

ÉVALUATION ET DIAGNOSTIC PAR L'APPROCHE STRUCTURALE
DU STOCK DE DAURADES *SPARUS AURATA* (L., 1758)
DANS LA LAGUNE DU MELLAH (NORD-EST DE L'ALGÉRIE)

Lama CHAOU¹ & M. Hichem KARA^{1*}

SUMMARY. — *Evaluation and diagnosis of the sea-bream Sparus aurata (L. 1758) stock by structural approach in the Mellah lagoon (North-eastern Algeria).* — An Analytical approach was applied to gilthead seabream *Sparus aurata* stock evaluation in Mellah lagoon (North-eastern Algeria). Its temporal changes were followed during the period 1999-2003. Individual sea-brems 17-61 cm long were landed. This species recruits when one year old and the gears used (enclosures, gillnets) mainly captured fish 24 to 52 cm long. The coefficients of mortality due to fishing (F) estimated by the analysis of cohorts varied little according to the size of the fish. With an average of 0.09, the values of F remained unchanged from one year to the next and indicated that the stock was little fished. This is confirmed by the low value of the exploitation rate (E = 0.28). The analysis of the 1999-2003 pseudo-cohort gave annual mean values of recruitment, total abundance and total biomass of 113,617 fingerlings, 1.57 million individuals and 66.7 tons, respectively. Taking account of a stable fishing effort, the decrease in yield between 1999 and 2003 shown by the fishing statistics may have been due to a collapse of recruitment. Indeed recruitment was divided by 5.5 between 1999 and 2003, and generated a fall of 81.8 % of the biomass available during this period. These results are discussed by taking into account the changes in connection between the lagoon and the sea.

RÉSUMÉ. — L'approche analytique a été appliquée pour évaluer le stock de daurades *Sparus aurata* dans la lagune du Mellah (Nord-Est de l'Algérie) ; son évolution temporelle a été suivie au cours de la période 1999-2003. Les captures de cette espèce ont été réalisées à l'aide d'une bordigue et de filets. Elles étaient constituées d'individus d'un an et plus, dont la longueur totale variait entre 17 et 61 cm. Les engins utilisés capturaient principalement les poissons de 24 à 52 cm. Les coefficients de mortalité par pêche (F), estimés par l'analyse des cohortes, varièrent peu en fonction de la taille des poissons. Avec une moyenne de 0,09, ces valeurs restèrent inchangées d'une année à l'autre, indiquant que le stock était peu pêché, ce qui a été confirmé par la faible valeur du taux d'exploitation (E = 0,28). L'analyse de la pseudo-cohorte (1999-2003) a donné des valeurs moyennes annuelles de recrutement, d'abondance totale et de biomasse totale respectivement de 113 617 alevins, 1,57 millions d'individus et 66,7 tonnes. Tenant compte d'un effort de pêche stable, la diminution de la production relevée dans les statistiques de pêche entre 1999 et 2003 serait due à un effondrement du recrutement. Ce dernier a été divisé par 5,5, ce qui a engendré une chute de 81,8 % de la biomasse disponible au cours de cette période. Ces résultats sont discutés en tenant compte de l'évolution des échanges hydriques entre la lagune et la mer.

Malgré la disponibilité des données biologiques de base et des statistiques de pêche appropriées, l'évaluation des ressources ichthyologiques lagunaires a été très peu abordée en Méditerranée. Les travaux disponibles concernent la composition des peuplements de poissons, leurs

¹ Laboratoire Bioressources Marines, Université d'Annaba – Badji Mokhtar. BP 230 Oued Kouba, Annaba 23003, Algérie

* Auteur correspondant : kara_hichem@yahoo.com

assemblages, leur organisation zonale ou leur dynamique de migration (Bouchereau *et al.*, 2000a,b ; Koutrakis *et al.*, 2005 ; Mariani, 2006 ; Brehmer *et al.*, 2006).

Dans le cas de la daurade *Sparus aurata*, Lasserre (1976) s'est intéressé à cette question dans l'étang de Thau (France), tandis que Crespi (2002) a étudié l'évolution récente de l'exploitation halieutique de ce même milieu et mis en évidence un accroissement des captures de daurades. Ailleurs qu'en Méditerranée, Lae (1997) a estimé, à l'aide de modèles empiriques, le rendement halieutique de lacs Ouest-africains, tandis que Cowley et Whitfield (2002) ont évalué la biomasse de poissons dans l'estuaire de Kleinemonde (Afrique du Sud), à l'aide d'une méthode d'extrapolation des densités, employant la relation taille-poids.

La production halieutique de la lagune du Mellah est restée stable au cours de la dernière quinzaine d'années, avec un rendement annuel moyennement faible de 46,5 kg/ha/an (Chaoui *et al.*, 2006a). Cependant, en l'absence de données sur les biomasses ichtyologiques disponibles dans ce milieu, il est difficile de savoir si cette situation résulte de l'état des stocks ou du régime d'exploitation qui leur est appliqué. En même temps, le besoin d'un aménagement de la pêche se fait sentir de plus en plus. Il s'agit à la fois de définir l'importance de la ressource et d'en préciser les modalités de conservation.

