

RAPPORT D'ETAT ECOLOGIQUE DES MASSES D'EAU

Littoral rocheux méditerranéen français

Réévaluation de 12 masses d'eau

Edition Avril 2014

Thierry THIBAUT & Aurélie BLANFUNÉ

**Contrat Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse
Université de Nice-Sophia Antipolis
Convention n° 12EAU001SRAR**



SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
MATERIEL ET METHODES	5
RESULTATS	9
<i>FRDC 01</i> <i>Frontière espagnole – Racou Plage</i>	9
<i>FRDC 02c</i> <i>Cap d’Agde</i>	12
<i>FRDC04</i> <i>Golfe de Fos</i>	13
<i>FRDC06a</i> <i>Petite Rade de Marseille</i>	15
<i>FRDC06b</i> <i>Pointe d’Endoume – Cap Croisette – îles du Frioul</i>	16
<i>FRDC08c</i> <i>Fréjus – Saint-Raphaël – Ouest Sainte-Maxime</i>	19
<i>FRDC09b</i> <i>Port d’Antibes – Port de commerce de Nice</i>	20
<i>FRDC09d</i> <i>Rade de Villefranche</i>	22
<i>FRDC10b</i> <i>Cap d’Ail – Monte Carlo</i>	23
<i>FREC01c</i> <i>Golfe de Saint-Florent</i>	25
<i>FREC03b</i> <i>Golfe de Porto-Vecchio</i>	27
<i>FREC03f</i> <i>Goulet de Bonifacio</i>	29
CONCLUSION	31
BIBLIOGRAPHIE	35
Remerciements	36
Atlas cartographique	Document A3

Ce document doit être cité sous la forme :

Thibaut T. & Blanfuné A. 2014. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau – Rapport d’état écologique des masses d’eau – Littoral rocheux méditerranéen français – Réévaluation de 12 masses d’eau. Contrat Agence de l’eau RMC – UNS : 36p. + Atlas cartographique.

INTRODUCTION

Certains pays de l'Union Européenne, comme la France, ont adopté l'utilisation des macroalgues comme descripteurs environnementaux dans le cadre de la Directive Cadre Eau (DCE). Sur les côtes de l'Atlantique, de la Manche et de la Mer du Nord, les méthodes utilisées sont diverses selon les pays. Elles reposent principalement sur l'analyse de la richesse spécifique et des groupes fonctionnels, du rapport algues rouges/algues vertes, de l'abondance et de la distribution de certaines espèces et des blooms algaux (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/DCE_etranger.ppt).

En France, le long des côtes de l'Atlantique et de la Manche, les descripteurs utilisés dans la zone intertidale reposent sur l'analyse spatio-temporelle de l'abondance et de la richesse spécifique des macroalgues, de l'impact sur la diversité algale des espèces introduites et du suivi des blooms algaux (marées vertes notamment). Dans la zone infralittorale, on étudie les caractéristiques des ceintures algales : limites d'extension en profondeur, composition spécifique et abondance. L'évolution des bancs de maërl est également étudiée à l'aide de cartographies acoustiques et de prélèvements (ftp.ifremer.fr/ifremer/delao/gt_benthos_dce/Acquis_francais.ppt).

En Méditerranée, deux métriques intercalibrées sont utilisées. L'Ecological Evaluation Index (EEI), a été développé en Grèce. Elle repose sur un échantillonnage saisonnier des macroalgues des zones médio- et infra-littorales à l'intérieur de quadrats de 10 cm x 10 cm (Orfanidis *et al.*, 2001, 2003 ; Panayotidis *et al.*, 2004 ; Orfanidis, 2007). Cette méthode a été utilisée en Grèce, Malte et Slovénie. La seconde métrique nommée CARLIT (CARtografiá LIToral) est utilisée officiellement en Espagne, France et Italie. Développée par l'équipe espagnole d'Enric Ballesteros (Centre d'Estudis Avançats de Blanes – CSIC), cette méthode est basée sur la cartographie exhaustive de la distribution et de l'abondance des communautés des étages médio- et infralittoral supérieur ainsi que de la géomorphologie de la côte (Arevélo *et al.*, 2007 ; Ballesteros *et al.*, 2007 ; Pinedo *et al.*, 2007). La méthode permet de calculer des EQR (Ecological Quality Ratio) qui sont transcrits en statuts écologiques selon les prescriptions de la DCE.

L'ensemble du littoral des côtes françaises de la Méditerranée, Corse incluse, a été cartographié lors de quatre campagnes : au printemps 2007 et 2008 pour la partie continentale (Thibaut *et al.*, 2008, Thibaut & Markovic 2009) et au printemps 2009 et 2010 pour la partie corse (Thibaut *et al.* 2010, Thibaut *et al.* 2011).

Selon la Directive Cadre Eau, les masses d'eau doivent atteindre un statut écologique bon d'ici 2015. Dans cette perspective, nous avons réévalué durant le printemps 2012, les douze masses d'eau ayant lors de leur première cartographie, un statut écologique inférieur à ce qui est demandé par l'Europe. Pour la partie continentale, neuf masses d'eau ont été analysées : FRDC01, FRDC02c, FRDC04, FRDC06a, FRDC06b, FRDC08c, FRDC09b, FRDC09d et FRDC10b. Pour la Corse, trois masses d'eau ont été analysées : FREC01c, FREC03b et FREC03f.

MATERIEL ET METHODES

Dans le cadre du contrôle de surveillance DCE-Bassin Rhône côtiers Méditerranée, la mise en œuvre du descripteur macroalgue a eu lieu pour la première fois en mai-juin 2007 et s'est poursuivie chaque année jusqu'au printemps 2010 et également au printemps 2012. Pour cela, nous avons utilisé la méthode CARLIT et suivi le protocole décrit dans la publication de Ballesteros *et al.* (2007).

Les communautés rocheuses des étages médio- et infralittoraux (frange supérieure de l'étage infralittoral souvent émergée) ont été cartographiées à partir d'une petite embarcation longeant les côtes au plus près et à faible vitesse (2-3 Kn). Un niveau de sensibilité écologique aux perturbations sur une échelle de 1 (peu sensible) à 20 (très sensible) est attribué à chaque communauté (Tableau 1).

Tableau 1. Niveau de sensibilité des communautés utilisées dans la méthode CARLIT le long des côtes françaises continentales de Méditerranée – avril-mai 2012 (d'après Ballesteros *et al.* 2007).

<i>Communautés ou espèces</i>	<i>Niveau de Sensibilité (SL)</i>
<i>Cystoseira mediterranea</i> 5	20
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20
<i>Cystoseira crinita</i>	20
<i>Cystoseira brachycarpa</i> var. <i>balearica</i>	20
Récif frangeant de <i>Posidonies</i>	20
<i>Zostera noltei</i>	20
Trottoir à <i>Lithophyllum</i>	20
<i>Cymodocea nodosa</i>	20
<i>Cystoseira mediterranea</i> 4	19
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19
<i>Cystoseira mediterranea</i> 3	15
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15
<i>Cystoseira mediterranea</i> 2	12
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12
<i>Cystoseira compressa</i>	12
<i>Cystoseira mediterranea</i> 1	10
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10
<i>Corallina elongata</i>	8
<i>Haliptilon</i>	8
Feutrage algal	8
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6
<i>Lithophyllum incrustans</i>	6
Autres algues encroûtantes	6
<i>Neogoniolithon brassica-florida</i>	6
Corallines encroûtantes	6
Algues vertes	3
Cyanobactéries	1

Les communautés ayant les niveaux de sensibilité les plus forts représentent les communautés climax de la zone littorale.

Les populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* / *Cystoseira mediterranea* sont divisées en 5 classes :

- *C. amentacea* var. *stricta* / *C. mediterranea* 5 : ceinture continue
- *C. amentacea* var. *stricta* / *C. mediterranea* 4 : ceinture discontinue
- *C. amentacea* var. *stricta* / *C. mediterranea* 3 : taches abondantes
- *C. amentacea* var. *stricta* / *C. mediterranea* 2 : individus abondants
- *C. amentacea* var. *stricta* / *C. mediterranea* 1 : individus isolés

Un indice de qualité environnementale (EQ pour Environmental Quality) est calculé à partir de ces mesures pour un secteur de côte ou une masse d'eau (équation 1).

$$\text{Equation 1 : } \mathbf{EQ} = \frac{\Sigma(l_i * SL_i)}{\Sigma l_i}$$

Avec l_i = longueur de côte occupée par la communauté i , et SL_i = niveau de sensibilité pour la communauté i .

Un EQR (équation 2) est obtenu en pondérant le EQ par une valeur de EQ mesurée dans un site de référence (EQ_{ref}) pour chacun des six types géomorphologiques (Tableau 2).

