



## Morphologie des hybrides issus du croisement intergénérique entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852)

AMON Yao Nicolas<sup>(1\*)</sup> ; YAO Kouakou<sup>(2)</sup> ; OUATTARA Mamadou<sup>(3)</sup> ; KOUMAN Yaoua Christine<sup>(4)</sup> et ATSE Boua Célestin<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Université Nangui Abrogoua, UFR-SN, Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire) ; email : [amonyao@yahoo.fr](mailto:amonyao@yahoo.fr)

<sup>(2)</sup> Université Nangui Abrogoua, UFR-SN, Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire) ; email : [Yao\\_kou2002@yahoo.fr](mailto:Yao_kou2002@yahoo.fr)

<sup>(3)</sup> Université Nangui Abrogoua, UFR-SGE, Laboratoire d'environnement et de biologie aquatique, 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire) ; email : [ouattara\\_bognan@yahoo.fr](mailto:ouattara_bognan@yahoo.fr)

<sup>(4)</sup> Université Nangui Abrogoua, UFR-SGE, Laboratoire d'environnement et de biologie aquatique, 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire) ; [koumanyaouachristine@yahoo.fr](mailto:koumanyaouachristine@yahoo.fr)

<sup>(5)</sup> Centre de Recherches Océanologiques (CRO), Département d'aquaculture, BP V 18 Abidjan (Côte d'Ivoire) ; email : [atse\\_boua\\_celestin@hotmail.com](mailto:atse_boua_celestin@hotmail.com)

<sup>(\*)</sup>Correspondance : [amonyao@yahoo.fr](mailto:amonyao@yahoo.fr), Tel : (225) 46 61 14 85

Original submitted in on 4<sup>th</sup> June 2013 Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 30<sup>th</sup> September 2013.

### RÉSUMÉ

**Objectif :** Il s'agit de comparer les caractéristiques morphologiques des hybrides obtenus par croisement intergénérique entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Tilapia du Nil) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) (Tilapia noir) à celles de leurs parents.

**Méthodologie et résultats :** Les travaux de reproduction ont été réalisés dans des bacs en béton de dimension 2x2x1 m, en milieu lagunaire ivoirien. Les études morphologiques ont été menées sur les hybrides de seconde génération. Vingt descripteurs métriques et dix méristiques ont été relevés sur chaque spécimen. Les taxons ont été comparés en utilisant l'Analyse en Composantes Principales et l'Analyse Factorielle Discriminante. Les caractéristiques méristiques les plus discriminantes sont le nombre de branchiospines supérieures, le nombre de microbranchiospines supérieures, le nombre de rayons épineux à la nageoire dorsale, le nombre de microbranchiospines inférieures et le nombre de branchiospines inférieures. Concernant les caractères métriques, la longueur de la tête, la hauteur de la tête, la longueur pré-pectorale, la hauteur du pédoncule caudal et la longueur du museau ont varié significativement.

**Conclusion et application :** Il est possible de produire des hybrides par croisement intergénérique entre *O. niloticus* et *S. melanotheron* pour leur élevage en milieu lagunaire. Les deux types d'hybrides, à savoir *O. niloticus* femelle x *S. melanotheron* mâle (OS) et *S. melanotheron* femelle x *O. niloticus* mâle (SO) se ressemblent fortement et ont en outre les mêmes patrons de coloration dont la tache « tilapienne » sur la nageoire dorsale. Cette morphologie générale est différente de celle des espèces parentales.

**Mots clés :** morphologie, poisson, hybride, *Oreochromis niloticus*, *Sarotherodon melanotheron*, Côte d'Ivoire.

**Morphology of hybrids from intergeneric crossing between *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852)**

**Abstract**

*Objective:* The aim of this study is to compare morphological characteristics of Hybrids from intergeneric crossing between **Nile tilapia**, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and **black-chip tilapia**, *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852) to those of their parents.

*Methodology and results:* Reproduction was conducted in a concrete pond (2x2x1m) in the Ebrié lagoon. Morphological studies were undertaken on the hybrids of the second generation. Twenty morphometrical descriptors and ten meristical descriptors were recorded on each specimen. Separately, these groups of descriptors were submitted to the Principal Component Analysis and to the Discriminating Factorial Analysis. The best discriminating meristical characters were the number of upper gill rakers, the number of upper micro-gill rakers, the number of thorny rays of the dorsal fin, the number of lower micro-gill rakers and the number of lower gill rakers. About the metrical characters, the head length, the head height, the pre-pectoral length, the caudal peduncle height and the snout length are varied significantly.

*Conclusion and application of results:* It is possible to produce hybrids by crossing *O. niloticus* and *S. melanotheron* for their breeding in lagoon. The two types of hybrids, from *O. niloticus* female X *S. melanotheron* male (OS) and those from *S. melanotheron* female X *O. niloticus* male (SO) both present a great sameness. Moreover, they have the same colouring including the "tilapian" spot on the dorsal fin. This general morphology is different from this of the parental species.

**Key words:** morphology, fish, hybrid, *Oreochromis niloticus*, *Sarotherodon melanotheron*, Ivory Coast

**INTRODUCTION**

L'approvisionnement en poissons pour de nombreux pays africains dépend des importations. En Côte d'Ivoire en particulier, la Direction des Pêches indique pour l'année 2005, que les importations annuelles sont en moyennes de 250.000 tonnes pour une consommation nationale de 300.000 tonnes. Pour compenser ce déficit, la pisciculture du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) a été une des voies choisies. Vivant en eau douce, cette espèce est réputée pour sa forte croissance, sa rusticité et son grand potentiel reproducteur. Cependant, l'extension de l'élevage de ce poisson en lagune se trouve limitée du fait de sa faible tolérance à cette eau saumâtre qui se traduit par des mortalités allant de 20 à 70% (Doudet, 1992). A l'opposé, *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel,

1852) dont le milieu écologique préférentiel est la lagune, manifeste dans celle-ci, une croissance et une fécondité relativement faibles. Les performances sont encore plus réduites pour *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) autre espèce autochtone des lagunes ivoiriennes (Legendre, 1986). La présente étude se propose d'obtenir des hybrides qui associeraient les grandes potentialités de *O. niloticus* (On) et la forte adaptabilité de *S. melanotheron* (Sm) à la vie en lagune par croisement entre les deux espèces citées. Par la suite, les caractéristiques morphologiques des hybrides seront déterminées et comparées à celles des parents en vue de détecter d'éventuelles potentialités aquacoles.

