

Suivi DCE du paramètre macroalgue subtidale



© MN de Casamajor

Suivi DCE du paramètre macroalgue subtidal

FRFC11 côte basque - Année 2011

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Adresse électronique :		date de publication : 2012 nombre de pages : 37 bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : français
Suivi DCE du paramètre macroalgue subtidal. FRFC11 côte basque Année 2011		
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteur(s) principal(aux) : Marie-Noëlle de Casamajor Magali Duval Martin Plus Muriel Lissardy	Organisme / Direction / Service, laboratoire Ifremer/RBE/HGS/LRHAQ Ifremer/ODE/LER/LERAR	
Encadrement(s) :		
Cadre de la recherche :		
Destinataire :		
Résumé Dans le cadre du suivi DCE, le paramètre « macroalgue subtidal » est calculé pour la seconde fois sur la masse d'eau côte basque à partir du protocole utilisé en Bretagne et adapté au contexte environnemental local. En 2011, 3 stations ont été prospectées au lieu de 5 en 2008. Le résultat est identique à celui obtenu en 2008 avec un indice de qualité « moyen » pour l'ensemble de la masse d'eau. Le principal critère pénalisant dans le calcul de l'indice est « espèce opportuniste » pour l'ensemble des stations. Il existe une variabilité inter-site selon les critères entre les deux campagnes ce qui témoigne de l'intérêt du suivi tous les trois ans sur les trois sites.		
Abstract Under the WFD monitoring the "subtidal macroalgae" parameter is calculated for the second time on the Basque coast water body from the protocol used in Britain and adapted to local environmental context. In 2011, three stations were sampled instead of 5 in 2008. The result is the same to the one obtained in 2008 with a quality index "medium" for the whole of the water body. The main criterion penalizing the calculation of the index is "opportunistic species" for each station. There is variability between sites according to the criteria between the two campaigns reflecting the interest of monitoring every three years on the three sites.		
Mots-clés Indicateur DCE, masse d'eau côte basque, macroalgue, subtidal,		
Words keys Indicator WDF, water body, Basque coast, macroalgae, subtidal		

sommaire

sommaire

Sommaire

1. Méthodologie	9
1.1. Définition des stations	9
1.2. Échantillonnage	10
1.3. Paramètres pris en compte	11
1.3.1. Limites d'extension en profondeur des ceintures (note 1)	12
1.3.2. Composition et densité des espèces définissant l'étagement (note 2)	13
1.3.3. Composition spécifique (note 3)	13
1.3.3.1. Espèces caractéristiques	14
1.3.3.2. Espèces opportunistes	15
1.3.3.3. Présence de <i>Padina pavonica</i> et <i>Gelidium corneum</i>	15
1.3.4. Richesse spécifique totale (note 4)	16
1.4. Grille de notation finale	16
2. Résultats	18
2.1. Limites d'extension en profondeur des ceintures (note 1)	18
2.2. Composition et densité des espèces définissant l'étagement (note 2)	19
2.3. Composition spécifique (note 3)	20
2.3.1. Liste des espèces caractéristiques	20
2.3.2. Liste des espèces opportunistes	20
2.3.3. Présence de <i>Padina pavonica</i> et de <i>Gelidium corneum</i>	20
2.4. Richesse spécifique totale (note 4)	20
2.5. Notation finale et qualification des sites	21
3. Discussion	22
3.1. Résultats pour la masse d'eau et les sites	22
3.2. Les critères déclassants	22
4. Conclusions et perspectives	24
5. Bibliographie	25
6. Annexes	27
Annexe 1- Visualisation des sites	27
Annexe 2- Sites échantillonnés en 2008/2009	28
Annexe 3- Tableaux de notation note 1 et note 2	29
Annexe 4- Données brutes Alcyons Sud	30
Annexe 5- Données brutes Socoa	32
Annexe 6- Données brutes Abbadia	37

Préambule

La mise en place de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) implique l'application de points de contrôle pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau côtières et de transition. L'objectif final étant d'atteindre un bon état écologique en 2015. Dans ce cadre, de nombreux paramètres environnementaux sont mesurés (Guillaumont et Gauthier, 2005) dont les végétaux marins ; herbiers et macroalgues

Les macroalgues constituent un bon élément pour évaluer la qualité écologique des eaux côtières. À ce titre, cet indicateur a été retenu dans la stratégie de suivi des masses d'eau côtières. La méthodologie mise en œuvre pour la partie subtidale s'appuie sur les travaux de Derrien-Courtet et Le Gal (2010). Il s'agit d'une application simplifiée du protocole utilisé dans le cadre du réseau de surveillance REBENT mis en place en Bretagne. Ce rapport traite de l'application du protocole DCE pour la masse d'eau « FRFC11 – Côte basque Type C14 côte rocheuse mésotidale peu profonde Supertype A côte rocheuse peu turbide » et de l'adaptation nécessaire, notamment, en raison du facteur biogéographique particulièrement marqué de ce secteur.

Ce document présente le bilan des investigations réalisées en 2011, pour la zone subtidale. Il s'agit de la seconde campagne et les résultats sont comparés à ceux obtenus lors des premières investigations de 2008/2009 pour cette masse d'eau (Derrien-Courtet et Le Gal, 2010, de Casamajor et Lissardy, 2010).

.

1. Méthodologie

1.1. Définition des stations

Trois sites ont été prospectés dans le cadre du suivi DCE des macroalgues sur la masse d'eau côte basque en 2011 :

- 2 sites inventoriés en 2008, Abbadia et Alcyons Sud.
- 1 site a ajouté au droit du Sémaphore de Socoa.

Les 3 autres sites de 2008 (de Casamajor et Lissardy, 2010) ont été supprimés :

- le Port-Vieux considéré comme trop près des zones sableuses et dont le peuplement algal pouvait être biaisé par les apports de sédiment et l'influence des eaux du panache de l'Adour ;
- Alcyons Nord considéré comme redondant, car trop près du site des Alcyons Sud ;
- le Vivier Basque en raison de la construction d'un émissaire sur la station d'épuration en service depuis 2009.

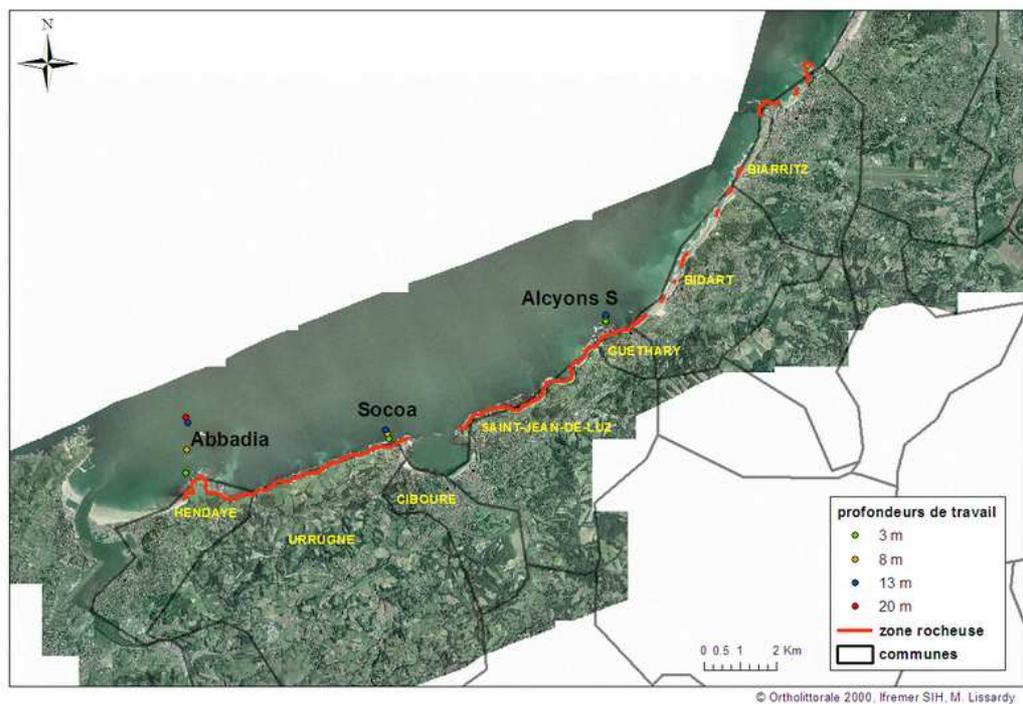


Figure 1- Localisation des sites retenus en 2011 sur la côte basque et profondeurs de référence (ou profondeur de travail).

