

**Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône
Méditerranée Corse**

Application de la Directive Cadre Eau – 2000/60/CE

**RAPPORT D'ETAT ECOLOGIQUE
DES MASSES D'EAU
Littoral rocheux de la Corse**

Edition Septembre 2010

Thierry THIBAUT, Laurent MARKOVIC, Aurélie BLANFUNE

EA 4228 ECOMERS

Université de Nice–Sophia Antipolis

**Contrat Agence de l'Eau Rhône Méditerranée & Corse / Université de Nice-
Sophia Antipolis**

Convention n°2009 1431



Sommaire

Introduction	3
Matériel et méthodes	4
Résultats	8
<i>EC01c Golfe de Saint-Florent</i>	<i>10</i>
<i>EC01d Canari</i>	<i>11</i>
<i>EC01e Cap ouest</i>	<i>12</i>
<i>EC02ab Cap est de la Corse</i>	<i>13</i>
<i>EC03b Golfe de Porto-Vecchio</i>	<i>14</i>
<i>EC03c Golfe de Sant'Amanza</i>	<i>15</i>
<i>EC03f Goulet de Bonifacio</i>	<i>15</i>
<i>EC03eg Littoral Sud Ouest de la Corse</i>	<i>15</i>
<i>EC04b Golfe d'Ajaccio</i>	<i>17</i>
Discussion et conclusion	19
Bibliographie	13
Remerciements	24
Atlas cartographique et photographique	Document A3

Ce document doit être cité sous la forme : Thibaut T., Markovic L., Blanfuné A. 2010. Préfiguration du réseau macraolgues – 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 – Unsa : 24 p. + 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), n'est développée et appliquée qu'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). 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 Avanzats de Blanes – CSIC), cette méthode est basée sur la cartographie exhaustive de la distribution et de l'abondance des communautés des étages médio- et infralittoraux supérieurs 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 continentale a été cartographié lors de deux campagnes, au printemps 2007 et au printemps 2008 (Thibaut *et al.*, 2008, Thibaut & Markovic 2009). Lors du printemps 2009, nous avons évalué une partie des masses d'eau de la Corse.

Matériel et Méthodes

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 en mai-juin 2008. 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 (vitesse 2-3 Kn). Un niveau de sensibilité écologique aux perturbations sur une échelle de 1 (peu sensible) à 20 (très sensible) est donné pour chaque communauté (Tableau 1).

Les populations de *C. amentacea* var. *stricta* / *C. 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 : patches abondants
- *C. amentacea* var. *stricta* / *C. mediterranea* 2 : patches isolés
- *C. amentacea* var. *stricta* / *C. mediterranea* 1 : individus isolés

Tableau 1. Niveau de sensibilité des communautés utilisées dans la méthode CARLIT le long des côtes françaises continentales de Méditerranée – mai-juin 2007/2008 (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 noltii</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.

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 un type morphologique (6 types différents) (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

$$\text{Equation 2 : } \mathbf{EQR}_{\text{masse d'eau X}} = \frac{\sum \frac{\text{EQ}_{\text{ssi}} * li}{\text{EQ}_{\text{rsi}}}}{\sum li}$$

Avec i = situation morphologique de la côte étudiée,

EQ_{ssi} = EQ dans le site étudié pour la situation i ,

EQ_{rsi} = EQ dans le site de référence pour la situation i ,

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

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 (analyse de l'eau...).

Acquisition de données sur le terrain.

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

Au printemps 2009 nous avons évalué les neuf masses d'eaux suivantes :

EC01c	Golfe de Saint-Florent
EC01d	Canari
EC01e	Cap Ouest
EC02ab	Cap Est de la Corse
EC03b	Golfe de Porto-Vecchio
EC03c	Golfe de Sant'Amanza
EC03eg	Littoral Sud-Ouest
EC03f	Goulet de Bonifacio
EC04b	Golfe d'Ajaccio

Les EQR ont été calculés pour ces masses d'eau en utilisant le trait de côte Carlit.

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

Choix du trait de côte

Le choix du trait de côte a une influence sur la « rugosité » de la côte et donc sur les linéaires des communautés. Il peut donc également influencer les EQR calculés pour les différentes masses d'eau. Histolitt v. 1.0 est le trait de côte officiel produit par l'IGN et le SHOM mais il ne correspond pas parfaitement à nos besoins. En effet, selon le descriptif d'Histolitt, « le trait de côte correspond à la laisse des plus hautes mers dans le cas d'une marée astronomique de coefficient 120 ». Ainsi, même en Méditerranée où les marnages sont faibles, le trait de côte Histolitt ne suit pas toujours la démarcation entre l'eau et la roche observée sur le terrain. De plus, Histolitt a été compilé à partir de données d'origines et d'échelles hétéroclites. Nous avons donc opté pour la réalisation d'un trait de côte « Carlit » à l'échelle 1/2.500^{ème} adapté à nos besoins. Pour la campagne 2009, les EQR ont été calculés en utilisant le trait de côte Carlit.

Résultats

La méthode est applicable sur les neuf masses d'eaux évaluées en 2009. Aucune ne présente un littoral très artificialisé, ni de conditions écologiques particulières. Ainsi sur ces neuf masses d'eau, trois présentent une qualité écologique moyenne, une avec une qualité écologique bonne et cinq avec une qualité très bonne (Tableau 4). L'EQR moyen (\pm ES) est $0,74 \pm 0,06$.

