



Production du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) à base des sous-produits agricoles locaux à la Station de Recherche Agronomique de Mopti au Mali

Hamidou Kodio^{1*}, Adama Konaté², Yacouba Maiga², Youssef Sanogo², Tiéma Niaré¹, Salif Maiga¹, Ibrahima Yattara²

^{1*} Institut d'Economie Rurale, B.P : 258, Bamako, Mali. Tel. (223) 20 22 26 06.

² Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), BP E 3206 Bamako, Mali. Tél. (223) 20 22 32 44.

Email du correspondant: kodiohamidou39@yahoo.fr

Tél: (00223) 79353715/ 63546937

RESUME

Trois aliments pour poissons formulés à base des sous-produits agricoles disponibles localement et un aliment industriel commercial importé (BioMar) servant de témoin ont été testés. Le tilapia *Oreochromis niloticus* d'un poids moyen initial de 35,86 g ont été mis en charge à une densité de deux poissons au mètre carré. Les qualités nutritionnelles des aliments sur la croissance et le taux de survies ont été déterminées pour chaque aliment. Les mesures des paramètres physico-chimiques, les pêches de contrôles ont été effectuées une fois par mois. Les poids moyens finaux obtenus étaient de 172,82 ± 41,85 g pour l'aliment témoin; 144,49 ± 27,62 g pour l'aliment (A1); 171,91 ± 26,55 g pour l'aliment (A2) et 165,39 ± 40,46 g pour l'aliment (A3). Les aliments A2 et A3 avaient donné les meilleures performances par rapport à l'aliment A1. Les gains moyens quotidiens ont été de 0,67 ± 0,06 g pour l'aliment (A1); 0,84 ± 0,07 g pour l'aliment (A3); 0,86 ± 0,08 g pour l'aliment (A2) et 0,94 ± 0,02 g pour l'aliment témoin. L'analyse de variance n'a montré aucune différence significative entre le traitement témoin, le traitement 2 et le traitement 3.

Mots clés: élevage de poisson, *Oreochromis niloticus*, sous-produits agricoles, Mopti.

ABSTRACT

Three fish feeds formulated with locally available agricultural by-products and an imported commercial industrial feed (BioMar) serving as a control were tested. Tilapia *Oreochromis niloticus* with an initial average weight of 35.86 g were stocked at a density of two fish per square meter. The nutritional qualities of food on growth and survival rate were determined for each food. The measurements of the physico-chemical parameters, the fishing controls were carried out once a month. The final mean weights obtained were 172.82 ± 41.85 g for the control diet; 144.49 ± 27.62 g for food (A1); 171.91 ± 26.55 g for food (A2) and 165.39 ± 40.46 g for food (A3). Foods A2 and A3 gave the best performance compared to food A1. The average daily gains were 0.67 ± 0.06 g for food (A1); 0.84 ± 0.07 g for food (A3); 0.86 ± 0.08 g for

food (A2) and 0.94 ± 0.02 g for control food. The analysis of variance showed no significant difference between the control treatment, treatment 2 and treatment 3.

Keywords: fish farming, *Oreochromis niloticus*, agricultural by-products, Mopti.

1. INTRODUCTION

La production mondiale de poisson a atteint, en 2018, environ 179 millions de tonnes, dont 82 millions de tonnes provenaient de la production aquacole. Sur ce total, 156 millions de tonnes ont été utilisées pour la consommation humaine. L'offre mondiale de poissons pour l'alimentation humaine qui était de 11,3 kg/ personne en 1980, a atteint le niveau record de 20,5 kg par habitant (FAO, 2020). Le secteur de l'aquaculture est d'ailleurs le secteur de production d'aliments d'origine animale le plus dynamique et les disponibilités de produits aquacoles par habitant sont passées de 0,7 kg en 1970 à 7,8 kg en 2008, soit un taux d'augmentation de 6,6 % par an (FAO, 2010).

En Afrique sub-saharienne, le poisson couvre en moyenne 22% des apports en protéines animales (FAO, 2012). Cependant, la demande en produits aquatiques est toujours en progression et ne semble pas prête de cesser au regard des besoins nutritionnels et notamment protéiques pour les pays en voie de développement comme le Mali.

