faut généralement se baser sur la dernière algue ou le dernier bryozoaire encroûtant présent (de l'ordre de quelques mm). Les écarts devraient néanmoins rester inférieurs à 5cm.

Enfin, le paramètre « surface des épibioses » est celui pour lequel on relève les plus gros écarts entre les opérateurs. Les pourcentages d'écart moyen par rapport aux mesures du référent sont de 37% et 42% pour les binômes 1 et 2, respectivement. Le barème de notation tient compte de cette marge d'erreur et permet de modérer ces écarts en termes de score. Néanmoins, ces écarts sont bien trop importants (un des opérateurs ne réalise jamais ce type de mesure sur son secteur d'observation). Une formation spécifique pourrait certainement améliorer les résultats (à coupler avec une formation d'identification des algues). Nous envisageons également de tester une méthode d'analyse d'image prochainement. Cette méthode présenterait deux principaux avantages à savoir l'amélioration de la précision des résultats et la conservation de l'échantillon sur lequel les mesures sont réalisées (photographie de l'individu *ex-situ*).

L'analyse des résultats a porté sur chacune des données de base de l'indice « Macroalgues intertidales » ce qui était l'objectif de cet EIL ; celui-ci a permis de vérifier l'aptitude des opérateurs à relever correctement les données nécessaires au calcul de l'indice, par exemple la détermination des espèces présentes. Cependant, le calcul de l'EQR constitue un résultat synthétisant les écarts de chacun des opérateurs par rapport aux résultats du référent ; ce qui permet également de mesurer les conséquences de ces différences en terme de gestion puisque le

classement des masses d'eau est basé sur ce résultat. Dans le cas présent, on constate qu'un des opérateurs minimise presque systématiquement chacune des métriques ce qui conduit au final au déclassement de la masse d'eau.

Bilan des ateliers

Le premier atelier concernait le choix d'un site DCE. Les opérateurs ont su positionner de manière pertinente leur point de suivi en argumentant leur choix. Cet atelier leur a permis de découvrir le site internet datashom (data.shom.fr/) qui représente un outil cartographique fort utile pour ce type de travail.

Le second atelier relatif aux aspects réglementaires a été l'occasion d'un échange d'informations et d'expériences vis-à-vis du cadre réglementaire régissant les activités de plongées scientifiques. Un rappel des textes réglementaires et de leur évolution a été réalisé.

Enfin, un atelier traitant des aspects de conservation a été proposé. En s'appuyant sur l'expérience et le questionnaire complété par chaque opérateur, une discussion a permis de rappeler les protocoles de conservation à appliquer ainsi que les critères de description à noter pour optimiser l'identification des échantillons.

V Conclusion

En conclusion, cet exercice d'EIL permet de dégager plusieurs sources d'incertitudes sur les mesures réalisées. Celles-ci sont résumées et catégorisées dans le Tableau 13. Au-delà, des incertitudes liées au protocole DCE, certaines contraintes liées à l'EIL rajoutent encore quelques sources d'erreurs. En effet, durant l'EIL, seul le binôme-opérateur qui réalisait son relevé en dernier pouvait prélever des échantillons au sein des quadrats. Les autres binômes, quant à eux, devaient prélever leurs échantillons en dehors des quadrats en recherchant des spécimens correspondant à ceux observés dans les quadrats. De plus, il est possible que les quadrats aient légèrement bougé lors des passages successifs, ce qui a pu modifier quelque peu les résultats. Enfin, l'identification des espèces locales était plus difficile pour le binôme d'Ifremer-Anglet qui n'a pas l'habitude de rencontrer certaines espèces ou certains morphotypes. Un diaporama avait été transmis pour préparer cet EIL. Cependant, cela ne peut en aucun cas remplacer plusieurs années d'observations *in-situ*.

L'analyse des données des différents opérateurs met en évidence la nécessité de prendre en compte des sources d'erreurs. Ainsi, le fait d'utiliser des intervalles assez grands dans les barèmes de notation des métriques permet de modérer les écarts en termes de score.

Enfin, cet EIL a permis d'étudier les sources d'incertitudes sur les métriques de l'indice « macroalgues subtidales ». Cette première étape nous permettra de quantifier l'influence de ces incertitudes au niveau de l'EQR et donc de la classification des masses d'eau.

Type d'incertitude	Incertitudes liées aux mesures	Incertitudes liées à l'identification des organismes	Incertitudes liées au dénombrement des individus
Sources d'incertitudes	<ul style="list-style-type: none"> - ordinateur de plongée + corrections de marée - mètre ruban 	<ul style="list-style-type: none"> - erreurs d'identifications - manques de prélèvements pour vérification 	<ul style="list-style-type: none"> - Individus très nombreux et/ou très petits - Organisme dénombrable ou non - Individus fixés au substrat ou à un autre organisme
Commentaires sur les améliorations possibles	Améliorer le raccordement métrologique. Une collaboration avec les services compétents en la matière (LNE, www.lne.fr/) peut être envisagée sur ce point	<ul style="list-style-type: none"> - Formation à l'identification - Insister sur l'intérêt des prélèvements 	<ul style="list-style-type: none"> - Expérience à acquérir

Tableau 13 : Bilan des sources d'incertitudes identifiées

Durant l'EIL, les opérateurs ont encore une fois fait part de leur intérêt pour des formations spécifiques à l'identification des organismes benthiques pour compléter leurs connaissances. La programmation d'une formation à l'identification des algues subtidales dans les années à venir a été envisagée avec l'idée de la regrouper avec une formation à l'identification des algues intertidales (Erwan Ar Gall et Michel le Duff). La mise en place de telles formations permettra d'améliorer les pratiques des opérateurs pour les futurs relevés. Cet EIL souligne également l'intérêt de favoriser

une certaine continuité au niveau des d'opérateurs (en termes de structures et d'intervenants eux mêmes) pour que l'expérience et les connaissances acquises au fil des années profitent au suivi opérationnel DCE.

Cet EIL contrairement à celui organisé sur l'indice « Macroalgues intertidales » (Miossec *et al.*, 2013) n'a pas permis de rassembler l'ensemble des opérateurs échantillonnant sur la façade Manche Atlantique . En effet, les représentants de l'université de Lille en charge du suivi DCE de 2 stations du Bassin Artois-Picardie étaient absents. Cependant, la poursuite du suivi DCE macroalgues subtidales dans ce secteur reste très incertain. En effet, la pérennité du suivi DCE sera discutée en fonction des résultats des prochaines acquisitions de données en 2014 qui permettront de statuer sur la pertinence de l'indice dans les masses d'eau concernées. Cet EIL sur les macroalgues subtidales a cependant mis en évidence les difficultés d'observations et de relevés en plongée autonome dans les conditions générales de la surveillance. Ce premier exercice montre également qu'il est complexe d'élaborer un EIL dans ces conditions, car au sens stricte du terme, ce protocole d'EIL n'est ni un essai d'aptitude, ni un essai d'évaluation de méthodes. De plus, le problème des répliqués reste posé. Il convient donc de faire évoluer ce protocole d'EIL avec les experts Aquaref du domaine, afin de pouvoir quantifier les sources d'incertitude.

Remerciements

Nous tenons à féliciter les opérateurs qui ont participé à cet EIL dans un bon état d'esprit, permettant le bon déroulement de ce premier exercice commandité par Aquaref. Nous saluons également les binômes pour le courage et l'abnégation dont ils ont fait preuve face à des conditions de travail parfois inconfortables. Nous remercions René Derrien et Elodie Catherine qui ont largement participé à la mise en place et à la réalisation de cet EIL. Merci également à l'équipage du Santa Maria qui a contribué à la réussite de ces journées par leurs prestations artistiques et culinaires. Enfin, nous remercions les photographes qui nous ont permis d'utiliser leurs photos pour illustrer ce rapport.

Bibliographie

- Ar Gall E. et Le Duff M. (2007) 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 de la DCE, 14p
- Chalon J. (1905) Liste des algues marines entre l'embouchure de l'Escaut et la Corogne. Laboratoire de Concarneau, 259p
- Debray F (1899) Florule des algues marines du nord de la France. Laboratoire de Concarneau, 193p
- Derrien-Courtrel S (2008) L'étude des peuplements subtidaux rocheux (flore et faune) du littoral breton permet-elle de contribuer a l'évaluation de la qualité écologique du littoral et d'en mesurer les changements dans le temps ? PhD Thesis, Ecole doctorale du Muséum « Sciences de la Nature et de l'Homme », Concarneau
- Derrien-Courtrel S et Le Gal A (2011) Mise au point du protocole de suivi des macroalgues subtidales pour la façade Manche-Atlantique, Contrat Ifremer-MNHN, 37p
- Derrien-Courtrel S et Le Gal A (2014a) Mise en réseau des suivis des biocénoses des roches subtidales de la façade Manche/Atlantique & Elaboration d'une stratégie d'Evaluation de leur Etat de Conservation - Protocole ECBRS - Version 5, 18p
- Derrien-Courtrel S et Le Gal A (2014b) Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2) - Version 2014-V1, Contrat Ifremer-MNHN, 28p
- Díez I, Santolaria A et Gorostiaga JM (2003) The relationship of environmental factors to the structure and distribution of subtidal seaweed vegetation of the western Basque coast (N Spain). *Estuar Coast Shelf Sci* 56 (5-6): 1041-1054
- Giard A (1913) Faune et flore de Wimereux-Notes diverses de zoologie. Réédition par un groupe d'élèves et d'amis, 586p
- Gorostiaga JM et Díez I (1996) Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). *Mar Ecol Prog Ser* 130: 157-167
- Juanes JA, Guinda X, Puente A et Revilla JA (2008) Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the N.E. Atlantic. *Ecol Indicators* (8): 351-359
- Miossec L, Soudant D, Ar Gal E et Le Duff M (2013) Essais inter-laboratoires sur les macroalgues intertidales en milieu marin - Rapport AQUAREF 2012, 42p

