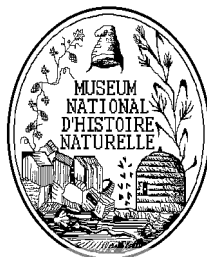




Mise au point du protocole de suivi des
macroalgues subtidales pour la façade
Manche-Atlantique
Année 2009

DCE Mise au point du protocole de
Surveillance des Masses d'Eau
Suivi biologique – Macroalgues subtidales

RAPPORT DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Département Milieux et Peuplements Aquatiques
Station de Biologie Marine de CONCARNEAU
Janvier 2010



Concarneau

DERRIEN-COURTEL Sandrine et LE GAL Aodren
Station de Biologie Marine de Concarneau
MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
DEPARTEMENT MILIEUX ET PEUPELEMENTS AQUATIQUES
Place de La Croix – BP 225 - 29182 CONCARNEAU Cedex
Tel. : 02.98.50.42.91 - Fax : 02.98.97.81.24 - E-mail : derrien@mnhn.fr - alegal@mnhn.fr

Organisme coordinateur : Station de Biologie Marine de Concarneau, MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE – DEPARTEMENT MILIEUX ET PEUPELEMENTS AQUATIQUES
Place de La Croix – BP 225 - 29182 CONCARNEAU Cedex
Tel. : 02.98.50.42.91 - Fax : 02.98.97.81.24 - E-mail : derrien@mnhn.fr / alegal@mnhn.fr

Chef de Projet, Responsabilité scientifique :

- Dr DERRIEN-COURTEL Sandrine, Chargée de Recherche (MNHN Concarneau)

Rédaction, mise au point du protocole :

- DERRIEN-COURTEL Sandrine (MNHN Concarneau)

- LE GAL Aodren (MNHN Concarneau)

Références bibliographiques de ce rapport :

DERRIEN-COURTEL S. et LE GAL A., 2010. Mise au point du protocole de suivi des macroalgues subtidales pour la façade manche-atlantique. Contrat IFREMER-MNHN, janvier 2010, 37p.

Sommaire

Introduction	5
Présentation des acteurs	6
I. Sites de suivi	7
II. Protocole de suivi DCE des macroalgues subtidales.....	9
II.1. Protocole d'observation	9
II.1.1 Généralités	9
II.1.2. Paramètres étudiés	10
II.2. Protocole de calcul de l'indice de qualité et de l'EQR.....	17
II.2.1 Calcul de l'indice de qualité	17
II.2.2 Calcul de l'EQR.....	21
II.2.3 Grille de lecture	21
III. Résultats du suivi DCE des macroalgues subtidales.....	21
Conclusion et perspectives.....	24
Remerciements.....	24
Bibliographie.....	27

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des points de suivi DCE du littoral Manche-Atlantique.....	7
Figure 2 : Calcul de l'indice de qualité du site.....	20
Figure 3 : Découpage actuel (à gauche) et proposition de redécoupage (à droite) pour la masse d'eau FRGC 16 / Rade Brest	25

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les points de suivi DCE de la facade Manche-Atlantique.....	8
Tableau 2 : Liste des espèces définissant l'étagement selon le type de milieu et l'écorégion	11
Tableau 3 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 2 des milieux peu turbides pour l'écorégion Manche orientale.....	12
Tableau 4 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écorégion Manche orientale.....	12
Tableau 5 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux turbides et peu turbides pour l'écorégion Pays de Loire-Manche occidentale.....	13
Tableau 6 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux turbides et peu turbides pour l'écorégion Pays de Loire-Manche occidentale.....	13
Tableau 7 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux peu turbides pour l'écorégion Pays basque.....	14
Tableau 8 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écorégion Pays basque	14
Tableau 9 : Liste des espèces opportunistes.....	15
Tableau 10 : Valeurs de référence : Limites d'extension en profondeur des ceintures algales	17
Tableau 11 : Barème de notation : Densité des espèces définissant l'étagement	18
Tableau 12 : Barème de notation : Espèces caractéristiques.....	18
Tableau 13 : Barème de notation : Espèces opportunistes	19
Tableau 14 : espèces indicatrices de bon état écologique selon l'écorégion.....	19

Tableau 15 : Barème de notation : Richesse spécifique totale	19
Tableau 16 : Barème de notation : Stipes de <i>L. hyperborea</i> - épibioses	20
Tableau 17 : Sites de référence	21
Tableau 18 : Grille de lecture de l'EQR.....	21
Tableau 19 : Résultats du calcul de l'E.Q.R. par site.....	22
Tableau 20 : Résultats du calcul de l'E.Q.R. par M.E.....	23

Liste des annexes

Annexe 1 : Typologie des ceintures algales	28
Annexe 2 : Fiches de terrain pour les niveaux 1-2 et 3	30
Annexe 3 : Fiche de terrain stipes de <i>Laminaria hyperborea</i>	32
Annexe 4 : Planche Photo	33
Annexe 5 : Fiche DCE Macroalgues en zone subtidale	34

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, médiocre et mauvais).

L'évaluation de l'état écologique des masses d'eau côtières doit se faire 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 sous-marins rocheux, la Station de Biologie Marine de Concarneau 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 choisi est basé sur l'étude des macroalgues.

