

Suivi des macroalgues subtidales de la façade Manche-Atlantique

Rapport final



Concarneau

**DERRIEN-COURTEL Sandrine et LE GAL Aodren
Muséum National d'Histoire Naturelle
Département Milieux et Peuplements Aquatiques
Station de Biologie Marine de Concarneau**

Février 2011

DCE Surveillance des Masses d'Eau
Suivi biologique –Macroalgues subtidales

Les auteurs

DERRIEN-COURTEL Sandrine
Chargée de recherche
derrien@mnhn.fr
Muséum National d'Histoire Naturelle
Département Milieux et Peuplements Aquatiques
Station de Biologie Marine de CONCARNEAU
BP 225 - 29182 CONCARNEAU

LE GAL Aodren
Assistant scientifique
alegal@mnhn.fr
Muséum National d'Histoire Naturelle
Département Milieux et Peuplements Aquatiques
Station de Biologie Marine de CONCARNEAU
BP 225 - 29182 CONCARNEAU

Les correspondants

Onema :
Marie-Claude Ximénès
Chargée de mission eaux littorales
marie-claude.ximenes@onema.fr

Référence du document : ***DERRIEN-COURTEL S. et LE GAL A., 2011. Suivi des macroalgues subtidales de la façade Manche-Atlantique. Contrat IFREMER-MNHN, février 2011, 49p.***

Ifremer :
Laurence Miossec
Coordinatrice DCE
Ifremer
Laurence.Miossec@ifremer.fr
Référence du document :

Droits d'usage :	<i>accès libre</i>
Couverture géographique :	<i>Façade Manche-Atlantique</i>
Niveau de lecture	<i>professionnels, experts</i>
Nature de la ressource	<i>document</i>

SUIVI DES MACROALGUES SUBTIDALES DE LA FAÇADE MANCHE-ATLANTIQUE

**Rapport final
DERRIEN-COURTEL S. et LE GAL A.**

Résumé	5
Abstract	6
SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE	7
Introduction	9
Présentation des acteurs	10
I. Sites de suivi	11
II. Protocole de suivi DCE des macroalgues subtidales	12
II.1. Protocole d'observation.....	13
II.1.1 Généralités	13
II.1.2. Paramètres étudiés	14
II.2. Protocole de calcul de l'indice de qualité et de l'EQR	21
II.2.1 Calcul de l'indice de qualité	21
II.2.2 Calcul de l'EQR.....	25
III. Résultats du suivi DCE des macroalgues subtidales	26
Conclusion et perspectives.....	31
Remerciements	32
Bibliographie.....	33

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des points de suivi DCE du littoral Manche-Atlantique	11
Figure 2 : Calcul de l'indice de qualité du site	25
Figure 3 : Classification des masses d'eau des districts Manche, Mer du Nord, Seine-Normandie....	29
Figure 4 : Classification des masses d'eau du district Loire-Bretagne	30
Figure 5 : Classification des masses d'eau du district Adour-Garonne	31

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les points de suivi DCE de la façade Manche-Atlantique	12
Tableau 2 : Liste des espèces définissant l'étagement selon le type de milieu et l'écorégion.....	15
Tableau 3 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux peu turbides pour l'écorégion Manche orientale.....	16
Tableau 4 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écorégion Manche orientale	16
Tableau 5 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux turbides et peu turbides pour l'écorégion Manche occidentale -Pays de Loire	17
Tableau 6 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux turbides et peu turbides pour l'écorégion Manche occidentale -Pays de Loire.....	17
Tableau 7 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux peu turbides pour l'écorégion Pays basque	18
Tableau 8 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écorégion Pays basque.....	18
Tableau 9 : Liste des espèces opportunistes	19
Tableau 10 : Valeurs de référence : Limites d'extension en profondeur des ceintures algales.....	21
Tableau 11 : Barème de notation : Densité des espèces définissant l'étagement.....	22
Tableau 12 : Barème de notation : Espèces caractéristiques.....	22
Tableau 13 : Barème de notation : Espèces opportunistes.....	23
Tableau 14 : espèces indicatrices de bon état écologique selon l'écorégion	23
Tableau 15 : Barème de notation : Richesse spécifique totale	23
Tableau 16 : Barème de notation : Stipes de <i>L. hyperborea</i> - épibioses	24
Tableau 17 : Sites de référence	25
Tableau 18 : Grille de lecture de l'EQR	26
Tableau 19 : <i>Résultats du calcul de l'E.Q.R. par site</i>	27
Tableau 20 : Résultats du calcul de l'E.Q.R. par M.E.	28

Liste des annexes

Annexe 1 : Typologies des ceintures algales.....	34
Annexe 2 : Fiches de terrain pour les niveaux 1-2 et 3	36
Annexe 3 : Fiche de terrain stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	38
Annexe 4 : Planche Photo	39
Annexe 5 : Fiche DCE Macroalgues en zone subtidale.....	40
Annexe 6 : Commentaire sur les masses d'eau dégradées du district Loire-Bretagne	46

SUIVI DES MACROALGUES SUBTIDALES DE LA FAÇADE MANCHE-ATLANTIQUE
DERRIEN-COURTEL S. et LE GAL A

Résumé

La Station de Biologie Marine de Concarneau a mis au point un protocole d'évaluation de l'état écologique des masses d'eaux côtières pour les façades Manche et Atlantique à partir de l'indicateur biologique « macroalgues subtidales » de substrat dur.

Les paramètres pris en compte sont : les limites d'extension en profondeur des ceintures algales, la densité des algues structurantes, la biodiversité algale, la composition spécifique et l'épiphytisme des stipes de *Laminaria hyperborea*. Ce protocole, développé à partir des données acquises dans le cadre du suivi REBENT Bretagne a demandé quelques adaptations pour être applicable aux 44 sites de suivi DCE répartis le long de la façade Manche-Atlantique.

L'utilisation de barèmes pour noter chacun des paramètres mesurés permet d'aboutir à un indice de qualité pour chaque site. Le Ratio de Qualité Ecologique (RQE) est obtenu en effectuant le rapport entre l'indice de qualité d'un site et l'indice de qualité de référence.

L'application de ce protocole aboutit à la classification des 35 masses d'eau parmi lesquelles 9 apparaissent en dessous des exigences européennes en terme d'état écologique.

Mots clés : Etat Ecologique, RQE, DCE, indicateur, macroalgues, subtidal, Côte Manche-Atlantique

SUIVI DES MACROALGUES SUBTIDALES DE LA FAÇADE MANCHE-ATLANTIQUE
DERRIEN-COURTEL S. et LE GAL A

Abstract

A new assessment method was developed by the Marine Biology laboratory of Concarneau to evaluate the ecological status of coastal waters for Channel and Atlantic coastlines using rocky bottom subtidal macroalgae as a biological indicator.

Studied parameters are algal belts depth limits, density of structuring algae, algal biodiversity, algal composition and *Laminaria hyperborea* epiphytism. This protocol was developed using an existing dataset from Brittany Reben survey program. Some adaptations were necessary to implement this assessment method to the 44 Water Framework Directive (WFD) survey sites along Channel and Atlantic coastlines.

Each parameter is evaluated according to specific rating tables and then the quality index is calculated for each survey site. The Ecological Quality Ratio (EQR) of a survey site is determined by the ratio of its quality index and the reference quality index.

This method was applied on 35 water masses and results shows that 9 of them do not respect WFD requirements for ecological quality.

Key words : Ecological status, EQR, WFD, Indicator, Macroalgae, subtidal, Channel and Atlantic coastline

SUIVI DES MACROALGUES SUBTIDALES DE LA FAÇADE MANCHE-ATLANTIQUE
DERRIEN-COURTEL S. et LE GAL A

SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE

A l'horizon 2015, les masses d'eau européennes devront satisfaire le bon état écologique. C'est l'objectif fixé par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Concernant les masses d'eau côtières, l'évaluation environnementale se base sur des paramètres chimiques et biologiques. Parmi les indicateurs biologiques retenus, la station de Biologie Marine de Concarneau a été chargée de développer un protocole d'évaluation des masses d'eau côtières de la façade Manche-Atlantique à partir de l'indicateur macroalgues subtidales. Les données quantitatives acquises selon un protocole standardisé par la station de Concarneau depuis 2003 dans le cadre du Reben Bretagne constituaient un atout précieux pour réaliser ce travail. Une analyse de ces données a permis d'aboutir à un système de notation et de qualification des masses d'eau.

*Dans ce protocole, 5 paramètres sont mesurés. Il s'agit des limites d'extension en profondeur des ceintures algales, de la densité des algues structurantes, de la biodiversité algale, de la composition spécifique (espèces indicatrices de bon état écologique, espèces caractéristiques et espèces opportunistes) et l'épiphytisme des stipes de la laminaire *Laminaria hyperborea*.*

L'indicateur macroalgues subtidales répond essentiellement aux pressions influençant la clarté de l'eau (apport sédimentaire, bloom phytoplanctonique...) et se caractérise par sa réactivité aux changements.

Un travail d'adaptation a été nécessaire pour s'accommoder des spécificités des écorégions qui se succèdent le long de la façade Manche-Atlantique. Ces adaptations ont concerné la définition des ceintures algales et la définition de listes d'espèces adaptées à chaque écorégion.

Les masses d'eau initialement réparties dans des types conformément à la circulaire DCE 2005-11 ont été regroupées en 3 supertypes afin de prendre en compte le potentiel des masses d'eau en fonction de contraintes naturelles (forte turbidité naturelle, nature du sédiment dominant). Des sites de référence ont été désignés sur la base des connaissances disponibles pour représenter l'état optimum pour chacun des supertypes.

L'application de ce protocole sur 44 sites a permis de qualifier l'état écologique de 35 masses d'eau du littoral Manche-Atlantique. La situation est globalement bonne avec néanmoins 9 masses d'eau déclassées qui devront faire l'objet de programmes de reconquête de la qualité de l'eau.

Ce protocole peut désormais être utilisé pour évaluer et suivre l'état de santé du compartiment macroalgues subtidales au niveau de la façade Manche-Atlantique en conservant à l'esprit ses limites d'utilisation.

L'ensemble des résultats obtenus et les observations réalisées dans ce cadre ont souligné l'importance du choix des sites de suivi. En effet, même si les masses d'eau sont sensées représenter une entité homogène du point de vue d'un ensemble de paramètres physiques, il demeure une certaine variabilité des conditions environnementales au sein de celles-ci, comme en témoignent les résultats obtenus au Pays Basque.

Ce protocole concerne le domaine subtidal et nécessite d'être appliqué sur des fonds atteignant une profondeur minimum pour être représentatif. Or il semble que dans certaines masses d'eau de Manche orientale, il soit difficile de trouver de tels fonds. En tant qu'indicateur, les algues subtidales représentent un intégrateur des pressions exercées, quelques soient leurs origines et de ce fait ne permettent pas au même titre que d'autres indicateurs biologiques de les identifier sans équivoque.

Pour en savoir plus :
derrien@mnhn.fr ou alegal@mnhn.fr

SUIVI DES MACROALGUES SUBTIDALES DE LA FAÇADE MANCHE-ATLANTIQUE

DERRIEN-COURTEL S. et LE GAL A

Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau a pour l'objectif d'atteindre le **bon état écologique** des masses d'eaux côtières et de transitions européennes à l'horizon 2015. Chaque pays peut définir sa propre stratégie de surveillance mais est néanmoins soumis à l'obligation d'attribuer aux masses d'eau un état écologique parmi 5 niveaux (très bon, bon, moyen, mauvais et très mauvais).

L'évaluation de l'état écologique des masses d'eau côtières doit se faire notamment au travers de paramètres biologiques (composition et abondance de la faune invertébrée benthique et de la flore). Une sélection d'habitats pertinents a été réalisée.

Pour les fonds subtidaux rocheux, la Station de Biologie Marine de Concarneau du MNHN a été chargée de la mise au point du protocole de suivi pour les masses d'eaux côtières pour les façades Manche et Atlantique. L'indicateur biologique retenu concerne les macroalgues subtidales.

La Station de Biologie Marine de Concarneau du MNHN est également responsable de la gestion des données acquises ainsi que de la notation de l'ensemble des sites du littoral Manche-Atlantique.

