

ARTICLE ORIGINAL / ORIGINAL PAPER

Contribution à la caractérisation du comportement reproducteur et alimentaire de la saupe *Sarpa salpa* (Linné, 1758) dans la baie de Calvi (Corse, France)¹

par

Catherine F. JADOT², Didier GRAUX², Christian MICHEL²
et Jacques VOSS²

SUMMARY : Preliminary characterization of the reproductive and feeding behaviour of *Sarpa salpa* (Linné, 1758) in the Calvi Bay (Corsica, France)

Keywords : *Sarpa salpa*, behaviour, reproduction, feeding, Calvi.

The reproductive biology of *Sarpa salpa* was investigated between March and June 1994 in the Calvi Bay, on the west coast of Corsica (Mediterranean Sea). The gonado- and hepato-somatic indexes were calculated and this pointed out the sexual rest of *S. salpa* during the study. This suggests that reproduction cannot occur before the end of August as a significant time period is needed (a few weeks) to prepare and to reach sexual maturity.

Twenty-six transects (of 250 m) were performed during the study, allowing us to identify size group variations that related to the size class of the animal under consideration. In fact, the group size does not appear to be significantly related to the period of the year but it is affected by the size of the individuals. In addition, the group size also appears to be influenced by the time of day. Adult fish do indeed gather at night.

¹ Manuscrit soumis le 15 mai 2000, accepté le 4 septembre 2000.

² Unité de recherche en éco-éthologie des vertébrés aquatiques, Aquarium « M. Dubuisson », Université de Liège, 22 quai Van Beneden, B-4020 Liège, Belgique.

RÉSUMÉ

La biologie de la reproduction de la Saupe a été étudiée entre mars et juin 1994, sur la côte ouest de la Corse (en Méditerranée). Par le calcul de l'indice gonado- et hépato-somatique, nous avons pu connaître l'état de maturité des gonades, et mettre en évidence le repos sexuel complet durant cette période. Ceci laisse donc présumer que la reproduction ne peut avoir lieu avant la fin août puisqu'il faut un temps de préparation et de maturation sexuelle de plusieurs semaines avant que les individus mâles et femelles soient complètement matures.

Une série de 26 transects (de 250 m de long) répartis sur les trois mois de l'étude a montré des variations de l'importance des groupes de saupes en fonction de la classe de taille à laquelle les individus appartiennent. En effet, si l'importance du groupe ne semble pas augmenter significativement en fonction de la période de l'année, elle est fonction de la classe de taille des individus. De plus, la taille des groupes varie en fonction de l'heure de la journée puisque les saupes adultes semblent se rassembler à la tombée de la nuit.

Introduction

La saupe *Sarpa salpa* est une espèce eurytherme largement distribuée. Incluant la Méditerranée, son aire de répartition s'étend du golfe de Gascogne, où elle est assez rare, jusqu'en Afrique du Sud où elle est plus principalement étudiée (VAN DER WALT, 1996,1997,1998). Son régime alimentaire est mal défini. La plupart des auteurs (GERKING, 1984 ; VERLAQUE, 1987 ; VELIMIROV, 1984 ; HARMELIN-VIVIEN, 1983a) lui confèrent un régime strictement herbivore, en raison de la quantité de Phanérogames marines qu'elle ingère. Elle a cependant été rangée parmi les omnivores par d'autres auteurs, d'une part en raison du régime carnivore (copépodophages) des alevins, d'autre part au vu de l'hétérogénéité de son alimentation (WHITEHEAD, 1986).

Sa répartition bathymétrique s'étend habituellement jusque 20 m de profondeur. Mais *S. salpa* se reproduirait entre 40 et 50 mètres. Ceci expliquerait qu'aucune observation comportementale *in situ* de ce phénomène n'a pu être effectuée jusqu'à présent. L'hermaphrodisme protandrique de la saupe a été étudié sur les côtes méridionales de la Méditerranée (en Tunisie) en 1975 par SELAMI et BRUSLE et plus récemment en Afrique du Sud par VAN DER WALT (1998). Néanmoins, pour le secteur corse de la Méditerranée, aucun travail n'existe ni sur la sexualité, ni sur la reproduction de ce poisson. Or, des variations de nature zoogéographique ont été mises en évidence pour *S. salpa* sans toutefois préciser si ces variations se trouvent sous la dépendance de variations climatiques locales et temporaires ou bien si elles correspondent à des particularités génétiques de populations zoogéographiquement indépendantes