Le Mali dispose d'un potentiel hydrographique important permettant d'assurer plus 40% de la production de poisson d'eau douce de l'Afrique de l'Ouest. Selon un rapport de l'Institut National de la Statistique (INSAT) de 2019, le sous-secteur de la pêche et de l'aquaculture du Mali a contribué à hauteur de 3,9 % du PIB. Durant la même année, la production

halieutique a atteint 116000 tonnes de poisson, plaçant le Mali parmi les premiers pays africains producteur de poisson d'eau. La part de la production de poisson de pisciculture dans la production nationale est de 3,6% (INSAT, 2019).

Malgré les nombreux et immenses cours d'eau (fleuves, lacs, étangs, marécages, lagunes, etc.) qui font la fierté du Mali, les captures de pêche dans ces cours d'eau connaissent une baisse importante, alors que la demande ne cesse d'augmenter au regard de l'accroissement démographique, particulièrement dans les centres urbains (Maiga, 2011). Les communautés de pêcheurs, le long du fleuve Niger, enregistrent une diminution régulière de leur activité. Ceci est dû à l'ensablement du fleuve, au développement des périmètres irrigués, qui suppriment les zones traditionnelles de prédilection des alevins, et surtout une surexploitation de la ressource (Amoukou, 2009). La consommation par personne de poisson au Mali était de 7,6 kg/an contre 9,7 kg par an en Afrique (DNSI, 2005). La disponibilité annuelle en poisson au Mali est estimée à 210 000 tonnes dont 80 000 tonnes importée (Commission européenne, 2021). Cette situation montre clairement que le Mali est loin d'assurer une sécurité alimentaire pour tous.

Face à cette situation, il est impératif d'identifier des solutions palliatives permettant de gérer ce déséquilibre de façon durable surtout d'origine animale. Ainsi, la

pisciculture pourrait constituer l'une des alternatives prometteuse pour contribuer à l'atténuation de ce déficit. Cependant, la contrainte majeure à l'émergence de ce secteur dans les pays en développement est le coût de l'alimentation. Elle représente environ 50% du coût de production du poisson d'élevage en termes de dépenses (Rurangwa, 2004). La valorisation des sous-produits agricoles locaux dans l'alimentation

des poissons est l'une des solutions adaptées et durables au développement de la pisciculture. L'objectif de ce travail est de tester trois types d'aliments, formulés à base de sous-produits agricoles locaux (tourteau de coton, farine basse de riz, farine de poisson et coquillage calciné) sur la croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* afin d'améliorer la rentabilité économique des pisciculteurs.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1 Milieu d'étude

Les travaux de recherche se sont déroulés à la Station de Recherche Agronomique (SRA) du Centre Régionale de Recherche

Agronomique (CRRA) de Mopti qui est l'une des structures déconcentrées de l'Institut d'Economie Rurale (IER). Le CRRA de Mopti est situé dans la zone sahélienne (figure 1).