**MATÉRIEL ET MÉTHODES**

L'expérience s'est déroulée à la station piscicole expérimentale de Layo (45 km d'Abidjan) du Centre de Recherches Océanologiques (CRO) d'Abidjan (5°19'N, 4°19'W, Côte d'Ivoire). Les espèces parentales et les deux types d'hybrides ont été élevés séparément durant 112 jours dans des bacs en béton de dimension 2x2x1m,

contenant un volume d'eau de lagune de 3m<sup>3</sup>. L'eau des bacs est renouvelée en permanence par une motopompe électrique suivant un débit de 0,17. 10<sup>-3</sup>m<sup>3</sup>/s. Les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été suivis grâce à un salinomètre de type YSI33 couplé à un

thermomètre, un oxymètre de type WTW OXI 330 et un pH-mètre modèle WTW pH 90.

**Production des hybrides de première et deuxième générations :** Les hybrides de première génération proviennent de croisements simultanés en 3 répétitions (triplicat) des deux parents souches, au bout de deux mois de mise en reproduction (sex-ratio : deux mâles pour cinq femelles) :

On X On → (OO): témoin (1115 alevins soit 74 par femelle);

Sm X Sm → (SS): témoin (2029 alevins soit 135 par femelle);

On femelle X Sm mâle → (OS) : 23 hybrides obtenus (en moyenne 2 par femelle);

Sm femelle X On mâle → (SO) : 24 hybrides obtenus (en moyenne 2 par femelle).

Les hybrides de seconde génération (202 OS par femelle et 215 SO par femelle) et les alevins issus des parents de souche pure (221 OO par femelle et 263 SS par femelle), obtenus dans les mêmes conditions que précédemment, ont servi pour les études morphologiques. Le nombre de spécimens analysés est réparti comme suit : OS = 80 ; SO = 80 ; OO = 80 et SS = 80.

**Mensurations, relevés morphométriques et méristiques :** Les mensurations ont été prises à l'aide d'un pied-à-coulisse de type MITUTOYO ayant une précision de 0,05 mm. Trente (30) descripteurs dont vingt (20) métriques et dix (10) méristiques ont été relevés sur chaque spécimen selon Lévêque *et al.* (1990). Les caractères métriques analysés sont la longueur totale (LT), la longueur standard (LS), la longueur de la tête (LTe), la hauteur de la tête (Hte), la longueur du museau (LM), le diamètre de l'œil (DO), le diamètre inter-orbitaire (DIO), la longueur pré-dorsale (LPrD), la longueur pré-pectorale (LPrPc), la longueur pré-pelvienne (LPrPe), la longueur pré-anale (LPrA), la longueur de la base de la nageoire dorsale (LD), la longueur de la nageoire pectorale (LPc), la longueur de la nageoire pelvienne (LPe), la longueur de la nageoire anale (LA), la longueur dorso-pectorale (LDPc), la longueur dorso-pelvienne (LDPe), la longueur dorso-anale (LDA), la hauteur moyenne du corps (HMC) et la hauteur du pédoncule caudal (HPC). Quant aux caractères méristiques, ce

sont le nombre de rayons épineux (RED) et mous (RMD) à la nageoire dorsale, le nombre de rayons épineux (REA) et mous (RMA) à la nageoire anale, le nombre d'écaillés sur la ligne latérale supérieure (ELLS) et inférieure (ELLI), le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (BrS) et inférieure (BrI) du premier arc branchial et le nombre de microbranchiospines sur la partie supérieure (MBrS) et inférieure (MBrI) du premier arc branchial. Le comptage des diverses pièces anatomiques a été réalisé sous une loupe binoculaire de type OLYMPUS SZ.30.

**Traitements statistiques :** Les données morphométriques ont été standardisées en convertissant en pourcentage de la longueur standard, les mensurations exprimées en millimètres à l'exception de celles prises sur la tête (Thys van den Audenaerde, 1970 ; Teugels, 1986). Ces dernières sont rapportées en pourcentage de la longueur de la tête. Les coefficients de variation (CV = Ecart-type/moyenne) des différents caractères ont été calculés afin d'évaluer leur variabilité pour chacun des cinq groupes d'individus étudiés. L'Analyse de Variance (ANOVA) à un critère de classification a permis de mettre en évidence les variations des moyennes des caractères métriques entre les espèces analysées. Le test de comparaison multiple HSD de Tukey est réalisé ensuite pour préciser les caractères discriminant les taxons pris deux à deux. Les données méristiques ayant une distribution non normale, ont été soumises au test non paramétrique de Kruskal-Wallis au seuil de significativité de 5 %. Les niveaux de significativité entre les groupes ont été recherchés en utilisant le test de comparaison multiple de rangs. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a servi à la constitution des groupes et à la détermination des caractères qui contribuent à leur regroupement. L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a mis en évidence les variables les plus efficaces dans la discrimination des espèces (Tomassone, 1988). La distance de Mahalanobis entre les centres de gravité des différents groupes a été déterminée. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1, sauf le coefficient de variation qui a été calculé sur Microsoft Excel.

