

Etude des peuplements de poissons dans le site Natura 2000 des Calanques de Marseille et de l'Archipel de Riou

Rapport final

Avril 2009



GIS POSIDONIE
Parc Scientifique et Technologique de
Luminy
13288 Marseille Cedex 09
<http://www.gisposidonie.org>
Téléphone : (33)4.91.82.91.35
Télécopie : (33)4.91.41.12.65



**CENTRE
D'Océanologie
DE MARSEILLE**

UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE
AIX-MARSEILLE II

**Etude des peuplements de poissons dans le site Natura 2000 des
calanques de Marseille et de l'archipel de Riou**

Etude commandée par :

Groupe d'Intérêt Public des Calanques.
Parc d'Affaires Marseille sud
Impasse le Paradou Bât A4 13009 Marseille
www.calanques.fr

Réalisation de l'étude :

GIS POSIDONIE, Groupement d'Intérêt Scientifique pour l'étude de l'environnement marin,
Parc scientifique & technologique de Luminy, Case 901,
13 288 MARSEILLE Cedex 9
Tél. : 04.91.82.91.35. Fax. : 04.91.41.12.65. e-mail : gis@com.univmed.fr

Responsables de l'étude :

Laurence LE DIREACH, Patrick ASTRUCH

Participants :

Laurence LE DIREACH, Patrick ASTRUCH, Patrick BONHOMME, Denis BONHOMME,
Maïa FOURT, Jean-Georges HARMELIN.

Rédaction et traitement des données :

Patrick ASTRUCH, Maïa FOURT, Laurence LE DIREACH

Experts scientifiques consultés :

Jean-Georges HARMELIN, Sandrine RUITTON

Crédits photographiques (*sauf mention contraire*): Denis BONHOMME, Patrick BONHOMME, Patrick ASTRUCH et Sandrine RUITTON.

Dossier : 0815

Ce document doit être cité sous la forme suivante :

ASTRUCH P., LE DIREACH L., FOURT M., BONHOMME D., BONHOMME P., HARMELIN J. G.,
2009. Etude des peuplements de poissons dans le site Natura 2000 des Calanques et de
l'Archipel de Riou (Rapport final). *Contrat GIP calanques – GIS Posidonie*. GIS Posidonie
publ : 1-119.



Résumé

A la demande du GIP des Calanques, le **suivi du peuplement de poissons autour de l'archipel de Riou** et le long des calanques de Marseille à Cassis a été réalisé en septembre 2008. Les objectifs de cette étude sont (i) l'édification d'un état zéro du peuplement avant la mise en place de mesures de gestion (ii) l'identification d'un éventuel impact des activités humaines sur la structure et la dynamique du peuplement.

Méthodes

Deux méthodes d'évaluation du peuplement ont été utilisées sur 12 stations d'échantillonnage. La première correspond au **comptage visuel du peuplement complet** le long de transects de 25 m de long par 5 m de large. Quatre réplicats sont réalisés par stations. La taille et l'abondance de chaque espèce sont relevées (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). La seconde méthode correspond **au suivi d'une liste d'espèces cibles** de la pêche professionnelle, de la pêche récréative (à la ligne) et/ou de la chasse sous-marine (Harmelin *et al.*, 1995 ; Daniel *et al.*, 2002). Sur chaque station, 30 parcours aléatoires de 3 minutes sont réalisés. La présence des espèces cibles est annotée ainsi que la classe de taille correspondante parmi les petits/moyens et les grands individus. Sur les 12 stations suivies, 10 se situent sur un substrat rocheux majoritaire et deux exclusivement sur herbier de posidonie.

Résultats des comptages de poissons

- **Comparaison entre stations**

A partir de ces deux protocoles d'échantillonnage, les données acquises ont permis une analyse fine du peuplement de poisson. La richesse spécifique est plus importante au Devenson alors que les valeurs les plus faibles sont observées sur les deux stations d'herbier. Dans l'ensemble, les valeurs observées sont élevées et témoignent de la richesse du site. Les densités d'individus observées sont les plus élevées au Devenson et à Tiboulou de Maire, alors qu'elles sont particulièrement faibles à Port-Miou. La biomasse calculée par transect montre les mêmes tendances avec de plus fortes valeurs pour Tiboulou de Maire. Il semble y avoir une différence entre les stations à la côte, où la densité et la biomasse sont plus faibles, et les îles qui présentent des valeurs globalement plus élevées (présence de plus d'espèces cibles, biomasse plus importante). Les analyses semblent montrer que la différence de densité entre la côte et les îles est liée à l'abondance sporadique des espèces planctonophages.

- **Impacts potentiels de la pêche**

L'étude de la structure des populations de certaines espèces cibles donne des indications sur la sensibilité de certains sites face aux activités de prélèvements. La taille moyenne des girelles *Coris julis* est globalement moyenne et comparable à celle observée dans d'autres zones non protégées soumises à la pêche à la ligne. Cependant, elle varie entre les stations, le Grand Congloue et Riou Sud (15 à 16 cm en moyenne) recèlent les plus grandes tailles alors que Tiboulou de Maire, malgré une forte densité, abrite les plus petites tailles de girelle mâle (12,15 cm). Ce constat laisse supposer un impact avéré de la pêche à la ligne sans occulter un effet non négligeable de l'habitat et notamment de la profondeur sur la répartition de cette espèce. Les conclusions sont les mêmes pour le serran chevette qui montre toutefois une structure démographique différente entre les îles et la côte. En effet, les stations côtières possèdent plus d'individus juvéniles (8 cm en moyenne).

Le sar commun, *Diplodus sargus*, cible de toutes les activités de prélèvement, montre une structure démographique variable sur la zone pour une taille moyenne de 22,35 cm (supérieure aux tailles moyennes mesurées dans le cadre du suivi de Cap Couronne). Le Grand Congloue se détache avec la taille moyenne la plus élevée alors que la station des Sablières de Riou possède les plus petites tailles. Ces observations sont cohérentes avec les observations de Harmelin *et al.* (1999) qui ont montré le rôle de nurserie de la face Nord de Riou.

Les autres espèces cibles, en particulier les espèces nobles (mérou *Epinephelus marginatus*, corb *Sciaena umbra*, loup *Dicentrarchus labrax*, dorade *Sparus aurata*, denti *Dentex dentex*) sont présentes



mais avec de très faibles abondances. La mobilité de ces espèces et leur comportement fuyant vis-à-vis de l'homme induit leur observation plus en profondeur, hors d'atteinte des chasseurs sous-marins par exemple. Cette répartition est identique à celle observée sur d'autres zones non protégées (La Ciotat, Porquerolles).

Résultats des indices poissons

• Comparaisons entre stations

La richesse spécifique par station varie avec un maximum pour Moyades et un minimum pour Port Miou. Le rapport entre le nombre d'occurrence de la catégorie « grand » et la catégorie « petit/moyen » est le plus important dans les stations de Riou Sud, Jarre et Moyades. Il est faible pour les stations de Port Miou et de Sablières de Riou. Concernant Port Miou, cette valeur faible pourrait être due à plusieurs facteurs (habitat uniquement constitué d'herbier, pression de pêche à la ligne) et sans doute aussi liée à la faible densité générale observée à cette station. Sablière de Riou a un nombre d'observations globales relativement élevé, ce rapport faible pourrait donc être le reflet du rôle nourricier de cette zone déjà souligné.

D'après les indices poissons, le site de Port Miou se différencie des autres. Ceci est sans doute dû au fait que l'habitat est dominé par l'herbier ce qui structure différemment la communauté de poissons. Les stations de Riou Sud et Grand Conglue sont semblables entre elles d'après les indices mais différentes des autres. L'espèce qui contribue le plus à l'écart entre ces deux sites et les autres est *Symphodus tinca*. Il est probable que cette différence soit due au fait que ces deux sites sont plus profonds que les autres, structurant ainsi différemment la communauté de poissons.

La répartition des occurrences de grands *Diplodus puntazzo* est hétérogène et on pourrait y voir une différence entre les stations de la côte et les stations des îles avec des occurrences respectivement de 3 et 28.

• Comparaisons entre habitats

La comparaison entre les habitats souligne que les parcours sont plus homogènes dans des habitats structurés par des roches que dans l'herbier. Au niveau des sites d'ailleurs, la station la moins homogène est Port Miou uniquement constitué d'herbier.

Rôle de l'habitat

Les analyses de l'habitat évalué sur chaque transect confirment son rôle prépondérant dans la structuration du peuplement de poissons, comme c'est généralement le cas en Méditerranée. Dans le site des Calanques les paramètres du peuplement sont dépendants de la nature du substrat et en particulier de la rugosité. Une station à dominante rocheuse et possédant un nombre important de gros blocs possède une plus forte richesse spécifique, une densité et une biomasse importantes. A l'opposé, une station sur herbier de posidonie et présentant peu de blocs de grande taille, observera des valeurs plus faibles des paramètres de son peuplement.

Comparaison aux études antérieures

Les paramètres du peuplement obtenus dans le cadre de cette étude ont été comparés à différentes études, en particulier le suivi de Cap Couronne (Jouvenel *et al.*, 2005). La comparaison donne des valeurs de richesse spécifique, de biomasse et de densité supérieures à celles observées entre 1995 et 2004 au sein de la réserve de Cap Couronne. En comparaison avec d'autres suivis, le peuplement de poissons des calanques se situe comme un site impacté par les activités humaines (densité et biomasse plus faibles que dans les réserves), mais encore faut-il nuancer selon les espèces (densités de sars importantes) et possédant une grande richesse et un fort potentiel de renouvellement (paramètres plus élevés que dans d'autres zones non protégées).

SOMMAIRE

Résumé	3
Contexte et objectifs de l'étude.....	7
1ère partie : Bibliographie choisie pour le suivi du peuplement de poissons des Calanques.....	9
2ème partie : Recensement du peuplement de poissons	29
des Calanques	29
2.1 Matériel et méthodes.....	31
2.1.1. Présentation de la zone d'étude.....	31
2.1.2. Choix des stations d'échantillonnage.....	31
2.1.3. Description des stations	33
2.1.4. Méthodes de comptage des poissons.....	34
2.1.5. Organisation des missions en plongée	38
2.2 Résultats	39
2.2.1. Comptage visuel par transect linéaire	39
2.2.2. Suivi des espèces cibles avec « l'indice poisson »	56
2.2.3. Impacts sectoriels des activités humaines sur le compartiment ichtyologique	67
2.3 Interprétation et discussion.....	75
2.3.2 Caractérisation du peuplement.....	75
2.3.3 Comparaisons aux études antérieures.....	79
2.3.4 Aspects méthodologiques.....	82
2.3.5 Conclusion	85
3ème partie : Recommandations au gestionnaire.....	87
3.1 Préconisations de gestion	88
3.2 Pour un protocole de suivi à long terme	90
3.2.1 Présentation générale des méthodes	90
3.2.2 Proposition de protocole de suivi à long terme	93
3.3 Formation au suivi des espèces cibles en plongée	95
Conclusion générale	97
Bibliographie	98
Liste des tableaux et figures.....	102
Annexes.....	105

Contexte et objectifs de l'étude

Depuis sa création, en 1999, le GIP des Calanques a vocation à animer et coordonner les actions de protection et de gestion de l'environnement en vue de préserver la nature exceptionnelle du site classé des Calanques. Il a également pour mission de préparer la création d'un Parc national. Les pressions liées aux activités humaines qui s'exercent sur ce milieu côtier à haute valeur paysagère (fréquentation, plaisance, pêche, chasse sous-marine, pollutions...) étaient déjà importantes lors des travaux menés par Bonhomme *et al.* (2005), Ganteaume *et al.* (2004), Bonhomme & Bernard (1999), Bernard & Bonhomme (1998) et se sont certainement accrues depuis, comme partout sur le littoral méditerranéen. Comme la fréquentation humaine, la pression de prélèvement sur le littoral a tendance à augmenter, notamment dans les sites présentant un intérêt patrimonial fort. Ces prélèvements ont nécessairement des conséquences sur le peuplement ichthyologique, en particulier sur les petits fonds rocheux côtiers où divers types de pêche, plus ou moins sélectifs, professionnelle et de loisirs, sont pratiqués.

Paradoxalement, malgré le caractère patrimonial du site des calanques et de l'Archipel de Riou (richesse des habitats, fonds rocheux et coralligènes) et son classement en site Natura 2000, les connaissances sur les peuplements de poissons y sont réduites et très localisées. En effet, les inventaires disponibles sur la zone d'étude se résument à quelques comptages visuels en plongée au niveau de l'Archipel de Riou (Harmelin *et al.*, 1996 ; 1999) et seulement quelques pêches expérimentales au niveau du Plateau des Chèvres (Bell et Harmelin-Vivien, 1982, 1983; Harmelin-Vivien *et al.*, 2000). Les données de richesse en espèces et d'abondance en individus obtenues dans les petits fonds rocheux de l'archipel de Riou, il y a près de 10 ans pour les plus récentes, sont peu nombreuses. Elles révèlent cependant un effort de pêche, professionnel et amateur (ligne et chasse), estimé relativement important à l'époque, et qui n'a pas été réévalué depuis 1998-1999 pour Riou et 2002 pour les calanques de Marseille à Cassis (Bonhomme *et al.*, 1999 ; Ganteaume *et al.*, 2004).

Par ailleurs, la région marseillaise (de Martigues à La Ciotat), compte plusieurs dizaines de clubs associatifs et plus de 40 sociétés commerciales agréées dont l'objet est la plongée en scaphandre autonome (découverte et formation). L'ensemble de ces clubs fréquente assidûment les calanques et l'archipel de Riou en raison notamment de la beauté des sites sous-marins qu'ils recèlent. Le littoral marseillais est une destination de choix pour de nombreux plongeurs venus des quatre coins de l'hexagone et de l'étranger, c'est dire l'importance paysagère des sites sous-marins de calanques et des peuplements de vertébrés et d'invertébrés qu'ils recèlent.

Dans cette portion de littoral au caractère exceptionnel, le présent travail a donc pour objectif de faire un diagnostic du peuplement de poissons et de jeter les bases d'un suivi par l'échantillonnage de quelques sites apparus prioritaires dans cette évaluation, soit par leur caractère paysager, soit par leurs habitats remarquables, soit par la fréquentation humaine importante qu'ils semblent subir.

Les données restituées dans le présent rapport constituent un point de référence pour les poissons dans 12 stations que nous avons jugées représentatives des habitats et des peuplements de l'archipel de Riou et des calanques de Marseille à Cassis. Etant donné l'étendue du site et la présence de différents types d'habitats, il conviendra d'être prudent dans l'extrapolation des résultats quantitatifs. Par ailleurs, le choix des stations aurait été encore plus pertinent si nous avions eu une évaluation quantitative de la fréquentation en particulier de la pression de pêche à l'échelle du territoire (actuellement en cours).

Les objectifs de cette étude sont :

- ✓ l'évaluation de l'état du peuplement de poissons avant la mise en place de mesures de gestion dans le site Natura 2000 (état zéro) ;
- ✓ l'évaluation de l'impact des différents usages sur les ressources en poissons, dans les stations étudiées ;
- ✓ des préconisations de gestion sur la base des résultats obtenus ;
- ✓ un protocole de suivi sur le long terme.



1ère partie : Bibliographie choisie pour le suivi du peuplement de poissons des Calanques



Ce chapitre résume les différentes études réalisées dans le secteur de l'Archipel de Riou et des calanques de Marseille ou à proximité, présentant un intérêt en termes de (i) suivi du peuplement ichthyologique, (ii) évaluation des activités socio-économiques et (iii) gestion du milieu marin. Chaque résumé présente les principaux résultats ainsi que les conclusions déduites. Ces informations permettront dans les chapitres suivants d'affiner l'interprétation des résultats (chapitre 2) et d'orienter les propositions de suivi et de mesures de gestion (chapitre 3). Elles sont présentées dans l'ordre chronologique.

Un référentiel quantitatif et qualitatif sur le secteur de la Baie de Marseille (de Cap Couronne aux Calanques de Marseille) est présenté en annexe 1. Ce référentiel présente les espèces observées lors de différentes études dans ou à proximité de la zone d'étude, leur densité ainsi que leur biomasse.

Patrimoine biologique marin de l'Archipel de Riou : Première évaluation.

(Harmelin J.G., Sartoretto S., Francour P., 1996)

Cette étude réalisée par le Centre d'Océanologie de Marseille (COM) est une évaluation de la valeur patrimoniale des fonds sous-marins de l'Archipel de Riou. A partir des nombreuses connaissances historiques du COM (suivis, photographies) et d'une série de plongées de prospection complémentaires sur les principaux sites remarquables de l'Archipel, le caractère exceptionnel du site est mis en évidence.

Les espèces remarquables et protégées sont présentées une à une sous forme de fiche. Les auteurs insistent sur leur vulnérabilité et leur localisation aux alentours de l'Archipel. Il est noté une modification importante de la structure démographique des populations de corail rouge dont les colonies sont plus petites en raison de leur exploitation. La rareté de la grande nacre, de la grande cigale, de la patelle géante, du mérrou brun et l'absence du corb soulignent un effet non négligeable du prélèvement par l'homme (pêche professionnelle, amateur, chasse sous-marine).

Chaque « communauté remarquable » est ensuite présentée dans le contexte de l'Archipel de Riou. Outre le caractère remarquable et patrimonial de ces communautés, les auteurs dévoilent les facteurs anthropiques de dégradation :

- une vulnérabilité des trottoirs à Lithophyllum due au piétinement, à l'amarrage, et aux polluants de surface. Cependant, les trottoirs identifiés ne présentent pas de signes de dégradation, en particulier au niveau de la calanque du contrebandier dont le trottoir est signalé comme « *un des trésors patrimoniaux de l'île de Riou* » ;
- les concrétionnements coralligènes sont présentés comme exceptionnels dans la majorité des sites suivis. A partir d'archives photographiques, des modifications importantes des communautés du coralligène sont mises en évidence (disparition du corail rouge, perte de diversité...) ;
- une dégradation importante des herbiers de posidonie sous l'influence de l'émissaire de Cortiou puis un retour vers la stabilité à partir de 1988, correspondant à la phase d'aménagement de la station d'épuration ;
- quant à la dynamique du peuplement ichtyologique, les auteurs n'ont qu'une impression subjective. Ils observent toutefois des tailles maximales et des abondances réduites en comparaisons avec les aires protégées connues (Scandola, Carry-le-Rouet, Port-Cros). Ils dénotent cependant une diversité importante traduisant la potentialité du site malgré les fortes pressions de prélèvement. Une hypothèse est émise au sujet de la faible abondance de petits sparidés (< 15 cm), en raison d'une seule zone de recrutement identifiée au niveau de la face Nord de Riou (Frontagnes, Monasteriou). D'après les auteurs, les individus de plus grande taille seraient issus de zones de recrutement extérieures à l'Archipel.

Les auteurs introduisent également la notion de « paysage sous-marin » qui représente un paramètre important à prendre en compte quant à la fréquentation d'un site par les plongeurs. Chaque site suivi a ainsi été caractérisé par (i) la topographie des fonds, (ii) les caractéristiques biologiques et (iii) l'accessibilité.

En prenant en compte l'expérience issue des autres aires marines protégées en place et les observations réalisées dans le cadre de cette étude, les possibilités de restauration en cas de protection sont estimées très grandes au sein de l'Archipel de Riou. Le préalable à la mise en place de toute mesure de gestion, d'après les auteurs, est la réalisation d'un « point zéro » ciblant les principales communautés remarquables citées ci-dessus, afin de combler le manque de données souligné.

**Création d'une Aire Marine Protégée dans l'Archipel de Riou :
Propositions de plans de gestion**

(Harmelin J.G., Sartoretto S., Francour P., Boudouresque C.F., Bellan Santini D.,
Vacelet J., 1998)

A la suite d'une synthèse d'observations réalisées sur les principales Aires Marines Protégées de Méditerranée Nord-Occidentale, de l'évaluation du patrimoine naturel de l'Archipel de Riou (Harmelin et al., 1996) et de l'étude socio-économique sur les activités humaines (Bonhomme et al., 1999), le Centre d'Océanologie de Marseille propose, à travers ce document, les modalités de la mise en place d'une réserve naturelle marine aux alentours de l'Archipel de Riou.

Trois niveaux de gestion sont définis correspondant à trois degrés de protection prenant en compte les activités de pêche professionnelle, de pêche récréative (ligne, chasse), la plongée sous-marine et la plaisance en général :

- Zone A : Zone de protection intégrale (toutes les activités humaines y sont prosrites) ;
- Zone B : Zone contiguë où la pêche amateur et la chasse sous-marine sont interdites ;
- Zone C : Zone de gestion où toutes les activités sont autorisées mais réglementées.

Des modalités de gestion sont également détaillées telles que la mise en place de récifs anti-chalutage, de récifs de production, l'immersion d'épaves, l'aménagement de zones de mouillage organisé. A travers ces mesures, les objectifs sont (i) de préserver le patrimoine naturel exceptionnel de l'archipel souligné par les auteurs, à la fois des activités illicites mais également de la sur-fréquentation engendrée par les différentes activités ; (ii) de maintenir et de valoriser les activités économiques (pêche professionnelle aux petits métiers et tourisme sous-marin).

A partir de l'ensemble de ces éléments, trois scénarii de gestion / zonation sont proposés :

- Scénario 1 : Protection intégrale des fonds sous-marins de l'île de Riou. Une vaste zone sanctuaire serait délimitée autour de Riou. Les retombées économiques attendues reposent sur l'effet réserve aux alentours de cette zone de protection intégrale ;
- Scénario 2 : Valorisation économique. Sur un vaste secteur, la pêche à la ligne embarquée ou à pied et la chasse sous-marine seraient prosrites en faveur de la valorisation économique de la pêche professionnelle aux petits métiers et du tourisme sous-marin. Ce scénario prévoit une zone de protection intégrale plus réduite ;
- Scénario 3 : Extension de la zone autorisée à la pêche amateur et à la chasse sous-marine (Zone C). L'accès à la face Sud de Riou serait autorisé, réglementé et aménagé (mise en place de mouillage, immersion de récifs anti-chalut...). Il s'agit du scénario minimal selon les auteurs, pour envisager une protection efficace du milieu marin. Il présente l'intérêt d'une zonation partagée des activités.

Mise en place d'une stratégie de suivi de l'ichtyofaune et des peuplements de gorgonaires de l'Archipel de Riou.

(Harmelin J.G., Sartoretto S., Francour P., 1999)

A la demande de la Ville de Marseille, le Centre d'Océanologie de Marseille a été mandaté pour la réalisation d'un suivi du peuplement ichthyologique et des gorgonaires autour de l'Archipel de Riou en vue de la création d'une Aire Marine Protégée. L'étude présente donc l'aspect méthodologique de la mise en place d'un suivi à long terme et d'un point zéro antérieur à la mise en réserve.

En ce qui concerne le compartiment ichthyologique, l'étude a consisté à suivre 4 stations autour des îles de Riou et de Plane (Les Moyades, Caramassaigne, Les Sablières de Riou et Les Pierres à Joseph) pendant deux saisons (été et hiver) selon plusieurs méthodes de comptage visuel en plongée sous-marine :

- le comptage visuel exhaustif le long de transects (couloirs d'inventaire) de 20 m x 2 m (6 transects par station) ;
- le comptage visuel à partir de stations fixes (ou comptage semi-circulaire) selon un temps donné ;
- le suivi d'espèces cibles de la pêche par la répétition de parcours aléatoires minutés (liste des principales espèces choisies).

Lors de ce suivi, 35 espèces de poissons ont été recensées sur les 4 stations et lors des deux saisons. La diversité spécifique ne variant pas significativement entre l'été et l'hiver (environ 21 espèces par station). D'un point de vue méthodologique, les auteurs soulignent une relation entre la richesse spécifique et la taille du transect. En effet, sur d'autres suivis comparables au Parc Marin de la Côte Bleue (Bachet, 1993 ; Harmelin et al., 1995) et à Port-Cros (Harmelin, 1987), la richesse en espèces est nettement plus élevée sur des transects de plus grande superficie (respectivement 125 et 250 m² pour Carry-le-Rouet et Port-Cros). Toutefois, ce résultat pourrait être lié à l'ancienneté des mesures de protection appliquées dans les derniers sites par comparaison avec les sites non protégés de l'Archipel de Riou.

La densité moyenne d'individus par transect est plus forte en hiver qu'en été. Ainsi, il y a un accroissement de l'abondance variant de 5,6% à Moyades, à 55,6% à Caramassaigne. Ce résultat est l'inverse de ce qui a été observé notamment à Port-Cros et Carry-le-Rouet. Etant donné que la diversité spécifique n'est pas significativement différente entre les deux saisons ce résultat peut s'expliquer par une composition spécifique différente l'hiver au profit d'espèces dont les individus se rassemblent à cette saison, par exemple pour la reproduction. Outre la présence de blennidés, gobiidés et trypterigidés absents lors des comptages estivaux, le peuplement hivernal est marqué par une densité de girelles beaucoup plus grande (passant de 30.7 individus par transect en été à 43.3 en hiver).

Le suivi des espèces cibles montre une très faible représentativité. La densité des espèces cibles représente une part minime de la densité globale, ce qui est le signe d'un impact fort des prélèvements des différentes pêches pratiquées sur la zone, aucune espèce cible n'étant « épargnée », les auteurs n'ont pu conclure à l'impact plus important d'un mode de pêche par rapport aux autres.

En conclusion, les auteurs soulignent la nécessité de la multiplication des réplicats (nombre de transects par station) et proposent d'optimiser le temps requis sur le terrain en favorisant le suivi des espèces cibles à l'aide de parcours aléatoires minutés. A la vue de ces résultats et en raison de l'accessibilité des petits fonds, un effort de pêche professionnel et amateur (ligne et chasse sous-marine) important est signalé.

Structure du peuplement de poissons de l'herbier de posidonies du plateau des chèvres avant et après la mise en service de la station d'épuration de Marseille.

(Harmelin-Vivien M., Harmelin J.G., Letourneur Y., 2000)

L'objectif de cette étude était de comparer le peuplement de poissons du Plateau des chèvres, site directement influencé par les rejets de l'émissaire de Cortiou, avant (1980-1981) et après (1999-2000) la mise en service de la station d'épuration. L'échantillonnage a été réalisé par un petit chalut expérimental avec, pour chacune des deux périodes, une campagne en été et une campagne en hiver. L'étude a fourni les résultats suivants :

- la composition spécifique du peuplement n'a pas significativement évolué ;
- la taille moyenne des poissons échantillonnés est plus importante en 1999-2000 qu'en 1980-1981 ;
- en 1999-2000, l'abondance (densité pour 100 m²) de *Coris julis* (la girelle), *Scorpaena porcus* (rascasse brune), *Serranus scriba* (serran écriture), *S. cabrilla* (serran chevette), et *Chromis chromis* (castagnole) a augmenté alors qu'elle est plus faible pour *Boops boops* (la bogue), *Spicara sp.* (mendole et picarel) et *Symphodus cinereus* (crénilabre cendré) ;
- une modification de la structure trophique est observée en 1999-2000. Une baisse importante des mésocarnivores de type 1 (labridae) ainsi qu'une forte augmentation des macrocarnivores (rascasses, serrans) sont observées ;
- les planctonophages étaient représentés majoritairement par la mendole et le picarel *Spicara sp.* en 1980-1981 alors qu'en 1999-2000, ce groupe trophique est dominé par la castagnole *Chromis chromis*. Ce constat serait un effet direct de la mise en service de la station d'épuration, la castagnole tolérant mieux les eaux claires que la mendole et le picarel ;
- certaines espèces à affinité méridionale (*Serranus scriba* et *Symphodus ocellatus*) présentent une forte augmentation de leur densité en 1999-2000. Les auteurs interprètent ce résultat comme une conséquence du réchauffement climatique.

Suivi et caractérisation des usages du milieu marin de l'Archipel de Riou et des calanques de Marseille à Cassis (Bonhomme *et al.*, 1999 et Ganteaume *et al.*, 2004).

De 1997 à 2002, le GIS Posidonie a été sollicité par la Ville de Marseille puis le GIP des Calanques pour suivre et caractériser les usages du milieu marin des calanques de Marseille à Cassis (y compris l'Archipel de Riou). Les usages retenus correspondent à : la navigation, la plaisance, la plongée sous-marine, la pêche amateur (ligne et chasse) et la pêche professionnelle. Ces travaux ont fait l'objet de plusieurs rapports d'étude complémentaires :

- Archipel de Riou : étude socio-économique sur la plaisance, la pêche amateur, la plongée et la chasse sous-marine (période estivale et hivernale). Bernard G., Bonhomme P., Daniel B. 1998. - Ville de Marseille, Direction de l'Environnement et des déchets. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr.
- La pêche amateur dans l'archipel de Riou (Marseille, Méditerranée occidentale). Analyse des pratiques, de l'effort de pêche et des captures. Daniel B., Bonhomme P., Bernard G., Boudouresque C.F., 1998 : 62 pp + 16 pp d'annexes.
- Archipel de Riou : étude socio-économique sur la plaisance, la pêche amateur, la plongée et la chasse sous-marine (période printanière et synthèse sur un cycle annuel). Bonhomme P., Bernard G., Daniel B., Boudouresque C.F., 1999. - Ville de Marseille, Direction de l'Environnement et des déchets. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr.
- Etude des usages du milieu marin des Calanques de Marseille à Cassis : navigation, plaisance, plongée sous-marine, pêche amateur, pêche professionnelle. Été 2002. 73 p. + annexes, par A. Ganteaume, P. Bonhomme, G. Bernard, C.F. Boudouresque, 2004. Contrat GIP Calanques & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Fr.
- Etude des usages du milieu marin des Calanques de Marseille à Cassis : navigation, plaisance, plongée sous-marine, pêche amateur, pêche professionnelle. Ganteaume A., P. Bonhomme, G. Bernard, C.F. Boudouresque, 2004. Contrat GIP Calanques & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Fr., 73 p. + annexes.

Les principales conclusions issues de ces travaux sont :

- pour la **plaisance** : une activité très importante l'été et concentrée principalement sur la face Nord de Riou et au niveau des calanques de Marseille à Cassis ;
- pour la **plongée** : l'intensité de l'activité est plus élevée en été mais elle reste considérable les autres saisons. Les sites les plus fréquentés l'été sont les Impériaux, Moyades, et le Grand Conglue. L'hiver, les sites plus abrités sont recherchés comme l'île Maïre et le Grand Conglue. La face sud de Riou est d'avantage fréquentée par les plongeurs à partir du printemps ;
- pour la **pêche à la ligne** : l'été est la période la plus importante au niveau de la fréquentation. Il n'y a pas de zone de forte concentration, les pratiquants recherchant essentiellement la tranquillité, ils se dispersent le long de la côte. Par contre, en hiver, les pratiquants sont des habitués, ayant une bonne connaissance de la zone et des coins intéressants et une meilleure technicité. Ils ciblent plus particulièrement les alentours des îles Maïre, Jarre et Plane. Au printemps, période moins propice, les pêcheurs amateurs restent présents à proximité de l'île Maïre et du Grand Conglue ;
- pour la **chasse sous-marine** : en été, elle est pratiquée par des vacanciers mais également par des habitués présents toute l'année (plus de 67 jours par an). L'hiver, les véritables habitués chassent massivement dans des sites bien déterminés, qui correspondent à des zones de rassemblement pour la reproduction (frayères à loup...) ou des zones de passage de grands prédateurs, par exemple, entre Jarre et Plane et au niveau du Plateau des Chèvres.

Ce suivi de la fréquentation réalisé en deux temps (1997-1999 et 2002-2004) est l'une des premières études réalisées sur les usages en milieu marin en Méditerranée nord-occidentale. Il constitue un état des lieux précis sur la caractérisation des usages sur un cycle annuel complet. Malgré quelques imperfections méthodologiques, ainsi que l'ancienneté des données, ces travaux de référence présentent une source d'information précieuse pour le gestionnaire des calanques et de l'archipel de Riou.



Environmental and benthic habitat factors structuring the spatial distribution of a summer infralittoral fish assemblage in the north-western Mediterranean sea

(Letourneur Y., Ruitton S., Sartoretto S., 2003)

Cette publication (Letourneur *et al.*, 2003), parue en 2003 dans le *Journal of Marine Biology*, traite d'une étude réalisée sur les peuplements de poissons de l'archipel du Frioul. Trois techniques de comptage visuel en plongées sont employées :

1. **Relevé de la présence/absence, taille et abondance de toutes les espèces** sur 17 sites. Chaque site comprend 3 profondeurs différentes (5, 10 et 20 m), 3 d'entre eux comportent une quatrième profondeur (30 m). Sur chaque profondeur, 4 parcours aléatoires de 5 minutes sont réalisés. Lors de chaque parcours, chaque espèce est dénombrée et la taille est estimée selon 4 classes (juvénile, petit, moyen, gros);
2. **Recensement semi-quantitatif des juvéniles de labridae** sur les 17 sites. Seuls les labridae sont considérés en raison de la faible occurrence d'autres espèces juvéniles. 5 classes d'abondances sont utilisées pour dénombrer les effectifs.
3. **Recensement quantitatif**. Six des 17 stations sont suivies selon cette méthode à 15/20 m pour l'ensemble plus d'autres mesures à 5 m pour 3 des 6 stations. Elle consiste à échantillonner, sur ces 9 séries, 6 transects de 20 m de long par 2 m de large. Toutes les espèces sont comptées à l'exception des petites espèces cryptiques (gobiidae, blennidae, trypterigidae). La taille est estimée à 0.5 cm près pour les poissons de moins 2 cm, puis à 1 cm près (jusqu'à 10 cm) puis à 2 cm près (jusqu'à 30 cm) puis à 5 cm.

Pour les trois méthodes, les caractéristiques environnementales sont relevées (exposition, pente, profondeur, habitat). Au cours de 294 comptages visuels, 62 espèces ont été dénombrées. La richesse spécifique tend à augmenter de 5 à 20 m puis à diminuer plus en profondeur. En fonction des classes de taille, la richesse spécifique suit différentes tendances. Elle est plus importante dans la tranche 5/10 m pour les juvéniles et petits individus alors qu'elle augmente en profondeur pour les grands individus.

Lors d'une série d'analyses canoniques de concordances, les auteurs tentent d'identifier les facteurs structurant la distribution de la taille et des espèces. Des différences sont mises en évidence entre les stations à 20 m et à 10 m. Par exemple, *Anthias anthias*, les grands individus de *Diplodus puntazzo* et de *Ctenolabrus rupestris* caractérisent les stations de 30 m et 20 m alors que *Serranus hepatus* et *Symphodus cinereus* caractérisent les stations de 20 m et 10 m. Quant aux analyses de correspondance structurant la distribution des labridae juvéniles, des différences marquées sont mises en évidence entre les stations 30 et 20 m et les stations de 5 et 10 m. *Symphodus ocellatus* et *Coris julis* ont été rencontrés plus en profondeur que les autres espèces. La présence de juvéniles de labridae est conditionnée par la présence d'habitats rocheux, en particulier pour *S. tinca*. *S. roissali* préfère occuper des substrats à fort recouvrement de macrophytes alors que *Coris julis* et *S. ocellatus* s'accommodent mieux au sein de l'herbier de posidonie que les autres espèces. L'abondance de juvéniles de labridae reste dépendante de la pente et de la présence de roche. Les auteurs notent la répartition des petits individus dans les plus faibles profondeurs et inversement pour les plus grandes tailles. Il s'agirait (i) soit d'un « ontogenic shift » dans l'utilisation de l'habitat en fonction de la taille (protection de la prédation, ressources trophiques particulières...) (ii) soit d'une réponse du peuplement aux pressions de prélèvement des chasseurs sous-marins et des pêcheurs à la ligne, les grands individus (cibles) évitant les zones les moins profondes.

L'échantillonnage a eu lieu durant l'été 1999. Cette période est caractérisée par une température des eaux maintenue exceptionnellement élevée. Une atteinte sur les peuplements benthiques a d'ailleurs été mise en évidence (épisode de mortalité ; Pérez *et al.*, 2000 et Garrabou *et al.*, 2001). Il est probable que le compartiment ichtyologique ait subi des modifications (disponibilité de ressources trophiques plus importante en raison d'un développement algal exceptionnel, meilleur recrutement grâce à l'absence de pertes de larves, liées à l'absence de courants...).

Connaissance sur les peuplements de poissons de la Baie de La Ciotat (Bernard *et al.*, 2003 et 2004).

Aucun suivi exhaustif du peuplement de poissons de la Baie de La Ciotat n'a été réalisé à l'exception d'observations ponctuelles (scientifiques et retour d'expérience des usagers) et de suivis localisés. Dans le cadre de la réalisation de l'état des lieux du patrimoine marin environnant les domaines départementaux de l'Ile verte et du Mugel (Bernard *et al.*, 2003), une synthèse bibliographique est réalisée (Bernard *et al.*, 2004), dans laquelle figure un état des lieux des connaissances sur les principaux compartiments dont le peuplement de poissons.

Plusieurs inventaires à l'échelle de la Baie de La Ciotat montrent que le nombre total d'espèces est plus important dans les secteurs, très localisés, qui présentent une bonne exposition aux courants, une variation de profondeur importante et des biotopes diversifiés, tels les pointes et les tombants rocheux. Ainsi les poissons dits « nobles » sont plus fréquemment rencontrés autour des secteurs rocheux ouvrant sur le large : falaises du Bec de l'Aigle, face Sud de l'Ile Verte, Pointe Grenier, Pointe Fauconnière, Pointe des Trois Fours, Pointe du Défens, ainsi que dans certains petits fonds préservés, comme la Calanque du Mugel et la Baie des nations.

Par ailleurs, les enrochements artificiels (digues des chantiers navals et ports de plaisance) présentent un habitat complexe qui, à proximité immédiate de l'herbier de Posidonie, peut leur conférer une grande diversité d'espèces de poissons. Ces zones seraient, en particulier, le lieu de croissance privilégié de quelques espèces de labridae malgré la pression de pêche et de chasse (présence en abondance de juvéniles de *Labrus viridis* et de *L. merula*) (Atelier Bleu, 2002).

Le mérou (*Epinephelus marginatus*) a fait l'objet de nombreux recensement dans la Baie de La Ciotat, et notamment autour de l'Ile Verte : en 1999, sur le site des Trois-Fours (Saint-Cyr-sur-Mer) un groupe de 5 mérous a été signalé (Bernard *et al.*, 1999). En 2000 le Groupe de Plongée et d'Etude Sous-marine (GPES-La Ciotat) recensait 3 individus au niveau du Grand Moure, 8 individus au Rousteau et à la Pierre du Jas, 12 individus sur les Rosiers et 16 sur la Pierre du Levant (Broquière, 2001). Le Groupe d'Etude du Mérou (GEM) mène également de façon régulière un inventaire des populations de mérous autour de l'Ile Verte, 50 individus ont ainsi été recensés en 2001, sur les différents sites (Ganteaume et Francour, 2007). La zone la plus riche correspond aux pierres situées derrière l'Ile Verte. Les individus de grande taille sont présents uniquement sur les pierres situées derrière l'Ile Verte. Comme le mérou, les espèces nobles tels que le denti (*Dentex dentex*) et le pagre (*Pagrus pagrus*) semblent être plus abondantes et moins craintives sur des sites profonds et/ou fréquentés régulièrement par les plongeurs sous-marins, que sur les zones plus accessibles (moins profondes) et fréquentées par les chasseurs sous-marins.

Enfin, un inventaire bibliographique des principales espèces de poissons présentes sur les tombants rocheux, grottes, roches de surface et herbier de Posidonie de l'Ile Verte et du Bec de l'Aigle recense plus de 60 espèces.

Description – espèces en présence :

Les zones rocheuses comprises entre 0 et 20 m de profondeur, situées entre la Calanque des Capucins et l'Ile Verte et entre la Pointe Grenier et la Pointe du Défens, offrent une grande hétérogénéité en abris (topographie) et en nourriture (Bonhomme *et al.*, 2001 ; Bernard *et al.*, 1999). L'ichtyofaune rencontrée y est donc très diverse : les labres (*Symphodus* spp., *Coris julis*, *Labrus merula* et *L. viridis*) et les sars (*Diplodus sargus*, et *D. vulgaris* et *D. puntazzo*) dominent. Les serrans (*Serranus cabrilla* et *S. scriba*) et les rascasses (*Scorpaena notata* et *S. porcus*) sont également fréquents dans les petits fonds. De nombreuses cavités et surplombs sciaphiles, jusque dans de très petits fonds (Calanque du Mugel), abritent apogons (*Apogon imberbis*), petites rascasses et murènes (*Muraena helenae*). De nombreux individus de murène ont été signalés entre la Pointe Grenier et la Pointe du Défens (Bernard *et al.*, 1999). Généralement présents dans des profondeurs plus importantes, au niveau des zones de coralligène et des tombants, la daurade royale (*Sparus aurata*), le sar tambour (*Diplodus cervinus*), le denti (*Dentex dentex*), le pagre (*Pagrus pagrus*), le canthare



(*Spondyliosoma cantharus*), le saint-pierre (*Zeus faber*) et le mérou (*Epinephelus marginatus*) sont bien représentés.

Le corb (*Sciaena umbra*), relativement rare, a été observé à plusieurs reprises sur le site du Canonnier du Nord et sur les tombants du Grand et Petit Moure (Bonhomme *et al.*, 2001) ainsi qu'à la Pointe Fauconnière (Les Grottes) et dans la Baie des Nations (La Table) (Bernard *et al.*, 1999).

Dans les zones exposées aux courants, et en particulier au niveau de remontées rocheuses, des espèces pélagiques telles que la sériole (*Seriola dumerilii*) ou le barracuda (*Sphyraena sphyraena*) peuvent être rencontrées. Des poissons lunes (*Mola mola*) sont fréquemment observés dans la Baie de La Ciotat, principalement pendant la saison chaude.

Eléments connus de leur évolution :

Le suivi du peuplement de mérou réalisé tous les deux ans dans la Baie de La Ciotat depuis 1997 (Ganteaume et Francour, 2007) par le Groupe d'Etude du Mérou montre une nette augmentation et un rajeunissement de la population : les individus de plus petite taille sont plus nombreux; un individu de moins de 10 cm a même été signalé dans la Calanque du Mugel. Le sex-ratio de la population a donc évolué en faveur des femelles (le mérou est une espèce hermaphrodite successive protérogyne, d'abord femelle le mérou change de sexe au cours de sa vie), ce qui traduit un meilleur équilibre de la structure de la population. Il semblerait que les possibilités de reproduction et de recrutement soient la résultante de la mise en place du moratoire (interdiction de prélèvement par chasse sous-marine et pêche à la ligne) et du réchauffement des eaux.

Les récifs artificiels immergés dans la Baie de La Ciotat en 1986 et en 1989, ont également fait l'objet d'un suivi de l'ichtyofaune présente (Ganteaume, 2000). Les récifs artificiels de la Baie de La Ciotat présentent ainsi, un peuplement bien diversifié mais toutefois moins riche que ceux observés sur les récifs artificiels de la Côte Bleue ou des Alpes Maritimes.

Cette synthèse sur le peuplement de poissons de la Baie de La Ciotat présente plusieurs sources d'intérêt par rapport au site des calanques:

- ✓ la différence de contexte et la différence structurelle des habitats de la zone malgré la proximité géographique par rapport aux calanques ;
- ✓ la Baie de La Ciotat est prévue dans le périmètre du futur Parc National. Il apparaît donc comme primordial de considérer les caractéristiques des différents peuplements de cette zone en vue d'une gestion adéquate.

Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine du Cap Couronne Bilan 1995/2004.

(Jouvenel J.Y., Bachet F., Charbonnel E., Daniel B., 2005)

Bien que ce suivi ne se situe pas dans le site des calanques de Marseille et de l'Archipel de Riou, il porte sur la rive nord du golfe de Marseille qui est adjacente et sur les deux réserves intégrales les plus proches des calanques. En outre, ce suivi présente de nombreuses sources d'intérêt qui méritent d'être développées dans le présent rapport :

- il s'agit d'un cas unique de suivi avec un état zéro antérieur à la création de la réserve ;
- le protocole d'échantillonnage en plongée sous-marine est scrupuleusement reproduit depuis le point zéro et présente des caractéristiques très proches du nôtre, permettant une comparaison rigoureuse des résultats.

Le suivi comporte deux volets :

- le recensement du peuplement ichthyologique en plongée sous-marine ;
- un complément d'échantillonnage de ce peuplement par pêche expérimentale (professionnelle standardisée) au filet et également une simulation de pêche amateur à la ligne standardisée;

Le protocole a été mis en place en 1995, deux ans avant la mise en réserve du Cap Couronne (1997) ; le suivi a ensuite été réalisé tous les trois ans (1998, 2001, 2004 et 2007). Les comptages visuels en plongée sont réalisés par les agents du parc, observateurs expérimentés. Six stations sont suivies, 4 au sein de la réserve et 2 à l'extérieur. Une des stations à l'intérieur de la réserve correspond à une zone de récifs artificiels immergés en 1996-1997. A chaque station, 12 transects permanents de 20x5 m sont parcourus, les espèces de poissons sont identifiées ainsi que leur taille (Petit/Moyen/Gros de 1995 à 2001 et taille à 2 cm près depuis 2004) et leur abondance. Sur chaque transect, le suivi de l'habitat est également réalisé selon le protocole de Garcia-Charton et Pérez-Ruzafa, (1998, 1999, 2001) et développé lors du programme européen BIOMEX (BIOMEX, 2006).

Les résultats obtenus par comptage visuel en plongée de 1995 à 2004 montrent (Jouvenel *et al.*, 2005) :

- une restauration des compositions spécifiques au sein de la réserve, notamment avec la réapparition d'espèces nobles et une régularisation de la présence de ces espèces à partir de 2001 ;
- une augmentation régulière des abondances en zone protégée entre 1995, 1998, 2001 et 2004 ;
- des abondances plus importantes dans la réserve en 1998, le phénomène s'amplifiant en 2001. En 2004, on assiste à un rééquilibrage des densités entre zone protégée et non protégée ;
- une amplification de l'augmentation de biomasse lorsque l'effet-réserve est conjugué aux récifs artificiels jusqu'en 2004, malgré une diminution de la biomasse de certaines espèces, attribuée à l'augmentation de l'abondance de prédateurs comme les loups ;
- un rééquilibrage des structures démographiques, avec une réapparition de la mortalité naturelle comme phénomène majeur de structuration des assemblages.

Le suivi réalisé en 2007 par les agents du Parc Marin de la Côte Bleue est actuellement en cours d'analyse. Les conclusions du suivi des captures par pêche expérimentale standardisée vont dans le même sens, à savoir une nette augmentation de la diversité, du nombre et de la taille des prises au sein de la réserve. A partir de 2004, une régulation liée à la présence de nombreux prédateurs (loups et congres) est constatée notamment sur les récifs artificiels. La principale conclusion que l'on peut tirer de ce suivi est l'efficacité de la mise en réserve du Cap Couronne vis-à-vis de la restructuration du peuplement ichthyologique (richesse spécifique, abondance, taille, biomasse). Il s'agit indéniablement d'un modèle exemplaire qu'il faudra considérer pour la mise en place des mesures de gestion au sein du futur Parc National.

