

Stratégies de reproduction de *Marcusenius ussheri* (Pisces, Mormyridae) en fonction des conditions hydrologiques créées par la construction du barrage hydroélectrique d'Ayamé I sur le cours principal de la rivière Bia (Côte d'Ivoire)

Ouattara M.^{1*}, Diomande D., Boussou K.C. & Gourène G.

¹ UFR-SGE, Université d'Abobo-Adjamé, Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique; 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

* Auteur de correspondance: Ouattara_bognan@yahoo.fr

RÉSUMÉ. La biologie de la reproduction de *Marcusenius ussheri* a été étudiée au cours de 12 mois d'échantillonnage dans le bassin de la rivière Bia. Le cours d'eau est divisé en trois zones écologiques différentes nées de la présence d'un barrage hydroélectrique sur son lit principal (amont, lac et aval). Les poissons ont été pêchés essentiellement aux filets maillants. La taille de première maturité sexuelle présente une variation le long du cours d'eau (amont, lac et aval) pour les deux sexes. Elle varie également en fonction du sexe, elle est légèrement plus faible chez les femelles que chez les mâles de l'espèce. Les données relatives à la maturation des gonades, au rapport gonado-somatique révèlent que la période de reproduction varie en fonction des conditions hydrologiques et de la saison. Le diamètre de l'ovocyte à la ponte est de 1.8mm; la fécondité relative atteint 31834 ovocytes par kg de poids corporel. Les conditions environnementales qui prévalent dans l'habitat anthropique (lac) étudié, semblent plus favorables à la reproduction de l'espèce que les parties fluviales.

MOTS CLÉS: Mormyridae, *Marcusenius ussheri*, Reproduction, rivière Bia, Côte d'Ivoire.

Reproductive strategy of *Marcusenius ussheri* (pisces, Mormyridae) in the fluvio-lacustrine system of the Bia River (Ivory Coast)

ABSTRACT. A study of the reproductive biology of *Marcusenius ussheri* has been carried out during 12 sampling months in the Bia River catchments' area. Fishes have been caught with gill nets. A dam has been built on the stream of the river. This dam has created three different ecological zones. The size at first sexual maturity presents variations along the river (upstream, the lake and downstream). Females are slightly smaller than males. Data of gonadal maturation and gonado-somatic index both indicate that breeding varies according to the hydrological and seasonal conditions. The oocyte diameter at spawning is 1.8mm; relative fecundity reaches 31834 oocytes per kg body weight. The environmental conditions which exist in the lake seem more favorable to *M. ussheri* reproduction than those in the stream parts.

KEY WORDS: Mormyridae, *Marcusenius ussheri*, reproduction, Bia River, Ivory Coast

INTRODUCTION

Chez les poissons comme pour tous les autres animaux, le succès de la reproduction par opposition à la croissance et au maintien dépend de la quantité de ressources qui lui sont allouées, de la période ainsi que de l'endroit de la ponte (LÉVÊQUE, 1997). De plus, la reproduction a lieu dans le milieu aquatique où œufs et sperme sont déversés. Par ailleurs, LÉVÊQUE & PAUGY (1999) indiquent que la saison de ponte des poissons change lorsque les conditions du milieu changent aussi et notamment lorsque l'on construit un barrage sur une rivière. En effet, lorsqu'un cours d'eau est barré pour créer une retenue, on provoque de nombreuses perturbations de l'habitat et des populations de poissons par suite de la fragmentation de l'éco-

système initial (JACKSON et al., 1988). Dans ces conditions, les menaces potentielles venant de tels travaux d'aménagement, de pollutions d'origines diverses, de surexploitation due à la pêche ou encore de divers prédateurs, peuvent mettre en danger les populations de poissons.

Face à ces différents périls, un individu peut développer des tactiques qui sont en réalité des variations par rapport au schéma de reproduction type de l'espèce de manière à répondre avec succès à des modifications des facteurs de l'environnement. Il s'agit dans ce cas d'un comportement adaptatif à des conditions écologiques particulières qui ont pour objectif d'assurer la survie de l'espèce (LÉVÊQUE, 1999a), par conséquent de sa conservation.

Ces tactiques qui associent différents traits comprenant notamment la taille de première maturité sexuelle, la fécondité, le diamètre de l'ovocyte à la ponte constituent ce que plusieurs auteurs appellent la stratégie de reproduction (BENECH & QUENSIERE, 1985; LÉVÉQUE, 1999b). Selon HOPKINS (1981), il y a une relation entre la stratégie de reproduction du poisson et la communication intraspécifique. Or l'un des traits caractéristiques des poissons de la famille des Mormyridae dont *M. ussheri*, est la présence d'un organe électrique situé au niveau du pédoncule caudal et servant à la communication entre individus de la même espèce. Relativement à ces poissons, si de nombreuses études portant sur leur système de communication ont été réalisées (FESSARD, 1975; CRAWFORD et al., 1986; HOPKINS, 1986), les connaissances acquises sur la biologie de la reproduction, la capacité d'adaptation de ces poissons endémiques en Afrique, restent encore au stade d'observations préliminaires, fragmentaires et basées sur des échantillons réduits ou parfois même inexistantes. Par ailleurs, aucune étude n'avait été entreprise sur la biologie de reproduction des poissons de la rivière Bia avant la construction du barrage. Aussi, ce travail vise à la fois à combler ce vide et expliquer les différentes stratégies de reproduction de *Marcusenius ussheri*, dans les différents biotopes créés par cet aménagement.

MATERIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

Ce travail a été réalisé dans le bassin de la rivière Bia, situé dans le sud de la Côte d'Ivoire et soumis au climat de

type tropical humide. La Bia prend sa source au Ghana, longe l'Est de la Côte d'Ivoire et se jette au sud dans la lagune Aby. Son débit moyen à l'embouchure est de $83\text{m}^3.\text{s}^{-1}$. La superficie totale de son bassin versant est d'environ 9300km^2 . Ayamé I est le premier barrage hydroélectrique du pays construit en 1959. Il est à l'origine du lac artificiel d'une superficie de 90km^2 (OUATTARA et al., 2006) sur cette rivière. Selon DURAND & CHANTRAINE (1982), la Bia est soumise à l'influence du climat équatorial fait de quatre saisons de durées inégales: deux saisons de pluies dont la plus grande part d'avril à juin et la petite qui se situe entre septembre et novembre. Les deux saisons sèches se rencontrent entre décembre et mars pour la plus grande, et entre juillet et août pour la plus petite.

Echantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé entre août 1996 et juillet 1997, soit une fois par mois, pendant 12 mois dans 4 stations: Bianouan ($6^{\circ} 01' \text{ N}$ et $3^{\circ} 00' \text{ W}$) en amont, Ayamé ($5^{\circ} 36' \text{ N}$ et $3^{\circ} 10' \text{ W}$) et Bakro ($5^{\circ} 33' \text{ N}$ et $3^{\circ} 15' \text{ W}$) dans le lac et Aboisso ($5^{\circ} 28' \text{ N}$ et $3^{\circ} 12' \text{ W}$) en aval (Fig. 1). Selon KOUAMELAN (1999), l'amont de la Bia est caractérisé par une canopée assez importante (environ 70%), un substrat sableux parsemé de débris végétaux (feuilles et tiges) et l'existence d'îlots rocheux sur son lit principal. Le lac est un écosystème totalement ouvert, avec une profondeur maximale de 30m et un fond morphologiquement vaseux. L'aval de la rivière est fait d'un substrat argilo-sableux parsemé de rochers. Son régime hydrologique dépendant de la fermeture et de l'ouverture du lac.

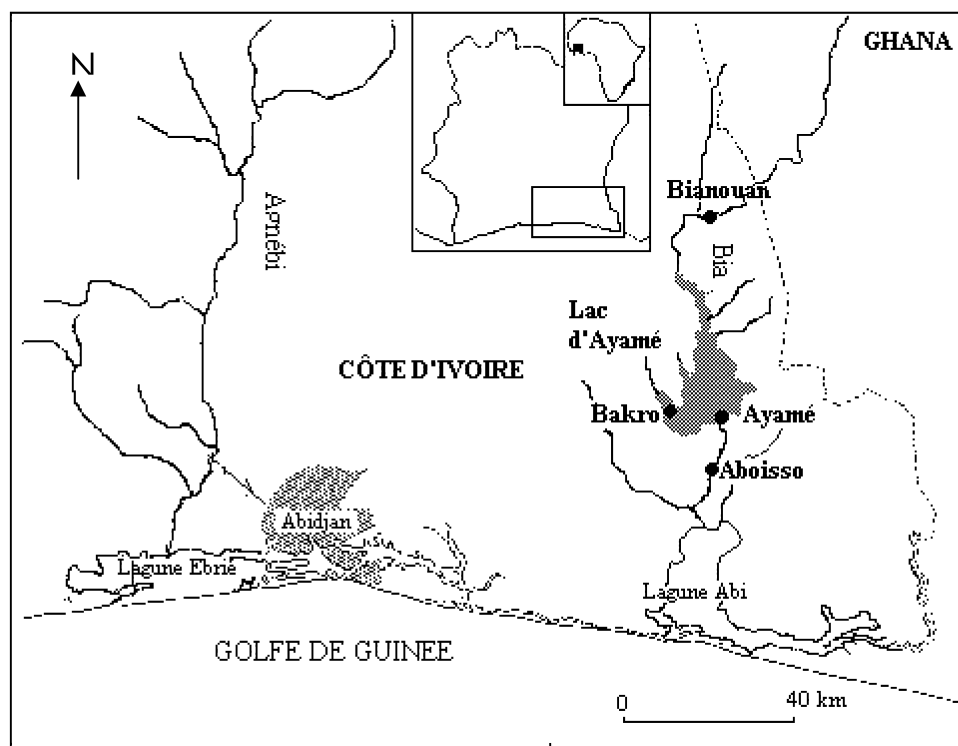


Fig. 1. – Situation géographique des sites d'échantillonnage sur la rivière Bia (Gourene et al., 1999).
● : station.

Au niveau de chaque station, une pêche de nuit et une de jour ont été effectuées. Deux batteries de filets mailants de différentes mailles (10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 50mm) ont servi à la capture des poissons. Secondairement, des poissons ont été achetés aux pêcheurs locaux. Chaque poisson a été identifié selon les clés de détermination de LÉVÊQUE et al. (1992) et de GOURÈNE et al. (1995). Ils ont été mesurés (longueur standard) au millimètre près, puis pesés au gramme près. L'échelle de maturité (5 niveaux) est celle utilisée par LEGENDRE & ÉCOUTIN (1996) et reprise par DUPONCHELLE & LEGENDRE (2000) mais également par CHIKOU et al., (2007). Le stade 1 comprend les individus immatures, le stade 2 représente le début de la maturité sexuelle, le stade 3 indique les individus matures, le stade 4 caractérise les individus qui se reproduisent (ponte ou spermiation) et le stade 5, la post-ponte pour les femelles. L'évolution saisonnière de l'activité sexuelle a été déterminée à partir des pourcentages mensuels des différents stades de la maturation sexuelle. Le rapport gonado-somatique mensuel moyen (RGS moyen) des individus matures (stade 3 au moins) a été calculé comme suit: $RGS = (\text{poids des gonades/poids corporel éviscéré}) \times 100$. Ces deux paramètres ont permis de déterminer la période de reproduction. La taille de première maturité sexuelle a été établie à partir des spécimens dont la gonade avait atteint un stade supérieur ou égal à 3. Les gonades contenant des ovocytes en vitellogénèse avancée ont été pesées et conservées dans le formaldéhyde 5% (10 jours maximum) en vue de l'établissement de la fécondité relative et de la mesure du diamètre des ovocytes (30 ovocytes par femelle).

