

ESSAIS INTER-LABORATOIRES SUR LES MACROALGUES INTERTIDALES EN MILIEU MARIN

Aquaref -I-A-04 - Méthodes de bioindication en eaux littorales

Laurence Miossec, Dominique Soudant,
Erwan Ar Gal et Michel Le Duff

Septembre 2013

Programme scientifique et technique
Année 2012

Contexte de programmation et de réalisation

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du programme d'activité AQUAREF pour l'année 2012

Auteur (s) : Miossec L., Soudant D., Ar Gal E. et Le Duff M.

Prénom Nom Laurence Miossec
Etablissement Ifremer - Nantes
Email Laurence.Miossec@ifremer.fr

Prénom Nom Dominique Soudant
Etablissement Ifremer-Nantes
Email Dominique.Soudant@ifremer.fr

Prénom Nom Erwan Ar Gal
Etablissement UBO, Lemar, UMR 6539 (Brest)
Email Erwan.ArGall@univ-brest.fr

Prénom Nom Michel Le Duff
Etablissement UBO, Observatoire, UMS 3113 (Brest)
Email mleduff@univ-brest.fr

Vérification du document :

Prénom Nom : Christian Chauvin
Etablissement : Irstea
Email : Christian.C Chauvin@irstea.fr

Prénom Nom : Anne Morin
Etablissement : Aquaref - Ineris
Email : Anne.MORIN@ineris.fr

Les correspondants

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

Etablissement : Onema

Référence du document : Miossec Laurence, Soudant Dominique, Ar Gal Erwan et Le Duff Michel,-
Essais inter-laboratoires sur les macroalgues intertidales en milieu marin - Rapport AQUAREF 2012 -
42 p.

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

I. Introduction.....	6
II. Matériel et méthodes	6
II.1. Organisation et participants.....	6
II.2. Le site d'étude.....	7
II.3. Echantillonnage.....	8
II.4. Traitement et examen des données.....	9
III. Résultats.....	9
III.1. Déroulement de l'exercice.....	9
III.2. Examen des données brutes	12
III.3. Calcul de l'EQB	16
IV. Discussion	19
V. Conclusion.....	21
VI. Bibliographie.....	21
VII. Annexes.....	23

Liste des annexes :

Annexe 1 : Protocole CCO et calcul de l'indicateur

Annexe 2 : Fiche terrain DCE Macroalgues Intertidales

Annexe 3 : Exemples de fiches de terrain pré remplies fournies aux intervenants pendant l'exercice d'intercalibration (une fiche pour chaque point de chaque ceinture).

Titre : Essais inter-laboratoire sur les macroalgues intertidales en milieu marin

AUTEURS : Miossec Laurence, Soudant Dominique, Ar Gal Erwan et Le Duff Michel

Resumé

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 intertidales, premier exercice *in situ* pour les eaux littorales. Les sources d'incertitudes ont été étudiées et hiérarchisées. Quelques points faibles dans le protocole méthodologique de l'élément de qualité et dans celui de l'EIL ont été identifiés ; des solutions d'amélioration ont été proposées.

Mots clés (thématique et géographique) : EIL, macroalgues intertidales, élément de qualité biologique, DCE, opérateurs, prélèvements, analyses, incertitudes

Title : Interlaboratory comparison on intertidal macroalgae in coastal water

Authors : Miossec Laurence, Soudant Dominique, Ar Gal Erwan et Le Duff Michel

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. It is the first exercise realized in the field for coastal waters. The sources of uncertainty have been studied and prioritized. Some methodological weaknesses in the protocols have been identified and some improvements have been proposed.

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

I. Introduction

La surveillance DCE en eau littorale est assurée par un ou plusieurs opérateurs suivant les éléments de qualité biologique (EQB). Chacun de ces opérateurs¹ a en charge les prélèvements et les analyses sur une portion du littoral surveillé. Les données collectées *in situ* sont bancarisées et leur traitement est le plus souvent centralisé et réalisé par l'expert thématique² concerné.

Ces processus opérationnels se font sous la condition d'une pratique homogène inter-opérateur. Pour cela, les intervenants doivent pouvoir s'appuyer sur un guide méthodologique précis et détaillé. De plus, il faut s'assurer de la bonne application des consignes formulées dans le guide. Les essais inter-laboratoires (EIL) sont des exercices récurrents qui ont pour objectif de vérifier que ces protocoles sont bien appliqués par les différents opérateurs afin que les résultats soient comparables sur l'ensemble du littoral surveillé. Ils visent, ainsi, à l'optimisation et à la standardisation des méthodes utilisées en surveillance.

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

Concernant l'hydrobiologie en milieu marin, seul le phytoplancton, parmi les EQB en milieu littoral, a fait l'objet d'EIL (Grossel, 2009). L'EIL sur les macroalgues intertidales dont les résultats font l'objet de ce document, est le premier réalisé en milieu marin. L'objectif que nous nous fixons, à terme dans le cadre d'Aquaref, est de définir les modalités de ce que doit être un EIL pour les éléments de qualité biologique en milieu marin lorsque prélèvements et analyses se concentrent *in situ*. Dans le cadre de ce premier exercice, notre objectif est plus modeste, il consiste à identifier les différentes mesures effectuées sur le terrain, permettant de calculer l'EQB, et donc les sources d'incertitudes associées, au travers d'un exercice grandeur nature. Celui-ci, réalisé avec les opérateurs impliqués dans la mise en œuvre de la DCE pour les macroalgues intertidales en Manche Atlantique, permet également d'identifier les problèmes méthodologiques associés à la réalisation de l'EIL.

Ce document décrit les conditions de réalisation de l'exercice et présente les résultats obtenus.

II. Matériel et méthodes

II.1. Organisation et participants

Le premier exercice d'intercalibration entre laboratoires pour l'élément macroalgues intertidales s'est tenu à l'Institut Universitaire Européen de la Mer (UBO) les 12 et 13 décembre 2012. Le protocole de l'étude a été élaboré par E. Ar Gall (Lemar, UMR 6539) et M. Le Duff (Observatoire, UMS 3113), en relation avec L. Miossec et D. Soudant (Ifremer). L'exercice terrain a été piloté par E. Ar Gall et M. Le Duff, qui sont les experts thématiques DCE pour les macroalgues intertidales.

Tous les opérateurs DCE des façades Manche et Atlantique ont été réunis pour participer à la fois à des relevés de terrain et à une discussion sur la mise en œuvre du protocole d'observation *in situ* des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE (CCO, Cover -

¹ Suivant les EQB, un même opérateur peut effectuer tout ou partie du processus de collecte et d'analyse.

² L'expert thématique peut également être un opérateur du processus pour certains EQB.

Characteristic species - Opportunistic species) qu'ils utilisent depuis 2007 (annexe 1). Ce protocole fait l'objet de variantes en fonction des zones géographiques respectives. Il est décrit de façon exhaustive dans la rapport Aquaref « Consolidation et mise au point de méthodes de bio-indication et transfert aux opérateurs - Contributions Hydrobiologie en milieu marin » (Miossec *et al.*, 2012).

La liste des opérateurs est donnée dans le tableau 1, avec leur affiliation et la zone de suivi correspondante.

Tableau 1 : Liste des opérateurs présents au cours de l'exercice d'intercalibration

Nom	Affiliation	Secteur géographique couvert
F. Gevaert	Université de Lille	Artois-Picardie
E. Poisson	CSLN- Le Havre	Normandie
P. Hacquebart	GEMEL Normandie- Luc/mer	Normandie
Y. Joncourt	GEMEL Normandie- Luc/mer	Normandie
A. L. Barillé	Biolittoral- Nantes	Sud-Loire
A. Cocaud	Biolittoral-Nantes	Sud-Loire
M. Delemarre	Biolittoral- Nantes	Sud-Loire
N. Harin	Biolittoral- Nantes	Sud-Loire
P. G. Sauriau	LIENS- La Rochelle	Charentes
M. N. De Casamajor	Ifremer- Anglet	Pays Basque

Les opérateurs ont travaillé en solo ou en binôme, en fonction du nombre de participants par structure. Dans la suite du document, les résultats sont présentés de façon anonyme.

II.2. Le site d'étude

Le site choisi pour cette intercalibration est celui du Dellec qui se situe sur la commune de Plouzané à proximité de l'IUEM (figures 1 et 2). Il est suivi depuis 2004 par les experts thématiques DCE dans le cadre du REBENT Bretagne et dans celui de la DCE depuis 2007.