Les données issues de ce suivi rigoureux constituent une référence pour la région comportant des données en secteur intégralement protégé et des données pour le milieu côtier proche des réserves mais soumis à l'impact des différentes activités de pêche.



Programme européen BIOMEX
(DG Pêche – 5th EC Program "Quality of Life & Management of Living Ressources"
QLRT-2001-0891, 2003-2005)

Les réserves marines sont considérées comme des outils de gestion pour le développement durable de la petite pêche côtière. Le programme de recherche européen BIOMEX financé par la DG des Pêches (2003-2006) et porté par l'Université de Perpignan (Serge Planes) a eu pour but de démontrer l'efficacité des aires marines protégées en tant que source de biomasse en poissons pour les eaux côtières et donc aussi pour la pêche. L'originalité de la démarche BIOMEX est l'association de plusieurs laboratoires de biologie et d'écologie des poissons et des pêches pour travailler dans 6 réserves méditerranéennes de France et d'Espagne : 3 côtières dont Banyuls et Carry-le-Rouet et 3 insulaires en Espagne. L'approche pluridisciplinaire et l'application de protocoles standardisés aux 6 sites ont permis de démontrer que les réserves marines de Méditerranées sont efficaces : l'effet réserve y est démontré (forte diversité spécifique, présence d'espèces rares emblématiques ou menacées, taille moyenne et biomasse des poissons supérieures au milieu côtier avoisinant). L'exportation de biomasse peut résulter de deux processus : (i) l'émigration des poissons adultes sous la pression de fortes densités à l'intérieur des réserves ; (ii) la dispersion d'œufs et de larves de poissons. Ils conduisent tous deux à un accroissement de la production de pêche dans le proche environnement des réserves ou en aval selon les courants dominants (dispersion, advection des œufs et des jeunes larves). Des gradients d'abondance ont été mis en évidence depuis l'intérieur vers l'extérieur de la réserve avec une abondance et une biomasse des poissons (hors planctonophages) respectivement 1.3 fois et 4.7 fois supérieure à l'extérieur. Etant donné le nombre de paramètres non contrôlables dans le plan d'échantillonnage les résultats présentent des variations importantes ; de ce fait les tendances observées à l'identique dans les différents sites viennent fortement à l'appui de l'hypothèse d'exportation.

Sur la Côte Bleue les résultats de l'analyse des récoltes d'œufs et de larves ont démontré une richesse spécifique élevée (82 taxa) même très près du bord rapidement transportés par le courant (jusqu'à 30 cm/s), vers le large, c'est à dire vers les îles du Frioul et la rade sud de Marseille.

Les pêches expérimentales effectuées en bordure de réserve à 500 et 1500 m de la limite de la réserve ont montré des captures plus élevées près de la bordure. L'aire d'influence de la réserve sur les captures n'atteint pas les 500 m, alors qu'elle atteint les 1500 m à Tabarca. Carry est une petite réserve qui a une influence limitée, néanmoins la continuité de l'herbier de posidonie avec roche est favorable à l'exportation de biomasse autour de la réserve.

Les résultats de la répartition de l'effort de pêche professionnelle et amateur autour de la réserve de Carry, qui a également été étudiée pendant 2 ans et les embarquements, corroborent d'ailleurs ces résultats avec une forte concentration de l'effort de pêche en bordure de réserve. Cet effort est d'ailleurs si important qu'une inflexion est visible sur les gradients de biomasse en poissons observés par comptages visuels au niveau des bordures de part et d'autre de la réserve.

Le programme BIOMEX a apporté des avancées méthodologiques applicables à d'autres sites côtiers et de très nombreuses données qualitatives et quantitatives sur les poissons depuis l'œuf jusqu'à l'adulte. Le programme a également permis de réaliser un travail assez complet de description de la pêche artisanale côtière autour de la réserve de Carry ainsi que des évaluations de captures par unité d'effort. Les premiers échantillonnages de la pêche récréative sur la Côte Bleue ont également été réalisés dans le cadre de ce programme. Ces évaluations quantitatives font référence pour le golfe de Marseille.

Etude et Cartographie des Biocénoses marines des calanques de Marseille à Cassis y compris l'Archipel de Riou.

(Bonhomme P., Ganteaume A., Bellan G., Cadiou G., Emery E., Clabaut P., Bernard G., Hervé G., Bourcier M., Boudouresque C.F., 2005)

Cette étude constitue un état des lieux très complet des biocénoses de la zone marine du sous-site Natura 2000 des calanques de Marseille à Cassis, y compris l'archipel de Riou, dans la tranche bathymétrique de 0 à 80 m, couvrant l'ensemble de la zone de compétence en mer du GIP des Calanques, à savoir, la bande des 500 m.

Le diagnostic des biocénoses porte notamment sur l'état de vitalité et les éléments connus de leur évolution et est restitué sous la forme de fiches habitat de synthèse. Les facteurs de risque et les menaces sur le patrimoine biologique marin, menaces naturelles, espèces invasives, pollution, ainsi que les menaces liées aux usages y sont identifiées. En fonction des pressions anthropiques existantes, une série de préconisations concernant la préservation du milieu a été proposée, accompagnée par les mesures de suivi biologique devant être développées. On observe de manière générale que :

- La biocénose du médiolittoral inférieur caractérisée, lors de notre étude, par la ceinture à *Lithophyllum byssoides*, est bien représentée, sauf au niveau de Cortiou, et en faible abondance dans la rade sud de Marseille. Les trottoirs ou encorbellements, auxquels une forte valeur patrimoniale est accordée, sont principalement présents dans l'archipel de Riou et à En Vau.
- La roche infralittorale à algues photophiles, caractérisée dans son horizon supérieur par la ceinture à *Cystoseira amantacea* var. *stricta* est régulièrement présente le long du littoral avec de faibles abondances. Elle est toutefois absente le long du littoral dans la zone de Cortiou, bien que l'on note sa progression notamment dans la partie ouest. La biocénose des algues photophiles est dégradée et réduite à des peuplements très simplifiés, voire monospécifique, à proximité de Cortiou.
- L'herbier de Posidonie a subi, dans le passé, d'importantes régressions notamment au niveau du plateau des Chèvres et dans la rade Sud de Marseille. Globalement, celles-ci semblent aujourd'hui stabilisées, bien que certaines limites inférieures montrent encore des signes de régression. Le mouillage des bateaux constitue une menace majeure pour la conservation des herbiers, particulièrement en fond de calanque, où de vastes étendues de matée morte sont observées. La gestion du mouillage apparaît comme une mesure essentielle à mettre en place sur cet habitat prioritaire. Le chalutage illégal dans l'herbier, même si celui-ci n'est pas précisément quantifié, existe au niveau du plateau des Chèvres et des calanques de Morgiou et Sormiou ; son contrôle est capital.
- Les fonds du détritique côtier et du détritique envasé omniprésents sur toute la zone, sont principalement influencés par l'émissaire de Cortiou. Une nette amélioration de la qualité des peuplements benthiques a été mise en évidence, sur le long terme. L'état de conservation du détritique côtier est cependant moyen (niveau le plus bas) sur toute la zone. La zone sud de Riou relativement envasée (65 m), nécessite qu'un suivi soit engagé afin de confirmer ces observations et de circonscrire le phénomène observé, qui semble être à relier avec la dispersion des particules fines en profondeur, sur la zone s'étendant du Veyron au sud de Riou.
- Parmi les peuplements du coralligène profond, le coralligène de paroi est le mieux représenté sur le secteur des calanques. Cet habitat abrite de nombreuses espèces protégées ou patrimoniales qui sont principalement observées aux Farillons, à Moyade, au grand Conglue, aux Impériaux et à Castelvieuil. L'influence des rejets de Cortiou est particulièrement perceptible de Maire au Grand Conglue. L'impact des rejets semble limité sur les faces sud de Riou et à Castelvieuil. Les peuplements de gorgones de faible profondeur ont subi le



phénomène de mortalité de 1999 et 2003. L'ancrage des bateaux entraîne également des dégradations sur cet habitat, l'impact est le plus visible sur les peuplements de gorgonaires.

- La plupart des espèces marines protégées et inscrites dans les conventions européennes sont présentes dans le secteur des Calanques. Les principaux paysages sous-marins clés sont représentés sur le secteur des calanques, les tombants rocheux à peuplements de coralligène dressés et les grottes sous-marines sont les plus recherchés par les plongeurs sous-marins.

Il semble que le milieu marin des Calanques soit globalement en état d'équilibre, une augmentation de la fréquentation et une absence de gestion pourraient avoir des conséquences importantes sur les peuplements les plus vulnérables. Des préconisations ont donc été formulées, les principales sont :

- (i) Renforcement du balisage de zones interdites au mouillage (herbier de Posidonie) et utilisation de système de fixation non-destructeur ;
- (ii) Mise en place de mouillages forains fixes et non destructeurs ;
- (iii) Mise en place de bouées d'amarrage sur les zones coralligènes sensibles ;
- (iv) Contrôle renforcé du chalutage et mise en place de récifs artificiels de protection ;
- (v) Mise en place de zones protégées et de zones sanctuaires pour le corail ;
- (vi) Mise en place d'une charte de plongée ;
- (vii) Action de sensibilisation sur la fragilité des habitats (Coralligène, herbier, grottes, encombrellements).

L'état de conservation des biocénoses de la zone a été réalisé, à partir de la définition et des critères d'appréciation de la conservation, donnés dans le cahier des charges de la DIREN pour l'inventaire et la cartographie des sites Natura 2000. La conservation du site des calanques est, d'un point de vue général, moyen (76 % des fonds), ce qui correspond au critère le plus faible. Cet état de conservation est dépendant de la forte représentativité des fonds de substrat meuble qui occupent 70 % de la zone et qui sont globalement dégradés. Les états de « bonne » conservation des biocénoses représentent 22 % de la superficie des fonds de la zone Natura 2000, ils s'observent au niveau des faces sud des îles Maïre et Jarre, autour des îles de Riou et Plane, et le long du littoral du bec de Sormiou à Cassis, uniquement dans la partie la plus proche de la côte. Les états « d'excellente » conservation (1.6%) sont présents entre les calanques de l'Oeil de Verre et de l'Oule, et à l'est de la calanque de Port-Miou, ils correspondent à des herbiers de Posidonie se développant sur roche ou peu impactés. Cette approche reste un exercice "périlleux" et critiquable, d'extrêmes précautions doivent donc être prises quant à son interprétation et son utilisation.

Une analyse sectorielle de la zone, basée sur le découpage utilisé dans le cadre des études de fréquentation, a été réalisée. Pour les 28 secteurs identifiés, le statut de conservation a été défini à partir de la conservation des biocénoses. Ces secteurs ont été regroupés en 13 zones de gestion homogènes. Chaque zone a fait l'objet d'une fiche de synthèse finale où les intérêts biologiques, les activités, les impacts et les mesures de gestion recommandées sont rappelés.

**Compte-rendu de mission GEM de comptages de mérou
(*Epinephelus marginatus*) sur la Côte Bleue
(GEM, 2006)**

En 2006, à la fin de l'été, le Parc Marin de la Côte Bleue a sollicité le GEM pour réaliser un inventaire exhaustif des mérous et des corbs au sein la réserve de Carry-Le-Rouet, zone de protection intégrale depuis 1983 (GEM, 2006).

L'inventaire a permis de recenser 7 mérous de taille moyenne (de 35 à 60 cm) et 97 corbs (de 25 à 55 cm) au sein de la réserve de Carry-Le-Rouet. Une plongée au niveau du Four à chaux (pierre profonde au sein du parc marin) a permis d'identifier 17 mérous de taille variable avec notamment plus de 40% d'individus de plus 80 cm, c'est à dire probablement des mâles. Sur ce dernier site, la population observée semble équilibrée. De plus, une larve de mérou a été prélevé au sein de la réserve dans le cadre du programme BIOMEX (BIOMEX, 2006) ce qui prouve qu'une reproduction effective des mérous a déjà eu lieu et peut se renouveler.

Les conditions de température de l'eau, très défavorable lors de la mission (13 à 15°C), ont sans doute influencé le faible nombre de mérous observé. Cependant, à partir du recoupement des différentes observations réalisées par les agents du Parc Marin, la population de mérous au sein de la réserve de Carry est estimée à 12 individus. En l'absence de toute activité humaine de prélèvement sur la zone, le faible nombre d'individus laisse penser que l'habitat est moins favorable à l'installation d'une population stable. Par contre, l'abondance de corbs, en particulier de très gros individus (supérieurs à 50 cm) au sein de la réserve indique clairement l'efficacité des mesures de protection.

Le constat des auteurs va dans le sens d'un manque d'informations pour établir un véritable état des lieux des populations de mérous et de corbs. Ils suggèrent le renouvellement du suivi selon un rythme tri-annuel (similaire au suivi de Port-Cros réalisé par le GEM) en élargissant le secteur suivi à la réserve du Cap Couronne.

Compte rendu de la campagne d'inventaire des populations de mérous et de corbs dans les îles marseillaises.

(Charbonnel E., 2007)

Il s'agit de la cinquième mission d'inventaire suscitée par la Commission Départementale de Biologie de la FFESSM (Christine Roche), le GIP Calanques, la Ville de Marseille et le CEEP, avec la participation du Parc Marin de la Côte Bleue, du Centre d'Océanologie de Marseille et du Groupe d'Etude du Mérou (GEM) pour superviser sur le plan scientifique l'inventaire des mérous bruns (*Epinephelus marginatus*) présents dans les îles marseillaises. Outre le mérou, d'autres espèces patrimoniales sont également recensées (grande nacre *Pinna nobilis* et corb *Sciaena umbra*).

L'objectif de cette campagne de recensement était d'obtenir une quantification la plus exhaustive possible des populations locales de ces deux espèces, une évaluation de la taille des individus et une connaissance de la localisation précise et de la nature de leurs habitats. Il convient de préciser que ces inventaires ne rentrent pas dans une mission « classique » du GEM, plus rigoureuse sur le plan scientifique (manque d'entraînement des plongeurs de loisir, prospections non systématique des sites, protocole de comptage allégé) mais permettent surtout de sensibiliser et fédérer les clubs de plongée autour d'une action symbolique.

L'intérêt porté à ces deux espèces est justifié par différentes caractéristiques :

- (i) elles attestent, par leur présence, de la protection du milieu et constituent donc de bons indicateurs pour les réserves marines ;
- (ii) ce sont des espèces patrimoniales typiques des fonds marins de Méditerranée, populaires auprès des plongeurs pour leur rareté, leur grâce, leur taille et leur comportement ;
- (iii) leur relative rareté est principalement due à leur vulnérabilité aux différentes techniques de pêche, ce qui a conduit ces dernières années à l'adoption d'un moratoire interdisant la chasse sous-marine du mérou brun depuis 1993, et depuis 2002, sa pêche à l'hameçon. Le corb est inscrit dans l'annexe 3 de la Convention de Barcelone et de Berne (« espèce exploitée dont les stocks peuvent être amoindris à l'échelle locale »).

Au total, 72 mérous ont été répertoriés dans les îles marseillaises (archipel de Riou, Frioul et Planier), dont 44 autour de l'archipel de Riou et des calanques, 23 au Planier et 5 pour l'archipel du Frioul.

L'histogramme des classes de tailles montre que les tailles sont comprises entre 30 et 90 cm (Fig. 2). La taille moyenne des effectifs est de $55,8 \pm 16$ cm et la structure démographique de la population est bien équilibrée, avec une prédominance des classes 50 et 60 cm (33 individus sur 72, soit 46% du stock), mais également la présence de grands spécimens mâles reproducteurs (14% du stock a une taille supérieure ou égale à 80 cm) et de petits individus (30,5% de taille inférieure ou égale à 45 cm).

On peut noter que la profondeur moyenne de rencontre ($23,5 \pm 5,5$ m) est élevée. A signaler également que les mérous rencontrés ont un comportement très farouche : fuite rapide vers un refuge, ou très caché dans les abris. A l'inverse, un comportement neutre vis-à-vis de l'observateur sous-marin est classiquement observé dans les aires marines protégées ouvertes à la plongée.

En considérant l'ensemble des campagnes de recensement depuis 2003 par une approche sectorielle, on remarque que les effectifs de mérous semblent relativement stables au niveau des secteurs suivants : Morgiou, Sud et Tiboulon de Maire, tandis qu'ils semblent en augmentation au niveau du petit Conglue et du secteur Moyades/Moyadons/Boulegeade. Inversement, les effectifs semblent diminuer au niveau des secteurs de Caramassaigne, des Impériaux, du grand Conglue et de la face Sud de Riou. On peut noter que les mérous ne sont pas spécialement rassemblés sur certains sites, mais sont uniformément dispersés sur l'ensemble des sites.

Par comparaison avec les campagnes précédentes, on constate une relative stabilité des effectifs dans les calanques entre 2005 (50 mérous) et 2007 (44 mérous), à l'exception de l'année 2006 (25 mérous, mais conditions météorologiques très mauvaises).



Un seul corb a été recensé durant cette campagne (contre 2 corbs en 2006) : corb de 25 cm sur l'île Jarre (Pierre Briançon, -22 m). Cet effectif est donc extrêmement réduit au regard de la potentialité des sites en habitats favorables et variés : éboulis, accumulations de blocs de tailles variables, failles et abris sous roche, fonds mixtes roche/herbier de Posidonie.

Cette cinquième campagne d'inventaire des mérours et des corbs des îles Marseillaises s'est déroulée dans de bonnes conditions météorologiques (mer calme, température de l'eau élevée). Un total de 72 mérours a été recensé en 2007, dont 44 autour de l'archipel de Riou et des calanques, 23 au Planier et 5 pour l'archipel du Frioul.

Il faut aussi souligner qu'il ne semble pas y avoir une limitation de l'effectif liée à l'habitat. En effet, le nombre d'habitats favorables est très important et varié ; les éboulis, les accumulations de blocs de tailles variables, les failles et les abris sous roche sont largement répandus dans le secteur des calanques. Compte tenu de sa riche potentialité en habitats favorables au mérour et de leur non exploitation, il semble que le nombre de mérours pourrait augmenter notablement lors des prochaines années, *a fortiori* si une structure de gestion du milieu marin se met en place de manière effective (projet de Parc National des Calanques).

En termes de gestion, le mérour et le corb sont deux indicateurs d'efficacité des mesures de protection. Le suivi de l'évolution de leur population sera utile pour l'évaluation des futures mesures de gestion.

Evolution de la population de mérou (*Epinephelus marginatus*) entre 1997 et 2005 dans une zone non protégée (baie de La Ciotat, France, Méditerranée NW)
(Ganteaume A., Francour P., 2007).

Durant la dernière décennie la présence du mérou (*Epinephelus marginatus*) a augmenté sur la côte méditerranéenne française, notamment les petits individus de moins de 40 cm. Les aires marines protégées telles que le Parc National de Port-Cros, font l'objet de comptages réguliers des mérous, en revanche les comptages réalisés en zone non protégée, si ce n'est par l'interdiction de chasse sous-marine (moratoire depuis 1993), sont moins fréquents. Depuis 1997, des recensements sont réalisés en baie de la Ciotat tous les 2 ans en septembre sur 10 sites, par l'équipe du GEM (Groupe d'Etude du Mérou). Ces sites sont localisés le long de la côte et sur des roches profondes autour de l'île Verte entre 15 et 60 m de profondeur.

Depuis 1997, le nombre total de mérous augmente régulièrement (de 24 à 59 individus) dans les comptages. Le taux d'augmentation du nombre d'individus est passé de 59 % dans les premières années à 34 % depuis 2003 alors que la proportion de mérous dans les sites les plus riches n'a pas significativement changé. Plus de 85 % des individus, dont les plus gros, sont situés dans les sites les plus profonds (Levant, Rosiers, Jas, Rousteau), qui présentent le plus d'abris et de ressources alimentaires. Ces mérous ne présentent pas de comportement de fuite comme les mérous des sites peu profonds, ce qui s'explique par la fréquentation humaine et la probable pression de pêche sous-marine qui s'exerce sur ces derniers sites. Les sites entre l'île et la côte (Grotte, Balise) ainsi que le site du Bec de l'Aigle n'abritent que quelques rares mérous car ils sont peu profonds et trop fréquentés par l'homme.

Les classes de taille 50-60 cm et 70-80 cm représentent chacune 34 % de la population dénombrée, les plus grands n'étant présents que dans les sites profonds. La classe de taille < 40 cm a augmenté de 9 % en 1999, plusieurs juvéniles (taille < 15 cm) ont été trouvés en 2003 dans les petits fonds, en particulier sur les jetées du port et près de la plage, ce qui témoigne d'un recrutement l'année précédente.

La profondeur moyenne d'observation des mérous et la longueur totale moyenne observée, qui sont de bons indicateurs du peuplement et de la nature de la fréquentation humaine, ont été comparées en 2005 au site protégé de Port-Cros. Dans les sites les plus riches, la profondeur moyenne d'observation à La Ciotat est de 25.4 m, alors qu'elle est de 17 à 20 m à Port-Cros. La taille moyenne des mérous observés dans les sites les plus riches de La Ciotat est de 64.9 cm, ce qui est comparable à celle observée au sud-est de Port-Cros (65 cm) mais inférieur à la taille moyenne des mérous à la Gabinière, qui est de 78 cm). Le nombre croissant de mérous et le sexe ratio approchant l'équilibre à La Ciotat témoignent de l'efficacité de l'application du moratoire sur la pêche sous-marine sur le peuplement, malgré le comportement encore fuyant des poissons dans les petits fonds. Le réchauffement global des dernières décades est aussi un important paramètre favorisant la reproduction de cette espèce. Cependant, les habitats favorables de La Ciotat sont loin d'avoir atteint leur capacité de charge maximale.

Divers travaux d'évaluation des usages et de la fréquentation sur la Côte Bleue (2006-2010)

Divers travaux de référence pour la baie de Marseille ont porté sur les usages à partir d'enquêtes et d'évaluations quantitatives et qualitatives des captures de la pêche récréative sur la Côte Bleue.

Impact des réserves sur les pêcheries et indicateurs :

programme européen EMPAFISH (2006-2008)

A la suite du programme BIOMEX, le programme européen EMPAFISH financé également par la DG Pêche et porté par l'Université de Murcia a permis de mesurer l'impact des réserves sur les pêcheries artisanales et les activités économiques liées au tourisme (pêche récréative, plongée, principalement) en poursuivant 3 objectifs :

- i) évaluer la capacité des différents types d'aires marines protégées en Europe à protéger des effets de la pêche les espèces, les habitats et les écosystèmes sensibles et menacés;
- ii) développer des méthodes quantitatives pour démontrer les effets des aires marines protégées ;
- iii) fournir à la Commission Européenne des mesures intégrées et des propositions de réglementation pour la création d'aires marines protégées en tant qu'outils de gestion des pêches et des écosystèmes.

Des bases de données ont été construites, Des meta-analyses et modélisations ont été faites à partir du jeu de données constitué. En ce qui concerne le volet d'économie (WP3) des échantillonnages ont été conduits durant l'été 2006 sur la Côte Bleue avec les économistes du CEDEM (Université de Bretagne Occidentale) sous la forme d'enquêtes sur les différentes formes de pêche récréative (à la ligne du bord et embarquée), dont la chasse sous-marine, mais aussi la plongée sous-marine et les sentiers sous-marins (pratiques, caractérisation de la population, perception des réserves marines). L'Université d'Alicante a défini une série d'indicateurs à partir d'une grille de variables (forçantes, de pression, d'état, d'impact, de réponse) pour permettre aux gestionnaires de suivre les changements et d'adapter les mesures de gestion dans leurs réserves (WP4).

Etude de la plongée sur la Côte Bleue :

Une étudiante de Master Professionnel Université d'Aix Marseille II - Centre d'Océanologie de Marseille a réalisé ces travaux dans le cadre du programme avec le GIS Posidonie et le Parc Marin de la Côte Bleue (Oblin, 2006).

Etude de la pêche récréative sur la Côte Bleue :

Deux étudiants de Master Professionnel Université d'Aix Marseille II - Centre d'Océanologie de Marseille ont réalisé ces travaux avec le GIS Posidonie et le Parc Marin de la Côte Bleue (Vo Van, 2007 ; Bechagra, 2007).

Indicateurs d'efficacité des réserves :

programme national LITEAU III-PAMPA (2008-2010)

Le programme **PAMPA** est un programme porté par l'IFREMER (Dominique Pelletier) et financé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, qui vient de débuter. La Côte Bleue est l'un des sites ateliers retenu. Ce programme fait suite au programme LITEAU II « Développement d'outils diagnostics et exploratoires d'aide à la décision pour évaluer la performance d'AMP » qui a permis de lancer une démarche pour la construction d'indicateurs de performance des AMP en concertation avec



les gestionnaires. Le programme PAMPA a pour objectif la construction des indicateurs et de leur grille de lecture en relation avec les actions de gestion. Ces indicateurs doivent être testés sur un ensemble d'AMP métropolitaines et ultramarines. Une nouvelle dimension disciplinaire est ajoutée : le droit, afin d'aborder les indicateurs de gouvernance en plus des aspects écologiques et socio-économiques. Un effort particulier doit être porté à la restitution des résultats scientifiques sous une forme opérationnelle et vulgarisée.

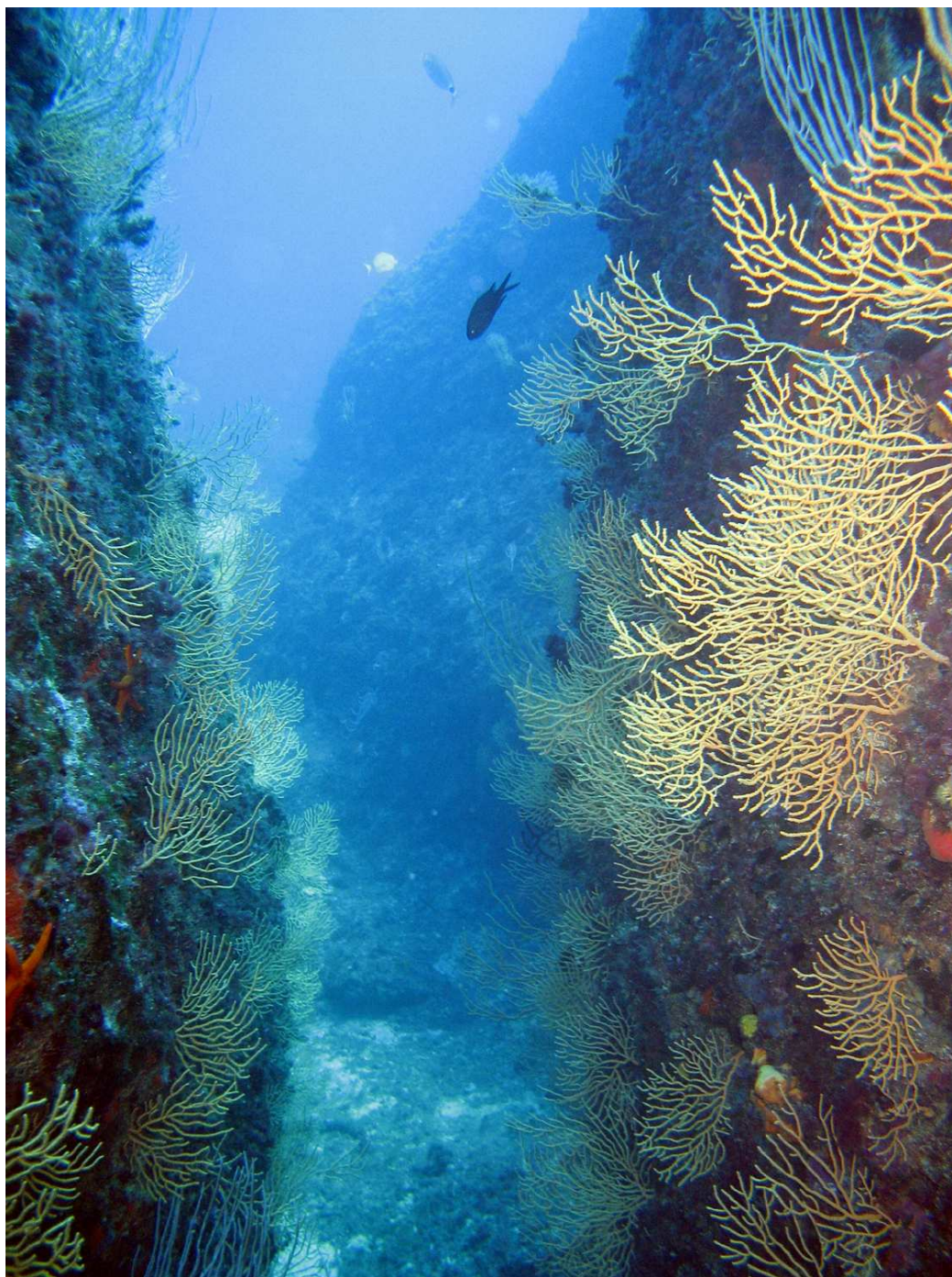
Dans le cadre de ce programme est réalisée depuis un an une évaluation de la fréquentation sur le littoral de la Côte Bleue par le Parc Marin de la Côte Bleue (comptage exhaustif des différentes activités chaque mois pendant un an). Simultanément, des enquêteurs se déplacent à pied sur le littoral ou en mer pour aborder les pêcheurs de loisirs et leur soumettre un questionnaire d'enquête permettant de définir leurs pratiques et leur perception des réserves marines. A l'issue de leur entretien leurs captures sont, dans la mesure du possible, pesées et mesurées.

L'ensemble de ces travaux fournit des descriptions précises des pratiques sur le littoral marseillais de la Côte Bleue certainement transposables au proche littoral des calanques. Les questionnaires d'enquêtes réalisés en concertation avec les économistes du CEDEM de Brest ont permis également de recueillir des informations d'ordre économique et de caractériser les populations enquêtées. L'effort d'échantillonnage important consacré à ces questions depuis 2006 par le personnel du Parc Marin de la Côte Bleue et le GIS Posidonie aidés d'étudiants du Centre d'Océanologie de Marseille a mené à la constitution d'une base de données de référence sur ces questions mais aussi au développement d'outils et de méthodes d'évaluation des activités de loisirs.

Une étudiante de Master Recherche Université d'Aix-Marseille II – Centre d'Océanologie de Marseille (Bonnard, 2009) a réalisé le suivi et le traitement des données acquises avec le concours du Parc Marin de la Côte Bleue et du GIS Posidonie dans le cadre de ce programme.



2ème partie : Recensement du peuplement de poissons des Calanques



Nord Caramassaigne (Riou)

2.1 Matériel et méthodes

2.1.1. Présentation de la zone d'étude

L'Archipel de Riou et les calanques de Marseille à Cassis possèdent une richesse biologique et une diversité des fonds marins d'une valeur patrimoniale exceptionnelle (paysages remarquables, diversité des biotopes, espèces protégées, espèces rares, frayères) (Harmelin *et al.*, 1996 ; Bonhomme *et al.*, 2005). Cette richesse attire les plaisanciers, pêcheurs, chasseurs sous-marins et plongeurs, de Martigues à La Ciotat. Cette augmentation de la fréquentation depuis les dernières décennies a entraîné une hausse des pressions anthropiques sur le milieu, pouvant créer de potentielles sources de conflits entre les usagers.

La zone d'étude choisie en concertation avec le GIP calanques s'étend entre le Cap Croisette à l'Ouest et le rivage du Bestouan à l'Est de la calanque de Port-Miou. Les stations sont réparties le long du littoral en bordure de falaises qui se prolongent en profondeur jusqu'à plus de 50 m en s'éloignant du trait de côte. Autour des îles et îlots de l'Archipel de Riou (Maïre, Jarre, Plane et Riou), les fonds sont très hétérogènes. La face Nord des îles présente une pente relativement douce alors que les faces Sud, exposées aux courants dominants, descendent rapidement jusqu'à plus de 80 m de profondeur. Cette hétérogénéité contribue fortement au caractère patrimonial exceptionnel au site.

2.1.2. Choix des stations d'échantillonnage

A la suite de la réunion de lancement de l'étude du 5 septembre 2008, les représentants du GIP des calanques, les scientifiques du GIS Posidonie, les experts et gestionnaires présents, ont validé le choix de 12 stations de mesure situées le long de la côte des calanques de Marseille à Cassis et sur les îles de l'archipel de Riou (Tableau 1). Leur position exacte a été définie lors de la mise en place des stations sur le terrain (Figure 1, Annexe 5).

Tableau 1: Codes et noms des stations retenues pour la présente étude.

Code	Nom de la station	
S01	Nord Caramassaigne	île
S02	Moyades	île
S03	Jarre (zone de la Pierre de Briançon)	île
S04	Tiboulén de Maïre	île
S05	Devenson	côte
S06	Riou Sud	île
S07	Grand Conglue (Zone interdite)	île
S08	Sablières de Riou	île
S09	Castelvieil / Calanque de l'Oule	côte
S10	Plateau des chèvres	côte
S11	Ouest de l'anse du Figuier	côte
S12	Port-Miou (côte du Bestouan)	côte

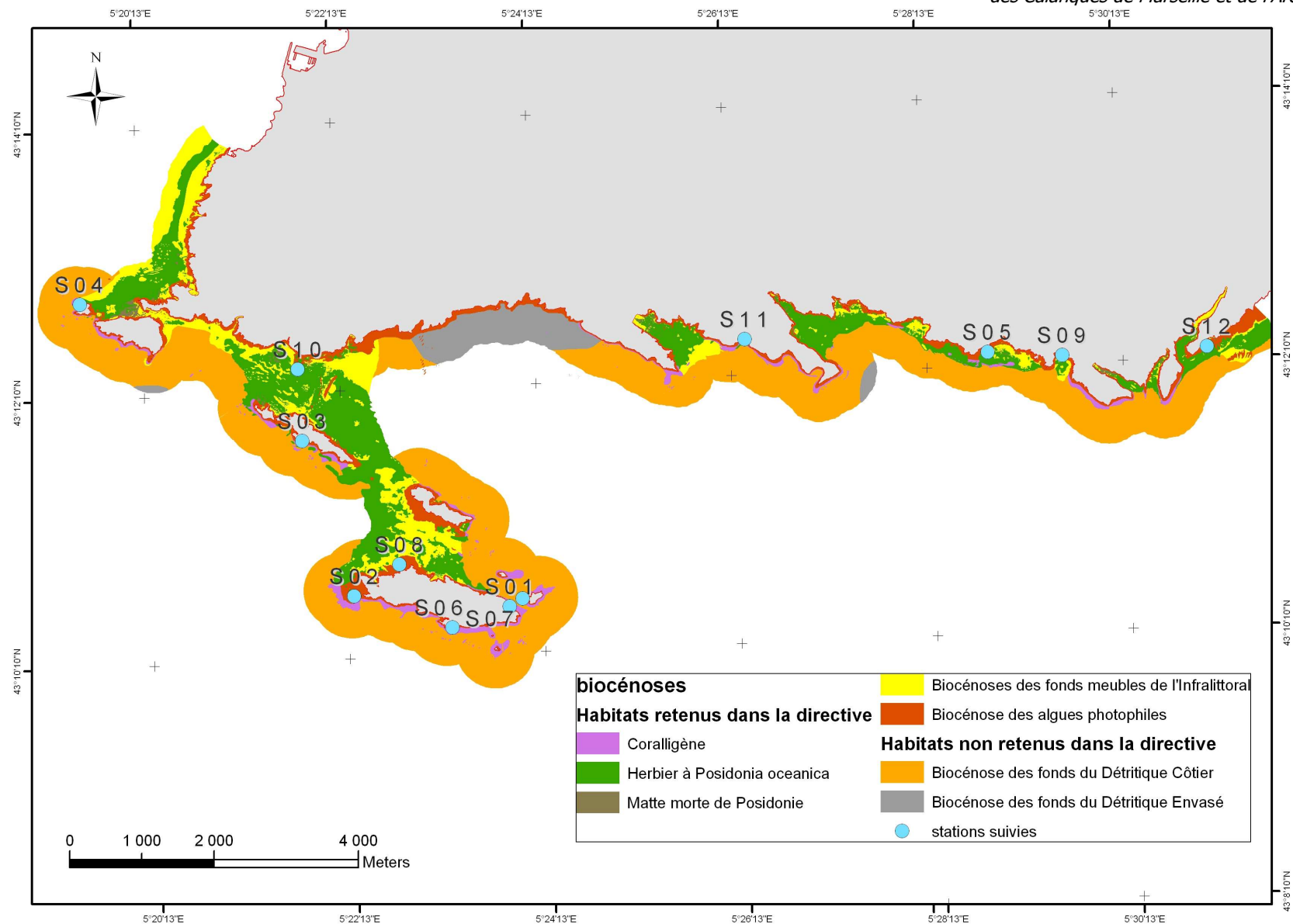


Figure 1 : Localisation des stations d'étude et cartographie des biocénoses. Les codes et noms des stations figurent dans le Tableau 1.

2.1.3. Description des stations

On appelle station, un point de comptage matérialisé sous l'eau par la pose d'une balise (flotteur) fixée au fond, le plus souvent par un fer à béton, si possible facilement repérable (tache de sable, promontoire etc.). Les caractéristiques des stations d'échantillonnage sont présentées dans le Tableau 2.

Tableau 2: Description, profondeur et coordonnées géographiques (WGS 84) des stations d'échantillonnage sélectionnées pour le suivi.

Station	Description et position du repère	Profondeur (m)	Coordonnées WGS84
S01 : Nord Caramassaigne	Au milieu de chaos de blocs de roches à environ 10-15m de la falaise.	14.4	43°10.509' N 05°23.833' E
S02 : Moyades	Gros bloc caractéristique d'environ 5m de diamètre. Le flotteur est posé au sud au pied de ce bloc sur une tache de sable.	14.9	43°10.629' N 05°22.255' E
S03 : Jarre zone de Briançon	Balise au sud-sud-ouest de la pointe, sur bloc de taille moyenne à la limite entre substrat rocheux uniforme et blocs.	18.3	43°11.800' N 05°21.785' E
S04 : Tiboulén de Maire	Au milieu d'une zone de petits blocs, à côté d'un câble concrétionné en arc-de-cercle. De part et d'autre il y a de l'herbier en profondeur.	10.7	43° 12.880' N 05° 19.567' E
S05: Devenson	Sur un moteur hors-bord au milieu d'une zone de blocs gros et moyens, au centre d'une crique à l'ouest de l'îlot "dromadaire".	11.3	43°12.263' N 05° 28.814' E
S06: Sud Riou	Sur une petite zone de replat (3-4m de surface) au milieu d'une paroi à forte pente, au milieu de blocs moyens, côté est d'une petite crique.	22.0	43°10.367' N 05° 23.246' E
S07 : Grand Conglue	Dans la zone interdite, en contrebas de la pointe sud-ouest du Grand Conglue, sur de gros blocs.	19.6	43°10.524' N 05° 23.973' E
S08 : Sablières de Riou	Sur une zone rocheuse près d'un décrochement de 30 à 50 cm.	8.2	43° 10.852' N 05° 22.729' E
S09 :Castelvieil / calanque de l'Oule	A environ 15m de la falaise, sous la tache grise, dans zone de petits et moyens blocs.	13.7	43° 12.218' N 05° 29.573' E
S10 : Plateau des chèvres	Sur une tache de sable et de matte morte, au milieu d'un herbier à fort recouvrement.	11.4	43° 12.336' N 05° 21.767' E
S11 : Ouest Figuier	Devant un petit bloc rond clair, qui se trouve dans l'alignement d'un gros bloc foncé situé au nord.	18.3	43° 12.432' N 05° 26.341' E
S12 : Est Port-Miou côte du Bestouan	Au sud-ouest d'une zone de gros bloc, à 5-10 m de la limite roche/herbier dans une tache de sable, dans l'herbier.	18.0	43° 12.242' N 05° 31.053' E



2.1.4. Méthodes de comptage des poissons

Afin d'évaluer au mieux la structure du peuplement de poissons de la zone d'étude, deux méthodes non destructives ont été sélectionnées. Ces deux méthodes sont complémentaires et permettent d'une part, la caractérisation du peuplement dans son ensemble, pour les peuplements diurnes et les espèces non-cryptiques et d'autre part, de poser des éléments de diagnostic quant à l'état de ce peuplement vis-à-vis des différentes activités humaines et des conditions environnementales globales, à partir d'espèces cibles indicatrices.

Le suivi par comptage visuel du peuplement de poissons implique des conditions de luminosité optimales. Les comptages ont donc eu lieu la journée entre 10h00 et 16h00 (UT +2h). Les méthodes de recensement visuel des poissons en plongée sont éprouvées et utilisées depuis plus de 30 ans en Méditerranée (Harmelin-Vivien et Harmelin, 1975 ; Harmelin-Vivien et al. 1985). Cet outil utilisé par des plongeurs scientifiques entraînés permet d'appréhender environ 50% du peuplement total (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) dont la plupart des espèces démersales et benthiques d'intérêt patrimonial et commercial qui peuplent les petits fonds côtiers de la région. Cette méthode permet par observation directe du peuplement, de collecter en un temps réduit des données sur les espèces présentes : la taille des individus, leur abondance et leur comportement. D'autre part, des informations sur les habitats et plus globalement sur l'environnement, à chaque station échantillonnée, sont collectées. Le compteur de poisson intègre ainsi dans son observation de nombreux paramètres qu'il reporte sur une simple plaquette. Ces observations sont complétées par la prise de vues sous-marines. Des photocopies des fiches immergeables utilisées sont présentées dans l'annexe 3.

2.1.4.1 Comptage visuel sur transect linéaire

A chacune des stations d'échantillonnage définies ci-dessus, 4 transects linéaires de même longueur ont été parcourus à partir de la balise de la station. L'orientation de chaque transect a été consignée, ce qui permettra ainsi de réaliser les mêmes parcours lors de suivis ultérieurs. Un transect mesure 25 m de long par 5 m de large et couvre ainsi une surface de 125 m² par station (Figure 2).

L'observateur dénombre l'ensemble des espèces rencontrées à l'exception des espèces benthiques de petite taille au comportement cryptique, qui ne peuvent être correctement inventoriées par cette méthode (gobiidae, blennidae et tryptéridae). La taille de chaque individu est estimée à 1 cm près. Afin de faciliter le dénombrement des individus de chaque espèce, les classes d'abondances suivantes ont été utilisées (progression géométrique cf., Harmelin, 1987) :

- de 1 à 10 (chaque individu est dénombré) ;
- de 11 à 30 ;
- de 31 à 50 ;
- de 51 à 100 ;
- de 101 à 200 ;
- Entre 201 et 500.

A la fin du comptage de poissons, l'observateur parcourt le transect en sens inverse afin de caractériser l'habitat selon :

- la nature du substrat (pourcentage de roche, d'herbier, de sable, et de gravier, le total = 100) ;
- Le nombre et la taille des blocs (petit <1 m , moyen de 1 à 2 m et gros > 2 m de diamètre).

Pour chaque transect, le suivi de l'habitat est fractionné en 5 tronçons de 5 m pour une appréciation plus juste.



Cette méthode de comptage est développée et utilisée depuis plus de 30 ans dans le cadre du suivi des peuplements de poissons des petits fonds rocheux littoraux méditerranéens (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) et a été ajustée et complétée notamment dans le cadre du programme européen BIOMEX (BIOMEX, 2006) par la caractérisation rapide de l'habitat.

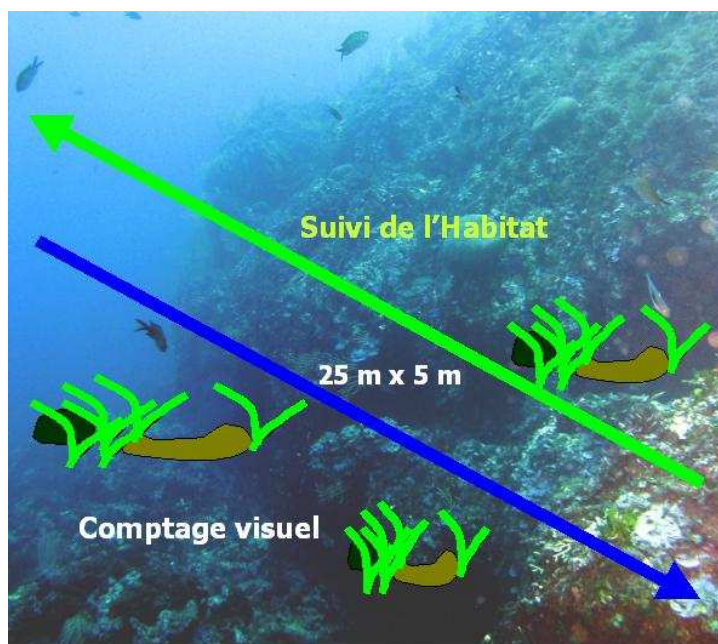


Figure 2 : Schéma du déroulement d'un suivi de transect linéaire (comptage visuel en bleu à l'aller du parcours du plongeur et suivi de l'habitat en vert, au retour).

2.1.4.2 Suivi d'espèces cibles, méthode de l'indice poissons

L'ensemble des travaux de recensement de poissons par comptages visuels réalisés depuis une trentaine d'année dans les aires marines protégées de Méditerranée (Harmelin, 1987 ; Bouchereau *et al.*, 1992a et 1992b ; Francour, 1994 ; Jouvenel, 1997) croisés avec les évaluations de captures de la pêche artisanale professionnelle (Cadiou *et al.*, 2009) et de la pêche amateur (Chavoin et Boudouresque, 2004 ; Dubreuil *et al.*, 2008 ; Bonnard, 2009) ont permis d'identifier certaines espèces comme particulièrement vulnérables à certains modes de pêche. La densité ou l'analyse des classes de taille de ces espèces définies comme « cibles » constituent des indicateurs d'impact de certains usages (Harmelin *et al.*, 1995).

En complément de la méthode d'évaluation précédente, considérée comme relativement exhaustive, le suivi d'une liste d'espèces cibles peut permettre, selon un protocole plus simple, de mettre en évidence, à partir des occurrences de ces différentes espèces cibles, un impact attribuable aux différentes activités humaines de prélèvement (pêche professionnelle, pêche à la ligne, chasse sous-marine).

Les espèces cibles de la pêche professionnelle sont les espèces dites « commerciales », qui composent en majorité la catégorie « beau poisson » utilisée par les pêcheurs professionnels. Pour la plupart ce sont des espèces carnivores de grande taille : le loup, les sparidés en général dont la daurade, le denti et les sars.

Les espèces cibles de la pêche sous-marine sont les mêmes ainsi que les grand labres (moins recherchés par les professionnels), le corb, etc.

Aux espèces cibles de la pêche à la ligne se rajoutent les girelles et les serrans, espèces de petite taille recherchées pour la friture ou la soupe. Ces deux espèces ne sont pas à proprement parler des espèces nobles recherchées par le pêcheur mais leur comportement (territorial, vorace) les rendent vulnérables à la pêche récréative.