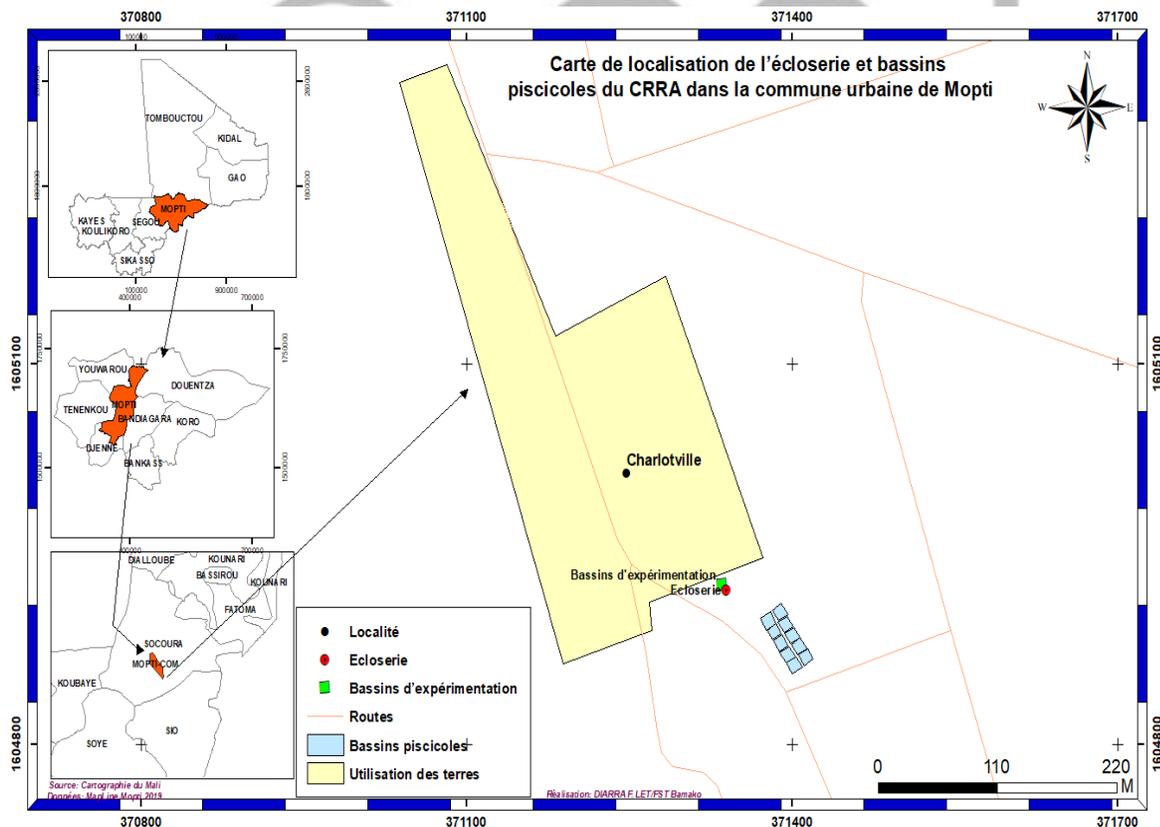


Figure 1: carte de localisation du site d'étude

2.2 Matériel biologique

Les alevins *d'oreochromis niloticus* utilisés sont produits à l'écloserie du Centre Régional de Recherche Agronomique de Mopti. Le poids moyen individuel à l'empoissonnement était de 35,86 g.

2.3 Méthodes

2.3.1 Dispositif expérimental

Trois formules alimentaires ont été mises en place à partir des sous- produits agricoles locaux (tourteau de coton, farine basse de riz, farine de poisson et coquillage calciné) et testées par rapport à un aliment témoin BioMar. Le dispositif utilisé est en bloc de Fisher complet randomisé. Il comporte 4 traitements et deux répétitions. Il s'agit :

- traitement 0 (témoin) était un aliment industriel importé, BioMar ;
- traitement 1 est composé de 25% de tourteau de coton, 25% de farine de poisson, 45% de farine basse de riz et 5% de poudre de coquillage calciné ;
- traitement 2 est constitué de 25% de tourteau de coton, 30% de farine de poisson, 40% de farine basse de riz, 5% de poudre de coquillage calciné ;
- traitement 3 est composé de 30% de tourteau de coton, 40% de farine de poisson, 25% de farine basse de riz et 5% de poudre de coquillage calciné.

Les ingrédients brutes (tourteau de coton, coquillage calciné, poisson) ont été broyés et tamisés à l'aide d'un tamis de mailles 500 micromètres. Pour chaque aliment formulé,

les ingrédients ont été pesés en fonction des proportions et mélangés jusqu'à l'obtention d'un produit homogène. De l'eau a été ensuite ajoutée à raison de 20 litres pour 100 kg de matière sèche, de manière à obtenir une pâte malléable. Cette pâte a été transformée en granulés de 2 mm de diamètre par une granuleuse multifonction. Les granulés sont ensachés et stockés à une température de 25°C.

2.3.2 Fertilisation et empoissonnement des bassins

Avant la mise en eau, les bassins ont été fertilisés avec de la fiente de volaille pour augmenter la production de phytoplancton dont pouvaient se nourrir les poissons. La dose appliquée a été 600 g/m². Une semaine après la décomposition et la minéralisation de la matière organique, les bassins ont été empoissonnés avec une densité de 2 alevins au m² et un poids moyen individuel de 35,8 g.

2.3.3 Élevage des alevins

Les aliments ont été distribués deux fois par jour (9 heures et 16 heures). Les rations alimentaires étaient calculées suivant un taux d'aliment théorique par classe de taille. Pour les tailles retenues au cours de cette expérimentation, les taux de 4% pour l'aliment témoin BioMar et 6% pour les trois autres ont été appliqués. Les quantités d'aliments distribuées ont été réajustées après chaque pêche de contrôle. Le tableau 1 indique les pourcentages des rations calculées et distribuées en fonction de poids moyen individuel des poissons.

Tableau 1 : Rationnement des poissons en fonction de la biomasse.

