



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Hybridations des taxons *Oreochromis niloticus* (Linnée, 1758) aux taxons *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1852) dans les étangs de la station aquacole de Layo (Côte d'Ivoire)

Sylvain Kouassi KONAN ^{1*}, OUATTARA N'GOLO ², Laurent Alla YAO ¹ et
Beatrice GOURENE ADEPO ²

¹Centre de Recherches Océanologiques (CRO)-29, Rue des pêcheurs- BPV 18 Abidjan, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, Université Nangui Abrogoua,
02 Bp 802 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

* Auteur correspondant ; E-mail: kokouasy@yahoo.fr; Tel: (+225) 08-76-74-38 ; Bp V 18 Abidjan.

RESUME

Les travaux du Centre de Recherches Océanologiques (CRO) portent principalement sur les espèces locales très prolifiques pour pallier les insuffisances en protéines animales et réduire les importations ivoiriennes. Nos travaux portent sur les hybridations entre les espèces de Tilapias (*Oreochromis niloticus*, *Sarotherodon melanotheron*, et *Tilapia guineensis*) qui sont étudiées à la station expérimentale d'aquaculture de Layo. Les analyses en composantes principales (ACP) basées sur 90 individus hybrides, respectivement de *O. niloticus* et *T. guineensis*, ainsi que de *O. niloticus* et *S. melanotheron* ont été effectuées. La matrice de l'ACP des hybrides de *O. niloticus* et *T. guineensis* est composée de 11 caractères méristiques et 25 caractères métriques, alors que celle de *O. niloticus* et *S. melanotheron* est composée de 12 caractères méristiques et 26 caractères métriques. La distribution des individus hybrides de l'étude traduit que trois (03) groupes se dégagent. Ces groupes peuvent être des recombinaisons entre les hybrides eux-mêmes ou entre les hybrides et leurs souches parentales respectives de *O. niloticus*, *S. melanotheron* et *T. guineensis*. La présente étude confirme les hybridations dans la station expérimentale d'aquaculture de Layo, par l'existence de divers taxons recombinés dont les souches devront être clairement identifiées à travers une étude génétique approfondie.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Oreochromis niloticus*, *Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*, hybrides, station d'aquaculture.

Hybridizations of the taxa *Oreochromis niloticus* (Linne, 1758) to the taxa *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) and *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1852) in the ponds of Layo aquaculture station (Côte d'Ivoire)

ABSTRACT

Research carried out by the Oceanological Research Center (CRO) focuses on highly prolific local species to overcome the deficiencies in animal proteins and reduce Ivorian imports. Our work concerns hybridizations between the Tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *Sarotherodon melanotheron*, and *Tilapia*

guineensis) that are studied at the Layo experimental aquaculture station. Principal component analyzes (PCAs) based on 90 hybrids of respectively *O. niloticus* and *T. guineensis*, and also hybrides of *O. niloticus* and *S. melanotheron* were established. The ACP matrix of the *O. niloticus* and *T. guineensis* hybrids is composed of 11 meristic characters and 25 metric characters, while that of *O. niloticus* and *S. melanotheron* is composed of 12 meristic characters and 26 metric characters. The distribution of hybrids individuals from the study shows that three (03) groups emerge. These groups may be recombinations between the hybrids themselves or between the hybrids and their respective parent strains of *O. niloticus*, *S. melanotheron* and *T. guineensis*. This study confirms the hybridizations in the experimental aquaculture station of Layo, by the existence of various recombined taxa whose strains will have to be clearly identified through a genetic study.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, *Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*, hybrids, aquaculture station.

INTRODUCTION

Dans de nombreux pays, le poisson est généralement considéré comme une source de protéine animale bon marché accessible aux ménages les plus défavorisés (FAO, 2016 ; Kimou et al., 2016). La consommation mondiale apparente de poisson est estimée à 19,2 kg/hab./an (FAO, 2014a), et depuis quelques années, les tilapias constituent les espèces prédominantes de la pisciculture commerciale africaine (FAO, 2014b ; Amoussou et al., 2016). En Côte d'Ivoire, les ressources halieutiques représentent plus de 50% de la consommation en protéines animales et la consommation par habitant est de l'ordre de 15 kg/hab./an (FAO, 2016). La production piscicole ivoirienne en 2012 est estimée à seulement 3720 tonnes pour une production halieutique totale de 75 611 tonnes, avec une demande annuelle en ressources halieutiques estimée à environ 300 000 tonnes/an (FAO, 2014c). En effet, le développement de l'aquaculture en général (Hallerman et Hilsdorf, 2013) et particulièrement en Côte d'Ivoire (Amon et al., 2013 ; Konan et al., 2015), fait face à de nombreuses contraintes, parmi lesquelles la disponibilité en ressources génétiques ainsi que leur conservation. Le Centre de Recherches Océanologiques (CRO) a choisi de développer des espèces locales très prolifiques qui ont fait l'objet d'études en vue de la mise au point de techniques d'élevage. Il s'agit des Tilapias (*Oreochromis niloticus*, *Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia*

