

Évaluation des performances de production des hybrides issus du croisement entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) et *Tilapia mariae* (Boulenger, 1899) à Maroua, Etrême-Nord, Cameroun

Jackson Dapsia DJAKBE^{1*}, Yakouba BLAMA¹, Pierre ZALKOHIEU²,
Cyrille d'Alex TCHINGO TADONDJOU¹, Iman Souleymanou HADIDJATOU¹ et Davy Ahmed ALI^{1,2}

¹ Université de Maroua, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Maroua, Département d'Agriculture Elevage et Produits Dérivés, Laboratoire de Biosciences, BP 58 Maroua, Cameroun

² Université de Maroua, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques, Laboratoire de Zoologie Appliquée, BP 58 Maroua, Cameroun

(Reçu le 20 Août 2025 ; Accepté le 21 Octobre 2025)

* Correspondance, courriel : djakbejackson@yahoo.fr

Résumé

Cette étude évalue des performances de production des hybrides issus du croisement entre *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) et *Tilapia mariae* (Boulenger, 1899) à Maroua (Etrême-Nord, Cameroun). Des croisements monospécifiques ($O_\sigma^*O_\varphi$, $T_\sigma^*T_\varphi$) et hétérospécifiques ($T_\sigma^*O_\varphi$, $O_\sigma^*T_\varphi$) ont été constitué pour former quatre traitements répétés trois fois. Les paramètres ont été relevé sur le sexratio et les performances zootechniques des alevins pendant quatre mois. Les résultats montrent que le taux de masculinité a évolué de 55,07 % chez les hybrides $O_\sigma^*O_\sigma$ à 83,28 % chez les hybrides $O_\sigma^*T_\varphi$ avec une différence hautement significative ($p < 0,001$). La longueur standard moyenne a varié de $10,00 \pm 0,1$ cm chez les hybrides $T_\sigma^*T_\varphi$ à $12,33 \pm 0,58$ cm chez les hybrides $T_\sigma^*O_\varphi$ avec une différence significative ($p < 0,01$). Le gain moyen quotidien était plus élevé chez les alevins $T_\sigma^*O_\varphi$ ($0,70\text{g/j}$) par rapport aux alevins $T_\sigma^*T_\varphi$ ($0,4\text{ g/j}$) plus faible, avec une différence très significative ($p < 0,001$). Globalement les hybridations interspécifiques $O_\sigma^*T_\varphi$ et $T_\sigma^*O_\varphi$ pourrait être recommandée aux pisciculteurs pour produire des alevins de tilapia mâle de meilleures performances zootechniques.

Mots-clés : hybridation, *Oreochromis niloticus*, *Tilapia mariae*, performances zootechniques, sexratio.

Abstract

Evaluation of the production performance of hybrids resulting from the cross between *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) and *Tilapia mariae* (Boulenger, 1899) in Maroua, Far North, Cameroon

This study evaluates the production performance of hybrids resulting from crosses between *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) and *Tilapia mariae* (Boulenger, 1899) in Maroua (Far North, Cameroon). Monospecific ($O_\sigma^*O_\varphi$, $T_\sigma^*T_\varphi$) and heterospecific ($T_\sigma^*O_\varphi$, $O_\sigma^*T_\varphi$) crosses were made to form four treatments repeated

three times. Parameters were recorded on the sex ratio and zootechnical performance of the fry over four months. The results show that the masculinity rate evolved from 55.07% in $O_\varphi^*O\sigma$ hybrids to 83.28% in $O_\sigma^*T\varphi$ hybrids, with a highly significant difference ($p<0.001$). The average standard length varied from 10.00 ± 0.1 cm in $T\sigma^*T\varphi$ hybrids to 12.33 ± 0.58 cm in $T\sigma^*O\varphi$ hybrids, with a significant difference ($p<0.01$). The average daily gain was higher in $T\sigma^*O\varphi$ fry (0.70 g/day) compared to $T\sigma^*T\varphi$ fry (0.4 g/day), with a highly significant difference ($p < 0.001$). Overall, interspecific hybridization between $O_\sigma^*T\varphi$ and $T\sigma^*O\varphi$ could be recommended to fish farmers to produce male tilapia fry with better zootechnical performance.

Keywords : hybridization, *Oreochromis niloticus*, *Tilapia mariae*, zootechnical performance, sex ratio.

1. Introduction

La production aquacole mondiale a considérablement augmenté au cours des dernières décennies atteignant 223 millions de tonnes [1]. Cet essor est probablement lié aux actions de recherche et d'innovation dans la maîtrise des systèmes de production dans les fermes piscicoles. L'Afrique subsaharienne continue d'occuper une place mineure (0,16 %) en production piscicole en dépit de son potentiel naturel [2]. Malgré les atouts agro écologiques du Cameroun, la production aquacole nationale n'était que de 150 186 tonnes face à une demande nationale de 500 000 tonnes en 2024 [3]. Le déficit monétaire lié à l'importation des produits halieutiques était évalué à plus de 182,5 milliards soit 234 572 tonnes de poissons importés en 2024 [3]. En plus de la faible production piscicole, la croissance démographique est de plus en galopante, exigeant des augmentations substantielles de production de protéines animales. Cette croissance a pour corollaire une diminution progressive des stocks naturels de poissons due à une surexploitation exercée sur le stock naturel [4]. La réserve naturelle de la faune ichthyologique fait également face à la pollution organique et chimique, conséquences de l'intensification agricole [5]. Face à cette diminution de la production halieutique, des efforts sont continuellement déployés pour contribuer à la préservation du stock naturel et l'augmentation du volume de production aquacole. Au Cameroun comme dans d'autres pays en voie de développement, les pratiques d'élevage s'intensifient globalement vers l'aquaculture et plus précisément la pisciculture. Le réseau hydrographique dense de plus de 40 000 km² de surface en eaux douces et plus 400 km² de zones côtières offre un potentiel d'espèces piscicoles très diversifiées, avec 542 espèces de poissons [6]. Les genres *Oreochromis* et *Clarias* constituent les principales espèces tropicales les plus élevées. Plus de 20 espèces de tilapia sont valorisées dans l'élevage piscicole [7]. La production mondiale de Tilapia est passée de 380 000 tonnes en 1990 à 7 millions de tonnes en 2024 [8]. Au Cameroun, elle a évolué de 5000 tonnes en 2015 à plus de 10 000 tonnes en 2022 [9]. La bonne performance de reproduction de cette espèce résulte directement de plusieurs caractéristiques biologiques et éthologiques telles que la nidification associée à un comportement de défense du nid [10], la ponte fractionnée suivie immédiatement de la fécondation en lots d'ovules [11], le comportement des « soins parentaux » des progénitures, et l'absence relative de synchronisme dans les cycles de reproduction des femelles [12]. En revanche, l'intensification de la tilapiaculture se heurte à la précocité de la maturité sexuelle des géniteurs avant la taille marchande [13]. Cette mauvaise performance de reproduction en milieu fermé conduit à une surdensité, une compétition sur l'aliment et sur l'espace aboutissant au nanisme, au retard de croissance et à une faible productivité [14]. Plusieurs techniques sont généralement utilisées pour contrôler la reproduction indésirable des sujets en cours de grossissement allant des systèmes extensifs aux systèmes intensifs. Nous avons entre autres l'élevage mixte tilapia-prédateur [15] qui nécessite un système d'élevage par classe d'âge avec un nombre important d'infrastructures ; le

