

LES AIRES MARINES PROTÉGÉES : UN LABORATOIRE POUR LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

René GALZIN¹, Romain CREC'HRIOU, Philippe LENFANT & Serge PLANES

SUMMARY

To increase the effectiveness of the management of attractive and ecologically important marine ecosystems, Marine Protected Areas (MPA) are designated to protect species and the critical habitats on which they depend. Managers of MPAs ask scientists to evaluate the effectiveness of MPAs in terms of critical conservation performance effects such as the: Attractive Effect, Cascading Effect and Regulative Effect. Within MPAs, however, the impact of humans is theoretically less pronounced than outside and this provides a valuable opportunity for scientists to develop fundamental research programs within MPAs. With two examples taken from the Banyuls-Cerbère Mediterranean MPA we will demonstrate the dual utility of MPAs in terms of fundamental research and resource management.

RÉSUMÉ

Les Aires Marines Protégées (AMP) sont établies avant tout pour protéger les espèces ou les espaces en danger et pour mieux gérer l'utilisation de cet espace littoral fortement convoité. Les gestionnaires des AMP sollicitent les scientifiques afin d'obtenir des résultats concrets sur ce que nous appelons l'Effet Réserve qui comprend pour l'instant un Effet Refuge, un Effet Cascade et un Effet Tampon. Mais ces AMP représentent aussi des milieux peu anthropisés très intéressants à utiliser pour le scientifique. C'est ce double intérêt, pour la gestion et pour la recherche, que nous tentons de démontrer avec deux exemples précis localisés dans la Réserve Marine de Cerbère-Banyuls.

INTRODUCTION

En Méditerranée, les Réserves Marines ont été établies pour offrir des refuges aux espèces en danger, pour protéger des écosystèmes ou des habitats particuliers et pour gérer l'espace littoral si fortement convoité (Goni *et al.*, 2000). Dans cette optique, des recherches scientifiques ont été associées à la mise en place des réserves avec pour objectif de tester l'efficacité de cet outil de gestion. Nous commençons maintenant à connaître les différents effets que peut apporter la mise en réserve d'une zone en milieu marin. Théoriquement les effets réserves sont divers et comprennent un effet refuge (Garcia-Charton *et al.*, 2000 ; Sanchez-Lizazo *et al.*, 2000), un effet cascade (Pinnegar *et al.*, 2000), un effet tampon (Francour, 1994) et un effet exportation (Planes *et al.*, 2000). Néanmoins la théorie est parfois difficile à valider sur le terrain et la poursuite de programmes scientifiques est nécessaire pour démontrer ces effets (Carr, 2000). Ces programmes présentent le double intérêt de permettre aux gestionnaires d'adapter leurs mesures de gestion en fonction

¹ École Pratique des Hautes Études - UMR 8046 CNRS, Université de Perpignan, F-66860 Perpignan cedex. Tel : 04 68 66 20 55. Fax : 04 68 50 36 86. E-mail : galzin@univ-perp.fr

des objectifs de mise en réserve, mais aussi de mettre à la disposition des scientifiques des milieux faiblement anthropisés pour tester leurs hypothèses de recherche en biologie de la conservation. Dans ce travail, nous présentons les résultats de deux études qui se sont déroulées dans la Réserve Marine de Cerbère-Banyuls et qui démontrent ce double intérêt de la recherche scientifique pour la gestion des réserves ainsi que pour la compréhension de l'écosystème.

CHOIX DU SITE

Parmi les 220 km de la côte du Languedoc-Roussillon, zone fortement sollicitée par divers usages, les habitants de Cerbère et de Banyuls ont été les premiers à s'inquiéter de l'impact des activités humaines sur le milieu marin. En 1969, la municipalité de Cerbère, suivie par celle de Banyuls, proposait la création d'une réserve marine (Fig. 1).