Tableau 2. EQ de référence calculé pour chaque type de morphologie de la côte

Morphologie de la côte	EQ _{ref}
Blocs naturels	12,2
Côte basse naturelle	16,6
Côte haute naturelle	15,3
Blocs artificiels	12,1
Côte basse artificielle	11,9
Côte haute artificielle	8

Equation 2 :

$$\mathbf{EQR}_{\text{masse d'eau X}} = \frac{\sum \frac{\mathbf{EQ}_{\text{ssi}} * \mathbf{li}}{\mathbf{EQ}_{\text{rsi}}}}{\sum \mathbf{li}}$$

Avec i = situation morphologique de la côte étudiée,

\mathbf{EQ}_{ssi} = EQ dans le site étudié pour la situation i ,

\mathbf{EQ}_{rsi} = EQ dans le site de référence pour la situation i ,

li = longueur de la côte étudiée dans la situation i .

En accord avec l'ONEMA et l'agence de l'eau, pour les substrats artificiels, nous utilisons l'EQ de référence du type géomorphologique "naturel" correspondant (Thibaut *et al.* 2010).

A partir des valeurs EQR calculées (valeurs comprises entre 0 et 1) on peut déterminer pour chaque masse d'eau un statut écologique, ES, suivant les critères de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (Tableau 3).

Tableau 3. EQR et statut écologique

EQR	Statut Ecologique (ES)
> 0,75 - 1	Très Bon
> 0,60 - 0,75	Bon
> 0,40 - 0,60	Moyen
> 0,25 - 0,40	Médiocre
0 - 0,25	Mauvais

Les littoraux sédimentaires sont ignorés à l'exception des baies naturelles très fermées où les phanérogames peuvent être abondantes (récif-barrière de *Posidonia oceanica*). Il en va de même pour l'intérieur des ports et des marinas, ces zones sont trop perturbées et nécessitent l'utilisation d'autres indices comme par exemple l'analyse de l'eau.

Acquisition de données sur le terrain.

L'état de développement biologique des communautés littorales conditionne le choix de la période d'acquisition de données (avril -mai).

Au printemps 2012, nous avons évalué les douze masses d'eaux suivantes :

<i>FRDC 01</i>	<i>Frontière espagnole – Racou Plage</i>
<i>FRDC 02c</i>	<i>Cap d'Agde</i>
<i>FRDC04</i>	<i>Golfe de Fos</i>
<i>FRDC06a</i>	<i>Petite Rade de Marseille</i>
<i>FRDC06b</i>	<i>Pointe d'Endoume – Cap Croisette – îles du Frioul</i>
<i>FRDC08c</i>	<i>Fréjus – Saint-Raphaël – Ouest Sainte-Maxime</i>
<i>FRDC09b</i>	<i>Port d'Antibes – Port de commerce de Nice</i>
<i>FRDC09d</i>	<i>Rade de Villefranche</i>
<i>FRDC10b</i>	<i>Cap d'Ail – Monte Carlo</i>
<i>FREC01c</i>	<i>Golfe de Saint-Florent</i>
<i>FREC03b</i>	<i>Golfe de Porto-Vecchio</i>
<i>FREC03f</i>	<i>Goulet de Bonifacio</i>

Les EQR ont été calculés pour ces masses d'eau en utilisant le trait de côte Carlit (Thibaut & Markovic 2009).

Les communautés et la géomorphologie sont relevées à l'aide de codes couleurs sur des photos aériennes imprimées sur des feuilles A3 à l'échelle 1/2500^{ème} (BD Ortho de l'IGN).

RESULTATS

La méthode est applicable sur les douze masses d'eaux réévaluées en 2012. Ainsi sur ces douze masses d'eau : dix présentent une qualité écologique moyenne, deux présentent une qualité écologique bonne (Tableau 4). L'EQR moyen (\pm ES) est de $0,51 \pm 0,026$.

Tableau 4. EQR et Statuts Ecologiques (SE) des masses d'eaux évalués par la méthode CARLIT. Avril – Mai 2012.

Masse d'eau	Nom	EQR	Statut Ecologique
FRDC 01	Frontière espagnole – Racou Plage	0,58	Moyen
FRDC 02c	Cap d'Agde	0,43	Moyen
FRDC04	Golfe de Fos	0,45	Moyen
FRDC06a	Petite Rade de Marseille	0,43	Moyen
FRDC06b	Pointe d'Endoume – Cap Croisette – îles du Frioul	0,64	Bon
FRDC08c	Fréjus – Saint-Raphaël – Ouest Sainte-Maxime	0,55	Moyen
FRDC09b	Port d'Antibes – Port de commerce de Nice	0,49	Moyen
FRDC09d	Rade de Villefranche	0,43	Moyen
FRDC10b	Cap d'Ail – Monte Carlo	0,50	Moyen
FREC01c	Golfe de Saint-Florent	0,69	Bon
FREC03b	Golfe de Porto-Vecchio	0,41	Moyen
FREC03f	Goulet de Bonifacio	0,57	Moyen

FRDC01 – Frontière espagnole – Racou Plage

La masse d'eau FRDC 01 – Frontière espagnole – Racou plage - commence à Racou Plage au sud d'Argelès et se termine à la frontière espagnole au niveau du Cap Falco. Cette masse d'eau est très peu artificialisée, 96.6% de son littoral est d'origine naturelle (Thibaut *et al.* 2010). L'aire de répartition de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* s'arrêtant à la limite ouest des Bouches-du-Rhône, l'espèce structurante qui la remplace est *Cystoseira mediterranea*. Bien que *Cystoseira mediterranea* soit présente quasiment sur tout le long de la côte des Albères, les populations sont très fragmentées et morcelées dans l'espace. Elles ne forment que rarement des

ceintures continues au niveau du Cap Oullestrell, du Cap du Troc ou encore au Cap Abeille. *Corallina elongata*, le feutrage algal et les moules (*Mytilus galloprovincialis*) sont les communautés principales qui remplacent les populations de *Cystoseira mediterranea*. De nombreuses cuvettes littorales sont présentes dans cette masse d'eau. Malheureusement aucune population du genre *Cystoseira* ne s'y développe plus. Elles ont été éradiquées par des populations très denses d'oursins (*Paracentrotus lividus* et *Arbacia lixula*) depuis plusieurs années (Thibaut *et al.* 2005).

Au sein de la réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls, les populations de *Cystoseira mediterranea* sont plus abondantes et un peu moins fragmentées (tâches abondantes et ceintures discontinues). Les populations denses se retrouvent seulement au niveau des caps. Des encorbellements à *Lithophyllum byssoides* sont également présents. Au sein de la réserve, il y a très peu de moules. Hormis *Cystoseira mediterranea*, une alternance de corallines encroûtantes, de *Corallina elongata* et de *Cystoseira compressa* colonise le littoral rocheux de la réserve.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,58).

Bien que le statut écologique de la masse d'eau ne change pas, nous avons une augmentation de l'EQR entre 2007 et 2012 : il est passé de 0,52 en 2007 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,58 (Tableau 5).

Tableau 5 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2007 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC01 : Frontière espagnole - Racou Plage	Mission printemps 2007	Mission printemps 2012
EQR	0,52	0,58
Statut écologique	Moyen	Moyen

Le tableau 6 montre les pourcentages d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées entre la première évaluation Carlit en 2007 et celle de 2012. Une diminution de plus de 50% des populations de moules (*Mytilus galloprovincialis*) est observée. *Corallina elongata* devient l'espèce majoritaire colonisant le milieu. La disparition des moules est due aux fortes tempêtes hivernales qui ont eu lieu sur les côtes des Albères durant en 2012. Les moules se sont décrochées des rochers, laissant leur niche écologique vacante pour le développement des espèces opportunistes, telles que *Corallina elongata*. Cette dernière a un niveau de sensibilité légèrement plus élevé que celui des moules, ce qui a augmenté la valeur de l'EQR.

