



THESE DE DOCTORAT
Pour obtenir le grade de
Docteur d'Aix Marseille Université
Spécialité : Océanographie
Ecole Doctorale : Science de l'Environnement

Présentée par

Kévin LELEU

Soutenue à Marseille, le 30 mars 2012

**Suivi et évaluation de la pêche professionnelle
au sein d'une Aire Marine Protégée :
protocoles d'enquêtes et indicateurs de pression et d'impact.
Application au Parc Marin de la Côte Bleue.**

JURY

Dr R. GOÑI, *Centro Oceanográfico de Baleares*

Dr O. GUYADER, *IFREMER de Brest*

M F. BACHET, *Parc Marin de la Côte Bleue*

Dr F. GAUTHIEZ, *Agence des Aires Marines Protégées*

Pr Y. LETOURNEUR, *Université de la Nouvelle Calédonie*

Dr D. PELLETIER, *IFREMER de Nouméa*

Pr C.- F. BOUDOURESQUE, *Aix Marseille Université*

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Examineur

Examineur

Directrice

Co-directeur



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, France, 298 pp.

A L'ÉQUIPE DU PARC MARIN DE LA CÔTE BLEUE

Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier les dirigeants de l'IFREMER et du Mediterranean Institute of Oceanography ainsi que les directeurs des laboratoires qui m'ont accueilli (STH, DIMAR, LMGEM), pour m'avoir permis d'effectuer cette thèse.

Cette thèse a été réalisé grâce à des financements de l'IFREMER et du projet de recherche GAIUS, que je remercie vivement.

Un grand merci à Madame Dominique Pelletier, pour m'avoir donné l'occasion et l'envie de faire cette thèse, pour ces précieux conseils et ses remarques avisées, pour m'avoir donné également l'opportunité de participer à ce chouette projet que fut PAMPA. Cinq ans déjà que l'on travaille ensemble !

Je ne saurais comment remercier Monsieur Charles-François Boudouresque pour sa patience, sa disponibilité, son franc parlé, son inestimable connaissance, et son stylo rouge. Ah oui, et son petit livre orange aussi, qu'il faudrait vraiment que je lise un jour :) !

Merci aussi à Yves Letourneur qui, malgré son départ sous d'autres cieux après un an d'encadrement, a toujours été d'une grande aide.

Je remercie également Madame Raquel Goñi et Monsieur Olivier Guyader d'avoir accepté d'être les rapporteurs de ce travail. Merci également à Messieurs Bachet Frédéric et Gauthiez François, pour leur participation à ce jury de thèse.

Mes plus chaleureux remerciements à l'équipe du Parc Marin de la Côte Bleue, et à son directeur Frédéric Bachet, pour m'avoir accueilli pendant plus d'un an et demi à Carry-le-Rouet. Ce passage fut très agréable, notamment grâce aux personnes qui étaient présentes, et à cette grande salle propice aux ballons en mousse.

Plusieurs personnes de l'IFREMER sont également à remercier pour leur aide précieuse, et notamment Patrick Lespagnol, Gildas Le Corre, David Roos, Sébastien Demaneche, Rachel Le Bris, et l'ensemble de l'équipe de Brest. Un merci également à François Ruchon, de l'El Groupe, pour tous ses conseils pleins de bon sens.

Merci aussi à toute l'équipe du GIS Posidonie, pour i) leur accueil, ii) leur gentillesse, et iii) leur aide au cours de cette dernière année à leur étage. Un merci particulier pour Laurence et Patrick B. pour leurs précieux conseils. Un merci également à Fabien Morat, toujours prêt à aider, toujours de bons conseils, et toujours à 07h15 au cours Ju.

Merci également à toute l'équipe du COM (pardon, du MIO), et particulièrement à Dominique Estival, pour son aide inestimable pour les démarches administratives. Un merci aussi à l'équipe de recherche, Mireille, Sandrine et les autres.

Cette thèse n'aurait pu être réalisée sans l'aide des Trois de Brest. Alors merci encore Elodie, Claire et Yves pour toute cette aide apportée, sur ce meeeeeeeeeerveilleux outil qu'est R. Et puis merci aussi à Bastien, pour sa connaissance en analyse multivariée. Bonne continuation ! Je pense que je vous recontacterai bientôt de toute façon...

Un merci tout particulier à Eric Charbonnel, dont la multitude de surnoms qui me vient à l'esprit au moment de coucher son nom dans les remerciements nécessiterait presque une nouvelle thèse. T'inquiètes, je sais tout ce que je te dois ! En tout cas, j'ai gagné : j'ai soutenu avant toi.

Un grand, un immense merci également à Frédérique Alban : pour ton aide, pour ton soutien, et pour ton caractère. J'espère vraiment qu'on sera amené à retravailler ensemble. Et pour un premier, tu t'es vraiment bien débrouillée !

Enfin, une pensée pour tous les PAMPAïens et PAMPAïennes que j'ai eu le plaisir de cotoyer pendant ces trois ans, dont les nombreuses discussions et les nombreux moments passés ont considérablement enrichi cette expérience qu'est une thèse.

Je tiens à remercier pour leur amitié, pour leur soutien, et pour leur bonne humeur, Julie, Brice, Ju, Morgane La Möelle, Manu, Ben M., Anne, Séverine, Patrick A. Denis B., Julijana, Ben C., Fabien, Adrien, Melanie, Math, Sardine, Pierre ; Morgane Boulette, Fred, Boris LI, Laura, Djérôme, Damien, Paule, Yoann ; les Nanto - Nazairariens du tout (ou presque) Marco, Alex, Aurélie, Manu ; Les néo-Aussies Brice, Sarka et Olivier; Delphine R, Jérémy H ; La cous' Marie-Christine ; Bastien my coloc from brittany, Delphine, Adri, Christou ; Eric, Marie, Magali, Christine, Olivier, Matthias, Pierre, Ben ; Phïphï, Stephane, Manon, Anais, Raph, Angela, Soledad, Vincent, Seb H. *Bref, une liste non exhaustive, et non ordonnée :)*

Un merci chaleureux à la famille aussi, trop rarement vu ces dernières années ! Puis une bise à Léonie.

Et puis un merci, un grand merci, à Emma G. Je ne dirais qu'une chose. Pistache.

Pour finir, cette thèse n'aurait jamais pu avoir lieu sans l'ensemble des pêcheurs professionnels de la Côte Bleue. Merci pour votre accueil, votre patience, et votre passion. « Et j'ai le droit de te dire que ton questionnaire, il me casse les couilles ? ». Maintenant que c'est fini, oui ! Surtout avé l'accent.

Ce travail de thèse est rattaché à deux programmes de recherches : **GAIUS** et **PAMPA**.

Projet GAIUS : Gouvernance des Aires marines protégées pour la gestion durable de la biodiversité et des USages côtiers



Objectifs : L'enjeu du projet GAIUS a consisté à mettre en relation les analyses de la gouvernance et de la prise de décision relatifs aux aires marines protégées en s'appuyant sur des indicateurs écologiques, économiques et sociaux, afin de nourrir une réflexion pluridisciplinaire sur la contribution des AMP à la gestion durable des écosystèmes côtiers.

Plusieurs partenaires scientifiques : Université de Perpignan, IFREMER, IRD, Université de Bretagne Occidentale, Centre d'Océanologie de Marseille, Université de Montpellier 2

6 cas d'étude : Trois en Méditerranée française (Réserve naturelle de Cerbères-Banyuls, Parc Marin de la Côte Bleue, Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio) ; trois en outre-mer (Réserve Marine de la Réunion, Réseaux de réserve de la Nouvelle Calédonie (Province Sud et province Nord), PGEM de l'île de Moorea)

Restitution : Suite à la restitution du 22 au 25 février 2011, le rapport final est en finalisation.

Projet PAMPA : Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages



Objectif : L'enjeu du projet est de construire et tester des tableaux de bord d'indicateurs portant sur les écosystèmes, les usages et la gouvernance, permettant d'évaluer la performance de systèmes de gestion des écosystèmes côtiers incluant des AMP. Les indicateurs doivent notamment refléter a) l'état et la dynamique de l'écosystème et des ressources correspondantes dans et autour des AMP; b) l'impact des usages sur l'écosystème et les ressources et le rôle de l'AMP dans la nature et l'ampleur de cet impact, et c) l'état de la gouvernance et l'influence des AMP sur les usages en termes d'occupation de l'espace côtier, et de qualification des pressions anthropiques. Une grille de lecture des différents indicateurs est aussi associée, lorsque cela est possible, aux différents indicateurs.

Plusieurs partenaires scientifiques : Université de Perpignan, Université de Montpellier 2, IFREMER, IRD, Université de Bretagne Occidentale, Centre d'Océanologie de Marseille, Université de Nouvelle Calédonie, Université de la Réunion.

8 cas d'étude : Quatre cas d'étude en Méditerranée française (Réserve naturelle de Cerbères-Banyuls ; Parc Marin de la Côte Bleue ; Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio ; Cantonement de pêche de Cap Roux), et quatre en outre-mer (Réserve Marine de la Réunion ; Réseaux de réserves de la Nouvelle Calédonie, Province Sud ; Parc Naturel Marin de Mayotte ; Réserve Naturelle de Saint-Martin).

Restitution : Un rapport a été réalisé pour chaque cas d'étude (Le Diréach et al. 2011 pour la Côte Bleue). Un colloque présentant ces différents travaux s'est tenu à Paris le 30 et 31 mars 2011¹

¹ <http://wwz.ifremer.fr/pampa/Colloque-PAMPA-30-31-mars-2011/integralite-du-colloque-de-restitution-du-projet-Pampa>

Sommaire

1	<i>Introduction générale</i>	15
1.1	La pêche : une activité en crise.....	16
1.2	La pêche artisanale	19
1.3	Les Aires Marines Protégées	22
1.4	Suivi et évaluation d'une pêcherie professionnelle aux petits métiers côtiers au sein d'une Aire Marine Protégée	25
1.5	Objectifs généraux et structure de la thèse.....	28
2	<i>Le Parc Marin de la Côte Bleue</i>	31
2.1	Contexte environnemental et démographique	33
2.1.1	Contexte environnemental	33
2.1.2	Contexte démographique et socio-économique.....	35
2.2	Historique du PMCB et objectifs de gestion	36
2.2.1	Historique	36
2.2.2	Objectifs de gestion.....	37
2.3	Effets des réserves marines sur les peuplements ichtyologiques	38
2.3.1	Réserve marine de Carry	39
2.3.2	Réserve marine de Couronne.....	40
2.4	La pêche professionnelle aux petits métiers côtiers au sein du PMCB.....	45
2.4.1	Ports de pêche.....	45
2.4.2	Engins de pêche.....	46
2.4.3	Espèces ciblées et observées	50
2.4.4	Structure de la flottille	51
3	<i>Collecte des données</i>	59
3.1	Observation des sorties de pêche aux débarquements, et reconstitution de l'activité....	60
3.2	Enquête de perception.....	65
3.3	Autres sources d'information	66
3.4	Pré-analyse des données : le territoire de la Côte Bleue	66
4	<i>Caractérisation de l'activité de pêche professionnelle aux petits métiers côtiers</i>	69

4.1	Définition des métiers principaux pratiqués	71
4.1.1	Introduction	71
4.1.2	Analyse des données : typologie des opérations de pêche	72
4.1.2.1	Analyses multivariées	72
4.1.2.2	Définitions des variables et de leurs modalités	73
4.1.2.3	Caractérisation des métiers.....	74
4.1.3	Résultats : Métiers pratiqués sur le territoire de la Côte Bleue	77
4.1.3.1	Typologie des opérations de pêche.....	77
4.1.3.2	Caractérisation des métiers.....	81
4.1.4	Discussion.....	97
4.1.4.1	Saisonnalité des métiers et cycle de vie des espèces.....	97
4.1.4.2	Territoires de pêche et habitats	98
4.1.4.3	Espèces débarquées	99
4.1.4.4	Espèces protégées et tailles minimales	100
4.1.4.5	Captures Par Unité d’Effort (CPUE)	100
4.1.4.6	Choix des métiers pratiqués	101
4.1.5	Limites et recommandations.....	102
4.2	Estimation de l’effort de pêche et des captures débarquées	105
4.2.1	Introduction	105
4.2.2	Analyse des données : estimation de l’effort de pêche et des captures débarquées.....	106
4.2.2.1	Caractérisation et estimation du nombre annuel total de sorties	107
4.2.2.2	Effort de pêche par métier	Erreur ! Signet non défini.
4.2.2.3	Captures débarquées par métier.....	117
4.2.2.4	Récapitulatif des estimateurs calculés	118
4.2.3	Résultats : estimations de l’effort et des captures débarquées.....	119
4.2.3.1	Caractérisation et estimation du nombre annuel total de sorties	119
4.2.3.2	Effort de pêche par métier	120
4.2.3.3	Captures débarquées par métier.....	124
4.2.3.4	Récapitulatif des estimations	131
4.2.4	Discussion.....	132
4.2.4.1	Nombre annuel de sorties	132
4.2.4.2	Effort de pêche et captures débarquées	134
4.2.4.3	Rejets.....	138
4.2.4.4	Vente des captures et participation de la famille.....	140
4.2.5	Limites et recommandations.....	140
4.3	Evolution de la pêche aux petits métiers côtiers	143
4.3.1	Evolution de la flottille	143

4.3.2	Evolution des engins et des techniques de pêche	145
4.3.3	Evolution de l'effort et des biomasses capturées	146
4.3.4	Evolution de la diversité des captures	150
4.3.5	Utilisation des perceptions pour le suivi de l'activité de pêche	151
4.3.6	Nécessité d'un suivi	152
5	<i>Effet des réserves sur l'effort de pêche et sur les perceptions des pêcheurs.....</i>	153
5.1	Dynamique spatiale de la pêche professionnelle aux petits métiers côtiers et effet des réserves sur l'effort de pêche	155
5.1.1	Introduction	155
5.1.2	Analyse de données : dynamique spatiale de l'effort de pêche et effet des réserves.....	157
5.1.2.1	Répartition spatiale de l'effort de pêche.....	157
5.1.2.2	Effet des réserves	160
5.1.2.3	Tableau récapitulatif des variables étudiées	163
5.1.3	Résultats : dynamique spatiale de l'effort de pêche et effet des réserves	163
5.1.3.1	Répartition spatiale de l'effort de pêche.....	163
5.1.3.2	Effet des réserves	174
5.1.4	Discussion.....	181
5.1.4.1	Effet des réserves sur la répartition spatiale de l'effort de pêche	181
5.1.4.2	Autres paramètres influençant la répartition spatiale de l'effort de pêche	183
5.1.4.3	Utilisation des efforts de pêche comme indicateurs de l'effet des réserves	186
5.1.4.4	Un territoire à partager	187
5.1.5	Limites et recommandations.....	187
5.2	Les perceptions comme indicateurs de la performance des Aires Marines Protégées....	193
5.2.1	Introduction	193
5.2.2	Fisher's perceptions as indicators of the performance of Marine Protected Areas (MPAs).....	196
5.2.3	Discussion.....	206
5.2.3.1	Le Parc Marin de la Côte Bleue : une Aire Marine Protégée acceptée et performante.....	206
5.2.3.2	Les perceptions : des indicateurs pertinent pour l'évaluation de la performance des AMP	207
6	<i>Discussion générale.....</i>	209
6.1	Quelles métriques et quels indicateurs pour étudier la pêche aux petits métiers côtiers ?	210
6.2	La pêche aux petits métiers côtiers et le PMCB	213
6.2.1	La pêche aux petits métiers côtiers : Structure, pressions et impacts	213
6.2.2	Effets de la protection par le PMCB sur la pêche aux petits métiers côtiers	217
6.3	Perspectives	219

7	<i>Bibliographie</i>	221
8	<i>Annexes</i>	245
10	<i>Glossaire</i>	293

1 Introduction générale

Les mers et océans, représentant 71% de la surface du globe, connaissent depuis plusieurs décennies une augmentation sans précédent des pressions et des impacts liés aux différentes activités d'origine anthropique. Les milieux côtiers sont particulièrement concernés, avec une estimation qui prévoyait pour 2010 la présence de 80% de la population mondiale vivant dans les 100 premiers kilomètres de la bande côtière (Source : Agence Européenne pour l'Environnement, 2006). Des millions de personnes à travers le monde tirent leurs moyens d'existence des ressources du milieu marin, que ce soit à l'échelle artisanale ou industrielle. Ces trente dernières années, le secteur des pêches et de l'aquaculture s'est considérablement développé, pour devenir une source d'emplois et de revenus pour plus de 180 millions de personnes dans le monde d'après la Food and Agriculture Organization (FAO). Cette organisation internationale a ainsi estimé à 79.9 millions de tonnes² les captures réalisées dans le milieu marin en 2009, dont plus de 80% ont été destinés à la consommation humaine (FAO 2010). Les milieux côtiers, particulièrement productifs, fourniraient près de 80% de ces captures (Sherman et al. 2009). La Mer Méditerranée, qui représente 0.8% de la surface des eaux du globe, n'échappe pas à cette pression : près d'un tiers de la population concernée vivrait à proximité de la mer (soit 150 millions d'humains ; Plan Bleu³ 2011), et les captures réalisés en 2008 représentaient près de 2% des captures annuelles mondiales (soit 1.5 millions de tonnes ; FAO 2010).

1.1 La pêche : une activité en crise

Si l'action de prélever un organisme dans le milieu marin est une activité réalisée par l'être humain depuis plusieurs millénaires (Cury & Miserey 2008), le développement et l'adoption de nouvelles technologies ont conduit à une hausse continue des captures mondiales annuelles depuis le milieu du 20^{ème} siècle, qui sont passées de 20 millions de tonnes en 1950 à plus de 80 millions de tonnes à la fin des années 1980 (FAO 2010). Depuis cette période, les captures totales se sont stabilisées autour de cette valeur, connaissant même une légère diminution (Watson & Pauly 2001, Pauly et al. 2003, Chassot et al. 2010). Ces évolutions ont conduit à la surexploitation d'une partie importante des ressources halieutiques. Malgré les différentes mesures mises en place pour la gestion des ressources halieutiques, 28% des stocks de poissons de mer étaient surexploités en 2008, 3% épuisés et à peine 1% en phase de reconstitution. La proportion de ces stocks a par ailleurs fortement augmenté, passant de 10% en 1974 à 32% en 2008. Les stocks sous-exploités ou exploités modérément sont quant à eux passés de 40% à 15% dans le même laps de temps (FAO 2010). En

² Pour ces estimations, la FAO se base sur les données déclarées par les états concernés, entraînant très certainement une (large) sous-estimation des captures (Watson & Pauly 2001, Zeller et al. 2007a, 2007b).

³ <http://www.planbleu.org/>

tenant compte de la proportion de stocks pleinement exploités, ce sont donc plus de 80% des ressources halieutiques des mers et océans du globe qui connaissent au minimum une pleine exploitation par l'activité de pêche. La mer Méditerranée n'échappe pas à ce constat de surexploitation : 68% des stocks méditerranéens évalués sont ainsi considérés comme étant surexploités et 23% comme étant exploités à leur maximum (Farrugio 2010). Un chiffre de 85% de surexploitation des stocks évalués pour les pays méditerranéens de l'UE est avancé par Colloca et al. (2011).

Plusieurs causes ont été identifiées quant à ce constat de surexploitation des ressources halieutiques marines. La principale est la surcapacité des différentes flottes de pêche, notamment industrielles, qui se traduit par une puissance de pêche trop élevée par rapport à l'état des stocks présents (Shepherd 1981, Weber 1995, Porter 1998, Cunningham & Greboval 2001). Ce problème de surcapacité a été pris en compte dans plusieurs plans d'actions nationaux et internationaux (FAO 1995, 1999b, Politique européenne commune de la pêche 2011⁴) pour des résultats qui tardent à se concrétiser (COM 2009). L'effondrement d'une partie conséquente des ressources halieutiques montre aussi les limites de la gestion dite « traditionnelle » des pêches, notamment en ce qui concerne les impacts sur l'écosystème engendrés par cette activité (Murawski 2000). Ainsi, outre la réduction de la capacité de pêche⁵, cette gestion traditionnelle s'appuie sur les quotas de captures globaux ou TAC⁶, évalués chaque année à partir du principe (souvent contesté) du Maximum Sustainable Yield⁷ (MSY) et qui consiste à définir une quantité maximale de biomasse par espèce qui peut être capturée sans que le stock soit mis en danger (Larkin 1977, Hilborn 2007). Ces mesures de gestion, si elles ont pu être couronnées de succès dans certains cas, montrent néanmoins plusieurs points faibles qui remettent en cause leur efficacité (Botsford et al. 1997, Sumaila et al. 2000, Boude et al. 2001). Outre un aspect discutable sur le plan économique (Grafton et al. 2007), l'approche mono-spécifique du MSY n'est ainsi pas adaptée aux nombreuses pêcheries multispécifiques (notamment artisanales), la définition pour chaque espèce ciblée se révélant difficilement réalisable (Roberts & Polunin 1991, Hilborn et al. 2004). Cette approche ne prend pas non plus en compte les paramètres environnementaux qui peuvent affecter la structure des populations ciblées, avec les conséquences que cela peut avoir sur la croissance ou le recrutement de ces populations (Rodwell & Roberts 2004). Les nombreux impacts collatéraux de certaines pêcheries sur les différents compartiments de l'écosystème et sur leurs interactions (habitats, captures accessoires) ne sont pas

⁴ http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/publications/cfp_factsheets/fleet_fr.pdf

⁵ Limitation du nombre de licences de pêche, de puissance des bateaux, de la quantité d'engin, de leur sélectivité, fermeture de zones de pêche etc.

⁶ Totaux Admissibles des Captures

⁷ Maximum Sustainable Yield, ou prise maximum équilibrée

ou peu abordés dans ces systèmes de gestion traditionnels (Chuenpagdee et al. 2003, Garrison & Link 2000, Myers & Worm 2003, Worm et al. 2006).

Les captures non sélectives d'un grand nombre d'engins de pêche (notamment les engins mobiles comme les chaluts) entraînent ainsi des conséquences sur la diversité, l'abondance et la biomasse des différentes populations ciblées, qu'elles soient benthiques ou pélagiques (Aldebert 1997, Rochet 1998, Smith et al. 2000, Jackson et al. 2001, Blanchard et al. 2004, Myers & Worm 2005). La structure de la chaîne trophique, tout comme celle de la taille des populations peuvent alors être affectée, avec une diminution observée du niveau trophique, de la longueur moyenne et de l'âge moyen des individus (Pauly et al. 1998, Bianchi et al. 2000, Jennings et al. 2002, Hutchings 2005). La structure même des habitats est également profondément impactée par l'utilisation d'engins de pêche comme le chalut de fond (Thrush et al. 1998, Turner et al. 1999, Guidetti 2007), avec des conséquences sur la prédation des juvéniles, et à terme sur le recrutement des stocks (Auster et al. 1996, Rochet 1998). Les captures accessoires et les rejets soulignent également les impacts sur l'ensemble de l'écosystème de certaines pêcheries industrielles. Pour l'année 2004, Kelleher (2005) estimait ainsi à 7 millions de tonnes la biomasse rejetée après capture au niveau mondial (\approx 9% des captures totales). Une estimation de 1994 régulièrement reprise par les études scientifiques établissait quant à elle à 27 millions de tonnes ces rejets (\approx 34% des captures mondiales ; Alverson et al. 1994, Pauly et al. 2003). La problématique de la « pêche fantôme » liée à la perte des engins de pêche a également un impact non négligeable sur les communautés halieutiques ainsi que sur les habitats marins. Les engins perdus, et notamment les filets, peuvent ainsi continuer à pêcher plusieurs semaines à plusieurs mois après leur immersion (Pawson 2003, Brown & Macfadyen 2006, Sacchi 2008, Macfadyen et al. 2009). Pour les côtes françaises méditerranéennes, Brown et al. (2005) estiment par exemple entre 0.2% et 3.2% les pourcentages de filets perdus par bateau selon les espèces ciblées.

La surexploitation et la dégradation des écosystèmes, couplées aux politiques de diminution de la capacité de pêche, n'ont pas été sans conséquence sur les flottes de pêche, qu'elles soient industrielles ou artisanales (Guyader et al. 2007). La flotte de l'Union Européenne a ainsi diminué de 32% entre 1998 et 2009⁸. La flotte continentale française a connu une diminution de 45% entre 1990 et 2009 (Leblond et al. 2011). La flotte de pêche de la façade Mer du Nord – Manche – Atlantique a été la plus sévèrement touchée avec une diminution de 48% du nombre de bateaux. Le nombre de bateaux de Méditerranée continentale française a pour sa part diminué de 38% sur cette même période, et de 53% depuis 1983 (Leonardi et al. 2009). Tous les navires sont concernés quelle que soit

⁸ <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/fishing-fleet-capacity/fishing-fleet-capacity-assessment-published-2>

leur taille. Cette décroissance se répercute aussi sur le nombre de marins (980 en 2003 en Provence Alpes Côte d'Azur contre 915 en 2009 par exemple ; Leblond et al. 2011) et donc sur le tissu économique local.

1.2 La pêche artisanale

Après plus de 50 années de modernisation des flottilles qui ont conduit à cette crise écologique et sociale, les politiques internationales sont de plus en plus favorables à un retour et un maintien des pêcheries artisanales, et notamment des pêcheries aux petits métiers⁹. Si ces pêcheries sont difficiles à définir dans leur ensemble, tant elles s'avèrent uniques de par leur système naturel et social, elles apparaissent ainsi comme des modes d'exploitation potentiellement durables des ressources halieutiques. Le nombre d'emplois concernés, la consommation énergétique, la distribution des revenus, la qualité et la valorisation des produits de la pêche, ainsi que la diversité culturelle et l'importance sociale et économique des pêcheries artisanales sont ainsi des arguments qui plaident pour le maintien et le développement de cette composante importante de la pêche (Proude 1973, Béné 2003, Chuenpagdee et al. 2003, Mathew 2003, Griffiths et al. 2007, Jacquet & Pauly 2008, Carvalho et al. 2011). Ces pêcheries sont considérées comme étant « le meilleur espoir » pour une utilisation raisonnée des ressources marines, et notamment côtières, même si leur évolution se doit d'être suivie (Pauly 2006, Alfaro-Shigueto et al. 2010). Les pêches artisanales sont encore très présentes au niveau mondial, mais aussi européen. La FAO (2010) estime, à partir des données disponibles, à 85% le pourcentage de bateaux dont la taille était inférieure à 12 m au niveau mondial. Guyader et al. (2007) évoquent quant à eux 81% de la flotte de pêche de l'Union Européenne pour ces petits bateaux.

En Méditerranée, les pêcheries artisanales sont caractérisées par les faibles tailles et puissances des bateaux de pêche, ainsi que par l'utilisation d'engins de pêche passifs (Griffiths et al. 2007, Guyader et al. 2007). La flotte est souvent répartie dans plusieurs petits ports, ce qui rend par ailleurs plus difficile le suivi de l'activité. Le territoire de pêche est principalement localisé sur le plateau continental (0 à 200 m de profondeur), sur des zones qui peuvent être atteintes en peu d'heures de navigation depuis le port d'attache. Du fait de la diversité des engins utilisés et des espèces ciblées et capturées, l'activité de pêche artisanale méditerranéenne est très variable dans le temps comme dans l'espace (Farrugio & Le Corre 1993, Colloca et al. 2004, Griffiths et al. 2007, Forcada et al. 2010). Le terme « pêcheries aux petits métiers côtiers », ou « small-scale coastal fisheries », est

⁹ Ou « small-scale fisheries », par opposition au « large-scale fisheries » industrielle.

régulièrement utilisé pour désigner ces pêcheries, les notions de taille et de dépendance à la côte constituant un élément fondamental de cette activité.

Malgré les dernières évolutions observées pour l'ensemble des pêcheries, la pêche aux « petits métiers côtiers » reste l'un des principaux secteurs économiques du littoral méditerranéen. Selon un rapport de la Commission Européenne (2002), la pêche artisanale représente 80% de la flotte de pêche méditerranéenne, équivalente à 22% du tonnage de la flotte communautaire, pour 34% de la puissance motrice et 46% de la flotte totale. La flotte artisanale méditerranéenne ne représente par contre que 12% de la biomasse capturée. Cette biomasse a néanmoins une valeur économique très importante : 42% des emplois européens dans le secteur de la capture y sont présents¹⁰. La pêche artisanale aux petits métiers côtiers est également très majoritaire en Méditerranée française. Ainsi, 80% des 1 560 bateaux recensés ont une taille inférieure ou égale à 12 m, et concentrent l'essentiel de leur activité (80%) dans les 3 premiers milles nautiques côtiers (≈ 5.5 km ; Leblond et al. 2011). Les principaux engins utilisés sont passifs : le filet (≈ 63% des bateaux en 2009 ; Leblond et al 2011), et les engins à hameçon (palangres, cannes et lignes à main ; 21% des bateaux). Outre les différentes instances nationales et régionales représentant la pêche professionnelle, les pêcheurs de Méditerranée française sont aussi représentés par les **prud'homies de pêche**, spécificités méditerranéennes et comptant parmi les plus vieilles institutions encore en activité sur le territoire français (F. Féral, comm.verb. ; voir Encadré 1).

Encadré 1 : Organisation de la filière pêche en France et en Méditerranée

De multiples organismes ayant trait à la filière pêche en France et en Méditerranée française opèrent à l'échelle internationale, nationale, régionale et locale. Au vu de la complexité de ce système, seuls ceux qui ont une pertinence pour cette étude sont développés ci-dessous.

A l'échelle internationale, la **Politique Commune de la Pêche** est l'outil de gestion dont s'est dotée l'Union européenne pour développer la pêche et l'aquaculture tout en préservant la ressource et la biodiversité marine. Une réforme a été proposée le 13 juillet 2011, avec notamment pour objectif de ramener les stocks halieutiques à des niveaux durables en mettant fin à la surpêche et en fixant les possibilités de pêche sur la base d'avis scientifiques. Les éléments principaux des nouvelles propositions sont notamment d'aborder une approche écosystémique de la gestion des pêches, et,

¹⁰http://europa.eu/legislation_summaries/maritime_affairs_and_fisheries/fisheries_resources_and_environment/l66012_en.htm

outre de limiter les rejets ou de développer une aquaculture durable, de **soutenir les pêcheries artisanales**¹¹.

A l'échelle nationale, il existe un système de cogestion entre les structures administratives et professionnelles, avec deux régimes juridiques possibles de gestion des ressources. L'un est mis en œuvre par le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire (« **MAAPRA**») et l'autre par les **comités des pêches**. Les délibérations du Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (**CNPMEM**) sont approuvées par le Ministre, celles des Comités Régionaux des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (**CRPMEM**), par le Préfet de région. Au niveau national et en plus du MAAPRA, le secteur est sous l'autorité de la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture (**DPMA**), qui se voit confier plusieurs missions¹² :

- Concevoir, faire évoluer et appliquer la réglementation dans le domaine des pêches maritimes et de l'aquaculture (gestion de la flotte, des possibilités de pêche, etc.)
- Définir la politique de conservation des ressources halieutiques au plan national, communautaire et international (gestion de la ressource, réduction de capacité de pêche, etc.)
- Définir la politique de contrôle des pêches maritimes (en mer comme au débarquement et à terre, recueil des documents déclaratifs, etc.)
- Limiter les répercussions de la pêche sur l'environnement

Le CNPMEM est l'échelon national de l'organisation professionnelle des pêches maritimes et des élevages marins. Le CNPMEM regroupe tous les professionnels des pêches et des élevages marins (hors conchyliculture) qui, quel que soit leur statut, se livrent aux activités de production. Cette organisation professionnelle comprend 14 CRPMEM et 39 CLPMEM (un par quartier maritime¹³), répartis le long des façades maritimes métropolitaines et d'outre-mer. Ces comités des pêches ont pour mission principale d'assurer la représentation et la promotion des intérêts généraux de ces activités professionnelles; la participation à l'organisation d'une gestion responsable des ressources halieutiques ; l'association à la mise en œuvre de mesures d'ordre et de précaution destinées à harmoniser les intérêts de ces secteurs ; la participation à l'amélioration des conditions de

¹¹ http://ec.europa.eu/fisheries/reform/index_fr.htm

¹² http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Presentation-DPMA_dec2010.pdf

¹³ Le quartier maritime ou quartier des affaires maritimes est une subdivision administrative où s'exercent l'enregistrement des navires et des rôles d'équipage, la saisie et le traitement des statistiques de pêche, les fonctions de contrôle et de police.

production. En 2012, les CLPMEM seront remplacés par des Comités Départementaux et Interdépartementaux des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (C(I)DPMEM)¹⁴.

Enfin, les **prud'homies de pêche**, spécificités méditerranéennes françaises, sont parmi les plus vieilles institutions encore en activité sur le territoire français. Créées au Xème siècle à Marseille, elles sont officiellement reconnues par un décret napoléonien (1859) et intégrées par la suite à l'administration des pêches, et considérées comme « la forme la plus élaborée de gestion collective de pêche en Méditerranée » (F. Féral, comm. verb.). Actuellement au nombre de 33, dont 18 en région PACA, les prud'homies ont pour compétence des pouvoirs réglementaires, notamment sur les caractéristiques des engins ; des pouvoirs de police judiciaire, juridictionnels et disciplinaires ; un rôle social. Tout patron de pêche propriétaire d'un bateau et présent depuis plus de 10 ans sur le territoire de la prud'homie (et accessoirement âgé de plus de 30 ans) est éligible en tant que prudhomme.

1.3 Les Aires Marines Protégées

Définies en 1988 par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) comme « *tout domaine intertidal ou subtidal – avec la couche d'eau qui la recouvre, la flore, la faune, les caractéristiques historiques et culturelles associées - qui a été réservé par des lois ou par d'autres moyens, pour protéger tout ou partie de l'environnement qu'il délimite* », les Aires Marines Protégées (AMP) peuvent présenter un large panel de situations selon leur contexte océanographique, écologique et social (Francour et al. 2001, Alban 2003). Si l'objectif principal des AMP est majoritairement la conservation et la restauration de l'écosystème sur une zone protégée de toute forme de pêche (Eichbaum et al. 1996, Allison et al. 1998, Lester et al. 2009), elles se tournent de plus en plus vers la gestion intégrée des territoires et des usages, pour devenir un outil pouvant présenter différentes mesures de gestion selon les objectifs fixés (Carr 2000, Day 2002, Boudouresque et al. 2005, Cadiou et al. 2009, Rocklin 2010, Toropova et al. 2010). De multiples objectifs peuvent ainsi mener à la création d'AMP, notamment : 1) la conservation et la protection des ressources naturelles, 2) la restauration des zones dégradées ou surexploitées, 3) une amélioration des rendements de pêche, 4) une exploitation durable des ressources, 5) l'amélioration des connaissances du fonctionnement de l'écosystème marin, 6) l'amélioration des relations entre les différents usagers, via notamment la gestion des usages et 7) la protection et la mise en valeur du patrimoine historique, culturel et esthétique des sites concernés (Jones 1994, Le Diréach et al. 2004, Boudouresque et al. 2005, Angulo-Valdes & Hatcher 2010, Claudet 2011). Les types de

¹⁴ <http://www.comite-peches.fr/site/index.php>

réglementation qui concernent l'activité de pêche professionnelle au sein d'une Aire Marine Protégée illustrent la diversité des mesures de gestion qui peuvent être mises en place. En Méditerranée française, celles-ci peuvent se décliner en plusieurs catégories : i) l'interdiction de tout prélèvement à l'intérieur d'un espace délimité (« **réserve marine**¹⁵»), avec ou sans surveillance ; ii) une limitation du nombre de pêcheurs professionnels sur un territoire spécifique ; iii) l'interdiction ou la réglementation de l'utilisation de certains engins et techniques de pêche, notamment certains usages récréatifs comme la chasse sous marine ; iv) l'absence de régulation autre que celles internationales, nationales voire prud'homales. D'autres mesures de gestion pour la valorisation des ressources halieutiques peuvent également être mises en place par les AMP, notamment l'immersion de récifs artificiels susceptibles de favoriser localement la ressource (Claudet & Pelletier 2004, Boudouresque et al. 2005).

Dans des régions côtières en mutation, siège d'impacts, mais aussi d'enjeux socio-économiques importants, le recours aux Aires Marine Protégées peut de plus représenter un moyen juridique et institutionnel pertinent, censé garantir la durabilité des écosystèmes et de leurs usages (Lauck et al. 1998, Grafton & Kompas 2005). Le nombre croissant d'AMP dans tous les écosystèmes marins atteste de l'engouement des décideurs politiques, des scientifiques mais aussi des différents acteurs locaux pour ces outils présentés comme adaptés à la conservation et à la gestion des ressources, notamment halieutiques. Ainsi, il est recensé en 2010 plus de 5 800 AMP dans le monde recouvrant 1.2% de la surface des mers et océans (Topopova et al. 2010), avec une croissance moyenne du nombre d'AMP de 4.6% par an depuis 1984 (Wood et al. 2008). En 2007, l'Agence des Aires Marines Protégées recensait 253 AMP sur le territoire français de métropole et d'outre mer (pour une surface de 6 970 km²), notamment grâce à la création des sites Natura 2000 en mer. Seulement 26 étaient sous la forme la plus restrictive (réserves marines ; 1 220 km²)¹⁶. En Méditerranée française, le réseau MedPAN¹⁷ comptabilise 4 AMP¹⁸ contenant des réserves marines, et une AMP en projet concernant le futur Parc National des Calanques à l'Est de Marseille, qui devrait être créée avant la fin 2012¹⁹.

Les AMP, et en particulier les réserves marines, ont permis de démontrer les multiples effets que l'activité de pêche pouvait avoir sur l'écosystème. Ainsi, les études qui analysent les effets liés à la

¹⁵ Le terme **réserve marine** employé ici fait référence à une zone où tous les prélèvements sont interdits. Rassemble les termes de Zone de Protection Intégrale, Zone de Non Prélèvement, Réserve intégrale, Cantonnement de pêche et autres synonymes.

¹⁶ <http://www.aires-marines.fr/categories-aires-marines-protegees.html>

¹⁷ <http://www.medpan.org>

¹⁸ Réserves naturelles de Cerbères-Banyuls, des Bouches de Bonifacio et de Scandola, Parc Marin de la Côte Bleue. Cap Roux présente également une réserve marine, mais dépourvue de toute surveillance.

¹⁹ <http://www.gipcalanques.fr/>

mise en protection totale montrent de façon indirecte l'impact de la pêche sur la biodiversité, l'abondance, la biomasse et la taille moyenne des organismes dans des proportions parfois spectaculaires (Ramos 1992, Halpern & Warner 2002, Pelletier et al. 2005, Ojeda-Martinez et al. 2007, García-Charton et al. 2008, Lester et al. 2009). La mise en protection peut également permettre la réhabilitation d'habitats côtiers localement impactés, démontrant les effets à l'échelle écosystémique de la pêche (Sala et al 1998, Guidetti 2007, Leleu et al. soumis). Ces différents effets sont également susceptibles de se faire ressentir à l'extérieur proche des zones protégées, et bénéficier ainsi à certains usages comme la pêche professionnelle (Gell & Roberts 2003, Boudouresque et al. 2005, García-Charton et al. 2008, Goñi et al. 2011). Les AMP sont communément considérées comme des outils pertinents et adaptés pour la gestion de certaines pêcheries (Hilborn et al. 2004). Si la création de zones interdites à toute forme de pêche peut entraîner dans un premier temps le déplacement de l'effort des pêcheurs professionnels sur d'autres zones alentours (Halpern et al. 2004), les bénéfices directs sur l'activité de ceux-ci peuvent s'observer, après un laps de temps suffisant (Claudet et al. 2008), à travers différents points : 1) l'augmentation du poids et de la taille des individus capturés (Abesamis & Russ 2005, Fiorentino et al. 2008, Stobart et al. 2009, Goñi et al. 2010) ; 2) une augmentation des captures par unité d'effort ou d'aire (Kelly et al. 2002, Murawski et al. 2005, Goñi et al. 2006, Goñi et al. 2008, Guidetti & Claudet 2010) ; 3) une contribution à l'amélioration des captures globales (Roberts et al. 2001b, Goñi et al. 2010) ; et enfin 4) l'augmentation de l'effort de pêche près des frontières des réserves, ce dernier point étant alors considéré comme un indicateur indirect de l'effet d'exportation des biomasses (McClanahan & Mangi 2000, Wilcox & Pomeroy 2003, Murawski et al. 2005, Abesamis et al. 2006, Goñi et al. 2006, Kellner et al. 2007, Goñi et al. 2008, Forcada et al. 2010).

Outre ces bénéfices directs pour l'activité de pêche, l'exportation d'œufs et de larves liée à la protection des zones de reproduction est également à même d'impacter durablement la pêcherie dans son ensemble. Un rayon de 50 à 200 km est ainsi évoqué par Palumbi (2004) pour l'exportation des larves de poissons, même si cette exportation reste difficile à démontrer de par les larges zones impactées, la grande variabilité spatio-temporelle et la méconnaissance des cycles larvaires, etc. (Jennings 2000, Russ 2002, Willis et al. 2003, Boudouresque et al. 2005, Planes 2005, Forcada et al. 2008, Higgins et al. 2008, Planes et al. 2009, Goñi et al. 2010). Lauck et al. (1998) et Hilborn et al. (2004) identifient aussi, comme bénéfices potentiels pouvant découler des AMP, et notamment des réserves marines, le fait que celles-ci peuvent agir comme un garde fou contre les incertitudes dont ont fait (et font toujours) preuve les systèmes de pêche traditionnels et/ou institutionnels, et réduire les dommages écologiques collatéraux de la pêche sur les habitats benthiques côtiers, les populations non ciblées et les espèces protégées.

Evaluer le succès des AMP dépend néanmoins d'une approche au cas par cas, qui implique notamment de comprendre et de connaître les structures temporelles et spatiales des pêcheries concernées, de l'écosystème, et des communautés humaines présentes. Les réponses des ressources mais aussi des usagers à la mise en protection peuvent ainsi différer selon le **contexte environnemental et social** des cas d'étude (Boncoeur et al. 2002, Wilcox & Pomeroy 2003, Abesamis et al. 2006, Charles & Wilson 2009, Goñi et al. 2011). Ces éléments doivent donc être pris en compte au moment de l'établissement d'une AMP, comme lors de son suivi (Salas & Gaertner 2004, Smith 2004, Webb et al. 2004, Launio et al. 2010).

1.4 Suivi et évaluation d'une pêcherie professionnelle aux petits métiers côtiers au sein d'une Aire Marine Protégée

La diversité des pêcheries aux petits métiers côtiers rend complexe le suivi de cette activité et des pressions et impacts qui en découlent (Salas et al. 2004, Garcia-Quijano 2009, Davie & Lordan 2011). Cette complexité peut notamment expliquer le manque de connaissances sur leur dynamique spatio-temporelle, notamment en Méditerranée (Coppola 2006). Alors que 8% seulement des stocks ciblés par les pêcheurs de Méditerranée seraient correctement suivis pour une estimation de 91% de stocks pleinement exploités ou surexploités (Farrugio 2010), les pressions et les impacts de la pêche aux petits métiers côtiers, s'ils sont réputés faibles, restent malheureusement sous-évalués par rapport aux activités des pêches, ainsi que par rapport à d'autres façades maritimes (Papaconstantinou & Farrugio 2000, Pauly 2006, Griffiths et al. 2007). Cette activité ne faisant pas ou peu l'objet de suivis administratifs et utilisant peu les systèmes de vente conventionnels, les observations directes (entretiens, embarquements, débarquements) sont régulièrement privilégiées pour évaluer l'effort et les captures de cette composante de la pêche professionnelle (Griffiths et al. 2007, Merrien et al. 2008, Forcada et al. 2010, Rocklin 2010). En France, le Système d'Informations Halieutiques (SIH) de l'IFREMER a ainsi dû pallier à l'absence de flux déclaratifs en entamant depuis 2007 un important suivi de l'activité de pêche des bateaux de moins de 12 m pour la Méditerranée française, à partir du programme « Observation des marées aux débarquements » (Merrien et al. 2008, Leblond et al. 2011).

Suivre et évaluer une activité aussi diversifiée, *a fortiori* dans une AMP doit s'appuyer sur des indicateurs qui soient à même de détecter des changements susceptibles d'affecter non seulement la durabilité des ressources et de l'écosystème, mais aussi la durabilité de l'activité de pêche. Le terme

indicateur employé ici reprend la définition avancée par Pelletier et al. (2008), à savoir « une fonction des observations ou des sorties d'un modèle qui indique l'état actuel et/ou la dynamique du système auquel on s'intéresse, par rapport à des questions scientifiques ou à des objectifs de gestion ». Cette définition englobe notamment les objectifs avancés par la FAO dans son rapport pour les « Indicators for sustainable development of marine capture fisheries » (FAO 1999), indicateurs qui doivent « permettre d'améliorer la communication, la transparence, l'efficacité et la responsabilité des systèmes de gestion des ressources halieutiques ». Les indicateurs sont utiles pour l'évaluation des performances des politiques de pêche et de gestion aux niveaux mondial, régional, national et sous-national, comme ils le sont pour évaluer toute politique de gestion de l'environnement ou de développement (OECD 2003).

Un système d'indicateurs doit décrire de manière simple l'état des ressources halieutiques et de l'activité de la pêche, et permettre d'évaluer les tendances concernant les objectifs d'exploitation durable. Beliaeff & Pelletier (2010) distinguent un indicateur d'une métrique (elle-même rattachée à une variable) pour insister sur la nécessité qu'une métrique satisfasse des critères de performance pour pouvoir être considérée comme un indicateur. La performance d'un indicateur réside principalement dans deux critères : d'une part sa pertinence qui inclut sa sensibilité à la question ou à l'objectif d'intérêt et la possibilité de se repérer par rapport à un point de référence ; et d'autre part son efficacité évaluée au travers de ses qualités statistiques (Nicholson et Fryer 2002). La pertinence reflète la réactivité de la métrique et son utilité potentielle pour l'évaluation, tandis que l'efficacité est étroitement liée au protocole de collecte qui permet de recueillir les informations pour calculer la métrique.

Les indicateurs communément utilisés pour suivre et évaluer la pêche professionnelle sont donc multiples, qu'ils soient écologiques, économiques ou sociaux (Bailly & Franquesa 1999, FAO 1999, Bonzon 2000). Dans ce travail de thèse où les aspects socio-économiques ne seront pas ou peu abordés, le suivi et l'évaluation de la pêche professionnelle au sein d'une AMP s'intéresse à décrire et caractériser l'activité de pêche présente sur le territoire protégé, et à identifier et quantifier les pressions et les impacts qui y sont associés. Les effets des mesures de gestion liées à l'AMP doivent également être abordés pour en évaluer les conséquences sur l'activité de pêche (Le Diréach et al. 2004, Rocklin 2010).

La structure des flottilles, que l'on peut considérer comme le nombre, la taille et la puissance des bateaux présents, est souvent représentative de la « capacité de pêche » des pêcheries, ainsi que des pressions et des impacts potentiels qui peuvent en découler (FAO 2008). Les engins utilisés et leurs

caractéristiques sont aussi à même d'avoir des impacts différents sur les ressources et les habitats (Sacchi 2008). L'identification des métiers pratiqués par les pêcheurs artisanaux est régulièrement réalisée pour aborder le suivi d'une pêcherie artisanale (Tzanatos et al. 2006, Forcada et al. 2010, Maynou et al. 2011). Ils sont ainsi représentatifs des espèces ciblées, des engins utilisés, des zones fréquentées et des périodes d'activité, et peuvent différer tant en termes de sélectivité que d'efficacité (Pope et al. 1975, Armstrong et al. 1990, Pelletier & Ferraris 2000). La définition de ces métiers peut améliorer les estimations d'effort et de captures, qui peuvent être considérées comme la pression exercée par la pêche professionnelle sur le milieu, et son impact au niveau de la ressource et de l'habitat (Biseau 1998, Campbell & Pardede 2006, Tzanatos et al. 2006). Les aborder à des échelles spatio-temporelles différentes permet notamment de donner une clé d'accès aux gestionnaires comme aux décideurs politiques quant à la mise en place de mesures de gestion visant à contrôler les pressions et les impacts sur le milieu (Cartigny et al. 2008). L'évaluation des pressions et des impacts doit également concerner les rejets générés par l'activité de la pêche (Kelleher 2005, Tzanatos et al. 2007). La distribution de l'effort de pêche et des captures est un élément important à prendre en compte pour pouvoir spatialiser les pressions et les impacts liés à la pêche sur le milieu, ceux-ci n'étant pas répartis de façon homogène sur un même territoire (Smith & Wilen 2003, Smith 2004, Stelzenmüller et al. 2008, Forcada et al. 2010). La localisation des pressions permet ainsi l'identification des zones les plus impactées, indispensable pour la mise en place de systèmes de gestion viables à l'échelle d'un territoire (Costello et al. 2010). La répartition spatiale de l'effort de pêche et des captures s'avère également nécessaire pour l'évaluation des effets des mesures de gestion présentes au sein de l'AMP sur l'activité de pêche (Pomeroy et al. 2004, Himes 2007, Claudet & Guidetti 2010). Enfin, le suivi de l'ensemble de ces facteurs doit s'intégrer dans une dimension temporelle, qui permettra de tester sur le court et le long terme la pertinence et l'efficacité des différentes métriques calculées à répondre aux questions posées ou aux objectifs de gestion fixés. L'intégration des connaissances et des perceptions des pêcheurs dans ce suivi peut également apporter des informations précieuses quant à l'évolution passée de l'activité de pêche, et sur la pertinence de plusieurs variables calculées (Johannes et al. 2000, Mackinson 2001, Haggan et al. 2007, Rochet et al. 2008).

Aborder l'ensemble de ces facteurs implique la nécessité de recueillir les données appropriées aussi bien sur la structure de la flottille de pêche que sur les engins utilisés, les métiers pratiqués, l'effort et les captures qui y sont associés. La spatialisation est centrale au questionnement, du fait de la gestion spatiale, mais aussi de l'importance de la notion de territoire pour les pêcheurs en fonction des activités pratiquées (Carr 2000, Salas & Gaertner 2004, Claudet et al. 2006b, Costello et al. 2010). La prise en compte de ces aspects spatiaux est également indispensable pour une évaluation

correcte de ces pêcheries multispécifiques (Pelletier 2003), et notamment pour détecter les effets de l'AMP. Dans l'optique d'un suivi régulier de l'activité au sein d'une AMP, le protocole de collecte des données doit également prendre en compte les différentes contraintes matérielles, humaines et financières auxquelles peuvent être confrontées les structures de gestion (Caddy & Bazigos 1989).

1.5 Objectifs généraux et structure de la thèse

Cette thèse s'inscrit dans un contexte de développement de réseaux d'AMP, en rapport avec les engagements de la France et de l'Europe dans le cadre de la Convention pour la Diversité Biologique, ainsi qu'avec les orientations en matière de gestion des pêcheries européennes et de gestion des usages multiples dans le domaine côtier. Ce développement s'accompagne d'un besoin d'outils d'évaluation de la performance des AMP à partir d'indicateurs qui soient calculables dans le cadre des suivis des écosystèmes et des usages côtiers. Malgré cette dynamique de création d'AMP, les outils d'évaluation et les indicateurs afférents sont encore insuffisamment développés, ou peu adaptés à une utilisation en routine (Pelletier et al. 2005). Il apparaît pourtant primordial pour les AMP de connaître et de suivre les activités présentes sur leur territoire ainsi que leur dynamique, afin d'en évaluer les pressions et les impacts, mais aussi leur réponse aux mesures de gestion mises en place.

Le Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB) est une AMP méditerranéenne française de 10 000 ha disposant de deux réserves marines intégrales où toute forme de prélèvement est interdite. A l'inverse de nombreuses AMP, la mise en place du PMCB résulte d'un processus de concertation entre les collectivités locales et les pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers. Ces derniers ont ainsi été dès le début largement impliqués dans la gestion du PMCB. Cet historique constitue un contexte particulièrement favorable à la mise en place d'un suivi de la pêche professionnelle aux petits métiers côtiers, objet de cette thèse. L'ancienneté du PMCB et celle des réserves marines constituent également un atout pour l'évaluation des effets de la protection à partir de ce suivi (Claudet et al. 2008). Différentes en âge et en taille, ces deux réserves marines présentent de plus des caractéristiques susceptibles d'amener des réponses différentes de la part des pêcheurs professionnels aux petits métiers. Le PMCB a également participé à deux projets de recherche, GAIUS et PAMPA, qui s'intéressent au développement d'outils de suivi et d'évaluation de la performance des AMP. Ce travail de thèse bénéficie ainsi de la dynamique enclenchée avec les gestionnaires par ces programmes de recherche autour de la question des métriques et des indicateurs à développer pour l'évaluation de la performance des AMP, notamment sur les usages côtiers.

Ce travail de thèse est également intéressant pour le PMCB. Dans le plan de gestion établi en 2008 (Bachet et al. 2009), l'un des objectifs définis se propose ainsi de « valoriser la ressource halieutique et d'assurer les conditions d'une pêche côtière durable », avec un sous-objectif d'assurer les conditions d'un développement économique et social de la pêche professionnelle aux petits métiers côtiers. Il est donc nécessaire pour le PMCB de disposer non seulement d'indicateurs qui permettent de suivre l'activité de pêche et son évolution à l'échelle du territoire de la Côte Bleue, mais aussi d'évaluer sa performance concernant ses objectifs pour la pêche professionnelle.

Dans le but **d'identifier les métriques et les indicateurs** à développer pour le suivi et l'évaluation d'une pêche professionnelle au sein d'une AMP, ce travail doit répondre à trois grandes questions :

- **Quelle est l'activité de pêche professionnelle présente au sein du PMCB ?**
- **Quels en sont les pressions et les impacts, notamment l'effort exercé et les captures réalisées sur le territoire du PMCB ?**
- **Quels sont les effets du PMCB et de ses réserves marines sur l'activité de pêche professionnelle ?**

Pour répondre à ces questions, ce mémoire de thèse se compose de six chapitres. Après la présente introduction (**premier chapitre**), le **deuxième chapitre** présente le PMCB, notamment à travers son contexte environnemental, son historique, ses objectifs de gestion, ainsi que les différents effets observés de ses deux réserves marines. La structure de la pêcherie professionnelle aux petits métiers côtiers présente au sein du PMCB est également abordée. Le **troisième chapitre** présente la méthode développée et utilisée pour la collecte des données d'effort et de captures, mais aussi de perceptions, auprès des pêcheurs professionnels. Le **quatrième chapitre** a pour objectif de caractériser l'activité de la pêche professionnelle en termes de métiers pratiqués sur le territoire de la Côte Bleue, et d'y associer l'effort de pêche et les captures réalisées. L'évolution observée et perçue de l'activité de pêche est également discutée. Le **cinquième chapitre** aborde la distribution spatiale de l'effort de pêche total et par métier, et l'effet des réserves marines sur cet effort ainsi que sur la perception des pêcheurs. Pour finir, l'ensemble de ces résultats est discuté par rapport aux objectifs de la thèse dans le **sixième chapitre**.

2 Le Parc Marin de la Côte Bleue

L'objectif de ce chapitre est de présenter dans un premier temps le PMCB, en particulier à travers son contexte environnemental et démographique. L'historique ayant mené à la création du PMCB et de ses deux réserves marines est ensuite retracé, ainsi que les objectifs du dernier plan de gestion établi en 2008 (Bachet et al. 2009). Les effets de la protection observés dans les deux réserves à partir des différents suivis sont aussi abordés, notamment les effets d'exportation de biomasse détectables par les différentes activités de pêche. Enfin, l'activité de pêche professionnelle aux petits métiers côtiers du PMCB est présentée à travers les engins utilisés et les espèces ciblées et observées. La structure de la flottille du PMCB est également présentée en termes de bateaux et de marins.

Le PMCB est une AMP française de **9 873 ha** située sur le littoral méditerranéen des Bouches du Rhône incluant deux réserves marines intégrales (Figure 2.1). La première, Carry-le-Rouet, d'une surface de **85 ha**, fut créée en 1982. Une seconde réserve de **210 ha**, Cap Couronne, fut créée en 1996.

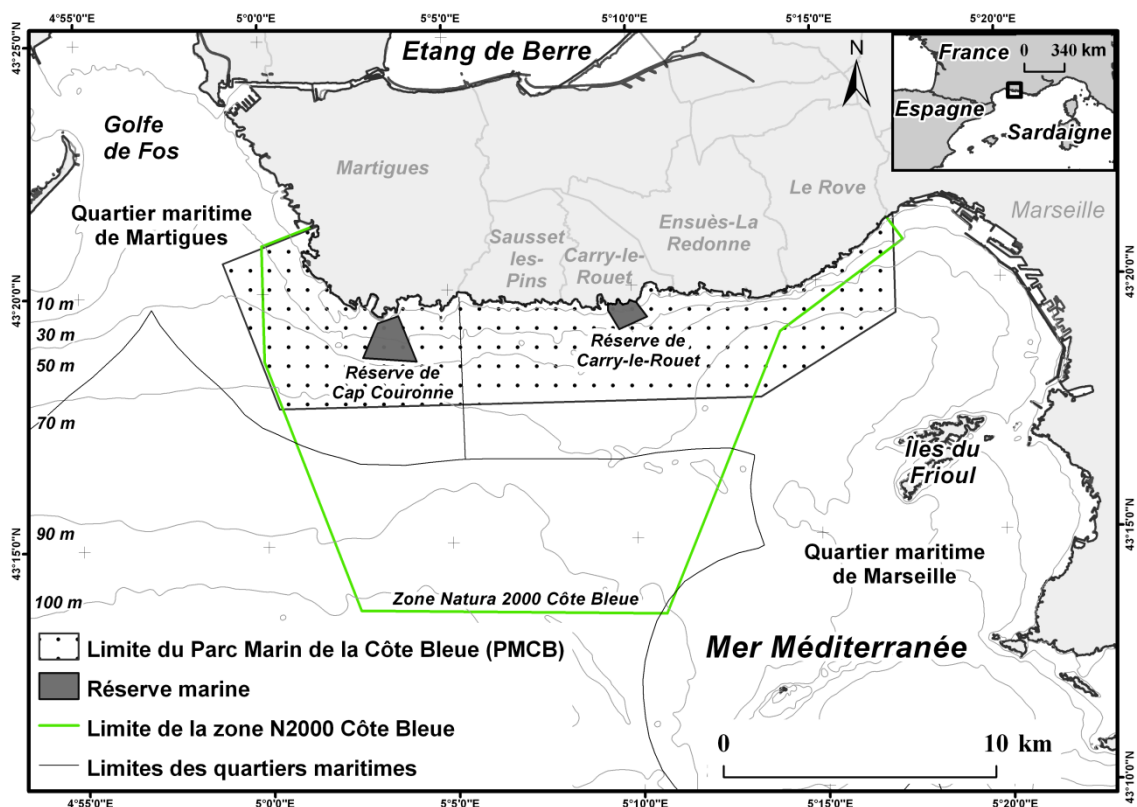


Figure 2.1. Parc Marin de la Côte Bleue et ses deux réserves marines, zone Natura 2000 « Côte Bleue Marine » et quartiers maritimes.

A l'intérieur de ces réserves, toutes formes de pêche, de même que la plongée sous-marine, le mouillage des bateaux et le dragage sont interdits (Tableau 2.1). Près de 5 000 m³ de récifs artificiels (2 700 m³ de récifs de production, 2 200 m³ de récifs de protection contre le chalutage illégal) ont été

immergés sur le territoire du PMCB à l'intérieur comme à l'extérieur des réserves (non représenté sur la carte), en plusieurs campagnes successives entre 1983 et 2004. Depuis fin 2009, le syndicat mixte du Parc Marin de la Côte Bleue est également opérateur de la zone Natura 2000 « Côte Bleue Marine ». Cinq communes sont concernées par le PMCB : Martigues, Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, Ensues-la Redonne et Le Rove (Figure 2.1).

Tableau 2.1. Caractéristiques des réserves marines du Parc Marin de la Côte Bleue

Réserve intégrale	Année de création	Surface (ha) et périmètre (m)*	Habitats principaux	Gamme de profondeur (m)	Réglementations
Carry-le-Rouet	1983	85 2 854	- Herbier de posidonie - Fonds rocheux	0 – 30 m	- Toutes formes de pêche et de prélèvements interdites - Plongée sous-marine interdite
Cap Couronne	1996	210 5 939	(incluant des roches coralligènes) - Fonds meubles	10 – 50 m	- Mouillage des bateaux interdit - Dragage et chalutage interdit

* Le périmètre représente la longueur des limites marines des réserves

2.1 Contexte environnemental et démographique

2.1.1 Contexte environnemental

La Côte Bleue donnant son nom au PMCB est située entre la rade de Marseille à l'Est, le golfe de Fos à l'Ouest et l'Etang de Berre au Nord. Elle est orientée dans le sens Est-Ouest sur la plus grande partie de son littoral côtier. A l'Est, elle est notamment séparée de l'Etang de Berre par le massif de la Nerthe, qui donne une topographie terrestre accidentée sur les communes d'Ensues-La Redonne et du Rove. La topographie devient plus plane à partir de la commune de Sausset-les-Pins, pour finir sur une zone de plaines à l'Ouest du PMCB (de Sausset-les-Pins à Carro).

La topographie sous-marine suit le relief terrestre, présentant une pente douce à l'Ouest du PMCB, quand les isobathes se resserrent fortement à l'Est (Figure 2.1). Cette topographie présente une grande variété d'aspects : fonds sédimentaires en pente douce, reliefs chaotiques rocheux, tombants sub-verticaux et remontées rocheuses au large (Charbonnel & Bachet 2011b). Les fonds meubles de la Côte Bleue sont dépendants en premier lieu des apports rhodaniens. Les substrats durs correspondent à des dalles recouvertes par des herbiers de posidonie ainsi que de

bioconcrétionnements coralligènes ou précoraligènes, des macrophytes supérieurs ou des détritiques côtiers. Ces plateaux constituent des hauts fonds ou écueils appelés « ragues » par les pêcheurs locaux (Charbonnel & Bachet 2011b).

Les principaux habitats marins rencontrés sur la côte Bleue sont les herbiers à *Posidonia oceanica*, occupant une superficie d'environ 1 200 ha (soit le plus vaste herbier des Bouches-du-Rhône et le dernier d'importance avant la côte Catalane); l'habitat « récifs », abritant notamment un grand nombre d'espèces à forte valeur patrimoniale et halieutique (langouste *Palinurus elephas*, mérus *Epinephelus marginatus* et corb *Sciaena umbra*), de remarquables faciès de corail rouge (*Corallium rubrum*) et de gorgones (5 espèces), ainsi que de nombreuses éponges remarquables et grands bryozoaires dressés; et les substrats meubles (sables variés et fonds détritiques), qui sont majoritaires au-delà de l'isobathe 50 mètres sur la partie site située au large (Charbonnel & Bachet 2011; Annexe 1). Fin 2011, 235 espèces de poissons appartenant à 89 familles ont été observées au cours des différents suivis réalisés au sein du PMCB (Charbonnel & Bachet 2011).

Le vent dominant arrive essentiellement du Nord / Nord-Ouest (Mistral), avec une fréquence proche de 50% en 2010 (Figure 2.2). Les vents de Sud-est et d'Est ont aussi soufflé conséquemment sur la Côte Bleue entre juillet 2009 et juin 2010 (29% du temps). C'est d'ailleurs dans ces directions opposées que les événements météorologiques les plus importants ont été les plus fréquents (force 4 ou plus sur l'échelle de Beaufort; Figure 2.2), sachant que les rafales de vent atteignent régulièrement des vitesses supérieures. Concernant la force moyenne du vent, plus de 80% des observations horaires ont affiché une force inférieure ou égale à 3 sur l'échelle de Beaufort. L'exposition des ports à ces vents diffère d'Est en Ouest. La topographie terrestre protège ainsi les ports de Méjean, la Redonne, et dans une moindre mesure Carry-le-Rouet, des épisodes de fort mistral.

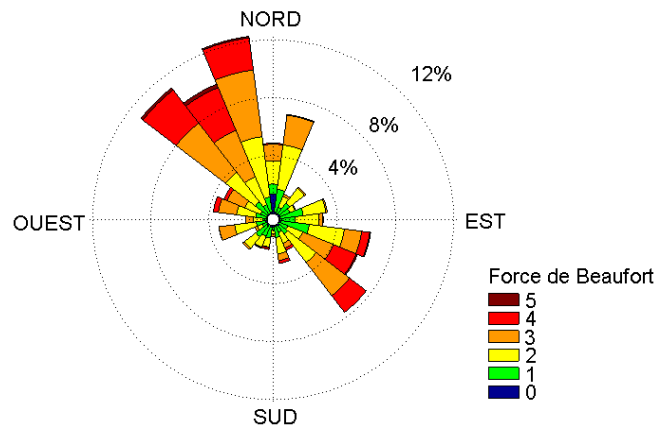


Figure 2.2. Fréquence horaire des vents (en %) selon l'échelle des vents de Beaufort observés entre le 01 juillet 2009 et le 30 juin 2010 sur la station météo de Cap Couronne (Source : Météo France, 2010)

L'orientation des houles sur le littoral de la Côte Bleue est principalement conditionnée par le régime des vents, avec trois orientations principales : les houles de Sud-Ouest sont les plus représentées, les houles de Sud/Sud-Est les plus variables et les houles de Sud/Sud-Ouest les plus fortes (Charbonnel & Bachet 2011b).

2.1.2 Contexte démographique et socio-économique

Le PMCB se trouve dans la région française de Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans le département très urbanisé des Bouches du Rhône. Lors du dernier recensement en 2008, le département comptait 1 966 005 individus²⁰ (INSEE). Marseille, préfecture du département et jouxtant le Parc Marin de la Côte Bleue, est la ville la plus peuplée avec plus de 850 000 âmes. En 2008, les 5 communes concernées par le PMCB comptaient elles près de 70 000 habitants (69 533), dont plus de 46 000 pour la seule commune de Martigues²¹. La densité de la population de la Côte Bleue est comprise entre 200 et 800 habitants au km² en moyenne. Depuis 1982, les 5 communes de la Côte Bleue montrent une certaine stabilité de la population avec des augmentations comprises entre 0.4 % et 1.6% depuis 1999²² alors que celles de l'ensemble des Bouches du Rhône affichent l'une des croissances les plus fortes de la région, avec près de 14% en 26 ans²³.

²⁰ Individus ayant leur lieu de résidence habituelle sur le territoire du département

²¹ <http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/recensement/populations-egales/departement.asp?dep=13>

²² http://www.cg13.fr/fileadmin/mes_documents/Conseil_general/documents/chiffres-population-insee.pdf

²³ http://insee.fr/fr/insee_regions/provence/themes/sudessentiel/sie128/sie128.htm

2.2 Historique du PMCB et objectifs de gestion

2.2.1 Historique

L'historique du PMCB et de sa création prend toute son importance lorsqu'est abordée la pêche aux petits métiers côtiers au sein du PMCB. En 1982 fut créée une association entre quatre communes (Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, Ensues-la-Redonne et Le Rove), qui déboucha, en 1983, sur la création par arrêté préfectoral de la **réserve marine de Carry-le-Rouet** (ci-après appelée « Carry »). En 1993, l'association fut étendue à la commune de Martigues. Les comités locaux des pêches (CPLM) de Marseille et Martigues ainsi que les prud'homies respectives furent officiellement intégrés au projet. C'est en 1996 que fut créée la **réserve marine de Cap Couronne** (ci-après « Couronne »), par un arrêté de concession de cultures marines et dans un but « expérimental de protection, de conservation et de régénérations des fonds ». En 2000 émergea la volonté de faire évoluer juridiquement l'association vers un statut de Syndicat Mixte, regroupant la Région PACA, le Département 13, les 5 communes de la Côte Bleue, ainsi que les CPLM et les Prud'homies de Marseille et de Martigues. L'arrêté préfectoral de concession « d'Endigages et d'Utilisation des Dépendances du Domaine Public Maritime (DPM) de 10 000 ha » du 15/12/2003 accorde ainsi, « au profit du syndicat Mixte Parc Marin de la Côte Bleue pour l'implantation et la conservation de récifs artificiels », l'autorisation de « gérer deux secteurs réglementés du DPM : un de 85 ha à Carry-le-Rouet, un de 210 ha au droit du Cap Couronne ». Jusqu'en 2008, seules les deux réserves intégrales étaient reconnues officiellement comme AMP (au titre des 6 catégories d'AMP définies par l'article 18 de la Loi n° 2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux). Fin 2009, le syndicat mixte du Parc Marin de la Côte Bleue est devenu opérateur de la zone Natura 2000 « Côte Bleue Marine », faisant du PMCB une AMP officiellement reconnue par l'Agence française des Aires Marines Protégées. De même, une reconnaissance internationale est en cours en tant qu'ASPIM (Aire Spécialement Protégée d'Intérêt Méditerranéen, PNUE RAC/SPA), la candidature du PMCB ayant été retenue le 17 mai 2011.

Il est important de souligner la véritable dynamique entre gestionnaires et pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers qui s'est mise en place dès la création de la réserve de Carry en 1983. La durée limitée de la concession (3 ans à l'époque) et l'avis prépondérant des organisations professionnelles de la pêche dans la poursuite de cette expérience, ont conduit à un dialogue permanent et à la prise en compte des problèmes halieutiques au-delà de la zone protégée. Un projet d'aménagement de l'ensemble de la bande côtière a ainsi été conçu afin d'une part de

permettre une valorisation de certaines zones de pêche par l'installation de récifs artificiels, et d'autre part d'apporter une réponse à un problème récurrent de chalutage illégal dans la bande côtière, par la mise en place d'obstacles spécifiques. Au cours de l'élargissement du Parc à la commune de Martigues en 1993, ce sont les pêcheurs aux petits métiers côtiers du port de Carro, par l'intermédiaire du CLPM et de la Prud'homie de Martigues, qui ont proposé la création d'une deuxième réserve marine devant le Cap Couronne, ainsi que de nouveaux aménagements de récifs de protection et de production en continuité avec ceux déjà existants. Les motivations de la création de cette zone protégée reposaient sur plusieurs points : 1) l'efficacité biologique exemplaire de la réserve marine de Carry (Harmelin & Bachet 1993, Harmelin et al. 1995), attestée par les pêcheurs opérant en périphérie; 2) la pêche illégale par chalutage sur la zone du Cap Couronne constatée par le sémaphore et dénoncée par les pêcheurs aux petits métiers, touchés par la surexploitation d'une zone importante de recrutement par des engins non-sélectifs; 3) la volonté des responsables des organisations professionnelles de la pêche de s'engager dans une démarche responsable de gestion; et 4) les dommages occasionnés par les chaluts sur les câbles de télécommunications sous-marines qui traversent cette zone. Le soutien à la pêche aux petits métiers côtiers fut donc, et dès le début, une partie intégrante des objectifs du PMCB (Bachet 2009).

2.2.2 Objectifs de gestion

Les différents objectifs de gestion du PMCB découlent de ce travail initial de protection et de valorisation des ressources, mais aussi du soutien à l'activité de pêche professionnelle aux petits métiers côtiers. Lors de l'établissement du plan de gestion 2008 – 2015, réalisé en 2009 par le Parc Marin de la Côte Bleue et le bureau d'étude Egis eau (Bachet et al. 2009)²⁴, 6 grands objectifs ont ainsi été définis :

- **Objectif 1** : Renforcer la connaissance du patrimoine naturel marin et littoral de la Côte Bleue
- **Objectif 2** : Gérer, protéger et valoriser les milieux naturels marins et littoraux de la Côte Bleue
- **Objectif 3** : Valoriser la ressource halieutique et assurer les conditions d'une pêche côtière durable
- **Objectif 4** : Favoriser une gestion raisonnée des usages récréatifs liés à la mer et au littoral

²⁴ <http://www.parcmarincotebleue.fr/Page%20a%20telecharger/Synth%E8sePlanGestionPMCBInternet.pdf>

- **Objectif 5** : Être le relais des politiques locales pour la maîtrise des pollutions, des risques naturels et des impacts des aménagements
- **Objectif 6** : Répondre à la demande d'information, de sensibilisation et d'éducation du public et des acteurs locaux, et renforcer les partenariats sur l'environnement et le développement durable

Si tous les objectifs sont à même de toucher de près ou de loin à l'activité de pêche professionnelle aux petits métiers côtiers, l'objectif 3, et dans une moindre mesure l'objectif 4, sont particulièrement centraux dans l'aspect halieutique de la gestion du PMCB. L'objectif 3 se décompose ainsi en quatre grandes orientations, à savoir :

- 1) Procéder à une étude des potentialités halieutiques de la Côte Bleue (ressources et pratiques)
- 2) Proposer une démarche de pêche durable
- 3) Expérimenter des outils de gestion de la ressource
- 4) Assurer les conditions d'un développement économique et social de la pêche aux petits métiers côtiers

Ce dernier point repose principalement sur la participation du PMCB aux diverses instances de la pêche professionnelle, et sur l'assistance à la profession pour le montage de divers projets comme la valorisation des produits de la pêche, notamment via un processus de labellisation. L'objectif 4 comporte également une action d'aide à la maîtrise des impacts environnementaux des usages récréatifs en mer et sur le littoral (Bachet et al. 2009).

2.3 Effets des réserves marines sur les peuplements ichthyologiques

Les objectifs 1, 2 et 3 du plan de gestion du PMCB ont été la voie directrice de l'action du Parc Marin de la Côte Bleue depuis sa création. Si les deux réserves marines ont été créées en partenariat avec les différentes instances de pêche, l'essentiel des études s'est penché sur l'effet de la protection sur les ressources et leur restauration. Citons néanmoins une étude approfondie des potentialités halieutiques des 4 communes initiales (Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, La Redonne, Le Rove) réalisée par l'actuel directeur du Parc Marin de la Côte Bleue, Frédéric Bachet, en 1988 (Bachet 1988).

2.3.1 Réserve marine de Carry

Depuis sa création, la réserve marine de Carry a fait l'objet de suivis ponctuels, et notamment entre 1990 et 1993 (Harmelin et al. 1995). La réserve marine de Carry a également fait partie du programme européen BIOMEX (BIOMasse Export ; Planes 2005), qui s'est penché entre 2003 et 2005 sur les effets des réserves de six AMP méditerranéenne sur l'exportation de biomasses adultes et larvaires. Suivant le principe de comparaison des résultats selon un gradient d'éloignement à la réserve marine, les « workpackages » ont porté sur : des comptages visuels de poissons en plongée sous-marine (Harmelin-Vivien et al. 2008) et en comptages vidéo (Planes 2005) ; des échantillonnages ichtyoplanctoniques (Planes 2005) ; des pêches expérimentales (Forcada et al. 2009) ; et un suivi de l'activité des pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers (Goñi et al. 2008, Stelzenmüller et al. 2008).

L'une des premières études à avoir mis en évidence les effets de la protection sur les peuplements ichtyologiques de la réserve marine de Carry est donc l'étude menée par Harmelin, Bachet et Garcia (1995), avec des comptages visuels sous-marins réalisés à chaque saison entre 1990 et 1993. Après 10 ans de protection, un effet sur la richesse spécifique était déjà observable et significatif en comparaison avec une zone à l'extérieur de la réserve et en dehors de l'influence de celle-ci. L'abondance moyenne était aussi significativement supérieure (près du double) dans la réserve par rapport aux sites extérieurs. Pour certaines espèces comme les sars (*Diplodus spp.*), cette abondance était déjà à l'époque 14 fois plus élevée dans la réserve marine. La qualité de la structure trophique a aussi évolué positivement, notamment dans le nombre de macrophages observés. La même évolution a été observée pour les fréquences d'occurrence des catégories de tailles de plusieurs espèces ciblées par les activités de pêche (*Diplodus sargus*, *Serranus cabrilla*, *Coris julis*).

Le programme BIOMEX a permis de mettre en avant différents aspects des effets de la protection à partir d'approches différentes. A partir des comptages sous-marins, Harmelin-Vivien et al. (2008) montrent une différence significative de la biomasse moyenne observée par transect entre l'intérieur (16.3 kg) et l'extérieur (2.4 kg) de la réserve marine de Carry. Les différences entre les richesses spécifiques moyennes et les abondances ne sont par contre pas significatives, malgré des moyennes plus élevées à l'intérieur de la réserve. Concernant la biomasse, celle-ci décroît brutalement dès la frontière de la réserve. La distance maximale d'exportation de la biomasse d'après les modèles linéaires généralisés utilisés serait apparemment de 107 m, à l'ouest de la réserve marine de Carry. Si aucune pêche expérimentale n'a été réalisée à l'intérieur de la réserve, celles réalisées à des gradients de distances réguliers (proche, medium, lointaine) montrent un effet d'exportation de la biomasse de

l'intérieur vers l'extérieur de la réserve pour certaines espèces (Forcada et al. 2009). Ces informations sont complémentaires des comptages visuels sous-marins. Ces captures expérimentales ont en effet été réalisées avec un filet « trémail » qui cible les espèces souvent cryptiques et peu visibles par les plongeurs sous-marins. L'aspect saisonnier de l'exportation de biomasse est souligné pour les populations de rascasses brunes (*Scorpaena porcus*), de mostelles (*Phycis phycis*), de crénilabres paon (*Symphodus tinca*), et de congres (*Conger conger*). Les populations de labres merle (*Labrus merula*) de sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) et de rougets de roche (*Mullus surmuletus*) montrent eux aussi une décroissance avec l'augmentation de la distance à la réserve, sans que celle-ci soit significative. Toutes ces espèces sont assez, voir très recherchées par les pêcheurs professionnels. Il est à noter que certaines espèces n'ont pas montré de tendance particulière selon le degré d'éloignement à la réserve, notamment le sar commun (*Diplodus sargus*) et le poulpe (*Octopus vulgaris*). Cette étude souligne l'importance de l'habitat dans l'effet d'exportation de la biomasse confortant les résultats de García-Charton & Pérez-Ruzafa et García-Charton et al. 2004. La structure des habitats présents doit ainsi être prise en compte lors de l'échantillonnage et des analyses de données.

Des effets d'exportation de la biomasse ont également été mis en évidence à partir d'embarquements avec les pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers rattachés aux ports entourant la réserve marine de Carry. Ces effets ont été démontrés à partir de l'effort de pêche, des captures et de leur valeur marchande pour les pêcheurs ciblant les sparidés, ainsi que les rougets et les poissons de soupe (Goñi et al. 2008).

2.3.2 Réserve marine de Couronne

La réserve marine de Couronne est celle ayant fait l'objet de suivis les plus réguliers. Un plan d'échantillonnage de type BACI (Before-After Control Impact) a en effet été mis en place dès 1995. Une campagne de comptages sous-marins a ainsi eu lieu avant la mise en protection (1995), puis s'est répétée tous les trois ans depuis la mise en protection (1998, 2001, 2004, 2007, 2010). Des comptages visuels sous-marins en transect sont réalisés dans et en dehors de la réserve marine. Les sites à l'extérieur de la réserve se trouvent à proximité immédiate de la réserve (< 250 m). Des pêches expérimentales sont également réalisées, uniquement dans la réserve marine (Jouvenel et al. 2005, Claudet et al. 2006a, Le Diréach et al. 2010a). Le projet de recherche PAMPA, récemment arrivé à son terme, a permis d'analyser une grande variété d'indicateurs mettant en évidence l'effet de la protection sur le peuplement ichtyologique de la réserve de Couronne (Encadré 2).

Encadré 2 : Tableau 2.2 et 2.3

Les Tableaux 2.2 et 2.3 présentent les résultats issus du projet PAMPA à partir des comptages visuels sous-marins réalisés par le PMCB pour la réserve marine de Couronne. Une grande partie de ces résultats est notamment issue du rapport pour le site « Côte Bleue » de Le Diréach et al. (2011). Pour ces tableaux, 2 métriques (Richesse spécifique et biomasse) et 4 variables avec leurs modalités (Intérêt des espèces par activité²⁵, Mobilité²⁶ et Position dans la colonne d'eau²⁷ et Famille) sont retenues pour illustrer les effets des réserves susceptibles d'influer sur la pêche aux petits métiers côtiers. Divers modèles linéaires et linéaires généralisés (lois Normale, log-Normale, Gamma) sont utilisés pour tester l'évolution des métriques et des variables entre les comptages de 1995 (avant la création de la réserve) et les comptages de 2007, ainsi que les différences entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve marine en 2007. Les augmentations et les diminutions des différentes modalités selon les métriques entre 1995 et 2007 sont aussi calculées et exprimées en pourcentage. Les différents outils et modèles utilisés pour le travail sur les métriques sont actuellement consultables, sous autorisation, sur le site internet de PAMPA sur <http://wwz.ifremer.fr/pampa>.

Le nombre total d'espèces observées lors des campagnes de comptages visuels sous-marins (UVC) est supérieur à l'intérieur de la réserve par rapport à l'extérieur (56 espèces contre 41). La richesse spécifique a évolué positivement et significativement dans le temps. Elle a ainsi augmentée de 28.3% entre 1995 et 2007 pour les UVC (Tableau 2.2), passant de 9.7 à 12.5 espèces en moyenne par transect. La richesse spécifique a également augmenté de 47.4%, pour les pêches expérimentales (Le Diréach et al. 2010a). Le nombre d'espèces recherchées par les pêcheurs, tant professionnels que récréatifs, a aussi augmenté. Cependant, cet effet ne s'est pas fait ressentir à l'extérieur de la réserve, qui a vu la richesse spécifique moyenne fluctuer avec le temps (Tableau 2.2 ; Le Diréach et al. 2010).(Le Diréach et al. 2010a)

²⁵ Espèces assez et très recherchées (Annexe 3)

²⁶ Sédentaire et mobile (Mobile saisonnièrement, Mobile, Très mobile)

²⁷ Sédentaire et benthique (*Octopus vulgaris* entre autres), Sédentaire et démersale (*Serranus* spp. entre autres), Mobile et benthique (*Mullus* spp., *Scorpaena* spp. *Palinurus elephas*, *Solea* spp. entre autres), Mobile et démersale (*Diplodus* spp., *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax*, *Mullus* spp., *Labrus* spp., *Symphodus* spp. entre autres) et Mobile et pélagique (*Auxis Rochei*, *Sarda sarda*, *Sepia officinalis*, *Spicara* spp. entre autres)

Tableau 2.2. Pour la richesse spécifique, tendance (Tend) et significativité (Sign) des modèles linaires développés dans PAMPA pour comparer les données issues des comptages visuels sous-marins réalisés en 1995 et 2007, entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve marine de Couronne. ↘ indique une diminution des valeurs de richesse spécifique entre 1995 et 2007, ↗ une augmentation. Concernant la significativité, * indique une p-value < 0.05, ** une p-value < 0.01, *** une p-value < 0.001, et n.s une absence de significativité. Sont concernés la richesse spécifique et son évolution entre 2007 et 1995 (%) au total, et selon l'intérêt par activité. Sur fond gris, richesse spécifique (en italique et en nd d'espèce/transect) et différence (%) entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve de Couronne en 2007.

Richesse spécifique

		Réserve (1995-2007)			Hors reserve (1995-2007)			Campagne 2007 (<i>valeurs moyenne par transect</i>)			
		Tend	Sign	%	Tend	Sign	%	Réserve (Nb d'esp/ transect)	Hors réserve (Nb d'esp/ transect)	Sign	%
Espèces assez et très recherchées	Totale	↗	***	28.3	-	n.s.	-16.2	<i>12.5</i>	<i>9.1</i>	***	37.4
	Chasse (récréatif)	↗	***	95.4	-	n.s.	30.6	<i>7.2</i>	<i>5.3</i>	*	35.8
	Ligne (récréatif)	↗	***	77.7	-	n.s.	7.2	<i>7.9</i>	<i>6.1</i>	*	29.5
	Filet (professionnel)	↗	***	39.4	-	n.s.	-14.4	<i>7.7</i>	<i>5.7</i>	**	35.1

L'effet de la protection s'est aussi traduit par des augmentations significatives de la biomasse, notamment pour les espèces ciblées par les différents types de pêche. L'augmentation de la biomasse totale est ainsi plus de 11 fois supérieure en 2007 qu'en 1995, pour atteindre plus de 10kg par 100 m² en 2007. La biomasse en 2007 est également 6 à 18 fois supérieure à celle observée en 1995 pour les espèces cibles recherchées par la chasse, la ligne ou le filet (Tableau 2.3). Les biomasses les plus fortes sont notamment pour les espèces ciblées par l'activité de pêche professionnelle au filet. L'augmentation de la biomasse est également observée pour plusieurs familles de téléostéens (Tableau 2.3), regroupant divers espèces cibles de l'activité de pêche (*Diplodus* spp., et notamment *D. vulgaris* et *D. sargus*, *Labrus* spp., *Symphodus tinca* et *Serranus cabrilla*; Le Diréach et al. 2011). Ces évolutions positives de la biomasse à l'intérieur de la réserve sont confirmées par les résultats des pêches expérimentales, avec une augmentation quasiment constante de la biomasse des captures depuis 1995. Le rendement pour 2 000 m de filets calés dans la réserve est ainsi passé de 10.8 kg en 1995 à 43.9 kg en 2007, soit une augmentation de la biomasse capturée de plus de 300% (Le Diréach et al. 2010a). En 2007, les Scorpenidés (*Scorpaena scorfa*, *S. porcus*, *S. notata*) et le rouget de roche (*Mullus surmuletus*) étaient les espèces les plus abondantes dans les captures.

A partir des comptages visuels, ces effets sont aussi observés à l'extérieur de la réserve. L'évolution est toutefois moins importante qu'à l'intérieur (près 300% pour la biomasse tout de même). Une différence significative apparaît entre les deux zones en 2007 (Tableau 2.3).

Tableau 2.3. Pour la biomasse, tendance (Tend) et significativité (Sign) des modèles linéaires développés dans PAMPA pour comparer les données issues des comptages visuels sous-marins réalisés en 1995 et 2007, entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve marine de Couronne. ↘ indique une diminution des valeurs de la biomasse entre 1995 et 2007, ↗ une augmentation. Concernant la significativité, * indique une p-value < 0.05, ** une p-value < 0.01, *** une p-value < 0.001, et n.s une absence de significativité. Sont concernés la biomasse et son évolution entre 1995 et 2007 (%) au total ; selon l'intérêt par activité ; selon trois familles de téléostéens ; et selon la mobilité et la position dans la colonne d'eau. Sur fond gris, différence (%) de biomasse (en italique et en g/100 m²) entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve de Couronne en 2007. La saupe (*Sarpa salpa*) a été ignorée dans ces calculs. Source des données : PMCB, PAMPA

Biomasse

		Réserve (1995-2007)			Hors réserve (1995-2007)			Campagne 2007 (valeur moyenne par transect)			
		Tend	Sign	%	Tend	Sign	%	Réserve (g/100m ²)	Hors réserve (g/100m ²)	Sign	%
Totale		↗	***	1 032.6	↗	***	289.8	<i>10 935.0</i>	<i>1 556.8</i>	***	602.4
Espèces assez et très recherchées	Chasse (récréatif)	↗	***	571.5	↗	***	241.4	<i>2 913.4</i>	<i>693.0</i>	***	320.4
	Ligne (récréatif)	↗	***	1 150.7	↗	***	230.7	<i>5 221.7</i>	<i>669.8</i>	***	679.8
	Filet (professionnel)	↗	***	1 725.9	↗	**	321.9	<i>7 425.5</i>	<i>547.8</i>	***	1 255.5
Famille	Sparidés	↗	*	625.4	-	n.s	981.9	<i>2 812.5</i>	<i>424.1</i>	n.s	563.2
	Labridés	↗	***	508.0	↗	***	199.9	<i>726.0</i>	<i>363.7</i>	***	99.6
	Serranidés	↗	***	903.5	-	n.s	- 18.2	<i>672.4</i>	<i>49.5</i>	***	1 258.4
Mobilité et position dans la colonne d'eau	Sédentaire et benthique	-	n.s	-176.2	-	n.s	-75.0	<i>2.1</i>	<i>0.6</i>	n.s	250.0
	Sédentaire et Démersale	↗	***	142.8	-	n.s	-18.2	<i>162.7</i>	<i>49.5</i>	***	228.7
	Mobile et benthique	-	n.s	225.0	-	n.s	366.0	<i>79.3</i>	<i>46.6</i>	n.s	70.2
	Mobile et Démersale	↗	***	739.7	↗	***	387.8	<i>4 252.9</i>	<i>787.8</i>	***	439.8
	Mobile et pélagique	↗	*	1 625.0	-	n.s	307.4	<i>6 229.1</i>	<i>672.2</i>	n.s	819.8

La mobilité des espèces ainsi que la position dans la colonne d'eau intervient aussi dans l'ampleur des effets de la réserve marine de Couronne. Ainsi, l'effet de la réserve de Couronne sur les populations d'espèces benthiques n'est pas significatif, que ce soit entre 1995 et 2007 ou entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve. A l'inverse, les populations d'espèces démersales présentaient en 2007, avec celles des espèces pélagiques, les plus grandes biomasses ainsi que les évolutions les

plus importantes. Les populations d'espèces démersales et mobiles sont par ailleurs les seules à avoir évolué significativement à l'extérieur de la réserve.

L'effet de la réserve sur les tailles individuelles n'a pu être testé à partir des modèles PAMPA. Néanmoins, la taille moyenne des groupes d'espèces cibles de la chasse sous-marine, de la pêche à la ligne et de la pêche professionnelle au filet aurait augmenté significativement entre 1995 et 2007 à l'intérieur comme à l'extérieur de la réserve de Couronne, et en particulier pour les espèces *Diplodus sargus*, *D. vulgaris*, *Coris julis*, *Symphodus tinca* et *Mullus surmuletus* (Le Diréach et al. 2011). L'effet de la protection sur la taille moyenne ressort plus difficilement avec les pêches expérimentales, la variabilité étant importante entre les opérations de pêche et entre les différentes campagnes d'échantillonnage. La taille moyenne toutes espèces confondues reste par contre plus importante à l'intérieur de la réserve par rapport à l'extérieur. Ces évolutions touchent aussi les différentes catégories de tailles, et notamment les catégories les plus grandes (« Gros », « Très gros »). Absentes à l'intérieur comme à l'extérieur de la réserve lors des comptages de 1995, ces deux catégories agrégées représentaient 7.6 kg/100 m² à l'intérieur de la réserve en 2007, et 0.8 kg/100 m² à l'extérieur.

La profondeur ainsi que les habitats sont des facteurs à considérer dans la vitesse de réponse à la protection, comme peuvent le montrer les résultats pour la pêche expérimentale. L'évolution de la biomasse est ainsi différente entre les fonds sableux avec récifs artificiels à 25 m (plus lente) et les roches situées à 15 m (plus rapide). La biomasse des captures à 25 m est nettement plus variable qu'à 15 m, étant notamment plus dépendante d'espèces à forte biomasse comme les congres (*Conger conger*) ou le poulpe (*Octopus vulgaris*), les poissons vivant en bancs comme les pageots (*Pagellus* spp.), ainsi que des espèces cibles de la pêche professionnelle comme les langoustes (*Palinurus elephas*) et la mostelle (*Phycis phycis*). La profondeur et les habitats interviennent également dans l'évolution des tailles moyennes des captures par rapport à la durée de protection (Le Diréach et al. 2010a).

Pour chaque variable, l'évolution significative est apparue après un certain temps de protection, soulignant l'importance de l'âge des réserves (Claudet et al. 2008), même si Jouvenel et Bachet (2005) montrent une montée en charge très rapide.

La plupart de ces résultats sont soulignés dans l'étude de Claudet et al. (2006). Cette population relève des différences significatives entre l'intérieur et l'extérieur de la réserve entre 1995 et 2001 pour l'abondance toutes espèces confondues, notamment les grands et les moyens individus, les

espèces à faible, moyenne et haute valeurs commerciales, ainsi que les espèces sédentaires et mobiles.

Enfin, même si les récifs artificiels ne sont pas abordés dans le cadre de cette étude de par le faible volume présent sur la Côte Bleue (voir aussi Stelzenmüller et al. 2008), les récifs de production du PMCB ont montré des résultats intéressants sur l'assemblage ichtyologique (et notamment la biomasse) à une échelle très localisée (Charbonnel et al. 2000, Claudet & Pelletier 2004, Charbonnel & Bachet 2010).

2.4 La pêche professionnelle aux petits métiers côtiers au sein du PMCB

Cette partie a pour objectif de donner une rapide description de l'activité de pêche professionnelle présente sur la Côte Bleue, en décrivant les engins utilisés, les espèces ciblées et observées, ainsi que la structure de la flottille de pêche. Ces différents paramètres sont essentiels pour déterminer la capacité de la flottille de pêche professionnelle du PMCB, et déterminer les pressions et les impacts des engins utilisés.

Une activité importante de pêche récréative est aussi présente sur le territoire du Parc Marin de la Côte Bleue. Cette activité de pêche récréative sera notamment abordée dans la discussion générale.

2.4.1 Ports de pêche

Six ports, accueillant au moins un bateau disposant d'un Permis de Mise en Exploitation (PME)²⁸, sont localisés au sein du territoire du PMCB : Carro, Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, La Redonne, Méjean et Niolon (Figure 2.3). Ces 6 ports concernent deux prud'homies et deux quartiers maritimes, Martigues et Marseille. Un autre port, L'Estaque, dont les pêcheurs fréquentent

²⁸ Le permis de mise en exploitation (PME) est un document nécessaire à l'armement d'un navire à la pêche professionnelle. Il est exigé préalablement à la construction, l'importation, l'armement à la pêche d'un navire antérieurement affecté à une autre activité, la modification de la capacité de capture (puissance, jauge) d'un navire de pêche, le réarmement d'un navire désarmé depuis plus de 6 mois (Décret n°93-33 du 8 janvier 1993 relatif au permis de mise en exploitation). Le ministre chargé des pêches maritimes arrête au titre de chaque année le contingent, exprimé en puissance et en jauge, des permis de mise en exploitation susceptibles d'être délivrés au cours de l'année civile. Il tient compte, d'une part, du programme d'adaptation des capacités de capture de la flotte de pêche professionnelle maritime aux ressources halieutiques disponibles, et, d'autre part, de l'évolution de la flotte de pêche constatée au cours de l'année précédente. Ce contingent distingue les projets de renouvellement de navires ne se traduisant pas par une augmentation de la flotte en capacité (jauge et puissance) des autres projets.

régulièrement les eaux de l'Est du PMCB, se trouve en périphérie proche à l'Est du PMCB. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux seuls bateaux opérant à partir des 6 ports se trouvant dans le PMCB.

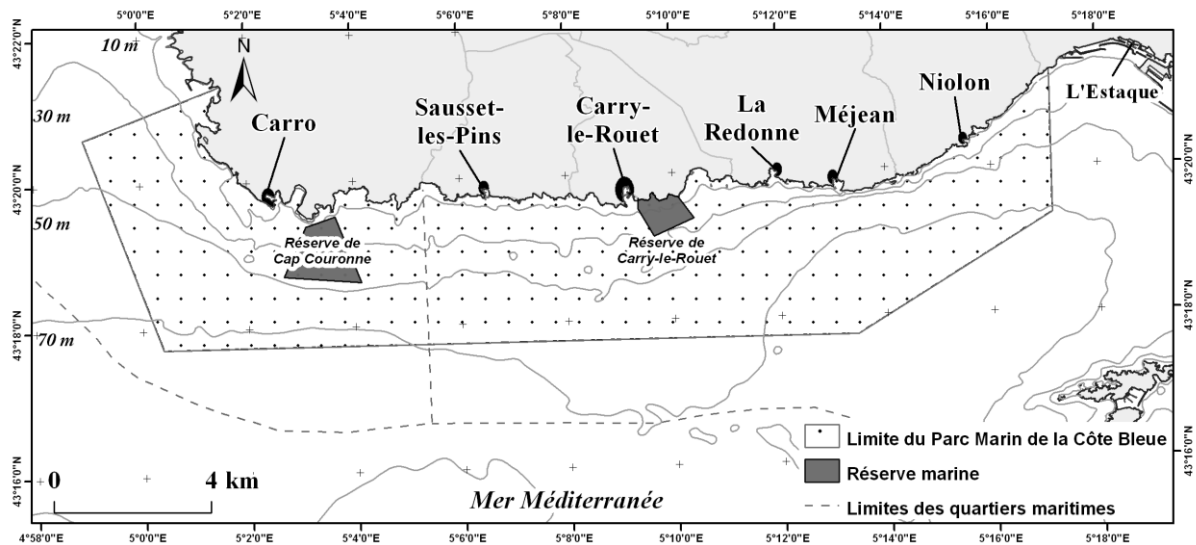


Figure 2.3. Les 6 ports du Parc Marin de la Côte Bleue.

Les 6 ports de pêche sont plus ou moins éloignés des réserves marines du PMCB, les distance à la réserve la plus proche allant de 330 m à presque de 7 600 m (Tableau 2.4).

Tableau 2.4. Distance des 6 ports de pêche à la réserve marine la plus proche

Port	Distance du port à la plus proche réserve (réserve concernée)
Carro	930 m (Couronne)
Sausset-les-Pins	3 800 m (Carry - Couronne)
Carry-le-Rouet	330 m (Carry)
La Redonne	2 375 m (Carry)
Méjean	3 900 m (Carry)
Niolon	7 575 m (Carry)

2.4.2 Engins de pêche

Les ressources du Parc Marin de la Côte Bleue sont ciblées par plusieurs techniques mettant en jeu des engins de pêche différents. Deux catégories d'engins ont été déterminées : les engins principaux, dont l'utilisation représente au moins 20% de l'activité d'un bateau, et les engins secondaires, dont l'utilisation représente moins de 20% de l'activité d'un bateau. Un descriptif détaillé de chaque engin, comprenant la définition au regard du Règlement (CE) n° 1967/2006 du

Conseil du 21 décembre 2006, modifié le 07 janvier 2007, de la réglementation et des pressions et impacts reconnues (Sacchi 2008, AAMP 2010) est fourni dans l'Annexe 2.

Au total, 9 engins de pêche utilisés par les pêcheurs de la Côte Bleue ont été relevés durant cette étude à partir du référentiel FAO (FAO 1980 ; Tableau 2.5 ; Annexe 2). Sur ces 9 engins, 5 engins peuvent être considérés comme des engins principaux (Filet maillant fixe, Trémail, Trémail et Filets maillants combinés, Palangres de fond, Plongée sous-marine ; Figure 2.4) et 4 engins comme des engins secondaires (Filet maillant dérivant, Palangres dérivantes, Cannes et lignes à mains, Pièges). Si les palangres dérivantes et les cannes et lignes à mains sont considérées comme des engins secondaires sur le territoire de la Côte Bleue, elles sont néanmoins couramment utilisées par les bateaux ciblant le thon rouge plus au large. A ces 9 engins s'ajoutent 2 engins utilisés sur le territoire de la Côte Bleue par des bateaux extérieurs aux 6 ports du PMCB, le chalut et la senne tournante (ou lamparo). Ces 11 engins peuvent être regroupés en quatre grandes catégories : les métiers utilisant les filets, ceux utilisant les hameçons, ceux utilisant du matériel de plongée autonome, et enfin les pièges. Tous les engins utilisés par les bateaux de la Côte Bleue sont considérés comme des engins passifs lors de l'action de pêche (on parle d'« arts dormants »), à l'inverse des chaluts et des sennes tournantes qui sont considérés comme actifs (Annexe 2).

Les filets et palangres sont soumis à la réglementation du Journal Officiel de l'Union Européenne du 26 décembre 2006, modifiée le 07 janvier 2007. Pour les filets, ces réglementations concernent essentiellement les longueurs de filets autorisées. Il est ainsi interdit de détenir à bord ou de mouiller plus de 6 000 m de trémaills et de filets maillants de fond par bateau, en tenant compte du fait que, depuis janvier 2008, la limite est de 4 000 m pour un seul pêcheur, 1 000 m pouvant être ajoutés s'il y a un deuxième pêcheur et 1 000 m supplémentaires s'il y a un troisième pêcheur. Pour les filets combinés, il est interdit d'en détenir à bord ou de mouiller plus de 2 500 mètres. Enfin, en ce qui concerne les palangres, il est interdit de détenir à bord ou de mouiller plus de 1 000 hameçons par personne présente à bord, la limite globale étant fixée à 5 000 hameçons par navire (Annexe 2).

Tableau 2.5. Engins utilisés (FAO, 1980) et espèces ciblées par les bateaux de la Côte Bleue d'après la nomenclature du Système d'Informations Halieutiques de l'IFREMER. Dans la troisième colonne, combinaisons de l'engin et de l'espèce cible pour aboutir au métier selon la nomenclature SIH. En italique, espèces cibles et combinaison absentes de cette nomenclature. En gras, les engins de pêche principaux.

Engins (Code Engin de la FAO) : 9	Espèce(s) cible(s) (Nomenclature SIH) : 18	Métier SIH (Nomenclature SIH) : 29
Canne et ligne à main (LHP)	Bars (BA)	Canne et ligne à main à bars (LHPBA)
Casier (FPO)	Congres (CO)	Canne et ligne à main à thons rouges (LHPTR)
Filet maillant fixe dérivant (GND)	Dentés communs (DT)	Casier à congres (FPOCO)
Filet maillant fixe de fond (GNS)	Dorades, sparidés (DO)	Casier à poissons de soupe (FPOGI)
Palangre de fond (LLS)	Langoustes (LG)	Casier à poulpes (FPOPO)
Palangre dérivante (LLD)	Lottes (LO)	Filet maillant fixe dérivant à sardines (GNDSA)
Plongée avec bouteilles (PLO)	Merlus (ME)	Filet maillant fixe de fond à bars (GNSBA)
Trémail (GTR)	Mulets (MU)	Filet maillant fixe de fond à dorades, sparidés (GNSDO)
Trémaux et filets maillants combinés (GTN)	Oursins, échinodermes (OU)	Filet maillant fixe de fond à merlus (GNSME)
	<i>Poissons de soupe</i>	Filet maillant fixe de fond à mulets (GNSMU)
	<i>Pélamide</i>	<i>Filet maillant fixe de fond à pélamides</i>
	Poulpe (PO)	Filet maillant fixe de fond à rougets (GNSRO)
	Rascasses (RS)	Palangre de fond à bars (LLSBA)
	Rougets (RO)	Palangre de fond à congres (LLSCO)
	Sardines (SA)	Palangre de fond à dentés communs (LLSDT)
	Seiches (SE)	Palangre de fond à dorades, sparidés (LLSDO)
	Soles (SO)	Palangre dérivante à thons rouges (LLDTR)
	Thons rouges (TR)	Plongée avec bouteilles à divers oursins, échinodermes (PLOOU)
		Trémaux et filets maillants combinés à bars (GTNBA)
		Trémaux et filets maillants combinés à dorades, sparidés (GTNDO)
		Trémail à bars (GTRBA)
		Trémail à dentés (GTRDT)
		Trémail à dorades, sparidés (GTRDO)
		Trémail à langoustes (GTRLG)
		Trémail à lottes (GTRLO)
		<i>Trémail à poissons de soupe</i>
		Trémail à rascasses (GTRRS)
		Trémail à seiches (GTRSE)
		Trémail à soles (GTRSO)

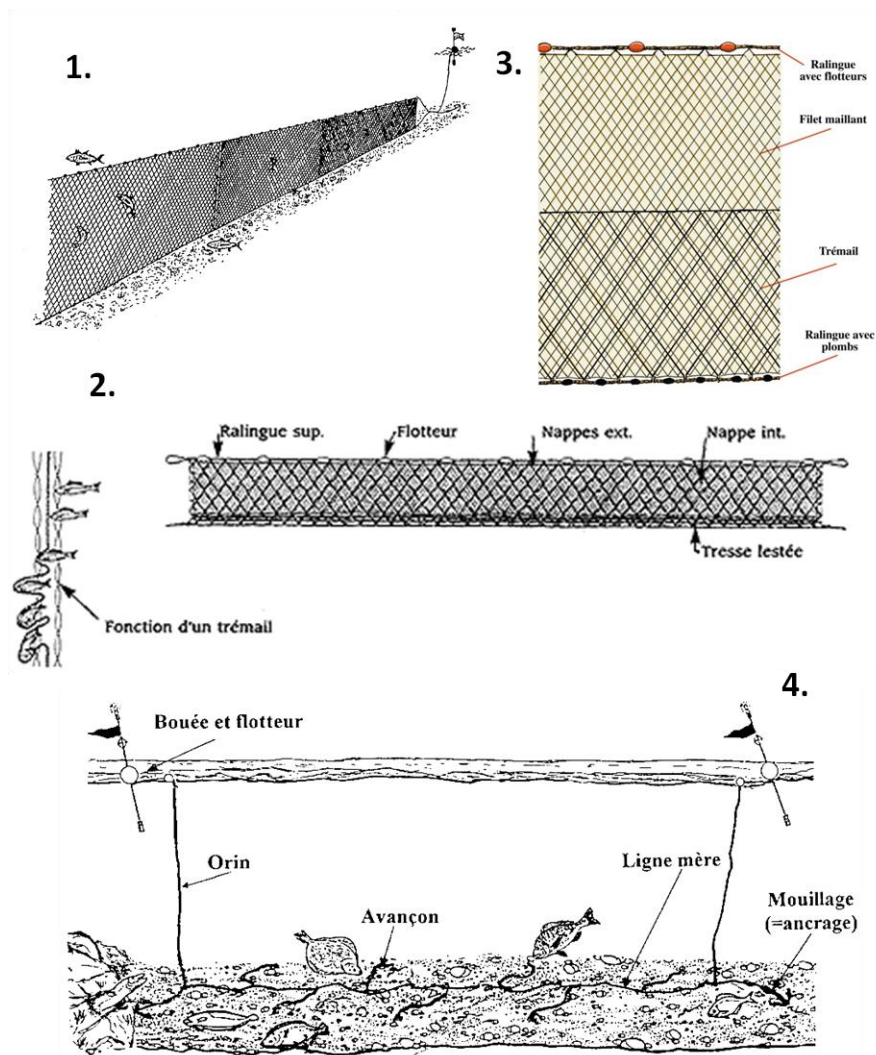


Figure 2.4. Engins de pêche principaux : 1. Filet maillant fixe de fond, 2. Trémail, 3. Filet combinés, et 4. Palangre de fond (crédit : Gérard Deschamps, IFREMER Lorient 2004). La plongée sous-marine n'est pas représentée

Pour tous les engins principaux utilisés par les pêcheurs de la Côte Bleue, les impacts sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire sont considérés comme faibles (Sacchi 2008, AAMP 2010 ; Annexe 2). Les risques de dégradation du biotope interviennent lors des levées du filet, en cas de croche avec les fonds rocheux ou coralligènes, ainsi que lors d'événement de fort courant où le filet peut dériver et racler le fond sur plusieurs dizaines de mètres (Ruitton, comm. pers.). Les captures de mammifères marins et de tortues marines sont relativement rares en Méditerranée française, et aucune n'a été observée lors de la période d'étude sur la Côte Bleue. Enfin, la perte d'engins représente un impact non négligeable aussi bien sur les habitats que sur la macrofaune (Brown & Macfadyen 2006, Sacchi 2008, Houard et al. 2012).