Mesure des paramètres physico-chimiques

Les paramètres abiotiques ont été mesurés mensuellement. La température et l'oxygène dissous ont été déterminés à l'aide d'un oxymètre modèle OXI 96, le pH, à l'aide d'un pHmètre modèle WTW 95, le taux de solides dissous et la conductivité avec un conductimètre modèle 44600 et la transparence de l'eau à l'aide d'un disque de Secchi.

Tests statistiques

Les tests statistiques de Kruskal-Wallis et de Mann Witney ont été utilisés pour comparer les valeurs des paramètres physico-chimiques biotiques (croissance et reproduction) de *M. ussheri* afin d'identifier d'éventuelles variations spatiales et ou temporelles. Au préalable, un test de normalité de Kolmogorov-Smirnov effectué a montré que la distribution des données n'était pas normale. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour évaluer la significativité des différences constatées pour chaque paramètre suivant les milieux. Le test de Mann-Witney a été réalisé pour comparer les stations deux à deux pour un paramètre donné. Ces tests ont été réalisés à l'aide des logiciels R (IHAKA & GENTLEMAN, 1996) pour les paramètres biotiques et Statistica 7.1 (paramètres abiotiques).

RÉSULTATS

Caractéristiques physico-chimiques des milieux étudiés

Le test de Kruskal-wallis effectué sur la matrice des paramètres physico-chimiques a montré qu'entre les milieux écologiques étudiés, il existe des différences significatives au niveau de la transparence, de la température, du taux de solides dissous et de la conductivité ($p < 0.05$). En comparant deux à deux les stations (test de Mann-Witney, $p < 0.05$), on constate que la transparence est significativement plus élevée dans le lac que dans les deux autres milieux (amont et aval) (Fig. 3a). En revanche, entre ces deux derniers, la différence n'est pas significative. Concernant la température, les valeurs relevées en amont sont significativement plus faibles que celles du lac et de l'aval (Fig. 3b). Quant au taux de solides dissous (Fig. 3c) et à la conductivité (Fig. 3d), les plus fortes valeurs ont été observées en amont. En revanche, les valeurs les plus faibles ont été enregistrées dans le lac.

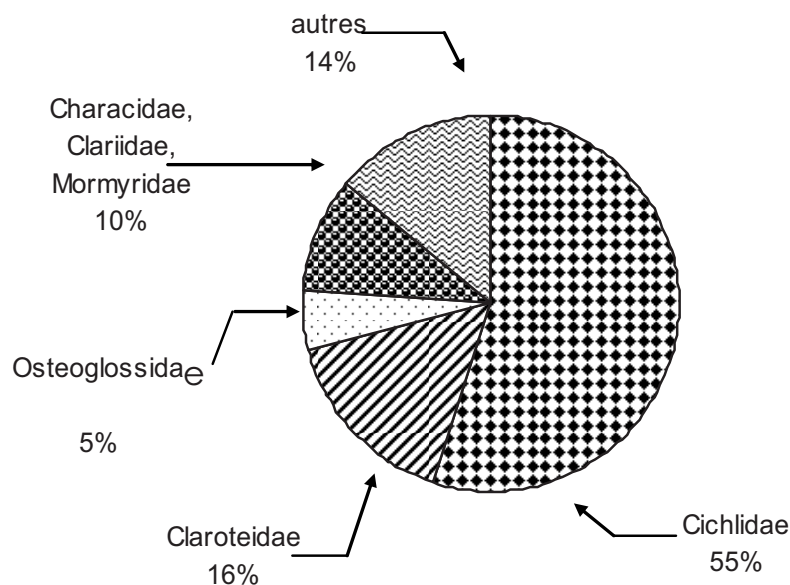


Fig. 2. – Composition par famille des poissons provenant du lac d'Ayamé.