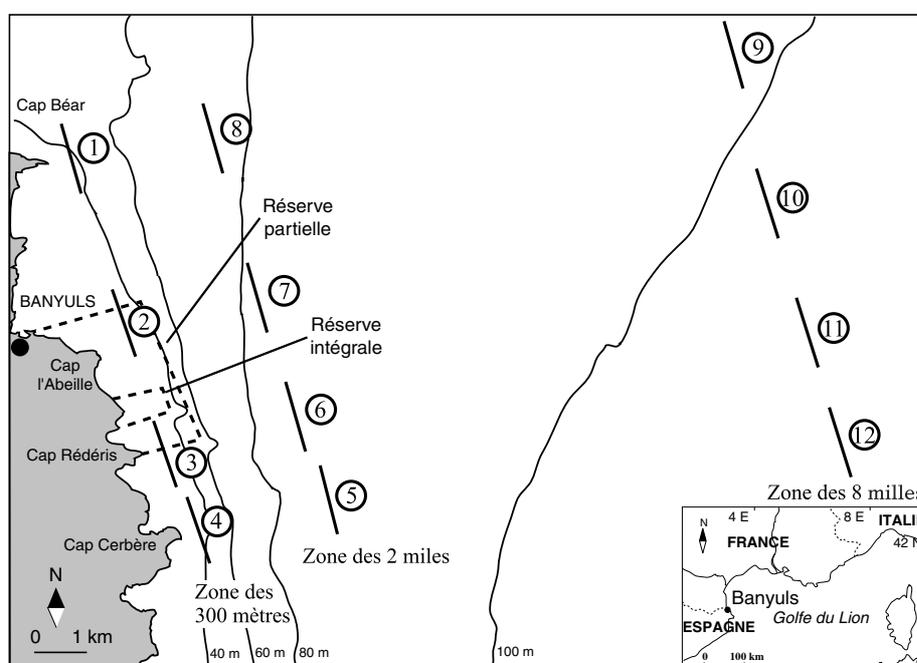


Figure 1. — Localisation du site d'étude, visualisation des 12 stations d'échantillonnage pour l'ichtyoplancton, des 4 isobathes et des réserves partielle et intégrale.

L'arrêté créant la Réserve Marine de Cerbère-Banyuls fut signé le 26.II.1974. C'était alors la première réserve marine d'Europe. Une zone de protection stricte a vu le jour en 1981 (arrêté administratif voté en 1979) au niveau du Cap Rédéris. Aujourd'hui, la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls couvre 650 hectares de mer pour 6 500 mètres de rivage (Fig. 1). Elle comprend deux zones :

— La réserve partielle où la pêche de plaisance et des petits métiers est réglementée, et la plongée sous-marine tolérée. La seule interdiction concerne la cueillette à pied des produits de la mer et la chasse sous-marine.

— La réserve intégrale où la protection est renforcée. A l'intérieur de ces 65 hectares, qui sont inclus dans la réserve partielle, seules les activités scientifiques sont autorisées. La plongée-loisir en scaphandre autonome, la pêche (amateur ou professionnelle), la chasse sous-marine et le mouillage des bateaux sont interdits.

CHOIX DE L'ESPÈCE CIBLE

Parmi plus de 200 espèces de poissons présentes dans le golfe du Lion, nous avons choisi de travailler sur le Sar commun *Diplodus sargus* pour les connaissances déjà acquises sur cette espèce qui est commercialement importante et dont le prix varie de 60 à 80 F/kg à la criée de Port-Vendres. Il fait partie de la famille des Sparidae qui est très représentée sur l'ensemble du pourtour Méditerranéen. On le rencontre dans la zone infralittorale côtière et dans les milieux lagunaires. Il est largement répandu sur cette côte rocheuse (2,88 à 11,13 individus / 600 m², suivant la profondeur). Dans les eaux marines côtières, il vit sur des fonds rocheux ou sableux mais reste toujours à proximité des rochers. On le trouve à faible profondeur (5 m) essentiellement lorsqu'il est juvénile et jusqu'à 50 m, lorsqu'il est adulte. Son cycle biologique comprend plusieurs phases distinctes. A l'approche de la saison de reproduction, de mars à juin, les adultes sexuellement mûrs se retrouvent en mer pour frayer. Les œufs fécondés sont épipelagiques et restent dans une zone superficielle, entre 0 et 5 m. Après un stade pré-larvaire de quelques jours, les larves séjournent environ un mois en pleine eau. Elles doivent ensuite rechercher un substrat favorable à leur recrutement. Ce substrat correspond généralement à des milieux peu profonds (entre 0,5 et 2 m) présentant une pente douce avec des anfractuosités ou des blocs recouverts d'algues. Le recrutement du Sar commun se déroule généralement dans le courant du mois de juin. Peu à peu, les individus perdent leur préférence pour ce type d'habitat et peuvent ainsi coloniser d'autres sites. Ce phénomène limite la compétition intraspécifique pour l'espace et la nourriture et l'accession à de nouvelles ressources trophiques.

PROBLÉMATIQUE DES RECHERCHES RÉALISÉES

Il s'agira pour nous de comparer les populations de Sar commun à des périodes critiques du cycle biologique entre des sites en réserve et hors réserve (Exemple n° 1). Cette approche permettra d'identifier l'impact des activités anthropiques (pêche et modifications du milieu) sur les populations de poissons (Planes *et al.*, 1998 ; Lenfant & Planes, 2002).