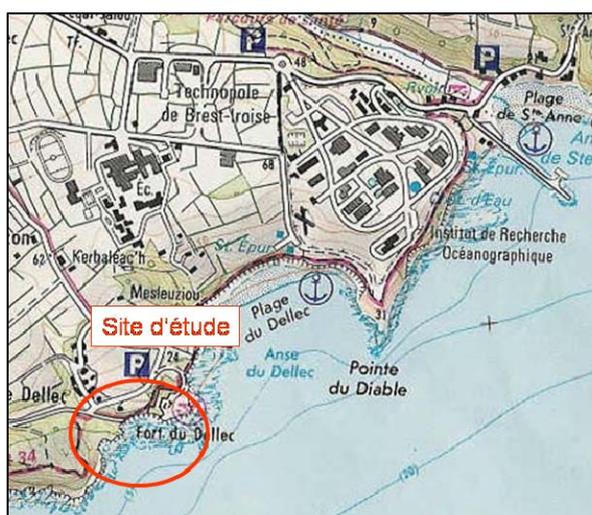


Figure 1 : Localisation du site d'étude

C'est un site où l'on retrouve les six ceintures de macroalgues intertidales (ceintures à *Pelvetia canaliculata*, à *Fucus spiralis*, à *Ascophyllum nodosum*, à *Fucus serratus*, à *Himanthalia*

elongata et à *Laminaria digitata*). C'est aussi un site complexe où les zones de roches en place sont entrecoupées de zones de blocs, notamment au niveau des trois premières ceintures.

C'est un site classé en très bon état suivant les critères DCE.



Figure 2 : Vue du site du Dellec, en direction du fond de la Rade de Brest (photo Lémar)

II.3. Echantillonnage

II.3.1. Protocole standard

Le protocole standard a été appliqué ; il est détaillé en annexe 1. Il s'agit de l'indice CCO (Cover - Characteristic species - Opportunistic species) appliqué en masses d'eau côtière. Il est basé sur 3 indices et s'appuie sur les estimations visuelles des surfaces et du recouvrement de 2 à 6 ceintures algales suivant les secteurs étudiés. Ces ceintures constituent des habitats particuliers, échantillonnés habituellement entre mars et juillet.

Les 3 indices sont calculés au niveau de la masse d'eau, intégrant les observations de toutes les ceintures. Il s'agit de :

- Indice de recouvrement (%), évaluant l'extension du couvert végétal global sur roche de chaque ceinture avec une notation pondérée en fonction de l'importance surfacique de chaque ceinture ;
- Indice de diversité intégrant la répartition, dans chaque ceinture, des groupes fonctionnels de macroalgues (espèces caractéristiques, comptabilisées à partir d'un seuil surfacique par niveau) ;
- Présence d'espèces opportunistes dont l'importance est évaluée par leur pourcentage de recouvrement.

II.3.2. Période et ceintures échantillonnées

Le site du Dellec est constitué de 6 ceintures algales accessibles par coefficient supérieur à 95.

Les dates des 12 et 13 décembre ont été choisies car les coefficients de marée atteignaient 89 et 98, ce qui permettait d'accéder aux ceintures à *Pelvetia canaliculata* (Pc), à *Fucus spiralis* (Fspi), à *Ascophyllum nodosum* (An) et à *Fucus serratus* (Fser) et d'y rester suffisamment longtemps pour que tous les participants y fassent leurs relevés. Les ceintures à *Himanthalia elongata* et à *Laminaria digitata*, présentes également sur le site, n'ont pas été incluses dans

cet exercice, car cela aurait nécessité une troisième journée de terrain.

Les points de prélèvements de chaque ceinture (3 par ceinture) sont ceux suivis par les experts thématiques dans le cadre du REBENT Bretagne et de la DCE MEC. Dans chaque point de prélèvement, 3 quadrats sont tirés au sort et échantillonnés. Les figures 3 et 5 illustrent la notion de « point de prélèvement » et de « quadrat ». Les 3 points de prélèvement par ceinture et les 3 quadrats par point de prélèvement ne constituent pas des répliqués, mais permettent une meilleure couverture de chaque ceinture (0,9m² au total), donc une meilleure évaluation de celle-ci.

Préalablement à l'EIL, les quadrats avaient été tirés au sort et échantillonnés par les experts thématiques dans le cadre d'une marée de préparation effectuée un mois auparavant (15 novembre 2012). Ces données récoltées ont servi de référence, permettant la comparaison avec les résultats obtenus par les opérateurs.

Des fiches terrain pré-imprimées dans lesquelles figuraient à la fois les quadrats qui devaient être échantillonnés, et les listes d'espèces caractéristiques et opportunistes, ont été distribuées aux participants (annexe 2). Ces fiches indiquaient également le critère « surface de recouvrement de ces espèces », nécessaire au calcul des points 2.1 et 2.3 du protocole (annexe 1). Il a également été rappelé aux participants qu'ils devaient estimer la surface des différentes ceintures et leur recouvrement algal (point 2.1 du protocole en annexe1).

II.4. Traitement et examen des données

Le calcul de l'indicateur a été réalisé conformément au protocole CCO (annexe 1).

Les données brutes ont été examinées exclusivement de manière descriptive du fait :

- de l'absence de répétitions,
- du faible nombre de mesures,
- de l'absence de contrôle sur l'erreur de seconde espèce par l'identification d'une différence biologiquement significative et, consécutivement, de l'absence de calcul d'un effectif approprié à la mise en évidence d'une telle différence sous couvert de la connaissance *a priori* de la variabilité.

En particulier, des analyses de variances ont été effectuées en tant qu'outil d'estimation des variances associées aux facteurs de variabilité. Les résultats Référents ont été exclus de ces calculs.

III. Résultats

III.1. Déroulement de l'exercice

Le 12 décembre, avant d'aller sur le terrain, un rappel des différents points du protocole DCE a été effectué au laboratoire. Au cours de ce premier jour de marée, les ceintures à *Pelvetia canaliculata* et à *Ascophyllum nodosum* ont été échantillonnées à raison de trois points par ceinture et de trois quadrats par point (figures 3, 4 et 5). Les participants à l'EIL se sont donc succédés (seuls ou par binômes) sur ces quadrats pré-sélectionnés dans les différents points, pour noter les espèces présentes et leurs recouvrements respectifs (figures 6, 7 et 8).

Après cette première matinée de terrain, tous les participants se sont retrouvés à l'IUEM pour comparer leurs résultats et discuter des problèmes rencontrés. Il est rapidement apparu que le point le plus délicat concernait l'estimation des surfaces de chaque ceinture. Les résultats (tableau 2) montraient une grande disparité entre les groupes qui s'expliquait, en partie, par la prise en compte des zones de blocs par les uns, alors que d'autres les avaient enlevés des surfaces végétalisables, ainsi que préconisé dans le protocole CCO. Il y est, en effet, stipulé que les blocs qui peuvent être facilement déplacés / retournés doivent être éliminés du calcul des

surfaces.

Si l'estimation des surfaces a été problématique comme le montre les différences entre chaque opérateur, l'estimation des recouvrements algaux des deux ceintures (tableau 3) a donné des résultats beaucoup plus cohérents. Les différences entre groupes ont été surtout dues, dans ce cas, à l'oubli de la prise compte de certaines espèces encroûtantes, comme *Verrucaria maura* et *Hildenbrandia rubra*, inconnues de certains intervenants car absentes de leur secteur d'étude.

Le 13 décembre, les différents binômes ont travaillé cette fois sur les ceintures à *Fucus spiralis* et à *Fucus serratus*. Comme précédemment, le travail a été réalisé sur les points suivis dans le cadre du REBENT Bretagne et de la DCE, sur des quadrats tirés au sort et échantillonnés lors de la marée de préparation (référence). De même, chaque binôme a identifié les espèces présentes et leur recouvrement dans trois quadrats par point, à raison de trois points par ceinture.

A la fin de la marée, de retour au laboratoire, les résultats obtenus pour l'estimation des surfaces ont été de nouveau discutés. Comme la veille, des différences entre les groupes sont apparues (tableaux 2 et 3). Au cours de cette dernière réunion, les fiches de terrain ont également été récupérées de façon à calculer les notes des différents binômes pour le classement du site.

Tableau 2 : Estimation des surfaces potentiellement colonisables par l'espèce caractéristique de chaque ceinture

Laboratoire	PC	Fspi	An / Fves	Fser
A	260	191	330	475
B	115	165	190	800
C	265	171	400	250
D	300	171	400	500
E	275	165	400	485
F	325	327	420	613
G	98	315	210	510
Référents	125	220	270	600

Tableau 3 : Estimation des pourcentages de recouvrement correspondant par l'espèce caractéristique de chaque ceinture

Laboratoires	PC	Fspi	An / Fves	Fser
A	75-100	50-75	50-75	50-75
B	25-50	50-75	50-75	25-50
C	75-100	50-75	50-75	50-75
D	75-100	50-75	25-50	50-75
E	75-100	50-75	50-75	75-100
F	75-100	50-75	50-75	50-75
G	50-75	50-75	50-75	75-100
Référents	75-100	50-75	50-75	50-75



Figure 3 : Vue d'ensemble d'un point de prélèvement



Figure 4 : Aperçu de la ceinture à *Pelvetia caniculata*



Figure 5 : Ensemble des quadrats sur un point de prélèvement



Figure 6 : Relevés sur quadrats par les opérateurs (1)



Figure 7 : Relevés sur quadrats par les opérateurs (2)



Figure 8 : Déterminations des espèces et évaluation des surfaces pour un quadrat par une équipe d'opérateurs

(Photos Ifremer L. Miossec)

III.2. Examen des données brutes

Les analyses de variance ont portées sur les surfaces des ceintures (tableau 2) et les pourcentages de recouvrement global des ceintures (tableau 3).

