

Note

Données sur la reproduction d'un tilapia estuarien (*Sarotherodon melanotheron*) isolé dans un lac de barrage ouest-africain

Tidiani Koné, Guy G. Teugels*

Laboratoire d'Ichtyologie, Musée Royal de l'Afrique Centrale, B-3080 Tervuren, et Katholieke Universiteit Leuven, Institut de Zoologie, Section d'Écologie et d'Aquaculture, 3000 Louvain, Belgique

Received November 9, 1998; accepted June 4, 1999

Abstract — Reproduction of an estuarine tilapia (*Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852) landlocked in a West-African man-made Lake. Reproduction parameters of a landlocked population of black-chinned tilapia *Sarotherodon melanotheron* have been studied for 2 years and compared to literature data obtained from their natural environment. Sex-ratio (year 1: 1:2.69; year 2: 1:1.96) is in favour of females and shows seasonal variations. Males mature earlier (year 1: 129 mm SL; year 2: 126 mm SL) than females (year 1: 135 mm; year 2: 136 mm SL). Gonad maturation cycle is continuous. All these results are generally similar to those obtained in the natural environment. However, a lower fecundity is noted in Lake Ayame. Accordingly, an increase in oocyte diameter is observed. The average condition factor in the lake ranges between values observed in lagoon populations and therefore indicates a good adaptation of this species to fresh water conditions. © 1999 Ifremer/Cnrs/Inra/Ird/Cemagref/Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Sarotherodon melanotheron / sex-ratio / maturity / fecundity / condition factor / fresh water / Côte d'Ivoire / Africa

Résumé — Des paramètres de la reproduction d'une population isolée du tilapia *Sarotherodon melanotheron* ont été étudiés durant 2 années consécutives et comparés avec les données de la littérature obtenues sur des populations vivant dans son milieu naturel. Le sexe-ratio (année 1 : 1:2,69 ; année 2 : 1:1,96) en faveur des femelles varie de façon saisonnière. Les mâles atteignent la maturité sexuelle plus rapidement (année 1 : 129 mm LS ; année 2 : 126 mm LS) que les femelles (année 1 : 135 mm ; année 2 : 136 mm LS). Le cycle de maturation des gonades est continu. Ces résultats sont dans l'ensemble semblables à ceux obtenus dans le milieu naturel de l'espèce. Cependant, une fécondité inférieure et un diamètre ovocytaire plus grand sont notés dans le lac d'Ayamé. Le facteur de condition moyen des populations du lac, intermédiaire entre des valeurs observées dans les milieux lagunaires, indique une bonne adaptation de l'espèce aux conditions d'eau douce du lac. © 1999 Ifremer/Cnrs/Inra/Ird/Cemagref/Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Sarotherodon melanotheron / sexe-ratio / maturité / fécondité / facteur de condition / eaux douces / Côte d'Ivoire / Afrique

1. INTRODUCTION

Sarotherodon melanotheron Rüppell, 1852 est un tilapia pratiquant l'incubation buccale [19] et qui est présente dans le milieu lagunaire, estuarien et dans les cours inférieurs des rivières du Sénégal jusqu'en Angola [18–20]. En eau douce, Gourène et al. [7] signalent des populations de *S. m. melanotheron* isolées dans le lac de barrage d'Ayamé (Côte-d'Ivoire) depuis sa création en 1959 et dans lequel il constitue actuellement plus de 50 % des pêches commerciales.