guineensis), des silures (*Heterobranchus longifilis*, *Heterobranchus bidorsalis*) et du mâchoiron (*Chrysichthys nigrodigitatus*). Cependant, la dégradation généralisée des infrastructures d'élevage, notamment celles du CRO à Layo (Dabou), depuis plus d'une décennie, aggravée par la crise postélectorale de 2010 n'a fait qu'accroître les difficultés de la filière. En effet, les étangs de reproduction et d'alevinage de cette station de vulgarisation de l'aquaculture ont été dégradés par les fréquentes inondations causées par les cours d'eaux adjacents. Ces inondations ont favorisé des croisements interspécifiques non contrôlés, provoquant une raréfaction d'individus de souches pures, pour les activités de la station expérimentale.

L'objectif de la présente étude est de parvenir à confirmer ces croisements dans les dispositifs d'élevage de Layo. De façon plus spécifique, il s'agira de différencier les hybrides de tilapias de la station et d'identifier les différents taxons qui s'y forment.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'études

La Station Expérimentale d'Aquaculture de Layo (Dabou) est située à 45 km à l'Ouest d'Abidjan sur l'axe Abidjan-Dabou entre 5°-19°N, 4°-19° W (Figure 1). Elle a été créée en 1976 dans le secteur IV de la lagune Ebrié et est alimentée en eau saumâtre par un système de pompage permettant la réalisation des différentes activités de pisciculture. L'hydroclimat est

fortement influencé par l'embouchure lagunaire d'une rivière forestière, l'Agnéby. L'Agnéby a un régime équatorial de transition, caractérisé par un dédoublement de la crue annuelle lié au régime des précipitations (Konan et al., 2016).

Collecte de données

La station dispose de 17 étangs, 30 bacs circulaires de 1 m³ chacun pour l'alevinage et 30 bacs en béton de 4 m³ chacun pour le grossissement des poissons. Les poissons ont été pêchés dans le mois de juin 2017, à l'aide d'une senne de longueur 18 mètres et de largeur 6 mètres, dans 8 étangs communiquant avec la lagune et plus sujets à des croisements interspécifiques avec des poissons du milieu naturel. Deux pêches de contrôle ont été effectuées. Les poissons pêchés sont identifiés et sexés. Les poissons sont constitués de tilapias de différentes espèces comprenant des spécimens de *Oreochromis niloticus*, *Tilapia guineensis*, *Sarotherodon melanotheron* et d'hybrides de tilapias. Les individus hybrides de tailles comprises entre 14 et 15 cm sont séparés puis conservés au laboratoire pour la réalisation des mesures méristiques et métriques. Cette taille est nettement supérieure à la taille de première maturité (13,5 cm) chez les deux espèces de tilapia (Amoussou et al., 2016). Tous les poissons ont été pesés avec une balance électronique, suivis de leur mensuration à l'aide d'un pied à coulisse de type MITUTOYO de précision de 0,01 mm. Le comptage des diverses pièces anatomiques a été réalisé sous une loupe binoculaire de modèle OLYMPUS, de type SZ 30.

Le relevé des paramètres physico-chimiques tels que la température, le pH, le taux d'oxygène dissous et la salinité a été

effectué *in situ* à l'aide d'un appareil multiparamétrique de type HANNA au niveau des étangs de la station toutes les 2 h, de 7 h à 18 h.

Les paramètres métriques (Figure 2) ont porté sur les données de longueur alors que les données méristiques des diverses pièces anatomiques ont concerné le nombre total de rayons et de branchiospines. La longueur totale (LT) et la longueur standard (LS) sont exprimées en millimètre (mm) ; les mesures prises au niveau de la tête sont exprimées en % de la longueur de la tête (Lt) ; toutes les autres mesures sont exprimées en % de la longueur standard.