La Station de Biologie Marine de Concarneau 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
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.

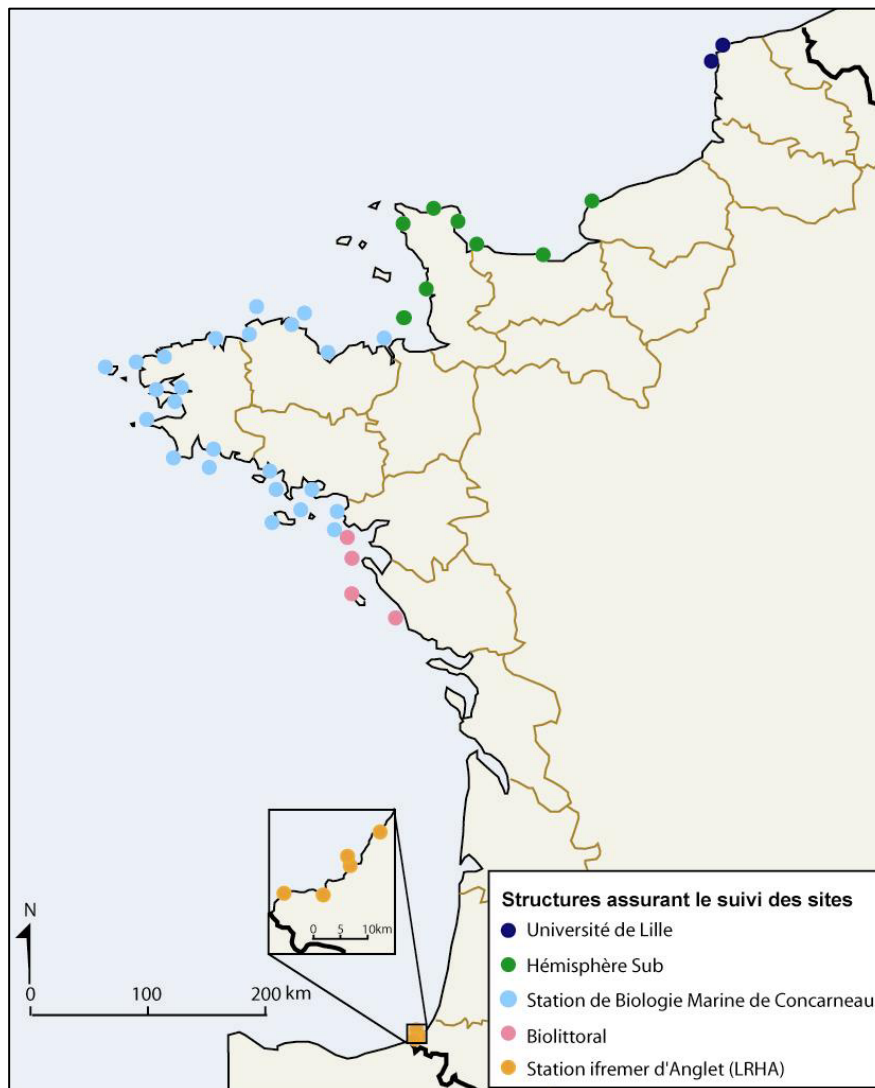


Figure 1 : Localisation des points de suivi DCE du littoral Manche-Atlantique

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
Pays de Loire-Manche occidentale	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
	Roheïn	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
	Liniou	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° 43,253 N	02° 01,024 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

* : un redécoupage de cette masse d'eau est possible et le type de celle-ci pourrait être revu.

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. 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 Rebent. Dès lors, il est apparu nécessaire de regrouper les masses d'eau en 3 ensembles appelés supertypes afin de leur appliquer des barèmes de notation différents. La zone d'application de ce protocole étant très étendue, des adaptations ont été réalisées pour les différentes écorégions (notamment sur les listes d'espèces caractéristiques) afin que celui-ci soit applicable sur l'ensemble de la façade Manche Atlantique.

Ces adaptations ont été validées sur la base des données exhaustives fournies par les opérateurs DCE concernées, de la connaissance et du jugement des experts des fonds subtidaux 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 Rebent-Bretagne.

Il faut noter que les missions de terrain de la région Pays de Loire ne seront terminées que fin août 2009. En fonction des données recueillies, des modifications du protocole (listes d'espèces caractéristiques notamment) pourront être nécessaires. Des changements pourraient également intervenir dans le cas de l'écorégion Manche orientale pour laquelle les relevés de terrain soulignent des incohérences vis à vis des types de masses d'eau définis. Une réunion d'experts doit avoir lieu (programmée en septembre) pour résoudre ce problème.

II.1. Protocole d'observation

II.1.1 Généralités

Pour l'application de ce protocole, les sites d'études doivent présenter des plâtiens subtidaux 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.

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.

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. 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) concernées. 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 Annexe 1.

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. Annexe 1)
- 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. Annexe 1).

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, p11.

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).

		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.	-	-

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 Loire-Manche occidentale, 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 .