Tableau 4. EQR et Statuts Ecologiques (SE) des masses d'eaux corses mesurés par la méthode CARLIT. Mai 2009.

Masse d'eau	Nom	EQR	SE
EC01c	Golfe de Saint-Florent	0,59	Moyenne
EC01d	Canari	0,84	Très Bonne
EC01e	Cap Ouest	0,83	Très Bonne
EC02ab	Cap Est de la Corse	0,62	Bonne
EC03b	Golfe de Porto-Vecchio	0,42	Moyenne
EC03c	Golfe de Santa Amanza	0,94	Très Bonne
EC03eg	Littoral Sud-Ouest de la Corse	0,94	Très Bonne
EC03f	Goulet de Bonifacio	0,60	Moyenne
EC04b	Golfe d'Ajaccio	0,89	Très Bonne

EC01c – Golfe de Saint-Florent

Limitée au nord-est par la Punta di Farignole et à l'ouest par la Punta di Curza, le golfe de Saint-Florent comporte un littoral d'environ vingt kilomètres dont un tiers de plages regroupées principalement aux alentours de Saint-Florent sur la face est et le fond du golfe.

De la Punta di Saeta à la Punta Vecchiaja, on trouve sur un substrat subvertical une alternance régulière de *Corallina elongata*, d'ulvales dans le fond des criques et de taches nombreuses de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. Par la suite, cette dernière devient plus dense sur cinq cents mètres mais est bientôt remplacée par un feutrage d'algues jusqu'à la Punta di i cani. Les plages d'Olzu et de l'Ospedale interrompent la côte rocheuse qui reprend ensuite sous la citadelle de Saint-Florent. De celle-ci jusqu'aux premières digues du port, on trouve principalement des corallinales encroûtantes et *Corallina elongata*. La digue nord est colonisée par des corallinales encroûtantes tandis que la digue sud qui borde l'embouchure de l'Aliso est recouverte d'un feutrage algal et de quelques stations d'ulvales dans les zones les

plus dessalées. Les parties rocheuses qui émergent de la longue plage de la Roya sont également colonisées par des ulvales et des corallinales encroûtantes. A partir de la fin de la plage, la profondeur au bord est très faible et l'on observe de grandes dalles de roches à faible pendage. D'une manière générale, la densité des communautés est assez basse. La faible profondeur et la présence de sable rendent probables des phénomènes d'abrasion. Le substrat rocheux est souvent couvert d'ulvales en plus ou moins grande quantité. De petites plages sableuses ou à blocs décimétriques l'interrompent çà et là avec quelques récifs frangeants de *Posidonia oceanica* sur moins d'un mètre de fond, en particulier à la Punta di i frati. Sur la pointe qui porte le phare de Fornali, on rencontre majoritairement des ulvales qui alternent avec quelques stations de *Cystoseira compressa*. Après l'anse de Fornali, on recommence à trouver quelques stations de corallinales encroûtantes mais aussi de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, en particulier sur les roches émergées à quelque distance du bord. Notamment, la roche de Stitinu porte sur sa face nord de nombreuses taches de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* tandis que la face sud est colonisée par des ulvales. A la punta di Cepo, on retrouve relativement plus de *C. amentacea* que dans les zones adjacentes mais les ulvales sont toujours bien présentes. Jusqu'au Fiume Santu, on ne peut pas mettre en évidence de communauté dominante mais plutôt une alternance régulière de corallinales encroûtantes, d'ulvales, de feutrage algal et de taches de *C. amentacea*. Ces taches se densifient à l'ouest du Santu jusqu'à former des ceintures continues au droit de la Punta Mortella qui est bien exposée à l'eau du large. Cette espèce continue à dominer largement jusqu'à la Punta Cavallata. Cependant, de part et d'autre du ruisseau de Melzanu, on retrouve de nouveau *Cystoseira compressa*, des ulvales et quelques corallinales encroûtantes. A noter qu'à proximité de la Grotta de l'Oru, une bande de trois cents mètres de roche paraît décapée ce qui accredit l'hypothèse d'une abrasion par le sable dans quelques zones bien déterminées. Aux abords de l'étang de Pancalellu et de la plage du Loto, on rencontre principalement des ulvales qui alternent avec des taches plus ou moins denses de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* alors qu'à proximité de la marina de Peraldu, on observe surtout des corallinales encroûtantes et *Cystoseira compressa*. Au-delà et jusqu'à la Punta di Curza, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* redevient très nettement prédominante que ce soit sous forme de taches plus ou moins denses ou même de ceinture discontinue au droit de la pointe.

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 est globalement défavorable à l'installation de *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. On note de plus, plusieurs arrivées d'eau

douce avec une embouchure principale au niveau du village de Saint-Florent et quelques rivières qui débouchent sur la face ouest de la zone. En revanche, dans les zones les mieux exposées à l'eau du large, en partie près de la Punta di Curza les ceintures de *C. amentacea* constituent la communauté dominante.

Ces particularités, conjuguées à une fréquentation touristique très importante en été, expliquent probablement la qualité moyenne de la masse d'eau.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,59).