Annexe 1 : Planning du stage

Lundi		Mardi		Mercredi		Jeudi		Vendredi	
Bio-littoral	Iremer Anglet	Bio-littoral	Iremer Anglet	Bio-littoral	Iremer Anglet	Bio-littoral	Iremer Anglet	Bio-littoral	Iremer Anglet
6:30		6:30		6:30		6:30		6:30	
7:00		7:00		7:00		7:00		7:00	
7:30		7:30		7:30		7:30		7:30	
8:00		8:00	RDV Santa Maria (avec Sand)	8:00	RDV Santa Maria (avec Sand)	8:00	RDV Santa Maria (avec Sand)	8:00	
8:30		8:30	Rte Santa Maria (avec Sand)	8:30	Rte Santa Maria (avec Sand)	8:30	Rte Santa Maria (avec Sand)	8:30	
9:00		9:00	BL-1&2 & IA-1&2 : TP "Conservation des échantillons"	9:00		9:00		9:00	
9:30		9:30	IA-1 & 2 : 4 stipes surface (sur Santa Maria)	9:30	Elo : analyse du TP "Conservation des échantillons" de IA-1 & 2	9:30	Ao et Sand : Echange avec IA-1 & 2 sur la mise en place de la "DCE-2" (cf EGBRS) dans le Pays Basque	9:30	
10:00		10:00	BL-1 & 2 : 4 Ceintures et 2 stipes in situ	10:00	BL-1 : 2 Q flore N2 & BL-2 : 2 Q flore N2	10:00	BL-1 : 1 Q "faune/flore NZ"	10:00	
10:30		10:30		10:30	BL-1 & 2 : 1 Q "faune/flore NZ"	10:30		10:30	
11:00		11:00	IA-1 & 2 : Centures et 2 stipes in situ	11:00	Elo : analyse du TP "Conservation des échantillons" de IA-1 & 2	11:00	IA-1 : 1 Q "faune/flore NZ" & IA-2 : 1 Q "faune/flore NZ"	11:00	
11:30		11:30	BL-1 & 2 : 4 stipes surface (sur Santa Maria)	11:30	Elo : débriefing pour BL-1 & 2 et IA-1 & 2 du TP "Conservation des échantillons"	11:30	BL-1 & 2 : restitution 2Q (fiches, échantillons)	11:30	
12:00		12:00	Pause repas hors évaluation	12:00	Pause repas hors évaluation	12:00	Pause repas hors évaluation	12:00	
12:30		12:30		12:30		12:30		12:30	
13:00		13:00		13:00	R : BL-1 & 2 + IA-1 & 2 : Débriefing "Sécurité / Réglementation"	13:00		13:00	
13:30		13:30	BL-1 : 1Q Faune/Flore circa & BL-2 : 1Q Faune/Flore circa	13:30		13:30	BL-1 : ceintures + 1 Q "strate arbustive" & BL-2 : ceintures + 1 Q "strate arbustive"	13:30	
14:00		14:00		14:00		14:00		14:00	
14:30		14:30	IA-1 & 2 : 4 stipes surface (sur Santa Maria)	14:30	BL-1 : 2 Q flore N2 & BL-2 : 2 Q flore N2	14:30	IA-1 : 2 Q flore N2 & IA-2 : 2 Q flore N2	14:30	
15:00		15:00	BL-1 & 2 : 4 stipes surface (sur Santa Maria)	15:00		15:00		15:00	
15:30		15:30	IA-1 : 1Q Faune/Flore circa & IA-2 : 1Q Faune/Flore circa	15:30		15:30	IA-1 : ceintures + 1 Q "strate arbustive" & IA-2 : ceintures + 1 Q "strate arbustive"	15:30	
16:00		16:00	Rte pour CC Santa Maria	16:00	BL-1 & BL-2 : restitution 8 Q (fiches, échantillons)	16:00		16:00	
16:30		16:30	Report "ceintures et 2 + 8 stipes"	16:30	Rte pour CC Santa Maria	16:30	Rte pour CC Santa Maria	16:30	
17:00		17:00	Report "flore/faune circa"	17:00	Sand : identification flore avant mise en alguiers (+ faune)	17:00	Sand : identification flore avant mise en alguiers (+ faune)	17:00	
17:30		17:30	BL-1 & BL-2 : Report 2 Q "flore/faune circa"	17:30	BL-1 & BL-2 : suite : restitution 8 Q (fiches, échantillons)	17:30	BL-1 & BL-2 : suite : restitution 4 Q (fiches, échantillons)	17:30	
18:00		18:00	BL-1 & 2 + IA-1 & 2 : Débriefing "Choix d'un site DCE"	18:00		18:00		18:00	
18:30		18:30	BL-1 & 2 + IA-1 & 2 : Débriefing "Mise en place d'un chantier"	18:30		18:30		18:30	

Annexe 2 : Planches photos N°1



Le binôme de Bio Littoral prêt à plonger



Le Binôme d'Ifremer-Anglet se prépare



Départ pour la plongée aux Bluiniers



Derniers préparatifs avant l'immersion



Récupération des plongeurs



Mesure *ex situ* d'un stipe de *Laminaria hyperborea*

Annexe 3: Planches photos N°2



© A. Le Gal

Le binôme de Bio Littoral descend pour faire son relevé



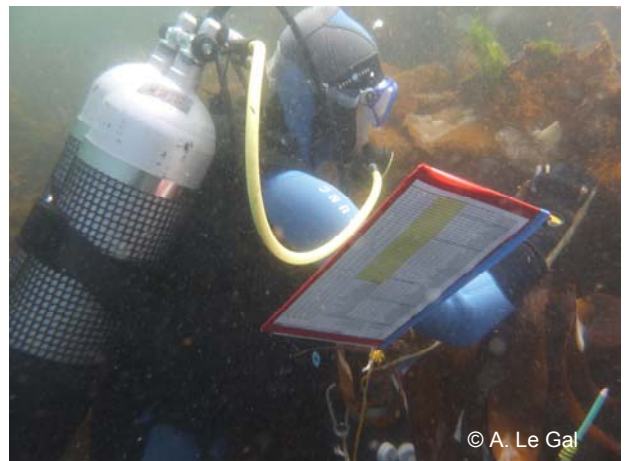
© A. Cocaud

Les plongeurs d'Ifremer-Anglet réalisant un quadrat



© A. Le Gal

Plongeuse de Bio Littoral réalisant un quadrat dans la partie basse de l'infralittoral supérieur



© A. Le Gal

Plongeuse de Bio Littoral réalisant un quadrat dans la partie haute de l'infralittoral supérieur



© A. Le Gal

Plongeuse du MNHN Concarneau réalisant un quadrat



© E. Catherine

Plongeur du MNHN Concarneau réalisant des mesures sur *Laminaria hyperborea*

Annexe 4 : Atelier « Choix d'un site de suivi DCE et Mise en place du chantier »

CHOIX ET PERTINENCE D'UN POINT DE RELEVÉ DCE DANS UNE MASSE D'EAU

Pour cet exercice, nous vous demandons, à l'aide des moyens à votre disposition (cartes, doc diverses, Internet (datashom.fr) et autre...) de :

- I. Déterminer la pertinence du point de relevé proposé (nous vous demandons le maximum d'arguments à charge).
- II. Dans un deuxième temps, VOTRE choix d'un point dans la masse d'eau proposée (nous vous demandons le maximum d'arguments pour l'étayer, exploitable ou à exploiter pour le faire).

Masse d'eau en WGS84 hexadécimal

48°06 236N 04°25 029W
48°06 438N 04°25 190W
48°04 227N 04°39 541W
48°04 501N 04°39 598W

Point proposé 48°05 171N 04°32 289W

Votre point est à poser en WGS84 hexadécimal ci-dessous :

N	W
---	---

MISE EN PLACE D'UN CHANTIER

Pour ce TP, nous vous demandons de nous fournir par écrit votre mise en œuvre d'un chantier, du choix du site en passant par le départ du port à la mise à l'eau des opérateurs « de relevés » (merci de nous apporter le maximum de détails et de l'exprimer temporellement).

Le site sera le point DCE que vous aurez déterminé dans le TP « Choix d'un site ». La démarche demandée comprendra la responsabilité engagée du Responsable de laboratoire et/ou de son COH en respect du cadre réglementaire et du protocole DCE.

