

Aliments poissons à base d'ingrédients locaux : fabrication et test chez *Oreochromis niloticus* au Tchad

Christophe DJEKOTA^{1*}, Patrick MANGAR², Bertin RIMBAR²,
Alladoumadji RIMADOUM², Yoskoye Sougoumi OUSMANE³ et Bineye ABA³

¹ Université de N'Djaména, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Département de Biologie, Laboratoire d'Ichtyologie et de Parasitologie Générale, BP 1027, N'Djaména, Tchad

² Ministère de l'Environnement de l'Eau et de la Pêche, Direction de Pêche et Aquaculture, Tchad

³ Projet de Développement de Résilience et de la Lutte Contre l'Insécurité Alimentaire au Tchad

* Correspondance, courriel : cdjekota@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de cette étude est la connaissance de la meilleure combinaison d'aliment poisson à base des ingrédients locaux accessibles qui assure une croissance optimale du Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en aquaculture. En 2018, dans huit zones potentielles de production piscicole au Tchad, une enquête sur les ingrédients locaux accessibles pour l'alimentation des poissons a été réalisée. Les résultats révèlent que sur les 27 ingrédients locaux répertoriés, 10 sont socialement acceptables et disponibles à moindre coût sur les marchés ruraux. A partir des ingrédients locaux socialement acceptables, accessibles en termes de taux de protéines et de lipides qui sont des principaux constituants énergétiques dans l'alimentation des poissons, l'aliment A1 (59 % de protéine et 32 % de lipides), l'aliment A2 (30 % de protéine et 34 % de lipides), l'aliment A3 (60 % de protéine et 25 % de lipides) sont formulés, testés et comparés à l'aliment témoin (A0) importé. En 90 jours d'élevage, les poissons nourris avec l'aliment A3 ont présenté de meilleures performances de croissance par rapport aux autres avec un gain de poids moyen (GMC) de $28,78 \pm 1,19$ g, une croissance individuelle journalière (CIJ) de $0,32 \pm 0,01$ g/j et un taux de croissance spécifique (TCS) de $0,66 \pm 0,50$ % pc/j. Les poissons nourris avec l'aliment A1 ont présenté de performances moyennes (GMC : $24,56 \pm 1,09$ g, CIJ : $0,27 \pm 0,01$ g/j, TCS : $0,43 \pm 0,38$ % pc/j). Les poissons recevant l'aliment A2 ont montré de faibles performances (GMC : $21,20 \pm 1,66$ g, CIJ : $0,24 \pm 0,02$ g/j, TCS : $0,28 \pm 0,26$ % pc/j). Les performances de croissance des poissons nourris avec l'aliment A2 ne sont pas différentes de celles obtenues avec l'aliment A0 (GMC : $21,36 \pm 2,19$ g, CIJ : $0,24 \pm 0,02$ g/j, TCS : $0,86 \pm 0,27$ % pc/j). Ces résultats montrent que tous les quatre types aliments administrés ont produit en moyenne un gain de poids journalier près de 1 % de leur biomasse tous les jours. Les résultats de cette étude contribuent au développement de l'aquaculture de cette espèce.

Mots-clés : *Oreochromis niloticus*, aquaculture, aliment poisson, ingrédients locaux, Tchad.

Abstract

Fish food made from local ingredients: manufacturing and testing at *Oreochromis niloticus* in Chad

The objective of this study is to know the best combination of fish feed based on locally available ingredients that ensures optimal growth of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in aquaculture. In 2018, in eight potential fish production areas in Chad, a survey on accessible local ingredients for fish feed was conducted. The results reveal that of the 27 local ingredients listed, 10 are socially acceptable and available at lower cost in rural markets. From the socially acceptable local ingredients that are accessible in terms of protein and lipid levels, which are the main energy components in fish feed, feed A1 (59 % protein and 32 % lipid), feed A2 (30 % protein and 34 % lipid), feed A3 (60 % protein and 25 % lipid) were formulated, tested and compared to the imported control feed (A0). In 90 days of rearing, fish fed with feed A3 showed better growth performance compared to the others with an average weight gain (GMC) of 28.78 ± 1.19 g, individual daily growth (IDC) of 0.32 ± 0.01 g/d and specific growth rate (SGR) of 0.66 ± 0.50 % bw/d. Fish fed with feed A1 showed average performance (GMC : 24.56 ± 1.09 g, IDC : 0.27 ± 0.01 g/d, SGR : 0.43 ± 0.38 % bw/d). Fish receiving feed A2 showed poor performance (GMC : 21.20 ± 1.66 g, CIJ : 0.24 ± 0.02 g/d, TCS : 0.28 ± 0.26 % bw/d). The growth performance of fish fed with feed A2 is not different from that obtained with feed A0 (GMC : 21.36 ± 2.19 g, IJC : 0.24 ± 0.02 g/d, TCS : 0.86 ± 0.27 % bw/d). These results show that all four food types administered produced an average daily weight gain of nearly 1 % of their biomass every day. The results of this study contribute to the development of aquaculture of this species.