EC 01d – Canari

La masse d'eau d'une vingtaine de kilomètres s'étend sur la partie ouest du Cap Corse, de Punta di Mare Morte à Nonza. De Punta di Mare Morte à la Marine di Giottani, la côte est sauvage, souvent abrupte, le ruissellement est important et de nombreux ruisseaux débouchent sur le littoral. Les populations de *C. amentacea* se rencontrent sous la forme de taches ou de ceintures discontinues. On rencontre vingt-cinq petits trottoirs à *Lithophyllum* sur cette portion de littoral sur les parties les plus verticales des roches ou dans les failles. La seule construction est le port-abri de Marine di Giottani dont les enrochements sont couverts de corallinales encroûtantes. Après l'embouchure du ruisseau de Marine di Giottani et sur quelques dizaines de mètres vers le sud, on ne rencontre de nouveau que des corallinales encroûtantes, ensuite jusqu'à la mine de Canari on retrouve *C. amentacea* dans la même configuration que précédemment si la côte est abrupte sinon, les populations de *C. amentacea* sont denses. Les ruisseaux sont nombreux et un rejet d'égout a été relevé à Marinca. Dans la zone autour de Marine di Cannelle on observe des corallinales encroûtantes et *C. elongata*. Dans cette portion de littoral, on peut également observer neuf petits trottoirs à *Litophyllum*.

La partie du littoral située sous l'ancienne mine d'amiante de Canari avant la plage de Nonza est très particulière. En effet, la majorité des roches est vierge de tout organisme même au-delà de la mine. Cette zone pentue au droit de la mine est très érosive et l'abrasion des roches par le sable est certainement responsable de l'absence d'organismes. Le linéaire de côte concerné n'est que de quatre kilomètres (moins de 5% de la masse d'eau), son impact sur la qualité écologique de la masse d'eau est ainsi réduit.

La qualité écologique de la masse d'eau est très bonne (EQR = 0,84).

EC 01e – Cap Ouest

Cette masse d'eau du Cap corse de plus de 30 kilomètres est vaste, elle s'étend de la Punta di Agnello située à l'extrémité du Cap Corse à la Punta di Mare Morte située à l'ouest du cap. La portion comprise entre la Punta di Agnello et la Punta di Corno di Becco fait partie de la zone Natura 2000 (FR9402013 – Plateau du Cap Corse).

De la Punta di Agnello à la plage de Barcaggio, *C. amentacea* est dense et forme des ceintures quasi-continues. Les enrochements du port de Barcaggio sont couverts de cyanobactéries. Après le port et jusqu'à Tollare, on retrouve une alternance entre des populations denses de *C. amentacea* et des corallinales encroûtantes selon l'exposition à la houle et la pente du substrat. En partant de Tollare, les populations de *C. amentacea* sont denses et continues, elles deviennent plus éparées avec un substrat vertical au pied des falaises jusqu'à l'anse de l'Arinette. On retrouve cette alternance de populations denses sur les roches sub-verticales et d'individus épars sur les roches verticales jusqu'au Capo Grosso. De Capo Grosso au Capo Bianco, les populations sous les falaises sont éparées, il y a de nombreuses résurgences d'eau douce tout le long du littoral. On observe un trottoir de *Lithophyllum* d'une centaine de mètres au pied du Capo Bianco. De ce cap au port de Centuri, les populations de *C. amentacea* sont constituées en taches et quand le substrat devient plus vertical les individus sont plus épars ou remplacés par des corallinales encroûtantes. Dans cette portion de littoral, nous n'avons observé qu'un seul trottoir à *Lithophyllum* au sud de Sundarelli.

Les digues du port de Centuri sont couvertes de corallinales encroûtantes. Du port à Mute et sur l'île de Capense (île de Centuri), *C. amentacea* est abondante et alterne selon la pente du substrat avec des corallinales encroûtantes. A partir de Mute, les roches sont très arrondies et lisses ce qui empêche la fixation de *C. amentacea* et seules des corallinales encroûtantes se développent. Quand le substrat est plus plat, *C. amentacea* se développe en taches. De Guaita au Capo Corvoli, les populations de *C. amentacea* sont le plus souvent en taches. De ce cap à la Marine di Scala, *C. amentacea* en taches alternent selon la pente du substrat avec des corallinales encroûtantes. Ensuite, *C. amentacea* redevient plus dense et forme des ceintures jusqu'à la fin de la masse d'eau à la Punta di Mare Morte. Avant cette pointe, on observe une douzaine de trottoirs à *Lithophyllum* sur les parties verticales.

Ilot de la Giraglia

Selon la pente du substrat, *C. amentacea* alterne avec des corallinales encroûtantes. Au nord de l'îlot on trouve huit trottoirs à *Lithophyllum*. Les populations les plus denses de *C.*

amentacea se situent sur la face nord-est. Sur le reste de l'îlot elles sont constituées d'individus épars ou de taches selon la verticalité de la pente.

La qualité écologique de la masse d'eau est très bonne (EQR = 0,83).

EC 02ab – Cap est de la Corse

La masse d'eau s'étend sur plus de 50 kilomètres du port de Bastia à la Punta di Agnello. La partie comprise entre le sud de la Marine de Sisco à la Punta di Agnello fait partie de la zone Natura 2000 (FR9402013 – Plateau du Cap Corse), ce qui représente plus des 4/5^{ème} de la zone Natura 2000.