Dans la lagune du Mellah, la daurade *S. aurata* représente 10 % des captures totales et 98 % des sparidés pêchés (Chaoui *et al.*, 2006a). Elle fait l'objet d'une exploitation par deux types d'engins (les filets maillants et la bordigue) dont les captures sont multispécifiques. Ainsi, il est difficile d'évaluer dans une unité standard l'effort de pêche qui lui est appliqué. Notre analyse ne pouvant pas reposer sur les modèles de production de type global, nous avons fait appel aux modèles analytiques (Beverton & Holt, 1957 ; Ricker, 1958 ; Gulland, 1965, 1971 ; Laurec & Le Guen, 1981 ; Pauly & Moreau, 1997) qui permettent d'intégrer l'ensemble des données dont on dispose sur le stock, et de parvenir rapidement à un diagnostic sur son état, sans attendre de longues séquences.

La méthode la mieux appropriée à l'évaluation des stocks lagunaires (paramètres de la population connus, recrutement aléatoire) est l'analyse de population virtuelle (VPA : Virtual Population Analysis) (Lam Hoai & Lasserre, 1984). Cette dernière constitue un outil souple d'emploi pour étudier les populations exploitées, en particulier pour les pêcheries saisonnières de durée variable selon les années. Contrairement aux autres méthodes connues (prospection acoustique, marquage-recapture, captures successives, etc.), celle-ci n'exige pas que la pêche soit en état d'équilibre ni que les captures par unité d'effort de pêche soient un indice de densité. En pratique, lorsque la séparation des cohortes est possible, trois types de données permettent de situer la population et son degré d'exploitation : l'intervalle de temps, les captures d'exploitation et la mortalité naturelle.

Ainsi, nous nous intéressons dans ce travail à l'évaluation de la biomasse de daurades disponible dans la lagune du Mellah durant la période de 1999 à 2003, en utilisant une approche structurale, basée sur l'application de l'analyse de population virtuelle et plus précisément de l'analyse de cohorte de Jones (1984) fondée sur la longueur. Celle-ci utilise les paramètres de croissance déjà déterminés (Chaoui *et al.*, 2006b) et emploie des coefficients de mortalité qui seront calculés ici.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

LE MILIEU

Située à l'extrême Est des côtes algériennes (8° 20' E ; 36° 54' N), la lagune du Mellah (fig. 1) occupe une superficie d'environ 865 ha et communique avec la mer par un chenal long de 900 m, profond d'environ 0,6 m et de 10 m de large. Profonde de 3,5 m en moyenne, elle fait partie d'un ensemble de dépressions situées au cœur des terrains gréseux et argilo-gréseux oligocènes de la nappe numidienne (Guelorget *et al.*, 1989). Les rives et les marges de la lagune sont constituées de sables fins plus ou moins coquilliers ; vers le centre, le sédiment s'enrichit en particules fines (carbonates et matières organiques) et toute la zone centrale en dessous de 3 m de profondeur est occupée par une vase noire non compactée, à caractère réducteur (Guelorget *et al.*, 1989).

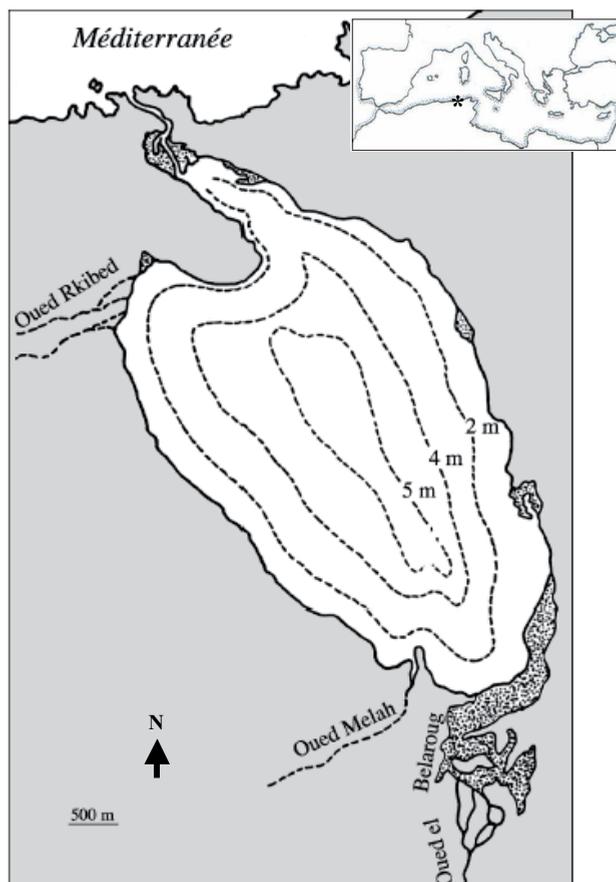


Figure 1. — Localisation et bathymétrie de la lagune du Mellah (Algérie).

La température du milieu montre une certaine homogénéité entre les eaux de surface et celles du fond. Elle évolue généralement entre 10° C en janvier et 30° C en août. L'évolution de la salinité est caractérisée par deux phases ; la première est décroissante et s'étale de novembre à mars avec des valeurs qui passent de 34,8 à 25,4 ‰ ; la seconde est croissante, de mars à novembre (période sèche), avec des valeurs qui s'inversent (Draredja & Kara, 2004).