Keywords : *Oreochromis niloticus*, aquaculture, fish feed, local ingredients, Chad.

1. Introduction

En Afrique, bien que l'aquaculture continentale est la plus tardive au monde, malgré la disponibilité des ingrédients locaux à utiliser pour améliorer les rendements piscicoles, plusieurs auteurs ont travaillé sur des formules alimentaires à base de sous-produits locaux [1 - 5] pour la pisciculture rurale de l'espèce *Oreochromis niloticus*. Ils ont montré qu'en plus de la composition des formules alimentaires, les modalités de distribution des aliments composés (ration alimentaire, fréquence et période de nourrissage, présentation de l'aliment) sont à prendre en considération car elles peuvent significativement influencer sur l'efficacité alimentaire et la croissance. *Oreochromis niloticus* ciblé dans cette étude est l'une des espèces de poisson d'eau douce endémiques en Afrique. Elle est traditionnellement pêchée dans de nombreux écosystèmes aquatiques au Tchad et y représente une source importante de nourriture de qualité. Son élevage peut jouer un rôle important dans l'économie du pays en améliorant notamment l'autosuffisance alimentaire en protéines [6]. C'est une espèce à régime alimentaire généralement omnivore à tendance microphage ou herbivore. *Oreochromis niloticus* est une espèce diurne, chez laquelle la prise alimentaire s'effectue essentiellement pendant la phase d'éclairement. Les données acquises sur les besoins nutritionnels des espèces africaines restent limitées et portent plus particulièrement sur les besoins en protéines et en énergie, et sur le rapport protéine/énergie optimale dans la ration [7]. Au Tchad, l'aquaculture demeure artisanale et confrontée à de nombreuses menaces : les sécheresses récurrentes, l'ensablement des cours d'eau et des lacs, la forte demande en poisson à cause la démographie galopante. Cette situation a entraîné la diminution des profits des pêcheurs et a accentué leur vulnérabilité. En effet, plusieurs de ces producteurs se sont intéressés à l'aquaculture mais sans encadrement adapté en aquaculture et un accès difficile aux intrants (coût élevé des aliments poisson). Cependant, une bonne combinaison des ingrédients disponibles localement fournirait des aliments poisson de bonne qualité et à moindre coût. C'est dans ce contexte que l'étude sur la formulation de l'aliment poisson à base d'ingrédients locaux est entreprise au niveau de la station de recherche aquacole de la Direction Générale des Ressources Forestières, Fauniques et des Pêches à N'Djaména (Tchad) en vue de connaître la meilleure combinaison de l'aliment poisson à base des ingrédients locaux accessibles et à moindre coût qui assure une croissance optimale du Tilapia en aquaculture.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

2-1-1. Localisation de la zone d'étude

La station de recherche aquacole de coordonnées géographiques : 12°7' N et 15°3' E a été construite sur un terrain plat de 850 m² au niveau de la Direction Générale des Ressources Forestières, Fauniques et des Pêches à N'Djamena (Tchad). Le climat de cette zone d'étude est de type sahélien avec une précipitation moyenne de 550 mm par an et une moyenne des températures de 35°C avec une maximale pouvant atteindre 50°C entre mars et mai. L'ensoleillement quotidien moyen est de 9 heures. Le mois le moins ensoleillé est le mois d'août. Le profil topographique montre une strate de sol végétatif au premier niveau, la strate de sol argilo-limoneux à la deuxième et la strate sablonneuse à la troisième [8].

2-1-2. Dispositif expérimental

L'expérience a été menée dans quatre étangs de la station de recherche piscicole de (3 m x 2 m) x 1,2 m pour la partie la plus profonde et 80 cm pour la moins profonde. L'alimentation en eau de ces étangs est faite à partir de la nappe phréatique à l'aide d'une pompe à énergie solaire. La hauteur d'eau dans ces bacs était stabilisée durant la période de l'expérience. En fonction de leur disponibilité, leur acceptabilité sociale, leur viabilité écologique, leur rentabilité économique, un échantillon de trois types d'aliments (A1, A2 et A3) à base des ingrédients locaux proposés par les pisciculteurs enquêtés et l'aliment (A0) témoin importé du Nigéria ont été testés pour déterminer leurs performances sur la croissance des alevins *Oreochromis niloticus*. Les 3 aliments sont présentés sous formes de granulés de 1 à 2 mm. Les compositions et les analyses chimiques sont consignées dans les **Tableaux 1 et 2**.

