



RECONDUCTION DES ZONES MARINES PROTÉGÉES DE LA CÔTE BLEUE

DOSSIER DE PRESENTATION ET DEMANDE DE RENOUVELLEMENT



PMCB, Octobre 2013



Syndicat Mixte PARC MARIN DE LA CÔTE BLEUE
Observatoire du Parc Marin - Plage du Rouet
31, avenue Jean Bart - BP 42
13620 CARRY-LE-ROUET
Tél. : 04.42.45.45.07 - Fax: 04.42.44.98.06
syndicatmixte@parcmarincotebleue.fr - www.parcmarincotebleue.fr



Reconduction des Zones Marines Protégées de la Côte Bleue

Dossier de présentation et de demande de renouvellement¹

1.	RESUME NON TECHNIQUE ET FAQ	3
2.	INTRODUCTION	6
2.1.	Contexte	6
2.2.	Régime juridique	6
2.3.	Sémantique - Valeurs actualisées - Références	6
3.	ORIGINES ET MOTIVATIONS DE LA CREATION DES ZONES MARINES PROTEGEES DE LA COTE BLEUE	7
3.1.	Zone Marine Protégée de Carry-le-Rouet.....	7
3.1.1.	Création initiale	7
3.1.2.	Organisme de gestion	8
3.1.3.	Renouvellements ultérieurs	8
3.2.	Zone Marine Protégée de Martigues devant le Cap-Couronne.....	9
3.2.1.	Création initiale	9
3.2.1.1.	Extension de l'association « Parc Régional Marin de la Côte Bleue » à la commune de Martigues	9
3.2.1.2.	Proposition de création d'une 2 ^{ième} zone marine protégée devant la Côte Bleue	9
3.2.2.	Organisme de gestion	10
3.2.3.	Création de la zone marine protégée et renouvellement ultérieur	10
4.	CONTEXTE ET PRESENTATION DE LA COTE BLEUE	11
4.1.	Contexte socio-économique	11
4.2.	Contexte écologique.....	12
4.3.	Contexte réglementaire	12
4.3.1.	Concession du Parc Marin.....	12
4.3.2.	Site Natura 2000 « Côte Bleue Marine »	13
4.3.3.	Candidature ASPIM.....	13
4.3.4.	Périmètres d'inventaires ZNIEFF	14
4.4.	Le Parc Marin, gestionnaire des deux Zones Marines Protégées.....	14
4.4.1.	Présentation du PMCB.....	14
4.4.2.	Missions et actions	15
5.	LES ZMP DE LA COTE BLEUE : UNE GESTION AU QUOTIDIEN	16
5.1.	Balisage et entretien	17
5.2.	Surveillance.....	17
5.3.	Aménagements complémentaires en récifs artificiels	18
6.	LES EFFETS DES ZONES MARINES PROTEGEES DE LA COTE BLEUE	21
6.1.	Les objectifs des Aires Marines Protégées	21
6.2.	Une réserve marine, comment ça marche ?.....	22
6.3.	Effets écologiques des réserves.....	24
6.3.1.	Résultats obtenus sur la Zone Marine Protégée de Carry-le-Rouet.....	25
6.3.2.	Résultats obtenus sur la Zone Marine Protégée du Cap-Couronne	28
6.4.	Effet des ZMP sur les habitats et espèces patrimoniales et emblématiques	30
6.4.1.	Les habitats	30
6.4.1.1.	L'herbier de Posidonie.....	32
6.4.1.2.	Les récifs coralligène	34
6.4.2.	Les espèces	35

¹ - En cas d'utilisation, ce rapport doit être cité sous la forme suivante :

Bachet F., Charbonnel E., 2013. Reconduction des Zones Marines Protégées de la Côte Bleue. Dossier de présentation et demande de renouvellement. *Rapport Parc Marin de la Côte Bleue*, Fr. : 1-80.

6.4.2.1. Le corail rouge	35
6.4.2.2. Le corb	37
6.4.2.3. Les mérus	39
6.5. Effets des réserves sur les ressources : les aspects halieutiques.....	41
6.5.1. Suivi par pêches expérimentales de la réserve de Couronne	41
6.5.2. Suivi de la pêche professionnelle sur la Côte Bleue. Thèse K. Leleu	42
6.5.1. Approche comparative des activités, efforts et captures entre métiers	44
6.6. Effet des réserves à l'extérieur. Exportation de biomasse de la réserve de Carry. Programme Biomex.....	45
6.7. Effets des réserves : les aspects sociologiques.....	49
6.7.1. Perception des pêcheurs professionnels.....	49
6.7.2. Perception des pêcheurs récréatifs.....	50
6.7.2.1. Perceptions des pêcheurs embarqués	50
6.7.2.2. Perceptions des pêcheurs du bord.....	51
6.7.2.3. Perceptions des chasseurs sous-marins	53
6.7.3. Perception des plongeurs	53
6.8. Les réserves, un outil d'éducation et de développement durable	55
6.8.1. Les stages de découverte du Parc Marin	55
6.8.2. Les animations ponctuelles et expositions du Parc Marin	56
6.8.3. Bilan des actions de sensibilisation depuis 10 ans (2001 à 2012)	56
6.8.4. Les outils de communication autour des Zones Marines Protégées	58
6.9. Les réserves, un outil de découverte.....	60
6.9.1. Suivi et évolution de la fréquentation en plongée libre dans la ZMP depuis 2002	60
6.9.2. Les visites aquatiques dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet.....	61
6.9.3. Enquêtes auprès des apnéistes visitant la ZMP de Carry-le-Rouet.....	63
6.9.3.1. Analyse des pratiques et profil du visiteur type.....	63
6.9.3.2. Perception des Aires Marines Protégées et des réglementations	64
6.10. Les réserves, un laboratoire scientifique.....	64
6.10.1. Les ZMP de la Côte Bleue, sites ateliers de programmes de recherche.....	64
6.10.2. Les réserves, outils d'expérimentations.....	66
6.10.3. Les réserves, outils de surveillance.....	67
6.10.4. Les réserves, observatoire du changement climatique global	69
6.10.5. Les réserves, observatoire des espèces introduites et invasives	71
6.10.5.1. Cas de l'algue envahissante <i>Caulerpa racemosa</i>	71
6.10.5.2. Les poissons <i>Siganus luridus</i> et <i>Fistularia commersonii</i>	72
6.10.6. Les réserves, observatoire de la biodiversité et des espèces protégées	73

7. BIBLIOGRAPHIE

75

<i>Liste des figures.....</i>	<i>78</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>79</i>

1. RESUME NON TECHNIQUE ET FAQ

Objet du présent dossier :

Le présent document a été élaboré par le Parc Marin de la Côte Bleue en octobre 2013, à la demande des services de l'Etat et concerne le renouvellement des deux Zones Marines Protégées de la Côte Bleue, créées en 1983 (réserve de Carry-le-Rouet de 85 ha) et en 1996 (réserve du Cap-Couronne de 210 ha).

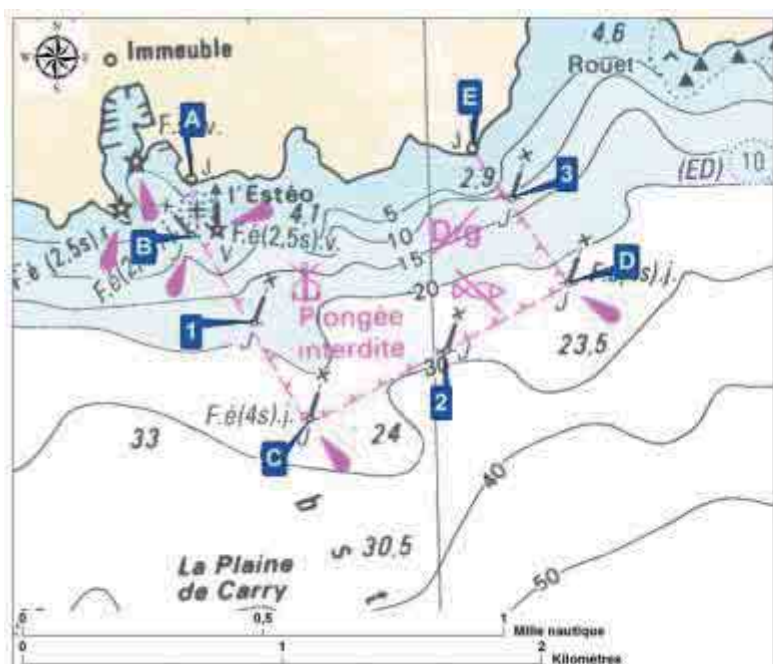
Ce document doit permettre de répondre aux questions les plus fréquentes concernant les effets des Zones Marines Protégées (ZMP), à la fois les effets écologiques, les effets halieutiques sur les ressources, mais également concernant leur acceptation locale à travers la perception qu'ont les usagers de la mer de ces réserves.

La gestion au quotidien de ces Zones Marines Protégées est abordée (surveillance, balisage et entretien), ainsi que leur utilité comme outil d'éducation et de développement durable, et aussi comme outil de découverte (sentier sous-marin ouvert à tous) et comme outil de recherche scientifique. En effet, c'est dans ces « laboratoires grandeur nature » qu'a été décrit pour la première fois en Méditerranée de façon méthodique l'effet des réserves sur les principales espèces cibles de la pêche.

Situation des deux Zones Marines Protégées :

Les deux zones marines protégées sont situées devant le littoral des communes de Carry-le-Rouet et de Martignes, (cartes ci-dessous, figures 1 et 2).

Les coordonnées géographiques des bouées balisant en mer les 2 ZMP sont indiquées dans les figures et le tableau 1 (système géodésique « WGS 84 »).



Coordonnées WGS84 (en Degrés Minutes décimales) :

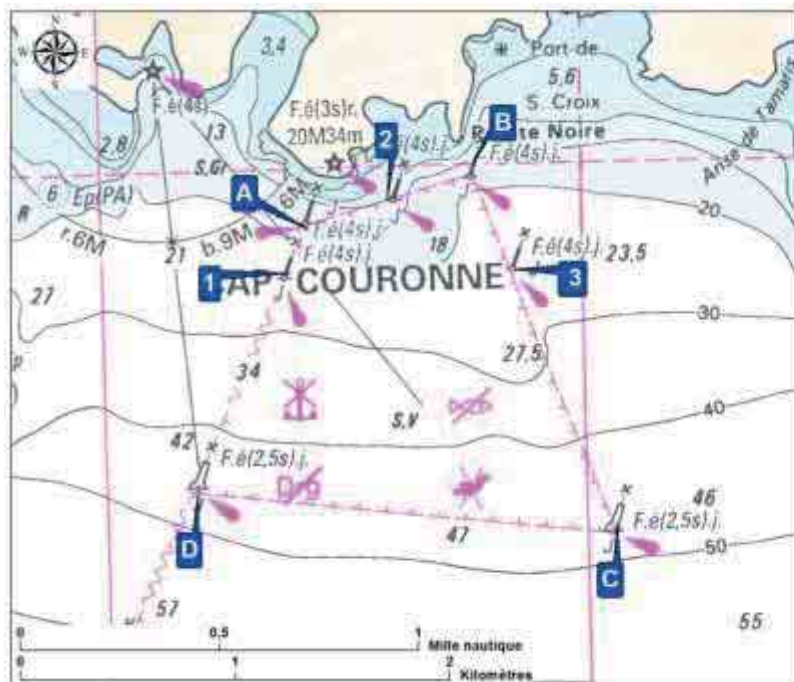
A : 43°19,656 N - 05°09,382 E (Espar à terre)
 B : 43°19,535 N - 05°09,345 E
 C : 43°19,147 N - 05°09,641 E
 D : 43°19,382 N - 05°10,400 E
 E : 43°19,692 N - 05°10,130 E (Espar à terre)

1 : 43°19,358 N - 05°09,480 E
 2 : 43°19,267 N - 05°10,028 E
 3 : 43°19,588 N - 05°10,222 E

Types de bouées et d'espars :

Points C et D : bouée JET 2500
 Points B, 1, 2 et 3 : bouée ES 630
 Points A et E (espar) : panneaux + mâts scellés dans la roche

Figure 1 : carte de situation de la zone marine protégée de Carry-le-Rouet, créée en 1983. Les coordonnées géographiques des bouées et espars matérialisant la ZMP sont indiquées (WGS 84).



Coordonnées WGS84 (en Degrés Minutes décimales) :

- A : 43°19,371 N - 05°03,083 E
- B : 43°19,523 N - 05°03,652 E
- C : 43°18,615 N - 05°04,121 E
- D : 43°18,717 N - 05°02,679 E

- 1 : 43°19,263 N - 05°03,016 E
- 2 : 43°19,445 N - 05°03,358 E
- 3 : 43°19,258 N - 05°03,789 E

Types de bouées :

- Points C et D : bouée JET 2500
- Points A, B, 1, 2 et 3 : bouée ES 630

Figure 2 : carte de situation de la zone marine protégée du Cap-Couronne, créée en 1996 sur la commune de Martigues. Les coordonnées géographiques des bouées matérialisant la ZMP sont indiquées (WGS 84).

Tableau 1 : coordonnées géographiques des bouées matérialisant les deux zones marines protégées de Carry-le-Rouet et Cap-Couronne (système géodésique « WGS 84 », coordonnées en degrés minutes décimales). Type de bouées et d'espars ZMP de Carry : points C et D : bouées JET 2500. Points B, 1,2 et 3 : bouées ES 630. Points A et E : panneau sur mât scellé dans la roche. ZMP Cap-Couronne : points C et D : JET 2500, points A, B, 1,2 et 3 : ES 630.

ZMP Carry-le-Rouet	Latitude Nord	Longitude Est
A	43°19,656	05°09,382 (Espar à terre)
B	43°19,535	05°09,345
C	43°19,147	05°09,641
D	43°19,382	05°10,400
E	43°19,692	05°10,130 (Espar à terre)
1	43°19,358	05°09,480
2	43°19,267	05°10,028
3	43°19,588	05°10,222
ZMP Cap-Couronne		
A	43°19,371	05°03,083
B	43°19,523	05°03,652
C	43°18,615	05°04,121
D	43°18,717	05°02,679
1	43°19,263	05°03,016
2	43°19,445	05°03,358
3	43°19,258	05°03,789

Textes en vigueur :

- Arrêté ministériel en date du 16 décembre 2004 portant renouvellement des réserves de pêche dans le département des Bouches du Rhône devant les communes de Carry-le-Rouet et Martigues.
- Arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée n° 048/2005 du 25 juillet 2005 réglementant la plongée sous-marine, le mouillage des navires et embarcations et le dragage à l'intérieur de deux zones protégées sur le littoral de la commune de Carry-le-Rouet et la commune de Martigues.

Ces 2 arrêtés prennent fin le 31 décembre 2014, le présent dossier est établi dans le cadre de la procédure de renouvellement de ces 2 arrêtés.

Contexte réglementaire :

Les deux Zones Marines Protégées de Carry et Couronne sont situées dans une concession d'utilisation des dépendances du domaine public maritime de 9 873 ha, attribuée au Parc Marin de la Côte Bleue en décembre 2003 pour une durée de 30 ans, renouvelable. Cette concession permet le maintien sur le Domaine Public Maritime devant l'ensemble de la Côte Bleue des récifs artificiels de production et de protection qui ont été installés de 1983 à 2004, et autorise une éventuelle extension limitée de ces aménagements.

Les deux ZMP sont également intégrées au site Natura 2000 « Côte Bleue Marine » (FR9301999) qui s'étend sur 18 928 ha et englobe l'ensemble du littoral de la Côte Bleue jusqu'à 6 milles au large et 100 m de profondeur. Le Parc Marin de la Côte Bleue a été désigné opérateur du site Natura, dont le DOCOB « Document d'Objectifs » a été validé lors du 4^{ème} Comité de Pilotage (COPIL) le 24 septembre 2013.

Les deux Zones Marines Protégées constituent le cœur du dossier de désignation du Parc Marin de la Côte Bleue dans la liste des ASPIM (Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne) obtenu en février 2012 ; la Côte Bleue devenant ainsi le quatrième site français labélisé ASPIM, avec la lagune du Brusuc, et après le Parc National de Port-Cros, le Parc International Marin des Bouches de Bonifacio et le sanctuaire Pélagos.

Enfin, les deux ZMP constituent des zones Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique (Z.N.I.E.F.F.).

Demander :

Syndicat Mixte Parc Marin de la Côte Bleue créé par arrêté préfectoral du 10 juillet 2000, délibérations du Comité Syndical du 10 novembre 2011 et du 18 novembre 2013 en faveur du renouvellement des deux zones marines protégées.

La demande officielle a été formulée par courriers du 18 janvier 2013 auprès de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône et de la Préfecture Maritime de Méditerranée.

Dans sa délibération du 10 novembre 2011, le Comité Syndical considère que :

- Ces 2 zones marines protégées sont des axes majeurs de la politique de gestion débutée au début des années 1980, soutenue par les collectivités, et largement partagée par les populations et les usagers de la Côte Bleue ;
- Elles ont montré leur efficacité biologique sur plusieurs plans ;
- Elles sont des éléments centraux du site Natura 2000 Côte Bleue Marine, et de la labellisation en cours en tant qu'Aire Spécialement Protégée d'Importance Méditerranéenne ;
- Elles répondent aux objectifs du Grenelle de la Mer qui prévoit la création de réserves de pêche ou halieutiques au sein de chaque AMP, ainsi qu'à ceux du SDAGE RMC ;
- Elles répondent aux objectifs du règlement européen 1967/2006 du 21 décembre 2006 concernant les mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en Méditerranée qui prévoit la désignation par les Etats-membres de Zones de Pêche Protégées ;

Enfin, les AMP constituent une des principales mesures envisagées par la France pour l'objectif d'atteinte du bon état écologique des eaux en 2020 imposé par la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin.

2. INTRODUCTION

2.1. Contexte

Le syndicat mixte Parc Marin de la Côte Bleue gère deux zones marines protégées :

- une zone marine protégée devant le littoral de la commune de Carry-le-Rouet, qui occupe une superficie de 92 hectares en mer. Elle a été mise en place en 1983. Elle est située entre le port de Carry-le-Rouet et l'anse du Rouet. Elle inclut l'ensemble des petits fonds, depuis le littoral jusqu'à -31 mètres de profondeur (Figure 1) ;
- une zone marine protégée devant le littoral de la commune de Martigues, qui occupe une superficie de 197 hectares en mer. Elle a été mise en place en 1996. Elle est située au droit du littoral compris entre le Cap-Couronne et la « Pointe Noire » ou cap de l'« Arqueit ». Elle inclut des fonds à partir de -11 mètres jusqu'à -50 mètres de profondeur (Figure 2).

2.2. Régime juridique

Les deux zones marines protégées ont le même régime juridique. Elles font l'objet de deux arrêtés, qui sont communs aux deux zones :

- un arrêté ministériel en date du 16 décembre 2004 portant renouvellement des réserves de pêche dans le département des Bouches du Rhône devant les communes de Carry-le-Rouet et Martigues. Cet arrêté est pris en application de l'arrêté du 4 juin 1963 portant réglementation de la création de réserves ou de cantonnements pour la pêche côtière maritime.
- et un arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée n° 048/2005 du 25 juillet 2005 réglementant la plongée sous-marine, le mouillage des navires et embarcations et le dragage à l'intérieur de deux zones protégées sur le littoral de la commune de Carry-le-Rouet et la commune de Martigues. Cet arrêté est pris en application de divers textes portant attributions de compétences aux Préfets Maritimes.

Ces 2 arrêtés prennent fin le 31 décembre 2014.

Le présent dossier est établi dans le cadre de la procédure de renouvellement de ces 2 arrêtés.

Le Comité Syndical du syndicat mixte Parc Marin de la Côte bleue a délibéré le 10 novembre 2011 en faveur du renouvellement des deux zones marines protégées.

La demande officielle a été formulée par courriers du 18 janvier 2013 auprès de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône et de la Préfecture Maritime de Méditerranée.

2.3. Sémantique - Valeurs actualisées - Références

Désignation des zones marines protégées

Tout au long de ce dossier sera employé le terme de « zone marine protégée » (ZMP) pour désigner les dispositifs juridiques visés ci-dessus (sauf pour éviter de trop nombreuses répétitions, ou lorsqu'il s'agira de reproduire ou de citer des documents établis ou publiés par ailleurs).

Cette appellation neutre permet de ne pas introduire de confusions avec d'autres dispositifs juridiques comme les termes de « réserve » ou « réserve de pêche » qui, bien qu'utilisés dans l'arrêté du 16 décembre 2004, peuvent porter à confusion avec le régime des « réserves naturelles » (loi de juillet 1976 sur la protection de la nature), ou celui des « réserves de pêche » ou « halieutiques » qui sont en projet de création suite au Grenelle de la Mer.

D'autre part, le terme de « cantonnement » est insuffisant pour désigner le dispositif juridique des zones marines protégées de la Côte Bleue qui font l'objet à la fois d'un arrêté ministériel et d'un arrêté du Préfet Maritime de la Méditerranée.

La zone marine protégée de Martigues pourra être citée, indifféremment, comme « zone marine protégée de Martigues », « zone marine protégée du Cap-Couronne », ou « zone marine protégée Richard Fouque » (du nom du pêcheur professionnel décédé en mer sur ce site que les pêcheurs professionnels du port de Carro ont souhaité donner à cette zone à sa création).

Superficie des zones marines protégées

Tout au long de ce dossier, dans la plupart des documents cités ou copiés, les valeurs suivantes seront employées pour désigner la superficie des 2 zones marines protégées :

- 85 hectares pour celle de Carry-le-Rouet,
- 210 hectares pour celle de Martigues.

Ces valeurs sont en réalité :

- 92,3 hectares pour celle de Carry-le-Rouet,
- 197,1 hectares pour celle de Martigues.

Mais ce n'est qu'en 2011, dans le cadre des études relatives à la procédure Natura 2000, de la mise en place d'un Système d'Information Géographique (SIG), et de la mise en place d'un trait de côte précis (Figure 3), que la superficie exacte des 2 zones marines protégées a pu être précisée et fixée.

Coordonnées géographiques

Enfin, tout au long de ce dossier, nous utiliserons, conformément à la demande par courrier du 27 février 2013 de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer, Service de la Mer et du Littoral, des coordonnées géographiques dans le système géodésique « WGS 84 », et nous abandonnerons donc les coordonnées dans le système « ED 50 » employées jusqu'à présent, y compris dans les derniers arrêtés de renouvellement des 2 zones marines protégées.

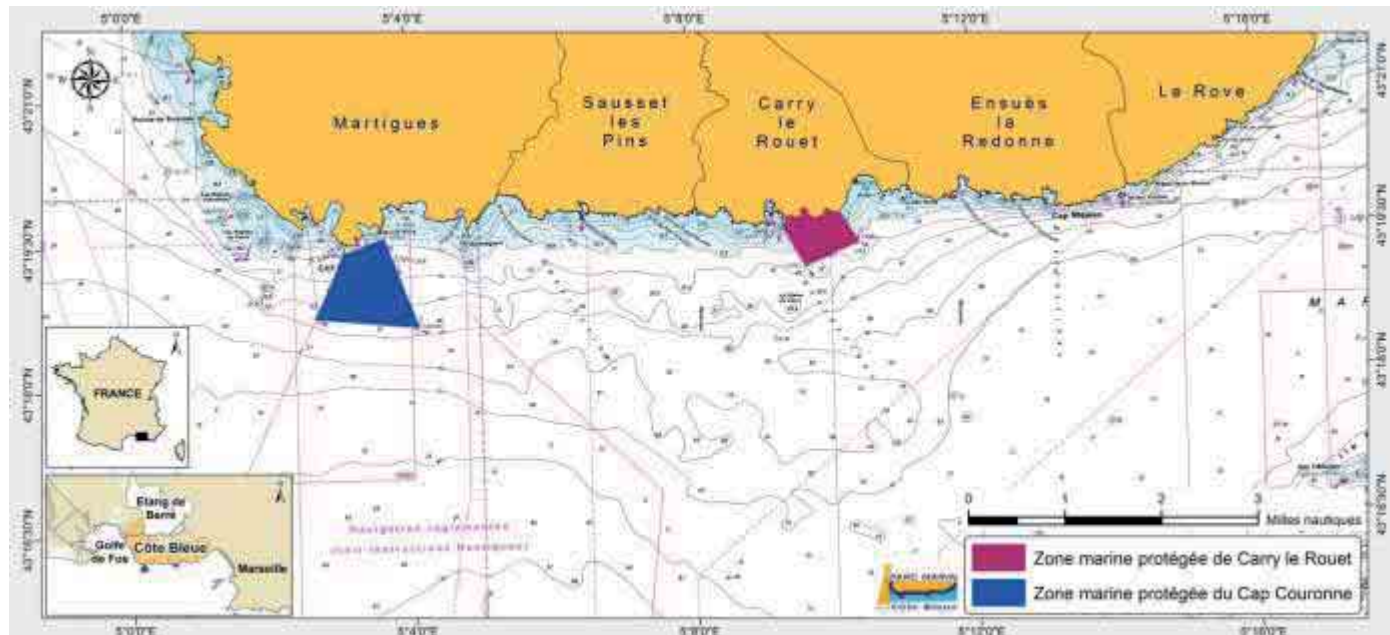


Figure 3 : carte des deux zones marines protégées de la Côte Bleue : ZMP de Carry-le-Rouet créée en 1983 et ZMP du Cap-Couronne, créée en 1996.

3. ORIGINES ET MOTIVATIONS DE LA CREATION DES ZONES MARINES PROTEGEES DE LA COTE BLEUE

3.1. Zone Marine Protégée de Carry-le-Rouet

3.1.1. *Création initiale*

Dans le courant des années 1970, la prise de conscience de la fragilité de la Méditerranée se généralise (conférence de Barcelone de 1975). En Région PACA, un certain nombre d'enjeux sont identifiés en liaison avec l'étroitesse du plateau continental et de la bande infralittorale, et dès la naissance des entités régionales à la fin des années 1970, la Région Provence Alpes Côte d'Azur a affiché une forte volonté de prise en compte de cet espace littoral et maritime.

Cela s'est notamment traduit par la mise en œuvre du « Plan d'Assainissement du Littoral », exemplaire au plan national, et par l'adoption en 1980 d'un « Programme régional de développement des cultures marines et de gestion des ressources vivantes de la mer ». Ce programme contenait notamment la proposition de création de réserves marines et de récifs artificiels comme parties intégrantes d'une politique de gestion des ressources côtières. Ce programme contenait également la proposition d'une nouvelle entité juridique, le « Parc Naturel Régional Marin ».

Enfin, ce programme régional proposait la création d'une cellule d'assistance technique afin de mettre œuvre ce programme à vocation maritime. C'est en 1981 que le Conseil Régional crée la « Cellule Mer et Aquaculture » qui est rattachée à l'Agence Régionale Pour l'Environnement » (ARPE). Cette cellule deviendra plus tard, sous la forme associative, l'« Office Régional de la Mer ».

Cette volonté politique a trouvé sur la Côte Bleue, et en particulier à Carry-le-Rouet, un contexte favorable avec :

- Une attention particulière des services de l'Etat et des scientifiques sur cette portion de côte rocheuse, à vocation naturelle, assez peu urbanisée, comprise entre deux sources importantes à l'époque de pollutions : industrielle à l'Ouest avec le golfe de Fos, et urbaine à l'Est avec la ville de Marseille ;
- une pêche professionnelle néanmoins dynamique, et empreinte d'une culture prud'homale orientée vers le développement durable ;

- Un contexte local favorable parmi les usagers du milieu et les municipalités ;
- De plus, les études de l'époque avaient mis en évidence le bon état des biocénoses sous-marines, et l'intérêt de préserver le plus grand herbier de Posidonie des Bouches du Rhône. L'herbier devant Carry avait fait l'objet d'une thèse de doctorat soutenue en 1980 (Cristiani, 1980) portant sur son balisage en limites supérieure et inférieure, sa cartographie (sonar latéral), sa vitalité et sa production primaire, ainsi que des propositions de gestion incluant la création d'une zone protégée.

Une première association locale (l'association « Parc Marin de Carry-le-Rouet ») est constituée en 1981 avec l'appui de la Cellule Mer et Aquaculture pour demander la création expérimentale et temporaire d'une zone marine protégée devant Carry-le-Rouet. La municipalité soutient le projet, en liaison avec les pêcheurs professionnels, et une consultation est lancée en juin 1982 auprès des usagers du milieu, par la voie des structures associatives telles que les sociétés nautiques et les clubs de plongée, et également auprès de l'ensemble de la population.

Le choix doit être fait entre une grande zone protégée de 148 hectares s'étendant entre le port de Carry et l'îlot de la Grande Mona incluant ainsi la totalité de l'anse du Rouet, une zone de 85 hectares excluant l'anse du Rouet, ou l'arrêt pur et simple de cette initiative. C'est la solution intermédiaire, correspondant à la zone actuelle, qui recueille un accord très largement majoritaire soit 93 % des suffrages exprimés.

Par délibération du 30 juin 1982, le Conseil Municipal de Carry-le-Rouet charge le maire d'effectuer les démarches en vue de la création de cette zone marine protégée.

Conformément au caractère expérimental de ce projet, la création est demandée pour une durée initiale de 3 ans, avec un statut permettant l'immersion de récifs artificiels. La réglementation prévue est l'interdiction de la pêche sous toutes ses formes et du mouillage.

L'orientation clairement donnée à cette initiative en direction de la gestion des ressources de pêche, et son caractère expérimental et temporaire conduisent les services de l'Etat à imaginer un dispositif combinant :

- La création d'un « établissement de pêche de 1^{ère} catégorie » (par la suite nommé « concession de cultures marines » à partir du décret du 22 mai 1985), permettant l'occupation du DPM par des récifs artificiels qui sont alors assimilés à des installations de cultures marines extensives (arrêté d'autorisation d'exploitation d'un établissement de pêche de 1^{ère} catégorie n° 165 du 30/12/1982) ;
- La prise d'un arrêté ministériel interdisant la plongée sous-marine et la pêche sous toutes ses formes (arrêté portant interdiction de pêche, plongée et chasse sous-marine dans une zone située sur le littoral de la commune de Carry-le-Rouet n° 08 du 17 janvier 1983) ;
- Et un arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée interdisant la circulation, la baignade, le dragage et le mouillage (arrêté préfectoral n° 6/83 du 31 janvier 1983 portant création d'une zone interdite sur le littoral de la commune de Carry-le-Rouet). L'arrêté du Préfet Maritime est modifié par l'arrêté n° 18/83 du 25 mars 1983 qui interdit le mouillage et le dragage, et abroge ainsi les interdictions de circulation et de baignade qui n'étaient pas prévues et pas demandées initialement.

L'ensemble de ce dispositif est créé pour 3 ans, jusqu'au 30 décembre 1985.

3.1.2. Organisme de gestion

En parallèle et toujours afin de mettre en œuvre et expérimenter le projet de « Parc Naturel Régional Marin » contenu dans le « Programme régional de développement des cultures marines et de gestion des ressources vivantes de la mer », la Cellule Mer et Aquaculture, qui a mené une démarche de dimension régionale sur cette question, propose aux élus de la Côte Bleue de créer une structure à vocation d'expérimentation et de démonstration des objectifs qui pourraient être assignés à cette nouvelle entité juridique.

C'est ainsi que l'association « Parc Régional Marin de la Côte Bleue » est créée le 3 septembre 1983. Elle rassemble des représentants du Conseil Régional, du Conseil Général, des Communes de Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, Ensues-la-Redonne et le Rove, et de la Prud'homie et du Comité Local des Pêches de Marseille (les eaux du quartier de Martigues ne sont pas concernées dans cette première étape).

Cette association reprend dès sa création la gestion de la zone marine protégée de Carry-le-Rouet. Elle se dote d'un agent permanent qui assure la surveillance, la signalétique et le balisage, l'information du public, et coordonne les aménagements de récifs artificiels et les suivis scientifiques.

3.1.3. Renouvellements ultérieurs

Les renouvellements ultérieurs sont assurés par l'association « Parc Régional Marin de la Côte Bleue ».

Période 1986-1988 :

- arrêté d'autorisation d'exploitation de cultures marines n° 00292 du 31/12/1985 (décret du 22 mai 1985) pour 3 ans jusqu'au 31/12/1988,
- Arrêté de cantonnement du 8 septembre 1987 interdisant la pêche sous toutes ses formes,

- Arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée n° 29 du 21 juillet 1986 interdisant le mouillage, le dragage et la plongée sous-marine.

Période 1989-1994 :

- arrêté d'autorisation d'exploitation de cultures marines n° 00017 du 28/02/1989 pour 6 ans jusqu'au 28 février 1995,
- Arrêté de cantonnement du 28 mars 1989 interdisant la pêche sous toutes ses formes jusqu'au 31/12/1994,
- Arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée n° 15/90 du 15 mai 1990 interdisant le mouillage, le dragage et la plongée sous-marine jusqu'au 28 février 1995.

Période 1995-2004 :

- arrêté d'autorisation d'exploitation de cultures marines n° 00164 du 23/12/1994 pour 10 ans jusqu'au 23 décembre 2004,
- Arrêté de cantonnement du 27 avril 1995 interdisant la pêche sous toutes ses formes jusqu'au 31 décembre 2004,
- Arrêté de cantonnement du 12 février 1998 portant renouvellement et extension d'une réserve de pêche sur le littoral du département des Bouches du Rhône (communes de Carry-le-Rouet et de Martigues), interdisant la pêche sous toutes ses formes jusqu'au 31 décembre 2004,
- Arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée n° 43/95 du 4 octobre 1995 abrogé et remplacé par l'arrêté n° 07/98 du 3 mars 1998 interdisant le mouillage, le dragage et la plongée sous-marine jusqu'au 23 décembre 2004.

Période 2004-2014 :

- arrêté du 15 décembre 2003 portant concession d'endiguage et d'utilisation des dépendances du Domaine Public Maritime au profit du syndicat mixte Parc Marin de la Côte Bleue pour l'implantation de récifs artificiels sur le territoire des communes de Martigues, Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, Ensues-la-Redonne et le Rove pour 30 ans jusqu'au 14 décembre 2033,
- Arrêté de cantonnement du 16 décembre 2004 portant renouvellement des réserves de pêche dans le département des Bouches du Rhône devant les communes de Carry-le-Rouet et de Martigues, interdisant la pêche sous toutes ses formes jusqu'au 31 décembre 2014,
- Arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée n° 048/2005 du 25 juillet 2005 interdisant la plongée sous-marine, le mouillage, et le dragage à l'intérieur de deux zones protégées sur le littoral de la commune de Carry-le-Rouet et de la commune de Martigues jusqu'au 31 décembre 2014.

3.2. Zone Marine Protégée de Martigues devant le Cap-Couronne

3.2.1. Création initiale

3.2.1.1. *Extension de l'association « Parc Régional Marin de la Côte Bleue » à la commune de Martigues*

En 1992, l'association Parc Régional Marin de la Côte Bleue a pu mettre en œuvre une grande partie de son « programme de gestion et de régénération du milieu marin de la Côte Bleue » :

- création et renouvellements de la zone marine protégée de Carry-le-Rouet,
- organisation de 3 opérations d'immersion de récifs artificiels de production, principalement en zone ouverte à la pêche, et sur un territoire élargi s'étendant de Sausset-les-Pins jusqu'au Rove ;
- organisation de 2 opérations d'immersion de récifs artificiels de protection contre les arts trainants dans la bande côtière ;
- et première étude complète sur l'effet-réserve entre 1989 et 1992.

Des discussions s'engagent entre les municipalités de la Côte Bleue à l'initiative de la ville de Martigues, sur le développement de projets communs, notamment d'ordre touristique. A cette occasion, l'extension de l'association Parc Régional Marin de la Côte Bleue à la totalité de l'entité géographique de la Côte Bleue est évoquée. La municipalité de Martigues accepte cette hypothèse dans la mesure où la Prud'homie de Pêche et le Comité Local des Pêches de Martigues sont consultés et partie-prenante du projet.

L'extension de l'association est actée au cours de l'assemblée générale extraordinaire du 3 mars 1993, avec une position accrue des Comités Locaux et des Prud'homies de Marseille et de Martigues dans le Conseil d'Administration, et sur la base d'orientations générales pour le littoral de Martigues situé sur la Côte Bleue (jusqu'à l'anse des Laurons) :

- renforcement de la présence et de l'information en mer ;
- meilleurs contrôle, information et signalétique de la zone du Plan de Carro interdite à la pêche sous-marine en hiver ;
- réflexion sur un aménagement de récifs artificiels et particulièrement de récifs de protection ;
- extension des stages de découverte pour les scolaires à la ville de Martigues.

3.2.1.2 *Proposition de création d'une 2^{ème} zone marine protégée devant la Côte Bleue*

Dans le cadre des échanges qui s'ensuivent, la proposition de création d'une deuxième zone marine protégée devant le Cap-Couronne émane cette fois du Comité Local des Pêches et de la Prud'homie de Martigues. Cette proposition repose sur les résultats obtenus à Carry-le-Rouet, et sur la demande précise d'une mise en place complémentaire de récifs artificiels de protection contre le chalutage. La délimitation d'une zone marine à protéger, réalisée par le CLPM et la Prud'homie, est soumise au PRMCB. Cette zone, d'une superficie de 210 ha, située à 150 mètres du littoral entre le Cap-Couronne et la Pointe Noire, et s'étendant jusqu'à 1 mille au large sur des fonds de 11 à 50 m, est la même que celle qui est délimitée à l'heure actuelle.

Ces échanges se font en liaison avec l'administration des Affaires Maritimes, et avec une composante supplémentaire à intégrer au projet, c'est-à-dire la nécessité de remédier aux croches de chaluts qui ont occasionné des dégâts très coûteux sur des câbles de télécommunications sous-marines qui atterrissent à proximité du Cap-Couronne.

Au cours de l'été 1993, de très nombreux repérages sont conduits par le PRMCB et les pêcheurs professionnels de Carro sur le secteur qu'il a été proposé de protéger. Ils consistent en une localisation relativement précise des différents habitats naturels sous-marins, en la localisation des câbles TELECOM qu'il convient de protéger, et en la localisation des récifs artificiels de protection et de production.

Le Sémaphore du Cap-Couronne est informé du projet, et les points de passage des chalutiers en infraction vont pouvoir être collectés par le PRMCB sur une période qui ira de 1994 à 1998.

Le projet de la zone marine protégée et de la mise en place de récifs artificiels de protection et de production est présenté à la population des quartiers de Carro et de la Couronne par les représentants des pêcheurs professionnels, au cours d'une réunion publique organisée à l'initiative de la municipalité le 20 octobre 1993. Ce projet recueille un très large consensus de la part de la population.

Le même jour une convention est signée entre le Comité Local des Pêches Maritimes de Martigues (CLPM) et l'association Parc Régional Marin de la Côte Bleue (PRMCB), aux termes duquel le CLPM sera titulaire de la concession sur le Domaine Public Maritime, et le PRMCB sera maître d'ouvrage des aménagements envisagés et gestionnaire de la zone protégée.

La demande officielle de concession de cultures marines et de mise en place des réglementations interdisant la pêche, la plongée et le mouillage est formulée par courrier du 28 octobre 1993 du Comité Local des Pêches Maritimes de Martigues, pour une durée de 10 ans.

3.2.2. Organisme de gestion

L'association « Parc Régional Marin de la Côte Bleue », dont les statuts ont profondément été remis à jour à l'occasion de l'extension à la commune de Martigues le 3 mars 1993, et chargée de la gestion de cette 2^{ème} zone marine protégée dans un contexte qui est donc différent de celle de Carry. L'initiative prise par les organisations professionnelles de la pêche, qui se traduit par la convention passée entre le PRMCB et le CLPM de Martigues, établit une relation équilibrée entre les 2 organismes et un véritable travail de co-construction s'engage sur l'ensemble du projet.

Maître d'ouvrage du projet, le PRMCB obtient des financements nationaux (Région, Département et France-télécom) et européen (FEDER), avec l'appui du CLPM. Le protocole d'un suivi innovant est mis en place dès l'été 1995, avant la création de la zone marine protégée. Il associe des comptages de poissons en plongée sur transects permanent, et des pêches expérimentales mises au point avec les pêcheurs professionnels de Carro.

C'est à la fin de l'année 1996 et au cours de du 1^{er} trimestre 1997 que la zone marine protégée est balisée et aménagée en récifs artificiels. En avril 1997, le nouveau bateau du PRMCB destiné à la surveillance et à la gestion de la zone protégée est installé dans le port de Carro sur un des emplacements réservé à la pêche professionnelle.

A partir de 1997, les élus qui administrent l'association Parc Régional Marin de la Côte Bleue, considérant la dimension prise par cette structure, et l'évolution de ses statuts vers un caractère pérenne (abandon en 1993 de la référence à une structure à caractère expérimental et transitoire vers une création juridique nouvelle de « Parc Naturel Régional Marin »), mettent à l'étude les possibilités d'évolution juridique vers un statut de type établissement public.

C'est ainsi que le syndicat mixte Parc Marin de la Côte Bleue est créé par arrêté préfectoral du 10 juillet 2000. Il reprend et prolonge statutairement l'action et les missions de l'association. Il rassemble officiellement les collectivités territoriales (région, département, les 5 communes de la Côte Bleue) et en tant que membres associés permanents les Comités Locaux et les Prud'homies de Marseille et de Martigues.

3.2.3. Création de la zone marine protégée et renouvellement ultérieur

Période 1996-2004 :

- arrêté d'autorisation d'exploitation de cultures marines n° 17 du 14 mai 1996 délivré pour 10 ans au Comité Local des Pêches Maritimes de Martigues,
- Arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée n° 46/96 du 30 juillet 1996 réglementant la plongée sous-marine, le mouillage, et le dragage à l'intérieur d'une zone marine protégée sur le littoral de la commune de Martigues jusqu'au 14 mai 2006, abrogé et remplacé par l'arrêté n° 3/97 du 21 février 1997,
- Arrêté de cantonnement du 12 février 1998 portant renouvellement et extension d'une réserve de pêche sur le littoral du département des Bouches du Rhône (communes de Carry-le-Rouet et de Martigues), interdisant la pêche sous toutes ses formes jusqu'au 31 décembre 2004,

Période 2004-2014 :

- arrêté du 15 décembre 2003 portant concession d'endiguage et d'utilisation des dépendances du Domaine Public Maritime au profit du syndicat mixte Parc Marin de la Côte Bleue pour l'implantation de récifs artificiels sur le territoire des

communes de Martigues, Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, Ensues-la-Redonne et le Rove pour 30 ans jusqu'au 14 décembre 2033,

- Arrêté de cantonnement du 16 décembre 2004 portant renouvellement des réserves de pêche dans le département des Bouches du Rhône devant les communes de Carry-le-Rouet et de Martigues, interdisant la pêche sous toutes ses formes jusqu'au 31 décembre 2014,
- Arrêté du Préfet Maritime de Méditerranée n° 048/2005 du 25 juillet 2005 interdisant la plongée sous-marine, le mouillage, et le dragage à l'intérieur de deux zones protégées sur le littoral de la commune de Carry-le-Rouet et de la commune de Martigues jusqu'au 31 décembre 2014.

4. CONTEXTE ET PRESENTATION DE LA COTE BLEUE

4.1. Contexte socio-économique

La Côte Bleue comprend 14 petits ports (dont 10 sont considérés comme des ports-abris saisonniers), pour une capacité totale de 2068 anneaux. La capacité de la plaisance est donc modérée sur le territoire de la Côte Bleue, mais la pression de plaisance qui s'exerce est potentiellement élevée, avec une capacité de 7634 anneaux à l'Ouest (Golfe de Fos) et de 8474 anneaux dans la rade de Marseille à l'Est. Les comptages de fréquentation réalisés sur la Côte Bleue par le PMCB depuis 2007 en période estivale montrent une augmentation constante du nombre de bateaux de plaisance, passant de 49,7/jour en 2007 à 171,8/jour en 2011 (moyenne sur 10 jours de comptages au cours des pics de fréquentation estivaux). En une seule journée, le nombre maximum atteint 450 bateaux en 2011.

Les activités structurantes du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM) sont situées de part et d'autre de la Côte Bleue, avec les deux grands pôles que sont le port de l'Estaque-Marseille, à l'Est, et le port de Fos et ses complexes pétrochimiques et industriels à l'Ouest (industrie lourde et des infrastructures portuaires des terminaux pétroliers, minéraliers et à conteneurs).

La pêche artisanale dite aux « petits métiers » est la principale activité professionnelle maritime sur la Côte Bleue. C'est la polyvalence qui caractérise la pêche artisanale de la Côte Bleue, avec une grande diversité des techniques de pêche et des métiers pratiqués, des captures et des lieux de pêche. Hormis son poids économique, la pêche traditionnelle est une activité ancestrale qui représente une forte valeur patrimoniale et culturelle. Elle constitue la principale, voire la seule animation et activité quotidienne dans les ports de la Côte Bleue, à laquelle la population locale est très attachée.

La pêche artisanale aux « petits métiers » est pratiquée par des bateaux de petite taille, relativement âgés, de faible jauge et puissance. En 2010, 56 bateaux disposaient d'un Permis de Mise en Exploitation sur 6 ports de la Côte Bleue, dont 33 ont été observés actifs. Carro constitue le port le plus important avec 31 bateaux ; Sausset, Carry et le trio La Redonne-Méjean-Niolon disposent de moins de bateaux (respectivement 9, 7 et 9). 62 pêcheurs travaillent sur les bateaux, dont 32 patrons de pêche, 18 marins permanents et 12 marins occasionnels. Les ressources de la Côte Bleue sont principalement ciblées par le filet (92% des engins de pêche). Les 7 principaux métiers² exercés par les fileyeurs ont été caractérisés avec des cartes de localisation de l'effort de pêche, la description des captures et les rendements pour chacun (thèse Leleu, 2012, cf. chap 6.4.2).

La pêche récréative est une activité très développée sur la Côte Bleue. Un suivi de la fréquentation a été réalisé par le Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB) durant un cycle annuel complet, entre avril 2008 et mars 2009 (rythme d'échantillonnage de 5 j/mois, avec 3j « semaine » et 2j « week-end »). A partir des 59 jours de comptages, un essai d'extrapolation à l'année a été effectué lors du projet Pampa. Au total, le nombre d'actions de pêche sur la Côte Bleue, extrapolé sur une année, s'est élevé à 8 337 pour la chasse sous-marine, 23 660 pour la pêche du bord et 26 966 pour la pêche embarquée pour 13 733 bateaux, soit un total de 59 000 pêcheurs de loisir par an, pour un volume de prélèvement évalué à 52,6 tonnes (Charbonnel *et al.*, 2009).

Environ 141 tonnes par an sont capturées par la pêche professionnelle artisanale (Leleu, 2012). Néanmoins, sur ces 141 tonnes, plus de 50% proviennent des métiers "Merlu" et "Sole" qui se pratiquent au large et n'entrent pas en compétition avec la pêche récréative, ni avec le territoire qu'elle fréquente. En se focalisant uniquement sur les espèces ciblées par les pêcheurs professionnels et de loisirs, et donc sur le même territoire côtier où s'exerce l'effort de pêche, le prélèvement par les pêcheurs professionnels est d'environ 60 tonnes par an pour 5 de leurs métiers principaux (métiers « Sparidés », « Loup », « Rouget », « Soupe » et « Langouste »), donc très proche de ce que prélèverait la pêche récréative (52,6 t). Il existe de fortes interactions entre la pêche artisanale et de loisir (Charbonnel *et al.*, 2013).

Les usages de loisirs sont très développés et dans les Bouches-du-Rhône, ce sont les sites littoraux comme la Côte Bleue ou les Calanques qui présentent la plus grande attractivité, grâce à la mer et un littoral diversifié. Du fait de sa situation proche de l'agglomération marseillaise et des villes de Martigues et de l'étang de Berre, la vocation d'espace de loisirs de la Côte Bleue est confirmée par les nombreux usages récréatifs en mer qui drainent les pratiquants de la plaisance, de la plongée sous-marine, de la pêche de loisirs (du bord, embarquée et chasse sous-marine), de la baignade, de la voile et du surf ou encore du kayak de mer, en pleine expansion. La Côte Bleue est une zone très fréquentée par les plongeurs et compte 32 structures et clubs de plongée plongeant régulièrement sur son territoire, pour un total d'environ 115 000 plongées par an.

² Un métier est la combinaison d'un engin de pêche, d'un groupe d'espèces cibles, d'une période et d'un territoire de pêche. Ces métiers sont les suivants : sparidés, loup, rouget, merlu, soupe, sole et langouste.

Au total, les usages et activités en mer sont donc nombreux sur la Côte Bleue, compte tenu de son attrait naturel, de sa facilité d'accès et de la proximité avec les grands centres urbains, avec une affluence touristique importante durant la période estivale.

4.2. Contexte écologique

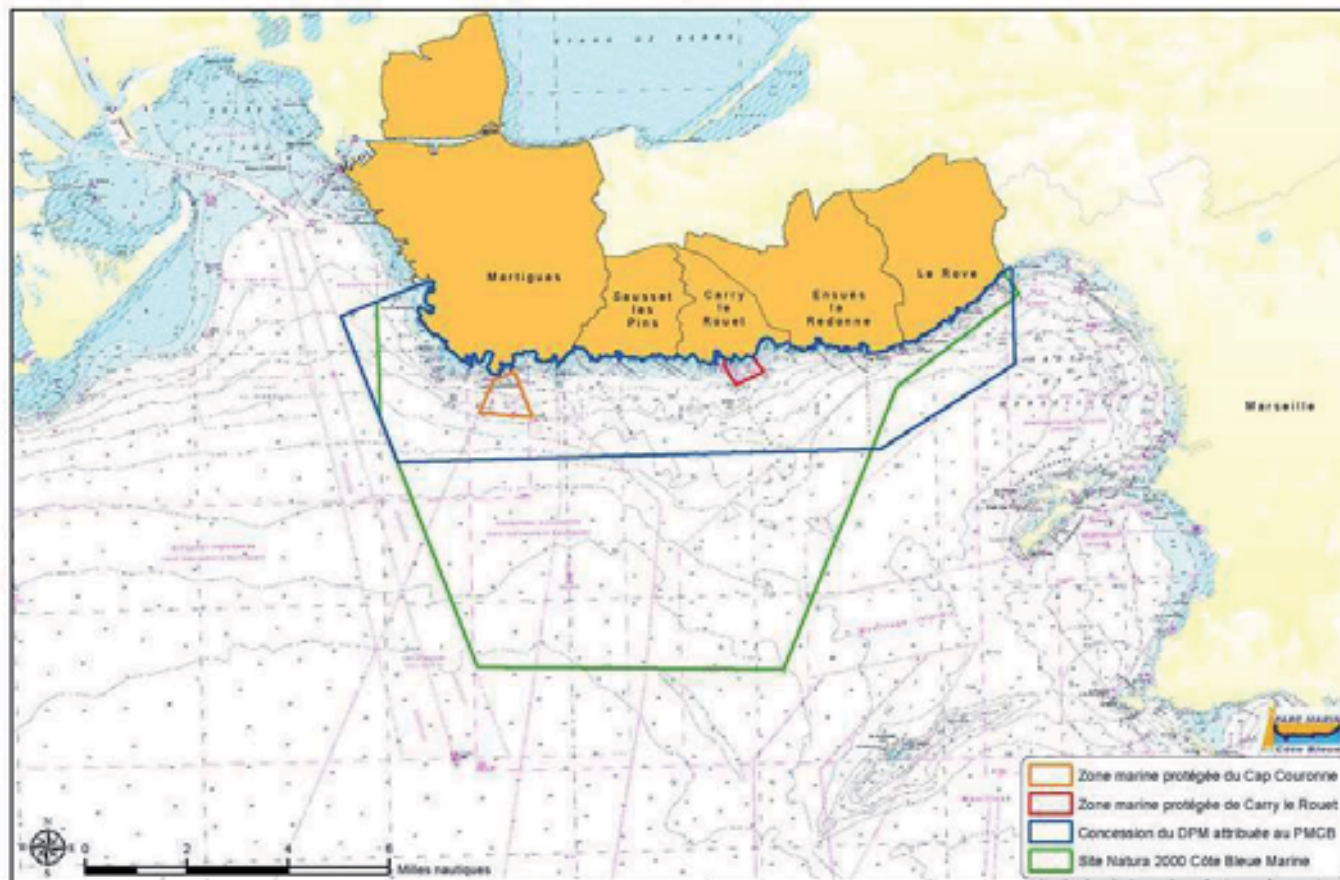
La Côte Bleue constitue une zone riche sur le plan biologique et halieutique, du fait de la transition entre le faciès sédimentaire des côtes basses du Golfe du Lion, sous l'influence marquée du Rhône et de ses apports (alluvions, substances nutritives) et le faciès rocheux des côtes de Provence qui se poursuit jusqu'à la frontière italienne, aux caractéristiques océanographiques beaucoup plus oligotrophes. Les eaux de ce secteur sont caractérisées par des courants alternatifs d'Est et d'Ouest, ces derniers étant sous influence rhodanienne. Ils véhiculent des eaux assez eutrophisées, très riches en plancton, à l'origine de la luxuriance de la faune fixée et mobile.