## RÉSULTATS

**Paramètres physico-chimiques :** Au cours de la production des hybrides de première génération, les valeurs moyennes  $\pm$  Ecart-Type des paramètres physico-chimiques ont été de  $4,20 \pm 0,90$  g/L pour la salinité,  $3,55 \pm 0,65$  mg/L pour l'oxygène dissous,  $30,90 \pm 1,80$  °C pour la température de l'eau et  $7,25 \pm 0,15$  pour le pH. Les

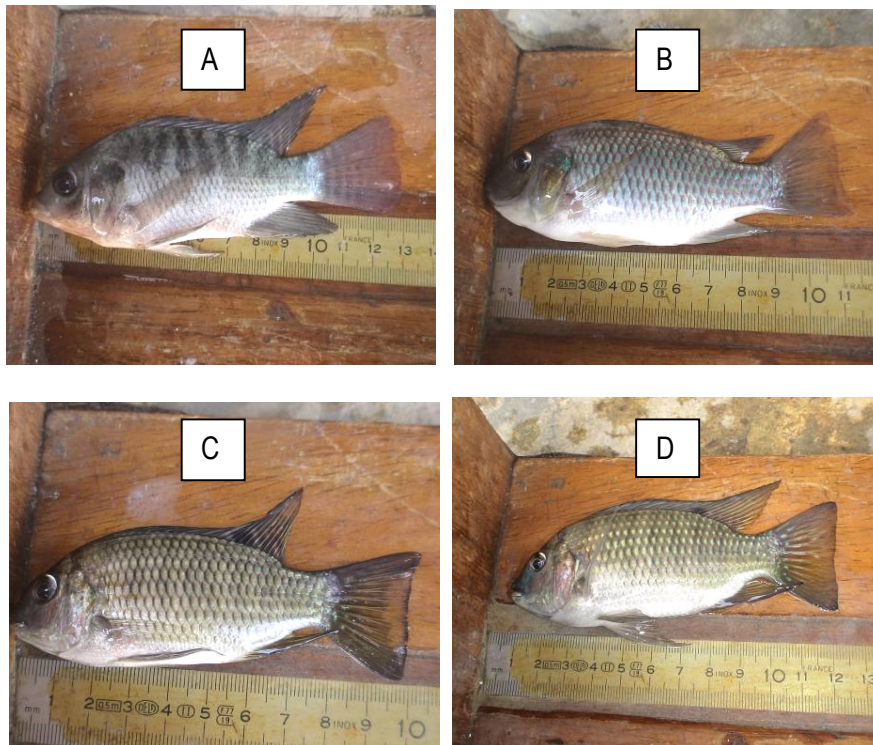
valeurs enregistrées lors de la production des hybrides de seconde génération sont respectivement de  $2,70 \pm 1,60$  g/L,  $6,26 \pm 0,30$  mg/L,  $28,01 \pm 0,22$  °C et  $6,90 \pm 0,08$ .

**Coloration des hybrides :** Les hybrides (C et D) présentent les mêmes patrons de coloration (**Figure 1**). La coloration générale est argentée. La lèvre inférieure, la

**Amon et al. J. Appl. Biosci. 2013. Morphologie des hybrides issus du croisement intergénérique entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852)**

gorge et le ventre sont blancs. Le dos est jaune verdâtre. Les écailles des flancs sont toutes marquées d'une tache noire à leur base. La nageoire caudale est bicolore : la partie inférieure est jaune sans perle, la partie supérieure

est grisâtre et perlée. La tache « tilapienne » est présente chez les adultes. Cette coloration générale des hybrides est différente de celles des parents (A et B).



**Figure 1:** Spécimens de poissons étudiés

(A): *Oreochromis niloticus*; (B): *Sarotherodon melanotheron*; (C): Hybride *Oreochromis niloticus* ♀ x *Sarotherodon melanotheron* ♂ (OS); (D): Hybride *Sarotherodon melanotheron* ♀ x *Oreochromis niloticus* ♂ (SO)

**Variabilité intra et interspécifique**

**Caractères métriques :** Les valeurs du coefficient de variation (CV) relatives aux caractères métriques se situent dans l'intervalle [2 % - 25 %] et les résultats de l'analyse de variance effectuée, indiquent qu'à l'exception de la longueur pré-anale (LPrA) et de la longueur dorso-pelvienne (LDPe), une différence significative ( $p < 0,05$ ) est observée entre les espèces pour tous les caractères analysés (Tableau 1). Le test de comparaison multiple HSD de Tukey montre que tous les groupes sont

significativement différents ( $p < 0,05$ ) les uns des autres par la hauteur de la tête (Hte). Les hybrides (SO et OS) ne présentent une différence significative que pour un seul des 20 caractères (Hte). Quinze (15) caractères permettent de distinguer les hybrides SO de l'espèce parentale *O. niloticus* contre 16 pour *S. melanotheron*. Quant à l'hybride OS, il diffère de l'espèce parentale *O. niloticus* par 16 caractères contre 17 pour *S. melanotheron*.

**Tableau 1 :** Coefficients de variation (%) et moyennes plus ou moins écart-types des caractères métriques analysés

**Amon et al. J. Appl. Biosci. 2013. Morphologie des hybrides issus du croisement intergénérique entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852)**

variables métriques	Statistiques	OO	SS	SO	OS	Niveau de significativité
LTe	Moy	37,63b	37,48b	33,85a	34,11a	***
	Ec t	1,59	1,49	1,84	1,2	
	CV	4,23	3,97	5,43	3,52	
Hte	Moy	102,13a	106,30b	117,92d	114,12c	***
	Ec t	4,83	5,4	4,96	4,91	
	CV	4,73	5,08	4,21	4,3	
LM	Moy	29,30a	33,04b	35,04c	34,76c	***
	Ec t	1,97	2,24	1,85	2,08	
	CV	6,72	6,77	5,28	5,99	
DO	Moy	28,01b	25,07a	29,14bc	29,84c	***
	Ec t	2,04	1,74	1,9	1,96	
	CV	7,27	6,93	6,51	6,57	
DIO	Moy	34,90b	34,64b	30,49a	30,16a	***
	Ec t	2,67	1,74	2,36	2,62	
	CV	7,64	5,03	7,74	8,67	
LPrD	Moy	39,84b	40,96c	38,59a	38,82a	***
	Ec t	0,20	0,15	1,55	0,15	
	CV	4,46	3,36	4,02	3,82	
LPrPc	Moy	37,71c	36,38b	33,49a	33,53a	***
	Ec t	1,3	1,36	1,47	1,54	
	CV	3,45	3,74	4,38	4,58	
LPrPe	Moy	43,71c	41,27b	40,10a	39,94a	***
	Ec t	1,67	1,45	1,7	2,01	
	CV	3,82	3,51	4,24	5,04	
LPrA	Moy	75,55a	75,48a	75,68a	75,58a	NS
	Ec t	2,48	2,62	3,33	2,78	
	CV	3,28	3,47	4,4	3,68	
LD	Moy	39,69b	41,92c	36,47a	37,09a	***
	Ec t	2,77	2,79	2,41	2,19	
	CV	3,49	3,9	3,99	4,6	
LPc	Moy	39,69b	41,92c	36,47a	37,09a	***
	Ec t	2,77	2,79	2,41	2,19	
	CV	6,97	6,66	6,6	5,9	
LPe	Moy	29,07a	30,83b	34,18c	33,89c	***
	Ec t	2,08	2,39	3,46	3,56	
	CV	7,16	7,74	10,13	10,51	
LA	Moy	33,92a	33,29a	39,12b	38,79b	***
	Ec t	2,57	2,58	4,06	3,68	
	CV	7,57	7,76	10,38	9,48	
LDPc	Moy	30,62ab	30,89b	30,26ab	30,16a	***
	Ec t	1,47	1,68	1,7	1,37	
	CV	4,79	5,42	5,61	4,56	
LDPe	Moy	40,56a	40,81a	41,13a	41,20a	NS
	Ec t	1,8	2,31	1,95	1,89	
	CV	4,44	5,65	4,73	4,6	
LDA	Moy	56,39a	56,80a	58,79b	58,10b	**
	Ec t	2,79	2,29	2,4	1,86	
	CV	4,95	4,02	4,08	3,21	
HMC	Moy	37,63a	37,59a	40,36b	40,36b	***
	Ec t	2,71	2,26	2,07	2,10	
	CV	7,21	6,01	5,12	5,2	
HPC	Moy	15,13a	17,45b	18,56c	18,20c	**
	Ec t	0,97	1,18	1,13	0,9	
	CV	6,39	6,79	6,09	4,96	
LS	Moy	75,65a	75a	76,76b	76,25b	**
	Ec t	2,52	1,61	1,78	1,72	
	CV	3,33	2,14	2,31	2,25	