N° (temps d'élevage)	Aliments locaux (A1, A2 et A3)		Aliment importé (BioMar)	
	Poids moyen des poissons (g)	Ration (%de la biomasse)	Poids moyen des poissons (g)	Ration (% de la biomasse)
1	10- 69,9	6	10-84,9	4
2	70- 124,9	4	85-149,9	2
3	125- 179,9	3	150-209,9	2
4	180- 234,9	2	210-269,9	1,8
5	235- 284,9	2	270-309,9	1,4
6	≥ 285	2	≥310	1,2

A1= Aliment1; A2= Aliment2; A3=Aliment3

2.3.4 Suivi de l'élevage des alevins

a. Qualité de l'eau et des aliments

• Qualité de l'eau

Le- suivi- de la qualité de l'eau des bassins a eu lieu une fois par mois. Il a porté sur les mesures de la transparence de l'eau (en cm) à l'aide du disque de Secchi et le Kit de mesure de la qualité de l'eau, le multi paramètre HANNA, pour les relevés de la conductivité (en μ S), du pH, de la température de surface (en °C) et du taux de dioxygène dissous (mg/l).

• Analyse bromatologique des aliments

Les échantillons d'aliments de chaque traitement ont été envoyés au laboratoire de nutrition animale de Sotuba (Bamako) pour analyse. Les nutriments déterminés en pourcentage étaient les matières sèches, les cendres, la cellulose, les protéines, les matières grasses, le calcium, le phosphore et l'énergie brute (kcal/kg).

b. Pêches de contrôle

Les mesures de la taille et le poids ont été effectuées à l'empoissonnement et à la pêche de contrôle mensuel sur un échantillon de 50 individus. Le poids a été déterminé à l'aide d'une balance de précision 0,001 g (KERN) et la longueur totale à l'aide d'un ichtyo mètre (précision 1mm).

2.3.4 Paramètres zootechniques

A partir des données collectées, les paramètres zootechniques pour chaque individu ont été calculés. Il s'agit :

- **Poids moyen initial (Pmi en g)** : il est calculé en faisant le rapport de la biomasse initiale par le nombre initial de poisson.

$$(\text{Pmi en g}) = \frac{Bi}{Ni} \quad \text{où}$$

Bi : Biomasse initiale ;

Ni : nombre initial de poisson.

- **Poids moyen final (Pmf en g)** : il est calculé en faisant le rapport de la biomasse finale par le nombre final de poisson.

$$(\text{Pmf en g}) = \frac{Bf}{Nf} \text{ où}$$

Bf : Biomasse finale ;

Nf : Nombre final de poissons.

- **Taux de survie (TS en %)** : le taux de survie représente le taux d'individu ayant survécu jusqu'à la fin de l'essai, il s'exprime par la relation :

$$\text{TS (\%)} = 100 \frac{Nf}{Ni} \text{ où}$$

Nf : nombre d'individu enfin d'expérimentation ;

Ni : nombre d'individu initial.

- **Gain moyen quotidien (GMQ)** représente le gain moyen de poids quotidien obtenu durant la durée de l'élevage. Il se traduit par l'expression :

$$\text{GMQ} = \frac{(Pmf - Pmi)}{d} \text{ où}$$

Pmf : Poids moyen final,

Pmi : Poids moyen initial

d : durée d'élevage.

- **Taux de Croissance Spécifique (%/j) (TCS)**

Le taux de croissance spécifique est le gain de poids en termes de pourcentage de poids corporel. Il est généralement élevé chez les jeunes poissons et décroît avec l'âge.

$$\text{TCS} = \frac{\ln(\text{poids final}) - \ln(\text{poids initial})}{\text{durée de la consommation de l'aliment}} \times 100$$

- **Indice de consommation (IC)** : il évalue l'efficacité de l'aliment utilisé pour la

croissance des poissons. Il est calculé par la formule :

$$\text{IC} = \frac{Qa}{Bf} \text{ où}$$

Qa : quantité d'aliment distribuée ;

Bf : biomasse finale.

2.4. Analyse statistique des données

Les données de la qualité de l'eau ainsi que les paramètres de croissance ont été saisies sur des feuilles d'Excel 2007. Les paramètres zootechniques étudiés et les paramètres physico-chimiques ont été analysés par ANOVA à un facteur. Les analyses ont été considérées significatives à $P < 0,05$. Tous les résultats ont été présentés sous forme de moyenne \pm écart type. Ces analyses ont été effectuées avec le logiciel statistique SPSS.