1. Indice 1

Le calcul de l'indice 1 repose sur une estimation visuelle des surfaces potentielles de recouvrement et du pourcentage de recouvrement pour chaque ceinture (annexe 1).

1.1. Estimation des surfaces potentiellement colonisables

La figure 9 fournit une représentation graphique de la répartition des réponses des opérateurs concernant la surface de chaque ceinture ; le tableau 4 présente les résultats de l'analyse de variance des facteurs ceintures et laboratoires.

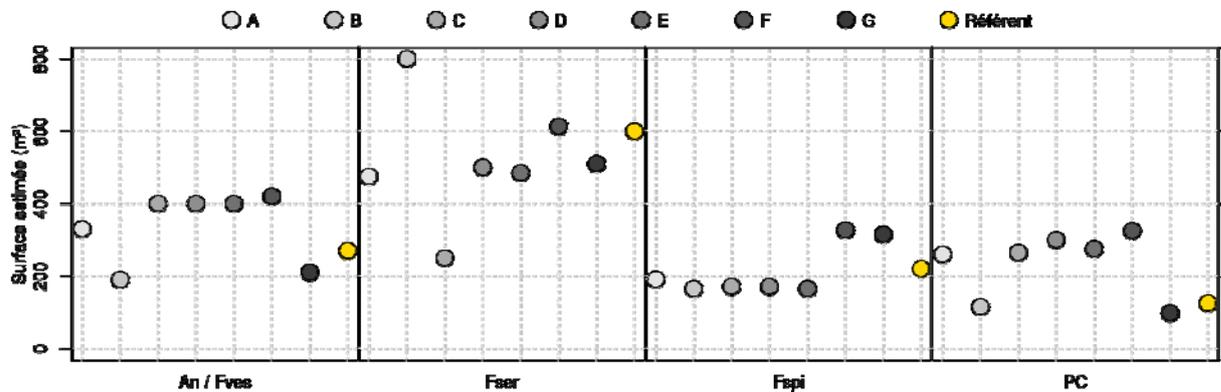


Figure 9 : Estimation des surfaces potentiellement colonisables par l'espèce caractéristique de chaque ceinture

Table 4 : Surface (m²) : variances des facteurs ceintures et laboratoires.

	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Carrés moyens	Rapports aux résidus
Ceintures	3	406898	135633	10,03
Laboratoires	6	57579	9596	0,71
Résidus	18	243289	13516	

La plus grande part de la variabilité (*cf.* carrés moyens) est induite par les différences entre les ceintures. La variabilité associée aux laboratoires est d'un ordre de grandeur comparable à celles des résidus.

1.2. Estimation des pourcentages de recouvrement

Les pourcentages de recouvrement sont enregistrés sous la forme d'intervalles :

- 75-100 ;
- 50-75 ;
- 25-50 ;
- 10-25 ;
- 5-10 ;
- 2.5-5 ;
- 0-2.5.

Ces intervalles ne sont pas de tailles égales. Pour les représenter, les centres de classes ont été utilisés. Sur cette base, les résultats sont présentés graphiquement dans la figure 10.

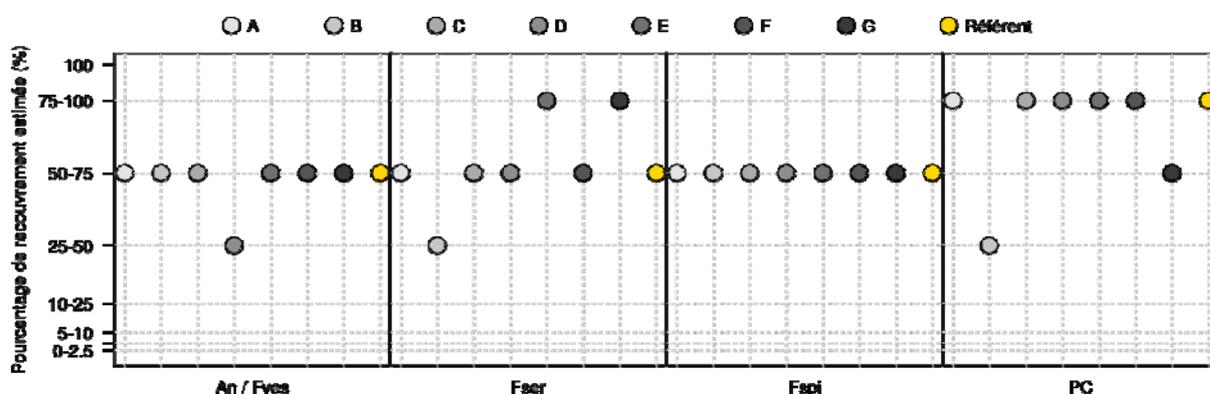


Figure 10 : Estimation des pourcentages de recouvrement par l'espèce caractéristique de chaque ceinture

Les résultats de l'analyse de variance (tableau 5) soulignent, comme précédemment, que la variabilité attribuée aux ceintures est supérieure à celle des laboratoires. Par contre, le rapport aux résidus est moins important que dans l'analyse concernant les surfaces potentielles.

Table 5 : Recouvrement (%) : Variances des facteurs ceintures et laboratoires.

	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Carrés moyens	Rapports aux résidus
Ceintures	3	1250,0	416,67	2,40
Laboratoires	6	1517,9	252,98	1,45
Résidus	18	3125,0	173,61	

2. Indice 2

L'indice 2 porte sur les espèces caractéristiques de chaque ceinture. La liste des espèces caractéristiques est fournie en annexe 1. Les pourcentages de recouvrements sont enregistrés sous la forme d'intervalles :

-] 0 ; 5] ;
-] 5 ; 25] ;
-] 25 ; 50] ;
-] 50 ; 75] ;
-] 75 ; 100] .

L'indice 2 porte sur le nombre d'espèces caractéristiques dont le recouvrement moyen est strictement supérieur à 2,5% dans chaque ceinture (dans les 3 quadrats sur chacun des 3 points) et repose sur l'attribution d'un score correspondant (voir annexe 1). Les ceintures à *Pelvetia canaliculata* (Pc) et à *Fucus spiralis* (Fspi) sont traitées comme une seule ceinture. Le tableau 6 présente les résultats obtenus par chacun des laboratoires.

Tableau 6 : Estimations des espèces caractéristiques par ceinture et par laboratoire

Laboratoires	An / Fves	Fser	Pc / Fspi	Sommes des scores	Sommes normalisées
	nb espèces (score)	nb espèces (score)	nb espèces (score)		(max=30)
A	6 (20)	10 (30)	4 (30)	80	26,7
B	5 (20)	10 (30)	5 (30)	80	26,7
C	4 (10)	7 (20)	5 (30)	60	20
D	5 (20)	10 (30)	5 (30)	80	26,7
E	5 (20)	10 (30)	4 (30)	80	26,7
F	4 (10)	9 (30)	5 (30)	70	23,3
G	4 (10)	6 (20)	5 (30)	60	20
Référents	6 (20)	8 (30)	5 (30)	80	26,7

L'analyse de variance du tableau 6 montre que la principale source de variabilité reste les ceintures, les résultats sur les laboratoires n'étant pas très différents de ceux des résidus.

Tableau 7 : Analyse de variance sur les estimations des espèces caractéristiques (indice 2)

	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Carrés moyens	Rapports aux résidus
Ceintures	2	82,750	41,375	37,9836
Laboratoires	7	8,625	1,232	1,1311
Résidus	14	15,250	1,089	

3. Indice 3

Pour l'indice 3, le principe est le même mais porte sur les espèces opportunistes présentes sur chacune des ceintures (les ceintures à *Pelvetia canaliculata* (Pc) et à *Fucus spiralis* (Fspi) sont traitées comme une seule ceinture).

Les pourcentages de recouvrements sont enregistrés sous la forme d'intervalles :

-] 0 ; 5] ;
-] 5 ; 25] ;
-] 25 ; 50] ;
-] 50 ; 75] ;
-] 75 ; 100] .

Le tableau 8 présente les résultats obtenus par chaque laboratoire.

Tableau 8 : Analyse de variance sur les estimations des espèces opportunistes (indice 3)

Laboratoires	An / Fves	Fser	Pc / Fspi	Sommes des scores	Sommes normalisées
	Recouvrement moyen en % (score)	Recouvrement moyen en % (score)	Recouvrement moyen en % (score)		(max=30)
A	0,83 (6)	1,39 (6)	5,83 (4)	16	26,7
B	1,11 (6)	4,72 (6)	11,94 (4)	16	26,7
C	0,83 (6)	1,67 (6)	3,33 (6)	18	30
D	1,67 (6)	2,22 (6)	7,36 (4)	16	26,7
E	1,39 (6)	3,61 (6)	4,58 (6)	18	30
F	1,11 (6)	3,61 (6)	4,58 (6)	18	30
G	0,83 (6)	1,39 (6)	5,14 (4)	16	26,7
Référents	1,11 (6)	9,72 (4)	4,44 (6)	16	26,7

L'analyse de variance du tableau 8 montre que la principale source de variabilité reste les ceintures, les résultats sur les laboratoires n'étant pas très différents de ceux des résidus (tableau 9).