Moy : Moyenne ; Ec t : Ecart type ; CV : Coefficients de variation ; \*\*\* (p < 0,001) : Différence très significative ; \*\* (p < 0,01) : Différence significative ; \* (p < 0,05) : Différence peu significative ; NS (p > 0,05) : Différence non significative. Les moyennes sur chaque ligne ayant au moins une lettre en commun ne diffèrent pas significativement. ANOVA et Tukey.

**Amon et al. J. Appl. Biosci. 2013. Morphologie des hybrides issus du croisement intergénérique entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852)**

**Caractères méristiques :** Toutes les valeurs de CV des différents caractères au sein de chaque groupe se situent dans l'intervalle [2 % - 25 %]. Le test de Kruskal-Wallis (**Tableau 2**) montre des différences significatives entre les groupes pour tous les caractères excepté le nombre de rayons épineux à la nageoire anale (REA). Huit caractères méristiques permettent de faire une différence

significative entre *O. niloticus* et les deux lots d'hybrides SO et OS. *Sarotherodon melanotheron* se distingue des hybrides SO et OS par sept et six caractères respectivement. En revanche, aucun descripteur ne permet de dissocier les deux lots d'hybrides.

**Tableau 2 :** Coefficients de variation (%), médiane et étendue de distribution des caractères méristiques

Variables méristiques	Statistiques	OO	SS	SO	OS	Niveau de significativité
RED	Médiane	17 <sup>c</sup>	15 <sup>b</sup>	15 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	***
	Min – Max	15 -17	15 -16	14 – 16	13 -16	
	CV	3,31	3,20	1,98	2,38	
RMD	Médiane	13 <sup>c</sup>	12 <sup>a</sup>	13 <sup>b</sup>	13 <sup>b</sup>	***
	Min – Max	12 – 16	11 – 13	12 – 15	12 – 15	
	CV	5,20	5,03	5,17	5,61	
REA	Médiane	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	NS
	Min – Max	3-3	3-3	3-3	3-3	
	CV	0	0	0	0	
RMA	Médiane	10 <sup>b</sup>	9 <sup>ab</sup>	10 <sup>b</sup>	10 <sup>ab</sup>	***
	Min – Max	9 – 10	8 – 11	8 – 10	8 – 11	
	CV	5,12	5,83	4,72	5,91	
ELLS	Médiane	21 <sup>c</sup>	19 <sup>a</sup>	20 <sup>b</sup>	20 <sup>b</sup>	***
	Min – Max	19 – 23	16 – 21	18 – 21	17 – 23	
	CV	3,82	5,57	2,82	4,22	
ELLI	Médiane	15 <sup>c</sup>	12 <sup>a</sup>	13 <sup>b</sup>	12 <sup>b</sup>	***
	Min – Max	12 – 18	10 – 15	10 – 15	10 – 16	
	CV	8,41	8,73	8,07	9,50	
BrS	Médiane	4 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	***
	Min – Max	3 – 6	2 – 4	2 – 4	2 – 4	
	CV	18,81	18,15	9,30	14,72	
Brl	Médiane	23 <sup>c</sup>	17 <sup>b</sup>	11 <sup>a</sup>	11 <sup>a</sup>	***
	Min – Max	18 – 26	15 - 21	10 – 13	10 – 12	
	CV	6,64	6,05	5,12	2,93	
MBrS	Médiane	6 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	***
	Min-Max	3 – 8	3 – 4	2 – 6	2 – 6	
	CV	20,08	14,50	20,68	19,74	
MBrl	Médiane	28 <sup>c</sup>	22 <sup>b</sup>	16 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	***
	Min – Max	24 – 31	16 - 25	16 – 18	15 – 17	
	CV	5,30	7,07	7,68	7,88	

Min : Minimum ; Max : Maximum ; CV : Coefficient de variation ; \*\*\* (p < 0,001) : Différence très significative ; \*\* (p < 0,01) : Différence significative ; \* (p < 0,05) : Différence peu significative ; NS (p > 0,05) : Différence non significative. Les médianes sur chaque ligne ayant au moins une lettre en commun ne diffèrent pas significativement. ANOVA de Kruskal-Wallis et test de rang.