L'engin le plus impactant présent sur le territoire du PMCB concerne le chalut. Les pressions et les impacts sont ainsi d'ordre i) physiques, via par exemple l'altération de la structure de certains habitats, ii) biologiques, les changements dans la structure des habitats et des communautés associées entraînant une modification d'une partie de l'écosystème ou de son ensemble, et iii) chimiques, via la remise en suspension de certains métaux lourds en même temps que celle des sédiments (Jones 1992, Auster et al. 1996, Aldebert 1997, Turner et al. 1999, Wendling 2007, Fiorentino et al. 2008, Sacchi 2008, AAMP 2010). Sur le site Natura 2000 « Côte Bleue Marine », 3 habitats d'intérêt communautaire sont concernés par les pressions et impacts liés au chalut (Annexe 2). Si les poissons, mammifères marins et tortues marines d'intérêt communautaire ne sont pas ciblés par les métiers du chalut, des captures accidentelles sont notées. Peu de données sont disponibles en ce qui concerne l'impact de l'activité sur les oiseaux, notamment sur leurs habitudes alimentaires (dépendances au rejet des chalutiers ; AAMP 2010 ; Annexe 2).

2.4.3 Espèces ciblées et observées

Durant cette étude, il a été relevé 18 groupes d'espèces ciblées par les pêcheurs de la Côte Bleue ont été identifiés à partir d'observations de terrain. Associées aux 9 engins de pêche utilisés par les bateaux du PMCB, 28 combinaisons²⁹ d'engins et d'espèces cibles ont été relevées d'après la nomenclature utilisée par le SIH (Tableau 2.5). Au total, 120 espèces animales concernant 54 familles ont été observées lors des sorties sur le terrain entre avril 2009 et juin 2010 (voir Chapitre 3), dont 107 espèces de « poissons » (100 Ostéichthyens, 7 Elasmobranches), 7 espèces de crustacés et 6 espèces de mollusques (4 céphalopodes, 2 gastéropodes ; Annexe 3). Parmi elles, 43 espèces peuvent être qualifiées de « très recherchées », et 43 d'« assez recherchées » par les pêcheurs professionnels aux petits métiers (Annexe 3). Sur la Côte Bleue, 19 espèces capturées peuvent être considérées comme non recherchées (raies torpilles, saupe, bogue, murène, etc.). Une seule espèce, la grande cigale *Scyllarides latus*, figure sur la liste des espèces strictement protégées et interdites à la pêche en France depuis l'arrêté du 26 novembre 1992, alors qu'une autre espèce, le mérrou brun *Epinephelus marginatus*, est protégée de la pêche au harpon ainsi qu'à l'hameçon par un moratoire reconductible par arrêté tous les 5 ans depuis 1993. Le mérrou est néanmoins autorisé à la pêche au filet. Sur les 235 espèces appartenant à 89 familles inventoriées par le PMCB (Charbonnel & Bachet 2011b), 7 espèces ont été observées pour la première fois dans des suivis scientifiques menés sur la Côte Bleue, notamment la rascasse de Madère (*Scorpaena maderensis*), le maigre (*Argyrosomus regius*) et l'alose feinte (*Alosa fallax*). Quinze espèces rarement observées précédemment ont aussi

²⁹ Appelé aussi « Métiers » par le SIH.

été relevées, comme la truite de mer (*Salmo trutta trutta*), qui profite de plusieurs résurgences d'eau douce le long de la Côte Bleue, et le centrolophe noir (*Centrolophus niger*).

2.4.4 Structure de la flottille

La structure de la pêche professionnelle présente sur la Côte Bleue est typique d'une pêche artisanale aux petits métiers côtiers, structure qui est retrouvée à l'échelle de la Méditerranée (Tzanatos et al. 2006, Forcada et al. 2010, Maynou et al. 2011) et sur d'autres parties du globe (Guyader et al. 2007, Carvalho et al. 2011). Elle est en effet dominée par un faible nombre de bateaux de petite taille, relativement âgés, de faible jauge et de faible puissance (Figure 2.5).



Figure 2.5. Bateaux de pêche aux petits métiers côtiers (filets) sur le port de Sausset-les-Pins. Photo : Kévin Leleu.

Nombre de bateaux

En 2010, 56 bateaux disposaient d'un PME sur les 6 ports de la Côte Bleue (Figure 2.6), dont 35 ont été observés actifs. Carro, seul port de la prud'homie de Martigues au sein du PMCB, apparaît comme le port le plus important avec 31 bateaux dont 19 se sont avérés actifs. Si Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet et le trio La Redonne-Méjean-Niolon (LR-M-N) disposent à peu près du même nombre total de bateaux, Carry-le-Rouet présente le moins de bateaux actifs (3, contre 6 pour Sausset-les-Pins et 7 pour LR-M-N ; Tableau 2.6 et Figure 2.6).

Tableau 2.6. Nombre de bateaux disposant d'un PME et nombre de bateaux observés actifs pour les 6 ports de la Côte Bleue.

Port	Carro	Sausset-les-Pins	Carry-le-Rouet	La Redonne	Méjean	Niolon	Total
Nb de bateaux avec un PME	31	9	7	6	2	1	56
Nb de bateaux observés actifs	19	6	3	4	2	1	35

Ces différences d'effectifs soulignent l'hétérogénéité de la distribution de la flotte de pêche sur un même territoire, caractéristique de la pêche aux petits métiers côtiers, que cela soit à une échelle méditerranéenne locale ou régionale (voir par exemple les chiffres dans Garcia-Rodríguez et al. 2006 : 4 à 66 bateaux entre les ports ; Battaglia et al. 2009 : 2 à 110 bateaux ; Forcada et al. 2010 : 3 à 35 bateaux ou encore Rocklin 2010 : 3 à 12 bateaux). En 2009, la flottille de la Côte Bleue représenterait, selon les données du SIH de l'IFREMER, environ 9% de la flotte de la région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA, ≈ 5% de son linéaire côtier), et environ 4% de la flotte méditerranéenne (≈ 4% du linéaire côtier ; Leblond et al. 2011).

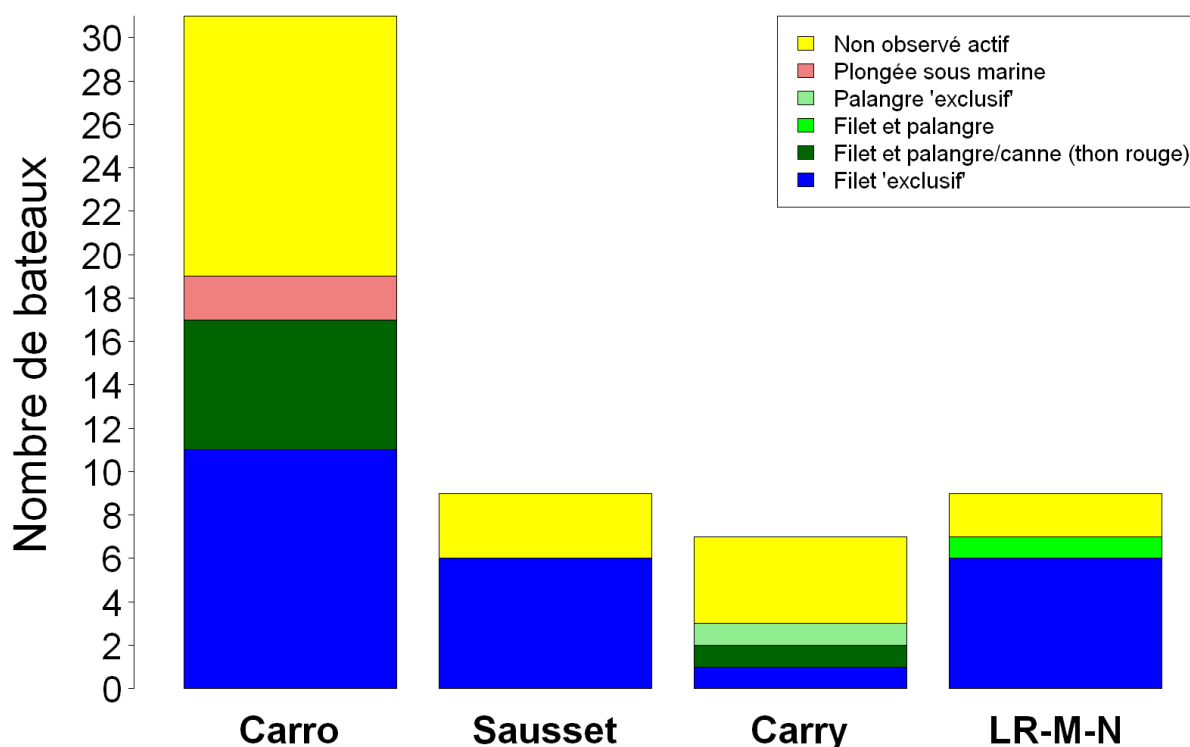


Figure 2.6. Nombre de bateaux disposant d'un PME pour chaque port selon leur catégorie d'engin principal (en légende). En jaune, les bateaux n'ayant pas été observés actifs durant la période d'étude. Les ports de la Redonne, Méjean et Niolon ont été regroupé en une même unité d'observation (**LR-M-N**). Source : DPMA – IFREMER ; Leleu (présente étude).

Utilisation des différents engins principaux

La grande majorité des pêcheurs utilise comme engin de pêche principal le filet (91.7% ; Figure 2.6), qui constitue également l'engin principal de la flotte méditerranéenne continentale française (62% ; Leblond et al. 2011). L'utilisation de cet engin a connu une augmentation de 9% entre 2003 et 2008 d'après Leonardi et al. (2009). Cet engin présente une facilité d'apprentissage et d'utilisation qui plaît notamment aux jeunes pêcheurs, facilité renforcée par l'apparition de filets simples à monter et peu onéreux. Palangres et plongée sous-marine, très minoritaires (8.3%), demandent des compétences particulières que tous ne peuvent acquérir. Le caractère culturel influence aussi sur les engins préférentiellement utilisés. Si l'utilisation des filets domine également dans ces pêcheries, les palangres sont plus fréquemment utilisées en Espagne (Garcia-Rodriguez et al. 2006, Forcada et al. 2010), en Italie (Colloca et al. 2004) ou en Grèce (Tzanatos et al. 2005, Tzanatos et al. 2006). Le thon rouge (*Thunnus thynnus*) reste une cible privilégiée par un nombre relativement important de bateaux (7 bateaux sur la Côte Bleue). L'importance de cette espèce cible est de surcroît historique pour certains ports de pêche comme Carro, qui comprend la grande majorité des bateaux la ciblant. Enfin, les pièges, et notamment les nasses à congres, sont utilisés comme engins d'appoint pour diversifier les offres sur l'étal, et répondre à des demandes ponctuelles. Aucun chalutier ni lamparo ne sont basés sur les ports de la Côte Bleue. Néanmoins, les chalutiers des quartiers maritimes de Marseille et Martigues fréquentent régulièrement les eaux de la Côte Bleue.

L'utilisation des différents types d'engin est intrinsèquement conditionnée aux espèces ciblées. L'utilisation de filets différents pour une même espèce cible, notamment les filets maillants et les filets combinés pour les Sparidés, relève plus de l'habitude et de la préférence de chaque pêcheur pour un type de filets qu'une réelle différence dans l'efficacité de capture. Tous les bateaux utilisant les filets comme engin de pêche sont équipés d'une roue hydraulique pour la récupération et la levée des filets.

Âge des bateaux

L'âge moyen des bateaux de la Côte Bleue est d'environ 35 ans, qu'ils soient actifs ou inactifs. La majorité des bateaux (75%) a un âge compris entre 21 et 50 ans ; seul un bateau à moins de 11 ans d'âge (Figure 2.7). En ce qui concerne l'activité, les bateaux ciblant le thon rouge à l'hameçon sont plus récents que les fileyeurs (28 contre 38 ans en moyenne).

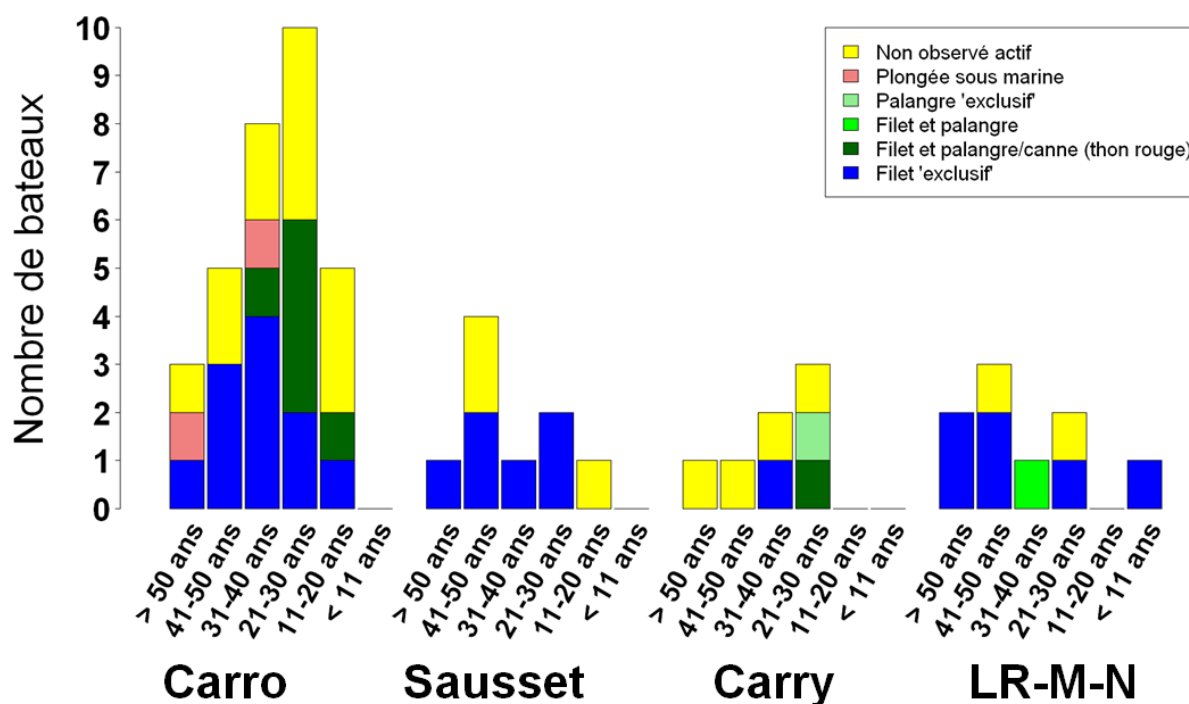


Figure 2.7. Nombre de bateaux par port selon leur âge et leur catégorie d'engins principaux (en légende). En jaune, les bateaux disposant d'un PME et n'ayant pas été observés actifs durant la période d'études. Les ports de la Redonne, Méjean et Niolon ont été regroupés en une même unité d'observation (LR-M-N). Source : DPMA – IFREMER ; Leleu (présente étude).

Longueur, puissance et jauge

La longueur moyenne des bateaux actifs observés est de 9.5m, avec une longueur minimale de 5.5m, et une longueur maximale de 16.2m. Tous les bateaux ciblant en partie le thon rouge mesurent plus de 10m en moyenne, quand la longueur des bateaux utilisant exclusivement le filet d'environ 9 m. Plus de 60% des bateaux inactifs mesure quant à eux moins de 8 m (Figure 2.8).

La puissance administrative moyenne des bateaux observés actifs est de 87.1 CV (soit 65 kW³⁰), avec une puissance minimum présente de 9 CV, et une puissance maximale présente de 324 CV. Les navires non observés actifs ont une puissance moyenne de 74.0 CV. Tous les bateaux qui ciblent le thon rouge ont une puissance supérieure à 100 CV (180 CV en moyenne), quand la puissance moyenne des fileyeurs exclusifs est de 61 CV. Au total, 83% des bateaux ont une puissance inférieure à 100 CV. La puissance cumulée de la flottille active est de 4 603 CV, soit 3 434 kW (dont 3 048 CV pour la seule flottille observée active).

³⁰ 1 CV = 0.746 kW

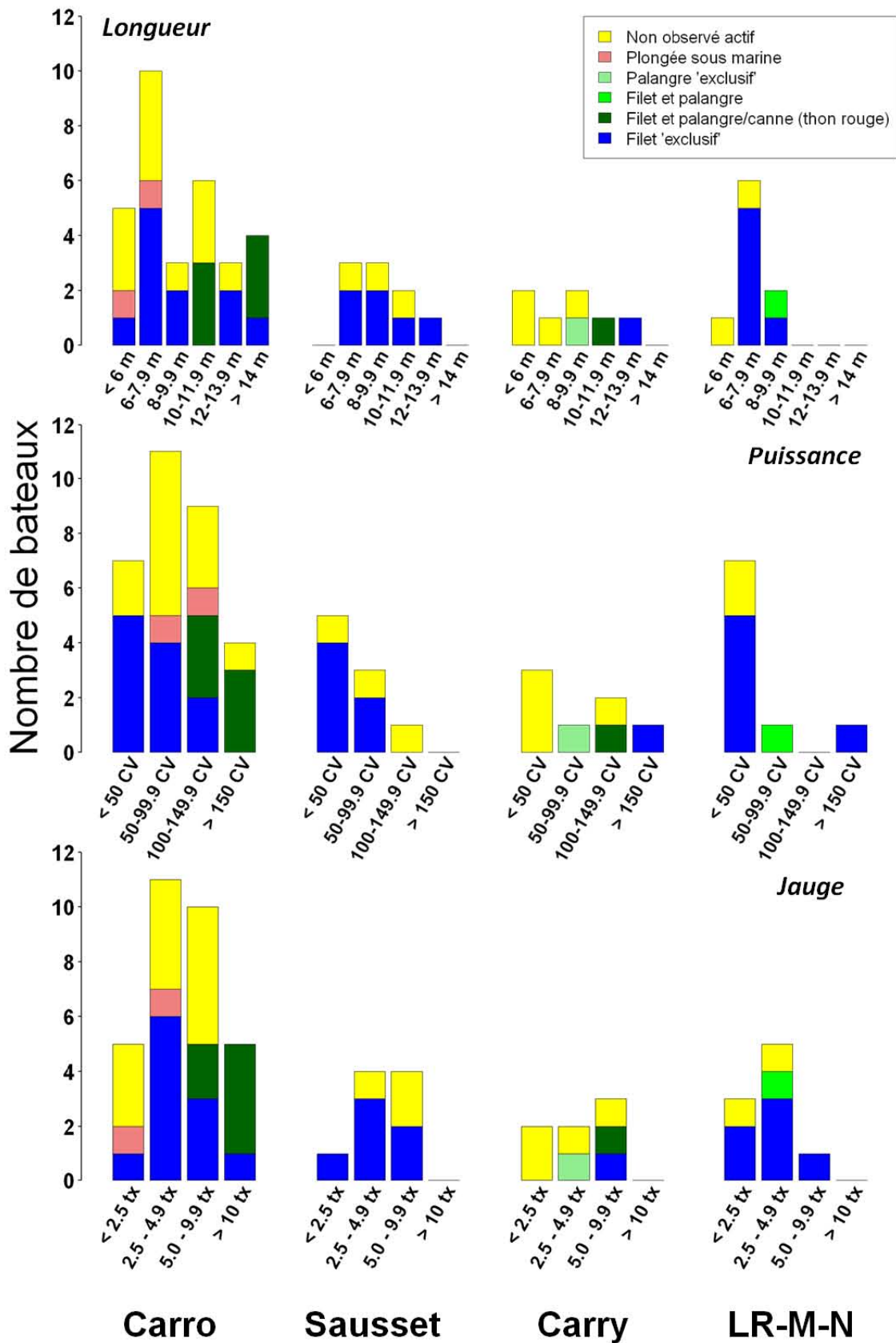


Figure 2.8. Nombre de bateaux par port selon leur catégorie de longueur, de puissance administrative et de jauge brute et selon leur catégorie d'engins principaux (en légende). En jaune, les bateaux disposant d'un PME n'ayant pas été observé actifs durant la période d'études. Les ports de la Redonne, Méjean et Niolon ont été regroupé en une même unité d'observation (LR-M-N). Source : DPMA – IFREMER ; Leleu (présente étude).

La jauge brute moyenne des bateaux observés actifs est de 6.6 tonneaux³¹, la plus petite jauge observée étant de 1.8 tx, et la plus grande jauge de 23.3 tx. La jauge moyenne des fileyeurs exclusifs de 5.0 tx, quand tous bateaux ciblant le thon rouge à l’hameçon ont une jauge supérieure à 10 tx (13.1 tx en moyenne).

Les bateaux les plus grands, les plus gros et les plus puissants se trouvent en majorité sur le port de Carro (Figure 2.8).

Nombre de marins

Au total, 62 hommes travaillent au moins occasionnellement sur les bateaux, dont 32 sont patrons de pêche, 18 sont marins permanents et 12 sont marins occasionnels. Le port de Carro accueille le plus grand nombre de marins avec 34 hommes, suivi par Sausset-les-Pins (12), le trio La Redonne – Méjean – Niolon (9) et Carry-le-Rouet (7 ; Figure 2.9).

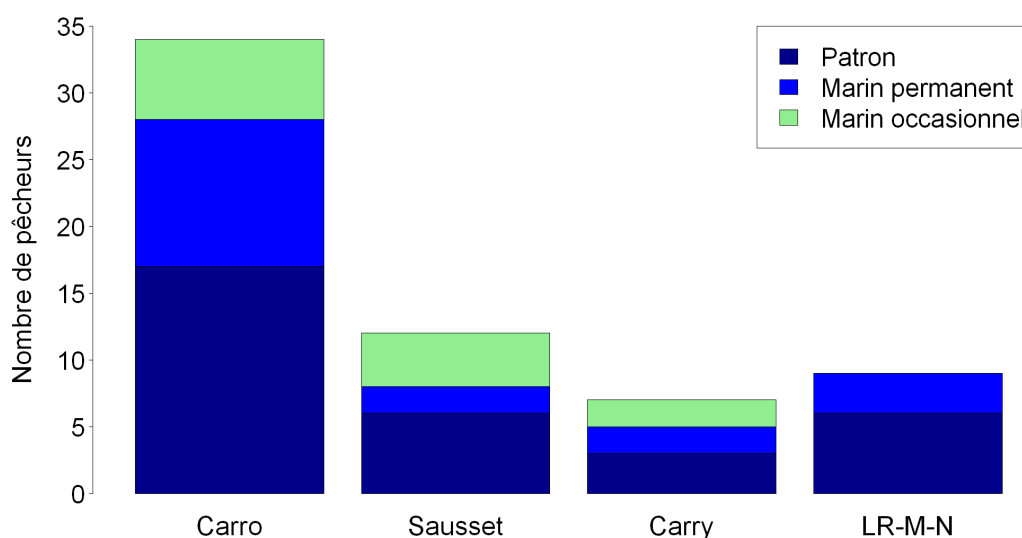


Figure 2.9. Nombre de patrons de pêche ayant été rattaché au moins un mois à l’un des 6 ports de la Côte Bleue, ainsi que nombre de marins permanents et occasionnels. Source : DPMA – IFREMER ; Leleu (présente étude).

Âges des patrons et marins

Près d’un tiers des marins ont entre 40 et 50 ans. L’âge moyen des patrons de pêche est d’environ 49 ans, le plus jeune ayant 24 ans, le plus vieux 69 ans en 2010. Cet âge moyen correspond à celui de la flotte de pêche en Méditerranée en 2009 (Leblond et al. 2011). Seul un patron de pêche de la Côte Bleue avait moins de 30 ans en 2010. Aucun patron de pêche n’avait moins de 20 ans. Au total, 3 patrons de pêche et 6 marins ont plus de 60 ans (Figure 2.10).

³¹ 1 tx = 2.83 m³

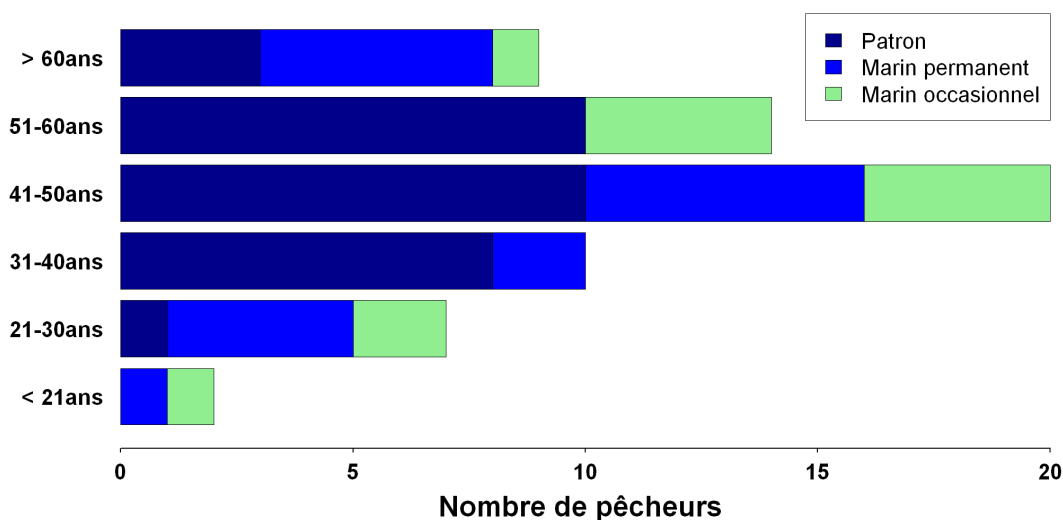


Figure 2.10. Pyramide des âges des patrons de pêche ayant été rattaché au moins un mois à l'un des 6 ports de la Côte Bleue, ainsi que de leurs marins permanents et/ou occasionnels. Source : DPMA – IFREMER ; Leleu (présente étude).

Raison d'entrée dans la profession

Les raisons principales ayant motivé les patrons de pêche à pratiquer ce métier sont tout d'abord l'attrait pour la pêche et pour la mer (31.3%), suivi de près par une motivation familiale (Figure 2.11)

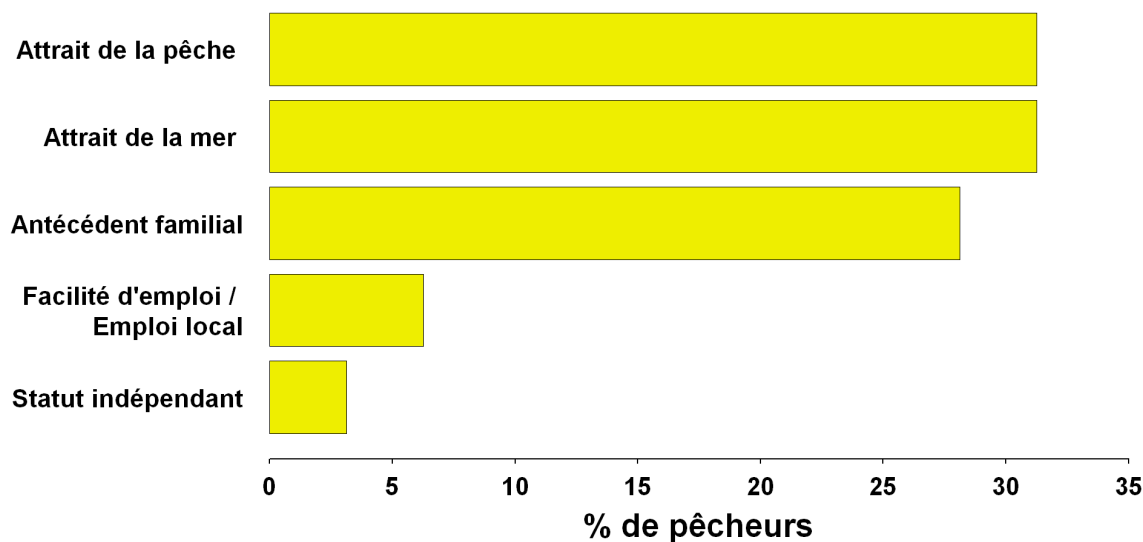


Figure 2.11. Raisons d'entrée dans la profession pour les 16 patrons de pêche concernés par les questionnaires perception (2 raisons possibles pouvant être données par patron de pêche).

La taille, la puissance et la jauge moyenne des bateaux ainsi que le nombre de patrons de pêche et de marins sont caractéristiques d'une pêcherie artisanale aux petits métiers côtiers de Méditerranée, ainsi que d'autres parties au niveau européen (Freire et al. 2002, Gomez et al. 2006, Guyader et al.

2007, Forcada et al. 2010, Rocklin 2010). Ces caractéristiques soulignent l'adéquation de la capacité de la flottille de pêche aux types d'engins utilisés (tous passifs), ainsi qu'aux ressources ciblées et au territoire exploité. Ces caractéristiques soulignent également la correspondance entre la capacité de pêche de la flottille en activité au sein du PMCB, et la démarche de pêche côtière durable de celui-ci. Ces différents éléments seront approfondis dans le Chapitre 4 et la discussion générale de ce travail.

3 Collecte des données

3.1 Observation des sorties de pêche aux débarquements, et reconstitution de l'activité

Les données d'effort et de captures ont été collectées à partir d'une méthode d'observation des sorties de pêche aux débarquements. Cette méthode a été adaptée au cas d'étude du PMCB en cohérence avec le « Manuel de l'observation des marées au débarquement pour les navires de moins de 12 mètres »³² (Merrien et al. 2008), développé par le SIH de l'IFREMER.

Les observations des sorties de pêche aux débarquements se sont faites avec l'autorisation des premiers prud'hommes des prud'homies de Marseille (M. Mourad Kahoul) et Martigues (M. William Tillet).

Participation à l'étude

Au total, 32 bateaux actifs sur les 35 observés sont concernés par cette étude. Ces 32 bateaux correspondent à l'ensemble des bateaux qui utilisent le filet comme engin de pêche principal. Les 2 bateaux concernés par l'activité de pêche en plongée sous-marine ainsi que le palangrier « exclusif », sont donc non considérés dans ce travail. Sur ces 32 bateaux observés actifs au moins une fois durant l'année d'étude, 2 n'ont pas été pris en compte dans cette étude, ayant été actifs moins d'un mois sur l'ensemble de l'année.

Les 30 bateaux de pêche étudiés concernent 28 patrons de pêche. Sur ces 28 patrons, 19 (correspondant à 19 bateaux) ont été volontaires pour participer à cette étude sur l'ensemble de la période, soit 68% de la flottille. Sur ces 19 patrons de pêche, 16 ont pu être suivis sur l'ensemble de l'année d'étude. Les motifs de refus des 9 patrons de pêche non volontaires ont été divers et variés, le plus fréquemment cité étant néanmoins la participation de l'IFREMER à cette étude. Un seul patron de pêche, qui possède deux bateaux, a refusé par opposition au PMCB. Toutes les sorties de pêche qui ont ciblé le thon rouge ont été ignorées lors des sorties de terrain sur les ports, ces sorties de pêche se déroulant en dehors de la zone d'étude.

³²http://sih.ifremer.fr/content/download/8112/54994/file/Manuel_Observation_marees_debarquement_V12.pdf et http://sih.ifremer.fr/content/download/8107/54969/file/Fiche_communication_marees_au_debarquement_rectoverso_RU.pdf

Calendrier d'échantillonnage

Le calendrier des sorties de terrain pour les observations des sorties de pêche aux débarquements a été déterminé afin que l'intervalle de temps entre deux sorties de terrain sur un même port soit de 10 jours en moyenne (8 jours minimum, 12 jours maximum). Le choix de ce pas de temps résulte d'un compromis entre la précision recherchée pour cette étude, les contraintes de moyens humains et financiers, ainsi que les contraintes d'acceptabilité par les patrons de pêche. L'étude de terrain s'étalant sur une durée assez longue, la présence auprès des pêcheurs lors de l'étude doit être la moins intrusive possible. Les jours de sorties de terrain sur les ports de la Côte Bleue ont ensuite été choisis en respectant ce pas de temps de 10 jours, et de manière à répartir les sorties de terrain entre les jours de la semaine selon un échantillonnage systématique régulier. Le calendrier des sorties de terrain a parfois été réaménagé, notamment en cas de déplacements à l'extérieur de Marseille. De par leur proximité et leur faible nombre de pêcheurs, les ports de Niolon, de Méjean et de La Redonne ont été regroupés en une seule unité d'échantillonnage.

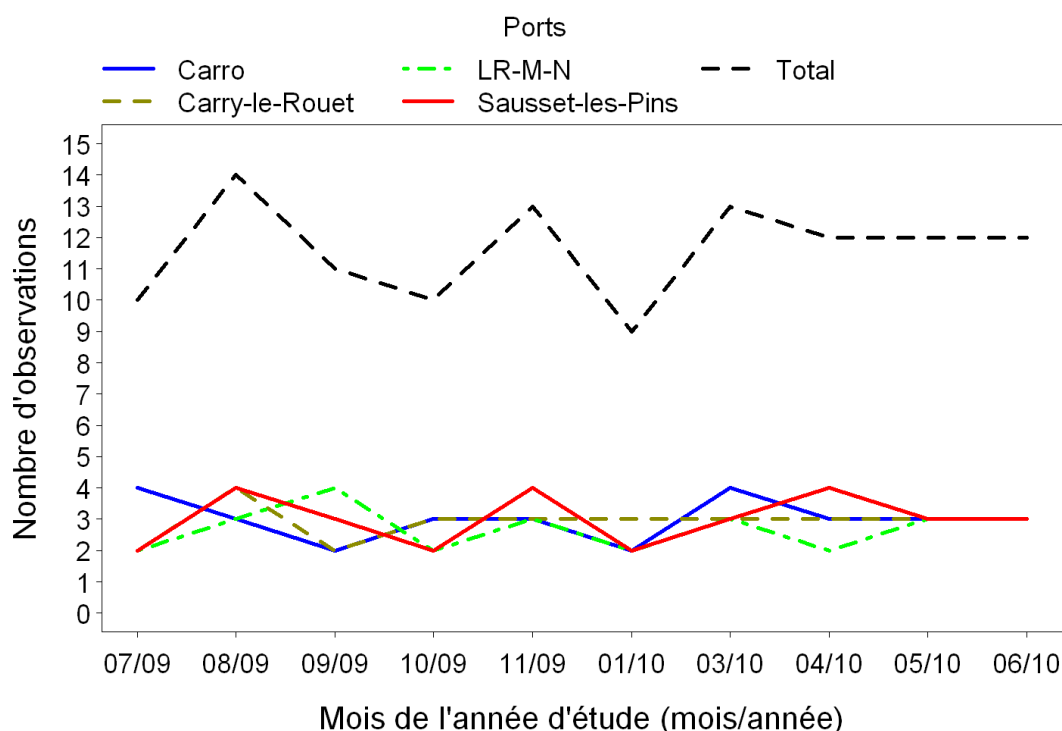


Figure 3.1 : Nombre de jours de sorties de terrain pour l'observation des sorties de pêche aux débarquements sur les 6 ports de la Côte Bleue (LR-M-N : La Redonne – Méjean – Niolon)

Au total, 139 sorties de terrain ont été réalisées du 1^{er} juillet 2009 au 30 juin 2010 (160 si l'on considère les trois premiers mois d'entraînement, d'avril à juin 2009), soit 37 pour le port de Carro, 35 pour le port de Sausset-les-Pins, 35 pour le port de Carry-le-Rouet et 32 pour les ports du

triptyque La Redonne-Méjean-Niolon (Figure 3.1 et Annexe 4). Par mois et en moyenne, 11.6 sorties sur le terrain ont donc été menées.

Collecte des données d'effort

En moyenne, 3 sorties de terrain par mois ont été réalisées pour chaque port du PMCB (étape 1 ; Figure 3.2). A chaque sortie de terrain sur un port, l'ensemble des bateaux actifs³³ et inactifs³⁴ a été relevé (étape 2 ; Figure 3.2). Pour chaque bateau actif et volontaire, les sorties de pêche³⁵ de chaque bateau ont été échantillonnées (étape 3 ; Figure 3.2). Un relevé exhaustif de toutes les opérations de pêche³⁶ effectué lors de la sortie de pêche échantillonnée a ensuite été réalisé (étape 4 ; Figure 3.2). De même, les sorties et opérations de pêche des 6 jours précédents sont relevées pour chaque bateau. Les jours où le bateau était resté à quai étaient considérés comme inactifs. Pour chaque opération de pêche, plusieurs informations étaient relevées systématiquement (Tableau 3.1).

Tableau 3.1 : Informations récoltées pour chaque opération de pêche effectuée lors d'une sortie de pêche échantillonnée, pour le jour même et les 6 jours précédents

Variables renseignées pour chaque opération de pêche

- Espèce ou groupe d'espèces cibles principales et accessoires
 - Engin de pêche (filet maillant, trémail, filet combinés)
 - Longueur
 - Hauteur(s) de chute
 - Taille(s) des mailles
 - Date et heure de calée
 - Date et heure de levée
 - Profondeurs minimums et maximums de calée
 - Lieu de pêche (dessin, points GPS, informations orales)
-

Pour le lieu de l'opération de pêche et lorsque cela était possible, le dessin de la calée était demandé au pêcheur, avec comme support une carte de la zone au 1 : 25 000 (SHOM). Lorsque les lieux de pêche se trouvaient en dehors de la zone, un repère géographique (lieu-dit, balise, etc.), la distance à la côte, la distance à la réserve du PMCB la plus proche et la distance au port d'exploitation ont été

³³ Bateau actif : bateau ayant effectué une sortie de pêche le jour de la sortie de terrain

³⁴ Bateau inactif : bateau étant resté au port le jour de la sortie de terrain

³⁵ Sortie de pêche : sortie en mer pour aller mettre fin à une ou plusieurs opérations de pêche, donnant lieu à un débarquement. Appelée « marée » par le SIH.

³⁶ Opération de pêche : Calée, temps d'immersion, et levée complète d'un engin de pêche. Prend fin lorsque l'engin est relevé lors d'une sortie de pêche. Appelée « séquence de pêche » par le SIH.

demandées. Chaque dessin de calée a été reporté manuellement sur un logiciel de système d'informations géographiques (ArcGIS 9.3®). Autour de chaque dessin de calée, une zone tampon de 50 m de rayon a ensuite été délimitée afin de prendre en compte l'incertitude spatiale liée au dessin, créant ainsi un polygone. Chaque polygone est alors considéré comme la zone de pêche³⁷, où la longueur de filets calée est répartie de façon homogène. Chaque lieu de pêche a été caractérisé par ses distances minimale, moyenne et maximale à la côte, à la réserve la plus proche et au port d'exploitation via l'application GeoWizard®.

Après chaque sortie sur le terrain, les données ont été saisies dans une base de données créée à cette intention, le support utilisé par le SIH s'avérant inadapté à la précision des données récoltées dans cette étude. La mise en place de cette base de données a notamment nécessité une formation de 40 h au logiciel Access, et un temps de travail estimé à plus de 150 h pour son élaboration.

Au total, 1 195 sorties de pêche et 1 940 opérations de pêche (sur 224 lieux de pêches) ont été renseignées pendant la période d'étude. 468 opérations de pêche sont issues d'observations, et le reste (1 472) est issu de reconstitutions.

Collecte des données de captures

Les captures ont été relevées pour un échantillon d'opérations de pêche reconstruites et choisies de manière à être représentatif des métiers pratiqués (étape 5 ; Figure 3.2). Pour chaque échantillon, le nombre d'espèces de la capture totale débarquée a été relevé (de la famille à l'espèce, ou par catégorie d'espèces) et la capture totale a été pesée. Lorsque cela était possible, les individus ont été dénombrés par espèce. Pour certaines captures qui ne pouvaient pas être pesées, des estimations visuelles ont été réalisées. A plusieurs reprises, des caisses, pour lesquelles seul le poids était connu, contenaient un mélange d'espèces. Une photo a alors été prise, photo qui a permis de déterminer le nombre d'individus par espèce contenu dans la caisse. Le poids total par espèce a été obtenu en évaluant visuellement la proportion de l'espèce dans la caisse. Au total, les captures totales débarquées de 142 opérations de pêche ont pu être identifiées et pesées.

³⁷ Zone de pêche : zone où l'opération de pêche s'est déroulée.

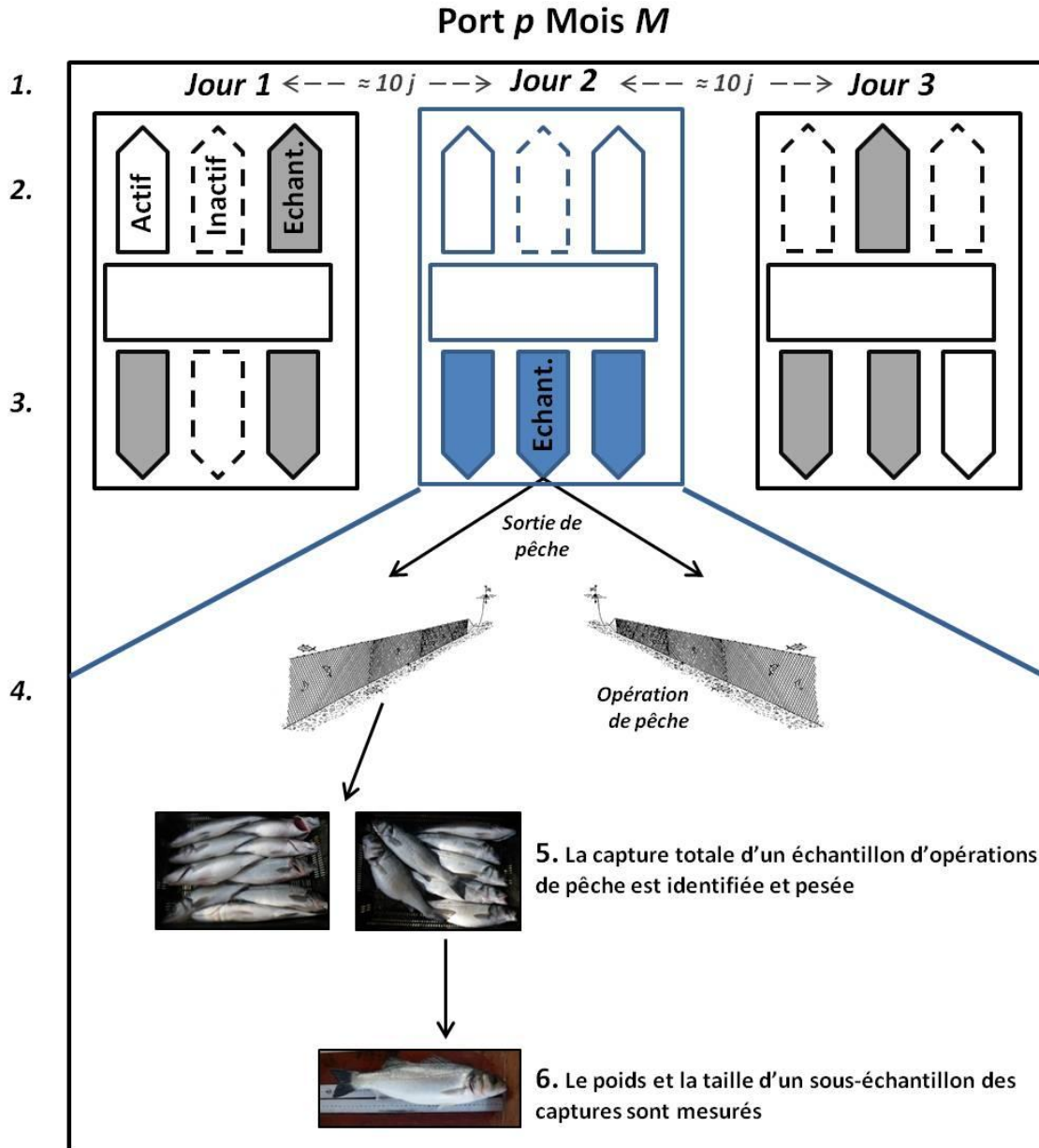


Figure 3.2. Schéma de la collecte des données réalisée lors des observations des sorties de pêche aux débarquements

1. Trois **sorties de terrain** en moyenne (**Jour 1**, **Jour 2**, **Jour 3**) sont réalisés par **mois M** et par **port p** , les sorties étant espacées d'environ 10 jours.
2. A chaque sortie de terrain sur un port, le **nombre** de bateaux **actifs** (*trait plein*) et **inactifs** (*trait pointillé*) est relevé.
3. Les **sorties de pêche** des **bateaux actifs** et volontaires sont **échantillonnées** (*bateaux pleins*).
4. Pour chaque sortie de pêche échantillonnée, **toutes les opérations de pêche** sont relevées et renseignées. Toutes les sorties et les opérations de pêche effectuées les 6 jours précédents la sortie de terrain sont également relevées. Pour chaque opération de pêche, **plusieurs informations** sont récoltées (Tableau 3.1).
5. Pour un échantillon d'opérations de pêche, la **capture totale est identifiée et pesée**.
6. Le **poids et la taille** d'un sous-échantillon des captures sont mesurés.

Des sous-échantillonnages des captures ont été régulièrement effectués afin d'obtenir la taille et le poids moyen des individus par espèce au moyen d'une balance et d'une règle adaptée à la précision recherchée (étape 6 ; Figure 3.2).

3.2 Enquête de perception

Dans le cadre du projet de recherche PAMPA, durant lequel plusieurs AMP ont fait l'objet d'études sur les perceptions, les approches qualitatives et quantitatives ont été associées afin de relever les grandes tendances concernant les perceptions des usagers vis-à-vis des AMP, tout en amenant un niveau de détails suffisant pour l'interprétation de ces perceptions.

Un entretien direct d'une durée moyenne d'environ 45 minutes a été réalisé auprès des 16 patrons de pêche pour lesquels l'activité annuelle a pu être suivie. Cet entretien s'est appuyé sur un questionnaire adapté de celui utilisé dans le cadre du projet de recherche PAMPA (Pelletier 2008), et complété pour les besoins de l'étude. Les questions ont notamment porté sur l'évolution des métiers (longueurs de filets, distance à la côte, nombre de sorties de pêche, taille des mailles) et des captures (biomasse capturée, taille des individus, nombre d'individus, diversité de la capture) et sur l'avenir de la pêche. Seules les enquêtes des patrons de pêche qui ont pu ressentir une évolution des métiers (pratique régulière et depuis au moins 5 ans) ont été pris en compte. De même, la proportion des ventes de leurs captures selon les moyens de vente (criée, vente directe, restaurant) leur a été demandée.

Une partie du questionnaire s'est focalisée sur les perceptions de ces patrons de pêche vis-à-vis de l'effet des mesures de gestion mises en place par la PMCB sur leur propre activité, sur la pêcherie aux petits métiers en général, sur l'environnement et sur l'économie locale. Les perceptions des conflits entre usagers et de leur participation au processus de décision du PMCB ont aussi été abordées (Annexe 5).

Enfin, au vu de la difficulté de demander le nombre total de sorties de pêche pour un cycle annuel à cheval sur deux années, le nombre de sorties sur l'année 2010 a été demandé à chaque pêcheur début 2011.

3.3 Autres sources d'information

Les données issues des calendriers annuels d'activité collectés chaque année par l'IFREMER ont pu être obtenues dans le cadre de cette étude pour les 32 bateaux étudiés. Le calendrier annuel des activités de pêche des bateaux a pour objectif de reconstruire les différents métiers pratiqués par mois pour chaque bateau, notamment selon leur gradient principal d'éloignement à la côte. Cette reconstruction est réalisée par un observateur de l'IFREMER (ou associé) lors d'un entretien annuel avec le patron de pêche du bateau concerné³⁸. Ces données ont notamment été utilisées pour déterminer les métiers pratiqués par les bateaux qui n'ont pas participé à l'étude. Concernant l'activité de ces bateaux et en plus de ces calendriers annuels, un grand nombre de données qualitatives a pu être récolté sur le terrain durant cette étude (informations orales, observations, participation ponctuelle etc.), notamment pendant les 3 mois d'entraînement. Au final, les zones de pêche, les métiers pratiqués ainsi que les longueurs moyennes déployées ont pu être récupérés pour chacun des 32 bateaux étudiés et répartis sur les 6 ports du PMCB.

3.4 Pré-analyse des données : le territoire de la Côte Bleue

Le territoire de la Côte Bleue est le territoire défini *a posteriori* pour lequel les données récoltées sont considérées comme représentatives des métiers, de l'effort et des captures déployées par les pêcheurs de la Côte Bleue qui utilisent le filet comme engin de pêche principal, soit 13 040 ha sans compter les réserves (295 ha ; Figure 3.3). Il est à noter que ce territoire ne se superpose pas au PMCB, ni à celui de la zone Natura 2000 « Côte Bleue Marine ».

³⁸ http://sih.ifremer.fr/content/download/5199/37895/file/descriptif_calendrier_activite_telechargement.pdf

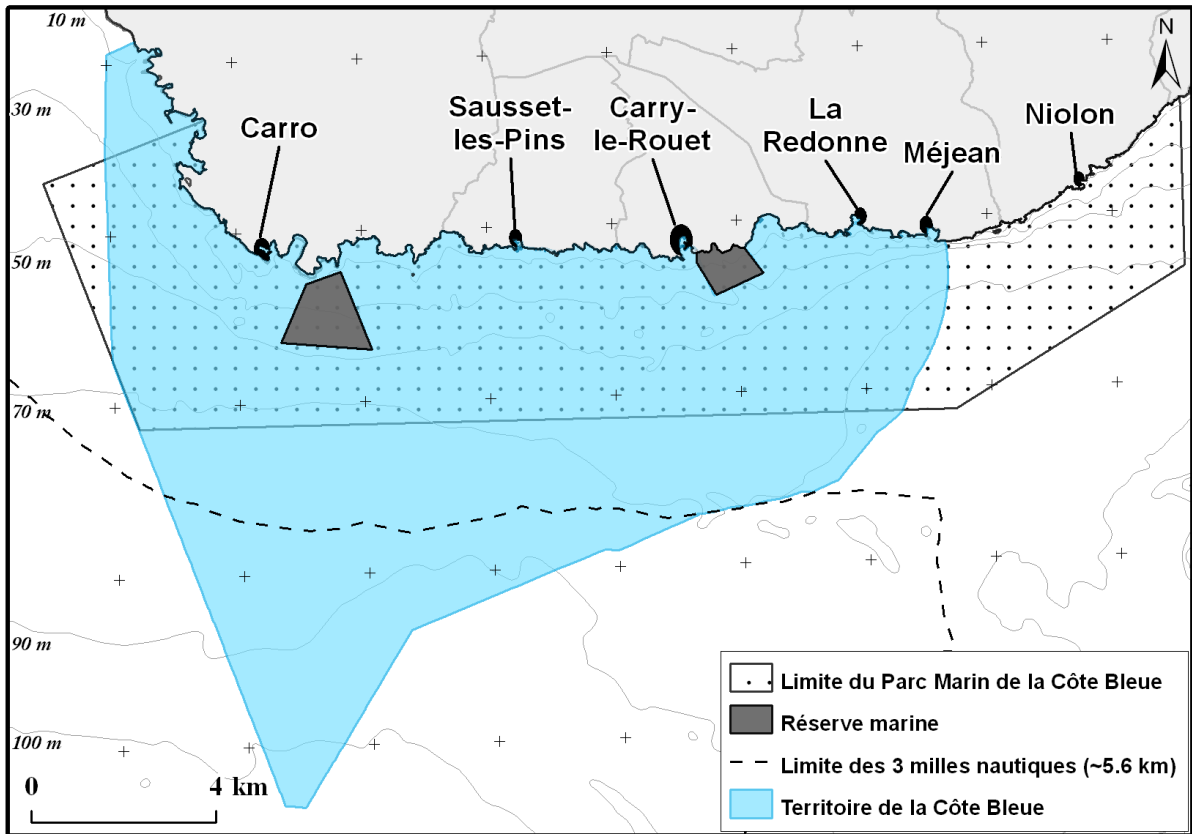


Figure 3.3. Territoire de la Côte Bleue pour lequel les données d’effort récoltées sont considérées comme représentatives de l’effort total, et concerné par l’extrapolation de l’effort et des captures pour chaque métier défini.

Pour finir, toutes les métriques descriptives ainsi que les différents traitements statistiques des données ont été réalisés sous R³⁹.

³⁹ <http://www.R-project.org>

4 Caractérisation de l'activité de pêche **professionnelle aux petits métiers côtiers**

Ce chapitre s'intéresse à caractériser la pêche aux petits métiers côtiers de la Côte Bleue à partir des métiers principaux pratiqués, ainsi que de l'effort et des captures qui y sont associés.

La première partie identifie les métiers principaux pratiqués par les pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers sur le territoire de la Côte Bleue à partir d'analyses multivariées. Chaque métier est caractérisé par un groupe d'espèces cibles, ainsi que par un engin, un territoire et une période de pêche. Le nombre d'espèces débarquées et les captures par unité d'effort diffèrent selon les métiers, notamment selon les caractéristiques des engins et des habitats fréquentés. L'ensemble des métiers pratiqués illustre le dynamisme de la pêcherie de la Côte Bleue pour s'adapter à l'évolution de la ressource présente sur le territoire, dynamisme caractéristique d'une pêche artisanale aux petits métiers côtiers.

La définition des métiers principaux s'avère indispensable pour l'estimation de l'effort et des captures réalisés par la flottille de pêche du PMCB. Dans la deuxième partie de ce chapitre, l'effort de pêche sur le territoire de la Côte Bleue est calculé à partir du nombre de sorties de pêche, du nombre d'opérations de pêche, ainsi que de la longueur de filets calée. Les estimations sont réalisées à l'échelle de l'unité de pêche et de la flottille. Deux unités d'effort sont retenues pour l'estimation des biomasses débarquées. L'une a trait à une unité d'effort métrique (100 m de filets), quand la deuxième se base sur l'unité d'effort « opération de pêche ». L'estimation des captures est réalisée à partir des estimations de l'effort pour chaque métier et concerne la biomasse totale débarquée ainsi que celle débarquée pour chaque espèce ou groupe d'espèces principales. Les différentes estimations laissent à penser que les pressions et les impacts engendrés par la pêche aux petits métiers sont globalement faibles, malgré le manque de points de comparaison à cette échelle.

La troisième partie de ce chapitre s'intéresse à l'évolution de l'activité de pêche sur le territoire de la Côte Bleue à partir d'une étude réalisée en 1988 par Frédéric Bachet, « Potentialités halieutiques de la Côte Bleue ». Couplée aux perceptions des pêcheurs concernés, cette étude permet de discuter de l'évolution du nombre de bateaux, des tactiques de pêche déployées, de l'effort et des captures. Ces évolutions montrent notamment un déclin du nombre de bateaux malgré la présence du PMCB, et d'une augmentation des pressions et des impacts pour certains métiers face à la diminution de la ressource.

4.1 Définition des métiers principaux pratiqués

4.1.1 Introduction

Les espèces ciblées par les pêcheurs sont la clé de toutes les tactiques de pêche déployées pour les capturer. Un métier est ainsi défini comme le savoir-faire d'un pêcheur vis-à-vis de l'espèce ou du groupe d'espèces qu'il cible et pour lequel il emploie un engin spécifique pendant une période et sur un lieu donnés, afin de maximiser la probabilité de capturer cette ou ces espèces. Ce savoir-faire inclut la connaissance de l'écologie des espèces, de leur cycle de vie, de leurs habitats essentiels, et de leur disponibilité au cours de l'année. Le métier combinant espèce cible, engin de pêche, lieu de pêche et temporalité de cette activité s'avère alors être le niveau pertinent auquel l'effort de pêche peut être relié à ses incidences sur les populations exploitées (Pelletier 2003). Les métiers explicitent ainsi la distribution spatio-temporelle de l'effort de pêche et des captures associées, et permettent de plus d'améliorer la stratification des protocoles de suivi (Biseau & Gondeaux 1988, Biseau 1998, Pelletier & Ferraris 2000, Tzanatos et al. 2006). Appréhender l'effort de pêche à l'échelle du métier constitue donc une approche parcimonieuse de l'activité de pêche à l'échelle d'une pêcherie. Au final, les métiers peuvent être considérés comme des unités homogènes pouvant être étudiées et interprétées individuellement pour ce qui est des pressions et impacts sur les ressources. Déterminer les métiers de pêche revient donc à identifier les principaux groupes des unités d'effort (opérations de pêche, sorties, ou bateaux) qui correspondent à des choix similaires en termes d'espèces cibles, d'engins et de sites de pêche. A cet effet, la majorité des études utilise des techniques d'analyse multivariée pour la détermination des métiers à l'échelle d'une pêcherie (Jabeur et al. 2000, Pelletier & Ferraris 2000, Colloca et al. 2004, Garcia-Rodriguez et al. 2006, Stergiou et al. 2006, Tzanatos et al. 2006). Ce type d'analyses permet notamment 1) de produire une synthèse documentée du jeu de données, 2) d'analyser les relations entre les variables retenues, 3) de construire des groupes d'individus (ici, les opérations de pêche), 4) groupes que l'on pourra caractériser par les variables retenues. Les approches diffèrent en général dans la manière de définir les espèces ciblées. La première approche consiste à prendre en compte l'intention du pêcheur, à savoir l'espèce qui conditionnera en amont les moyens déployés pendant l'opération de pêche. Néanmoins, si la prise en compte de l'espèce cible déclarée par le patron de pêche s'est standardisée à l'échelle des suivis de la pêche au niveau méditerranéen (notamment les fiches de pêche de la DPMA, le SIH via le programme d'observations des marées aux débarquements, ainsi que plusieurs études scientifiques comme Tzanatos et al. 2006, Goñi et al. 2008, Forcada et al. 2010), elle reste

encore difficile pour les pêcheries où seules certaines données d'effort (engin, durée) et de captures peuvent être récupérées notamment lors des ventes en criée).

L'information sur les espèces cibles n'étant donc pas toujours disponible dans les statistiques de pêche, leur identification peut se faire à partir des captures réalisées, notamment à partir des biomasses capturées (Biseau & Gondeaux 1988). Cette méthode présente n'est cependant pas la plus pratique. En effet, les espèces discriminantes en terme de biomasse ne représentent pas forcément les espèces ciblées au départ (Biseau 1998). Pour contourner cette hypothèse, Pelletier & Ferraris (2000) ont procédé en deux étapes : d'abord caractériser les lieux de pêche par les espèces qui y sont capturées par l'ensemble de la pêcherie; puis construire les typologies d'opération à partir de l'allocation spatiale de l'effort de pêche, sous l'hypothèse que le pêcheur a choisi le lieu de pêche en fonction du cortège d'espèces ciblées (voir Encadré 3). Ulrich & Andersen (2004) se sont quant à eux basés sur la valeur marchande des espèces capturées pour définir les espèces cibles, celles-ci ayant le plus souvent la valeur marchande la plus élevée. D'autres approches se basent sur le profil des captures et des seuils de proportion par espèce pour affecter un métier à une opération de pêche.

Cette première partie du chapitre a pour objectif d'identifier les principaux métiers pratiqués par la flottille du PMCB, et de les caractériser selon leurs espèces cibles, leurs engins, leur territoire et leur période de pêche, ainsi que leurs profils de captures.

4.1.2 Analyse des données : typologie des opérations de pêche

4.1.2.1 Analyses multivariées

En ce qui concerne les analyses multivariées à utiliser pour déterminer les métiers à partir des opérations de pêche observées sur la Côte Bleue, Pelletier & Ferraris (2000) recommandent une approche en deux étapes (voir Encadré 3). La première étape repose sur une **analyse des correspondances multiples** (Lebart et al. 1984), à partir des unités d'effort choisies et de variables caractéristiques de l'espèce cible, de l'engin, du lieu et de la période de pêche. Cette analyse est couplée à une **classification ascendante hiérarchique** suivant un critère de Ward (Ward 1963, Pelletier & Ferraris 2000) qui permet de regrouper les opérations de pêche en ce que l'on pourra considérer comme un métier. Les analyses ont été réalisées avec le package FactoMineR (Lê et al. 2008).

Encadré 3

Analyse des correspondances multiples :

L'analyse des correspondances multiples est une analyse factorielle qui va permettre de détecter des proximités entre les modalités des variables, entre les individus (ici les opérations de pêche), et entre les deux (Lebart et al. 1984). Cette analyse calcule les coordonnées des individus et des modalités dans un plan à p dimensions (« nuage de points ») selon les modalités que chaque individu prend selon les variables. Les p axes du plan sont ordonnés selon leur contribution (décroissante) à l'inertie du jeu de données et caractérisés par les contributions plus ou moins importantes des différentes modalités à leur construction. L'inertie du jeu de données est une mesure de la dispersion du nuage de points des individus autour de leur centre de gravité. Deux individus (ici des opérations de pêche) seront proches s'ils présentent des ressemblances dans leurs modalités de chaque variable active. Deux modalités de variables seront proches si elles se retrouvent souvent associées parmi les individus.

Classification ascendante hiérarchique :

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a pour objectif de grouper les n individus (ici les opérations de pêche) en classes les plus homogènes possibles selon les variables actives définies (Pelletier & Ferraris 2000) ; ces classes définiront les métiers. La CAH est basée sur le critère d'agrégation de Ward (1963), qui consiste, d'une étape d'agrégation à la suivante, à regrouper les deux classes qui garantissent une augmentation minimale de l'inertie prise en compte par la partition. Le choix du niveau de coupure revêt un caractère important pour la suite de l'analyse, et est notamment conditionné par la part de la variance que l'on cherche à expliquer, le gain d'inertie entre deux niveaux de coupures successifs, mais aussi la connaissance de la pêcherie (Jabeur et al. 2000). Pour plus d'informations sur ces analyses, se reporter à Pelletier & Ferraris (2000) et Lebart et al. (1984).

4.1.2.2 Définitions des variables et de leurs modalités

Quatre variables actives et deux variables illustratives ont été retenues pour ces analyses (Tableau 4.1). Pour rappel, seules les opérations de pêche qui ont utilisé des filets comme engins de pêche ont été prises en considération dans cette analyse. Les opérations de pêche utilisant les pièges et les palangres, de même que les opérations de pêche ayant ciblé les espèces cibles « Denté commun », « Lotte », « Mulet », « Pageot », « Pélamide », « Rascasse », « Sardine » et « Seiche », ont

représenté une trop faible proportion (<1% des espèces cibles déclarées) pour être prises en compte dans la typologie. De même, seules les opérations de pêche qui ont eu lieu sur le **territoire de la Côte Bleue** ont été prises en compte (Figure 3.3, Chapitre 3). Pour chaque variable, le nombre de modalités a été construit de manière à avoir des valeurs similaires d'une variable à l'autre. Pour chaque opération de pêche, les valeurs par variable ont été recodées selon les modalités définies.

Tableau 4.1. Variables actives et illustratives utilisées pour la typologie des opérations de pêche. Le nombre de modalités de chaque variable a été construit de manière à avoir des valeurs similaires d'une variable à l'autre, à l'exception de l'espèce cible.

	Variables	Modalités
Variables actives	Espèce-cible	Langouste Loup Merlu Rouget Sole Soupe Sparidés
	Engin	Filet maillant fixe de fond (« Filet maillant ») Trémail Trémail et filet maillant combinés (« Filet combiné »)
	Saison	Printemps Eté Automne Hiver
	Profondeur moyenne	≤ 20 m 20 – ≤ 45 m > 45 m
Variables illustratives	Distance moyenne à la côte	≤ 500 m 500 – ≤ 1 200 m 1 200 – ≤ 4 000 m > 4 000 m
	Longueur de l'engin	≤ 1 000 m 1 000 – ≤ 2 000 m 2 000 – ≤ 4 000 m > 4 000 m

4.1.2.3 Caractérisation des métiers

En plus des modalités issues de l'analyse multivariée, chaque métier a été caractérisé et illustré par plusieurs variables et métriques⁴⁰ d'effort de pêche et de captures. Les métiers ont ainsi été caractérisés par leur(s) espèce(s) cible(s), le nombre de bateaux pratiquant ce métier, les engins utilisés et leurs caractéristiques ainsi que la période et la zone de pêche (Tableau 4.2). Chaque métier a été caractérisé par les espèces débarquées, les captures par unité d'effort (**CPUE**) au total et par espèce, la taille et la biomasse individuelle (Tableau 4.3). Pour chaque métier, une fiche descriptive a

⁴⁰ On emploiera dans cette partie le terme de descripteur

été réalisée, à destination des gestionnaires, qui reprend l'ensemble des variables calculées⁴¹. Dans ce chapitre, seule l'approche comparative entre les différents métiers identifiés est exposée.

Tableau 4.2. Variables d'effort générales et détaillées caractérisant chaque métier obtenu d'après la typologie, ainsi que les descripteurs et leurs modes de calcul. En italique, les descripteurs obtenus à partir des entretiens sur les perceptions menés avec les 16 patrons de pêche. Seules les perceptions des patrons de pêche ayant pratiqué au moins 5 ans le métier concerné sont retenues.

Variables générales	Variables détaillées	Descripteurs et mode de calcul	
Espèce-cible	Espèce(s) cible(s) principale(s)	Première(s) espèce(s) cible(s) citée(s) par les pêcheurs	
	Espèce(s) cible(s) accessoire(s)	Espèce(s) cible(s) secondairement citée(s) par les pêcheurs	
Flottille	Nombre de bateaux pratiquant le métier	Calculé à partir des données des calendriers mensuels d'activité 2010 collecté par l'IFREMER, et de multiples observations lors de la phase de terrain.	
Engins et caractéristiques	Engin utilisé	Proportion (en %) d'opérations de pêche observées par engin	
	Hauteur de l'engin	Minimum, modes et maximum des hauteurs et des tailles de mailles observées	
	Taille des mailles de l'engin		
	Longueur de l'engin	Minimum, médiane, moyenne et maximum des longueurs observées <i>Perception de l'évolution dans le temps des longueurs de filets utilisées</i>	
Temps d'immersion de l'engin	Date et heure de fin de levée des engins moins date et heure de début de calée		
Période de pêche	Mois concernés	Proportion (en %) observée d'opérations de pêche et de longueurs cumulées de filets par mois	
Zone de pêche	Carte du territoire de pêche	<i>Zones de pêche observées</i>	Zones sur lesquelles se sont déroulées au moins une opération de pêche pendant la période d'étude
		<i>Zones de pêche potentielles</i>	Zones de pêche connues sur lesquelles aucune opération de pêche n'a été observée lors de l'année d'étude, mais potentiellement fréquentables (habitats, informations orales, observations antérieures etc.).
		<i>Limite d'informations</i>	Limite des informations disponibles
	Profondeurs	Minimum et maximum des profondeurs observées Moyenne des profondeurs minimales, moyennes et maximales observées Médiane des profondeurs moyennes observées	
	Distance à la côte	Minimum et maximum des distances à la côte observées Moyenne des distances à la côte minimales, moyennes et maximales observées Médiane des distances à la côte moyennes observées <i>Perception de l'évolution dans le temps des distances à la côte</i>	
	Habitats	Surface par habitat, en pourcentage (selon la typologie Natura 2000 adaptée pour l'étude ; Annexe 6)	

⁴¹ Disponible sur demande (40 pp).

Tableau 4.3. Variables de captures caractérisant chaque métier, ainsi que les descripteurs et leurs modes de calcul. En italique, les descripteurs obtenus à partir des entretiens sur les perceptions menés avec les 16 patrons de pêche. Seules les perceptions des patrons de pêche ayant pratiqué au moins 5 ans le métier concerné sont retenues.

Variables	Descripteurs et mode de calcul
Espèces débarquées	Nombre total d'espèces observées Nombre maximal d'espèces observées pour une opération de pêche Moyenne du nombre d'espèces débarquées par opération de pêche Fréquence d'occurrence par espèce <i>Perception de l'évolution dans le temps du nombre d'espèces débarquées par opération de pêche</i>
Captures par unité d'effort (g/100 m de filets)	CPUE minimum, moyen et maximum par opération de pêche CPUE moyen par espèce (ou genre, ou famille) et par opération de pêche
Taille individuelle	Tailles minimales, moyennes et maximales observées toutes espèces confondues <i>Perception de l'évolution dans le temps de la taille des individus capturés</i>
Biomasse individuelle	Biomasses minimale, moyenne et maximale observées toutes espèces confondues et pour les espèces dont le nombre d'observations est supérieur à 10.

Le relevé exhaustif des espèces débarquées lors d'une opération de pêche n'a pas pu être toujours fait lors de l'échantillonnage des captures. Le nombre d'échantillons disponible pour les indicateurs des espèces débarquées peut ainsi être inférieur à celui disponible pour les biomasses de captures pour certains métiers. Certaines espèces ont ainsi été regroupées au niveau du genre ou de la famille quand des espèces proches étaient trop difficiles à distinguer. De même, les nombreuses espèces de **poissons**⁴² (et de crustacés) utilisées pour préparer le plat populaire « Soupe de poissons » ont été regroupées dans une catégorie particulière « Poissons de soupe » (Tableau 4.4).

Tableau 4.4. Espèces de poissons (et crustacés) associées aux catégories « Poissons de soupe », « *Pagellus spp.* », « *Lophius spp.* » et « *Solea sp.* ».

Catégorie	Espèces associés
Poissons de soupe	<i>Scorpaena porcus</i> , <i>Scorpaena notata</i> , <i>Symphodus spp.</i> , <i>Synodus saurus</i> , <i>Serranus scriba</i> , <i>Serranus cabrilla</i> , <i>Chromis chromis</i> , Gobiidés, <i>Scyllarus arctus</i> (crustacés) etc.
<i>Pagellus spp.</i>	<i>P. acarne</i> , <i>P. bogaraveo</i> , <i>P. erythrinus</i>
<i>Lophius spp.</i>	<i>Lophius budegassa</i> , <i>Lophius piscatorius</i>
<i>Solea sp.</i>	<i>Solea aegyptiaca</i> , <i>S. solea</i>

⁴² Poissons : Téléostéens et chondrichthyens réunis

4.1.3 Résultats : Métiers pratiqués sur le territoire de la Côte Bleue

4.1.3.1 Typologie des opérations de pêche

Analyse des correspondances multiples

Treize axes sont nécessaires pour décrire toute la variabilité du jeu de données. Les 5 premiers axes représentent à eux seuls 66.2% de la variance. L'axe 1 (19.0% d'inertie) est représenté par les groupes d'espèces cibles « Sole » (21.4% de contribution à sa construction) et « Sparidés » (10.5%). L'engin représentatif de cet axe est le « Trémail » (16.5%), la saison « Hiver » (10.3%), et une profondeur supérieure à 45 m (13.7%). L'axe 2 (13.7%) est quant à lui représenté par l'espèce cible « Merlu » (28.9%), et les engins « Filet maillant » (13.2%) et « Trémail » (12.8%). L'axe 3 (13.3%) voit participer à sa construction les groupes d'espèces cibles « Loup » (15.8%) et « Soupe » (10.2%), la saison « Eté » (11.3%) et les profondeurs inférieures à 20 m (11.4%) et comprise entre 20 et 45 m (11.0% ; Figure 4.1, Figure 4.2, Figure 4.3 et Tableau 4.5).

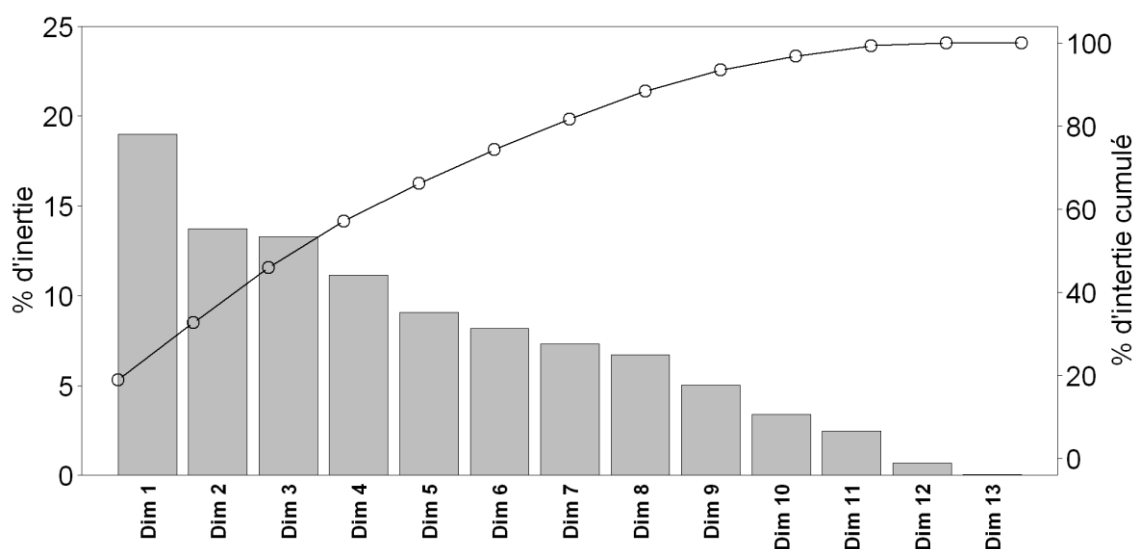


Figure 4.1. Eboulis des valeurs propres en pourcentage d'inertie et en pourcentage d'inertie cumulé pour les 13 axes (Dim) caractérisant le jeu de données.

Tableau 4.5. Caractérisation des axes factoriels de l'analyse à correspondances multiples par les variables actives dont la contribution à la construction de l'un des 5 premiers axes est supérieure à 10% (normal), et compris entre 5% et 10% (en italique)

Axes	Inertie (%)	Espèce-cible	Engin	Saison	Profondeur moyenne
1	19.0	Sole, Sparidés	Trémail, <i>Filet combiné</i>	Hiver	> 45 m ; 20 – ≤ 45 m
2	13.7	Merlu, <i>Langouste</i>	Filet maillant, Trémail, <i>Filet combiné</i>	-	> 45 m
3	13.3	Loup, Soupe, <i>Rouget</i>	-	Été, <i>Automne</i> , <i>Hiver</i>	≤ 20 m ; 20 – ≤ 45 m
4	11.1	Loup, Rouget, <i>Merlu</i>	Filet combiné	-	≤ 20 m
5	9.1	Langouste, <i>Sole</i>	<i>Filet combiné</i>	-	20 - ≤ 45 ; ≤ 20 m

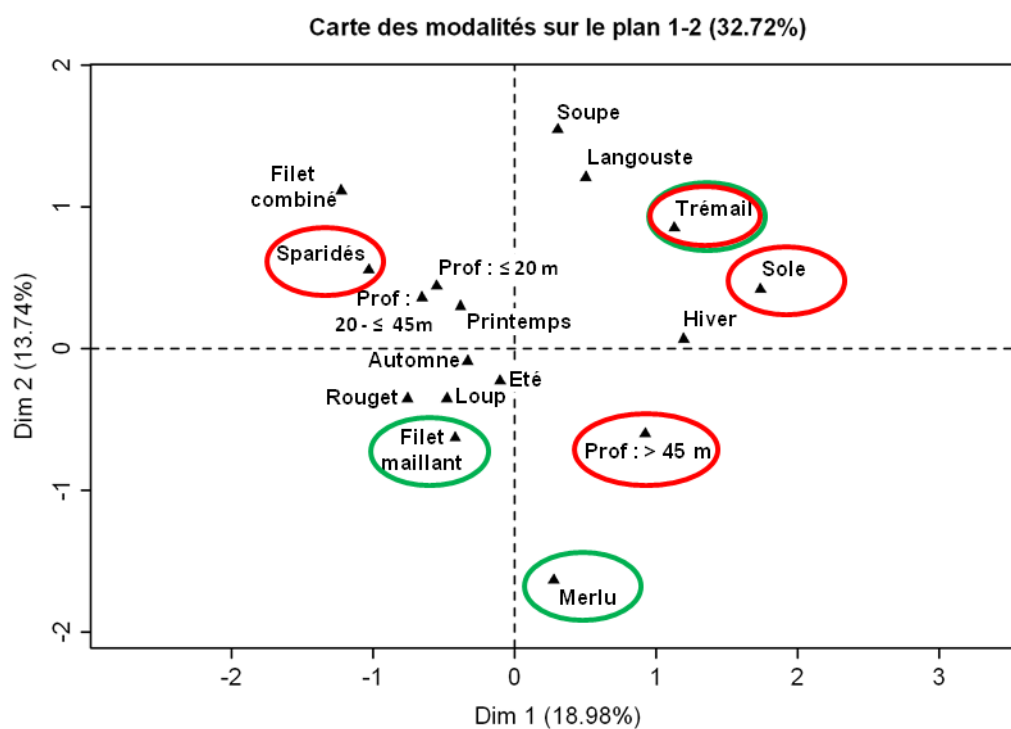


Figure 4.2. Représentation des catégories actives des deux premiers axes factoriels. En rouge, les modalités contribuant pour plus de 10% à la construction de l'axe factoriel « Dim 1 ». En vert, celles contribuant pour plus de 10% à l'axe factoriel « Dim 2 ».

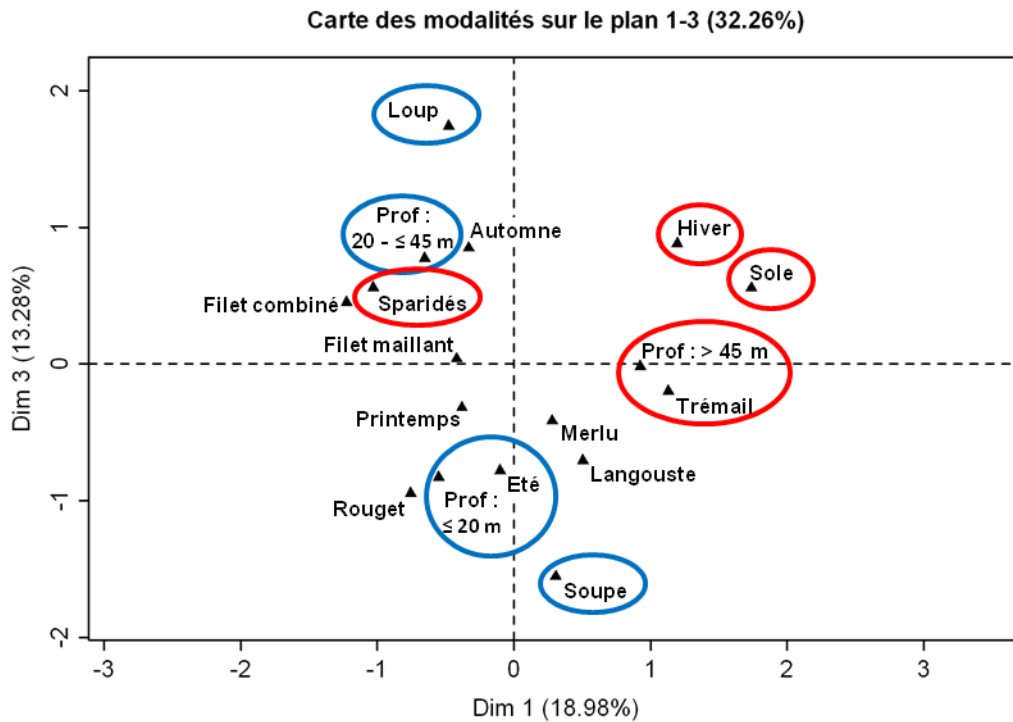


Figure 4.3. Représentation des catégories actives du premier et du troisième axe factoriel. En rouge, les modalités contribuant pour plus de 10% à la construction de l'axe factoriel « Dim 1 ». En bleu, celles contribuant pour plus de 10% à l'axe factoriel « Dim 3 ».

Classification hiérarchique ascendante

Le niveau de partition choisi à partir de l'arbre hiérarchique et du gain d'inertie selon le niveau de partition donne 7 classes différentes. Le gain d'inertie totale au niveau de partition choisi est de 2.21. Cette partition explique 67.9% de la variance du jeu de données (Figure 4.4 et Figure 4.5). Un niveau de partition amenant à huit classes a aussi été testé, qui divise la première classe en deux selon les engins utilisés (filet combiné d'un côté, filet maillant fixe de l'autre) et permet un gain d'inertie de 2.4 avec une part de variance expliquée de 73%. La connaissance du terrain montre que le choix des engins utilisés pour cette classe et le groupe d'espèces cibles qui la caractérise ne dépend pas de la tactique de pêche à déployer pour les capturer, mais de la préférence et des habitudes individuelles des bateaux. Cette partition plus fine n'a pas été retenue.

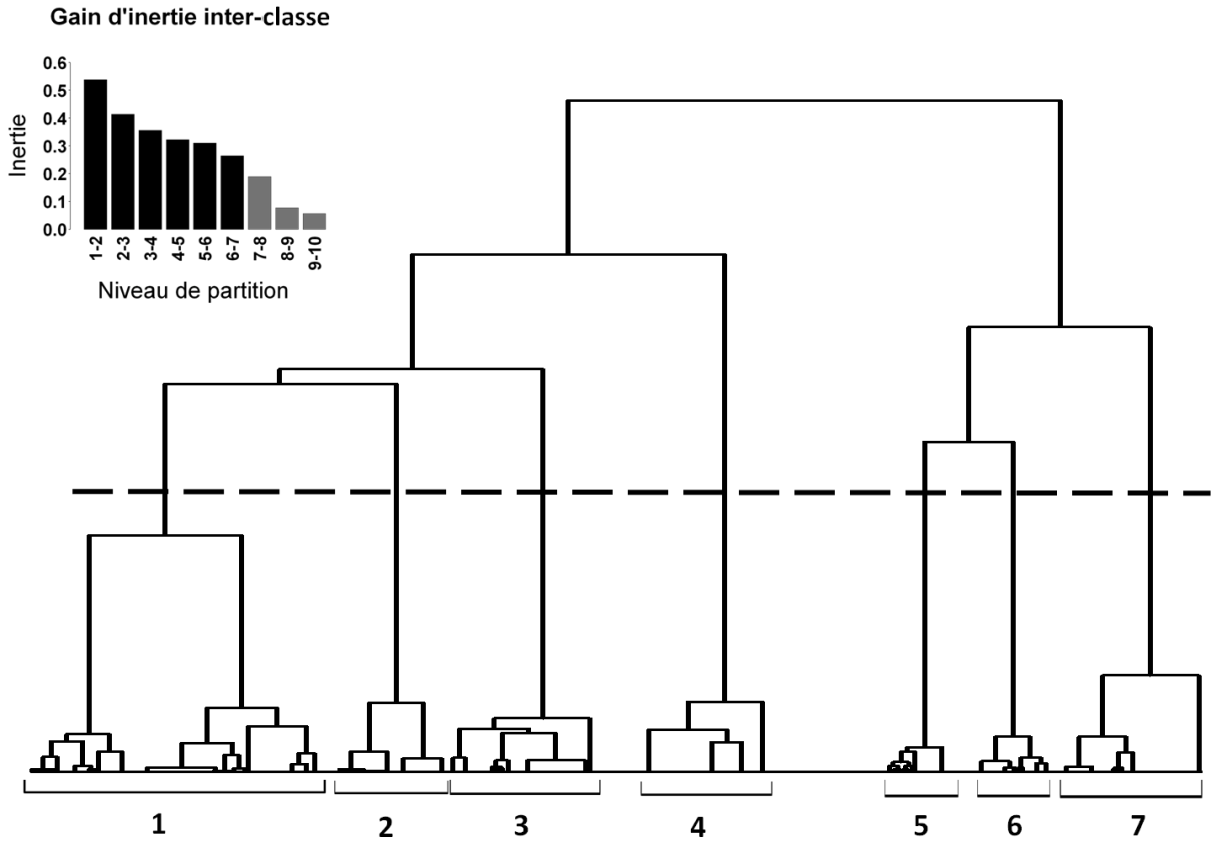


Figure 4.4. Arbre hiérarchique, niveau de partition (indiqué par la ligne en tirets) et gain d'inertie inter-métier selon le niveau de partition (encart).

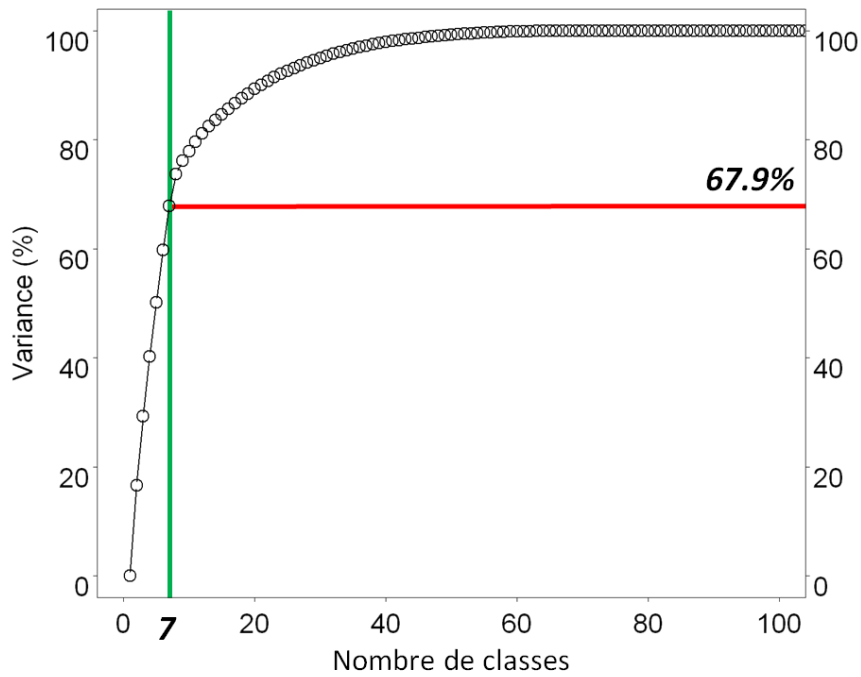


Figure 4.5. Part de variance expliquée (en %) en fonction du niveau de partition choisi. Le niveau de partition sélectionné est en vert, avec la part de variance expliquée.

4.1.3.2 Caractérisation des métiers

Chaque classe obtenue à partir des analyses multivariées est considérée comme un métier et appelée comme tel. Chaque métier est caractérisé par un groupe d'espèces cibles, un engin, un lieu (profondeur et distance moyenne comme proxy) et une période de pêche. Il comprend 100% des opérations de pêche d'un groupe d'espèces cibles (Tableau 4.6). Les sept métiers obtenus à partir de la classification hiérarchique ascendante peuvent alors être caractérisés et nommés d'après le nom du groupe d'espèces cibles.

Tableau 4.6. Caractérisation des classes résultant de la typologie. Pour chaque modalité de chaque variable, la proportion d'opérations de pêche par classe comprenant la modalité (en %) est indiquée. En gras, les modalités pour lesquelles le test de la différence de proportion entre la classe et l'ensemble des 1696 opérations de pêche est significatif (p-value au minimum inférieure à 0.02). Sur fond gris, les variables actives et illustratives caractéristiques de chaque classe.

			Métier 1. Sparidés	Métier 2. Loup	Métier 3. Rouget	Métier 4. Merlu	Métier 5. Soupe	Métier 6. Langouste	Métier 7. Sole	Total	
			<i>Nb d'OP</i>	<i>Nb d'OP</i>	<i>Nb d'OP</i>	<i>Nb d'OP</i>	<i>Nb d'OP</i>	<i>Nb d'OP</i>	<i>Nb d'OP</i>	<i>Nb d'OP</i>	
			<i>% d'OP</i>	<i>% d'OP</i>	<i>% d'OP</i>	<i>% d'OP</i>	<i>% d'OP</i>	<i>% d'OP</i>	<i>% d'OP</i>	<i>% d'OP</i>	
Variables actives	Espèce-cible	Langouste	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	6.8	
		Loup	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	
		Merlu	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	19.2	
		Rouget	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	
		Sole	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	7.3	
		Soupe	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	17.5	
		Sparidés	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	
		Engin	Filet maillant	62.5 (n.s)	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	59.0
		Trémail	1.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	31.8	
		Filet combiné	37.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	
	Prof. moyenne	≤ 20 m	32.2 (n.s)	24.1 (n.s)	71.3	0.0	79.0	21.6 (n.s)	1.0	28.7	
		20 – ≤ 45 m	65.4	75.2	23.0 (n.s)	0.0	16.9	49.1	4.4	31.8	
		> 45 m	2.4	0.7	5.7	100.0	4.0	29.3	94.6	39.6	
		Saison	Printemps	40.4	1.3	36.6	26.3 (n.s)	32.3 (n.s)	44.0	10.8	28.4
		Eté	24.5	0.0	44.9	53.1	50.8	51.7	8.8	32.0	
		Automne	30.3	54.9	15.5	12.3	8.9	3.4	21.6 (n.s)	21.8	
		Hiver	4.8	43.8	3.0	8.3	4.0	0.9	58.8	17.8	
	Variables illustratives	Distance moyenne à la côte (m)	≤ 500	59.9	43.8	66.4	0.0	80.6	8.6	3.4	36.1
			500 – ≤ 1200	34.1	53.6	23.0 (n.s)	0.0	16.4 (n.s)	46.6	2.0	21.5
1200 – ≤ 4000			6.0	2.6	10.6	50.0	4.0	39.7	53.4	25.3	
> 4000			0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	5.2	41.2	17.2	
Longueur des filets (m)		≤ 1000	69.2	62.1	7.2	27.0	66.1	20.7	0.3	35.2	
		1000 – ≤ 2000	29.5 (n.s)	32.7 (n.s)	59.2	16.9	34.9 (n.s)	50.0	10.1	30.4	
		2000 – ≤ 4000	0.5	1.3	33.6	56.1	0.0	29.3 (n.s)	42.3 (n.s)	25.6	
		> 4000	0.7	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	47.3	8.8	

Chaque métier est aussi caractérisé par un unique engin (le « Filet maillant » pour les métiers « Loup », « Rouget » et « Merlu », le « Trémil » pour les métiers « Soupe », « Langouste » et « Sole »), excepté pour le métier « Sparidés » qui utilise les 3 engins. L'utilisation du « filet combiné » (37.5%) est néanmoins typique de ce métier, à l'inverse du trémil (1%). Chaque filet est caractérisé par des hauteurs (de 1 à 15 m maximum) et des mailles (de 38 à 143 mm) adaptées aux espèces ciblées (Annexe 7). Le nombre de bateaux pratiquent varie selon le métier. Les métiers les plus pratiqués « Sole », « Merlu » et « Sparidés » concernent plus de 15 bateaux (18, 16, 16 respectivement), alors que le métier le moins pratiqué (« Soupe ») concerne seulement 10 bateaux (Tableau 4.7).

Tableau 4.7. Nombre de bateaux concernés pour chaque métier défini d'après la typologie pour l'ensemble des ports de la Côte Bleue.

	M.1 "Sparidé"	M.2 "Loup"	M.3 "Rouget"	M.4 "Merlu"	M.5 "Soupe"	M.6 "Langouste"	M.7 "Sole"
Nb de bateaux concernés	16	13	13	16	10	14	18

Territoire de pêche

L'ensemble du territoire de la Côte Bleue est potentiellement exploitable par la flottille établie sur le PMCB. Si les zones observées sont essentiellement concentrées à l'Ouest de la Côte Bleue, l'Est du PMCB reste potentiellement exploitable et exploité, notamment par les pêcheurs de l'Estaque et de l'Ouest de Marseille. Les territoires de pêche sont caractéristiques des métiers pratiqués, et donc des habitats adéquats pour la capture des espèces ciblées (Figure 4.6 et Figure 4.7).

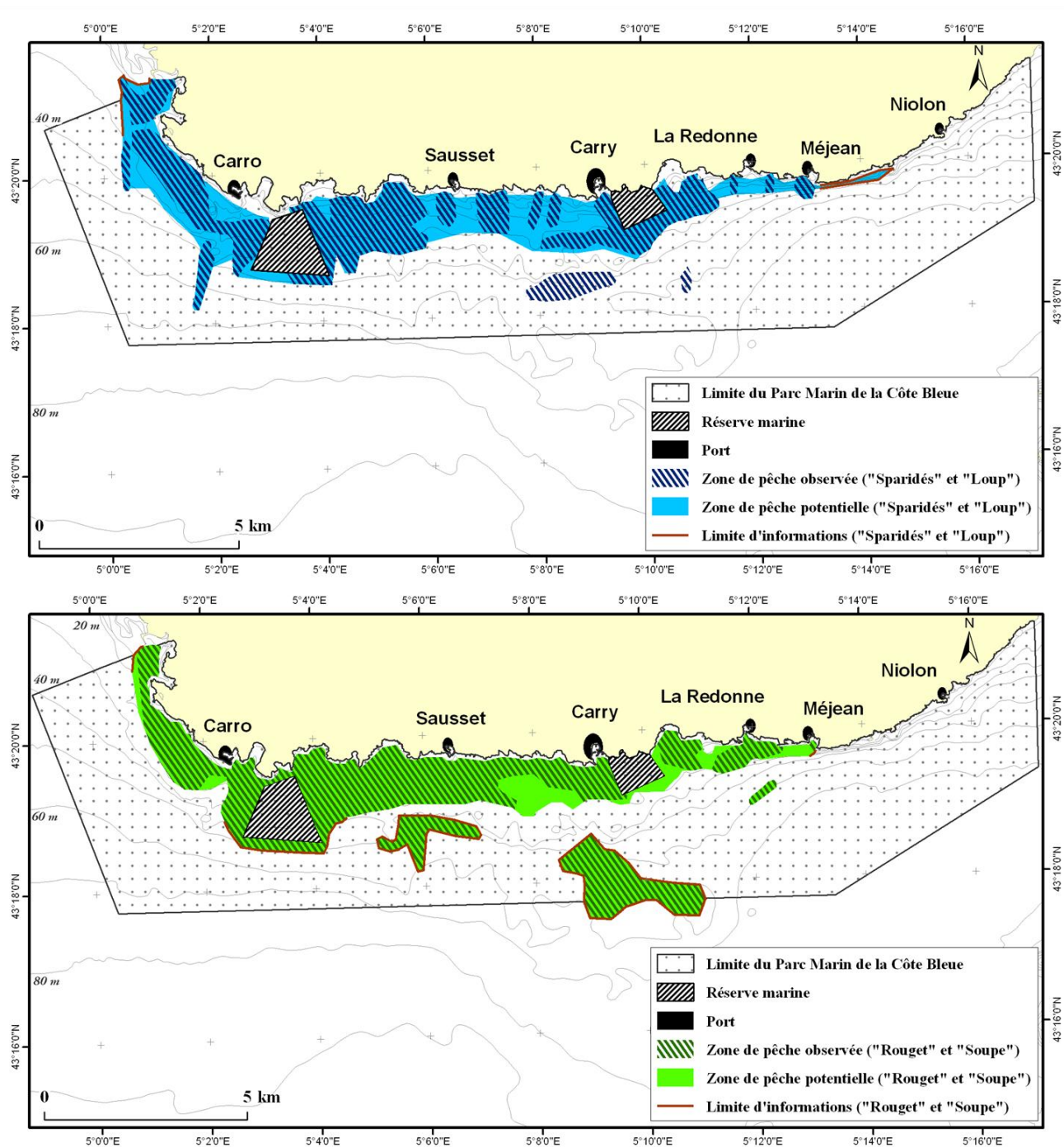


Figure 4.6. Zone de pêche observée et zone de pêche potentielle du territoire de la Côte Bleue et de ses alentours pour les combinaisons⁴³ de métiers « Sparidés » et « Loup », et « Rouget » et « Soupe », et limite d'informations⁴⁴.

⁴³ Différents métiers pouvant avoir les mêmes zones de pêche observées et potentielles, une même carte a été réalisée pour ces combinaisons de métiers.

⁴⁴ Limite d'informations : limite au-delà de laquelle les informations spatiales ne sont plus disponibles.

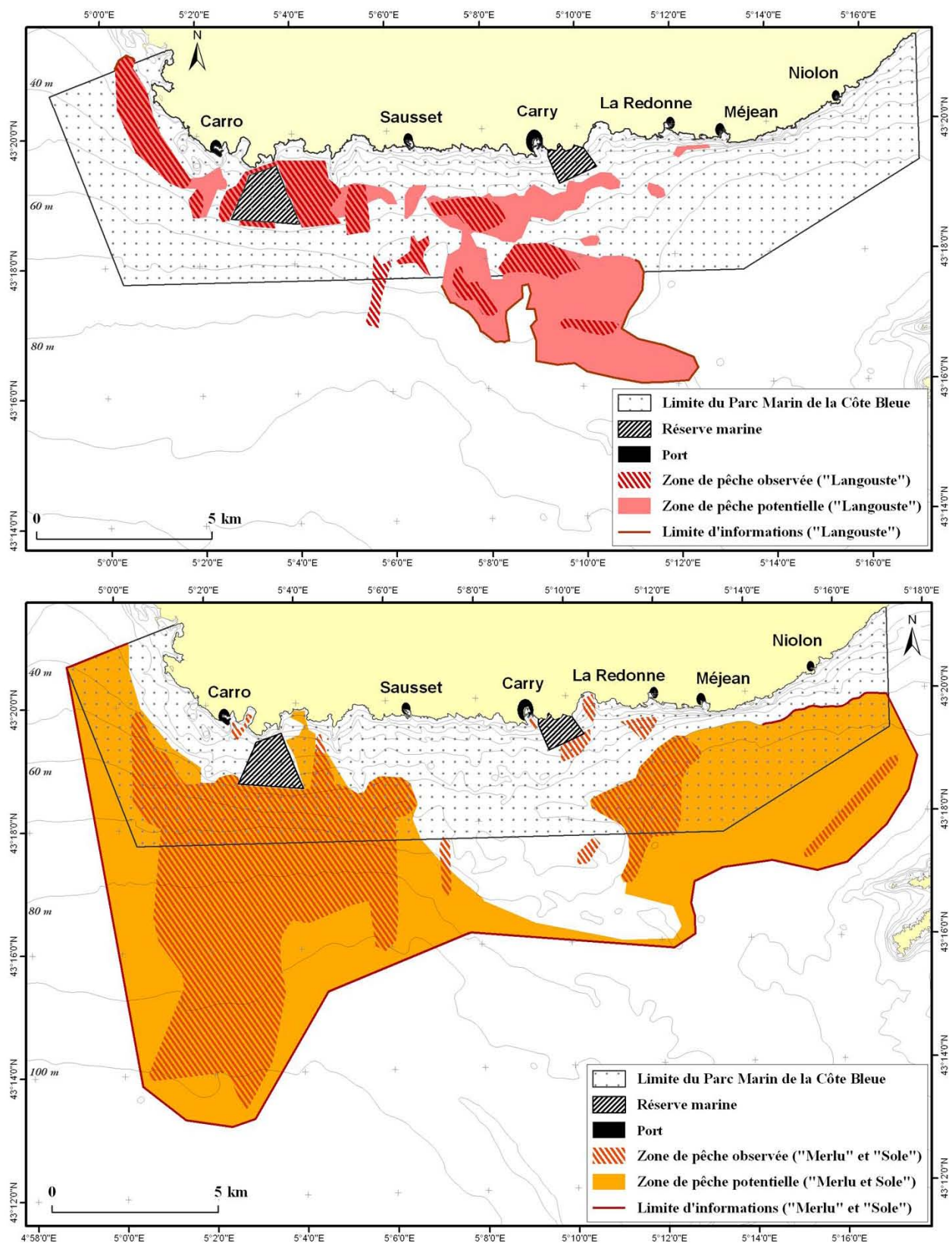


Figure 4.7. Zone de pêche observée et zone de pêche potentielle du territoire de la Côte Bleue et de ses alentours pour les combinaisons de métiers «Merlu » et « Sole », et le métier « Langouste », et limite d'informations.

Concernant les habitats fréquentés, les métiers « Sole » et « Merlu », et dans une moindre mesure le métier « Langouste », fréquentent presque exclusivement les substrats meubles (détritiques côtiers, envasés, etc.). Si le métier « Soupe », et à un degré moindre le métier « Rouget » fréquentent en majorité les herbiers de posidonie et les roches infralittorales à macroalgues photophiles, les métiers « Sparidés » et « Loup » se partagent entre substrats meubles (détritiques) et substrats durs (herbiers de posidonie, roches infralittorales etc. ; Figure 4.8).

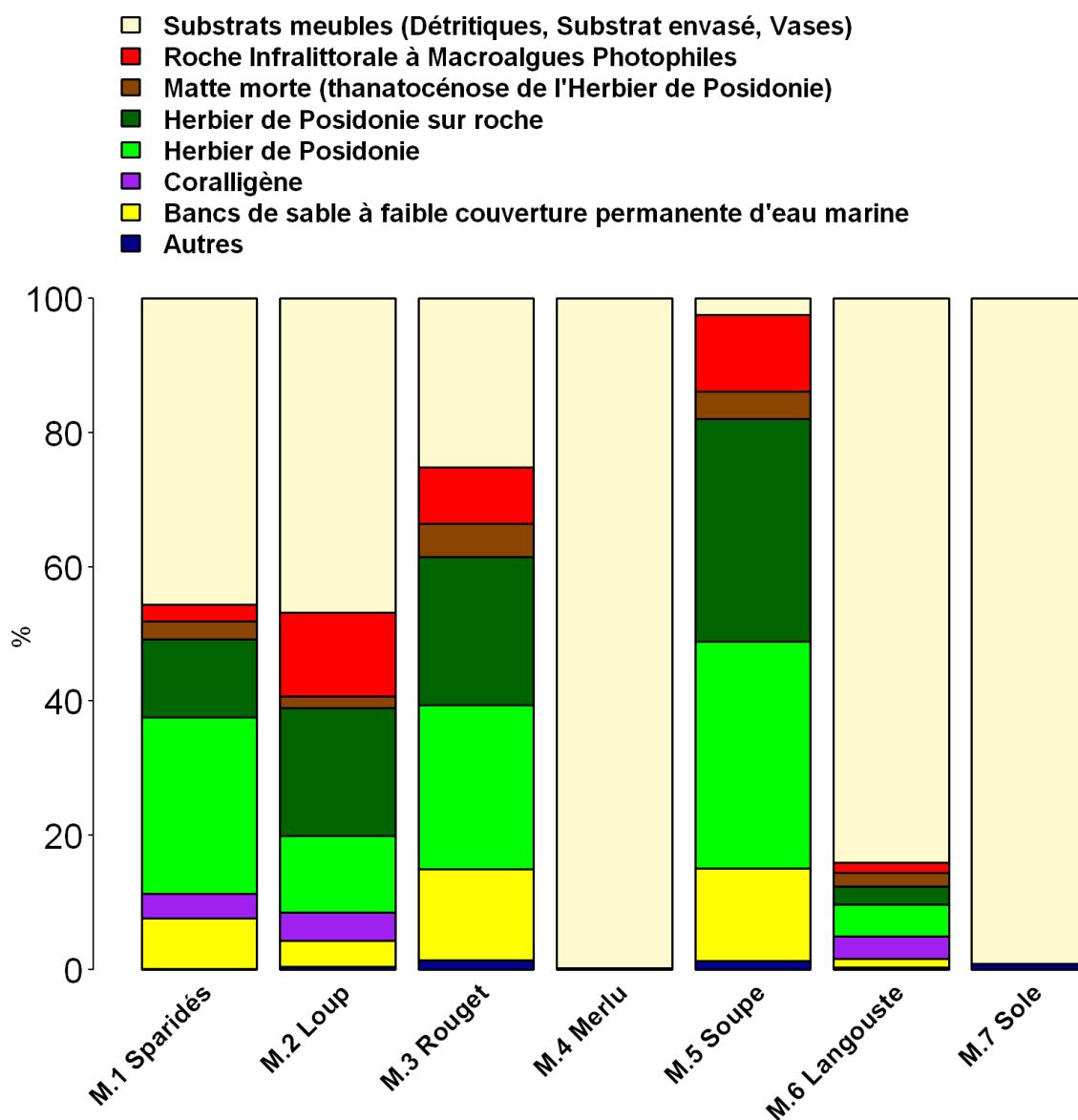


Figure 4.8. Surface des habitats en pourcentage (selon une adaptation du référentiel Natura 2000) par métier. Source des données habitats : Agence des Aires Marines Protégées, PMCB, GIS Posidonie.