STRUCTURE EN TAILLE DES CAPTURES

Les statistiques de production pour la période de 1999 à 2003 ont été obtenues auprès de l'établissement exploitant, l'ONDPA (Office National pour le Développement de la Production Aquacole). Les données de fréquence de tailles proviennent des échantillonnages biologiques réalisés chaque semaine durant un cycle annuel, de juillet 1998 à juin 1999. Celles-ci ont été extrapolées à la capture totale réalisée durant chaque année considérée, selon la procédure suivante :

- pour chaque classe de taille, le poids moyen par individu a été calculé par la relation taille-poids : $Pt = 1,292 \cdot 10^{-2} \cdot L^{3,06}$ (Chaoui *et al.*, 2006b) ;
- le poids total par classe de taille a été obtenu en multipliant le poids moyen individuel par l'effectif de la classe ;
- la somme des poids des différentes classes donne le poids total de l'échantillon ;
- pour extrapoler le nombre d'individus échantillonnés par classe de taille à la capture totale, l'effectif de chaque classe est multiplié par le rapport poids total des débarquements / poids total échantillonné.

La structure des tailles issue de cette procédure d'extrapolation n'a été employée que pour l'application de la VPA. Pour la détermination des coefficients de mortalité, la structure des tailles réellement échantillonnées en 1998 et 1999 a été utilisée. Ces coefficients font partie, avec les paramètres de croissance, des données d'entrée de l'analyse de cohorte. Tous les traitements statistiques que nécessite l'application de cette analyse ont été réalisés à l'aide du programme FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools. Version 1.0) (Gayanilo *et al.*, 1995).

ESTIMATION DES TAUX DE MORTALITÉ

Le coefficient instantané de mortalité totale (Z) est obtenu par deux méthodes basées sur la composition en longueur : (1) celle de la courbe de capture linéarisée (Jones & Van Zalingue, 1981), et (2) celle de la courbe de capture cumulée (Ricker, 1975 ; Sparre *et al.*, 1989 ; Sparre & Vanema, 1996). Nous avons choisi la valeur moyenne de ces coefficients comme valeur finale de Z .

Le coefficient de mortalité naturelle (M) a été déterminé grâce aux deux formules données par le programme FISAT dont nous avons retenu la valeur moyenne :

$$M = (1,521/X^{0,72}) - 0,155 \text{ (Rikhter \& Efanov, 1976)}$$

$$\text{Log } M = -0,0066 - 0,279 \text{ log } L_{\infty} + 0,6543 \text{ log } K + 0,4634 \text{ log } T \text{ (Pauly, 1980)}$$

où K , t_0 , L_{∞} sont les paramètres du modèle de croissance de Von Bertalanffy (1938), X l'âge de maturité massive et T la température moyenne du milieu de vie.

Le coefficient de mortalité par pêche (F) est obtenu par la différence $Z - M$.

ANALYSE DE LA POPULATION VIRTUELLE

L'estimation des effectifs du stock à chaque taille, ainsi que celle des coefficients instantanés de mortalité par pêche correspondants se fonde sur la résolution d'un système à deux équations (équation de survie et équation de capture). Ces deux équations ont été largement utilisées (Beverton & Holt, 1957 ; Gulland, 1969 ; Jones, 1983 ; Mesnil, 1988). Dans le cas d'une analyse sur des données par classe de taille, elles se présentent sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} N_{i+1} &= N_i e^{-Z_i (\Delta t)} \\ C_i &= N_i (F_i/Z_i) (1 - e^{-Z_i (\Delta t)}) \end{aligned}$$

où i = indice de la classe de longueur ; N_i = nombre d'individus dans le stock ayant atteint la longueur L_i ; C_i = nombre d'individus décédés suite à la pêche dont la taille est comprise entre L_i et $L_i + 1$; Δt = temps moyen qu'il faut à un poisson pour passer de la longueur L_i à la longueur $L_i + 1$; F_i = coefficient instantané de mortalité par pêche de la classe i ; Z_i = coefficient instantané de mortalité totale, $Z_i = F_i + M$; et M = coefficient de mortalité naturelle, supposé constant.

On dispose ainsi d'un système d'équations liant les valeurs successives des N_i et F_i . Pour résoudre ce système, l'une des inconnues doit être fixée. Il s'agit généralement du coefficient de mortalité par pêche de la dernière classe de taille (F_t ou F terminal). Les effectifs de la cohorte étant particulièrement difficiles à évaluer directement, le coefficient de mortalité par pêche est le plus souvent estimé. C'est le processus d'initialisation de l'analyse de cohorte (Mesnil, 1988).

Dans notre cas, nous avons commencé par regrouper les effectifs annuels pour obtenir une distribution des captures totales par classe de taille, en valeur moyenne, sur les cinq années 1999, 2000, 2001, 2002 et 2003. Les calculs ont été effectués sur la base de cette distribution moyenne, conduisant à l'estimation des coefficients de mortalité par pêche. Comme proposé par Sparre & Vanema (1996), nous avons fixé la valeur de F_t à 0,5. Ensuite, par une procédure de « réglage », nous avons testé plusieurs valeurs de F_t variant de 0,1 à 1,5 afin de minimiser l'influence du choix de F_t sur les résultats de la VPA. Ainsi, les variations éventuelles des coefficients de mortalité par pêche en fonction de la valeur de F_t ont pu être évaluées.