Listes des 23 espèces caractéristiques du niveau 1-2 (Calvados-Nord Pas de Calais) pour milieux peu turbide	
Phéophycées	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Laminaria digitata</i>
	<i>Saccharina latissima</i>
	<i>Sargassum muticum</i>
Rhodophycées	<i>Ahnfeltia plicata</i>
	<i>Apoglossum ruscifolium</i>
	<i>Calliblepharis ciliata</i>
	<i>Calliblepharis jubata</i>
	<i>Callophyllis laciniata</i>
	<i>Cladostephus spongiosus</i>
	<i>Corallina sp.</i>
	<i>Cordylecladia erecta</i>
	<i>Cruoria pellita</i>
	<i>Cryptopleura ramosa</i>
	<i>Dilsea carnosus</i>
	<i>Erythroglossum laciniatum</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 2 des milieux peu turbides pour l'écocorégion 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'écocorégion Manche orientale

	Eaux peu turbides	Eaux turbides
Phéophycées	<i>Dictyopteris polypodioides</i> <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Laminaria digitata</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 carnosa</i> <i>Drachiella spectabilis</i> <i>ErythroGLOSSUM laciniatum</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 Pays de Loire-Manche occidentale

	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 Pays de Loire-Manche occidentale

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

Tableau 7 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 1-2 des milieux peu turbides pour l'écocorégion Pays basque

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

Tableau 8 : Liste des espèces caractéristiques du niveau 3 des milieux peu turbides pour l'écocorégion 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 stipe).

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).

Nous proposons là aussi une étude plus complète (hors notation), en relevant (cf. Annexe 3) :

- 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 du stipe pour obtenir une surface totale par mètre linéaire de stipe. 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

L'indice de qualité présenté dans ce document, pour des raisons d'intercalibration, est inspiré du modèle CFR espagnol. 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	-3,79m	-4,97m

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	Pays de Loire - Manche occidentale 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 les niveaux 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 de la totalité des épibioses par ml de stipe	[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).

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.

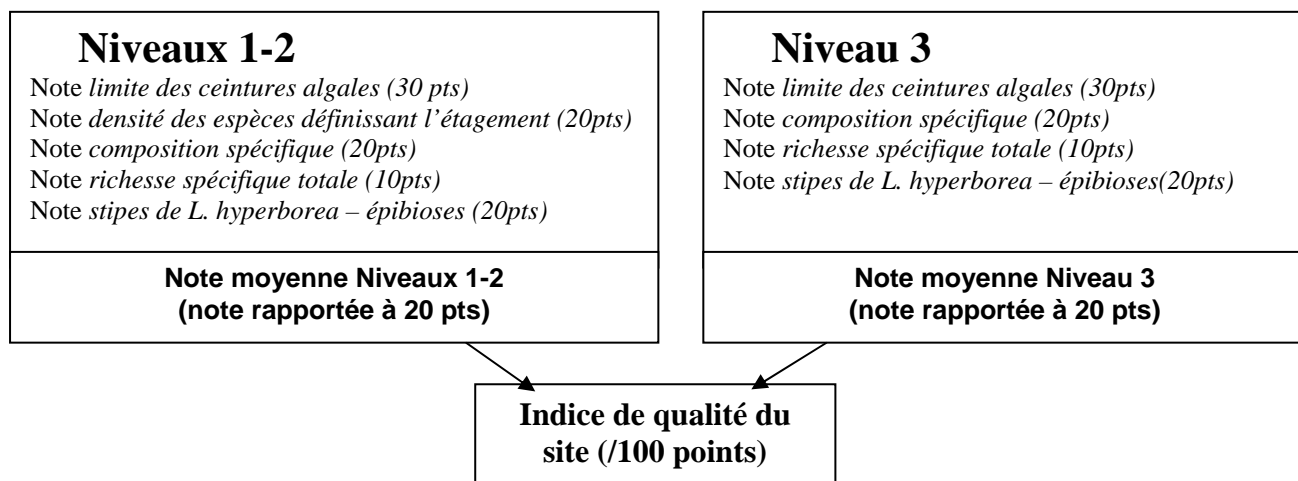


Figure 2 : Calcul de l'indice de qualité du site

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 moyenne des indices de qualité) du (des) site(s) de référence. L'EQR est donc compris entre 0 et 1. 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.

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) ou 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.22) et au calcul de l'E.Q.R des différentes masses d'eau suivies (cf. Tableau 20, p.23).

Seules les sites de la zone Loire atlantique (4 sites) n'ont pas été notés car les données sont incomplètes. Celles-ci devraient être disponibles courant 2010.