sexage précoce basé sur le dimorphisme sexuel de la papille urogénitale [16] qui nécessite une cohorte ayant un développement homogène [11] ; l'inversion hormonale, chimique et thermique du sexe phénotypique [17] qui suscitent assez de controverses quant à l'impact sur la qualité des poissons produits, sur les consommateurs, sur l'environnement et sur le coût de production. Par hybridation interspécifique, des bonnes performances zootechniques ont été obtenus à l'issu des croisements entre *O. niloticus* et trois autres espèces, à savoir, *O. aureus*, *O. urolepis hornorum* et *O. mossambicus* [18]. Au Kenya, des hybrides issus de croisements *O. niloticus***O. urolepis* ont donné un sexratio de 100% mâles, un taux de survie et un indice de conversion alimentaire importants [10]. Des résultats similaires ont été obtenu entre *O. niloticus* et *O. aureus* en Turquie [19], *O. shiranus* et *O. karongae* en Malawi [20]. Etant donné que le déterminisme du sexe chez le tilapia est de type monofactoriel, opposant le groupe à homogamétie mâle ZZ au groupe à homogamétie femelle dans le but d'obtenir des hybrides présentant de bonnes performances, il apparaît important de conduire cette étude sur *O. niloticus* et *T. mariae*, deux espèces largement élevées en Afrique Centrale et de l'Ouest afin d'évaluer les performances zootechniques des hybrides. Cette étude est une contribution à la production des alevins mâles de tilapia de bonne performance et de taille uniforme par hybridation interspécifique entre *O. niloticus* et *T. mariae*. Plus spécifiquement ce travail a consisté à :

- évaluer l'effet d'hybridation entre *O. niloticus* et *T. mariae* sur le sexratio des hybrides ;
- étudier les performances zootechniques des hybrides issus des croisements *O. niloticus* et *T. mariae*.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

2-1-1. Présentation du site d'étude

Le présent travail s'est déroulé à la ferme de la Société Coopérative des Pisciculteurs du Sahel, située à Zileng, un quartier de la commune de Maroua 1^{ère}, dans le Département du Diamaré, Région de l'Extrême-Nord, Cameroun. Cette localité se situées entre 10°00' et 11°16' de latitude Nord et entre le 13°98' et 14°97' de longitude Est (*Figure 1*). Il couvre une superficie de 660 km², et compte environ 60 000 habitants, soit une densité de 91 habitants par km². Selon les données Météorologiques Nationale du Cameroun (2021), le climat de la zone d'étude est de type tropical soudano-sahélien, caractérisé par une longue saison sèche (octobre à mai) et une courte saison des pluies (juin à septembre). La température annuelle moyenne est d'environ 28,3°C, avec une température maximale moyenne allant jusqu'à 39,7°C en avril et une température minimale moyenne d'environ 17,5°C en janvier. Les précipitations annuelles moyennes sont d'environ 799 mm, concentrées entre juin et septembre. L'humidité relative varie de 11 % en mars à 81 % en août. Les sols se développent généralement sur des formations sédimentaires et métamorphiques [21]. Le relief est relativement plat caractéristique de la plaine du Diamaré ponctué de collines isolées. Le réseau hydrographique est constitué des cours d'eau saisonniers. La végétation se compose majoritairement de la savane arbustive, des zones cultivées et des essences ornementales au sein des agglomérations.

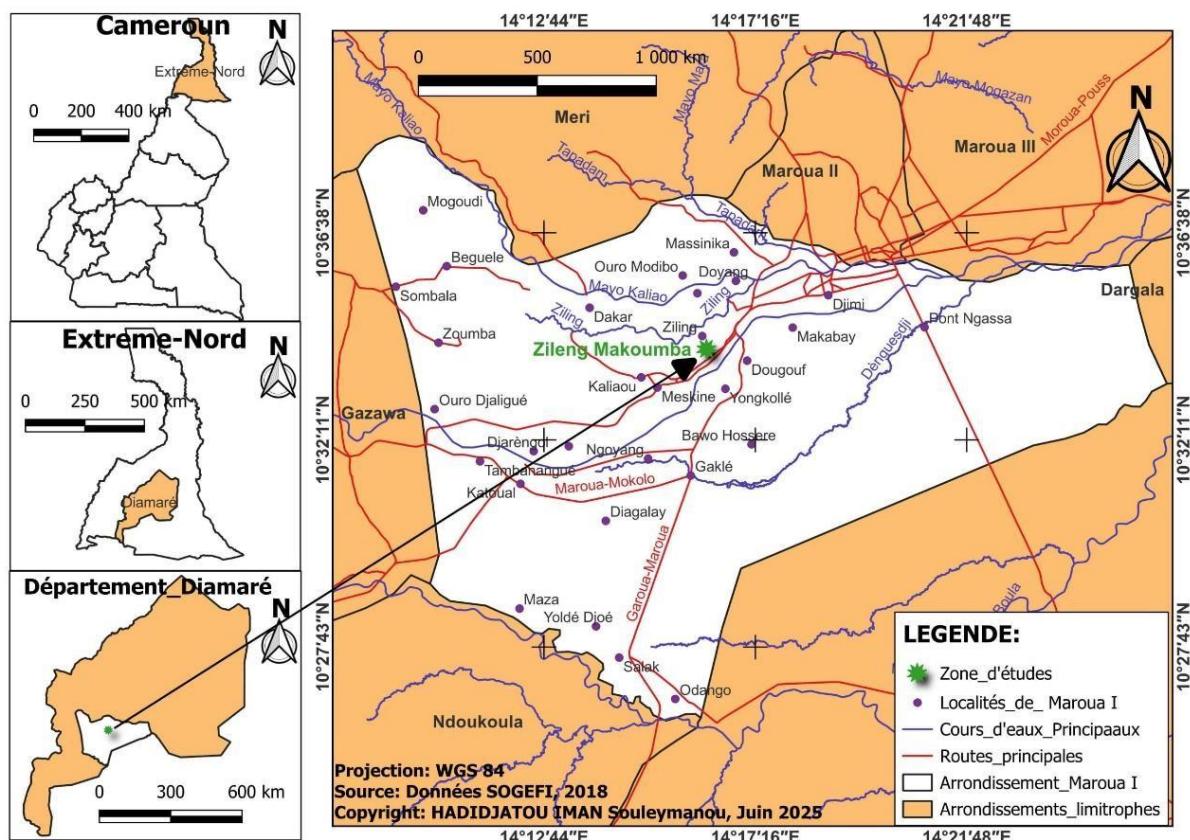


Figure 1 : Carte du Cameroun illustrant la commune de Maroua I

2-1-2. Matériel biologique

Le matériel biologique a été constitué de deux espèces de Cichlidés du genre *Tilapia*: *Oreochromis niloticus* et *Tilapia mariae* issus de la ferme Coopérative des Pisciculteurs du Sahel. Les géniteurs conformes aux recommandations de la reproduction [10] présentaient un poids moyen de 98 g et une longueur moyenne standard de 19 cm. Ces deux espèces, incubateurs buccaux, ont un temps d'incubation compris entre 7 à 12 jours selon la température [22]. La résorption vitelline dure environ 7 jours à 28°C [23].

