

**ETUDE ET CARTOGRAPHIE DES BIOCENOSES DES CALANQUES  
DE MARSEILLE A CASSIS Y COMPRIS L'ARCHIPEL DE RIOU.  
Phase I – Synthèse des connaissances existantes**

**Maître d'ouvrage :** Groupement d'Intérêt Public des Calanques de Marseille-Cassis  
Parc d'Affaires Sud – Le Paradou - Bat. A, Bvd de l'Océan  
13009 Marseille. Tél. 04.91.72.65.73 – Fax. 04.91.72.70.65

**Financeurs :** Agence de l'Eau RMC, Conseil Régional PACA, Conseil Général 13

**Maîtres d'œuvre :** **Co-traitants de l'étude :**  
GIS Posidonie  
Parc Scientifique et Technologique de Luminy  
13288 Marseille Cedex 09. Tél. 04.91.82.91.35 – Fax. 04.91.41.12.65

Centre d'Océanographie de Marseille (COM)  
Rue de la Batterie des Lions, 13007 Marseille  
et Parc Scientifique et Technologique de Luminy  
13288 Marseille cedex 09. Tel. : 04 91 04 16 00 – Fax. : 04 91 04 16 08

**IFREMER**  
Laboratoire côtier DEL – Toulon  
Centre de la Seyne ZP de Brégaillon – BP 330  
83507 La Seyne-sur-mer Cédex. Tél. 04.94.30.48.00

**Sous-traitants de l'étude :**  
Philippe Clabaut  
Consultant Géologie Littorale et Marine  
9, impasse du Boutillier – 62240 Selles. Tél. / Fax : 03 21 32 63 79

**GAYROBOT**  
Via Magazzini Generali, 13/A  
CH6828 Balerna – Suisse

Les documents rendus par le GIS posidonie, le Centre d'Océanographie de Marseille et l'IFREMER, dans le cadre des travaux qu'ils réalisent, engagent leur responsabilité et leur crédibilité scientifique. Ils ne peuvent, pour cette raison être modifiés sans leur accord.

En cas d'utilisation totale ou partielle de ce document, il doit être cité sous la forme suivante :  
Ganteaume A., Bonhomme P., Harmelin J.G., Verlaque M., Boudouresque C.F., 2004. Etude et cartographie des biocénoses des calanques de Marseille à Cassis y compris l'archipel de Riou. Rapport Phase 1: synthèse des connaissances existantes. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-166.

Photos couverture : 1 – A. Ganteaume ; 2, 3 – Gayrobot ; 4 – P. Bonhomme

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTE DES CALANQUES DE MARSEILLE-CASSIS</b>	<b>5</b>
2.1	MORPHOLOGIE LITTORALE	5
2.2	MORPHOLOGIE SOUS-MARINE	6
2.3	METEOROLOGIE LOCALE ET PHENOMENES INDUITS	8
2.4	COURANTOLOGIE LOCALE	10
2.4.1	Circulation générale	10
2.4.2	Stratification, vents et upwellings	10
2.4.3	Circulation dans la zone de Cortiou	11
2.4.4	Circulation générale en baie de Cassis	13
<b>3</b>	<b>CONTEXTE REGLEMENTAIRE</b>	<b>13</b>
3.1	REGLEMENTATIONS CONCERNANT LA PROTECTION DU LITTORAL ET DES HABITATS MARINS	13
3.2	REGLEMENTATION CONCERNANT LA PROTECTION DES ESPECES MARINES	18
<b>4</b>	<b>INVENTAIRES SCIENTIFIQUES</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>PEUPELEMENTS, BIOCENOSSES MARINES ET PAYSAGES SOUS-MARINS REMARQUABLES DES CALANQUES DE MARSEILLE-CASSIS</b>	<b>21</b>
5.1	PEUPELEMENTS DU MEDIOLITTORAL ET DE LA FRANGE SUPERIEURE DE L'INFRALITTORAL	21
5.2	HERBIER A POSIDONIA OCEANICA	30
5.3	PEUPELEMENTS DES SUBSTRATS MEUBLES	41
5.4	PEUPELEMENTS DES GROTTEES SOUS-MARINES	46
5.5	PEUPELEMENTS DU CORALLIGENE	53
5.6	PEUPELEMENTS DE POISSONS	62
5.7	ESPECES PROTEGEES ET D'INTERET PATRIMONIAL	67
5.7.1	Le Corb	72
5.7.2	Le Mérou	73
5.7.3	La Grande Cigale	73
5.7.4	La Grande Nacre	75

5.7.5	L'Oursin Diadème	76
5.7.6	La Datte de Mer	77
5.7.7	Le Corail Rouge	78
5.7.8	La Langouste	79
5.7.9	La Grande Porcelaine	80
5.7.10	Les Gorgones	81
5.7.11	L'Eponge Corne-de-cerf	83
<b>5.8</b>	<b>LES ESPECES INVASIVES</b>	<b>84</b>
5.8.1	<i>Caulerpa racemosa cylindracea</i>	84
5.8.2	<i>Asparagopsis armata</i>	86
<b>5.9</b>	<b>LES PAYSAGES SOUS-MARINS</b>	<b>87</b>
<b>6</b>	<b>QUALITE DU MILIEU DANS LES CALANQUES DE MARSEILLE-CASSIS</b>	<b>91</b>
<b>6.1</b>	<b>RESEAUX OPERATIONNELS DE SURVEILLANCE</b>	<b>91</b>
<b>6.2</b>	<b>BILAN PAR RESEAU</b>	<b>92</b>
6.2.1	Le réseau DDASS	92
6.2.2	Réseau Intégrateur Biologique (R.IN.BIO.)	93
6.2.3	Réseau de surveillance Gorgones	95
6.2.4	Suivi de l'expansion de <i>Caulerpa taxifolia</i> et de <i>Caulerpa racemosa</i>	98
6.2.5	Surveillance des herbiers de Posidonie dans le secteur de Cortiou	99
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>101</b>
<b>8</b>	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>106</b>
<b>9</b>	<b>LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX</b>	<b>120</b>
<b>10</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>123</b>

## 1 INTRODUCTION

Le massif des Calanques, situé sur le terrain communal de Marseille et de Cassis, constitue une entité naturelle homogène bien distincte de la partie urbaine marseillaise. En 1975, cet espace a bénéficié d'une procédure de classement (déjà initiée en 1930 par la loi de mai 1930) motivée par son importance écologique et par son intérêt paysager exceptionnel. Pour les mêmes raisons, l'archipel de Riou (15 ha), prolongement en mer du massif des Calanques, a été classé en réserve naturelle terrestre par le décret du 22 août 2003, après avoir fait l'objet de maintes études dans cet objectif. Son importance patrimoniale a conduit à son intégration dans la liste des sites d'intérêt communautaire du Réseau Natura 2000 (Directive « Habitats » de mai 1992) ainsi que dans les Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique (ZNIEFF, en cours de révision). En outre, la partie marine de la portion du littoral comprise entre le Bec de Sormiou et la pointe Cacao figure également parmi les Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique. La fréquentation importante du massif des Calanques et le grand intérêt patrimonial de ce site naturel sont à l'origine de la création d'un Groupement d'Intérêt Public (GIP), sur l'initiative de la Ville de Marseille, en accord avec le Ministère de l'Environnement et en concertation étroite avec l'ensemble des partenaires concernés (propriétaires fonciers, associations, etc.). Ce GIP a pour objectif la coordination des partenaires gérant le massif des Calanques pour l'ensemble de sa partie terrestre et pour sa partie marine dans la limite d'une frange littorale large de 500 m.

Poursuivant la même démarche de prise en compte des richesses écologiques et patrimoniales de ce site, le présent travail a pour objectif d'établir un inventaire des espèces, des diverses biocénoses et paysages d'intérêt écologique, voire patrimonial présents dans le secteur des calanques. Simultanément, il vise à rassembler les éléments nécessaires à la rédaction d'un document d'objectifs (DOCOB) Natura 2000 pour le site des Calanques. Les principaux habitats et biocénoses marines d'intérêt communautaire ont été recensés permettant de rassembler les connaissances existantes sur le domaine littoral des Calanques et de l'archipel de Riou et de lister les différents réseaux de suivi de la qualité du milieu déjà en place. Cette synthèse tient compte également des préconisations du Schéma Départemental d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE-RMC) et du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM).

Le besoin de gestion intégrée de vastes zones présentant une relative diversité dans les unités de peuplements, dans les niveaux de perturbation et de stress et enfin dans les usages s'est fortement imposé depuis le début des années 1990. Cette gestion intégrée nécessite des outils d'appréciation de la qualité des milieux et de suivi de l'impact des perturbations, des facteurs de stress et des usages. Dans le cas des calanques, l'examen des paramètres traduisant la qualité des biocénoses devrait permettre de couvrir la diversité et la complexité de l'assemblage des biocénoses au sein d'une zone présentant une grande hétérogénéité structurale.

La première étape de ce travail a consisté à synthétiser, pour la partie marine, la bibliographie existant actuellement sur le site classé des Calanques. Les grandes tendances évolutives des peuplements en place mais également l'identification des lacunes en terme de connaissances sur la zone ont également été recherchées.

L'éventail des données disponibles aujourd'hui sur les peuplements de la zone d'étude permet de mieux comprendre leur fonctionnement et les conséquences des différentes perturbations du milieu. Les conséquences de plusieurs dizaines d'années de rejet à Cortiou, par exemple, doivent être impérativement appréhendées. Cette synthèse bibliographique, qui couvre près d'un siècle d'études océanographiques en zone littorale, a impliqué des choix et un effort de compilation d'une grande variété de données. Elle doit contribuer à la réflexion sur l'amélioration de la qualité du milieu marin en zone urbaine et péri-urbaine.

## **2 CONTEXTE DES CALANQUES DE MARSEILLE-CASSIS**

### **2.1 MORPHOLOGIE LITTORALE**

Le massif des Calanques, situé sur les communes de Marseille et de Cassis, constitue une entité naturelle et homogène. Ce massif est composé de terrains calcaires datant du crétacé inférieur. La partie intérieure du massif présente un relief collinaire. En revanche, la frange littorale se caractérise par de hautes falaises, des pentes abruptes et est profondément entaillée par l'exceptionnel ensemble des calanques. Ces caractéristiques paysagères particulières se retrouvent également au niveau de l'archipel de Riou dont les îles constituent le prolongement en mer du massif des Calanques.

Le linéaire côtier, en grande partie rocheux, est long de 60 km environ (archipel de Riou inclus) : d'ouest en est, se succèdent le massif du mont Rose, la calanque de Samena, la calanque du Mauvais Pas, le port de l'Escalette, la calanque Blanche, la calanque des Trous, le port des Goudes, la calanque de la Maronnaise, le cap Croisette, les calanques du littoral de Marseilleveyre : Callelongue, la Mounine, Marseilleveyre, les Queyrans, Podestat, l'Escu et Cortiou, les falaises de la pointe du Vaisseau, le Bec de Sormiou, la calanque de Sormiou, la calanque de la Triperie, le cap de Morgiou, la calanque de Morgiou, la calanque de Sugiton, la calanque de l'Oeil de Verre (ou St Jean de Dieu), les falaises du Dévenson, le Cap Dévenson, la calanque de l'Oule, les falaises de Castel-Viel, la pointe Castel-Viel, la calanque d'En Vau, la calanque de Port Pin, la Pointe Cacau et la calanque de Port Miou. L'archipel de Riou s'étend au large selon un axe NO/SE entre le cap Croisette et la calanque de Cortiou. L'archipel est formé par 7 îles principales, d'ouest en est se dessinent le Tiboulén de Maire (2.3 ha), l'île Maire (28 ha), l'île de Jarre (21.2 ha), l'île de Riou (92.8 ha), l'île de Plane (15.1 ha), le petit Conglue (0.5 ha) et le grand Conglue (2.1 ha).

Cette portion de littoral rocheux comporte des secteurs sableux extrêmement réduits (source Erocote, IFEN). Ils correspondent généralement à des plages en fond de calanque et représentent sur le massif des calanques un linéaire côtier d'environ 400 m. On rencontre successivement d'ouest en est :

- Calanque de la Maronnaise (30 m)
- Calanque de Marseilleveyre (90 m)
- Calanque de Podestat (15 m)
- Calanque de Sormiou (140 m)
- Calanque de Morgiou (35 m)
- Calanque de Sugiton (15 m)
- Calanque d'En Vau (45 m)
- Calanque de Port-Pin (20 m)
- Calanque de Port-Miou (10 m)
- Calanque de Monastério – Ile Riou (25 m)

La figure 1 présente une carte synthétique de l'ensemble de la zone des calanques de Marseille-Cassis.

Le tableau 1 présente les aménagements littoraux, occupant environ 5.5 % du linéaire côtier que l'on rencontre successivement d'ouest en est.

**Tableau 1 : Aménagements artificiels dans les Calanques de Marseille-Cassis**

Dénomination	Vocation	Linéaire portuaire (m)
Port abri de l'Escalette	Plaisance	130
Port des Goudes	Plaisance Pêche aux petits métiers	800
Port abri du Cap Croisette	Plaisance	150
Port abri de Callelongue	Plaisance	200
Port de Sormiou	Plaisance Pêche aux petits métiers	220
Port de Morgiou	Plaisance Pêche aux petits métiers	400
Port de Port Miou	Plaisance	1600

## 2.2 MORPHOLOGIE SOUS-MARINE

La bathymétrie de la zone est présentée sur la figure 1 (bathymétrie du SHOM). Du port de la Madrague jusqu'au cap Croisette (extrémité sud de la baie du Prado), les fonds sous-marins sont globalement en pente douce (2% environ) en direction du centre de la rade sud de Marseille ; seul le liseré côtier rocheux est abrupt sur les dix premiers mètres de profondeur. Les falaises abruptes rencontrées sur la face sud de l'île Maire et du Tiboulen se prolongent en profondeur jusque vers 25-30 m, où se développent des zones d'éboulis. L'île Maire est séparée du littoral continental par une passe étroite de 65 m de large et d'environ 5 m de profondeur.

La cuvette de Cortiou montre une géométrie en forme d'entonnoir entre les îles de l'archipel de Riou et la côte. Les fonds remontent progressivement (pente moyenne 1.8 %) depuis 80 m de profondeur à l'est de la zone jusqu'au plateau des chèvres pour atteindre 8 m de profondeur. Cette configuration particulière entraîne une accélération sensible du Courant Liguro-Provençal qui a pour effet de considérablement limiter le dépôt de particules fines issues du débouché en mer de l'émissaire urbain de la ville de Marseille dans la calanque de Cortiou, sur le plateau des Chèvres. A l'ouest du plateau des Chèvres, la brusque dépression entre les îles Maire et Jarre entraîne un ralentissement notable des courants qui favorise, au contraire, le dépôt des particules au niveau d'une vaste zone de décantation.

Les faces sud des îles Jarre et Riou sont constituées par de hautes falaises qui se prolongent en mer jusque vers 40 m de profondeur. L'isobathe 50 m se situe à environ 150 m au sud de l'île de Riou, ce qui représente une pente moyenne de 33 %.



Les calanques de Morgiou et Sormiou font suite à la cuvette de Cortiou, elles sont profondément entaillées dans le massif calcaire selon un axe NO/SE. Ces deux calanques sont les deux plus grandes calanques observées sur l'ensemble du massif, elles mesurent respectivement 1000 et 1500 m de longueur au niveau du Cap de Morgiou et du Bec de Sormiou. Les fonds sous-marins présentent une pente assez faible et relativement homogène selon l'axe d'étirement de la calanque. L'isobathe 50 m se situe à environ 1250 m du fond de calanque, ce qui représente une pente moyenne d'environ 4 %.

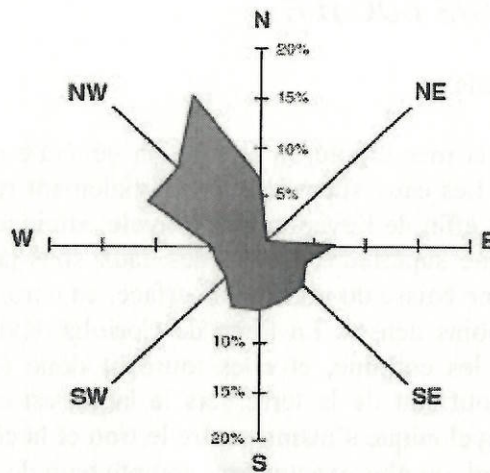
De la calanque de l'Oeil de verre à la pointe Castel-Viel, le littoral rocheux accore est relativement rectiligne, on note toutefois la présence de deux calanques de faibles dimensions. La pente du fond est marquée, comprise entre 15 et 20 %. L'isobathe 50 m se trouve globalement à moins de 250 m de la côte et se resserre encore, pour atteindre le pied des falaises au niveau de la pointe Castel-Viel.

Le littoral compris entre les pointes de Castel-Viel et de Cacau est profondément marqué par les calanques d'En Vau et de Port Pin, qui présentent la particularité d'avoir une ouverture commune vers la mer sur un fond d'environ 35 m de profondeur. Ces deux calanques sont relativement étroites, elles ne dépassent pas 170 m de large au niveau de leur ouverture et atteignent respectivement une longueur de 700 et 600 m.

De la pointe Cacau jusqu'à l'entrée de la calanque de Port Miou, le littoral est bordé par des falaises qui se prolongent en mer jusque vers 30 m de profondeur, la pente des fonds s'amointrit ensuite en direction de la baie de Cassis. La calanque de Port Miou s'ouvre sur la mer sur une largeur d'environ 200 m et sur un fond de 20 m de profondeur. Cette calanque de 1400 m de longueur est aujourd'hui utilisée comme un port naturel sur la moitié de sa longueur.

### **2.3 METEOROLOGIE LOCALE ET PHENOMENES INDUITS**

En raison du relief dans la région, les vents dominants en zone littorale sont surtout parallèles à la côte. A cause de leur courbure, les Alpes bloquent souvent les dépressions océaniques et des dépressions peuvent se créer sur le nord de l'Italie. Les vents associés sont d'ouest à nord-ouest sur le golfe du Lion (Mistral) et de nord-est le long de la Côte d'Azur (Figure 2). Dans la zone des calanques, ils sont plus orientés nord-ouest ou est.



**Figure 2. Les vents à Marseille : fréquences moyennes sur la période 1984 - 1996 (in Arfi et al., 2000 -source Météo France).**

*Les vents de secteur est à sud-est (80-140°) représentent 22 à 27% des situations sur une année moyenne et sont principalement observés en automne et en hiver. Les vitesses sont généralement modérées (seulement 30% des observations dépassent  $10 \text{ m s}^{-1}$ ), même si de fortes tempêtes caractérisent aussi ce type de temps. Ces vents soufflent rarement plus de quelques jours (quand les dépressions sont dans l'ouest, elles se déplacent vers l'est) ; on les observe surtout de l'automne au printemps, car il y a assez peu de dépressions océaniques en été (Arfi et al., 2000).*

*Les vents de secteur ouest à nord-ouest (240-340°) représentent 40 à 50% des observations sur une année moyenne. Ce régime turbulent, marqué par de brusques variations de vitesse, s'observe toute l'année, avec une occurrence plus forte au printemps et en automne. Dans 40% des cas, les vitesses sont supérieures à  $10 \text{ m s}^{-1}$ . Ces vents peuvent souffler pendant plusieurs jours même en été, voire des semaines en hiver et tant que les dépressions restent bloquées par les Alpes. Ils ne sont pas forcément précédés par des vents d'est car des dépressions peuvent se créer sur place. Sous l'effet de la force de Coriolis, ils induisent une remontée d'eau profonde en surface (upwelling) le long des côtes nord du golfe du Lion (Millot, 1979). Ce phénomène, intense le long des portions de côte rectilignes sur 10-20 km, peut se développer toute l'année et se manifeste sous la forme de points-source d'eau froide très localisés. L'upwelling du cap Méjean est le moins intense des six upwellings du golfe du Lion, celui de Cassis étant souvent le plus marqué. Les différences entre ces deux upwelling résultent principalement de l'orientation du vent par rapport à la côte : le Mistral est plus perpendiculaire à la côte vers Méjean, il est plutôt parallèle à la côte vers Cassis. La présence du canyon de Cassidaigne pourrait jouer un rôle non négligeable dans l'intensité de ce phénomène. Dans cette zone, l'upwelling est spectaculaire en été, la température de surface le long de la côte pouvant passer en quelques heures de  $20-25^{\circ}\text{C}$  à  $13-15^{\circ}\text{C}$  (Arfi et al., 2000).*

## 2.4 COURANTOLOGIE LOCALE

### 2.4.1 Circulation générale

Dans le golfe du Lion et la mer Ligure, la circulation générale résulte essentiellement de la formation d'eaux denses. Les eaux superficielles, globalement refroidies en hiver et dont la salinité s'est élevée sous l'effet de l'évaporation estivale, atteignent sous l'effet des coups de Mistral une densité critique supérieure à celle des eaux sous-jacentes. Elles plongent alors (downwelling) et créent une baisse du niveau en surface, ce « trou » tendant à être comblé par les eaux environnantes moins denses. La force de Coriolis dévie ces eaux sur la droite du gradient de pression qui les entraîne, et elles tournent donc autour du trou dans le sens cyclonique. Le Mistral, soufflant de la terre vers le large, est censé créer un trou collé au rivage. Or, la circulation cyclonique s'insinue entre le trou et la côte et l'isole au large tout en suivant elle-même le littoral, ou plus exactement, compte tenu de son épaisseur de 100-200 m, le haut de la pente continentale (Crépon et Boukthir, 1987; Crépon *et al.*, 1989; Madec *et al.*, 1991a, 1991b; Euromodel group, 1995).

Le Courant Nord, qui prend en fait sa source bien avant la mer Ligure et peut être suivi bien après la mer Catalane, est caractéristique des parties nord de tous les bassins tels que celui de la Méditerranée occidentale. Dans la zone d'étude, il correspond au courant Liguro-Provençal (CLP), qui circule d'est en ouest le long des côtes provençales. Ses caractéristiques générales et sa variabilité aux échelles saisonnières et moyennes ont été décrites au large de la zone d'étude à partir d'un suivi hydrologique mensuel (Conan et Millot, 1995).

A l'est de Cassis, le banc des Blauquières force le CLP à s'éloigner de la côte. Le canyon de Cassidaigne qui limite l'extension du banc vers l'ouest étant assez étroit, la veine principale du CLP ne peut suivre la pente et se diriger vers la côte après avoir passé le banc. Le CLP continue donc vers l'ouest, puis vers le sud-ouest le long de la pente continentale en traversant le golfe du Lion. Une partie des eaux s'écoule au-dessus du banc et suit la côte, comme l'ont montré des images satellitaires (Millot et Wald, 1980). Le Mistral étant généralement plus fort dans le golfe du Lion qu'en mer Ligure, les eaux s'écoulant depuis cette dernière région ne peuvent pénétrer dans la première où se développe par ailleurs un phénomène d'upwelling. Un front se crée donc à la limite entre les deux régions qui, lorsque le vent cesse, se propage à  $\sim 30 \text{ km j}^{-1}$ , d'abord au-dessus du banc, puis jusque dans la zone d'étude et le long des côtes de Camargue au moins. Ce front est un phénomène superficiel (quelques dizaines de mètres d'épaisseur) car, comme le montrent des données de télédétection et des mesures de courant non publiées, le CLP n'est pas fondamentalement modifié par les coups de vent dans le golfe du Lion. En hiver, le développement de méandres particulièrement cambrés (Millot, 1991) entraînerait une pénétration significative du CLP dans la zone des calanques.

### 2.4.2 Stratification, vents et upwellings

Sur l'ensemble du plateau continental du golfe du Lion, la circulation induite en surface par les vents de nord-ouest est organisée sous forme de cellules autour des points-source d'upwelling. Entre 50 et 100 m de profondeur au moins, elle est dirigée vers le nord-est le long des isobathes (Millot, 1981). La stratification des masses d'eau joue un rôle majeur dans ce type de circulation. Lorsque la thermocline saisonnière est développée (comme c'est surtout le cas en été), la couche supérieure glisse facilement sur la couche inférieure. Les courants de moyenne échelle (quelques jours et quelques kilomètres dans la zone d'étude)

sont relativement homogènes dans chaque couche et les courants induits en surface par le vent peuvent être très différents des courants mesurés à quelques dizaines de mètres de profondeur. En l'absence de stratification, on doit s'attendre à ce que ces courants soient sensiblement identiques. Ces conditions homogènes prévalent en hiver, quel que soit le régime de vents. On les observe aussi pendant les autres saisons quand soufflent de forts vents d'ouest (ce qui est fréquent) ou d'est (ce qui est plus rare) qui entraînent un phénomène de downwelling accumulant les eaux de surface dans la zone côtière.

### 2.4.3 Circulation dans la zone de Cortiou

La courantologie dans la zone de Cortiou présente une grande variabilité. Le site est sous l'influence des phénomènes de méso-échelle (upwellings, downwellings) et de la circulation générale en Méditerranée occidentale. Les courants de marée sont négligeables, et l'influence la plus forte sur les courants est celle du CLP, dont le forçage dépend des conditions météorologiques hivernales tout en étant contraint par la topographie.

En période de calme ou de vent d'est, l'influence du CLP domine et le courant se dirige vers l'ouest (Figure 3). Par vent d'est, sa vitesse a été estimée entre 20 et 25  $\text{cm s}^{-1}$  (Castelbon, 1972 ; Charmasson, 1982). Millot et Wald (1980) ont utilisé la télédétection et la dynamique des fronts thermiques pour évaluer sa vitesse à environ 30  $\text{cm s}^{-1}$ . Les mesures indiquent qu'en période de Mistral, les courants de surface ont tendance à s'opposer à l'influence du CLP et se dirigent d'ouest en est en cas de coup de vent suffisamment durable et pour des vitesses supérieures à 6  $\text{m s}^{-1}$ . Pour des coups de vent brefs ou de vitesses plus faibles, le courant de surface est plutôt infléchi vers le sud. Pour une vitesse du vent inférieure à 3  $\text{m s}^{-1}$ , la dynamique est globalement similaire à celle observée par régime de calme. Les études de temps de réponse par analyse spectrale ont montré qu'une modification dans la direction des courants en surface apparaissait 9 heures environ après un changement de direction des vents.

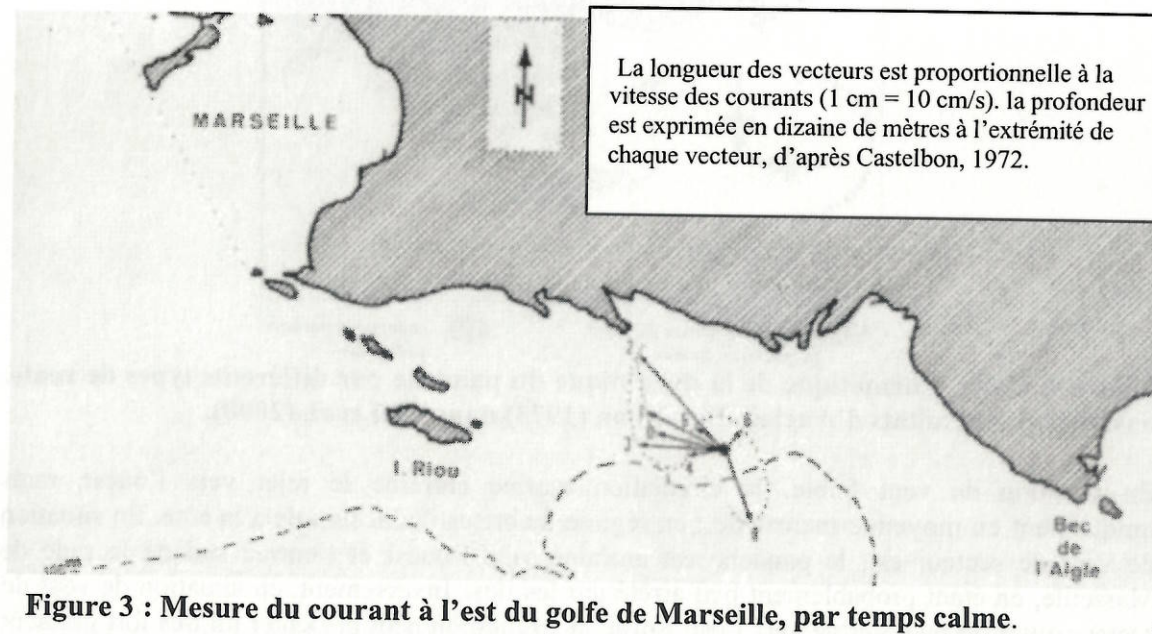


Figure 3 : Mesure du courant à l'est du golfe de Marseille, par temps calme.

La circulation profonde est hypothétique, en raison du manque de mesures. Aucune corrélation n'ayant été établie entre les courants mesurés au fond et le vent, Chevereau et Holly (1977) concluaient que le courant en profondeur se dirige vers l'ouest, même en cas de

Mistral. L'influence du CLP se manifeste probablement par des courants allant d'est en ouest, mais, compte tenu de la topographie en cul-de-sac du site (l'isobathe -40 m passe au large de l'île de Riou), il devrait exister un courant de compensation allant d'ouest en est. De plus, le long de la côte, l'influence d'upwellings en période de Mistral et de downwellings durant des périodes de vent d'est se superpose à cette circulation.

A partir de ces résultats et compte tenu de la localisation de l'émissaire en fond de baie et de la topographie complexe du site, on peut émettre de prudentes hypothèses sur la dispersion du rejet (Figure 4). Ces hypothèses reposent sur trois facteurs partiellement reliés :

- ▬ les conditions météorologiques, essentielles tant que le rejet reste superficiel ;
- ▬ la saison, et l'influence plus ou moins grande des turbulences engendrées par la pénétration du CLP sur le plateau ;
- ▬ la stratification marine, qui varie tant à l'échelle de la saison qu'à celle de la journée, voire de l'heure pour les phénomènes d'upwelling.

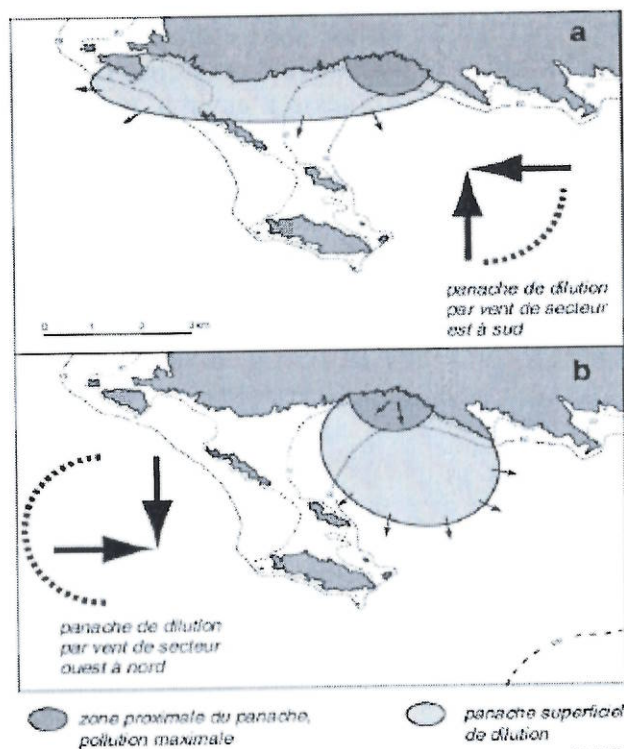


Figure 4. Carte schématique de la dynamique du panache par différents types de vents, basée sur les résultats d'Auclair-Dessemon (1973) dans Arfi *et al.* (2000).

En situation de vent faible, la circulation marine entraîne le rejet vers l'ouest, mais uniquement en moyenne mensuelle ; en régime de brises il s'accumule à la côte. En situation de vent de secteur est, le panache est entraîné vers l'ouest et l'entrée sud de la rade de Marseille, en étant probablement peu arrêté par les îles. Inversement, en situation de vent de secteur ouest, le rejet dérive vers l'est. Enfin, la circulation peut présenter un très fort gradient vertical et donc être différente, voire opposée, de part et d'autre de la thermocline saisonnière.

Toute étude sérieuse concernant la circulation dans la zone de Cortiou et le devenir des rejets devra s'appuyer (i) sur des mesures courantologiques spécifiques, collectées en continu

pendant au moins une année, par exemple des couvertures radar ou des mesures en plusieurs points du domaine, réalisées au moyen de courantomètres de type ADCP et (ii) sur des modèles numériques intégrant le vent local et la circulation générale. L'étude commanditée par la Communauté Urbaine de Marseille en 2004 devrait répondre à ces attentes.

#### **2.4.4 Circulation générale en baie de Cassis**

Des mesures ont été collectées pendant une année en 1995-1996 dans la région de Cassis, pour évaluer la dispersion des boues rejetées en tête de canyon (campagne TURBIN, Albérola et Millot, 2003). Elles confirment certaines des idées présentées ci-dessus, tout en fournissant des informations susceptibles d'être étendues à la zone d'étude. Elles montrent que la circulation dans la baie de Cassis s'effectue globalement vers l'ouest, sous l'effet de l'extension du CLP en zone côtière. Cette circulation est relativement faible et régulière en été, relativement intense et turbulente en hiver, et dépend donc de la variabilité saisonnière et à moyenne échelle du CLP.

Tout au long de l'année, les vents d'ouest les plus forts induisent une circulation globalement parallèle à la côte et dirigée vers l'est, avec une composante vers la côte près du fond dans l'ensemble de la baie. En période hivernale essentiellement, les plus forts vents d'est induisent une circulation globalement parallèle à la côte et dirigée vers l'ouest, avec une composante vers le large près du fond dans l'ensemble de la baie. D'une manière générale, les plus forts vents d'ouest inversent la circulation générale vers l'est, alors que les vents d'est l'intensifient. Mais, tout particulièrement en période hivernale, la turbulence de moyenne échelle qui résulte de l'instabilité du CLP génère en zone côtière des courants beaucoup plus intenses que les courants induits par le vent.

### **3 CONTEXTE REGLEMENTAIRE**

#### **3.1 REGLEMENTATIONS CONCERNANT LA PROTECTION DU LITTORAL ET DES HABITATS MARINS**

##### **La Loi Littoral**

La Loi n°86-2 du 03 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral (article L.146-6 du Code de l'Urbanisme) fixe les grandes lignes de la préservation des milieux naturels côtiers.

Elle concerne l'ensemble des communes littorales du territoire français et pose dans son principe fondamental l'interdiction de procéder à de nouvelles constructions immobilières dans une bande de 100 m à partir de la côte.

##### **La Loi sur l'Eau**

La Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992 (n°92-3) a défini les principes d'une nouvelle politique de l'eau en affirmant que l'eau est un patrimoine commun dont la gestion équilibrée est d'intérêt général. La loi a mis en place des outils de planification décentralisée pour faciliter la mise en oeuvre de cette politique :

- ✂ les SDAGE, Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux, élaborés pour chacun des grands bassins hydrographiques français par les Comités de Bassin.
- ✂ les SAGE, élaborés à une échelle plus locale (bassin versant d'une rivière, système aquifère, etc.), lorsque cela est nécessaire, par une Commission Locale de l'Eau.

La zone d'étude comprend ainsi les zones homogène n°19 (Tunnel du Rove au Cap Croisette - partie est de la zone), 20 (Cap Croisette à la Pointe Cacao, intégralité de la zone) et °21 (Pointe Cacao à pointe de l'Eperon – partie ouest de la zone) du SDAGE qui définit parmi les critères majeurs de cette partie du littoral :

- ✂ un milieu écologiquement riche (frayères et nourriceries, ressources halieutiques, herbier de posidonie, zones protégées, ZNIEFF, etc.) ;
- ✂ mais une pression anthropique forte (urbanisation, agriculture, tourisme, ports de plaisance, pêche, chalutage, etc.).

Citons également parmi les nouvelles dispositions de la Loi sur l'Eau données par l'Agence de l'Eau RMC :

- ✂ une échéance fixée à 2005 pour le traitement des eaux usées des collectivités,
- ✂ une extension des prérogatives des collectivités dans le domaine de l'assainissement,
- ✂ le renforcement de la Police des eaux

### **Directive Cadre sur l'Eau**

L'Union Européenne a adopté, en septembre 2000, une directive-cadre pour la gestion de l'eau (European Water Framework Directive). Elle vise, sous quinze ans, un objectif général de "bon état" des différents types de milieux aquatiques sur tout le territoire européen. La directive "instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau " chapeaute et harmonise les directives déjà édictées en la matière, qu'elle a d'ailleurs vocation à remplacer à terme en large partie. Le texte définit un cadre général pour la protection et l'amélioration de tous les milieux aquatiques continentaux : elle s'applique, en effet, à tous les milieux (cours d'eau, lacs, eaux souterraines, eaux côtières) et prend en compte toutes les composantes de la "qualité" (aspects chimiques, biologiques, hydrologiques, physiques, etc.). Les eaux côtières ainsi qualifiées seront classées en types de masses d'eaux et cartographiées. Un élément important de la Directive Cadre sur l'Eau est qu'elle prend largement en compte les communautés vivantes comme indicateurs biologiques de qualité des eaux. Des classes de qualité (Ecological Status Class, ESC), au nombre de cinq, devront être établies pour décrire le degré d'impact de l'homme : RC (condition de référence : haute qualité), bonne qualité, qualité modérée, basse qualité et mauvaise qualité (Panayotidis *et al.*, 2003).

Les étapes de la Directive :

- ✂ 2003 : identification des districts et désignation des autorités compétentes
- ✂ 2004 : achèvement de l'état des lieux
- ✂ 2006 : mise en place du programme de suivi de l'état du milieu et lancement de la consultation publique sur le plan de gestion
- ✂ 2009 : adoption du programme de mesures et du plan de gestion

Parmi ses préconisations, la directive cadre stipule que les citoyens devront être largement associés à toutes les étapes d'élaboration des plans de gestion : calendrier et programme de travail ; synthèse des problématiques et enjeux principaux ; projet définitif. Elle préconise également une "tarification incitative" de l'eau, représentative des coûts réels, et qui intègre le

principe "pollueur-payeur". Les plans de gestion devront donc inclure une analyse du "recouvrement des coûts réels" (coûts "techniques" et coûts "environnementaux") dans les tarifications pratiquées, secteur par secteur (usagers domestiques, industrie, agriculture). Enfin, la directive prévoit la réduction - ou la suppression - de certains rejets toxiques ou dangereux, une première liste officielle de ces substances étant encore en cours d'établissement selon l'Agence de l'Eau RMC.

### **Sites classés**

L'ensemble du massif des calanques, à l'exception du domaine universitaire de Luminy a bénéficié le 28 août 1975 d'une procédure de classement justifié par son cachet pittoresque et par son intérêt paysager exceptionnel. Considérant que le domaine maritime en constitue un prolongement indissociable, le classement a été étendu à la bande littorale des 500 m à partir du rivage du continent et des îles de l'archipel de Riou (décret du 27 décembre 1976).

Longtemps propriété de la Défense Nationale, les îles ont été acquises par la ville de Marseille en 1992 avant d'être aussitôt cédées au Conservatoire du Littoral. Le Centre d'Etude des Ecosystèmes Provençaux assure la gestion de l'archipel de Riou, qui a obtenu le statut de Réserve Naturelle terrestre en 2003 (décret du 22 août 2003, annexe 1).

Grâce à leur classement en 1975, les calanques ont pu échapper à la convoitise des aménageurs et garder ainsi intacts leur caractère naturel et sauvage ainsi que leurs richesses. Cependant, le voisinage immédiat de la population de la deuxième ville de France exerce une pression urbanistique très forte qui se traduit en limite du site par des atteintes diverses (dépôts d'ordure, carcasses de voitures, dépôts de feux, constructions illicites) qui constituent un véritable grignotage de l'espace protégé.

### **La Directive Habitats**

La Directive Européenne 92-43 du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et la flore sauvage dite Directive Habitats s'inscrit dans le fil des conventions internationales (Ramsar 1971, Berne 1979, Washington 1970, Rio 1992). Son originalité, par rapport à ces conventions qui ne sont pas légalement contraignantes, est que sa mise en œuvre s'impose aux pays de l'Union Européenne. Son objectif premier est le maintien dans un état favorable des habitats désignés dans son annexe I qui sont des zones naturelles ou semi-naturelles ayant des caractéristiques biogéographiques et géologiques particulières. L'annexe II définit les espèces dont les habitats sont à protéger. Elle définit ainsi un cadre commun pour la conservation des plantes et des animaux au sein de « Zones Spéciales de Conservation » : le Réseau NATURA 2000.

Celui-ci, dont la mise en place débute en 2004, regroupe les sites désignés en application de la Directive Habitats Faune-Flore du 21 mai 1992 et de la Directive Oiseaux du 02 avril 1979. Ces directives relatent les objectifs du réseau NATURA 2000, c'est-à-dire le maintien de la biodiversité par la protection des habitats.

La zone des calanques de Marseille-Cassis, y compris l'archipel de Riou, comporte une partie du site retenu au titre de NATURA 2000 : Site FR9301602 Archipels marseillais – Calanques de Marseille à La Ciotat – Domaine terrestre et maritime (Annexe 2).

### **Autres réglementations**

Par ailleurs diverses réglementations existent dans la zone des calanques (Figure 5) : zones de mouillage réglementé, pêche, secteurs d'émissaires, canalisation, etc. Plusieurs textes réglementent les conditions d'exercice de la pêche professionnelle pour la zone concernée (outre le décret du 15 janvier 1990 et l'arrêté préfectoral du 15 avril 1996):

- Arrêté préfectoral du 10 juin 1999 : interdiction de chalutage au-dessus de l'isobathe des 100 m
- Arrêté du 03 mai 1996 : la pêche professionnelle aux oursins n'est autorisée, après attribution d'une licence, qu'au niveau de la face sud de l'île de Riou ainsi que sur le littoral des calanques à l'est du cap Morgiou. Une tolérance, sous contrôle des services de l'Etat, accorde néanmoins le repeuplement des zones salubres pour la pêche à partir d'oursins prélevés dans la zone insalubre (pour les zones, voir figure 5)
- Par décision préfectorale annuelle, la pêche du corail est autorisée sur les tombants des îles Plane, du Petit Conglue et du Grand Conglue, jusqu'à une profondeur de 60 m.
- Arrêté du 12 novembre 1964 modifié le 24 mars 1969 : pêche au lamparo autorisée à l'extérieur des limites suivantes : de l'île Tiboulèn de Maire au sud du cap Morgiou (ligne distante de 1 mille de l'île Tiboulèn de Maire, de l'île de Riou et du cap Morgiou).

La pêche de plaisance et la chasse sous-marine sont, elles aussi, soumises à réglementation :

- Le décret du 11 juillet 1990 détermine les principes généraux de la pêche plaisancière, notamment l'interdiction de la vente du produit de la pêche et la limitation aux besoins de la consommation personnelle. Il fixe également les tailles minimales de capture des poissons, crustacés, mollusques ou autres animaux marins. Il donne les dispositions légales de la pratique de la chasses sous-marine

D'un point de vue réglementaire et patrimonial :

- Arrêté du Préfet Maritime de la Méditerranée du 20 janvier 1981 relatif à l'existence d'un triangle interdit au mouillage, au dragage, au chalutage et à la plongée sous-marine dans l'archipel de Riou (Figure 5). Ce triangle a été mis en place pour protéger le gisement archéologique du Grand Conglue, site datant du 1<sup>ère</sup> siècle avant J.-C., mis à jour par l'équipe du commandant Cousteau en 1952 (Blanc, 1953). Depuis, d'autres épaves ont été découvertes dans ce secteur, soulignant ainsi les richesses archéologiques existant dans ce secteur.
- Arrêté préfectoral N° 35/2001 du 11 juillet 2001 (Annexe 3) : La zone de la grotte Cosquer a été, suite à sa découverte, interdite à la plongée sous-marine du fait du danger que représente la plongée dans cette grotte et du patrimoine archéologique qu'elle contient. Or, depuis 2001, un arrêté préfectoral (interdit la plongée sous-marine dans le rayon du Cap Morgiou et les travaux sous-marins sont interdits de la pointe du Figuier au cap de Sugiton (Figure 5).

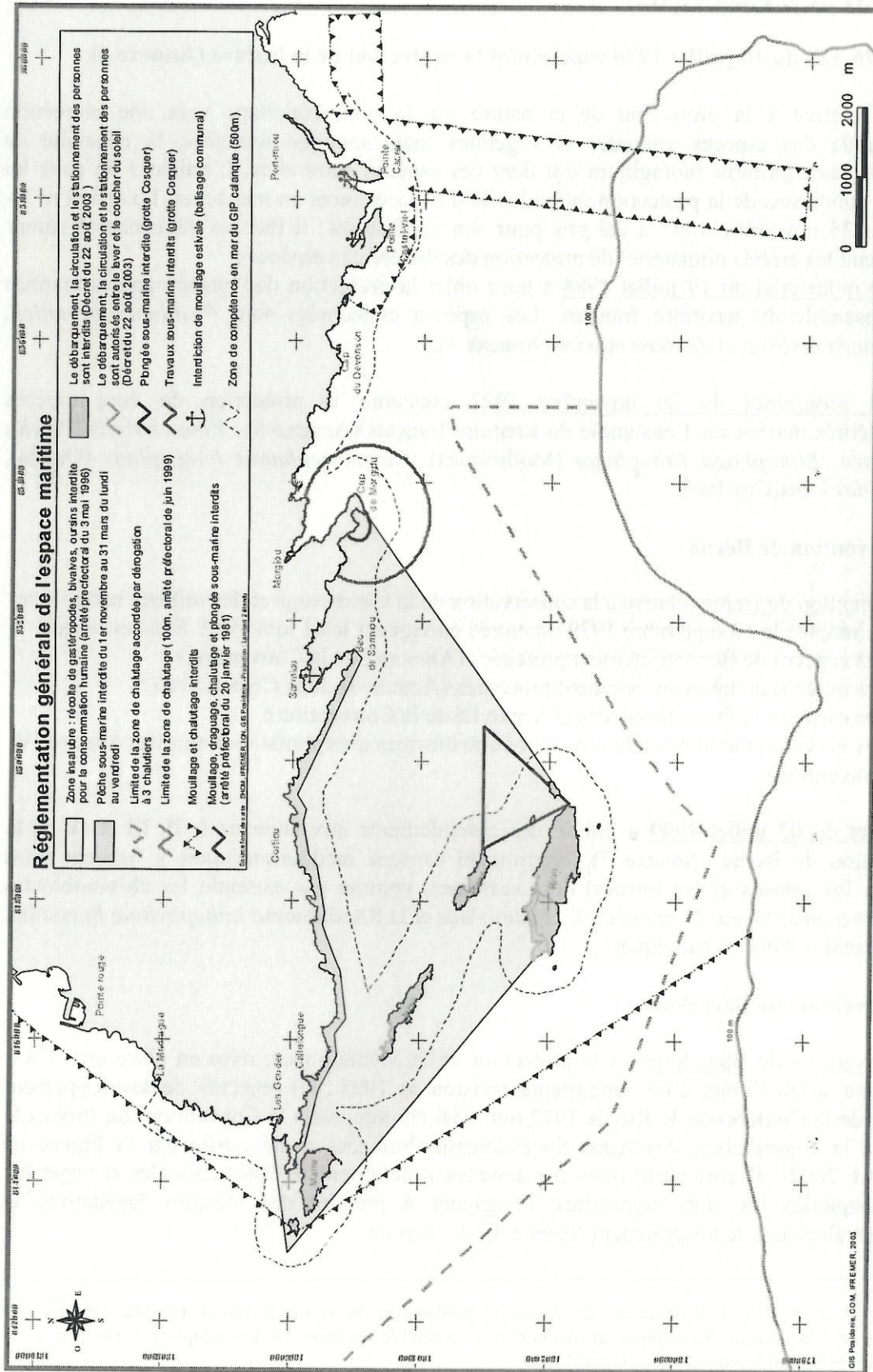


Figure 3 : Réglementation générale de l'espace maritime dans la zone des calanques de Marseille-Cassis

### **3.2 REGLEMENTATION CONCERNANT LA PROTECTION DES ESPECES MARINES**

#### **Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 concernant la protection de la Nature (Annexe 4)**

La loi relative à la protection de la nature est la première étape vers une protection individuelle des espèces animales et végétales mais souligne toutefois, la nécessité de préserver les équilibres biologiques qui lient ces espèces entre elles. L'article 3 de cette loi fixe les conditions de la protection individuelle d'espèces rares ou menacées. Le décret n°77-1295 du 25 novembre 1977 a été pris pour son application ; il fixe les démarches à suivre concernant les arrêtés ministériel de protection des différentes espèces :

L'arrêté ministériel du 19 juillet 1988 a pour objet la protection des phanérogames marines sur l'ensemble du territoire français. Les espèces concernées sont *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, et *Zostera marina*(Annexe 5).

L'arrêté ministériel du 26 novembre 1992 concerne la protection de cinq espèces d'invertébrés marins sur l'ensemble du territoire français (Annexe 6) : *Pinna nobilis*, *Patella ferruginea*, *Lithophaga lithophaga* (Mollusques), *Centrostephanus longispinus* (Oursin), *Scyllarides latus*(Crustacé).

#### **La Convention de Berne**

La Convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et des milieux naturels en Europe, adoptée le 19 septembre 1979 est entrée en vigueur le 01 juin 1982. Elle concerne :

- les espèces de flore strictement protégées (Annexe I de la Convention)
- les espèces de faune directement protégées (Annexe II de la Convention)
- les espèces de faune protégées (Annexe III de la Convention)
- les moyens et méthodes de chasse et autres formes d'exploitation interdits (Annexe IV de la Convention)

Le décret du 07 juillet 1999 a publié des amendements aux annexes I, II, III et IV de la Convention de Berne (Annexe 7). Environ 80 espèces méditerranéennes y figurent (sans compter les cétacés et les tortues) dont certaines, comme par exemple les chromobiontes *Cystoseira amentacea*, *C. spinosa*, *C. zosteroides* et la Rhodobionte *Lithophyllum byssoides*, sont présentes dans les calanques.

#### **La Convention de Barcelone**

La Convention de Barcelone sur la protection de la Méditerranée, mise en place en 1976 à Barcelone, a fait l'objet d'une importante révision en 1995 ; les objectifs de développement durable de la Conférence de Rio de 1992 ont ainsi été intégrés à la Convention. Le Protocole relatif à la conservation des Aires Spécialement Protégées a été ratifié par la France en décembre 2002<sup>1</sup>. Il comprend dans ses annexes notamment les listes animales et végétales pour lesquelles les états signataires s'engagent à prendre des mesures législatives et réglementaires afin de les protéger (Annexe 8), il s'agit de :

---

<sup>1</sup> Décret n° 2002-1454 du 9 décembre 2002 portant publication du protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (ensemble de trois annexes adoptées à Monaco le 24 novembre 1996), fait à Barcelone le 10 juin 1995

-l'Annexe II, liste des espèces en danger ou menacées (la seule différence avec les annexes de la Convention de Berne est l'absence de *Cymodocea nodosa*).

-l'Annexe III, liste des espèces dont l'exploitation est réglementée.

### Directive Cadre sur l'Eau

L' Article 6 de la Directive Cadre sur l'Eau prend en compte l'obligation, pour les états signataires, de mettre en place les mesures nécessaires à la protection des espèces aquatiques.  
« *Registre des zones protégées*

1. *Les États membres veillent à ce que soient établis un ou plusieurs registres de toutes les zones désignées comme nécessitant une protection spéciale dans le cadre d'une législation communautaire spécifique concernant la protection des eaux de surface et des eaux souterraines ou la conservation des habitats et des espèces directement dépendants de l'eau. .... Les États membres peuvent établir des zones de sauvegarde pour ces masses d'eau. »*

### Réglementation spécifique à la Région PACA

Au niveau régional, l'Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur prend en compte les Zostères *Nanozostera noltii* et *Zostera marina*.

Enfin, l'Arrêté préfectoral de 1993 protégeant de la chasse le mérrou brun *Epinephelus marginatus* sur le littoral de la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur a fait l'objet d'un avenant en décembre 2002 (Annexe 9).

## 4 INVENTAIRES SCIENTIFIQUES

### Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique – ZNIEFF

Récemment réactualisés en 2002 les inventaires scientifiques au titre des ZNIEFF classent les zones en deux types (Figure 6) :

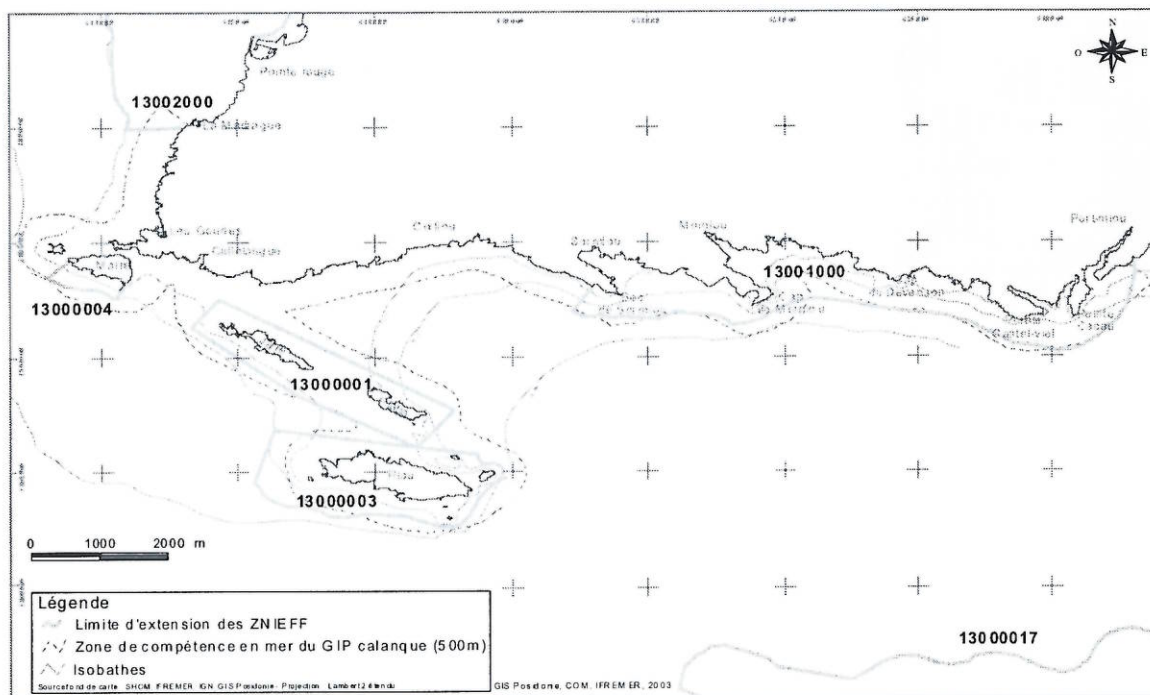
-Type I: secteurs d'une superficie en général limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux, rares, remarquables, ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional (Annexe 10).

-Type II : grands ensembles naturels (massif forestier, vallée, plateau, estuaire, etc.) riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Ces secteurs peuvent contenir plusieurs ZNIEFF de type I ayant chacune des caractéristiques précises concernant les espèces et les habitats.