Plusieurs travaux concernant la biologie et l'écologie de cette espèce ont déjà été entrepris en lagune [1,

4, 5, 10–12, 14, 17] et en rivière [16]. Cette étude étant la première à être réalisée dans des conditions lacustres, a pour objectif de caractériser des aspects de la biologie de la reproduction de *S. melanotheron* en eau douce.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'échantillonnage ichtyologique a été réalisé mensuellement durant deux cycles annuels (août 1995–juillet 1996 et novembre 1996–octobre 1997) au niveau de trois stations (Ayamé, Bakro et Ebikro) sur le lac d'Ayamé (figure 1). Pour éviter une éventuelle

* Auteur correspondant, teugels@africamuseum.be

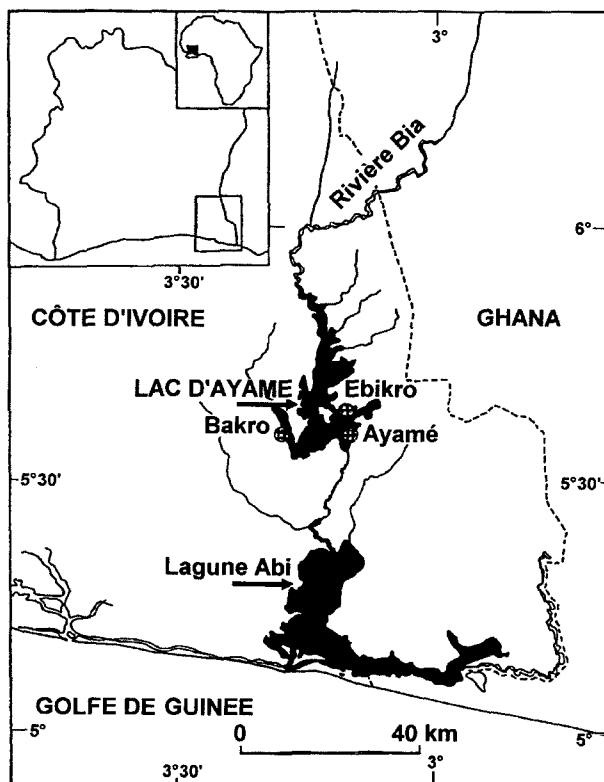


Figure 1. Situation géographique du lac de barrage d'Ayamé (Côte-d'Ivoire).

Figure 1. Geographical position of man-made Lake Ayame (Côte-d'Ivoire).

sélection des poissons due aux mailles des engins de pêche, 18 filets maillants de mailles 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40 et 50 mm de côté, et un filet épervier ont été utilisés. Les spécimens de *S. m. melanotheron* capturés ont été mesurés au millimètre près puis pesés au gramme près avant dissection et prélèvement des gonades. Ces dernières ont été également pesées et seules celles contenant des ovocytes mûrs prêts pour la

ponte ont été conservées dans du formol à 5 % pour des analyses ultérieures. Une échelle macroscopique d'identification des stades de maturation sexuelle comprenant quatre et cinq stades respectivement pour les mâles et pour les femelles, inspirée de celle de Legendre et Ecoutin [11] chez la même sous-espèce a été adoptée (tableau I).

La fécondité a été déterminée en comptant le nombre d'ovocytes mûrs (stade sexuel 4) présents dans la gonade d'un spécimen à la veille de la ponte. Le diamètre ovocytaire a été estimé à partir de mensurations faites sur 30 ovocytes par gonade au stade de maturation 4. Le diamètre ovocytaire moyen a été déterminé en faisant la moyenne arithmétique des mensurations relevées sur le petit et le grand diamètre de l'ensemble des ovocytes mesurés [12].

La taille moyenne de maturation sexuelle à laquelle l'on rencontre autant de spécimens immatures (stade de maturation 1 et 2) que de poissons aptes à se reproduire (stade de maturation 3 au moins) a été estimée en ajustant, par la fonction logistique d'une régression non linéaire [2], le pourcentage des mâles et femelles matures par intervalle de 1 cm, pondéré par le nombre total d'individus pour chaque classe de taille.

Le rapport gonado-somatique (RGS) et le facteur de condition (K) ont été calculés à partir des formules suivantes [9] :

$$RGS = \frac{P_{go}}{P_{év}} \times 100 \text{ et } K = \frac{P_t}{LS^3} \times 10^5$$

Avec P_{go} : poids de la gonade (g) ; P_t : poids total du poisson (g) ; $P_{év}$: poids éviscéré (g) ; LS : longueur standard (mm).