En ce qui concerne les profondeurs moyennes des opérations de pêche, les métiers « Rouget » et « Soupe » ont plus fréquemment lieu dans des profondeurs inférieures à 20 m ($p < 0.001$), alors que les métiers « Sparidés » et « Loup » fréquentent des profondeurs moyennes allant de 20 à 45 m

($p < 0.001$). 100% et 95 % des opérations de pêche des métiers « Merlu » et « Sole » ont lieu dans des profondeurs supérieures à 45 m ($p < 0.001$). Si les profondeurs comprises entre 20 et 45 m caractérisent le métier « Langouste » (49.1% des opérations de pêche, $p < 0.001$), le pourcentage des opérations de pêche pour les autres catégories de profondeurs n'est pas négligeable ($> 20\%$; Figure 4.9 et Tableau 4.6).

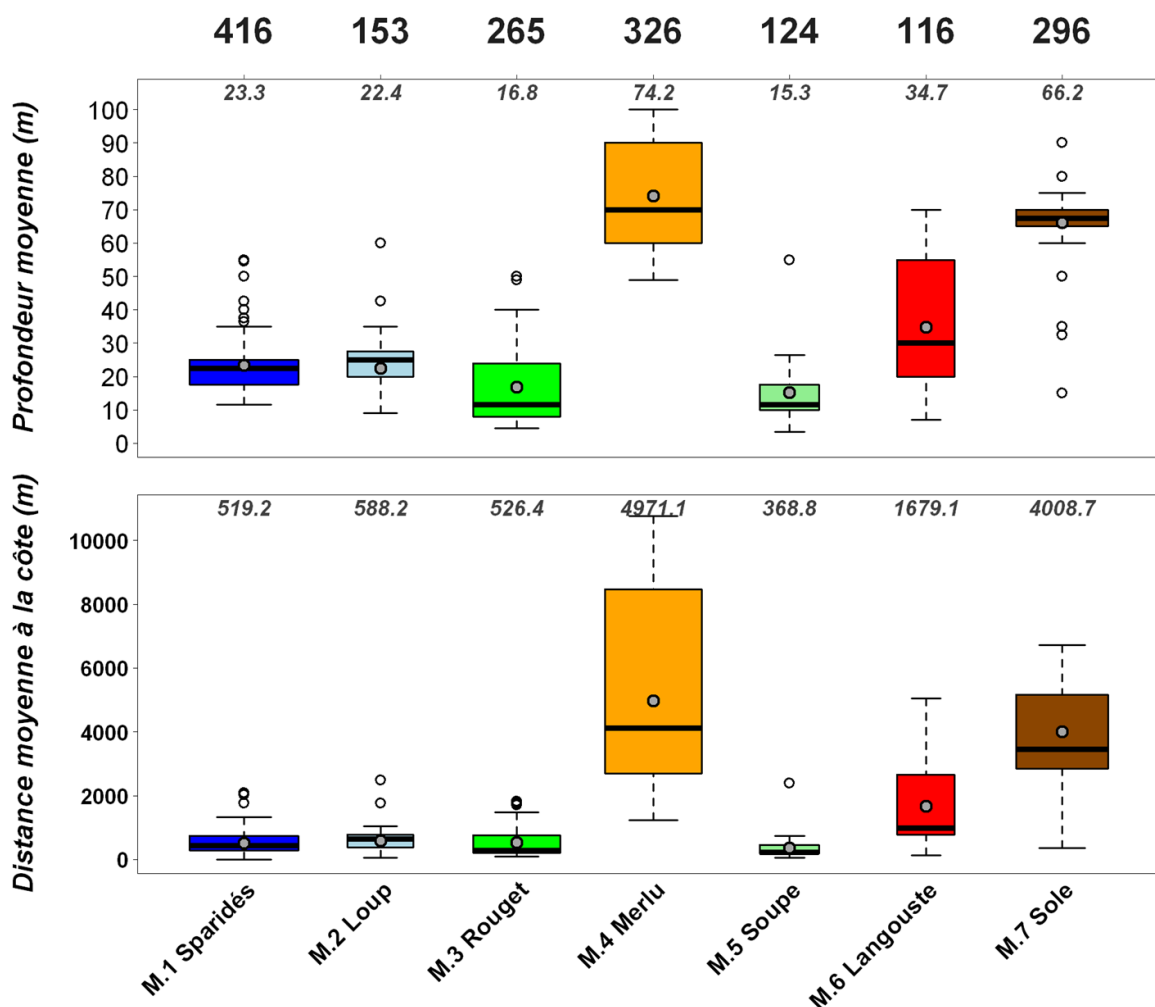


Figure 4.9. Distribution de la profondeur moyenne et de la distance moyenne à la côte par opération de pêche et par métier. Les points représentent les moyennes de ces variables par métier, indiqués au-dessus de chaque boxplot. Tout en haut, le nombre d'échantillons par métier⁴⁵.

Les mêmes tendances sont observées pour les distances moyennes à la côte. Les métiers « Rouget » et « Soupe » ont plus fréquemment lieu dans les 500 premiers mètres à la côte (respectivement

⁴⁵ Rappel pour la lecture des boxplots : La valeur médiane est incluse dans une « boîte » définie par les quartiles (75% des opérations de pêche sont inclus dans ce rectangle). L'épaisseur de la boîte correspond à la racine carrée du nombre d'échantillons. Des segments partent des boîtes jusqu'aux 5^{ème} et 95^{ème} centiles. Les valeurs que prennent les opérations de pêche pour la variable donnée sont représentées par des cercles vides. Dans un souci de lisibilité, certaines valeurs extrêmes n'ont pas été représentées graphiquement.

66.4% et 80.6% des opérations de pêche ; $p < 0.001$), quand les opérations de pêche des métiers « Sparidés » et « Loup » sont concernées par les 1 200 premiers mètres (94% et 97% respectivement, pour des valeurs moyennes de 519 m et 588 m). Les opérations de pêche pour les métiers « Merlu » et « Sole » ont lieu en moyenne plus loin de la côte, au-delà de 1 200 m ($p < 0.001$; Figure 4.9 et Tableau 4.6). Lorsque l'on interroge les patrons de pêche échantillonnés sur l'évolution des distances moyennes à la côte de leurs zones de pêche, celles-ci semblent avoir peu évolué depuis le début de leur activité, mis à part peut-être pour le métier « Merlu » (Figure 4.10).

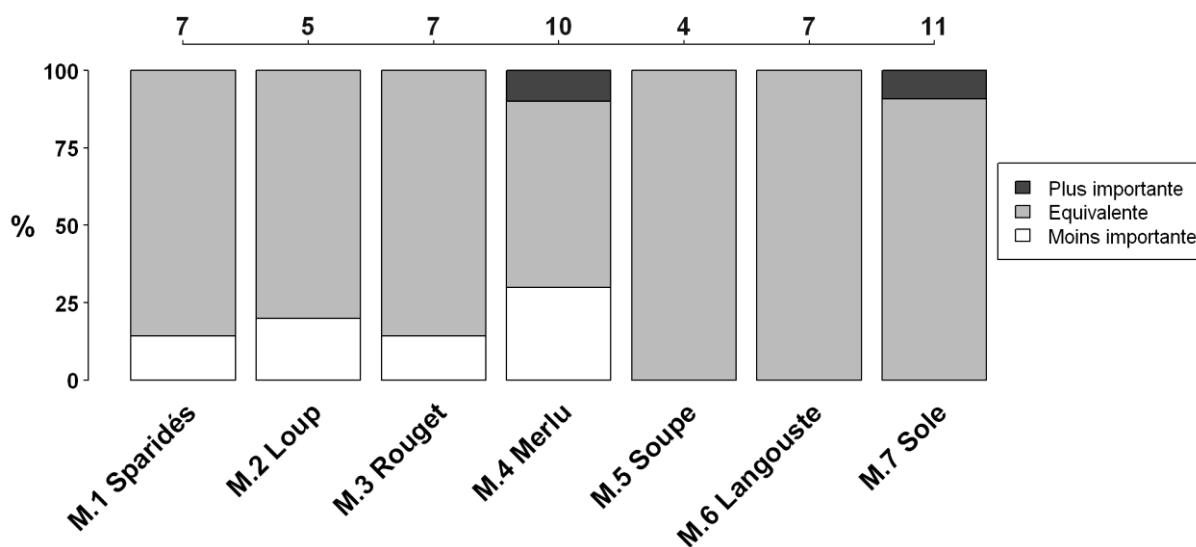


Figure 4.10. Perceptions de l'évolution de la distance moyenne à la côte par opération de pêche et par métier par les 16 pêcheurs ayant répondu aux questionnaires. Tout en haut, le nombre de pêcheurs concerné par une éventuelle évolution des métiers (au moins 5 ans de pratique et une pratique régulière de l'engin).

Période de pêche

Chaque métier est aussi caractérisé par une saison de pêche. Les opérations de pêche des métiers « Merlu » (mars – octobre) et « Soupe » (avril-septembre) ont ainsi lieu plus fréquemment en été ($p < 0.001$). C'est également le cas des métiers « Rouget » (avril – octobre) et « Langouste » (avril – août), ce dernier ayant aussi plus fréquemment lieu au printemps ($p < 0.001$). A l'inverse, les métiers « Soles » (novembre – avril) et « Loup » (octobre – février) sont caractérisés par la saison d'hiver. Les Loups ont aussi une fréquence plus élevée en automne ($p < 0.001$). Enfin, le métier « Sparidés » a lieu plus fréquemment au printemps (40% des opérations de pêche) et en été (30%). La période de pêche de ce métier va de mars à novembre, avec deux pics en avril-mai et en septembre-octobre (Tableau 4.6 et Tableau 4.8). Chaque métier est ainsi caractérisé par une période de pêche, qui regroupe au moins 85% de l'activité de pêche observée (nombre d'opérations de pêche ou longueur de filets calée). La saisonnalité des métiers est donc bien marquée.

Tableau 4.8. Pourcentage d'opérations de pêche (OP) et de longueur de filets observées pendant l'année d'étude par cluster. La colonne « Tot » représente le total des pourcentages des mois dont l'activité par métier est supérieure à 5% (cellules grisées). Les cellules gris clair représentent les mois où l'activité observée est comprise entre 5 et 10%, les cellules en gris foncées ceux avec une activité supérieure à 10%. En pointillé, la période de pêche retenue pour chaque métier.

	Pourcentage	2009						2010						Tot
		07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	
M.1 Sparidés	OP observées	7.0	8.4	16.1	10.6	5.8	3.4	1.0	0.0	6.5	13.9	18.8	8.7	95.8
	Longueur de filets observée	5.7	8.9	15.1	10.7	6.8	3.6	0.6	0.0	6.9	15.5	16.0	10.3	95.9
M.2 Loups	OP observées	0.0	0.0	0.0	7.8	34.0	15.0	25.5	16.3	0.7	0.7	0.0	0.0	98.6
	Longueur de filets observée	0.0	0.0	0.0	3.5	25.8	17.2	37.2	15.1	0.6	0.6	0.0	0.0	95.3
M.3 Rougets	OP observées	13.2	16.6	11.3	7.2	1.9	0.4	2.3	0.4	1.5	17.7	10.2	17.4	93.6
	Longueur de filets observée	13.1	15.6	10.5	8.0	2.5	0.4	3.2	0.6	1.8	16.9	11.3	16.1	91.5
M.4 Merlus	OP observées	16.9	21.5	10.4	4.3	1.8	2.5	3.1	0.6	5.8	17.2	3.4	12.6	87.8
	Longueur de filets observée	18.6	21.1	9.0	5.4	1.0	1.9	3.5	0.1	4.8	17.8	3.9	13.0	88.8
M.5 Soupe	OP observées	12.9	23.4	12.9	0.8	3.2	0.0	2.4	0.0	1.6	14.5	11.3	16.9	91.9
	Longueur de filets observée	11.7	22.4	10.3	0.7	3.7	0.0	4.4	0.0	1.5	16.9	11.1	17.3	89.7
M.6 Langouste	OP observées	19.0	23.3	0.0	2.6	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	29.3	8.6	15.5	95.7
	Longueur de filets observée	20.1	24.6	0.0	1.3	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	28.6	11.6	12.8	97.7
M.7 Soles	OP observées	0.0	6.1	0.7	2.0	9.1	12.2	29.4	13.9	16.2	7.8	0.3	2.4	88.6
	Longueur de filets observée	0.0	1.6	0.2	0.7	7.0	11.8	34.3	17.8	18.3	6.9	0.1	1.3	96.1

Longueur de filets et temps d'immersion

Concernant les longueurs moyenne de filets, les métiers « Sparidés », « Loup » et « Soupe » utilisent plus fréquemment des longueurs de filets inférieures à 1 000 m, alors que le métier « Langouste » utilisent plus fréquemment des longueurs comprises entre 1 000 et 2 000 m ($p < 0.001$). Le métier « Rouget » utilise une plus large gamme de longueurs de filets, comprise entre 1 000 et 4 000 m (92.8% des opérations de pêche), quand le métier « Merlu » utilise plus fréquemment la longueur de filets comprise entre 2 000 et 4 000 m ($p < 0.001$). Les filets de longueur supérieure à 4 000 m sont typiques du métier « Sole » (5 640 m ; $p < 0.001$; Tableau 4.6 et Figure 4.11).

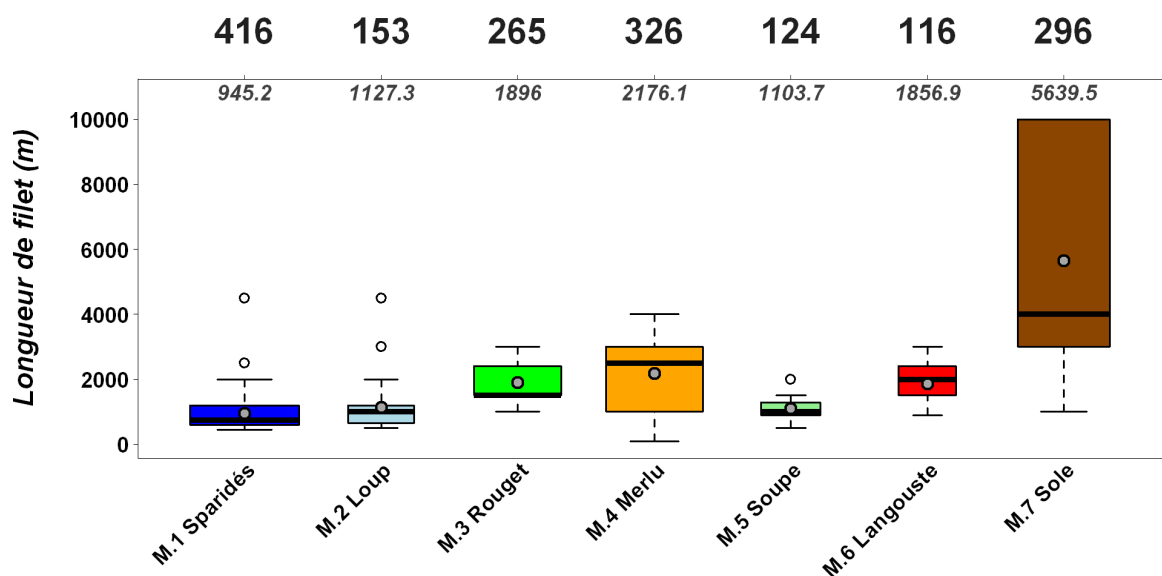


Figure 4.11. Distribution de la longueur moyenne de filets par opération de pêche et par métier. Les points représentent les moyennes de ces variables par métier, indiqués au-dessus de chaque boxplot. Tout en haut, le nombre d'échantillons par métier.

Lorsqu'est demandée aux patrons de pêche concernés leur perception sur l'évolution des longueurs de filets utilisées depuis le début de leur activité, la moitié d'entre eux estiment avoir augmenté les longueurs pour les métiers « Merlu », « Sole », « Soupe » et « Loup ». Plusieurs patrons de pêche déclarent avoir également observé une augmentation des longueurs de filets pour les autres métiers (Figure 4.12).

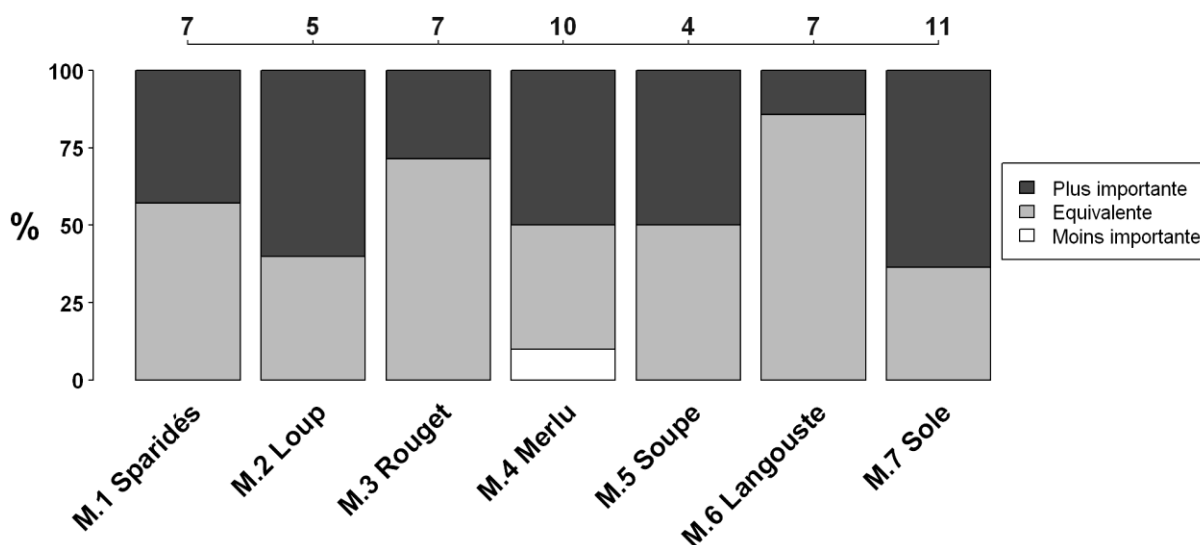


Figure 4.12. Perceptions de l'évolution des longueurs de filets calées par opération de pêche et par métier par les 16 pêcheurs ayant répondu aux questionnaires. Tout en haut, le nombre de pêcheurs concerné par une éventuelle évolution des métiers (au moins 5 ans de pratique et une pratique régulière de l'engin).

Trois patterns de métiers se détachent en observant les temps d'immersion des filets par opération de pêche. Les métiers « Rouget » et « Soupe » ont des temps d'immersion courts, avec des durées inférieures ou égales à 7 h en moyenne. Les métiers « Sparidés », « Loup », « Merlu » et « Sole » ont des temps d'immersion moyen (compris entre 14 h et 18 h en moyenne). Le métier « Langouste » présente quant à lui une durée d'immersion moyenne de plus de 24 h et une grande variabilité par opération de pêche. C'est pour ce métier que la plus longue calée a été observée (une semaine), liée à un événement météo (Figure 4.13).

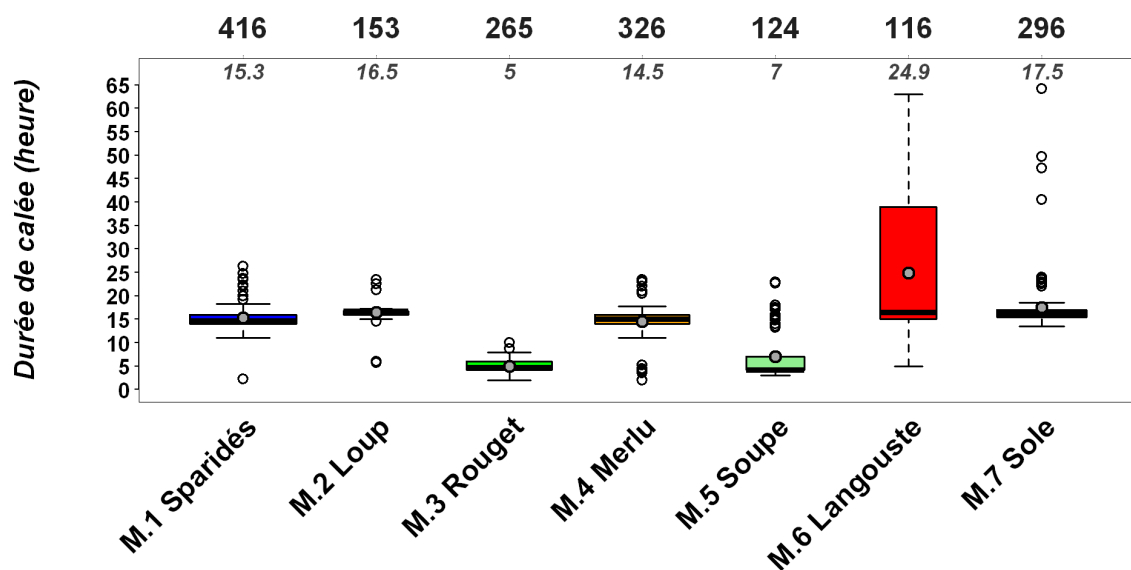


Figure 4.13. Temps d'immersion (en heures) par opération de pêche et par métier. Les points représentent les temps d'immersion moyen, dont les valeurs se trouvent au-dessus des boxplots. Tout en haut, le nombre d'échantillons par métier.

Espèces débarquées et captures par unité d'effort

Pour chaque métier, les espèces ciblées s'avèrent être les espèces les plus fréquemment rencontrées dans les captures débarquées (entre 70% d'occurrence pour le loup *Dicentrarchus labrax* et 100% pour les rougets de roche *Mullus surmuletus*), à l'exception notable de la langouste (*Palinurus elephas*), qui n'apparaît que dans une capture sur deux (Tableau 4.9).

En moyenne, les métiers « Soupe » et « Rouget » débarquent plus d'espèces que les autres métiers par opération de pêche. Le métier « Sparidés » est celui qui débarque le moins d'espèces (Figure 4.14). Plus de 60% des patrons de pêche déclarent avoir vu la diversité des captures évoluer positivement depuis le début de leur activité pour le métier « Rouget », quand cette diversité a aussi évolué positivement, mais dans une moindre mesure, pour les métiers « Sparidés », « Loup » et « Soupe » (Figure 4.16).

Tableau 4.9. Fréquence d'occurrence des 10 espèces les plus fréquemment observées par les 7 métiers définis. Entre parenthèse, le nombre d'échantillons.

M.1 Sparidés (41)		M.2 Loup (14)		M.3 Rouget (8)		M.4 Merlu (22)		M.5 Soupe (7)		M.6 Langouste (4)		M.7 Sole (25)	
Espèce	%	Espèce	%	Espèce	%	Espèce	%	Espèce	%	Espèce	%	Espèce	%
<i>Sparus aurata</i>	80.0	<i>Dicentrarchus labrax</i>	71.4	<i>Symphodus tinca</i>	100.0	<i>Merluccius merluccius</i>	95.5	<i>Scorpaena porcus</i>	85.7	<i>Palinurus elephas</i>	50.0	<i>Solea sp.</i>	96.0
<i>Diplodus sargus</i>	57.5	<i>Merluccius merluccius</i>	42.9	<i>Scorpaena porcus</i>	100.0	<i>Pagellus erythrinus</i>	86.4	<i>Symphodus tinca</i>	71.4	<i>Scorpaena scrofa</i>	50.0	<i>Scophthalmus rhombus</i>	76.0
<i>Sarpa salpa</i>	27.5	<i>Sparus aurata</i>	35.7	<i>Mullus surmuletus</i>	100.0	<i>Citharus linguatula</i>	72.7	<i>Diplodus vulgaris</i>	71.4	<i>Scorpaena porcus</i>	50.0	<i>Lophius sp.</i>	72.0
<i>Sarda sarda</i>	22.5	<i>Diplodus sargus</i>	35.7	<i>Symphodus roissali</i>	75.0	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	63.6	<i>Serranus scriba</i>	57.1	<i>Scorpaena notata</i>	50.0	<i>Trisopterus sp.</i>	52.0
<i>Diplodus vulgaris</i>	22.5	<i>Loligo vulgaris</i>	28.6	<i>Symphodus mediterraneus</i>	75.0	<i>Scomber japonicus</i>	45.5	<i>Sepia officinalis</i>	57.1	<i>Phycis phycis</i>	50.0	<i>Merluccius merluccius</i>	52.0
<i>Dicentrarchus labrax</i>	22.5	<i>Trachurus mediterraneus</i>	21.4	<i>Serranus scriba</i>	75.0	<i>Pagellus acarne</i>	40.9	<i>Mullus surmuletus</i>	57.1	<i>Uranoscopus scaber</i>	50.0	<i>Dicentrarchus labrax</i>	52.0
<i>Solea sp.</i>	15	<i>Pagrus pagrus</i>	21.4	<i>Serranus cabrilla</i>	75.0	<i>Lophius sp.</i>	31.8	***		****		<i>Chelidonichthys lucerna</i>	48.0
<i>Seriola dumerili</i>	15	<i>Pagellus erythrinus</i>	21.4	<i>Scorpaena notata</i>	75.0	<i>Uranoscopus scaber</i>	27.3					<i>Citharus linguatula</i>	28.0
<i>Scorpaena porcus</i>	15	<i>Diplodus vulgaris</i>	21.4	<i>Labrus viridis</i>	75.0	<i>Scomber scombrus</i>	27.3					*****	
<i>Merluccius merluccius</i>	15	*		<i>Diplodus vulgaris</i>	62.5	**							

* 10 espèces sont concernées par la fréquence suivante (14.3%), ** 4 espèces sont concernées par la fréquence suivante (22.7%), *** 6 espèces sont concernées par la fréquence suivante (42.9%), **** 15 espèces sont concernées par la fréquence suivante (25.0%), ***** 5 espèces sont concernées par la fréquence suivante (16%).

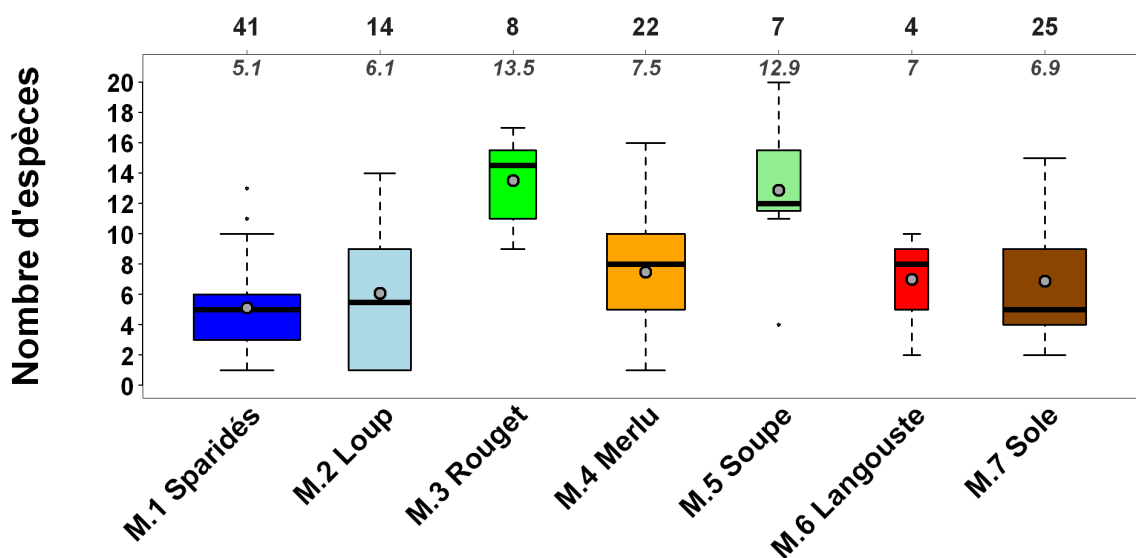


Figure 4.14. Nombre d'espèces débarquées par opération de pêche et par métier. Les points représentent le nombre moyen d'espèces, dont les valeurs se trouvent au-dessus. Tout en haut, le nombre d'échantillons par métier.

Les biomasses capturées par 100 m de filets (CPUE) sont supérieures à 2 kg pour les métiers « Sparidés », « Merlu » et « Loup » (respectivement dans l'ordre décroissant). Les quatre autres métiers présentent des CPUE inférieures à 1 kg/100 m de filets, avec les plus faibles CPUE pour les métiers « Langouste » et « Sole » (Figure 4.15).

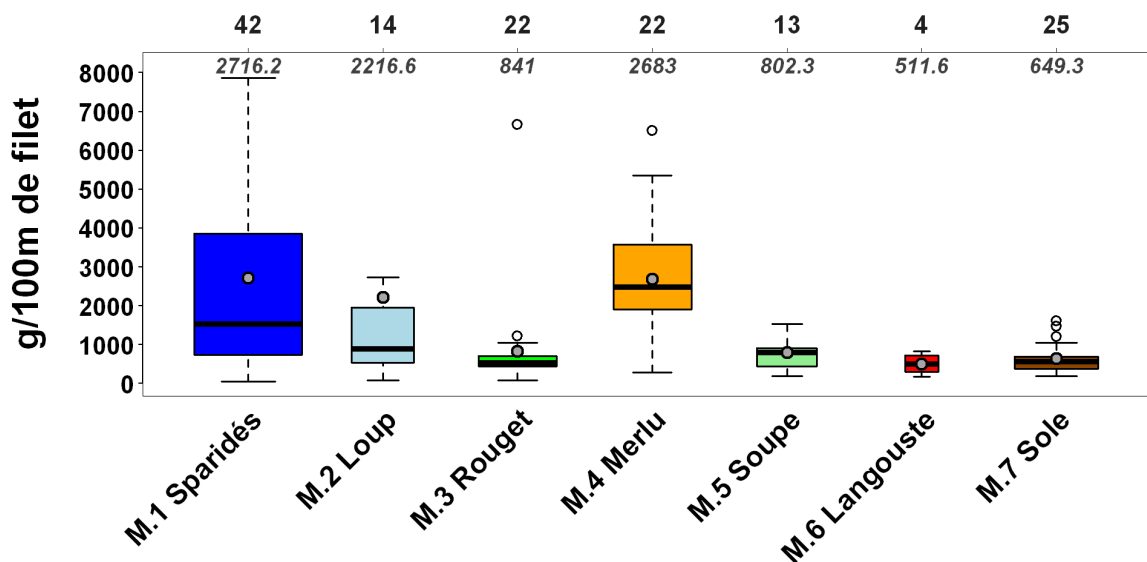


Figure 4.15. Biomasses des captures débarquées (masse humide en g ; CPUE) pour 100 m de filets par opération de pêche et par métier. Les points représentent les CPUE moyennes, dont les valeurs se trouvent au-dessus. Tout en haut, le nombre d'échantillons par métier. Les valeurs extrêmes du métier « Sparidés » n'ont pas été représentées.

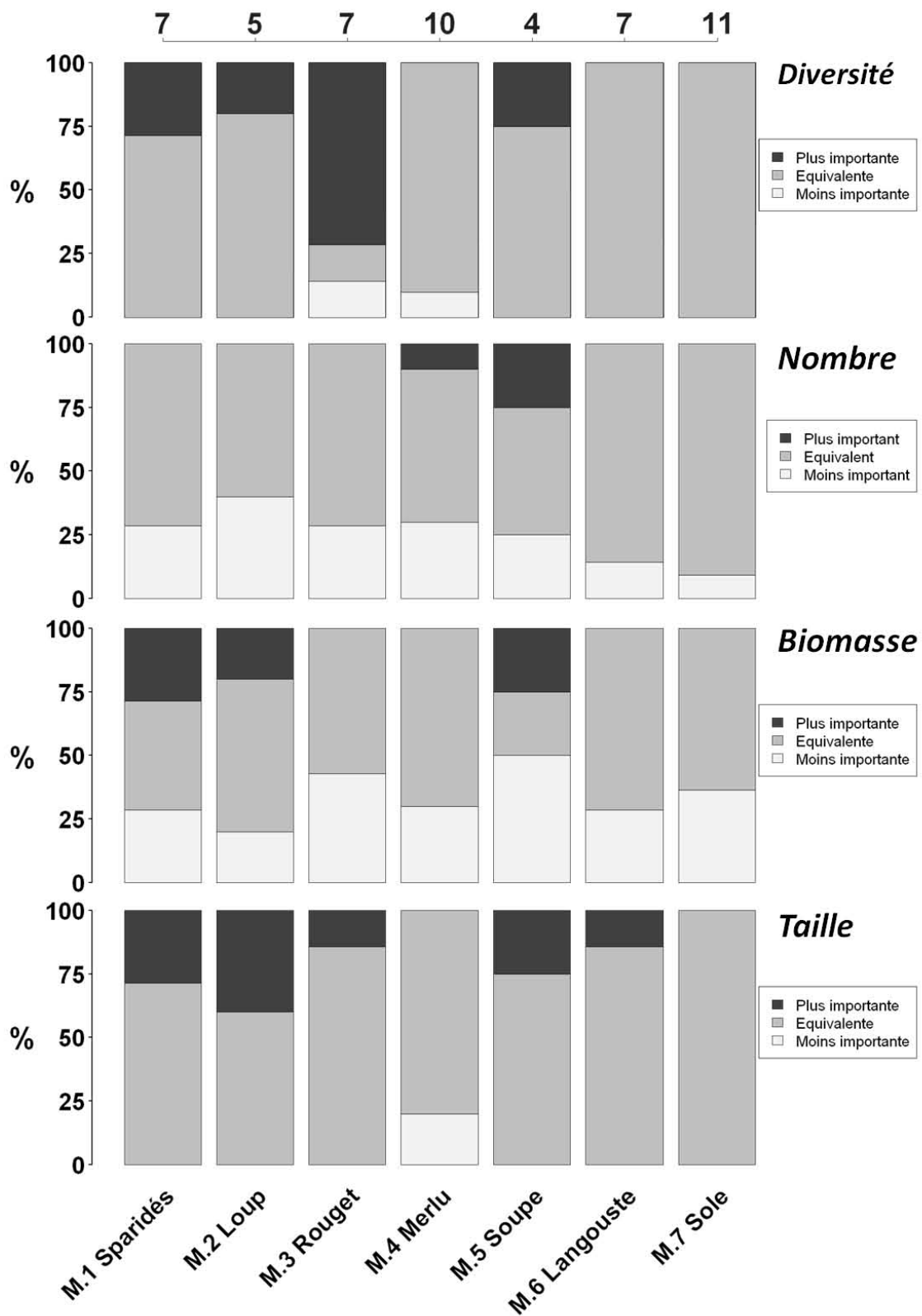


Figure 4.16. Perception de l'évolution de la diversité des captures, du nombre d'individus et de la biomasse des espèces cibles capturées, et de la taille individuelle des espèces cibles par métier par les 16 pêcheurs ayant répondu aux questionnaires. Tout en haut, le nombre de pêcheurs concerné par une éventuelle évolution des métiers (au moins 5 ans de pratique et une pratique régulière du métier).

Les espèces qui présentent les captures par unité d'effort et par opération de pêche les plus importantes sont les espèces cibles principales pour tous les métiers à l'exception du métier « Langouste ». Pour le métier « Loup », c'est la dorade royale (*Sparus aurata*), une des deux espèces cibles principales de ce métier, qui représente la plus importante CPUE (> 1 kg/100 m de filets), quand le loup est second en ordre d'importance (0.4 kg/100 m de filets). Pour le métier « Rouget », c'est le rouget mais aussi l'allache (*Sardinella aurita*) qui représentent la plus grande proportion des captures en termes de biomasse (\approx 280 g/100 m de filets). La CPUE de cette dernière espèce est notamment sous l'influence d'une observation très importante lors de l'échantillonnage d'une opération de pêche. Le merlu (*Merluccius merluccius*) représente près de 75% de la CPUE totale pour le métier « Merlu », la dorade 66% pour le métier « Sparidés », et les soles (*Solea solea* et *S. aegyptiaca*) plus de 60% (Tableau 4.9). Concernant l'évolution de la biomasse capturée, au moins un patron de pêche l'a vue diminuer pour les espèces cibles de chacun des métiers, et notamment pour les métiers « Soupe » (50%), « Merlu » et « Sole » (> 40% ; Figure 4.16).

Tableau 4.10. CPUE (Biomasse humide débarquée en gramme par 100 m de filets et par opération de pêche) et erreur standard (e.s) pour les 5 espèces ou groupes d'espèces les plus pêchés pour les 7 métiers définis. Entre parenthèse, le nombre d'échantillons par métier.

M.1 Sparidés (42)		M.2 Loup (14)		M.3 Rouget (22)		M.4 Merlu (22)		M.5 Soupe (13)		M.6 Langouste (4)		M.7 Sole (25)	
Espèce	CPUE e.s	Espèce	CPUE e.s	Espèce	CPUE e.s	Espèce	CPUE e.s	Espèce	CPUE e.s	Espèce	CPUE e.s	Espèce	CPUE e.s
<i>Sparus aurata</i>	1 783 447	<i>Sparus aurata</i>	1 086 982	<i>Sardinella aurita</i>	284 284	<i>Merluccius merluccius</i>	1 958 293	Poissons de soupe	415 116	Poissons de soupe	151 128	<i>Solea sp.</i>	404 56
<i>Diplodus sp.</i>	180 38	<i>Dicentrarchus labrax</i>	406 185	Poissons de soupe	283 42	<i>Scomber japonicus</i>	251 83	<i>Octopus vulgaris</i>	55 36	<i>Sarda sarda</i>	72 72	<i>Scophthalmus rhombus</i>	49 12
Mugilidae	146 51	<i>Diplodus sp.</i>	267 115	<i>Mullus surmuletus</i>	154 30	<i>Pagellus sp.</i>	170 34	<i>Conger conger</i>	43 30	<i>Phycis phycis</i>	64 42	<i>Lophius sp.</i>	28 8
<i>Dicentrarchus labrax</i>	118 60	<i>Pagrus pagrus</i>	120 106	<i>Octopus vulgaris</i>	80 23	<i>Sarda sarda</i>	92 59	<i>Mullus surmuletus</i>	37 20	<i>Pagellus sp.</i>	40 40	<i>Dicentrarchus labrax</i>	44 22
<i>Sarda sarda</i>	95 46	<i>Loligo vulgaris</i>	59 36	Mugilidae	19 15	<i>Citharus linguatula</i>	50 17	<i>Torpedo marmorata</i>	29 25	<i>Scorpaena scrofa</i>	38 22	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	15 5

Les métiers « Sparidés », « Loup », « Merlu », « Langouste » et « Sole » présentent tous des tailles individuelles moyennes toutes espèces confondues supérieures à 25 cm, reflétant ainsi les tailles importantes des mailles utilisées pour les filets de ces métiers là. Les faibles tailles de mailles des métiers « Rouget » et « Soupe » se retrouvent quant à elles dans des tailles individuelles moyennes inférieures à 20 cm (Figure 4.17).

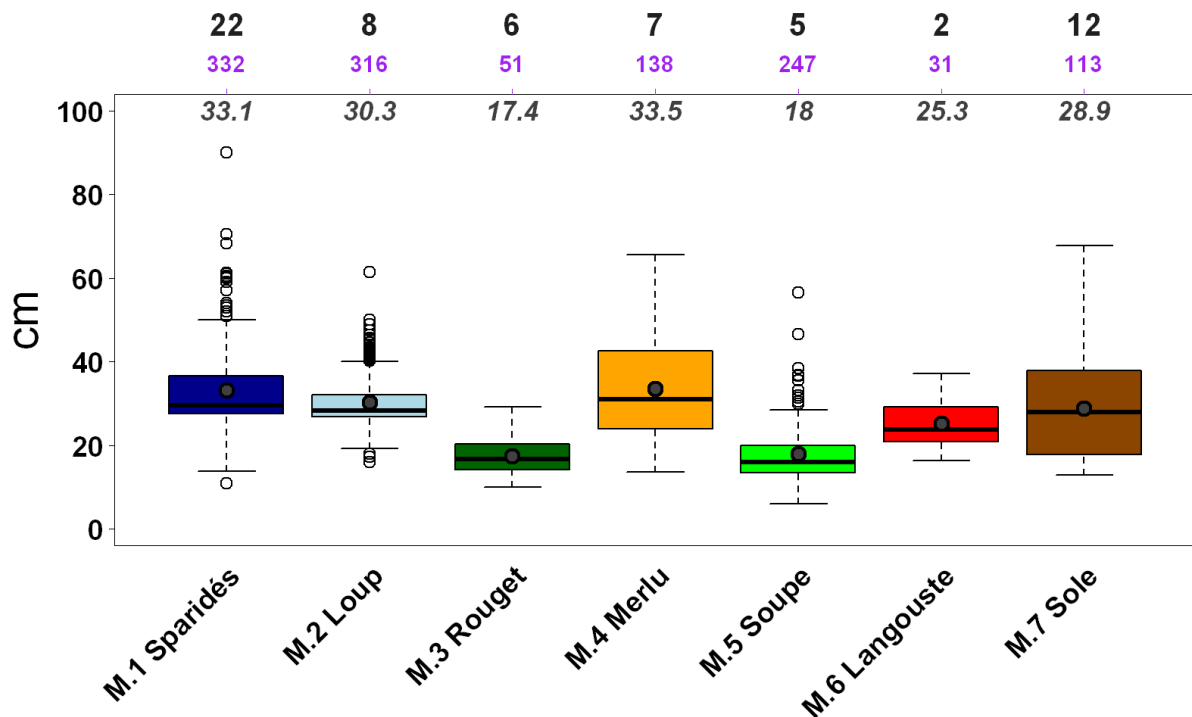


Figure 4.17. Tailles individuelles toutes espèces confondues observées lors des débarquements par métier. Les points représentent les tailles moyennes par métier, dont les valeurs se trouvent au-dessus. Tout en haut, le nombre d'échantillons par métier. En violet, le nombre d'individus mesurés par métier.

Les tailles de mailles des filets se retrouvent aussi dans les biomasses individuelles toutes espèces confondues, bien que les méthodes de calculs fassent apparaître quelques différences pour certains métiers (Tableau 4.1). Enfin, les biomasses individuelles peuvent varier pour une même espèce selon le métier. Ainsi, les dorades royales capturées par le métier « Sparidés » ont une masse moyenne de 450 g contre 286 g pour le métier « Loup », pour des tailles de mailles de filets équivalentes (Annexe 8). Une évolution positive de la taille individuelle des espèces ciblées a été perçue par 40% des patrons de pêche, bien qu'une proportion équivalente estime avoir vu diminuer le nombre d'individus capturés (Figure 4.16).

Tableau 4.11. Nombre d'échantillons, nombre d'individus mesurés et biomasse humide individuelle moyenne (en g) toutes espèces confondues observées lors des débarquements par métier selon le mode de calcul.

		M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7
		Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Langouste	Sole
Mesures individuelles	Nombre d'échantillons	30	11	7	14	6	3	17
	Nombre d'individus	435	378	89	347	298	39	283
	Biomasse moyenne	537.4	386.3	98.1	340.3	123.3	545.6	406.7
Biomasse total / Nb total	Nombre d'échantillons	27	11	11	17	7	3	18
	Nombre d'individus	572	416	221	1940	332	76	621
	Biomasse moyenne	526.6	370.3	136.7	408.1	131.4	327.8	338.9

4.1.4 Discussion

La définition des sept métiers principaux pratiqués sur le Territoire de la Côte Bleue montre la diversité de l'activité de pêche aux petits métiers côtiers sur un territoire relativement limité. Associée aux 5 autres engins utilisés secondairement et aux 11 autres espèces ciblées par les bateaux du PMCB (Chapitre 2), cette diversité, caractéristique d'une pêcherie artisanale méditerranéenne, montre notamment l'adaptation des tactiques de pêche à l'écologie des espèces qu'ils ciblent. Les fréquences d'occurrence et les CPUE moyennes des espèces cibles par métier montrent la sélectivité des filets et l'efficacité des tactiques de pêche mises en œuvre pour les capturer. Mis à part pour la langouste, une espèce réputée relativement peu abondante sur le territoire de la Côte Bleue, toutes les espèces ciblées en priorité sont ainsi celles qui sont retrouvées le plus régulièrement dans les captures débarquées.

4.1.4.1 Saisonnalité des métiers et cycle de vie des espèces

L'adaptation des tactiques de pêche à l'écologie et à la dynamique des espèces est notamment mise en relief par la succession (ou rotation) des métiers pratiqués au cours d'une année, qui a pu être observée grâce au protocole mis en place. Les saisons de pêche correspondent ainsi à la période de reproduction de la majorité des espèces cibles (soles, loups, dorades royales, seiches, dentés), lorsque les individus se regroupent en grand nombre et sont ainsi plus vulnérables à la pêche (Pelletier & Magal 1996). La saison de pêche des soles, qui a lieu les mois d'hiver lorsque *Solea solea* et *S. aegyptiaca* remontent à des profondeurs moins élevées pour se reproduire, succède ainsi à la saison de pêche des merlus (*Merluccius merluccius*), qui sont ciblés le reste de l'année, plus

particulièrement au printemps et en été. La saison de pêche des loups connaît elle aussi son pic d'activité pendant les trois mois d'hiver, lorsque ceux-ci se regroupent en grands bancs pour frayer. Le métier « Sparidés » connaît deux pics d'activité qui correspondent à ce que les pêcheurs nomment la « passe » et la « repasse » des dorades royales. Ces termes désignent les migrations spatio-temporelles font sortir cette espèce de l'étang de Berre pour aller se reproduire et frayer de mi-septembre à fin octobre, avant d'y retourner de fin avril à mi-juin de l'année suivante. Plus ponctuellement, les rascasses brunes (*Scorpaena porcus*), de fin mai à fin juillet, les dentis (en mai), les seiches (mai - juin) et les mulets à grosses têtes (*Mugil cephalus*, pour la poutargue⁴⁶) font aussi l'objet d'opérations de pêche spécifiques lors de leurs relativement courtes périodes de reproduction (< 2 mois).

La masse de certaines espèces peut varier pour des métiers pratiqués à différents moments de l'année, mais qui présentent pourtant les mêmes caractéristiques d'engins (notamment la taille des mailles) et le même territoire. Ainsi, la biomasse moyenne de la dorade royale (*Sparus aurata*) est plus élevée (≈ 25%) durant la période de pêche du métier « Sparidés » que lors de la période de pêche du métier « Loup ». Cela montre que ce n'est pas forcément la même fraction de la population d'une même espèce qui est présente, et donc prélevée, sur le territoire selon les périodes de pêche.

La pêche est pratiquée toute l'année par les bateaux du PMCB, rejoignant les dynamiques temporelles observées dans les pêcheries du Languedoc-Roussillon (Guillou et al. 2002), ainsi que celles de certaines pêcheries espagnoles (Forcada et al. 2010). Cet aspect annuel ne se retrouve pas pour les pêcheries de Port Cros (Bonhomme et al. 2010), Bonifacio (Rocklin 2010) ou Scandola (Le Diréach et al. 2008), pour lesquels on trouve une saison sans activité en hiver. La dynamique des métiers pratiqués et des espèces ciblées diffère ainsi selon les pêcheries, à l'échelle locale comme à l'échelle régionale : les caractéristiques naturelles, historiques et culturelles de l'environnement de chaque pêcherie interviennent ainsi dans le choix des métiers pratiqués (Farrugio et Le Corre 1993, Tzanatos et al. 2006, Gómez et al. 2006, Battaglia et al. 2009, Forcada et al. 2010 entre autres).

4.1.4.2 Territoires de pêche et habitats

Le territoire de pêche fréquenté est conditionné par les habitats qui le composent et dont dépendent les espèces ciblées. Au vu des résultats de cette étude, les profondeurs et les distances à la côte caractérisant les différents métiers peuvent être considérées comme des variables descriptives de l'habitat fréquenté. Près de la côte (< 3 km), l'herbier de posidonie et sa mosaïque de sous-habitats sont ainsi caractéristiques du métier « Soupe », et dans une moindre mesure du métier

⁴⁶ Poutargue : spécialité culinaire méditerranéenne faite de poches d'œufs de mullet salées et séchées.

« Rouget ». Ce dernier a aussi une préférence pour les fonds meubles à proximité des herbiers, fréquentés par les rougets de roche (*Mullus surmuletus*) et, à plus grande profondeur, par les rougets de vase (*M. barbatus*). A moyenne profondeur, les fonds rocheux et les fonds meubles à leur proximité sont fréquentés par les métiers à « Sparidés » et à « Loup », quand les fonds meubles plus au large et plus profond sont dédiés aux métiers de la « Sole » et du « Merlu », ainsi qu'à des métiers moins présents sur la Côte Bleue comme celui qui cible la lotte. Les distances à la côte ont peu évolué depuis le début de l'activité de la plupart des pêcheurs, à l'exception peut être du métier « Merlu », pour lequel certains bateaux se sont rapprochés des côtes. La présence importante de fonds meubles pour le métier « Langouste » s'explique par le fait que les roches profondes recherchées pour capturer les espèces cibles sont souvent isolées. Ce métier mixte cible ainsi les espèces de roche (langoustes, chapons *Scorpaena scrofa*), mais aussi les espèces de fonds meubles comme les lottes (*Lophius* spp.). A noter que ces filets, composés de vieilles pièces de filets à soles, reposent directement sur ces roches profondes (coralligène), avec les incidences que cela peut entraîner sur l'habitat. A part pour ce métier, les pêcheurs préfèrent caler sur des zones dites « douces » (fonds meubles, roches planes) des différents territoires de pêche afin d'éviter d'abimer ou de perdre du matériel, notamment pour les filets maillants, plus fragiles que les trémails. La répartition spatiale de l'effort de pêche est traitée dans le Chapitre 5 – partie 1.

4.1.4.3 Espèces débarquées

Le nombre d'espèces débarquées par opération de pêche reflète les habitats fréquentés lors des opérations de pêche, mais aussi la taille des mailles des filets. Les métiers « Rouget » et « Soupe » ciblent ainsi une gamme importante d'espèces (juvéniles et adultes) de par l'habitat fréquenté (herbier de posidonie) mais aussi de par leur faible taille de maille (Stergiou et al. 2006, Merino et al. 2008). Etonnamment, les deux métiers qui fréquentent exclusivement les fonds meubles (« Merlu » et « Sole ») présentent un nombre moyen d'espèces débarquées plus important que les métiers « Sparidés » et « Loup », dont les habitats sont pourtant plus variés. La longueur moyenne des filets peut expliquer ce résultat (voir les « Limites et recommandations » de cette première partie de chapitre). Les résultats concernant le métier de la « Langouste » souffrent par contre du faible nombre d'observations qui ont pu être relevées pendant l'étude.

Les perceptions sur l'évolution de la diversité des captures peuvent renseigner sur l'impact des tactiques de pêche sur la biodiversité de la Côte Bleue, mais aussi servir d'indicateurs d'éventuelles évolutions liées aux changements climatiques comme aux mesures de protection (Rochet et al. 2008). La diversité des captures du métier « Rouget » est celle pour laquelle les pêcheurs perçoivent les changements les plus importants. Les tailles des mailles des filets utilisées pour ce métier, parmi

les plus petites observées, permettent l'observation d'une large gamme d'espèce (Tzanatos et al. 2006). Cela laisse à penser que ce métier est le plus à même d'observer les différentes évolutions concernant la diversité des captures, notamment liées aux changements d'origine climatique.

4.1.4.4 Espèces protégées et tailles minimales

La pêche est susceptible d'avoir un effet sur la structure de tailles des individus, notamment en capturant les juvéniles et les plus grands individus (Bianchi et al. 2000). Pour le premier aspect, la sélectivité des différents types de filets utilisés par les pêcheurs est démontrée par le faible nombre de téléostéens en dessous des tailles minimales autorisées⁴⁷. Moins de 3% des poissons mesurés étaient ainsi en dessous des tailles réglementaires. La majeure partie des espèces sous la taille minimale sont les sars communs (*Diplodus sargus*), dont environ 20 % mesuraient moins que la maille autorisée (23 cm). Les tailles maximums observées restent elles aussi modérées grâce à la sélectivité des filets. Néanmoins, il a été difficile d'accéder aux tailles des captures issues du métier « Rouget », et dans une moindre mesure du métier « Soupe ». Ces métiers étant les plus à même de capturer des poissons de petite taille, le nombre d'individus en dessous des tailles légales a pu être quelque peu sous-estimé. De même, certaines espèces dont la taille de capture n'est pas réglementée peuvent être impactées (*Scorpaena porcus*, *S. notata* etc.).

Peu d'individus d'espèces faisant l'objet d'une protection ont été observés dans les captures. Trois grandes cigales (*Scyllarides latus*), dont la capture est normalement interdite par toute forme de pêche, ont été observées aux débarquements, et la capture au filet de huit mérous bruns (*Epinephelus marginatus*), espèce interdite à la pêche au harpon et à l'hameçon, a été signalée pendant la période d'étude. Seuls trois corbs (*Sciaena umbra*), qui peut être la prochaine espèce bénéficiant d'un statut de protection identique à celui du mérou, ont été observés lors des débarquements. Il faut néanmoins garder à l'esprit qu'il n'est pas évident d'avoir accès à ce type d'information, les pêcheurs pouvant omettre de les évoquer.

4.1.4.5 Captures Par Unité d'Effort (CPUE)

Des différences non négligeables apparaissent entre les CPUE moyennes des différents métiers, différence qui dépend notamment de la taille moyenne des espèces ciblées. La variabilité observée pour les métiers « Loup » et « Sparidés » peut être expliquée par la dépendance de ces métiers aux concentrations des poissons lors de leur période de reproduction. Les métiers « Soupe » et « Rouget » montrent une CPUE faible et relativement stable, la large gamme d'espèces ciblées par

⁴⁷

http://www.affairesmaritimes.mediterranee.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/Tableau_Tailles_minimales_loisir_Med_cle13ffac.pdf

ces deux métiers pouvant expliquer cette faible variation (Francour et al. 2001, Garcia-Rodriguez et al. 2006, Tzanatos et al. 2006). Ainsi, ces deux métiers sont peu sensibles aux effets de concentrations liées aux périodes de reproduction de leurs espèces cibles, ce qui explique la stabilité de leurs captures (et donc une faible variabilité). Pour ces deux métiers, il aurait été intéressant de s'intéresser aux CPUE en abondance plutôt qu'en biomasse, ce qui n'a pu être réalisé, faute d'accès régulier à cette information. La variabilité des CPUE par espèce pour tous les métiers montre aussi que l'accessibilité des espèces dépend notamment des conditions environnementales (Forcada et al. 2009).

Certaines CPUE moyennes apparaissent élevées par rapport aux CPUE médianes observées. Plusieurs captures très importantes ont en effet eu lieu pour des métiers comme « Sparidés » et « Loup », tirant par conséquent les CPUE moyennes vers le haut. Ainsi, 75% des opérations de pêche échantillonnées pour le métier « Loup » ont eu une CPUE inférieure à la CPUE moyenne (CPUE médiane inférieure à 1 kg/100 m de filets contre une CPUE moyenne supérieure à 2 kg/100 m de filets). Ces deux descripteurs sont donc pertinents et complémentaires pour suivre d'éventuelles évolutions dans le temps.

4.1.4.6 Choix des métiers pratiqués

Le choix et la pratique d'un métier est la résultante d'un ensemble de facteurs agissant à court, mais aussi long termes. Ainsi, la saisonnalité et donc la disponibilité des ressources, la connaissance des territoires de pêche, les captures récentes, le prix de vente, les conditions météorologiques, les habitudes et traditions, ainsi que les informations et rumeurs qui circulent entre les pêcheurs vont influencer la sélection d'un métier à court terme. A plus long terme, l'investissement dans le matériel conditionne les métiers pratiqués, bien que dans cette pêcherie, un même matériel peut servir à différents métiers dans l'année (Smith & Wilen 2003, Salas et al. 2004, Tzanatos et al. 2006, Forcada et al. 2010, Maynou et al. 2011).

Le choix du métier pratiqué résulte donc d'un compromis entre ces différents facteurs, dont la valeur marchande s'avère l'un des plus importants. Le métier pratiqué par le plus grand nombre de bateaux (« Sole ») est ainsi celui qui cible l'espèce ayant une valeur marchande parmi les plus élevées (18 – 24 € le kg sur le marché), et dont les opérations de pêche sont les plus faciles à mettre en place (une calée droite sur fond meuble, toujours au même endroit, qui permet l'utilisation de grandes

longueurs de filets afin de compenser la faible CPUE)⁴⁸. Cette facilité de mise en œuvre se retrouve dans le nombre de bateaux pratiquant le métier « Merlu », qui présente les mêmes avantages en termes de caler que le métier « Sole », avec l'une des CPUE les plus fortes (mais un prix de vente plus faible ; 6-12 € le kg sur le marché). Le métier « Langouste », utilisant des filets usagés pouvant rester immergés plus de 24h, et dont la capture peut également constituer une diversification intéressante sur l'étal (≈ 50-60 € le kg pour langoustes et homards), est pratiqué par un nombre non négligeable de bateaux (≈ 50%).

L'expérience du pêcheur peut être un facteur limitant pour la pratique de certains métiers, comme le soulignent aussi Salas et al. (2004). Contrairement aux métiers cités précédemment, l'utilisation du thys, le filet utilisé par le métier « Soupe », demande une connaissance approfondie du territoire de pêche, de l'écologie des espèces et du démaillage des poissons. Ce métier voit le nombre de bateaux le pratiquant diminuer et se tourner notamment vers le métier « Rouget », dont le filet est plus simple à travailler, avec une CPUE moyenne à peu près identique, et une capture de plus haute valeur marchande (rouget à ≈ 20 € le kg sur le marché contre ≈ 12 € pour la soupe).

La plupart des métiers définis dans cette étude se retrouvent dans les différentes pêcheries artisanales de Méditerranée, même si les moyens mis en place pour les capturer peuvent différer. Ainsi, les métiers les plus pratiqués dépendront de la pêcherie concernée et de ses caractéristiques naturelles, culturelles et historiques, des métiers mineurs sur la Côte Bleue (comme ceux ciblant le denti ou la seiche) pouvant revêtir une grande importance pour d'autres pêcheries (Colloca et al. 2004, Garcia-Rodriguez et al. 2006, Gomez et al. 2006, Tzanatos et al. 2006, Forcada et al. 2010). Les métiers « Rouget », « Sparidés » et « Merlus » restent néanmoins des métiers communs et importants pour beaucoup de pêcheries (Garcia-Rodriguez et al. 2006, Goñi et al. 2008, Bonhomme et al. 2010, Forcada et al. 2010).

4.1.5 Limites et recommandations

Si les résultats de ce chapitre montrent que peu de variables sont nécessaires pour définir les métiers pratiqués par les pêcheurs artisanaux du PMCB, certaines limites ont émergé à propos de certains indicateurs calculés, et des recommandations peuvent être émises quant à de futurs protocoles d'échantillonnage et analyses pour la définition des métiers pratiqués, notamment à l'échelle d'une AMP.

⁴⁸ « La sole n'a rien pour sa sauvegarde. Elle se capture et se démaille facilement, elle a bon goût sans avoir d'arêtes, ce qui fait qu'elle se vend très bien et à un bon prix ! » Déclaration d'un pêcheur de Carro, septembre 2010.

Les quatre variables choisies ont permis de clairement séparer les métiers selon les espèces cibles, les engins, la saison ainsi que la profondeur. Celle-ci s'avère en effet être une variable descriptive pertinente de la zone de pêche fréquentée (et donc des habitats ciblés), notamment dans le cas où les lignes bathymétriques ne sont pas homogènes à l'échelle du site d'étude (comme c'est le cas pour la Côte Bleue). La prise en compte de la ou des espèce(s) cible(s) déclarée(s) par les patrons de pêche s'avère aussi pertinente pour la définition des métiers pratiqués, notamment au vu des fréquences d'occurrence des espèces capturées (aussi évoqué par Tzanatos et al. 2006, Forcada et al. 2010). Ces résultats rejoignent aussi ceux du SIH, qui a ainsi développé un référentiel des métiers (utilisé en partie dans cette étude) couplant les engins définis par la FAO (FAO 1980) aux espèces cibles déclarées par les pêcheurs (Source : IFREMER, 2010). Cette nomenclature du SIH pour la définition du métier s'avère donc pertinente à l'échelle du PMCB, pouvant être directement reliée à un lieu et une période de pêche. L'approche par espèce cible (et non par engin + espèce cible) permet par contre d'éviter une trop grande stratification des métiers (exemple : « Filet maillant à Sparidés » et « Filets combinés à Sparidés »), stratification qui peut refléter davantage les habitudes des pêcheurs qu'une réelle différence entre les deux engins pour une même espèce cible. Néanmoins, Forcada et al. (2010), en calculant la proximité entre les métiers (engin et espèce cible) et leurs profils de captures, montrent que deux filets aux caractéristiques différentes qui ont les mêmes espèces cibles ne capturent pas forcément les mêmes espèces accessoires.

Il a été plusieurs fois difficile de définir les espèces ciblées par les bateaux lors des sorties de pêche. Si l'espèce ciblée en priorité conditionne la tactique de pêche, les pêcheurs restent par contre opportunistes quand aux espèces qu'ils recherchent (17 catégories d'espèces cibles, pour plus de 80 espèces recherchées ; Stergiou et al. 2006). Des métiers peuvent ainsi être très sélectifs dans leurs captures quand d'autres ciblent des gammes d'espèces que l'on peut retrouver pour plusieurs métiers (voir notamment Stergiou et al. 1996 et Tzanatos et al. 2005). Le merlu et les soles (*Solea* sp.), et dans une moindre mesure le rouget de roche (*Mullus surmuletus*) sont ainsi pêchés presque exclusivement par le métier qui leur est spécifique. A l'inverse, les espèces cibles principales des autres métiers peuvent être capturées par plusieurs métiers. Par exemple, la dorade royale (*Sparus aurata*), qui caractérise le métier « Sparidés », constitue également la biomasse capturée la plus élevée pour le métier « Loup ». De même, les poissons de soupe constituent les CPUE les plus élevées des métiers « Soupe » et « Rouget ». La plupart des métiers ciblent donc un panel d'espèces assez large lors d'une même opération de pêche. Tzanatos et al. (2006) soulignent ainsi que des espèces régulièrement débarquées n'apparaissent pas dans les espèces cibles déclarées, alors qu'elles peuvent être ciblées spécifiquement par d'autres métiers.

Comme pour la plupart des études citées dans ce chapitre, il a été décidé de ne pas prendre en compte une unité horaire dans les calculs des CPUE moyennes. Prendre en compte une unité horaire implique ainsi que les captures sont linéaires dans le temps, ce qui n'est pas le cas pour les espèces ciblées par la pêche aux petits métiers (plus actives dans les phases de lever et de coucher du soleil).

Le calcul de la diversité moyenne capturée par opération de pêche et par métier n'a pu prendre en compte une unité d'effort métrique qui aurait permis de s'affranchir des différentes longueurs de filets par opération de pêche (la probabilité de rencontrer une espèce augmentant avec la longueur de filets). Cet indicateur exige de connaître le nombre d'espèces par quantité d'engins (ici, 100 m) avant de le moyenniser, ce qui ne peut pas être obtenu à partir de données de débarquements. Il n'est donc pas étonnant de trouver plus d'espèces débarquées pour les métiers « Merlu » et « Sole » que pour les métiers « Sparidés » et « Loup » : les premiers métiers déploient ainsi 2 à 5 fois plus de longueurs de filets que les seconds. De même, le maximum d'espèces observées, s'il peut constituer un indicateur pertinent de la diversité des zones de pêche fréquentées, reste quant à lui dépendant des longueurs de filets utilisées ainsi que du nombre d'observations de captures, qui vont conditionner la probabilité de détection d'une espèce. Des embarquements auraient permis d'affiner la composition spécifique des captures par longueur de filets. L'observation des captures aux débarquements peut néanmoins être considérée comme informative sur les espèces ciblées, notamment au vu de la relative faiblesse des rejets (voir la partie suivante de ce chapitre).

Si les descripteurs de tailles moyennes, toutes espèces confondues, n'ont aucun sens au niveau biologique, ils peuvent en avoir pour connaître la sélectivité des filets, et observer l'évolution de la taille moyenne de captures (et donc, indirectement, de la ressource). Néanmoins, les variations de cet indicateur peuvent aussi bien relever d'un changement de sélectivité que d'une variation de la structure en taille de la population pêchée (Maunder & Punt 2004). Des questions relatives aux pratiques de pêche doivent alors accompagner ces analyses.

4.2 Estimation de l'effort de pêche et des captures débarquées

4.2.1 Introduction

La contribution des AMP au maintien et au développement des pêcheries adjacentes est désormais reconnue comme un objectif à part entière pour la plupart des AMP. Pourtant, très peu d'études à notre connaissance se sont intéressées à estimer l'effort total et les captures débarquées à leur échelle (Rocklin 2010). Un petit nombre d'études s'est quant à lui penché sur l'estimation de l'effort total et des captures associées à une flottille locale méditerranéenne (Le Corre & Garcia 1989, Farrugio & Le Corre 1993, Guillou et al. 2002, Demaneche et al. 2009, Demaneche et al. 2011). L'identification et la quantification des pressions et des impacts entraînés par la pêche professionnelle apparaissent pourtant indispensables pour une gestion efficace des ressources et des habitats, ainsi que pour évaluer la performance des AMP à atteindre leurs objectifs de soutien aux pêcheries. La plupart des indicateurs communément utilisés pour évaluer ces performances proviennent d'estimations indirectes issues de suivis en plongée sous-marine ou de pêches expérimentales, estimations qui restent néanmoins insuffisantes d'un point de vue halieutique.

L'estimation de l'effort et des captures a toujours été considérée comme problématique au vu de la complexité et de la diversité des pêcheries artisanales (Papaconstantinou & Farrugio 2000, Carvalho et al. 2011). Le principal problème déjà identifié par Farrugio et Le Corre (1993) pour obtenir des estimations quantitatives des pêches méditerranéennes aux petits métiers côtiers était l'évaluation, dans l'espace et dans le temps, de l'effort de pêche et des captures de chacune des composante de pêche, ainsi que de la variabilité correspondante (Beverton & Holt 1957).

En France, les données officielles issues du « flux déclaratif »⁴⁹ apparaissent difficilement exploitables pour le suivi de la pêche aux petits métiers. L'exploitation des documents déclaratifs que le pêcheur n'aura pas la volonté, le temps ou la patience de remplir amènerait ainsi à sous- ou surestimer l'effort de pêche comme les captures (Farrugio & Le Corre 1993, Papaconstantinou & Farrugio 2000). L'obtention des données directement auprès des pêcheurs est donc privilégiée, comme le montre notamment la mise en place par le SIH du « suivi des observations des marées aux débarquements » depuis 2007 sur la façade méditerranéenne française. Ce suivi permet de reconstruire l'activité de pêche hebdomadaire d'un échantillon de bateaux représentatif de l'activité générale, reconstruction

⁴⁹ Logbook pour les bateaux de taille supérieure à 10 m ; Fiche de pêche pour les bateaux inférieurs à 10 m. Y sont notamment renseignés la date, l'engin et le lieu de pêche par opération, ainsi que les captures débarquées.

qui permet alors d'élever l'effort de pêche à la flottille entière (Merrien et al. 2008, Demaneche et al. 2009). Les données issues des observations aux débarquements sont aussi régulièrement utilisées pour l'évaluation des captures. Les rejets peuvent par contre ne pas être pris en compte dans les calculs, étant difficilement estimables à partir des débarquements (Tzanatos et al. 2007, Rocklin 2010).

Cette seconde partie de chapitre a pour objectif d'estimer l'effort de pêche et les captures débarquées par la flottille du PMCB, notamment à l'échelle du territoire de la Côte Bleue, à partir de l'échantillonnage réalisé.

4.2.2 Analyse des données : estimation de l'effort de pêche et des captures débarquées

L'estimation de l'effort de pêche et des captures débarquées s'appuiera sur la notion d'**unité de pêche** qui désignera par la suite un bateau ayant eu une activité sur l'ensemble de la période de temps considérée. Les périodes de temps considérées seront l'**année** pour le nombre total de sorties de pêche, et les **périodes de pêche** par métier pour les nombres d'opérations de pêche, les longueurs de filets calées et les captures. Un bateau actif sur l'ensemble de la période de temps considérée correspondra à une unité, tandis qu'un bateau n'ayant été actif qu'une partie de la période sera considéré au *pro rata* de son activité par rapport à la période de pêche concernée. Ainsi, pour les estimations du nombre de sorties par an, un bateau actif toute l'année sera considéré comme une unité, et un bateau actif seulement 6 mois de l'année sera considéré comme une demi-unité (0.5). Le nombre d'unités de la population étudiée est ainsi affiné et permettra de ne pas surestimer l'activité des bateaux sur la période de temps considérée.

Trente bateaux sont concernés par les estimations de l'effort et des captures (Chapitre 3). Au sein de cette population, l'activité de 16 bateaux a pu être reconstruite sur l'ensemble de l'année d'étude, correspondant ainsi à la population d'unités de pêche échantillonnées. Ces unités sont considérées comme **représentatives** de l'activité de la flottille du PMCB en termes de sorties et de métiers pratiqués. Pour chacune de ces unités de pêche, il a été échantillonné entre 25% et 77% de l'activité annuelle (48% en moyenne), soit la proportion entre le nombre de sorties échantillonnées et le nombre annuel de sorties. Le nombre annuel de sorties par unité utilisé pour les différentes estimations est **le nombre annuel déclaré de sorties en 2010 par chacun des 16 patrons** d'unités lors des entretiens menés en leur compagnie (Chapitre 3).

4.2.2.1 Caractérisation et estimation du nombre annuel total de sorties

Deux aspects sont développés ici. On cherche tout d'abord à caractériser les sorties à l'échelle de l'unité de pêche, en estimant notamment le nombre de métiers, le nombre d'opérations de pêche et la longueur de filets calée en moyenne par sortie de pêche. Ensuite, le nombre annuel total de sorties est estimé à l'échelle de l'unité de pêche ainsi qu'à l'échelle de la flottille étudiée. Cette estimation porte également sur deux échelles spatiales. On s'intéresse ainsi à 1) la **totalité du territoire de pêche** fréquenté par les pêcheurs, qui concerne le nombre annuel total de sorties ; et 2) au **territoire de la Côte Bleue**, qui concerne le nombre total de sorties effectuées sur la zone pour laquelle on estime avoir des données représentatives de l'effort de pêche, représentant une surface d'environ 13 000 ha sans compter les réserves (Chapitre 3). La prise en compte du territoire de la Côte Bleue permet notamment de limiter les estimations de l'effort et des captures à une échelle spatiale pertinente pour les gestionnaires du PMCB. Au total, 27.4 unités de pêche sont concernées par l'estimation du nombre annuel total de sorties pour les deux échelles spatiales. Sur les 30 bateaux constituant la flottille étudiée, 5 bateaux ont ainsi été présents pour la pratique d'un seul métier, soit une seule période de pêche⁵⁰. Un bateau est resté pour la période de pêche du métier « Loup » (5 mois, soit 0.4 unité), deux pour la période de pêche du métier « Soupe » (2 x 6 mois, soit 1 unité), et deux pour le métier « Sole » (2 x 6 mois, soit 1 unité), soit 2.4 unités en tout.

Le plan d'échantillonnage des données est complexe et inclue deux niveaux (Figure 3.2 et Figure 4.18). Le premier niveau d'échantillonnage concerne les unités de pêche sélectionnées de la population étudiée (ici, 16) et peut être considéré comme un échantillonnage systématique tout au long de l'année d'étude. Le deuxième niveau d'échantillonnage concerne les sorties de pêche d'une unité de pêche. Les deux niveaux d'échantillonnage peuvent tous deux être considérés comme des échantillonnages aléatoires simples pour la construction des estimateurs (Cochran 1977 ; Figure 4.18).

Concernant l'estimation du nombre annuel total de sorties sur le territoire de la Côte Bleue, on ne dispose pas du nombre déclaré de sorties spécifique à ce territoire. Au regard de l'échantillonnage systématique réalisé, on estime **que la proportion des sorties échantillonnées sur le territoire de la Côte Bleue est la même que la proportion des sorties échantillonnées pour l'ensemble de la**

⁵⁰ La période de pêche par métier correspond aux différents mois de l'année d'étude pendant lesquels au moins 5% des opérations de pêche ou des longueurs de filets calées pour le métier ont été observés. Rappel des périodes de pêche par métier : « Sparidés », 9 mois ; « Loup », 5 mois ; « Rouget », 7 mois ; « Merlu », 8 mois ; « Soupe », 6 mois ; « Langouste », 5 mois ; « Sole », 6 mois (Chapitre 4 – partie 1).

flottille ; c'est-à-dire que le taux d'échantillonnage des sorties réalisées sur la Côte Bleue est le même que le taux d'échantillonnage de l'ensemble des sorties (Figure 4.18)

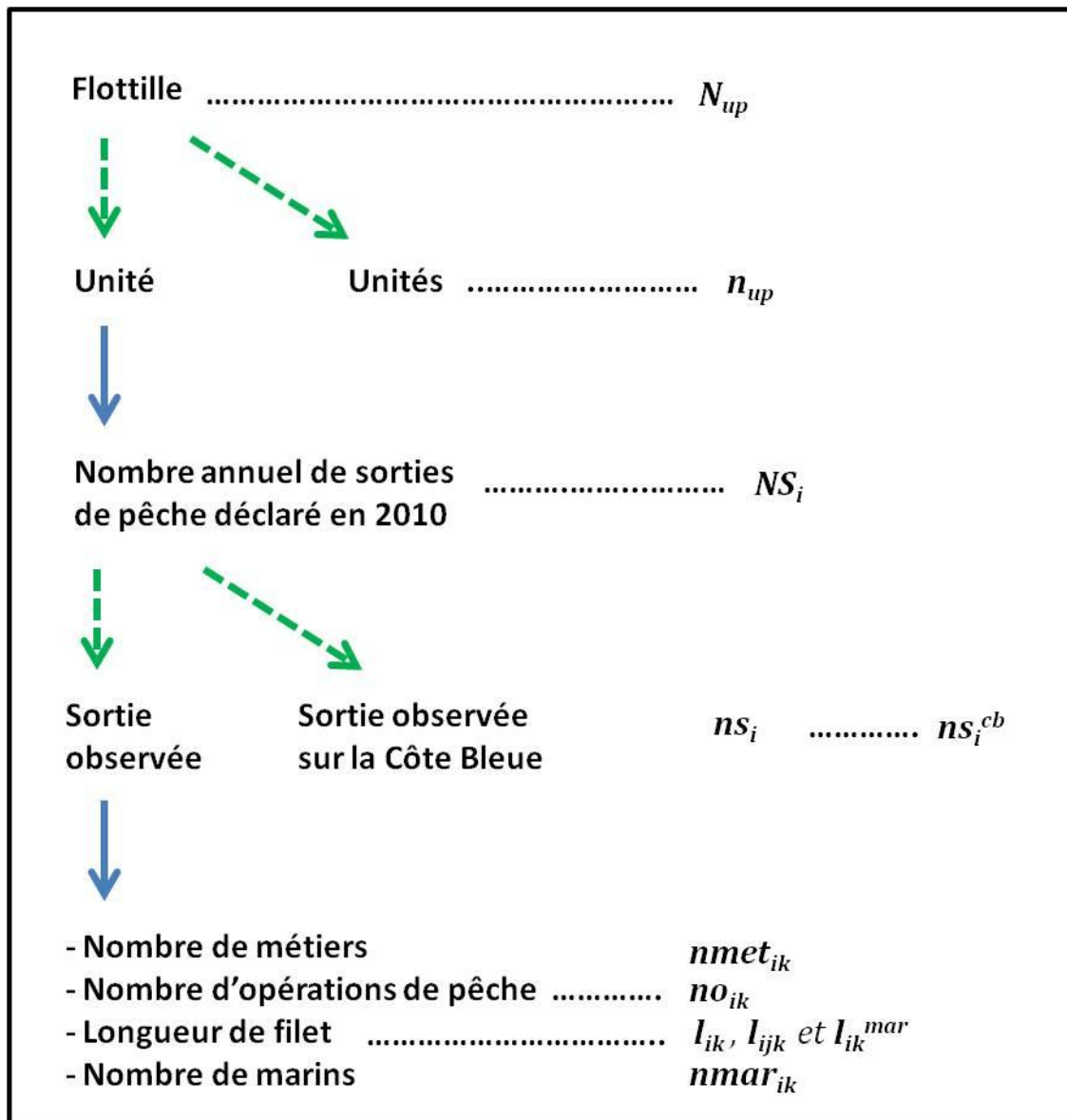


Figure 4.18. Plan d'échantillonnage et notations utilisées pour l'estimation du nombre total de sorties (voir Tableau 4.12 pour les définitions). Les lignes en tirets (vertes) représentent un échantillonnage aléatoire simple, alors que les lignes pleines (bleues) représentent un relevé exhaustif des informations.

La définition des différentes notations de la Figure 4.18 sont données dans le Tableau 4.12.

Tableau 4.12. Définition des notations retenues pour le calcul des estimateurs relatifs aux sorties

	Notation	Définition (<i>unité = unité de pêche</i>)
Données récoltées (Figure 4.18)	N_{up}	Nombre d'unités de pêche de la population, soit ici 27.4 unités
	n_{up}	Nombre d'unités de pêche sélectionnées aléatoirement dans la population, soit 16 unités
	$f_1 = \frac{n_{up}}{N_{up}}$	Taux d'échantillonnage des unités de pêche
	NS_i	Nombre de sorties de pêche (déclaré) de l'unité i
	ns_i	Nombre de sorties de pêche observées de l'unité i
	ns_i^{cb}	Nombre de sorties observées de l'unité i sur le territoire de la Côte Bleue. ¹
	$f_{2i} = \frac{ns_i}{NS_i}$	Taux d'échantillonnage des sorties de l'unité i
	no_{ik}	Nombre d'opérations de pêche de l'unité i durant la sortie de pêche k
	$nmet_{ik}$	Nombre de métiers pratiqués par l'unité i durant la sortie de pêche k
	$nmar_{ik}$	Nombre de marins présents sur l'unité i durant la sortie de pêche k
Quantités estimées	l_{ijk}	Longueur de filets calée par l'unité i lors de l'opération de pêche j de la sortie de pêche k
	l_{ik}	Longueur de filets calée par l'unité i durant la sortie de pêche k
	l_{ik}^{mar}	Longueur de filets calée par marin et par l'unité i durant la sortie de pêche k
	NO_{us}	Nombre moyen d'opérations de pêche par unité et par sortie
	$Nmet_{us}$	Nombre moyen de métiers pratiqués par unité et par sortie
	$Nmar_{us}$	Nombre moyen de marins par unité et par sortie
	L_{uo}	Longueur moyenne de filets calée par unité, par opération de pêche et par sortie
	L_{us}	Longueur moyenne de filets calée par unité et par sortie
	L_{us}^{mar}	Longueur moyenne de filets calée par marin, par unité et par sortie
	NS_u	Nombre annuel moyen de sorties par unité pour la flottille étudiée
NS_u^{cb}	Nombre annuel moyen de sorties par unité pour le territoire de la Côte Bleue	
NS_{tot}	Nombre annuel total de sorties pour la flottille étudiée	
NS_{tot}^{cb}	Nombre annuel total de sorties pour le territoire de la Côte Bleue	

L'estimateur de chaque quantité sera noté conventionnellement avec un chapeau, par exemple, l'estimateur de NS_{tot} est noté \widehat{NS}_{tot} . Les estimateurs des quantités du Tableau 4.13 et du Tableau 4.14 sont obtenus sous l'hypothèse de la structure d'échantillonnage décrite en Figure 4.18. Les estimateurs des valeurs moyennes, des totaux et de leurs variances sont conformes à Cochran (1977).

¹ Les sorties observées sur la Côte Bleue comprennent toutes les sorties pendant lesquelles au moins une opération de pêche s'est déroulée sur le territoire de la Côte Bleue.

Tableau 4.13. Estimateurs relatifs aux nombres d'opération de pêche, de métiers pratiqués, de marins par sortie, ainsi qu'aux longueurs de filets calées par sortie, par opération de pêche et par sortie, et par marin et par sortie.

Quantité	Estimateur	Estimateur de la variance
Nombre moyen d'opérations de pêche par unité et par sortie \widehat{NO}_{us}	$\widehat{NO}_{us} = \frac{1}{n_{up}} \sum_{i=1}^{n_{up}} \widehat{NO}_{is}$ <p>où</p> $\widehat{NO}_{is} = \frac{1}{ns_i} \sum_{k=1}^{ns_i} no_{ik}$	$\widehat{Vtot}(\widehat{NO}_{us}) = \widehat{V}(\widehat{NO}_{us}) + \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}} \widehat{V}(\widehat{NO}_{is})}{n_{up} \cdot N_{up}}$ <p>avec</p> $\widehat{V}(\widehat{NO}_{us}) = (1 - f_1) \frac{s(\widehat{NO}_{is})^2}{n_{up}}$ <p>où</p> $s(\widehat{NO}_{us})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}} (\widehat{NO}_{is} - \widehat{NO}_{us})^2}{n_{up} - 1}$ <p>et</p> $\widehat{V}(\widehat{NO}_{is}) = (1 - f_{2i}) \frac{s(\widehat{NO}_{is})^2}{ns_i}$ <p>où</p> $s(\widehat{NO}_{is})^2 = \frac{\sum_{k=1}^{ns_i} (no_{ik} - \widehat{NO}_{is})^2}{ns_i - 1}$
Nombre moyen de métiers pratiqués par unité et par sortie \widehat{Nmet}_{us}	$\widehat{Nmet}_{us} = \frac{1}{n_{up}} \sum_{i=1}^{n_{up}} \widehat{Nmet}_{is}$ <p>où</p> $\widehat{Nmet}_{is} = \frac{1}{ns_i} \sum_{k=1}^{ns_i} nmet_{ik}$	L'estimateur de la variance reprend la même formulation qu'à la première ligne, avec \widehat{Nmet}_{us} à la place de \widehat{NO}_{us} , et \widehat{Nmet}_{is} à la place de \widehat{NO}_{is}
Nombre moyen de marins par unité et par sortie \widehat{Nmar}_{us}	$\widehat{Nmar}_{us} = \frac{1}{n_{up}} \sum_{i=1}^{n_{up}} \widehat{Nmar}_{is}$ <p>où</p> $\widehat{Nmar}_{is} = \frac{1}{ns_i} \sum_{k=1}^{ns_i} nmar_{ik}$	Idem que ci-dessus, avec \widehat{Nmar}_{us} à la place de \widehat{NO}_{us} , et \widehat{Nmar}_{is} à la place de \widehat{NO}_{is}
Longueur moyenne de filets calée par unité, par opération de pêche et par sortie \widehat{L}_{uo}	$\widehat{L}_{uo} = \frac{1}{n_{up}} \sum_{i=1}^{n_{up}} \widehat{L}_{io}$ <p>où</p> $\widehat{L}_{io} = \frac{1}{no_i} \sum_{jk=1}^{no_i} l_{ijk}$	Idem que ci-dessus, avec \widehat{L}_{uo} à la place de \widehat{NO}_{us} , et \widehat{L}_{io} à la place de \widehat{NO}_{is}
Longueur moyenne de filets calée par unité et par sortie \widehat{L}_{us}	$\widehat{L}_{us} = \frac{1}{n_{up}} \sum_{i=1}^{n_{up}} \widehat{L}_{is}$ <p>où</p> $\widehat{L}_{is} = \frac{1}{ns_i} \sum_{k=1}^{ns_i} l_{ik}$	Idem que ci-dessus, avec \widehat{L}_{us} à la place de \widehat{NO}_{us} , et \widehat{L}_{is} à la place de \widehat{NO}_{is}
Longueur moyenne de filets calée par marin, par unité et par sortie \widehat{L}_{us}^{mar}	$\widehat{L}_{us}^{mar} = \frac{1}{n_{up}} \sum_{i=1}^{n_{up}} \widehat{L}_{is}^{mar}$ <p>où</p> $\widehat{L}_{is}^{mar} = \frac{1}{ns_i} \sum_{k=1}^{ns_i} l_{ik}^{mar}$	Idem que ci-dessus, avec \widehat{L}_{us}^{mar} à la place de \widehat{NO}_{us} , et \widehat{L}_{is}^{mar} à la place de \widehat{NO}_{is}

Tableau 4.14. Estimateurs relatifs aux nombres de sorties de pêche pour la flottille et à l'échelle de la Côte Bleue.

	Quantité	Estimateur	Estimateur de la variance
Au total	Nombre annuel moyen de sorties par unité pour la flottille étudiée \widehat{NS}_u	$\widehat{NS}_u = \frac{1}{n_{up}} \sum_{i=1}^{n_{up}} NS_i$	$\widehat{V}(\widehat{NS}_u) = (1 - f_1) \frac{s(\widehat{NS}_u)^2}{n_{up}}$ où $s(\widehat{NS}_u)^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}} (NS_i - \widehat{NS}_u)^2}{n_{up} - 1}$
	Nombre annuel total de sorties pour la flottille étudiée \widehat{NS}_{tot}	$\widehat{NS}_{tot} = \widehat{NS}_u \times N_{up}$	$\widehat{V}(\widehat{NS}_{tot}) = \widehat{V}(\widehat{NS}_u) \times N_{up}^2$
A l'échelle du territoire de la Côte Bleue	Nombre annuel moyen de sorties par unité pour le territoire de la Côte Bleue \widehat{NS}_u^{cb}	$\widehat{NS}_u^{cb} = \frac{1}{n_{up}} \sum_{i=1}^{n_{up}} NS_i^{cb}$ où $NS_i^{cb} = \frac{ns_i^{cb}}{ns_i} \times NS_i$	$\widehat{V}(\widehat{NS}_u^{cb}) = (1 - f_1) \frac{s(\widehat{NS}_u^{cb})^2}{n_{up}}$ où $s(\widehat{NS}_u^{cb})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}} (NS_i^{cb} - \widehat{NS}_u^{cb})^2}{n_{up} - 1}$
	Nombre annuel total de sorties pour la flottille étudiée sur territoire de la Côte Bleue \widehat{NS}_{tot}^{cb}	$\widehat{NS}_{tot}^{cb} = \widehat{NS}_u^{cb} \times N_{up}$	$\widehat{V}(\widehat{NS}_{tot}^{cb}) = \widehat{V}(\widehat{NS}_u^{cb}) \times N_{up}^2$

Les intervalles de confiance sont exprimés sous approximation gaussienne pour la distribution des estimateurs (les intervalles de confiance suivent donc une loi de Student). Dans un souci de lisibilité, les formules générales pour le calcul des intervalles de confiance selon les estimateurs sont données ci-dessous.

- Pour les estimateurs par **unité de pêche**, les intervalles de confiance seront calculés à partir des deux formules suivantes :

$$\widehat{X}_{u-inf0.025} = \widehat{X}_u - t_{k-1} \sqrt{\widehat{V}(\widehat{X}_u)}$$

$$\widehat{X}_{u-sup0.975} = \widehat{X}_u + t_{k-1} \sqrt{\widehat{V}(\widehat{X}_u)}$$

où \widehat{X}_u représente l'estimateur de la quantité moyenne, et $\widehat{V}(\widehat{X}_u)$ l'estimateur de la variance. t_k est le quantile de la loi de Student à k degrés de liberté.

- Pour les estimateurs à l'échelle de **la flottille étudiée**, les intervalles de confiance seront calculés à partir des deux formules suivantes :

$$\widehat{X}_{tot-inf0.025} = \widehat{X}_{u-inf0.025} \times N_{up}$$

$$\widehat{X}_{tot-sup0.975} = \widehat{X}_{u-sup0.975} \times N_{up}$$

où \hat{X}_{tot} représente l'estimateur de la quantité totale, et N_{up} le nombre d'unités de pêche de la population.

4.2.2.2 Effort de pêche par métier

Pour l'estimation de l'effort de pêche par métier, la période de temps considérée est la **période de pêche** pour les sept métiers définis dans la partie précédente. Le territoire considéré pour toutes les estimations par métier est le **territoire de la Côte Bleue**. Le terme « métier » utilisé ci-après impliquera donc automatiquement la période de pêche concernée et le territoire de la Côte Bleue.

La population d'unités de pêche doit être définie pour chaque métier⁵¹. Le métier « Sparidés » est pratiqué par 16 bateaux sur 30 dont 9 bateaux ont été échantillonnés pendant toute la période de pêche (9 unités de pêche ; Tableau 4.15). Sur les 7 bateaux non échantillonnés, 2 bateaux n'ont fréquenté que 50% de leur temps le territoire de la Côte Bleue (correspondant donc à une unité de pêche), soit 6 unités non échantillonnées. Au total, on considère donc 15 unités de pêche sur la période de pêche du métier « Sparidés » (Tableau 4.15). Pour le métier « Merlu », 9 bateaux sur les 15 concernés ont été échantillonnés, soit 9 unités. Sur les 6 bateaux non échantillonnés, 4 bateaux n'ont fréquenté qu'un tiers de leur temps le territoire de la Côte Bleue (1.3 unités), soit 12.3 unités pour ce métier. Pour le métier « Langouste » s'ajoutent aux 10 unités échantillonnées 3 unités (4 bateaux, dont deux à mi-temps) non échantillonnées, pour un total de 13 unités. Pour le métier « Sole » et sur les 8 bateaux non échantillonnés (sur 18), trois n'ont passé qu'un quart de leur temps sur le territoire du PMCB, soit 0.75 unités de pêche. Au total, on a un nombre total de 15.8 unités de pêche pour ce métier (Tableau 4.15). L'activité des bateaux fréquentant les eaux de la Côte Bleue sans être rattachés à l'un des 6 ports concernés n'a pu être prise en compte, entraînant certainement une légère sous-estimation de l'effort et des captures à l'échelle du territoire de la Côte Bleue.

Le plan d'échantillonnage développé pour les estimations par métier comprend les deux niveaux de sous-échantillonnage identiques au plan d'échantillonnage décrit précédemment (Figures 4.18 et 4.19). On estime que les taux d'échantillonnage des sorties par métier⁵² correspondent aux taux d'échantillonnage des sorties sur l'année.

⁵¹ Rappel : Les informations concernant les métiers pratiqués par les bateaux n'ayant pas participé à l'étude ont été obtenus à partir de différentes sources, notamment des observations lors des sorties sur le terrain, et des calendriers annuels de l'activité (Source IFFREMER - SIH).

⁵² Donc relativement à sa période de pêche, et sur le territoire de la Côte Bleue.

Tableau 4.15. Tableau récapitulatif du nombre de bateaux, du nombre d'unités de pêche, et du nombre d'unités de pêche échantillonnées par métier.

	Sparidé	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Langouste	Sole
Nombre total de bateaux concernés	16	13	13	15	10	14	18
Nombre total d'unités de pêche	15	13	13	12.3	10	13	15.8
Nombre d'unités (bateaux) échantillonnées	9	7	9	9	6	10	10
Taux d'échantillonnage des bateaux	0.56	0.54	0.69	0.73	0.6	0.71	0.56

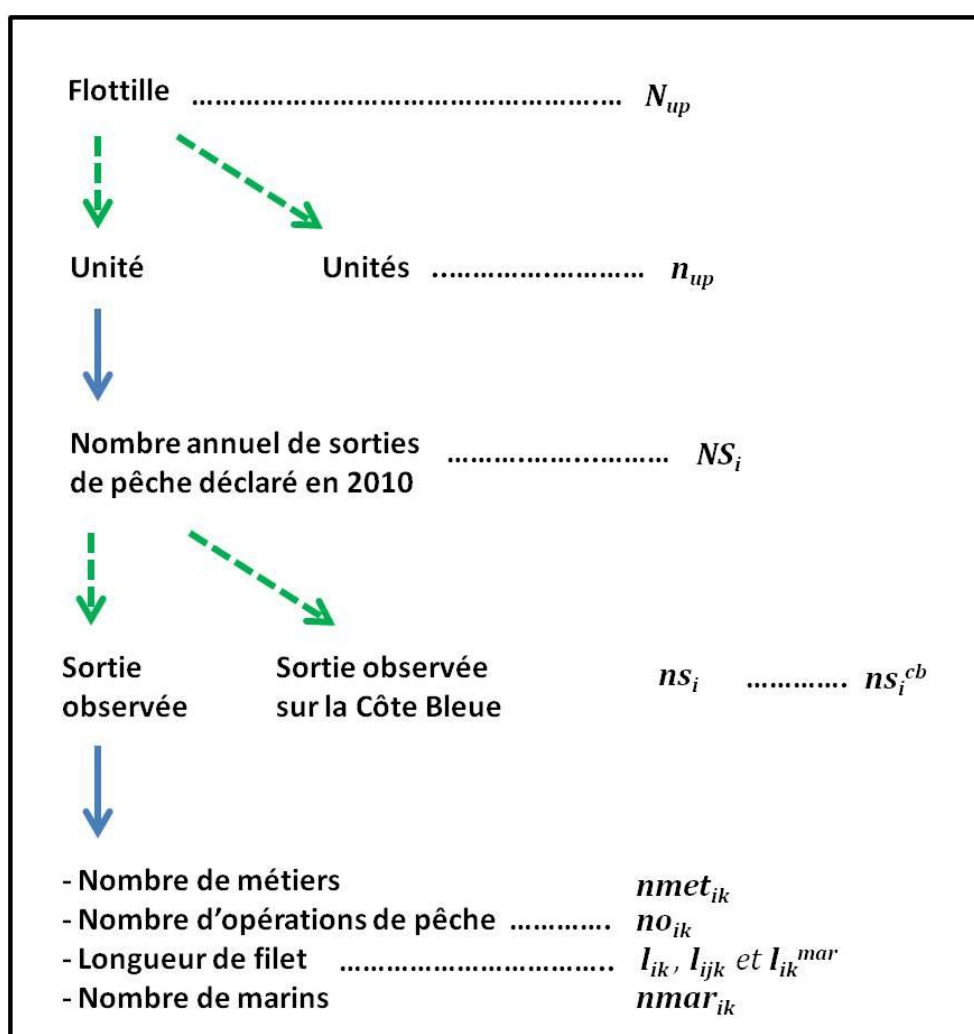


Figure 4.19. Plan d'échantillonnage et notations utilisées pour l'estimation de l'effort par métier (nombre d'opérations de pêche et longueur de filets calée ; voir Tableau 4.16 pour les définitions). Les traits en pointillés (vert) représentent un échantillonnage aléatoire simple, alors que les traits pleins (bleu) représentent un relevé exhaustif des informations.

Tableau 4.16. Définition des notations retenues pour le calcul des estimateurs de l'effort par métier

	Notation	Définition (<i>unité = unité de pêche</i>)
Données récoltées	N_{up}^{met}	Nombre d'unités de pêche de la population par métier (Tableau 4.15)
	n_{up}^{met}	Nombre d'unités de pêche sélectionnées aléatoirement dans la population et concernées par chaque métier (Tableau 4.15)
	$f_1^{met} = \frac{n_{up}^{met}}{M_{up}^{met}}$	Taux d'échantillonnage des unités de pêche par métier
	NS_i	Nombre de sorties de pêche de l'unité i
	ns_i	Nombre de sorties de pêche observées de l'unité i
	ns_i^{met}	Nombre de sorties de pêche observées de l'unité i par métier
	$f_{2i} = \frac{ns_i}{NS_i}$	Taux d'échantillonnage des sorties de l'unité i , que l'on considère comme le taux d'échantillonnage des sorties de l'unité par métier.
Quantités à estimer	no_{ik}^{met}	Nombre d'opérations de pêche de l'unité i durant la sortie de pêche k par métier
	no_i^{met}	Nombre d'opérations de pêche observées de l'unité i par métier
	l_{ij}^{met}	Longueur de filets calée par l'unité i durant la sortie de pêche k par métier
	l_{ijk}^{met}	Longueur de filets calée par l'unité i durant l'opération de pêche j de la sortie de pêche k par métier
	NS_u^{met}	Nombre moyen de sorties par unité et par métier
	NO_{us}^{met}	Nombre moyen d'opérations de pêche par unité, par sortie et par métier
	NO_u^{met}	Nombre moyen d'opérations de pêche par unité et par métier
NO_{tot}^{met}	Nombre moyen d'opérations de pêche pour la flottille étudiée et par métier	
	L_{uo}^{met}	Longueur moyenne de filets calée par unité, par opération de pêche, par sortie, et par métier
	L_{us}^{met}	Longueur moyenne de filets calée par unité, par sortie et par métier
	L_u^{met}	Longueur totale de filets calée par unité et par métier
	L_{tot}^{met}	Longueur totale de filets calée pour la flottille étudiée et par métier

Les estimateurs des quantités du Tableau 4.17 et du Tableau 4.18 sont obtenus sous l'hypothèse de la structure d'échantillonnage décrite en (Figure 4.19). Les estimateurs des valeurs moyennes, des totaux et de leurs variances sont conformes à Cochran (1977).

Tableau 4.17. Estimateur du nombre de sorties de pêche par unité et par métier, et estimateurs relatifs aux nombres d'opérations de pêche par métier.

Quantité	Estimateur	Estimateur de la variance
Nombre annuel moyen de sorties par unité et par unité \widehat{NS}_u^{met}	$\widehat{NS}_u^{met} = \frac{1}{n_{up}^{met}} \sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} NS_i^{met}$ <p>où $NS_i^{met} = \frac{ns_i^{met}}{ns_i} \times NS_i$</p>	$\widehat{V}(\widehat{NS}_u^{met}) = (1 - f_1) \frac{s(\widehat{NS}_u^{met})^2}{n_{up}^{met}}$ <p>où</p> $s(\widehat{NS}_u^{met})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} (NS_i^{met} - \widehat{NS}_u^{met})^2}{n_{up}^{met} - 1}$
Nombre moyen d'opérations de pêche par sortie, par unité et par métier \widehat{NO}_{us}^{met}	$\widehat{NO}_{us}^{met} = \frac{1}{n_{up}^{met}} \sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \widehat{NO}_{is}^{met}$ <p>où</p> $\widehat{NO}_{is}^{met} = \frac{1}{ns_i^{met}} \sum_{k=1}^{ns_i^{met}} no_{ik}^{met}$	$\widehat{Vtot}(\widehat{NO}_{us}^{met}) = \widehat{V}(\widehat{NO}_{us}^{met}) + \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \widehat{V}(\widehat{NO}_{is}^{met})}{n_{up}^{met} \cdot N_{up}^{met}}$ <p>avec</p> $\widehat{V}(\widehat{NO}_{us}^{met}) = (1 - f_1^{met}) \frac{s(\widehat{NO}_{us}^{met})^2}{n_{up}^{met}}$ <p>où</p> $s(\widehat{NO}_{us}^{met})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} (\widehat{NO}_{is}^{met} - \widehat{NO}_{us}^{met})^2}{n_{up}^{met} - 1}$ <p>et</p> $\widehat{V}(\widehat{NO}_{is}^{met}) = (1 - f_{2i}) \frac{s(\widehat{NO}_{is}^{met})^2}{ns_i^{met}}$ <p>où</p> $s(\widehat{NO}_{is}^{met})^2 = \frac{\sum_{k=1}^{ns_i^{met}} (no_{ik}^{met} - \widehat{NO}_{is}^{met})^2}{ns_i^{met} - 1}$
Nombre moyen d'opérations de pêche par unité et par métier \widehat{NO}_u^{met}	$\widehat{NO}_u^{met} = \frac{1}{n_{up}^{met}} \sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \widehat{NO}_i^{met}$ <p>où</p> $\widehat{NO}_i^{met} = \widehat{NO}_{is}^{met} \times NS_i^{met}$	$\widehat{Vtot}(\widehat{NO}_u^{met}) = \widehat{V}(\widehat{NO}_u^{met}) + \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \widehat{V}(\widehat{NO}_i^{met})}{n_{up}^{met} \cdot N_{up}^{met}}$ <p>avec</p> $\widehat{V}(\widehat{NO}_u^{met}) = (1 - f_1^{met}) \frac{s(\widehat{NO}_u^{met})^2}{n_{up}^{met}}$ <p>où</p> $s(\widehat{NO}_u^{met})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} (\widehat{NO}_i^{met} - \widehat{NO}_u^{met})^2}{n_{up}^{met} - 1}$ <p>et</p> $\widehat{V}(\widehat{NO}_i^{met}) = \widehat{V}(\widehat{NO}_{is}^{met}) \times NS_i^{met}$
Nombre total d'opérations de pêche pour la flottille étudiée et par métier \widehat{NO}_{tot}^{met}	$\widehat{NO}_{tot}^{met} = \widehat{NO}_u^{met} \times N_{up}^{met}$	$\widehat{Vtot}(\widehat{NO}_{tot}^{met}) = \widehat{Vtot}(\widehat{NO}_u^{met}) \times N_{up}^{met^2}$

Tableau 4.18. Estimateurs relatifs aux longueurs de filets calées par opération de pêche, par sortie, par unité, pour la flottille et par métier.