(SELLAMI et BRUSLE, 1975). De plus, les études concernant l'histologie des gonades de cette espèce en période de reproduction sont très peu nombreuses. Seuls LISSIA-FRAU (1966), SELLAMI et BRUSLE (1975) et plus récemment VAN DER WALT et MANN (1998) ont étudié cet aspect de la biologie de *S. salpa*. Leurs conclusions sont quelque peu différentes l'une de l'autre, ce qui ajoute un doute supplémentaire sur les paramètres inhérents à la reproduction : l'âge de première maturité sexuelle, l'âge de l'inversion sexuelle ainsi que la période présumée de reproduction proprement dite (septembre - octobre).

Les indices gonado-somatiques (GSI) et hépato-somatiques (HSI) permettent de connaître l'état de maturité sexuelle des individus. Lorsque les individus sont en période de repos sexuel, les gonades sont très peu développées et le foie fonctionne normalement. Cet état se remarque donc par des GSI et HSI très faibles. Dès qu'on se rapproche de la période de reproduction, le foie élabore des substances nutritives de réserve nécessaires à la confection des ovules, des spermatozoïdes et du liquide spermatique, ce qui se traduit par des HSI en augmentation. Enfin, pendant la période de maturité sexuelle, le GSI est élevé et témoigne de la maturité des gonades (MICALÉ et PERDICHIZZI, 1994).

Selon FAGGIANNELLI et COOK (1981) et HOUZIAUX (1993), seuls chercheurs à avoir étudié l'éco-éthologie de la saupe, la taille des groupes de saupes varie en fonction de la saison et augmente au fur et à mesure que l'on se rapproche de la période de reproduction. Cette hypothèse a été testée pendant la durée de notre travail.

Matériel et méthodes

Sites de plongées

Toutes les observations et captures ont été réalisées en plongée en scaphandre autonome à partir de la Station de Recherches Sous-marines et Océanographiques de l'Université de Liège (STARESO), de la mi-mars à fin juin 1994. Cette station est située en Haute Corse, en Méditerranée, dans le golfe de Calvi et sur la face Est du massif de la Revellata, à 8° 43' de longitude Est et 42° 34' de latitude Nord.

La côte est formée de parois rocheuses granitiques qui s'enfoncent dans la mer jusqu'à des profondeurs variant entre 8 m en face de la Station et plus de 30 m à l'extrémité de la Pointe de la Revellata. Ces tombants et éboulis rocheux sont recouverts de végétations algales où prédomine le genre *Cystoseira*. Au-delà, l'herbier de Posidonies (*Posidonia oceanica*) recouvre les fonds en pente douce et s'étend en devenant de moins en moins dense jusqu'à l'isobathe de -38 m, en faisant place alors à un fond de type sableux graveleux (LEJEUNE, 1985).

Lors de cette étude, les juvéniles ont été observés et capturés dans le site 1 défini par HOUZIAUX en 1993 (voir **fig. 1**). Ce site de 250 m de long s'étend de l'entrée du port de Stareso au site de « la pointe du Cormoran ».