DÉTERMINATION DES EFFECTIFS ET DES BIOMASSES

Pour estimer les densités de daurades dans la lagune du Mellah, l'effectif de chaque classe de taille a été pondéré par le temps (Δt) passé dans cet intervalle. De ces densités totales ont été déduites les biomasses correspondantes. Sous hypothèse d'équilibre, la somme des biomasses par classe de taille peut être considérée comme une estimation de la biomasse totale moyenne du stock, présente dans la lagune durant chacune des années considérées (de 1999 à 2003). Ce calcul fait appel aux paramètres de croissance déjà connus ($L_{\infty} = 55,33$ cm, $K = 0,513$, $t_0 = -0,282$) (Chaoui *et al.*, 2006b).

RÉSULTATS

De 1999 à 2003, les captures de daurades ont beaucoup varié d'une année à l'autre. Elles montrent une nette tendance à la baisse, avec une production annuelle comprise entre 11,92 tonnes en 1999 et 1,68 tonnes en 2002 (fig. 2). La répartition des effectifs capturés par classe de taille au cours de la période d'échantillonnage (juillet 1998 à juin 1999) (fig. 3) montre que la taille des poissons est comprise entre 17 et 61 cm, avec une moyenne de 35,2 cm. L'essentiel des prises est constitué d'individus dont la longueur totale oscille entre 24 et 52 cm et représente environ 91,3 % du nombre total capturé.

À partir de la distribution des fréquences des tailles (fig. 3), et tenant compte des paramètres de croissance, les coefficients de mortalité totale obtenus sont de 1,270 et 1,269. Les deux valeurs estimées sont très proches. Le coefficient moyen de mortalité totale Z est égal à 1,269.

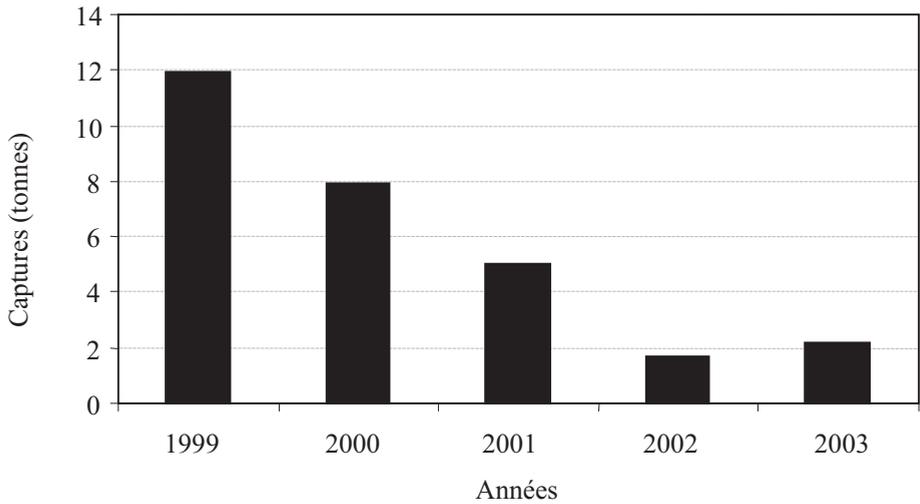


Figure 2. — Captures totales de daurade *S. aurata* dans la lagune du Mellah (Algérie) durant la période de 1999 à 2003 (source : ONDPA).

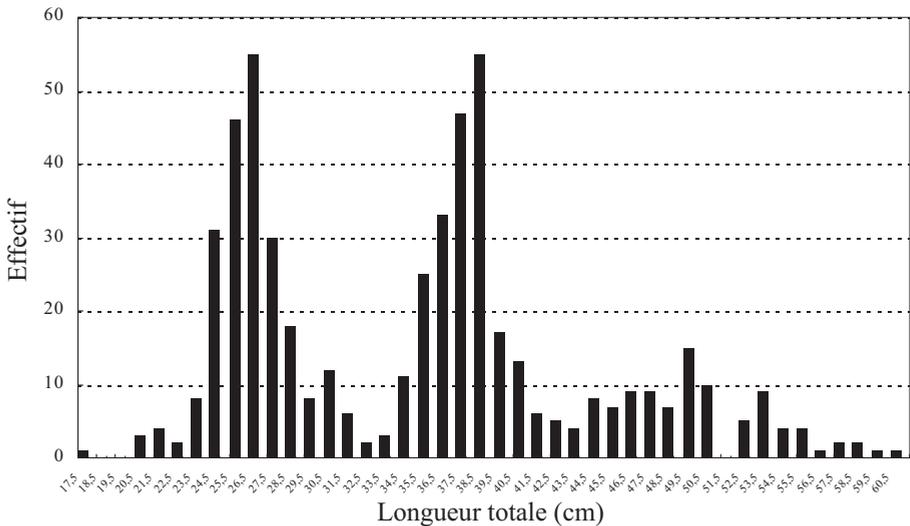


Figure 3.- Structure en taille des daurades *S. aurata* échantillonnées dans la lagune du Mellah (Algérie) de juillet 1998 à juin 1999.