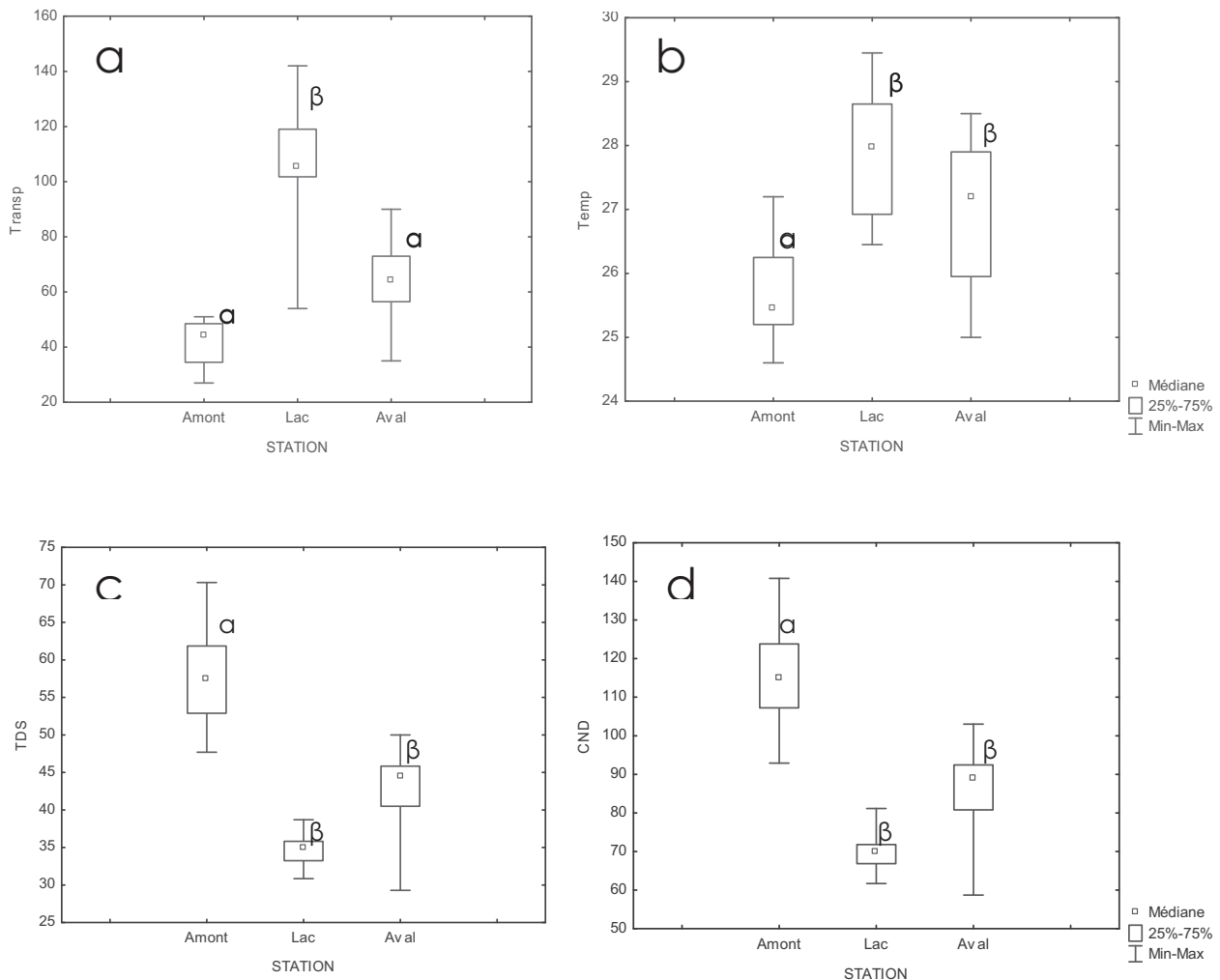


Fig. 3. – Box-plots affichant les variations de certains paramètres physico-chimiques (a=transparence (Transp), b=température (Temp), c=taux de solide dissous (TDS) et d=conductivité (CND)) en fonction des zones écologiques. Les box-plots portant des lettres grecques différentes ont des valeurs significativement différentes.

Abondance et sex-ratio

Relativement rares, les Mormyridae ont constitué moins de 10% des poissons échantillonnés (Fig. 2). Mille quatre cent vingt et cinq (1425) spécimens de *Marcusenius ussheri* ont été capturés. Quatre cent quatre-vingt dix huit (498) étaient immatures contre 927 spécimens qui présentaient une différenciation sexuelle. La répartition entre sexes est de 425 femelles contre 502 mâles. Ces individus matures se répartissent comme suit: 79 en amont; 593 dans le lac et 255 en aval. Les proportions relatives entre mâles et femelles (mâles: femelles) sont comme suit: 1:2.5 (amont), 1:1.35 (lac) et 1.38:1 (aval). Dans la population des immatures, on rencontre 287 en amont; 73 dans le lac et 138 en aval.

Taille de première maturité sexuelle

La taille de première reproduction n'a pu être calculée en amont par insuffisance d'individus matures. Dans le lac, la maturité sexuelle est atteinte à 168mm pour les femelles contre 173mm chez les mâles. Dans ce milieu,

64% des femelles présentent une taille égale ou supérieure à celle de première reproduction. Les 36% restants mesurent entre 100 et 165mm. Concernant les mâles, 65% des individus ont atteint la maturité sexuelle, 35% mesurent entre 118 et 165mm. En aval, les femelles matures mesurent au moins 135mm et les mâles 175mm. Ce sont 12% des femelles capturés qui sont parvenues à la maturité sexuelle, les autres ont une taille allant de 98 à 120mm.

Evolution spatiale des tailles et des poids

La figure 4 présente la variation du poids et de la taille le long du cours d'eau par zone écologique ainsi que par sexe. Concernant les zones, le poids des mâles (Fig. 4a) pêchés dans le lac est significativement plus élevé (test de Mann-Witney, $p < 0,05$) que celui des mâles capturés aussi bien en amont qu'en aval. Le poids des spécimens mâles de l'aval à son tour est plus élevé (test de Mann-Witney, $p < 0,05$) que celui des poissons de l'amont. La variation

de la taille des mâles (Fig. 4b) provenant des différentes zones évolue exactement de la même façon que celle du poids. Les femelles capturées dans le lac présentent un poids plus élevé que celui des femelles provenant de l'aval et de l'amont (Fig. 4a). De même, le poids des femelles enregistré en aval est significativement supérieur à celui des femelles issues de l'amont ($p < 0,05$).

La taille des femelles (Fig. 4b) est significativement plus élevée dans le lac qu'en amont et en aval, les poissons de l'aval étant comme pour le poids, plus longs que ceux de l'amont. Pour une même zone écologique, en dehors de l'amont (pour le poids), les paramètres biologiques (poids et longueur) des mâles sont significativement plus élevés (test de Mann-Witney, $p < 0,05$) que celui des femelles (Fig. 5a et 5b).