Au cours de recherches antérieures, il a été mis en évidence une biomasse de population de poissons adultes plus importante dans la réserve de Cerbère-Banyuls comparativement aux sites hors réserve avoisinant (Jouvenel, 1992 ; Licari, 1993 ; Dufour *et al.*, 1994). En partant de ce constat au sein de la réserve, l'hypothèse émise est que cette augmentation de biomasse dans la zone de la réserve produira plus d'œufs et de larves en période de reproduction. De ce fait, il sera possible, en

intégrant la courantologie locale, de suivre les gradients de concentration des larves planctoniques et d'estimer ainsi la contribution de la réserve sur les zones périphériques (Exemple n° 2). On parlera alors d'exportation de la réserve car la production de la réserve bénéficiera aux zones extérieures à celle-ci.

EXEMPLE 1 : ÉTUDE COMPARATIVE DE LA STRUCTURE DÉMOGRAPHIQUE

ÉCHANTILLONNAGE

Les prélèvements ont lieu dans la zone de Banyuls-sur-mer sur la zone du cap Béar pour les échantillons Hors-réserve et sur la zone de Cap l'Abeille pour les échantillons Réserve (Fig. 1). Les captures sont réalisées de nuit, au fusil harpon en plongée en scaphandre autonome de 0 à 30 mètres et avec toutes les autorisations requises. Les poissons capturés sont mesurés (Ls) et pesés. L'âge est estimé par schérochronologie de l'otolithe (Lecomte, 1985). Pour le traitement des données nous considérons la population de la réserve partielle comme une population théorique et nous observons celle du milieu non protégé afin de les comparer entre elles par un test du χ^2 . Ensuite nous effectuerons une ANOVA à 2 facteurs (âge — type de réserve) croisée sans réplicat et une ANOVA à 2 facteurs croisés avec réplicats (taille et poids en fonction de l'habitat).

RÉSULTATS

Notre étude est basée sur un échantillonnage de 195 individus âgés de 1 à 9 ans (Tableau I et Fig. 2).

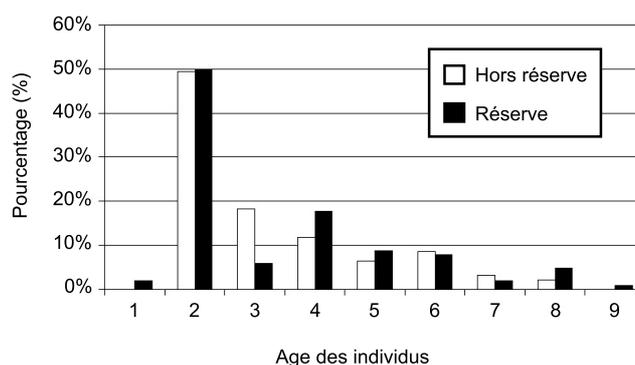


Figure 2. — Comparaison des populations de Sar commun dans deux milieux différents.

Nous avons observé une variabilité importante dans la distribution des effectifs, la cohorte de 1997 représentant à elle seule 50 % de la population totale. Les cohortes

de 1995 et 1996 constituent également une part importante dans l'échantillonnage (environ 40 %), tandis que le cumul des effectifs des autres cohortes (1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1998) ne dépasse pas 10 % de la population totale. Cette population semble donc se maintenir grâce aux cohortes de 2, 3 et 4 ans.

TABLEAU I

Comparaison des moyennes des tailles (cm) et des poids (g) entre des populations de Diplodus sargus issues de milieux différents.

Age	Total			Hors réserve			Réserve		
	nombre	poids	taille	nombre	poids	taille	nombre	poids	taille
1	2	74	12,50	0			2	74	12,50
2	97	96,09	13,54	46	101,46	13,79	51	93,06	13,37
3	23	141,50	15,37	17	134,18	15,06	6	162,25	16,25
4	29	199,43	17,34	11	186,32	17,09	18	207,44	17,50
5	15	254,73	19	6	254,50	19	9	254,89	19
6	16	332,81	20,87	8	325,50	20,62	8	340,12	20,94
7	5	571,40	24,70	3	563,67	24,83	2	583	24,50
8	7	782,57	27,43	2	870	28,50	5	747,60	27
9	1	860	25	0			1	860	25

Nous avons calculé les moyennes des âges, des poids et des tailles de l'échantillonnage total, puis celles des 2 milieux étudiés. Le poids des sars semble évoluer de façon plus significative pour les individus de la réserve âgés de 3 à 6 ans que pour les individus hors réserve du même âge. De même, nous observons que les sars de la réserve âgés de 3 à 6 ans ont une taille supérieure à la moyenne, contrairement aux sars du même âge qui évoluent dans un milieu non protégé. Les différences observées pour les individus de plus de 7 ans ne coïncident pas avec les observations réalisées précédemment. Cela est sans doute dû au fait que nous avons peu d'échantillons ayant plus de 7 ans.