Type masse d'eau	Supertype	Site	Code M.E.	M.E.	I.Q /100	I.Q. réf	E.Q.R
C09	B	Wissant	FRAC02	Malo - Gris-Nez	33	58.7	0.56
C01	A	Audresselles	FRAC03	Gris-Nez - Slack	3.5	80.9	0.04
C17	B	Chausey	FRHC01	Archipel Chausey	54.5	58.7	0.93
C01	B	Gouville	FRHC03	Ouest Cotentin	22	58.7	0.37
C15	A	Dielette	FRHC04	Cap de Carteret - Cap de la l	48	80.9	0.59
C15	A	Cap Levy	FRHC07	Cap Levy - Gatteville	73	80.9	0.9
C07	B	Tatihou	FRHC09	Anse de Saint-Vaast-la-Houg	38.5	58.7	0.66
C07	B	Grancamp	FRHC10	Baie des Veys	35.5	58.7	0.6
C11	B	Saint Aubin	FRHC13	Cote de Nacre (est)	40.5	58.7	0.69
C01	A	Benouville	FRHC17	Pays de Caux (sud)	20	80.9	0.25
C10	B	Les Haies De La Conchee	FRGC03	Rance - Fresnaye	57.5	58.7	0.98
C09	B	Rohein	FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	58.8	58.7	1
C01	A	Moguedhier	FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	61.2	80.9	0.76
C01	A	La Pointe Du Paon	FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	73	80.9	0.9
C15	A	La Barriere	FRGC08	Perros-Guirec (large)	69.2	80.9	0.86
C13	B	Roc'h Mignon	FRGC10	Baie de Lannion	31	58.7	0.53
C11	B	Le Corbeau	FRGC11	Baie de Morlaix	29.5	58.7	0.5
C01	A	Iles De La Croix	FRGC13	Les Abers (large)	71.5	80.9	0.88
C01	A	Liniou	FRGC13	Les Abers (large)	80	80.9	0.99
C12	C	Ile Ronde	FRGC16	Rade de Brest	80.8	80.8	1
C12	B	Fort De La Fraternite	FRGC16	Rade de Brest	65	58.7	1.11
C02	A	Pointe Du Van	FRGC18	Iroise (large)	76.5	80.9	0.95
C02	A	Ar Forc'h Vihan	FRGC18	Iroise (large)	81.5	80.9	1.01
C13	B	Ile De L'aber	FRGC20	Baie de Douarnenez	48	58.7	0.82
C14	A	Gaouac'h	FRGC26	Baie d'Audierne	59.5	80.9	0.74
C14	A	Les Bluiniers	FRGC28	Concarneau (large)	73.5	80.9	0.91
C13	B	Linuen	FRGC29	Baie de Concarneau	52.8	58.7	0.9
C10	B	Bastresse Sud	FRGC34	Lorient - Groix	54.8	58.7	0.93
C04	B	Pierres Noires	FRGC35	Baie d'Etel	56.8	58.7	0.97
C13	B	Le Grand Coin	FRGC38	Golfe du Morbihan (large)	43.8	58.7	0.75
C12	C	Tourelle De Gregam	FRGC39	Golfe du Morbihan	65.5	80.8	0.81
C01	A	Pointe Du Grand Guet	FRGC42	Belle-Ile	50.7	80.9	0.63
C03	B	Ile Dumet	FRGC44	Baie de Vilaine (cote)	22.5	58.7	0.38
C03	B	Plateau Du Four	FRGC45	Baie de Vilaine (large)	38.5	58.7	0.66
C14	A	Port Vieux	FRFC11	Cote Basque	34	80.9	0.42
C14	A	Les Jumeaux	FRFC11	Cote Basque	44	80.9	0.54
C14	A	Guetary Nord	FRFC11	Cote Basque	51	80.9	0.63
C14	A	Viviers Basques	FRFC11	Cote Basque	53.5	80.9	0.66
C14	A	Guetary Sud	FRFC11	Cote Basque	70	80.9	0.87

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

Code M.E.	M.E.	Type masse d'eau	E.Q.R	Etat écologique
FRAC02	Malo - Gris-Nez	C09	0.56	Moyen
FRAC03	Gris-Nez - Slack	C01	0.04	Très mauvais
FRHC01	Archipel Chausey	C17	0.93	Très bon
FRHC03	Ouest Cotentin	C01	0.37	Mauvais
FRHC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	C15	0.59	Moyen
FRHC07	Cap Levy - Gatteville	C15	0.9	Très bon
FRHC09	Anse de Saint-Vaast-la-Hougue	C07	0.66	Bon
FRHC10	Baie des Veys	C07	0.6	Moyen
FRHC13	Cote de Nacre (est)	C11	0.69	Bon
FRHC17	Pays de Caux (sud)	C01	0.25	Mauvais
FRGC03	Rance - Fresnaye	C10	1.01	Très bon
FRGC05	Fond Baie de Saint-Brieuc	C09	1	Très bon
FRGC07	Paimpol - Perros-Guirec	C01	0.83	Bon
FRGC08	Perros-Guirec (large)	C15	0.9	Très bon
FRGC10	Baie de Lannion	C13	0.53	Moyen
FRGC11	Baie de Morlaix	C11	0.73	Bon
FRGC13	Les Abers (large)	C01	0.94	Très bon
FRGC16	Rade de Brest	C12	1.06	Très bon
FRGC16	Rade de Brest	C12	0.88	Très bon
FRGC18	Iroise (large)	C02	0.98	Très bon
FRGC20	Baie de Douarnenez	C13	0.82	Bon
FRGC26	Baie d'Audierne	C14	0.74	Bon
FRGC28	Concarneau (large)	C14	0.93	Très bon
FRGC29	Baie de Concarneau	C13	0.99	Très bon
FRGC34	Lorient - Groix	C10	0.93	Très bon
FRGC35	Baie d'Etel	C04	0.97	Très bon
FRGC38	Golfe du Morbihan (large)	C13	0.75	Bon
FRGC39	Golfe du Morbihan	C12	0.82	Bon
FRGC42	Belle-Ile	C01	0.63	Moyen
FRGC44	Baie de Vilaine (cote)	C03	0.38	Mauvais
FRGC45	Baie de Vilaine (large)	C03	0.66	Bon
FRFC11	Cote Basque	C14	0.62	Moyen

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

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.