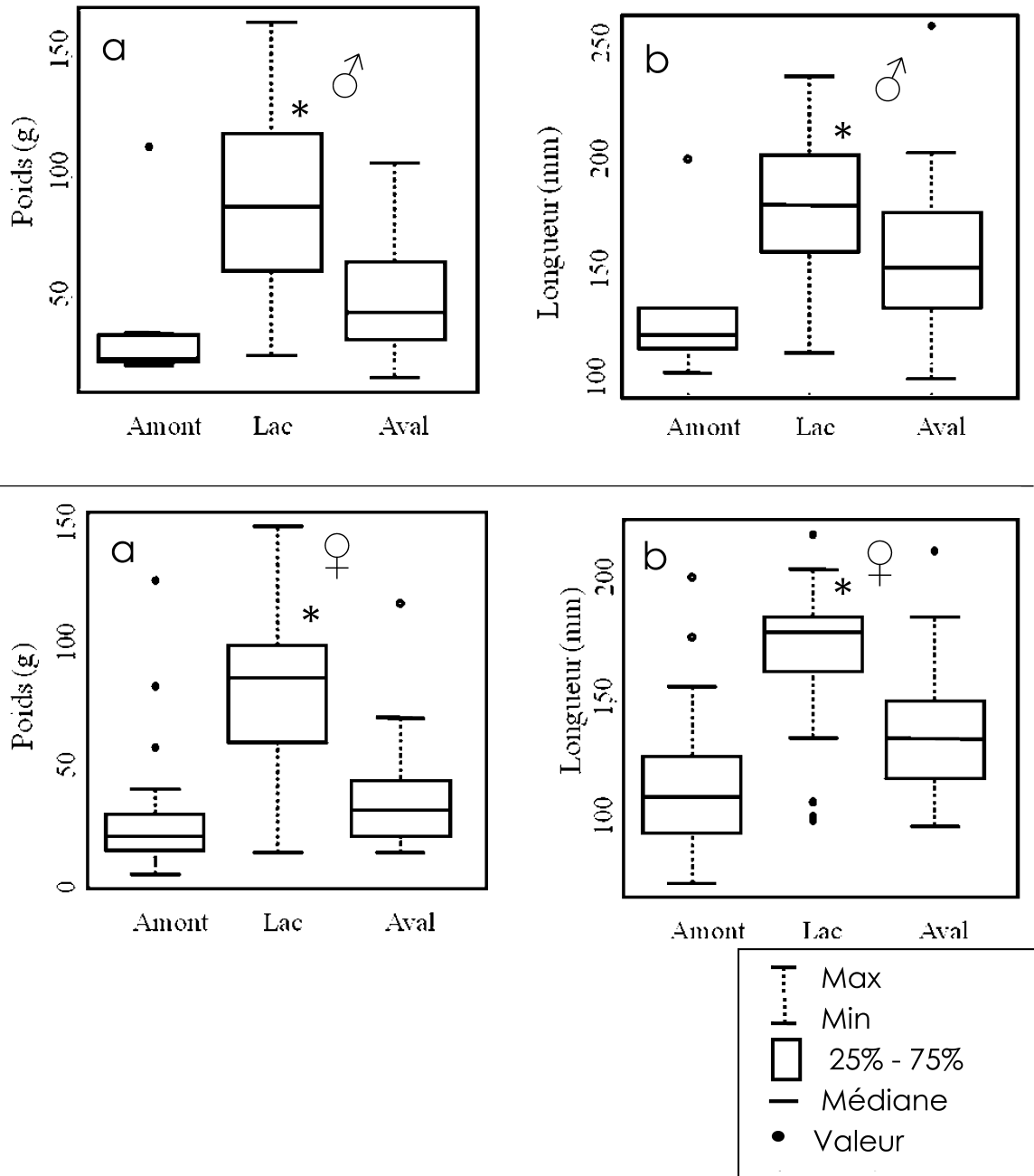


Fig. 4. – Box-Plot montrant la variation du poids (a) et de la longueur (b) des spécimens mâles et femelles de *Marcusenius ussheri* en fonction des zones écologiques définies.
*: valeur significativement plus élevée.