2-1-3. Matériel technique

Le matériel technique utilisé pour les différentes manipulations comprenait : Une épuisette de 20 cm de diamètre (maille 1 mm) pour la capture des géniteurs lors des croisements et une autre de 15 cm de diamètre (maille de 0,5 mm) pour des hybrides lors des pêches de contrôle. Un multimètre de marque Extech D0700 pour la mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau tels que la température, le pH, le TDS (Total Dissolved Solids), EC et l'oxygène dissous. Une balance électronique de marque Electronic Compact Sale SF- 400C, précision de 0,01g pour peser les sujets pendant les différentes opérations de pêche de contrôle et mesurer la quantité d'aliments à distribuer selon la biomasse ichtyologique. Une règle graduée de 30 cm (12 inch) pour mesurer la longueur standard des poissons.

2-2. Méthodes

2-2-1. Dispositif expérimental

L'expérimentation s'est déroulée du 1^{er} janvier au 30 juin 2025 à la ferme Coopérative des Pisciculteurs du Sahel dans un étang de 300 m² (20 m de longueur x 15 m de largeur x et 1,5 m de profondeur) alimenté par l'eau de forage (**Figure 2**). Les géniteurs ont été prélevés dans un autre étangs et maintenus pendant 15 jours avant l'hybridation afin de favoriser leur acclimatation au milieu d'élevage. Les croisements ont été réalisés dans des happas, poches fixes de 0,5 m³ fabriquées en filet (maille de 0,5 mm) fixé sur des supports en bois, puis installées dans l'étang.



Figure 2 : Dispositif expérimental selon les différents traitements

Le dispositif expérimental était constitué des happenas disposés en blocs complètement randomisés de Fisher. Les traitements étaient constitués de quatre types de croisements (**Tableau 1**) :

- deux croisements homogènes *O. niloticus* (mâle) x *O. niloticus* (femelle) noté $O_{\sigma} \times O_{\varphi}$, et *T. mariae* (mâle) x *T. mariae* (femelle) noté $T_{\sigma} \times T_{\varphi}$.
- deux traitements hétérogènes *O. niloticus* (mâle) x *T. mariae* (femelle) notés $O_{\sigma} \times T_{\varphi}$; et *T. mariae* (mâle) x *O. niloticus* (femelle) notés $T_{\sigma} \times O_{\varphi}$.

Chaque happena a été peuplé avec un ratio 1 mâle pour 2 femelles (1/2) [24] afin de maximiser la production des juvéniles. Chaque traitement comportait trois répétitions. Au total, 64 géniteurs ont été utilisés soit 24 mâles et 40 femelles pour 12 happenas. Avant la mise en charge, les supports de ponte ont été introduits dans chaque happena pour favoriser la nidification. Les premières larves ont été observées 15 jours après la mise en reproduction. Trente jours après hybridation, les géniteurs ont été retirés des happenas, laissant uniquement les alevins pour la suite de l'expérimentation. Afin de mieux contrôler la densité d'élevage, seuls 30 % des alevins produits ont été conservés dans chaque happena. La phase d'alevinage a duré 90 jours. Des pêches de contrôle ont été effectuées chaque deux semaines afin de collecter les données relatives aux paramètres zootechniques.

Tableau 1 : Description des traitements selon les différents types d'hybridation

| N° | Traitements | Types d'hybridations | Répétition | Sexratio |
|----|--------------------------------|---|------------|------------|
| 1 | O _♂ •O _♀ | ♂ <i>O. niloticus</i> × ♀ <i>O. niloticus</i> | | 1 mâle |
| 2 | T _♂ T _♀ | ♂ <i>T. mariae</i> × ♀ <i>T. mariae</i> | 3 | x |
| 3 | O _♂ •T _♀ | ♂ <i>O. niloticus</i> × ♀ <i>T. mariae</i> | | 2 femelles |
| 4 | T _♂ •O _♀ | ♂ <i>T. mariae</i> × ♀ <i>O. niloticus</i>) | | |

2-2-2. Nourrissage des poissons

L'aliment a été servi à la volé en tenant compte de l'âge des sujets, du poids vif, de la taille et des conditions d'élevage à un taux de rationnement de 25 % selon la biomasse ichtyologique [25]. L'aliment commercial de marque Alltech COPPENS a été utilisé à des granulométrie variables. A partir de 0 à 1g, les larves étaient nourris quatre fois par jour avec l'aliment de 0,1 mm. Après un mois d'élevage (1 à 5 g), la distribution était réduite à trois fois par jour (7 h, à 12 h et 17 h) avec des granulés de 0,2 mm. Les alevins de 5 à 10 g étaient nourris par des granulés de 1,2-1,5 mm de diamètre. A partir de 10 g jusqu'à la fin de l'expérimentation, les sujets ont été servi deux fois par jour (7 h et 17 h) avec des granulés de 3 mm.

2-2-3. Paramètres physico-chimiques de l'eau

L'évaluation des paramètres physico-chimiques a permis de caractériser la qualité de l'eau du milieu d'élevage. Les mesurés ont été réalisées à l'aide d'un multimètre de marque Extech DO700 à cinq paramètres préalablement calibré avec une solution étalon. Pour chaque mesure, la sonde était immergée dans l'eau et maintenue quelques secondes avant lecture. Après chaque utilisation, elle était rincée à l'eau distillée et essuyée avec un mouchoir stérile afin de réduire les erreurs et éviter toute contamination. Les paramètres physicochimiques mesurés étaient :

- La température : elle affecte la croissance, la digestion, l'immunité et la reproduction chez les tilapias ;
- Le pH : il influence la toxicité de l'ammoniaque et la respiration des poissons ;
- Le dioxygène dissous (O₂) : essentiel à la respiration et donc la survie des poissons ;
- La conductivité électrique qui reflète la salinité et la concentration des sels minéraux dissous ;
- Le TDS (Solides Totaux Dissous) qui représente la somme des solides dissous dans l'eau.