Annexe 5 : Atelier « Réglementation-Sécurité »

Labo :

Date :

Questionnaire Règlementation

		Oui	Non
Quelle est la (ou les) réglementation(s) couvrant l'activité Hyperbare des plongeurs de Classe B	Arrêté du 30/10/2012		
	Décret du 11/01/2011		
	Code du travail		
Une autorisation de prélèvement d'espèces vivantes peut-elle être exigible par un contrôle sur place lors d'une intervention ?			
Doit-on avoir un certificat de qualité du (ou des) gaz employé(s) pour l'activité ?			
Peut-on utiliser l'oxygène pur dans le cadre de nos activités hyperbares ? Si oui, sous quelle condition ?			
L'armement du navire utilisé dans le cadre des activités hyperbares est-il suffisant pour l'activité elle-même?			
Doit-on déposer la "procédure d'intervention" avant chaque opération auprès de l'inspection du travail ?			
Le responsable de l'activité hyperbare est :	L'employeur ?		
	Le COH ?		
	Le plongeur ?		
Qui nomme le COH?			
Citer les différents éléments que doit comporter une fiche de sécurité	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
Que doit faire le COH avant toute intervention ?	A		
	B		
	C		
	D		
De quoi a besoin un COH pour assurer la sécurité de l'activité et sa procédure de secours?	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
Le plongeur secours peut-il cumuler la fonction d'opérateur en binôme ?			
Le COH doit-il être sur le lieu d'intervention ?			
Le COH peut-il être opérateur ?			
Un opérateur peut-il intervenir seul ?			

Annexe 6 : Atelier « Conservation des Echantillons »

TRAITEMENT DES PRELEVEMENTS

Avant la localisation ou la mise en alguiers, maintenir les prélèvements dans l'eau de mer

Dilution avec eau douce pour l'éthanol, et eau de mer pour le formol		Binôme 2 : essai de formol à 2% à confirmer	
Groupe taxonomique	Traitement préalable	Fixation	Conservation
Phéophycée - Laminaires		Formol à 4%	identification et élimination une section du stipe
Autres algues	Silicagel pour faire de la génétique		Attention taille échantillon. En alguiers, utilisation de calque (pour protéger et maintenir les échantillons délicats) et/ou ruban adhésif invisible (opaque), ex : Marque Scotch Magic Invisible
Spongiaire siliceux		Ethanol à 96°	en entier avec le disque ou le crampon et plusieurs individus pour les petites tailles
Spongiaire calcaire		Congélation permet de garder la structure et la couleur, Ethanol à 70°	un morceau de taille adéquate pour l'identification (2cm ² quand c'est possible mais pas nécessairement plus grand) - dressé ou encroûtant, couleur, gluant/lisse
Hydraire	anesthésie si possible	Ethanol à 70°	en entier pour les "autres" (Sycon, Leuconia ...)
Hydraire - Gymnoblástico (Tubulaire)	anesthésie si possible	Formol à 4%	plusieurs individus en entier -
Anthozoaire octocoralliaire	anesthésie si possible	Ethanol à 70° - Formol	plusieurs individus en entier - une partie de la colonie -
Anthozoaire hexacoralliaire	anesthésie nécessaire : quelques cristaux de menthol dans l'eau de mer avec le prélèvement, au moins deux heures avant la fixation	Formol à 4%	en entier (deux individus si possible) - couleur ...
Bryozoaire		Ethanol à 70°	plusieurs individus en entier pour les dressés et une partie de la colonie pour les encroûtants - couleur, aspect plissé
Ascidie	anesthésie nécessaire : quelques cristaux de menthol, au moins deux heures avant la fixation	Formol à 10% pour les grosses et 4 à 5% pour les petites (quelques heures), à tester 4% peut peut-être suffire dans les deux cas ? essai (?) de congélation sauf pour Corella et Ascidia à sec - la coquille	2 individus ou colonies si possible pour les ascidies sociales et Polyclinidés, avec le support si possible (ou décollément ?) pour les encroûtantes (Didemnidae) - noter la couleur, aspect
Mollusque - bivalves		Formol 4% pendant 24h	
Mollusque - autres	anesthésie (cristaux de menthol) pour les nudibranches	Ethanol à 70°	
Echinoderme	Pour éviter que les bras des ophiures ne se brisent, les plonger au préalable dans l'eau douce	Ethanol à 70°	

Envoi d'échantillon dans l'alcool si possible. Si le formol est indispensable, prévenir le destinataire et à empacter dans des contenants étanches avec joint.

Annexe 7 : Protocole de suivi DCE des macroalgues subtidales

La responsabilité de la mise au point d'un protocole d'observation et de calcul de l'indice de qualité pour l'indicateur « Flore autre que phytoplancton », indice macroalgues subtidales a été confiée à Station de Biologie Marine de Concarneau du MNHN. En effet, l'antériorité de la station en termes d'études et de suivis qualitatifs et quantitatifs des fonds subtidaux rocheux (Réseau Rebent) constituait un sérieux atout pour accomplir ce travail.

Les données et les observations recueillies dans le cadre du suivi Rebent ont permis d'alimenter la réflexion sur la mise au point de ce protocole. C'est ainsi que 5 paramètres de suivi ont été sélectionnés. Pour chacun de ces paramètres, un système de notation est défini à partir de l'analyse des données Rebent. Dès lors, il est apparu nécessaire de regrouper les masses d'eau en 3 ensembles appelés supertypes, afin de leur appliquer des barèmes de notation différents. La zone d'application de ce protocole étant très étendue, des adaptations ont été réalisées pour les différentes écorégions (notamment sur les listes d'espèces caractéristiques) afin que celui-ci soit applicable sur l'ensemble de la façade Manche Atlantique.

Ces adaptations ont été validées sur la base des données exhaustives fournies par les opérateurs DCE concernés, de la connaissance et du jugement des experts des fonds subtidaux rocheux de chaque écorégion (Derrien-Courtel et Le Gal, 2011), mais également de flores (Debray, 1899; Giard, 1913; Chalon J., 1905) et de publications (Gorostiaga et Díez, 1996; Díez *et al.*, 2003; Juanes *et al.*, 2008). Pour ces écorégions, les jeux de données étaient néanmoins bien moins conséquents que celui du Rebent-Bretagne.

En 2010, les listes d'espèces caractéristiques ont été retestées pour l'écorégion Pays de Loire-Manche occidentale, en complétant la base de données avec les données 2008, 2009 et 2010. Les résultats confirment la cohérence de la sélection initiale des espèces caractéristiques.

I Protocole d'observation

I.1 Généralités

Pour l'application de ce protocole, les sites d'études doivent présenter des platiers subtidaux rocheux. Seules les ceintures de l'infra littoral présentes sur le site sont étudiées.

Pour chaque site, un transect est positionné dans la partie qui présente à la fois :

- 1) la dénivellation la plus rapide afin que le transect ne soit pas trop long,
- 2) le nombre maximum de ceintures, donc l'apparition la plus tardive possible du fond sédimentaire (car il vient « tronquer » la limite de la dernière ceinture).

Dans un deuxième temps, après un repérage de surface (au sondeur, compas de relevé et dGPS), le transect est posé puis balisé⁵. On dispose alors de deux repères de surface : bouées en début et fin de transect.

Les relevés seront réalisés de préférence de mi-mars à mi-juillet, une fois l'an, tous les six ans (mais nous avons plutôt préconisé une périodicité de 3 ans).

⁵ Un relevé topographique peut être réalisé (manuellement tous les 50cm) le long de ce transect, pour déterminer le profil bathymétrique le long duquel seront effectués les relevés sur quadrats. La topographie du fond peut en effet parfois contribuer à l'explication des résultats obtenus.

Les mesures qualitatives et quantitatives sont réalisées *in situ* sur des quadrats de 0,25 m², et se font uniquement au niveau de l'infralittoral (infralittoral supérieur et infralittoral inférieur), à trois profondeurs fixes (-3m C.M., -8m C.M. et -13m C.M.) quand elles s'y trouvent et sinon de manière aléatoire au sein de ces ceintures. Les relevés ne concernent que les espèces fixées sur le substrat rocheux, en aucun cas les espèces épibioses (sur d'autres macroalgues ou sur la faune fixée) ne sont prises en comptes.

Une phase expérimentale a permis d'établir la surface optimale d'échantillonnage permettant d'étudier les espèces les mieux représentées (soit 95%) des différents niveaux (Derrien-Courtel, 2008). Le traitement statistique aboutit à 10 quadrats de 0,25 m² dans l'infralittoral supérieur et 8 quadrats de 0,25 m² dans l'infralittoral inférieur⁶. Si les différentes bathymétries sont présentes dans l'infralittoral, pour chacune d'elles, on effectuera le nombre de quadrats correspondant au niveau où elle se trouve.

Lorsque les trois bathymétries sont relevées, si certaines ceintures ne sont pas inventoriées (car situées hors bathymétrie), elles font alors l'objet d'un relevé sur quadrats situés cette fois au sein de(s) la ceinture(s) concernée(s). Dans tous les cas, les quadrats sont positionnés de manière aléatoire, au plus près de la bathymétrie ou au sein de la ceinture, et au plus près du transect (tout en évitant les failles, les pentes abruptes et le sédiment).

I.2 Paramètres étudiés

Pour attribuer un indice de qualité à un site, les paramètres pris en compte sont les suivants :

- Les limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales présentes
- La composition et la densité des espèces définissant l'étagement (laminaires et autres macroalgues participant à la définition des différentes ceintures) = espèces structurantes
- La composition spécifique (espèces caractéristiques et espèces opportunistes)
- La richesse spécifique totale
- L'étude des stipes de *Laminaria hyperborea* et de leurs épibioses.

Limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales

Le relevé des limites des ceintures algales doit faire l'objet d'une attention toute particulière, car toute la suite du protocole en dépend.