De Marine de Pietracorbara à Bastia

La côte est assez sauvage jusqu'à la Marina d'Erbalunga. C'est une alternance de petites plages de galets et de côte rocheuse peu pentue, sauf par endroit où de petites falaises se dressent à une quinzaine de mètres au-dessus de la mer. Les populations de *C. amentacea* forment des taches abondantes mais ne forment jamais de véritables ceintures. Ces taches se développent en général sur un substrat sub-vertical ou horizontal et sont entrecoupées de corallinales encroûtantes qui se développent préférentiellement sur des parois verticales au niveau de la communauté. Les corallinales sont souvent couvertes de dictyotales et de *Laurencia* sp. qui forment un duvet sur les roches.

Quand on rencontre des falaises, *C. amentacea* est rare et même souvent absente, on ne trouve que des corallinales encroûtantes ou parfois des cyanobactéries. A partir du Capo Sargo on observe souvent des rivières ou des rejets de pluie qui coulent abondamment, on trouve systématiquement des ulvales (*Enteromorpha* sp. la plupart du temps) et *Corallina elongata* lorsque la paroi est verticale.

A partir d'Erbalunga, en allant vers Bastia l'urbanisation se densifie, on observe de nombreux rejets d'eau le long de la côte avec des ulvales. Les populations de *C. amentacea* sont plus rares et ne se rencontrent que sous forme de taches ou d'individus isolés, les roches étant principalement colonisées par des corallinales encroûtantes et un duvet de *Laurencia* sp. et autres dictyotales.

Toute cette côte est très exposée à la houle d'Est et dans de nombreux sites, même si le substrat est favorable au développement de *Cystoseira*, on peut supposer que les vagues qui déferlent en continu sur le littoral ne favorisent pas leur installation.

Nous avons observé 200 m après Erbalunga un aménagement gagné sur la mer de plus d'une centaine de mètres de longueur qui n'apparaissait pas sur les photos aériennes. Il est constitué de très gros blocs qui semblent soutenir la route. Les dernières populations de *C. amentacea* se rencontrent quelques centaines de mètres avant le port de Bastia.

De Pietracorbara à Macinaggio

Bien que la côte soit sauvage on ne retrouve pas de ceintures denses de *C. amentacea* mais seulement quelques zones en taches. Les communautés dominantes sur le reste de la côte sont constituées de corallinales encroûtantes couvertes d'un feutrage.

De Macinaggio à la Punta di Agnello

On trouve très peu de *C. amentacea* jusqu'à la tour ruinée de Santa Maria. Les populations sont en taches sur les endroits les plus exposés. Elles sont absentes près des plages couvertes de banquettes de posidonies (Cala Genovese, plage de Santa Maria, Cala Francese) mais présentes sous forme de ceintures continues sur les roches les plus exposées.

En allant vers la Punta di Agnello, le substrat est rocheux et plus abrupt et les *C. amentacea* forment des ceintures ou des taches selon la pente de la roche.

Iles Fenocchiarola

Ces trois petites îles ont le statut de réserve naturelle. On y trouve des ceintures continues de *C. amentacea* sur la majorité du pourtour des îles quand le substrat est favorable.

La qualité écologique de la masse d'eau est bonne (EQR = 0,62).

EC 03b – Golfe de Porto-Vecchio

Cette petite masse d'eau (plus de 20 kilomètres) du Sud est de la Corse est incluse dans la zone Natura 2000 FR 9402010 - Baie de Stagnolu, Golfu du Sognu, Golfe de Porto-Vecchio.

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. Dans le Golfu du Stagnu, et en face de l'embouchure de la rivière Oso ne se développent que des cyanobactéries sur les roches lisses et arrondies. On rencontre *C. compressa* formant des populations denses à la Punta San-Ciprianu. Sur la rive sud, le long de la Punta di a Barra, on ne rencontre que *C. elongata*, des corallinales encroûtantes et des ulvales. Dans la Marine di Vizza, quelques *C. compressa* se

développent en alternance avec un feutrage. Aucun individu de *C. amentacea* n'a été répertorié dans cette masse d'eau.

La qualité écologique de la masse d'eau est moyenne (EQR = 0,42).

EC 03c – Golfe de Sant'Amanza

Cette petite masse d'eau est incluse dans la zone Natura 2000 (la FR 9402015 – Bouches de Bonifacio, îles des Moines et la FR 9402016). Elle comporte environ dix kilomètres de littoral avec des petits fonds bien abrités propices au développement de *Cystoseira crinita* et de récifs frangeants de posidonies. Le fond de la baie abrite le petit village de Sant'Amanza et le hameau de Gargazu. On y trouve également une quinzaine de cages d'aquaculture. Depuis la limite nord-est de la zone, à 600 m au sud de la Punta di u capacciolu, on trouve essentiellement une succession de taches éparses à nombreuses de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sur un substrat subvertical avec une présence remarquable de nombreuses ceintures de *Cystoseira crinita* sur des fonds peu profonds et bien abrités. En continuant vers le sud-ouest et jusqu'au niveau des cages d'aquaculture, on rencontre de nombreux récifs frangeants de *Posidonia oceanica* le plus souvent au droit des pointes rocheuses séparant deux plages adjacentes.

En revanche, le fond de la baie est colonisé par des ulvales et des corallines que ce soit sur les saillies rocheuses ou sur les structures artificielles du petit port.