Traitement des données

L'utilisation d'un grand nombre de descripteurs (méristiques et métriques) pour chaque spécimen a nécessité une analyse multivariée en vue de tirer le maximum d'informations. L'objectif de l'analyse en composantes principales (ACP) est de présenter, sous une forme graphique le maximum d'informations contenues dans un tableau de données. Ce tableau doit être constitué en lignes, par des "individus" sur lesquels sont mesurées des "variables quantitatives" en colonnes (Bamba, 2001; Amon et al., 2013). L'ACP effectuée par la suite, consiste à transformer les variables quantitatives initiales, toutes, plus ou moins corrélées entre elles, en nouvelles variables quantitatives, non corrélées, appelées composantes principales. Ainsi, une base de données constituée à partir de l'ensemble des relevés métriques et méristiques permet d'établir des groupes de spécimens selon les résultats de cette analyse en composantes principales.

RESULTATS

Les paramètres physico-chimiques

Les valeurs moyennes \pm écart-type des paramètres physico-chimiques similaires à celles relevées à la même période, ces dernières années ont été obtenues dans la station durant les travaux. Elles sont de $29,45 \pm 1,12$ °C pour la température, $7,07 \pm 0,19$ pour le pH, $3,45 \pm 1,25$ g/L pour la salinité et de $4,90 \pm 0,46$ pour l'oxygène dissous.

Analyse des paramètres métriques et méristiques

L'analyse des paramètres métriques et méristiques entre les spécimens de *Oreochromis niloticus* et *Tilapia guineensis* a porté sur 90 hybrides. Les polygones de fréquences (Figure 3; a, b, c) obtenu à partir du nombre de branchiospines (BRI) et du nombre de rayons mous à la nageoire dorsale (RMD) indiquent la présence de trois taxons. Cependant, un taxon serait prédominant parmi les hybrides. Quant au polygone obtenu à partir des données méristiques liées aux rayons de la nageoire anale, il présente un seul pic qui suppose que tous les poissons étudiés constituent un seul groupe.

Concernant l'analyse des paramètres métriques et méristiques (Figures 4; a, b, c) entre *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron*, elle a porté sur 90 spécimens hybrides. Le nombre de rayons mous à la nageoire dorsale (RMD) et le nombre de branchiospines ont permis d'établir des polygones de fréquences. Ces polygones montrent que principalement, trois groupes semblent discriminer les populations d'hybrides, avec un taxon qui prédomine. Cependant, les rayons de la nageoire anale ont permis d'obtenir un polygone présentant un seul pic et qui traduirait que les hybrides sont issus d'une même population.

Analyse en composantes principales

Une première analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée à partir d'une matrice composée de 36 variables dont 11 caractères méristiques et 25 caractères métriques, basée sur (90) individus hybrides de *Oreochromis niloticus* et *Tilapia*

guineensis. Elle montre que 11 caractères discriminent de tous les autres. Le premier axe exprime 18,89% de la variabilité totale et le deuxième, 18,62%. Les deux premiers axes cumulent 37,57% de celle exprimée par les cinq (5) premiers (Tableau 1). Une autre analyse en composantes principales a été effectuée à partir d'une matrice composée de (90) individus hybrides de *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron* et 38 variables dont 12 caractères méristiques et 26 caractères métriques. Elle montre que le premier axe exprime 18,91% de la variabilité totale et le deuxième, 18,67%. Les deux premiers axes cumulent plus de la moitié (37,56%) de celle exprimée par les cinq (5) axes majeurs (Tableau 2). Dans l'analyse des ordinations des hybrides de *Oreochromis niloticus* et *Tilapia guineensis*, ainsi que de ceux de *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron*, seuls les axes 1 et 2 qui expriment la grande variabilité ont été considérés.

L'ordination suivant les axes 1 et 2 (Figure 5) indique que les paramètres DPePc, DDA, HPc, HPcPe, LA, Hc, HT, DPePe, DDP et LEA1 constituant le groupe de variables corrélé positivement à l'axe 1 et à l'axe 2, ont une forte contribution dans la répartition des populations dans l'ordination. Le cercle de corrélation des variables et la distribution des individus (Figure 6) dans ce plan, traduisent que trois groupes se dégagent. Les résultats montrent la représentation d'un groupe de tilapia à partir de l'origine des deux axes considérés.

L'ordination suivant les axes 1 et 2 (Figure 7) montre que les paramètres DPePc, DPePe, DDA, HPc, DDP, HT, HPcPe, LEA1, LA et Hc constituent le groupe de variables fortement corrélé positivement à l'axe 1. Ces variables contribuent dans la répartition des populations d'hybrides considérées. Quant au cercle de corrélation des variables et la distribution des individus (Figure 8) dans ce plan, ils traduisent que trois groupes se dégagent. Les résultats montrent la représentation d'un groupe de tilapia à partir de l'origine des deux axes considérés.