Ce protocole peut encore subir quelques légères adaptations dans les prochains mois. En effet, les relevés effectués en Manche orientale soulignent quelques difficultés d'application dans le cas de certains sites, fortement pénalisés par une turbidité naturelle. Une réunion d'experts a été organisée par Ifremer à ce sujet. Elle devait apporter des éléments de réponse pour palier à ce problème.

De même, il reste 2 sites à échantillonner en Loire-Atlantique en 2010. Il sera nécessaire de vérifier que les listes d'espèces caractéristiques peuvent être utilisées pour noter ces sites.

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.* Annexe 5, p.34). Ce travail sera réalisé à l'issue de ce rapport, au cours de l'année 2010.

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 sites espagnols de différents états écologiques et de vérifier ainsi la cohérence des résultats obtenus avec nos protocoles respectifs.

Remerciements

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

Rappel des points à discuter ou à revoir :

- **Re-découpage de la masse d'eau FRGC 16 / Rade Brest :** une décision autour de la possibilité de rattacher la partie extérieure de la Rade à la masse d'eau FRGC 17 (cf. Figure 3) doit être prise. Le problème est ici lié au fait que nos 2 sites de suivi (Ile Ronde et Fort de la Fraternité) présentent des peuplements algaux très différents caractéristiques d'eaux turbides pour l'un et peu turbide pour l'autre. Or, la méthodologie imposée par la DCE demande à ce que l'ensemble des sites d'une même masse d'eau soit noté selon le même barème. En appliquant ceci, on obtiendrait une mauvaise note pour l'un des sites. Ce qui ne reflèterait pas la réalité et pénaliserait la masse d'eau FRGC16. C'est pourquoi nous insistons sur la nécessité de palier à cette contrainte en révisant le découpage de la masse d'eau FRGC16 (cf Fig. 3). Si cette option est retenue, le site du Fort de la Fraternité serait le site de suivi de la masse d'eau FRGC17 (jusque là non suivie) et le site de l'Ile Ronde représenterait la masse d'eau FRGC 16.

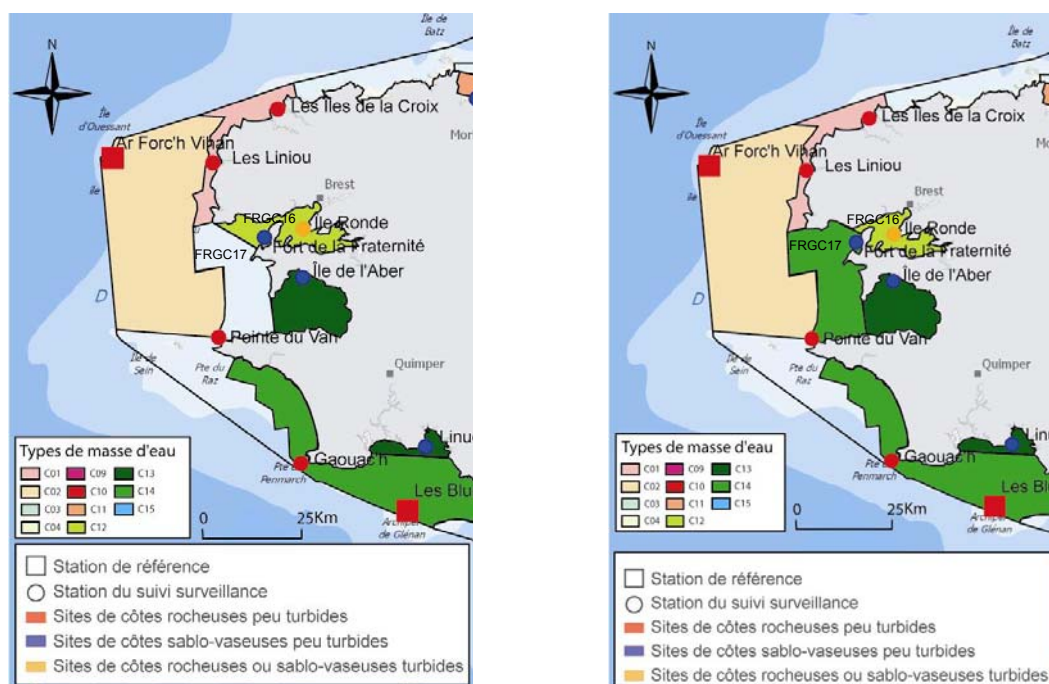


Figure 3 : Découpage actuel (à gauche) et proposition de re-découpage (à droite) pour la masse d'eau FRGC 16 / Rade Brest

- **Les résultats obtenus pour les sites de la Manche orientale montrent une incohérence entre les types de masses d'eau et les peuplements subtidiaux observés.**

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ces problèmes :

- Choix des sites (éloignement par rapport à la côte, pente, substrat rocheux insuffisamment présent)
- Non prise en compte du paramètre de turbidité naturelle qui influe fortement les peuplements subtidiaux lors du découpage des masses d'eau. Il se pose alors la question de la pertinence de la qualification de ces masses d'eau à l'aide de l'indicateur macroalgues subtidales.

