

**RECENSEMENT DES MÉROUS BRUNS (*EPINEPHELUS MARGINATUS*)
DE LA RÉSERVE NATURELLE DE CERBÈRE-BANYULS
(FRANCE, MÉDITERRANÉE) EFFECTUÉ EN SEPTEMBRE 2001,
APRÈS 17 ANNÉES DE PROTECTION**

par

Philippe LENFANT (1), Patrick LOUISY (2) & Marie-Laure LICARI (3)

RÉSUMÉ. - Un inventaire des mérous bruns (*Epinephelus marginatus*) de la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls (France, Méditerranée Nord Occidentale) a été réalisé en septembre 2001 par le Groupe d'Etude du Mérou (GEM). Au total, 193 mérous bruns, contre 7 en 1986 puis une cinquantaine en 1998, ont été recensés par des comptages visuels en scaphandre autonome et en apnée. Ces méthodes de comptages ont été comparées et ont donné des résultats similaires. La distribution des classes de taille a montré une prédominance des individus moyens correspondant aux femelles matures (61%). La population était composée de 10% de mâles de grande taille (individus de taille supérieure à 100 cm). Le plus petit mérou brun observé mesurait 8 cm correspondant à un individu né l'année précédente. Plus des deux tiers des individus se trouvaient dans la zone de protection renforcée située au niveau du Cap Rédéris et aucun mérou n'a été recensé en dehors de la réserve. La protection contribue donc clairement au développement de la population de mérous bruns sur la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls. Cependant, la seule protection n'explique pas l'apparition récente des jeunes individus et de femelles matures. Nous rappelons en discussion les hypothèses qui ont déjà été formulées par d'autres auteurs, à savoir, des migrations d'individus en provenance de populations méridionales, un meilleur succès reproductif suggéré par des observations de comportements reproducteurs dans diverses aires marines protégées françaises dont Cerbère-Banyuls.

ABSTRACT. - Inventory of dusky groupers (*Epinephelus marginatus*) in the marine reserve of Cerbère-Banyuls (France, North-Western Mediterranean Sea) after 17 years of protection.

Dusky grouper, *Epinephelus marginatus*, is an emblematic Mediterranean fish. Ten years ago, small populations induced by over-fishing seemed to increase by a low reproduction on the French coasts. At the beginning of the 1980 years, studies began, especially in the marine protected areas, to understand the population dynamics, maintenance, and the turnover of dusky grouper populations. In September 2001, an inventory of the dusky groupers (*Epinephelus marginatus*) of the marine reserve of Cerbère-Banyuls (France, Western Northern Mediterranean) was carried out by the GEM to quantify the density and the size distribution.

The inventory was made in the marine reserve of Cerbère-Banyuls located in the Mediterranean Sea near Spain between the 2 and 8 September 2001 by visual census. The marine reserve is composed of a partially protected area (spear fishing forbidden and professional fishing controlled) and a totally protected area where all activity is forbidden. Along the coast, the depth zone between 0-25 m was sampled by 25 divers (15 scuba divers and 10 snorkel divers) covering all the reserve (including the totally protected area). Moreover, two off shore zones were sampled to represent a potential habitat for dusky grouper. Each diver noted the time, the size and the behaviour of each observed dusky grouper.

On the whole, 193 dusky groupers were observed whereas only 7 and 50 individuals were counted in 1986 and 1998 respectively. These methods of census were compared and gave similar results. The size distribution showed a prevalence of medium size individuals corresponding to mature females (61%). The population comprised 10% large males (size exceeding 100 cm). The smallest dusky grouper measured 8 cm and corresponded to an individual born the year before. Regarding the spatial distribution, more than two thirds of the individuals were located in the totally protected area around Cape Rédéris.

The protection effect contributes partly to the development of the population of dusky groupers in the marine reserve of Cerbère-Banyuls. However, the protection alone is insufficient to explain the recent appearance of the young individuals and mature females. Other hypotheses already proposed by several authors to explain this increase are discussed: migration of individuals from the South and reproductive success of individuals in the marine reserve. The latter hypothesis is supported by observations of reproductive behaviours in various French marine protected areas including the Cerbère-Banyuls reserve.

Key words. - Serranidae - *Epinephelus marginatus* - MED - Gulf of Lions - Marine reserve - Visual census - Size structure - Reproduction.

(1) École Pratique des Hautes Études, ESA CNRS 8046, Université de Perpignan, 52 avenue de Villeneuve, 66860 Perpignan Cedex, FRANCE. [lenfant@univ-perp.fr]

(2) 46, rue des Escais, 34300 Agde, FRANCE.

(3) Réserve Naturelle de Cerbère-Banyuls, 5 rue Roger David, 66650 Banyuls-sur-Mer, FRANCE.

Le mérou brun, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), est un Serranidae de grande taille pouvant atteindre 120 cm, peut être 150 cm (Fischer *et al.*, 1987). C'est un poisson démersal des fonds rocheux jusqu'à 100 m de profondeur. Il est hermaphrodite protogyne, devenant femelle vers 40 cm de longueur totale (LT), l'inversion sexuelle se produisant aux alentours de 80 cm LT (Marino *et al.*, 2001). Il semble pouvoir vivre une cinquantaine d'années (Heemstra et Randall, 1993). Ce prédateur se nourrit de petits crustacés lorsqu'il est petit (LT < 20 cm) pour ensuite se nourrir de crabes et de poissons. Quand il dépasse 60 cm LT, il s'attaque essentiellement aux céphalopodes et aux poissons (Harmelin et Harmelin-Vivien, 1999). C'est une des espèces emblématiques de la Méditerranée et, à ce titre, très recherchée par les plongeurs sous-marins. Il est également très prisé pour ses qualités gustatives et sa valeur de trophée. Il y a encore une dizaine d'années, la raréfaction du mérou brun sur les côtes françaises méditerranéennes du fait de la surpêche semblait aggravée par le fait qu'il ne se reproduisait pas sur nos côtes, mais plus au sud, en dessous de la latitude 41°5, et plus particulièrement sur les côtes d'Afrique du nord (Chauvet, 1991). Depuis le milieu des années 90, des pontes ont été observées au nord de cette latitude, dans la réserve marine des Medes (Espagne) et à Calvi (Zabala *et al.*, 1997a, 1997b ; Louisy et Culioli, 1999). S'ajoutait à ce facteur écologique une pression de pêche (pêche professionnelle, chasse sous-marine) qui tendait à faire diminuer les stocks. Se posait donc le problème du maintien et du renouvellement de ces populations nord-occidentales qui seraient alimentées par des migrations en provenance des côtes méridionales de Méditerranée.