La méthode choisie consiste à réaliser 30 parcours aléatoires de 3 minutes (46m plus ou moins 9m) au sein de chaque station. Lors d'un parcours minuté, l'observateur reste sur un substrat à dominante rocheuse (30% d'herbier de posidonie maximum) et évite tout recoupement entre les transects (Figure 3, Figure 4). La liste comprend une sélection de 24 espèces cibles (Tableau 3), elle en comprenait initialement 16 (Daniel et *al.*, 2002), puis 20 espèces, elle fut étendue à 24 (rajout de 4 espèces cibles cryptiques de grande taille : congre, murène, chapon et mostelle). Lorsqu'une de ces espèces est observée, elle est annotée selon deux classes de taille :

- une classe regroupant petits et moyens individus ;
- une classe regroupant les grands et très grands individus.

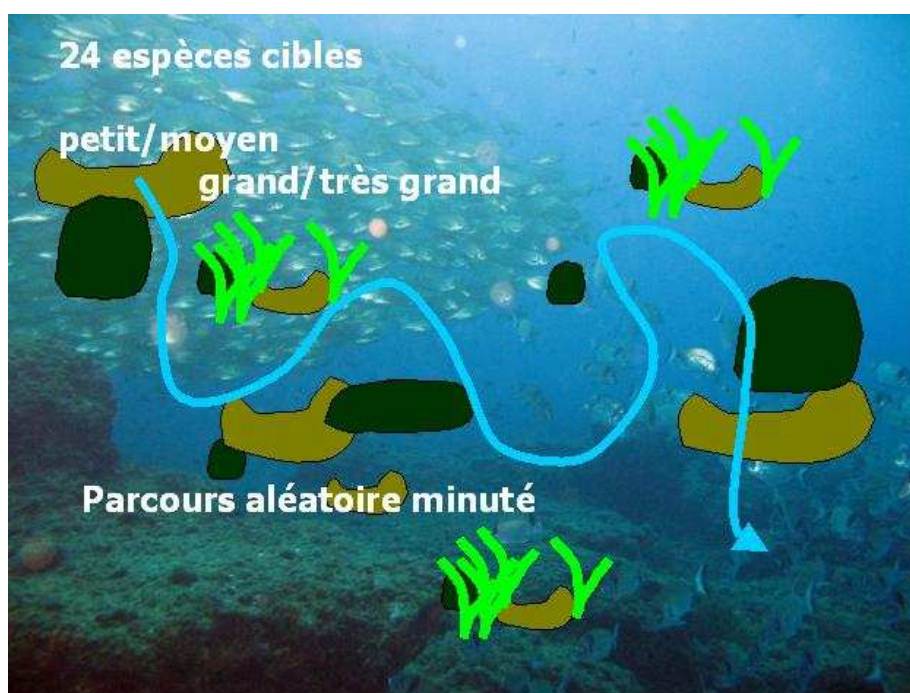


Figure 3 : Schéma de la méthode de recensement des espèces cibles (parcours du plongeur en bleu).

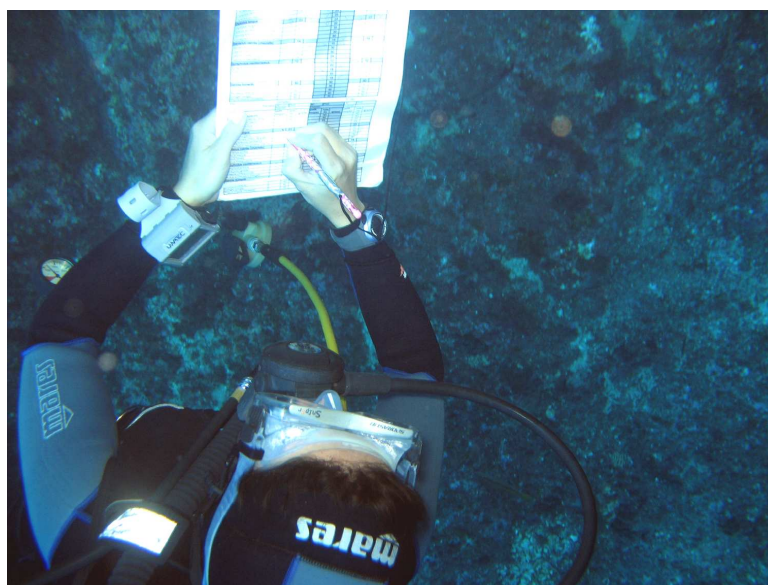


Figure 4 : Plongeuse réalisant le suivi des espèces cibles selon la méthode de l'indice poissons

Il faut préciser ici que les catégories P (petit), M (moyen), G (grand) et TG (très grand) sont utilisées pour rapidement appréhender les classes de taille des poissons observés sous l'eau. Les bornes de ces catégories doivent pour chaque étude être définies (et si possible être les mêmes) afin que les

données soient comparables. Elles correspondent en général à une portion (1/4 ou 1/3, 2/4, 2/3 etc.) de la taille maximale reconnue de l'espèce consignée dans des ouvrages de références tels Bauchot et Pras (1980) ou encore la base de données Fish Base (www.fishbase.org). On trouvera ci-dessous, les tailles limites retenues entre les deux classes utilisées pour le suivi des espèces cibles (Tableau 3).

Tableau 3: Liste des espèces cibles suivies selon la méthode de « l'indice poissons », la taille limite correspond à la séparation entre les deux classes de taille suivies. (P : espèce ciblée par la pêche professionnelle ; L : espèce ciblée par la pêche amateur à la ligne ; C : espèce ciblée par la chasse sous-marine).

Espèces	Nom vernaculaire	Taille limite (cm)	ciblée par :
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	40	P, L, C
<i>Dentex dentex</i>	Denti	40	P, L, C
<i>Diplodus cervinus</i>	Sar tambour	25	P, L, C
<i>Diplodus puntazzo</i>	Sar à museau pointu	25	P, L, C
<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun	23	P, L, C
<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noire (Vérade)	20	P, L
<i>Sparus aurata</i>	Daurade royale	35	P, L, C
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	Canthare (Daurade Grise)	30	P, L
<i>Epinephelus marginatus</i>	Mérou brun	60	C (braconnage)
<i>Serranus cabrilla</i>	Serran chevrette	14	L
<i>Serranus scriba</i>	Serran écriture	15	L
<i>Labrus merula</i>	Labre merle	30	P, L, C
<i>Labrus viridis</i>	Labre vert (Lassagne)	30	P, L, C
<i>Labrus bimaculatus</i>	Labre coquette	24	L
<i>Symphodus mediterraneus</i>	Crénilabre méditerranéen	12	L
<i>Symphodus tinca</i>	Crénilabre paon	20	L, C
<i>Coris julis</i>	Girelle royale (mâle)	18	L
<i>Sciaena umbra</i>	Corb	35	C
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget de roche	18	P, L, C
<i>Seriola dumerilii</i>	Sériole	50	P, L, C
<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon	30	P, C
<i>Muraena helena</i>	Murène	80	P, C
<i>Conger conger</i>	Congre	80	P, C
<i>Phycis phycis</i>	Mostelle	35	P, C

Il est à noter que cette liste ci-dessus n'est pas figée. D'autres espèces cibles peuvent la compléter comme *Pagellus erythrinus* (Pageot rose, observé dans le cadre de l'étude), *Pagrus pagrus*, *Sphyræna sphyraena* (barracuda) ou encore *Zeus faber* (Saint-Pierre) et *Thalassoma pavo*.



Le nombre d'espèces cibles observées par station et leur occurrence (pourcentage de présence dans les comptages indice poissons) permettent de diagnostiquer l'état du peuplement en relation avec les activités humaines de prélèvement.

2.1.5. Organisation des missions en plongée

La mission de recensement a eu lieu à la fin de l'été, qui est la période la plus favorable dans les eaux côtières en raison d'une plus grande stabilité des caractéristiques abiotiques du milieu, de la présence d'eaux chaudes et de la plus grande variété de poissons observables au cours de l'année. Pour optimiser l'échantillonnage, il est souhaitable que les jours de comptage soient rapprochés et correspondent à des conditions météorologiques semblables. Afin de réussir à visiter les 12 stations prévues dans un laps de temps minimal et de profiter des conditions météorologiques favorables, une équipe de 5 plongeurs (au lieu de 4) a été mobilisée. Une journée de terrain à 5 personnes permet la réalisation de 5 plongées (par équipe de deux) par jour. Cette stratégie a permis d'exploiter au mieux un créneau météorologique idéal précisément entre le 22 et le 29 septembre 2008. Au delà, un « coup » de Mistral était prévu et aurait compromis l'homogénéité des conditions environnementales, voire l'échantillonnage des dernières stations. L'ensemble des comptages a donc été réalisé dans les mêmes conditions météorologiques. On peut considérer qu'aucun biais de cette nature n'a pu intervenir dans l'échantillonnage.

Afin que les conditions de luminosité soient optimales et comparables, les comptages ont systématiquement eu lieu la journée entre 10h et 16h. Afin de limiter au maximum le biais lié à l'observateur, la première journée de mesure a été intégralement consacrée à la calibration (taille des espèces observées), à l'entraînement, aux vérifications d'identification des espèces présentes dans le milieu et à l'ajustement de la méthodologie entre tous les observateurs.

Le tableau synthétique du déroulement des plongées sur le terrain est présenté en annexe 2. L'annexe 4 illustre le déroulement de la mission ainsi que certaines des observations réalisées.

2.2 Résultats

2.2.1. Comptage visuel par transect linéaire

Au total, 48 transects ont été parcourus (4 transects x 12 stations) selon la méthode de comptage classique, soit une superficie couverte de 6000 m². Les 4 transects de chaque station ont été réalisés le même jour. Au total 14 918 observations ont été faites (une observation = un poisson vu sur le transect et annoté) appartenant à 39 taxons (genre et espèce) avec cette méthode (Tableau 4).

Les espèces ubiquistes (présentes sur toutes les stations) sont :

- la girelle *Coris julis*, le serran chevrette *Serranus cabrilla*, le crénilabre méditerranéen *Symphodus mediterraneus* ;
- la castagnole *Chromis chromis*, le sar commun *Diplodus sargus*, la vérade *D. vulgaris* (sauf Plateau des Chèvres - S10) ;
- le crénilabre paon *Symphodus tinca* (sauf Grand Conglue - S07) ;
- la saupe *Sarpa salpa* (sauf Nord Caramassaigne - S01 et Plateau des Chèvres - S10).

Les planctonophages (*Chromis*, *Boops*, *Spicara*) dominent le peuplement en nombre. Les sparidés sont mieux représentés que les labridés.

Sur les 48 transects, le congre *Conger conger*, le sar tambour *Diplodus cervinus*, le marbré *Lithognathus mormyrus*, le corb *Sciaena umbra* et le crénilabre cendré *Symphodus cinereus* n'ont été observés qu'une seule fois.

Tableau 4 : Tableau de synthèse des effectifs cumulés de 4 comptages à chaque station pour chaque espèce.

Espèces	S01 Nord Caramassaigne	S02 Moyades	S03 Jarre	S04 Tiboulén de Maïre	S05 Devenson	S06 Riou Sud	S07 Grand Conglue	S08 Sablières de Riou	S09 Castelviel- Calanque de l'Oule	S10 Plateau des Chèvres	S11 Entre Figuier et Porte de Rome	S12 Port Miou	Total
<i>Anthias anthias</i>	0	0	0	0	0	688	430	0	0	0	2	0	1120
<i>Apogon imberbis</i>	0	6	3	1	31	3	3	15	2	0	1	0	65
<i>Atherina sp</i>	0	0	351	0	0	0	0	0	0	0	0	151	501
<i>Boops boops</i>	192	0	351	118	0	0	878	0	0	0	0	40	1578
<i>Chromis chromis</i>	448	267	78	1272	576	41	334	558	29	0	143	76	3819
<i>Conger conger</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Coris Julis</i>	109	123	196	128	355	180	76	220	166	251	121	55	1977
<i>Dentex dentex</i>	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Diplodus annularis</i>	5	3	0	1	1	0	0	0	1	4	2	4	21
<i>Diplodus cervinus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Diplodus puntazzo</i>	3	4	5	3	0	1	3	0	0	0	0	0	19
<i>Diplodus sargus</i>	14	23	46	193	56	37	51	44	13	0	99	1	576
<i>Diplodus vulgaris</i>	163	21	45	203	53	75	44	30	9	0	11	1	654
<i>Epinephelus marginatus</i>	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	4
<i>Labrus merula</i>	0	2	1	3	3	2	0	0	1	0	1	0	13
<i>Labrus viridis</i>	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Lithognathus mormyrus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mugil sp</i>	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12
<i>Mullus surmuletus</i>	0	0	3	1	0	3	0	3	12	1	2	1	26
<i>Murena helena</i>	0	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	5
<i>Oblada melanura</i>	0	0	0	0	21	0	0	18	0	0	0	0	39
<i>Sarpa salpa</i>	0	14	142	345	79	226	22	210	48	0	6	1	1092
<i>Sciena umbra</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scorpaena notata</i>	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1	1	7
<i>Scorpaena porcus</i>	1	2	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	7
<i>Scorpaena scrofa</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
<i>Serranus cabrilla</i>	5	8	12	9	16	10	9	10	16	3	13	8	119
<i>Serranus scriba</i>	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	4
<i>Sparus aurata</i>	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Spicara sp</i>	1152	76	448	701	0	232	262	0	6	0	21	0	2896
<i>Spondylusoma cantharus</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	6
<i>Symphodus cinereus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Symphodus doderleini</i>	0	2	5	5	3	0	1	0	1	1	0	2	20
<i>Symphodus mediterraneus</i>	1	7	12	5	14	1	4	2	5	1	6	2	60
<i>Symphodus melanocercus</i>	3	25	36	6	9	0	0	1	4	10	4	7	105
<i>Symphodus ocellatus</i>	0	3	0	4	16	0	0	2	2	40	3	1	71
<i>Symphodus roissali</i>	0	3	2	0	7	0	0	0	1	1	0	0	14
<i>Symphodus rostratus</i>	0	1	1	0	2	0	0	0	2	7	0	2	15
<i>Symphodus tinca</i>	5	9	8	5	8	1	0	7	5	5	1	3	57
Total	2106	602	1746	3009	1256	1505	2133	1121	324	325	436	358	14918

2.2.1.1 Paramètres du peuplement

Richesse spécifique

En moyenne, 18.5 ± 1.8 espèces ont été observées par station. Le détail du nombre d'espèces par station est présenté dans la Figure 5 ci-dessous. Il s'agit du nombre total d'espèces observées sur l'ensemble des 4 transects d'une station, correspondant à une surface de 500 m². Ce chiffre oscille entre 23 espèces observées sur la station 02 (Moyades) et 13 espèces au Plateau des chèvres (S10).

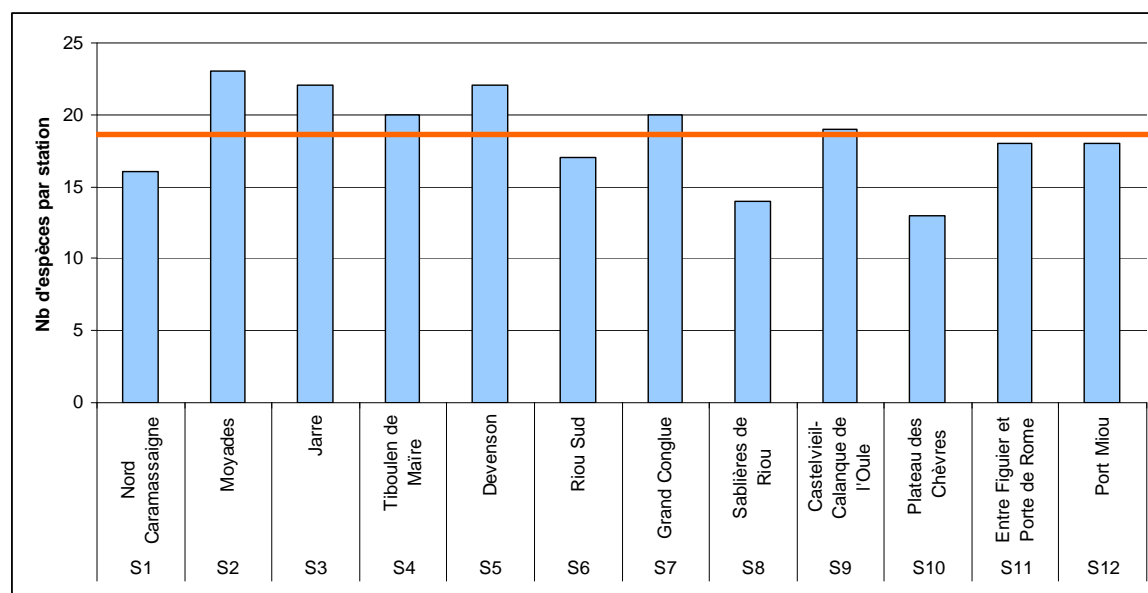


Figure 5: Nombre d'espèces observées à chaque station (soit 500 m²), la barre horizontale rouge présente la richesse spécifique moyenne (18,5 espèces).

En considérant la richesse spécifique par transect, soit par unité de surface de 125 m², $11,0 \pm 0,8$ espèces ont été observées en moyenne par transect. La station 05 (Devenson) présente la plus forte richesse spécifique par transect avec $15,8 \pm 0,9$ espèces alors que le Plateau des Chèvres (S10), Port Miou (S12) et les Sablières de Riou présentent les valeurs les plus faibles avec respectivement $6,8 \pm 2,5$, $8,0 \pm 1,8$ et $9,3 \pm 0,5$ espèces (Figure 6).

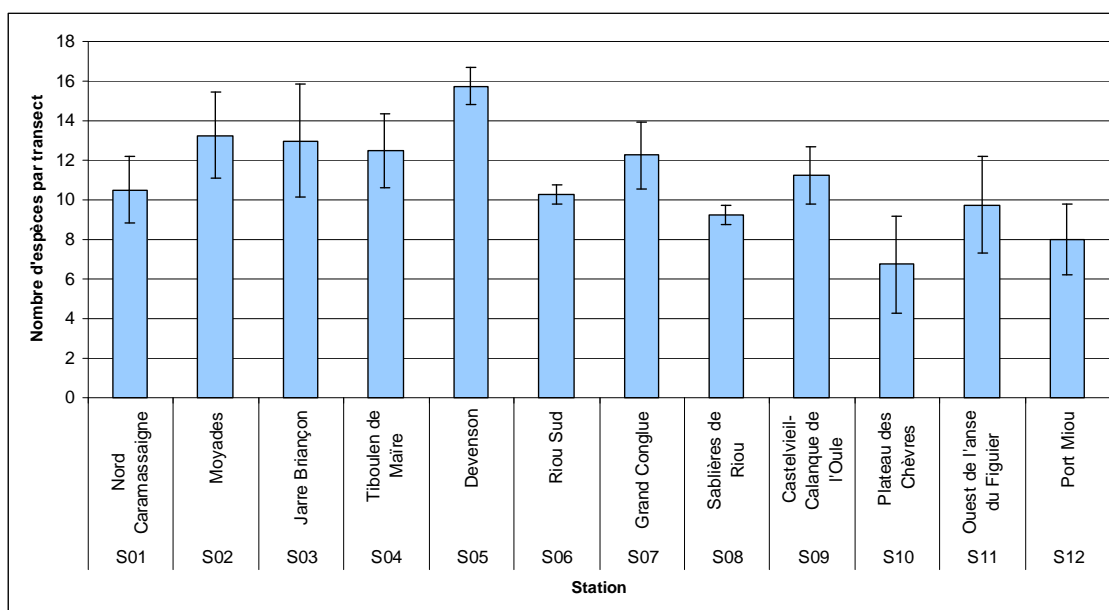


Figure 6 : Richesse spécifique observée à chaque station par transect (soit 125 m²).

La comparaison statistique de la richesse spécifique par transect entre les stations ne montre que quelques différences significatives (Kruskal-Wallis ; $p < 0.05$). S05 (Devenson) comporte significativement plus d'espèces par transect que S10 et S12 (Plateau des Chèvres et Port Miou). L'ensemble des autres stations est comparable du point de vue de la diversité (Figure 6).

Indice de Shannon Weaver (H')

L'indice de Shannon-Weaver est un indice de biodiversité qui prend en compte à la fois le nombre d'espèces mais également l'abondance de chacune d'entre elles (Tableau 5). Les plus fortes valeurs de H' se situent à Jarre (S03), Moyades (S02) et à l'Ouest de l'Anse du Figuier (S11). Les trois stations à l'indice le plus faible sont le Plateau des Chèvres (S10), Nord Caramassaigne (S01) et les Sablières de Riou (S08).

Tableau 5: Mesure de l'indice de biodiversité de Shannon-Weaver H' (p_i : une espèce du milieu d'étude ; Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude, qui se calcule de la façon suivante: $p(i) = n_i / N$).

Stations		S=Espèces totales	N= Total des Individus	Shannon-Weaver $H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$
S01	Nord Caramassaigne	17	2107	1,351
S02	Moyades	23	603	1,847
S03	Jarre	22	1749	2,032
S04	Tiboulou de Maïre	20	3009	1,677
S05	Devenson	22	1257	1,660
S06	Riou Sud	17	1506	1,631
S07	Grand Conglue	20	2136	1,681
S08	Sablières de Riou	14	1122	1,458
S09	Castelviell	19	324	1,781
S10	Plateau des chèvres	13	326	0,916
S11	Ouest de l'anse Figuier	18	438	1,737
S12	Port-Miou	18	359	1,702

Densité

La densité de poissons, toutes espèces confondues, est exprimée en nombre d'observations par unité de surface de 125 m² correspondant à un transect. Afin d'optimiser l'extraction de l'information issue des comptages, les densités moyennes ont été calculées avec et sans les planctonophages (*Anthias anthias*, *Atherina sp.*, *Boops boops*, *Chromis chromis*, *Oblada melanura*, *Spicara sp.*). En effet, ces espèces sont présentes sporadiquement et souvent en bancs importants. Leur abondance peut ainsi masquer celle des espèces cibles les plus intéressantes à suivre (Figure 7).

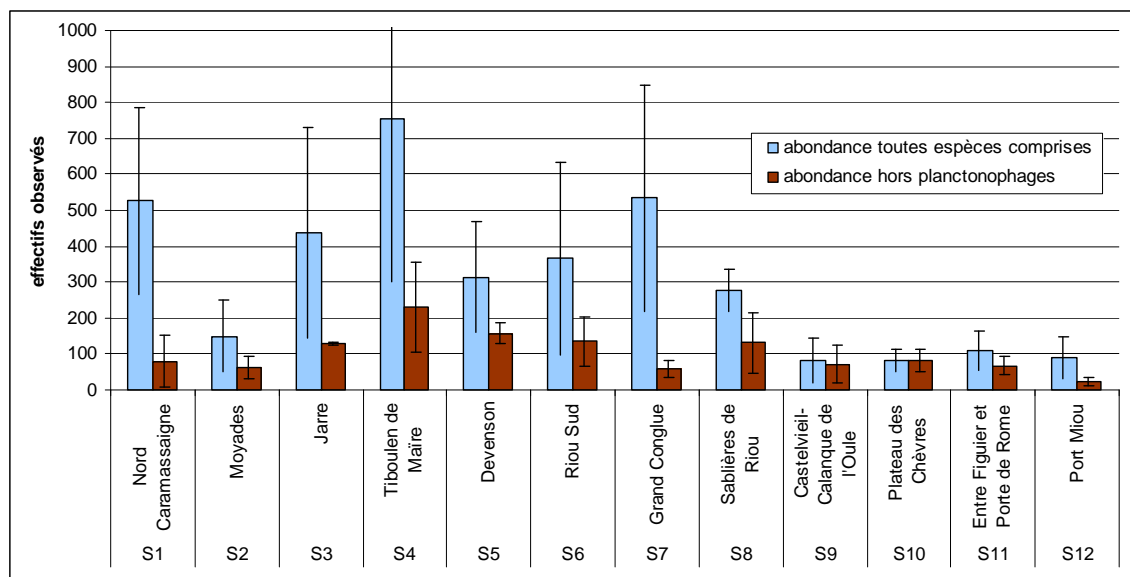


Figure 7: Densité d'individus observés par transect à chaque station avec (bleu) et sans (marron) planctonophages (la barre d'erreur représente l'intervalle de confiance pour 4 réplicats).

Les plus fortes densités avec planctonophages sont rencontrées au niveau de Tiboulén de Maïre, Nord Caramassaigne et Grand Conglue avec respectivement 752, 526 et 533 individus par transect. Les plus faibles valeurs sont à Port-Miou, au Plateau des Chèvres, dans la calanche de l'Oule et à proximité de l'Anse du Figulier. A l'exception de Devenson, les plus faibles abondances correspondent à des stations à la côte alors que les fortes abondances sont observées dans les zones plus exposées aux courants comme les caps et autour des îles.

La comparaison de la densité par transect (planctonophages compris) entre les stations montre une différence significative (Kruskal Wallis ; $p=0.00008$) mais le test de comparaison multiple associé ne discrimine aucune station par rapport aux autres. La comparaison du groupe de stations « côtières » au groupe de stations « insulaires » montre une densité significativement plus élevée sur les îles qu'à la côte (Mann-Whitney ; $p=0,000005$).

Lorsque l'on ne considère plus les planctonophages, les plus fortes abondances sont toujours à Tiboulén de Maïre, puis Devenson, Sablières de Riou, Riou Sud et Jarre (entre 229 et 129 individus par transect). Les plus faibles abondances sont au niveau de Port-Miou (23 individus par transect) et du Grand Conglue (57 individus par transect). Le test de comparaison de Kruskal-Wallis montre une différence significative entre Tiboulén de Maïre (S04) et Devenson (S05) qui se démarquent nettement par rapport à Port-Miou (S12) (KW, $p=0,007$). La comparaison île/côte ne montre pas de différence significative (Mann-Whitney, $p=0,141505$), ce qui tend à montrer que la différence de densité entre les îles et la côte est due principalement à la répartition des planctonophages.

Biomasse

La conversion des tailles observées en biomasse est réalisée grâce à l'utilisation de relations taille/poids issues de la littérature et actualisées. Le traitement des données en termes de biomasse donne davantage d'importance aux poissons de grande taille, qui sont généralement des espèces démersales ou benthiques d'importance économique et/ou emblématique, donc sensibles aux impacts de la pêche. Sur l'ensemble de la zone, les biomasses moyennes (kg) par transect sont comprises entre 0,67 kg sur le Plateau des Chèvres et 60,39 kg à Tiboulén de Maire. La biomasse totale de l'ensemble des échantillons correspond à 794,296 kg (Figure 8).

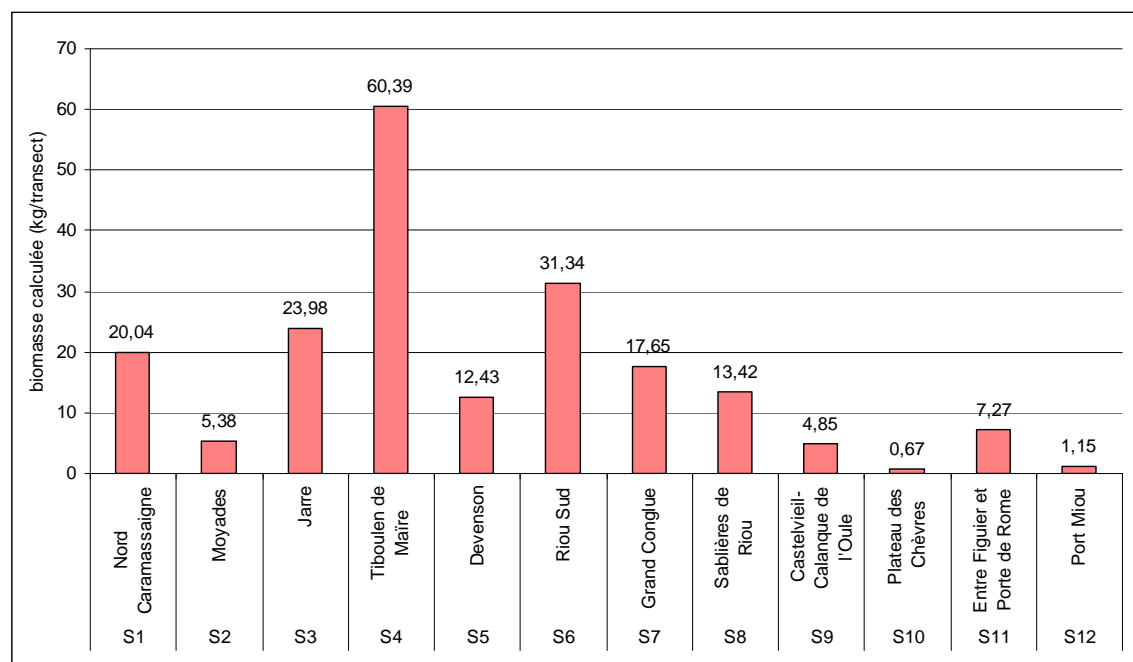


Figure 8: Biomasse (kg par transect) calculée pour chaque station.

Le test de Kruskal-Wallis montre des différences significatives de la biomasse entre Tiboulén de Maire (S04) et les deux stations sur herbier (S10 et S12) (KW ; $p < 0.001$). La comparaison entre les stations « côte » et les stations « île » montre une biomasse significativement supérieure sur les îles par rapport à la côte (Mann-Whitney ; $p = 0.000007$).

2.2.1.2 Espèces cibles

Il est intéressant de suivre la structure du peuplement en ne considérant que les 24 espèces dites cibles définies dans la méthodologie (chapitre 2.1.4.2).

Richesse spécifique

En ne prenant en compte que les espèces cibles, la richesse spécifique par station oscille entre 6 (Plateau des Chèvres - S10) et 12 espèces (Moyades - S02 et Riou Sud - S06) (Figure 9).

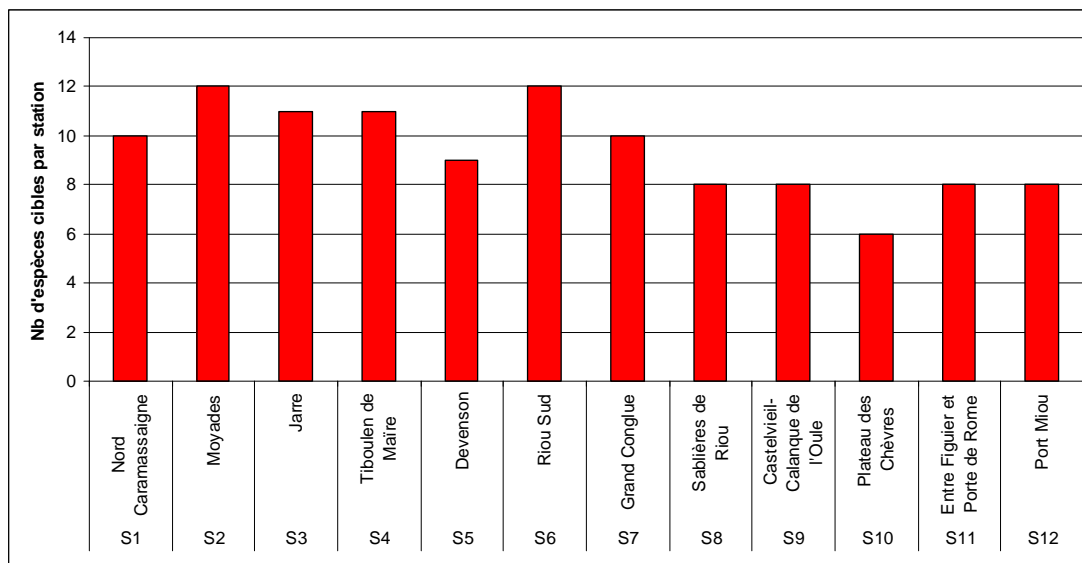


Figure 9: Nombre d'espèces cibles observé sur chaque station.

Biomasse espèces cibles

En ne prenant en compte que les espèces cibles (Tableau 3) observées sur les transects. La conversion en biomasse ne donne plus que 309,564 kg toutes stations confondues, ce qui démontre l'abondance des planctonophages (Figure 10).

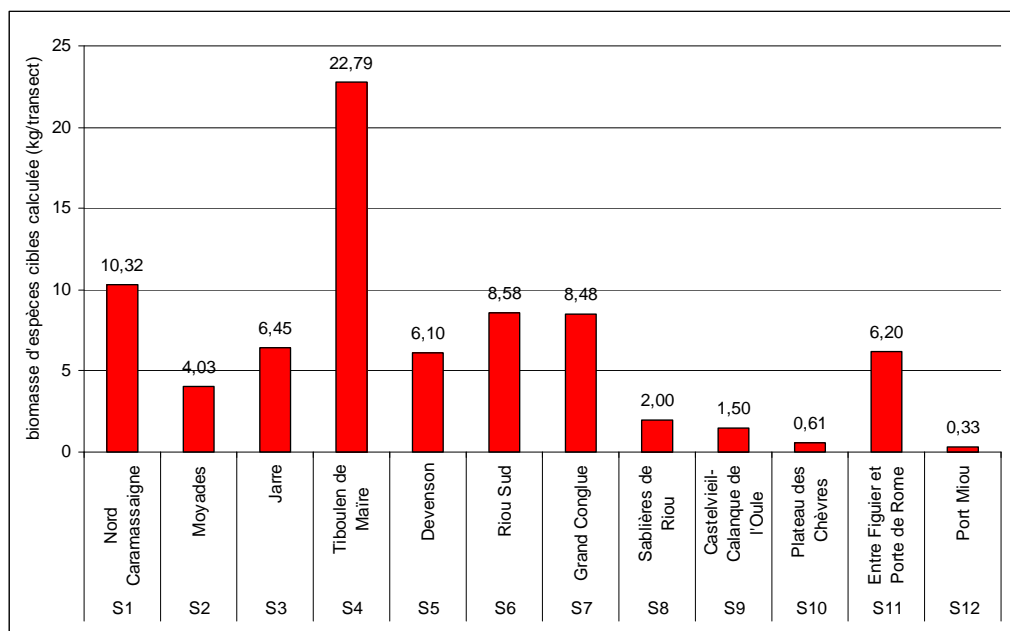


Figure 10: Biomasses calculée en kg d'espèces cibles par transect.

En distinguant la biomasse calculée pour chaque station (kg/transect), Tiboulen de Maire se détache nettement des autres avec 22,79 kg. Les plus faibles valeurs se situent au niveau des Sablières de Riou et de la Calanque de l'Oule (2,00 kg et 1,50 kg/transect) sans tenir compte des deux stations sur herbier dont les biomasses sont particulièrement faibles (0,61 kg pour le Plateau des Chèvres et 0,33 kg/transect pour Port-Miou). La comparaison des moyennes attribue une différence significative entre S04 (Tiboulen de Maire) et les stations sur herbiers (S10 et S12) (KW, $p=0.001$).

La structure démographique des espèces cibles peut donner de bonnes indications sur l'intensité des prélèvements et les types de pêche dominants. La taille minimale de capture autorisée est fixée par la réglementation communautaire et l'arrêté ministériel du 19 mars 2007 (J.O. du 18 avril 2007). A titre indicatif elle est matérialisée pour quelques espèces cibles de la pêche récréative dans les figures suivantes.

La girelle *Coris julis*



La girelle est une espèce ubiquiste de la côte méditerranéenne. Elle est abondante dans les fonds d'herbiers côtiers et affectionnent particulièrement les zones de transition entre habitats différents et les zones mixtes de roche et bordures d'herbier. C'est une cible privilégiée de la pêche à la ligne mais on retrouve également les grands individus dans les captures de ganguis et la « soupe » des pêcheurs professionnels. La différence de livrée entre mâles et femelles permet aisément de les distinguer. Chez cette espèce

hermaphrodite, les individus sont femelles avant de devenir mâle. Ce changement de sexe rend particulièrement intéressante l'étude de la structure démographique des échantillonnages visuels en distinguant mâles et femelles. Que ce soit pour la femelle ou le mâle, la distribution des classes de taille suit une loi normale et est unimodale. Le mode de distribution des girelles femelles est de 9 cm. Pour la girelle mâle, il est de 14 cm pour une taille moyenne de 13,77 cm (Figure 11).

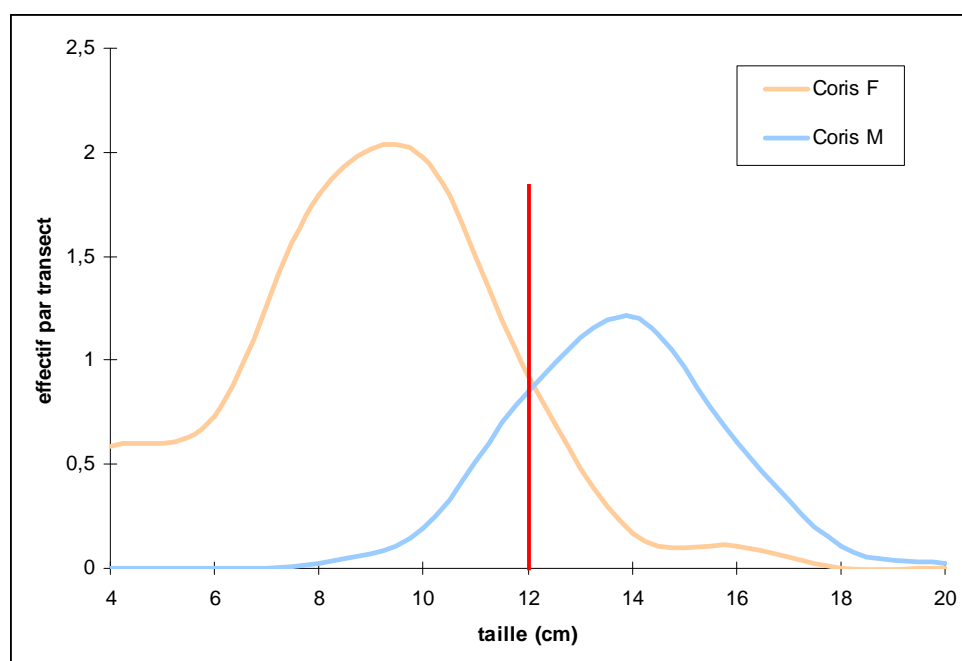


Figure 11: Structure démographique des effectifs de *Coris julis* mâles et femelles sur l'ensemble de la zone des calanques et des îles de Marseille (le trait rouge indique la maille autorisée pour la pêche soit 12 cm).

La structure démographique des girelles est assez variable d'une station à l'autre des Calanques. La Figure 12 présente quelques stations représentatives des principales structures de population de girelles observées. Par exemple, Tiboulén de Maïre (S04) est caractérisée par une faible abondance de grandes girelles mâles alors que S07 (Grand Conglue), malgré une plus faible densité, abrite des individus de plus grande taille. A Tiboulén de Maïre, la taille moyenne des girelles mâles est d'ailleurs la plus faible avec 12,15 cm contre 15,36 cm pour Grand Conglue et 15,67 cm pour Riou Sud (S06).

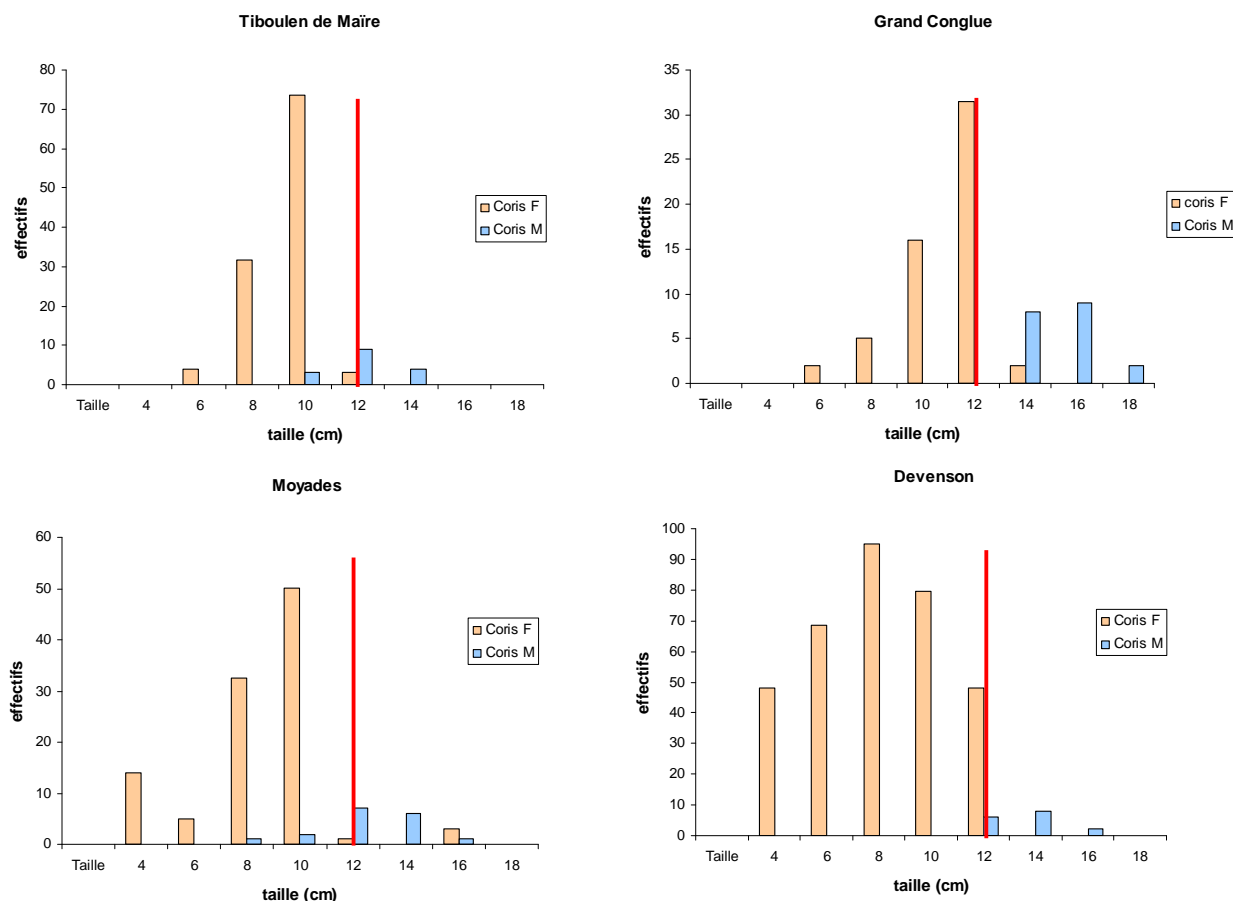


Figure 12: Structure démographique de *Coris julis* dans les stations Tiboulon de Maïre, Grand Conglue, Moyades et Devenson. Girelle mâle en bleu ; girelle femelle en rose; le trait rouge représente la maille autorisée pour la pêche ou taille limite de capture.

Les variations du ratio entre le nombre de girelles mâles et le nombre de girelles femelles peuvent être un indicateur de l'intensité du prélèvement par la pêche amateur, les individus mâles étant les cibles privilégiées de la pêche à la ligne. Le ratio varie entre 0.34 pour la station S07 (Grand Conglue) et 0.05 pour S05 (Devenson) et S10 (Plateau des Chèvres). Les valeurs sont particulièrement faibles pour Riou Sud (S06) et les Sablières de Riou (S04) avec respectivement 0.07 et 0.06. Pour le reste des stations, il oscille entre 0.14 et 0.22 (Figure 13).

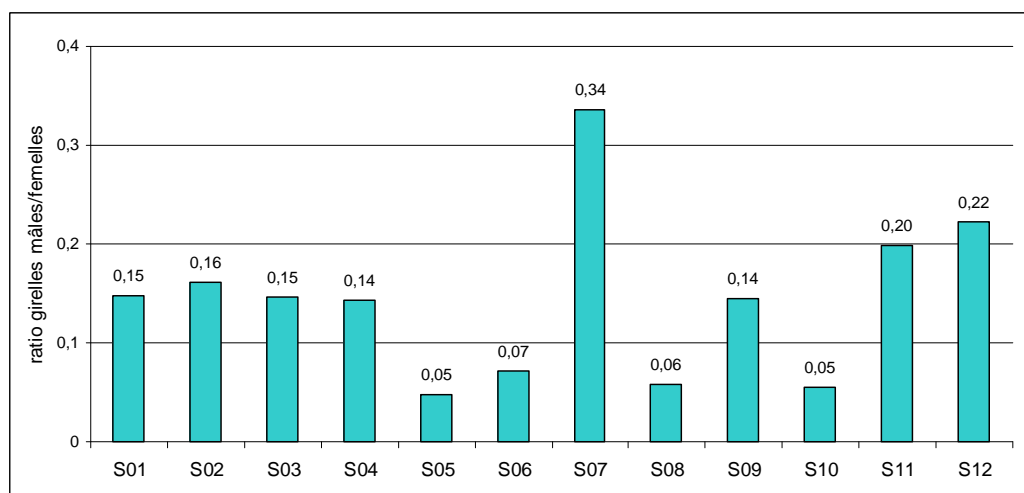


Figure 13: Ratio entre le nombre de girelles mâles et le nombre de girelles femelles à chaque station.

Le ratio mâle/femelle de *Coris julis* est élevé au Grand Conglue car cette espèce n'est pas (ou peu) pêchée à cet endroit. C'est une des stations où l'on observe parmi les plus grandes tailles de girelles mâles pour les calanques. Proportionnellement, les girelles femelles y sont aussi moins abondantes. Ce résultat s'explique d'avantage par la structure de l'habitat et la profondeur que par la seule influence de l'interdiction de pêche. On notera que la station Riou sud possède également des mâles de grande taille mais un ratio mâle-femelle plus faible. En revanche, les stations Plateau des Chèvres (S10), Sablières de Riou (S08), Devenson (S05) et Riou Sud (S06) présentent des ratios nettement plus faibles, que l'on pourrait relier à une forte densité de pêcheurs à la ligne.

Le serran *Serranus cabrilla*



La population de *Serranus cabrilla* présente deux modes, un premier à 8 cm et un deuxième aux alentours de 14 cm. En superposant les courbes démographiques des stations à la côte et insulaires, le mode 8 cm concerne les stations à la côte alors que le deuxième mode (14 cm) est représenté de façon identique sur l'ensemble de la zone d'étude (Figure 14).