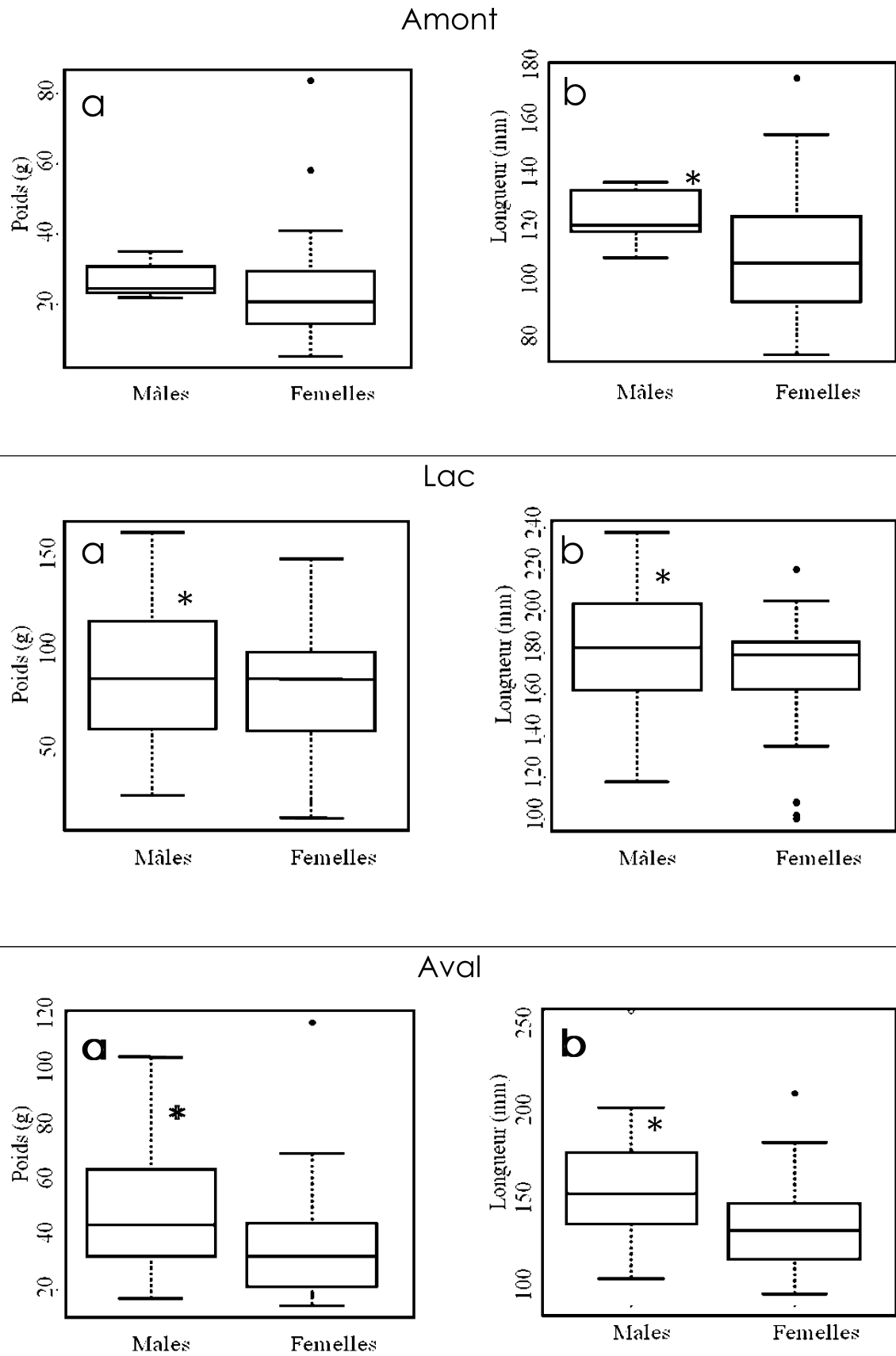


Fig. 5. – Box-Plot montrant la variation du poids (a) et de la longueur (b) des spécimens mâles et femelles de *Marcuseinius ussheri* en amont, dans le lac et à l'aval de la rivière Bia.

*: valeur significativement plus élevée.

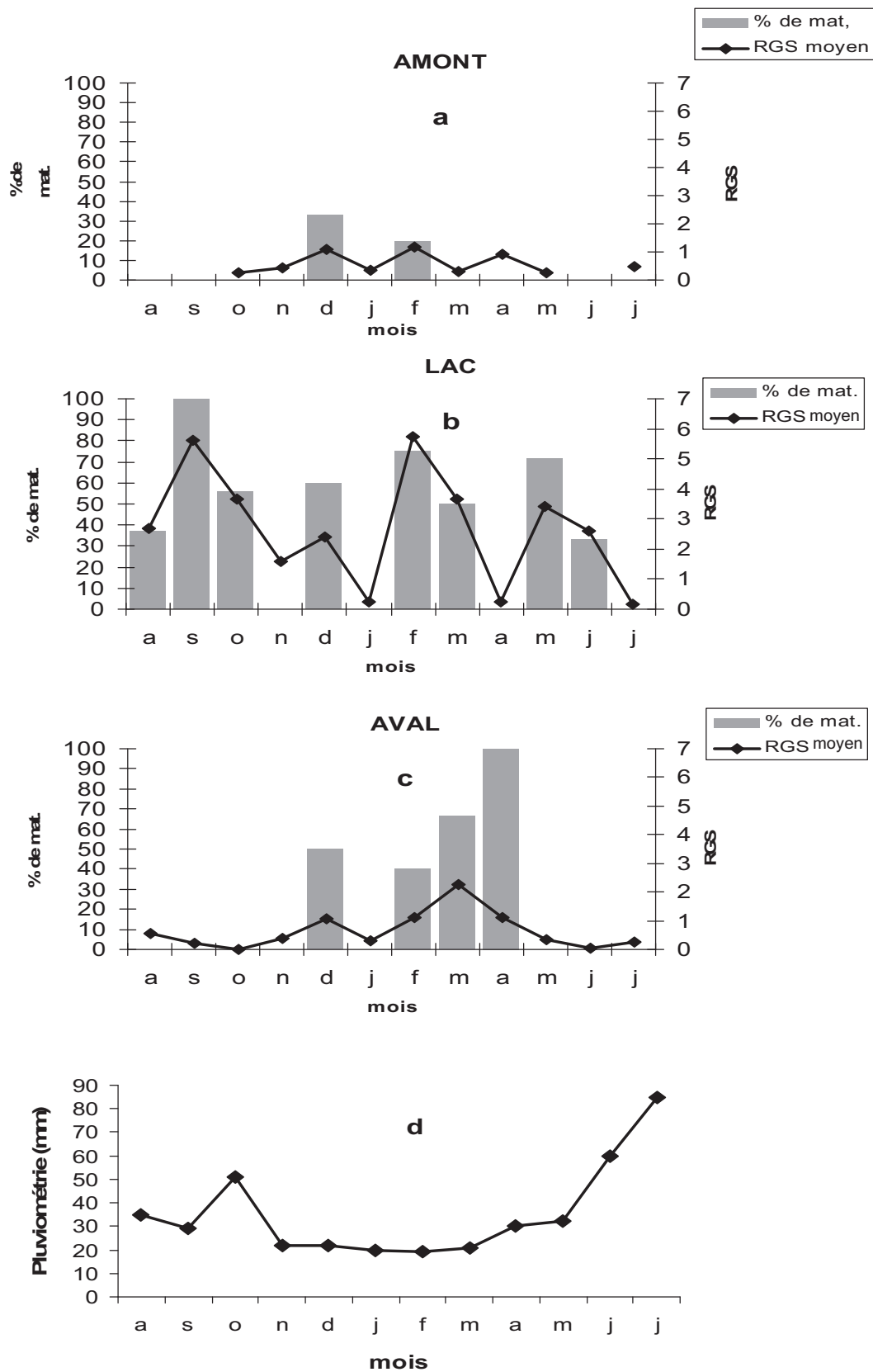


Fig. 6. – Pourcentage des femelles portant des gonades matures et Rapport Gonado-somatique (RGS) mensuels en amont (a), dans le lac (b) et à l’aval (c). La figure (6d) fait référence à la pluviométrie.

Evolution saisonnière de l'activité sexuelle femelle

L'activité sexuelle des individus femelles a été analysée au niveau des trois milieux (Fig. 6). En amont (Fig. 6a), trois maxima de RGS moyen sont présents respectivement en décembre (1.08%), février (1.19%) et avril (0.93%). Le pourcentage de femelles matures rencontrées est de 33% en décembre et 20% en février. Le graphique correspondant au lac (Fig. 6b) montre quatre pics principaux de RGS moyen: le premier se situe en septembre (5.6%), le second en décembre (2.39%), le troisième est centré au mois de février (5.73%) et le dernier en mai (3.42%). Des individus matures se rencontrent presque toute l'année, en particulier en septembre (100%), décembre (60%), février (73%) et mai (71%). En aval de la Bia (Fig. 6c), le RGS maximum présente deux pics localisés en décembre et en mars. Les valeurs respectives associées sont de 0.2 et 1.2. Les femelles matures se rencontrent en décembre puis en février et constituent respectivement 33 et 20% de la population.