La différence la plus frappante est celle concernant les sars âgés de 2 ans ; ceux qui évoluent hors réserve sont plus gros et plus grands que ceux de la réserve. Cette remarque est d'autant plus importante que les sars de 2 ans constituent le recrutement le plus important comme cela est démontré par la Fig. 2. On se rend compte que 50 % des échantillons sont âgés de 2 ans, donc issus du recrutement de 1997. Nous avons peu d'échantillons âgés de 1 an et de 9 ans ; cela est sûrement dû au fait que les individus issus du recrutement de 1998 n'avaient pas encore quitté les zones de nurserie au moment du prélèvement et que ceux issus du recrutement de 1990 ont subi une forte mortalité liée à leur âge.

Les tests statistiques (χ^2 de 66,29, Anova au seuil de 5 %) confirment une différence démographique significative entre la population de la réserve et celle hors réserve, essentiellement liée aux cohortes de 1995 et 1996.

DISCUSSION

L'objectif de la présente étude était d'évaluer l'effet de la réserve marine de Cerbère-Banyuls sur la structure démographique du Sar commun, *Diplodus sargus*. Les résultats obtenus tendent à montrer que la réserve de Cerbère-Banyuls a un effet sur les populations de ce poisson. Cet effet se traduit par des relations âge/taille significativement différentes en réserve et hors réserve, les poissons issus de la réserve étant plus grands, à âge égal, que ceux des zones avoisinantes. Nous avons pu également mettre en évidence de très légères différences au niveau de la distribution des âges dans les deux populations étudiées.

Les résultats que nous avons obtenus (analyse des relations âge/taille, âge/poids et structure démographique) sont basés sur des mesures morphométriques classiques (longueur standard et poids) mais également sur l'évaluation de l'âge des individus à l'aide de leurs otolithes. Afin de minimiser les erreurs de lecture liées à la présence des différents types de stries, les otolithes ont été analysés par 3 lecteurs qui ont confronté leurs avis en cas de désaccord (Baillon, 1990 ; Lenfant, 1998). Ces précautions ayant été prises, nous pouvons dès lors considérer que les risques d'erreur ont été minimisés.

Lenfant (1998) a montré que les effectifs de sars adultes des différentes cohortes présents sur l'ensemble de la côte rocheuse des Albères pouvaient être corrélés de manière significative à l'abondance des nouvelles recrues observées pour une année donnée (hypothèse du recrutement limité). Dans notre cas et si nous nous référons aux données de Jouvenel (1997), cette hypothèse n'est pas vérifiée. Le nombre des nouvelles recrues de 1995 est plus important hors de la réserve qu'en réserve, alors que 4 ans plus tard, la cohorte 1995 est mieux représentée en zone protégée. Il semble donc judicieux d'émettre l'hypothèse que le Sar commun, espèce vagile, évolue dans un espace plus important que sa sédentarité et sa territorialité nous laissent le supposer. L'effet réserve est peut-être peu prononcé en ce qui concerne la structure démographique du fait que les deux zones d'études ne sont pas assez éloignées l'une de l'autre : les poissons issus du milieu protégé peuvent s'aventurer hors de la réserve tout comme ceux issus du milieu non protégé peuvent se déplacer vers la réserve. Ces flux peuvent être à l'origine de l'homogénéisation à terme des populations du point de vue de leur structure démographique.

Si les différences, en ce qui concerne les structures démographiques des deux populations, se sont révélées relativement faibles, il n'en est pas de même pour les relations âge/taille des poissons prélevés dans les deux milieux. En effet, à âge égal, la moyenne de la taille des sars de la réserve est supérieure à celle des sars du milieu non protégé. Ces différences sont valables, quelle que soit la cohorte considérée. Nous pouvons attribuer cela au fait que la chasse sous-marine est interdite dans la réserve partielle. En effet, bien que ce sport ne prélève qu'une faible quantité de poissons, les individus capturés sont choisis en fonction de leur taille. Cela expliquerait la présence particulière de grands spécimens dans la réserve, ces grands individus ayant été supprimés des zones hors réserve par les chasseurs.

En revanche, les statistiques, appliquées sur le poids, ne permettent pas de mettre en évidence de différence significative entre les deux populations ; le poids n'est donc pas un facteur qui entre en compte lorsque l'on parle de l'effet réserve pour l'espèce *Diplodus sargus*. Nous pouvons corréler cette remarque et le fait que le régime des poissons est le même, quel que soit le milieu dans lequel ils vivent. Le fait que la cueillette soit interdite dans la réserve partielle ne semble pas avoir de répercussion sur l'évolution du poids du sar de la réserve.

EXEMPLE 2 : ÉTUDE DE LA DISTRIBUTION DES LARVES AUTOUR DE LA RÉSERVE

ECHANTILLONNAGE

La zone d'étude (Fig. 1) comprend la réserve marine de Cerbère-Banyuls et une zone périphérique délimitée au nord par le cap Béar et au sud par le cap Cerbère. La zone d'étude s'étend jusqu'à 10 milles des côtes afin de vérifier la présence d'ichtyoplancton le plus au large possible, tout en restant sur le plateau continental.