1.2. Échantillonnage

Le protocole d'acquisition des données est identique à celui mis en œuvre en 2008.

Les prospections pour la collecte des données se font en plongée en scaphandre autonome, selon la méthode des quadrats (Derrien-Courtel et Le Gal, 2010), sur trois profondeurs de référence -3 m, -8 m et -13 m ramenées au zéro des cartes marines (source : www.shom.fr). Pour chacune de ces profondeurs, le premier travail consiste à définir le niveau dans lequel on se trouve (codifié N1, N2, N3, N4, N5). Le niveau est défini à partir de la présence et de la densité d'espèces considérées comme « structurantes » (Tableau 1). Ce sont généralement des grandes algues brunes constituant la canopée. En Bretagne, les algues identifiées comme structurantes dans les eaux peu turbides sont les grandes laminaires, *Padina pavonica*, *Halidrys siliquosa*, *Cystoseira spp.*, *Sargassum muticum*, *Saccharina latissima* et les quelques laminaires présentes dans les milieux turbides (Derrien-Courtel et Le Gal, 2010). Pour la côte basque, les seules grandes algues brunes sont les cystoseires ; elles sont considérées comme les plus sensibles en cas de pollution (Diez et al., 2003 ; Pinedo et al., 2007) ainsi que, dans une moindre mesure, l'algue rouge *Gelidium corneum*. Les peuplements algaux constituant la sous-strate s'avèrent être plus résistants et répondent dans un second temps seulement à des perturbations du milieu.

La surface optimale d'échantillonnage permet d'inventorier 95 % des espèces les mieux représentées. Elle a été définie à partir des travaux de Derrien-Courtel (2008) pour la Bretagne, mais n'a pas encore été testée sur la côte basque pour valider le protocole localement, du point de vue de la représentativité des algues sur le site. Le tableau ci-après synthétise l'ensemble de ces informations utiles pour mettre en œuvre le protocole de travail. À chaque niveau correspond une surface à échantillonner, soit, un nombre de quadrats de 0,25 m² (quadrat de 0,5 m de côté) à réaliser (Tableau 1).

Tableau 1- Effort d'échantillonnage en fonction du niveau d'intervention.

Code	Niveau	Grille de décision	Quadrat = 0,25 m ²	Surface (m ²)
N1*	Estran/infralittoral	Niveau transitoire <i>Padina pavonica</i>	Pas de quadrat	
N2	Infralittoral >	<i>Cystoseira spp.</i> ≥ 3 p.m ²	10 quadrats	2,5
N3	Infralittoral <	<i>Cystoseira spp.</i> ≤ 3 p.m ²	8 quadrats	2
N4	Circalittoral côtier	Plus de <i>Cystoseira</i> – algues dressées	Pas de quadrat	
N5	Circalittoral large	Algues dressées disparues	Pas de quadrat	

* quand *Padina pavonica* est observée, la station est notée en N1. Le niveau est alors noté N1-2 dans les grilles de notation.

Les espèces structurantes sont présentées dans la Figure 2 ce sont *Cystoseira spp.* pour les N2 et N3 et *Padina pavonica* pour le N1. Sur la côte basque, 7 espèces de cystoseires ont été référencées à partir de données anciennes (Dizerbo et Herpe,

2007). Des données plus récentes sur la côte basque espagnole mentionnent la présence de 4 espèces de cystoseires (Gorostiaga et *al.*, 2004). Deux espèces seulement sont présentes à partir des données disponibles sur la côte basque française (Galpasoro et *al.*, 2009 ; de Casamajor et Lissardy, 2009) ce sont *C. baccata* et *C. tamariscifolia*. La présence et la densité de ces espèces permettent de déterminer le niveau dans lequel on se localise pour définir la conduite à tenir en matière d'échantillonnage : réalisation d'un maximum de 10 quadrats, ou 8, ou pas de quadrats.



Figure 2- Présentation des trois principales espèces structurantes *Cystoseira baccata* (A), *Cystoseira tamariscifolia* (B) et *Padina pavonica* (C).

- *Cystoseira baccata* est une algue brune de coloration olivâtre, les rameaux sont non épineux et aplatis, pouvant atteindre jusqu'à 1 m de haut. De nombreux flotteurs bien visibles sont inclus dans les rameaux. Espèce caractéristique de l'étage infralittoral, depuis l'estran jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur. La colonisation de cette espèce est signalée sur la côte basque jusqu'à une profondeur comprise entre 20 et 25 m (Castro et *al.*, 2006).
- *Cystoseira tamariscifolia* est une algue brune épineuse pouvant atteindre jusqu'à 60 cm de hauteur. Sa coloration est olivâtre avec des irisations bleutées spécifiques (particulièrement bien visibles en immersion). Elle est caractéristique de l'étage infralittoral et se développe principalement sur l'estran et les cuvettes littorales. Elle est présente dès les premiers mètres sous la surface, puis disparaît rapidement avec la profondeur. Elle colonise préférentiellement les endroits à configuration plane et abrités de la houle.
- *Padina pavonica* algue brune dont le thalle se présente sous la forme d'une lame aplatie, enroulée sur elle-même et ornée de fines rangées concentriques de poils. Elle est incrustée de calcaire ce qui lui donne une coloration plus ou moins blanchâtre. Espèce photophile qui colonise préférentiellement les premiers mètres sous la surface, elle est cependant signalée jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur. Sa taille est généralement inférieure à 10 cm.

1.3. Paramètres pris en compte

Le protocole DCE d'indice de qualité pour les macroalgues subtidales doit être mis en œuvre entre mi-mars et mi-juillet. Le rythme d'acquisition de données tous les 3 ans préconisé (délai de 6 ans adopté dans le cadre DCE). Cette campagne a

été mise en œuvre entre le 21 et le 30 juin 2011. Il s'agit de la seconde campagne d'investigation qui se déroule 3 ans après la première.

Ce protocole DCE se base sur 5 paramètres de notation (Derrien-Courtel et Le Gal, 2010). Un système de notation est défini pour chacun de ces paramètres :

- 1- Limite de l'extension en profondeur des différentes ceintures algales (note 1) ;
- 2- Composition et densité des espèces définissant l'étagement (qualifiées de « structurantes » note 2) ;
- 3- Composition spécifique (note 3) se décompose en 3 sous-indices ;
 - 3-1- espèces caractéristiques
 - 3-2- espèces opportunistes
 - 3-3- présence d'espèces indicatrices de bon état écologique (*Padina pavonica* et/ou *Gelidium corneum* dans le cas du pays Basque)
- 4- Richesse spécifique totale (note 4) ;
- 5- Épipioses des stipes de *Laminaria hyperborea* (note 5). Cette espèce étant absente sur la côte basque ce paramètre est sans objet, il n'est cité ici que pour mémoire.

Pour la masse d'eau côte basque, le calcul de l'indice de qualité est calculé sur les 4 premiers paramètres. Ils sont détaillés ci-dessous ainsi que les adaptations nécessaires pour l'acquisition des données.

Toutes les profondeurs sont exprimées par rapport au zéro hydrographique, il est corrigé à partir des informations disponibles sur le site du shom (www.shom.fr). Pour l'ensemble des sites, le port de référence est celui de Saint-Jean-de-Luz, il s'agit du port le plus proche (Figure 1).

1.3.1. Limites d'extension en profondeur des ceintures (note 1)

En Bretagne, les quadrats sont réalisés le long d'un transect car les 3 profondeurs de référence sont proches les unes des autres et peuvent être parcourues au cours d'une même plongée. Ce n'est pas possible sur la côte basque, ainsi, pour la détermination de ce paramètre, plusieurs plongées sont nécessaires en fonction du profil bathymétrique du site.

Une bouée, munie d'un lest, est larguée sur la station avant l'immersion des plongeurs sur le site. Un profondimètre électronique et une montre permettent à chaque plongeur de noter la profondeur limite des ceintures algales pour une heure donnée. La profondeur est convertie au zéro hydrographique. Cette première phase consiste à rechercher la présence des *Cystoseira spp.* et/ou *Padina pavonica* pour définir et valider le niveau algal sur le point. Une seconde phase de prospection permet de définir l'abondance de ces espèces « structurantes ».