Cet inventaire cite des paysages sous-marins de "qualité exceptionnelle", plusieurs constructions biologiques et géologiques monumentales (herbiers de posidonie, concrétionnements coralligènes, tombants rocheux et grottes), ainsi que plusieurs espèces méritant classement (gorgones, corail) et des zones de reproduction de poissons ou d'intérêt halieutique (S. Ruitton, CNRS, comm. pers., Tableau 2).

Tableau 2. Description des zones ZNIEFF dans les calanques de Marseille-Cassis.

ZNIEFF	Désignation	Surface (ha)	Description et intérêt de la zone
13002000 (type II)	Herbier de posidonies de la baie du Prado	1178	Cette zone est caractérisée par un herbier de Posidonies de grande surface ayant subi des altérations et en cours de reconstitution. La qualité des eaux est particulièrement suivie car la zone présente en bordure extérieure une importante zone de baignade. Zone de nurseries à poissons importante dans les zones en bordure de l'herbier.
13000004	Sud de l'île de Maire	37	Les fonds de cette zone sont caractérisés par la présence de tombants, parois, grottes et surplombs. Zone très fréquentée par les plongeurs. Zone encore soumise au courant transportant les éléments fins issus de l'égout de Cortiou lorsque le courant dominant est est-ouest.
13000001	Iles Jarre, Jarron et Plane	292	Zone abritant des lieux de frayère (Herbier de posidonies). Paysages sous-marins exceptionnels avec des peuplements coralligènes et de nombreuses grottes sous-marines très vastes. Présence d'espèces de grand intérêt patrimonial (espèces rares ou endémiques). Intérêt archéologique.
13000003	Ile Riou, îlots Congluet et Impériaux	338	Site d'une grande valeur écologique, patrimoniale et esthétique. La zone abrite des frayères importantes et une faune diversifiée. Les paysages sous-marins y sont remarquables, l'abondance de l'ichtyofaune et les peuplements coralligènes en font un des hauts lieux de la plongée sous-marine en Méditerranée. Présence d'espèces rares et remarquables. Intérêt archéologique.
13001000	Calanques de Marseille à Cassis	736	Paysage karstique sous-marin magnifique. Grottes sous-marines de grand intérêt biologique et archéologique. Cette zone est le prolongement maritime du massif des Calanques, très fréquenté et faisant l'objet de diverses mesures de protection.



**Figure 6 : Localisation et extension des zones ZNIEFF de la zone d'étude (exceptée 13000017).**

## **5 PEUPELEMENTS, BIOCENOSES MARINES ET PAYSAGES SOUS-MARINS REMARQUABLES DES CALANQUES DE MARSEILLE-CASSIS**

Le milieu marin du littoral des calanques (de Cap Croisette à Morgiou) a fait l'objet d'observations régulières par le Centre d'Océanologie de Marseille depuis 1965, notamment dans le cadre du suivi de l'impact du grand émissaire au niveau de la cuvette de Cortiou. Des études récentes, menées entre 1990 et 2000 pour la ville de Marseille (Pergent-Martini et Pergent, 1990, Pergent-Martini *et al.*, 2000, Harmelin *et al.*, 1996, 1998, 1999 ; Arfi *et al.*, 2000), ont permis de recenser les milieux et paysages exceptionnels ainsi que les espèces remarquables et protégées. Depuis quelques années, l'apparition d'espèces invasives dans la zone d'étude a été signalée.

Les peuplements et biocénoses marines des calanques, ainsi que paysages remarquables, ont été répertoriés ; il s'agit notamment :

- i. des peuplements du médiolittoral et de la frange supérieure de l'infralittoral ;
- ii. de l'herbier à *Posidonia oceanica* ;
- iii. des peuplements des substrats meubles ;
- iv. des peuplements des grottes sous-marines ;
- v. des peuplements du coralligène profond ;
- vi. des peuplements de poissons ;
- vii. des espèces protégées et d'intérêt patrimonial ;
- viii. des espèces invasives
- ix. enfin, des paysages sous-marins remarquables.

Pour chacun de ces peuplements et biocénoses, leur extension connue, leur état de vitalité, leur dynamique évolutive, ainsi que les études et cartographies existantes dans la littérature ont été répertoriés.

Par ailleurs un certain nombre de préconisations, en terme d'études complémentaires à mener et de mesures de gestion, sont proposées.

### **5.1 PEUPELEMENTS DU MEDIOLITTORAL ET DE LA FRANGE SUPERIEURE DE L'INFRALITTORAL**

#### **Description et espèces en présence**

Dans la zone de balancement des vagues et des marées (étage médiolittoral et frange supérieure de l'infralittoral), se trouvent des ceintures étroites d'algues et d'invertébrés spécifiques de ce niveau. Parmi ces espèces, certaines sont répertoriées et plus particulièrement étudiées, en raison notamment de leur sensibilité face aux différents facteurs de stress. Leur présence dans ce milieu hostile pour les organismes est conditionnée par une grande résistance à l'hydrodynamisme, ainsi qu'une bonne adaptation aux très fortes variations de température et d'humectation et, pour certaines d'entre eux, de salinité. Les peuplements sont particulièrement exposés aux pollutions de surface, comme les rejets

d'émissaires urbains ou les pollutions pétrolières (Arnoux et Bellan-Santini, 1972 ; Belsher, 1974 ; 1979). L'étude de leur répartition géographique, ainsi que leur suivi dans le temps, peuvent permettre de caractériser la qualité du milieu littoral (Bellan-Santini, 1966) ; on parle alors d'indicateurs biologiques et plus particulièrement d'espèces sentinelles (Pergent, 1991 ; Bellan, 1993 ; Boudouresque, 1995, 1996). Exposées aux rejets urbains et industriels, les Fucophycés du genre *Cystoseira*, telle que *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, régressent (Bellan-Santini, 1968 ; Arnoux et Bellan-Santini, 1972). Les peuplements dans les zones polluées sont caractérisés par la dominance d'espèces plus résistantes comme *Corallina elongata* (Bellan-Santini, 1968) ou nitrophiles comme *Ulva rigida* (Bellan et Bellan-Santini, 1972). Le substrat rocheux est aussi envahi dans ce cas par des colonies à *Mytilus galloprovincialis*. Des communautés de cyanobactéries dominent dans les environnements les plus pollués.

L'algue calcaire *Lithophyllum byssoides* (anciennement *L.lichenoides*) forme des placages et des bourrelets (par coalescence) le long des parois verticales lorsque les conditions environnementales (topographie de la paroi, exposition, etc.) sont satisfaisantes. Très localement (et en Méditerranée seulement), dans les biotopes légèrement ombragés et très battus (Huvé, 1963), les failles en particulier (Laborel, 1987 ; Laborel *et al.*, 1993, 1994), *Lithophyllum byssoides* édifie des "encorbellements", corniches en porte-à-faux qui peuvent atteindre jusqu'à 2 m de largeur (Sicsic, 1967, Bianconi *et al.*, 1987)). Lorsque ces encorbellements présentent une certaine importance, on parle de « trottoir » à *Lithophyllum*.

### Extension connue

En Méditerranée, les peuplements du médiolittoral et de la frange supérieure de l'infra-littoral se développent préférentiellement le long des côtes rocheuses soumises à un important hydrodynamisme. Ces peuplements ont été observés sur les parois rocheuses au sud des îles Maire, Jarre, Plane et Riou ainsi que vers le Bec de Sormiou. La zone des calanques après Sormiou n'a encore jamais été étudiée.

Un impact important avait été mis en évidence sur les côtes de la région marseillaise (Bellan-Santini, 1966), à proximité de l'émissaire urbain de Cortiou. La ceinture de cystoseires avait, avant la mise en place de la station d'épuration en 1987, presque totalement disparu des côtes situées dans le panache d'influence du rejet jusqu'au Cap Croisette.

Le long de la côte, les peuplements à *Cystoseira amentacea* occupaient, au milieu des années 1990s, une faible partie du linéaire côtier. Ils étaient dispersés et se situaient sur la pointe du cap Croisette, de part et d'autre de la calanque de Callelongue et à proximité de la calanque de la Mounine. Ils s'interrompaient ensuite pour réapparaître sur le Bec de Sormiou. Sur les îles, ces peuplements occupaient essentiellement les faces sud sauf sur l'île de Riou où une partie de la face nord est colonisée. (Figure 7, Soltan, 2001).

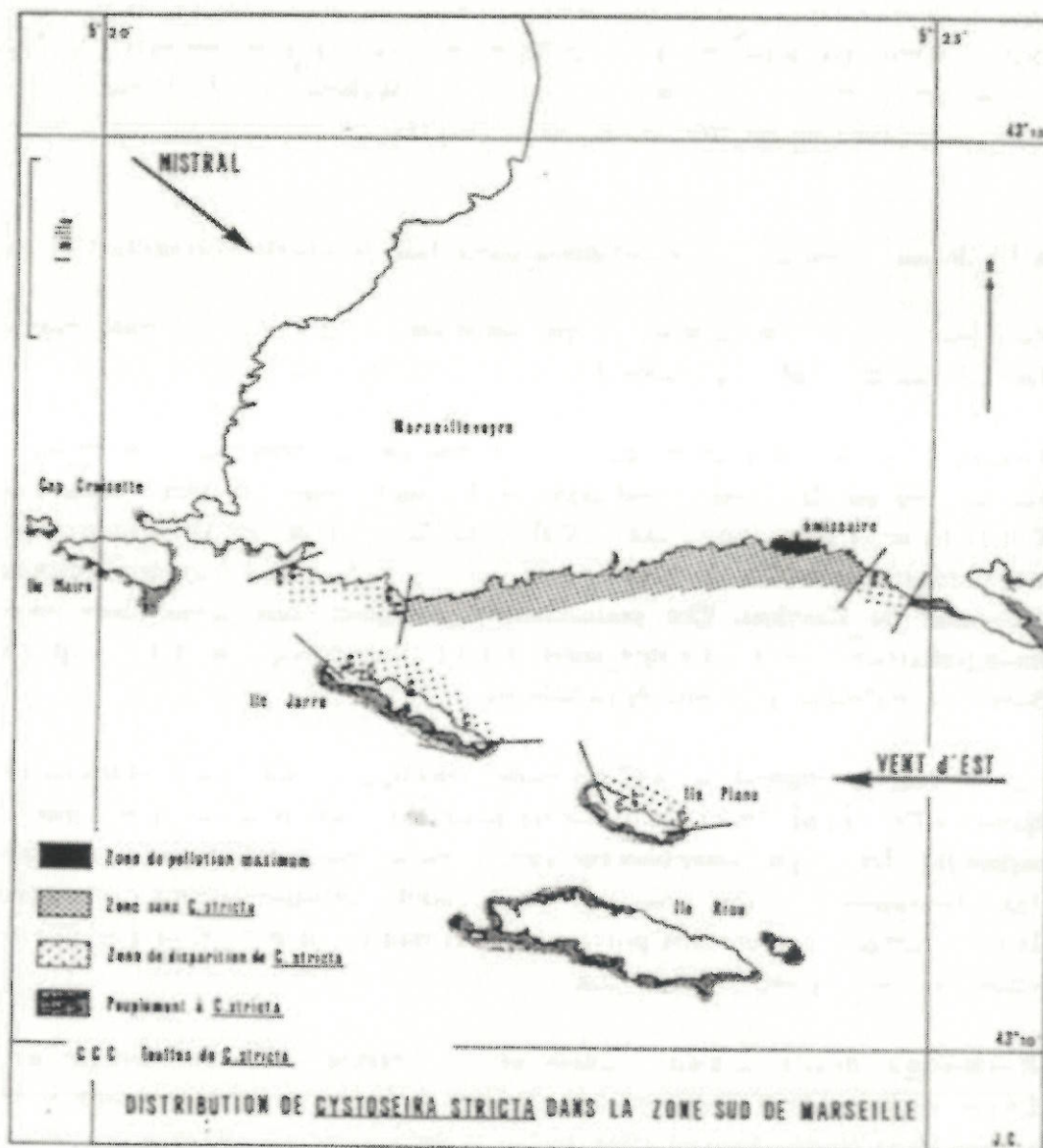
### Eléments connus de leur évolution

Quand on compare les résultats de Soltan (2001), datant du milieu des années 1990s, avec ceux de Bellan-Santini (1968) donnés dans la figure 8, il apparaît que la répartition de cette espèce était très proche de celle de la fin des années 1960s. Il convient de s'interroger sur la lenteur de la recolonisation par *Cystoseira amentacea*, à peine perceptible 7 ans après la mise en service de la station d'épuration. La stratégie de cette espèce, dont les œufs ne sont dispersés que sur quelques mètres et qui est très longévive (plusieurs décennies), explique

sans doute que la recolonisation, qui ne peut se faire que de proche en proche à partir de populations survivantes, soit très lente (Soltan *et al.*, 2001).

Par ailleurs, plusieurs encorbellements à *Lithophyllum byssoides*, dont certains de grande taille, ont été observés dans la zone de l'archipel (Harmelin *et al.* 1996). Les encorbellements les plus remarquables se situent sur la face sud de l'île de Jarre (Jarron et Pointe Briançon), sur la face sud de Riou (Calanque des Contrebandiers et Culatte) et autour du grand et du petit Conglue.

Le tableau 3 et la figure 9 donnent la répartition des communautés du médiolittoral et de l'infra-littoral supérieur autour du rejet de Cortiou, avec une cotation d'abondance de 1 à 5 proposée par Torras *et al.* (inédit). On constate un impact important sur les peuplements de Cystoseires et sur les encorbellements à *Lithophyllum* tout au long de la côte, de Calalongue à Sormiou (Soltan, 2001).



**Figure 8 : Répartition de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sur la côte sud de Marseille (Bellan-Santini, 1968).**

**Figure 7 (page suivante) : Répartition et abondance de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* dans le site de Marseille-Cortiou au milieu des années 1990s (Soltan, 2001)**




-  1-2 : abondance faible
-  3 : abondance moyenne
-  4-5 : abondance forte



Tableau 3 : Types de communautés répertoriées dans le site de Marseille-Cortiou et codes de qualité proposés par Torras *et al.* (inédit) (Soltan, 2001).

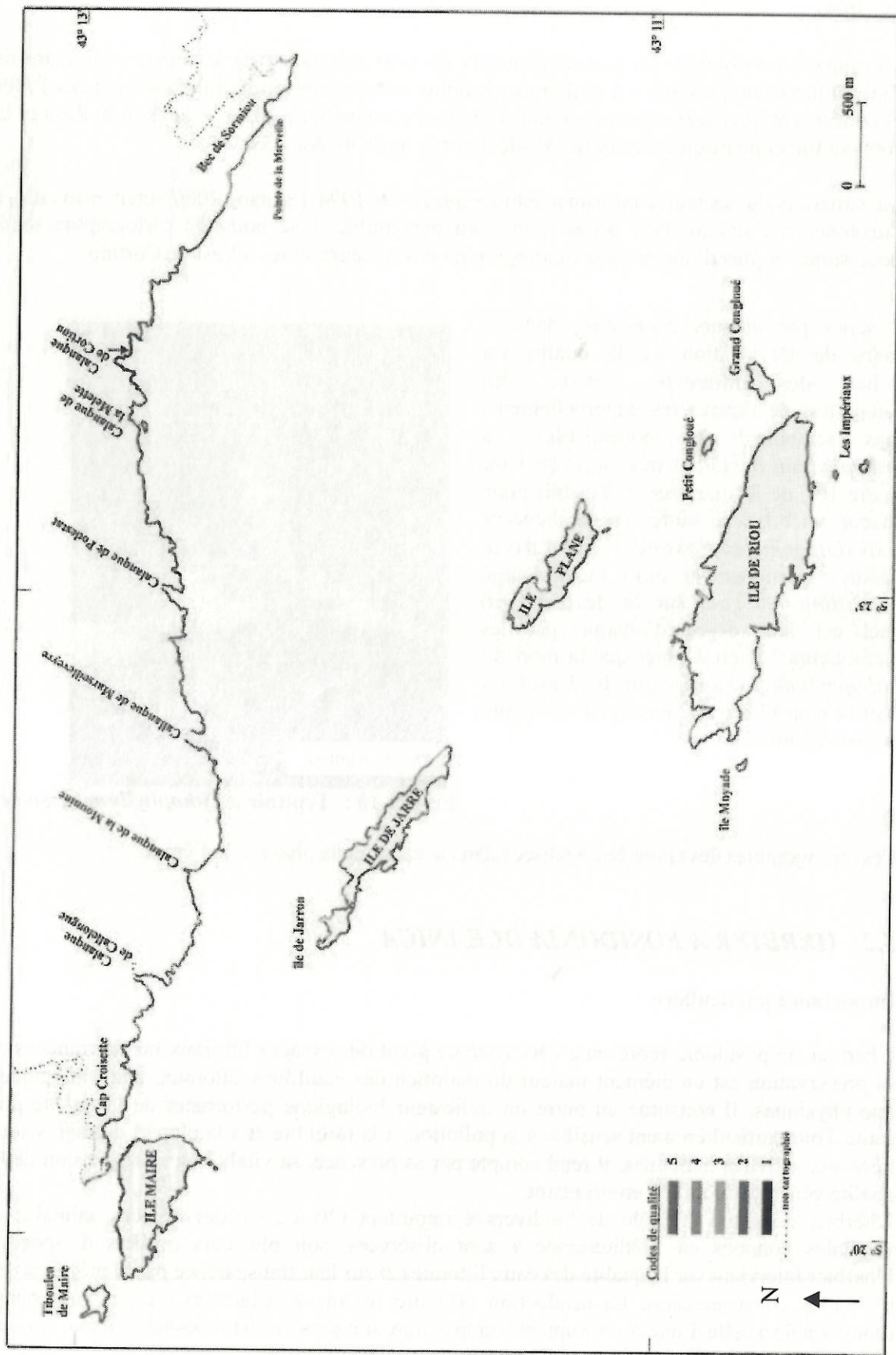
Communautés	Codes
Cystoseira 5	5
Cystoseira 5 + Encorbellement	5
Cystoseira 4-5	5
Cystoseira 4-5 + Encorbellement	5
Cystoseira 4	5
Cystoseira 4 + Encorbellement	5
Cystoseira 3-4	5
Cystoseira 3-4 + Encorbellement	5
Cystoseira 3 + Encorbellement	5
Cystoseira 2-3 + Encorbellement	5
Encorbellement	5
Cystoseira 4-5 + Ulvaceae	4
Cystoseira 3-4 + Ulvaceae	4
Cystoseira 3	4
Cystoseira 2-3	4
Cystoseira 2 + Encorbellement	4
Cystoseira 1-2 + Encorbellement	4
Cystoseira 1 + Encorbellement	4
Encorbellement + Ulvaceae	4
Cystoseira 2	3
Cystoseira 1-2	3
Cystoseira 1	3
Corallina + Encorbellement	3
Cystoseira 2 + Ulvaceae	2
Cystoseira 1 + Ulvaceae	2
Corallina	2
Corallina + Mytilus	2
Mytilus	2
Corallina + Ulvaceae	1
Corallina + Mytilus + Ulvaceae	1
Mytilus + Ulvaceae	1
Mytilus + Cyanobactéries-Ectocarpaceae	1
Ulvaceae	1
Cyanobactéries-Ectocarpaceae	1
Cyanobactéries-Ectocarpaceae + Ulvaceae	1

**Figure 9 (page suivante) : Répartition des classes de qualité obtenues par cartographie des peuplements de l'infralittoral superficiel (Tableau 3) dans le site de Marseille-Cortiou à partir des codes de qualité proposés par Torras *et al.* (inédit) (Soltan, 2001)**

Classes de qualité : de la meilleure (5) à la plus mauvaise (1)



Phase 1 - synthèse des connaissances existantes



## Synthèse

La plupart des données sur les peuplements du médiolittoral et de la frange supérieure de l'infralittoral sont anciennes. Les données les plus récentes datent du milieu des années 1990s et concernent quelques espèces comme *Cystoseira amentacea*, pour l'archipel de Riou et la côte continentale jusqu'à Sormiou. Au-delà, il n'y a pas de données.

La situation du secteur continental cartographiée en 1994 (Soltan, 2000) était mauvaise à moyenne, et l'amélioration depuis 1987 peu perceptible. Une nouvelle cartographie serait nécessaire, en plus d'une première cartographie des secteurs situés à l'est de Cortiou.

Il serait par ailleurs nécessaire, dans le cadre de l'évaluation de la qualité du milieu des différents secteurs des calanques, de repérer les encorbellements (pas seulement les bourrelets) à *Lithophyllum byssoides* très larges (> 1 m, figure 10), de les mesurer et d'établir pour chacun un bilan de santé : (i) est-il encore actif (*Lithophyllum byssoides* vivant sur le dessus), partiellement mort ou immergé (*Corallina elongata* sur le dessus) ? (ii) quel est leur degré d'attaque par les bioérodeurs ? Il est à noter que la mort de *Lithophyllum byssoides* sur le dessus du trottoir peut n'être que passagère (canicule estivale ou minva).



Ph. : S. Ruitton

Figure 10 : Trottoir à *Lithophyllum byssoides*

Ces cartographies devraient être réalisées dans le cadre de la phase 2 de l'étude.

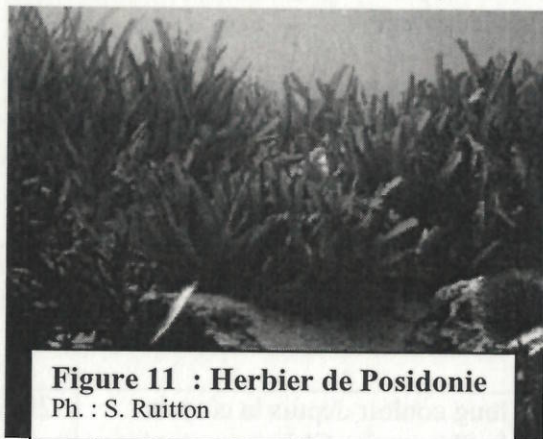
## 5.2 HERBIER A POSIDONIA OCEANICA

### Importance particulière

L'herbier de posidonie représente l'écosystème pivot des espaces littoraux méditerranéens et sa préservation est un élément majeur du maintien des équilibres littoraux, tant biologiques que physiques. Il constitue en outre un indicateur biologique performant de la qualité des eaux. Tout particulièrement sensible à la pollution, à la turbidité et à la plupart des agressions liées aux activités humaines, il rend compte par sa présence, sa vitalité ou sa régression de la qualité générale du milieu environnant.

L'herbier constitue un pôle de biodiversité important (20 à 25% des espèces animales et végétales connues en Méditerranée y sont observées, soit plusieurs milliers d'espèces). L'herbier intervient sur la qualité des eaux littorales et sur leur transparence par le piégeage des particules en suspension. La production primaire (biomasse végétale) est très importante (comparable à celle d'une forêt tropicale ombrophile, soit plus de 20 tonnes/ha/an), tout comme

la production de biomasse animale (Boudouresque *et al.*, 1994 ; Francour, 1990). Cette formidable production végétale et animale a pour effet d'attirer et de concentrer une faune variée, souvent d'intérêt économique pour la pêche littorale. L'herbier se trouve à la base de nombreuses chaînes alimentaires et constitue un lieu de frayère et de nurseries pour de nombreuses espèces animales qui y trouvent nourriture et protection (Ledoyer, 1968 ; Harmelin-Vivien, 1983, 1984). L'herbier joue également un rôle fondamental dans la protection hydrodynamique de la frange côtière et des plages par atténuation de 50% de la puissance des vagues, de la houle et des courants. Les fonds sableux sont ainsi stabilisés par la fixation des sédiments dans le lacis des rhizomes constituant la matre (Boudouresque et Jeudy de Grissac, 1983 ; Jeudy de Grissac, 1984 ; Jeudy de Grissac et Boudouresque, 1985).



**Figure 11 : Herbier de Posidonie**  
Ph. : S. Ruitton

A ce titre, la Posidonie (*Posidonia oceanica*) est protégée par l'arrêté du 19 juillet 1988, dans le cadre de la Loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature. Les herbiers sont également pris en considération, en tant que biotope (Figure 11), dans le décret d'application de la «Loi littoral» n°86.2 du 3 janvier 1986, figurent au niveau de la «Directive Habitats» de l'Union Européenne du 21 mai 1992<sup>2</sup>, et apparaissent dans les annexes des Conventions de Barcelone et de Berne. Au

même titre que la Posidonie, la Cymodocée (*Cymodocea nodosa*) est protégée par l'arrêté du 19 juillet 1988 et la Zostère naine (*Nanozostera noltii*) par l'arrêté du 09 mai 1994 en Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

### Extension connue

Depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, les herbiers de la zone d'étude et en particulier ceux de l'archipel de Riou ont fait l'objet de nombreuses cartographies. En termes de cartographie de l'herbier, la qualité de la restitution des données est directement dépendante des objectifs visés (échelle de travail), d'une part, et des techniques d'acquisition employées d'autre part. Celles réalisées avant les années 1980s étaient essentiellement basées sur des prélèvements (benne) ou des plongées ponctuelles, sans positionnement précis, avec extrapolation de l'information recueillie.

La mise en œuvre de techniques plus sophistiquées, telles que le sonar latéral et l'utilisation de photographies aériennes permettant une couverture surfacique des secteurs échantillonnés a par la suite permis de garantir une meilleure qualité de restitution dans la localisation et l'étendue de l'herbier de Posidonie.

L'herbier de Posidonie est largement présent sur le site d'étude ; sa répartition n'est toutefois pas régulière le long de la côte : elle est étroitement liée à la topographie du littoral. Les travaux réalisés par Jeudy de Grissac *et al.* (1985), dans le cadre des Inventaires Permanents du Littoral (IPLI), présentent une synthèse cartographique au 1/25 000 sur l'ensemble du

<sup>2</sup> La directive du 21 mai 1992 dite Directive «Habitats» promeut la conservation des habitats naturels de la faune et de la flore sauvage. Elle prévoit la création d'un réseau écologique européen de zones spéciales de conservation (ZSC). La France recèle de nombreux milieux naturels et espèces cités par la directive, ces «habitats» et ces espèces ont fait l'objet d'un recensement par le Muséum National d'Histoire Naturelle.

département des Bouches du Rhône. Cette synthèse cartographique constitue la représentation des herbiers la plus récente à l'échelle de la zone d'étude (Figure 12) ; elle a été élaborée par la compilation et l'interpolation des données issues de 15 cartes, d'échelle variant du 1/7 000<sup>ème</sup> au 1/460 000<sup>ème</sup>, élaborées entre 1883 (Annexe 11) et 1982.

La majorité des travaux à l'échelle de la zone d'étude sont donc anciens, antérieurs à 1980, les travaux les plus récents portent sur des portions locales d'herbier. Un descriptif des six principaux secteurs d'herbier rencontrés dans les calanques est présenté dans le tableau 4, ces secteurs d'herbier sont également indiqués sur la figure 8. L'herbier est globalement absent sur les faces sud des Iles Maire, Jarre et Riou, à l'exception de quelques petites taches en placage sur la roche qui ne constituent pas un véritable herbier

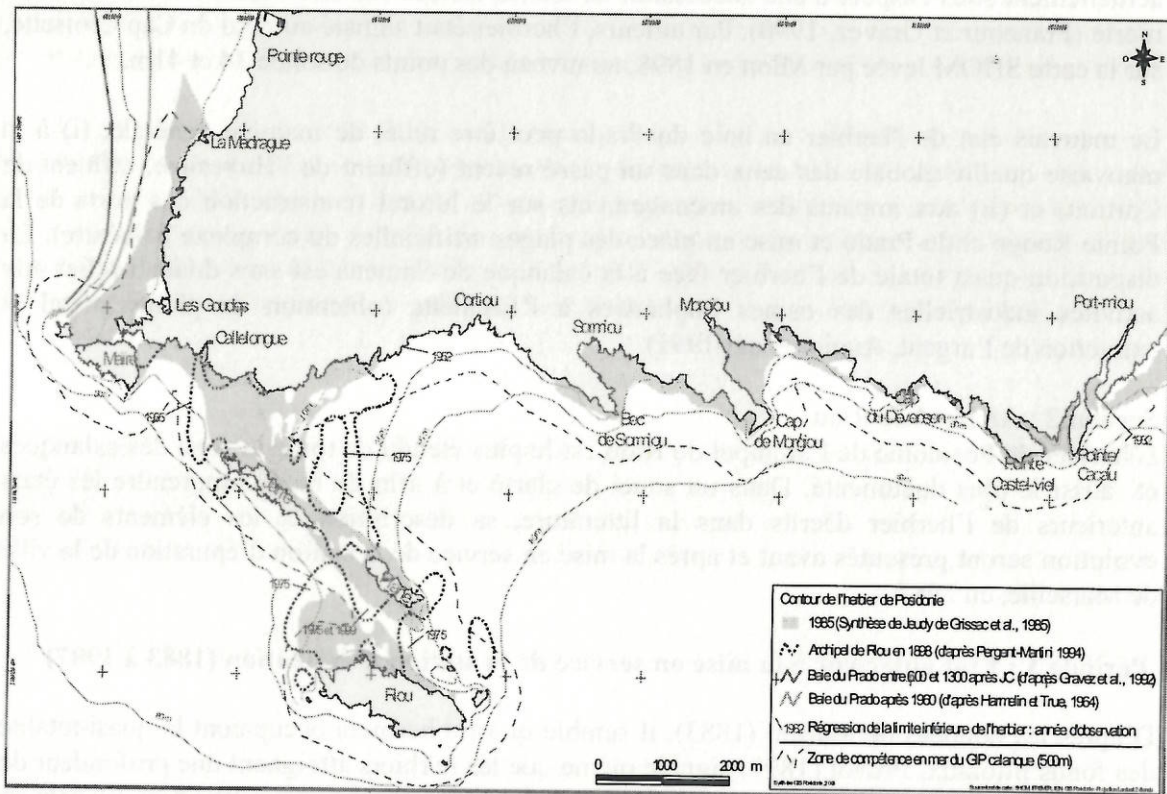
**Tableau 4 : Descriptif synthétique de l'extension de l'herbier de Posidonie dans la zone des calanques. La date indiquée pour chaque secteur correspond à l'information la plus récente disponible**

N°	Secteur	Descriptif synthétique	Date
1	De la Madrague au cap Croisette	L'herbier se développe en une bande étroite le long du littoral rocheux. La limite inférieure se situe aux environs de 20 m de profondeur.	1996
2	Archipel de Riou	L'herbier se développe en un long couloir depuis la côte du massif de Marseilleveyre, sur le Plateau des Chèvres, entre les îles de Jarre et Plane jusqu'à la face nord de l'île de Riou. Il est ponctué par de nombreuses intermattes ; sa limite inférieure se situe aux environs de 20 m de profondeur.	2000
3	Calanque de Sormiou	L'herbier occupe la majorité des fonds de la calanque, depuis les zones les plus superficielles où il se développe en placage sur la roche.	1997
4	Calanques de Morgiou et Sugiton	L'herbier occupe la majorité des fonds de la calanque et s'étend jusque vers 30 m de profondeur.	1982
5	Falaises du Dévenson	Zone d'herbier peu étendue se développant le long des falaises rocheuses	1978
6	Calanques d'En Vau et Port Pin	L'herbier occupe l'ensemble des deux calanques, sauf en fond de calanque où l'érosion et le mouillage des bateaux de plaisance seraient deux facteurs responsables de sa régression ; l'absence de l'herbier au droit des nappes phréatiques est, quant à elle, normale.	1998
7	Calanque de Port Miou – Littoral de Cassis	L'herbier se développe uniquement sur le tiers externe de la calanque, le reste de la calanque ayant désormais une vocation portuaire.	1968

Depuis 1986, les travaux de cartographie relatifs à l'herbier menés sur la zone d'étude ont été réalisés dans le cadre de problématiques spécifiques et à de grandes échelles, en aucun cas ils ne concernent l'ensemble de la zone d'étude (Tableau 5). Ces études fournissent des données intéressantes sur l'état de vitalité et des éléments sur l'évolution de l'herbier sur les secteurs étudiés.

**Tableau 5 : Travaux de cartographie de l'herbier de Posidonie menés sur la zone d'étude après 1985.**

Problématique d'étude	Références bibliographiques
Suivi de l'herbier à partir de 1987, suite à la mise en route de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Marseille	- Pergent et Pergent-Martini, 1988 - Pergent-Martini et Pergent, 1990 - Pergent-Martini <i>et al.</i> , 1993, 2000 - Pergent-Martini, 1994, 1996 - Pergent-Martini et Pasqualini, 1997
Evaluation de l'impact de la plaisance sur les herbiers	- Côte nord de Riou (Calanque de Fontagne et Monastério) : Charbonnel, 1996 - Calanque d'En Vau : Augier <i>et al.</i> , 1998
Immersion de conduite électrique	- Francour et Bonhomme, 1996



**Figure 12 : Répartition des herbiers dans la zone des calanques en 1985** (redessiné d'après Jeudy de Grissac *et al.*, 1985), contours de l'herbier au niveau de l'archipel de Riou en 1898 (Reconstitution des herbiers d'après les données du Shom, in Arfi *et al.*, 2000), limite d'extension de la matte morte dans la baie du Prado et limite d'extension de l'herbier dans les années 1960s. Sont également figurés à l'aide des flèches rouges les grandes tendances de régression de l'herbier ainsi que les dates correspondantes.

### Description et éléments connus de son évolution

Secteur 1 : Madrague de Montredon au cap Croisette

Entre le cap Croisette et le mont Rose, l'herbier est profondément dégradé et la matte morte est souvent dominante (Augier inédit, in Pergent et Pergent-Martini, 1988). L'herbier est réduit à quelques taches très clairsemées sur le fond à proximité du port de la Madrague. La bande d'herbier s'élargit au niveau du Cap Croisette, mais ne parvient pas à se développer au niveau de la passe, les fonds entre le Cap Croisette et l'île Maire étant recouverts par des sables fins très mobiles (Francour et Bonhomme, 1996). Harmelin et True (1964) signalent une limite inférieure entre le mont Rose et le cap Croisette aux environs de 24 à 25 m ; elle atteint de nos jours 20 m de profondeur.

Au-delà de la limite inférieure de l'herbier, des zones de mattes mortes peuvent être trouvées sous le sédiment du détritique côtier. Ces mattes s'étendent sur l'ensemble de la baie du Prado jusque vers 32-35 m de profondeur. La datation au C14 des mattes mortes a permis de mettre en évidence une ancienne régression de l'herbier en profondeur, située entre les années 600 et 1300 après J.C, à l'échelle de la baie, et une régression contemporaine de l'herbier à faible profondeur (Gravez *et al.*, 1992). Au lieu de constituer une prairie continue du Cap Croisette à Endoume, comme c'était le cas semble-t-il au siècle dernier (Marion, 1883) et au début des années 1960s (Massé, 1962 ; Harmelin et True, 1964 ; Picard, 1965), l'herbier se présente actuellement sous l'aspect d'une succession de tâches isolées sur une vaste étendue de matte morte (Francour et Gravez, 1990). Par ailleurs, l'herbier était signalé au nord du Cap Croisette, sur la carte SHOM levée par Mion en 1898, au niveau des points de sonde 34 et 41m.

Le mauvais état de l'herbier en baie du Prado peut être relié, de manière générale, (i) à la mauvaise qualité globale des eaux dans un passé récent (effluent de l'Huveaune, effluent de Cortiou) et (ii) aux impacts des aménagements sur le littoral (construction des ports de la Pointe Rouge et du Prado et mise en place des plages artificielles du complexe balnéaire). La disparition quasi totale de l'herbier face à la calanque de Samena est sans doute à relier aux activités industrielles des usines implantées à l'Escalette (obtention de plomb métal et extraction de l'argent, Augier *et al.*, 1991).

#### Secteur 2 : Archipel de Riou

L'herbier de Posidonie de l'archipel de Riou est le plus étendu de toute la zone des calanques et aussi le plus documenté. Dans un souci de clarté et à afin de bien comprendre les états antérieurs de l'herbier décrits dans la littérature, sa description et les éléments de son évolution seront présentés avant et après la mise en service de la station d'épuration de la ville de Marseille, en 1987.

#### **Période 1 : Etat antérieur à la mise en service de la station d'épuration (1883 à 1987)**

D'après les données de Marion (1883), il semble que les herbiers occupaient la quasi-totalité des fonds littoraux. Pruvot (1897) signale même que les herbiers atteignent une profondeur de 30 m entre l'île Maire et la Pointe de Sormiou. Toutefois, la présence d'herbier au-delà de l'isobathe 50 m limite la fiabilité de ce document cartographique. Les contours des herbiers de l'Archipel de Riou de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle ont été reconstitués par la technique du krigeage (Pergent-Martini, 1994) à partir des données figurant sur la carte du Service Hydrographique de la Marine dressée par Mion en 1898. Cette reconstitution doit également être considérée avec précaution du fait de la technique de levée de la carte (sonde réalisée à l'aide d'un plomb suiffé), de la précision du maillage et de la technique du krigeage. Les herbiers étaient bien développés entre la côte et les îles de Jarre ainsi qu'entre les îles de Plane et Riou (Figure 12), mais ne semblaient pas présents autour de la sortie de l'émissaire de

Cortiou dans un rayon de 1.5 km. Les surfaces occupées par les herbiers, évaluées à partir de ces deux anciennes cartes sont estimées, au début du 20<sup>ème</sup> siècle, à **632 ha**.

Avec l'extension de la ville de Marseille et l'augmentation des apports contaminants d'origine domestique et industrielle se déversant directement en surface sans épuration préalable, de nombreux auteurs signalent ponctuellement, sur la période 1900-1980, des régressions de *Posidonia oceanica* au niveau du secteur de Cortiou (Pérès et Picard, 1952 ; Picard, 1965 ; Blanc, 1975, 1977 ; Bourcier, 1976 ; Blanc et Jeudy de Grissac, 1978 ; Bourcier, 1979 ; Giraud, 1980).

La répartition des herbiers décrite à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle est toutefois concordante avec la description générale relatée par ces différents auteurs. En 1952, Pérès et Picard montrent une extension des fonds de vase putrides aux dépens de l'herbier à l'ouest de la calanque de Cortiou (calanques de Podestat et des Queirons). En 1965, Picard montre une régression des herbiers à l'est de l'île Maire et la présence d'un herbier dégradé et de sable à *Amphioxus*, caractéristiques des mattes remaniées (Blanc, 1956), dans la passe entre les îles de Riou et Plane. En 1975, Blanc montre une régression marquée de l'herbier entre les îles de Riou et Plane. L'herbier de Posidonie du plateau des Chèvres est aussi dégradé, avec de grandes taches de sable (Blanc, 1977 ; Bourcier, 1976). Ces phases de régression sont indiquées sur la figure 12, par une flèche rouge et par la date correspondante.

L'herbier de Posidonie se développe entre les îles de Riou et Plane, dans une zone très agitée ne dépassant pas 20 m de profondeur ; Blanc (1977) le classifie comme un « herbier de passe et de détroit ». L'hydrodynamisme est intense, il se manifeste sous la forme de vagues, de houles du large et de courants. Au niveau du fond, l'herbier est découpé par des couloirs et chenaux longitudinaux. Parfois entièrement érodé, il laisse alors apparaître la roche sous-jacente (écueils du Milieu et de Miet). L'état de vitalité de cet herbier est qualifié de réduit (Bourcier, 1976, 1979).

Au niveau du plateau des Chèvres, l'herbier se développe au niveau d'une ancienne brèche quaternaire, riche en blocs et galets. Selon la classification de Blanc (1977), c'est un « herbier de sites exposés », caractérisé par des affleurements sous-marins et des actions hydrodynamiques actives et variées. Au niveau de Jarre, l'herbier présente l'aspect caractéristique de l'herbier « ondoyant » avec des bandes d'herbier de 1 à 2 m de large perpendiculaires à la côte alternant avec des zones de matte morte. Directement exposé au panache d'extension des eaux usées de Cortiou, cet herbier subit une hyper sédimentation en matières organiques et en polluants divers (Bourcier, 1976) et est de plus soumis à un hydrodynamisme important. Il subit une érosion mécanique qui se fait sentir jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur. Toutefois, face à ces conditions hydrodynamiques, l'érosion de l'herbier revêt généralement un déroulement cyclique avec des phases de recul et des régénérations naturelles. Là encore, Bourcier (1976) souligne que l'herbier est en état de vitalité réduite et pollué.

L'état de vitalité de l'herbier de Posidonie est peu documenté suite au détournement permanent de l'Huveaune et à la mise en service du second Emissaire en 1981. La carte de Jeudy de Grissac *et al.* (1985) indique que l'herbier occupe **449 ha**, soit une régression de 5 à 6 % par décennie depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, mais la régression est sans doute sous-estimée, dans la mesure où il s'agit d'une carte de synthèse réalisée à partir de documents parfois anciens.

## Période 2 : Etat postérieur à la mise en service de la station d'épuration (après 1987).

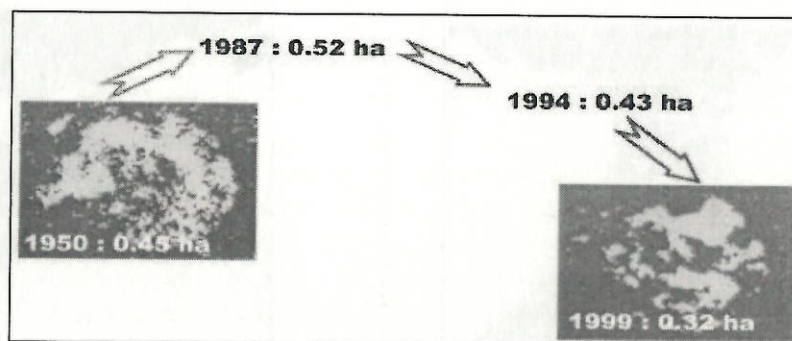
L'instauration d'un réseau de surveillance de l'herbier de Posidonie à partir de 1987, par la Ville de Marseille (Pergent *et al.*, 1988 ; Pergent-Martini, 1994 ; Pergent-Martini et Pergent, 1990 ; Pergent-Martini *et al.*, 1993, 2000 ; Pergent-Martini et Pasqualini, 1997) à l'aide de deux balisages (Cortiou : zone perturbée et Riou : zone témoin) implantés sur le fond et l'utilisation de photos aériennes ont permis d'appréhender l'évolution précise de l'herbier compris entre le massif de Marseillevyre et l'île de Riou. L'étude du « trou de bombe », situé au milieu du plateau des Chèvres apporte des informations complémentaires sur l'évolution de l'herbier de 1950 à 1999.

Lors de la mise en service de la station d'épuration en 1987, les herbiers apparaissent au niveau de Cortiou comme peu développés. Ils sont soit (i) totalement absents, (ii) soit marqués par de vastes étendues de matte morte, (iii) soit ils apparaissent sous formes de touffes éparées (Clabaut, 1991 ; Pergent-Martini, 1994). La limite inférieure peut même remonter jusqu'à 10 m de profondeur, ce qui correspond à l'une des valeurs de limites inférieures les plus superficielles données dans la littérature (Pergent *et al.*, 1995).

La cartographie réalisée en 1994 (Pergent-Martini, 1994) donne une surface d'herbier de **263 ha**, soit une régression de 40 % par rapport à 1970. La régression de l'herbier durant cette période s'est accélérée et atteint une valeur moyenne de 28 % par décennie. Cette régression accrue semble directement liée aux rejets de l'émissaire présentant, avant 1987, des valeurs élevées de matières en suspension (MES), d'azote ammoniacal et de phosphates (Savelli, 1994).

Depuis 1995, on assiste à la fois à une recolonisation des herbiers sur le Plateau des Chèvres, notamment au niveau d'un cratère produit par l'impact d'une bombe datant de 1946 (Figure 13) où une progression est constatée depuis 1987 et à une stabilisation des limites inférieures, voire même par une progression lente de cette limite par endroit. L'analyse des paramètres de vitalité (e.g. densité, lépidochronologie, phénologie) fournit également des informations concordantes, même si les temps de réponse diffèrent.

Par contre, l'analyse des cartographies réalisées par Pergent-Martini (1994) et Pergent-Martini *et al.* (1999) laisse apparaître une dégradation importante dans la passe entre les îles de Riou et Plane (Figure 14), alors que 10 ans auparavant aucun signe de déséquilibre sédimentaire n'était noté (Pergent, 1986). Les causes de ce recul restent difficile à cerner ; toutefois, il faut rappeler que cet herbier est un « herbier de passe et de détroit », implanté dans une zone à fort hydrodynamisme et soumis à des cycles naturels d'érosion et de régénération. Charbonnel (1996) note que l'herbier présente de manière générale une bonne vitalité d'ensemble dans la zone des calanques de Riou.

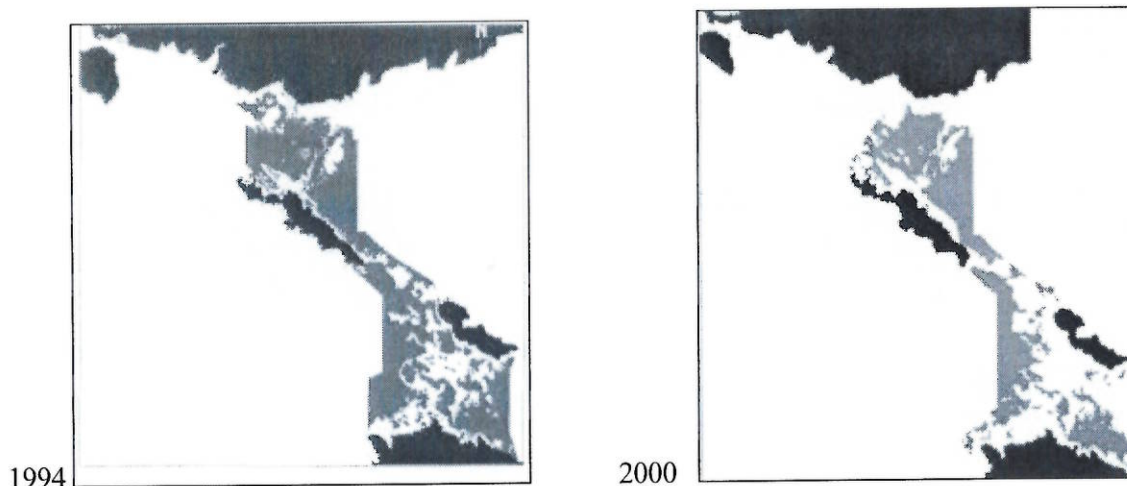


**Figure 13 : Evolution de l'herbier de Posidonie (en vert) dans le cratère de bombe du plateau des Chèvres (Pergent-Martini *et al.*, 2000) : surfaces indiquées = matte morte + sable en jaune)**

L'arrêt de la régression des herbiers est déjà en soi un phénomène satisfaisant dans la mesure où peu de situations comparables sont signalées dans la littérature. On peut toutefois noter que le suivi de la limite inférieure de l'herbier de Posidonie, dans le cadre du Réseau de Surveillance Posidonie à proximité de la station d'épuration de Toulon, a également mis en évidence une inversion de la tendance régressive (l'herbier progresse sur la majorité des balises), 3 années après la mise en service de la station (Charbonnel *et al.*, 2001).

Il apparaît donc que même dans un secteur particulièrement affecté par les rejets de Cortiou, l'herbier présente maintenant une dynamique progressive qui reste toutefois précaire. Il est donc encore prématuré de parler de recolonisation générale des herbiers sur la zone bien que plusieurs éléments tendent à indiquer une amélioration générale des conditions de milieu. Par ailleurs, compte tenu de la lenteur de la progression de *Posidonia oceanica*, même si cette tendance se confirmait, de nombreuses décennies, voire plusieurs siècles, seraient nécessaires pour un retour à la situation du 19<sup>ème</sup> siècle.

Cette dégradation passée des herbiers est sans aucun doute à relier avec les rejets massifs de l'émissaire de Cortiou ; toutefois, il faut noter que d'autres facteurs y contribuant existent sur la zone de l'archipel, même si leur ampleur reste nettement plus modeste. Le chalutage est une activité relativement fréquente dans toute la zone bien que cette activité soit interdite dans la zone des 3 milles ou à partir de l'isobathe 100 m lorsque cette profondeur est atteinte à moins de 3 milles de la côte (Figure 5). A titre d'exemple, lors de 10 journées d'observation en mer, durant les mois de novembre 1997 à janvier 1998, 40 traits de chaluts ont été observés dans la zone de l'archipel (Bernard *et al.*, 1998). Le rôle des déminages n'a pas non plus été négligeable dans la dégradation générale des herbiers, dans la calanque de Fontagne ou ailleurs : l'explosion de très fortes charges a rasé les frondes sur de grandes surfaces (mines magnétiques de 800 kg à Fontagne en septembre 1968, sur le plateau des Chèvres en mai 1973 et aussi sur l'écueil du Miet selon Harmelin *et al.*, 1996). L'étude de Charbonnel (1996) a montré que, malgré la fréquentation importante des calanques par les plaisanciers, l'impact du mouillage semble modéré et limité au niveau de l'île de Riou, aussi bien à l'échelle spatiale que temporelle. Ce constat ne semble pas généralisable à l'ensemble de la zone, notamment dans les calanques de Sormiou et d'En Vau, où l'importante pression de mouillage aurait contribué à la dégradation des herbiers en fond de calanque.



**Figure 14 : Evolution de l'herbier de Posidonie dans l'archipel de Riou entre 1994 et 2000 (Pergent-Martini *et al.*, 2000).**

### Secteur 3 : Calanque de Sormiou

A la fin des années 1970s, Blanc et Jeudy de Grissac (1978) signalent que les herbiers de cette calanque risquent d'être menacés à brève échéance. Les aires polluées liées à la présence de l'émissaire de Cortiou s'étendent en direction de l'est sous l'influence des régimes d'ouest et de mistral et sont en train de contourner le Bec de Sormiou. La régression de l'herbier n'est pas la seule en cause, mais s'accompagne de celle des peuplements coralligènes et de l'envasement accéléré du détritique côtier (DC). En 1988, Augier (inédit *in* Pergent et Pergent-Martini, 1988) indique que l'herbier de Posidonie occupant la calanque, bien que partiellement clairsemé, notamment en zone superficielle, peut être considéré comme continu. Cet herbier, qui se développe sur matte présente un fort déchaussement ainsi que des tombants de matte.

Ce secteur reste relativement peu documenté en ce qui concerne l'état de vitalité et l'extension de l'herbier. Il apparaît donc intéressant de présenter quelques résultats obtenus au cours des années 1997 et 1998 dans le cadre d'un Projet d'Action Educatif (PAE) conduit par le Lycée Périer sur le thème de « l'évolution de l'herbier de Posidonie dans la calanque de Sormiou » et supervisé par le GIS Posidonie. Le suivi de différents secteurs d'herbier a permis de mettre en évidence d'une part les importants mouvements sédimentaires (« marées de sable ») qui se produisent au niveau de l'herbier de Posidonie (alternance entre des phases d'ensablement et de lessivage) et d'autre part la dégradation de l'herbier nettement plus importante à 9 m (zone de mouillage des plaisanciers) qu'à 15 m de profondeur. Une recherche photographique a montré un recul significatif de la plage depuis 1946. L'herbier dégradé n'assure plus que partiellement son rôle d'amortisseur naturel lors des tempêtes hivernales, les fonds sableux étant alors largement lessivés.

Depuis 1997, de manière analogue à la calanque d'En Vau, un plan de balisage interdisant le mouillage en fond de calanque a été instauré. Les observations sur le fond au niveau du balisage mettent en évidence une dégradation de l'herbier de Posidonie par le propre système visant à le protéger. Les Posidonies se trouvent écrasées par les corps morts en béton immergés sur le fond, qui d'une année sur l'autre sont, de plus, placés à des endroits différents. Les chaînes tendues sur le fond assurant la solidarité du dispositif rabotent le substrat et en particulier les rhizomes de Posidonie. Ce dispositif, qui est destiné sur le long terme à permettre la régénération lente des herbiers, doit être repensé, notamment en utilisant

des systèmes de mouillages fixes vissés sur le fond. Ces observations réalisées à Sormiou semblent malheureusement généralisables à l'ensemble des calanques où le dispositif de mouillage interdit est déployé.

#### Secteur 4 : Calanque de Morgiou-Sugiton

Blanc (1958) décrit la présence au milieu de la calanque d'une matte érodée et d'un tombant de matte de 3 à 4 m de hauteur s'étendant sans interruption d'ouest en est sur plus de 500 m de longueur jusque sur des fonds de 15 m de profondeur. Ce faciès érosif cesse et laisse place ensuite à un herbier non érodé occupant la totalité de la calanque. Gendron (1982) relate la présence d'une tache de sable au centre de la calanque par 15 m de profondeur au sein d'un herbier dense. La limite inférieure de l'herbier est signalée à 35 m de profondeur au large de la calanque et 24 m de profondeur au droit de la calanque de Sugiton.

#### Secteur 5 : Falaises du Dévenson

Les seules données trouvées dans la littérature sont issues de Blanc et Jeudy de Grissac (1978). Au pied des falaises rocheuses de l'Oeil de Verre et du Dévenson, les auteurs signalent un herbier peu étendu avec des mattes d'herbier « dégradé »<sup>3</sup>. Les turbulences générées à proximité des parois empêchent le développement de l'herbier sur un fond constitué de petits blocs rocheux anguleux. Les premières touffes isolées de Posidonie n'apparaissent que vers 8 m de profondeur. Au-delà, l'herbier se développe de manière irrégulière sur le fond (chenaux d'intermattes) ; il est façonné par des courants de décharge qui s'amortissent vers 17 m de profondeur. L'herbier se développe ensuite normalement mais son extension demeure limitée par un envasement au voisinage du détritique côtier et par l'expansion très rapide de la pollution issue du rejet de Cortiou.

#### Secteur 6 : Calanque d'En Vau (Figure 15) et Port Pin.

L'herbier se développe sur toute la longueur des deux calanques et est entaillé par des chenaux d'intermattes. La présence d'herbier au niveau du débouché commun des deux calanques semble contrastée selon les auteurs (Blanc et Jeudy de Grissac, 1978 ; Giraud, 1980). Quelques touffes éparses de Posidonie sont notées à 35 m de profondeur au niveau de la limite inférieure de l'herbier qui a fortement régressé (Gendron, 1982). L'herbier persiste encore en fond de calanque mais est soumis à l'érosion et à l'impact des ancres de bateaux. L'étude menée par Augier *et al.* (1998) met en évidence la dégradation de l'herbier par les ancres et les lignes de mouillage, les griffures occasionnées par ces engins étant nettement visibles. La confluence des sillons ainsi creusés dans l'herbier donne naissance à un peuplement en mosaïque dont l'évolution régressive conduit à des îlots de Posidonie de plus en plus espacés.

Depuis 1997, les 2/3 du fond des calanques d'En Vau et de Port Pin sont interdits à la circulation et au mouillage. Le maintien de cette interdiction sur un long terme devrait permettre la régénération lente des herbiers de Posidonie à condition que le système destructeur des corps morts soit remplacé.

---

<sup>3</sup> L'usage par les auteurs du terme « dégradé » peut prêter à confusion. Il est en effet clair qu'ils font allusion à l'érosion par l'hydrodynamisme, tout à fait naturelle, et qu'ils décrivent donc un faciès d'herbier particulier et non un impact humain. Cette remarque est d'ailleurs valable pour de nombreux travaux anciens, qui doivent être interprétés à la lumière des conceptions modernes sur la dynamique de l'herbier de Posidonie.