Ce document présente les protocoles d'observation et de calcul de l'EQR (Ecological quality ratio) pour le paramètre « macroalgues subtidales » qui ont été développés, pour les besoins de la DCE.

Ce travail a été réalisé dans un cadre contractuel avec IFREMER, dans le cadre d'un projet soutien à la DCE, qui bénéficie d'une contribution financière de la part des Agences de l'eau.



Plongeur du MNHN-Concarneau travaillant sur quadrat, le long d'un transect.

Présentation des acteurs

Sandrine DERRIEN-COURTEL (MNHN Concarneau)	Responsabilité scientifique, mise au point du protocole, rédaction, expertise taxonomique
Aodren LE GAL (MNHN Concarneau)	Mise au point du protocole, saisie, traitement et mise en forme, rédaction du rapport
François GAEVERT (Station Marine de Wimereux-CNRS) Marie-Andrée JANQUIN (Station Marine de Wimereux-CNRS) Dominique MENU (Station Marine de Wimereux-CNRS) Gaspard DELEBECQ (Station Marine de Wimereux-CNRS) Aline MIGNE (Station Biologique de Roscoff)	Relevés scientifiques en plongée Nord pas de Calais
Johann PRODHOMME (Ecosub) Brice REMI-ZEPHYR (Ecosub) Didier BOISMOREAU (Ecosub) Regis GALLON (Ecosub)	Relevés scientifiques en plongée Normandie
Sandrine DERRIEN-COURTEL (MNHN Concarneau) Aodren LE GAL (MNHN Concarneau) Marie MERCIER-PECARD (MNHN Concarneau) François-Xavier DECARIS (MNHN Concarneau) René DERRIEN (MNHN Concarneau) Thomas ABIVEN (Convention SyMEL-MNHN Concarneau)	Relevés scientifiques en plongée Bretagne
Anne-Laure BARILLE (Biolittoral) Nicolas HARIN (Biolittoral) Nicolas TRUHAUD (Biolittoral) Annaïk COCAUD (Biolittoral) Mathieu ORIOT (CNRS, Station de Roscoff)	Relevés scientifiques en plongée Pays de Loire
Marie-Noëlle DE CASAMAJOR (Ifremer-Anglet) Laurent SOULIER (IMA) Josiane POPOVSKY (IMA)	Relevés scientifiques en plongée Pays basque

I. Sites de suivi

Dans le cadre de la DCE, 44 sites répartis sur la façade Manche-Atlantique (cf. Figure 1) ont été retenus pour l'indicateur macroalgues subtidales.

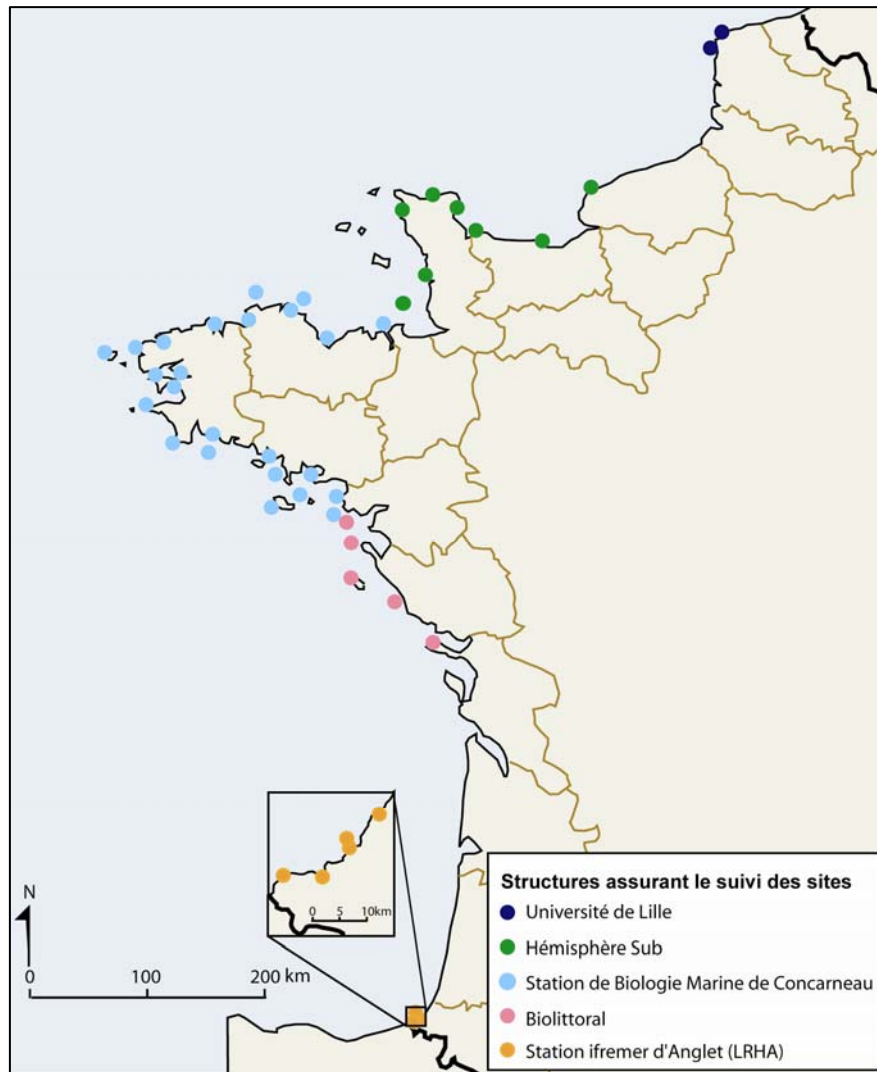


Figure 1 : Localisation des points de suivi DCE du littoral Manche-Atlantique

Ecorégion	Station	Type masse d'eau	Code masse d'eau	Masse d'eau	Latitude	Longitude
Manche orientale	Wissant	C09	FRAC02	Malo-Gris Nez	50° 54,740 N	01° 40,600 E
	Audresselles	C01	FRAC03	Gris nez-Slack	50° 49,970 N	01° 35,070 E
	Bénouville	C01	FRHC17	Pays de Caux (sud)	49° 43,373 N	00° 14,680 E
	Saint Aubin	C11	FRHC13	Côte de Nacre (est)	49° 21,170 N	00° 25,731 W
	Grancamp	C07	FRHC10	Baie des Veys	49° 24.456 N	01° 04.066 W
Manche occidentale Pays de Loire	Tatihou	C07	FRHC09	Anse de Saint-Vaast-la-Hougue	49° 35,152 N	01° 13,916 W
	Cap Levy	C15	FRHC07	Cap Levy - Gatteville	49° 41,453 N	01° 28' 690 W
	Dielette	C15	FRHC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	49° 33,031 N	01° 52,190 W
	Gouville	C17	FRHC03	Ouest Cotentin	49° 06,436 N	01° 38,915 W
	Chausey	C17	FRHC01	Archipel Chausey	48° 51,904 N	01° 51,123 W
	Les Haies de la Conchée	C10	FRGC03	Rance - Fresnaye	48° 41,224 N	02° 02,743 W
	Rohein	C09	FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	48° 39,497 N	02° 44,292 W
	Moguedhier	C01	FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	48° 50,339 N	03° 03,394 W
	La Pointe du Paon	C01	FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	48° 51,983 N	02° 59,098 W
	La Barrière	C15	FRGC08	Perros-Guirec (large)	48° 23,333 N	03° 30,749 W
	Roc'h Mignon	C13	FRGC10	Baie de Lannion	48° 45,371 N	03° 34,608 W
	Le Corbeau	C11	FRGC11	Baie de Morlaix	48° 40,614 N	03° 53,296 W
	îles de la Croix	C01	FRGC13	Les Abers (large)	48° 36,929 N	03° 36,232 W
	Liniau	C01	FRGC13	Les Abers (large)	48° 29,414 N	04° 48,462 W
	Ile Ronde	C12	FRGC16	Rade de Brest	48° 19,479 N	04° 27,804 W
	Fort de la Fraternité	C12	FRGC16	Rade de Brest	48° 18,576 N	04° 34,640 W
	Ar Forc'h vihan	C02	FRGC18	Iroise (large)	48° 26,722 N	05° 08,503 W
	Pointe du Van	C02	FRGC18	Iroise (large)	48° 03,965 N	04° 43,028 W
	Ile de l'Aber	C13	FRGC20	Baie de Douarnenez	48° 13,310 N	04° 26,263 W
	Gaouac'h	C14	FRGC26	Baie d'Audierne	47° 48,442 N	04° 23,884 W
	Les Bluiniers	C14	FRGC28	Concarneau (large)	47° 43,348 N	04° 03,812 W
	Linuen	C13	FRGC29	Baie de Concarneau	47° 50,653 N	03° 57,777 W
	Bastresse Sud	C10	FRGC34	Lorient - Groix	47° 40,909 N	03° 22,041 W
	Pierres Noires	C04	FRGC35	Baie d'Etel	47° 35,884 N	03° 12,954 W
	Tourelle de Grégam	C12	FRGC39	Golfe du Morbihan	47° 33,933 N	02° 55,003 W
	Pointe du Grand Guet	C01	FRGC42	Belle-Ile	47° 19,017 N	03° 14,938 W
	Le Grand Coin	C13	FRGC38	Golfe du Morbihan large	47° 24,467 N	03° 00,254 W
	Ile Dumet	C03	FRGC44	Baie de Vilaine (côte)	47° 23,966 N	02° 34,082 W
	Plateau du Four	C03	FRGC45	Baie de Vilaine (large)	47° 18,235 N	02° 39,183 W
	La Banche	C10	FRGC46	Loire-Large	47° 11,090 N	02° 29,600 W
Le Pilier	C10	FRGC46	Loire-Large	47° 02,705 N	02° 22,645 W	
Yeu Chien perrins	C14	FRGC47	Ile d'Yeu	46° 43,980 N	02° 24,350 W	
La Vigie	C10	FRGC50	Nord Sables d'Olonne	46° 43,282 N	02° 01,041 W	
Phare des baleines	C03	FRGC53	Pertuis Breton	46° 14,856 N	01° 35,530 W	
Pays basque	Port Vieux	C14	FRFC11	Anglet-Hendaye (Côte Basque)	43° 28,988 N	01° 34,302 W
	Guetary Nord	C14	FRFC11	Anglet-Hendaye (Côte Basque)	43° 25,734 N	01° 36,375 W
	Guetary Sud	C14	FRFC11	Anglet-Hendaye (Côte Basque)	43° 25,715 N	01° 37,080 W
	Viviers Basques	C14	FRFC11	Anglet-Hendaye (Côte Basque)	43° 23,362 N	01° 42,721 W
	Les Jumeaux	C14	FRFC11	Anglet-Hendaye (Côte Basque)	43° 23,134 N	01° 45,395 W

Tableau 1 : Les points de suivi DCE de la façade Manche-Atlantique

II. 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 macroalgues subtidales a été confiée à Station de Biologie Marine de Concarneau du MNHN. En effet, l'antériorité de la station en terme d'études 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 Rebut. 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 concernées, de la connaissance et du jugement des experts des fonds subtidiaux rocheux de chaque écorégion mais également de flores (Chalon J., 1905 ; Debray F., 1899 et Giard A., 1913) et de publications (Diez I. *et al.*, 2003 ; Gorostiaga J. M. *et al.*, 1996 et Juanes J. A. *et al.*, 2008). Pour ces écorégions, les jeux de données étaient néanmoins bien moins conséquents que celui du Rebut-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.

II.1. Protocole d'observation

II.1.1 Généralités

Pour l'application de ce protocole, les sites d'études doivent présenter des platiers subtidiaux rocheux. Seules les ceintures de l'infralittoral 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 balisé¹. 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).

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 épiphytes (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 S., 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 inférieur². 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.

¹ 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.

² 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).

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).

Des fiches de terrain ont été proposées aux opérateurs DCE pour leur faciliter les relevés. Ces fiches sont présentées en 2 et 3.

II.1.2. 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 (*cf. Erreur ! Source du renvoi introuvable.*)
- 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 (*cf. Erreur ! Source du renvoi introuvable.*).