Du petit village de Sant'Amanza à la Cala di stentinu, on rencontre une succession de récifs frangeants, d'ulvales sur blocs décimétriques et de ceintures de *Cystoseira crinita* sur petit fond abrité. En continuant vers le Cap Blanc, la situation est plus tranchée et dès lors se succèdent des récifs frangeants de *Posidonia oceanica* et des ceintures de *Cystoseira crinita*. Au droit du Cap Blanc, on remarque particulièrement en partant du bord une station de *C. crinita* à laquelle succède une ceinture de *Posidonia oceanica* un peu plus loin du bord.

De part et d'autre de la plage et de l'étang de Canetto, le couvert végétal est constitué d'espèces gazonnantes plus ou moins filamenteuses.

La baie de Sant'Amanza est globalement d'une très bonne qualité écologique à l'exception du fond de la baie et de l'abord de l'étang de Canetto, sous l'influence probable d'une pression anthropique relativement limitée : cages d'aquaculture, petit port, village et activités aquatiques.

La qualité écologique de la masse d'eau est très bonne (EQR = 0,94).

EC 03f – Goulet de Bonifacio

Limitée à l'Est par la forteresse et à l'Ouest par le phare de la Madonetta, ce goulet extrêmement encaissé est la plus petite des zones DCE corses (près de 5 kilomètres). En effet, son linéaire est inférieur à trois kilomètres si l'on exclut les installations portuaires occupant environ un tiers de la zone dans le fond du goulet.

Pour ce qui concerne la face sud du goulet, on rencontre d'abord une ceinture continue de *C. amentacea* var. *stricta*, ainsi que quelques ceintures discontinues bien exposées à l'influence de la pleine mer. On trouve ensuite plusieurs occurrences de *Corallina elongata* sur trottoir mort qu'accompagnent une succession de *Cystoseira compressa* et d'ulvales, signes d'un écosystème dégradé.

Sur la face nord du goulet, *Corallina elongata* est l'espèce exclusive depuis le port jusqu'à la première calanque incluse. Plus à l'ouest, on retrouve une alternance de corallines, de taches éparses à nombreuses de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* ainsi que des ulvales dans le fond de la deuxième calanque. A l'approche de l'entrée du goulet, les communautés de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* retrouvent un plus grand développement 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 de haute sensibilité 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 = 0,60).

EC 03eg – Littoral sud-ouest de la Corse

Cette masse d'eau est très vaste, près de 100 kilomètres, et s'étend de Capo Pertusato à Capo Senetosa, elle est englobée dans deux zones Natura 2000 (FR 9402015 – Bouches de Bonifacio, îles des Moines et FR 9402016 – Campomoro – Senetosa). De plus, une grande partie de la masse d'eau fait partie de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio.

La zone des falaises calcaires s'étend de Capo Pertusato à l'anse de Paragnano. Sous les falaises, les populations de *C. amentacea* sont denses et forment de longues ceintures. Les trottoirs de *Lithophyllum*, de plusieurs dizaines de mètres de long, sont nombreux dans la partie des falaises proches de Pertusato. Quand la pente du substrat est trop verticale, la

densité des populations de *C. amentacea* diminue et l'espèce est remplacée par *C. elongata* dans les zones les plus à l'ombre, notamment celles situées sous les surplombs des falaises. Sous la ville, les populations de *C. amentacea* sont très denses, elles se raréfient à l'entrée du goulet. De la sortie du goulet à l'anse de Paragnano, on observe une alternance *C. amentacea/C. elongata* selon la pente du substrat et lorsque le substrat constitue un surplomb, seul *C. elongata* peut se développer. Sur la face nord très abritée de l'anse, les roches sont constituées de granit rose, on y observe de grandes populations de *C. crinita* sur plus de 600 m et lorsque la côte devient plus battue, on retrouve, jusqu'à Capo di Feno, des populations denses de *C. amentacea* en alternance avec un feutrage algal selon la pente du substrat. Le golfe de Ventilegne est assez abrité pour que de grandes populations de *C. crinita* se développent dans les zones les plus ensoleillées. Elles alternent avec un feutrage algal quand la pente du substrat est verticale. *C. amentacea*, plus rare, ne se rencontre que sur les extrémités rocheuses les plus exposées, notamment sur le cap avant d'entrer dans la baie de Figari. Dans cette baie, on ne trouve que des ulvales et quelques populations de *C. crinita*, notamment à cause du San Giovanni qui se jette dans la baie et des cages d'aquaculture de Pianatoli.

Entre la Punta di Capineru et celle di Caniscione, on observe sur les pointes *C. amentacea* en taches ou en ceintures denses et dans les petites baies, une alternance de *C. crinita* et de feutrage. Après cette pointe, *C. amentacea* est plus abondante et forme des populations continues ou quasi-continues jusqu'à Tizzano, seulement interrompues par de longues plages. En entrant dans l'anse de Tizzano, on trouve *C. crinita* dans les zones les plus calmes et des individus isolés de *C. amentacea* sur la digue du port. Dans le fond de la baie, on observe un récif frangeant de posidonies.

De Tizzano à la fin de la masse d'eau (Capo Senetosa) *C. amentacea* redevient très abondante, elle est remplacée par *C. crinita* dans les zones très abritées de la côte.

Les îlots des Moines n'ont pas pu être cartographiés.