Les limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales (profondeur par la suite corrigée et rapportée au zéro des cartes marines du SHOM) sont relevées du fond vers la surface (pour des raisons de sécurité en plongée : profil de la plongée). A chaque limite de ceinture algale, la profondeur, l'heure et la date sont systématiquement notées.

Les limites des ceintures algales sont définies par rapport à la présence / absence et l'abondance des algues référentes.

Le relevé des limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales permet de connaître la profondeur atteinte par les niveaux 1-2 et le niveau 3.

La limite entre l'horizon à *Laminaria digitata* (ceinture facultative de niveau 1) et l'horizon à laminaires denses (niveau 2) n'a pas besoin d'être déterminée et on considère une seule ceinture à laminaires denses en regroupant ces deux horizons. Toutefois, la présence de la laminaire *Laminaria digitata*, et donc de la ceinture de niveau 1 devra être notée.

Composition et densité des espèces définissant l'étagement

⁶ Si ces surfaces nous semblent applicables aux autres portions du littoral Manche/Atlantique, de nouvelles surfaces seront peut-être définies pour le littoral basque (en cours d'études).

La présence et la densité de ces espèces sont relevées au niveau des quadrats positionnés dans les ceintures de niveaux 1-2 et de niveau 3, par comptage des pieds. Les espèces à dénombrer sont présentées dans le Tableau 14.

		Ecorégions		
		Pays de Loire-Manche occidentale	Manche orientale	Pays Basque
Type de milieu	Peu turbide	<i>Laminaria digitata</i> <i>Laminaria hyperborea</i> <i>Laminaria ochroleuca</i> <i>Saccorhiza polyschides</i> jeunes laminaires indéterminées.	<i>Laminaria digitata</i> <i>Laminaria hyperborea</i> <i>Laminaria ochroleuca</i> <i>Saccorhiza polyschides</i> jeunes laminaires indéterminées.	<i>Cystoseira</i> spp. <i>Laminaria ochroleuca</i> <i>Saccorhiza polyschides</i> jeunes laminaires indéterminées.
	Turbide	<i>Padina pavonica</i> <i>Solieria chordalis</i> <i>Halidrys siliquosa</i> <i>Cystoseira</i> spp <i>Sargassum muticum</i> <i>Saccharina latissima</i> <i>Laminaria hyperborea</i> <i>Saccorhiza polyschides</i> jeunes laminaires indéterminées.	Pas de masse d'eau turbide	Pas de masse d'eau turbide

Tableau 14 : Liste des espèces définissant l'étagement selon le type de milieu et l'écorégion

Composition spécifique

Cette note est la résultante de 3 sous-indices :

Espèces caractéristiques : Le paramètre à intégrer dans la qualification écologique des sites est la présence/absence des espèces caractéristiques de la sous-strate à algues brunes structurantes. Dans chaque niveau, on comptabilise le nombre d'espèces caractéristiques présentes. Pour chacune des trois écorégions identifiées (Manche orientale, Manche occidentale - Pays de Loire, Pays Basque), des listes d'espèces caractéristiques ont été définies (cf. respectivement, Tableau 16, Tableau 17, Tableau 18, Tableau 19 et Tableau 20) pour les niveaux 1-2 et 3.

	Eaux peu turbide
Phéophycées	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Laminaria saccharina</i>
	<i>Sargassum muticum</i>
Rhodophycées	<i>Ahnfeltia plicata</i>
	Algues calcaires dressées
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>
	<i>Calliblepharis ciliata</i>
	<i>Calliblepharis jubata</i>
	<i>Callophyllis laciniata</i>
	<i>Cladostephus spongiosus</i>
	<i>Cordylecladia erecta</i>
	<i>Cruoria pellita</i>
	<i>Cryptopleura ramosa</i>
	<i>Dilsea carnosa</i>
	<i>Erythroglossum laciniatum</i>
	<i>Halurus equisetifolius</i>
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>
	<i>Phyllophora crispa</i>
	<i>Phyllophora pseudoceranoïdes</i>
	<i>Phymatolithon lenormandii</i>
<i>Plocamium cartilagineum</i>	
<i>Polyneura bonnemaisonii</i>	
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	

Tableau 15 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux peu turbides pour l'écorégion Manche orientale

	Eaux peu turbides
Phéophycées	<i>Dictyopteris polypodioides</i>
	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Halopteris filicina</i>
	<i>Laminaria hyperborea</i>
Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i>
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>
	<i>Calliblepharis ciliata</i>
	<i>Callophyllis laciniata</i>
	<i>Cruoria pellita</i>
	<i>Cryptopleura ramosa</i>
	<i>Delesseria sanguinea</i>
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>
	<i>Kallymenia reniformis</i>
	<i>Meredithia microphylla</i>
	<i>Phyllophora crispa</i>
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	
<i>Plocamium cartilagineum</i>	
<i>Polyneura bonnemaisonii</i>	

Tableau 16 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écorégion Manche orientale

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	<i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Cystoseira</i> spp. <i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halidrys siliquosa</i> <i>Padina pavonica</i> <i>Sargassum muticum</i>
Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i> Algues calcaires dressées <i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Delesseria sanguinea</i> <i>Dilsea carnososa</i> <i>Drachiella spectabilis</i> <i>Erythroglossum laciniatum</i> <i>Halurus equisetifolius</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Kallymenia reniformis</i> <i>Meredithia microphylla</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Phymatolithon lenormandii</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> <i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	<i>Apoglossum ruscifolium</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Calliblepharis jubata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Chondria dasyphylla</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Erythroglossum laciniatum</i> <i>Kallymenia reniformis</i> <i>Nitophyllum punctatum</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i> <i>Pterothamnion</i> spp. <i>Rhodophyllis</i> spp. <i>Solieria chordalis</i>

Tableau 17 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux turbides et peu turbides pour l'écorégion Manche occidentale -Pays de Loire

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	<i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Laminaria hyperborea</i>	<i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Sargassum muticum</i>
Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i> <i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Cruoria pellita</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Delesseria sanguinea</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Kallymenia reniformis</i> <i>Meredithia microphylla</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Phymatolithon lenormandii</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i>	<i>Apoglossum ruscifolium</i> <i>Bonnemaisonia asparagoides</i> <i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Chylocladia verticillata</i> <i>Cryptopleura ramosa</i> <i>Erythroglossum laciniatum</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Nitophyllum punctatum</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Phymatolithon lenormandii</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Polyneura bonnemaisonii</i> <i>Pterothamnion plumula</i> <i>Rhodophyllis divaricata</i> <i>Solieria chordalis</i>

Tableau 18 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux turbides et peu turbides pour l'écorégion Manche occidentale - Pays de Loire

Eaux peu turbides	
Phéophycées	<i>Cystoseira spp.</i> <i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Stypocaulon scoparium</i> <i>Taonia atomaria</i> <i>Zanardinia typus</i>
Rhodophycées	<i>Callophyllis laciniata</i> <i>Champia parvula</i> <i>Corallina sp.</i> <i>Drachiella spectabilis</i> <i>Gelidium spp</i> <i>Halopithys incurva</i> <i>Halurus equisetifolius</i> <i>Jania rubens</i> <i>Lithophyllum incrustans</i> <i>Nitophyllum punctatum</i> <i>Peyssonnelia spp.</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Pterosiphonia complanata</i> <i>Pterosiphonia pennata</i> <i>Rhodymenia pseudopalmata</i> <i>Sphondylothamnion multifidum</i>

Tableau 19 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux peu turbides pour l'écorégion Pays basque

Eaux peu turbides	
Phéophycées	Algues brunes encroûtantes <i>Cystoseira spp.</i> <i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Zanardinia typus</i>
Rhodophycées	<i>Calliblepharis ciliata</i> <i>Callophyllis laciniata</i> <i>Gelidium corneum</i> <i>Heterosiphonia plumosa</i> <i>Lithophyllum incrustans</i> <i>Mesophyllum lichenoides</i> <i>Nitophyllum punctatum</i> <i>Peyssonnelia spp.</i> <i>Phyllophora crispa</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Pterosiphonia complanata</i> <i>Rhodymenia pseudopalmata</i>

Tableau 20 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écorégion Pays basque

Espèces opportunistes :

Ces espèces sont comptabilisées en nombre d'individus et une note est attribuée selon leur densité totale. Les espèces prises en compte sont les mêmes pour les niveaux 1-2 et 3 ainsi que pour les 3 écorégions exception faite de *Codium spp.* et *Cladophora spp.* qui sont considérées comme opportunistes pour le pays basque (cf. Tableau 21).

Groupe taxonomique	Espèces	Remarque
Chlorophycées	<i>Codium spp.</i>	Considérées comme opportunistes pour l'écorégion pays basque uniquement
	<i>Cladophora spp.</i>	
	<i>Enteromorpha spp.</i>	
	<i>Ulva spp.</i>	
Microalgues coloniales	Diatomées (filamenteuses)	
Phéophycées	<i>Desmarestia ligulata</i>	
	Ectocarpales	
	<i>Hincksia spp.</i>	
Rhodophycées	<i>Ceramium spp.</i>	
	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	
	<i>Heterosiphonia japonica</i>	
	<i>Polysiphonia spp.</i> (hormis <i>P. lanosa</i> et <i>P. elongata</i>)	

Tableau 21 : Liste des espèces opportunistes

Présence d'espèces indicatrices de bon état écologique

Pour chaque écorégion, deux espèces sont définies comme indicatrices d'un bon état écologique. Pour l'écorégion Pays de la Loire-Manche occidentale et l'écorégion Manche orientale, ces espèces sont deux algues brunes : la laminaire *Laminaria digitata* et *Padina pavonica*. Pour l'écorégion pays basque, il s'agit de la rhodophycée *Gelidium corneum* et de *Padina pavonica*. Lorsque l'une ou l'autre de ces deux espèces indicatrices est présente, un point est ajouté à la moyenne des deux sous-indices « espèces caractéristiques » et « espèces opportunistes ». Ce point « bonus » n'est attribué que dans le cas du niveau 1-2.