Pour les paramètres de croissance connus, une température moyenne du milieu de $19,6^{\circ}\text{C}$ et un âge de maturation massive de 1,44 an, la valeur du coefficient M estimée par l'équation de Rikhter & Efanov (1976) est de 1,01. Elle est égale à 0,82 selon l'équation de Pauly (1980). Nous avons retenu leur moyenne de 0,91.

À partir des valeurs déterminées de Z et de M, le coefficient de mortalité par pêche F de *S. aurata* de la lagune du Mellah est de 0,359. La valeur du taux d'exploitation E, calculée à partir du rapport F/Z, est égale à 0,282.

Le diagramme d'exploitation établi à partir des données de la pseudo-cohorte moyenne, correspondant aux années 1999 à 2003 (fig. 4) montre que les coefficients de mortalité obtenus

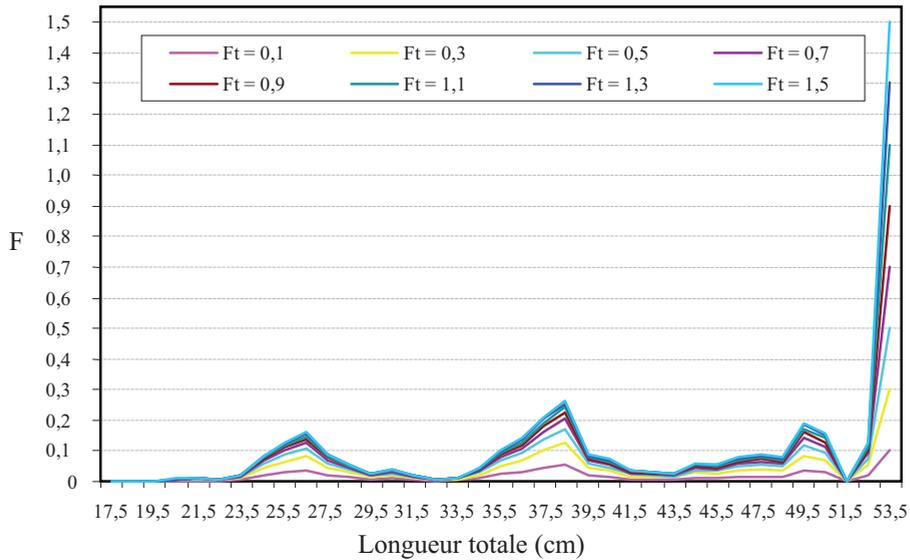


Figure 4. — Variations du coefficient de mortalité par pêche (F) de la pseudo-cohorte moyenne (1999-2003) en fonction de la taille, observées chez la daurade *S. aurata* de la lagune du Mellah (Algérie) pour différentes valeurs de Ft (coefficient de mortalité par pêche de la dernière classe de taille).

sont relativement faibles (moins de 0,3) et toujours inférieurs aux coefficients de mortalité naturelle M (0,91). Cependant, les pêcheurs semblent se focaliser globalement sur les individus appartenant aux intervalles de taille 24-28, 35-40 et 48-51 cm, avec des pics respectifs à 26,5, 38,5 et 49,5 cm.

Les variations des coefficients de mortalité par pêche, testées avec les différentes valeurs de F terminal ($F_t = 0,1$ à $1,5$) (fig. 4), confirment la propriété de convergence de l'analyse des cohortes, déjà émise par Jones (1983). Les résultats obtenus apparaissent indépendants de la valeur de Ft, notamment tant que la valeur de ce dernier reste comprise entre 0,9 et 1,5. Dans cet intervalle, la convergence est bonne et rapide puisqu'elle s'observe déjà à partir de la classe de taille 52-53 cm, soit immédiatement après l'initialisation de l'analyse.

L'analyse de la sensibilité à Ft des résultats en matière d'effectifs et de biomasses estimés montre, elle aussi, une variation restreinte des valeurs obtenues dans la fourchette 0,9-1,5, puisque les effectifs évoluent pour cet intervalle entre 1 519 944 et 1 769 698 individus, correspondant à des biomasses respectives de 63,9 et 76,1 tonnes. Ainsi, la suite du diagnostic est conduite pour une valeur de référence du coefficient $F_t = 1,3$.

La figure 5 montre l'effectif total et la biomasse totale des daurades présentes dans la lagune, ainsi que le recrutement annuel correspondant à chacune des cinq années de 1999 à 2003. Nous observons que le nombre total de recrues est différent d'une année à l'autre, avec un maximum de 237 000 individus dans le cas de l'année 1999 et seulement de 33 500 individus dans le cas de l'année 2002, avec une moyenne d'environ 114 000 individus par année pour la période 1999-2003 (fig. 5a). Le nombre total de daurades disponibles dans le milieu varie de 3,3 millions d'individus en 1999 à environ 0,5 million en 2002. Ces effectifs correspondent à des biomasses respectives de 139,5 et 19,7 tonnes (fig. 5b).