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

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 2, p15.

		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 2 : 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, Pays de Manche occidentale -Loire, Pays Basque), des listes d'espèces caractéristiques ont été définies (cf. respectivement, Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6, Tableau 7 et Tableau 8) pour les niveau 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 3 : 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 4 : 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 5 : 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 6 : 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</i> spp. <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</i> sp. <i>Drachiella spectabilis</i> <i>Gelidium</i> spp <i>Halopithys incurva</i> <i>Halurus equisetifolius</i> <i>Jania rubens</i> <i>Lithophyllum incrustans</i> <i>Nitophyllum punctatum</i> <i>Peyssonnelia</i> spp. <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 7 : 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</i> spp. <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</i> spp. <i>Phyllophora crispa</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Pterosiphonia complanata</i> <i>Rhodymenia pseudopalmata</i>

Tableau 8 : 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 9).

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 9 : **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 alguier³.

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

³ 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).

stipe).

Nous proposons là aussi une étude plus complète (hors notation), en relevant (*cf. Erreur ! Source du renvoi introuvable.*) :

- 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.2. 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.2.1 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 10. 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 10 : 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. Fig 2).

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 11 : 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 12) 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 12 : 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 13) permet, quelque 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 13 : 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 14).

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 14 : 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. Fig. 5).

		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 15 : 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 16).

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 (cm²/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 16 : 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 2).

Figure 2).

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.

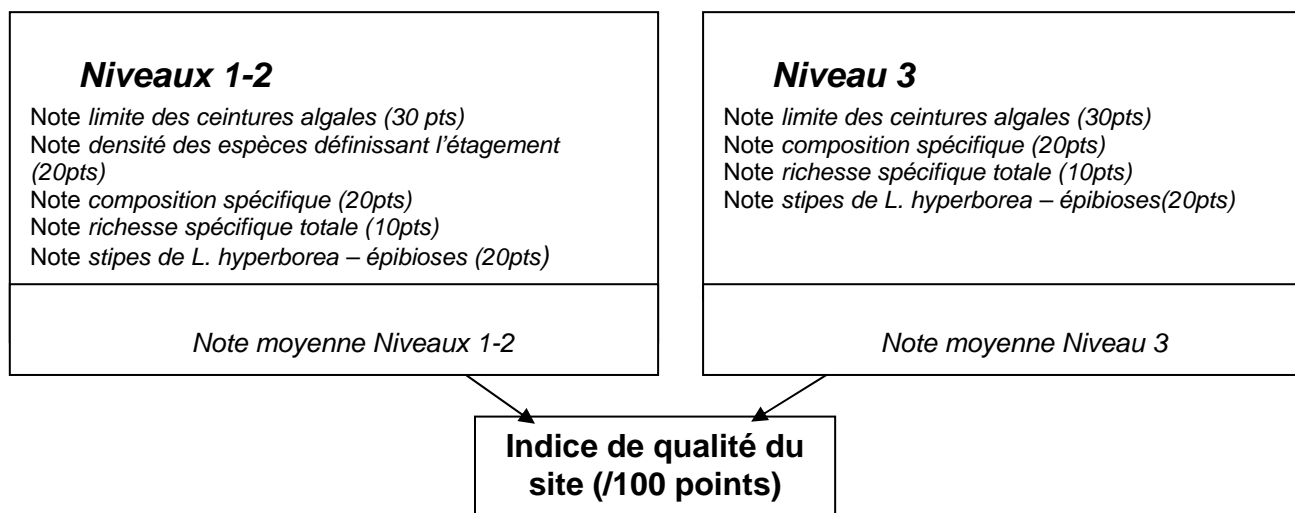


Figure 2 : Calcul de l'indice de qualité du site

II.2.2 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 17). 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 (cf. Tableau 19), 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 17 : Sites de référence

II.2.3 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 18 : 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.

III. Résultats du suivi DCE des macroalgues subtidales

L'application du protocole présenté dans la partie précédente a permis d'aboutir à une notation de chaque site (*cf.* Tableau 19, p.27) et au calcul de l'E.Q.R des différentes masses d'eau suivies (*cf.* Tableau 20, p28).

L'indicateur « macroalgues subtidales » répond principalement à deux types de pressions qui sont la turbidité et dans une moindre mesure, la température.

La turbidité de l'eau est liée à l'apport de matière en suspension, l'eutrophisation, la remise en suspension de sédiment. La turbidité peut avoir diverses origines comme les conditions météorologiques (pluviométrie, tempêtes), les aménagements littoraux, les blooms phytoplanctoniques la pollution des cours d'eau...

Les macroalgues et en particulier certaines laminaires sont sensibles à la température de l'eau. Un réchauffement des eaux côtières pourraient fortement influencer la répartition des laminaires (qui pourraient disparaître de certains sites) et l'état écologique défini par l'indicateur macroalgues serait dégradé. Ce paramètre peut évoluer à moyen (canicule de 2003) et long terme (réchauffement climatique).

Les données brutes issues des relevés de terrain réalisés en Manche montrent dans certains cas une incohérence entre les types de masses d'eau définis pour la DCE et les peuplements subtidaux observés. Dans d'autres cas, les résultats sont décevants (cas du site de la masse d'eau FRHC17-pays de Caux classée en « mauvais » alors qu'il s'agit d'un site de référence pour l'indicateur « macroalgues intertidales »).

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ces problèmes :

- Les sites de suivi ne sont peut être pas adaptés (éloignement insuffisant par rapport à la côte, profondeur trop faible, pente trop douce, substrat rocheux insuffisamment présent). A titre d'exemple, un site d'étude sélectionné pour l'intérêt de son estran ne sera qu'exceptionnellement adapté à un suivi subtidal (notamment en raison du paramètre pente recherchée qui n'est pas le même). Ceci explique pourquoi dans le suivi Rebert Bretagne aucun site d'étude n'est commun aux suivis subtidal et intertidal malgré les avantages que cela aurait pu comporter. Il n'est donc pas judicieux de s'appuyer uniquement sur les connaissances de la zone intertidale d'un site pour définir une zone de suivi subtidal juxtaposée. Une étape de prospection est nécessaire. Les prospections avant le choix définitif des sites de suivi étaient elles suffisantes ? Cette question amène à s'interroger sur les budgets et le temps alloués aux opérateurs pour effectuer ce travail. En effet, le choix des sites de suivi est une étape critique et une prospection préalable ou une bonne connaissance des fonds marins locaux est nécessaire afin de sélectionner des sites répondant aux critères d'application du protocole. A ce sujet, la station de biologie marine de Concarneau avait été contactée pour proposer des points de suivi pour la Manche. Une analyse des documents cartographiques (méthodologie identique à celle utilisée pour la région Bretagne) avait abouti à une sélection de sites. Cependant, cette proposition n'a

apparemment pas trouvé d'écho. Il est possible qu'une prospection de ces sites aurait infirmé leur intérêt mais nous ne savons pas ce qui a motivé leur éviction.

Le cas de la masse d'eau FRFC11 illustre bien la problématique du choix des sites de suivi. En effet, cette masse d'eau présente la particularité d'être représentée par 5 points de suivi. Or les résultats varient fortement d'un site à l'autre. Est-ce que certains sites ne subissent pas des pressions locales (émissaires, ports...) ?

Si une masse d'eau ne présente pas des fonds subtidiaux rocheux répondant au besoin du protocole, la pertinence de l'indicateur « macroalgues subtidales » doit être remise en question.

- La non prise en compte du paramètre de turbidité naturelle qui influe fortement les peuplements subtidiaux lors du découpage des masses d'eau. En effet, certaines masses d'eaux (Manche) sont, semble-il, soumises à une forte turbidité d'origine naturelle, liée notamment à la nature géologique des roches. Or ce paramètre de turbidité n'a pas été pris en compte lors du découpage des masses d'eaux. Il en résulte que ces sites d'eaux turbides sont comparés à des sites où la turbidité est faible. La turbidité étant le facteur principal influençant les peuplements algaux dans le domaine subtidal, cela peut expliquer les mauvais résultats de certains sites.

Type masse d'eau	Supertype	Site	Code M.E.	I.Q. /100	I.Q. /100	I.Q réf	EQR
C09	Wissant	B	FRAC02	Malo - Gris-Nez	33	56.8	0.58
C01	Adresselles	A	FRAC03	Gris-Nez - Slack	3.5	77	0.05
C17	Chausey	B	FRHC01	Archipel Chausey	54.5	56.8	0.96
C01	Gouville	B	FRHC03	Ouest Cotentin	22	56.8	0.39
C15	Dielette	A	FRHC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	44.5	77	0.58
C15	Cap Levy	A	FRHC07	Cap Levy - Gatteville	73	77	0.95
C07	Tatihou	B	FRHC09	Anse de Saint-Vaast-la-Hougue	38.5	56.8	0.68
C07	Grancamp	B	FRHC10	Baie des Veys	35.5	56.8	0.62
C11	Saint Aubin	B	FRHC13	Cote de Nacre (est)	37.5	56.8	0.66
C01	Benouville	A	FRHC17	Pays de Caux (sud)	20	77	0.26
C10	Les Haies De La Conchee	B	FRGC03	Rance - Fresnaye	57.5	56.8	1.01
C09	Rohein	B	FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	58.8	56.8	1.04
C01	Moguedhier	A	FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	61.2	77	0.79
C01	La Pointe Du Paon	A	FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	73	77	0.95
C15	La Barriere	A	FRGC08	Perros-Guirec (large)	69.2	77	0.9
C13	Roc'h Mignon	B	FRGC10	Baie de Lannion	31	56.8	0.55
C11	Le Corbeau	B	FRGC11	Baie de Morlaix	29.5	56.8	0.52
C01	Iles De La Croix	A	FRGC13	Les Abers (large)	71.5	77	0.93
C01	Liniau	A	FRGC13	Les Abers (large)	80	77	1.04
C12	Ile Ronde	C	FRGC16	Rade de Brest	80.8	80.8	1
C12	Fort De La Fraternite	B	FRGC16	Rade de Brest	70	80.8	0.87
C02	Pointe Du Van	A	FRGC18	Iroise (large)	76.5	77	0.99
C02	Ar Forc'h Vihan	A	FRGC18	Iroise (large)	81.5	77	1.06
C13	Ile De L'aber	B	FRGC20	Baie de Douarnenez	48	56.8	0.85
C14	Gaouac'h	A	FRGC26	Baie d'Audiernne	59.5	77	0.77
C14	Les Bluiniers	A	FRGC28	Concarneau (large)	73.5	77	0.95
C13	Linuen	B	FRGC29	Baie de Concarneau	52.8	56.8	0.93
C10	Bastresse Sud	B	FRGC34	Lorient - Groix	54.8	56.8	0.96
C04	Pierres Noires	B	FRGC35	Baie d'Etel	56.8	56.8	1
C13	Le Grand Coin	B	FRGC38	Golfe du Morbihan (large)	43.8	56.8	0.77
C12	Tourelle De Gregam	C	FRGC39	Golfe du Morbihan	65.5	80.8	0.81
C01	Pointe Du Grand Guet	A	FRGC42	Belle-Ile	50.7	77	0.66
C03	Ile Dumet	B	FRGC44	Baie de Vilaine (cote)	22.5	56.8	0.4
C03	Plateau Du Four	B	FRGC45	Baie de Vilaine (large)	38.5	56.8	0.68
C10	La Banche Sud	B	FRGC46	Loire (large)	51.5	56.8	0.91
C10	Le Pilier	B	FRGC46	Loire (large)	60	56.8	1.06
C14	Yeu	A	FRGC47	Ile d'Yeu	67.8	77	0.88
C10	La Vigie	B	FRGC50	Nord Sables d'Olonne	0	56.8	0
C03	Le Phare Des Baleines	B	FRGC53	Pertuis Breton	55	56.8	0.97
C14	Port Vieux	A	FRFC11	Cote Basque	34	77	0.44
C14	Les Jumeaux	A	FRFC11	Cote Basque	44	77	0.57
C14	Guetary Nord	A	FRFC11	Cote Basque	51	77	0.66
C14	Viviers Basques	A	FRFC11	Cote Basque	53.5	77	0.69
C14	Guetary Sud	A	FRFC11	Cote Basque	70	77	0.91