Le mérou brun a commencé à être étudié au début des années 1980 sur les côtes tunisiennes et françaises (Bouain et Siau, 1983 ; Bruslé, 1985). En France, son étude a été développée, entre autres, dans le cadre des activités scientifiques du Parc National de Port-Cros puis par le Groupe d'Étude du Mérou (GEM), créé en 1986 par des gestionnaires d'espaces marins protégés, des scientifiques universitaires et du CNRS et des membres de la Fédération Française d'Étude et Sports Sous-Marins (Robert *et al.*, 1987 ; Chauvet et Francour, 1989). L'objectif principal de ces études était d'acquérir une meilleure connaissance de l'évolution à long terme des populations de mérous bruns par leur recensement répété, l'étude de leur répartition spatio-temporelle et de leur structure démographique. C'est cette même année qu'a eu lieu le premier recensement à Banyuls avec 7 individus inventoriés sur la zone de protection renforcée (Bailly *et al.*, 1986). Depuis, d'autres recensements ont été effectués dans plusieurs aires marines, protégées ou non, de la façade méditerranéenne française et monégasque (Parc National de Port-Cros, Réserve Naturelle de Scandola, Réserve Naturelle des Îles Lavezzi, Parc Marin de la Côte Bleue, zones non protégées à La Ciotat et

Monaco). Les résultats accumulés ont montré une nouvelle dynamique des populations se traduisant par l'augmentation du nombre d'individus de taille moyenne (femelles matures), l'apparition de juvéniles sur les côtes françaises et par l'observation de rassemblements de reproduction avec pontes (Zabala *et al.*, 1997a, 1997b ; Francour et Ganteau-me, 1999 ; Louisy et Culioli, 1999). Depuis 1993, le mérou brun bénéficie d'une protection partielle sous forme d'un moratoire interdisant pour 5 ans sa capture par chasse sous-marine sur les côtes françaises. Ce moratoire a été prolongé à l'identique jusqu'au 31 décembre 2002. Cette espèce est inscrite sur l'annexe III de la Convention de Berne (décret 99-615 du 7 juillet 1999) et figure au livre rouge des espèces marines menacées en France (Beaufort, 1987).

L'objectif de la présente étude était de recenser de façon exhaustive, grâce à un effort d'échantillonnage important, l'ensemble des mérous bruns de la réserve marine de Cerbère-Banyuls (France, Méditerranée). La taille par individu a été estimée afin de comparer la structure démographique avec celle des autres aires marines protégées, essentiellement celle du Parc National de Port-Cros où les inventaires sont effectués depuis les années 1980.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Localisation du site

Créée en 1974, la Réserve Naturelle de Cerbère-Banyuls se situe en Méditerranée Nord-Occidentale sur la côte catalane française, à proximité de la frontière espagnole. Elle s'étend sur 6,5 km de linéaire côtier (de la pointe de l'Île Grosse à Banyuls-sur-Mer jusqu'à la pointe du Cap Peyrefite vers le Sud) et jusqu'à un mille nautique et demi vers le large pour une surface totale de 650 ha (Fig. 1). Dès 1979, une zone de protection renforcée fut instaurée sur une surface de 65 ha au niveau du Cap Rédéris. Dans la zone de protection renforcée, seules la navigation (vitesse limitée à 5 nœuds) et la baignade sont autorisées. Dans le reste de la réserve, la plongée en scaphandre autonome est autorisée, ainsi que la pêche professionnelle (nombre d'autorisations limité à 12) et la pêche de plaisance (réglementée et soumise à autorisation préalable). La chasse sous-marine y est interdite. Les fonds de la réserve présentent une importante richesse en biotopes (Lenfant *et al.*, 2001) (Fig. 1) : substrat rocheux (roche massive ou en blocs), substrats meubles (galets, sables grossiers, sables fins, sablo-vaseux) mais aussi des écosystèmes remarquables tels que le trottoir à *Lithophyllum lichenoides*, les herbiers de posidonies (*Posidonia oceanica*) ou encore le coralligène. On note la présence, dans la zone de protection renforcée, d'un ensemble de hauts fonds dont le plus haut culmine à 5 m de profondeur, connu sous le nom de "Sec de Rédéris". Cette zone de hauts fonds rocheux, associés à de larges blocs rocheux,