Richesse spécifique totale

Elle est déterminée sur 2,5 m² (10 quadrats) pour l'étage infralittoral supérieur (niveaux 1-2) et sur 2m² (8 quadrats) pour l'étage infralittoral inférieur (niveau 3). Si la surface d'échantillonnage est supérieure à ces valeurs, on effectue une sélection aléatoire afin de retenir le nombre de quadrats requis.

La diversité floristique correspond au nombre total de taxons recensés au sein de la surface d'échantillonnage correspondant au niveau. Pour les espèces difficiles à identifier *in situ*, un échantillon peut être collecté et mis en alguier⁷.

⁷ Si nécessaire, une contractualisation pourra être envisagée avec la Station de Biologie Marine de Concarneau qui pourra assurer la détermination des macroalgues (S. Derrien-Courtel).

Stipes de *Laminaria hyperborea* - épibioses

Cette note repose sur 2 sous-indices : la longueur moyenne des stipes de *Laminaria hyperborea* d'une part et la surface moyenne des épibioses d'autre part. Pour chacun de ces paramètres, il existe deux barèmes, fonctions du niveau.

Il s'agit d'effectuer ces relevés sur 10 stipes représentatifs, choisis de manière aléatoire dans chacun des niveaux (10 stipes dans les niveaux 1-2 et 10 stipes dans le niveau 3), si cette laminaire y est dominante et bien représentée. Pour chaque stipe de *Laminaria hyperborea*, on relève alors :

- la longueur totale du stipe (du début de la lame au début du crampon)
- la surface moyenne occupée par l'ensemble des épibioses. Il s'agit d'estimer la surface occupée par l'ensemble des épibioses dans un plan : [hauteur le long du stipe] x [la largeur perpendiculairement au stipe] x2 (si les épibioses sont développés sur tout le pourtour du stipe).

Nous proposons là aussi une étude plus complète (hors notation), en relevant :

- la longueur totale occupée par les épibioses (niveau de début et de fin en cotes par rapport au début du crampon),
 - le diamètre du stipe au milieu du stipe,
 - les 5 principaux épibioses présents (flore et/ou faune, taxon ou espèce, au maximum de la détermination *in situ*) en les quantifiant en surface (cm²) par schématisation géométrique.
- Pour les 5 taxons les mieux représentés, on relève leur position sur le stipe (haut et/ou milieu et/ou bas).

Pour chaque stipe, la surface totale des 5 épibioses principaux est rapportée à la longueur totale épiphytée du stipe pour obtenir une surface totale par mètre linéaire de stipe épiphyté. On calcule ensuite la moyenne sur les 10 stipes pour obtenir la surface moyenne des épibioses.

II Protocole de calcul de l'indice de qualité et de l'EQR

La mise au point de cet indice a également bénéficié des réflexions menées par E. Ar Gall et M. Le Duff pour le développement d'un indice de qualité « macroalgues des estrans intertidaux rocheux » (Ar Gall E. et Le Duff M., 2007).

Les masses d'eaux côtières de la façade Manche Atlantique sont réparties dans 17 types. Les masses d'eaux retenues représentent 13 types différents. Pour les besoins d'application de ce protocole, il a été nécessaire de répartir ces 13 types au sein de 3 supertypes :

- Supertype A : côte rocheuse peu turbide (C1, C2, C14 et C15)
- Supertype B : côte sablo-vaseuse peu turbide (C3, C4, C7, C9, C10, C11, C13 et C17)
- Supertype C : côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide (C12).

II.1 Calcul de l'indice de qualité

Un système de barème de notation va permettre d'attribuer une note pour chacun des paramètres étudiés. Chacune de ces notes participera au calcul de l'indice de qualité du site.

Limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales.

Pour chaque niveau, la limite inférieure de la ceinture algale permet, en fonction du supertype auquel appartient la masse d'eau, d'attribuer une note en utilisant les valeurs de référence données dans le Tableau 22. La note « ceinture algale » est calculée en effectuant le rapport entre la profondeur de la limite inférieure d'un niveau et la valeur de référence correspondante (issue des données des sites de référence). On multiplie ce résultat par 30 pour obtenir la note sur 30 points.

Supertype	Valeur de référence niveau 1-2	Valeur de référence niveau 3
A : Côte rocheuse peu turbide	-28,45m	-32,22m
B : Côte sablo-vaseuse peu turbide	-12,47m	-14,73m
C : Côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide	-4,19m	-8,08m

Tableau 22 : Valeurs de référence : Limites d'extension en profondeur des ceintures algales

Lorsque la fin d'un niveau n'est pas observable (sédiment, transect trop long), il est tout de même possible d'attribuer une note minimum au niveau. Cette note est prise en compte dans le calcul du score final seulement si elle l'améliore.

Composition et densité des espèces définissant l'étagement :

Ce paramètre n'est pertinent que dans la notation des niveaux 1-2, c'est pourquoi le niveau 3 n'est pas noté sur ce critère. Néanmoins, les données recueillies dans le niveau 3 sont utiles pour mettre en évidence d'éventuels changements de composition au sein des espèces définissant l'étagement.

Dans le cas où plusieurs bathymétries se trouvent dans les niveaux 1-2, on ne retient que celle pour laquelle la densité moyenne des espèces définissant l'étagement est la plus importante.

Un barème différent est appliqué selon le supertype auquel appartient la masse d'eau (cf. **Tableau 23**).

Densité des espèces définissant l'étagement (nb ind / m ²)		Note
Supertype A et B	Supertype C	
<10	<15	0
[10 ; 20[	[15 ; 30[	5
[20 ; 35[	[30 ; 45[	10
[35 ; 60[	[45 ; 60[	15
≥60	≥60	20

Tableau 23 : Barème de notation : Densité des espèces définissant l'étagement

Composition spécifique :

Cette note est attribuée pour le niveau 1-2 et le niveau 3. Si le nombre de quadrats réalisés dans un niveau est supérieur à celui requis, on procède alors à un tirage au sort aléatoire afin d'obtenir le nombre de quadrats nécessaire.

Cette note est la résultante de 3 sous-indices :

Espèces caractéristiques :

Pour chaque niveau, un comptage des espèces caractéristiques est réalisé, ce qui permet de déterminer le nombre d'espèces caractéristiques bien représentées (Fréq occ > 10%) dans chaque niveau. Le barème (cf. Tableau 24) permet, en fonction du supertype de la masse d'eau, d'attribuer une note.

	Nombre d'espèces caractéristiques présentes dans le niveau 2	Nombre d'espèces caractéristiques présentes dans le niveau 3	note
Supertype A ou B	<9	<5	0
	[9-12[	[5-8[	5
	[12-15[	[8-11[	10
	[15-18[	[11-14[	15
	≥18	≥14	20
Supertype C	<5	<5	0
	[5-8[	[5-8[	5
	[8-11[	[8-11[	10
	[11-14[	[11-14[	15
	≥14	≥14	20

Tableau 24 : Barème de notation : Espèces caractéristiques

Espèces opportunistes

Dans chaque ceinture, les espèces opportunistes sont dénombrées au sein des quadrats (10 dans le niveau 1-2 et 8 dans le niveau 3 sélectionnés de manière aléatoire si nécessaire). On calcule ensuite leur densité (en nombre de pieds / m²). Un barème unique (cf. Tableau 25) permet, quel que soit le niveau étudié, de donner une note en fonction de la densité totale des espèces opportunistes.

Densité d'espèces opportunistes (nd ind / m ²)	Note
≥30	0
[20 ; 30[	5
[12 ; 20[	10
[7 ; 12[	15
[0 ; 7[	20

Tableau 25 : Barème de notation : Espèces opportunistes

Présence d'espèces indicatrices de bon état écologique

Pour chacune des écorégions, deux espèces indicatrices de bon état écologique sont définies (cf. Tableau 26).

Ecorégion	Manche occidentale-Pays de Loire et Manche orientale	Pays basque
Espèces indicatrices de bon état écologique	<i>Laminaria digitata</i> <i>Padina pavonica</i>	<i>Gelidium corneum</i> <i>Padina pavonica</i>

Tableau 26 : espèces indicatrices de bon état écologique selon l'écorégion

Si au moins une des espèces indicatrices est présente sur un site, un point supplémentaire est ajouté à la moyenne des deux sous-indices "espèces caractéristiques" et "espèces opportunistes". Ce point bonus n'est attribué que pour le niveau 1-2.

Richesse spécifique totale :

Dans chaque quadrat, la diversité algale est mesurée en listant les espèces présentes. Ceci permet de recenser le nombre de taxons sur une surface d'échantillonnage minimum (10 quadrats dans les niveaux 1-2 et 8 quadrats dans le niveau 3). Si pour un niveau, le nombre de quadrats réalisés est supérieur, on procède alors à un tirage au sort aléatoire afin d'obtenir le nombre de quadrats requis.