2-2-4. Mesure des paramètres zootechniques

L'évaluation des performances zootechniques des hybrides de *O. niloticus* et *T. mariae*, les paramètres zootechniques tels que le sexratio, la longueur standard, le taux de survie, le gain moyen quotidien et l'indice de consommation des alevins ont été mesurés et calculés. Le suivi de la croissance a été effectué dans l'optique de contrôler régulièrement l'évolution de la longueur et du poids des poissons. Ce procédé a permis d'ajuster la ration alimentaire au gramme près en fonction du poids de l'ensemble des poissons de chaque happen par pesée globale après comptage. La détermination du sexratio (SR) avait pour but de faire une différenciation entre les sexes des alevins en ressortant les proportions de mâles et de femelles dans les populations d'alevins. Cette détermination s'est faite à 3 mois d'âge par observation visuelle des papilles uro-génitales à l'aide une loupe pour réaliser le sexage. L'orifice urogénital du mâle présente une papille génitale allongée et un seul orifice correspondant à la spermiducte ; alors que chez la femelle, l'orifice urogénital a une forme arrondie et possède deux orifices correspondant à l'urètre et à l'oviducte [26]. La longueur standard (LS) est un paramètre morphométrique couramment utilisé en aquaculture pour évaluer la croissance des poissons. Elle correspond à la distance entre l'extrémité antérieure du museau

jusqu'à la base de la nageoire caudale. Elle s'est faite grâce à une règle millimétrée. Le poids moyen (PM) permet de mesurer les performances de croissance et l'état nutritionnel des poissons. Pour cela une balance électronique de précision a été utilisée pour la pesée. Il est obtenu par la **Formule 1**[27] :

$$\text{Poids moyen (PM)} = \frac{\text{Poids total (g)}}{\text{Nombre d'alevins pesés}} \quad (1)$$

Le Gain Moyen Quotidien (GMQ) permet de mesurer la performance de croissance d'un poisson sur une période donnée. C'est la moyenne de gain de poids par jour chez un poisson pendant une phase de croissance. Il se calcule grâce à la **Formule 2**[28] :

$$\text{Gain moyen quotidien (GMQ)} = \frac{\text{Poids final} - \text{Poids initial}}{\text{Nombre de jours séparant les deux pesées}} \quad (2)$$

Le taux de survie est un indicateur clé de la performance sanitaire et de gestion. Il mesure la proportion d'animaux qui ont survécu pendant une période donnée, souvent entre l'empoissonnement ou la naissance, et la fin d'un cycle de production. Il est donné par la **Formule 3** :

$$\text{Taux de survie (TS)(\%)} = \left(\frac{\text{Nombre d'animaux à la fin}}{\text{Nombre d'animaux initialement introduits}} \right) \times 100 [4] \quad (3)$$

L'indice de consommation (IC) appelé également Indice de Conversion Alimentaire (IAC) est un indicateur zootechnique fondamental qui mesure l'efficacité alimentaire d'un animal ou d'un groupe d'animaux. Il indique combien de kilogrammes d'aliment sont nécessaires pour produire 1 kg de poids vif. Il est donné par la **Formule 4** :

$$\text{Indice de consommation (IC)} = \frac{\text{Quantité d'aliment consommée (kg)}}{\text{Gain de poids (kg)}} \quad (4)$$

2-2-5. Analyses statistiques

Les données collectées ont été saisies dans Microsoft Excel pour les analyses descriptives des différents paramètres étudiés. L'effet d'hybridation sur les performances zootechniques chez les hybrides a été évalué par l'analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1) à l'aide du logiciel GraphPad. Les différences significatives entre les traitements ont été déterminées par le test LSD de Fisher au seuil de 5 %.

3. Résultats et discussion

3-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau dans les happenas

Les résultats des paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage sont résumés dans le **Tableau 2**. Il se dégage de ces résultats que : La température moyenne de l'eau a varié de $28,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ à $28,6 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ avec une différence non significative ($P > 5\%$). Ces valeurs se situent dans la tranche optimale (26 – 32°C) de croissance chez les tilapias [29, 30]. Les valeurs moyennes du pH de l'eau ont varié de $7,3 \pm 0,01$ à $7,6 \pm 0,4$ avec une différence non significative ($P > 5\%$). Ces données indiquent un milieu neutre et légèrement alcalin, ce qui favorise la disponibilité des nutriments et le bon fonctionnement physiologique de *O. niloticus* [31]. Les concentrations moyennes en oxygène dissous ont varié entre $7,77 \pm 0,03$ et $7,82 \pm 0,03$ mg/L avec une différence non significative. Ces valeurs supérieures à 5 mg/L sont optimales pour la croissance de tilapia [29, 30]. La Conductivité électrique (CE) moyenne se situe entre $449,8 \pm 5,35$ et

$453,67 \pm 3,33 \mu\text{S}/\text{cm}$ sans différence significative ($P > 5\%$). Ces valeurs traduisent une minéralisation modérée de l'eau, typique des systèmes aquacoles semi-intensifs. Les valeurs de conductivité comprises entre 300 et 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sont acceptables pour la pisciculture en eau douce [30]. Les STD (Solides Totaux Dissous) moyennes mesurés varient de $269,0 \pm 0,0$ à $271,6 \pm 1 \text{ mg/L}$ avec une différence significative ($P > 5\%$). Ces valeurs correspondent à des niveaux normaux pour une croissance optimale chez les tilapias [29]. Ces solides dissous proviendraient probablement des minéraux, des matières organiques et autres ions dissous. Des valeurs de STD inférieures à 500 mg/L n'affecteraient généralement pas la croissance des poissons à travers l'encombrement branchial au cours de la respiration [29]. Dans l'ensemble, les paramètres physico-chimiques enregistrés sont globalement stables entre les traitements et se situent dans les plages optimales pour la croissance et le bien-être des hybrides étudiés.

Tableau 2 : Paramètres physicochimiques de l'eau dans le milieu d'élevage

| Traitements | Température (°C) | pH | O2 dissous (mg/L) | EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | STD (mg/L) |
|---------------------------|------------------|---------------|-------------------|--------------------------------|-----------------|
| $O_{\sigma^*}O_{\varphi}$ | $28,6 \pm 0,4$ | $7,5 \pm 0,6$ | $7,8 \pm 0,0$ | $449,8 \pm 5,4$ | $271,6 \pm 0,1$ |
| $T_{\sigma^*}T_{\varphi}$ | $27,9 \pm 0,4$ | $7,3 \pm 0,1$ | $7,8 \pm 0,1$ | $453,7 \pm 3,3$ | $271,5 \pm 1,0$ |
| $O_{\sigma^*}T_{\varphi}$ | $27,9 \pm 0,3$ | $7,3 \pm 0,0$ | $7,8 \pm 0,0$ | $451,8 \pm 0,6$ | $269,0 \pm 0,0$ |
| $T_{\sigma^*}O_{\varphi}$ | $28,0 \pm 0,3$ | $7,3 \pm 0,0$ | $7,8 \pm 0,0$ | $451,7 \pm 0,3$ | $269,2 \pm 0,3$ |