Pour des comparaisons du facteur de condition (juvéniles ou adultes), du sexe et de la saison, nous avons utilisé une analyse de variance (Anova) et considéré les différences significatives au risque de 5 %.

Tableau I. Échelle macroscopique d'identification des stades de maturation sexuelle chez *Sarotherodon melanotheron melanotheron* (modifiée d'après Legendre et Ecoutin [11]).

Table I. Maturity assessment of *Sarotherodon melanotheron melanotheron* (modified from Legendre and Ecoutin [11]).

Stades de maturité	Mâles	Femelles
1	testicules transparents, filiformes	ovaires non différenciés, ovocytes non visibles à l'œil nu
2	testicules peu développés	ovaires peu différenciés, ovocytes de très petites tailles, visibles à l'œil nu, couleur blanche
3	testicules développés, remplis de sperme non expulsable à la pression manuelle, couleur blanchâtre	ovaires bien différenciés, ovocytes visibles à l'œil nu, non expulsable à la pression manuelle, couleur jaune orangée
4	testicules développés, sperme expulsable à la pression manuelle couleur blanchâtre	ovaires bien différenciés, ovocytes de grandes tailles, expulsable à la pression manuelle, couleur jaune orangée
5		gonade sanguinolente, un peu flasque et contenant de gros ovocytes atrophiés

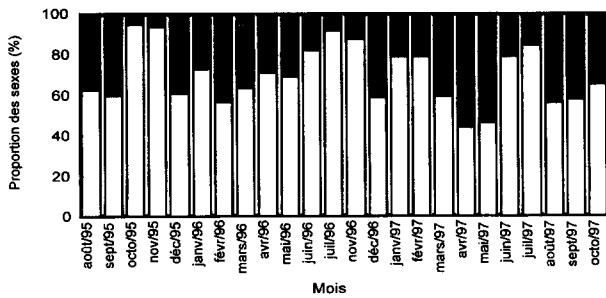


Figure 2. Évolution saisonnière du sexe-ratio de *Sarotherodon melanotheron melanotheron* ($n = 716$) dans le lac de barrage d'Ayamé (Côte-d'Ivoire) : □ = femelles ; ■ = mâles.

Figure 2. Monthly variation of sex-ratio of *Sarotherodon melanotheron melanotheron* ($n = 716$) in man-made Lake Ayame (Côte-d'Ivoire): □ = females; ■ = males.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Le sexe-ratio

Les valeurs moyennes du sexe-ratio pour les deux cycles annuels d'étude sont de 1:2,69 et 1:1,96 en faveur des femelles. La figure 2 montrant les variations de ce paramètre indique des fluctuations saisonnières importantes. Dans les lagunes de Lagos au Nigéria, Fagade [6] a observé en 1966, 1967 et 1968, les sexe-ratios respectifs de 1:1,96, 1:2,37 et 1:1,57 en faveur des femelles. Nos résultats indiquent une plus grande proportion des femelles. Les sexe-ratios différents peuvent être imputables, chez les poissons incubateurs buccaux, à des déplacements des poissons en période de reproduction [15].

3.2. Taille de première maturité sexuelle

Les tailles de première maturité sexuelle déterminées sont de 129,3 et 126,0 mm (LS) pour les mâles, 135,0 et 136,1 mm (LS) pour les femelles respectivement pour le premier et le deuxième cycle annuel (figure 3). Les courbes traduisant la maturité sexuelle en fonction des classes de taille diffèrent de façon significative de la première à la deuxième année pour les mâles ($p < 0,05$) et de façon non significative pour les femelles ($p > 0,05$). Cette variabilité des courbes logistiques pour les mâles et la variabilité des tailles de maturité sexuelle observées d'un cycle annuel à l'autre pour chacun des sexes dans le lac d'Ayamé est confirmée par les observations de Duponchelle [2, 3] qui indiquent que la taille de maturité sexuelle des tilapias est très variable d'une année à l'autre et entre différentes populations.