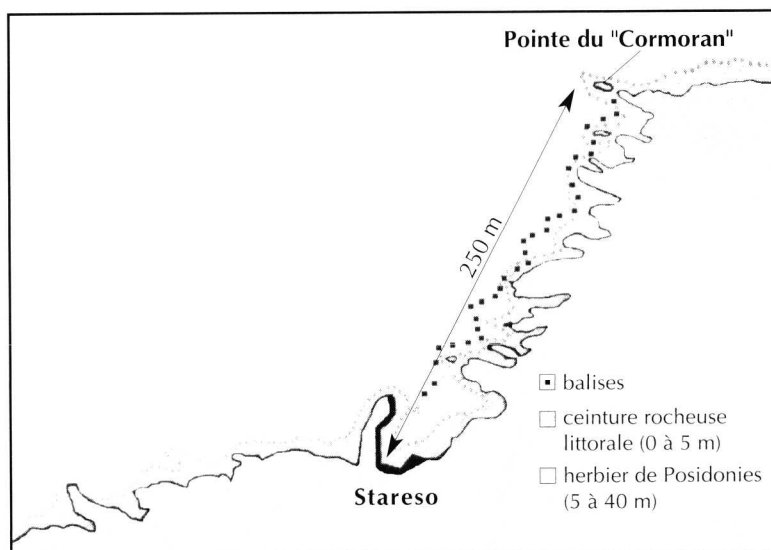


Fig. 1. Site d'observation / *Observation site.*

Le site a été choisi en fonction de la proximité de la station et parce qu'il présentait une très grande densité de groupes de saupes en comparaison avec d'autres sites plus éloignés. Nous avons établi un balisage sur toute la longueur du site en disposant, de 10 en 10 mètres, des flotteurs munis d'une corde lestée. Un parcours effectué entre 5 m et 18 m de profondeur nous permet d'investiguer la zone d'évolution habituelle des saupes.

Méthodes d'observation

La méthode de transect employée est celle du « strip-transect » (MAC CORMIC et CHOAT, 1987 ; BUCKEL et HUCKEL, 1989 ; DE MARTINI et ROBERTS, 1990). Elle consiste à effectuer un parcours délimité par des balises, le long duquel l'observateur recense les individus ou groupes d'individus situés dans un couloir de largeur prédéterminée, sur une longueur et un laps de temps standardisés. Cette méthode est principalement utilisée pour des espèces à répartition uniforme telles les girelles. La répartition des saupes n'étant pas uniforme mais agrégative, nous avons disposé nos balises en zigzag de façon à pouvoir investiguer une zone d'observation plus large qu'en appliquant strictement la méthode du « strip-transect ».

Les informations ont été récoltées à l'aide d'un écritoire sous-marin, ardoise en PVC blanc dépoli permettant une prise de notes avec un crayon ordinaire, à l'aide d'enregistrements vidéos et avec un appareil photo sous-marin permettant d'obtenir des instantanés très utiles lorsque l'on veut dénombrer les individus d'un groupe.

Méthode de capture

Pour capturer les saupes adultes, nous avons utilisé un filet de 100 m de long sur 4 m de haut dont la maille est de 4 cm. Il est pourvu d'une corde plombée à une extrémité et de flotteurs à l'autre, ce qui permet d'étendre le filet du fond à la surface de l'eau. La méthode de capture consiste à rabattre un groupe de saupes dans la poche formée par le filet, grâce à 2 ou 3 plongeurs guidant le groupe à l'entrée du filet. Une fois le groupe entré à l'intérieur de la poche, les plongeurs doivent effrayer les saupes de manière à les chasser dans le filet pour permettre ensuite de les attraper lorsqu'elles sont prises dans les mailles. Cette méthode présente le désavantage de stresser fortement les individus capturés. De plus, elle demande beaucoup de main d'œuvre pour un résultat médiocre. Par ailleurs, pour étudier la maturation sexuelle des saupes au cours des trois mois de l'étude, une cinquantaine de saupes adultes destinées à être disséquées ont été capturées au fusil sous-marin, de façon à en mesurer les paramètres nécessaires à l'établissement des indices hépato-somatiques et gonado-somatiques.

Étude des rapports hépato-gonado-somatiques

Tous les 15 jours, de la fin du mois de mars à la fin du mois de juin, l'état de maturité sexuelle d'individus adultes capturés a été étudié. Les individus capturés ont été disséqués et des mesures de poids corporel, hépatique et gonadiques ont été effectuées.

Ces mesures ont permis d'établir des indices gonado-somatiques (GSI) et hépato-somatiques (HSI) qui définissent l'état de maturité des gonades des différents individus capturés tous les 15 jours, et ce sur les trois mois d'observation.

Ces indices se calculent de la façon suivante :

- $GSI = (\text{poids gonadiques} / \text{poids corporel}) \times 100$
- $HSI = (\text{poids hépatique} / \text{poids corporel}) \times 100$

Les mesures de poids frais du corps, des gonades et du foie ont été effectuées à l'aide d'une balance de laboratoire (précision respectivement de 0,1 ; 0,01 ; 0,01 g).

Analyses statistiques

La signification des résultats a été vérifiée à l'aide du logiciel StatView (5.2) (SAS, 1998) au moyen du test H de Kruskal-Wallis.

Résultats

Un total de 109 saupes a été échantillonné pendant les trois mois de l'étude (de fin mars à fin juin) à raison d'une série de captures tous les 15 jours.