En fonction de l'étendue des différentes ceintures, une note est attribuée suivant un barème propre à chaque niveau et suivant la nature des fonds. Pour la masse d'eau « côte basque », le barème appliqué est celui des côtes rocheuses « peu turbide » Supertype A (Tableau 2). La note est calculée en effectuant le rapport entre la profondeur de la limite inférieure d'un niveau et la valeur de référence correspondante (Tableau 2) *in* Derrien-Courtel et Le Gal, (2010). Ce résultat est multiplié par 30 pour obtenir la valeur de référence sur 30 points.

Dans le cas où l'extension en profondeur d'une ceinture est limitée par la présence de sable ou de sédiment, la notation pour cette ceinture n'est prise en compte que si elle améliore la note du site.

Tableau 2- Valeurs de référence pour la notation de l'extension en profondeur des ceintures.

Supertype	Valeur de référence	Valeur de référence
	N1-2 (mètre)	N3 (mètre)
A : Côte rocheuse peu turbide*	-28,45	-32,22
B : Côte sablo-vaseuse peu turbide	-12,47	-14,73
C : Côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide	-3,79	-4,97

* Supertype A : la valeur de référence prise en compte concerne les sites bretons : Sept îles, Ouessant et Glénan.

1.3.2. Composition et densité des espèces définissant l'étagement (note 2)

Le comptage des pieds de *Cystoseira spp.* est réalisé systématiquement sur chaque quadrat pour les N1-2 et N3. Le nombre de pieds est ramené à l'unité de surface pour obtenir un nombre d'individus par m². La notation selon ce critère n'intervient que pour le N1-2 (Tableau 3) ; le N3 n'est pas noté.

Tableau 3- Notation sur la composition et la densité des espèces définissant l'étagement.

Densité des espèces structurantes (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

1.3.3. Composition spécifique (note 3)

Cette notation est la résultante des sous-indices, espèces caractéristiques et opportunistes auxquels on ajoute un point supplémentaire en fonction de la présence de *P. pavonica* ou *Gelidium corneum* sur le site. Ils sont détaillés ci-dessous.

1.3.3.1. Espèces caractéristiques

La liste présentée dans le Tableau 4 a été réalisée à partir des éléments bibliographiques et des observations réalisées en 2008 (de Casamajor et Lissardy, 2009). La présence de *Padina pavonica* est conservée pour définir la présence d'un N1 sur le site.

Tableau 4- Liste des espèces caractéristiques pour la côte basque (en grisé sont indiqués les espèces communes avec la Bretagne).

	Niveau 1-2	Niveau 3
Phéophycées	<i>Cystoseira spp</i>	<i>Zanardinia prototypus</i>
	<i>Stypocaulon scoparium</i>	<i>Halopteris filicina</i>
	<i>Taonia atomaria</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>
	<i>Zanardinia prototypus</i>	<i>Dictyopteris polypodioides</i>
		<i>Cystoseira spp.</i>
		Algues brune encroûtante
Rhodophycées	<i>Callophyllis laciniata</i>	<i>Calliblepharis ciliata</i>
	<i>Champia parvula</i>	<i>Callophyllis laciniata</i>
	<i>Corallina sp.</i>	<i>Gelidium corneum</i>
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	<i>Heterosiphonia plumosa</i>
	<i>Dictyota dichotoma</i>	<i>Lithothamnion incrustans</i>
	<i>Drachiella spectabilis</i>	<i>Mesophyllum lichenoides</i>
	<i>Gelidium spp</i>	<i>Nitophyllum punctatum</i>
	<i>Gymnogongrus griffithsia</i>	<i>Peyssonnelia spp.</i>
	<i>Halopithys incurva</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
	<i>Halurus equisetifolius</i>	<i>Plocamium cartilagineum</i>
Rhodophycées (suite)	<i>Jania rubens</i>	<i>Pterosiphonia complanata</i>
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>
	<i>Nitophyllum punctatum</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>	

La présence des espèces caractéristiques est considérée comme un témoignage d'un bon état écologique du milieu. Ainsi, plus leur nombre est élevé et plus le nombre de points attribués est grand.

Un comptage des espèces caractéristiques est réalisé pour chaque niveau, ce qui permet d'attribuer une notation en fonction du nombre d'observations (Tableau 5).

Tableau 5- Grille de notation concernant les espèces caractéristiques.

Nbre espèces caractéristiques N1-2	Nbre espèces caractéristiques N3	Notation
< 9	< 5	0
[9 ; 12 [	[5 ; 8 [	5
[12 ; 15 [	[8 ; 11 [	10
[15 ; 18 [	[11 ; 14 [	15
< 18	> 14	20

1.3.3.2. Espèces opportunistes

La liste des espèces opportunistes bretonnes est conservée dans son intégralité (Tableau 6). Deux espèces de Chlorophycées ont été ajoutées (en gris) car elles sont considérées comme opportunistes pour la côte basque.

Tableau 6- Liste des espèces opportunistes pour les N1-2 et N3

Micro-algue coloniales	Diatomées (filamenteuses)
	<i>Cladophora spp.</i>
	<i>Codium spp.</i>
Chlorophycées	<i>Enteromorpha spp.</i>
	<i>Ulva spp.</i>
	<i>Desmarestia ligulata</i>
Phéophycées	Ectocarpales
	<i>Hincksia spp.</i>
	<i>Ceramium spp.</i>
Rhodophycées	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>
	<i>Heterosiphonia japonica</i>
	<i>Polysiphonia spp.</i> (Hormis <i>P. lanosa</i> et <i>P. elongata</i>)

Pour chaque quadrat, les espèces opportunistes sont dénombrées et leur densité est calculée en nombre de pieds par m². Elles sont considérées comme indicateur de dégradation de l'environnement en lien avec un effet de l'activité humaine. Quand leur nombre et leur densité augmentent, le nombre de points attribué diminue. Un barème unique pour les deux niveaux (N1-2 et N3) est présenté sur le Tableau 7.

Tableau 7- Barème de notation pour les espèces opportunistes.

Densité (Nb d'ind/m ²)	Notation
≥ 30	0
[20 ; 30 [	5
[12 ; 20 [	10
[7 ; 12 [	15
[0 ; 7 [	20

1.3.3.3. Présence de *Padina pavonica* et *Gelidium corneum*

Lorsque *Padina pavonica* ou *Gelidium corneum* sont présentes sur un site un point supplémentaire est attribué à la moyenne des deux sous-indices précédents « espèces caractéristiques » et « espèces opportunistes ». Ce point est attribué seulement pour le N1-2.

Gelidium corneum a été définie comme indicatrice de bon état écologique car elle est signalée dans la bibliographie comme sensible en situation de dégradation du milieu (Diez et al., 2003). De plus, la côte basque représente le secteur géographique où les peuplements sont les plus denses de la côte atlantique en raison de conditions hydrodynamiques favorables à son développement. Elle fait l'objet d'une exploitation commerciale pour l'extraction d'une substance gélifiante, l'agar-agar, utilisée dans les industries agro-alimentaire et pharmaceutique notamment (Augris et al., 2009).



Figure 3- Présentation de l'espèce indicatrice de bon état écologique *Gelidium corneum*.

1.3.4. Richesse spécifique totale (note 4)

La totalité des quadrats est prise en compte si le nombre de quadrats réalisés lors de l'échantillonnage d'une station est égal à 10 pour le N1-2 et 8 pour le N3. Si le nombre de quadrats échantillonnés sur une station est supérieur, cet indice est calculé à partir d'un tirage aléatoire du nombre de quadrats dans le niveau. Par exemple, si le N1-2 est observé à -3 m et -8 m, 10 quadrats sont sélectionnés parmi les 20 réalisés). Toutes les espèces répertoriées sont prises en compte. Le barème de notation est donné dans le Tableau 8.

Tableau 8- Barème de notation utilisé pour la richesse spécifique totale pour les côtes à dominante rocheuse.

N1-2		N3	
Nb d'espèces recensées	Notation	Nb d'espèces recensées	Notation
< 15	0	< 8	0
[15 ; 20 [	5	[8 ; 12 [	5
[20 ; 30 [	10	[12 ; 16 [	10
[30 ; 40 [	15	[16 ; 20 [	15
≥ 40	20	≥ 20	20

1.4. Grille de notation finale

L'indice de qualité (IQ) par site est obtenu en calculant la moyenne (rapportée sur 100 points) des notes (4 pour le N1-2 et 3 pour le N3) obtenues pour chacun des niveaux. En l'absence de note concernant les épibioses de stipes de *Laminaria hyperborea* (sans objet pour la côte basque), cette note moyenne est pondérée pour ne pas pénaliser l'indice de qualité global.