Tableau 9 : Analyse de variance sur les estimations des espèces opportunistes (indice 3)

	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Carrés moyens	Rapports aux résidus
Ceintures	2	91,8	45,9	9,5
Laboratoires	7	38,7	5,5	1,1
Résidus	14	67,4	4,8	

4. Analyses des taxons

Cinquante-cinq couples « taxon/ceinture » ont été identifiés. Parmi ceux-ci, les données brutes des pourcentages de recouvrement se distribuent d'une part par laboratoire et d'autre part par site et par quadrat au sein des sites. Les tableaux correspondants ont fait l'objet d'analyses de variance descriptive.

Sur les 55 couples « taxon/ceinture » identifiés, 2 couples, *Enteromorpha ramulosa* (An / Fves) et *Plumaria plumosa* (An / Fves), n'ont été identifiées que par le référent, dans un seul quadrat tout sites confondus et à chaque fois pour des recouvrements de 2,5%. Il s'ensuit qu'aucune analyse de variance n'est possible dans ces cas.

Pour 41 couples, les résultats n'inclinent pas à suspecter un effet laboratoire. On distingue :

- pour 20 couples, tous les laboratoires concluent à un recouvrement moyen inférieur à 2,5% ;
- dans 3 cas, moins de la moitié des laboratoires a conclu à un recouvrement moyen supérieur à 2,5% mais inférieur à 5%; les autres étant inférieurs à 2,5% ;
- dans 5 cas, plus de la moitié des laboratoires ont trouvé des recouvrements supérieurs à 2,5% mais inférieurs à 10%, les autres étant inférieurs à 2,5% ;

- Pour 13 couples les recouvrements sont toujours supérieurs à 2,5% ;

Seuls 12 couples font potentiellement ressortir un effet « laboratoire ». Il s'agit de :

- *Ascophyllum nodosum* / An-Fves
- *Cryptopleura ramosa* / Fser
- *Enteromorpha ramulosa* / Fspi
- *Enteromorpha ramulosa* / Pc
- *Gelidium pusillum* / Fser
- *Hildenbrandia rubra* / Fspi
- *Lithophyllum incrustans* / Fser
- *Lomentaria articulata* / Fser
- *Pelvetia canaliculata* / Pc
- *Plumaria plumosa* / Fser
- *Ulva spp.* / Fspi
- *Verrucaria maura* / Pc

Avec une erreur de première espèce fixée à 5%, le nombre attendu d'effet « laboratoire » dû au seul hasard est de 3. On voit dans cette liste qu'*Enteromorpha ramulosa* apparaît dans plus d'une ceinture. Dans le même temps, toutes ces espèces ont toutes été identifiées dans plus d'une ceinture. Ainsi, comme il n'apparaît pas d'association entre espèce et ceinture, on n'est sans doute pas face à un problème d'identification.

Un examen plus approfondi portant cette fois sur le pourcentage de recouvrement montre que :

- pour *Cryptopleura ramosa*, *Enteromorpha ramulosa* (ceinture PC), *Plumaria plumosa*, tous les laboratoires concluent à une surface moyenne de recouvrement inférieure à 2.5% ;
- pour *Ulva spp.*, *Gelidium pusillum*, *Enteromorpha ramulosa* (ceinture Fspi), seuls un à deux laboratoires concluent à un recouvrement moyen supérieur à 2.5% ;
- pour *Lomentaria articulata*, *Lithophyllum incrustans*, *Verucaria maura* plus de la moitié des laboratoires concluent à un recouvrement supérieur à 2.5%.

Enfin pour les 3 dernières espèces tous les laboratoires concluent à un recouvrement supérieur à 2,5% :

- *Ascophyllum nodosum* : de 22,5% à 68,3%, D a la plus faible valeur, la suivante est 43,9%, Référents à 51,7% ;
- *Hildenbrandia rubra* : de 19,2% à 76,4%, Référents à 19,6%, D à 76,4% ;
- *Pelvetia canaliculata* : de 23,3% à 46,4%, Référents à 27,5%, A et B à 46,4%.

Le problème se pose, donc, probablement en terme de pourcentage de recouvrement. Sur la totalité des 55 couples (taxon, ceinture), 39 (71%) se rapportent à des recouvrements très faibles. Il existe vraisemblablement peu de différence entre les laboratoires pour 41 couples (taxon, ceinture). Parmi ceux-ci, 28 couples concernent un recouvrement moyen inférieur à 2,5%, et en particulier non comptabilisés dans le calcul des espèces caractéristiques.

III.3. Calcul de l'EQB

Le classement, par ordre d'importance, des quatre ceintures et leur recouvrement algal pour les différents groupes / structures est donné dans les tableaux 2 et 3. Ceci permet de classer les ceintures par ordre d'importance pour chaque groupe et d'affecter le nombre de points

correspondants.

Ceci donne pour les différents groupes le classement suivant (indice 1 de l'indicateur ; tableau 10) :

Tableau 10 : Classement des ceintures en fonction des critères « surface » et « % de recouvrement » pour chaque laboratoire

Classements				
Laboratoires	1	2	3	4
A	Fser	An / Fves	PC	Fspi
B	Fser	An / Fves	Fspi	PC
C	An / Fves	PC	Fser	Fspi
D	Fser	An / Fves	PC	Fspi
E	Fser	An / Fves	PC	Fspi
F	Fser	An / Fves	Fspi	PC
G	Fser	Fspi	An / Fves	PC
Référents	Fser	An / Fves	Fspi	PC

* L'opérateur C a oublié de compter un polygone de *Fucus serratus* ce qui explique la surface estimée de 250 m² et le passage de la ceinture à *Fucus serratus* au deuxième rang.

Avec les recouvrements estimés, on peut donc calculer, pour chaque groupe, les points obtenus pour le sous-indice 1 du protocole CCO (tableau 11).

Tableau 11 : Calcul de l'indice 1 pour chaque laboratoire

A :

Fser	50-75%	7/9	26/30
An	50-75%	7/8	
Pc	75-100%	7/7	Soit 34,67/40 points
Fspi	50-75%	5/6	

B :

Fser	25-50%	6/9	23/30
An	50-75%	7/8	
Fspi	50-75%	6/7	Soit 30,67/40 points
Pc	25-50%	4/6	

C :

An	50-75%	7/9	26/30
Pc	75-100%	7/7	
Fser	50-75%	7/8	Soit 34,67/40 points
Fspi	50-75%	5/6	

D :

Fser	50-75%	7/9	25/30
An	25-50%	6/8	
Pc	75-100%	7/7	Soit 33,33/40 points
Fspi	50-75%	5/6	

E :

Fser	75-100%	9/9	28/30
------	---------	-----	-------

An	50-75%	7/8	Soit 37,33/40 points
Pc	75-100%	7/7	
Fspi	50-75%	5/6	

F :

Fser	50-75%	7/9	26/30
An	50-75%	7/8	
Fspi	50-75%	6/7	Soit 34,67/40 points
Pc	75-100%	6/6	

G :

Fser	75-100%	9/9	27/30
Fspi	50-75%	7/8	
An	50-75%	6/7	Soit 36/40 points
Pc	50-75%	5/6	

Référents (données obtenues lors de la marée de préparation) :

Fser	50-75%	7/9	26/30
An	50-75%	7/8	
Fspi	50-75%	6/7	Soit 34,67/40 points
Pc	75-100%	6/6	

Les points obtenus pour les indices 2 et 3 du protocole CCO, ont été calculés à partir des fiches de terrain récupérées auprès des différents groupes. Au total, pour le site, on obtient les résultats suivants (tableau 12) :

Tableau 12 : Détermination de l'état qualitatif de la masse d'eau pour chaque laboratoire

Laboratoires	Sous-indice 1	Sous-indice 2	Sous-indice 3	Total	Catégorie
A	34,67/40	26,67/30	26,67/30	88,01/30	High
B	30,67/40	26,67/30	26,67/30	84,01/100	High
D	33,33/40	26,67/30	26,67/30	86,67/100	High
C	34,67/40	20/30	30/30	84,67/100	High
E	37,33/40	26,67/30	30/30	94/100	High
F	34,67/40	23,33/30	30/30	88/100	High
G	36/40	20/30	26,67/30	82,67/100	High
Référents	34,67/40	26,67/30	26,67/30	88,01/100	High

IV. Discussion

Cet exercice inter-laboratoire est le premier réalisé sur les macroalgues intertidales. Bien qu'imparfait dans sa conception, il permet une première approche de l'identification des sources et des amplitudes de variabilité. En particulier, il apparaît que la première source réside dans les différences entre ceintures examinées et que, compte tenu de ces différences, les laboratoires présentent des résultats très similaires.