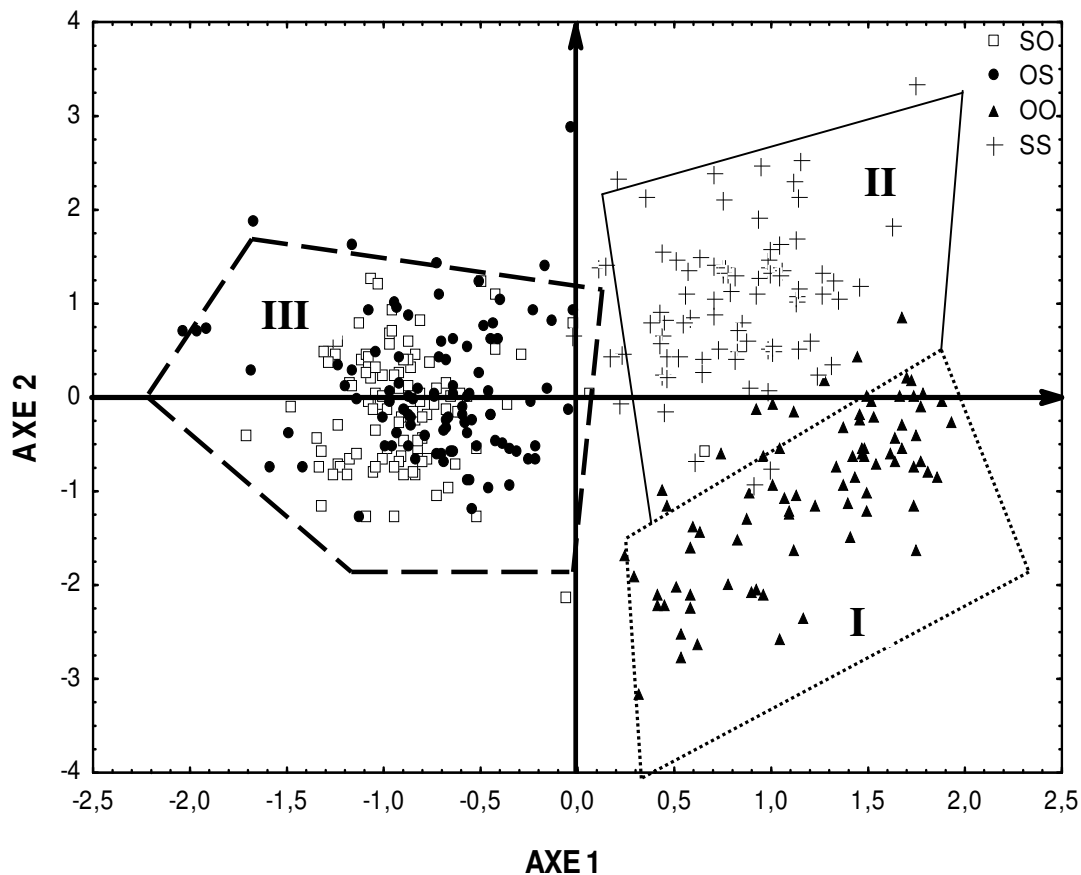
**Amon et al. J. Appl. Biosci. 2013. Morphologie des hybrides issus du croisement intergénérique entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852)**

**Regroupements à partir des données morphométriques :** L'examen des valeurs propres de l'ACP (**Tableau 3**) montre que les axes 1 et 2 cumulent 55,53 % de l'information. Ces deux axes ont été retenus pour l'analyse de l'ordination des individus. L'ordination des individus sur les deux premiers axes factoriels de l'ACP montre trois groupes nettement distincts suivant l'axe 1 (**Figure 2**). Les individus des groupes I et II constitués respectivement des espèces parentales OO et SS, réparties vers les coordonnées positives de l'axe 1 présentent des valeurs de Lte et LPrPc les plus fortement

corrélées à cet axe. En revanche les individus du groupe III (SO et OS) caractérisés par les descripteurs HTe, LM, HPC et LA, sont entièrement localisés dans la partie négative du même axe. Ces espèces parentales OO et SS se répartissent respectivement dans la partie négative et positive de l'axe 2. Les premiers sont caractérisés par les descripteurs LDPc et LDPe qui sont fortement et négativement corrélés à cet axe et les seconds caractérisés par le diamètre de l'œil faiblement corrélé au même axe.

**Tableau 3 :** Poids factoriels, valeurs propres et variances des variables métriques sur les cinq premiers axes de l'ACP

<b>Variabiles métriques</b>	<b>Axe 1</b>	<b>Axe 2</b>	<b>Axe 3</b>	<b>Axe 4</b>	<b>Axe 5</b>
Lte	<b>0,854316</b>	-0,339026	0,119498	0,027655	0,018896
Hte	<b>-0,868351</b>	-0,140057	0,076255	0,028198	0,000965
LM	<b>-0,734670</b>	-0,030147	0,322149	-0,273960	0,065942
DO	-0,439981	<b>0,110067</b>	-0,229978	0,604976	-0,484035
DIO	0,521436	-0,113644	-0,221694	-0,622867	0,012688
LPrD	0,545624	-0,530719	0,400530	0,082827	-0,065182
LPrPc	<b>0,837720</b>	-0,291465	-0,193872	-0,069916	-0,019010
LPrPe	0,642842	-0,473062	-0,256636	0,074616	-0,145262
LPrA	0,031001	-0,601952	-0,080268	0,342717	0,298702
LD	-0,197562	-0,514695	-0,573749	-0,191984	-0,097382
LPc	0,587864	-0,397430	0,367330	-0,152667	-0,198824
Lpe	-0,650094	-0,319333	0,186348	-0,308929	-0,342601
LA	<b>-0,660462</b>	-0,276757	-0,124291	-0,288889	-0,390632
LDPc	0,172196	<b>-0,752276</b>	0,275479	0,168463	-0,152059
LDPe	-0,180645	<b>-0,790351</b>	0,076007	0,106055	-0,039668
LDA	-0,475073	-0,650577	-0,309077	-0,071019	0,285313
HMC	-0,621307	-0,534453	-0,173033	0,090300	0,207769
HPC	<b>-0,694021</b>	-0,284226	0,362719	-0,025994	0,216504
Valeur propre	6,301911	3,694919	1,349221	1,257905	0,869214
Variance total (%)	35,01062	20,52733	7,49567	6,98836	4,82897
Variance cumulée	35,01062	55,53794	63,03362	70,02198	74,85094