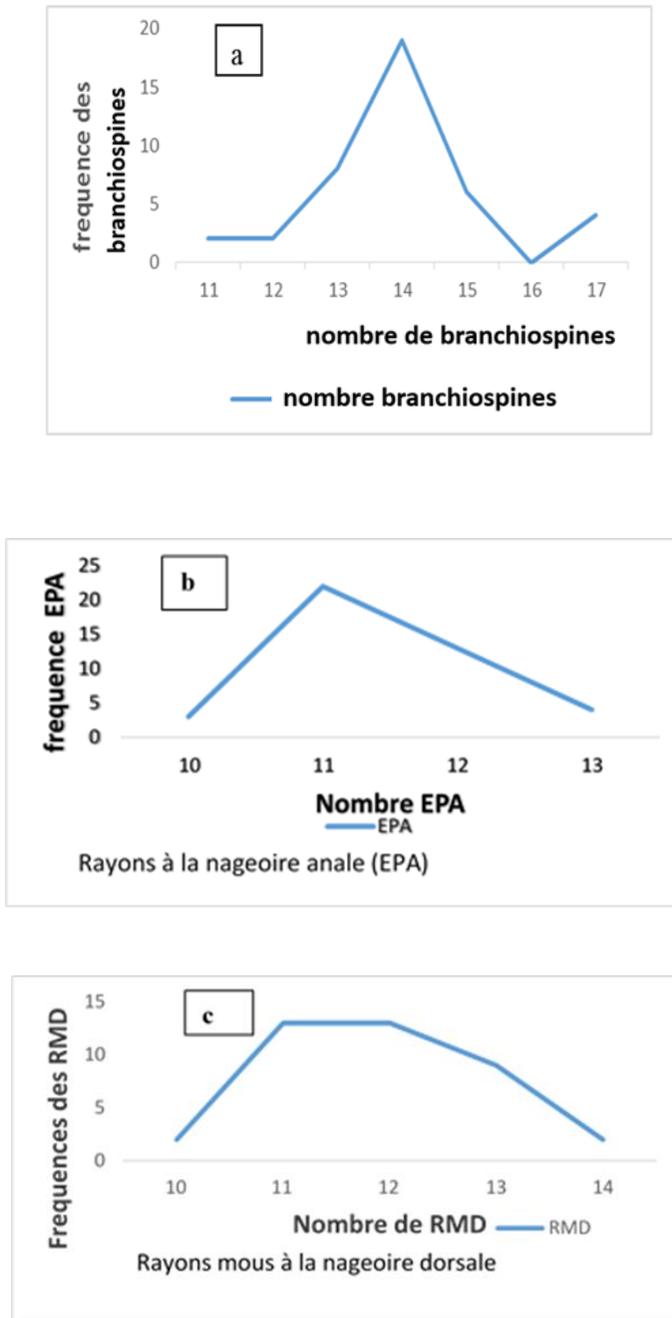


Figure 3 : Fréquences de distribution (a ;b ;c) des principaux caractères méristiques de la population d'hybride de tilapia *Oreochromis niloticus* et *Tilapia guineensis*.