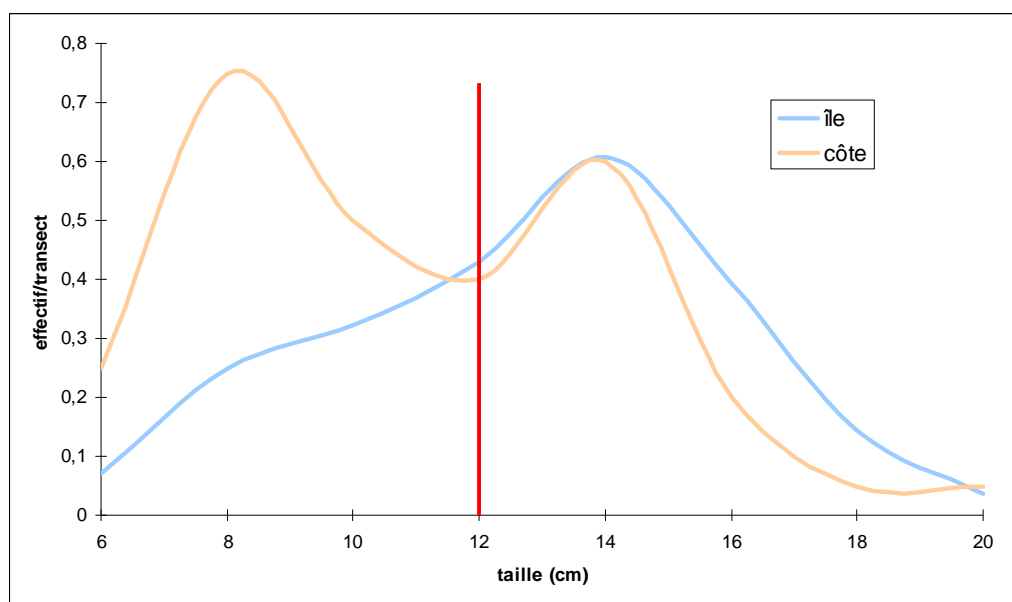


Figure 14: Structure démographique des effectifs de *Serranus cabrilla* entre les stations situées sur la côte des calanques (rose) et les stations sur les îles (bleu). Le trait rouge indique la maille autorisée pour le prélèvement (12 cm).

Le sar commun *Diplodus sargus*



Diplodus sargus est une espèce ubiquiste (cliché extrait de Pastor, 2008). Cependant, elle se répartit de façon hétérogène sur la zone d'étude. La Figure 15 ci-dessous présente la structure démographique de *D. sargus* à différentes stations. Les Sablières de Riou (S08) possèdent une faible abondance et les individus présents correspondent à de jeunes adultes principalement entre 12 et 18 cm. Sur les autres stations, on ne retrouve pas une fréquence aussi grande de ces jeunes adultes. Les grandes classes de taille

(plus de 24 cm) se trouvent mieux représentées à Jarre (S03), Tiboulén de Maire (S04) et le Grand Conglue (S07). A Moyades et Jarre les densités sont 2 fois plus faibles qu'au Grand Conglue et au Figuier. Tiboulén de Maire est une station particulièrement riche en sars, ils doivent y trouver abri et nourriture en abondance (Figure 15). A titre indicatif, la maille de prélèvement autorisée de *Diplodus sargus* est de 23 cm.

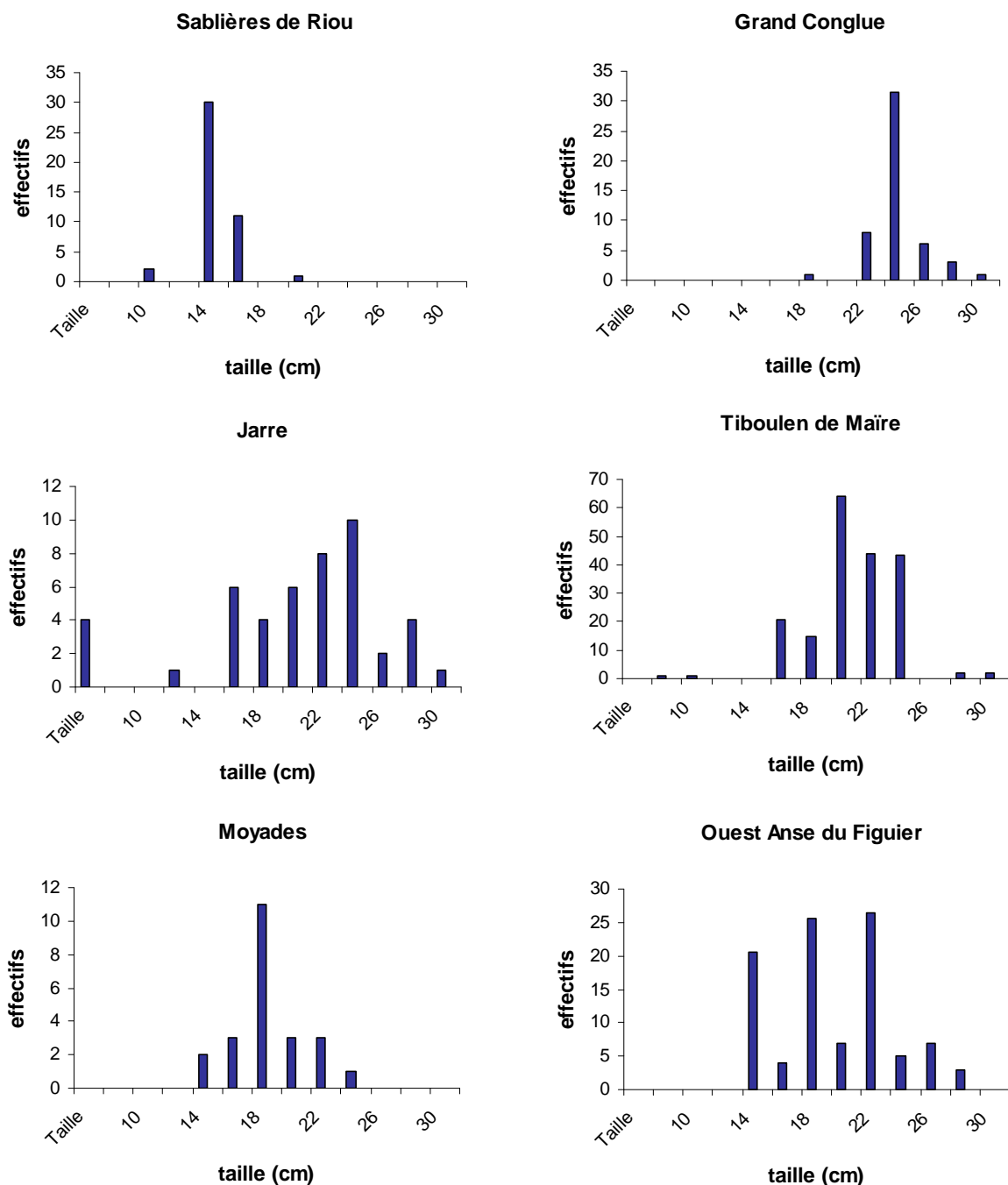


Figure 15 : Structure démographique de *Diplodus sargus* dans quelques stations.

Pour l'analyse suivante, les stations d'herbier : Plateau des Chèvres et Port-Miou (S10 et S12) ne sont pas pris en compte (seul un individu a été observé sur les transects à Port Miou et aucun sur le plateau des Chèvres).

La comparaison de la taille moyenne des sars communs à l'aide d'une ANOVA présente des différences significatives (ANOVA ; $p=0,001$). S07 (Grand Conglue) se distingue comme la station possédant la



plus grande taille moyenne (26,16 cm) alors que S08 (Sablières de Riou) abrite les individus de plus petite taille moyenne (16,46 cm). La taille moyenne reste réduite au niveau de Castelvieuil-Calanque de l'Oule (S09 - 19,08 cm), à l'Ouest de l'Anse du Figuier (S11 - 21,46 cm) mais également au sein de Moyades (S02 - 20,44 cm) et de Nord Caramassaigne (S01 - 21,71 cm). Jarre (S03 - 22,30 cm), Tiboulou de Maïre (S04 - 22,85 cm), Devenson (S05 - 23,72 cm) et Riou Sud (S06 - 24,43 cm) possèdent des valeurs de taille moyenne intermédiaires (Figure 16).

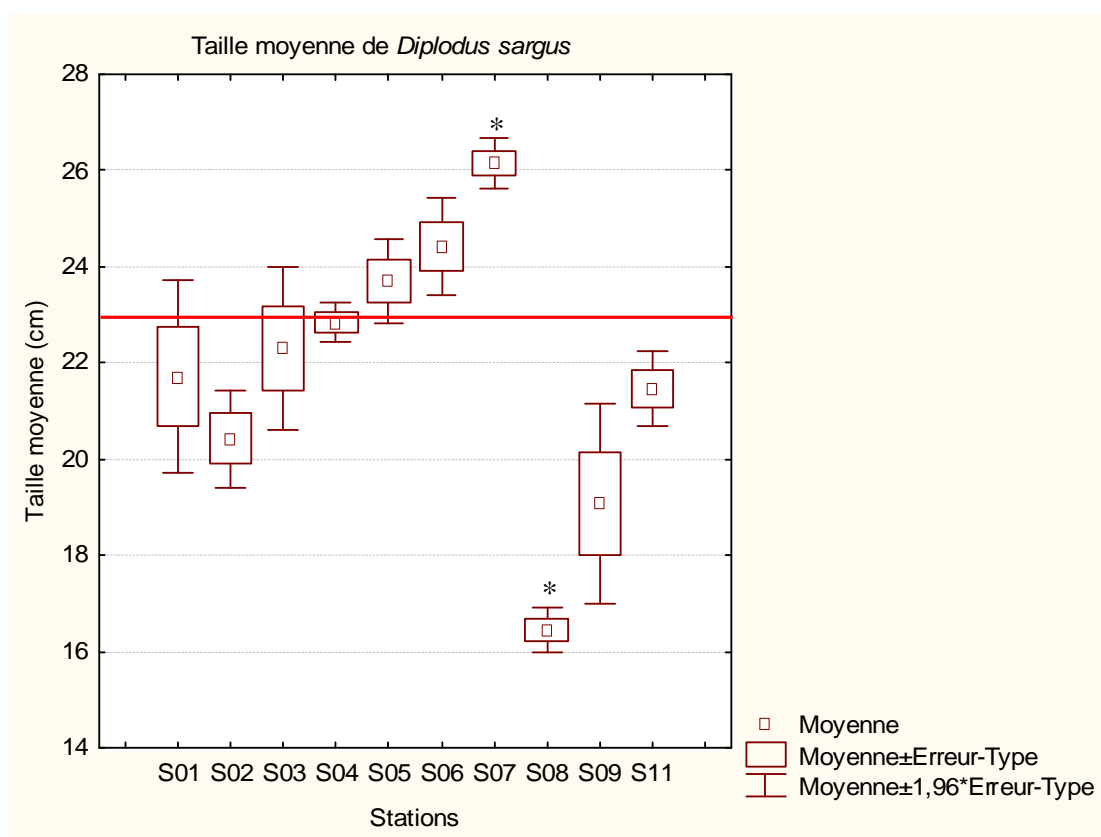


Figure 16: Taille moyenne (cm) de *Diplodus sargus* entre les différentes stations. (* : indique que la station est significativement différente de toutes les autres ; ANOVA $p < 0.05$). La barre horizontale représente la taille minimale de capture autorisée (23 cm).

Les autres espèces cibles



Seulement 4 mérous bruns (*Epinephelus marginatus*) ont été vus au cours des comptages. Il s'agit d'individus de taille moyenne entre 50 et 70 cm, c'est à dire des individus jeunes et probablement femelles. Ils ont été observés exclusivement au niveau de Riou Sud (2), Nord Caramassaigne (1) et Grand Conglue (1).



Sparus aurata n'a également été observé qu'aux alentours de Riou entre Nord Caramassaigne (3) et les Moyades (1), tout comme *Scorpaena scrofa*, dont seulement 3 individus ont été observés au Grand Conglue (2) et à Riou Sud (1). Pour ce dernier, cette faible abondance constatée est probablement liée à la difficulté pour l'observateur d'identifier cette espèce cryptique.



Un seul corb (*Sciaena umbra*) de taille moyenne (20 cm) a été identifié sur toute la campagne au niveau du Devenson. Cette espèce rare n'est observée que très ponctuellement par les plongeurs autour de Riou ; pourtant il devrait trouver sa place dans les grandes étendues d'herbier des Calanques.



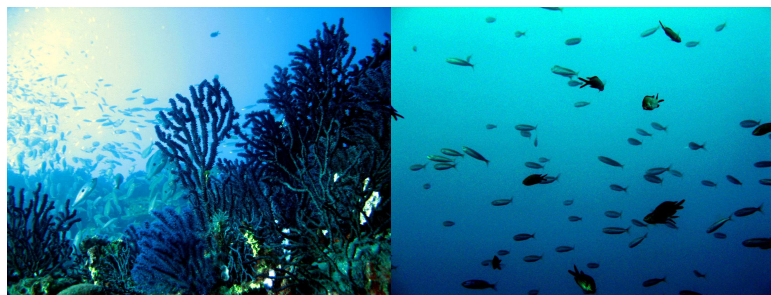
Peu de dentis (*Dentex dentex*) ont été croisés sur les transects (5 individus) au niveau de Jarre (1) et Tiboulén de Maire (4).



Les 13 individus de *Labrus merula* observés sont répartis sur 7 des douze stations à l'exception de Nord Caramassaigne, Grand Conglue, Sablières de Riou, Plateau des Chèvres et Port Miou. En revanche, *Labrus viridis* est beaucoup moins abondant avec seulement 4 spécimens observés à Devenson, Moyades et Jarre.

Sur l'ensemble des stations échantillonnées, le comportement de ces espèces cibles dites « nobles » est particulièrement fuyant vis-à-vis de la présence de plongeurs, ce qui laisse présager d'une certaine pression de chasse sous-marine.

Les planctonophages



Chromis chromis et *Spicara sp.* sont des planctonophages indicateurs du caractère eutrophe ou oligotrophe de la colonne d'eau. Ces deux espèces avaient d'ailleurs été utilisées pour identifier un éventuel impact des effluents issus de l'émissaire de Cortiou (Harmelin-Vivien *et al.*, 2000). *C. chromis* présente une affinité plus

marquée avec des eaux claires et peu chargées alors que *Spicara sp.* tolère des eaux beaucoup plus chargées (Figure 17).

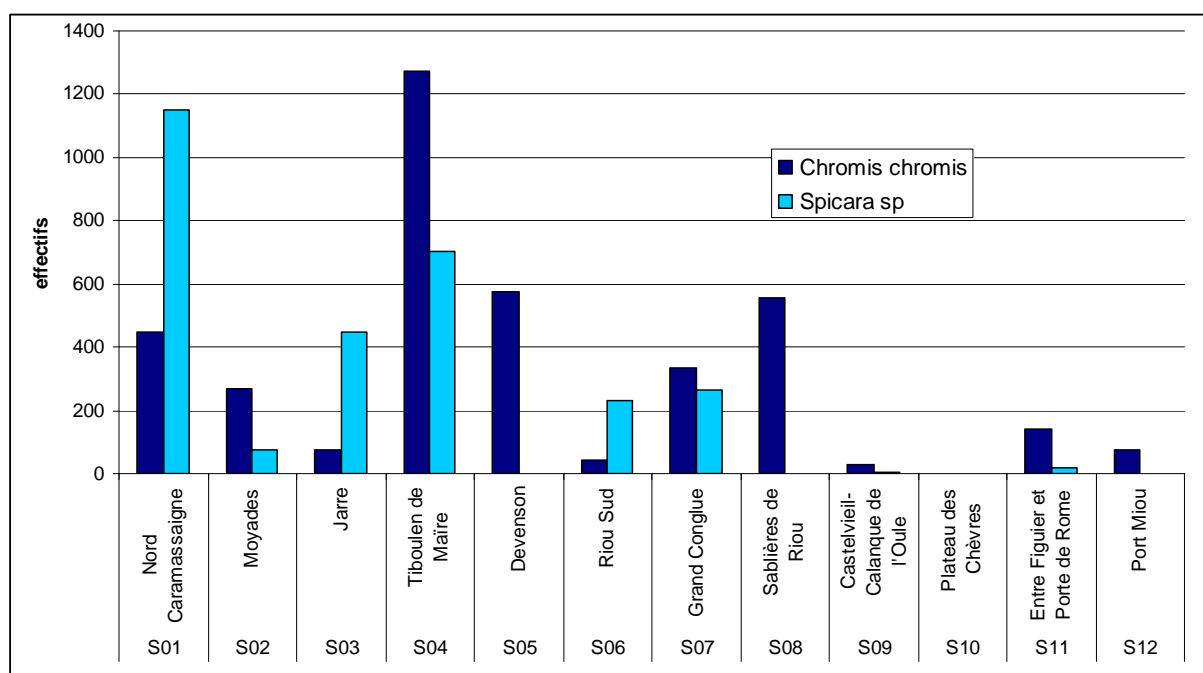


Figure 17: Abondance des planctonophages *Chromis chromis* et *Spicara sp.* dans les 12 stations suivies.

La répartition de ces deux espèces est très variable d'une station à l'autre. Ces espèces sont moins présentes à l'Est des calanques et les *Spicara* ne sont présents dans aucune station côtière étudiée. Les deux espèces sont absentes ou quasiment absentes des comptages au niveau du Plateau des Chèvres (S10), Port Miou (S12) et Castelvieuil-Calanque de l'Oule (S09). Les plus fortes abondances sont rencontrées à Nord Caramassaigne (S01) et Tiboulou de Maïre (S04). *C. chromis* domine nettement au sein des Moyades (S02), Tiboulou de Maïre (S04), Devenson (S05), Sablières de Riou (S08) et à l'Ouest de l'Anse du Figuier (S11) et Grand Conglue (S07) de façon moins marquée. Les *Spicara* dominent nettement à Nord Caramassaigne (S01), Jarre (S03) et Riou Sud (S06).

2.2.1.3 Incidence de l'habitat sur la structure et la répartition du peuplement de poisson

La caractérisation du peuplement de poissons passe obligatoirement par la considération de son habitat (Ruitton et al., 2000 ; Garcia-Charton et Planes, 2002 ; Letourneur et al., 2003). L'analyse de l'habitat permet d'identifier les facteurs qui influencent la structure du peuplement en amont des pressions de prélèvements (pêches professionnelle et à la ligne, chasse sous-marine).

L'analyse en composantes principales (ACP) ci-dessous (Figure 18) permet de mieux comprendre le lien entre les grandes caractéristiques du peuplement (densité, biomasse, richesse spécifique) et quelques variables de l'habitat de forte influence (nature du fond, taille des blocs).

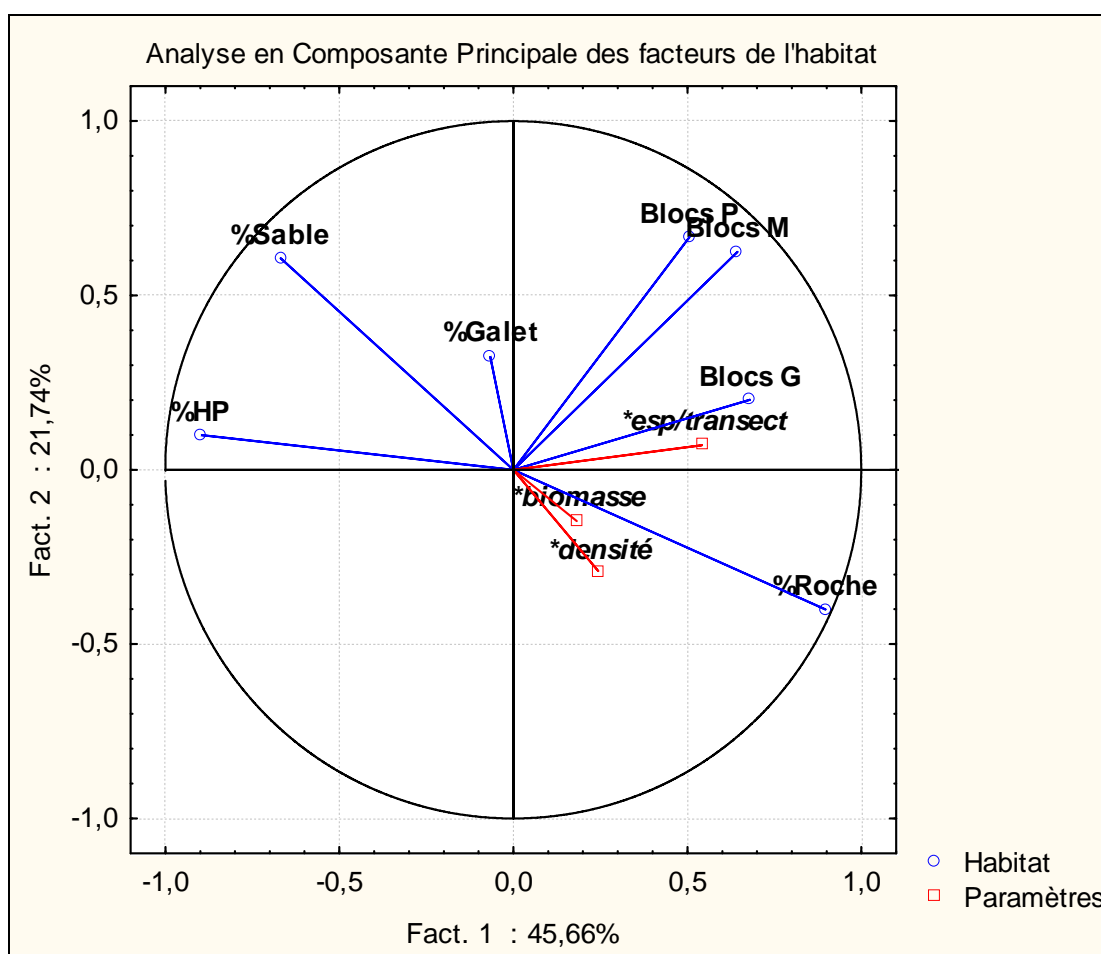


Figure 18: Analyse en Composante Principale des paramètres de l'habitat.

L'ACP met en évidence le lien entre le pourcentage de roche (%Roche) et la biomasse et la densité des poissons, alors que la présence de gros blocs (Blocs G) influence nettement la richesse spécifique par transect (espèce/transect). La présence de blocs (P, M, G) influence d'avantage la densité et la biomasse des poissons qui ont été dénombrés que le sable ou l'herbier (situés à l'opposé de l'axe factoriel 2).

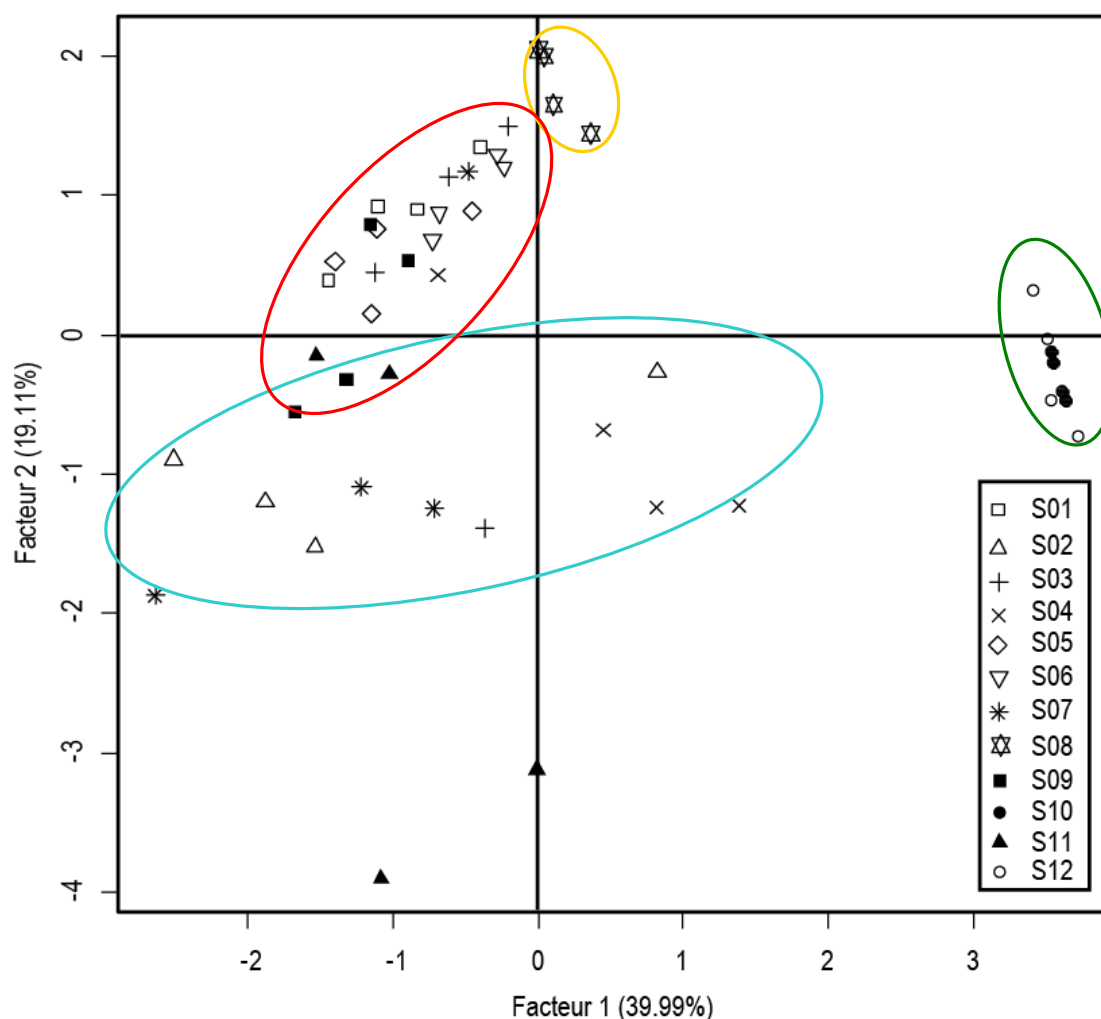


Figure 19: Projection des 4 comptages par station sur les plans factoriels 1 (39.99%) et 2 (19.11%) en fonction des paramètres de l'habitat, de la richesse spécifique, de la densité et de la biomasse par transect.

La Figure 19 montre un groupement des deux stations sur herbier S10 et S12 (ellipse verte : Plateau des Chèvres et Port Miou) discriminées par l'axe 1. Les autres stations forment un nuage de points d'où se détache notamment S08 (ellipse jaune : Sablières de Riou). S02 (Moyades), S04 (Tiboulén de Maire) et S07 (Grand Conglue) forment un ensemble peu homogène (ellipse bleue) où les valeurs de densité et de biomasse ainsi que les paramètres de l'habitat diffèrent entre transects. Les autres stations sont regroupées au centre du nuage de points (ellipse rouge : S01, S03, S05, S06, S09) et présentent de fortes similitudes.

2.2.2. Suivi des espèces cibles avec « l'indice poisson »

2.2.2.1 Observations issues des « indices poissons »

L'indice poisson correspond au suivi de 24 espèces sur un parcours aléatoire réalisé en 3mn à vitesse lente et constante. Le nombre de parcours choisi par station est généralement de 30.

Entre 29 et 32 parcours « indice poisson » ont été réalisés à chaque station d'échantillonnage, soit un total de 362 parcours « d'indice poisson » (Tableau 6). Pour optimiser l'échantillonnage, cette trentaine de parcours au temps n'a pas été réalisée le même jour à la même station mais généralement en plusieurs séquences de 5 à 10 comptages par personne (exceptionnellement 15 à la station Plateau des chèvres, dont l'habitat homogène et vaste rendait possible la répétition de l'échantillon). Au total, 2 554 observations ont été faites, poissons de toutes tailles confondus, dont 875 de la catégorie « grands » et 1679 de la catégorie « petits/moyens ».

Tableau 6: *Nombre de parcours d'indices poissons réalisés par station d'échantillonnage.*

N° de station	Station	Secteur	Nombre d'indices effectués
S01	Nord Caramassaigne	île	30
S02	Moyades	île	30
S03	Jarre (anse de Briançon)	île	30
S04	Tiboulén de Maire	île	30
S05	Devenson	côte	31
S06	Riou Sud	îles	29
S07	Grand Conglue	îles	32
S08	Sablières de Riou	îles	31
S09	Castelvieuil	côte	30
S10	Plateau des chèvres	côte	29
S11	Ouest Anse du Figuier	côte	30
S12	Port Miou	côte	30
Nombre total de transects			362

Le Tableau 7 et le Tableau 8 présentent le pourcentage de parcours où l'espèce a été observée, respectivement pour la catégorie « grand » et la catégorie « petit/moyen » dans chaque station.

Très peu d'espèces de la catégorie « grand » sont présentes sur plus de 50% des parcours. Seuls *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris* et *Symphodus tinca* sont présents dans la catégorie « grand » sur plus d'un parcours sur deux. De « grands » *Diplodus sargus* sont présent au-delà de 50% dans presque toutes les stations.

Plusieurs hypothèses sont envisageables parmi lesquelles :

- (i) il y a effectivement de nombreux grands individus ;
- (ii) la taille limite entre les deux catégories est sous-estimée. Cette deuxième hypothèse semble soutenue par les données issues des comptages poissons. En effet, la taille limite entre les deux catégories est de 23 cm or la taille moyenne des *D. sargus* d'après les comptages est de 22.35 cm tous sites confondus. Seytre et Francour (2007, 2008) utilisent une taille limite de 25 cm pour *D. sargus*.

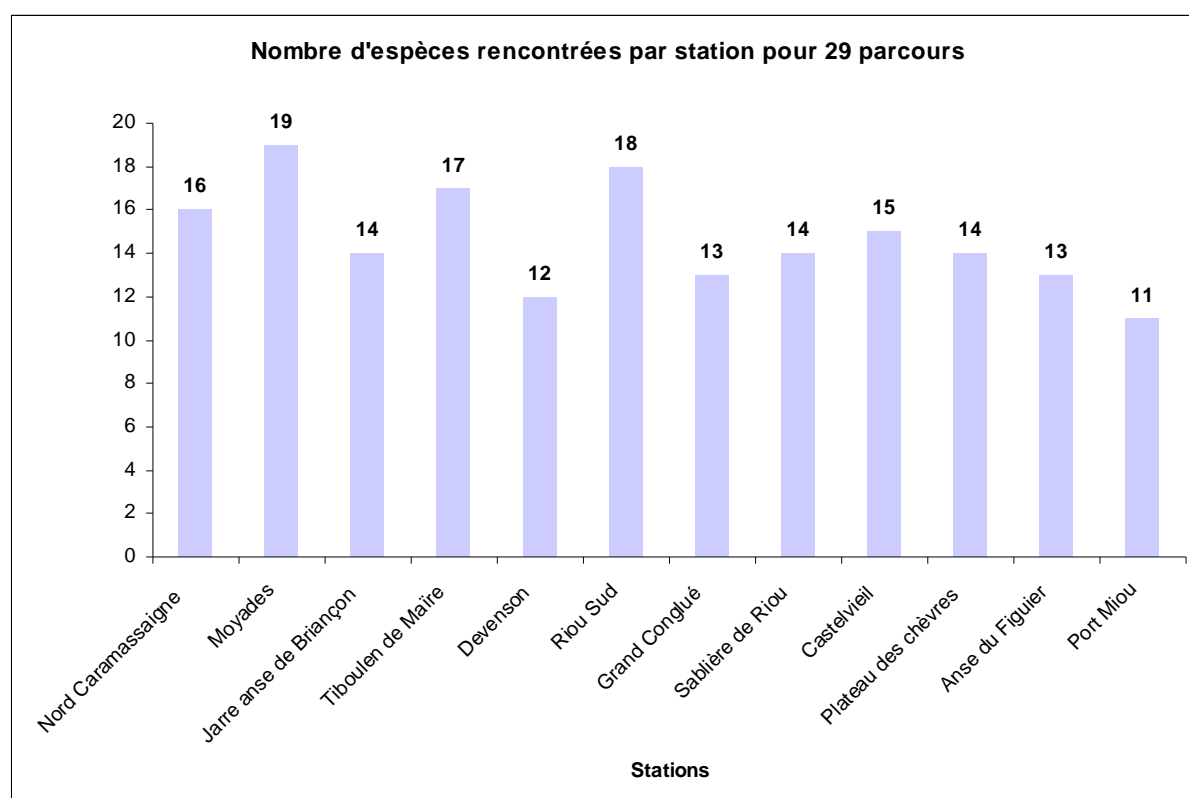
Tableau 7: Pourcentage de parcours où l'espèce de la catégorie «grand» a été observée ((nombre de rencontres / nombre d'indices effectués à cette station) x 100) à chaque station. En bleu : les valeurs supérieures ou égales à 50%.

Espèces/Stations	Nord Caramassaigne	Moyades	Jarre	Tiboulon de Maire	Devenson	Riou Sud	Grand Conglue	Sablières de Riou	Castelvieil	Plateau des chèvres	Anse du Figuier	Port Miou
<i>Conger conger</i>		3%										
<i>Coris julis</i>	27%	10%	23%	3%	7%	7%	17%		13%	30%		
<i>Dentex dentex</i>				3%		7%	7%			3%		
<i>Dicentrarchus labrax</i>												
<i>Diplodus cervinus</i>	7%	7%	3%	3%		7%						
<i>Diplodus puntazzo</i>	20%	20%	20%	10%	7%	7%	13%	3%				3%
<i>Diplodus sargus</i>	87%	80%	80%	47%	57%	87%	77%	17%	67%	40%	57%	10%
<i>Diplodus vulgaris</i>	47%	53%	47%	27%	37%	63%	47%	13%	57%	27%	33%	10%
<i>Epinephelus marginatus</i>							7%		3%			
<i>Labrus bimaculatus</i>												
<i>Labrus merula</i>		13%	10%	7%					3%	10%	7%	
<i>Labrus viridis</i>		3%	10%							7%		
<i>Mullus surmuletus</i>	7%	3%	20%	3%		13%	13%		30%	10%	30%	7%
<i>Muraena helena</i>				3%		17%		3%			3%	
<i>Phycis phycis</i>	3%											
<i>Sciaena umbra</i>												
<i>Scorpena scrofa</i>		3%										
<i>Seriola dumerilii</i>												
<i>Serranus cabrilla</i>	7%	23%	47%	17%	30%	30%	33%	30%	37%	47%	30%	13%
<i>Serranus scriba</i>	17%	7%		7%	13%			7%		17%		
<i>Sparus aurata</i>			10%	3%		30%	3%				3%	
<i>Spondylusoma cantharus</i>												
<i>Symphodus mediterraneus</i>	23%	20%	27%	17%	33%	17%	17%	20%	17%	27%	13%	7%
<i>Symphodus tinca</i>	40%	70%	83%	50%	53%	20%	7%	43%	47%	33%	57%	13%

Tableau 8: Pourcentage de parcours où l'espèce de la catégorie « petits-moyens » a été observée ((nombre de rencontres / nombre d'indices effectués à cette station) x 100) à chaque station. En bleu : les valeurs supérieures ou égales à 50%.

Espèces/Stations	Nord Caramassaigne	Moyades	Jarre	Tiboulon de Maire	Devenson	Riou Sud	Grand Conglué	Sablières de Riou	Castelvieuil	Plateau des chèvres	Anse du Figuier	Port Miou
<i>Conger conger</i>												
<i>Coris julis</i>	97%	93%	90%	100%	94%	93%	97%	97%	97%	86%	80%	87%
<i>Dentex dentex</i>	3%	7%	10%	7%				3%		3%	3%	3%
<i>Dicentrarchus labrax</i>	3%					3%						
<i>Diplodus cervinus</i>												
<i>Diplodus puntazzo</i>	17%		27%	20%	6%	7%	6%	13%	3%		13%	
<i>Diplodus sargus</i>	80%	63%	87%	93%	94%	83%	66%	84%	93%	41%	83%	30%
<i>Diplodus vulgaris</i>	93%	67%	93%	97%	97%	93%	88%	90%	87%	45%	73%	20%
<i>Epinephelus marginatus</i>	3%	7%			6%	3%	16%					
<i>Labrus bimaculatus</i>						3%			10%			
<i>Labrus merula</i>	7%	37%	23%	23%	23%	3%		10%	13%	31%	7%	
<i>Labrus viridis</i>		3%	3%	7%				3%				
<i>Mullus surmuletus</i>	13%	3%	10%	13%	6%	14%		23%	17%	24%	20%	10%
<i>Muraena helenae</i>		7%		3%		7%			7%		7%	
<i>Phycis phycis</i>			3%									
<i>Sciaena umbra</i>					6%							
<i>Scorpena scrofa</i>						3%	6%			3%		
<i>Seriola dumerilii</i>				7%					3%			7%
<i>Serranus cabrilla</i>	47%	37%	70%	77%	74%	66%	59%	55%	67%	45%	53%	40%
<i>Serranus scriba</i>	17%	3%		20%	3%		3%	29%	17%	10%	7%	
<i>Sparus aurata</i>		10%	7%	3%		3%	9%		3%	7%		
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	3%	7%		3%		3%		6%		7%		7%
<i>Symphodus mediterraneus</i>	57%	37%	33%	77%	77%	10%	19%	65%	63%	41%	30%	33%
<i>Symphodus tinca</i>	50%	47%	53%	77%	77%	7%	16%	84%	63%	55%	20%	17%

La Figure 20 présente le nombre total d'espèces (toutes classes de taille confondues) observées par station (29 parcours d'indice poisson chacune). En moyenne 14,7 espèces ont été observées par site selon l'indice poissons. Par comparaison 18.5 espèces en moyenne par site ont été observées lors des comptages, en considérant toutes les espèces observées. Dans les parcours indice poisson, le nombre d'espèces observées varie entre 11 (Port Miou - S12) et 19 (Riou Sud - S06). Selon l'indice poisson, les cinq stations ayant les richesses spécifiques les plus importantes sont Moyades (S02), Riou Sud (S06), Tiboulén de Maïre (S04), Nord Caramassaigne (S01) et Castelvieu (S09). Selon les résultats issus des comptages de poissons les cinq stations les plus riches sont Moyades, Devenson, Jarre, Tiboulén de Maïre et Castelvieu. Moyades est la station ayant la richesse spécifique la plus importante d'après les deux méthodes. Pour les autres sites, le classement selon leur richesse spécifique ne correspond pas systématiquement avec les deux méthodes. Ces différences sont dues pour beaucoup au nombre d'espèces de labridés prises en compte dans les comptages qui ne sont pas dans la liste de l'indice poisson. Quatre espèces de labridae n'existant pas dans l'indice ont été observées à Devenson et Jarre par exemple.



**Figure 20: Nombre d'espèces rencontrées dans chaque site
(nombre d'espèces suivies : 24 ici pour 29 parcours).**

Le nombre moyen d'observations totales par parcours et par catégorie est présenté dans la Figure 21 et la Figure 22. Le nombre moyen d'observations totales varie de 3.1 à la station Port Miou à 8.9 pour la station Jarre. Aux stations Port Miou et Sablières de Riou, le nombre d'observations dans la catégorie « petit-moyen » est plus de 4 fois supérieur au nombre d'observations dans la catégorie « grand ». De la même manière, à la station de Tiboulén de Maïre, le nombre d'observations dans la catégorie « petit-moyen » est plus de trois fois supérieur au nombre d'observations dans la catégorie « grand ».

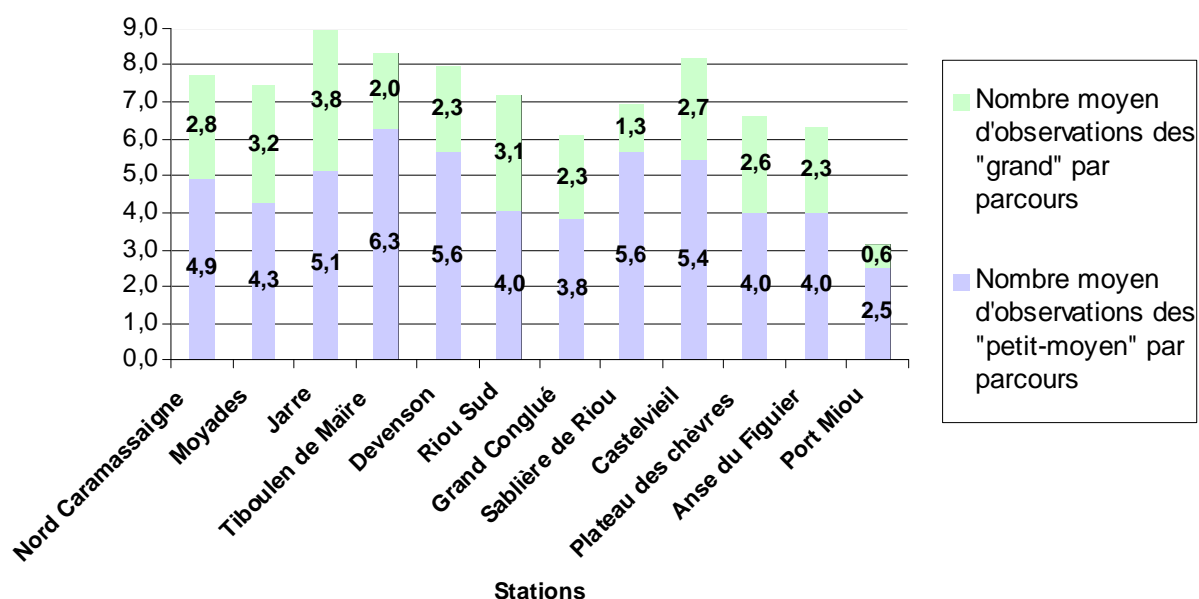


Figure 21: Cumul du nombre moyen d'observations des classes petit/moyen et grand par parcours.

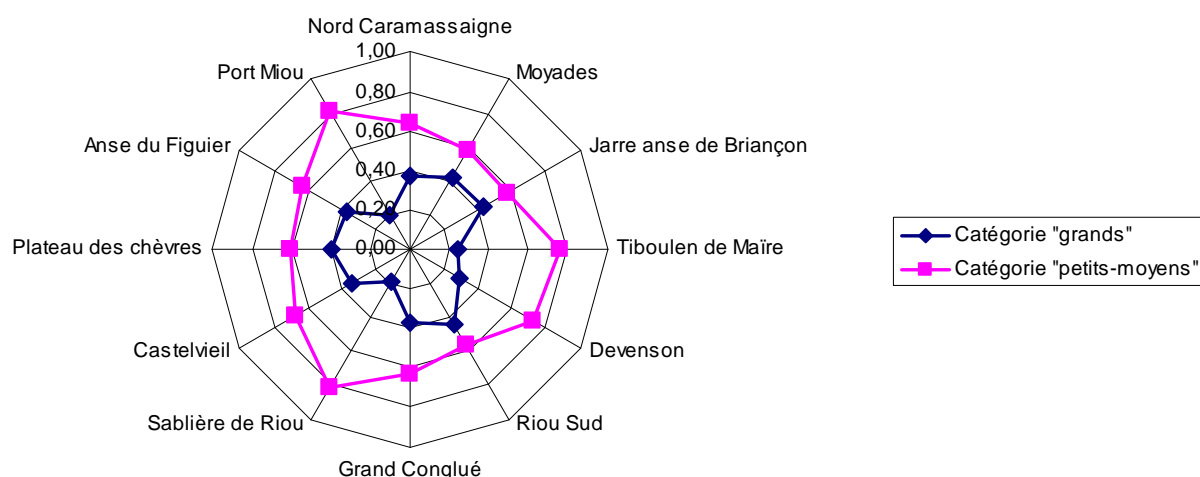


Figure 22: Diagramme représentant la proportion de chaque catégorie de taille toutes espèces confondues par station.

Le rapport entre le nombre d'individus de la catégorie « grand » et le nombre d'individus de la catégorie « petit-moyen » (Figure 23) varie entre les stations de 0.25 pour Sablières de Riou et Port Miou, à 0.78 pour Riou Sud. Les stations Port Miou, Sablières de Riou et Tiboulon de Maïre ont un rapport faible entre grands et petits, indiquant que les « petits » individus sont beaucoup plus nombreux que les « grands ». Pour chaque site, il est possible que les raisons de ce déséquilibre entre « petits » et « grands » soient différentes (habitat, impact des prélèvements par la pêche ou la chasse...).

A Port Miou, station d'herbier de posidonie, le nombre global d'observations est faible et les observations de la catégorie « petit » sont bien supérieures à celles des « grands ». Ceci pourrait s'expliquer par une pêche récréative importante, cependant, il ne semble pas cette activité soit importante dans cette station d'après Bonhomme *et al.* (1999) et Ganteaume *et al.* (2004). L'hypothèse que Port Miou soit une zone de croissance préférentielle pour les jeunes de certaines espèces est à considérer. L'utilisation de cette méthode sur herbier est mal appropriée, du fait que la plupart des espèces cibles n'est pas inféodée à l'herbier de posidonie. Pour le Plateau des Chèvres,



l'autre station sur herbier, le nombre d'occurrences est supérieur. Cette différence par rapport à Port Miou est probablement liée à la présence de plusieurs brondes rocheuses sur les parcours réalisées, expliquant la plus grande richesse spécifique observée.

Concernant Tiboulén de Maire, il s'agit d'un des sites les plus pêchés à la ligne d'après Bonhomme *et al.* (1999) et Ganteaume *et al.* (2004) ce qui pourrait expliquer le manque de « grands » individus à cette station.

Quant à la station Sablières de Riou, il s'agit d'un site prisé par les pêcheurs à la ligne (Bonhomme *et al.* (1999) et Ganteaume *et al.* 2004) mais qui semble également être un lieu de recrutement pour certaines espèces comme *Diplodus sargus*.

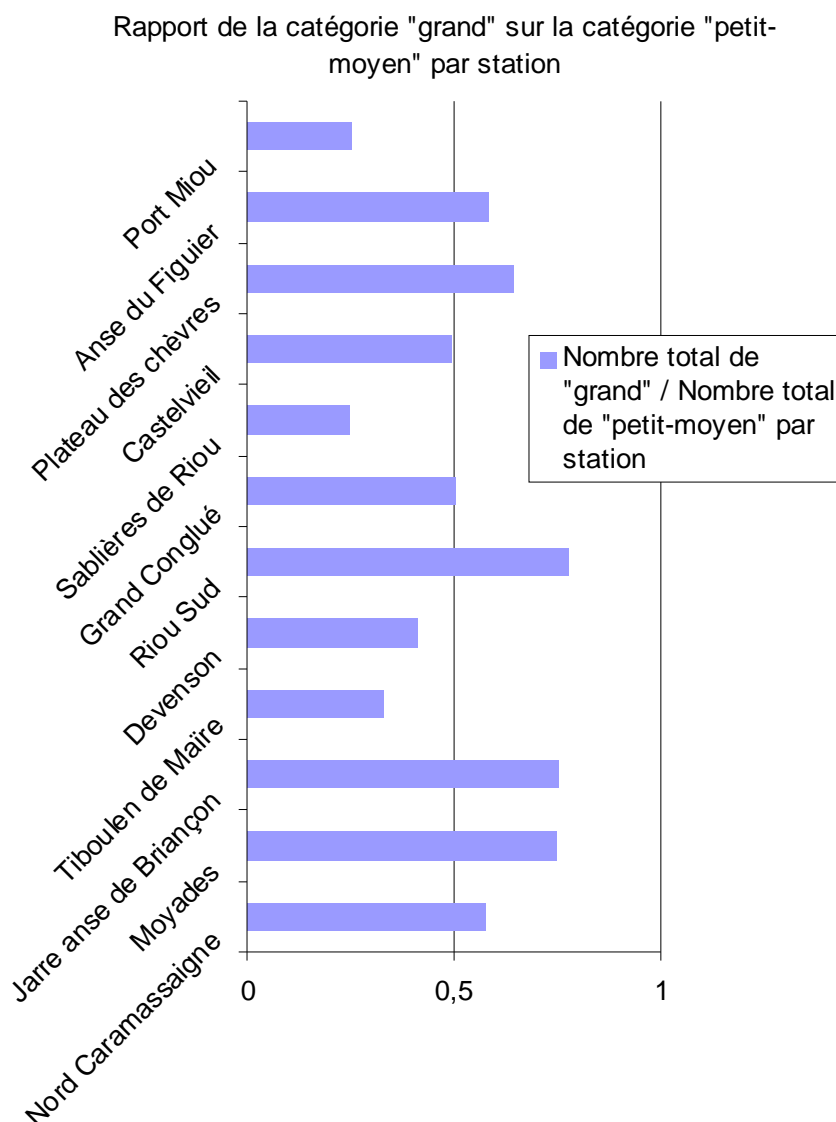


Figure 23: Rapport du nombre d'observations de la catégorie « grand » sur le nombre d'observations de la catégorie « petit-moyen » par site.