Un groupe de travail devait se réunir à la rentrée 2009 pour tenter de résoudre ce problème. Nous ne savons pas quelles décisions ont été prises.

- **Pour les sites DCE en Loire-Atlantique,** une fois les données disponibles, il faudra vérifier que les listes d'espèces caractéristiques sont adaptées. Au besoin, une nouvelle liste d'espèce sera créée. Deux sites DCE de Loire-Atlantique n'ont pas pu être échantillonnés en 2009 (La Vigie, La Banche) et sont re-programmés pour 2010. Une fois les données disponibles, une

nouvelle liste d'espèces caractéristiques pourra au besoin être créée. Dans la mesure où les données sont incomplètes, aucune note n'a été attribuée pour les 2 sites échantillonnés (Pillier, Yeu-Chien Perrins). Néanmoins, nous avons observé que les listes d'espèces fournies pour les deux sites prospectés comportaient la plupart des espèces caractéristiques définies pour l'écorégion Bretagne-Manche occidentale). Aux vues des données disponibles, les sites du Pillier et de Yeu-Chien Perrins seraient à priori classés en catégorie très bon.

- **Choix d'un second site de référence pour le supertype B** : Le site de Chausey était initialement prévu comme site de référence. 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. Actuellement, les sites de références utilisés pour le supertype B sont ceux des Pierres Noires et des Haies de la Conchée. Néanmoins, il est toujours possible de revenir sur ce choix.
- **Pour les prochains relevés**, il sera nécessaire de s'assurer que le relevé des limites bathymétriques des ceintures soit bien réalisé la même année que les quadrats, et ce, malgré les difficultés liées à une topographie particulière (cas du Pays Basque).

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., and F. LAFARGUE, 1978. Les peuplements sessiles de l'archipel 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., and 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. and 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 : Typologie 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 (gorgones, 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: 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" - Quadrats : Niv. 1-2			
Nom :	Nom site :	Nom :	Nom site :
Date :	N° Quadrat:	Date :	N° Quadrat:
H. début plongée :	H début relevé Q.:	H. début plongée :	H début relevé Q.:
H. fin plongée :	Prof. Q. début relevé:	H. fin plongée :	Prof. Q. début relevé:
Prof. Max :	Bathy.:	Prof. Max :	Bathy.:
Algues définissant l'Etagement :		Espèces caractéristiques :	
	Q N°	Q N°	Q N°
	N pied/ Q	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:			
Niveau 1	// // // //		
Niveau 2	— H: — P:		
Niveau 3	— H: — P:		
Niveau 4	— H: — P:		
Niveau 5	— H: — P:		
Bas transect:			
// // // //			
Fond sédimentaire:			
* ces espèces définissent également l'étagement			
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)			

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.:

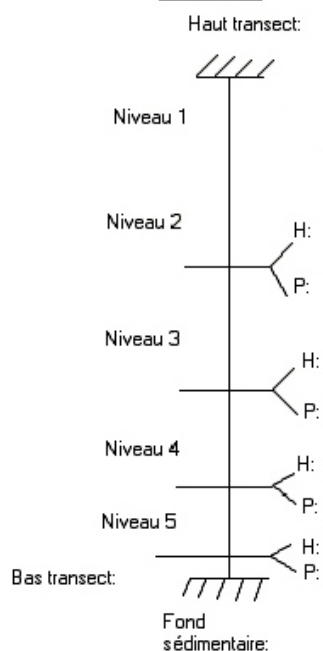
Nom :	Nom site :
Date :	N° Quadrat:
H. début plongée :	H début relevé Q.:
H. fin plongée :	Prof. Q. début relevé:
Prof. Max :	Bathy.:

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)		

LIMITES DES CEINTURES ALGALES



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

Annexe 4 : Planche Photo



Derniers préparatifs avant la plongée.



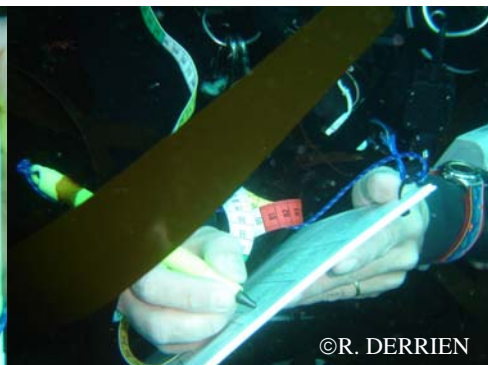
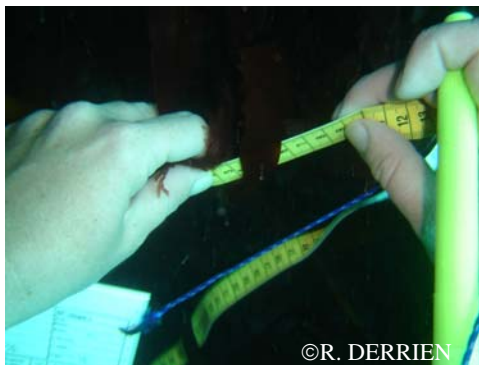
La pose du transect