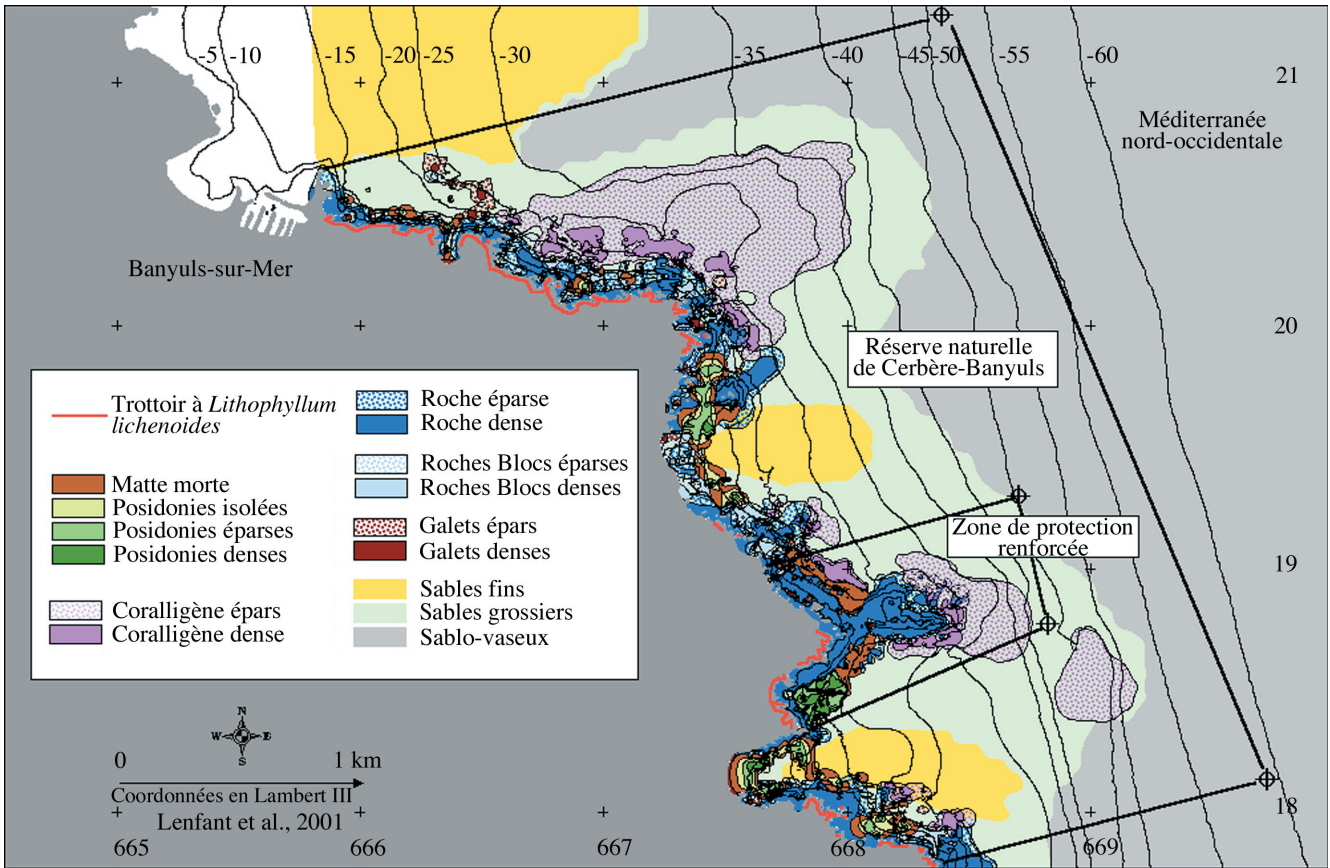


Figure 1. - Distribution des différents biotopes sur la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls. [Substrate distribution in the Natural Reserve of Cerbère-Banyuls].

donne une architecture complexe où les peuplements de poissons trouvent de nombreux refuges. Aux environs de 20 m de profondeur, la roche laisse place peu à peu au coralligène qui présente également une architecture complexe et une richesse faunistique favorables au mérou brun.

En parallèle du recensement effectué dans la réserve en septembre 2001, des comptages ont été effectués à l'extérieur de la réserve sur des zones potentiellement colonisées par des mérous et où des mérous avaient été signalées par des apnéistes (J. Xifro, comm. pers.). Trois sites ont été explorés, deux situés au nord de la réserve et un au sud.

Outre l'architecture complexe des fonds marins, la côte des Pyrénées-Orientales est connue pour ses eaux souvent troubles du fait des apports du Rhône transportés par le courant liguro-provençal orienté d'Est en Ouest le long des côtes méditerranéennes françaises. La visibilité y est souvent réduite à quelques mètres mais à cette période de l'année, elle peut dépasser 15 m.

Techniques de comptage

L'objectif étant d'établir un recensement exhaustif des populations de mérous de la réserve, les méthodes d'inventaire mises en œuvre visaient à couvrir de façon

aussi complète que possible les zones susceptibles d'être fréquentées par cette espèce, à savoir essentiellement les fonds rocheux. Deux techniques d'exploration ont été utilisées afin de couvrir l'ensemble des zones rocheuses : l'apnée pour les zones superficielles (0 à 10 m) et le scaphandre autonome pour les profondeurs de 10 à environ 25 m. Au-delà de 30 m, les fonds sont majoritairement constitués de sédiments meubles (sables et vases). Les observateurs (plongeurs et apnéistes) progressaient lentement afin d'inspecter toutes les cavités rocheuses dans la zone située face à eux. Chaque observateur était muni d'une plaquette immergeable pour noter à chaque observation de mérou : la taille (longueur totale), la profondeur, l'heure, la visibilité et des informations sur son comportement (en fuite, à trou, venant de telle direction, partant dans telle direction, etc.). Ces informations ont permis de déceler des doubles comptages entre deux observateurs voisins. Le travail a été réalisé en un temps réduit, du 2 au 8 septembre 2001, avec un effectif de 15 plongeurs et 10 apnéistes.

Pour couvrir intégralement les zones côtières, les plongeurs, distribués en petits groupes, progressaient en ligne, parallèlement à la côte en utilisant une boussole si nécessaire. Les quatre à six plongeurs en ligne étaient séparés les

uns des autres par une distance dépendant de la visibilité (environ 10 m dans la plupart des cas). La fin de la zone à parcourir était matérialisée par une drisse plombée déposée sur le fond perpendiculairement à la côte, avant chaque plongée. Selon les zones, la distance parcourue par chaque plongeur variait entre 350 et 500 m, pour une durée de plongée comprise entre 45 et 60 minutes. Pour les zones correspondant à des secs, deux types d'approche ont été utilisés en fonction de la topographie. Le premier secteur (S1, "Sec à Jean-Luc") présentait une topographie relativement simple. Il a donc été exploré par un petit nombre de plongeurs (deux binômes) progressant de façon à explorer au mieux la zone. Les deux autres secteurs correspondent à la zone de protection renforcée "Sec de Rédéris" (S2 et S3) qui présente une architecture complexe difficile à explorer en scaphandre sans point de repère sur le fond. Sur ces deux zones, les plongeurs (entre 10 et 12) ont travaillé en ligne avec le protocole des zones côtières mais en suivant un cap précis à la boussole. Les points de départ et d'arrivée étaient matérialisés par deux drisses plombées immergées sur le fond selon une direction nord/sud pour des raisons de facilité de suivi du cap par les plongeurs.

Les apnéistes ont exploré la bande côtière de façon systématique, en binômes, descendant pour examiner toute roche susceptible de fournir un abri à mérou et plus particulièrement aux juvéniles. Ils ont travaillé sur l'ensemble de la zone côtière dans la tranche bathymétrique 0-10 m non explorée par les plongeurs. De plus, ils ont réalisé un comptage sur le secteur S3 (partie sud du sec de Rédéris) afin de comparer les deux techniques de comptage.

Au total, l'ensemble des substrats rocheux a été découpé en 10 secteurs côtiers (C1 à C10) et 3 secteurs sur des secs (S1 à S3), ceci afin que chaque zone puisse être couverte en une seule plongée. Les densités de mérous bruns ont été évaluées par secteur de comptage selon deux techniques d'évaluation de la surface de ces secteurs. En effet, sur les secteurs S2 et S3 du sec de Rédéris, nous avons déterminé au moyen d'un D-GPS les positions des drisses de début et de fin de transect, ce qui a permis de calculer les surfaces couvertes pour les secteurs S2 et S3, soit respectivement 3,8 ha et 4,5 ha. Les surfaces des autres secteurs ont été estimées à partir de la carte de la figure 1. Nous n'avons retenu que trois couples de deux secteurs côtiers correspondant aux zones présentant le plus d'habitat rocheux (C3 + C4 : 9 ha ; C5 + C6 : 8,3 ha et C7 + C8 : 9,2 ha).

Comparaison des techniques d'investigation

Pendant cette campagne d'échantillonnage, il a été décidé de tester sur un même site les différentes techniques d'investigation utilisées dans la réserve : (i) plongeurs en scaphandre autonome en groupe de 4-6 se déplaçant en ligne, (ii) plongeurs en scaphandre autonome en binômes et

(iii) plongeurs en apnée en binômes. L'objectif est de vérifier si les résultats des comptages avec ces différentes techniques sont comparables (on peut en effet penser que le recensement en scaphandre autonome, du fait de l'émission de bulles d'air, peut entraîner une fuite plus importante des individus que le recensement en apnée). Pour établir ces comparaisons, nous avons réalisé successivement des comptages avec ces trois techniques sur la zone sud du sec de Rédéris (secteur S3), dont la surface a été évaluée à environ 4,5 ha.