3-2. Paramètres zootechniques

3-2-1. Sex-ratio

L'analyse du sex-ratio des hybrides issus des différents croisements expérimentaux révèle des différences hautement significatives entre les groupes génétiques ($p < 0,001$). Le croisement intraspécifique $O_{\sigma^*}O_{\varphi}$ présente un sex-ratio proche de l'équilibre, avec 55,07 % de mâles contre 44,92 % de femelles. Ce résultat est conforme au système de déterminisme sexuel de type XY chez *O. niloticus*, qui tend à produire une répartition théorique d'environ 1 : 1 [19]. Le croisement $T_{\sigma^*}T_{\varphi}$ correspondant au croisement intraspécifique de *T. mariae* présente un sex-ratio des mâles (67,11 %) plus élevé par rapport à la proportion des femelles (22,89 %). La différence entre ces deux proportions est hautement significative. Cette différence peut s'expliquer par le fait que chez les tilapias, le sexe est déterminé par des facteurs génétiques majeurs portés par les chromosomes sexuels. En effet chez *T. mariae*, les mâles sont homogamétiques mâles ZZ et femelles ZW comme chez les oiseaux [32, 33]. Cette conformation homogamétique chez les mâles explique la forte proportion des hybrides mâles par rapport aux femelles. Les croisements interspécifiques réciproques, $O_{\sigma^*}T_{\varphi}$ et $T_{\sigma^*}O_{\varphi}$ produisent des fortes proportions des hybrides mâles de 83,28 % et 80,86 % respectivement. Plusieurs études ont démontré que les hybrides issus de croisements entre espèces du genre *Oreochromis* tendent à produire majoritairement des mâles en raison de la dominance de certains gènes ou facteurs autosomiques masculinisants [19, 33, 34]. De plus, les croisements interspécifiques peuvent induire une perturbation hormonale chez l'embryon, notamment une production accrue d'androgènes ou une inhibition de la synthèse d'œstrogènes, contribuant à la différenciation des mâles [14]. Ces résultats pourraient être vulgarisés pour améliorer la production piscicole au Cameroun. En effet, les mâles de *O. niloticus* et d'autres espèces apparentées sont largement préférés en aquaculture en raison de leur croissance plus rapide, de leur meilleure conversion alimentaire et du contrôle de reproduction précoce qui pourrait freiner la croissance [35]. Les croisements $O_{\sigma^*}T_{\varphi}$ et $T_{\sigma^*}O_{\varphi}$ apparaissent ainsi comme une méthode naturelle et durable de production d'alevins majoritairement mâles, sans recours à des traitements hormonaux tels que le 17 α -méthyl-testostérone, dont l'utilisation est de plus en plus controversée pour des raisons éthiques et sanitaires et environnementales.

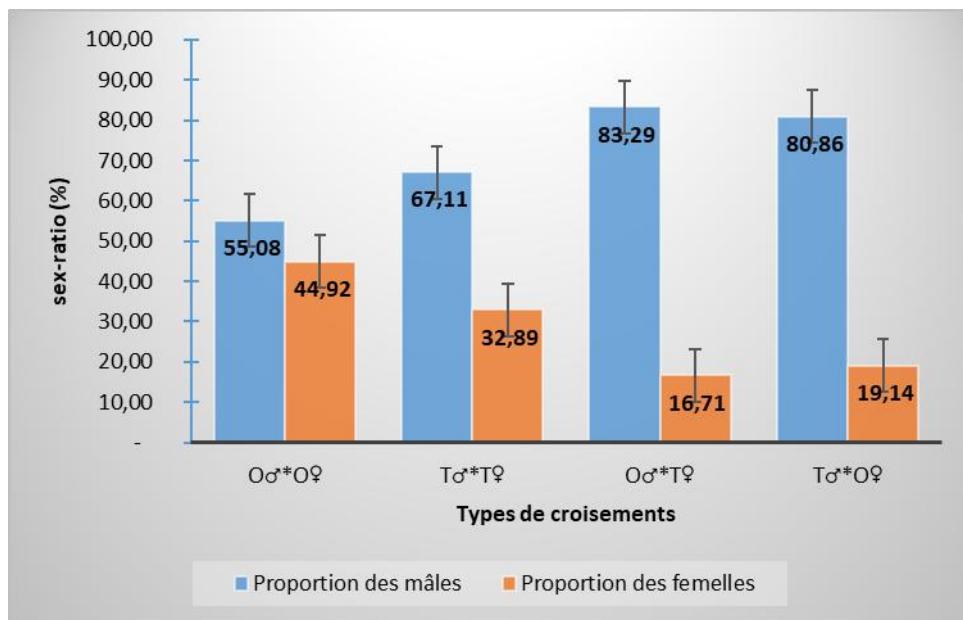


Figure 3 : Taux de sexratio en fonction des types de croisements entre *Oreochromis niloticus* et *Tilapia mariae*

3-2-2. Longueur standard

L'analyse de la longueur standard montre qu'à partir de la quatrième semaine, des différences significativement ($p < 0,01$) apparaissent entre les hybrides. Les longueurs varient de 2 ± 00 cm chez les hybrides $T_{\sigma}^{\sigma}T_{\varphi}$ à $3,3 \pm 0,6$ cm chez les hybrides $O_{\sigma}^{\sigma}T_{\varphi}$ respectivement. La même différence a été observée à la douzième semaine avec des valeurs allant de 10 ± 00 cm à $12,330,58$ cm chez les hybrides $T_{\sigma}^{\sigma}T_{\varphi}$ et $O_{\sigma}^{\sigma}T_{\varphi}$ respectivement. De manière générale, les hybrides issus des croisements interspécifiques ($O_{\sigma}^{\sigma}T_{\varphi}$ et $T_{\sigma}^{\sigma}O_{\varphi}$) ont présenté des longueurs plus élevées par rapport aux hybrides issus des croisements intraspécifiques ($O_{\sigma}^{\sigma}O_{\varphi}$ et $T_{\sigma}^{\sigma}T_{\varphi}$). Cette supériorité de la longueur standard des alevins hybrides pourrait être attribuée à un effet d'hétérosis ou vigueur hybride [36]. L'évolution de la longueur des hybrides en fonction du temps chez les différentes hybridations est présentée dans la **Figure 4**.

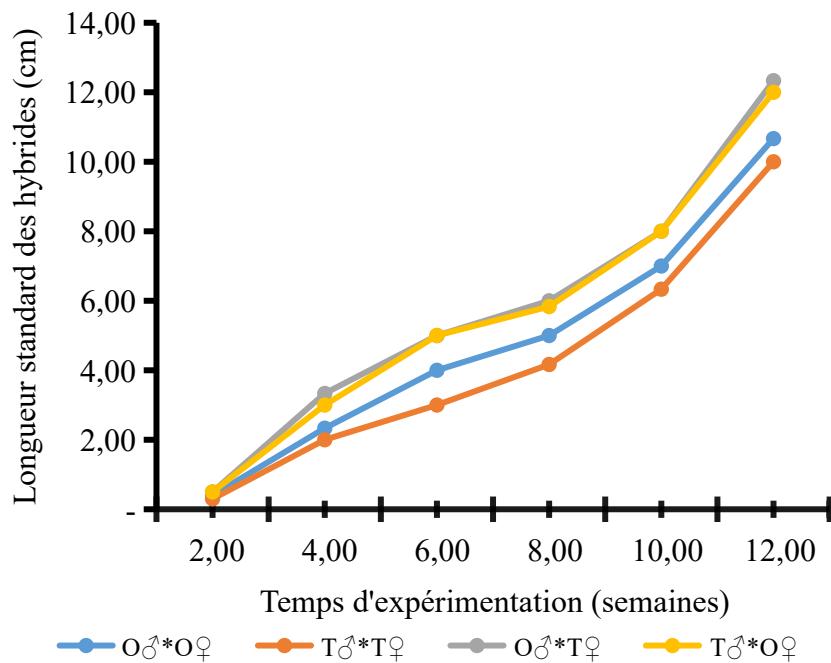


Figure 4 : Évolution de la longueur standard chez les hybrides de tilapia en fonction du temps selon les différents croisements