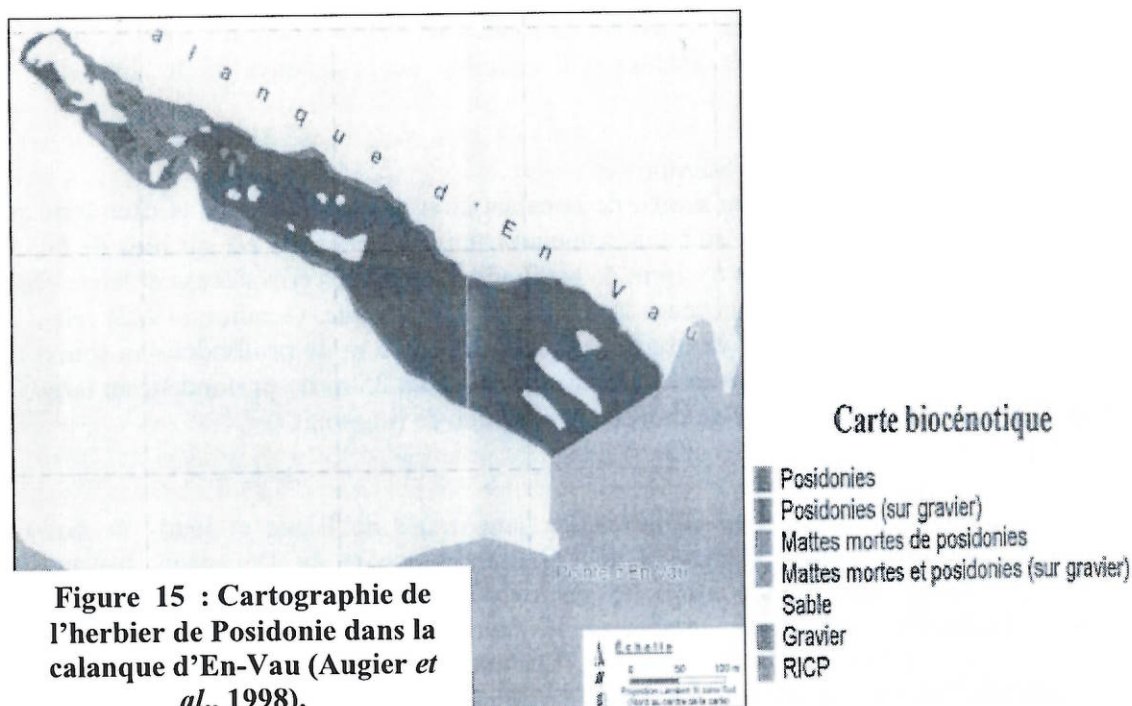


Figure 15 : Cartographie de l'herbier de Posidonie dans la calanque d'En-Vau (Augier *et al.*, 1998).

#### Secteur 7 : Calanque de Port-Miou et littoral de Cassis

De Gaillande (1968) signale que l'herbier de Posidonie se développe uniquement sur le tiers externe de la calanque, la partie la plus profonde ayant une vocation portuaire. L'herbier atteint 35 m de profondeur dans la zone de Cassis, excepté devant l'entrée de Port-Miou où les dépôts artificiels de cailloutis provenant de l'ancienne carrière surplombant la calanque ont étouffé l'herbier au-delà de 22-24 m de profondeur (Bourcier, 1982). Seules quelques touffes isolées d'herbier persistent au milieu de blocs calcaires de l'ordre d'une dizaine de centimètres. Les derniers rejets ont eu lieu en 1958. Cette zone de dépôt forme un cône deltaïque mesurant environ 450 m dans l'axe de la sortie de la calanque. Une deuxième zone de dépôt forme, près de la Pointe Cacau, un croissant étalé d'est en ouest, d'environ 1000 m de longueur et 360 m de large. La turbidité des eaux et l'envasement excessif observés à partir de 1980 provoquent une remontée de la limite inférieure de l'herbier entre 23 et 28 m de profondeur sur toute la zone littoral de Cassis.

La signalisation d'herbiers mixtes à *Zostère naine* (*Nanozostera noltii*) et à *Cymodocée* (*Cymodocea nodosa*) mentionnée par De Gaillande (1968) dans son étude sur les peuplements benthiques de Port Miou constitue la seule observation de ces deux phanérogames marines dans la zone des calanques. Il en va de même pour l'algue *Caulerpa prolifera* qui ne semble avoir été signalée qu'au niveau des quais est de Port-Miou où elle constituait une prairie dense (Gilet, 1956). Le peuplement de *Caulerpe* semblait, à l'époque de sa découverte, menacé par les dégradations mécaniques engendrées par l'activité plaisancière. Compte tenu du réchauffement des eaux méditerranéennes depuis les années 1970s (Salat et Pascual, 2002), on devrait s'attendre à ce que *Caulerpa prolifera*, une espèce thermophile, se soit maintenue, et même ait étendu son emprise dans le massif des Calanques depuis lors. La présence de ces trois espèces ne semble jamais avoir été confirmée depuis ces premières observations.

## Synthèse

Le tableau 6 présente les différentes caractéristiques de l'herbier à *Posidonia oceanica* dans la zone des calanques de Marseille-Cassis.

**Tableau 6 : Caractéristiques de l'herbier de Posidonie dans les calanques de Marseille-Cassis (+ : mauvais état, ++ : état moyen, +++ : bon état)**

SITES	Madrague/ cap Croisette	Archipel de Riou	Sormiou	Morgiou/Sugiton	Falaises Dévenson	En Vau/ Port-Pin	Port- Miou/ Cassis
Etat de l'herbier	+	++	++	+++	++	++	+
Causes de régression	-rejets (Huveaune + Cortiou) - aménagement	-rejet Cortiou -fort hydrodynamisme -chalutage -démontage	-rejet Cortiou -ancrage et balisage		-rejet Cortiou et hydrodynamisme	-ancrage et balisage	-port -dépôt de roches -pollution
Evolution	stable	progression	régression	stable	« régression »	régression	régression
Manque de biblio récente			oui	oui	oui		oui

Il ressort notamment de ce tableau que l'herbier de Posidonie est principalement dégradé à proximité des agglomérations de Marseille et de Cassis, surtout à cause des aménagements effectués sur la mer. L'effet néfaste de la pollution semble s'atténuer avec le fonctionnement de la station d'épuration. En fait, on manque de données récentes sur la vitalité de l'herbier dans une grande partie du secteur situé entre Marseille et Cassis (à partir de Sormiou). Les plongées et la vidéo réalisées dans le cadre de la phase 2 devraient permettre de combler la plupart des lacunes et les cartographies des herbiers des différentes calanques devraient pouvoir être réalisées.

Par ailleurs, des recherches ultérieures devront être menées pour quantifier l'impact des ancrages sur l'herbier de Posidonie et pour effectuer le suivi de ces herbiers dans les calanques soumises à une forte pression de mouillage.

### 5.3 PEUPELEMENTS DES SUBSTRATS MEUBLES

#### Description et espèces en présence

Concernant les fonds de sables et graviers sous influence des courants de fonds ou sables à *Amphioxus*, Harmelin *et al.* (1998) notent que plusieurs passes entre les îles de l'archipel de Riou présentent des fonds remaniés par les courants. Ces fonds de sables grossiers et de fins graviers sont peuplés d'une riche faune d'invertébrés et constituent le biotope privilégié du procordé *Branchiostoma lanceolatum* (= *Amphioxus*). Malgré des conditions hydrodynamiques favorables, ces fonds ont subi un certain envasement avec disparition quasi-totale des *Amphioxus*. Ceux-ci sont réapparus depuis quelques années, sans doute grâce à la station d'épuration. Ce peuplement mériterait un nouveau bilan de son état, car il pourrait être un bon indicateur de niveau de contamination anthropique de l'archipel (Harmelin *et al.*, 1998).

Une majorité des références bibliographiques récentes en ce qui concerne les peuplements des substrats meubles sont rassemblées dans la synthèse bibliographique sur l'impact de l'émissaire de Cortiou de Arfi *et al.* (2000). Les autres secteurs de la zone des calanques n'ont pas été prospectés récemment, il faut alors remonter aux travaux de Picard en 1965 et de Bourcier en 1976 pour avoir une cartographie des biocénoses des substrats meubles à Marseille (Figures 16 et 17 ).

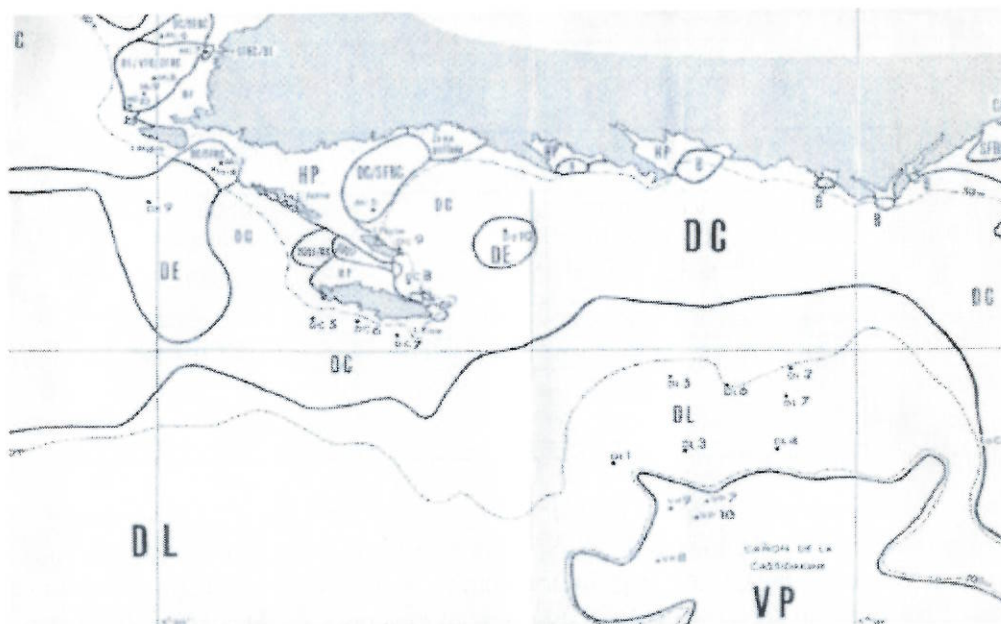


Figure 16 : Biocénoses des substrats meubles dans la zone des calanques de Marseille-Cassis (Picard 1965)

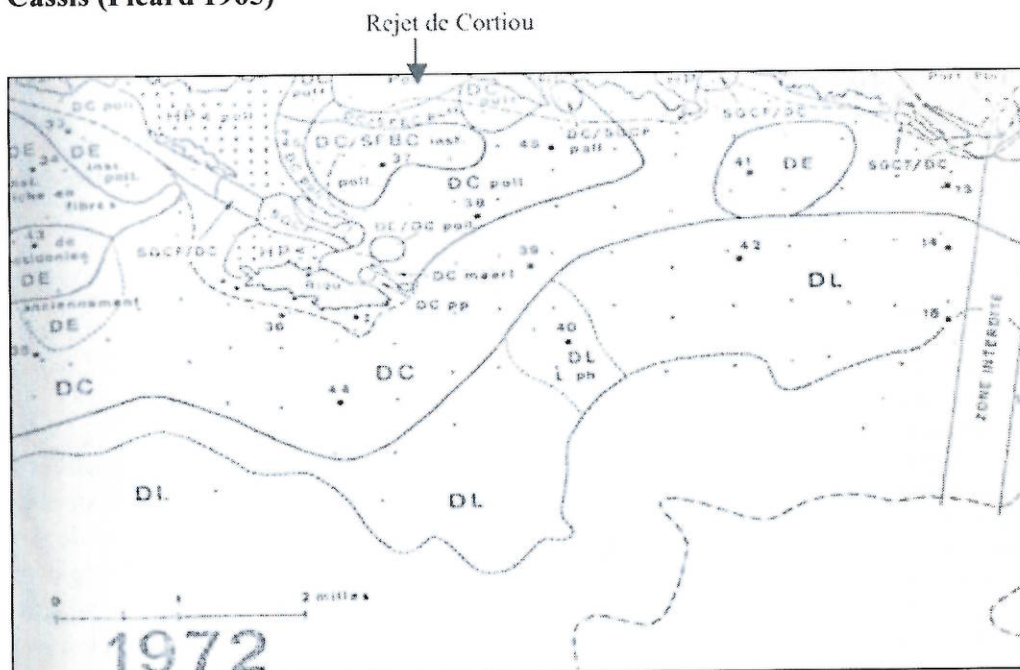


Figure 17 : Biocénoses des substrats meubles dans la zone des calanques de Marseille-Cassis (Bourcier, 1976).

**Légendes des figures 16 et 17** : HP : herbier de Posidonie, SFBC : biocénose des Sables Fins Bien Calibrés, SGCF : biocénose des Sables Grossiers et fins graviers sous influence des Courants de Fond, DC : biocénose des fonds Détritiques Côtiers, DL : biocénose des fonds Détritiques du Large, DE : biocénose des fonds Détritiques Envasés, VTC : biocénose de la Vase Terrigène Côtière, VP : biocénose de la Vase Profonde, B : peuplement dit de Bouchon de calanque, Mi : peuplement des fonds Meubles instables

La cartographie de Bourcier (1976) apporte plus de précision, notamment au niveau des calanques, en définissant les peuplements de Bouchon de calanque comme étant du DC/SGCF. Les abords du rejet de Cortiou sont également mieux définis ; le niveau de pollution à ce moment là avait bien augmenté, comme on le voit par la suite avec les espèces bio-indicatrices.

Il est communément admis depuis Reish (1959) qu'il y a deux avantages importants à l'utilisation des organismes comme indicateurs de pollution marine et de son niveau. Ils reflètent non seulement les conditions de milieu au moment du prélèvement, mais de surcroît, celles qui ont prévalu pendant une certaine période antérieure. Un des intérêts majeurs des études benthiques est lié à la pérennité, ou tout au moins à la longévité naturelle des espèces constituant des communautés. Bellan a décrit en 1967 une répartition des peuplements benthiques de substrat meubles dans la calanque de Cortiou fonction de l'éloignement du débouché de l'émissaire des eaux usées de Marseille, témoignant de la décroissance de la pollution à dominance organique apportée par celle-ci avec l'augmentation de la distance du point de rejet. Il a mis en évidence quatre zones concentriques à partir de ce point :

- **Une zone de pollution maximale** où le macro benthos et la plupart des espèces du méiobenthos ont disparu
- **Une zone polluée** au sein de laquelle le peuplement animal est très appauvri qualitativement et cinq espèces de Polychètes sont bien représentées quantitativement dont *Capitella capitata*, *Nereis caudata*, et *Malacoceros fuliginosus*
- **Une zone sub-normale** caractérisée par la disparition des espèces de la zone polluée, l'apparition d'espèces résistantes aux pollutions ou à large répartition écologique
- **Une zone normale** marquée par le retour d'espèces caractéristiques des biocénoses présentes dans les milieux non pollués.

#### Eléments connus de leur évolution

La figure 18 présente l'évolution dans le temps de la pollution dans la zone de l'émissaire de Cortiou de 1966 jusqu'en 1997. On constate que l'effet bénéfique de la mise en service de la station d'épuration (1987) a commencé au bout de cinq ans, l'évolution la plus perceptible s'étant effectuée au niveau des stations les plus proches de la source de pollution. La zone polluée n'occupe plus qu'une aire résiduelle dans le creux de la calanque.

La figure 19 représente l'évolution de la répartition des espèces indicatrices de milieux pollués entre 1966 et 1997. On observe que l'état de santé des fonds marins a fluctué en fonction du type de rejet. Dans les années 1970s, le rejet a été très polluant et une dégradation très importante des fonds a eu lieu. La mise en place de la station d'épuration a engendré une diminution de l'aire de répartition des espèces benthiques indicatrices de milieux pollués. Cette réduction affecte surtout la zone de transition vers le milieu non pollué et la zone de pollution intermédiaire. En 1992, deux foyers de pollution intermédiaire s'individualisent, un à l'est de l'île Plane et l'autre au sud-est de l'île Maire. En 1997, les trois types de zones sont

réduites, la zone externe est circonscrite au nord de l'île de Riou, avec quelques filots de pollution intermédiaire disséminés du Cap Croisette à Riou (Sartoretto *et al.*, 2001).

## Synthèse

Dans le secteur de Cortiou, la zone polluée et subnormale, concernant les substrats meubles, s'est rétrécie depuis 1987, date de la mise en service de la station d'épuration. Pour les autres secteurs, il n'existe aucune carte postérieure à 1976. Les 12 prélèvements prévus en phase 2 apporteront des données ponctuelles sur la faune et la granulométrie des sédiments meubles de quelques stations réparties sur l'ensemble de la zone.

Une étude actuellement lancée par la Communauté Urbaine de Marseille sur l'évaluation de l'impact de l'émissaire de Cortiou prévoit l'échantillonnage de 30 stations de sédiments fins ; elle apportera des données complémentaires à celles de 1997 sur la zone de Cortiou.

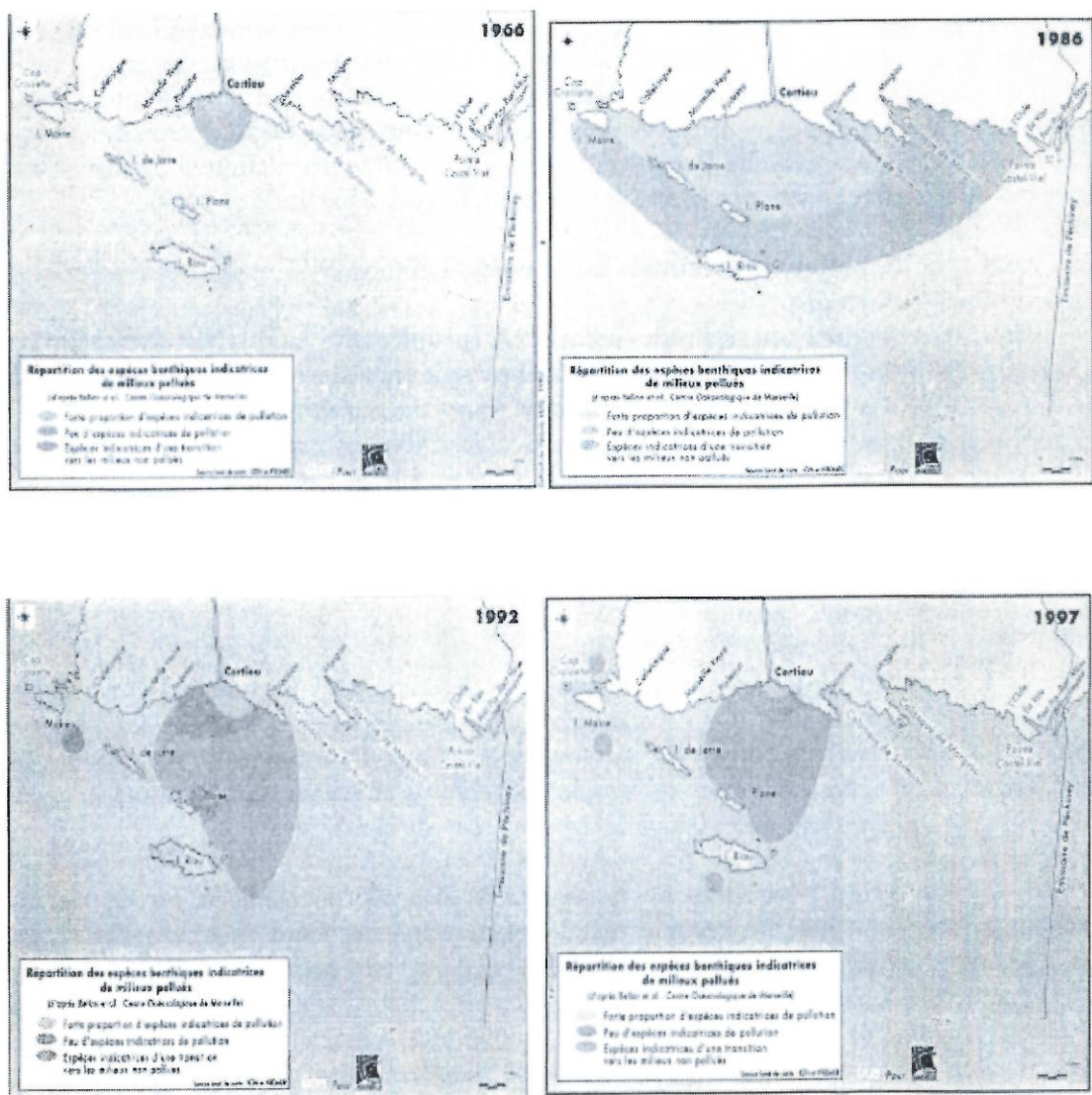
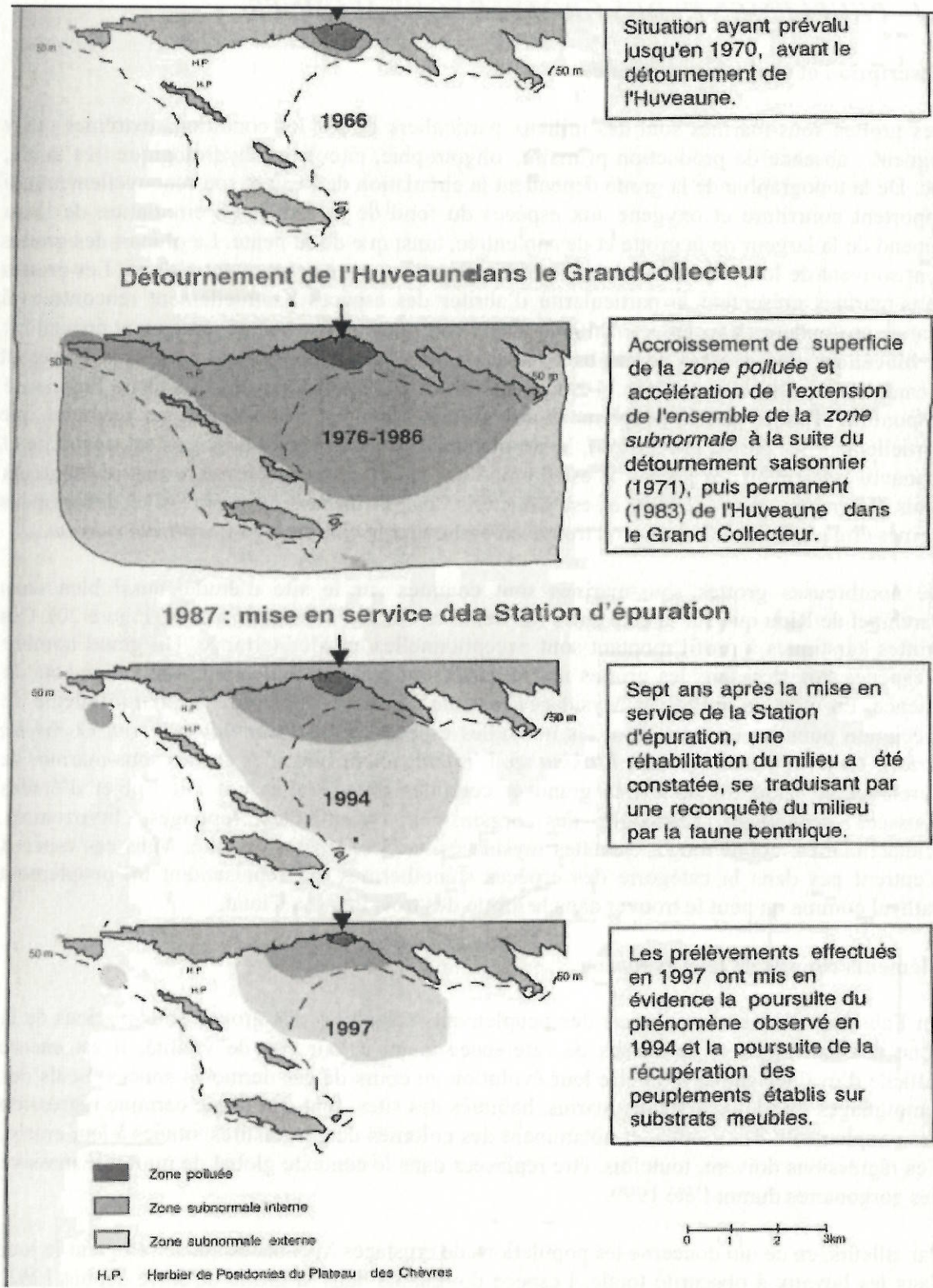


Figure 18 : Evolution de la répartition des espèces benthiques indicatrices de milieux pollués entre 1966 et 1997 (IARE d'après Bellan *et al.*, 1999).



**Figure 19 : Evolution des communautés benthiques de substrat meuble de Cortiou (Arfi et al., 2000)**

## **5.4 PEUPELEMENTS DES GROTTES SOUS-MARINES**

### **Description et espèces en présence**

Les grottes sous-marines sont des milieux particuliers de par les conditions extrêmes qui y règnent : absence de production primaire, oligotrophie, circulation hydrologique très faible, etc. De la topographie de la grotte dépendent la circulation de l'eau et son renouvellement qui apportent nourriture et oxygène aux espèces du fond de la grotte. La circulation de l'eau dépend de la largeur de la grotte et de son entrée, ainsi que de sa pente. La plupart des grottes sont souvent de longs boyaux où la circulation de l'eau est extrêmement réduite. Les grottes sous-marines présentent la particularité d'abriter des espèces habituellement rencontrées à grande profondeur (Vacelet *et al.*, 1994). Deux communautés y sont généralement présentes : la **biocénose des grottes semi-obscur**es et la **biocénose des grottes obscur**es (Pères et Picard, 1964 ; Bianchi et Morri, 1994 ; Laborel *et al.*, 1994b) suivant l'intensité lumineuse disponible. Tandis que le peuplement des grottes obscur

es, très sélectif, ne recouvre que partiellement les parois (10 à 40%), le peuplement des grottes semi-obscur

es est très riche et recouvre totalement les parois. Il est dominé par les éponges qui forment des revêtements épais (Harmelin *et al.*, 1985), et est caractérisé par la disparition progressive des grandes formes érigées. Près de l'entrée, on trouve en particulier le corail rouge *Corallium rubrum*.

De nombreuses grottes sous-marines sont connues sur le site d'étude, aussi bien dans l'archipel de Riou que sur la côte entre Marseille et Cassis (Tableaux 7a et b ; Figure 20). Ces grottes karstiques à profil montant sont exceptionnelles en Méditerranée. Un grand nombre d'espèces trouvées dans les grottes marseillaises ont été décrites comme nouvelles pour la science. En effet, la grotte des Mysidacés sur l'île de Jarre semble être un lieu privilégié de spéciation pour les éponges dont les nouvelles espèces : *Pseudocortidium jarrei*, *Oscarella viridis*, *Oscarella microlobata*, *Plakina* sp. L'intérêt scientifique des grottes sous-marines de l'archipel de Riou est donc très grand et certaines d'entre elles ont fait l'objet d'études poussées concernant l'écologie des organismes cavernicoles (éponges, bryozoaires, sclérectiniaires, corail rouge, crevettes mysidacés, etc.) et leur taxonomie. Mais ces espèces n'entrent pas dans la catégorie des espèces sténothermes qui représentent un peuplement bathyal comme on peut le trouver dans la grotte des trois PP à La Ciotat.

### **Eléments connus de leur évolution**

En l'absence d'inventaires précis des peuplements sciaphiles des grottes sous-marines de la zone des calanques et de termes de références quant à leur état de vitalité, il est encore difficile d'évaluer quelle a pu être leur évolution au cours de ces dernières années. Seuls des témoignages de plongeurs sous-marins, habitués des sites, font état d'une certaine régression des peuplements des grottes, et notamment des colonies de gorgonaires situées à leur entrée. Ces régressions doivent, toutefois, être replacées dans le contexte global de mortalité massive des gorgonaires durant l'été 1999.

Par ailleurs, en ce qui concerne les populations de crustacés Mysidacés qui se réfugient le jour dans les boyaux à obscurité totale, l'espèce dominante dans la grotte de Jarre depuis 1962, *Hemimysis speluncola*, a commencé à décliner au début des années 1990s, tandis qu'une espèce absente jusque là, *H. margalefi*, a pris progressivement sa place, puis l'a complètement remplacée (depuis 1999). Il est possible que ce phénomène soit lié au réchauffement des eaux

méditerranéennes (Chevaldonné et Lejeusne, 2003).

### Importance particulière

Les peuplements cavernicoles sont fragiles ; leur reconstitution peut prendre plusieurs siècles (pour les grottes obscures) en raison de la productivité extrêmement réduite du milieu et de son isolement. La côte provençale compte de nombreuses anfractuosités plus ou moins profondes qui peuvent former des grottes mesurant plusieurs dizaines de mètres, parfois plusieurs centaines de mètres : certaines grottes sont encore partiellement explorées comme la résurgence de Port Miou à Cassis. La grotte Cosquer, située dans le massif des Calanques a été, quant à elle, rendue célèbre par les peintures rupestres qu'elle abrite (Clottes et Courtin, 1994).

Sur vingt grottes répertoriées par Harmelin *et al.* en 1996, cinq ont été décrites par les auteurs: la grotte Arc-en-Ciel (Jarre), la grotte des Mysidacés (Jarre), la grotte à Pérès (Plane), la grotte de Riou-Sud (Riou), et la grotte de Riou-Moyade (Riou). La figure 20 présente l'ensemble des grottes répertoriées sur le site des calanques de Marseille-Cassis.

Les grottes sous-marines constituent également des sites de choix pour les plongeurs sous-marins. Elles font parties des paysages sous-marins remarquables (Figures 21, 22, 23, 24). Toutefois, une fréquentation trop importante, en particulier par des plongeurs peu expérimentés (coups de palmes), peut engendrer des dégradations des peuplements des grottes. En outre, l'accumulation de bulles au plafond et l'éclairage artificiel peuvent également être sources de perturbations.

### Synthèse

L'essentiel des grottes sous-marines suivies lors de travaux scientifiques se trouvent dans l'archipel de Riou (Tableaux 7a et b). Sur la zone côtière entre Marseille et Cassis, seules les grottes ayant un intérêt archéologique (grotte Cosquer à Sormiou, grotte des Trémies à Port Miou) ont été étudiées. De plus, une évaluation de leurs peuplements (impact de la fréquentation de certaines des grottes les plus touristiques) sera dans l'avenir nécessaire et devra donc faire l'objet d'une attention particulière lors des plongées et des enquêtes réalisées en phase 2 de l'étude. La recherche d'espèces patrimoniales caractéristiques des grottes telle *Asbestopluma hypogea* est à envisager dans l'avenir.



**FIGURE 21 : ARCHE DU MOULON (ILE DE RIOU)**

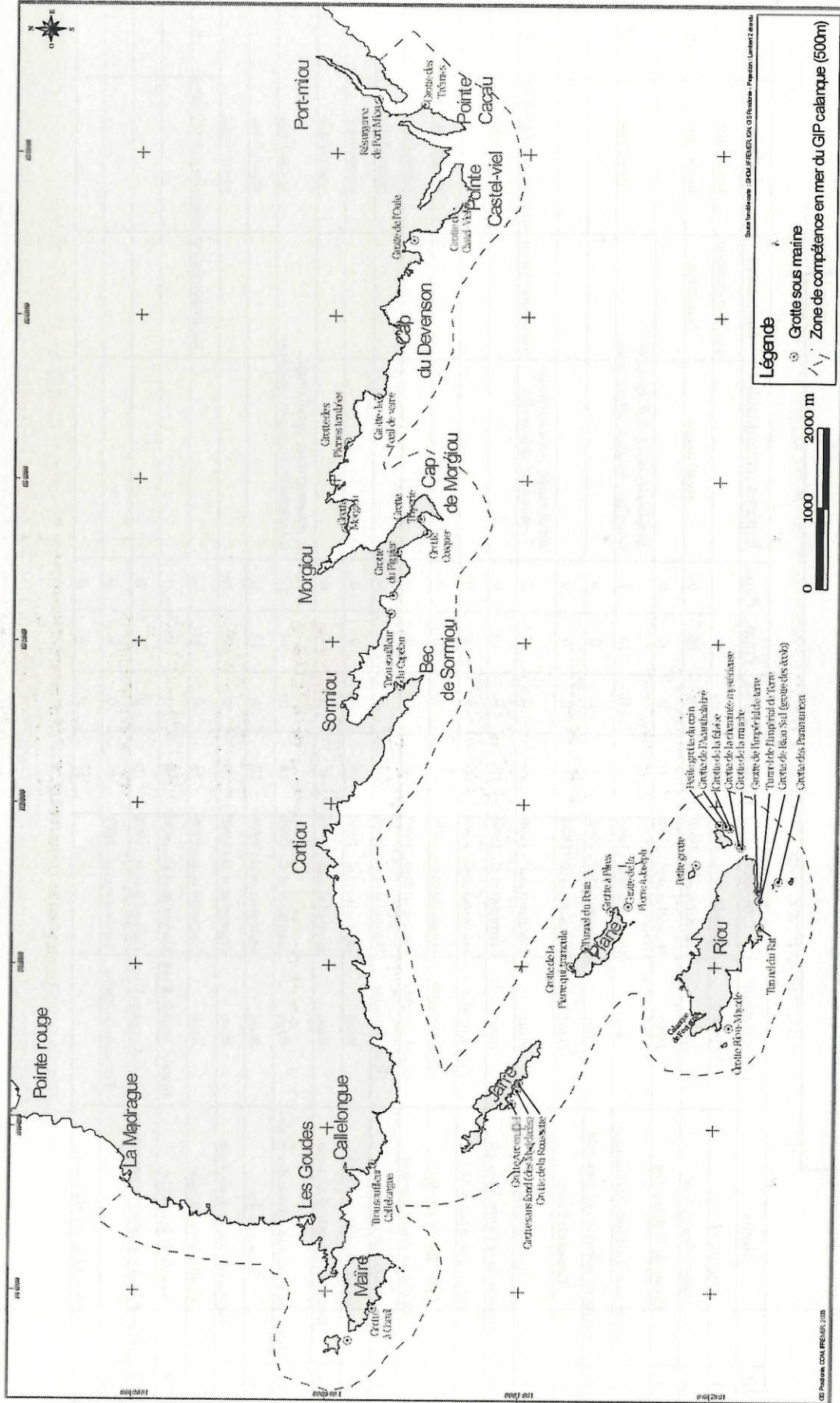


Figure 20 : Principales grottes répertoriées dans la zone des calanques de Marseille-Cassis

**Tableau 7a : Inventaire des principales cavités de Marseille à Sormiou**  
(P : profondeur, L : longueur en mètre)

ID	Noms	Localisation	Source	Pentrée	L max	Pmax	Pmin	Espèces remarquables	Nuisances	Intérêt	Difficultés
1	Grotte à Corail	Ile Maire	Harmelin et al., 1996	0	0	0	0		sur fréquentation	touristique	0
2	Grotte Arc en Ciel	Jarre	Harmelin et al., 1996	16	70	18	0	corail rouge	Etat stable	touristique	0
3	Grotte de la Roussette	Jarre	Harmelin et al., 1996	0	0	0	0				
4	Grotte sans fond (des Mysidacés)	Jarre	Harmelin et al., 1996	16	130	16	3	<i>Hemimysis margalefi</i> , éponges Nouvelles, homard, <i>Oligopus ater</i>		scientifique	***
5	Grotte de la Pierre qui iramoule	Plane	Harmelin et al., 1996	0	0	0	0				
6	Tunnel du Poire	Plane	Harmelin et al., 1996	0	0	0	0				
7	Grotte à Péres	Plane	Harmelin et al., 1996	15	0	27	2	corail rouge, <i>paramuricea</i> , <i>smitthina_adeonella</i>	sur fréquentation	scientifique, touristique	0
8	Grottes de la Pierre à Joseph	Plane	Harmelin et al., 1996	10	0	10	0			touristique	0
9	Petite grotte (coin SE)	Petit Conglue	Harmelin et al., 1996	10	0	0	0				
10	Petite grotte du coin	Grand Conglue	Harmelin et al., 1996	37	0	0	0			scientifique	
11	Grotte de l'Acantholabre	Grand Conglue	Harmelin et al., 1996	40	0	0	0			scientifique	
12	Grotte de la falaise	Grand Conglue	Harmelin et al., 1996	20	0	0	0			scientifique	
13	Grotte des Paramuricea	Riou	Harmelin et al., 1996	15	0	0	0			scientifique	
14	Grotte de l'impérial de terre	Riou	Harmelin et al., 1996	0	0	8	0			scientifique	
15	Grotte de Riou Sud (grotte des écolo)	Riou	Harmelin et al., 1996	24	10	34	22	<i>paramuricea</i> , corail rouge, <i>acantholabre</i> , <i>stenopus spinosus</i>		scientifique	
16	Tunnel du Rat	Riou	Harmelin et al., 1996	10	0	18	10			scientifique	
17	Tunnel de l'Impérial de Terre	Riou	Harmelin et al., 1996	16	0	18	16			scientifique	
18	Grotte Riou-Moyade	Riou	Harmelin et al., 1996	23	0	23	12		sur fréquentation	scientifique, touristique	0
19	Grotte de la marche	Grand-Conglue-Riou	Harmelin et al., 1996	50	0	0	0				
20	Grotte de la cheminée mystérieuse	Grand-Conglue-Riou	Harmelin et al., 1996	50	0	0	0				
21		Tiboulen de Maire	Sartoretto et al., 2001	0	0	0	0				
22	Trou souffleur Callelongue			0	0	0	0				

**Tableau 7b : Inventaire des principales cavités de Sormiou à Cassis**  
(P : profondeur, L : longueur en mètre)

ID	Noms	Localisation	Source	Pentree	L max	Pmax	Pmin	Espèces remarquables	Nuisances	Intérêt	Difficultés
23	Trou souffleur du Capelan	Sormiou		0	0	0	0				
24	Grotte du Figuier	Sormiou	Sartoretto et al., 2001	23	0	23	7				
25	Grotte Cosquer	Sormiou	Sartoretto et al., 2001	37	250	37	0			archéologique	***
26	Grotte Triperie	Sormiou	Sartoretto et al., 2001	0	0	0	0				
27	Grotte des Pierres tombées	Sugiton		0	0	0	0				
28	Grotte de l'œil de verre	Oeil de Verre	Sartoretto et al., 2001	0	0	0	0				
29	Grotte Morgiou (entée kayak)	Morgiou		0	0	0	0				
30	Grotte de l'Oule	Calanque de l'Oule	Sartoretto et al., 2001	0	0	0	0				
31	Grotte de Castel-Viel	Falaises Castel-Viel		0	0	0	0				
32	Grotte des Trémies	Port Miou		18	0	18	0			archéologique	***
33	Résurgence de Port Miou	Port Miou		0	0	0	0				



## GROTTES

- Entrée de la grotte de la falaise, Giraud Conglue, 20 m
- ↑ Tunnel de l'Impérial de terre, 20 m, faciès à corail rouge
- ↗ Essaim de mysidacés : fond de la grotte des mysidacés, Jarre, 15 m



Figures 22, 23, 24 : Paysages de grottes sous-marines (Harmelin *et al.*, 1996)

## 5.5 PEUPELEMENTS DU CORALLIGÈNE

### Extension connue

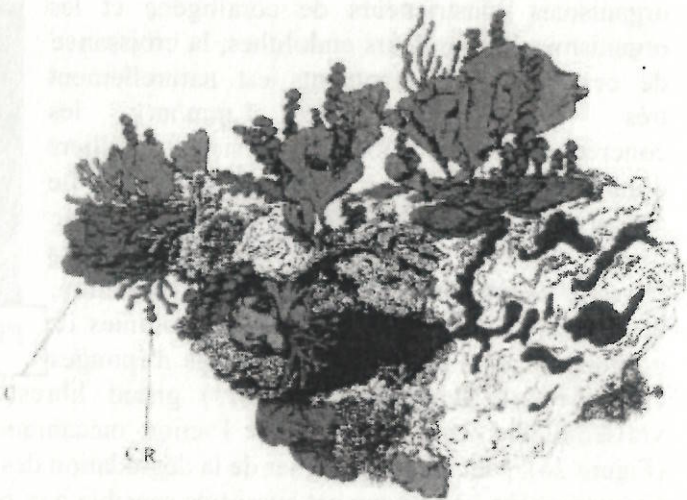
Les peuplements de coralligène sont très répandus dans la zone d'étude. Ils apparaissent pratiquement partout où la profondeur est suffisante. Les zones de coralligène sont présentes à partir d'une dizaine de mètres de profondeur (île Maire) et jusqu'à 80 m de profondeur environ pour les plus profondes (Grand Conglue). Leur développement est particulièrement important dans les sites réputés de l'archipel de Riou que constituent les Impériaux, les grand et petit Conglue, la pointe Caramassaigne, les Moyades, les Farillons, la face sud de Jarre, la pointe sud-est de Plane, ainsi que les caps des calanques de Sormiou, Morgiou, Castel-Viel et Cacau. Il n'existe pas dans la littérature de carte synthétique des principales zones de coralligène de la zone des calanques.

### Description et espèces en présence

Les massifs anfractueux du coralligène sont le résultat d'un concrétionnement de Rhodobiontes calcaires (Laborel, 1961). Ces constructions forment soit des massifs, sur des fonds horizontaux, soit des bourrelets au pied des tombants, soit des encorbellements le long des tombants rocheux sous-marins (Figure 25). Les particules terrigènes qui tombent de la surface colmatent les petits interstices et consolident ainsi la construction qui, à la longue (plusieurs centaines d'années), se transforme en roche (phénomène de lithification) et est colonisée par de nombreuses espèces d'invertébrés fixés. Les travaux de Hong (1980 et 1983) ont permis de dénombrer 650 espèces d'invertébrés dans le coralligène du secteur des Moyades-Riou. En parallèle, le coralligène subit une bio-érosion qui est l'œuvre de nombreux organismes destructeurs endolithes tels que les éponges perforantes, les mollusques lithophages ainsi que les oursins qui broutent la couverture algale du coralligène. Une perpétuelle compétition dynamique s'engage ainsi entre les organismes constructeurs et destructeurs du coralligène (Laborel, 1961 ; Laubier, 1966 ; Sartoretto, 1996).

**Figure 25: Schéma d'un bloc de coralligène (d'après Laubier, 1966) :** C : Algues Corallinacées, C.R. : Corail rouge

Le "coralligène de paroi" se rencontre sur les roches où les algues calcaires ne peuvent pas édifier de concrétionnement épais du fait d'une pente trop importante. Ce coralligène de paroi recouvre alors les principaux tombants, il est marqué physionomiquement par l'abondance de grands invertébrés fixés à port dressés (Harmelin, 1984). La compétition entre ces organismes pour accéder à la masse d'eau et au flux de nourriture (plancton et particules en suspension) est importante et induit une organisation de ces peuplements en plusieurs strates à la surface du substrat rocheux. Les grands invertébrés dressés constituent la strate supérieure et marquent la physionomie des "tombants". Cette



strate est composée principalement par des grandes colonies de gorgonaires : gorgone blanche (*Eunicella singularis*), gorgone jaune (*Eunicella cavolinii*), gorgone pourpre (*Paramuricea clavata*), et de manière localisée, gorgone verruqueuse (*Eunicella verrucosa*) et gorgone plumeuse (*Lophogorgia ceratophyta*), mais aussi par des éponges cornes-de-cerf (*Axinella polypoides*), par des grands vers spirographes et par des colonies de bryozoaires branchus *Myriapora truncata*, *Pentapora fascialis*, *Porella cervicornis*, *Sertella septentrionalis*, *Hornera lichenoides*. Le secteur de l'archipel de Riou, notamment les faces sud des îles, offre ainsi les plus beaux peuplements de *Paramuricea clavata*. En sous-strate se développent des organismes plus petits : des vers fixés, des ascidies, des bryozoaires, des hydraires et de petits coraux solitaires. La dernière strate est constituée d'éponges, de bryozoaires encroûtants et de corallinacées (Rhodobiontes) édifcatrices en placages. Ces peuplements du coralligène procurent nourriture et habitats pour de nombreuses espèces vagiles (poissons, crustacés, mollusques). Les cavités dans les zones rocheuses à coralligène sont fréquemment tapissées de corail rouge (*Corallium rubrum*) et peuvent également abriter l'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*) ou l'oursin melon (*Echinus melo*). Le coralligène présente donc un intérêt écologique et biologique indéniable (Bellan-Santini *et al.*, 1994).

La plupart des espèces de poissons rencontrées dans les zones coralligènes fréquentent également les fonds rocheux infralittoraux et les grottes sous-marines (Harmelin, 1990 ; cf. § peuplements de poissons). Les espèces de poissons les plus typiques et remarquables du coralligène sont le barbier (*Anthias anthias*), le labre coquette (*Labrus bimaculatus*), le chapon (*Scorpaena scrofa*) et le gobie rayé (*Gobius vittatus*). En outre, des signalisations de deux espèces de labres profonds (*Acantholabrus palloni*, *Lappanella fasciata*) ont été faites en plongée (Sartoretto *et al.*, 1997), au sud des îles de Riou et Maire de manière constante et occasionnellement au sud de Plane. En ce qui concerne les crustacés, les langoustes (*Palinurus elephas*), grandes cigales (*Scyllarides latus*) et homards (*Homarus gammarus*) peuvent être observés dans les anfractuosités rocheuses du coralligène.

### Etat de vitalité

Du fait de la perpétuelle compétition avec les organismes constructeurs de coralligène et les organismes bio-érodeurs endolithes, la croissance de ces bioconcrétionnements est naturellement très lente (moins de 1 mm/an), les concrétionnements mettant plusieurs milliers d'années pour s'édifier (Sartoretto, 1996). Le coralligène et les peuplements associés sont donc particulièrement vulnérables aux dégradations provoquées par les activités humaines (pollution, mouillage, plongée). La présence de colonies de gorgones mais aussi dans certains cas d'éponges

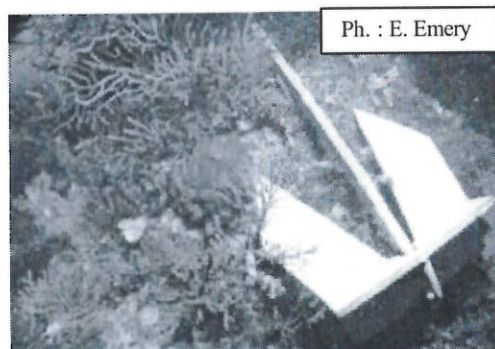


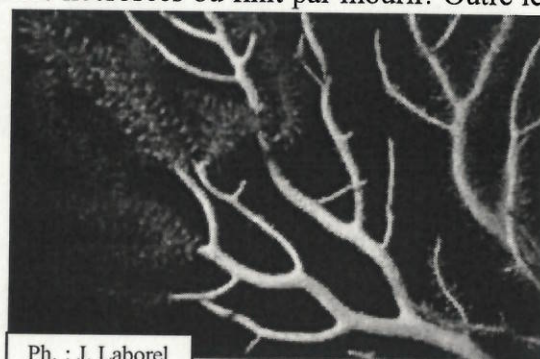
Figure 26 : Ancrage sur le coralligène

corne-de-cerf (*Axinella polypoides*) gisant libres sur le fond, au pied des tombants, vraisemblablement arrachées par l'action mécanique d'ancres et de chaînes de mouillage (Figure 26), peut ainsi témoigner de la dégradation des zones à coralligène.

Ce patrimoine biologique est aussi très sensible aux rejets de polluants d'origine industrielle. Ces derniers entraînent la fragilisation des bioconstructions et l'appauvrissement conséquent de leurs peuplements avec la disparition de certains groupes d'invertébrés normalement présents (Hong, 1983). Plusieurs cas d'évolution significative de ces peuplements seront commentés et illustrés ultérieurement.

La description des fonds coralligène a été entreprise par Harmelin *et al.* (1996) dans une première évaluation du patrimoine biologique de l'archipel de Riou. La zone des calanques est encore aujourd'hui relativement peu documentée, même si la richesse de cette zone est largement reconnue. Une synthèse des principaux éléments de santé caractéristiques du coralligène, décrits dans cette première évaluation, est présentée dans le tableau 8. Les sites décrits sont caractéristiques de l'état des peuplements et des problèmes rencontrés au sein des bioconstructions coralligènes.

Depuis la première évaluation biologique fournie par Harmelin *et al.* (1996), un phénomène de mortalité massive des peuplements de gorgonaires (durant l'été 1999) a touché la côte entre la Ligurie et Marseille (Cerrano *et al.*, 2000 ; Pérez *et al.*, 2000a). Au total, 28 espèces ont présenté des mortalités importantes, essentiellement des espèces de Cnidaires et de Spongiaires. Ce phénomène de mortalité se traduit chez les gorgones par une disparition des tissus vivants (nécroses) laissant le squelette à nu (Figure 27). Selon l'importance des dommages subis, la colonie peut régénérer les parties nécrosées ou finit par mourir. Outre les gorgonaires, de nombreux peuplements de Spongiaires ont été également sévèrement atteints, notamment en ce qui concerne les éponges cornées (*Spongia agaricina*, *S. officinalis*, *Hippospongia communis*) dont certains peuplements ont été entièrement décimés au cours de cette période (Pérez *et al.*, 2000a). Cet épisode de mortalité massive n'est pas le premier événement de ce genre en Méditerranée, mais c'est le premier ayant affecté une aussi grande diversité d'organismes.



Ph. : J. Laborel

**Figure 27 : Nécrose sur une colonie de *Paramuricea clavata***

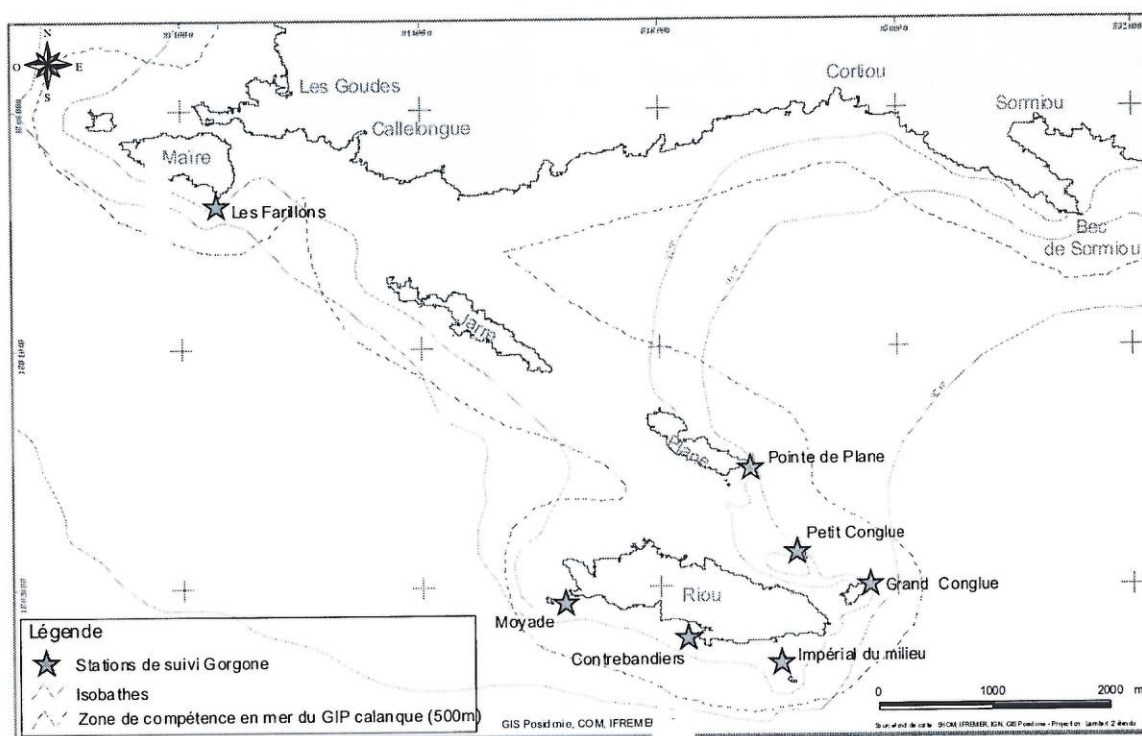
Depuis 1998, plusieurs études ont été menées par le Centre d'Océanologie de Marseille sur les peuplements de gorgones pourpres et sur le corail rouge. Il s'agit d'études menées dans le cadre de la mise en place d'une stratégie de suivi avant la création d'une aire marine protégée (Harmelin *et al.*, 1998), du Réseau de Surveillance Gorgones PACA (RSG - Sartoretto, 2001 ; Sartoretto, 2002) et du programme de recherche ministériel Liteau (Pérez *et al.*, 2002). Ces études avaient pour objectifs :

- 1- d'acquérir des données fiables permettant d'apprécier les impacts des activités humaines (Rejet de Cortiou, fréquentation) dans la cadre de la mise en place d'une aire marine protégée ;
- 2- suivre l'évolution des peuplements de gorgonaires suite à la mortalité massive de 1999 ;

La méthode de suivi retenue pour ces travaux consiste à estimer et à suivre des paramètres démographiques (densité des colonies par unité de surface; structure de taille) et morphologiques (taux de nécrose de chaque colonie présente dans la surface échantillonnée) sur des quadrats. Les stations étudiées pour les gorgones sont toutes situées dans l'archipel de Riou (Figure 28), il s'agit des Farillons, de la Pointe de Plane, du Petit Conglue, du Grand Conglue, de l'Impérial du Milieu, des Contrebandiers et de Moyade.

Suite à l'épisode de mortalité de 1999, les colonies de *Paramuricea clavata* des zones superficielles réparties sous les surplombs de la roche littorale montrent des phénomènes de

nécrose importants, notamment au niveau de l'île Plane. Des gorgones dont la mort semble assez récente ont été observées à Plane et aux Farillons (5 à 6 % des colonies). Les peuplements superficiels, même s'ils sont plus exposés aux eaux anormalement chaudes, semblent moins touchés que les peuplements profonds, comme aux Farillons et au Grand Congloue, où les taux de nécrose atteignent respectivement 32 et 20 % des colonies. La forte variabilité constatée entre les différents sites ne peut donc pas être uniquement expliquée par la température. Des éléments tels que la répartition des activités humaines (plongée, pêche, mouillage) dans l'archipel, la dispersion des effluents de Cortiou et la résistance des populations (suite à des épisodes chauds antérieurs) apportent quelques éléments d'explication supplémentaires sur les proportions de gorgones nécrosées, sans toutefois exclure l'hypothèse d'une origine pathologique.



**Figure 28 : Localisation des principales stations de suivi des gorgones dans l'archipel de Riou**

#### Éléments connus de leur évolution

Les fonds coralligènes constituent un patrimoine biologique unique très fragile en Méditerranée. Les recherches menées par le Centre d'Océanologie de Marseille sur des concrétions coralligènes soumis à un gradient de pollution domestique et industrielle ont mis en évidence le déclin du nombre d'espèces bio-constructrices en faveur des bioérodeurs, notamment avec l'augmentation des éponges perforantes qui détruisent les bioconstructions (Hong, 1983). Les rejets polluants engendrent, sur les concrétions coralligènes et leurs peuplements, deux types d'impact :

- 1- la fragilisation des bioconstructions ;
- 2- l'appauvrissement du peuplement, avec la disparition de certains groupes d'invertébrés normalement présents.