Quantité	Estimateur	Estimateur de la variance
Longueur moyenne de filets calée par unité, par opération de pêche, par sortie et par métier \hat{L}_{uo}^{met}	$\hat{L}_{uo}^{met} = \frac{1}{n_{up}^{met}} \sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \hat{L}_{io}^{met} \text{ où}$ $\hat{L}_{io}^{met} = \frac{1}{no_i^{met}} \sum_{k=1}^{no_i^{met}} l_{ijk}^{met}$	$\hat{V}tot(\hat{L}_{uo}^{met}) = \hat{V}(\hat{L}_{uo}^{met}) + \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \hat{V}(\hat{L}_{io}^{met})}{n_{up}^{met} \cdot N_{up}^{met}} \text{ avec}$ $\hat{V}(\hat{L}_{uo}^{met}) = (1 - f_1^{met}) \frac{s(\hat{L}_{uo}^{met})^2}{n_{up}^{met}} \text{ où}$ $s(\hat{L}_{uo}^{met})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} (\hat{L}_{io}^{met} - \hat{L}_{uo}^{met})^2}{n_{up}^{met} - 1}$ <p>et</p> $\hat{V}(\hat{L}_{io}^{met}) = (1 - f_{2i}) \frac{s(\hat{L}_{io}^{met})^2}{ns_i^{met}} \text{ où}$ $s(\hat{L}_{io}^{met})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{ns_i^{met}} (l_{ijk}^{met} - \hat{L}_{io}^{met})^2}{ns_i^{met} - 1}$
Longueur moyenne de filets calée par sortie, par unité et par métier \hat{L}_{us}^{met}	$\hat{L}_{us}^{met} = \frac{1}{n_{up}^{met}} \sum_{i=1}^n \hat{L}_{is}^{met} \text{ où}$ $\hat{L}_{is}^{met} = \frac{1}{ns_i^{met}} \sum_{k=1}^{ns_i^{met}} l_{ik}^{met}$	$\hat{V}tot(\hat{L}_{us}^{met}) = \hat{V}(\hat{L}_{us}^{met}) + \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \hat{V}(\hat{L}_{is}^{met})}{n_{up}^{met} \cdot N_{up}^{met}} \text{ avec}$ $\hat{V}(\hat{L}_{us}^{met}) = (1 - f_1^{met}) \frac{s(\hat{L}_{us}^{met})^2}{n_{up}^{met}} \text{ où}$ $s(\hat{L}_{us}^{met})^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{L}_{is}^{met} - \hat{L}_{us}^{met})^2}{n_{up}^{met} - 1}$ <p>et</p> $\hat{V}(\hat{L}_{is}^{met}) = (1 - f_{2i}) \frac{s(\hat{L}_{is}^{met})^2}{ns_i^{met}} \text{ où}$ $s(\hat{L}_{is}^{met})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{ns_i^{met}} (l_{ik}^{met} - \hat{L}_{is}^{met})^2}{ns_i^{met} - 1}$
Longueur moyenne de filets calée par unité et par métier \hat{L}_u^{met}	$\hat{L}_u^{met} = \frac{1}{n_{up}^{met}} \sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \hat{L}_i^{met} \text{ où}$ $\hat{L}_i^{met} = \hat{L}_{is}^{met} \times NS_i^{met}$	$\hat{V}tot(\hat{L}_u^{met}) = \hat{V}(\hat{L}_u^{met}) + \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} \hat{V}(\hat{L}_i^{met})}{n_{up}^{met} \cdot N_{up}^{met}} \text{ avec}$ $\hat{V}(\hat{L}_u^{met}) = (1 - f_1^{met}) \frac{s(\hat{L}_u^{met})^2}{n_{up}^{met}} \text{ où}$ $s(\hat{L}_u^{met})^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_{up}^{met}} (\hat{L}_i^{met} - \hat{L}_u^{met})^2}{n_{up}^{met} - 1}$ <p>et</p> $\hat{V}(\hat{L}_i^{met}) = \hat{V}(\hat{L}_{is}^{met}) \times NS_i^{met}$
Longueur totale de filets calée pour la flottille étudiée et par métier \hat{L}_{tot}^{met}	$\hat{L}_{tot}^{met} = \hat{L}_u^{met} \times N_{up}^{met}$	$\hat{V}tot(\hat{L}_{tot}^{met}) = \hat{V}tot(\hat{L}_u^{met}) \times N_{up}^{met 2}$

Les intervalles de confiance sont également exprimés sous approximation gaussienne pour la distribution des estimateurs (les intervalles de confiance suivent donc une loi de Student). Le calcul des intervalles de confiance reprennent les formules générales utilisées pour les estimations du nombre de sorties de pêche.

L'ensemble des estimateurs concernant les opérations de pêche et les longueurs de filets calées par unité et par flottille a également été **calculé à l'échelle du mois de la période de pêche**, en divisant les différentes estimations par période de pêche par le nombre de mois concernés.

4.2.2.2 Captures débarquées par métier

Les captures ont été relevées à partir d'un échantillonnage des opérations de pêche par unité de pêche et par métier (Figure 3.2). Pour chaque opération de pêche échantillonnée, la capture totale et par espèce ou groupe d'espèces a été mesurée. Les captures de chaque opération de pêche échantillonnée sont rapportées à deux unités d'effort : 1) une longueur de filets de 100 m, et 2) l'opération de pêche.

Pour chaque unité d'effort, la moyenne des biomasses des captures débarquées par métier⁵¹ est calculée à partir d'une méthode d'inférence statistique appelée **bootstrap** (Efron 1979). Cette méthode consiste à rééchantillonner les captures au sein de l'échantillon des captures par métier, grâce à des tirages aléatoires avec remise. Chaque rééchantillonnage génère un échantillon de captures à partir duquel les estimations sont calculées. Un grand nombre de rééchantillonnages est réalisé, permettant de calculer la moyenne, la variance et un intervalle de confiance sur les distributions ainsi simulées des estimations, sans requérir d'hypothèse sur la distribution initiale des données et quelle que soit la taille de l'échantillon. Dans notre étude, **1 000** rééchantillonnages ont été réalisés pour chaque estimateur des captures, afin de calculer avec précision leur moyenne ainsi que les percentiles à 2.5% et 97.5%.

L'estimation des captures par métier consiste à multiplier les estimations obtenues pour les deux unités d'effort à partir des bootstraps, avec les estimations d'effort obtenues dans le paragraphe précédent. Ainsi, la biomasse moyenne débarquée par métier et par 100 m de filets sera multipliée par les estimations portant sur les longueurs moyennes et totales de filets calées. La biomasse

⁵¹ Il est important de souligner qu'étant donné la faible taille des échantillons disponibles par métier, les estimations de captures ne prennent pas en compte la complexité de l'échantillonnage développé pour l'estimation de l'effort (Figure 2), c'est-à-dire que la procédure de rééchantillonnage ne reproduit pas les trois niveaux d'échantillonnage, à savoir les unités de pêche, les sorties d'une unité de pêche, et les opérations pratiquées par cette unité de pêche au cours de la sortie observée.

moyenne débarquée par métier et par opération de pêche sera quant à elle multipliée par les estimations portant sur le nombre moyen et total portant sur les opérations de pêche. L'utilisation de ces deux unités d'effort est d'en tester la pertinence de chacun pour le suivi des captures.

Pour chaque métier, les captures sont estimées d'une part sur l'ensemble des espèces, et d'autre part pour les espèces cibles principales de chaque métier, à l'exception du métier « Langouste » pour lequel le nombre d'échantillons n'est pas représentatif (< 10). Les espèces retenues sont la dorade royale (*Sparus aurata*), les autres sparidés (*Diplodus* spp., *Pagellus* spp., *Lithognathus mormyrus* notamment), le loup ou bar (*Dicentrarchus labrax*), le rouget de roche (*Mullus surmuletus*), les poissons de soupe (*Scorpaena* spp., *Labrus* spp., *Symphodus* spp., *Serranus cabrilla* et *S. scriba* notamment), le merlu (*Merluccius merluccius*) et les soles *Solea aegyptiaca* et *S. solea* (ci-après appelées *Solea* sp.).

L'ensemble des estimateurs concernant les biomasses débarquées a également été calculé à l'échelle du mois de la période de pêche, en divisant les différentes estimations par période de pêche par le nombre de mois concernés.

4.2.2.3 Récapitulatif des estimateurs calculés

L'ensemble des estimateurs calculés dans les paragraphes précédents est repris dans le Tableau 4.19. Afin d'avoir un aperçu de l'effort de pêche et des captures totaux réalisés, les nombres d'opérations de pêche par métier ont été sommés, de même que les longueurs de filets calées et les biomasses des captures débarquées par métier. Afin de caractériser l'activité générale d'une unité de pêche, les estimations moyennes par unité de pêche tous métiers confondus ont été obtenues en divisant les estimations à l'échelle de la flottille par le nombre total d'unités de pêche (27.4).

Tableau 4.19. Estimateurs de l'effort de pêche et des biomasses débarquées selon les différentes échelles considérées

		Par 100 m de filets	Par opération de pêche	Par sortie et par unité	Par unité et par mois	Par unité et par an / période de pêche	Par flottille et par mois	Par flottille et par an / période de pêche
Total (1 195 sorties, 1 940 opérations de pêche)								
Estimateurs d'effort	Nombre de sorties				X	X		X
Sur le territoire de la Côte Bleue (1 017 sorties, 1 667 opérations de pêche)								
Estimateurs d'effort	Nombre de sorties				X	X		X
Par métier (960 sorties, 1 481 opérations de pêche)								
Estimateurs d'effort	Nombre de sorties					X		
	Nombre d'opérations de pêche			X	X	X	X	X
	Longueur de filets calée			X	X	X	X	X
Estimateurs de capture	Biomasse des captures débarquées	100 m de filets (kg)	X	X	X	X	X	X
		Opération de pêche (kg)		X	X	X	X	X
	Par espèce principale	100 m de filets (kg)						X
		Opération de pêche (kg)						X

Pour compléter les estimations réalisées sur l'effort de pêche et les captures, certaines métriques issues du questionnaire sur les perceptions sont également calculées. Ainsi, la proportion des captures selon les moyens de vente (cristalline, vente directe, restaurant) a été demandée aux patrons de pêche lors des entretiens individuels (Chapitre 3). De même, la perception de l'évolution par métier du nombre de sorties et d'opérations de pêche, ainsi que de la longueur de filets calée depuis le début de l'activité (> 5 ans) a été demandée à chacun des 16 patrons de pêche. La perception de l'évolution des biomasses capturées par métier a également été relevée.

4.2.3 Résultats : estimations de l'effort et des captures débarquées

4.2.3.1 Caractérisation et estimation du nombre annuel total de sorties

Les différentes estimations réalisées permettent tout d'abord de caractériser les sorties de pêche réalisés par les pêcheurs la Côte Bleue. Ainsi, lors d'une même sortie de pêche, les unités

pratiquent en moyenne plus d'un métier (1.4), et donc plus d'une opération de pêche (1.6 ; Tableau 4.12). Un même métier peut donc être concerné par plusieurs opérations de pêche lors d'une même sortie (Tableau 4.12). Le nombre moyen de marins par sortie est lui de 1.7. Par sortie, la longueur moyenne de filets calée est de plus de 3 600 m, soit 2 640 m par opération de pêche en moyenne. Il est intéressant de noter que la longueur de filets par sortie n'est pas égale au produit de la longueur totale de filets calée par opération de pêche par le nombre moyen d'opérations de pêche par sortie, soulignant l'importance de respecter le plan d'échantillonnage.

Tableau 4.12. Estimations (E.) et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) du nombre moyen de métiers, d'opérations de pêche et de marins par sortie ainsi que longueur moyenne de filets calées par opération de pêche et par marin, et par sortie.

	E. Inf	E.	E. Sup
Nombre moyen de métiers par sortie	1.3	1.4	1.6
Nombre moyen d'opérations de pêche par sortie	1.4	1.6	1.7
Nombre moyen de marins par sortie	1.5	1.7	1.8
Longueur de filets calée par opération de pêche (m)	2 136.7	2 640.1	3 143.4
Longueur de filets calée par sortie (m)	3 037.1	3 616.3	4 196.5
Longueur de filets calée par marin et par sortie (m)	1 907.2	2 291.4	2675.5

Le nombre annuel total de sorties de pêche réalisées par les pêcheurs du PMCB est de 3 776 (Tableau 4.13). Plus de 3 500 de ces sorties se déroulent au moins en partie sur la Côte Bleue, soit près de 95% du nombre total de sorties. Par unité, le nombre moyen de sorties est compris entre 115 et 160 par an, dont 128 en moyenne ont lieu sur le territoire de la Côte Bleue (Tableau 4.13).

Tableau 4.13. Estimateurs et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) du nombre total de sorties par unité et pour la flottille, au total et sur territoire de la Côte Bleue

		Total	Côte Bleue
Nombre de sorties par unité	E. Inf	115.0	104.6
	E.	137.4	128.2
	E. Sup	159.9	151.8
Nombre de sorties pour la flottille	E. Inf	3 150.7	2865.3
	E.	3 775.8	3512.0
	E. Sup	4380.9	4158.8

4.2.3.2 Effort de pêche par métier

A l'échelle de la sortie de pêche par métier, seules les sorties de pêche concernant les métiers « Sparidés », « Loup » et « Soupe » donnent lieu à plus d'une opération de pêche en moyenne pour le même métier (Tableau 4.14). Les plus grandes longueurs de filets calées par opération de pêche et par sortie concernent respectivement les métiers « Sole » et « Merlu », avec plus de 2 000 m de filets calées. Les longueurs moyennes de filets calées estimées ici diffèrent peu de ce qui a été calculé dans

la partie précédente (Figure 4.11). Pour les métiers « Merlu », « Langouste » et « Sole », le nombre d'opérations de pêche est identique au nombre de sorties (une opération de pêche par sortie), alors que les quatre autres métiers peuvent présenter plusieurs opérations de pêche par métier et par sortie. Dans l'ensemble, les intervalles de confiance sont relativement faibles (Tableau 4.14).

Tableau 4.14. Pour chaque métier, estimations (E.) et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) du nombre moyen d'opérations de pêche par sortie, et des longueurs moyennes de filets calées par opération de pêche et par sortie sur le territoire de la Côte Bleue.

		Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Langouste	Sole
Nombre d'opération de pêche par sortie	E. Inf	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	E.	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0
	E. Sup	1.4	1.3	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0
Longueur de filets calée par opération de pêche (m)	E. Inf	869.2	904.5	1 700.4	1 863.7	846.9	1 591.6	4 569.7
	E.	1 027.2	1 078.0	1 946.6	2 262.2	1 064.7	1 822.6	5 823.3
	E. Sup	1 185.2	1 251.4	2 192.8	2 660.8	1 282.5	2 053.7	7 077.0
Longueur de filets calée par sortie (m)	E. Inf	1 050.5	801.4	1 720.3	1 863.7	842.0	1 591.6	4 569.7
	E.	1 213.9	1 108.3	1 973.3	2 262.2	1 134.2	1 822.6	5 823.3
	E. Sup	1 377.2	1 415.2	2 226.3	2 660.8	1 426.4	2 053.7	7 077.0

Au total, 4 645 opérations de pêche ont été réalisées en cumulant les opérations de pêche par métier selon les périodes de pêche respectives, pour une longueur totale de filets calée comprise entre 6 000 et 13 000 km, sur le territoire de la Côte Bleue (Tableau 4.15). Le métier pratiqué par le plus d'unités sur la Côte Bleue est le métier « Sole » (15.8 unités soit 18 bateaux), suivi par les métiers « Sparidés » et « Merlu ». Seul 10 bateaux sur 30 pratiquent le métier « Soupe ». En nombre d'opérations de pêche, le métier le plus important par mois et par période de pêche est celui ciblant les « Sparidés », représentant avec 28% du nombre total d'opérations de pêche. Si le nombre d'opérations de pêche des métiers « Merlu », « Rouget », « Loup » et « Sole » est à peu près identique à l'échelle de la période de pêche ($\approx 15\%$ des opérations de pêche chacun), le métier « Loup » est l'un des métiers les plus pratiqués par mois de période de pêche (Tableau 4.15).

Concernant les longueurs de filets calées, le métier « Sole » est celui déployant de loin le plus de filets avec plus de 3 860 km de filets estimés sur la période de pêche. Cette estimation est 2.4 fois supérieures que celle concernant le métier « Merlu », et 3.8 fois si l'on considère la longueur par mois. Les unités pratiquant le métier « Sole », et dans une moindre mesure les métiers « Merlu » et « Rouget », sont celles déployant le plus de filets pendant la saison (respectivement 246 km, 129 km et 112 km par unité ; Tableau 4.15). Les intervalles de confiance pour ces estimations apparaissent moins importants que ceux concernant les nombres d'opération de pêche.

Les unités pratiquant le métier « Sparidés » réalisent en moyenne 90 opérations de pêche sur la saison de pêche, réparties sur 73 sorties en moyenne. Le métier connaissant le moins d'opérations de pêche par unité concernée est le métier « Langouste », avec moins de 20 opérations de pêche en moyenne sur la période de pêche (Tableau 4.15).

A noter que si le nombre d'opérations de pêche par unité pour le métier « Langouste » est plus faible que pour le métier « Soupe », le nombre total d'opérations de pêche par mois et par période de pêche au total est plus important du fait du nombre d'unités concernées.

Tableau 4.15. Pour chaque métier, estimations (E.) et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) du nombre de sorties et d'opérations de pêche, et de la longueur de filets calée (km) par unité et par période de pêche, par mois et par période de pêche, et par période de pêche sur le territoire étudié de la Côte Bleue.

			Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Langouste	Sole	
<i>Nb d'unités concernées</i>			15	13	13	12.3	10	13	15.8	
Par unité et par période de pêche	Nombre de sortie par unité	E. Inf	50.0	17.0	40.4	44.9	17.3	15.2	33.8	
		E.	72.9	41.8	54.5	57.5	33.0	19.1	41.7	
		E. Sup	128.5	78.8	69.5	70.1	53.3	23.1	49.7	
	Nombre d'opérations de pêche	E. Inf	50.1	17.0	40.4	44.9	17.3	15.2	33.8	
		E.	89.3	47.9	55.0	57.5	35.3	19.1	41.7	
		E. Sup	128.5	78.7	69.5	70.1	53.3	23.1	49.7	
	Longueur de filets calée (km)	E. Inf	51.4	16.7	74.5	88.9	18.6	25.2	158.2	
		E.	79.1	45.5	111.5	129.0	39.3	32.8	245.5	
		E. Sup	106.8	74.2	148.4	169.2	60.0	40.4	332.8	
Par mois de période de pêche	Nombre d'opérations de pêche	E. Inf	83.4	44.2	75.1	69.3	28.8	39.4	88.6	
		E.	148.8	124.5	102.1	88.7	58.8	49.8	109.5	
		E. Sup	214.2	204.7	129.1	108.1	88.9	60.1	130.4	
	Longueur de filets calée (km)	E. Inf	85.6	43.3	138.4	137.0	31.0	65.4	500.8	
		E.	131.8	118.2	207.0	198.9	65.5	85.2	777.3	
		E. Sup	178.0	193.0	275.6	260.9	100.0	105.0	1 053.8	Total
Par période de pêche	Nombre d'opérations de pêche	E. Inf	750.3	221.0	525.5	554.3	172.6	197.2	531.7	2 953
		E.	1 339.1	622.3	714.7	709.6	352.8	248.9	657.1	4 645
		E. Sup	1 928.0	1 023.6	904.0	864.8	533.1	300.6	782.6	6 337
	Longueur de filets calée (km)	E. Inf	770.3	216.7	968.7	1 095.9	186.1	327.2	2 491.0	6 056
		E.	1 186.2	590.9	1 449.1	1 591.6	393.1	426.0	3 866.2	9 503
		E. Sup	1 602.2	965.1	1 929.4	2 087.3	600.0	524.9	5 241.4	12 950

A la question « Comment a évolué votre nombre de sorties et d'opérations de pêche par métier et par an depuis que vous avez commencé votre activité (au moins 5 ans) ? », une part importante de patrons de pêche considère que ce nombre a considérablement diminué pour le métier « Rouget » (57%), suivi par les métiers « Soupe », « Merlu » et « Sole » (50%) contrairement aux métiers « Loup » et « Sparidés » (Figure 4.19). Concernant la longueur de filets calée, 50% perçoivent l'avoir augmentée depuis le début de leur activité pour les métiers « Sole », « Loup », « Merlu » et « Soupe ».

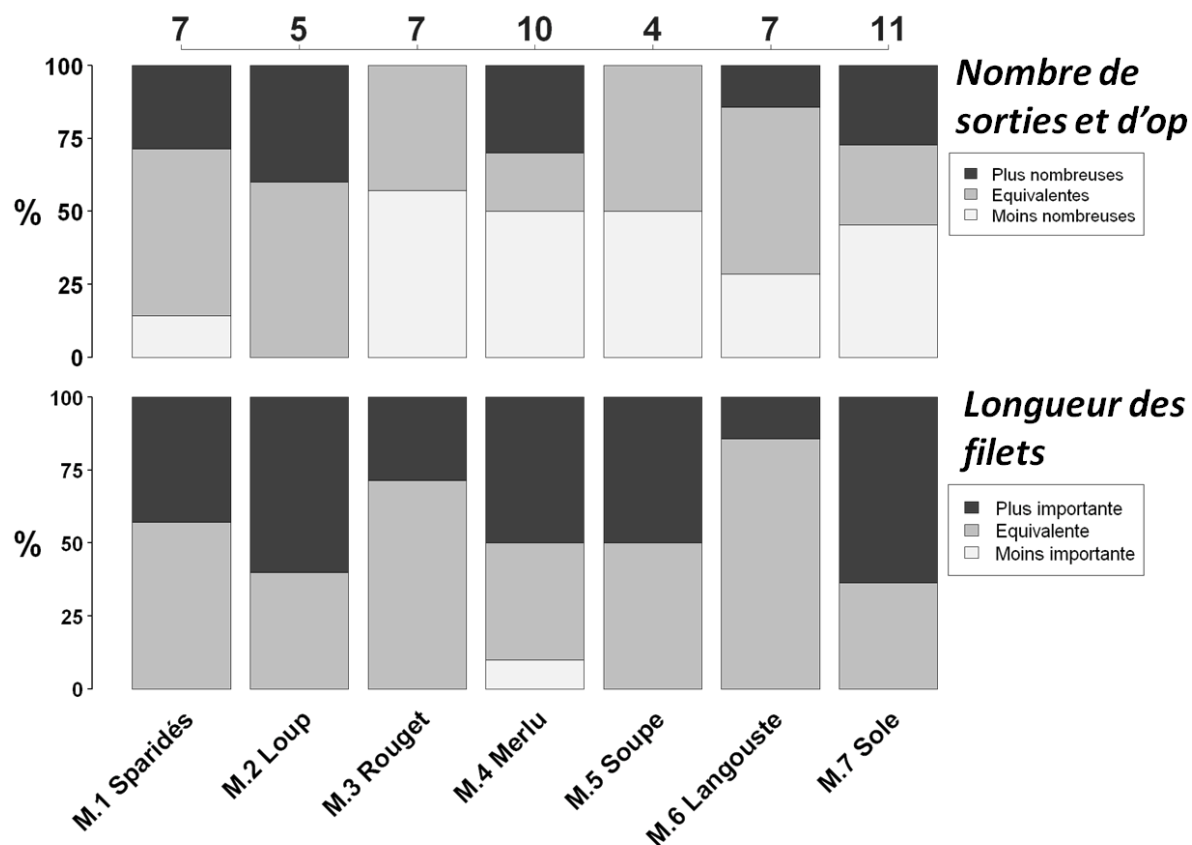


Figure 4.19. Perception de l'évolution du nombre annuel de sorties par métier par les 16 patrons de pêche ayant répondu aux questionnaires. Tout en haut, le nombre de pêcheurs concernés par une éventuelle évolution des métiers (au moins 5 ans de pratique et une pratique régulière du métier).

4.2.3.3 Captures débarquées par métier

Concernant les biomasses moyennes capturées par 100 m de filets⁵², les métiers « Sparidés », « Loup », et « Merlu » présentent tous trois une estimation supérieure à 2 kg/100 m de filets, quand les trois autres auront une biomasse moyenne capturée par 100 m de filets inférieure à 1 kg/100 m de filets (Tableau 4.16). Les intervalles de confiance sont importants pour le métier « Loup », et dans

⁵² **Rappel** : Le métier « Langouste » présentant un trop faible nombre d'échantillons des captures, l'estimation de la biomasse des captures débarquées n'a pas été réalisée pour ce métier.

une moindre mesure « Sparidés », quand ils sont relativement faibles pour les métiers « Sole » et « Soupe » (Tableau 4.16). L'estimation de ces biomasses à partir de la méthode de bootstrap donne des résultats proches de ce qui a été calculé dans la première partie de ce chapitre (Figure 4.15).

Tableau 4.16. Estimations (E.) et intervalles de confiance (E. Inf et E. Sup) des biomasses des captures débarquées (en g) par 100 m de filets par opération de pêche, pour les 6 métiers dont le nombre d'opérations de pêche échantillonnées est supérieur à 10 et pour les deux unités d'effort calculées.

		Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Sole
Nombre d'échantillons		42	14	22	22	13	25
<i>UE : 100 m de filets</i>	E. Inf	1 857	753	473	2 102	610	519
	E.	2 695	2 236	847	2 694	803	654
	E. Sup	3 566	4 634	1 455	3 313	1 015	809

A l'échelle de l'opération de pêche, les biomasses moyennes débarquées les plus élevées concernent les métiers présentant les longueurs de filets les plus importantes, à savoir le métier « Merlu » (entre 60.9 – 65.7 kg selon l'unité d'effort considérée) et « Sole » (38.1 – 35.4 kg ; Tableau 4.17). Les captures les plus faibles sont pour les métiers qui ciblent les plus petites espèces, « Rouget » (16.5 – 13.7 kg) et « Soupe » (8.6 – 10.4 kg). Les résultats issus des deux unités d'effort sont assez proches, ceux concernant les biomasses des captures débarquées par opération de pêche (issues de la méthode de bootstrap) étant apparemment moins variables que ceux concernant les biomasses des captures par 100 m de filets (Tableau 4.17).

Tableau 4.17. Estimations (E.) et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) des biomasses des captures débarquées par opération de pêche, pour les 6 métiers dont le nombre d'opérations de pêche échantillonnées est supérieur à 10 et pour les deux unités d'effort calculées.

		Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Sole
<i>100 m de filets</i>	E. Inf	16.1	6.8	8.0	39.2	5.2	23.7
	E.	27.7	24.1	16.5	60.9	8.6	38.1
	E. Sup	42.3	58.0	31.9	88.1	13.0	57.2
<i>Opération de pêche</i>	E. Inf	15.6	6.1	8.9	49.2	7.7	24.1
	E.	24.8	23.1	13.7	65.7	10.4	35.4
	E. Sup	37.3	51.9	20.9	83.1	13.4	49.0

Au total, et sans compter le métier « Langouste », la biomasse totale débarquée sur la Côte Bleue est de **130.9** tonnes ou **133.1** tonnes selon l'unité d'effort considérée, avec des intervalles de confiance compris entre 59 et 265 tonnes. Les métiers « Sparidés », « Merlu » et « Sole » capturent 77% de la biomasse totale débarquée (58.5% de la biomasse si on ne considère que les deux premiers ; Tableau 4.18). Les métiers débarquant le plus de captures toutes échelles confondues sont les métiers « Merlu » (\approx 45 tonnes au total), « Sparidés » (\approx 33 tonnes) et « Sole » (\approx 24 tonnes; Tableau 4.18). Si les captures totales du métier « Loup » restent relativement faibles comparativement aux métiers précédemment cités (entre 13 et 14.5 tonnes au total), les captures par unité à l'échelle du mois ne sont pas négligeables (plus de 200 kg en moyenne ; Tableau 4.18). Les intervalles de confiance sont importants pour tous les métiers. C'est notamment le cas pour le métier « Loup », et dans une moindre mesure les métiers « Sparidés » et « Soupe », soulignant la variabilité des captures à l'échelle des unités d'effort. Le rendement par mois et par période de pêche le plus faible concerne le métier « Soupe » (Tableau 4.18). A l'échelle de l'unité de pêche, une unité pratiquant le métier « Merlu » débarquera environ 3.5 tonnes de captures en moyenne par période de pêche (plus de 400 kg par mois), alors que les unités pratiquant le métier « Soupe » débarquent en moyenne entre 316 et 369 kg selon les estimations. Il est là aussi intéressant de noter que les différences entre les estimations issues des deux unités d'effort sont faibles (< 10%) sauf pour le métier « Rouget », pour lesquels les estimations par opération de pêche sont plus faibles que celles par 100 m de filets (Tableau 4.18).

Tableau 4.18. Estimations (E.) et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) de la biomasse débarquée par mois et par période de pêche, par unité et par flottille, pour les 6 métiers dont le nombre d'opérations de pêche échantillonnées est supérieur à 10 et pour les deux unités d'effort calculées.

			Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Sole			
Par unité	100 m de filets (kg)	E. Inf	106.0	25.1	50.3	233.5	18.9	136.9			
		E.	236.8	203.3	134.9	434.6	52.6	267.3			
		E. Sup	423.2	688.0	308.6	700.7	101.5	448.4			
	Par mois de pêche (kg)	E. Inf	86.9	20.8	51.4	276.5	22.1	135.7			
		E.	245.8	220.9	107.8	472.2	61.4	245.9			
		E. Sup	532.8	817.1	207.1	728.5	118.7	405.6			
	Par période de pêche (kg)	100 m de filets (kg)	E. Inf	953.8	125.6	352.1	1 867.7	113.6	821.2		
			E.	2 131.1	1 016.3	944.1	3 476.7	315.8	1 604.1		
			E. Sup	3 809.0	3 440.0	2 160.1	5 605.9	608.8	2 690.5		
		Opération de pêche (kg)	E. Inf	781.8	104.2	360.0	2 212.2	132.5	814.2		
			E.	2 212.6	1 104.3	754.8	3 777.8	368.6	1 475.6		
			E. Sup	4 795.6	4 085.4	1 450.0	5 828.0	712.3	2 433.5		
Par flottille	100 m de filets (kg)	E. Inf	1 589.6	326.5	653.9	2 879.3	189.3	2 155.6			
		E.	3 551.8	2 642.4	1 753.4	5 360.0	526.3	4 210.7			
		E. Sup	6 348.3	8 943.9	4 011.7	8 642.4	1 014.7	7 062.4			
	Par mois de pêche (kg)	E. Inf	1 301.7	270.3	668.4	3 410.4	220.3	2 137.4			
		E.	3 687.7	2 871.1	1 401.8	5 824.1	614.4	3 873.3			
		E. Sup	7 995.9	10 626.8	2 693.1	8 984.9	1 188.3	6 387.9	Total		
	Par période de pêche (t)	100 m de filets (t)	E. Inf	14.3	1.6	4.6	23.0	1.1	12.9	58.6	
			E.	32.0	13.2	12.3	42.9	3.2	25.3	130.9	
			E. Sup	57.1	44.7	28.1	69.1	6.1	42.4	251.4	
		Opération de pêche (t)	E. Inf	11.7	1.4	4.7	27.3	1.3	12.8	60.0	
			E.	33.2	14.4	9.8	46.6	3.7	23.2	133.1	
			E. Sup	72.0	53.1	18.9	71.9	7.1	38.3	265.0	

L'espèce la plus capturée sur le territoire de la Côte Bleue est le merlu commun (*Merluccius merluccius*) avec plus de 30 tonnes prélevées, suivi par la dorade royale (*Sparus aurata*) et les soles (*Solea sp.*). A noter que les loups (*Dicentrarchus labrax*) sont capturés par trois métiers, notamment les métiers « Loup » et « Sole », pour une capture annuelle comprise entre 2 et 12 tonnes. L'espèce cible la moins débarquée est le rouget de roche (*Mullus surmuletus*), avec environ 2.5 tonnes de captures sur la période de pêche. Le merlu et les soles sont des espèces presque exclusivement capturées par les métiers les ciblant (Tableau 4.19 et Tableau 4.20).

Tableau 4.19. Estimations (E.) et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) des biomasses totales des captures débarquées (en kg) par espèce cible principale et par période de pêche pour les 6 métiers définis dont le nombre d'opérations de pêche échantillonnées est supérieur à 10 et pour l'unité d'effort « 100 m de filets ». Sur fond gris, espèces principales par métier

		Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Sole	Total
<i>Dicentrarchus labrax</i>	E. Inf	591.4	616.7	0.0	0.0	1.6	681.5	1 891
	E.	1 393.2	2 402.2	0.0	0.0	12.9	1 697.7	5 506
	E. Sup	2 634.1	5 251.5	0.0	0.0	40.2	3 399.3	11 325
<i>Merluccius merluccius</i>	E. Inf	77.2	70.9	2.0	18 586.1	0.0	274.5	19 011
	E.	200.6	261.6	7.7	31 044.9	0.0	557.3	32 072
	E. Sup	387.6	547.6	17.4	45 803.9	0.0	958.5	47 715
<i>Mullus surmuletus</i>	E. Inf	3.9	1.7	1 205.2	10.1	38.4	0.0	1 259
	E.	21.4	15.8	2 222.9	36.3	146.0	0.0	2 442
	E. Sup	49.0	45.5	3 537.5	76.7	342.8	0.0	4 052
<i>Poisson de soupe</i>	E. Inf	45.8	17.8	2 365.2	10.0	576.5	2.6	3 018
	E.	101.9	96.0	4 104.5	35.4	1 636.9	19.3	5 994
	E. Sup	183.4	254.0	6 198.8	78.0	3 152.4	48.6	9 915
<i>Solea sp.</i>	E. Inf	37.4	1.4	0.0	0.6	0.0	8 849.3	8 889
	E.	87.3	12.9	0.0	4.4	0.0	15 649.7	15 754
	E. Sup	163.5	39.4	0.0	11.6	0.0	23 905.4	24 120
<i>Sparidés (hors Sparus aurata)</i>	E. Inf	908.8	200.5	0.0	1 173.7	2.7	0.0	2 286
	E.	2 195.9	1 745.7	47.2	2 684.6	75.8	43.0	6 792
	E. Sup	4 315.1	5 356.8	169.6	4 969.3	240.0	160.7	15 212
<i>Sparus aurata</i>	E. Inf	1 1463.3	884.9	0.0	0.0	0.0	157.5	12 506
	E.	21 195.3	6 458.2	0.0	0.0	0.0	613.5	28 267
	E. Sup	33 718.9	17 579.1	0.0	0.0	0.0	1 425.0	52 723
Total	E. Inf	13 129	1 794	3 573	19 781	619	9 965	48 859
	E.	25 196	10 992	6 382	33 806	1 872	18 581	96 828
	E. Sup	41 452	29 074	9 923	50 940	3 775	29 898	165 061

Les différences des estimations par espèce entre les unités d'effort sont plus marquées que celles observées pour les captures totales. Elles sont néanmoins proches pour les espèces éponymes des métiers. De même, les captures totales par espèce tous métiers confondus restent proches selon les unités d'effort (Tableau 4.19 et Tableau 4.20).

Tableau 4.20. Estimations (E.) et intervalles de confiance (E. Inf et E. Sup) des biomasses totales des captures débarquées (en kg) par espèce cible principale et par période de pêche pour les 6 métiers définis dont le nombre d'opérations de pêche échantillonnées est supérieur à 10 et pour l'unité d'effort « opération de pêche ». Sur fond gris, espèces principales par métier.

		Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Sole	Total
<i>Dicentrarchus labrax</i>	E. Inf	365.0	569.0	0.0	0.0	2.9	930.6	1 868
	E.	921.7	2 521.3	0.0	0.0	23.9	2 287.9	5 755
	E. Sup	1 749.5	5 968.8	0.0	0.0	71.4	4 354.9	12 145
<i>Merluccius merluccius</i>	E. Inf	74.7	53.0	1.9	22 487.1	0.0	294.8	22 912
	E.	248.3	196.3	6.0	33 857.7	0.0	541.1	34 849
	E. Sup	569.6	403.0	12.6	48 041.5	0.0	876.1	49 903
<i>Mullus surmuletus</i>	E. Inf	3.8	1.7	1 331.9	10.3	40.3	0.0	1 388
	E.	23.7	11.2	2 259.3	33.0	163.3	0.0	2 491
	E. Sup	59.0	31.3	3 432.9	68.2	384.6	0.0	3 976
<i>Poisson de soupe</i>	E. Inf	29.1	14.8	2 302.6	5.8	606.1	3.3	2 962
	E.	74.8	73.1	3 608.1	17.1	1 683.8	20.8	5 478
	E. Sup	143.7	178.4	5 245.0	34.7	3 229.2	49.1	8 880
<i>Solea sp.</i>	E. Inf	34.5	1.4	0.0	0.9	0.0	10 295.7	10 333
	E.	88.0	8.8	0.0	5.9	0.0	15 453.8	15 557
	E. Sup	169.5	25.1	0.0	13.0	0.0	21 901.7	22 109
<i>Sparidés (hors Sparus aurata)</i>	E. Inf	722.5	298.4	6.2	1735.9	13.2	0.0	2 776
	E.	1 877.0	1 658.8	33.0	3 103.5	92.0	37.8	6 802
	E. Sup	3 590.2	4 676.1	103.1	5 314.6	265.9	103.9	14 059
<i>Sparus aurata</i>	E. Inf	10 429.5	1 066.2	0.0	0.0	0.0	99.3	11 595
	E.	23 351.2	7 878.4	0.0	0.0	0.0	415.9	31 646
	E. Sup	41 050.1	23 041.0	0.0	0.0	0.0	925.8	65 017
Total	E. Inf	11 517	1 934	3 635	22 487	606	11 226	53 833
	E.	26 150	12 059	5 867	33 858	1 684	17 742	102 576
	E. Sup	46 390	33 686	8 678	48 042	3 229	26 257	176 084

Les deux tableaux montrent néanmoins que les espèces principalement ciblées par les métiers représentent quant à elles entre 73.9% (soit 100.7 t) et 77.1% (soit 102.6 t) des biomasses totales des captures prélevées sur le territoire de la Côte Bleue (Tableau 4.19 et Tableau 4.20). Entre 58 et 62% des biomasses totales capturées proviennent de quatre espèces *Merluccius merluccius*, *Sparus aurata*, *Solea solea* et *S. aegyptiaca*, et donc quatre métiers (« Sparidés », « Loup », « Merlu », « Sole »). Les espèces principales représentent entre 50% (pour les métiers « Soupe » et « Rouget ») et plus de 70 % (pour les autres métiers) des biomasses des captures débarquées par les métiers concernés. Elles peuvent atteindre 80.3% pour le métier « Loup » (Tableau 4.19 et Tableau 4.20).

Concernant l'évolution des biomasses capturées, les patrons de pêche perçoivent une diminution relativement importante pour les métiers « Soupe », « Rouget » et « Sole », quand une augmentation est notamment perçue pour le métier « Sparidés » (Figure 4.20).

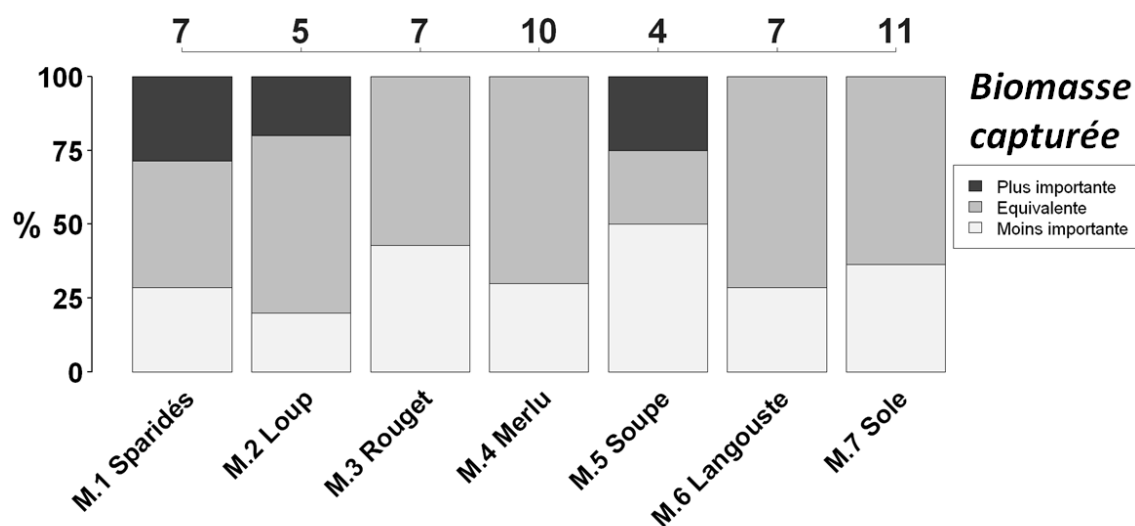


Figure 4.20. Perception de l'évolution de la biomasse capturée par métier par les 16 patrons de pêche ayant répondu aux questionnaires. Tout en haut, le nombre de pêcheurs concernés par une éventuelle évolution des métiers (au moins 5 ans de pratique et une pratique régulière du métier).

D'après les déclarations de pêcheurs, la majeure partie des captures débarquées pour les 16 pêcheurs interrogés est vendue directement à la clientèle, essentiellement sur les marchés aux poissons des ports concernés (Figure 4.21). L'ensemble des pêcheurs déclare ainsi vendre une partie de leurs captures directement à la clientèle sans passer par des intermédiaires. Plus de 60% des patrons de pêche estiment vendre entre 75 et 100% de leurs captures grâce à ce moyen de vente. Les autres moyens de vente concernent la vente aux restaurateurs (pour 19% des patrons) et la criée,

où 65% patrons de pêche déclarent des captures. Seul un patron sur les 16 interrogés déclare y vendre plus de 75% de ces captures (Figure 4.21).

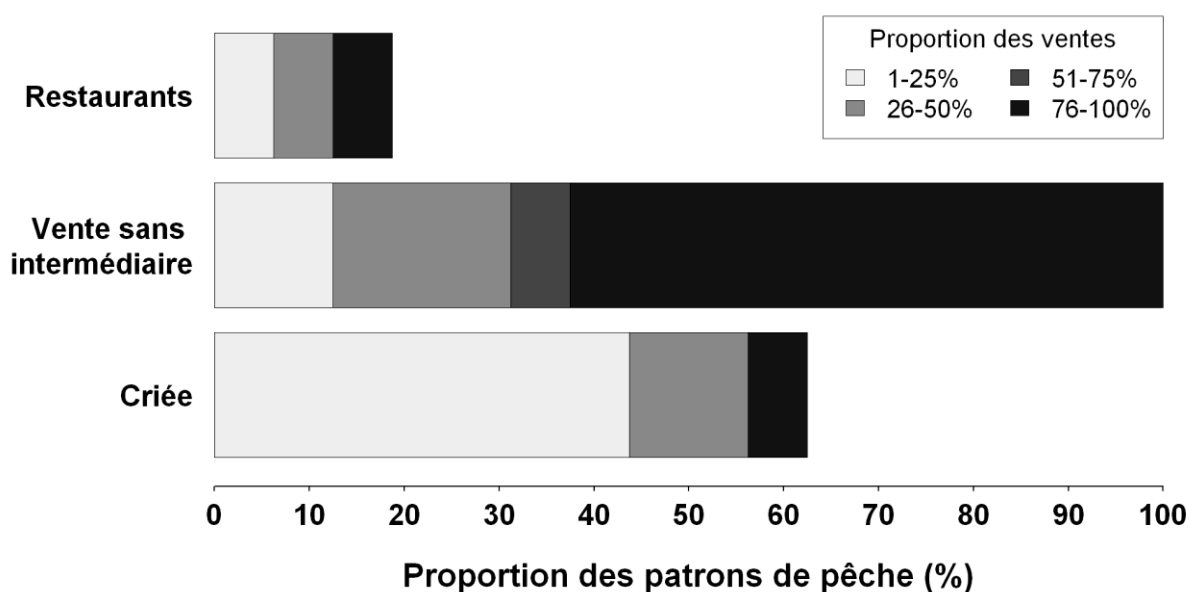


Figure 4.21 : Proportion de patrons de pêche selon le moyen de vente et la quantité écoulee (en %).

4.2.3.4 Récapitulatif des estimations

L'estimation du nombre moyen de sorties par an et par unité à partir des données déclarées est de 137, dont près de 95% ont lieu sur le territoire de la Côte Bleue (Tableau 4.21). Le nombre minimal déclaré de sorties par un patron de pêche a été de 40 sorties réparties sur l'année, pour un nombre maximal déclaré de 270. En moyenne, chaque unité a réalisé 170 opérations de pêche, pour une longueur de filets calée sur l'année comprise entre 220 et 475 km (Tableau 4.21). Chaque unité a capturé entre 2 et 10 tonnes de poissons, crustacés et céphalopodes sur le territoire de la Côte Bleue, pour une moyenne de 5 tonnes tous métiers confondus. Cela représente environ 29 kg par opération de pêche et 40 kg par sortie sur la Côte Bleue, pour une biomasse moyenne capturée par 100 m de filets d'environ 1.3 kg. A l'échelle de la flottille, plus de 3 500 sorties (sur près de 3 800 au total) ont eu lieu sur le territoire de la Côte Bleue, pour une estimation totale d'opérations de pêche sur ce territoire comprise entre 3 000 et 6 500. Cela représente plus de 9 500 km de filets calés en ne prenant en compte que l'effort exercé pendant les périodes de pêche. Au total, environ 132 tonnes de poissons ont été débarquées tous métiers confondus à partir des 13 000 ha du territoire étudié de la Côte Bleue (Tableau 4.21).

Tableau 4.21. Tableau récapitulatif des estimations d'effort et de captures par unité et pour la flottille.

		E. Inf	E.	E. Sup
Unité	Nombre moyen de sorties	115.0	137.4	159.9
	Nombre moyen de sorties sur la Côte Bleue	104.6	128.2	151.8
	Nombre moyen d'opérations de pêche sur la Côte Bleue	107.8	169.5	231.3
	Longueur moyenne de filets calée sur la Côte Bleue (km)	221.0	346.8	472.6
	Biomasse moyenne capturée			
	<i>100 m de filets (t)</i>	2.1	4.8	9.2
	<i>Opération de pêche (t)</i>	2.2	4.9	9.7
Flottille	Nombre total de sorties	3 150.7	3 765.8	4 380.9
	Nombre total de sorties sur la Côte Bleue	2865.3	3 512.0	4158.8
	Nombre total d'opérations de pêche sur la Côte Bleue	2 952.5	4 644.6	6 336.7
	Longueur totale de filets calée sur la Côte Bleue (km)	6 056.0	9 503.1	12 950.3
	Biomasse annuelle capturée			
		<i>100 m de filets (t)</i>	58.6	130.9
	<i>Opération de pêche (t)</i>	60.0	133.1	265.0

4.2.4 Discussion

Cette étude est l'une des premières à quantifier à l'échelle d'une AMP l'effort et les captures réalisées sur un cycle annuel par une pêcherie professionnelle aux petits métiers côtiers. Les diverses estimations à l'échelle du territoire de la Côte Bleue démontrent une activité dont les pressions et les impacts sur le milieu peuvent être considérés comme globalement modérés. Si elles manquent de points de comparaison, les estimations d'effort de pêche et de captures peuvent également être considérées comme représentatives et caractéristiques d'une pêcherie aux petits métiers côtiers de Méditerranée française, et sans doute plus généralement de la Méditerranée Nord-occidentale (Garcia-Rodriguez et al. 2006, Gomez et al. 2006, Merino et al. 2008, Battaglia et al. 2009).

4.2.4.1 Nombre annuel de sorties

Le nombre moyen de sorties de pêche estimé par bateau a été d'environ 137 sur l'année d'étude (soit 37.6% du temps), dont la majeure partie se déroule sur le territoire de la Côte Bleue. Si la sortie de pêche considérée ici est l'action d'aller relever un ou plusieurs filets, une seconde sortie

en mer pour aller le caler les filets y est la plupart du temps associée, ce qui doublerait presque le nombre de sorties effectives pour l'ensemble des métiers.⁵³

Le nombre de jours de sorties par an et par pêcheur dépend de plusieurs facteurs, et notamment des conditions météorologiques. Un patron de pêche est ainsi susceptible de travailler 365 jours par an si les conditions le permettent, ni les jours de weekend ni les jours fériés ne conditionnant son activité, à de très rares exceptions près. Chaque patron de pêche se fixe alors des conditions limites pour sortir, qui dépendent là aussi de plusieurs facteurs : abondance du moment en poissons, obligations financières, charges, etc. Néanmoins, les forts coups de mistral, vent dominant du Nord-ouest, ainsi que les coups de vent d'Est, d'Ouest et de Sud supérieurs à force 3 sur l'échelle de Beaufort limitent le nombre de jours actifs annuels. Une différence d'activité liée à la morphologie terrestre de la Côte Bleue apparaît entre l'Est et l'Ouest du territoire, les ports de La Redonne, de Méjean, de Niolon, et dans une moindre mesure de Carry-le-Rouet, étant protégés du mistral par le massif de la Nerthe. La différence entre le nombre de sorties annuels avec les pêcheurs du port de Carro, proche des plaines de la Camargue et subissant directement le mistral, peut alors s'avérer conséquente (voir Chapitre 5 – partie 1).

La taille et la puissance des unités conditionnent aussi le nombre de sorties par an. Si un grand bateau puissant peut sembler plus à même de sortir par mauvais temps, le fait qu'il doive manœuvrer de grandes longueurs de filets sur des zones qui se trouvent au large (donc plus exposées) limitent les sorties à des conditions météorologiques plus clémentes. Les bateaux de taille moyenne, plus maniables et utilisant des longueurs de filets plus faibles sont alors plus à même de sortir. Plusieurs pêcheurs se tournent aussi vers de petites embarcations une fois en pré-retraite, pratiquant essentiellement les métiers « Soupe » et « Rouget », pour un nombre annuel de sorties dépassant rarement la centaine. L'activité de pêche peut aussi s'avérer être une activité secondaire, en complément d'un métier assurant un salaire stable, même si cela reste apparemment marginal sur la Côte Bleue.

Les jours où les bateaux ne sortent pas sont partagés entre le montage et les réparations des filets, l'entretien et la réparation des bateaux, ainsi qu'à la vente des captures. La partie administrative prend aussi une part de temps non négligeable. La participation à la vie des prud'homies est variable selon le niveau d'engagement des pêcheurs, mais aussi selon les prud'homies. Des activités

⁵³ Les nombreux actes de chalutage illégal dans la bande côtière auraient un impact sur le nombre de sorties réels, en empêchant la plupart des bateaux de recaler directement les filets après le démaillage en mer du poisson pour les métiers « Merlu » et « Sole ». Pour les métiers « Sparidés », « Loup », « Rouget » et « Soupe » les filets ne sont pas laissés en mer la journée pour éviter d'abîmer les engins de pêche.

professionnelles secondaires et ponctuelles peuvent aussi combler le manque à gagner lié à l'inactivité.

Si le nombre annuel moyen de sorties de pêche calculé dans cette étude peut être plus faible que les autres années en raison des conditions météorologiques particulières observées durant la période de terrain, une différence conséquente apparaît néanmoins avec ce qui est présenté par Stelzenmüller et al. (2008). Plus de 3 000 sorties annuelles sont ainsi évoquées pour les 13 bateaux concernés par cette étude dans la zone Sausset-les-Pins – Carry-le-Rouet – La Redonne-Méjean, soit une moyenne de 236 sorties par bateau et par an. Si les bateaux de la zone Carry-le-Rouet et La Redonne-Méjean-Niolon sont susceptibles de sortir plus souvent que les bateaux du port de Carro (voir plus haut), il semble néanmoins que l'effort de pêche ait été quelque peu surestimé dans l'étude de Stelzenmüller et al. (2008), qui ne couvre pas une année de suivi, ni ne s'attache à caractériser la pêcherie. L'absence de détails concernant les calculs de l'effort ne permet pas de discuter plus en avant cette différence constatée.

A partir de ses travaux sur l'effort de pêche des fileyeurs de moins de 12 m pratiquant en étang et dans les 3 milles nautiques côtiers, le SIH estime lui le nombre moyen de sorties de pêche à 15 par mois et par unité en 2008 et 2009, à l'échelle de la Méditerranée continentale française (Demaneche et al. 2009). Au total, cela revient donc à une moyenne de 180 sorties par an et par unité, soit une quarantaine de plus que ce qui a été calculé dans cette étude. La prise en compte des bateaux pratiquant en étang peut expliquer en partie la différence observée sur le nombre mensuel de sorties, ces bateaux étant moins soumis aux aléas météorologiques et à leurs conséquences (houles notamment). De même, si les estimations de cette étude et du SIH peuvent souffrir de données déclarées annuellement, l'échelle utilisée et les méthodes d'estimation ne sont pas communes (Demaneche et al. 2009). Les comparaisons sont donc rendues difficiles, et pourront faire l'objet d'un travail ultérieur spécifique en lien avec le SIH.

4.2.4.2 Effort de pêche et captures débarquées

La pratique de différents métiers lors d'une même sortie est caractéristique d'une pêcherie artisanale aux petits métiers côtiers (Garcia-Rodriguez et al. 2006, Tzanatos et al. 2006, Forcada et al. 2010). L'utilisation de filets dormants promeut ainsi la diversification des métiers pouvant être pratiqués par les pêcheurs aux petits métiers, que cela soit à l'échelle d'une sortie ou d'une période de pêche. Le nombre d'opérations de pêche ainsi que les longueurs de filets calées par bateau et par sortie, mais aussi par an, dépendent des métiers pratiqués, des habitudes de pêche de chaque patron, du nombre de marins par sortie, ainsi que de la taille des bateaux. Des différences en termes

de pratiques mais aussi de captures pour un même métier peuvent ainsi apparaître à l'échelle de la pêcherie, à l'échelle locale ainsi qu'à l'échelle régionale (Cadiou et al. 2009, Bonhomme et al. 2010, Forcada et al. 2010 ; voir aussi Boudouresque et al. 2005 et références citées).

Pratiqué pendant 9 mois de l'année, le métier ciblant les « Sparidés » présente le plus grand nombre d'opérations de pêche sur le territoire de la Côte Bleue, et parmi les biomasses de captures débarquées les plus élevées (≈ 33 tonnes). Le métier de la « Sole » déploie de loin la quantité la plus importante de filets (plus de deux fois et demi que le métier « Merlu »), pour une capture totale débarquée par mois la plus importante (≈ 4 tonnes, soit ≈ 24 tonnes par an). Ces filets à soles présentent l'avantage d'être de hauteur faible ($\approx 1.5\text{m}$), permettant d'en embarquer une quantité très importante, notamment pour les plus grosses unités. La longueur totale de filets calée pour le métier « Rouget » apparaît aussi comme relativement élevée. Présentant les tailles de mailles de filets les plus faibles, et donc ciblant les espèces les plus petites, cet effort important peut avoir des impacts non négligeables sur les juvéniles de certaines espèces (notamment des sparidés).

Le seul métier dont les quantités de certains filets excèdent la quantité maximale autorisée par la réglementation européenne concerne le métier « Soles », avec des quantités fréquemment égales ou supérieures à 10 km (maximum de 14 km déclarés sur la Côte Bleue), en lieu et place des 6 km maximum de filets autorisés (Annexe 2). Certains filets du métier « Rouget » dépassent aussi la taille minimale des mailles fixée par les prud'homies (38 mm au lieu de 42 mm), tout en respectant néanmoins la réglementation européenne (32 mm). Ces deux métiers sont par ailleurs ceux pour lesquels une diminution de la biomasse est perçue par un nombre non négligeable de patrons de pêche. Ces perceptions, couplées à l'observation de l'effort, pourraient indiquer une pression trop élevée pouvant mettre en danger les ressources (voir Chapitre 4 – partie 3).

Au total, environ 132 tonnes de poissons prélevées sur les 13 000 ha du territoire de la Côte Bleue ont été débarquées par les trente bateaux pendant la période d'étude (sans compter les captures issues du métier « Langouste »), soit une moyenne de 5 tonnes par bateau. Si l'on considère que les périodes de pêche recouvrent plus de 90% de l'activité totale (Chapitre 4 - partie 1) où les taux de captures sont à leur maximum, et que le métier « Langouste » débarque une biomasse légèrement supérieure au métier « Soupe » (≈ 5 tonnes), une estimation de la biomasse totale débarquée d'environ **140 tonnes** peut être évoquée, avec des intervalles de confiance conséquents à prendre en compte (60 – 265 tonnes).

Le métier débarquant le plus de captures par opération de pêche, par sortie, par mois et par an est le métier du « Merlu », combinaison d'une capture par unité d'effort élevée (≈ 2.7 kg/100 m de filets), d'une longue période de pêche (8 mois), d'une longueur de filets par sortie relativement importante ($\approx 2\ 300$ m), et d'un nombre d'unités de pêche pratiquant le métier non négligeable (12.3, soit 15 bateaux). Le métier « Sparidés » est le deuxième métier débarquant le plus de biomasses capturées sur l'année d'étude, notamment grâce à sa biomasse moyenne capturée par 100 m de filets élevée et sa longue période de pêche (9 mois) permettant un nombre important d'opérations de pêche (plus de 1 300).

Au vu de ces précédents résultats, il est logique que les deux espèces les plus pêchées sur le territoire de la Côte Bleue soient le merlu (*Merluccius merluccius*) et la dorade royale (*Sparus aurata*) avec environ 33 tonnes et 30 tonnes respectivement débarquées lors de leur période de pêche. Les dorades royales et autres sparidés sont de plus ciblés toute l'année par les métiers « Sparidés » et « Loup », de même que, à une moindre mesure, par le métier « Merlu » (en particulier les pageots ; *Pagellus* spp.). L'importance de ce dernier métier sur la Côte Bleue confirme la place de cette espèce cible dans plusieurs pêcheries du nord de la Méditerranée, apparaissant comme un métier générant des revenus importants tout en présentant un risque financier faible (Colloca et al. 2004, Garcia-Rodriguez et al. 2006, Tzanatos et al. 2006).

Malgré son caractère multispécifique, il est à noter que l'activité de la pêcherie du PMCB repose sur un nombre relativement faible d'espèces de haute valeur commerciale et donc sur un faible nombre de métiers (comme le soulignent aussi d'autres auteurs ; Garcia-Rodriguez et al. 2006, Gomez et al. 2006, Merino et al. 2008, Battaglia et al. 2010). Dans notre étude, les captures de 4 espèces principales représentent ainsi près de 60% de la biomasse totale estimée (*Merluccius merluccius*, *Sparus aurata*, *Solea solea* et *S. aegyptiaca*). Les captures estimées pour les métiers « Sparidés » et « Merlu » représentent quant à elles près de 60% des captures totales. En 1992, il était relevé un groupe de 13 espèces constituant la « production basique » au niveau méditerranéen, qui représentait, malgré les imprécisions des calculs de l'époque, près de 50% de la production totale en Méditerranée (Papaconstantinou & Farrugio 2000).

La grande variabilité de la biomasse capturée observée pour la plupart des métiers illustre parfaitement la variabilité naturelle que rencontrent les pêcheurs, que ce soit à l'échelle de la période de pêche ou entre les années (Garcia-Rodriguez et al. 2006, Le Direach et Cadiou 2006, Tzanatos et al. 2006, Merino et al. 2008, Bonhomme et al. 2010, Maynou et al. 2011). L'amplitude de cette variabilité diffère également selon les régions géographiques et les espèces (Stergiou et al.

2006). Les conditions naturelles rencontrées sont déterminantes dans les biomasses débarquées par métier et par espèce cible, que ce soit au niveau de la biologie des espèces (phase lunaire, température de l'eau) ou de l'efficacité des engins (courantologie notamment), avec les conséquences que cela peut avoir sur les estimations annuelles (Lloret et al. 2001, Darnaude et al. 2004). La variabilité des biomasses capturées peut aussi en partie s'expliquer par l'expérience, l'attitude et la motivation des patrons de pêche, ainsi que par la zone de pêche. L'ensemble de ces facteurs souligne la difficulté d'émettre une fourchette précise sur les biomasses débarquées, que ce soit à l'échelle de la sortie, du mois ou de la période de pêche (Garcia-Rodriguez et al. 2006).

Les différences locales et régionales entre les pêcheries en termes d'engins et d'espèces cibles, ainsi qu'en termes d'efforts et de captures, sont logiquement expliquées par les spécificités en terme d'habitats, de climat et de courantologie, mais aussi de cultures et d'histoire (Tzanatos et al. 2005). On retrouve néanmoins les principaux métiers et espèces cibles pour chaque pêcherie, illustrant ainsi le caractère commun des tactiques de pêche en Méditerranée (Freire & Garcia-Allut 2000, Silva et al. 2002, Colloca et al. 2004, Boudouresque et al. 2005, Garcia-Rodriguez et al. 2006, Stergiou et al. 2006, Tzanatos et al. 2006, Bonhomme et al. 2010, Forcada et al. 2010). Tzanatos et al. (2006) soulève d'ailleurs les questions que posent les correspondances entre les métiers communs pratiqués sur l'ensemble de la Méditerranée, notamment sur les habitats spécifiques et les mouvements migratoires de certaines espèces cibles.

Pour les captures également, il est difficile de comparer les résultats de cette étude avec ceux obtenus par le SIH, les échelles d'espace et de temps variant considérablement (Demaneche et al. 2009, Demaneche et al. 2011). Si les méthodes diffèrent entre celle utilisée par le SIH et celle utilisée dans cette étude, les mêmes principales espèces cibles sont retrouvées dans les captures des fileyeurs, à savoir la dorade royale, la sole commune, le merlu, la soupe et le loup (Tableau 4.22). En se basant sur une comparaison des deux estimations, la Côte Bleue représenterait 3.8% des sorties réalisées en Méditerranée française continentale, pour 2.3% de la biomasse capturée, avec des variations selon les espèces capturées. Néanmoins, les estimations réalisées par le SIH doivent encore être validées par la DPMA, et ne sont données ici que pour avoir un ordre de grandeur des captures réalisées sur le territoire de la Côte Bleue. Elles permettent également de souligner l'importance de certaines espèces pour la pêcherie de la Côte Bleue, notamment le merlu commun et les soles.

Tableau 4.22. Estimations (E.) et intervalle de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) des biomasses débarquées au total et par espèce principale (en tonnes) ainsi que le nombre de sorties selon les estimations du SIH pour l'ensemble des fileyeurs (étangs inclus) de Méditerranée française continentale sur un cycle annuel (2007 – 2008), et selon les estimations réalisées pour la flottille de la Côte Bleue dans cette étude (100 m de filet). Sur fond gris, proportion des estimations moyennes des captures et des sorties entre les fileyeurs de la Côte Bleue et les fileyeurs de Méditerranée française continentale.

		Biomasse débarquée (tonnes)						Nombre total de sorties
		<i>Merluccius merluccius</i>	<i>Solea sp.</i>	<i>Sparus aurata</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Poissons de Soupe	Total	
Fileyeurs ⌘	E. Inf	191.1	140.3	312.8	180.6	66.3	3 766.3	97 529.0
	E.	244.5	181.4	438.2	222.7	79.9	5 712.9	98 652.4
	E. Sup	304.9	231.8	630.3	267.9	94.4	8 216.4	99 779.8
Fileyeurs Côte Bleue†	E. Inf	19.0	8.9	12.5	1.9	3.0	58.6	3 150.7
	E.	32.1	15.8	28.3	5.5	6.0	130.9	3 765.8
	E. Sup	47.7	24.1	52.7	11.3	9.9	251.4	4 380.9
Proportion		13.1	8.7	6.5	2.5	7.5	2.3	3.8

⌘ Issues de Demaneche et al. (2009). Ces données ont une valeur informative, et doivent être validées par la DPMA.

† Estimations des captures à partir de l'unité d'effort « 100 m de filets »

4.2.4.3 Rejets

Diverses raisons amènent un pêcheur artisanal à rejeter un poisson. Une faible valeur commerciale, un poisson abîmé par prédation, par parasitisme, par un trop long temps d'immersion ou par une mauvaise manipulation sont ainsi les causes de rejet les plus fréquentes en Méditerranée (Tzanatos et al. 2007, Rocklin 2010). Les espèces concernées par les rejets sur la Côte Bleue sont les Torpénidés, les bogues (*Boops boops*), les mendoles (*Spicara spp.*) et depuis quelques années, les allaches (*Sardinella aurita*). Enfin, les maquereaux espagnols (*Scomber japonicus*) peuvent être concernés par ces rejets lorsqu'ils sont pêchés en trop grande quantité. Les compositions spécifiques des rejets dépendent aussi des habitudes culturelles des pêcheurs et des consommateurs. Ainsi, Battaglia et al. (2010), dans le sud de l'Italie, relève un métier dont les espèces ciblées sont les espèces régulièrement rejetées sur la Côte Bleue (*Boops boops* et *Spicara maena*).

Il n'a pas été possible de mesurer les rejets à partir des captures débarquées. L'information, demandée aux pêcheurs, n'a pas pu aboutir à une estimation correcte des rejets par opération de pêche et n'a donc pu servir pour une estimation précise. La plupart des rejets se font en mer, lors du pré-démaillage, et ne sont accessibles que lors d'embarquements. Des rejets conséquent ont néanmoins été observés dans certains ports de la Côte Bleue, car représentant une trop grande quantité pour pouvoir être entièrement démaillée et rejetée en mer. Il a ainsi été relevé le rejet de plusieurs centaines de kilos de maquereaux espagnols et d'allaches en une opération de pêche (très peu de vente à quai, aucun achat en criée pour cette espèce). L'augmentation des captures de ces

espèces (et donc de leurs rejets) est observée depuis quelques années par les pêcheurs, laissant à penser que les populations de ces espèces évoluent positivement sur le territoire de la Côte Bleue, et plus généralement sur les côtes méditerranéennes Nord-occidentale. Diverses raisons peuvent être avancées, notamment le réchauffement climatique, mais aussi l'impact de la pêche (Sabatés et al. 2006 ; voir Chapitre 4 – partie 3). Ces rejets importants, dont l'évolution doit absolument être suivie, restent néanmoins exceptionnels face aux rejets minimes habituels. Ils sont de plus à même d'impacter l'activité de pêche, le temps de travail pour démailler les poissons étant considérablement augmenté sans contrepartie financière. La répétition de tels désagréments stoppe souvent la pratique du métier concerné pendant quelques temps. De plus, l'intérêt de la pêche artisanale est la valorisation de tout produit de la pêche (Pauly 2006)., qui se retrouve presque entièrement sur les étals des marchés locaux. Certains poissons non commercialisables servent d'ailleurs comme appâts pour les nasses à congres ou sont utilisés par les pêcheurs récréatifs. Néanmoins, le fait de ne pouvoir avoir accès au rejet a une conséquence sur la connaissance de la diversité des captures, ainsi que sur les CPUE et l'estimation des biomasses capturées de certaines espèces.

Plusieurs études en Méditerranée ont réussi à calculer une proportion moyenne de rejets pour plusieurs métiers à partir d'embarquements. Le suivi de l'effort de pêche aux petits métiers dans et autour de la réserve de Scandola (Corse) en 2006 donne ainsi des valeurs pour les rejets aux alentours de 10% du total des captures selon les saisons, notamment pour les trémails à « Langouste » (Le Diréach & Cadiou 2006). A Bonifacio et pour ce même métier, un taux plus élevé de rejets ($\approx 16\%$) a été relevé lors d'un suivi des débarquements des pêcheurs de 4 ports. Sur ces 16%, 9% de ces rejets étaient composés exclusivement de chondrichthyens (raies et roussettes ; Rocklin et al. 2010). Forcada et al. (2010) relèvent quant à eux un taux de rejets moyen de 4.3% (± 0.64) pour l'ensemble des métiers observés autour de la réserve marine de Tabarca. Enfin, Tzanatos et al. (2007) constatent des rejets moyens équivalents à 10% des captures réalisées par opération de pêche (soit 1kg), avec néanmoins 75% des opérations de pêche observées présentant des valeurs moyennes inférieures à ces 10%. Toutes ces études soulignent la saisonnalité des rejets, notamment selon les métiers pratiqués, et selon les périodes de reproduction des espèces rejetées. Ces chiffres vont dans le même sens que les observations ponctuelles réalisées sur la Côte Bleue, notamment à partir de quelques embarquements, qui permettent d'estimer un taux de rejet moyen pour l'ensemble des métiers compris entre 0 et un maximum de 10% des captures réalisées par opération de pêche. Ces rejets resteraient donc dans les valeurs moyennes des biomasses rejetées au niveau mondial (3.7%) évoquées par Kelleher (2005) pour les « small-scale fisheries » (voir également Pauly 2006).

4.2.4.4 Vente des captures et participation de la famille

L'objectif ici n'est pas d'aborder l'aspect économique de l'activité de pêche aux petits métiers côtiers présents sur la Côte Bleue, mais de souligner l'adéquation de la structure de la flottille présente sur ce territoire pour alimenter le marché local en poissons, caractéristique d'une pêcherie aux petits métiers côtiers (Carvalho et al. 2011). La vente des captures est ainsi essentiellement réalisée sur le quai en direct avec les clients. Elle se fait généralement juste après le débarquement au port, rendant par ailleurs complexe leur suivi. Les ventes à la criée se font souvent lors de captures importantes qui ne peuvent être écoulées entièrement sur le marché, et lorsque la valeur du poisson en vaut la peine. Une petite part va aux restaurants, notamment lors de la saison touristique (mai - septembre).

La participation de la famille dans l'activité générale de pêche a toujours été et reste importante pour la pêche artisanale (Griffiths et al. 2007), notamment en Méditerranée. La vente est ainsi assurée essentiellement sur le quai par les femmes, mères, ou grands-mères des pêcheurs, quand fils ou pères interviennent comme aide sur l'activité de pêche même. La famille, notamment les femmes des pêcheurs, intervient aussi régulièrement dans la partie administrative et comptable de l'activité de pêche.

4.2.5 Limites et recommandations

Il apparaît primordial de pouvoir estimer l'effort et les captures des pêcheries professionnelles à l'échelle d'une AMP, notamment dans une optique de gestion des pressions et des impacts exercés sur les ressources. Si la méthode développée dans cette étude permet d'obtenir des résultats pouvant être considérés comme fiables et utilisables par les gestionnaires comme par les scientifiques, certaines limites dans ces estimations (liées notamment à la phase de récolte des données) ont néanmoins émergé, et des recommandations peuvent être faites pour de futurs suivis, notamment à l'échelle d'une AMP.

Dans cette étude, le choix a été fait de travailler avec le nombre annuel déclaré de sorties par les patrons de pêche. Un calcul du nombre annuel de sorties par unité de pêche à partir des taux d'activité mensuel a en effet montré, pour certains bateaux, une surestimation conséquente du nombre annuel de sorties estimé par rapport au nombre de sorties déclaré (résultats non montrés). Si l'on peut penser que certains pêcheurs peuvent sous-déclarer intentionnellement leur nombre annuel de sorties, les différences affichées restent néanmoins trop importantes pour pouvoir prendre en compte les estimations à partir des données mensuelles. Ces différences montreraient

ainsi un sur-échantillonnage involontaire des jours actifs vis-à-vis des jours inactifs pour certaines unités de pêche et certains mois, biaisant ainsi le taux d'activité mensuel observé (à l'inverse de ce qu'a observé le SIH, qui lui observe un sur-échantillonnage des jours inactifs ; Demaneche, comm. pers.).

La stratification par mois n'ayant pu être prise en compte, nos estimations de l'effort de pêche et des captures à cette échelle ont du être réalisées à partir des estimations à l'échelle de la période de pêche, entraînant une surestimation probable des estimateurs de variances. Améliorer le protocole d'enquête en intégrant le suivi de données d'activité mensuelle permettrait d'affiner le calcul des intervalles de confiance pour les estimations à cette échelle. L'approche par mois peut également s'avérer une approche plus adéquate pour travailler avec les déclarations des pêcheurs (nombre déclaré de sorties par mois, au total et par métier), leur mémoire étant souvent plus réactive à une échelle de temps assez courte. Cette méthode est actuellement testée dans le cadre d'un suivi de la pêche aux petits métiers côtiers mis en place sur le PMCB à la suite de la phase de terrain de ce travail.

Notre approche concernant l'estimation de l'effort est relativement originale, notamment par l'approche de l'activité à partir de l'unité de pêche, et demande à être testée sur d'autres cas d'études. Cette approche souligne en particulier la nécessité de prendre en compte la stratification par métier pour estimer le nombre d'opérations de pêche ainsi que les biomasses débarquées (Biseau & Gondeaux 1988, Biseau 1998, Pelletier & Ferraris 2000, Tzanatos et al. 2006). Nous avons ainsi réalisé des estimations à partir des données non stratifiées par métier (non exposé dans ce mémoire). Les résultats montrent une surestimation de presque 1 000 opérations de pêche (+20%) et 100 tonnes de biomasses débarquées (+75%) à l'échelle du territoire de la Côte Bleue par rapport à ce qui a été obtenu à partir de la stratification par métier. Ne pas prendre en compte la stratification par métier implique de supposer que l'effort de pêche a la même distribution statistique sur tous les métiers (y compris moyenne et variance), ce qui s'avère inexact. La stratification par métier via les opérations de pêche permet donc d'affiner considérablement les estimations de l'effort de pêche et des captures, et doit être prise en compte lors de l'analyse des données issues de pêcheries aux petits métiers côtiers (Biseau & Gondeaux 1988, Pelletier & Ferraris 2000). Cette stratification ne doit par contre pas être utilisée pour l'estimation du nombre total de sorties, une même sortie pouvant impliquer la pratique de plusieurs métiers.

Les estimations concernant les biomasses débarquées restent relativement proches selon l'unité d'effort choisie (« 100 m de filets » et « opération de pêche »). Cette faible différence indique ainsi

que l'échantillonnage des captures des opérations de pêche par métier lors de la collecte des données a été représentatif de la longueur moyenne des filets calée. Ces deux métriques peuvent ainsi être considérées lors de l'évaluation des captures, sous conditions de connaître la représentativité de l'échantillon considéré. La méthode de calcul des biomasses à l'échelle de l'unité de pêche et de la flottille n'a par contre pas pu prendre en compte la complexité de l'échantillonnage, résultant, comme pour les estimations par mois, en une surestimation probable des intervalles de confiance. L'approche concernant les estimations des biomasses de captures débarquées reste ainsi soumise à plusieurs contraintes indépendantes de la volonté des observateurs, notamment lors de la phase d'échantillonnage. L'accès à une fraction des captures d'une sortie plutôt qu'à la totalité (une opération de pêche sur 2 ou 3 par exemple) a notamment empêché les estimations de production à l'échelle de la sortie. De même, la disponibilité des pêcheurs pour l'échantillon de certains métiers (« Rougets » et « Soupe »), l'aspect ponctuel (« Langouste »), la diversité des sources (mesures métriques, informations orales), le couplage récolte des données d'effort – échantillonnage des captures (nécessité d'être deux sur le terrain), le caractère exceptionnel de certaines captures (« Sparidés », « Loup ») apparaissent ainsi comme des facteurs pouvant également influencer l'échantillonnage.

Si elles n'ont pas été traitées ici, les informations sur les captures partielles, à savoir la quantité débarquée par espèce cible principale, sont des données qui méritent attention. Ainsi, si les patrons de pêche ne peuvent informer sur toutes les espèces et les biomasses débarquées lors d'une opération de pêche, ils connaissent néanmoins souvent, et avec précision, la biomasse débarquée des principales espèces ciblées (nombre de caisses pour le merlu ou les dorades royales et loup, nombre d'individus pour les soles, les rougets et les langoustes, biomasse pour la soupe). L'estimation des captures par espèce principale peut alors être affinée par un plus grand nombre d'échantillons.

Pour finir, les prélèvements sur le territoire de la Côte Bleue effectués par des bateaux (petits métiers côtiers) extérieurs aux 6 ports du PMCB n'ont pas pu être pris en compte. Néanmoins, ces prélèvements restent probablement mineurs par rapport à ce qui est fait par la flottille de la Côte Bleue. De même, les valeurs extrêmes des filets, notamment celles dépassant les quantités maximales autorisées, peuvent par contre ne pas être déclarées par certains patrons de pêche (lors des opérations de pêche ciblant les soles par exemple). La longueur totale de filets calée ainsi que les captures débarquées par bateau et pour l'ensemble de la flottille ont donc pu être sous-estimées pour ce métier là.

4.3 Evolution de la pêche aux petits métiers côtiers

Cette partie discute de l'évolution de l'activité de pêche aux petits métiers côtiers présente au sein du PMCB et décrite dans les deux parties précédentes ainsi que dans le Chapitre 2. L'évolution de l'activité de pêche a été relevée à partir des perceptions des pêcheurs, ainsi qu'à partir d'une étude réalisée en 1988 par Frédéric Bachet sur les potentialités halieutiques de la Côte Bleue. Ce travail, réalisé sur les ports de la prud'homie de Marseille (Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, La Redonne et Méjean), permet d'observer l'évolution de la pêcherie locale en termes de structure de la flottille, d'effort et de captures, mais également de tactiques de pêche déployées sur le territoire de la Côte Bleue. Dans le cadre de cette thèse, des données antérieures à 1988 ainsi que des données concernant le port de Carro n'ont pas pu être récupérées. Cependant, le rapport de F. Bachet permet d'apporter un point de comparaison aux différentes perceptions exprimées par les pêcheurs professionnels lors de ce travail, et exposée dans les deux précédentes parties.

4.3.1 Evolution de la flottille

La flottille du PMCB, comme celle de l'ensemble de la façade méditerranéenne, n'a pas échappé à la crise sans précédent qui touche le secteur de la pêche professionnelle (Guyader et al. 2007, Leonardi et al. 2009, FAO 2010 ; Tableau 4.23). Le nombre de bateaux sur les ports de Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, La Redonne et Méjean ont ainsi connu une diminution globale de 22% du nombre de bateaux permanents (19% pour les marins ; Tableau 4.23). Carry-le-Rouet et Sausset-les-Pins ont été les deux ports les plus touchés, avec une diminution de 40% et 50% de bateaux actifs respectivement. La diminution générale de l'activité sur les ports de la Côte Bleue est également illustrée par le nombre important de bateaux disposant d'un Permis de Mise en Exploitation (PME) et étant restés inactifs durant la période d'étude (37.5%). Notons tout de même que des exceptions peuvent apparaître comme ce fut le cas pour le port de Méjean. Inoccupé par les pêcheurs professionnels en 1988, ce port comptait 2 bateaux et 3 marins en 2009.

Tableau 4.23. Nombre de bateaux et de marins, et évolution (en %) entre 1988 et 2009 pour les ports de la Côte Bleue cités dans Bachet (1988), ainsi que le nombre de bateaux et l'évolution (en %) entre 1990 et 2009 pour les quartiers maritimes de Marseille et Martigues (Source : IFREMER, 2011).

		Ports de la Côte Bleue					Quartiers maritimes de la Côte Bleue	
		Sausset-les-Pins	Carry-le-Rouet	La Redonne	Méjean	Total	Marseille	Martigues
1988	Bateau	10	6	2	0	18	184	292
(1990)	Marin	14	10	2	0	26		
2009	Bateau	6	3	3	2	14	139	162
	Marin	8	5	5	3	21		
Evol.	Bateau	-40	-50	50	200	-22	-24	-45
(%)	Marin	-43	-50	150	300	-19		

La diminution du nombre de bateaux présents sur les ports du PMCB a suivi les tendances observées à l'échelle des quartiers maritimes concernées. Le nombre de bateaux pour le quartier de Martigues, auquel appartient le port de Carro, est ainsi passé de 292 bateaux en 1990 à 162 en 2009 (- 45%), quand le quartier de Marseille voyait son nombre d'unités passer de 184 à 139 (- 24% ; Source : IFREMER, 2011).

Une relative stabilité semble apparaître depuis quelques années (125 bateaux disposaient d'un PME en 2003 pour le quartier de Marseille, contre 139 aujourd'hui). Cette stabilité reste toutefois précaire au vu du vieillissement de la population de pêcheurs. Ainsi, la proportion de jeunes patrons de pêche de moins de 40 ans a considérablement diminué entre 1988 et 2010, passant de 8 à 2 patrons pour les ports étudiés par Bachet (1988). Malgré une arrivée récente de quelques patrons de pêche de 30-40 ans ces dernières années, attirés par l'aspect durable de cette pratique, la tendance ne devrait pas s'inverser dans les prochaines années si rien n'est mis en place pour soutenir la profession. En effet, **63%** des patrons de pêche actuellement actifs déclarent qu'ils n'encourageront pas leur descendance à pratiquer le métier de pêcheur. Les raisons de cette absence de soutien sont multiples, en particulier la difficulté du métier, la diminution des ressources, mais surtout les contraintes administratives (résultats non montrés). A une échelle plus large, la diminution du nombre de bateaux et le vieillissement de la population de pêcheurs sont également constatés dans divers secteurs de la Méditerranée (Guillou et al. 2002, Colloca et al. 2004, Gomez et al. 2006, Le Diréach et al. 2010b, Rocklin 2010, Lloret et al. 2011). Certaines pêcheries locales peuvent néanmoins montrer une stabilité dans le temps, comme c'est le cas pour la pêcherie bordant la réserve de Scandola (Le Diréach et al. 2010b).

4.3.2 Evolution des engins et des techniques de pêche

Les pêcheries professionnelles, et notamment celles aux petits métiers côtiers, sont caractérisées par un dynamisme leur permettant de s'adapter à l'évolution de la ressource présente sur leur territoire hétérogène (Holley & Marchal 2004, Salas & Gaertner 2004, Salas et al. 2004, Tzanatos et al. 2006). Ce dynamisme se retrouve dans l'évolution des caractéristiques des engins de pêche et le développement d'autres techniques liées aux changements de conditions économiques (offre et demande, consommation énergétique accrue), environnementales (variation des stocks) mais aussi réglementaires auxquels font face les pêcheurs professionnels. Ces différents paramètres entraînent ainsi une diversification des métiers pratiqués et donc des territoires de pêche fréquentés (Holland & Sutinen 1999). L'évolution des techniques de pêche utilisées sur le territoire de la Côte Bleue doit être suivie avec attention par les gestionnaires. L'apparition de nouveaux engins et/ou de nouvelles pratiques de pêche peuvent ainsi mettre en péril une ressource déjà fragile (Francour et al. 2001, Mangi & Roberts 2006 ; voir Encadré 4).

En 1988, Bachet (1988) remarquait l'utilisation de plus en plus fréquente des filets type « monofilament » pour les filets à « Merlu » et les filets à « Rouget », en lieu et place de nylon tressé, qui, plus visible dans l'eau, était moins efficace. En 2010, plus aucun pêcheur de la Côte Bleue n'utilise le nylon tressé pour ces deux métiers. Ce changement est aussi remarqué par Battaglia et al. (2009) à la même période en Italie, et en Corse depuis 2005 par Le Diréach et Cadiou (2006). De même, le filet à « Rouget » en monofilament est en passe de supplanter le trémail traditionnel à « Soupe ». Ce changement de matériel peut entraîner des conséquences sur les différentes ressources ciblées, tout en illustrant les adaptations nécessaires pour pouvoir continuer à capturer certaines espèces.

L'apparition de nouveaux engins de pêche utilisés sur le territoire de la Côte Bleue peut également entraîner des impacts considérables sur la ressource. En février 2010, 3 bateaux de pêche extérieurs aux ports du PMCB utilisant des sennes tournantes ont capturés 23 tonnes de loups en une nuit, dont 19 tonnes pour un seul bateau, aux alentours de la réserve marine de Couronne. Ces captures, probablement réalisées à l'intérieur de la réserve, méritent une attention toute particulière : il a été prélevé en une seule nuit une biomasse de loups **entre 2 et 10 fois supérieure** à celle débarquée par les 30 pêcheurs de la Côte Bleue en un an (Chapitre 4 – partie 2). Ce type de captures pose la question de la légitimité et du caractère durable de ces pratiques de pêche à moins de trois milles des côtes, a fortiori dans une AMP. Ces pressions et impacts sont de plus amenés à s'intensifier au vu du nombre important de lamparos en construction ces dernières années (Source : IFREMER 2011).

Encadré 4 : Des évolutions à surveiller

L'arrêt de la thonaille (filet dérivant à thon) en 2007, la diminution de l'intérêt économique du merlu (aussi remarqué par Guillou et al. 2002) ainsi que l'appauvrissement perçu des stocks de soles mettent en difficulté les grandes unités ciblant ces espèces. Ces grands bateaux sont peu à peu délaissés pour des unités plus petites et plus mobiles, qui pêchent plus près des côtes. En un peu plus d'un an et de demi de présence sur le PMCB, ce sont 6 bateaux de plus de 15 mètres qui ont été mis en vente (sans trouver repreneur), proposés à la destruction ou détruit. 3 unités inférieures à 12 mètres les ont remplacés. Si l'arrêt ou la reconversion de grosses unités peuvent être considérés comme intéressants pour le rétablissement de certaines ressources, ils ne peuvent néanmoins occulter le changement dans les métiers pratiqués, et notamment l'augmentation de la concentration de l'effort sur la bande côtière avec les conséquences sur la ressource et les habitats concernés (Le Pape & Vigneau 2001). Cela risque de plus d'entraîner une compétition accrue pour la ressource et pour l'espace entre les pêcheurs professionnels mais aussi avec les pêcheurs récréatifs. Une conséquence possible de cette compétition sera l'apparition de conflits que le PMCB se retrouvera certainement à gérer. La perte des connaissances nécessaires à la pratique de ces petits métiers (conditions météorologiques, phase lunaire, zone de pêche), liée notamment au manque de transmission entre anciens et jeunes, pourra aussi se faire ressentir en termes de biomasses de captures débarquées, interrogeant sur la viabilité économique de cette reconversion (Colloca et al. 2004, Salas et al. 2004, Tzanatos et al. 2006).

4.3.3 Evolution de l'effort et des biomasses capturées

L'évolution des ressources couplée à celle des engins et des techniques de pêche peut faire évoluer l'effort (structure de la flottille en taille, territoire de pêche, longueur de filets calée), mais aussi les captures issues de l'activité de pêche aux petits métiers du PMCB. Au regard des informations apportées par Bachet (1988), la saisonnalité des métiers et le territoire de pêche auraient relativement peu changé sur le territoire du PMCB entre 1988 et 2010 pour les bateaux des ports étudiés en 1988. Les pêcheurs perçoivent également des distances à la côte qui seraient restées équivalentes depuis leur début (Tableau 4.32). De même, les tailles des bateaux ont également peu évolué en un peu plus de 20 ans : les bateaux mesuraient ainsi entre 5.5 et 17.7 m en 1988, contre 5.5 et 16.8 m en 2010. Plus surprenant, les longueurs moyennes des filets calées de plusieurs métiers sont restées relativement stables entre 1988 et 2010, à l'exception du métier « Sole », pour lequel il y a eu une augmentation conséquente (Tableau 4.32). Mis à part pour ce

métier, les observations de Bachet (1988) contredisent ainsi les perceptions exprimées par une majorité de pêcheurs, qui évoquent une augmentation des longueurs de filets pour la plupart des métiers, notamment pour les métiers « Loup », « Merlu » et « Soupe » (Tableau 4.33). Si une telle comparaison n'est pas possible à l'échelle du nombre de sorties de pêche, cette apparente contradiction souligne le fait que les perceptions exprimées par les pêcheurs concernant l'évolution de leur propre activité pourraient ne pas être représentatives de l'évolution de l'activité à l'échelle de la pêcherie. Ces perceptions n'illustreraient alors que des changements individuels à court terme dans la pratique des métiers, changement qui ne modifieraient pas (ou peu) les pressions et les impacts engendrés sur la ressource à l'échelle du PMCB. Il aurait été intéressant de dater et de quantifier les changements perçus afin d'en identifier les causes, ce qu'il n'a pas été possible de faire dans l'exercice de cette thèse.

Il y a néanmoins convergence entre les perceptions et les observations concernant l'augmentation des longueurs de filets pour le métier « Sole » (Tableau 4.32). Ainsi, plus de 60% des pêcheurs perçoivent une augmentation des longueurs de filets calées pour ce métier, quand la comparaison entre 1988 et 2010 met en évidence une augmentation de plus de 150% de ces longueurs. Aucune évolution positive dans la biomasse capturée n'est cependant observée. La combinaison des perceptions, de l'effort et des Capture Par Unité d'Effort pour le métier « Sole » suggère que l'effort sur les espèces ciblées par ce métier pourrait être trop important à l'heure actuelle, et constituer à terme un danger pour la ressource. L'impact des autres secteurs de la pêche professionnelle sur cette ressource et les habitats côtiers qui y sont liés ne doit également pas être négligeable, notamment de la part des chalutiers (Sacchi 2008, Demaneche et al. 2009). Ces observations pour les soles rejoignent par ailleurs celles évoquées par la FAO (2010) dans son rapport sur la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture en 2008, qui constate une surexploitation des stocks de soles en Méditerranée. Parmi les solutions envisageables et identifiées par les pêcheurs pour remédier à ce symptôme de surexploitation, le respect des réglementations apparaît comme la plus simple et la plus urgente à mettre en place. Les filets utilisés pour le métier « Sole » dépassent ainsi régulièrement les limites autorisées par le règlement européen de 2006 (6 000 m) : plus de 45% des opérations de pêche observées déployaient ainsi des longueurs supérieures aux longueurs autorisées. Interdits à l'intérieur des 3 milles côtiers, à l'exception de l'Est de la réserve de Couronne, de nombreuses actions de chalutages illégaux sont également relevées chaque année.

Tableau 4.32. Tableau récapitulatif des perceptions des pêcheurs professionnels basés dans l'un des 5 ports de la Côte Bleue (N = 16) sur l'évolution de l'effort et des captures par métier, depuis le début de leur pratique du métier (> 5 ans). Sur fond gris foncé, perceptions exprimées à plus de 50%. Sur fond gris clair, perceptions exprimées comprises entre 25 et 50%.

			Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Langouste	Sole
Nombre de pêcheurs concernés			7	5	7	10	4	7	11
Effort	Nombre de sorties	Moins	14.3	0.0	57.1	50.0	50.0	28.6	45.5
		Equi.	57.1	60.0	42.9	20.0	50.0	57.1	27.3
		Plus	28.6	40.0	0.0	30.0	0.0	14.3	27.3
	Longueur des filets	Moins	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
		Equi.	57.1	40.0	71.4	40.0	50.0	85.7	36.4
		Plus	42.9	60.0	28.6	50.0	50.0	14.3	63.6
	Distance à la côte	Moins	14.3	20.0	14.3	30.0	0.0	0.0	0.0
		Equi.	85.7	80.0	85.7	60.0	100.0	100.0	90.9
		Plus	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	9.1
	Taille des mailles des filets	Moins	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
		Equi.	57.1	60.0	85.7	90.0	75.0	100.0	100.0
		Plus	42.9	40.0	14.3	0.0	25.0	0.0	0.0
Capture	Diversité	Moins	0.0	0.0	14.3	10.0	0.0	0.0	0.0
		Equi.	71.4	80.0	14.3	90.0	75.0	100.0	100.0
		Plus	28.6	20.0	71.4	0.0	25.0	0.0	0.0
	Biomasse	Moins	28.6	20.0	42.9	30.0	50.0	28.6	36.4
		Equi.	42.9	60.0	57.1	70.0	25.0	71.4	63.6
		Plus	28.6	20.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0
	Nombre	Moins	28.6	40.0	28.6	30.0	25.0	14.3	9.1
		Equi.	71.4	60.0	71.4	60.0	50.0	85.7	90.9
		Plus	0.0	0.0	0.0	10.0	25.0	0.0	0.0
	Taille	Moins	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0
		Equi.	71.4	60.0	85.7	80.0	75.0	85.7	100.0
		Plus	28.6	40.0	14.3	0.0	25.0	14.3	0.0

Tableau 4.33. Longueur moyenne des filets calées par opération de pêche en 1988 (Bachet) et en 2010 (présente étude) pour les 5 métiers communs entre les deux études. Entre parenthèse, les valeurs maximales observés pendant les études respectives.

	« Sparidés » et « Loup »	« Soupe »	« Merlu »	« Sole »
Bachet (1988)	1 200 m	1 000 m	2 000 m	2 000 m (4 000 m)
Présente étude	1 000 – 1 200 m	1 100 m	2 100 m	5 600 m (14 000 m)

Les changements des longueurs de filets utilisées et les perceptions sur la diminution de la biomasse capturée, couplées aux petites tailles de mailles des filets utilisés pour les métiers « Soupe » et « Rouget », peuvent eux aussi suggérer que les pressions et les impacts engendrés sur les stocks de « Poissons de soupe » et de rougets (*Mullus surmuletus*, et dans une moindre mesure, *M. barbatus*) sont trop élevés. Des observations récentes montrent une également une augmentation du nombre de bateaux qui délaissent les métiers du large (« Merlu » notamment) pour se focaliser sur les métiers « Rouget » et « Sparidés ». Il apparaît alors indispensable de suivre avec précision les évolutions de l'effort, des captures et de la perception de ces métiers, pour éviter un effondrement de la ressource sur le territoire de la Côte Bleue (Encadré 4).

Les évolutions des biomasses capturées peuvent influencer sur l'évolution de l'effort général. L'ensemble des études sur les pêcheries artisanales constatent des variations de l'effort interannuelles caractéristiques de l'activité de pêche aux petits métiers côtiers. Ces variations peuvent être notamment imputables aux conditions météorologiques ou aux variations naturelles de la ressource (Guillou et al. 2002, Colloca et al. 2004, Garcia-Rodriguez et al. 2006, Le Diréach & Cadiou 2006, Tzanatos et al. 2006, Bonhomme et al. 2010, Forcada et al. 2010). Néanmoins, la perception générale de plusieurs patrons de pêche d'avoir diminué leur nombre annuel de sorties et d'opérations de pêche, notamment pour les métiers « Rougets », « Merlu », « Soupe » et « Sole », ne peut être expliquée que par les seules conditions météorologiques. Le simple fait d'avoir à déployer de plus grandes longueurs de filets, notamment pour les métiers « Merlu » et « Sole », pour capturer une biomasse identique (voire inférieure) limitent ainsi les fenêtres météo praticables, qui doivent être compatibles avec des sorties de plus longue durée. La crise que subissent les ressources ciblées n'incitent pas non plus les pêcheurs à « forcer » leurs sorties, l'effort à déployer et les coûts engendrés devenant trop importants par rapport à la biomasse capturée.

Des évolutions positives des captures peuvent toutefois être constatées pour certaines pêcheries artisanales. Ces évolutions sont importantes à souligner dans un contexte de surexploitation générale des ressources. Guillou et al. (2002) extrapolaient ainsi les débarquements de dorades royales (*Sparus aurata*) pour la pêche en mer et pour la région Languedoc-Roussillon à moins de 20 tonnes en 2001-2002, soit moins que la seule Côte Bleue entre juillet 2009 et juin 2010. Si une sous-estimation est fortement probable pour Guillou et al. (2002) du fait des données disponibles, la dorade royale aurait néanmoins et depuis lors considérablement bénéficié de l'amélioration de la qualité des eaux de plusieurs lagunes côtières (dont l'étang de Berre) ainsi que de l'apparition des filières à moules comme source de nourriture sur le littoral méditerranéen. Ces évolutions, couplées à l'amélioration des techniques de pêche ciblant cette espèce, ont permis une forte augmentation

des captures dont les pêcheurs aux petits métiers côtiers sont les premiers bénéficiaires (Lespagnol, comm. pers.). Le nombre de bateaux utilisant le filet maillant fixe à dorades et sparidés a ainsi augmenté de 50% au niveau de la Méditerranée continentale française entre 2003 et 2009 (Leblond et al. 2011). A l'échelle de la Côte Bleue, l'évolution de la taille des mailles des filets utilisés pour cibler ces espèces peut constituer un indicateur indirect de l'évolution positive de cette ressource. Les perceptions tout comme les observations sur le terrain montrent ainsi une augmentation des tailles des mailles des filets pour les métiers « Sparidés » et « Loup » (Tableau 4.32). Ce changement de tailles de maille a pour objectif déclaré de capturer des individus de plus grande taille, plus intéressants à la vente, plutôt qu'un nombre plus important d'individus. Privilégier la capture de ces poissons de grande taille permet également de diminuer la charge de travail de démaillage des poissons. Augmenter la taille des mailles utilisées est donc perçue comme un gain de temps et d'argent par plusieurs patrons de pêche. Si les stocks ciblés sont apparemment en bonne santé d'après les perceptions des pêcheurs, un suivi de l'évolution des captures est tout de même nécessaire au vu de l'augmentation observée et perçue de l'effort (Tableau 4.32).

4.3.4 Evolution de la diversité des captures

L'impact de l'activité de pêche et les changements climatiques observés ces dernières années peut entraîner une évolution dans la diversité des captures. Bachet (1988) soulignait, pour les filets du métier « Sole », que « beaucoup de pêcheurs ont remarqué qu'avant, on ne pêchait jamais de loups dans ces filets, aussi profond ; il leur semble que cela correspond à un changement de comportement de l'espèce, qui ne vient plus à terre pour le frai, changement qu'ils attribuent à l'intensité de la chasse sous-marine ». En 2010, le loup fait partie intégrante des espèces ciblées et capturées par ce métier. Certains pêcheurs ont ainsi abandonné depuis quelques années les filets maillant à « Loup » pour n'utiliser que les trémails à « Sole ». De même, l'augmentation récente des biomasses capturées d'une des espèces les plus rejetées sur la Côte Bleue⁵⁴, *Sardinella aurita*, est perçue par un nombre important de pêcheurs. Cette augmentation pourrait traduire une évolution positive des stocks de cette espèce dans les eaux de la Côte Bleue, évolution également observée à l'échelle de la Méditerranée occidentale (Sabatés et al. 2006). Outre l'impact du réchauffement des eaux, cette évolution peut aussi traduire les impacts de la pêche sur des espèces très recherchées comme la sardine *Sardina pilchardus* et l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Sabatés et al. 2006). Ces espèces, particulièrement ciblées par les chalutiers et les senneurs, pourraient ainsi avoir été

⁵⁴ Il a été déclaré le rejet d'une tonne de *Sardinella aurita* en une opération de pêche au cours de l'étude.

remplacées dans la chaîne trophique par *Sardinella aurita* (Sabatés et al. 2006)⁵⁵. Outre les problèmes concernant la reconstitution des stocks des sardines et des anchois que cette évolution pourrait impliquer, l'augmentation des captures de *Sardinella aurita* a et aura notamment pour conséquences une probable augmentation des rejets par la pêche professionnelle aux petits métiers côtiers sur la Côte Bleue. Une valorisation de ces captures, notamment avec l'aide du PMCB, pourrait alors être envisagée si les tendances se confirment. Autre preuve d'un impact du réchauffement climatique sur la diversité des captures, une espèce lessepsienne⁵⁶, *Siganus luridus*, était pour la première fois capturée en Méditerranée continentale française par un pêcheur de Carry le Rouet en 2008 (Daniel et al. 2009).

4.3.5 Utilisation des perceptions pour le suivi de l'activité de pêche

Cette partie illustre l'opportunité d'utiliser les perceptions des pêcheurs pour suivre l'évolution de l'activité de pêche professionnelle sur un territoire. Les patrons de pêche apparaissent ainsi comme des sentinelles de l'évolution du milieu marin. Leurs connaissances et observations régulières sur le terrain peuvent apporter des informations précieuses sur l'évolution des ressources et du milieu, notamment à l'échelle d'une AMP (Berkes et al. 2000, Johannes et al. 2000, Webb et al. 2004, Drew 2005, Rochet et al. 2008). Cependant, des différences peuvent apparaître entre les perceptions exprimées par les pêcheurs et ce qui a été relevé à partir de suivis scientifiques, et soulignent la possibilité que les évolutions perçues à l'échelle du pêcheur ne reflètent pas l'évolution à l'échelle de la pêcherie. Ces différences, ainsi qu'une certaine tendance des pêcheurs à considérer leur passé personnel comme une valeur de référence, doivent ainsi inciter à la prudence lors de l'utilisation des perceptions comme indicateurs de l'évolution de l'activité total, mais aussi de l'ensemble des ressources (Webb et al. 2004, Mackinson & van der Kooij 2006 ; voir également Chapitre 5 – partie 2). Il est parfois délicat de chercher à dater le début des évolutions de la ressource à partir des perceptions des pêcheurs actuels (et notamment face à la tentation des pêcheurs de céder au « c'était mieux avant » ; voir Webb et al. 2004), quand (Pruvot 1921)⁵⁷ constatait déjà un appauvrissement de la ressource du Golfe du Lion au début du 20^{ème} siècle.

⁵⁵ Dans une moindre mesure, le maquereau commun *Scomber scombrus* peut également être confronté à une compétition similaire avec le maquereau espagnol *Scomber japonicus*. Les captures de cette espèce auraient considérablement augmenté selon les pêcheurs, quand celles des maquereaux communs ont fortement diminué.

⁵⁶ On nomme espèce lessepsienne une espèce immigrée de la mer Rouge vers la mer Méditerranée par le canal de Suez, d'après le nom de l'ingénieur-concepteur de ce canal, Ferdinand de Lesseps.

⁵⁷ « [...] à mesure que s'accroissait l'appauvrissement des eaux du Golfe du Lion. Cet appauvrissement n'est pas douteux ; la diminution porte à la fois sur la quantité et sur la taille des poissons capturés. On a coutume de l'attribuer à une pêche trop intensive, au bouleversement des fonds par les chaluts ». Pruvot (1921), page 2.

4.3.6 Nécessité d'un suivi

La pêche artisanale aux petits métiers côtiers reste une activité dynamique qui n'est pas figée dans ses habitudes ou traditions, et qui doit être vue comme interagissant avec l'écosystème (Freire & Garcia-Allut 2000). Les pêcheurs ont historiquement toujours montré leur capacité à réagir et à s'adapter à l'évolution des ressources via le développement de nouveaux filets, l'exploration de nouveaux territoires ainsi que l'adaptation aux changements biologiques. Cette capacité souligne encore une fois la difficulté d'approcher une activité aussi complexe et hétérogène (Holley & Marchal 2004, Tzanatos et al. 2006). Des observations sur la Côte Bleue en 2011 montrent que l'activité a déjà quelque peu changé par rapport à l'année de notre étude. De plus en plus de pêcheurs pratiquent ainsi le filet maillant à « Sparidés », et délaissent les eaux de la Côte Bleue pour l'Etang de Berre (Ruchon, comm. pers.). Ce dynamisme souligne la nécessité de suivre à intervalles réguliers l'activité de la pêcherie de la Côte Bleue, afin de savoir si ces changements ne sont que temporaires ou s'ils s'inscrivent dans la durée, avec les pressions et les impacts potentiels sur la ressource que cela entraînera.

5 Effet des réserves sur l'effort de pêche **et sur les perceptions des pêcheurs**

Ce chapitre a pour objectif d'étudier les effets des réserves sur l'activité de pêche ainsi que sur les perceptions de pêcheurs.

Une diversité de facteurs peut intervenir sur la répartition de l'effort de pêche sur un territoire limité. La première partie de ce chapitre s'attache ainsi à analyser l'effet de différentes variables sur la distribution de l'effort de pêche total et par métier sur le territoire de la Côte Bleue. L'élaboration de cartes, ainsi que l'évolution des efforts de pêche selon la distance à la côte, la profondeur, ou la distance aux différents ports d'attaches fournissent des éléments précieux quant aux variables structurant l'effort de pêche. La répartition de cet effort autour de chacune des réserves de la Côte Bleue permet quant à elle de détecter leur effet sur l'activité de pêche, effet qui diffère selon les métiers pratiqués. Des limites quant à l'utilisation de l'effort de pêche comme indicateur de l'effet des réserves peuvent également être rencontrées.

La deuxième partie de ce chapitre s'intéresse quant à elle à évaluer les effets des réserves sur les perceptions des pêcheurs. Ces perceptions peuvent dépendre de la fréquentation des réserves, mais aussi des espèces ciblées pour lesquelles des études scientifiques ont mis en avant un effet d'exportation de biomasse. Les perceptions des pêcheurs peuvent également constituer des indicateurs sur l'acceptation sociale du PMCB, acceptation qui sera notamment gage du respect des mesures de gestion mises en place.

5.1 Dynamique spatiale de la pêche professionnelle aux petits métiers côtiers et effet des réserves sur l'effort de pêche

5.1.1 Introduction

Les AMP sont maintenant communément considérées comme des outils de gestion des pêcheries, leurs effets sur la biodiversité et les ressources étant fréquemment démontrés et mis en avant (Roberts et al. 2001b, Boudouresque et al. 2005, Pelletier et al. 2008, Guidetti & Claudet 2010, Goñi et al. 2011). Si le déplacement de l'effort de pêche lors de la création des réserves est l'un des premiers effets observés sur les pêcheries environnantes (Halpern et al. 2004), les bénéfices directs sur celles-ci peuvent s'observer, après un laps de temps suffisant (Claudet et al. 2008), à travers différents points : 1) l'augmentation du poids et de la taille des individus capturés (Abesamis & Russ 2005, Fiorentino et al. 2008, Stobart et al. 2009, Goñi et al. 2010) ; 2) une augmentation des captures par unité d'effort ou d'aire (Kelly et al. 2002, Murawski et al. 2005, Goñi et al. 2006, Goñi et al. 2008, Guidetti & Claudet 2010) ; 3) une contribution à l'amélioration des captures globales (Roberts et al. 2001b, Goñi et al. 2010) ; et enfin 4) l'augmentation de l'effort de pêche près des frontières des réserves. Ce dernier point est ainsi souvent considéré comme un indicateur indirect de l'effet d'exportation des biomasses (McClanahan & Mangi 2000, Kelly et al. 2002, Wilcox & Pomeroy 2003, Murawski et al. 2005, Abesamis et al. 2006, Goñi et al. 2006, Kellner et al. 2007, Goñi et al. 2008, Forcada et al. 2010). Pourtant, pour tous ces points, il existe des cas d'études où ces différents effets n'ont pas été observés, soulignant la complexité des différentes réponses liées à la protection selon le territoire considéré (voir Goñi et al. 2011 et références citées).