3-2-3. Masse pondérale

Les résultats sur l'évolution de la masse moyenne pondérale sur une période de 2 à 12 semaines selon les différents croisements sont présentés à la **Figure 5**. De cette tendance d'évolution, nous observons que de la 2^e à la 6^e semaine, les masses pondérales étaient statistiquement similaires ($P > 0,05$) entre les hybrides des différents croisements. A partir de la 8^e semaine, les masses moyennes pondérales ont varié significativement ($p < 0,01$) de $7,10 \pm 0,11$ g à $8,31 \pm 0,24$ g chez les hybrides $T_{\sigma^*}T_{\varphi}$ et $O_{\sigma^*}T_{\varphi}$ respectivement. La même tendance a été maintenue à la 10^{ème} et 12^{ème} entre les hybrides issus des mêmes croisements avec une différence très significative ($p < 0,001$). Globalement, les hybrides issus des croisements interspécifiques ($O_{\sigma^*}T_{\varphi}$ et $T_{\sigma^*}O_{\varphi}$) ont présenté des masses moyennes pondérales plus élevées par rapport aux hybrides issus des croisements intraspécifiques ($O_{\sigma^*}O_{\varphi}$ et $T_{\sigma^*}T_{\varphi}$). Cette différence pourrait être attribué à l'effet d'hétérosis [19]. En revanche, les faibles performances des masses moyennes pondérales trouvées dans les croisements intraspécifiques pourraient être liées à une perte de la vigueur hybride suite à une recombinaison génétique désavantageuse entre les géniteurs de la même espèce [37].

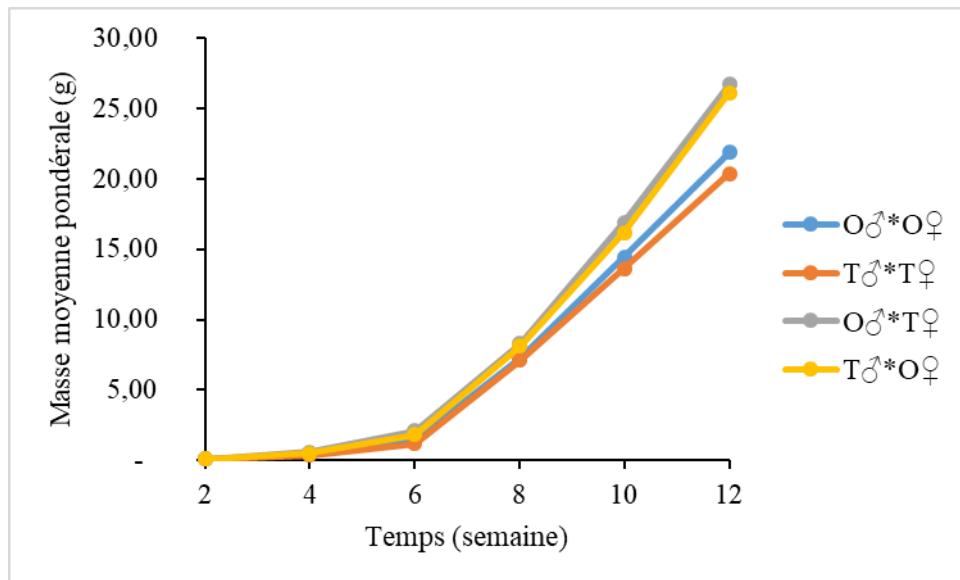


Figure 5 : Évolution de la masse moyenne pondérale chez les hybrides en fonction du temps selon les types de croisements

3-2-4. Gain Moyen Quotidien

Les courbes d'évolution du gain moyen quotidien (GMQ) chez les hybrides sur une période de 2 à 10 semaines pour les différents types de croisements sont présentées à la **Figure 6**. De la 2^e à la 6^e semaine, les hybrides ont présenté des similitudes de gain moyen de poids quotidien avec une différence non significative ($P > 0,05$). Les valeurs ont varié à la 8^e semaine allant de 0,51 g/j à 0,58 g/j avec une différence significative ($p < 0,05$) chez les hybrides issus des croisements $T\sigma^{\delta} * T\varphi$ et $O\sigma^{\delta} * T\varphi$ respectivement. Les mêmes observations ont été noté à la 10^e semaine avec une différence très significative ($p < 0,001$). D'une manière générale, les hybrides issus des croisements interspécifiques ont présenté des un gain moyen quotidien plus élevé par rapport aux hybrides issus des croisements intraspécifiques. Cette différence pourrait être attribué à l'effet d'hétérosis [30]. Le gain moyen quotidien faible observé chez les hybrides issus des croisements intraspécifiques pourrait être attribué à une perte de la vigueur hybride ou à une recombinaison génétique désavantageuse entre les géniteurs [30] et à un effet d'hétérosis élevé [20]. Les croisements interspécifiques favorisent donc un gain moyen quotidien et une bonne productivité chez le genre tilapia.

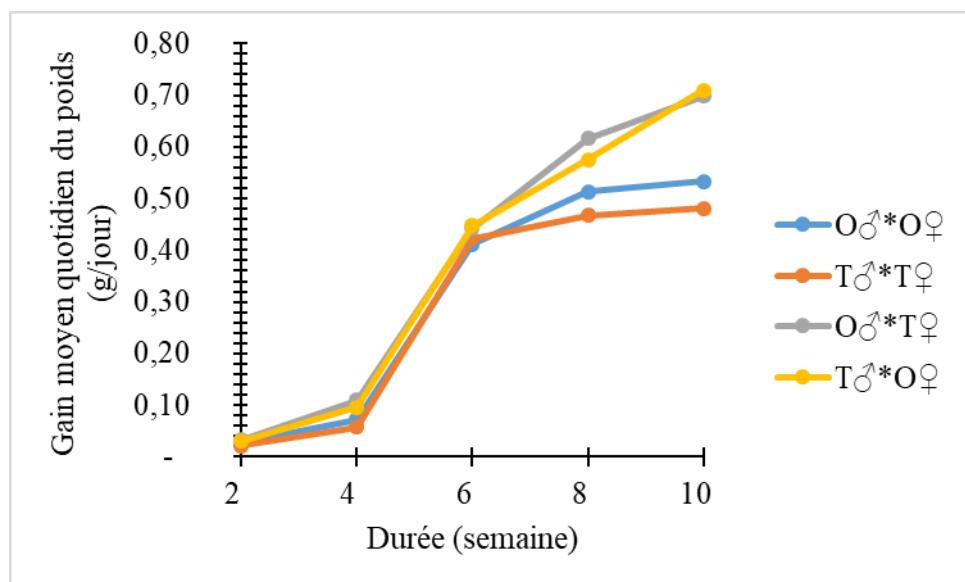


Figure 6 : Évolution du gain moyen quotidien chez les hybrides de tilapia en fonction du temps selon les types de croisements