Selon le niveau étudié, une grille de notation (sur 10 points) permet de qualifier le site selon la richesse spécifique totale mesurée (cf. Tableau 27).

Niveaux 1-2			
	Supertype A	Supertype B ou C	Note
Nombre de taxons recensés sur 10 quadrats	<15	<20	0
	[15 ; 20[	[20 ; 30[	5
	[20 ; 30[	[30 ; 40[	10
	[30 ; 40[	[40 ; 45[	15
	≥40	≥45	20

Niveau 3			
	Supertype A	Supertype B ou C	Note
Nombre de taxons recensés sur 8 quadrats	<8	<15	0
	[8 ; 12[	[15 ; 25[	5
	[12 ; 16[	[25 ; 30[	10
	[16 ; 20[	[30 ; 35[	15
	≥20	≥35	20

Tableau 27 : Barème de notation : Richesse spécifique totale

Stipes de *Laminaria hyperborea* - épibioses

Pour chaque niveau, cette note est obtenue en calculant la moyenne de deux sous-indices qui sont la longueur moyenne des stipes et la surface moyenne de la totalité des épibioses de *Laminaria hyperborea*.

Pour étudier ces paramètres, 10 stipes représentatifs sont choisis de manière aléatoire au sein des niveaux 1-2 et 3. Pour chaque stipe, on mesure la longueur totale et la surface de la totalité des épibioses. Pour chaque niveau, ces données permettent d'établir la longueur moyenne des stipes et la surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe. Une note est attribuée pour chaque sous-indice en utilisant une grille de notation qui prend en compte le niveau étudié (cf. Tableau 28).

Pour chaque niveau, la note "stipes de *Laminaria hyperborea* - épibioses" est obtenue en calculant la moyenne des notes des deux sous-indices « longueur des stipes » et « surface des épibioses ».

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	Note
Surface moyenne des épibioses par ml de stipe épiphyté (cm ² /m)	[0 ; 100[	[0 ; 50[	0
	[100 ; 400[	[50 ; 100[	5
	[400 ; 700[	[100 ; 150[	10
	[700 ; 1000[	[150 ; 200[	15
	≥1000	≥200	20

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	Note
Longueur moyenne des stipes (cm)	[0 ; 25[	[0 ; 3[	0
	[25 ; 45[	[3 ; 7[	5
	[45 ; 65[	[7 ; 11[	10
	[65 ; 85[	[11 ; 15[	15
	≥85	≥15	20

Tableau 28 : Barème de notation : Stipes de *L. hyperborea* - épibioses

Calcul de l'indice de qualité du site

L'indice de qualité du site est obtenu en calculant la moyenne (rapportée sur 100 points) des notes obtenues pour chacun des niveaux (cf. Figure 5).

Dans la mesure où l'un des paramètres ne peut être noté (ex : absence de *Laminaria hyperborea*), la note moyenne de chaque niveau est pondérée pour ne pas pénaliser l'indice de qualité global du site.

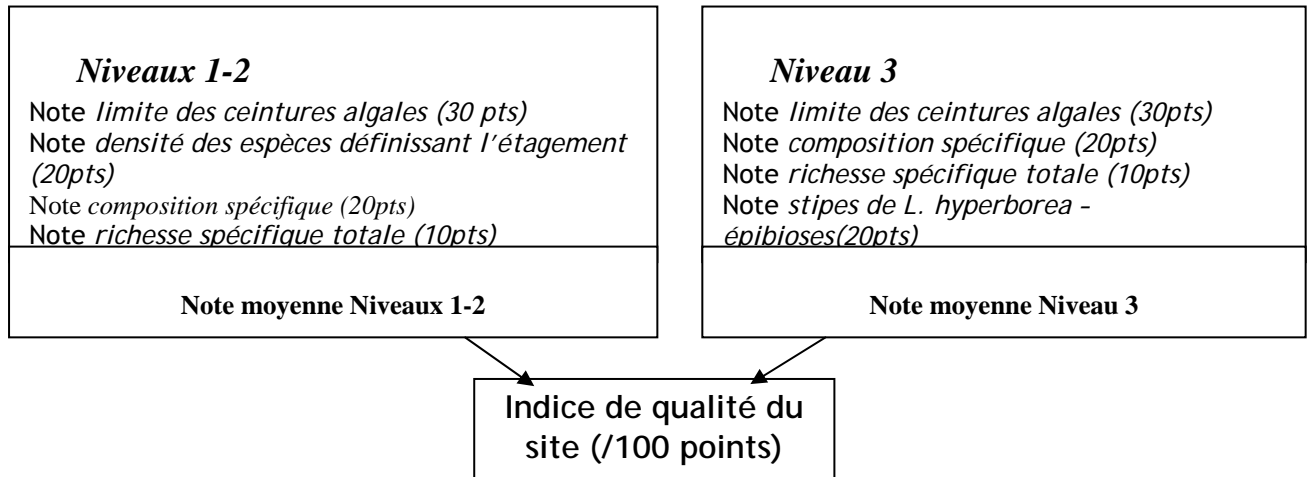


Figure 5 : Calcul de l'indice de qualité du site

II.2 Calcul de l'EQR

L'EQR ou Ecological Quality Ratio se calcule en faisant le rapport entre l'indice de qualité d'un site et l'indice de qualité (ou médiane des indices de qualité) du (des) site(s) de référence. Pour chaque supertype, un ou plusieurs sites illustrant des conditions dites de référence ont été définis (cf. Tableau 29). Pour le calcul de l'EQR, on utilisera les meilleurs indices de qualité obtenus par les sites de référence lors des différents relevés.

Les sites de Chausey et des Pierres Noires étaient initialement désignés comme sites de référence pour le supertype B. Néanmoins, le site des Haies de la Conchée obtient un indice de qualité supérieur, notamment grâce à des ceintures algales qui atteignent des profondeurs plus importantes et des laminaires *Laminaria hyperborea* plus grandes et plus épiphytées. Ainsi, les indices de qualité obtenus par les Haies de la Conchée et Chausey sont respectivement de 58,7 et 54,7. Il a donc été décidé d'utiliser les 3 sites (Chausey, les Haies de la Conchée et les Pierres Noires) comme référence pour le supertype B.

Supertype A	Supertype B	Supertype C
La Barrière (Sept îles) Ar Forc'h Vihan (Ouessant) Les Bluiniers (Glénan)	Les Pierres Noires (Quiberon) Les Haies de la conchée (Saint Malo) Chausey	Ile Ronde (Rade de Brest)

Tableau 29 : Sites de référence

II.3 Grille de lecture

Une grille de lecture permet, en fonction de l'EQR d'un site, de qualifier l'état écologique de la masse d'eau concernée conformément au Tableau 18.

EQR	[0 ; 0,25[	Très mauvais
	[0,25 ; 0,45[	Mauvais
	[0,45 ; 0,65[	Moyen
	[0,65 ; 0,85[	Bon
	[0,85 ; 1]	Très bon

Tableau 30 : Grille de lecture de l'EQR

Dans les cas où plusieurs sites sont dans la même masse d'eau, on calcule l'EQR moyen de ces derniers pour qualifier ensuite la masse d'eau.

Annexe 8 : Analyse des données hors évaluations

En plus de l'échantillonnage réalisé pour les besoins de l'EIL, quelques données complémentaires ont été acquises « hors évaluation ». L'objectif était de familiariser les opérateurs avec de nouveaux paramètres proposés pour le second cycle de suivi DCE (DCE-2 : (Derrien-Courtet et Le Gal, 2014b). Chaque binôme a ainsi réalisé 4 quadrats dans lesquels il devait relever la flore et la faune, et 2 quadrats dans lesquels ils devaient mesurer les stipes et caractériser l'état physiologique de la laminaire pérenne *Laminaria hyperborea*.

Quadrats faune et flore dans le circalittoral côtier

L'objectif était de familiariser les opérateurs avec l'identification et le dénombrement (nombre d'individus, pourcentage de recouvrement) des espèces du circalittoral. En effet, le MNHN-Concarneau a proposé d'ajouter le suivi de la faune et de la flore du circalittoral côtier dans le programme de surveillance du second cycle DCE (= DCE-2) afin de mieux prendre en compte les masses d'eau turbide et/ou à dominance faunistique notamment.

Les tableaux ci-dessous présentent les données de chaque binôme pour les deux quadrats réalisés dans le circalittoral côtier des Bluiniers.