Tableau 6 : Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2007 (Thibaut *et al.* 2008) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC01 – Frontière espagnole – Racou Plage.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2007		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira mediterranea</i> (total)		5 491	13,8%	11 606	20,1%
<i>Cystoseira mediterranea 1</i>	10	358	0,9%	1 262	2%
<i>Cystoseira mediterranea 2</i>	12	2 066	5,2%	1 740	3%
<i>Cystoseira mediterranea 3</i>	15	427	1,1%	6 319	11%
<i>Cystoseira mediterranea 4</i>	19	1 393	3,5%	1 644	3%
<i>Cystoseira mediterranea 5</i>	20	1 142	3,4%	641	1%
Trottoir à <i>Lithophyllum byssoides</i>	20	2 857	7,2%	1 512	3%
<i>Cystoseira compressa</i>	12	1 051	2,6%	5 512	10%
<i>Corallina elongata</i>	8	1 893	4,8%	24 084	42%
Feutrage algal	8	Ø	Ø	274	0,5%
<i>Halpilton</i>	8	2 481	6,2%	Ø	Ø
Corallines encroûtantes	6	9 311	23,4%	4 136	7%
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6	13 449	39,8%	9 362	16%
Ulvaes	3	123	0,3%	1 137	2%
Cyanobactéries	1	620	1,6%	124	0,2%

La situation des populations de *Cystoseira mediterranea* s'était dégradée entre le tout premier relevé CARLIT effectué dans cette zone en 2003 (Thibaut *et al.* 2005) et celui effectué en 2007 (Thibaut *et al.* 2008, Thibaut & Markovic 2009). Les villes côtières étant de petite taille et leurs rejets traités depuis la fin des années 90, leurs présences ne constituent pas une source de pollution importante. La régression de *Cystoseira mediterranea* s'expliquait principalement par le fait que la côte des Albères reçoit les influences du Rhône ainsi que les naissains de moules des élevages des côtes languedociennes.

Contrairement à la situation passée, nous avons une augmentation du pourcentage de *Cystoseira mediterranea* entre le relevé de 2007 et celui de 2012. L'hypothèse que nous faisons est la suivante : la diminution des moules, espèce compétitrice de *Cystoseira mediterranea*, a permis l'installation de cette dernière (ceci expliquerait l'augmentation de la présence d'individus isolés observée lors du relevé de 2012).

FRDC02c – Cap d’Agde

Le littoral rocheux de cette masse d’eau (FRDC02c – Cap d’Agde) est peu étendu. Son taux d’artificialisation est de 47% (Thibaut *et al.* 2010). Aucune population de *Cystoseira mediterranea* n’a été observée. Elles ont toutes disparu dans les années 90. Les communautés colonisant le milieu sont une alternance de *Corallina elongata* et de *Mytilus galloprovincialis*. Quelques populations de *Cystoseira compressa* ont été relevées à l’est du port du Cap d’Agde au pied des falaises.

La qualité écologique de la masse d’eau est moyenne (EQR = 0,43).

Le statut écologique de la masse d’eau est passé de médiocre (Thibaut *et al.* 2010) à moyen en cinq ans, nous avons une augmentation de l’EQR entre 2007 et 2012 : il est passé de 0,32 en 2007 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,43 (Tableau 7).

Tableau 7 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l’évaluation de 2007 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC02c : Cap d'Agde	Mission printemps 2007	Mission printemps 2012
EQR	0,32	0,43
Statut écologique	Médiocre	Moyen

On a une diminution importante des populations de moules, plus de 57% ont disparu (certainement due aux fortes tempêtes hivernales de 2012), et une disparition quasi-totale des cyanobactéries (Tableau 8). Ces espèces ont été remplacées par *Corallina elongata* qui est une espèce avec un plus fort niveau de sensibilité que les moules ou les cyanobactéries (Tableau 1). Cette succession d'espèces est naturelle en milieu rocheux. D’où l’augmentation de l’EQR et de la qualité écologique de la masse d’eau.

Tableau 8 : Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2007 (Thibaut *et al.* 2008) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC02c – Cap d'Agde.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2007		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira mediterranea</i> (total)		∅	∅	∅	∅
<i>Cystoseira compressa</i>	12	152	4,8%	195	2,8%
<i>Corallina elongata</i>	8	∅	∅	3 826	54,4%
Corallines encroûtantes	6	138	4,8%	∅	∅
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6	2 265	71,2%	2 877	40,9%
Ulvaes	3	69	2,2%	126	1,8%
Cyanobactéries	1	557	17,5%	14	0,2%

FRDC04 – Golfe de Fos

La masse d'eau FRDC04 - Golfe de Fos - commence au port de Carro et se termine à la plage Napoléon après l'anse de Carteau. Elle subit de forts impacts anthropiques dus à la présence des activités portuaires et pétrochimiques du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM). Le fond du Golfe de Fos est très artificialisé. De ce fait, l'évaluation de la qualité de cette masse d'eau ne tient pas compte de toute la zone du GPMM. Le taux d'artificialisation de cette masse d'eau (pour la partie étudiée) est de 25% (Thibaut *et al.* 2010). Une partie de la masse d'eau est classée en Zone Natura 2000 (FR930199 – Côte Bleue marine).

De la sortie de la zone portuaire jusqu'à la Pointe de Bonnieu, tous les enrochements, aussi bien naturels qu'artificiels, sont colonisés par *Mytilus galloprovincialis*, *Corallina elongata*, des ulvaes ou des cyanobactéries. Ce n'est qu'à partir de la Pointe Bonnieu, que nous commençons à trouver *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. Ces premières populations, très fragmentées, constituent la limite ouest de la répartition géographique de l'espèce sur les côtes continentales méditerranéennes. Jusqu'au port de Carro, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est présente en faible densité. Elles sont entrecoupées de *Corallina elongata*, de corallines encroûtantes, d'ulvaes, de moules et de quelques populations de *Cystoseira compressa*. Ce n'est qu'au niveau des rochers se situant en dessous du parking des Arnettes, que *Cystoseira amentacea* est présente en ceintures denses.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,45).

Bien que le statut écologique de la masse d'eau ne change pas, nous avons une légère augmentation de l'EQR entre 2007 et 2012 : il est passé de 0,43 en 2007 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,45 (Tableau 9).

Tableau 9 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2007 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC04 : Golfe de Fos	Mission printemps 2007	Mission printemps 2012
EQR	0,43	0,45
Statut écologique	Moyen	Moyen

On observe une diminution des moules, la quasi disparition de *Halitilon virgatum*, et une augmentation très importante de *Corallina elongata* (Tableau 10). Par contre nous avons une légère diminution des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. La baisse du linéaire de *Cystoseira amentacea* est compensée par des changements de communauté de niveau de sensibilité différent. Ceci a causé une légère augmentation de l'EQR.

Tableau 10 : Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2007 (Thibaut *et al.* 2008) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC04 – Golfe de Fos.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2007		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		2 482	11,3%	2 269	8,7%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	87	0,4%	816	3,1%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12	584	2,7%	594	2,3%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	803	3,7%	413	1,6%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	466	2,1%	189	0,7%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20	543	2,5%	257	1,0%
Trottoir à <i>Lithophyllum byssoides</i>	20	80	0,4%	59	0,2%
<i>Cystoseira compressa</i>	12	∅	∅	33	0,1%
<i>Corallina elongata</i>	8	1 918	8,7%	14 929	57,2%
Feutrage algal	8	∅	∅	177	0,7%
<i>Halitilon</i>	8	5 522	25,2%	181	0,7%
Corallines encroûtantes	6	72	0,3%	719	2,8%
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6	8 520	38,8%	5 366	20,6%
Ulvaes	3	1 220	5,6%	1 527	5,9%
Cyanobactéries	1	2 130	9,7%	834	3,2%

FRDC06a – Petite Rade de Marseille

La masse d'eau FRDC06a – Petite Rade de Marseille - commence à la pointe d'Endoume et se finit au port de l'Estaque. La majorité des enrochements de cette masse d'eau est constituée de digues artificielles. En effet son taux d'artificialisation est de 88% (Thibaut *et al.* 2010). Celles-ci sont colonisées par *Corallina elongata*, des moules, des cyanobactéries et des corallines encroûtantes. Seuls deux individus de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* ont été relevés sur la digue de l'estaque et quelques individus de *Cystoseira compressa* vers la fin de la grande digue du large du Grand Port Maritime de Marseille. La digue des Catalans est, quant à elle, principalement colonisée par des corallines encroûtantes et *Corallina elongata* mais également sur sa face sud par *Cystoseira compressa* et quelques individus de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. De la Pointe du Pharo, entrée du vieux port de Marseille, jusqu'à Endoume, *Corallina elongata* domine et, est entrecoupée par des corallines encroûtantes, des moules, et des *Cystoseira compressa*. En ce qui concerne *Cystoseira amentacea*, elle est présente de manière éparse, au niveau de la Pointe Désirade ainsi que sur les îlots d'Endoume.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,43).

Le statut écologique de la masse d'eau est passé de médiocre (Thibaut *et al.* 2010) à moyen en cinq ans, nous avons une augmentation de l'EQR entre 2007 et 2012 : il est passé de 0,36 en 2007 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,43 (Tableau 11).

Tableau 11 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2007 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC06a : Petite rade de Marseille	Mission printemps 2007	Mission printemps 2012
EQR	0,36	0,43
Statut écologique	Médiocre	Moyen

Cette augmentation d'EQR et de statut écologique est dû au fait, que les populations de corallines encroûtantes ont été remplacées par des populations de *Corallina elongata* (Tableau 12). Ce changement de communautés est naturel dans les successions écologiques en milieu rocheux. En ce qui concerne *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, nous observons une diminution du pourcentage d'individus isolés.