L'E.Q.R. (Ecological Quality Ratio) est calculé en effectuant le rapport entre l'indice de qualité du site (IQ) et l'indice de qualité de référence (égal à 77) qui correspond à la médiane des indices de qualité des sites de référence pour le Supertype A : Sept-île, Ouessant et Glénan (Derrien-Courtel & Le Gal, 2011). En fonction de la notation obtenue, comprise entre 0 et 1, un niveau de qualification est déterminé (tableau 9). L'E.Q.R. est calculé par site et pour la masse d'eau.

Tableau 9- Qualification finale de la station : EQR.

EQR	Qualification
< 0,25	Très Mauvais
[0,25 à 0,45 [	Mauvais
[0,45 à 0,65 [	Moyen
[0,65 à 0,85 [	Bon
[0,85 à 1 [	Très bon

L'ensemble des données brutes (cf. annexes) est intégré dans la base de données informatisée Quadrigé².

2. Résultats

Le bateau « Jean Faux » armé pour la plongée est affrété pour la réalisation des investigations (Figure 4). L'équipement de bord se compose d'un GPS de type Garmin 76 ® pour un repérage depuis la surface et d'un sondeur pour préciser la profondeur et la topographie du site. L'équipe est composée de quatre plongeurs professionnels dont trois biologistes qui assurent les relevés au fond. Le quatrième assure la sécurité des opérations et la conduite du bateau.

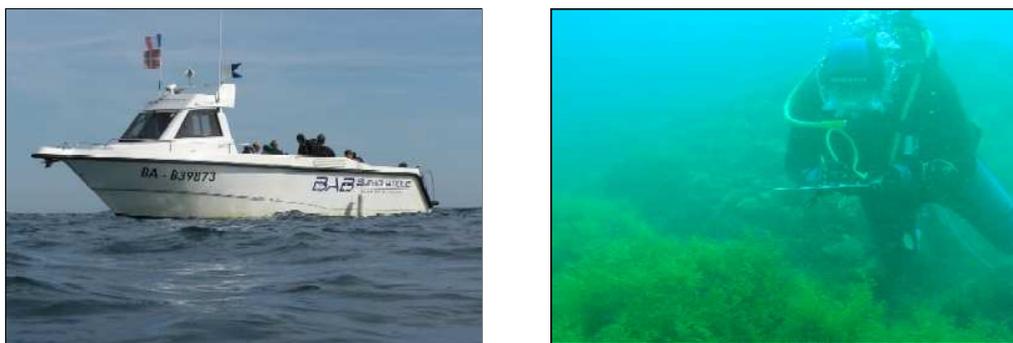


Figure 4- Bateau et plongeurs nécessaires à la mise en œuvre des campagnes.

Les prospections se sont déroulées entre le 21 et le 30 juin 2011 avec une houle comprise entre 1 m et 1,5 m.

Lors des immersions, le premier travail consiste à définir dans quel niveau on se trouve du point de vue de la colonisation des espèces structurantes (Tableau 1). Les coordonnées géographiques des 3 sites sont données dans le Tableau 10 ainsi que la définition des niveaux correspondants.

Tableau 10- Coordonnées géographiques et définition des niveaux correspondants par site et niveau bathymétrique.

	3 m	N	8 m	N	13 m	N	20 m	N
Alcyons S	43°25.715	2	43°25.775	2	43°25.805	3		
	1°37.080		1°37.091		1°37.093			
Socoa	43°23.800	2	43°23.877	2	43°23.930	3		
	1°41.340		1°41.372		1°41.412			
Abbadia	43°23.134	2	43°23.494	2	43°23.960	2	43°23.891	2
	1°45.395		1°45.393		1°45.450		1°45.414	

Un point supplémentaire a été réalisé sur le site d'Abbadia à -20 m car la fin du N2 n'a pu être déterminé aux profondeurs de référence.

2.1. Limites d'extension en profondeur des ceintures (note 1)

Les résultats des investigations sont donnés dans le tableau ci-après à partir des observations réalisées en juin 2011.

Tableau 11- Résultats obtenus pour l'extension en profondeur des ceintures algales.

N° Station	Fin N2	Fin N2 à cause du sédiment	Fin N3	Fin N3 à cause du sédiment	Fin de prospection
Alcyons S	7,2 m		11,2 m	11,2 m	15.3 m
Socoa	10,3 m		18.1 m	18,1 m	21 m
Abbadia	22,2m	22,2 m	pas de N3		25 m

On note la présence de sédiments qui marque la fin des niveaux pour N3 sur la station des Alcyons et pour N2 sur Abbadia ce qui n'a pas permis de définir correctement la fin de ces niveaux (Tableau 11 et Tableau 12). De plus, le profil bathymétrique n'est pas toujours rectiligne de la côte vers le large et les ruptures de pente sont nombreuses. Ceci est particulièrement marqué sur le site d'Abbadia.

La valeur de référence utilisée pour réaliser la notation est de -28,45 m pour le N2, et de -32,22 m pour le N3. La note attribuée correspond au rapport de la profondeur limite inférieure de la ceinture, sur la valeur de référence multipliée par 30 points.

Les notations en gras (Tableau 12) concernent des fins de niveaux limitées par la présence de sédiment. Les notes ne seront prises en compte que si elles améliorent la notation finale.

Tableau 12- Notation attribuée sur les 3 stations.

Station	N2		N3	
	Limite <	Notation	Limite <	Notation
Alcyons S	7,2 m	7,59	11,2 sable	10,43
Socoa	10,3 m	10,86	18,1	16,85
Abbadia	22,2 m	23,4	sable	-

2.2. Composition et densité des espèces définissant l'étagement (note 2)

Pour la côte basque, les pieds de *Cystoseira spp.* présents sur chaque quadrat sont comptabilisés pour calculer une densité exprimée en nombre d'individus par m² par rapport à la surface échantillonnée (Tableau 13). Pour le N1-2, les deux espèces de cystoseires sont observées : *C. tamariscifolia* et *C. baccata*. Pour le N3 on observe uniquement *C. baccata*. Seul le niveau N1-2 où la densité moyenne est la plus importante est noté pour ce paramètre ce qui représente une superficie de 2,5 m² par station.

Tableau 13- Notation de la composition et la densité de *Cystoseira spp.*

	Résultats Individus/m ²	Notation
Alcyons Sud	54	15
Socoa	20,2	10
Abbadia	0,8	0

2.3. Composition spécifique (note 3)

Ce paramètre se subdivise en 3 sous indices. Chacun d'eux est détaillé ci-après.

2.3.1. Liste des espèces caractéristiques

Les résultats de ce sous-indice se basent sur la liste des espèces caractéristiques définie spécifiquement pour les deux premiers niveaux N1-2 et N3 de la côte basque (Tableau 4), les résultats sont présentés dans le tableau 14.

Tableau 14- Notation concernant les espèces caractéristiques.

Sites	Nb d'espèces caractéristiques N1-2		Nb d'espèces caractéristiques N3	
	Résultat	Note	Résultat	Note
Alcyons S	13	10	8	10
Socoa	13	10	11	10
Abbadia	14	10	-	-

2.3.2. Liste des espèces opportunistes

Les principales espèces opportunistes rencontrées sur la côte basque sont les Chlorophycées *Ulva spp.* et *Enteromorpha spp.*, et les Rhodophycées *Ceramium spp.* Peu de Phéophycées ont été observé en 2011.

Le barème de notation est identique suivant les niveaux de prospection. Il est fonction de leur densité (nombre de pieds par m²) (Tableau 15).

Tableau 15- Barème de notation et résultat pour les espèces opportunistes

Site	Résultats N1-2		Résultats N3	
	Résultats	Note N1-2	Résultats	Note N3
Alcyons S	204	0	0.4	20
Socoa	182	0	0	20
Abbadia	36	0	-	-

2.3.3. Présence de *Padina pavonica* et de *Gelidium corneum*

Chacun des sites a obtenu un point supplémentaire grâce à la présence de *Gelidium corneum* sur tous les sites. Au cours des investigations de 2011, *Padina pavonica* n'a pas été répertoriée et le N1 n'a été défini sur aucun des 3 sites. Le site d'Alcyons N. est le seul où *Padina pavonica* avait été observé en 2008.