RÉSULTATS

Structure démographique

Au total, 193 individus ont été recensés dans la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls où la visibilité a été relativement bonne durant la semaine d'inventaire (environ une dizaine de mètres). La distribution des tailles observées varie entre 8 et 110 cm de longueur totale (LT). La structure démographique obtenue à partir des classes de tailles montre un maximum d'individus pour la classe 60-69 cm (61% de l'effectif total), correspondant, *a priori*, à des individus femelles matures (Fig. 2). Nous avons représenté sur la figure 2 la distribution présumée des individus immatures, femelles et mâles en fonction des différentes classes de tailles, à partir des observations de Marino *et al.* (2001). Une incertitude apparaît pour les classes 70-79 cm et 80-89 cm où certaines femelles peuvent ne pas avoir subi d'inversion sexuelle. Il est donc difficile d'établir un sex-ratio fiable à partir des seules données de taille. Néanmoins, il est intéressant de noter la présence d'une proportion non négligeable d'individus proche de la taille maximale puisque 20 individus possèdent une taille estimée entre 100 et 110 cm LT, soit 10% des mérous recensés. Les individus dont la taille est inférieure à 40 cm (correspondant à des individus immatures) étaient très peu nombreux compte tenu des 7 km de linéaire côtier échantillonnés : 12 indivi-

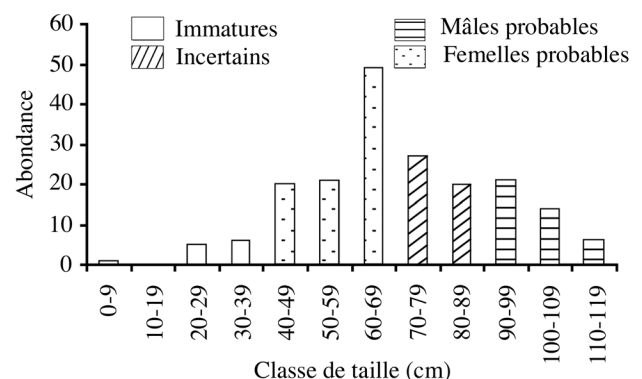


Figure 2. - Abondances des mérous bruns par classes de taille. [Size class abundance of dusky groupers].

dus observés se répartissaient en 3 de 35 cm, 3 de 30 cm, 4 de 25 cm, 1 de 20 cm et 1 de 8 cm. Ce dernier, observé au nord du Cap Rédéris, était probablement âgé d'un an seulement (Francour et Ganteaume, 1999 ; Harmelin et Harmelin-Vivien, 1999).

Répartition spatiale

La majorité des 193 mérous bruns recensés se trouvait dans la zone de protection renforcée (134, soit 69%) (Fig. 3). Au sein de cette zone, les individus se répartissaient aussi bien à la côte (C7 et C8 : 56 ind.) que sur le sec de Rédéris (S2 et S3 : 78 ind.). Dans le reste de la réserve, les mérous bruns se concentraient essentiellement autour du Cap l'Abeille, dont la topographie est favorable à l'établissement de l'espèce (C3 et C4 : 27 ind.), et dans une moindre mesure dans la zone sud de Tancade (C6 : 11 ind.) où se rencontrent de très gros blocs avec des cavités sous-jacentes. La répartition spatiale en fonction de la taille individuelle fait apparaître, sur la zone de protection renforcée et sur le reste de la réserve, une plus grande abondance d'individus de taille moyenne à la côte et une prépondérance des gros individus au large (Test de Kolmogorov-Smirnov : $Z = 1,55$; $p = 0,016$) (Fig. 4). À l'extérieur de la réserve, aucun individu n'a été recensé dans les trois secteurs sélectionnés (trois plongées scaphandre autonome à raison de 9 à 12 personnes par plongée et deux plongées apnéistes à raison de 12 personnes par plongée).

Les densités estimées dans la zone de protection renforcée (S2 et S3) varient entre 6 et 10 individus par hectare. En dehors de cette zone, les densités ont été estimées à 3 ind. / ha pour le Cap l'Abeille (C3 + C4) et 1,5 ind. / ha pour la zone de Tancade (C5 + C6). Dans les autres secteurs, les densités sont faibles, voire quasiment nulles. Entre la zone

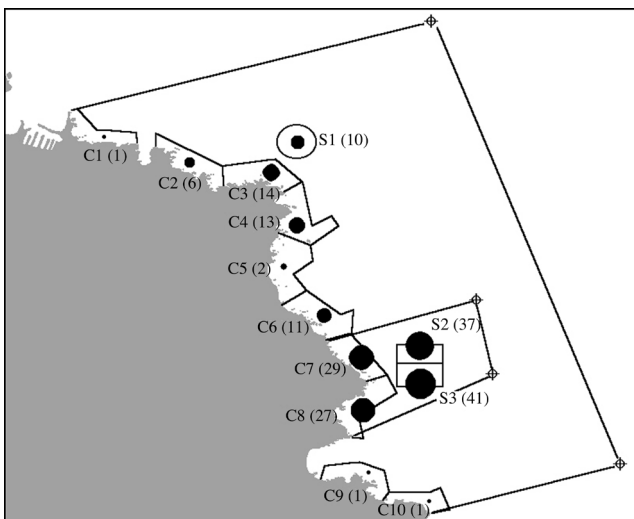


Figure 3. - Abondance des mérous bruns par secteurs (côtier: C1 à C10, au large: S1 à S3). [Abundance of dusky groupers by sectors (coastal: C1 to C10, off-shore: S1 to S3)].

de protection renforcée et le reste de la réserve, les différences de densités sont au moins d'un facteur 2.

Répartition en profondeur

Si l'on considère l'ensemble de la population recensée, aucune corrélation ne semble se dégager entre la taille des mérous et la profondeur (Fig. 5). On notera cependant que les trois plus petits individus (8 cm, 20 cm et 25 cm) ont été observés entre 2,5 et 3,5 m de profondeur. Les individus les plus gros (110 cm) ont été localisés entre 10 et 25 m de fond. Leur dispersion est centrée sur 15 m de profondeur. Le faible coefficient de régression ($r^2 = 0,06$) s'explique par une grande dispersion des points surtout en début de courbe. En effet, les individus entre 30 et 50 cm présentent une grande dispersion en fonction de la profondeur. Ils ont été observés entre 2 et 25 m de profondeur.