À l'instar des travaux de Legendre et Ecoutin [11, 12], de Nwadiaro et Ayodele [16] et de Eyeson [4] réalisé respectivement en milieu lagunaire, en rivière et dans des étangs expérimentaux, les mâles de *Sarotherodon melanotheron* atteignent la maturité sexuelle à des tailles plus petites que les femelles dans le lac d'Ayamé. La taille de première maturité relevée par

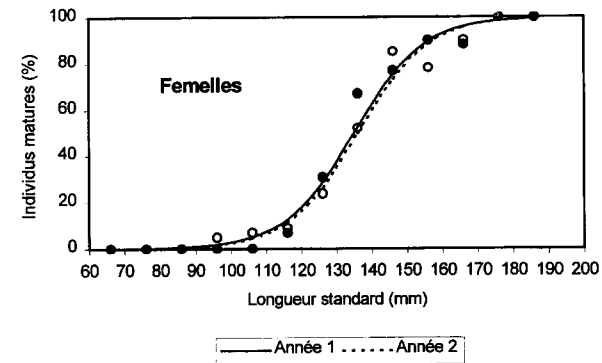
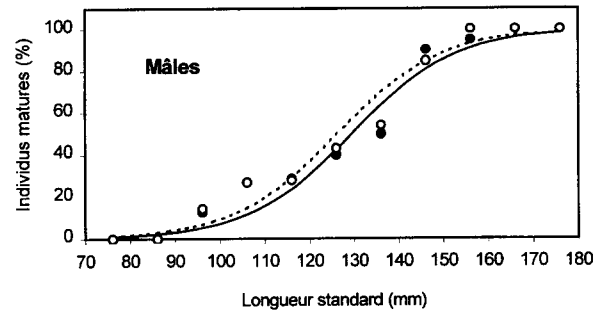


Figure 3. Détermination de la taille de première maturité sexuelle chez *Sarotherodon melanotheron melanotheron* ($n = 716$) du lac de barrage d'Ayamé (Côte-d'Ivoire) (●: août 1995–juillet 1996 et ○: novembre 1996–octobre 1997).

Figure 3. Determination of size at sexual maturity of *Sarotherodon melanotheron melanotheron* ($n = 716$) in man-made Lake Ayame (Côte-d'Ivoire) (●: August 1995–July 1996 and ○: November 1996–October 1997).

Legendre et Ecoutin [11] (176 mm de LT) est comparable à celles obtenues dans le lac d'Ayamé pour les deux cycles annuels (174,2 et 175,4 mm de LT).

3.3. Fécondité et diamètre ovocytaire

La fécondité chez *S. m. melanotheron* du lac d'Ayamé varie de 132 à 430 ovocytes pour des individus de tailles comprises entre 122 et 175 mm de longueur standard. Le diamètre moyen des ovocytes est de $3,8 \text{ mm} \pm 0,5$ (écart type). Dans les conditions naturelles des lagunes de Lagos au Nigeria et de celles de la lagune Ebrié en Côte-d'Ivoire, *S. melanotheron* présente des fécondités qui, plus élevées que celles du lac, varient respectivement de 107 à 580 (individus de longueurs standard comprises entre 117 mm et 243 mm) [6] et de 400 à 860 ovocytes (individus de poids compris entre 200 et 520 g) [16]. Le diamètre moyen des œufs à la ponte (3,4 mm) observé par Legendre et Trebaol [13] chez ce tilapia de la lagune Ebrié est au contraire inférieur à celui trouvé dans le lac d'Ayamé.