Type de mesure	Phylum	Taxon	MNHN-Concarneau	Binôme 1	Binôme 2	
Pourcentage	Ascidies	Didemnidae	0.2	1	1	
		<i>Diplosoma spongiforme</i>	4			
	Spongiaires	Eponges encroûtantes		5		
	Spongiaires	<i>Iophon hydmani</i>	1			
Indice d'abondance	Rhodophycées	Algues brunes encroûtantes		3		
		<i>Phymatolithon lenormandii</i>	6	6	6	
Nombre d'individus	Anthozoaires	<i>Caryophyllia smithii</i>		1	1	
		<i>Corynactis viridis</i>	105	97	50	
	Ascidies	<i>Aplidium punctum</i>	2			
	Bryozoaires	<i>Crisia sp.</i>		10%	4	
		<i>Crisidia cornuta</i>	34			
	Cyanobactéries	<i>Rivularia bullata</i>	1			
	Echinodermes	<i>Asterias rubens</i>	2			
	Hydriaires	Hydriaires indéterminés	3		5	
	Phéophycées	<i>Dictyopterus polypodioides</i>	23	32	32	
		<i>Halopteris filicina</i>	4	5	21	
	Rhodophycées	<i>Asparagopsis armata</i> (Tétrasporyte = <i>Falkenbergia rufolanosa</i>)				15
		<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>		5		
		<i>Bonnemaisonia hamifera</i> (Tétrasporyte= <i>Trailiella intricata</i>)		6		
		<i>Callophyllis laciniata</i>			2	
		<i>Heterosiphonia plumosa</i>		2		
		<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>		3		9
		<i>Plocamium cartilagineum</i>		3		
		<i>Pterothamnion sp.</i>				1

Les Bluiniers : Données faune et flore du quadrat N°1 réalisé dans le circalittoral côtier par les 3 opérateurs

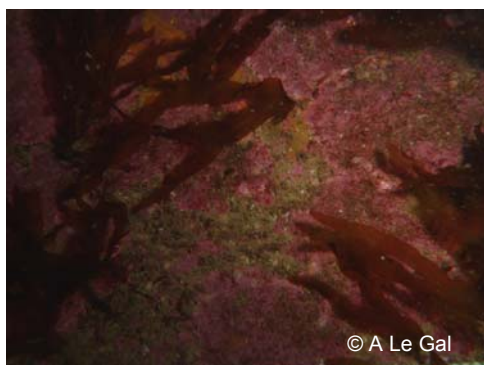
Ce quadrat était tombé et a dû être repositionné par le premier binôme. Les résultats peuvent donc différer de ceux du référent

Type de mesure	Phylum	Taxon	MNHN-Concarneau	Binôme 1	Binôme 2
Pourcentage	Ascidies	Didemnidae	1		2
	Bryozoaires	<i>Cellepora pumicosa</i>			2
	Spongiaires	<i>Iophon hyndmani</i>	1.6		
Indice d'abondance	Phéophycées	Algues brunes encroûtantes	1	3	
	Rhodophycées	<i>Phymatolithon lenormandii</i>	6	5	
Nombre d'individus	Anthozoaires	<i>Alcyonium glomeratum</i>		2	
		<i>Caryophyllia smithii</i>	3	1	1
		<i>Corynactis viridis</i>	95		
		Ascidies	<i>Aplidium punctum</i>			2
	Bryozoaires	<i>Crisia sp.</i>	2		
	Echinodermes	<i>Holothuria forskali</i>	1		
		<i>Marthasterias glacialis</i>	1	2	2
	Hydraires	<i>Eudendrium sp.</i>		4	
		Hydraires indéterminés		4		3
	Phéophycées	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	39	39	28
		<i>Halopteris filicina</i>	10	5	1
	Rhodophycées	<i>Acrosorium ciliolatum</i>		4	1
		<i>Asparagopsis armata</i> (Tétrasporyte = <i>Falkenbergia rufolanosa</i>)			36
		<i>Bonnemaisonia hamifera</i> (Tétrasporyte = <i>Trailiella intricata</i>)	28		
		<i>Calliblepharis ciliata</i>		6	
		<i>Callophyllis laciniata</i>	1	4	3
		<i>Delesseria sanguinea</i>			1
		<i>Heterosiphonia plumosa</i>			1
		<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	8		
		<i>Phyllophora crispa</i>		7	
<i>Plocamium cartilagineum</i>				1	
<i>Polysiphonia sp.</i>		2	16		

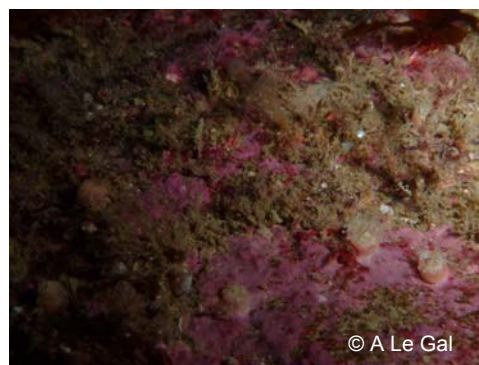
Les Bluiniers : Données faune et flore du quadrat N°2 réalisé dans le circalittoral côtier par les 3 opérateurs

Le premier quadrat a glissé entre le passage du binôme du MNHN-Concarneau et celui des autres binômes. Le quadrat a été replacé mais probablement pas à son emplacement initial. Il est donc possible de comparer seulement les données des binômes 1 et 2. Les résultats montrent que seuls quelques taxons sont observés par les deux binômes avec des dénombrement comparables. Il s'agit de la phéophycée *Dictyopteris polypodioides*, de la rhodophycée encroûtante *Phymatolithon lenormandii* et de l'anthozoaire *Caryophyllia smithii*. Pour le reste, les taxons sont soit observés par un seul des deux binômes, soit les dénombrements sont très différents. On signalera également que le bryzoaire *Crisia sp.* a fait l'objet d'une estimation en pourcentage de recouvrement par l'un des binômes et non d'un dénombrement, tel qu'il se devait.

Concernant le quadrat 2, il est possible de comparer les données entre les trois opérateurs. Ici aussi, les données diffèrent beaucoup entre les binômes. Seule la phéophycée *Dictyopteris polypodioides* et l'échinoderme *Marthasterias glacialis* semblent correctement évalués. Pour le reste, les dénombrements sont trop différents, voir absents (confusion ou oublis).



La phéophycée *Dictyopteris polypodioides* a été correctement identifiée et dénombrée par les deux binômes



L'anthozoaire *Corynactis viridis* était présent en grand nombre mais il n'a pas toujours été dénombré

Quadrats faune et flore dans l'infralittoral supérieur

Toujours dans la perspective d'intégrer la faune dans le suivi DCE, les opérateurs ont réalisé deux quadrats par binôme dans l'infralittoral supérieur de Pen a Men, dans lesquels ils devaient dénombrer la faune et la flore. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-

Type mesure	Phylum	Taxon	MNHN-Concarneau	Binôme 1	Binôme 2	
Indice d'abondance	Phéophycées	Algues brunes encroûtantes	1			
	Rhodophycées	<i>Cruoria pellita</i>	1		2	
		<i>Phymatolithon lenormandii</i>	6	6	4	
		<i>Mesophyllum lichenoides</i>			2	
Nombre d'individus	Annélides	Annélides polychètes	3			
		<i>Spirobranchus sp.</i>	24		20	
	Anthozoaires	<i>Balanophyllia regia</i>			11	
		<i>Caryophyllia smithii</i>	8	17	2	
		<i>Corynactis viridis</i>			1	
	Ascidies	<i>Aplidium punctum</i>			1	
	Bryozoaires	<i>Crisia sp.</i>			5	
		<i>Scrupocellaria reptans</i>	9			
		<i>Scrupocellaria sp.</i>			4	
	Chlorophycées	<i>Codium tomentosum</i>	1	1	2	
		<i>Ulva sp.</i>			2	
		<i>Ulva (Enteromorpha) sp.</i>		1		
		<i>Cladophora sp.</i>			1	
	Crustacés	Balanomorpha	130	Présent	80	
	Echinodermes	<i>Asterias rubens</i>	1			
	Hydriaires	<i>Aglaophenia sp.</i>			2	
	Mollusques	Mollusques (bivalves)			1	
		Mollusques (rissoa)			4	
		<i>Nassarius sp.</i>	1	7	1	
	Phéophycées	<i>Cystoseira baccata</i>	5	3	5	
		<i>Dictyopteris polydoides</i>	2	2	2	
		<i>Halopteris filicina</i>	6	9	11	
		<i>Laminaria hyperborea</i>	1	1	1	
	Rhodophycées	Algues calcaires dressées	46	150	52	
		<i>Asparagopsis armata</i> (Tétrasporephyte = <i>Falkenbergia rufolanosa</i>)			1	
		<i>Callophyllis laciniata</i>		2		
		<i>Heterosiphonia plumosa</i>	18	7	9	
		<i>ErythroGLOSSUM laciniatum</i>			1	
		<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	5		1	
		<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>			1	
		<i>Phyllophora crispa</i>	38		16	
	Spongiaires	<i>Polymastia boletiformis</i>	15			
		<i>Polymastia penicillus</i>			1	
	Pourcentage de recouvrement	Ascidies	Didemnides indéterminés			5
		Bryozoaires	Bryozoaires encroûtants	Présent		
			<i>Schizomavella sp.</i>			2
		Phéophycées	<i>Cutleria multifida</i> (sporophyte = <i>Aglaozonia parvula</i>)	0.1		
			<i>Zanardinia typus</i>			5
		Spongiaires	éponge blanche en mousse			5
			Eponges encroûtantes	1		
<i>Eurypon sp.</i>					1	
<i>Haliclona sp.</i>					1	
<i>Hymedesmia (Hymedesmia) pansa</i>			1			
<i>Phorbas plumosus</i>			3		5	
<i>Pseudosuberites sulphureus</i> ?			0.5			
Forme tubulaire orange				2		
Eponge orange, odorantes (prélevée)				8		
Eponge jaune, excroissances (prélevée)			9			

après.