2-1-3. Matériel biologique

Les alevins de *Oreochromis niloticus* (Tilapia) soumis à ce test de nutrition sont produits à la station de recherche aquacole à N'Djamena à partir des géniteurs en provenance du fleuve Chari (Tchad). Ces alevins sont pesés individuellement avec la balance électronique pour avoir le poids de $10 \pm 0,15$ g (population homogène), compter pour avoir 300 individus, pesés encore avec la balance automatique pour obtenir une biomasse de 3 kg par étang. Le paramètre sexe n'a pas été pris en compte parce que c'est la biomasse par régime qui nous intéresse.

2-1-4. Matériel expérimental

Trois trieuses, deux épuisettes pour la pêche des poissons, quatre bassines petits modèles pour peser les aliments, un séchoir d'aliments, un tamis pour filtrer les ingrédients et un moulin presse aliment pour avoir des granulés ont constitué le matériel de pêche et de fabrication d'aliment dans cette expérimentation. L'oxygène dissout, la température, le potentiel hydrogène ont été mesurés par l'appareil de mesure multi paramètre. La transparence de l'eau a été mesurée par le disque de Secchi. Pour la pesée individuelle des poissons c'est la balance électronique (précision 0,1 g et 1 g) qui a été utilisée tandis que la balance automatique a servi à la pesée de la biomasse des poissons et les aliments à tester.

2-2. Méthodes

2-2-1. Fabrication d'aliments poisson à base des ingrédients locaux

L'aliment témoin (A0) importé du Nigeria est un produit fini et mis dans des sacs de 25 kg. La fabrication des aliments (A1, A2 et A3) passe par quatre étapes. Il s'agit d'abord du broyage et tamisage des ingrédients pour éliminer les grosses particules, ensuite du mélange et malaxage des ingrédients pour homogénéiser le mélange, enfin, s'en suivent la granulation et le séchage.

2-2-2. Déroulement de l'expérimentation

Quatre (04) différents traitements sont administrés chacun deux fois par jour, avec les trois aliments formulés (A1, A2 et A3) et un aliment témoin (A0). La ration journalière est proportionnée à 10 % de la biomasse totale et servie 2 fois par jour (à 8 h et à 18 h). Le nombre de mort est compté et pesé chaque jour. Tous les quinze (15) jours, les individus de chaque étang sont pesés pour connaître leur biomasse et un échantillon de 50 alevins est pesé individuellement pour connaître les poids moyens. Durant les 90 jours de cette expérience, au total, six (6) pêches de contrôle sont effectuées tous les 15 jours très tôt les matins. L'échantillon est aussitôt retourné dans l'étang respectif. A la veille de la pêche de contrôle, les poissons ne sont pas nourris le soir pour minimiser leur stress. Par contre ils sont nourris le soir du jour de la pêche de contrôle (à 18 h). La biomasse des poissons dans chaque bac est pesée à l'aide d'une balance électronique de précision 0,1 g et 1 g. Le nombre de poissons par bac est compté afin de déterminer le poids moyen à chaque pêche de contrôle. Par ailleurs, la longueur standard et la longueur totale des poissons sont mesurées à l'aide d'un ichtyomètre gradué en centimètre. La température, le pH et la conductivité sont relevés à l'aide d'un appareil multi paramètre. La transparence a été mesurée à l'aide du disque de Secchi et la hauteur de l'eau à l'aide d'un bâton gradué. Tous ces paramètres sont relevés par semaine. Le gain de masse corporelle, la croissance individuelle journalière, le taux de croissance spécifique, le taux de survie ont été calculés respectivement de la manière suivante :

- Gain de masse corporelle ou gain de poids moyen permet d'évaluer la croissance pondérale des poissons pendant un temps donné. Il est calculé à partir de la formule :
Gain de poids moyen (g) = Poids final (g) – Poids initial (g)
- Croissance individuelle journalière (CIJ) ou gain de poids quotidien (GPQ) permet d'apprécier le gain de poids journalier des poissons en élevage. Il est calculé à partir de la formule :
 $CIJ (g/j) = (\text{Poids final (g)} - \text{Poids initial (g)}) / \text{Durée d'élevage (j)}$
- Taux de croissance spécifique (TCS) est un coefficient qui permet d'évaluer le poids gagné par le poisson chaque jour, en pourcentage de son poids vif. Il est calculé à partir de la formule :
 $TCS (\% \text{ pc/j}) = ([\ln(\text{poids final}) - \ln(\text{poids initial})] / \text{Durée de l'expérience en jours}) \times 100$
- Taux de survie (TS) : il est calculé à partir du nombre total de poissons à la fin de l'expérience et de l'effectif en début d'élevage, selon la formule ci-dessous
 $\text{Survie (\%)} = (\text{Nombre de poissons à l'état final} / \text{Nombre de poissons à l'état initial}) \times 100$

2-2-3. Analyse et interprétation de données

A l'aide du tableur Excel et le logiciel IBM SPSS Statistics 21, pour le calcul des paramètres étudiés. Les valeurs moyennes obtenues dans les traitements pour estimer la croissance des poissons et caractériser l'efficacité des aliments ont été comparées par analyse de variance à un facteur (ANOVA). Si les différences révélées par ANOVA ont été globalement significatives, les comparaisons des moyennes ont été par la suite exécutées par le test de LSD. Le seuil de signification était $P < 0,05$. Les résultats de ces tests associés aux différents paramètres calculés, ont permis de proposer la meilleure formule alimentaire.