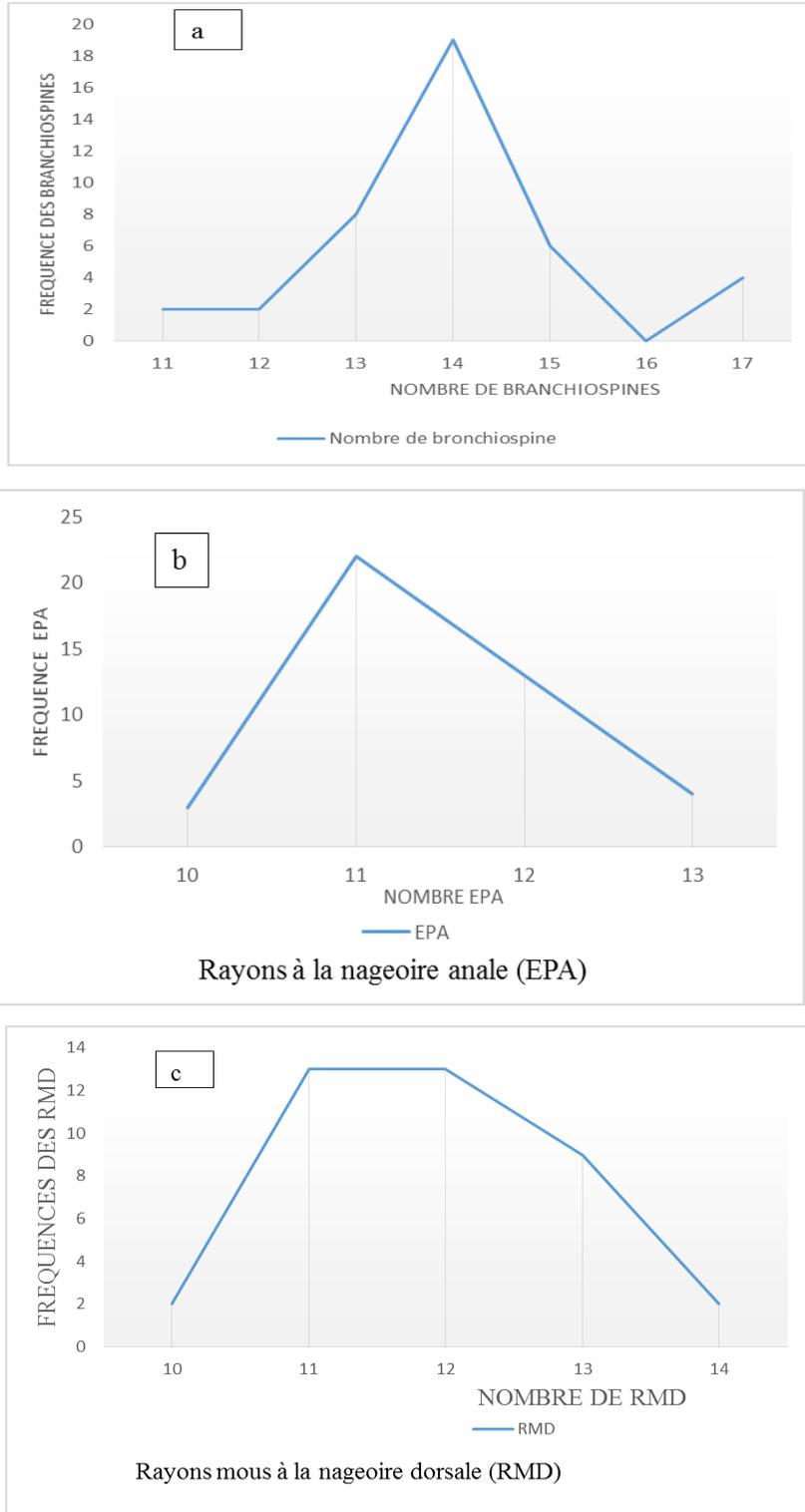


Figure 4 : Fréquences de distribution des principaux caractères méristiques de la population d'hybrides de *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron*.

Tableau 1: Contribution des axes factoriels de l'analyse en composantes principales dans la discrimination des hybrides de *Oreochromis niloticus* et *Tilapia guineensis*.

Axes	Valeurs propres	% Variance	Cumul de valeur propre	% cumulé de variance
1	4,34	18,89	4,34	18,89
2	4,28	18,62	8,62	37,51
3	3,62	15,77	12,25	53,28
4	1,83	7,96	14,08	61,25
5	1,51	6,58	15,60	67,83

Tableau 2 : Valeurs propres avec le pourcentage de variance des cinq (5) premiers axes dans l'ACP des hybrides de *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron*.

Axes	Valeurs propres	% Variance	Cumul de valeur propre	% cumulé de variance
1	4,38	18,91	4,38	18,91
2	4,31	18,67	8,66	37,56
3	3,67	15,82	12,29	53,32
4	1,94	7,98	14,12	61,27
5	1,53	6,62	15,63	67,86