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

Masse d'eau côtière FRGC13

Les Abers (large)

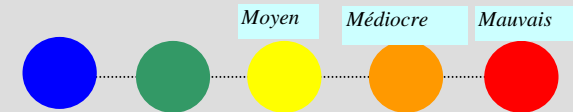
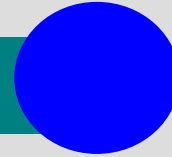


Masse d'eau suivie au titre du programme de surveillance de la DCE 2000/60/CE

Type C01- Côte rocheuse, méso à macrotidale, peu profonde

Risque de Non Respect des Objectifs Environnementaux en 2015

Classement provisoire de la masse d'eau (02/09/09)

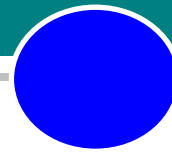


L'élément «macroalgues sur substrat dur » en zone subtidale est évalué en mesurant pour chaque ceinture algale :

- La limite d'extension en profondeur
- Le nombre d'espèces caractéristiques et le nombre d'espèces total
- La densité des espèces définissant l'étagement et la densité des espèces opportunistes
- La présence d'espèces indicatrices d'un bon état écologique
- Les caractéristiques des stipes de *Laminaria hyperborea*

Une [fiche explicative](#) présentant ([lien vers introduction_evaluation](#)) de plus amples détails sur le fonctionnement de l'évaluation est accessible sous le site internet de la DCE.

Classement pour l'élément macroalgues en zone subtidale



Éléments responsables du classement

Le site des Liniou bénéficie d'un classement « très bon » du fait de l'importante densité des algues définissant l'étagement (très forte densité de laminaires juvéniles) et d'une sous-strate algale diversifiée, présentant un nombre intéressant d'espèces caractéristiques et un nombre limité d'espèces opportunistes. La présence de l'espèce indicatrice de bon état écologique « *Laminaria digitata* » augmente également la note de ce site. La note stipes de *L. hyperborea* reste moyenne malgré la grande taille des individus, en raison d'une faible quantité d'épiphytes. La note de « limite d'extension de la ceinture de l'infralittoral supérieur » n'intervient pas dans la note finale. En effet, la profondeur des dernières laminaires denses ne peut être connue du fait de l'apparition du sédiment qui vient tronquer la limite inférieure de cette ceinture (et en particulier sa limite avec l'infralittoral inférieur).

Description du site d'étude

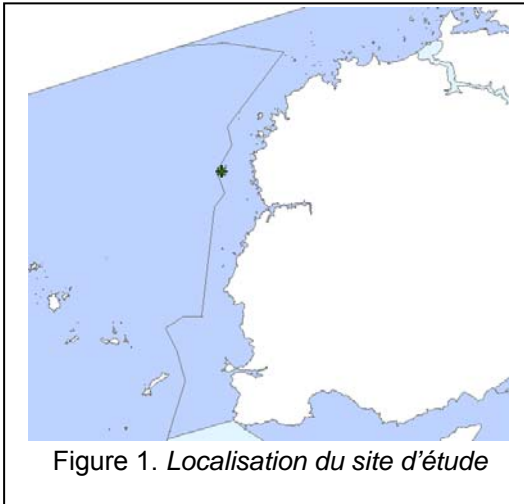


Figure 1. Localisation du site d'étude



Figure 2. La sous-strate algale est dense et diversifiée.