3. Résultats

3-1. Identification et analyse bromatologique des ingrédients locaux

3-1-1. Identification des ingrédients locaux

L'aliment A1 (son de riz, maïs, farine de poisson, criquet), l'aliment A2 (mil rouge, son de maïs, sésame, criquet, oiseau), l'aliment A3 (maïs, tourteau d'arachide, son de riz, oiseau) sont les trois types d'aliments formulés, fabriqués et comparés à l'aliment témoin (A0) importé. Le coût des ingrédients locaux identifiés sont représentés par la **Figure 1**.

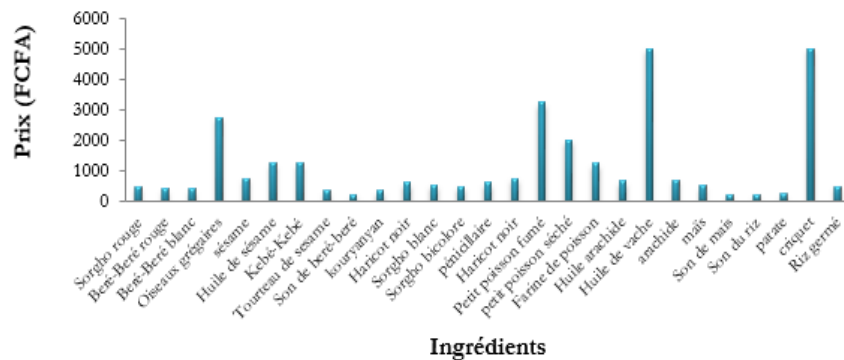


Figure 1 : Coût des ingrédients locaux identifiés dans la zone d'étude

Dans la **Figure 1** les ingrédients locaux les plus abondants qui peuvent entrer dans la composition d'aliments de poissons sont constitués essentiellement de produits et sous- produits agricoles. Dans la zone d'étude, le coût des lipides est plus élevé que celui des protéines sur les marchés ruraux.

3-1-2. Analyse bromatologique des ingrédients locaux

L'analyse bromatologique des échantillons d'ingrédients locaux collectés portant sur les taux de protéine, de lipide, de glucide et de fibre a été réalisée au laboratoire du Centre de Contrôle de Qualité de Denrées Alimentaires (CECOQDA). Les résultats de ces analyses ont été comparés aux normes internationales utilisées par le centre en matière de contrôle de qualité (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Etat bromatologique des ingrédients locaux échantillonnés

Ingrédient	Lipides (%)	Protéines (%)	Fibres (%)
Criquet	23,92	51,12	10,99
Oiseau	8,20	56,37	1,84
Tourteau d'arachide	24,50	40,12	3,33
Sésame noir	50,10	14,06	5,92
Tourteau de sésame	19,15	33,06	8,78
'Keb-kébé'	5,30	14,81	8,64
Haricot noir	1,15	45,12	5,11
Sorgho rouge	2,20	7,93	4,65
Sorgho blanc (Béré-Béré)	4,14	11,43	4,63
Drèche de bière locale (Bili-Bili)	2,99	22,06	9,64

Source : CECOQDA (2018)

Dans le **Tableau 1** montre un meilleur taux de protéine (> 50 %) avec les oiseaux et les criquets. Un meilleur taux de lipide est obtenu dans le sésame noir (50,10 %). Le tourteau d'arachide avec un taux de lipide (24,50 %) est moins coûteux sur les marchés ruraux comparativement au sésame noir. De meilleur taux de fibre est obtenu dans les criquets (10,99 %), drêche de bière locale (Bili-Bili) (9,64 %), tourteau de sésame (8,78 %). Parmi tous les ingrédients locaux analysés les criquets se sont distingués par leur constitution riche en tous les trois éléments fondamentaux (protéine, lipide et fibre) recherchés pour la formulation de l'aliment des poissons.