A partir de l'échantillonnage réalisé, on se propose, dans cette partie, d'utiliser la distribution de l'effort de pêche selon la distance aux réserves comme indicateur de l'effet des réserves du PMCB sur le comportement des pêcheurs aux petits métiers côtiers. Plusieurs études ont en effet démontré les effets des réserves du PMCB sur les espèces ciblées par la pêche aux petits métiers côtiers. Le Diréach et al. (2010) montrent ainsi une évolution positive de la biomasse et de la taille moyenne des individus de plusieurs espèces cibles à l'intérieur comme à l'extérieur proche de la réserve marine de Couronne (Chapitre 2). Forcada et al. (2009) et Goñi et al. (2008) démontrent quant à eux un effet de la réserve de Carry sur la capture de plusieurs espèces cibles, ainsi que sur l'effort de pêche les concernant (notamment les métiers à sparidés et loups, ainsi qu'à rougets et soupe ; Chapitre 2). Ces résultats indiquent notamment que les réserves du PMCB sont suffisamment anciennes pour que les

effets engendrés par la protection puissent se faire ressentir sur les captures, et soient donc susceptibles d'impacter la distribution de l'effort de pêche des bateaux de la Côte Bleue (voir aussi Chapitre 2). Au sein du PMCB comme dans les autres AMP, cet effet d'exportation de biomasse reste néanmoins relativement localisé autour des réserves, le plus souvent sur des distances inférieures à 1 000 m (Goñi et al. 2008, Harmelin-Vivien et al. 2008, Forcada et al. 2009, Stobart et al. 2009), même si des distances plus élevées sont observées dans certains cas d'études (McClanahan & Mangi 2000, Goñi et al. 2006). L'exportation de biomasse est également limitée en amplitude. L'échelle spatiale utilisée doit alors être suffisamment fine pour permettre de détecter un éventuel effet d'attraction des réserves sur le comportement des pêcheurs et l'effort de pêche (Planes 2005, Stelzenmüller et al. 2008).

En complément du développement d'indicateurs concernant l'effet et l'attractivité des réserves du PMCB, il est aussi primordial d'observer et de connaître la distribution de cet effort et le comportement des pêcheurs sur l'ensemble du territoire du PMCB, notamment pour une gestion optimale du territoire (Claudet et al. 2006b, Costello et al. 2010). En effet, l'effort de pêche n'est pas distribué de façon homogène sur l'ensemble de ce territoire, et dépend notamment, en plus de la proximité des réserves et du port d'attache, des habitats présents (et donc des ressources), de la possibilité d'y caler les filets, et du comportement et des habitudes de chaque patron de pêche (Smith & Wilen 2003, Smith 2004, Abesamis et al. 2006, Stelzenmüller et al. 2008). Relativement peu d'études publiées se sont intéressées à évaluer la distribution spatiale de l'effort de pêche à l'échelle d'une AMP, notamment à une échelle suffisante pour évaluer un effet d'attraction de celle-ci (Planes 2005, Stelzenmüller et al. 2007, Forcada et al. 2010). La dynamique de la pêcherie et le comportement des bateaux de pêche doivent pourtant être considérés comme interagissant avec le milieu (Freire & Garcia-Allut 2000, Salas & Gaertner 2004). Identifier les zones les plus fréquentées afin d'estimer les pressions et impacts exercés sur les habitats est aussi indispensable pour le gestionnaire, notamment dans un contexte de conservation et de protection d'habitats prioritaires (Natura 2000 en mer).

L'objectif de cette partie est de connaître la distribution de l'effort de pêche total et par métier sur le territoire de la Côte Bleue, de définir les variables structurant la distribution de l'effort de pêche et d'évaluer l'attractivité des réserves sur le comportement de pêcheurs et selon les métiers considérés.

5.1.2 Analyse de données : dynamique spatiale de l'effort de pêche et effet des réserves

5.1.2.1 Répartition spatiale de l'effort de pêche

Le quadrillage utilisé pour la représentation spatiale de la distribution de l'effort de pêche sur le territoire de la Côte Bleue correspond à l'intersection des distances à la réserve la plus proche et des distances à la côte pour un pas de 250 m (Figure 5.1).

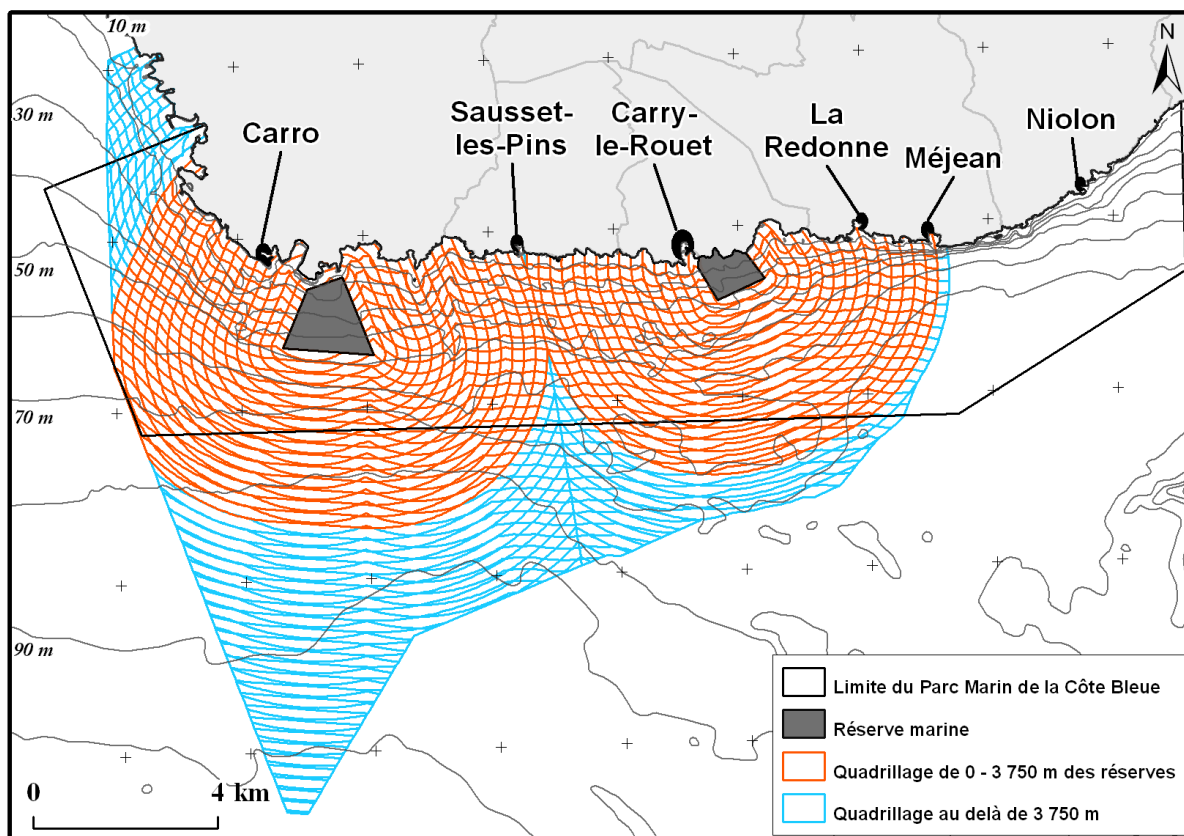


Figure 5.1. En bleu et rouge, quadrillage du territoire de la Côte Bleue pour lequel les données d'effort récoltées sont considérées comme représentatives de l'effort total, selon la distance à la réserve la plus proche et la distance à la côte, pour un pas de 250 m. En rouge, quadrillage du territoire spécifique aux calculs de l'effort selon la distance aux réserves (distance maximum de 3 750 m).

Ce quadrillage a été réalisé avec le logiciel ArcGIS®. Le pas de 250 m a été choisi afin de trouver un compromis entre la précision nécessaire pour détecter un éventuel effet des réserves (souvent limité dans l'espace) et l'incertitude liée à la précision des données récoltées. Il s'agit de plus du même pas de distance utilisé lors du programme BIOMEX (Planes 2005).

Le centre de chaque cellule est caractérisé par une distance à la réserve la plus proche, la réserve concernée, une distance à la côte, une profondeur (pas de 5 m), une distance au port le plus proche

et une distance à chacun des 5 ports concernés par le quadrillage (pas de 250 m). La distance maximale à la réserve la plus proche retenue est de 3 750 m, qui correspond à la distance moyenne entre les deux réserves (Figure 5.1).

Pour rappel, le territoire de la Côte Bleue concerné est celui pour lequel les données d'effort observées sont considérées comme représentatives de l'effort total (voir Chapitre 3), soit environ 13 000 ha (sans compter les réserves)⁵⁸. Les efforts et captures pour les eaux à l'Est du port de Méjean et autour du port de Niolon n'ont donc pas été pris en compte dans les estimations, ni l'activité du bateau de Niolon. Cette zone est fréquentée par les bateaux des ports de l'Estaque et de Marseille, pour lesquels aucune donnée d'effort n'est disponible.

Une fois le quadrillage défini, on s'intéresse alors à distribuer l'effort de pêche sur chaque cellule concernée. En tout, 30 bateaux sont concernés par les estimations de l'effort et des captures (Chapitre 3). Ici, l'effort considéré est la longueur de filets calée par hectare (m/ha). Les métiers ont été regroupés en combinaisons d'après les territoires de pêche communs, à l'exception du métier « Langouste » (Chapitre 4 – partie 1). Trois combinaisons de métiers ont donc été retenues : « Sparidés et Loup », pour une période de pêche annuelle ; « Rouget et Soupe », pour une période de pêche de 7 mois (avril à octobre) ; et « Langouste », pour une période de pêche de 5 mois.

Reconstruction de l'effort de pêche pour les bateaux échantillonnés

L'effort annuel total et par métier a pu être reconstruit pour 16 bateaux⁵⁹ (Chapitre 4 – partie 2). Cet effort a pu être affecté à chacune des zones de pêche fréquentées par le bateau. Pour rappel, les zones de pêche sont issues des relevés du lieu de calée de chaque opération de pêche reconstruite avec le patron de pêche (dessin sur carte au 1 : 25 000). Chaque lieu de calée a ensuite été reporté sur le logiciel ArcGIS®. Une zone d'incertitude de 50 m de rayon a été dessinée autour de chaque dessin de calée, créant ainsi un **polygone** qui est considéré comme la **zone de pêche**. Pour cette zone, la longueur de filets calée est considérée comme étant répartie de façon homogène. L'effort de pêche total et par métier est ainsi assigné à chacune des zones de pêche fréquentées par le bateau selon la proportion de l'effort de pêche observé par zone (ex : une zone sur laquelle est observé 16% de la longueur de filets calée par un bateau au cours de l'échantillonnage se voit assigner 16% de la longueur totale de filets calée estimée pour ce bateau).

⁵⁸ Rappel : Ce territoire ne se superpose que partiellement aux limites du PMCB

⁵⁹ Rappel : à partir de l'échantillonnage réalisé, l'effort annuel observé pour chacun des 16 bateaux concerné est considéré comme représentatif de leur effort annuel total en termes de métiers (engins et espèces cibles) et de zones fréquentées.

Reconstruction de l'effort de pêche pour les bateaux non-échantillonnés

Si l'activité annuelle n'a pas pu être reconstruite à partir de l'observation des sorties de pêche aux débarquements pour les 14 bateaux qui constituent le reste de la flottille du PMCB (participation ponctuelle, horaires décalés, refus, etc.), une multitude d'informations et de données a néanmoins pu être récoltée sur l'activité générale de ces bateaux. Ainsi, pour chaque bateau, les métiers pratiqués, la fréquence des sorties, la longueur moyenne des filets calée par opération de pêche et les zones de pêche fréquentées ont pu être définis à partir de différentes sources. Ces informations ont pu être récoltées lors de rencontres ponctuelles avec les patrons de pêche concernés, lors d'observations personnelles sur le terrain, ou au cours d'échanges avec d'autres acteurs locaux. Les calendriers annuels d'activité de l'IFREMER mis à disposition pour cette étude ont aussi été utilisés dans la reconstruction de l'activité de ces bateaux (Source IFREMER - SIH, 2011).

Pour chaque métier pratiqué et au regard des multiples informations qualitatives récoltées, l'effort de pêche de chacun de ces bateaux a pu être rapproché de celui d'au moins deux autres bateaux dont l'effort de pêche annuel estimé à partir des données collectées peut être considéré comme similaire. La longueur totale de filets calée par métier pour chacun de ces bateaux est donc issue de la moyenne des longueurs totales de filets calées d'au moins deux autres bateaux échantillonnés. Comme précédemment, la longueur totale de filets calée est ensuite attribuée aux zones de pêche identifiées comme étant fréquentées par chacun de ces bateaux.

Distribution de l'effort sur le territoire de la Côte Bleue

Les efforts de pêche total et par métier sont affectés à chaque cellule correspondant à la superposition des zones de pêche (polygones) et du quadrillage utilisé. L'effort par cellule est alloué selon la proportion de la superficie de la zone de pêche contenue de chaque cellule (comme réalisé dans Planes 2005, Goni et al. 2008 et Stelzenmuller et al. 2008). Pour chaque cellule, la longueur totale de filets calée par bateau est calculée par addition, puis rapportée à la surface de la cellule (en ha). Une longueur totale de filets calée (au total et par métier) par hectare et par cellule est ainsi obtenue pour les périodes de pêche considérées.

Une carte de distribution de l'effort est ensuite réalisée pour l'effort total, ainsi que pour les différentes combinaisons de métiers d'après le quadrillage défini selon les distances à la réserve la plus proche et les distances à la côte (Figure 5.1). Au regard de la distribution des concentrations de filets par hectare et par période de pêche observée, les concentrations ont été divisées en plusieurs catégories pour plus de lisibilité: < 1 ; 1 – 100 ; 100 – 500 ; 500 – 1 000 ; 1 000 – 2 000 ; 2 000 – 3 000 ; 3 000 – 4 000 ; 4 000 – 5 000 ; 5 000 – 10 000 et > 10 000 m/ha. A partir de ces cartes, les

concentrations moyennes des filets par cellule et par hectare sont calculées selon la profondeur des zones de pêche, la distance à la côte, ainsi que selon la proximité des ports d'attache.

5.1.2.2 Effet des réserves

On s'intéresse ensuite à l'effet des réserves du PMCB sur la distribution de l'effort de pêche. L'analyse concernant ces effets s'est focalisée sur les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup », « Rouget et Soupe », ainsi que sur le métier « Langouste ». Ces 5 métiers concernent les espèces pour lesquelles un effet de la protection a été observé, ou est susceptible d'être observé, d'après les études réalisées précédemment (Goñi et al. 2008, Forcada et al. 2009, Le Diréach et al. 2010a). Les métiers « Merlu et Sole » n'ont donc pas été pris en compte. Les espèces ciblées et les habitats recherchés par ces métiers sont ainsi peu susceptibles de bénéficier d'un effet de la protection. Pour rappel, la distance maximale à la réserve la plus proche retenue est de 3 750 m, distance qui correspond à la distance moyenne entre les deux réserves (Figure 5.1).

Pour analyser l'effet des réserves sur ces métiers ou combinaisons de métiers, deux catégories de profondeurs ont été prises en compte : la gamme de profondeurs principales, pour laquelle on considère que l'ensemble des cellules concernées contient des habitats propices aux espèces ciblées et donc à un effort de pêche, et la gamme de profondeurs secondaires, pour laquelle on considère que les cellules concernées ne contiennent pas d'habitats adéquats pour les espèces cibles, mais qui peuvent néanmoins être fréquentées par les pêcheurs. Ces gammes de profondeurs ont été définies en cohérence avec les observations du Chapitre 4.1, et en recherchant le meilleur compromis entre le nombre de cellules comprenant un effort et le nombre total de cellules (Tableau 5.1). Ces deux gammes de profondeurs contiennent la totalité de l'effort estimé, à la seule exception du métier « Langouste » pour la réserve de Couronne (92% de l'effort observé), pour lequel une zone exceptionnellement profonde a été négligée.

Tableau 5.1. Proportion des cellules comprenant un effort de pêche non nul pour le métier et la réserve, par rapport au nombre total de cellules contenant un effort ; proportion des cellules comprenant un effort de pêche non nul par rapport au nombre total de cellules ; et proportion de l'effort total par gamme de profondeurs, par métier et combinaison de métiers, et selon les réserves. Sur fond gris, profondeurs principales pour les métiers considérés.

Métiers	Cat prof	Carry			Couronne		
		Nb de cellules avec effort / Nb total de cellules avec effort (%)	Nb de cellules avec effort / Nb total de cellules (%)	Proportion de l'effort total (%)	Nb de cellules avec effort / Nb total de cellules avec effort (%)	Nb de cellules avec effort / Nb total de cellules (%)	Proportion de l'effort total (%)
Sparidés et	0-35 m	77.5	51.2	96.0	77.2	60.3	91.2
Loup	35 – 65 m	22.5	10.4	4.0	22.8	15.6	8.8
Rouget et	0 – 30 m	72	70.6	89.7	73.1	77.5	88.0
Soupe	30 – 65 m	28	14.6	12.3	26.9	19.4	12.0
Langouste	0- 20 m	4.3	7.0	12.6	17.0*	31.5	21.2*
	20 – 65 m	95.7	49.3	87.4	63.0*	39.9	70.8*

*La somme des proportions pour le métier « Langouste » pour la réserve de Couronne est inférieure à 100%, les cellules dont la profondeur est supérieure à 65 m ayant été ignorées.

Effet des réserve sur l'occurrence de l'effort de pêche

Dans un premier temps, nous avons analysé les fréquences d'occurrence de l'effort de pêche selon les distances aux réserves. Définies comme la proportion de cellules qui contiennent un effort non nul par rapport au nombre total de cellules, pour chaque distance à la réserve et chaque gamme de profondeurs, ces fréquences renseignent le degré d'exploitation du territoire. Elles peuvent ainsi permettre de détecter un éventuel effet d'attraction des réserves sur la répartition de l'effort de pêche indépendamment des concentrations de filets calées.

En parallèle d'une analyse graphique des fréquences d'occurrence de l'effort de pêche selon la distance aux réserves, l'effet des réserves sur ces fréquences d'occurrence pour les différents métiers retenus est testé au moyen de modèles linéaires généralisés (GLM) de type binomial (présence/absence). L'hypothèse nulle (H0) est que la fréquence d'occurrence de cellules qui contiennent un effort est la même quelque soit la distance à la réserve pour une même gamme de profondeurs. Des tests d'hypothèses sur les GLM de type Chi2 (Venables & Ripley, 2002) sont ensuite réalisés. En plus de la distance à la réserve, les modèles linéaires généralisés considèrent un facteur supplémentaire : la distance au port le plus proche sous forme de catégorie de distance (0 – 1 000 m,

1 000 – 2 500 m, 2 500 – 5 000 m, > 5 000 m), ainsi que l'interaction entre la distance au port et la distance à la réserve concernée. La possible influence de cette variable sur la distribution de l'effort de pêche a en effet été démontré par Stelzenmüller et al. (2008) dans une étude précédente sur la réserve de Carry.

Pour chaque métier ou combinaison de métiers, ces modèles sont ajustés et lancés successivement en rajoutant au fur et à mesure les distances à la réserve dans un ordre croissant, afin de détecter la distance minimale à la réserve permettant de mettre en évidence une diminution ou une augmentation significative (ici à 95%) des fréquences d'occurrence.

Effet des réserves sur la concentration de l'effort de pêche

Un autre indicateur de l'effet des réserves sur l'effort de pêche est la répartition de l'intensité de l'effort de pêche selon la distance aux réserves. Ici, seule la gamme des profondeurs principales pour les métiers ou les combinaisons de métiers est prise en compte (Tableau 5.1). Ces gammes de profondeur accueillent en effet entre 70 et 96% de l'effort selon les métiers et les réserves, et sont donc plus à même de réagir à cet indicateur.

En parallèle d'une analyse graphique des répartitions des concentrations moyennes de l'effort de pêche, un deuxième modèle linéaire généralisé, cette fois-ci de type Gamma, est lancé. Le type Gamma a notamment été choisi au regard des particularités des données, et de la distribution des erreurs des modèles. Les données d'effort présentent ainsi un nombre conséquent de faibles valeurs d'effort associées à quelques très fortes valeurs, caractéristique de données « surdispersées ». L'hypothèse nulle (H0) est que la concentration des filets est identique quelque soit la distance à la réserve. Toutes les cellules dont l'effort est considéré comme négligeable (inférieur à 1 m/ha et par période de pêche) ne sont pas prises en compte dans le modèle (et uniquement dans ce modèle).

Le modèle considère également la distance au port le plus proche comme facteur supplémentaire, et prend en compte son interaction avec la distance à la réserve concernée. Pour chaque métier ou combinaison de métiers, des modèles sont ajustés et lancés successivement en rajoutant au fur et mesure les distances à la réserve dans un ordre croissant, afin de détecter la distance minimale à la réserve permettant de mettre en évidence une diminution ou une augmentation significative (ici à 95%) des concentrations de l'effort de pêche.

Effet des réserves et proximité du port d'attache

L'effet de la **proximité des ports d'attache aux réserves** sur la distribution de l'effort de pêche autour de celles-ci a été étudié graphiquement à partir des concentrations moyennes de l'effort selon la distance à la réserve la plus proche, et ce par port d'attache. Aucun modèle n'a été lancé pour cette variable.

5.1.2.3 Tableau récapitulatif des variables étudiées

Au total, 5 variables sont prises en compte dans la répartition spatiale de l'effort de pêche sur le territoire de la Côte Bleue. Les variables relatives aux distances aux réserves ne concernent que les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup », « Rouget et Soupe » ainsi que le métier « Langouste » (Tableau 5.2).

Tableau 5.2. Variables étudiées par métier ou combinaison de métiers

Répartition de l'effort de pêche, en longueur de filets (m) par hectare :	Effort total	Sparidés et Loup	Rouget et Soupe	Langouste	Merlu et Sole
- Sur le territoire de la Côte Bleue (carte)	X	X	X	X	X
- Selon la profondeur	X	X	X	X	X
- Selon le port d'attache	X	X	X	X	X
- Selon la distance aux deux réserves		X	X	X	
- Selon la distance à la réserve et au port d'attache		X	X	X	

5.1.3 Résultats : dynamique spatiale de l'effort de pêche et effet des réserves

5.1.3.1 Répartition spatiale de l'effort de pêche

Cartes de distribution de l'effort de pêche

La Figure 5.2 montre une exploitation importante des 13 000 ha du territoire de la Côte Bleue par les bateaux des 5 ports du PMCB considérés, avec des concentrations d'effort hétérogènes selon les distances à la côte et les distances aux deux réserves. Les plus fortes concentrations d'engins sont observées sur la partie Est du PMCB (plus de 10 000 m de filets calés par hectare).

La distribution de l'effort de pêche sur le territoire de la Côte Bleue pour la combinaison de métiers « Sparidés et Loup » est différente entre les parties Est et Ouest. L'essentiel de l'effort est néanmoins concentré dans les 1 500 premiers mètres à partir de la côte (Figure 5.3). A l'Est de Sausset-les-Pins, la présence de postes de pêche est aisément repérable par le petit nombre de cellules occupées et les très fortes concentrations de filets, notamment autour de ports de La Redonne et de Méjean. Les alentours de la réserve de Carry sont relativement bien fréquentés, bien que les concentrations d'effort de pêche apparaissent comme relativement faibles. A l'ouest de Sausset-les-Pins, la distribution de l'effort est plus homogène, notamment autour de la réserve. C'est d'ailleurs dans les 250 premiers mètres autour de la réserve de Couronne que sont observés les plus fortes concentrations d'engins pour cette partie du territoire de la Côte Bleue.

La fréquentation du territoire de pêche pour la combinaison de métiers « Rouget et Soupe » est assez homogène sur les 1 000 premiers mètres à partir de la côte du territoire de la Côte Bleue, notamment dans les premiers 500 m (Figure 5.4). Ces distances correspondent notamment aux herbiers de Posidonie et aux roches infralittorales. Les concentrations les plus fortes pour ce métier (entre 5 000 et 10 000 m par hectare) se trouvent à l'Ouest du port de Carro, notamment vers la limite Nord-Ouest du territoire du PMCB.

Pour le métier « Langouste », la distribution de l'effort de pêche (présence et concentration de l'effort) est très hétérogène sur le territoire de la Côte Bleue, et couvre une large gamme de distances à la côte (Figure 5.5). Elle se focalise en grande partie sur des roches situées au large du PMCB. Si un effort faible n'apparaît qu'au sud de la réserve de Carry, les alentours de la réserve de Couronne s'avèrent relativement bien exploités. Les plus fortes concentrations d'effort, qui restent faibles par rapport aux autres métiers, se trouvent notamment à l'Ouest du territoire.

Enfin, la distribution de l'effort de pêche pour la combinaison de métiers « Merlu et Sole » est essentiellement tournée vers le large, et relativement homogène à partir de 40 m de fond (\approx 1 750 m à la côte). Les concentrations d'effort sont assez élevées, notamment à l'Est du territoire de la Côte Bleue (Figure 5.6).

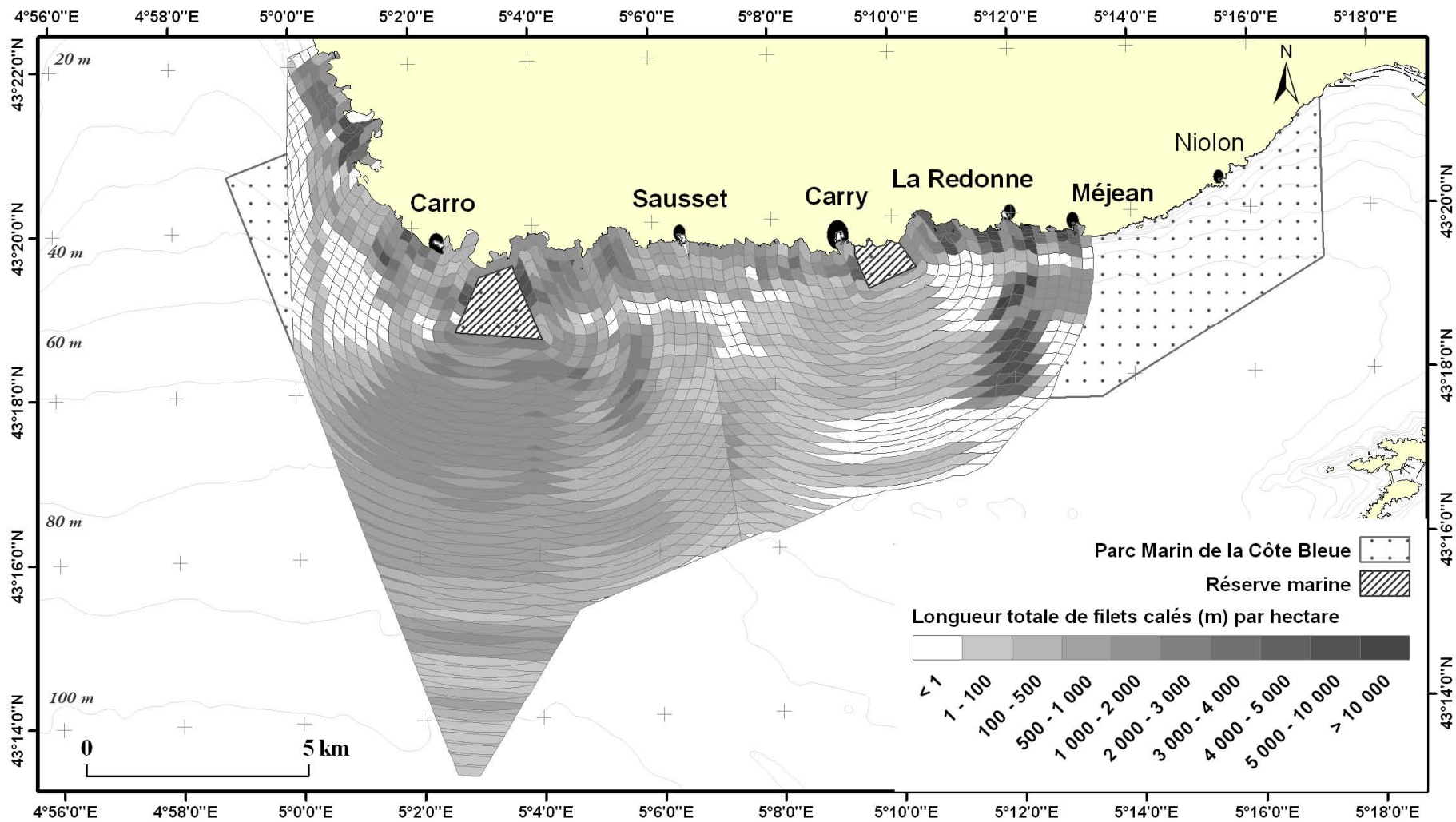


Figure 5.2. Pour l'effort total, distribution des concentrations d'effort de pêche (en longueur de filets calée (m) par hectare) pour l'année d'étude sur le territoire de la Côte Bleue selon les distances à la réserve la plus proche et les distances à la côte.

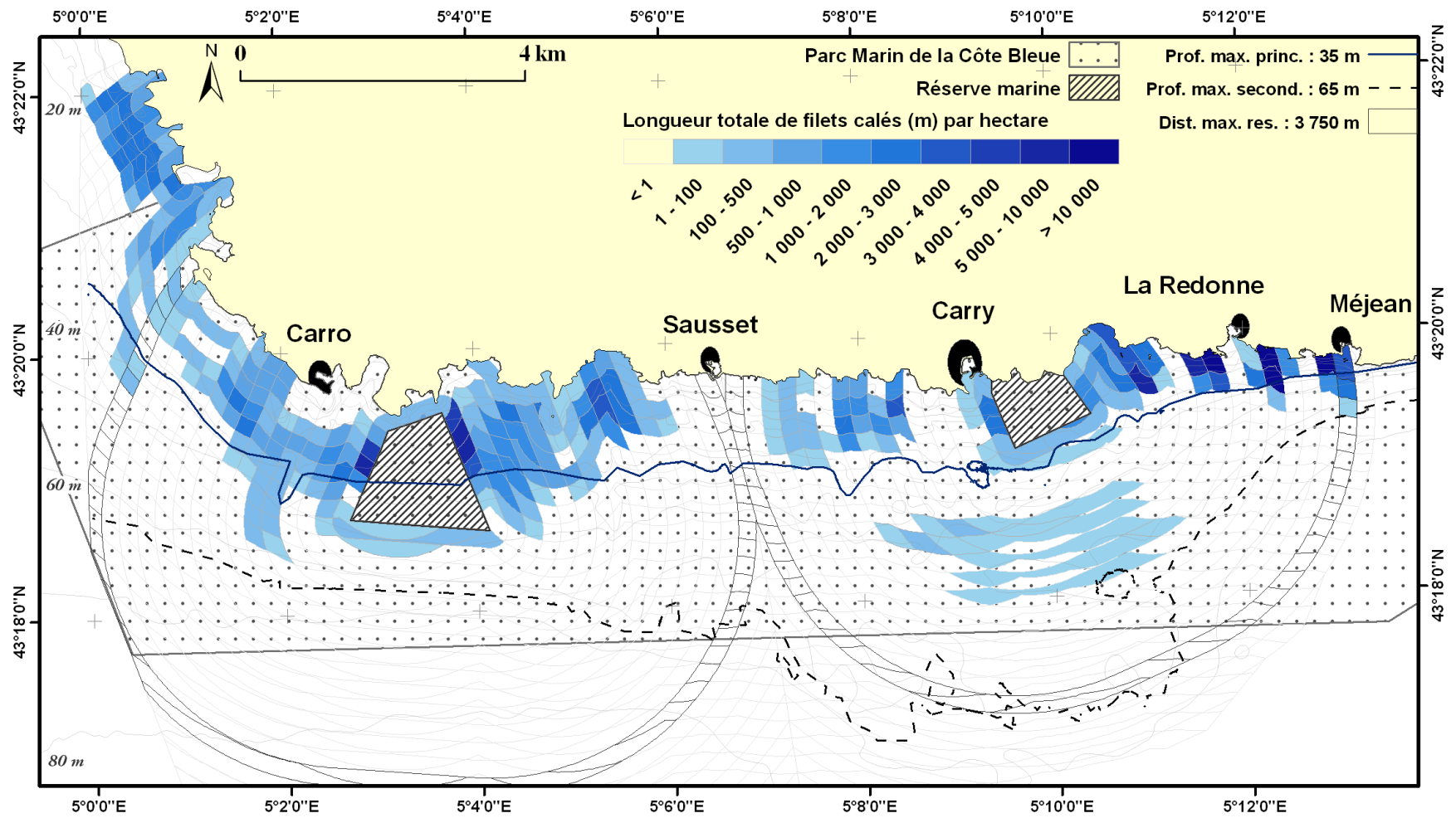


Figure 5.3. Pour la combinaison de métiers « Sparidés et Loup », distribution des concentrations d'effort de pêche (en longueur de filets calée (m) par hectare) pour l'année d'étude sur le territoire de la Côte Bleue selon les distances à la réserve la plus proche et les distances à la côte. La ligne pleine représente la profondeur maximum de la gamme de profondeurs principales, la ligne en tirets, celle de la gamme de profondeurs secondaires. La distance maximum à la réserve considérée (3 750 m) est aussi représentée.

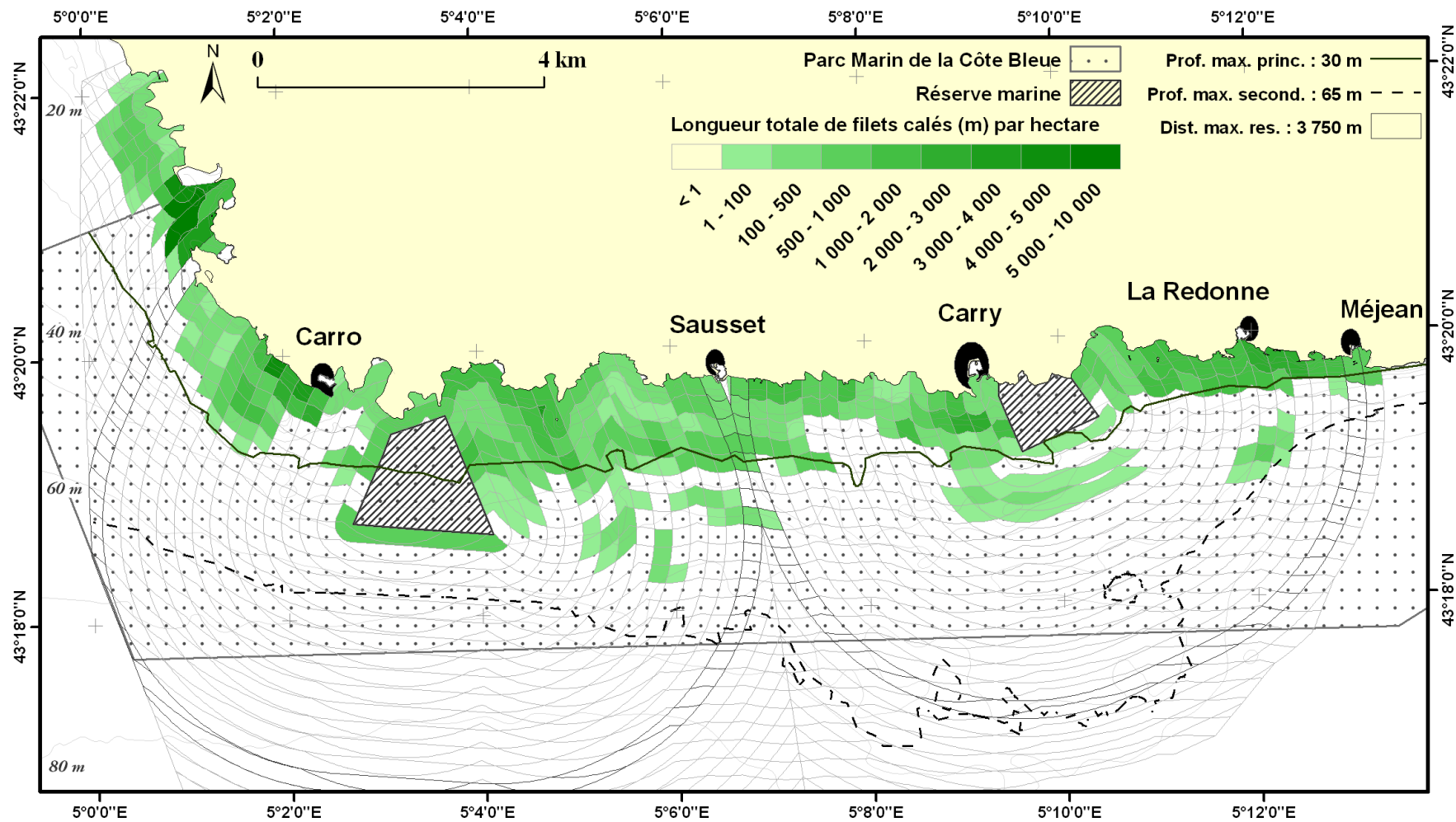


Figure 5.4. Pour la combinaison de métiers « Rouget et Soupe », distribution des concentrations d'effort de pêche (en longueur de filets calée (m) par hectare) pour la période de pêche de 7 mois et sur le territoire de la Côte Bleue selon les distances à la réserve la plus proche et les distances à la côte. La ligne pleine représente la profondeur maximum de la gamme de profondeurs principales, la ligne en tirets, celle de la gamme de profondeurs secondaires. La distance maximum à la réserve considérée (3 750 m) est aussi représentée.

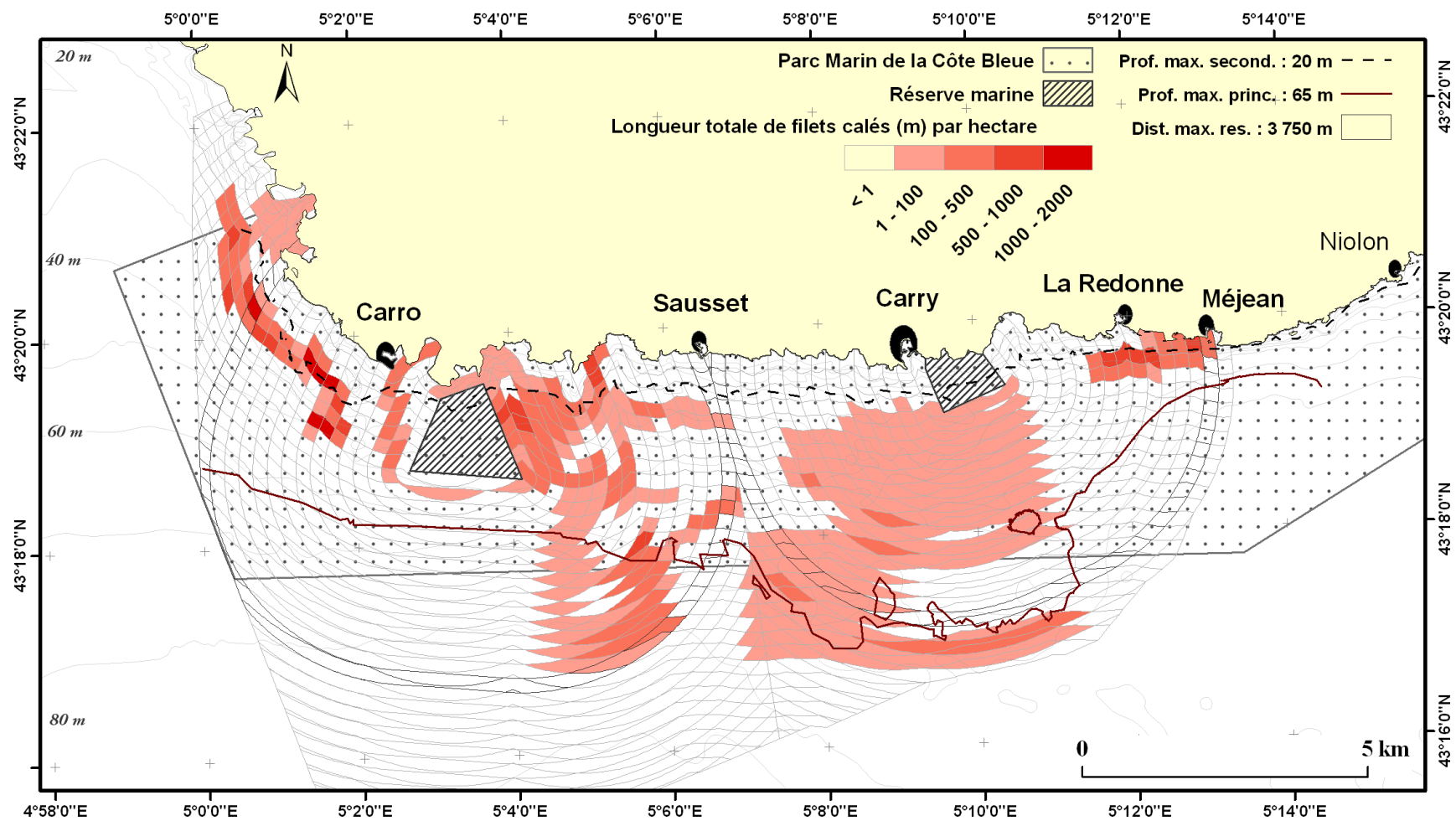


Figure 5.5. Pour le métier « Langouste », distribution des concentrations d'effort de pêche (en longueur de filets calée (m) par hectare) pour la période de pêche de 5 mois et sur le territoire de la Côte Bleue selon les distances à la réserve la plus proche et les distances à la côte. La ligne pleine représente la profondeur maximum de la gamme de profondeurs principales, la ligne en tirets, celle de la gamme de profondeurs secondaires. La distance maximum à la réserve considérée (3 750 m) est aussi représentée.

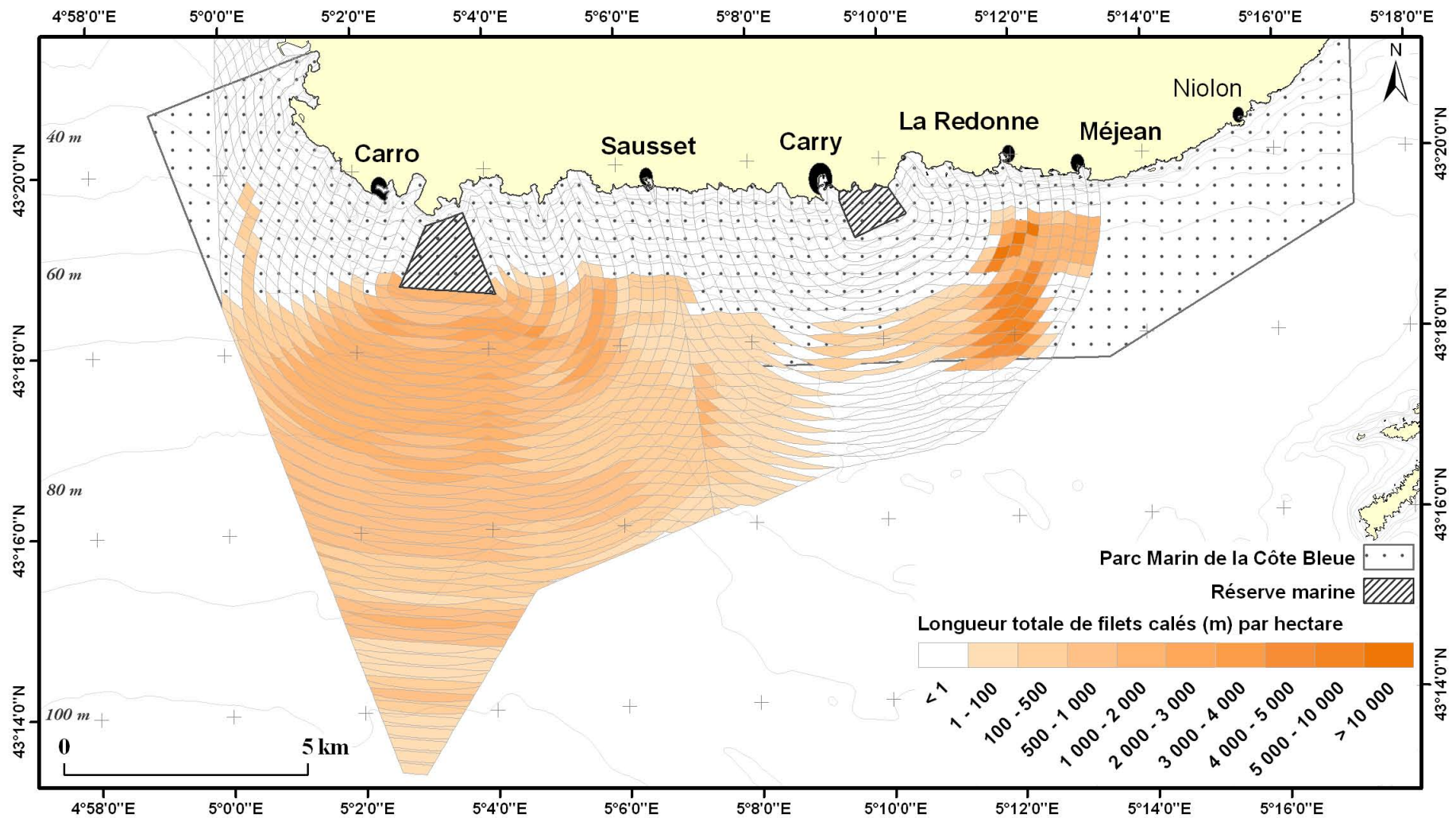


Figure 5.6. Pour la combinaison de métiers « Merlu et Sole », distribution des concentrations d'effort de pêche (en longueur de filets calée (m) par hectare) pour l'année d'étude et sur le territoire de la Côte Bleue selon les distances à la réserve la plus proche et les distances à la côte.

Profondeurs et distances à la côte

Pour la combinaison de métiers « Sparidés et Loup », les concentrations moyennes de l'effort de pêche diminuent régulièrement de 0 à 3 250 m de la côte, avec les concentrations de l'effort de pêche les plus élevées se situant entre 5 et 35 m de profondeur (Figure 5.7). Pour la combinaison de métiers « Rouget et Soupe » aussi, profondeur (de 5 à 35 m, et plus particulièrement de 5 à 10 m) et distance à la côte (0- 1 000 m, et plus particulièrement 0 à 500 m) jouent un rôle structurant dans la distribution spatiale de l'effort de pêche (Figure 5.7). Le métier « Langouste » présente lui des concentrations d'effort selon les distances à la côte et la profondeur qui fluctuent, avec notamment une gamme importante de profondeurs visitées (Figure 5.7). Enfin, l'effort de pêche pour la combinaison de métiers « Merlu et Sole » devient relativement homogène à partir de 40 m de fond ($\approx 1\,750$ m à la côte ; Figure 5.8). Les différents patterns observés par métier ou combinaison de métiers se retrouvent dans l'évolution des concentrations de l'effort tous métiers confondus, qui diminue clairement avec la distance à la côte. En ce qui concerne la concentration de l'effort de pêche selon la profondeur, deux tranches bathymétriques se détachent (Figure 5.8). La première est comprise entre 5 et 35 m et la seconde entre 50 et 85 m. Les profondeurs allant de 35 à 50 m sont celles pour lesquelles les concentrations moyennes sont les plus faibles.

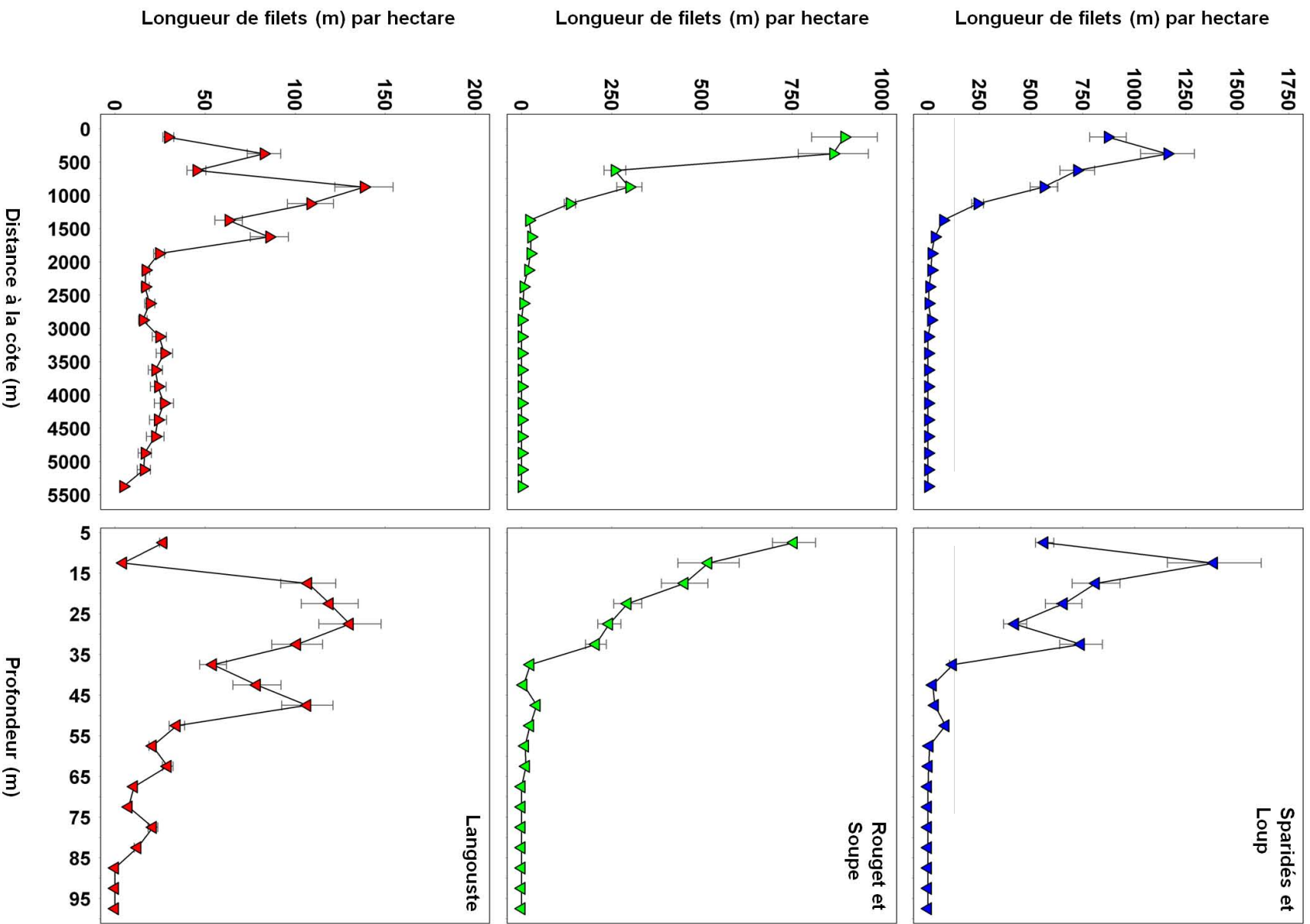


Figure 5. 7. Concentration moyenne de l'effort de pêche (en longueur de filets calée par hectare) et déviation standard pour la période de pêche considérée selon la distance à la côte et selon la profondeur, pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup », « Rouget et Soupe », et le métier « Langouste ».

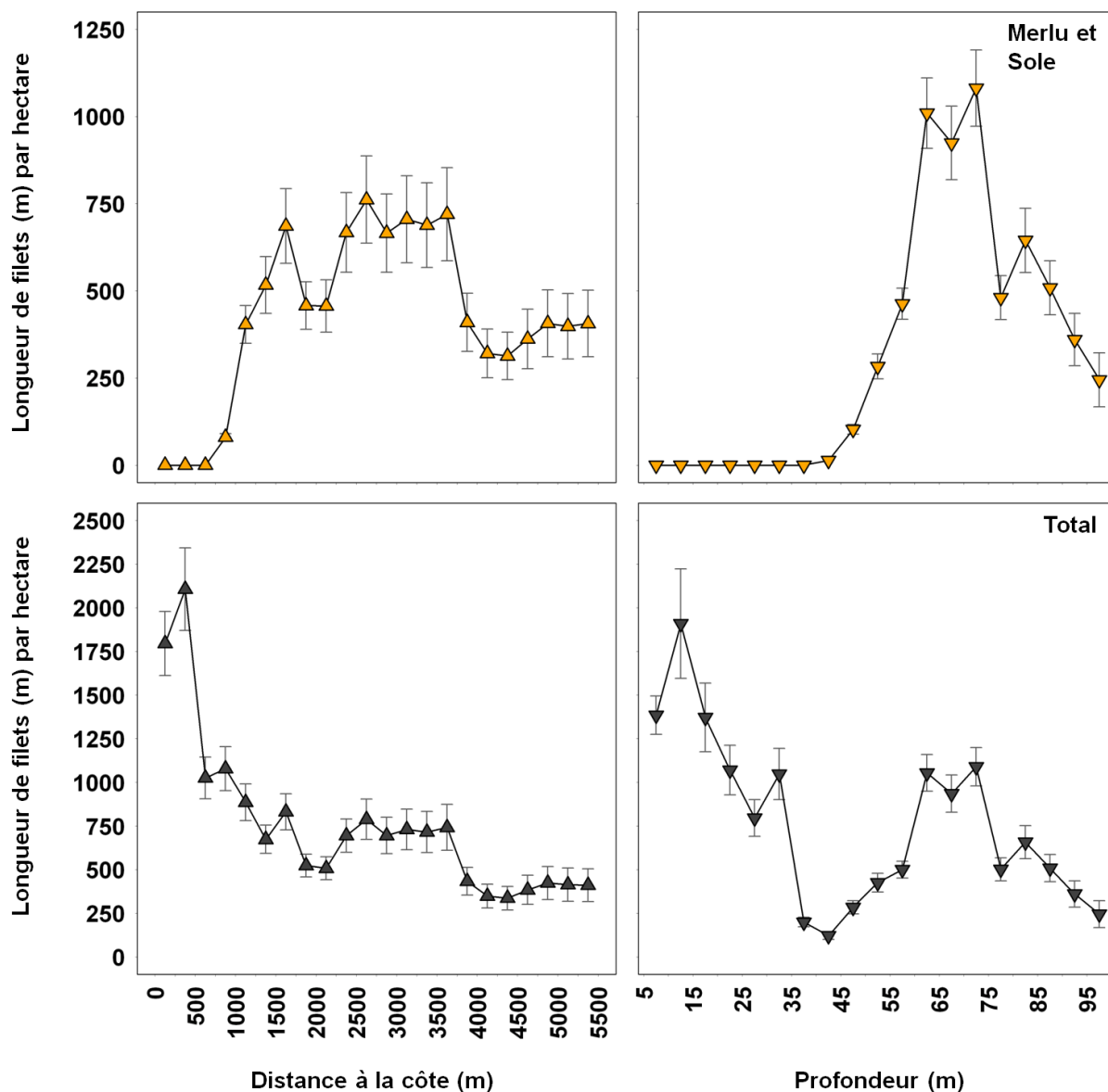


Figure 5.8. Concentration moyenne de l'effort de pêche (en longueur de filets calée par hectare) et déviation standard pour la période de pêche considérée selon la distance à la côte et selon la profondeur, pour les combinaisons de métiers « Merlu et Sole », et pour tous les métiers confondus (Total).

Distance au port d'attache

La concentration de l'effort total de pêche par hectare selon la distance au port d'attache est différente selon le port considéré (Figure 5.10). Si ces concentrations sont élevées à proximité des ports de La Redonne et de Méjean, elles sont plutôt homogènes pour les ports de Carro et de Sausset-les-Pins sur les 5 500 m de distance au port, quand les plus grandes concentrations d'effort pour les pêcheurs de Carry se trouvent à une distance comprise entre 3 750 et 4 750 m du port.

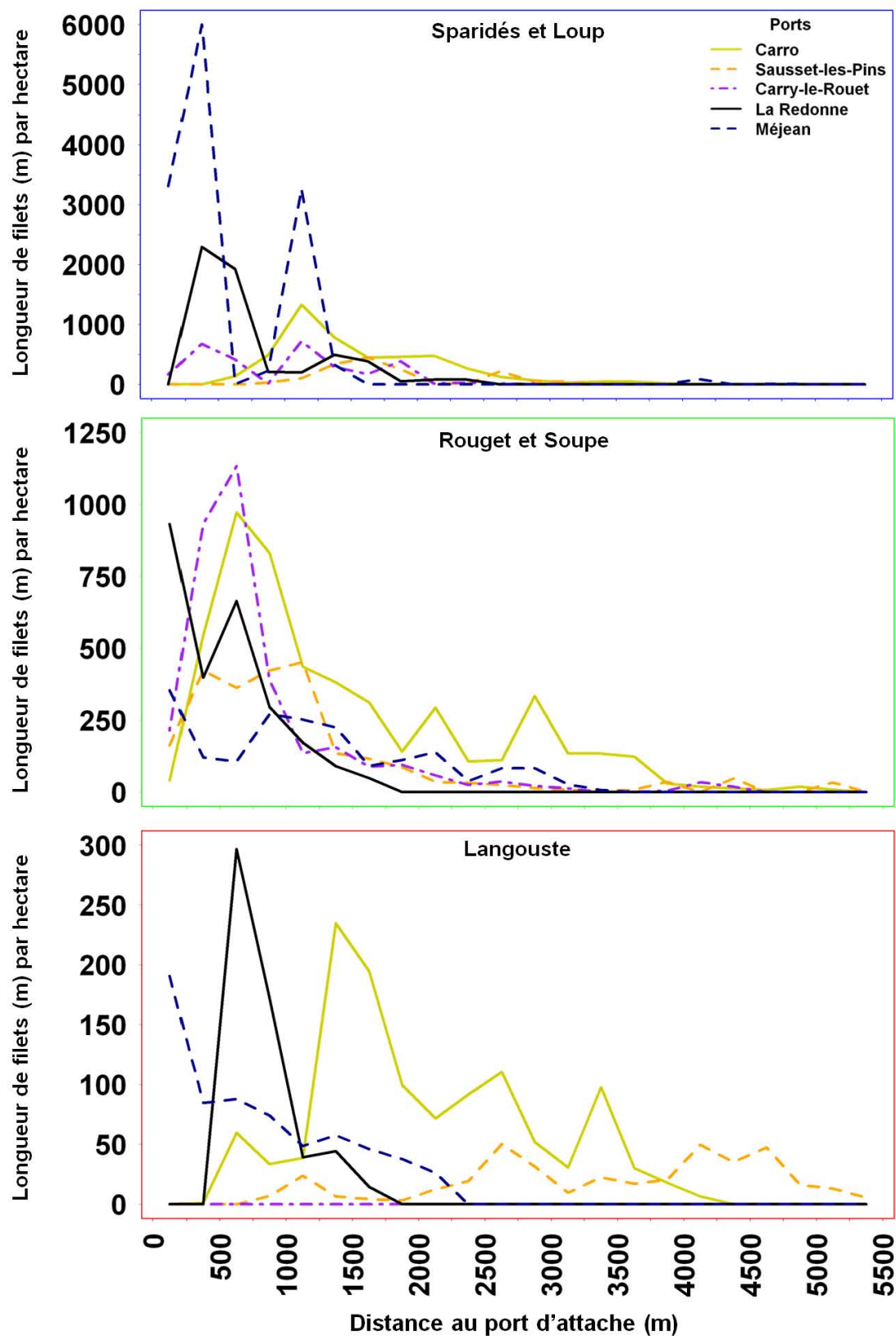


Figure 5.9. Répartition de la concentration de l'effort de pêche (en longueur de filets calée par hectare) pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup », « Rouget et Soupe », et le métier « Langouste » pour les périodes de pêche considérées selon la distance au port d'attache.

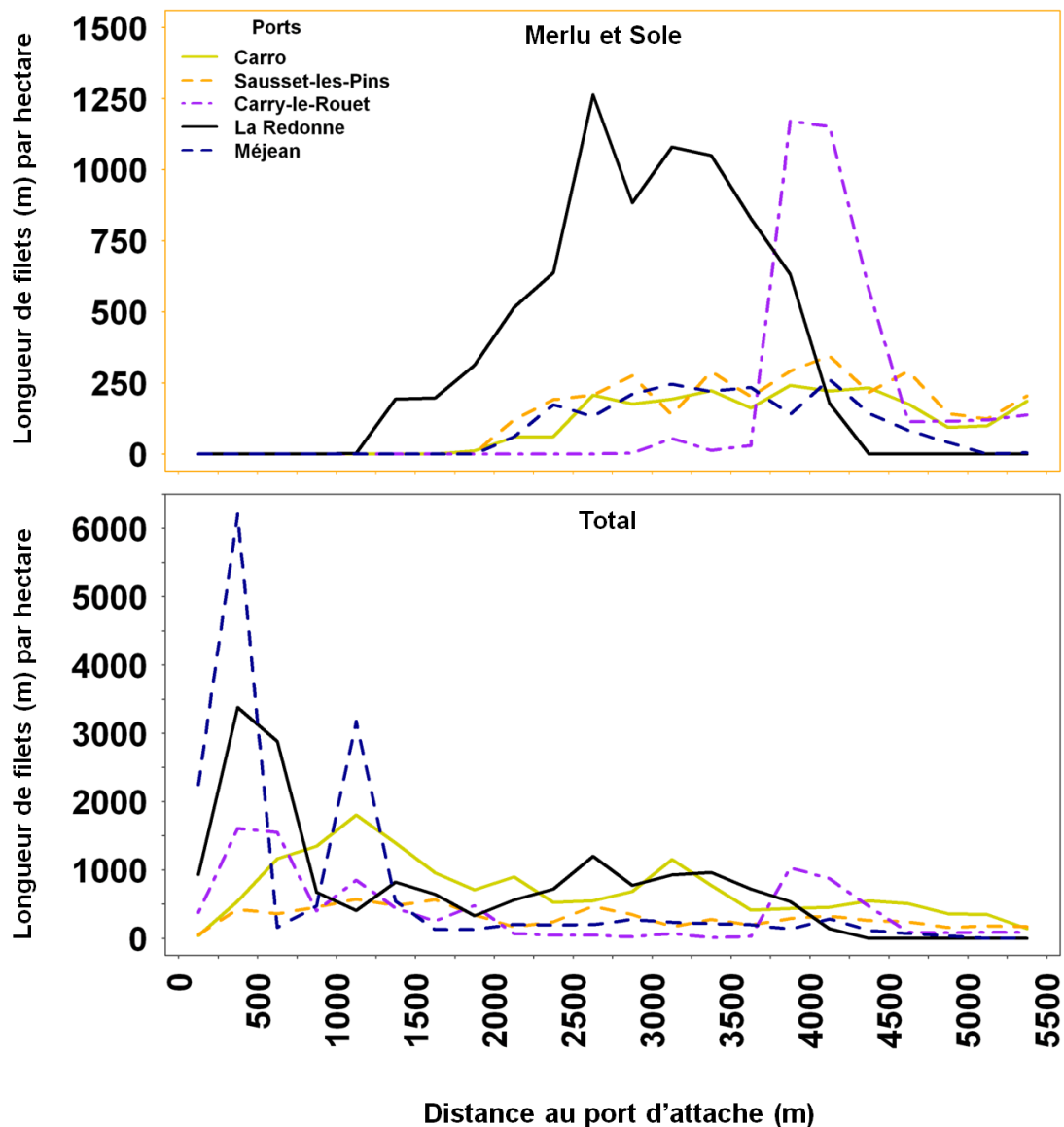


Figure 5.10. Répartition de la concentration de l'effort de pêche (en longueur de filets calée par hectare) pour la combinaison des métiers « Merlu et Sole » et tous les métiers confondus (Total) pour les périodes de pêche selon la distance au port d'attache.

La proximité du port d'attache s'avère être un facteur important dans la distribution de l'effort pour « Sparidés et Loup », avec les concentrations les plus élevées situées entre 0 et 2 000 m des ports d'attache, à l'exception du port de Carro (et dans une moindre mesure celui de Sausset-les-Pins) qui cible une plus grande gamme de distances (Figure 5.9). La même tendance est observée pour le métier « Langouste », quand les gammes de distances couvertes sont importantes pour tous les ports pour la combinaison de métiers « Rouget et Soupe » (Figure 5.9). Les concentrations d'effort selon le port d'attache sont toutes dépendantes de la gamme de profondeurs principales pour la combinaison de métiers « Merlu et Sole » qui obligent les bateaux à s'éloigner un minimum de leur port d'attache (Figure 5.9). Effet des réserves

Effet des réserves sur l'occurrence de l'effort de pêche

La Figure 5.11 montre un effet des réserves différent sur les fréquences d'occurrence selon le métier et la réserve concernés, mais aussi selon la gamme de profondeurs. Pour la réserve de Couronne, des fréquences d'occurrence élevées sont ainsi observées à proximité immédiate de la réserve pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup » et « Rouget et Soupe », avec une diminution importante avec l'éloignement de la réserve pour les gammes de profondeurs secondaires. Pour le métier « Langouste », une diminution des fréquences d'occurrence apparaît aussi pour cette gamme de profondeurs, même si ces fréquences apparaissent relativement fluctuantes. Pour la réserve de Carry, les fréquences d'occurrence sont relativement homogènes selon la distance à la réserve, à l'exception de la combinaison de métiers « Sparidés et Loup » pour la gamme de profondeurs principales. Une diminution importante des fréquences d'occurrence est ainsi observée entre 0 et 750 m, pour atteindre un petit palier entre 750 et 1 250 m (Figure 5.11).

Le modèle linéaire généralisé (type binomial) utilisé pour tester l'effet des réserves sur les fréquences d'occurrence montre que celles-ci diminuent toutes significativement ($p < 0.05$) avec l'augmentation de la distance aux réserves quelque soit le métier considéré. Deux exceptions apparaissent néanmoins, à savoir la gamme de profondeurs principales de la combinaison de métiers « Rouget et Soupe », et celle des profondeurs secondaires pour le métier « Langouste » pour la réserve de Carry (Tableau 5.3). Pour la réserve de Couronne, les distances minimales confirment les observations visuelles pour les gammes de profondeurs secondaires avec une diminution significative qui apparaît à 750 m pour la combinaison de métiers « Rouget et Soupe » ($p < 0.05$), et à 1 000 m pour la combinaison « Sparidés et Loup » ($p < 0.05$). Des distances minimales supérieures à 1 000 m sont observées pour les autres cas de figures (Figure 5.11 et Tableau 5.3). Pour la réserve de Carry, la seule diminution significative inférieure à 1 000 m concerne la combinaison de métiers « Sparidés et Loup » pour la gamme de profondeurs principales, et intervient à une distance de 750 m. Si des interactions entre la distance au port le plus proche et la distance aux réserves peuvent apparaître, aucune interaction significative n'est détectée pour les distances minimales observées.

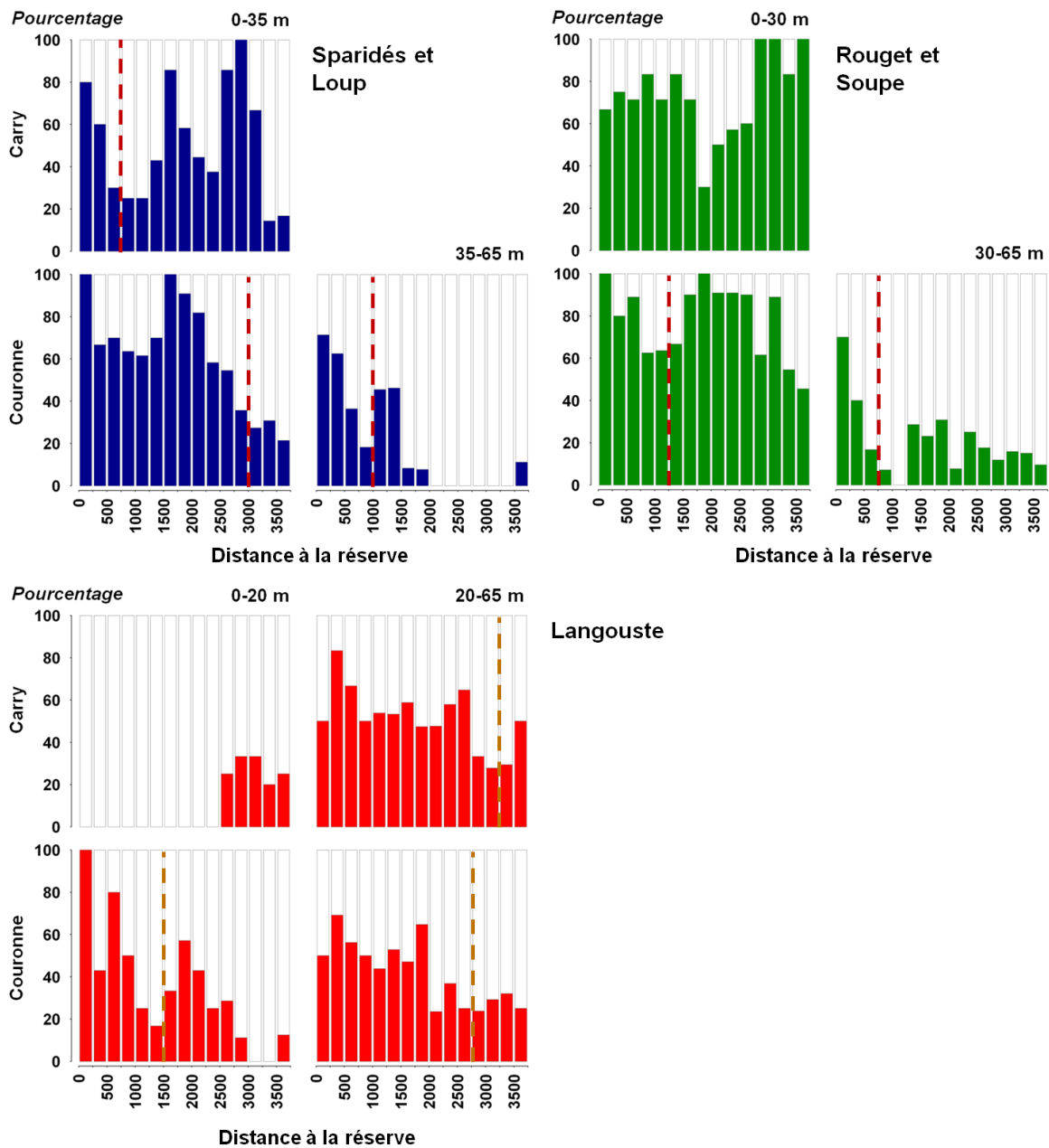


Figure 5.11. Fréquence d'occurrence de l'effort de pêche pour les périodes de pêche considérées selon la distance à chacune des réserves pour les gammes de profondeurs principales et secondaires et pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup », « Rouget et Soupe », et le métier « Langouste ». Les lignes en tirets représentent les distances minimales à partir desquelles l'évolution des fréquences d'occurrence est significative.

Tableau 5.3. Pour les fréquences d'occurrence de l'effort de pêche, distance minimale aux réserves (Dist) pour laquelle un effet significatif du modèle linéaire généralisé type binomiale (Sign) est observé, et tendances prévues par le modèle (Tend) pour chaque combinaison de métiers selon les réserves et les gammes de profondeurs. ↘ indique une diminution des fréquences d'occurrence selon la distance à la réserve concernée, ↗ une augmentation. Sur fond clair, gamme de profondeurs principales par combinaisons de métiers. Concernant la significativité, * indique une p-value < 0.05, ** une p-value < 0.01, *** une p-value < 0.001, et n.s une absence de significativité. L'analyse n'a pu être réalisée pour les gammes de profondeur secondaires autour de la réserve de Carry pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup » et « Rouget et Soupe », les profondeurs moyennes des cellules jouxtant cette réserve étant inférieures ou égale à 30 m.

		Sparidés et Loup		Rouget et Soupe		Langouste	
		0-35 m	> 35-65 m	0-30 m	> 30-65 m	0-20 m	> 20-65 m
Carry	Dist	750		-		-	3 250⌘
	Sign	*		n.s		n.s	*
	Tend	↘		-		-	↘
Couronne	Dist	3 000⌘	1 000	1 250	750	1 500	2 750⌘
	Sign	*	*	*	**	*	*
	Tend	↘	↘	↘	↘	↘	↘

⌘ Si les distances supérieures à 1 500 m sont crédibles sur le plan statistique, elles ne le seront pas sur le plan écologique pour démontrer l'effet des réserves

Effet des réserves sur les concentrations de l'effort de pêche

La Figure 5.12 montre des évolutions différentes des concentrations de l'effort de pêche selon les réserves. Si la présence d'un effort important à l'échelle des métiers concernés est observée à proximité de la réserve de Couronne pour « Sparidés et Loups » et « Langouste », les efforts les plus élevés sont observés à plus de 1 000 m pour « Rouget et Soupe », et pour l'ensemble des métiers pour la réserve de Carry. Des diminutions de l'effort avec la distance aux réserves sont observées pour la réserve de Couronne et les métiers « Sparidés et Loup » et « Langouste » et, dans une moindre mesure, pour la réserve de Carry entre 0 et 500 m pour les deux premiers métiers cités. Néanmoins, une augmentation des concentrations moyennes de l'effort de pêche est observée dès 500 m pour cette réserve et cette combinaison de métiers. Une augmentation des concentrations avec la distance à la réserve est aussi observable pour les métiers « Rouget et Soupe » pour les deux réserves, et pour le métier « Langouste » pour la réserve de Carry (Figure 5.12).

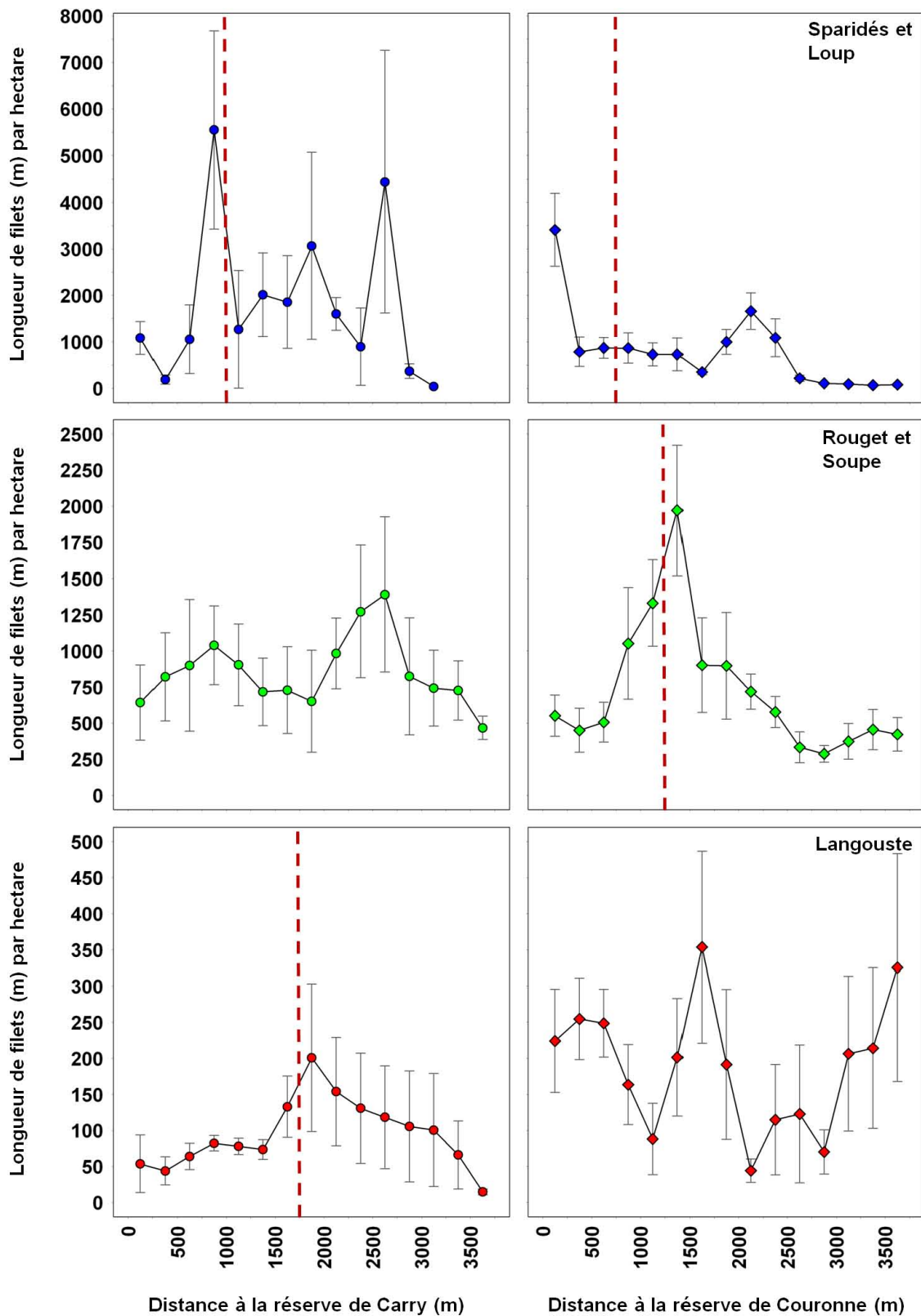


Figure 5.12. Concentration moyenne de l'effort de pêche (en longueur de filets calée par hectare) et déviation standard pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup », « Rouget et Soupe », et le métier « Langouste » pour la gamme de profondeurs principale et pour les périodes de pêche considérées, selon la distance à la réserve de Carry et à la réserve de Couronne. Les lignes en tirets représentent les distances minimales à partir desquelles l'évolution des concentrations est significative.

Le modèle linéaire généralisé de type Gamma utilisé pour tester l'effet de la distance à la réserve et de la distance au port d'attache sur l'intensité de l'effort ne montre qu'un effet significatif concernant la réserve de Couronne sur les métiers « Sparidés » et « Loup », avec une diminution qui apparaît dès 750 m ($p < 0.001$; Tableau 5.4). Ce résultat confirme les observations visuelles qui montrent l'effort le plus important situé entre 0 et 250 m pour ces métiers et cette réserve. Toutes les autres tendances détectées par le modèle concernent des augmentations de l'effort avec l'éloignement à la réserve, à l'exception de la combinaison de métiers « Rouget et Soupe » pour la réserve de Carry, et pour le métier « Langouste » pour la réserve de Couronne (Tableau 5.4)

Tableau 5.4. Pour les concentrations de l'effort de pêche, distance minimale aux réserves (Dist) pour laquelle un effet significatif du modèle linéaire généralisé type Gamma (Sign) est observé, et tendances prévues par le modèle (Tend) pour chaque combinaison de métiers selon les réserves et les gammes de profondeurs. ↘ indique une diminution des concentrations selon la distance à la réserve concernée, ↗ une augmentation. Concernant la significativité, * indique une p-value < 0.05, ** une p-value < 0.01, *** une p-value < 0.001, et n.s une absence de significativité.

		Sparidés et Loup	Rouget et Soupe	Langouste
		0-35 m	0-30 m	> 20-65 m
Carry	Dist	1 000	-	1 750
	Sign	***	n.s	*
	Tend	↗	-	↗
Couronne	Dist	750	1 250	-
	Sign	*	*	n.s
	Tend	↘	↗	-

Effet des réserves et proximité du port d'attache

La Figure 5.13 montre un effet de la proximité des ports d'attache aux réserves sur l'effort de pêche. C'est notamment le cas pour la combinaison de métiers « Sparidés et Loup ». Pour ces deux métiers, les ports de Carro et de Carry-le-Rouet, respectivement les ports les plus proches de la réserve de Couronne et de la réserve de Carry (Tableau 2.1), sont ceux qui déploient le plus de filets par hectare à proximité des réserves (Figure 5.13). Suivent ensuite les concentrations d'effort des bateaux de La Redonne, de ceux de Sausset-les-Pins et enfin de ceux de Méjean, reflétant l'ordre des ports selon la distance croissante à la réserve la plus proche. Pour le métier « Rouget et Soupe », ce sont là aussi essentiellement les bateaux de Carro et Carry-le-Rouet qui fréquentent les abords de la réserve, avec néanmoins une large gamme de distances pour chaque port considéré. Seuls les bateaux du port de Carro fréquentent les alentours des deux réserves pour le métier « Langouste » (Figure 5.13).

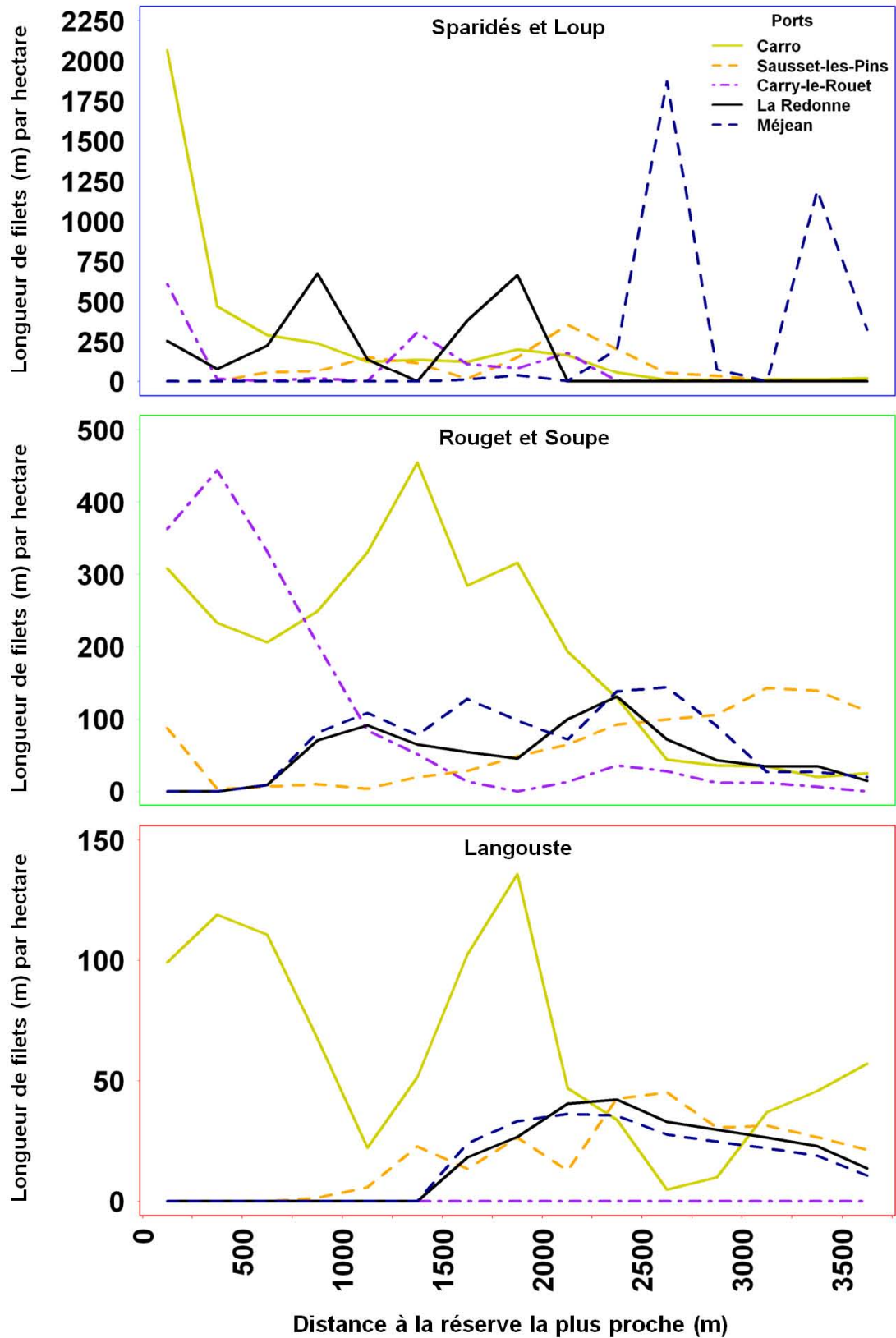


Figure 5.13. Répartition de la concentration de l'effort de pêche (en longueur de filets calée par hectare) pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup », « Rouget et Soupe » et le métier « Langouste » et pour les périodes de pêche considérées selon la distance à la réserve la plus proche et le port d'attache.

5.1.4 Discussion

La pêche professionnelle aux petits métiers côtiers fréquente l'ensemble du territoire de la Côte Bleue. Néanmoins, l'effort de pêche n'est pas distribué de façon homogène. Sa distribution est ainsi dépendante de plusieurs paramètres, et notamment de la profondeur et de la distance à la côte. Ces deux variables reflètent en grande partie l'habitat des espèces ciblées (et donc leur présence et leur abondance), conditionnant la distribution de l'effort de pêche quelque soient les métiers considérés. Cependant, d'autres variables interviennent dans le comportement des bateaux, et notamment la distance au port d'attache, la présence de postes de pêche, ainsi que la présence des réserves. La distribution de l'effort par rapport à ces réserves dépend des métiers pratiqués, et diffère pour les deux réserves du PMCB. Elle reflète également la proximité des réserves aux différents ports d'attache.

5.1.4.1 Effet des réserves sur la répartition spatiale de l'effort de pêche

Dans cette partie, l'effet des réserves sur la distribution spatiale de l'effort de pêche a été analysé à travers deux mesures : la première traite de l'effet d'attraction des réserves sur l'allocation spatiale de l'effort de pêche (démonstré via les occurrences de l'effort de pêche), tandis que la seconde traite de l'ampleur de cette attraction (démontrée à partir des concentrations moyennes de l'effort de pêche). Ces deux mesures peuvent être considérées comme indicatrices d'un effet des réserves sur l'activité des pêcheurs, qui pourraient refléter une exportation de biomasse à partir des réserves du PMCB, ou la perception de cette exportation par les pêcheurs. Le second indicateur est par ailleurs régulièrement utilisé dans les études s'intéressant aux effets des réserves sur les pêcheries (McClanahan & Mangi 2000, Wilcox & Pomeroy 2003, Willis et al. 2003, Abesamis et al. 2006, Goñi et al. 2008 entre autres).

Pour les réserves du PMCB, l'attraction de la réserve de Couronne est nettement démontrée sur le comportement des pêcheurs pour la combinaison de métiers « Sparidés et Loup ». Les fréquences d'occurrence pour la gamme de profondeurs secondaires sont ainsi plus élevées à proximité immédiate de la réserve (et notamment sur la partie sud). Cette fréquentation sur une zone où les habitats propices à la présence des espèces ciblées sont absents montre que la proximité de la réserve peut être le facteur influençant la distribution de l'effort de pêche lorsque l'habitat n'est pas adéquat. La présence de récifs artificiels à proximité pourrait ajouter une plus-value (psychologique) à cette zone. Pour la gamme de profondeurs principales, l'effet de la réserve de Couronne apparaît sur les concentrations de l'effort de pêche des métiers « Sparidés » et « Loup ». Les plus fortes

concentrations sont ainsi observées aux abords immédiats de la réserve (et notamment dans la zone de 0 à 250 m de la réserve), et diminuent significativement dès 750 m. Les observations des captures sur le terrain tendent à montrer que l'effet d'exportation de biomasse détectée et observée pour les dorades (*Sparus aurata*) et les loups (*Dicentrarchus labrax*) à partir de la réserve de Couronne se traduit par des captures ponctuelles très importantes plutôt que des captures régulières réparties sur toute la période de pêche. Ces captures élevées (> 100 kg) sont observées notamment en période de reproduction lorsque les individus se regroupent en grand nombre. Ces effets occasionnels peuvent ne pas être observés à partir des comptages visuels sous-marins pour ces deux espèces à l'intérieur des réserves, ces comptages se déroulant en dehors des périodes de reproduction (Le Diréach et al. 2010 ; Harmelin-Vivien, comm. pers.). Ces captures occasionnelles témoignent également d'une reproduction accrue à l'intérieur des réserves, et la possible exportation d'œufs et de larves sur les zones alentours (Willis et al. 2003, Boudouresque et al. 2005, Forcada et al. 2008, García-Charton et al. 2008, Higgins et al. 2008).

Les effets de la réserve marine de Couronne sur l'effort de pêche sont moins clairs pour la combinaison de métiers « Rouget et Soupe », et pour le métier « Langouste ». La réserve semble ainsi avoir un effet attractif sur les occurrences de l'effort de pêche sans que cela s'observe sur les concentrations moyennes de filets. De plus, certaines distances minimales à la réserve détectées à partir des fréquences d'occurrence sont trop importantes pour pouvoir être associées sans ambiguïté à un effet des réserves, notamment pour le métier « Langouste ».

L'effet de la réserve marine de Carry est peu visible sur la distribution de l'effort de pêche quelque soit le métier considéré, et ce malgré les différentes études qui montrent une exportation de biomasse détectable à partir d'une activité de pêche (Goñi et al. 2008, Forcada et al. 2009). Seul un effet significatif de la réserve de Carry sur les fréquences d'occurrence des métiers « Sparidés et Loup » est observé à partir du modèle pour la gamme de profondeurs principales et pour une distance inférieure à 1 500 m. Cet effet peut de plus être lié à l'absence d'habitat propice à l'Est de la réserve de Carry malgré des profondeurs adéquates. Aucune diminution significative de l'effort de pêche n'est de plus observée. Cela contredit les patterns observés par Goñi et al. (2008), et dans une moindre mesure Stelzenmüller et al. (2008) à partir de modèles additifs généralisés (GAM) pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup » et « Rouget et Soupe », à partir de données récoltées lors du projet BIOMEX. Néanmoins, la période d'échantillonnage de la présente étude (2009 – 2010) s'est avérée être une année particulière pendant laquelle l'effort sur cette zone a été plus faible que les années antérieures (Bachet, comm. pers.). De même, le sud de la réserve de Carry est régulièrement fréquenté par l'unique palangrier de la Côte Bleue (non pris en compte dans cette

étude). Celui-ci exprime notamment une perception très positive quant à l'effet (saisonnier) de la réserve sur son activité, notamment pour les loups et les sparidés (résultats non montrés).

5.1.4.2 Autres paramètres influençant la répartition spatiale de l'effort de pêche

Un ensemble de paramètres peut expliquer l'absence d'attractivité des réserves selon les métiers, paramètres qui pourront également intervenir dans la répartition spatiale de l'effort de pêche sur le reste du territoire de la Côte Bleue. L'effet des réserves peut ainsi ne pas être suffisant pour influencer la distribution de l'effort de pêche, notamment au regard de la variabilité naturelle des captures comme de l'écosystème (Edgar & Barrett 1997, García-Charton et al. 2000, Halpern & Warner 2003, Hilborn et al. 2004). C'est particulièrement le cas pour les métiers « Rouget » et « Soupe », dont la variabilité naturelle importante des captures des espèces cibles peut ainsi masquer l'effet d'exportation des biomasses à partir des réserves.

La présence de zones plus productives et hors influence des réserves sur le territoire de la Côte Bleue peut expliquer une absence d'attraction des réserves sur l'effort de pêche, tout comme elle peut également conditionner la distribution de pêche sur le reste du territoire. C'est le cas par exemple pour les métiers « Rouget et Soupe » à l'Ouest de la réserve de Couronne, et des « Sparidés et Loup » à l'Est de la réserve de Carry. De plus, si l'hypothèse de départ estime que les habitats présents sont favorables et répartis de façon homogène à l'intérieur de la gamme de profondeurs principale, ils peuvent néanmoins être localement absents autour des réserves. Cette absence ponctuelle peut avoir des impacts sur l'exportation de biomasse, et donc sur l'attractivité des réserves (García-Charton & Pérez-Ruzafa 1999, García-Charton et al. 2004, Forcada et al. 2009). Les variations de l'effort de pêche observées pour le métier « Langouste » peuvent elles aussi être imputées aux habitats particuliers fréquentés par ce métier, notamment les roches situées au large de la Côte Bleue. L'espèce cible principale de ce métier, *Palinurus elephas*, est l'espèce pour laquelle de nombreuses observations d'un effet d'exportation de biomasse ont été réalisées au niveau méditerranéen (Goñi et al. 2006, Goñi et al. 2008, Stobart et al. 2009, Goñi et al. 2010, Rocklin 2010), mais aussi dans d'autres régions géographiques (Kelly et al. 2000, Kelly et al. 2002), avec un impact positif pouvant être démontré sur les captures globales des pêcheurs (Goñi et al. 2010). L'absence d'observation nette sur la Côte Bleue rappelle notamment que ce territoire et les habitats présents dans les réserves ne sont pas les plus propices à un fort développement de cette espèce cible (Le Diréach, comm. pers.).

La mobilité ainsi que la position dans la colonne d'eau des espèces concernées peut également intervenir sur les effets d'exportations de biomasse (voir aussi Chapitre 2 ; Kramer & Chapman 1999, Claudet et al. 2006a). Il est ainsi intéressant de noter que l'effet des réserves sur l'effort de pêche le plus significatif est observé pour les métiers qui ciblent des espèces démersales et mobiles (« Sparidés et Loup »), alors que les métiers ciblant les espèces moins mobiles (« Rouget et Soupe », « Langouste ») montrent peu d'effets d'attraction. Les espèces démersales et mobiles pourraient ainsi être plus à même de s'exporter des réserves (Kramer & Chapman 1999, Willis et al. 2003, Kellner et al. 2007), même si plusieurs études montrent que la mobilité des espèces peut ne pas être un facteur suffisant pour expliquer un effet de la protection (Amand et al. 2004, Ferraris et al. 2005).

L'effet combiné de la mobilité et de la position dans la colonne d'eau peut aussi expliquer en partie certaines distributions d'effort de pêche selon les métiers. Les plus fortes concentrations de filets sont ainsi observées autour des ports de Méjean et de La Redonne pour les métiers « Sparidés et Loup ». Ces ports sont protégés du mistral par la topographie particulière de cette partie du PMCB. Cela permet ainsi aux bateaux concernés de sortir plus fréquemment que la moyenne pour ces métiers, et souligne l'importance de l'exposition des ports aux conditions météorologiques dans la répartition spatiale de l'effort de pêche. De plus, ces bateaux focalisent leur effort sur les très petites zones où se trouvent les postes de pêche, ce qui se traduit par de fortes concentrations d'effort (près de 20 000 m/ha et par an). Ces postes de pêche se retrouvent d'ailleurs sur les cartes réalisées lors du programme de recherche BIOMEX (voir plus bas). Ces postes de pêche permanents, répartis notamment à l'Est de la réserve de Carry-le-Rouet, constituent ainsi un barrage « fixe » dans lequel les sparidés (et en particulier la dorade royale) et le loup, espèces mobiles qui se déplacent le long de la côte lors de leurs saisons migratoires, viennent se prendre. Les filets utilisés ont alors une aire d'influence conséquente (bien que très difficile à définir), qui diminue la nécessité de se déplacer. L'inverse intervient pour les espèces ciblées par la combinaison de métiers « Rouget et Soupe », qui s'avèrent être pour la plupart benthiques et peu mobiles. Les filets maillant et trémails utilisés pour ces métiers ont alors avec une aire d'influence faible (voir aussi Kellner et al. 2007). Pour ces deux derniers métiers, la distribution de l'effort reflète alors la dynamique des pêcheurs et le souci de se déplacer régulièrement sur l'ensemble du territoire de pêche pour aller capturer les espèces concernées.

La proximité des ports d'attache aux différentes réserves influe également sur la distribution de l'effort autour de celles-ci. Ainsi, si les réserves peuvent être fréquentées par des bateaux issus de

l'ensemble des ports⁶⁰ de la Côte Bleue, les plus grandes concentrations de pêche observées sont l'œuvre des bateaux dont le port d'attache est le plus proche (Carro pour Couronne, Carry-le-Rouet pour Carry). Ainsi, si les bateaux n'hésitent pas à s'éloigner de leur port d'attache pour leur activité, ce seraient néanmoins les bateaux des ports les plus proches des réserves qui se les approprieraient. La proximité des ports d'attache intervient également sur la répartition spatiale de l'effort de pêche (Caddy & Carocci 1999, Wilcox & Pomeroy 2003, Forcada et al. 2010, Boncoeur et al. 2011), et notamment, dans le cas du PMCB, pour les ports de Méjean et de La Redonne. Néanmoins, la surface relativement limitée du territoire de la Côte Bleue (130 km²) et la faible consommation de carburant des bateaux présents⁶¹ permettent à ceux-ci d'avoir un rayon d'exploitation couvrant une grande partie de l'AMP en peu de temps de trajet. La distance des zones de pêche au port d'attache reflète alors plus les habitudes de certains pêcheurs qu'un réel souci d'économie de carburant. A peine plus de 30% des patrons de pêche déclarent d'ailleurs la proximité de leur port d'attache comme un facteur déterminant dans le choix de leur zone de pêche (voir partie suivante). Les bateaux n'hésitent ainsi pas à s'en éloigner, notamment pour la pratique de certains métiers qui nécessitent un habitat spécifique (notamment pour les métiers « Merlu » et « Sole »). La mobilité de ces bateaux, couplée à la proximité entre les différents ports de la Côte Bleue, amène à considérer avec précaution la notion de distance au port le plus proche comme variable explicative de la distribution de l'effort de pêche, comme utilisé par Stelzenmüller et al. (2008) et dans les modèles de cette étude.

Les différences d'attractivité entre les deux réserves ainsi que l'effet de la proximité des ports d'attache à celles-ci soulignent l'importance du choix de l'emplacement lors de la création des réserves, tant pour les effets d'exportation de biomasse que pour leur appropriation par les pêcheurs locaux (Fraschetti et al. 2002, Botsford et al. 2009, Boncoeur et al. 2011). Ces différences d'attractivité soulignent également l'importance de la taille des réserves pour la détection des effets d'exportation de biomasse par les pêcheurs. La taille des réserves marines du PMCB peut ainsi être insuffisante pour générer un effet qui soit détectable à l'échelle de l'activité de pêche. De même, l'exportation de biomasse peut être plus conséquente pour la réserve de Couronne que pour celle de Carry, bien que celle-ci soit plus âgée (Halpern 2003, Claudet et al. 2008). La taille de la réserve de Couronne permet également à plus de pêcheurs de profiter des abords de la réserve, la réserve de Carry étant plus rapidement saturée du fait de son faible périmètre et de son rattachement à la terre. Enfin, Les conditions initiales lors de la création des réserves (ressources présentes, habitats et leurs continuums entre l'intérieur et l'extérieur des réserves, effort de pêche présent, etc.) peuvent

⁶⁰ Seulement 4 kilomètres séparent le port le plus éloigné, Méjean, de la réserve la plus proche, Carry.

⁶¹ 6 à 7% de leur chiffre d'affaire en moyenne selon Leblond (2011), les valeurs pouvant considérablement varier entre les bateaux d'après les auteurs.

aussi se faire ressentir sur leurs futurs effets (García-Charton et al. 2004, Forcada et al. 2009). L'ensemble de ces paramètres doit donc être pris en compte lors de la création d'une réserve, notamment pour les AMP à but halieutique.

5.1.4.3 Utilisation des efforts de pêche comme indicateurs de l'effet des réserves

Si les concentrations de l'effort de pêche sont communément considérées comme indicatrices d'une exportation de biomasse à partir des réserves et régulièrement utilisées comme telles, l'effort de pêche ne représente pas forcément la répartition spatiale des ressources (Abesamis et al. 2006). Plusieurs précautions doivent ainsi être prises quant à leur interprétation.

Une redistribution de l'effort de pêche a presque toujours lieu après la création des réserves, notamment sur les zones annexes aux réserves. Celles-ci se trouvent ainsi souvent placées sur des zones productives, et donc initialement (très) fréquentées (Halpern et al. 2004). La présence de postes de pêche antérieurs à la création des réserves peut également biaiser l'interprétation de la distribution de l'effort de pêche par rapport à celles-ci (Halpern et al. 2004, Murawski et al. 2005, Abesamis et al. 2006). C'est notamment le cas de la réserve de Carry, qui a été créée à proximité immédiate de plusieurs postes de pêche définis par la prud'homie de Marseille. La création de cette réserve a donc eu probablement peu d'impact sur la distribution de l'effort de pêche initial. Pour cette réserve, il aurait été intéressant de comparer la distribution actuelle de l'effort avec celle qui existait avant sa création. Il y a ainsi de fortes probabilités pour que l'activité antérieure soit identique, voir plus importante à l'Est et à l'Ouest de la réserve, que l'activité actuellement présente (Bachet, comm. pers.). Cet aspect souligne la nécessité de connaître le contexte local ainsi que l'historique de l'activité pour une interprétation correcte des différentes observations, notamment à partir des connaissances des pêcheurs (Smith & Wilen 2003, Hall & Close 2007, Jentoft et al. 2011). Au regard de la promotion réalisée concernant les effets des réserves sur la pêche, leur attraction pourrait également traduire une attente des pêcheurs plutôt qu'un effet réel des réserves sur leurs captures (Wilcox & Pomeroy 2003).

Un effort de pêche trop élevé à proximité immédiate des réserves peut également limiter les effets d'exportation de biomasse et ainsi avoir des conséquences sur la distribution de l'effort de pêche.

Cet effet de « Fishing the line »⁶², qui est retrouvé autour des deux réserves marines du PMCB à des degrés divers, peut ainsi entraîner une chute considérable des captures dès les frontières des réserves, et limiter le nombre de pêcheurs pouvant bénéficier de leurs effets (McClanahan & Kaunda Arara 1996, McClanahan & Mangi 2000, Wilcox & Pomeroy 2003, Willis et al. 2003, Goñi et al. 2006, Kellner et al. 2007, Stobart et al. 2009, Miethe et al. 2010).

5.1.4.4 Un territoire à partager

Pour finir, un même territoire est partagé par plusieurs usagers (professionnels et récréatifs), pouvant entraîner une compétition pour la ressource et pour l'espace que les gestionnaires pourraient être amenés à gérer (Webb et al. 2004). Malgré une superposition des zones de pêche, notamment pour les combinaisons de métiers « Sparidés et Loup » et « Rouget et Soupe », peu de conflits apparaissent pour le partage du territoire entre les bateaux aux petits métiers côtiers de la Côte Bleue (voir partie suivante). Le territoire de pêche peut ainsi être officiellement (pour les postes de pêche) ou officieusement (pour le métier « Sole ») partagé entre les différents bateaux selon les habitudes de chacun (voir aussi Tixerant 2004). Les patrons de pêche se tiennent informés par radio de leur lieu de calée afin d'éviter les désagréments qu'entraînent deux filets superposés. La proximité des filets est aussi souvent surveillée, afin d'éviter toute interaction sur une même zone. Des incidents peuvent par contre se produire et des conflits se déclarer avec les pêcheurs extérieurs ou avec les chalutiers qui fréquentent la zone (Santos et al. 2003).

Certaines activités récréatives (plongée, chasse sous-marine) peuvent influencer le choix des lieux de pêche, notamment lors d'opérations de pêche diurnes. Le risque de compétition pour l'espace et les conflits que cela peut entraîner (destruction de matériel notamment) incitent ainsi certains patrons de pêche à éviter des zones pourtant propices au métier pratiqué. Cet aspect souligne aussi l'importance pour les gestionnaires de prendre en considération les dynamiques de l'ensemble des activités (professionnelles et récréatives) susceptibles d'interagir sur le même territoire (Freire et al. 2002, Cooke & Cowx 2004, Morales-Nin et al. 2005 ; Lloret et al. 2007 Forcada et al. 2010).

5.1.5 Limites et recommandations

Afin de représenter au mieux la distribution spatiale de l'ensemble de l'effort de pêche à l'échelle du territoire de l'AMP, la totalité de l'effort de la flottille doit être considérée. Cet effort doit

⁶² Littéralement « Pêcher la ligne ». Illustre le comportement de certains usagers qui pêchent directement à la frontière des réserves.

de plus être spatialisé à une échelle permettant d'observer des effets souvent limités à quelques centaines de mètres des réserves (Goñi et al. 2008, Harmelin-Vivien et al. 2008). Prendre en compte ces différents aspects implique de poser des hypothèses qui ont chacune leurs limites, et qui amènent plusieurs recommandations.

Le protocole d'échantillonnage permet de considérer l'effort et la distribution observés pendant le cycle annuel de l'étude comme représentatifs de l'activité totale de chaque bateau échantillonné. Il ne permet cependant pas d'appréhender l'effort de la flottille dans sa globalité à l'échelle du quadrillage de l'AMP, notamment pour l'effort des bateaux dont l'activité annuelle n'a pu être reconstruite. Le choix a donc été fait dans cette étude d'estimer et de spatialiser l'effort des bateaux à partir de données qualitatives récoltées en grand nombre auprès des patrons de pêche concernés, ou à partir d'observations personnelles sur le terrain. Ces données qualitatives se révèlent indispensables pour ce type d'estimation, tout comme elles s'avèrent précieuses pour les gestionnaires dans la connaissance de l'activité présente sur le territoire. L'inconvénient majeur de ces estimations est de ne pas pouvoir calculer ni représenter les variances spatiales liées aux différentes méthodes de reconstitution de l'activité. Néanmoins, de nombreuses précautions ont été prises pour que ces estimations puissent être considérées comme représentatives de l'effort total sur le territoire de la Côte Bleue (délimitation du territoire concerné et représentativité de l'échantillonnage, vérification des données qualitatives récoltées, etc.). L'effort de pêche exercé par les bateaux extérieurs aux 5 ports considérés n'a par contre pas pu être pris en compte faute de données les concernant, résultant en une probable (mais sans doute légère) sous-estimation de l'effort pour certaines zones du PMCB.