Tableau 12 : Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2007 (Thibaut *et al.* 2008) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC6a – Petite rade de Marseille.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2007		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		260	1,9%	190	1,4%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	221	1,6%	43	0,3%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	Ø	Ø	139	1,0%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	39	0,3%	7	0,1%
<i>Cystoseira compressa</i>	12	52	0,4%	348	2,6%
<i>Corallina elongata</i>	8	4 065	29,9%	8 039	59,9%
Corallines encroûtantes	6	7 106	52,3%	1 511	11,3%
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6	1 883	13,9%	2 249	16,8%
Ulvaes	3	71	0,5%	37	0,3%
Cyanobactéries	1	142	1,1%	1 050	7,8%

FRDC06b – Pointe d'Endoume – Cap Croisette et Iles du Frioul

Cette masse d'eau FRDC06b – Pointe d'Endoume – Cap Croisette et îles du Frioul – est très hétérogène, elle inclut les îles de l'archipel du Frioul et l'îlot du Planier se situant à environ 8 km de la côte, ainsi que pour la partie continentale, le littoral rocheux allant de la pointe d'Endoume au cap Croisette après les Goudes. Une partie de la masse d'eau est classée en zone Natura 2000 (FR9301602 – calanques et îles marseillaises – cap canaille et massif du Grand Caun) et fait partie depuis 2012 du Parc national des Calanques. Son taux d'artificialisation est de 14% (Thibaut *et al.* 2010).

De la Pointe d'Endoume à la rade d'Endoume, des populations isolées et très fragmentées de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* colonisent le milieu. Elles sont entrecoupées principalement par *Corallina elongata* et *Cystoseira compressa*. Au niveau du port du Prophète et ce jusqu'au port de la Pointe Rouge en passant par toutes les plages artificielles du Prado, les corallines encroûtantes sont dominantes et sont entrecoupées d'Ulvaes, et de *Corallina elongata*. Au niveau des extrémités des digues du port de la Pointe Rouge, des petites populations de moules sont présentes. En allant vers le port de la Madrague, le substrat rocheux est colonisé par des corallines encroûtantes, des ulvaes, et *Corallina elongata*. Quelques encorbellements à *Lithophyllum byssoides* ont été notés au niveau du Mont Rose. Ainsi que la présence de quelques

individus isolés de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sur les pointes en arrivant au niveau de l'Escalette ainsi que sur celles du Vallon de l'Agneau. De l'Anse des Goudes et jusqu'au cap Croisette, *Corallina elongata* domine, quelques populations de moules ont été recensées ainsi que quelques individus isolés de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sur les pointes.

Les îles du Frioul :

La majeure partie de la côte des îles du Frioul est peu favorable au développement des ceintures denses de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* (le substrat est soit vertical soit constitué de visors). L'influence des rejets de la ville de Marseille est visible sur la partie Est de Ratonneau et de Pomègues où *Corallina elongata* domine du Cap Caveau au Cap de Croix et est entrecoupée par des ulvales et des cyanobactéries au fond des criques. Dans le havre du Morgiret qui correspond à une zone importante de mouillage, on ne trouve que *Corallina elongata*, des cyanobactéries et des ulvales. Des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sont tout de même présentes mais elles sont restreintes et isolées. Elles sont localisées principalement de la Pointe de Malet à la Pointe Courille. En arrivant au port du Frioul, nous trouvons des populations de *Corallina elongata*, et de *Cystoseira compressa*. La digue du port du Frioul, sur les plus vieux blocs, est colonisée par *Cystoseira amentacea* var. *stricta* en densité moyenne. C'est la structure artificielle accueillant le plus long linéaire de *C. amentacea* des côtes françaises de Méditerranée. En ce qui concerne les faces Nord, Ouest et Sud de Ratonneau, l'alternance des communautés change. Les encorbellements à *Lithophyllum byssoides* se développent sur les parties les plus verticales et les plus exposées en alternance avec des populations de *Corallina elongata*. Dans la baie du Grand Soufre, *Corallina elongata* domine mais de larges trottoirs à *Lithophyllum byssoides* se développent également ainsi que de petites populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. Sur la côte Nord de Pomègue jusqu'au Cap Caveau, de longs trottoirs à *Lithophyllum byssoides* sont présents. Les parties exposées et les renforcements sont colonisés soit par *Corallina elongata* soit par des cyanobactéries. *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est rare dans cette zone, elle redevient abondante au Cap Caveau avec également la présence d'encorbellements à *Lithophyllum byssoides*. L'îlot Tiboulen est colonisé par une alternance de *Corallina elongata*, de trottoirs de *Lithophyllum byssoides* et de populations fragmentées de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sur les pointes. Sur l'île du Château d'If, *Corallina elongata* domine mais est entrecoupée de populations fragmentées de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. L'île du Planier, quant à elle, est colonisée par des encorbellements à *Lithophyllum byssoides* et des ceintures denses de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*.

La qualité écologique de la masse d'eau est bonne (EQR = 0,64).

Le statut écologique de la masse d'eau est passé de moyen (Thibaut *et al.* 2010) à bon en cinq ans, nous avons une augmentation de l'EQR entre 2007 et 2012 : il est passé de 0,55 en 2007 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,64 (Tableau 13).

Tableau 13: Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2007 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC06b : Pointe d'Endoume - Cap Croistte - îles du Frioul	Mission printemps 2007	Mission printemps 2012
EQR	0,55	0,64
Statut écologique	Moyen	Bon

Cette augmentation d'EQR et de statut écologique est dû au fait, que les populations de *Corallina elongata* et de corallines encroûtantes ont augmenté alors que les cyanobactéries ont diminué (Tableau 14). Le pourcentage des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est resté stable durant ces cinq années.

Tableau 14 : Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2007 (Thibaut *et al.* 2008) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC06b – Pointe d'Endoume –Cap croissette – îles du Frioul.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2007		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		8 241	18,2%	8 604	18,2%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	1 864	4,1%	1 334	2,8%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12	2 294	5,1%	2 384	5,0%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	1 328	2,9%	3 805	8,0%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	938	2,1%	412	0,9%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20	1 817	4,0%	670	1,4%
Trottoir à <i>Lithophyllum byssoides</i>	20	7 765	17,1%	6 618	14,0%
<i>Cystoseira compressa</i>	12	300	0,7%	1 213	2,6%
<i>Corallina elongata</i>	8	18 149	40,0%	23 195	49,0%
Feutrage algal	8	∅	∅	499	1,1%
Corallines encroûtantes	6	1 778	3,9%	5 231	11,0%
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6	557	1,2%	760	1,6%
Ulvaes	3	1 986	4,4%	588	1,2%
Cyanobactéries	1	6 612	14,6%	674	1,4%

FRDC08c – Fréjus – Saint-Raphaël – Ouest Sainte-Maxime

La masse d'eau FRDC08c – Fréjus-Saint-Raphaël-Ouest-Sainte-Maxime - commence à la pointe de Saint-Aygulf et se termine après le port Santa-Lucia. Elle inclut les îles du Lion de Terre et du Lion de Mer. Elle est composée à plus de 70% d'encrochements artificiels (Thibaut *et al.* 2010). Elle reçoit l'influence de plusieurs arrivées d'eau douce dont notamment l'Argens. Toutes les digues le long des plages et des ports de Fréjus, Saint-Raphaël et Santa Lucia sont couvertes de *Corallina elongata*. Des ulvales sont présentes au niveau des déversements des étangs de Villepey et de la rivière le Pédégal. Des populations très fragmentées de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sont tout de même présentes au niveau de la pointe de Saint-Aygulf et sur la face Sud du Lion de Terre. Le Lion de Mer, quant à lui, est principalement colonisé par *Corallina elongata*, sur sa face Nord un encorbellement à *Lithophyllum byssoides* est présent, et sur sa face Sud, quelques populations fragmentées de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sont observées.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,55).

Le statut écologique de la masse d'eau n'a pas changé en quatre ans mais nous avons une très légère augmentation de l'EQR entre 2008 et 2012 : il est passé de 0,54 en 2008 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,55 (Tableau 13).

Tableau 15 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2008 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC08c : Fréjus - Saint-Raphaël - Ouest Sainte Maxime	Mission printemps 2008	Mission printemps 2012
EQR	0,54	0,55
Statut écologique	Moyen	Moyen

Le tableau 16 montre un léger remaniement des pourcentages concernant les corallines encroûtantes et les ulvales. *Corallina elongata* reste majoritairement dominante avec un taux de presque 70%. Nous avons également une légère augmentation des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. Le changement de communauté et donc, de niveau de sensibilité, a causé cette légère augmentation de l'EQR.