3-2. Formulation des aliments à base des ingrédients locaux

Tenant compte de la disponibilité des ingrédients sur les marchés ruraux, les besoins alimentaires en fonction de leur stade physiologique des poissons et de l'énergie métabolisable, les trois types d'alimentaires sont composés de telle sorte que le taux de protéine apportés soit 50 % au stade alevin, 40 % au stade juvénile et 30 % au stade adulte (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Composition spécifique des trois formules alimentaires testées

Taux de protéine		50 %		40 %		30 %
Formule A1	Criquet	32 %	Criquet	9 %	Criquet	17 %
	Son de riz	2 %	Son de riz	5 %	Son de riz	21 %
	Farine de poisson	59 %	Farine de poisson	60 %	Farine de poisson	30 %
	Maïs	5 %	Maïs	24 %	Maïs	30 %
	Micro ingrédient	2 %	Micro-ingrédient	2 %	Micro ingrédient	2 %
Formule A2	Mil rouge	2 %	Mil rouge	17 %	Mil rouge	40 %
	Criquet	30 %	Criquet	30 %	Criquet	20 %
	Oiseau	30 %	Oiseau	30 %	Oiseau	20 %
	Son de maïs	2 %	Son de maïs	10 %	Son de maïs	10 %
	Sésame	34 %	Sésame	11 %	Sésame	8 %
	Micro ingrédient	2 %	Micro ingrédient	2 %	Micro ingrédient	2 %
Formule A3	Maïs	10 %	Maïs	30 %	Maïs	30 %
	Oiseau	60 %	Oiseau	60 %	Oiseau	30 %
	Tourteau d'arachide	25 %	Tourteau d'arachide	5 %	Tourteau d'arachide	14 %
	Son de riz	3 %	Son de riz	13 %	Son de riz	24 %
	Micro ingrédient	2 %	Micro ingrédient	2 %	Micro ingrédient	2 %

La spécificité de la formulation de ces trois aliments des poissons à tester réside dans leur composition en termes de taux de protéine et de lipides (**Tableau 2**). Les aliments A1, A2 et A3 formulés, testés et comparés à l'aliment témoin (A0) importé sont : l'aliment A1 comporte 59 % de protéine (farine de poisson), 32 % de lipides (farine de criquet), 5 % maïs, 2 % son de riz et 2 % de micro ingrédient. L'aliment A2 comporte 30 % de protéine (farine de criquet), 34 % de lipides (farine de sésame), 30 % farine d'oiseau, 2 % mil rouge, 2 % son maïs, 2 % micro ingrédient. L'aliment A3 comporte 60 % de protéine (farine d'oiseau), 25 % de lipides (farine de tourteau d'arachide), 10 % farine de maïs, 3 % son de riz, 2 % micro ingrédient.

Tableau 3 : Besoins alimentaires en fonction du stade physiologique chez *Oreochromis niloticus*

Stades physiologiques	Energie métabolisable (Kcal)	Protéine brute
Larves	3200	45
Alevins	3200	40
Juvéniles	3200	35
Adultes	3200	25

Source : FAO (2000)

3-3. Paramètres physico chimiques de l'eau

La température moyenne enregistrée dans les étangs expérimentaux a varié entre $28,79 \pm 1,26^{\circ}\text{C}$. La turbidité a varié de $20,67 \pm 2,24$ cm. Les valeurs d'oxygène dissout enregistrées ont varié de $6,19 \pm 1,2$ mg/L. Les valeurs du pH ont varié en général de $6,9 \pm 0,2$. De faibles valeurs de l'oxygène dissout sont enregistrées les matins et des valeurs élevées en fin de journées. L'ANOVA ne montre pas de différence significative entre les traitements ($p < 5\%$) des différents paramètres mesurés durant 90 jours d'expérience.

3-4. Performance du régime alimentaire sur la survie

Après chaque pêche de contrôle (tous les 15 jours) au cours de l'expérience ; soit au total 6 pêches de contrôle ont permis de calculer le taux de survie des poissons dans les différents étangs. Les résultats obtenus par régime alimentaire sont consignés dans le **Tableau 4**.

Tableau 4 : Variation du taux de survie sur la croissance

	Régime A0 (Témoin)	Régime A1	Régime A2	Régime A3
Moyenne et Ecart-type de taux de survie par régime	$89,0 \pm 0,83\%$	$89,39 \pm 0,30\%$	$89,33 \pm 0,44\%$	$89,0 \pm 0,85\%$

Dans le **Tableau 4**, les mortalités (6 %) enregistrées durant les six mois d'expérience montrent clairement que les conditions d'expérimentation sont acceptables. En effet, le stress à la manipulation semble expliquer ce taux de mortalité car les morts sont souvent enregistrés 24 à 48 heures après chaque les pêche de contrôle. D'après le test d'ANOVA ($p < 5\%$), il n'existe pas de différence significative du taux de survie entre les aliments pour les valeurs moyennes.

3-5. Performance du régime alimentaire sur la croissance

Une croissance continue a été enregistrée durant toute l'expérience en fonction du poids moyen des poissons par régime alimentaire.