Diamètre des ovocytes et fécondité

Trente-deux ovaires de stade 4 et trente ovocytes mesurés par ovaire ont été examinés, soit au total 960 ovocytes. Le diamètre moyen obtenu est de 1.81mm. La fécondité relative moyenne s'élève à 3183 par kg de poids corporel. Le maximum atteint 53897 ovocytes.

DISCUSSION

L'analyse des valeurs relatives à la taille de première reproduction de *Marcusenius ussheri*, montre que ce paramètre varie en fonction du milieu. Ainsi, ALBARET (1982) indique à propos de la même espèce qu'à 130mm, 50% des femelles atteignent la maturité sexuelle dans le bassin de la Comoé, autre bassin de la Côte d'Ivoire, contre 168mm dans ce travail. Par ailleurs, ALBARET (1994) attribue ces variations de taille de première reproduction en fonction des bassins ou des secteurs considérés, au fait que les poissons développent des stratégies différentes dans des milieux différents en vue sans doute d'une meilleure adaptation. Selon ce même auteur, ces stratégies peuvent être d'ordre alimentaire ou de la reproduction ou les deux à la fois dans la mesure où la première a une influence sur l'autre. La taille de première maturité varie également en fonction du sexe. Elle est en effet plus faible chez les femelles que chez les mâles. Les femelles seraient donc sur le plan de la maturité sexuelle, beaucoup plus précoces que les mâles.

Au niveau de la population (mâle et femelle), c'est en amont que l'on enregistre aussi bien au niveau de la taille, du poids corporel et du pourcentage des individus matures, les valeurs les plus faibles. Il en est de même du RGS. Tous ces éléments tendent à suggérer une présence majoritaire de juvéniles en ce lieu. En revanche, le lac abrite la grande majorité des individus matures avec les plus grandes valeurs des paramètres biologiques. De plus, l'écoulement unidirectionnel des eaux rend le lac solidaire de l'amont et en fait une zone d'inondation favorable à la reproduction des poissons (MERONA, 2005). C'est ce que semble montrer la valeur du sex-ratio dans le lac. En

effet, plus ce rapport est proche de l'équilibre 1:1, plus la reproduction est meilleure comme l'indique LEGENDRE (1991) chez le poisson *Sarotherodon melanotheron*. Plus encore, le niveau d'eau élevé et la baisse de la conductivité dans le lac (par rapport à l'amont et l'aval), sont, selon KIRSCHBAUM (1987), des facteurs qui induisent la reproduction chez les Mormyridae. Quant à l'aval de la rivière, il est séparé du lac par le barrage (sauf en période d'ouverture). Ainsi, les populations amont et lac seraient les mêmes et les résultats énoncés indiquent l'existence en leur sein, d'une stratégie particulière, celle d'une migration des individus matures du lac (zone lentique) pour aller pondre en amont. Un tel comportement reproducteur a été évoqué par BENECH & QUENSIERE (1985) à propos des Mormyridae dans le lac Tchad. Diverses espèces de ce groupe sont en effet, capables d'effectuer des migrations de faibles, moyennes et grandes amplitudes pour se reproduire. L'amont de la rivière, zone lotique est plus riche en oxygène à cause de l'écoulement de l'eau. De plus, son substrat sableux parsemé de débris végétaux (feuilles et tiges) et l'existence d'îlots rocheux sur son lit principal se prêtent parfaitement à la fraie des poissons. L'aval de la rivière héberge une quantité relativement importante d'individus matures (31%) à côté d'une assez grande cohorte de juvéniles. Isolé mécaniquement du reste de la rivière, l'aval, par les résultats obtenus, semble être une zone écologique différente où la reproduction de *Marcusenius ussheri* pourrait se dérouler *in situ*. En appui à cette répartition faite en relation avec la reproduction, KOUAMELAN (1999), indique que 21% des organismes-proies constituant le régime alimentaire de *Marcusienues ussheri* se rencontrent en amont, contre 53% dans le lac et 26% en aval. Ces résultats vont dans le même sens que ceux relatifs au potentiel reproducteur de l'espèce dans les différents milieux écologiques étudiés. Ils sont tous en accord avec les indications de ALBARET (1994) selon lequel, il y a une influence positive entre régime alimentaire et reproduction. Par ailleurs, en prenant en compte les périodes de reproduction en fonction des saisons, on constate qu'en amont, la reproduction se déroule pendant une petite partie de la grande saison sèche. Dans le lac, l'activité reproductrice se déroule pratiquement toute l'année aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies. En aval, le poisson se reproduit pendant toute la grande saison sèche. Ces différentes stratégies de reproduction sont en accord avec les observations de BLAKE (1976) qui note que l'espèce peut se reproduire en une seule fois (ponte unique), en plusieurs fois (ponte fractionnée) en fonction des conditions environnementales.

CONCLUSION

Le Mormyridae *Marcusenius ussheri* présente des tactiques de reproduction variables en fonction du milieu. La taille de première maturité sexuelle est plus grande dans le lac (milieu lentique) qu'en aval où l'eau est courante. De même, le taux de maturation des gonades ainsi que l'indice gonadique sont d'autant plus importants que le courant d'eau diminue. La taille et le poids des spécimens évoluent dans le même sens. Ainsi, le lac apparaît comme un préférandum pour *M. ussheri*.