Les principaux habitats sous-marins sont représentés sur la Côte Bleue, avec notamment l'herbier de Posidonie qui est le plus vaste herbier des Bouches du Rhône, avec 1 049 ha. L'herbier de la Côte Bleue est le dernier vers l'Ouest jusqu'à la frontière espagnole avant la Côte vermeille, hormis les quelques parcelles du Languedoc autour d'Agde et de Palavas. Présent sur la plupart du site entre la surface et 30 m de profondeur, cet herbier est très varié et original dans sa répartition car il est souvent associé en mosaïque avec d'autres habitats. Cette juxtaposition des habitats renforce la valeur patrimoniale de la Côte Bleue et sa qualité paysagère, en favorisant le développement de peuplements extrêmement riches et diversifiés.

4.3. Contexte réglementaire

4.3.1. Concession du Parc Marin

Les deux Zones Marines Protégées de Carry et Couronne sont situées dans une concession d'utilisation des dépendances du domaine public maritime de 9 873 ha, attribuée au Parc Marin de la Côte Bleue en décembre 2003 pour une durée de 30 ans, renouvelable. La zone d'intervention statutaire du PMCB concerne l'ensemble du territoire maritime de la Côte Bleue, soit 43 km de linéaire côtier (à l'échelle 1/10.000°) jusqu'à 3 MN au large, entre la pointe de Corbières (Marseille) et l'anse des Laurons (Martigues, Figure 4).



Carte des zonages réglementaires sur la Côte Bleue

Source : Parc Marin de la Côte Bleue, DREAL PACA, SHOM - Réalisation : Parc Marin de la Côte Bleue, mars 2012

Figure 4 : carte représentant les zonages réglementaires sur la Côte Bleue.

4.3.2. Site Natura 2000 « Côte Bleue Marine »

Les deux Zones Marines Protégées sont également intégrées au site Natura 2000 « Côte Bleue Marine » (FR9301999) qui s'étend sur 18 928 ha et englobe l'ensemble du littoral de la Côte Bleue jusqu'à 6 milles au large et 100 m de profondeur (Figure 4). Le Syndicat Mixte Parc Marin de la Côte Bleue a été désigné opérateur du site « Côte Bleue Marine » en novembre 2009, et est en charge de l'élaboration et la rédaction du DOCOB « Document d'Objectifs » du site (Charbonnel *et al.*, 2013).

Le DOCOB est réalisé de manière concertée avec l'ensemble des acteurs du territoire de la Côte Bleue et a été validé récemment lors du 4^{ème} Comité de Pilotage (COPIL) le 24 septembre 2013. Il est approuvé par les Préfets (maritime et de département). Le DOCOB dresse un état des lieux biologique, écologique et socio-économique. Il définit les enjeux et les objectifs à atteindre sur le site pour garantir la conservation ou le maintien des habitats/espèces d'intérêt communautaire. Enfin, il liste et détaille les actions à mettre en œuvre pour réaliser ces objectifs de conservation. Le DOCOB est découpé en 2 tomes distincts : le Tome 1 concerne le diagnostic, les enjeux et objectifs de conservation ; le Tome 2 correspond aux mesures de gestion et aux fiches actions. L'ensemble du DOCOB et des documents annexes (1.828 pages) est téléchargeable sur le site internet Natura 2000 du PMCB : <http://cotebleuemarine.n2000.fr>.

4.3.3. Candidature ASPIM

En 2011, l'Etat français a présenté et soutenu la candidature du Parc Marin de la Côte Bleue au réseau des Aires Spécialement Protégées d'Importance Méditerranéenne (ASPIM) du PNUE RAC/SPA (Charbonnel & Bachet, 2011). La candidature a été retenue le 17 mai 2011 et la décision a été officiellement validée par les Etats lors de la conférence des parties de la Convention de Barcelone du 8 au 10 février 2012 à Paris.

La Côte Bleue devient ainsi le quatrième site français labélisé ASPIM, avec la lagune du Brusç, et après le Parc National de Port-Cros, le Parc International Marin des Bouches de Bonifacio et le sanctuaire Pélagos (Figure 5).

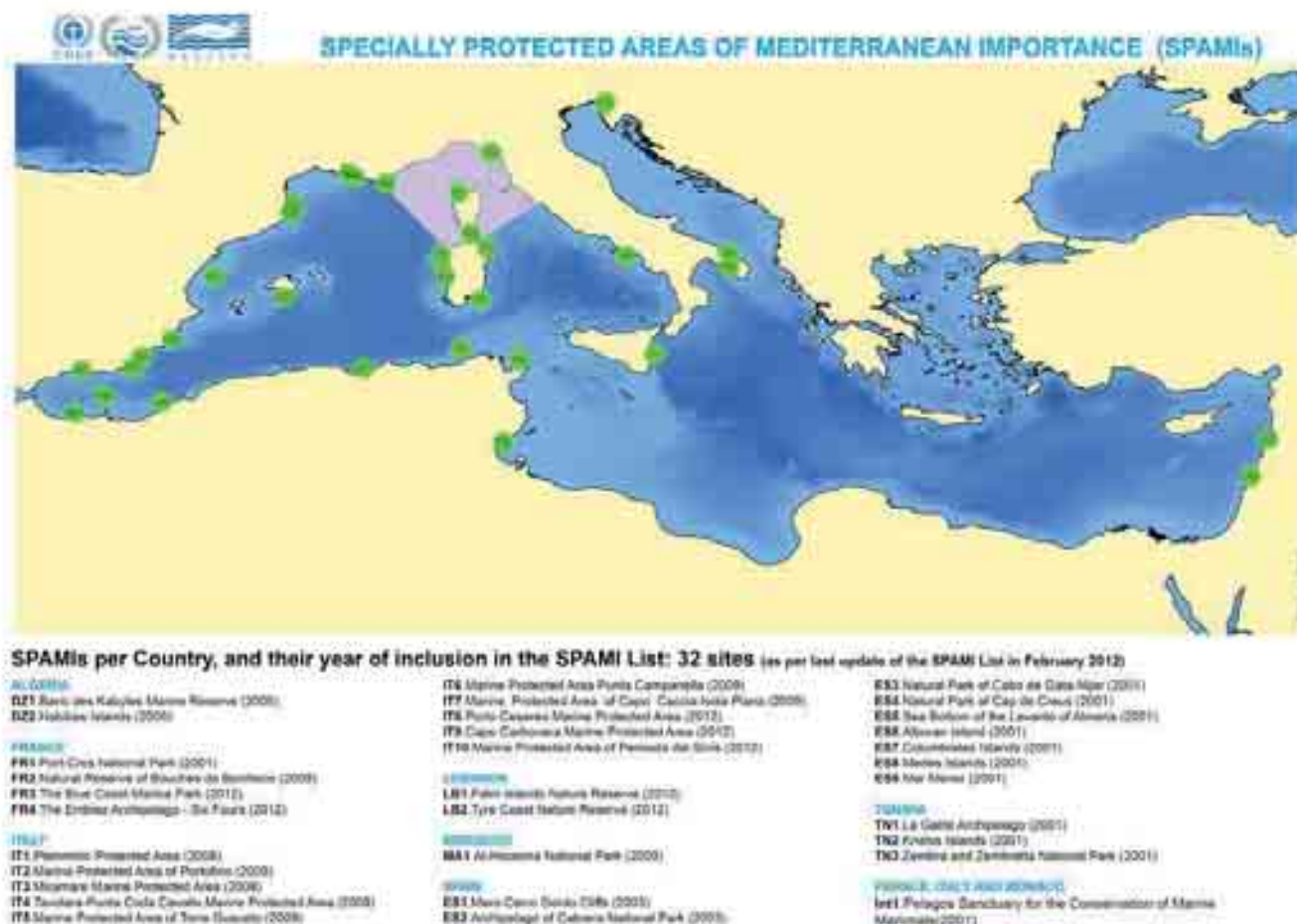


Figure 5 : Liste des 32 ASPIM en méditerranée, dont 5 sont françaises (UNEP, RAC-SPA).

4.3.4. Périmètres d'inventaires ZNIEFF

L'objectif des Z.N.I.E.F.F. (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique) est de recenser et inventorier les espaces naturels écologiquement riches. Les Z.N.I.E.F.F. ne constituent pas une protection réglementaire opposable aux tiers, mais elles doivent être prises en compte dans les projets d'aménagement et d'urbanisme.

Il existe sur le territoire de la Côte Bleue 7 Z.N.I.E.F.F-mer de type I (deuxième génération) qui occupent une surface de plus de 3 500 ha (Tableau 2). Deux Z.N.I.E.F.F concerne les 2 réserves, qu'elles surperposent. L'ensemble des herbiers de Posidonies, soit plus de 1000 ha, est inclus dans la Z.N.I.E.F.F. 13.000.003.

Tableau 2 : Les Z.N.I.E.F.F. mer (type I, deuxième génération) de la Côte Bleue, dont les 2 Zones Marines Protégées (en gras). Source DREAL PACA, 2011, Bellan-Santini *et al.*, 2001.

Nom de la ZNIEFF	Surface et profondeur	Descriptif et intérêt	Communes concernées
De Ponteau à la pointe de Carro (13.000.002)	548 ha 0 m à 30 m	Cette zone présente des caractéristiques intéressantes dont les principales sont : le paysage sous-marin de grande qualité, la présence de corail rouge et un intérêt halieutique (zone de reproduction de poissons et gisements naturels d'huîtres).	Martigues
Herbiers à Posidonies de la Côte Bleue (13.000.003)	1007 ha 0 m à 30 m	Rôle écologique capital par la présence de l'herbier de Posidonies, un des plus typiques et le plus vaste des Bouches-du-Rhône.	Martigues, Sausset les Pins, Carry-le-Rouet, Ensuès-la-Redonne, Le Rove
Coralligène profond de la Côte Bleue (13.000.007)	900 ha 30 m à 60 m	Le paysage sous-marin est d'une qualité exceptionnelle (falaise sous-marine, tombant, <i>etc.</i>), présence de corail et de gorgones.	Martigues, Sausset les Pins, Carry-le-Rouet
Zone marine protégée du Cap Couronne (13.000.006)	257 ha 11 m à 50 m	Zone protégée présentant des paysages et espèces remarquables, comme l'herbier de Posidonie et les concrétionnements coralligènes. Zone de fort intérêt halieutique.	Martigues
Ilot Aragnon (13.000.004)	53 ha 0 m à 30 m	La diversité spécifique de la zone est importante, offrant un paysage sous-marin d'une qualité exceptionnelle.	Martigues
Zone marine protégée de Carry le Rouet (13.000.005)	124 ha 0 m à 30 m	Des constructions biologiques monumentales comme l'herbier de Posidonie et les concrétionnements coralligènes ainsi que des espèces dominantes remarquables comme le corail et les gorgones. Zone possédant sur son littoral un récif corallien fossile représentatif de l'Aquitani.	Carry-le-Rouet
De Rouet à Niolon (13.000.008)	636 ha 0 m à 50 m	Les concrétionnements coralligènes, les falaises sous-marines et les tombants forment des paysages sous-marins d'une qualité exceptionnelle. Intérêt scientifique en particulier pour les grottes de la zone.	Carry-le-Rouet, Ensuès-la-Redonne, Le Rove

4.4. Le Parc Marin, gestionnaire des deux Zones Marines Protégées

4.4.1. Présentation du PMCB

Le Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB) poursuit depuis 1983 des objectifs de protection du milieu marin, de gestion des ressources côtières, de recherche scientifique, et de sensibilisation du public. Il s'agit d'une structure originale et très atypique, qui repose depuis l'origine sur une coopération étroite entre les collectivités territoriales et les organisations professionnelles de la pêche pour atteindre des objectifs de gestion.

Le PMCB est un établissement public qui rassemble la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Département des Bouches-du-Rhône, les cinq communes de la Côte Bleue (Martigues, Sausset les Pins, Carry-le-Rouet, Ensuès-la-Redonne et le Rove), et en tant que membres associés les Prud'homies et Comités Locaux des Pêches Maritimes de Marseille et de Martigues. Le passage à un statut de Syndicat Mixte en 2000 a permis de mettre en place une structure pérenne, avec un Comité Syndical (27 membres) et un Conseil Scientifique (22 membres), tout en poursuivant les actions déjà engagées.

Depuis l'année 2008, le Parc Marin s'appuie, pour mettre en œuvre et développer ses actions, sur les six grands objectifs stratégiques (Tableau 3) définis dans son Plan de Gestion 2008-2015, avec la définition de 87 actions (Bachet *et al.*, 2009):

- 1 - Renforcer la connaissance du patrimoine naturel marin et littoral de la Côte Bleue ;
- 2 - Gérer, protéger et valoriser les milieux naturels marins et littoraux de la Côte Bleue ;
- 3 - Valoriser la ressource halieutique et assurer les conditions d'une pêche côtière durable ;
- 4 - Favoriser une gestion raisonnée des usages récréatifs liés à la mer et au littoral ;
- 5 - Etre le relais des politiques locales pour la maîtrise des pollutions, des risques naturels et des impacts des aménagements ;
- 6 - Répondre à la demande d'information, de sensibilisation et d'éducation du public et des acteurs locaux. Renforcer les partenariats sur l'environnement et le développement durable.

La démarche Natura 2000 se révèle complémentaire et vient renforcer ou légitimer un grand nombre des actions du Plan de Gestion. En effet, la démarche Natura s'inscrit dans l'ensemble des 6 objectifs prévus dans le Plan de Gestion. A noter également que les 2 Zones Maritimes Protégées de Carry-le-Rouet et du Cap-Couronne sont concernées par de nombreuses actions du Plan de Gestion du PMCB et du DOCOB du site « Côte Bleue Marine ».

Tableau 3 : Tableau de bord du suivi de l'efficacité du Plan de Gestion du PMCB, avec pour chacun des 6 objectifs, le nombre d'actions prévues, leur priorité (de 1 à 3), les actions réalisées, en cours de réalisation et non faites. Bilan PMCB d'octobre 2010.

Objectifs/actions Plan de Gestion PMCB	Priorité	Nombre actions	Réalisée	En cours	Non faite
Obj. 1. Renforcer la connaissance patrimoine naturel		14	6	4	4
1.1. Connaissance scientifique	1-2-3	4	3	1	0
1.2. Connaissance des 2 réserves	1	2	1	0	1
1.3. Connaissance littoral terrestre	1-3	2	0	0	2
1.4. Laboratoire de terrain pour la recherche	2	4	2	2	0
1.5. Appui scientifique et technique pour la promotion AMP	1-3	2	0	1	1
Obj. 2. Gérer, protéger, valoriser les milieux naturels		14	3	6	5
2.1. Examiner évolution juridique du Parc	1	2	1	1	0
2.2. Protection des milieux marins	1	2	1	1	0
2.3. Conservation des espèces	1-2-3	3	0	3	0
2.4. Mise en valeur des milieux de transition	1-3	2	0	0	2
2.5. Préserver paysages littoraux et sous-marins	1	1	1	0	0
2.6. Patrimoine culturel et historique	1-3	4	0	1	3
Obj. 3. Valoriser les ressources et pêche durable		7	2	4	1
3.1. Etude des activités halieutiques	1	2	2	0	0
3.2. Démarche de pêche durable	1-2	2	0	2	0
3.3. Expérimenter outils de gestion de la ressource	2	1	0	1	0
3.4. Développement économique et social de la pêche artisanale	2	2	0	1	1
Obj. 4. Gestion raisonnée des usages récréatifs		11	3	5	3
4.1. Suivi des usages récréatifs	1	1	1	0	0
4.2. Maîtriser les impacts des usages récréatifs	1-2-3	10	2	5	3
Obj. 5. Relais des politiques publiques locales		15	4	5	6
5.1. Collaborer aux réseaux de surveillance du milieu	1-3	3	3	0	0
5.2. Collaborer avec les services de l'Etat et collectivités	1-2-3	6	1	3	2
5.3. Associer le PMCB aux décisions d'aménagement	1	1	0	1	0
5.4. Surveiller les conséquences de la lutte contre l'érosion	2	2	0	1	1
5.5. Diminuer les risques de pollution par hydrocarbures	2	3	0	0	3
Obj. 6. Information, sensibilisation, éducation		26	9	8	9
6.1. Sensibilisation et éducation du public et acteurs locaux	1-2-3	13	4	4	5
6.2. Renforcer les partenariats	1-2-3	7	3	3	1
6.3. Communication des actions du PMCB vers l'extérieur	1-2-3	6	2	1	3
Total		87	27	32	28
%			31,0%	36,8%	32,2%

4.4.2. Missions et actions

Le PMCB s'inspire des Parcs Naturels Régionaux terrestres : l'objectif est la conservation, mais aussi la gestion et le développement économique. Les objectifs du PMCB sont les suivants: (i) la gestion, la protection, et la revalorisation des milieux naturels marins et littoraux, (ii) la contribution au développement économique et social des activités liées à la mer, et en particulier de la pêche professionnelle artisanale, (iii) l'accueil, l'information et l'éducation du public, et en particulier des scolaires, (iv) la réalisation d'actions expérimentales ou exemplaires dans les domaines ci dessus, et la contribution à des programmes de recherche scientifique.

Le PMCB est attributaire d'une concession d'utilisation des dépendances du domaine public maritime de 9 873 ha ou sont incluses les deux zones marines protégées gérées par le Parc Marin, où toute forme de pêche, la plongée en scaphandre, et le mouillage sont interdits (Figure 6). Ces deux réserves ont longtemps constitué les deux principales zones marines à protection renforcée du littoral PACA, soit 295 ha réglementés et strictement protégés.

Sur le territoire de la concession, le Parc Marin mène depuis 25 ans des opérations de nature très variées d'aménagements en récifs artificiels, à une échelle expérimentale, pour un volume total de 4 884 m³ de récifs artificiels de production et de protection, déployés devant l'ensemble de la Côte Bleue, principalement à l'extérieur des zones marines protégées. Les 2 catégories de récifs utilisés (production et protection) ne sont pas dissociables des 2 réserves marines. Ils fonctionnent de manière complémentaire, pour une préservation et une augmentation de la biodiversité et des ressources marines exploitées.

Des programmes de recherche appliquée et des études scientifiques sur l'« effet réserve » et les ressources exploitées (poissons, oursins, corail) y sont menés depuis sa création, totalisant une quarantaine de suivis scientifiques identifiés. Le Parc Marin a également créé dès son origine des programmes de sensibilisation des scolaires à la connaissance du milieu marin, avec la mise en place de stages de découverte et de classes de mer. Plus de 26 000 enfants ont été sensibilisés à l'environnement marin littoral dans le cadre de classes de découverte. Un sentier sous-marin accueille également le public dans la ZMP de Carry-le-Rouet, tous les étés, depuis 1994.

Après 30 ans de politique maritime littorale locale, le Parc Marin témoigne d'une implication remarquable des collectivités territoriales dans la gestion locale du milieu marin et d'un travail de collaboration et de co-construction avec la pêche professionnelle depuis l'origine.

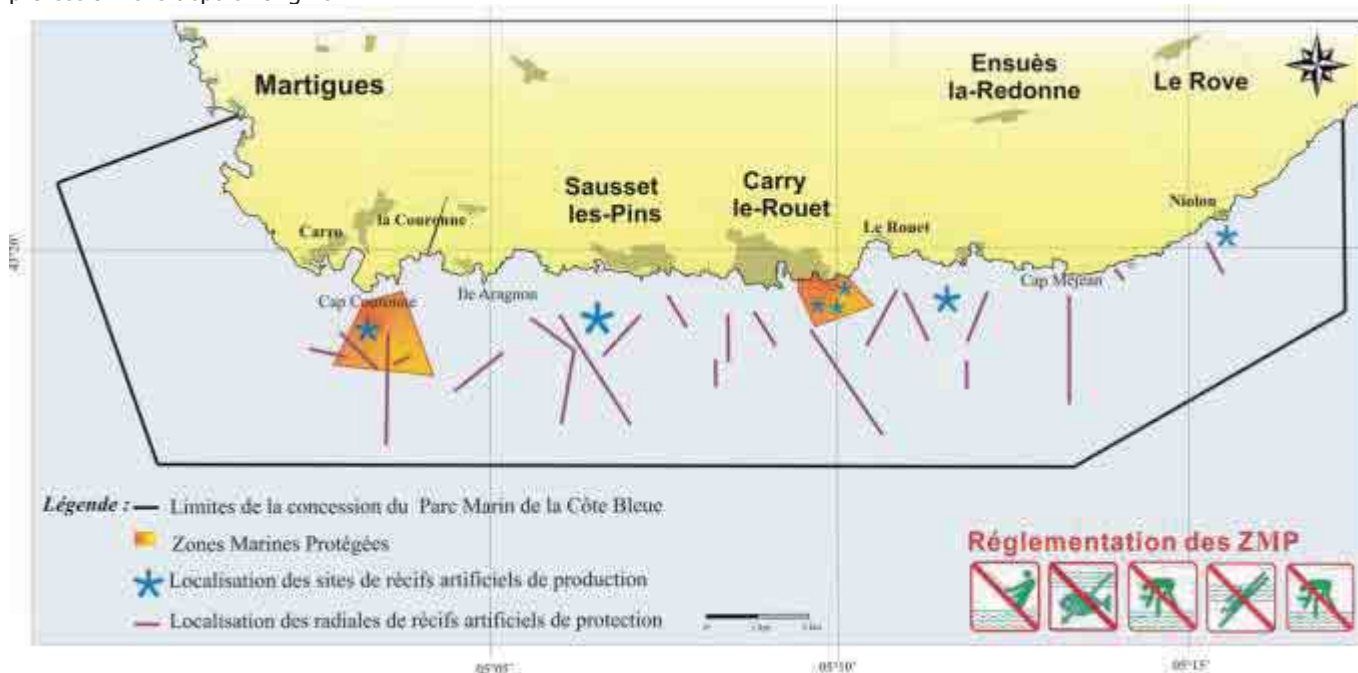


Figure 6 : Carte de présentation de la concession attribuée au Parc Marin de la Côte Bleue en décembre 2003 : concession sur le DPM de 9.873 ha, avec 2 zones marines à protection intégrale (295 ha, rectangles orange) et les aménagements complémentaires en récifs artificiels de production (5 sites, étoiles bleues) et de protection (lignes violettes, représentant 17,5 km de linéaire).

5. LES ZMP DE LA COTE BLEUE : UNE GESTION AU QUOTIDIEN

La ZMP de Carry-le-Rouet occupe une superficie de 85 ha. Elle a été mise en place il y a près de 30 ans, en 1983. Elle longe et inclue l'ensemble du littoral entre la falaise de La Tasse à l'Est du port de Carry et le Cap de Nantes à l'Ouest du port et de l'anse du Rouet. Elle s'étend jusqu'à 0,5 MN au large au voisinage de la limite inférieure de l'herbier de Posidonies. La profondeur maximale y est de 31 m.

La ZMP du Cap-Couronne, mise en place en 1996, s'étend sur 210 ha de fonds compris entre -11 m et -52 m. Contrairement à la réserve de Carry, elle n'inclue pas les petits fonds littoraux et commence à une distance d'environ 150 m de la côte (profondeur -11 à -13 m) et s'étend jusqu'à environ 1 mille nautique au large. Elle regroupe environ 80 ha de fonds infralittoraux majoritairement occupés par l'herbier de Posidonies (Figure 7).

Au sein de ces deux réserves, toutes formes de prélèvement de la ressource sont interdites : la pêche sous toutes ses formes, y compris la pêche professionnelle, la chasse sous-marine et la récolte des fruits de mer. D'autres activités comme la plongée en scaphandre autonome, le mouillage des navires et le dragage y sont également interdits. Ces ZMP assurent une protection poussée de 7,4 % des petits fonds compris entre 0 et -50 m de profondeur, qui sont les plus productifs et qui contiennent les habitats les plus sensibles (herbier de Posidonie et récifs coralligène).

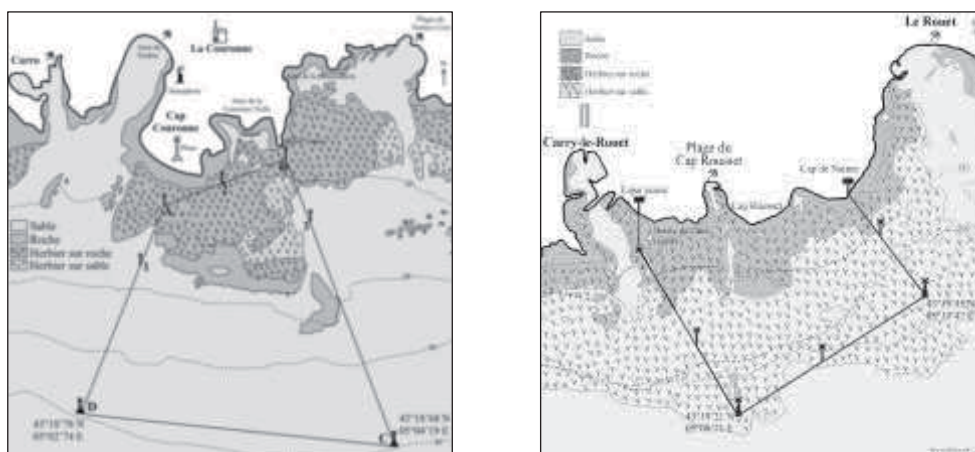


Figure 7 : Carte biocénétique et répartition des herbiers de Posidonies dans les deux zones marines protégées de Carry-le-Rouet (85 ha) et du Cap-Couronne (210 ha).

5.1. Balisage et entretien

Les deux zones marines protégées sont délimitées en mer au moyen de 13 bouées de balisage de couleur jaune (9 bouées de type ES630 et 4 bouées principales JET 2500) surmontées d'une croix de Saint-André (marque spéciale) et d'un éclairage assurant leur repérage la nuit. Sept bouées sont installées sur la réserve du Cap-Couronne, à des profondeurs variant entre -11 m et -50 m. Six bouées en mer délimitent la réserve de Carry-le-Rouet, à des profondeurs variant entre -7 m et -31 m, ainsi que deux espars à terre, qui complètent le dispositif de balisage.

Les agents du PMCB assurent la pose et l'entretien régulier des bouées-balises (inspection de chaque ligne de mouillage une fois par an et changement régulier des éléments d'usure: élingues, manilles, chaînes).

Hormis les bouées principales du large (entretien délégué par convention au service des Phares et Balises-DIRM, baliseur « Le Provence ») qui présentent un mouillage classique (chaîne au fond), le PMCB a disposé les 9 autres bouées avec des flotteurs de rappel de sub-surface, qui évitent toute présence de chaîne au fond et ne dégradent pas l'herbier de Posidonie. L'ensemble des bouées ES1700 a été remplacé en 2011 et 2012 par des bouées ES630, moins sensibles aux variations de mer, plus fiables et visibles, et nécessitant moins d'entretien.

A côté des 13 bouées de balisage, le PMCB gère également le balisage temporaire estival de la réserve de Carry-le-Rouet qui signale la zone des 300 m (2 bouées) et délimite la zone de baignade de la plage du Cap-Rousset (3 bouées).

Les lignes de mouillages de ces cinq bouées sont conçus sur le modèle des mouillages écologiques (principe de la ligne de mouillage tendue, avec flotteur de rappel, cordage polypropylène et chaîne située non-pas sur le fonds mais sous la bouée) développés depuis 2003 par le Parc Marin de la Côte Bleue, afin d'éliminer les dégradations de l'herbier de Posidonie au niveau du corps mort (évitement de la chaîne sur le fond).



Bouée ES 630 Photo : F. Bachet/PMCB.



Surveillance en mer et maintenance des bouées de signalisation des deux Zones Marines Protégées du Parc Marin de la Côte Bleue (Photos : PMCB).

Hormis le balisage en mer, un total de 38 panneaux à terre est disposé à tous les accès au littoral des réserves. Ces panneaux rappellent les interdictions en vigueur dans les 2 réserves de pêche.

5.2. Surveillance

La surveillance des deux zones marines protégées de la Côte Bleue mobilise toute l'année les agents commissionnés Gardes Particuliers du Parc Marin et les 3 agents saisonniers qui sont recrutés pour renforcer cette action essentielle entre les mois d'avril et de septembre, période de forte affluence touristique.

La forte présence des agents sur le terrain, notamment durant la période estivale au cours de laquelle les patrouilles sont permanentes, permet de dissuader les actions de pêche dans les réserves. L'effort de surveillance annuel en 2012 s'élève à 2.332 heures, dont 770 heures passées en mer, soit en moyenne 6h/jour de surveillance à Carry et 2h/jour à Cap Couronne.

Le nombre d'infractions fluctue selon les années entre 34 et 80 par an sur la réserve de Carry-le-Rouet et entre 7 et 24 pour la réserve du Cap-Couronne (Tableau 4). Les infractions avec fort prélèvement ou intentionnelles font l'objet de procès-verbaux de constatation d'infraction établis par les agents du PMCB et sont transmis aux services de l'Etat (Affaires maritimes, DDTM, Gendarmerie Maritime). Le nombre de PV annuel varie de 7 à 13 selon les années.

Les actions de surveillance sont renforcées par une collaboration avec les services habilités de l'Etat, notamment en ce qui concerne la surveillance de nuit, qui est renforcée de nuit depuis 2012, notamment l'hiver pour la ZMP du Cap-Couronne (5 nuits et 17h30).



Panneau à terre rappelant la réglementation des Zones Marines Protégées. Photo PMCB

Tableau 4 : Récapitulatif de l'effort de surveillance du PMCB réalisé sur les deux Zones Marines Protégées (ZMP) de Carry-le-Rouet et du Cap-Couronne pour les 7 dernières années (2006 à 2012).

ZMP de Carry- le-Rouet	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nombre de jours de surveillance	336	320	294	268	308	352	341
Nombre de jours en mer	255	226	198	170	162	178	178
Nombre d'heures de surveillance	1752	1685	1910	1606	1592	1910	2050
Nombre d'heures de surveillance en mer	961	809	1050	876	661	686	634
Nombre de nuits de surveillance	52	56	71	45	61	103	96
Nombre d'heures de nuit	130	78	145	97	120	213	234
Nombre d'infractions (nuit)	60	61 (5)	34 (3)	41 (5)	80 (9)	41 (7)	71 (11)
Nombre d'interventions immédiates	65	67	28	32	33	38	34
ZMP du Cap-Couronne							
Nombre de jours de surveillance	126	118	102	132	97	193	167
Nombre de jours en mer	92	79	84	70	57	86	85
Nombre d'heures de surveillance	286	286	220	216	174	382	282
Nombre d'heures de surveillance en mer	202	202	160	140	116	204	136
Nombre d'infractions	10	7	14	13	12	12	24
Nombre d'interventions immédiates	12	5	9	16	4	10	3
Nombre de PV de constatations d'infractions dressés et transmis	10	10	13	7	10	7	8

5.3. Aménagements complémentaires en récifs artificiels

De manière parallèle et complémentaire à la création des 2 réserves, le Parc Marin de la Côte Bleue a expérimenté dès le départ des récifs artificiels. Les 2 zones marines protégées et les récifs artificiels de production et de protection anti-chalutage fonctionnent de manière complémentaire. Le but final est d'aboutir à une diminution des pressions néfastes à l'écosystème, et à une augmentation de la sélectivité des prélèvements. L'ensemble de ces dispositifs a très certainement contribué au maintien de la pêche côtière professionnelle sur la Côte Bleue (plus de 60 marins aux petits métiers), alors qu'elle est en déclin dans les zones voisines.

Le PMCB a été un des précurseurs en France en matière d'aménagements en récifs artificiels et mène depuis près de 30 ans des opérations de nature très variées, avec l'utilisation de nombreux types de modules récifaux de production et de protection entre 1983 et 2004, pour un volume total de 4 884 m³ de récifs, soit 480 K€ d'investissements (Tableau 5).

Les objectifs des aménagements en récifs sont de soutenir la pêche artisanale aux petits métiers et de diversifier les habitats sur les fonds meubles ; ils concernent 2 aspects complémentaires :

- (i) la production halieutique, avec 2 684 m³ de récifs déployés en amas chaotiques sur 5 sites et destinés à augmenter la biodiversité et les ressources vivantes disponibles ;
- (ii) la protection du milieu marin et la gestion des ressources de pêche, avec 326 obstacles de protection anti-chalutage (soit 2 200 m³) déployés sur 17.5 km de radiales perpendiculaires à la côte. Ces récifs sont destinés à préserver les habitats prioritaires (herbier de Posidonie et roches coralligènes) et les ressources des actes de chalutage illégal dans la bande côtière des 3 milles (Charbonnel & Bachet, 2010).

La plupart des récifs sont situés à l'extérieur des zones marines protégées, et donc accessibles aux pêcheurs (professionnels et récréatifs) et aux plongeurs, Il n'y a pas de réglementation particulière sur la majorité des récifs, excepté ceux qui se trouvent dans les 2 zones marines protégées où la pêche est interdite. Ceux-ci ne représentent que 16% du volume des récifs de production (429 m³) et 26% du nombre de récifs de protection.

De nombreux types de modules ont été testés, à la fois pour des effets de production et de protection. La plupart des récifs de production (7 types d'architecture, Figure 8) sont constitués par de petits modules cubiques en béton de 1 à 2 m³, disposés en amas chaotique de 60 à 100 m³, ainsi que de grosses unités de 160 m³ inspirés de la technologie japonaise, mais présentant une très faible complexité architecturale.



Récifs artificiels du Parc Marin de la Côte Bleue. Photo : L. Piechegut/PMCB.

Tableau 5: Présentation et chronologie des aménagements en récifs artificiels sur les 5 sites du Parc Marin de la Côte Bleue (Charbonnel & Bachet, 2010). En gras : récifs immergés dans les réserves.

Sites/surfaces (ha) / volumes (m3)	Année d'immersion	Nature et description des modules utilisés
Niolon-Le Rove, 319 m3	1985, 1989	- 319 m3 de récifs de production de 3 types (83 cubes en béton de 1.7 m3 + 10 cubes de 2 m3 + 1 géant de 158 m3)
Ensuès-la-Redonne, 677 m3	1985, 1989 1990	- 546 m3 de récifs de production (112 cubes en béton de 1.7 m3 + 20 cubes de 2 m3 + 2 géants de 158 m3) - 131 m3 de récifs de protection (17 enrochements de 11 t (4.4 m3) + 36 sea-rocks 1.56 m3 de 2 t)
Carry le Rouet (réserve de 85 ha), 1093 m3	1983 1986, 1990, 2000	- 225 m3 de récifs de production (36 modules alvéolaires, dont 27 tabulaires de 4 m3 et 9 pyramidaux de 13 m3) - 868 m3 de récifs de protection (36 enrochements de 11 t (4.4 m3) + 20 sea-rocks 1.56 m3 de 2t + 40 modules lourds 12.5 m3 de 8t + 12 tripodes anti-senne 14.8 m3 de 3t)
Sausset les Pins, 1442 m3	1985, 1989 1986,1990	- 1241 m3 de récifs de production (195 cubes en béton de 1.7 m3 + 60 cubes de 2 m3 + 5 géants de 158 m3) - 201 m3 de récifs de protection (30 enrochements de 11 t (4.4 m3) + 44 sea-rocks 1.56 m3 de 2t)
Martigues-Cap Couronne (réserve de 210 ha), 1205 m3	1996 1996 2004	- 148 m3 de récifs de production (87 cubes en béton de 1.7 m3) - 1001 m3 de récifs de protection (91« planche de Fakir » de 11 m3) - 56 m3 de récifs expérimentaux (6 modules « Khéops » de 9.4 m3)

Pour les récifs anti-chalutage, 5 types de modules ont été utilisés (Figure 8). Les premières expérimentations ont été conduites en 1986, avec des enrochements (blocs de carrière de 10 à 12 tonnes), une première en Méditerranée. Ces modules sont déployés un par un, séparés les uns des autres par une distance comprise entre 40 et 50 m. Ils ont été déployés en lignes, créant des barrières perpendiculaires à la côte, soit 17,5 km de barrières dans la zone côtière des 1,5 MN.

Concernant les récifs artificiels de production, les suivis scientifiques ont montrés que les assemblages de poissons associés aux récifs sont similaires sur le plan de la composition spécifique, les densités et les biomasses à ceux des habitats rocheux naturels, avec dans la plupart des cas des rendements biologiques supérieurs, du fait d'une plus grande hétérogénéité et de leurs aspects multi-modulaires (Charbonnel *et al.*, 2000).

Les processus de colonisation des récifs sont généralement rapides (2 à 3 ans), mais la maturation des assemblages peut prendre de nombreuses années et certains récifs montrent toujours une évolution après 10 à 15 ans d'immersion. En 2000, les richesses spécifiques augmentent toujours sur ces récifs (richesse totale x1,3 à 1,5 ; richesse moyenne x1,6 ; Tableau 6). Le peuplement se complexifie et ce processus de colonisation lente se poursuit, avec un *turn over* et l'apparition de nouvelles espèces, ainsi qu'une tendance à la fidélisation du peuplement de poissons sur les récifs (plus grande proportion d'espèces permanentes).



La durée de maturation des assemblages dépend de la taille et de la complexité du récif. Par exemple, sur un petit récif de 148 m³ déployé dans la réserve du Cap-Couronne, la richesse spécifique des assemblages de poissons augmente régulièrement entre 1995 et 2004, de 7 à 29 espèces (RST) et de 2,6 ± 0,9 à 15,7 ± 2,1 espèces par relevé (RSM). La biomasse a été multipliée par un facteur 46, passant de 2,2 kg en 1995 (avant l'immersion des récifs) à 100,7 kg en 2004.

Tableau 6: Evolution des peuplements ichtologiques sur 2 types de récifs (module géant de 158 m³ et modules cubiques de 1,7 m³ immergés en amas chaotique de 119 m³) pour le site de Sausset-les-Pins entre 1987 et 2000 (Charbonnel *et al.*, 2000). Pk = espèces planctonophages. - = donnée non disponible.

Type de récif (volume module/total)	Module Géant (158 m ³ /158 m ³)			Modules cubiques (1,7 m ³ /119 m ³)		
	1987	1993	2000	1987	1993	2000
Année de suivi						
Nombre total d'espèces	24	24	31	28	35	41
Nombre moyen d'espèces	7.3	8.0	11.5	10.8	13.6	16.8
Densité sans pk (ind/m ³)	0.12	0.14	0.32	0.93	1.52	1.04
Densité totale (ind/m ³)	-	11.8	7.2	-	27.7	76.4
Biomasse sans pk (g/m ³)	5	21.5	12.4	116	306	155
Biomasse totale (g/m ³)	-	269	108	-	2918	2396

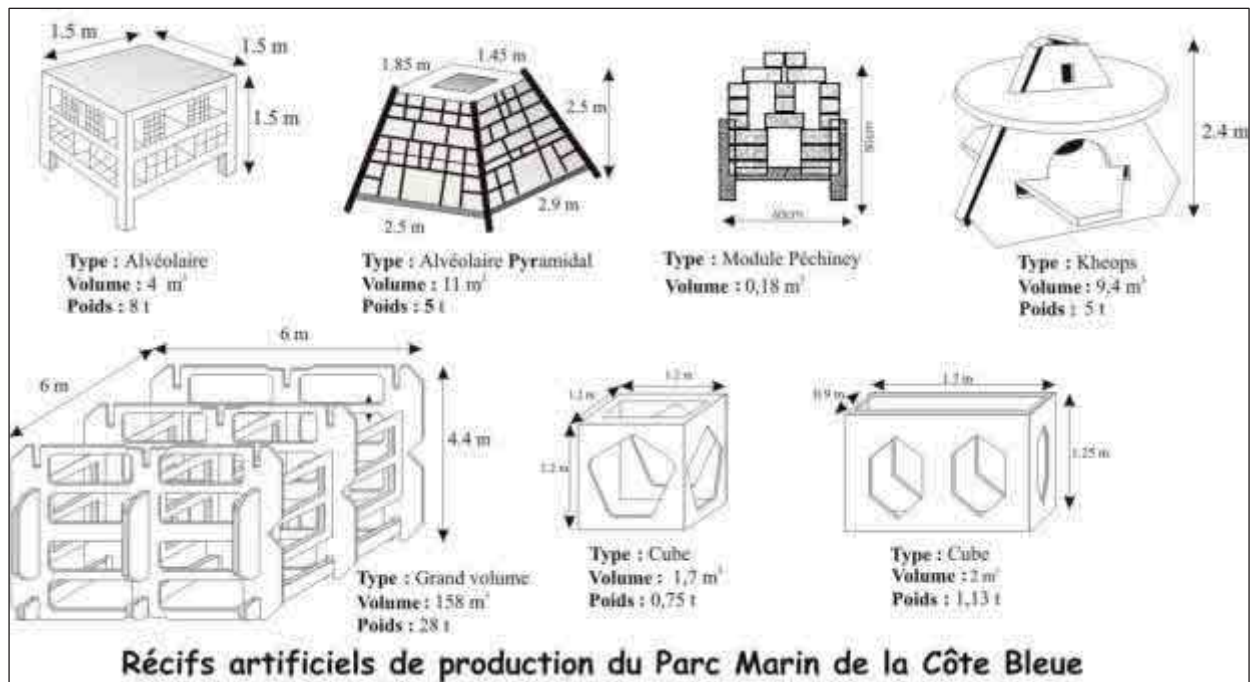


Figure 8 : Présentation schématique des différents types de modules de production (en haut) et de protection anti-chalutage (en bas) utilisés par le Parc Marin de la Côte Bleue (Charbonnel & Bachet, 2010).

La structure des assemblages de poissons diffère clairement selon le type de récif : les petits modules cubiques offrent des habitats plus complexes, avec une meilleure diversité en taille des abris disponibles. Ce type de récif présente une plus forte richesse spécifique (x 1,5), une plus forte densité (x 10) et biomasse (x 22) que le module géant de 158 m³ (Tableau 6), dont les vastes chambres sont inefficaces, car elles n'ont pas d'équivalent naturel.

L'architecture du récif est un facteur crucial dans son efficacité biologique. L'architecture et l'agencement du récif sur le fond doivent être adaptés aux comportements des espèces cibles et à leurs besoins en habitats. Un récif dont l'objectif est de maximiser sa biodiversité doit être le plus hétérogène possible et avoir une grande complexité structurale.

L'utilisation de plusieurs types de matériaux de différentes tailles immergés en amas chaotiques irréguliers facilite la création d'un réseau cavitaire complexe, avec des cavités interconnectées entre elles et offre des abris de type anfractueux, qui bénéficient à la plupart des espèces de poissons, à la fois les proies et les prédateurs. Il est important de noter que les récifs artificiels fonctionnent comme des « mini » réserves et présentent un effet réserve similaire avec :

- (i) une augmentation de la biodiversité et du nombre d'espèces, du fait notamment de la régularité de présence d'espèces rares (grands poissons carnivores tels que Mérou brun, Corb, Loup, Denti, Daurade) ;
- (ii) une augmentation des abondances, particulièrement pour les espèces ciblées par la pêche ;
- (iii) une structure démographique des populations plus équilibrée, avec une plus grande proportion de grands individus, qui sont d'autant de reproducteurs potentiels (Charbonnel & Bachet, 2010).

6. LES EFFETS DES ZONES MARINES PROTEGEES DE LA COTE BLEUE

6.1. Les objectifs des Aires Marines Protégées

La définition la plus récente d'une aire marine protégée est la suivante (Claudet, 2011) :

« **Aire marine protégée (AMP)** : Une AMP est définie comme une aire marine géographiquement délimitée, établie par des lois internationales, nationales, territoriales, tribales ou locales, désignée pour améliorer la conservation à long terme de sa biodiversité et de ses ressources naturelles. Cet objectif est rarement unique et est le plus souvent relié à un usage et une gestion durables de la ressource et au développement socio-économique. Les AMP peuvent être à usages multiples et permettre des usages limités comme les pêcheries traditionnelles et la plongée sous-marine, ou combiner différents usages au sein d'un zonage spatial. Les zones de protection partielle, les zones tampon, les zones d'exclusion d'engins de pêche sont toutes des cas particuliers d'AMP où un ou plusieurs usages extractifs y sont interdits (mais les autres usages autorisés). Différents objectifs peuvent conduire à la création d'AMP ; les plus communs peuvent être synthétisés comme suit (Claudet & Pelletier 2004) : (1) conservation et protection des ressources naturelles au sein de zones reconnues particulièrement importantes en terme de diversité écologique afin d'assurer leur viabilité sur le long terme et de maintenir leur diversité génétique ; (2) restauration de zones dégradées ou surexploitées et considérées comme critiques à la survie d'espèces cibles, ou d'importance significatives pour le cycle de vie d'espèces d'importance économique ; (3) amélioration de la relation entre l'homme, son environnement et les activités économiques au travers du maintien d'usages traditionnels et de l'exploitation durable des ressources, ainsi que de la protection et de la gestion de sites esthétiques, culturels et historiques ; (4) amélioration des captures par pêche par la protection de la biomasse des stocks reproducteurs en agissant comme source de recrues et post-recrues pour les zones environnantes; en restaurant la structure d'âge des populations naturelles et en agissant comme assurance contre les erreurs de gestion dans les zones de pêche ; (5) résolution de conflits présents ou anticipés entre usagers des zones côtières ; (6) amélioration de la connaissance sur l'environnement marin au travers de la recherche et de l'éducation et de la sensibilisation ; et (7) mise en valeur de l'héritage naturel par les administrations locales au travers du tourisme et des bénéfices économiques pour les résidents.

Réserve marine : Une réserve marine est définie en tant que cas particulier d'AMP où tous les usages extractifs sont interdits. Les zones de protection totale, les réserves intégrales, les zones de non-prélèvement sont toutes synonymes de réserve marine. Dans certaines réserves marines certains ou tous les usages non-extractifs (e.g. baignade, navigation) peuvent également être exclus. En méditerranée, la plupart des réserves marines sont incluses au sein d'AMP, étant ainsi les zones de protection totale d'AMP multi-usages ».

Plus simplement, les grands objectifs généralement assignés aux AMP sont rappelés ci-dessous (C.F. Boudouresque, *comm. pers.*). Le dernier objectif est le plus important recherché par les réserves de la Côte Bleue, la « reconstitution des stocks d'espèces exploitées », les réserves permettant l'exportation de biomasse vers l'extérieur (effet « spillover »).

Les Aires marines Protégées : objectifs

- Protéger l'environnement et le patrimoine culturel
- Information et éducation du public
- Zones de référence pour la recherche scientifique
- Promotion d'un tourisme durable
- Gestion des conflits d'usage
- Reconstitution des stocks d'espèces exploitées dans les zones ouvertes à la pêche artisanale

Il existe plusieurs catégories d'Aires Marines Protégées, l'IUCN distingue classiquement 6 niveaux de protection, selon la régulation et l'encadrement des usages au sein de l'AMP (Figure 9). D'après cette classification, il faut noter que les 2 Zones Marines Protégées de la Côte Bleue sont situées au maximum des niveaux de protection (niveau 5), avec toutes les activités interdites en leur sein (hormis la baignade et la circulation des navires).

Classification des Aires Marines Protégées (AMPs)





























	Recherche Scientifique	Plongée	Pêche à la ligne	Pêche au fusil-harpon	Pêche artisanale
Niveau 5					
Niveau 4					
Niveau 3					
Niveau 2					
Niveau 1					
Niveau 0					

Figure 9 : Classification des Aires Marines Protégées selon leur niveau d'interdiction (diaporama de C.F. Boudouresque lors d'une conférence à Carry le 13 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).

6.2. Une réserve marine, comment ça marche ?

La représentation schématique du Prof. CF. Boudouresque (Figure 10) illustre bien la différence de fonctionnement d'une réserve par rapport aux zones extérieures.

De manière classique, les zones ouvertes à la pêche font l'objet d'une exploitation intense, voire d'une surexploitation. Dans ces zones, les poissons sont souvent de petite taille (ils se font capturer bien avant de devenir des adultes matures), la reproduction est aléatoire, car les petits individus produisent très peu d'œufs et il manque souvent l'un des deux sexes. En effet, de nombreuses espèces de poissons changent de sexe au cours de leur vie, comme le mérrou d'abord femelle puis mâle.

A l'inverse, dans les réserves, la reproduction est grandement améliorée, puisque les adultes des 2 sexes sont bien représentés, avec l'ensemble des structures de tailles des populations et une démographie équilibrée. De plus, les poissons étant beaucoup plus gros à l'intérieur des réserves, ils pondent proportionnellement beaucoup plus d'œufs. Par exemple une femelle de Lutjan (*Lutjanus sp.*) de 61 cm de long produit 212 fois plus d'œufs qu'une femelle de 42 cm (C.F. Boudouresque, *comm. pers.*).

La création d'une réserve où la pêche est interdite peut apparaître au premier abord comme un inconvénient pour les pêcheurs, puisqu'ils sont privés d'une partie de leur territoire de pêche. Cependant, les poissons peuvent grandir et approcher leur taille maximale. Ils deviennent des reproducteurs très performants, avec un maximum d'œufs produits par rapport à des petits individus.