De nombreux travaux sur l'ichtyoplancton (Sabates *et al.*, 1989 ; Sabates, 1990 ; Sabates & Pilar Olivar, 1996) et sur l'étude du recrutement des poissons du littoral rocheux de la côte catalane (Macpherson, 1998 ; Planes *et al.*, 1998 ; Planes *et al.*, 1999) nous ont permis d'établir le protocole d'échantillonnage. Il est réalisé sur 12 stations selon 4 radiales (Fig. 1). Chaque radiale est composée de trois stations disposées sur l'isobathe des 40 mètres pour la 1^{ère}, à 2 milles de celle-ci pour la 2^{ème} et à 8 milles de la première, ce qui correspond à la limite du plateau continental, pour la 3^{ème}.

Six campagnes ont été effectuées sur la zone de prélèvement de mi-avril à mi-juillet 2000, afin d'englober toute la période de développement larvaire de *Diplodus sargus* qui en Méditerranée occidentale se déroule entre mai et juin. Les campagnes s'effectuent à raison de 2 jours tous les 15 jours.

Les prélèvements sont effectués à l'aide de filet à plancton de deux types. Le M.I.K (Mid Water Isaak Kid) qui est un filet d'ouverture carrée, de maille 1mm, échantillonnant essentiellement les larves de poissons âgées (Munk, 1988). Le BONGO qui est un filet à deux ouvertures circulaires indépendantes, de maille 300 µm, qui servira à recueillir les œufs et les petites larves de poissons non capturables avec le précédent filet (Coombs *et al.*, 1985). A chaque station, deux types de prélèvements sont associés :

— Un trait de filet à plancton de type MIK, pendant 15 minutes, tiré à une vitesse de 4 nœuds. Le trait de filet se décompose en 5 minutes à 20 mètres, 5 minutes à 10 mètres et 5 minutes à 5 mètres afin d'échantillonner la totalité de la tranche bathymétrique où se trouvent préférentiellement les larves de poissons.

— Un trait de filet à plancton de type Bongo, pendant 15 minutes, tiré à une vitesse de 2 nœuds. Le trait de filet se décompose en 5 minutes à 20 mètres, 5 minutes à 10 mètres et 5 minutes à 5 mètres, selon le même protocole que pour le filet de type MIK.

Cette stratégie d'échantillonnage nous permet donc de collecter conjointement pour chaque station les œufs, les jeunes larves et les larves âgées. Ils sont triés, déterminés jusqu'à l'espèce quand cela est possible, classés, dénombrés et conservés.

RÉSULTATS

Distribution des larves

L'étude de l'évolution de l'abondance, pour les larves issues du filet de type MIK, montre peu de fluctuations sur la zone. Les densités sont très faibles pour ce type de filet et les valeurs sont comprises entre 0 et 3,62 ind./1000 m³. La plupart du temps, la présence de *Diplodus sargus* est ponctuelle (de 0,3 à 3,62 ind./1000 m³). Pour le filet de type Bongo, les abondances montrent beaucoup plus de fluctuations que pour le MIK et des valeurs plus élevées (de 0 à 70 ind./1000 m³).

Dans les différentes zones prospectées les densités de sars évoluent en fonction du temps. Ils sont le plus abondants (68 ind./1000 m³) à la mi-mai à la station 8.

L'analyse des abondances (Fig. 3) montre des valeurs variant beaucoup selon la station considérée. L'analyse de variance confirme ceci par l'absence de différence significative entre les stations ($p = 0,9728$ pour MIK et $p = 0,1699$ pour le Bongo). Cependant, les larves du MIK, plus âgées, sont surtout situées sur la bande intermédiaire tandis que les larves du Bongo, plus jeunes, sont surtout sur la côte. L'analyse des abondances par campagnes (Fig. 4) montre des valeurs plus nettes dont les différences sont confirmées par les tests statistiques (test de Fisher et analyse de variance).

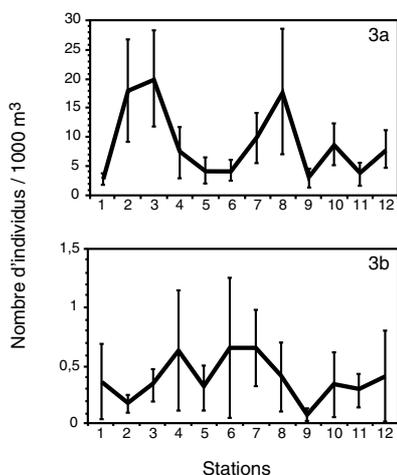


Figure 3. — Abondance moyenne par stations sur l'ensemble des stations des larves de *Diplodus sargus* prélevées avec le filet de type Bongo (3a) et avec le filet de type MIK (3b).