Pen a Men : Données faune et flore du quadrat N°1 réalisé dans l'infralittoral supérieur par les 3 opérateurs

Type mesure	Phylum	Taxon	MNHN-Concarneau	Binôme 1	Binôme 2	
Indice d'abondance	Phéophycées	Algues brunes encroûtantes	3	5		
	Rhodophycées	<i>Cruoria pellita</i>	3		3	
		<i>Phymatolithon lenormandii</i>	5	4	5	
Nombre d'individus	Annélides	<i>Spirobranchus sp.</i>	2	2	2	
	Bryozoaires	<i>Crisia sp.</i>		20		
		<i>Scrupocellaria reptans</i>	23			
		<i>Scrupocellaria sp.</i>		1		
	Chlorophycées	<i>Ulva sp.</i>	1	1	1	
	Crustacés	Balanomorpha		10		
	Hydriaires	Hydriaires indéterminés	3			
	Mollusques	<i>Gibbula sp.</i>	1	2	2	
		Mollusques (Rissoa)			1	
	Phéophycées	<i>Laminaria hyperborea</i>	10	10	9	
		Jeunes laminaires indéterminées	1	2		
	Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i>			2	
		<i>Aglaothamnion sp.</i>		1		
		Algues calcaires dressées	9	1	5	
		<i>Apoglossum ruscifolium</i>	5	1		
		<i>Callophyllis laciniata</i>	1	2	2	
		<i>Cryptopleura ramosa</i>			9	
		<i>Delesseria sanguinea</i>	2			
		<i>Erythroglossum laciniatum</i>	36	15		
		<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	1	3	2	
		<i>Heterosiphonia plumosa</i>	3	8	3	
		<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	1			
		<i>Kallymenia reniformis</i>	1			
		<i>Meredithia microphylla</i>		2		
		<i>Phyllophora crispa</i>		Identification incertaine		
		<i>Polysiphonia sp.</i>	1			
		<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		1		
<i>Schottera nicaeensis</i>		3				
Pourcentage de recouvrement		Phéophycées	<i>Zanardinia typus</i>			40
		Spongiaires	Eponges encroûtantes		5	
			<i>Myxilla (Myxilla) rosacea</i>	2		
	<i>Phorbas plumosus</i>				5	

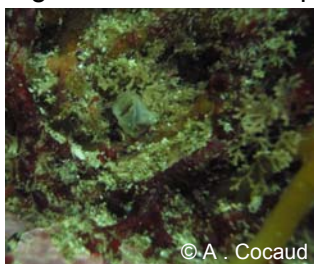
Pen a Men : Données faune et flore du quadrat N°2 réalisé dans l'infralittoral supérieur par les 3 opérateurs

Encore une fois, les taxons pour lesquels les dénombrements sont proches sont peu nombreux. On peut citer les phéophycées *Dictyopteris polypodioides* et *Laminaria hyperborea* pour le quadrat 1.

Concernant le second quadrat, les résultats sont relativement similaires pour les rhodophycées *Phymatolithon lenormandii*, *Callophyllis laciniata* et *Callophyllis laciniata*, *Ulva sp.*, la phéophycée *Laminaria hyperborea*, l'annélide *Spirobranchus sp.* et le mollusque *Gibbula sp.*.

Plusieurs sources d'erreur ou d'incertitude peuvent partiellement expliquer les écarts dans les relevés :

- L'état des algues : début octobre, beaucoup d'algues sont dégradées ou recouvertes d'épibioses (bryozoaires) compliquant l'identification
- L'impossibilité de prélever dans le quadrat pour les deux premiers binômes qui l'étudient. Il est possible que l'échantillon prélevé en dehors du quadrat ne corresponde pas à ce qui a été observé à l'intérieur de celui-ci.
- Certains individus (notamment des bryozoaires) se développent en utilisant d'autres organismes comme support. Dans ce cas, ils ne doivent pas être dénombrés.



Cet annélide fixé sur les haptères d'une *Laminaria hyperborea* a été observé mais ne devait pas être dénombré

© A. Cocaud

- Le moindre déplacement du quadrat peut modifier significativement le relevé qui en découle
- Les problèmes d'identification (confusion *in situ*, absence de prélèvement) ; par exemple, le binôme référent et le binôme 1 ont tous les deux dénombrés des Bryozoaires du genre *Crisia* sp.. Cependant, un prélèvement réalisé par le MNHN-Concarneau a permis de déterminer à posteriori qu'il s'agissait d'un autre bryzoaire *Scruppocelaria reptans*. De même, le binôme 2 signale la présence de *Zanardinia prototypus* mais un échantillon prélevé par le MNHN-Concarneau laisse penser qu'il s'agissait de *Aglaozonia parvula*, une autre phéophycée qui adhère au substrat (cf photos ci-dessous).

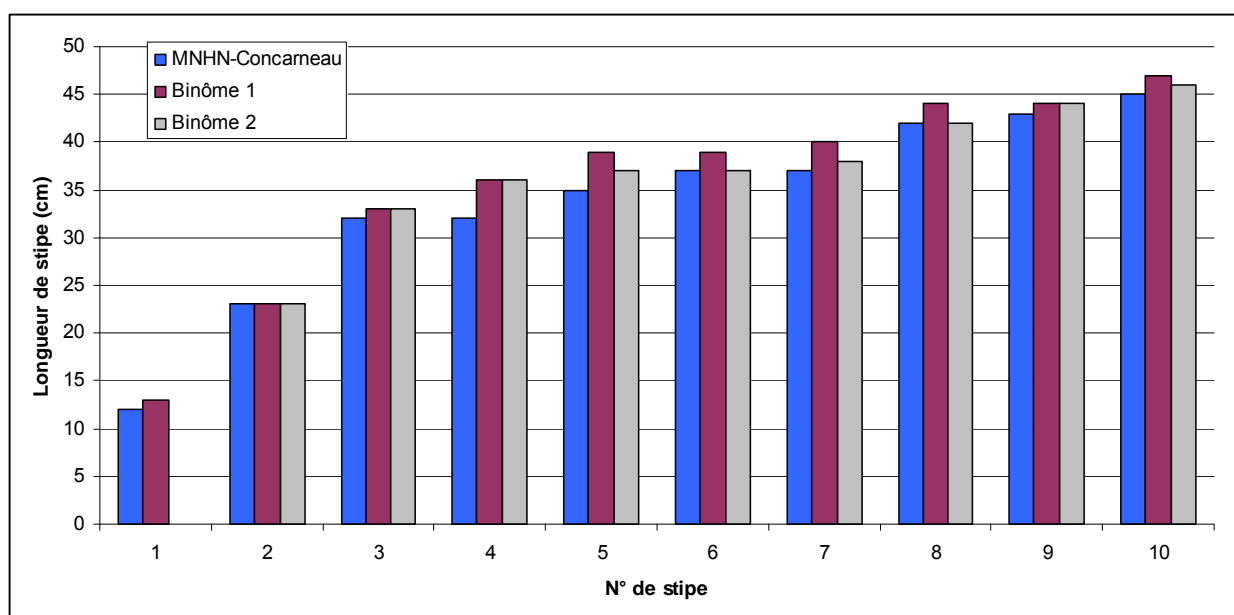


Les algues brunes adhérentes *Zanardinia prototypus* (à gauche) et *Aglaozonia parvula* (sporophyte de *Cutleria multifida*) (à droite) peuvent être l'objet de confusion

Quadrats « Dénombrement des algues structurantes et étude de *L. hyperborea* »

Dans ces quadrats, les algues structurantes sont dénombrées. Si des laminaires pérennes *L. hyperborea* ou *L. ochroleuca* sont présentes, il faut mesurer la longueur de leur stipes et caractériser leur état physiologique (présence de nécroses). Pour alléger le travail de terrain, les opérateurs ont réalisés les mesures sur les *L. hyperborea* (seule laminaire pérenne présente) au sein de quadrats réalisés pour l'évaluation EIL. Les données de dénombrement des algues structurantes ont donc été analysées dans le paragraphe III.3 du rapport. L'analyse portera donc uniquement sur les mesures des longueurs de stipes et sur la qualification de l'état physiologique des individus.

Les résultats concernant les mesures de longueur de stipes de *L. hyperborea* sont présentés ci-dessous. Le quadrat étudié était assez riche en *Laminaria hyperborea*. La difficulté était donc de bien mesurer l'ensemble des individus une seule fois. On remarque que le binôme 2 recense 9 individus contre 10 pour les 2 autres. A priori, un individu de petite taille (12cm environ) n'a pas été observé par ce binôme.



Longueurs des stipes de *Laminaria hyperborea* en fonction des opérateurs

Concernant l'état physiologique de *Laminaria hyperborea*, le tableau ci-dessous présente la répartition des individus au sein des 4 catégories d'état physiologique. Les résultats sont proches entre le binôme 1 et le référent. Le binôme 2 est le seul à avoir recensé un individu en stade 4. Autant l'appréciation d'un stade 2 ou 3 (lame quasiment absente) peut être délicate, autant la définition du stade 4 (fronde absente, stipe coupé) laisse peu d'ambiguïté. Ces éléments seront discutés avec le binôme 2 afin de vérifier que les niveaux de nécroses sont correctement caractérisés.

N° de stipe	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4
MNHN-Concarneau	70%	30%	-	-
Binôme 1	80%	10%	10%	-
Binôme 2	44%	33%	11%	11%

Etat physiologique des individus de *Laminaria hyperborea* en fonction des opérateurs



Avec le soutien de



et de