Tableau 16 : Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2008 (Thibaut & Markovic 2009) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC08c – Fréjus – Saint-Raphaël – Ouest Sainte Maxime.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2008		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		950	16,1%	1 341	20,4%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	∅	∅	88	1,3%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12	112	1,9%	19	0,3%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	128	2,2%	968	14,7%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	516	8,8%	222	3,4%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20	194	3,3%	43	0,7%
Trottoir à <i>Lithophyllum byssoides</i>	20	29	0,5%	15	0,2%
<i>Cystoseira compressa</i>	12	119	2,0%	5	0,1%
<i>Corallina elongata</i>	8	3 912	66,3%	4 514	68,7%
Feutrage algal	8	∅	∅	43	0,7%
<i>Haliptilon</i>	8	171	2,9%	∅	∅
Corallines encroûtantes	6	496	8,4%	59	0,9%
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6	∅	∅	12	0,2%
Ulvaes	3	59	1,0%	552	8,4%
Cyanobactéries	1	163	2,8%	26	0,4%

FRDC09b – Port d'Antibes – Port de commerce de Nice

Cette masse d'eau FRDC09b – Port d'Antibes-Port de commerce de Nice – commence à la pointe Bacon à Antibes et se finit au début du Cap de Nice. La côte de cette masse d'eau est sédimentaire, majoritairement composée de galets provenant du fleuve Var. Le taux d'artificialisation est important, il est de 72% (Thibaut *et al.* 2010). L'embouchure du Var se trouve à l'ouest de l'aéroport international de Nice. Les parties rocheuses de cette masse d'eau sont presque exclusivement artificielles, on y trouve de nombreuses digues de ports, de nombreux enrochements de plages alvéolaires et de la plateforme de l'aéroport. Ces substrats sont quasi-intégralement colonisés par *Corallina elongata*. Des ulvaes sont présentes au niveau de l'embouchure du Var. Les roches naturelles se situent au niveau des limites de cette masse d'eau, la pointe Bacon et le Cap de Nice, ainsi que sous le début du port d'Antibes où *Corallina elongata* est toujours l'espèce dominante mais des populations fragmentées de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sont également présentes.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,49).

Il n'y a eu aucun changement, ni d'EQR ni de statut écologique, entre 2007 et 2012 (Thibaut *et al.* 2010, Tableau 17). Ceci s'explique par le fait que *Corallina elongata* colonise le milieu à 85 % et ce pourcentage est resté constant dans le temps (Tableau 18). L'augmentation de 1% des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* n'a aucune influence sur le calcul de l'EQR.

Tableau 17 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2007 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC09b : Port d'Antibes - Port de commerce de Nice	Mission printemps 2007	Mission printemps 2012
EQR	0,49	0,49
Statut écologique	Moyen	Moyen

Tableau 18 : Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2007 (Thibaut *et al.* 2008) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC09b – Port d'Antibes – Port de commerce de Nice.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2007		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		839	4,6%	1 027	5,4%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	Ø	Ø	136	0,7%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12	144	0,8%	175	0,9%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	Ø	Ø	251	1,3%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	Ø	Ø	202	1,1%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20	695	3,8%	264	1,4%
<i>Cystoseira compressa</i>	12	380	2,1%	44	0,2%
<i>Corallina elongata</i>	8	15 531	85,2%	16 057	85,0%
Feutrage algal	8	Ø	Ø	89	0,5%
<i>Halipylon</i>	8	186	1,0%	Ø	Ø
Corallines encroûtantes	6	Ø	Ø	380	2,0%
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6	Ø	Ø	429	2,3%
Ulvaes	3	291	1,6%	804	4,3%
Cyanobactéries	1	998	5,5%	72	0,4%

FRDC09d – Rade de Villefranche

La masse d'eau FRDC09d – Rade de Villefranche – commence à la pointe Madame et se termine à la pointe du Pilone après le Lido. Son taux d'artificialisation est de 31% (Thibaut *et al.* 2010). A cause de la forte pression anthropique présente dans la rade de Villefranche, les communautés de *Cystoseira* des petits fonds ont disparu. Cette observation avait déjà été faite lors du premier relevé en 2007. De la pointe Madame à Rochambeau, on rencontre des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* peu denses sur les roches naturelles. Sinon, *Corallina elongata* domine sur les roches de l'ancien port du Turc de Rochambeau, le long des digues, ainsi que sur les roches situées sous la citadelle, les enrochements du parking et du port de la Santé. La digue du port de la darse est colonisée par *Corallina elongata*, des corallines encroûtantes et des cyanobactéries. En arrivant à l'anse de l'Espalmador, quelques individus de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sont présents au milieu de feutrage algal, de corallines encroûtantes et de *Corallina elongata*. A partir de l'Espalmador jusqu'au Lido, les corallines encroûtantes et les cyanobactéries sont dominantes. *Cystoseira amentacea* var. *stricta* réapparaît au niveau de la Pointe du Pilone, lorsque les roches redeviennent naturelles.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,43).

Le statut écologique de la masse d'eau est passé de médiocre (Thibaut *et al.* 2010) à moyen en cinq ans, nous avons une augmentation de l'EQR entre 2007 et 2012 : il est passé de 0,36 en 2007 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,43 (Tableau 19).

Tableau 19 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2007 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC09d : Rade de Villefranche	Mission printemps 2007	Mission printemps 2012
EQR	0,36	0,43
Statut écologique	Médiocre	Moyen

Cette augmentation d'EQR et de statut écologique est dû au fait, que les populations de cyanobactéries ont considérablement chuté et ont été remplacées par des corallines encroûtantes et du feutrage algal (Tableau 20). Ce changement de communautés ayant des niveaux de sensibilité plus important que celui des cyanobactéries, explique cette augmentation d'EQR et de

changement de la qualité écologique de la masse d'eau. Le pourcentage des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est quant à lui resté stable durant ces cinq années.

Tableau 20: Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2007 (Thibaut *et al.* 2008) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC9d – Rade de Villefranche.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2007		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		649	15,6%	698	15,5%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	73	1,8%	Ø	Ø
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12	Ø	Ø	143	3,2%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	543	13,1%	521	11,5%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	Ø	Ø	35	0,8%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20	32	0,8%	Ø	Ø
<i>Cystoseira compressa</i>	12	398	9,6%	35	0,8%
<i>Corallina elongata</i>	8	1 160	27,9%	1 239	27,5%
Feutrage algal	8	Ø	Ø	481	10,7%
Corallines encroûtantes	6	Ø	Ø	1 110	24,6%
Ulvaes	3	121	2,9%	190	4,2%
Cyanobactéries	1	1 825	43,9%	756	16,8%

FRDC10b – Cap d'Ail – Monte Carlo

La masse d'eau FRDC01 b – Cap d'Ail-Monte Carlo – commence au port de Fontvieille et se termine au Sporting. Plus de 80% de son littoral est artificialisé (Thibaut *et al.* 2010). La grande digue du terre-plein et du port de Fontvieille ainsi que la contre-digue sont colonisées par *Corallina elongata* et des corallines encroûtantes. La côte rocheuse naturelle se situe sous le musée océanographique. On y observe une succession de populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* plus ou moins denses et de *Corallina elongata*. Un petit trottoir se développe un peu avant le musée. La grande digue du port Hercule est colonisée par des moules. Sous Monte-Carlo, *Corallina elongata* est majoritaire mais on y trouve également des ulvaes. Sous le forum Garibaldi, quelques individus de *Cystoseira compressa* sont présents. Ensuite, jusqu'au Sporting, le littoral est colonisé majoritairement par *Corallina elongata*.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,50).

Le statut écologique de la masse d'eau ne change pas en cinq ans, il correspond à une qualité écologique moyenne, nous avons une très légère augmentation de l'EQR entre 2007 et 2012 : il est passé de 0,49 en 2007 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,50 (Tableau 21).

Tableau 21 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2007 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FRDC10b : Cap d'Ail - Monaco	Mission printemps 2007	Mission printemps 2012
EQR	0,49	0,50
Statut écologique	Moyen	Moyen

Le tableau 22 nous montre un léger remaniement des pourcentages concernant *Corallina elongata* et les moules. Ces deux communautés diminuent et nous avons l'apparition de corallines encroûtantes et de *Cystoseira compressa*. Nous avons également une légère augmentation des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sous le musée. Le changement de communauté et donc, de niveau de sensibilité, cause cette légère augmentation de l'EQR mais ne suffit pas pour passer à un statut écologique bon.