Tableau 19 : Résultats du calcul de l'E.Q.R. par site

Code M.E.	M.E.	Type masse d'eau	I.Q.	Valeur de réf (médiane)	E.Q.R.	Etat écologique	Commentaires
FRAC02	Malo - Gris-Nez	C09	33	56,8	0,58	Moyen	Pertinence de l'indicateur -choix du site
FRAC03	Gris-Nez - Slack	C01	3,5	77	0,05	Très mauvais	Pertinence de l'indicateur -choix du site
FRHC01	Archipel Chausey	C17	54,5	56,8	0,96	Très bon	Site de référence-résultat cohérent
FRHC03	Ouest Cotentin	C01	22	56,8	0,39	Mauvais	Pertinence de l'indicateur -choix du site
FRHC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	C15	48	77	0,58	Moyen	Pertinence de l'indicateur -choix du site
FRHC07	Cap Levy - Gatteville	C15	73	77	0,95	Très bon	*
FRHC09	Anse de Saint-Vaast-la-Hougue	C07	38,5	56,8	0,68	Bon	*
FRHC10	Baie des Veys	C07	35,5	56,8	0,62	Moyen	Pertinence de l'indicateur -choix du site
FRHC13	Cote de Nacre (est)	C11	40,5	56,8	0,66	Bon	*
FRHC17	Pays de Caux (sud)	C01	20	77	0,26	Mauvais	Pertinence de l'indicateur -choix du site
FRGC03	Rance - Fresnaye	C10	57,5	56,8	1,01	Très bon	Cohérent / macroalgues intertidales-incohérence / algues opportunistes
FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	C09	58,8	56,8	1,04	Très bon	incohérence / algues opportunistes
FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	C01	67,1	77	0,87	Très bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC08	Perros-Guirec (large)	C15	69,2	77	0,90	Très bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC10	Baie de Lannion	C13	31	56,8	0,55	Moyen	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC11	Baie de Morlaix	C11	29,5	56,8	0,52	Moyen	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC13	Les Abers (large)	C01	75,8	77	0,99	Très bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC16	Rade de Brest	C12	75,4	80,8	0,93	Très bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC18	Iroise (large)	C02	79	77	1,03	Très bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC20	Baie de Douarnenez	C13	48	56,8	0,85	Très bon	Classement en moyen pour l'indicateur algues opportunistes
FRGC26	Baie d'Audierne	C14	59,5	77	0,77	Bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC28	Concarneau (large)	C14	73,5	77	0,95	Très bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC29	Baie de Concarneau	C13	52,8	56,8	0,93	Très bon	Incohérent / algues opportunistes (dire d'expert) qui classe la masse d'eau en mauvais
FRGC34	Lorient - Groix	C10	54,8	56,8	0,96	Très bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC35	Baie d'Étel	C04	56,8	56,8	1,00	Très bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC38	Golfe du Morbihan (large)	C13	43,8	56,8	0,77	Bon	cohérent / algues opportunistes (dire d'expert)
FRGC39	Golfe du Morbihan	C12	65,5	80,8	0,81	Bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC42	Belle-Ile	C01	50,7	77	0,66	Bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC44	Baie de Vilaine (cote)	C03	22,5	56,8	0,40	Mauvais	Turbidité importante
FRGC45	Baie de Vilaine (large)	C03	38,5	56,8	0,68	Bon	Cohérent / autres indicateurs macroalgues
FRGC46	Loire-Large	C10	55,7	56,8	0,99	Très bon	*
FRGC47	Ile d'Yeu	C14	55,4	77	0,88	Très bon	*
FRGC50	Nord Sables d'Olonne	C10	0,0	56,8	0,00	Très mauvais	Pas d'infralittoral en 2010
FRGC53	Pertuis Breton	C03	55,0	56,8	0,97	Très bon	*
FRFC11	Cote Basque	C14	50,5	77	0,65	Bon	Résultats variables selon les sites mais cohérents selon l'opérateur

Tableau 20 : Résultats du calcul de l'E.Q.R. par M.E.

La colonne commentaire indique la cohérence des résultats par rapport à ceux obtenus à l'aide des autres indicateurs macroalgues (intertidales, proliférantes, maërl) et/ou donne des éléments d'explications sur les résultats.

(* : Information concernant la classe de qualité attribuée à la masse d'eau par d'autres indicateurs macroalgues non disponible)

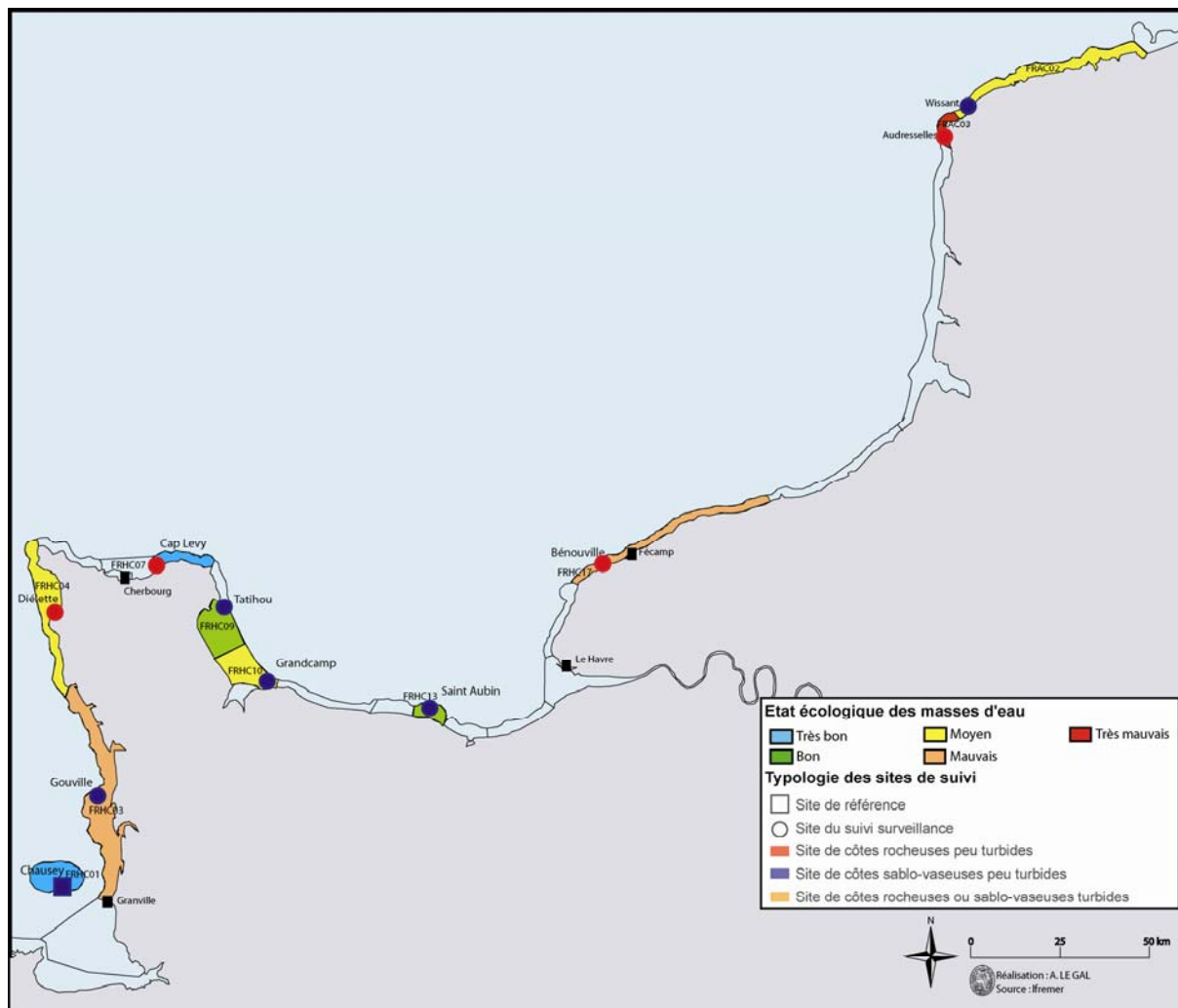


Figure 3 : Classification des masses d'eau des districts Manche, Mer du Nord, Seine-Normandie