**Figure 2:** Ordination des individus dans le plan factoriel 1 et 2 de l'Analyse en Composantes principales (ACP) des données métriques. OS = *O. niloticus* ♀ X *S. melanotheron* ♂; SO = *S. melanotheron* ♀ X *O. niloticus* ♂; OO = *O. niloticus*; SS = *S. melanotheron*

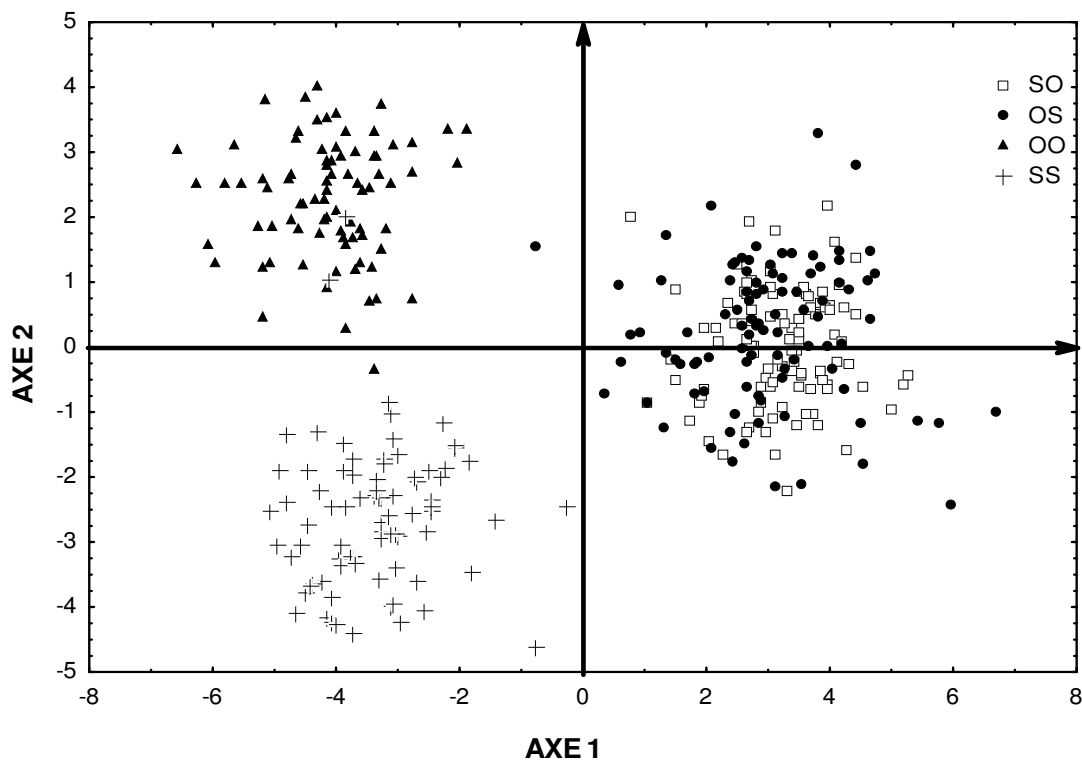
La matrice de classification (**Tableau 4**) montre que 87,50 % des individus sont classés dans leur groupe d'origine. Les taux de classement correct observés sont de 100 % pour l'espèce OO et de 97,50% pour l'espèce SS. Les hybrides SO et OS ont été bien prédits avec des proportions respectives de 77,50 % et 75,00 %. L'ordination des spécimens sur les deux premiers axes canoniques de l'AFD (**Figure 3**) indique trois groupes nettement distincts. Le groupe constitué par les hybrides

(SO et OS) est isolé dans la partie positive de l'axe 1 contrairement aux espèces parentales (*Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron*) réparties dans la partie négative du même axe. Par ailleurs, OO et SS forment deux groupes distincts par rapport à l'axe 2. Les spécimens de OO situés dans la partie positive de cet axe se distinguent de SS répartis dans la partie négative par le diamètre de l'œil (DO) et la longueur pré-pelvienne (LPrPe).

**Tableau 4 :** Matrice de classification correcte des spécimens SO, OS, OO et SS

Espèces	Nombre d'individus	Nombre d'individus prédits par groupe				Proportion d'individus bien prédits (%)
		SO	OS	OO	SS	
SO	80	62	18	0	0	77,50
OS	80	20	60	0	0	75,00
OO	80	0	0	80	0	100,00
SS	80	0	0	2	78	97,50
Total	320	82	78	82	78	87,50





**Figure 3:** Ordination des individus suivant les axes canoniques 1 x 2 de l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) à partir des variables métriques. OS = *O. niloticus* ♀ X *S. melanotheron* ♂; SO = *S. melanotheron* ♀ X *O. niloticus* ♂; OO = *O. niloticus*; SS = *S. melanotheron*

Sur la base des distances de Mahalanobis entre les différents groupes constitués (**Tableau 5**), les espèces OO et SS se dissocient des deux autres (SO et OS) par

de grandes distances (48,50 à 59,38). Entre les souches parentales, la distance est de 24,27. La plus petite distance (1,58) s'observe entre les hybrides (SO et OS).