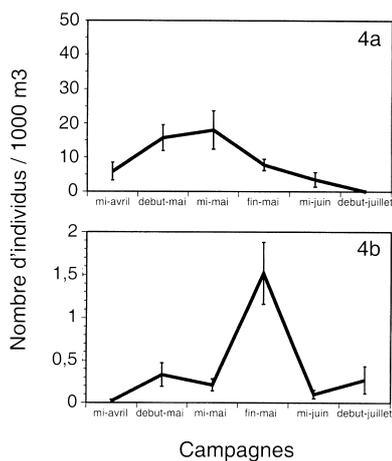


Figure 4. — Abondance moyenne par campagnes sur l'ensemble des stations des larves de *Diplodus sargus* prélevées avec le filet de type Bongo (4a) et avec le filet de type MIK (4b).

Les larves présentent donc le schéma suivant : les jeunes larves issues de la côte, se dirigent vers la bande intermédiaire au cours de leur développement et les individus présents au large sont, soit issus de cette zone et perdus au large, soit issus d'une autre source.

Test de l'effet réserve

L'effet réserve consiste à suivre les gradients de concentration de larves entre les zones en réserve (stations 2 et 3), proches de la réserve (stations 1, 4, 5, 6, 7 et 8) et plus éloignées de la réserve (stations 9 à 12). L'analyse des abondances en *Diplodus sargus* (Fig. 5) montre des valeurs plus importantes dans la réserve qu'au large et en proche réserve pour le filet Bongo (Fig. 5a).

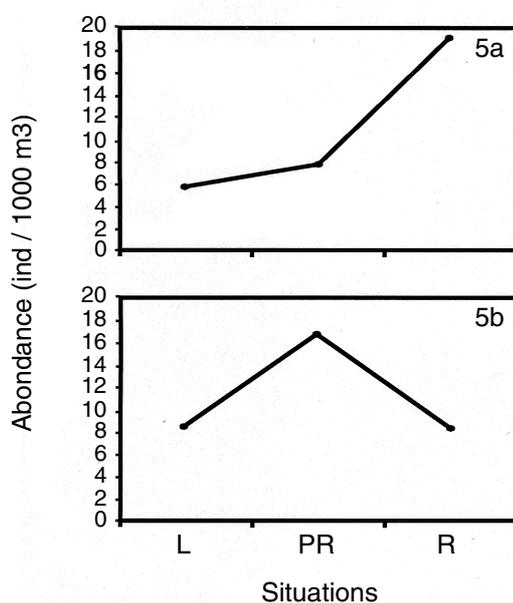


Figure 5. — Abondance moyenne des larves de *Diplodus sargus* capturées en fonction de leur localisation (L = large, PR = proche réserve et R = réserve) avec le filet de type Bongo (5a) et avec le filet de type MIK (5b).

Le Bongo ne capturant que des larves plus petites, les jeunes larves de sar sont donc issues de la réserve. Pour le filet de type MIK, qui capture des larves plus grosses, donc plus âgées, les abondances sont plus importantes dans la zone proche de la réserve qu'au large et dans la réserve (Fig. 5b). Les larves de sar plus âgées sont donc situées aux alentours de la réserve sans trop se disperser au large. L'analyse de variance pour le Bongo présente des différences significatives entre les situations ($p = 0,0146$). Le test de Fisher montre des abondances en réserve plus grandes qu'en proche réserve ($p = 0,0107$) et qu'au large ($p = 0,0049$). L'analyse de variance pour le MIK ne montre pas de différences significatives entre les situations ($p = 0,3932$), car la variance des stations de cette zone est grande. En résumé les

jeunes larves de sars sont issues de la réserve puis en se développant diffusent vers la zone proche de la réserve.

DISCUSSION

Dans la partie « matériel et méthodes », nous avons vu que le type de filet utilisé, surtout par sa composante « vide de maille », conditionnait la taille des larves récupérées. En effet, le filet de type MIK, avec un vide de maille de 1 mm, récupère des larves plus grosses que le filet de type Bongo, avec un vide de maille de 300 µm. Dans la mesure où la taille des larves dépend de leur âge, pour être plus précis au sein de la discussion, nous allons logiquement considérer que les larves issues du filet de type MIK sont plus âgées que celles qui sont issues du filet de type Bongo.

En ce qui concerne la répartition spatiale de *Diplodus sargus*, on observe peu de larves âgées en comparaison avec les larves jeunes qui sont jusqu'à 20 fois plus abondantes. En divisant le nombre de jeunes larves dont l'âge est compris entre 0 et 7 jours par le nombre de larves plus âgées dont l'âge est de 15 jours à 3 semaines, on peut obtenir le taux de mortalité. En se basant sur les données des campagnes 3 (pour les jeunes larves) et 4 (pour les larves âgées), on obtient un taux de mortalité de 93 %.