Analyse comparative des techniques

Sur le secteur S3 du Sec de Rédéris, les différentes techniques de recensement donnent des résultats similaires : 41 mérous pour les plongeurs en ligne, 42 mérous pour les plongeurs en binômes et 44 mérous pour les apnéistes en binômes, soit environ 10 mérous par hectare. Malgré des protocoles très différents, à la fois dans le nombre de personnes (plongeurs en ligne : 13 ; plongeurs en binôme : 6 ; apnéistes : 9) et dans l'organisation des comptages, les différentes méthodes présentent la même efficacité pour le recensement du mérou brun dans les conditions testées.

DISCUSSION

Le recensement effectué sur la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls a mis en évidence la présence d'un grand nombre de mérous bruns. Ils sont situés essentiellement dans la zone de protection renforcée. Les individus de taille

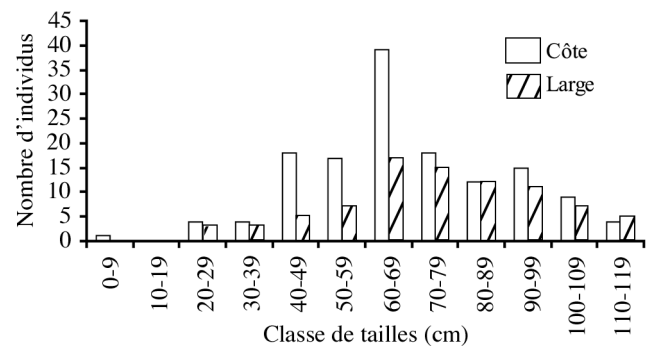


Figure 4. - Abondances par classes de taille des mérous bruns à la côte (secteurs C1 à C10, profondeurs : 10 à 20 m) et au large (secteur S1 à S3, profondeurs : 15 à 25 m). [Abundance of dusky groupers size classes in coastal sectors (C1 to C10, range depth: 10-20 m) and off shore (S1 to S3, range depth: 15-25 m)].

moyenne sont plus nombreux à la côte alors qu'au large ce sont les gros individus qui dominent. L'augmentation de taille ne semble pas corrélée avec la profondeur du fait d'une variance importante.

Évolution des effectifs

La grande abondance des mérous bruns observés dans la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls (193 individus recensés) semble être essentiellement le résultat de la mise en protection totale d'une partie de la réserve où toutes activités de pêche (professionnelle et de plaisance), de chasse sous-marine ainsi que tout dérangement sont interdits. Depuis 1986, date du premier recensement effectué sur la zone de protection renforcée, les effectifs sont passés de 7 à 134 individus, soit une augmentation d'un facteur 20 (Bailly *et al.*, 1986 ; Chauvet *et al.*, 1991). Néanmoins, les informations disponibles concernant l'échantillonnage sont peu nombreuses pour le premier inventaire (1986). La technique de recensement, le nombre et la qualité des observateurs, les conditions environnementales (visibilité, température de l'eau) ou encore le comportement des mérous dans une zone protégée depuis seulement 12 ans sont susceptibles d'influencer l'efficacité du recensement. Il est possible que l'effectif en 1986 ait été sous-estimé, sans pour autant être du même ordre qu'en 2001. À titre indicatif, Tissot (1999) a réalisé plus récemment, durant l'été 1998, un suivi saisonnier de la population de mérous sur la zone de protection renforcée dont l'objectif était d'étudier la structure démographique. Elle a dénombré par transect aléatoire une cinquantaine d'individus dont presque la moitié appartenait à la classe 40-60 cm. Ceci correspond à une augmentation d'effectif d'un facteur 2,5 en trois ans. Là encore, des doutes peuvent être émis quant à la validité du recensement pour les raisons évoquées précédemment et parce que la stratégie d'échantillonnage n'avait pas été établie pour un recensement des effectifs absolus. En comparaison, les recensements effectués à Port-Cros autour de l'îlot de la

Gabinière dénombraient 26 individus en 1983 et 156 en 1999, soit une augmentation d'un facteur 6 (Harmelin et Robert, 2001). Dans ces conditions, il est difficile de donner un facteur précis d'augmentation de l'effectif des mérous bruns de la réserve marine de Cerbère-Banyuls. Le comptage en milieu marin est dépendant de facteurs tels que la complexité topographique des fonds, la visibilité, le comportement des mérous (plus ou moins fuyant), l'expérience des observateurs et la reproductibilité du protocole. Sur la zone du Sec de Rédéris, où la complexité est très élevée, les inventaires selon les trois procédures (plongeurs en ligne, plongeurs en binôme et apnéistes en binôme) donnent des résultats similaires qui tendent à montrer que leur niveau d'erreur est le même dans le cadre de cette étude. Cela signifie que des missions plus légères en terme de logistique, avec seulement deux ou trois binômes expérimentés pourraient être organisées chaque année ou tous les deux ans en complément des missions plus importantes comme celle décrite dans le présent travail. De telles missions permettraient, si les conditions de visibilité sont comparables, d'avoir une vision plus fine de la dynamique de la population de mérous dans la réserve.

Structure démographique

La structure démographique obtenue à partir du recensement montre une prépondérance des individus de taille moyenne qui correspondent à des femelles matures (Louisy et Culioli, 1999). Cette structure dans la réserve rappelle celle qui a été observée à Port-Cros en 1996 et 1999 avec un maximum d'individus moyens (45-60 cm) (Harmelin et Robert, 2001). À Port-Cros, ce phénomène d'augmentation du nombre des individus de taille moyenne, pressenti en 1989, s'est confirmé entre 1993 et 1999 (Chauvet *et al.*, 1991 ; Harmelin et Robert, 2001). La première hypothèse proposée est un effet de la protection du mérou brun en Méditerranée. Cela se traduirait par un effet refuge des aires marines protégées, offrant à cette espèce des zones non perturbées. S'ajoute à cela, la mise en place d'un moratoire qui tendrait à étendre l'effet de protection en dehors des aires marines protégées permettant potentiellement une migration des mérous bruns hors de ces aires marines protégées.