2.2.2.2 Analyse comparative des stations

Les observations issues de l'indice poisson ont été ici réduites à des données de présence/absence puis cumulées par station et transformées (racine carrée). Ces interprétations doivent être considérées avec précaution car il s'agit de données issues d'une seule campagne et que la puissance de cette méthode d'analyse est basée sur l'accumulation de données (séries temporelles, autres sites d'études...).

D'après les espèces observées et leur occurrence, les stations de Port Miou d'un côté, et Riou Sud et Grand Conglué de l'autre se distinguent d'un ensemble qui comprend toutes les autres stations. Cependant, le têt de similarité entre tous les sites est élevé avec 60% de similarité entre tous les sites. Les données de l'indice poisson ainsi traitées ne permettent pas une discrimination importante entre les sites (Figure 24).

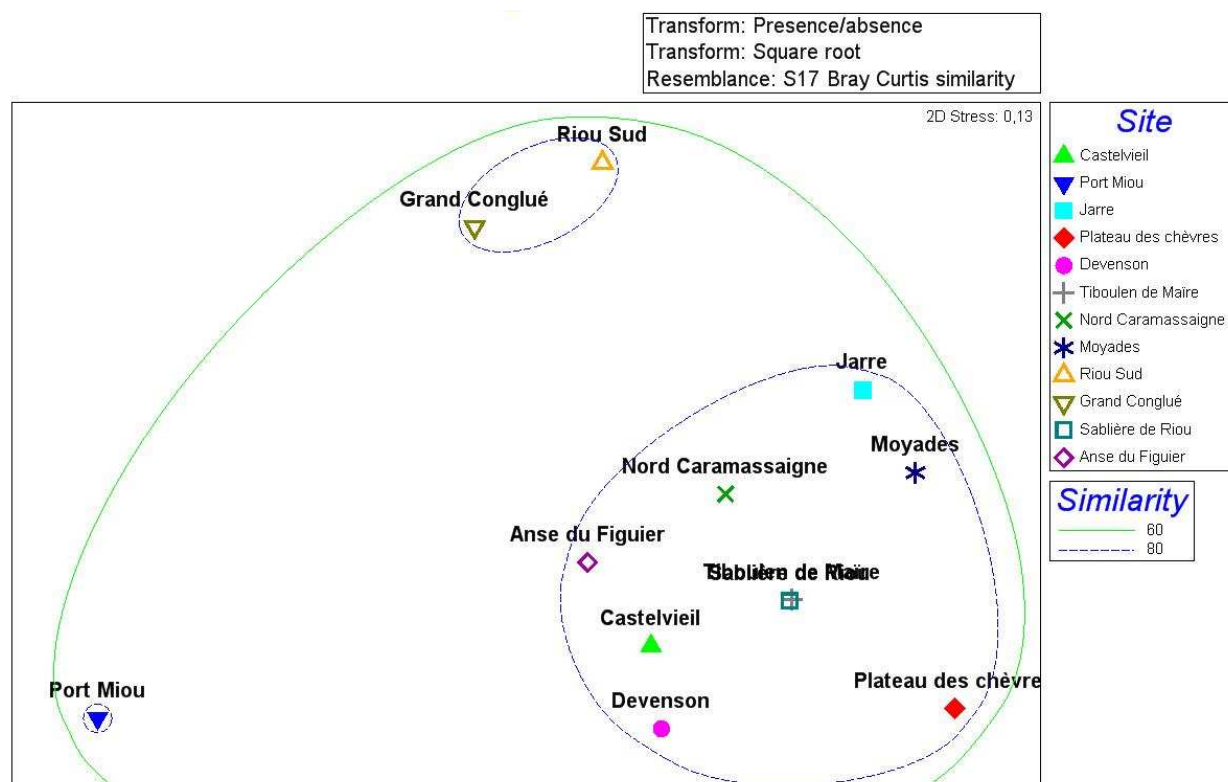


Figure 24: MDS plot. Similarité entre les stations (sites) d'après le nombre d'occurrence des espèces.

On peut analyser la similarité des parcours des sites et attribuer cette similarité à des espèces grâce à des programmes SIMPER. Dans le Tableau 9, le taux de similarité moyen entre les parcours d'une station est indiqué, ainsi que l'espèce qui contribue le plus à cette ressemblance. On remarque que les deux stations d'herbier Port Miou et Plateau des chèvres ont le taux de similarité le plus faible. SIMPER compare également la différence entre stations deux à deux et détermine la contribution de chaque espèce pour ces différences. L'espèce qui contribue le plus à la différence entre Riou Sud et les autres stations (sauf Port Miou et Grand Conglué) est *Symphodus tinca*. Il en est de même pour la différence entre Grand Conglué et les autres stations (sauf Port Miou et Riou sud). Il est possible de superposer le nombre d'occurrences d'une espèce au MDS plot des sites ce qui permet d'exprimer graphiquement les différences entre stations dues aux espèces. La Figure 25 montre la différence des occurrences des *Symphodus tinca* entre les sites. Les données issues des comptages poissons confirment cette tendance. Ce type de graphique est également intéressant pour *Coris julis* de la catégorie « grand » (Figure 26). La répartition des grandes girelles semble en effet inégale entre stations alors que la répartition de toutes les girelles (des 2 catégories) est plus régulière (Figure 27).



Concernant les occurrences de *Diplodus puntazzo* de la catégorie « grand », espèce cible de tous les types de pêche, elles sont inégalement réparties (Figure 28). On peut remarquer qu'il y a peu d'occurrences aux stations de la côte (Port Miou, Devenson, Castelvieuil, Anse du Figuier et Plateau des chèvres) par comparaison aux stations insulaires (3 occurrences contre 28 pour les îles). On observe cette même tendance dans les données de comptage. Afin de pouvoir avancer des hypothèses, il faudrait étudier plus précisément cette espèce.

Tableau 9: Taux de similarité entre parcours d'une station (SIMPER).

Stations	Similarité moyenne des parcours	Contribution de la première espèce
Tiboulon de Maire	78.47	<i>Coris julis</i> et <i>Diplodus sargus</i> 19.49%
Sablères de Riou	63.78	<i>Coris julis</i> 23.38%
Riou Sud	70.68	<i>Diplodus sargus</i> et <i>D. vulgaris</i> 27.76%
Port Miou	44.13	<i>Coris julis</i> 63.33%
Plateau des chèvres	52	<i>Coris julis</i> 30.27%
Nord Caramassaigne	71.95	<i>Coris julis</i> et <i>Diplodus sargus</i> 24.18%
Moyades	69.70	<i>Diplodus sargus</i> 23.85%
Jarre	73.91	<i>Diplodus sargus</i> 21.21%
Grand Congloue	73.67	<i>Diplodus vulgaris</i> 27.51%
Devenson	84.38	<i>Diplodus sargus</i> et <i>D. vulgaris</i> 19.42%
Castelvieuil	75.15	<i>Diplodus sargus</i> 22.18%
Anse du Figuier	61.36	<i>Diplodus sargus</i> 26.96%

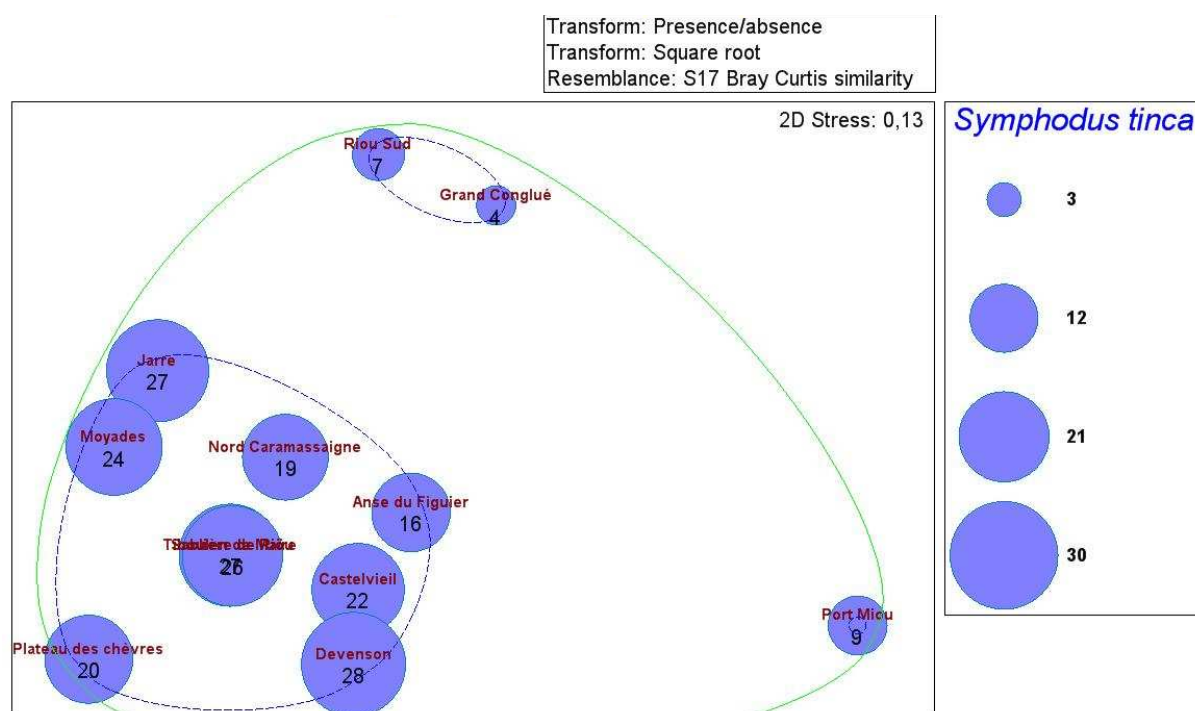


Figure 25: Occurrence de *Symphodus tinca* toutes catégories de taille confondues d'après les données de l'indice poisson

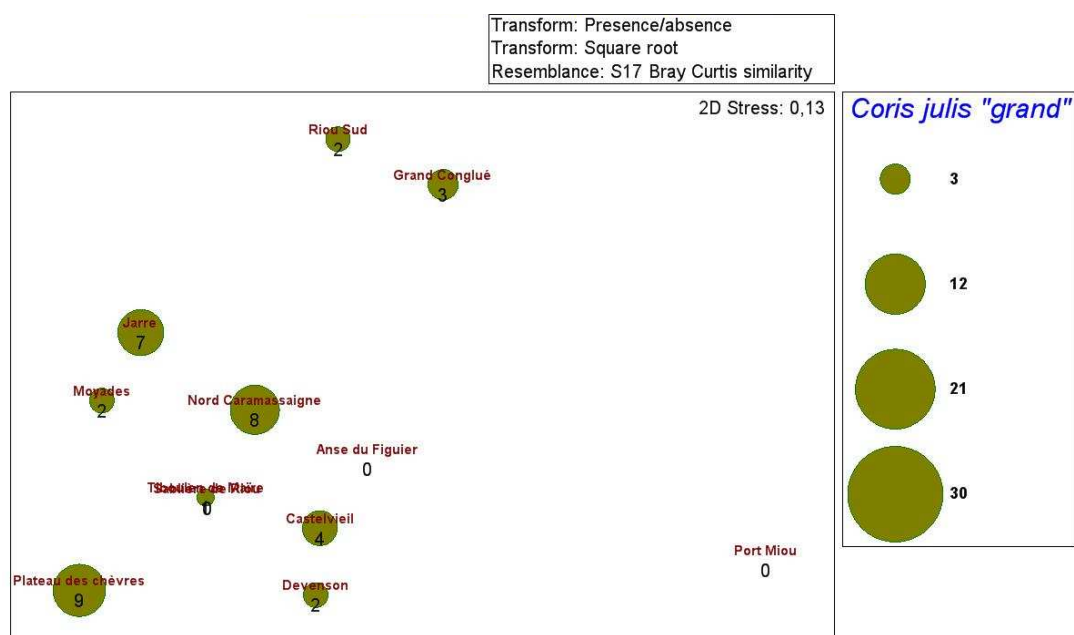


Figure 26: Occurrence des *Coris julis* de la catégorie « grand » d'après les données de l'indice poisson.

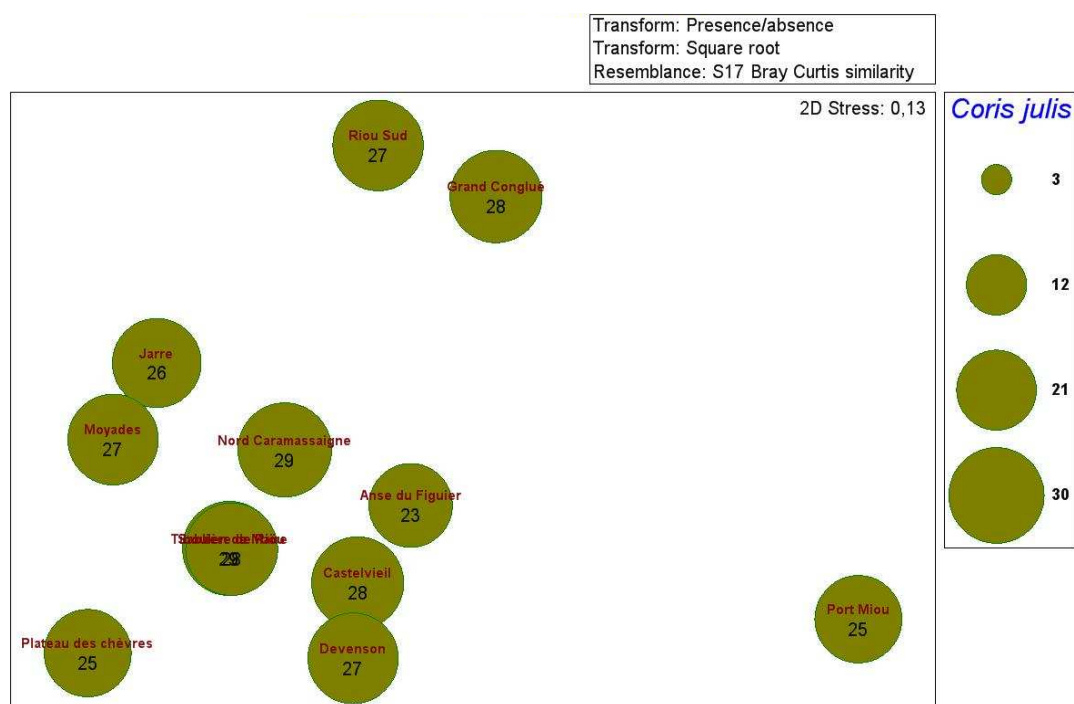


Figure 27: Occurrence des *Coris julis* toute catégories confondues d'après les données de l'indice poisson.

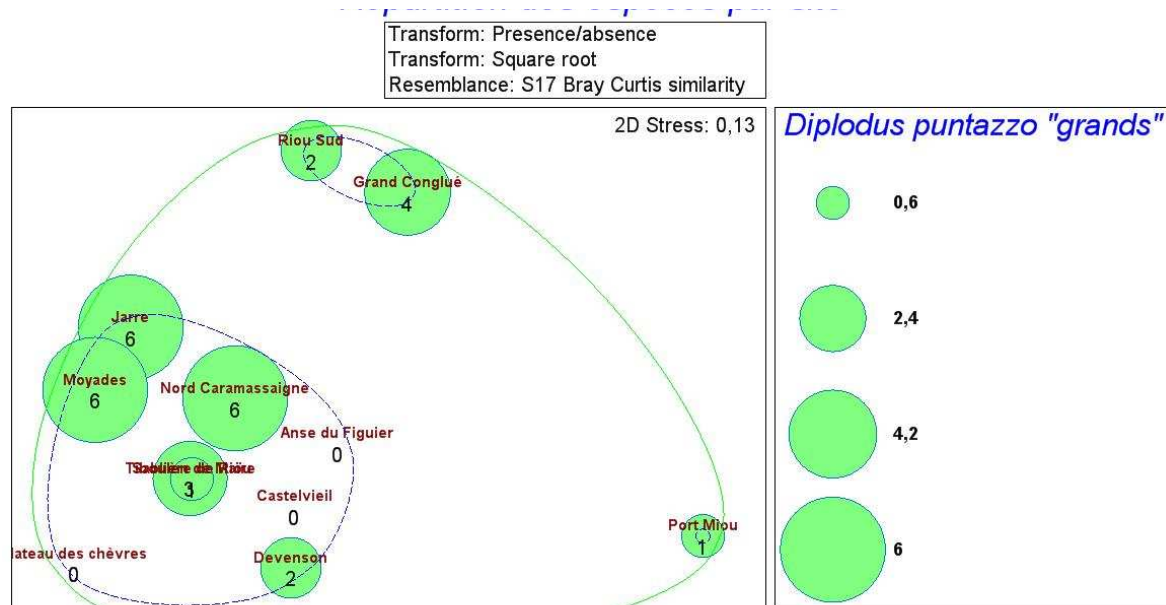


Figure 28: Occurrence des *Diplodus puntazzo* de la catégorie « grands » d'après les données de l'indice poisson.

Lors des parcours de l'indice poisson, le type de substrat/habitat (désigné ci-après « habitat » même s'il s'agit plutôt d'un type d'environnement) rencontré a été relevé de manière qualitative. D'après ces informations notées, les parcours ont été classés dans l'un des « habitats » suivants : Roche, Gravier & roche, Roche & herbier, Roche & sable, Roche & herbier & sable, Roche & gravier, herbier, Gravier & sable, Gravier/galets, sable & herbier.

Le nombre d'observations sur ces différents « habitats » est très variable (Tableau 10). Le nombre d'occurrences d'une espèce a donc été moyenné par le nombre total d'occurrences de l'« habitat » pour la Figure 29.

Tableau 10: Nombre d'occurrences par type d'habitat (substrat) dans les indices poissons.

« Habitat »	Nombre d'observations
Roche	1095
Roche & sable	49
Roche & herbier	239
Roche & gravier	13
Gravier & roche	20
Gravier /galets	21
Herbier	71
Sable & herbier	42
Gravier & sable	6
Roche & herbier & sable	11

Le calcul du pourcentage de similarité a été effectuée ici pour les « habitats ». La Figure 29 montre des différences entre « habitats » malgré un taux de similarité entre tous les « habitats » qui est relativement élevé (60%). L'herbier reste un habitat bien distinct et ne présente pas les mêmes occurrences d'espèces que l'habitat « herbier & sable » qui est également bien distinct. L'« habitat » constitué de graviers/galets et gravier & sable se distingue d'un groupe « roches » également.

Nous avons également utilisé une analyse de pourcentage de similarité (SIMPER) pour analyser les similarités entre « habitats ». Dans le Tableau 11, le taux de similarité moyen entre les parcours est indiqué ainsi que l'espèce qui contribue le plus à cette ressemblance. On remarque que l'« habitat »



herbier a le taux de similarité le plus faible. Lors de cette même analyse pour les stations, Port Miou et Plateau des chèvres, deux stations quasi-exclusivement constituées d'herbier, avaient également les taux de similarité les plus faibles.

En raison du faible nombre d'espèces observé par parcours sur les stations sur herbier, l'hétérogénéité est accentuée, d'où un indice de similarité plus faible.

Tableau 11: Similarité des parcours pour les différents types d'habitat.

« Habitat »	Similarité moyenne des parcours	Contribution de la première espèce
<i>Roche</i>	70.31%	<i>Diplodus sargus</i> 24.03%
<i>Roche & sable</i>	58,97%	<i>Coris julis</i> 35.65%
<i>Roche & herbier</i>	64.47%	<i>Coris julis</i> 23.27%
<i>Roche et gravier</i>	61.54%	
<i>Gravier et roche</i>	80.09%	
<i>Gravier galets</i>	81.25%	
<i>Herbier</i>	39.04%	<i>Coris julis</i> 66.29%
<i>Sable et herbier</i>	53.81%	<i>Coris julis</i> 49.33%
<i>Gravier & sable</i>	72.73%	

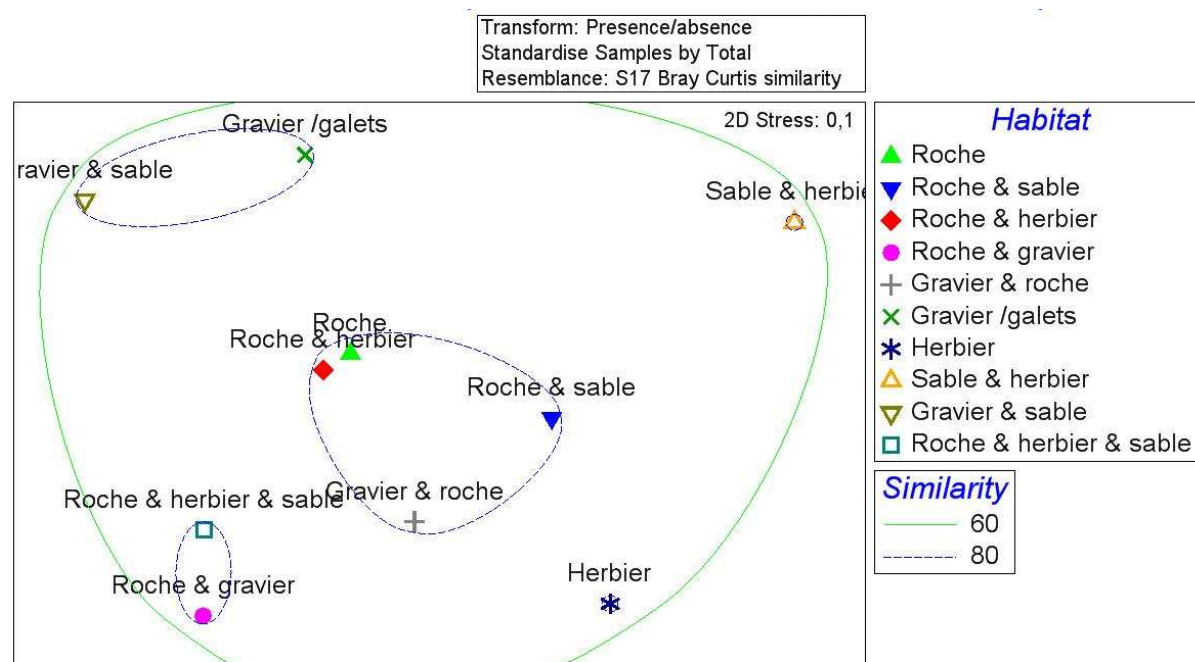


Figure 29: MDS plot. Similarité entre type de « habitat » (environnement) d'après le nombre d'occurrences des espèces.

2.2.3. Impacts sectoriels des activités humaines sur le compartiment ichtyologique

Les travaux de Bonhomme *et al.* (1999) et Ganteaume *et al.* (2004) sur le suivi et la caractérisation des usages offrent des données relativement exhaustives sur les activités de plaisance, plongée sous-marine, pêche amateur à la ligne et chasse sous-marine. L'acquisition a été réalisée en deux temps, tout d'abord au niveau de l'archipel de Riou (de Cap Croisette à Cortiou) en 1998, puis le long des calanques de Marseille à Cassis (de Cortiou à Port-Miou) en 2002.

Ces données anciennes (plus de 10 ans) et hétérogènes (acquisition différée entre 1998 et 2002), étant les seules disponibles à ce jour, nous avons superposé sur une série de cartes à titre indicatif à la fois le degré de fréquentation d'une activité et un ou plusieurs indicateurs de pression caractéristiques de l'activité, mesurés sur le peuplement de poissons.

Pêche récréative

La densité de pêcheurs à la ligne est hétérogène sur le secteur. Les plus fortes densités correspondent aux secteurs de Tiboulou de Maire, entre Riou et Plane, sur la face de Jarre ainsi qu'au calanques d'En Vaux et Port Pin. Cependant, la densité est diffusée sur l'ensemble de la zone et reste considérable autour de Riou, entre Jarre et Maire et dans le secteur du Plateau des Chèvres.

Coris julis apparaît comme le premier indicateur de pression de la pêche récréative à la ligne, en particulier la taille des girelles mâles. Elle s'avère beaucoup plus faible au niveau de Tiboulou de Maire (secteur à la plus forte densité de pêcheurs à la ligne) et Moyades. Les tailles moyennes sont plus élevées à Riou Sud ainsi qu'au Grand Congloue par rapport au reste de la zone (Figure 30).

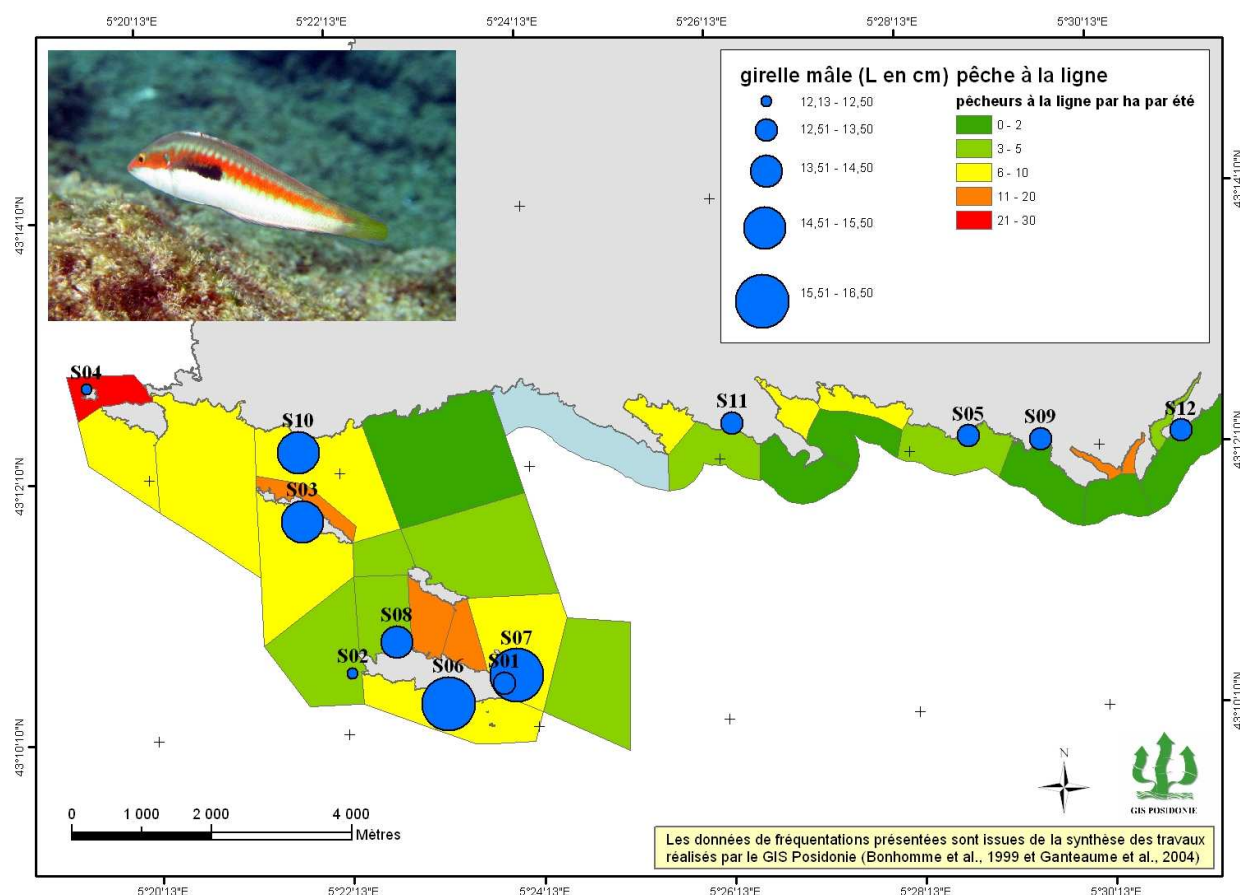


Figure 30: Superposition de la densité de pêcheurs à la ligne (par hectare en période estivale) et de la taille moyenne des girelles mâles au sein de l'archipel de Riou et des Calanques.

Il est intéressant également de confronter la densité de pêcheurs à la ligne à la taille moyenne du serran chevrette *Serranus cabrilla*. La tendance évoquée pour la girelle semble se confirmer et argumente une forte pression de la pêche à ligne au niveau de Tiboulén de Maire. Les plus grandes tailles moyennes de serran se rencontrent à Riou Sud (Figure 31).

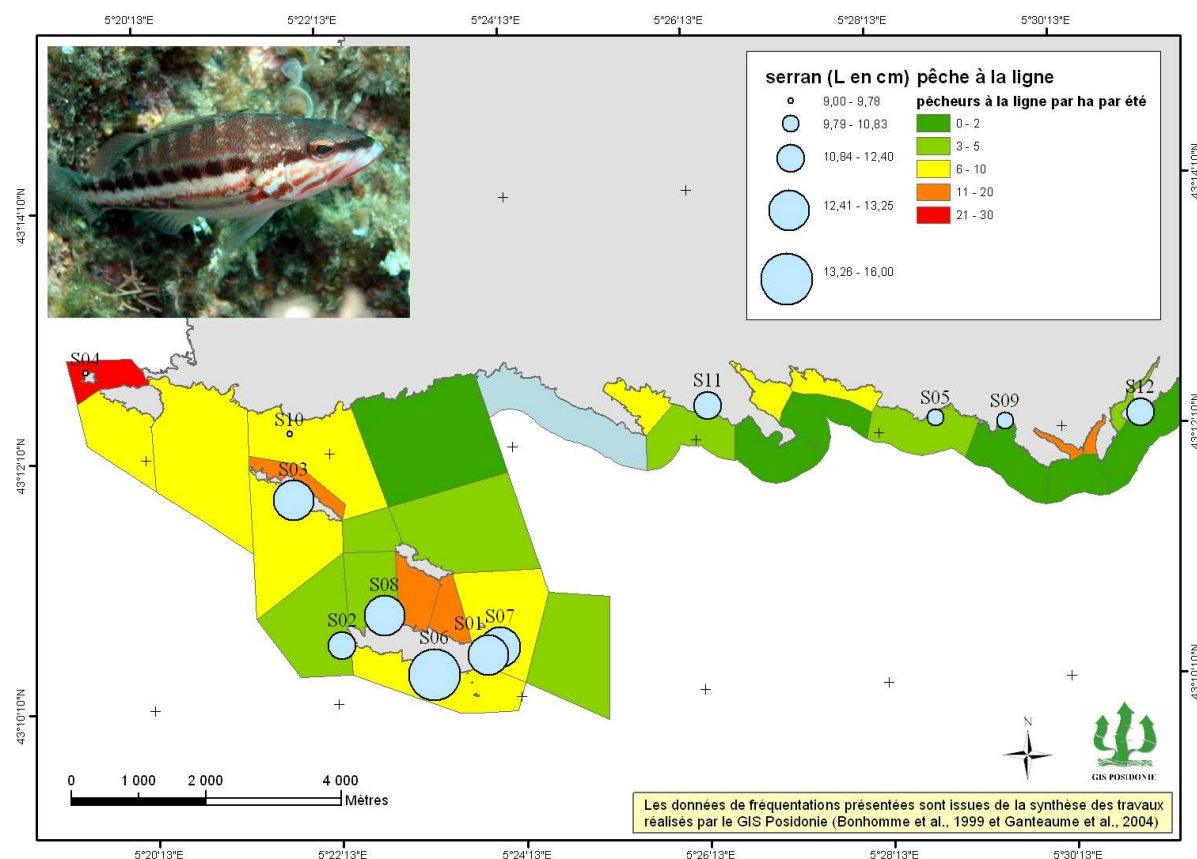


Figure 31: Superposition de la densité de pêcheurs à la ligne (par hectare en période estivale) et de la taille moyenne du serran chevrette au sein de l'Archipel de Riou et des calanques.

Bien que la densité de pêcheurs semble considérable sur la face Sud de Riou, elle concerne une pratique beaucoup plus axée sur des prises nobles comme le loup (*Dicentrarchus labrax*), la dorade (*Sparus aurata*) et le denti (*Dentex dentex*) entre autres. La technique de ces pratiquants dans le secteur n'est pas adaptée à la capture de petites prises comme la girelle ou les serrans (taille de l'hameçon, appâts...). Les occurrences de loups, de dorades et de dentis sont d'ailleurs particulièrement faibles, légitimant cette hypothèse. La girelle et le serran ne sont pas des indicateurs de pression de ce type de pêche, mais plutôt la taille moyenne des loups, dorades et dentis.

Il faut se garder de corrélations directes entre la densité de pêcheurs et la taille moyenne de leurs espèces cibles en l'absence d'autres données et d'analyses conjointes de l'habitat et du peuplement. L'effet habitat doit être extrait en premier lieu car il peut influencer la structure de la population indépendamment des pressions anthropiques. Il serait donc préférable d'affiner cette analyse quand de nouvelles données de fréquentations seront disponibles.

Chasse sous-marine

D'après les données de fréquentation de 1998-2000, les chasseurs sous-marins sont cantonnés principalement aux alentours de Riou (Moyades, Sablières de Riou, Monasteriou), entre l'île Maïre et Jarre, sur l'Est du Plateau des Chèvres ainsi que vers le secteur de Devenson. La biomasse et l'abondance des espèces ciblées par la chasse sous-marine (Tableau 12) sont de bons indicateurs de pression de cette activité.

Tableau 12: Liste des espèces ciblées par la chasse sous-marine.

Espèces	Nom vernaculaire
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup
<i>Dentex dentex</i>	Denti
<i>Diplodus cervinus</i>	Sar tambour
<i>Diplodus puntazzo</i>	Sar à museau pointu
<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun
<i>Sparus aurata</i>	Daurade royale
<i>Epinephelus marginatus</i>	Mérou brun
<i>Labrus merula</i>	Labre merle
<i>Labrus viridis</i>	Labre vert (Lassagne)
<i>Symphodus tinca</i>	Crénilabre paon
<i>Sciaena umbra</i>	Corb
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget de roche
<i>Seriola dumerilii</i>	Sériole
<i>Scorpaena scrofa</i>	Chapon
<i>Muraena helena</i>	Murène
<i>Conger conger</i>	Congre
<i>Phycis phycis</i>	Mostelle

Il s'avère en effet que la biomasse et l'abondance d'espèces cibles sont relativement faibles au niveau de Moyades et des Sablières de Riou alors que les valeurs maximales observées concernent Tiboulén de Maïre (site peu fréquenté par les chasseurs d'après les données). La biomasse reste importante au niveau de Riou Sud, Nord Caramassaigne et Grand Conglue malgré une densité de chasseurs considérable (Figure 32).

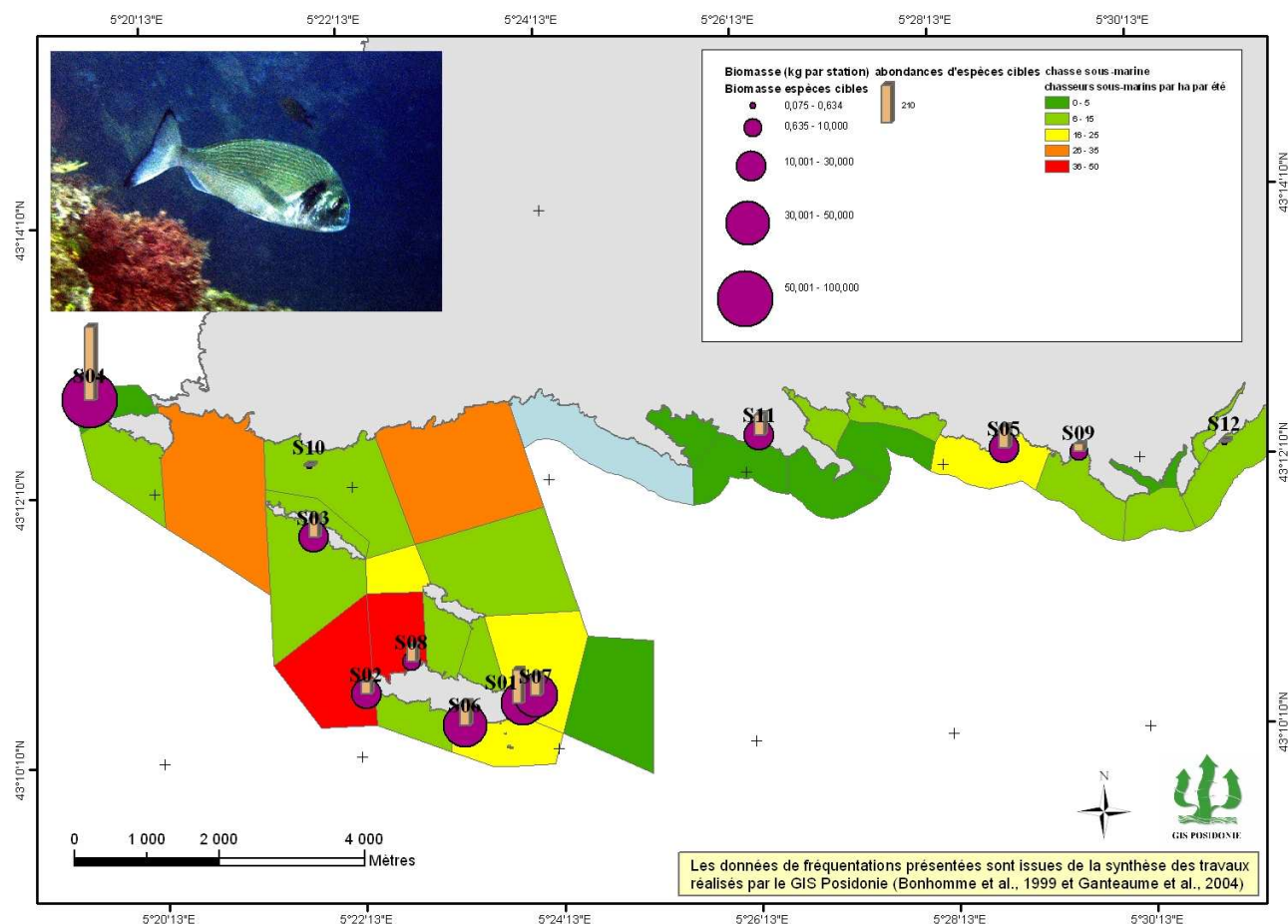


Figure 32: Superposition de la densité de chasseurs sous-marins (par hectare en période estivale) et de la biomasse par station au sein de l'archipel de Riou et des calanques.

De façon générale, les occurrences d'espèces cibles de la chasse sous-marine observées, selon la méthode de l'indice poissons, sont relativement faibles sur la zone d'étude, en particulier en considérant la classe des grands individus absents pour certaines espèces comme *Dicentrarchus labrax*.

Il est tout de même possible de superposer les données d'occurrence du denti mais également du mérou brun. L'occurrence du denti sur la zone n'est pas inversement corrélée avec la densité de chasseurs. Elle semble plutôt liée à l'habitat. En effet, les stations possédant les plus grandes occurrences sont celles possédant les habitats les plus complexes comme Moyades, Riou Sud, Grand Conglue, Jarre et Tiboulén de Maire. L'espèce n'est pas observée à Devenson et Castelvieu-Calanche de l'Oule (Figure 33).

Le mérou brun a été observé sur 6 des 12 stations suivies selon la méthode de l'indice poissons. Il s'agit de Moyades (S02), Riou Sud (S06), Nord Caramassaigne (S01), Grand Conglue (S07), Devenson (S05) et Castelvieu (S09). Comme pour le denti, il s'agit des stations a priori les plus favorables à l'installation de mérous. Cependant, en tenant compte de l'habitat, le mérou devrait potentiellement être présent à Tiboulén de Maire (S04), Jarre (S03) et à l'Ouest de l'Anse du Figuier (S11). Malgré tout, les occurrences restent relativement faibles à l'exception du Grand Conglue (S07) qui se démarque nettement des autres stations avec près de 17% d'occurrence de mérous bruns (Figure 34).

De faibles occurrences de mérous bruns peuvent traduire la présence de braconnages ou du moins un effet de la présence des chasseurs, empêchant l'installation d'une population stable et expliquant leur comportement fuyant. Les observations vont dans le sens d'une population de mérous dérangée, probablement impactée par l'activité malgré la présence d'un habitat disponible très favorable.

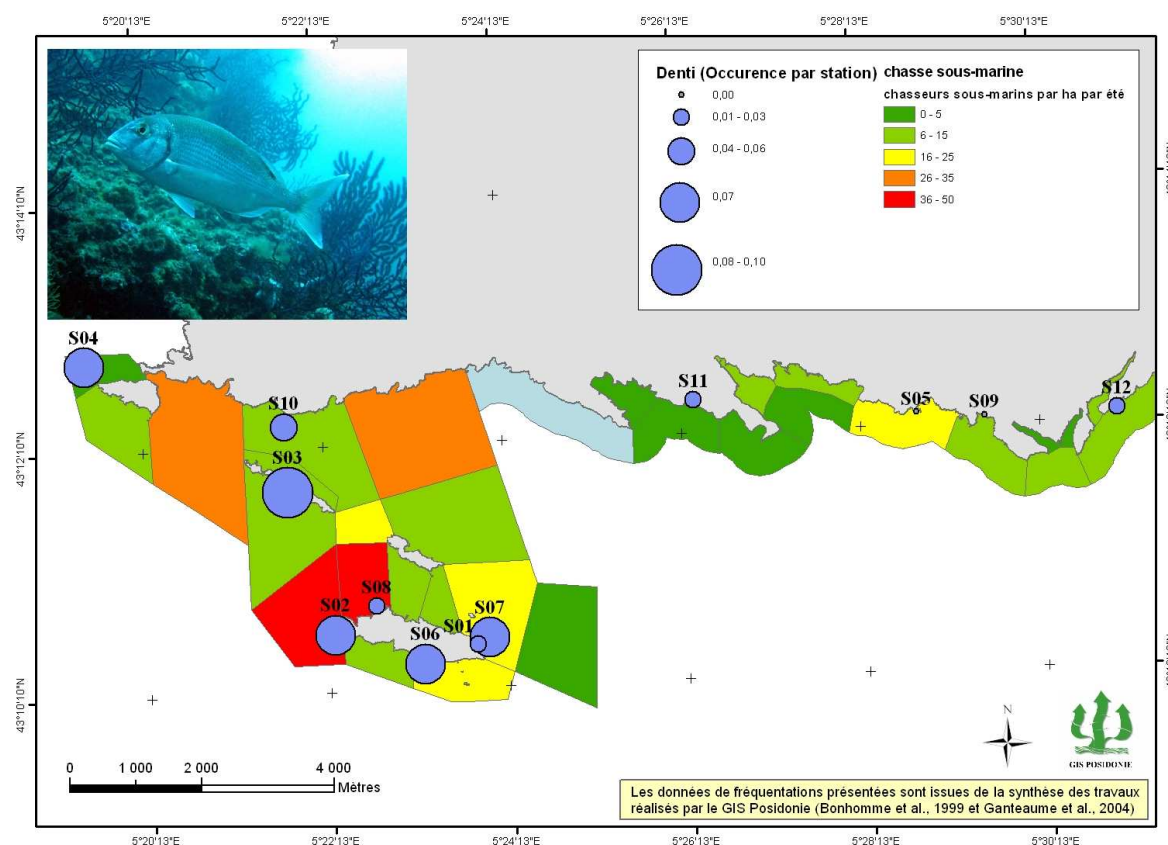


Figure 33 : Superposition des occurrences de dentis *Dentex dentex* (indice poissons) à la densité de chasseurs sous-marins en période estivale.

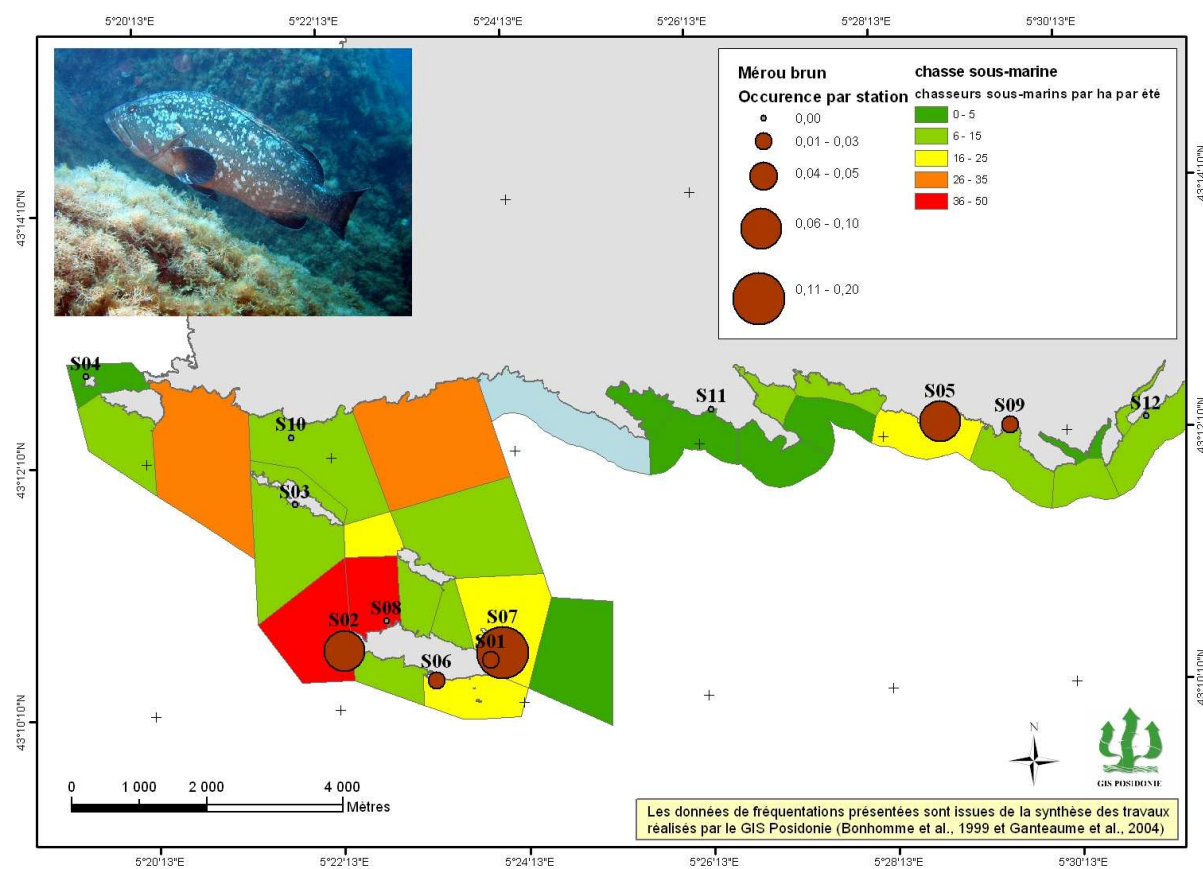


Figure 34 : Superposition des occurrences de mérous bruns *Epinephelus marginatus* (indice poissons) à la densité de chasseurs sous-marins en période estivale.