La qualité écologique de la masse d'eau est très bonne (EQR = 0,94).

EC 04b – Golfe d’Ajaccio

La masse d’eau de près de 70 kilomètres est incluse dans la zone Natura 2000, FR94202017 – Golfe d’Ajaccio. Autour des îles Sanguinaires, à l’extrémité nord de la masse d’eau, *C. amentacea* est très abondante et forme des ceintures continues sur presque tout le pourtour des îles. Il n’y a que quelques zones où l’on rencontre *C. compressa*, aux abords des petites plages ou du débarcadère. Nous avons relevé cinq petits trottoirs de *Lithophyllum*.

A la pointe de la Parata, *C. amentacea* se présente sous forme de taches sur près d’un kilomètre en allant vers l’intérieur du golfe, puis à partir des courts de tennis, elle est remplacée progressivement par *C. elongata*, *C. compressa* et des ulvales jusqu’au droit des cages d’aquaculture situées à 500 m du rivage. De Vignola à la Punta Scundo, on retrouve une dominance de *C. amentacea* principalement en taches. Après cette pointe, *C. elongata* et des ulvales dominent les roches jusqu’à Ariadne où on retrouve encore *C. amentacea* en taches. On observe ensuite la même configuration entre le cimetière, où *C. elongata* domine et les plages alvéolaires, et les zones gagnées sur la mer où on retrouve l’alternance *C. amentacea* en taches/ulvales. Sur les roches au pied de la forteresse d’Ajaccio, *C. amentacea* forme une population continue. Les enrochements du port Tino Rossi sont colonisés par des corallines encroûtantes et *C. elongata*. Un des épis de la digue nord du port abrite des moules.

Les roches naturelles, avant et autour du port de la base d’Aspretto, sont colonisées par *C. amentacea* formant des populations continues mais on ne trouve que des cyanobactéries sur les tétrapodes d’Aspretto. Nous avons observé de nombreuses *Patella ferruginea* (espèce protégée) sur ces digues.

Les quelques roches entre Aspretto et Scaglione ne sont colonisées que par *C. elongata*, des ulvales, et des moules à Capitello. De Scoglione à Porticcio, la côte est découpée en petites plages et sur les roches on ne trouve que quelques populations de *C. amentacea* en taches et *C. elongata*. De la Punta di Porticcio à Punta di Vescu, *C. amentacea* est en taches. Ensuite, *C. amentacea* n’est présente que sur les pointes les plus exposées, elle est remplacée jusqu’à la plage d’Agosta par un feutrage algal, *C. compressa* ou *C. elongata*. Ceci peut s’expliquer par la présence de nombreux jardins en bord de mer de la zone résidentielle de Porticcio dont l’arrosage et les engrais se déversent directement sur le littoral. La presqu’île de l’Isoella est également une zone résidentielle importante avec de nombreux jardins, on retrouve la même alternance de populations devant les propriétés. La Punta di Sette Nave est moins urbanisée, et les roches sont plus exposées, on retrouve ainsi des populations continues de *C. amentacea* avec onze petits trottoirs de *Lithophyllum* sur les îlots en face de la pointe. Jusqu’à la plage de Ruppione, *C. amentacea* forme des populations continues sur les zones exposées et est

remplacée par *C. compressa* ou un feutrage algal dans les zones plus calmes. Après la plage de Vergia, juste sous le niveau de l'eau, *C. brachycarpa* var. *balearica* est très abondante et forme une ceinture quasi-continue jusqu'à Portigliolo mais quand les roches sont plus exposées on retrouve *C. amentacea*. De l'anse de Portigliolo à la Punta di a Castagna, on observe une succession de feutrage algal, puis de *C. brachycarpa* var. *balearica* et enfin de *C. amentacea* formant des ceintures continues à la pointe qui termine la masse d'eau.

La qualité écologique de la masse d'eau est très bonne (EQR = 0,89).

Discussion et conclusion

Même si la méthode CARLIT est applicable à tous les substrats rocheux, les connaissances scientifiques concernant les communautés de la frange littorale proviennent toutes d'études menées sur des substrats naturels. Certaines masses d'eau sont fortement modifiées et l'artificialisation du littoral ne peut pas être considérée comme un état écologique satisfaisant puisqu'il y a eu destruction irréversible des petits fonds et donc des communautés présentes. Or, dans certaines masses d'eau, il apparaît que l'état écologique mesuré est en contradiction avec l'analyse écologique. On le constate surtout pour les masses d'eau ayant un littoral en grande partie artificialisé. Les résultats obtenus deviennent alors discutables du point de vue de l'expert.

En effet, un changement dans l'origine du substrat peut être considéré comme étant une perturbation de l'habitat naturel pour l'écosystème existant. Face à cette perturbation anthropique, la réponse des communautés macroalgales peut se faire de manière plus ou moins rapide. La capacité de l'écosystème à revenir à son état climacique dépend des espèces présentes, de leur rythme biologique et des conditions d'hydrodynamisme. Les stades pionniers vont s'installer rapidement, puis un certain temps va être nécessaire pour que l'évolution de la succession se fasse, pour aboutir au retour à l'état climax si les conditions sont favorables (figure 1).