DISCUSSION

La production de daurades dans la lagune du Mellah a enregistré une baisse significative entre les années 1999 et 2003, passant d'un rendement annuel de 13,7 à 2,51 kg/ha/an. L'analyse de la composition des captures de cette espèce montre qu'elles sont constituées de

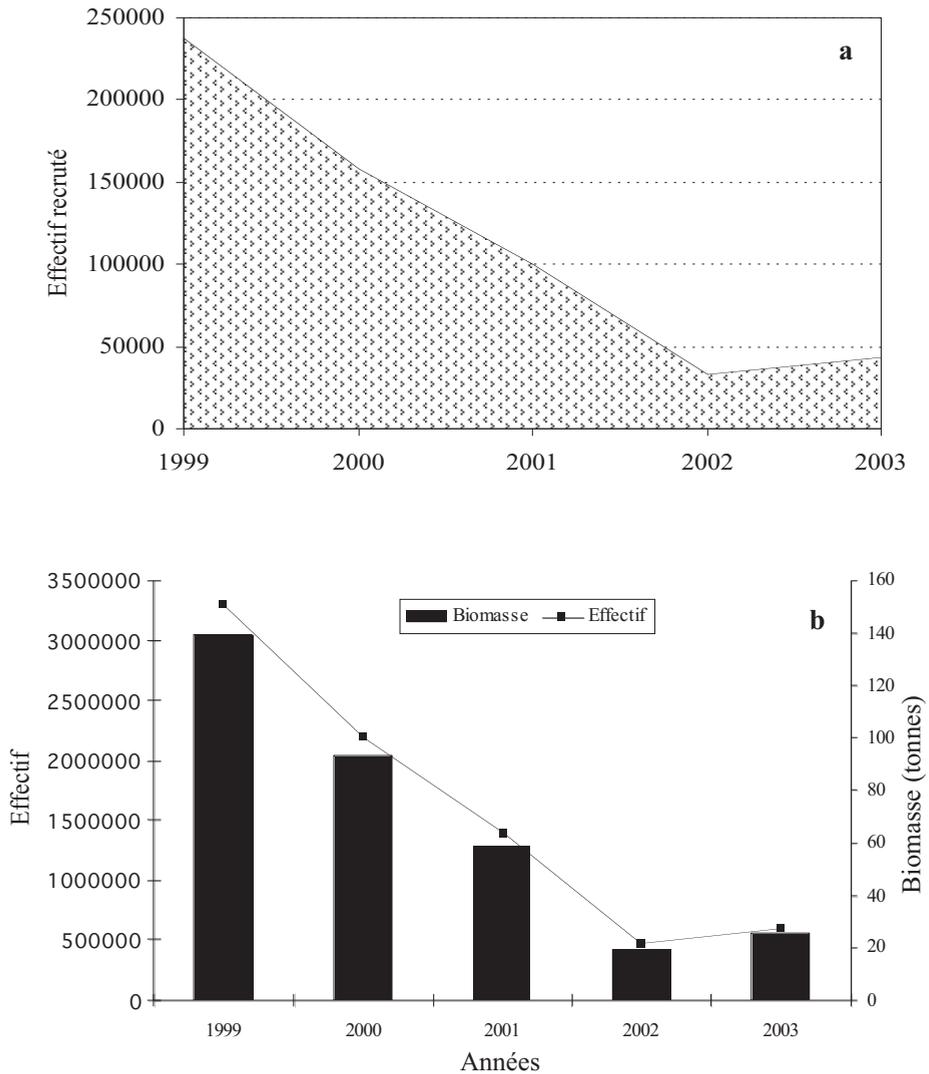


Figure 5. — Effectif recruté (a), effectif total et biomasse totale annuels (b) estimés par l’analyse de cohorte chez *S. aurata* de la lagune du Mellah (Algérie) entre 1999 et 2003.

poissons de longueur totale comprise entre 17 et 61 cm, où les plus abondants mesurent entre 24 et 52 cm.

Les valeurs du coefficient de mortalité naturelle M sont raisonnables du fait que le rapport M/K , égal à 1,77, se trouve dans les limites 1,5-2,5 fixées par Beverton & Holt (1959). La supériorité observée du coefficient de mortalité naturelle M (0,91) par rapport au coefficient de mortalité par pêche F (0,35) traduit une situation de sous-exploitation par les moyens de pêche actuels. Ce constat est mieux exprimé par la valeur du taux d’exploitation ($E = 0,27$), bien que ce coefficient soit considéré comme un indicateur rudimentaire de l’état d’exploitation des stocks halieutiques (Gulland, 1971).

L’analyse des populations virtuelles est une méthode standard d’estimation de l’abondance des stocks. Cependant, elle n’est applicable que si sont connues M , la composition des captures et la valeur de F de la dernière classe de tailles (F_t). Des paramètres incorrects condui-

sent à une estimation biaisée de l'abondance (Sims, 1982, 1984 ; Hilden, 1988 ; Kwang-Ming & Yeu-Long, 1999). Les deux premières valeurs étant connues ou déterminées, la valeur de Ft a été calibrée de manière à ne pas influencer sur le résultat de la VPA. Une stabilisation du modèle est obtenue avec $F_t = 1,3$.