2.4. Richesse spécifique totale (note 4)

L'ensemble des sites présente une bonne diversité spécifique, les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous et la notation par site est attribuée en fonction des niveaux.

Tableau 16- Diversité spécifique totale par site et notation obtenue par niveau.

	N 1-2		N 3	
	Nb d'espèces	Notation	Nb d'espèces	Notation
Alcyons S	29	10	17	15
Socoa	31	15	24	20
Abbadia	29	10	-	-

2.5. Notation finale et qualification des sites

Une synthèse des différents paramètres analysés précédemment est présentée par niveau dans les tableaux ci-après. Le niveau 3 n'est pas pris en compte pour le site d'Abbadia.

Tableau 17- Synthèse des notations pour le niveau 1-2.

N1-2	Note 1 /30	Note 2 /20	Espèces carac.	Espèces opport.	<i>P. pavonica</i> <i>G. corneum</i>	Note 3 /20	Note 4 /10	Note Moyenne / 20
	Limite ceintures	Composition densité				Composition spécifique	Richesse spécifique	
Alcyons S	7,59	15	10	0	+ 1	6	5	9,7
Socoa	10,86	10	10	0	+ 1	6	7,5	8,6
Abbadia	23,4	0	10	0	+ 1	6	5	8,6

Tableau 18- Synthèse des notations pour le niveau 3.

N3	Note 1 /30	Espèce Carac.	Espèce opport.	Note 3 /20	Note 4 /10	Note Moyenne /20
	Limite ceinture			Composition spécifique	Richesse spécifique	
Alcyons S	10,43	10	20	15	7,5	11
Socoa	16,86	10	20	15	10	13,85
Abbadia	-	-	-	-	-	-

L'indice de qualité (IQ) résulte des 4 paramètres pour le N1-2 et 3 pour le N3 (colonne en gras dans les Tableau 17 et Tableau 18) quand ce dernier a pu être défini. Cet IQ est divisé par l'indice de référence pour le calcul de la notation finale EQR (Tableau 19).

Tableau 19- Grille de classement des sites prospectés.

Sites	IQ	Référence	EQR	Qualification
Alcyons S	47,5	77	0,62	Moyen
Socoa	54,4	77	0,71	Bon
Abbadia	43	77	0,56	Moyen
Masse d'eau	48,3	77	0,63	Moyen

L'EQR moyen pour l'ensemble des sites appartenant à la masse d'eau côte basque est de 0,63 ce qui permet de qualifier ce paramètre en qualité « moyenne ».

3. Discussion

Cette seconde campagne pour la côte basque a permis de conforter la possibilité d'application d'un protocole éprouvé en Bretagne pour la DCE et adapté localement (Derrien-Courtel et le Gal, 2010).

3.1. Résultats pour la masse d'eau et les sites

À l'échelle de la masse d'eau, la côte basque est qualifiée de « moyenne » comme cela avait été le cas en 2008 à partir du paramètre « macroalgue subtidale ». Cette qualification globale peut s'expliquer, en partie tout au moins, par le fait que cette masse d'eau côtière est soumise à une dessalure régulière liée à la présence d'un réseau hydrographique dense et d'une pluviométrie importante (Winckel et al., 2004). Le principal vecteur d'eau douce et turbide en mer est l'estuaire de l'Adour au nord de la masse d'eau ; il draine les eaux de son bassin versant urbanisé et industrialisé. En raison de la courantologie côtière, et de la dérive littorale dirigée vers le sud, le panache turbide couvre en période de crue une large portion de la masse d'eau « côte basque ». Au sud, la présence de la Bidassoa engendre une turbidité des eaux côtières et entre ces deux principaux estuaires, des embouchures de petites rivières se répartissent le long du littoral (Augris et al., 2009, Rihouey et Dore, 2010).

Cette masse d'eau est soumise à une forte pression anthropique et les collectivités locales se sont mobilisées pour améliorer la qualité des eaux avec notamment d'importants travaux d'assainissement pour optimiser le traitement des eaux usées. L'ensemble des modifications physico-chimiques des eaux côtières ont une influence sur les communautés algales qui s'y développent. Deux sites sont qualifiés en « qualité moyenne », Alcyons Sud et Abbadia. Ils se localisent à proximité d'apports d'eau douce favorables au développement d'espèces opportunistes. On note que le site de Alcyons Sud avait été classé en « très bon » en 2008 et la notation attribuée en 2011 ne résulte pas d'un critère en particulier mais de notations inférieures sur chacun des critères. Par exemple, la présence de *Ceramium* spp. sur la station est à l'origine d'une mauvaise notation du critère « espèces opportunistes » (Tableau 15).

3.2. Les critères déclassants

Pour l'ensemble des sites, le critère « espèce opportuniste » entrant dans la notation concernant la composition spécifique (note 3), est déclassant en N2. Au sein de ces espèces c'est la présence de *Ceramium* spp. sur une station qui engendre une notation minimale, égale à 0 (quand le nombre de pieds est supérieur à 30 par m²). La disparition de cette espèce dans le N3 se traduit par une bonne notation de ce niveau. Cela s'explique par le fait que la notation se base non pas sur le nombre d'espèces mais sur le nombre de pieds. Or, cette espèce se développe en tapis et il est difficile, voire impossible de compter le nombre de

pieds en raison de leur densité. Dans ce cas, le nombre de pieds mentionné résulte d'une estimation alors qu'elle résulte de comptage pour les autres espèces.

La composition et la densité des espèces structurantes est un facteur déclassant pour le site d'Abbadia. Ce site présente un profil assez atypique avec des ruptures de pentes et des remontées bathymétriques entre -3 m et -25 m. Les cystoseires sont très peu représentées sur les niveaux bathymétriques -3 m, -8 m et -13 m et les plus grandes densités ont été observées au delà de la profondeur de référence -13 m dans la zone des -20 m sur des faciès rocheux partiellement recouverts de sédiments. Ces éléments justifient une extension du niveau N2 jusqu'à la fin du transect et de fait, d'une bonne notation pour le paramètre limite en profondeur de la ceinture.

Sur les sites de Socoa et de Guéthary, la note attribuée pour la limite en profondeur des ceintures est déclassant par rapport aux profondeurs de référence utilisées pour l'attribution des notes. Au niveau national, ce paramètre se base sur l'extension des laminaires en profondeur sur des sites de référence bretons (Tableau 2). Ces profondeurs sont élevées par rapport aux exigences écologiques des cystoseires sur la côte basque et plus particulièrement de *C. baccata*, espèce dont l'extension en profondeur est la plus importante. Elle n'est pas signalée au-delà de 25 m de profondeur (Castro et al., 2006). Ainsi, ce paramètre peut être pénalisant dans la définition de l'indice global de qualification de la masse d'eau « côte basque ». Il est proposé qu'une discussion soit engagée pour revoir à la baisse les profondeurs de référence utilisées pour la côte basque.

4. Conclusions et perspectives

Au final, la masse d'eau FRFC11 est classée de la même façon que lors de la première campagne à partir de l'indicateur « macroalgue subtidale » en qualité « moyenne ». Cependant au sein des stations on observe des singularités des résultats par rapport à ceux obtenus lors de la première campagne qui témoignent d'un intérêt de procéder au suivi à un rythme de 3 ans plutôt que de 6 ans.

Pour juger de la pertinence de l'EQR, il est important de tester la surface optimale d'échantillonnage sur la côte basque. Cette phase expérimentale n'a pu être réalisée au préalable, mais devrait être réalisée dans le cadre d'une prospection ciblée sur cette action. La variabilité de la répartition locale des espèces d'algues au sein du nombre de quadrats réalisé par ceinture (présence au moins de 95 % des espèces les mieux représentées *in* Derrien, 2008) devra être vérifié pour la côte basque.

Il pourrait être intéressant d'un point de vue méthodologique, de mettre en œuvre sur la côte basque, le protocole espagnol, utilisé à titre expérimental sur la côte cantabrique car, même si les peuplements diffèrent quelque peu la méthodologie utilisée est celle des transects. (Juanes *et al.*, 2008 ; Borja et Collins, 2004)

Par exemple, les cystoseires sont mentionnées dans les listes d'espèces mais n'y sont pas définies comme structurantes.