Au final, il y a une exportation de biomasse vers l'extérieur, exportation à la fois par les œufs, larves et juvéniles qui sont produits en plus grande quantité dans la réserve, mais également exportation des adultes par les migrations et échanges avec les zones périphériques, la réserve n'étant pas un système clos (exportation démontrée au cours du programme européen BIOMEX évoqué plus loin).

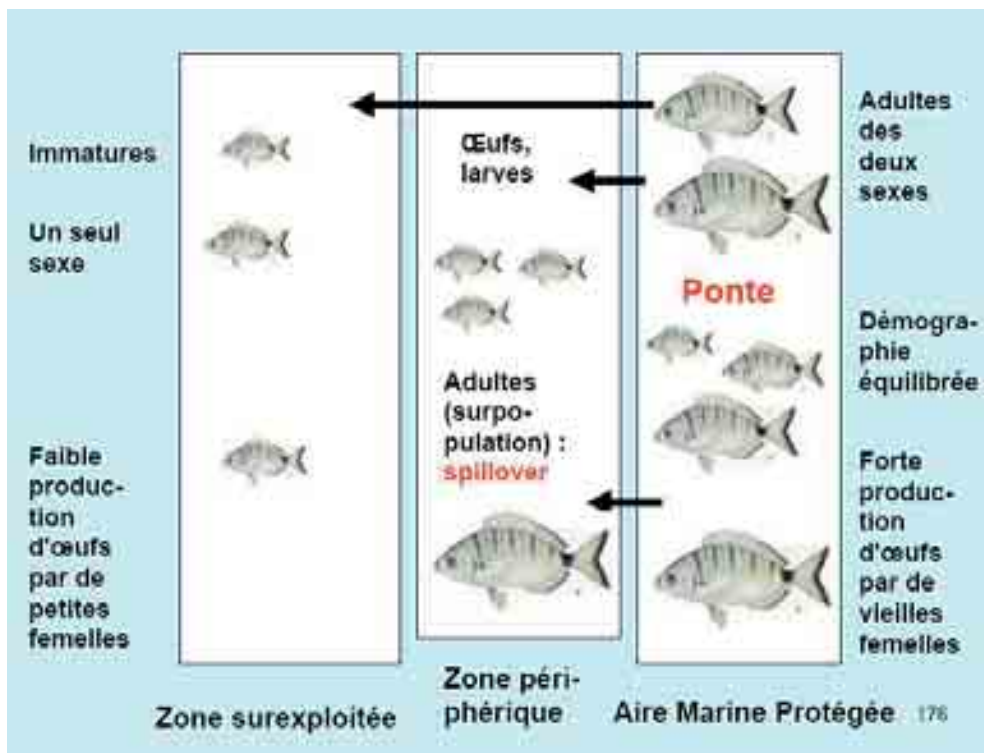


Figure 10 : une réserve, comment ça marche (illustration C.F. Boudouresque, d'après Boudouresque *et al.*, 2005).

Les bénéfices générés par une Aire Marine Protégée sont synthétisés par J.G. Harmelin dans les illustrations ci dessous (Figure 11).

Quels sont les bénéfices générés par une AMP ?

3 – Dans AMP : suppression de la mortalité par pêche
 >> les poissons peuvent grossir et atteindre leur taille maximale et leur abondance augmente

Autre conséquence de l'accroissement de l'abondance des gros individus

>> Crise du logement et augmentation de la compétition
 >> Migration hors AMP : EXPORTATION DE BIOMASSE

Conséquences

A - Les gros poissons sont de puissants reproducteurs :
 La production gonadique augmente considérablement avec la taille des reproducteurs
 >> Cette production gonadique (œufs, larves pélagiques) est exportée par les courants vers les zones pêchées

En résumé,

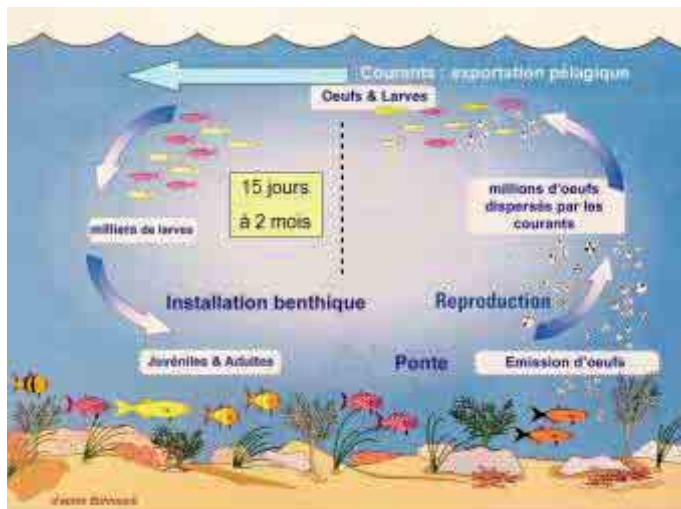
Exportation de biomasse à partir d'une AMP : 3 grandes voies

- 1 – Déplacements saisonniers ou aléatoires des adultes
- 2 – Exportation des œufs et des larves produits en masse sur place
- 3 – Déplacements pour cause de crise du logement et de compétition entre individus

Figure 11 : illustrations des bénéfices générés par une Aire marine Protégée à protection renforcée (diaporama de J.G. Harmelin lors d'une conférence à Carro le 6 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).

Les bénéfices apportés par une réserve ne sont pas seulement d'ordre écologique, mais aussi économique, par l'amélioration de la pêche à la périphérie. En effet une réserve n'est pas un « coffre fort » hermétique ; elle correspond plus à une banque qui distribuerait ses gains, qui sont très supérieurs à ceux d'une zone pêchée. Ces gains exportés vers l'extérieur sont générés par l'augmentation très conséquente de la densité des populations d'espèces pêchées et de la proportion des individus de grande taille.

Les zones périphériques sont ainsi alimentées par le jeu des courants avec un flux beaucoup plus élevé de larves et donc de recrues et de juvéniles (schéma ci contre, d'après Bonhsack).



L'effet réserve, ou plutôt les effets réserve sont résumés dans le schéma conceptuel du prof. C.F. Boudouresque ci-dessous (Figure 12) :

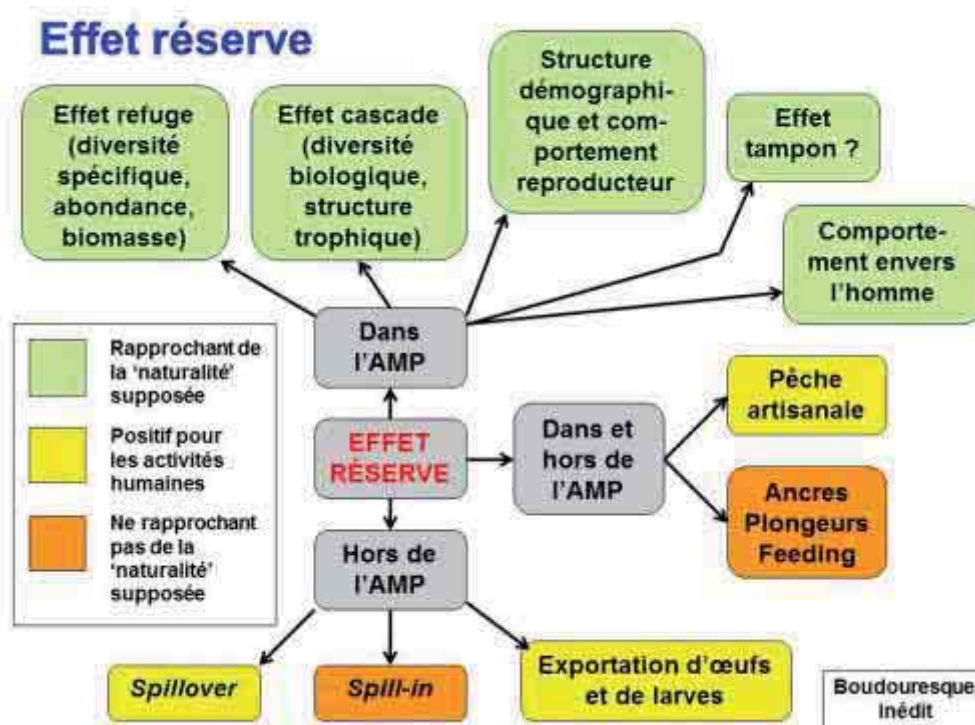


Figure 12 : Schéma récapitulatif conceptuel des effets réserve (Boudouresque, inédit, diaporama de C.F. Boudouresque lors d'une conférence à Carry le 13 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).

Une des conclusions du dernier congrès mondial IMPAC3 qui a eu lieu à Marseille en octobre 2013 est de souligner que l'homme est bien au cœur des Aires Marines Protégées. Les AMP n'opposent pas l'homme et la nature, bien au contraire. Les hommes font partie intégrante des écosystèmes, à la fois comme bénéficiaires des richesses naturelles mais aussi comme source d'impacts potentiels.

De nombreux bénéfices et services rendus par les Aires Marines Protégées sont également soulignés, aussi bien les services écosystémiques, que culturels et socio-économiques.

6.3. Effets écologiques des réserves

Dans les Zones Marines Protégées, et lorsque les types de fonds sont favorables, l'arrêt de la pêche se traduit après un temps relativement bref par plusieurs phénomènes que l'on nomme maintenant couramment « l'effet réserve », en grande partie décrit par J.G. Harmelin à partir des travaux conduits dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet : augmentation de la diversité en espèces, abondances et tailles individuelles plus importantes pour la plupart des espèces de poissons, et présence régulière d'espèces rares ou d'intérêt commercial (espèces cibles, Figure 13).

A terme, lorsque la capacité d'accueil de la zone protégée est atteinte, une partie de la production de la réserve est exportée vers les zones périphériques ouvertes à la pêche.



Figure 13 : principales espèces cibles concernées par l'effet réserve (photos : J.G. Harmelin/Pytheas-MIO).

6.3.1. Résultats obtenus sur la Zone Marine Protégée de Carry-le-Rouet

L'impact des mesures de protection prises dans la ZMP de Carry-le-Rouet a pu être mesuré et clairement mis en évidence. Plusieurs suivis scientifiques ont été effectués dans cette réserve. De 1990 à 1993, une étude de l'effet réserve sur les poissons a été réalisée, sous la direction de J.G. Harmelin de la Station Marine d'Endoume (devenu l'Institut Pytheas) avec F. Bachet, Directeur du PMCB. Le suivi pluriannuel est effectué par comptage en plongée des espèces présentes sur des parcours identiques (transects permanents). Un site est ainsi balisé à l'intérieur de la réserve sur des fonds de 10 à 14 mètres (les « Pierres du Château »), et un autre, présentant les mêmes caractéristiques de profondeur, d'exposition et de physiographie, à l'extérieur de la réserve (site du « Mornas »).

Ces travaux ont été publiés et constituent une référence en Méditerranée souvent citée (Harmelin *et al.*, 1995). Les comptages sont effectués simultanément le même jour sur les 2 sites, 2 fois par saison, durant 3 ans. Les principaux résultats sont les suivants :

- Une diversité du peuplement (nombre d'espèces inventoriées) globalement équivalente sur les 2 sites, bien que recouvrant des différences notables au niveau de la régularité de présence dans la réserve d'espèces rares ou recherchées.
- Des abondances globales plus importantes dans le site protégé, sauf au niveau des espèces grégaires de pleine eau (planctonophages comme Athérines ou Castagnoles), peu sensibles aux types de prédation sur le site hors-réserve.
- Une plus grande abondance dans la réserve des grands poissons carnivores (espèces nobles recherchées telles que Loup *Dicentrarchus labrax*, Denti *Dentex dentex*, Daurade *Sparus aurata*, Sar tambour *Diplodus cervinus*, Mostelle *Phycis phycis*, etc), dont certains ne figurent que sur les inventaires réalisés dans la zone protégée, comme le Mérou *Epinephelus marginatus* et le Corb *Sciaena umbra*. A noter d'ailleurs que ces 2 espèces d'intérêt patrimonial bénéficient d'un statut de protection (espèces inscrites dans les Conventions de Berne et Barcelone, et moratoire d'interdiction de chasse sous-marine et pêche à l'hameçon pour le Mérou).
- Des abondances particulièrement significatives des "espèces cibles" qui sont particulièrement visées par une ou plusieurs techniques de pêche, surtout si l'on considère la catégorie des gros individus (Figure 14). A titre d'exemple, on trouve 4 fois plus de sars communs (*Diplodus sargus sargus*) à l'intérieur de la réserve qu'à l'extérieur, et 14 fois plus si l'on ne considère que la catégorie des gros individus ; cette espèce étant principalement touchée par la pêche, qu'elle soit professionnelle (filet, palangre) que de loisir (ligne, chasse sous-marine).

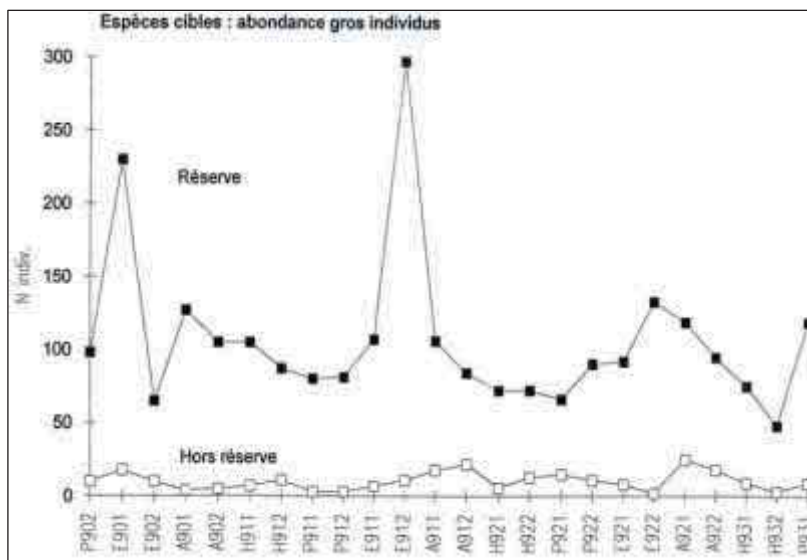


Figure 14 : Comparaison entre la ZMP de Carry-le-Rouet et l'extérieur de la réserve des abondances de gros individus des « espèces cibles » particulièrement visées par la pêche (Harmelin *et al.*, 1995). En abscisse sont indiquées les périodes de comptages (tous les trimestres entre 1991 et 1993).

Les probabilités de rencontre des espèces cibles indicatrices de l'impact de la pêche sont également beaucoup plus importantes à l'intérieur de la ZMP qu'à l'extérieur, ou seulement la moitié des espèces ont été rencontrées (8 espèces sur 16, Figure 15 et Tableau 7).

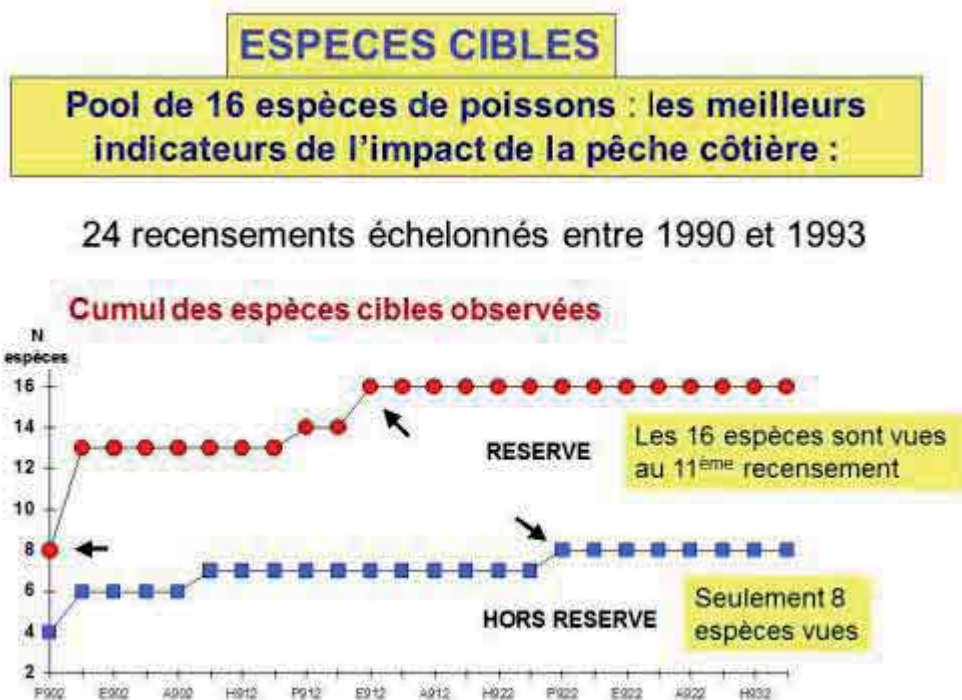


Figure 15 : cumul des espèces cibles observées dans la réserve de Carry-le-Rouet (en rouge) et à l'extérieur (en bleu ; Harmelin *et al.*, 1995).

Tableau 7 : fréquence de présence (%) des espèces cibles dans la réserve de Carry-le-Rouet et à l'extérieur (Harmelin *et al.*, 1995).

	Individus toutes tailles		Individus gros-moyens	
	Réserve	Hors réserve	Réserve	Hors réserve
<i>Conger conger</i> (GM)	70,8	8,3	70,8	4,2
<i>Dentex dentex</i> (GM)	16,7	0	16,7	0
<i>Dicentrarchus labrax</i> (GM)	54,2	0	54,2	0
<i>Diplodus cervinus</i> (G)	75,0	0	75,0	0
<i>D. puntazzo</i> (G)	79,2	62,5	58,3	20,8
<i>D. sargus</i> (G)	100	100	100	91,7
<i>D. vulgaris</i> (G)	100	100	100	79,2
<i>Epinephelus guaza</i> (GM)	33,3	0	33,3	0
<i>Labrus merula</i> (G)	100	95,8	100	33,3
<i>L. viridis</i> (G)	100	83,3	91,7	29,2
<i>Muraena helena</i> (GM)	25,0	0	25,0	0
<i>Phycis phycis</i> (G)	20,8	4,2	20,8	0
<i>Scorpaena scrofa</i> (G)	25,0	0	25,0	0
<i>Seriola dumerilli</i> (GM)	4,2	0	4,2	0
<i>Sparus aurata</i> (GM)	29,2	0	25,0	0
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (G)	66,7	37,5	29,2	0

L'étude démographique des deux espèces indicatrices de la pression de la pêche amateur à la ligne (palangrotte) montre qu'il y a 3 fois plus de Serran chevrette (*Serranus cabrilla*) dans la réserve qu'en dehors, et 26 fois plus dans la catégorie des gros individus (Figure 16).

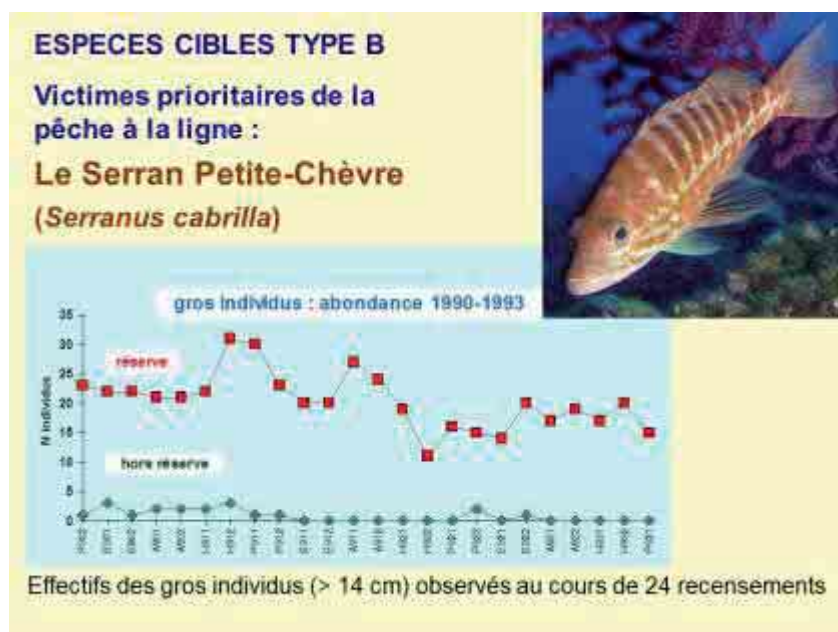


Figure 16 : effectifs des Serrans *Serranus cabrilla* (gros individus >14 cm) dans la réserve de Carry-le-Rouet et à l'extérieur (Harmelin *et al.*, 1995)

Les tailles moyennes des Serrans, mesurées au centimètre près, sont de 10,2 cm hors-réserve et de 16,9 cm à l'intérieur de celle-ci. Les mêmes résultats sont observés pour la Girelle royale (*Coris julis*), avec une taille moyenne de 14,2 cm hors réserve et 18,5 cm dans la réserve (Figure 17). Ces 2 espèces sont donc particulièrement sensibles au degré de protection d'une aire marine, avec un changement important dans la structure démographique des populations, traduisant un vieillissement et une maturité des populations plus importants (Harmelin & Bachet, 1993 ; Harmelin *et al.*, 1995).

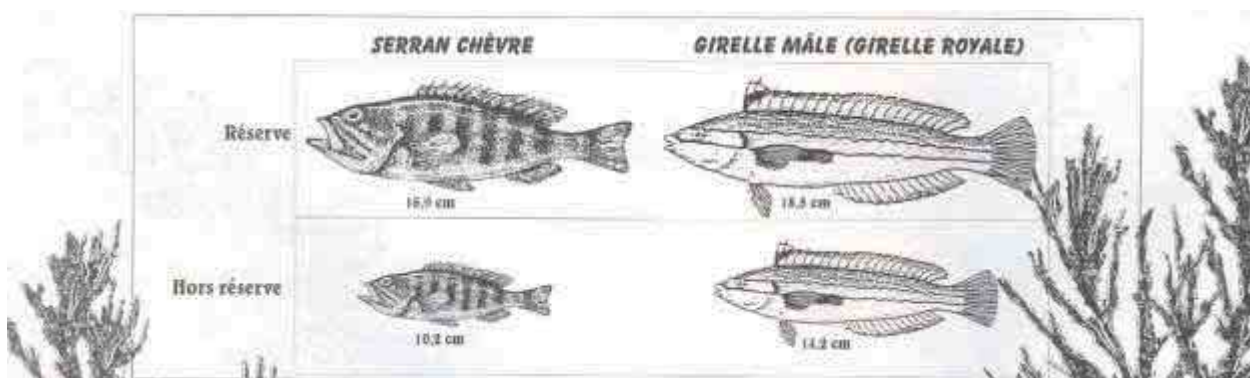


Figure 17 : Structure démographique des populations de Serran chèvre (*Serranus cabrilla*) et de Girelles mâles (*Coris julis*) dans la réserve de Carry-le-Rouet et hors réserve au Mornas (Harmelin & Bachet, 1993 ; Harmelin *et al.*, 1995).

Hormis les travaux de Harmelin *et al.* (1995), cet effet réserve a été particulièrement bien démontré au sein de la réserve de Carry, notamment dans le cadre du programme européen BIOMEX, avec plusieurs publications internationales (Forcada *et al.*, 2009 ; Goñi *et al.*, 2008 ; Harmelin-Vivien *et al.*, 2008 ; Stelzenmuller *et al.*, 2008 ; BIOMEX, Planes 2005, *cf.* Chap. 6.6) et également du programme EMPAFISH (Claudet *et al.*, 2008, 2010 ; Garcia-Charton *et al.*, 2008 ; Higgins *et al.*, 2008 ; Vandeperre *et al.*, 2011).

6.3.2. Résultats obtenus sur la Zone Marine Protégée du Cap-Couronne

Le suivi en plongée du peuplement de poissons de la ZMP du Cap Couronne (3 stations x 12 transects dans la réserve, 2 stations x 12 transects hors réserve) met également clairement en évidence un effet bénéfique de la protection sur la densité et la richesse spécifique (Jouvenel & Bachet, 1998, 2002 ; Jouvenel *et al.*, 2004, 2005 ; Claudet *et al.*, 2006 ; Le Diréach *et al.*, 2010, 2013) mais également un impact des activités de prélèvement à l'extérieur de la Zone Marine Protégée.

Au total, au cours des 7 campagnes triennales qui ont lieu depuis 1995 (avant la création de la réserve), le nombre d'espèces rencontrées lors des inventaires en plongée est de 58 espèces dans la réserve, contre 44 hors réserve. A noter que le nombre d'espèces est toujours supérieur dans la ZMP qu'en dehors de la réserve et ce, quelle que soit l'année considérée (Figure 18).

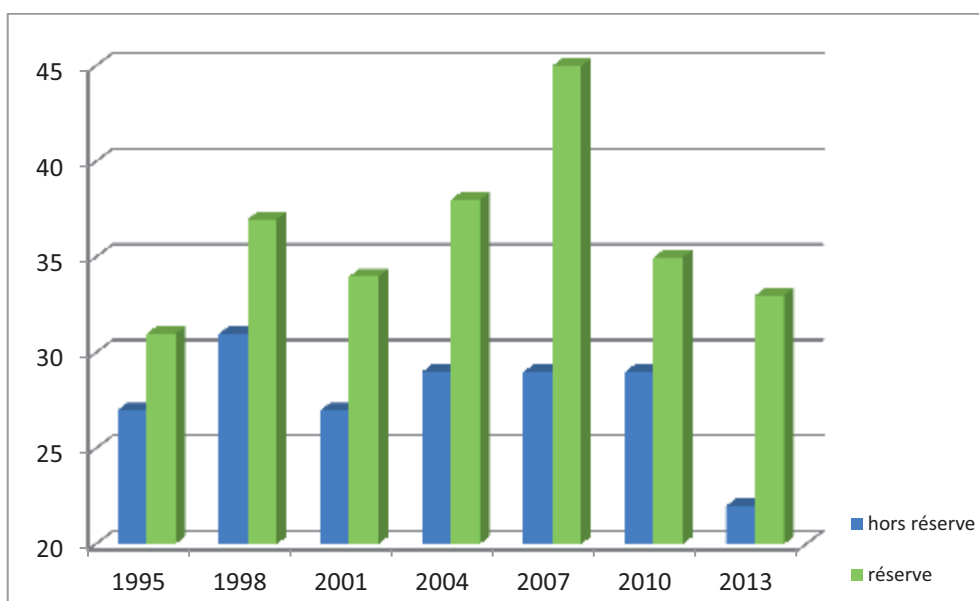


Figure 18: Evolution du nombre d'espèces entre 1995 et 2013 dans la ZMP du Cap-Couronne (en vert) et hors réserve (en bleu).

Les biomasses en espèces cibles montrent également une nette différence entre la ZMP et l'extérieur. Lors du dernier suivi en 2013, les biomasses sont de 9 936 g/100 m² dans la réserve, alors qu'elles atteignent seulement 352 g/100m², soit un facteur 28. Entre 1995 et 2013, les biomasses en espèces cibles dans la ZMP ont été multipliées par un facteur 6 (Figure 19).

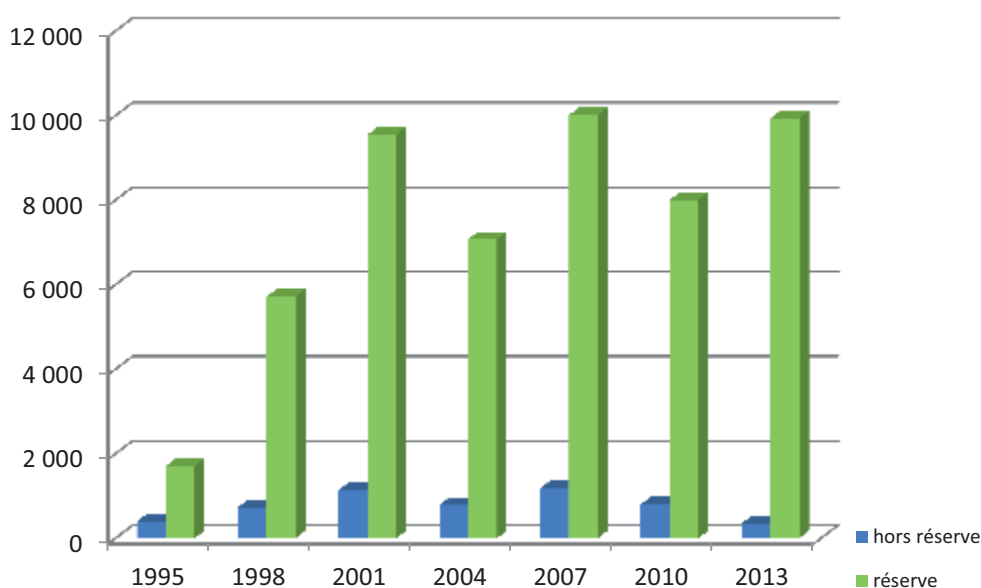


Figure 19: Evolution des biomasses en espèces cibles entre 1995 et 2013 dans la ZMP du Cap-Couronne (en vert) et hors réserve (en bleu).

Concernant les espèces cibles de la pêche de loisir, on remarque que l'évolution des Girelles (*Coris julis*) est très importante entre 1995 et 2001, puis reste ensuite à un niveau élevé, avec en 2013 quatre fois plus de girelles dans la réserve qu'en dehors (887 vs 231 individus, Figure 20).

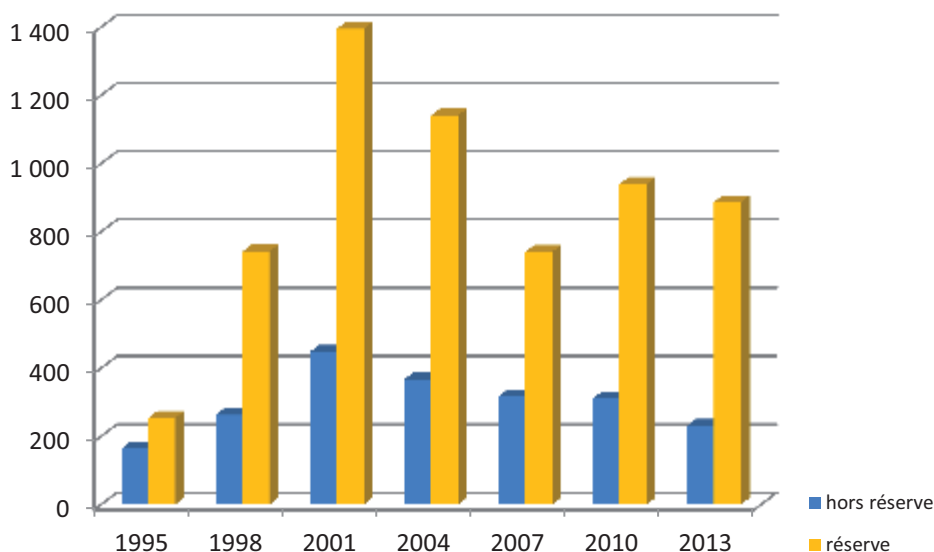


Figure 20 : evolution du nombre de Girelles (*Coris julis*) entre 1995 et 2013 dans la ZMP du Cap-Couronne (en orange) et hors réserve (en bleu).

La structure démographique de la population des Girelles diffère clairement selon le degré de protection : dans la zone protégée, la population est mieux équilibrée, avec l'ensemble des classes de tailles représentées, en particulier les grands individus (mâles en livrée terminale) qui sont plus nombreux et plus grands qu'en zone exploitée par la pêche, hors réserve (Figure 21).

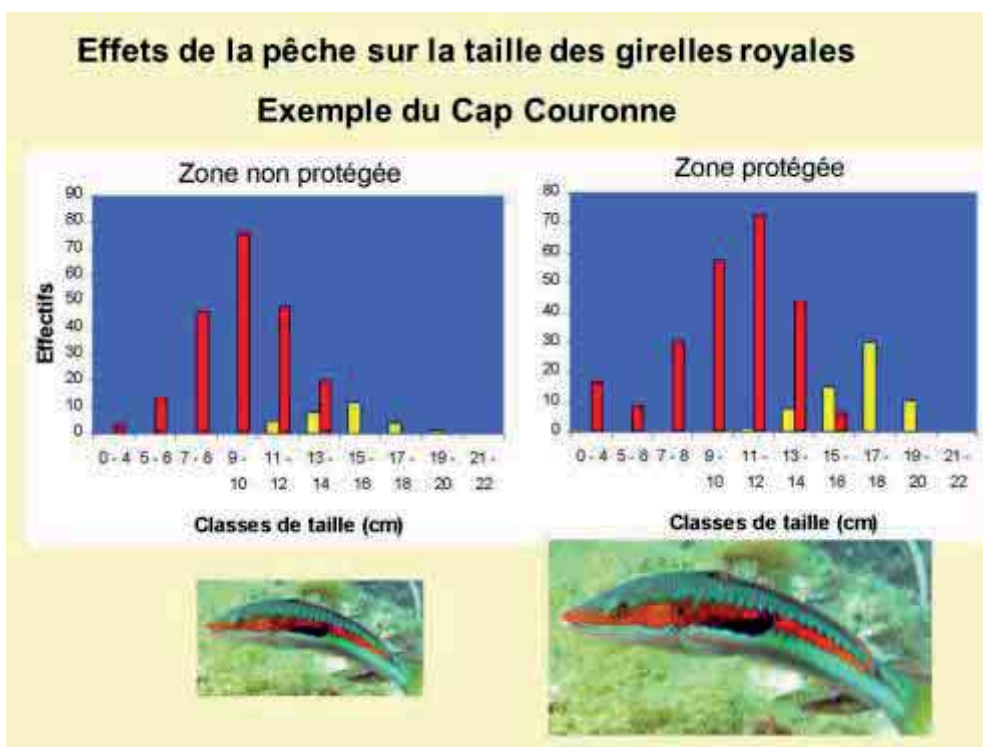


Figure 21 : structure démographique des Girelles royales (girelles mâles) au Cap-Couronne selon le degré de protection de la zone (diaporama de J.G. Harmelin lors d'une conférence à Carro le 6 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).

6.4. Effet des ZMP sur les habitats et espèces patrimoniales et emblématiques

6.4.1. Les habitats

Les habitats des 2 Zones Marines Protégées sont similaires à ceux de l'ensemble des fonds du littoral de la Côte Bleue (fonds mixtes herbier/roche), mais du fait de leur protection intégrale, ils sont plus riches et diversifiés sur le plan biologique, car soustraits aux pressions anthropiques, en particulier l'ancrage des navires. Les petits fonds rocheux sont souvent associés aux herbiers de Posidonies entre la surface et -15 m de profondeur. De nombreuses algues s'y développent sur la partie éclairée (peuplements photophiles) alors que les animaux fixes prédominent sur la zone ombragée (peuplements sciaphiles). Ces zones rocheuses très variées (dalles, failles, éboulis, etc) servent aussi d'habitats et de refuges pour la faune invertébrée et vertébrée. Elles sont le lieu de prédilection des juvéniles des espèces de poissons en zone superficielle. Ceux-ci y trouvent une nourriture abondante, un milieu peu profond, bien oxygéné et une multitude de cachettes pour échapper aux prédateurs. Les éboulis de taille variés à faible profondeur tout le long du littoral constituent d'excellents habitats pour les juvéniles.

Lors des inventaires biologiques CARTHAM en 2010 (Astruch *et al.*, 2011) effectués dans le cadre de la démarche Natura 2000 et du marché national lancé par l'Agence des AMP, les habitats sous-marins de l'ensemble de la Côte Bleue ont été particulièrement bien décrits (répartition, état de conservation). Sur le site Natura 2000 « Côte Bleue Marine », il existe **6 habitats génériques et 19 habitats élémentaires**³ de l'annexe I de la Directive Habitats DHFF :

- ✓ **Herbiers de Posidonie** (habitat prioritaire)
Décliné en un seul habitat élémentaire : Herbiers de Posidonie (HP) ;
- ✓ **Récifs**
Décliné en 5 habitats élémentaires : roche supralittorale (RS), roche médiolittorale supérieure (RMS), roche médiolittorale inférieure (RMI), roche infralittorale à algues photophiles (RIAP), Coralligène ;
- ✓ **Grottes marines submergées ou semi-submergées**
Décliné en 3 habitats élémentaires : biocénose des grottes médiolittorales (GM), des grottes semi-obscurées (GSO) et des grottes obscures (GO) ;
- ✓ **Bancs de sables à faible couverture permanente d'eau marine**
Décliné en 5 habitats élémentaires : sables fins de haut niveau (SFHN), sables fins bien calibrés (SFBC), sables grossiers et fins graviers sous l'influence des courants de fond (SGCF), sables grossiers et fins graviers brassés par les vagues (SGBV) et galets infralittoraux (GI) ;
- ✓ **Replats boueux ou sableux exondés à marée basse**
Décliné en 4 habitats élémentaires : sables supralittoraux avec ou sans laisses à dessiccation rapide, laisses à dessiccation lente dans l'étage supralittoral, sables médiolittoraux, sédiments détritiques médiolittoraux ;
- ✓ **Grandes criques et baies peu profondes**
Décliné en un seul habitat élémentaire : sables vaseux de mode calme (SVMC).

Les superficies des habitats présents dans les 2 ZMP sont détaillées dans le Tableau 8. On constate que l'herbier de Posidonie occupe majoritairement les fonds de la réserve de Carry (80%), tandis que sa superficie est plus faible dans la réserve de Couronne (18%), principalement concernée par des fonds sédimentaires du Détritique Envasé (56,5%) et du Détritique Côtier (23%).

Tableau 8 : Surfaces cartographiées et pourcentage d'occupation des différents habitats marins des deux Zones Marines Protégées (ZMP) du Parc Marin de la Côte Bleue. Surfaces issues des inventaires biologiques CARTHAM en 2010, dans le cadre de la démarche Natura 2000.

ZMP	Libellé biocénose selon la typologie MNHN	superficie Lambert 93 (Ha)	Pourcentage
Cap-Couronne	Coralligène	3,88	1,97
	herbier à <i>Posidonia oceanica</i> et herbier en mosaïque avec le Coralligène	35,74	18,13
	Fonds détritiques envasés (DE)	111,36	56,49
	Sables et graviers sous influence des courants de fond (SGCF)	0,01	0,01
	Détritique côtier (DC)	45,93	23,30
Carry-le-Rouet	Matte morte de Posidonie	2,88	3,11
	Coralligène	0,86	0,93
	herbier à <i>Posidonia oceanica</i>	73,62	79,66
	Roches infralittorales à algues photophiles (RIAP)	13,17	14,25
	Galets infralittoraux (GI)	0,02	0,02
	Sables et graviers sous influence des courants de fond (SGCF)	1,61	1,74
	Sables fins bien calibrés (SFBC)	0,10	0,11

³ - Hormis les habitats d'intérêt communautaire, d'autres habitats dits « non communautaire », c'est à dire non-inscrits dans la Directive Habitats, sont présents dans le site « Côte Bleue Marine », avec 6 habitats hors Directive (5 habitats sédimentaires et un habitat spécial « récif artificiel ») : Détritique Côtier (DC), Détritique Envasé (DE), Vases Portuaires (VP), Vases Terrigènes Côtiers (VTC), substrat envasé localement enduré.

A partir des cartographies effectuées sous SIG (système d'information géographique), un zoom cartographique est réalisé sur les deux ZMP de Carry-le-Rouet (Figure 22) et du Cap-Couronne (Figure 23).

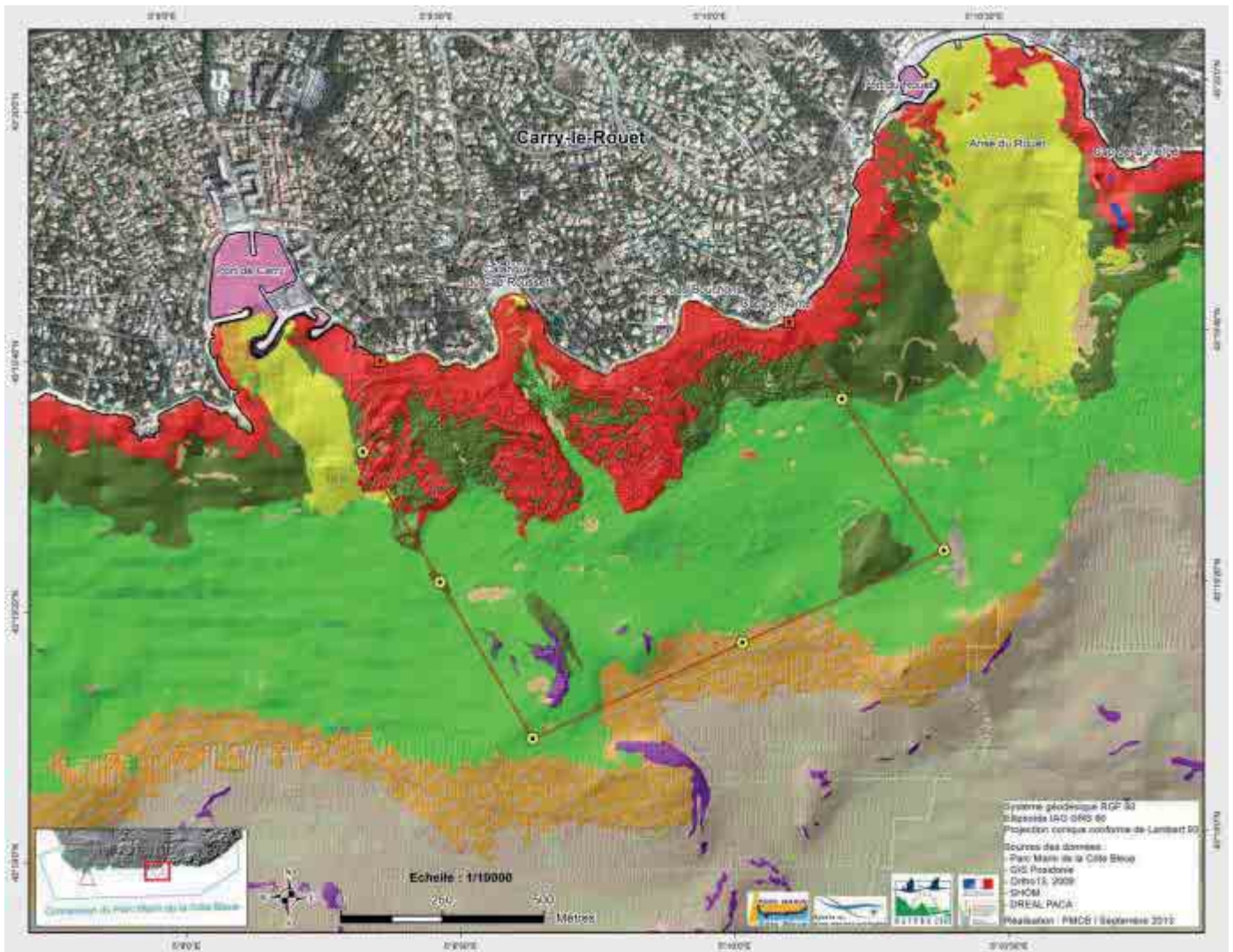


Figure 22 : Carte biocénotique des fonds de la ZMP de Carry-le-Rouet. Cartographie des habitats Natura 2000 issue des inventaires CARTHAM (Astruch *et al.*, 2011) et de l'Atlas cartographique du DOCOB (PMCB, 2013). La légende et les codes couleurs des habitats sont indiqués dans la figure suivante.

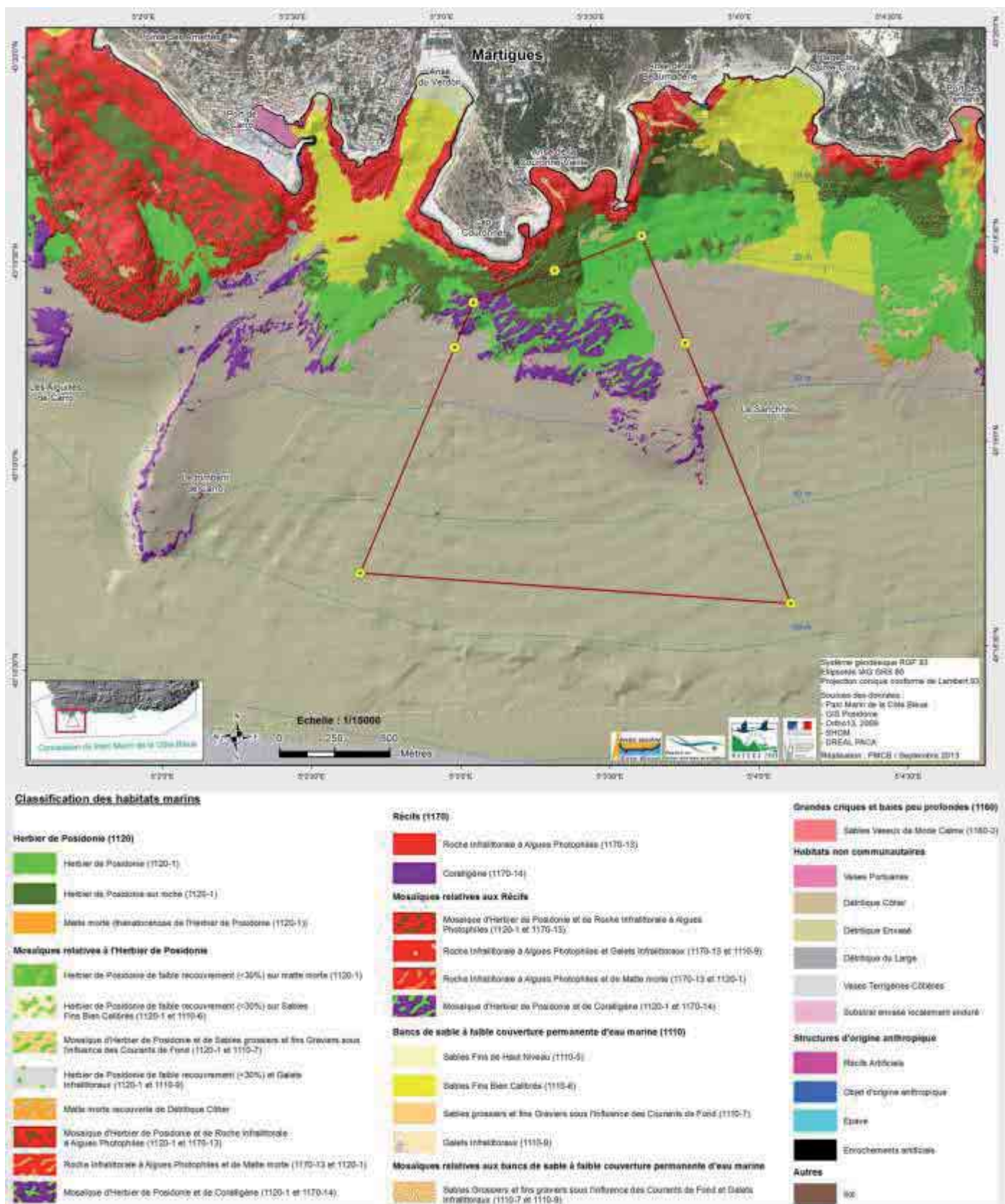


Figure 23 : Carte biocoenotique des fonds de la ZMP du Cap-Couronne. Cartographie des habitats Natura 2000 issue des inventaires CARTHAM (Astruch *et al.*, 2011) et de l'Atlas cartographique du DOCOB (PMCB, 2013).

6.4.1.1. L'herbier de Posidonie

Habitat d'importance prioritaire, l'herbier à *Posidonia oceanica* constitue l'écosystème pivot des fonds littoraux en Méditerranée et joue un rôle écologique prépondérant. Il possède une très haute valeur écologique et constitue un pôle de biodiversité avec 25% des espèces connues en Méditerranée, et de grande importance pour les ressources exploitées et la pêche artisanale. Il joue un rôle de frayère et de nurserie et protège les plages du littoral sableux contre l'érosion et permet l'équilibre sédimentaire du rivage. Ses paysages sous-marins sont de haute valeur esthétique.

Il assure l'enrichissement de certains autres écosystèmes littoraux et sa production primaire est très importante. Cet habitat protégé est très sensible aux impacts anthropiques et, d'une manière générale, les herbiers des côtes nord-occidentales de la Méditerranée sont en régression. (Boudouresque *et al.*, 2006).

Avec 1 049 ha, l'herbier de Posidonie de la Côte Bleue est le plus vaste herbier des Bouches du Rhône. Excepté l'herbier présent dans le Golfe de Fos jusqu'à Port de Bouc, l'herbier de la Côte Bleue est le dernier vers l'Ouest jusqu'à la frontière espagnole avant la Côte vermeille, hormis les quelques parcelles du Languedoc autour d'Agde et de Palavas. Présent sur la plupart du site entre la surface et 30 m de profondeur, cet herbier est très varié et original dans sa répartition car il se développe aussi bien sur substrat meuble (684 ha) que sur substrat dur (365 ha), en plaquage sur roche ou en mosaïque avec des éboulis et dalles. Il est souvent associé en mosaïque avec d'autres habitats, ce qui lui confère une grande originalité (habitat de la roche infralittorale à algues photophiles (1170-13), des enclaves grottes semi obscures (8330-3) et en profondeur au coralligène (1170-14). Cette juxtaposition des habitats renforce la valeur patrimoniale du site et sa qualité paysagère, en favorisant le développement de peuplements extrêmement riches et diversifiés.



Herbier de Posidonie (Photo : S. Ruitton/Pytheas-MIO)

Physionomie et structure sur la Côte Bleue

Sur la Côte Bleue comme dans les 2 zones marines protégées, l'herbier de Posidonie Posidonies est présent sous différentes formes et montre des structures très variées, selon les conditions du milieu et en particulier de l'hydrodynamisme ou de la profondeur :

- En herbier de plaine (684,4 ha), sur substrat meuble avec édification d'une petite matte. C'est le cas entre l'Aragnon et Carry, ainsi qu'à l'Est en face de Corbières, au-delà de 15 m de profondeur et jusqu'en limite inférieure, l'herbier se développe sur de la matre avec un recouvrement généralement moyen à faible (50%) ;

- En herbier sur roche (362,8 ha). Il s'agit d'une mosaïque avec l'habitat de la Roche Infralittorale à Algues Photophiles (1170-13). Il s'agit d'une singularité de l'Herbier à Posidonies de la Côte Bleue, il abonde au niveau du Plan de Carro et des Arnettes, dans les petits fonds rocheux de Couronne au Cap Méjean. Parfois, plus en profondeur, l'herbier est en contact directement avec le Coralligène (1170-14) ;



- En herbier avec intermattes déferlantes. Il s'agit d'une structure particulière créée par les courants locaux dominants. L'herbier forme alors des tombants de matre morte d'une hauteur pouvant atteindre 2 m. A la base du tombant, la biocénose des Sables Grossiers sous influence des Courants de Fond (1110-7) peut se développer. On retrouve ponctuellement cette typologie entre Sausset et Carry ;



- En herbier ondoyant, structuré par l'hydrodynamisme, l'herbier forme des reliefs analogues à des ondulations. Cette structure a été observée dans la ZIEM de l'anse de Méjean, à faible profondeur ;

- Association de l'herbier avec des bioconcrétionnements d'algues calcaires *Corallinaceae*. Cette association renforce la valeur patrimoniale de la Côte Bleue car elle contribue à la richesse biologique (diversité des habitats) et la qualité paysagère, avec de nombreuses enclaves et micro-milieus sciaphiles. Cette typologie est souvent



présente au sein de l'herbier sur roche sans jamais être très dense et dominante sur l'ensemble du site.