Les structures démographiques n'étant pas disponibles pour toutes les années, l'analyse des cohortes a été réalisée sur les captures moyennes d'une pseudo-cohorte (1999-2003), considérée comme reflétant l'état d'une cohorte réelle, sous l'hypothèse que le recrutement annuel dans la pêcherie est constant ou faiblement aléatoire. Le résultat de cette analyse montre les faibles valeurs de F dont la moyenne est de 0,099. Néanmoins, de faibles pics de mortalité sont observés dans les intervalles de taille 24-29, 35-40 et 32-34, correspondant aux tailles les plus pêchées. Dans ces conditions, les résultats donnent des valeurs moyennes annuelles de recrutement, d'abondance totale et de biomasse totale respectivement de 113 617 alevins, 1,57 million d'individus et 66,7 tonnes.

L'application de la VPA nous a permis également d'estimer les variations des caractéristiques du stock de daurades, année par année, de 1999 à 2003. Ainsi, il apparaît que, quelle que soit l'année considérée, le coefficient moyen de mortalité par pêche est constant, très faible (0,099) et montre les mêmes variations en fonction de la taille des poissons, avec des valeurs de F qui atteignent 0,25 pour la classe de tailles 38-39 cm. Cependant, le recrutement annuel diminue régulièrement pour atteindre 33 486 alevins en 2002 et 43 107 en 2003. L'effectif total dans la lagune suit la même tendance avec une réduction de 81,8 % en 2003 par rapport à 1999. La biomasse totale suit logiquement l'évolution des effectifs et subit elle aussi une diminution qui entraîne une baisse du rendement en daurades dans la lagune de 160 à 29 kg/ha/an.

Sachant que l'effort de pêche dans la lagune est demeuré à peu près constant durant les années considérées (nombre de pêcheurs, nombre et caractéristiques des moyens utilisés, périodes et durée de pêche), le déclin observé de la production de daurades pourrait trouver son explication dans un échec du recrutement en mer. Cependant, aucun indice ne favorise cette hypothèse, ni au niveau local (débarquement de la pêche professionnelle, observations en plongée), ni au niveau méditerranéen (Crespi, 2002), et cette situation serait davantage liée à l'état du recrutement local dans la lagune. En effet, le rétrécissement progressif par ensablement de l'unique chenal de communication avec la mer entrave la remontée des alevins après la reproduction des adultes en mer. Sachant que nous sommes dans un système de pseudo-cohortes à paramètres constants et que la daurade a une longévité de 7 ans dans la lagune (Chaoui *et al.*, 2006b), les forts recrutements observés pour l'année 1999 correspondent en réalité à une rentrée massive des alevins dans la lagune sept années auparavant, en 1992, soit 4 années après le dragage et l'élargissement du chenal en 1988. La diminution graduelle ultérieure des biomasses et de la production correspond vraisemblablement au colmatage progressif du grau.

La tendance qui découle de ces résultats peut être considérée comme le reflet de l'état du stock de daurade et de son exploitation dans la lagune du Mellah. La situation apparaît préoccupante, particulièrement à cause de la baisse sensible du recrutement. En termes de propositions de mesures de gestion biologiquement durables, il serait sans doute possible d'optimiser l'exploitation et le rendement. En effet, il apparaît clairement que la pêche actuelle ne prélève que 8,5 % de la biomasse disponible. La première mesure qui s'impose est l'amélioration de la communication de la lagune avec la mer. Parallèlement, il est préconisé le développement de la pêche intérieure et l'augmentation de son effort. En effet, la bordigue n'étant efficace que d'octobre à février, au moment de la migration des poissons (Chaoui *et al.*, 2006a), la pêche dans la lagune s'avère très utile afin d'exploiter la partie de la population qui demeure à l'intérieur de la lagune.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le ministère algérien de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique qui a financé cette étude, dans le cadre du Fonds national de la recherche (FNR).