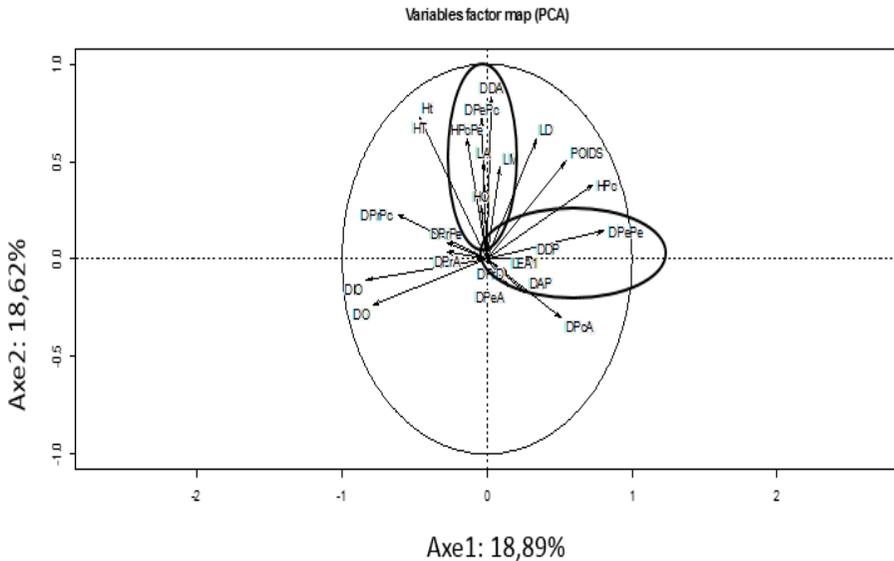


Figure 5 : Analyse en composantes principales des caractères méristiques et métriques des hybrides de *Oreochromis niloticus* et *Tilapia guineensis*.

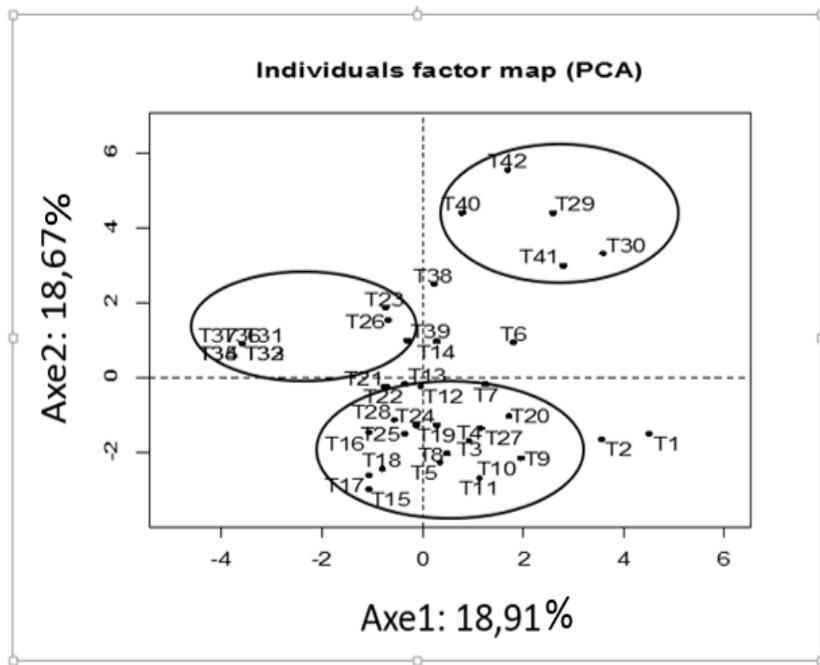


Figure 8: Distribution des individus hybrides de *Oreochromis niloticus* et *Sarotherodon melanotheron* selon les axes considérés.

DISCUSSION

Les différents paramètres physico-chimiques obtenus présentent des valeurs similaires dans les élevages contrôlés (Konan et al., 2016). Ces valeurs sont comparables à celles obtenues au cours des études menées sur des espèces de tilapia par Amon et al., (2013). En ce qui concerne la température moyenne ($29,45 \pm 1,12$ °C) observée à la station, cette valeur reste compatible selon Amon et al. (2013), avec l'intervalle thermique favorable à une meilleure croissance des différents tilapias en milieu tropical (24 à 30 °C). Selon Yao et al. (2009), les valeurs moyennes du pH ($7,07 \pm 0,19$) seraient liées à l'effet tampon de la lagune et de l'eau de pluie dans les étangs. Néanmoins, la valeur du pH est conforme à la norme qui souhaiterait que les valeurs soient comprises entre 6 et 9 pour les eaux de pisciculture (Nobah et al., 2008). En ce qui concerne l'oxygène dissous, la moyenne ($4,90 \pm 0,46$ mg/L) observée dans les étangs intègre la

gamme de 4,5 à 9,4 mg/L, obtenue par Kouassi et al. (2005), Amon et al. (2013) et Konan et al. (2016). Les différentes valeurs d'oxygène dissous sont favorables pour la survie des tilapias. La salinité plus faible pourrait s'expliquer par le fait que les différents étangs sont alimentés par la lagune Ebrié qui présente une salinité faible dans ce secteur, selon Kouassi et al. (2005) ainsi que Yao et al. (2009).