Hormis cette mosaïque d'habitats, ce qui confère à l'herbier de la Côte Bleue une grande originalité ; la particularité de la Côte Bleue réside dans la succession d'anses et de criques au droit desquelles se forment, par l'action de l'hydrodynamisme, des « rivières de retour⁴ », chenaux de sable, creusés sous l'action des courants de fond. Le retour des masses d'eau vers le large se fait par le fond, il se creuse alors dans l'axe de la baie, un chenal d'érosion, en perpétuel remaniement (Blanc & Jeudy de Grissac, 1978), qui scinde les herbiers en deux. L'herbier de Posidonie se développe généralement de part et d'autre de ces grandes zones de sable, sur substrat rocheux.

⁴ - Une dizaine de rivière de retour sont répertoriées, pratiquement une dans chaque baie, avec par ordre d'importance : Boumandariel, anse du Rouet, sortie du port de Carry, Sainte Croix, anses des Baumettes et de La Tuilière, Sausset les Pins, anse du Petit Nid, grand et petit Rouveau. La frontière entre l'herbier scindé en deux et le chenal de retour est le plus souvent matérialisée par un tombant de matre qui peut être érosif ou non, d'une hauteur voisine du mètre (Bonhomme *et al.*, 2003).

Etat de l'habitat sur la Côte Bleue

L'herbier de Posidonie est bien représenté et bien conservé sur l'ensemble de la Côte Bleue et occupe la majorité des fonds jusqu'à -20 à -30 m selon les secteurs (limite profonde maximale trouvée à -29,8 m au cours des vérités-terrain entre Carry et Sausset). Présent dans moins d'un mètre d'eau dans certains fonds de baies (herbier de sub-surface), il se développe jusqu'à environ 20 m de profondeur à l'Ouest de Couronne, et entre -23 et -30 m sur le reste de la Côte Bleue, comme dans les 2 réserves.

La profondeur atteinte par l'herbier est étroitement liée au contexte naturel de turbidité du secteur lié au flux rhodanien auquel pourraient se rajouter les influences anthropiques du Golfe de Fos à l'Ouest et des ports de Marseille à l'Est. L'herbier se développe de manière quasiment continue sur l'ensemble de la Côte Bleue, sur une largeur moyenne de 710 m, mais est plus représenté au centre (bande de 1400 m au Rouet) qu'à l'Est et à l'Ouest (440 m de largeur à Couronne).

L'état de conservation de l'herbier de Posidonie est jugé bon à l'échelle de l'ensemble de la Côte Bleue. Globalement, plusieurs éléments de contexte sont favorables à l'herbier : (i) le littoral est relativement peu artificialisé (15%) par rapport au reste des Bouches du Rhône (25%) ; (ii) la création des 2 ZMP protège intégralement l'herbier et les autres habitats sur 295 ha ; (iii) les aménagements depuis 1986 de récifs artificiels de protection anti-chalutage (2200 m³ et 17,5 km de barrières) protègent de manière effective la totalité des herbiers des passages des chaluts ; (iv) les balisages des 300 m utilisent le principe des bouées écologiques tendues préconisé par le PMCB depuis 2003 (Charbonnel *et al.*, 2013).

Descripteurs de la vitalité de l'herbier

Lors des inventaires CARTHAM en 2010 (Astruch *et al.*, 2011), sur les 16 stations mesurées, les valeurs de densités fluctuent de 105 à 685 faisceaux/m² selon la profondeur et les types d'herbier. Ces valeurs peuvent être considérées comme « moyennes » sur la majorité des stations (10 sur les 16), avec des cas de valeur « bonne » (4), voire même « très bonne » (2 stations). Dans le cadre de la campagne POSICART de 2002, sur les 405 mesures de vitalité de l'herbier sur 81 stations, 37% des 405 valeurs étaient considérées comme « très bonnes », 37% comme « bonnes », 22% comme « moyennes » et seulement 4% comme « médiocres » (Bonhomme *et al.*, 2003).

Pour le recouvrement, les mesures effectuées en 2010 montrent des valeurs très variables (de 20% à 90%) selon les stations, les profondeurs et le type de substrat. Les pourcentages de rhizomes plagiotropes sont également très fluctuants, de 30% à 100%. Les déchaussements des rhizomes sont généralement très faibles (en moyenne inférieur à 4 cm pour 47 mesures), mais peuvent atteindre localement 10 à 15 cm, voire 30 cm (une seule station).

Dynamique évolutive de l'herbier

Du fait de son rôle d'indicateur biologique de la qualité globale du milieu marin dans son ensemble, l'herbier de Posidonie de la Côte Bleue fait l'objet d'une surveillance à long terme, avec la disposition de plusieurs balisages en limite supérieure et inférieure. La Côte Bleue contient 15 balisages de limite d'herbier implantés sur 11 sites différents (dont les plus anciens datent de 1985) selon la méthode du Réseau de Surveillance Posidonie PACA (RSP, Boudouresque *et al.*, 2000 ; Charbonnel *et al.*, 2000). L'évolution à long terme de l'herbier montre une dynamique contrastée avec autant de cas de régressions (4), que de stabilité (4) et de progressions (4). La situation est plus favorable en limite supérieure, puisque sur les 6 sites, 1 est en régression, 2 sont stables et 3 montrent une progression des limites d'herbier. En limite inférieure, sur les 5 sites, 2 sont en régression, 2 sont stables et 1 est en progression.

6.4.1.2. Les récifs coralligène

L'habitat élémentaire Coralligène (1170-14) se rencontre sur l'ensemble de la Côte Bleue, aussi bien à la côte à faible profondeur (-10 m) qu'au large jusqu'à -60 m, exceptionnellement -70 m (Catchoffe), les fonds étant ensuite de type sédimentaire. Sur la Côte Bleue, la répartition bathymétrique du Coralligène est conditionnée par les apports terrigènes du Rhône. Leur importance rend la turbidité et l'envasement très importants, en particulier dans la partie Ouest et large du site. L'état de conservation de l'habitat est jugé globalement bon.

Les fonds coralligènes occupent 238,5 ha (Figure 24) et présentent une variété de micro-habitats qui permettent l'installation d'une faune très diversifiée (plus de 600 espèces d'invertébrés et une quarantaine d'espèces de poissons ont été inventoriées⁵ par Hong (1980, 1982).

On observe aussi bien le coralligène de paroi que le coralligène de plateau, avec 5 faciès rencontrés : faciès à Cystoseire profonde (*Cystoseira zosteroides*) et les faciès à gorgonaires, très développés avec notamment la présence de deux espèces relativement rares sur le littoral PACA : la gorgone plumeuse *Leptogorgia sarmentosa* et la gorgone verruqueuse *Eunicella verrucosa*. Ces grands gorgonaires font partie des espèces emblématiques du Coralligène, avec le corail rouge (*Corallium rubrum*), omniprésent sur la Côte Bleue.



Habitat récif : typique coralligène de concrétionnement. Photo : J.G. Harmelin/MIO

⁵ - Le Coralligène de la Côte Bleue a fait l'objet de plusieurs travaux scientifiques de référence, dans le cadre de thèses de doctorat du Centre d'Océanologie de Marseille (Hong, 1980, Sartoretto, 1996, Torrents-Cabestany, 2007) et de programmes de recherche (Medchange, 2006-2008).

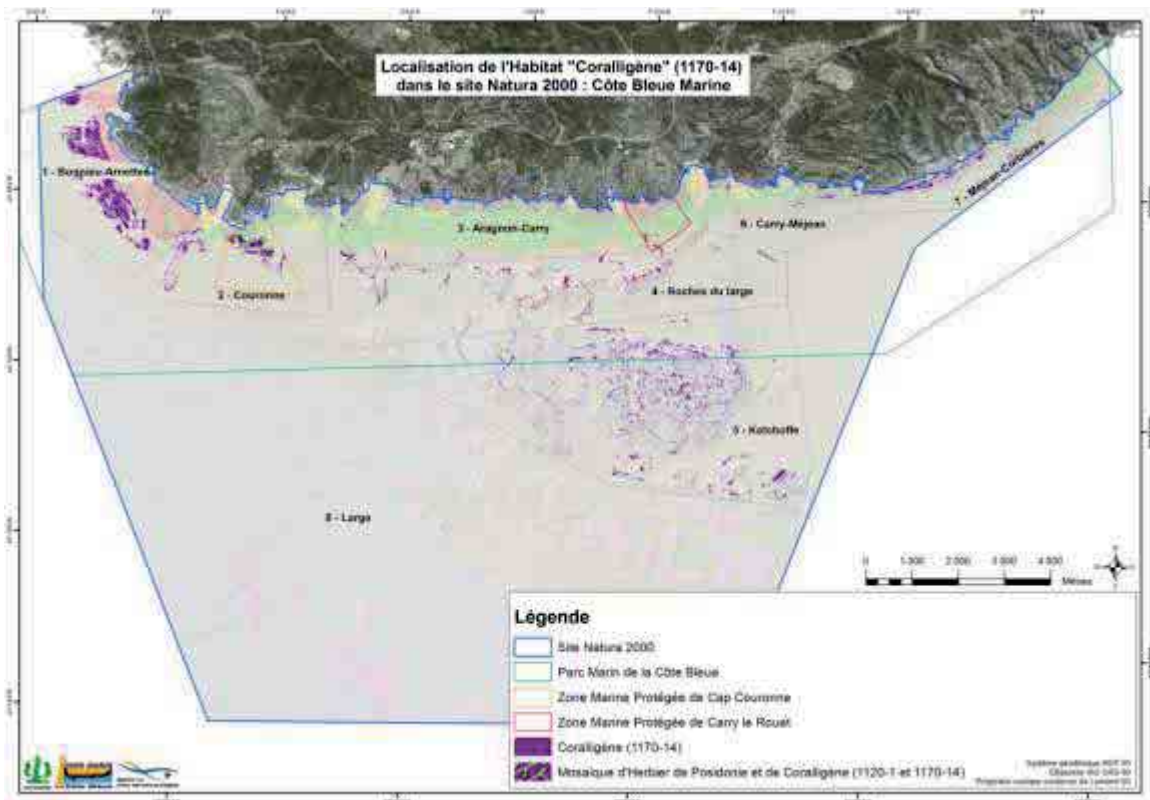


Figure 24 : Localisation des habitats « herbière à Posidonie » (1120) en couleur verte et « Coralligène » (1170-14) sur le site Côte Bleue Marine (couleur violette). Cartographie issue des inventaires CARTHAM en 2010 (Astruch *et al.*, 2011).

6.4.2. Les espèces

Les espèces qui bénéficient du statut Natura 2000 sont relativement peu nombreuses. Concernant les espèces d'intérêt communautaire, un total de **16 espèces (dont 9 mammifères marins)** figurant dans les annexes de la Directive Habitats Faune Flore sont rencontrées sur la Côte Bleue :

- ✓ **2 espèces de l'annexe II**
 - La tortue Caouanne (*Caretta caretta*, espèce prioritaire)
 - Le grand Dauphin (*Tursiops truncatus*) ;
- ✓ **4 espèces de l'annexe IV (plus 8 espèces de cétacés observés de manière sporadique)**
 - La tortue Luth (*Dermochelys coriacea*)
 - La grande Nacre (*Pinna nobilis*)
 - La Datte de mer (*Lithophaga lithophaga*)
 - L'Oursin Diadème (*Centrostephanus longispinus*) ;
- ✓ **2 espèces de l'annexe V**
 - Le Corail rouge (*Corallium rubrum*)
 - La grande Cigale de mer (*Scyllarides latus*).

Dans ce dossier de renouvellement, nous avons choisi d'illustrer l'efficacité des deux Zones Marines Protégées de la Côte Bleue par 3 espèces d'intérêt patrimonial : le Corail rouge, le mérrou brun *Epinephelus marginatus* et le corb *Sciaena umbra*.

6.4.2.1. Le corail rouge

Le corail rouge (*Corallium rubrum*) est une espèce très emblématique de la région marseillaise. Sa forte valeur commerciale et son exploitation depuis l'antiquité, en fait une espèce cible recherchée par les plongeurs chez qui il entraîne une véritable fascination. Sur la Côte Bleue, son exploitation s'est faite en scaphandre pied lourd jusqu'au 19^{ème} siècle et actuellement en plongée par 3 professionnels. Malgré sa cueillette qui est réglementée, l'espèce n'est pas en danger ni menacée de disparition, car une reproduction précoce avec une maturité sexuelle atteinte dès l'âge de 2 ans environ (hauteur de 2,4 cm) permet son maintien dans les zones même très exploitées.

Sur la Côte Bleue, les 2 Zones Marines Protégées sont le meilleur exemple de succès de la conservation en l'état du corail rouge et ont démontré l'effet réserve de manière spectaculaire (photo ci-contre).



Corail rouge (*Corallium rubrum*) protégé depuis 30 ans dans la ZMP de Carry-le-Rouet. Photo : J.G. Harmelin.

Suivi et dynamique dans les réserves

Avec la création des deux ZMP, le corail rouge est strictement protégé sur 295 ha et il fait l'objet d'un suivi régulier depuis 1998 par le Parc Marin et le Centre d'Océanologie de Marseille (devenu l'Institut Pytheas), car ce sont au final les seules populations de corail rouge intégralement protégées sur le littoral de la région PACA. Elles servent également d'état de référence des populations à l'échelle Méditerranéenne et de sanctuaire refuge pour l'espèce.

En 1998, l'effet réserve de la sanctuarisation de cette espèce a été montré de manière spectaculaire dans la réserve de Carry-le-Rouet. La comparaison des structures démographiques des plus grandes colonies dans la réserve par rapport au site exploité de Marseille-Riou montrent que le diamètre basal est multiplié par 2 dans la réserve (diamètre moyen de 1.17 ± 0.28 cm contre 0.64 ± 0.14 cm à Marseille, Figure 25), la hauteur des colonies par un facteur 3, et le nombre de branches par un facteur 4,7 (Tableau 9, Harmelin & Bachet, 1998).

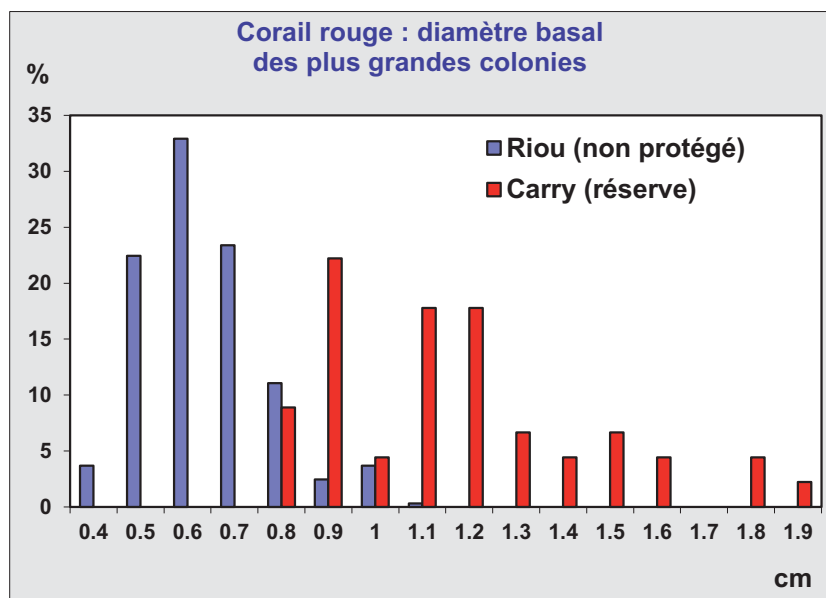


Figure 25 : Diamètre basal des plus grandes colonies de corail rouge (*Corallium rubrum*) dans une zone intégralement protégée (réserve de Carry-le-Rouet) et une zone non protégée et exploitée (archipel de Riou). Données recueillies par Harmelin & Bachet en 1998.

Tableau 9 : Structure des tailles maximales des populations de Corail rouge (diamètre à la base, hauteur maximum, nombre de branches par colonie) entre la zone marine protégée de Carry-le-Rouet et le secteur non protégé de l'archipel de Riou à Marseille (Harmelin & Bachet, 1998 ; Bianchimani, 2005).

Tailles maximales		Réserve de Carry (mm)	Riou-Marseille (mm)
Harmelin et Bachet (1998)	Effectif	45	326
	Diamètre basal (mm)	$11,7 \pm 2,8$	$6,4 \pm 1,4$
	Hauteur maximale (mm)	$118,1 \pm 19,3$	$69,8 \pm 16,8$
Garrabou, Bianchimani (2005)	Effectif	30	30
	Diamètre basal (mm)	$14,8 \pm 2,6$	$7,6 \pm 1,2$
	Hauteur maximale (mm)	$130,3 \pm 13,0$	$42,9 \pm 4,7$
	Nombre de branches	$31,7 \pm 8,7$	$6,8 \pm 1,8$

Toujours dans la ZMP de Carry-le-Rouet, le programme Medchange réalisé entre 2003 et 2006, a permis la mise au point d'une méthode de suivi par photogrammétrie (prise de vue des colonies sous plusieurs angles), qui permet des mesures dans l'espace en 3 dimensions, avec un logiciel arpenteur. 60 quadrats de 20 x 20 cm sont photographiés sous 2 angles différents.

Ces quadrats sont disposés le long de transects permanents, ce qui permet un retour ultérieur sur les mêmes colonies. Des suivis annuels ont été effectués entre 2003 et 2009 par le COM (J. Garrabou, O. Bianchimani), avec les plongeurs du PMCB, afin de disposer de séries de données à long terme sur ces populations références.



Suivi par photogrammétrie du corail rouge le long de 60 quadrats dans la réserve de Carry. Photo : R. Graille/COM.

Les résultats obtenus montrent clairement les effets positifs de la protection et d'une sanctuarisation sur la dynamique des populations de cette espèce. En effet, le long du transect photogrammétrique, le diamètre basal des colonies est 1,5 fois plus grand dans la réserve qu'hors réserve, la hauteur est 2,6 fois plus élevée et le nombre de branches par colonies est 4,3 fois plus élevé dans la réserve (Bianchimani, 2005 ; Tableau 10).

La densité de corail rouge est en moyenne de 47 colonies/m² sur la pierre à corail de la réserve de Carry, soit une densité par quadrat de $1,9 \pm 2,8$ colonies. Le diamètre maximal mesuré est de 1,91 cm, pour une hauteur de 15,3 cm et un nombre maximal de branche de 42 par colonie (Tableau 10, Linares *et al.*, 2010).

Tableau 10: Structure de tailles des colonies de corail rouge mesurées par photogrammétrie le long d'un transect permanent (60 quadrats) dans la ZMP de Carry-le-Rouet et hors réserve à Marseille-Riou, dans le cadre du programme Medchange (Bianchimani, 2005, Linares *et al.*, 2010).

Source		Réserve de Carry (mm)	Riou-Marseille (mm)
Garrabou, Bianchimani (2005)	Effectif	63	400
	Diamètre basal (mm)	5,6 ± 5,0	3,7 ± 1,6
	Hauteur (mm)	54,3 ± 52,5	20,5 ± 10,6
	Nb branches	10,3 ± 12,9	2,4 ± 1,7
Linares <i>et al.</i> , 2010	Effectif	89	
	Diamètre basal (mm)	6,2 ± 4,8 (max 19,8)	
	Hauteur (mm)	74,3 ± 46,5 (max 152,6)	
	Nombre de branches	13,5 ± 12,1 (max 42)	

6.4.2.2. Le corb

Le corb (*Sciaena umbra*) est un très beau poisson⁶ qui fait partie des espèces très vulnérables, et constitue un excellent indicateur de l'efficacité des mesures de protection et de limitation de la pêche. Les concentrations de corbs observées dans la ZMP de Carry-le-Rouet sont les plus importantes connues dans Bouches du Rhône. En 2006, le GEM (Groupe d'Etude du Mérou) et le PMCB ont recensé une centaine de corbs (97 individus dans la réserve, dont 78 ont été mesurés (Figure 26). La structure démographique apparaît comme équilibrée, dominée par les grands individus de 40-45 cm (86%) ; les plus gros (>55 cm) sont également bien représentés (11% du stock ; Bachet *et al.*, 2006).

Toujours dans la ZMP de Carry-le-Rouet, le 17 juillet 2009, un rassemblement de plus de 150 individus a été observé par J.G. Harmelin sur le site de la pierre à corail (-23 m), il s'agit probablement d'un rassemblement lié à la reproduction de l'espèce. Durant l'été 2009, plusieurs groupes de jeunes individus (taille de 15 cm) ont été recensés par F. Bachet à la côte, à faible profondeur (-1,5 à 2 m), ce qui atteste des succès de la reproduction.

Au total, la population de corb établie dans la réserve est remarquable, de par son abondance et la proportion de gros individus reproducteurs. Cette abondance atteste du succès des mesures de protection mis en place depuis 30 ans. Compte tenu de son caractère exceptionnel, un suivi régulier de cette population devra être mis en place par le PMCB, en collaboration avec les scientifiques spécialistes ayant réalisé les suivis de référence dans le Parc National de Port-Cros (Harmelin & Ruitton). La répartition des corbs dans la réserve de Carry-le-Rouet (97 corbs recensés) durant la campagne d'inventaire PMCB et GEM en 2006 est indiquée sur la carte ci-après (Figure 27).



Le corb, espèce emblématique de la ZMP de Carry-le-Rouet et de Méditerranée. Photo : F. Bachet /PMCB.

⁶ - Espèce plutôt méridionale, le corb est sans doute un des plus beaux poissons sur nos côtes, avec sa robe de couleur bronze et ses reflets dorés, ses longues nageoires et son comportement nonchalant qui permet son approche. C'est un poisson dont la maturité sexuelle est acquise à 3-4 ans, soit une longueur de 23-24 cm. Le corb vit plus de 20 ans et peut atteindre une taille de 70 cm pour un poids de 4 kg.

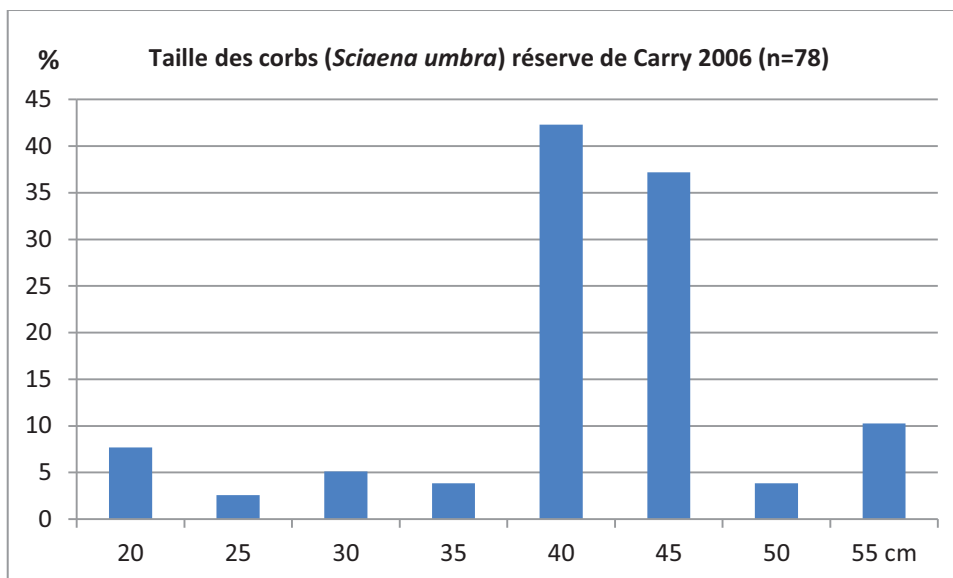


Figure 26 : Structure démographique des corbs (*Sciaena umbra*, 97 corbs observés dont 78 mesurés) dans la ZMP de Carry-le-Rouet durant la campagne d'inventaire PMCB et GEM en 2006 (Bachet *et al.*, 2006).

Néanmoins, hormis dans les 2 réserves, le corb est très rare à l'échelle de la Côte Bleue et des Bouches-du-Rhône. Les données disponibles du PMCB sur la pêche du corb montrent de manière chiffrée cette extrême rareté de l'espèce. Lors des enquêtes sur la pêche récréative (ligne du bord, ligne embarquée, chasse) menées entre 2007 et 2009 (Charbonnel *et al.*, 2009), sur les 6272 poissons pêchés lors des 1795 enquêtes, un seul était un corb (26cm, pris en chasse, soit une probabilité de seulement **0,016%**. Toutefois la chasse a été sous-échantillonnée avec 175 enquêtes, soit seulement 11% des enquêtes.

Lors de la thèse de doctorat de K. Leleu sur la pêche professionnelle, les enquêtes au débarquement montrent que sur 1721 opérations de pêche effectuées par 16 pêcheurs en 15 mois de suivi (Leleu, 2012), seulement 4 corbs ont été capturés, soit un poids total de 2,2 kg, ce qui représente seulement **0,015%** de la biomasse pêchée. Lors du programme BIOMEX, les suivis des pêches par embarquements ont montré que sur les 16 833 poissons mesurés, dont 7 corbs, soit seulement **0,04%** des effectifs (Biomex, 2005).

Compte tenu de sa rareté, dans le cadre du GEM (Groupe d'Etude du Mérou), un moratoire d'interdiction de chasse sous-marine et de pêche à l'hameçon est en cours d'élaboration, selon le même modèle que le moratoire sur le Mérou brun. En effet, hormis son inscription dans les annexes III des conventions de Berne et de Barcelone, le corb ne bénéficie d'aucune forme de protection particulière. L'UICN a classé le corb comme espèce à haute vulnérabilité (indice de vulnérabilité de 64/100) et il semble aujourd'hui beaucoup plus rare que le mérou. Le corb fait partie des espèces très vulnérables, qui sont de bons indicateurs de l'efficacité des mesures de protection et de limitation de la pêche, dont il convient de suivre régulièrement l'évolution des effectifs dans les AMP ou soumises à des mesures de gestion (Harmelin *et al.*, 1995 ; Harmelin & Ruitton, 2007).

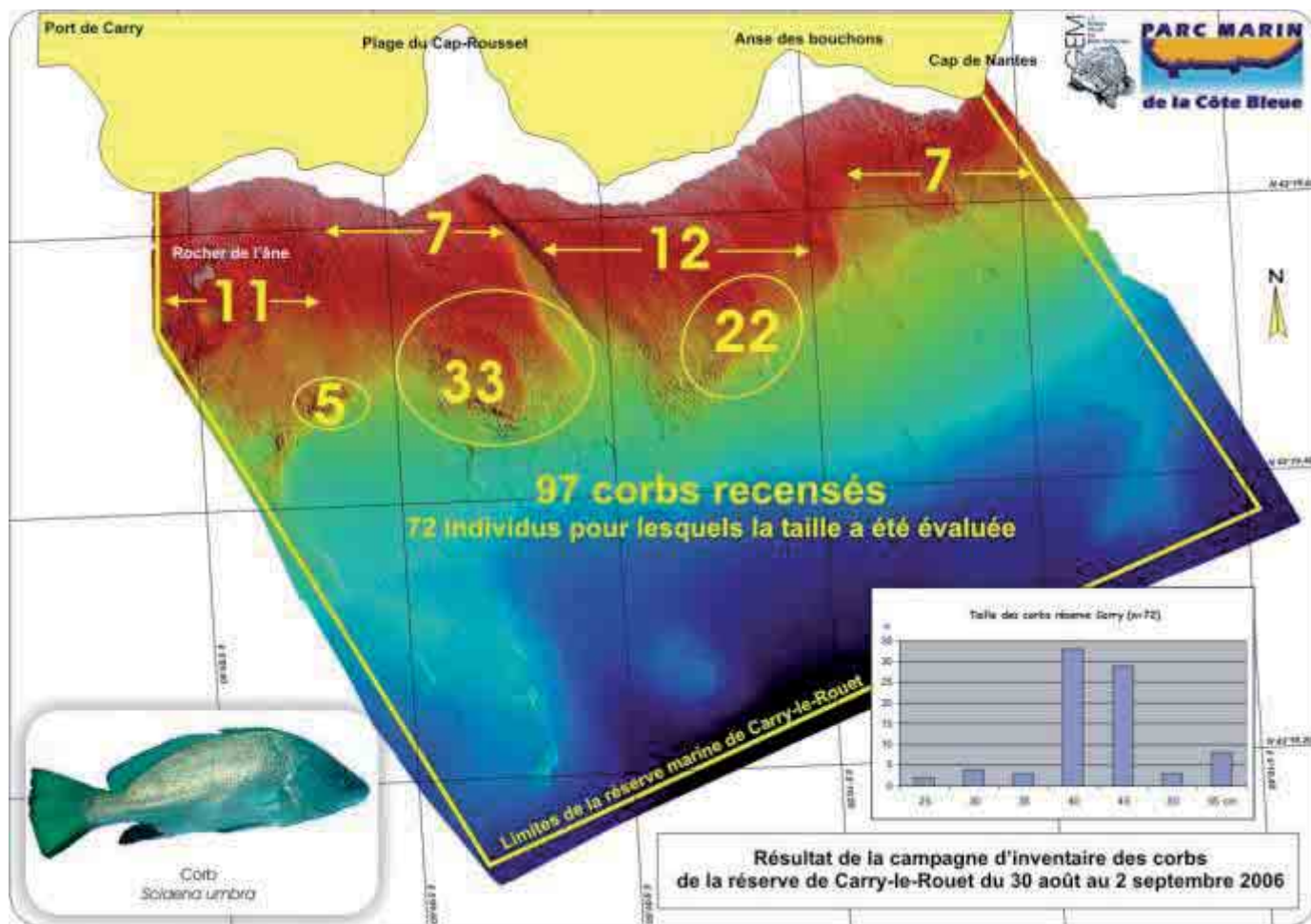


Figure 27 : Carte de répartition des corbs (*Sciaena umbra*, 97 corbs observés) dans la ZMP de Carry-le-Rouet durant la campagne d’inventaire PMCB et GEM en 2006 (Bachet *et al.*, 2006).

6.4.2.3. Les mérus

Espèce emblématique de Méditerranée, le mérus brun⁷ *Epinephelus marginatus* constitue un bon indicateur de l'état global de santé du milieu marin, car c'est un top-prédateur, situé au sommet des chaînes alimentaires. Sa présence et son abondance traduit donc une richesse et un équilibre du milieu marin dans son ensemble (habitats de qualité, relation proies/prédateurs, rassemblement et parade de reproduction, etc).

Depuis sa protection par moratoire (interdiction de chasse sous-marine depuis 1993, étendu en 2002 à toute forme de pêche à l'hameçon), ses effectifs sont en augmentation sur le littoral, en particulier dans les AMP. A l'échelle de la Côte Bleue, du fait des eaux naturellement froides (phénomènes d'upwelling), les mérus sont assez rares et le PMCB évalue à environ 70-80 individus le stock potentiel de mérus bruns, par recoupement avec retour d'observations des structures de plongée.



Le mérus brun *Epinephelus marginatus*, espèce emblématique de Méditerranée. Photo : S. Ruitton/GEM.

Dans les deux ZMP, les effectifs semblent en augmentation. Dans chacune des réserves, les populations sont estimées à 12 mérus à Carry et 11 mérus à Couronne (seulement 2 stations, inventoriées en 2010 et 2012).

Un inventaire exhaustif a été mené en août-septembre 2006 par le PMCB et le GEM dans la ZMP de Carry-le-Rouet. Lors de cette mission, aux conditions météorologiques difficiles (température de l'eau entre 13 et 15°C), 12 mérus de taille comprise entre 35 et 80 cm ont été recensés. En l'absence de toute activité humaine de prélèvement sur la zone du fait d'une surveillance effective de la réserve (qui est la plus surveillée de Méditerranée) le faible nombre d'individus laisse penser que l'habitat est moins favorable à l'installation d'une population stable.

⁷ - Le mérus brun peut atteindre une taille de 1,2 m pour un poids de 40 kg. Le développement sexuel du mérus est de type hermaphrodite successif protérogyne, c'est à dire que les individus sont tout d'abord femelle et qu'une inversion sexuelle a généralement lieu pour donner des individus mâles (entre 9 et 14 ans). La maturité sexuelle (5 ans) est tardive. La longévité potentielle de l'espèce est grande (record de 63 ans en Espagne) et son taux de croissance faible.

Même si les effectifs sont assez faibles, la reproduction du mérou brun sur la Côte Bleue apparaît effective, puisque une larve a été identifiée lors de pêches au filet à plancton durant le programme européen Biomex (BIOMEX, 2005). Lors de la campagne PMCB-GEM en 2006, une plongée au niveau du site du Four à Chaux a permis de recensé également 17 mérous de taille variable avec notamment plus de 40% d'individus de plus 80 cm, c'est à dire probablement des mâles. Sur ce dernier site, la population observée semble équilibrée (Bachet *et al.*, 2006).

Plus récemment, lors d'une campagne d'expérimentation de caméras rotatives autonomes menée avec l'IFREMER en 2010 (Mikado et Stavro), 6 mérous bruns ont été filmés sur la station R3 de la ZMP du Cap-Couronne et également observés par le PMCB lors des comptages en plongée du suivi triennal de la réserve. Enfin, le 14 novembre 2012, 5 individus (taille comprise entre 45 cm et 85 cm) ont été recensés sur le site du Sanchrist (35 m de profondeur).

Marquage et relâché de mérous

Depuis 1988, le PMCB mène des opérations de marquage et de relâchés de mérous capturés accidentellement par les pêcheurs professionnels, avec un total de 46 mérous relâchés dans les 2 zones marines protégées de Carry et Couronne (Figure 28). Lorsque cela est possible, ces mérous font l'objet d'un marquage avant le relâché, au moyen d'une attache Textag TM portant un codage de couleur (20 individus marqués). Les mérous bruns relâchés mesurent en moyenne $43,3 \pm 5,1$ cm pour un poids moyen de $2,1 \pm 2,3$ kg (Bachet & Jouvenel, 1999).

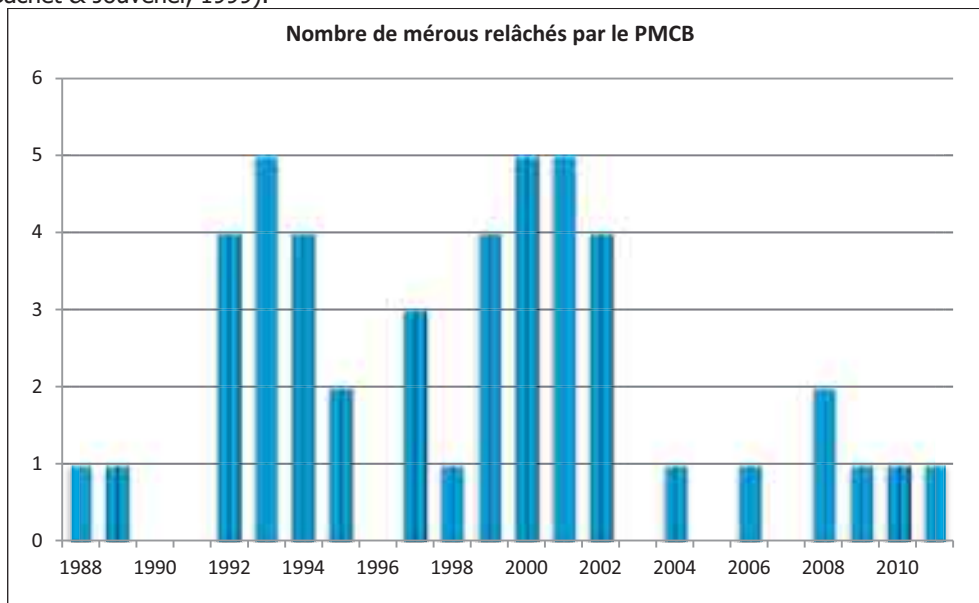


Figure 28 : Evolution du nombre de mérous capturés accidentellement et relâchés par le PMCB dans les 2 zones marines protégées de Carry-le-Rouet et du Cap-Couronne entre 1988 et 2011, soit un total de 46 mérous.

Les autres mérous

Hormis le mérou brun, il existe 3 autres espèces de mérous recensées dans le Parc Marin de la Côte Bleue : la badèche (*Epinephelus costae*), le mérou gris (*Epinephelus caninus*) et récemment le mérou royal (*Mycteroperca rubra*), observé le 27 mai 2012 par L. Ballesta (œil Andromède) lors d'une plongée sur le site du Four à Chaux.

A noter que le mérou gris -très rare en Méditerranée Nord-Occidentale-, a été rencontré à plusieurs reprises (6 observations) sur la Côte Bleue, avec un premier signalement de *E. caninus* en 1998 dans la ZMP du Cap-Couronne en plongée et une capture/relâché d'un individu de 54 cm (Bachet & Jouvenel, 1999). Récemment, le 11 août 2010, un petit individu capturé par un pêcheur professionnel à Carro a été relâché dans la réserve de Couronne. Il mesurait 24,8 cm pour 225 g (Figure 29).

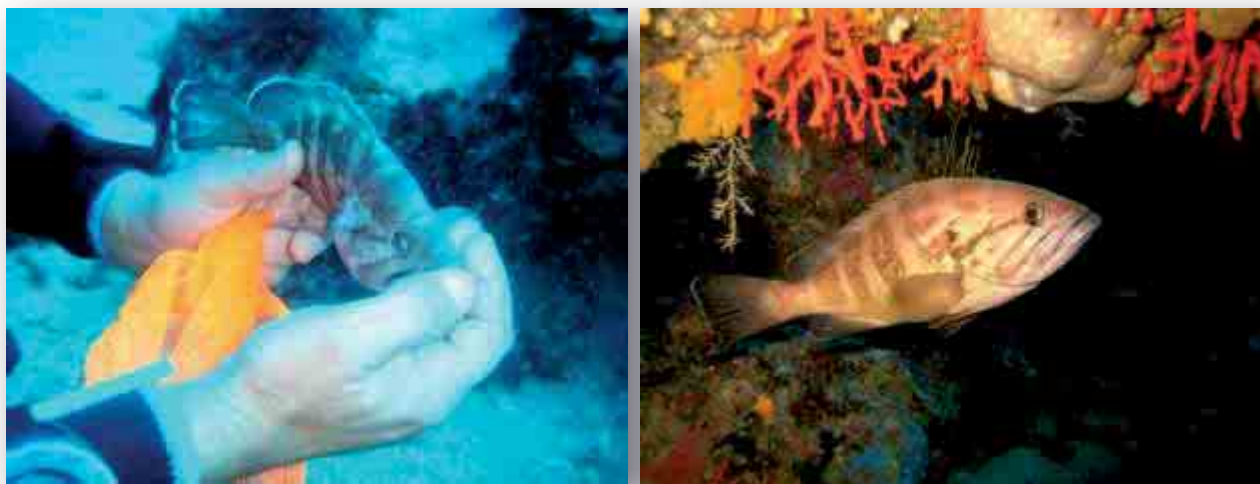


Figure 29 : Mérou gris (*Epinephelus caninus*) sur le site « Côte Bleue Marine ». A gauche : relâché d'un petit individu dans la ZMP du Cap-Couronne le 11 août 2010 (Photo : F. Bachet/PMCB). A droite : jeune mérou gris dans une anfractuosité d'un tombant fin 2009 (Photo : M. Ready).

6.5. Effets des réserves sur les ressources : les aspects halieutiques

6.5.1. Suivi par pêches expérimentales de la réserve de Couronne

Dans le cadre du suivi à long terme de la réserve marine du Cap-Couronne, le Parc Marin réalise des pêches expérimentales tous les 3 ans, en collaboration avec les pêcheurs professionnels. Ces pêches montrent une montée en charge progressive des captures. Les résultats obtenus (série de 4 pêches avec un filet trémail de 500 m de longueur) montrent que la biomasse (quantité ressources pêchées (poissons, crustacés, mollusques) dans la réserve a été multipliée par un facteur 5, passant de 21 kg en 1995 à 109 kg en 2013. Le poids moyen des individus pêchés a été multiplié par 2,4 (passe de 111 g à 265 g) et la taille moyenne des captures est passée de 17,3 cm à 23,5 cm (Figure 30). Les rendements de pêche sont 2 fois plus élevés dans la réserve qu'à l'extérieur.

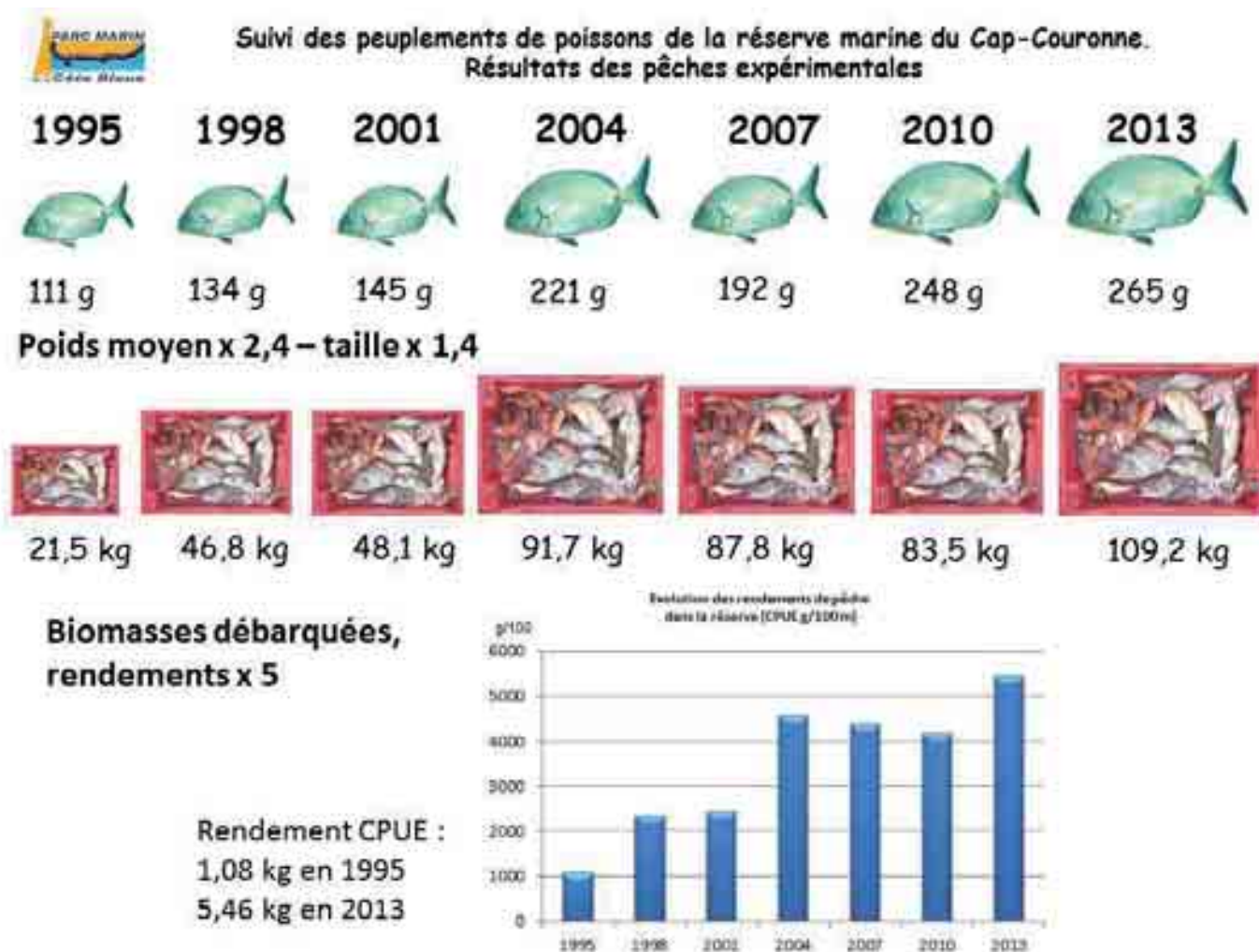


Figure 30 : Suivi par pêche expérimentale de l'effet réserve du Cap Couronne entre 1995 et 2013. Evolution des poids moyens, des tailles, des biomasses débarquées et des rendements (PMCB, Charbonnel & Bachet, 2013).

Zoom sur la Langouste

La langouste (*Palinurus elephas*) est une espèce commune sur la Côte Bleue. En raison de son intérêt halieutique, les enjeux de conservation et de gestion autour de la langouste sont forts par rapport à la pêche professionnelle (Pere, 2012). Lors du suivi des activités de la pêche artisanale sur la Côte Bleue, les captures du métier « langouste » sont estimées à environ 5 tonnes par an (thèse Leleu, 2012).

Lors des pêches expérimentales du PMCB effectuées dans la zone marine protégée du Cap-Couronne tous les 3 ans, une montée en charge progressive des captures est observée. Le nombre de Langouste passe de 4 en 1995 (avant la création de la réserve) à 28 individus en 2013, pour le même effort de pêche (4 pêches de 500 m de filet trémail, Figure 31).



Langouste rouge *Palinurus elephas* à découvert dans la réserve de Carry-le-Rouet. Photo : J.G. Harmelin/Pytheas-MIO.

Au sein des réserves de Carry et Couronne, de très grands individus sont rencontrés (taille estimée entre 40 et 50 cm, cf. photo ci-contre), offrant donc la possibilité d'une meilleure reproduction de l'espèce avec beaucoup plus d'œufs et de larves produites par ces grands géniteurs.

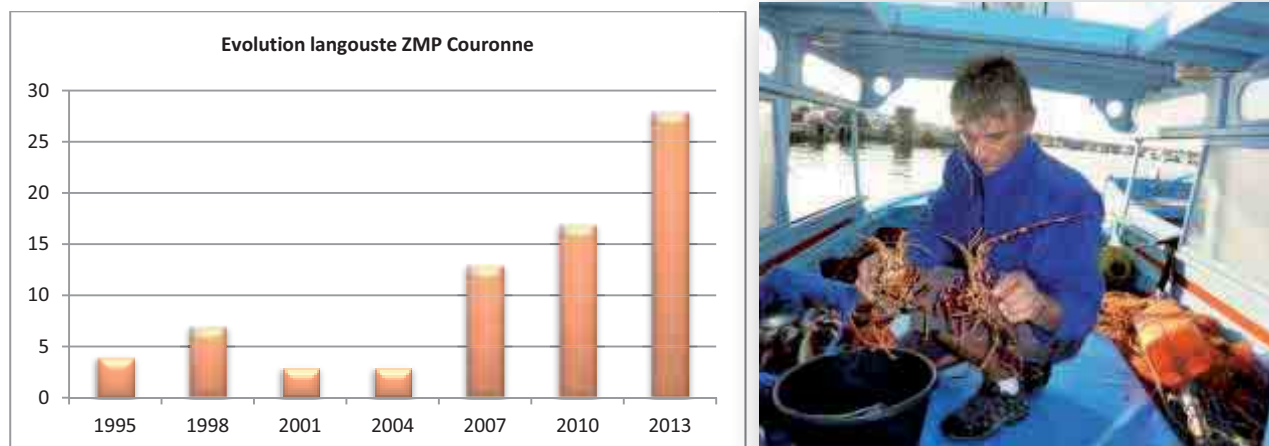


Figure 31 : Evolution des captures de langouste (*Palinurus elephas*) lors des pêches expérimentales effectuées par le PMCB dans la rZMP du Cap-Couronne entre 1995 et 2013 (4 x 500 m de filet trémail). Photo de droite : F. Bachet/PMCB.

6.5.2. Suivi de la pêche professionnelle sur la Côte Bleue. Thèse K. Leleu

La pêche méditerranéenne est essentiellement une pêche artisanale dite « aux petits métiers » qui opère surtout dans la bande côtière des 3 milles avec des petites unités. C'est la polyvalence qui caractérise la pêcherie artisanale de la Côte Bleue, avec une grande diversité des techniques de pêche et des métiers pratiqués, des captures et des lieux de pêche. Dès lors, les petits métiers pêchent, en fonction des saisons, des espèces cibles très variées. En Méditerranée, hormis son poids économique, la pêche traditionnelle est une activité ancestrale qui représente une forte valeur patrimoniale et culturelle. Elle constitue la principale, voire la seule animation et activité quotidienne dans les ports de la Côte Bleue, à laquelle la population locale est très attachée.

Le deuxième objectif affiché dans les statuts du PMCB est de « contribuer au développement économique et social des activités liées à la mer, en particulier la pêche professionnelle artisanale ». Dès la création de la réserve marine de Carry-le-Rouet en 1983, une véritable dynamique de collaboration s'est mise en place entre les pêcheurs et le Parc Marin. Ce sont d'ailleurs les pêcheurs qui ont proposé la création de la deuxième réserve marine devant le Cap-Couronne, couplée à de nouveaux aménagements en récifs artificiels de protection et de production. Depuis l'origine du Parc Marin, les pêcheurs professionnels sont étroitement associés à sa politique et siègent dans le Syndicat Mixte PMCB.



L'utilité des réserves marines comme outil de gestion de la ressource est illustrée par ce pêcheur professionnel calant ses palangres près de la réserve de Carry-le-Rouet. Photo : S. Pachardi/PMCB.

Une thèse de doctorat vient d'être consacrée à la pêche artisanale sur la Côte Bleue (Leleu, 2012), suite à l'étude cadre de Bachet (1988) : caractérisation des activités et son évolution dans le temps, effet des réserves sur l'effort de pêche et les captures, enquêtes de perception concernant les AMP, et les outils de gestion mis en place et leurs effets (réserves, récifs artificiels, surveillance, Natura 2000, Leleu *et al.*, 2012), etc. Les résultats de ce travail sont résumés ci après. Au total, 139 sorties sur le terrain ont été effectuées en 2009-2010 pour suivre les débarquements avec 1721 opérations de pêche relevées. Les données ont été récoltées auprès de 28 pêcheurs volontaires, dont 19 ont accepté de participer très activement.

La pêche sur la Côte Bleue est pratiquée par des bateaux de petite taille, relativement âgés, de faible jauge et puissance. L'âge moyen des bateaux est de 35 ans, pour une longueur de 9,5 m et une puissance de 87 CV. En 2010, 56 bateaux disposaient d'un

Permis de Mise en Exploitation sur 6 ports de la Côte Bleue, dont 33 ont été observés actifs. Carro constitue le port le plus important avec 31 bateaux ; Sausset, Carry et le trio La Redonne-Méjean-Niolon disposent de moins de bateaux (respectivement 9, 7 et 9). 62 pêcheurs travaillent sur les bateaux, dont 32 patrons de pêche, 18 marins permanents et 12 marins occasionnels. L'âge moyen des pêcheurs est de 49 ans et varie de 24 ans à 69 ans.

Les ressources de la Côte Bleue sont ciblées par 11 engins de pêche, le filet étant l'engin principal à 92%. Au total, 120 espèces appartenant à 54 familles ont été relevées dans les captures, dont 107 espèces de poissons. Les 7 principaux métiers⁸ exercés par les fileyeurs ont été caractérisés (Tableau 11) avec des cartes de localisation de l'effort de pêche (exemple Figure 32 et Figure 33), la description des captures et les rendements pour chacun. Ces métiers sont les suivants : sparidés, loup, rouget, merlu, soupe, sole et langouste.