L'effet protection peut expliquer en partie l'augmentation des densités. Par contre, la présence de nombreux individus de tailles moyennes et l'apparition de juvéniles suggèrent plusieurs hypothèses proposées par Zabala *et al.* (1997a, 1997b) et reprises par Francour et Ganteaume (1999) : (i) la reproduction des mérous bruns au nord de la latitude 41°5 grâce d'une part au processus global de réchauffement des eaux de la Méditerranée (Francour *et al.*, 1994 ; Krahnmann et Schott, 1998), et d'autre part la présence de femelles en densités suffisantes, et (ii) la migration de jeunes individus en provenance de populations méridionales. Si l'hypothèse

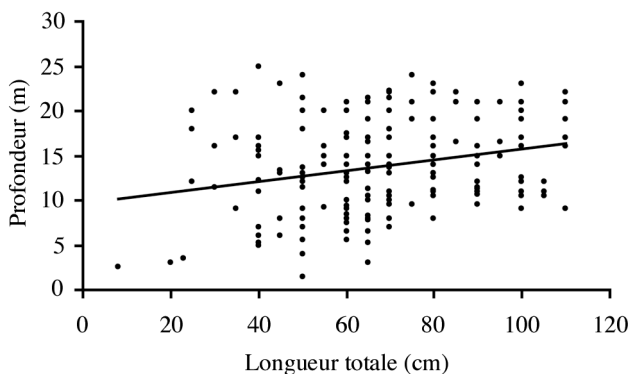


Figure 5. - Distribution des profondeurs d'observation en fonction des tailles observées pour chaque individu ($r^2 = 0,06$) [Distribution of observation depths in function of observed sizes ($r^2 = 0.06$)].

des migrations en provenance du sud ne peut être validée actuellement, celle de la reproduction est soutenue par les nombreuses observations de comportements reproducteurs et les pontes observées, essentiellement dans la réserve marine des Medes (Espagne) (Louisy, 1996 ; Zabala *et al.*, 1997a, 1997b ; Louisy et Culioli, 1999). Reste à déterminer les conséquences exactes du réchauffement des eaux (de l'ordre de 0,4°C entre 1940 et 1995, Bethoux *et al.*, 1998) sur la reproduction. Actuellement, le réchauffement des eaux est susceptible de modifier la composition spécifique du peuplement de poissons (Quignard et Raibaut, 1993 ; Francour *et al.*, 1994 ; Jouvenel, 1997). Des espèces méridionales, telles que la girelle paon, *Thalassoma pavo*, sont signalées depuis quelques années dans la région de Banyuls-sur-Mer (Jouvenel, 1997). Des espèces intertropicales sont signalées pour la première fois en Méditerranée et certaines semblent pouvoir s'y reproduire comme en témoigne la présence d'un mérou à taches orange (*Epinephelus coioides*) de petite taille dans le nord de l'Adriatique (Parenti et Bressi, 2001). En ce qui concerne la reproduction du mérou brun, Zabala *et al.* (1997a, 1997b) suggèrent qu'une température plus clémente pourrait entraîner un allongement de la période de reproduction limitant la désagrégation des groupes de reproducteurs apparemment induite par la chute brutale de la température de l'eau. La température pourrait avoir également des conséquences sur la survie des juvéniles.

Concernant plus spécifiquement les individus de petites tailles, leur faible abondance (un seul individu inférieur à 20 cm), en contradiction avec l'hypothèse de la mise en place d'une reproduction efficace, peut être expliquée par différentes hypothèses. Il peut tout d'abord s'agir d'une sous-estimation liée à la méthodologie. En effet, les très jeunes individus étant cryptiques, ils peuvent échapper à l'observateur. La méthode du comptage visuel tend à sous-estimer la densité et la diversité des espèces cryptiques (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985 ; Willis, 2001). Les autres hypothèses concernent la dynamique de l'espèce où l'absence de petits individus peut traduire un mauvais succès reproducteur (faible fécondité des femelles l'année précédente). Enfin, si la reproduction n'est pas la cause principale, il peut s'agir d'un mauvais recrutement induit par des mortalités pré-recrutement (phase larvaire : prédation ou perte du nuage larvaire) et/ou postrecrutement (mortalité des juvéniles) comme cela a déjà été proposé pour les sars (Planes *et al.*, 1998). La mortalité postrecrutement est potentiellement importante du fait de l'action conjuguée de la prédation (la réserve protège également les prédateurs des juvéniles de mérous bruns) et de la pêche à la ligne autorisée dans la réserve. Reste à estimer cette mortalité et déterminer quelle est la part induite par ces deux phénomènes pour savoir si, comme le suggèrent La Mesa *et al.* (2002), la protection des habitats pour les juvéniles peut contribuer au

maintien des populations.

Sans observations *in situ* en plongée, il sera donc difficile de valider une reproduction effective sur la réserve. Ces observations pourraient s'accompagner d'identification de larves dans les masses d'eaux et d'un suivi des zones potentiellement favorables pour le recrutement.

Répartition spatiale

Le mérou brun est présent sur l'ensemble de la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls mais dans des abondances très variables (de 1 à 41 individus suivant les secteurs). Certaines zones comme les faces nord des Caps l'Abeille et Peyrefite ne sont pas ou peu exploitées par les mérous. Le degré de protection semble influencer la distribution des mérous qui se retrouvent en plus grand nombre dans la zone de protection renforcée où aucune activité humaine n'est autorisée. Cependant, cette même zone se trouve être remarquable pour d'autres facteurs susceptibles d'influencer la distribution spatiale : l'importance de la surface rocheuse présente et la topographie complexe de ses fonds. Il est difficile en l'absence d'étude approfondie d'identifier le ou les paramètres susceptibles d'expliquer la répartition spatiale des mérous bruns. Le Sec de Rédéris (S2 et S3) semble être, de plus, une zone de rassemblement de mérous pour la reproduction. Il est possible qu'en dehors de la période de reproduction, les différences de densités observées entre le Sec de Rédéris et le reste de la réserve puissent être moins marquées.

Depuis 1986, où 7 mérous bruns avaient été recensés dans la zone de protection renforcée, nous sommes dans une situation comparable à celle des autres aires marines protégées (Parc National de Port-Cros, Réserve Marine des Medes, etc.) où il a été noté une augmentation des grands individus (LT > 100 cm) (Harmelin et Robert, 2001). En effet, lors des derniers recensements effectués dans le Parc National de Port-Cros, une extension du domaine spatial occupé par le mérou brun a été observée comme cela semble se produire actuellement à Banyuls. Concernant les densités observées sur le Sec de Rédéris (10 ind./ha), elles sont du même ordre que celles observées dans la réserve marine de l'île d'Ustica au nord de la Sicile (12 ind./ha dans la zone des 25-30 m) (La Mesa et Vacchi, 1999).

En dehors de la réserve, l'absence d'observation de mérous bruns lors des 5 plongées (3 plongées en ligne avec 10 à 12 plongeurs et 2 plongées en apnée avec 12 apnéistes) sur des zones favorables montre que cette espèce répond fortement à l'effet réserve et peut être considérée comme un bon indicateur de l'efficacité de la protection (Harmelin *et al.*, 1995). Néanmoins, cela ne signifie pas qu'il n'existe pas de mérous bruns en dehors de la réserve, des individus ayant été vus par des apnéistes en dehors de la période de recensement (J. Xifro, comm. pers.). À l'extérieur de la réserve, bien que le mérou ne soit pas en principe la cible des chas-

seurs sous-marins du fait du moratoire, son comportement est probablement aussi craintif que celui des espèces cibles (sars, dorades, etc.) recherchées par les chasseurs sous-marins. De plus, des travaux sur la région de Banyuls ont montré que les espèces chassées avaient tendance à se positionner plus en profondeur (Dufour *et al.*, 1995). Les mérours bruns hors réserve sont probablement localisés au niveau des caps où le substrat rocheux est plus profond.