Concernant la génétique, si les différenciations apparaissent nettes au niveau de l'analyse des données morphométriques, la distinction entre les populations ne semble pas assez évidente selon Adepo et Gourène (2008). En effet, les résultats de l'analyse des composantes principales (ACP) ne permettent pas de distinguer nettement nos populations étudiées. Les polygones de fréquences concernant le nombre de branchiospines, le nombre de rayons mous à la nageoire dorsale (RMD) et les rayons de la nageoire anale (EPA) ne révèlent pas non plus une séparation

nette de population de tilapias (Bamba, 2001). Néanmoins, la distribution des individus à partir de l'analyse en composantes principales révèle la présence de trois groupes de population. L'allure des polygones représentant chaque caractère, présente un seul mode des caractères mis en évidence qui est conforme à celui de différentes espèces de tilapias (Omoniyi et Agbon, 2008). Ce qui atteste la constitution d'une population supposée être des hybrides de *O. niloticus* et de *T. Guineensis*. Il en est de même pour les hybrides de *O. niloticus* et *S. melanotheron*. Ces spécimens seraient probablement des individus issus de différentes recombinaisons entre les hybrides eux-mêmes. Par ailleurs, il pourrait également avoir une recombinaison entre les hybrides et les souches parentales d'élevage de la station ou sauvages, de la lagune, comme l'ont souligné Nobah et al., (2008).

Nos résultats concernant les rayons dorsaux et anaux corroborent ceux de Omoniyi et Agbon (2008) et de Amon et al. (2013), chez *S. melanotheron* ainsi que de Mwanja et al. (2016), au niveau de *O. niloticus*. En effet, ils affirment que le nombre de rayons à la nageoire dorsale varie de 25 à 29 et de 7 à 10 pour les rayons mous anaux. Quant aux branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (11-17), nos résultats sont conformes à ceux de Omoniyi et Agbon (2008) et Mwanja et al. (2016) qui ont obtenus (14-19). Ainsi, il serait possible de supposer que les hybrides *O. niloticus* et *S. melanotheron* exprimeraient majoritairement les caractères de *S. melanotheron*, car ils présentent les mêmes caractéristiques que celui-ci. Relativement aux *T. guineensis*, ils semblent être bien caractérisés par les patrons de coloration utilisés jusqu'à présent pour la différenciation entre leurs hybrides observés dans les milieux étudiés (Bamba, 2001 ; Nobah, 2008). En effet, près de 90% de spécimens de *Tilapia zillii* possèdent des perles sur toute la nageoire caudale (Bamba, 2001 ; Nobah et al., 2008 ; Asagbra et al., 2014). En revanche, chez les spécimens de *T. guineensis*, seulement 50%

partagent le caractère "sans perle" sur la caudale. Pourtant, chez les spécimens hybrides étudiés, 90% ont des perles seulement sur la surface caudale. Il semble donc que le caractère coloration de la nageoire caudale soit plus ou moins fiable pour identifier les hybrides de tilapias. Ce caractère pourrait bien exprimer les hybridations avec les espèces *T. zillii* avec 90% et *T. guineensis* avec 50% de confirmation des résultats de la génétique (Bamba, 2001 ; Asagbra et al., 2014). La population de tilapias étudiée présente donc des caractères imbriqués les uns dans les autres, qui attestent la présence d'hybrides proches de leurs parents de souche pur (*O. niloticus* et *T. guineensis* ou *S. melanotheron*) qui ne sont pas facilement dissociables entre elles (van der Bank et Deacon, 2007 ; Bamba, 2001). Aucun caractère pris individuellement ne semble identifier nettement les hybrides entre eux. Cela pourrait être dû au fait que les hybrides ont des ressemblances morphologiques et ont une même origine ancestrale (Amoussou et al., 2016).

Conclusion

La présente étude confirme les hybridations suspectées à la station expérimentale d'aquaculture de Layo, à travers l'existence de divers taxons recombines. De même, la répartition des spécimens dans l'ordination en ACP a permis de mettre en évidence trois groupes de populations présentes, difficiles cependant à distinguer. Toutefois, pour mieux identifier les différentes unités taxinomiques de cette station expérimentale, il serait important d'envisager une étude génétique approfondie afin de parvenir à identifier clairement les différentes souches de tilapias présentes. Enfin, les ouvrages d'élevage de la station devront être réhabilités pour éviter les hybridations sauvages qui pourraient nuire à la disponibilité de souches pures pour le développement de l'aquaculture en Côte d'Ivoire.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Ce travail a été réalisé grâce à une franche collaboration entre tous les auteurs. SKK et ON' ont conçu l'étude et effectué les traitements de données puis rédigé la première version du manuscrit. BGA et LAY ont écrit le protocole et corrigé les premières versions du manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les responsables de la station expérimentale aquacole de Layo, ainsi que ceux des laboratoires de Reproduction du Centre de Recherches Océanologiques puis de Biologie et Cytologie Animale de l'Université Nangui Abrogoua.