3-2-5. Taux de survie

Les taux de survie des hybrides enregistrés dans les différents types de croisements sont consignés dans le **Tableau 3**. Il ressort que le taux de survie le plus faible a été enregistré chez les hybrides issus du croisement $O\sigma^{\♂} * T\varphi$ (73,86 %) et le taux le plus élevé est issu de l'hybridation $O\sigma^{\♂} * O\varphi$ (77 %). L'analyse de ces résultats montre qu'il n'existe pas de différence significative entre ces pourcentages ($P > 0,05$). Cette tendance pourrait se justifier par l'unicité d'origine de nos géniteurs. En effet, l'origine maternelle des hybrides influence fortement sur la qualité des œufs [32], le développement initial et la résistance au stress [31]. Néanmoins, le croisement entre les géniteurs $O\sigma^{\♂} * O\varphi$ affiche un taux de survie plus optimal par rapport aux autres hybridations. Etant donné que les conditions physico-chimiques du milieu d'élevage étaient favorables dans le milieu d'élevage, cette légère différence pourrait être liée à un niveau de domestication élevé des souches *O. niloticus*. En effet, les souches pures de *O. niloticus* semblent mieux s'adaptées aux environnements contrôlés, avec des performances stables et un faible taux de mortalité [38]. Le taux de mortalité bien que limité pourrait également être associé à la faible résistance des espèces de tilapia aux stade larvaire et d'alevinage en milieu d'élevage suite aux manipulations intervenues lors de l'échantillonnage.

Tableau 3 : Taux de mortalité des hybrides selon les différents croisements

| Types de croisements | Nombre initial des hybrides | Nombre final des hybrides | Taux de survie (%) |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| $O\sigma^{\♂} * O\varphi$ | 100 | 77 | 77,00 ± 6,32 ^a |
| $T\sigma^{\♂} * T\varphi$ | 112 | 85 | 75,89 ± 4,75 ^a |
| $O\sigma^{\♂} * T\varphi$ | 153 | 113 | 73,86 ± 7,61 ^a |
| $T\sigma^{\♂} * O\varphi$ | 106 | 80 | 75,47 ± 1,90 ^a |

3-2-6. Indice de Consommation

Les indices de consommation ont été de $1,40 \pm 0,13$; $1,41 \pm 0,12$; $1,22 \pm 0,06$ et $1,10 \pm 0,07$ chez les hybrides issus des croisements $O\sigma^{\♂} * O\varphi$, $T\sigma^{\♂} * T\varphi$, $O\sigma^{\♂} * T\varphi$, $T\sigma^{\♂} * O\varphi$ respectivement. L'analyse comparative de

ces indices montre qu'il n'existe pas de différence significative ($P > 0,05$). En revanche, ces indices ont été légèrement faible chez les hybrides issus des croisements interspécifiques par rapport aux croisements intraspécifiques. Cette performance traduit une efficacité alimentaire optimale et peut être attribuée à l'effet hétérosis. Cette synergie génétique est connue pour améliorer la croissance, l'assimilation des nutriments et la robustesse des hybrides [39, 35]. Les indices de consommation plus ou moins élevés obtenus chez les hybrides issus des croisements $O_\sigma \times O_\varphi$ et $T_\sigma \times T_\varphi$ pourrait résulter d'une perte de vigueur hybride liée à la consanguinité ou à des déséquilibres génétiques internes. En effet les recombinaisons génétiques dans les hybrides F2 ou au-delà peuvent entraîner une expression incohérente des gènes responsables de la croissance, de la régulation hormonale ou du métabolisme [34]. La légère différence de performance des hybrides observée entre les deux croisements interspécifiques ($O_\sigma \times T_\varphi$ et $T_\sigma \times O_\varphi$) pourrait résulter d'un effet maternel qui influence l'expression des traits de croissance selon la lignée maternelle utilisée [40]. Ces résultats pourraient être valoriser dans la production des alevins de qualité de tilapia pour maximiser les rendements alimentaires tout et réduire les coûts de production.

4. Conclusion

Cette étude est une contribution à la production des alevins monosexes mâles de *Oreochromis niloticus* et *Tilapia mariae* par des hybridations intraspécifique et interspécifique. Le dispositif expérimental était constitué de quatre traitements dont deux croisements intraspécifiques ($O_\sigma \times O_\varphi$ et $T_\sigma \times T_\varphi$) et deux autres croisements interspécifiques réciproques ($O_\sigma \times T_\varphi$ et $T_\sigma \times O_\varphi$) répété trois fois. Les données ont été relevé sur les paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage et sur les performances zootechniques des hybrides. Les résultats montrent que les hybrides issus des croisements interspécifiques entre *O. niloticus* et *T. mariae* ($O_\sigma \times T_\varphi$ et $T_\sigma \times O_\varphi$) présentent un taux de sex-ratio mâle, une longueur standard, une masse corporelle moyenne, un gain moyen quotidien et un taux de survie plus élevés avec un indice de consommation faible. Ces résultats peuvent être recommandés aux pisciculteurs pour une production des alevins de tilapia de qualité sans recours aux hormones synthétiques de reproduction.

Références

- [1] - A. MENEZES, P. MUREZEKI, E. MARTONE, A. A. BADIANE & B. K. MULONDA, « Programme de formation et manuel pratique sur l'aquaculture durable ». Rome, Italie, FAO, (2024) 223 p. <https://doi.org/10.4060/cc0188fr>
- [2] - FAO, “ La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2024. Transformation bleue en action ”. Rome, Italie, (2024), <https://doi.org/10.4060/cd0683fr>
- [3] - INS, « Rapport annuel sur le commerce extérieur du Cameroun 2023 – données sur les importations de poisson ». Yaoundé, Cameroun : Institut National de la Statistique, Département des synthèses économiques, site web : <https://ins-cameroun.cm>, (2024) 10 p.
- [4] - A. ADJANKE, L. LALLE, O. A. Kougbeadjo, A. TCHABI & K. TONA, « Reproduction contrôlée chez le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) en bac à l'unité REDAQ-TOGO ». *Afrique Science* 22(6) (2023) 91 - 100. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>