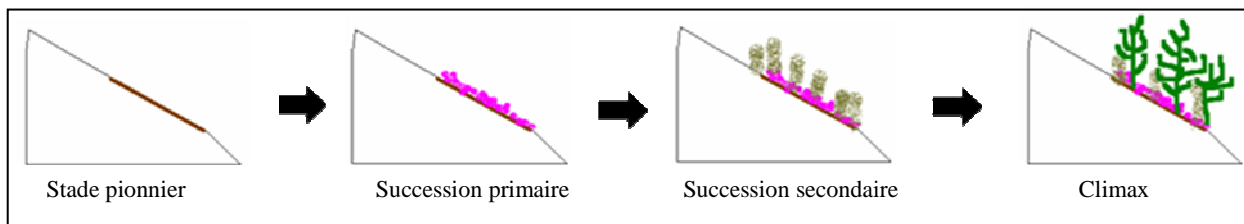


Figure 1. Les successions écologiques sur un substrat rocheux vierge. Le stade pionnier est constitué d'un biofilm, la succession primaire est constituée d'espèces gazonnantes (Ceramicales, ...) et encroûtantes (Corallinales encroûtantes), la succession secondaire est constituée d'espèces arbustives (Laurenciales, Dictyotales, Corallinales, Sphacelariales...), épiphytes (*Haliptylon virgatum*, *Jania rubens*, *Falkenbergia rufinalosa*...) et encroûtantes (Corallinales encroûtantes ...) et le stade climax est constitué d'espèces arborescentes (*Cystoseira* spp.) et l'ensemble des successions précédentes.

On peut raisonnablement émettre l'hypothèse qu'avec le temps, le substrat « artificiel » (les enrochements des digues et des ports sont en fait constitués de roches brutes naturelles par opposition aux tripodes en béton par exemple, mais par abus de langage tous les ouvrages d'enrochements sont qualifiés d'artificiels) va tendre à devenir un habitat naturel. Nous avons parfois observé le développement de *C. amentacea* sur des digues de port, ce qui montre que le substrat est potentiellement favorable à son développement. Dans la méthode CARLIT, les niveaux de sensibilité les plus forts sont représentés par les communautés climax de la zone littorale comme par exemple les communautés de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* / *Cystoseira mediterranea* dont la résilience, c'est-à-dire la capacité à revenir à leur état moyen antérieur après une perturbation (ici passage d'un habitat naturel à un habitat artificiel), est faible et lente.

L'échantillonnage et l'acquisition des données de terrain se fait à un moment inconnu dans l'évolution de la succession des communautés sur le substrat artificiel. La population présente n'est donc pas forcément celle correspondant à l'état climax. L'influence du facteur temps est donc un paramètre important de la perception de la variabilité des communautés macroalgales des habitats artificialisés à une échelle d'espace donnée.

Afin de réduire ce biais dans le calcul des indices de qualité environnementale, on utilisera pour les ouvrages faits de main d'homme l'EQ de référence du type géomorphologique « naturel » au lieu de celui du type « artificiel ». Cette transformation dans le calcul des EQR a été faite pour les masses d'eau de Corse ainsi que pour celles de l'ensemble du littoral rocheux français méditerranéen (tableau 5).

Tableau 5. Comparaison des EQR et SE pour la Corse en considérant les enrochements comme artificiels (en italique) ou naturels (en gras). En rouge les masses d'eau dont l'EQR a changé.

Masse d'eau	Nom	<i>EQR</i>	<i>SE</i>	Taux d'artificialisation	EQR recalculé	Nouveau SE
Corse_EC_01c	Golfe de Saint-Florent	<i>0,59</i>	<i>Moyenne</i>	5 %	0,58	Moyenne
Corse_EC_01d	Canari	<i>0,84</i>	<i>Très Bonne</i>	0 %	0,84	Très Bonne
Corse_EC_01e	Cap Ouest	<i>0,83</i>	<i>Très Bonne</i>	1 %	0,83	Très Bonne
Corse_EC_02ab	Cap Est de la Corse	<i>0,62</i>	<i>Bonne</i>	4 %	0,61	Bonne
Corse_EC_03b	Golfe de Porto-Vecchio	<i>0,42</i>	<i>Moyenne</i>	11 %	0,42	Moyenne
Corse_EC_03c	Golfe de Santa Amanza	<i>0,94</i>	<i>Très Bonne</i>	0 %	0,94	Très Bonne
Corse_EC_03eg	Littoral Sud-Ouest	<i>0,94</i>	<i>Très Bonne</i>	1 %	0,94	Très Bonne
Corse_EC_03f	Goulet de Bonifacio	<i>0,60</i>	<i>Moyenne</i>	0 %	0,60	Moyenne
Corse_EC_04b	Golfe d'Ajaccio	<i>0,89</i>	<i>Très Bonne</i>	3 %	0,88	Très Bonne

Une légère baisse de l'EQR est observée pour trois masses d'eau corses EC 1c, 2ab et 4b, n'entraînant aucun changement dans le statut écologique de ces masses d'eau. Le bilan écologique des dix masses d'eau corses reste inchangé. Ces observations valent aussi pour quatorze masses d'eau continentales : 2c, 4, 5, 6b, 7c, 7e, 7f, 7g, 7i, 8a, 8b, 8e, 9d, 10a.