REFERENCES

- Adepo GB, Gourène G. 2008. Différenciation morphologique des populations naturelles d'une sous espèce de tilapia *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852 (Teleostei ; Cichlidae) de Côte d'Ivoire. *Sci. Nat.*, **5**(1) : 15–27. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/scinat.v5i1.42148>
- Amon YN, Yao K, Ouattara M, Kouman YC, Atse BC. 2013. Morphologie des hybrides issus du croisement intergénérique entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppel, 1852). *Journal of Applied Biosciences*, **69**: 5475 – 5486. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v69i0.95073>
- Amoussou TO, Toguyeni A, Imorou TI, Chikou A, Youssao AKI. 2016. Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852: une revue. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(4): 1869-1887. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.35>
- Asagbra MC, Adebayo AS, Ugwumba OA, Ugwumba AAA, Anumudu CI. 2014. Genetic characterization of fin fish species from the Warri River at Ubeji, Niger Delta, Nigeria. *African Journal of Biothechnology*, **13**(27): 2689-2695. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB2013.11982>
- 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 de DEA, Université Nangui Abrogoua, p 41.
- FAO. 2016. *La Situation Mondiale des Pêches et de l'Aquaculture. Contribuer à la Sécurité Alimentaire et à la Nutrition de Tous*. FAO : Rome, Italie ; 227.
- FAO. 2016. *Vue Générale du Secteur Aquacole National*. FAO : Côte d'Ivoire ; 9.
- FAO. 2014a. *La Situation Mondiale des Pêches et de l'Aquaculture. Possibilité et Défis*. FAO : Rome, Italie; 275.
- FAO. 2014b. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. FAO: Rome, Italie, 243 p.
- FAO. 2014c. *Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service*. FAO: Rome, Italie, 105 p.
- Kimou NB, Koumi RA, Koffi MK, Atsé CB, Ouattara IN, Kouamé PL. 2016. Utilisation des sous-produits agroalimentaires dans l'alimentation des poissons d'élevage en Côte d'Ivoire. *Cah. Agric.*, **25**: 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1051/cagri/2016012>
- Konan KS, Alla YL, Atse BC. 2016. Mise en captivité du gros capitaine (*Polydactylus*

- quadrifilis; Cuvier 1829) dans les structures d'élevage de la station expérimentale d'aquaculture de Layo (Côte d'Ivoire). *Fich. Tech & Doc. Vul.*, **1**(1): 44-48.
- Konan GN, Yao SS, Gouli GB, Ndouba V. 2015. Update of ichthyofauna diversity and ecological status of a coastal River Nero (Côte d'Ivoire – West Africa). *Saudi J. Biol. Sci.*, **22**(3): 265–273. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.11.007>
- Kouassi AM, Tidou AS, Kamenan A. 2005. Caractéristiques hydrochimiques et microbiologiques des eaux de la lagune Ebrié (cote d'ivoire); Partie I : Variabilité saisonnière des paramètres hydrochimiques. *Agronomie Africaine* **17**(2): 117-136. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/aga.v17i2.1663>
- Mwanja M, Ondhoro C, Sserwada M, Achieng P, Ddungu R, Mwanja W. 2016. Morphological variation of Nile tilapia populations from major water bodies of Uganda. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*, **17**(1): 21 – 32. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ujas.v17i1.3>
- Nobah CSK, Koné T, Ouattara IN, Kouamelan PE, N'douba V, Snoeks J. 2008. Étude des performances de croissance de deux tilapias (*Tilapia zillii* et *T. guineensis*) et de leurs hybrides en cage flottante. *Cybium.*, **2**(32): 131-136.
- Omoniyi IT, Agbon AO. 2008. Morphometric Variations in *Sarotherodon melanotheron* (Pisces: Cichlidae) from Brackish and Fresh Water Habitats in South-western Nigeria. *West African Journal of Applied Ecology*, **12**: 1-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/wajae.v12i1.45767>
- Van der Bank FH, Deacon AR. 2007. Increased backcrossing has reduced the usefulness of morphological and allozyme data for identifying *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* (Teleostei: Cichlidae) and their hybrids in the Pafuri reach of the Luvuvhu River in the Kruger National Park, South Africa. *African Journal of Aquatic Science*, **32**(2) 2007: 193–196. DOI: <http://dx.doi.org/10.2989/AJAS.2007.32.2.11.265>
- Yao KM, Metongo BS, Trokourey A, BOKRA Y. 2009. La pollution des eaux de la zone urbaine d'une lagune tropicale par les matières oxydables (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **3**(4): 755-770. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v3i4.47168>