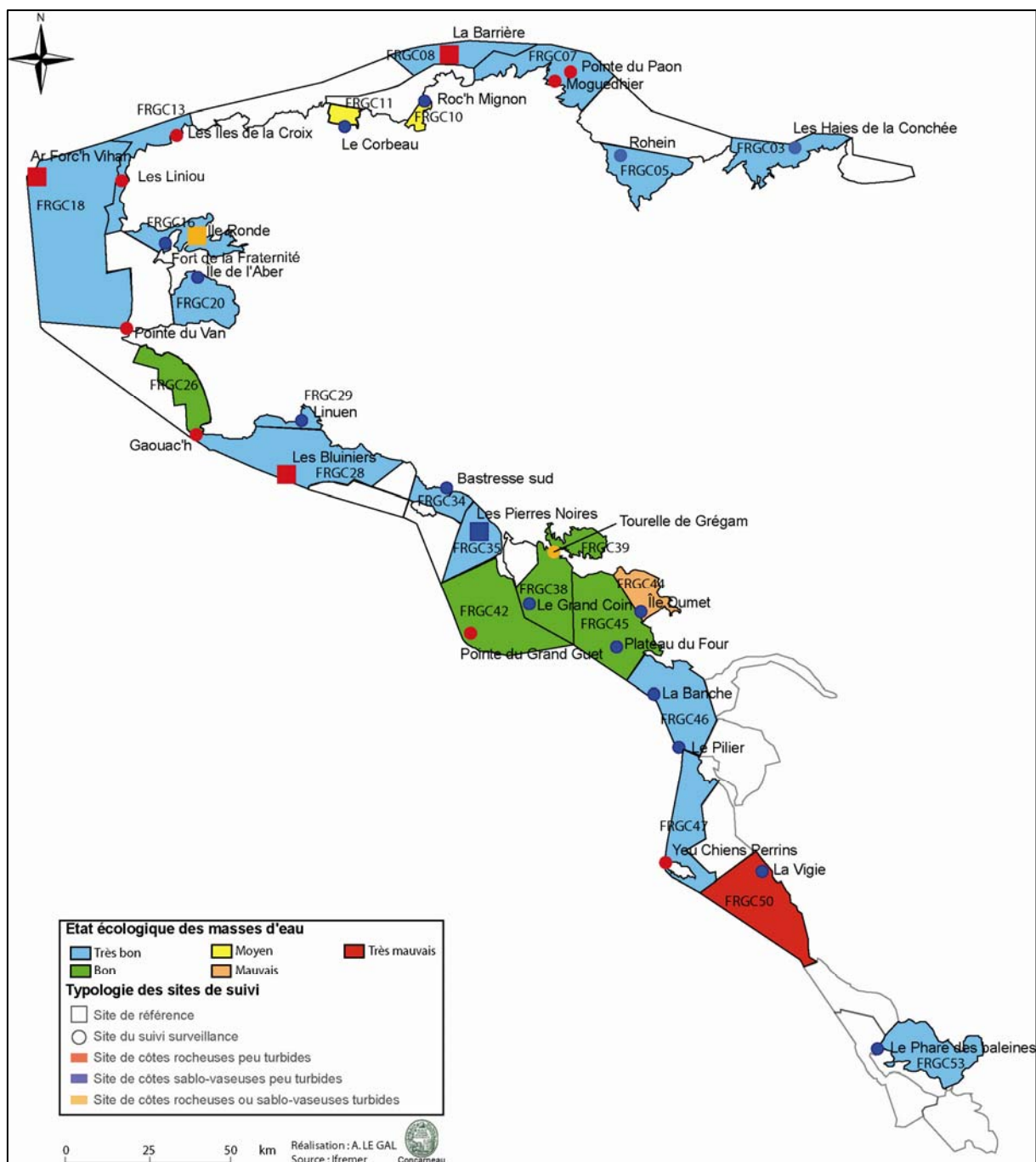


Figure 4 : Classification des masses d'eau du district Loire-Bretagne

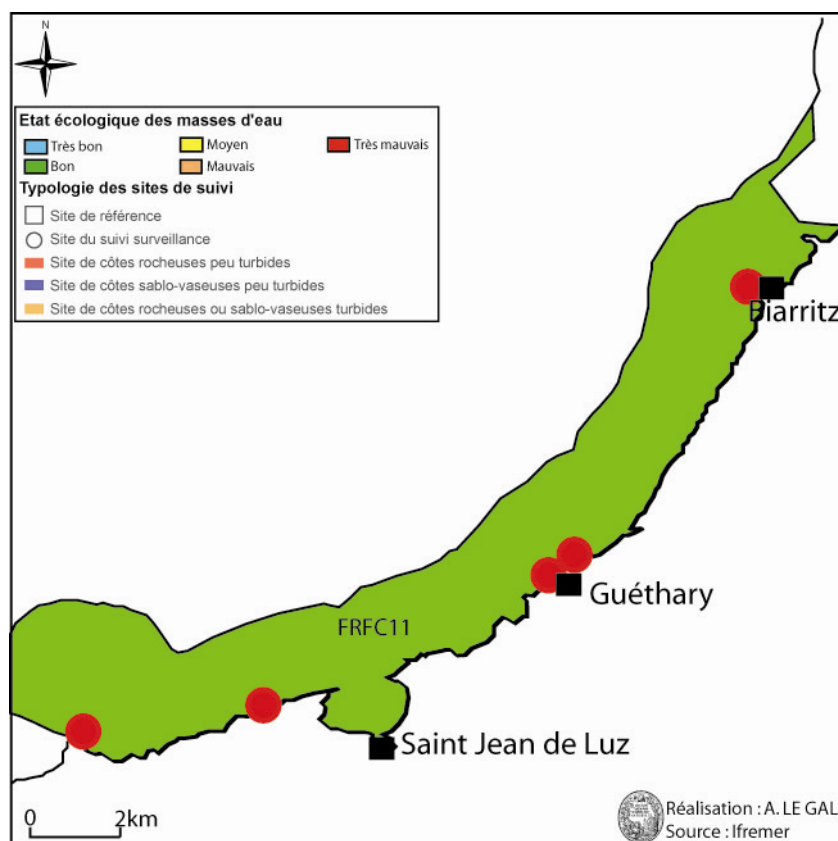


Figure 5 : Classification des masses d'eau du district Adour-Garonne

Conclusion et perspectives

Le protocole de suivi des fonds subtidaux rocheux présenté ici a permis, au travers de l'indicateur « Macroalgues subtidales » de qualifier l'état écologique des masses d'eau côtières du littoral Manche Atlantique.

Les résultats obtenus pour chaque masse d'eau du district Loire-Bretagne et pour lesquels la Station de Biologie Marine de Concarneau est opérateur, seront détaillés et expliqués dans des fiches (cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, p.40) consultables sur les sites de la DCE de l'Ifremer et de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne :

- http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/la_dce_par_bassin/bassin_loire_bretagne/fr
- <http://www.eau-loire-bretagne.fr/littoral>.

Ces fiches ont été rédigées par Sandra FAURE et Hélène OGER-JEANNERET.

A la demande de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, un commentaire a été rédigé pour les masses d'eau déclassées du district Loire-Bretagne (cf. Annexe 6).

La prochaine étape sera l'intercalibration des grilles de lecture avec nos collègues espagnols. Les prises de contact sont initiées, mais rien n'est fait pour le moment. Cette phase devrait être l'occasion de tester notre protocole sur des jeux de données de sites espagnols de différents états écologiques et de vérifier ainsi la cohérence des résultats obtenus avec nos protocoles respectifs.

Au vu de l'expérience des suivis effectués, nous mettons l'accent sur la périodicité de 6 ans adoptée pour le suivi DCE qui nous semble vraiment trop faible. Si les notes des masses d'eau évoluent fortement, il sera difficile d'analyser la raison de ce changement avec un tel écart entre les relevés. L'accumulation de séries de données permettant d'analyser de manière plus pertinente les résultats.

Remerciements

Nous tenons à remercier particulièrement Gaétane Durand du service Dyneco/Vigies d'Ifremer Nantes, pour avoir développé un système de calcul automatisé de l'E.Q.R. des masses d'eau.

Nous remercions l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (partenariat ONEMA – Ifremer) pour sa participation.

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

CASTRIC-FEY A., GIRARD-DESCATOIRE A., et F. LAFARGUE, 1978. Les peuplements sessiles de l'archipel des Glenan. Répartition de la faune dans les différents horizons. *Vie et Milieu*, 28-29 (1) ser AB: 51-67.

CASTRIC-FEY A., GIRARD-DESCATOIRE A., LAFARGUE F., et M.-T. L'HARDY-HALOS, 1973. Etagement des algues et des invertébrés sessiles dans l'archipel de Glenan. Définition biologique des niveaux bathymétriques. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, 24: 490-509.

CASTRIC-FEY A., GIRARD-DESCATOIRE A., L'HARDY-HALOS M.-T. et S. DERRIEN-COURTEL, 2001. La vie sous-marine en Bretagne - Découverte des fonds rocheux. *Les Cahiers Naturalistes de Bretagne* n°3, Conseil Régional de Bretagne, Biotope édit., 176 p.

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-COURTEL S., 2008. L'étude des peuplements subtidaux rocheux (flore et faune) du littoral breton permet-elle de contribuer à l'évaluation de la qualité écologique du littoral et d'en mesurer les changements ? Thèse Muséum National d'Histoire Naturelle, 221p.

DIEZ I., SANTOLARIA A., GOROSTIAGA J. M., 2003. The relationship of environmental factors to the structure and distribution of subtidal seaweed vegetation of the western Basque coast (N Spain). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 56: 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 J. M., DIEZ I., 1996. Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). *Marine Ecology Progress Series*, 130 : 157-167.

JUANES J. A., GUINDA X., PUENTE A., REVILLA J. A., 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the N.E. Atlantic. *Ecological indicators*, 8 : 351-359.

Annexe 1 : Typologies des ceintures algales

Typologies des ceintures algales

1) Dans le cas des milieux peu turbides, l'étagement des peuplements a été défini selon Castric-Fey, *et al.*, 1973, 1978, 2001. Nous replacerons ici, pour mémoire les niveaux d'étagement de la roche sublittorale (c'est-à-dire l'infralittoral et le circalittoral) au sein de l'étagement littoral global (du supralittoral au circalittoral) :

- Etage supralittoral (= zone des embruns marins) caractérisé par les lichens
- Etage médiolittoral (= zone de balancement des marées ou estran) caractérisé par des ceintures de Fucales émergées (*Pelvetia*, *Fucus*, *Ascophyllum*) ou des populations de crustacés et mollusques fixés sur la roche (balanes, patelles, moules...), puis par la ceinture de *Chondrus - Mastocarpus* (émergée en marée de vive eau).
- Etage infralittoral (= zone continuellement immergée, à forte instabilité environnementale) caractérisé par de grandes algues photophiles : laminaires et Fucales sous-marines (*Sargassum*, *Cystoseira*, *Halidrys*) et la dominance de la flore sur la faune fixée.

- * Horizon à *Laminaria digitata* = «Niveau 1» (en mode battu : ceinture de *Laminaria digitata* denses frange infralittorale (facultative); en mode calme : *Laminaria digitata* clairsemées, *Laminaria saccharina*, pelouse à *Padina* (facultative), herbiers à *Zostera marina* sur sable.

- * Horizon à laminaires denses (« kelp forest », ou à Fucales sous-marines denses) = «Niveau 2» (en mode battu : forêt de laminaires denses ; en mode calme : prairies de *Cystoseira* et *Halidrys*) = étage infralittoral supérieur. Pour cette ceinture, on compte plus de 3 pieds de laminaires par mètre carré.

- * Horizon à laminaires clairsemées («laminarian park»), ou à Fucales sous-marines clairsemées et prairies denses d'algues de petite taille = «Niveau 3» (en mode battu : laminaires clairsemées ; en mode calme : prairies de *Solieria chordalis*) = étage infralittoral inférieur. Pour cette ceinture, on compte moins de 3 pieds de laminaires par mètre carré.

- Etage circalittoral (= zone de faibles variations environnementales)

- * Horizon circalittoral côtier : = étage circalittoral supérieur. Les laminaires sont désormais absentes. Horizon caractérisé par la présence d'algues sciaphiles (*Dictyopteris polypodioides*, *Rhodymenia pseudopalmata*...) de densité décroissante avec la profondeur et la dominance de la faune fixée (gorgones, roses de mer, éponges axinellides ...) sur la flore = «Niveau 4».

- * Horizon circalittoral du large : = étage circalittoral inférieur caractérisé par l'absence d'algues dressées et l'apparition d'un nouveau stock d'animaux fixés (*Dendrophyllia cornigera* ...) : faune fixée sciaphile dominante = «Niveau 5».

Cas du pays basque

Pour cette écorégion, la définition de l'étagement en milieu peu turbide a demandé quelques adaptations.

- * Horizon à *Padina pavonica* = «Niveau 1»; pelouse à *Padina* (facultative).

- * Horizon à *Cystoseires denses* = «Niveau 2» prairies de *Cystoseira* = étage infralittoral supérieur. Pour cette ceinture, on compte plus de 3 pieds de *Cystoseires* par mètre carré.

- * Horizon à *Cystoseires clairsemées* = «Niveau 3» = étage infralittoral inférieur. Pour cette ceinture, on compte moins de 3 pieds de *Cystoseires* par mètre carré.

- Etage circalittoral (= zone de faibles variations environnementales)

- * Horizon circalittoral côtier : = étage circalittoral supérieur. Les *Cystoseires* sont désormais absentes. Horizon caractérisé par la présence d'algues sciaphiles de densité décroissante avec la profondeur et la dominance de la faune fixée (*Alcyonium digitatum*, *Corynactis viridis*, *Actinothoe sphyrodeta*...) sur la flore = «Niveau 4».

- * Horizon circalittoral du large : = étage circalittoral inférieur caractérisé par l'absence d'algues dressées et l'apparition d'un nouveau stock d'animaux fixés: faune fixée sciaphile dominante = «Niveau 5».

2) Dans les milieux très turbides, la tranche d'eau d'où peut s'effectuer la photosynthèse est réduite et les peuplements infralittoraux photophiles tendent à disparaître. Par contre, les espèces circalittorales peuvent remonter jusqu'à la limite inférieure de l'estran. Il est donc difficile de situer les limites entre les étages. Sur les roches toujours plus ou moins soumises à l'ensablement ou à l'envasement, les algues dominantes sont les algues brunes *Laminaria saccharina* et *Sargassum muticum* et l'algue rouge sciaphile *Solieria chordalis*.

Nous devons donc redéfinir les niveaux d'étagement au moyen des espèces présentes dans ces habitats sous-marins d'eaux turbides, à la fois abrités et soumis à des courants de marée importants.

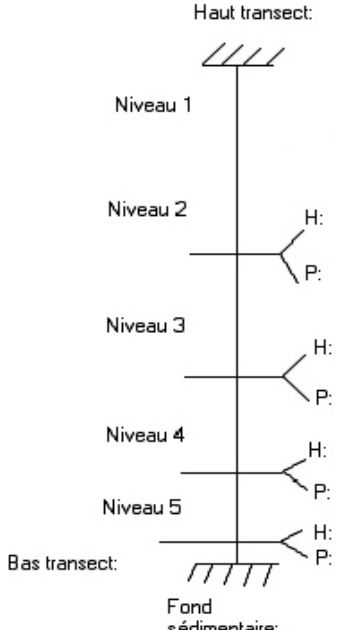
* «Niveau 1» : Sur la roche, présence facultative de *Padina pavonica*.

* «Niveau 2» : Champ de *Sargassum muticum* et/ou *Halidrys siliquosa*, parfois associés à *Laminaria saccharina*, *Laminaria hyperborea*, et/ou *Saccorhiza polyschides*. Sous-strate de Rhodophycées sciaphiles. Dominance des algues sur la faune fixée = étage infralittoral supérieur.