Tableau 5 : Régime alimentaire testé et évolution du poids moyen individuel (g)

	Poids initial (g)	Poids final (g)	Gain de poids (g) en 90 jours
Régime A0	$10 \pm 0,18$	$31,36 \pm 2,37$	$21,36 \pm 2,19$
Régime A1	$10 \pm 0,06$	$34,56 \pm 1,31$	$24,56 \pm 1,09$
Régime A2	$10 \pm 0,22$	$31,20 \pm 1,72$	$21,20 \pm 1,66$
Régime A3	$10 \pm 0,12$	$38,78 \pm 1,31$	$28,78 \pm 1,19$

Le **Tableau 5** présente aux termes de 90 jours d'élevage, pour l'aliment A0 (aliment témoin à composition inconnue), un poids moyen initial de $10 \pm 0,15$ g, le poids moyen des individus nourris a atteint un gain de poids de $21,36 \pm 2,19$ g. Pour l'aliment A1 (59 % de protéine et 32 % de lipides), le poids moyen des individus nourris a atteint un gain de poids de $24,56 \pm 1,09$ g. Le poids moyen des poissons nourris avec l'aliment A2 (30 % de protéine et 34 % de lipides) a atteint un gain de poids de $21,20 \pm 1,66$ g. Le poids moyen des poissons nourris avec l'aliment A3 (60 % de protéine et 25 % de lipides) a atteint un gain de poids de $28,78 \pm 1,19$ g. D'après ANOVA ($P < 5\%$), il n'existe pas de différence significative entre les paramètres de croissance pour le traitement A0 et le traitement A2. Les paramètres de croissance pour le traitement A1 et le traitement A3 n'ont pas une différence significative. Cette différence est très significative entre les paramètres de croissance pour le traitement A0 et le traitement A3.

Tableau 6 : Performances de croissance des poissons (moyenne \pm écart type)

	Régime A0	Régime A1	Régime A2	Régime A3
GMC (g)	$21,36 \pm 2,19$	$24,56 \pm 1,09$	$21,20 \pm 1,66$	$28,78 \pm 1,19$
CIJ (g/j)	$0,24 \pm 0,02$	$0,27 \pm 0,01$	$0,24 \pm 0,02$	$0,32 \pm 0,01$
TCS (% pc/j)	$0,86 \pm 0,27$	$0,43 \pm 0,38$	$0,28 \pm 0,26$	$0,66 \pm 0,50$

Dans le **Tableau 6**, en 90 jours d'élevage, les poissons nourris avec l'aliment A3 ont présenté de meilleures performances de croissance par rapport aux autres avec un gain de poids moyen (GMC) de $28,78 \pm 1,19$ g, une croissance individuelle journalière (CIJ) de $0,32 \pm 0,01$ g/j et un taux de croissance spécifique (TCS) de $0,66 \pm 0,50$ % pc/j. Les poissons nourris avec l'aliment A1 ont présenté de performances moyennes (GMC : $24,56 \pm 1,09$ g, CIJ : $0,27 \pm 0,01$ g/j, TCS : $0,43 \pm 0,38$ % pc/j). Les poissons recevant l'aliment A2 ont montré de faibles performances (GMC : $21,20 \pm 1,66$ g, CIJ : $0,24 \pm 0,02$ g/j, TCS : $0,28 \pm 0,26$ % pc/j). Ces résultats ne sont pas différents de ceux obtenus avec l'aliment A0 (GMC : $21,36 \pm 2,19$ g, CIJ : $0,24 \pm 0,02$ g/j, TCS : $0,86 \pm 0,27$ % pc/j). Ainsi, tous les quatre types aliments administrés ont produit en moyenne un gain de poids journalier près de 1 % de leur biomasse tous les jours.

4. Discussion

4-1. Formulation des aliments à base des ingrédients locaux

Les résultats de cette étude montrent que les aliments A1, A2 et A3 formulés et testés contiennent des protéines et lipides qui sont des principaux ingrédients sources d'énergie pour les poissons. Dans ces aliments, les protéines et les lipides sont assurés par les criquets, les oiseaux, les brisures de poissons et les différentes qualités d'huile. Les trois types d'alimentaires sont composés de telle sorte que le taux de protéine apportés soit 50 % au stade alevin, 40 % au stade juvénile et 30 % au stade adulte. [9] a montré l'importance de la formulation alimentaire en pisciculture qui tient compte du stade physiologique des espèces de poisson. [10] a formulé deux types d'aliments poissons à base des ingrédients locaux constitués de son de riz ou de son de mil, de l'huile de poisson et de liant naturel à base de feuille de Baobab en variant les teneurs pour l'aliment A1 (33,25 % de protéines et 0,7 % de matières grasses) et l'aliment A2 (33,26 % de protéines, 11 % de lipides et 39,78 % de glucides) ont produits des résultats encourageants aux pisciculteurs ruraux. [11] a signalé les risques de l'emploi traditionnel et inapproprié des fertilisants en pisciculture qui a conduit à des diminutions de la croissance des poissons, voire à un taux de mortalité élevée. [9] a testé chez *Oreochromis niloticus*, en pisciculture rurale, deux types d'aliments à base des ingrédients locaux en privilégiant les lipides dans sa formulation alimentaire pour obtenir (0,12 à 0,21 g/j) de croissance

individuelle journalière des poissons. Ces auteurs ont montré que le contenu énergétique d'un gramme de lipides (9,1 kcal d'énergie brute) est deux fois plus élevé que celui d'un gramme de protéines (5,5 kcal) ou d'un gramme de glucides (4,1 Kcal). Ces résultats sont comparables à nos résultats dans la formulation de l'aliment A3 qui a privilégié dans la formule le taux de protéines.