Harmelin *et al.* (1996) fournissent, dans leur évaluation du patrimoine biologique, deux exemples illustrés de l'évolution de zones coralligènes. Les photographies prises en 1966 et 1996, dans les mêmes conditions, sur les tombants de l'île Jarre et à Moyade sont présentées dans la figure 29. A Jarre par 20 m de profondeur, les parois rocheuses présentaient en 1966 une grande diversité de l'épibiose ; on notait la présence de Posidonie, de la Chlorobionte calcaire *Halimeda tuna* ainsi que de corail rouge. Après plusieurs phases d'évolution, la situation en 1996 présente une zone dégradée avec la présence de Corallinacées (Rhodobiontes) encroûtantes (*Lithophyllum incrustans* par exemple), d'éponges perforantes (*Cliona viridis*), de *Codium bursa* et d'oursins. De la même manière, les fonds photographiés à Moyade étaient couverts par *Halimeda tuna* en 1966, concrétionnements caractéristiques des eaux pures. Les touffes de Posidonie ont également disparu en 1996 ; seules les gorgones jaunes persistent encore.

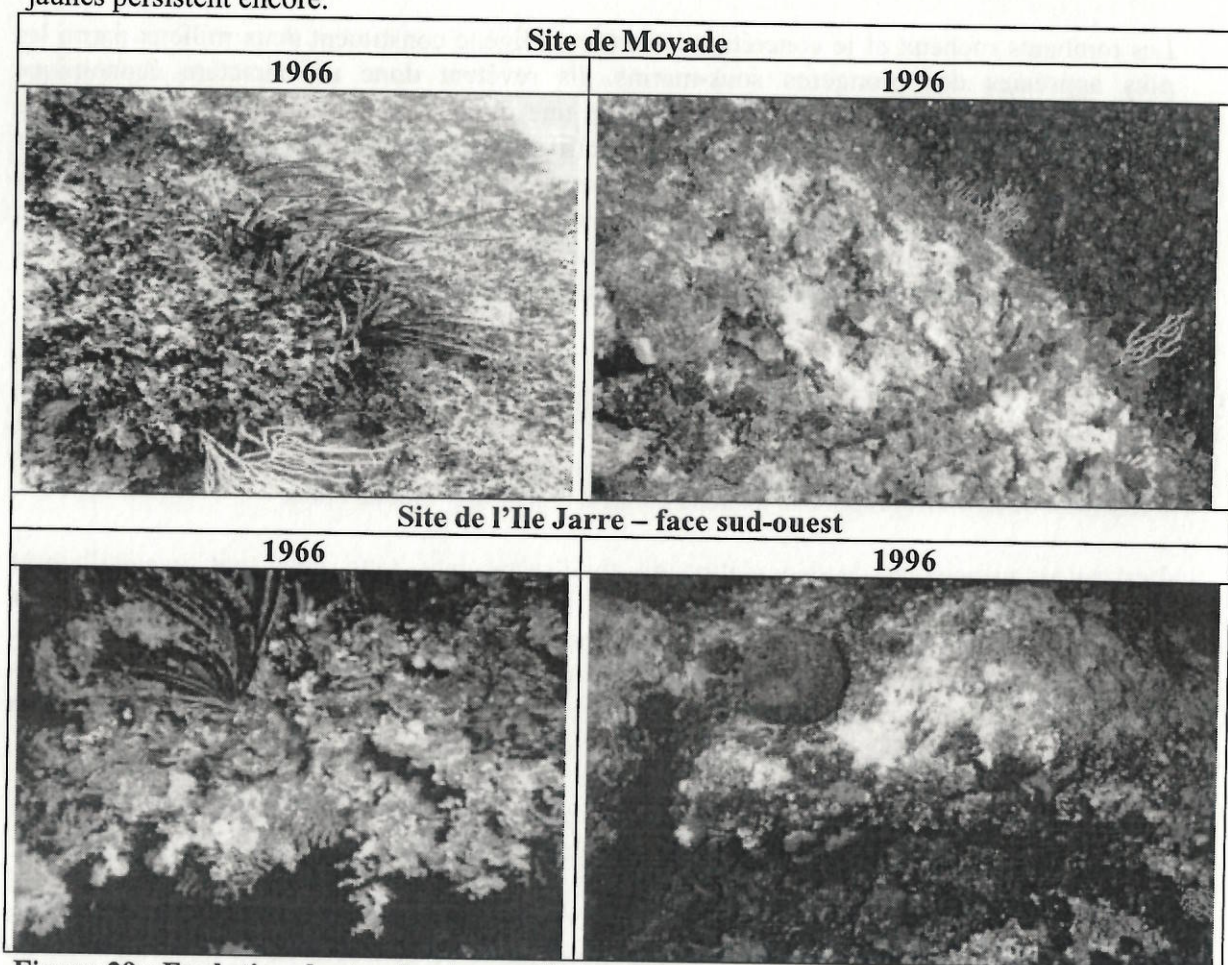


Figure 29 : Evolution des tombants coralligènes entre 1966 et 1996 aux Moyade (Riou) et à Jarre d'après Harmelin *et al.* (1996).

L'épisode de mortalité massive enregistré en 1999 est venu se surajouter à ce premier phénomène de dégradation des concrétions coralligènes, modifiant profondément les composantes principales de ce paysage. Le retour sur le site du Réseau de Surveillance Gorgones en 2002 (Ile Maire) n'a pas mis en évidence d'évolution significative des peuplements (Sartoretto, 2002). Par contre, une grande proportion de colonies à proximité du site présentait des surfaces nécrosées avec mise à nu du squelette. Ces dégradations pourraient être dues aux frottements des colonies les unes contre les autres au cours des périodes de fort coup de vent ou occasionnées par des causes (mécaniques, polluant, etc.) revenant

périodiquement. La température ne peut avoir, dans ce cas là, un rôle prépondérant étant donné que ces observations ont été réalisées pendant la période hivernale.

Les gorgones sont des espèces structurantes, essentielles pour le maintien de la diversité des communautés de substrats durs de Méditerranée nord-occidentale. Si l'épisode de mortalité de 1999 s'inscrit dans un contexte de changement climatique global, on peut craindre la répétition de tels événements avec le risque de disparition à plus ou moins long terme des grands gorgonaires en zone littorale. Cette disparition serait donc susceptible d'avoir des répercussions importantes sur la biodiversité à ce niveau.

### Importance particulière

Les tombants rocheux et le concrétionnement coralligène constituent deux milieux parmi les plus appréciés des plongeurs sous-marins. Ils revêtent donc un caractère économique indéniable. Les animaux fixés offrent en effet une diversité de formes, de couleurs et une richesse biologique unique. Cette richesse spécifique se traduit par des paysages sous-marins remarquables en grande partie composés de peuplements de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) et jaunes (*Eunicella cavolinii*). Les peuplements de coralligène constituent donc un milieu d'exception, d'importance non seulement patrimoniale mais aussi économique (Figure 30), qu'il convient donc tout particulièrement de préserver (cf Ch. 4.9.).

### Synthèse :

Le tableau 8 présente la synthèse des différentes stations de coralligène étudiées dans le massif des Calanques par différents auteurs. On constate un manque dans la bibliographie concernant l'étude des zones de coralligène situées à la côte, entre Marseille et Cassis ; l'essentiel de la bibliographie se localise en effet dans l'archipel de Riou.

Les causes principales de dégradation du coralligène dans cette zone sont essentiellement dues à l'influence du rejet de Cortiou (qui s'améliore au cours du temps) et à la sur fréquentation de certains sites par les bateaux (pression de mouillage forte avec impact des ancres sur les tombants). De plus, des épisodes de mortalité de la grande faune fixée (de plus ou moins grande importance) se produisent périodiquement sans que la cause en soit toujours clairement définie (longue période d'augmentation de température, pathologie, etc.).

Les recensements ponctuels réalisés lors de la phase 2 permettront d'élargir la connaissance de la zone des calanques, notamment entre Sormiou et Cassis.

Des recherches ultérieures seront nécessaires concernant le suivi dans le temps de l'état du coralligène en fonction des changements climatiques et des agressions dues au rejet de Cortiou. La réalisation d'une banque de données iconographiques (par photographies ou vidéo), comme il a déjà été réalisé à Jarre ou à Riou (Moyade), est d'une grande importance et devra être réalisée pour pouvoir suivre les populations dans le temps. A ce sujet, un protocole bien standardisé doit être mis au point.

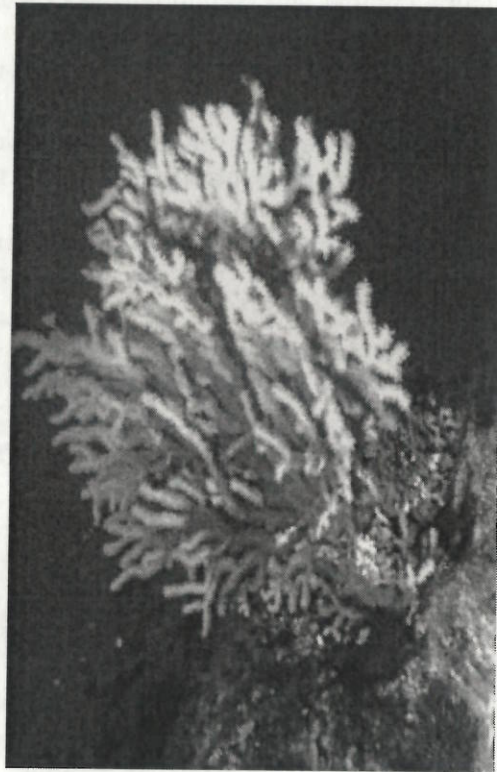
Une cartographie de la population en corail rouge ainsi qu'une évaluation de son état (selon le protocole réalisé dans l'archipel de Riou par Harmelin *et al.*, 1999) devrait aussi être envisagée afin de confirmer la présence et l'abondance de cette espèce le long du littoral entre Marseille et Cassis. Cette cartographie permettrait la sélection d'une zone où le prélèvement du corail rouge serait interdit de façon à créer un sanctuaire lui permettant d'atteindre des tailles normales.

Ph. : S. Ruitton

Tableau 8 : Synthèse des différents indices de santé des zones coralligènes de l'archipel de Riou et causes de dégradation supposées.

SITES/INDICES	Indice négatif	Indice positif	Espèces remarquables	Causes de dégradation supposées
Ile Maître	Gorgonaires altérées en profondeur	Peuplement d'algues molles sain, faune fixée variée	Lapanelle ( <i>Lapanella fasciata</i> ), Gorgone verruqueuse ( <i>Eunicella verrucosa</i> )	Sur fréquentation, rejet polluant de Cortiou
Pierres du plateau des Chèvres	Filtreurs tolérants à la pollution : éponges perforantes ( <i>Citona viridis</i> ) et violets ( <i>Microcosmus</i> sp.)		Faune ichtyologique abondante	Rejet polluant de Cortiou
Jarre, face sud (Jarron)	Au dessus de 20 m : absence d'algues molles, densité d'oursins importante, algues calcaires encroûtantes	En dessous de 20 m : faune assez riche	Halimède ( <i>Halimeda tuna</i> ), gorgone blanche ( <i>Eunicella singularis</i> )	Rejet polluant de Cortiou
Jarre, face sud ouest	Algue calcaire <i>Lithophyllum incrustans</i> , éponges endolithes, abondance de l'algue <i>Codium bursa</i>	Peuplements de surplomb en bon état, faune ichtyologique assez riche		Rejet polluant de Cortiou
Plane, pierre Trémouère	Algues calcaires encroûtantes, abondance d'oursins, éponges perforantes, absence de grands bryozoaires		Présence du gobie <i>Gobius vittatus</i>	Rejet polluant de Cortiou
Plane, pointe sud-est		Présence de rosaces de corallinacées, Gorgones rouges ( <i>Paramuricea clavata</i> ) non nécrosées	Gorgone verruqueuse, faune ichtyologique très diversifiée, grande cigale ( <i>Scyllarides latus</i> )	
Tombant sud Grand Conglue	Gorgones rouges nécrosées et arrachées	Peuplement de gorgones pourpres très vaste, encorbellement coralligène très étendu	Gorgonoéphale, lapanelle, acantholabre ( <i>Acantholabrus palloni</i> ), grands bryozoaires, gorgone verruqueuse	Fréquentation importante, impact des ancrés de bateau et des filets
Tombant Nord petit Conglue	Peuplement de gorgones rouges fortement dégradé voire mort		Eponge dressée ( <i>Axinella polypoïdes</i> ), faune ichtyologique très riche	Rejet polluant de Cortiou (en période de mistral)
Pointe Caramassaigne		Concrétion d'halimède, Peuplement de gorgones rouges, rosaces de corallinacées, encorbellement coralligène	Lapanelle, gorgone plumeuse ( <i>Lophogorgia ceratophyta</i> ), corail rouge	

Impérial de terre		Faune fixée et cryptique d'une grande richesse	Corail rouge, mérou, faune ichtyologique très riche	
Impérial milieu	Gorgones arrachées	Encombramment coralligène, rosaces de corallinacées, gorgones rouges	faune ichtyologique très riche, corail rouge	Impact des ancrés de bateau
Pointe Contrebandier	Corail rouge de petite taille	Rosaces de corallinacées, gorgones rouges et jaunes	Faune ichtyologique remarquable	Courant important
Moyade	Algues calcaires encroûtantes, abondance d'oursins. <i>Codium</i> sp	Faune fixée et cryptique riche	Faune ichtyologique assez riche	Exploitation du corail
				Evolution négative au niveau de quelques zones



Ph. S. Ruitton

Figure 30 : Tombant coralligène

## 5.6 PEUPELEMENTS DE POISSONS

Les assemblages de poissons des zones rocheuses et, dans une moindre mesure, des herbiers de Posidonie, reflètent bien d'une part le niveau de pression des activités humaines de pêche, et d'autre part, les capacités de récupération d'un site mais aussi les changements qui peuvent indiquer une évolution des distributions géographiques. Ainsi, l'apparition de la girelle paon (*Thalassoma pavo*) en Provence et la plus grande fréquence d'autres espèces comme les barracudas donnent des indications sur des changements plus globaux, qui favoriseraient actuellement des espèces plus méridionales (Francour *et al.*, 1994).

Toutes les espèces ne sont pas équivalentes en terme de vulnérabilité vis à vis des différentes formes de pêche. Les espèces les plus vulnérables ou « espèces cibles » sont généralement des espèces pouvant atteindre une grande taille. De plus leur vulnérabilité pourra être accentuée par certains facteurs, comme leur comportement et leur mode de vie, qui peuvent les rendre très accessibles à certaines formes de pêche (chasse sous-marine, en particulier), ou leurs paramètres de populations (par exemple espèces rares et/ou à faible dynamique de reproduction). D'après Harmelin *et al.* (1995), une liste des espèces cibles a été dressée (Tableau 9) comprenant des espèces cibles de catégorie A, sensibles à la chasse sous-marine et des espèces cibles de catégorie B, plus particulièrement capturées par la pêche à la ligne.

Tableau 9 : Liste des espèces cibles de poissons établie pour les petits fonds de la région provençale (Harmelin *et al.*, 1995) : CAT. : catégorie A (sensibles à la chasse sous-marine) ou B (sensibles à la pêche à la ligne) ; T.L. : taille de vulnérabilité (M : moyen, G : gros).

<b>ESPECES CIBLES</b>			
<b>CAT.</b>	<b>NOM SCIENTIFIQUE</b>	<b>NOM COMMUN</b>	<b>T.L.</b>
A	<i>Conger conger</i>	Congre	MG
A	<i>Dentex dentex</i>	Denti	MG
A	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	MG
A	<i>Diplodus cervinus</i>	Sar Tambour	G
A	<i>D. puntazzo</i>	Charax	G
A	<i>D. sargus</i>	Sar commun	G
A	<i>D. vulgaris</i>	Sar Vérade	G
A	<i>Spondylisoma cantharus</i>	Canthare	G
A	<i>Sparus aurata</i>	Dorade	MG
A	<i>Sciaena umbra</i>	Corb	MG
A	<i>Epinephelus marginatus</i>	Mérou brun	MG
A	<i>Labrus merula</i>	Merle	MG
A	<i>L. viridis</i>	Lasagne	MG
A	<i>Muraena helena</i>	Murène	MG
A	<i>Phycis phycis</i>	Mostelle	G
A	<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon	G
A	<i>Seriola dumerilli</i>	Sériole	MG
B	<i>Coris julis</i> (mâles dominants)	Girelle royale	G
B	<i>Serranus cabrilla</i>	Serran petite-chèvre	G

Malheureusement, les peuplements de poissons des calanques n'ont fait l'objet que de suivis spécifiques ou très localisés. Les principaux éléments de leur composition, de leur distribution et de leur évolution sont présentés ci-après.

### Description et espèces en présence

La faune ichthyologique est généralement plus abondante dans les secteurs présentant une bonne exposition aux courants, une variation de profondeur importante et des biotopes diversifiés, tels les petits fonds rocheux, les tombants coralligènes (Harmelin *et al.*, 1996). Cette richesse se traduit : (i) par la présence d'espèces remarquables recherchées par les plongeurs sous-marins (mérus, gros sparidés, etc.) ; (ii) par la présence d'espèces nobles recherchées par la pêche professionnelle et les chasseurs sous-marins (sars, daurades, loups, etc.) et (iii) par la présence de grandes espèces des sites de passage saisonnier. Ainsi, les espèces de poissons dites « remarquables ou nobles » seront plus fréquemment rencontrées autour des secteurs rocheux ouvrant sur le large : falaises sud des îles de Maire, Jarre et Riou ainsi que sur la côte des calanques notamment vers la pointe Castel-Viel.

Les fonds rocheux des calanques, et en particulier de l'archipel de Riou, se caractérisent selon les quatre grands types d'habitats suivants : (i) petits fonds rocheux, (ii) fonds coralligènes, (iii) parois accores, (iv) grottes. Un inventaire non exhaustif des principales espèces de poissons caractéristiques de ces habitats a été présenté par Harmelin *et al.* en 1996 (Tableau 10).

**Tableau 10 : Ichtyofaune des fonds rocheux selon Harmelin *et al.*, 1996.**

Types d'habitats rocheux	Espèces en présence
Petits fonds rocheux	Labridés : <i>Symphodus</i> ssp., <i>Coris julis</i> , <i>Labrus merula</i> et <i>L. viridis</i> Sparidés : <i>Diplodus sargus</i> et <i>D. vulgaris</i> Scorpaenidés : <i>Scorpaena porcus</i> Serranidés : <i>Serranus cabrilla</i> Et ponctuellement le rason <i>Xyrichtys novacula</i> (Cap Croisette) et l'hippocampe <i>Hippocampus ramulosus</i> (Riou)
Roches coralligènes	Sparidés : <i>Diplodus puntazzo</i> et <i>D. cervinus</i> , <i>Pagrus pagrus</i> , <i>Dentex dentex</i> Scorpaenidés : <i>Scorpaena scrofa</i> Serranidés : <i>Epinephelus marginatus</i> , <i>Anthias anthias</i> Labridés : <i>Labrus bimaculatus</i> , <i>Lapanella fasciata</i> , <i>Acantholabrus palloni</i> Gadidés : <i>Phycis phycis</i> Gobiidés : <i>Gobius vittatus</i> Et occasionnellement le poisson lune <i>Mola mola</i> , le St Pierre <i>Zeus faber</i> et la sérieole <i>Seriola dumerili</i>
Parois accores (forte pente)	Idem mais plus grande abondance des poissons de pleine eau, planctonophages pour la plupart : castagnoles, barbiers, bogues, mendoles, oblades
Grottes sous-marines	Gobiidés : <i>Thorogobius ephippiatus</i> , <i>Gammogobius steinitzi</i> Apogonidés : <i>Apogon imberbis</i> Gadidés : <i>Phycis phycis</i> Bithididés : <i>Oligopus ater</i>

Dans l'herbier de Posidonie, Harmelin-Vivien (1981) relevait 38 espèces, essentiellement des Labridés (petits labres, girelles) mais également des Scorpaenidés (rascasses), des Syngnathidés (Syngnathes), des Sparidés (Sars, bogues, canthares), des Centranchidés (mendoles, jarrets) et des Gobiidés (Gobies).

Les principales espèces de poissons dites «remarquables ou nobles» présentes dans l'archipel de Riou sont représentées dans le tableau 11.

**Tableau 11 : Liste des espèces rencontrées en été (E) et en hiver (H) dans quatre sites de l'archipel de Riou (Pierres à Joseph, la Sablière, Les Moyades et la Caramassaigne) avec indication du nombre de sites de présence (max. ) selon Harmelin *et al.* (1999).**

ESPECES	E	H	ESPECES	E	H
<i>Coris judis</i>	4	4	<i>Boops boops</i>	3	2
<i>Symphodus doderleini</i>	3	4	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	2	1
<i>S. ocellatus</i>	4	3	<i>Serranus cabrilla</i>	3	4
<i>S. mediterraneus</i>	4	4	<i>S. scriba</i>	4	2
<i>S. melanocercus</i>	4	4	<i>Anthias anthias</i>	1	2
<i>S. roissali</i>	3	3	<i>Apogon imberbis</i>	3	2
<i>S. rostratus</i>	4	4	<i>Scorpaena porcus</i>	2	-
<i>S. tinca</i>	4	4	<i>S. notata</i>	-	1
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	1	-	<i>Mullus surmuletus</i>	3	3
<i>Labrus bimaculatus</i>	-	1	Mugilidés	2	-
<i>L. merula</i>	3	1	<i>Spicara sp.</i>	3	3
<i>L. viridis</i>	1	-	<i>Chromis chromis</i>	4	4
<i>Diplodus annularis</i>	3	3	<i>Parablennius rouxi</i>	-	2
<i>D. puntazzo</i>	4	2	<i>Tripterygion sp.</i>	-	3
<i>D. sargus</i>	4	3	<i>Gobius bucchichi</i>	-	2
<i>D. vulgaris</i>	4	4	<i>G. cruentatus</i>	-	1
<i>Sarpa salpa</i>	4	3	<i>G. geniporus</i>	-	1
<i>Oblada melanura</i>	-	3			

D'autres études de ces assemblages ont été effectuées dans la zone des calanques, mais toujours au niveau de l'archipel de Riou :

1. Dans l'archipel de Riou lors de la stratégie de suivi des espèces cibles de la pêche avant la mise en place d'une aire marine protégée (Harmelin *et al.*, 1999) : les peuplements de poissons des zones rocheuses ont été évalués (été et hiver), en plongée, au niveau de 4 sites facilement accessibles (La Sablière, Ile de Riou ; Pierres à Joseph, Ile de Plane ; Ilot Moyade et Caramassaigne, Ile de Riou) et représentatifs des différentes pressions de pêche sur l'archipel de Riou (chasse sous-marine, pêche à la ligne). Le nombre total d'espèces répertoriées dans l'archipel est inférieur à ceux des aires marines protégées de Port-cros et de Carry-le-Rouet. L'abondance en individus est plus forte en hiver qu'en été, alors que le phénomène inverse est constaté dans les aires marines protégées. La présence de seulement trois espèces de sars (sar commun et vérade, charax), à des tailles conformes à cette catégorie cible parmi les 17

espèces de la liste-type (Harmelin *et al.*, 1995), indique que les sites sont fortement touchés par la pêche. Toutefois les fonds rocheux des calanques et en particulier de l'archipel de Riou présentent un fort potentiel de restauration. La protection et la gestion de ces peuplements pourraient se traduire rapidement par une augmentation très marquée de l'abondance en poissons, plus spécialement en grands individus d'espèces nobles (mérours, corbs, etc.).

2. Sur le plateau des Chèvres, un premier inventaire ichthyologique a été repris 20 ans après (Bell et Harmelin-Vivien, 1982, 1983, Harmelin-Vivien *et al.*, 2000). Cette étude a permis de comparer l'évolution du peuplement de poissons sur un site directement influencé par les rejets de Cortiou, avant et après la mise en service de la station d'épuration. Les éléments d'évolution de ce peuplement sont présentés au paragraphe suivant.

### **Eléments connus de leur évolution**

Le suivi ichthyologique, réalisé en 1979-1980 et 1999-2000 sur le plateau des Chèvres, est la seule étude sur la zone des calanques qui apporte des éléments précis sur l'évolution du peuplement de poissons. Le même protocole d'échantillonnage basé sur l'utilisation d'un petit chalut expérimental a été appliqué pendant une période estivale et hivernale. Il apparaît que la quantité de poissons récoltés par trait de chalut durant l'hiver 2000 est plus importante qu'en 1979 ; en revanche, aucune différence n'est notée en été. Si la composition spécifique du peuplement de poissons est restée sensiblement la même entre les deux suivis, la structure trophique du peuplement a été modifiée avec une différence dans l'abondance de certaines espèces. La rascasse brune, les serrans, la castagnole et la girelle sont plus abondants alors que la bogue, les mendoles et le crénilabre cendré sont moins nombreux. La diminution des apports organiques, suite à la mise en service de la station d'épuration, semble être l'hypothèse la plus probable expliquant la disparition des poissons planctonophages et des labridés, affectant de manière directe ou indirecte leur régime alimentaire. L'augmentation de la rascasse brune, espèce carnivore, résulterait de la disponibilité plus importante en abris due à une eau plus propre ; elle traduirait également une pression de pêche plus faible qu'en 1980. Les modifications climatiques et le réchauffement de la Méditerranée expliqueraient par contre la dominance du serran écriture sur le serran petite chèvre et celle du crénilabre ocellé sur le crénilabre cendré.

### **Importance particulière**

Les peuplements de poissons constituent un élément déterminant du patrimoine naturel marin. Ils font partie intégrante du paysage sous-marin par leur abondance, leur diversité, leurs couleurs (Figures 31, 32, 33, 34). L'intérêt économique de cette ressource, autrefois cantonnée à la seule pêche professionnelle, concerne également aujourd'hui le tourisme sous-marin, qu'il s'agisse des bateaux à fond de verre, des sentiers sous marins et surtout de la plongée sous-marine. Outre les activités légales que constituent la pêche professionnelle, la pêche amateur, la plongée et la chasse sous-marine, la zone des calanques est un lieu de pratique importante du braconnage et de pêche interdites (chalutage).

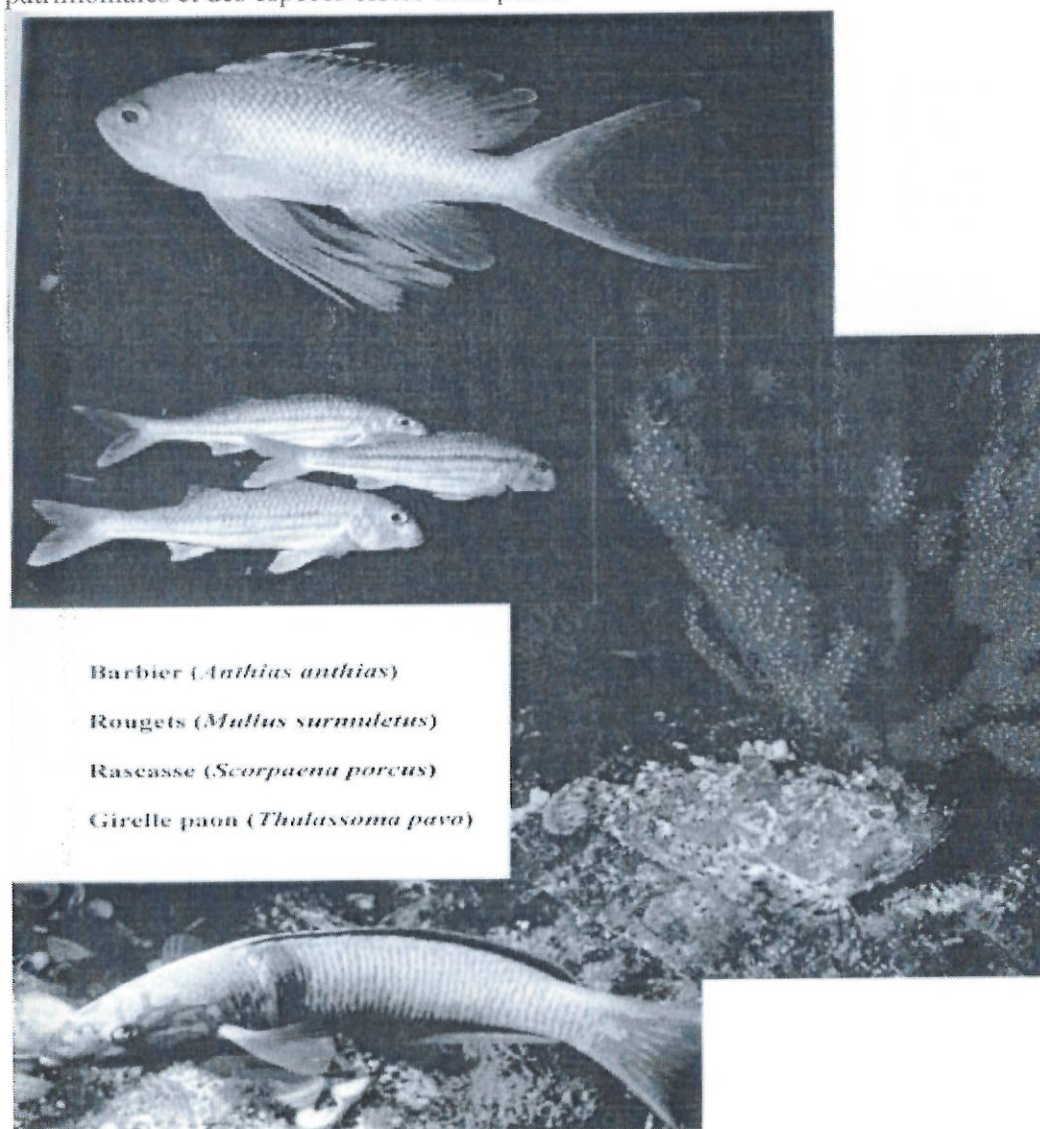
Ce double intérêt vis à vis des peuplements de poissons a engendré des conflits entre usagers dans de nombreuses zones littorales, principalement entre pêcheurs professionnels aux petits métiers et plongeurs sous-marins. Pour les premiers, l'exploitation de l'ichtyofaune est

organisée autour de la pêche et de la revente des grands individus et ils sont donc, dans leur majorité, favorables à des mesures de protection (Bernard *et al.*, 1998, 1999).

Plusieurs espèces de poissons présentes sur la zone d'étude ont une importance patrimoniale, le mérrou brun (*Epinephelus marginatus*) et le corb (*Sciaena umbra*) notamment. Le mérrou fait l'objet d'un moratoire, en France, interdisant sa capture en chasse sous-marine et depuis décembre 2002, par pêche à l'hameçon.

### Synthèse

Les données sur les poissons concernent seulement l'archipel de Riou, où le peuplement est riche et diversifié, et le plateau des Chèvres. Là, après la mise en service de la station d'épuration, une évolution marquée a été observée, avec en particulier la diminution des poissons planctonophages. Les recensements prévus dans le cadre de la deuxième phase permettront d'élargir la zone connue, avec des recensements ponctuels des espèces patrimoniales et des espèces cibles de la pêche.



Figures 31, 32, 33, 34 : Quelques espèces de poissons rencontrés dans la zone des calanques d'après Harmelin *et al.* (1996)

## 5.7 ESPECES PROTEGEES ET D'INTERET PATRIMONIAL

Les espèces bénéficiant d'un statut légal de protection en France sont très peu nombreuses dans le milieu marin (79 espèces, ainsi que les tortues marines et tous les cétacés). Elles ont un intérêt patrimonial évident. Les autres espèces remarquables citées dans cet inventaire ont été sélectionnées en fonction de leur vulnérabilité face à la pression humaine, mais également pour l'intérêt qu'elles suscitent : espèces-clés des paysages sous-marins, principales espèces cibles et espèces symboles. Certaines d'entre elles sont également incluses (en tant qu'espèces strictement protégées ou protégées) dans les annexes de la convention de Barcelone (1996)<sup>4</sup> et de la convention de Berne (1996) amendée en France par le décret du 07 juillet 1999 (Tableau 12).

Tableau 12 : Quelques espèces présentes dans l'archipel de Riou ayant un statut légal de protection (par ordre chronologique de protection)

Espèces	Taxonomie	Réglementation	Fréquence à Riou
Cétacés	Mammifères	Arrêté ministériel du 20/10/70	*
<i>Patella ferruginea</i>	Mollusque	Arrêté ministériel du 26/11/92 et JO 19/01/93	(*)
<i>Pinna nobilis</i>	Mollusque	Idem	*
<i>Lithophaga lithophaga</i>	Mollusque	Idem	***
<i>Scyllarides latus</i>	Crustacé	Idem	*
<i>Centrostephanus longispinus</i>	Echinoderme	Idem	*
<i>Epinephelus marginatus</i>	Poisson	Arrêté préfectoral du 02/04/93 (moratoire)	*
<i>Posidonia oceanica</i>	Magnolophytes	Arrêté ministériel du 19/07/88	***
<i>Cystoseira amentacea</i>	Chromobionte	Décret du 07/07/99	**
<i>Lithophyllum byssoides</i>	Rhodobionte	Idem	**
<i>Aplysina cavernicola</i>	Eponge	Idem	***
<i>Asbestopluma hypogea</i>	Eponge	Idem	***
<i>Petrobiona massiliana</i>	Eponge	Idem	**
<i>Gerardia savaglia</i>	Cnidaire	Idem	*
<i>Luria lurida</i>	Mollusque	Idem	*
<i>Hippocampus ramulosus</i>	Poisson	Idem	*
<i>Hippocampus hippocampus</i>	Poisson	Idem	*

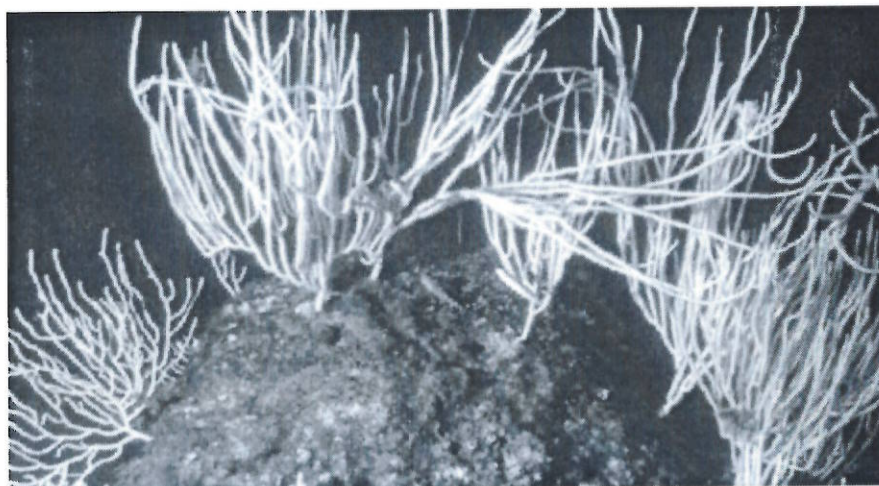
Les espèces-clés des paysages sous-marins (gorgones, éponges, autres cnidaires, etc.) constituent par leur action constructive, leur taille, ou encore leur abondance, l'attrait principal des fonds sous-marins, pour les plongeurs en particulier (Figure 35). La plupart ne sont pas considérées comme menacées, mais elles représentent un patrimoine de forte valeur qu'il convient de protéger.

<sup>4</sup> Décret n° 2002-1454 du 9 décembre 2002 portant publication du protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (ensemble de trois annexes adoptées à Monaco le 24 novembre 1996), fait à Barcelone le 10 juin 1995

Les **espèces d'intérêt commercial** sont celles qui sont recherchées par les pêcheurs professionnels et amateurs (pêche à la ligne et chasse sous-marine). Ce sont les éponges commerciales, le corail rouge, les grands crustacés comme la langouste, les poissons comme les sars, le loup, le denti, la daurade, etc.

Enfin la **valeur symbolique** de certaines espèces tient à leur popularité auprès du public (cote médiatique et qualité esthétique pour les plongeurs sous-marins essentiellement) ; ce sont les grands poissons comme le mérrou, bien entendu, mais également le corb et la murène, ou encore des mollusques comme la grande nacre et la grande porcelaine.

La majorité des espèces marines d'intérêt patrimonial sont présentes dans la zone des calanques. Parmi les espèces végétales remarquables, la Posidonie, *Posidonia oceanica*, la Chromobionte *Cystoseira amentacea* et la Rhodobionte *Lithophyllum byssoides* ont déjà été abordées dans des chapitres précédents ; seules les espèces animales remarquables seront traitées dans ce chapitre. Le tableau 13 présentent les principales espèces patrimoniales présentes dans la zone des calanques, leur extension connue dans la zone étudiée, leur état de vitalité et l'évolution des populations. La figure 36 présente la répartition de ces différentes espèces animales patrimoniales, et à sa lecture, on constate qu'à part autour de l'archipel de Riou, très peu de données sont disponibles en bibliographie. La description des principales espèces, déjà effectuée par de nombreux auteurs est résumée ensuite (Figures 37 à 45).



Ph. : S. Ruitton

**Figure 35 : Espèces patrimoniales du coralligène (*Eunicella singularis* et *E. Cavolini*)**

**Tableau 13 : caractéristiques des principales espèces patrimoniales marines rencontrées dans la zone des calanques de Marseille-Cassis**

Espèces patrimoniales	Zone biogéo.	Extension connue	Vulnérabilité	Etat actuel	Proximité de l'état d'équilibre en l'absence d'impact humain	Références (ne concernant pas forcément la zone)
Mérou	En limite	Maire, Plane, Riou, Grand Conglue	Maturité sexuelle tardive Déséquilibre du sex-ratio Braconnage	Arrivée des femelles donc rééquilibre du sex-ratio en cours	Non	Chauvet 1991, Harmelin <i>et al.</i> 1996, Louisy 1997
Grande cigale	En limite	Sud Plane (pierres à Joseph)	Pêche illégale	Augmentation	?	Baghdiguan <i>et al.</i> 1987, Spanier 1991, Holthuis 1987, Campillo 1992, Boudouresque 1996, Harmelin <i>et al.</i> 1996
Grande nacre		Sud jarre, Riou, En-Vau	Mouillage et Chalutage Recul de l'herbier	Augmentation	Non	Combelles <i>et al.</i> 1986, De Gaulejac 1993, Vicente et Moreteau 1991, Harmelin <i>et al.</i> 1996
Oursin diadème	En limite	Maire, nord Jarre, Plane, sud Riou et Moyades	Récolte illégale	Augmentation	?	Francour 1989, 1991, 1996, Francour <i>et al.</i> 1994
Datte de mer		Archipel de Riou	Braconnage	Stable ?	?	Harmelin <i>et al.</i> 1998
Posidonie		De la Madrague au plateau des Chèvres, de Jarre à Plane, face nord de Riou, de Sormiou à Port Mjoui	Pollution Chalutage Aménagements Ancrages	Diminution ou stabilité	Non	Jedy de Grissac 1985, Pergent-Martini <i>et al.</i> 2000, Augier <i>et al.</i> 1998
Cystoscires		Face sud de Maire, de Jarre, de Plane, face sud et nord-ouest de Riou, du cap Croisette à la Mouraine, au delà de Sormiou ?	Pollution, surpâturage dû à la sur pêche des prédateurs d'oursins	Diminution ou stabilité ?	Non	Bellan-Santini 1966, Soltan 2001
<i>Lithophyllum byssoides</i>		Idem	Pollution, piétinement	Idem	Non	Laborel <i>et al.</i> 1994, Soltan 2001

Eponges commerciales	Archipel de Riou	Surexploitation, épidémie	Stable	?	Verdenal 1986, Vacelet 1991
Corail rouge	Archipel de Riou	Pêche, mortalité de 1999	Stable	?	Harmelin 1980, 1984, Laborel et Vacelet 1961, Novelli 1995, Rivoire 1991
Langouste	Tombant sud Moyades	Pêche illégale et professionnelle	Diminution	Non	Harmelin et al. 1996
Grande porcelaine	Cap Croisette, Callelongue, Maire, Jarre, Riou	Récolte illégale, Dégradation des fonds	Augmentation	?	Harmelin et al. 1987
Gorgones	Archipel de Riou, Maire pour <i>E. verrucosa</i> et <i>L. ceratophyta</i>	Mouillage Filets de pêche Episodes climatiques chauds, plongée	Diminution après 1999 mais début de recolonisation	?	Francoeur et Sartoretto 1992, Harmelin 1995
<i>Gerardia savaglia</i> (corail noir)	Riou : Impérial de Terre, Grand Conglue	Collecte illégale	Inconnu car rare	?	Zibrowius 1995
Eponge corne-de-cerf	En limite Riou : sud Impériaux terre et milieu, Grand Conglue, nord Petit Conglue	Mouillage	Augmentation	Oui ?	Harmelin et al. 1996
Sar tambour	Maire, sud-ouest Jarre, Plane, Riou-Moyade, Impérial de Terre	Pêche	Augmentation	Oui	Harmelin et al. 1995
Lappanelle	Maire, Plane, Riou entre 30 et 70m	Liée à l'altération des gorgones pourpres	Stable	Oui	Sartoretto et al. 1997
Acantholabre	Sud de Riou et de Plane entre 30 et 70m	Inconnue car espèce rare	Stable	Oui	Sartoretto et al. 1997
Corb	En limite Plateau des chèvres, Jarre, sud Plane, nord Riou, Moyades	Chasse, chaluts Maturité sexuelle tardive	Réapparition depuis 1983	Non	Harmelin 1991, Chauvet 1991, Boudouressque 1996

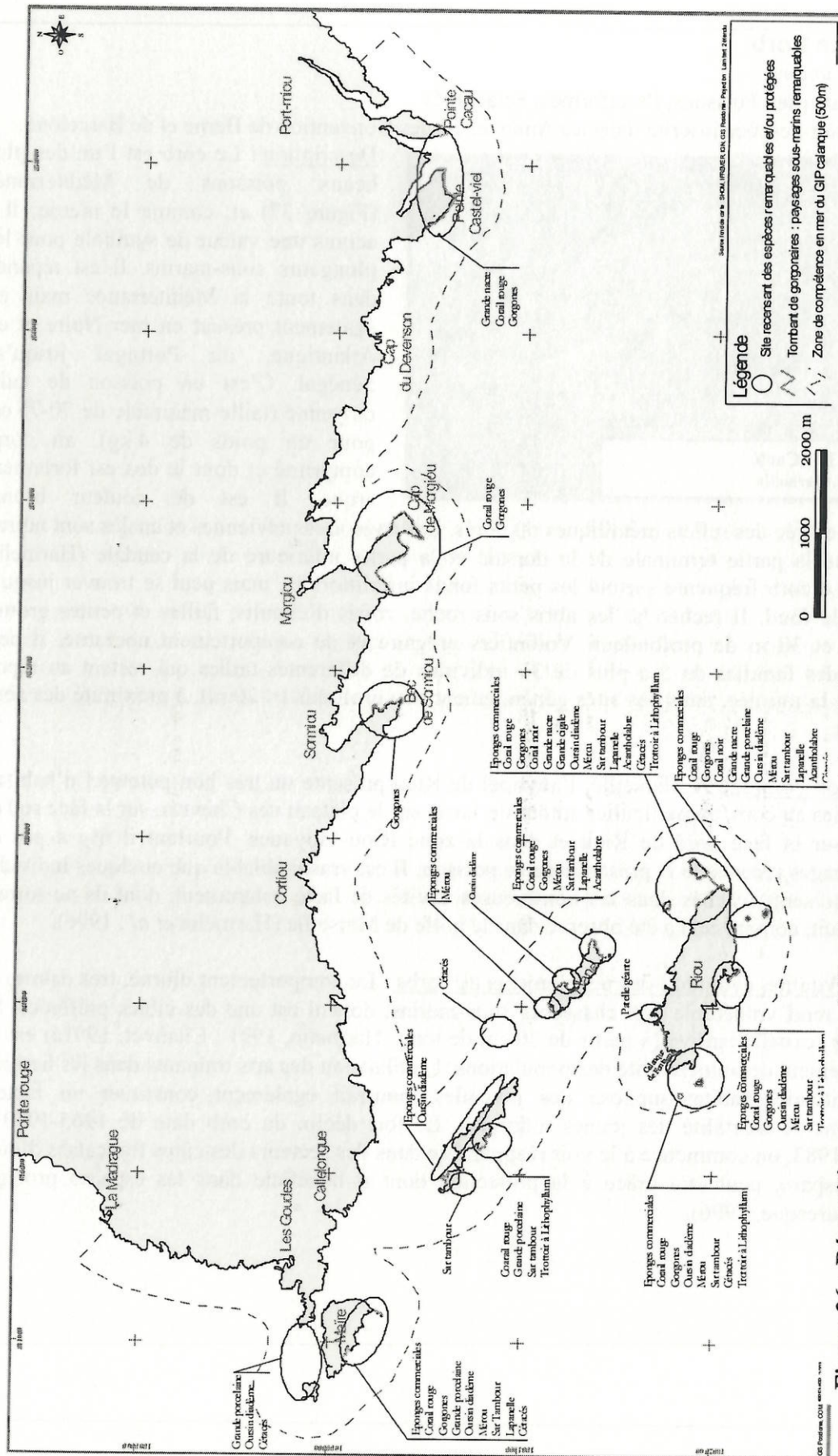


Figure 36 : Répartition connue des différentes espèces patrimoniales et des paysages sous-marins remarquables rencontrés dans les calanques de Marseille-Cassis (d'après Harmelin *et al.*, 1996 et Sartoretto *et al.*, 2001)

### 5.7.1 Le Corb

*Sciaena umbra*

**Systématique** : Poissons, Perciformes, Sciaenidés

**Protection** : espèce inscrite dans les Annexes III des Convention de Berne et de Barcelone.

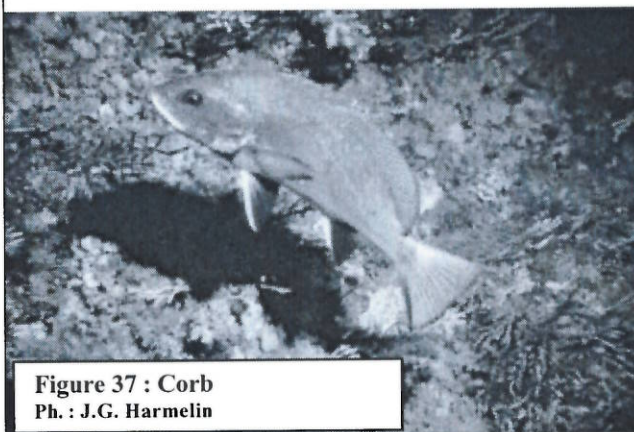


Figure 37 : Corb  
Ph. : J.G. Harmelin

**Description** : Le corb est l'un des plus beaux poissons de Méditerranée (Figure 37) et, comme le mérrou, il a acquis une valeur de symbole pour les plongeurs sous-marins. Il est répandu dans toute la Méditerranée mais est également présent en mer Noire et en Atlantique, du Portugal jusqu'au Sénégal. C'est un poisson de taille moyenne (taille maximale de 70-75 cm pour un poids de 4 kg), au corps comprimé et dont le dos est fortement arqué. Il est de couleur bronze

uniforme avec des reflets métalliques ou dorés. Les nageoires pelviennes et anales sont noires, ainsi que la partie terminale de la dorsale et la partie inférieure de la caudale (Harmelin, 1991). Le corb fréquente surtout les petits fonds infralittoraux, mais peut se trouver jusqu'à 180 m de fond. Il recherche les abris sous roche, zones d'éboulis, failles et petites grottes entre 5 et 30 m de profondeur. Volontiers grégaire et de comportement nocturne, il peut former des familles de 5 à plus de 30 individus de différentes tailles qui restent au repos, pendant la journée, dans des sites généralement peu profonds (< 20 m), à proximité des abris rocheux.

**Extension connue** : A Marseille, l'archipel de Riou présente un très bon potentiel d'habitats favorables au corb, en particulier autour de Jarre, sur le plateau des Chèvres, sur la face sud de Plane, sur la face nord de Riou et dans la zone Riou-Moyades. Pourtant il n'y a pas de témoignages récents de la présence de ce poisson. Il est vraisemblable que quelques individus soient présents, cachés dans les nombreuses cavités de Jarre notamment, dont ils ne sortent que la nuit, comme cela a été observé dans le golfe de Marseille (Harmelin *et al.* 1996).

**Etat de vitalité, évolution des peuplements de corbs** : Le comportement diurne, très calme, du corb le rend vulnérable aux chasseurs sous-marins, dont il est une des cibles préférées. Sa maturité sexuelle tardive (à partir de 30 cm de long, Harmelin, 1991 ; Chauvet, 1991a) est un autre élément de vulnérabilité des populations. L'utilisation des arts traînants dans les herbiers de Posidonie, habitat supposé des juvéniles, pourrait également constituer un facteur important de mortalité des jeunes individus. Le fort déclin du corb date de 1965-1970 et depuis 1983, on commence à le voir réapparaître dans des secteurs des côtes françaises d'où il avait disparu, peut être grâce à la protection dont il bénéficie dans les espaces protégés (Boudouresque, 1996).



**Figure 38 : Mérrou à l'affût**  
Ph. : P. Martini

### 5.7.2 Le Mérrou

*Epinephelus marginatus*

**Systématique :** Poissons, Serranidés, Epinephelinés

**Protection:** La pêche à l'hameçon et la chasse sous-marine du mérrou sont interdites sur le littoral méditerranéen français jusqu'au 31 décembre 2007, par arrêté préfectoral n°1113 du 30/12/2002. Espèce inscrite dans les annexe III des Conventions de Berne et de Barcelone.

**Description :** Le mérrou brun est avant tout le poisson emblématique de la

Méditerranée ; il est très recherché des plongeurs pour sa familiarité. Il fréquente les fonds rocheux riches en abris : gros éboulis, failles et cavités dans lesquels il peut se réfugier. C'est un puissant prédateur (il peut atteindre 1.20 m de long pour un poids de 40 kg) qui chasse à l'affût (Figure 38) ; il s'alimente au lever et au coucher du soleil, de poulpes, crustacés et poissons (Chauvet, 1991b). Jusqu'au milieu du siècle dernier, le mérrou était assez commun dans la région méditerranéenne. Très prisé pour sa chair et sa valeur de trophée (chasse sous-marine), il s'est rapidement raréfié. L'espèce est hermaphrodite protogyne (d'abord femelle, le changement de sexe pour devenir mâle intervient entre 9 et 11 ans, soit environ 60-80 cm). Ce sont généralement les individus de grande taille, les plus chassés, qui se rencontraient sur les côtes françaises. Pourtant depuis la fin des années 1980s, des petits individus (< 45 cm) ont commencé à être observés et en 1991, un juvénile de moins d'un an a été capturé près de Toulon (Louisy, 1997). Depuis, toutes les tailles sont observées, et les populations se rééquilibrent (conjugaison des facteurs protection et éventuellement réchauffement).

#### Extension connue

La protection de cette espèce vis à vis de la chasse sous-marine, peut être alliée à la tendance climatique actuelle, a eu pour effet une nette augmentation de la fréquence des rencontres du mérrou dans l'archipel de Riou. Ce phénomène est attesté par des témoignages de plongeurs sportifs, de chasseurs et par nos observations : des mérrous ont été vus à Maire, à Plane, à Riou, au Grand Conglue. La majorité de ces rencontres concerne des individus de taille moyenne (50-60 cm de longueur totale), qui correspondent à des femelles. Celles-ci ne semblent se sédentariser que lorsque des grands mâles sont présents. Il y a toutefois peu de rencontres avec ces derniers dans l'archipel, sauf à Plane (Harmelin *et al.*, 1996).

#### Etat de vitalité, évolution des peuplements de mérrous

Le potentiel de l'archipel de Riou pour accueillir une population importante de mérrous est très grand. En effet, en dehors de toute pêche, la présence de mérrous dans un secteur dépend de la disponibilité en habitats favorables (abris sous roche, cavités, éboulis, entre 10 et 50 m) et d'une nourriture abondante (poulpes, poissons). Ces paramètres sont bien représentés autour de l'archipel. On peut donc penser que si la protection se maintient et s'étend, l'archipel de Riou deviendra l'un des grands sites à mérrous du littoral français (Harmelin *et al.*, 1996).

### 5.7.3 La Grande Cigale

*Scyllarides latus*

**Systématique :** Crustacés, Malacostracés, Décapodes, Scyllaridés

**Protection :** Arrêté du 26 Novembre 1992 ; Annexe II de la Convention de Berne, Annexe III de la Convention de Barcelone ; Annexe IV de la Directive Habitats.

#### Description

La grande cigale de mer peut mesurer jusqu'à 45 cm de long ; sa carapace est de couleur brun-orangée sur le dos (Figure 39). On la rencontre dans toute la Méditerranée (surtout dans le sud et l'est jusqu'à l'Adriatique). Elle vit entre 0 et 10 m de profondeur sur des fonds rocheux et sableux, et semble affectionner plus particulièrement les herbiers de posidonie et les grottes (Baghdiguan *et al.*, 1987 ; Holthuis, 1987). D'un comportement grégaire et plutôt nocturne, elle se nourrit principalement de mollusques.

#### Extension connue

Dans l'archipel de Riou, une ou deux cigales ont été observées récemment au sud de l'île Plane, dans des failles rocheuses (-10 m) situées en face des pierre à Joseph. Cette espèce n'a jamais été très abondante dans ce secteur de la Méditerranée (Harmelin *et al.*, 1996).

#### Etat de vitalité, évolution des peuplements

Bien que ce soit une espèce peu commercialisée, rare sur les marchés du littoral, elle est appréciée dans la bouillabaisse et fait parfois donc l'objet d'une pêche illégale (en scaphandre autonome). Elle fait également partie des prises accessoires des pêcheurs professionnels. On a observé une nette régression des populations, due à la surexploitation dans le Golfe du Lion et en région PACA ; toutefois, les signalisations sont maintenant plus nombreuses (Boudouresque, 1996). La signalisation récente de *Scyllarides latus* dans l'archipel de Riou est donc une information encourageante. Néanmoins, l'absence de recherche systématique de l'espèce autour des îles ne permet pas d'avoir une idée précise de sa distribution dans la région marseillaise.

#### **Figure 39 : grande cigale**



Ph. : J.M. Cottalorda

#### 5.7.4 La Grande Nacre

*Pinna nobilis*

**Systématique :** Mollusques, Bivalves, Ptérimorphes, Mytiloïdes, Pinnacées.

**Protection :** Arrêté du 26 Novembre 1992 ; Annexes II des conventions de Berne et de Barcelone ; Annexe IV de la directive Habitats.



Figure 40 : Grandes nacres  
Ph. : E. Charbonnel

#### Description

La grande nacre de Méditerranée est un mollusque bivalve dont la coquille au bord antérieur arrondi est de forme triangulaire avec une pointe très effilée. Elle figure parmi les plus grands coquillages existants dans le monde (elle peut dépasser 1 m de longueur). Les grandes nacres vivent à demi enfoncées dans le sédiment des baies calmes, principalement dans les herbiers à *Posidonia oceanica* entre la surface et 35-40 m de profondeur (Figure 40). L'animal est enraciné dans le sable par son byssus, sécrétion filamenteuse du pied, dont chaque brin très résistant, est attaché à un corps solide (Vicente et Moreteau, 1991). On peut parfois observer un petit crabe commensal (*Pinnotheres pinnotheres*) vivant entre les valves des grandes nacres, qui utilisent les déchets organique rejetés par le coquillage pour se nourrir, faisant ainsi office de nettoyeurs (Hrs-Brenko *et al.*, 1991). Comme d'autres coquillages, la grande nacre peut élaborer des perles mais celles ci sont peu abondantes et n'ont

aucune valeur marchande.