- [5] - H. KONE, F. K. YARO, A. SY, A. TOGO, B. BERTHE & F. B. DEMEBELE, « Niveau de contamination des poissons par les pesticides et par les métaux lourds dans le fleuve Sénégal et ses affluents, Mali ». *Afrique Science*, 27 (2) (2025) 92 - 105. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
- [6] - MINEPAT, « Elaboration du schéma national d'aménagement et de développement durable du territoire du Cameroun (SNADDT) ». *Rapport de synthèse*, 5(2022) 234 p.
- [7] - R. D. GUERRERO, « Control of tilapia reproduction ». In R. S. V. Pullin & R. H. LoweMcConnell (Eds.), *The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings*, Manila, Philippines, (1982) 309 - 613
- [8] - FAO, « State of World Fisheries and Aquaculture 2024 ». Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2024) 264 p. ISBN 978-92-5-138763-4
- [9] - MINEPIA, « Situation de la production et des importations du sous-secteur élevage pêches et industries animales ». *Division des Études, de la Planification, de la Coopération et des Statistiques*, (2023) 28 p.
- [10] - T. O. AMOUSSOU, A. TOGUYENI, T. I. IMOROU, A. CHIKOU & A. K. I. YOUSSEAO, « 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) (2016) 1869 - 1887
- [11] - C. MELARD, « Les bases biologiques de l'élevage du tilapia du Nil ». *Cahiers d'Ethologie Appliquée*, 6(3) (1986) 224 p.
- [12] - K. COWARD & N. R. BROMAGE, « Reproductive physiology of female tilapia broodstock ». *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10 (1) (2000) 1 - 25
- [13] - F. DUPONCHELLE & J. PANFILI, « Variations in age and size at maturity of female Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte d'Ivoire ». *Environmental Biology of Fishes*, 52 (1998) 453 - 465
- [14] - J. F. BAROILLER & B. JALABERT, « Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias ». *Aquat. Living Resour*, 2 (1) (1989) 105 - 116
- [15] - J. LAZARD & M. OSWALD, « Association silure africain-tilapia : polyculture ou contrôle de la reproduction ? ». *Aquatic Living Resources*, 8 (1995) 455 - 463
- [16] - J. D. BALARIN & J. P. HATTON, « Tilapia : A guide to their biology and culture in Africa ». University of Stirling, Unit of Aquatic Pathology, (1979) 174 p.
- [17] - C. FUENTES-SILVA, G. SOTO-ZARAZÚA, I. TORRES-PACHECO & A. FLORES-RANGEL, « Male tilapia production techniques » : a mini-review *African. J. Biotechnol.*, 12 (36) (2013) 5496 - 5502
- [18] - G. W. WOHLFARTH, HULATA, G. I. ROTHBARD, S. J. ITZKOVICH & A. HALEVY, « Comparison between interspecific tilapia hybrids for some production traits ». In L. Fishelson & Y. Yaron (Eds.), *ISTA Proceedings. Tel Aviv University, Israel*, (1983) 559 - 569
- [19] - O. NWACHI & A. IRABOR, « Diallel hybridization of *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia) to *Oreochromis aureus* (Blue tilapia) ». *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 32 (2) (2022) 280 - 285
- [20] - M. SNAKE, A. MALUWAB, H. ZIDANAC, P. CHIGWECHOKHAD et M. SIMWAKAE, « Production of a predominantly male tilapia progeny using two Malawian tilapias, *Oreochromis shiranus* and *Oreochromis karongae* ». *Aquaculture Reports*, 16 (2020) 100274, www.elsevier.com/locate/aqrep
- [21] - D. TSOZUÉ, N. A. NZEUKOU & J. R. MACHE, « Mineralogical, physico-chemical and technological characterization of clays from Maroua (Far-North, Cameroon) for use in ceramic bricks production ». *Journal of Building Engineering*, 11 (2017) 17 - 24
- [22] - R. H. LOWE-MCCONNELL, « The fecundity of Tilapia species ». *East African Agricultural Journal*, 21 (1982) 45 - 52
- [23] - K. J. RANA, « Reproductive biology and the hatchery rearing of Tilapia eggs and fry ». In J. Muir et R.S. Roberts (éds.) *Recent advances in aquaculture*. Croom Helm, Londres., 3 (1988) 343 - 406
- [24] - G. Y. LI & Z. Q. ZHANG, « The costs of social interaction on survival and reproduction of arrhenotokous spider mite *Tetranychus urticae*. *Entomologia Generalis* », 41 (2021) 49 - 57

- [25] - M. LEGENDRE, « Influence de la densité, de l'élevage monosex 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 de Hydrobiologie Tropicale*, 19 (1986) 19 - 29
- [26] - J. F. BAROILLER et H. D'COTTA, « Environment and sex determination in farmed fish. Comp. Biochem. Physiol. C Toxicol. Pharmacol. 130, 399 - 409
- [27] - T. O. AMOUSSOU, A. TOGUYENI, I. I. TOKO, A. CHIKOU et I. Y. A. KARIM, « 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) (2016) 1869 - 1887
- [28] - J. B. L. F. AVIT, K. Y. BONY, N. C. KOUASSI, K. F. KONAN, O. ASSEMIAN et J. R. ALLOUKO, « Conditions écologiques de production de fingerlings de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) en association avec le riz WITA 12 en étang ». *Journal of Applied Biosciences*, 59 (2012) 4271 - 4285. <http://www.m.elewa.org/JABS/2012/59/1>
- [29] - T. J. POPMA & M. P. MASSER, « Tilapia : Life history and biology » *Southern Regional Aquaculture Center.*, (1999) 283 p.
- [30] - A.-F. M. EL-SAYED, « *Tilapiaculture* ». Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI Publishing, (2006) 361 p.
- [31] - C. E. BOYD, « Aquaculture, resource use, and the environment ». Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ.n, (2015) 296 p.
- [32] - J. F. BAROILLER & A. TOGUYENI, « The tilapiini tribe: environmental, and social aspects of reproduction and growth ». In *Fisheries and Aquaculture*, [Ed. Patrick Safran], in *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO. Eolss Publishers, Oxford, UK, [<http://www.eolss.net>] [Retrieved July 9. 2007], (2004) 24 p.
- [33] - J. F. BAROILLER, Y. GUIGUEN & A. FOSTIER, « Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish ». *Cellular and Molecular Life Sciences*, 51 (7) (1995) 567 - 581
- [34] - A. CNAANI, N. ZILBERMAN, S. TINMAN, G. HULATA & M. RON, « Genome-scan analysis for quantitative trait loci in an F2 tilapia hybrid ». *Molecular Genetics and Genomics*, 279 (6) (2008) 647 - 661
- [35] - Z. A. EL-GREISY & A. E. EL-GAMAL, « Monosex production of tilapia, *Oreochromis niloticus* using different doses of 17 α -methyltestosterone with respect to the degree of sex stability after one year of treatment ». *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 4 (3) (2012) 234 - 245
- [36] - H. WANG, T. NUSSBAUM-WAGLER, B. LI, H. ZHAO, Y. VIGOUROUX, M. FALLER, K. BOMBLIES, L. LUKENS & J. DOEBLEY, « The genetic architecture of hybrid vigor in maize ». *Nature*, 575 (1) (2019) 471 - 475
- [37] - A. E. EKNATH, M. M. TAYAMEN, M. S. PALADA-DE VERA, J. C. DANTING, R. A. REYES, E. E. DIONISIO, J. B. CAPILI, H. L. BOLIVAR, T. A. ABELLA, A. V. CIRCA, H. B. BENTSEN, B. GJERDE, T. GJEDREM & R.S.V. PULLIN, « Genetic improvement of farmed tilapias : the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments ». *Aquaculture*, 111 (1993) 171 - 188
- [38] - M. T. RIDHA, « Comparative performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., at two salinities ». *Aquaculture Research*, 37 (2) (2006) 172 - 179
- [39] - M. M. TAYAMEN & W. L. SHELTON, « Artificial sex reversal of *Tilapia nilotica* with methyltestosterone ». *Transactions of the American Fisheries Society*, 107 (3) (1978) 465 - 471
- [40] - G. C. MAIR, J. S. ABUCAY, D. O. F. SKIBINSKI, T. A. ABELLA, & J. A. BEARDMORE, « Genetic improvement of farmed tilapias : The growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments ». *Aquaculture*, 137 (14) (1995) 313 - 324