Tableau 11 : Principales caractéristiques des 7 métiers principaux pratiqués par les pêcheurs professionnels sur le site « Côte Bleue Marine ». Entre parenthèse OP= opération de pêche, moy = moyenne (*in* Leleu, 2012). Pour les profondeurs, longueurs des filets et distances à la côte, les valeurs indiquées correspondent aux fourchettes minimales et maximales ; la valeur moyenne étant entre parenthèse.

Espèces cibles (Nb OP=1696)	Nbre bateaux	Engin	Profondeur (moy) (m)	Période	Distance à la côte (m)	Longueur des filets(m)	Sens de calée
1. Sparidés (416)	16	Filet maillant Filet combiné	1-60 (23,3)	Mars à Novembre	10-2295 (519)	450-4500 (945)	Intermédiaire, perpendiculaire
2. Loup (153)	13	Filet maillant	6-60 (22,4)	Octobre à Février	10-2749 (588)	500-4300 (1127)	Intermédiaire
3. Rouget (265)	13	Filet maillant	3-50 (16,8)	Mars à Octobre	10-2135 (526)	900-3000 (1896)	Intermédiaire Parallèle
4. Merlu (326)	16	Filet maillant	40-100 (74,2)	Février à Septembre	942-10867 (4971)	100-4000 (2176)	Parallèle
5. Soupe (124)	10	Trémail	2-60 (15,3)	Mars à Septembre	10-2659 (369)	500-2000 (1104)	Intermédiaire
6. Langouste (116)	14	Trémail	5-87 (34,7)	Mars à Août	10-5300 (1679)	900-3500 (1857)	Parallèle
7. Sole (296)	18	Trémail	10-90 (66,2)	Novembre à Avril	177-11329 (4009)	1000-10000 (5640)	Perpendiculaire

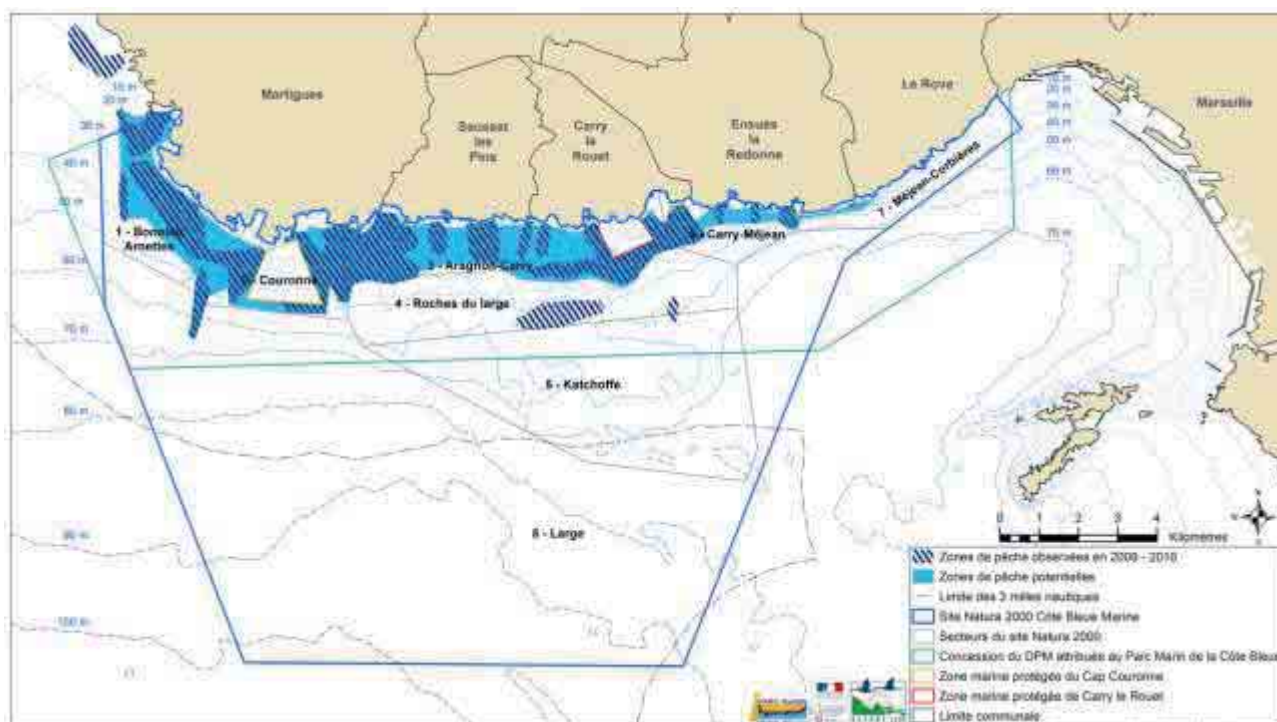


Figure 32 : Carte des zones de pêche observées (en hachuré) et zones de pêche potentielles (en bleu) pour les métiers « Sparidés » et « Loup » sur le site Natura 2000 « Côte Bleue Marine » (*in* Leleu, 2012).

⁸ Un métier est la combinaison d'un engin de pêche, d'un groupe d'espèces cibles, d'une période et d'un territoire de pêche.

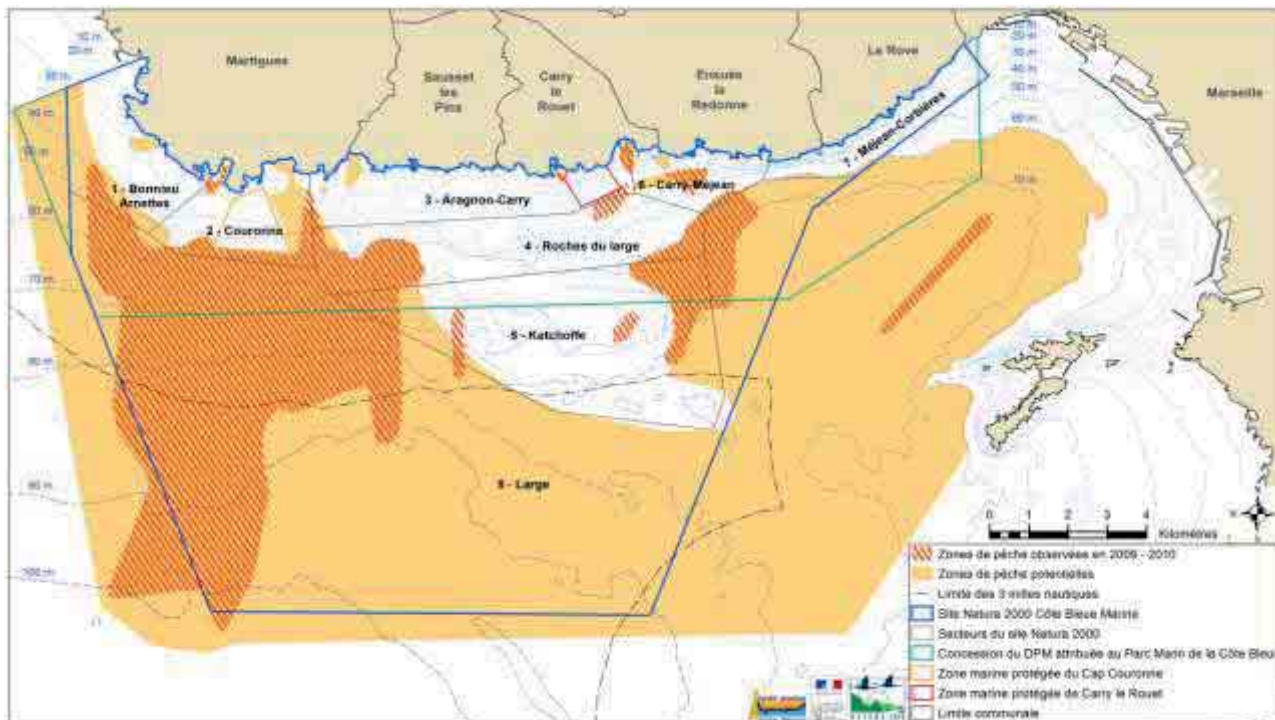


Figure 33 : Carte des zones de pêche observées (en hachuré) et zones de pêche potentielles (en orange) pour les métiers du large « Sole » et « Merlu » sur le site Natura 2000 « Côte Bleue Marine » (in Leleu, 2012).

6.5.1. *Approche comparative des activités, efforts et captures entre métiers*

Les métiers « Sole » et « Merlu » sont exercés au large et fréquentent presque exclusivement les substrats meubles (détritique côtier, plus ou moins envasé), à des profondeurs et des distances à la côte importantes. Les métiers « Soupe » et « Rouget » fréquentent en majorité les herbiers de Posidonie et les roches infralittorales à algues photophiles, les métiers « Sparidés » et « Loup » sont partagés entre substrats meubles (détritiques) et substrat durs (herbiers de Posidonie, roches infralittorales).

Ces quatre métiers restent essentiellement dans la bande côtière des 600 premiers mètres, à des profondeurs moyennes dépassant rarement -25 à -35m. Pour ce qui est de la longueur de filets, le métier « Sole » est celui qui utilise de loin les plus grandes longueurs de filets (>4 000 m). Les métiers « Merlu », « Rouget », et « Langouste » concernent des longueurs avoisinant les 2 000m, quand les métiers « Loup », « Soupe » et « Sparidé » utilisent des filets d'environ 1 000 m.

Les mois d'hiver concernent essentiellement les métiers « Loup » et « Sole », quand les mois de printemps et d'été concerneront plutôt les métiers « Rouget », « Soupe », « Langouste » et « Merlu ». Pour les « Sparidés », ce métier est pratiqué toute l'année, mais avec deux pics en avril-mai et septembre-octobre (période de « passe et repasse » des daurades qui migrent entre l'étang de Berre et la zone côtière).

Les débarquements des métiers « Soupe » et « Rouget » sont les plus riches en nombre d'espèces, tandis que le métier « Sparidé » est celui qui présente le rendement le plus fort en moyenne, suivi de près par les métiers « Merlu » et « Loup », avec une CPUE moyenne supérieure à 2 kg/100m de filets.

Chiffres clés de la pêche artisanale sur la Côte Bleue :

- Chaque bateau de pêche de la Côte Bleue réalise en moyenne 170 opérations de pêche par an au cours de 137 sorties, pour une longueur de filets calée de 376 km.
- Chaque bateau capture environ 5 tonnes par an, ce qui représente 29 kg par opération de pêche et 40 kg par sortie, pour un rendement moyen d'environ 1,3 kg/100 m de filet.
- A l'échelle de la flottille de pêche plus de 3 500 sorties ont eu lieu sur le territoire de la Côte Bleue, pour une moyenne de 4 645 opérations de pêche. Cela représente plus de 9 500 km de filets calés.

Au total, **environ 141 tonnes de poissons sont débarquées par an, tous métiers confondus sur la Côte Bleue** avec une forte variabilité (comprise entre 61 et 260 t). L'espèce cible principale est le merlu avec plus de 32 t débarquées, suivi par la daurade royale (28 t) et les soles (19 t). Les loups représentent une capture annuelle moyenne de près de 6 tonnes.

6.6. Effet des réserves à l'extérieur. Exportation de biomasse de la réserve de Carry. Programme Biomex

Les effets des réserves marines sur les poissons, invertébrés et autres espèces sont évidents à l'intérieur des réserves. Cependant, ces impacts positifs peuvent s'étendre aussi à l'extérieur des réserves, dans des zones non protégées et accessibles à tous.

Un vaste programme européen de recherche (BIOMEX) a également été mené autour et dans la réserve de Carry entre 2003 et 2005, visant à estimer l'exportation de biomasse des réserves vers les zones périphériques, une dimension de l'«effet réserve» qui n'avait, à ce jour, jamais pu être mis clairement en évidence en Méditerranée. Six réserves marines ont été sélectionnées pour cette étude, dont 2 réserves en France (Carry-le-Rouet et Cerbère-Banyuls) et 4 en Espagne (Médès, Tabarca, Cabo de Palos et Cabrera). A partir du printemps 2003, plusieurs missions de terrain sont menées dans la réserve de Carry, avec simultanément des pêches de plancton avec l'Antédon, navire du CNRS (filets fixes « bongo » et tractés, 542 échantillons sur 18 stations), des pêches expérimentales réalisées en collaboration avec les pêcheurs professionnels (hors réserve, 18 pièces de filet trémail, 6 sites, et 6 journées de pêche pour chaque période juillet, novembre et avril), des enquêtes auprès des pêcheurs professionnels et de loisir, et une mission de comptages de poissons en plongée (162 transects de 25 mètres inventoriés sur 9 secteurs et 27 zones par 7 scientifiques franco-espagnols). Les stations en plongées sont échantillonnées selon un gradient d'éloignement de la réserve de Carry, gradient aussi bien à l'Ouest (secteurs 4-5-6), qu'à l'est (secteurs 7-8-9, Figure 34).

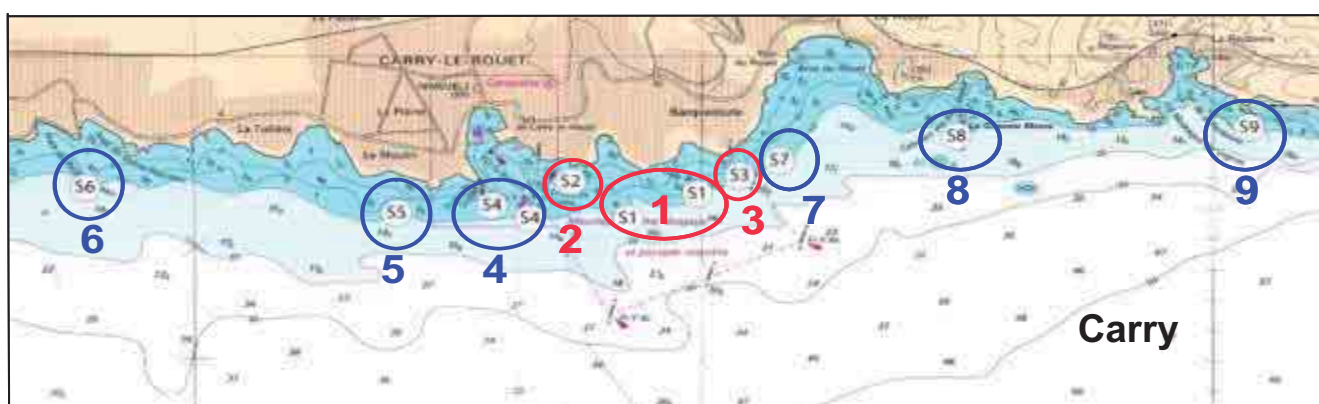


Figure 34 : Comptages visuels en plongée lors du programme BIOMEX. Stations échantillonnées selon un gradient d'éloignement de la réserve de Carry (secteurs 1-2-3), gradient aussi bien à l'Ouest (secteurs 4-5-6), qu'à l'est (secteurs 7-8-9).

En premier lieu, les travaux menés par BIOMEX ont confirmé l'effet réserve, qui a été particulièrement bien démontré au sein de la réserve de Carry-le-Rouet, mettant en évidence des gradients d'abondance et une exportation de biomasse entre la réserve et sa périphérie (Biomex, Planes 2005), avec plusieurs publications internationales (Harmelin-Vivien *et al.*, 2008 ; Forcada *et al.*, 2009 ; Goñi *et al.*, 2008 ; Stezenmuller *et al.*, 2008).

Les résultats obtenus sur les comptages de poissons montrent des différences entre la réserve et les secteurs hors-réserve. Ces différences s'accroissent nettement en prenant en compte la biomasse, qui constitue un descripteur performant de l'effet réserve (Figure 35).

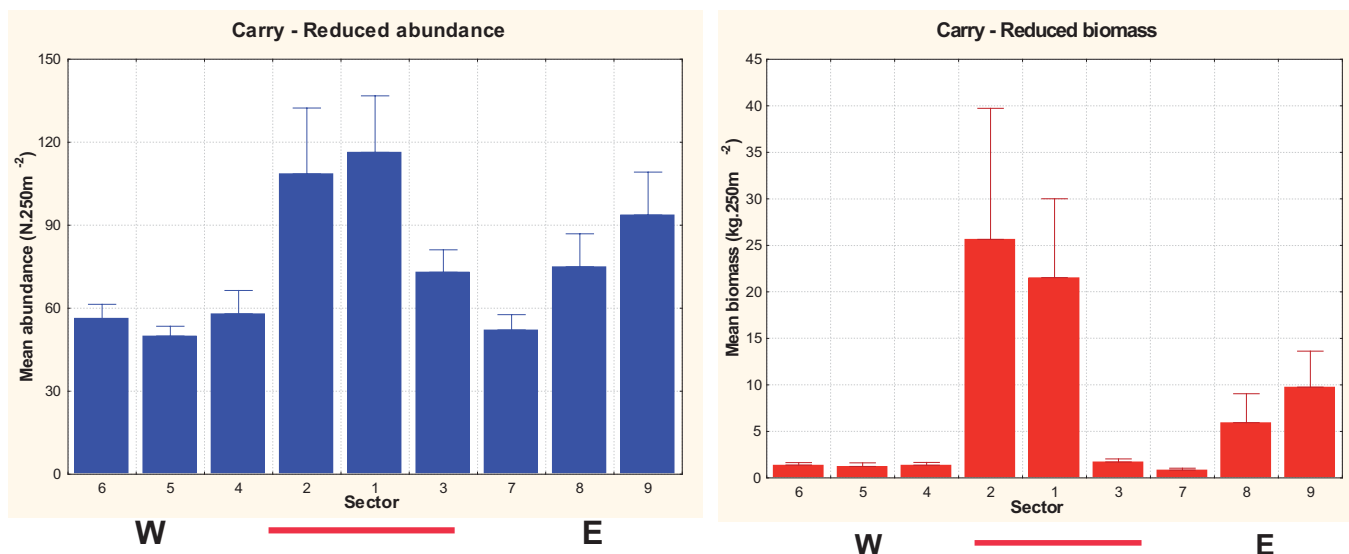


Figure 35 : résultats des comptages en plongée sur les densités-abondances (en bleu) et les biomasses (en rouge), d'après Harmelin-Vivien *et al.*, 2008. Le trait rouge horizontal indique les stations dans la ZMP de Carry-le-Rouet.

Les comptages visuels (9 stations, 162 transects) ont mis en évidence que les biomasses sont 6,8 fois plus élevées dans la réserve qu'à l'extérieur (x 1.6 pour les abondances), tandis que les poissons sont 2,7 fois plus gros à l'intérieur de la ZMP qu'à l'extérieur (Tableau 12; Harmelin-Vivien *et al.*, 2008).

Tableau 12: Comparaison réserve/hors réserve de l'abondance (nombre de poissons par transect de 25 x 5m), du poids moyen (g), de la biomasse (kg par transect) et du nombre d'espèces de poissons. Données collectées à Carry-le-Rouet lors du programme Biomex 2003-2005 (d'après Harmelin-Vivien *et al.*, 2008).

Descripteur effet réserve	Réserve	Hors-réserve	Augmentation
Abondance (indiv./transect)	99,3 (± 80.1)	64,1 (± 41.7)	x 1,55
Poids moyen (g)	92,1 (± 112.0)	34,2 (± 52.7)	x 2,69
Biomasse (kg/transect)	16,3 (± 40.9)	2,4 (± 9.1)	x 6,79
Nbre d'espèces/transect	13,1 ((± 3.0)	12,4 (± 2.8)	x 1,06

Lors du programme BIOMEX, des pêches expérimentales ont été réalisées, également selon un gradient d'éloignement de la réserve de Carry, aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest (Figure 36), avec 3 distances : proche (bordure de la réserve), 500 m et 1500 m de la ZMP.

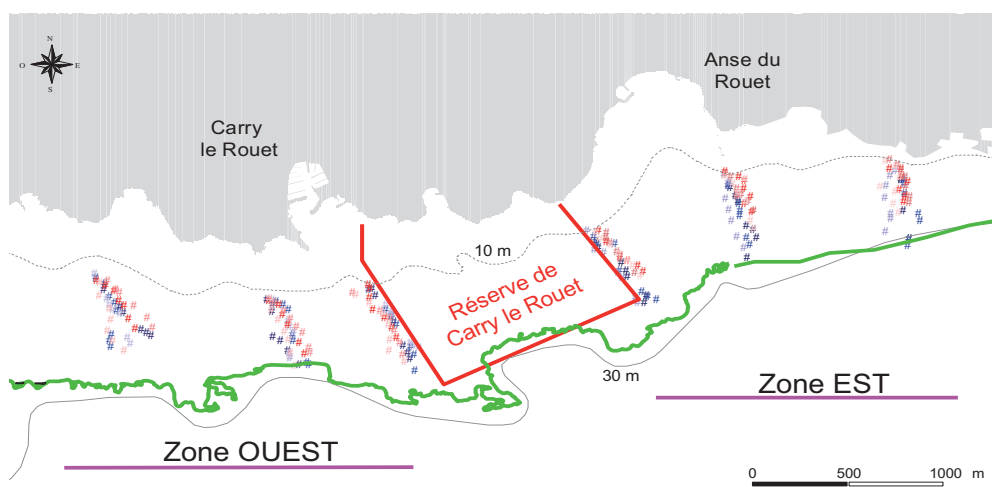


Figure 36 : pêches expérimentales réalisées lors du programme BIOMEX selon un gradient d'éloignement de la ZMP de Carry-le-Rouet.

Les résultats montrent que les captures décroissent rapidement en s'éloignant de la bordure de la réserve, mais les rendements CPUE restent élevés, jusqu'à environ 1000 m de la réserve. A noter que les captures sont plus importantes (Figure 37) près de la ZMP (même engin et même profondeur). Ce gradient a été mis en évidence pour les captures totales, mais également pour certaines espèces (*rascasse, merle, denti, corb, mostelle, congre*).

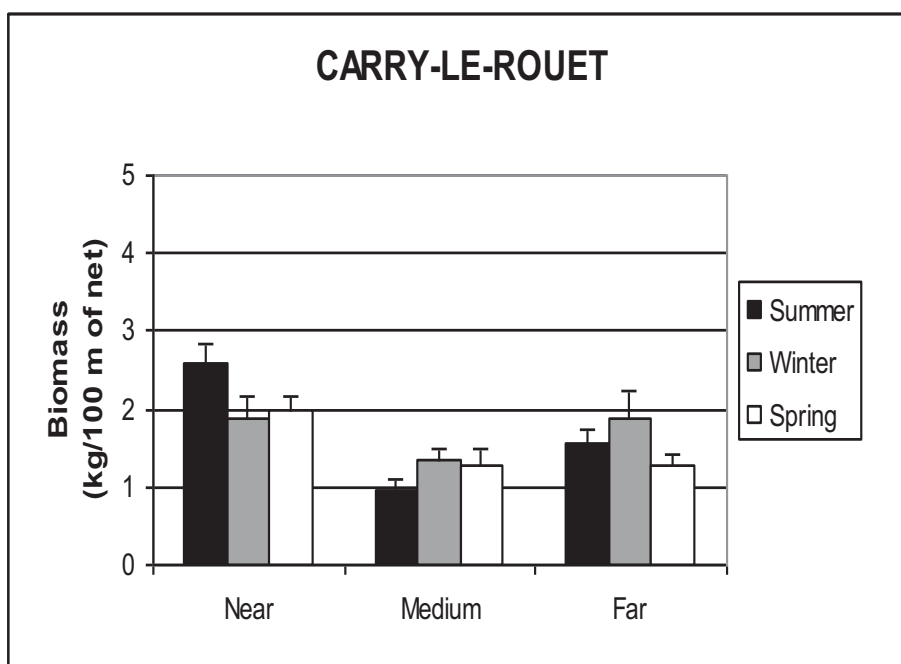


Figure 37 : résultats des pêches expérimentales de part et d'autre de la zone marine protégée de Carry, selon un gradient d'éloignement (near, medium, far). Rendements des pêches CPUE en kg/100 m de filet.

Des analyses statistiques poussées (GAM) ont particulièrement bien visualisé ce gradient d'exportation de biomasse pour le rouget, calculé jusqu'à à environ 1000 m de la réserve (*Mullus surmuletus*, Figure 38).

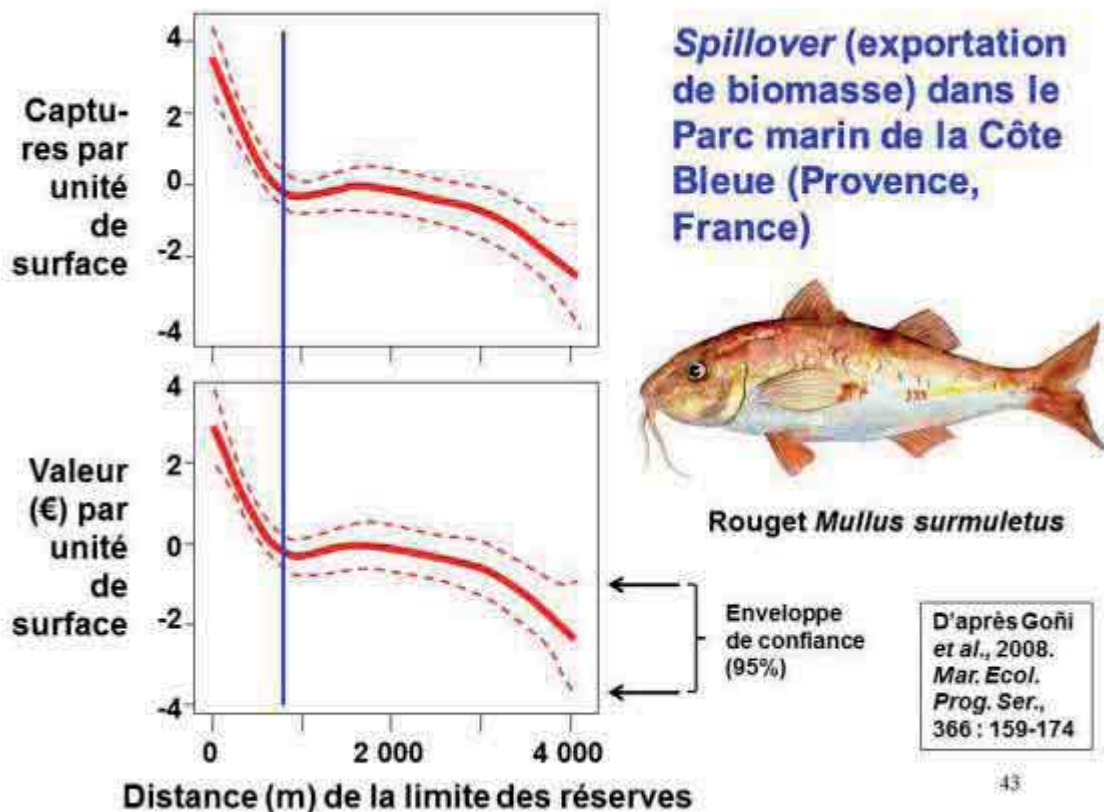


Figure 38 : exportation de biomasse pour le rouget (*Mullus surmuletus*) dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet calculée sur une distance d'environ 1000 m lors du programme BIOMEX (Boudouresque inédit, d'après Goni *et al.*, 2008).

Le programme BIOMEX a également montré que l'effort de pêche se concentre autour de la zone marine protégée de Carry, jusqu'à 2 km mais il peut aussi être important bien au delà de la zone protégée (effet habitat) au niveau des roches du large (Figure 39).

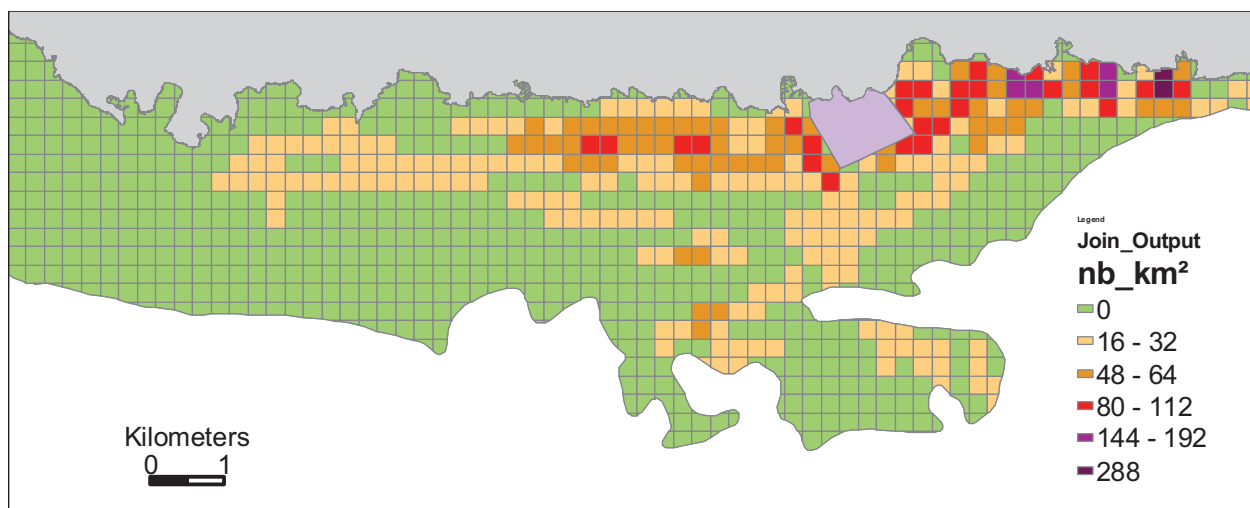


Figure 39: distribution de l'effort de pêche autour de la réserve marine de Carry-le-Rouet (représentée en violet). Programme Biomex Planes, 2005, Bonhomme *et al.*, 2005.

Un effet exportation a été mesuré, avec des gradients pour la biomasse de la plupart des espèces cibles : Serranidae, Sparidae, Sciaenidae, et Labridae (Coris, Labrus). La pente des gradients d'exportation est fonction de la mobilité des poissons et peuvent varier également entre l'Est et l'Ouest de la réserve (Figure 40).

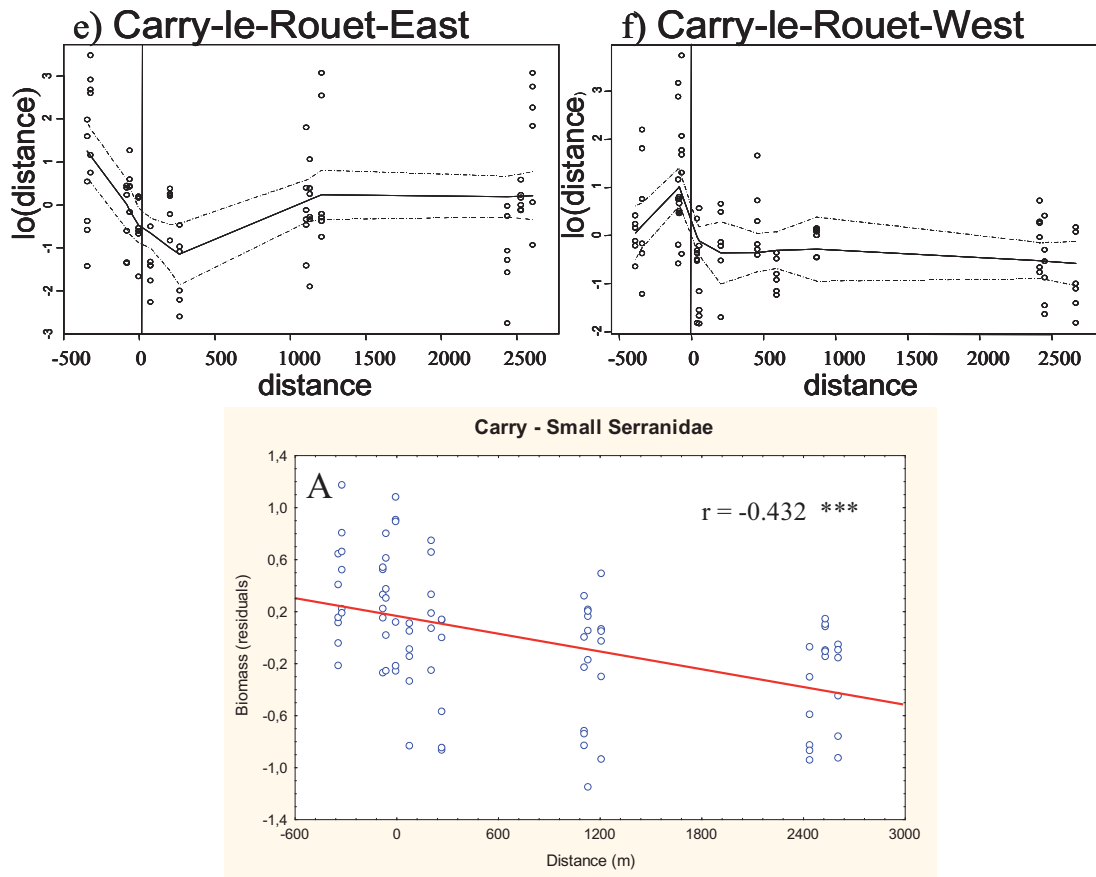


Figure 40 : Exemple de gradients d'exportation de biomasse obtenus pour la plupart des espèces cibles ; Sparidae, Sciaenidae, et Labridae (Coris, Labrus). La pente des gradients d'exportation est fonction de la mobilité des poissons (cas des Serranidae en bas) et peuvent varier également entre l'Est et l'Ouest de la réserve (en haut, Biomex, Planes 2005).

6.7. Effets des réserves : les aspects sociologiques

6.7.1. Perception des pêcheurs professionnels

Afin de connaître la perception des pêcheurs professionnels concernant les effets du PMCB et de ses outils de gestion (zones marines protégées, récifs artificiels, Natura 2000), un questionnaire spécifique à la profession a été soumis à 16 patrons pêcheurs de la Côte Bleue (entretien direct durant une heure en moyenne, de type semi ouvert, comprenant 72 questions, soumises à la fin du cycle annuel de suivi de la pêche, Leleu *et al.*, 2012).

Les pêcheurs professionnels connaissent le Parc Marin en tant qu'AMP à l'unanimité (100%). Si l'ancienneté et l'historique du PMCB expliquent en grande partie ce résultat, la présence régulière des gestionnaires sur le terrain, la diffusion fréquente d'informations et la participation des pêcheurs aux diverses réunions y jouent aussi un rôle important. Ces deux derniers points sont notamment confirmés par 88% des pêcheurs professionnels qui s'estiment suffisamment associés au processus de décision du PMCB (6% sont insuffisamment associés et 6% n'ont pas d'opinion, Tableau 13).

Les pêcheurs pensent que les réglementations en vigueur dans les 2 réserves de la Côte Bleue sont bien adaptées (81%) pour répondre à l'objectif du PMCB de préserver et valoriser les ressources. Néanmoins, une réglementation, aussi adaptée soit-elle, ne sera efficace que si elle est respectée. A ce niveau, seul un tiers des pêcheurs (31%) pense que la réglementation est bien respectée, contre 50% qui ont un avis contraire (Tableau 13). Les ZMP du PMCB sont pourtant parmi les réserves les plus surveillées de Méditerranée (2.332 heures de surveillance, dont 770 h en mer en 2012). Cela n'empêche pas 75% des pêcheurs professionnels d'estimer que la surveillance effectuée par les agents du PMCB est insuffisante. Ils sont néanmoins conscients de la difficulté de surveiller un si grand espace avec les moyens dont dispose le PMCB. Il s'agirait donc plus d'un constat que d'une revendication. Ce n'est pas forcément le cas pour les organismes d'Etat.

Tableau 13 : Connaissance du PMCB et perceptions des pêcheurs professionnels de la Côte Bleue (N= 16) de l'association au processus de décision, de l'adaptation et du respect des réglementations, de l'adaptation du balisage par les pêcheurs professionnels ainsi que de la suffisance de la surveillance par le PMCB et les autorités de l'Etat. Chiffres en pourcentage (Leleu *et al.*, 2012).

Questionnaire pêche professionnelle	Oui	Non	NSP
Connaissez-vous l'existence du Parc Marin de la Côte Bleue ?	100	0	0
Êtes-vous suffisamment associés au processus de décisions du PMCB ?	87,5	6,3	6,3
Pensez-vous que les réglementations en vigueur dans les réserves du PMCB sont bien adaptées ?	81,3	6,3	12,5
Pensez-vous que les réglementations sont bien respectées ?	31,3	50,0	18,8
Pensez-vous que le balisage des réserves du PMCB est adapté ?	31,3	68,8	0
Pensez-vous que la surveillance exercée par le PMCB est suffisante ?	18,8	75,0	6,3
Pensez-vous que le niveau de contrôlé exercé par les autorités de l'Etat est suffisant ?	12,5	81,3	6,3

En effet, la majorité des pêcheurs professionnels (81%) estime que le niveau de contrôle est insuffisant en mer et mal orienté : multiplication des contrôles de sécurité des petits bateaux côtiers, insuffisance de contrôle et de répression concernant le chalutage illégal dans la bande côtière des 3 milles, *etc.*

Le balisage du territoire d'une AMP revêt une importance particulière dans l'adhésion et l'appropriation de celle-ci par les usagers, mais aussi pour le respect des réglementations inhérentes au territoire balisé. La majorité des pêcheurs (69%) considère que le balisage des réserves doit être amélioré pour une meilleure pratique de leur métier (Tableau 13). L'activité de pêche professionnelle se déroulant essentiellement de nuit, leurs revendications portent surtout sur l'éclairage des bouées qui délimitent les réserves, et qui leur apparaît comme indispensable pour éviter toute collision et éviter de caler leurs engins à l'intérieur des réserves. Lors du questionnaire, certaines bouées n'étaient pas éclairées, et des défaillances fréquentes sur les autres avaient conduit à programmer une refonte complète du système de balisage des 2 zones marines protégées. En 2011 et 2012, l'ensemble des 9 bouées gérées directement par le PMCB a été remplacé par un modèle nouveau (ES 630 de Mobilis). Ces bouées sont beaucoup plus visibles, plus fiables avec une charge d'entretien allégée, et elles sont dorénavant toutes équipées d'un système lumineux.

Des questions portent sur la perception de l'effet des réserves (Tableau 14). Les pêcheurs professionnels pensent que l'impact des réserves sur l'environnement est très positif (25%) ou assez positif (44%) et aucun des pêcheurs n'indique un impact négatif. Ils pensent que l'impact des réserves sur la pêche en général est positif (56%) ou très positif (31%). Concernant l'impact sur leur propre activité de pêche, il est également positif (31%) ou très positif (19%), même si 50% des pêcheurs pensent que l'impact est neutre (contre 12% de neutre sur la pêche côtière en général). Concernant l'impact des réserves sur l'économie locale, 44% des pêcheurs ne se prononcent pas (la question a été globalement mal comprise) et le reste des avis est partagé, avec 19% d'avis positifs et 37% d'avis neutre (Tableau 14).

Des questions portent également sur la perception des récifs artificiels. La totalité (100%) des 18 pêcheurs interrogés déclare connaître l'existence des récifs artificiels sur la Côte Bleue et 100% sont favorables aux ré-immersions de récifs. 72% connaissent les 2 types de récifs (production/protection) et savent l'expliquer. Si la grande majorité (83%) des pêcheurs pense que les récifs ont un effet positif sur la pêche côtière en général (6% d'effet neutre), la plupart d'entre eux (44%) indiquent en revanche un effet neutre sur leur propre activité, contre 17% d'effet positifs (Tableau 14). Ceci peut s'expliquer par la faible surface occupée

par les récifs artificiels au sein du PMCB comparativement aux longueurs de filets calés par opération de pêche, qui rend difficile (car trop ponctuelle) toute détection de l'effet des récifs. En effet, lors des calées, moins d'une pièce de filet est sous influence directe des récifs, par rapport à une longueur moyenne de filet calée de 945 m (Sparidae), 1127 m (Loup) et 1900 m (Rouget).

Tableau 14 : Perceptions des pêcheurs professionnels de la Côte Bleue sur l'effet des réserves (N= 16) et des récifs artificiels (N= 18) sur la pêche, sur l'environnement et sur l'économie locale. *NSP : Ne sait pas. Chiffres donnés en pourcentage (Leleu *et al.*, 2012).

	Très positif	Assez positif	Neutre	Assez négatif	Très négatif	NSP*
Effet des réserves sur :						
L'activité propre du pêcheur	18,7	31,3	50	0	0	0
La pêche aux petits métiers côtiers	31,3	56,2	12,5	0	0	0
L'environnement	25	43,7	6,3	0	0	25
L'économie locale	6,3	12,5	37,5	0	0	43,7
Effets des récifs artificiels sur :						
L'activité propre du pêcheur	5,6	11,1	44,4	0	0	33,3
La pêche aux petits métiers côtiers	33,3	50,0	5,6	0	0	11,1

De plus, si les bordures des réserves sont attractives et fréquentables par les pêcheurs professionnels, ce n'est pas le cas des récifs artificiels, qui peuvent abîmer considérablement le matériel de pêche (surtout les filets) et qui seront plutôt évités. Néanmoins, 33% des pêcheurs fréquentent les récifs, mais ils sont 28% à ne jamais caler autour.

Des questions portaient également sur la connaissance de la démarche Natura 2000. Il ressort que la majorité (55%) des pêcheurs professionnels de la Côte Bleue ne connaît pas le réseau Natura 2000 et 72% des pêcheurs ne savaient pas qu'un site Natura avait été proposé sur leur territoire. Le mode de connaissance de Natura 2000 s'effectue principalement par la prud'homie (33%) ou le PMCB (33%), mais également par la presse (17%) ou internet (17%).

6.7.2. Perception des pêcheurs récréatifs

Compte tenu de l'attractivité de la Côte Bleue, de sa facilité d'accès et de la proximité avec les centres urbains (Marseille, Berre, Martigues), le territoire de la Côte Bleue est très fréquenté par les usages maritimes récréatifs. L'effort de pêche est important sur le littoral, avec des techniques de pêche très diversifiées et ciblées selon les espèces souhaitées et les saisons (pêche à la palangrotte, à la canne, de fond/au bouchon, turlutte, traîne, palangre, jig (dandinette), leurre/spinning, surf-casting, foène, pêche à la pierre à la moule, chasse sous-marine, récoltes diverses sur le littoral, pêche aux oursins...). Cet effort de pêche est également varié et multiple, aussi bien au niveau de la répartition spatiale (digués des ports, plages, littoral rocheux, bande côtière et large) et temporelle, qui s'exerce à toute heure de la journée et de la nuit et quelle que soit la saison.

Si les techniques de pêche sont connues, l'effort et les productions de pêche commencent à peine à faire l'objet de suivis précis. Plusieurs séries d'enquêtes ont été menées par l'opérateur PMCB entre 2006 et 2009 et ont permis de mieux caractériser les pêcheurs de loisirs: qui sont-ils ?, comment pêchent-ils ?, où pêchent-ils ?, que pêchent-ils ? et en quelle quantité ?

Dans le cadre du projet Pampa, des enquêtes par questionnaires directs ont été menées entre le printemps 2007 et le printemps 2009 auprès de 2251 pêcheurs, soit 1795 questionnaires posés (1044 pêcheurs du bord, 534 pêcheurs embarqués, 175 chasseurs sous-marins et 42 refus, soit seulement 3%). L'effort d'échantillonnage a nécessité 97 jours d'enquêtes à terre et 57 jours en mer. Au total, 40 questions ont été posées, portant sur : (i) les conditions et pratique de la pêche de loisir ; (ii) la perception des réserves marines et des réglementations ; (iii) des informations de nature socio-économique ; (iv) une analyse précise des captures et de l'effort de pêche (Charbonnel *et al.*, 2009, 2013 ; Le Direach *et al.*, 2011). Les résultats sont détaillés dans les chapitres suivants, pour chaque activité concernée (pêche embarquée, du bord et chasse sous-marine).

6.7.2.1. Perceptions des pêcheurs embarqués

Sur les 534 pêcheurs embarqués enquêtés, le pêcheur type de la Côte Bleue est un homme (92%) âgé de 56 ans, avec une majorité de retraités (50%). Il pêche depuis plus de 20 ans (70%), quasi-exclusivement sur la Côte Bleue (82%), toute l'année (52%) et plutôt le matin (70%).

Il pêche en moyenne 4h56 par jour et 44,4 jours/an, avec 1,8 cannes et 3 hameçons (taille moyenne 8,3) et estime pêcher 59,8 kg/an. Le budget est élevé, avec en moyenne 1629 €/an, principalement du fait des dépenses liées au bateau (entretien, carburant). Ce budget est globalement 4 fois plus élevé que les autres types de pêches.



Concentration des bateaux de pêche récréative sur les roches du large.
Photo B. Daniel/PMCB

Seulement un tiers (32%) des pêcheurs embarqués sont affiliés à un club de pêche ou à une société nautique. Ils connaissent le Parc Marin (73%) et pensent être suffisamment informé sur les réglementations (65%). Un peu plus de la moitié des pêcheurs (56%) connaît l'existence de tailles minimales de captures. 74% des pêcheurs pense que les réglementations sont bien adaptées, mais pas respectées (50%). Le pêcheur embarqué estime que l'impact des réserves sur l'environnement est très positif (76%) ou plutôt positif (19%) et seuls 0,5% des pêcheurs embarqués indiquent un impact négatif. Il pense que l'impact des réserves sur sa propre activité de pêche est également positif (60%), même si 34% des pêcheurs pensent que l'impact est neutre.

A la question « quelle solution vous paraît la mieux adaptée pour soutenir la pêche côtière », 35% des pêcheurs embarqués proposent la création d'une nouvelle réserve marine, 17% suggèrent de mieux faire respecter la réglementation existante. 10% proposent de fermer la pêche pendant la reproduction (repos biologique) et 30% ont d'autres suggestions. Moins de 5% des pêcheurs suggèrent d'instaurer des quotas de pêche (5%), d'augmenter les mailles (2%) ou de créer une licence de pêche (0,3%).

Sur les 381 bateaux géolocalisés, la plupart sont originaires de la Côte Bleue et proviennent majoritairement des ports de Carry-le-Rouet (23%), de Martigues (13%) et de Sausset les Pins (13%). Néanmoins, 24% des bateaux proviennent de l'Ouest de Marseille (port de l'Estaque-Corbières-La Lave). La grande majorité des bateaux enquêtés ont une taille moyenne de 5-7 m (69%) et sont à plus de 94% des rigides.

6.7.2.2. Perceptions des pêcheurs du bord

Sur les 1044 pêcheurs du bord enquêtés, le pêcheur type de la Côte Bleue est un homme (92%) âgé de 51 ans qui pêche depuis plus de 20 ans (62%), très souvent sur la Côte Bleue (63%), généralement toute l'année (53%) et plutôt le matin (47%).

Il pêche en moyenne 4h30 par jour et 55 jours/an, avec 2,1 cannes munies de 2,4 hameçons (taille moyenne 8,1) et estime pêcher 24,5 kg/an. Le pêcheur du bord dépense en moyenne 417 euros par an, avec un budget compris entre 50 et 150 euros par an pour 34% des pêcheurs.

Le pêcheur du bord n'est pas affilié à une structure de pêche (seulement 3% des pêcheurs appartient à un club de pêche) et ne connaît pas le Parc Marin en tant qu'AMP (53%) et n'est pas suffisamment informé sur les réglementations (à 61%). Il pense néanmoins que les réglementations sont bien adaptées (57%), mais pas respectées (41%). Le pêcheur du bord estime en grande majorité (86%) qu'il n'est pas associé aux processus de décision du Parc Marin.

Il pense que l'impact des réserves sur l'environnement est très positif (62%) ou plutôt positif (25%) et seuls 1% des pêcheurs du bord indique un impact négatif. En revanche, seulement 28% des pêcheurs du bord indiquent que l'impact des réserves sur leur propre activité de pêche est positif (60%), tandis que pour la majorité (59%) l'impact est considéré comme neutre. Les pêcheurs du bord sont ceux qui connaissent le moins l'existence de tailles minimales de captures, avec 63% qui ignorent les mailles (Figure 41).

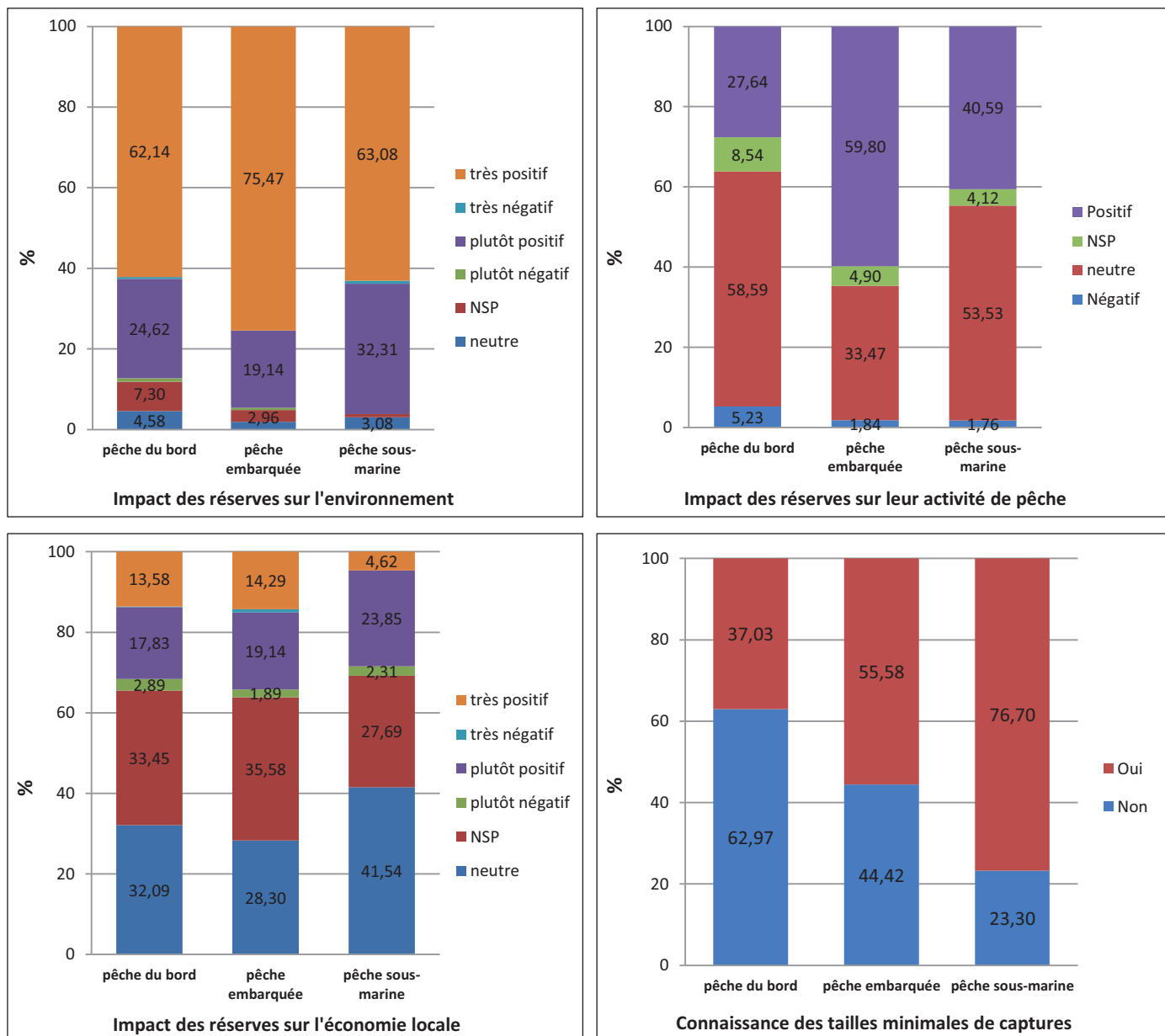


Figure 41 : Perception des pêcheurs de loisirs de la Côte Bleue concernant l'impact des réserves marines sur l'environnement, sur leur activité de pêche et sur l'économie locale. En bas à droite : connaissance des mailles de captures (Charbonnel *et al.*, 2013).