#### Extension connue :

Dans l'archipel de Riou, sa présence semble limitée à quelques stations. Seuls trois individus ont été trouvés au sud de l'île de Jarre et de l'île de Riou. Cette faible signalisation de *Pinna nobilis* est d'autant plus remarquable que l'archipel de Riou présente un herbier qui est en théorie susceptible de comporter un plus grand nombre de nacres. D'ailleurs, la présence de débris de valves dans l'herbier du nord de l'île Plane (secteur de la « roche qui trémoule ») montre que cette espèce a été présente dans le secteur (Harmelin *et al.*, 1996). La grande nacre est aussi représentée sur la côte dans l'herbier de Posidonie notamment à En-Vau. Peu d'individus ont été observés à proximité des sites de plongée ainsi qu'à Sormiou et Morgiou, peut être à cause d'une trop grande pression de mouillage et de chalutage.

Etat de vitalité, évolution des peuplements : la grande nacre abondait jadis sur le littoral, les anciens la citaient déjà au 2<sup>ème</sup> siècle de notre ère pour ses aspects économiques. Décimée par la pollution mais aussi par les plongeurs amateurs de souvenirs originaux, elle est devenue rare. De plus les ancrages et les chalutages dans l'herbier brisent sa coquille, le recul des herbiers à posidonie détruit son milieu d'élection ce qui constitue également une cause de régression (Baghdiguiian *et al.*, 1987). Dans l'archipel de Riou, le recul de l'herbier est à attribuer en grande partie aux rejets de Cortiou entre 1970 et 1987.

### 5.7.5 L'Oursin Diadème

*Centrostephanus longispinus*

**Systématique** : Echinodermes, Echinoides, Autodontes, Diadéminés

**Protection** : Arrêté du 26 Novembre 1992 ; Annexes II des Conventions de Berne et de Barcelone, Annexe IV de la Directive Habitats

#### Description

Ses longs piquants (plus de 7cm) permettent d'identifier facilement l'oursin diadème. Il est présent dans l'ensemble de la Méditerranée, mais rare en Méditerranée occidentale, car c'est une espèce plutôt thermophile (Pérès et Picard, 1964). Les individus que l'on rencontre le long des côtes françaises, sont en majorité des individus de grande taille (diamètre du test supérieur à 4 cm). Ils pourraient provenir de larves émises dans le sud de l'Italie, portées ensuite par le Courant Liguro-Provençal (Francour, 1991). L'oursin diadème fréquente le plus souvent les substrats rocheux (anfractuosités) sur la partie inférieure des tombants, sous des surplombs ou à l'abri de la lumière (on le rencontre jusqu'à 200 m de profondeur). Il se déplace de nuit pour chercher sa nourriture qu'il racle sur la roche ; il s'agit essentiellement de bryozoaires, de lamellibranches, de débris d'éponges mais également de feuilles de *Posidonia oceanica* (Paul *et al.*, 1983). Ces oursins sont capables de déplacements importants : en été ils remontent de 200 m de profondeur à 30-40 m ; c'est alors qu'ils sont observables par les plongeurs. Dans certaines stations, il semble toutefois qu'ils soient sédentaires.

#### Extension connue

L'oursin diadème est présent dans les différentes îles de l'archipel de Riou : Jarre (face nord), Plane (face nord) et Riou (Moyade, Moyadon, face sud). Il est également présent sur l'île Maïre et dans l'archipel du Frioul. Bien que cette espèce puisse être présente dans les fonds sableux et d'herbiers de Posidonie, *Centrostephanus* n'a été observé dans l'archipel de Riou que sur substrat rocheux, entre 18 et 50m. En fonction des observations et des témoignages, il se pourrait que l'effectif total de cet oursin dans les archipels de Riou et du Frioul soit inférieur à une trentaine d'individus, mais le comportement cryptique de cette espèce limite beaucoup la validité des évaluations de populations. La relative rareté de cet oursin dans le bassin méditerranéen nord-occidental peut s'expliquer par l'affinité thermophile des Diadématidés. Toutefois sa répartition bathymétrique le long de nos côtes serait plutôt conditionnée par une sensibilité aux fortes variations de températures (Harmelin *et al.*, 1996).

#### Etat de vitalité, évolution des peuplements

Déjà peu communes dans nos eaux, les colonies d'oursins diadèmes existantes ont été menacées : prélèvements par les plongeurs (décoration), mais aussi capture accidentelle lors de dragages et variation de la qualité des eaux (pollution). Les signalisations se font cependant plus fréquentes, notamment aux alentours des sites de plongée, qui sont les zones les mieux connues. Comme pour la majorité des signalisations de cette espèce, les individus signalés ou observés sont très sédentaires et de grande taille (plus de 5 cm de diamètre sans les piquants). Bien qu'aucun jeune *Centrostephanus* n'ait encore été observé à Marseille, la position de l'île de Riou à proximité du flux de la circulation générale (courant nord) contribue sans doute à en faire un site de recrutement potentiel (Harmelin *et al.*, 1996).

### 5.7.6 La Datte de Mer

*Lithophaga lithophaga*

**Systématique :** Mollusques, Filibranchia, Mytiloidea, Mytilidés

**Protection :** Arrêté du 26 Novembre 1992 ; Annexes II des Conventions de Berne et de Barcelone ; Annexe IV de la directive habitat.

#### Description

La datte de mer est un mollusque, de forme allongée presque cylindrique, aux extrémités arrondies, de couleur fauve à marron, l'intérieur de la coquille étant bleu. Elle peut mesurer jusqu'à 8,5 cm de long pour 1,5 cm d'épaisseur (Poutiers, 1987). C'est une espèce propre à l'étage infralittoral qui vit au cœur de la roche calcaire dans laquelle elle creuse des galeries, généralement à faible profondeur. C'est une espèce très longévive (jusqu'à 80 ans) et à croissance lente (Russo et Cicogna, 1992), ce qui explique sa vulnérabilité.

Extension connue : Cette espèce est très présente dans l'archipel de Riou mais l'état actuel des stocks est inconnu (Harmelin *et al.*, 1998).

Etat de vitalité, évolution des peuplements : L'espèce est devenue très rare dans plusieurs régions de Méditerranée (Baghdigian *et al.*, 1987 ; Hrs-Brenko *et al.*, 1991) ; elle bénéficie en France d'une protection intégrale interdisant sa récolte et sa commercialisation. En Italie la récolte, la détention et la vente de la datte lithophage sont interdites depuis 1988 par un décret reconduit tous les deux ans (Russo et Cicogna, 1991). Compte tenu de sa non-application dans les faits, ce décret a été complété en 1994 par des restrictions sanitaires très sévères qui théoriquement la rendent impossible à la vente. Dans le sud de l'Italie, l'exploitation de *Lithophaga lithophaga* se fait au moyen de marteaux-piqueurs sous-marins, ce qui occasionne de terribles dégâts aux communautés infralittorales (Fanelli *et al.*, 1994).

### 5.7.7 Le Corail Rouge

*Corallium rubrum*

**Systématique :** Cnidaires, Anthozoaires, Octocoralliaires, Gorgonaires, Coralliidés

**Protection :** espèce exploitée commercialement, inscrite dans l'Annexe III des Conventions de Berne et de Barcelone.

Figure 41 : Corail rouge Ph. : P. Martini



#### Description

Le corail rouge, espèce endémique de Méditerranée (malgré des observations ponctuelles en Atlantique entre le Portugal et les îles du Cap-Vert), est bien représenté sur tout le littoral rocheux de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (Rivoire, 1991). Les Bouches-du-Rhône, et Marseille en particulier, connaissent une activité importante (qui a débuté au moyen-âge) de collecte du corail (Harmelin *et al.*, 1996). Vivant, il forme des

colonies rigides ramifiées dont les polypes, blancs et transparents, possèdent huit tentacules (Figure 41). La distribution du corail rouge est conditionnée par la luminosité et le substrat. On ne le trouve que sur substrat rocheux dans des conditions d'éclairement réduit ; il caractérise ainsi, dès les faibles profondeurs, la biocénose des grottes semi-obscurées. Plus bas, on le rencontre sur les falaises et les tombants rocheux, entre 15 et 120 m de profondeur, exceptionnellement 250-280 m (sur les roches du canyon de Cassidaigne) (Laborel et Vacelet, 1961). La croissance est très lente, de l'ordre de 2 à 8 mm/an pour l'allongement dans les grottes (Harmelin, 1984) mais on suppose qu'elle est plus rapide dans les zones soumises à une meilleure circulation des eaux.

#### Extension connue

Le corail rouge est très bien représenté dans l'archipel de Riou, dans les sites rocheux à l'abri de la lumière (biocénose des grottes semi-obscurées). Sa distribution bathymétrique locale est très vaste : depuis quelques mètres sous la surface dans les grottes jusqu'à 250-280 m de profondeur sur les roches du canyon de la Cassidaigne (Bourcier et Zibrowius, 1973 ; Laborel et Vacelet, 1961).

#### Etat de vitalité, évolution des peuplements

Le corail rouge est utilisé pour l'industrie joaillière ; les colonies mortes, sorties de l'eau, ont un aspect rouge foncé. Leur taille peut atteindre 20 cm de hauteur (exceptionnellement 40 cm), mais la pêche intensive a fait disparaître les plus grandes colonies. La technique très destructive de la « croix de Saint-André » (croix métallique équipée de filets raclée sur le fond, Baghdiguian *et al.*, 1987) est actuellement remplacée par la récolte en scaphandre autonome (système de licences d'exploitation en nombre limité). L'exploitation ne menace pas l'espèce elle-même, celle-ci étant précoce (les colonies peuvent se reproduire dès la taille de 3 cm), ni son aire de distribution. Elle a seulement entraîné une raréfaction des grandes colonies, qui s'est accentuée avec le développement de la plongée. Par ailleurs, le corail a été victime, comme les autres gorgonaires, de l'épisode de mortalité ayant touché l'ensemble de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur durant l'été 1999. A faible profondeur, les colonies avaient été plus particulièrement touchées, avec des taux de nécroses en 2001 parfois supérieurs à 50%.

### 5.7.8 La Langouste

*Palinurus elephas*

**Systematique :** Crustacés décapode

**Protection :** incluse dans l'annexe III des Conventions de Berne et de Barcelone.

#### Description

La langouste est, avec le homard, le crustacé le mieux connu du grand public. Elle est particulièrement appréciée pour sa chair. *Palinurus elephas* est présente dans toute la Méditerranée occidentale, dans l'Adriatique et sur les côtes nord et ouest de la Méditerranée Orientale, mais également dans l'Atlantique (Holthuis, 1987). Sa carapace est de couleur brun rouge ; elle peut atteindre 30 à 50 cm de long (Figure 42). On la rencontre dans les trous et les failles des fonds rocheux entre 0 et 70 m de profondeur. La langouste se nourrit d'animaux morts : c'est un saprophage, et c'est pourquoi elle est facile à capturer dans des nasses appâtées avec un poisson mort (Weinberg, 1992). La collecte en plongée sous-marine bien qu'interdite a longtemps été pratiquée (Boudouresque, 1996).



Ph. P. Martini

**Figure 42 : Langouste**

#### Extension connue

La langouste est observée fréquemment sur le tombant sud des Moyades (Harmelin *et al.*, 1996).

#### Etat de vitalité, évolution des peuplements de langoustes

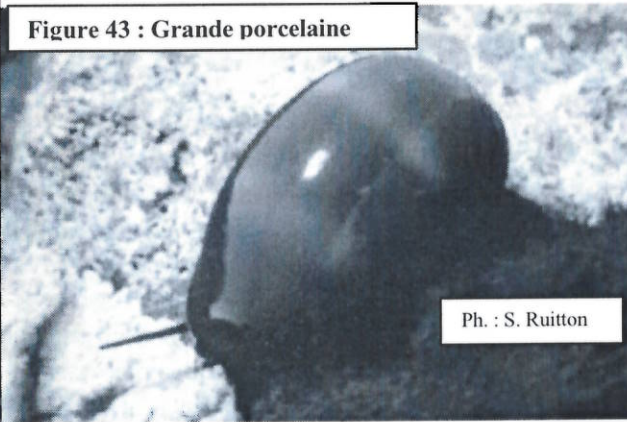
La langouste est une espèce exploitée commercialement ; les stocks ne semblent pas montrer de signes de diminution dans la période récente. Toutefois, par rapport au 19<sup>ème</sup> siècle, où elle était signalée comme commune dans l'herbier de Posidonie (Gourret, 1894), la régression est considérable.



### 5.7.9 La Grande Porcelaine

*Luria lurida*

Figure 43 : Grande porcelaine



**Systematique** : Mollusque,  
Gastéropodes, Cypraeoides, Cypraeidés

**Protection** : espèce inscrite dans  
l'annexe II des Conventions de Berne  
et de Barcelone.

#### Description

La grande porcelaine est présente dans  
l'ensemble de la Méditerranée. Elle est  
facilement reconnaissable : c'est  
l'espèce de porcelaine la plus grosse de  
Méditerranée (jusqu'à 6cm) et la plus  
commune. Elle est de coloration brune,

avec des bandes transversales plus claires (Figure 43). *Luria lurida* vit en milieu peu profond, entre 1 et 30 m, ce qui en fait une proie facile pour les plongeurs avides de souvenirs. On la rencontre dans les zones rocheuses, les grottes, les fissures littorales et parfois les herbiers de Posidonie, dans les petites cavités formées entre les rhizomes ou bien sous les petits rochers. Elle présente une activité plutôt nocturne.

#### Extension connue

La grande porcelaine est régulièrement observée dans les grottes des îles de l'archipel de Riou, entre 10 et 20 m de profondeur. Néanmoins, si les observations réalisées au niveau de l'île de Jarre et de l'île de Riou ne concernent que des individus isolés ou des petits groupes d'individus (ne dépassant pas 4 à 5 individus), les observations notées en septembre 1996, dans la grotte à Corail de l'île Maire concernent une population beaucoup plus importante comportant une douzaine d'individus. D'autres populations aussi importantes ont été signalées dans une zone d'éboulis, sur la côte entre le Cap Croisette et le port de Callelongue (Harmelin *et al.*, 1996).

#### Etat de vitalité, évolution des peuplements

Victime à la fois du ramassage par les plongeurs, de la pollution et de la dégradation générale des fonds, la grande porcelaine s'est raréfiée (Boudouresque, 1996). Selon les plongeurs sous-marins fréquentant les sites de la zone d'étude, la fréquence d'observation de la grande porcelaine serait en augmentation. La présence de cette espèce dans l'archipel de Riou, même modeste, est encourageante, étant donné sa vulnérabilité aux récoltes par les plongeurs. La présence de groupes d'individus dans des sites très accessibles suggère un changement de comportement des plongeurs, peut être associé à une modification régionale de la dynamique de cette espèce, qui est plus fréquente dans des régions méridionales (Harmelin *et al.*, 1996).

#### 5.7.10 Les Gorgones

*Paramuricea clavata*, *Eunicella singularis*, *Eunicella cavolinii*, *Eunicella verrucosa*, *Lophogorgia ceratophyta*

**Systématique** : Cnidaires, Anthozoaires, Octocoralliaires, Gorgonaires

**Protection** : Aucun statut légal.

#### Description

Les gorgones sont les plus beaux éléments du décor vivant des parois rocheuses sous-marines. Sur les six espèces les plus communes (vingt et une espèces de gorgonaires ont été signalées en Méditerranée), cinq ont été observées dans la zone d'étude : le corail rouge (qui fait l'objet d'un paragraphe spécifique), la gorgone blanche *Eunicella singularis*, la gorgone jaune *E. cavolinii*, la gorgone verruqueuse *Eunicella verrucosa*, la gorgone plumeuse *Lophogorgia ceratophyta* et la gorgone rouge *Paramuricea clavata*. Les colonies de gorgones blanches atteignent de 20 à 50 cm de hauteur. On les observe le plus souvent sur les parois rocheuses peu inclinées, exposées à la lumière et à la sédimentation. Présente entre 5 et 60 m de profondeur, *Eunicella singularis* est surtout abondante à une profondeur de 15 à 20 m (Weinberg, 1992). La gorgone jaune est également une espèce de taille moyenne ; les colonies atteignent de 20 à 40 cm de hauteur. *Eunicella cavolinii* est la gorgone la plus commune de Méditerranée (Figure 44) ; on la trouve sur les parois rocheuses de forte pente à l'abri de la lumière (espèce sciaphile), tombants et surplombs, depuis une dizaine de mètres de fond, jusque sur les roches les plus profondes. C'est en outre une gorgone très robuste qui résiste bien à la pollution (Weinberg 1992). Enfin, la gorgone rouge est une espèce de grande taille ; les colonies peuvent atteindre de 30 à 100 cm, exceptionnellement 1,5 m d'envergure sur les parois profondes. On l'observe d'une dizaine de mètres jusqu'à une profondeur de 70 m, sur les tombants et surplombs rocheux ; c'est une espèce plutôt sciaphile. Du fait de sa grande taille, *Paramuricea clavata* est un élément structurant majeur des peuplements du coralligène : elle accroît l'hétérogénéité des parois et de ce fait est un facteur de biodiversité (Weinberg, 1992 ; Harmelin, 1995).

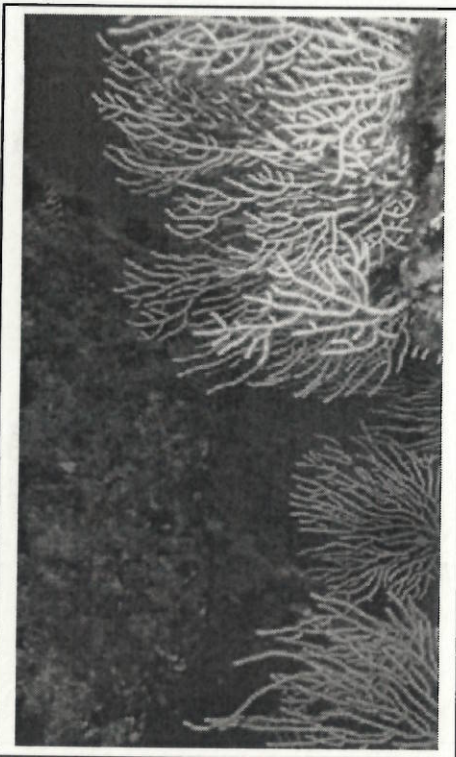


Figure 44 : Colonie d'*Eunicella cavolinii*  
Ph. : S. Ruitton

#### Extension connue

La gorgone jaune *Eunicella cavolinii* est régulièrement associée à la gorgone rouge *Paramuricea clavata*. Ces deux espèces cohabitent souvent mais peuvent également former des faciès très étendus où l'une et l'autre dominant. Les colonies de gorgones blanches sont présentes sur l'ensemble de la zone d'étude, en particulier au niveau des caps et des pointes à partir de 20 m de profondeur.

Dans l'archipel de Riou, les trois principales espèces sont particulièrement bien représentées, et les deux espèces plus rares sont occasionnellement présentes, avec une fréquence plus grande que dans le passé : la gorgone plumeuse, qui affectionne les sites à forte sédimentation, et la gorgone verruqueuse, espèce à tendance atlantique dont on pensait que la distribution était plus profonde dans la région. Elles ont été observées en particulier à une trentaine de mètres de profondeur sur la face sud de Maire (Harmelin *et al.*, 1996).

Etat de vitalité, évolution connue

Les gorgones sont soumises à des agressions de diverses origines qui entraînent des mortalités partielles (portions de branches dénudées de tissus vivants) ou totales. Durant l'été 1999, un épisode de mortalité a de nouveau touché l'ensemble des peuplements de gorgones compris entre le golfe de Gène et la rade de Marseille ; les causes de ce phénomène sont encore peu connues. Leur suivi depuis 2001 montre néanmoins une stabilité de ces peuplements : le taux de colonies nécrosées reste important mais n'évolue plus. Les colonies de petite et moyenne taille sont encore prédominantes (Sartoretto, 2002)

Les nécroses peuvent également être d'origine mécanique, naturelle comme l'érosion par de fortes turbulences ou le broutage par des prédateurs, et anthropique comme l'action des engins de pêche traînants, des filets, des lignes de mouillage, ainsi que la préhension et les coups de palmes des plongeurs sous-marins inexpérimentés (Harmelin, 1995 ; Harmelin et Marinopoulos, 1994). La gorgone rouge ayant une croissance très lente (un individu de 1 m a plus de 50 ans), la restauration des peuplements denses après destruction est une affaire de plusieurs décennies (Sartoretto, 2002).

### 5.7.11 L'Eponge Corne-de-cerf

*Axinella polypoides*

**Systématique** : spongiaires, axinellidae

**Protection** : espèce inscrite dans les Annexes II des Conventions de Berne et de Barcelone

#### Description

L'axinelle est une grande éponge ramifiée, dont les plus grandes colonies peuvent atteindre 60 à 100 cm de hauteur. De couleur jaune vif orange, elle se rencontre sur substrat rocheux, entre 15 et 100 m de profondeur, souvent fixée sur les replats des tombants ou sous des surplombs (Figure 45). Relativement rare, sa couleur vive et sa forme ramifiée la rendent visuellement attractive, elle est donc appréciée des plongeurs sous-marins, dont certains la récoltent (illégalement).

#### Extension connue

Dans l'archipel de Riou, elle est bien représentée : tombant sud du Grand Conglue, tombant nord du Petit Conglue jusqu'à 35m, face sud de l'Impérial de Terre et de l'Impérial du Milieu (Harmelin *et al.*, 1996)

#### Etat de vitalité, évolution connue

Il semblerait, d'après les plongeurs fréquentant la zone, que cette espèce, après s'être raréfiée, soit de nouveau fréquemment rencontrée.



Figure 45 : Eponge corne de cerf

#### Synthèse

Les données sur les espèces patrimoniales concernent seulement l'archipel de Riou où un grand nombre de ces espèces se rencontrent. Les recensements prévus dans le cadre de la phase 2 permettront d'élargir la zone connue avec des recensements ponctuels, notamment sur la zone côtière entre Marseille et Cassis.

Par ailleurs, la prospection de cette zone pour rechercher les « forêts » de *Cystoseira* profondes (*Cystoseira zosteroides*, *C. spinosa*), communautés patrimoniales de grande importance écologique dont on ignore encore si elles sont ou non présentes dans les calanques, serait également nécessaire et fera partie des plongées de la phase 2.

Nouvelle cartographie de *Caulerpa prolifera* dans la calanque de Port Miou, si cette espèce patrimoniale y est toujours présente. La prospection effectuée en phase 2 (vidéo et plongée) permettra de savoir si cette Caulerpe se développe toujours dans cette calanque : dans ce cas, une cartographie de cette espèce sera effectuée.

## 5.8 LES ESPECES INVASIVES

### 5.8.1 *Caulerpa racemosa cylindracea*

#### Description de l'espèce

Deux chlorobiontes du genre *Caulerpa*, *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa*, ont été introduites en Méditerranée dans les années 1980s et 1990s respectivement (Meinesz et Hesse, 1991 ; Verlaque *et al.*, 2000). La première de ces espèces a été ensuite introduite en Californie (Jousson *et al.*, 2000). *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* sont souvent qualifiées à tort d'« espèces tropicales ». En effet, on sait aujourd'hui que les souches introduites en Méditerranée ne proviennent pas de mers tropicales, mais d'une région tempérée d'Australie dont la température des eaux est comparable à celle de la Méditerranée (Durand *et al.*, 2002 ; Meusnier *et al.*, 2001).

Ces espèces présentent des adaptations qui les rendent très compétitives vis-à-vis des peuplements indigènes ; elles possèdent en particulier des métabolites secondaires (terpénoïdes) toxiques qui les font éviter par les herbivores indigènes (Boudouresque *et al.*, 1995).

La deuxième espèce, *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Figure 46) est une espèce largement distribuée dans les mers pan-tropicales et tempérées chaudes. *C. racemosa* est décrite dans la littérature avec de nombreuses variétés et formes différentes qui pourraient en fait masquer plusieurs espèces distinctes comme le soulignent certains travaux récents (Verlaque *et al.*, 2000). En Méditerranée, cette espèce, initialement signalée en Tunisie (à Sousse, 1926), est généralement considérée comme un immigrant lessepsien, mais la réalité est plus complexe et ses populations méditerranéennes sont en fait composées de 2 variétés distinctes (*Caulerpa racemosa* var. *turbinata-uvifera* et *C. racemosa* var. *lamourouxi*) et d'une variété envahissante très probablement récemment introduite *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*. Cette dernière variété, dont la 1ère mention en Méditerranée date de 1991, s'est dispersée rapidement à travers toute la Méditerranée, de la Libye aux îles Baléares, et est maintenant présente dans 11 pays. L'impact de son implantation rapide sur de nombreux types de fonds se traduisent, comme pour *C. taxifolia* par des impacts sur l'environnement et certaines activités humaines (Gravez, 2003). Cette espèce est la seule des Caulerpes invasives à être signalée dans la zone des calanques (hormis l'espèce indigène *Caulerpa prolifera*).



Figure 46 : *Caulerpa racemosa* © J.M. Cottalorda

#### Evolution de l'espèce

Les premières signalisations de *Caulerpa racemosa* dans la région des calanques remontent à 2001 (*Caulerpa* on line, LEML, Nice) : la face nord de Tiboulon de Maire, de l'île Maire et entre le Cap Croisette et l'île Maire étaient atteints. En 2003, deux nouvelles signalisations ont été données (Ruitton, comm. pers., 2003) : la Pierre à Briançon sur l'île de Jarre et l'écueil du Miet entre Jarre et Plane (Figure 47).

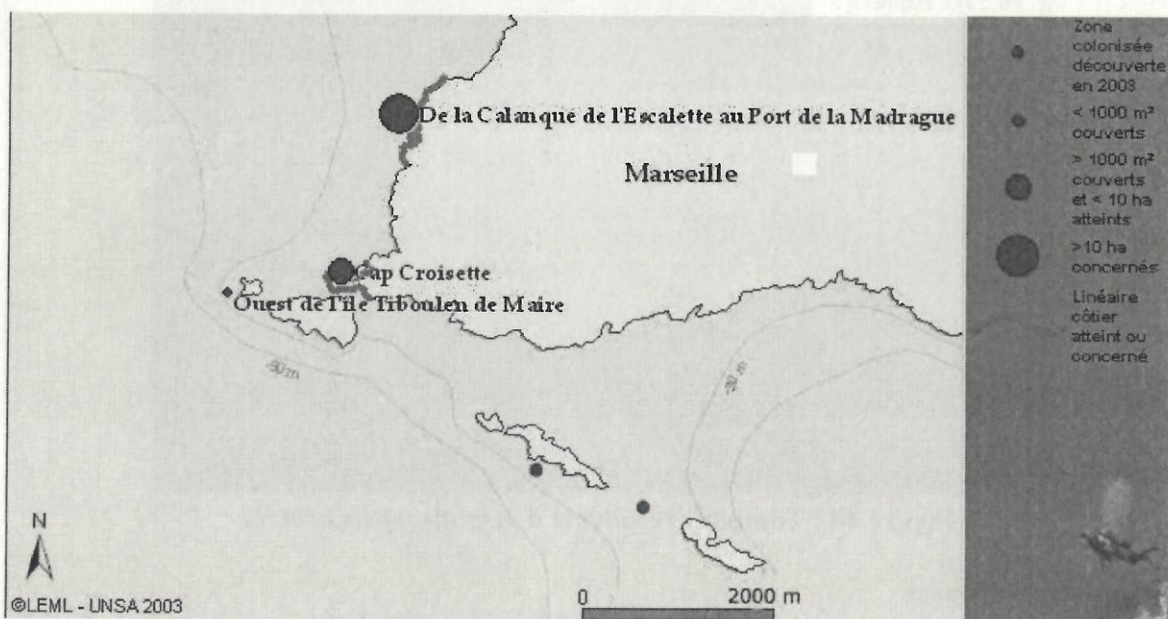


Figure 47 : Localisation de *Caulerpa racemosa* dans la zone des calanques de Marseille-Cassis

### 5.8.2 *Asparagopsis armata*

#### Description de l'espèce

La Rhodobionte *Asparagopsis armata* est un exemple classique d'introduction d'algue exotique en Europe, dont l'origine probable est l'Australie (Feldmann et Feldmann, 1942). Elle a fait son apparition en Méditerranée dès 1923 (Sauvageau, 1925) où elle s'étend très rapidement. Elle possède un stade gamétophyte et deux stades sporophytes dont un, le tétrasporophyte, est libre. Le gamétophyte est aujourd'hui commun en Algérie, en Espagne et dans le sud-ouest de la France (jusqu'au Var à l'est), alors qu'il est rare dans le reste du bassin occidental. Par contre le tétrasporophyte, appelé « *Falkenbergia rufolanosa* », est signalé dans l'ensemble du bassin méditerranéen.

*Asparagopsis armata* possède trois atouts précieux qui lui permettent d'étendre rapidement son aire de répartition : (i) elle est évitée par les herbivores car elle produit des métabolites secondaires toxiques, (ii) ses deux phases fixées peuvent se multiplier végétativement, et son stade « *Falkenbergia* » a la capacité de se reproduire par des spores apoméiotiques (Feldmann, 1957).

Actuellement, dans le Golfe du Lion, *Asparagopsis* et « *Falkenbergia* » pullulent saisonnièrement (fin hiver-printemps) sur l'infralittoral (Figure 48) et aucun signe de régression n'a pu être observé à ce jour (Verlaque, 1994)



Figure 48 : Tombant recouvert d'*Asparagopsis armata*

#### Evolution de l'espèce

*Asparagopsis armata* est présente dans la région des calanques de Marseille-Cassis ; elle fait partie des nombreuses algues infralittorales. Mais aucun travaux dans cette zone n'ont été entrepris concernant cette Rhodobionte.

#### Synthèse

Il est indispensable de procéder à une cartographie très précise de la répartition de *Caulerpa racemosa* dans la zone des calanques ainsi qu'à, comme il l'est fait pour *Caulerpa taxifolia*, une campagne de sensibilisation efficace auprès des usagers de la mer afin d'endiguer

l'extension de cette algue. Pour le moment, *Caulerpa racemosa cylindracea* ne semble pas avoir un impact sur la biodiversité, dans la région de Marseille, aussi important que celui de *C. taxifolia* sur la Côte d'Azur. Toutefois, dans d'autres régions de Méditerranée où elle est installée depuis plus longtemps, un impact très fort a été décrit. Il conviendra donc de suivre l'expansion de *Caulerpa racemosa cylindracea* sur la côte des calanques ; par ailleurs, pour suivre son impact éventuel, il serait nécessaire de déterminer une station fixe, avec retour annuel.

Localiser précisément les ceintures à *Asparagopsis armata* le long du littoral des calanques est aussi à envisager. D'autres espèces introduites et invasives sont certainement présentes dans le secteur des calanques, telles que la Rhodobionte *Womersleyella setacea*. Il conviendrait d'en faire l'inventaire. Durant les plongées de la phase 2, certains secteurs des calanques seront ponctuellement inventoriés, notamment au cours des relevés sur les groupements morfo-fonctionnels.

### 5.9 LES PAYSAGES SOUS-MARINS

Un paysage désigne une zone ou un espace, tel que perçu par les habitants du lieu ou les visiteurs (donc l'œil humain), dont l'aspect et le caractère résultent de l'action de facteurs naturels et/ou culturels (c'est-à-dire humains)» (Convention européenne du paysage, Florence, Italie, octobre 2000). Le paysage (=écocomplexe) est une notion complexe dont les définitions sont multiples. Une des définitions est « mosaïque d'écosystèmes interconnectés » ou « portion de territoire hétérogène composé d'ensembles d'écosystèmes en interaction qui se répètent de façon similaire dans l'espace » (Forman et Godron, 1986). L'échelle du paysage est donc supérieure à celle de l'écosystème. Les limites spatiales sont déterminées par l'œil humain.

Le paysage est en partie déterminé par la stratification : nombre de strates, hauteur des strates, ouverture et fermeture des strates. Il est également déterminé par le patchiness (au sein d'un écosystème) et par la façon dont les différents écosystèmes se répartissent l'espace horizontal accessible à l'œil humain.

En milieu marin, les interventions anthropiques étant très limitées, seules les approches géomorphologiques (formes et relief du substrat), écologiques (assemblages de peuplements) et psychologiques (perception du paysage, approche subjective) sont généralement retenues pour décrire les paysages sous-marins (Palmisani, 2002).

Les différents paysages décrits en milieu marin sont encore étroitement liés aux niches biocénétiques ; ainsi, leur classification s'appuie directement sur l'élément biocénétique dominant, tapis algaux, herbier de posidonie, peuplements du coralligène (Figures 49 et 50). En outre, le champ de vision réduit de l'observateur sous-marin donne une importance



Figure 49 : Paysage sous-marin : un surplomb

particulière à la notion d'échelle du paysage. La topographie (fond de calanque, grotte, ou tombant rectiligne), ainsi que la profondeur et les conditions environnementales du site

(contexte local de turbidité des eaux) qui conditionnent la visibilité sont des paramètres essentiels des paysages sous-marins.

Harmelin *et al.* (1996) ont dressé un inventaire des paysages sous-marins (Figure 36, tableau 14) les plus spectaculaires de l'archipel de Riou en les classant selon trois niveaux d'intérêt dans les deux aspects topographiques et biologiques et distinguant leur degré d'accessibilité en plongée. 26 sites ont ainsi été distingués comme des paysages remarquables pour diverses raisons et classés selon les critères ci-dessous :

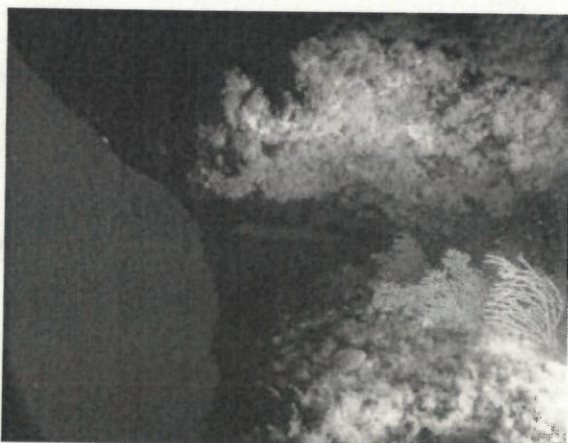
- **Topographie des fonds** – Classification des types selon leur intérêt spectaculaire.
  - \*\*\* : tombant, grande arche, grotte, grand surplomb
  - \*\* : petits surplombs fréquents, grand éboulis, fond très accidenté
  - ?? : fond rocheux plat à pente faible, fond de sable, d'herbier
  
- **Caractéristiques biologiques** – Classification essentiellement esthétique, selon des particularités accessibles à tous, quel que soit le niveau de culture naturaliste.
  - \*\*\* : faciès à grands gorgonaires, à corail rouge, ichtyofaune très abondante
  - \*\* : roches à couverture biologique très colorée et diverse, petite faune mobile abondante
  - \* : couverture biologique uniforme, rase
  
- **Accessibilité** – Classification selon la profondeur, la présence de courants et autres facteurs dangereux mais aussi selon la fragilité des peuplements nécessitant une éducation plus ou moins poussée du plongeur.
  - \*\*\* : accessible à tous, profondeur inférieure à 20 m, zone abritée
  - \*\* : accessible aux plongeurs confirmés, 20 à 50 m de profondeur, courant moyen à fort, peuplements fragiles
  - \* : réservé aux plongeurs très qualifiés, profondeur supérieure à 50 m, site très exposé ou dangereux, peuplements très fragiles



**Figure 50 : Paysage sous-marin : un tombant coralligène. (Ph. : P. Martini)**

Tableau 14: Inventaire des paysages sous-marins de l'archipel de Riou (Harmelin *et al.*, 1996).

	Topographie	Faune-Flore	Accessibilité
1 - Maire - Grottes à corail	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙
2 - " " - Farillons	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙
3 - Jarre - Pointe NW	⊙⊙	⊙⊙	⊙⊙⊙
4 - " " - Roche Briançon	⊙⊙	⊙⊙	⊙⊙
5 - " " - Grotte Arc-en-Ciel	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙-⊙⊙⊙
6 - Plane - Pierre Tramoule	⊙⊙	⊙⊙/⊙⊙⊙	⊙⊙
7 - " " - Tunnel du Poire et abords	⊙⊙/⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙
8 - " " - Grotte Pérès et abords	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙
9 - " " - Pierre-à-Joseph et grottes	⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙
10 - Petit Conglue - Face Nord	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙
11 - " " - Face Sud et dorsale	⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙/⊙⊙
12 - Grand Conglue - Face Nord : arche	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙
13 - " " - Face Nord : quai	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙/⊙⊙⊙
14 - " " - Pierre de Cassis	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙/⊙⊙
15 - " " - Tombant Sud	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙/⊙⊙
16 - Riou - Sablière	⊙/⊙⊙	⊙⊙	⊙⊙⊙
17 - " - Eboulis des falaises Est	⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙/⊙⊙⊙
18 - " " Caramassaigne - marche	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙
19 - " " Caramassaigne - pointe Sud	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙
20 - " " Impérial de Terre	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙/⊙⊙⊙
21 - " " Impérial du Milieu	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙⊙
22 - " " Impérial du Large	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙
23 - " " Grotte de Riou Sud	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙⊙	⊙/⊙⊙
24 - " " Tombant des Contrebandiers	⊙⊙	⊙⊙	⊙⊙
25 - " " Tombant-grotte de Riou-Moyade	⊙⊙⊙	⊙⊙/⊙⊙⊙	⊙⊙
26 - " " Moyadon	⊙⊙⊙	⊙⊙⊙	⊙/⊙⊙



On détermine les espèces clés d'un paysage sous-marin par leur taille (Gorgones rouges, éponge corne de cerf, etc.), leur action constructive (algues coralligènes, corail rouge, etc.) ou simplement l'impact visuel de leur abondance (Figure 51).

Figure 51 : Tapis de *Parazoanthus axinellae*

Des espèces comme *Lithophyllum byssoides* et *Posidonia oceanica* constituent un patrimoine de grande valeur pour la zone des calanques, et leur disparition serait catastrophique.

### Le cas des épaves

Les épaves constituent, elles aussi, des paysages sous-marins remarquables, de par leur beauté, quand elles sont concrétionnées par une faune fixée exubérante mais également par l'ambiance et le mystère qu'elles dégagent. Dans la zone des calanques, une seule épave est répertoriée à ce titre : Le Liban.

**Le Liban** est un paquebot de 91 mètres de long et de 2308 tonnes. Lancé en 1882, le Liban appartenait à la compagnie Fraissinet. Le 7 juin 1903, il est abordé par l'Insulaire et coule devant l'île Maïre (Figure 52), entraînant 90 personnes dans la mort.

L'épave du navire est étalée sur une surface de 20 mètres de large et 100 mètres de long. Posé à une profondeur de 30 mètres côté roche et de 36 mètres à la proue, le Liban offre des vestiges qui ont de 5 à 8 mètres de hauteur (Figure 53).

L'épave se situant à proximité de l'île Maïre, il est possible de finir la plongée en explorant les arches et les cavités des Farillons ; ce qui rend les paliers très agréables et donne un attrait supplémentaire à la plongée.



Figure 52 : Localisation de l'épave du Liban

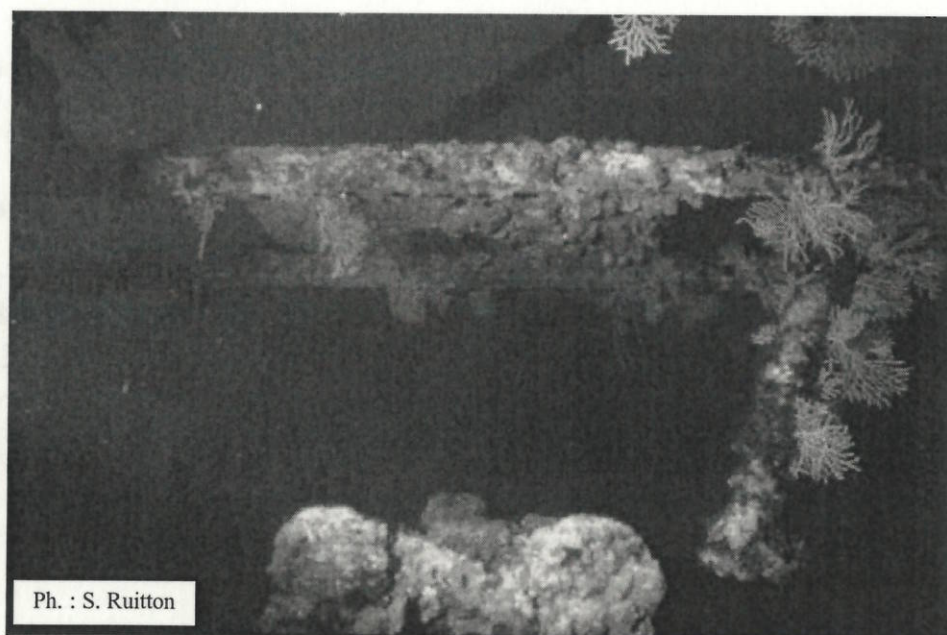


Figure 53 : Vue de l'épave du Liban

### Synthèse

Les données sur les paysages sous-marins remarquables concernent seulement l'archipel de Riou où ils sont nombreux. Les prospections prévues dans le cadre de la phase 2 permettront d'élargir la zone connue avec des recensements ponctuels, notamment sur la zone côtière entre Marseille et Cassis.

## 6 QUALITE DU MILIEU DANS LES CALANQUES DE MARSEILLE-CASSIS

La qualité du milieu naturel s'évalue :

- qualitativement avec l'effort de surveillance déployé. Cet effort s'apprécie par le nombre de réseaux mis en œuvre, répondant chacun à des objectifs différents et complémentaires caractérisés par des paramètres spécifiques, le nombre de points échantillonnés et les modalités de surveillance (périodicité, fréquence) ;
- quantitativement, grâce aux résultats issus des mesures effectuées et interprétées au travers de grilles de lecture.

### 6.1 RESEAUX OPERATIONNELS DE SURVEILLANCE

Il existe plusieurs réseaux de surveillance du milieu marin axés sur différentes échelles d'espace et de temps et concernant différents objectifs. Ils permettent de donner un ordre d'idée de la qualité globale des eaux littorales par un choix de sites représentatifs du milieu. Dans la zone des calanques, 4 réseaux opérationnels de surveillance de la qualité du milieu marin sont en place, à savoir :

- (i) le réseau de surveillance de la salubrité des plages, géré par les **DDASS** ;
- (ii) le réseau **RINBIO** de surveillance de la qualité chimique du milieu (paramètres RNO), géré dans le cadre du RLM et opéré par Ifremer (le RNO et le RLM sont détaillés en annexes 12 et 13) ;
- (iii) le réseau de surveillance des gorgones, **RSG**, géré par le GIS Posidonie
- (iv) le réseau de surveillance des espèces invasives *Caulerpa taxifolia* et *C. racemosa*

Il est à noter que l'**herbier de Posidonie** soumis à l'influence de l'émissaire de Cortiou est régulièrement suivi depuis 1987 au niveau du plateau des Chèvres et dans la passe de Riou (Pergent-Martini *et al.*, 2000).

L'accès aux résultats de ces réseaux suit des voies différentes :

- pour les réseaux DDASS et RINBIO, le site Web du réseau de Bassin RMC permet un accès commun aux résultats par le RLM, à l'adresse suivante : <http://rdb.eaurmc.fr/rlm/>
- pour le réseau gorgones, les résultats des différents suivis sont accessibles sur demande auprès des organismes financeurs et notamment de la Région PACA.

## 6.2 BILAN PAR RESEAU

### 6.2.1 Le réseau DDASS

Le contrôle sanitaire des eaux de baignade constitue un programme d'envergure dont le coût annuel dépasse les 3,8 millions d'euros, financés pratiquement à part égale par l'état et les communes. Ce contrôle, qui vise à assurer la protection sanitaire des baigneurs, mobilise des dizaines d'ingénieurs et de techniciens sanitaires dans les DDASS tout au long de l'année. Durant la période estivale, ce sont plusieurs centaines d'agents qui sont concernés par cette activité (8 DECEMBRE 1975. - **Directive du Conseil concernant la qualité des eaux de baignade** :76/160/CEE (JOCE du 05/02/1976, L 31/1))

#### Les paramètres contrôlés

Deux catégories d'indicateurs sont utilisés pour mesurer la qualité des eaux de baignade : des paramètres microbiologiques et des paramètres physico-chimiques.

- les paramètres microbiologiques sont des germes témoins de contamination fécale qui ne sont pas dangereux en eux mêmes, mais dont la présence peut s'accompagner de celle de germes pathogènes. Le risque sanitaire augmente avec le niveau de contamination de l'eau par ces indicateurs de pollution. Trois germes sont recherchés en routine, et permettent le classement des eaux de baignade :
  - \* les coliformes totaux ;
  - \* les coliformes fécaux ou *Escherichia coli* ;
  - \* les streptocoques fécaux ou entérocoques intestinaux.

Dans certaines circonstances, en cas de pollution par des rejets particuliers par exemple, la recherche d'autres germes peut être opérée (salmonelles et entérovirus).

- les paramètres physico-chimiques : 6 font l'objet d'une mesure ou d'une évaluation visuelle ou olfactive sur le terrain. Les trois premiers participent au calcul du classement des eaux

de baignade :

- \* Les mousses ;
- \* les phénols ;
- \* les huiles minérales ;
- \* la couleur ;
- \* les résidus goudronneux et les matières flottantes ;
- \* la transparence.

En fonction des circonstances de terrain, d'autres paramètres peuvent être mesurés : pH, nitrates, phosphates, chlorophylle, micro-polluants, etc.

#### Principe de classement français

Ce classement est établi suivant quatre catégories (Tableau 15).

**Tableau 15 : Différents types de qualité des eaux de baignade selon la DDASS**

A	Eau de bonne qualité	B	Eau de qualité moyenne
C	Eau pouvant être momentanément polluée	D	Eau de mauvaise qualité

Les eaux classées en catégories A ou B sont conformes aux normes européennes  
 Les eaux classées en catégories C ou D ne sont pas conformes aux normes européennes.  
 Le tableau 16 indique le classement de la qualité des eaux de baignade dans la zone des calanques en 2003 ; comme on peut le constater, aucun des points concernés n'indique des eaux de bonne qualité dans la zone des calanques de Marseille-Cassis.

**Tableau 16 - Classement de la qualité des eaux de baignade dans les calanques en 2003**

Points de baignade dans les calanques	Classement
En Vau	<input type="checkbox"/>
Les Goudes	<input type="checkbox"/>
Morgiou	<input type="checkbox"/>
Pointe Rouge	<input type="checkbox"/>
Port Pin	<input type="checkbox"/>
Samena	<input type="checkbox"/>
Sormiou	<input type="checkbox"/>

Bonne qualité    
  Qualité moyenne    
  Momentanément polluée    
  Mauvaise qualité    
  Baignade interdite

### 6.2.2 Réseau Intégrateur Biologique (R.IN.BIO.)

Le **Réseau Intégrateur Biologique** a été initié à l'échelle de la Méditerranée française en 1996 par un partenariat entre l'AERMC et l'IPSN (Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire). L'ensemble des points suivis sur le littoral méditerranéen est donné en annexe 14. Il s'agit d'évaluer le niveau de contamination chimique et radiologique du milieu. Le bio-indicateur utilisé est la moule (*Mytilus galloprovincialis*) pour sa capacité bio-accumulatrice. Les éléments dosés sont les métaux lourds et les molécules organiques toxiques. Comme le volet "matière vivante" du Réseau National d'Observation (RNO), il se base sur les capacités bioaccumulatrices de la moule, mais utilise la technique des transplants qui combine le contrôle expérimental que l'on peut réaliser en laboratoire, avec le réalisme des expériences pratiquées sur le terrain. Cette technique procure de nombreux avantages. La période d'exposition est connue et les stations peuvent être sélectionnées à des endroits où les moules naturelles sont absentes, en particulier dans la colonne d'eau. Les mesures sont optimisées par l'utilisation d'échantillons homogènes au regard de la population d'origine, de la taille, de l'âge et de leur environnement. Elle permet également de déployer stratégiquement des stations le long de gradients physiques et chimiques ou de les placer près de sources potentielles de pollution, comme le sédiment ou les zones de rejet en mer, pour en suivre l'impact.

Deux campagnes ont eu lieu : 1998 et 2000. La figure 54 indique les différents niveaux de contaminants dans les deux points 20A et 20B situés dans la zone des calanques. Tous les niveaux sont satisfaisants ; il est à noter cependant qu'à Cortiou, le niveau de PCB153 est assez élevé.

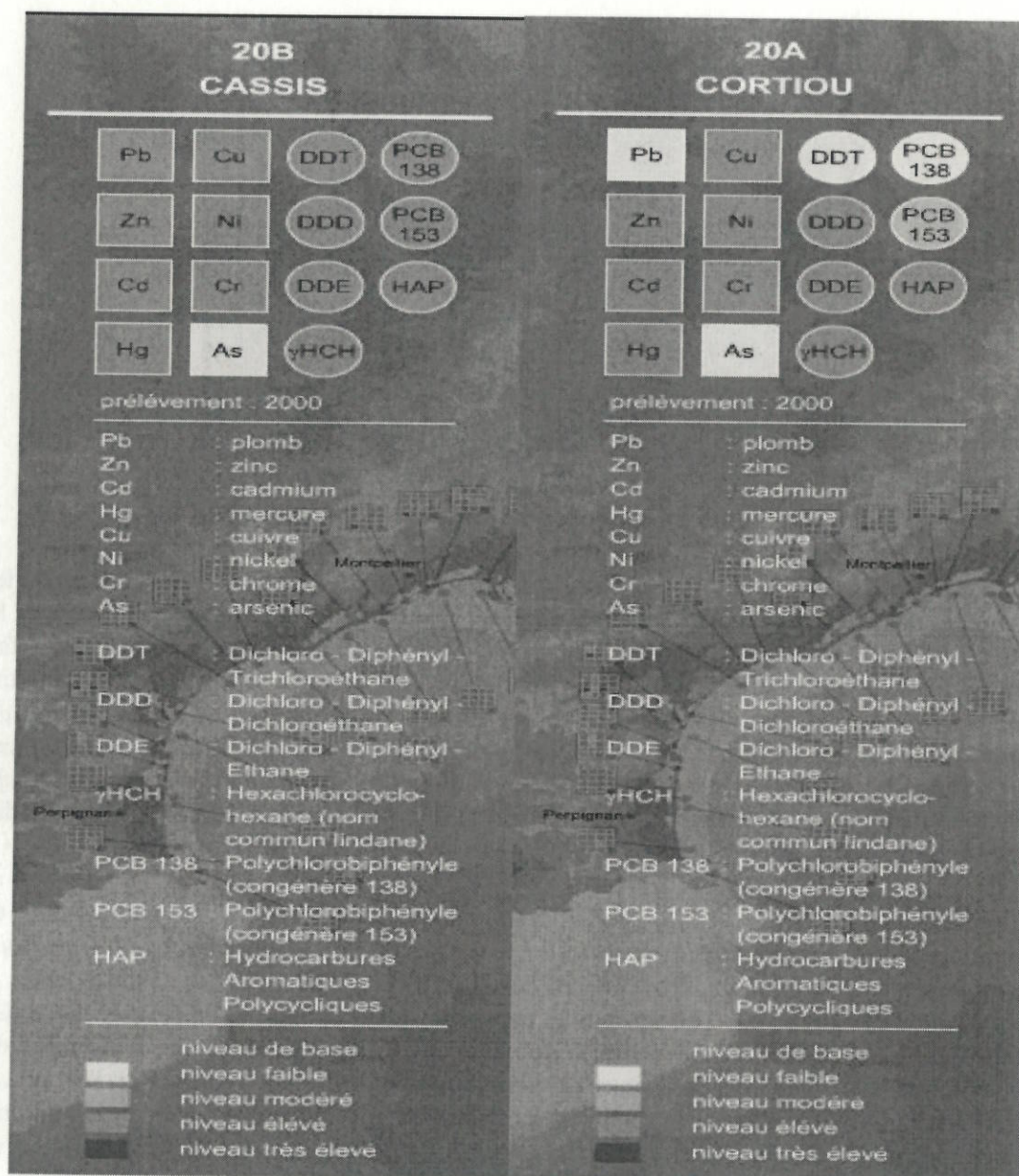
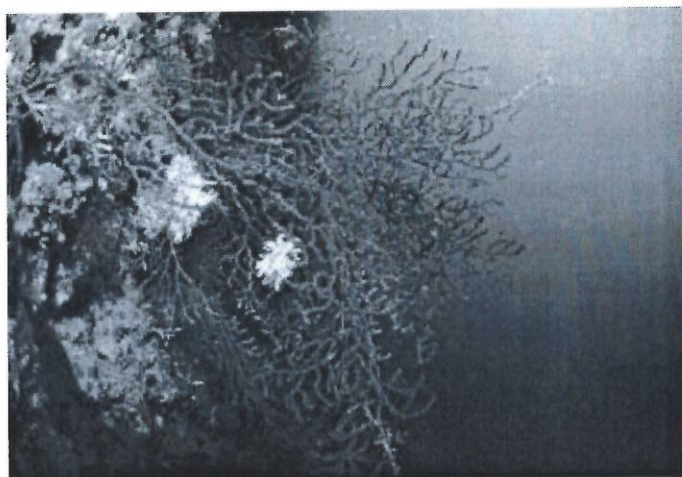


Figure 54 : Résultats du Réseau Intégrateur Biologique (RIN.BIO), basé sur la moule *Mytilus galloprovincialis* dans la zone des calanques de Marseille-Cassis : points 20A et 20B

### 6.2.3 Réseau de surveillance Gorgones

Les gorgonaires sont des espèces marines d'intérêt patrimonial majeur (Figure 55). Ils présentent un intérêt économique par leur importance sur les sites de plongée et de pêche.



©Dominique Louis

**Figure 55 : Tombant de gorgones rouges *Paramuricea clavata***

En Méditerranée, la grande gorgone rouge *Paramuricea clavata* (Linné, 1758) caractérise les peuplements des tombants rocheux et coralligènes. Dans le cadre d'études menées pour le compte d'Elf Aquitaine et de l'Agence de l'Eau (Pérez *et al.*, 2000b), cette espèce a fait l'objet de recherches bibliographiques sur son utilisation comme indicateur de la qualité globale du milieu marin. Les conclusions de ces études ont donné lieu à la réalisation d'un travail financé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (programme LITEAU) afin de préciser les modalités et les conditions de l'utilisation de la gorgone rouge comme bioindicateur et son intégration dans un réseau littoral de surveillance de la qualité des eaux marines en Méditerranée (Pérez *et al.*, 2002).