Tableau 22: Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2007 (Thibaut *et al.* 2008) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FRDC10b – Cap d'Ail – Monte Carlo.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2007		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		375	9,4%	448	11,5%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	∅	∅	30	0,8%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12	203	5,1%	133	3,4%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	95	2,4%	85	2,2%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	12	0,3%	89	2,3%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20	65	1,6%	111	2,8%
Trottoir à <i>Lithophyllum byssoides</i>	20	16	0,4%	14	0,4%
<i>Cystoseira compressa</i>	12	∅	∅	122	3,1%
<i>Corallina elongata</i>	8	3 001	75,6%	1 820	46,7%
Feutrage algal	8	∅	∅	55	1,4%
Corallines encroûtantes	6	∅	∅	1 158	29,7%
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	6	463	11,7%	156	4,0%
Ulvaes	3	∅	∅	125	3,2%
Cyanobactéries	1	113	2,9%	∅	∅

FREC01c – Golfe de Saint-Florent

La masse d'eau FREC01c – Golfe de Saint-Florent – est limitée à l'ouest par la Punta di Curza et se termine au nord-est à Viscinosa à la Punta di Farignole. Un tiers du littoral du Golfe de Saint-Florent est composé de plages regroupées principalement aux alentours de Saint-Florent sur la face Est et au niveau du fond du golfe. Son taux d'artificialisation est de 5% (Thibaut *et al.* 2010). *Cystoseira amentacea* var. *stricta* colonise la Punta di Curza en moyenne et forte densité. En allant vers la cala di Grotella jusqu'à la plage du Loto, des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sont présentes sur les pointes en densité variable allant jusqu'à former des ceintures plus ou moins denses comme par exemple au niveau de la Punta Cavallata et la Punta Mortella. Par contre le fond de la Marina di Peraldu est colonisé par des cyanobactéries. Les abords de la plage du Loto sont couverts de feutrage algal. Nous notons la présence de populations de *Cystoseira brachycarpa* var. *balearica* entre la cala di Grotella et la punta Cavalatta. La Punta di Cepo est colonisée par des populations denses de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* à son extrémité, pour ensuite laisser place à du feutrage algal qui devient majoritaire jusqu'au port de Saint-Florent. Ensuite le feutrage algal est remplacé par des populations de *Cystoseira compressa*, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* au niveau de la Pointe de l'anse de Formali. La présence de quatre petits récifs frangeant de *Posidonia oceanica* a été notée dans des petites plages. La digue sud du port de Saint-Florent est colonisée par *Corallina elongata* et des cyanobactéries à son extrémité, alors que la digue nord est colonisée par des corallines encroûtantes. Ensuite, les roches naturelles sont couvertes d'une alternance de cyanobactéries, d'ulvales, de feutrage algal et de corallines encroûtantes jusqu'aux grandes plages du fond du golfe. *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est présente à densité plus ou moins importante au niveau de la Punta Vecchiaia et la Punta si Saeta. Les populations sont entrecoupées, ici et là, par la présence de petites communautés de corallines encroûtantes, de feutrage algal et de *Corallina elongata*. En arrivant à la fin de la masse d'eau, à Viscinosa, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* est de moins en moins présente et est remplacée par du feutrage algal, des ulvales et *Corallina elongata*.

La zone de Saint-Florent est une baie assez fermée. En particulier, la partie ouest est abritée des déferlements par la présence du Cap Corse, ce qui n'est pas favorable à l'installation de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. De plus, plusieurs arrivées d'eau douce avec une embouchure principale au niveau du village de Saint-Florent et quelques rivières débouchant sur la face ouest

sont également présentes et rendent cette partie de masse d'eau peu favorable au développement de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. Par contre, dans les zones les plus exposées au large et donc propices à son développement, cette dernière est recensée comme étant la communauté dominante.

La qualité écologique de la masse d'eau est bonne (EQR = 0,69).

Le statut écologique de la masse d'eau est passé d'une qualité moyenne à une qualité bonne, Nous avons une augmentation de l'EQR entre 2009 et 2012 : il est passé de 0,58 en 2009 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,69 (Tableau 23).

Tableau 23 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2009 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FREC01c : Golfe de Saint-Florent	Mission printemps 2009	Mission printemps 2012
EQR	0,58	0,69
Statut écologique	Moyen	Bon

Le tableau 24 nous montre une stabilité des populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* avec une légère diminution du pourcentage de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* présent en faible densité et une légère augmentation des ceintures. Par contre nous observons une augmentation du feutrage algal et une diminution des ulvales et des corallines encroûtantes. Nous avons également relevé la présence de *Cystoseira brachycarpa* var. *balearica* et *Cystoseira crinita*. Ce changement de communauté et donc, de niveau de sensibilité, cause l'augmentation de l'EQR et le changement de statut écologique. Ce changement de communautés est naturel dans les successions écologiques en milieu rocheux.

Tableau 24: Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2009 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FREC01c – Golfe de Saint-Florent.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2009		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		6 549	42,9%	7 151	40.2%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	373	2,4%	214.24	1.2%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12	2 045	13,4%	1 301.31	7.3%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	3 489	22,9%	3 416.99	19.2%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	266	1,7%	1 062.44	6.0%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20	375	2,5%	1 155.93	6.5%
<i>Cystoseira brachycarpa</i>	20	∅	∅	935.07	5.3%
<i>Cystoseira crinita</i>	20	∅	∅	27.20	0.2%
Récif frangeant de <i>Posidonia oceanica</i>	20	384	2,5%	175.55	1.0%
<i>Cystoseira compressa</i>	12	388	2,5%	309.62	1.7%
<i>Corallina elongata</i>	8	753	4,9%	643.07	3.6%
Feutrage algal	8	1 627	10,7%	5 773.19	32.4%
Corallines encroûtantes	6	2 481	16,3%	1 613.09	9.1%
Ulvaes	3	3 082	20,2%	971.78	5.5%
Cyanobactéries	1	∅	∅	206.43	1.2%

FREC 03b – Golfe de Porto-Vecchio

Cette masse d'eau FREC03b – Golfe de Porto-Vecchio - commence à la Marina Vizza et se termine à la Punta San Ciprianu. Elle est incluse dans la zone Natura 2000 FR 9402010 - Baie de Stagnolu - Golfu du Sognu - Golfe de Porto-Vecchio. Son taux d'artificialisation est de 11% (Thibaut *et al.* 2010). Dans la Marine di Vizza, du feutrage algal se développe en alternance avec des corallines encroûtantes. En allant jusqu'à la Punta di Arena, les corallines encroûtantes sont quasiment les seules à coloniser le substrat rocheux. Puis jusqu'à la Punta di a Verra, *Corallina elongata* domine. Ensuite, en se dirigeant vers le port, nous avons une alternance d'ulvaes et de *Corallina elongata*. L'îlot Ziglione est couvert de corallines encroûtantes et de cyanobactéries. Les enrochements artificiels et les quais du port de Porto-Vecchio sont couverts de *Corallina elongata* ou de cyanobactéries. Le fond du golfe est très sédimentaire et les communautés algales sont peu développées, on ne rencontre qu'un feutrage algal composé de *Laurencia* spp., de dictyotales et de diverses Rhodophytes ainsi que des cyanobactéries. La Punta Rossa est

colonisée par des corallines encroûtantes. Dans la Baie de Stagnolu, nous trouvons des corallines encroûtantes, du feutrage algal, des cyanobactéries et *Corallina elongata*. En arrivant vers la Punta San Ciprianu, une population de *Cystoseira compressa* est présente avant de laisser place au feutrage algal qui colonise le substrat rocheux jusqu'à la fin de la masse d'eau. Aucun individu de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* n'a été répertorié dans cette masse d'eau.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,41).

Le statut écologique de la masse d'eau ne change pas en trois ans, il correspond à une qualité écologique moyenne, nous avons une légère diminution de l'EQR entre 2009 et 2012 : il est passé de 0,42 en 2009 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,41 (Tableau 25).

Tableau 25 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2009 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FREC03b : Porto-Vecchio	Mission printemps 2009	Mission printemps 2012
EQR	0,42	0,41
Statut écologique	Moyen	Moyen

Nous avons une diminution importante des populations de *Cystoseira compressa* et une augmentation du feutrage algal (Tableau 26). Ce changement de communauté et donc, de niveau de sensibilité, cause cette légère diminution de l'EQR mais n'a aucun impact sur la qualité écologique de la masse d'eau qui reste à une valeur moyenne.