* «Niveau 3» : Rares *Sargassum muticum* et/ou *Halidrys siliquosa* en touffes dispersées. Abondance des algues Rhodophycées sciaphiles comme *Solieria chordalis* et de la faune fixée = étage infralittoral inférieur.

* «Niveau 4» : Dominance de la faune fixée ; algues foliacées rares = étage circalittoral supérieur, peu distinct, ici, de l'étage circalittoral inférieur («Niveau 5»)

Annexe 2: Fiches de terrain pour les niveaux 1-2 et 3

FICHE de SUIVI DCE-Eaux côtières "Macroalgues" - <u>Quadrats : Niv. 1-2</u>				
Nom :	Nom site :	Nom :	Nom site :	
Date :		N° Quadrat:		
H. début plongée :		H début relevé Q.:		
H. fin plongée :		Prof. Q. début relevé:		
Prof. Max :		Bathy.:		
Algues définissant l'Étage :		Q N°	Q N°	
		N pied/ Q	N pied/ Q	
Cystoseira sp.				
Halidrys siliquosa				
Laminaria digitata				
Laminaria hyperborea				
Laminaria ochroleuca				
Laminaria saccharina				
Jeunes laminaires indéterminées				
Sargassum muticum				
Saccorhiza polyschides				
Solieria chordalis				
Padina pavonica				
Espèces encroûtantes :		% / Q	% / Q	
Phymatolithon lenormandii				
Roche nue				
Nombre total d'espèces :				
Dresser la liste totale des espèces (au verso de la fiche)				
LIMITES DES CEINTURES ALGALES				
Haut transect:				
				
Bas transect:				
Fond sédimentaire:				
		Espèces caractéristiques :		
		Q N°	Q N°	
		N pied/ Q	N pied/ Q	
Acrosorium venulosum				
Apoglossum ruscifolium				
Bonnemaisonia asparagoïdes				
Calliblepharis ciliata				
Calliblepharis jubata				
Callophyllis laciniata				
Chondria dasyphylla				
Corallina sp.				
Cryptopleura ramosa				
Cystoseira spp.*				
Delesseria sanguinea				
Dictyopteris polypodioides				
Dictyota dichotoma				
Dilsea carnosa				
Drachiella spectabilis				
Erythrogloum laciniatum				
<u>Halidrys siliquosa*</u>				
Halopteris filicina				
Heterosiphonia plumosa				
Kallymenia reniformis				
<u>Laminaria digitata*</u>				
<u>Laminaria hyperborea*</u>				
Meredithia microphylla				
Nitophyllum punctatum				
<u>Padina pavonica*</u>				
Phyllophora crista				
Plocamium cartilagineum				
Polyneura bonnemaisonii				
Pterothamnion spp.				
Rhodophyllis divaricata				
Rhodymenia pseudopalmata				
<u>Sargassum muticum*</u>				
<u>Solieria chordalis*</u>				
Sphaerococcus coronopifolius				
Espèces opportunistes :		N ind/ Q	N ind/ Q	
Enteromorpha spp.				
Ulva spp.				
Diatomées				
Desmarestia ligulata				
Ectocarpales				
Hinckia spp.				
Ceramium spp.				
Hypoglossum hypoglossoides				
Heterosiphonia japonica				
Polysiphonia spp. (prélever)				
* ces espèces définissent également l'étagement				

FICHE de SUIVI DCE-Eaux côtières "Macroalgues" - Quadrats : Niv. 3

Nom : _____ **Nom site :** _____

Date :	N° Quadrat:
H. début plongée :	H début relevé Q.:
H. fin plongée :	Prof. Q. début relevé:
Prof. Max :	Bathy.:

Nom : _____ **Nom site :** _____

Date :	N° Quadrat:
H. début plongée :	H début relevé Q.:
H. fin plongée :	Prof. Q. début relevé:
Prof. Max :	Bathy.:

Algues définissant l'Étage :	Q N°	Q N°
	N pied/ Q	N pied/ Q
Cystoseira sp.		
Halidrys siliquosa		
Laminaria digitata		
Laminaria hyperborea		
Laminaria ochroleuca		
Laminaria saccharina		
Jeunes laminaires indéterminées		
Sargassum muticum		
Saccorhiza polyschides		
Solieria chordalis		
Padina pavonica		

Espèces encroûtantes :	% / Q	% / Q
Cruoria pellita		
Phymatolithon lenormandii		
Roche nue		

Nombre total d'espèces : _____

Dresser la liste totale des espèces (au verso de la fiche)

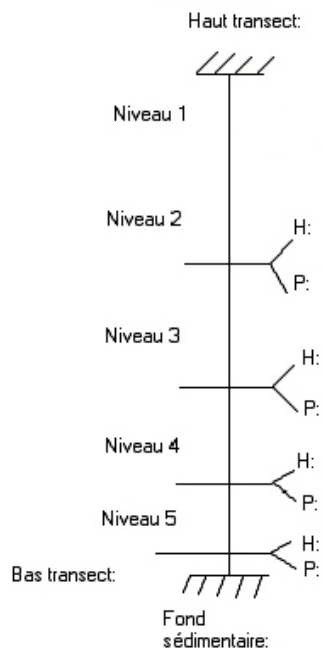
Espèces caractéristiques :	Q N°	Q N°
	N pied/ Q	N pied/ Q
Acrosorium venulosum		
Apoglossum ruscifolium		
Bonnemaisonia asparagoides		
Calliblepharis ciliata		
Callophyllis laciniata		
Chylocladia verticillata		
Nitophyllum punctatum		
Phyllophora crispa		
Polyneura bonnemaisonii		
Pterothamnion plumula		
Rhodophyllis divaricata		
Sargassum muticum*		
Solieria chordalis*		

Espèces opportunistes :	N ind/ Q	N ind/ Q
Enteromorpha spp.		
Ulva spp.		
Diatomées		
Desmarestia ligulata		
Ectocarpales		
Hincksia spp.		
Ceramium spp.		
Hypoglossum hypoglossoides		
Heterosiphonia japonica		
Polysiphonia spp.(prélever)		

* ces espèces définissent également l'étagement

LIMITES DES CEINTURES

ALGALES



Annexe 3 : Fiche de terrain stipes de *Laminaria hyperborea*

FICHE de SUIVI DCE-Eaux côtières "Macroalgues" - Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>									
Nom du SITE :		N° Stipe :		N° Stipe :		N° Stipe :		N° Stipe :	
		Prof.: Heure:		Prof.: Heure:		Prof.: Heure:		Prof.: Heure:	
Bathy. :	Niv. :	Bathy. :	Niv. :	Bathy. :	Niv. :	Bathy. :	Niv. :	Bathy. :	
Nom :		L.Tot Stipe :		L.Tot Stipe :		L.Tot Stipe :		L.Tot Stipe :	
Date :		L. épiph. : /		L. épiph. : /		L. épiph. : /		L. épiph. : /	
Position sur Stipe : 1/3 haut = H 1/3 milieu = M 1/3 bas = B		Périmètre milieu Stipe = ou Ø milieu Stipe =		Périmètre milieu Stipe = ou Ø milieu Stipe =		Périmètre milieu Stipe = ou Ø milieu Stipe =		Périmètre milieu Stipe = ou Ø milieu Stipe =	
FLORE		Profil de la partie épiph. du stipe		Post* sur Stipe		Profil de la partie épiph. du stipe		Post* sur Stipe	
Algues Rouges :									
<i>Apoglossum ruscifolium</i>									
<i>Callophyllis laciniata</i>									
<i>Ceramium sp.</i>									
<i>Chylocladia verticillata</i>									
<i>Corallina sp.</i>									
<i>Cryptopleura ramosa</i>									
<i>Heterosiphonia plumosa</i>									
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>									
<i>Laurencia obtusa</i>									
<i>Lomentaria articulata</i>									
<i>Membranoptera alata</i>									
<i>Palmaria palmata</i>									
<i>Phycodrys rubens</i>									
<i>Plocamium cartilagineum</i>									
<i>Polymeura bonnemaisoni</i>									
<i>Polysiphonia sp.</i>									
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>									
Algues Brunes :									
<i>Dictyota dichotoma</i>									
Ectocarpale									
Jeune laminaire									
<i>Laminaria hyperborea</i>									
Algues vertes :									
<i>Cladophora sp.</i>									
<i>Enteromorpha sp.</i>									
<i>Ulva sp.</i>									
FAUNE									
Balane (Nombre)									
Bryzoaire encroûtant									
<i>Distomus variolosus</i> (Nb)									
Eponge encroûtante									
Hydraire									
Vers polychète (Nb)									
Correct* SHOM :		N° Pillulier		Posit* sur Stipe		N° Pillulier		Posit* sur Stipe	

Annexe 4 : Planche Photo



Derniers préparatifs avant la plongée.



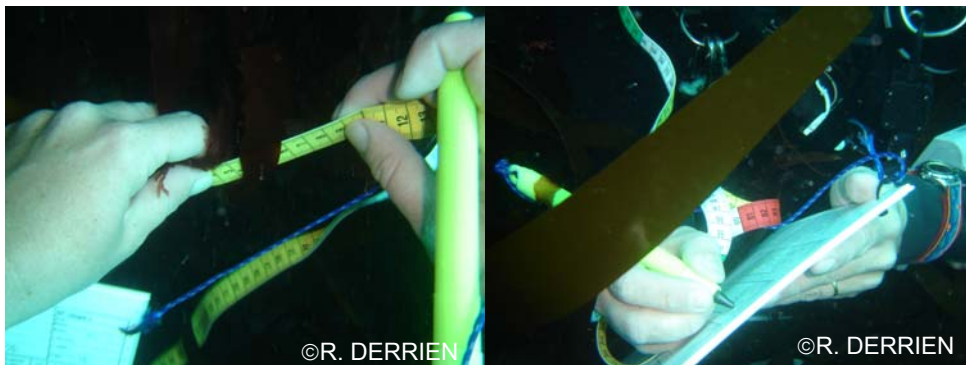
La pose du transect



Plongeur réalisant un relevé de ceinture



Plongeur du MNHN effectuant un relevé sur quadrat



Plongeur effectuant un relevé sur un stipe de *Laminaria* hyperborea

Annexe 5 : Fiche DCE Macroalgues en zone subtidale



Site d'étude

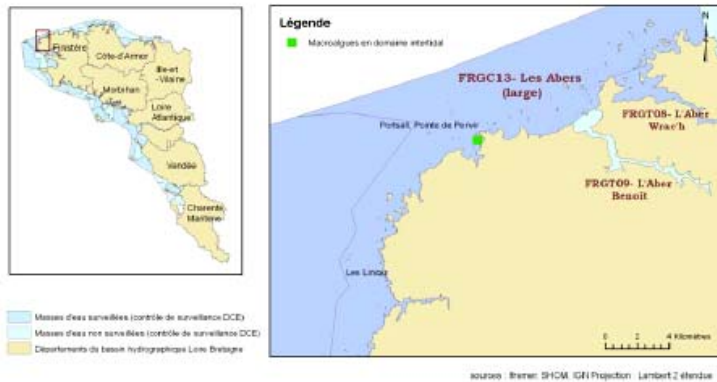


Figure 1 : Localisation de la masse d'eau et du point de prélèvement pour les macroalgues intertidales.

Le site d'échantillonnage est localisé à la pointe de Penvir, au Nord du port de Porstall (Fig.1). Les 6 ceintures de macroalgues sont représentées (Fig. 2 et 3). Le bas de l'estran présente une ceinture à Laminaires qui se développe sur la roche, ainsi qu'un champ de blocs (Fig.3).



Figure 2 : Le haut de l'estran.



Figure 3 : Le champ de blocs de bas niveau.