A la fin de l'été 1999, des épisodes de mortalité massive ont atteint les peuplements de Gorgonaires et de corail (*Eunicella cavolinii*, *E. singularis*, *Paramuricea clavata*, *Corallium rubrum*) le long du littoral de Provence et de Côte d'Azur (Pérez *et al.*, 2000a, Pérez et Garrabou, 2002). Ces épisodes de mortalité, sans précédents connus et en relation avec des anomalies climatiques (déficit de mistral) (Romano *et al.*, 2000), ont touché l'ensemble du littoral compris entre Menton et Marseille, mais aussi le Golfe de Gènes (Cerrano *et al.*, 2000). Dans la région de Marseille (archipel de Riou), l'importance du phénomène a pu être appréciée grâce au suivi des peuplements de gorgones rouges engagé en 1998, sur l'initiative de la Ville de Marseille (Direction de la Qualité de Vie Partagée).

A la demande du Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur, de l'Agence de l'Eau, de la DIREN PACA, des Conseils Généraux des Bouches-du-Rhône, du Var et de la Ville de Marseille, le Centre d'Océanologie de Marseille et le GIS Posidonie ont mis en place un Réseau de Surveillance des peuplements de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) entre Marseille et St Tropez (Figure 56). Le Réseau de Surveillance Gorgones s'intègre dans la stratégie spatiale développée par le Réseau Littoral Méditerranéen (RLM). Il est inclus dans une stratégie de surveillance globale du milieu. Il constitue un réseau de données complémentaires aux autres réseaux existants (RNO, REPHY, Réseau de Surveillance Posidonie, etc.) pour l'appréciation de la qualité globale des eaux en zone littorale. A ce titre, le RSG constitue un outil d'appréciation de la qualité des peuplements de substrats durs entre 30 et 50 m de profondeur.

Les objectifs du RSG sont doubles :

Le suivi de la qualité des peuplements de gorgones rouges (*Paramuricea clavata*) en tant qu'outil complémentaire mis en œuvre dans le cadre du RLM ;

Le suivi des peuplements atteints par un épisode de mortalité survenu en 1999 et la surveillance de l'apparition de nouveaux épisodes de ce genre.



Figure 56 : Localisation des points de surveillance du Réseau de Surveillance Gorgones (RSG) dans la région PACA

Le site suivi dans la zone des calanque, les Farillons, se trouve à l'île Maire. En voici les coordonnées :

Île Maire	Coordonnées géographiques	Profondeur	Zone
	43°12'500 N – 05°20'308 E	32-34m	Sud Est

Le site des Farillons, choisi dans le cadre du RSG, correspond à deux îlots situés au sud-ouest de l'île Maire. Ces îlots sont reliés entre eux et à l'île Maire, par une série d'arches sous-marines s'étendant entre 6 et 19m de profondeur et se prolongeant par une zone de tombant s'étendant jusqu'à 45m de profondeur, couverts de gorgonaires (*Paramuricea clavata*, *Eunicella cavolinii*, *E. verrucosa*, *Corallium rubrum*, *Lophogorgia ceratophyta*). Cette ligne de tombants est caractérisée, à partir de 25 m de profondeur, par la présence de bioconcrétionnements coralligènes formant de larges encorbellement et auvents.

Les quadrats permanents ont été installés au niveau de la partie du tombant située entre les deux Farillons, au pied de l'arche qui les sépare. Ils ont été placés parallèlement l'un à l'autre de chaque côté de la balise de repérage, entre 32 et 34 m. Le transect photographique a été réalisé au niveau du Farillon du large, à l'ouest du quadrat 1, entre 25 et 45 m de profondeur.

Résultats aux Farillons 2002 (Sartoretto <i>et al.</i> , 2002)	Disparition de 11 des gorgones juvéniles et petit recrutement Hors quadrat : nombreuses colonies nécrosées entre 10 et 25%
--	--

Les peuplements de gorgones sont caractérisés par une prédominance des colonies petites et moyennes avec une grande proportion des colonies juvéniles (<10 cm) : 20 et 30% des colonies recensées.

Lors du retour sur site en 2002, les différences ne concernent que les colonies juvéniles (<5 cm) : disparition de petites colonies non nécrosées et apparition (recrutement) d'autres (<5 cm). Ces variations concernent 11% des colonies juvéniles observés dans les quadrats.

Concernant l'état des colonies :

- pas de différences entre 2001 et 2002 dans les quadrats permanents.
- En revanche, grande proportion de colonies hors quadrats, nécrosées entre 10 et 25% de leur surface (nécroses récentes : squelette dénudé sans fouling) et nombreuses colonies présentant une teinte grisâtre, semblable à celle qui ont été observées au début de l'épisode de mortalité de 1999. Des observations semblables ont été notées au mois de février 2003, après une période de forts coups de vent d'est. Deux hypothèses pourraient donc être avancées concernant les causes de ces apparitions de nécrose :

↗ frottement des colonies les unes contre les autres, au cours des périodes de fort coup de vent,

↗ autres causes (mécaniques, polluants, etc.) revenant périodiquement.

Un suivi plus fin est nécessaire pour comprendre ces apparitions de nécroses.

#### 6.2.4 Suivi de l'expansion de *Caulerpa taxifolia* et de *Caulerpa racemosa*

Trois espèces de caulerpes (Chlorobiontes, Plantae) sont présentes en Méditerranée :

- *Caulerpa prolifera*, espèce indigène
- *Caulerpa taxifolia*, espèce introduite et invasive
- *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, espèce introduite et invasive

*Caulerpa racemosa* a été observée pour la première fois en Méditerranée en 1990. Depuis, elle s'est répandue dans presque toute la Méditerranée (Verlaque *et al.*, 2000). A Marseille, les premières signalisations remontent à 1997.

Le laboratoire LEML-UNSA de Nice et le Centre d'Océanologie de Marseille réalisent un **suivi de l'invasion de *Caulerpa racemosa* sur la région PACA** en centralisant et en vérifiant toutes les signalisations de cette espèce sur les côtes méditerranéennes françaises.

*Caulerpa taxifolia* n'a encore jamais été signalée dans la zone des calanques ; par contre *C. racemosa* est présente dans de nombreuses stations (cf. serveur *Caulerpa* on line sur [www.caulerpa.org](http://www.caulerpa.org) et ch. 4.8).

#### 6.2.5 Surveillance des herbiers de Posidonie dans le secteur de Cortiou

Depuis le début de la mise en place de la station d'épuration de la ville de Marseille en 1987, les herbiers de Posidonie sont suivis au niveau du Plateau des Chèvres (recevant l'influence de Cortiou) et dans la passe de Riou, la zone de référence (Figure 57).

Les derniers résultats (Pergent-Martini *et al.*, 2000) montraient que l'importante régression des herbiers mise en évidence en 1987 dans ce secteur semble en passe de se résorber : dynamique progressive, amélioration de plusieurs paramètres de vitalité. Mais on ne peut pour autant encore parler d'une recolonisation générale des herbiers du secteur de Cortiou du fait de leur équilibre précaire et de faibles valeurs de densité eu égard à la profondeur.



Ph. : A. Rosenfeld

**Figure 57 : Plongeur travaillant sur une balise marquant la position de l'herbier de Posidonie**

#### Synthèse

Différents indicateurs de la qualité du milieu sont périodiquement suivis le long du littoral méditerranéen :

- Des indicateurs microbiologiques et physico-chimiques permettent de suivre la qualité des eaux de baignade et, en 2003, ils permettaient de mettre en évidence que sur les sept points suivis dans la zone des calanques de Marseille-Cassis, deux (les Goudes et la Pointe Rouge) étaient momentanément pollués et donc non conformes aux normes européennes au moment des prélèvements.
- La moule, *Mytilus galloprovincialis*, est le bioindicateur permettant de suivre le niveau de contamination chimique et radiologique du milieu. En 2000, les

prélèvements effectués dans les deux stations des calanques (Cortiou et Cassis) donnaient un niveau de contamination normal à faible (pour l'Arsenic). Seul le PCB153 à Cortiou était de niveau moyen.

- La gorgone rouge, *Paramuricea clavata*, est un bioindicateur utilisé pour la surveillance de la qualité globale des eaux. Dans la station des Farillons (Ile Maire), une variation au niveau des juvéniles (disparition de jeunes colonies, recrutement d'autres) ainsi que l'apparition de nécroses sur certaines colonies adultes, vraisemblablement dues soit au frottement entre colonies lorsque la houle est forte soit à l'action mécanique fréquente des ancrés, ont été récemment observés.
- La Posidonie, *Posidonia oceanica*, est un bioindicateur utilisé dans le même but, et, dans les calanques, les herbiers de Posidonie sont suivis dans la zone de Cortiou. Les derniers résultats mettaient en évidence une dynamique progressive sur cette zone mais avec un équilibre précaire et de faibles valeurs de densité par rapport à la profondeur.
- Le suivi de l'invasion de *Caulerpa racemosa* se poursuit et la zone des calanques a été atteinte en 2003.

Il est nécessaire que ces réseaux et suivis, mis en place à différents niveaux afin de surveiller la qualité du milieu marin, soient reconduits dans l'avenir. En effet, on doit continuer à avoir des informations sur la qualité du milieu dans différentes zones des calanques, notamment en ce qui concerne la pollution due à l'émissaire de Cortiou (suivi des contaminants, suivi de l'herbier de Posidonie), les épisodes climatiques chauds (Réseau de Surveillance Gorgones) ou l'expansion d'espèces invasives comme *Caulerpa racemosa* (Observatoire Caulerpe).

## 7 CONCLUSIONS

La synthèse des données existantes dans la zone des calanques Marseille-Cassis, y compris l'archipel de Riou, a permis de compiler les résultats d'un ensemble d'études et de travaux, relatifs à différents secteurs de la zone d'étude, sur une période remontant pour certains à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. Ces résultats, associés à ceux du traitement de photographies aériennes, de sonogrammes et d'images vidéo récentes, permettront la réalisation d'une cartographie des biocénoses de l'ensemble de la zone d'étude.

L'ensemble des données disponibles permettent de mettre en évidence au cours des dernières années une tendance à l'amélioration et à la restauration du milieu et des peuplements, notamment en ce qui concerne l'impact du rejet de Cortiou, suite à la mise en place de la station d'épuration en 1987.

L'ensemble du site des calanques est complexe du fait de ses caractéristiques topographiques et hydrologiques. Cette complexité a pour conséquence une forte diversité des impacts et une répartition peu homogène des zones touchées. Par exemple, en ce qui concerne le rejet de Cortiou, bien qu'il soit ponctuel, la répartition des polluants dans le milieu ne se fait pas de façon homogène. Quant à la sur fréquentation de certains milieux (coralligène, grotte, etc.), elle est aussi hétérogène puisqu'elle varie fortement en fonction de la période de l'année.

Il subsiste toutefois un déficit de connaissances récentes sur certaines parties du milieu, notamment sur la zone côtière entre Sormiou et Cassis. D'ores et déjà, certains domaines comme par exemples les compartiments de l'herbier de Posidonie ou des peuplements du médiolittoral et de la frange supérieure de l'infralittoral devront faire l'objet d'études de terrain de façon à obtenir des données plus récentes que ce que l'on trouve en bibliographie. De même, ces données permettront de poursuivre ou d'initier un suivi dans le temps des biocénoses dans les zones sensibles. Par exemple, on peut déjà affirmer que les causes principales de dégradation du coralligène dans l'archipel de Riou sont essentiellement dues à l'influence du rejet de Cortiou (qui s'améliore au cours du temps) et à la sur fréquentation de certains sites par les bateaux (pression de mouillage forte avec impact des ancres sur les tombants). De plus, des épisodes de mortalité de la grande faune fixée (de plus ou moins grande importance) arrivent périodiquement sans que la cause en soit clairement définie (longue période d'augmentation de températures, etc.), seul un suivi à long terme permettra d'en déterminer les causes réelles.

Ce travail a permis de poser les termes de référence des connaissances actuelles et s'ouvre ainsi sur des besoins en données complémentaires.

Après analyse de la bibliographie, les lacunes suivantes apparaissent :

1. Manque de données nouvelles sur les peuplements du médiolittoral et de la frange supérieure de l'infralittoral. Les données les plus récentes datent du milieu des années 1990s et concernent quelques espèces comme *Cystoseira amentacea*, pour l'archipel de Riou et la côte continentale jusqu'à Sormiou. Une nouvelle cartographie serait nécessaire, en plus d'une première cartographie des secteurs situés à l'est de Cortiou.

Lors de la phase 2, les peuplements du médiolittoral et de la frange supérieure de l'infralittoral seront cartographiés le long du littoral continental entre le Bec de Sormiou et Cassis.

Des travaux ultérieurs sont nécessaires pour effectuer une nouvelle cartographie de ces communautés dans l'archipel de Riou et le long du littoral continental à l'ouest de Cortiou.

2. Manque de données sur l'état de vitalité des encorbellements très larges à *Lithophyllum byssoides* dans l'ensemble de la zone des calanques de Marseille-Cassis.

Une partie de ce travail sera réalisée dans le cadre de la phase 2 de l'étude (lors de cartographie des peuplements du médiolittoral et de la frange supérieure de l'infralittoral entre Sormiou et Cassis).

L'évaluation de l'état de vitalité des encorbellements larges à *L. byssoides* dans l'archipel de Riou devra faire l'objet d'études ultérieures.

3. Manque de données récentes sur la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* dans une grande partie du littoral continental situé entre Marseille et Cassis (à partir de Sormiou). Par ailleurs, l'identification des différents types d'herbier présents dans le secteur (herbier de plaine, de colline, etc.) n'a pas été faite.

Les plongées et la vidéo réalisées dans le cadre de la phase 2 permettront l'évaluation de la vitalité des herbiers de Posidonie des différentes calanques situées entre Marseille et Cassis (Sormiou, Morgiou, Sugiton, En Vau, Port Pin).

Des recherches ultérieures devront être menées pour quantifier l'impact des ancrages sur l'herbier de Posidonie et pour effectuer le suivi de ces herbiers dans les calanques soumises à une forte pression de mouillage. La réalisation de cartographies de ces herbiers pourra être réalisée dans ce cadre.

Dans le même cadre, la poursuite du suivi de l'herbier de Posidonie dans le secteur de Cortiou initié en 1987 (Plateau des Chèvres, passe de Riou, en particulier les balisages) s'avère nécessaire.

4. Pour les secteurs autres que Cortiou, il n'existe aucune carte des peuplements de sédiments meubles postérieure à 1976.

Les 12 prélèvements prévus en phase 2 apporteront des données ponctuelles sur la faune et la granulométrie des sédiments meubles de quelques stations réparties sur l'ensemble de la zone.

Il est prévu dans des études ultérieures (point zéro bis pour la station d'épuration de la Ville de Marseille) que la zone de Cortiou soit à nouveau échantillonnée (CCTP).

5. Manque de données sur certaines grottes situées le long du littoral continental entre Marseille et Cassis (comme la grotte Cosquer). De plus, une évaluation de l'état de leurs peuplements (impact de la fréquentation de certaines des grottes les plus touristiques) serait nécessaire.

L'évaluation de l'impact de la fréquentation de certaines grottes parmi les plus touristiques sera effectuée lors d'études ultérieures de même que l'inventaire des espèces patrimoniales et protégées caractéristiques des grottes (par exemple, recherche de l'éponge carnivore *Asbestopluma hypogea* dans l'archipel de Riou).

6. Manque de données concernant les peuplements du coralligène dans les zones situées le long du littoral continental entre Marseille et Cassis ; l'essentiel des données bibliographiques se localise en effet dans l'archipel de Riou.

Les recensements ponctuels d'espèces caractéristiques du coralligène réalisés lors des plongées et de la vidéo de la phase 2 permettront d'élargir la connaissance de la zone des calanques, notamment entre Sormiou et Cassis (inventaire d'espèces, évaluation de l'état de vitalité des biocénoses, etc.).

Des recherches ultérieures seront nécessaires concernant le suivi dans le temps de l'état du coralligène en fonction des changements climatiques et de l'impact du rejet de Cortiou. La réalisation d'une banque de données iconographiques (par photographies ou vidéo) est d'une grande importance et devra être réalisée pour pouvoir suivre les populations dans le temps.

Une cartographie de la population de corail rouge ainsi qu'une évaluation de son état (selon le protocole réalisé dans l'archipel de Riou par Harmelin *et al.*, 1999) devrait faire l'objet de travaux afin de confirmer sa présence et son abondance le long du littoral entre Marseille et Cassis. Cette cartographie permettrait la sélection d'une zone où le prélèvement de cette espèce serait interdit de façon à créer un sanctuaire pour lui permettre d'atteindre des tailles normales.

7. Manque de données sur les peuplements de poissons le long du littoral continental situé entre Marseille et Cassis.

Les plongées et la vidéo prévues dans le cadre de la deuxième phase permettront d'élargir les connaissances sur la zone des calanques, notamment le long du littoral entre Marseille et Cassis, avec des recensements ponctuels des espèces patrimoniales et des espèces cibles de la pêche.

Le suivi des espèces cibles de poissons dans le temps (impact de la pollution, impact de la pêche) feront l'objet de recherches ultérieures.

8. Manque de données sur les espèces patrimoniales le long du littoral continental situé entre Marseille et Cassis.

Les plongées et la vidéo prévues dans le cadre de la phase 2 permettront d'élargir les connaissances sur la zone avec des recensements ponctuels, notamment sur la zone

côtière entre Marseille et Cassis. On s'attachera à rechercher les espèces patrimoniales discrètes, ne formant pas toujours des paysages sous-marins remarquables.

9. Aucune donnée n'est disponible concernant les «forêts» de *Cystoseires* profondes (*Cystoseira zosteroides*, *C. spinosa*) sur l'ensemble de la zone des calanques de Marseille-Cassis.

La prospection de cette zone sera réalisée lors de la campagne vidéo et lors des plongées de la phase 2 et permettra peut être de localiser les «forêts» de *Cystoseires* profondes, communautés patrimoniales de grande importance écologique dont on ignore encore si elles sont ou non présentes dans les calanques

Toutefois, des recherches ultérieures, centrées sur ces «forêts» et sur une plus vaste échelle, seront nécessaires pour compléter le travail de prospection de ces *Cystoseires* réalisé en deuxième phase de l'étude.

10. *Caulerpa prolifera* a été signalée en 1958 dans la calanque de Port Miou, où on ne sait pas si elle existe toujours.

La prospection effectuée en phase 2 (vidéo et plongée) permettra de savoir si cette *Caulerpe* se développe toujours dans cette calanque et éventuellement si d'autres stations existent dans le secteur.

Dans le cas où *Caulerpa prolifera* serait encore présente, il conviendra ultérieurement d'en cartographier l'extension actuelle, d'autant plus que c'est une espèce thermophile sans doute indicatrice du changement climatique.

11. On ne connaît pas l'extension actuelle de *Caulerpa racemosa cylindracea* dans les calanques de Marseille-Cassis.

La prospection effectuée en phase 2 (vidéo et plongée) permettra de savoir si cette *Caulerpe* si d'autres stations existent dans le secteur des calanques.

Il conviendra, lors de recherches ultérieures, de suivre l'expansion de *Caulerpa racemosa cylindracea* sur la côte des calanques ; par ailleurs, pour suivre son impact éventuel, il serait nécessaire de déterminer une ou plusieurs stations fixes, avec retour annuel.

12. On ne connaît pas l'extension actuelle d'*Asparagopsis armata* le long du littoral des calanques.

Lors des plongées et de la vidéo de la phase 2, la présence de cette Rhodobionte sera notée lorsqu'elle est rencontrée, notamment lors des relevés sur les groupes morpho-fonctionnels.

Un travail de cartographie est à envisager lors d'étude ultérieures.

D'autres espèces introduites et invasives sont certainement présentes dans le secteur des calanques, telles que la Rhodobionte *Womersleyella setacea* et il conviendrait aussi d'en faire l'inventaire.

13. Manque de données sur les paysages remarquables le long du littoral continental situé entre Marseille et Cassis.

Les prospections prévues dans le cadre de la phase 2 permettront d'élargir les connaissances sur la zone avec des recensements ponctuels des paysages remarquables rencontrés, notamment sur la zone côtière entre Marseille et Cassis.

14. Il est nécessaire de continuer à avoir des informations sur la qualité du milieu dans différentes zones des calanques, notamment en ce qui concerne la pollution due à l'émissaire de Cortiou (suivi des contaminants, suivi de l'herbier de Posidonie), les épisodes climatiques chauds (Réseau de Surveillance Gorgones) ou l'expansion d'espèces invasives comme *Caulerpa racemosa* (Observatoire Caulerpe). Ces différents réseaux et suivis doivent être poursuivis sur le long terme.

## 8 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Alberola C. et Millot C.**, 2003. Circulation in the French Mediterranean coastal zone near Marseilles : influence of the wind and of the Northern Current. *Cont. Shelf Res.*, 23 : 587-610.

**Arfi R., Arnoux A., Bellan-Santini D., Bellan G., Laubier L., Pergent-Martini Ch., Bourcier M., Dukan S., Durbec J.P., Marinopoulos J., Millot C., Moutin Th., Patrity G., Pétrenko A.**, 2000. Impact du grand émissaire de Marseille et de l'Huveaune détournée sur l'environnement marin de Cortiou. Etude bibliographique raisonnée. Centre d'Océanologie de Marseille et Université de la Méditerranée, Rapport pour la Ville de Marseille : 138p.

**Arnoux A. et Bellan-Santini D.**, 1972. Relations entre la pollution du secteur de Cortiou par les détergents anioniques et les modifications des peuplements de *Cystoseira stricta*. *Téthys*, 4 (3) : 583-586.

**Auclair-Dessemon D.**, 1973. Étude de la pollution des fonds marins dans le secteur de Cortiou (Marseille). *Thèse Doctorat en Pharmacie*, Univ. Aix-Marseille II. : 97 p.

**Augier H., Bayle P., Bigot L., Faralli A., Guieu G., Marie B., Masse J.P., Moutte P.**, 1991. Recueil des données existantes pour une meilleure connaissance des milieux naturels dans le site classé des calanques. *Etude CERIMER-Ville de Marseille* : 61p.

**Augier H., Baudin J.C., Lion R.**, 1998. Etude biocénotique et cartographique des fonds marins de la calanque d'En Vau (Bouches-du-Rhône, Méditerranée, France). *CERIMER INFORMATION*, Fr., 7 : 32p.

**Baghdiguan S., Escoubet P., d'Hondt J.L., Laborel-Deguen F., Riva A., Vicente N.**, 1987. Les invertébrés. In *Livre rouge des espèces menacées en France. Tome 2. Espèces marines et littorales menacées*. Beaufort F. de, Lacaze J.C. eds., Muséum National d'Histoire Naturelle publ. Paris, Fr. : 207-237.

**Bell J.D. et Harmelin-Vivien M.L.**, 1982. Fish fauna of french mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 1. Community structure. *Téthys*, 10 (4) : 337-347.

**Bell J.D. et Harmelin-Vivien M.L.**, 1983. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. II: Feeding habitat. *Téthys*, 11 (1) : 1-14.

**Bellan, G.** (1967a) Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Première Partie. *Rev. intern. Océanogr. méd.* 6-7: 53-87.

**Bellan, G.** (1967b) Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Deuxième Partie. L'ensemble portuaire marseillais. *Rev. intern. Océanogr. méd.* 8 : 51-95.

**Bellan G.**, 1993. Les espèces indicatrices de pollution et leur repérage en milieu marin. *Biosystema*, 8 : 45-60.

**Bellan G. et Bellan-Santini D.**, 1972. Influence de la pollution sur les peuplements marins de la région de Marseille. *Mar. Pollut. Sea Life* : 2-7.

- Bellan G., Bourcier M., Salen-Picard C., Arnoux A., Casserley S., 1999.** Benthic ecosystem changes associated with wastewater treatment at Marseille : implications for the protection and restoration of mediterranean coastal shelf ecosystems. *Water Environ. Res.*, USA, 71(4) : 483-493.
- Bellan-Santini D., 1966.** Influence des eaux polluées sur la flore et la faune marine benthiques dans la région marseillaise. *Tech. et scien. municip.* 61<sup>e</sup> année, 7 : 285-292.
- Bellan-Santini D., 1968.** Influence de la pollution sur les peuplements benthiques. *Rev. Intern. Oceanogr. Med.*, 10 : 27-53.
- Bellan-Santini D., 1994.** Les aspects marins de l'archipel de Riou. In : »*Rehabilitation, protection et valorisation de l'environnement marin à Marseille* ». Ville de Marseille et COM : 111p.
- Bellan-Santini D., Dauvin J.C., Bellan G., 1994.** Analyse de données en Écologie benthique : utilisation de la méthode de parcimonie. *Oceanologica Acta*, 17 (3) : 331-340.
- Belsher T., 1974.** Séquence des effet d'un égout urbain, fonction de l'éloignement de la source de pollution, sur les peuplements photophiles de mode battu (fraction algale) ; premiers résultats. *Soc. Phycol. Fr. Bull.*, 19 : 158-163.
- Belsher T., 1979.** Analyse des répercussions du rejet en mer du grand collecteur de Marseille sur la fraction algale des peuplements photophiles de l'infralittoral supérieur. *Téthys*, 9 (1) : 1-16.
- Bernard G., Bonhomme P., Daniel B., 1998.** Archipel de Riou : Etude socio-économique sur la pêche, la plaisance, la plongée et la chasse sous-marine. *Contrat d'étude GIS Posidonie/Ville de Marseille*, Fr. : 54p +19p annexes.
- Bernard G., Bonhomme P., Daniel B., Boudouresque C.F., 1999.** Archipel de Riou : Etude socio-économique sur la pêche, la plaisance, la plongée et la chasse sous-marine (période de printemps et synthèse sur un cycle annuel). *Contrat d'étude GIS Posidonie/Ville de Marseille*, Fr. : 83p.
- Bianchi C.N. et Morri C., 1994.** Studio bionomico comparativo di alcune grotte marine sommerse : definizione di una scala di confinamento. *Inst. Ital. Speleol., Mem.*, 6 (2) : 107-123.
- Bianconi C.H., Boudouresque C.F., Meinesz A., Di Santo F., 1987.** Cartographie de la répartition de *Lithophyllum lichenoides* (Rhodophyta) dans la réserve naturelle de Scandola (côte orientale de Corse, Méditerranée). *Trav. sci. Parc nat. Reg. Réserves nat. Corse*, 13 : 39-63.
- Bitar G., 1980.** Étude de l'impact de la pollution par un émissaire urbain (collecteur Cortiou) sur les peuplements infralittoraux de substrats durs de la côte sud de Marseillevyre (Marseille). *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle*, Univ. Aix-Marseille II : 137 p.

**Blanc J.J.**, 1953. Premiers résultats des recherches sédimentologiques de la « Calypso » et de la Station marine d'Endoume à l'archipel de Riou (Marseille). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6 (3) : 133-146.

**Blanc J.J.**, 1956. Études géologiques et sédimentologiques. *Ann. Inst. océanogr.*, 32 : 123-153.

**Blanc J.J.**, 1958. Recherche de sédimentologie littorale et sous-marine en Provence occidentale, Thèse, Paris. *Ann. Inst. Océanogr.* Masson, 35 (1) : 1-140.

**Blanc J.J.**, 1975. Recherches de sédimentologie appliquée au littoral rocheux de Provence. *Aménagement et protection*. CNEXO Ed., Fr. : 164 p. - 32 pl. h.t.

**Blanc J.J.**, 1977. Recherches de géologie sédimentaire sur les herbiers à Posidonies du littoral de la Provence. *Contrat CNEXO 76/4043* : 84 p.

**Blanc J.J. et Jeudy de Grissac A.**, 1978. Recherches de géologie sédimentaire sur les herbiers de Posidonie du littoral de la Provence. CNEXO Edit. : 183p.

**Boudouresque C.F.**, 1995. Les indicateurs biologiques. *La lettre de Méditerranée 2000*, Fr., 13 : 8-9.

**Boudouresque C.F.**, 1996. Impact de l'homme et conservation du milieu marin en Méditerranée. 2<sup>ème</sup> édition. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 1-243.

**Boudouresque C.F. et Jeudy de Grissac A.**, 1983. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée, les interactions entre la plante et le sédiment. *J. Rech. océanogr.*, 8 (2-3) : 99-122.

**Boudouresque C.F., Gravez V., Meinesz A., Molenaar H., Pergent G., Vitiello P.**, 1994. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée : protection légale et gestion. Pour qui la Méditerranée au 21<sup>e</sup> siècle? *Villes des rivages et environnement littoral en Méditerranée*, Montpellier, Fr : 209-220.

**Boudouresque C.F., Meinesz A., Ribeira M.A., Ballesteros E.**, 1995. Spread of the green alga *Caulerpa taxifolia* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean : possible consequences of a major ecological event. *Scientia marina*, 59 (1) : 21-29.

**Bourcier M.**, 1976. Économie benthique d'une baie méditerranéenne largement ouverte et des régions voisines en fonction des influences naturelles et humaines. *Thèse Univ. Aix-Marseille II* : 50 p. + 161 p.

**Bourcier M.**, 1979. Contribution à la connaissance des sédiments marins entre le cap Croisette et le cap d'Alon (Est de Marseille) et de leur évolution de 1966 à 1972. *Téthys* 9 (1) : 31-40.

**Bourcier M.**, 1982. Evolution au cours des quinze dernières années des biocénoses benthiques et de leur faciès dans une baie méditerranéenne soumise à l'action lointaine de deux émissaires urbains. *Téthys*, Fr., 10(4) : 303-313.

- Bourcier M. et Zibrowius H.**, 1972. Les « boues rouges » déversées dans le canyon de la Cassidaigne (Région de Marseille). Observations en soucoupe plongeante SP 350 (juin 1971) et résultats de dragages. *Téthys*, 4(4) : 811-842.
- Campillo A.**, 1992. Grande cigale. In : Les algues et invertébrés marins des pêches françaises. Partie 3. RI DRV- 92/018-RH La rochelle/l'Homumeau, IFREMER : 392 p.
- Carpine C. et Grasshoff M.**, 1975. Les gorgonaires de la Méditerranée. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*. 71. 1430 : 1-140.
- Castelbon C.**, 1972. Étude de la circulation des masses d'eau dans le golfe de Marseille. *Téthys*, 4 (2) : 269-312.
- Cerrano C., Bavestrello G., Bianchi C. N., Cattaneo-Vietti R., Bava S., Morganti C., Morri C., Picco P., Sara G., Schiaparelli S., Siccardo A., Sponga F.**, 2000. A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-Western Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters.*, 3 : 284-293.
- Charbonnel E.**, 1996. Cartographie de l'herbier de Posidonie et évaluation de l'impact de la plaisance dans deux calanques de l'île de Riou (Marseille, France). *Contrat Ville de Marseille, Direction de l'Environnement et des Déchets et GIS Posidonie*. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 54 p.
- Charbonnel E., Boudouresque C.F., Meinesz A., Bonhomme P., Bernard G., Patrone J., Kruczek R., Cottalorda J.M., Bertrand M.C., Foret P., Bricout P., Ragazzi M., Marro C., Serre C., Le Direac'h L.**, 2001. - Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur : résultats du suivi 2001. *Région PACA/Agence de l'Eau RMC/GIS Posidonie/CQEL 13/CQEL 83/Conseil Général 06*. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 119 p.
- Charmasson S.**, 1982. Étude d'un système marin perturbé par le rejet d'un effluent anthropique : modélisation des processus de dispersion et études courantologiques (Grand émissaire de Marseille-Cortiou, France). *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle Univ. Aix-Marseille II* : 94 p.
- Chauvet C.**, 1991a. Le corb ou brown meagre (*Sciaena umbra*. Linnaeus, 1758). Quelques éléments de sa biologie. In : *Colloque international. Espèces marines à protéger en Méditerranée*. Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. (eds), GIS Posidonie publ., Marseille., Fr., : 229-235.
- Chauvet C.**, 1991b. Statut d'*Epinephelus guaza* et éléments de dynamique des populations méditerranéennes et atlantique. In : *Colloque international. Espèces marines à protéger en Méditerranée*. Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. (eds), GIS Posidonie publ. Marseille : 255-275.
- Chevereau G. et Holly F.**, 1977. Étude préalable de l'émissaire de la Ville de Marseille. *Rapport SOGREAH n° R 12790*, mars 1977.
- Chevaldonné P. et Lejeusne C.**, 2003. Cave dwelling crustaceans : silent victims of climate change in the Mediterranean ? *Lettre Pibg-prntc France*, 15 : 56-59.
- Clabaut P.**, 1991. Cartographie morpho-sédimentaire du site de Cortiou. *Rapp.*

Clabaut/IFREMER, Mission Roselys II : 19 p. + ann. + cartes.

Clottes J. et Courtin J. , 1994. La grotte Cosquer. Peintures et gravures de la caverne engloutie, Paris, Seuil : 189 p.

Combelles S., Moreteau J.C., Vicente N., 1986. Contribution à connaissance de l'écologie de *Pinna nobilis* L. (Mollusque : Eulamellibranche). *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, Fr., 12 : 29-43.

Conan P. et Millot C., 1995. Variability of the Northern Current off Marseilles, Western Mediterranean Sea, from February to June 1992. *Oceanologica Acta*, 18 (2) : 193-206.

Crépon M. et Boukthir M., 1987. Effect of deep water formation on the circulation of the Ligurian Sea. *Annales Geophysicae*, 5B (1) : 43-48.

Crépon M., Boukthir M., Barnier B., Aikman III F., 1989. Horizontal ocean circulation forced by deep water formation. Part 1 : an analytical study. *J. phys. Oceanogr.*, 19 : 1781-1792.

De Gaillande D., 1968. Monographie des peuplements benthiques d'une calanque des côtes de Provence : Port-Miou. *Rec. Trav. St. Mar. End.*, 44(60) : 358-401.

De Gaulejac B., 1993. Etude écophysiological du mollusque bivalve méditerranéen *Pinna nobilis* L. Reproduction: croissance; respiration. *Thèse Doct. Sci.*, Univ. Aix-Marseille III : 221 p.

Durand C., Manuel M., Boudouresque C.F., Meinesz A., Verlaque M., Le Parco Y., 2002. Molecular data suggest a hybrid origin for the invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales , Chlorophyta) in the Mediterranean Sea. *J. Evol. Biol.*, 15 : 122-123.

Euromodel Group (Lehucher P.M., Beautier L., Chartier M., Martel F., Mortier L., Brehmer P., Millot C., Alberola C., Benzohra M., Taupier-Letage I., Dhieres G.C., Didelle H., Gleizon P. et al.), 1995. Progress from 1989 to 1992 in understanding the circulation of the Western Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, 18 (2) : 255-271.

Fanelli G., Piraino S., Belmonte G., Geraci S., Boero F., 1994. Human predation along Apulian rocky coast (SE Italy) : desertification caused by *Lithophaga lithophaga* fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Allem., 110 : 1-8.

Feldmann J., 1957. La reproduction des algues marines dans ses rapports avec leur situation géographiques. *Année Biol.*, 33 (1-2) : 49-56.

Feldmann J. et Feldmann G., 1942. Recherches sur les Bonnemaisoniacées et leur alternance de générations. *Annls Sci. Nat. Sér. II. Bot.*, 3 : 75-175.

Forman R.T.T. et Godron M., 1986. Landscape ecology. John Wiley and sons publ., New York.

Francour P. 1989. L'oursin *Centrostephanus longispinus* en Méditerranée occidentale : résultats d'une enquête sur sa répartition et son écologie. *Vie mar. hors série*, 10 : 138-147.

- Francour P.**, 1990. Dynamique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* dans le Parc National de Port-Cros. Analyse des compartiments mat, litière, faune vagile, échinodermes et poissons. *Thèse de Doctorat d'océanologie* de l'Université de Paris VI. 1-373.
- Francour P.** 1991. Statut de *Centrostephanus longispinus* en Méditerranée. in : *Colloque international. Espèces marines à protéger en Méditerranée*. Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. (eds), GIS Posidonie publ. Marseille, Fr. : 187-202.
- Francour P.** 1996. Nouvelles données sur la biologie et l'écologie de l'oursin *Centrostephanus longispinus* en Méditerranée nord-occidentale. GIS Posidonie Pub. Marseille : 1-21.
- Francour P. et Gravez V.**, 1990.- Les fonds marins, et en particulier l'herbier à *Posidonia oceanica*, entre les ports de la pointe rouge et de la Madrague (Marseille, Méditerranée). *GIS Posidonie/Ville de Marseille*, Gis Posidonie Publ., Marseille, Fr. : 1-32.
- Francour P. et Sartoretto S.**, 1992. *Lophogorgia ceratophyta* (L.) (Gorgoniidae) in the Bay of Marseilles. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* : 33: 38.
- Francour P. et Bonhomme P.**, 1996. Cartographie des fonds marins et en particulier de l'herbier à *Posidonia oceanica*, entre l'anse des Goudes et le Cap Croisette (Marseille, BduR). *Contrat GIS Posidonie et Ville de Marseille, Etudes et grands travaux*, GIS Posidonie publ., Marseille : 27 p.
- Francour P., Boudouresque C.F., Harmelin J.G., Harmelin-Vivien M.L., Quignard J.P.** 1994. Are the Mediterranean waters becoming warmer ? Information from biological indicators. *Afar. Poll. Bull.* 25(9) : 523-526.
- Francour P., Harmelin-Vivien M., Harmelin J.G., Duclerc J.**, 1995. Impact of *Caulerpa taxifolia* colonization on the littoral ichthyofauna of North-Western Mediterranean Sea : preliminary results. *Hydrobiologia*, Bel., 300-301. 345-353.
- Gendron F.**, 1982. Contrôle de la contamination des sédiments du littoral méditerranéen (zone des calanques, Côte Bleue) par les métaux lourds. *DEA Écologie méditerranéenne (Zoo-Écologie)*, Marseille, Fr. : 59 p. + annexes.
- Gilet R.**, 1956. L'eau du système phytal. Note préliminaire sur les variations de sa teneur en oxygène. *Rapp. P. V. Réun. CIESMM*, 19 : 195-198.
- Giraud G.**, 1980. Synthèse cartographique des herbiers de Posidonies (*Posidonia oceanica*) entre Fos-sur-Mer et la rade d'Hyères. *Rapp. Contrat D.C.A.N* ; Toulon/Université Aix-Marseille II, N° C79 48 869 512, Fr. : 43 p.
- Gravez V., Nieri M., Boudouresque C.F.**, 1992.- *Surveillance de l'herbier de Posidonie de la baie du Prado (Marseille)*. *Rapport de synthèse 1986-1992*. Direction Générale des Service Techniques, Ville de Marseille et GIS Posidonie, Fr. : 80 p.
- Gravez V. et Boudouresque C.F.**, 2003. Proposition d'une stratégie de contrôle des espèces envahissantes marines dans les eaux du Parc national de Port-Cros. Illustrée par les cas de

deux espèces de *Caulerpa*. GIS Posidonie et Parc national de Port-Cros publ., Fr : sous presse.

**Gourret P.**, 1894. Provence des pêcheurs. Editions Serre : 360 p.

**Harmelin J.G.** 1980. Etablissement des communautés de substrats durs en milieu obscur. Préliminaires d'une expérience à long terme en Méditerranée. *Mem. Biol. Marine et Oceanogr.* Suppl. X, 29-52.

**Harmelin J.G.** 1984. Biologie du Corail Rouge. Paramètres de populations, croissance et mortalité naturelle. Etat des connaissances en France. in D. Charbonnier et S. Garcia, eds. *Rapport de consultation technique du CGPM sur les ressources du corail rouge de la Méditerranée occidentale et leur exploitation rationnelle*. FAO rapport ? °306 sur les Pêches, Palma de Mallorca, Espagne : 99-103.

**Harmelin J.G.**, 1990. Ichtyofaune des fonds rocheux de Méditerranée : structure du peuplement du coralligène de l'île de Port-Cros (parc national, France). *Mésogée*. SO: 23-30.

**Harmelin J.G.** 1991. Statut du corb ( *Sciaena umbra* ) en Méditerranée. In C.F. Boudouresque, M. Avon et V. Gravez (eds.) : "Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée", GIS Posidonie Publ., Fr. : 219-227.

**Harmelin J.G.**, 1995. Gorgones. Les plus beaux ornements de la Méditerranée sont ils menacés ? *Océanorama*, Fr., 24 : 3-9.

**Harmelin J.G. et True M.A.**, 1964. Délimitation cartographique de l'expansion actuelle des herbiers de Posidonie dans le golfe de Marseille. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 34(56) : 157-160.

**Harmelin J.G., Vacelet J., Vasseur P.**, 1985. Les grottes sous-marines obscures : un milieu extrême et un remarquable biotope refuge. *Téthys*, 11 (3-4) : 214-229.

**Harmelin J.G., Vacelet J., Pétron C.**, 1987. Méditerranée vivante. Glénat Ed., Grenobles, Fr. : 259p.

**Harmelin J.G. et Marinopoulos J.**, 1993. Recensement de la population de corbs (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 : Pisces) du parc national de Port-Cros (Méditerranée. France) par inventaires visuels. *Sci. Rep. Port- Cros natl. Park*, Fr., 1 : 265-276.

**Harmelin J.G et Marinopoulos J.**, 1995. Population structure and partial mortality of the gorgonian *Paramuricea clavata* (Risso) in the north-western Mediterranean (France. Port-Cros Island). *Marine Life*, 4 (1): 5-13.

**Harmelin J.G., Bachet F., Garcia F.**, 1995. Mediterranean marine reserves : fish indices as tests of protection efficiency. P.S.Z.N.I. : *Marine Ecology*, 16 (3) : 233-250.

**Harmelin J.-G., Sartoretto S., Francour P.** 1996. Patrimoine biologique marin de l'archipel de Riou : première évaluation. *Rapport COM/Ville de Marseille* - Direction de l'environnement et des déchets : 1-86.

**Harmelin J.G., Sartoretto S., Francour P., Boudouresque C.F., Bellan-Santini D., Vacelet J.**, 1998. Création d'une aire marine protégée dans l'archipel de Riou : proposition de plans de gestion. *Contrat d'étude COM/Ville de Marseille*, 198p.

**Harmelin J.G., Sartoretto S., Francour P.**, 1999. Mise en place d'une stratégie de suivi de l'ichtyofaune et des peuplements de gorgonaires de l'archipel de Riou. *Contrat Ville de Marseille – DED / COM – UMR DIMAR* : 110 p.

**Harmelin-Vivien M.L.**, 1981. Description d'un petit chalut à perche pour récolter la faune vagile des herbiers de Posidonies. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 27 (5) : 199-200.

**Harmelin-Vivien M.L.**, 1983. Ichtyofaune des herbiers de Posidonies des côtes provençales françaises. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 28(3) : 161-163.

**Harmelin-Vivien M.**, 1984. Ichtyofaune des herbiers de Posidonies du Parc Naturel Régional de Corse. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*. Boudouresque, Jeudy de Grissac, Olivier Ed., GIS Posidonie Publ., Marseille, 1 : 291-301.

**Harmelin-Vivien M., Harmelin J.G., Letourneur Y.**, 2000. Structure du peuplement de poissons de l'herbier de Posidonies du plateau des Chèvres avant et après la mise en service de la station d'épuration de Marseille. Rapport final (juin 2000). *Rapport COM/Ville de Marseille*, Direction de l'Environnement et des Déchets : 52 p.

**Holthuis L.B.**, 1987. Homards, langoustines, langoustes et cigales. In *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et mer Noire, zone de pêche 37, Révision 1*. Fischer W., Schneider M., Bauchot M.L. eds., FAO publ. Ital.1 : 293-319.

**Hong J.S.**, 1980. Etude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos). *Thèse doctorat de 3ème cycle* de l'Université d'Aix-Marseille II : 134 p.

**Hong J.S.**, 1983. Impact of the pollution on the benthic community. Environmental impact of the pollution on the benthic coralligenous community in the Gulfe of Fos, northwestern Mediterranean. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 16(3), 273-290.

**Hrs-Brenko M., Zavodnik D., Zahtila E.**, 1991. The date shell *Lithophaga lithophaga* Linnaeus, and its habitat calls for protection in the Adriatic Sea. In *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. eds., GIS Posidonie publ. Marseille, Fr. : 151-158.

**Huvé H.**, 1963. Données écologiques et biogéographiques relatives à quelques Mélobésiées méditerranéennes caractéristiques des niveaux superficiels de la roche littorale. *Rapp. P.V. Réun. Commiss. intl. Explor. sci. Médit.*, 17 (2) : 147-160.

**Jeudy de Grissac A.**, 1984. Effets des herbiers à *Posidonia oceanica* sur la dynamique et la sédimentation littorale. *International Workshop on Posidonia oceanica beds*. Boudouresque, Jeudy de Grissac, Olivier Ed., GIS Posidonie Publ., Marseille, 1 : 437-443.

**Jeudy de Grissac A. et Boudouresque C.F.**, 1985. Rôle des herbiers de phanérogames

marines dans les mouvements des sédiments côtiers : les herbiers à *Posidonia oceanica*. *Coll. fr.-japon. Océanogr.*, Marseille 16-21 sept. 85, 1 : 143-151.

**Jeuzy de Grissac A., Meinesz A., Boudouresque C.F., Astier J.M., Bourcier M., Lefevre J.R.**, 1985. Notice d'utilisation des cartes IPLI au 1/25 000 (Région Provence Alpes Côte d'Azur) : herbiers de Posidonies. Ministère de l'environnement, Délégation régionale à l'Architecture et à l'Environnement Provence Alpes Côte d'Azur et GIS Posidonie : 126 p.

**Jousson O., Pawlowski J., Zaninetti L., Zechman E.W., Dini F., Di Giuseppe G., Woodfield R., Millar A., Meinesz A.**, 2000. Invasive algae reaches California. *Nature*, 408 : 157-158.

**Laborel J.**, 1961. Le concrétionnement algal "coralligène" et son importance géomorphologique en Méditerranée. *Rev. Trav. Stat. Mar. End.*, 23 (37) : 37-60.

**Laborel J.**, 1987. Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Sci. Rep. Port-Cros Nat. Park*, 13, 97-126.

**Laborel J. et Vacelet J.**, 1961. Répartition biotomique du *Corallium rubrum* Lmk dans les grottes et falaises sous-marine. *Rapp. Proc. verb. Réun. CIESM*, 26 (2) : 465-469.

**Laborel J., Delibrias G., Boudouresque C.F.**, 1983. Variations récentes du niveau marin à Port-Cros (Var, France), mises en évidence par l'étude de la corniche littorale à *Lithophyllum tortuosum*. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 297 Sér.II : 157-160.

**Laborel J., Morhange C., Laborel-Deguen F.**, 1993. Espèces benthiques indicatrices des variations du niveau marin. In « *Qualité du milieu marin. Indicateurs biologiques et physico-chimiques* ». Boudouresque C.F., Avon M., Pergent-Martini C., édit., GIS Posidonie publ., Marseille Fr. : 121-133.

**Laborel J., Boudouresque C.F., Laborel-Deguen F.**, 1994. Les bioconcrétionnements littoraux de Méditerranée. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèses, menaces et perspectives. In *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèses, menaces et perspectives*. Bellan-Santini D., Lacaze J.C. eds., Muséum National d'Histoire Naturelle publ. Paris : 88-97.

**Laborel-Deguen F. et Laborel J.**, 1991. Statut de *Patella ferruginea* Gmelin en Méditerranée. " *Les espèces Marines à protéger en Méditerranée*" In: Boudouresque C.F., Avon M. et Gravez V. edit., GIS Posidonie publ., Fr. : 91-103.

**Laubier L.**, 1966. Le coralligène des Albères : monographie biocénotique. *Ann. Inst. océanogr. Monaco*. NS, 43 (2) : 315 p.

**Ledoyer M.**, 1968. Ecologie de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome (Région de Marseille principalement) – VI Synthèse de l'étude écologique. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 44 (60) : 126-295.

**Louisy P.**, 1997. Le mérrou. *BT magazine* – n°1087. Publications de l'école moderne française.

**Madec G., Chartier M., Delecluse P., Crépon M., 1991a.** Effect of thermohaline forcing variability on deep water formation in the Western Mediterranean Sea : a high resolution three dimensional numerical study. *Dyn. Atm. Oceans*, 15 (3-5) : 301-332.

**Madec G., Chartier M., Delecluse P., Crépon M., 1991b.** A three dimensional numerical study of deep water formation in the Northwestern Mediterranean Sea. *J. phys. Oceanogr.*, 21 : 1349-1371.

**Marion A.F., 1883.** Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille. *Ann. Mus. Hist. nat. Marseille*, 1 : 108 p.

**Massé H., 1962.** Cartographie bionomique de quelques fonds meubles de la partie sud-orientale du golfe de Marseille. *Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume, Fr.*, 32 (2) : 115-124.

**Meinesz A. et Hesse B., 1991.** Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale. *Oceanologica acta*, Fr., 14 (4) : 415-426.

**Meusnier I., Olsen J.L., Stam W.T., Destombe C., Valero M., 2001.** Phylogenetic analyses of *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) and of its associated bacterial microflora provide clues to the origin of the Mediterranean introduction. *Molecular Ecology*, 10 : 931-946.

**Millot C., 1979.** Wind induced upwellings in the Gulf of Lions. *Oceanologica Acta*, 2 (3) : 261-274.

**Millot C., 1981.** La dynamique marine du plateau continental du Golfe du Lion. *Thèse d'État*, Univ. Paris 6 et Muséum National d'Histoire Naturelle : 52 p.

**Millot C., 1991.** Mesoscale and seasonal variabilities of the circulation in the western Mediterranean. *Dyn. Atm. Oceans*, 15 : 179-214.

**Millot C. et Wald L., 1980.** The effect of the Mistral wind on the Ligurian Current near Provence. *Oceanologica Acta*, 3 (4) : 399-402.

**Monteiro-Marques V., 1981.** Peuplements des planchers envasés de trois grottes de la région de Marseille. *Téthys*. 10 : 89-96.

**Novelli S., 1995.** Différenciation intra-spécifique du gorgonaire *Corallium rubrum* : génétique des isoenzymes et micromorphométrie chez deux populations de Méditerranée occidentale. *Mém. DEA « Sciences de l'Environnement Marin »*, COM, Univ. Aix-Marseille II : 42 p.

**Palmisani F., 2002.** Le paysage sous-marin, de sa définition à la conception d'un indice paysager. *Rapport de stage*, IFREMER/GISIG, Ifremer publ. : 88 p.

**Panayotidis P., Montesanto B., Orfanidis S., (sous presse).** Use of low budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *J. Appl. Phycology*.

**Paul O., Boudouresque C.-F., Robert P., 1983.** (Presence of *Centrostephanus longispinus* (Echinodermata) in the *Posidonia oceanica* sea-grass around Port-Cros Island (Var, France). Study of digestive contents.). *Trav. Sci. Parc. Natl. Port. Cros.*, 9 : 189-193.

**Paulus M. et Mars P.**, 1941. Catalogue des principaux mollusques marins du golfe de Marseille. *Bull. hist. nat. Marseille*, 3 : 227-248.

**Pérès J.M. et Picard J.**, 1952. Répartition sommaire des biotopes marins du golfe de Marseille. *Vie Milieu*, 2 (suppl.) : 200-207.

**Pérès J.M. et Picard J.**, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. endoume*, 47(31) : 3-137.

**Pérez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J.G., Francour P., Vacelet J.**, 2000a. Mortalité massive d'invertébrés marins : un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *C.R. Académie des Sciences*, 323(10) : 853-865.

**Pérez T., Sartoretto S., Soltan D., Capo S., Fourt M., Dutrieux E., Vacelet J., Harmelin J.G., Rebouillon P.**, 2000b. Etude bibliographique sur les bioindicateurs de l'état du milieu marin. Système d'évaluation de la qualité des milieux littoraux-Volet biologique. *Rapport COM/Agence de l'Eau*, 4 fascicules : 642 p. + 1Cd-rom.

**Pérez T. et Garrabou J.**, 2002. Mass mortality of marine invertebrates in the North-Western Mediterranean (Summer 1999). *Biomare Newsl.*, 2 : 5-6.

**Pérez T., Harmelin J.G., Vacelet J., Sartoretto S.**, 2002. La bioévaluation de la qualité littorale par les peuplements de substrats durs : Spongiaires, Gorgonaires et Bryozoaires, comme indicateurs de pollution. *Rapp. Fin. Programme LITEAU. COM-DIMAR, MATE-IFREMER* : 79 + 25 p.

**Pergent G.**, 1986. Les Posidonies : Recherche des paléofloraisons. *Le benthos marin de l'île de Zembra (Parc national Tunisie)*. UNEP, IUCN, RAC/SPA. Boudouresque C.F., Harmelin J.G. et Jeudy de Grissac A. Eds., GIS Posidonie Publ., Marseille, Fr. : 101-103.

**Pergent G.**, 1991. Les indicateurs écologiques de la qualité du milieu marin en Méditerranée. *Oceanis*, 17 (4) : 341-350.

**Pergent G. et Pergent-Martini C.**, 1988. Localisation et état de l'herbier de Posidonie sur le littoral PACA : Bouches du Rhone. DRAE PACA et GIS Posidonie Ed., GIS Posidonie Publ., Marseille, Fr. : 53p.

**Pergent G., Pergent-Martini C., Francour P.**, 1988. Cortiou état zéro. Reconnaissance des herbiers. Mise en place des balisages. *DETSE et GIS Posidonie*, Marseille : 107 p.

**Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F.**, 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : Etat des connaissances. *Mésogée*, 54 :3-27.

**Pergent-Martini C.**, 1994. Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à *Posidonia oceanica*, avant et après la mise en service d'une station d'épuration. *Thèse Doct. Univ. Corse*, Fr. : 208 p.

**Pergent-Martini C.**, 1996. Impact de la station d'épuration de la Ville de Marseille sur l'herbier à *Posidonia oceanica*. *Contrat Ville de Marseille / ADER PACA n° 950121, Eq. E.L.*

Edit., Corte : 55 p.

**Pergent-Martini C. et Pergent G.**, 1990. Suivi de l'évolution de l'herbier à *Posidonia oceanica* après la mise en service de la station d'épuration de Marseille. *Contrat Ville de Marseille / Université Aix-Marseille 2* n° 9261, LBMEB et Gis Posidonie Edit., Fr. : 58 p.

**Pergent-Martini C., Pergent G., Girard M.**, 1993. L'herbier à *Posidonia oceanica* du plateau des Chèvres. Impact de la station d'épuration de la ville de Marseille. *Contrat Ville de Marseille et Université Aix-Marseille II* N°9261, CEVAREN et GIS Posidonie Centre de Corse Edit. : 48 p.

**Pergent-Martini C. et Pasqualini V.**, 1997. Impact de la station d'épuration de la Ville de Marseille sur l'herbier à *Posidonia oceanica* : Dix ans de suivi. *Contrat Ville de Marseille / Gis Posidonie Centre de Corse* n° 9701, Gis Posidonie Centre de Corse Edit., Corte : 21 p.

**Pergent-Martini C., Pergent G., Fernandez C., Ferrat L.**, 1999. Value and use of *Posidonia oceanica* as a biological indicator. *Medcoast, EMECS 99 joint Conf.* : 73-89.

**Pergent-Martini C. et Pasqualini V.**, 2000. Seagrass population dynamics before and after the setting up of a wastewater treatment plant. *Biol. Mar. Medit.*, 7 (2) : 405-408.