Les résultats présentés en 2011, comme ceux de 2008 montrent une variabilité inter-site importante et de ce fait l'intérêt de prospecter sur différents sites de la côte basque pour avoir une meilleure vision de l'ensemble de la masse d'eau. Pour la côte basque, la géomorphologie des sites et l'exposition aux houles dominantes pourraient avoir une influence sur la densité et la répartition des algues structurantes et limiter ainsi le reflet d'un état écologique du site. Les investigations réalisées dans le cadre de ce travail ne permettent pas de dissocier l'origine anthropique ou naturelle des fluctuations observées. Il est ainsi suggéré de conserver au minimum ces trois sites lors des prochains suivis pour avoir une bonne représentativité de la masse d'eau.

De plus, ces éléments constituent une base de travail dans l'optique de la mise en œuvre des protocoles d'échantillonnage du domaine côtier comme pour la constitution d'un réseau REBENT en Aquitaine sur les substrats durs. Dans le contexte actuel, local et européen (Natura 2000 en mer, mise en œuvre de la DCSMM), il serait intéressant de profiter de ces investigations pour approfondir les connaissances sur la colonisation du domaine subtidal par la macrofaune benthique sur la masse d'eau côte basque en lien avec les protocoles élaborés par le MNHN de Concarneau pour l'ensemble de la façade Manche-Atlantique (Derrien-Courtet *et al.*, 2011). Cette prise en compte permettra d'améliorer l'évaluation de l'état de conservation des habitats subtidaux rocheux et d'intégrer la fonctionnalité des biocénoses benthiques.

5. Bibliographie

- ALEXANDRE A., MALLET C., DUBREUILH J., 2003. Étude de l'érosion de la Côte Basque. Synthèse bibliographique. *Rapport BRGM/RP-52370-FR*, 125 p., 32 fig., 4 tab., 30 photos, 3 annexes.
- AUGRIS C., CAILL-MILLY N., CASAMAJOR (de) M.-N., 2009. Atlas thématique de l'environnement marin du Pays basque et du sud des Landes. *Éd. Quae*, 127 p.
- BORJA A., COLLINS M., 2004. Oceanography and marine environment of the basque country. *Éd. Elsevier Oceanography series*, 616 p.
- CASAMAJOR (de) M.-N., LISSARDY M., 2009. Typologie des champs d'algues sur la côte basque. *Rapport Ifremer, DCN/HGS/LRHA*, Anglet, 31 p. + annexes.
- CASTRO R., URIARTE A., FRANCO J., URIARTE A., BORJA A., GONZALEZ M. VALENCIA V. QUINCORES I., SALAUN O., GALPASORO I., 2006.- Guia de la biodiversidad marina del golfo de Bizkaia.- Eusko Jaurlaritza/Gobierno Basco, *Victoria Gasteiz*, 204 p.
- DERRIEN-COURTEL S., 2008. L'étude des peuplements subtidiaux 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 dans le temps ? *Thèse Muséum National d'Histoire Naturelle*, 221p.
- DERRIEN-COURTEL S., Le GAL A., 2010. Mise au point du protocole de suivi des macroalgues subtidales pour la façade Manche Atlantique Année 2009. *Rapp. MNHN Station marine de Concarneau*, 37 p.
- DERRIEN-COURTEL S., Le GAL A., 2011. Suivi des macroalgues subtidales de la façade Manche Atlantique. *Rapport Final. MNHN Station marine de Concarneau*, 49 p.
- DERRIEN-COURTEL S., LE GAL A., DE CASAMAJOR M.-N., GEVAERT F., 2011. Mise en réseau des suivis des biocénoses des roches subtidales de la façade Anche/Atlantique & Elaboration d'une stratégie d'évaluation de leur état de conservation – Document de travail, 21 p.
- 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.
- DIZERBO A., HERPE E., 2007. Liste de répartition des algues marines des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique, Iles Anglo-Normandes incluses. *Ed. Scientifiques Anaximandre*, 315 p.
- FISHER-PIETTE E., 1966. Situation des fucacées de la côte basque en 1965. *Bull. Cent. Etud. Rech. Sci. Biarritz*, 6(1): 85-94.
- GALPARSORO, I., CHUST, G., de CASAMAJOR M.N., MUXIKA, I., del CAMPO, A., D'ELBEE, J., CAILL MILLY, N., BORJA, A. SOULIER, L., AUGRIS, C., 2008.-

- Elaboracion de cartografia de habitats marinos de la bahia de Txingudi., *AZTI-Technalia para Euskadi-Aquitania*, 101 pp + anexos.
- GOROSTIAGA J.M., SANTOLARIA A., SECILLA A., CASARES C., DIEZ I., 2004. Check-list of the Basque coast benthic algae (North of Spain). *Ann. del Jardin Bot. de Madrid*, 61(2): 155-180.
- GUILLAUMONT B., GAUTHIER E., 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Recommandations concernant le benthos marin. *Rapport Ifremer Dyneco/Vigies*, 27p + annexes
- IDIER D., PEDREROS E., 2005. Modélisation hydrodynamique de la Côte Basque partie 1 : marées, courants de marée et surcôtes. BRGM/RP-53705-FR, 38 figures, 4 tab., 75 p.
- 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 NE Atlantic. *Ecol. Indicators*, 8 : 351-359.
- SANCHEZ F., CASAMAJOR (de) M.-N., LISSARDY M., 2007. Points de surveillance DCE en côte Basque : Macroalgues et Zostères. *Rapport Cereca contrat Ifremer n°2007/5/53526134*, 33 p.
- PINEDO S., GARCIA M., SATTI M.-P., TORRES (de) M., BALLESTEROS E., 2007. Rocky-shore communities as indicators of water quality. A case study in the Northwestern Mediterranean. *Mar. Poll. Bull.*, 55 : 126-135.
- RIHOUEY D., DORE R., 2010. Réseau de suivi de la qualité bactériologique des eaux du littoral basque. Valorisation des données recueillies. Rapport final Casagec/UPPA, 57p.
- VAN DEN HOEK C., DONZE M., 1966. The algal vegetation of the rocky cote basque (SW France). *Bull. Cent. Etud. Rech. Sci. Biarritz*, 6(2): 289-319.
- WINCKEL A., PETITJEAN J., BORIE M., MALLET C., AUBIÉ S., 2004. État des connaissances hydrologiques et hydrogéologiques de la côte basque. BRGM/RP-53372-FR, 113 p. 45 illustrations, 5 annexes.

6. Annexes

Annexe 1- Visualisation des sites



Photo 1- Site Alcyons Sud (Commune de Guéthary)

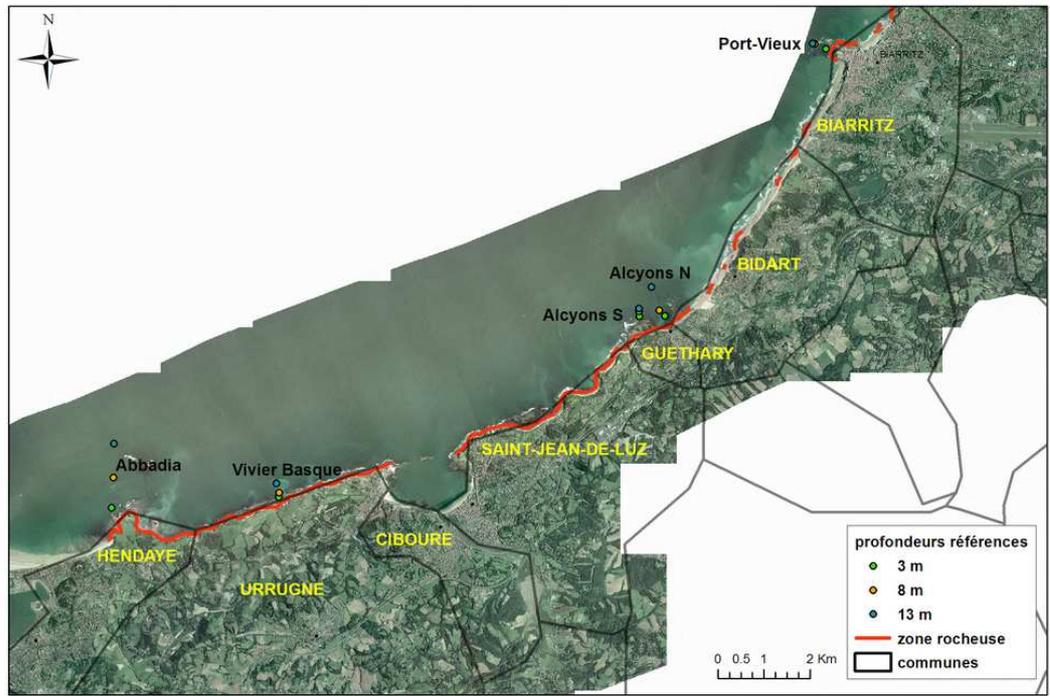


Photo 2- Site de Socoa



Photo 3- Site d'Abbadia (2 jumeaux Commune d'Hendaye)

Annexe 2- Sites échantillonnés en 2008/2009



Annexe 3- Tableaux de notation note 1 et note 2

Note 1- Notation pour le critère extension en profondeur des ceintures.