Au final, l'effort total estimé au Chapitre 4 - partie 2 à partir de l'échantillonnage réalisé et celui issu des estimations réalisées bateau par bateau dans ce chapitre restent relativement proches (Tableau 5.5), même si des différences non négligeables apparaissent pour les longueurs de filets calées pour le métier « Loup », et dans une moindre mesure pour le métier « Rouget » (avec des conséquences potentielles sur l'estimation des captures de ces métiers). Les valeurs calculées dans ce chapitre restent néanmoins toutes contenues dans les intervalles de confiance calculés au Chapitre 4 – partie 2.

Tableau 5.5. Estimateurs et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) du nombre total d'opérations de pêche et de la longueur totale de filets calée selon les méthodes développées dans le Chapitre 4.2 et le Chapitre 5.1.

			Sparidés	Loup	Rouget	Merlu	Soupe	Langouste	Sole	Total
Nombre total d'opérations de pêche	Ch. 4.2	E. Inf	750.3	221.0	525.5	554.3	172.6	197.2	531.7	2 953
		E.	1 339.1	622.3	714.7	709.6	352.8	248.9	657.1	4 645
		E. Sup	1 928.0	1 023.6	904.0	864.8	533.1	300.6	782.6	6 337
	Ch 5.1	E.	1 432.2	764.8	612.6	733.0	326.1	244.4	686.9	4 800
Longueur totale de filets calée	Ch 4.2	E. Inf	770.3	216.7	968.7	1 095.9	186.1	327.2	2 491.0	6 056
		E.	1 186.2	590.9	1 449.1	1 591.6	393.1	426.0	3 866.2	9 503
		E. Sup	1 602.2	965.1	1 929.4	2 087.3	600.0	524.9	5 241.4	12 950
	Ch 5.1	E.	1 318.0	852.9	1 165.1	1 930.5	371.0	435.6	4 351.0	10 454

Il est également intéressant de noter que les concentrations de filets observées dans cette étude restent cohérentes en ordre de grandeur avec ce qui est relevé par Boudouresque et al. (2005) aux Iles Lavezzi (Corse), à Port-Cros (Provence) ou, plus proche de Marseille, sur l'Archipel du Riou (voir références citées).

L'approche du territoire de la Côte Bleue par quadrillage selon la distance à la réserve la plus proche et la distance à la côte apporte une double information visuelle qui s'avère intéressante pour l'interprétation des cartes de distribution de l'effort de pêche. Travailler avec des concentrations de filets (unité de mesure sur unité de surface) permet de plus de travailler avec des tailles de cellules différentes. Les cellules au large s'avèrent ainsi plus grandes que les cellules à proximité des réserves et de la côte. Cela présente notamment l'avantage de réduire les biais concernant la spatialisation de l'effort de pêche sur ces zones, pour lesquelles les données spatiales récoltées sur le terrain sont souvent moins précises que les zones proches des côtes. Cela constitue néanmoins un inconvénient lorsqu'une information spatiale précise est requise pour ces zones là dans l'optique de futures mesures de gestion, comme cela peut être le cas pour les roches du large fréquentées par le métier « Langouste ».

L'échelle utilisée pour le quadrillage s'avère suffisante, mais aussi nécessaire pour détecter l'effet d'attraction des réserves, celui-ci pouvant être localisé à proximité immédiate des frontières. Néanmoins, le risque d'utiliser une telle échelle réside dans le fait que les cellules peuvent illustrer

l'effort d'un seul bateau, effort qui dépendra alors des habitudes, de la motivation et des besoins du patron de pêche concerné, plutôt que tout autre effet. Le fait que l'engin de pêche soit linéaire, et que les longueurs de filets utilisées soient toutes supérieures aux tailles des cellules définies influent également sur le nombre de bateaux qui peut être concerné par chaque cellule.

La distribution des occurrences et celle des concentrations de l'effort de pêche pour la combinaison de métiers « Sparidés et Loup », et dans une moindre mesure pour les métiers « Rouget et Soupe », reste relativement cohérente avec ce qui fut observé pendant le programme BIOMEX autour de la réserve de Carry (Figure 5.14 et Figure 5.15 ; Planes 2005). Néanmoins, plusieurs différences apparaissent entre les différentes cartes. Ces différences peuvent notamment provenir des échantillonnages respectifs, des quadrillages utilisés et du traitement spatial des données. Si plusieurs saisons ont été échantillonnées entre 2003 et 2004 lors des campagnes d'embarquement du programme BIOMEX, ces campagnes ponctuelles n'ont toutefois pas pu rendre compte de l'intégralité des zones de pêche fréquentées par les pêcheurs sur un cycle annuel. Ces différences illustrent ainsi la dynamique des pêcheurs dans l'exploitation de leur territoire, et soulignent l'importance de prendre en compte cette dynamique dans les différents suivis à mettre en place.

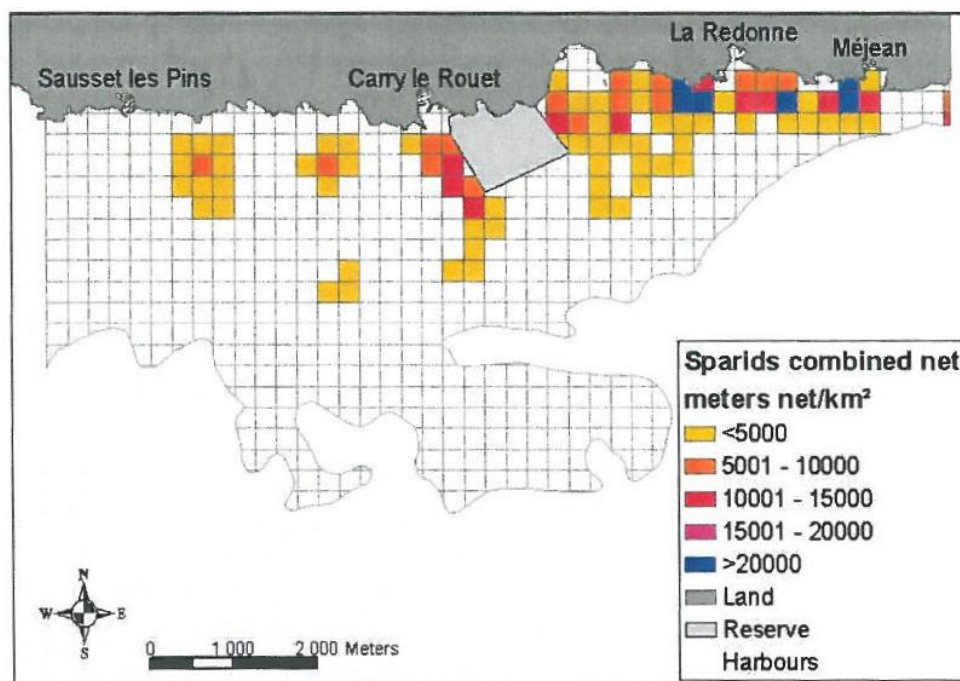


Figure 5.14. Répartition spatiale des filets combinés à sparidés (en m/km²) observée à partir de l'échantillonnage de 88 filets réalisé entre 2003 et 2004 lors du programme BIOMEX. Figure issue du rapport final du programme (Planes 2005).

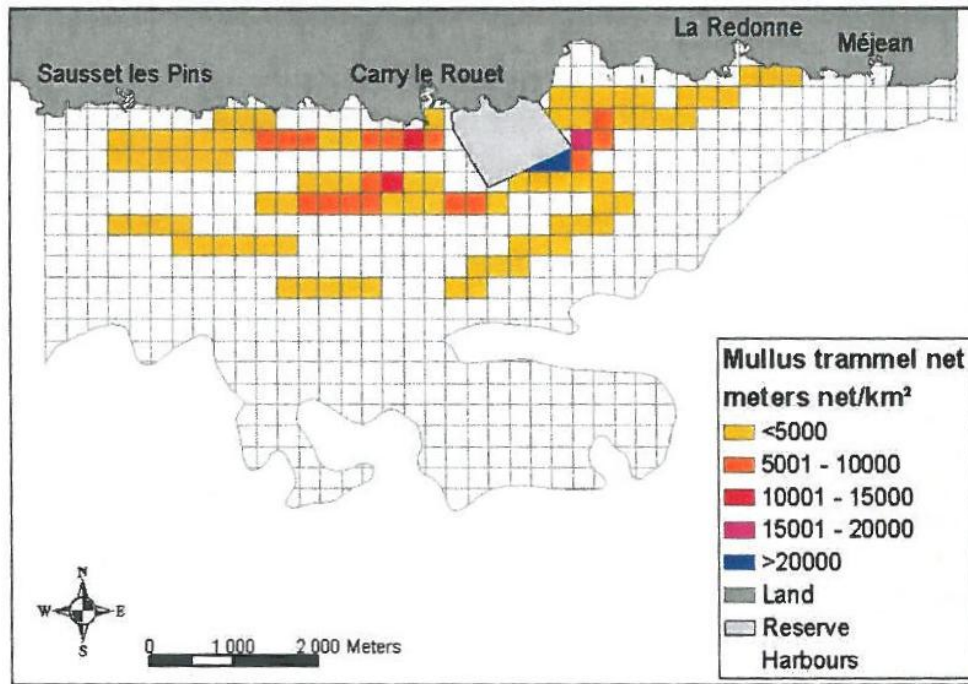


Figure 5.15. Répartition spatiale des trémails à rougets et à soupe (en m/km²) observée à partir de l'échantillonnage de 88 filets réalisé entre 2003 et 2004 lors du programme BIOMEX. Figure issue du rapport final du programme (Planes 2005)

L'une des difficultés apparues lors de ce travail a été de définir la zone de pêche exploitable par les pêcheurs. Se baser sur les profondeurs principales permet de définir un territoire potentiellement exploitable du fait de la présence probable d'habitats favorables à la présence des ressources. Les profondeurs principales ne prennent néanmoins pas en compte les possibilités de caler les filets, les postes de pêches ou l'absence localisée de l'habitat. La prise en compte de ces zones qui ne sont pas exploitables peut affecter le calcul des concentrations moyennes d'engins. Au vu de l'opportunisme dont font preuve les pêcheurs, l'utilisation des zones de pêche observées et fréquentées (autrement dit, toutes les cellules qui présentent un effort) comme indicateurs du territoire de pêche exploitable peut sembler raisonnable, tout au moins pour certains métiers.

Enfin, il aurait été intéressant d'observer l'effet des réserves sur les captures par unité d'effort et par unité d'aire, ainsi que sur les valeurs marchandes des captures comme l'ont réalisé Goñi et al. (2008). Il s'est néanmoins avéré excessivement compliqué, dans cette étude, de spatialiser les biomasses des captures à partir d'échantillonnages au débarquement. Si les embarquements avec les pêcheurs professionnels présentent l'avantage d'avoir accès à l'intégralité des captures, il peut néanmoins s'avérer difficile de les localiser (Goñi et al. 2008). Les pêches expérimentales (comme réalisées dans le programme BIOMEX ; Planes 2005, Forcada et al. 2009) ainsi que les marquages en capture-recapture (Goñi et al. 2006) restent ainsi parmi les méthodes les plus adaptées pour estimer l'effet

des réserves sur les captures de pêcheurs. Couplées à certains modèles, ces données, et notamment celles issues de marquages, peuvent également apporter des informations précieuses sur l'amplitude des effets des réserves sur une échelle de temps importante (Goñi et al. 2010). Le caractère ponctuel de ces études doit néanmoins inciter à la prudence au regard des grandes variations saisonnières observées. En corollaire, les embarquements restent très coûteux en moyens humains, et par conséquent difficiles à mettre en œuvre en routine ou avec une couverture spatiale et temporelle appropriée pour étudier les variations spatiales.

Pour finir, et comme souligné par Goñi et al. (2011), cette partie souligne la complexité de travailler avec les données issues des suivis de la pêche professionnelle aux petits métiers côtiers pour le suivi des effets des AMP. Elle apporte néanmoins une analyse fine et robuste de la distribution de l'effort de pêche et du comportement des patrons de pêche, notamment vis-à-vis des réserves, et fournit là aussi des données précieuses aux gestionnaires pour la gestion de leur territoire.

5.2 Les perceptions comme indicateurs de la performance des Aires Marines Protégées

" Tout l'univers de la science est construit sur le monde vécu et si nous voulons penser la science elle-même avec rigueur, en apprécier exactement le sens et la portée, il nous faut réveiller d'abord cette expérience du monde dont la science est l'expression seconde. La science n'a pas et n'aura jamais le même sens que le monde perçu pour la simple raison que la science n'en est qu'une détermination ou une explication... Revenir aux choses mêmes, c'est revenir à ce monde avant la connaissance."

Maurice Merleau-Ponty, *Phénoménologie de la perception* (1944)

5.2.1 Introduction

Les études abordant les perceptions⁶³ des populations locales envers les Aires Protégées (AP) se sont multipliées ces dernières années, que ce soit en milieux terrestre ou marin. Si la protection et la conservation de ressources menacées sont souvent l'enjeu majeur des AP, marines ou terrestres, conscience a été prise qu'on ne peut plus négliger leurs impacts sociaux, culturels et économiques (Fiske 1992, Aussedat 1995, Badalamenti et al. 2000). Ainsi, si des perceptions partagées entre gestionnaires, scientifiques et acteurs locaux ne sont pas fondamentalement nécessaires pour que les AP remplissent leur rôle de conservation et de protection des ressources, elles apparaissent néanmoins primordiales, voir indispensable pour l'acceptabilité sociale de l'AP et l'adhésion des populations locales à ses objectifs, notamment afin de légitimer mais aussi de garantir le respect des mesures de gestion et des réglementations mises en place (McClanahan et al. 2005a, Mangi & Austen 2008 ; Loi n° 2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux).

L'étude de l'acceptation sociale des Aires Protégées à partir des perceptions peut participer à 1) impliquer efficacement les usagers locaux dans la gestion des ressources locales, 2) améliorer leurs relations avec les scientifiques et gestionnaires, et 3) orienter les outils de communication des objectifs et résultats selon les usagers ciblés (Salas & Gaertner 2004, McClanahan et al. 2005b,

⁶³ De *capio* (« prendre ») avec le préfixe *per-* (« à travers »). Peut être définie comme l'opération psychologique complexe par laquelle l'esprit, en organisant les données sensorielles, se forme une représentation des objets extérieurs et prend connaissance du réel. La perception est plus que la simple sensation : c'est la sensation suivie de l'acte intellectuel qu'elle suscite immédiatement et par lequel elle est interprétée (Méd. Biol. t. 3 1972).

Schumann 2006, Vodouhe et al. 2010). Suivre l'évolution des perceptions peut ainsi prévenir les conflits susceptibles d'apparaître lorsque l'accès à certaines ressources devient réglementé, voire interdit, conflits qu'il convient de minimiser pour pérenniser l'action des Aires Protégées dans le temps (Heinen 1993, McLean & Straede 2003, Webb et al. 2004, Baral & Heinen 2007).

Plusieurs facteurs autres que ceux découlant des effets escomptés des AP peuvent influencer sur les perceptions des populations locales, avec un effet non négligeable sur son acceptabilité. Ces facteurs ne peuvent pas non plus être ignorés lorsque les perceptions des bénéficiaires liés à la protection sont analysées. Les perceptions peuvent ainsi dépendre de facteurs institutionnels et politiques, culturels et éducationnels, socio-économiques, ou des facteurs de dépendance aux ressources naturelles (que ce soit d'un point de vue vivrier ou générateur de revenu), notamment dans les pays en voie de développement (Cinner 2005, McClanahan et al. 2005a, Cinner et al. 2009, Launio et al. 2010, Thomassin et al. 2010, Thomassin 2011). Certaines de ces études montrent que les perceptions dépendent des gains attendus liés à la présence des AP (qu'ils soient individuels ou collectifs), attentes qui peuvent être créées par les promoteurs même des AP, et qui peuvent ne pas être rencontrées. Les attentes des populations peuvent aussi varier selon leurs besoins et leur capacité à valoriser les ressources qu'ils exploitent, cette capacité étant souvent reliées à l'expérience et à l'ancienneté de l'utilisateur (Holmes 2003, Vodouhe et al. 2010). Enfin, la « justification de la conduite », comme introduit par Boltanski & Thevenot⁶⁴, peut jouer un rôle non négligeable lorsque l'expression des perceptions apparaît comme un moyen d'expliquer son comportement envers les AP.

Un nombre conséquent des études sur les perceptions porte sur des AP mises en place dans des pays en voie de développement, et notamment dans des écosystèmes tropicaux qui font face à des pressions anthropiques sans cesse grandissantes (Fiallo & Jacobson 1995, Pomeroy et al. 1997, Badola 1998, Holmes 2003, McClanahan et al. 2005a, Robertson & Lawes 2005, Allendorf et al. 2006, Ferreira & Freire 2009, Launio et al. 2010). Ces milieux menacés, dont la biodiversité, la richesse en ressources naturelles et l'état écologique peuvent être encore préservés, requièrent la mise en place d'un nombre croissant de structures de gestion durable des ressources, en concertation avec les populations locales qui en dépendent (Holmes 2003, McClanahan et al. 2005a, Robertson & Lawes 2005, Allendorf et al. 2006, Ferreira & Freire 2009, Launio et al. 2010). Le manque de données et la difficulté d'en collecter dans ces régions biologiquement importantes font aussi des perceptions des indicateurs incontournables pour le suivi des ressources et l'évaluation des performances des AP

⁶⁴ « Dès lors que, vivant en société, nous vivons en situation, c'est-à-dire dans les rapports aux autres et aux choses, nous cherchons à chaque instant à rendre compréhensibles nos conduites, afin d'assurer, à quelque niveau que ce soit- le groupe, l'entreprise, la collectivité -, la coexistence avec autrui par l'accord : tels sont le rôle et la nature de la justification ». *Quatrième de couverture de l'ouvrage*. Boltanski & Thevenot 1991

(Pollnac & Crawford 2000, White et al. 2002, Webb et al. 2004). Les études sur l'acceptabilité de tels outils à partir des perceptions des populations locales, ainsi que leurs effets sur les **usages** et les **usagers**, se multiplient aussi dans les pays développés, où le recours aux Aires Protégées devient fréquent face aux pressions qui continuent de se multiplier sur l'environnement (Jacobson & Marynowski 1997, Milon et al. 1997, Shafer & Benzaken 1998, Suman et al. 1999, Alder et al. 2002, Mangi & Austen 2008, Dimech et al. 2009, Pita et al. 2010, Suuronen et al. 2010, Thomassin et al. 2010).

Le recours aux AMP représente un moyen juridique et institutionnel pertinent pour la protection du milieu marin, moyen censé garantir la durabilité des écosystèmes et de leurs usages, dans des régions côtières en mutation et siège d'enjeux socio-économiques importants. Le nombre croissant d'AMP dans tous les écosystèmes marins atteste de l'engouement des décideurs politiques, des scientifiques mais aussi des différents acteurs locaux pour ces outils présentés comme adaptés à la conservation et à la gestion des ressources, notamment halieutiques. Néanmoins, la mise en place d'outils de gestion dans des zones souvent fréquentées par de multiples usagers n'est pas sans impact sur les activités nautiques s'y déroulant.

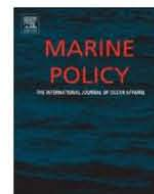
Les pêcheurs professionnels sont ainsi les usagers les plus à même d'être influencés par les effets des AMP, car tributaires du milieu marin pour leur subsistance ou leur activité professionnelle (McClanahan et al. 2005b). L'exportation de biomasse d'adultes (Russ & Alcalá 1996, Roberts et al. 2001a, Gell & Roberts 2003, Goñi et al. 2010), la dispersion de larves (Planes et al. 2000, Ward & Hegerl 2003), mais aussi le déplacement de l'effort de pêche sur les zones alentours et la compétition accrue pour l'espace et la ressource entre pêcheurs (professionnels ou récréatifs) sont des conséquences potentielles et/ou observées d'une fermeture à la pêche de zones pour la plupart préalablement fréquentées (Holland 2000, Halpern et al. 2004, Goñi et al. 2006, Suuronen et al. 2010). En plus d'informer sur leur adhésion à l'AMP, l'utilisation des perceptions des pêcheurs professionnels peut alors s'avérer pertinente pour évaluer les effets des mesures de gestion mises en place sur leur activité, mais aussi sur la pêcherie en général et sur l'environnement, et donc évaluer la capacité de l'AMP à remplir ses objectifs, notamment concernant l'évolution des ressources bénéficiant d'une protection (Himes 2003). Il a notamment été montré dans certains cas que les perceptions des pêcheurs professionnels peuvent se révéler des indicateurs fiables pour le suivi de l'évolution des ressources dans l'espace et dans le temps, notamment en l'absence d'état de référence, et de moyens limités pour les suivis de terrain (Grant & Berkes 2007, Haggan et al. 2007, Rochet et al. 2008). Rochet et al. (2008) montrent ainsi que des pêcheurs (et conchyliculteurs) exerçant dans la Manche ont des perceptions identiques aux résultats des suivis scientifiques sur

l'évolution des ressources dans le temps. Les perceptions de ces évolutions étaient même plus précises que les suivis scientifiques sur les périodes de temps courtes, même si des divergences apparaissaient sur les causes de ces évolutions (notamment l'effondrement des stocks).

Les perceptions peuvent s'avérer être des outils potentiellement utilisables par le PMCB pour évaluer sa capacité à réaliser ses objectifs d'aide au maintien de la pêche artisanale sur son territoire. L'évaluation de ces objectifs requièrent ainsi des indicateurs pertinents à l'échelle de la pêche aux petits métiers côtiers, indicateurs qui doivent aussi prendre en compte les moyens matériels, financiers et humains que le PMCB peut mettre en place (Bachet et al. 2009). L'approche pluridisciplinaire des effets du PMCB sur l'activité des usagers nécessite la mise en place de méthodologies différentes et complémentaires dont l'étude des perceptions fait partie, afin d'embrasser au mieux l'ensemble des effets liés à la présence de l'AMP.

L'article suivant a été publié dans le volume n°36 de la revue Marine Policy de Mars 2012 (p 414 – 422). Dans un premier temps, l'utilisation des perceptions des pêcheurs professionnels comme indicateur de l'acceptation sociale du PMCB par ces usagers est testée. Dans un deuxième temps, alors que les effets des réserves sur l'effort de pêche de l'ensemble de la flottille ont été étudiés dans la partie précédente, les perceptions de ces effets par les pêcheurs selon leur comportement et les métiers qu'ils pratiquent sont analysées. Les perceptions des pêcheurs professionnels sur les effets des récifs artificiels, ainsi que concernant la gouvernance du PMCB ont aussi été abordées, et sont traitées dans l'Annexe 9.

5.2.2 Fisher's perceptions as indicators of the performance of Marine Protected Areas (MPAs)



Fishers' perceptions as indicators of the performance of Marine Protected Areas (MPAs)

Kevin Leleu^{a,b,c,*}, Frédérique Alban^d, Dominique Pelletier^{a,e}, Eric Charbonnel^c, Yves Letourneur^f, Charles F. Boudouresque^b

^a IFREMER Brest, BP 70, 29280 Plouzané, France

^b Mediterranean Institute of Oceanography, University of the Mediterranean, Campus de Luminy, Case 901, 13288 Marseille Cedex, France

^c Parc Marin de la Côte Bleue, Observatoire-plage du Rouet, 31 Avenue Jean Bart, B.P 42, 13620 Carry-le-Rouet, France

^d Université de Brest, UEB, UMR AMURE, 12 rue du Kergoat, CS 93837, 29238 Brest Cedex 3, France

^e IFREMER Nouvelle Calédonie, BP 2059, 98846 Nouméa Cedex, New Caledonia, France

^f Université de la Nouvelle Calédonie, Laboratoire LIVE, Campus de Nouville, BP R4, 98851 Nouméa Cedex, New Caledonia, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 April 2011

Received in revised form

8 June 2011

Accepted 10 June 2011

Available online 27 August 2011

Keywords:

Artisanal fishery

Fishers' perceptions

Social acceptance

No-take zone

MPA performance

ABSTRACT

How users perceive the performance of Marine Protected Areas (MPAs) is fundamental for the social acceptance of these zones. Moreover, their perceptions may be relevant for monitoring the effects of MPAs on extractive activities. This study analyzes artisanal fishers' perceptions of the performance of a north-western Mediterranean coastal MPA, which encompasses two no-take zones (NTZs). Three viewpoints have been considered: the effect on the personal activity of fishers, the effect on the local fishery and the effect on the ecosystem. In order to test the hypothesis that biomass export (spillover) – which had previously been evidenced from the two NTZs – may influence fishers' perceptions of NTZ effects, fishers' perceptions were compared with both declared and observed fishing activity over an one-year period.

The results show that negative perceptions of NTZs are either nil or are negligible. Most fishers are aware of the beneficial effects of NTZs on ecosystems and fisheries. However, they remain to be convinced of the beneficial effects of the NTZs on their own activity. For instance, the proximity of a NTZ appears never to be involved in the choice of a fishing spot. This partial lack of correspondence between scientific expectation and fishers' perceptions is discussed in the light of fishing habits in the zone adjacent to NTZs, and takes into account fishing grounds, targeted species and seniority (defined as the number of years the fisher has been fishing within the MPA). All three factors appear to influence fishers' perceptions. For example, having a positive perception about a NTZ and spending more time fishing in the adjacent zone are habits that can be associated with fishers with less seniority. Fishers' perceptions obviously indicate the social acceptance of the MPA and are an essential monitoring tool for MPA managers. However, perceptions cannot be seen as a substitute for scientific monitoring, as both approaches are clearly complementary.

© 2011 Published by Elsevier Ltd.

1. Introduction

There is now increasing evidence that Marine Protected Areas (MPAs) have beneficial effects on marine resources and yields when they are associated with no-take zones (NTZs), artificial reefs and/or with other fishing regulations [1–6]. In particular, NTZs appear to be beneficial for fisheries via (i) increased export of eggs and larvae resulting from improved spawning success within the NTZ [7,8] and

(ii) export of biomass towards adjacent zones (spillover), which is defined as the progressive diminution of fish numbers and/or biomass between the NTZ boundary and distant unprotected areas [9–13]. The magnitude of these effects appears to be dependent on the size and age of the NTZ [14], on life history traits and ecology of fish species [15], as well as on habitat connectivity and continuity between the NTZ habitats, adjacent habitats and other MPAs [16–20]. The effects of NTZs upon fisheries have been monitored using both non extractive techniques (e.g. underwater visual censuses [21]; see [22] and references therein) and extractive observation techniques (e.g. experimental fishing and fishery statistics; see [13,23–25]). Concentration of the fishing effort close to the boundaries of NTZs has sometimes been used as an indirect indicator of the beneficial effects of marine NTZs [26,27] (but see also [28–30]).

* Corresponding author at: Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer - Centre de Brest, Département Ressources Biologiques & Environnement, Sciences & Technologies Halieutiques, Laboratoire de Biologie Halieutique, BP 70, 29280 Plouzané, France. Tel.: +33491829067; fax: +33491411265.

E-mail addresses: kevin.leleu@ifremer.fr, kevin.leleu@univmed.fr (K. Leleu).

In contrast, there is a lack of data available concerning investigations into fishers' perceptions of the effects of NTZs and MPAs. These effects, nevertheless, are often highlighted by policy makers and managers for the promotion of these tools [31,32]. Several studies have dealt with stakeholders' (including fishers') perceptions and attitudes towards fisheries and MPA management and with their social and economic impact locally, especially in coral reef habitats [33–41]. Based on correlations between scientific results and fishers' perceptions, the latter have at times been considered as a useful indicator in the tracking of resource changes over space and time [42–47], even if distrust between scientists and fishers remains pervasive [47–49]. Perceptions may be influenced by several factors independent of NTZ effects, such as the social context of the MPA territory, the MPA management [50,51] or the behavior justification by stakeholders (as expressed by Boltanski and Thevenot [52]). However, these biases may not be significant in cases of high compliance with MPA management [53].

This study first aimed at testing the value of fishers' perceptions as indicators of social acceptance and compliance in the case of a north-western Mediterranean MPA, the Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB). For the two NTZs of this 27-year old MPA, biomass exports have been demonstrated, although differences have been observed depending on species [54–58]. It was thus assumed that (i) biomass export (spillover) was more likely to be perceived by artisanal (small-scale coastal) fishers than was larval export [6] and (ii) this spillover could be detected by fishers operating

within the zone adjacent to the NTZs [56,59]. For this reason, the suitability of fishers' perceptions in the monitoring of NTZ effects was investigated. The assumption that these perceptions depend on both the species targeted and on the frequency of fishing trips within the zone adjacent to the NTZs was also analyzed. It was expected that fishers who perceive positive NTZ effects on their own activity would wish to increase the frequency of their fishing trips near the NTZs.

2. Material and methods

2.1. Study area

The Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB) is a 9 873 ha MPA located in the north-western Mediterranean Sea (Provence, France), (Fig. 1). This MPA includes two NTZs, namely Carry-le-Rouet (92 ha; hereafter referred to as Carry) and Cap Couronne (198 ha; hereafter called Couronne), established in 1983 and 1996, respectively (Table 1). In addition to bans on fishing and harvesting, scuba diving and anchoring are also forbidden in both NTZs. Outside the NTZs, artisanal fishing is managed through European Union regulations (e.g. fishing net length), French national regulations (e.g. minimum catch size), and local regulations (e.g. mesh size) as established by the *prud'homies des pêcheurs* (Fishers' guilds) of Marseille and Martigues. According to French regulations, trawling within ~5.6 km from the shore (an area which includes the MPA) is banned.

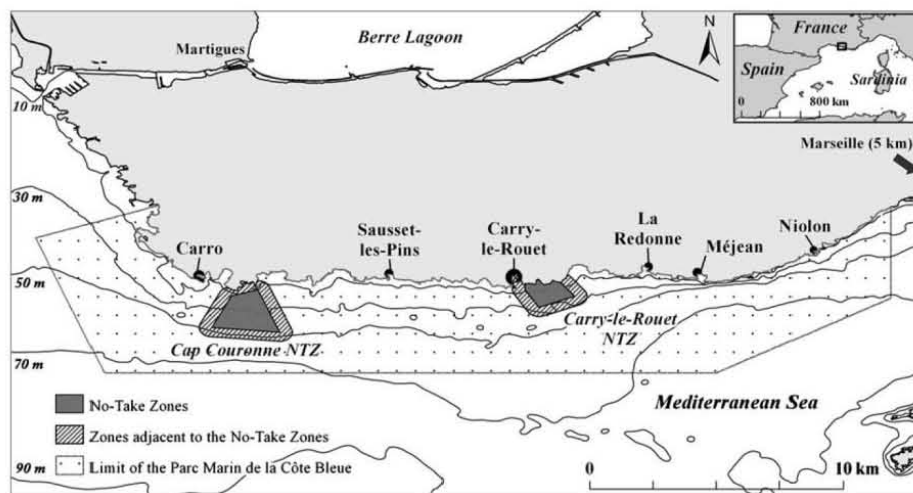


Fig. 1. The study Marine Protected Area (MPA): Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB). Solid lines: depth contours.

Table 1

Characteristics of the MPA no-take zones (NTZs) of the Parc Marin de la Côte Bleue MPA.

No-take zones (NTZs)	Year of establishment	Surface area (ha) and perimeter ^a (m)	Main habitats	Depth range of the NTZ (m)	Shortest and greatest distance from the shore (m)	Surface area of the adjacent zones (ha) ^b	Depth range of the 500 m adjacent zones (m)	Number of boats fishing within the adjacent zones ^c
Couronne	1996	198 5 939	– Posidonia oceanica	10–50	150–2000	300	0–60	10
Carry	1983	92 2 854	– seagrass meadow – Sandy bottoms – Rocky bottoms (including coralgal banks)	0–30	0–910	1 165	0–40	6

^a Perimeter is the length of the seaside limit of the NTZ.

^b Adjacent zone: a 500 m wide zone adjacent to the limit of the NTZ.

^c Boats fishing year-round within the MPA, with at least one fishing trip in one of the adjacent zones of the NTZs.

A number of artificial reefs designed to prevent trawling contribute to the enforcement of this regulation.

Within the MPA (including the two NTZs), habitats are mainly composed of *Posidonia oceanica* seagrass meadows, and sandy and rocky bottoms including coralline banks, i.e. coralline biogenic constructions (coralligenous). Rockfish assemblages are typical of the north-western Mediterranean coast, and are characterized by the dominance of three families: the Labridae, the Sparidae and the Serranidae [60].

The local artisanal fishery is typical of the north-western Mediterranean. It operates on the continental shelf (0–200 m) with fishing areas being within a few hours' reach from the harbors. The activity is characterized by the use of a diversity of gear and techniques and the frequentation of multiple fishing grounds, depending on the biology and ecology of a variety of target species [61–63]. Six artisanal fishing and yachting harbors are located within the MPA: Carro, Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet, La Redonne, Méjean and Niolon (Fig. 1). The distance between harbors and their nearest NTZ ranges from ~300 to ~7 600 m (Table 2). The study fleet is composed of 27 fishing boat

skippers (hereafter fishers). Three other fishers were not included because their activity is based exclusively on the little-practiced methods of long-line, sea-urchin and coral fishing. The average crew is 1.7 persons per boat (SD: 0.7). The fleet (boats ranging from 6 to 15 m in length) uses mainly gillnets and trammelnets. Of the 27 fishers, only 24 are active year-round within the MPA and were therefore included in this study (Table 2).

2.2. Data collection

Two types of data were collected in this study. Fishing activity over the year was estimated from data collected from July 2009 to June 2010. During this period, 16 fishers (67% of the studied fleet), representing the different fishing harbors, were interviewed at approximately 10-day intervals to collect information relative to their most recent fishing trips. The choice of gear, the species targeted and the fishing grounds were recorded for each fishing operation. A fishing trip usually encompasses several fishing operations. For this reason, 1721 fishing operations and 1048 fishing trips have been described (i.e. on average, 65.5 (SD: 39.6) fishing trips and 107.6 (SD: 77.4) fishing operations per fisher) over the course of the year. During the interviews, fishers plotted fishing net locations on a background map (1:50 000; no. 6767; [64]). Spatial information collected was then entered into a Geographical Information System (ArcGIS 9.3[®] ESRI software). Fishers often pointed out the same net locations, with the result that only 206 fishing spots were recorded for the 1721 fishing operations. Eight groups of target species were considered (Table 3), based on IFREMER Fisheries Information System [65].

At the end of the sampling year, each fisher was interviewed using a semi-directed questionnaire in order to appraise their perception of the effects of the NTZs on their own activity, on the artisanal fishery in general and on the marine ecosystem (Table 4). Questions were asked to determine the frequency of fishing trips to the zone adjacent to the NTZs, and to discover if

Table 2
Main characteristics of the fishery of the Parc Marin de la Côte Bleue MPA.

Harbors	Distance to the closest No-take zone (NTZ) (NTZ concerned)	Number of skippers (skippers fishing year-round within the MPA)*
Carro	930 m (Couronne)	15 (13)
Sausset-les-Pins	3 800 m (Carry–Couronne)	4 (4)
Carry-le-Rouet	330 m (Carry)	2 (2)
La Redonne	2 375 m (Carry)	3 (3)
Méjean	3 900 m (Carry)	2 (2)
Niolon	7 575 m (Carry)	1 (0)

* Concerns only boats using gillnets and trammelnets.

Table 3
Groups of species targeted within the Parc Marin de la Côte Bleue MPA, characterized by the gear used, the percentage of fishers concerned, the percentage of fishing operations and, for the five main groups, the mean distance of the fishing spots from the shore.

Groups of target species	Main target species	Accessory target species	Gear used	Fishers targeting the group (%)	Fishing operations targeting the group (%)	Mean distance of fishing spots from shore (m)
Sparids and European seabass	<i>Sparus aurata</i> <i>Dicentrarchus labrax</i>	<i>Diplodus</i> spp.	Gillnet Trammelnet Combined net Longline	63	29	786
Mulletts and 'Fish soup' ^a	<i>Mullus surmuletus</i> <i>Mullus barbatus</i> <i>Scorpaena notata</i> <i>Scorpaena porcus</i> <i>Serranus cabrilla</i> <i>Serranus scriba</i> <i>Symphodus</i> spp.		Gillnet Trammelnet	69	22.4	699
Rockfish, dentex and lobsters	<i>Scorpaena scrofa</i> <i>Dentex dentex</i> <i>Palinurus elephas</i>	<i>Labrus merula</i> <i>Labrus viridis</i>	Trammelnet	75	11.6	1 669
Hakes	<i>Merluccius merluccius</i>	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Gillnet	63	19.5	5 594
Flatfish	<i>Solea solea</i> <i>Solea aegyptiaca</i>	<i>Psetta maxima</i> <i>Scophthalmus rhombus</i>	Trammelnet	69	16.3	3 527
Mugilids	<i>Mugilidae</i> spp.	<i>Diplodus</i> spp.	Gillnet	6	0.5	
Congers	<i>Conger conger</i>		Trap Longline	31	0.3	
Cuttlefish	<i>Sepia officinalis</i>		Trammelnet	19	0.5	

^a 'Fish soup' is the popular local name for a variety of small fishes which are ground to prepare a soup.

Table 4
Questions asked during interviews with fishers (questionnaire) and range of possible answers.

Questions	Possible answers
1. How old are you?	
2. How many years have you been fishing as a skipper in the area?	<ul style="list-style-type: none"> – Less than 10 years – 10–20 years – More than 20 years
3. How often do you fish near the no-take zones (NTZs)?	<ul style="list-style-type: none"> – Regularly – Occasionally – Never – Do not know
4. What are the effects of the NTZs on your own activity?	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Very positive</i> } → Positive – <i>Rather positive</i> }
5. What are the effects of the NTZs on the artisanal fishery in general?	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Neutral</i> } → Neutral
6. What are the effects of the NTZs on the environment?	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Rather negative</i> } → Negative – <i>Very negative</i> } – <i>Do not know</i> } → Do not know
7. Do you think that the overall loss of fishing grounds due to the establishment of the NTZs has been:	<ul style="list-style-type: none"> – More than compensated for by the positive effects of the NTZs – Compensated for by the positive effects of the NTZs – Not compensated for by the positive effects of the NTZs
8. Would you fish more frequently near the NTZs if it were technically feasible?	<ul style="list-style-type: none"> – Yes – No – Do not know
9. What are the main two factors which influence your selection of a fishing spot?	<ul style="list-style-type: none"> – Fish abundance – Suitable habitat – NTZ proximity – Artificial reefs – Regulations – Harbor proximity – Personal experience – No other, or few other fishers

users would fish more frequently near the NTZs, if this were technically possible (e.g. if there was enough space to set their nets, taking into account the competition for space with other fishers). Fishers were also asked how they perceived the balance between the loss of fishing grounds consecutive to NTZ establishment and the benefits brought by NTZs (Table 4). Finally, fishers were asked to identify the two most important factors guiding their selection of a fishing spot. All the interviews were conducted by the same researcher in order to reduce interviewer-related bias.

2.3. Data analysis

The year-round monitoring of fishing activity allowed us to consider the data collected as being representative of the activity of each fisher. This activity was then characterized by calculating the proportion of fishing operations for each group of target species and for each fisher. Frequency of fishing operations in the zone adjacent to the NTZs was calculated for each fisher using the mean distance between the fishing spot and the closest NTZ (calculated with ET Geowizard[®] software).

The zone adjacent to a NTZ (Fig. 1 and Table 1) is potentially influenced by spillover. The extension of this zone depends on the species being considered, the topography and the habitats of the site. The width of this zone was once evaluated to exceed 700 m [56]; however, the value of 500 m was adopted, as suggested by Harmelin-Vivien et al. [57]. Analysis of the data relating to a wider adjacent zone resulted in no changes (when using 750 m

or minor changes (when using 1000 m) (results not reported here). Fishers were classified into three categories depending on their frequency of fishing within the zone adjacent to the NTZs: (i) never operating there (0%), (ii) occasionally operating (1–20%) and (iii) regularly operating near the NTZs (> 20%). The threshold of 20% was chosen based on the pattern of activity in the zone adjacent to the NTZs (data not reported here), which shows a conspicuous discontinuity at the approach of this value. These data ('observed frequencies') were compared with data obtained from the questionnaire ('declared frequencies').

Three groups of target species ('Mugilids', 'Congers' and 'Cuttlefish') were excluded from the analysis as they represent a negligible percentage of the fishing effort (Table 3). Two other groups ('Hakes' and 'Flatfish') were excluded from some analyses, firstly because habitats and fishing grounds for these soft-bottom species are located far from the shore (Table 3) and from the NTZs, so that any effect due to the NTZs is unlikely; and secondly, because the effects of NTZs have only been demonstrated, or only appear likely, for the 'Sparids and European seabass' group (hereafter 'Sparids'), the 'Mulletts and 'fish soup' (hereafter 'Mulletts') and the 'Rockfish, dentex and lobsters' (hereafter 'Rockfish') [6,54–58].

How fishers perceive the effects NTZs have on their own activity was evaluated according to seven themes: (1) how NTZs affect artisanal fishery in general; (2) how NTZs affect the marine ecosystem; (3) the balance between loss of fishing grounds and NTZ benefits; (4) increased fishing interest near the NTZs; (5) declared and observed frequencies of fishing in the zone adjacent to the NTZs; (6) targeting of 'Sparids', 'Mulletts' and 'Rockfish' and (7) the seniority of fishers (number of years they

have been fishing within the MPA). Possible answers were defined for each question (Table 4).

3. Results

Overall, there was no negative perception of the effects of NTZs, with the exception of a slight impression that losses exceed

Table 5

Fishers' perceptions of effects of no-take zones (NTZs) on the fishery and the ecosystem, expressed in percentage of answers. Columns give the percentage of answers to questions 4 through 8, depending on how question 4 was answered.

4. NTZ effects on the fisher's own activity (%)					
	Positive	Neutral	Negative	Do not know	Total
4. No-take zone (NTZ) effects on the fisher's own activity (%)					
Positive	50	0	0	0	50
Neutral	0	50	0	0	50
Negative	0	0	0	0	0
Do not know	0	0	0	0	0
Total	50	50	0	0	100
5. NTZ effects on artisanal fishery (in general) (%)					
Positive	50	37.5	0	0	87.5
Neutral	0	12.5	0	0	12.5
Negative	0	0	0	0	0
Do not know	0	0	0	0	0
Total	50	50	0	0	100
6. NTZ effects on the ecosystem (%)					
Positive	31.3	37.5	0	0	68.8
Neutral	6.2	0	0	0	6.2
Negative	0	0	0	0	0
Do not know	12.5	12.5	0	0	25
Total	50	50	0	0	100
7. Balance between the loss of fishing grounds and the benefits of NTZs (%)					
Benefits	31.3	12.5	0	0	43.8
Balanced	6.2	12.5	0	0	18.7
Losses	0	6.2	0	0	6.2
Do not know	12.5	18.8	0	0	31.3
Total	50	50	0	0	100
8. Would you fish more frequently near the NTZs if this were possible (%)					
Yes	6.2	0	0	0	6.2
No	43.8	50	0	0	93.8
Do not know	0	0	0	0	0
Total	50	50	0	0	100

benefits (~6% of answers) (Table 5). Positive opinions dominated, with lower numbers of neutral perceptions. Unexpectedly, when fishers evaluated the effects of NTZs on their own activity, they seemed less convinced (50% of neutral opinion) than when they were asked non-personal questions such as the general effects of NTZs on the fishery as a whole (~88% positive), the effects on the ecosystem (~69% positive) and the overall effects of NTZ creation (~62% beneficial or balanced). Hardly any fishers expressed an interest in fishing more frequently near the NTZs, even when they regarded the NTZs as being beneficial. This apparently contradictory result is, nevertheless, consistent with the fact that NTZ proximity is never mentioned (0% of responses) when questions target the two most important factors involved in the choice of a fishing location, unlike personal experience (which is mentioned in ~63% of responses), fish abundance (~44%), presence of suitable habitats (38%), harbor proximity (~31%) and weather (~13%).

The positive perception a fisher may have of NTZ effects on their own activity parallels their declared and observed frequentation of the zone adjacent to the NTZs: the closer they fish to the NTZs, the more positive is their perception (Fig. 2). This perception of NTZ effects on their own activity is linked to their seniority (Fig. 3), rather than to their age (data not reported). The ratio of neutral to positive perception increases clearly with the number of years they have spent fishing in the MPA: 1:5 for < 10 years, 1:1 for 10–20 years and 4:1 for > 20 years. This indicates that the less seniority they have, the more positive is their perception of the NTZs (Fig. 3). This is confirmed by the high frequency of fishing in the zone adjacent to the NTZs, which was observed for fishers with less seniority (Fig. 4). Despite some differences between declared data (interviews) and observed data (monitoring of fishing trips and operations), it is worth noting that general patterns of frequentation and especially of perception, are consistent (Figs. 2 and 4).

How fishers perceive the effects of NTZs (spillover) and how they frequent the adjacent zones may also depend on the group of species targeted (Fig. 5). The most commonly targeted group in the zone adjacent to the NTZs is 'Sparids' (targeted 'regularly' in ~20% of responses), with few or no fishers regularly targeting 'Mulletts' (less than 10%) and 'Rockfish' (0%) in these areas. Fishing close to the NTZs appears to be associated with positive NTZ perceptions only in the case of fishers who target 'Sparids'. The contrary appears to be true for fishers targeting 'Mulletts' (Fig. 5).

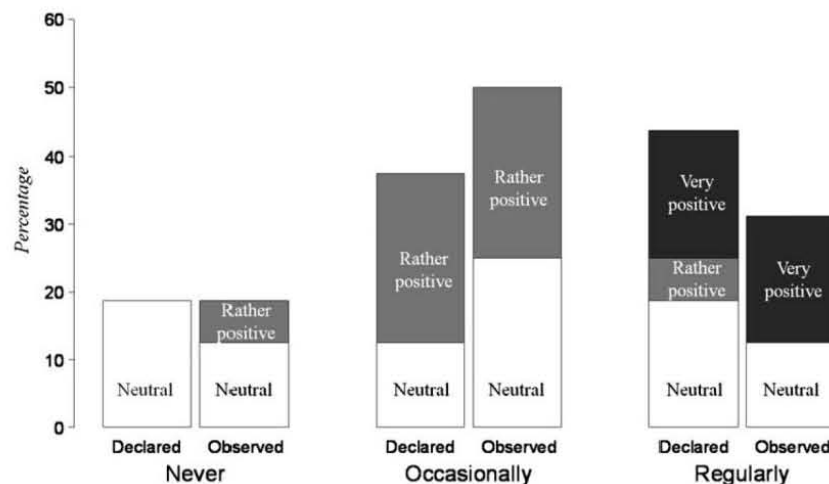


Fig. 2. Declared and observed fishers' perceptions of no-take zone (NTZ) effects on their own activity, as a function of their frequency of fishing in the zone adjacent to the NTZs (never, occasionally or regularly).

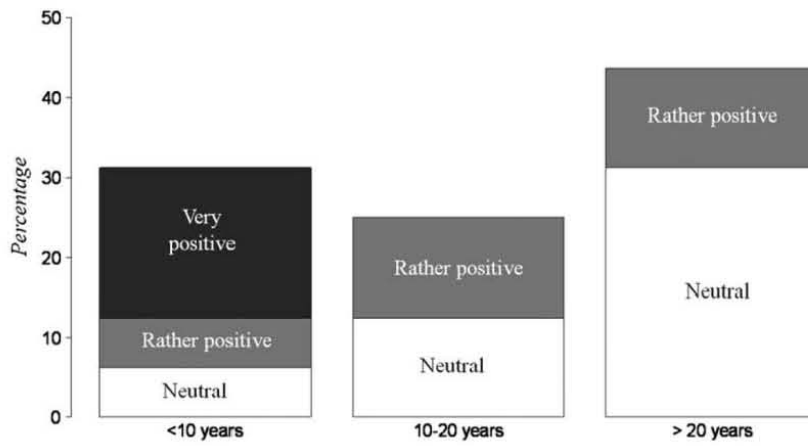


Fig. 3. Fishers' perceptions of no-take zone effects on their own activity, as a function of their seniority (number of years since they started fishing as skippers in the MPA).

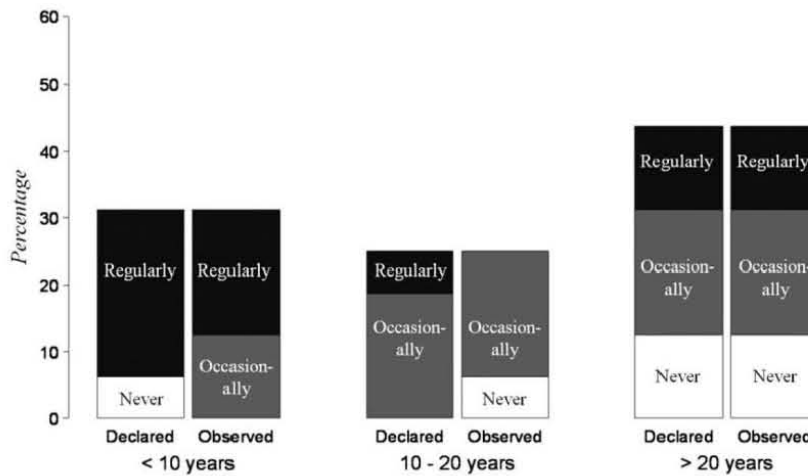


Fig. 4. Fishers' frequency of fishing in the zone adjacent to the no-take zones (never, occasionally or regularly), as a function of their seniority (number of years since they started fishing as skippers in the MPA). Comparison between declared and observed percentages.

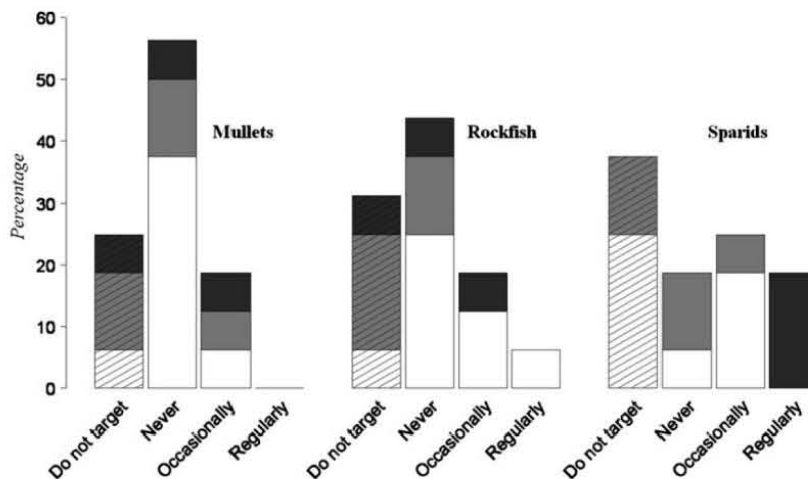


Fig. 5. Fishers' perceptions of the no-take zone (NTZ) effects on their own activity, as a function of the groups of target species and of their observed frequentation of the zone adjacent to the NTZs. White: neutral; gray: rather positive; black: very positive.

4. Discussion

4.1. Absence of negative perception

In this study, the social acceptance of the MPA by artisanal fishers was evidenced through the absence of negative

perceptions concerning the effects of the NTZs on fishers' own activity, on the overall artisanal fishery and on the marine ecosystem. For the two latter points, positive perceptions are largely dominant, with a single fisher considering that benefits due to the NTZs did not compensate for the loss of fishing grounds incurred when the NTZs were established. It is worth

emphasizing that a neutral perception is all but neutral: there is no feeling of loss, even when fishers did not perceive benefits from the NTZs.

This high degree of social acceptance can be explained by the involvement of fishing guilds in the establishment and management of the PMCB, and by the cooperation with local scientists. This is a positive illustration of the wide consensus concerning the necessity to involve stakeholders in resource management [50,53,66–70]. It also underlines the successful communication by PMCB managers of both the direct and the indirect benefits of NTZs, and also concerning the MPA objectives, as observed in other places [34,40,71–72].

The age of both PMCB NTZs, Carry and Couronne (28 and 15 years, respectively), may also be a determining factor in explaining the social acceptance of these areas by fishers. Acceptance takes time [34] and the effects of protection on resources are often dependent on the age (and the size) of the NTZs [14]; see also [73].

4.2. Frequentation and targeted groups matter

As shown above, fishers' positive perceptions of NTZ effects can be observed even if they themselves do not report any direct benefits to their own activity. Their perceptions may also be interesting as indicators of biomass exportation from NTZs. Differences in field strategies between scientists and fishers can result in differing evaluations of the NTZ effects, which should be seen as complementary [47,49]. In this respect, the spillover demonstrated in proximity to the two NTZs of the PMCB [56–59] is partly corroborated by fishers' perceptions of NTZ effects on their own activity, depending on frequency of fishing in the zone adjacent to the NTZs. Although there is no clear-cut difference between neutral and positive perceptions regardless of the frequency of fishing in the zone adjacent to the NTZs, a degree of positivity seems to be associated with higher frequentation of the zone adjacent to the NTZs.

How fishers perceive the effects of NTZs on their own activity also depends on the target species. For the 'Sparids' group, positive perceptions seem to be linked to the frequency of fishing trips to the zone adjacent to NTZs and the same is true to a lesser extent for the 'Rockfish' group. This trend matches scientific expectations concerning spillover for these species. However, and more surprisingly, the reverse is observed for the 'Mulletts', for which the effects of NTZs have been the most frequently noticed [56,58,59].

4.3. Mismatch between fishers' perceptions and scientific expectations

For the 'Mulletts' group, the mismatch between NTZ effects observed and fishers' perceptions may be due to the fact that these NTZ effects are not large enough to be noticed by fishers. The variability of catches, which is a general feature (Leleu, unpublished data), may conceal the widely recognized NTZ effects for this group. In addition, the species belonging to this group are small in size, which may further obscure the perception of NTZ effects on their size.

Another explanation may be that spillover around the NTZs is itself quite variable over time and space. This variability of catches near the NTZs may help explain fisher perceptions concerning 'Rockfish'. Fishers' declarations show that catches of large spiny lobsters (*Palinurus elephas*) or scorpion fish (*Scorpaena scrofa*) occasionally occurred near the NTZ, apparently sufficiently enough to be attributed to the NTZ – and thus to influence their perceptions – but not sufficiently enough to promote more frequent fishing within the zone adjacent to the NTZs.

Furthermore, it is possible that biomass export is not the only beneficial effect of NTZs that fishers take into account when considering potential effects on their own activity. Indeed, fishers often expect that NTZs both enhance fish diversity ([22] and references therein) and protect essential habitats for spawning [58,74–76]. These benefits may be as important as biomass export in Fishers' perceptions. This is a key point for 'Sparids' at the Couronne NTZ, which has been identified by both scientists and fishers as an important spawning ground for *Dicentrarchus labrax* (Frédéric Bachet, pers. comm.). Such effects may explain the positive perceptions of this NTZ by fishers who were never observed – or who were only occasionally observed – to fish in the zone adjacent to this NTZ.

The local history of the establishment of NTZs obviously has an influence on fishers' perceptions. Differences in gear deployed and in species targeted were already site-specific before the creation of the two NTZs. It is thus possible that NTZ effect and any compensation perceived as resulting from NTZ benefits may differ depending on the characteristics of the site chosen for the NTZ. The sites proposed and chosen for setting up NTZs are not always the best ones in terms of conservation and resource management, but rather, are often those that encounter the least opposition from users (in particular, fishers) [77]. Finally, the size (surface area) of the NTZs can be insufficient in terms of generation of noticeable spillover and in enabling fishers to perceive this spillover [8,18,78].

For these reasons, NTZs can be less productive than other fishing grounds within or outside the MPA. To the west, the PMCB MPA actually borders the Gulf of Fos and the Rhone River Delta, which are known to be productive areas [79]. Thus, even if fishers perceive positive NTZ effects, the difference with other productive sites might not be appreciable enough to induce them to change their fishing habits [29,56,80,81]. This could account for the unexpected negative reply of fishers to the question "Would you fish more frequently near the NTZ if it were technically possible?", and for the fact that proximity to the NTZs was said to never be involved in the choice of a fishing spot.

Redistribution of fishing effort after the establishment of NTZs [28], proximity to harbors [30,80], existence of former fishing grounds around NTZs [56], as well as regulations governing access to the fishing zone [82,83] may all help explain neutral perceptions associated with fishing in the zone adjacent to NTZs. In addition, the concentration of effort around NTZ boundaries can lead to localized stock depletion, resulting in a potentially significant impact on the perception of biomass export when fishing near the NTZs [11–13,30,84].

4.4. Seniority: a key to perceptions?

The number of years the fisher has been fishing within the MPA (seniority) largely explains their perceptions of the NTZ effects on their own activity. In this study, positive perceptions are inversely linked to seniority. In addition, fishers with less seniority seem to be more attracted by the zone adjacent to the NTZs than those with more seniority. Positive perceptions of NTZ effects on fishers' own activity, or fishing frequency in the zone adjacent to the NTZs may simply reflect a belief in the potentially beneficial effects of NTZs rather than merely the NTZ effects themselves [12,75,80]. However, positive perception may also reflect the fact that more experienced fishers are less inclined to change fishing grounds.

5. Conclusion

1. This study shows that in the Parc Marin de la Côte Bleue – an MPA with two well-established NTZs (created 28 and 15 years ago,

respectively) – negative perceptions of the MPA by fishers are either nil or are negligible. Most fishers are aware of the beneficial effects of the NTZs on the fishery and ecosystem, effects which are corroborated by scientific studies. Surprisingly, fishers appear less convinced by the beneficial effects of NTZs on their own activity. Moreover, their responses indicate that they are not interested in fishing more frequently near the NTZs, and that NTZ proximity is never a consideration in their choice of a fishing spot. Positive perceptions of NTZ effects can therefore be associated with an absence of perception of potential personal benefit.

2. Several factors should be taken into account when analyzing fishers' perceptions, including frequency of activity to the zone adjacent to the NTZs, targeted fish groups and seniority. It appears likely that the lack of correspondence between scientific expectation and fishers' perceptions results from diverse causes such as natural variability of catches, insufficient surface area of the NTZs, lack of attractiveness due to insignificant differences between near and distant catches in relation to the NTZs, from the presence of other productive fishing grounds within or outside the MPA, in addition to several exogenous factors such as the social context.
3. Fishers' perceptions can be seen as an indicator of the degree of social acceptance of a MPA and provide as such an essential tool for monitoring MPA governance. This study illustrates how MPA acceptance improves when fishers are directly involved in MPA establishment and management. Perception studies may also help in the assessment of managerial communication strategy when promoting MPA performance and in the development of actions aimed at improving them. Our results underline the mismatches between scientific data and fishers' perceptions and thus indicate that the latter must not be seen as an alternative to resource assessment in the evaluation of MPA performance. Both approaches are clearly complementary.
4. Finally, even if scientific evidence might leave no doubt about spillover effects from NTZs, the same cannot be said of human perception. Indeed, individuals may be not able to perceive these effects. For this reason, the potential benefits of biomass export should be promoted with caution when creating MPAs: creating high expectations may lead to disappointment if benefits are not forthcoming. This, in turn, could lead to changes in perceptions and to a resulting degradation of social acceptance if MPA performance does not live up to stakeholders' expectations.

Acknowledgment

The authors would like to thank the *prud'homies des pêcheurs* of Marseille and Martigues for their collaboration, as well as all the fishers whose help made this study possible. They are grateful to Frédéric Bachet and to the team of the Parc Marin de la Côte Bleue for their precious assistance during the field survey. This study was part of two multidisciplinary research projects on governance and performance of MPAs, namely *GAIUS* (http://www.crh-sete.org/projets/fiche_gaius.pdf) and *PAMPA* (<http://www.ifremer.fr/pampa>). It was funded in part by the research project *GAIUS*. Finally the authors are grateful to Rachel Mackie for correction of the English text, and to an anonymous reviewer.

References

- [1] Roberts CM, Bohnsack JA, Gell F, Hawkins JP, Goodridge R. Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Science* 2001;294:1920–3.
- [2] Ward T, Hegerl E. Marine protected areas in ecosystem-based management of fisheries. Canberra: Commonwealth of Australia publ; 2003 p. 1–66.
- [3] Sale PF, Cowen RK, Danilowicz BS, Jones GP, Kritzer JP, Lindeman KC, et al. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *Trends in Ecology and Evolution* 2005;20.
- [4] Boudouresque CF, Cadiou G, Diréach L. Marine protected areas: a tool for coastal areas management. In: Levner E, Linkov I, Proth J-M, editors. *Strategic management of marine ecosystems*. Netherlands: Springer; 2005. p. 29–52.
- [5] Cadiou G, Boudouresque CF, Bonhomme P, Le Diréach L. The management of artisanal fishing within the Marine Protected Area of the Port-Cros National Park (northwest Mediterranean Sea): a success story? *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 2009;66:41–9.
- [6] Goñi R, Hilborn R, Diaz D, Mallol S, Adlerstein S. Net contribution of spillover from a marine reserve to fishery catches. *Marine Ecology Progress Series* 2010;400:233–43.
- [7] Jennings S. Patterns and prediction of population recovery in marine reserves. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2000;10:209–31.
- [8] Halpern BS, Warner RR. Matching marine reserve design to reserve objectives. *Proceedings of the Royal Society of London Series B—Biological Sciences* 2003;270:1871–8.
- [9] Russ GR, Alcala AC. Do marine reserves export adult fish biomass? Evidence from Apo Island, central Philippines. *Marine Ecology Progress Series* 1996;132:1–9.
- [10] Russ GR, Alcala AC, Maypa AP, Calumpo HP, White AT. Marine reserve benefits local fisheries. *Ecological Applications* 2004;14(2):597–606.
- [11] Goñi R, Quetglas A, Reñones O. Spillover of spiny lobsters *Palinurus elephas* from a marine reserve to an adjoining fishery. *Marine Ecology Progress Series* 2006;308:207–19.
- [12] Kellner JB, Tetreault I, Gaines SD, Nisbet RM. Fishing the line near marine reserves in single and multispecies fisheries. *Ecological Applications* 2007;17:1039–54.
- [13] McClanahan TR, Mangi S. Spillover of exploitable fishes from a marine park and its effect on the adjacent fishery. *Ecological Applications* 2000;10:1792–805.
- [14] Claudet J, Osenberg CW, Benedetti-Cecchi L, Domenici P, García-Charton J-A, Pérez-Ruzafa A, et al. Marine reserves: size and age do matter. *Ecology Letters* 2008;11:481–9.
- [15] Claudet J, Osenberg CW, Domenici P, Badalamenti F, Milazzo M, Falcon JM, et al. Marine reserves: fish life history and ecological traits matter. *Ecological Applications* 2010;20:830–9.
- [16] García-Charton JA, Pérez-Ruzafa A, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere J, Renones O, Moreno D. Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. *Marine Biology* 2004;144:161–82.
- [17] Meir E, Andelman S, Possingham HP. Does conservation planning matter in a dynamic and uncertain world? *Ecology Letters* 2004;7:615–22.
- [18] Avasthi A. California tries to connect its scattered marine reserves. *Science* 2005;308:487–8.
- [19] Kaplan DM. Alongshore advection and marine reserves: consequences for modeling and management. *Marine Ecology Progress Series* 2006:309.
- [20] Forcada A, Bayle-Sempere J, Valle C, Sanchez-Jerez P. Habitat continuity effects on gradients of fish biomass across marine protected area boundaries. *Marine Environmental Research* 2008;66:536–47.
- [21] Seytre C, Francour P. Is the Cape Roux marine protected area (Saint-Raphaël, Mediterranean Sea) an efficient tool to sustain artisanal fisheries? First indications from visual censuses and trammel net sampling. *Aquatic Living Resources* 2008;21:297–305.
- [22] Pelletier D, García-Charton JA, Ferraris J, David G, Thébaud O, Letourneur Y, et al. Designing indicators for assessing the effects of marine protected areas on coral reef ecosystems: a multidisciplinary standpoint. *Aquatic Living Resources* 2005;18:15–33.
- [23] Alcala AC, Russ GR, Maypa AP, Calumpo HP. A long-term, spatially replicated experimental test of the effect of marine reserves on local fish yields. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2005;62:98–108.
- [24] Stobart B, Warwick R, Gonzalez C, Mallol S, Diaz D, Renones O, et al. Long-term and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community. *Marine Ecology Progress Series* 2009;384:47–60.
- [25] Guidetti P, Bussotti S, Pizzolante F, Ciccollella A. Assessing the potential of an artisanal fishing co-management in the Marine Protected Area of Torre Guaceto (southern Adriatic Sea, SE Italy). *Fisheries Research* 2010;101:180–7.
- [26] Salomon AK, Waller NP, McIlhagga C, Yung RL, Walters C. Modeling the trophic effects of marine protected area zoning policies: a case study. *Aquatic Ecology* 2002;36:85–95.
- [27] Gell FR, Roberts CM. Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution* 2003;18(9):448–55.
- [28] Halpern BS, Gaines SD, Warner RR. Confounding effects of the export of production and the displacement of fishing effort from marine reserves. *Ecological Applications* 2004;14:1248–56.
- [29] Abesamis RA, Alcala AC, Russ GR. How much does the fishery at Apo Island benefit from spillover of adult fish from the adjacent marine reserve? *Fishery bulletin* 2006;104:360–75.
- [30] Stelzenmüller V, Maynou F, Bernard G, Cadiou G, Camilleri M, Crec'hriou R, et al. Spatial assessment of fishing effort around European marine reserves: implications for successful fisheries management. *Marine Pollution Bulletin* 2008;56:2018–26.
- [31] Francour P, Harmelin J-G, Pollard D, Sartoretto S. A review of marine protected areas in the northwestern Mediterranean region: siting, usage, zonation and management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 2001;11:155–88.

- [32] Roncin N, Alban F, Charbonnel E, Crec'hriou R, de la Cruz Modino R, Culioli J-M, et al. Uses of ecosystem services provided by MPAs: how much do they impact the local economy? A southern Europe perspective *Journal for Nature Conservation* 2008;16:256–70.
- [33] Suman D, Shivlani M, Walter Milon J. Perceptions and attitudes regarding marine reserves: a comparison of stakeholder groups in the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Ocean and Coastal Management* 1999;42:1019–40.
- [34] McClanahan T, Maina J, Davies J. Perceptions of resource users and managers towards fisheries management options in Kenyan coral reefs. *Fisheries Management and Ecology* 2005;12:105–12.
- [35] Alban F, Appéré G, Boncoeur J. Economic analysis of Marine Protected Areas. A literature review. EMPAFISH project. Booklet no. 3; 2006.
- [36] Himes AH. Performance indicators in MPA management: using questionnaires to analyze stakeholder preferences. *Ocean and Coastal Management* 2007;50:329–51.
- [37] McClanahan TR, Cinner J, Kamukuru AT, Abunge C, Ndagala J. Management preferences, perceived benefits and conflicts among resource users and managers in the Mafia Island Marine Park, Tanzania. *Environmental Conservation* 2008;35:340–50.
- [38] Gelcich S, Godoy N, Castilla JC. Artisanal fishers' perceptions regarding coastal co-management policies in Chile and their potentials to scale-up marine biodiversity conservation. *Ocean and Coastal Management* 2009;52:424–32.
- [39] Gelcich S, Defeo O, Iribarne O, Del Carpio G, DuBois R, Horta S, et al. Marine ecosystem-based management in the Southern Cone of South America: stakeholder perceptions and lessons for implementation. *Marine Policy* 2009;33:801–6.
- [40] Dimech M, Darmanin M, Philip Smith I, Kaiser MJ, Schembri PJ. Fishers' perception of a 35-year old exclusive Fisheries Management Zone. *Biological Conservation* 2009;142:2691–702.
- [41] Pita C, Pierce GJ, Theodossiou I. Stakeholders' participation in the fisheries management decision-making process: Fishers' perceptions of participation. *Marine Policy* 2010;34:1093–102.
- [42] Neis B, Schneider DC, Felt R, Haedrich RL, Fischer J, Hutchings JA. Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 1999;56:1949–63.
- [43] Johannes RE, Freeman MMR, Hamilton RJ. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 2000;1:257–71.
- [44] Mackinson S. Integrating local and scientific knowledge: an example in fisheries science. *Environmental Management* 2001;27:533–45.
- [45] Grant S, Berkes F. Fisher knowledge as expert system: a case from the longline fishery of Grenada, the Eastern Caribbean. *Fisheries Research* 2007;84:162–70.
- [46] Haggan N, Neis B, Baird IG. Fishers' knowledge in fisheries science and management. Paris, France: UNESCO; 2007.
- [47] Rochet M-J, Prigent M, Bertrand JA, Carpentier A, Coppin F, Delpech J-P, et al. Ecosystem trends: evidence for agreement between fishers' perceptions and scientific information. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 2008;65:1057–68.
- [48] Agardy T, Bridgewater P, Crosby MP, Day J, Dayton PK, Kenchington R, et al. Dangerous targets? Unresolved issues and ideological clashes around marine protected areas *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 2003;13:353–67.
- [49] Mackinson S, van der Kooij J. Perceptions of fish distribution, abundance and behaviour: observations revealed by alternative survey strategies made by scientific and fishing vessels. *Fisheries Research* 2006;81:306–15.
- [50] McClanahan T, Davies J, Maina J. Factors influencing resource users and managers' perceptions towards marine protected area management in Kenya. *Environmental Conservation* 2005;32:42–9.
- [51] Charles A, Wilson L. Human dimensions of Marine Protected Areas. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 2009;66:6–15.
- [52] Boltanski L, Thevenot L. De la justification. Les économies de la grandeur. Essais. Paris: Gallimard; 1991.
- [53] Schumann S. Co-management and "consciousness": Fishers' assimilation of management principles in Chile. *Marine Policy* 2006;31:101–11.
- [54] Planes S (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 Perpignan, available at: <<http://biomex.univ-perp.fr/MEDIATEK/FinalReportBIOMEX.pdf>>; 2005.
- [55] Claudet J, Pelletier D, Jouvenel JY, Bachet F, Galzin R. 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* 2006;130:349–69.
- [56] Goñi R, Adlerstein S, Alvarez-Berastegui D, Forcada A, Reñones O, Criquet G, et al. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 2008;366:159–74.
- [57] Harmelin-Vivien M, Le Diréach L, Bayle-Sempere J, Charbonnel E, García-Charton JA, Ody D, et al. Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: evidence of fish spillover? *Biological Conservation* 2008;141:1829–39.
- [58] Forcada A, Valle C, Bonhomme P, Criquet G, Cadiou G, Lenfant P, et al. Effects of habitat on spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 2009;379:197–211.
- [59] Le Diréach L, Astruch P, Charbonnel E, Bonhomme D, Bachet F, Daniel B. 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. GIS Posidonie; 2010. p. 100 [pp+annexes].
- [60] Harmelin JG. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc Nationale de Port Cros, France). *PSZN. I: Marine Ecology* 1987;8:263–84.
- [61] Farrugio H, Le Corre G. A sampling strategy and methodology for assessment and monitoring of Mediterranean small-scale fisheries. *Scientia Marina* 1993;57(2–3):131–7.
- [62] Colloca F, Crespi V, Cerasi S, Coppola SR. Structure and evolution of the artisanal fishery in a southern Italian coastal area. *Fisheries Research* 2004;69:359–69.
- [63] Forcada A, Valle C, Sánchez-Lizaso JL, Bayle-Sempere JT, Corsi F. Structure and spatio-temporal dynamics of artisanal fisheries around a Mediterranean marine protected area. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 2010;67:191–203.
- [64] Système Hydrographique et Océanographiques de la Marine. <<http://www.shom.fr/>>; 2011 [accessed 17 April 2011].
- [65] Institut Français de recherche pour l'exploitation de la mer. Service d'Informations Halieutiques, <<http://www.ifremer.fr/sih/>>; 2011 [accessed 17 April 2011].
- [66] Jentoft S, McCay B. User participation in fisheries management: lessons drawn from international experiences. *Marine Policy* 1995;19:227–46.
- [67] Himes AH. Small-scale Sicilian fisheries: opinions of artisanal fishers and socio-cultural effects in two MPA case studies. *Coastal Management* 2003;31:389–408.
- [68] Webb EL, Maliao RJ, Siar SV. Using local user perceptions to evaluate outcomes of protected area management in the Sagay Marine Reserve, Philippines. *Environmental Conservation* 2004;31:138–48.
- [69] Ferreira MNE, Freire NC. Community perceptions of four protected areas in the Northern portion of the Cerrado hotspot, Brazil. *Environmental Conservation* 2009;36:129–38.
- [70] Launio CC, Morookaa Y, Aizakic H, Iigunya Y. Perceptions of small-scale fishermen on the value of marine resources and protected areas: case of Claveria, Northern Philippines. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 2010;17:401–9.
- [71] Durand L. To think positive is not enough. Attitudes concerning conservation in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Mexico. *Interciencia* 2010;36:430–6.
- [72] Cinti A, Shaw W, Torre J. Insights from the users to improve fisheries performance: Fishers' knowledge and attitudes on fisheries policies in Bahía de Kino, Gulf of California, Mexico. *Marine Policy* 2010;34:1322–34.
- [73] Halpern BS. The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications* 2003;13:S117–37.
- [74] Beets J, Friedlander A. Evaluation of a conservation strategy: a spawning aggregation closure for red hind, *Epinephelus guttatus*, in the U.S. Virgin Islands. *Environmental Biology of Fishes* 1999;55:91–8.
- [75] Willis TJ, Millar RB, Babcock RC. Protection of exploited fish in temperate regions: high density and biomass of snapper *Pagrus auratus* (Sparidae) in northern New Zealand marine reserves. *Journal of Applied Ecology* 2003;40:214–27.
- [76] Boudouresque CF, Cadiou G, Le Diréach L. Marine Protected Areas: a tool for coastal areas management. *Strategic Management of Marine Ecosystems* 2005:29–52.
- [77] Roberts CM. Selecting marine reserve locations: optimality versus opportunism. *Bulletin of Marine Science* 2000;66:581–92.
- [78] Sala E, Aburto-Oropeza O, Paredes G, Parra I, Barrera JC, Dayton PK. A general model for designing networks of marine reserves. *Science* 2002;298:1991–3.
- [79] Salen-Picard C, Arlhac D. Long-term changes in a Mediterranean benthic community: relationships between the polychaete assemblages and hydrological variations of the Rhône River. *Estuaries and Coasts* 2002;25:1121–30.
- [80] Wilcox C, Pomeroy C. Do commercial fishers aggregate around marine reserves? Evidence from Big Creek Marine Ecological Reserve, central California. *North American Journal of Fisheries Management* 2003;23:241–50.
- [81] Salas S, Gaertner D. The behavioural dynamics of fishers: management implications. *Fish and Fisheries* 2004;5:153–67.
- [82] Holland DS, Brazee RJ. Marine reserves for fisheries management. *Marine Resource Economics* 1996;11:157–71.
- [83] Boncoeur J, Alban F, Thébaud O. Bioeconomic analysis of MPA fisheries effects. In: Claudet J, editor. *Marine Protected Areas effects, networks and monitoring—a multidisciplinary approach*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2011. p. 226–46.
- [84] Murawski SA, Wigley SE, Fogarty MJ, Rago PJ, Mountain DG. Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate MPAs. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 2005;62:1150–67.

5.2.3 Discussion

5.2.3.1 Le Parc Marin de la Côte Bleue : une Aire Marine Protégée acceptée et performante

L'acceptation sociale du PMCB par les pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers a été le fruit d'un long travail avec les pêcheurs locaux et leurs représentants depuis la création de la réserve de Carry en 1983 (voir Chapitre 2). La mise en place de réglementations adaptées aux objectifs du PMCB, ainsi que l'association des pêcheurs professionnels au processus de décision ont ainsi été des facteurs déterminant dans leur acceptation de l'AMP (aussi souligné par Himes 2003).

Si l'acceptation passe par une adhésion des usagers aux objectifs de l'AMP, sa durabilité passe par l'observation et/ou la perception de résultats positifs des actions et outils mis en place par l'AMP. Si les retombées économiques locales du PMCB sont difficilement discernables par les pêcheurs professionnels⁶⁵, ils en perçoivent nettement les bénéfices sur la pêche en général. Les perceptions des bénéfices sur leurs propres activités dépendent quant à elles essentiellement de la fréquence de pêche à proximité des réserves et des espèces qu'ils ciblent, mais aussi de leur ancienneté. Le rôle des réserves et du PMCB dans la protection de l'écosystème et des ressources est bien admis et accepté. La diffusion auprès des pêcheurs professionnels des résultats des diverses études ayant démontré les effets des réserves, notamment sur l'écosystème (Goñi et al. 2008, Harmelin-Vivien et al. 2008, Forcada et al. 2009, Le Diréach et al. 2010a), a très probablement influencé ces perceptions et permis d'ancrer chez les pêcheurs cette notion d'utilité et d'efficacité de la protection.

A cet égard, il est intéressant de souligner que les moyens mis en œuvre pour protéger ce que le PMCB a réussi à (re)créer sont perçus comme insuffisants par les pêcheurs professionnels, que ce soit les moyens du PMCB ou ceux des autorités de l'Etat. Au vu de la surveillance déjà très importante exercée par l'équipe du PMCB, la solution ne pourra venir que d'une mise en commun des moyens de surveillance (gendarmerie maritime, sémaphore, PMCB), mais aussi d'une prise de conscience générale de la part des usagers, qu'ils soient professionnels ou récréatifs. Les changements de mentalités (lents mais avérés) liés aux actions de communication et de sensibilisation de la part du PMCB, mais aussi des nombreuses associations qui gravitent autour de l'AMP, peuvent être vus comme un espoir réel pour le respect des efforts déployés pour une gestion durable du milieu marin (98%, 93% et 92% d'avis positifs sur les effets du PMCB sur l'écosystème par les visiteurs du sentier

⁶⁵ Pour information, Roncin et al. (2008) ont mené une étude socio-économique mettant en évidence les retombées économiques locales liées aux usages récréatifs du Parc Marin de la Côte Bleue (pêche récréative et plongée sous-marine).

sous-marin du PMCB, les plongeurs sous-marins et les pêcheurs récréatifs respectivement ; Le Diréach et al. 2011). Néanmoins, des relations conflictuelles demeurent entre les pêcheurs aux petits métiers côtiers et d'autres usagers, qu'ils soient professionnels ou récréatifs. Si le PMCB ne peut résoudre tous les conflits entre usagers dont les causes peuvent lui échapper, il doit néanmoins se montrer présent et trouver les compromis pour préserver l'équilibre nécessaire à son bon fonctionnement. Cela passe notamment par une communication sans ambiguïté sur les objectifs du PMCB afin de légitimer toute action visant à prévenir les risques de remise en cause du PMCB.

Dans une région parmi les plus peuplées de France, avec des enjeux socio-économiques importants et très présents sur son littoral, le PMCB a réussi à inscrire dans la durée ses actions de protection, de gestion et de sensibilisation envers un patrimoine marin riche et diversifié. L'adhésion des pêcheurs professionnels au PMCB montre qu'exploitation et protection des ressources peuvent cohabiter sur un même territoire (également souligné par Boudouresque et al. 2004, Claudet & Guidetti 2010a, Guidetti et al. 2010), et que l'appropriation de ces outils par les pêcheurs professionnels en fait un élément incontournable de la gestion du milieu marin de la région.

5.2.3.2 Les perceptions : des indicateurs pertinents pour l'évaluation de la performance des AMP

Les perceptions peuvent fournir des informations précieuses sur l'adhésion des usagers à une AMP (Himes 2003), même si certaines précautions, comme le contexte socio-économique, culturel, institutionnel, doivent être prises lorsque sont abordées ces perceptions (Boltanski & Thevenot 1991, Holmes 2003, McClanahan et al. 2005a, Launio et al. 2010, Thomassin et al. 2010)^{66,67}. Elles peuvent néanmoins être considérées comme des indicateurs pertinents des effets de l'AMP et des réserves tant sur les usages (Alban et al. 2011) que sur les ressources, tout en étant complémentaires des observations scientifiques (Rochet et al. 2008). Il est ainsi intéressant de noter que **les perceptions des effets des réserves reflètent les tendances observées à partir de la distribution de l'effort de pêche** et illustrées dans le chapitre précédent, à savoir des effets des réserves différents selon les métiers. L'utilisation de ces perceptions comme **indicateurs de l'effort de pêche autour des réserves** doit alors être considérées dans le cas du PMCB, et doit faire l'étude d'un travail plus poussé. L'utilisation des perceptions dans l'évaluation de la performance des AMP sur l'activité de pêche professionnelle aux petits métiers côtiers se doit ainsi d'être prise en compte par les scientifiques et les gestionnaires. Toutefois, elles ne peuvent constituer un substitut aux suivis scientifiques

⁶⁶ L'effet « enquêteur » doit également être pris en compte lors des entretiens, les tentations pouvant être grandes de faire correspondre les perceptions de l'enquêté avec les attentes de l'enquêteur.

⁶⁷ Un décalage dans l'expression des perceptions des pêcheurs peut aussi survenir selon que les effets des AMP concernent les intérêts personnels du pêcheur ou et les intérêts collectifs de la communauté.

écologiques comme les comptages visuels sous-marins, les pêches expérimentales ou autres suivis, les deux approches s'avérant clairement complémentaires.

Plus que tout, ces perceptions doivent être régulièrement suivies. Ce sont des variables qui, au même titre que les variables écologiques, sont susceptibles d'évoluer dans le temps (notamment face à des évènements remarquables), et une dégradation peut survenir si l'utilisateur estime que l'AMP ne remplit plus son rôle (McClanahan et al. 2005a, Durand 2010). Si un certain recul doit être pris face aux perceptions spontanées, leurs tendances sont autant de renseignements sur l'adhésion et la légitimité des AMP, et doivent agir comme des signaux sur les actions à mettre en place lorsqu'une dégradation survient (Webb et al. 2004). Toutefois, il faut souligner l'importance de ne pas se focaliser uniquement sur les perceptions négatives. La prise en compte des perceptions positives permet de mitiger les perceptions négatives, et de s'appuyer sur ce qui est ressenti positivement dans le développement des stratégies de gestion (Allendorf et al. 2006).

Communiquer sur l'AMP, ses moyens et son territoire, ses objectifs et ses bénéfices **directs et indirects**, mais aussi sensibiliser aux rôles et devoirs de chaque usager sont autant d'actions pouvant être activées selon les résultats des études sur les perceptions. La communication se doit d'être adaptée selon l'utilisateur (Jacobson & Marynowski 1997, Suman et al. 1999, McClanahan et al. 2005b, Schumann 2006, Mangi & Austen 2008) et une attention particulière doit être portée sur l'éducation et sur la sensibilisation des générations futures (Launio et al. 2010).

Dans un contexte qui voit s'accroître en nombre et en taille les AMP face à des pressions anthropiques s'intensifiant (Rigney 1990, Duit et al. 2010), des programmes de recherche concernant la gouvernance et les performances de ces AMP s'avèrent indispensables pour comprendre les mécanismes qui conduisent à l'acceptation de tels outils, ainsi qu'au succès que peuvent connaître des AMP comme le PMCB. Cette étude montre l'intérêt des futurs programmes de recherche à intégrer l'évaluation des perceptions des différents usagers lorsqu'est abordée la performance des AMP.

6 Discussion générale

6.1 Quelles métriques et quels indicateurs pour étudier la pêche aux petits métiers côtiers ?

Un des objectifs de la thèse était de définir les métriques et les indicateurs à développer pour suivre et évaluer la pêche aux petits métiers côtiers au sein du PMCB. Le nombre de métriques calculées à partir du protocole d'enquête mis en place dans cette étude illustre la diversité ainsi que la complexité des facteurs à prendre en compte lors du suivi d'une pêcherie aux petits métiers côtiers, notamment au sein d'une AMP (Tableau 6.1). Les résultats de cette étude montrent l'intérêt de ces métriques pour répondre aux questions scientifiques posées ainsi qu'aux objectifs de gestion du PMCB. Elles permettent ainsi de caractériser l'activité, les pressions et les impacts de la pêche aux petits métiers côtiers. Elles permettent également d'étudier en retour les effets des mesures de gestion de l'AMP, que ce soit sur l'activité de pêche ou les perceptions des pêcheurs. Les métriques devront toutefois être suivies dans le temps pour valider leur pertinence en tant qu'indicateurs. Cet ensemble d'indicateurs potentiels n'a par ailleurs pas vocation à être exhaustif pour l'évaluation complète d'une activité de pêche professionnelle. Les aspects socio-économiques n'ont ainsi pas ou peu été abordés, ni les effets de l'AMP sur les captures des pêcheurs.

Les métriques descriptives de la flottille comprennent le nombre de bateaux présents ainsi que la distribution de leur taille, de leur puissance motrice et de leur jauge. A l'image de ce que réalise le SIH, il est apparu pertinent de distinguer les bateaux disposant d'un PME et les bateaux réellement actifs, notamment pour définir avec précision la population à prendre en compte dans les différentes estimations (Chapitre 2 ; Leblond et al. 2011). Concernant les tailles et les puissances motrices, leur suivi peut renseigner sur l'évolution de la capacité de pêche, en termes d'effort potentiel mais aussi de rayon d'action (Colloca et al. 2004, Leonardi et al. 2009 ; Chapitre 2 ; Chapitre 4 – partie 3). Pour qu'il y ait des bateaux, il faut aussi qu'il y ait des marins. Le nombre et l'âge des patrons de pêche, et leur évolution, sont ainsi significatifs de l'avenir de l'activité sur un territoire. Les métriques descriptives des engins de pêche (par ex. taille de mailles, hauteur de filets) doivent également être suivies, leur évolution entraînant inévitablement un changement dans les pressions et les impacts engendrés sur le milieu (Chapitre 4 – partie 3). Une diminution de la taille des mailles pour certains métiers peut ainsi souligner une ressource fragilisée et soumise à une trop grande pression de pêche (Matic-Skoko et al. 2011).

Tableau 6.1. Synthèse générale des différents facteurs et des différentes métriques suivis dans le cadre de ce travail, selon qu'ils soient relatifs à la flottille, à l'effort, aux captures ou à la performance du PMCB.

	Facteurs	Métriques	Chapitre, partie, annexe
Relatif à la flottille	Bateaux	Nombre, âge, taille, jauge, puissance, activité	Chapitre 2
	Patrons et marins	Nombre, âge, raisons d'entrée dans la profession	
	Engins	Définition, réglementations, pressions et impacts reconnus	Annexe 2
	Métiers SIH	Engins et espèces ciblées selon la nomenclature SIH	Chapitre 2
Relatif à l'effort	Métiers principaux	Espèces ciblées principales et accessoires Engin et caractéristiques Période de pêche Territoire de pêche, profondeur, distance à la côte Durée d'immersion des engins	Chapitre 4.1
	Effort total et par métier	Nombre d'opérations de pêche et longueur de filets calées Répartition spatiale de l'effort sur le territoire de la Côte Bleue Répartition de l'effort selon la profondeur, selon la distance à la côte, selon la distance au port d'attache	Chapitre 4.2
	Perception	Evolution du nombre de sorties et d'opérations de pêche Evolution de la longueur de filets Evolution de la distance à la côte Facteurs intervenant dans le choix des zones de pêche	Chapitre 4 Chapitre 5.2
Relatif aux captures	Métiers principaux	Nombre d'espèces observées total et en moyenne Fréquence d'occurrence par espèce Capture totale et par espèce par 100 m de filets Biomasse moyenne individuelle par espèce et toutes espèces confondues	Chapitre 4.1
	Capture par métier	Biomasse débarquée totale et par métier Biomasse débarquée par espèce principale	Chapitre 4.2
	Perception	Evolution de la diversité des captures Evolution du nombre, de la taille et de la biomasse capturée Proportion des ventes selon les différents moyens	Chapitre 4 Chapitre 4.2
Relatif aux effets de l'AMP	Effort de pêche	Répartition de l'effort selon la distance aux réserves Fréquence d'occurrence de l'effort selon la distance aux réserves Concentration moyenne de l'effort selon la distance aux réserves	Chapitre 5.1
	Perception	Effet des réserves sur l'activité propre du pêcheur Effet des réserves sur la pêcherie, sur l'environnement, sur l'économie locale Bénéfice de l'effet des réserves contre perte des zones de pêche Fréquence de pêche à proximité des réserves Effet des récifs artificiels sur l'activité et sur la pêcherie Association au processus de décision Conflits entre les usagers	Chapitre 5.2 Annexe 9

Une augmentation de la taille des mailles de filets pourra quant à elle traduire une augmentation de la taille des poissons présents, qui peut être liée à la présence de l'AMP.

L'identification des métiers pratiqués à partir des espèces cibles déclarées reste une métrique simple et révélatrice de la diversité des tactiques de pêche déployées sur un territoire. Cette diversité, caractéristique d'une pêcherie aux petits métiers côtiers, illustre notamment l'adaptation des pêcheurs à l'évolution des ressources, à l'échelle d'une ou plusieurs années (Farrugio & Le Corre 1993, Colloca et al. 2004, Forcada et al. 2010, Maynou et al. 2011). Identifier les principaux métiers pratiqués s'avère néanmoins indispensable pour estimer de façon correcte l'effort et les captures totales, les métiers différant par définition dans leurs espèces cibles, leur sélectivité, leur efficacité, et leur distribution spatiale (Chapitre 4 – partie 1 ; Biseau & Gondeau 1988, Pelletier & Ferraris 2000, Pelletier 2003, Tzanatos et al. 2006). L'effort de pêche et les captures par métier sont des métriques pertinentes des pressions et des impacts de l'activité de pêche sur la ressource (Chapitre 4 – partie 2). L'absence d'état de référence ou d'étude préexistante pour l'ensemble du territoire étudié nous prive néanmoins d'un recul qui permettrait d'évaluer la capacité réelle de ces métriques à refléter l'état et l'évolution des pressions et des impacts sur ce territoire (Garcia et al. 1999, Papaconstantinou & Farrugio 2000). Toutefois, les métriques de perceptions concernant l'évolution de l'activité des pêcheurs peuvent aider à identifier les métiers et les espèces cibles dont les ressources connaissent une surexploitation locale ou régionale (Chapitre 4 – partie 3 ; Mackinson & van der Kooij 2006, Rochet et al. 2008). Les métriques basées sur les captures sont par ailleurs précieuses pour suivre l'évolution de la diversité des espèces présentes sur le territoire, même si cette évolution doit être mise en parallèle de celle des engins utilisés (Chapitre 4 ; Maunder & Punt 2004, Lorenzen et al. 2006). Des modifications indépendantes de la pêche peuvent ainsi être détectées à partir des captures, par exemple liées au changement climatique (Sabatés et al. 2006, Ben Rais Lasram & Mouillot 2009).

La distribution spatiale de l'effort de pêche est un élément central de la spatialisation des pressions et des impacts exercés sur le milieu (Smith 2004, Babcock et al. 2005, Parnell et al. 2010). Les métriques concernant les profondeurs et les distances à la côte déterminent et reflètent en grande partie cette distribution spatiale, notamment selon les métiers (Chapitre 4 – partie 1 et Chapitre 5 – partie 1 ; Stelzenmüller et al. 2008). Elles peuvent alors constituer des indicateurs sur lesquels les mesures de gestion peuvent intervenir pour limiter géographiquement les pressions et les impacts. L'observation de la distribution spatiale de l'effort de pêche autour des réserves peut également indiquer un effet des réserves sur l'activité de pêche, et notamment une exportation de biomasse d'espèces ciblées par les pêcheurs (Goñi et al. 2011, et références citées). Deux indicateurs ont été

développés dans cette étude pour observer l'effet des réserves du PMCB sur la répartition spatiale de l'effort de pêche. L'un d'eux n'avait, à notre connaissance, pas encore été proposé dans des études précédentes. Cet indicateur compare l'occurrence des efforts de pêche selon les distances aux réserves, indépendamment de leurs concentrations. Il montre que la productivité des réserves, si elle peut être moindre que par rapport à d'autres zones, peut néanmoins influencer sur la distribution de l'effort de pêche, notamment lorsque les habitats propices à la pratique de certains métiers sont absents. Toutefois, nos résultats montrent que certains des effets de la protection ne sont pas suffisamment marqués pour influencer la distribution de l'effort de pêche, ainsi que les perceptions des patrons de pêche (Chapitre 5). Les indicateurs construits autour des métriques d'effort de pêche ne semblent alors pas adaptés pour détecter l'ensemble des effets des réserves sur les ressources. Ils apparaissent néanmoins complémentaires à ceux issus des suivis indépendants de la pêche, comme par exemple les comptages sous-marins.

Concernant l'effet des réserves sur l'activité de pêche, la convergence des résultats issus de la distribution de l'effort de pêche et des perceptions des pêcheurs est à noter. Cette convergence conforte la possibilité d'utiliser des perceptions comme indicateurs pour le suivi de l'effort de pêche et des effets des réserves. L'étude des perceptions illustre par ailleurs l'opportunité que constituent les connaissances des pêcheurs pour les organismes de gestion et pour la science, dans la lignée des récentes études portant sur l'intégration des « Traditional Ecological Knowledge » dans la gestion des espaces marins protégés (Berkes et al. 2000, Huntington 2000, Johannes et al. 2000, Scholz et al. 2004, Drew 2005, Schafer & Reis 2008).

6.2 La pêche aux petits métiers côtiers et le PMCB

Le deuxième objectif majeur de la thèse était de documenter l'état de la pêcherie aux petits métiers côtiers sur la Côte Bleue et d'analyser les relations entre cette pêcherie et les mesures de gestion mises en place par le PMCB.

6.2.1 La pêche aux petits métiers côtiers : Structure, pressions et impacts

Les métriques calculées dans le Chapitre 2 et le Chapitre 4 montrent une flottille de pêche présente sur le territoire du PMCB typique d'une pêcherie aux petits métiers côtiers méditerranéenne (Colloca et al. 2004, Gomez et al. 2006, Tzanatos et al. 2006, Forcada et al. 2010,

Rocklin 2010, Maynou et al. 2011). Les différentes métriques concernant la structure de la flottille, les engins utilisés ainsi que l'effort de pêche et les captures réalisées laissent à penser que les pressions et les impacts engendrés sur l'écosystème par la pêcherie sont modérés à l'échelle du territoire de la Côte Bleue. La taille et la puissance moyennes des bateaux ne permettent ainsi pas d'entrevoir la présence d'une surcapacité de pêche (Chapitre 2). L'omniprésence des espèces ciblées et le faible nombre d'individus en dessous des tailles réglementaires dans les captures illustrent la sélectivité et l'efficacité des différents métiers pratiqués par les pêcheurs du PMCB (Chapitre 4 – partie 1). L'effort de pêche et les captures, s'ils manquent de points de comparaison, peuvent également être considérés dans leur ensemble comme étant représentatifs d'une activité de pêche aux petits métiers côtiers (Chapitre 4 – partie 2 ; Garcia-Rodriguez et al. 2006, Gomez et al. 2006, Merino et al. 2008, Battaglia et al. 2009).

Plusieurs éléments soulignent tout de même la présence de pressions susceptibles d'impacter les ressources, mais aussi le milieu. Les différentes métriques associées au métier « Sole » doivent ainsi interpeller les gestionnaires ainsi que les instances dirigeantes locales de la pêche sur les pressions et les impacts que subit actuellement le stock de soles (Chapitre 4). Cette observation rejoindrait par ailleurs l'observation générale de la FAO (2011) qui décrit le stock de soles comme surexploité en Méditerranée. Le nombre élevé d'opérations de pêche qui utilisent des longueurs supérieures à la longueur autorisée⁶⁸, notamment par les navires de taille et de puissance importantes, illustre le manque de contrôle de la pression de pêche de la part des autorités. Ce faible niveau de contrôle est par ailleurs perçu par les pêcheurs professionnels du PMCB (Annexe 9). De même, certains métiers présents sur le territoire de la Côte Bleue (« Rouget », « Soupe ») peuvent également avoir un impact non négligeable sur les juvéniles de certaines espèces à cause des mailles des filets utilisés, que ces espèces soient sujettes ou non à une réglementation (Fabi et al. 2002, Tzanatos et al. 2008). La présence d'espèces non recherchées dans les captures souligne également une pression de pêche sur des composantes non ciblées de la structure du peuplement halieutique. La capacité de la pêche aux petits métiers côtiers à valoriser les produits de la pêche limite néanmoins considérablement le rejet de ces espèces non recherchées (Kelleher 2005, Pauly 2006, Tzanatos et al. 2007, Forcada et al. 2010). Si les rejets générés par la pêche aux petits métiers de la Côte Bleue semblent faibles (<10%), leur évolution doit toutefois être suivie (Chapitre 4 – partie 3). La pratique de certains métiers serait également à même d'impacter des habitats prioritaires du point de vue de la conservation. C'est notamment le cas pour le métier « Langouste », dont les filets sont directement calés sur les roches coralligènes au large de la Côte Bleue. Enfin, des pertes d'engins ont été observées pendant cette

⁶⁸ 45% des opérations de pêche observées utilisent des longueurs de filet au-delà des 6 000 mètres autorisés

étude (événements météo, courant, fonds inappropriés, etc.). Ces pertes peuvent constituer un impact non négligeable sur les peuplements halieutiques (« pêche fantôme »), impact à prendre en compte dans l'élaboration de futures mesures de gestion avec les pêcheurs professionnels (Pawson 2003, Brown & Macfadyen 2006).

A l'image de nombreuses pêcheries multisécifiques, il reste néanmoins difficile d'établir des seuils au-delà desquels les pressions et les impacts exercés par l'activité de pêche aux petits métiers côtiers doivent être considérés comme trop importants pour la ressource présente sur la Côte Bleue. L'absence d'information précise sur les stocks en présence et sur leur dynamique constituent des facteurs limitant pour l'évaluation des pressions et des impacts de l'activité de pêche, notamment à l'échelle limitée d'une AMP (Garcia et al. 1999, Papaconstantinou & Farrugio 2000). Ces insuffisances rendent alors difficiles la mise en place de mesures de gestion efficaces (Lleonart & Maynou 2003).

Des éléments de réponse concernant le niveau de pression et d'impact exercé par une pêcherie aux petits métiers du type de la Côte Bleue peuvent néanmoins être obtenus en comparant les différentes composantes de la pêche professionnelle méditerranéenne. D'après Demaneche et al. (2009), les 111 chalutiers de la façade méditerranéenne française auraient ainsi prélevé 3 fois plus de captures que les 680 pêcheurs utilisant le filet comme engin de pêche (Tableau 6.2). Outre les impacts engendrés sur les habitats côtiers dommageables pour l'activité de pêche aux petits métiers (Jones 1992, Turner et al. 1999, Pipitone et al. 2000 ; mais voir aussi Badalamenti et al. 2008), les chalutiers rentrent aussi en interaction avec les fileyeurs pour plusieurs espèces cibles principales, notamment pour le merlu commun (*Merluccius merluccius*) et pour le loup (*Dicentrarchus labrax*), et dans une moindre mesure pour la dorade royale (*Sparus aurata*) et la sole (*Solea* sp. ; Tableau 6.2). L'impact de la pêcherie du PMCB est également à comparer avec l'activité des bateaux qui utilisent les sennes tournantes comme engin de pêche. Trois lamparos ont ainsi capturé en une nuit une biomasse de loups entre 2 et 10 fois supérieure à celle capturée par les 30 pêcheurs de la Côte Bleue sur l'année d'étude (voir Chapitre 4 – partie 3). Ce type de « performance » interroge également sur la durabilité d'une telle technique de pêche dans les eaux côtières, *a fortiori* dans une AMP. L'objectif ici n'est pas d'opposer les techniques de pêche. Toutefois, le nombre de bateaux concernés et les captures prélevées par les différentes composantes de la pêche professionnelle permettent de placer la pêche aux petits métiers côtiers, à l'image de celle présente sur la Côte Bleue, dans une démarche de pêche durable, notamment au regard des objectifs d'AMP comme le PMCB.

Tableau 6.2. Estimateurs (E.) et intervalles de confiance (E. Inf et E. Sup) pour les captures par espèce principale et toutes espèces confondues (en tonnes) pour les chalutiers et pour les fileyeurs à l'échelle de la façade méditerranéenne française (hors Corse), pour un cycle annuel s'étalant sur deux années (2007-2008). Sur fond gris, captures réalisées par les pêcheurs aux petits métiers de la Côte Bleue estimées dans cette étude (2009 – 2010)

Engins	Nb de bateaux concernés		Merlu commun	Soles (t)	Dorades royales (t)	Loups (t)	Toutes espèces confondues (t)
Chalut α	111	E. Inf	1 751.6	107.7	241.8	311.3	28 565.6
		E.	1 772.0	111.0	253.3	318.4	28 871.0
		E. Sup	1 793.6	119.9	263.1	325.7	29 167.4
Filet α^*	680	E. Inf	225.9	222.7	478.4	279.6	5 544.7
		E.	286.8	279.4	638.1	343.9	8 319.8
		E. Sup	355.9	349.6	946.6	417.2	11 892.8
Filet Côte Bleue (100m par filet)	30	E. Inf	19.0	8.9	12.5	1.9	58.6
		E.	32.1	15.8	28.3	5.5	130.9
		E. Sup	47.7	24.1	52.7	11.3	251.4

α Résultats adaptés de Demaneche et al (2009). Ces données ont une valeur informative, et doivent être validées par la DPMA.

*Les captures réalisées en étang sont prise en compte dans ces estimations.

L'évaluation des pressions et des impacts de la pêche professionnelle devrait également s'accompagner de celle de la pêche récréative. Depuis le début des années 2000, une série d'études souligne ainsi l'importance de cette composante dans les captures annuelles totales et la nécessité de la prendre en compte au même titre que la pêche professionnelle (Pitcher & Hollingworth 2002, Coleman et al. 2004, Coll et al. 2004, Cooke & Cowx 2004, Morales-Nin et al. 2005, Lloret et al. 2007, Lloret et al. 2008, Parnell et al. 2010). Ces deux activités peuvent de plus rentrer en interaction au niveau de la ressource, mais aussi de l'espace. Une étude menée dans le cadre du projet de recherche PAMPA a ainsi permis d'estimer à presque 60 000 le nombre annuel total d'actions de pêche effectuées par les pêcheurs récréatifs sur le territoire du PMCB (Annexe 10). Si les résultats montrent une interaction spatiale relativement limitée, les prélèvements réalisés par les pêcheurs du bord, les pêcheurs à la ligne, et les chasseurs sous-marins seraient loin d'être négligeables. Cette interaction pour la ressource porte notamment sur 5 des métiers principaux définis pour la pêche aux petits métiers, à savoir les métiers « Sparidés », « Loup », « Rouget », « Soupe » et « Langouste ». Pour les 4 premiers métiers cités, il apparaîtrait que les captures réalisées par les pêcheurs récréatifs sont proches de celles réalisées par les pêcheurs professionnels (Annexe 10). Des estimations prochainement effectuées dans le cadre du projet PAMPA devraient permettre d'évaluer plus précisément les prélèvements réalisés par les pêcheurs récréatifs par sortie et sur l'année, et de les confronter à ceux des pêcheurs professionnels. L'activité de pêche récréative est aussi susceptible

d'avoir un impact conséquent sur la structure de certains peuplements halieutiques, et donc sur la durabilité de ces ressources (Bianchi et al. 2000, McPhee et al. 2002, Coll et al. 2004, Lewin et al. 2006). Ainsi, 81% des individus de sars communs (*Diplodus sargus*) et 16% des individus de sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) observés dans les captures des pêcheurs à la ligne de la Côte Bleue étaient en dessous de la taille minimale légale (Annexe 10). Les différentes interactions entre ces deux catégories d'usagers peuvent ainsi altérer leurs relations, débouchant sur des conflits auxquels l'AMP sera inévitablement confrontée (Chapitre 5 – partie 2).

6.2.2 Effets de la protection par le PMCB sur la pêche aux petits métiers côtiers

Les différentes métriques calculées dans cette étude permettent également d'évaluer les effets des mesures de gestion mises en place par le PMCB sur la pêche aux petits métiers côtiers, notamment au regard de ses objectifs concernant la valorisation des ressources halieutiques et le soutien au développement de la pêche aux petits métiers côtiers.