Pour la période étudiée, le GSI des individus mâles est en moyenne de 0,05 et de 0,25 pour les femelles (**fig. 2**). Quant au HSI, il est en moyenne de 1,7 pour les mâles et de 1,82 pour les femelles (**fig. 3**).

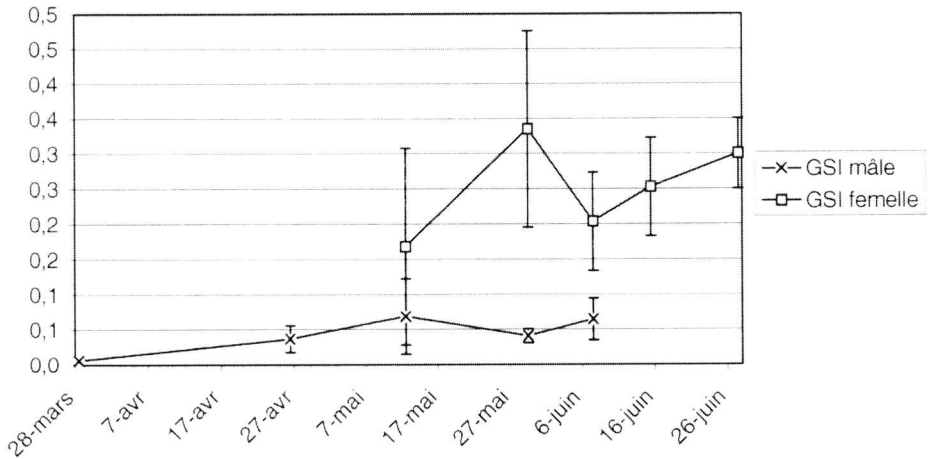


Fig. 2. Indices gonado-somatiques des saupes mâles et femelles, échantillonnés de fin mars à fin juin.

Male and female gonado-somatic indexes, sampled from the end of June to the end of March.

Nous avons effectué une série de 26 transects répartis sur nos trois mois d'étude. Dans notre travail, trois classes de tailles sont considérées : la première (C_1) reprend les subadultes de 14 à 18 cm. Comme la taille de l'inversion sexuelle se situe pour la Méditerranée vers 25 cm, nous avons décidé de considérer séparément les saupes de moins de 25 cm et celles de plus de 25 cm. De la sorte, la deuxième classe (C_2) reprend les adultes de moins de 25 cm et la dernière (C_3) les adultes de plus de 25 cm.

Comme le montre la **figure 4**, la taille des groupes ne semble pas augmenter significativement en fonction de la période de l'année. Par contre, l'importance des groupes est fonction de la classe de taille à laquelle les individus appartiennent. La classe C_1 est constituée de groupes de tailles relativement faibles (entre 15 et 25 individus), la classe C_2 comprend des groupes de 25 à 40 individus et la classe C_3 des groupes de 30 à 60 individus. Les données moyennes des trois classes de tailles exprimées dans la figure 4 sont statistiquement différentes ($DF = 2$, $H = 26,552$, $P < 0,0001$).

Souçonnant une variation de taille des groupes en fonction de l'heure de la journée, nous avons effectué, entre le 15 et le 22 juin, cinq transects

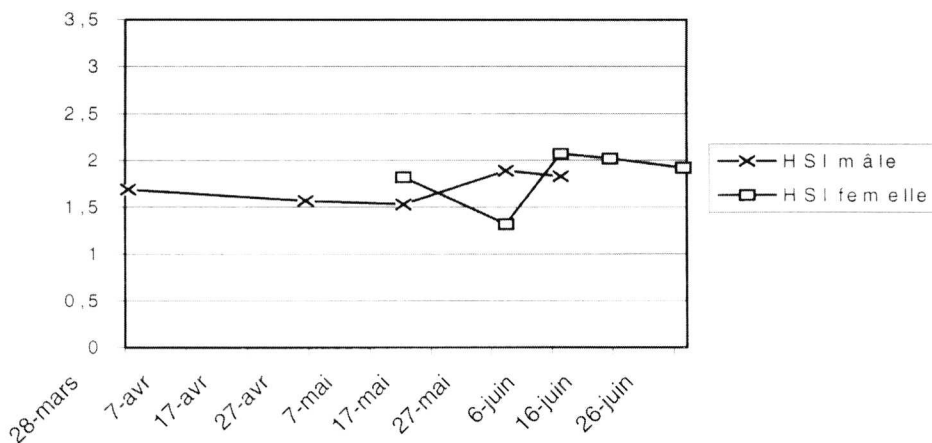


Fig. 3. Indices hépato-somatiques des saupes mâles et femelles, échantillonnés de fin mars à fin juin.