REMERCIEMENTS

Ce travail fait partie du projet ivoiro-belge VLIR/KUL (Vlaamse Interuniversitaire Raad) "Evolution de la biodiversité des poissons après la construction d'un barrage: cas de la rivière Bia en Côte d'Ivoire", financé par l'Agence Générale pour la Coopération au Développement - Algemeen Bestuur voor Ontwikkelingssamenwerking (A.G.C.D.-A.B.O.S.) de la Belgique. Nous tenons à exprimer notre gratitude à Monsieur Le Professeur D.F.E. Thys Van Den Audenaerde, promoteur du projet et à feu le Docteur G.G. Teugels, co-promoteur.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBARET JJ (1982). Reproduction et fécondité des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire. *Revue Hydrobiologie Tropicale*, 15(4):347-371.
- ALBARET JJ (1994). Les poissons, biologie et peuplement. In: Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II. Les milieux lagunaires. DURAND JR, DUFOUR P, GUIRAL D & ZABI SGF (eds), ORSTOM: 239-279.
- BLAKE BF (1976). Aspects of the reproductive biology of *Hipopotamyrus pictus* from Lake Kainji, with notes on four other mormyrid species. Department of Zoology, University of Reading, Whiteknights, Reading, Berkshire, England. *Journal of Fish Biology*, 11:437-445.
- BENECH V & QUENSIERE J (1985). «Stratégies de reproduction des poissons du lac Tchad en période de Tchad Normal» (1966-1971). *Revue Hydrobiologie Tropicale*, 18(3):227-244.
- CHIKOU A, LALLÈYÈ P, PHILIPPART JC & VANDEWALLE P (2007). Quelques aspects de la biologie de reproduction chez *Clarias ebriensis* (Siluriformes, Clariidae) dans le delta de l'Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cybium*, 31(2):207-215.
- CRAWFORD JD, HAGEDORN M & HOPKINS CD (1986). Acoustic communication in an electric fish, *Pollimyrus isidori* (Mormyridae). Section of Neurobiology and Behavior, Seeley Mudd Hall, Cornell University, Ithaca, New York 14853, USA. *Journal of Comparative Physiology A*, 159:297-310.
- DUPONCHELLE P & LEGENDRE M (2000). *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) in lake Ayamé, Côte d'Ivoire: life history traits of a strong diminished population. *Cybium*, 24(2):161-172.
- DURAND JR & CHANTRAINE JM (1982). L'environnement climatique des lagunes ivoiriennes. *Revue Hydrobiologie Tropicale*, 15(2):85-113.
- FESSARD A (1975). Electrorceptors and other specialised receptors in lower vertebrates. In: FESSARD A (ed), *Handbook of sensory physiology*. III/3. Springer-Verlag, New-York.
- GOURÈNE EG, TEUGELS GG, HUGUENY B & THYS VAN DEN AUDENAERDE DFE (1999). Evaluation et conservation de la diversité ichtyologique d'un bassin ouest africain après la construction d'un barrage. *Cybium*, (2):147-160.
- GOURÈNE G, TEUGELS GG & THYS VAN DEN AUDENAERDE DFE (1995). Manuel pratique d'identification des poissons du lac d'Ayamé (Rivière Bia, Côte d'Ivoire). Archives Scientifiques; CRO/ORSTOM, Abidjan, 14(1): 41p.
- HOPKINS CD (1981). On the Diversity of Electric Signals in a Community of Mormyrid Electric Fish in West Africa. *American Zoologists*, 21:211-222.
- HOPKINS CD (1986). Behavior of Mormyridae. In: *Electroreception*. BULLOCK TH & HEILIGENBERG W (eds), John Wiley & Sons. New York: 227-576.
- IHAKA R & GENTLEMAN R (1996). R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5:299-314.
- JACKSON PBN, MARSHALL BE & PAUGY D (1988). Fish "communities in man-made lake". In: LÉVÊQUE C, BURTON MN & SSENTONGO GW (eds), *Biology and ecology of African freshwater fishes*. Paris, ORSTOM, travaux et documents, 216:42-448.
- KIRSCHBAUM F (1987). Reproduction and development of a weakly electric fish, *Pollimyrus isidori* (Mormyridae, Teleostei) in captivity. *Environmental Biology of Fishes*, 20:11-13.
- KOUAMELAN EP (1999). L'effet du barrage Ayamé (Côte d'Ivoire) sur la distribution et l'écologie alimentaire des poissons Mormyridae (Teleostei, Osteoglosidae). Thèse de Doctorat, Université Catholique de Louvain (Belgique): 221p.
- LEGENDRE M (1991). Potentialité aquacole des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II-Sciences et Techniques du Languedoc: 83p.
- LEGENDRE M & ÉCOUTIN JM (1996). Aspects de la stratégie de reproduction de *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852): comparaison entre une population naturelle (lagune Ebrié, Côte-d'Ivoire) et différentes populations d'élevage. Le troisième Symposium International sur le Tilapia en Aquaculture, Abidjan, Côte-d'Ivoire: 11-16.
- LÉVÊQUE C (1997). La biodiversité. Paris, PUF: 127 p. (Que sais-je?: le point des connaissances actuelles; 3166).
- LÉVÊQUE C (1999a). Croissance et ontogénie. In: Les poissons des eaux continentales africaines. LÉVÊQUE C & PAUGY D (eds), Edition IRD: 153-166.
- LÉVÊQUE C (1999b). Réponses aux conditions extrêmes. In: Les poissons des eaux continentales africaines. LÉVÊQUE C & PAUGY D (eds), Edition IRD: 191-198.
- LÉVÊQUE C & PAUGY D (1999). Impact des activités humaines. In: LÉVÊQUE C & PAUGY D (eds), Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie, utilisation par l'homme. Institut de Recherche pour le Développement, Paris: 365-383.
- LÉVÊQUE C, PAUGY D & TEUGELS GG (1992). Faune des poissons d'eau douce et saumâtre de l'Afrique de l'Ouest. Volume II. ORSTOM, Paris and MRAC, Tervuren, Belgium: 385-902.
- MERONA B DE (2005). Le fleuve, le barrage et les poissons. Le barrage de Petit-Saut en de Guyane française. *Cybium*, 2007 31(1):31-32.
- OUATTARA M, GOURÈNE G & VANGA AF (2006). Propositions de fermeture saisonnière de la pêche en vue d'une exploitation durable du poisson au lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 1(24):7-13.

Received: February 21, 2008

Accepted: November 5, 2009

Branch editor: Brendonck Luc