**Pergent-Martini C., Pasqualini V., Pergent G.**, 2000. Impact de la station d'épuration de la ville de Marseille sur l'herbier à *Posidonia oceanica* du secteur de Cortiou. *Contrat Ville de Marseille / Gis Posidonie Centre de Corse*. Gis Posidonie Centre de Corse Edit., Corte : 43 p.

**Picard J.**, 1965. Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 35 (52) : 3-160.

**Poutiers J.M.**, 1987. Bivalves (Acéphales, Lamellibranches, pélécytopodes). In Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et mer Noire, zone de pêche 37, Révision 1. Fischer W., Schneider M., Bauchot M.L. eds., *FAO publ. Ital.1* : 369-512.

**Pruvot G.**, 1897. Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale (Côte de Bretagne) comparés à ceux du Golfe du Lion. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 3(5) : 510-664.

**Reish D.J.**, 1959. An ecological study of pollution in Los Angeles – Long Beach harbors, California. *Allan Hancock Found. Publ., Occ. Pap.*, 22 : 117 p.

**Rivoire G.**, 1991. Mortalité du corail et des gorgones en profondeur au large des côtes provençales. In : Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. (eds), *Les espèces Marines à Protéger en Méditerranée* : 53-59.

**Romano J.C., Bensoussan N., Younes W.A.N., Arlhac D.**, 2000. Anomalie thermique dans les eaux du golfe de Marseille durant l'été 1999. Une explication partielle de la mortalité d'invertébrés fixés ? *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 323 : 415-427.

**Russo G.F. et Cicogna F.**, 1991. The date mussel (*Lithophaga itholithophaga*), a case in the gulf of naples. In *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. eds., GIS Posidonie publ. Marseille, Fr. : 141-150.

**Russo G.F. et Cicogna F.**, 1992. Il dattero di mare, *Lithophaga lithophaga* e gli effetti distruttivi della sua pesca sull'ambiente marino costiero : problemi e prospettive. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova, Ital.*, 56-57 : 165-194.

**Salat J. et Pascual J.**, 2002. The oceanographic and meteorological station at L'Estartit (NW Mediterranean). *Tracking long-term hydrological change in the Mediterranean Sea*. CIESM Workshop Series, 16 : 29-32.

**Sartoretto S.**, 1996. Vitesse de croissance et de bioérosion des concrétionnements "coralligènes" de Méditerranée nord-occidentale. Rapport avec les variations holocènes du niveau marin. *Thèse doctorat d'écologie*, Université d'Aix-Marseille II, Fr : 194 p.

**Sartoretto S.**, 2001. Le Réseau de Surveillance Gorgones en Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur : Première campagne de mesures. *Région PACA/Agence de l'Eau RMC/DIREN PACA/Conseil Général 13/Conseil Général 83/Conseil Général 06/Ville de Marseille/GIS Posidonie/Centre d'Océanologie de Marseille*. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 80 p.

**Sartoretto S.**, 2002. Le Réseau de Surveillance Gorgones en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur : Deuxième campagne de mesures et recommandations. *Région PACA/Agence de l'Eau RMC/DIREN PACA/Conseil Général 13/Conseil Général 83/Conseil Général 06/Ville de Marseille/GIS Posidonie/Centre d'Océanologie de Marseille*. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 81 p.

**Sartoretto S., Francour P., Harmelin J.G., Charbonnel E.**, 1997. Observations in situ de deux labridae profonds, *Lapanella fasciata* et *Acantholabrus palloni*, en Méditerranée nord-occidentale. *Cybium*, 21(1) : 37-44.

**Sartoretto S., Dutriex E., Canovas S., Magnan S.**, 2001. Plan de gestion de la zone marine des calanques et de l'archipel de Riou. Première partie : Synthèse des connaissances et diagnostic sur le patrimoine naturel et les contraintes liées au usages. *Rapport COM/Créocéan*. 85p.

**Sauvageau C.**, 1925. Sur quelques algues floridées renfermant de l'iode à l'état libre. *Bull. Stn. Biol. Arcachon*. 24 : 43 p.

**Savelli A.**, 1994. Analyse des données RNO sur le site de Cortiou, Marseille. Évolution du site après la mise en service de la station d'épuration. *Rapp. IFREMER et Service Assainissement Ville de Marseille* : 73 p.

**Sicsic M.**, 1967. Répartition des formations à base de *Lithophyllum tortuosum* (Esper) Foslie, le long du littoral rocheux de la presqu'île de Giens. *Ann. Soc. Sci. nat. Archéol. Toulon, Var, Fr.*, 19 : 173-179.

**Soltan D.**, 2001. Etude de l'incidence de rejets urbains sur les peuplements superficiels de macroalgues en Méditerranée nord-occidentale. *Thèse de Doctorat*, Université de la Méditerranée, Marseille, Fr. : 157 p.

**Soltan D., Verlaque M., Boudouresque C.F., Francour P.**, 2001. Changes in macroalgal communities in the vicinity of a Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant. *Mar. Poll. Bull.*, 42 (1) : 59-70.

- Spanier E.**, 1991. Artificial reefs to insure protection of the adult mediterranean slipper lobster, *Scyllarides latus* (Latreille, 1803). "Les espèces marine à protéger en Méditerranée" Boudouresque C.F., Avon M. et Gravez V., edit., GIS Posidonie publ., Fr. : 179-185.
- True M.A.**, 1970. Etude quantitative de quatre peuplements sciaphiles sur substrat rocheux dans la région marseillaise. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 6 (1401) : 1-48.
- Vacelet J.**, 1991. Statut des éponges commerciales en Méditerranée. « Les espèces marines à protéger en Méditerranée ». Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. Eds., GIS Posidonie Publ., Marseille, Fr. : 35-42.
- Vacelet J., Boury-Esnault N., Harmelin J.G.**, 1994. Hexactinellid cave, a unique deep-sea habitat in the scuba zone. *Deep-Sea Res. I*, 41 (7) : 965-973.
- Verdenal J.** 1986. Spongicultre en Méditerranée nord-occidentale ; aspects cultureux, molysmologiques et économiques. *Thèse Doctorat*, Univ. Aix-Marseille II : 163 p.
- Verlaque M.**, 1994. Inventaire des plantes introduites en Méditerranée : origines et répercussions sur l'environnement et les activités humaines. *Oceanologica acta*. 17 (1) : 1-23.
- Verlaque M., Boudouresque C.F., Meinesz A., Gravez V.**, 2000. The *Caulerpa racemosa* complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Botanica Marina*, 43 : 49-68.
- Vicente N. et Moreteau J.C.**, 1991. Statut de *Pinna nobilis* L. en Méditerranée (Mollusque Eulamellibranche). In « Les espèces marines à protéger en Méditerranée ». (Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V. Eds.) 169- 178. GIS Posidonie publ. Fr.
- Vicente N., Moreteau J.C., Escoubet P.**, 1980. Etude de l'évolution d'une population de *Pinna nobilis* L. au large de l'anse de la Palud (parc national sous-marin de Port-Cros). *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*. Fr., 6 : 9-67.
- Weinberg S.**, 1992. Découvrir la Méditerranée. Nathan edit., Paris : 351 p.
- Zibrowius H.**, 1995. The "Southern" *Astroides calycularis* (Cnidaria, Scleractinia) in the pleistocene of Northern Mediterranean. An indicator of climatic changes. *Geobios.*, Fr., 28(1) : 9-16.

## 9 LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

- Figure 1 : Carte synthétique de la zone des calanques de Marseille-Cassis
- Figure 2 : Les vents à Marseille : fréquences moyennes sur la période 1984 - 1996 (in Arfi *et al.*, 2000 -source Météo France)
- Figure 3 : Mesure du courant à l'est du golfe de Marseille par temps calme (d'après Castelbon, 1972)
- Figure 4: Carte schématique de la dynamique du panache par différents types de vents, basée sur les résultats d'Auclair-Dessemon (1973).
- Figure 5 : Réglementation générale de l'espace maritime dans la zone des calanques de Marseille-Cassis
- Figure 6 : Localisation et extension des zones ZNIEFF de la zone d'étude
- Figure 7 : Répartition et abondance de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* dans le site de Marseille-Cortiou au milieu des années 1990s (Soltan, 2001)
- Figure 8 : Répartition de *Cystoseira amentacea* var. *stricta* sur la côte sud de Marseille (Bellan-Santini, 1968)
- Figure 9: Répartition des classes de qualité obtenues par cartographie des peuplements de l'infralittoral superficiel dans le site de Marseille-Cortiou à partir des codes de qualité proposés par Torras *et al.* (inédit) (Soltan, 2001)
- Figure 10 : Trottoir à *Lithophyllum lichenoides*
- Figure 11 : Herbier de Posidonie
- Figure 12 : Répartition des herbiers dans la zone des calanques en 1985
- Figure 13: Evolution de l'herbier de Posidonie dans le cratère d'une bombe
- Figure 14 : Evolution de l'herbier de Posidonie dans l'archipel de Riou entre 1994 et 2000.
- Figure 15 : Cartographie de l'herbier de Posidonie dans la calanque d'En-Vau (Augier *et al.*, 1998).
- Figure 16 : Biocénoses des substrats meubles dans la zone des calanques de Marseille-Cassis (Picard 1965)
- Figure 17 : Biocénoses des substrats meubles dans la zone des calanques de Marseille-Cassis (Bourcier, 1976).
- Figure 18 : Evolution de la répartition des espèces benthiques indicatrices de milieux pollués entre 1966 et 1997 (Bellan *et al.*, 1999).
- Figure 19 : Evolution des communautés benthiques de substrat meuble de Cortiou
- Figure 20 : Principales cavités dans l'archipel de Riou (Harmelin *et al.*, 1996)
- Figure 21 : Arche du Moulon
- Figure 22, 23, 24 : Paysages de grottes sous-marines (Harmelin *et al.*, 1996)
- Figure 25 : Schéma d'un bloc de coralligène (Laubier, 1966)
- Figure 26 : Ancrage sur coralligène
- Figure 27 : Nécrose sur une colonie de *Paramuricea clavata*
- Figure 28 : Localisation (flèches rouges) des principales stations de suivi des gorgones dans l'archipel de Riou
- Figure 29 : Evolution des tombants coralligènes entre 1966 et 1996 aux Moyade (Riou) et à Jarre d'après Harmelin *et al.* (1996)
- Figure 30 : Tombant coralligène
- Figure 31, 32, 33, 34 : Quelques espèces de poissons rencontrés dans la zone des calanques d'après Harmelin *et al.* (1996)
- Figure 35 : Espèces patrimoniales du coralligène (*Eunicella singularis*, *E. cavolinii*)

- Figure 36 : Répartition connue des différentes espèces patrimoniales et des paysages remarquables rencontrés dans les calanques de Marseille-Cassis (d'après Harmelin et al., 1996 et Sartoretto et al., 2001)
- Figure 37 : Corb
- Figure 38 : Mérou à l'affut
- Figure 39 : Grande cigale
- Figure 40 : Grandes nacres
- Figure 41 : Corail rouge
- Figure 42 : Langouste sur un tombant
- Figure 43 : Grande porcelaine
- Figure 44 : Colonie d'*Eunicella cavolinii*
- Figure 45 : Eponge corne de cerf
- Figure 46 : *Caulerpa racemosa*
- Figure 47 : Localisation de *Caulerpa racemosa* et de l'herbier à *Posidonia oceanica* dans la zone des calanques
- Figure 48 : Tombant recouvert d'*Asparagopsis armata*
- Figure 49 : Paysage sous-marin : un surplomb
- Figure 50 : Paysage sous-marin : un tombant coralligène
- Figure 51 : Tapis de *Parazoanthus axinellae*
- Figure 52 : Localisation de l'épave du Liban
- Figure 53 : Vue de l'épave du Liban
- Figure 54 : Résultats du Réseau Intégrateur Biologique (RIN.BIO) basé sur la moule *Mytilus galloprovincialis* sur la zone des calanques de Marseille-Cassis : points 20A et 20B
- Figure 55 : Tombant de gorgones rouges *Paramuricea clavata*
- Figure 56 : Localisation des points de surveillance du RSG dans la région PACA
- Figure 57 : Plongeur travaillant sur une balise marquant la position de l'herbier de Posidonie

- Tableau 1 : Aménagements artificiels dans les Calanques de Marseille-Cassis
- Tableau 2 : Description des zones ZNIEFF dans les calanques de Marseille-Cassis
- Tableau 3 : Types de communautés répertoriées dans le site de Marseille-Cortiou et codes de qualité à partir des codes proposés par Torras *et al.* (inédit)
- Tableau 4 : Descriptif synthétique de l'extension de l'herbier de Posidonie dans la zone des calanques.
- Tableau 5 : Travaux de cartographie de l'herbier de Posidonie menés sur la zone d'étude après 1985.
- Tableau 6 : Caractéristiques de l'herbier de Posidonie dans les calanques de Marseille-Cassis.
- Tableau 7a, b : Inventaire des principales cavités de Marseille à Cassis
- Tableau 8 : Synthèse des différents indices de santé des zones coralligènes de l'archipel de Riou et causes de dégradation supposées
- Tableau 9 : Liste des espèces cibles de poissons établie pour les petits fonds de la région provençale (Harmelin *et al.*, 1995)
- Tableau 10 : Ichtyofaune des fonds rocheux selon Harmelin *et al.*, 1996
- Tableau 11 : Liste des espèces rencontrées en été (E) et en hiver (H) dans quatre sites de l'archipel de Riou (Pierres à Joseph, la Sablière, Les Moyades et la Caramassaigne) avec indication du nombre de sites de présence (max. ) selon Harmelin *et al.* (1999).
- Tableau 12 : Quelques espèces présentes dans l'archipel de Riou ayant un statut légal de protection (Harlemin *et al.*, 1998)

Tableau 13 : Tableau 13 : caractéristiques des principales espèces protégées et remarquables marines rencontrées dans la zone des calanques

Tableau 14 : Inventaire des paysages sous-marins de l'archipel de Riou (Harmelin *et al.*, 1996).

Tableau 15 : Différents types de qualité des eaux de baignade selon la DDASS

Tableau 16 : Classement de la qualité des eaux de baignade dans les calanques en 2003

## 10 ANNEXES

Annexe 1 : Décret du 22/08/03 relatif à la mise en réserve naturelle de l'archipel de Riou

Annexe 2 : Réseau NATURA 2000 Marseille-La Ciotat

Annexe 3 : Arrêté Préfectoral du 11/07/01 concernant la protection de la Grotte Cosquer

Annexe 4 : Loi du 10/07/76 concernant la protection de la Nature

Annexe 5 : Arrêté du 19/07/88 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées

Annexe 6 : Arrêté du 26/11/92 fixant la liste de la faune marine protégée sur le territoire

Annexe 7: Décret du 07/07/99 (amendements aux Annexes I, II, III, IV de la Convention de Berne

Annexe 8 : Annexes II, III de la Convention de Barcelone

Annexe 9 : Arrêté du 30/12/02 règlementant la pêche du mérrou brun en Méditerranée continentale

Annexe 10 : Listes des espèces animales et végétales patrimoniales utilisées pour le recensement des ZNIEFF

Annexe 11 : Cartographie des biocénoses marines de Marseille en 1883 (Marion 1883)

Annexe 12: Le RNO

Annexe 13 : Le RLM

Annexe 14 : Répartition des stations du RINBIO en PACA

## ANNEXE 1

J.O n° 199 du 29 août 2003 page 14761

**Décrets, arrêtés, circulaires, Textes généraux**  
**Ministère de l'écologie et du développement durable**

### **Décret du 22 août 2003 portant création de la réserve naturelle de l'archipel de Riou**

NOR: DEVN0310060D

Le Premier ministre,

Sur le rapport de la ministre de l'écologie et du développement durable,

Vu le code de l'environnement, notamment les articles L. 332-1 à L. 332-19 ;

Vu le code rural, notamment les articles R. 242-1 à R. 242-25 ;

Vu le décret n° 97-34 du 15 janvier 1997 relatif à la déconcentration des décisions administratives individuelles, ensemble le décret n° 97-1204 du 19 décembre 1997 pris pour l'application à la ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement du 1° de l'article 2 dudit décret ;

Vu l'avis du propriétaire, le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres ;

Vu l'avis du conseil municipal de Marseille en date du 16 juillet 2001 ;

Vu l'avis du conseil général des Bouches-du-Rhône en date du 31 mai 2000 ;

Vu l'avis de la commission départementale des sites, perspectives et paysages siégeant en formation de protection de la nature en date du 11 mai 2001 ;

Vu le rapport du préfet ;

Vu les accords et les avis des ministres intéressés ;

Vu l'avis du Conseil national de la protection de la nature en date du 18 octobre 2001,

Décète :

#### Chapitre Ier

#### Création et délimitation de la réserve naturelle

#### de l'archipel de Riou

#### Article I

Il est créé dans le département des Bouches-du-Rhône, sur le territoire de la commune de Marseille, sous la dénomination « réserve naturelle de l'archipel de Riou », une réserve naturelle nationale constituée :

1. Des îles suivantes :

- Maïre (section n° 08.02.0A.0066) ;
- Tiboulen de Maïre (section n° 08.02.0A.0067) ;
- Jarre (section n° 08.02.0A.0064) ;
- Jarron (section n° 08.02.0A.0065) ;
- Plane ou Calseraigne (section n° 07.07.0B.0001) ;
- Riou (section n° 07.07.0B.0003) ;
- Grand Congloué (section n° 07.07.0B.0002),

soit une superficie totale de 157 ha 53 a 75 ca ;

2. Des îlots rocheux avoisinants non cadastrés, d'une surface d'environ 0,9 hectare, soit de l'ouest à l'est et du nord au sud :

- les Pharillons ;
- le Petit Congloué ;
- Les Empereurs ;
- l'île Moyade ;
- les Moyadons,

ainsi que l'ensemble des secs et rochers émergents à proximité des îles.

Le périmètre de la réserve naturelle et les parcelles et emprises mentionnées ci-dessus figurent sur les cartes IGN au 1/25 000, les plans cadastraux et les cartes du SHOM qui peuvent être consultés à la préfecture des Bouches-du-Rhône.

## Chapitre II

### Gestion de la réserve naturelle

#### Article 2

Il est créé un comité consultatif de la réserve présidé par le préfet ou son représentant. La composition de ce comité est fixée par arrêté du préfet. Il comprend, de manière équilibrée :

- 1° Des représentants des collectivités territoriales concernées et des usagers ;
- 2° Des représentants des administrations et des établissements publics intéressés, dont un représentant du Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, propriétaire du site ;
- 3° Des personnalités scientifiques qualifiées et des représentants des associations de protection de la nature.

Les membres du comité sont nommés pour une durée de trois ans. Leur mandat peut être renouvelé. Les membres du comité décédés ou démissionnaires, ou ceux qui, en cours de mandat, cessent d'exercer les fonctions en raison desquelles ils ont été désignés, doivent être remplacés. Dans ce cas, le mandat des nouveaux membres expire à la date à laquelle aurait normalement pris fin celui de leurs prédécesseurs.

Le comité se réunit au moins une fois par an sur convocation de son président. Il peut déléguer l'examen d'une question particulière à une formation restreinte.

#### Article 3

Le comité consultatif donne son avis sur le fonctionnement de la réserve, sur sa gestion et sur les conditions d'application des mesures prévues au présent décret.

Il se prononce sur le plan de gestion de la réserve.

Il peut faire procéder à des études scientifiques et recueillir tout avis en vue d'assurer la conservation, la protection et l'amélioration du milieu naturel de la réserve.

#### Article 4

Après avis du comité consultatif et de la commune de Marseille, et en accord avec le conservatoire du littoral, propriétaire du site, le préfet confie par voie de convention la gestion de la réserve naturelle à une fondation, au propriétaire des terrains classés, une collectivité locale, une association régie par la loi du 1er juillet 1901, un établissement public ou un groupement d'intérêt public. Pour assurer la conservation du patrimoine naturel et de la biodiversité de la réserve qui ont motivé son classement, le gestionnaire conçoit et met en oeuvre un plan de gestion écologique de la réserve. A cette fin, il s'appuie sur une évaluation scientifique du patrimoine naturel et de son évolution. Le premier plan de gestion est soumis par le préfet après avis du comité consultatif à l'agrément du ministre chargé de la protection de la nature. Le plan de gestion est agréé par le ministre après avis du Conseil national de la protection de la nature. Le préfet veille à sa mise en oeuvre par le gestionnaire. Les plans de gestion suivants sont approuvés après avis du comité consultatif par le préfet, sauf si ce dernier estime opportun, en raison de modifications des objectifs, de solliciter à nouveau l'agrément du ministre.

## Chapitre III

### Réglementation de la réserve naturelle

#### Article 5

Il est interdit :

- 1° Sous réserve des dispositions de l'article 10, d'introduire à l'intérieur de la réserve des animaux d'espèce domestique ou non domestique

quel que soit leur état de développement, sauf autorisation délivrée par le préfet, après avis du Conseil national de la protection de la nature ;

2° De porter atteinte de quelque manière que ce soit aux animaux d'espèce non domestique ainsi qu'à leurs oeufs, couvées, portées ou nids, sauf autorisation délivrée à des fins scientifiques par le préfet après consultation du comité consultatif ;

3° De troubler ou de déranger les animaux, par quelque moyen que ce soit, sauf autorisation délivrée à des fins scientifiques par le préfet après consultation du comité consultatif.

Article 6

Il est interdit :

1° D'introduire dans la réserve tous végétaux sous quelque forme que ce soit, sauf autorisation délivrée par le préfet après avis du Conseil national de la protection de la nature ;

2° De porter atteinte de quelque manière que ce soit aux végétaux non cultivés, sauf à des fins d'entretien de la réserve, ou sous réserve d'autorisation délivrée à des fins scientifiques par le préfet après avis du comité consultatif.

Article 7

Le préfet peut prendre, après avis du comité consultatif, toutes mesures en vue d'assurer la conservation d'espèces animales ou végétales ou la limitation de populations d'animaux ou de végétaux surabondants dans la réserve.

Article 8

La collecte de minéraux, de fossiles ou de matériel archéologique est interdite dans la réserve, sauf autorisation délivrée à des fins scientifiques par le préfet après avis du comité consultatif.

Article 9

La chasse est interdite sur l'ensemble de la réserve.

Article 10

Les chiens sont interdits dans la réserve, sauf sur les secteurs autorisés au débarquement et à la circulation sur la côte nord de l'île de Riou, où ils doivent être tenus en laisse.

Cette interdiction ne s'applique pas aux chiens participant à des opérations de police, de recherche ou de sauvetage.

Article 11

Il est interdit sur l'ensemble de la réserve :

1° D'abandonner, de déposer ou de jeter tout produit quel qu'il soit de nature à nuire à la qualité de l'eau, de l'air, du sol ou du site ou à l'intégrité de la faune et de la flore ;

2° D'abandonner, de déposer ou de jeter des débris de quelque nature que ce soit ;

3° D'utiliser du feu sauf à des fins de gestion de la réserve autorisées par le préfet après avis du comité consultatif ;

4° De faire des inscriptions autres que celles qui sont nécessaires à l'information du public et aux délimitations foncières ;

5° De troubler la tranquillité des lieux en utilisant tout instrument sonore.

Article 12

Les travaux publics ou privés modifiant l'état ou l'aspect de la réserve sont interdits sous réserve de l'application des articles L. 332-9 du code de l'environnement et R. 242-19 à 21 du code rural.

Les travaux publics ou privés nécessités par l'entretien de la réserve sont soumis à l'autorisation du préfet, après avis du comité consultatif. Ces travaux doivent être conformes au plan de gestion de la réserve.

L'entretien des feux du Tiboulen de Maire et de l'Impérial du large est autorisé.

Article 13

Toute activité de recherche ou d'exploitation minières est interdite dans la réserve, sous réserve des dispositions des articles L. 332-9 du code de l'environnement et R. 242-19 à 21 du code rural.

Article 14

Toute activité industrielle ou commerciale est interdite dans la réserve.

Article 15

L'accostage, le débarquement et la circulation des personnes sont ainsi réglementés :

- 1° Le débarquement, la circulation et le stationnement des personnes sont interdits entre le coucher et le lever du soleil ;
- 2° Entre le lever et le coucher du soleil, le débarquement, la circulation et le stationnement des personnes sont interdits sauf :
  - sur la côte nord de Jarre et de Jarron du cap de Jarre à la pointe est de l'anse de Jarre et Jarron ;
  - sur la côte nord de Plane dans la calanque de Pouars ;
  - sur la côte nord-ouest et ouest de Riou entre la calanque de Monastério et la calanque de Boulegeade ;
- 3° La circulation des personnes est interdite à l'intérieur de la réserve sauf sur les deux sentiers balisés de l'île de Riou : calanque de Monastério-col de la Culatte et calanque de Monastério-calanque de Boulegeade ;
- 4° La nuit, l'utilisation de source lumineuse, quelle qu'elle soit, est interdite que ce soit dans la réserve ou en direction de la réserve ;
- 5° L'escalade et la varappe sont interdites sur l'ensemble de la réserve.

Toutefois, ces interdictions ne s'appliquent pas aux déplacements strictement nécessaires aux opérations de surveillance et de secours, aux opérations nécessaires à la gestion de la réserve, aux passagers des embarcations en avaries, en difficulté ou en détresse, au fonctionnement et à l'entretien des phares et balises, aux activités scientifiques visées aux articles 5, 6 et 8 et activités pédagogiques visées à l'article 19.

Article 16

L'utilisation de tout véhicule, motorisé ou non, est interdite sur l'ensemble de l'archipel. Cette disposition ne s'applique pas aux véhicules utilisés pour les services publics, lors d'opérations de secours, de sauvetage ou de police.

Article 17

Conformément à la réglementation de la circulation aérienne, le survol de la réserve à moins de 150 mètres au-dessus du sol ou de l'eau est interdit aux aéronefs. Les opérateurs aériens publics et privés, dans le cadre d'interventions particulières nécessitant des vols à une altitude inférieure à 150 mètres, devront obtenir une dérogation délivrée par le préfet, après avis du directeur régional de l'environnement et du directeur de l'aviation civile sud-est.

Cette disposition n'est pas applicable aux aéronefs d'Etat en nécessité de service, aux opérations de surveillance, de secours, de recherches autorisées et de gestion de la réserve naturelle.

Article 18

Les décollages et atterrissages de planeurs ultra-légers (parapente, deltaplane) sont interdits sur l'ensemble de la réserve naturelle.

Article 19

Toute activité sportive ou touristique organisée est interdite dans la réserve naturelle ; ceci ne s'applique pas aux activités pédagogiques et de découverte organisées par le gestionnaire, qui peuvent être autorisées par le préfet après avis du comité consultatif.

Article 20

Le campement sous une tente, dans tout autre abri, ainsi que le bivouac sont interdits.

Cette disposition ne s'applique pas :

- aux équipes de gardiennage ;
- aux personnalités scientifiques autorisées par le préfet après avis du comité consultatif à faire des observations sur place ;
- aux personnes chargées des travaux organisés pour la gestion de la réserve ;
- aux personnes exerçant des missions de police, de recherche, de sauvetage et de lutte antipollution.

Chapitre IV

Disposition finale

Article 21

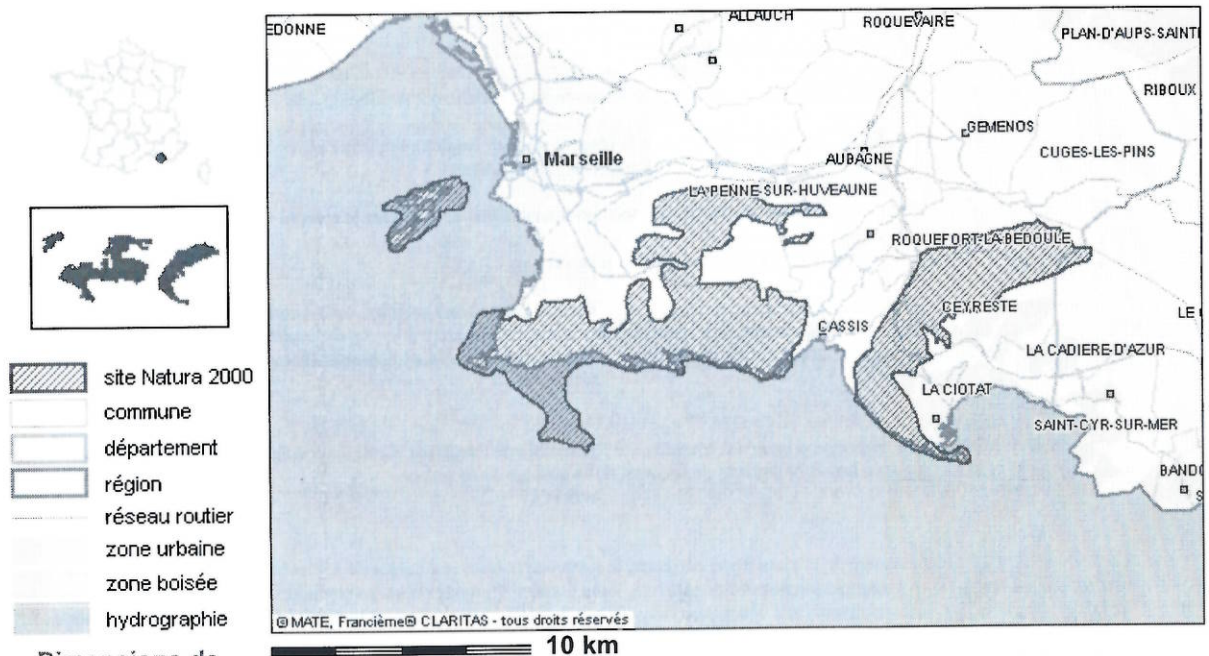
La ministre de l'écologie et du développement durable est chargée de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 22 août 2003.

Par le Premier ministre Jean-Pierre Raffarin: et La ministre de l'écologie et du développement durable, Roselyne Bachelot-Narquin

## ANNEXE 2

### RESEAU NATURA 2000 DE MARSEILLE A LA CIOTAT



#### Identification

<b>Code :</b>	FR9301602
<b>Appellation :</b>	ARCHIPELS MARSEILLAIS - CALANQUES DE MARSEILLE A LA CIOTAT - DOMAINES TERRESTRE ET MARITIME
<b>Date de compilation :</b>	01/1996
<b>Mise à jour :</b>	05/1998
<b>Historique :</b>	Date de proposition comme SIC : 12/1997

#### Localisation

<b>Département s :</b>	<u>Bouches-du-Rhône</u> (85 %), Domaine maritime (15 %)
<b>Superficie :</b>	12339 ha
<b>Altitude minimale :</b>	-30 m
<b>Altitude maximale :</b>	610 m
<b>Région biogéographique :</b>	Méditerranéenne

La surface de ce site intersecte la Zone de Protection Spéciale suivante :  
FR9312007 Iles Marseillaises

## ANNEXE 3



CLER.FOR.MAR.DD.AM.MI.2001.AP.CAP.MORGIOU  
TOULON, le 11 juillet 2001

REPUBLIQUE FRANCAISE

PREFECTURE MARITIME  
DE LA MEDITERRANEE

Division actions de l'Etat en mer  
BP 912 - 83800 TOULON NAVAL

☎ : 04.94.02.09.74 - FAX : 04.94.02.13.63

Bureau réglementation du littoral

(sitrac n° 891)

## ARRETE PREFECTORAL N° 35/2001

### PORTANT CREATION DE ZONES REGLEMENTEES DANS LES PARAGES DU CAP MORGIOU (COMMUNE DE MARSEILLE)

Le vice-amiral d'escadre Paul HABERT  
préfet maritime de la Méditerranée

- VU l'ordonnance du 14 juin 1844 concernant le service administratif de la marine,
- VU la loi du 27 septembre 1941 portant réglementation des fouilles archéologiques et l'ordonnance n° 45-2092 du 13 septembre 1945,
- VU l'article 63 de la loi du 17 décembre 1926 modifiée, portant code disciplinaire et pénal de la marine marchande,
- VU la loi n° 89/874 du 1<sup>er</sup> décembre 1989 relative aux biens culturels maritimes et modifiant la loi du 27 septembre 1941 portant réglementation des fouilles archéologiques,
- VU le décret du 1<sup>er</sup> février 1930 portant attribution des préfets maritimes en ce qui concerne les pouvoirs de police des eaux et rades,
- VU les articles R 610.5 et 131 13 du code pénal,
- VU le décret n° 78.272 du 9 mars 1978 modifié, relatif à l'organisation des actions de l'Etat en mer,
- VU l'arrêté de classement en date du 2 septembre 1992 pris au titre de la loi du 31 décembre 1913 sur les monuments historiques,
- VU l'arrêté préfectoral n° 24/2000 du 24 mai 2000 réglementant la circulation des navires et engins le long des côtes françaises de Méditerranée,

VU la demande de la direction régionale des affaires culturelles de Provence-Alpes-Côte d'Azur,

Considérant que la grotte Cosquer présente des vestiges d'un préhistorique d'un caractère exceptionnel.

## ARRETE

### ARTICLE 1

A compter de la date de publication du présent arrêté, sont interdits :

- tous travaux sous-marins dans un cadre de 1000 mètres de rayon centré sur le Cap MORGIOU ;
- la plongée sous-marine dans un cercle de 200 mètres de rayon centré sur la pointe de La Voile ;
- l'accès à la grotte Henri COSQUER

### ARTICLE 2

Les interdictions édictées à l'article 1 ne s'appliquent pas aux personnes titulaires d'une autorisation délivrée par l'Etat (Ministère de la Culture et de la Communication - Direction Régionale des Affaires Culturelles - Service régional de l'Archéologie Provence-Alpes-Côte d'Azur)

Elles devront toutefois avertir la préfecture maritime avant d'accéder au site

### ARTICLE 3

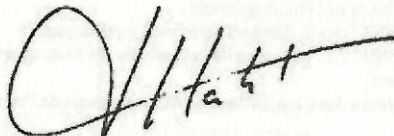
Le présent arrêté abroge et remplace l'arrêté préfectoral n° 5791 du 29 octobre 1991

**ARTICLE 4**

Les infractions au présent arrêté exposent leurs auteurs aux poursuites et aux peines prévues par les articles R.610.5 et 131.13 du code pénal, par la loi n° 89.874 du 1<sup>er</sup> décembre 1989 sus-visée et par l'article 63 de la loi du 17 décembre 1926 modifiée portant code disciplinaire et pénal de la marine marchande

**ARTICLE 5**

Le directeur départemental des affaires maritimes des Bouches-du-Rhône, les officiers et agents habilités en matière de police de la navigation, les officiers et agents habilités par l'article 17 de la loi n° 89.874 du 1<sup>er</sup> décembre 1989 sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'application du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs du département des Bouches-du-Rhône



## ANNEXE 4

### Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature.

L'Assemblée nationale et le Sénat ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit,

Art. 1er. -

La protection des espaces naturels et des paysages, la préservation des espèces animales et végétales, le maintien des équilibres biologiques auxquels ils participent et la protection des ressources naturelles contre toutes les causes de dégradation qui les menacent sont d'intérêt général.

Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde du patrimoine naturel dans lequel il vit. Les activités publiques ou privées d'aménagement, d'équipement et de production doivent se conformer aux mêmes exigences.

La réalisation de ces objectifs doit également assurer l'équilibre harmonieux de la population résidant dans les milieux urbains et ruraux.

Art. 2. -

Les travaux et projets d'aménagement qui sont entrepris par une collectivité publique ou qui nécessitent une autorisation ou une décision d'approbation ainsi que les documents d'urbanisme doivent respecter les préoccupations d'environnement.

Les études préalables à la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences.

Un décret en Conseil d'Etat précise les modalités d'application du présent article.

Il fixe notamment:

D'une part, les conditions dans lesquelles les préoccupations d'environnement sont prises en compte dans les procédures réglementaires existantes;

D'autre part:

Le contenu de l'étude d'impact qui comprend au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement;

Les conditions dans lesquelles l'étude d'impact sera rendue publique;

La liste limitative des ouvrages qui, en raison de la faiblesse de leurs répercussions sur l'environnement, ne sont pas soumis à la procédure de l'étude d'impact.

Il fixe également les conditions dans lesquelles le ministre chargé de l'environnement pourra se saisir ou être saisi, pour avis, de toute étude d'impact.

Si une requête déposée devant la juridiction administrative contre une autorisation ou une décision d'approbation d'un projet visé à l'alinéa 1er du présent article est fondée sur l'absence d'étude d'impact, la juridiction saisie fait droit à la demande de sursis à exécution de la décision attaquée dès que cette absence est constatée selon une procédure d'urgence.

CHAPITRE 1er

De la protection de la faune et de la flore.

Art. 3. -

Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine biologique national justifient la conservation d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées, sont interdits:

La destruction ou l'enlèvement des oeufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat;

La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces ou de leurs fructifications, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat;

La destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales;

La destruction des sites contenant des fossiles permettant d'étudier l'histoire du monde vivant ainsi que les premières activités humaines.

Art. 4. -

Un décret en Conseil d'Etat détermine les conditions dans lesquelles sont fixées:

La liste limitative des espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées ainsi protégées;

La durée des interdictions permanentes ou temporaires prises en vue de permettre la reconstitution des populations naturelles en cause ou de leurs habitats ainsi que la protection des espèces animales pendant les périodes ou les circonstances où elles sont particulièrement vulnérables;

La partie du territoire national, y compris le domaine public maritime et les eaux territoriales, sur laquelle elles s'appliquent;

La délivrance d'autorisation de capture d'animaux ou de prélèvement d'espèces à des fins scientifiques;

La réglementation de la recherche, de la poursuite et de l'approche, en vue de la prise de vues ou de son et notamment de la chasse photographique des animaux de toutes espèces et les zones dans lesquelles s'applique cette réglementation, ainsi que des espèces protégées en dehors de ces zones.

Art. 5. -

La production, la détention, la cession à titre gratuit ou onéreux, l'utilisation, le transport, l'introduction quelle qu'en soit l'origine, l'imposition sous tous régimes douaniers, l'exportation, la réexportation de tout ou partie d'animaux d'espèces non domestiques et de leurs produits ainsi que des végétaux d'espèces non cultivées et de leurs semences ou parties de plantes, dont la liste est fixée par arrêtés conjoints du ministre chargé de la protection de la nature et, en tant que de besoin, du ou des ministres compétents, s'ils en font la demande, doivent faire l'objet d'une autorisation délivrée dans les conditions et selon les modalités fixées par un décret en Conseil d'Etat.

Art. 6. -

Sans préjudice des dispositions en vigueur relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement, l'ouverture des établissements d'élevage d'animaux d'espèces non domestiques, de vente, de location, de transit, ainsi que l'ouverture des établissements destinés à la présentation au public de spécimens vivants de la faune locale ou étrangère, doivent faire l'objet d'une autorisation délivrée dans les conditions et selon les modalités fixées par un décret en Conseil d'Etat.

Les responsables des établissements visés à l'alinéa précédent doivent être titulaires d'un certificat de capacité pour l'entretien de ces animaux.

Les dispositions du présent article s'appliquent également aux établissements existant à la date de la promulgation de la présente loi dans les délais et selon les modalités fixés par un décret en Conseil d'Etat.

Art. 7. -

Sont soumis au contrôle de l'autorité administrative lorsqu'ils détiennent des animaux visés à l'article 5 ci-dessus:

Les établissements définis à l'article 6 ci-dessus;

Les établissements scientifiques;

Les établissements d'enseignement;

Les établissements et instituts spécialisés dans la recherche biomédicale, dans le contrôle biologique et dans les productions biologiques;

Les établissements d'élevage.

Indépendamment des poursuites pénales qui peuvent être exercées au titre de la présente loi, des mesures administratives pouvant aller jusqu'à la fermeture de l'établissement peuvent être prescrites par le ministre chargé de la protection de la nature.

Un décret en Conseil d'Etat précise les modalités d'application du présent article.

Art. 8. -

Les dispositions des articles 6 et 7 ci-dessus ne s'appliquent pas aux produits de la pêche maritime et de la conchyliculture destinés à la consommation, ni aux établissements de pêche et aux instituts chargés de leur contrôle.

## CHAPITRE II

De la protection de l'animal.

Art. 9. -

Tout animal étant un être sensible doit être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce.

Art. 10. -

Tout homme a le droit de détenir des animaux dans les conditions définies à l'article 9 ci-dessus et de les utiliser dans les conditions prévues à l'article 276 du code rural, sous réserve des droits des tiers et des exigences de la sécurité et de l'hygiène publique et des dispositions de la présente loi.

Les établissements ouverts au public pour l'utilisation d'animaux sont soumis au contrôle de l'autorité administrative qui peut prescrire des mesures pouvant aller jusqu'à la fermeture de l'établissement, indépendamment des poursuites pénales qui peuvent être exercées au titre de la présente loi. Un décret en Conseil d'Etat précise les modalités d'application du présent article.

Art. 11. -

Le titre V du livre II du code rural est modifié ainsi qu'il suit:

## TITRE V. -- De la protection des animaux domestiques et des animaux

sauvages apprivoisés ou tenus en captivité.>>

Art. 12. - I. -

Le premier alinéa de l'article 213 du code rural est remplacé par les dispositions suivantes:

<<Les maires peuvent prendre toutes dispositions propres à empêcher la divagation des chiens et des chats. Ils peuvent ordonner que les chiens et les chats soient tenus en laisse et que les chiens soient muselés. Ils prescrivent que les chiens et les chats errants et tous ceux qui seraient trouvés sur la voie publique, dans les champs ou dans les bois, seront conduits à la fourrière et abattus si leur propriétaire reste inconnu et s'ils n'ont pas été réclamés par lui; l'abattage est réalisé dès l'expiration d'un délai de quatre jours ouvrables et francs après la capture. Dans le cas où ces animaux sont identifiés par le port d'un collier sur lequel figurent le nom et le domicile de leur maître ou par tout autre procédé défini par arrêté du ministre compétent, le délai d'abattage est porté à huit jours.>>

II. -- L'article 276 du code rural est remplacé par les dispositions suivantes:

<<Art. 276. - Il est interdit d'exercer des mauvais traitements envers les animaux domestiques ainsi qu'envers les animaux sauvages apprivoisés ou tenus en captivité.

<<Des décrets en Conseil d'Etat déterminent les mesures propres à assurer la protection de ces animaux contre les mauvais traitements ou les utilisations abusives et à leur éviter des souffrances lors des manipulations inhérentes aux diverses techniques d'élevage, de parage, de transport et d'abattage des animaux.

<<Il est de même pour ce qui concerne les expériences biologiques médicales et scientifiques qui doivent être limitées aux cas de stricte nécessité.>>

Art. 13. - I. -

- Le premier alinéa de l'article 453 du code pénal est ainsi rédigé:

<<Quiconque aura, sans nécessité, publiquement ou non, exercé des sévices graves ou commis un acte de cruauté envers un animal domestique ou apprivoisé ou tenu en captivité, sera puni d'une amende de 500 F à 6 000 F et d'un emprisonnement de quinze jours à six mois, ou de l'une de ces deux peines seulement. En cas de récidive, les peines seront portées au double.>>

II. -- L'abandon volontaire d'un animal domestique ou apprivoisé ou tenu en captivité, à l'exception des animaux destinés au repeuplement, est passible des peines prévues à l'article 453 du code pénal.

Art. 14. -

Les associations de protection animale reconnues d'utilité publique peuvent exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les infractions à l'article 453 du code pénal et portant un préjudice direct ou indirect aux intérêts qu'elles ont pour objet de défendre.

Art. 15. -

L'article 3 de la loi n° 63-1143 du 19 novembre 1963 relative à la protection des animaux est abrogé.

## CHAPITRE III

Des réserves naturelles.

Art. 16. -

Des parties du territoire d'une ou de plusieurs communes peuvent être classées en réserve naturelle lorsque la conservation de la faune, de la flore, du sol, des eaux, des gisements de minéraux et de fossiles et, en général, du milieu naturel présente une importance particulière ou qu'il convient de les soustraire à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader. Le classement peut affecter le domaine public maritime et les eaux territoriales françaises.

Sont prises en considération à ce titre:

La préservation d'espèces animales ou végétales et d'habitats en voie de disparition sur tout ou partie du territoire national ou présentant des qualités remarquables;

La reconstitution de populations animales ou végétales ou de leurs habitats;

- La conservation des jardins botaniques et arboretums constituant des réserves d'espèces végétales en voie de disparition, rares ou remarquables;  
La préservation de biotopes et de formations géologiques, géomorphologiques ou spéléologiques remarquables;  
La préservation ou la constitution d'étapes sur les grandes voies de migration de la faune sauvage;  
Les études scientifiques ou techniques indispensables au développement des connaissances humaines;  
La préservation des sites présentant un intérêt particulier pour l'étude de l'évolution de la vie et des premières activités humaines.
- Art. 17. - La décision de classement est prononcée par décret, après consultation de toutes les collectivités locales intéressées.  
A défaut du consentement du propriétaire, le classement est prononcé par décret en Conseil d'Etat.
- Art. 18. - L'acte de classement peut soumettre à un régime particulier et, le cas échéant, interdire à l'intérieur de la réserve toute action susceptible de nuire au développement naturel de la faune et de la flore et, plus généralement, d'altérer le caractère de ladite réserve, notamment la chasse et la pêche, les activités agricoles, forestières et pastorales, industrielles, minières, publicitaires et commerciales, l'exécution de travaux publics ou privés, l'extraction de matériaux concessibles ou non, l'utilisation des eaux, la circulation du public, quel que soit le moyen employé, la divagation des animaux domestiques et le survol de la réserve.  
L'acte de classement est établi en tenant compte de l'intérêt du maintien des activités traditionnelles existantes dans la mesure où elles sont compatibles avec les intérêts définis à l'article 16.
- Art. 19. - L'acte de classement est publié par les soins du ministre chargé de la protection de la nature au bureau des hypothèques de la situation de l'immeuble classé et communiqué aux maires des communes concernées de telle façon que l'acte de classement soit transcrit à chaque révision du cadastre.  
Cette publication, qui ne donne lieu à aucune perception au profit du Trésor, est faite dans les formes et de la manière prescrites par les lois et règlements concernant la publicité foncière.  
Il est notifié aux propriétaires et aux titulaires de droits réels portant sur les immeubles ainsi classés.
- Art. 20. - Lorsque le classement comporte des prescriptions de nature à modifier l'état ou l'utilisation antérieure des lieux déterminant un préjudice direct, matériel et certain, il donne droit à une indemnité au profit des propriétaires, des titulaires de droits réels ou de leurs ayants droit.  
Dans ce cas, la demande d'indemnisation doit être produite dans un délai de six mois à dater de la notification de la décision de classement. A défaut d'accord amiable, l'indemnité est fixée par le juge de l'expropriation.
- Art. 21. - A compter du jour où le ministre chargé de la protection de la nature notifie au propriétaire intéressé son intention de constituer une réserve naturelle, aucune modification ne peut être apportée à l'état des lieux ou à leur aspect pendant un délai de quinze mois, sauf autorisation spéciale du ministre chargé de la protection de la nature et sous réserve de l'exploitation des fonds ruraux selon les pratiques antérieures.
- Art. 22. - Les effets du classement suivent le territoire classé, en quelque main qu'il passe.  
Quiconque aliène, loue ou concède un territoire classé en réserve naturelle est tenu de faire connaître à l'acquéreur, locataire ou concessionnaire, l'existence du classement.  
Toute aliénation d'un territoire classé en réserve naturelle doit, dans les quinze jours de sa date, être notifiée au ministre chargé de la protection de la nature par celui qui l'a consentie.
- Art. 23. - Les territoires classés en réserve naturelle ne peuvent être ni détruits, ni modifiés dans leur état ou dans leur aspect, sauf autorisation spéciale du ministre chargé de la protection de la nature délivrée selon des modalités fixées par décret en Conseil d'Etat prévoyant notamment la consultation préalable des organismes compétents.
- Art. 24. - Afin de protéger, sur les propriétés privées, les espèces de la flore et de la faune sauvage présentant un intérêt particulier sur le plan scientifique et écologique, les propriétaires peuvent demander que celles-ci soient agréées comme réserves naturelles volontaires par le ministre chargé de la protection de la nature après consultation de toutes les collectivités locales intéressées.  
Un décret en Conseil d'Etat précise la durée de l'agrément, ses modalités, les mesures conservatoires dont bénéficient ces territoires ainsi que les obligations du propriétaire, notamment en matière de gardiennage et de responsabilité civile à l'égard des tiers.  
Les dispositions pénales prévues au chapitre V s'appliquent à ces réserves.
- Art. 25. - Le ministre chargé de la protection de la nature fixe les modalités de gestion administrative de la réserve naturelle et de contrôle du respect des prescriptions contenues dans l'acte de classement ainsi que, le cas échéant, les concours techniques et financiers de l'Etat. Il peut, à cet effet, passer des conventions avec les propriétaires des terrains classés, des associations régies par la loi du 1er juillet 1901, des fondations, des collectivités locales ou des établissements publics. La gestion des réserves naturelles peut également être confiée à des établissements publics créés à cet effet.
- Art. 26. - Le déclassement total ou partiel d'un territoire classé en réserve naturelle est prononcé après enquête publique, par décret en Conseil d'Etat.  
Le déclassement est notifié aux intéressés, communiqué aux maires des communes concernées et publié au bureau des hypothèques de la situation des biens dans les mêmes conditions que le classement.
- Art. 27. - Les articles 13 et 17 à 20 de la loi du 2 mai 1930 modifiée ayant pour objet de réorganiser la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, sont applicables aux réserves naturelles créées en application de la présente loi, l'accord du ministre chargé de la protection de la nature étant substitué à celui du ministre des beaux-arts.
- CHAPITRE IV  
De la protection des espaces boisés.
- Art. 28. - Le code forestier est ainsi modifié:  
I. -- Dans l'article 158:  
a) L'expression <<la conservation des bois>> est remplacée par <<la conservation des bois ou des massifs qu'ils complètent>>;

b) L'alinéa 8° est complété par les mots: <<ou au bien-être de la population>>.

II. -- Il est inséré au titre III du livre IV du code forestier un article 187 bis ainsi conçu:

<<Art. 187 bis. - Peuvent également être classés comme forêts de protection pour cause d'utilité publique les bois ou forêts, quels que soient leurs propriétaires, situés à la périphérie des grandes agglomérations ainsi que dans des zones où leur maintien s'impose, soit pour des raisons écologiques, soit pour le bien-être de la population.>>

III. -- Il est inséré entre le premier et le deuxième alinéa de l'article 188 du code forestier un alinéa supplémentaire ainsi rédigé: <<Le classement comme forêt de protection interdit tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation ou la protection des boisements.>>

CHAPITRE V : Dispositions pénales.

Art. 29. -

Sont habilités à constater les infractions aux dispositions des articles 3, 4, 5, 6, 7, 18, 21, 22, 23 et 24, outre les officiers et agents de police judiciaire énumérés aux articles 16, 20 et 21 du code de procédure pénale, et les agents des douanes commissionnés: D'une part, les fonctionnaires et agents assermentés et commissionnés à cet effet par le ministre chargé de la protection de la nature et qui peuvent être en outre commissionnés pour la constatation des infractions en matière de chasse et de pêche commises dans les réserves naturelles;

D'autre part:

Les agents de l'Etat et de l'office national des forêts déjà commissionnés pour constater les infractions en matière forestière, de chasse, de pêche, d'inspection sanitaire, de protection des animaux ou de protection des végétaux, dans l'étendue des circonscriptions pour lesquelles ils sont assermentés;

Les agents assermentés et commissionnés des parcs nationaux, ceux de l'office national de la chasse et du conseil supérieur de la pêche;

Lorsque les mesures de protection portent sur le domaine public maritime ou les eaux territoriales, les agents habilités par le décret du 9 janvier 1852, modifié par la loi n° 70-1302 du 31 décembre 1970, à constater les infractions à la réglementation sur l'exercice de la pêche maritime, ainsi que les fonctionnaires chargés de la police du domaine public maritime et des eaux territoriales.

Art. 30. -

Les procès-verbaux dressés par les fonctionnaires et agents désignés à l'article 29 ci-dessus font foi jusqu'à preuve du contraire. Ils sont remis ou envoyés par lettre recommandée, directement au procureur de la République. Cette remise ou cet envoi doit avoir lieu, à peine de nullité, cinq jours francs après celui où l'infraction a été constatée.

Les règles de procédure pénale édictées par les articles 17 à 21 du décret du 9 janvier 1852 précité sont applicables en cas d'infractions commises sur le domaine public maritime ou dans les eaux territoriales.

Art. 31. -

Les fonctionnaires et agents désignés à l'article 29 ci-dessus sont habilités, dans l'exercice de leurs fonctions, à visiter les réserves naturelles en vue de s'assurer du respect des règles auxquelles elles sont soumises et d'y constater toute infraction. Quiconque mettra ces fonctionnaires ou agents dans l'impossibilité d'accomplir leurs fonctions, notamment en leur refusant l'entrée d'une réserve naturelle, sera passible des peines prévues à l'article 32 ci-après sans préjudice, le cas échéant, des peines prévues par les articles 209 et suivants du code pénal.

Art. 32. -

Sont punies d'une amende de 2 000 à 40 000 F les infractions aux dispositions des articles 3, 4, 5, 6, 7, 21, 22, 23, 24 et 31 de la présente loi.

En cas de récidive, l'amende pourra être portée à 80 000 F.

En outre, les infractions aux dispositions de l'article 3 sont passibles des sanctions prévues aux premier et quatrième alinéas de l'article 379 du code rural.

Les agents chargés de constater ces infractions peuvent procéder à la saisie des dépouilles.

Art. 33. -

Les articles 529 à 530-1 du code de procédure pénale sont applicables en matière d'infraction à la législation ou à la réglementation des parcs nationaux lorsque l'infraction commise est punie d'une amende pénale dont le montant n'excède pas un maximum fixé par décret en Conseil d'Etat.

Toutefois, pour ces infractions, l'amende forfaitaire ne peut être acquittée qu'au moyen d'un timbre-amende.

Art. 34. -

En cas d'infraction aux dispositions des articles 21 et 23 ou aux prescriptions de l'acte de classement telles qu'elles sont prévues aux articles 17 et 18 ci-dessus, les dispositions et sanctions édictées aux articles 21-2 à 21-8, 22 et 23 de la loi du 2 mai 1930 modifiée par la loi n° 57-740 du 1er juillet 1957 et la loi n° 67-1174 du 28 décembre 1967 sont applicables aux territoires classés en réserve naturelle, le ministre chargé de la protection de la nature étant substitué au ministre des affaires culturelles.

Art. 35. -

Les dispositions des articles 22, 23, 25, 29 à 32 et 34 ci-dessus s'appliquent aux réserves naturelles créées en application de l'article 8 bis de la loi du 2 mai 1930 susmentionnée.

CHAPITRE VI : Dispositions diverses.

Art. 36. - I. -

- Il est inséré à la fin de l'article 373 du code rural un nouvel alinéa ainsi rédigé:

<<Dans les parties des réserves naturelles et des parcs nationaux où la chasse est autorisée ainsi que dans les zones périphériques des parcs nationaux, le ministre chargé de la protection de la nature peut instituer et mettre en oeuvre un plan de chasse pour certaines espèces d'animaux.>>

II. -- L'article 366 du code rural est remplacé par les dispositions suivantes:

<<Art. 366. - Toutefois, le propriétaire ou possesseur peut, en tous temps, chasser ou faire chasser le gibier à poil dans ses possessions attenantes à une habitation et entourées d'une clôture continue et constante faisant obstacle à toute communication avec les héritages voisins et empêchant complètement le passage de ce gibier et celui de l'homme.