Male and female hepato-somatic indexes, sampled from the end of June to the end of March.

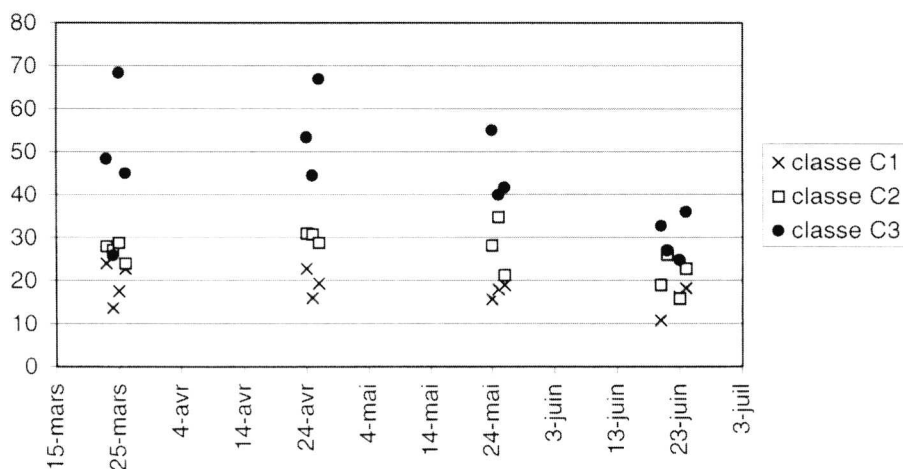


Fig. 4. Taille moyenne des groupes en fonction de la période d'observation.

Groups mean size according to the observation period.

C1, C2 ou C3 représentent la moyenne du nombre d'individus observés pendant une journée.

C1, C2, or C3 represent the average of the number of individuals in each group observed during one day.

supplémentaires de 20h00 à 22h30, de manière à pouvoir les comparer avec les observations effectuées pendant la journée. Les résultats obtenus montrent une quasi-disparition des groupes de saupes des classes C₂ et C₃ dans notre site d'observation. Nous avons suivi plusieurs groupes de saupes et les résultats obtenus montrent que les saupes se dirigent vers un autre site, voisin de celui d'observation. Là, une très grande concentration de saupes des classes C₂ et C₃ a pu être observée. En effet, des groupes de 300 à 400 individus y évoluent en pleine eau sans aucune propension à se nourrir.

Discussion

En Afrique du Sud, en période de reproduction, les indices hépato- et gonado-somatiques des saupes sont proches de 3 (VAN DER WALT et MANN, 1998). Les GSI et HSI que nous avons mesurés indiquent donc que les saupes sont en repos sexuel complet de mars à juillet. En outre, on ne constate aucune augmentation notable des rapports gonado-somatiques entre mars et juillet, ce qui laisse présumer que la reproduction ne peut avoir lieu avant la fin août, car il faut un temps de préparation et de maturation sexuelle assez long — de l'ordre de plusieurs semaines — avant que les individus mâles et femelles soient complètement matures.

Ces résultats confirment les affirmations de SELLAMI et BRUSLE (1975) et de VERLAQUE (1990) selon lesquelles la maturation sexuelle des saupes adultes n'est possible qu'à partir du mois de septembre.

Les observations diurnes de la taille des groupes de saupes subadultes et adultes indiquent que l'importance des groupes ne semble pas se modifier significativement au cours de la période d'étude, et ceci contrairement aux observations de FAGGIANNELLI et COOK (1981) et de HOUZIAUX (1993). L'importance des groupes est fonction de la classe de taille à laquelle les individus appartiennent. Les individus entre 14 et 18 cm forment des groupes de tailles relativement faibles (entre 15 et 25 individus), les individus entre 18 et 25 cm forment des groupes de 25 à 40 individus ; quant aux individus de plus de 25 cm, ils se constituent en groupes de 30 à 60 individus. Cette stabilité permet de penser que la taille atteinte par ces groupes est optimale.