Plongée sous-marine

L'activité de plongée en elle-même n'induit pas d'impacts directs sur le peuplement de poissons (en l'absence de nourrissage). Cependant, la présence quotidienne d'un grand nombre de plongeurs sur un site donné peut modifier le comportement de certaines espèces, en particulier les espèces nobles (mérus, dentis, dorades, loups...). Dans un premier temps, le poisson peut adopter un comportement de fuite jusqu'à délaisser sa niche écologique. Dans certains cas, le poisson peut ensuite s'habituer à la présence de l'homme en se laissant approcher plus facilement. Ce comportement dépend évidemment de l'espèce, de la densité de plongeurs et de leur comportement.

La carte ci-dessous (Figure 35) permet d'identifier les secteurs les plus fréquentés. En raison de l'intérêt des sites recherchés (paysages sous-marins, diversité d'espèces), les plus fortes densités de plongeurs correspondent aux sites que nous avons identifiés comme étant les plus riches (diversité spécifique et abondance) comme la face Sud de Riou (zone des Impériaux jusqu'à l'îlot de Moyades), le secteur Est du Grand Congloue et la pointe Caramassaigne mais également Tiboulén de Maïre, les faces Nord et Est de l'île Plane et la face Sud de l'île Maïre (ces deux derniers secteurs n'ont pas été suivis dans le cadre de cette étude).

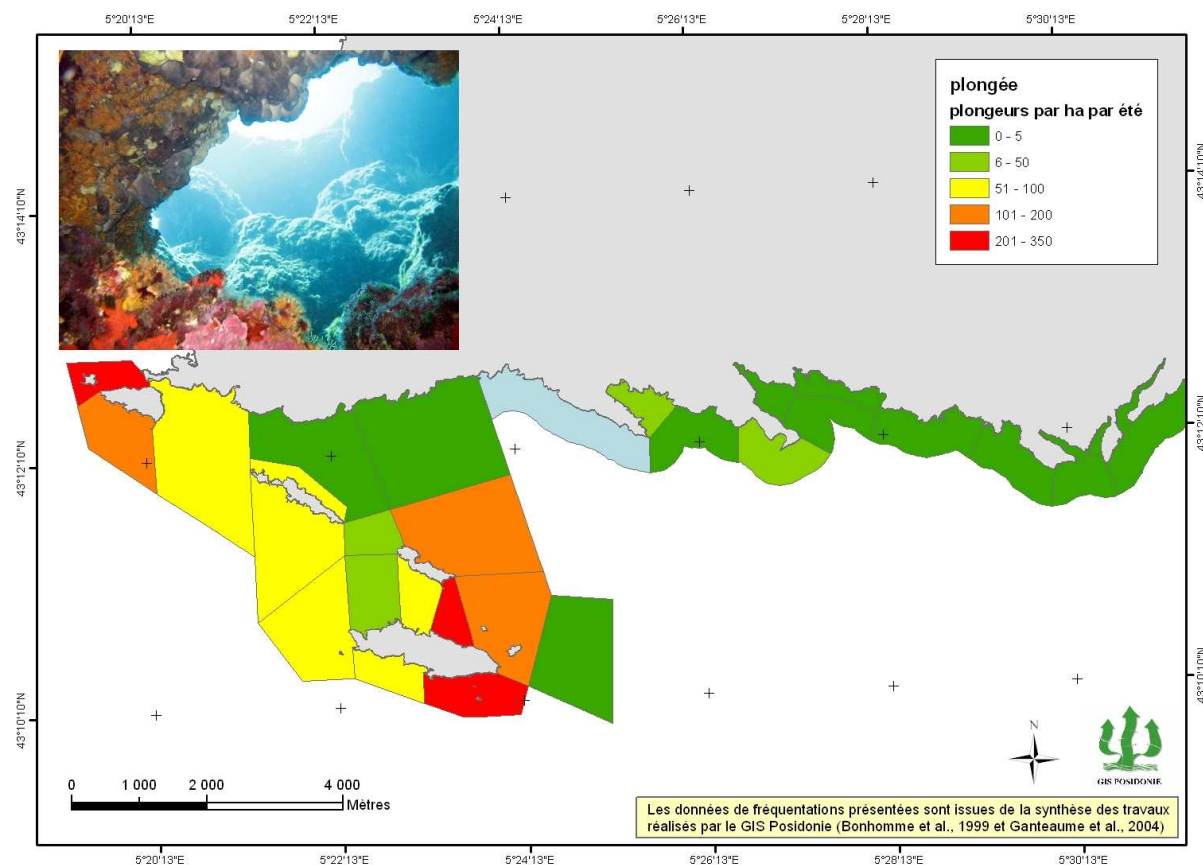


Figure 35 : Densité de plongeurs (par hectare) répartie autour de l'Archipel de Riou et des calanques de Marseille.

Malgré l'ancienneté de ces données, les tendances actuelles sont probablement relativement proches à l'exception de la densité de plongeurs qui a sans aucun doute nettement augmenté à la suite de l'expansion de l'activité, en particulier depuis le début des années 2000.

Pêche professionnelle

Aucunes données sur l'activité de pêche professionnelle filets ou bien arts traînants ne sont disponibles pour le secteur des Calanques. Pourtant, la zone est particulièrement fréquentée par de nombreuses unités venues des petits ports de Marseille, Cassis, La Ciotat ou bien encore de la Côte Bleue. La réaction du peuplement de poisson face à une pression de la pêche professionnelle est généralement une réduction des abondances et de la taille moyenne des espèces ciblées. La vulnérabilité des sites dépend de leur accessibilité à la pose des filets de pêche (trémil, monofilament, filet droit, palangres) ou au passage de chaluts.

Le rouget de roche *Mullus surmuletus* apparaît comme un indicateur pertinent de la pression de pêche professionnelle au filet. Le suivi des espèces cibles (indice poissons) montre des occurrences très variables des grands individus. Il n'y a pas de grands rougets au niveau des Sablières de Riou (S08) et de Devenson (S05). Les occurrences les plus fortes sont au niveau de Castelvieu (S09) et à l'Ouest de l'Anse du Figuier (S11). Sur l'ensemble des autres stations, les occurrences sont relativement faibles, en particulier à Tiboulène de Maire (S04) et Moyades (S02) (Figure 36). Des pêches expérimentales seraient mieux adaptées pour étudier cette espèce.

Si les faibles occurrences de grands individus peuvent faire penser à un impact de la pêche professionnelle et de la pêche sous-marine sur la population de rouget, qui ciblent particulièrement les plus gros individus, les occurrences observées peuvent être induites par l'habitat et la méthodologie d'échantillonnage. *M. surmuletus* apprécie des fonds mixtes rocheux à proximité d'étendues de sable plus ou moins vaseux, or les transects ont été placés sur roche et dans ce cas la méthode des comptages visuels n'est pas idéale pour cibler cette espèce. Certains sites pourraient ainsi ne pas correspondre à l'habitat préférentiel de cette espèce, notamment sur la face de Riou (grands tombants, zones de blocs...). Il faut également prendre en compte l'effet de la profondeur sur la répartition de certaines espèces, et les tranches bathymétriques parcourues dans le cadre de l'étude (8 à 26 m) ne montrent pas une image de toutes les composantes du peuplement de poissons.

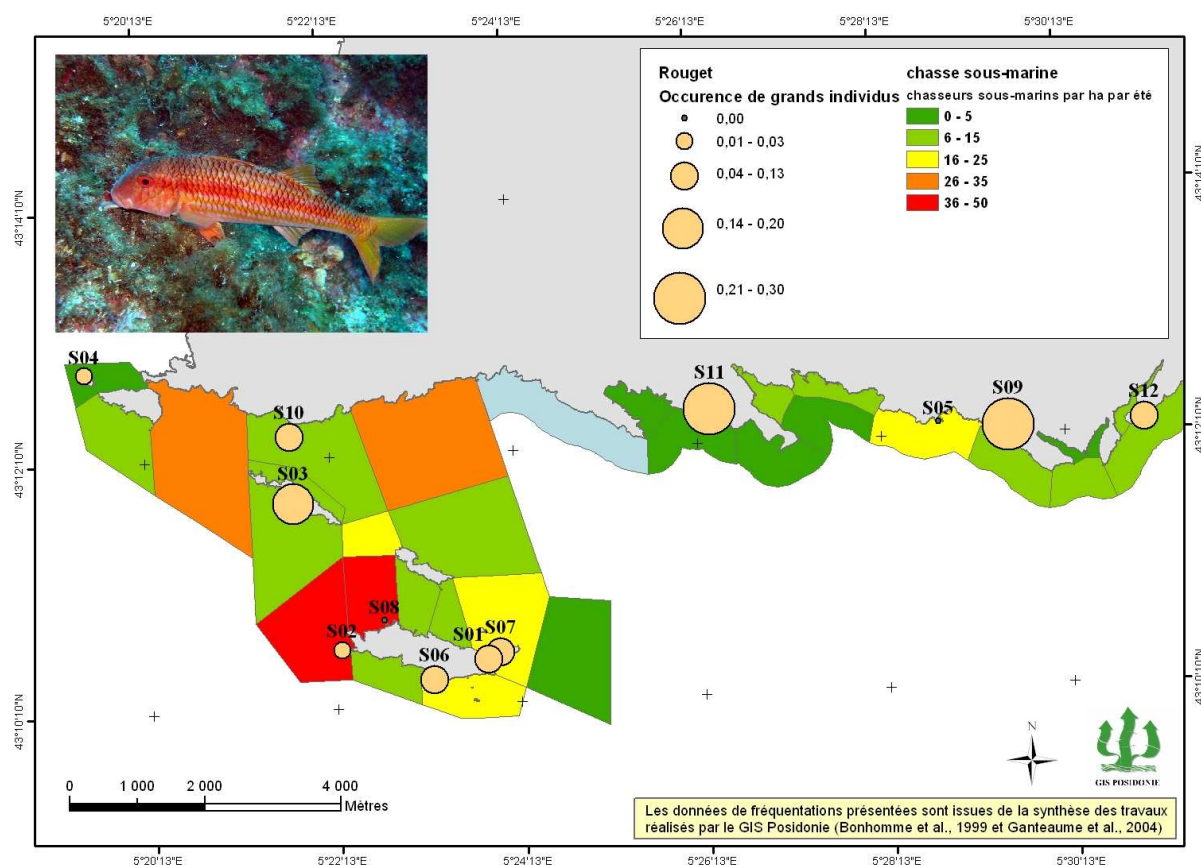


Figure 36: Superposition des occurrences de Rouget *Mullus surmuletus* (indice poissons) à la densité de chasseurs sous-marins en période estivale.

Nous ne disposons pas d'informations sur l'effort de pêche et les captures des chalutiers. Bien que le chalutage soit interdit à moins de 3 milles des côtes (hormis certaines dérogations), celui-ci est pratiqué régulièrement dans l'archipel de Riou (Bonhomme *et al.*, 1999). Cette pratique non sélective a potentiellement plus d'impact sur les habitats et les peuplements que les méthodes artisanales des petits métiers plus sélectives (essentiellement pêche au filet). Une vision complète de la pêche professionnelle en particulier autour de l'Archipel de Riou est indispensable pour identifier précisément les impacts liés aux différentes pratiques de la pêche professionnelle.

Il est probable que les cartes de fréquentation aient évolué (proportions et répartition des différentes pratiques). Car le résultat de la superposition de ces informations trop décalées dans le temps présente quelques incohérences.

Rejets de l'émissaire de Cortiou

La répartition spatiale des abondances conjointes de *Chromis chromis* et de *Spicara sp.* peut permettre d'identifier un éventuel impact des rejets de l'émissaire de Cortiou. La carte de la Figure 37 de plus grandes abondances de *Chromis chromis* au sein des stations de Tiboulens de Maïre (S04), Devenson (S05) et Sablières de Riou. *Spicara sp.* domine au niveau de Jarre (S03), Nord Caramassaigne (S01), Riou Sud (S06). Ces stations sont potentiellement exposées aux rejets de l'émissaire de Cortiou et la structure du peuplement observée pourrait en être le reflet. Cependant, d'autres stations ne présentent pas de domination de *Spicara sp.* par rapport à *Chromis chromis* (Grand Congloue, Moyades, Sablières de Riou et Ouest de l'Anse du Figuier) malgré leur exposition.

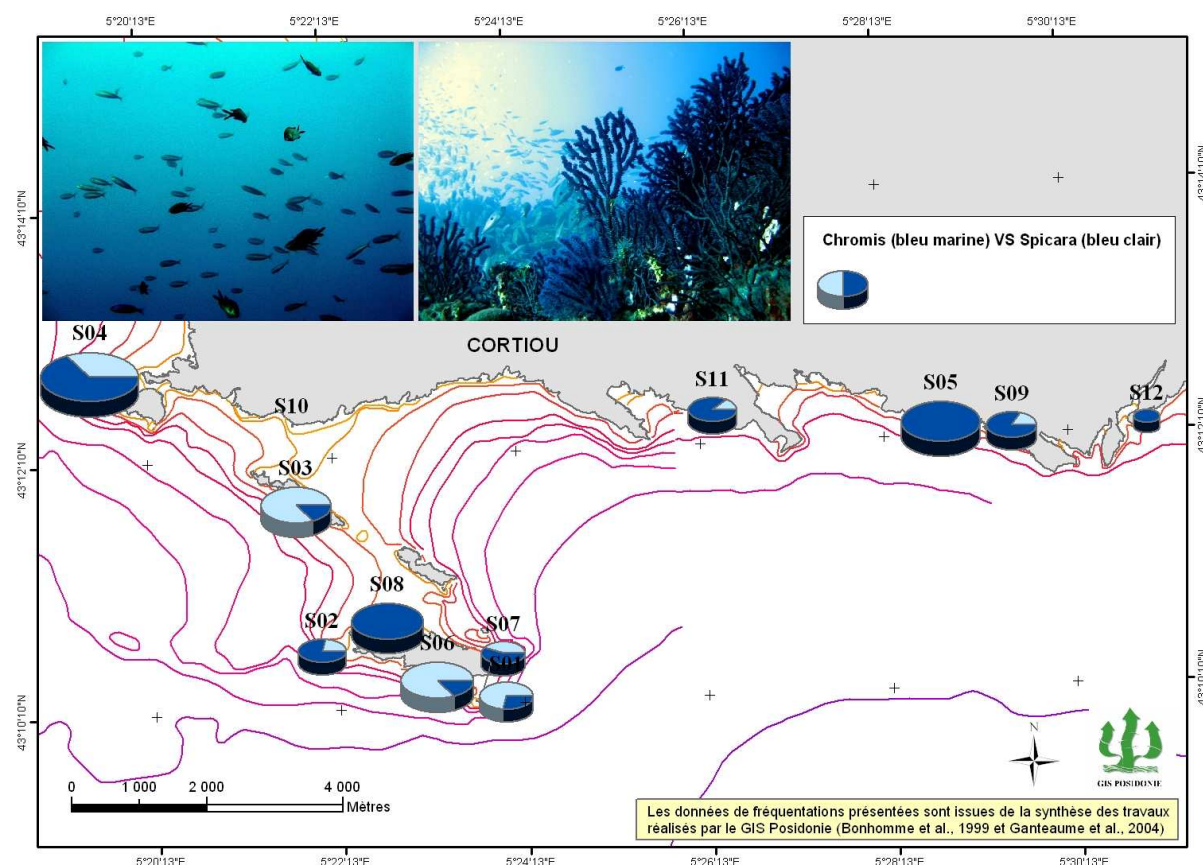


Figure 37 : Répartition des abondances de *Chromis chromis* (bleu nuit) et *Spicara sp.* (bleu clair) sur les 12 stations.

Les planctonophages constituent une portion importante en nombre, et souvent aussi en biomasse, du peuplement de poissons. Ils sont microcarnivores et font partie de ce que l'on appelle le poisson fourrage (cible des poissons carnivores). Les observations et déductions issues de cette étude devront être confirmées par de nouvelles séries de données.

2.3 Interprétation et discussion

La présente étude correspond à un point zéro portant sur le peuplement des petits fonds avant la mise en place des mesures de gestion dans le cadre de la création du Parc National. Cet état des lieux, à la fois qualitatif et quantitatif, réalisé avec une méthode standardisée dans tous les sites et dans les meilleures conditions pour ce type d'échantillonnage, permet une comparaison entre les stations des sites présentant le même type d'habitat. L'analyse prend également appui sur d'autres travaux et suivis effectués dans la région (chapitre 1) en particulier celui de la réserve de Cap Couronne, site côtier aux caractéristiques d'habitat similaires, qui est une référence par son ancienneté et sa qualité, afin de situer le niveau de richesse, de diversité et d'abondance du peuplement. Le résultat des pêches expérimentales réalisées sur le plateau des chèvres a également servi de référence pour les stations d'herbier.

Il en résulte un état des lieux du peuplement ichtyologique. Les impacts possibles des activités humaines sur le peuplement sont signalés au fil de l'interprétation des résultats, chaque fois qu'un indicateur réagit (présence/absence, forte ou faible valeur d'une variable, etc.). Il ne s'agit toutefois que d'un diagnostic et non d'une étude de l'impact en question, l'objectif de l'échantillonnage étant en premier lieu une caractérisation globale de l'état du peuplement.

2.3.2 Caractérisation du peuplement

Les résultats des comptages effectués en fin d'été nous ont permis de trouver en moyenne 18 espèces par station et 39 taxons au total. Pour comparaison Harmelin et al. (2000) ont pêché à l'aide d'un chalut expérimental le jour 32 espèces en 2000. Ce peuplement abondant, plutôt riche et diversifié est dominé par des *Cenbracanthidae*, *Pomacentridae*, *Sparidae*, *Labridae*. Ces deux dernières catégories, qui dominent dans les zones protégées et sont abondantes dans les petits fonds par rapport au coralligène (Harmelin, 1990), sont bien représentées dans l'échantillonnage surtout les sars qui présentent une biomasse importante, ce qui peut s'expliquer par la qualité de l'habitat. On observe d'avantage de sparidés que de labridés, ce qui est normal en zone non protégée. Les biomasses observées pour les grands labres sont faibles et celles de *Coris julis* et *Serranus cabrilla* inférieures à celles de la Côte Bleue. L'échantillonnage fait ressortir la faible représentation néanmoins d'espèces emblématiques et patrimoniales comme le mérrou et le corb, qui pourtant disposent dans les Calanques d'habitats favorables.

A titre de comparaison des valeurs de densité et de biomasse de travaux de référence à Port-Cros et Carry ont été reportés ci-après (Tableau 13).

Tableau 13: Valeurs de biomasse (en grammes par m²) et de densité (effectifs par 250 m²) de quelques espèces cibles (travaux de références et présente étude).

Biomasse g/m ² sur roche	Carry (BIOMEX) 2003 – hors réserve	Carry (BIOMEX) 2003 – réserve	Archipel de Riou et Calanques, 2008
<i>D. sargus</i>	8.48	23.56	26.68
<i>D. vulgaris</i>	8.77	43.79	21.08
<i>L. merula</i>	1.81	10.85	0.40
<i>L. viridis</i>	0.54	1.61	0.34
<i>C. julis</i>	8.12	11.21	2.54
<i>S. cabrilla</i>	1.84	3.35	0.49

Densité/ 250m ² sur roche	Carry Harmelin 1995 hors réserve	Carry Harmelin 1995 réserve	Port-Cros Harmelin, 1990 coralligène Galère	Port-Cros Harmelin, 1990 coralligène Gabinère
<i>D. sargus</i>	23 (13.2)	70 (30.5)	0.25 (0.62)	1.43 (2.15)
<i>D. vulgaris</i>			6.42 (8.58)	5.86 (4.28)
<i>L. merula</i>			0	0.14 (0.38)
<i>C. julis</i>	65.5 (25.5)	103.4 (32)	21.5 (6.91)	72.3 (53.4)
<i>S. cabrilla</i>			4.33 (1.23)	3.00 (1.53)
<i>globale</i>	599 (898)	1066 (790)	430 (416)	677 (464)

Densité/ 250m ² sur roche	Port-Cros Harmelin, 1987 Galère	Port-Cros Harmelin, 1987 Malalougue	Port-Cros Harmelin, 1987 Galère	Archipel de Riou et Calanques, 2008
<i>D. sargus</i>	16.8	44.8	22.2 (18.4)	28.73
<i>D. vulgaris</i>	14.2	24.9		32.63
<i>L. merula</i>				0.65
<i>C. julis</i>	56.7	50.9	25.9 (8.0)	83.55
<i>S. cabrilla</i>				5.4
<i>globale</i>				709.25
<i>Nombre d'espèces</i>			18 à 27	39

Influence de l'habitat dans la structuration du peuplement de poisson

Avant de rechercher la possibilité d'un impact des activités humaines sur le peuplement de poissons, il faut rappeler que la structure du peuplement ichthyologique dépend directement des habitats sous-marins. Le principal facteur qui conditionne la présence ou l'absence d'une espèce, son abondance, la présence de certaines classes de taille (adultes, juvéniles...) est la structure de cet habitat (Garcia Charton et Pérez-Ruzafa, 1998, 1999, 2001). Les interrogations quant à l'impact des différentes activités humaines sur le peuplement doivent au préalable prendre en compte l'habitat qui peut justifier la présence, l'absence ou l'abondance de telle ou telle espèce.

Les résultats de l'analyse en composante principales soulignent un trait dominant de la structure du peuplement de poissons côtiers méditerranéen, qui est la concentration d'espèces démersales sur les fonds rocheux ou à dominante de roche ou encore des fonds mixtes et zones de transition entre l'herbier et la roche. Cela ressort d'autant mieux en termes de biomasse. Cela ne signifie pas cependant que les fonds sableux et d'herbier sont déserts. Rappelons ici que le plan d'échantillonnage adopté dans la présente étude visait principalement à caractériser les petits fonds rocheux des calanques et des îles, qui sont dominants entre Marseille et Cassis. Etant donné les vastes étendues d'herbier qui les bordent et leur importance pour le recrutement (zones de nurserie et de croissance des juvéniles), mais aussi pour la pêche (ce sont des zones chalutées régulièrement), les herbiers du Plateau des chèvres (S10) et de Port-Miou (S12) ont aussi été intégrés à l'échantillonnage. La méthode des transects telle qu'employée est cependant moins bien adaptée à l'évaluation de leur peuplement et on l'a vu dans les résultats, celle de l'indice poisson aussi.

L'analyse factorielle en fonction de l'habitat met donc en évidence 3 groupes de stations : (i) les stations d'herbier (Plateau des chèvres et Port-Miou), qui se détachent très nettement des autres ; (ii) des stations sur les îles et caps (Grand Congloue, Moyades, Tiboulène de Maire), qui présentent une certaine hétérogénéité entre transects (iii) des stations situées à la côte (Castelvieil, Ouest de l'Anse du figuier, Devenson), aussi bien que sur les îles (Jarre, nord Caramassagne, Riou Sud) qui sont des

stations de roche présentant de fortes similitudes d'habitat et une certaine homogénéité dans leur peuplement. La station Sablières de Riou présente un habitat particulier en raison de sa faible profondeur et la présence de sable et de galets, qui en fait un site de recrutement pour le sar commun, au même titre que certains fonds de calanques de la côte (Morgiou, Sormiou, anse de la fausse-monnaie) (Vigliola, Cheminey).

Les valeurs les plus faibles de richesse spécifique sont observées dans les stations sur herbier et Sablières de Riou avec moins de 10 espèces par transect, contre plus de 15 espèces par transect à Devenson par exemple. Ces stations jouent cependant probablement un rôle majeur en raison de leurs habitats peu profonds et favorables au recrutement et à la croissance des juvéniles.

La faible abondance de mérous bruns est sans doute liée à un effet de la profondeur. Les comptages réalisés par le GEM (Charbonnel, 2007) ont mis en évidence une répartition des mérous plus en profondeur (23 m en moyenne). Ce comportement est comparable aux autres zones non protégées (La Ciotat, Porquerolles). Le mérou brun adopte un comportement fuyant dans les petits fonds et la majorité de la population se cantonne à des profondeurs minimales de l'ordre de 25 m.

Différence de la structure du peuplement entre les îles et la côte

Le nombre d'espèces cibles et la biomasse d'espèces cibles par transect sont plus élevées dans l'ensemble des stations de roche des îles par rapport à celles de la côte, exception faite de la station Ouest de l'anse du Figuier (S11) équivalente à Jarre (S03) ou Devenson (S05). Nous mettons en dehors de cette comparaison globale les stations particulières de Sablières de Riou, Plateau des chèvres et Port-Miou en raison de leur habitat particulier.

La station présentant la plus grande diversité spécifique, en prenant en compte également les abondances est celle de Moyades pour les îles. A la côte, c'est Devenson qui présente la plus grande diversité d'espèces.

Les planctonophages sont plus abondants sur les îles qu'à la côte dans notre échantillonnage. Les *Spicara* indicateurs d'eaux plus chargées, plus eutrophes sont abondants à l'ouest des calanques et au niveau des caps Nord Caramassaigne, Tiboulén de Maire, de Jarre et de Riou sud.

Les mérous, les dentis, ces grands ichtyophages bien que peu abondants n'ont été observés que sur les îles (Riou, Jarre, Maïre).

D'une manière générale, les plus grandes tailles moyennes de sars sont observées sur les îles. Mais on notera également que l'abondance de jeunes sars aux Sablières de Riou conforte la présence connue de nourriceries sur ces fonds d'herbier et de roche entre les îles. La faible taille moyennes des sars dans l'anse de Casteviel peut être signe d'un fort impact de la pêche sur cette partie de la côte facilement accessible depuis les calanques de Port-Miou, Sormiou notamment, et fréquentée par les pêcheurs.

Si l'on considère une espèce très ubiquiste comme la girelle, il n'y a pas de différence nette de densité entre la côte et les îles. Le ratio mâle/femelle des girelles ne présente pas non plus de patron particulier entre la côte et les îles. Pour cette espèce encore, les facteurs déterminants sont l'habitat et l'intensité de la pêche amateur, qui se traduit par un sexe ratio en faveur des femelles dans les zones très pêchées et un avancement de la taille moyenne d'inversion du sexe par compensation.

Les tailles moyennes des girelles mâles (13,77 cm) sont du même ordre de grandeur que celles observées hors réserve dans le cadre du suivi de Cap Couronne ; mais ces dernières pourraient être aussi influencées par la proximité de la zone protégée intégralement. Les ordres de grandeur sont similaires. La répartition des classes de taille des deux sexes au Grand Congloue est très voisine de celle de la réserve de Couronne avec un mode à 11-12 cm pour les femelles et 16-17 cm pour les mâles.

D'après les analyses effectuées sur l'indice poisson, il semble qu'il y ait une différence d'abondance de *Diplodus puntazzo* de la catégorie « grands » entre les sites à la côte et les îles. 28 occurrences ont été notés sur les îles contre 3 à la côte. Cette tendance existe également dans les comptages



poissons. Cette différence pourrait être due à la pression de pêche mais également à d'autres facteurs tels que l'habitat. Plus de données seront nécessaires pour expliquer cette observation.

Effet de la profondeur des transects sur la taille et l'abondance de girelles mâles

Les stations Riou Sud et Grand Conglue possèdent les plus grandes tailles moyennes de girelles parmi les 12 stations, alors que la densité de girelles au Grand Conglue est parmi les plus faibles. D'autre part, l'occurrence des *Symphodus tinca* dans l'indice poisson est beaucoup plus faible à Riou Sud, Grand Conglue et Port Miou. Les transects réalisés dans ces stations étaient situés à une profondeur comprise entre 18 et 24 m. Ce sont les stations les plus profondes de notre échantillonnage. Ce constat implique une incidence à la fois de l'habitat (zone de gros blocs, concrétionnements pré-corallogènes, grands fonds très proches) et de la profondeur. Les différences observées entre les deux stations sur herbier correspondraient également à une incidence de la profondeur, le Plateau des Chèvres se situant à 11 m alors que la station de Port-Miou occupe une gamme de profondeur comprise entre 18 et 22 m. Néanmoins, les grandes girelles se pêchent à la ligne autour des îles sur des fonds de 25 à 50 m environ.

Cas particulier de la station 07 Grand Conglue

La partie Ouest du Grand Conglue correspond à une zone interdite au mouillage, à la pêche (amateur et professionnelle) et à la plongée (en scaphandre autonome et en apnée). Elle correspond au « triangle interdit » en raison de la présence de nombreux vestiges archéologiques. Cette interdiction n'est pas appliquée à la lettre puisque nous avons pu nous-mêmes constater qu'en l'absence de contrôle, de nombreux usagers passent outre la réglementation. Néanmoins, la fréquentation de ce site reste nettement plus réduite qu'ailleurs.

Dans le cadre de notre suivi, la richesse spécifique, la densité ou la biomasse n'ont pas montré de valeur permettant de mettre en évidence l'« effet réserve » que l'on aurait pu s'attendre à y trouver. La richesse spécifique y est même moins élevée qu'à Jarre (S03) ou Moyades (S02). Est-ce lié à la taille relativement réduite de la zone ? à la pente du site ? Si cette station bénéficiait réellement d'une protection intégrale ces paramètres nous le montreraient. La biomasse moyenne en poisson à cette station correspond exactement à une valeur moyenne pour les calanques (17.65 kg/transect), c'est deux fois moins qu'à Riou Sud (S06) mais 3 fois plus qu'aux Moyades (S02). Le mérou brun, une des espèces clefs caractérisant l'effet réserve dans les différentes AMP, y est présent avec la plus forte occurrence d'après le suivi « indice poissons ». La grande complexité de l'habitat rencontré sur ce site pourrait ainsi justifier à lui seul la présence et la densité de certaines espèces nobles, même si un effet du « triangle interdit » semble être observé par rapport aux autres stations. La diversité y est faible mais les sars de belle taille. Des signes positifs comme la présence d'espèces rares (mérrou, sar tambour...), la structure démographique des espèces cibles, la taille des girelles mâles nettement supérieures par rapport aux autres stations, révèlent un impact limité de la pêche de loisir.

Si l'on compare les résultats obtenus à Tiboulén de Maïre, proche de la côte et de Marseille, zone très fréquentée, à ceux de la station *a priori* la mieux préservée à l'autre extrémité Est, la densité, la biomasse et la diversité sont nettement supérieures à Tiboulén de Maïre. Par contre, la tailles moyennes des principales espèces cibles présentes est nettement inférieure (*D. sargus*, *Coris julis*, *Serranus sp.* ...) et le secteur correspond à un des plus fréquentés (Bonhomme *et al.*, 1999). Ces derniers arguments vont dans le sens d'un impact lié à la pêche récréative. Cela reste délicat, à partir d'une seule série de comptages d'apporter des réponses catégoriques à l'explication des différences observées. Il sera intéressant de conserver la station du Grand Conglue comme site de référence et éventuellement de la considérer comme prioritaire dans le cadre des futures mesures de gestion.



2.3.3 Comparaisons aux études antérieures

Comparaison au suivi de 1999 autour de l'Archipel de Riou

Le suivi réalisé par Harmelin *et al.* (1999) aux alentours de Riou avait des objectifs communs avec ceux de notre étude. Il s'agissait également d'un état initial (étendu au suivi des peuplements benthiques) en vue de futures mesures de gestion. Sur les 4 stations suivies, 3 sont communes avec notre suivi : Nord Caramassaigne, Les Moyades et les Sablières de Riou.

Le Tableau 14 ci-dessous présente la richesse spécifique et la densité observées lors du suivi de 1999 et de la présente étude (pour le suivi de 1999, seules les données d'été sont prises en compte).

Tableau 14: Comparaison de la richesse spécifique et de la densité entre les comptages réalisés lors de l'été 1999 (Harmelin *et al.*, 1999) et ceux de 2008 au niveau des stations de Moyades, Nord Caramassaigne et des Sablières de Riou.

	Station	1999	2008
Richesse spécifique (espèces par station)	Moyades	23	23
	Nord Caramassaigne	21	16
	Sablières de Riou	20	14
	<i>Total</i>	21.3(1.7)	17.7(5.3)
Densité (effectifs pour 100 m²)	Moyades	256,25	120,4
	Nord Caramassaigne	133	421,2
	Sablières de Riou	214,25	222,2
	<i>Total</i>	201,2(70.9)	254,6(173.1)

La richesse spécifique pour l'ensemble des 3 stations comparables est plus faible en 2008 qu'en 1999. La densité est comparable à la Sablière de Riou et plus importante à Nord Caramassaigne, elle aurait diminué de moitié à Moyades. Les différences méthodologiques entre ces deux études (nombre, longueur et largeur des transects différents) rendent difficile la comparaison. La présence d'espèces emblématiques (mérrou brun, corb) en 2008, absentes en 1999, est à souligner. En dehors de cela il ne semble pas que le peuplement ichthyologique aux alentours de Riou ait radicalement changé au cours des dix dernières années.

Comparaison au suivi réalisé au Cap Couronne (Parc Marin de la Côte Bleue).

Le suivi du peuplement ichthyologique de la réserve de Cap Couronne, mis en place en 1997 au sein du Parc Marin de la Côte Bleue, est un modèle exceptionnel qui met évidence le succès de la mise en réserve intégrale demandé par les pêcheurs professionnels (Jouvenel *et al.*, 2005). On peut considérer que l'Archipel de Riou et les calanques se trouvent dans une situation comparable à celle du Cap Couronne en 1995, c'est à dire, une zone naturelle sur laquelle aucune mesure de gestion n'est appliquée, à ceci près que la pression de pêche ne cesse d'augmenter depuis 1995 et que les calanques ne bénéficient pas de récifs anti-chalut.

Le Tableau 15 synthétise les principaux descripteurs des peuplements de poissons étudiés dans le cadre du suivi de la réserve de Cap Couronne en 1995, 1998, 2001 et 2004 et dans le cadre de la présente étude. Les différences observées peuvent ainsi être commentées.



Tableau 15: Tableau comparatif des principaux descripteurs des peuplements de poissons observés au sein du Parc Marin de la Côte Bleue (Jouvenel *et al.*, 2005) et autour de l'Archipel de Riou et des Calanques de Marseille (à l'exception de la girelle, les tailles utilisées dans les calculs sont extrapolées à partir des classes de taille petit/moyens/gros utilisées lors des suivis de 1995, 1998 et 2001).

Descripteurs	Zone	Parc Marin de la Côte Bleue (Réserve de Cap Couronne)				Archipel de Riou et Calanques de Marseille
		1995	1998	2001	2004	2008
Richesse spécifique (nombre d'espèces)	<i>Réserve</i>	27	30	30	30	
	<i>Hors Réserve</i>	23	27	26	24	39
Densité / 100 m ²	<i>Réserve</i>	164,17	123,00	232,35	292,85	
	<i>Hors Réserve</i>	108,21	103,58	177,71	114,04	247,79 ± 99,52
Biomasse (kg) / 100 m ²	<i>Réserve</i>	1,28	3,06	5,91	8,04	
	<i>Hors Réserve</i>	0,44	1,35	6,57	3,39	13,24 ± 7,57
Densité hors planctonophages / 100 m ²	<i>Réserve</i>	33,61	37,03	53,54	52,07	
	<i>Hors Réserve</i>	31,46	26,38	35,54	42,17	81,71 ± 25,48
Biomasse hors planctonophages(kg) / 100 m ²	<i>Réserve</i>	0,61	2,59	4,99	4,78	
	<i>Hors Réserve</i>	0,24	0,87	5,36	2,45	10,96 ± 6,81
Densité espèces cibles / 100 m ²	<i>Réserve</i>	26,92	31,86	44,86	37,32	
	<i>Hors Réserve</i>	24,50	21,83	23,75	31,25	58,96 ± 14,91
Biomasse (kg) espèces cibles / 100 m ²	<i>Réserve</i>	0,58	2,43	3,76	1,95	
	<i>Hors Réserve</i>	0,22	0,54	1,32	0,44	4,90 ± 2,80
Taille moyenne des sars communs (cm)	<i>Réserve</i>	16,88	23,13	22,02	19,67	
	<i>Hors Réserve</i>	16,88	18,48	20,63	13,43	22,35 ± 0,33
Taille moyenne des girelles mâles (cm)	<i>Réserve</i>		15,84	16,67	16,44	
	<i>Hors Réserve</i>		13,54	15,29	12,98	13,77 ± 0,62

La richesse spécifique observée au sein des calanques et de l'Archipel de Riou est supérieure à celle observée entre 1995 et 2004 au sein de la réserve de Cap Couronne. Pour les stations situées en dehors de la réserve, le nombre d'espèces observé fluctue autour de 25.

La densité de poissons /100 m² est inférieure à celle de la réserve de Couronne mais supérieure à la zone hors réserve. Les densités « hors planctonophages » et « espèces cibles » sont nettement inférieures sur la Côte Bleue, qu'il s'agisse des stations hors réserve ou à l'intérieur de la réserve.

La conversion en biomasse montre des valeurs plus faibles sur la Côte Bleue (jusqu'en 2004) par rapport aux Calanques.

A titre indicatif, la taille moyenne des girelles mâles montre de nettes différences entre la réserve et l'extérieur de la réserve. Les données obtenues sur les Calanques et autour de l'Archipel de Riou sont proches de celles obtenues à l'extérieur de la réserve de Cap Couronne, c'est à dire correspondant à une zone concernée par les activités de prélèvements (dans ce cas la pêche récréative). Par contre, les stations du Grand Conglue (S07) et de Riou Sud (S06) possèdent des valeurs de taille moyenne des girelles mâles comparables à ce qui est observé au sein de la réserve de Cap Couronne (entre 15 et 17 cm).

La taille moyenne des sars communs *Diplodus sargus* est supérieure au sein de la zone d'étude à celle des sars du Parc Marin de la Côte Bleue, aussi bien au sein de la réserve de Cap Couronne qu'à l'extérieur. Seules les mesures réalisées en 2001 au sein de la réserve montrent des valeurs supérieures. Cependant, les tailles moyennes utilisées pour la Côte Bleue correspondent à un calcul de taille moyenne de chaque classe à partir des classes de tailles petit/moyen/gros pour les années 1995, 1998 et 2001.

La comparaison avec la Côte Bleue est particulièrement intéressante car il s'agit aussi du golfe de Marseille. Les résultats de cette étude montrent que malgré l'absence de mesures de gestion et de protection, la zone d'étude des Calanques présente une structure de son peuplement de poisson comparable à celle d'un site voisin protégé, aussi bien en termes de biomasse, de densité, que de richesse spécifique. Il faut rappeler que les stations du suivi de Cap Couronne sont situées sur un habitat typique de la région et de la Côte Bleue de roche et d'herbier sans aucun caractère complexe ou remarquable (ce qui fait d'ailleurs tout son intérêt pour analyser l'effet réserve). Les valeurs supérieures de l'ensemble des variables mises en regard sont sans aucun doute liées à une structure de l'habitat beaucoup plus complexe dans les Calanques, et la présence d'habitats exceptionnels notamment autour de l'Archipel de Riou. Cependant, à travers le simple indicateur qu'est la taille des girelles mâles, le jeu de données traduit aussi la présence notable d'un impact de la pêche récréative partout sur la côte en dehors des zones protégées. Les résultats quantitatifs obtenus démontrent la richesse du site malgré les pressions de prélèvements avérées ainsi que sa potentialité dans le cas d'une mise en place de mesures de gestion.

2.3.4 Aspects méthodologiques

2.3.4.1 Comparaison des deux méthodes de comptage

La simple lecture des tableaux de présence/absence montre la différence des informations fournies par les deux méthodes utilisées dans la présente étude et déjà des différences entre les stations, notamment entre les stations situées à la côte et les stations des îles. C'est dire à quel point elles sont complémentaires. D'un point de vue strictement méthodologique, il est extrêmement intéressant d'avoir mis en parallèle sur les mêmes sites un comptage « exhaustif » et une méthode de suivi d'espèces cibles avec un grand nombre de réplicats, afin d'analyser les apports respectifs de chacune des méthodes.

Un des objectifs de l'étude est de tester l'efficacité et la pertinence de la méthode de suivi des espèces cibles « indice poissons ». Il s'avère que cette méthode est complémentaire de celle des comptages « exhaustifs » et qu'elle peut être allégée pour un bon rapport temps/information collectée.

La méthode des comptages permet d'appréhender le peuplement démersal dans sa globalité en permettant simultanément une estimation des planctonophages et des benthiques les plus gros. Elle permet également des estimations quantitatives et biométriques. Cette méthode éprouvée est fiable avec des plongeurs entraînés, connaissant bien les espèces et capables d'estimer correctement les tailles. Elles n'est donc pas immédiatement accessible à tous et demande un minimum d'expérience. Rappelons qu'elle sous-estime en revanche les petits benthiques (rascasses), les espèces cryptiques (congres, murènes, mostelle) et parfois aussi, lorsqu'ils sont très abondants, les planctonophages et les girelles.

Les informations apportées sur les espèces cibles grâce à l'indice poisson sont très utiles. Elles restent complémentaires de l'évaluation quantitative du peuplement complet fourni par les comptages visuels sur transect.

La méthode de l'indice permet de multiplier les chances de rencontre d'espèces rares, elle peut être pratiquée par tout plongeur capable de distinguer les principales espèces cibles parmi deux classes de taille. Elle ne requiert pas d'autre compétence particulière, si ce n'est de la rigueur et un minimum d'entraînement.

2.3.4.2 Adaptation du protocole de comptage visuel exhaustif

L'écart dans nos résultats entre les 2 méthodes est d'autant plus accentué que le nombre de transects de comptages est limité (seulement 4). En effet, d'autres études (Harmelin *et al.*, 1999 ; Jouvenel *et al.*, 2005) préconisent respectivement 6 et 12 transects par station, ce dernier nombre paraissant être un maximum d'effort d'échantillonnage en scaphandre autonome classique.

Tout en limitant la contrainte matérielle que représente une augmentation de l'effort d'échantillonnage, la réalisation de 6 transects par station serait une bonne adaptation du protocole, pour augmenter les chances de rencontre d'espèces moins fréquentes ou plus erratiques et la représentativité de l'échantillonnage. Au-delà, la surface des sites serait limitante.

Le choix de la longueur et de la largeur du transect dépend des objectifs du suivi. Dans le cadre de l'étude, la largeur de 5 m permet un compromis entre l'évaluation des abondances des espèces démersales (*Diplodus sp.*, grands labres, mérrou) et des espèces mobiles de pleine eau (denti, dorade, loup, grands pélagiques) et le suivi des espèces démersales sédentaires (girelles, petits labridae) et benthiques (Scorpaenidés...). Un tel protocole est moins performant dans l'évaluation de l'abondance de petites espèces très fréquentes telles que la girelle, que pour les espèces démersales (sars, grands et petits labres). Si les objectifs de l'étude nécessitent un travail plus précis sur une espèce, on adapte la largeur du transect à la taille et au comportement du poisson (mobilité, vitesse de déplacement, craintif ou non). Un comptage ciblé sur la girelle, par exemple, implique le suivi de transects de 2 m



de large maximum. Si le suivi concerne exclusivement les espèces mobiles de grandes tailles, la largeur du transect peut être augmentée jusqu'à 10 m (Harmelin-vivien et Harmelin, 1975).

Deux stations ont été suivies exclusivement sur herbier de posidonies, le Plateau des Chèvres et Port Miou. Les résultats obtenus au niveau de ces stations en termes de richesse spécifique, abondance et biomasse, sont les plus faibles. Ce constat traduit les spécificités du comptage visuel sur herbier. La longueur des transects pourrait être allongée à moins que l'on ajoute un comptage sur roche dans ces deux stations. Des habitats rocheux adaptés sont d'ailleurs présents à proximité de ces deux stations actuelles.

Le maintien du suivi du peuplement ichthyologique sur herbier de posidonie imposerait certaines modifications du protocole telles que l'augmentation de la longueur de chaque transect (50 m par exemple). La réalisation de prélèvement à l'aide d'un petit chalut côtier selon le protocole suivi par Harmelin-Vivien et al. (2000) est sans doute mieux adaptée pour obtenir une image plus complète du peuplement sur herbier. Le cumul des deux méthodes (comptage et prélèvement) serait sans doute la meilleure stratégie pour caractériser de la façon la plus exhaustive possible le peuplement.

2.3.4.3 Adaptation du protocole « indice poissons »

La réalisation du suivi des espèces cibles a permis une évaluation de la méthode de l'indice poissons. Le renouvellement de 30 parcours aléatoires par station est long et parfois difficile à placer sur les stations les moins étendues. Il s'avère qu'au bout du 20^{ième} parcours, déjà plus de 80% des espèces sont déjà observées, 10 comptages en moins représentent 30 mn de plongée de gagnées (15 mn par plongeur). La Figure 38 montre une courbe d'accumulation d'espèces sur près de 60 parcours. Les sites les plus proches d'après l'indice poissons (présence/absence) ont été ici choisis (Sablières de Riou et Tiboulén de Maïre). On peut constater qu'entre 30 et 60 parcours, seulement un peu plus d'une espèce supplémentaire sera observée. De même, entre 20 et 30 parcours une seule espèce supplémentaire sera notée.

Ce point soulève la possibilité d'alléger le protocole en ne suivant que 20 parcours par station par exemple en raison : (i) de la surface importante parcours parfois limitant lorsque le site est trop réduit et (ii) le peu d'information apportée par les derniers parcours.

Malgré tout, il est souhaitable de maintenir un effort d'échantillonnage similaire car le peu d'information fournie par les derniers parcours correspond souvent à la présence d'une espèce rare ou peu abondante. Ces 10 derniers parcours constituent donc, contrairement aux apparences, une source d'informations précieuse et complémentaire sur l'occurrence d'espèces peu fréquentes. Si seuls les indices sont effectués une fois par an, nous recommandons de maintenir le nombre d'indices à 30. Si des comptages sur transect sont effectués sur les mêmes sites dans le cadre du même suivi, il est possible de réduire le nombre d'indices à 20 par site.