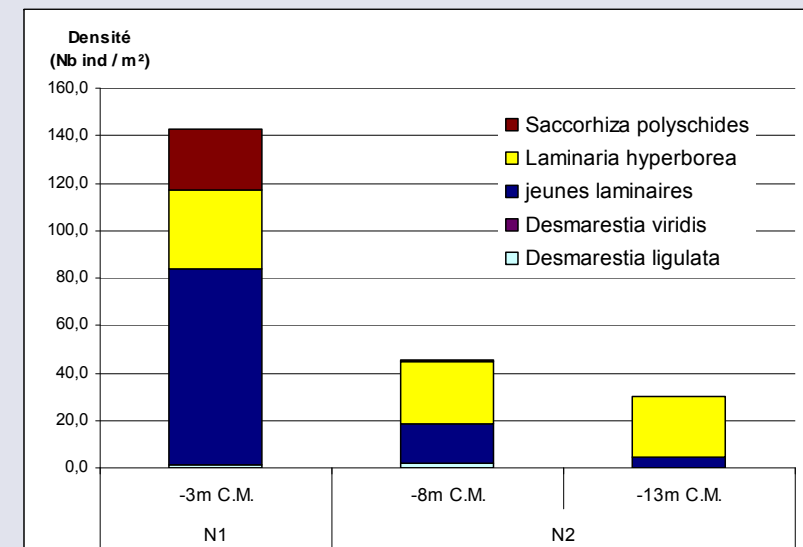
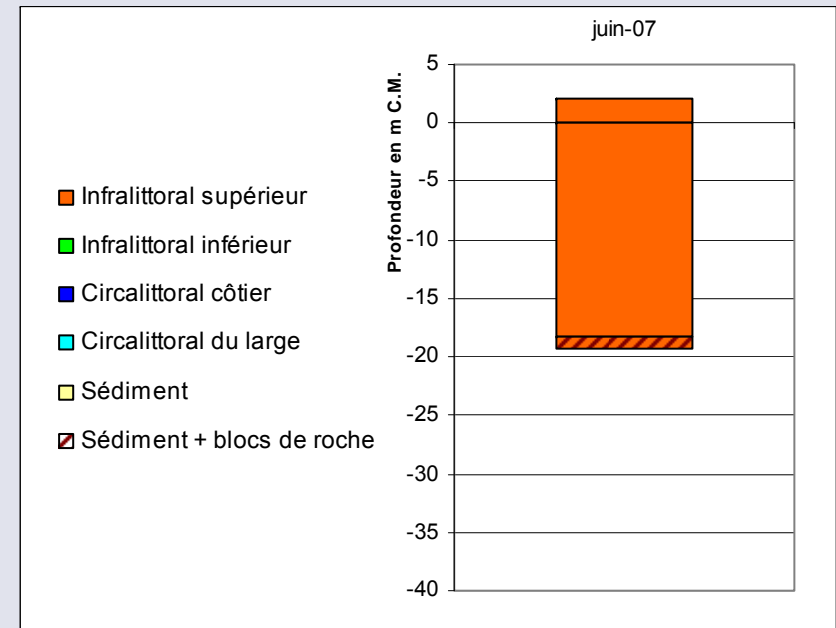
Les laminaires *Laminaria hyperborea* atteignent de belles tailles mais ne sont pas très épiphytées.

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 de l'infralittoral supérieur car le sédiment apparaît avant la fin des laminaires denses. Ce site est caractérisé par un peuplement à *L. hyperborea* intéressant de part 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.

Les ceintures algales



Notes obtenues pour les paramètres au niveau de chaque ceinture

Le suivi de cet élément s'effectue en travaillant sur les ceintures de macroalgues de l'infralittoral. L'évaluation est basée sur un système de notation, chaque paramètre se voit attribuer une note qui participera au calcul de l'indice final. Les tableaux suivants présentent les valeurs obtenues au niveau de chaque ceinture étudiée.

Niveau 1-2		
Paramètres	Note attribuée aux indices de chaque paramètre	Barème
<i>limite des ceintures algales</i>	19,3*	30
<i>densité des espèces définissant l'étagement</i>	20	20
<i>composition spécifique</i>	16	20
<i>richesse spécifique totale</i>	7,5	10
<i>stipes de L. hyperborea – épibioses</i>	12,5	20
Total	80	100

Niveau 3		
Paramètres	Note attribuée aux indices de chaque paramètre	Barème
<i>limite des ceintures algales</i>		30
<i>composition spécifique</i>		20
<i>richesse spécifique totale</i>		10
<i>stipes de L. hyperborea – épibioses</i>		20
Total		100

* : La note attribuée étant une note minimale (observation impossible au delà), celle-ci n'est prise en compte dans le calcul de moyenne que si elle l'améliore

Description des ceintures et commentaires sur les résultats obtenus au niveau de chaque ceinture.

Sur ce site, seule la ceinture de l'infralittoral supérieur est présente. Cette ceinture s'étend jusqu'à -18,3 m C.M.**, profondeur à laquelle le sédiment apparaît. 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. Concernant la densité des espèces structurantes, c'est aux Liniou que la valeur maximale a été observée 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

** : Côte Marine = Profondeur corrigée et rapportée au zéro des cartes marines françaises du SHOM

Etat écologique des macroalgues subtidales

Le tableau ci-dessous présente la note finale obtenue. Cette note est transformée en un « Ration de Qualité Ecologique » (EQR) en effectuant le rapport entre celle-ci et une valeur de référence. En comparant cette valeur à la grille de lecture, on obtient la qualité de l'élément qui est très bon pour cette masse d'eau.

Note Finale sur 100 (indice)		Ratio de Qualité Ecologique obtenu			
Etat écologique					X
Grille de lecture de l'EQR	[0-0,25[	[0,25-0,45[	[0,45-0,65[	[0,65-0,85[	[0,85-1]

Le détail des résultats est lisible dans le [rapport de la DCE du suivi des macroalgues en zone subtidale de l'année 2009](#) accessible sous le site de la DCE.

N:\DCE\BilanAGLB_2009_valorisations_donnees\Loire_Bretagne\macroalgues_substrat_dur

Explication des raisons du classement.

La note du site des Liniou (80/100) est très bonne, notamment grâce à la forte densité des laminaires et à la richesse de la sous-strate algale qui compte la plupart des espèces caractéristiques et assez peu d'espèces opportunistes. La note de référence, pour ce site appartenant au supertype A est de (80,5/100). Le site des Liniou obtient donc un EQR de 0,99. Ce qui classe la masse d'eau FRGC13 dans la catégorie « très bon ».