L'évolution de la pêcherie montre qu'en 20 ans, le nombre de bateaux actifs sur les ports de la Côte Bleue a diminué malgré la présence du PMCB (Chapitre 4 – partie 3). Ce déclin observé malgré la présence de réserves marines et l'immersion de récifs artificiels incite alors à se demander comment la création d'AMP peut maintenir une activité de pêche artisanale si l'effort de pêche n'est pas à côté lui-même limité (Rocklin 2010, Boncoeur et al. 2011, Daurès et al. 2011). Hilborn et al. (2004) soulignent ainsi que le potentiel des AMP et notamment des réserves marines pour améliorer la gestion des pêches et des ressources sera limité tant que les racines des échecs des systèmes de gestion traditionnels n'auront pas été abordés (Freire & Garcia-Allut 2000, Pauly et al. 2002). La taille des réserves, objet de nombreux débats, apparaît aussi comme un aspect primordial dans la capacité d'une Aire Marine Protégée à soutenir une pêcherie artisanale (Roberts 1998, Lundberg & Jonzén 1999, Francour et al. 2001, Halpern 2003, Pérez-Ruzafa et al. 2008). L'absence de réglementation de l'effort de pêche et la taille limitée des réserves de la Côte Bleue sont ainsi des facteurs soulignant les limites du PMCB à maintenir une activité de pêche stable dans le temps.

Néanmoins, l'effet des mesures de gestion mises en place depuis presque 30 ans par le PMCB ne peut être considéré comme négligeable dans son objectif de soutien à la pêche aux petits métiers, comme cela a pu être démontré pour d'autres AMP (McClanahan & Mangi 2000, Roberts et al. 2001b, Forcada et al. 2009, Goñi et al. 2010, Guidetti & Claudet 2010). Cet effet est de plus conforté

par les perceptions d'une majorité de pêcheurs, notamment à l'échelle de la pêcherie et sur l'environnement (Chapitre 5 – partie 2). La présence des réserves du PMCB influerait ainsi dans l'évolution positive des populations d'espèces comme la dorade royale, ou dans le maintien des stocks de loups. Si les différentes études menées à l'intérieur des deux réserves n'ont pu mettre en évidence un effet significatif de la protection sur ces espèces, l'effet des réserves marines sur celles-ci est néanmoins observé à travers l'effort (Chapitre 5 – partie 1), les captures (Goñi et al. 2008), et les perceptions des pêcheurs (Chapitre 5 – partie 2). Malgré un effet peu perceptible des réserves marines sur les concentrations d'effort de certains métiers (« Rouget », « Soupe », « Langouste »), les zones adjacentes restent des zones attractives pour les pêcheurs, en témoigne la présence d'effort de pêche pour tous les métiers concernés, notamment et surtout quand l'habitat adéquat est absent (Chapitre 5).

Des effets de la protection sur l'activité de pêche professionnelle peuvent également intervenir sans qu'il soit possible de le démontrer à partir de son suivi. Le rôle des réserves dans la protection des zones de reproduction et dans l'exportation d'œufs et de larves est certainement primordial dans le maintien et l'amélioration des ressources ciblées par les pêcheurs professionnels de la Côte Bleue, mais aussi de la région (Jennings 2000, Russ 2002, Planes et al. 2009, Goñi et al. 2010, Pelc et al. 2010). Si l'effet des réserves sur les populations de soles (*Solea solea* et *S. aegyptiaca*) n'est pas forcément perçu ni envisagé, il ne doit par contre pas être négligé. La pression de pêche sur ce stock étant très élevée, les réserves marines seraient ainsi susceptibles d'avoir un effet positif sur ces espèces lors de leur période de reproduction, notamment autour de la réserve de Couronne qui contient une surface importante de fonds meubles ($\approx 50\%$ de la surface totale). Les nombreux récifs artificiels anti-chaluts mis en place depuis la création de cette réserve, s'ils n'ont plus l'effet dissuasif de leur début sur l'activité des chalutiers, participent certainement à éviter l'effondrement local des ressources en protégeant les zones de reproduction. Les récifs artificiels de production constituent également un outil qui impacte positivement les stocks locaux de certaines espèces cibles comme le loup (Charbonnel et al. 2000, Bachet et al. 2007, Charbonnel & Bachet 2011a). De nouvelles campagnes d'immersion de récifs artificiels sont par ailleurs plébiscitées par l'ensemble des pêcheurs, notamment influencés par les résultats prometteurs des 30 000 m³ immergés dans la baie du Prado à Marseille (Annexe 9 ; Le Direach et al. 2011).

En plus des réserves qu'il gère, le PMCB est également perçu par les pêcheurs professionnels comme un interlocuteur privilégié qui permet de faire le lien entre leur profession et les différents organismes impliqués dans la gestion de l'espace maritime. Le PMCB est ainsi intervenu comme support dans l'élaboration de lois prud'homales, dans la communication autour de la problématique

que posent à l'heure actuelle les lamparos, et devrait intervenir, dans le cadre de Natura 2000, dans la promotion des produits de la pêche issus du PMCB. Enfin, Le PMCB et ses réserves constituent un outil pertinent pour communiquer sur la nécessité de protéger les ressources et de promouvoir des activités durables comme la pêche artisanale (Bachet et al. 2009). Cette sensibilisation des générations présentes et futures est un effet souvent ignoré, mais primordiale pour les AMP comme le PMCB.

6.3 Perspectives

Cette étude a rencontré une acceptation et une adhésion importante d'une majorité des pêcheurs aux petits métiers côtiers de la Côte Bleue. L'étroite relation entre le PMCB et les pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers est ainsi une opportunité pour maintenir un suivi régulier de l'activité de pêche professionnelle, et envisager une collaboration active de la part des pêcheurs.

Installer le suivi de l'activité de pêche professionnelle dans le temps permettra d'étudier la dynamique de la pêcherie de la Côte Bleue, ainsi que celle des ressources présentes. Il permettra également d'évaluer la pertinence des métriques développées dans cette étude pour suivre les pressions et les impacts de la pêche professionnelle, et d'évaluer la durabilité de la pêcherie présente sur le PMCB. La pêche récréative doit également être considérée dans cette évaluation. Un travail plus poussé entre les métriques issues de ces deux suivis pourrait également apporter des informations quant à leurs interactions.

Un suivi régulier de l'activité de pêche professionnelle permettra également de mieux cerner le rôle et les effets spatio-temporels du PMCB sur l'activité de pêche et d'apporter des informations complémentaires aux suivis écologiques déjà en place. La spatialisation des captures sera néanmoins une étape indispensable pour aborder l'ensemble de ces effets sur la dynamique de l'activité de pêche. Un travail de captures-marquages-recaptures d'espèces ciblées par la pêche professionnelle pourrait également apporter des informations précieuses sur la dynamique spatiale de ces ressources, et sur les effets d'exportation des réserves marines sur l'activité de pêche. Il permettrait également d'observer la connectivité entre les différentes pêcheries et entre les différentes mesures de gestion mises en place dans la région méditerranéenne Nord-occidentale.

Au vu des résultats de cette étude, l'intégration des perceptions et la mobilisation des connaissances des pêcheurs dans le suivi de l'activité de pêche constituent une opportunité unique pour aborder la

gestion de l'écosystème et des usages dans son ensemble. Ces perceptions peuvent de plus apporter des informations complémentaires sur les effets des réserves, tant sur l'activité des pêcheurs que sur leur adhésion à l'AMP. Suivre leur évolution peut ainsi permettre de détecter les facteurs intervenant dans l'acceptation sociale de ces outils.

Si la répétition d'un effort d'échantillonnage équivalent à cette étude est difficile à envisager et à intégrer dans le suivi des AMP, le protocole d'enquête ainsi que les métriques calculées peuvent ouvrir des perspectives quant aux futurs suivis scientifiques à mettre en place au sein du PMCB, comme au sein d'autres AMP. D'un point de vue méthodologique, l'application du présent travail aux données issues des documents déclaratifs de l'activité de pêche peut être envisagée. Ces documents représentent une source de données pouvant s'avérer précieuse pour les gestionnaires d'AMP, tout en minimisant les moyens financiers à débloquer. Un travail sur ces documents dans le cas du PMCB permettrait d'en tester la pertinence comme outil d'évaluation de la pêche professionnelle au sein d'une AMP, et de développer des recommandations pour des adaptations éventuelles à y amener en ce sens. De même, un travail similaire à partir des données récoltées par le SIH doit également être considéré. Ce type de travail pourra là aussi déboucher sur des recommandations méthodologiques, afin que le protocole d'enquête du SIH puisse notamment s'adapter aux différentes contraintes spatiales des AMP et répondre aux différents objectifs de gestion fixés.

Enfin, à une échelle plus large, la pêcherie de la Côte Bleue peut être mise en regard des autres pêcheries à des échelles locales ou régionales, pour lesquelles de nombreuses correspondances en termes d'espèces cibles et d'espèces capturées ont été observées. Ce type de travail peut ainsi s'avérer précieux dans la connaissance de l'écologie de certaines espèces ainsi que de leur répartition spatiale, à l'heure où seulement 8% des stocks d'espèces ciblées par la pêche professionnelle seraient correctement suivis (Farrugio et al. 2010).

7 Bibliographie

- AAMP (2010) Tome 1 Pêche professionnelle. Activités - Interactions - Dispositifs d'encadrement. In: Référentiel technico-économique pour la gestion dans les sites Natura 2000 en mer. Agence des Aires Marines Protégées, Brest, France, 152 pp
- Abesamis RA, Alcalá AC, Russ GR (2006) How much does the fishery at Apo Island benefit from spillover of adult fish from the adjacent marine reserve? *Fishery Bulletin* 104:360-375
- Abesamis RA, Russ GR (2005) Density-dependent spillover from a marine reserve: Long-term evidence. *Ecological Applications* 15:1798-1812
- Alban F (2003) Contribution à l'analyse économique des aires marines protégées. Applications à la rade de Brest et à la mer d'Iroise. Thèse de Doctorat, spécialité Sciences Economiques, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 291 pp
- Alban F, Boncoeur J, Roncin N (2011) Assessing the impact of marine protected areas on society's well being: an economic perspective. In: Claudet J (ed) *Marine Protected Areas: effects, networks and monitoring – A multidisciplinary approach*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 226-246
- Aldebert Y (1997) Demersal resources of the Gulf of Lions (NW Mediterranean). Impact of exploitation on fish diversity, Volume 4, Laboratoire Arago, Université Pierre et Marie Curie, Banyuls-sur-Mer, France, 135 pp
- Alder J, Zeller D, Pitcher T, Sumaila R (2002) A method for evaluating Marine Protected Area management. *Coastal Management* 30:121-131
- Alfaro-Shigueto J, Mangel JC, Pajuelo M, Dutton PH, Seminoff JA, Godley BJ (2010) Where small can have a large impact: Structure and characterization of small-scale fisheries in Peru. *Fisheries Research* 106:8-17
- Allendorf T, Swe KK, Oo T, Htut Y, Aung M, Allendorf K, Hayek LA, Leimgrubek P, Wemmer C (2006) Community attitudes toward three protected areas in Upper Myanmar (Burma). *Environmental Conservation* 33:344-352
- Allison GW, Lubchenco J, Carr MH (1998) Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecological Applications* 8:579-592
- Amand M, Pelletier D, Ferraris J, Kulbicki M (2004) A step toward the definition of ecological indicators of the impact of fishing on the fish assemblage of the Aore reef reserve (New Caledonia). *Aquatic Living Resources* 17:139-149
- Angulo-Valdes JA, Hatcher BG (2010) A new typology of benefits derived from marine protected areas. *Marine Policy* 34:635-644
- Armstrong DW, Ferro RST, MacLennan DN, Reeves SA (1990) Gear selectivity and the conservation of fish. *Journal of Fish Biology* 37:261-262

- Astruch P, Goujard A, Charbonnel E, Rogeau E, Rouanet E, Bachet F, Bricout R, Bonhomme D, Antonioli A, Bretton O, Monin M, Harmelin JG, 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. PMCB & GIS Posidonie (publ.), Marseille, France, 462 pp
- Aussedat N (1995) User group attitudes toward the establishment of marine reserve in Saint Barthelemy. *Caribbean Park and Protected Area Bulletin* 5:11
- Auster PJ, Malatesta RJ, Langton RW, Watting L, Valentine PC, Donaldson CLS, Langton EW, Shepard AN, Babb WG (1996) The impacts of mobile fishing gear on seafloor habitats in the Gulf of Maine (Northwest Atlantic): Implications for conservation of fish populations. *Reviews in Fisheries Science* 4:185-202
- Bachet F (1988) Potentialités halieutiques de la Côte Bleue. Publications du Parc Marin de la Côte Bleue. Conseil Regional Provence-Alpes-Côte d'Azur, France, 72 pp
- Bachet F (2009) Présentation du Parc Marin de la Côte Bleue. Bilan sur 20 ans d'une démarche partenariale. Publications du Parc Marin de la Côte Bleue, Carry-le-Rouet, France, 7 pp
- Bachet F, Bellan-Santini DR, Charbonnel E (2007) Rapport sur les travaux scientifiques du Parc Marin de la Côte Bleue. Volume 5 - Années 2006/2007. Publications du Parc Marin de la Côte Bleue, Carry-le-Rouet, France
- Bachet F, Charbonnel E, Daniel B (2009) Plan de gestion du Parc Marin de la Côte Bleue 2008-2015. Rapport Parc Marin de la Côte Bleue et Egis eau, Carry-le-Rouet, France
- Badalamenti F, Ramos Aa, Voultziadou E, Nchez lizaso JL, D'anna G, Pipitone C, Mas J, Ruiz Fernandez JA, Whitmarsh D, Riggio S (2000) Cultural and socio-economic impacts of Mediterranean marine protected areas. *Environmental Conservation* 27:110-125
- Badola R (1998) Attitudes of local people towards conservation and alternatives to forest resources: A case study from the lower Himalayas. *Biodiversity and Conservation* 7:1245-1259
- Bailly D, Franquesa R (1999) Social and economic indicators for fisheries management in the Mediterranean. In: Symes D (ed) *Europe's Southern Waters : Managment Issues and Practice*. Blackwell Science, Oxford, UK, 141-153
- Baral N, Heinen JT (2007) Resources use, conservation attitudes, management intervention and park-people relations in the Western Terai landscape of Nepal. *Environmental Conservation* 34:64-72
- Battaglia P, Romeo T, Consoli P, Scotti G, Andaloro F (2009) Characterization of the artisanal fishery and its socio-economic aspects in the central Mediterranean Sea (Aeolian Islands, Italy). *Fisheries Research* 102:87-97

- Béné C (2003) When fishery rhymes with poverty: A first step beyond the old paradigm on poverty in small-scale fisheries. *World Development* 31:949-975
- Berkes F, Colding J, Folke C (2000) Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10:1251-1262
- Beverton RJH, Holt SJ (1957) On the dynamics of exploited fish populations, *Fisheries Investigations*, Volume 2, Chapman & Hall (publ.), London, UK, 533 pp
- Bianchi G, Gislason H, Graham K, Hill L, Jin X, Koranteng K, Manickchand-Heileman S, Payá I, Sainsbury K, Sanchez F, Zwanenburg K (2000) Impact of fishing on size composition and diversity of demersal fish communities. *ICES Journal of Marine Science* 57:558-571
- Biseau A (1998) Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquatic Living Resources* 11:119-136
- Biseau A, Gondeaux E (1988) Apport des méthodes d'ordination en typologie des flottilles. *ICES Journal of Marine Science* 44:286-296
- Blanchard F, Leloc'H F, Hily C, Boucher J (2004) Fishing effects on diversity, size and community structure of the benthic invertebrate and fish megafauna on the Bay of Biscay coast of France. *Marine Ecology Progress Series* 280:249-260
- Boltanski L, Thevenot L (1991) *De la justification, les économies de la grandeur*, Gallimard (publ.), Paris, France
- Boncoeur J, Alban F, Gutader O, Thébaud O, (2002) Fish, fishers, seals and tourists: economic consequences of creating a marine reserve in a multi-species, multi-activity context. *Natural Resource Modeling* 15:387-411
- Boncoeur J, Alban F, Thébaud O (2011) Bioeconomic analysis of MPA fisheries effects. In: Claudet J (ed) *Marine Protected Areas: effects, networks and monitoring – A multidisciplinary approach*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 190-226
- Bonhomme P, Roubaud V, Rogeau E, Goujard A, Le Diréach L, Bonhomme D, Boudouresque CF (2010) Suivi de l'effort de pêche professionnelle dans les eaux du Parc national de Port-Cros. Année 2009. Contrat Parc national de Port-Cros & GIS Posidonie, Marseille, France
- Bonzon A (2000) Development of economic and social indicators for the management of Mediterranean fisheries. *Marine and Freshwater Research* 51:493-500
- Botsford LW, Brumbaugh DR, Grimes C, Kellner JB, Largier J, O'Farrell MR, Ralston S, Soulanille E, Wespestad V (2009) Connectivity, sustainability, and yield: bridging the gap between conventional fisheries management and marine protected areas. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 19:69-95
- Botsford LW, Castilla JC, Peterson CH (1997) The management of fisheries and marine ecosystems. *Science* 277:509-515

- Boude J-P, Boncoeur J, Bailly D (2001) Regulating the access to fisheries: Learning from European experiences. *Marine Policy* 25:313-322
- Boudouresque CF, Cadiou G, Diréach L (2005) Marine protected areas: A tool for coastal areas management. In: Levner E, Linkov I, Proth J-M (eds) *Strategic Management of Marine Ecosystems*, Book 50, Springer, Netherlands, 29-52
- Boudouresque CF, Cadiou G, Guerin B, Le Diréach L, Robert P (2004) Is there a negative interaction between biodiversity conservation and artisanal fishing in a Marine Protected Area, the Port-Cros National Park (France, Mediterranean Sea)? Scientific report Port-Cros National Park 20:147-160
- Bretton O, Charbonnel E, Monin M, Bachet F (2011) Rapport bilan de la surveillance des réserves marines de la Côte Bleue en 2010. Publications du Parc Marin de la Côte Bleue, Carry-le-Rouet, France
- Brown J, Macfadyen G (2006) Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses. *Marine Policy* 31:488-504
- BVA, IFREMER (2007) Etude relative à la pêche de loisir (récréative et sportive) en mer en Métropole et dans les DOM - Synthèse des résultats intermédiaires. 12 pp
- Caddy JF, Bazigos GP (1989) Practical guidelines for statistical monitoring of fisheries in manpower limited situations, Volume 257, FAO, Rome, Italy, 82 pp
- Cadiou G, Boudouresque CF, Bonhomme P, Le Diréach L (2009) The management of artisanal fishing within the Marine Protected Area of the Port-Cros National Park (northwest Mediterranean Sea): a success story? *ICES Journal of Marine Science* 66:41-49
- Campbell SJ, Pardede ST (2006) Reef fish structure and cascading effects in response to artisanal fishing pressure. *Fisheries Research* 79:75-83
- Carr MH (2000) Marine protected areas: Challenges and opportunities for understanding and conserving coastal marine ecosystems. *Environmental Conservation* 27:106-109
- Cartigny P, Gomez W, Salgado H (2008) The spatial distribution of small- and large-scale fisheries in a marine protected area. *Ecological Modelling* 212:513-521
- Carvalho N, Edwards-Jones G, Isidro E (2011) Defining scale in fisheries: Small versus large-scale fishing operations in the Azores. *Fisheries Research* 109:360-369
- Charbonnel E, Bachet F (2011a) Artificial reefs in the Côte Bleue marine park: Assessment after 25 years of experiments and scientific monitoring. In: Ceccaldi HJ, Dekeyser I, Girault M, Stora G (eds) *Global Change: Mankind-Marine Environment Interactions*. Springer (publ.), Netherlands, 73-79
- Charbonnel E, Bachet F (2011b) Dossier de candidature du Parc Marin de la Côte Bleue pour inscription sur la liste des ASPIM (Aire Spécialement Protégée d'Intérêt Méditerranée). PNU

- RAC/SPA. Publications du Parc Marin de la Côte Bleue, Carry-le-Rouet, France, 66 pp + annexes
- Charbonnel E, Cadville B, Bachet F (2012) Document d'Objectifs du site Natura 2000 FR 9301999 "Côte Bleue marine ". Tome 1 : diagnostics écologiques et socioéconomiques, enjeux et objectifs de conservation. Convention cadre Etat/Parc Marin de la Côte Bleue. Publications du Parc Marin de la Côte Bleue, Carry-le-Rouet, France, 320 pp + annexes
- Charbonnel E, Francour P, Harmelin JG, Bachet F (2000) Effects of artificial reef design on associated fish assemblages in the Côte Bleue marine park (Mediterranean Sea, France). In: Jensen AC, Collins KJ, Lockwood APM (eds) Artificial reefs in European seas. Kluwer Academic (publ.), Netherlands, 365-377
- Charbonnel E, Le Diréach L, Letourneur Y, Ollier C, Bonnard M, Leleu K, Soler L, Vo Van M, Bechagra A, Bricout R, Bachet F, Alban 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. In: Forum des Aires Marines Protégées, Niolon, France
- Charbonnel E, Simon M, Ollier C, Bonnard M, Le Diréach L, Vo Van M, Soler L, Monin M, Bricout R, Gamp E, Alban F, Pelletier D (2011) Bilan des suivis de la pêche récréative et de la fréquentation dans le Parc Marin de la Côte Bleue. Publications du Parc Marin de la Côte Bleue, Carry-le-Rouet, France, 40 pp
- Charles A, Wilson L (2009) Human dimensions of Marine Protected Areas. *ICES Journal of Marine Science* 66:6-15
- Chassot E, Bonhommeau S, Dulvy NK, Mélin F, Watson R, Gascuel D, Le Pape O (2010) Global marine primary production constrains fisheries catches. *Ecology Letters* 13:495-505
- Chavoïn O, Boudouresque CF (2004) An attempt to quantify spear fishing catches in a French Riviera Mediterranean area. *Scientific report Port-Cros National Park* 20:161-171
- Chuenpagdee R, Morgan LE, Maxwell SM, Norse EA, Pauly D (2003) Shifting gears: Assessing collateral impacts of fishing methods in US waters. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1:517-524
- Cinner J (2005) Socioeconomic factors influencing customary marine tenure in the Indo-Pacific. *Ecology and Society* 10:36
- Cinner JE, Daw T, McClanahan TR (2009) Socioeconomic Factors that Affect Artisanal Fishers' Readiness to Exit a Declining Fishery. *Conservation Biology* 23:124-130
- Claudet J (2011) *Marine Protected Areas: effects, networks and monitoring – A multidisciplinary approach*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 377 pp
- Claudet J, Guidetti P (2010a) Fishermen contribute to protection of marine reserves. *Nature* 464:673-673

- Claudet J, Guidetti P (2010b) Improving assessments of marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20:239-242
- Claudet J, Osenberg CW, Benedetti-Cecchi L, Domenici P, García-Charton J-A, Pérez-Ruzafa Á, Badalamenti F, Bayle-Sempere J, Brito A, Bulleri F, Culioli J-M, Dimech M, Falcón JM, Guala I, Milazzo M, Sánchez-Meca J, Somerfield PJ, Stobart B, Vandeperre F, Valle C, Planes S (2008) Marine reserves: size and age do matter. *Ecology Letters* 11:481-489
- Claudet J, Pelletier D (2004) Marine protected areas and artificial reefs: A review of the interactions between management and scientific studies. *Aquatic Living Resources* 17:129-138
- Claudet J, Pelletier D, Jouvenel JY, Bachet F, Galzin R (2006a) 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* 130:349-369
- Claudet J, Roussel S, Pelletier D, Rey-Valette H (2006b) Spatial management of near shore coastal areas: the use of Marine Protected Areas (MPAs) in a fisheries management context. *Vie et Milieu - Life and Environment* 56:301-305
- Cochran, G. C. (1977) *Sampling techniques*. Wiley & Sons (eds), New York, USA, 428 pp
- Coleman FC, Figueira WF, Ueland JS, Crowder LB (2004) The Impact of United States Recreational Fisheries on Marine Fish Populations. *Science* 305:1958-1960
- Coll J, Linde M, Garcia-Rubies A (2004) Spear fishing in the Balearic Islands (west central Mediterranean): species affected and catch evolution during the period 1975-2001. *Fisheries Research* 70:97-111
- Colloca F, Crespi V, Cerasi S, Coppola SR (2004) Structure and evolution of the artisanal fishery in a southern Italian coastal area. *Fisheries Research* 69:359-369
- COM (2009) *Livre Vert : Réforme de la politique commune de la pêche*. In: Commission des Communautés Européennes, Bruxelles, Belgique, 31 pp
- Cooke SJ, Cowx IG (2004) The role of recreational fishing in global fish crises. *Bioscience* 54:857-859
- Cooke SJ, Cowx IG (2006) Contrasting recreational and commercial fishing: Searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological Conservation* 128:93-108
- Coppola SR (2006) *Inventory of artisanal fishery communities in the Western and Central Mediterranean*. Volume 77, FAO, Rome, Italy, 82 pp
- Costello C, Rassweiler A, Siegel D, De Leo G, Micheli F, Rosenberg A (2010) The value of spatial information in MPA network design. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107:18294-18299
- Cunningham S, Greboval DF (2001) *Managing fishing capacity: A review of policy and technical issues*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 60 pp

- Cury P, Miserey Y (2008) Une mer sans poissons. Calmann-Lévy (eds), Paris, France, 283 pp
- Daniel B, Bachet F, Charbonnel E (2007) Plan de gestion du Parc Marin de la Côte Bleue 2007-2015.
- Daniel B, Piro S, Charbonnel E, Francour P, Letourneur Y (2009) Lessepsian rabbitfish *Siganus luridus* reached the French Mediterranean coasts. *Cybium* 33:163-164
- Darnaude A, Salen-Picard C, Polunin NC, Harmelin-Vivien M (2004) Trophodynamic linkage between river runoff and coastal fishery yield elucidated by stable isotope data in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Oecologia* 138:325-332
- Daurès F, Alban F, Frangoudes K, Le Grand C (2011) Situation économique de la flotte de pêche professionnelle du Parc Naturel Marin de l'Iroise (PNMI). In: IFREMER, Université de Brest, UMR Amure, Brest, France, 75 pp
- Davie S, Lordan C (2011) Definition, dynamics and stability of métiers in the Irish otter trawl fleet. *Fisheries Research* 111:145-158
- Day JC (2002) Zoning-lessons from the Great Barrier Reef Marine Park. *Ocean & Coastal Management* 45:139-156
- Demaneche S, Daurès F, Guyader O, Ruchon F (2009) Méthode d'élévation et évaluation des captures et de l'effort de pêche des flottilles de la façade Méditerranée continentale sur la période 2007-2008. In: Rapport R3 - Méditerranée continentale, échantillonnage des marées au débarquement Délivrable Convention DPMA-IFREMER 2008 (complément deliverable R3), Brest, France, 217 pp
- Demaneche S, Merrien C, Lespagnol P (2011) Estimation des efforts de pêche et des productions par échantillonnage des marées au débarquement, bilan et résultats obtenus par façade. In: Rapport annuel de la convention DPMA-IFREMER 2010 - R2. IFREMER, Brest, France, 19 pp + annexes
- Dimech M, Darmanin M, Philip Smith I, Kaiser MJ, Schembri PJ (2009) Fishers' perception of a 35-year old exclusive Fisheries Management Zone. *Biological Conservation* 142:2691-2702
- Drew JA (2005) Use of traditional ecological knowledge in marine conservation. *Conservation Biology* 19:1286-1293
- Duit A, Galaz V, Eckerberg K, Ebbesson J (2010) Governance, complexity, and resilience. *Global Environmental Change* 20:363-368
- Dupilet D (2001) Le règlement des conflits d'usage dans la zone côtière entre pêche professionnelle et autres activités. Rapport à Monsieur le Premier Ministre. Paris, France, 57 pp
- Durand L (2010) To think positive is not enough. Attitudes concerning conservation in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve. Mexico, *Interciencia* 36:430-436
- Edgar GJ, Barrett NS (1997) Short term monitoring of biotic change in Tasmanian marine reserves. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 213:261-279

- Efron B (1979) Bootstrap methods: Another look at the Jackknife. *Annals of Statistics* 7:1-26
- Eichbaum WM, Crosby MP, Agardy T, Laskin SA (1996) The role of marine and coastal protected areas in the conservation and sustainable use of biological diversity. *Oceanography* 9:60-70
- Fabi G, Sbrana M, Biagi F, Grati F, Leonori I, Sartor P (2002) Trammel net and gill net selectivity for *Lithognathus mormyrus* (L., 1758), *Diplodus annularis* (L., 1758) and *Mullus barbatus* (L., 1758) in the Adriatic and Ligurian seas. *Fisheries Research* 54:375-388
- FAO (1980) International standard statistical classification of fishing gear (ISSCFG). In: Coordinating Working Party (CWP) (CWP) — Report of the 10th Session,(ed) FAO Fisheries Report, R242, FAO, Madrid, Espagne, 65 pp
- FAO (1999) Indicators for sustainable development of marine capture fisheries. In: FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, Book N° 8, FAO, Rome, Italy, 68 pp
- FAO (2008) Fisheries management. 3. Managing fishing capacity. In: FAO (ed) FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, Book N° 4, Suppl. 3., FAO, Rome, Italy, 104 pp
- FAO (2010) La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. 2010. In: FAO (ed), FAO, Rome, Italy, 244 pp
- Farrugio H (2010) New information concerning fish stocks in the Mediterranean. In: Seminar on presentation of the fisheries scientific advice, Brussels, Belgium
- Farrugio H, Le Corre G (1993) A sampling strategy and methodology for assessment and monitoring of Mediterranean small-scale fisheries. *Scientia Marina* 57:131-137
- Ferraris J, Pelletier D, Kulbicki M, Chauvet C (2005) Assessing the impact of removing reserve status on the Abore Reef fish assemblage in New Caledonia. *Marine Ecology Progress Series* 292:271-286
- Ferreira MNE, Freire NC (2009) Community perceptions of four protected areas in the Northern portion of the Cerrado hotspot, Brazil. *Environmental Conservation* 36:129-138
- Fiallo EA, Jacobson SK (1995) Local communities and protected areas: Attitudes of rural residents towards conservation and Machalilla National Park, Ecuador. *Environmental Conservation* 22:241-249
- Fiorentino F, Badalamenti F, D'Anna G, Garofalo G, Gianguzza P, Gristina M, Pipitone C, Rizzo P, Fortibuoni T (2008) Changes in spawning-stock structure and recruitment pattern of red mullet, *Mullus barbatus*, after a trawl ban in the Gulf of Castellammare (central Mediterranean Sea). *ICES Journal of Marine Science* 65:1175-1183
- Fiske AP (1992) The four elementary forms of sociality: Framework for a unified theory of social relations. *Psychological Review* 99:689-723

- Forcada A, Bayle-Sempere J, Valle C, Sanchez-Jerez P (2008) Habitat continuity effects on gradients of fish biomass across marine protected area boundaries. *Marine Environmental Research* 66:536-547
- Forcada A, Valle C, Bonhomme P, Criquet G, Cadiou G, Lenfant P, Sanchez-Lizaso JL (2009) Effects of habitat on spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 379:197-211
- Forcada A, Valle C, Sánchez-Lizaso JL, Bayle-Sempere JT, Corsi F (2010) Structure and spatio-temporal dynamics of artisanal fisheries around a Mediterranean marine protected area. *ICES Journal of Marine Science* 67:191-203
- Francour P, Harmelin J-G, Pollard D, Sartoretto S (2001) A review of marine protected areas in the northwestern Mediterranean region: siting, usage, zonation and management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 11:155-188
- Fraschetti S, Terlizzi A, Micheli F, Benedetti-Cecchi L, Boero F (2002) Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea: Objectives, effectiveness and monitoring. *Marine Ecology* 23:190-200
- Freeman DJ, MacDiarmid AB, Taylor RB (2009) Habitat patches that cross marine reserve boundaries: consequences for the lobster *Jasus edwardsii*. *Marine Ecology Progress Series* 388:159-167
- Freire J, Bernárdez C, Corgos A, Fernández L, González-Gurriarán E, Sampedro MP, Verísimo P (2002) Management strategies for sustainable invertebrate fisheries in coastal ecosystems of Galicia (NW Spain). *Aquatic Ecology* 36:41-50
- Freire J, Garcia-Allut A (2000) Socioeconomic and biological causes of management failures in European artisanal fisheries: the case of Galicia (NW Spain). *Marine Policy* 24:375-384
- García-Charton JA, Pérez-Ruzafa A (1999) Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves. *Fisheries Research* 42:1-20
- García-Charton JA, Pérez-Ruzafa A, Marcos C, Claudet J, Badalamenti F, Benedetti-Cecchi L, Falcón 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* 16:193-221
- García-Charton JA, Pérez-Ruzafa A, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere J, Renones O, Moreno D (2004) Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. *Marine Biology* 144:161-182
- García-Charton JA, Williams ID, Pérez Ruzafa A, Milazzo M, Chemello R, Marcos C, Kitsos M-S, Koukouras A, Riggio S (2000) Evaluating the ecological effects of Mediterranean marine protected areas: habitat, scale and the natural variability of ecosystems. *Environmental Conservation* 27:159-178

- Garcia-Quijano CG (2009) Managing complexity: Ecological knowledge and success in Puerto Rican small-scale fisheries. *Human Organization* 68:1-17
- Garcia-Rodriguez M, Fernandez AM, Esteban A (2006) Characterisation, analysis and catch rates of the small-scale fisheries of the Alicante Gulf (SE Spain) over a 10 years time series. *Fisheries Research* 77:226-238
- Garcia SM, Staples DJ, Chesson J (1999) The FAO Guidelines for the development and use of indicators for sustainable development of marine capture fisheries and an Australian example of their application. *Ocean & Coastal management* 43:537-556
- Garrison LP, Link JS (2000) Fishing effects on spatial distribution and trophic guild structure of the fish community in the Georges Bank region. *ICES Journal of Marine Science* 57:723-730
- Gell FR, Roberts CM (2003) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution* 18:448-455
- Gomez S, Lloret J, Riera V (2006) The decline of the artisanal fisheries in Mediterranean coastal areas: The case of Cap de Creus (Cape Creus). *Coastal Management* 34:217-232
- Goñi R, Adlerstein S, Alavrez-Berastegui D, Forcada A, Reñones O, Criquet G, Polti S, Cadiou G, Valle C, Lenfant P, Bonhomme P, Pérez-Ruzafa A, Sánchez-Lizaso JL, García-Charton JA, Bernard G, Stelzenmüller V, Planes S (2008) Spillover from six western Mediterranean Marine Protected Areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 366:159-174
- Goñi R, Badalamenti F, Tupper M (2011) Effects of marine protected areas on adjacent fisheries: evidence from empirical studies. In: Claudet J (ed) *Marine Protected Areas: effects, networks and monitoring – A multidisciplinary approach*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 226-246
- Goñi R, Hilborn R, Diaz D, Mallol S, Adlerstein S (2010) Net contribution of spillover from a marine reserve to fishery catches. *Marine Ecology Progress Series* 400:233-243
- Goñi R, Quetglas A, Reñones O (2006) Spillover of spiny lobsters *Palinurus elephas* from a marine reserve to an adjoining fishery. *Marine Ecology Progress Series* 308:207-219
- Grafton RQ, Kompas T (2005) Uncertainty and the active adaptive management of marine reserves. *Marine Policy* 29:471-479
- Grafton RQ, Kompas T, Hilborn RW (2007) Economics of Overexploitation Revisited. *Science* 318:1601
- Grant S, Berkes F (2007) Fisher knowledge as expert system: A case from the longline fishery of Grenada, the Eastern Caribbean. *Fisheries Research* 84:162-170
- Griffiths RC, Robles R, Coppola SR, Camiñas JA (2007) Is there a future for artisanal fisheries in the Western Mediterranean? FAO-COPEMED, Rome, Italy, 117 pp
- Guidetti P (2007) Potential of marine reserves to cause community-wide changes beyond their boundaries. *Conservation Biology* 21:540-545

- Guidetti P, Bussotti S, Pizzolante F, Ciccolella A (2010) Assessing the potential of an artisanal fishing co-management in the Marine Protected Area of Torre Guaceto (Southern Adriatic Sea, SE Italy). *Fisheries Research* 101:180-187
- Guidetti P, Claudet J (2010) Comanagement practices enhance fisheries in Marine Protected Areas. *Conservation Biology* 24:312-318
- Guillou A, Lespagnol P, Ruchon F (2002) La pêche aux petits métiers en Languedoc - Roussillon en 2000-2001. IFREMER, Sète, France, 108 pp
- Guyader O, Berthou P, Koustikopoulos C, Alban F, Demaneche S, Gaspar M, Eschbaum R, Fahy E, Tully O, Reynal L, Albert A (2007) Small-scale coastal fisheries in Europe. Final report. European Commission FISH/2005/10. Bruxelles, Belgium, 477 pp
- Haggan N, Neis B, Baird IG (2007) Fishers' knowledge in fisheries science and management. Volume 4, UNESCO, Paris, France, 34 pp
- Hall GB, Close CH (2007) Local knowledge assessment for a small-scale fishery using geographic information systems. *Fisheries Research* 83:11-22
- Halpern BS (2003) The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications* 13:S117-S137
- Halpern BS, Gaines SD, Warner RR (2004) Confounding effects of the export of production and the displacement of fishing effort from marine reserves. *Ecological Applications* 14:1248-1256
- Halpern BS, Warner RR (2002) Marine reserves have rapid and lasting effects. *Ecology Letters* 5:361-366
- Halpern BS, Warner RR (2003) Matching marine reserve design to reserve objectives. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 270:1871-1878
- Harmelin-Vivien M, Le Diréach L, Bayle-Sempere J, Charbonnel E, García-Charton JA, Ody D, Pérez-Ruzafa A, Reñones O, Sánchez-Jerez 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
- Harmelin JG, 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, Carry-le-Rouet, France, 32 pp
- Harmelin JG, Bachet F, Garcia F (1995) Mediterranean marine reserves: Fish indices as tests of protection efficiency. *Marine Ecology* 16:233-250
- Heinen JT (1993) Park people relations in Kosi Tappu Wildlife Reserve, Nepal: a socioeconomic analysis. *Environmental Conservation* 20:25-34

- Higgins RM, Vandeperre F, Perez-Ruzafa A, Santos RS (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* 16:222-233
- Hilborn R (2007) Managing fisheries is managing people: what has been learned? *Fish and Fisheries* 8:285-296
- Hilborn R, Stokes K, Maguire JJ, Smith T, Botsford LW, Mangel M, Orensaz J, Parma A, Rice J, Bell J, Cochrane KL, Garcia SM, Hall SJ, Kirkwood GP, Sainsbury K, Stefansson G, Walters C (2004) When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean & Coastal management* 47:197-205
- Himes AH (2003) Small-scale Sicilian fisheries: opinions of artisanal fishers and sociocultural effects in two MPA case studies. *Coastal Management* 31:389-408
- Himes AH (2007) Performance indicators in MPA management: Using questionnaires to analyze stakeholder preferences. *Ocean & Coastal Management* 50:329-351
- Holland DS (2000) A bioeconomic model of marine sanctuaries on Georges Bank. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:1307-1319
- Holland DS, Sutinen JG (1999) An empirical model of fleet dynamics in New England trawl fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56:253-264
- Holley J-F, Marchal P (2004) Fishing strategy development under changing conditions: examples from the French offshore fleet fishing in the North Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 61:1410-1431
- Holmes CM (2003) The influence of protected area outreach on conservation attitudes and resource use patterns: a case study from Western Tanzania. *Oryx* 37:305-315
- Houard T, Boudouresque CF, Barcelo A, Cottalorda J-M, J-Y. F, Jullian E, Kerlidou B, Pironneau E (2012) Occurrence of a lost fishing net within the marine area of the Port-Cros National Park (Provence, northwestern Mediterranean Sea). *Scientific report Port-Cros National Park* 26
- Hutchings JA (2005) Life history consequences of overexploitation to population recovery in Northwest Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62:824-832
- Jabeur C, Gobert B, Missaoui H (2000) Typologie de la flottille de pêche côtière dans le golfe de Gabès (Tunisie). *Aquatic Living Resources* 13:421-428
- Jackson JBC, Kirby MX, Berger WH, Bjorndal KA, Botsford LW, Bourque BJ, Bradbury RH, Cooke R, Erlandson J, Estes JA, Hughes TP, Kidwell S, Lange CB, Lenihan HS, Pandolfi JM, Peterson CH, Steneck RS, Tegner MJ, Warner RR (2001) Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293:629-637

- Jacobson SK, Marynowski SB (1997) Public attitudes and knowledge about ecosystem management on department of defense land in florida. *Conservation Biology* 11:770-781
- Jacquet J, Pauly D (2008) Funding priorities: big barriers to small-scale fisheries. *Conservation Biology* 22:832-835
- Jennings S (2000) Patterns and prediction of population recovery in marine reserves. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10:209-231
- Jennings SJ, Greenstreet SG, Hill LH, Piet GP, Pinnegar JP, Warr KJ (2002) Long-term trends in the trophic structure of the North Sea fish community: Evidence from stable-isotope analysis, size-spectra and community metrics. *Marine Biology* 141:1085-1097
- Jentoft S, Chuenpagdee R, Pascual-Fernandez JJ (2011) What are MPAs for: On goal formation and displacement. *Ocean & Coastal Management* 54:75-83
- Johannes RE, Freeman MMR, Hamilton RJ (2000) Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1:257-271
- Jones JB (1992) Environmental impact of trawling on the seabed: A review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 26:59-67
- Jones PJS (1994) A review and analysis of the objectives of marine nature reserves. *Ocean & Coastal Management* 24:149-178
- JOUE (2006) Règlement (CE) n° 1967/2006 du Conseil du 21 décembre 2006 concernant des mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en Méditerranée et modifiant le règlement (CEE) n° 2847/93 et abrogeant le règlement (CE) n°1626/94. In: Européenne U (ed), Book 1967/2006. Journal officiel de l'Union Européenne
- 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, Carry-le-Rouet, France, 98 pp
- Kelleher K (2005) Discards in the world's marine fisheries: an update, Volume 470, FAO, Rome, Italy
- Kellner JB, Tetreault I, Gaines SD, Nisbet RM (2007) Fishing the line near marine reserves in single and multispecies fisheries. *Ecological Applications* 17:1039-1054
- Kelly S, Scott D, MacDiarmid AB (2002) The value of a spillover fishery for spiny lobsters around a marine reserve in Northern New Zealand. *Coastal Management* 30:153-166
- Kelly S, Scott D, MacDiarmid AB, Babcock RC (2000) Spiny lobster, *Jasus edwardsii*, recovery in New Zealand marine reserves. *Biological Conservation* 92:359-369
- Kramer DL, Chapman MR (1999) Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function. *Environmental Biology of Fishes* 55:65-79
- Larkin PA (1977) An epitaph for the concept of maximum sustained yield. *Transactions of the American Fisheries Society* 106:1-11

- Lauck T, Clark CW, Mangel M, Munro GR (1998) Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. *Ecological Applications* 8:72-78
- Launio CC, Morookaa Y, Aizakic H, Iigunia Y (2010) Perceptions of small-scale fishermen on the value of marine resources and protected areas: case of Claveria, Northern Philippines. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 17:401-409
- Le Corre G, Garcia F (1989) Les ressources halieutiques de l'etang de Berre. In: The resources halieutics of the pond of Berre, IFREMER, Sète, France
- Le Diréach L, Antonioli A, Astruch P, Bonhomme P, Bonhomme D (2011) Opération Récifs Prado : suivi scientifique, biologique et technique dans la zone d'immersion (suivi obligatoire). Rapport annuel 2010. Résultats. GIS Posidonie – Ville de Marseille, Marseille, France, 223 pp
- Le Diréach L, Astruch P, Charbonnel E, Bonhomme D, Bachet F, Daniel B (2010a) Suivi des peuplements de poissons de la Réserve Marine du Cap Couronne (Parc Marin de la Côte Bleue) – Bilan 1995-2007. GIS Posidonie et PMCB, Marseille, France, 100 pp + annexes
- Le Diréach L, Bonhomme P, Boudouresque CF, Cadiou G (2010b) Fishing effort and catches in the marine protected area of Scandola and adjacent areas (Corsica, Mediterranean). Rapport de la Commission Internationale pour l'Exploration de la Mer Méditerranée 39:770
- Le Diréach L, Bonhomme P, Donata M (2008) Suivi de l'effort de pêche professionnelle dans la réserve naturelle de Scandola (Corse). Données 2007. GIS Posidonie, Marseille, France, 43 pp
- Le Diréach L, Cadiou G (2006) Suivi de l'effort de pêche professionnelle dans la réserve naturelle de Scandola (Corse). Données 2006. Contrat Parc naturel Régional de Corse & GIS Posidonie, Marseille, France, 51 pp + annexes
- Le Diréach L, Cadiou G, Boudouresque CF (2004) Monitoring the artisanal fishing effort in Marine Protected Areas on the French Mediterranean coast. *Terre et Vie* 59: 77-84
- Le Diréach L, Charbonnel E, Alban F, Leleu K, Gamp E (2011) Rapport final du programme LITEAU - PAMPA – Site Côte Bleue. PAMPA/WP1. PMCB & GIS Posidonie, Marseille, France, 68 pp
- Le Pape O, Vigneau J (2001) The influence of vessel size and fishing strategy on the fishing effort for multispecies fisheries in northwestern France. *ICES Journal of Marine Science* 58:1232-1242
- Lê S, Josse J, Husson F (2008) FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software* 25:1-18
- Lebart L, Morineau A, Warwick KM (1984) Multivariate descriptive statistical analysis. Correspondence analysis and related techniques for large matrices. New York, USA, 304 pp
- Leblond E, Daures F, Berthou P, Merrien C, Pitel-Roudaut M, Brigaudeau C, Demaneche S, Jezequel M, Bodere E, Le Blond S (2011a) Synthèse des flottilles de pêche 2009 - Flotte Mer du Nord - Manche - Atlantique - Méditerranée. IFREMER, Brest, France, 249 pp

- Leblond E, Demaneche S, Le Blond S, Merrien C, Berthou P, Daurès F (2011b) Bilan des données d'activité des navires de pêche français en 2009. Tendances récentes. IFREMER, Brest, France
- Leonardi S, Leblond E, Le Blond S, Marchal P (2009) Evolution et répartition de la capacité physique et de l'effort de pêche des navires français. Estimation de l'adéquation de la capacité utilisée et des possibilités de pêche. IFREMER, Brest, France, 60 pp
- Lester SE, Halpern BS, Grorud-Colvert K, Lubchenco J, Ruttenberg BI, Gaines SD, Airamé S, Warner RR (2009) Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology Progress Series* 384:33-46
- Levrel H (2011) Analyse économique et sociale sur la pêche récréative : Méditerranée. IFREMER, Brest, France, 7 pp
- Lewin W-C, Arlinghaus R, Mehner T (2006) Documented and potential biological impacts of recreational fishing: Insights for management and conservation. *Reviews in Fisheries Science* 14:305-367
- Leonart J, Maynou F (2003) Fish stock assessments in the Mediterranean: state of art. *Scientia Marina* 67:37-49
- Lloret J, Casadevall M, Muñoz M (2011) Suivi de la pêche artisanale au Parc Naturel du Cap de Creus. Etudes 2008 - 2010. Port de la Selva, Espagne, 67 pp
- Lloret J, Leonart J, Solé I, Fromentin J-M (2001) Fluctuations of landings and environmental conditions in the North-Western Mediterranean Sea. *Fisheries Oceanography* 10:33-50
- Lloret J, Zaragoza N, Caballero D, Font T, Casadevall M, Riera V (2008) Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean Marine Protected Area. *Fisheries Research* 94:84-91
- Lloret J, Zaragoza N, Caballero D, Riera V (2007) Biological and socioeconomic implications of recreational boat fishing for the management of fishery resources in the marine reserve of Cap de Creus (NW Mediterranean). *Fisheries Research* 91:252-259
- Lundberg, Jonzén (1999) Spatial population dynamics and the design of marine reserves. *Ecology Letters* 2:129-134
- Macfadyen G, Huntington T, Cappell R (2009) Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies, N° 185, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No° 523, UNEP/FAO, Rome, Italy, 115 pp
- Mackinson S (2001) Integrating local and scientific knowledge: An example in fisheries science. *Environmental Management* 27:533-545
- Mackinson S, van der Kooij J (2006) Perceptions of fish distribution, abundance and behaviour: Observations revealed by alternative survey strategies made by scientific and fishing vessels. *Fisheries Research* 81:306-315

- Mangi SC, Austen MC (2008) Perceptions of stakeholders towards objectives and zoning of marine-protected areas in southern Europe. *Journal for Nature Conservation* 16:271-280
- Mangi SC, Roberts CM (2006) Quantifying the environmental impacts of artisanal fishing gear on Kenya's coral reef ecosystems. *Marine Pollution Bulletin* 52:1646-1660
- Mathew S (2003) Small-scale fisheries perspectives on an ecosystem-based approach to fisheries management. In: FAO (ed) *Responsible fisheries in the marine ecosystem*, Rome, Italy, 47-64
- Matic-Skoko S, Stagicic N, Pallaoro A, Kraljevic M, Dulcic J, Tutman P, Dragicevic B (2011) Effectiveness of conventional management in Mediterranean type artisanal fisheries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 91:314-324
- Maynou F, Recasens L, Lombarte A (2011) Fishing tactics dynamics of a Mediterranean small-scale coastal fishery. *Aquatic Living Resources* 24:149-159
- McClanahan T, Davies J, Maina J (2005a) Factors influencing resource users and managers' perceptions towards marine protected area management in Kenya. *Environmental Conservation* 32:42-49
- McClanahan T, Maina J, Davies J (2005b) Perceptions of resource users and managers towards fisheries management options in Kenyan coral reefs. *Fisheries Management and Ecology* 12:105-112
- McClanahan TR, Kaunda Arara B (1996) Fishery recovery in a coral-reef marine park and its effect on the adjacent fishery. *Conservation Biology* 10:1187-1199
- McClanahan TR, Mangi S (2000) Spillover of exploitable fishes from a marine park and its effect on the adjacent fishery. *Ecological Applications* 10:1792-1805
- McLean J, Straede S (2003) Conservation, relocation, and the paradigms of park and people management - A case study of Padampur Villages and the Royal Chitwan National Park, Nepal. *Society & Natural Resources* 16:509-526
- McPhee D, Leadbitter D, Skilleter G (2002) Swallowing the bait: is recreational fishing in Australia ecologically sustainable? *Pacific Conservation Biology* 8:40-51
- Merino G, Morales-Nin B, Maynou F, Grau AM (2008) Assessment and bioeconomic analysis of the Majorca (NW Mediterranean) trammel net fishery. *Aquatic Living Resources* 21:99-107
- Merrien C, Lespagnol P, Badts V (2008) Manuel de l'observation des marées au débarquement pour les navires de moins de 12 mètres. IFREMER, Brest, France, 59 pp
- Meyer CG (2006) The impacts of spear and other recreational fishers on a small permanent Marine Protected Area and adjacent pulse fished area. *Fisheries Research* 84:301-307
- Miethe T, Dytham C, Dieckmann U, Pitchford JW (2010) Marine reserves and the evolutionary effects of fishing on size at maturation. *ICES Journal of Marine Science* 67:412-425

- Milon JW, Suman DO, Shivilani MP, Cochran KA (1997) Commercial fishers' perceptions of marine reserves for the Florida Keys National Marine Sanctuary. Florida Sea Grant Technical Paper, N°89, Gainesville, USA, 50 pp
- Morales-Nin B, Moranta J, García C, Tugores MP, Grau AM, Riera F, Cerdà M (2005) The recreational fishery off Majorca Island (Western Mediterranean): some implications for coastal resource management. *ICES Journal of Marine Science* 62:727-739
- Murawski SA (2000) Definitions of overfishing from an ecosystem perspective. *ICES Journal of Marine Science* 57:649-658
- Murawski SA, Wigley SE, Fogarty MJ, Rago PJ, Mountain DG (2005) Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate MPAs. *ICES Journal of Marine Science* 62:1150-1167
- Myers RA, Worm B (2003) Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423:280-283
- Myers RA, Worm B (2005) Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360:13-20
- OECD (2003) OECD Environmental Indicators - Development, measurement and use - Reference paper. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France, 37 pp
- Ojeda-Martinez C, Bayle-Sempere J, Sánchez-Jerez P, Forcada A, Valle C (2007) Detecting conservation benefits in spatially protected fish populations with meta-analysis of long-term monitoring data. *Marine Biology* 151:1153-1161
- Palumbi SR (2004) Marine reserves and ocean neighborhoods: The spatial scale of marine populations and their management. *Annual Review of Environment and Resources* 29:31-68
- Papaconstantinou C, Farrugio H (2000) Fisheries in the Mediterranean. *Mediterranean Marine Science* 1:5-18
- Parnell PE, Dayton PK, Fisher RA, Loarie CC, Darrow RD (2010) Spatial patterns of fishing effort off San Diego: implications for zonal management and ecosystem function. *Ecological Applications* 20:2203-2222
- Parsons D, Egli D (2005) Fish movement in a temperate marine reserve: New insights through application of acoustic tracking. *Marine Technology Society Journal* 39:56-63
- Parsons DM, Morrison MA, Slater MJ (2010) Responses to marine reserves: Decreased dispersion of the sparid *Pagrus auratus* (snapper). *Biological Conservation* 143:2039-2048
- Pauly D (2006) Major trends in small-scale marine fisheries, with emphasis on developing countries, and some implications for the social sciences. *Maritime Studies* 4:7-22
- Pauly D, Alder J, Bennett E, Christensen V, Tyedmers P, Watson R (2003) The future for fisheries. *Science* 302:1359-1361

- Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, Froese R, Torres F (1998) Fishing down marine food webs. *Science* 279:860-863
- Pawson MG (2003) The catching capacity of lost static fishing gears: introduction. *Fisheries Research* 64:101-105
- Pelc RA, Warner RR, Gaines SD, Paris CB (2010) Detecting larval export from marine reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107:18266-18271
- Pelletier D (2008) Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages (PAMPA). IFREMER & IRD, Nouméa, Nouvelle Calédonie, 25 pp
- Pelletier D, Claudet J, Ferraris J, Benedetti-Cecchi L, García-Charton JA (2008) Models and indicators for assessing conservation and fisheries-related effects of Marine Protected Areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65:765-779
- Pelletier D, Ferraris J (2000) A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:51-65
- Pelletier D, García-Charton JA, Ferraris J, David G, Thébaud O, Letourneur Y, Claudet J, Amand M, Kulbicki M, Galzin R (2005) Designing indicators for assessing the effects of marine protected areas on coral reef ecosystems: A multidisciplinary standpoint. *Aquatic Living Resources* 18:15-33
- Pelletier D, Leleu K, Mou-Tham G, Guillemot N, Chabanet P (2011) Comparison of visual census and high definition video transects for monitoring coral reef fish assemblages. *Fisheries Research* 107:84-93
- Pelletier D, Magal P (1996) Dynamics of a migratory population under different fishing effort allocation schemes in time and space. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:1186-1199
- Pérez-Ruzafa A, Martin E, Marcos C, Zamarro JM, Stobart B, Harmelin-Vivien M, Polti S, Planes S, García-Charton JA, Gonzalez-Wangüemert M (2008) Modelling spatial and temporal scales for spill-over and biomass exportation from MPAs and their potential for fisheries enhancement. *Journal for Nature Conservation* 16:234-255
- Pita C, Pierce GJ, Theodossiou I (2010) Stakeholders' participation in the fisheries management decision-making process: Fishers' perceptions of participation. *Marine Policy* 34:1093-1102
- Pitcher TJ, Hollingworth CE (2002) Recreational fisheries: ecological, economic, and social evaluation, Volume 8. Wiley-Blackwell (publ.), London, UK, 272 pp
- 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, Perpignan, France, 503 pp

- Planes S, Galzin R, Garcia Rubies A, Goñi R, Harmelin J-G, Le Diréach L, Lenfant P, Quetglas A (2000) Effects of marine protected areas on recruitment processes with special reference to Mediterranean littoral ecosystems. *Environmental Conservation* 27:126-143
- Planes S, Jones GP, Thorrold SR (2009) Larval dispersal connects fish populations in a network of marine protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:5693-5697
- Pollnac RB, Crawford BR (2000) Discovering Factors that Influence the Success of Community-Based Marine Protected Areas in the Visayas, Philippines. In: Coastal Management Report N°2229. PCAMRD Book Series N°33. Coastal Resources Center, University of Rhode Island, Narragansett, RI, USA, and Philippine Council for Aquatic and Marine Research and Development, Los Banos, Laguna, Philippines
- Pomeroy RS, Parks JE, Watson LM (2004) How is your MPA doing? In: IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, UK, 216 pp
- Pomeroy RS, Pollnac RB, Katon BM, Predo CD (1997) Evaluating factors contributing to the success of community-based coastal resource management: the central Visayas regional project-1, Philippines. *Ocean & Coastal management* 36:97-120
- Pope J, Margetts A, Hamley J, Akyuz E (1975) Manual of methods for fish stock assessment. Part 3- Selectivity of fishing gear. In: FAO Fisheries Technical Papers, FAO, Rome, Italy, 65 pp
- Porter G (1998) Estimating overcapacity in the global fishing fleet. World Wildlife Fund, Washington, DC
- Proude PD (1973) Objectives and Methods of Small-Scale Fisheries Development. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 30:2190-2195
- Pruvot G (1921) Quelques observations sur les fonds de pêche du golfe du Lion, Volume 6. Blondel La Rougery, Paris, France
- Ramos AA (1992) Impact biologique et économique de la Réserve marine de Tabarca (Alicante, sud-est de l'Espagne). In: Economic impact of the Mediterranean coastal protected areas, Ajaccio, 26 - 28 Septembre 1991, Medpan News, France, 3 : 59-66
- Rigney H (1990) Marine reserves—blueprint for protection. *Australian Fisheries* 49:18-22
- Roberts CM (1998) Sources, sinks, and the design of marine reserve networks. *Fisheries* 23:16-19
- Roberts CM, Bohnsack J, Gell FR, Hawkins JP, Goodbridge R (2001) Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Sciences* 294
- Roberts CM, Polunin NVC (1991) Are marine reserves effective in management of reef fisheries? *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 1:65-91
- Robertson J, Lawes MJ (2005) User perceptions of conservation and participatory management of iGxalingenwa forest, South Africa. *Environmental Conservation* 32:64-75

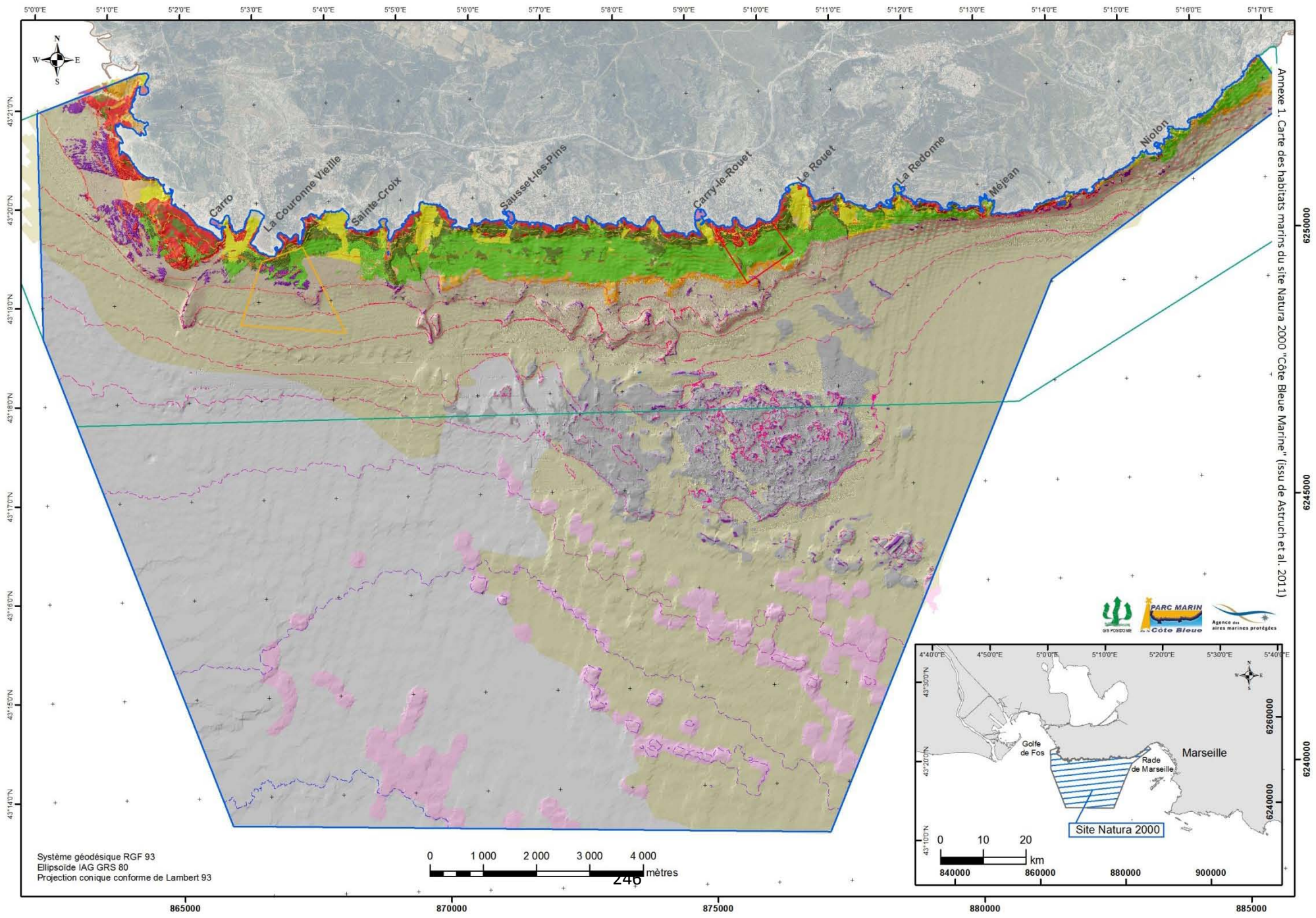
- Rochet M-J (1998) Short-term effects of fishing on life history traits of fishes. *ICES Journal of Marine Science* 55:371-391
- Rochet M-J, Prigent M, Bertrand JA, Carpentier A, Coppin F, Delpech J-P, Fontenelle G, Foucher E, Mahé K, Rostiaux E, Trenkel VM (2008) Ecosystem trends: evidence for agreement between fishers' perceptions and scientific information. *ICES Journal of Marine Science* 65:1057-1068
- Rocklin D (2010) Des modèles et des indicateurs pour évaluer la performance d'aires marines protégées pour la gestion des zones côtières. Application à la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio (Corse). Thèse de Doctorat, spécialité Biologie des Populations et Ecologie, Université de Montpellier 2, Montpellier, France, 304 pp
- Rocklin D, Tomasini J-A, Culioli J-M, Pelletier D, Mouillot D (2011) Spearfishing regulation benefits artisanal fisheries: The ReGS indicator and its application to a multiple-use Mediterranean Marine Protected Area. *PLoS ONE* 6:e23820
- Rodwell LD, Roberts CM (2004) Fishing and the impact of marine reserves in a variable environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:2053-2068
- Roncin N, Alban F, Charbonnel E, Crec'hriou R, de la Cruz Modino R, Culioli J-M, Dimech M, Goñi R, Guala I, Higgins R, Lavisse E, Direach LL, Luna B, Marcos 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
- Russ GR (2002) Yet another review of marine reserves as reef fishery management tools. In: Sale PF (ed) *Coral reef fishes, dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Elsevier, San Diego, California, USA, 421-443
- Russ GR, Alcala AC (1996) Do marine reserves export adult fish biomass? Evidence from Apo Island, central Philippines. *Marine Ecology Progress Series* 132:1-9
- Sabatés ANA, Martin P, Lloret J, Raya V (2006) Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology* 12:2209-2219
- Sacchi J (2008) Impact des techniques de pêche sur l'environnement en Méditerranée. Volume 84, FAO, Rome, Italy, 62 pp
- Salas S, Gaertner D (2004) The behavioural dynamics of fishers: management implications. *Fish and Fisheries* 5:153-167
- Salas S, Sumaila UR, Pitcher T (2004) Short-term decisions of small-scale fishers selecting alternative target species: a choice model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:374-383

- Santos MN, Saldanha H, Gaspar MB, Monteiro CC (2003) Causes and rates of net loss off the Algarve (southern Portugal). *Fisheries Research* 64:115-118
- Schumann S (2006) Co-management and "consciousness": Fishers' assimilation of management principles in Chile. *Marine Policy* 31:101-111
- Seytre C, Francour P (2008) Is the Cape Roux marine protected area (Saint-Raphaël, Mediterranean Sea) an efficient tool to sustain artisanal fisheries? First indications from visual censuses and trammel net sampling. *Aquatic Living Resources* 21:297-305
- Shafer SC, Benzaken D (1998) User perceptions about marine wilderness on Australia's Great Barrier Reef. *Coastal Management* 26:79-91
- Shepherd JG (1981) Matching fishing capacity to the catches available: a problem in resource allocation. *Journal of Agricultural Economics* 32:331-340
- Sherman K, Belkin IM, Friedland KD, O'Reilly J, Hyde K (2009) Accelerated warming and emergent trends in fisheries biomass yields of the world's large marine ecosystems. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 38:215-224
- Silva L, Gil J, Sobrino I (2002) Definition of fleet components in the Spanish artisanal fishery of the Gulf of Cádiz (SW Spain ICES division IXa). *Fisheries Research* 59:117-128
- Smith CJ, Papadopoulou KN, Diliberto S (2000) Impact of otter trawling on an eastern Mediterranean commercial trawl fishing ground. *ICES Journal of Marine Science* 57:1340-1351
- Smith MD (2004) Fishing yield, curvature and spatial behavior: implications for modeling marine reserves. *Natural Resource Modeling* 17:273-298
- Smith MD, Wilen JE (2003) Economic impacts of marine reserves: the importance of spatial behavior. *Journal of Environmental Economics and Management* 46:183-206
- Stelzenmüller V, Maynou F, Bernard G, Cadiou G, Camilleri M, Crec'hriou R, Criquet G, Dimech M, Esparza O, Higgins R, Lenfant P, Pérez-Ruzafa Á (2008) Spatial assessment of fishing effort around European marine reserves: Implications for successful fisheries management. *Marine Pollution Bulletin* 56:2018-2026
- Stelzenmüller V, Maynou F, Martin P (2007) Spatial assessment of benefits of a coastal Mediterranean Marine Protected Area. *Biological Conservation* 136:571-583
- Stergiou KI, Moutopoulos DK, Soriguer MC, Puente E, Lino PG, Zabala C, Monteiro P, Errazkin LA, Erzini K (2006) Trammel net catch species composition, catch rates and métiers in southern European waters: A multivariate approach. *Fisheries Research* 79:170-182
- Stergiou KI, Petrakis G, Politou CY (1996) Small-scale fisheries in the South Euboikos Gulf (Greece): species composition and gear competition. *Fisheries Research* 26:325-336

- Stobart B, Warwick R, Gonzalez C, Mallof S, Diaz D, Renones O, Goni R (2009) Long-term and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community. *Marine Ecology Progress Series* 384:47-60
- Sumaila UR, Guenette S, Alder J, Chuenpagdee R (2000) Addressing ecosystem effects of fishing using marine protected areas. *ICES Journal of Marine Science* 57:752-760
- Suman D, Shivilani M, Walter Milon J (1999) Perceptions and attitudes regarding marine reserves: a comparison of stakeholder groups in the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Ocean & Coastal Management* 42:1019-1040
- Sutinen JG, Johnston RJ (2003) Angling management organizations: integrating the recreational sector into fishery management. *Marine Policy* 27:471-487
- Suuronen P, Jounela P, Tschernij V (2010) Fishermen responses on marine protected areas in the Baltic cod fishery. *Marine Policy* 34:237-243
- Thomassin A (2011) Des réserves sous réserve. Acceptation sociale des Aires Marines Protégées. L'exemple de la région sud-ouest de l'océan Indien. Thèse de Doctorat, spécialité Géographie, Université de la Réunion, France, 567 pp
- Thomassin A, White CS, Stead SS, David G (2010) Social acceptability of a marine protected area: The case of Reunion Island. *Ocean & Coastal management* 53:169-179
- Thrush SF, Hewitt JE, Cummings VJ, Dayton PK, Cryer M, Turner SJ, Funnell GA, Budd RG, Milburn CJ, Wilkinson MR (1998) Disturbance of the marine benthic habitat by commercial fishing: impacts at the scale of the fishery. *Ecological Applications* 8:866-879
- Tixerant L (2004) Dynamique des activités humaines en mer côtière. Application à la Mer d'Iroise. Thèse de Doctorat, spécialité Géographie, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 213 pp
- Toropova C, Meliane I, Laffoley D, Matthews E, Spalding M (2010) Global Ocean Protection: Present Status and Future Possibilities. Brest, France: Agence des aires marines protégées, Gland, Switzerland, Washington, DC and New York, USA: IUCN WCPA, Cambridge, UK: UNEP-WCMC, Arlington, USA: TNC, Tokyo, Japan: UNU, New York, USA: WCS, 96 pp
- Turner SJ, Thrush SF, Hewitt JE, Cummings VJ, Funnell G (1999) Fishing impacts and the degradation or loss of habitat structure. *Fisheries Management and Ecology* 6:401-420
- Tzanatos E, Dimitriou E, Katselis G, Georgiadis M, Koutsikopoulos C (2005) Composition, temporal dynamics and regional characteristics of small-scale fisheries in Greece. *Fisheries Research* 73:147-158
- Tzanatos E, Somarakis S, Tserpes G, Koutsikopoulos C (2006) Identifying and classifying small-scale fisheries métiers in the Mediterranean: A case study in the Patraikos Gulf, Greece. *Fisheries Research* 81:158-168

- Tzanatos E, Somarakis S, Tserpes G, Koutsikopoulos C (2007) Discarding practices in a Mediterranean small-scale fishing fleet (Patraikos Gulf, Greece). *Fisheries Management and Ecology* 14:277-285
- Tzanatos E, Somarakis S, Tserpes G, Koutsikopoulos C (2008) Catch length analysis, relation to minimum landing sizes and management implications from a Mediterranean small-scale fishery (Patraikos Gulf, Greece). *Fisheries Research* 93:125-134
- Vodouhe FG, Coulibaly O, Adegbedi A, Sinsin B (2010) Community perception of biodiversity conservation within protected areas in Benin. *Forest Policy and Economics* 12:505-512
- Ward JH (1963) Hierarchical grouping to optimize and objective function. *Journal of the American Statistical Association* 58:236-244
- Ward T, Hegerl E (2003) Marine protected areas in ecosystem-based management of fisheries. Commonwealth of Australia, Canberra, Australia, 77 pp
- Watson R, Pauly D (2001) Systematic distortions in world fisheries catch trends. *Nature* 414:534-536
- Webb EL, Maliao RJ, Siar SV (2004) Using local user perceptions to evaluate outcomes of protected area management in the Sagay Marine Reserve, Philippines. *Environmental Conservation* 31:138-148
- Weber P (1995) Facing limits in oceanic fisheries. *Natural Resources Forum* 19:39-46
- Wendling D (2007) Etat des lieux de la réglementation sur le chalut pour le golfe du Lion. Association Méditerranéenne des Organisations de producteurs, Sète, France, 40 pp
- White AT, Courtney CA, Salamanca A (2002) Experience with Marine Protected Area planning and management in the Philippines. *Coastal Management* 30:1-26
- Wilcox C, Pomeroy C (2003) Do commercial fishers aggregate around marine reserves? Evidence from Big Creek marine ecological reserve, central California. *North American Journal of Fisheries Management* 23:241-250
- Willis TJ, Millar RB, Babcock RC (2003) Protection of exploited fish in temperate regions: high density and biomass of snapper *Pagrus auratus* (Sparidae) in Northern New Zealand marine reserves. *Journal of Applied Ecology* 40:214-227
- Wood LJ, Fish L, Laughren J, Pauly D (2008) Assessing progress towards global marine protection targets: shortfalls in information and action. *Oryx* 42:340-351
- Worm B, Barbier EB, Beaumont N, Duffy JE, Folke C, Halpern BS, Jackson JBC, Lotze HK, Micheli F, Palumbi SR, Sala E, Selkoe KA, Stachowicz JJ, Watson R (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314:787-790

8 Annexes



Annexe 1. Carte des habitats marins du site Natura 2000 "Côte Bleue Marine" (issu de Astruch et al., 2011)

Système géodésique RGF 93
 Ellipsoïde IAG GRS 80
 Projection conique conforme de Lambert 93

Légende

Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110)

- Sables Fins de Haut Niveau (1110-5)
- Sables Fins Bien Calibrés (1110-6)
- Sables grossiers et fins Gravieres sous l'Influence des Courants de Fond (1110-7)
- Galets Infralittoraux (1110-9)

Mosaïques relatives aux bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine

- Sables Grossiers et fins graviers sous l'influence des Courants de Fond et Galets Infralittoraux (1110-7 et 1110-9)

Grandes criques et baies peu profondes (1160)

- Sables Vaseux de Mode Calme (1160-3)

Herbier de Posidonie (1120)

- Herbier de Posidonie (1120-1)
- Herbier de Posidonie sur roche (1120-1)
- Matte morte (thanatocénose de l'Herbier de Posidonie (1120-1))

Mosaïques relatives à l'Herbier de Posidonie

- Herbier de Posidonie de faible recouvrement (<30%) sur matte morte (1120-1)
- Herbier de Posidonie de faible recouvrement (<30%) sur Sables Fins Bien Calibrés (1120-1 et 1110-6)
- Mosaïque d'Herbier de Posidonie et de Sables grossiers et fins Gravieres sous l'influence des Courants de Fond (1120-1 et 1110-7)
- Herbier de Posidonie de faible recouvrement (<30%) et Galets Infralittoraux (1120-1 et 1110-9)
- Matte morte recouverte de Détritique Côtier
- Mosaïque d'Herbier de Posidonie et de Roche Infralittorale à Algues Photophiles (1120-1 et 1170-13)
- Roche Infralittorale à Algues Photophiles et de Matte morte (1170-13 et 1120-1)
- Mosaïque d'Herbier de Posidonie et de Coralligène (1120-1 et 1170-14)

Récifs (1170)

- Roche Infralittorale à Algues Photophiles (1170-13)
- Coralligène (1170-14)

Mosaïques relatives aux Récifs

- Mosaïque d'Herbier de Posidonie et de Roche Infralittorale à Algues Photophiles (1120-1 et 1170-13)
- Roche Infralittorale à Algues Photophiles et Galets Infralittoraux (1170-13 et 1110-9)
- Roche Infralittorale à Algues Photophiles et de Matte morte (1170-13 et 1120-1)
- Mosaïque d'Herbier de Posidonie et de Coralligène (1120-1 et 1170-14)

Habitats non communautaires

- Vases Portuaires
- Détritique Côtier
- Détritique Envasé
- Détritique du Large
- Vases Terrigènes Côtiers
- Substrat envasé localement enduré

Structures d'origine anthropique

- Récifs Artificiels
- Objet d'origine anthropique
- Epave
- Enrochements artificiels

Autres

- îlot

- Site Natura 2000
- Parc Marin de la Côte Bleue
- Zone Marine Protégée de Cap Couronne
- Zone Marine Protégée de Carry le Rouet

Isobathes

- 5 m
- 10 m
- 20 m
- 30 m
- 40 m
- 50 m
- 60 m
- 70 m
- 80 m
- 90 m
- 100 m

Annexe 2. Engins de pêche principaux⁶⁹ et secondaires sur le territoire de la Côte Bleue : Définitions, réglementation et pressions.

Cette annexe décrit chaque engin et type d'engins rencontrés sur la Côte Bleue (principaux, secondaires, extérieurs) conformément aux définitions du Règlement (CE) n° 1967/2006 du Conseil Européen du 21 décembre 2006 qui concerne les mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en Méditerranée (JOUE 2006). Les réglementations européennes et/ou nationales liées à l'engin ont aussi été énoncées, ainsi que les pressions potentielles sur les habitats et espèces d'intérêt communautaires de la Directive Habitats Faune Flore relevées dans le Tome 1 (Pêche professionnelle) des référentiels technico-économique (RTE) pour la gestion dans les sites Natura 2000 en mer publié par l'Agence de AMP (AAMP 2010). Ce dernier fait notamment référence pour ce qui est des impacts des engins sur les habitats, en vue de la mise en place des actions de gestion relatives à Natura 2000 en mer (il est néanmoins susceptible d'évoluer dans le temps, notamment à partir des travaux en cours du Muséum Nationale d'Histoire Naturelle et de l'IFREMER). Le document édité de la FAO⁷⁰ est aussi utilisé (Sacchi 2008).

Cinq engins principaux ont été relevés dans cette étude d'après le référentiel FAO (1980). Trois de ces engins appartiennent à la catégorie des filets de fonds (**filets maillants**, **trémails** et **filets combinant** filet maillant et trémail), les deux autres engins étant la **palangre de fond** et la **plongée sous marine**. Quatre autres engins peuvent être qualifiés de secondaires au vu de l'utilisation par les pêcheurs de la Côte Bleue, à savoir les **gilet maillant dérivant**, les **palangres dérivantes**, les **cannes et lignes à mains** et les **pièges**. Deux autres engins de pêche sont observés (**chalut** et **senne tournante**), mais non utilisés par les pêcheurs installés sur la Côte Bleue

Engins principaux

Les filets calés de fond

Définition

Les **filets maillants fixes** sont définis par le Journal Officiel de l'Union Européenne du 26 décembre 2006 comme « tout filet constitué d'une seule nappe de filet et maintenu verticalement dans l'eau

⁶⁹ Les engins principaux représentent au moins 20% de l'activité d'un bateau au minimum, et les engins secondaires représentent moins de 20% de l'activité d'un bateau.

⁷⁰ Sacchi J (2008) Impact des techniques de pêche sur l'environnement en Méditerranée, Vol 84, FAO, Rome, Italy, 62 pp

par des flotteurs et des lests, fixé ou susceptible d'être fixé par quelque moyen que ce soit au fond de la mer et pouvant se maintenir soit à proximité du fond soit flottant dans la colonne d'eau » (Figure 9.1). Sur la Côte Bleue, ils sont constitués d'une simple nappe de filet en nylon non tressé, fixés au fond de la mer par des lests et dans lequel le poisson va être capturé par la tête (via les opercules) ou l'avant du corps. Des filets maillants fixes qui ont ciblés les rougets et la soupe, les merlus, les sparidés et les loups, ainsi que la pélamide (*Sarda sarda*) ont été observés durant cette étude. Des filets maillant fixes ciblant les mugilidés, et en particulier les espèces *Liza aurata* et *Mugil cephalus* ont été utilisés par des bateaux de la Côte Bleue en dehors du territoire de l'AMP et de la zone Natura 2000 Côte Bleue.

Les **trémails**, défini comme « tout filet constitué d'au moins deux nappes de filets, accrochées ensemble et en parallèle à une seule ralingue, fixé ou susceptible d'être fixé par un moyen quelconque au fond de la mer » (JOUE 2006), est formé sur la Côte Bleue de trois nappes de filets juxtaposées (en monofilament ou multifilament ; Figure 9.1). Sur les trois nappes, deux nappes externes avec de grandes mailles encadreront une nappe interne dotée d'un maillage beaucoup plus petit et avec un flou important. Le poisson sera ainsi capturé en s'emmêlant dans la nappe interne après avoir passé les nappes externes. Les filets trémails sont moins sélectifs que les précédents et permettent donc de capturer des espèces et des tailles de poissons plus variés que les filets maillants. Sur la Côte Bleue et durant cette étude, des trémails ont été utilisés pour cibler langoustes et grands poissons de roches, poissons de soupe, soles, sparidés, dentis, et seiches.

Les trémails et filet maillants combinés ou « Filets combinés » (Figure 9.1) sont définis comme « tout filet maillant de fond combiné avec un trémail constituant la partie inférieure ». La partie inférieure du filet est donc constitué d'un trémail, généralement d'une hauteur $d \approx 1\text{m}$, dont le maillage peut être identique ou légèrement différent de la nappe de filet maillant de la partie supérieure. Les filets combinés qui furent observés ont uniquement ciblés les sparidés et les loups durant cette étude. Ils sont aussi appelé « battudes » localement.

Réglementation

Les filets maillants fixes, les trémails et les filets combinés sont soumis à la réglementation du Journal Officiel de l'Union Européenne de 26 décembre 2006, modifié le 07 janvier 2007. L'article 8.2 indique notamment qu'il est interdit d'utiliser des filets maillants de fond pour la capture des espèces suivantes : germon (*Thunnus alalunga*), thon rouge (*Thunnus thynnus*), espadon (*Xiphias gladius*), grande castagnole (*Brama brama*), requins (*Hexanchus griseus*; *Cetorhinus maximus*; *Alopiidae*;

Carcharhinidae; Sphyrnidae; Isuridae et Lamnidae). » L'article 9.6 a) fixe quant à lui le maillage minimal des filets maillants de fond à 16 mm.

L'annexe II du règlement fixe pour l'ensemble des filets le diamètre du monofilament à 0.5mm maximum. La hauteur de chute maximale d'un trémail sera limitée à 4 m, quand celle des filets maillant et des filets combinés sera limité à 10m. Néanmoins, ces deux type de filets pourront, par dérogation et sur une longueur maximale inférieure à 500 m, avoir une hauteur de chute maximale de 30 m. Il sera interdit aux bateaux de détenir à bord ou de mouiller plus de 500 m de filets maillants de fond lorsqu'ils dépassent la hauteur de chute maximale de 10 m. En ce qui concerne les longueurs, il est interdit pour les bateaux de détenir à bord ou de mouiller plus de 6 000 m de trémails et de filets maillants de fond par navire, en tenant compte du fait que, depuis janvier 2008, la limite est de 4 000 mètres pour un seul pêcheur. 1 000 mètres peuvent être ajoutés s'il y a un deuxième pêcheur et 1000 m supplémentaires s'il y a un troisième pêcheur. Pour les filets combinés, il est interdit d'en détenir à bord ou de mouiller plus de 2500 mètres.

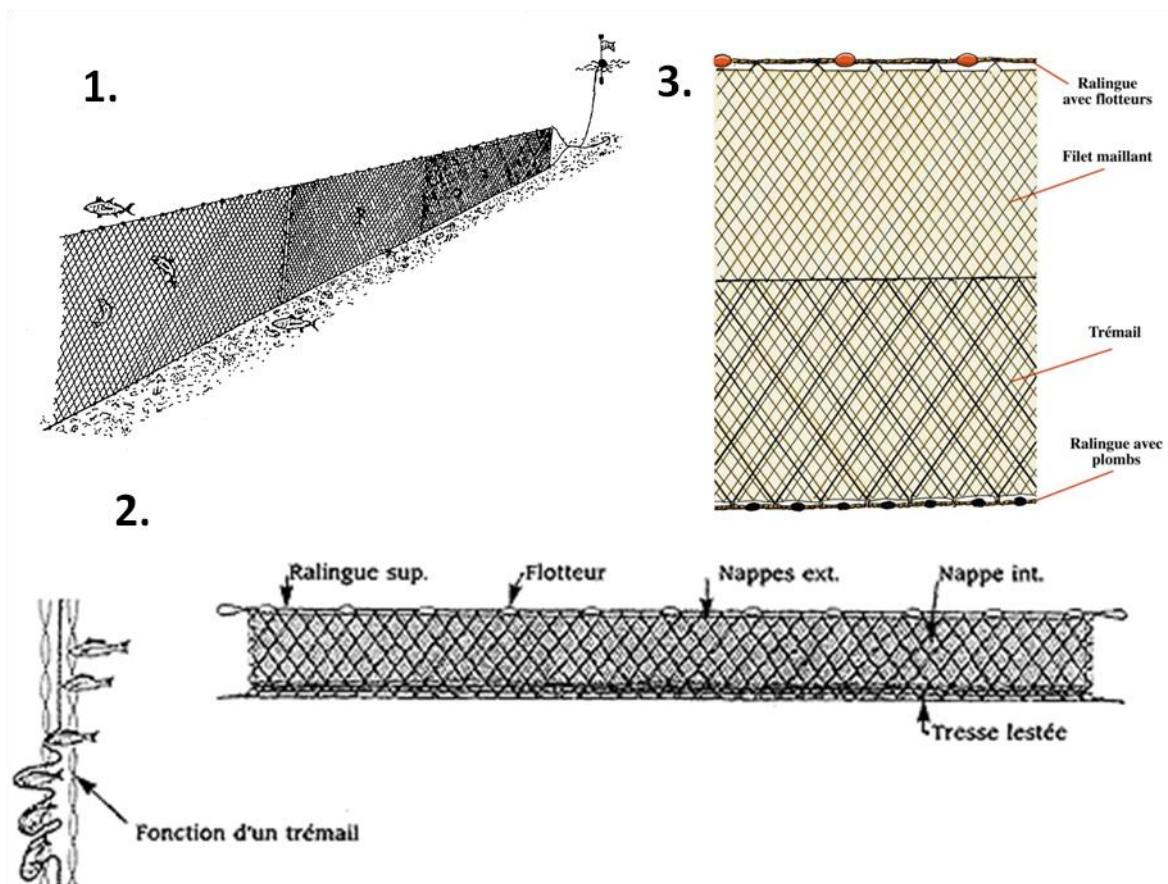


Figure 9.1. Filet maillant fixe de fond, 2. Trémail, et 3. Filet combinés (crédit : Gérard Deschamps, IFREMER Lorient, 2004)

Pressions

Les pressions potentielles sur les habitats de la Directive Habitats Faune Flore (DHFF) sont faibles voir modérés pour les filets de fond calés. Ceux-ci ne sont en contact avec le fond que par leur ralingue plombée, excepté les lests des signaux de pêche situés à chaque extrémité du filet. Les risques de dégradation du biotope interviennent lors des levées du filet, en cas de croche avec les fonds rocheux ou coralliens (AAMP 2010), ainsi que lors d'événement de fort courant où le filet peut dériver et racler le fond sur plusieurs dizaines de mètres (Ruitton, comm. pers.). Les catégories de pressions recensées sont essentiellement biologiques, sauf pour l'habitat d'intérêt communautaire « Coralligène », où la pression peut aussi être physique. L'herbier de posidonie, non cité dans le Tome 1, est très certainement aussi concerné (voir aussi Sacchi 2008).

Les espèces de poissons, de mammifères marins et de tortues marines d'intérêt communautaire ne sont pas ciblées par les filets de fond en Méditerranée. Les captures accidentelles de tortues et de cétacés sont rares en Méditerranée française, non observé lors de la période d'étude sur la Côte Bleue (un cas de tortue caouanne capturée par un filet de fond et relâchée sur l'étang de Berre a cependant été reporté). Deux individus d'alose feinte (*Alosa fallax*), seules espèces de poisson d'intérêt communautaire susceptibles d'être capturées en Méditerranée, ont été observés pendant la période d'étude (l'un capturé le 07/01/2010, l'autre le 13/04/2010). Les captures de cette espèce constituent des événements relativement rares selon les pêcheurs, même si elle est régulièrement aperçue à l'embouchure du Rhône. Si les espèces d'oiseaux de la Directive Oiseaux (DO) peuvent être capturés par les filets calés de fonds en Atlantique, les risques sont inexistantes en Méditerranée (absence des espèces concernées, absence de capture d'autres espèces).

Enfin, la perte de filets fixes représente un impact non négligeable pour les habitats comme pour la macrofaune (Brown & Macfadyen 2006, Sacchi 2008, Houard et al. 2012), même si la capacité de pêche peut diminuer considérablement après seulement quelques mois (Pawson 2003, Brown & Macfadyen 2006, Sacchi 2008, Macfadyen et al. 2009).

Les palangres

Définition

La **palangre** est un engin de pêche définie comme « une ligne principale sur laquelle sont fixés de nombreux hameçons par l'intermédiaire d'avançons de longueur et d'écartement variables (le plus souvent 1m et 5m respectivement) selon l'espèce ciblée. La palangre peut être mouillée verticalement ou horizontalement par rapport à la surface de la mer; elle peut être placée au fond ou

près du fond (**palangre de fond**) ou dériver entre deux eaux ou près de la surface (**palangre dérivante**) » (JOUE 2006; Figure 9.2). La taille des hameçons et les appâts utilisés sont différents selon l'espèce ciblée. Sur la Côte Bleue, un palangrier, qui cible essentiellement les sparidés et les loups avec des palangres de fond, est présent annuellement sur la Côte Bleue. Deux autres sont présent plus ponctuellement. La palangre de fond ciblant les congres constitue un métier d'appoint pour certains bateaux de la Côte Bleue. Les palangres dérivantes sont utilisées essentiellement pour pêcher le thon rouge au large de la Côte Bleue.

Réglementation

En ce qui concerne les palangres de fonds, l'annexe 2 de la réglementation issue du Journal Officiel de l'Union Européenne de 26 décembre 2006, et outre l'article 10 qui encadre la pêche de la brème de mer⁷¹ (*Pagellus bogaraveo*), interdit de détenir à bord ou de mouiller plus de 1 000 hameçons par personne présente à bord, la limite globale étant fixée à 5 000 hameçons par navire.

Pressions

Aucune pression sur les habitats d'intérêt communautaire n'est identifiée par le RTE pêche professionnelle. En Méditerranée française, les interactions palangres – tortues sont considérées comme faibles, tout comme la capture accidentelle de mammifères marins (AAMP 2010). Néanmoins, la capture de plusieurs individus de mérus bruns (*Epinephelus marginatus*) a été signalée avec ces engins de pêche.

⁷¹ Appelé plus également « **dorade rose**, ou « **beaux yeux** »

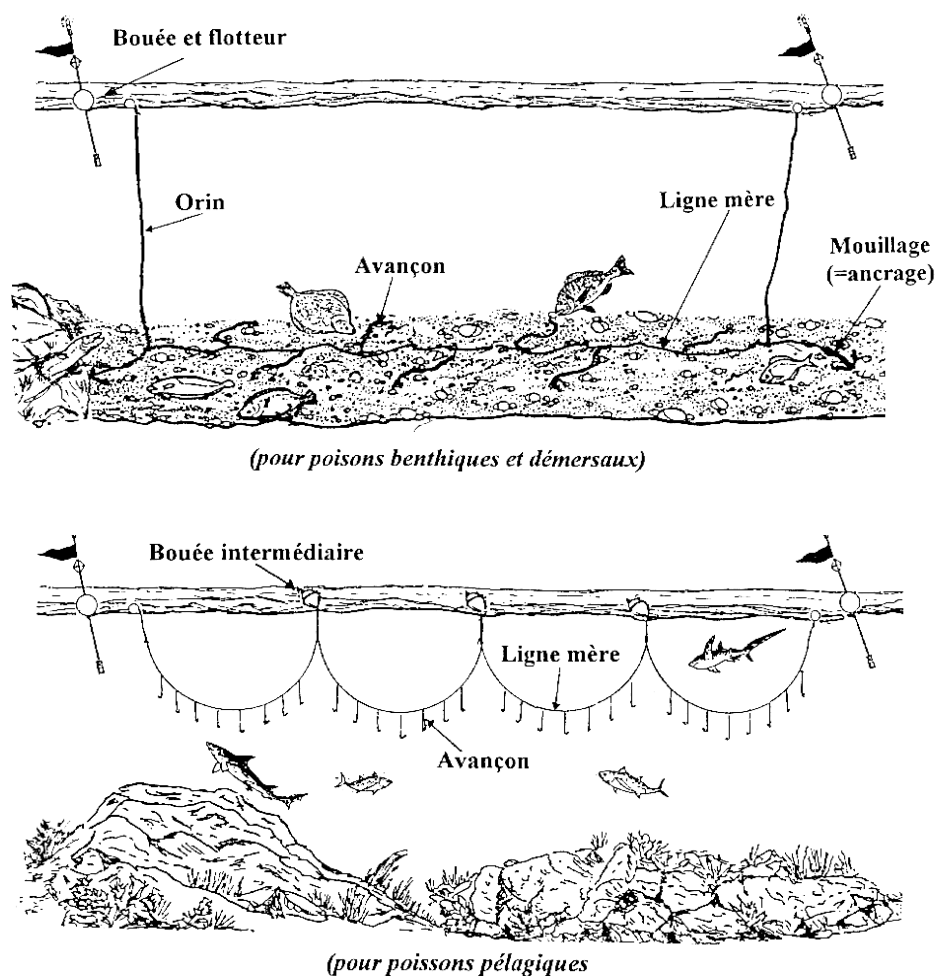


Figure 9.2. Palangre de fond et palangre dérivante (crédit : Gérard Deschamps, IFREMER Lorient 2004)

Plongée sous marine

Définition

La pêche professionnelle en plongée sous-marine (scaphandre autonome) se réalise sous l'assistance d'un appareil respiratoire, et est pratiquée sur le territoire de la Côte Bleue pour la pêche aux oursins (*Paracentrotus lividus*) et au corail rouge (*Corallium rubrum*). Ce dernier est notamment inscrit à l'annexe 5 de la Directive Habitat Faune Flore comme « espèces d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature ou l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion ».

Réglementation

La réglementation spécifique de la pêche professionnelle en scaphandre autonome est complexe. Elle est ainsi soumise à autorisation à travers un système de licences dérogeant aux dispositions de plusieurs arrêtés qui interdisent la pêche équipé d'un scaphandre autonome. Dans les Bouches-du-

Rhône, ces autorisations sont délivrées les Affaires Maritimes en concertation avec les syndicats des pêcheurs en plongée. Deux bateaux sont concernés sur la Côte Bleue. Concernant les oursins, une période de pêche est définie par l'arrêté du 27 octobre 2008 et va du 31 octobre au 16 avril de l'année suivante. Sur le quartier maritime de Marseille, 23 dérogations sont accordées, contre 8 dans le quartier maritime de Martigues.

Pressions

Aucune pression n'est officiellement rattachée à ce type de pêche d'après le RTE pêche professionnelle de l'AAMP. Néanmoins, des impacts locaux peuvent être générés par la pratique de la plongée (détérioration des fonds et des habitats notamment).

Engins secondaires

Les filets maillants dérivants

Définition

Les filets maillants dérivants ne sont pas fixés au fond comme les filets maillants fixes, mais, selon le règlement (CE) N° 2187/2005 du Conseil du 21 décembre 2006, « maintenu à la surface de la mer ou à une certaine distance en dessous de celle-ci grâce à des dispositifs flottants, qui dérive librement avec le courant ou avec le bateau auquel il peut être attaché. Il peut être équipé de dispositifs destinés à stabiliser le filet ou à en limiter la dérive » (Figure 9.3). Sur la Côte Bleue, une seule opération de pêche a utilisé un filet maillant dérivant pour cibler la sardine (d'une longueur de 100m pour 30m de haut), sur les plus de 2 000 opérations de pêche relevées en 15 mois de suivi.

Réglementation

Un arrêté du 11 juillet 2011 relatif à l'interdiction de pêche à l'aide de filets dérivants, et faisant suite à de multiples arrêtés, autorise les filets maillant dérivants d'une longueur inférieure ou égale à 2.5 km et d'un maillage inférieur ou égal à 50 mm est autorisé pour les captures qui ne dépendent pas de l'annexe VIII du règlement (CE) n° 894/97 (thonidés, marlins, espadon, requins, céphalopodes etc.), pour les bateaux d'une longueur inférieure à 10 m battant pavillon français et immatriculés dans l'Union européenne et à une distance à la côte qui ne peut excéder 2 milles nautiques. Les bateaux doivent par ailleurs toujours être en vue du filet lors de l'opération de pêche.

Pressions

Si les pressions des filets dérivants en mer ne sont pas énoncées par le RTE pêche professionnelle (AAMP 2010), la restriction des tailles de mailles indiquent clairement la volonté d'éliminer les prises accessoires de thons rouges, d'oiseaux, de tortues de mer et de mammifères marins

Cas particulier : la thonaille. En Méditerranée française, 87 navires utilisaient des filets classés comme dérivants appelés « thonaille » pour capturer notamment le thon rouge (*Thunnus thynnus*) ainsi que l'espadon (*Xiphias gladius*) au large des côtes. 7 étaient concernés sur la Côte Bleue. Si l'Union Européenne a interdit à compter du 1^{er} janvier 2002 et par le règlement n° 894/97 modifié l'usage de cet engin, la France s'est vue condamnée pour n'avoir fait cesser l'utilisation de cet engin qu'en 2007. L'engin était notamment considéré comme inadapté pour la conservation des ressources halieutiques, et de plus capturerait accidentellement un grand nombre de mammifères marins, de tortues marines et d'oiseaux de mer. Malgré cette interdiction, cet engin reste utilisé illégalement par certains pêcheurs de la région, en témoigne notamment la récupération d'un de ces filets le 26 Septembre 2011 accrochée à l'une des bouées de la réserve marine de Carry-le-Rouet (Charbonnel, comm. pers.)

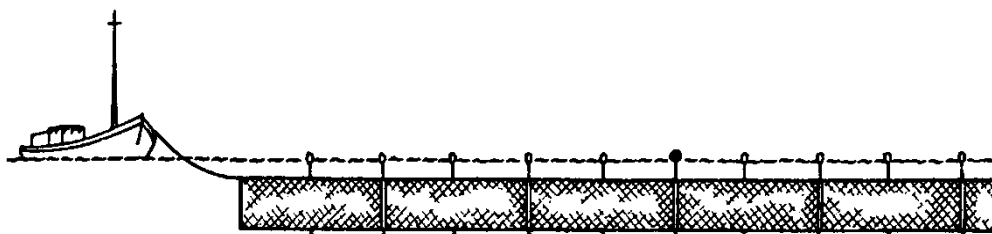


Figure 9.3. Filet maillant dérivant (crédit : Gérard Deschamps, IFREMER Lorient, 2004)

Cannes et lignes à mains

Définition, réglementations, pressions

Les **cannes et lignes** à mains utilisent, comme les palangres, des hameçons pour capturer les poissons. Elles sont pratiquées à la traîne par les palangriers, mais aussi à poste lors du démaillage des poissons en mer ou au port pour capturer les prédateurs attirés par les rejets de poissons lancés à l'eau, notamment les grands individus de loup (*Dicentrarchus labrax*). Les cannes sont aussi utilisées pour cibler le thon rouge.

Aucune réglementation n'intervient sur l'utilisation de ces engins. Aucune pression sur les habitats d'intérêt communautaire n'est identifiée par le RTE pêche professionnelle, ni de captures accidentelles des espèces inscrites à la DHFF et DO en Méditerranée (AAMP 2010).

Les pièges

Définition

Les **nasses**, comme les **pots à poulpes** et les **girelliers**, sont considérés comme des **pièges** et définies comme « des engins de pêche qui sont fixés ou mouillés au fond de la mer, et qui fonctionnent comme un piège pour capturer les espèces marines. Ils sont en forme de panier, de nasse, de tonneau ou de cage et, dans la plupart des cas, ils comportent un cadre rigide ou semi-rigide fait de matériaux divers (bois, osier, barres métalliques, treillis métallique, etc.) recouverts ou non d'un filet. Ils sont pourvus d'un ou plusieurs orifices ou ouvertures lisses qui permettent aux espèces de pénétrer dans la chambre intérieure. Ils peuvent être utilisés séparément ou en groupe. En cas d'utilisation en groupe, de nombreux pièges sont fixés sur la ligne principale par l'intermédiaire d'avançons de longueur et d'écartement variables selon l'espèce ciblée » (JOUE 2006).

Essentiellement utilisée sur la Côte Bleue pour capturer le congre, la **nasse**, de fabrication industrielle ou artisanale, est un donc piège dont l'objectif est d'attirer à l'intérieur un poisson ciblé à l'aide d'un appât, et dont la sortie sera rendu impossible soit par la fermeture du piège, soit par les particularités morphologiques ou comportementales de l'espèce capturée.

Le **girellier** est un piège traditionnel dont l'utilisation par les pêcheurs professionnels de la Côte Bleue est devenue rare, contrairement à la pêche récréative. Il s'agit d'un casier en osier ouvert à son extrémité supérieur, et dont les appâts utilisés sont destinés à attirer les poissons de soupe (et notamment les girelles), qui se retrouvent piégés lors de la remontée de l'engin.

Le **pot à poulpes** est pratiqué par un seul patron de pêche sur la partie Est de la Côte Bleue. Cette technique consiste à immerger le long d'une ligne une succession de récipients lestés (amphores, buse de ciment) pouvant servir de refuge aux poulpes (*Octopus vulgaris*), qui seront capturés lors de la remontée des récipients.

Réglementation

Mise à part une limitation du nombre de pièges pour les crustacés d'eaux profondes, qui ne concerne pas le PMCB, aucune limitation européenne n'est à signaler.

Pressions

Aucune pression sur les habitats d'intérêt communautaire n'est identifiée par le RTE pêche professionnelle, ni de captures accidentelles des espèces inscrites à la DHFF et DO en Méditerranée (AAMP 2010).

Autres engins pratiqués sur le territoire de la Côte Bleue

Si aucun chalutier ni lamparo n'est basé sur l'un des 6 ports de la Côte Bleue, ils fréquentent néanmoins régulièrement le territoire du Parc Marin de la Côte Bleue.

Les chaluts

Définition

Les **chalutiers** tirent un chalut, défini comme « des filets activement remorqués grâce à la puissance de propulsion du navire, qui consistent en un corps conique ou pyramidal (le corps du chalut), fermé par un cul de chalut, et qui peuvent soit s'agrandir à l'ouverture par les ailes, soit être montés sur un cadre rigide (Figure 9.4). L'ouverture horizontale est soit obtenue par des panneaux, soit réalisée par une perche ou un cadre de forme et de dimension variables. Ces filets peuvent être remorqués soit sur le fond (chaluts de fond) à l'aide de panneaux, soit entre deux eaux (chaluts pélagiques) » (JOUE 2006). Absent des ports de la Côte Bleue, plusieurs chalutiers de fonds et pélagiques des quartiers maritimes de Marseille (10 bateaux) et de Martigues (16 bateaux ; Source : IFREMER, 2011) fréquentent néanmoins son territoire. Sardines et anchois, mais aussi merlus, sparidés et loups sont les cibles principales des chaluts fréquentant la Côte Bleue.

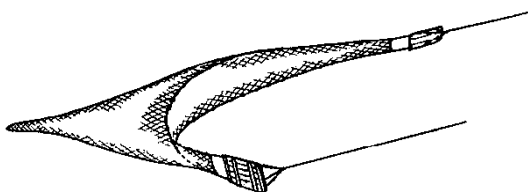


Figure 9.4. Chalut de fond à panneaux utilisé par les chalutiers fréquentant la Côte Bleue. (Crédit : Gérard Deschamps, IFREMER Lorient, 2004)

Réglementation

Outre des caractéristiques techniques particulières (comme la taille du maillage par exemple), la réglementation spécifiée dans l'article 13.2 du Journal Officiel de l'Union Européenne de 26 décembre 2006 que « l'utilisation des chaluts est interdite à moins de 1,5 mille marin de la côte. ». Le décret national N° 90-95 du 25/01/1990 90/94 concernant les zones de pêche non couvertes par la

réglementation communautaire de conservation et de gestion interdit lui l'usage des filets remorqués à **moins de trois milles de la laisse de basse mer des côtes du continent** et de celles des îles ou îlots. Plusieurs types de dérogations peuvent néanmoins être obtenus, à la demande d'un état membre et sous conditions que la demande soit justifiée par des contraintes géographiques particulières (Wendling 2007). Ainsi, une autorisation de chalutage est accordée à partir de 50 m de profondeurs à l'Ouest de la réserve marine de Couronne jusque dans tout le Golfe de Lion. L'article 4 en interdit la pratique au dessus des habitats protégés, notamment les herbiers de *Posidonia oceanica* ou autres phanérogames marines, ainsi qu'au dessus des habitats coralligènes. La pratique du chalut fait aussi l'objet d'une interdiction de pratique les samedis, dimanches et jours fériés. De même, il leur est interdit de pratiquer le chalut entre 20h et 03h30 sur l'Ouest du PMCB, et 20h30 et 04 h à l'Est du PMCB.

Pressions

Les pressions et impacts engendrés par les chaluts sont considérés parmi les plus élevés des engins de pêche légaux utilisés au niveau mondiale. Les pressions et les impacts sont ainsi d'ordre i) physiques, via par exemple l'altération de la structure de certains habitats, ii) chimiques, via la remise en suspension de certains métaux lourds en même temps que celle des sédiments, et iii) biologiques, via les changements dans la structure des habitats et des communautés associées qui entraînent une modification d'une partie de l'écosystème ou de son ensemble. Neuf des habitats d'intérêt communautaire sont concernés par les pressions et impacts liés au chalut, dont 3 en Méditerranée (substrats meubles). Si les poissons, mammifères marins et tortues d'intérêt communautaire ne sont pas ciblés par les métiers du chalut, des captures accidentelles sont notées. Peu est connu en ce qui concerne l'impact de l'activité sur les oiseaux, notamment sur leurs habitudes alimentaires (dépendances au rejet des chalutiers ; AAMP 2010).