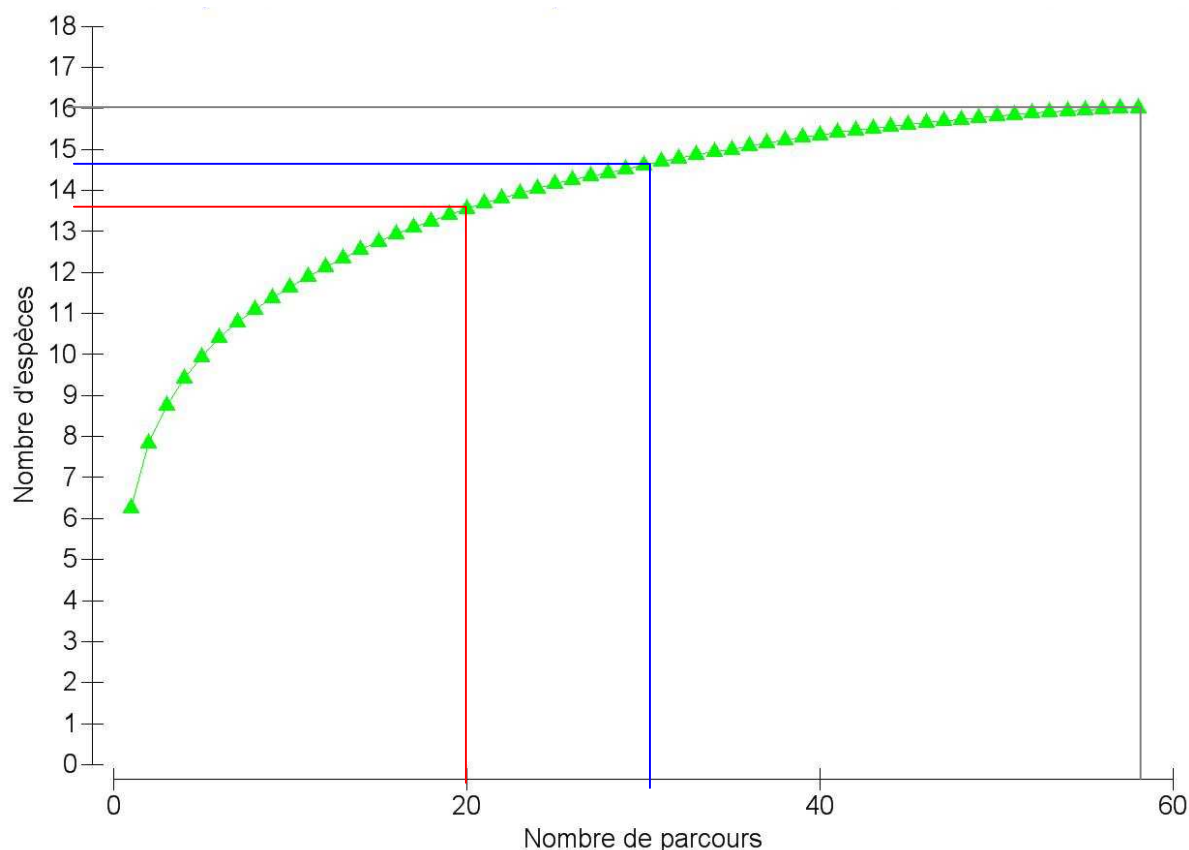


Figure 38: Nombre d'espèces cumulées sur les parcours de Sablières de Riou et Tiboulén de Maître.

La liste des espèces cibles suivies doit également être révisée. Daniel *et al.* (2002) incluse *Symphodus mediterraneus*. Or, cette espèce n'apporte pas d'informations supplémentaires en tant que cible de la pêche récréative par rapport à la girelle ou au serran. L'abandon de cette espèce semble donc cohérent. Par contre, la considération d'autres espèces peut être envisagée, en particulier les espèces dites « à affinité méridionale », véritables indicateurs du réchauffement global comme la girelle paon, *Thalassoma pavo*.

Certaines des tailles limites entre les classes de taille petit/moyen grand pourraient être modifiées. Par exemple, les occurrences de grands sars communs et de grands sars à tête noire sont particulièrement importantes dans notre jeu de données. A terme, une éventuelle augmentation de la taille de ces deux espèces (à la suite de mesures de gestion et d'interdiction de certaines pratiques de pêche par exemple) ne serait pas identifiée car les occurrences sont déjà maximales. Seytre et Francour (2007, 2008) préconisent 25 cm pour les deux espèces au lieu de 23 et 20 cm respectivement pour *Diplodus sargus* et *Diplodus vulgaris*.

2.3.5 Conclusion

L'ensemble des comptages effectués nous a permis d'observer une faune ichtyologique diversifiée et abondante dans l'ensemble, caractéristique des fonds côtiers de Méditerranée nord-occidentale. Les espèces emblématiques telles que le mérou ou le corb y sont plutôt rares et de taille moyenne, ce qui est cohérent avec un site côtier non protégé. Malgré cela, les valeurs de densité, de biomasse et de diversité du peuplement des poissons des calanques sont relativement élevées en comparaisons avec d'autres sites d'après la littérature. Ces chiffres peuvent s'expliquer par le caractère remarquable des habitats entourant la plupart des stations choisies pour l'étude, en particulier dans les îles. Si des sites tels que les Imperiaux, les Moyades, le Grand Conglue sont recensés parmi les plus beaux sites de plongée de Méditerranée, c'est par le caractère exceptionnel de leur environnement. Ainsi, malgré les précautions prises dans le choix de stations homogènes et peu profondes, l'influence probable des zones situées à l'aplomb de ces stations semble positivement perceptible.

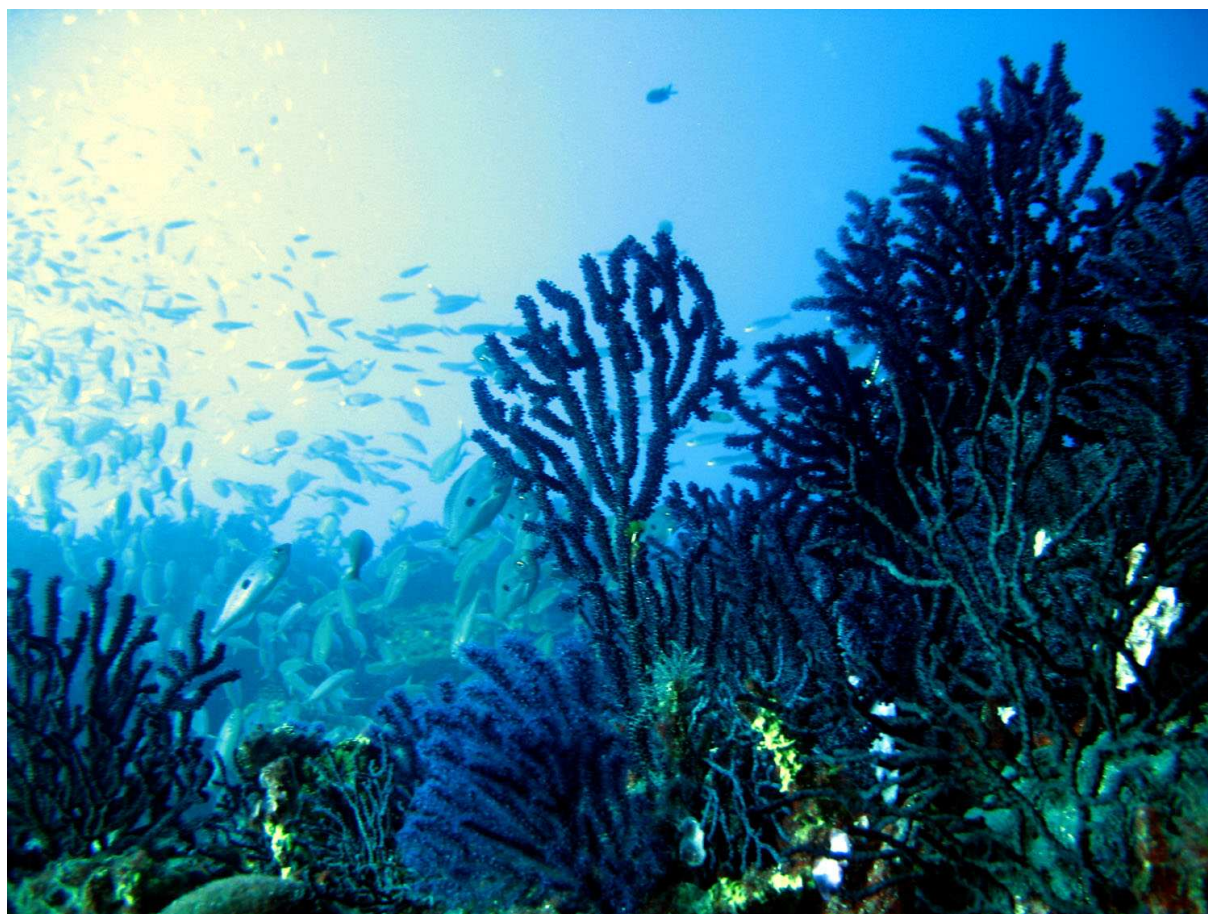
Les deux méthodes d'évaluation du peuplement mettent en évidence une grande variété des espèces et l'abondance de grands individus, sur des sites remarquables d'après leur habitat tels que Riou Sud, Moyades et Nord Caramassaigne, ainsi que Tiboulou de Maire. Le congre (*Conger conger*), la mostelle (*Phycis phycis*) et la murène (*Muraena helena*) présentent une faible abondance aux profondeurs et dans les habitats de nos stations, probablement aussi parce qu'ils y sont chassés. Certaines espèces sont très ubiquistes telles que les sars (*Diplodus* sp.), la girelle (*Coris julis*) et les serrans (*Serranus* sp.), bien que ciblées par la pêche. L'augmentation de la taille des sars dans les stations profondes ou moins accessibles (Grand Conglue) laisse présager d'une activité de pêche sous-marine non négligeable.

Si les valeurs de la plupart des indicateurs obtenus dans le cadre de cette étude sont supérieures à celles que l'on obtient sur la Côte Bleue y compris dans la réserve intégrale de Cap Couronne, c'est sans doute pour la même raison. Malgré l'absence de protection et de surveillance particulière du territoire des calanques, malgré la présence du grand émissaire de la Ville de Marseille, et malgré une pression de pêche que l'on estime relativement élevée, le peuplement de poissons est particulièrement riche et diversifié. A ce stade de l'analyse, il est souhaitable de disposer d'une estimation de l'effort de pêche récréative et professionnelle, sachant que sur ce même territoire, en plus de la fréquentation par les plongeurs se superposent des activités de prélèvement de la pêche à la ligne du bord et embarquée, de la pêche sous-marine et de la pêche professionnelle au filet et au chalut.

Les pêches expérimentales réalisées sur le Plateau des chèvres par Harmelin-Vivien *et al.* en 2000, n'ont pas montré de diminution du nombre et de la biomasse pêchée en été 1999 par rapport à l'été 1980 et une biomasse nettement plus élevée l'hiver 2000 que l'hiver 1981, d'ailleurs le poids moyen d'un poisson était plus élevé. En outre, certaines espèces étaient mieux représentées (*Coris julis*, *Scorpaena porcus*, *Serranus cabrilla* et *S. scriba*, *Chromis chromis*), alors que *Scorpaena notata*, *Boops boops*, *Spicara maena* et *smaris*, *Symphodus cinereus* étaient moins bien représentés. Ces auteurs invoquent aussi une diminution de la pêche professionnelle dans cette zone par rapport aux années 1980. Qu'en est-il donc réellement de l'impact de la pêche sur le peuplement ? Par ailleurs, on ne doit pas oublier qu'à quelques km dans la rade nord de Marseille se trouvent 2 zones de protection intégrale relativement anciennes et donc en pleine maturité de fonctionnement, qui peuvent significativement contribuer au maintien et au renouvellement des populations de poissons de la baie de Marseille (BIOMEX). Les modifications de composition du peuplement de poisson mises en évidence par Harmelin-Vivien *et al.* (2000) montrent à quel point ce compartiment peut nous renseigner sur les modifications du milieu et les impacts de nature anthropique. La diminution des apports organiques de la station d'épuration a modifié la structure trophique du peuplement, ce qui explique (i) la prévalence actuelle de *Chromis chromis* sur *Spicara sp.*, (ii) la diminution des labridae (mesocarnivores) depuis les années 1980 et peut-être aussi (iii) l'augmentation des macrocarnivores (Scorpaenidae, Serranidae). La dominance du serran écriture (*Serranus scriba*) sur le serran chèvre (*Serranus cabrilla*) n'est valable que pour les herbiers et nos stations étaient à dominante rocheuses. En revanche, la présence de barracudas (constatée lors d'autres plongées) et la forte représentation du *Symphodus ocellatus* confirment l'augmentation de densité des espèces à affinité méridionale constatée dans les différents suivis des poissons en Méditerranée nord-occidentale.



3ème partie : Recommandations au gestionnaire



3.1 Préconisations de gestion

Les données nouvellement acquises sur le compartiment ichthyologique et la bibliographique choisie, permettent d'identifier certaines priorités en terme de gestion. Le diagnostic qui vient d'être réalisé sur le peuplement ne présente aucun caractère alarmant nécessitant des mesures d'urgence. En revanche la synthèse des travaux de référence pour ce compartiment biologique, dans la région, démontre le manque de connaissances et de données sur ce territoire remarquable, en particulier sur ce compartiment. Les préconisations qui suivent découlent en partie du bon sens et des mesures qui répondent à l'impact des activités humaines sur le littoral. Elles relèvent de différents domaines, qui sont présentés sans hiérarchie : information, protection, gestion de la fréquentation, acquisition de données indicatrices de l'état du milieu ou des prélèvements en lien direct avec le caractère exceptionnel du site, déjà largement mis en évidence par les travaux existants.

Facteurs décisionnels

Harmelin *et al.* (1998) et Bonhomme *et al.* (2005) proposent déjà une série de mesures de gestion en adéquation avec la création d'une Aire Marine Protégée. Le caractère exceptionnel des habitats et des communautés sous-marines de l'île de Riou et les pressions anthropiques qu'elle subit sont autant d'arguments favorable à la sanctuarisation de ce patrimoine naturel inestimable. Cependant, le contexte socio-économique, et notamment l'abondance des usagers rendent inadéquante la sanctuarisation du site et les auteurs préconisent d'ailleurs un compromis fidèle au contexte actuel de développement durable.

La zonation de la future gestion au sein de l'Archipel de Riou et des calanques doit tenir compte de plusieurs critères et traits dominants du site:

- ✓ Le caractère patrimonial des fonds de certains sites, apparaît comme un des paramètres importants. La présente étude a souligné la corrélation entre la richesse du peuplement ichthyologique et la structure de l'habitat. Les sites suivants apparaissent de ce point de vue prioritaires: Le Grand Conglue et Riou Sud.
- ✓ La fonctionnalité de certains sites doit être considérée en termes de gestion (frayères, nourriceries, habitat important pour une espèce cible, abondance de ressource trophiques...). La préservation de nourriceries (identifiées mais jamais étudiées) telles que la face Nord de Riou, est une autre priorité identifiée pour une meilleure survie des recrues, croissance des jeunes et un approvisionnement plus important de la population adulte. Le bénéfice irait non seulement à la zone protégée mais à ses alentours.
- ✓ Les pratiques traditionnelles locales, comme la pêche artisanale et la pêche à la ligne constituent des usages actuellement non quantifiés mais importants d'un point de vue social et touristique. Les usagers habitués fréquentent la zone depuis plusieurs générations pour certains. Il n'est donc pas envisageable d'appliquer une mesure de gestion sans les considérer et sans les solliciter ;
- ✓ Les facteurs économiques liés à ce territoire et au maintien des différents usages ne sont pas non plus précisément connus et pris en compte pour la partie maritime. L'économie locale générée par l'activité des structures commerciales de plongées, la vente de matériel de pêche amateur, l'emploi généré autour des différentes activités (plongées, navettes, plaisance...) dépendent de l'exploitation des Calanques de Marseille et de l'Archipel de Riou pour ses ressources (pêche, esthétique pour le plongeur) et la vitrine qu'elles représentent pour la ville de Marseille et sa région (attrait touristique). Le site doit donc conserver son rôle quelles que soient les mesures de gestion à venir.

A partir de ces éléments, quelques mesures utiles sont rappelées pour une gestion durable des différentes activités.



Protection de secteurs clefs

Les exemples des différentes Aires Marines Protégées connues montrent les bénéfices qu'apporte une zone de protection renforcée (réserve intégrale). Autour de l'archipel de Riou, certains sites apparaissent comme des secteurs clefs pour la fonctionnalité (nourricerie sur la face Nord de Riou) et pour le caractère exceptionnel des communautés (Trottoir à Lithophyllum et fonds coralligènes, Face Sud de Riou, Grand et Petit Conglue). Une zonation précise pourrait être définie aux alentours de ces secteurs pour y appliquer une nouvelle réglementation interdisant ou limitant les prélèvements, notamment ceux de la chasse sous-marine, qui pourraient favoriser le retour et l'installation pérenne d'espèces nobles comme le mérrou brun et le corb.

L'interdiction de la pêche à la ligne sur le site principal de recrutement identifié favoriserait une structuration des peuplements vers de plus grandes tailles moyennes ainsi que l'exportation de juvéniles à partir de zones de recrutement (Sablières de Riou). La pêche professionnelle pourrait y être réglementée (limitation du nombre de pièces de filet, de la maille...). Seul le Triangle interdit conserverait un statut de « zone sanctuaire ». Cependant, la mise en place de telles mesures impliquerait impérativement une surveillance permanente du site pour faire respecter la réglementation.

Le bénéfice de ces mesures se répercuterait à moyen et long terme sur les zones adjacentes en favorisant la pêche artisanale ainsi que la plongée sous-marine et la pêche récréative par l'augmentation de l'abondance d'espèces cibles.

Dispositifs antichalutage

L'optimisation de la protection du peuplement de poissons côtier passe par la mise en place de dispositifs anti-chalutage. Malgré la réglementation, la présence de chaluts est constatée régulièrement dans la bande des 3 milles sur le littoral provençal (y compris au bord des réserves de la Côte Bleue, PMCB com. pers.). Cette mesure, appliquée au sein du Parc Marin de La Côte Bleue, limite les intrusions du chalutage illégal dans les réserves intégrales et dans le reste du parc marin. La présence de récifs artificiels le long de la bande littorale côtière limite dans un premier temps le passage des arts traînants puis favorise la pêche artisanale de petits métiers (augmentation considérable des prises de grands rougets non prélevés par les chaluts par exemple, Lenfant – Université de Perpignan, *comm. pers.*).

Dispositifs d'amarrage écologique

L'augmentation annuelle du nombre de plongeurs, en particulier autour de l'Archipel de Riou, peut engendrer à terme des perturbations importantes sur les communautés marines (poissons, coralligène). Une première mesure serait l'installation d'un dispositif d'amarrage écologique (similaire à celui installé à Port-Cros, système d'ancrage Harmony) sur les sites identifiés comme les plus vulnérables. Cette mesure permettrait d'amortir les effets de l'ancrage d'une part des bateaux supports de plongeur et d'autre part des bateaux de plaisances et par ailleurs de mieux répartir les bateaux de plongée sur les différents sites. Cette mesure, de haute efficacité pour la protection des fonds est cependant de second ordre pour le peuplement de poissons, par rapport à la mise en place de barrages anti-chalut.

Information et sensibilisation des usagers

La validation de ces mesures de gestion passe par une phase de concertation auprès des principaux usagers et acteurs locaux. Au delà de cette phase, des actions de sensibilisations importantes pourraient être développées. Les usagers doivent être informés éventuellement de la nouvelle réglementation et sensibilisés face à la préservation du milieu (mouillage, comportement responsable, pêche raisonnée, contexte d'une Aire Marine Protégée...). Même les réglementations anciennes sont mal connues en particulier celles concernant la pêche de loisirs. On a pu constater ainsi, lors des enquêtes effectuées sur la Côte Bleue dans le cadre du programme PAMPA, que 80% des pêcheurs de loisirs ne connaissent pas l'existence de tailles minimales de capture. L'efficacité des mesures est



accentuée par une implication des usagers dans l'application et le respect des mesures de gestion. Par exemple, les pêcheurs professionnels et les habitants de la Côte Bleue se sont approprié les réserves et participent activement à leur surveillance. La communication établie dès le départ et la sensibilisation des pêcheurs face aux bénéfices de la protection entre autres ont contribué au succès de ces mesures.

La combinaison de ces mesures apparaît comme une configuration envisageable et rationnelle. Elle permettrait d'identifier la probabilité de restauration de la zone estimée comme très importante par Harmelin *et al.* (1998). En l'absence de mesures de gestion effectives, le maintien de l'interdiction au sein du Triangle Interdit est déjà une bonne chose. Une meilleure surveillance et des contrôles de la part des Affaires Maritimes notamment du chalutage, seraient bien sûr souhaitables (agents assermentés du GIP Calanques ?).

Ces propositions de gestion restent dans le champ général des mesures souhaitées pour la bande côtière, elles participent à la préservation globale du milieu et des habitats. Elles doivent être accompagnées de suivis pour évaluer leur efficacité. On trouvera ci-après les différents types de suivis envisageables pour mieux gérer le compartiment des poissons.

3.2 Pour un protocole de suivi à long terme

A partir de ce suivi initial du peuplement de poissons et des connaissances issues de la bibliographie, de nombreuses pistes de réflexion sont ouvertes et les propositions de suivis scientifiques ne manquent pas. Nous n'avons pas voulu établir de hiérarchie dans ces propositions mais plutôt fournir un maximum de pistes de réflexion pour que le gestionnaire puisse faire son choix en fonction de ses priorités. Les options méthodologiques (aspects temporel et spatial) et principaux thèmes pertinents sont développés ci-dessous dans un premier temps ; un protocole de suivi complet est ensuite proposé et budgétisé.

3.2.1 Présentation générale des méthodes

Suivi annuel

L'état initial réalisé dans le cadre de cette étude a vocation à être poursuivi par un suivi à long terme avec une méthodologie semblable couplant les méthodes de comptage exhaustif et le suivi des espèces cibles (indice poisson). Il n'est peut-être pas nécessaire (bien qu'idéal) que ce suivi soit annuel, il pourrait l'être dans un premier temps. *A minima* c'est la méthode de comptage visuel exhaustif, qui devrait être privilégiée. Si possible, les deux approches sont complémentaires et apportent à la fois des informations sur la structure du peuplement complet et sur l'intensité de l'impact des activités humaines sur les espèces cibles.

Au niveau de l'archipel du Frioul, Letourneur *et al.* (2003) ont démontré une réponse du peuplement de poissons face aux pressions de prélèvement anthropique. En effet, les espèces cibles de plus grande taille ont tendance à occuper les zones plus profondes, les juvéniles et petits individus se cantonnant aux petits fonds. Le suivi de ces pressions de prélèvement serait optimisé par le suivi de la répartition en profondeur des espèces cibles en particulier de la pêche récréative et de la chasse sous-marine. Ainsi, deux à trois gammes de profondeur pourraient être suivies : (i) de 5 à 10 m, (ii) de 15 à 20 m et (iii) de 25 à 30 m pour d'avantage de précision. De plus le peuplement inféodé au coralligène n'a pas été échantillonné dans la présente étude.



Suivi saisonnier

Harmelin et al. (1999) et Harmelin-Vivien et al. (2000) ont suivi le peuplement ichthyologique pendant deux saisons différentes : été et hiver à Port-Cros. Ceci a permis de mettre en évidence une répartition dans le temps de la présence et de l'abondance de certaines espèces. Pour certaines nous manquons cruellement de données pour formuler une quelconque proposition de gestion. Les données sur les stocks de poissons côtiers sont peu nombreuses, leurs taux de mortalité de recrutement, leurs aires de pontes sont méconnus dans l'ensemble. Dans le territoire des calanques, par exemple il est « connu » (mais n'a jamais été étudié), que le loup, *Dicentrarchus labrax* se rassemble en hiver sur des frayères bien déterminées. Ce regroupement massif rend l'espèce vulnérable face aux chasseurs sous-marins aguerris ayant localisé ces frayères. L'importance de cette espèce (économique, patrimoniale) justifierait une attention particulière dans le cadre de mise en place de suivis saisonniers.

Suivi d'espèces cibles

Suivi spécifique de *Coris julis* et *Serranus cabrilla* : l'abondance de la girelle *Coris julis* et son rôle indicateur de pression de pêche dans le peuplement côtier peut justifier un suivi plus spécifiquement dédié à la structure de la population de cette espèce. Un comptage spécifique pourrait permettre d'obtenir des données plus précises sur l'estimation des effectifs de girelles, des classes de tailles et du ratio mâle/femelle. Ainsi, il serait possible de suivre plus efficacement l'impact de la pêche récréative sur cette espèce cible. Ce protocole peut aussi être étendu à *Serranus cabrilla*. La périodicité d'un tel suivi serait de 2-3 ans.

Suivi du recrutement de *Diplodus sp* : Le suivi réalisé dans le cadre de l'étude n'a pas permis de mettre en évidence les qualités de nourricerie de l'Archipel de Riou et du littoral des calanques de Marseille. Il serait primordial d'identifier et de qualifier les principales nourriceries, en particulier d'espèces cibles. Plusieurs études ont été réalisées sur le suivi du recrutement de *Diplodus sargus* (Vigliola, 2000; Pastor, 2008 ; Pastor *et al.*, sous presse). Cette espèce cible recrute à la fin du printemps et se cantonne aux deux premiers mètres lors des premiers mois (de juin à septembre). C'est un modèle intéressant qui traduit les qualités de l'habitat en terme d'accueil des jeunes recrues (tapis algal diversifié, hétérogénéité de la taille des blocs). Le suivi consisterait au parcours en plongée libre du trait de côte. Le plongeur dénombre et estime la taille de chaque recrue de *Diplodus sargus* identifiée à 5 mm près. Un premier suivi permettrait de localiser les zones les plus favorables au recrutement (Jouvenel, 1997). En terme de gestion, l'identification de ces nourriceries peut être un argument important pour la mise en place de mesures de protection. A titre d'exemple, Harmelin *et al.* (1999) avaient identifié une nourricerie de sars au niveau de Fontagne, Monasteriou et des Sablières de Riou. A la suite du premier suivi, un protocole léger serait maintenu sur les sites clefs identifiés. Il s'agirait d'un suivi annuel qui permettrait de prendre en compte la variabilité inter-annuelle du recrutement.

Suivi des populations de mérous bruns et de corbs : Le Groupe d'Etude du Mérou (GEM), en partenariat avec la Fédération Française d'Etude et Sports Sous-Marins (FFESSM), organise un comptage en plongée de mérous bruns, de corbs et de grandes nacres sur les principaux sites de plongée de l'Archipel de Riou et des calanques (Charbonnel, 2007). Ce suivi, coordonné par des référents spécialistes du GEM, est exclusivement réalisé par des bénévoles. Au sein des différentes Aires marines protégées méditerranéennes, le mérou brun *Epinephelus marginatus* et le corb *Sciaena umbra* apparaissent comme d'excellents indicateurs de l'efficacité de gestion. Bien que bénéficiant d'un moratoire interdisant sa pêche et sa chasse, le mérou brun est plus abondant exclusivement au sein des AMP, il en est de même pour le corb dont les effectifs sont quasiment nuls en dehors des zones protégées.

Il serait intéressant de suivre de plus près les données prochainement acquises sur le mérou brun, voire de participer d'avantage à l'acquisition des données. Il serait également envisageable de solliciter le GEM pour la mise en place de campagnes de comptage plus complètes sur des sites remarquables, par exemple autour de Riou et du Grand Congloue selon le protocole appliqué depuis plus de 15 ans à Port Cros.



Signes de l'impact du réchauffement global sur le peuplement de poissons

Harmelin-Vivien *et al.* (2000) ont mis en évidence un effet du réchauffement global en mesurant le ratio entre plusieurs couples d'espèces à affinités méridionale et septentrionale. Les deux couples suivis étaient *Symphodus ocellatus* / *S. cinereus* et *Serranus cabrilla* / *S. scriba*. Le protocole consisterait à suivre, le long de parcours aléatoires, l'abondance de ces 4 espèces (dénombrement). Le suivi des évolutions de ces ratios permettrait de corroborer ou non les premières observations réalisées entre 1979 et 1999 sur le Plateau des Chèvres. Les indices de modifications environnementales, en particulier du réchauffement des eaux, pourraient également passer par le suivi des observations réalisées par les usagers de la zone, par exemple au moyen d'un partenariat avec les clubs de plongée volontaires :

- Observation plus fréquente de barracudas *Sphyræna sp.*, de *Thalassoma pavo* (girelle paon), de balistes...;
- Captures d'espèces méridionales comme le poisson lapin *Syngnathus sp.* (PMCB comm. pers.), de balistes, de Scaridés originaires de méditerranée orientale, de *Fistularia commersonii* (nouvelle espèce venue de Mer rouge arrivant en Méditerranée française) ;
- Observation de comportements reproducteurs de mérus...

Suivi de l'influence des rejets de l'émissaire de Cortiou sur le peuplement de poissons

Depuis le travail d'Harmelin-Vivien *et al.* (2000), la station d'épuration des eaux usées de Marseille a été dotée d'une unité de traitement biologique. Cela se traduit par une meilleure épuration des eaux et la réduction des matières en suspension. On peut donc s'attendre à des modifications locales dans la composition du peuplement, qui peuvent être recherchées sous la forme d'un gradient d'abondance des planctonophages depuis l'effluent de Cortiou vers l'extérieur, la distance d'impact actuelle ayant probablement considérablement diminué. Certains planctonophages (*Spicara sp.*) caractérisent un milieu chargé en nutriment, la présence d'autres espèces (*Chromis chromis*) témoignent d'une colonne d'eau plus oligotrophe. C'est sur ce type d'indicateur poisson que l'on peut travailler sur ce type d'impact spécifique aussi au site des calanques.

Suivi de la fréquentation aux alentours de l'Archipel de Riou et des calanques

Suivi des principaux usages pour corréler les observations sur le peuplement ichtyologique à des données chiffrées exhaustives de la fréquentation de la zone par les pêcheurs, plongeurs et plaisanciers. Le nombre de plongées annuelles dans la région marseillaise est estimé à plus de 100 000 dont plus de la moitié dans les calanques et l'archipel de Riou. Les plongeurs sont ainsi parmi les acteurs prédominants du site et l'estimation de leur activité en terme de gestion est indispensable. Les activités de prélèvement devraient être également qualifiées et quantifiées : (i) nombre d'espèces prélevées, (ii) biomasse par unité d'effort.

3.2.2 Proposition de protocole de suivi à long terme

A l'issue de ce premier échantillonnage nous pouvons proposer plusieurs protocoles complémentaires en fonction des moyens disponibles. Chacun constitue une unité d'acquisition de données, l'ensemble forme un pool de connaissances, qui peut être atteint dans quelques années, en échelonnant les échantillonnages. Le gestionnaire peut ainsi décider des priorités et, en fonction du contexte ou des réponses qu'il attend, voir s'il préfère mieux connaître le peuplement ou mieux appréhender l'impact des usages. Dans le cas des poissons et dans le contexte actuel d'une forte pression de pêche sur les côtes, biodiversité et ressource sont indissociables. Pour le moment les mesures de gestion concernant les poissons existant sur la zone sont celles de la réglementation des pêches côtières en Méditerranée à laquelle se superpose la réglementation prud'homale. Il est donc idéal que le suivi réalisé en 2008 soit le point de départ d'un suivi au long terme, qui pourrait être mené conjointement par des scientifiques et des gestionnaires.

Ce suivi pourrait ainsi mettre en évidence l'efficacité des mesures qui seront mises en place, quantifier et qualifier l'évolution du peuplement depuis l'état initial. Les propositions modulaires faites ci-dessus rappellent les données utiles pour la gestion du site quant à son peuplement de poissons. Les grandes lignes sont posées et dérivées de l'expérience, les méthodes utilisées ont été testées dans la présente étude pour le suivi à long terme, ou sont connues, publiées et ont déjà été pratiquées pour l'option recrutement et les aspects « fréquentation et pêche » notamment sur la Côte Bleue. Les détails pourront être donnés si besoin. Ces travaux fournissent des données de base intégrable dans un tableau de bord du gestionnaire.

On notera que la démarche actuellement entreprise dans le cadre du programme LITEAU-PAMPA, vise à définir des indicateurs de suivi des peuplements, des usages et de la gouvernance, qui serviront à évaluer l'efficacité de la gestion de zones côtières. Les restitutions du programme ne sont pas exclusivement dédiées aux aires marines protégées mais seront applicables aux sites côtiers en général. Des outils, et la constitution d'un tableau de bord pilotée par l'Agence des Aires Marines Protégées devraient répondre à certaines attentes des gestionnaires et sont programmés pour 2010.

Les différents éléments du protocole sont les suivants (Figure 39) :

- ✓ Suivi par comptage visuel sur transect : tous les trois ans, en fin d'été, suivi de 6 transects sur 12 stations avec 2 gammes de profondeur (10-20 m et 20-30 m); pour mettre en place un suivi au long terme comparable à celui de la Côte Bleue au sud de la rade de Marseille et appréhender globalement l'état du peuplement (suivi temporel).
- ✓ Suivi des espèces cibles selon le protocole de « l'indice poissons » : une fois par an sur les 12 stations avec 2 gammes de profondeur (10-20 m & 20-30 m); principalement corb, mérout, sparidae... (indicateurs d'impact de la pêche sous-marine et de la pêche en général selon les espèces).
- ✓ Option : suivi du recrutement des sparidés, en particulier *Diplodus sargus* : tous les ans en été (août), autour de Riou par exemple et le long de la côte de Cap Croisette à Port-Miou...(une dizaine d'apnéistes, selon le protocole développé par Jouvenel (1997 et Pastor *et al.* (sous presse)).

Le Tableau 16 présente le planning prévisionnel de la réalisation de ce suivi par rapport à la mise en place des mesures de gestion.

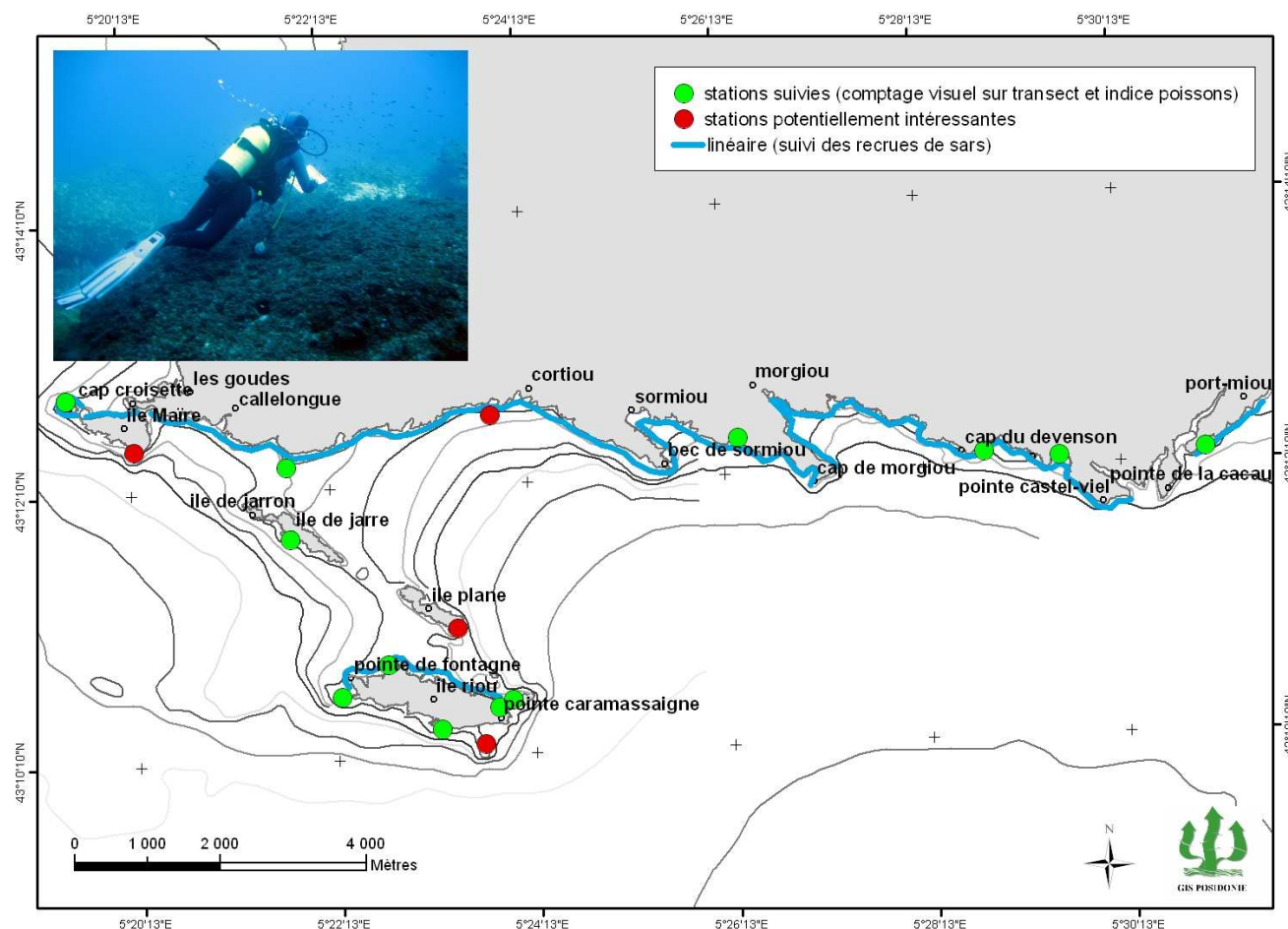


Figure 39: Carte synthétique de la proposition de protocole de suivi à long terme du peuplement de poissons (le linéaire de suivi du recrutement est donné pour exemple).

Tableau 16: Répartition des différentes phases du suivi à long terme sur une période de 10 ans (l'année 0 correspond à la mise en place des mesures de gestion).

	Années de suivi										
Méthode	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	etc...
Comptage visuel sur transect linéaire (6 transects sur 12 stations) et deux gammes de profondeur											...
Suivi des espèces cibles (indice poissons) sur 12 stations et deux gammes de profondeur											...
Suivi du recrutement de sparidae											...
Suivi des usages (fréquentation)											...

Ces travaux d'évaluation du peuplement de poissons sont indissociables d'une nouvelle évaluation de la fréquentation et des différents usages sur l'ensemble du territoire, pour pouvoir interpréter les variations de densité ou de biomasse de certaines espèces qui pourraient être observées :

- ✓ Suivi de la fréquentation des usages (besoin de données analogues à celles acquises en 1998 et 2002 actualisées).
- ✓ Suivi de la pêche récréative sur la base d'enquêtes (pêche à la ligne du bord, pêche embarquée, pêche sous-marine) avec évaluation des captures.
- ✓ Suivi de la pêche professionnelle effort de pêche, embarquement, débarquements.

Ce protocole devra être complémentaire du suivi des autres compartiments comme le suivi à long terme des communautés benthiques (méditerranéen, coralligène...), mais également de la colonne d'eau. Cette combinaison donnera les éléments permettant la prise de décision dans un premier temps puis l'évaluation de l'efficacité de la gestion dans un deuxième temps.

3.3 Formation au suivi des espèces cibles en plongée

L'efficacité et la simplicité de réalisation de la méthode « indice poissons » de suivi des espèces cibles permettent d'envisager la mise en place d'un suivi à long terme « en routine » réalisé par le GIP des Calanques en interne. Pour cela, une formation préalable sera nécessaire pour transmettre les compétences minimales aux agents du GIP des calanques et/ou du futur Parc National.

Le GIS Posidonie est, depuis 2006, en charge du traitement de données de comptages visuels réalisés autour de Porquerolles par les agents du Parc National de Port Cros. Dans le cadre de ce suivi, les agents du PNPC ont été au préalable formés sur le terrain par le GIS Posidonie (Ruitton *et al.*, 2007 et 2008). La méthode de comptage utilisée consiste également à suivre une liste d'espèces cibles toujours le long d'un parcours minuté (3 minutes).

Dans le contexte de la zone d'étude, une telle configuration serait envisageable. La formation des agents se déroulerait en plusieurs étapes :

1. **Formation théorique** sur la méthodologie (une journée) : la méthodologie serait présentée (protocole, stations échantillonnées, organisation sur le terrain) ainsi que des éléments généraux sur la biologie et l'écologie des espèces cibles sélectionnées. L'objectif de cette journée est de transmettre aux agents des connaissances utiles immédiatement applicables au recensement de poissons;
2. **Formation pratique** sur le terrain : il s'agit de la mise en pratique des éléments théoriques vus dans le premier point. Les agents s'exerceront à la reconnaissance des espèces, ils s'intercalibreront entre eux et par rapport aux scientifiques (une journée à deux plongeurs GIS);
3. La mise en place d'une **journée « d'échange »** avec le Parc Marin de la Côte Bleue dans le cadre de la formation offrirait aux agents la possibilité d'identifier les différences qu'ils pourraient observer au sein d'une réserve intégrale par rapport à une zone non protégée (exemple : occurrence de grandes girelles mâles plus importantes, occurrence de grands labres...);
4. **Veille scientifique** : une fois formés, les agents seront aptes à mettre en œuvre le suivi des espèces cibles. Il serait souhaitable qu'au moins un scientifique du GIS Posidonie accompagne les agents au minimum au début de chaque mission afin d'assurer à la fois l'homogénéité de l'échantillonnage et d'éventuels réajustements méthodologiques... (un plongeur du GIS Posidonie pendant 1 journée) ;
5. Le **stockage**, le **traitement** et l'**interprétation** des données peuvent être assurés par le GIS Posidonie pour une restitution des résultats au GIP Calanques (8 journées ingénieurs GIS Posidonie).



Rappel : la participation à un tel suivi implique la détention au minimum du Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie Classe 1 mention B.

Budget prévisionnel :

→ Mise en place, formation et réalisation du premier suivi :

Objet	Coût unitaire	Quantité	Total
Formation théorique des agents	400,00 €	1	400,00 €
Formation pratique en plongée	400,00 €	4	1 600,00 €
Journée d'échange PMCB / GIP calanques	400,00 €	1	400,00 €
Mise en place et préparation de la formation	400,00 €	1	400,00 €
Accompagnement pendant les suivis (par an)	400,00 €	1	400,00 €
Synthèse et traitement des données (par an)	400,00 €	8	3 200,00 €
Frais de fonctionnement	200,00 €	1	200,00 €
Total HT			6 600,00 €
TVA 19,6%			1 293,60 €
Total TTC			7 893,60 €

→ Suivi annuel :

Objet	Coût unitaire	Quantité	Total
Accompagnement pendant les suivis (par an)	400,00 €	1	400,00 €
Synthèse et traitement des données (par an)	400,00 €	8	3 200,00 €
Frais de fonctionnement	200,00 €	1	200,00 €
Total HT			3 800,00 €
TVA 19,6%			744,80 €
Total TTC			4 544,80 €

Conclusion générale

L'archipel de Riou et les calanques de Marseille à Cassis dévoilent un compartiment ichtyologique riche et diversifié. Ce constat illustre le caractère patrimonial exceptionnel du site malgré les nombreuses sources d'impacts anthropiques présentes.

Le compartiment ichtyologique est particulièrement intéressant en terme de gestion puisqu'il donne des réponses rapides et significatives faciles à évaluer face à des modifications du milieu et des pressions anthropiques. A partir des exemples connus d'Aires Marines protégées (PMCB, Port-Cros, Scandola, Banyuls, Cap Roux), la restauration d'un peuplement ichtyologique structuré et dynamique est apparu systématiquement comme le premier indicateur de réussite de la gestion du site. C'est aussi un compartiment important d'un point de vue économique et touristique pour la région, en raison de l'importance de la plongée pour Marseille et du nombre de plongées effectuées chaque année sur le territoire des calanques, mais aussi du maintien de la pêche artisanale sur les côtes provençales.

Grâce à une météorologie très favorable, pour ne pas dire exceptionnelle, et des conditions environnementales idéales (température de l'eau, visibilité...), l'ensemble des comptages prévus a pu être réalisé dans les meilleures conditions. La méthodologie a pu être ajustée, le choix définitif des stations d'échantillonnage a été validé en fonction des contraintes techniques sur le terrain (profondeur, habitat, distance...). Le GIP Calanques dispose maintenant d'un état zéro du peuplement de poisson, qui pourra faire référence.

Nous tenons à remercier le GIP Calanques pour sa participation au bon déroulement de la mission, en particulier pour la mise à disposition d'une place au port de Morgiou et pour les démarches réalisées pour l'obtention d'une autorisation de plongée au niveau de la zone interdite (station 7 du Grand Conglue).

Bibliographie

- Bell J.D., Harmelin-Vivien M.L., 1982. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. I. Community structure. *Téthys*, 10 (4) : 337-347.
- Bell J.D., Harmelin-Vivien M.L., 1983. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. II: Feeding habitat. *Téthys*, 11 (1) : 1-14.
- Bernard G., Bonhomme P., Daniel B. 1998. Archipel de Riou : étude socio-économique sur la plaisance, la pêche amateur, la plongée et la chasse sous-marine (période estivale et hivernale). GIS Posidonie - Ville de Marseille, Direction de l'Environnement et des déchets. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr.
- Bernard G., Bonhomme P., Charbonnel E., Cadiou G., 1999. Etat de référence des biocénoses, peuplements, espèces et paysages remarquables – Commune de St-Cyr-sur-Mer. Analyse des atouts pour la valorisation du milieu marin. Contrat Ville de St-Cyr-sur-Mer & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. 1-75+annexes.
- Bernard G., Denis J., Cadiou G., Emery E., Bonhomme P., Clabaut P., Ganteaume A., Kantin R., 2003. Etude du patrimoine marin environnant les domaines départementaux de l'Île Verte et du Mugel. Phase II, Diagnostic. Contrat Conseil Général 13, GIS Posidonie & IFREMER : 1-62.
- Bernard G., Denis J. Cadiou G., Emery E., Andral B., Bonhomme P., Tomasino C., Clabaut P., 2004. Etude du patrimoine marin environnant les domaines départementaux de l'Île Verte et du Mugel. Phase I, Synthèse des connaissances existantes. Contrat Conseil Général 13, GIS Posidonie & IFREMER, GIS Posidonie publ., Marseille Fr. : 1-131.
- BIOMEX, 2006. Assessment of biomass export from marine protected areas and its impacts on fisheries in the western Mediterranean Sea. 5th FW EC Program "Quality of Life & Management of Living Ressources". Key action: Sustainable Fisheries and Aquaculture. Final Report.
- Bonhomme P., Bernard G., Daniel B., Boudouresque C.F., 1999. Archipel de Riou : étude socio-économique sur la plaisance, la pêche amateur, la plongée et la chasse sous-marine (période printanière et synthèse sur un cycle annuel). GIS Posidonie - Ville de Marseille, Direction de l'Environnement et des déchets. GIS Posidonie publ., Marseille, Fr, 1-83.
- Bonhomme P., Boudouresque C.F., Bernard G., Verlaque M., Charbonnel E., Cadiou G., 2001. *Espèces, peuplements et paysages marins remarquables de La Ciotat, de l'Île Verte à la Calanque des Capucins (Bouches-du-Rhône, France)*. Contrat RAMOGE & GIS Posidonie, GIS Posidonie publ., Fr. : 1-133.
- Bonhomme P., Ganteaume A., Bellan G., Cadiou G., Emery E., Clabaut P., Bernard G., Hervé G., Bourcier M., Boudouresque C.F., 2005. Etude et cartographie des biocénoses marines des calanques de Marseille à Cassis, y compris l'archipel de Riou. Phase 3 : Rapport final. Contrat GIS Posidonie-IFREMER-COM / GIP des Calanques : 1-156.
- Bonnard M., 2009. La pêche récréative dans le Parc Marin de la Côte Bleue : évaluation et enquêtes sur l'influence des aires marines protégées. Rapport de Master Recherche Université de la Méditerranée – Centre d'Océanologie-GIS Posidonie-Parc Marin de la Côte Bleue, 1-39.
- Bouchereau J.-L., Tomasini J.-A., Russ C., Jouvenel J.-Y., 1992a. Etudes qualitatives et quantitatives de l'ichtyofaune de l'infralittoral des îles Lavezzi entre 0 et un mètre de profondeur. *Travaux Scientifiques du Parc Régional et des Réserve Naturelles de Corse*, Vol. 39 : 13-28.
- Bouchereau J.-L., Tomasini J.-A., Russ C., Jouvenel J.-Y., 1992b. Evaluation quantitatives de quelques espèces de Labridés, Serranidés et Sparidés des îles Lavezzi et comparaisons saisonnières. *Travaux Scientifiques du Parc Régional et des Réserve Naturelles de Corse*, 39 : 29-57.
- Bouchereau J.-L., Tomasini J.-A., Russ C., Jouvenel J.-Y., 1992c. Inventaire des poissons peuplant la Réserve Naturelle des îles Lavezzi. *Travaux Scientifiques du Parc Régional et des Réserve Naturelles de Corse*, Vol. 39 : 1-11.