Code masse d'eau	N° Station	année	fin N2	fin N2 à cause du sédiment	Fin N3	fin N3 à cause du sédiment	Notation N2	Notation N3
FRFC11	Alcyons S	2011	7,2		11,2	x	7,59	10,43
FRFC11	Socoa	2011	10,3		18,1		10,86	16,85
FRFC11	Jumeaux	2011	22,2	x			23,4	-

Note 2- Notation pour le critère composition et densité des espèces définissant l'étagement.

Site	Niveau	Quadrats										Densité ind/m ²	Notation
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
ALCYONS Sud	3m - N2	54	7	8	7	0	7	0	0	0	52	54	15
	8m - N2	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	2,4	
	13m - N3	0	1	0	0	0	0	0	0			0,5	
	SOCOA	3m - N2	6	17	0	11	1	6	1	4	5	0	20,4	10
8m - N2		1	1	2	0	0	4	0	4	1	0	5,2	
13m - N3		0	0	0	0	1	1	0	1			1,5	
ABBADIA		3m - N2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0,8	0
	8m - N2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0,8	
	13m - N2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,4	

Annexe 4- Données brutes Alcyons Sud.

Alcyons S -3m N2		Présence / Absence									
Liste globale des espèces caractéristiques		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Phéophycées	<i>Cystoseira</i> spp.	54	7	8	7		7				12
	<i>Cladostephus spongiosus</i>			27							3
	<i>Dictyota dichotoma</i>	2		1	1	7	1	2	1	2	
	<i>Taonia atomaria</i>								3		
Rhodophycées	<i>Acrosorium ciliolatum</i>		20								
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>									3	
	<i>Bornetia secundiflora</i>										1
	<i>Calliblepharis ciliata</i>			3	1						
	<i>Callophyllis laciniata</i>					50		50			
	<i>Chondracanthus acicularis</i>						1				
	<i>Corallina</i> sp.	7	2			1		5	15	9	
	<i>Gelidium</i> spp				3	1	1	35	18	12	
	<i>Gymnogongrus griffithsia</i>				1						
	<i>Halurus equisetifolius</i>	20			4						
	<i>Liagora viscida</i>				4		2				
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	10	25	10		20		50	30	5	
	<i>Phyllophora crispa</i>		1						2		
	<i>Plocamium cartilagineum</i>		1				2				
	<i>Pterosiphonia pennata</i>				10		1				
	<i>Pterosiphonia complanata</i>				1						
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>		4						17		
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>										1	
<i>Spatoglossum solieri</i>			1							1	
<i>Spondylothamnion multifidum</i>								2		1	
Espèces opportunistes		Nb d'individus / Quadrats									
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chlorophycées	<i>Cladophora</i> spp.						1				
	<i>Codium</i> spp.	1			4						
	<i>Ulva</i> spp.			18	20		12		1	50	
Microalgues coloniales	Diatomées (filamenteuses)						10				
Rhodophycées	<i>Ceramium</i> spp.						10		5		

Alcyons S -8m N2		Présence / Absence									
Diversité		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Rhodophycées	<i>Brune encroutante</i>		50		5		5		5		5
	<i>Cystoseira spp.</i>		5				1				
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>		4			5		11	4		8
	<i>Dictyota dichotoma</i>		2			2	3		3		2
	<i>Acrosorium ciliolatum</i>		6				1		1		
	<i>Bornetia secundiflora</i>					1					
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>					6		12		33	
	<i>Calliblepharis ciliata</i>					1		8		3	9
	<i>Callophyllis laciniata</i>						7		2		
	<i>Champia parvula</i>									3	
	<i>Chondracanthus acicularis</i>					20		21		31	
	<i>Chrysimenia ventricosa</i>							1		1	
	<i>Chylocladia verticillata</i>										
	<i>Corallina sp.</i>	1	5	1	5			14	7	16	6
	<i>Gelidium corneum</i>	26	2	2	1		32	1	3		4
	<i>Haloplotys incurvus</i>				2						
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	20	1	10		10	50	5	15	10	10
	<i>Mesophyllum lichenoides</i>				5		10				
	<i>Peyssonnelia spp.</i>	2		7	13	1			1		
	<i>Phyllophora crispa</i>		3				3				
<i>Pterosiphonia pennata</i>		10						1			
<i>Pterosiphonia complanata</i>		1	140	25		8		1	9	20	
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>		2									
Nb d'individus / Quadrats											
Espèces opportunistes		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chlorophycées	<i>Cladophora spp.</i>				4						
	<i>Codium sp.</i>			1	4						1
	<i>Ulva spp.</i>		2	3				50			
Rhodophycées	<i>Desmarestia ligulata</i>			1							
	<i>Ceramium spp.</i>			80	1	80	10				

Alcyons S -13m N3		Présence / Absence							
Liste globale des espèces caractéristiques		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Phéophycées	<i>Cladostephus spongiosus</i>		5		5		10		
	<i>Cystoseira spp.</i>		1						
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>				1			3	
	<i>Dictyota dichotoma</i>		1		1		4		2
Rhodophycées	<i>Acrosorium ciliolatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	5		11		10			
	<i>Calliblepharis ciliata</i>	28		33	9		10		25
	<i>Callophyllis laciniata</i>		1						
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>		7		5		4	5	5
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	15	25	10	15	10	50	10	25
	<i>Peyssonnelia spp.</i>	35	10	15		4		12	2
	<i>Phyllophora crispa</i>		1		2	3	2	3	
	<i>Plocamium cartilagineum</i>					3			
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	200	25	150	10	180	20	220	20
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>					3			
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>								8	
Espèces opportunistes		Nb d'individus / Quadrats							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
	<i>Ulva spp.</i>				1				

Annexe 5- Données brutes Socoa.

Socoo -3m N2		Présence / Absence									
Liste globale des espèces caractéristiques		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Phéophycées	<i>Cystoseira spp.</i>	6	17		11		7	1	4	5	
	<i>Dictyota dichotoma</i>							6			
	<i>Stypocaulon scoparium</i>			2			4				
Rhodophycées	<i>Bornetia secundiflora</i>							1		3	
	<i>Callophyllis laciniata</i>	1									
	<i>Champia parvula</i>					18		30		3	
	<i>Chondracanthus teedei</i>		2		2						
	<i>Chondria coerulescens</i>			6			3				
	<i>Corallina sp.</i>		6	1	2	14	2	3	30	6	23
	<i>Cryptopleura ramosa</i>						X				X
	<i>Drachiella spectabilis</i>		4								
	<i>Gelidium spp</i>		12		2	7		2	2	1	6
	<i>Halopytis incurvus</i>				3					1	14
	<i>Halurus equisetifolius</i>				6		2				1
	<i>Hypnea musciformis</i>						1			2	
	<i>Jania rubens</i>	7	2	2	2	13	35		3	6	3
	<i>Liagora viscida</i>			19							
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	10	30	5	5	5	5	5	10		10
	<i>Mesophyllum lichenoides</i>					25		5		10	
	<i>Nitophyllum punctatum</i>					2	3	4	3	5	
	<i>Plocamium cartilagineum</i>					10	1	5		10	
	<i>Pterosiphonia pennata</i>				5				5		
	<i>Pterosiphonia complanata</i>		30	25	5				30		
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	1		2		2		1		1	2	
<i>Spondylothamnion multifidum</i>	60	4	16			2					
Espèces opportunistes		Nb d'individus / Quadrats									
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chlorophycées	<i>Cladophora spp.</i>						3	5			
	<i>Codium spp.</i>						1				
	<i>Enteromorpha spp.</i>							1			
	<i>Ulva spp.</i>	2	8	28	2	3		4		1	2
Rhodophycées	<i>Ceramium spp.</i>				10	3	20	5	20	1	