Les larves présentent des différences de répartition dans l'espace. En effet, on remarque que les pics d'abondance se situent surtout sur la bande intermédiaire pour les larves âgées et sur la côte pour les larves plus jeunes. La côte, surtout la zone entre le cap Peyrefitte et le cap l'Abeille, présente plus de jeunes larves de sar que les autres zones. Nous faisons donc l'hypothèse que cette zone est une aire de ponte pour le sar. Par la suite, les larves se dirigent vers la bande intermédiaire afin de continuer leur développement. Cette phase de migration est le siège d'une mortalité importante (93 %). Sur l'ensemble des larves âgées de sar, seulement 12 % d'entre elles se retrouvent emmenées au large.

Dans le temps, on remarque des variations d'abondance avec des pics pour les jeunes larves à la mi-mai venant de la bande intermédiaire au nord et, pour les larves plus âgées, à la fin mai sur la bande intermédiaire au sud-ouest. Ceci confirme le passage des larves jeunes vers les larves âgées en 15 jours, avec de fortes mortalités. L'arrivée des jeunes larves se faisant par le nord de la zone, les courants les ont entraînées en 15 jours vers la côte, au sud. Lors d'une étude récente sur le recrutement du Sar commun sur la côte rocheuse réalisée en août 2001, les premières données recueillies montrent des abondances sensiblement plus élevées au sud qu'au nord de la zone, confirmant le fait d'une diffusion nord-sud de l'espèce.

Le sar présente plus d'individus jeunes en réserve que sur les zones périphériques. De ce constat, on peut en déduire que la réserve est la principale source de jeunes larves de la zone, et donc la principale source d'œufs. La réserve est la zone privilégiée pour la reproduction du sar commun. Man-Wai (1985) avait déterminé que les prises de sars étaient maximales aux environs de 3 milles de la côte, au mois de mai. Il en a déduit que les sars quittaient leur zone littorale afin de se reproduire en mer, en groupe. Or, dans notre cas, les abondances en jeunes larves sont maximales sur la réserve. Il y aurait donc une reproduction variable selon le caractère morphologique de la côte : sur la frange littorale en présence d'un nombre adéquat d'individus et plus au large quand les individus sont plus isolés.

Pour les larves plus âgées, on rencontre plus d'individus sur la zone proche de la réserve. Comme la réserve est la principale source de larves jeunes, celles-ci ont migré sur les zones alentour, ce qui confirme bien le fait que la réserve a exporté. Il y a bien un effet réserve en ce qui concerne *Diplodus sargus*.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'anthropisation des écosystèmes augmentant dans le monde contemporain sous l'agression de la démographie, la biologie de la conservation doit devenir un enjeu grandissant de la biologie des ressources naturelles. Nul ne peut dire aujourd'hui ce que sera la biodiversité de demain. Plusieurs états d'équilibre sont possibles. La nature a définitivement cessé d'être naturante et, d'une façon ou d'une autre, la biologie des populations naturelles sera demain remplacée par une biologie des populations artificielles. Artificiel ne doit pas être pris dans un sens négatif, mais comme signifiant que l'homme a cessé d'être dominé par une nature imposant l'immobile puissance de son immensité et de son éternité. Elle aura demain l'espace de ce que l'art lui concédera en fonction de choix de société basés sur des connaissances et des moyens d'intervention. Ce domaine appartient à l'éthique et relève des décisions d'une collectivité. Ce n'est pas le lieu de juger de ce qui est bien ou mal en ce domaine. En revanche, nos connaissances scientifiques doivent s'appliquer à la réalité vivante de ces populations, les étudier et les connaître telles qu'elles sont. Devant la pression croissante des directives européennes concernant la pêche industrielle, nous préconisons, pour la pêche en Méditerranée, un retour à une spatialisation de la ressource qui serait gérée par des communautés artisanales de pêcheurs, communautés qui pourraient parfaitement s'intégrer dans et autour des Aires Marines Protégées.