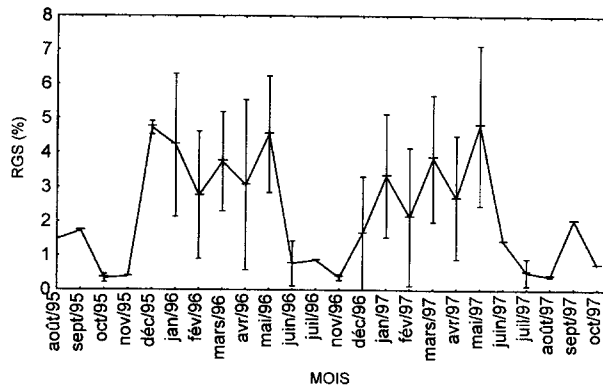


Figure 4. Variation saisonnière du rapport gonado-somatique (RGS) des individus adultes femelles de *Sarotherodon melanothon melanotheron* ($n = 250$) du lac de barrage d'Ayamé (Côte-d'Ivoire).

Figure 4. Monthly variation in gonado-somatic index of females *Sarotherodon melanothon melanotheron* ($n = 250$) in man-made Lake Ayame (Côte-d'Ivoire).

3.4. Cycle de maturation des gonades et rapport gonado-somatique (RGS)

Les variations saisonnières de l'état des gonades ont été déterminées de façon quantitative en suivant les valeurs du rapport gonado-somatique (figure 4) et l'évolution des fréquences relatives des stades de maturation sexuelle (figure 5) chez les individus matures.

Le RGS des femelles ayant atteint la maturité sexuelle présente, à l'exception des mois d'octobre de la première année et de juillet et août de la deuxième année, une variabilité mensuelle importante durant toute la période d'étude. Les valeurs moyennes semblent avoir une allure identique. Les stades de maturation sexuelle 2 et 3 sont observés sur pratiquement toute la période d'échantillonnage à l'exception du

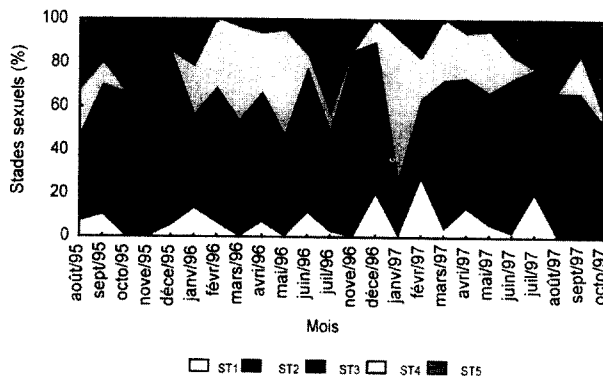


Figure 5. Évolution saisonnière des proportions (%) des stades de maturation sexuelle des femelles de *Sarotherodon melanothon melanotheron* du lac de barrage d'Ayamé (Côte-d'Ivoire).

Figure 5. Monthly variation (%) of sexual maturation stages of *Sarotherodon melanothon melanotheron* in man-made Lake Ayame (Côte-d'Ivoire).

mois de décembre pour le stade 3. Quant au stade 4, il n'a pas été observé au cours des mois d'octobre, novembre et décembre. Le stade 5 ayant été observé d'août à octobre et de décembre à juillet, laisse apparaître une activité reproductrice continue à l'exception d'octobre à novembre. Ces résultats sont conformes aux observations de Hem et al. [8] qui indiquent que *S. melanothon* se reproduit pratiquement toute l'année dans la lagune Ebrié (Côte-d'Ivoire).

3.5. Facteur de condition

La condition moyenne de l'ensemble des individus (716) capturés au lac d'Ayamé durant les deux cycles annuels, de taille comprise entre 56 et 214 mm, est de $3,85 \pm 0,03$ (erreur standard). L'analyse de la variation saisonnière du coefficient de condition chez les poissons arrivés à maturité ne révèle aucune différence significative tant pour les mâles que pour les femelles ($p > 0,05$) (tableau II). De même, aucune différence significative n'a été notée entre les mâles et femelles immatures d'une part et matures d'autre part. Quant à l'analyse de la variation de la condition en fonction de l'état de maturité de chacun des sexes, des différences significatives ont chaque fois été relevées entre individus matures et immatures ($p < 0,05$), la condition moyenne des juvéniles (3,82 pour les femelles et 3,93 pour les mâles) étant supérieure à celles des adultes (3,70 pour les femelles et 3,78 pour les mâles).