Résultats obtenus pour les paramètres suivis au niveau de chaque ceinture algale :

Ceintures algales	Surface des ceintures (m ²)	Recouvrement des ceintures (%)	Nombre espèces caractéristiques	Nombre maximum possible d'espèces caractéristiques	recouvrement espèces opportunistes (%)
<i>Pelvetia canaliculata</i>	2025	28,89	5	7	1,67
<i>Fucus spiralis</i>	896	57,99			
<i>Fucus vesiculosus</i> et <i>Ascophyllum nodosum</i>	9700	56,70	9	13	1,11
<i>Fucus serratus</i>	1700	62,94	9	15	1,12
<i>Himantalia elongata</i> et <i>Bifurcaria bifurcata</i>	1200	95	10	19	1,11
<i>Laminaria digitata</i>	375	80	12	17	3,06
Appréciation du résultat	<5% du Mauvais état vers le très bon état		plus le nombre d'espèce caractéristique est important meilleure est la qualité du paramètre		<5% du très bon état vers le mauvais état

La couverture algale est variable, elle est moyenne sur les 4 premières ceintures algales (de 28,89% à 62,94% de recouvrement) à importante sur les deux dernières ceintures (80 à 95% de recouvrement). Dans chaque ceinture, le nombre d'espèces caractéristiques est élevé et permet d'obtenir la note de 30/30 pour ce paramètre. La présence des opportunistes est faible, leur couverture au niveau des différentes ceintures ne dépasse pas 3,06%.

Qualité écologique de la masse d'eau FRGC13 pour les macroalgues intertidales

Le tableau ci-dessous présente les notes attribuées aux paramètres et l'indicateur final obtenu à partir des données acquises en 2008 (les prochains échantillonnages auront lieu en 2011). Cette masse d'eau est en très bon état écologique pour les macroalgues en zone intertidale.

Paramètres	Note attribuée	Note maximum possible
Surface et recouvrement des diverses ceintures algales	34	40
Contribution des espèces caractéristiques	30	30
Contribution des espèces opportunistes	30	30
Total=indicateur	94	100

Grille de lecture de l'indicateur	]100-83]	]83-62]	]62-41]	]41-20]	]20-0]
Etat écologique	TRES BON				

Pour plus de détails, les résultats de la [surveillance DCE depuis 2007](#) sont accessibles en ligne à la rubrique Publications du site ENVironnement LITtoral de l'Ifremer (ENVLIT), section Directive Cadre sur l'Eau.

Site d'étude des îles De Liniou

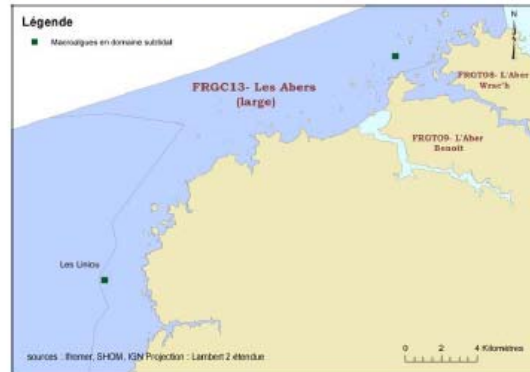


Figure 1 : Localisation de la masse d'eau et du point de prélèvement sur le site des Liniou.

Le site de suivi se situe dans la partie Sud des roches des Liniou, au large d'Argenton (Finistère nord). Le site des Liniou n'est composé que d'une ceinture, celle de l'infralittoral supérieur car le sédiment apparaît au niveau de roches colonisées par des laminaires denses. Ce site est caractérisé par un peuplement à *Laminaria hyperborea* intéressant de par la taille et la densité des individus. Ce site est également caractérisé par la présence des laminaires *Laminaria digitata* et *Alaria esculenta*. L'identification d'une espèce apparemment rare et non décrite du genre *Kallymenia* confère un intérêt supplémentaire à ce site.



Figure 2 : Les laminaires *Laminaria hyperborea* atteignent de belles tailles mais ne sont pas très épiphytées.

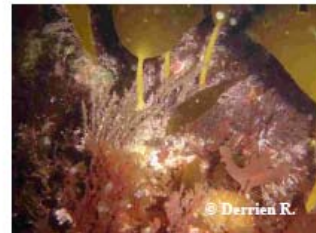


Figure 3 : La sous-strate algale est dense et diversifiée.

Résultats obtenus pour les paramètres suivis sur le site de Liniou

Sur ce site, seule la ceinture de l'infralittoral supérieur est présente et s'étend jusqu'à -18,3 m C.M.¹, profondeur à laquelle le sédiment apparaît (Figure 1). La densité des individus s'élève à 140 ind/m² pour le l'horizon 1 à *Laminaria digitata*. Les espèces présentes dans cette ceinture sont *Laminaria digitata* (mais hors quadrats), *Laminaria hyperborea* et *Saccorhiza polyschides*, avec une majorité de jeunes laminaires (80 ind/m²). Le niveau 2 à laminaires denses présente une densité d'espèces moindres avec au maximum 40 ind/m² ; les individus présents font référence à l'espèce *Laminaria hyperborea* et aux jeunes laminaires (Figure 2).

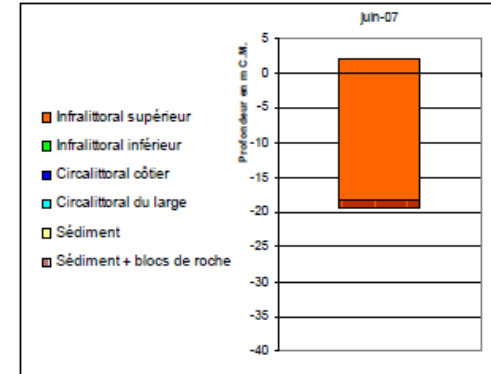


Figure 4 : Etagement de la zone subtidale étudiée, MNHN Concarneau.

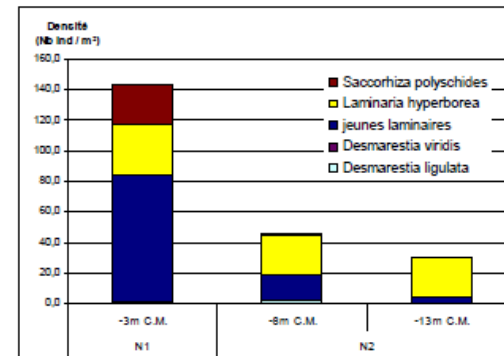


Figure 5 : Strate arbustive : Infralittoral supérieur (=Niveau 1 et niveau 2), densité des espèces définissant l'étagement, MNHN Concarneau.

La note de « limite des ceintures » n'est alors prise en compte que si elle améliore la note globale, ce qui n'est pas le cas pour ce site, la note 19,3/30 n'est donc pas retenue. Concernant la densité des espèces structurantes, c'est aux Liniou que la valeur maximale a été observée à l'échelle du district Loire-Bretagne, avec plus de 140 individus/m² (20/20). Au sein de la note composition spécifique, 19 espèces caractéristiques (sur 23) sont identifiées (20/20) et la densité des algues opportunistes est moyenne avec environ 16 individus/m² (10/20). La présence de *Laminaria digitata* rajoute un point « de bonus » à la note de composition spécifique. La biodiversité algale est intéressante (7,5/10) avec 32 espèces recensées. Enfin, l'étude des stipes de *L. hyperborea* souligne leur grande taille (84,3 cm : 15/20) mais une quantité d'épibiose peu importante (10/20).

Niveau 1-2 : horizon à *Laminaria digitata* et Laminaires denses - Infralittoral supérieur

Indices	Note attribuée	Note maximum possible
Limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales	-	-
Composition et densité des espèces définissant l'étagement	20	20
Composition spécifique	16	20
Richesse spécifique totale	7,5	10
Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> -épibioses	12,5	20
TOTAL	56	70
Total ramené à 100	80	100

Le niveau 3 est absent sur ce site et n'a donc pas été échantillonné.

Site d'étude des îles De la Croix

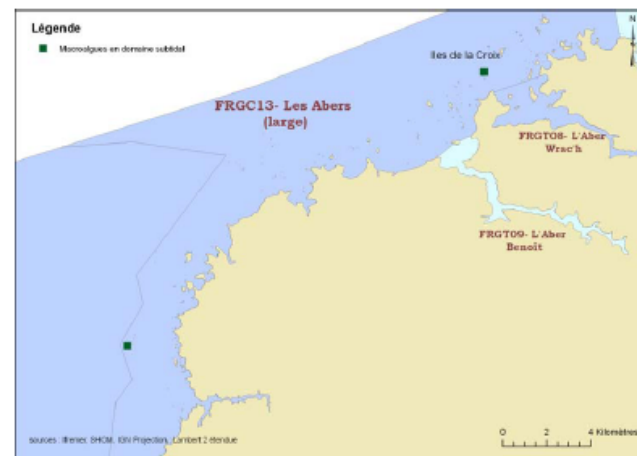


Figure 1 : Localisation de la station des îles De la Croix.

Le site des îles de la Croix est situé en sortie de l'Aber Wrac'h. Les fonds s'enfoncent progressivement vers le sédiment à une profondeur d'environ -12m C.M. Le substrat est entièrement recouvert d'une forêt de laminaires denses. Les laminaires *Laminaria hyperborea* sont de grande taille mais assez peu épiphytées. Ce site présente une sous-strate algale très diversifiée.



Figure 2 : Deux algues caractéristiques : la rhodophycée *Calliblepharis ciliata* et la phéophycée *Dictyota dichotoma*

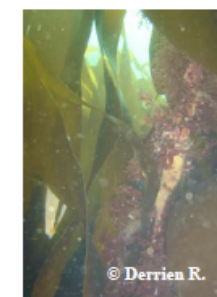


Figure 3 : Malgré leur belle taille, les laminaires *Laminaria hyperborea* ne sont pas très épiphytées.

Résultats obtenus pour les paramètres suivis sur le site des îles de la Croix

L'apparition du sédiment dès -12m C.M. ne permet pas de déterminer la limite inférieure de l'infralittoral supérieur.

Pour cette ceinture, la densité maximale est de 20 à 25 ind/m². Celle-ci se compose essentiellement de *Laminaria ochroleuca* et *Laminaria hyperborea* (ainsi que de quelques laminaires *Saccorhiza polyschides* dans la zone peu profonde). Les laminaires *Laminaria hyperborea* sont de grandes tailles mais assez peu épiphytées.

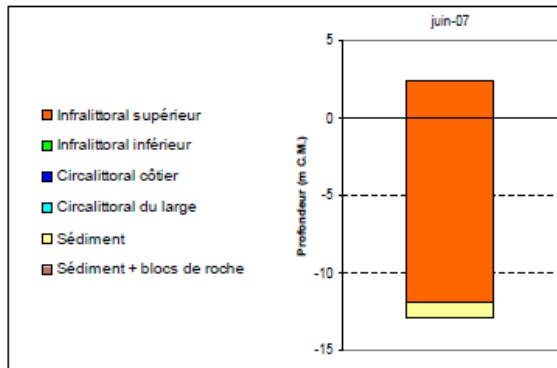


Figure 1. Etagement de la zone subtidale étudiée, MNHN Concarneau.

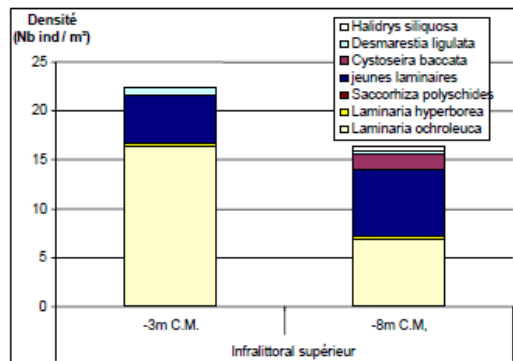


Figure 2. Strate arbustive de l'infralittoral supérieur (=Niveau 1-2), MNHN Concarneau.

L'apparition du sédiment dès -12m C.M. ne permet pas de déterminer la limite inférieure de l'infralittoral supérieur. La note du paramètre « limite d'extension en profondeur des ceintures » est prise en compte si elle améliore la note globale, ce n'est pas le cas sur ce site, ce paramètre n'est pas utilisé dans l'évaluation.

Les espèces structurantes y sont présentes en bonne densité (15/20 pour la composition et densité des espèces définissant l'étagement).

En terme de diversité algale, le site des îles de la croix est très riche (44 espèces) et obtient la note maximale pour ce paramètre (10/10).