A la question « quelle solution vous paraît la mieux adaptée pour soutenir la pêche côtière », 28% des pêcheurs du bord suggèrent de mieux faire respecter la réglementation existante et 27% pensent qu'il faut créer une nouvelle réserve marine. 12% proposent de fermer la pêche pendant la reproduction des poissons (repos biologique). Moins de 5% suggèrent d'augmenter les mailles ou d'instaurer des quotas de pêche, et seulement 1% propose l'instauration d'une licence de pêche (Figure 42).

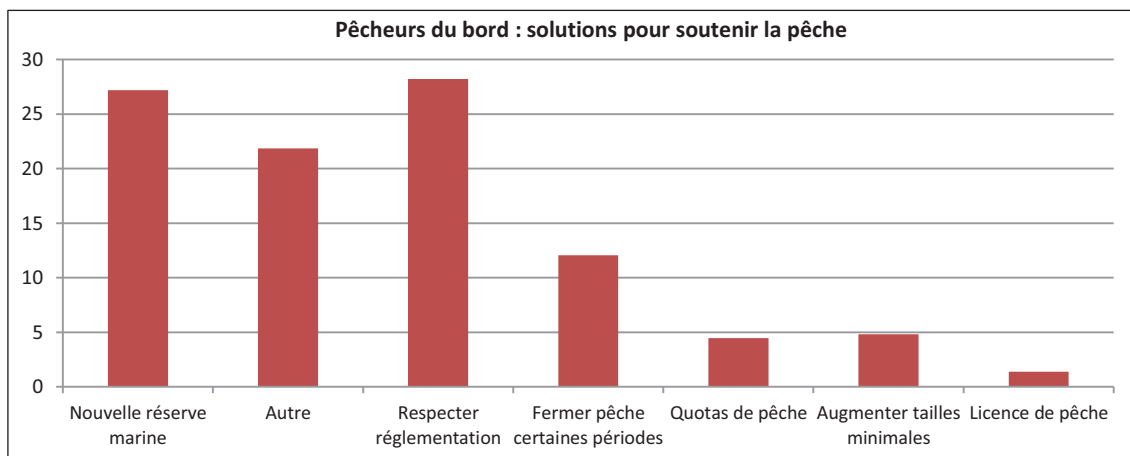


Figure 42 : Solutions évoquées par les pêcheurs du bord pour soutenir la pêche côtière.

6.7.2.3. Perceptions des chasseurs sous-marins

D'après les réponses des 175 chasseurs, le pêcheur sous-marin type est un homme (98%) âgé de 36 ans qui pêche le plus souvent sur le site « Côte Bleue Marine » (60%), toute l'année (70%), plutôt les week-ends (36%) et le matin (52%). Il pêche en moyenne 3h10 par jour et 59,9 jours/an⁹, avec 1,5 fusil harpon et estime pêcher 50 kg /an. Il chasse le plus couramment à une profondeur de 9,9 m, en utilisant principalement la technique de l'agachon (51%). Les autres techniques de chasse pratiquées sont la chasse à trou (19%), l'indienne (16%) et la coulée (13%).

La situation est contrastée sur l'ancienneté de la pratique, avec 31% des chasseurs qui pratiquent depuis plus de 20 ans et 29% dont la pratique est récente (1 à 5 ans). Il connaît le PMCB (72%) et pense être suffisamment informé sur les réglementations (71%). Il estime que les réglementations sont bien adaptées (79%), et qu'elles sont respectées (51%), contrairement aux autres pêcheurs du bord et embarqués. En grande majorité, il pense que l'impact des réserves sur l'environnement est très positif (63%) ou plutôt positif (32%) et seuls 0,8% des chasseurs indiquent un impact négatif. Les avis sont plus partagés sur l'impact des réserves sur leur propre activité de pêche : 41% des chasseurs considèrent qu'il est positif, tandis que 54% pensent qu'il est neutre.

Les chasseurs sous-marins sont ceux qui connaissent le mieux l'existence de tailles minimales de captures, à 77% d'entre eux, contre 56% des pêcheurs embarqués et seulement 37% des pêcheurs du bord (Figure 41). Le chasseur dépense en moyenne 434 euros par an, avec un budget compris entre 50 et 150 euros par an pour 36% des chasseurs. Il n'est majoritairement pas affilié à une structure ou fédération de chasse de pêche (71%).

A la question « quelle solution vous paraît la mieux adaptée pour soutenir la pêche côtière », 24% des chasseurs sous-marins proposent la création d'une nouvelle réserve marine, 19% suggèrent de fermer la pêche pendant la reproduction (repos biologique). 17% évoquent de mieux faire respecter la réglementation existante et 22% ont d'autres suggestions. Moins de 10% des chasseurs suggèrent d'augmenter les mailles (9%), d'instaurer des quotas de pêche (8%), ou de créer une licence de pêche (0,8%).

6.7.3. Perception des plongeurs

Des enquêtes sur l'activité plongée ont été effectuées par le PMCB en 2006 auprès de 17 centres de plongée et de 689 plongeurs individuels, lors du programme européen « Empafish » (Alban *et al.*, 2008 ; Roncin *et al.*, 2008 ; Oblin, 2006). Un questionnaire spécifique a été proposé, portant sur les pratiques, la perception sur les Aires Marines Protégées et des informations d'ordre socio-économiques.

Le questionnaire proposé aux plongeurs individuels comporte 25 questions et 3 thématiques. Le temps d'entretien du plongeur sondé est court, d'environ 7-8 minutes. Le questionnaire proposé aux 17 opérateurs de plongée est plus complet, et comprend 44 questions détaillées et ciblées sur la structure, son activité (équipements, coûts), les sites de plongées et les pratiques, la connaissance de l'Aire Marine Protégée PMCB et une approche cout/bénéfice de la plongée liée à l'AMP. L'entretien avec le responsable de chaque structure est plus long, avec une durée moyenne d'environ 1 heure. Les enquêtes ont été réalisées du 22 avril au 6 juillet 2006 auprès de 689 plongeurs et des responsables de 17 centres de plongées par une étudiante en Master2 du COM (H. Oblin) et les agents du PMCB (E. Charbonnel, M. Bricchet).

Une majorité des plongeurs individuels (67%) connaissent l'existence du Parc Marin de la Côte Bleue et ses réserves. Néanmoins, pour 75% des plongeurs, l'existence des réserves n'a pas joué un rôle dans leur décision de venir plonger sur la Côte Bleue, tandis que 18% indiquent un rôle modéré et 8% un rôle décisif. 68% d'entre eux ont déjà plongé dans une autre réserve marine. La plupart des plongeurs (93%) pensent que les réserves marines ont un impact positif sur l'environnement (1% indiquent un impact négatif et 6% ne savent pas).

D'autres questions ont été posées aux centres de plongées pour connaître leurs perceptions sur les bénéfices apportés par les réserves marines (Tableau 15). Les opérateurs de plongée sont unanimes pour souligner que les AMP aident à protéger la biodiversité (100% des 17 clubs interrogés) et indiquent que les réserves augmentent les abondances des poissons, aussi bien à l'intérieur (88% tout à fait d'accord et 12% plutôt d'accord) qu'à l'extérieur des zones protégées (59% tout à fait d'accord et 41% plutôt d'accord).

Les centres de plongée pensent que les réserves profitent surtout aux pêcheurs amateurs (65%), aux professionnels (41%), mais ne profitent pas aux plongeurs eux-mêmes (35%). Les opérateurs de plongée ne pensent pas que les réserves permettent d'augmenter la fréquentation touristique (59%), ni ne profitent à l'économie locale (48%).

Ils ne savent pas à 67% si le zonage du Parc Marin de la Côte Bleue permet de réduire les conflits entre usagers de la mer. En revanche, ils ne pensent pas à 47% que les réserves réduisent le braconnage et le chalutage illégal (Tableau 15). 82% des clubs informent leurs clients des règles en vigueur dans les réserves, mais ils ne mettent pas en avant (à 47%) le fait qu'ils plongent dans une AMP située près de deux réserves.

⁹ - A noter que plus de 20% des chasseurs enquêtés estiment pêcher de 90 à 120 fois dans l'année.

Tableau 15 : Questions posées aux 17 centres de plongée de la Côte Bleue sur leurs perceptions des bénéfices apportés par les réserves marines et leurs effets (en % de réponses, d'après Alban *et al.*, 2008 et Roncin *et al.*, 2008).

Effets des réserves marines	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
Les réserves sont un moyen efficace de protéger et de conserver la biodiversité	100%	0%	0%	0%	0%
Les réserves sont un moyen efficace d'accroître l'abondance des ressources halieutiques dans la zone protégée	88%	12%	0%	0%	0%
Les réserves sont un moyen efficace d'accroître l'abondance des ressources halieutiques à l'extérieur de la zone protégée	59%	41%	0%	0%	0%
Les réserves sont un moyen efficace d'accroître la fréquentation touristique	6%	12%	24%	35%	24%
Les réserves profitent surtout aux pêcheurs professionnels	6%	35%	12%	24%	24%
Les réserves profitent surtout aux pêcheurs récréatifs amateurs	0%	65%	12%	18%	6%
Les réserves profitent surtout aux plongeurs sous-marins	0%	35%	47%	12%	6%
Le zonage du Parc Marin sur la Côte Bleue permet de réduire les conflits entre usagers	0%	17%	17%	0%	67%
Les réserves permettent de réduire le braconnage et la pêche illégale	12%	29%	6%	41%	12%
Les réserves ont une influence positive sur l'économie locale	24%	18%	24%	24%	12%

Les opérateurs soulignent que certains sites de plongée sont sur-fréquentés, aussi bien dans l'AMP Côte Bleue (75%) qu'ailleurs (80%). Cela influence d'ailleurs leur choix de plonger ou non sur ces sites à 71,5%. Les opérateurs ont également répondu à plusieurs questions concernant l'impact de leur activité plongée sur l'environnement. 29,5% des clubs indiquent que la plongée n'a pas d'impact (a contrario pour 70,5% des clubs, la plongée a un impact) et 23,5% pensent que le nourrissage ne nuit pas à l'environnement, mais aucun des opérateurs n'indique que le nourrissage est nécessaire (pour 88%, il n'est pas nécessaire à leur activité).

Seulement 23,5% des structures de plongée pensent que la chasse sous-marine n'a pas d'impact sur le comportement des poissons et tous les opérateurs sont unanimes pour souligner que l'installation de bouées de mouillages sur les sites de plongée n'est pas néfaste au milieu. L'opinion des plongeurs individuels concernant leur impact sur l'environnement montre que 64% des plongeurs pensent que la plongée a un impact (32% pensent que non et 4% ne savent pas). Pour 59% des plongeurs l'impact principal est lié aux comportements des plongeurs, tandis que 41% pensent que trop de fréquentation génère des impacts.

6.8. Les réserves, un outil d'éducation et de développement durable

Depuis 1984, le Parc Marin de la Côte Bleue organise des actions de sensibilisation et d'information sur la protection du milieu marin, qui sont proposées chaque année auprès des scolaires et du grand public à travers des stages de découverte, des animations ponctuelles, des expositions/forums et des manifestations. Ces actions de sensibilisation à l'environnement sont au cœur de l'objectif 6 du plan de gestion du PMCB lancé en 2008. Elles seront ainsi pérennisées et valorisées auprès du public et des acteurs locaux tout en renforçant les partenariats sur l'éducation à l'environnement et au développement durable (EEDD).

6.8.1. *Les stages de découverte du Parc Marin*

Les stages de découverte du milieu marin, anciennement dénommés « classes de mer », représentent un point fort de cette sensibilisation et une volonté commune des municipalités de la Côte Bleue de faire découvrir aux enfants leur patrimoine littoral et maritime proche.

Ces stages concernent principalement les élèves des classes de cycle 3 (CE2, CM1 et CM2) scolarisés sur les cinq communes membres du Syndicat Mixte du PMCB (Martigues, Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, Ensues-la-Redonne et Le Rove) et sur la commune de Châteauneuf-les-Martigues. Depuis la création des stages de découverte en 1984, ce sont plus de 26 000 enfants qui ont été concernés par ce dispositif EEDD.



Exposition des scolaires sur les stages de découverte du PMCB. Photo : F. Bachet/PMCB.

Les stages de découverte sont proposés sur une durée de 4 jours complets (Tableau 16), avec un programme pédagogique adapté pour chaque commune et pour chaque classe, afin d'utiliser au mieux les ressources et spécificités locales et de répondre aux souhaits des enseignants. Les élèves abordent la connaissance du littoral et du milieu marin de la Côte Bleue aussi bien :

- de façon théorique en salle : les sujets traités sont abordés au travers de projections de diaporamas et/ou de vidéos, au fur et à mesure desquels les élèves reçoivent des explications et complètent des documents. L'interaction animatrice - élèves permet d'adapter cette présentation à la réceptivité et à l'intérêt de la classe ;
- de façon pratique sur le terrain pour une approche complémentaire du littoral et du milieu marin.

Tableau 16 : Déroulement et programme des stages de découverte du milieu marin organisé par le PMCB depuis 1984, à destination des enfants scolarisés sur les 5 communes de la Côte Bleue.

Durée	Intitulé	Objectifs-Programmes
J1 Demi-journée	Présentation du Parc Marin de la Côte Bleue	<u>A l'école, en classe</u> ✓ Présentation du PMCB et de ses objectifs ✓ Importance des réserves marines ✓ La pêche artisanale sur la Côte Bleue
J2 Journée entière	Le port et la pêche artisanale	<u>Matin : Port de Carro</u> ✓ Visite du marché aux poissons ✓ Rencontre avec les pêcheurs ✓ Le plancton et la chaîne alimentaire <u>Après-midi : La Couronne</u> ✓ Parcours littoral ✓ Visite du Sémaphore ✓ La Réserve Marine du Cap-Couronne
J3 Journée entière	Découverte du littoral	<u>Matin : Anse du Cap Rousset</u> ✓ Atelier collecte des organismes ✓ Découverte sur le terrain des principaux organismes marins du littoral, de leur mode de vie et classification <u>Après-midi : Plage du Rouet à l'Observatoire</u> ✓ Thème au choix (parmi 7 thèmes, voir liste)
J4 Journée entière	Découverte de la Côte Bleue en bateau	<u>Matin : A bord du navire l'Albatros</u> ✓ Les réserves marines ✓ La géographie et les aménagements côtiers ✓ Notion de navigation <u>Après-midi : A bord du canot de sauvetage de la SNSM</u> (seulement pour les classes de Martigues) ✓ Le rôle des sauveteurs en mer ✓ L'équipement du bateau de sauvetage
J5 Demi-Journée	Découverte de la flore méditerranéenne	<u>En forêt</u> ✓ Découverte de la flore littorale méditerranéenne ✓ Notions de gestion d'un espace forestier ✓ Prévention des incendies de forêt
J6 Demi-Journée	Découverte de la roselière de Boumandariel	<u>Zone humide du vallon de Boumandariel</u> (seulement pour les classes de Sausset les Pins) ✓ Importance des zones humides ✓ Notion de bassin versant ✓ Découverte de la faune et de la flore

Une visite de la zone humide de Boumandariel d'une demi-journée est réalisée avec les classes de la commune de Sausset-les-Pins et un baptême de plongée sous-marine est organisé en période extrascolaire avec les classes de la commune du Rove. Les sorties de terrain dépendant des conditions météorologiques, les stages de découverte du milieu marin sont organisés préférentiellement au printemps et à l'automne chaque année.

Un thème au choix est également proposé à l'enseignant, parmi les 7 thèmes suivants :

- La classification des organismes marins (répartition par famille des organismes) ;
- L'herbier de posidonies (présentation, rôles, menaces, protection) ;
- La pollution marine (origines, conséquences, actions, stations d'épuration) ;
- Les oiseaux marins (critères d'identification, biologie, écologie) ;
- Les écogestes (la mer au quotidien, comportements à risque et gestes à adopter) ;
- Les macrodéchets (ramassage, types de déchets, dégradation en milieu marin) ;
- Le plancton (prélèvement, observations à la loupe binoculaire, rôles) ;
- La pêche préhistorique (techniques de pêche de nos ancêtres, fabrication de fils de pêche et de cordes à partir du lin) ;
- Les mystères de la Méditerranée (origine des océans, pourquoi la mer est salée, bleue, les habitants des abysses).

Des expositions de fin d'année scolaire sont également organisées en juin dans certaines communes (Sausset les Pins, Châteauneuf-les-Martigues), au cours desquelles les élèves exposent les travaux qu'ils ont réalisés suite aux stages de découverte du milieu marin. En 2011, les 2 expositions ont compté 240 visiteurs et permettent de sensibiliser les parents et surtout d'apprécier l'assimilation des notions abordées avec les enfants.

Le bilan de l'année 2011 montre que les stages de découverte se sont déroulés sur 74 jours. 21 classes y ont participé, soit 536 élèves, ce qui représente 1888 journées-participants (nombre de jours d'activités multiplié par le nombre de participants).



6.8.2. Les animations ponctuelles et expositions du Parc Marin

Excepté les stages de découverte, des animations ponctuelles sont réalisées en période scolaire avec des écoles élémentaires, des collèges et des lycées, sur sollicitation des enseignants, mais aussi en période extrascolaire avec des centres aérés, des centres de loisirs et des publics de tout âge.

Ces animations ont une durée d'une demi-journée à une journée selon leur contenu. Ce dernier repose sur le programme de base des stages de découverte du milieu marin et est adapté à chaque demande. Ces animations permettent de faire connaître le PMCB et ses objectifs à un public varié et de sensibiliser des personnes extérieures à la Côte Bleue, la majorité provenant des Bouches du Rhône. Ces animations ponctuelles ont représenté en 2012 un total 437 participants qui ont été sensibilisés sur 9,3 jours, ce qui représente 248 journées – participants.

Au total, pour l'année 2012, ce sont 927 enfants et jeunes qui ont été sensibilisés sur 76,8 jours, soit 1 990 journées–participants dans le cadre des stages de découverte et des animations. Les scolaires représentent environ un quart du public sensibilisé par le Parc Marin (Figure 43).

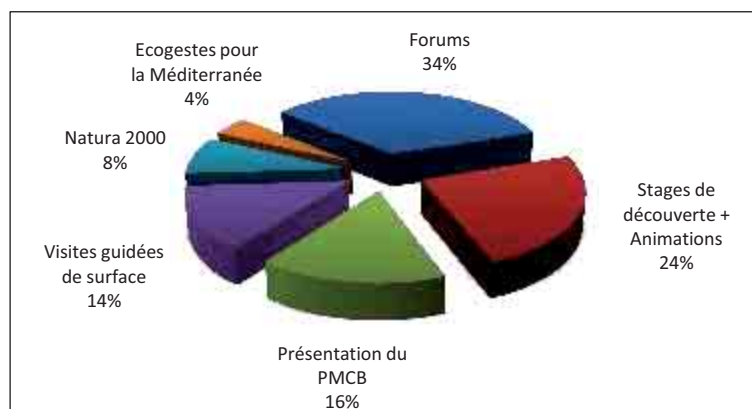


Figure 43 : Répartition des effectifs en fonction du type de sensibilisation effectuée par le PMCB. Exemple pour l'année 2011.

6.8.3. Bilan des actions de sensibilisation depuis 10 ans (2001 à 2012)

Le bilan des stages de découverte du milieu marin depuis 2001 montre que le nombre d'élèves sensibilisés chaque année reste stable, avec une moyenne de 535 enfants par an. Cette stabilité est liée à la capacité de charge de 21 à 23 classes par an, qui est constante depuis 10 ans. Le nombre de journées-participants des actions de sensibilisation au milieu marin (stages de découverte

et animations ponctuelles cumulés) est variable selon les années, avec un maximum de 2 608 journées-participants en 2001 et un minimum de 1 945 journées-participants en 2006 (Tableau 17 et Figure 44).

Tableau 17 : Evolution du nombre de participants et du nombre de journées – participants pour les stages de découverte et les animations ponctuelles entre 2001 et 2012.

Stage de découverte	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nombre d'élèves sur l'année	569	507	546	536	610	546	512	519	476	540	536	490
Journées - participants	2262	2020	1861	1784	1931	1774	1818	1851	1671	1882	1888	1742
Animations ponctuelles												
Nombre de participants	542	596	172	308	257	205	440	671	539	229	336	437
Journées - participants	346	498	102	217	163	172	295	494	330	124	157	248
Stage de découverte + Animations												
Nombre de participants	1111	1103	718	844	867	751	952	1190	1015	769	872	927
Journées - participants	2608	2518	1963	2001	2094	1945	2113	2345	2001	2006	2044	1990

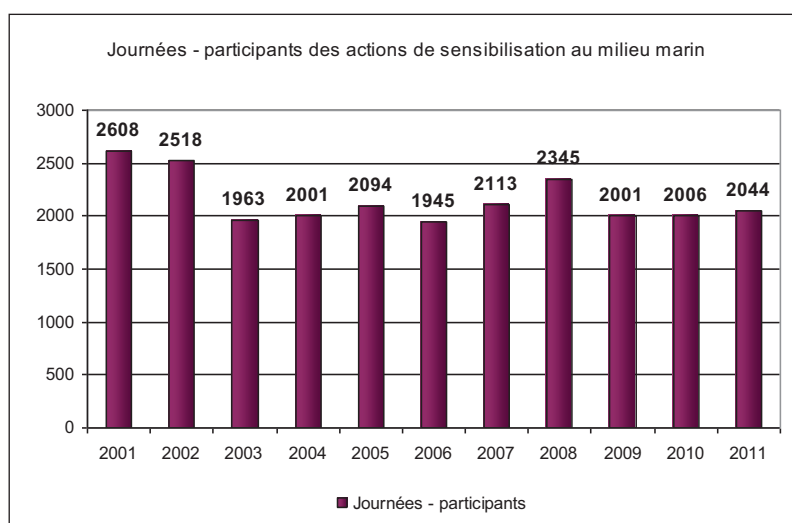


Figure 44 : Evolution du nombre de journées-participants aux actions de sensibilisation et d'éducation sur le milieu marin (stages de découverte et animations ponctuelles cumulés) effectuées par le PMCB depuis 10 ans (période 2001-2011).

Le nombre total de personnes touchées par les démarches de sensibilisation du PMCB est variable selon les années, avec un maximum de 4769 personnes sensibilisées en 2009 et un minimum de 1143 en 2003 (Tableau 18). A noter que les actions de sensibilisation effectuées lors de manifestations (stand, exposition) n'ont vraiment commencé à être inventoriées qu'à partir de 2009 (comptabilisation des visiteurs sur le stand pour rapportage du Réseau mer PACA). Si le nombre de scolaires sensibilisés reste stable au cours des années (capacité de charge de 21 à 23 classes par an et constante), il existe d'importantes fluctuations selon les années dans la sensibilisation du grand public, du fait par exemple de la participation variable du PMCB aux expositions et/ou manifestations et selon les campagnes d'enquêtes en mer des usagers, effectuées lors de programmes de recherche européen (Empafish, 1 279 enquêtes en 2006) ou du projet Pampa (1 795 enquêtes des pêcheurs de loisir entre 2007 et 2009).

Tableau 18 : Bilan des dispositifs d'activités de sensibilisation au milieu marin dispensées par les agents du PMCB depuis 10 ans, entre 2001 et 2012 (dm : données manquantes).

Sensibilisation	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Scolaires, dont :												
Classe mer primaires cycle 3	569	507	546	536	610	546	512	519	476	540	536	523
Animation ponctuelle	542	596	172	308	257	205	440	671	539	229	336	314
Collèges (passeport13)					40	23	117	150	142	103	50	123
Grand public, dont :												
Stand, expositions	dm	dm	dm	dm	dm	dm	541 +dm	185 +dm	1759	1373	1205 +dm	1571
Sentier sous-marin	449	468	425	421	488	485	477	525	550	525	482	579
Ecogestes					476	406	305	285	263	260	151	123
Conférences	dm	dm	dm	dm	dm	dm	42	30	514	353	297	361
Enquêtes usagers (dont Natura 2000)	dm	dm	dm	dm	dm	1279	507	762	526	70	284	48
Nombre total de personnes EDD	1560	1571	1143	1265	1871	2944	2941	3127	4769	3453	3291	3642

6.8.4. Les outils de communication autour des Zones Marines Protégées

Le Parc Marin a développé différents types d'outils pédagogiques spécifiques destinés aux scolaires. Mais le PMCB réalise et édite également diverses plaquettes et brochures pour le grand public, en particulier les usagers en mer.

Une plaquette spécifique dédiée aux 2 zones marines protégées de Carry-le-Rouet et du Cap-Couronne a été éditée en triptyque en 2004, avec une présentation des 2 réserves du Parc, ainsi que la réglementation et des conseils pratiques destinés aux usagers. *Edition : 39 000 exemplaires 6 pages* (Figure 45).

Parc Marin de la Côte Bleue

Le **PARC MARIN DE LA CÔTE BLEUE** est une structure originale et inédite en France qui s'étend sur les 28 km de côte située entre la rade de Marseille et le Golfe de Fos. Ce Syndicat Mixte regroupe les 5 communes de la Côte Bleue (Martigues, Sausset-les-Plains, Carry-le-Rouet, Enneüs-la-Rodonne et La Rivière), la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Département des Bouches-du-Rhône, et les organisations professionnelles de la pêche de Marseille et de Martigues.

Cet organisme a été créé en 1983. Il œuvre sous son nom sous la tutelle de l'administration chargée de la mer et les objectifs poursuivis sont :

- ✓ Protéger et mettre en valeur le patrimoine naturel marin ;
- ✓ Participer à une meilleure gestion des ressources de la mer ;
- ✓ Informer le public et promouvoir des actions expérimentales et de recherche.

Quelques conseils à tous les usagers de la mer

- ✓ La mer est fragile, vous le savez. Incitez autour de vous à la respecter.
- ✓ Ne jetez pas les déchets plastiques et déchets de terrasse de votre pique-nique à l'ense ou sur la plage.
- ✓ Rejetez à la mer les sous-pieds, poissons que vous pêchez (ils seront utilisés quand vous en aurez besoin) : il existe des tailles minimales de captures par espèce.
- ✓ Faites attention à l'herbier de Posidonie, ne l'arrachez pas, ne laissez pas trainer l'ancre sur le fond. Cette plante (qui n'est pas une algue) est un véritable oasis de vie qui oxygène l'eau, sert de lieu de ponte, de nurserie, et favorise la protection des plages. L'herbier est protégé par la loi depuis 1988.
- ✓ Certaines espèces animales sont protégées sur nos côtes : le morue, la grande daurade, la grande cigale, la daurade de mer et brochet, les sarraciniens et les dauphins.
- ✓ Attendez à l'algue *Codium bursa* : elle n'a pas été vue sur la Côte Bleue, mais signalez au Parc Marin de la Côte Bleue toutes vos observations, même au cas de doute.

RESERVES MARINES DU CAP-COURONNE ET DE CARRY-LE-ROUET

Syndicat Mixte Parc Marin de la Côte Bleue
Communes de Martigues, Sausset-les-Plains, Carry-le-Rouet, Enneüs-la-Rodonne et La Rivière
Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur
Conseil Général des Bouches-du-Rhône

04 91 38 07 97 - fax : 04 91 38 06 99
18, rue de la République - 13001 Marseille
marseille@parcmarin-cotebleue.fr - www.parcmarin-cotebleue.fr

Zone marine protégée du Cap-Couronne

Elle a été créée en 1976, suite à l'adhésion de la ville de Martigues et à l'initiative des pêcheurs professionnels de Carry. Cette zone protégée s'étend sur 210 ha de fonds situés dans un secteur très important pour la reproduction des espèces exploitées, à l'entrée du golfe de Fos.

Superficie : 210 ha
Profondeur : 11 à 50 m
4 boues principales
3 boues intermédiaires

Zone marine protégée de Carry-le-Rouet

Elle a été créée en 1983, avec le soutien de la municipalité, des pêcheurs professionnels et des usagers. Cette zone protégée possède 2 une superficie de 85 ha, aux fonds marins très diversifiés, présente notamment un recouvrement par les différents types de poissons qui ont été étudiés, même dans les petits fonds côtiers.

Superficie : 85 ha
Profondeur : 0 à 30 m
3 boues principales
3 boues intermédiaires
2 espars à terre

Réglementation des réserves

Afin de protéger les fonds et permettre un repeuplement par les différentes espèces exploitées, **LES ACTIVITÉS SUIVANTES SONT INTERDITES TOUT L'ANNÉE** dans les deux zones marines protégées :

- LA PÊCHE sous toutes ses formes y compris
- LA PÊCHE PROFESSIONNELLE
- LA CHASSE SOUS-MARINE
- LA RECOLTE DES FRUITS DE MER
- LA PLONGÉE en scaphandre
- LE MOILLAGE des navires

Évitez de nourrir les animaux, ces zones se repeuplent naturellement

Le passage des oiseaux, la limpidité et la diversité des fonds en après saison estivale dans les deux zones marines protégées.

Effet réserve

Ce que l'on appelle « l'effet réserve » est très spectaculaire pour les poissons. Dans les réserves, l'arrêt de la pêche se traduit par une augmentation de la diversité en espèces, par des abondances et donc des tailles individuelles beaucoup plus importantes et par la présence régulière d'espèces rares ou recherchées. Une partie de la production de la réserve est exportée vers les zones périphériques ouvertes à la pêche, ce qui bénéficie directement aux pêcheurs.

Figure 45 : plaquette triptyque de présentation des 2 zones marines protégées de Carry-le-Rouet et du Cap-Couronne.

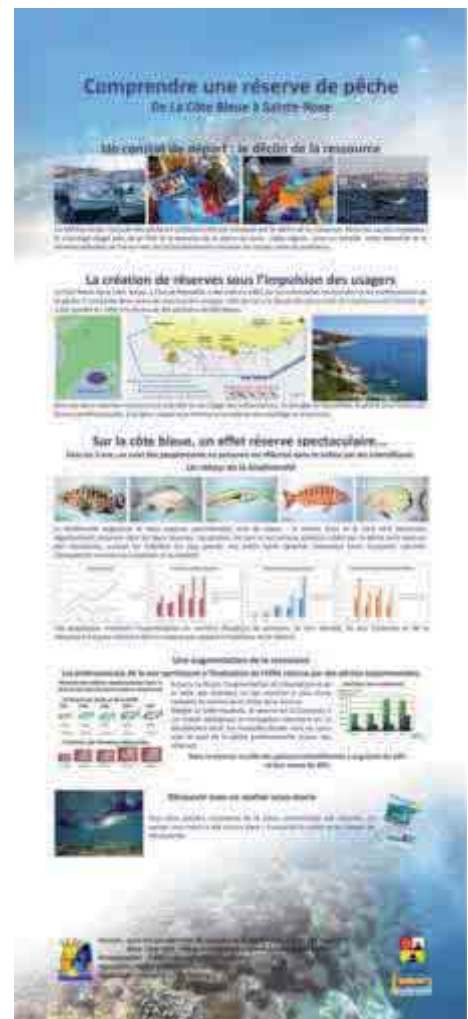
Les 2 réserves sont également évoquées dans la plaquette générale du Parc Marin de la Côte Bleue (Figure 46).



Figure 46 : plaquette de présentation du Parc Marin de la Côte Bleue et de l'effet réserve.

Des collaborations ont été réalisées en 2011 avec l'île de La Réunion (Vie Océane), avec la mise en place de panneaux pour la création de la réserve de pêche de Sainte Rose. Ces panneaux décrivent l'effet réserve observé dans la réserve du Cap-Couronne (Figure 47). Le Parc Marin collabore régulièrement à la rédaction de publications et ouvrages scientifiques. Ses actions sont régulièrement relatées dans la presse écrite, avec entre 30 et 60 articles qui paraissent chaque année dans des revues spécialisées, des quotidiens nationaux et régionaux, des hebdomadaires, etc. Le PMCB participe également au tournage de films documentaires et reportages variés sur le milieu marin, en particulier les réserves et les récifs artificiels.

Figure 47 (ci-contre) : panneau décrivant l'effet réserve observé dans la zone marine protégée du Cap-Couronne et installé à l'île de La Réunion (Sainte Rose) en 2011.



6.9. Les réserves, un outil de découverte

La plongée libre (apnée) se pratique sur l'ensemble du littoral de la Côte Bleue, notamment durant la saison estivale ou elle est souvent couplée à la baignade, mais cette activité est plus particulièrement développée dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet.

En effet, les mesures de protection en vigueur depuis 1983 permettent d'observer des poissons en plus grand nombre, de taille plus importante et au comportement beaucoup moins farouche qu'à l'extérieur, du fait de l'effet réserve.

Le Parc Marin organise et anime depuis 1994 des visites guidées de surface gratuites dans la réserve de Carry-le-Rouet.



Panneau d'information destiné aux visiteurs aquatiques de la Zone Marine Protégée de Carry-le-Rouet.

6.9.1. Suivi et évolution de la fréquentation en plongée libre dans la ZMP depuis 2002

Depuis 2002, le PMCB effectue des comptages des « visiteurs aquatiques » en plongée libre dans la ZMP de Carry-le-Rouet en juillet et août, tous les jours et toutes les 2 heures. L'objectif de ces comptages est d'avoir une idée quantitative de la fréquentation en plongée libre pendant les pics de fréquentation.

Le nombre de visiteurs aquatiques est indiqué en nombre observé (réellement comptés) et en nombre estimé, par extrapolation sur les plages horaires manquantes (Tableau 19). L'évolution de la fréquentation montre qu'entre 2002 et 2008, le nombre de visiteurs en plongée libre est relativement constant entre 4 000 et 6 000, si l'on excepte l'année de la canicule en 2003 (7 933 apnéistes). Depuis 2009, un palier semble franchi, avec une nette augmentation de la fréquentation et un record à plus de 10 000 personnes l'été 2009. Entre 2010 et 2012, le nombre reste à plus de 8 000 apnéistes l'été (Figure 48).

Tableau 19 : Evolution de la fréquentation de la ZMP de Carry-le-Rouet par les visiteurs aquatiques en période estivale depuis 2002. Le nombre de visiteurs est indiqué en nombre observé lors des comptages du PMCB et en nombre estimé, par extrapolation. Les visiteurs du sentier sous-marin (SSM) encadrés par le PMCB lors des visites guidées sont également indiqués.

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nombre de visiteurs observés par comptages											
Juillet	1305	1767	630	1476	2583	1157	437	1649	2721	1114	1877
Août	1524	3660	1860	1417	519	1684	1242	4193	1911	3318	3957
Nombre de visiteurs estimés par extrapolation											
Juillet	1565	2501	2410	2146	4182	1878	1466	2716	4235	2520	2378
Août	1855	5007	3233	2207	1137	2592	2680	6792	3381	5343	6298
Visiteurs SSM de la réserve	468	425	421	488	485	477	525	550	525	482	579
Total estimés	3888	7933	6064	4823	5797	4947	4671	10058	8141	8345	9255

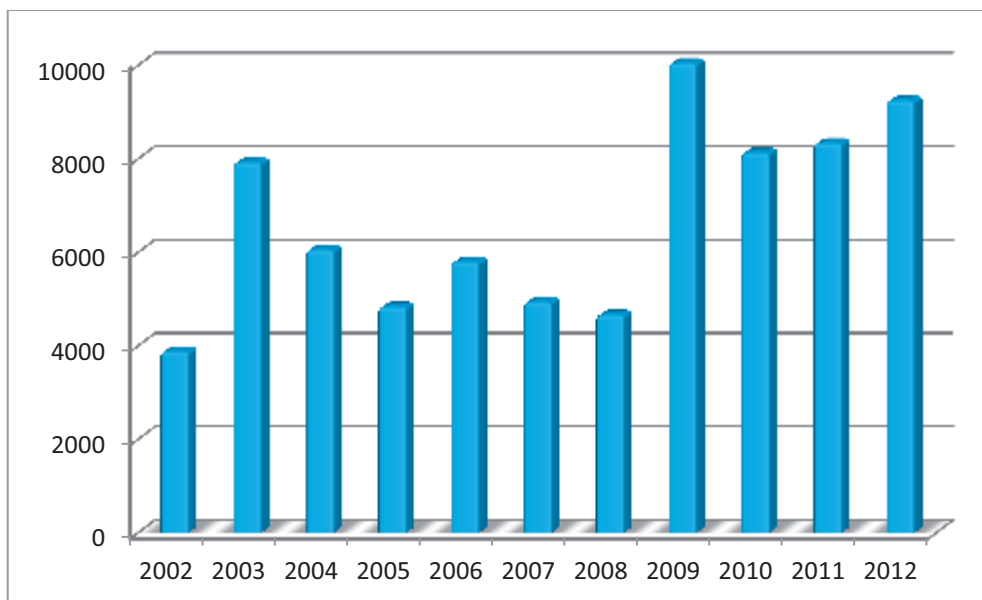


Figure 48 : Evolution du nombre de visiteurs aquatiques recensés dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet entre les étés 2002 et 2012.

La fréquentation fluctue également selon les heures de la journée (Figure 49). A titre d'exemple, lors de l'été 2012, le pic de fréquentation se situe vers 16h, avec 21% des visiteurs comptabilisés. La majorité des visiteurs (62%) sont observés l'après-midi. Il existe aussi une corrélation directe entre l'évolution de la température de l'eau de surface et la fréquentation de la réserve par les visiteurs aquatiques.

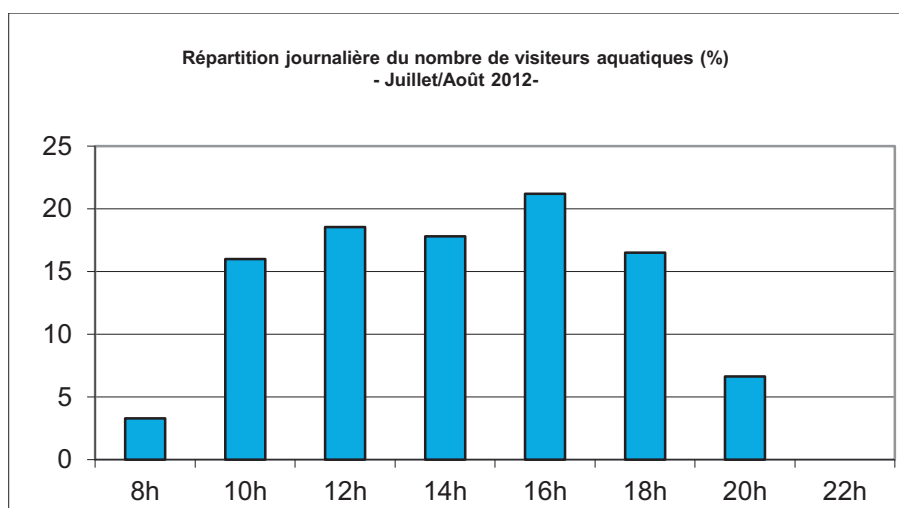


Figure 49 : Répartition journalière (en %) du nombre de visiteurs aquatiques comptabilisés pendant les mois de juillet et août 2012.

6.9.2. Les visites aquatiques dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet

La plongée en bouteille est interdite dans les deux zones marines protégées de la Côte Bleue, mais la découverte du milieu en plongée libre (PMT, palmes, masque et tuba) est autorisée. La réserve du Cap-Couronne étant éloignée de la côte de 100 m, avec des profondeurs importantes (-11 à -13 m) ; la plongée libre est donc surtout pratiquée dans la réserve marine de Carry-le-Rouet. Le PMCB organise et anime depuis 1994 des visites guidées de surface dans la réserve de Carry-le-Rouet à partir de la plage du Cap-Rousset. Ces sorties sont organisées à titre gratuit en juillet et août (3 créneaux 3 fois par semaine) et accueillent environ 500 à 550 personnes par saison.

Ces visites complètent, durant la période estivale, les actions de sensibilisation au milieu marin menées tout au long de l'année auprès des scolaires (classes de mer) et du grand public par le PMCB. L'objectif est de faire découvrir à un large public la richesse et la biodiversité des petits fonds côtiers de la Côte Bleue et plus particulièrement celle d'une zone bénéficiant d'une protection intégrale.

Les participants peuvent ainsi se rendre compte eux-mêmes de l'« effet réserve » : l'absence de prédation humaine permet l'observation de poissons plus nombreux, plus gros et beaucoup moins craintifs par rapport à d'autres zones littorales. Au gré des rencontres, des notions d'écologie, les espèces méditerranéennes et leur importance respective sont abordées avec une attention particulière sur les rôles de l'herbier de Posidonie. Le déroulement de cette activité dans une réserve marine protégée permet d'accentuer la prise de conscience sur la nécessité de préserver le milieu marin.

A l'issue de chaque visite guidée, des plaquettes sont remises aux participants, ainsi qu'un questionnaire permettant d'établir leur profil et de recueillir leurs impressions. Par exemple, à partir des 333 questionnaires recueillis durant l'été 2011, il ressort que 43% des participants ont moins de 18 ans, avec une forte participation des enfants (20% ont entre 8 et 11 ans), mais c'est aussi un public familial, avec 39% des participants qui ont plus de 36 ans. Concernant la provenance des visiteurs, 53% des participants viennent de la France, hors département des Bouches du Rhône, 25% des participants habitent le département des Bouches du Rhône dont 11% de résidents de la Côte Bleue et 5% viennent d'un pays étranger (Figure 50).

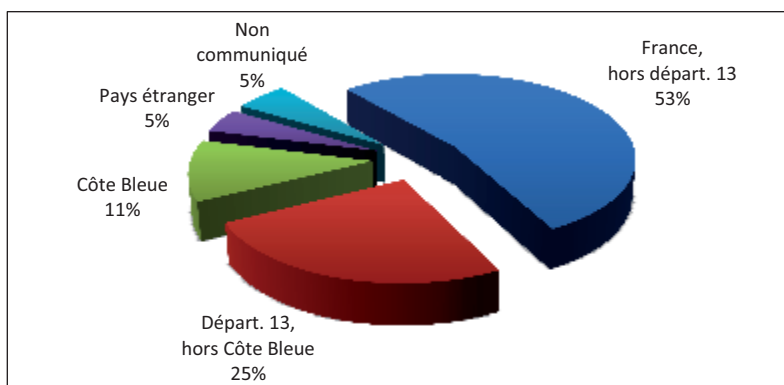


Figure 50 : Provenance des participants des visites aquatiques guidées du PMCB en juillet-août 2011.



Plaquette Flyer présentant les visites guidées de la réserve de Carry

Le mode de connaissance des visites guidées reste majoritairement « le bouche à oreille » (35%), mais également les Offices de Tourisme de la Côte Bleue ainsi qu'Internet (18%) et les médias (7%). La connaissance du Parc Marin dépend de l'origine des participants. Ainsi, 74% des participants résidant sur la Côte Bleue connaissaient le PMCB avant de suivre la visite guidée de surface. Les participants venus du département des Bouches-du-Rhône sont 57% à connaître le Parc, alors qu'ils sont seulement 35% venus du reste de la France (Tableau 20). L'existence des visites guidées de surface est donc un bon moyen pour faire connaître le Parc Marin et pour sensibiliser le public à l'existence et à l'importance des réserves marines. Une majorité de participants s'initie pour la première fois à l'observation sous-marine mais 12% des participants sont déjà venus au moins une fois suivre la visite. Les participants apprécient donc de revenir, généralement entre 1 an et 3 ans après leur première visite.

99% des participants se déclarent satisfaits de l'accueil et du déroulement de la visite guidée, dont 88% qui sont très satisfaits. Les participants notent aussi la présence remarquable de poissons de grande taille (64%), ceci matérialisant l'effet réserve. 66% des participants ont utilisés le matériel mis à disposition par le PMCB (ensemble « masque-tuba-combinaison »). La température de l'eau étant fréquemment basse, 93% des participants ont utilisé une combinaison.



Rencontre avec des Loups lors des visites guidées de la réserve de Carry (photo : F. Bachet/PMCB).

Tableau 20 : Connaissance du Parc Marin en fonction de la provenance des participants en été 2011 et pourcentage de participants ayant déjà effectué la visite aquatique guidée de la réserve de Carry (n=333, dont 5% de non réponse).

Provenance des participants	Participants connaissant le PMCB	Participants ayant déjà effectué la visite guidée
Côte Bleue	74%	2,9%
Département 13, hors Côte Bleue	57%	2,5%
France, hors département 13	35%	6,4%
Pays étranger	73%	0,6
Total	45%	12,4%

6.9.3. Enquêtes auprès des apnéistes visitant la ZMP de Carry-le-Rouet

Des enquêtes sur l'activité des visiteurs en apnée de la réserve marine de Carry-le-Rouet ont été effectuées par le PMCB en 2006 auprès de 311 personnes¹⁰, lors du programme européen « *Empafish* » (Alban *et al.*, 2008 ; Roncin *et al.*, 2008 ; Doré, 2006). Un questionnaire spécifique a été proposé, portant sur les pratiques, la perception sur les Aires Marines Protégées (AMP) et des informations d'ordre socio-économiques. Le questionnaire proposé aux apnéistes individuels comporte 25 questions et 3 thématiques. Comme pour les plongeurs, le temps d'entretien est court, d'environ 7-8 minutes.

6.9.3.1. Analyse des pratiques et profil du visiteur type

Les visiteurs en plongée libre de la réserve sont pour la plupart des résidents (59%) ou des touristes français (40%), et seulement 1% de touristes étrangers. Le visiteur type de la réserve marine est âgé en moyenne de 39,5 ± 9,3 ans. Pour 68% d'entre eux, il s'agit de la première visite en plongée libre de la réserve. Pour les 32% ayant déjà visité la réserve, la date de leur première visite est en moyenne en 1999 ± 6,1 année.

Les personnes sont des habitués de la réserve, avec en moyenne 10,0 ± 8,4 visites par an. Ils viennent le plus souvent en famille (62%) ou avec des amis (28%) et rarement seuls (10%). L'encadrement pédagogique proposé sur la réserve de Carry a joué un rôle décisif pour 63% des visiteurs, tandis que 22% indiquent un rôle modéré et 15% un rôle faible. 72% des visiteurs se déclarent très satisfait de leur promenade sous-marine et 24% sont satisfaits, tandis que seulement 4% sont assez satisfait et 0% non satisfait.

Une question portait sur les activités subaquatiques pratiquées. Le visiteur aquatique pratique surtout la plongée libre (42%), mais également la plongée en bouteille (15%) et la chasse sous-marine (8%). Néanmoins, le faible taux de réponse à cette question (59%) suggère qu'une proportion importante de visiteurs ne pratique pas régulièrement des activités subaquatiques.

On a demandé aux visiteurs aquatiques de la réserve de sélectionner et d'ordonner les 5 principaux critères de satisfaction de leur promenade sous-marine, parmi une liste de 11 critères (Figure 51). Le premier critère sélectionné est l'abondance et la diversité des poissons, qui est cité dans les 5 principaux facteurs par 81% des apnéistes et cité comme premier critère par 31% des visiteurs. Le second critère cité est la transparence de l'eau (59% des réponses). Viennent ensuite 3 autres critères, cités de manière équivalente dans plus de 50% des réponses : paysages sous-marins (54%), site peu fréquenté par d'autres activités (53%) et présence d'espèces emblématiques dans la réserve (52%).

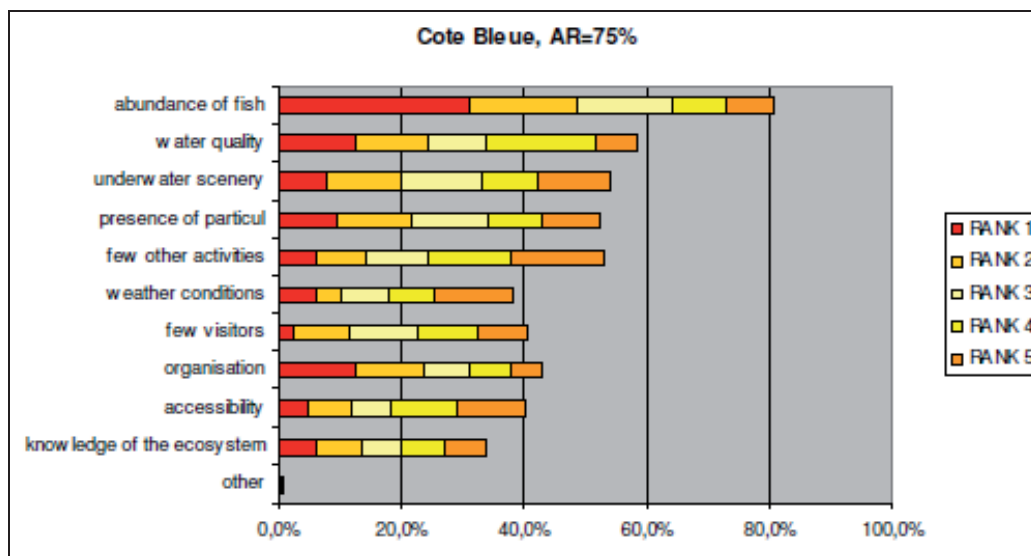


Figure 51 : Critères de satisfaction des visiteurs aquatiques de la réserve marine de Carry-le-Rouet. Les 5 critères les plus importants sont indiqués (rank1 en rouge=premier des 5 critères les plus importants ; rank5 en orange=dernier des 5 critères les plus importants). Taux de réponse AR=75%, soit 234 des 311 visiteurs interviewés en 2006 (in Alban *et al.*, 2008).

D'autres données personnelles indiquent que le visiteur aquatique vit en ménage (taille du foyer 2,6 ± 1,4 personnes) et possède des revenus variables : 36% des apnéistes gagnent entre 1 200 - 2 400 €/mois (revenus du ménage), 22% entre 2 400 - 3 600 €/mois, 18% entre 3 600 - 4 800€/mois et 14% plus de 4 800€/mois. Comme pour les plongeurs, les revenus des apnéistes sont donc globalement élevés, avec seulement 9% qui ont un revenu du ménage inférieur à 1 200 €/mois.