Les valeurs moyennes du facteur de condition pour des populations naturelles des lagunes Ebrié (Côte-d'Ivoire) et de Lagos (Nigeria) sont respectivement 2,34 et entre 4,10 et 5,70 [6, 11]. La lagune étant le milieu naturel de *S. melanothon*, et le facteur de condition moyen observé pour les populations du lac d'Ayamé étant intermédiaire entre ceux de la lagune Ebrié et de la lagune de Lagos, nous pouvons en déduire que cette espèce s'est bien adaptée aux conditions lacustres.

En conclusion, 40 ans après la construction du barrage hydro-électrique qui a isolé une population de

Tableau II. Résultats de l'analyse de variance (Anova) (Statistica 6.0, Statsoft) comparant la condition chez des spécimens matures et immatures de *Sarotherodon melanothon melanotheron* du lac de barrage d'Ayamé (Côte-d'Ivoire): ss = saison sèche; sp = saison pluvieuse; * = test significatif ($p < 5\%$).

Table II. Results of variance analysis (ANOVA) (Statistica 6.0, Statsoft) comparing the condition factor in mature and immature specimens of *Sarotherodon melanothon melanotheron* in man-made Lake Ayame (Côte-d'Ivoire): ss = dry season; sp = rainy season; * = significant test ($P < 5\%$).

	ddl	F	p
Mâles immatures et mâles matures	1	4,940	0,035*
Femelles immatures et femelles matures	1	20,618	0,000*
Mâles et femelles immatures	1	0,011	0,917
Mâles et femelles matures	1	0,413	0,521
Mâles matures (ss) et mâles matures (sp)	1	0,494	0,483
Femelles matures (ss) et femelles matures (sp)	1	0,021	0,884

S. melanotheron dans le lac d'Ayamé, cette espèce y a développée une stratégie de reproduction plus ou moins différente de celle trouvée dans son milieu naturel : le sexe-ratio est plus en faveur des femelles et

la fécondité est plus réduite avec des diamètres ovocytaires plus larges. La forte expansion démographique de *S. m. melanotheron* dans le lac serait donc une conséquence de cette bonne adaptation.

Remerciements

Nous tenons à remercier J.-F. Agnès (IRD, Montpellier), M. Legendre (IRD, Jakarta), V. N'Douba (université de Cocody, Abidjan), A.M. De Meyer (K.U. Leuven) et les membres du projet ivoiro-belge (Conseil interuniversitaire flamand) pour leur collaboration. Tidiani Koné remercie la Coopération belge pour l'obtention d'une bourse d'étude.