**Tableau 5 :** Distance de Mahalanobis au carré ( $D^2$ ) entre les différents taxons SO, OS, OO et SS

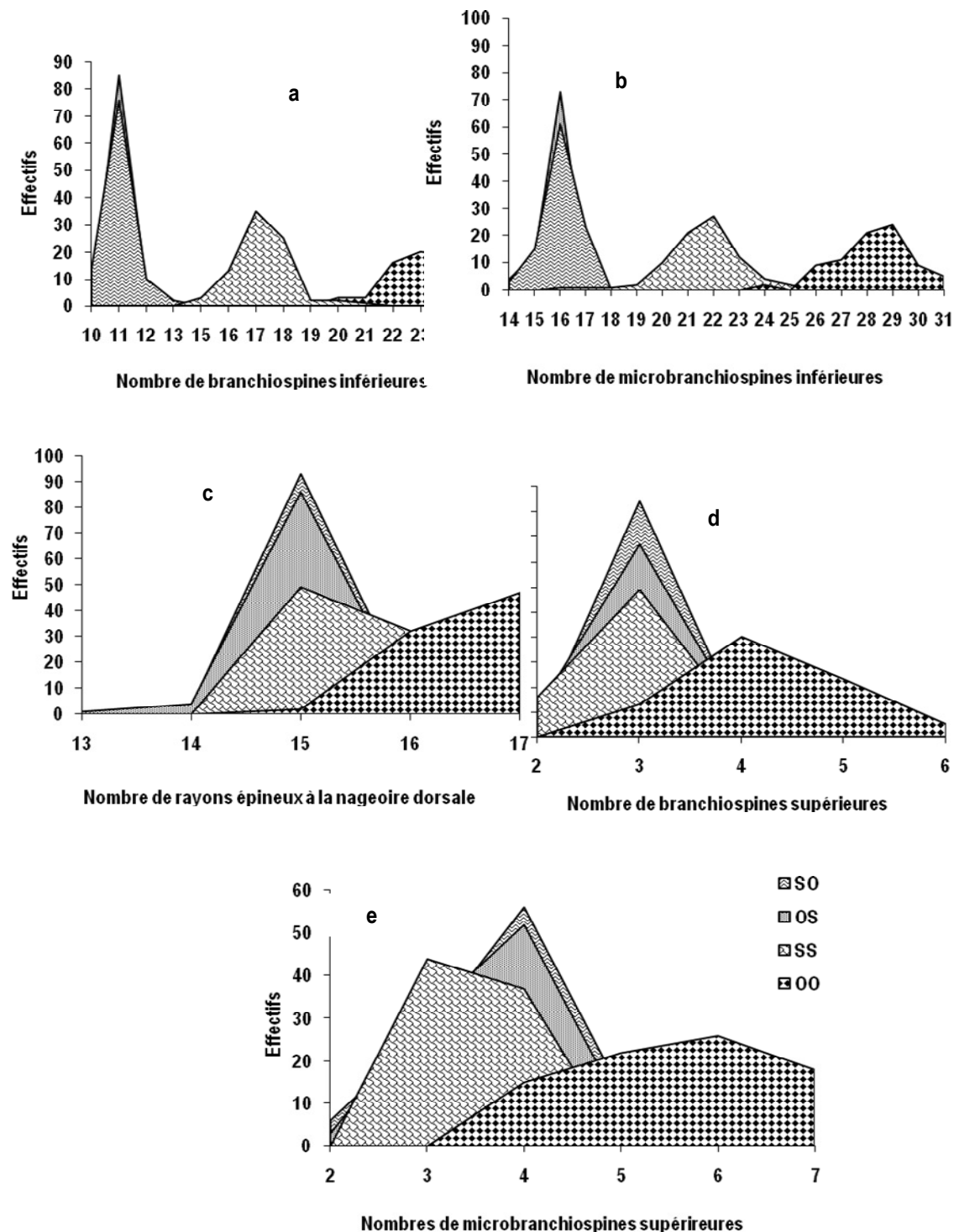
	SO	OS	OO	SS
SO	0,00	1,58	59,38	50,67
OS	1,58	0,00	54,78	48,50
OO	59,38	54,78	0,00	24,27
SS	50,67	48,50	24,27	0,00

**Regroupements à partir des données méristiques :**

Sur les dix caractères méristiques analysés, cinq (Brl, MBrl, RED, BrS et MBrS) contribuent fortement à la discrimination des espèces et ont servi à construire des polygones d'effectifs (**Figure 4**). Le nombre de branchiospines inférieures (Brl) subdivisent les spécimens étudiés en trois groupes (**Figure 4a**) de mode 11 pour les hybrides SO et OS, 17 et 23, respectivement pour *S. melanotheron* et *O. niloticus*. Le polygone d'effectifs donné par le nombre de microbranchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (MBrl) (**Figure 4b**) est similaire au précédent. Le groupe formé

par SO et OS présente un mode égal à 16, alors que les espèces *O. niloticus* et *S. melanotheron* ont respectivement 29 et 22 comme modes. Le nombre de rayons épineux à la nageoire dorsale (RED) donne un polygone d'effectifs à deux catégories de spécimens (**Figure 4c**) : le groupe formé par *O. niloticus* (mode 17) et celui constitué par SS, SO et OS (mode 15). Le polygone d'effectifs donné par le nombre de branchiospines sur la partie supérieure du premier arc branchial (BrS) (**Figure 4d**) est semblable à celui de la **figure 4c** (RED). Le nombre de microbranchiospines supérieures (**Figure 4e**) sépare relativement l'espèce OO

des taxons SS, SO et OS. Les modes sont de 6 pour OO, 3 pour SS et 4 pour les deux autres taxons (SO et OS).



**Figure 4:** Fréquences de distribution des caractères métriques des taxons étudiés. OS = *O. niloticus* ♀ X *S. melanotheron* ♂; SO = *S. melanotheron* ♀ X *O. niloticus* ♂; OO = *O. niloticus*; SS = *S. melanotheron*  
**DISCUSSION**

Des hybrides ont été obtenus par reproduction naturelle en milieu lagunaire entre *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron*. Ce résultat est en accord avec celui de Toguyéni et al. (2009) à partir d'une insémination artificielle entre les deux espèces. Les valeurs du coefficient de variation comprises entre 1,98 et 20,68 indiquent une faible variabilité morphologique au sein de chaque taxon analysé, ce qui traduit une homogénéité phénotypique à l'intérieur de chacune des espèces. Ces résultats s'expliqueraient par le fait que chaque échantillon a été constitué à partir de poissons d'élevage, de même cohorte, vivant dans le même milieu et donc soumis à des conditions environnementales identiques. Pour les caractères méristiques, le test de Kruskal-Wallis indique que les plus discriminants par ordre décroissant sont le nombre de branchiospines inférieures (BrI), le nombre de microbranchiospines inférieures (MBrI), le nombre de rayons épineux à la nageoire dorsale (RED), le nombre de microbranchiospines supérieures (MBrS) et le nombre de branchiospines supérieures (BrS). A propos du nombre de branchiospines à la partie inférieure du premier arc branchial, le même constat de caractère plus discriminant a été fait par Thys van den Audenaerde (1966) pour séparer les tilapias du Sud-Cameroun et du Gabon. Suivant la classification faite par cet auteur, *O. niloticus* est une espèce possédant un nombre de branchiospines élevé ( $n = 23$ ). Les hybrides SO et OS peuvent être considérés comme des espèces à nombre de branchiospines peu élevé ( $n = 11$ ). Quant à *S. melanotheron* avec une classe modale de 17, semble être une espèce à nombre de branchiospines intermédiaire (15 à 21). Concernant les 20 caractères métriques, la longueur de la tête (LTe), la hauteur de la tête (HTe), la longueur pré pectorale (LPrPc), la longueur