<<Un décret en Conseil d'Etat précise les conditions d'extension des dispositions de l'alinéa 1er à la chasse de certains oiseaux d'élevage.

<<Ce décret définit également les modalités du contrôle exercé pour faire respecter ces dispositions.>>

Art. 37. -

Sont habilités à constater les infractions en matière de chasse et de pêche fluviale:

Les agents des parcs nationaux, dans la zone périphérique du parc auquel ils appartiennent;

Les agents de l'office national de la chasse, dans la circonscription à laquelle ils sont affectés.

- Ces agents sont commissionnés à cet effet par le ministre chargé de la protection de la nature et assermentés.
- Art. 38. - Les agents des parcs nationaux et des réserves naturelles sont habilités à constater dans la zone maritime de ces parcs et réserves les infractions aux réglementations intéressant la protection de cette zone.  
Ces agents sont commissionnés et assermentés à cet effet par le ministre chargé de la marine marchande et des pêches maritimes.
- Art. 39. - Les procès-verbaux des agents visés aux articles 37 et 38 ci-dessus font foi jusqu'à preuve du contraire. Ils sont remis ou adressés par lettre recommandée, directement au procureur de la République; une copie des procès-verbaux dressés en matière de pêche fluviale ou maritime est adressée, selon le cas, soit au chef de service de l'administration chargée de la police de pêche fluviale, soit au chef du quartier des affaires maritimes.
- Art. 40. - Les associations régulièrement déclarées et exerçant, depuis au moins trois ans, leurs activités statutaires dans peuvent faire l'objet d'un agrément du ministre chargé de la protection de la nature et de l'environnement.  
Les associations ainsi agréées sont appelées à participer à l'action des organismes publics ayant pour objet la protection de la nature et de l'environnement.  
Toute association ayant le même objet peut engager des instances devant les juridictions administratives pour tout grief se rapportant à celui-ci.  
En outre, les associations agréées peuvent exercer les droits reconnus à la partie civile en ce qui concerne les faits constituant une infraction aux articles 3, 4, 5, 6, 7, 18, et portant un préjudice direct ou indirect aux intérêts collectifs qu'elles ont pour objet de défendre.
- Art. 41. - L'article 8 bis de la loi du 2 mai 1930, modifiée par la loi n° 57-740 du 1er juillet 1957 et par la loi n° 67-1174 du 28 décembre 1967, est abrogé.
- Art. 42. - Des décrets en Conseil d'Etat déterminent en tant que de besoin les modalités d'application de la présente loi.
- Art. 43. - Les dispositions de la présente loi sont applicables aux Terres australes et antarctiques françaises  
La présente loi sera exécutée comme loi de l'Etat. Fait à Paris, le 10 juillet 1976

## ANNEXE 5

### Arrêté du 19/07/88 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées

10128

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

9 août 1988

#### Arrêté du 19 juillet 1988 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées

NOR : PRME8801100A

Le ministre délégué auprès du ministre des transports et de la mer, chargé de la mer, et le secrétaire d'Etat auprès du Premier ministre, chargé de l'environnement,

Vu la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, notamment ses articles 3 et 4 ;

Vu le décret n° 77-1295 du 25 novembre 1977 pris pour son application et concernant la protection de la flore et de la faune sauvages du patrimoine naturel français ;

Vu l'avis du Conseil national de la protection de la nature,

#### Arrêtent :

Art. 1<sup>er</sup>. - Afin de prévenir la disparition d'espèces végétales menacées et de permettre la conservation des biotopes correspondants, il est interdit en tout temps et sur tout le territoire national de détruire, de colporter, de mettre en vente, de vendre ou d'acheter et d'utiliser tout ou partie des spécimens sauvages des espèces ci-après énumérées.

Toutefois, l'interdiction de destruction n'est pas applicable aux opérations d'exploitation courante des établissements de cultures marines sur les parcelles habituellement cultivées.

#### Monocotylédones :

*Cymodocea nodosa* Ascherson : cymodocée, paille de mer.

*Posidonia oceanica* (L.) Delille : pelote de mer, chiendent marin.

Art. 2. - Le directeur de la protection de la nature et le directeur des pêches maritimes et des cultures marines sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 19 juillet 1988.

*Le ministre délégué auprès du ministre des transports et de la mer, chargé de la mer,*

*Pour le ministre et par délégation :*

*Le directeur du cabinet,*

J.-P. NOSMAS

*Le secrétaire d'Etat auprès du Premier ministre, chargé de l'environnement,*

*Pour le secrétaire d'Etat et par délégation :*

*Le directeur du cabinet,*

L. CHABASON

## ANNEXE 6

J.O n° 15 du 19 janvier 1993

### **Arrêté du 26 novembre 1992 fixant la liste des animaux de la faune marine protégés sur l'ensemble du territoire**

NOR: ENVN9250409A

Le ministre de l'environnement et le secrétaire d'Etat à la mer, Vu les articles L.211-1 et L.211-2 et R.211-2 à R.211-15 du code rural; Vu l'arrêté du 24 avril 1979 fixant la liste des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire; Vu l'avis du Conseil national de protection de la nature,

Arrêtent:

Art. 1er. - Sont interdits sur tout le territoire métropolitain et en tous temps, dans les conditions fixées par les articles R.211-2 à R.211-15 du code rural, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la naturalisation ou, qu'ils soient vivants ou morts, le transport, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat des animaux de la faune marine dont les espèces suivent:

MOLLUSQUES Gastéropodes *Patella ferruginea* (Gmelin, 1791), patelle géante. Bivalves *Pinna nobilis* (Linné, 1758), grande nacre, jambonneau hérissé; *Pinna pernula* (Chemnitz, 1785), jambonneau rude; *Lithophaga lithophaga* (Linné, 1758), datte de mer.

CRUSTACES *Scyllarides latus* (Latreille, 1803), grande cigale de mer.

ECHINODERMES Oursins *Centrostephanus longispinus* (Philippi, 1845), oursin diadème, oursin à longs piquants.

Art. 2. - Le directeur de la nature et des paysages et le directeur des pêches maritimes et des cultures marines sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 26 novembre 1992.

Le ministre de l'environnement, Pour le ministre et par délégation: Le directeur de la nature et des paysages, G. SIMON Le secrétaire d'Etat à la mer, Pour le secrétaire d'Etat et par délégation: Le directeur des pêches maritimes et des cultures marines, C. BERNET

## ANNEXE 7

J.O n° 164 du 18 juillet 1999 page 10741

**Décret no 99-615 du 7 juillet 1999 portant publication des amendements aux annexes I, II III et IV de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (ensemble quatre annexes) ouverte à la signature à Berne le 19 septembre 1979, adoptés à Strasbourg le 5 décembre 1997 (1)**

NOR: MAEJ9930045D

Le Président de la République,

Sur le rapport du Premier ministre et du ministre des affaires étrangères,

Vu les articles 52 à 55 de la Constitution ;

Vu le décret no 53-192 du 14 mars 1953 modifié relatif à la ratification et à la publication des engagements internationaux souscrits par la France ;

Vu le décret no 90-756 du 22 août 1990 portant publication de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (ensemble quatre annexes) ouverte à la signature à Berne le 19 septembre 1979 ;

Vu le décret no 94-777 du 31 août 1994 portant publication des amendements à l'annexe I de la convention signée le 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, adoptés le 3 décembre 1993 ;

Vu le décret no 96-728 du 8 août 1996 portant publication des amendements aux annexes II et III de la convention du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, adoptés à Berne le 26 janvier 1996 ;

Vu le décret no 97-551 du 28 mai 1997 portant publication des amendements aux annexes I et II de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (ensemble quatre annexes) ouverte à la signature à Berne le 19 septembre 1979, adoptés à Strasbourg le 6 décembre 1996,

Décète :

Art. 1er. - Les amendements aux annexes I, II, III et IV de la convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (ensemble quatre annexes) ouverte à la signature à Berne le 19 septembre 1979, adoptés à Strasbourg le 5 décembre 1997, seront publiés au Journal officiel de la République française.

Art. 2. - Le Premier ministre et le ministre des affaires étrangères sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 7 juillet 1999.

Jacques Chirac  
Par le Président de la République :

Le Premier ministre,

Lionel Jospin

Le ministre des affaires étrangères, Hubert Védrine

(1) Les présents amendements sont entrés en vigueur le 6 mars 1998.

A M E N D E M E N T S  
AUX ANNEXES I, II, III ET IV DE LA CONVENTION RELATIVE A LA  
CONSERVATION DE LA VIE SAUVAGE ET DU MILIEU NATUREL DE L'EUROPE  
(ENSEMBLE QUATRE ANNEXES)

A N N E X E I  
ESPECES DE FLORE STRICTEMENT PROTEGEES  
(Med.) = en Méditerranée

Angiospermae

Potamogetonacea

Cymodocea nodosa (Veria) Ascherson (Med.).  
Posidonia oceanica (v) Delile (Med.).  
Zostera marina u. (Med.).

Algae

Chlorophyta

Caulerpa ollivieri (Med.).

Fucophyceae

Cystoseira amentacea (inclus var. stricta et var. spicata) (Med.).  
Cystoseira mediterranea (Med.).  
Cystoseira sedoides (Med.).  
Cystoseira spinosa (inclus C. adriatica) (Med.).  
Cystoseira zosteroides (Med.).  
Laminaria rodriguezii (Med.).  
Laminaria ochroleuca (Med.).

Rhodophyta

Goniolithon byssoides (Med.).  
Lithophyllum lichenoides (Med.).  
Ptilophora mediterranea (Med.).  
Schimmelmanna schousboei = S. ornata (Med.).

A N N E X E II  
ESPECES DE FAUNE STRICTEMENT PROTEGEES

Vertébrés

(Med.) = en Méditerranée

Mammifères

Pinnipedia

Phocidae :

Monachus monachus ;

Cetacea

Monodontidae :

Monodon monoceros.  
Delphinidae :  
Delphinus delphis  
Globicephala macrorhynchus ;  
Globicephala melas  
Grampus griseus  
Lagenorhynchus acutus  
Lagenorhynchus albirostris  
Orcinus orca  
Pseudorca crassidens  
Steno bredanensis  
Stenella coeruleoalba ;  
Stenella frontalis ;  
Tursiops truncatus.  
Phocoenidae :  
Phocoena phocoena.  
Physeteridae :  
Kogia breviceps.  
Kogia simus (Med.) ;  
Physeter macrocephalus (Med.).  
Ziphiidae :  
Hyperoodon rostratus ;  
Mesoplodon bidens ;  
Mesoplodon densirostris (Med.) ;  
Mesoplodon mirus ;  
Ziphius cavirostris.  
Balaenopteridae :  
Balaenoptera acutorostrata (Med.) ;  
Balaenoptera borealis (Med.) ;  
Balaenoptera edeni ;  
Balaenoptera physalus ;  
Megaptera novaeangliae ;  
Balaenoptera musculus.  
Balaenidae :  
Balaena mysticetus ;  
Eubalaena glacialis.

Reptiles  
Testudines

Dermodochelyidae :  
Dermodochelys coriacea.  
Cheloniidae :  
Caretta caretta ;  
Chelonia mydas ;  
Eretmodochelys imbricata ;

Lepidochelys kempii.  
Trionychidae :  
Rafetus euphraticus ;  
Trionyx triunguis.

Poissons  
Chondrichthyes  
Pleurotremata

Cetorhinidae :  
Cetorhinus maximus (Med.).  
Lamnidae :  
Carcharodon carcharias (Med.).

Osteichthyes  
Petromyzontiformes

Petromyzontidae :  
Lethenteron zanandreae (Med.).

Acipenseriformes

Acipenseridae :  
Huso huso (Med.).

Perciformes

Gobiidae :  
Pomatoschistus canestrini (Med.) ;  
Pomatoschistus tortonesei (Med.).

Gastérostéiformes

Syngnathidae :  
Hippocampus hippocampus (Med.) ;  
Hippocampus ramulosus (Med.).

Atherinomorpha  
Cyprinodontiformes

Cyprinodontidae :  
Aphanius fasciatus (Med.) ;  
Aphanius iberus (Med.).

Rajiformes

Mobulidae :  
Mobula mobular (Med.).

Invertébrés  
Arthropodes

Crustacea

Decapoda :  
Brachyura ocyrodidae :  
Ocypode cursor (Med.) ;  
Cirripedia balanomorph. ;  
Pachylasma giganteum (Med.).

Mollusques  
Gastropoda

Diotocardia :  
Gibbula nivosus (Med.) ;

Patella ferruginea (Med.) ;  
Patella nigra (Med.).  
Monotocardia :  
Charonia rubicunda (= C. lampas = C. nodiferum) (Med.) ;  
Charonia tritonis (C. seguenzae) (Med.) ;  
Dendropoma petraeum (Med.) ;  
Erosaria spurca (Med.) ;  
Luria lurida (= Cypraea lurida) (Med.) ;  
Mitra zonata (Med.) ;  
Ranella olearia (Med.) ;  
Schilderia achatidea ;  
Tonna galea (Med.) ;  
Zonaria pyrum (Med.).

Bivalvia

Mytiloïda :  
Lithophaga lithophaga (Med.) ;  
Pinna pernula (Med.) ;  
Myoïda :  
Pholas dactylus (Med.).

Echinodermes

Asteridae

Asterina pancerii (Med.) ;  
Ophidiaster ophidianus (Med.).

Diadematrïdæ

Centrostephanus longispinus (Med.).

Cnidaires

Hydrozoa

Errina aspera (Med.).

Anthozoa

Astroides calycularis (Med.) ;  
Gerardia savaglia (Med.).

Eponges

Porifera

Aplysina cavernicola (Med.) ;  
Asbestopluma hypogea (Med.) ;  
Axinella polyplodes (Med.) ;  
Petrobiona massiliana (Med.).

A N N E X E I I I

ESPECES DE FAUNE PROTEGEES

Vertébrés

(Med.) = en Méditerranée

Mammifères

Cetacea

Toutes les espèces non mentionnées à l'annexe II.

Reptiles

Toutes les espèces non incluses dans l'annexe II.

	Poissons
	Chondrichthyes
	Pleurotremata
Lamnidae :	
Isurus oxyrinchus (Med.) ;	
Lamna nasus (Med.).	
Carcharhinidae :	
Prionace glauca (Med.).	
Squatinae :	
Squatina squatina (Med.).	
	Hypotremata
Rajidae.	
Raja alba (Med.).	
	Osteichthyes
	Gasterosteiformes
Serranidae :	
Epinephelus marginatus (Med.).	
Sciaenidae :	
Sciaena umbra (Med.) ;	
Umbrina cirrosa (Med.).	
	Rajiformes
Mobulidae :	
Mobula mobular (Med.).	
	Invertébrés
	Arthropodes
	Crustacea
Decapoda :	
Homarus gammarus (en Méditerranée) ;	
Maja squinado (en Méditerranée) ;	
Palinurus elephas (en Méditerranée) ;	
Scyllarides latus (en Méditerranée) ;	
Scyllarus pygmaeus (en Méditerranée) ;	
Scyllarus arctus (en Méditerranée).	
	Echinodermes
	Echinoidea
Paracentrotus lividus (en Méditerranée).	
	Cnidarians/Cnidaires
	Hexacorallia
Antipathes sp. plur. (en Méditerranée).	
	Alcyonaria
Corallium rubrum (en Méditerranée).	
	Spongiaires
	Porifera
Hippospongia communis (en Méditerranée) ;	
Spongia agaricina (en Méditerranée) ;	

Spongia officinalis (en Méditerranée) ;

Spongia zimocca (en Méditerranée).

(\*) Les dispositions pour cette annexe ne s'appliquent pas aux saumons dans les eaux marines.

A N N E X E I V  
MOYENS ET METHODES DE MISE A MORT, DE CAPTURE  
ET AUTRES FORMES D'EXPLOITATION INTERDITS

Mammifères

Collets.

Animaux vivants utilisés comme appelants aveuglés ou mutilés.

Enregistreurs.

Appareils électriques capables de tuer ou d'assommer.

Sources lumineuses artificielles.

Miroirs et autres objets aveuglants.

Dispositifs pour éclairer les cibles.

Dispositifs de visée comportant un convertisseur d'image ou un amplificateur d'image électronique pour tir de nuit.

Explosifs (1).

Filets (2).

Pièges-trappes (2).

Poison et appâts empoisonnés ou tranquillisants.

Gazage et enfumage.

Armes semi-automatiques ou automatiques dont le chargeur peut contenir plus de deux cartouches.

Avions.

Véhicules automobiles en déplacement.

(1) Excepté pour la chasse aux baleines.

(2) Si appliqué pour la capture ou la mise à mort massive ou non sélective.

Oiseaux

Collets (1).

Gluaux.

Hameçons.

Oiseaux vivants utilisés comme appelants aveuglés ou mutilés.

Enregistreurs.

Appareils électriques capables de tuer ou d'assommer.

Sources lumineuses artificielles.

Miroirs et autres objets aveuglants.

Dispositifs pour éclairer les cibles.

Dispositifs de visée comportant un convertisseur d'image ou un amplificateur d'image électronique pour tir de nuit.

Explosifs.

Filets.

Pièges-trappes.

Poison et appâts empoisonnés ou tranquillisants.

Armes semi-automatiques ou automatiques dont le chargeur peut contenir plus de deux cartouches.

Avions.

Véhicules automobiles en déplacement.

(1) Excepté Lagopus nord de latitude 58° N.

Poissons d'eau douce

Explosifs.  
Armes à feu.  
Poisons.  
Anesthésiants.  
Electricité au courant alternatif.  
Sources lumineuses artificielles.

Ecrevisses (Decapoda)

Explosifs.  
Poisons.

## ANNEXE 8

### MAP Phase II and the Barcelona Convention and its Protocols

#### ANNEX II LIST OF ENDANGERED OR THREATENED SPECIES

##### **Magnoliophyta**

*Posidonia oceanica*

*Zostera marina*

*Zostera noltii*

##### **Chlorophyta**

*Caulerpa ollivieri*

##### **Phaeophyta**

*Cystoseira amentacea* (including var. *stricta* and var. *spicata*)

*Cystoseira mediterranea*

*Cystoseira sedoides*

*Cystoseira spinosa* (including *C. adriatica*)

*Cystoseira zosteroides*

*Laminaria rodriguezii*

##### **Rhodophyta**

*Goniolithon byssoides*

*Lithophyllum lichenoides*

*Ptilophora mediterranea*

*Schimmelmannia schousboei*

##### **Porifera**

*Asbestopluma hypogea*

*Aplysina* sp. plur.

*Axinella cannabina*

*Axinella polypoides*

*Geodia cydonium*

*Ircinia foetida*

*Ircinia pipetta*

*Petrobiona massiliana*

*Tethya* sp. plur.

##### **Cnidaria**

*Astroides calycularis*

*Errina aspera*

*Gerardia savaglia*

*Specially Protected Areas Protocol*

111

##### **Echinodermata**

*Asterina pancerii*

*Centrostephanus longispinus*

*Ophidiaster ophidianus*

##### **Bryozoa**

*Hornera lichenoides*

##### **Mollusca**

*Ranella olearia* (= *Argobuccinum olearium* = *A. giganteum*)

*Charonia lampas* (= *Ch. rubicunda* = *Ch. nodifera*)

*Charonia tritonis* (= *Ch. seguenziae*)

*Dendropoma petraeum*  
*Erosaria spurca*  
*Gibbula nivosa*  
*Lithophaga lithophaga*  
*Luria lurida* (= *Cypraea lurida*)  
*Mitra zonata*  
*Patella ferruginea*  
*Patella nigra*  
*Pholas dactylus*  
*Pinna nobilis*  
*Pinna rudis* (= *P. pernula*)  
*Schilderia achatidea*  
*Tonna galea*  
*Zonaria pyrum*

**Crustacea**

*Ocypode cursor*  
*Pachylasma giganteum*

**Pisces**

*Acipenser naccarii*  
*Acipenser sturio*  
*Aphanius fasciatus*  
*Aphanius iberus*  
*Cetorhinus maximus*  
*Carcharodon carcharias*  
*Hippocampus ramulosus*  
*Hippocampus hippocampus*  
*Huso huso*  
*Lethenteron zanandreaei*  
*Mobula mobular*  
*Pomatoschistus canestrinii*  
*Pomatoschistus tortonesei*  
*Valencia hispanica*  
*Valencia letourneuxi*

*MAP Phase II and the Barcelona Convention and its Protocols*  
112

**Reptiles**

*Caretta caretta*  
*Chelonia mydas*  
*Dermochelys coriacea*  
*Eretmochelys imbricata*  
*Lepidochelys kempii*  
*Trionyx triunguis*

**Aves**

*Pandion haliaetus*  
*Calonectris diomedea*  
*Falco eleonorae*  
*Hydrobates pelagicus*  
*Larus audouinii*  
*Numenius tenuirostris*  
*Phalacrocorax aristotelis*  
*Phalacrocorax pygmaeus*  
*Pelecanus onocrotalus*

*Pelecanus crispus*  
*Phoenicopterus ruber*  
*Puffinus yelkouan*  
*Sterna albifrons*  
*Sterna bengalensis*  
*Sterna sandvicensis*

**Mammalia**

*Balaenoptera acutorostrata*  
*Balaenoptera borealis*  
*Balaenoptera physalus*  
*Delphinus delphis*  
*Eubalaena glacialis*  
*Globicephala melas*  
*Grampus griseus*  
*Kogia simus*  
*Megaptera novaeangliae*  
*Mesoplodon densirostris*  
*Monachus monachus*  
*Orcinus orca*  
*Phocoena phocoena*  
*Physeter macrocephalus*  
*Pseudorca crassidens*  
*Stenella coeruleoalba*  
*Steno bredanensis*  
*Tursiops truncatus*  
*Ziphius cavirostris*  
*Specially Protected Areas Protocol*

**ANNEX III**  
**LIST OF SPECIES WHOSE EXPLOITATION IS REGULATED**

**Porifera**

*Hippospongia communis*  
*Spongia agaricina*  
*Spongia officinalis*  
*Spongia zimocca*

**Cnidaria**

*Antipathes sp. plur.*  
*Corallium rubrum*

**Echinodermata**

*Paracentrotus lividus*

**Crustacea**

*Homarus gammarus*  
*Maja squinado*  
*Palinurus elephas*  
*Scyllarides latus*  
*Scyllarus pigmaeus*  
*Scyllarus arctus*

**Pisces**

*Alosa alosa*  
*Alosa fallax*

*Anguilla anguilla*  
*Epinephelus marginatus*  
*Isurus oxyrinchus*  
*Lamna nasus*  
*Lampetra fluviatilis*  
*Petromyzon marinus*  
*Prionace glauca*  
*Raja alba*  
*Sciaena umbra*  
*Squatina squatina*  
*Thunnus thynnus*  
*Umbrina cirrosa*  
*Xiphias gladius*

## ANNEXE 9



37

PREFECTURE DE LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

direction  
régionale  
des Affaires Maritimes  
Provence-Alpes-Côte d'Azur



Marseille, le 30 décembre 2002

### ARRETE N°2002/1113

Réglementant la pêche du mérrou brun – *epinephelus marginatus*- en Méditerranée continentale

Le préfet de la région Provence Alpes Côte d'Azur,  
Préfet des Bouches du Rhône,

- VU le décret du 9 janvier 1852 modifié sur l'exercice de la pêche maritime,
- VU le décret n°90-95 du 25 janvier 1990 modifié fixant les conditions générales d'exercice de la pêche maritime dans les zones de pêche non couvertes par la réglementation communautaire de conservation et de gestion,
- VU le décret n°90-618 du 11 juillet 1990 relatif à la pêche maritime de loisir,
- VU l'arrêté ministériel du 1<sup>er</sup> décembre 1960 modifié portant réglementation de la pêche sous-marine sur l'ensemble du territoire métropolitain,
- VU l'arrêté préfectoral n°490 du 7 novembre 2001 donnant délégation de signature à monsieur Bernard Lecomte, directeur régional des affaires maritimes de Provence Alpes Côte d'Azur,
- VU l'avis de l'institut français de recherche pour l'exploitation de la mer,
- VU les avis des comités régionaux et locaux des pêches maritimes et des élevages marins de Méditerranée continentale,

ARRETE

#### ARTICLE 1<sup>er</sup>

La pêche à l'hameçon et la chasse sous-marine du mérrou brun – *epinephelus marginatus*- sont interdites sur l'ensemble du littoral de la Méditerranée continentale du 1<sup>er</sup> janvier 2003 au 31 décembre 2007.

#### ARTICLE 2

Le secrétaire général pour les affaires régionales et le directeur régional des affaires maritimes de Provence Alpes Côte d'Azur sont chargés de l'application du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de région.

L'administrateur général  
des affaires maritimes LECOMTE  
directeur régional des affaires maritimes  
Provence - Alpes - Côte d'Azur,  
directeur départemental des Bouches du Rhône



23, rue des Phocéens  
13236 Marseille Cedex 02  
téléphone :  
04 91 39 69 50  
télécopie :  
04 91 91 22 78  
mél :  
DRAM-Provence-Alpes-Cote-  
d-Azur@equipement.gouv.fr

## ANNEXE 10

### Listes des espèces animales et végétales patrimoniales utilisées pour le recensement des ZNIEFF

(d'après Inventaire du Patrimoine naturel. Programme d'inventaire des ZNIEFF-Mer, Bellan-Santini, 2001)

Légende tableau I: Liste des animaux

Types de cotation:

- I: Notion de rareté
- II: Notion d'endémisme
- III: Evolution des effectifs
- IV: Classe d'abondance
- V: Intérêts patrimoniaux
- VI: Intérêt fonctionnel

Convention de Berne et ses amendements

- P2: Amendements à l'annexe II
- P3: Amendements à l'annexe III

Directive Habitats

- A2: annexe II
- A4: Annexe IV
- A5: Annexe V

Tableau 1 : Liste des espèces animales patrimoniales

	Types de cotation						D/R	Arrêté du 20/10/70	Arrêté du 26/11/92	Convention de Bernes et ses amendements	Directive de Habitats
	I	II	III	IV	V	VI					
<b>EPONGES</b>											
<i>Aplysina cavernicola</i>	5	4	4	4	1		D			P2	
<i>Asbestopluma hypogea</i>	2	2	1	2	1		D			P2	
<i>Axinella polypoides</i>	2	5	4	4	3		D			P2	
<i>Calyx nicaeensis</i>	4	3	3	1	5		R				
<i>Hippospongia communis</i>	4	4	4	3	2	1/2	D			P3	
<i>Oopsacas minuta</i>	2	2	1	2	1	1/2	D				
<i>Petrobiona massilliana</i>	5	3	4	4	1		D			P2	
<i>Spongia agaricina</i>	4	4	4	4	2	1/2	D			P3	
<i>Spongia officinalis</i>	4	4	4	4	2	3	D			P3	
<b>ANTHOZOAIRE</b>											
<i>Anthipathes</i> spp.	5	5?		3	1		R			P3	
<i>Corallium rubrum</i>	5	4	4	4	2		D			P3	A5
<i>Eunicella cavolinii</i>	5	3	4	4	3	4	R				
<i>Eunicella singularis</i>	5	3	4	4	3	4	R				
<i>Eunicella verrucosa</i>	5	3	4	4	3	4	R				
<i>Gerardia savaglia</i>	4	4?		3	1		D			P2	
<i>Lophogorgia ceratophyta</i>	4	4?		2	5		R				
<i>Paramuricea clavata</i>	5	4	4	4	3	4	R				
<i>Parazoanthus axinellae</i>	5	4	4	4	3		R				
<i>Thalanothylia gastri</i>	4	4	1	1	1		D				
<b>MOLLUSQUES</b>											
<i>Aporrhais pespelicani</i>	5	4	3	3	5		R				
<i>Charonia lampas</i>	3	4	1	1	5		D			P2	
<i>Cyclonassa donovani</i>							R				
<i>Cypraea pyrum</i> (Zonaria)	4	3?	1	1	5		D			P2	
<i>Donax trunculus</i>	3	5	3	3	2		R				
<i>Erosaria spurca</i>	4	4	1	1	5		D			P2	
<i>Haliotis lamellosa</i>	3	4?		3	5		R				
<i>Homalopoma sanguineum</i>	4?	?		1	5		R				
<i>Lithophaga lithophaga</i>	3	4	1	2	2		D	X		P2	A4
<i>Luria lurida</i>	4	3?	1	1	5		D			P2	
<i>Mitra zonata</i>	3	4	1	1	5		D			P2	
<i>Patella ferruginea</i>	0	3	1	1	1		D	X		P2	A4
<i>Pholas dactylus</i>	3	5?		1	2		D			P2	
<i>Pinna nobilis</i>	1	4	1	1	5	4	D	X		P2	A4
<i>Pinna pernula</i>	1	4	1	1	5		D	X		P2	
<i>Pieria hirundo</i>	3	4	4	3	5		R				
<i>Ranella olearia</i>	4	4?	1	5			D			P2	

29/10/01

<i>Spondylus gaederopus</i>	4	3	1	1	5	D			
<i>Tapes decussatus</i>	3	5	3	3	2	R			
<i>Tellina serrata</i>	3	5?		3	5	R			
<i>Tellina tenuis</i>	3	5?		3	2	R			
<b>CRUSTACES</b>									
<i>Cancer pagurus</i>	4	5	1	1	2	R			
<i>Homarus gammarus</i>	3	5	1	1	1	D			P3
<i>Maia squinado</i>	3	5	4	3	2	D			P3
<i>Palinurus elephas</i>	3	5	4	3	2	D			P3 A5
<i>Scyllarides latus</i>	3	5	1	1	2	D	X		P3
<i>Scyllarides pigmaeus</i>	3	5	1	1	2	D			P3
<i>Scyllarus arctus</i>	3	5	1	1	2	D			P3
<i>Stenopus spinosus</i>	4	5	1	1	3	R			
<b>POLYCHETES</b>									
<i>Spirographis spallanzanii</i>	5?	?		3	5	R			
<b>BRYOZOAIRES</b>									
<i>Smitina cervicornis</i>	3		4	3	3	4 R			
<i>Hornea frondiculosa</i>	4		4	3	3	4 R			
<i>Reteporella septentrionalis</i>	5		4	3	3	4 R			
<b>ECHINODERMES</b>									
<i>Antedon mediterranea</i>	5	4?		3	1	R			
<i>Asterina pancerii</i>	4	4	1	2	1	D			P2
<i>Centrostephanus longispinus</i>	3	4	2	1	5	D	X		P2 A4
<i>Chaetaster longipes</i>	4	5	2	1	5	R			
<i>Ophiaster ophidianus</i>	2	4	2	1	5	D			P2
<i>Ophiopsila aranea</i>	5	4?		3	5	R			
<i>Paracentrotus lividus</i>	5	5?		4	2	4 R			P3
<i>Spatangus inermis</i>	4	3?		1	1	R			
<b>PROCORDES</b>									
<i>Microcosmus polymorphus</i>	3?	?		2	2	R			
<i>Microcosmus sabatieri</i>	3?	?		2	2	R			
<i>Microcosmus vulgaris</i>	4	3?		2	2	R			
<b>CEPHALOCHORDES</b>									
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	4	5	3	3	1	4 R			
<b>POISSONS</b>									
<i>Anguilla anguilla</i>	3	5	0	2	2	R			P3
<i>Cethorhinus maximus</i>	4	5	0	1	1	D			P2
<i>Dasyatis pastinaca</i>	3	5	3	3	1	R			
<i>Dentex dentex</i>	3	5?		3	2	R			
<i>Epinephelus costae</i> = E. <i>alexandrinus</i>	4	5	0	1	2	4 D			
<i>Epinephelus marginatus</i> = E. <i>guaza</i>	3	5	2	3	2	4 D			P3

Phase 1 - synthèse des connaissances existantes

Mammalogovius stentzi	7	4	4	4	1	ix				
Hippocampus hippocampus	3	5 ?		3	5	D			P2	
Hippocampus ramulosus	3	5 ?		3	5	D			P2	
Lappanella fasciata	4	4	2	2	1	R				
Oligopus ater	4	3 ?		2	1	R				
Opeatogenys gracilis	4	3 ?		2	1	R				
Raja alba	3	5	4	3	2	R			P3	
Raja batis	3	5 ?		3	2	R				
Raja brachyura	3	5	4	3	2	R				
Raja clavata	3	5 ?		3	2	R				
Raja oxyrinchus	3	5 ?		3	2	R				
Sciaena umbra	3	5	2	3	2	D			P3	
Scyliorhinus stellaris	3	5 ?		3	2	R				
Syngnathus abaster(us)	3	5 ?		2	5	R				
Tetrapturus belone	3	4	0	2	2	R				
Thunnus thynnus	3	5	0	3	2	R			P3	
Ubrina cirrhosa	3	5	2	3	2	R			P3	
<b>MAMMIFERES</b>										
Balaenoptera acutorostrata						D			P2	A4
Balaenoptera borealis						D			P2	A4
Balaenoptera physalus						D			P2	A4
Globicephala melas						D			P2	A4
Delphinus delphis						D			P2	A4
Grampus griseus						D			P2	A4
Kogia simus						D			P2	A4
Mesoplodon densirostris						D			P2	A4
Monachus monachus						D			P2	A2,A4
Physeter catodon						D			P2	A4
Stenella coeruleoalba						D	X		P2	A4
Fursions truncatus						D	X		P2	A2,A4

## Tableau 2 : Liste des espèces végétales

Tableau 2. Liste des végétaux

Types de cotation:

I: Notion de rareté

II: Notion d'endémisme

III: Evolution des effectifs

IV: Classe d'abondance

V: Intérêts patrimoniaux

VI: Intérêt fonctionnel

Convention de Berne:

P1: Amendements à l'annexe I

Directive Habitats:

A1: Annexe I

A5: Annexe V

	ZONES						D/R	Arrêté du 19/07/88	Convention de Berne et ses amendements	Directiv Habitats
	I	II	III	IV	V	VI				
<b>POSIDONIACEAE</b>										
<i>Posidonia oceanica</i>	2	4	2	4	3	1/3	D	X	PI	A1
<b>POTAMOGETONACEAE</b>										
<i>Potamogeton pectinatus</i>	2	5	4	4	1	1	D			
<b>RUPPIACEAE</b>										
<i>Ruppia cirrhosa</i>	2	5	3	4	1	1	D			
<i>Ruppia maritima</i>	2	5	?	4	1	1	D			
<b>ZANNICHELLIACEAE</b>										
<i>Cymodocea nodosa</i>	3	4	4	4	1	1	D	X	PI	
<b>ZOSTERACEAE</b>										
<i>Zostera marina</i>	2	5	4	4	3	1	D		PI	
<i>Zostera noltii</i>	3	5	4	4	1	1	D		PI	
<b>CHARACEAE</b>										
<i>Lamprothamnium papulosum</i>	2	5	4	4	1	1	D			
<b>ANADYOMENACEAE</b>										
<i>Anadyomene stellata</i>	5	5	4	3	1	4	R			
<b>CAULERPACEAE</b>										
<i>Caulerpa ollivieri</i>	1	3	2	2	1	1	D		PI	
<i>Caulerpa prolifera</i>	4	5	2	2	1	1	D			
<b>CODIACEAE</b>										
<i>Codium decorticatum</i>	4	5	?	1	1	?	R			
<b>DASYCLADACEAE</b>										
<i>Dasycladus vermicularis</i>	5	5	4	2	1	4	R			
<b>DERBESIIACEAE</b>										
<i>Trichosolen myura</i>	4	4	?	1	1	?	R			
<b>UDOTEACEAE</b>										
<i>Penicillus capitatus</i>	0	5	?	2	1	4	D			
<b>ARTHROCLADIACEAE</b>										
<i>Arthrocladia villosa</i>	2	5	4	3	1	4	R			
<b>CYSTOSEIRACEAE</b>										
<i>Cystoseira amentacea</i>	2	4	3	4	1	1/4	D		PI	
<i>Cystoseira barbata</i>	2	4	3	2	3	1	D			
<i>Cystoseira brachycarpa</i>	1	4	1	2	3	1	D			
<i>Cystoseira crinita</i>	2	4	3	2	1	1/4	D			
<i>Cystoseira ercegovicii</i>	3	5	4	2	1	1	D			
<i>Cystoseira sauvageauana</i>	1	4	1	2	3	1	D			
<i>Cystoseira spinosa</i>	1	4	1	2	3	1	D		PI	
<i>Cystoseira squarrosa</i>	0	4	?	?	1	1/4	D			
<i>Cystoseira zosteroides</i>	1	4	1	2	3	1	D		PI	
<b>DYCTYOTACEAE</b>										

29/10/01

Lobophora variegata	4	5	4	2	1	4	D			
Spatoglossum solieri	4	5	4	1	1	?	R			
Zonaria tournefortii	4	5	4	1	1	4	D			
<b>LAMINARIACEAE</b>										
Laminaria rodriguezii	4	3	?	4	1	1	D		P1	
<b>PHYLLARIACEAE</b>										
Phyllariopsis brevipes	4	4	4	1	1	?	R			
<b>SARGASSACEAE</b>										
Sargassum flavifolium	3	4	3	3	1	1	D			
Sargassum hornsuschii	4	4	?	3	1	1	D			
Sargassum vulgare	3	5	3	3	1	1	R			
<b>SCYTOSIPHONACEAE</b>										
Hydroclathratus clathratus	4	5	?	1	1	4	R			
<b>SPOROCHNACEAE</b>										
Carpomitra costata	4	5	4	1	3	1	R			
<b>CHAETANGIACEAE</b>										
Galaxaura oblongata	4	5	4	1	1	?	R			
<b>CORALLINACEAE</b>										
Jania longifurca	4	5	?	1	1	?	R			
Lithophyllum dentatum	2	5	3	2	1	4	D			
Lithophyllum duckeri	2	5	4	2	1	4	R			
Lithophyllum frondosum	5	4	4	4	3	1	D			
Lithophyllum byssoides	2	4	3	4	3	1/2	D		P1	
Lithophyllum papillosum	2	4	?	1	1	?	R			
Lithothamnion corallioides	2	5	3	2	1	4	D		A5	
Lithothamnion minervae	2	4	4	3	1	4	R			
Lithothamnion valens	2	3	4	2	1	4	D			
Mesophyllum lichenooides	5	5	4	4	3	1	R			
Phymatolithon calcareum	2	5	3	2	1	4	D		A5	
Phymatolithon lenormandi	6	5	4	2	1	?	R			
Sporolithon ptychoides	4	5	?	1	1	?	R			
<b>CRYPTONEMIACEAE</b>										
Aerodiscus vidovichii	4	4	?	2	1	?	R			
Aeodes marginata	4	4	?	1	1	?	R			
Grateloupia dichotoma	2	5	?	2	1	?	R			
Halymenia floresia	4	5	4	1	1	?	R			
Halymenia latifolia	4	5	?	1	1	?	R			
Halymenia trigona	4	4	?	1	1	4	R			
<b>FURCELLARIACEAE</b>										
Neurocalon foliosum	4	4	?	1	1	?	R			
<b>GELIDIACEAE</b>										
Gelidium pectinatum	4	4	4	2	1	?	R			
<b>GYMNOPLHOEACEAE</b>										
Nemostoma dichotomum	4	4	?	3	1	?	R			
Platoma cyclocolpa	4	5	?	3	1	?	R			
<b>KALLYMENIACEAE</b>										
Kallymenia feldmannii	4	3	?	1	1	?	R			
Kallymenia lacerata	4	4	?	2	1	?	R			
Kallymenia patens	4	3	?	2	1	?	D			
Kallymenia requienii	4	4	?	2	1	?	R			

<i>Phyllophora spathulata</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>NACCARIACEAE</b>								
<i>Naccaria wiggii</i>	4	5	?	1	1	?	R	
<b>PEYSSONNELIACEAE</b>								
<i>Metapeyssonnella feldmannii</i>	4	4	?	1	1	?	R	
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i>	2	4	3	2	3	4	R	
<b>PHYLLOPHORACEAE</b>								
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>	2	5	3	2	1	?	R	
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	2	5	4	2	1	?	R	
<i>Phyllophora heredia</i>	4	5	?	2	1	?	R	
<b>RISSEOELLACEAE</b>								
<i>Rissoella verruculosa</i>	5	3	4	4	1	1	R	
<b>RHODOMELACEAE</b>								
<i>Alsidium helminthochorton</i>	1	4	?	2	2	4	D	
<i>Digenea simplex</i>	1	5	?	2	2	4	D	
<i>Osmundaria volubilis</i>	4	4	?	2	1	4	D	
<b>RHODOPHYLLIDACEAE</b>								
<i>Calliblepharis jubata</i>	4	5	0	1	1	?	R	
<b>RHODYMENIACEAE</b>								
<i>Fauchea repens</i>	4	4	?	2	1	4	R	
<b>SARCODIACEAE</b>								
<i>Chondrymenia lobata</i>	4	4	?	1	1	?	R	
<b>SEBDENIACEAE</b>								
<i>Sebdenia dichotoma</i>	4	4	?	1	1	?	R	
<i>Sebdenia rodrigueziana</i>	4	4	?	1	1	?	R	

Tableau 3: Espèces à problème

Le type de cotation est identique à celui des tableaux 1 et 2.

Types de cotation

	I	II	III	IV	V	VI
<i>Caulerpa taxifolia</i>	5	5	4	4	#	#
<i>Caulerpa racemosa</i>	5	5	4	4	-	-



## ANNEXE 12

### LE RNO

Le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) a pour objectif l'évaluation des niveaux et des tendances des contaminants chimiques et des paramètres généraux de la qualité du milieu, ainsi que la surveillance des effets biologiques des contaminants. Créé en 1974 par le Ministère chargé de l'Environnement (MEDD), il est coordonné par l'Ifremer pour le compte de celui-ci. Les trois grands volets structurant le réseau ont été mis en place successivement :

1974 : PARAMETRES GENERAUX DE QUALITE : MESURES DANS L'EAU.

1979 : CONTAMINANTS : MESURES DANS LES ORGANISMES ET LE SEDIMENT

1991 : EFFETS BIOLOGIQUES : SUIVIS EXPERIMENTAUX

L'ensemble des activités du RNO est coordonné par l'Ifremer pour le compte du Ministère chargé de l'Environnement. Les données du RNO contribuent également à remplir les obligations de la France dans le cadre de certaines conventions internationales.

**En Méditerranée**, six à douze campagnes par an portent sur un nombre limité de stations fixes. Sur la quasi totalité des sites les campagnes sont organisées par les **Cellules Qualité des Eaux Littorales (CQEL)** du Ministère chargé de l'Environnement, avec l'appui des **Ports Autonomes**. Les analyses sont confiées à des laboratoires locaux.

#### SURVEILLANCE DES PARAMETRES GENERAUX DE QUALITE

Cette surveillance ne porte que sur les masses d'eaux. Les paramètres de base sont la température, la salinité, les sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammonium, phosphate), la chlorophylle et les phéopigments. Sur certains sites, l'oxygène dissous et le silicate sont aussi mesurés.

#### SURVEILLANCE DES POLLUANTS

Compte tenu des difficultés de collecte d'échantillons valides pour des analyses de traces dans l'eau et de la faible représentativité spatiale et temporelle de ceux-ci, cette surveillance porte en priorité sur la matière vivante, compartiment mieux adapté pour répondre aux objectifs du RNO. Les organismes marins, moules et huîtres, sont ici utilisés comme indicateurs quantitatifs de contamination. Ce volet du RNO constitue le principal outil de connaissance systématique des niveaux de contamination du littoral français. Depuis l'optimisation spatiale du plan d'échantillonnage menée en 1997, les points de prélèvements sont au nombre de **80** et **sont échantillonnés quatre fois par an par les agents IFREMER.**

## ANNEXE 13

### LE RLM Réseau Littoral Méditerranéen

Le développement de la politique littorale de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse ainsi que les réflexions préparatoires à l'élaboration du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône Méditerranée Corse ont montré les lacunes qui existaient en matière d'information sur la qualité des eaux littorales et marines.

Ce constat est à la base d'une volonté de consolidation et d'élargissement des réseaux de mesures existants, matérialisée par la mise en oeuvre du **Réseau Littoral Méditerranéen (RLM)**. Le RLM s'inscrit dans une démarche élargie d'élaboration d'objectifs de qualité pour les milieux littoraux, marins et lagunaires.

Cette stratégie se résume en deux points :

-compléter l'information disponible par la production des données suffisantes sur le plan spatial, temporel et thématique, et ceci en adéquation avec la demande exprimée par les acteurs locaux,

- coordonner, harmoniser et mettre en commun les données produites par les gestionnaires des réseaux de mesure de la qualité des eaux pour mieux les valoriser.

Depuis son lancement le RLM s'appuie sur une Charte de coopération matérialisant la participation des différents partenaires publics ou privés, soucieux de collaborer à ce nouveau concept de la surveillance des milieux aquatiques littoraux. Cette Charte propose un cadre commun pour améliorer l'échange de données entre partenaires, réaliser des produits pertinents de valorisation des données et organiser un soutien méthodologique permanent aux porteurs de projets.

Le principal effort en matière de développement méthodologique a également porté sur la définition d'indicateurs écologiques du milieu littoral et marin. Cela s'est traduit également par le lancement d'études spécifiques à caractère parfois novateur, comme, par exemple, la définition d'un indice benthique ou d'un indice gorgonaire.



*Comptage de poissons sur un herbier de Posidonie © GIS POSIDONIE*

Par ailleurs, le RLM se voulant évolutif et en adéquation avec la demande sociale, de nouvelles thématiques sont en voie d'intégration ou susceptibles de l'être. A titre d'illustration on peut citer l'observatoire de la Caulerpe, le suivi de l'érosion du littoral ainsi que le suivi des macrodéchets.

Station du RLM dans les calanques de Marseille-Cassis :

<b>CAP CROISSETTE - POINTE CACAU</b>		
<b>Zone : 20</b>	<b>Triplet : 3.2.3</b>	<b>Type : I</b>

<b>ETAT DE LA ZONE HOMOGENE</b>
---------------------------------

Critères majeurs	Informations complémentaires
<b>Zone ouverte</b>	Côte rocheuse à falaises très échancrées (calanques) Archipel de Riou
<b>Milieu écologiquement riche</b>	Frayères et nourriceries Ressources halieutiques : diversité forte, abondance faible Gisements coquillages (oursins, violets) Herbier de Posidonie Zones d'interdiction de mouillage (Calanques) Zones protégées : Site classé (Calanques et Archipel de Riou) Réserve de chasse maritime (même zones) Acquisitions du Conservatoire : Port Miou (12 ha), La Fontasse (243 ha) ZNIEFF terrestres de type I et II (du Cap Croisette au bec de Sormiou y compris Archipel de Riou), marines de type I (du bec de Sormiou à Pointe Cacau y compris Archipel de Riou)
<b>Pression anthropique moyenne</b>	Tourisme - Plaisance ( Callelongue, Sormiou, Morgiou) Pêche - Petits métiers et chalutage
<b>Etat du milieu dégradé</b>	Suivi qualité des eaux - Suivi des plages Suivi contaminations chimiques Rejets urbains : rejet de Cortiou

### ORIENTATIONS DU SDAGE

#### Orientations générales pour les zones homogènes du littoral

- ?? Mettre en oeuvre un réseau d'observations et de mesures de la qualité du milieu marin
- ?? Améliorer l'état des connaissances et leur traduction en termes opérationnels (hydrodynamisme côtier, eutrophication, grilles d'objectifs de qualité)
- ?? Intensifier systématiquement la lutte contre la pollution par les toxiques
- ?? Poursuivre les efforts de lutte contre la pollution microbiologique
- ?? Accélérer les recherches et les mesures à prendre pour lutter contre l'eutrophisation
- ?? Mettre en oeuvre un suivi systématique de l'impact des rejets en milieu marin
- ?? Définir des principes cohérents d'aménagement physique du littoral
- ?? Préserver les milieux particuliers indispensables à l'équilibre général de l'écosystème marin
- ?? Développer certains mesures réglementaires de protection des milieux ou des espèces sensibles

#### Orientations spécifiques pour la zone : CAP CROISSETTE - POINTE CACAU

- Préservation renforcée de la richesse du milieu

### SOURCES D'INFORMATION UTILISABLES

#### Colonne d'eau

Réseau DDASS : 6 stations sur 1 commune  
Réseau Ministère de l'Environnement : 4 stations RNO

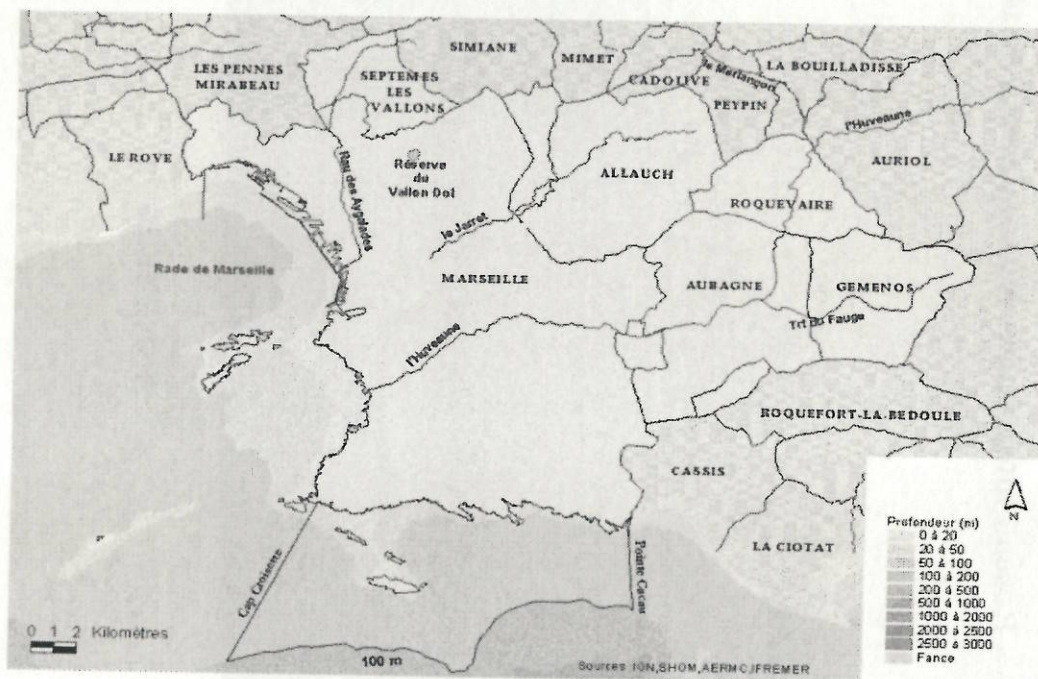
#### Matière vivante

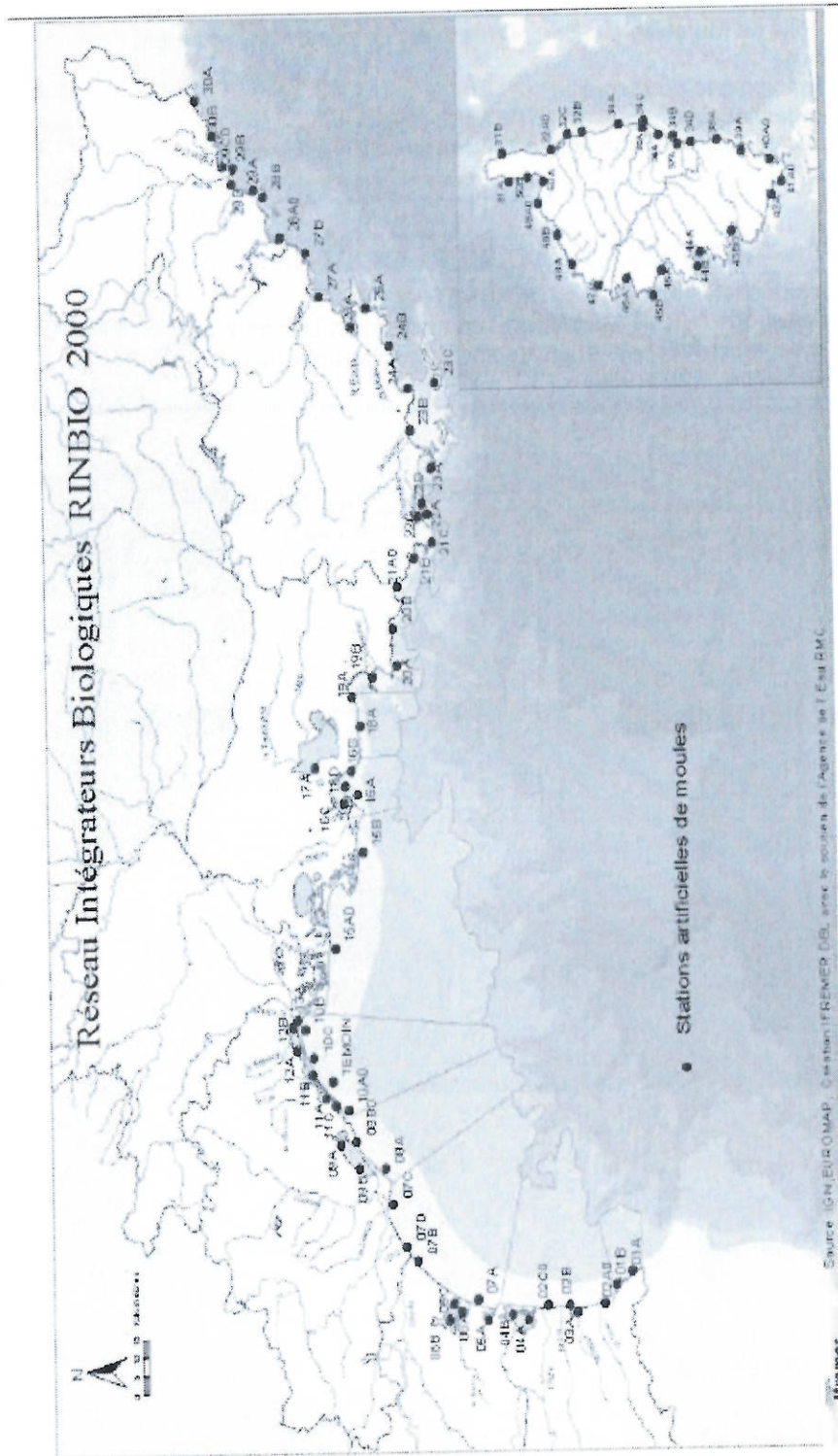
Aucune données sur ce compartiment

Sédiments
Réseau Ministère de l'Environnement : 1 station RNO
Autres
Suivi de la Ville de Marseille sur Cortiou (herbiers de posidonie, sédiment, macrobenthos) Centre Océanologique de Marseille Etude macrodéchets immergés de l'IFREMER (1994) Schéma Directeurs d'Aménagement des Réseaux d'Eaux usées, Fluvial et Sanitaire

RISQUES ET FACTEURS DE RISQUE
- Etude macrodéchets immergés de l'IFREMER (1994) - Rejets urbains forts (~ 63 T MES/Jour) : contamination chimique et bactériologique, macrodéchets et engorgement dans la zone de rejet - Ports de plaisance : 120 anneaux

Plan de situation :





## ANNEXE 14