Tous les champs de la méthodologie n'ont pu être couverts. L'EIL a porté sur 4 ceintures au lieu de 6 ; il a été organisé en hiver alors que la période préconisée est le printemps-début été. Cela est dû essentiellement au temps imparti pour cet exercice et à la disponibilité des équipes. Il a été en effet difficile d'identifier une période favorable pour ce type d'exercices alors que les équipes concentraient leurs efforts lors des vives-eaux de printemps pour les relevés du programme de surveillance DCE.

Toutefois, l'absence de définition formelle des mesurandes³ est un manque méthodologique (Désenfant et Priel, 2005 ; Priel, 2007). Dans le même ordre d'idée, la conception d'un plan d'expérience doit intégrer les notions de « différence biologiquement significative ». Celles-ci permettent le calcul d'un effectif d'observation, relativement à une variabilité et à une erreur de secondes espèces connues. Il importe également d'inclure des réplicats dans le protocole. La notion de « Référence » doit être approfondie.

Cependant, les EIL ou essais d'aptitude s'appliquent en laboratoire et leurs méthodologies de mise en œuvre sont standardisées. Ils s'appuient sur des méthodes analytiques le plus souvent normalisées et disposent d'étalons standards. Ce n'est pas le cas pour les exercices *in situ* pour lesquels il convient de concevoir la méthodologie.

Dans ce cas présent, nous avons utilisé les indices comme mesurandes. Or, dans ce contexte, il est vraisemblable que la construction même des indices et de l'indicateur (procédant par classes de surface, ordonnancement des résultats, tables de scores correspondant à des intervalles de valeurs mesurées ou brutes, résultats intermédiaire sous formes de moyennes) conduisent à une érosion de la variabilité initiale des mesures. En d'autres termes, indices et indicateur sont sans doute moins variables que les données avec lesquels ils sont construits. Consécutivement, ils sont robustes, donc peu sensibles à des variations dans les observations.

Le choix du site et sa qualité intrinsèque peut également être une source de biais dans la méthodologie de l'EIL. Son classement en « Très bonne qualité », contribue à la faible variabilité des mesures et des résultats intermédiaires et finaux. Il conviendrait, lors d'un prochain exercice, de retenir 2 sites d'étude de classements contrastés.

L'objectif d'un EIL n'est pas de comparer les résultats en termes de classement de masses d'eau. Cependant, il nous a paru intéressant d'effectuer ce calcul. Les résultats des différents groupes vont de 82,67 à 94 points. Les 7 groupes ont placé le site dans la catégorie « High », comme le groupe référent. Comme l'indique le tableau 13, la valeur minimale obtenue par le groupe G est très proche de la limite inférieure de la classe « High ». La prise en compte de l'incertitude autour de ce résultat, si on disposait de cette valeur, modifierait très probablement ce classement.

³ Mesurande : grandeur dont on souhaite obtenir la valeur

Tableau 13 : Classe de qualité de l'indicateur CCO

fourchettes	état (status)
80 - 100	High
60 – 79	Good
40 – 59	Moderate
20 – 39	Poor
0 - 19	Bad

Sur le plan de la méthode elle-même, cet exercice nous a permis de proposer quelques pistes d'amélioration. Pour l'indice 1, nous avons mis en évidence le problème de l'estimation des surfaces des ceintures. Il s'agit d'une estimation visuelle, difficile sur un site très mosaïqué comme celui du Dellec. Elle est, par contre, plus simple à établir sur les platiers du Pays Basque, des Charentes ou de Normandie. Sur ces sites, on peut en effet utiliser un repérage par GPS pour noter les limites des différentes ceintures et les reporter ensuite sur des photographies aériennes ou satellitaires numérisées. Cependant nous recommandons l'utilisation d'outils de mesure tels que, par exemple, un hexa-décamètre pour éviter une simple estimation visuelle de cette mesure.

L'estimation du recouvrement algal des différentes ceintures n'a posé que peu de problème.

Pour l'indice 2 du protocole CCO, qui traduit la présence d'espèces caractéristiques dans les ceintures, les notes vont de 20 à 26,67 points pour un maximum de 30. Certaines de ces différences peuvent être dues à des problèmes de détermination des espèces, avec de possibles confusions entre des espèces caractéristiques et des espèces neutres (par exemple confusion entre *Gelidium spinosum* et *Caulacanthus ustulatus*). Dans les hauts niveaux, il est également parfois délicat de faire la différence entre un recouvrement par *Verrucaria maura* ou par *Hildenbrandia rubra* et les couleurs de la roche.

Les différences taxonomiques entre laboratoires ont porté, également, sur des espèces présentes en faible densité. Il faut également préciser que la liste des espèces caractéristiques diffère d'un site géographique à l'autre sur le littoral Manche Atlantique (Manche Orientale, Manche orientale/Nord Gascogne et Pertuis-Charentais et Pays basque). De plus, pour le Pays basque, seulement 2 ceintures sont étudiées ; elles sont définies avec des espèces caractéristiques, pour partie, non présentes par ailleurs ⁴(d'après de Casamajor et Lissardy, 2009) :

- La ceinture à *Corallina spp.* (*C. elongata* et *C. officinalis*) et à *Caulacanthus ustulatus* pour l'étage médiolittoral supérieur ;
- La ceinture à *Stypocaulon scoparium* et *Gelidium spp.* (*G. corneum* et *G. latifolium*) pour l'étage médiolittoral inférieur.

Cette situation peut, également, expliquer les erreurs taxonomiques observées.

Pour l'indice 3 du protocole CCO, qui traduit l'importance de l'extension des espèces opportunistes, les variations entre les groupes sont plus faibles et les notes sont soit 26,67/30, soit 30/30 points. Si l'on revient aux résultats bruts, on obtient en fait soit 16/18 points, soit 18/18 points. C'est donc la règle de trois pour revenir à un total sur 30 points qui augmente l'écart entre les uns et les autres.

Le binôme de référence se démarque des autres en étant le seul à avoir un recouvrement par les espèces opportunistes supérieur ou égal à 5% dans la ceinture à *Fucus serratus*. Cette différence pourrait être liée à la date d'observation, en effet la sortie de préparation a été effectuée un mois avant l'exercice d'intercalibration. Pendant ce laps de temps, les quantités d'*Ulva sp.* ont pu régresser et passer sous la barre des 5%.

⁴ Par contre, la liste des espèces ou groupes d'espèces opportunistes dans chacune des ceintures est identique quels que soient les sites.

V. Conclusion

Ces deux jours de travail sur l'estran ont permis de réunir tous les opérateurs DCE « macroalgues intertidales » des façades Manche et Atlantique. C'était la deuxième réunion de terrain depuis 2007 ; il s'agissait même de la première réunion pour certains participants (comme la CSLN) qui n'étaient pas encore impliqués dans le suivi de surveillance à cette date. Les équipes présentes ont fortement adhéré à la démarche ; elles ont souligné leur intérêt pour ce type d'exercice et leurs attentes notamment en termes de formation sur la systématique des algues. Ces formations pourront être planifiées dans le cadre des programmations Aquaref en hydrobiologie dans les années à venir. Le couplage avec une formation sur les macroalgues subtidales sera privilégié.

Cet exercice a également permis de discuter de la mise en œuvre du protocole CCO et pour E. Ar Gall et M. Le Duff d'en préciser quelques points concernant notamment les types de substrat à prendre en compte, la notion de surfaces végétalisées etc. Il a conduit également à quelques révisions sur la détermination des espèces.

Sur le plan opérationnel, il est proposé d'abandonner l'évaluation visuelle des surfaces au profit d'une mesure à l'aide d'outils précis, de type GPS par exemple.

Ce premier exercice inter-laboratoire de terrain est le premier du genre concernant les eaux littorales. Le cadre de travail a été défini et des pistes d'optimisation ont été mises en évidence. Celles-ci devront nécessairement être discutées et développées en concertation avec les partenaires d'Aquaref, tels le LNE référent en la matière et l'Irstea confronté à ces questions en eau douce.

VI. Bibliographie

Casamajor (de) M.-N., Lissardy M. (2009). Typologie des champs d'algues sur la côte basque. *Rapport Ifremer, DCN/HGS/LRHA, Anglet*, 31 p. + annexes.

Désenfant M. et Priel M. (2005). Tout se joue dans la définition du mesurande quelles que soient les méthodes de quantification de l'incertitude. Actes du 12^e congrès international de métrologie, Lyon, 20-23 juin 2005, 4 pages.

Grossel H. (2009). Essai interlaboratoires pour le dénombrement et la taxinomie du phytoplancton marin. *Rapport Ifremer LER-PAC*, 78 pages.

Miossec L., Soudant D. et Le Stum M. (2012). Consolidation et mise au point de méthodes de bio-indication et transfert aux opérateurs - Contributions Hydrobiologie en milieu marin. *Rapport Aquaref, Action I-A-04 (8)*, 96 pages.