Ces observations peuvent s'inscrire dans la théorie de PRINS *et al.* (1980) (« Harvesting renewing food ») selon laquelle des individus d'une même espèce adoptent une structure grégaire leur permettant d'éviter un phénomène d'interférence alimentaire entre groupes de classes de tailles différentes. En effet, il semble qu'en période de repos sexuel, la stratégie alimentaire soit le paramètre déterminant du comportement grégaire des saupes. Or, si un individu se nourrit sur un site particulier où il laisse la nourriture se reconstituer après son passage, ne revenant s'y nourrir qu'après le temps nécessaire à sa reconstitution, il utilise ces ressources alimentaires d'une manière optimale. Mais si, peu avant son retour, un autre individu vient se nourrir sur le site laissé en friche, la stratégie du premier n'est plus fonctionnelle.

Cette interférence néfaste peut être évitée si les individus évoluent en groupe, car le comportement uniforme qu'ils adoptent alors protège les ressources alimentaires d'une consommation anarchique. Cette théorie se vérifie particulièrement bien si on suppose que la nourriture des saupes est composée essentiellement d'épiphytes qui se développent sur les posidonies. En effet, seuls ceux-ci sont capables de se reconstituer au rythme alimentaire adopté par les différents groupes de saupes. Cette stratégie alimentaire impose donc une taille adéquate du groupe pour permettre aux membres de disposer d'une quantité de nourriture suffisante tout en limitant le phénomène d'interférence entre eux. La stabilité du groupe au cours du trimestre d'observation semble confirmer l'hypothèse de la formation de groupes d'une taille optimale.

Par ailleurs, le rassemblement en groupe de taille plus importante à la tombée de la nuit permet aux individus de bénéficier d'avantages accrus inhérents à leur structure grégaire. Ainsi, les phénomènes de dilution et de vigilance engendrés par un nombre important d'individus procurent une meilleure protection des individus vis-à-vis des prédateurs éventuels, sans engendrer d'interférence alimentaire puisque les individus cessent de se nourrir la nuit.

Conclusions

Notre travail a permis de mettre en évidence le repos sexuel des saupes pendant la période d'étude (de mai à juillet), laissant présumer que la reproduction ne peut avoir lieu avant la fin août. De plus, les observations diurnes de la taille des groupes de saupes subadultes et adultes indiquent que celle-ci ne semble pas se modifier significativement. D'autre part, la stabilité du groupe au cours du trimestre d'observation semble confirmer l'hypothèse de la formation de groupes d'une taille optimale, permettant d'éviter un phénomène d'interférences alimentaires entre individus.

Il reste néanmoins beaucoup de questions à propos de la biologie de la saupe, en particulier la reproduction dont l'étude comportementale n'a pu être réalisée jusqu'à présent. Notre travail d'étude du GSI et HSI constitue une première approche de la connaissance des paramètres liés à la reproduction. Cependant, pour être représentatifs du cycle de reproduction de la saupe, ces rapports devraient être effectués toute l'année. De plus, une étude endocrinologique combinée à une approche histologique nous permettrait de déterminer avec certitude les périodes de première maturité sexuelle, d'inversion sexuelle et de reproduction.

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été possible grâce au soutien de la fondation Camille HELA de l'Université de Liège d'une part (1998-1999) et du Fonds pour la Recherche scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (F.R.I.A.) d'autre part (1999-2000).

BIBLIOGRAPHIE

- BUCKLEY R.M. et G.J. HUECKEL (1989). — Analysis of visual transects for fish assessment on artificial reefs. *Bull. Mar. Sc.*, **44** (2) : 893-898.
- DEMARTINI E.E. et D.A. ROBERTS (1990). — Effect of giant Kelp (*macrosystis*) on the density and abundance of the fishes in a cobble bottom forest. *Bull. Mar. Sc.*, **46** (2) : 287-298.
- FAGGIANELLI D.J. et E. COOK (1981). — *Contribution à l'étude de l'écologie de la saupe (Sarpa salpa L.) sur la côte occidentale de la Corse*. Rapp. Ingénioriat, Univ. Sc. et Techn. Languedoc, 92 p.