RÉFÉRENCES

- BAILLON, N. (1990). — *Otolithométrie en milieu tropical : Application à 3 espèces du lagon de Nouvelle-Calédonie*. Thèse de Doctorat. Université d'Aix-Marseille II, France.
- CARR, M.H. (2000). — Marine protected areas: challenges and opportunities for understanding and conserving coastal marine ecosystems. *Environmental Conservation*, 27: 106.
- COOMBS, S.H., DUNN, J., ELTKING, G., MILIGAN, S., NICHOLS, J.H. & SCHNACK, D. (1985). — *ICES Bongo nets : Recommendation for design, construction and sampling protocol for ichthyoplankton surveys*. ICES publication.
- DUFOUR, V., JOUVENEL, J.-Y. & GALZIN, R. (1994). — Study of a Mediterranean reef fish assemblage. Comparisons of population distribution between depths in protected and unprotected areas over one decade. *Aquat. Living Ressour.*, 8: 17-25.
- FRANCOUR, P. (1994). — Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 17: 309-317.
- GARCIA-CHARTON, J.A., WILLIAMS, I.D., PEREZ-RUZAFÁ, A., MILLAZZO, M., CHEMELLO, R., MARCOS, C., KITZOS, M.S., KOUKOURAS, A. & RIGGIO, S. (2000). — Evaluating the ecological effects of Mediterranean marine protected areas: habitat, scale and the natural variability of ecosystems. *Environmental Conservation*, 27: 144-158.
- GONI, R., POLUNIN, N.V.C. & PLANES, S. (2000). — The Mediterranean marine protected areas and the recovery of a large marine ecosystem. *Environmental Conservation*, 27: 95.
- JOUVENEL, J.-Y. (1992). — *Etude de la faune ichthyologique d'une zone rocheuse dans la région de Banyuls-sur-mer en Méditerranée*. Diplôme d'Etudes Approfondies, Université d'Aix-Marseille.
- JOUVENEL, J.-Y. (1997). — Inventaire de l'ichtyofaune dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère/Banyuls-sur-mer (Méditerranée N.-O., France). *Vie et Milieu*, 47: 77-84.
- LENFANT, P. (1998). — *Influence des paramètres démographiques sur la différenciation génétique intra- et inter-populations : la cas du poisson marin, Diplodus sargus (Linné, 1758)*. Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie et Ecole Pratique des Hautes Etudes, Perpignan.
- LENFANT, P. & PLANES, S. (2002). — Temporal genetic changes between cohorts in a natural population of marine fishes, *Diplodus sargus*. *Biol. J. Linnean Soc.*, 76: 9-20.

- LICARI, M.L. (1993). — *Ichtyofaune de la côte rocheuse des Pyrénées-Orientales (N.O. de la mer méditerranée). Etude du recrutement et des populations adultes installées*. DEA Chimie de l'Environnement et Santé, Université d'Aix-Marseille.
- LECOMTE, R. (1985). — L'âge de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L., 1758) : état actuel des connaissances et recherches nouvelles en Méditerranée. *J. Appl. Ichthyol.*, 1: 178-192.
- MACPHERSON, E. (1998). — Ontogenetic shifts in habitat use and aggregation in juvenile sparid fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 220: 127-150.
- MAN-WAI, R. (1985). — *Les sars du golfe du lion*. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier.
- MUNK, P. (1988). — Catching large herring larvae: Gear applicability and larval distribution. *J. Cons. int. explor. mer.*, 45: 97-104.
- PINNEGAR, J.K., POLUNIN, N.V.C., FRANCOUR, P., BADALAMENTI, F., CHEMMELLO, R., HARMELIN-VIVIEN, M., HEREU, B., MILAZZO, M., ZABALA, M., D'ANNA, G. & PIPITONE, C. (2000). — Trophic cascades in benthic marine ecosystems: lessons for fisheries and protected areas management. *Environmental Conservation*, 27: 179-200.
- PLANES, S., GALZIN, R., GARCIA-RUBIES, A., GONI, R., HARMELIN, J.G., LE DIRÉACH, L., LENFANT, P. & QUETGLAS, A. (2000). — Effects of marine protected areas on recruitment processes with special references to Mediterranean littoral ecosystems. *Environmental Conservation*, 27: 126-143.
- PLANES, S., JOUVENEL, J.-Y. & LENFANT P. (1998). — Density dependence in post-recruitment processes of juvenile sparids in the littoral of the Mediterranean Sea. *Oikos*, 83: 293-300.
- PLANES, S., JOUVENEL, J.-Y., BIAGI, F., FRANCOUR, P., HARMELIN-VIVIEN, M., MACPHERSON, E., TUNESI, L., GALZIN, R. (1999). — Spatio-temporal variability in growth of juvenile sparid fishes from the Mediterranean littoral. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 79: 137-143.
- SABATES, A. (1990). — Distribution pattern of larval fish populations in the northwestern Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 59: 75-92.
- SABATES, A., GIL, J.M. & PAGES, F. (1989). — Relationship between zooplankton distribution, geographic characteristics and hydrographic patterns of the Catalan coast (Western Mediterranean). *Mar. Biol.*, 103: 153-159.
- SABATES, A. & PILAR OLIVAR, M. (1996). — Variation of larval fish distributions associated with variability in the location of a shelf-slope front. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 135 : 11-20.
- SANCHEZ-LIZASO, J.L., GONI, R., RENONES, O., GARCIA-CHARTON, J.A., GALZIN, R., BAYLE, J.T., SANCHEZ-JEREZ, P., PEREZ-RUZAFÀ, A. & RAMOS, A.A. (2000). — Density dependence in marine protected populations: a review. *Environmental Conservation*, 27: 144-158.