Priel M., Amarouche S., Désenfant M. et De Graeve J. (2007). Utiliser les résultats des essais d'aptitude, dernière méthode alternative pour l'évaluation des incertitudes. Application à la biologie médicale. Actes du 13^e congrès international de métrologie, Lille, 18-21 juin 2005, 7 pages.

Remerciements

Les organisateurs remercient tous les participants pour ces deux jours passés dans la bonne humeur et sous un soleil inespéré.

VII. Annexes

Protocole d'observation *in situ* et proposition de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux dans le cadre DCE

CCO

Cover - Characteristic species - Opportunistic species

Erwan Ar Gall et Michel Le Duff
Lémar UMR6539 / UMS3113
IUEM – UBO
Mai 2012

Introduction

La mise en place de la DCE a imposé une harmonisation du protocole d'observation pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux ainsi que l'élaboration d'une proposition d'indice, et de grille de qualité associée, compatibles avec les exigences d'intercalibration européenne. Ces protocoles sont décrits ci-dessous.

Le protocole d'observation défini pour DCE correspond à une version allégée du protocole mis en œuvre dans le cadre de la surveillance Rebent Bretagne 2005-2007 auquel a été ajouté une évaluation de la couverture végétale globale. Pour des détails techniques de mise en œuvre des mesures, on peut se référer à la Fiche Technique Rebent FT11-2004-01.pdf disponible sur le site web Rebent <http://www.rebent.org>.

Le calcul de l'indice de qualité pour le suivi des macroalgues correspond à une adaptation du CFR proposé par les espagnols dans le cadre DCE. Ce travail a été conduit dans le cadre du projet Ifremer « Soutien à la DCE ».

1. Protocole d'observation In situ

1.1. Généralités

Sites d'étude : grèves présentant essentiellement de la roche en place. Toutes les ceintures représentées sur le site sont concernées.

Période d'étude : de mars à juillet, une fois l'an tous les trois ans.

Réplicats d'échantillonnage : l'étude de la diversité et de la structuration des ceintures sera réalisée en trois quadrats de 33 cm X 33 cm par point, en trois points de 1,65 m X 1,65 m par ceinture, soit 9 quadrats et 0,9 m².

Une fiche de terrain est proposée en Annexe

1.2. Couverture végétale globale des ceintures (pourcentages de recouvrement, à quelques % près)

<i>Pelvetia canaliculata</i> (Pc)	:
<i>Fucus spiralis</i> (Fspi)	:
<i>Ascophyllum nodosum</i> (An) / <i>Fucus vesiculosus</i> (Fves)	:
<i>Fucus serratus</i> (Fser) / Rhodophyceae	:
<i>Himantalia elongata</i> (He) / <i>Bifurcaria bifurcata</i> (Bb) / Rhodophyceae	:
<i>Laminaria digitata</i> / Laminariales (Ld)	:

1.3. Surface de chaque niveau * (en m²)

<i>Pelvetia canaliculata</i> (Pc)	:
<i>Fucus spiralis</i> (Fspi)	:
<i>Ascophyllum nodosum</i> (An) / <i>Fucus vesiculosus</i> (Fves)	:
<i>Fucus serratus</i> (Fser) / Rhodophyceae	:
<i>Himantalia elongata</i> (He) / <i>Bifurcaria bifurcata</i> (Bb) / Rhodophyceae	:

Laminaria digitata (Ld) :

* : par surface du niveau, comprendre l'ensemble de la surface rocheuse potentiellement couverte par l'espèce (ou les espèces) dominante(s), hors zones sableuses et mares. Ceci inclus donc les parties végétalisées et non végétalisées.

1.4. Observations dans les quadrats

Recouvrement dans chaque quadrat de chacune des espèces caractéristiques et opportunistes.

Pourcentages de recouvrement à noter par ceinture et par quadrat :

0 - 5 %, > 5 - 25 %, > 25% - 50%, >50 % - 75 %, > 75 % - 100 %

Rappel : trois quadrats de 33 cm X 33 cm par point, pris au hasard à chaque sortie, en trois points fixes de 1,65 m X 1,65 m par ceinture, soit 9 quadrats par ceinture.

2. Protocole de calcul d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux

L'indice développé ci-après est inspiré du CFR proposé par les Espagnols et s'applique à l'intertidal rocheux. Il prend en compte la contribution de chaque ceinture à la couverture végétale d'un site donné, la richesse spécifique de chaque ceinture en espèces caractéristiques et l'importance du couvert des espèces opportunistes. L'indice correspond ainsi à la somme de trois sous-indices.

2.1. Couverture végétale globale

Tous les niveaux du médio-littoral sont concernés, et la couverture de chaque ceinture est convertie en points. Seules les ceintures présentes sont prises en compte. Les points obtenus pour chaque ceinture sont cumulés pour donner une valeur globale pour l'estran. Si une ceinture est absente, il faut appliquer une règle de trois pour atteindre un maximum de 40. La présence de substratum mobile (sable, vase, gravier, petits blocs) ou délitant (roche calcaire litée) à plus de 50 % du total de substratum permet de disqualifier le niveau et donc de ne pas le faire intervenir dans le calcul. Par contre une turbidité importante ou un ensablement limité à 1 – 2cm du substratum rocheux ne peut être considéré comme disqualifiant, les Rhodophycées prenant souvent dans ce cas la place des Phaeophyceae dominantes.

Pour tenir compte de l'importance relative du couvert végétal de chaque ceinture, tout en permettant un calcul simple du sous-indice, avec des nombres entiers et un total ne dépassant pas 40, chaque ceinture sera classée en fonction de la surface qu'elle représente.

On utilise alors 5 tableaux indiciaires différents, l'évaluation des deux ceintures les moins étendues passant par l'utilisation du même tableau. Si une ou deux ceintures sont absentes du site, on applique une règle de trois à partir de la somme obtenue avec les ceintures existantes, afin d'évaluer le sous-indice sur une échelle de 40 points.

Tableaux indiciels pour la couverture végétale globale en fonction de la surface et donc du rang de chaque ceinture

Rang 1	
valeur	pourcentage
9	75 – 100 %
7	50 – 75 %
6	25 – 50 %
5	10 – 25 %
4	5 - 10 %
2	2,5 – 5 %
0	0 – 2,5 %

Rang 2	
valeur	pourcentage
8	75 – 100 %
7	50 – 75 %
6	25 – 50 %
5	10 – 25 %
3	5 - 10 %
2	2,5 – 5 %
0	0 – 2,5 %

Rang 3	
valeur	pourcentage
7	75 – 100 %
6	50 – 75 %
5	25 – 50 %
3	10 – 25 %
2	5 - 10 %
1	2,5 – 5 %
0	0 – 2,5 %

Rang 4	
valeur	pourcentage
6	75 – 100 %
5	50 – 75 %
4	25 – 50 %
3	10 – 25 %
2	5 - 10 %
1	2,5 – 5 %
0	0 – 2,5 %

Rangs 5 & 6	
valeur	pourcentage
5	75 – 100 %
4	50 – 75 %
3	25 – 50 %
3	10 – 25 %
2	5 - 10 %
1	2,5 – 5 %
0	0 – 2,5 %

rangs 1 à 6 (recapitulation)	
valeur par niveau	pourcentage de recouvrement
9 - 5	75 – 100 %
7 - 4	50 – 75 %
6 - 3	25 – 50 %
5 - 3	10 – 25 %
4 - 2	5 - 10 %
2 - 1	2,5 – 5 %
0	0 – 2,5 %

2.2. Nombre d'espèces caractéristiques présentes sur l'estran

Plutôt qu'une liste d'espèces caractéristiques d'un type d'estran, il est plus logique de tenir compte de la zonation de ces espèces au sein d'habitats particuliers constitués par les ceintures ou populations linéaires de Phaeophyceae structurantes. Parmi ces ceintures disposées à des niveaux bathymétriques successifs, nous distinguerons de bas en haut de la zone intertidale celles de *Laminaria digitata* (Ld), d'*Himanthalia elongata* et *Bifurcaria bifurcata* (He + Bb), de *Fucus serratus* (Fser), d'*Ascophyllum nodosum* et *Fucus vesiculosus* (An + Fves) et enfin nous regrouperons les ceintures à *Pelvetia canaliculata* (Pc) et à *Fucus spiralis* (Fspi) en raison de leur faible diversité macroalgale. Outre ce regroupement, l'importance de chaque ceinture dans le calcul du sous-indice est pondérée par un nombre d'espèces caractéristiques particulier et un tableau indiciel adapté.

Les espèces prises en compte sur le terrain pour le calcul d'indice sont celles qui figurent dans les listes ci-après et dont la couverture moyenne par ceinture est supérieure à 2,5%. Pour Pc et Fspi, les espèces prises en compte sont celles dont le recouvrement atteint au moins 2,5% dans l'une ou l'autre ceinture. Quand une espèce présente un cycle de vie hétéromorphe, les surfaces couvertes par les générations visibles seront additionnées (exemple : *Mastocarpus stellatus* / *Petrocelis cruenta*), Le calcul sera fait *a posteriori* et non sur le terrain (cf. fiches de terrain).