- Broquière L., 2001. Etude globales et préalable à la gestion d'une zone littorale – L'Ile Verte et le Mugel, propriétés du Conseil Général des *Bouches du Rhône*. Mémoire de DESS, Université Aix-Marseille III. 1-124+annexes.
- Bouchot M.L., Pras, A., 1980. Guide des poissons marins d'Europe. Delachaux et Niestlé S.A., Y. et D. Perret, eds, Paris.
- Cadiou G., Boudouresque C.F., Bonhomme P., Le Diréach L., 2008. The management of artisanal fishing within the Marine Protected Area of the Port-Cros National Park (northwest Mediterranean Sea) : a success story ? *International Council for the Exploration of the Sea*, advanced access publication, 41-49.
- Charbonnel E., 2007. Compte rendu de la campagne d'inventaire des populations de mérus et de corbs dans les îles marseillaises, rapport de mission GEM-FFESSM, 1-6.
- Chavoin O., Boudouresque C.F., 2004. An attempt to quantify spear fishing catches in a French Riviera Mediterranean area. *Sci. Rep. Port-Cros natl Park*, 20 : 161-171.
- CPIE Côte provençale Atelier Bleu, 2002. *Baie de La Ciotat. Etat des lieux – Diagnostic d'un territoire littoral. Synthèse, diagnostic et préconisations*. CPIE Côte provençale Atelier Bleu *publ.*, La Ciotat, Fr. : 1-61.
- Daniel B., Bonhomme P., Bernard G., Boudouresque C.F., 1998. La pêche amateur dans l'archipel de Riou (Marseille, Méditerranée occidentale). Analyse des pratiques, de l'effort de pêche et des captures. : 62 pp + 16 pp d'annexes.
- Daniel B., Bachet F., de Maisonneuve L., Harmelin J.G., 2002. Note d'étape sur la méthodologie d'un « indice poisson » testé sur la Côte Bleue. 5p.
- Dubreuil, J., Binche, J-L. and Verdoit-Jarraya, M. 2008. Recreational angling survey off the rocky coast off Banyuls-sur-mer (N.O Mediterranean), an indicator of marine reserves benefits? *ICES Journal of Marine Science*.
- Francour P. 1994. Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). *Oceanologica Acta* 17 : 309-317.
- Ganteaume A., 2000. Suivi de l'ichtyofaune de récifs artificiels du Parc Marin de La Ciotat (B. du Rh.). Rapport final. Rapport Atelier Bleu, La Ciotat, Fr. : 1-64.
- Ganteaume A., Bonhomme P., Bernard G., Boudouresque C.F., 2004. Etude des usages du milieu marin des Calanques de Marseille à Cassis : navigation, plaisance, plongée sous-marine, pêche amateur, pêche professionnelle. Eté 2002. *Contrat GIP Calanques & GIS Posidonie. GIS Posidonie publ. Fr*, 73 p. + annexes.
- Ganteaume A., Bonhomme P., Bernard G., Boudouresque C.F., 2004. Etude des usages du milieu marin des Calanques de Marseille à Cassis : navigation, plaisance, plongée sous-marine, pêche amateur, pêche professionnelle. Contrat GIP Calanques & GIS Posidonie. GIS Posidonie *publ.*, Fr., 73 p. + annexes.
- Ganteaume A., Francour P., 2007 – Evolution of the Dusky Grouper population (*Epinephelus marginatus*) betw 1997 and 2005 in a non-protected area (Gulf of La Ciotat, France, NW Mediterranean). 2nd Symposium on Mediterranean Groupers. Francour P., Gratiot J. (eds). Nice, May 10th-13th 2007.
- García Charton, J.A. & Pérez-Ruzafa, A., 1998. Correlation between habitat structure and a rocky reef fish assemblage in the southwestern Mediterranean. *PSZN I: Mar Ecol* 19: 111-128.
- García Charton, J.A. & Pérez-Ruzafa, A., 1999. Ecological heterogeneity and the evaluation of the effects of marine reserves. *Fish Res* 42: 1-20.
- García Charton, J.A. & Pérez-Ruzafa, A., 2001. Spatial pattern and the habitat structure of a reef fish assemblage in SW Mediterranean. *Mar Biol* 138: 917-934.
- Garcia-Charton J. et Planes S., 2002. Étude de l'impact de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls comme source d'exportation de poissons littoraux adultes vers les zones avoisinantes. Rapport EPHE - Conseil Général des Pyrénées-Orientales, 43 p + 6 annexes.



- Garrabou, J., Pérez, T., Sartoretto, S. & Harmelin, J.G., 2001. Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 217, 263-272.
- GEM, 2006. Compte rendu de la mission d'inventaire des populations de mérours et de corbs dans le Parc Marin de la Côte Bleue (Réserve de Carry-Le-Rouet et Four à Chaux), Rapport de mission du Groupe d'étude du mérour, 11p.
- Harmelin J.G., 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc National de Port - Cros, France). *PSZN Mar.Ecol.*, 8 : 263-284.
- Harmelin J.G., Bachet F., 1992. Impact de la protection sur l'ichtyofaune de la réserve de Carry-le-Rouet. *In*. Impact économique des espaces côtiers protégés de Méditerranée. *Medpan News* 3 : 21-25.
- Harmelin J.G., Bachet F., 1993. Ichtyofaune des fonds rocheux de Carry-Le-Rouet : Suivi des assemblages de poissons dans la réserve et à l'extérieur de celle-ci (printemps 1990-printemps 1993). Rapport Parc Régional Marin de la Côte Bleue-COM-Conseil Régional PACA, 32p.
- Harmelin J.G., Bachet F., Garcia F., 1995. Mediterranean marine reserves: fish indices as tests of protection efficiency. *PSZN Mar. Ecol.*, 16: 233-250.
- Harmelin J.G., Sartoretto S., Francour P., 1996. Patrimoine biologique marin de l'archipel de Riou : première évaluation. *Rapport COM/Ville de Marseille - Direction de l'environnement et des déchets* : 1-86.
- Harmelin J.G., Sartoretto S., Francour P., Boudouresque C.F., Bellan-Santini D., Vacelet J., 1998. Création d'une Aire Marine Protégée dans l'Archipel de Riou : Proposition de plans de gestion. Contrat Ville de Marseille Direction de l'Environnement et des Déchets –Centre d'Océanologie de Marseille, 198p.
- Harmelin J.G., 1999. Visual assessment of indicator fish species in Mediterranean marine protected areas. *Il Naturalista Siciliano*, 23 (Suppl.) : 83-104.
- Harmelin J.-G., Sartoretto S., Francour P., 1999. Mise en place d'une stratégie de suivi de l'ichtyofaune et des peuplements de gorgonaires de l'archipel de Riou. Contrat Ville de Marseille-DED/COM-UMR DIMAR : 1-110.
- Harmelin J.G., Ruitton S., 2006. La population de corb (*Sciaena umbra* : Pisces) du parc national de Port-Cros (France), état en 2005 et évolution depuis 1990 : un indicateur halieutique et biogéographique pertinent. Par, *Scientific Report of Port-Cros national Park*, Fr. 22, in press.
- Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G., 1975. Présentation d'une méthode d'évaluation "in situ" de la faune ichtyologique. *Trav. Sci. Parc nation. Port-Cros*, 1 : 47-52.
- Harmelin-Vivien M.-L., 1982. Ichtyofaune des herbiers de Posidonies du Parc National de Port-Cros : I. Composition et variations spatio-temporelles. *Trav Sc Parc nation. Port-Cros*, 8 : 69-92.
- Harmelin-Vivien M., Harmelin J.G. 1985. Présentation d'une méthode d'évaluation in situ de la faune ichtyologique. *Trav. sci. Parc nation. Port-Cros*, 1 : 47-52.
- Harmelin-Vivien M.L., Harmelin J.G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabe G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J., Lassere G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes. *Rev. Ecol.(Terre et Vie)*, 40 : 467-539.
- Harmelin-Vivien M., Harmelin J.-G., Letourneur Y., 2000. Structure du peuplement de poissons de l'herbier de posidonies du Plateau des Chèvres avant et après la mise en service de la station d'épuration de Marseille - rapport final.
- Jouvenel, J.-Y., 1997. Ichtyofaune de la côte rocheuse des Albères (Méditerranée N.-O., France). Thèse de Doctorat, EPHE, 179p.
- Jouvenel J.-Y., Bachet F., Charbonnel E., Daniel B., 2005. Suivi des peuplements de poissons de la réserve marine du Cap Couronne. Bilan 1995-2004. P2A Développement/Parc Marin de la Côte Bleue, Fr.:1-98.

Letourneur Y., Ruitton S., Sartoretto S., 2003. Environmental and benthic habitat factors structuring the spatial distribution of a summer infralittoral fish assemblage in the Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 83 : 193-204.

Pastor, J. 2008. Rôle des enrochements côtiers artificiels dans la connectivité des populations, cas du sar commun (*Diplodus sargus*, Linné, 1758) en Méditerranée nord-occidentale. Thèse de doctorat Université de Perpignan Via Domitia / Ecole Pratique des Hautes Etudes, 180 p.

Pastor J., Koeck B., Astruch P., Lenfant P. *Sous presse*. Coastal artificial reefs, would be nurseries? *Comptes Rendus Biologies soumis Décembre 2008*.

Pérez,T., Garrabou, J., Sartoretto, S., Harmelin, J.G., Francour, P. & Vacelet, J., 2000. Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Life Sciences*, 323, 853-865.

Ruitton S., Francour P., Boudouresque C.F., 2000. Relationships between Algae, Benthic Herbivorous Invertebrates and Fishes in Rocky Sublittoral Communities of a Temperate Sea (Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50, 217-230.

Ruitton S., Harmelin J.G., Colombey M., Lefebvre C., 2007. Suivi des peuplements de poissons de l'île de Porquerolles (Var, France) - Etat zéro avant la mise en place des mesures de gestion dans la zone Natura 2000. *Contrat Parc national de Port-Cros & GIS Posidonie*, GIS Posidonie publ. : 1-33.

Ruitton S., Harmelin J.G., Colombey M., Lefebvre C., 2008. Suivi des peuplements de poissons de l'île de Porquerolles (Var, France) – Suivi 2007. *Contrat Parc national de Port-Cros & GIS Posidonie*, GIS Posidonie publ. : 1-38.

Seytre C., Francour P., 2008a. 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.

Seytre C., Francour P., 2008b. The Cape Roux MPA (Saint Raphaël French Mediterranean) : changes in fish assemblages within four years of protection. *ICES Journal of Marine Science*, 1-8.

Liste des tableaux et figures

Figure 1 : Localisation des stations d'étude et cartographie des biocénoses. Les codes et noms des stations figurent dans le Tableau 1.	32
Figure 2 : Schéma du déroulement d'un suivi de transect linéaire (comptage visuel en bleu à l'aller du parcours du plongeur et suivi de l'habitat en vert, au retour).	35
Figure 3 : Schéma de la méthode de recensement des espèces cibles	36
Figure 4 : Plongeur réalisant le suivi des espèces cibles selon la méthode de l'indice poissons.....	36
Figure 5: <i>Nombre d'espèces observées à chaque station (soit 500 m²), la barre horizontale rouge présente la richesse spécifique moyenne (18,5 espèces).</i>	41
Figure 6: <i>Richesse spécifique observée à chaque station par transect (soit 125 m²).</i>	42
Figure 7: Densité d'individus observés par transect à chaque station avec (bleu) et sans (marron) planctonophages (la barre d'erreur représente l'intervalle de confiance pour 4 réplicats).	43
Figure 8: Biomasse (kg par transect) calculée pour chaque station.	44
Figure 9: Nombre d'espèces cibles observé sur chaque station.	45
Figure 10: Biomasses calculée en kg d'espèces cibles par transect.	46
Figure 11: Structure démographique des effectifs de <i>Coris julis</i> mâles et femelles sur l'ensemble de la zone des calanques et des îles de Marseille (le trait rouge indique la maille autorisée pour la pêche soit 12 cm).	47
Figure 12: Structure démographique de <i>Coris julis</i> dans les stations Tiboulou de Maïre, Grand Congloue, Moyades et Devenson. Girelle mâle en bleu ; girelle femelle en rose; le trait rouge représente la maille autorisée pour la pêche ou taille limite de capture.	48
Figure 13: Ratio entre le nombre de girelles mâles et le nombre de girelles	48
Figure 14: Structure démographique des effectifs de <i>Serranus cabrilla</i> entre les stations situées sur la côte des calanques (rose) et les stations sur les îles (bleu). Le trait rouge indique la maille autorisée pour le prélèvement (12 cm).	49
Figure 15 : Structure démographique de <i>Diplodus sargus</i> dans quelques stations.	50
Figure 16: Taille moyenne (cm) de <i>Diplodus sargus</i> entre les différentes stations. (* : indique que la station est significativement différente de toutes les autres ; ANOVA $p < 0.05$). La barre horizontale représente la taille minimale de capture autorisée (23 cm).	51
Figure 17: Abondance des planctonophages <i>Chromis chromis</i> et <i>Spicara sp.</i> dans les 12 stations suivies.	53
Figure 18: Analyse en Composante Principale des paramètres de l'habitat.	54
Figure 19: Projection des 4 comptages par station sur les plans factoriels 1 (39.99%) et 2 (19.11%) en fonction des paramètres de l'habitat, de la richesse spécifique, de la densité et de la biomasse par transect.	55
Figure 20: Nombre d'espèces rencontrées dans chaque site.....	59
Figure 21: Cumul du nombre moyen d'observations des classes petit/moyen et grand par parcours.	60
Figure 22: Diagramme représentant la proportion de chaque catégorie de taille toutes espèces confondues par station.	60
Figure 23: Rapport du nombre d'observations de la catégorie « grand » sur le nombre d'observations de la catégorie « petit-moyen » par site.....	61
Figure 24: MDS plot. Similarité entre les stations (sites) d'après le nombre d'occurrence des espèces.	62
Figure 25: Occurrence de <i>Symphodus tinca</i> toutes catégories de taille confondues.....	63



Figure 26: Occurrence des <i>Coris julis</i> de la catégorie « grand » d'après les données de l'indice poisson.	64
Figure 27: Occurrence des <i>Coris julis</i> toute catégories confondues d'après les données de l'indice poisson.	64
Figure 28: Occurrence des <i>Diplodus puntazzo</i> de la catégorie « grands » d'après les données de l'indice poisson.	65
Figure 29: MDS plot. Similarité entre type de « habitat » (environnement) d'après le nombre d'occurrences des espèces.	66
Figure 30: Superposition de la densité de pêcheurs à la ligne (par hectare en période estivale) et de la taille moyenne des girelles mâles au sein de l'archipel de Riou et des Calanques.	67
Figure 31: Superposition de la densité de pêcheurs à la ligne (par hectare en période estivale) et de la taille moyenne du serran chevrette au sein de l'Archipel de Riou et des calanques.	68
Figure 32: Superposition de la densité de chasseurs sous-marins (par hectare en période estivale) et de la biomasse par station au sein de l'archipel de Riou et des calanques.	70
Figure 33 : Superposition des occurrences de dentis <i>Dentex dentex</i> (indice poissons) à la densité de chasseurs sous-marins en période estivale.	71
Figure 34 : Superposition des occurrences de mérus bruns <i>Epinephelus marginatus</i> (indice poissons) à la densité de chasseurs sous-marins en période estivale.	71
Figure 35 : Densité de plongeurs (par hectare) répartie autour de l'Archipel de Riou et des calanques de Marseille.	72
Figure 36: Superposition des occurrences de Rouget <i>Mullus surmuletus</i> (indice poissons) à la densité de chasseurs sous-marins en période estivale.	73
Figure 37 : Répartition des abondances de <i>Chromis chromis</i> (bleu nuit) et <i>Spicara sp.</i> (bleu clair) sur les 12 stations.	74
Figure 38: Nombre d'espèces cumulées sur les parcours de Sablières de Riou et Tiboulén de Maire...	84
Figure 39: Carte synthétique de la proposition de protocole de suivi à long terme du peuplement de poissons (le linéaire de suivi du recrutement est donné pour exemple).	94
Tableau 1: Codes et noms des stations retenues pour la présente étude.	31
Tableau 2: Description, profondeur et coordonnées géographiques (WGS 84) des stations d'échantillonnage sélectionnées pour le suivi.	33
Tableau 3: Liste des espèces cibles suivies selon la méthode de « l'indice poissons », la taille limite correspond à la séparation entre les deux classes de taille suivies. (<i>P</i> : espèce ciblée par la pêche professionnelle ; <i>L</i> : espèce ciblée par la pêche amateur à la ligne ; <i>C</i> : espèce ciblée par la chasse sous-marine).	37
Tableau 4 : Tableau de synthèse des effectifs cumulés de 4 comptages à chaque station pour chaque espèce.	40
Tableau 5: Mesure de l'indice de biodiversité de Shannon-Weaver H' (p_i : une espèce du milieu d'étude ; p_i : Proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude, qui se calcule de la façon suivante: $p(i) = n_i / N$).	42
Tableau 6: Nombre de parcours d'indices poissons réalisés par station d'échantillonnage.	56
Tableau 7: Pourcentage de parcours où l'espèce de la catégorie «grand» a été observée ((nombre de rencontres / nombre d'indices effectués à cette station) x 100)	57
Tableau 8: Pourcentage de parcours où l'espèce de la catégorie « petits-moyens » a été observée ((nombre de rencontres / nombre d'indices effectués à cette station) x 100)	58
Tableau 9: Taux de similarité entre parcours d'une station (SIMPER).	63



Tableau 10: Nombre d'occurrences par type d'habitat (substrat) dans les indices poissons.	65
Tableau 11: Similarité des parcours pour les différents types d'habitat.....	66
Tableau 12: Liste des espèces ciblées par la chasse sous-marine.....	69
Tableau 13: Valeurs de biomasse (en grammes par m ²) et de densité (effectifs par 250 m ²) de quelques espèces cibles (travaux de références et présente étude).	75
Tableau 14: Comparaison de la richesse spécifique et de la densité entre les comptages réalisés lors de l'été 1999 (Harmelin <i>et al.</i> , 1999) et ceux de 2008 au niveau des stations de Moyades, Nord Caramassaigne et des Sablières de Riou.	79
Tableau 15: Tableau comparatif des principaux descripteurs des peuplements de poissons observés au sein du Parc Marin de la Côte Bleue (Jouvenel <i>et al.</i> , 2005) et autour de l'Archipel de Riou et des Calanques de Marseille (à l'exception de la girelle, les tailles utilisées dans les calculs sont extrapolées à partir des classes de taille petit/moyens/gros utilisées lors des suivis de 1995, 1998 et 2001).	80
Tableau 16: Répartition des différentes phases du suivi à long terme sur une période de 10 ans (l'année 0 correspond à la mise en place des mesures de gestion.....	94

Annexes

Annexe 1 : Tableaux de synthèse présentant la densité moyenne (individus pour 100 m²) et la biomasse moyenne (g/100 m²) observées lors de la présente étude et dans le cadre d'études de référence sur la Côte Bleue (Jouvenel et al., 2005 ; PMCB et GIS Posidonie, 2009, en cours), l'Archipel de Riou (Harmelin et al., 1999), le Plateau des Chèvres (Harmelin-Vivien et al., 2000) et l'Archipel du Frioul (Letourneur et al., 2003). L'ensemble des données présentées ci-dessous sont issues de suivis par comptage visuel en plongée à l'exception des données au niveau du Plateau des Chèvres qui correspondent à des prélèvements par chalut expérimental.0

Densité/100m ²		Archipel de Riou et calanques 2008	Cap Couronne 2004		Cap Couronne 2007		Riou été 1999	Plateau des chèvres été 1999 (chalut expérimental)		Frioul été 1999
			Réserve	Hors- Réserve	Réserve	Hors- Réserve		jour	nuit	
Apogonidae	<i>Apogon imberbis</i>	1,29	0,03				0,73			3,14
Atherinidae	<i>Atherina sp</i>	7,01								
Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i>				0,39					
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	74,86	86,54	32,92	93,86	75,38	53,13	1,71	5,32	173,01
Scombridae	<i>Katsuwonus pelamis</i>				0,14					
Centracanthidae	<i>Spicara sp</i>	57,91	8,01	0,50	10,36	1,88	1,46	0,34	5,36	38,74
Clupéidae	<i>Sardina pilchardus</i>		82,50	31,25	88,89	2,08				
Labridae	<i>Coris Julis F</i>	29,98	16,50	19,25	17,36	18,42	76,77	1,40	0,79	121,17
	<i>Coris Julis M</i>	3,44	5,58	5,00	4,14	2,42				
	<i>Ctenolabrus rupestris</i>		1,28	0,33	1,33	0,83				
	<i>Labrus bimaculatus</i>		0,76	0,04	0,67	0,04				
	<i>Labrus merula</i>	0,26	0,26	0,50	0,89	0,71				
	<i>Labrus viridis</i>	0,08	0,10	0,21	0,14	0,04	0,21		0,14	
	<i>Symphodus cinereus</i>			0,04				0,43	0,21	2,00
	<i>Symphodus doderleini</i>	0,34	1,28	1,21	0,50	0,75	2,09	0,74	0,11	2,61
	<i>Symphodus mediterraneus</i>	1,14	0,94	0,50	1,11	0,58	5,41	0,34	0,21	2,84
	<i>Symphodus melanocercus</i>	1,75	2,40	1,71	1,61	1,08	4,79		0,07	2,14
	<i>Symphodus melops</i>							0,03		
	<i>Symphodus ocellatus</i>	0,60	0,11	0,33	0,31	0,17	1,25	1,06	1,64	11,03
	<i>Symphodus roissali</i>	0,26	0,14	0,25	0,11	0,13	1,36			1,05
	<i>Symphodus rostratus</i>	0,12	0,22	0,46	0,22	0,38	1,57	1,40	1,57	0,59
	<i>Symphodus tinca</i>	0,98	1,24	0,83	1,14	0,92	8,23	0,11	0,11	4,55
Sparidae	<i>Boops boops</i>	30,77	63,68	7,21	67,75	8,33	2,39		0,04	10,67
	<i>Dentex dentex</i>	0,10			0,06	0,04				
	<i>Diplodus annularis</i>	0,26	0,06	0,08	0,08	0,17	2,61	0,11	0,04	0,37
	<i>Diplodus cervinus</i>	0,02								
	<i>Diplodus puntazzo</i>	0,38	0,03		0,03		0,63			0,15
	<i>Diplodus sargus</i>	11,49	2,43	0,29	5,61	2,50	13,13			2,46
	<i>Diplodus vulgaris</i>	13,05	4,44	1,67	4,83	0,92	9,28		0,04	9,04
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	0,02								
	<i>Oblada melanura</i>	0,77			0,08					0,74
	<i>Pagellus erythrinus</i>									
	<i>Pagrus pagrus</i>				0,36	0,29				0,37
	<i>Sarpa salpa</i>	21,82	9,01	6,50	8,31	24,75	8,85			3,33
	<i>Sparus aurata</i>	0,08								
	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0,06	0,13	0,29	0,22	0,04	0,31			
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>				0,33					
Sciaenidae	<i>Sciaenops ocellatus</i>	0,02								
Serranidae	<i>Anthias anthias</i>	22,39	0,01		0,89		4,38			
	<i>Epinephelus marginatus</i>	0,08	0,04		0,08					
	<i>Serranus cabrilla</i>	2,16	4,08	2,46	3,17	2,58	0,83	0,03	0,36	4,24
	<i>Serranus scriba</i>	0,06	0,21		0,14	0,08	1,14	1,00	1,18	1,29
Mugilidae	<i>Mugil sp</i>	0,24					1,04			
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>	0,48	0,57	0,21	0,50		0,73	0,03	0,07	5,69
Congridae	<i>Conger conger</i>	0,02			0,03					
Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	0,10				0,04				
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i>	0,12	0,11		0,03			0,03	0,18	
	<i>Scorpaena porcus</i>	0,14	0,14		0,03	0,04	0,31	1,97	3,68	0,22
	<i>Scorpaena scrofa</i>	0,06			0,03					0,24
Gadidae	<i>Phycis phycis</i>									1,56
	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>									0,07
	<i>Gaidropsarus mediterraneus</i>							0,03		
Bothidae	<i>Bothus podas</i>							0,09		
	<i>Arnoglossus thori</i>							0,06		
Soleidae	<i>Microchirus variegatus</i>								0,04	
Gobiesocidae	<i>Apletodon dentatus</i>							0,06		
Synodontidae	<i>Synodus saurus</i>								0,04	
Ophidiidae	<i>Parophidion vassali</i>								0,04	
Syngnathidae	<i>Syngnathus acus</i>								0,18	



Biomasse en g/100 m ²		Archipel de Riou et Calanques 2008	Cap Couronne 2004		Cap Couronne 2007		Plateau des Chèvres Été 1999		Frioul 1999
			Réserve	Hors-Réserve	Réserve	Hors-Réserve	jour	nuît	
Apogonidae	<i>Apogon imberbis</i>	11,65	0,44						17,27
Atherinidae	<i>Atherina sp</i>	43,88							
Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i>				24,67				
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	545,15	859,84	233,35	1041,87	632,84	29,16	79,41	868,00
Scombridae	<i>Katsuwonus pelamis</i>				25313,66				
Centracanthidae	<i>Spicara sp</i>	1253,45	161,24	4,57	246,52	13,52	7,88	118,26	498,30
Clupéidae	<i>Sardina pilchardus</i>		864,42	623,47	2576,25	25,87			
Labridae	<i>Coris Julis F</i>	183,68	146,87	98,36	114,04	116,04	9,65	6,99	648,06
	<i>Coris Julis M</i>	70,09	194,82	87,78	135,81	43,91			
	<i>Ctenolabrus rupestris</i>		16,53	3,09	11,31	5,71			
	<i>Labrus bimaculatus</i>		51,25	0,08	73,61	1,27			
	<i>Labrus merula</i>	39,85	58,25	68,90	215,72	106,59			22,37
	<i>Labrus viridis</i>	33,91	3,26	21,83	44,84	1,42		5,83	
	<i>Symphodus cinereus</i>			0,57			3,09	1,90	20,37
	<i>Symphodus doderleini</i>	3,87	14,50	11,60	5,51	9,58	5,67	0,76	19,72
	<i>Symphodus mediterraneus</i>	23,75	22,95	7,19	24,93	10,69	4,45	3,06	39,13
	<i>Symphodus melanocercus</i>	11,04	18,44	9,38	15,07	9,88		0,51	17,13
	<i>Symphodus melops</i>						0,89		
	<i>Symphodus ocellatus</i>	3,22	1,30	2,05	4,04	1,11	7,50	11,75	36,07
	<i>Symphodus roissali</i>	3,57	1,96	3,63	1,60	2,28			6,89
	<i>Symphodus rostratus</i>	2,09	3,14	4,75	4,44	7,13	10,63	13,72	2,41
	<i>Symphodus tinca</i>	105,08	61,25	30,23	76,76	47,61	8,41	15,58	163,57
Sparidae	<i>Boops boops</i>	599,47	1378,19	72,79	1192,29	145,35		0,25	168,89
	<i>Dentex dentex</i>	107,88			89,49	9,79			
	<i>Diplodus annularis</i>	11,72	1,53	0,81	2,74	6,01	5,51	1,33	3,33
	<i>Diplodus cervinus</i>	21,63							
	<i>Diplodus puntazzo</i>	101,25	9,34		5,58				46,96
	<i>Diplodus sargus</i>	2667,66	399,69	15,77	970,57	200,03			380,70
	<i>Diplodus vulgaris</i>	2108,32	469,42	40,29	495,85	47,48		4,89	466,75
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	5,53							
	<i>Oblada melanura</i>	23,15			0,63				8,56
	<i>Pagellus erythrinus</i>								
	<i>Pagrus pagrus</i>				49,03	14,53			69,44
	<i>Sarpa salpa</i>	6795,70	2744,82	1982,14	5537,15	5913,27			226,19
	<i>Sparus aurata</i>	52,19							
	<i>Spondylisoma cantharus</i>	5,26	4,11	8,74	6,31	0,91			
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>				204,76				
Sciaenidae	<i>Sciaenidae umbra</i>	2,11							
Serranidae	<i>Anthias anthias</i>	207,94	0,56		19,62				
	<i>Epinephelus marginatus</i>	295,18	318,42		509,62				
	<i>Serranus cabrilla</i>	49,03	159,60	38,97	132,04	45,51	0,28	3,12	26,59
	<i>Serranus scriba</i>	3,73	17,07		11,08	3,97	12,67	13,56	41,47
Mugilidae	<i>Mugil sp</i>	85,80							
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>	34,86	31,71	18,01	65,68		0,05	0,15	153,67
Congridae	<i>Conger conger</i>	45,83			207,29				
Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	149,55				43,64			
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i>	3,99	4,15		2,04		1,55	8,44	
	<i>Scorpaena porcus</i>	13,34	21,81		2,84	2,99	106,49	186,90	8,00
	<i>Scorpaena scrofa</i>	14,75			8,73				24,00
Gadidae	<i>Phycis phycis</i>								15,04
	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>								0,04
	<i>Gaidropsarus mediterraneus</i>						0,89		
Bothidae	<i>Bothus podas</i>						4,06		
	<i>Arnoglossus thori</i>						0,25		
Soleidae	<i>Microchirus variegatus</i>							0,49	
Gobiesocidae	<i>Apletodon dentatus</i>						0,01		
Synodontidae	<i>Synodus saurus</i>							2,55	
Ophidiidae	<i>Parophidion vassali</i>							0,90	
Syngnathidae	<i>Syngnathus acus</i>							5,62	



Annexe 2 : Organisation de l'échantillonnage sur le terrain.

Participants aux comptages :

- Patrick Astruch (PA) ;
- Denis Bonhomme (DB) ;
- Patrick Bonhomme (PB);
- Maïa Fourt (MF);
- Jean-Georges Harmelin (JGH);
- Laurence Le Diréach (LLD).

Lundi 22 septembre :

S09 Castelvieuil/Calanque de l'Oule :

- installation
- entraînement indice poisson (MF et DB) et comptage (PA, PB et LLD),
calibrage tailles poissons, ajustements méthodologiques
- photos extérieures et sous-marines

S05 Devenson :

- installation ;
- entraînement indice poisson (MF et DB) et comptage (PA, PB et LLD),
calibrage tailles poissons, ajustements méthodologiques
- photos extérieures et sous-marines

Mardi 23 septembre :

S05 Devenson :

- comptage 4 transects (PB et PA)
- indice poisson 5+5 (PB et PA)

S05 Devenson :

- indice poisson 10+10 (MF et DB)

S09 Castelvieuil :

- indice poisson 13+11 (MF et DB)

S09 Castelvieuil :

- comptage 4 transects (LLD et PB)
- indice poisson 3+3 (LLD et PB)

S12 Port-Miou :

- installation
- indice poisson 10+6 (LLD et PA)



Mercredi 24 septembre :

S06 Sud Riou :

- installation ;
- comptage 4 transects (JGH et PA)
- indice poisson 5+5 (JGH et PA) ;
- photos extérieures

S01 Nord Caramassaigne :

- installation
- comptage 4 transects (PB et LLD)
- indice poisson 5+5 (PB et LLD) ;
- photos extérieures

S02 Moyades :

- installation
- indice poisson 12+10 (PA et DB)
- photos sous-marines

S08 Sablières de Riou :

- installation
- comptage 4 transects (JGH et PB)
- indice poisson 5+5
- photos extérieures

S11 Ouest Figuier :

- installation
- indice poisson 10+10 (LLD et DB)
- photos sous-marines

Jeudi 25 septembre

S04 Tiboulén de Maïre :

- comptage 4 transects (PA et PB)
- indice poisson 5+5 (PA et PB)
- photos extérieures

S01 Nord Caramassaigne :

- indice poisson 10+10 (MF et DB)
- photos sous-marines

S02 Moyades :

- comptage 4 transects (LLD et PB)
- indice poisson 5+5 (LLD et PB)
- photos extérieures

S08 Sablières de Riou :

- indice poisson 10+10 (MF et DB)
- photos sous-marines

S11 Ouest Figuier :

- comptage 4 transects (LLD et PA)
- indice poisson 5+5 (LLD et PA)
- photos extérieures



Vendredi 26 septembre

S12 Port-Miou :

- comptage 4 transects (PB et LLD)
- indice poisson 7+7 (PB et LLD)
- photos sous-marines

S07 Conglue :

- comptage 2 transects (PA)
- indice poisson 5 (PA)
- indice poisson 10 (DB)
- photos sous-marines

S06 Sud Riou :

- indice poisson 10+10 (LLD et PB)
- photos sous-marines

S07 Conglue :

- comptage 2 transects (PA)
- indice poisson 5 (PA)
- indice poisson 10 (DB)
-

Lundi 29 septembre

S03 Jarre :

- installation, photos sous-marines
- Comptage 4 transects (PA et PB)
- Indice poisson 5+5 (PA et PB)
- Photos extérieures

S04 Tiboulén de Maïre :

- Indice poisson 10+10 (MF et DB)
- Photos sous-marines

S10 Plateau des chèvres :

- installation
- comptage 4 transects (PA et PB)
- indice poisson 15+15 (PA et PB)
- photos sous-marines
- photos extérieures

S03 Jarre ::

- Indice 10+10 (MF et DB)
- Photos sous-marines

Annexe 3 : Exemple des feuilles de comptages utilisées en plongée (comptage visuel sur transect et indice poisson).

STATION : 59 ^{Cadet} Date : 23/09/08 T° eau : 21
 Observateur : Lou ^{Cap} Heure : 10h37 Pente : 2° Cap 155° Prof : 13.20.

Sp/transect	1-10	11-30	31-50	51-100	101-200	201-500
Chromis						
Boops						
Spicara sp						
Atherina sp						
Coris F	12-12-12-10-10-10					
Coris M	12-16-16-14-12					
Thalassoma						
S. tinca	22					
S. mediterraneus	14					
S. melanocercus	8					
S. roissali						
S. rostratus	14-14					
S. ocellatus						
S. Doderleini						
L. merula	22					
L. viridis						
D. sargus						
D. vulgaris	16-24					
D. puntazzo						
D. annularis						
S. cantharus						
S. salpa	30-28-30					
O. oblada						
S. cabrilla	10-7					
S. scriba						
Mullus surmuletus	20-10-10					
Mugil sp						
D. labrax						
Apogon						
S. porcus						
S. notata						
S. scrofa						

12 cap = 112

Segment	Petit	Moyen	Gros	%roche	%HP	%sable	%galets
25-20	11	11	11	100			
20-15	11+8+1	11	1	90			10
15-10	8	11	11	80			20
10-5	10	1	1	100			
5-0	2	111	1	60			40
	50	111	7	86	0	0	14



(57)

Site:

S7 Confqué
Quaranté intervi

Compteur:

Dennis

Meteo:

T° mer:

Date:

26/03/2008

Transect:

N° 11 Prof. 90

N° 13 Prof. 17

N° 14 Prof. 18-17

Habitat: 14 11 bloc

Habitat: 12 14 bloc

Habitat: 4 12 bloc

Espèces	petit moyen	Taille lim	grand	petit moyen	Taille lim	grand	petit moyen	Taille lim	grand
Dicentrarchus labrax (loup)		40			40			40	
Dentex dentex (denti)		40			40			40	
Diplodus cervinus		25			25			25	
Diplodus puntazzo		25			25			25	
Diplodus sargus	X	23	X	X	23		X	23	X
Diplodus vulgaris	X	20		X	20		X	20	
Sparus aurata (Daur. Royale)		35			35			35	
Spondyliosoma cantharus		30			30			30	
Epinephelus marginatus (merou)		60			60		2-50	60	
Serranus cabrilla (chevrette)	X	14		X	14		X	14	X
Serranus scriba		15			15			15	
Labrus merula		30			30			30	
Labrus viridis		30			30			30	
Labrus bimaculatus		24			24			24	
Symphodus mediterraneus	X	12	X		12			12	
Symphodus tinca		20	X	X	20			20	
Coris julis (girelle)	X	18		X	18		X	18	
Sciaena umbra (corb)		35			35			35	
Mullus surmuletus (rouget)		18			18			18	
Seriola dumerilii		50			50			50	
Scorpaena scrofa		30			30			30	
Muraena helena		80			80			80	
Conger conger		80			80			80	
Phycis phycis (mostelle)		35			35			35	

Site:

Compteur:

Meteo:

T° mer:

Transect:

N° 15 Prof. 10-15m

N° 16 Prof. 23

N° 17 Prof. 16-17

Date:

Habitat: 14 10 bloc

Habitat: 14 23-30 bloc

Habitat: 21

Espèces	petit moyen	Taille lim	Arché grand	petit moyen	Taille lim	grand	petit moyen	Taille lim	grand
Dicentrarchus labrax (loup)		40			40			40	
Dentex dentex (denti)		40			40			40	
Diplodus cervinus		25			25			25	
Diplodus puntazzo		25			25			25	
Diplodus sargus	X	23	X	X	23	X	X	23	X
Diplodus vulgaris	X	20		X	20	X	X	20	
Sparus aurata (Daur. Royale)		35			35			35	
Spondyliosoma cantharus		30			30			30	
Epinephelus marginatus (merou)	X	60		X	60			60	
Serranus cabrilla (chevrette)	X	14		X	14			14	
Serranus scriba		15			15			15	
Labrus merula		30			30			30	
Labrus viridis		30			30			30	
Labrus bimaculatus		24			24			24	
Symphodus mediterraneus	X	12			12			12	
Symphodus tinca		20			20			20	
Coris julis (girelle)	X	18		X	18		X	18	X
Sciaena umbra (corb)		35			35			35	
Mullus surmuletus (rouget)		18			18			18	
Seriola dumerilii		50			50			50	
Scorpaena scrofa	X	30			30			30	
Muraena helena		80			80			80	
Conger conger		80			80			80	
Phycis phycis (mostelle)		35			35			35	



Annexe 4 : Planches photographiques illustrant le déroulement de la campagne de terrain.



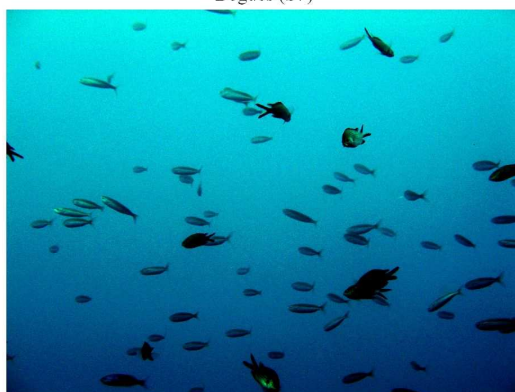
Amers (S12 Port-Miou)



Bogues (S7)



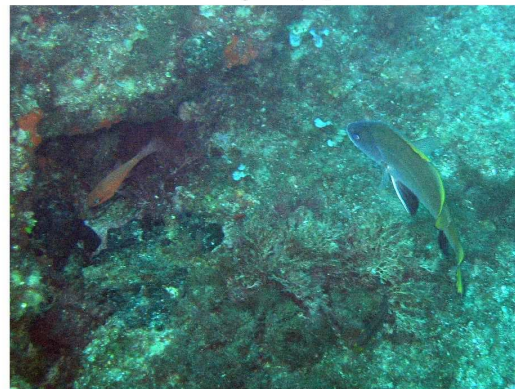
Calanque de l'Oule (S9)



Castagnoles (S7)



Comptage (S10)



Corb (S5 Devenson)



Daurade royale (S3)



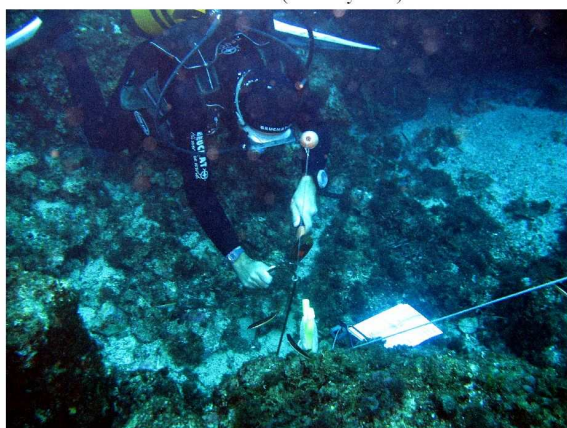
Diplodus puntazzo (S5 Devenson)



Girelle mâle (S2 Moyades)



Indice poisson (S1)



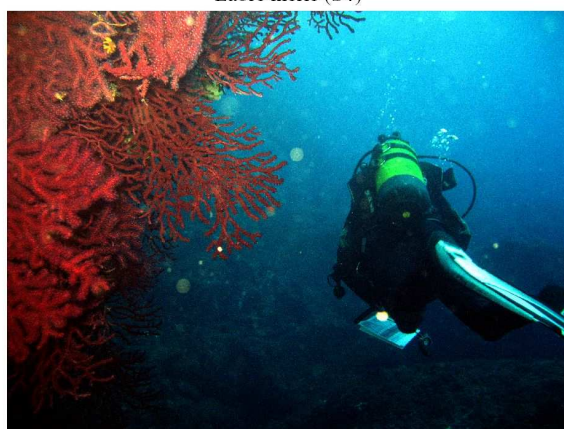
Installation du repère (S2 Moyades)



Labre merle (S4)



logistique de terrain



Observateur le long d'un tombant (S2 Moyades)



Ouest de l'Anse du Figuier (S11)



Pagellus erythrinus (S8)



Petits fonds rocheux (S7)



pélamidière (S4)



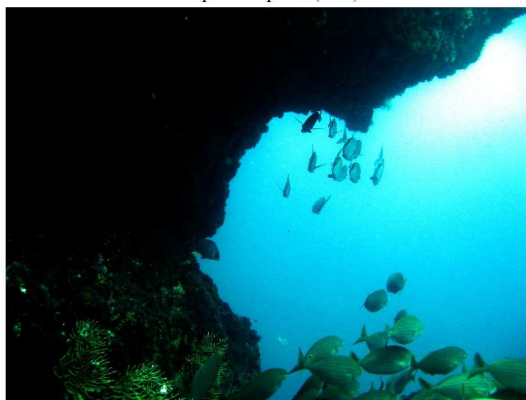
Rascasse (S1)



Repère en place (S11)



S1 Nord Caramassaigne



S3 Jarre



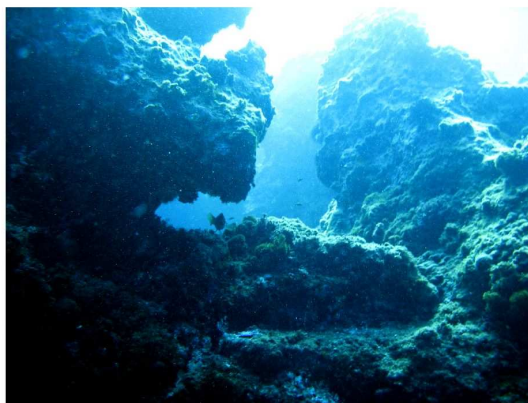
S7 Grand Congloué (2)



S7 Grand Congloué (3)



S7 Grand Congloué



S8 Sablières de Riou



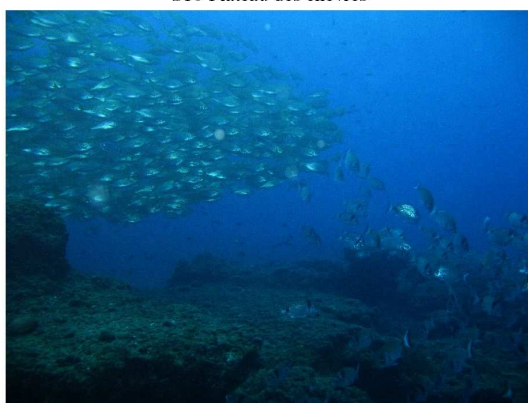
S9



S10 Plateau des chèvres



S11 Ouest de l'anse du Figuier



Saupes et sars (S2 Moyades)



Symphodus roissali (S8)



Tiboulens de Maître

Annexe 5 : Panoramas représentant la position des 12 stations d'échantillonnage sélectionnées (le point jaune correspond à l'emplacement précis de la station).



S01 : Nord Caramassaigne.

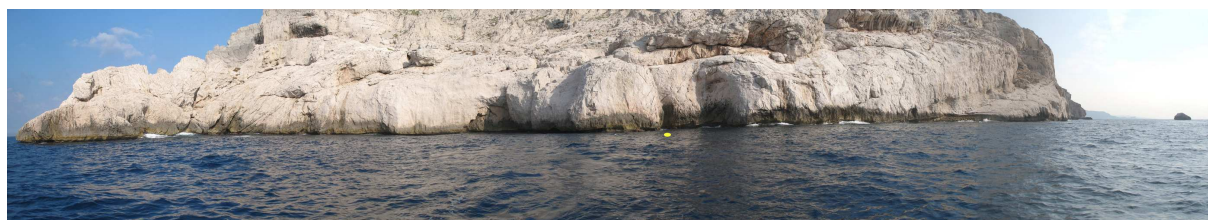
Pas de panorama pour S02 (Moyades) et S03 (Jarre)



S04 : Tiboulen de Maïre.



S05 : Devenson.



S06 : Sud Riou.



S07 : Grand Congloué (Triangle interdit).



S08 : Sablières de Riou.



S09 : Calanque de l'Oule / Castelvieu.



S10 : Plateau des Chèvres.



S11 : Ouest de l'Anse du Figuier.



S12 : Port-Miou.