Pour les visiteurs non-résidents, le temps de séjour sur la Côte Bleue est de 11,1 ± 10,2 jours pour une dépense moyenne de 1048 ± 1028 € durant leur séjour, qu'ils effectuent à plusieurs, en moyenne 2,9 ± 1,7 personnes. Les apnéistes de passage se logent préférentiellement chez des amis ou parents (35%), en location d'appartement (24%), en camping (15%), en résidence secondaire (11%) ou à l'hôtel (seulement 2%). 12% des apnéistes déclarent avoir d'autres moyens d'hébergement. Ils sont venus

¹⁰ - Les enquêtes ont été réalisées entre mai et août 2006 par un étudiant en master de l'Université de La Rochelle (A. Doré) et les agents du PMCB (E. Charbonnel, M. Brichet). Sur les 311 visiteurs de la réserve, 53% sont des hommes et 47% des femmes.

sur la Côte Bleue principalement en voiture (94%) ou par d'autres moyens de transport comme le train (5%) et très peu en avion (1%). La plongée libre a joué un rôle décisif dans le choix de la Côte Bleue comme lieu de séjour pour 59% des visiteurs (pour 26% un rôle modéré et pour 15% aucun rôle).

6.9.3.2. Perception des Aires Marines Protégées et des réglementations

Une majorité des visiteurs aquatiques de la réserve (63%) connaissent l'existence du Parc Marin de la Côte Bleue et ses réserves. Le statut même de réserve a d'ailleurs joué un rôle décisif dans leur décision de venir plonger ici pour 79% des visiteurs, tandis que 14% indiquent un rôle modéré et 7% un faible rôle. La quasi-totalité des personnes interrogées (98%) pensent que les AMP et réserves marines ont un impact positif sur l'environnement et la qualité du milieu marin (1% pensent que non et 1% de savent pas). La plupart des personnes interrogées (77%) n'ont jamais visité d'autres réserves marines hormis celle de Carry-le-Rouet.

L'opinion des visiteurs aquatiques de la réserve concernant leur impact sur l'environnement montre que 54% des apnéistes pensent que la plongée libre ne génère pas d'impact, tandis que 33% indiquent un impact (13% ne savent pas). Pour 70% des visiteurs, l'impact principal est lié aux comportements de certains apnéistes, tandis que 20% pensent que trop de fréquentation génère des impacts et 10% indiquent les deux.

6.10. Les réserves, un laboratoire scientifique

Le Parc Marin de la Côte Bleue a mis en place et développé en interne, mais également avec différentes équipes scientifiques, et depuis de nombreuses années, des suivis écologiques, d'abord au sein et autour de la ZMP de Carry le Rouet, puis, au moment de la mise en place de la ZMP du Cap-Couronne. Les peuplements de poissons sont étudiés depuis 1983, date des premiers comptages visuels dans la réserve de Carry le Rouet (Bregliano *et al.*, 1985 ; Ody, 1987). De 1990 à 1993 d'autres recensements ont été menés par Harmelin et Bachet notamment sur des espèces cibles (Harmelin & Bachet, 1993 ; Harmelin *et al.*, 1995, Harmelin, 1999). Un indice poisson a été développé par Harmelin avec l'équipe du PMCB en 1999 et 2001/2002 et l'impact de la protection évalué par un test de présence/absence d'espèces cibles dans les réserves de Carry et Couronne (Daniel *et al.*, 1999, 2002). Deux programmes de suivis à grande échelle des récifs artificiels ont été également menés, en 1993 (Charbonnel & Francour, 1994) et en 2000 (Charbonnel *et al.*, 2000, 2001). Des suivis des ressources exploitées sont également effectués, en particulier sur les oursins comestibles (depuis 1994 suivi biennuel au niveau de 10 sites avant et après la saison de pêche) et le corail rouge, qui a fait l'objet d'un suivi en 1998 (Harmelin & Bachet), d'une thèse (Torrents, 2007) et d'un programme de recherche ANR Medchange (Linares *et al.*, 2010).

6.10.1. Les ZMP de la Côte Bleue, sites ateliers de programmes de recherche

Les chercheurs bénéficient dans les réserves d'un véritable « laboratoire grandeur nature ». Les zones marines protégées de la Côte Bleue sont des sites atelier pour plusieurs programmes de recherche scientifique européens (Ecomare 2002, Biomex 2003-05, Empafish 2005-08) et nationaux (ANR Medchange 2006-08, projet Liteau Pampa 2008-2011, Roc connect 2012-2014).

Dix thèses de doctorat en écologie marine ont été réalisées en collaboration avec le PMCB : Posidonies (Cristiani, 1980), poissons récifs artificiels (Ody, 1987), oursin comestible (San Martin, 1995), coralligène (Sartoretto, 1996), effet réserve Couronne (Claudet, 2006), corail rouge (Torrents, 2007), pêche professionnelle (Leleu, 2012). Trois thèses sont en cours en 2013 : modèles hydrodynamiques (M. Fraysse/COM), Cystoseires (P. Robvieux/Ecomers) et poissons herbier (M. Ourgaud/MIO).

Réserves de la Côte Bleue

Des sites ateliers exemplaires pour démontrer les bénéfices de la protection pour la ressource halieutique

Depuis le début des années 90, les résultats des suivis de la faune pratiqués par l'équipe du PMCB et les scientifiques associés sont devenus des références.

Les réserves du PMCB ont été choisies comme ateliers par des programmes nationaux et internationaux sur les aires marines protégées : **ECOMARE, BIOMEX, MEDCHANGE, EMPAFISH, PAMPA**

Le Parc Marin de la Côte Bleue a été associé à la co-organisation avec le prof. C.F. Boudouresque et le GIS Posidonie de 3 colloques scientifiques à Carry-le-Rouet sur l'oursin comestible (1987), les espèces protégées et à protéger (1989) et les indicateurs biologiques (1992).

Le colloque sur les espèces protégées a d'ailleurs abouti concrètement à la protection de 6 espèces marines en 1992. Jusqu'alors, aucune espèce marine n'était protégée, autre que mammifères, tortues, oiseaux, ainsi que la Posidonie (depuis juillet 1988). Suite au colloque de Carry, une liste d'espèces à protéger est proposée au Ministère de l'Environnement et le 28 Novembre 1992, 6 espèces sont protégées : la grande Nacre (*Pinna nobilis*, *Pinna pernula*), la Datte de mer (*Lithophaga lithophaga*) l'Oursin Diadème (*Centrostephanus longispinus*), la grande Cigale de mer (*Scyllarides latus*) et la Patelle géante (*Patella ferruginea*). Ensuite, comme l'indique le Prof. C.F. Boudouresque, c'est l'effet « boule de neige » (Figure 52).

Suite au colloque de Carry-le-Rouet, effet 'boule de neige'

1992. Les 6 espèces sont incluses dans la Directive Habitat de l'Union Européenne (Annexe II)

1992. Avec la posidonie (Annexe I), elles serviront de base à **Natura 2000** en mer

1995. Une cinquantaine d'espèces marines entrent dans la convention de **Berne**, puis de **Barcelone**

1999. Décret du 7 Juillet : protection forte, en France, de la plupart de ces espèces

2002. Décret du 9 Décembre : Aires spécialement protégées de Méditerranée et liste d'espèces



64

Figure 52 : Historique de la protection des espèces marines, suite au colloque de Carry-le-Rouet en 1989 (diaporama de C.F. Boudouresque lors d'une conférence à Carry le 13 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).

Hormis les suivis des poissons et de l'effet réserve, détaillés dans ce rapport ; de nombreuses autres données écologiques et sociologiques sont collectées par le Parc Marin de la Côte Bleue. Le PMCB a ainsi mis en place plus d'une quarantaine de suivis de veille écologique/monitoring sur l'effet réserve, les espèces, la ressource, les habitats, mais également les usages (enquêtes, suivis fréquentation). Ces suivis peuvent être ponctuels, annuels ou pluriannuels. Ces suivis sont réalisés en interne par les biologistes marins du PMCB ou en collaboration avec les organismes de recherche scientifique ou des bureaux d'études spécialisés.

Au total, le croisement des données écologiques et des données sur les usages (fréquentation, questionnaires et enquêtes) permet d'avoir cette approche globale pour juger de l'efficacité de l'AMP et la pertinence de sa gestion. L'objectif du PMCB est de contribuer à un observatoire de la biodiversité et des usages (Figure 53).

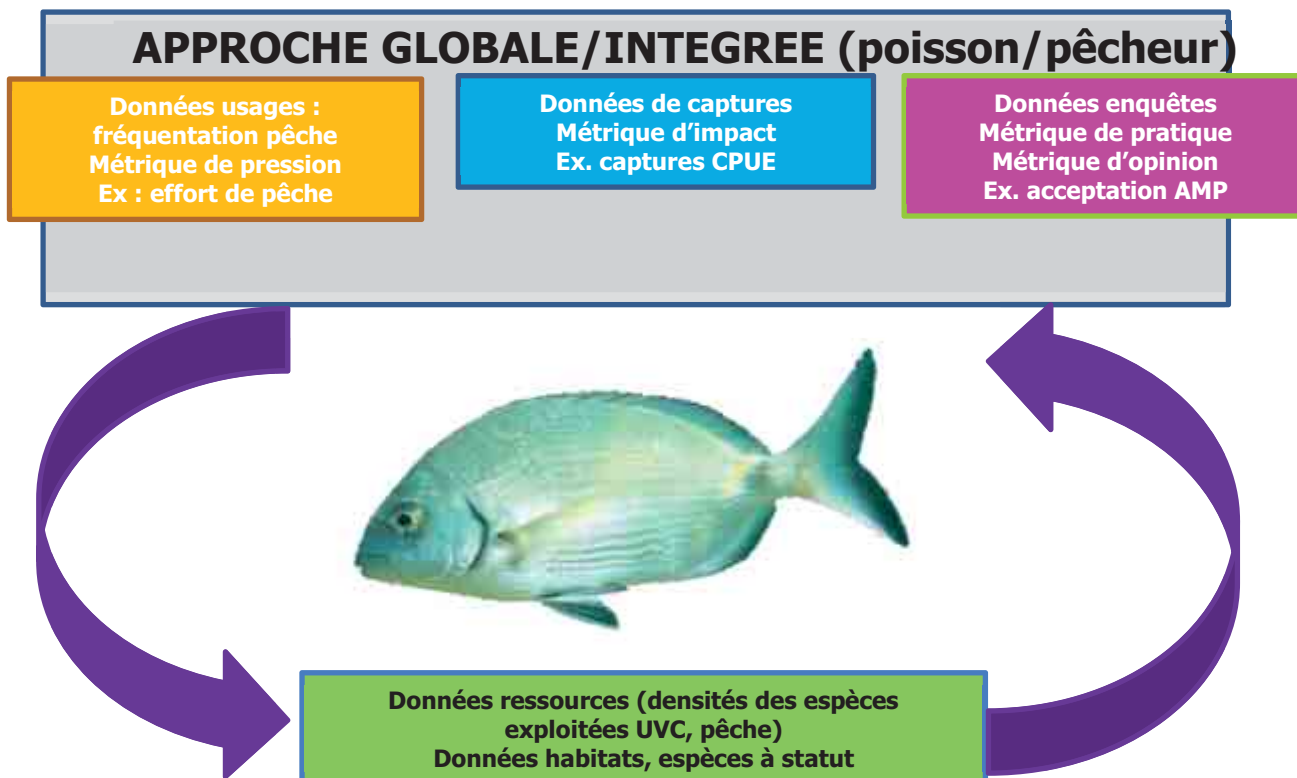


Figure 53 : rôle du PMCB d'observatoire de la biodiversité et des usages maritimes, optique de tableau de bord développée dans le projet PAMPA.

6.10.2. Les réserves, outils d'expérimentations

Les zones marines protégées de la Côte Bleue servent également de lieu d'expérimentations très diverses, comme par exemple le projet MICADO, développé par l'IFREMER Calédonie (D. Pelletier) et Toulon (G. Hervé). MICADO consiste à installer un système léger de caméras pour l'acquisition de séries temporelles d'images sous-marines sur une durée de plusieurs jours, avec un enregistrement de 10 minutes de vidéo toutes les demi-heures. Les premiers résultats des expérimentations menées en 2010 dans la réserve de Couronne et en 2011 dans la réserve de Carry ont été présentés à l'Ifremer de Sète en septembre 2012 par D. Pelletier, lors d'un atelier PAMPA. Les montages vidéo réalisés par « l'œil de la mer » permettent la visualisation spectaculaire de l'effet réserve, avec des abondances d'espèces cibles (notamment les Sars, Dentis, Loups, Mérous). Les caméras permettent des études de comportement des poissons, d'analyser les variations temporelles des abondances, d'obtenir des résultats complémentaires aux comptages classiques en plongée. Les images sont spectaculaires et peuvent être utilisées afin de sensibiliser le grand public à l'effet réserve.



Caméra rotative Mikado, expérimentée dans les 2 zones marines protégées de la Côte Bleue en 2010 et 2011 avec l'IFREMER. Photo : G. Hervé/Ifremer.

Suivis océanographiques

L'intérêt des réserves est aussi de pouvoir disposer du matériel océanographique sophistiqué et onéreux, sans crainte du vandalisme ou du chalutage. Ainsi, deux campagnes de mesures par courantomètre ADCP ont été réalisées dans les réserves de Carry-le-Rouet en 2003 (immergé pendant 5 mois à -19 m dans le cadre du programme BIOMEX) et plus récemment au Cap-Couronne, entre mai et septembre 2011 (-25 m, Figure 54). Ces programmes de mesures permettent de mieux comprendre la dynamique des courants et les événements hydrodynamiques tels que les upwellings.

L'OSU (Institut Pytheas/MIO) et l'Ifremer sont associés dans plusieurs programmes de recherche d'océanographie physique. L'objectif du projet de mesures ADCP dans les ZMP du Parc Marin de la Côte Bleue est d'observer à haute fréquence les événements hydrodynamiques pendant la période chaude (de mai à octobre), dans l'optique de quantifier les phénomènes locaux d'upwelling pour l'établissement d'une modélisation de l'hydrodynamique sur cette zone (profils verticaux de vitesse et direction des courants).

Ce projet permet notamment de mieux comprendre la dynamique des courants en apportant une image verticale haute fréquence, complémentaire des campagnes PHYBIO à la même période. Ces données pourront aider à la validation du modèle hydrodynamique MARS3D-RHOMA, développé par I. Pairaud, pendant les épisodes d'upwelling sur la Côte Bleue (Frayse, 2010) et servent à la thèse en cours de M. Fraysse à Endoume (programme Massalia).



ADCP RDI 600kHz déployé en 2011 dans la réserve de Couronne. Photo : F. Zuberer/Institut Pytheas

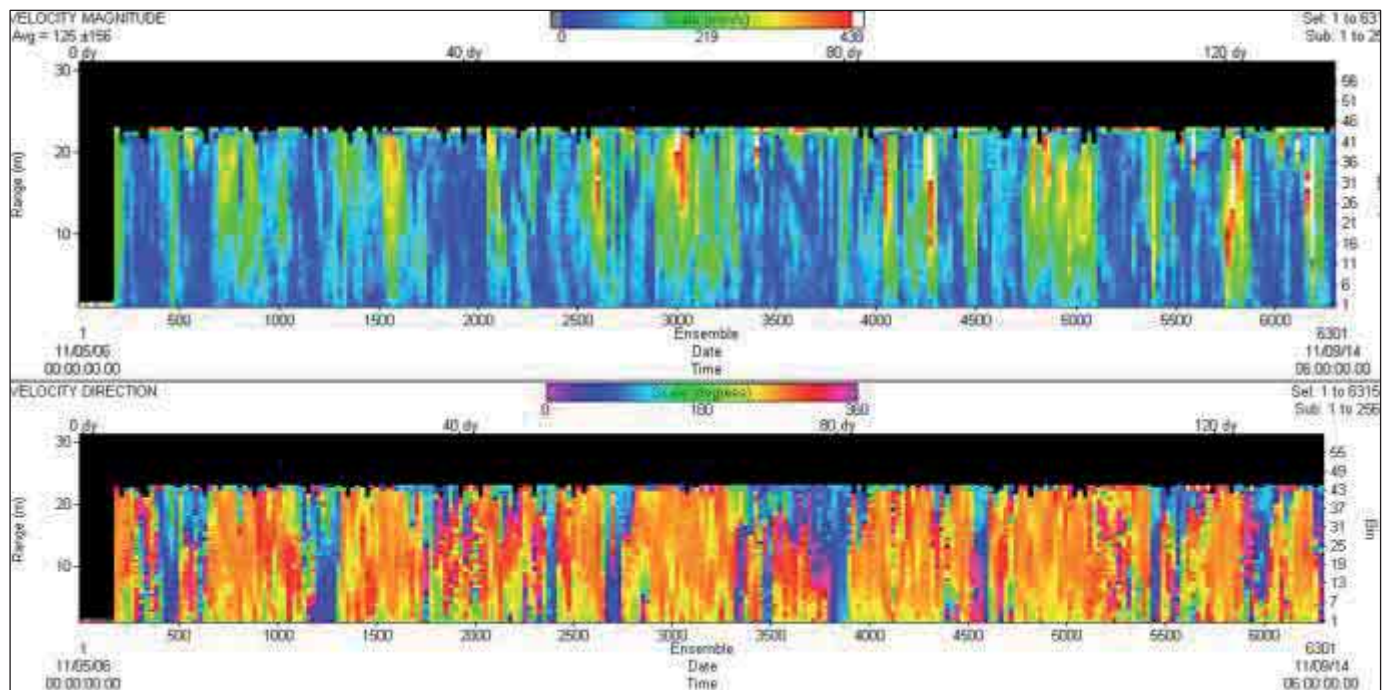


Figure 54 : Visualisation des phénomènes d'upwelling enregistré par l'ADCP à Couronne avec le profil de l'amplitude (en haut) et de la direction des courants (en bas) toutes les 30 minutes durant la période du 9/05 au 14/09/2011. Une échelle de couleur permet de s'y retrouver : par exemple pour la direction (en bas de la figure) orange indique une direction de 270°, bleu 90°. Pour les amplitudes (en haut de la figure) le bleu aux alentours de 10 à 15cm/sec, le vert 20 à 25 cm/sec, le rouge jusqu'à 40cm/sec (G. Rougier/Ifremer, *com. pers.*).

6.10.3. Les réserves, outils de surveillance

Un autre exemple de l'intérêt de disposer de réserves bien surveillées, est la collaboration aux réseaux de surveillances des services de l'Etat, avec des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau dans les réserves (DCE, RINBIO, capteurs POCIS, Surfrider foundation, etc).

Réseau RINBIO

Le réseau RINBIO suivi par l'IFREMER mesure depuis 1996 les niveaux de contamination chimique et radiologique des moules. Il existe sur la Côte Bleue deux stations de mesures, dont une dans la ZMP de Carry-le-Rouet. Globalement, la contamination de la matière vivante par les métaux, les hydrocarbures et les PCB présente un niveau faible ou très faible (bruit de fond, Tableau 21).



Capteurs passifs POCIS disposés pendant un an dans la réserve de Carry-le-Rouet (suivi DDTM).

Tableau 21 : Résultats du RINBIO 2000, 2003 et 2006 pour la zone marine protégée de Carry-le-Rouet. **V** = bruit de fond, **J** = niveau faible, **OC** = niveau modéré, **OF** = niveau élevé, **R** = niveau très élevé. IFREMER, RINBIO. - : données manquantes.

Site	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As	DDT	DDD	DDE	HCH	PCB 138	PCB 153	HAP	Fluo
Carry (2000)	V	V	V	J	V	V	V	V	V	V	V	V	J	J	V	-
Carry (2003)	V	J	J	J	V	J	V	J	V	V	V	V	J	J	J	V
Carry (2006)	J	V	V	J	V	J	J	V	V	-	-	V	-	-	J	V

Suivi de l'algue microscopique *Ostreopsis ovata*

La ZMP de Carry-le-Rouet sert de station d'échantillonnage pour des suivis de salubrité, comme celui de l'algue microscopique *Ostreopsis ovata*, qui peut pulluler et est susceptible de causer des problèmes de santé humaine. C'est une algue unicellulaire

(groupe des dinoflagellés) qui vit habituellement dans les eaux chaudes tropicales, mais il n'est pas exclu que cette espèce soit indigène en Méditerranée et non introduite par les ballasts des bateaux. Elle est benthique et épiphyte, et, en présence de conditions favorables, elle peut se multiplier dans de grandes proportions et donner lieu à des efflorescences ou blooms, qui peuvent constituer un problème de santé humaine.

En effet, les *Ostreopsis* produisent des palytoxines qui figurent, avec les ciguatoxines, parmi les toxines naturelles les plus toxiques connus. On retrouve la présence de palytoxine dans les deux types de souches isolées en Méditerranée (*O. cf. siamensis* et *O. ovata*). L'AFSSA précise que la palytoxine est susceptible de se bioaccumuler au cours de son transfert dans la chaîne trophique (Lenoir, 2005).

Les effets sanitaires peuvent survenir par voie alimentaire ou par simple inhalation. Les symptômes observés concernent essentiellement la sphère ORL et consistent en des phénomènes irritatifs, les cas les plus graves ayant présenté des difficultés respiratoires. En France, les premiers signalements sanitaires sont survenus en août 2006 à Marseille, par des plongeurs ayant fréquenté la calanque de Morgiret (archipel du Frioul), à proximité de la Côte Bleue.

Face à ces risques potentiels, des suivis ont été lancés à l'échelle du littoral PACA. Sur la Côte Bleue, le Parc Marin participe à deux suivis, en réalisant les prélèvements :

- Pour l'IFREMER, dans le cadre du programme OSCREEN, l'Ifremer effectue un suivi de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* pendant la période d'autorisation de pêche (novembre à avril). Ce suivi a pour but de déterminer la présence de toxine liée à l'algue *O.ovata* dans les oursins et le cas échéant, suivre leur décontamination. Ce suivi réalisé depuis la saison de pêche 2010-2011, n'a pour l'instant pas mis en évidence la présence de cette toxine dans les oursins de la Côte Bleue. Toujours dans le cadre du programme OSCREEN, l'Ifremer a aussi conduit un suivi sur développement de l'algue *O. ovata* en fonction des variations de la température dans les petits fonds du littoral de la région PACA. Entre juin et septembre 2011, les agents du Parc ont effectués 19 prélèvements d'eau et d'algues brunes dont l'*O. ovata* peut être épiphytes. Les résultats sont en cours d'analyses.
- Pour la Surfrider foundation, avec un suivi du PMCB durant les étés 2010, 2011 et 2012 dans la zone de baignade du Cap-Rousset, dans la réserve marine de Carry-le-Rouet.

Pour ce dernier suivi le seuil¹¹ a été établi à 1 000 cellules par litre (C.l⁻¹) avec pour but la mise en place une carte de zone à risque potentiel, zone où une possibilité de bloom est à envisager.

Sur la Côte Bleue, 21 prélèvements ont été effectués : 11 en 2010 et 10 en 2011. Le seuil du suivi a été dépassé deux fois en 2011, une fois au mois de juillet (4000 C.l⁻¹) et une fois au mois août (1000 C.l⁻¹). Dans ces deux cas les informations nous ont été transmises ainsi qu'au centre anti-poison et à la commune concernée.

Réseau Posidonie TEMPO

Une station du nouveau réseau Posidonie TEMPO (Agence de l'Eau – Andromède) est situé dans la ZMP de Carry-le-Rouet. Il s'agit de l'ancien balisage de la limite inférieure de l'herbier du Réseau de Surveillance Posidonie PACA. Cet herbier est historiquement le plus profond de la Côte Bleue (installé en 1985 à -30 m), mais a fait l'objet d'une régression chronique.

Un suivi par télémétrie acoustique effectué en 2008 (Descamp *et al.*, 2009) montre un net recul entre la position ancienne de la limite, régression matérialisée par les balises (point rouge) et la position actuelle, qui s'observe entre 2 et 4 m de distance en amont, voire parfois plus de 8-10 m (Figure 55). L'herbier profond montre un degré de morcellement important et sa limite est très irrégulière, avec de nombreuses circonvolutions dans ses contours.



Suivi par télémétrie acoustique de l'herbier (limite inférieure de Carry en 2008). Photo : B. Daniel/PMCB.

La limite est de type régressive, avec une étendue de matre morte au-delà de la limite actuelle de l'herbier, sur laquelle s'est développée récemment l'algue invasive *Caulerpa racemosa*. Les rhizomes sont en majorité plagiotropes (=traçants) et sont peu ou pas déchaussés (2 cm maximum). Les feuilles de Posidonies sont assez courtes et présentent une longueur d'environ 30 cm. L'herbier montre un aspect assez envasé et une vitalité moyenne, avec une tendance à la régression.

L'herbier de ce site montre une régression chronique depuis la mise en place du balisage en 1985. Comme l'herbier de ce site est le plus profond connu sur la Côte Bleue, il est donc le plus sensible à la turbidité. De ce fait, toute modification, même infime de la turbidité se traduira par une remontée des limites et de la profondeur de compensation. Les causes de cette régression restent difficiles à établir, en l'absence de tout impact anthropique majeur. Les seules sources de perturbation lointaines sont le port de Carry et le rejet de la station d'épuration de Carry-Sausset à la Tuilière. Il convient de préciser que la limite inférieure de Carry est très diffuse, avec seulement quelques faisceaux de Posidonies épars et non continu. En 1985, F. Bachet avait choisi à l'époque de baliser les derniers faisceaux, alors que la limite plus continue d'herbier était située à quelques mètres en amont. Ainsi, on a l'impression sur la figure que la régression est très importante, alors qu'en réalité il faut la nuancer de quelques mètres, notamment dans la partie centrale très invaginée (Figure 55).

¹¹ - Le seuil d'alerte fixé pour cette espèce est de 30 000 C.l⁻¹. Il a été décidé par les autorités italiennes suite à leurs retours d'expérience. Ce seuil déclenche la mise en place d'une cellule de crise.

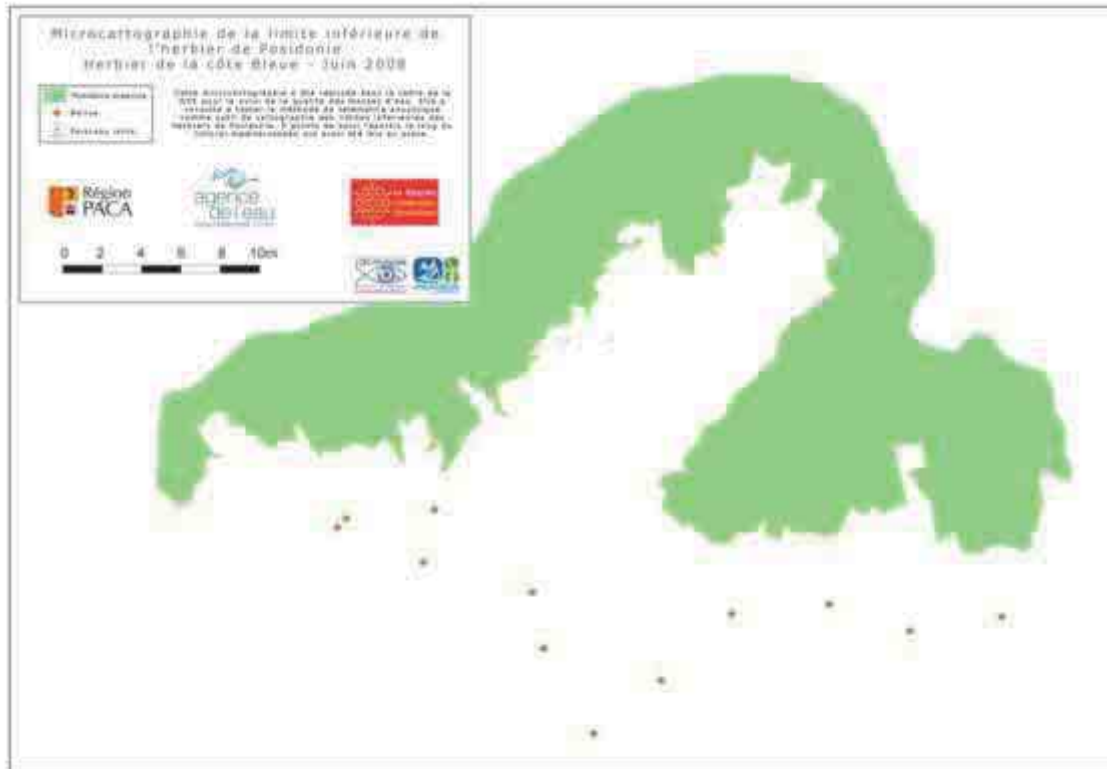


Figure 55 : Cartographie des contours de la limite inférieure de l'herbier de Posidonie par télémétrie acoustique (Descamp *et al.*, 2009). Herbier situé à -30 m de profondeur dans la réserve marine de Carry-le-Rouet. Les points rouges matérialisent la position des premières balises en béton installées en 1985 par le RSP (Réseau de Surveillance Posidonies de la région PACA).

6.10.4. Les réserves, observatoire du changement climatique global

Dans les eaux côtières de Méditerranée nord-occidentale, un réchauffement de l'ordre de 1°C entre la surface et -80 m a été constaté au cours des 30 dernières années (Salat & Pascual 2002). Cette augmentation de température a pour effet de favoriser l'arrivée d'espèces méridionales. A ces changements de distribution et d'aire de répartition d'espèces, s'ajoutent des événements de maladies et mortalités affectant principalement des espèces benthiques. Lors des anomalies thermiques de 1999, des cas de mortalité massive ont touché de nombreuses espèces d'invertébrés comme les éponges et les gorgones (Perez *et al.* 2000 ; Garrabou *et al.* 2001,2003), espèces structurantes et déterminantes du coralligène (habitat récifs).

Néanmoins, le littoral de la Côte Bleue et les fonds des réserves ont été assez bien épargné par les épisodes de mortalité des invertébrés, compte tenu des températures plus froides qu'ailleurs, notamment liées aux phénomènes de remontées d'eaux froides (upwelling) lors des épisodes de Mistral, très fréquents en été. Les chercheurs d'Endoume ont mesuré le taux de nécrose des gorgones de 28 sites de PACA et de Corse lors des anomalies thermiques de 1999 et 2003. Il ressort que c'est sur la Côte Bleue (site Méjean « Yeux de chat » 300 colonies mesurées) que le taux de nécrose a été le plus faible, avec une incidence minimum observée de 10%, alors que sur certains sites voisins de la Côte Bleue comme Marseille-Riou, 100% des colonies ont été affectées.



Nécrose de la gorgone rouge *Paramuricea clavata*. Photo : J.G. Harmelin.

Récemment, en 2012, un suivi des nécroses des gorgones orange (*Eunicella cavolinii*) a été effectué dans les zones marines protégées par les agents du PMCB le 16 octobre (pierres du Château -14 m, réserve carry) et le 14 novembre à Couronne (site profond du Sanchrist, -35 m). Les taux de nécroses sont faibles, respectivement de 22% et 25% et les nécroses sont anciennes et aucune trace de nécrose récente supérieure à 10% n'a été observée. La taille moyenne des gorgones du Sanchrist est de 28,7 ± 9,5 cm (taille maximale 45 cm, minimale 8 cm) et la structure démographique de la population est équilibrée.

Suivi des températures dans les zones marines protégées

La température joue un rôle prépondérant en écologie marine et influence la présence et les cycles biologiques de nombreuses espèces. Dans les 2 ZMP de la Côte Bleue, il existe 3 stations de suivis des températures, installées depuis 1998, et gérées par le Parc Marin : un site à -17 m dans la réserve du Cap-Couronne et 2 sites dans la réserve de Carry-le-Rouet, à -11 m et -24 m de profondeur. Des sondes enregistrent en continu les données de température, avec un pas de temps d'enregistrement toutes les 2h à 2h30.

Par exemple, pour la station dans la ZMP du Cap-Couronne, les températures moyennes annuelles relevées à la profondeur de -17 m fluctuent entre 15,3°C et 16,1°C entre 1999 et 2008, avec des valeurs minimales de 9,9°C pour une maximale de 26,3°C (Tableau 22).

Tableau 22 : Evolution entre 1999 et 2008 des valeurs annuelles moyennes des températures (en degrés Celsius, T°C) sur le site dans la ZMP du Cap-Couronne (-17 m). Les écarts-type, coefficients de variation, valeurs minimales et maximales observées sont également indiqués. *N.B.* les données partielles de 1998 et 2001 n'ont pas été prises en compte.

Année	1999	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
T°C moyenne	16,1	15,6	15,4	15,6	15,3	15,4	15,6	15,7	15,8
Ecart-type	3,9	3,0	2,8	2,9	3,0	3,2	3,4	2,4	2,8
Coef. Variation	24,1	19,4	18,4	18,7	20,6	20,9	21,6	15,2	17,4
Valeur minimale	9,9	11,0	12,0	11,0	11,3	10,2	10,6	12,0	11,7
Valeur maximale	25,2	24,5	23	26,3	24,5	23,7	25,9	24,5	23,7

En revanche, de fortes variations sont observées durant la période estivale, qui traduit la dynamique rapide des masses d'eaux. Selon les conditions météorologiques (vents, courants), en l'espace de quelques heures, des chutes ou des remontées spectaculaires de température peuvent intervenir, avec des amplitudes atteignant 10°C et un coefficient de variation qui dépasse les 10%.

La Figure 56 illustre ces fluctuations importantes, avec 5 épisodes très marqués entre le 24 juin et le 8 octobre 2005. Les coefficients de variation qui dépassent les 10% s'observent durant 5 mois en 2005 (entre juin et octobre), et seulement 3 mois en 2004, entre juillet et septembre, traduisant une meilleure homogénéité thermique.



Sonde thermique dans la réserve de Couronne.
Photo : F. Bachet/PMCB.

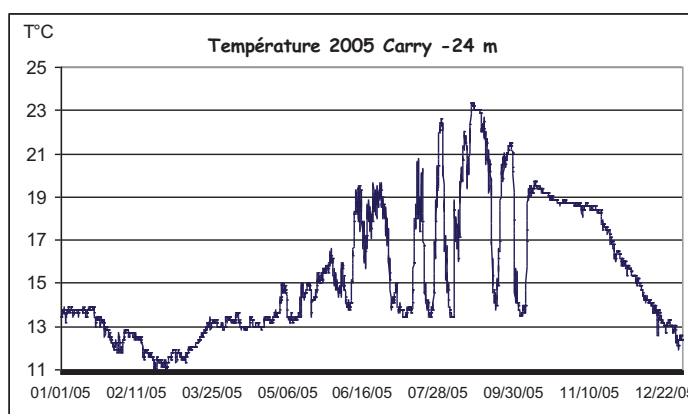
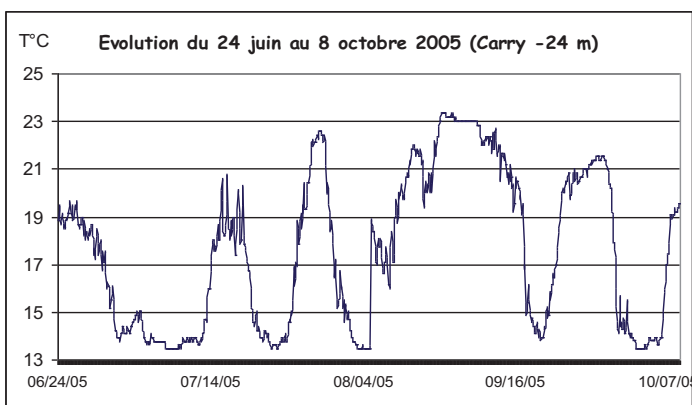


Figure 56 : Variabilité à court terme de la température entre le 24 juin et le 8 octobre 2005 (à gauche) et évolution annuelle en 2005 (à droite) sur le site de la zone marine protégée de Carry-le-Rouet à -24 m de profondeur (PMCB/Charbonnel *et al.*, 2006).

Au total, la Côte Bleue est située dans une région aux masses d'eaux froides, du fait de la proximité du Golfe du Lion, et montre des différences géographiques nettes de régime thermique avec le reste de la région PACA. En effet, les enregistrements réalisés par Harmelin (2004) à Carry-le-Rouet, Port-Cros et Monaco à une profondeur identique de -24 m indiquent un net gradient thermique Est/Ouest (Figure 57). En considérant les seuils de température définis par Harmelin (2004), qui sont les pourcentages de mesures inférieures à 15°C et supérieures à 22°C, l'examen de ces seuils montre que le pourcentage d'exposition à des températures inférieures à 15°C entre juin et octobre 2003 n'est que de 3.3% à Monaco, contre 6 à 7% à Port-Cros, 17.8% à Carry-le-Rouet et 19.2% à Couronne (Figure 57).

Ces enregistrements indiquent des différences géographiques nettes de régime thermique (Harmelin, 2004), et au vu de ces résultats, la Côte Bleue est située dans une région aux masses d'eaux froides (proximité du golfe du Lion). De tels écarts de températures entre l'Ouest et l'Est du littoral induisent des différences au niveau de la distribution des espèces, selon leur tolérance plus ou moins grande aux fluctuations de températures.

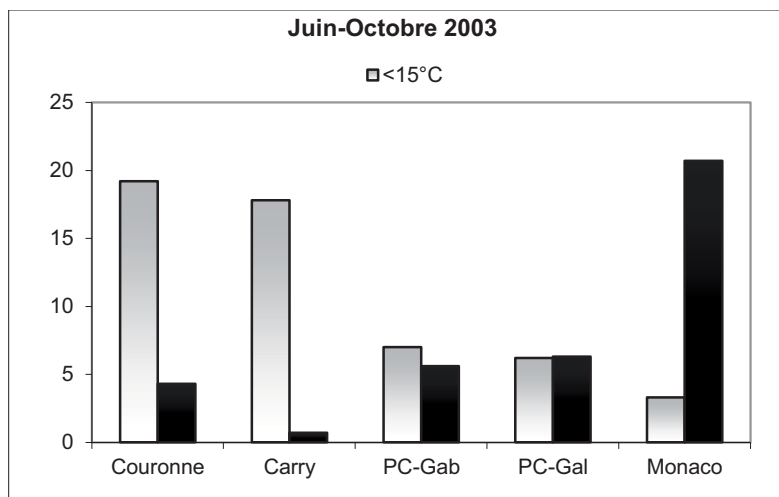


Figure 57 : Temps d'exposition (en pourcentage) du benthos de fonds rocheux à 24 m de profondeur à des températures inférieures à 15°C et supérieures à 22°C à Couronne, Carry-le-Rouet, Port-Cros (PC) et Monaco entre début juin et fin octobre 2003 (*in* Harmelin, 2004, modifié). *N.B.* La profondeur à Couronne est de -17m.

6.10.5. Les réserves, observatoire des espèces introduites et invasives

La prolifération d'espèces envahissantes introduites provoque d'importants bouleversements de l'ensemble des écosystèmes littoraux et menace par son impact écologique la biodiversité. Rien que pour les macrophytes, la Méditerranée abrite le plus grand nombre d'espèces introduites, avec plus de 100 espèces d'algues, soit 6,5% de sa flore. Depuis le début du 20^{ème} siècle, ce nombre a plus ou moins doublé tous les 20 ans (Verlaque & Boudouresque, 2005). Avec la mondialisation des échanges et du transport, le flot incessant d'espèces introduites constitue un risque majeur d'homogénéisation et de banalisation pour les espèces et les paysages, qui seraient identiques dans toutes les mers du monde à une latitude donnée.

6.10.5.1. Cas de l'algue envahissante *Caulerpa racemosa*

La souche envahissante de l'algue verte *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* a été décrite pour la première fois en Libye en 1990. Vingt ans après, elle s'est fortement développée et colonise actuellement 12 pays du pourtour méditerranéen, ainsi que les îles Canaries (Verlaque *et al.*, 2000). Au niveau local, l'algue est apparue dans la rade de Marseille en 1997 (première signalisation au large de la passe d'entrée et digue du port de l'Estaque-GPMM), et a été simultanément observée dans d'autres ports majeurs de Méditerranée tels que Gènes, Athènes, Livourne, Syracuse, ce qui semble indiquer une dissémination par les eaux de ballasts. *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* a ensuite été observée à partir de 2000 sur la Côte Bleue, sur la commune du Rove au niveau de 3 stations (Figuierolles, La Vesse et Niolon).

Depuis 2000, l'algue a colonisée de nouveaux sites à l'Ouest et est présente à la fin 2010 sur l'ensemble de la Côte Bleue (Figure 58). Elle montre néanmoins globalement un développement limité et la situation sur la Côte Bleue est sans commune mesure avec sa prolifération sur d'autres sites de la région, du fait d'un régime thermique et hydrographique particulier (remontée des eaux froides lors des épisodes très fréquents de Mistral du fait de l'upwelling côtier, avec une différence moyenne de 2°C avec les îles de Marseille).



L'algue envahissante *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* colonisant le Détritique Côtier.
Photo : E. Charbonnel/PMCB

Le PMCB suit la dynamique de colonisation et centralise les nouvelles observations sur son territoire, qui sont ensuite transmises à l'Observatoire sur l'expansion des Caulerpes du professeur A. Meinesz, basé à l'Université de Nice (www.caulerpa.org). Cet observatoire, financé par le Ministère de l'Environnement (DREAL PACA), l'Agence de l'Eau RMC, le Conseil régional PACA et l'Office de l'Environnement Corse centralise les signalisations et établit des rapports annuels de l'état de colonisation sur la façade méditerranéenne française, ainsi que des plaquettes de sensibilisations destinées aux plaisanciers et aux plongeurs.

La variété envahissante de *C. racemosa* peut coloniser rapidement tous les types de substrats et d'habitats, depuis les roches infralittorales (RIAP), en passant par l'herbier de Posidonie et la matre morte jusqu'aux fonds sableux et de type Détritique Côtier en profondeur.



Figure 58 : Carte de répartition et date de première signalisation de *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* sur le site « Côte Bleue Marine ». Situation en décembre 2010. Recensements suivis par le PMCB et transmis à l'Observatoire Caulerpe (Meinesz *et al.*, 2010).

6.10.5.2. Les poissons *Siganus luridus* et *Fistularia commersonii*

Sur un nombre d'espèces introduites en Méditerranée de 450 (dont 100 macrophytes), on estime à 309 le nombre d'espèces Lessepsiennes ayant franchi le canal de Suez et s'étant établi en Méditerranée. Sur ces 309 espèces, 75 sont des poissons. Parmi eux, le poisson lapin à queue tronquée (*Siganus luridus*) a été capturé par un pêcheur professionnel de Carry-le-Rouet le 9 juillet 2008. Le spécimen vivant, de 20,5 cm, a été récupéré par l'équipe du Parc Marin et installé dans l'aquarium de l'Observatoire. Un autre individu a été capturé le 27 septembre 2008 par un autre pêcheur de Sausset les Pins dans le même secteur de pêche.

Il s'agit de la première signalisation de cette espèce dans le bassin nord occidental de la Méditerranée et a fait l'objet d'une publication dans la revue *Cybium* avec le PMCB (Daniel *et al.*, 2009).

L'origine de ce poisson n'est pas clairement établie. En effet ; cette espèce de Mer Rouge est bien représentée sur les côtes Israéliennes et Libanaises suite à sa migration par le canal de Suez (première observation en Méditerranée en 1956). Mais avant sa découverte sur la Côte Bleue, l'observation la plus proche connue en Méditerranée se situait en Sicile. Cette extension spectaculaire de son aire de répartition pose question. De plus, aucune nouvelle signalisation n'a été reportée depuis 2008.



Le poisson lapin *Siganus luridus* découvert sur la Côte Bleue en 2008. Photo : B. Daniel/PMCB.

Trois hypothèses ont été émises sur la présence de cette espèce sur la Côte Bleue (Daniel *et al.*, 2009) :

- Extension « naturelle » de son aire de distribution géographique au bassin occidental de la Méditerranée, par les déplacements d'individus erratiques (cette espèce est une bonne nageuse, avec un vaste territoire) et une capacité de dispersion des larves très importante, évaluée à 1000 km de distance de populations établies ;
- Introduction via les eaux de ballast d'un bateau de commerce, le trafic maritime étant un des principaux vecteurs d'introduction d'espèces exotiques. Cette hypothèse est également probable, compte tenu de la proximité du site avec les ports GPMM de Marseille et Fos ;
- Introduction via un rejet d'aquarium, volontaire ou non. Néanmoins, cette hypothèse est peu probable, car les Siganidés sont peu prisés des aquariophiles. De plus, ils ne sont pas vendus localement dans les magasins d'aquariophilie. En outre, le poisson capturé semblait sauvage, car il a mis plus d'un mois à accepter de la nourriture en aquarium.

Quoi qu'il en soit, il est surprenant que cette espèce considérée comme thermophile, puisse s'établir dans un des sites les plus froids de Méditerranée comme la Côte Bleue. Le premier individu a été maintenu pendant plus d'un an dans l'aquarium du Parc. Il a ensuite été confié au Muséum National d'Histoire Naturel de Paris pour archivage national et porte la référence MNHN 2009-0148, car c'était la première signalisation en France. Au final, les Siganidés peuvent constituer une réelle menace pour l'habitat prioritaire herbier de Posidonie, car cette espèce est un herbivore strict (le seul en Méditerranée avec la Saupe *Sarpa salpa*) et elle est grégaire, pouvant former des bancs de plusieurs milliers d'individus sur les côtes Turques et Libanaises (P. Francour, *comm. pers.*). En cas de pullulation, ils entraînent alors un surpâturage des fonds d'algues (habitat RIAP) qui disparaissent.

Une autre espèce, le poisson flûte (*Fistularia commersonii*) a été découvert le 13 novembre 2010 au large de la Côte Bleue (île du Planier) par une plongeuse du club Côte Bleue Plongée de Sausset les Pins qui a transmise l'information et les photographies au Parc Marin. Il s'agit de la première signalisation dans les Bouches-du-Rhône de cette espèce Lessepsienne, migrante en méditerranée depuis la mer Rouge par le canal de Suez. D'autres individus ont également été rencontrés durant l'été 2010 dans le

Var, les Alpes-Maritimes et la Corse. Depuis fin 2007, une trentaine d'observations ont été signalées en Méditerranée française. L'information et les photographies ont été transmises au professeur P. Francour de l'Université de Nice (laboratoire Ecomers), spécialiste des poissons qui centralise les observations (Figure 59).

Au final, ces deux espèces de poissons « découvertes » par le Parc Marin, confirme le rôle d'observatoire de la biodiversité et des usages joué par le PMCB, qui s'est constitué au fil du temps un réseau d'observateurs (pêcheurs, plongeurs naturalistes), permettant la remontée d'informations et la transmission en temps réel à la communauté scientifique.

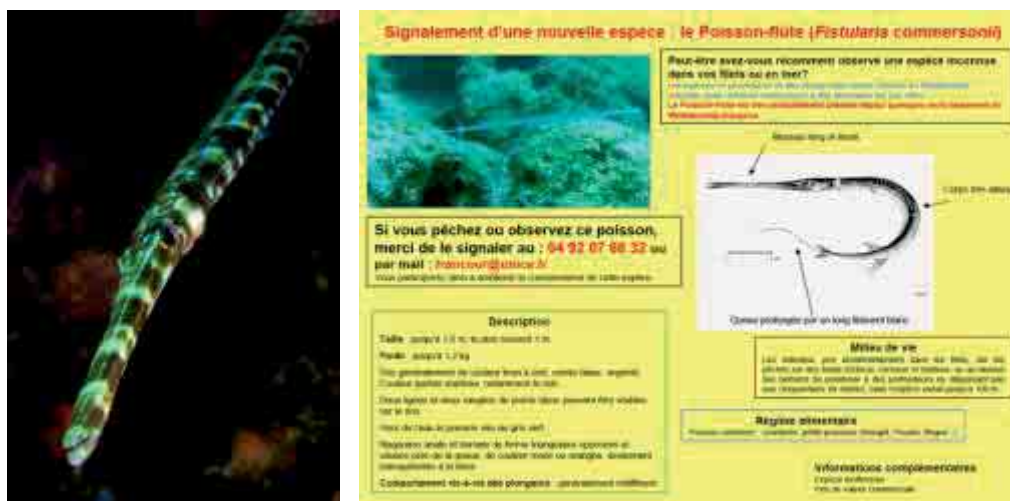


Figure 59 : A gauche, poisson flûte photographié au large de la Côte Bleue (île du Planier) par S. Boulard/Côte Bleue Plongée. A droite, fiche signalétique du laboratoire Ecomers, Université de Nice.

6.10.6. Les réserves, observatoire de la biodiversité et des espèces protégées

Le PMCB a également un rôle d'observatoire de la biodiversité. Le PMCB a établi un inventaire des espèces de poissons sur la Côte Bleue, qui s'élève à 237 espèces appartenant à 89 familles (Charbonnel, Coudre & Francour, 2010). La Côte Bleue est d'ailleurs l'espace de Méditerranée où l'effort de compilation des données a permis d'aboutir à une diversité supérieure de celle obtenue dans le Parc National de Port-Cros, qui était le secteur de référence, avec 215 espèces (Dufour *et al.*, 2007).

Pour les végétaux, 313 espèces d'algues ont été recensées dans l'aire de la Côte Bleue (Klein, 2007). Ces taxons comprennent 217 Rhodophyta, 51 Ochrophyta et 45 Chlorophyta. Selon les spécialistes, ce nombre est probablement situé autour de 350-400 espèces (M. Verlaque/Pytheas-MIO, *comm. pers.*). Le nombre d'espèces animales s'élève probablement à plusieurs milliers. Uniquement pour l'embranchement des Eponges, la diversité de la Côte Bleue atteint 271 espèces (T. Perez/Pytheas-IMBE, *comm. pers.*). Pour les Bryozoaires, la diversité régionale s'élève à 227 espèces (pool global, mais qui atteint probablement 270 espèces, J.G. Harmelin, Pytheas-MIO, *comm. pers.*), dont 177 espèces dans les concrétionnements Coralligène et 116 espèces dans les Grottes sous-marines (GSO: 77 sp., GO: 78 sp.). Pour les éponges, rien que dans la grotte du Chinois à Niolon, Maillard *et al.* (1986) recense plus de 60 espèces de spongiaires.

Les zones marines protégées de la Côte Bleue abritent également des espèces patrimoniales et protégées où elles peuvent trouver refuge, comme la grande Nacre (*Pinna nobilis*). Le PMCB a réalisé plusieurs actions sur cette espèce protégée à partir de 2001, avec des inventaires dans la réserve de Carry-le-Rouet. Le premier inventaire a été mené par le professeur N. Vicente (Pytheas-IMBE) et le PMCB sur le site de la « rague à corb », à des profondeurs comprises entre -10 m et -16 m en 2001 et 2002. Neuf individus ont été marqués sur une quinzaine de Nacres recensées et mesurées le long de 3 transects, avec également une cartographie des fonds, constitué d'herbier mixte sur roche et sur sable (Figure 60). Les Nacres de ce secteur se trouvent généralement à proximité de petits tombants rocheux (marche de 0,5 à 0,8 m), indiquant le rôle prépondérant du relief dans le recrutement larvaire de cette espèce.