Tableau 26: Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2009 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FREC03b – Porto-Vecchio.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2009		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		Ø	Ø	Ø	Ø
<i>Cystoseira compressa</i>	12	722	11,2%	56	1,0%
<i>Corallina elongata</i>	8	1 789	27,8%	2 199	31%
Feutrage algal	8	981	15,2%	1 954	28%
Corallines encroûtantes	6	1 694	26,3%	1 712	24%
Ulvaes	3	270	4,2%	111	2%
Cyanobactéries	1	978	15,2%	969	14%

FREC 03f – Goulet de Bonifacio

La masse d'eau FREC03f – Goulet de Bonifacio – est limitée à l'Est par la forteresse à la Punta di Timon et à l'Ouest par le phare de la Madonetta. Ce goulet extrêmement encaissé est la plus petite des zones DCE corses. En effet, son linéaire est inférieur à trois kilomètres si on exclut les installations portuaires occupant environ un tiers de la zone dans le fond du goulet. Par conséquent, le taux d'artificialisation du linéaire rocheux étudié de cette masse d'eau est nul (Thibaut *et al.* 2010). A la sortie du port de Bonifacio, la face Sud du goulet est colonisée par des ulvales, des corallines encroûtantes puis par *Corallina elongata*. Ensuite, en arrivant vers la Punta di Timon, sous la forteresse, les populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* colonisent le substrat en densité variant de faible à moyenne. Sur la face Nord du goulet, des cyanobactéries se développent jusqu'à la première calanque, où elles sont remplacées par des corallines encroûtantes. En allant vers la deuxième calanque, *Corallina elongata* devient majoritaire puis une alternance de corallines, de taches éparses à nombreuses de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. Des ulvales sont observées dans le fond de la calanque. A l'approche de l'entrée du goulet, *Corallina elongata* est entrecoupé de populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* de plus en plus denses, à tel point que l'on retrouve une ceinture continue au pied du phare de la Madonetta. D'une façon globale, l'entrée du goulet ouverte au large présente des communautés ayant un fort niveau de sensibilité face aux perturbations qui disparaissent à mesure que l'on s'approche du fond du goulet.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,57).

Le statut écologique de la masse d'eau ne change pas en trois ans, il correspond à une qualité écologique moyenne, nous avons une légère diminution de l'EQR entre 2009 et 2012 : il est passé de 0,60 en 2009 (Thibaut *et al.* 2010) à 0,57 (Tableau 27).

Tableau 27 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors de l'évaluation de 2009 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012.

FREC03f : Goulet de Bonifacio	Mission printemps 2009	Mission printemps 2012
EQR	0,60	0,57
Statut écologique	Moyen	Moyen

Nous avons une diminution importante des populations de *Corallina elongata* et une augmentation des corallines encroûtantes (Tableau 28). Ces dernières ayant un niveau de sensibilité plus faible, causent cette légère diminution de l'EQR mais n'a aucun impact sur la qualité écologique de la masse d'eau qui reste à une valeur moyenne. Les populations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sont restées stables.

Tableau 28: Comparaison des longueurs et pourcentage d'occupation de chaque communauté ou espèces recensées lors de la mission CARLIT de 2009 (Thibaut *et al.* 2010) et celle de 2012 au sein de la masse d'eau FREC03f – Goulet de Bonifacio.

Communautés ou espèce	Niveau de Sensibilité	Mission printemps 2009		Mission printemps 2012	
		Longueur (m)	Pourcentage	Longueur (m)	Pourcentage
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> (total)		1 022	29,4%	1 017	29,5%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 1	10	148	4,3%	74	2%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 2	12	314	9,0%	201	6%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 3	15	329	9,5%	577	17%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 4	19	139	4,0%	87	3%
<i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>stricta</i> 5	20	92	2,6%	78	2%
Trottoir à <i>Lithophyllum byssoides</i>	20	50	1,4%	∅	∅
<i>Cystoseira compressa</i>	12	34	1,0%	∅	∅
<i>Corallina elongata</i>	8	2 105	60,5%	1 574	46%
Corallines encroûtantes	6	∅	∅	553	16%
Ulvaes	3	267	7,7%	208	6%
Cyanobactéries	1	∅	∅	94	3%

CONCLUSION

Au terme de cette campagne de réévaluation de la qualité écologique des douze masses d'eau via la cartographie des communautés algales des étages médiolittoral inférieur et infralittoral supérieur, nous avons mis en évidence que les communautés colonisant un milieu peuvent varier au cours du temps.

Ces variations correspondent aux successions écologiques des communautés en milieu rocheux. En l'absence de perturbation, la communauté se complexifie : passage des corallines encroûtantes ou des cyanobactéries à *Corallina elongata* ou *Cystoseira compressa* puis au stade ultime à *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. Face à une perturbation, la trajectoire de retour à un état antérieur est stochastique et dépend de l'intensité et de la fréquence de la perturbation. Ainsi, on a observé des passages entre *Mytilus galloprovincialis* à des corallines encroûtantes à *Corallina elongata*. Par conséquent, suivant le remplacement d'espèce face auquel on se trouve, et suivant la valeur de sensibilité qui lui est attribuée, cela peut avoir des conséquences sur la valeur de l'EQR voir même sur le statut écologique de la masse d'eau (Tableau 29). Nous avons observé un changement de la valeur de l'EQR pour onze des masses d'eau. Sept masses, (FRDC01, FRDC04, FRDC08c, FRDC09b, FRDC10b, FREC03b, FREC03f) d'eau n'ont pas changé de statut écologique entre 2007-2008 et 2012. Toutes ces masses d'eau, à l'exception de FRDC01, ont soit un linéaire côtier très artificialisé soit de grandes plages et de nombreuses arrivées d'eau douce soit les deux phénomènes combinés. Par contre cinq masses d'eau (FRDC02c, FRDC06a, FRDC06b, FRDC09d, FREC01c) ont vu leur qualité écologique augmentée grâce à des changements de communautés ayant des valeurs de sensibilité plus importantes (Tableau 29).

Cette évolution au cours du temps est due au fait qu'un écosystème n'est pas figé mais évolue en fonction des conditions environnementales qu'il subit. Un écosystème va tendre vers l'état climacique, dans notre cas, à la présence de forêt dense de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* / *Cystoseira mediterranea* quand les conditions sont favorables. Dans le cas contraire, lorsqu'il y a des perturbations, l'écosystème va tendre vers un des états alternatifs possibles de la succession. C'est à dire soit vers une strate arbustive composée de communautés telle que *Corallina elongata*, corallines encroûtantes, feutrage algal, soit à un stade pionnier avec la présence de cyanobactéries. Dans la méthode CARLIT, les niveaux de sensibilité les plus forts correspondent aux communautés climax de la zone littorale et le plus faible au stade pionnier. L'échantillonnage et l'acquisition des données de terrain se font à un moment donné dans

l'évolution de la succession. Lors des premières évaluations CARLIT, certaines roches étaient colonisées par des cyanobactéries et des ulvales (communautés à faible niveau de sensibilité) et ont été remplacées par des corallines encroûtantes, du feutrage algal ou *Corallina elongata* (communautés avec un niveau de sensibilité plus élevé). Ce changement de communautés est une évolution normale dans la succession de l'écosystème qui s'opère au cours du temps ; Il peut provoquer un changement de l'EQR de la masse d'eau voir une modification de la qualité écologique si les pourcentages de remaniement sont suffisamment importants pour le permettre.

Tableau 29 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus lors des premières évaluations (Thibaut *et al.* 2008, 2010, 2011 ; Thibaut & Markovic 2009) et celle de 2012.

Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	EQR de la 1 ^{ère} évaluation	Statut Ecologique de la 1 ^{ère} évaluation	EQR de 2012	Statut Ecologique de 2012
FRDC01	Frontière espagnole - Racou Plage	0,52	Moyen	0,58	Moyen
FRDC02c	Cap d'Agde	0,32	Médiocre	0,43	Moyen
FRDC04	Golfe de Fos	0,43	Moyen	0,45	Moyen
FRDC06a	Petite Rade de Marseille	0,36	Médiocre	0,43	Moyen
FRDC06b	Pointe d'Endoume - Cap Croisette et Îles du Frioul	0,55	Moyen	0,64	Bon
FRDC08c	Fréjus – Saint-Raphaël - Ouest Sainte-Maxime	0,54	Moyen	0,55	Moyen
FRDC09b	Port d'Antibes - Port de commerce de Nice	0,49	Moyen	0,49	Moyen
FRDC09d	Rade de Villefranche	0,36	Médiocre	0,43	Moyen
FRDC10b	Cap d'Ail – Monte Carlo	0,49	Moyen	0,50	Moyen
FREC 01c	Golfe de Saint-Florent	0,58	Moyen	0,69	Bon
FREC 03b	Golfe de Porto-Vecchio	0,42	Moyen	0,41	Moyen
FREC 03f	Goulet de Bonifacio	0,6	Moyen	0,57	Moyen

L'évolution de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* / *Cystoseira mediterranea* varie en fonction des masses d'eau. Une diminution des populations est observée au sein de deux masses d'eau : FRDC04 (Golfe de Fos) et FRDC06a (Petite Rade de Marseille). Les populations sont restées stables dans quatre masses d'eau : FRDC06b (Pointe d'Endoume-Cap Croisette-Iles du Frioul), FRDC 09d (Rade de Villefranche), FREC01c (Golfe de Saint-Florent) et FREC03f (Goulet de Bonifacio). Par contre, dans quatre masses d'eau, FRDC01 (Frontière espagnole-Racou Plage), FRDC08c (Fréjus-Saint-Raphaël-Ouest Sainte-Maxime), FRDC09b (Port de commerce d'Antibes-port de commerce de Nice) et FRDC10b (Cap d'Ail-Monte Carlo) ont vu leur pourcentage *Cystoseira mediterranea* / *Cystoseira amentacea* var. *stricta* augmenter entre les deux évaluations CARLIT. Par contre les deux masses d'eau restantes, FRDC02 (Cap d'Agde) et FREC03b (Golfe de Porto-Vecchio), ne présentaient aucune population de *Cystoseira mediterranea* / *Cystoseira amentacea* var. *stricta* lors de la première évaluation et ceci s'est confirmé lors de la campagne de cartographie de 2012. Aucun individu n'a réussi à coloniser ces deux masses d'eau.