Répartition en profondeur

La répartition en profondeur des mérours bruns ne met pas en évidence une augmentation de la taille avec la profondeur comme cela a été montré à Port-Cros (Harmelin et Robert, 2001). Nous observons une grande dispersion des points autour de la droite de régression. Ceci peut s'expliquer, tout d'abord, en partie par la distribution des habitats dans la réserve. En effet, la figure 1 montre que les substrats rocheux sont très proches de la côte et dépassent rarement la zone des 25 m. Seuls les Caps de l'Abeille et de Réderis présentent des formations de coralligène à 30-35 m. Au-delà, ce sont les substrats meubles qui dominent avec une bathymétrie présentant une faible pente. Le manque d'habitats profonds va contraindre les plus gros mérours bruns à se maintenir sur des profondeurs de 20-25 m qui, à Port-Cros, sont occupées par des individus de tailles moyennes (Harmelin et Robert, 2001). Enfin, la forte dispersion en profondeur des individus de petite taille (subadultes et jeunes femelles de 30 à 50 cm) semble témoigner d'un comportement plus erratique, peut-être lié à leur entrée dans la phase de premières reproductions.

CONCLUSION

Le recensement réalisé dans la Réserve Marine de Cerbère-Banyuls en septembre 2001 a montré la présence d'un nombre important de mérours bruns (193 individus). Cet effectif est en très forte augmentation depuis 1986 mais du fait d'un faible nombre de recensements et de l'hétérogénéité des protocoles, il est difficile de donner un ordre de grandeur précis de cette augmentation. Néanmoins, le renouvellement de tels recensements, basé sur un protocole commun et des observateurs expérimentés, permettrait de mieux comprendre la dynamique des populations de mérours bruns en Méditerranée occidentale. La comparaison des différentes techniques de recensement testées sur le Sec de Réderis permet d'envisager des missions plus légères en termes de logistique, qui pourraient être organisées chaque année ou tous les deux ans en complément de missions plus importantes comme celle réalisée dans la présente étude. La réalisation de recensements hors réserve sur des zones favorables et des profondeurs plus importantes (au-delà de

30 m) permettra de préciser le fonctionnement des populations dans des zones soumises aux perturbations anthropiques.

Si la tendance à l'accroissement des effectifs se poursuit comme dans le Parc National de Port-Cros (Harmelin et Robert, 2001), on devrait s'attendre à l'abandon des sites actuels par une partie de la population et à une migration vers d'autres sites potentiellement favorables, tout d'abord au sein de la réserve puis à l'extérieur de la réserve. Ceci pourrait être appréhendé par l'utilisation de techniques de marquages (marques externes, émetteurs acoustiques) et de reconnaissance individuelle (taches céphaliques). Les marques externes et la reconnaissance individuelle sont peu onéreuses mais nécessitent un suivi régulier de la zone (Lelong, 1999 ; D'anna et Pipitone, 2000). Les émetteurs acoustiques permettent un suivi en temps réel mais présentent un certain nombre de contraintes : coût financier important, perte du signal, perte des émetteurs (Lenfant, 2000). Des essais de suivi acoustique sont actuellement en cours par des membres du GEM sur des populations de mérours en Corse (D. Collart, comm. pers.). Parallèlement à ces recensements, un suivi de la reproduction et du recrutement, correspondant aux phases critiques du cycle de vie des poissons, permettra de mieux comprendre la dynamique de la population en place. Si cette dynamique évolue comme à Port-Cros, on peut s'attendre dans les prochaines années à une augmentation de la densité des jeunes individus immatures.

Remerciements. - Les auteurs remercient l'ensemble des participants de la mission GEM Banyuls 2001 ainsi que les différents organismes (Réserve Marine, Conseil Général, École Pratique des Hautes Études, Groupe d'Étude du Mérour, Fédération Française d'Études et Sports Sous-Marins, Laboratoire Arago, Villa Camille). Cette mission a été financée par le Conseil Général des Pyrénées-Orientales.

RÉFÉRENCES

- BAILLY N., BARNABÉ G., BINCHE J.L., CANTOU M., COUTÉ A., DUCLERC J., MAURIES R., MINICONI R., PUJOL J., PUJOL J.M. & R. OMS, 1986. - Méthodologie de repérage et de marquage du mérour *Epinephelus guaza* (L.) par la plongée en apnée. 32 p. France: Rapport interne GEM et Réserve Marine de Cerbère-Banyuls.
- BEAUFORT F. (de), 1987. - Livre rouge des Espèces menacées en France, Tome 2, Espèces marines et littorales menacées. 356 p. France: Secrétariat de la Faune et de la Flore, Muséum National d'Histoire Naturelle.
- BETHOUX J.P., GENTILI B. & D. TAILLIEZ, 1998. - Warming and freshwater budget change in the Mediterranean since the 1940s, their possible relation to the greenhouse effect. *Geophys. Res. Lett.*, 25(7): 1023-1026.
- BOUAIN A. & Y. SIAU, 1983. - Observations on the female reproductive cycle and fecundity of three species of groupers (*Epinephelus*) from the southeast Tunisian seashores. *Mar. Biol.*, 73: 211-220.