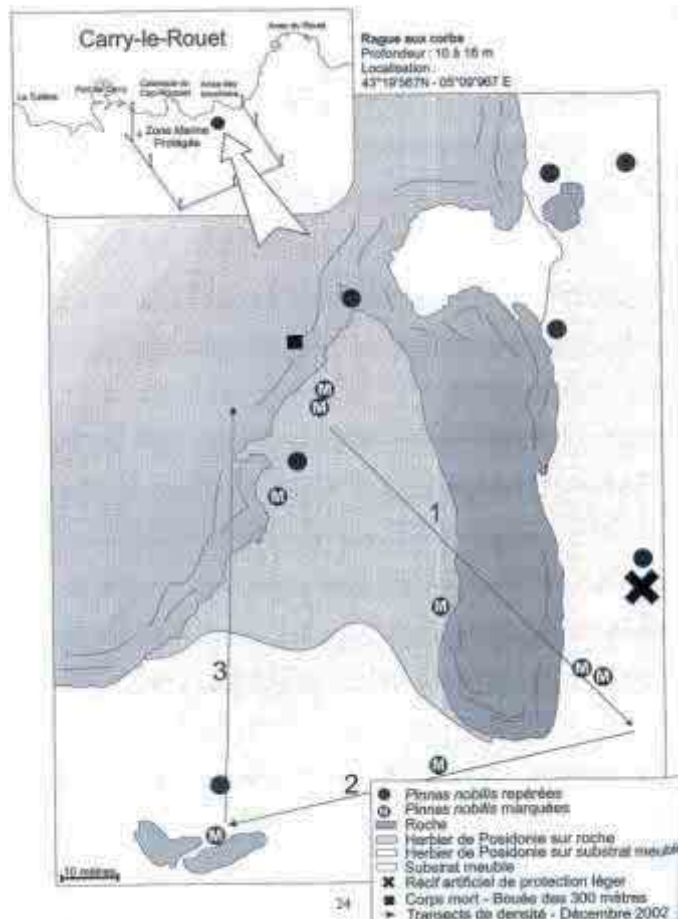


Figure 60: Cartographie et marquage de la grande nacre (*Pinna nobilis*) par le PMCB dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet (secteur de la « rague à corb ») en 2001 et 2002 (Vicente, 2002).

Durant l'été 2009, un essai de recensement plus exhaustif des grandes Nacres dans la ZMP de Carry-le-Rouet a été réalisé en apnée en juillet et août, à l'initiative de 2 saisonniers du PMCB (N. Dubar et J. Lombard). Les zones prospectées en apnée (entre 0 et 10 m de profondeur) sont : l'anse des Bouchons, une partie de la zone du Cap Rousset, et les limites Ouest et Est de la réserve ; ce qui représente environ 10% de la superficie totale de la réserve, soit environ 8 ha. La durée totale de prospection en apnée est de 16h45.

Au cours de ces prospections, 27 grandes Nacres ont été recensées. Chaque individu a été précisément positionné (point GPS, profondeur) et ses dimensions (hauteur et largeur) mesurées. La hauteur est comprise entre 10 et 40 cm (Figure 61), avec une hauteur moyenne de $25,4 \pm 7,6$ cm et une largeur moyenne de $20,4 \pm 7,6$ cm. Cette abondance remarquable dans les petits fonds de la réserve de Carry traduit l'effet de la protection depuis 26 ans (mouillage interdit et absence de prélèvement).

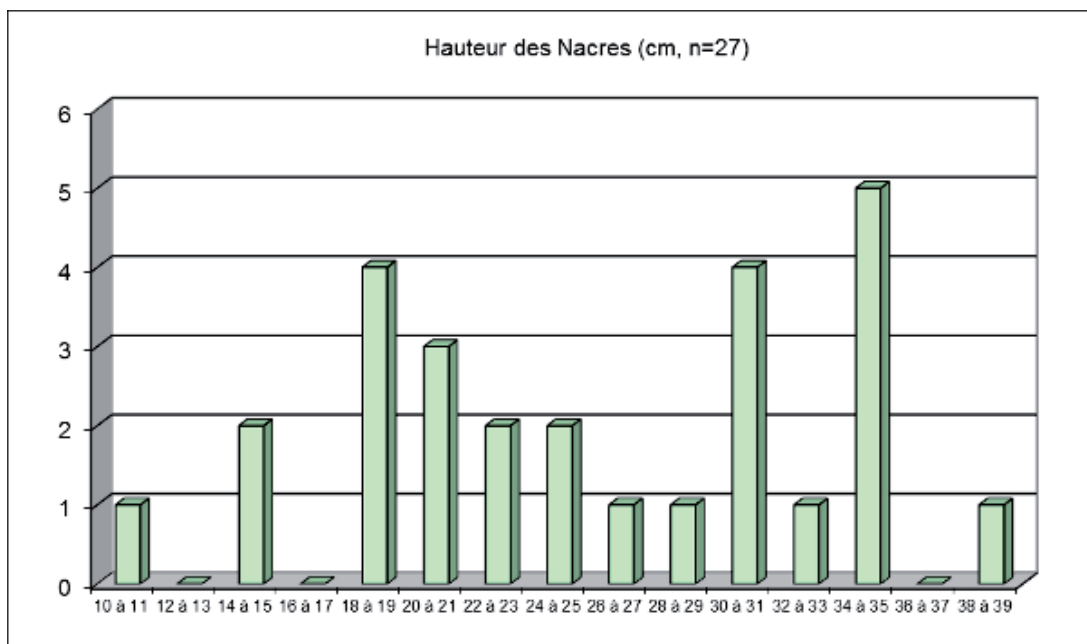


Figure 61: Structure démographique de la population de grande Nacre *Pinna nobilis* dans les petits fonds de la réserve marine de Carry-le-Rouet en 2009 (n=27) (Dubar & Lombard, 2009).

7. BIBLIOGRAPHIE

- ALBAN F., PERSON J., RONCIN N., BONCOEUR J., 2008. Analysis of Socio-Economic Survey Results. *EMPAFISH Project. Deliverable 22* : 1-139.
- ANDRAL B., SARGIAN P., 2010. Directive Cadre Eau. Contrôles de surveillance/opérationnel. Résultats de la campagne 2009. *IFREMER & Agence de l'Eau RMC. Ifremer publ.*, Fr. : 1-129.
- ASTRUCH P., GOJJARD A., CHARBONNEL E., ROGEAU E., ROUANET E., BACHET F., BRICOUT R., BONHOMME D., ANTONIOLI P. A., BRETTON O., MONIN M., HARMELIN J. G., SARTORETTO S., CHEVALDONNE P., ZIBROWIUS H., VERLAQUE M., 2011. Inventaires biologiques et Analyse écologique de l'existant, Natura 2000 en mer, Lot n°12 « Côte Bleue Marine » FR 9301999. *Contrat GIS Posidonie – Agence des Aires Marines Protégées, GIS Posidonie/PMCB publ.*, Fr. : 1-400 + 62 p annexes.
- BACHET F., 1988. Potentialités halieutiques de la Côte Bleue. *Publication du Parc Marin de la Côte Bleue. Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur*, Fr. : 1-72.
- BACHET F., CHARBONNEL E., DANIEL B., HARMELIN J.G., LELONG P., CANTOU M., DEVANNE S. MARTINIER G., 2006. Inventaire des populations de mérou brun (*Epinephelus marginatus*) et de corb (*Sciaena umbra*) dans le Parc Marin de la Côte Bleue en 2006 (réserve de Carry-le-Rouet et site du Four à Chaux). *C.R. Trav. Scient. Parc Marin Côte Bleue*, Fr., 5 (2006-2007) : 10-19.
- BACHET F., DANIEL B., CHARBONNEL E., 2006. L'herbier à *Posidonia oceanica* et le balisage de la zone des 300 m. in Boudouresque coord. « Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica* ». *RAMOGE / Conseil Régional PACA / GIS Posidonie publ.*, Mc. : 92-93.
- BACHET F., DANIEL B., CHARBONNEL E., EGIS EAU., 2009. Plan de Gestion du Parc Marin de la Côte Bleue 2008-2015. Document de Synthèse. *Parc Marin de la Côte Bleue édit.*, Fr. : 1-28.
- BACHET F., JOUVENEL J.Y., 1999. Opération de marquages de mérous capturés sur le littoral du Parc Régional Marin de la Côte Bleue (Méditerranée N.O., France). Mise au point et application d'une technique opérationnelle. *Symposium international sur les Mérous de Méditerranée 5-7 nov. 1998. Mém. Inst. Océanogr. P. Ricard*, Fr. : 1-7.
- BELLAN-SANTINI D., PEREZ T., RUITTON S., BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN J.G., VACELET J., VERLAQUE M., ZIBROWIUS H., 2001. Inventaire du patrimoine naturel. Programme National d'Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique. ZNIEFF Mer des Bouches-du-Rhône. *DIREN PACA & Centre d'Océanologie de Marseille, UMR 6540 DIMAR*, Fr.
- BIANCHIMANI O., 2005. Evaluation des effets des aires marines protégées sur les populations de Corail rouge (*Corallium rubrum*) : le cas des réserves françaises. *Rapport de stage DU Environnement et Pollution, Univ. de la Méditerranée, COM-DIMAR*, Fr. : 1-28.
- BLANC J.J., JEUDY de GRISSAC A., 1978. Recherches de géologie sédimentaire sur les herbiers à Posidonies du littoral de la Provence. *Contrat CNEOX, Centre d'Océanologie de Marseille*, Fr. : 1-185 + 42 pl. h.t.
- BONHOMME P., BERNARD G., DENIS J., CADIOU G., CHARBONNEL E., EMERY E., HERVE G., LERICHE A., LE DREACH L., DENEUX F., ANGLES D'ORTOLI N., CLABAUT P., BOUDOURESQUE C.F., 2003. Cartographie des biocénoses marines. Volet n°1 : l'herbier à *Posidonia oceanica*. Notice technique. *IFREMER & GIS Posidonie publ.*, Fr. : 1- 88.
- BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., TUNESI L., Edits. 2006. Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. *RAMOGE / Conseil Régional PACA / GIS Posidonie publ.*, Mc. : 1-200.
- BOUDOURESQUE C.F., CADIOU G., LE DIRÉAC'H L., 2005. Marine protected areas: a tool for coastal areas management. in : *Strategic management of marine ecosystems*, Levner E., Linkov I., Proth J.M. (eds.), Springer publ., Dordrecht : 29-52.
- BOUDOURESQUE C.F., CHARBONNEL E., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., CADIOU G., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M., RICO-RAIMONDINO V., 2000. A Monitoring Network based on the seagrass *Posidonia oceanica* in the Northwestern Mediterranean sea. 4th *International Conference « Seagrass 2000 », Ajaccio. Biol. Mar. Médit.*, 7 (2) : 328-331.
- BREGLIANO P., ODY D., BELLAN-SANTINI D., HARMELIN J.G., 1985. Suivi des récifs artificiels de Carry-le-Rouet. Rapport final 1984-1985. *Rapport de la station marine d'Endoume*, Fr. : 1-34 + 1-60.
- CHARBONNEL E., BACHET F., 2010. Artificial Reefs in the Cote Bleue Marine Park. Assessment after 25 years of experiments and scientific monitoring. H.-J. Ceccaldi et al. (eds.), *Global Change: Mankind-Marine Environment Interactions, Proceedings of the 13th French-Japanese Oceanography Symposium, Chap 14. Springer publ.* : 73-79.
- CHARBONNEL E., BACHET F., 2011. Proposition d'inscription sur la liste des ASPIM (Aire Spécialement Protégée d'Intérêt Méditerranéen) : Parc Marin de la Côte Bleue. *PNUE RAC/SPA. 10^{ème} réunion des points focaux du PAM pour les ASP. UNEP (DEPI)MED WG.359/20*, Tunis : 1-70+annexes.
- CHARBONNEL E., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., BERNARD G., BONHOMME P., PATRONE J., KRUKZEK R., COTTALORDA J.M., BERTRANDY M.C., FORET P., RAGAZZI M., LE DREACH L., 2000. Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie : présentation et guide méthodologique. *Région PACA/Agence de l'Eau RMC/GIS Posidonie/CQEL13/CQEL83/Conseil Général 06. GIS Posidonie publ.*, Marseille, Fr. : 1-76.
- CHARBONNEL E., CADVILLE B., BACHET F., 2013. Document d'Objectifs du site Natura 2000 FR 9301999 « Côte Bleue Marine ». Tome 1 : diagnostic écologique et socio-économique, enjeux et objectifs de conservation. *Convention cadre Etat/Parc Marin de la Côte Bleue. Parc Marin de la Côte Bleue publ.*, Fr. : 1-264 + annexes
- CHARBONNEL E., COUDRE C., FRANCOUR P., 2010. Inventaire de la faune ichtyologique sur la Côte Bleue (Bouches-du-Rhône, France). *Parc Marin de la Côte Bleue*, Fr. : 1-12.
- CHARBONNEL E., FRANCOUR P., 1994. Etude de l'ichtyofaune des récifs artificiels du Parc Régional Marin de la Côte Bleue. *Contrat Parc Régional Marin de la Côte Bleue et GIS Posidonie publ.*, Fr. : 1-67.
- CHARBONNEL E., FRANCOUR P., HARMELIN J.G., ODY D., BACHET F., 2000. Effects of artificial reef design on associated fish assemblages in the Côte Bleue Marine Park (Mediterranean sea, France). In *Artificial Reefs in European Seas. Jensen A.C., Collins K.J., Lockwood A.P.M. Edits. Kluwer Academic Publ.* : 365-377.
- CHARBONNEL E., LE DREACH L., OLLIER C., BONNARD M., SOLER L., VO VAN M., BECHAGRA A., BRICOUT R., DANIEL B., LETOURNEUR Y., ALBAN F., BACHET F., PELLETIER D., 2009. Caractérisation de la pêche récréative dans le Parc Marin de la Côte Bleue. Etude des pratiques et des captures sur un cycle annuel. *Journées Nationales sur la pêche récréative, Avril 2010 Rochefort. 8^{ème} Forum des Aires Marines Protégées, novembre 2009 Niolon*.
- CHARBONNEL E., LE DREACH L., LETOURNEUR Y., LELEU K., ALBAN F., PELLETIER D. 2013. Patterns of catches and frequentation by recreative fishermen in the Côte Bleue Marine Park (France, NW Mediterranean). Interactions with artisanal fisheries. *Congress IMPAC 3, session WS2G4*.
- CHARBONNEL E., LELEU K., BACHET F., 2013. Bilan des suivis de la pêche professionnelle et récréative dans le Parc Marin de la Côte Bleue. *Rapport Parc Marin de la Côte Bleue*, Fr. : 1-90.
- CHARBONNEL E., HARMELIN J.G., DANIEL B., BACHET F., 2006. Enregistrement sous-marin en continu de la température dans les réserves de Carry le Rouet et du Cap-Couronne. Bilan 2004-2005. *C.R. Trav.scient. Parc Marin Côte Bleue 2004-2005*, 4 : 57-66.

CHARBONNEL E., RUITTON S., BACHET F., MAISONNEUVE DE L., DANIEL B., GEOFFRAY C., 2001. Les peuplements de poissons des récifs artificiels du Parc Marin de la Côte Bleue. Suivi 2000 et évolution à moyen et long terme. *Contrat Parc Marin de la Côte Bleue et GIS Posidonie publ.*, Fr. : 1-92.

CLAUDET J edit., 2011. *Marine Protected Areas - A Multidisciplinary Approach*. Cambridge University Press - Ecology, Biodiversity and Conservation Series, Cambridge, UK : 1-392.

CLAUDET J., OSENBERG C.W., BENEDETTI-CECCHI L., DOMENICI P., GARCIA-CHARTON J.A., PEREZ-RUZAF A., BADALAMENTI F., BAYLE-SEMPERE J., BRITO A., BULLERI F., CULIOLI J.M., DIMECH M., FALCON J.M., GUALA I., MILAZZO M., SANCHEZ-MECA J., SOMERFIELD P.J., STOBART B., VANDEPERRE F., VALLE C., PLANES S., 2008. Marine reserves : size and age do matter. *Ecology Letters*, 11 : 481-489.

CLAUDET J., OSENBERG C.W., DOMENICI P., BADALAMENTI F., MILAZZO M., FALCON J.M., BERTOCCI I., BENEDETTI-CECCHI L., GARCIA-CHARTON J., GONI R., BORG J.A., FORCADA A., DE LUCIA A., PEREZ-RUZAF A., AFONSO P., BRITO A., GUALA I., LE DIRÉACH L., SANCHEZ-JEREZ P., SOMERFIELD P.J., PLANES S., 2010. Marine reserves : fish life history and ecological traits matter. *Ecological Applications*.

CLAUDET J., PELLETIER D., 2004. Marine protected areas and artificial reefs: A review of the interactions between management and scientific studies. *Aquatic Living Resources* 17(2): 129-138.

CLAUDET J., PELLETIER D., JOUVENEL J.Y., BACHET F., GALZIN R., 2006. Assessing the effects of Marine Protected Area (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean marine reserve : identifying community-based indicators. *Biological Conservation*, 130 (3) : 349-369.

DANIEL B, de MAISONNEUVE L., BACHET F., 1999. Application d'un test de présence absence d'espèces cibles de poissons sensibles à certaines formes de pressions anthropiques – Programme d'évaluation de l'impact des mesures de protection de l'espace littoral. *Rapport Parc Régional Marin de la Côte Bleue et de l'Agence de l'Eau RMC*, Fr. : 1-48.

DANIEL B, de MAISONNEUVE L., BACHET F., HARMELIN J.G., GEOFFRAY C., 2002. Evaluation de l'impact des mesures de protection de l'espace littoral par l'application d'un test de présence/absence d'espèces cibles de poissons. Réserve du Cap-Couronne et zone périphérique – Étés 2001/2002. *Rapport sur les travaux scientifiques du Parc Marin de la Côte Bleue - Année 2002.*, Fr. : 41-52.

DANIEL B., PIRO S., CHARBONNEL E., FRANCOUR P., LETOURNEUR Y., 2009. Lessepsian rabbitfish *Siganus luridus* (Rüppell, 1829) reached the French Mediterranean coasts. *Cybium* 33(2) : 163-164.

DESCAMP Pierre, HOLON Florian, BALLESTA Laurent, 2009. Microcartographie par télémétrie acoustique de 9 herbiers de posidonie pour le suivi de la qualité des masses d'eau côtières méditerranéennes françaises dans le cadre de la DCE. *Contrat L'OEil Andromède/Agence de l'Eau, CRLR, CRPACA. Andromède publ., Montpellier*, Fr. :1-59 + annexes.

DUFOUR F., GUIDETTI P., FRANCOUR P., 2007. Comparaison des inventaires de poissons dans les aires marines protégées de Méditerranée : influence de la surface et de l'ancienneté. *Cybium*, 31 (1) : 19-31.

FORCADA A., VALLE C., BONHOMME P., CRIQUET G., CADIOU G., LENFANT P., SANCHEZ-LIZASO J.L., 2009. Effects of habitat on spillover from Marine Protected Areas to artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, 379 : 197-211

FRAYSSE M., 2010. Modélisation couplée physique biogéochimie de la Rade de Marseille. *Rapport stage Master Océanographie. Univ. de la Méditerranée, Centre d'Océanologie de Marseille*, Fr. : 1-46.

GARCIA-CHARTON J-A, PEREZ-RUZAF A, MARCOS C, CLAUDET J, BADALAMENTI F, BENEDETTI-CECCHI L, FALCON JM, MILAZZO M, SCHEMBRI PJ, STOBART B, VANDEPERRE F, BRITO A, CHEMELLO R, DIMECH M, DOMENICI P, GUALA I, LE DIRÉACH L, MAGGI E, PLANES S., 2008. Effectiveness of European Atlanto-Mediterranean MPAs: do they accomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems? *Journal for Nature Conservation* 16(4): 193-221.

GARRABOU J., PEREZ T., SARTORETTO S., HARMELIN J.G., 2001. Mass mortality event in red coral (*Corallium rubrum*, Cnidaria, Anthozoa, Octocorallia) populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 217 : 263-272.

GARRABOU J., PEREZ T., CHEVALDONNE P., BENSOUSSAN N., TORRENTS O., LEJEUSNE C., ROMANO J.C., VACELET J., BOURY-ESNAULT N., HARMELIN-VIVIEN M., VERLAQUE M., BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN J.G., 2003. Is global change a real threat for conservation of the NW Mediterranean marine biodiversity? *Geophysical Research Abstracts*, 5, 10522

GONI R., ADLERSTEIN S., ALVAREZ-BERASTEGUI D., FORCADA A., RENONES O., GRIQUET G., POLTI S., CADIOU G., VALLE C., LENFANT P., BONHOMME P., PEREZ-RUZAF A., SANCHEZ-LIZASO J.L., GARCIA-CHARTON J.A., BERNARD G., STELZENMULLER V., PLANES S., 2008. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas : evidence from artisanal fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 366: 159-174.

HARMELIN J.-G., 1999. Visual assessment of indicator fish species in Mediterranean marine protected areas. *Naturalista sicil.*, It., 23 : 83-104.

HARMELIN J.G., 2004. Environnement thermique du benthos côtier de l'île de Port-Cros (parc national, France, Méditerranée nord-occidentale) et implications biogéographiques. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, Fr., 20 : 173-194.

HARMELIN J.-G., BACHET F., 1993. Ichtyofaune des fonds rocheux de Carry-le-Rouet : impact de la protection. *Rapport Parc Régional Marin de la Côte Bleue et Conseil Régional PACA*, Fr. : 1-32.

HARMELIN J.G., BACHET F., 1998. Mesure *in situ* des structures de tailles de Corail rouge dans la réserve de Carry le Rouet. *Note COM/PMCB*, 2 pp.

HARMELIN J.-G., BACHET F., GARCIA F., 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *Marine Ecology*, 16 (3) : 230-250.

HARMELIN J.G., RUITTON S., 2007. La population de corb (*Sciaena umbra* : Pisces) du parc national de Port-Cros (France), état en 2005 et évolution depuis 1990 : un indicateur halieutique et biogéographique pertinent. *Scientific Report of Port-Cros national Park*, Fr. 22 : 49-65.

HARMELIN-VIVIEN M., LE DIRÉACH L., BAYLE-SEMPERE J., CHARBONNEL E., GARCIA-CHARTON J., ODY D., PEREZ-RUZAF A., RENONES O., SANCHEZ P., VALLE C., 2008. Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: Evidence of fish spillover?. *Biological Conservation*, 141: 1829-1839.

HIGGINS R.M., VANDEPERRE F., PEREZ-RUZAF A., SANTOS R.S., 2008. Priorities for fisheries in marine protected area design and management: Implications for artisanal-type fisheries as found in southern Europe. *Journal for Nature Conservation*.

HONG J.S., 1980. Etude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis a un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golfe de Fos). *Thèse Doct., Univ. Aix-Marseille II*, France : 1-137 + 108 p. annexes.

JOUVENEL J.-Y., BACHET F., 1995. Aménagement de la bande côtière de la Côte Bleue - Programme de suivi des peuplements ichtyologiques de la réserve du Cap Couronne. *Rapport Parc Régional Marin de la Côte Bleue et DIREN PACA*, Fr. : 1-40.

JOUVENEL J.-Y., BACHET F., 1998. Aménagement de la bande côtière de la Côte Bleue - Programme de suivi des peuplements ichtyologiques de la réserve du Cap Couronne - Bilan à deux ans. *Rapport Parc Régional Marin de la Côte Bleue, DIREN PACA et Agence de l'Eau RMC*, Fr. : 1-53.

JOUVENEL J.-Y., BACHET F., 2002. Programme de suivi des peuplements ichtyologiques de la réserve marine du Cap Couronne. Rapport final 1995 à 2001. *Rapport Aquafish Technology/Parc Marin de la Côte Bleue, DIREN PACA et Agence de l'Eau RMC*, Fr. : 1-26 + 1-25 + 1-27.

JOUVENEL J.Y., BACHET F., HARMELIN J.G., BELLAN-SANTINI D., 2004. Suivi biologique d'une réserve marine de la Côte Bleue (golfe de Marseille, Méditerranée, France). *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 59 : 243-251.

- JOUVENEL J.-Y., BACHET F., CHARBONNEL E., DANIEL B., 2005. Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine du Cap Couronne. Bilan 1995-2004. P2A Développement/Parc Marin de la Côte Bleue, Fr.:1-98.
- KLEIN J., 2007. Impact of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) on macrophyte assemblages of the north-western Mediterranean Sea. *Ph. D. Thesis. University of Aix-Marseilles II*, Fr.
- LE DIREACH L., CHARBONNEL E., ALBAN F., LELEU K., GAMP E., 2011. Rapport final du programme LITEAU - PAMPA - Site Côte Bleue. *PAMPA/WP1* : 1-98.
- LE DIREACH L., ASTRUCH P., CHARBONNEL E., BONHOMME D., BACHET F., DANIEL B., 2010. Suivi des peuplements de poissons de la Réserve Marine du Cap Couronne (Parc Marin de la Côte Bleue) – Bilan 1995-2007. *GIS Posidonie – Parc Marin de la Côte Bleue*, Fr. 1-108.
- LE DIREACH L., CHARBONNEL E., BACHET F., JOUVENEL J.Y. HARMELIN J.G., 2013. What can a long term survey on a coastal Mediterranean MPA tell us about fishing impacts?. *Congress IMPAC 3, session WS2G3*.
- LELEU K., 2012. Suivi et évaluation de la pêche professionnelle au sein du Aire Marine Protégée : protocoles d'enquêtes, et indicateurs de pression et d'impact. Application au Parc Marin de la Côte Bleue. *Thèse de Doctorat, spécialité Océanographie, Aix Marseille Université*, Marseille, Fr. : 1-298.
- LELEU K., ALBAN F., PELLETIER D., CHARBONNEL E., LETOURNEUR Y., BOUDOURESQUE C-F., 2012. Fishers' perceptions as indicators of the performance of Marine Protected Areas (MPAs). *Marine Policy*, 36: 414-422.
- LINARES C., BIANCHIMANI O., TORRENTS O., MARSCHAL C., DRAP P., GARRABOU J., 2010 Marine Protected Areas and the conservation of long-lived marine invertebrates: the Mediterranean red coral. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 402 :69-79.
- MAILLARD P., VACELET J., ARNOULD M., BART M., BAUDIN J.C., BRISCIANO M., BRUN A., GILLI A., GRENIER C., LION R., MENNELLA H., MONESTIEZ P., PEAN M., RETORE C., ROCHE C., 1996. L'étude de la grotte du « Chinois » : un bilan 38 ans après les travaux de Laborel et Vacelet. *FFESSM. Commission Régionale de Biologie de Provence*, Fr. : 1-28.
- MEINESZ A., CHANCOLLON O., COTTALORDA J.-M., 2010. Observatoire sur l'expansion de *Caulerpa taxifolia* et *Caulerpa racemosa* en Méditerranée : campagne janvier 2008 - juin 2010. *Université Nice Sophia Antipolis, E.A. 4228 ECOMERS publ.*, Fr. : 1-50.
- OBLIN H., 2006. Etude de l'impact économique des réserves marines de la Côte Bleue sur l'activité de plongée en scaphandre autonome. *Mémoire de Master 2. Université Aix-Marseille II, Centre d'Océanologie de Marseille*, Fr. : 1-35.
- ODY D., 1987. Les peuplements ichthyologiques des récifs artificiels de Provence (France, Méditerranée Nord Occidentale). *Thèse Doct. 3ème cycle. Univ. Aix-Marseille II* : 1-183.
- PERE A., 2012. Déclin des populations de langouste rouge et baisse de la ressource halieutique en Corse - Causes et perspectives. *Thèse de Doctorat spécialité biologie marine, mention biologie des populations et écologie Université de Corse*, Fr. : 1-478.
- PEREZ T., GARRABOU J., SARTORETTO S., HARMELIN J.-G., FRANCOUR P., VACELET J., 2000. Mass mortality of marine invertebrates : an unprecedented event in the North Occidental Mediterranean. *C.R. Acad. Sci. Paris*, Fr., 323 (10) 853-865.
- PLANES S., 2005 (coordinator). Final report BIOMEX Assessment of biomass export from marine protected areas and its impacts on fisheries in the Western Mediterranean Sea. *Project – UE – QLRT-2001-0891. BIOMEX, Univ. Perpignan*, Fr. : 1-503.
- RONCIN N., ALBAN F., CHARBONNEL E., CHREC'HRIOU R., DE LA CRUZ MODINO R., CULIOLI J.M., DIMECH M., GONI R., GUALA I., HIGGINS R., LAVISSE E., LE DIREACH L., LUNA B., MARCOS DIEGO C., MAYNOU F., PASCUAL J., PERSON J., SMITH P., STOBART B., SZELIANSZKY E., VALLE C., VASELLI S., BONCOEUR J., 2008. Uses of ecosystem services provided by MPAs: how much do they impact the local economy? A Southern Europe perspective. *Journal for Nature Conservation*, 16 : 256-270.
- SALAT J., PASCUAL J., 2002. Tracking long(term hydrological change Mediterranean Sea. *CIESM Workshop Series*, 16 : 29-32.
- SAN MARTIN G., 1995. Contribution à la gestion des stocks d'oursins : étude des populations et transplantations de *Paracentrotus lividus* à Marseille (France, Méditerranée) et production de *Loxechinus albus* à Chiloe (Chili, Pacifique). *Thèse Doctorat d'Ecologie, Univ. Aix-Marseille II*, Fr. 1-166 + annexes.
- 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'Ecologie, Univ. Aix-Marseille II*, Fr. : 1-194.
- STELZENMULLER V., MAYNOU F., BERNARD G., CADIOU G., CAMILLERI M., CREC'HRIOU R., CRIQUET G., DIMECH M., ESPARZA O., HIGGINS R., LENFANT P., PEREZ-RUZAF A., 2008. Spatial assessment of fishing effort around European marine reserves: Implications for successful fisheries management. *Marine Pollution Bulletin*, 56 : 2018-2026.
- TORRENTS-CABESTANY O., 2007. Biologie des populations du corail rouge *Corallium rubrum* (L. 1758) de Méditerranée nord-occidentale. *Thèse de Doctorat. Univ Aix-Marseille 2*, Fr. : 1-223.
- VICENTE N., 2002. Repérages effectués sur la grande nacre (*Pinna nobilis*) dans la zone marine protégée de Carry le Rouet. *C.R. Trav.scient. Parc Marin Côte Bleue 2002*, 2 : 23-24.
- VERLAQUE M., BOUDOURESQUE C.F., 2005. Macrophytes introduits en Méditerranée : la part du trafic maritime. *Cryptogamie Algologie*, 26 (2) : 222-223.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : carte de situation de la zone marine protégée de Carry-le-Rouet, créée en 1983. Les coordonnées géographiques des bouées et espars matérialisant la ZMP sont indiquées (WGS 84).....	3
Figure 2 : carte de situation de la zone marine protégée du Cap-Couronne, créée en 1996 sur la commune de Martigues. Les coordonnées géographiques des bouées matérialisant la ZMP sont indiquées (WGS 84).....	4
Figure 3 : carte des deux zones marines protégées de la Côte Bleue : ZMP de Carry-le-Rouet créée en 1983 et ZMP du Cap-Couronne, créée en 1996.....	7
Figure 4 : carte représentant les zonages réglementaires sur la Côte Bleue.....	12
Figure 5 : Liste des 32 ASPIM en méditerranée, dont 5 sont françaises (UNEP, RAC-SPA).....	13
Figure 6 : Carte de présentation de la concession attribuée au Parc Marin de la Côte Bleue en décembre 2003 : concession sur le DPM de 9.873 ha, avec 2 zones marines à protection intégrale (295 ha, rectangles orange) et les aménagements complémentaires en récifs artificiels de production (5 sites, étoiles bleues) et de protection (lignes violettes, représentant 17,5 km de linéaire).....	16
Figure 7 : Carte biocénotique et répartition des herbiers de Posidonies dans les deux zones marines protégées de Carry-le-Rouet (85 ha) et du Cap-Couronne (210 ha).....	16
Figure 8 : Présentation schématique des différents types de modules de production (en haut) et de protection anti-chalutage (en bas) utilisés par le Parc Marin de la Côte Bleue (Charbonnel & Bachet, 2010).....	20
Figure 9 : Classification des Aires Marines Protégées selon leur niveau d'interdiction (diaporama de C.F. Boudouresque lors d'une conférence à Carry le 13 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).....	22
Figure 10 : une réserve, comment ça marche (illustration C.F. Boudouresque, d'après Boudouresque <i>et al.</i> , 2005).....	23
Figure 11 : illustrations des bénéfices générés par une Aire marine Protégée à protection renforcée (diaporama de J.G. Harmelin lors d'une conférence à Carro le 6 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).....	23
Figure 12 : Schéma récapitulatif conceptuel des effets réserve (Boudouresque, inédit, diaporama de C.F. Boudouresque lors d'une conférence à Carry le 13 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).....	24
Figure 13 : principales espèces cibles concernées par l'effet réserve (photos : J.G. Harmelin/Pytheas-MIO).....	25
Figure 14 : Comparaison entre la ZMP de Carry-le-Rouet et l'extérieur de la réserve des abondances de gros individus des « espèces cibles » particulièrement visées par la pêche (Harmelin <i>et al.</i> , 1995). En abscisse sont indiquées les périodes de comptages (tous les trimestres entre 1991 et 1993).....	26
Figure 15 : cumul des espèces cibles observées dans la réserve de Carry-le-Rouet (en rouge) et à l'extérieur (en bleu ; Harmelin <i>et al.</i> , 1995).....	26
Figure 16 : effectifs des Serrans <i>Serranus cabrilla</i> (gros individus >14 cm) dans la réserve de Carry-le-Rouet et à l'extérieur (Harmelin <i>et al.</i> , 1995).....	27
Figure 17 : Structure démographique des populations de Serran chèvre (<i>Serranus cabrilla</i>) et de Girelles mâles (<i>Coris julis</i>) dans la réserve de Carry-le-Rouet et hors réserve au Mornas (Harmelin & Bachet, 1993 ; Harmelin <i>et al.</i> , 1995).....	27
Figure 18 : Evolution du nombre d'espèces entre 1995 et 2013 dans la ZMP du Cap-Couronne (en vert) et hors réserve (en bleu).....	28
Figure 19 : Evolution des biomasses en espèces cibles entre 1995 et 2013 dans la ZMP du Cap-Couronne (en vert) et hors réserve (en bleu).....	28
Figure 20 : evolution du nombre de Girelles (<i>Coris julis</i>) entre 1995 et 2013 dans la ZMP du Cap-Couronne (en orange) et hors réserve (en bleu).....	29
Figure 21 : structure démographique des Girelles royales (girelles mâles) au Cap-Couronne selon le degré de protection de la zone (diaporama de J.G. Harmelin lors d'une conférence à Carro le 6 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB).....	29
Figure 22 : Carte biocénotique des fonds de la ZMP de Carry-le-Rouet. Cartographie des habitats Natura 2000 issue des inventaires CARTHAM (Astruch <i>et al.</i> , 2011) et de l'Atlas cartographique du DOCOB (PMCB, 2013). La légende et les codes couleurs des habitats sont indiqués dans la figure suivante.....	31
Figure 23 : Carte biocénotique des fonds de la ZMP du Cap-Couronne. Cartographie des habitats Natura 2000 issue des inventaires CARTHAM (Astruch <i>et al.</i> , 2011) et de l'Atlas cartographique du DOCOB (PMCB, 2013).....	32
Figure 24 : Localisation des habitats « herbier à Posidonie » (1120) en couleur verte et « Coralligène » (1170-14) sur le site Côte Bleue Marine (couleur violette). Cartographie issue des inventaires CARTHAM en 2010 (Astruch <i>et al.</i> , 2011).....	35
Figure 25 : Diamètre basal des plus grandes colonies de corail rouge (<i>Corallium rubrum</i>) dans une zone intégralement protégée (réserve de Carry-le-Rouet) et une zone non protégée et exploitée (archipel de Riou). Données recueillies par Harmelin & Bachet en 1998.....	36
Figure 26 : Structure démographique des corbs (<i>Sciaena umbra</i> , 97 corbs observés dont 78 mesurés) dans la ZMP de Carry-le-Rouet durant la campagne d'inventaire PMCB et GEM en 2006 (Bachet <i>et al.</i> , 2006).....	38
Figure 27 : Carte de répartition des corbs (<i>Sciaena umbra</i> , 97 corbs observés) dans la ZMP de Carry-le-Rouet durant la campagne d'inventaire PMCB et GEM en 2006 (Bachet <i>et al.</i> , 2006).....	39
Figure 28 : Evolution du nombre de mérours capturés accidentellement et relâchés par le PMCB dans les 2 zones marines protégées de Carry-le-Rouet et du Cap-Couronne entre 1988 et 2011, soit un total de 46 mérours.....	40
Figure 29 : Mérour gris (<i>Epinephelus caninus</i>) sur le site « Côte Bleue Marine ». A gauche : relâché d'un petit individu dans la ZMP du Cap-Couronne le 11 août 2010 (Photo : F. Bachet/PMCB). A droite : jeune mérour gris dans une anfractuosité d'un tombant fin 2009 (Photo : M. Ready).....	40
Figure 30 : Suivi par pêche expérimentale de l'effet réserve du Cap Couronne entre 1995 et 2013. Evolution des poids moyens, des tailles, des biomasses débarquées et des rendements (PMCB, Charbonnel & Bachet, 2013).....	41
Figure 31 : Evolution des captures de langouste (<i>Palinurus elephas</i>) lors des pêches expérimentales effectuées par le PMCB dans la rZMP du Cap-Couronne entre 1995 et 2013 (4 x 500 m de filet trémail). Photo de droite : F. Bachet/PMCB.....	42
Figure 32 : Carte des zones de pêche observées (en hachuré) et zones de pêche potentielles (en bleu) pour les métiers « Sparidés » et « Loup » sur le site Natura 2000 « Côte Bleue Marine » (in Leleu, 2012).....	43
Figure 33 : Carte des zones de pêche observées (en hachuré) et zones de pêche potentielles (en orange) pour les métiers du large « Sole » et « Merlu » sur le site Natura 2000 « Côte Bleue Marine » (in Leleu, 2012).....	44
Figure 34 : Comptages visuels en plongée lors du programme BIOMEX. Stations échantillonnées selon un gradient d'éloignement de la réserve de Carry (secteurs 1-2-3), gradient aussi bien à l'Ouest (secteurs 4-5-6), qu'à l'est (secteurs 7-8-9).....	45
Figure 35 : résultats des comptages en plongée sur les densités-abondances (en bleu) et les biomasses (en rouge), d'après Harmelin-Vivien <i>et al.</i> , 2008. Le trait rouge horizontal indique les stations dans la ZMP de Carry-le-Rouet.....	45
Figure 36 : pêches expérimentales réalisées lors du programme BIOMEX selon un gradient d'éloignement de la ZMP de Carry-le-Rouet.....	46

Figure 37 : résultats des pêches expérimentales de part et d'autre de la zone marine protégée de Carry, selon un gradient d'éloignement (near, medium, far). Rendements des pêches CPUE en kg/100 m de filet..... 46

Figure 38 : exportation de biomasse pour le rouget (*Mullus surmuletus*) dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet calculée sur une distance d'environ 1000 m lors du programme BIOMEX (Boudouresque inédit, d'après Goni *et al.*, 2008). 47

Figure 39: distribution de l'effort de pêche autour de la réserve marine de Carry-le-Rouet (représentée en violet). Programme Biomex Planes, 2005, Bonhomme *et al.*, 2005. 47

Figure 40 : Exemple de gradients d'exportation de biomasse obtenus pour la plupart des espèces cibles ; Sparidae, Sciaenidae, et Labridae (Coris, Labrus). La pente des gradients d'exportation est fonction de la mobilité des poissons (cas des Serranidae en bas) et peuvent varier également entre l'Est et l'Ouest de la réserve (en haut, Biomex, Planes 2005). 48

Figure 41 : Perception des pêcheurs de loisirs de la Côte Bleue concernant l'impact des réserves marines sur l'environnement, sur leur activité de pêche et sur l'économie locale. En bas à droite : connaissance des mailles de captures (Charbonnel *et al.*, 2013)..... 52

Figure 42 : Solutions évoquées par les pêcheurs du bord pour soutenir la pêche côtière. 52

Figure 43 : Répartition des effectifs en fonction du type de sensibilisation effectuée par le PMCB. Exemple pour l'année 2011..... 56

Figure 44 : Evolution du nombre de journées-participants aux actions de sensibilisation et d'éducation sur le milieu marin (stages de découverte et animations ponctuelles cumulés) effectuées par le PMCB depuis 10 ans (période 2001-2011). 57

Figure 45 : plaquette triptyque de présentation des 2 zones marines protégées de Carry-le-Rouet et du Cap-Couronne. 58

Figure 46 : plaquette de présentation du Parc Marin de la Côte Bleue et de l'effet réserve. 59

Figure 47 (ci-contre) : panneau décrivant l'effet réserve observé dans la zone marine protégée du Cap-Couronne et installé à l'île de La Réunion (Sainte Rose) en 2011..... 59

Figure 48 : Evolution du nombre de visiteurs aquatiques recensés dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet entre les étés 2002 et 2012.61

Figure 49 : Répartition journalière (en %) du nombre de visiteurs aquatiques comptabilisés pendant les mois de juillet et août 2012. 61

Figure 50 : Provenance des participants des visites aquatiques guidées du PMCB en juillet-août 2011..... 62

Figure 51 : Critères de satisfaction des visiteurs aquatiques de la réserve marine de Carry-le-Rouet. Les 5 critères les plus importants sont indiqués (rank1 en rouge=premier des 5 critères les plus importants ; rank5 en orange=dernier des 5 critères les plus importants). Taux de réponse AR=75%, soit 234 des 311 visiteurs interviewés en 2006 (*in* Alban *et al.*, 2008). 63

Figure 52 : Historique de la protection des espèces marines, suite au colloque de Carry-le-Rouet en 1989 (diaporama de C.F. Boudouresque lors d'une conférence à Carry le 13 septembre 2013 pour les 30 ans du PMCB). 65

Figure 53 : rôle du PMCB d'observatoire de la biodiversité et des usages maritimes, optique de tableau de bord développée dans le projet PAMPA.65

Figure 54 : Visualisation des phénomènes d'upwelling enregistré par l'ADCP à Couronne avec le profil de l'amplitude (en haut) et de la direction des courants (en bas) toutes les 30 minutes durant la période du 9/05 au 14/09/2011. Une échelle de couleur permet de s'y retrouver : par exemple pour la direction (en bas de la figure) orange indique une direction de 270°, bleu 90°. Pour les amplitudes (en haut de la figure) le bleu aux alentours de 10 à 15cm/sec, le vert 20 à 25 cm/sec, le rouge jusqu'à 40cm/sec (G. Rougier/Ifremer, *com. pers.*).67

Figure 55 : Cartographie des contours de la limite inférieure de l'herbier de Posidonie par télémétrie acoustique (Descamp *et al.*, 2009). Herbier situé à -30 m de profondeur dans la réserve marine de Carry-le-Rouet. Les points rouges matérialisent la position des premières balises en béton installées en 1985 par le RSP (Réseau de Surveillance Posidonies de la région PACA). 69

Figure 56 : Variabilité à court terme de la température entre le 24 juin et le 8 octobre 2005 (à gauche) et évolution annuelle en 2005 (à droite) sur le site de la zone marine protégée de Carry-le-Rouet à -24 m de profondeur (PMCB/Charbonnel *et al.*, 2006). 70

Figure 57 : Temps d'exposition (en pourcentage) du benthos de fonds rocheux à 24 m de profondeur à des températures inférieures à 15°C et supérieures à 22°C à Couronne, Carry-le-Rouet, Port-Cros (PC) et Monaco entre début juin et fin octobre 2003 (*in* Harmelin, 2004, modifié). *N.B.* La profondeur à Couronne est de -17m. 71

Figure 58 : Carte de répartition et date de première signalisation de *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* sur le site «Côte Bleue Marine ». Situation en décembre 2010. Recensements suivis par le PMCB et transmis à l'Observatoire Caulerpe (Meinesz *et al.*, 2010). 72

Figure 59 : A gauche, poisson flûte photographié au large de la Côte Bleue (île du Planier) par S. Boulad/Côte Bleue Plongée. A droite, fiche signalétique du laboratoire Ecomers, Université de Nice. 73

Figure 60: Cartographie et marquage de la grande nacre (*Pinna nobilis*) par le PMCB dans la zone marine protégée de Carry-le-Rouet (secteur de la « rague à corb ») en 2001 et 2002 (Vicente, 2002). 74

Figure 61: Structure démographique de la population de grande Nacre *Pinna nobilis* dans les petits fonds de la réserve marine de Carry-le-Rouet en 2009 (n=27) (Dubar & Lombard, 2009). 74

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : coordonnées géographiques des bouées matérialisant les deux zones marines protégées de Carry-le-Rouet et Cap-Couronne (système géodésique « WGS 84 », coordonnées en degrés minutes décimales). Type de bouées et d'espars ZMP de Carry : points C et D : bouées JET 2500. Points B, 1,2 et 3 : bouées ES 630. Points A et E : panneau sur mât scellé dans la roche. ZMP Cap-Couronne : points C et D : JET 2500, points A, B, 1,2 et 3 : ES 630. 4

Tableau 2 : Les Z.N.I.E.F.F. mer (type I, deuxième génération) de la Côte Bleue, dont les 2 Zones Marines Protégées (en gras). Source DREAL PACA, 2011, Bellan-Santini *et al.*, 2001. 14

Tableau 3 : Tableau de bord du suivi de l'efficacité du Plan de Gestion du PMCB, avec pour chacun des 6 objectifs, le nombre d'actions prévues, leur priorité (de 1 à 3), les actions réalisées, en cours de réalisation et non faites. Bilan PMCB d'octobre 2010. 15

Tableau 4 : Récapitulatif de l'effort de surveillance du PMCB réalisé sur les deux Zones Marines Protégées (ZMP) de Carry-le-Rouet et du Cap-Couronne pour les 7 dernières années (2006 à 2012). 18

Tableau 5: Présentation et chronologie des aménagements en récifs artificiels sur les 5 sites du Parc Marin de la Côte Bleue (Charbonnel & Bachet, 2010). En gras : récifs immergés dans les réserves..... 19

Tableau 6: Evolution des peuplements ichtyologiques sur 2 types de récifs (module géant de 158 m³ et modules cubiques de 1,7 m³ immergés en amas chaotique de 119 m³) pour le site de Sausset-les-Pins entre 1987 et 2000 (Charbonnel *et al.*, 2000). Pk = espèces planctonophages. - = donnée non disponible. 19

Tableau 7 : fréquence de présence (%) des espèces cibles dans la réserve de Carry-le-Rouet et à l'extérieur (Harmelin *et al.*, 1995)..... 27

Tableau 8 : Surfaces cartographiées et pourcentage d'occupation des différents habitats marins des deux Zones Marines Protégées (ZMP) du Parc Marin de la Côte Bleue. Surfaces issues des inventaires biologiques CARTHAM en 2010, dans le cadre de la démarche Natura 2000. 30

Tableau 9 : Structure des tailles maximales des populations de Corail rouge (diamètre à la base, hauteur maximum, nombre de branches par colonie) entre la zone marine protégée de Carry-le-Rouet et le secteur non protégé de l'archipel de Riou à Marseille (Harmelin & Bachet, 1998 ; Bianchimani, 2005).....	36
Tableau 10: Structure de tailles des colonies de corail rouge mesurées par photogrammétrie le long d'un transect permanent (60 quadrats) dans la ZMP de Carry-le-Rouet et hors réserve à Marseille-Riou, dans le cadre du programme Medchange (Bianchimani, 2005, Linares <i>et al.</i> , 2010).....	37
Tableau 11 : Principales caractéristiques des 7 métiers principaux pratiqués par les pêcheurs professionnels sur le site « Côte Bleue Marine ». Entre parenthèse OP= opération de pêche, moy = moyenne (<i>in</i> Leleu, 2012). Pour les profondeurs, longueurs des filets et distances à la côte, les valeurs indiquées correspondent aux fourchettes minimales et maximales ; la valeur moyenne étant entre parenthèse. ...	43
Tableau 12: Comparaison réserve/hors réserve de l'abondance (nombre de poissons par transect de 25 x 5m), du poids moyen (g), de la biomasse (kg par transect) et du nombre d'espèces de poissons. Données collectées à Carry-le-Rouet lors du programme Biomex 2003-2005 (d'après Harmelin-Vivien <i>et al.</i> , 2008).....	46
Tableau 13 : Connaissance du PMCB et perceptions des pêcheurs professionnels de la Côte Bleue (N= 16) de l'association au processus de décision, de l'adaptation et du respect des réglementations, de l'adaptation du balisage par les pêcheurs professionnels ainsi que de la suffisance de la surveillance par le PMCB et les autorités de l'Etat. Chiffres en pourcentage (Leleu <i>et al.</i> , 2012).	49
Tableau 14 : Perceptions des pêcheurs professionnels de la Côte Bleue sur l'effet des réserves (N= 16) et des récifs artificiels (N= 18) sur la pêche, sur l'environnement et sur l'économie locale. *NSP : Ne sait pas. Chiffres donnés en pourcentage (Leleu <i>et al.</i> , 2012).....	50
Tableau 15 : Questions posées aux 17 centres de plongée de la Côte Bleue sur leurs perceptions des bénéfices apportés par les réserves marines et leurs effets (en % de réponses, d'après Alban <i>et al.</i> , 2008 et Roncin <i>et al.</i> , 2008).....	54
Tableau 16 : Déroulement et programme des stages de découverte du milieu marin organisé par le PMCB depuis 1984, à destination des enfants scolarisés sur les 5 communes de la Côte Bleue.	55
Tableau 17 : Evolution du nombre de participants et du nombre de journées – participants pour les stages de découverte et les animations ponctuelles entre 2001 et 2012.	57
Tableau 18 : Bilan des dispositifs d'activités de sensibilisation au milieu marin dispensées par les agents du PMCB depuis 10 ans, entre 2001 et 2012 (dm : données manquantes).....	57
Tableau 19 : Evolution de la fréquentation de la ZMP de Carry-le-Rouet par les visiteurs aquatiques en période estivale depuis 2002. Le nombre de visiteurs est indiqué en nombre observé lors des comptages du PMCB et en nombre estimé, par extrapolation. Les visiteurs du sentier sous-marin (SSM) encadrés par le PMCB lors des visites guidées sont également indiqués.	60
Tableau 20 : Connaissance du Parc Marin en fonction de la provenance les participants en été 2011 et pourcentage de participants ayant déjà effectué la visite aquatique guidée de la réserve de Carry (n=333, dont 5% de non réponse).....	62
Tableau 21 : Résultats du RINBIO 2000, 2003 et 2006 pour la zone marine protégée de Carry-le-Rouet. V = bruit de fond, J = niveau faible, OC = niveau modéré, OF = niveau élevé, R = niveau très élevé. IFREMER, RINBIO. - : données manquantes.	67
Tableau 22 : Evolution entre 1999 et 2008 des valeurs annuelles moyennes des températures (en degrés Celsius, T°C) sur le site dans la ZMP du Cap-Couronne (-17 m). Les écarts-type, coefficients de variation, valeurs minimales et maximales observées sont également indiquées. <i>N.B.</i> les données partielles de 1998 et 2001 n'ont pas été prises en compte.	70