Cette campagne a également mis en avant des corrections à amener à la méthode CARLIT. Nous avons observé que la plupart des encorbellements de *Lithophyllum byssoides* étaient couverts de *Corallina elongata* et ce quelque soit la masse d'eau. Ce phénomène n'est pas du à un impact anthropique mais à l'élévation du niveau de la mer (Thibaut *et al.* 2014). C'est un phénomène inexorable, aussi il ne semble plus judicieux d'utiliser les encorbellements de *Lithophyllum byssoides* dans Carlit, à moins que la vitalité de chaque encorbellement ne soit évaluée selon la méthode Verlaque (Verlaque 2010).

A défaut de vérifier leur vitalité, nous suggérons d'attribuer un niveau de sensibilité aux encorbellements à *Lithophyllum byssoides* égal à celui attribué à *Corallina elongata*. Ainsi les nouveaux EQRs obtenus (Tableau 30) sont équivalents sauf pour les masses d'eau ayant de nombreux encorbellements. C'est le cas, pour cette étude de la masse d'eau FRDC06b "Pointe d'Endoume - Cap Croisette et Îles du Frioul" qui voit son EQR diminué de 0,64 à 0,54, ce qui lui confère une qualité écologique moyenne au lieu de bonne.

Tableau 30 : Comparaison des EQRs et des statuts écologiques obtenus avec ou sans la considération des encorbellements de *Lithophyllum byssoides*.

Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	EQR de 2012 Avec les encorbellements de <i>Lithophyllum byssoides</i>	Statut Ecologique de 2012	EQR de 2012 Sans les encorbellements de <i>Lithophyllum byssoides</i>	Statut Ecologique de 2012
FRDC01	Frontière espagnole - Racou Plage	0,58	Moyen	0,56	Moyen
FRDC02c	Cap d'Agde	0,43	Moyen	0,43	Moyen
FRDC04	Golfe de Fos	0,45	Moyen	0,45	Moyen
FRDC06a	Petite Rade de Marseille	0,43	Moyen	0,43	Moyen
FRDC06b	Pointe d'Endoume - Cap Croisette et Îles du Frioul	0,64	Bon	0,54	Moyen
FRDC08c	Fréjus – Saint- Raphaël - Ouest Sainte-Maxime	0,55	Moyen	0,55	Moyen
FRDC09b	Port d'Antibes - Port de commerce de Nice	0,49	Moyen	0,49	Moyen
FRDC09d	Rade de Villefranche	0,43	Moyen	0,43	Moyen
FRDC10b	Cap d'Ail – Monte Carlo	0,50	Moyen	0,50	Moyen
FREC 01c	Golfe de Saint- Florent	0,90	Très Bon	0,69	Bon
FREC 03b	Golfe de Porto- Vecchio	0,41	Moyen	0,41	Moyen
FREC 03f	Goulet de Bonifacio	0,57	Moyen	0,57	Moyen

Selon la Directive Cadre Eau, les masses d'eau doivent atteindre un statut bon écologique d'ici 2015. Cette réévaluation des masses d'eau a mis en évidence que les statuts écologiques peuvent s'améliorer avec le temps. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse, que si aucune nouvelle perturbation anthropique ne se produit, qu'avec le temps, l'écosystème pourrait tendre vers son climax, c'est-à-dire vers la recolonisation de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* ou de *Cystoseira mediterranea* du milieu. Ce processus serait très long et ne permettrait pas d'atteindre l'objectif

de bon état écologique de l'Europe d'ici 2015. Afin d'accélérer le processus naturel de colonisation de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* ou de *Cystoseira mediterranea*, il serait envisageable de mettre en place un processus de restauration écologique. En effet, la restauration écologique est « une action intentionnelle qui initie ou accélère l'autoréparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable » (SER, 2004). Des transplantations d'algues du genre *Cystoseira amentacea* var. *stricta* ou de *Cystoseira mediterranea*, à grande échelle, pourraient être envisagées. D'après des données historiques, ces espèces colonisaient tout le littoral rocheux favorable à leur développement. Les populations ont régressé voir disparu à causes des activités humaines telles que l'artificialisation du littoral. Les substrats artificiels vont tendre avec le temps à être colonisés par les algues comme un substrat naturel. En effet, par exemple, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* colonise les vieux blocs formant la digue du port du Frioul, ou encore, sur la digue de l'Estaque des individus de cette espèce ont également été observés. De ce fait leur réintroduction via des transplantations peut être envisagée dans le but d'accélérer leur recolonisation du littoral rocheux français méditerranéen. Des transplantations de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sont en cours sur les digues du Grand Port Maritime de Marseille (programme GIREL).

BIBLIOGRAPHIE

- Arévalo R., Pinedo S., Ballesteros E., 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin* 55: 104–113.
- Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., Garcia M., Mangialajo L., de Torres M., 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 172–180.
- Orfanidis S., 2007. Comments on the development of new macroalgal indices to assess water quality within the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 54: 626–627.
- Orfanidis S., Panayotidis P., Stamatis N., 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: a marine benthic macrophyte-based model. *Mediterranean Marine Science* 2 45–65.
- Orfanidis S., Panayotidis P., Stamatis N., 2003. An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological Indicators* 3, 27–33.
- Panayotidis P., Montesanto B., Orfanidis S., 2004. Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *Journal of Applied Phycology* 16, 49–59.
- Pinedo S., Garcia M., Satta M.P., De Torres M., Ballesteros E., 2007. Rocky-shore communities as indicators of water quality: a case study in the Northwestern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* 55: 126–135.

- SER, 2004. The SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group) international primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International, www.ser.org&Tucson.
- Susini M.L, Mangialajo L., Thibaut T., Meinesz A., 2007. Development of a transplantation technique of *Cystoseira amentacea* var. *stricta* and *Cystoseira compressa*. *Hydrobiologia* 580: 241-244.
- Thibaut T., Pinedo S., Torras X., Ballesteros E., 2005. Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira*, *Sargassum*) in the Albères coast (northwestern Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin* 50: 1472-1489.
- Thibaut T., Mannoni P-A., Markovic L., Geoffroy K., Cottalorda J-M., 2008. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la Directive Cadre Eau – 2000/60/CE. Contrat Agence de l’Eau RMC – Université de Nice –Sophia Antipolis. 19 p + Annexes + Atlas cartographique et photographique
- Thibaut T., Markovic L., 2009. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d’état écologique des masses d’eau. Ensemble du littoral rocheux continental français de Méditerranée. Contrat Agence de l’Eau RM&C – UNS : 31 p + Atlas cartographique.
- Thibaut T., Markovic L., Blanfuné A., 2010. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d’état écologique des masses d’eau. Littoral rocheux de la Corse. Contrat Agence de l’Eau RM&C – UNS : 24 p. + Atlas cartographique.
- Thibaut T., Markovic L., Blanfuné A., 2011. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d’état écologique des masses d’eau. Littoral rocheux de la Corse. Contrat Agence de l’Eau RMC – UNS : 22 p. + Atlas cartographique
- Thibaut T., Blanfuné A., Verlaque M. 2014. Mediterranean *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) foslie rims: Chronicle of a death foretold. Rapports et PV des réunions de la Commission Internationale pour l’Exploration Scientifique de la Méditerranée, in press.
- Verlaque M. 2010. Field methods to analyse the condition of Mediterranean *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie rims. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 24: 185-196.

REMERCIEMENTS

Nous tenons particulièrement à remercier Pierre Boissery et l’Agence de l’Eau Rhône – Méditerranée & Corse pour nous avoir encore une fois fait confiance sur ce projet. Un énorme merci à Eric Pironneau pour son aide très précieuse et sans qui ce travail n’aurait pu se faire dans d’aussi bonnes conditions ainsi qu’à Michèle Perret-Boudouresque.