- BRUSLÉ J., 1985. - Exposé synoptique des données biologiques sur les mérours *Epinephelus aeneus* (Geoffroy Saint Hilaire, 1809) et *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) de l'Océan Atlantique et de la Méditerranée. *FAO Synop. Pêches*, 129: 64 p.
- CHAUVET C., 1991. - Statut d'*Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) et éléments de dynamique des populations méditerranéennes et atlantiques. *In: Les Espèces marines à Protéger en Méditerranée* (Boudouresque C.F., Avon M. & V. Gravez, eds), pp. 255-275. France: GIS Posidonie Publication.
- CHAUVET C., BARNABÉ G., BAYLE-SEMPERE J., BIANCONI C.H., BINCHE J.L., FRANCOUR P., GARCIA-RUBIES A., HARMELIN J.G., MINICONI R., PAIS A. & P. ROBERT, 1991. - Recensement du Mérou Brun *Epinephelus guaza* (Linnaeus, 1758) dans les réserves et parcs marins des côtes françaises. *In: Les Espèces marines à Protéger en Méditerranée* (Boudouresque C.F., Avon M. & V. Gravez, eds), pp. 277-290. France: GIS Posidonie Publication.
- CHAUVET C. & P. FRANCOUR, 1989. - Les mérours *Epinephelus guaza* du parc national de Port-Cros (France) : Aspects socio-démographiques. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 114(4): 5-13.
- D'ANNA G. & C. PIPITONE, 2000. - External tagging for underwater monitoring. *In: Introduction Guide of Methods for selected ecological Studies in marine Reserves* (Goñi R., Harmelin-Vivien M., Badalamenti F., Le Diréach L. & G. Bernard, eds), pp. 38-41. France: GIS Posidonie publ.
- DUFOUR V., JOUVENEL J.-Y. & R. GALZIN, 1995. - Study of a Mediterranean reef fish assemblage. Comparisons of population distribution between depths in protected and unprotected areas over one decade. *Aquat. Living Resour.*, 8: 17-25.
- FISCHER W., BAUCHOT M.-L. & M. SCHNEIDER, 1987. - Fiches FAO d'identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche. Méditerranée et Mer Noire (Zone de pêche 37) II. Vertébrés. 766 p. Rome: FAO et CEE.
- FRANCOUR P., BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN J.G., HARMELIN-VIVIEN M. & J.P. QUIGNARD, 1994. - Are the Mediterranean waters becoming warmer ? Information from biological indicators. *Mar. Poll. Bull.*, 28: 523-526.
- FRANCOUR P. & A. GANTEAUME, 1999. - L'arrivée progressive de jeunes mérours (*Epinephelus marginatus*) en Méditerranée nord-occidentale. *In: Symposium international sur les Mérours de Méditerranée, 1998, Île des Embiez*, pp. 65-73. France: Mém. Inst. Océanogr. P. Ricard.
- HARMELIN-VIVIEN M., HARMELIN J.-G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABÉ G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J. & G. LASSERRE, 1985. - Évaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40: 467-540.
- HARMELIN J.G., BACHET F. & F. GARCIA, 1995. - Mediterranean marine reserves: Fish indices as tests of protection efficiency. *P.S.Z.N.: Mar. Ecol.*, 16: 233-250.
- HARMELIN J.G. & M. HARMELIN-VIVIEN, 1999. - A review on habitat, diet and growth of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *In: Symposium international sur les Mérours de Méditerranée, 1998, Île des Embiez*, pp. 83-94. France: Mém. Inst. Océanogr. P. Ricard.
- HARMELIN J.G. & P. ROBERT, 2001. - Évolution récente de la population du Mérou brun (*Epinephelus marginatus*) dans le Parc National de Port-Cros (France, Méditerranée). *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 18: 149-161.
- HEEMSTRA P.C. & J.E. RANDALL, 1993. - Groupers of the world. (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). *FAO Fish. Syn.*, 125: 16.
- JOUVENEL J.-Y., 1997. - Inventaire de l'ichtyofaune dans la réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls (Méditerranée N.-O., France). *Vie Milieu*, 47: 77-84.
- KRAHMANN G. & A.F. SCHOTT, 1998. - Long term increases in Western Mediterranean salinities and temperatures: Anthropogenic and climatic sources. *Geophys. Res. Lett.*, 25(22): 4209-4212.
- LA MESA G., LOUISY P. & M. VACCHI, 2002. - Assessment of microhabitat preferences in juvenile dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) by visual sampling. *Mar. Biol.*, 140: 175-185.
- LA MESA G. & M. VACCHI, 1999. - An analysis of the coastal fish assemblage of the Ustica Island Marine Reserve (Mediterranean Sea). *P.S.Z.N.: Mar. Ecol.*, 20(2): 147-165.
- LELONG P., 1999. - Identification individuelle du mérou brun, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) par les taches céphaliques. *In: Symposium international sur les Mérours de Méditerranée, 1998, Île des Embiez*, pp. 103-110. France: Mém. Inst. Océanogr. P. Ricard.
- LENFANT P., 2000. - Acoustic tracking methods. *In: Introduction Guide of Methods for selected ecological Studies in marine Reserves* (Goñi R., Harmelin-Vivien M., Badalamenti F., Le Diréach L. & G. Bernard, eds), pp. 9-13. France: GIS Posidonie publ.
- LENFANT P., LE GUILLOUX E., MEDIONI E., PLANES S., ROMANS P., LICARI M.-L. & J.-L. BINCHE, 2001. - Plan de Gestion de la Réserve Naturelle marine de Cerbère-Banyuls, Section A: Approche descriptive et analytique de la Réserve Naturelle. Rapport EPHE - Conseil Général des Pyrénées-Orientales, 117 p.
- LOUISY P., 1996. - Principaux patrons de coloration du mérou brun de Méditerranée *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) en période d'activité reproductrice. *Rev. Fr. Aquariol.*, 23(1-2): 21-32.
- LOUISY P. & J.M. CULIOLI, 1999. - Synthèse des observations sur la reproduction du mérou brun *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) en Méditerranée nord-occidentale. *In: Symposium international sur les Mérours de Méditerranée, 1998, Île des Embiez*, pp. 119-130. France: Mém. Inst. Océanogr. P. Ricard.
- MARINO G., AZZURRO E., MASSARI A., FINOIA M.G. & A. MANDICH, 2001. - Reproduction in the dusky grouper from the southern Mediterranean. *J. Fish Biol.*, 58: 909-927.
- PARENTI P. & N. BRESSI, 2001. - First record of the orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* (Perciformes: Serranidae) in the Northern Adriatic Sea. *Cybius*, 25(3): 281-284.
- PLANES S., JOUVENEL J.-Y. & P. LENFANT, 1998. - Density dependence in post-recruitment processes of juvenile sparids in the littoral of the Mediterranean Sea. *Oikos*, 83: 293-300.
- QUIGNARD J.P. & A. RAIBAUT, 1993. - Ichtyofaune de la côte languedocienne (Golfe du Lion) modifications faunistiques et démographiques. *Vie Milieu*, 43: 191-195.
- ROBERT P., PERROCHEAU D., GERARDIN N. & J.M. VIX, 1987. - Comptage des mérours de l'îlot de la Gabinière, parc national de Port-Cros, été 1983. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, 13: 129-131.
- TISSOT V., 1999. - Suivi saisonnier (printemps - été) de la population de mérours bruns *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) de la réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls. *In: Symposium international sur les Mérours de Méditerranée, 1998, Île des Embiez*, pp. 167-175. France: Mém. Inst. Océanogr. P. Ricard.

WILLIS T.J., 2001. - Visual census methods underestimate density and diversity of cryptic reef fishes. *J. Fish Biol.*, 59: 1408-1411.

ZABALA M., GARCIA-RUBIES A., LOUISY P. & E. SALA, 1997a. - Spawning behaviour of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61(1): 65-77.

ZABALA M., LOUISY P., GARCIA-RUBIES A. & V. GRACIA, 1997b. - Social-behaviour context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61(1): 79-98.

Reçu le 01 mars 2002.

Accepté pour publication le 07 novembre 2002.