Socoa -8m N2		Présence / Absence									
Liste globale des espèces caractéristiques		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Phéophycées	<i>Cystoseira spp.</i>	1	1	2			4		4	1	
	<i>Cladostephus spongiosus</i>					2		1		2	
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>			39			6	10			
	<i>Dictyota dichotoma</i>			6			11	3			
	<i>Stypocaulon scoparium</i>						2	4			5
Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i>						1				
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>			1		1		3		12	
	<i>Bornetia secundiflora</i>										2
	<i>Callophyllis laciniata</i>	15					1				
	<i>Corallina sp.</i>					5		3	30		1
	<i>Cryptopleura ramosa</i>			X				X			20
	<i>Gelidium spp.</i>	25	8	9		10	10	8	2	1	16
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>		2		3						
	<i>Halopytis incurvus</i>									1	14
	<i>Halurus equisetifolius</i>		3								
	<i>Jania rubens</i>					3		3		4	
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	90	10	10	5		10	5	10		20
	<i>Nitophyllum punctatum</i>								3		
	<i>Plocamium cartilagineum</i>						2				
	<i>Pterosiphonia pennata</i>			50	X		5	X		X	
	<i>Pterosiphonia complanata</i>		10	60	X		25	X		X	
	<i>S. solieri</i>										2
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>					9	7					
<i>Spondylothamnion multifidum</i>		7		18						4	
Espèces opportunistes		Nb d'individus / Quadrats									
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chlorophycées	<i>Cladophora spp.</i>			1	18	30					4
	<i>Codium spp.</i>		3		5			1		1	30
	<i>Enteromorpha spp.</i>						1				
	<i>Ulva spp.</i>		8		5			2		1	2
Phéophycées	Ectocarpales				20						
Rhodophycées	<i>Ceramium spp.</i>		30				10				

Socoa -13m N3		Présence / Absence							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Liste globale des espèces caractéristiques									
	Algue brune encroutante	5		20	10	10	5		5
Phéophycées	<i>Cladostephus spongiosus</i>	7		6	1				
	<i>Cystoseira spp.</i>					1	1		1
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	2	2	3	1				6
	<i>Dictyota dichotoma</i>	8	42		21		35		16
Rhodophycées	Algue rouge encroutante				10				
	<i>Aglaothamnion sp.</i>		1						
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>			1					
	<i>Callophyllis laciniata</i>			10		3		38	
	<i>Chondria coerulescens</i>				10		20		
	<i>Corallina sp.</i>			1					
	<i>Cryptopleura ramosa</i>					7		16	1
	<i>Dumontia contorta</i>			20			5		
	<i>Gelidium corneum</i>	11			8		1		6
	<i>Heterosiphonia plumosa</i>								5
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	50			25		30		50
	<i>Peyssonnelia spp.</i>	2					7		
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	10		10	1				
	<i>Pterosiphonia complanata</i>				20	70		3	50
	<i>Pterosiphonia pennata</i>	30		30					
	<i>Rhodophyllis spp.</i>	10		5					1
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>						2		4
	<i>Sphondylothamnion multifidum</i>				7				
	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>						1		

Annexe 6- Données brutes Abbadia.

Abbadia -3m N2		Présence / Absence									
Liste globale des espèces caractéristiques		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Brune encroutante			5		10		15	10	30	10	
Phéophycées	<i>Cystoseira spp.</i>		1						1		
	<i>Cladostephus spongiosus</i>					1					
	<i>Stypocaulon scoparium</i>		2						1		
	<i>Taonia atomaria</i>				1						
Rhodophycées	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>		X	2	1	2	2		X		1
	<i>Bornetia secundiflora</i>					2	2	3	1	2	
	<i>Chondracanthus acicularis</i>	10		70							30
	<i>Chondria coerulescens</i>				10						
	<i>Corallina sp.</i>	5	17	10	5	9	11	14	9	12	30
	<i>Cryptopleura ramosa</i>					10		10		10	
	<i>Drachiella spectabilis</i>				10				5		
	<i>Gelidium spp</i>	17	22	8	24	13	5	20	14	10	7
	<i>Halurus equisetifolius</i>								2		
	<i>Jania rubens</i>		1			8	6	3	1	1	3
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	10	25	5	25	5	25	5	5		5
	<i>Mesophyllum lichenoides</i>					10		30		5	
	<i>Nitophyllum punctatum</i>		1	14					2		
	<i>Plocamium cartilagineum</i>					X					4
	<i>Pterosiphonia pennata</i>				5		5				5
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	10	10	10	5	10	5	30			30
	<i>Rhodophyllis spp.</i>										10
	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	3	5	1		8		5		1	
	<i>Spondylothamnion multifidum</i>	3	1		2		8		5		2
	Espèces opportunistes		Nb d'individus / Quadrats								
Q1			Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chlorophycées	<i>Cladophora spp.</i>	9	2	4	15	1	5	1	6	1	2
	<i>Codium spp.</i>	2			10	1	1			1	
	<i>Ulva spp.</i>	2			18	2	3		6	9	1

Abbadia -8m N2		Présence / Absence									
Liste globale des espèces caractéristiques		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Phéophycées	<i>Brune encroutante</i>		5		5	5		5			
	<i>Cladostephus spongiosus</i>									3	
	<i>Cystoseira spp.</i>	1	1					1			
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	7					2	2		3	9
	<i>Dictyota dichotoma</i>	10	4			1	1	4	1	2	2
Rhodophycées	<i>Acrosorium venulosum</i>										10
	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	2	3	2	2	1	1	8	4	5	1
	<i>Bornetia secundiflora</i>	1									
	<i>Corallina sp.</i>		2	4	10	7	5	2	6	3	4
	<i>Gelidium corneum</i>		6	1		4	2		1		7
	<i>Haloplotys incurvus</i>				6		2		4		
	<i>Halurus equisetifolius</i>						1		1		
	<i>Jania rubens</i>	13		2							1
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	25	70	10	20	10	50	30	50	30	
	<i>Mesophyllum lichenoides</i>			30	10	30		5		5	30
	<i>Nitophyllum punctatum</i>				1				2	1	
	<i>Peyssonnelia spp.</i>					1					
	<i>Phyllophora crispa</i>						2			2	
	<i>Plocamium cartilagineum</i>										11
	<i>Pterosiphonia pennata</i>		10				5		5		
<i>Pterosiphonia complanata</i>		10	20		10		10	5	10	20	
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>			7			1					
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>				1			2	1	5	1	
Espèces opportunistes		Nb d'individus / Quadrats									
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chlorophycées	<i>Cladophora spp.</i>	10		4	9				4		3
	<i>Codium spp</i>		1	4	3	5	5	1	3		
	<i>Ulva spp.</i>	2		1	2	5		3	2	3	

Abbadia -13m N3		Présence / Absence									
Liste globale des espèces caractéristiques		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Phéophycées	<i>Algue brune encroutante</i>					5				5	
	<i>Cladostephus spongiosus</i>					5			1		
	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	7	2				2		1		4
	<i>Dictyota dichotoma</i>						10	1	1		
	<i>Taonia atomaria</i>						5				
Rhodophycées	<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	8	2		15	7	10	28	6	2	
	<i>Corallina sp.</i>		3						4		
	<i>Chrysimenia ventricosa</i>		2		1				4		
	<i>Gelidium corneum</i>	12		6	16	10	3		7	2	13
	<i>Jania rubens</i>	2									
	<i>Lithothamnion incrustans</i>	20		20	5		5		5		70
	<i>Mesophyllum lichenoides</i>		80		30	30	30	30	30	50	
	<i>Peyssonnelia spp.</i>	4	2	4	5	3		2	4	3	5
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	18	1	17	1	5	10	4	2	1	10
	<i>Pterosiphonia complanata</i>	60	10	70	5	20	5	10	10	5	10
	<i>Pterosiphonia pennata</i>		10		5		5	?	5		
	<i>Rhodophyllis spp.</i>										5
	<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>				3						
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>					1						
Espèces opportunistes		Nb d'individus / Quadrats									
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Chlorophycées	<i>Cladophora sp.</i>	4	8	28	10	23	2	15		7	
	<i>Codium spp.</i>									1	
	<i>Ulva spp.</i>	4		2						2	3
Rhodophycées	<i>Ceramium spp.</i>				X				X		