RÉFÉRENCES

- [1] Albaret J.-J., Les poissons, biologie et peuplements, in : Durand J.R., Guiral D., Zabi S.G.F. (éds.), Environnement et ressources aquatiques de Côte-d'Ivoire, Tome II, Les milieux lagunaires, ORSTOM, 1994, pp. 239–279.
- [2] Duponchelle F., Panfili J., Variation in age and size at maturity of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte-d'Ivoire, Environ. Biol. Fishes 52 (1998) 453–465.
- [3] Duponchelle F., Pouyau L., Legendre M., Evidence of environmental effects on reproductive characteristics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) populations from man-made lakes of Ivory Coast, Aquat. Living Resour. 11 (1998) 137–144.
- [4] Eyeson K.N., Stunting and reproduction in pond-reared *Sarotherodon melanotheron*, Aquaculture 31 (1983) 257–267.
- [5] Eyeson K.N., Residual biparental oral-brooding in the blackchin fish, *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, J. Fish Biol. 41 (1992) 145–146.
- [6] Fagade S.O., Observations on the biology of two species of *Tilapia* from the Lagos lagoon, Nigeria, Bull. Inst. fr. Afr. noire 3 (1979) 627–653.
- [7] Gourène G., Teugels G.G., Thys van den Audenaerde D.F.E., Manuel pratique d'identification des poissons du lac d'Ayamé (Rivière Bia, Côte-d'Ivoire), Arch. Scient. Cent. Rech. Océanogr. ORSTOM, Abidjan 14 (1995) 1–41.
- [8] Hem S., Legendre M., Trebaol L., Cissé A., Otémé Z., Moreau Y., L'aquaculture lagunaire, in : Durand J.R., Guiral D., Zabi S.G.F. (éds.), Environnement et ressources aquatiques de Côte-d'Ivoire, Tome II, Les milieux lagunaires, ORSTOM, 1994, pp. 455–505.
- [9] Kartas F., Quignard J.-P., La fécondité des poissons téléostéens, Collection biologie des milieux marins, Masson, Paris, 1984, 117 p.
- [10] Legendre M., Observations préliminaires sur la croissance et le comportement en élevage de *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) et de *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) en lagune Ebrié (Côte-d'Ivoire), Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan 14 (1983) 1–36.
- [11] Legendre M., Ecoutin J.M., Suitability of brackish water tilapia species from the Ivory Coast for lagoon aquaculture, I-Reproduction, Aquat. Living Resour. 2 (1989) 71–79.
- [12] Legendre M., Ecoutin J.M., Aspects de la stratégie de reproduction de *Sarotherodon melanotheron* : comparaison entre une population naturelle (lagune Ebrié, Côte-d'Ivoire) et différentes populations d'élevage, in : Pullin R.S.V., Lazard J., Legendre M., Amon Kothias J.B., Pauly D. (éds.), 3^e Symp. int. Le tilapia en aquaculture, ICLARM Conf. Proc., 1996, pp. 360–374.
- [13] Legendre M., Trebaol L., Efficacité de l'incubation buccale et fréquence de ponte de *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) en milieu d'élevage (lagune Ebrié, Côte-d'Ivoire), in : Pullin R.S.V., Lazard J., Legendre M., Amon Kothias J.B., Pauly D. (éds.), 3^e Symp. int. Le tilapia en aquaculture, ICLARM Conf. Proc., 1996, pp. 375–386.
- [14] Legendre M., Hem S., Cissé A., Suitability of brackish water tilapia species from the Ivory Coast for lagoon aquaculture, II-Growth and rearing methods, Aquat. Living Resour. 2 (1989) 81–89.
- [15] Lowe R.H., The fecundity of *Tilapia* species, E. Afr. Agric. J. 21 (1955) 45–52.
- [16] Nwadiaro C.S., Ayodele R.O.O., Contribution to the biology of *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1851) (Perciformes, Cichlidae) in the New Calabar River (Nigeria), Acta Hydrobiol. 34 (1992) 287–300.
- [17] Pauly D., The biology, fishery and potential for aquaculture of *Tilapia melanotheron* in a small West African lagoon, Aquaculture 7 (1976) 33–49.
- [18] Teugels G.G., Thys van den Audenaerde D.F.E., Cichlidae, in : Levêque C., Paugy D., Teugels G.G. (éds.), Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest, Tome II, MRAC, Tervuren, ORSTOM, Paris, 1992, pp. 714–779.
- [19] Trewavas E., Tilapiine Fishes of the Genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*, Br. Mus. Nat. Hist., London, 1983, 583 p.
- [20] Trewavas E., Teugels G.G., *Sarotherodon*, in : Daget J., Gosse J.P., Teugels G.G., Thys van den Audenaerde D.F.E. (éds.), Check-List of the Freshwater Fishes of Africa CLOFFA 4, Inst. Sci. Nat. Belg., Bruxelles, MRAC, Tervuren, ORSTOM, Paris, 1991, pp. 425–43.