de la nageoire anale (LA), la hauteur du pédoncule caudal (HPC) et la longueur du museau (LM) sont les plus discriminants. Parmi ces caractères, la longueur de la tête (LTe) et la hauteur du pédoncule caudal (HPC) ont été déjà citées par Konan (2009) comme les caractères les plus discriminants de diverses populations de *S. melanotheron* et de *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich, 1825) provenant des complexes lagunaires ivoiriens. Bamba (2001) a également retenu trois de ces descripteurs (LPrPc, LM, HPC) comme caractères à fort pouvoir discriminant lors de la différenciation des espèces *Tilapia guineensis* et *Tilapia zillii* (Gervais, 1848) issus du système fluvio-lacustre de la Bia (Côte d'Ivoire).

L'analyse des individus à travers l'ACP et l'AFD, révèle que les hybrides (SO et OS) se ressemblent fortement. Ils ont en outre les mêmes patrons de coloration dont la tache « tilapienne » sur la nageoire dorsale (Teugels et Thys van den Audenaerde, 2003). Ce groupe (SO et OS) est isolé de ceux des espèces parentales *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron*. Ces observations corroborent celles de Chevassus (1983) qui indique que la loi concernant la ressemblance des hybrides à leurs parents n'est pas toujours respectée. Selon le même auteur, dans certains cas, les hybrides ne présentent aucun rapprochement morphologique avec les souches parentales.

Les taux de classification correct observés sont très élevés ( $\geq 75\%$ ) chez les différentes espèces et traduisent l'efficacité des caractères morphologiques dans la discrimination des échantillons comme l'ont observé Costa et al. (2003) et Quilang et al. (2007). En effet, selon ces auteurs, les caractères morphométriques et méristiques sont d'excellents moyens pour identifier et mesurer les rapports entre les stocks.

## CONCLUSION

L'hybridation intergénérique entre *O. niloticus* et *S. melanotheron* est possible. Les hybrides obtenus sont

similaires au plan morphologique mais présentent une dissemblance avec les espèces parentales.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier toute la Direction du Centre de Recherches Océanologiques, pour les avoir accepté de réaliser les présents travaux dans ce centre.

Ces remerciements vont également à l'endroit de tous les techniciens de la station expérimentale piscicole de Layo, pour leur appui technique.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bamba Y, 2001. Caractérisation morphologique des taxons *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1962) et *Tilapia zillii* (Gervais, 1848) dans des zones d'hybridation naturelle (Côte d'Ivoire). Diplôme

d'Études Approfondies. Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, 38 p.

Chevassus B, 1983. Hybridization in Fish. *Aquaculture* 33: 245-262.

**Amon et al. J. Appl. Biosci. 2013. Morphologie des hybrides issus du croisement intergénérique entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852)**

- Costa JL, De Almeida PR, Costa MJ, 2003. A morphometric and meristic investigation of Lusitanian toadfish *Halobatrachus didoctylus* (Bloch and Schneider, 1801): evidence of population fragmentation on Portuguese coast. *Scientia Marina* 67 (2): 219-231.
- Doudet T, 1992. Brackishwater tolerance of some species and hybrids of *Oreochromis niloticus* for use in lagoon aquaculture (Ivory Coast). *Aquaculture* 102: 275-288.
- Konan KT, 2009. Diversité morphologique des populations d'*Ethmalosa fimbriata* (Bowdich, 1825) de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). Diplôme d'Etudes Approfondies en Sciences et Gestion de l'Environnement. Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, 49 p.
- Legendre M, 1986. Influence de la densité, de l'élevage monosexé et de l'alimentation sur la croissance de *Tilapia guineensis* et de *Sarotherodon melanotheron* élevés en cage-enclos en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Revue Hydrobiologie Tropicale* 19: 19-29.
- Lévêque C, Paugy D, Teugels GG, 1990. Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Collection Faune tropicale. MRAC-Tervuren, ORSTOM-Paris, Tome I, 384 p.
- Quilang JP, Basiao ZU, Pagulayan RC, Roderos RR, Barrios EB, 2007. Meristic and morphometric variation in the silver perch, *Leiopotherapon plumbeus* (Kner, 1864), from three lakes in the Philippines. *Journal of Applied Ichthyology* 23: 561-567.
- Teugels GG, 1986. A systematic revision of African species of the genus *Clarias* (Pisces, Clariidae). *Annales du Musé Royal de l'Afrique Centrale. Sciences zoologiques*, 247, Tervuren, Belgique, 199 p.
- Teugels GG et Thys Van Den Audenaerde DFE, 2003. Cichlidae. In : Paugy D, Lévêque C et Teugels GG, eds. Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'ouest. Tervuren, MRAC-Tervuren, MNHN-Paris, IRD-Paris Editions. Tome II, 521-600.
- Thys Van Den Audenaerde DFE, 1966. Les *Tilapia* (Pisces, Cichlidae) du Sud-Cameroun et du Gabon : étude systématique. *Annales du Musé Royal de l'Afrique Centrale. Sciences zoologiques* 153. Tervuren, Belgique, 98 p.
- Thys Van Den Audenaerde DFE, 1970. Bijdrage tot een systematische bibliographische monographie van het genus *Tilapia* (pisces: Cichlidae). Ph. D. Thesis, Rijksuniversiteit Gent, Belgium, 261 p.
- Toguyéni A, Fauconneau B, Mélard C, Fostier A, Lazard J, Baras E, Kühn ER, Van Der Geyten S, Baroiller J-F, 2009. Sexual dimorphism in two pure cichlid species, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) and *Sarotherodon melanotheron melanotheron* Rüppel 1852, and their intergeneric hybrids. *African Journal of Aquatic Science* 34 (1): 69-75.
- Tomassone R, 1988. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante. STSA-ITCF, Paris, France, 55 p.