Le lamparo, ou senne tournante coulissante

Définition

Les **lamparos** (Figure 9.5) utilisent une **senne tournante coulissante**, définie comme « tout filet tournant dont le fond se resserre au moyen d'un filin qui chemine le long du bourrelet par une série d'anneaux et permet ainsi au filet de coulisser et de se refermer. Les sennes coulissantes peuvent être utilisées pour capturer des espèces de petits et grands pélagiques ou des espèces démersales » (JOUE 2006). Absent des ports de la Côte Bleue, les lamparos fréquentent néanmoins son territoire, venant notamment des ports de Toulon et de Port-Vendres. Cette technique de pêche, essentiellement pratiquée de nuit, consiste à attirer à l'aide d'engins lumineux (le lamparo) les

poissons souvent constitués en bancs. L'utilisation de radars peut aider à repérer au préalable les bancs. Une fois repéré, les lamparos vont encercler les poissons à l'aide d'une senne tournante, faisant parfois appel à une autre embarcation de taille inférieure, avant de refermer le « cul » du filet et de sortir le filet à la verticale. Ils ciblent essentiellement la sardine et l'anchois, mais aussi les forts regroupements des poissons démersaux comme les dorades royales et de loups lors de leurs saisons de reproduction en hiver.

Réglementation

Outre l'article 9.5 fixant le maillage pour les filets tournants à 14mm, l'article 13.1 du Journal Officiel de l'Union Européenne de 26 décembre 2006 interdit l'utilisation des sennes coulissantes « à moins de 300 mètres de la côte ou en deçà de l'isobathe de 50 m lorsque cette profondeur est atteinte à une moindre distance de la côte. Une seine coulissante ne peut être mouillée à des profondeurs inférieures à 70 % de sa hauteur de chute totale », à savoir 120m. Comme pour les chaluts, la pratique du lamparo est interdite au dessus des herbiers de *Posidonia oceanica* ou autres phanérogames marines, ainsi qu'au dessus des habitats coralligènes

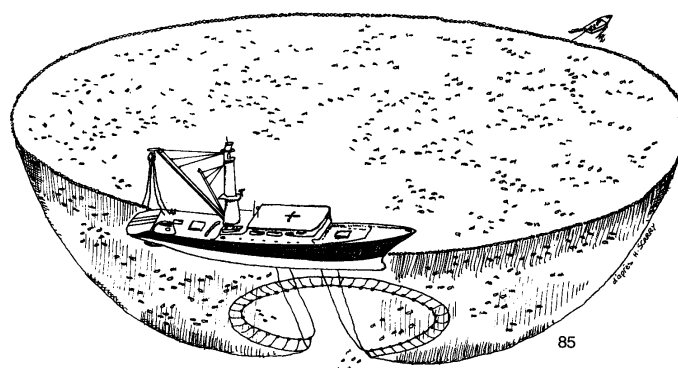


Figure 9.5. Lamparo, ou senne tournante coulissante (crédit : Gérard Deschamps, IFREMER Lorient, 2004)

Pressions

Le RTE pêche professionnelle ne recense aucune étude qui quantifie les pressions et les impacts physiques sur les habitats et espèces d'intérêt communautaires de la Directive Habitats Faune Flore (le fond de la senne étant en contact avec le fond). Il semblerait néanmoins qu'ils soient faibles, bien que l'on puisse se poser la question au vu des lourdes chaînes utilisés pour fermer mécaniquement la senne. Les pressions seraient essentiellement biologiques sur les herbiers de posidonies (*Posidonia oceanica*) et la roche infralittorale à algues photophiles en Méditerranée (AAMP 2010). Très peu de captures accidentelles de tortues, de mammifères marins et d'aloses feintes sont recensées avec cet engin de pêche.

Annexe 3. Liste des 120 espèces animales observées au moins une fois sur la période d'étude allant du 01/04/2009 au 30/06/2010 dans les captures des pêcheurs de la Côte Bleue. Pour la pêche professionnelle (PP) : ECTR : Espèce-cible très recherchée ; ECAR : Espèce-cible assez recherchée ; ENC : Espèce non ciblée ; ERC : Espèce non ciblée dont la capture reste exceptionnelle. Pour l'activité de pêche récréative à la ligne (LG) et la chasse sous-marine (CH) : TR : Espèce très recherchée et AR : Espèce assez recherchée.

Phylum	Classe	Ordre	Famille	Genre & Espèce	Nom commun	PP	LG	CH	
Arthropode	Malacostraca	Decapode	Calappidae	<i>Calappa granulata</i>	Crabe honteux	ENC			
			Dromiidae	<i>Dromia personata</i>	Dromie	ENC			
			Majidae	<i>Maja spp.</i>	Esquinade	ECTR			
			Nephropidae	<i>Homarus gammarus</i>	Homard	ECTR		TR	
			Palinuridae	<i>Palinurus elephas</i>	Langouste	ECTR		TR	
			Scyllaridae	<i>Scyllarides latus</i>	Grande cigale de mer*	ERC			
			<i>Scyllarus arctus</i>	Petite cigale de mer	ECAR				
Chorde	Actinopterygii	Anguilliformes	Congridae	<i>Conger conger</i>	Congre	ECTR	AR	TR	
			Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	Murène	ENC		AR	
		Aulopiformes	Synodontidae	<i>Synodus saurus</i>	Poisson lézard rayé	ECAR			
				<i>Belone belone</i>	Orphie	ENC	AR		
		Clupeiformes	Clupeidae	<i>Alosa fallax</i>	Alose feinte	ERC			
				<i>Sardina pilchardus</i>	Sardine	ECTR			
				<i>Sardinella aurita</i>	Sardinelle, Allache	ENC	AR		
		Gadiformes	Gadidae	<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud	ECAR	AR		
				<i>Trisopterus minutus</i>	Capelan	ECAR	AR		
				Lotidae	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	Motelle	ERC		
					<i>Molva dipterygia macrophthalma</i>	Lingue espagnole	ERC		
			Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i>	Merlu	ECTR	AR		
				Phycidae	<i>Phycis phycis</i>	Mostelle	ECAR	AR	TR
		Lophiiformes	Lophiidae	<i>Lophius budegassa</i>	Baudroie	ECTR			
				<i>Lophius piscatorius</i>	Baudroie	ECTR		TR	
		Mugiliformes	Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	Mulet lippu	ECAR		TR	
				<i>Liza aurata</i>	Mulet doré	ECAR		TR	
				<i>Liza ramada</i>	Mulet porc	ECAR		TR	
				<i>Mugil cephalus</i>	Muge cabot	ECTR	AR	TR	
		Perciformes	Carangidae	<i>Lichia amia</i>	Liche	ECTR	AR	TR	
<i>Seriola dumerili</i>	Grande Sériole			ECTR	TR	TR			
<i>Trachinotus ovatus</i>	Palomine			ECAR		AR			
<i>Trachurus</i>	Chinchard à queue jaune			ECAR					
<i>Trachurus trachurus</i>	Chinchard			ENC					
Centracanthidae	<i>Spicara maena</i>			Mendole	ENC				
	<i>Spicara smaris</i>	Jarret	ENC						

Phylum	Classe	Ordre	Famille	Genre & Espèce	Nom commun	PP	LG	CH	
Chorde	Actinopterygii	Perciformes	Centrolophidae	<i>Centrolophus niger</i>	Centrolophe noir	ERC			
			Gobiidae	<i>Gobius cobitis</i>	Gobie à grosse tête	ERC			
				<i>Gobius cruentatus</i>	Gobie clown	ERC			
			Labridae	<i>Coris julis</i>	Girelle	ECAR	TR	AR	
				<i>Labrus merula</i>	Merle	ECAR	AR	AR	
				<i>Labrus viridis</i>	Labre vert	ECAR	AR	AR	
				<i>Symphodus</i>	Crénilabre	ECAR	AR		
				<i>mediterraneus</i>	méditerranéen				
				<i>Symphodus ocellatus</i>	Crénilabre ocellé	ECAR	AR		
				<i>Symphodus roissali</i>	Crénilabre à 5 taches	ECAR	AR		
				<i>Symphodus rostratus</i>	Sublet	ECAR	AR		
				<i>Symphodus tinca</i>	Crénilabre tanche	ECAR	AR	AR	
				<i>Xyrichtys novacula</i>	Rason	ERC			
				Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	ECTR	TR	TR
				Mullidae	<i>Mullus barbatus</i>	Rouget de vase	ECTR		TR
					<i>barbatus</i>				
			<i>Mullus surmuletus</i>		Rouget de roche	ECTR		TR	
			Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	Castagnole	ERC			
			Sciaenidae	<i>Argyrosomus regius</i>	Maigre***	ERC			
				<i>Sciaena umbra</i>	Corb	ECTR	TR	TR	
			Scombridae	<i>Auxis rochei rochei</i>	Bonitou	ECTR	TR		
				<i>Sarda sarda</i>	Pélamide	ECTR	TR		
				<i>Scomber japonicus</i>	Maquereau espagnol	ENC	TR	AR	
				<i>Scomber scombrus</i>	Maquereau commun	ECTR	TR	AR	
			Serranidae	<i>Thunnus thynnus</i>	Thon rouge	ECTR	TR		
				<i>Epinephelus marginatus</i>	Mérou brun**	ERC			
				<i>Serranus cabrilla</i>	Serran chèvre	ECAR	AR	AR	
				<i>Serranus scriba</i>	Serran écriture	ECAR	AR	AR	
				Sparidae	<i>Boops boops</i>	Bogue	ENC		
			<i>Dentex dentex</i>		Denti	ECTR	TR	TR	
			<i>Diplodus annularis</i>		Sparailon	ECAR	AR	AR	
			<i>Diplodus cervinus cervinus</i>		Sar tambour	ECTR	AR	TR	
<i>Diplodus puntazzo</i>	Charax	ECTR	TR		TR				
<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun	ECTR	TR		TR				
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noire	ECTR	TR		TR				
<i>Lithognathus mormyrus</i>	Marbré	ECTR	AR		TR				
<i>Oblada melanura</i>	Oblade	ENC	AR		TR				

Phylum	Classe	Ordre	Famille	Genre & Espèce	Nom commun	PP	LG	CH			
Chorde	Actinopterygii	Perciformes	Sparidae	<i>Pagellus acarne</i>	Pageot acarné	ECAR	TR	TR			
				<i>Pagellus bogaraveo</i>	Dorade rose	ECTR	TR	TR			
				<i>Pagellus erythrinus</i>	Pageot commun	ECTR	TR	TR			
				<i>Pagrus pagrus</i>	Pagre	ECTR	TR	TR			
				<i>Sarpa salpa</i>	Saupe	ENC	AR	AR			
				<i>Sparus aurata</i>	Daurade	ECTR	TR	TR			
				<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Canthare	ECTR	TR	AR			
				Sphyraenidae	<i>Sphyraena viridensis</i>	Bécune	ECAR	AR	AR		
				Trachinidae	<i>Trachinus draco</i>	Grande vive	ECAR				
				Trichiuridae	<i>Lepidopus caudatus</i>	Sabre argenté	ERC				
				Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i>	Uranoscope	ECAR				
				Xiphiidae	<i>Xiphias gladius</i>	Espadon	ECTR	TR			
				Pleuronectiformes	Bothidae	<i>Bothus podas</i>	Rombou	ECAR		TR	
		<i>Citharus linguatula</i>	Cithare			ECAR					
		<i>Psetta maxima</i>	Turbot (clouté)			ECTR		TR			
		<i>Scophthalmus rhombus</i>	Barbue			ECTR		AR			
		Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>			Petite sole jaune	ECAR				
			<i>Microchirus ocellatus</i>			Sole-perdrix ocellée	ECAR				
			<i>Monochirus hispidus</i>			Sole velue	ECAR				
			<i>Pegusa theophilus</i>			Sole pole de Méditerranée	ECAR				
			<i>Solea aegyptiaca</i>			Sole égyptienne	ECTR				
			<i>Solea senegalensis***</i>			Sole du Sénégal	ECAR				
			<i>Solea solea</i>			Sole commune	ECTR		TR		
			<i>Synapturichthys kleinii</i>			Sole tachetée	ECAR				
			Salmoniformes			Salmonidae	<i>Salmo trutta trutta</i>	Truite de mer	ERC		
						Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena elongata</i>	Rascasse rose	ECAR	
		<i>Scorpaena maderensis***</i>						Rascasse de Madère	ERC		
		<i>Scorpaena notata</i>	Petite rascasse rouge					ECTR			
		<i>Scorpaena porcus</i>	Rascasse brune					ECTR	AR	AR	
		Triglidae	<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon	ECTR	TR	TR				
			<i>Aspitrigla cuculus</i>	Grondin rouge	ECAR		AR				
			<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	ECTR		TR				
			<i>Chelidonichthys obscurus</i>	Grondin morrude	ECAR		TR				
<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grondin gris		ECAR		AR						
<i>Trigla lyra</i>	Grondin lyre		ECAR	AR	AR						
<i>Trigloporus lastoviza</i>	Grondin camard		ECAR	AR	AR						

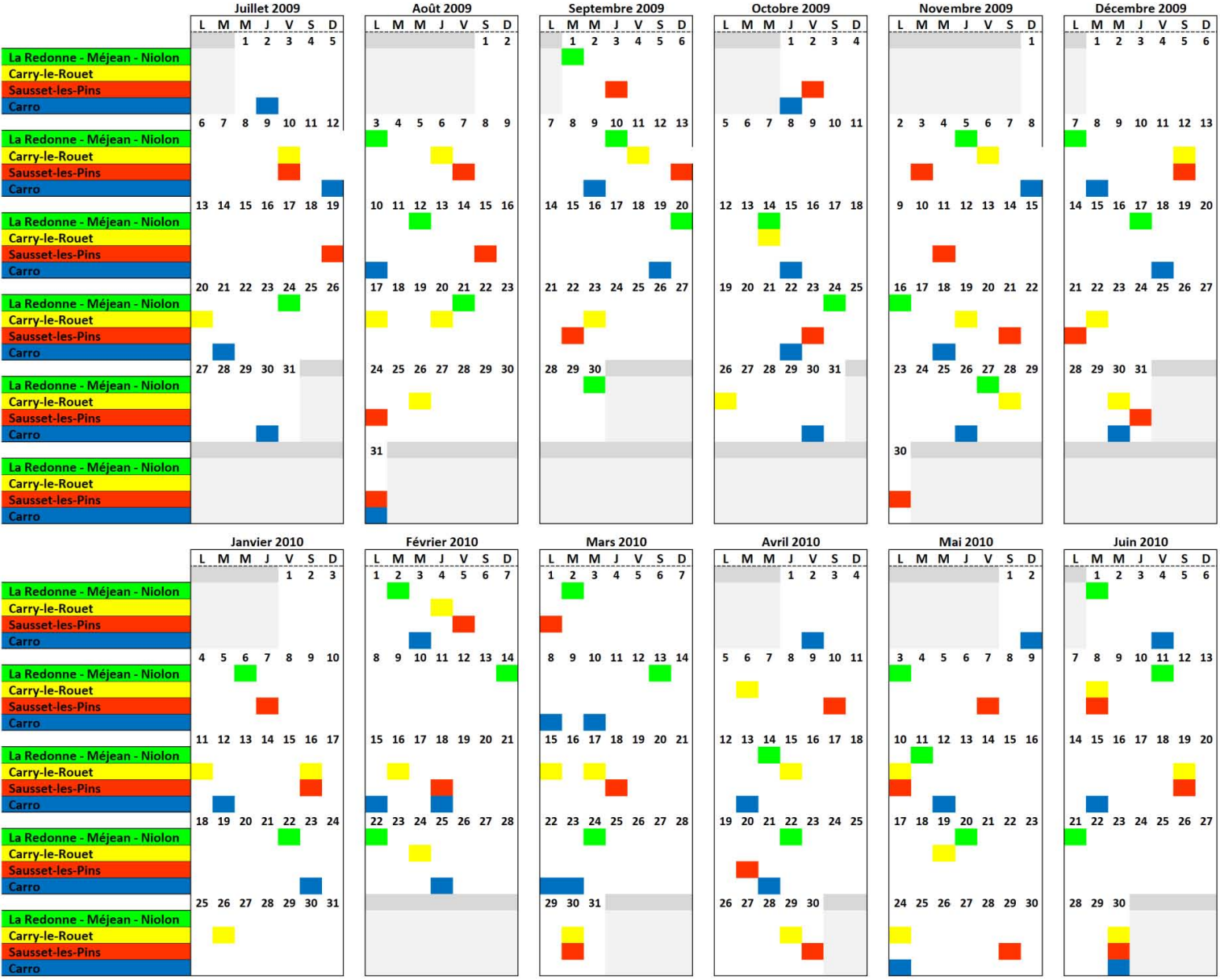
Phylum	Classe	Ordre	Famille	Genre & Espèce	Nom commun	PP	LG	CH
Chorde	Actinopterygii	Tetraodontiformes	Balistidae	<i>Balistes carolinensis</i>	Baliste	ENC		
			Molidae	<i>Mola mola</i>	Poisson lune	ERC		
		Zeiformes	Zeidae	<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	ECTR		TR
	Elasmobranchii	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	<i>Scyliorhinus canicula</i> <i>Scyliorhinus stellaris</i>	Petite roussette Grande roussette	ENC ENC		
		Rajiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis pastinaca</i>	Raie pastenague	ECAR		
			Rajidae	<i>Raja clavata</i> <i>Raja sp.</i>	Raie bouclée Raie	ECAR ECAR		AR
Mollusque	Cephalopode	Torpediniformes	Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i> <i>Torpedo torpedo</i>	Torpille marbrée Torpille ocellée	ENC ENC		
		Myopsida	Loliginidae	<i>Loligo vulgaris</i>	Calmar	ECTR		
		Octopode	Octopodidae	<i>Eledone cirrhosa</i> <i>Octopus vulgaris</i>	Eledone Poulpe	ECAR ECTR		TR
	Gasteropode	Sepiida	Sepiidae	<i>Sepia officinalis</i>	Seiche	ECTR	TR	TR
		Neogastropode	Muricidae	<i>Bolinus spp.</i>	Murex	ENC		
			Turbinidae	<i>Bolma rugosa</i>	Turbot	ENC		

* Espèces dont la capture est interdite

** Espèces dont la capture est règlementée.

*** Première observation issue d'un suivi scientifique au sein du Parc Marin de la Côte Bleue.

Annexe 4. Calendrier des sorties de terrain durant l'année d'étude pour les 6 ports de la Côte Bleue: La Redonne, Méjean et Niolon sont regroupé en une seule unité d'échantillonnage (LR-M-N). En bleu, les sorties de terrains pour le port de Carro, en rouge, celles pour le port de Sausset-les-Pins, en jaune, celles pour le port de Carry-le-Rouet, et en vert, celles pour le triptyque LR-M-N.



Annexe 5. Questionnaire sur les perceptions soumis à 16 patrons de pêche au cours d'un entretien individuel direct

Questions	Modalité de réponse
- Quelles sont les raisons vous ayant motivé à pratiquer le métier de pêcheur professionnel aux petits métiers côtiers ?	<ul style="list-style-type: none"> - Attrait pour la mer - Attrait pour la pêche - Antécédent familial - Facilité d'emploi / emploi local - Indépendance - Niveau de salaire élevé - Rythme de travail - Ne sait pas (NSP)
- Avez-vous un autre métier que celui de pêcheur professionnel aux petits métiers côtiers ?	<ul style="list-style-type: none"> - Oui (<i>lequel ?</i>) - Non
<p>Depuis que vous êtes pêcheur aux petits métiers côtiers, et pour chaque métier que vous pratiquez, comment avez-vous vu évolué (<i>pour les patrons de pêche ayant commencé leur activité il y a plus de 5 ans, et ayant une activité régulière du métier</i>) :</p>	
- La distance à la côte de vos lieux de pêche ?	<ul style="list-style-type: none"> - Plus importante - Equivalent - Plus importante - NSP
- La longueur moyenne des filets utilisés ?	<ul style="list-style-type: none"> - Plus importante - Equivalente - Plus importante - NSP
- Le nombre moyen de sorties/opérations de pêche par an	<ul style="list-style-type: none"> - Plus important - Equivalent - Moins important - NSP
- La biomasse capturée par opération de pêche ?	<ul style="list-style-type: none"> - Plus importante - Equivalente - Moins importante - NSP
- La taille moyenne générale des poissons capturés par opération de pêche ?	<ul style="list-style-type: none"> - Plus importante - Equivalente - Moins importante - NSP
- Le nombre moyen d'individus capturés par opération de pêche ?	<ul style="list-style-type: none"> - Plus important - Equivalent - Moins important - NSP
- La diversité moyenne des individus capturés par opération de pêche ?	<ul style="list-style-type: none"> - Plus importante - Equivalent - Moins importante - NSP

Questions	Modalité de réponse
<p>- En pourcentage, quelle part de votre capture annuelle vendez-vous :</p> <p>1) directement, sans passer par un intermédiaire ?</p> <p>2) A la criée ?</p> <p>3) Aux restaurants ?</p>	<p>- 0%</p> <p>- 1-25%</p> <p>- 26-50%</p> <p>- 51-75%</p> <p>- 76-100%</p>
<p>- Encouragerez-vous votre descendance à pratiquer le métier de pêcheur professionnel aux petits métiers côtiers ?</p>	<p>- Oui</p> <p>- Non (Raisons ?)</p> <p>- NSP</p>
<p>- Quelles seraient les deux solutions les plus adaptées pour soutenir la pêche artisanale aux petits métiers côtiers ?</p>	<p>- Faire respecter la réglementation existante</p> <p>- Améliorer la vente locale / valoriser le produit de la pêche</p> <p>- Agrandir les réserves existantes</p> <p>- Créer une nouvelle réserve marine (précisez à quel endroit ?)</p> <p>- Immerger des récifs artificiels (production / protection ?)</p> <p>- Créer un permis de pêche pour la pêche récréative</p> <p>- Fixer des quotas pour la pêche récréative</p> <p>- Fermer la pêche pendant la reproduction de certaines espèces (arrêt biologique)</p> <p>- Fixer des quotas de pêche</p> <p>- Diminuer les longueurs de filets</p> <p>- Augmenter les mailles des filets</p> <p>- Augmenter les tailles minimales de capture</p> <p>- Augmenter les subventions</p> <p>- Autres (<i>précisez</i>)</p>
<p>- Quel est l'effet des réserves</p> <p>1) Sur votre propre activité ?</p> <p>2) Sur la pêche professionnelle aux petits métiers côtiers en général ?</p> <p>3) Sur l'environnement ?</p> <p>2) Sur l'économie locale ?</p>	<p>- Très positif</p> <p>- Plutôt positif</p> <p>- Neutre</p> <p>- Plutôt négatif</p> <p>- Très négatif</p> <p>- Ne Sais Pas (NSP)</p>
<p>- Connaissez-vous l'existence du Parc Marin de la Côte Bleue ?</p>	<p>- Oui</p> <p>- Non</p>
<p>- Pensez-vous être suffisamment associé au processus de décisions du PMCB ?</p>	<p>- Oui</p> <p>- Non</p> <p>- NSP</p>
<p>- Pensez-vous que le balisage des réserves du PMCB est adapté ?</p>	<p>- Oui</p> <p>- Non</p> <p>- A améliorer</p> <p>- NSP</p>
<p>- Pensez-vous que les réglementations en vigueur dans les réserves du PMCB sont bien adaptées ?</p>	<p>- Oui</p> <p>- Non</p> <p>- NSP</p>

Questions	Modalité de réponse
- Pensez-vous que les réglementations sont bien respectées ?	- Oui - Non - NSP
- La surveillance en mer dans les réserves exercée par l'équipe du PMCB est-elle suffisante ?	- Oui - Non - NSP
- Le niveau de contrôle en mer par les autorités de l'Etat est-il selon vous suffisant ?	- Oui - Non - NSP
- Savez-vous qu'il y a des récifs artificiels au sein du PMCB ?	- Oui - Non
- Quel est l'effet des récifs artificiels votre activité ?	- Très positif - Plutôt positif - Neutre - Plutôt négatif - Très négatif - NSP
- Quel est l'effet des récifs artificiels sur la pêche professionnelle en général ?	- Très positif - Plutôt positif - Neutre - Plutôt négatif - Très négatif - NSP
- Êtes-vous favorable aux immersions de récifs artificiels ?	- Oui - Non - NSP
- Quels sont vos relations avec : <i>.Les autres pêcheurs aux petits métiers côtiers</i> <i>.Les chalutiers</i> <i>.Les lamparos</i> <i>.Les chasseurs sous marins</i> <i>.Les pêcheurs embarqués et du bord</i> <i>.Les Jet skis</i> <i>.Les plaisanciers</i> <i>.Les plongeurs sous marins</i> <i>.Les bateliers</i> <i>.Les kite-surfeurs, surfeurs et véliplanchistes (sports de glisse)</i> <i>.Les baigneurs</i> <i>.Les kayaks</i>	- Bonnes - Inexistantes / Neutre - Conflictuelles - NSP

Annexe 6. Typologie des habitats utilisée pour cette étude, et correspondance avec de la typologie des habitats Natura 2000. En gras, les codes des habitats d'intérêt prioritaire et communautaire.

Typologie adaptée	Typologie Natura 200
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	<i>Galets Infralittoraux</i> <i>Sables Fins Bien Calibrés</i> <i>Sables Grossiers et fins graviers sous l'influence des Courants de Fond</i> <i>Mosaïque de Sables Grossiers et fins graviers sous l'influence des Courants de Fond et de Galets Infralittoraux</i>
Coralligène	<i>Coralligène</i>
Grandes criques et baies peu profondes	<i>Sables Vaseux de Mode Calme</i>
Herbier de Posidonie	<i>Herbier de Posidonie</i> <i>Mosaïque d'Herbier de Posidonie de faible recouvrement (<30%) sur Matte morte</i>
Herbier de Posidonie sur roche	<i>Herbier de Posidonie sur roche</i> <i>Mosaïque d'Herbier de Posidonie et de Roche Infralittorale à Algues Photophiles</i> <i>Mosaïque d'Herbier de Posidonie et de Coralligène</i>
Matte morte (thanatocénose de l'Herbier de Posidonie)	<i>Matte morte (thanatocénose de l'Herbier de Posidonie)</i>
Objet d'Origine anthropique (récifs artificiels)	<i>Objet d'Origine anthropique</i> <i>Récif artificiel</i>
Roche Infralittorale à Algues Photophiles	<i>Roche Infralittorale à Algues Photophiles</i> <i>Mosaïque de Roche Infralittorale à Algues Photophiles et de Galets Infralittoraux</i> <i>Mosaïque de Roche Infralittorale à Algues Photophiles et de Matte morte</i>
Substrats meubles (Détritiques, Substrat envasé, Vases)	<i>Déritique Côtier</i> <i>Déritique Côtier Envasé</i> <i>Déritique Envasé</i> <i>Substrat envasé localement enduré</i> <i>Vases Terrigènes Côtières</i>

Annexe 7. Pour chaque métier défini, espèces principales et accessoires, engin, maille, hauteur de filet, longueur de filet, profondeur et distance à la côte.

Métier	Espèces cibles principales	Espèces cibles accessoires	Engin (<i>filet</i>)	Maille (mm)	Hauteur en pêche (m)	Longueur (m)	Profondeur (m)	Distance à la côte (m)
Métier Sparidés	<i>Sparus aurata</i> <i>Diplodus</i> spp.	<i>Dicentrarchus labrax</i> <i>Pagrus pagrus</i> <i>Sarda sarda</i>	Filet maillant Trémail Filet combiné	Min : 80 Moy : 91 – 100 Max : 143	Min : ~6.5 Moy : 9.9 Max : ~17	Min : 450 Moy : 945.2 Médiane : 750 Max : 4 500	Min : 1 Moy Min : 16.0 Moy : 23.3 Moy Max : 30.6 Max : 60	Min : 10 Moy : 519.2 Médiane : 431.0 Max : 2 295.3
Métier Loup	<i>Dicentrarchus labrax</i> <i>Sparus aurata</i>	<i>Diplodus</i> spp.	Filet maillant Trémail Filet combiné	Min : 80 Moy : 91 – 100 Max : 111	Min : ~8 Moy : 11.2 Max : ~17	Min : 500 Moy : 1 127.3 Médiane : 1 000 Max : 4 300	Min : 6 Moy Min : 16.8 Moy : 22.4 Moy Max : 29.2 Max : 60	Min : 10 Moy : 588.2 Médiane : 638.0 Max : 2 749.4
Métier Rouget	<i>Mullus surmuletus</i> <i>Mullus barbatus</i> <i>Scorpaena notata</i> <i>Scorpaena porcus</i>	<i>Serranus cabrilla</i> <i>Serranus scriba</i> <i>Symphodus</i> spp. <i>Labrus viridis</i> <i>Labrus merula</i> <i>Octopus vulgaris</i>	Filet maillant	Min : 38 Moy : 42 – 45 Max : 45	Min : ~1 Max : ~1.4	Min : 900 Moy : 1 896.0 Médiane : 1 500 Max : 3 000	Min : 3 Moy Min : 12.7 Moy : 16.8 Moy Max : 16.6 Max : 50	Min : 10 Moy : 526.4 Médiane : 289.0 Max : 2 135.2
Métier Merlu	<i>Merluccius merluccius</i> <i>Pagellus</i> spp.	<i>Chelidonichthys lucerna</i> <i>Lophius</i> spp.	Filet maillant	Min : 63 Moy : 71 – 77 Max : 91	Min : ~3 Moy : 3.6 Max : ~4	Min : 100 Moy : 2 176.1 Médiane : 2 800 Max : 4 000 (6 000 ?)	Min : 40 Moy Min : 71.8 Moy : 74.2 Moy Max : 80.1 Max : 100	Min : 942 Moy : 4 971.1 Médiane : 4 113.0 Max : 10 866.7
Métier Soupe	<i>Scorpaena notata</i> <i>Scorpaena porcus</i> <i>Serranus cabrilla</i> <i>Serranus scriba</i> <i>Symphodus</i> spp.	<i>Mullus surmuletus</i> <i>Labrus viridis</i> <i>Labrus merula</i> <i>Octopus vulgaris</i>	Trémail	Min : 42 Moy : 42 -63 Max : 71	Min : ~1.2 Moy : 1.4 Max : ~1.8	Min : 500 Moy : 1 103.7 Médiane : 1 000 Max : 2 000	Min : 2 Moy Min : 12 Moy : 15.3 Moy Max : 17.1 Max : 60	Min : 10 Moy : 368.8 Médiane : 225.5 Max : 2658.7
Métier Langouste	<i>Palinurus elephas</i> <i>Scorpaena scrofa</i> <i>Dentex dentex</i>	<i>Labrus merula</i> <i>Labrus viridis</i> <i>Octopus vulgaris</i>	Trémail	Min : 71 Moy 91 Max : 125	Min : ~1 Moy : 1.6 Max : ~4	Min : 900 Moy : 1 856.9 Médiane : 1 500 Max : 3 500	Min : 5 Moy Min : 28.6 Moy : 34.7 Moy Max : 37.6 Max : 87	Min : 10 Moy : 1 679.1 Médiane : 991.5 Max : 5 299.5
Métier Sole	<i>Solea solea</i> <i>Solea aegyptiaca</i>	<i>Psetta maxima</i> <i>Scophthalmus rhombus</i> <i>Dicentrarchus labrax</i>	Trémail	Min : 83 Moy et Max : 91	Min : ~1.2 Moy : 1.5 Max : ~1.8	Min : 1 000 Moy : 5 639.5 Médiane : 6 000 Max : 10 000 (14 000 ?)	Min : 10 Moy Min : 53.3 Moy : 66.2 Moy Max : 77.6 Max : 90	Min : 177 Moy : 4 008.7 Médiane : 3 459.0 Max : 11 328.5

Annexe 8. Biomasse individuelle moyenne par espèce pour 6 des 7 métiers principaux de la Côte Bleue. Les biomasses individuelles moyennes par espèce n'ont pu être calculées pour le métier « Langouste ».

Tableau 9.1. Biomasse individuelle moyenne par espèce issue 1) de la moyenne des biomasses individuelles échantillonnées et 2) du ratio entre la biomasse totale mesurée et le nombre d'individus concernés pour le métier « Sparidés » (nombre d'individus mesurés par espèce supérieur à 10).

Sparidés	Moyenne des biomasses individuelles		Ratio « Biomasse total / Nb d'individus »	
	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne
<i>Chelon labrosus</i>	11	1254.5	11	1254.5
<i>Diplodus puntazzo</i>	11	470.5	14	505.4
<i>Diplodus sargus</i>	34	316.1	39	319.8
<i>Diplodus vulgaris</i>	25	250	25	250
<i>Sarda sarda</i>	12	1840.2	12	1840.2
<i>Seriola dumerili</i>	23	659.8	23	659.8
<i>Sparus aurata</i>	207	420.8	332	477

Tableau 9.2. Biomasse individuelle moyennes par espèce issue 1) de la moyenne des biomasses individuelles échantillonnées et 2) du ratio entre la biomasse totale mesurée et le nombre d'individus concernés pour le métier « Loup » (nombre d'individus mesurés par espèce supérieur à 10).

Loup	Moyenne des biomasses individuelles		Ratio « Biomasse total / Nb d'individus »	
	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne
<i>Dicentrarchus labrax</i>	54	720.1	56	716
<i>Diplodus sargus</i>	47	276.6	47	276.6
<i>Diplodus vulgaris</i>	38	264.6	61	260.7
<i>Pagrus pagrus</i>	21	477.4	21	477.4
<i>Sparus aurata</i>	158	285.7	182	286.5

Tableau 9.3. Biomasse individuelle moyenne par espèce issue 1) de la moyenne des biomasses individuelles échantillonnées et 2) du ratio entre la biomasse totale mesurée et le nombre d'individus concernés pour le métier « Rouget » (nombre d'individus mesurés par espèce supérieur à 10).

Rouget	Moyenne des biomasses individuelles		Ratio « Biomasse total / Nb d'individus »	
	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne
<i>Mullus surmuletus</i>	37	116.8	92	69.1
<i>Scorpaena sp.</i>	13	60.6	38	50.3
<i>Symphodus tinca</i>	12	48.2	13	48.6

Tableau 9.4. Biomasse individuelle moyenne par espèce issue 1) de la moyenne des biomasses individuelles échantillonnées et 2) du ratio entre la biomasse totale mesurée et le nombre d'individus concernés pour le métier « Merlu » (nombre d'individus mesurés par espèce supérieur à 10).

Merlu	Moyenne des biomasses individuelles		Ratio « Biomasse total / Nb d'individus »	
	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	48	216.9	48	210.7
<i>Citharus linguatula</i>	45	53.7	66	57.8
<i>Loligo vulgaris</i>	13	175.1	14	175.1
<i>Merluccius merluccius</i>	73	470.8	1449	470.8
<i>Pagellus bogaraveo</i>	16	201.1	13	201.1
<i>Pagellus erythrinus</i>	75	178.3	95	178.3
<i>Sarda sarda</i>	15	1462.8	45	1462.8
<i>Scomber japonicus</i>	22	797.5	93	797.5
<i>Trachurus sp.</i>	10	461.6	10	461.6

Tableau 9.5. Biomasse individuelle moyenne par espèce issue 1) de la moyenne des biomasses individuelles échantillonnées et 2) du ratio entre la biomasse totale mesurée et le nombre d'individus concernés pour le métier « Soupe » (nombre d'individus mesurés par espèce supérieur à 10).

Soupe	Moyenne des biomasses individuelles		Ratio « Biomasse total / Nb d'individus »	
	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne
<i>Bothus podas</i>	23	34.3	23	34.3
<i>Diplodus annularis</i>	23	34.8	23	34.8
<i>Mullus surmuletus</i>	30	87.7	64	92.9
<i>Scorpaena sp.</i>	76	68.2	87	63.9
<i>Sepia officinalis</i>	10	382.2	10	382.2
<i>Serranus scriba</i>	11	60.2	11	60.2
<i>Spicara maena</i>	16	45.4	16	54.4
<i>Symphodus tinca</i>	43	99.3	43	99.3

Tableau 9.6. Biomasse individuelle moyenne par espèce issue 1) de la moyenne des biomasses individuelles échantillonnées et 2) du ratio entre la biomasse totale mesurée et le nombre d'individus concernés pour le métier « Sole » (nombre d'individus mesurés par espèce supérieur à 10).

Sole	Moyenne des biomasses individuelles		Ratio « Biomasse total / Nb d'individus »	
	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne	Nb d'individus concernés	Biomasse moyenne
<i>Bothus podas</i>	36	41.9	36	41.9
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	17	288.1	40	220.4
<i>Dicentrarchus labrax</i>	24	956.1	32	841.4
<i>Lophius sp.</i>	16	376.2	37	392.2
<i>Merluccius merluccius</i>	11	287.2	25	418.3
<i>Solea sp.</i>	109	356.5	282	330.3

Annexe 9. Résultats complémentaires concernant les perceptions des pêcheurs professionnels quant à la performance du PMCB.

Perceptions de l'effet des réserves sur l'économie locale

L'un des aspects non traités dans Leleu et al. (2012) concerne l'effet du Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB) et de ses réserves sur l'économie locale. Cet aspect n'est pas le plus facile à percevoir pour certains usagers. Cette difficulté d'approche se ressent dans les perceptions exprimées par les pêcheurs professionnels du PMCB. Ainsi, 44% des 16 pêcheurs interviewés ne se prononcent pas sur cette question, et 38% pensent que les retombées économiques liées à la présence de l'AMP sont neutres (Tableau 9.7). Pour cet aspect aussi, aucun pêcheur ne perçoit d'effet négatif.

Tableau 9.7. Perceptions des pêcheurs professionnels basés dans l'un des 6 ports du PMCB (N= 16) sur l'effet des réserves et des récifs artificiels sur l'activité propre et sur la pêche aux petits métiers côtiers en général, ainsi que l'effet des réserves sur l'environnement et sur l'économie locale. En fond gris, les perceptions non traitées dans l'article.

	Très positif	Assez positif	Neutre	Assez négatif	Très négatif	NSP*
<i>Effet des réserves sur :</i>						
L'activité propre du pêcheur	18.7	31.3	50	0.0	0.0	0.0
La pêche aux petits métiers côtiers	31.3	56.2	12.5	0.0	0.0	0.0
L'environnement	25	43.7	6.3	0.0	0.0	25
L'économie locale	6.3	12.5	37.5	0.0	0.0	43.7
<i>Effets des récifs artificiels sur :</i>						
L'activité propre du pêcheur	6.3	12.5	43.7	0.0	0.0	37.5
La pêche aux petits métiers côtiers	25	56.3	6.2	0.0	0.0	12.5

* NSP : Ne sait pas.

Les pêcheurs étant eux aussi acteurs de l'économie locale, ils peuvent avoir du mal à dissocier l'effet des AMP sur leur activité propre ou sur la pêche professionnelle en général, et sur l'économie locale au sens large (tourisme, restauration, activités subaquatiques, etc.). De même, il leur est difficile, comme pour tous les usagers, de discerner ce qui est attribuable à l'existence de l'AMP et ce qui ne l'est pas (Roncin et al. 2008, Alban et al. 2011). En l'absence d'étude préalable, il est par ailleurs très difficile de quantifier les variations de revenus ou d'emploi dues à la création de l'AMP sans avoir recours à des modèles bioéconomiques (Alban, comm. pers.).

Perceptions des effets des récifs artificiels sur la pêche professionnelle

Les réserves marines ne sont pas les seuls outils de gestion des ressources mis en place au sein du PMCB. Environ 5 000 m³ de récifs artificiels (2 700 m³ de production et 2 200 m³ de protection contre le chalutage illégal) ont ainsi été immergés en plusieurs campagnes à l'intérieur et à l'extérieur des réserves. Si **100%** des pêcheurs déclarent connaître l'existence des récifs artificiels sur la Côte Bleue, peu pensent qu'ils ont un effet sur leur activité (Tableau 9.8). Cela peut s'expliquer par la faible surface de récifs artificiels au sein du PMCB comparativement aux longueurs de filets calées par opération de pêche, qui rend difficile (car trop ponctuelle) toute détection de l'effet des récifs. De plus, si les bordures des réserves sont attractives et fréquentables par les pêcheurs professionnels, ce n'est pas le cas des récifs, qui peuvent abîmer considérablement le matériel de pêche et qui seront plutôt évités.

Tableau 9.8. Connaissance des récifs artificiels, et perceptions sur leur immersion

	Oui	Non	NSP*
Savez-vous qu'il y a des récifs artificiels au sein du PMCB ?	100	0	0
Êtes-vous favorable aux immersions de récifs artificiels ?	100	0	0

*NSP : Ne sait pas

Néanmoins, les perceptions des effets des récifs artificiels sur la pêche professionnelle rejoignent celles que les pêcheurs ont des réserves, à savoir majoritairement positives (**81%** de perceptions positives ; Tableau 9.7). Ils sont même favorables à **l'unanimité** à des campagnes de nouvelles immersions de récifs artificiels sur le territoire du PMCB, qu'ils soient de production ou de protection. Augmenter la surface de substrat dur est ainsi perçu comme bénéfique pour les pêcheurs, qui identifient le rôle de ce substrat comme producteur et facteur d'agrégation d'espèces cibles comme le loup (*Dicentrarchus labrax*), la langouste (*Palinurus elephas*) et autres poissons de roches (exemple : *Scorpaena scrofa*). Cela souligne la complémentarité, aux yeux des pêcheurs professionnels, des différents outils à mettre en place pour la gestion des ressources. D'après les dires des pêcheurs, les réserves sont ainsi plutôt considérées comme un espace de protection de la ressource, alors que les récifs artificiels favoriseraient la production de poissons. L'importance d'immerger des volumes importants de récifs artificiels est aussi soulignée par les pêcheurs. Le volume actuellement présent sur la Côte Bleue (notamment des récifs artificiels de production) serait ainsi clairement insuffisant pour que les pêcheurs ressentent un effet significatif sur leur activité. Les récentes immersions en 2008 de récifs artificiels (30 000 m³) dans la baie du Prado à Marseille, située à environ 50 km de la Côte Bleue, ont probablement aussi une influence sur la perception positive vis-à-vis de ces outils (Le Direach et al. 2011).

Perceptions de la gouvernance du Parc Marin de la Côte Bleue par les pêcheurs professionnels

En plus des indicateurs concernant les perceptions des effets des réserves par les pêcheurs professionnels, d'autres métriques ont été développées dans un but d'évaluer les effets des différentes actions du PMCB. Des questions leur ont été posées sur 1) l'existence du PMCB ; 2) leur association au processus de décision ; 3) le balisage des réserves ; et 4) la surveillance de ces dernières. Les relations entre les pêcheurs professionnels et les autres usagers ont aussi été abordées (Annexe 5).

Connaître l'existence d'une Aire Marine Protégée dont on fréquente le territoire dans l'exercice de son métier apparaît comme l'un des indicateurs préliminaires à toute adhésion. Au sein du PMCB, l'ensemble des pêcheurs professionnels connaissent son existence. 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 (ou celle de leurs représentants) aux diverses réunions y jouent aussi un rôle non négligeable. Ces deux derniers points sont notamment confirmés par **88%** des pêcheurs professionnels qui s'estiment suffisamment associés au processus de décision du PMCB (Tableau 9.9).

Tableau 9.9. Connaissance du PMCB et perceptions des pêcheurs professionnels basés dans l'un des 6 ports du PMCB (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.

	Oui	Non	NSP*	A améliorer
Connaissez-vous l'existence du PMCB ?	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	0	0	68.8
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	

* NSP : Ne sait pas

Néanmoins, le cas du PMCB présente la particularité d'avoir un territoire total dont les limites ne sont pas balisées sur le terrain et non délimité sur les cartes marines. En dehors des réserves, la réglementation est ainsi identique pour les usagers entre l'extérieur et l'intérieur du PMCB. La connaissance du territoire exact du PMCB par les différents usagers est donc rendu difficile par l'absence de repère visuel en dehors des deux réserves. Seules celles-ci sont balisées et indiquées sur les cartes marines. Il aurait donc été intéressant de savoir ce que les pêcheurs identifient comme étant le « Parc Marin de la Côte Bleue », en dissociant notamment 1) l'organisme de gestion du PMCB ; 2) le territoire du PMCB ; et 3) les deux réserves intégrales du PMCB.

Le balisage du territoire d'une AMP revêt donc 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. Près des trois quarts des pêcheurs professionnels du PMCB considèrent que le balisage des réserves doit être amélioré pour une meilleure pratique de leur métier (Tableau 9.9). L'activité de pêche professionnelle se déroulant essentiellement de nuit, leurs revendications portent surtout sur l'éclairage des balises qui délimitent les réserves, et qui leur apparaît comme indispensable pour 1) éviter toute collision et 2) éviter de caler leurs engins à l'intérieur des réserves. A la lecture de ces résultats, un test de bouées lumineuses a été réalisé en 2011 en vue d'une installation définitive pour les deux réserves du PMCB. Cet exemple souligne l'importance de l'échange entre usagers et gestionnaires pour faire remonter les problèmes et revendications, et pour veiller à ce que les outils mis en place par l'AMP répondent aux attentes des pêcheurs.

Pour légitimer l'action de l'AMP auprès des usagers, il est nécessaire que les réglementations mises en place soient perçues comme adaptées aux objectifs de gestion. Le PMCB semble avoir répondu aux attentes des pêcheurs en ce qui concerne ce point là. La majorité des pêcheurs interrogés (81%) estiment ainsi que les réglementations au sein des réserves sont adaptées 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. De ce point de vue, seul un tiers des pêcheurs professionnels pense que la réglementation est respectée, contre **50%** qui ont un avis contraire (Tableau 9.9). Les pêcheurs professionnels signalent ainsi de nombreux actes de braconnage au sein des réserves, commis pour la plupart par des pêcheurs récréatifs (49 infractions ; Bretton et al. 2011(Bretton et al. 2011). Les réserves du PMCB sont pourtant parmi les réserves les plus surveillées de France (1 766 h de surveillance, dont 777 h en mer, cumulées sur les deux réserves ; Bretton et al. 2011). Cela n'empêche pas **75%** des pêcheurs professionnels d'estimer que la surveillance effectuée par les agents du PMCB est insuffisante (Tableau 9.9). 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. La majorité des pêcheurs (**81%**) estime ainsi que le niveau de contrôle est insuffisant en mer et mal orienté : multiplication des contrôles de sécurité des petits bateaux côtiers, absence de contrôle et de répression concernant le chalutage illégal dans la bande des 3 milles côtiers (≈ 5.6 km) de la Côte Bleue, etc. ; Tableau 9.9).

Perceptions des conflits au sein du PMCB par les pêcheurs professionnels

Le partage d'un territoire est souvent source de conflits entre les différents usagers qui le fréquentent, chacun répondant à des impératifs de travail ou de plaisir qui ne sont pas toujours compatibles entre eux. Compétition pour l'espace ou pour la ressource, destruction d'engins ou simples nuisances visuels et/ou sonores sont autant de raisons qui amènent des usagers à développer des relations conflictuelles. Ces relations conflictuelles sont un risque réel pour l'établissement et le maintien d'une gestion optimale d'un territoire : tout conflit est ainsi susceptible d'entraîner une baisse de l'adhésion et de la légitimité d'une AMP. Ces dernières années ont vu la fréquentation du milieu marin par les activités récréatives croître régulièrement et conséquemment, que ces activités soient extractives ou non. Il apparaît donc important de suivre l'évolution des relations entre les différents usagers afin de prévenir tout conflit qui pourrait mettre en péril l'équilibre nécessaire au bon fonctionnement de l'AMP (Heinen 1993, McLean & Straede 2003, Webb et al. 2004, Baral & Heinen 2007).

Aucun conflit majeur envers les autres usagers n'est exprimé par une majorité des pêcheurs du PMCB, même si certaines relations, et notamment avec les usagers récréatifs doivent être suivies avec attention dans les années à venir (Figure 9.6). Ainsi, si les pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers expriment dans une large majorité avoir de bonnes relations entre eux, des taux de relations conflictuelles non négligeables apparaissent avec les autres professionnels de la pêche qui fréquentent le territoire du PMCB. Les relations entre pêcheurs aux petits métiers côtiers et chalutiers ont quant à elles toujours été compliquées (**28%** de relations conflictuelles). Dans le rapport de Bachet (1988), le chalutage illégal était déjà perçu par les pêcheurs artisanaux comme l'un de leurs principaux problèmes. Les nombreux actes de braconnage annuels des chalutiers dans la bande des 3 milles côtiers empêchent ainsi les pêcheurs de recaler leurs filets immédiatement après avoir fini de les relever, doublant presque leur nombre annuel de sorties de pêche, et augmentant le temps de travail. Malgré ces précautions, des destructions d'engins de pêche calés par les chalutiers sont constatées chaque année sur l'ensemble de la Côte Bleue, avec les conséquences que cela peut avoir sur les habitats et les ressources (pêche fantôme ; Houard et al. 2012). Enfin, des actes de

braconnage à l'intérieur des réserves sont aussi relevés tous les ans, avec des prélèvements non négligeables.

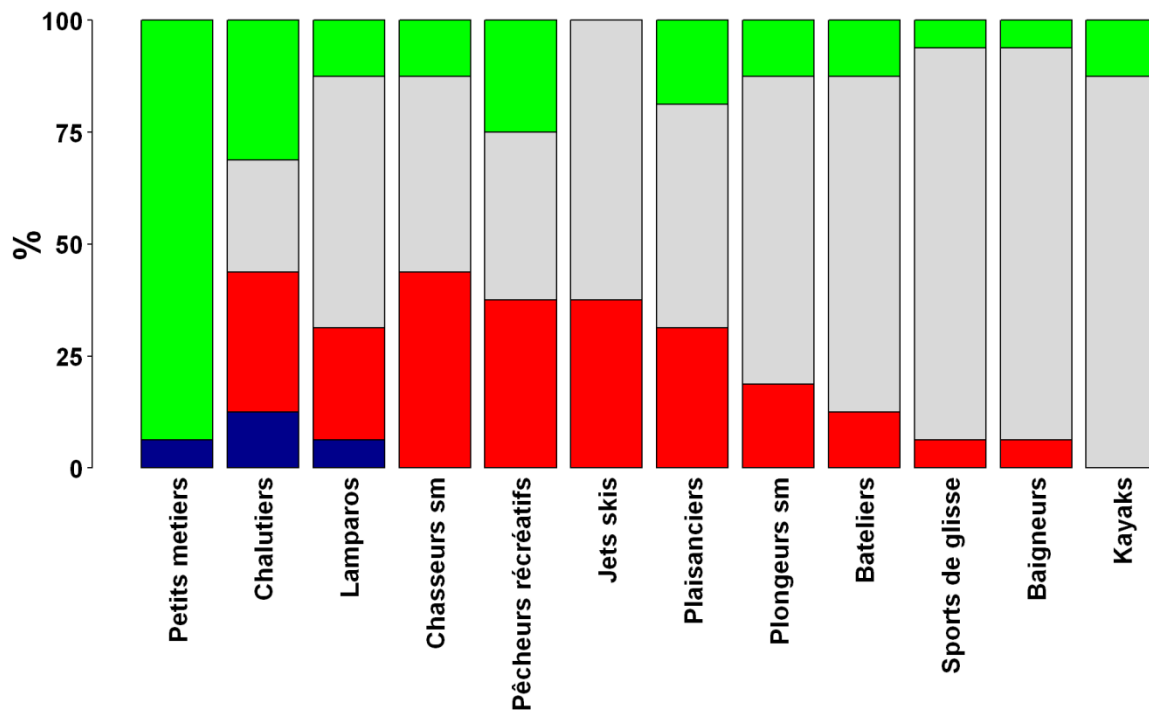


Figure 9.6. Relations des pêcheurs professionnels basés sur l'un des 6 ports du PMCB avec les autres usagers du PMCB. En bleu : relations liées au travail (communication sur les positions des filets, rencontres prud'homales, etc.) ; en rouge : relations conflictuelles ; en gris : relations neutres ou inexistantes ; en vert : bonnes relations.

Les relations conflictuelles avec les lamparos (**33%**) sont quant à elles beaucoup plus récentes. Peu présents sur le territoire ces dernières années, plusieurs lamparos de Port-Vendres et de Toulon ont fréquenté la Côte Bleue en 2010, ciblant essentiellement la sardine (*Sardina pilchardus*), mais aussi les regroupements de dorades (*Sparus aurata*) et de loups (*Dicentrarchus labrax*) lors de leur saison de reproduction. Au début de l'année 2010, les relations entre pêcheurs et patrons de lamparo se sont singulièrement dégradées après la capture, en une nuit, de 23 tonnes de loups par 3 lamparos. Les suspicions sur le fait que ces opérations de pêche aient eu lieu à l'intérieur de la réserve de Cap Couronne ont abouti à une surveillance accrue (de la part des gestionnaires comme des pêcheurs) au sein du territoire du PMCB. Ces réactions ont au moins le mérite de démontrer l'appropriation des réserves par les pêcheurs artisanaux locaux, et d'impliquer d'autres acteurs comme le sémaphore de Cap Couronne dans la surveillance des réserves. Des surveillances conjointes sont ainsi organisées ponctuellement depuis 2011 avec présence d'un agent du Parc dans le bâtiment du sémaphore. Une alerte téléphonique entre le sémaphore et le PMCB a aussi été mise en place. Actuellement en phase de test, ces actions devraient se pérenniser dans le temps.

En ce qui concerne les relations entre pêcheurs professionnels et pêcheurs récréatifs, les relations conflictuelles sont aussi présentes, notamment avec les chasseurs sous-marins (**39%**), qui ciblent les individus de mêmes espèces et de même taille que plusieurs métiers pratiqués par les pêcheurs professionnels (Lloret et al. 2008, Rocklin et al. 2011). Les conflits existent aussi avec les pêcheurs embarqués et du bord (**33%**), qui capturent en moyenne moins de biomasse que les pêcheurs professionnels, mais dont le nombre accroît la pression sur certaines espèces (notamment de dorades *Sparus aurata* et de sars *Diplodus* spp. ; voir Chapitre 6). La destruction d'engins est aussi une cause fréquemment évoquée pour expliquer les relations conflictuelles avec les pêcheurs récréatifs. Prélèvements à même les filets, destruction de signaux, hameçons restant dans les filets sont autant de raisons d'entrer en conflit avec un pêcheur récréatif. Plusieurs actes de braconnage à l'intérieur des réserves, notamment de la part de chasseurs sous-marins, sont aussi cause de relations conflictuelles (49 infractions relevées pour la pêche récréative pour la seule année 2010 ; Bretton et al. 2011).

Concernant les usagers non extractifs, les principales relations conflictuelles exprimées par les pêcheurs professionnels concernent les jets skis (**33%**), les plaisanciers (**28%**) et les plongeurs sous-marins (**22%**). **16%** de relations conflictuelles sont aussi exprimés envers les bateliers n'étant pas basés sur la Côte Bleue (compétition pour l'espace et destructions d'engins). Baigneurs, sports de glisse et kayakistes sont quant à eux bien acceptés par les pêcheurs. Si les relations ne sont pas forcément bonnes, elles restent toutefois dans le domaine de l'inexistant ou de la neutralité, n'impliquant pas de compétition pour la ressource ni de destruction d'engin.

Annexe 10. Interactions entre la pêche professionnelle et la pêche récréative sur la Côte Bleue

Les différents suivis réalisés par le PMCB, notamment dans le cadre de PAMPA, nous permettent une comparaison intéressante entre les différentes métriques issues du suivi de la pêche professionnelle avec celles issues de l'activité de pêche récréative (voir Encadré 5). Cette comparaison permet ainsi d'évaluer les différentes interactions pour l'espace et pour la ressource entre ces deux composantes de la pêche, ainsi que de discuter des pressions et des impacts de la pêche récréative. Les métriques et les variables issues de suivis plus traditionnels comme les comptages visuels sous-marins peuvent également être utilisés dans cette comparaison, et ainsi donner des éléments quant à la fraction de la population observée selon les suivis.

Encadré 5 : Méthode de suivi de la pêche récréative

Le PMCB a entrepris dès 2003 de suivre la fréquentation des usages maritimes, dans un premier temps autour des 2 réserves et depuis 2006 sur l'ensemble du territoire de la Côte Bleue, au moyen de la « patrouille Côte Bleue », qui réalise une série de 10 journées de comptages pour recenser les usages sur l'ensemble du littoral de la Côte Bleue. Ces comptages sont répétés tous les étés depuis 2006, à raison de 10 sorties en juillet/août, lors des pics de fréquentation (Charbonnel et al. 2010b). Ce suivi a de plus pu être annualisé dans le cadre d'une convention avec l'Agence AMP, en parallèle du projet PAMPA d'avril 2008 à mars 2009 (Le Diréach et al. 2011). Le suivi de la fréquentation a permis d'observer et d'estimer le nombre de bateaux et de pêcheurs selon les activités de pêche récréatives, à savoir la pêche embarquée, la pêche du bord (hameçons comme engins de pêche pour ces deux activités), et la chasse sous-marine (au fusil principalement). Parallèlement aux suivis de la fréquentation, le PMCB, en lien avec le GIS Posidonie et dans le cadre du programme EMPAFISH (<http://www.um.es/empafish/>), a mis en place des enquêtes socio-économiques afin de caractériser l'activité de pêche récréative. Près de 1 800 questionnaires ont ainsi été menés auprès des pêcheurs récréatifs lors du suivi annuel de PAMPA, qui ont permis de relever leurs habitudes de pêche ainsi que leurs perceptions sur la présence et les effets du PMCB. L'analyse de leurs captures a permis d'avoir des informations sur la diversité et la biomasse des captures par unité d'effort. Ces travaux sont notamment accessibles dans le rapport du projet PAMPA (Le Diréach et al. 2011), dans ainsi que dans différents rapports et présentations internes au PMCB et au GIS Posidonie (Vo Van 2007, Ollier 2009) et ont fait l'objet de communication lors du forum AMP et aux journées nationales de la pêche récréative (Charbonnel et al. 2009, 2010a).

La pêche récréative est une composante de l'activité de pêche qui a longtemps été ignoré lors des approches sur les pressions et les impacts d'origine anthropique subis par le milieu. Depuis le début des années 2000, une série d'études souligne l'importance de cette composante dans les captures annuelles, et la nécessité de la prendre en compte au même titre que la pêche professionnelle (Pitcher & Hollingworth 2002, Coleman et al. 2004, Coll et al. 2004, Cooke & Cowx 2004, Morales-Nin et al. 2005, Lloret et al. 2007, Lloret et al. 2008).

La pêche récréative est une activité très présente sur le littoral méditerranéen comme sur tout le littoral français. A partir d'enquêtes téléphoniques, l'IFREMER et l'institut BVA ont ainsi estimé, à la demande de la DPMA, à 2.45 millions le nombre de pêcheurs récréatifs en 2005 en France métropolitaine (\approx 4% de la population française cette année là), soit près de 50 millions de sorties de pêche (BVA & IFREMER 2007). La pêche récréative est une activité très populaire en Méditerranée, avec un impact économique considérable, avec des dépenses liées à cette activité estimées à 384 millions d'euros annuel (Levrel 2011).

A travers différents suivis et programmes de recherche, le PMCB a entrepris dès 2003 de suivre la fréquentation des usages maritimes sur son territoire, et notamment autour des 2 réserves marines. Un suivi socio-économique a aussi été entrepris à partir de 2006 afin de caractériser l'activité de pêche récréative (effort, capture et perceptions). Le suivi de la fréquentation et de la pêche récréative en particulier a été annualisé lors du projet de recherche PAMPA, entre avril 2008 et mars 2009. Ces différents suivis répondent notamment à l'objectif du PMCB d'une gestion raisonnée des usages récréatifs liés à la mer et au littoral (Charbonnel et al. 2011)

Effort et interactions spatiales

La pêche récréative entre en interaction avec la pêche professionnelle au niveau spatial et au niveau de la ressource, avec des niveaux de pression et d'impact qui ne sont pas à négliger (Cooke & Cowx 2006). Les chiffres estimés à partir du projet PAMPA font ainsi état de presque 60 000 actions de pêche⁷² réalisées par les pêcheurs récréatifs ayant fréquenté le territoire de la Côte Bleue pendant la période d'étude PAMPA (Tableau 9.10), dont plus de 45% lors des seuls mois de juin-juillet-août (Le Diréach et al. 2011), mois qui connaissent les plus grands pics de fréquentations (BVA

⁷² Action de pêche = une sortie-pêcheur

& IFREMER 2007). Au total, cela représente 12 000 à 15 500 sorties en bateaux sur ce territoire (Tableau 9.10).

Tableau 9.10. Estimateurs (E.) et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) du nombre annuel d'actions de pêche pour la pêche du bord, la pêche embarquée et la chasse sous marine, et du nombre de bateaux de pêche récréatifs sur le PMCB. Adapté de Le Diréach et al. (2011). Source de données : PMCB, PAMPA.

	Nombre d'actions de pêche				Nombre de bateaux	
	Pêche du bord	Pêche embarquée	Chasse sous marine	Total	Pêche embarquée et chasse sous marine	
E. Inf	22 312	22 956	7 804	53 072	12 001	
E.	23 660	26 966	8 337	58 963	13 733	
E. Sup	25 008	30 977	8 870	64 855	15 466	

Une grande partie du territoire du PMCB est exploitée par les pêcheurs récréatifs (Figure 9.7). La bande côtière est fréquentée par les pêcheurs du bord jusqu'à 50 m de la côte, et par les chasseurs sous-marins (10 m de profondeur en moyenne, 25-30 m pour les plus performants). Seules les contraintes d'accessibilité les empêchent de fréquenter assidument certaines zones, notamment à l'Est du PMCB (Le Diréach et al. 2011). Les pêcheurs embarqués couvrent eux une grande partie du territoire, notamment entre 0 et 50 m de profondeur, ainsi que sur les pierres au large (-70 m), où sont observés les plus grandes densités d'embarcations (Figure 9.7).

Un recouvrement des zones de pêche récréatives et professionnelles est observé (Figure 9.7). Néanmoins, l'interaction spatiale entre les deux activités se focalise essentiellement lors de la calée et de la levée des filets des pêcheurs professionnels, lors desquelles les embarcations sont amenées à fréquenter un même espace restreint au même moment⁷³. Le recouvrement temporel est donc assez limité, diminuant le risque de conflits pour l'espace. De même, certaines zones très fréquentées par les pêcheurs récréatifs sont assez peu accessibles pour les filets des pêcheurs professionnels, car représentant un danger pour les engins de pêche. C'est le cas pour les pierres au large du PMCB (Figure 9.7). Le palangrier, qui réalise une partie importante de ses opérations de pêche durant la journée, est le métier qui interagit le plus au niveau spatial avec les pêcheurs récréatifs, notamment embarqués. La partie Est du territoire du PMCB est l'une des zones les plus fréquentées par les pêcheurs récréatifs embarqués. La proximité de Marseille ainsi que son caractère

⁷³ Le Décret n°90-618 du 11 juillet 1990 relatif à l'exercice de la pêche maritime de loisir interdit aux chasseurs sous-marins « de s'approcher à moins de 150 mètres des navires ou embarcations en pêche ainsi que des engins de pêche signalés par un balisage apparent », et « de capturer les animaux marins pris dans les engins ou filets placés par d'autres pêcheurs ».

abrité du vent explique un effort plus élevé sur cette zone que sur le reste du PMCB (Charbonnel et al. 2011). Elle est par ailleurs très fréquentée aussi par les plaisanciers (bateaux à moteurs, jet ski) et les clubs de plongées (Le Diréach et al. 2011). Si les pêcheurs professionnels du PMCB n'ont pas ou peu été observés sur ces zones là, des interactions interviendraient néanmoins avec les pêcheurs de Niolon et de l'Estaque à l'Est du PMCB.

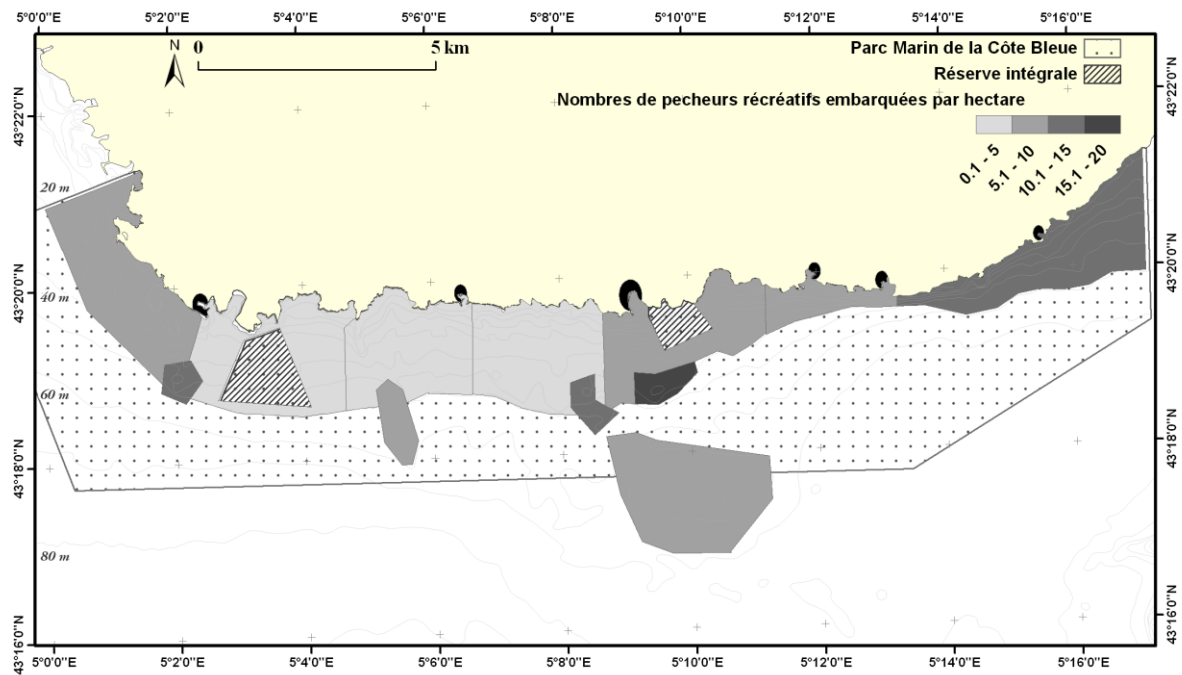


Figure 9.7. Nombre de pêcheurs récréatifs embarqués par ha pour l'année 2008 sur le territoire du PMCB. Source des données : PMCB, GIS Posidonie, PAMPA.

Captures et interactions pour la ressource

Une interaction pour la ressource s'opère également entre pêcheurs professionnels et pêcheurs récréatifs (Boudouresque et al. 2005, Meyer 2006, Lloret et al. 2007, Rocklin et al. 2011). Sur les 80 espèces recherchées par les pêcheurs professionnels, 50 espèces le sont aussi par les chasseurs sous-marins, et 41 espèces par les pêcheurs à la ligne (Annexe 3). Lorsque l'on s'intéresse aux 36 espèces très recherchées par la pêche professionnelle, 25 et 17 espèces (loups, dorades royales, sars entre autres) le sont aussi par la chasse sous marine et la pêche à la ligne (Tableau 9.11)

Tableau 9.11. Sur fond clair, nombre moyen d'espèces capturées par sortie, ainsi que le nombre d'espèces assez et très recherchées ; recherchées et observées ; et observées par les différentes activités de pêche. Sur fond gris, efficacité (rapport entre le nombre d'espèces recherchées et observées et le nombre total d'espèces recherchées) et sélectivité (rapport entre le nombre d'espèces recherchées et observées et le nombre total d'espèces observées) des différentes activités de pêche. Source : PMCB, GIS Posidonie, PAMPA.

		Pêche du bord	Pêche embarquée	Chasse sous-marine	Pêche professionnelle
Nombre d'espèces	Capturées par sortie	0.8	2.4	0.8	Chapitre 4.1
	Très recherchées	28		46	50
	Assez recherchées	38		29	30
	Total	66		75	80
	Recherchées et observées	30	38	25	80
	Observées	50	60	30	120
	Efficacité (%)	45.5	57.6	33.3	100.0
Sélectivité (%)	60.0	63.3	83.3	66.7	

L'efficacité des tactiques des pêcheurs récréatifs et des engins de pêche utilisés à capturer les espèces recherchées se révèlent moindres que celles déployées par les pêcheurs professionnels au filet. La sélectivité des engins à ne capturer que des espèces recherchées est relativement proche entre l'hameçon (récréatif) et le filet (professionnel). Les chasseurs sous-marins sont les plus sélectifs (Tableau 9.11). Les faibles fréquences d'occurrence par espèce soulignent quant à elles l'opportunisme des pêcheurs récréatifs vis-à-vis des espèces recherchées lors d'une action de pêche (Tableau 9.12)

Les espèces les plus fréquemment observées dans les captures de la pêche récréative à la ligne sont essentiellement des espèces de petites tailles et sédentaires, qui constituent notamment les espèces cibles des métiers « Soupe », et dans une moindre mesure des métiers « Rouget » (*Symphodus* spp., *Serranus* spp., *Scorpaena* spp. de petite taille, *Octopus vulgaris* ; Tableau). Les espèces ciblées par les métiers « Sparidés » et « Loup » sont aussi présentes dans les captures des pêcheurs récréatifs (*Diplodus* spp.).

Une grande partie des espèces ciblées par la pêche professionnelle et par la pêche récréative se retrouvent dans les fréquences d'occurrence issues des comptages sous marins, à l'intérieur comme à l'extérieur de la réserve de Couronne (Tableau). Les espèces les plus fréquemment observées sont néanmoins les principales espèces ciblées par les pêcheurs récréatifs, et notamment pour la pêche à la ligne. Les résultats des pêches expérimentales réalisées avec un trémail à « Soupe », non

présentées ici, illustrent quant à elles les effets de la réserve sur les espèces cibles des métiers « Rouget » et « Soupe » à l'intérieur de la réserve⁷⁴, espèces néanmoins benthiques et peu mobiles. L'espèce *Coris julis*, prédominante dans les fréquences d'occurrence des captures de la pêche récréative à la ligne comme dans les comptages sous marins, est par contre très peu observée dans les captures des pêcheurs professionnels (échappement du filet ; Tableau et Chapitre 4 – partie 1). L'effet de la protection sur la diversité ainsi que l'intérêt des suivis indépendants des pêches sont soulignés par des présences d'espèces fréquemment rencontrées dans la réserve de Couronne comme le mérrou (*Epinephelus marginatus*), le corb (*Sciaena umbra*) et la coquette (*Labrus mixtus*), espèces qui ne sont jamais ou rarement observées dans les captures des pêcheurs récréatifs et professionnels.

⁷⁴ Les Scorpenidés (*Scorpaena* spp.) et le rouget de roche (*Mullus surmuletus*) sont parmi les espèces les plus abondantes en nombre et en biomasse dans les captures des pêches expérimentales, ainsi que le serran chèvre (*Serranus cabrilla*). Les CPUE totaux en biomasse (kg/100 m) sont quant à eux près de 5 fois supérieurs aux CPUE observés pour les métiers « Soupe » et « Rouget » dans cette étude.

Tableau 9.12. Sur fond blanc, fréquence d'occurrence des 10 espèces les plus fréquemment observées dans les captures par action de pêche pour les trois activités de pêche récréative (pêche du bord, pêche embarquée, chasse sous marine) présentes sur la Côte Bleue. Sur fond gris, les 10 espèces les plus fréquemment observées lors des comptages visuels sous-marins de 2007 pour la réserve de Couronne. Source des données : PMCB, GIS Posidonie, PAMPA.

Bord		Embarque		Chasse		Reserve		Hors reserve	
Espèce	%	Espèce	%	Espèce	%	Espèce	%	Espèce	%
<i>Symphodus</i> spp.	22.9	<i>Serranus cabrilla</i>	41.4	<i>Octopus vulgaris</i>	19.2	<i>Coris julis</i>	100.0	<i>Coris julis</i>	100.0
<i>Coris julis</i>	22.5	<i>Coris julis</i>	33.6	<i>Symphodus</i> spp.	9.0	<i>Serranus cabrilla</i>	100.0	<i>Serranus cabrilla</i>	100.0
<i>Gobius</i> spp.	6.6	<i>Symphodus</i> spp.	23.2	<i>Scorpaena</i> spp.	7.8	<i>Symphodus</i> spp.	97.2	<i>Symphodus</i> spp.	95.8
<i>Diplodus sargus</i>	6.0	<i>Pagellus erythrinus</i>	18.9	<i>Diplodus sargus</i>	7.2	<i>Chromis chromis</i>	97.2	<i>Chromis chromis</i>	91.7
<i>Serranus cabrilla</i>	5.9	<i>Diplodus vulgaris</i>	17.6	<i>Dicentrarchus labrax</i>	7.2	<i>Diplodus sargus</i>	94.4	<i>Diplodus sargus</i>	75.0
<i>Sarpa salpa</i>	5.8	<i>Boops boops</i>	12.1	<i>Paracentrotus lividus</i>	5.4	<i>Diplodus vulgaris</i>	77.8	<i>Labrus merula</i>	50.0
<i>Diplodus vulgaris</i>	5.4	<i>Anthias anthias</i>	7.8	<i>Sepia officinalis</i>	3.6	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	77.8	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	50.0
<i>Scorpaena</i> spp.	4.8	<i>Spicara smaris</i>	6.5	<i>Sarpa salpa</i>	3.0	<i>Boops boops</i>	58.3	<i>Sarpa salpa</i>	37.5
<i>Boops boops</i>	4.5	<i>Serranus scriba</i>	6.5	<i>Labrus merula</i>	3.0	<i>Sarpa salpa</i>	52.8	<i>Diplodus vulgaris</i>	33.3
<i>Blennius</i> spp.	3.3	<i>Trachurus mediterraneus</i>	6.1	<i>Labrus viridis</i>	2.4	<i>Labrus mixtus</i>	44.4	<i>Spicara maena</i>	29.2

Les biomasses capturées des pêcheurs récréatifs restent en apparence très faibles par rapport à la pêche aux petits métiers au regard des CPUE de biomasse (Tableau 9.11. et Tableau 9.14), avec une variabilité non négligeable (voir aussi Le Diréach et al. 2011). On retrouve néanmoins plusieurs espèces ciblées par la pêche professionnelle, notamment les sparidés, et dans une moindre mesure le loup.

Tableau 9.13. Estimateurs (E.) et intervalles de confiance à 95% (E. Inf et E. Sup) de la biomasse capturée (en g) par pêcheur et par heure pour la pêche du bord, la pêche embarquée et la chasse sous marine sur le PMCB. Source : PMCB, GIS Posidonie, PAMPA.

		Pêche du bord	Pêche embarquée	Chasse sous marine
Biomasse capturée par	CPUE	36.4	315.6	194.6
heure et par engin	e.s	3.5	36.8	36.0

La **chasse sous-marine** est régulièrement considérée comme étant l'activité de pêche récréative qui entre le plus en interaction avec la pêche professionnelle, notamment au niveau des captures (Francour et al. 2001, Chavoin & Boudouresque 2004, Coll et al. 2004, Meyer 2006, Lloret et al. 2008, Rocklin et al. 2011). Sur la Côte Bleue, près de 70% des espèces très recherchées par les pêcheurs professionnels le sont aussi par les chasseurs sous-marins. Les observations montrent qu'ils sont beaucoup plus sélectifs que les pêcheurs à la ligne (Tableau 9.11), et qu'ils prélèvent préférentiellement les grands individus d'espèces également ciblées par les pêcheurs professionnels.

Néanmoins, au vu du territoire fréquenté, des fréquences d'occurrence et des CPUE par espèce, c'est l'ensemble des activités de pêche récréative, et en particulier la pêche embarquée, qui est en interaction avec la pêche professionnelle. Cette interaction porte notamment sur 5 de leurs métiers principaux, à savoir les métiers « Sparidés », « Loup », « Rouget », « Soupe » et « Langouste » (Tableau 9.14) Tableau . Pour les 4 premiers métiers cités, les estimations des captures par les pêcheurs du PMCB sont d'environ 60 tonnes pour le cycle annuel étudié (Chapitre 4 – partie 2)⁷⁵. Au regard des CPUE par activité de la pêche récréative, et sachant que les pêcheurs embarqués sortent en moyenne près de 5 heures, il est alors fort probable que les captures réalisées par les pêcheurs récréatifs de la Côte Bleue avoisine celles issus des métiers professionnels concernés. Des estimations prochainement effectuées dans le cadre du projet PAMPA devraient permettre d'évaluer plus précisément les prélèvements réalisés par les pêcheurs récréatifs par sortie et sur l'année, et de les confronter à ceux des pêcheurs professionnels.

⁷⁵ Il suffit d'une capture moyenne de 1 kg par pêcheur et par sortie (toutes activités confondues) pour que les captures de la pêche récréative soient équivalentes à celles réalisées par la pêche professionnelle pour les 4 métiers considérés. De tels CPUE ont notamment été observées pour la chasse sous-marine dans le Var (Chavoin & Boudouresque 2004) et en Espagne (Lloret et al. 2008).

Tableau 9.14. Sur fond blanc, abondance par unité d'effort (Nb/h/engin) et biomasse par unité d'effort (g/h/engin) des 5 espèces les plus pêchées par les trois activités de pêche récréative (pêche du bord, pêche embarquée, chasse sous marine) présente sur la Côte Bleue. Sur fond gris, densités d'abondance (Nb/100 m²) et biomasse (g/100 m²) des 5 espèces les plus importantes lors des comptages visuels sous marins de 2007 pour la réserve de Couronne. Source : PMCB, GIS Posidonie, PAMPA.

Abondance	Bord		Embarque		Chasse		Reserve		Hors reserve	
	Espèce	Nb/h/pech	Espèce	Nb/h/pech	Espèce	Nb/h/pech	Espèce*	Nb/100 m ²	Espèce*	Nb/100 m ²
	<i>Coris julis</i>	0.46	<i>Coris julis</i>	1.87	<i>Octopus vulgaris</i>	0.14	<i>Coris julis</i>	21.50	<i>Sarpa salpa</i>	24.76
	<i>Symphodus</i> spp.	0.06	<i>Serranus cabrilla</i>	0.71	<i>Diplodus sargus</i>	0.04	<i>Sarpa salpa</i>	8.31	<i>Coris julis</i>	20.83
	<i>Sarpa salpa</i>	0.06	<i>Diplodus vulgaris</i>	0.32	<i>Dicentrarchus labrax</i>	0.03	<i>Diplodus sargus</i>	5.61	<i>Serranus cabrilla</i>	2.58
	<i>Gobius</i> spp.	0.05	<i>Pagellus erythrinus</i>	0.17	<i>Sepia officinalis</i>	0.02	<i>Diplodus vulgaris</i>	4.83	<i>Diplodus sargus</i>	2.5
	<i>Boops boops</i>	0.04	<i>Boops boops</i>	0.10	<i>Labrus merula</i>	0.02	<i>Serranus cabrilla</i>	3.17	<i>Diplodus vulgaris</i>	0.92

Biomasse	Bord		Embarque		Chasse		Reserve		Hors reserve	
	Espèce	g/h/ pech	Espèce	g/h/pech	Espèce	g/h/ pech	Espèce*	g/100 m ²	Espèce*	g/100 m ²
	<i>Sarpa salpa</i>	8.1	<i>Diplodus vulgaris</i>	81.3	<i>Octopus vulgaris</i>	76.5	<i>Symphodus</i> spp.	1.2	<i>Symphodus</i> spp.	0.8
	<i>Coris julis</i>	5.3	<i>Coris julis</i>	30.3	<i>Dicentrarchus labrax</i>	32.4	<i>Labrus merula</i>	0.9	<i>Labrus merula</i>	0.7
	<i>Loligo vulgaris</i>	5.3	<i>Pagellus erythrinus</i>	30.1	<i>Conger conger</i>	16.2	<i>Mullus surmuletus</i>	0.5	<i>Pagrus pagrus</i>	0.3
	<i>Diplodus sargus</i>	2.6	<i>Sparus aurata</i>	28.9	<i>Muraena helena</i>	13.4	<i>Pagrus pagrus</i>	0.4	<i>Diplodus annularis</i>	0.2
	<i>Sparus aurata</i>	2.3	<i>Conger conger</i>	27.1	<i>Diplodus sargus</i>	11.6	<i>Dicentrarchus labrax</i>	0.3	<i>Serranus scriba</i>	0.1

Plusieurs études ont tenté d'estimer la part de la pêche récréative dans les captures totales. (Cooke & Cowx 2004) estimaient ainsi, à partir de données canadiennes dont la représentativité peut toutefois poser question, que 12% des captures mondiales étaient prélevées par les 11.5% de la population mondiale pratiquant la pêche récréative. (Coleman et al. 2004) estimaient quant à eux à 4% les captures prélevées en 2002 par la pêche récréative aux Etats-Unis (10% lorsqu'ils excluent les grandes pêcheries industrielles), pour une population concernée de 23%. A une échelle plus comparable au PMCB, (Lloret et al. 2008) estiment les captures de la seule chasse sous-marine à 40% de la biomasse totale capturée par les pêcheurs artisanaux (Gomez et al. 2006). Les pressions et impacts engendrés par l'activité de pêche récréative sont donc loin d'être négligeables, et doivent absolument être considérés dans la gestion des ressources (Sutinen & Johnston 2003, Cooke & Cowx 2006, Lloret et al. 2007).

Bien qu'interdit par la loi, certains pêcheurs récréatifs peuvent vendre illégalement les produits de leur pêche récréative, ce qui entraîne une concurrence déloyale pour pêcheurs professionnels (Dupilet 2001). Ce type de ventes a été observé sur la Côte Bleue, bien que le nombre de pêcheurs concernés et la biomasse écoulée soient impossibles à estimer. Ces ventes concernent aussi bien des pêcheurs récréatifs qui démarcheront les restaurateurs ou les particuliers, que les restaurateurs qui pourront démarcher directement les pêcheurs récréatifs (Bachet, comm. pers.).

Si l'interaction pour la ressource et pour l'espace n'affecte pas les perceptions des pêcheurs récréatifs en ce qui concerne leur relation avec les pêcheurs professionnels⁷⁶, ce n'est ainsi pas le cas pour les pêcheurs professionnels dont 40 % expriment des relations conflictuelles avec les chasseurs sous-marin, et 33% avec les pêcheurs à la ligne (voir aussi Annexe 9).

Impact de la pêche récréative sur les peuplements ichthyologiques

En plus de la biomasse capturée, la pêche récréative est aussi susceptible d'avoir un impact conséquent sur la structure des peuplements halieutiques du PMCB, et donc sur la durabilité de ces ressources (Bianchi et al. 2000, McPhee et al. 2002, Coll et al. 2004, Lewin et al. 2006). Le spectre de tailles des individus capturés est ainsi très large, et là aussi beaucoup moins sélectif que les engins utilisés par la pêche professionnelle (Figure 9.8). La proportion d'individus en dessous de la taille minimale de capture s'avère ainsi très élevée pour de nombreuses espèces ciblées par la pêche

⁷⁶ Un maximum de 13% de relations conflictuelles vis-à-vis des pêcheurs professionnels aux petits métiers côtiers est relevé pour les pêcheurs embarqués

professionnelles et capturées par la pêche récréative. 81% des sars communs (*Diplodus sargus*) et 16% des sars à tête noire (*Diplodus vulgaris*) capturés par la pêche récréative étaient ainsi sous la taille minimale de captures autorisée (Charbonnel et al. 2009). Les conséquences de l'activité de la pêche récréative sur les peuplements sont ainsi loin d'être négligeables, et doivent être pris en compte dans les futures mesures de gestion (comme l'obtention d'un pouvoir de police pour faire appliquer les réglementations existantes).

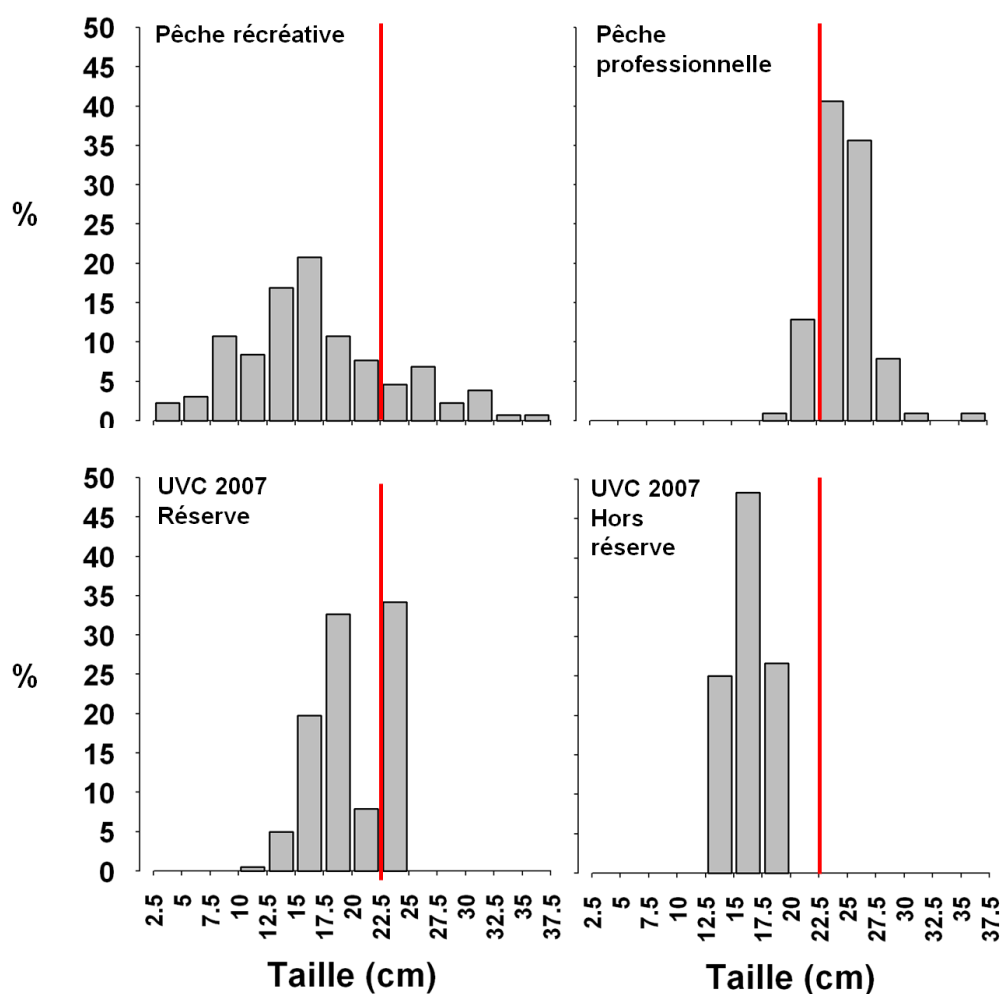


Figure 9.8. Proportion d'individus de l'espèce *Diplodus sargus* par classe de taille observés à partir des suivis de la pêche récréative (n = 130), de la pêche professionnelle (n = 101) et des comptages visuels sous marins (UVC) dans (n = 202) et en dehors (n=60) de la réserve de Couronne en 2007. La ligne rouge représente la taille minimale de captures autorisées. Source : PMCB, GIS Posidonie, PAMPA

Des signaux qui peuvent différer selon les suivis

La gamme de taille observée dans la réserve de Couronne pour une espèce commune aux pêcheurs professionnels et récréatifs (*Diplodus sargus*) interroge aussi sur l'effet de la réserve sur les activités de pêche. Ainsi, les catégories de tailles observées dans la réserve de Couronne ne se

retrouvent pas dans les comptages à l'extérieur de la réserve ni dans les captures des pêcheurs professionnels et récréatifs (Figure 9.8 Tableau). Néanmoins, le relativement faible nombre d'observations de dorades royales, de langoustes, et de loups dans les suivis de Couronne (Le Diréach et al. 2010a)⁷⁷ et de Carry lors du programme BIOMEX (Harmelin-Vivien, comm. pers.) montre aussi que les campagnes ponctuelles de comptages visuels sous-marins ne sont certainement pas suffisantes pour observer un effet des réserves sur une partie non négligeable des espèces ciblées par les pêcheurs professionnels, mais aussi récréatifs. La fraction de l'écosystème observé diffère ainsi selon les méthodes de suivis, ce qui souligne leur complémentarité, mais aussi la difficulté de comparer les différentes informations. Les pêches expérimentales (Forcada et al. 2009, Le Diréach et al. 2010a) ou des campagnes de captures-marquages-recaptures (Parsons & Egli 2005, Freeman et al. 2009, Goñi et al. 2010, Parsons et al. 2010) peuvent apporter des éléments précieux sur le comportement des espèces et l'effet d'exportation de biomasse. Des campagnes de comptages visuels sous-marins à plus grande fréquence ou à des périodes ciblées, qu'ils soient exhaustif ou basés sur des espèces cibles comme l'indice poisson (Harmelin et al. 1995), l'indice FAST (Seytre & Francour 2008), ou les comptages vidéos sous-marins (Pelletier et al. 2011) pourraient également venir en complément de ce qui est déjà réalisé par le PMCB.

Un effet des réserves difficile à évaluer et à percevoir pour la pêche récréative

Si la présence de pêcheurs récréatifs est très fréquemment observée autour des réserves, il est difficile d'observer un effet d'attraction de celles-ci sur la densité de pêcheur à partir des cartes réalisées et des indicateurs calculés lors du projet PAMPA (Figure 9.7 et Figure 9.9). Les pêcheurs récréatifs ont ainsi des motifs d'accessibilité, de beauté du paysage, etc., qui priment sur la proximité de la réserve, et font qu'ils se répartissent le long de la côte, notamment sur la partie Est du territoire à proximité de Marseille, et sur certaines roches du large. Pourtant, les espèces les plus fréquemment capturées par la pêche récréative sont celles que l'on retrouve en abondance comme en biomasse dans les comptages visuels de Couronne (Tableau et Tableau). Ces espèces sont par contre peu mobiles, posant la question d'une exportation de biomasse réelle et/ou perceptible par les différents usagers.

⁷⁷ Voir néanmoins Jouvenel et al. (2005)

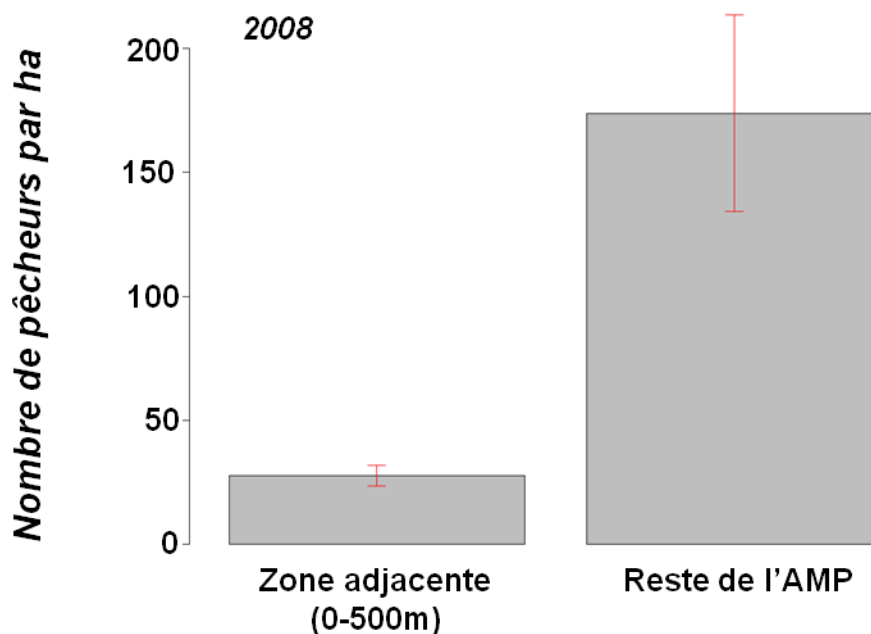


Figure 9.9. Nombre de pêcheurs par ha pour l'année 2008 dans la zone adjacente aux deux réserves et dans le reste de l'AMP. Adapté de Le Diréach et al. (2011). Source : PMCB, GIS Posidonie, PAMPA.

Les perceptions des pêcheurs récréatifs rejoignent celles des pêcheurs professionnels vis-à-vis de l'effet des réserves sur leur propre activité, sur l'environnement et sur l'économie locale. Les perceptions sont ainsi partagées sur la première, très majoritairement positives sur le second, et difficile à cerner sur la troisième (Tableau 9.15). Cela explique très certainement, comme pour les pêcheurs professionnels (Chapitre 5 – partie 2), pourquoi l'influence de la présence du PMCB et de ses réserves reste faible voir nulle dans le choix des sites de pêche pour la grande majorité des pêcheurs récréatifs (86%).

Tableau 9.15. Perceptions des pêcheurs récréatifs et professionnels de l'effet des réserves et du PMCB sur leur propre activité, sur l'environnement, et sur l'économie locale. Adapté de Le Diréach et al. (2011). Source : PMCB, GIS Posidonie, PAMPA.

	Pêche récréative (n =1795)						Pêche professionnelle (n = 16)					
	Très positif	Plutôt positif	Neutre	Plutôt négatif	Très négatif	NSP	Très positif	Plutôt positif	Neutre	Plutôt négatif	Très négatif	NSP
Activité propre	9.2	34.1	46.6	3.4	0.7	6.0	18.7	31.3	50.0	0.0	0.0	0.0
Environnement	70.4	21.7	2.6	0.6	0.5	4.3	25	43.7	6.3	0.0	0.0	25
Economie locale	14.9	3.1	25.4	3.1	1.7	32.6	6.3	12.5	37.5	0.0	0.0	43.7

Comme pour les pêcheurs professionnels, il est difficile de spatialiser tant l'effort que les captures des pêcheurs récréatifs, ce qui explique en partie les difficultés rencontrées pour mettre en évidence l'effet des réserves. La grande mobilité des pêcheurs récréatifs, notamment embarqués, les amène à changer régulièrement de zones de pêche, et rend difficile l'association des captures à la zone concernée. De même, la grande variabilité observée dans les captures rend difficile l'estimation d'une fourchette précise des captures réalisées par la pêche récréative sur l'ensemble du territoire.

L'intensification annoncée et observée de l'activité de pêche récréative doit être prise en considération dans la gestion des ressources – a fortiori dans une Aire Marine Protégée (Charbonnel et al. 2012). Le suivi et la prise en compte des activités de pêche récréatives est toutefois de plus en plus d'actualité (forum des AMP, Journées nationales de la pêche récréative, Natura 2000), avec un désir de gestion et de régulation au même titre que la pêche professionnelle.

L'intensification des pressions et impacts de la pêche récréative plaident en faveur d'un renforcement des régulations et d'un encadrement plus stricts de cette activité, a fortiori au sein des AMP, et notamment dans une optique de maintien de pêcheries durables (Cooke & Cowx 2006, Lloret et al. 2007, Charbonnel et al. 2012). A l'heure actuelle, seule une charte créée en 2010 « pour une pêche maritime de loisir éco-responsable » et dégageant de toute obligation les pêcheurs récréatifs régule l'activité en plus des différentes tailles réglementaires européennes concernant certaines espèces cibles. L'arrêté du 17 mai 2011 du Journal Officiel n°0123 impose quant à lui de marquer les captures effectuées dans le cadre de la « pêche maritime de loisir » en leur coupant une partie de la nageoire caudale, notamment dans un objectif de diminution du marché parallèle et illégal de la revente des captures des pêcheurs récréatifs aux restaurateurs notamment. Le suivi et la prise en compte des activités de pêche récréatives est toutefois de plus en plus d'actualité (forum des AMP, Journées nationales de la pêche récréative, Natura 2000), avec un désir de gestion et de régulation au même titre que la pêche professionnelle. Plusieurs AMP ont par ailleurs montré des résultats intéressants quant à la gestion de la pêche récréative via la fermeture à cette activité de certaines zones (Boudouresque et al. 2005, Guidetti et al. 2010, Rocklin et al. 2011). Une gestion efficace de cette activité passe aussi par l'association au processus de décisions des AMP des pêcheurs récréatifs pour une adhésion maximale aux différentes mesures prises (Francour et al. 2001).

10 Glossaire

- **Calée d'engin** : action d'immerger un engin de pêche.
- **Fileyeur** : bateau de pêche utilisant le filet comme engin de pêche principal.
- **Flottille** : Défini par le SIH comme un ensemble de navires ayant des caractéristiques communes (ici, la pêcherie aux petits métiers côtiers du territoire de la Côte Bleue). Terme préféré à **flotte** de pêche, qui fait appelle à une échelle plus importante (défini par le SIH comme un regroupement de navires de pêche selon des critères géographiques et/ou fonction des engins de pêche utilisés et/ou de la taille des bateaux etc. Exemple : la flotte de pêche artisanale de Méditerranée française).
- **Levée d'engin** : action de relever complètement un engin de pêche.
- **Opération de pêche** : Calée, temps d'immersion, et levée complète d'un engin de pêche. Une levée d'engin incomplète (absence de poisson faisant remettre à l'eau le filet sans débarquement de captures) n'est pas considérée comme une opération de pêche. Appelé **séquence de pêche** par le Système d'Informations Halieutiques.
- **Palangrier** : bateau de pêche utilisant la palangre de fond comme engin de pêche principal.
- **Patron de pêche** : marin auquel revient la décision finale du déroulement de l'opération de pêche. Dans le type de pêcherie aux petits métiers côtiers qui nous concerne, le patron de pêche est aussi et souvent **l'armateur** du bateau, à savoir le propriétaire. Appelé « pêcheurs » dans une grande partie de ce document.
- **Pêcherie** : Défini par le SIH comme l'ensemble constitué par une zone géographique, les stocks qui sont exploités et les navires de pêche.
- **Poissons** : Sauf mention contraire, le terme « poissons » utilisé dans cette étude comprend les chondrichthyens et les ostéichthyens.
- **Sortie de pêche** (ou **sortie**) : Action d'aller **lever** au moins un engin de pêche. Appelé **marée** par le Système d'Informations Halieutiques. Une sortie peut concerner plusieurs opérations de pêche.

- **Sortie de terrain** : Action d'aller réaliser une observation des **sorties de pêche** aux débarquements sur l'un des 6 ports de la Côte Bleue. Une même sortie de terrain peut concerner plusieurs ports.
- **Temps d'immersion** : durée entre le début de la calée et la levée complète d'un engin de pêche.

Pour rappel :

AMP : Aire Marine Protégée

DPMA : Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

PMCB : Parc Marin de la Côte Bleue

PME : Permis de Mise en Exploitation

SIH : Système d'Informations Halieutiques de l'IFREMER

Abstract

The overexploitation of fishery resources has led to a major fisheries crisis. In this context, artisanal fisheries, and in particular small-scale coastal fisheries, appear as relevant alternatives for a sustainable use of coastal resources. But the diversity of fishing gears and targeted species diversity make it difficult to assess this important component of the commercial fishery. Hence, the activity of small-scale artisanal fishing remains poorly known in the Mediterranean Sea and few studies focus on an assessment of this activity at the scale of a Marine Protected Area (MPA). MPAs are yet more and more used as management tools for these fisheries, as protection effects and targeted access regulations may benefit to commercial fishers. As many MPAs are going to be established in the short term, it seems necessary for managers and for scientists, to have indicators to monitor the artisanal small-scale coastal fishing activity within an MPA, and to estimate the effects of MPA management on this activity.

A field protocol was defined and implemented between July 2009 and June 2010 within the Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB), a French Mediterranean MPA including two marine reserves of different age and size. The collected data allowed identifying seven main métiers within the PMCB, and characterizing them by group of target species, type of gear, fishing grounds and fishing periods. Fishing effort and catch were estimated. In the Côte Bleue area, 3 512 fishing trips and 4 645 fishing operations were performed by 30 active boats during the studied period, for a total of 9 500 km of immersed nets. Overall, about 140 of catches were landed in the 6 harbours of the PMCB.

Artisanal small-scale fishers are distributed over the territory of in the the Côte Bleue, but the distribution of fishing effort is heterogeneous and depends in particular on geographical habitat distribution as well as port vicinity. The existence of the marine reserves also influences this distribution. Both indicators developed in this study show that the attractivenesses of the marine reserves are not the same, and thtat they depend on the targeted species. Fishers' perception of these effects, their seniority and their activity in zones adjacent to the reserves depends on the metier. Fisher's perceptions also underline the social acceptance of the PMCB by these users.

Our results are consistent with the hypothesis that the small-scale coastal fishery within the PMCB is a sustainable coastal fishery.

This work provides a list of metrics and indicators that can be used for the study and the evaluation of a small-scale coastal fishery within an MPA. This list should be validated over time base on monitoring data, in particular, to confirm the ability of the indicators at detect changes that would influence the structure of the fishery as that of the ecosystem. Additionally, all the fishing activities, and in particular recreational fishing, must be taken into account in order to estimate pressure and their impacts on the PMCB ecosystem.

Keywords: Small-scale coastal fisheries; Marine Protected Area; Marine reserve; Indicators; Monitoring; Pressure and impact

Résumé

La surexploitation des ressources halieutiques a conduit à une crise majeure du secteur de la pêche professionnelle. Dans ce contexte, les pêcheries artisanales, et notamment les pêcheries aux petits métiers côtiers, apparaissent comme des modes d'exploitation potentiellement durables des ressources côtières. La diversité des engins utilisés et des espèces ciblées rend néanmoins complexe le suivi de cette composante importante de la pêche professionnelle. L'activité de pêche artisanale reste ainsi très peu évaluée en Méditerranée, et notamment à l'échelle d'une Aire Marine Protégée (AMP). Les AMP sont pourtant de plus en plus utilisées comme des outils de gestion de ces pêcheries, les effets des différentes mesures de gestion mises en place étant à même de bénéficier aux pêcheurs professionnels. A l'heure où le nombre d'AMP se multiplie, il apparaît alors nécessaire pour les gestionnaires comme pour les scientifiques de disposer d'indicateurs permettant de suivre l'activité de pêche professionnelle sur le territoire d'une AMP, et d'évaluer les effets de la gestion sur cette activité.

Un protocole d'enquête pour le suivi de la pêche artisanale aux petits métiers côtiers a ainsi été mis en place entre juillet 2009 et juin 2010 au sein du Parc Marin de la Côte Bleue (PMCB), AMP méditerranéenne française comprenant deux réserves marines d'âge et de taille différents. Les données récoltées ont permis d'identifier sept métiers principaux pratiqués par les pêcheurs du PMCB, et de les caractériser par un groupe d'espèces cibles, un engin, un territoire et une période de pêche. L'effort de pêche et les captures ont alors pu être estimés à partir de ces métiers. Sur le territoire de la Côte Bleue, 3 512 sorties de pêche et 4 645 opérations de pêche ont été réalisées par les 30 bateaux actifs lors de la période d'étude, avec 9 500 km de filets calés. Au total, environ 140 tonnes de captures ont été débarquées dans les 6 ports du PMCB.

Si l'ensemble du territoire de la Côte Bleue est fréquenté par les pêcheurs professionnels, la répartition de l'effort de pêche est hétérogène et dépend notamment des habitats présents ainsi que de la proximité des ports d'attache. La présence des réserves marines influe également sur cette répartition. Les deux indicateurs développés dans cette étude montrent par contre que l'effet d'attraction varie selon la réserve marine et selon les espèces ciblées. La perception par les pêcheurs de l'effet des réserves dépend également des espèces ciblées, de même que leur activité sur les zones adjacentes aux réserves, et leur ancienneté dans l'activité. Les perceptions des pêcheurs soulignent l'acceptation sociale du PMCB par ces usagers. L'ensemble des résultats montre ainsi que l'activité de pêche professionnelle aux petits métiers côtiers présente au sein du PMCB s'inscrit dans la démarche de pêche côtière durable promue par les gestionnaires.

Ce travail de thèse fournit une liste de métriques et d'indicateurs pouvant être utilisés pour le suivi et l'évaluation d'une pêcherie aux petits métiers côtiers au sein d'une AMP. Cette liste doit néanmoins faire l'objet d'un suivi temporel, afin de valider l'efficacité des indicateurs à détecter des changements dans la pêcherie comme dans l'écosystème. L'ensemble des activités de pêche, et notamment l'activité de pêche récréative, doit être pris en compte pour évaluer les pressions et les impacts présents sur le territoire du PMCB.

Mots clés : Pêcherie aux petits métiers côtiers ; Aire Marine Protégée ; Réserve marine ; Indicateurs ; Protocole d'enquête ; Pression et impact