Un grand nombre d'espèces caractéristiques est présente (19/23) mais on retrouve également quelques algues opportunistes (*Polysiphonia furcellata*, *Hypoglossum hypoglossoides* et *Ulva sp.*), ce qui a pour conséquence de diminuer la note « composition spécifique » et d'obtenir 12,5/20.

La laminaire *Laminaria hyperborea*, présente des tailles importantes (81,4cm) mais les stipes sont moyennement épiphytées ce qui donne une note de 12,5/20 pour ce paramètre.

Niveau 1-2 : horizon à <i>Laminaria digitata</i> et Laminaires denses - Infralittoral supérieur		
Indices	Note attribuée	Note maximum possible
Limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales	-	-
Composition et densité des espèces définissant l'étagement	15	20
Composition spécifique	12,5	20
Richesse spécifique totale	10	10
Stipes de <i>Laminaria hyperborea</i> -épibioses	12,5	20
TOTAL	50	70
Total ramené à 100	71,5	100

Le niveau 3 est absent sur ce site et n'a donc pas été échantillonné.

Qualité écologique de la masse d'eau FRGC13 pour les macroalgues subtidales

Pour les macroalgues subtidales, la masse d'eau « Les Abers (large) » (FRGC13) appartient au supertype A (côte rocheuse peu turbide), pour lequel la valeur de référence est fixée à 77. La moyenne des notes obtenues sur les niveaux 1-2 sur les deux points est de 75,75. Avec un EQR de 0,98 (75,75/77), cette masse d'eau est classée en bon état pour cet élément de qualité.

Pour chacun des sites, la limite inférieure de l'infralittoral n'est pas observable et les notes attribuées pour ce paramètre n'interviennent pas dans le calcul de l'indice de qualité car elles le diminuent légèrement. Néanmoins, aux vues de la densité et de la taille des laminaires dans les parties les plus profondes de l'infralittoral supérieur, il est très probable qu'en l'absence de sédiment, les dernières laminaires denses atteindraient des profondeurs remarquables.

Sur les deux sites, les espèces structurantes (notamment *Laminaria ochroleuca*, *Laminaria hyperborea* et les jeunes laminaires) sont présentes en forte densité. La diversité algale est très importante sur les deux sites et parmi les espèces recensées, on retrouve beaucoup d'algues caractéristiques. Les algues opportunistes, quant à elles, sont présentes en densité moyenne sur les deux sites.

Enfin, malgré un degré d'épiphytisme assez moyen, les notes de stipes de « *Laminaria hyperborea* » restent assez bonnes grâce à la grande taille des individus (>80 cm sur les deux sites).

	NOTE	RQE
Ile De la Croix	71,5	0,93
Linou	80	1,04
FRGC13	75,75	0,98

Grilles de lecture de l'indicateur	[1 : 0,85]	]0,85 : 0,65]	]0,65 : 0,45]	]0,45 : 0,25]	]0,25 : 0]
Etat écologique	TRES BON				

Pour plus de détails, les résultats de la [surveillance DCE depuis 2007](#) sont accessibles en ligne à la rubrique Publications du site ENVironnement LITtoral de l'Ifremer (ENVLIT), section Directive Cadre sur l'Eau.

BLOOMS D'OPPORTUNISTES
Janvier 2010
FRGC13- Les Abers (large)
Ifremer
CEVA Avec la collaboration du Centre d'Etude et de Valorisation des Algues

PAGE EN COURS DE CONSTRUCTION

Le travail sur la méthodologie de calcul de l'indicateur pour les macroalgues proliférantes est en cours.

Toutefois, cette masse d'eau a été classée, à dire d'expert, en bon état pour les macroalgues proliférantes dans l'actuel Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Bassin Loire-Bretagne. En effet, les survols depuis 2007 confirment la faible présence macroalgues opportunistes dans le secteur.

Les résultats de la [surveillance DCE depuis 2007](#) sont accessibles en ligne à la rubrique Publications du site ENVironnement LITtoral de l'Ifremer (ENVLIT), section Directive Cadre sur l'Eau. Par ailleurs, le [CEVA](#) suit les phénomènes de prolifération algale en Bretagne depuis de nombreuses années, les résultats de ces travaux sont également en ligne.

Qualité écologique de la masse d'eau FRGC13 pour les macroalgues

La qualité de la masse d'eau pour les macroalgues est basée sur le résultat le plus déclassant entre les macroalgues intertidales, les macroalgues subtidales, les macroalgues proliférantes et le maërl. Au vu des résultats, cette masse d'eau est en bon état pour l'élément de qualité macroalgues.

Qualité de la masse d'eau pour les macroalgues intertidales	TRES BON
Qualité de la masse d'eau pour les macroalgues en zone subtidales	TRES BON
Qualité de la masse d'eau pour le maërl	Non pertinent
Qualité de la masse d'eau pour les macroalgues proliférantes	BON

Qualité globale de la masse d'eau pour les macroalgues	BON
---	------------

Annexe 6 : Commentaire sur les masses d'eau dégradées du district Loire-Bretagne

Les macroalgues subtidales représentent l'un des indicateurs biologiques retenus pour l'évaluation de la qualité des eaux côtières pour le compte de la DCE. Elles constituent, au même titre que d'autres indicateurs biologiques, un intégrateur des conditions environnementales et des pressions anthropiques. Dès lors, leur « état de santé » reflète l'action d'une somme d'éléments dont l'influence est plus ou moins élevée.

L'indicateur « macroalgues subtiales » développé par le MNHN-Concarneau pour les besoins de la DCE répond essentiellement aux pressions qui agissent sur la clarté de l'eau. Une eau turbide va limiter fortement la quantité de lumière transmise au travers de la colonne d'eau, limitant ainsi l'activité photosynthétique des algues et notamment des algues structurantes de la strate arbustive dont font partie les laminaires. La turbidité de l'eau peut avoir des origines diverses :

- Phénomènes et paramètres naturels : forte pluviométrie (lessivage des sols), tempête (remise en suspension), nature géologique (sédiment plus ou moins fin),
- Travaux, aménagements et activités littorales : Extensions portuaires, dragages et clapages de sédiment, extraction de granulat, aménagements favorisant le dépôt de sédiment,
- Pollutions : Eutrophisation favorisant le développement de blooms phytoplanctoniques qui engendrent à leur tour une diminution de la lumière transmise, une sédimentation et une anoxie.

Parmi ces facteurs, certains peuvent agir directement sur la composition algale. Ainsi, l'eutrophisation va profiter au développement d'algues vertes opportunistes. C'est le cas également pour l'apport de sédiment qui peut, selon sa nature, engendrer une action abrasive qui va favoriser certaines algues plus résistantes telles que *Halidrys siliquosa* (phéophycée) ou *Kallymenia reniformis* (rhodophycée).

Au vu de la multiplicité des facteurs pouvant influencer la turbidité de l'eau, il reste délicat de pointer du doigt l'un d'entre eux en particulier. D'autant plus qu'il peut s'agir de phénomènes conjugués. De plus, d'autres facteurs sont susceptibles d'intervenir tels que la contamination chimique (métaux lourds, produits phytosanitaires...). Néanmoins, dans certains cas, des hypothèses peuvent être avancées sur les causes principales de la dégradation de la clarté de l'eau. Les cas traités ici concernent uniquement les masses d'eau du district Loire-Bretagne en état moyen, mauvais ou très mauvais pour lesquelles nous sommes opérateurs à l'exception de la masse d'eau FRGC50 échantillonnée par Bio-Littoral.

FRGC10 – Baie de Lannion

L'eutrophisation des eaux de la baie peut être une cause majeure de la turbidité de l'eau. En effet, le rapport de synthèse régionale de la qualité de l'eau des bassins versants bretons (Aquadrop, 2010) souligne des contaminations élevées en nitrate au sein du bassin versant du Léguer. Les études menées par le CEVA indiquent que la Baie de Lannion représente la seconde zone d'échouage d'algues vertes en Bretagne avec une surface cumulée de 227ha (CEVA, 2010), ce qui témoigne d'un niveau d'eutrophisation conséquent.

FRGC11 – Baie de Morlaix

La Baie de Morlaix rencontre des problèmes récurrents de prolifération d'algues toxiques du genre *Alexandrium* qui sont probablement liées aux concentrations importantes en nitrate et phosphate accumulées dans les cours d'eau du pays de Morlaix (DIREN Bretagne, 2003). Ces phénomènes peuvent engendrer des phénomènes d'eaux colorées qui vont troubler l'eau, puis des hypoxies, suites à la décomposition des microalgues. Ceci peut avoir des conséquences sur le compartiment subtidal.

Les opérations régulières de dragage du Port de Morlaix constituent très probablement une autre source majeure de turbidité dans la Baie de Morlaix. Ces dernières années, 280 000 m³ de sédiment ont été extraits et évacués au niveau de l'estuaire de la rivière de Morlaix au cours de 9 campagnes (1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007 ; Schéma de Référence des Dragages en Finistère, 2008). La périodicité du désenvasement du port crée en quelque sorte une turbidité chronique qui peut limiter la zone photique dans la baie.

FRGC44 – Baie de Vilaine (côte)

D'après le travail de synthèse bibliographique réalisé dans le cadre de l'Evaluation de l'état de santé des masses d'eaux côtières et fonds marins dans le secteur Loire-Vilaine menée par l'association Estuaires Loire Vilaine (Stermor, 2010), la qualité de l'eau de la Vilaine est « très médiocre », caractérisée par des teneurs élevées en nitrate et en pesticides. Les apports importants de nutriments associés à des facteurs hydrodynamiques favorables favorisent les blooms phytoplanctoniques concernant parfois des espèces toxiques. En 1982, un épisode particulièrement sévère a abouti à des mortalités massives chez les poissons et les invertébrés. Des efflorescences phytoplanctoniques sont régulièrement observées notamment sous forme d'eaux colorées.

La Baie de Vilaine est soumise à un envasement important, accentué par la construction du barrage d'Arzal. Sous l'action du vent et des houles, ces dépôts vaseux sont remis en suspension et alimentent la turbidité de l'eau. Les lâchers du barrage d'Arzal sont également à l'origine d'un panache turbide dont les effets peuvent se ressentir sur des distances importantes. Enfin, les opérations de dragage et de clapage des vases portuaires menées dans le Mor Braz représentent des facteurs aggravants.

L'addition des phénomènes de blooms phytoplanctoniques et de remise en suspension de sédiments sont très probablement les éléments responsables de « l'état moyen » du compartiment algues subtidales dans cette masse d'eau.

FRGC50 – Nord Sables d'Olonne

Le port de Saint-Gilles-Croix-de-Vie, situé à environ 6 km du site de suivi DCE de la Vigie est dragué régulièrement. D'après Monsieur Bruno Vincent (directeur de la SEMVie gestionnaire du port de plaisance), « chaque année 40 000 m³ de sédiments (environ 10.000m³ de sables et 30.000 m³ de vases) se déposent dans les darses portuaires de St Gilles et font l'objet d'un enlèvement régulier par aspiration et rejet en mer par le biais d'une conduite enfouie sur la Grande Plage ». Ce rejet de boue de dragage, situé non loin du site de la Vigie peut expliquer les turbidités extrêmes observées par Bio-Littoral lors de ces relevés et être à l'origine de l'absence de laminaires.

Sources :

DIREN Bretagne (2003) Fiche profil environnemental – Pays de Morlaix – Altération par les nitrates.

http://www.bretagne.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/11morlaix_8_cle646377.pdf

Rapport Aquascop (2010) Synthèse régionale de la qualité de l'eau des bassins versants bretons- année hydrologique 2007-2008. Aquascop n°6821

Rapport DCE du CEVA (2010) Suivi des blooms de macroalgues opportunistes dans le cadre du contrôle de surveillance DCE au titre de l'année 2009.

Préfecture du Finistère (2008) Schéma de Référence des Dragages en Finistère.

Stermor (2010) Inventaire des données et suivis existants sur le secteur côtier Loire-Vilaine (sous presse).

Onema
Hall C – Le Nadar
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

MNHN-Station de Biologie Marine de Concarneau
Place de La Croix
BP 225
29182 CONCARNEAU Cedex
02 98 50 42 91
<http://www.mnhn.fr/concarneau>