RÉFÉRENCES

- BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. (1957). — On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food* 19, (2. Sea Fish.) : 533 p.
- BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. (1959). — A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. Pp 142-180 in : G.E.W. Wolstenholme & M. O'Connor (eds). *CIBA Foundation, colloquia on ageing. Vol. 5. The lifespan of animals*. London & Churchill.
- BOUCHEREAU, J.L., DUREL, J.S., GUELORGET, O. & LOUALI, L.R. (2000a). — L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paralique : la lagune de Nador, Maroc. *Mar. Life*, 10 : 69-76.
- BOUCHEREAU, J.L., GUELORGET, O., VERGNE, Y. & PERTHUISOT, J.P. (2000b). — L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paralique de type lagunaire : le complexe des étangs du Prévost et de l'Arnel (Languedoc, France). *Vie et Milieu*, 50 : 19-27.
- BREHMER, P., DO CHI, T. & MOUILLOT, D. (2006). — Amphidromous fish school migration revealed by combining fixed sonar monitoring (horizontal beaming) with fishing data. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 334 : 139-150.
- CHAOUÏ, L., KARA, M.H., FAURE, E. & QUIGNARD, J.P. (2006a). — L'ichtyofaune de la lagune du Mellah (Algérie Nord-Est) : diversité, production et analyse des captures commerciales. *Cybium*, 30 : 123-132.
- CHAOUÏ, L., KARA, M.H., FAURE, E. & QUIGNARD, J.P. (2006b). — Growth and reproduction of the gilthead sea bream *Sparus aurata* in Mellah lagoon (North-eastern Algeria). *Sci. Mar.*, 70 : 545-552.
- COWLEY, P.D. & WHITFIELD, A.K. (2002). — Biomass and production estimates of a fish community in a small South African estuary. *J. Fish. Biol.*, 61(A) : 74-89.
- CRESPI, V. (2002). — Recent evolution of the fishing exploitation in the Thau lagoon, France. *Fish. Manag. Ecol.*, 9 : 19-29.
- DRAREDJA, B. & KARA, M.H. (2004). — Caractères physico-chimiques de la lagune Mellah (Algérie Nord-Est). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 37 : 93.
- GAYALINO, J., SPARRE, P. & PAULY, D. (1995). — The FAO ICLARM Stocks Assessment Tools User's guide. *FAO Comp., INF, Ser. Fish.*, 8 : 129.
- GUELORGET, O., FRISONI, G.F., XIMENES, M.C. & PERTHUISOT, J.P. (1989). — Expressions biogéologiques du confinement dans une lagune méditerranéenne : le lac Mellah (Algérie). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 22 : 87-99.
- GULLAND, J.A. (1965). — Estimation of mortality rates. Pp 231-241 in : *Annex to Arctic Fisheries Working Group Report ICES C.M./1965/D : 3* (Mimeo) (Reprinted in Cushing, P.H. (ed). *Key Papers on Fish Populations*. IRL Press, Oxford).
- GULLAND, J.A. (1969). — Manual of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.*, 4 : 1-154.
- GULLAND, J.A. (1971). — *The fish resources of the Ocean*. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books), Ltd., for FAO. Édition revue et corrigée de *FAO Fish. Tech. Pap.* 97 : 1-425.
- HILDEN, M. (1988). — Error of perception in stock and recruitment studies due to wrong choices of natural mortality rate in virtual population analysis. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 44 : 123-134.
- JONES, R. (1983). — The use of length composition data in fish stock assessments (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Circ.*, 734 : 1-60.
- JONES, R. (1984). — Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.* 256 : 1-118.
- JONES, R., & VAN ZALINGUE, N.P. (1981). — Estimates of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. *Kuwait Bull. Mar. Sci.*, 2 : 273-88.
- KOUTRAKIS, E.T., TSIKLIRAS, A.C. & SINIS, A.I. (2005). — Temporal variability of the ichthyofauna in a Northern Aegean coastal lagoon (Greece). Influence of environmental factors. *Hydrobiol.*, 543 : 245-257.
- KWANG-MING, L. & YEU-LONG, C. (1999). — Virtual population analysis of the big eye *Priacanthus macracanthus* in the waters off northeastern Taiwan. *Fish. Res.*, 41 : 243-254.
- LAE, R. (1997). — Estimation des rendements de pêche des lacs africains au moyen de modèles empiriques. *Aquat. Living Res.*, 10 : 83-92.
- LAM HOAI, T. & LASSERRE, G. (1984). — Méthodes d'évaluation des ressources des pêcheries des lagunes côtières. In : Management of coastal lagoon fisheries. *CGPM Stud. Rev.*, 61(1 et 2).
- LASSERRE, G. (1976). — *Dynamique des populations ichthyologiques lagunaires. Application à Sparus aurata*. Thèse de Doctorat d'État es Sciences, Université Montpellier 2.
- LAUREC, A. & LE GUEN, J.C. (1981). — *Dynamique des populations marines exploitées. Tome I. Concepts et modèles*. CNEXO, Rapports Scientifiques et Techniques 45.
- MARIANI, S. (2006). — Life-history and ecosystem-driven variation in composition and residence pattern of seabream species (Perciformes : Sparidae) in two Mediterranean coastal lagoons. *Mar. Poll. Bull.*, 53 : 121-127.
- MESNIL, B. (1988). — Logiciels pour l'évaluation des stocks de poissons. ANACO : Logiciel d'analyse des données de capture par classe d'âge sur IBM, PC et compatibles. *FAO. Doc. Tech. Pêches.*, 101(3) : 1-78.
- PAULY, D. (1980). — On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM.*, 39 : 175-192.
- PAULY, D. & MOREAU, J. (1997). — *Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques*. Cepaduès Ed.

- RICKER, W.E. (1958). — Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 119 : 1-300.
- RICKER, W.E. (1975). — Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 191 : 1-382.
- RIKHTER, V.A. & EFANOV, V.N. (1976). — On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc.*, 76/VI/8 : 1-12.
- SIMS, S.E. (1982). — The effort of unevenly distributed catches on stock-size estimates using virtual population analysis (cohort analysis). *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 40 : 47-52.
- SIMS, S.E. (1984). — An analysis of the effort of error in the natural mortality rate on stock-size estimates using virtual population analysis (cohort analysis). *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 41 : 149-153.
- SPARRE, P., URSIN, E. & VANEMA, S.C. (1989). — Introduction to tropical fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Paper*. N° 306 : 1-377.
- SPARRE, P. & VANEMA, S. C. (1996). — *Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie : manuel*. FAO, Rome.
- VON BERTALANFFY, L. (1938). — A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.*, 10 : 181-213.