4-2. Paramètres physico chimiques de l'eau

Il ressort de ces 90 jours d'expérience que la température moyenne enregistrée dans les étangs expérimentaux a varié entre $28,79 \pm 1,26^{\circ}\text{C}$. La turbidité a varié de $20,67 \pm 2,24$ cm. Les valeurs d'oxygène dissout enregistrées ont varié de $6,19 \pm 1,2$ mg/L. Les valeurs du pH ont varié en général de $6,9 \pm 0,2$. De faibles valeurs de l'oxygène dissout sont enregistrées les matins et des valeurs élevées en fin de journées. [5] ont enregistré des températures de l'eau ($29,9 \pm 3,8^{\circ}\text{C}$) en milieu piscicole semblables. Selon [12], l'optimum de température pour la croissance chez *Oreochromis niloticus* est situé entre $26 \pm 4,0^{\circ}\text{C}$. Ces auteurs ont signalé que les concentrations en oxygène dissout qu'ils ont enregistré sont généralement élevées $4,4 \pm 1,7$ mg/L. [13] ont réalisé de bonne croissance chez *Oreochromis niloticus* avec un pH de $7,0 \pm 2,0$. Ces résultats sont proches du pH ($6,9 \pm 0,2$) mesurés dans cette expérimentation. Les travaux de [14] ont montré que *Oreochromis niloticus* peut vivre dans les eaux à pH de $5,0 \pm 6,0$ avec une turbidité de l'eau qui peut varier de $19,1 \pm 5,9$ cm. Selon [15], pour un élevage de *Oreochromis niloticus*, il faut une turbidité de l'eau qui varie de 25 ± 15 cm.

4-3. Performance du régime alimentaire sur la survie

Les mortalités (6 %) enregistrées durant les six mois d'expérience montrent clairement que les conditions d'expérimentation sont acceptables. Ces résultats sont relativement moins satisfaisants comparés à celui de [2]. [5] ont obtenu respectivement plus de 97 % au Gabon et 99 % au Sénégal avec des aliments à base de sous-produits locaux.

4-4. Performance du régime alimentaire sur la croissance

Tous les quatre types aliments administrés ont produit en moyenne un gain de poids journalier près de 1 % de leur biomasse tous les jours. Selon [16] en cas d'une alimentation artificielle, les prémix vitaminés et minéralisés doivent être additionnés respectivement à raison de 2 et 4 % du poids sec de l'aliment.

5. Conclusion

A partir des ingrédients locaux socialement acceptables, accessibles en termes de taux de protéines et de lipides qui sont des principaux constituants énergétiques dans l'alimentation des poissons : l'aliment A1 (59 % de protéine (farine de poisson) et 32 % de lipides (farine de criquet)), l'aliment A2 (30 % de protéine (farine de criquet) et 34 % de lipides (farine de sésame)), l'aliment A3 (60 % de protéine (farine d'oiseau) et 25 % de lipides (farine de tourteau d'arachide)) sont formulés, testés et comparés à l'aliment témoin (A0) importé. En 90 jours d'élevage, les poissons nourris avec l'aliment A3 ont présenté de meilleures performances de croissance par rapport aux autres avec un gain de poids moyen (GMC) de $28,78 \pm 1,19$ g, une croissance individuelle journalière (CIJ) de $0,32 \pm 0,01$ g/j et un taux de croissance spécifique (TCS) de $0,66 \pm 0,50$ % pc/j. Les poissons nourris avec l'aliment A1 ont présenté de performances moyennes (GMC : $24,56 \pm 1,09$ g, CIJ : $0,27 \pm 0,01$ g/j, TCS : $0,43 \pm 0,38$ % pc/j). Les poissons recevant l'aliment A2 ont

montré de faibles performances (GMC : $21,20 \pm 1,66$ g, CIJ : $0,24 \pm 0,02$ g/j, TCS : $0,28 \pm 0,26$ % pc/j). Les poissons nourris avec l'aliment A2 ont de performances de croissance qui ne sont pas différents de celles obtenues avec l'aliment A0 (GMC : $21,36 \pm 2,19$ g, CIJ : $0,24 \pm 0,02$ g/j, TCS : $0,86 \pm 0,27$ % pc/j). Ces résultats montrent que tous les quatre types aliments administrés ont produit en moyenne un gain de poids journalier près de 1 % de leur biomasse tous les jours. D'autres travaux complémentaires dans le sens de l'amélioration de la flottabilité de cet aliment A3 augmenterait probablement son efficacité alimentaire car c'est l'aliment flottant qui est à la disponibilité totale chez *Oreochromis niloticus* pour assurer sa croissance. Ces résultats permettront aux producteurs locaux de disposer d'aliments poissons socialement acceptables et à moindre coût.