Valeur du sous-indice = somme des valeurs obtenues par ceinture (ou groupement) / 5, lorsque 5 ceintures (ou au moins une des deux dans le cas de Pc + Fspi) sont présentes
ou valeur d'indice = somme des valeurs obtenues pour chaque ceinture / n X 5
lorsque n ceintures (ou Pc / Fspi) sont présentes

Pc + Fspi	An + Fves	Fser	He + Bb	Ld
<i>Ascophyllum nodosum</i>	<i>Ascophyllum nodosum</i>	<i>Chondrus crispus</i>	<i>Asparagopsis armata/Falkenbergia</i>	<i>Calliblepharis jubata</i>
<i>Catenella repens</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Bifurcaria bifurcata</i>	<i>Chondracanthus acicularis</i>
<i>Fucus spiralis</i>	<i>Corallina spp.</i>	<i>Corallina spp.</i>	<i>Calliblepharis jubata</i>	<i>Chondrus crispus</i>
<i>Hildenbrandia rubra</i>	<i>Fucus serratus</i>	<i>Cryptopleura ramosa</i>	<i>Chondracanthus acicularis</i>	<i>Corallina spp.</i>
<i>Lichina pygmaea</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Fucus serratus</i>	<i>Chondrus crispus</i>	<i>Cryptopleura ramosa</i>
<i>Pelvetia canaliculata</i>	<i>Gelidium spinosum (pulchellum/latifolium)</i>	<i>Gelidium spinosum (pulchellum/latifolium)</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	<i>Cystoclonium purpureum</i>
<i>Verrucaria maura</i>	<i>Gelidium pusillum</i>	<i>Gelidium pusillum</i>	<i>Corallina spp.</i>	<i>Himanthalia elongata</i>
	<i>Lithophyllum incrustans</i>	<i>Lithophyllum incrustans</i>	<i>Cryptopleura ramosa</i>	<i>Laminaria digitata</i>
	<i>Lithothamnion lenormandii</i>	<i>Lithothamnion lenormandii</i>	<i>Cystoclonium purpureum</i>	<i>Laminaria saccharina</i>
	<i>Lomentaria articulata</i>	<i>Lomentaria articulata</i>	<i>Gelidium spinosum (pulchellum/latifolium)</i>	<i>Laurencia obtusa/L. hybrida</i>
	<i>Mastocarpus stellatus</i>	<i>Mastocarpus stellatus</i>	<i>Himanthalia elongata</i>	<i>Lithophyllum incrustans</i>
	<i>Plumaria plumosa</i>	<i>Osmundea pinnatifida</i>	<i>Laurencia obtusa / L. hybrida</i>	<i>Lomentaria articulata</i>
	<i>Rhodothamniella floridula</i>	<i>Palmaria palmata</i>	<i>Lithophyllum incrustans</i>	<i>Mastocarpus stellatus</i>
		<i>Plumaria plumosa</i>	<i>Lomentaria articulata</i>	<i>Osmundea pinnatifida</i>
		<i>Rhodothamniella floridula</i>	<i>Mastocarpus stellatus</i>	<i>Palmaria palmata</i>
			<i>Osmundea pinnatifida</i>	<i>Plocamium cartilagineum</i>

			<i>Palmaria palmata</i>	<i>Saccorhiza polyschides</i>
			<i>Plocamium cartilagineum</i>	
			<i>Rhodothamniella floridula</i>	
7 espèces	13 espèces	15 espèces	19 espèces	17 espèces

Tableau des espèces caractéristiques de l'estran par ceinture (les ceintures Pc et Fspi sont ici regroupées). Le nombre d'espèces caractéristiques figure en bas de chaque colonne.

La liste complète des espèces caractéristiques de l'intertidal - substrat dur figure ci-après. Elle compte 33 genres ou espèces de macrophytes marins, dont 2 espèces de Lichens, 10 espèces de Phaeophyceae, 20 genres ou espèces de Rhodophyceae et 1 espèce de Chlorophyceae. Les deux formes d'une même espèce peuvent être indiquées, le cas échéant, de même que le nom de deux espèces ne pouvant être distinguées sur le terrain (ex: *Laurencia obtusa* / *L. hybrida*). Les synonymies sont également indiquées, lorsque nécessaire.

Ascophyllum nodosum
Asparagopsis armata / *Falkenbergia rufolanosa*
Bifurcaria bifurcata
Calliblepharis jubata
Catenella repens
Chondracanthus acicularis
Chondrus crispus
Cladophora rupestris
Corallina spp. pour *C. elongata* + *C. officinalis* + *Haliptilon squamatum*
Cryptopleura ramosa
Cystoclonium purpureum
Fucus serratus
Fucus spiralis
Fucus vesiculosus
Gelidium spinosum = *G. pulchellum* = *G. latifolium*
Gelidium pusillum
Hildenbrandia rubra = *H. prototypus*
Himanthalia elongata
Laminaria digitata
Laminaria saccharina
Laurencia obtusa ou *L. hybrida*
Lichina pygmaea
Lithophyllum incrustans
Lithothamnion lenormandii
Lomentaria articulata
Mastocarpus stellatus / *Petrocelis cruenta*
Osmundea pinnatifida = *Laurencia pinnatifida*
Palmaria palmata
Pelvetia canaliculata
Plumaria plumosa
Rhodothamniella floridula
Saccorhiza polyschides
Verrucaria maura

Liste des espèces caractéristiques de l'ensemble d'un estran (intertidal) rocheux,
hors micro-habitats (Nord-Gascogne - Manche-Ouest).

Tableaux indiciels pour le nombre d'espèces caractéristiques par ceinture.

NB. Pour le calcul d'indice pour l'ensemble de ci-dessus.

l'estran, voir

espèces caractéristiques	
value	Pc - Fspi
30	≥4
20	3
10	2
5	1
0	0

espèces caractéristiques	
value	An - Fves
30	≥ 7
20	5 - 6
10	3 - 4
5	1-2
0	0

espèces caractéristiques	
value	Fser
30	≥ 8
20	6 - 7
10	4 - 5
5	1 - 3
0	0

espèces caractéristiques	
value	He - Bb
30	≥ 10
20	7 - 9
10	4 - 6
5	1 - 3
0	0

espèces caractéristiques	
value	Ld
30	≥ 9
20	7 - 8
10	4 - 6
5	1 - 3
0	0

pourcentage d'espèces retenues par ceinture (récapitulation)	note par ceinture
> 50	30
[35 - 50]	20
[20 - 35]	10
[5 - 20]	5
0	0

2.3. Couverture des espèces opportunistes

L'indice tient compte du couvert des espèces ou groupes d'espèces opportunistes ci-après dans chacune des ceintures.

Phaeophyceae : Ectocarpales (Ectocarpaceae : *Ectocarpus spp.*, *Pylaiella spp.*,
Hinckesia spp.)

Chlorophyceae : *Enteromorpha compressa*
Enteromorpha ramulosa
Ulva spp.

Rhodophyceae : *Ceramium spp.*
Polysiphonia spp. (hormis *P. lanosa* et *P. elongata*)
Boergeseniella spp.

Microalgues coloniales Diatomées (épiphytes ou épilithes)

Les valeurs obtenues par ceinture sont sommées pour atteindre un maximum de 30, lorsque les recouvrements par les opportunistes sont < 5 % partout. Lorsqu'une ceinture est absente, le total se fait en sommant les valeurs des ceintures présentes et en appliquant une règle de trois. Pour le calcul, chaque ceinture, ou regroupement de ceintures dans le cas de Pc et Fspi, a le même poids. Les calculs de moyennes de recouvrement se font après coup et non sur le terrain (cf. fiches de terrain).

espèces opportunistes par ceinture	
valeur	Recouvrement (%)
6	< 5 %
4	[5 – 25[
2	[25 – 50[
1	[50 – 75[
0	≥ 75%

Dans le cas du regroupement Pc + Fspi, les recouvrements d'un taxon donné dans les deux ceintures sont moyennés (Pc + Fspi / 2).

2.4. Détermination de l'état qualitatif (seuils CCO intercalibrés)

L'état qualitatif d'un site « macroalgues intertidales » est obtenu en comparant l'indice calculé avec les seuils (boundaries) définis au préalable au niveau européen.