- GERKING S.D. (1984). — Assimilation and maintenance ration of an herbivorous fish, *Sarpa salpa*, Feeding on green alga. *Bull. Mar. Sc.*, **44** (2) : 899-911.
- HOUZIAUX J.S. (1993). — *Approche quantitative des relations entre Sarpa salpa (Linné, 1758) (Téléostéen, Sparidae) et l'herbier de Posidonies dans la Baie de la Revellata (Calvi-Corse)*. Université de Liège, Faculté des sciences, Service d'éthologie et Psychologie animale, Aquarium Dubuisson, 51 p.
- HARMELIN-VIVIEN M.L. (1983a). — Etude comparative de l'ichtyofaune des herbiers de Phanérogames marines en milieux tropical et tempéré. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **378** : 179-210.
- LEJEUNE P. (1985). — Le comportement social des labridés méditerranéens (Etude écologique des comportements reproducteurs et sociaux des Labridae méditerranéens des genres *Symphodus* Rafinesque, 1810 et *Coris* Lacépède, 1802). *Cah. Ethol. Appl.*, **5** (2) : XII + 208 p.
- LEPOINT G. (1994). — Distribution spatio-temporelle des épiphytes de l'herbier de Posidonies de la Baie de la Révellata (Corse). Liens trophiques avec *Sarpa salpa* (L. 1758). Université de Liège, Faculté des Sciences, Laboratoire d'Océanologie, 51 p.
- LISSIA-FRAU (1966). — Ricerche sul differenziamento sessuale di Boops boops. *Bolletino Pesca Idrobiol.*, **1** : 9-14.
- MAC CORNIC M.I. et J.H. CHOAT (1987). — Estimating total abundance of large temperated-reef fish using visual strip-transects. *Mar. Biol.*, **96** : 469-478.
- MICALE V. et F. PERDICHIZZI (1994). — Further studies on the sexuality of the hermaphroditic teleost *Diplodus sargus*, with particular reference to protandrous sex inversion. *J. Fish. Biol.*, **45** : 661-670.
- PRINS H.H.T., R.C. YDENBERG et R.H. DRENT (1980). — The interaction of brent geese (*Branta bernicla*) and sea plantain (*Plantago maritima*) during spring staging : field observations and experiments. *Acta Botanica Neerlandica*, **29** : 585-596.
- SAS (1998). — *Staview Reference Manual*. SAS Institute Inc., Cary (USA), 528 pp.
- SELLAMI A. et BRUSLE (1975). — Contribution à l'étude de la sexualité de la saupe *Boops salpa* Linnaeus 1758 (Téléostéen Sparidae) des côtes de Tunisie. *Vie et Milieu*, **25** (2), sér. A : 261-275.
- VAN DER WALT B.A. et L.E. BECKLEY (1997). — Age and growth of *Sarpa salpa* (Pisces : Sparidae) off the east coast of South Africa. *Fish. Res.*, **31** : 241-248.
- VAN DER WALT B.A. et A GOVENDER (1996). — Stock assessment of *Sarpa salpa* (Pisces (Sparidae) off the KwaZulu-Natal coast, South Africa. *S. Afr. J. Sci.*, **17** : 195-204.
- VAN DER WALT B.A. et B.Q. MANN (1998). — Aspects of the reproductive biology of *Sarpa salpa* (Pisces : Sparidae) off the east Coast of South africa. *S. Afr. J. Zool.*, **33** (4) : 241-248.
- VELIMIROV B. (1984). — Grazing of *Sarpa salpa* L. on *Posidonia oceanica* and utilization of soluble compounds. International Workshop on *Posidonia oceanica* Beds (Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. et Olivier J. ed.). *GIS Posidonie publ., Fr.*, **1** : 381-387.
- VERLAQUE M. (1987). — *Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophile thermophile marin en Méditerranée occidentale*. Th. Doctorat, Univ. Aix-Marseille II, Fac. Sc. Luminy : 289-329.
- VERLAQUE M. (1990). — Relation entre *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758) (Téléostéen, Sparidae), les autres poissons brouteurs et le phytobenthos algal méditerranéen. *Oceanologica Acta*, **13** (3) : 373-388.
- WHITEHEAD P.J.P., M.L. BAUCHOT, J.C. HUREAU, J. NIELSEN et E. TORTONESE (1986). — *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, Vol. II*. Unesco, Paris, 1007 p.