Remerciements

Nous remercions la Direction Générale des Ressources Forestières, Fauniques et des Pêches et la coordination du PDRLIAT (Projet de Développement de Résilience et de la Lutte Contre l'Insécurité Alimentaire au Tchad), l'Université de N'Djaména et la BID (Banque Islamique pour le Développement) pour leurs contributions et soutiens dans nos travaux de recherches.

Références

- [1] - R. ZAATOUT, Effet du régime alimentaire sur la croissance des alevins de *Tilapia nilotica*. Mémoire de fin d'études, Université KASDI Merbah Ouargla, (2007) 88 p.
- [2] - R. IGA-IGA, Contribution à la mise au point d'aliments pour Tilapia *Oreochromis niloticus* à base d'intrants locaux : cas du Gabon. Mémoire de fin d'études, Agro-Campus Ouest, (2008) 47 p.
- [3] - Y. BAMBA, O. ADA, K. S. COSTA, G. GOURENE, Production de *Oreochromis niloticus* avec des aliments à base de sous-produits agricoles. *Sciences & Nature*, 5 (1) (2008) 89 - 99
<http://dx.doi.org/10.4314/scinat.v5i1.42155>
- [4] - E. D. FIOGBE, B. AKITIKPA, J. M. M. ACCODJI, Essais de mise au point Essais de mise au point de formules alimentaires à base d'azolla (*Azollamicrophylla kaulf*) et de sous-produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3(2) (2009) 398 - 405.
<http://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/viewFile/44511/28016>
- [5] - S. M. SARR, A. THIAM, E. FAYE, M. SENE et M. NDIAYE, Production d'alevins de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) avec 3 aliments à base de sous-produits agro-industriels au Nord du Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(5) (2015) 2598 - 2606, ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631. DOI :
<http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.29>
- [6] - MERH (Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques), Cadre stratégique de développement de l'Aquaculture, (2010)
- [7] - A. S. ADEY, H. ABBA, M. BENABID, N. GMIRA and M. DROUSSI, Influence of Temperature on Breeding of Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) in the station of Fish Farming of Deroua, Beni Mellal/Morocco, *International Research Journal of Biological Sciences*. ISSN 2278-3202 Vol. 4(4) (2015) 1 - 5
- [8] - SIDRAT, Atlas du Tchad/Projet « Programme d'Information pour le Développement Durable et l'Aménagement du Territoire » (2013a)
- [9] - FAO, Rapport sur le secteur pêche au Tchad (2000)
- [10] - C. NIYONKURU, Effets de la densité des géniteurs d'*Oreochromis niloticus* stockés en bassin et nourris aux sous-produits locaux sur la production d'alevins. Acte du 1er colloque de l'UAC des Sciences, Cultures, Technologies et Zoologies, (2007) 147 - 156
- [11] - FAO, La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 119 (2012) 3 - 31

- [12] - I. NDOUR, F. LE LOC'H, O.T. THIAW, J-M. ECOUTIN, R. LAË, J. RAFFRAY, O. SADIO, L. DE MORAIS, Étude du régime alimentaire de deux espèces de Cichlidae en situation contrastée dans un estuaire tropical inverse d'Afrique de l'Ouest (Casamance, Sénégal). *J. Sci. Halieut. Aquat.*, 4 (2011) 120 - 133
- [13] - M. H. BAHNASAWY, A. E. EL-GHOBASHY, N. F. ABDEL-HAKIM, Culture of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a recirculating water system using different protein levels. *Egypt J. Aquat. Biol. & Fish.*, 13, 2, 1-15, (2009) 1110 - 1131
- [14] - Y. ABOU, E. D. FIOGBÉ, J-C MICHA, A preliminary assessment of growth and production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., Fed Azolla - based-diets in Earthen Ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, 19 (4), (2007) 55 - 69
- [15] - C. S. K. NOBAH, T. KONE, I. N. OUATTARA, P. E. KOUAMELAN, V. N'DOUBA, J. SNOEKS, Étude des performances de croissance de deux tilapias (*Tilapia zilli* et *T. guineensis*) et de leurs hybrides en cage flottante. *Cybium*, 32(2) (2008) 131 - 136
- [16] - I. T. IMOROU, E. Y. ATTAKPA, H. ELEGBE, Performances biologiques, zootechniques et nutritionnelles de *Tilapia guineensis* en milieux naturel et d'élevage. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4(5) (2010) 1629 - 1640