L'indice global est calculé en sommant les sous-indices obtenus pour le recouvrement global (0 - 40), le nombre d'espèces caractéristiques de l'ensemble des ceintures présentes (0 - 30) et le recouvrement des espèces opportunistes (0 - 30).

fourchettes	état (status)
80 - 100	High
60 – 79	Good
40 – 59	Moderate
20 – 39	Poor
0 - 19	Bad

Annexe 2 : Fiche terrain DCE Macroalgues Intertidales

Site :

Date :

Opérateurs :

1. Couverture végétale globale des ceintures (pourcentages de recouvrement, à 1 % près)

<i>Pelvetia canaliculata</i> (Pc)	:
<i>Fucus spiralis</i> (Fspi)	:
<i>Ascophyllum nodosum</i> (An) / <i>Fucus vesiculosus</i> (Fves)	:
<i>Fucus serratus</i> (Fser) / Rhodophyceae	:
<i>Himantalia elongata</i> (He) / <i>Bifurcaria bifurcata</i> (Bb) / Rhodophyceae	:
<i>Laminaria digitata</i> / Laminariales (Ld)	:

2. Surface de couvert végétal de chaque ceinture (en m²)

<i>Pelvetia canaliculata</i> (Pc)	:
<i>Fucus spiralis</i> (Fspi)	:
<i>Ascophyllum nodosum</i> (An) / <i>Fucus vesiculosus</i> (Fves)	:
<i>Fucus serratus</i> (Fser) / Rhodophyceae	:
<i>Himantalia elongata</i> (He) / <i>Bifurcaria bifurcata</i> (Bb) / Rhodophyceae	:
<i>Laminaria digitata</i> (Ld)	:

3. Observations dans les quadrats

Recouvrement dans chaque quadrat de chacune des espèces caractéristiques et opportunistes.

Pourcentages de recouvrement à noter par ceinture et par quadrat :

0 - 5 %, > 5 - 25 %, > 25% - 50%, >50 % - 75 %, > 75 % - 100 %

Rappel : trois quadrats de 33 cm X 33 cm par point, pris au hasard à chaque sortie, en trois points fixes de 1,65 m X 1,65 m par ceinture, soit 9 quadrats par ceinture.

Ceinture à *Pelvetia canaliculata*

Espèces caractéristiques	Pc1, 1	Pc1, 2	Pc1, 3	Pc2, 1	Pc2, 2	Pc2, 3	Pc3, 1	Pc3, 2	Pc3, 3
<i>Catenella repens</i>									
<i>Fucus spiralis</i>									
<i>Hildenbrandia rubra</i>									
<i>Lichina pygmaea</i>									
<i>Pelvetia canaliculata</i>									
<i>Verrucaria maura</i>									
Espèces opportunistes									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha compressa</i>									
<i>Enteromorpha ramulosa</i>									
<i>Ulva spp.</i>									
<i>Ceramium spp.</i>									
<i>Polysiphonia spp.</i> (sauf <i>lanosa / elongata</i>)									
<i>Boergeseniella spp.</i>									
Diatomées coloniales									

Ceinture à *Fucus spiralis*

Espèces caractéristiques	Fspi1, 1	Fspi1, 2	Fspi1, 3	Fspi2, 1	Fspi2, 2	Fspi2, 3	Fspi3, 1	Fspi3, 2	Fspi3, 3
<i>Ascophyllum nodosum</i>									
<i>Catenella repens</i>									
<i>Fucus spiralis</i>									
<i>Hildenbrandia rubra</i>									
<i>Pelvetia canaliculata</i>									
<i>Verrucaria maura</i>									
Espèces opportunistes									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha compressa</i>									
<i>Enteromorpha ramulosa</i>									
<i>Ulva spp.</i>									
<i>Ceramium spp.</i>									
<i>Polysiphonia spp.</i> (sauf <i>lanosa / elongata</i>)									
<i>Boergeseniella spp.</i>									
Diatomées coloniales									

Ceinture à *Ascophyllum nodosum* - *Fucus vesiculosus*

Espèces caractéristiques	An1, 1	An1, 2	An1, 3	An2, 1	An2, 2	An2, 3	An3, 1	An3, 2	An3, 3
<i>Ascophyllum nodosum</i>									
<i>Cladophora rupestris</i>									
<i>Corallina elongata</i>									
<i>Fucus serratus</i>									
<i>Fucus vesiculosus</i>									
<i>Gelidium spinosum</i> (<i>pulchellum/latifolium</i>)									
<i>Gelidium pusillum</i>									
<i>Lithophyllum incrustans</i>									
<i>Lithothamnion lenormandii</i>									
<i>Lomentaria articulata</i>									
<i>Mastocarpus stellatus</i> (dont <i>Petrocelis</i>)									
<i>Plumaria plumosa</i>									
<i>Rhodothamniella floridula</i>									
Espèces opportunistes									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha compressa</i>									
<i>Enteromorpha ramulosa</i>									
<i>Ulva spp.</i>									
<i>Ceramium spp.</i>									
<i>Polysiphonia spp.</i> (sauf <i>lanosa / elongata</i>)									
<i>Boergeseniella spp.</i>									
Diatomées coloniales									

Ceinture à *Fucus serratus* (- Rhodophyceae)

Espèces caractéristiques	Fser1, 1	Fser1, 2	Fser1, 3	Fser2, 1	Fser2, 2	Fser2, 3	Fser3, 1	Fser3, 2	Fser3, 3
<i>Chondrus crispus</i>									
<i>Cladophora rupestris</i>									
<i>Corallina elongata</i>									
<i>Cryptopleura ramosa</i>									
<i>Fucus serratus</i>									
<i>Gelidium spinosum</i> (<i>pulchellum/latifolium</i>)									
<i>Gelidium pusillum</i>									
<i>Lithophyllum incrustans</i>									
<i>Lithothamnion lenormandii</i>									
<i>Lomentaria articulata</i>									
<i>Mastocarpus stellatus</i> (dont <i>Petrocelis</i>)									
<i>Osmundea pinnatifida</i>									
<i>Palmaria palmata</i>									
<i>Plumaria plumosa</i>									
<i>Rhodothamniella floridula</i>									
Espèces opportunistes									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha compressa</i>									
<i>Enteromorpha ramulosa</i>									
<i>Ulva spp.</i>									
<i>Ceramium spp.</i>									
<i>Polysiphonia spp.</i> (sauf <i>lanosa / elongata</i>)									
<i>Boergesenella spp.</i>									
Diatomées coloniales									

Ceinture à *Himanthalia elongata* - *Bifurcaria bifurcata* (- Rhodophyceae)

Espèces caractéristiques	He1, 1	He1, 2	He1, 3	He2, 1	He2, 2	He2, 3	He3, 1	He3, 2	He3, 3
<i>Asparagopsis armata / Falkenbergia</i>									
<i>Bifurcaria bifurcata</i>									
<i>Calliblepharis jubata</i>									
<i>Chondracanthus acicularis</i>									
<i>Chondrus crispus</i>									
<i>Cladophora rupestris</i>									
<i>Corallina elongata</i>									
<i>Cryptopleura ramosa</i>									
<i>Cystoclonium purpureum</i>									
<i>Gelidium spinosum (pulchellum/latifolium)</i>									
<i>Himanthalia elongata</i>									
<i>Laurencia obtusa / L. hybrida</i>									
<i>Lithophyllum incrustans</i>									
<i>Lomentaria articulata</i>									
<i>Mastocarpus stellatus (dont Petrocelis)</i>									
<i>Osmundea pinnatifida</i>									
<i>Palmaria palmata</i>									
<i>Plocamium cartilagineum</i>									
<i>Rhodothamniella floridula</i>									
Espèces opportunistes									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha compressa</i>									
<i>Enteromorpha ramulosa</i>									
<i>Ulva spp.</i>									
<i>Ceramium spp.</i>									
<i>Polysiphonia spp. (sauf lanosa / elongata)</i>									
<i>Boergesenella spp.</i>									
Diatomées coloniales									

Ceinture à *Laminaria digitata* (ou Laminariales)

Espèces caractéristiques	Ld1, 1	Ld1, 2	Ld1, 3	Ld2, 1	Ld2, 2	Ld2, 3	Ld3, 1	Ld3, 2	Ld3, 3
<i>Calliblepharis jubata</i>									
<i>Chondracanthus acicularis</i>									
<i>Chondrus crispus</i>									
<i>Corallina elongata</i>									
<i>Cryptopleura ramosa</i>									
<i>Cystoclonium purpureum</i>									
<i>Himantalia elongata</i>									
<i>Laminaria digitata</i>									
<i>Laminaria saccharina</i>									
<i>Laurencia obtusa/L. hybrida</i>									
<i>Lithophyllum incrustans</i>									
<i>Lomentaria articulata</i>									
<i>Mastocarpus stellatus</i> (dont <i>Petrocelis</i>)									
<i>Osmundea pinnatifida</i>									
<i>Palmaria palmata</i>									
<i>Plocamium cartilagineum</i>									
<i>Saccorhiza polyschides</i>									
Espèces opportunistes									
Ectocarpales									
<i>Enteromorpha compressa</i>									
<i>Enteromorpha ramulosa</i>									
<i>Ulva spp.</i>									
<i>Ceramium spp.</i>									
<i>Polysiphonia spp.</i> (sauf <i>lanosa / elongata</i>)									
<i>Boergesenella spp.</i>									
Diatomées coloniales									