Par contre pour cinq masses d'eau du littoral français, 6a, 8c, 9b, 10b, 10c, on observe une diminution de leur EQR entraînant une dégradation de leur statut écologique. Ces nouveaux résultats sont plus cohérents du point de vue de l'expertise écologique car ils reflètent le taux d'artificialisation important de ces masses d'eau (tableau 6).

Tableau 6. Comparaison des EQR et SE pour la France continentale en considérant les enrochements comme artificiels (en italique) ou naturels (en gras). En rouge les masse d'eau dont l'EQR a changé

Masse d'eau	Nom	EQR	SE	Taux d'artificialisation	EQR recalculé	Nouveau SE
FRDC01	Frontière espagnole - Racou Plage	0,52	Moyenne	3,4 %	0,52	Moyenne
FRDC02c	Cap d'Agde	0,38	Médiocre	47 %	0,32	Médiocre
FRDC04	Golfe de Fos	0,46	Moyenne	25 %	0,43	Moyenne
FRDC05	Côte Bleue	0,65	Bonne	16 %	0,63	Bonne
FRDC06a	Petite Rade de Marseille	0,49	Moyenne	88 %	0,36	Médiocre
FRDC06b	Pointe d'Endoume - Cap Croisette et Îles du Frioul	0,57	Moyenne	14 %	0,55	Moyenne
FRDC07a	Îles de Marseille hors Frioul	0,80	Très Bonne	0,1 %	0,80	Très Bonne
FRDC07b	Cap Croisette - Bec de l'Aigle	0,95	Très Bonne	4 %	0,95	Très Bonne
FRDC07c	Bec de l'Aigle - Pointe Fauconnière	0,67	Bonne	32 %	0,66	Bonne
FRDC07d	Pointe Fauconnière - îlot Pierrepiane	1	Très Bonne	4 %	1	Très Bonne
FRDC07e	Îlot Pierrepiane - Pointe du Gaou	0,78	Très Bonne	18 %	0,76	Très Bonne
FRDC07f	Pointe du Gaou - Pointe Escampobariou	0,94	Très Bonne	6 %	0,93	Très Bonne
FRDC07g	Cap Cépét - Cap de Carqueiranne	0,74	Bonne	32 %	0,68	Bonne
FRDC07h	Brégançon Îles du Soleil : Porquerolles Îles du Soleil : Port-Cros – Bagaud Presqu'île de Giens Le Levant	1	Très Bonne	1 %	1	Très Bonne
FRDC07i	Cap de l'Estérel - Cap de Brégançon	0,69	Bonne	35 %	0,64	Bonne
FRDC07j	Cap Bénat – Cap Camarat	1	Très Bonne	5 %	1	Très Bonne
FRDC08a	Cap Camarat – Pointe des Issambres	0,99	Très Bonne	5 %	0,98	Très Bonne
FRDC08b	Golfe de Saint-Tropez	0,72	Bonne	40 %	0,66	Bonne
FRDC08c	Fréjus – Saint-Raphaël - Ouest Sainte-Maxime	0,68	Bonne	72 %	0,54	Moyenne
FRDC08d	Ouest Fréjus - Pointe de la Galère	1	Très Bonne	2 %	1	Très Bonne
FRDC08e	Pointe de la Galère - Cap d'Antibes	0,86	Très Bonne	24 %	0,82	Très Bonne
FRDC09a	Cap d'Antibes - sud Port d'Antibes	1	Très Bonne	5 %	1	Très Bonne
FRDC09b	Port d'Antibes - Port de commerce de Nice	0,63	Bonne	76 %	0,49	Moyenne
FRDC09c	Port de commerce de Nice - Cap Ferrat	1	Très Bonne	0 %	1	Très Bonne
FRDC09d	Rade de Villefranche	0,40	Médiocre	31 %	0,36	Médiocre
FRDC10a	Cap Ferrat - Cap d'Ail	0,85	Très Bonne	19 %	0,81	Très Bonne
FRDC10b	Cap d'Ail – Monte Carlo	0,64	Bonne	80 %	0,49	Moyenne
FRDC10c	Monte Carlo- Frontière italienne	0,79	Très Bonne	39 %	0,72	Bonne

Le changement d'EQ de référence dans le calcul de l'indice de qualité environnementale ne modifie pas les résultats pour les grandes masses d'eau ou celles ayant un faible taux d'artificialisation. En revanche, il a un impact sur les masses d'eau fortement modifiées et ces nouveaux résultats sont plus cohérents du point de vue de l'expertise écologique.

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. *Mar. Poll. Bull.*, 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.
- 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., 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 RMC – Unsa : 31 p + Atlas cartographique
- Thibaut T. Mannoni PA, Markovic L., Geoffroy K., Cottalorda JM. 2008. Préfiguration du réseau macroalgues – Bassin Rhône Méditerranée Corse – Application de la directive Cadre Eau - Rapport d'état écologique des masses d'eau. Contrat Agence de l'Eau RMC – Unsa : 38 p + Atlas cartographique.

Remerciements

Nous tenons particulièrement à remercier Pierre Boissery et l'Agence de l'Eau Rhône – Méditerranée & Corse pour nous avoir fait confiance sur ce projet et pour son soutien. Nous remercions pour son indispensable aide technique et sa disponibilité Eric Pironneau ainsi que Jean-Michel Culioli et les agents de la Réserve des Bouches de Bonifacio pour leur accueil et la mise à disposition des locaux du phare et de la base de Piantarella.