III. RESULTATS

3.1. Qualité de l'eau

Les valeurs moyennes de la qualité de l'eau des bassins d'élevage sont présentées dans le tableau 2. Les températures moyennes de l'eau des bassins ont varié de $24,52 \pm 0,56$ °C pour T1A1 à $24,52 \pm 0,56$ °C pour T3A3. L'analyse de variance indique des différences significatives de températures entre les traitements ($P < 0,05$). Le test de Student-Newman-Keuls indique que les températures de TtAt, T1A1 et T2A2 sont homogènes et sont significativement différentes de T3A3 ($P < 0,05$). Les moyennes d'oxygène dissous ont variés de $7,39 \pm 0,73$ mg/l à $9,78 \pm 0,96$ mg/l. L'analyse de variance a montré une différence hautement significative entre les

traitements ($P=0,00$). Le pH a varié de $7,51 \pm 0,50$ à $8,29 \pm 0,58$. Les pH de tous les bassins sont tous supérieur à 7, ce qui indique sa basicité dans les quatre traitements durant toute la période d'expérimentation. L'ANOVA n'a montré aucune différence significative entre les traitements au seuil de 5%. Les valeurs de la conductivité ont varié de $381,5 \pm 32,58$ à

$417,79 \pm 10,70 \mu\text{S}/\text{cm}$ durant toute la période d'expérimentation. L'analyse de variance a montré une différence significative entre les traitements au seuil de 5% ($P= 0,02$). La transparence a oscillé entre $44,71 \pm 1,79 \text{ cm}$ et $46,36 \pm 3,28 \text{ cm}$. L'analyse de variance a montré une différence significative entre les traitements ($P < 0,05$) (tableau 2).

Tableau 2 : Valeurs (moyennes \pm Ecart-type) de la Température ($^{\circ}\text{C}$), du pH, de l'Oxygène dissous (mg/L), de la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) et de la transparence (cm) des eaux des bassins d'élevage.

Paramètres	TtAt	T1A1	T2A2	T3A3
Température ($^{\circ}\text{C}$)	$24,68^a \pm 0,43$	$24,52^a \pm 0,56$	$24,69^a \pm 0,51$	$25,41^c \pm 0,77$
Oxygène dissous (mg/l)	$9,78^a \pm 0,96$	$8,5^b \pm 0,66$	$8,03^c \pm 0,40$	$7,39^d \pm 0,73$
pH	$8,12^a \pm 0,29$	$8,28^a \pm 0,41$	$7,51^a \pm 0,50$	$8,29^a \pm 0,58$
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	$383,57^a \pm 49,05$	$417,79^b \pm 10,70$	$381,5^a \pm 32,58$	$388,93^a \pm 48,11$
Transparence (cm)	$54,64^b \pm 0,48$	$45,86^a \pm 5,35$	$46,36^a \pm 3,28$	$44,71^c \pm 1,79$

TtAt=Traitement témoin Aliment témoin; *T1A1*=Traitement1Aliment1; *T2A2*=Traitement2Aliment2; *T3A3*=Traitement3Aliment3.

Les valeurs des paramètres sont exprimées en moyenne \pm écart type. Les valeurs portant les mêmes lettres alphabétiques sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha = 0,05$.

3.2. Analyse bromatologique des composés alimentaires

La composition bromatologique des quatre aliments expérimentaux (Aliment témoin,

Aliment 1, Aliment 2 et Aliment 3) a donné les teneurs en matière sèche, en cendre, en cellulose, en protéine brute, en matière grasse, en calcium, en phosphore et en énergie. (Tableau 3).

Tableau 3 : Analyse bromatologique des composés alimentaires

Nutriments	Compositions alimentaires			
	Traitement Témoin (TtAt)	Traitement 1 Aliment1 (T1A1)	Traitement 2 Aliment 2 (T2A2)	Traitement3 Aliment 3 (T3A3)
Matière sèche 105° (%)	96	92,33	92	92,4
Cendre (%)	8,06	19,47	20,36	19,48
Cellulose (%)	4,3	26	21,5	19,8
Protéine (%)	35,12	23,5	27,31	33
Matière grasse (%)	3,22	7,03	7,22	6,92
Calcium (%)	0,7	0,65	0,74	0,47
Phosphore (%)	1,69	2,11	1,78	3,05
Energie brute (kcal/ kg)	4365,11	3632,49	3664,98	3889,67

(Source : Laboratoire de Nutrition Animale de Sotuba, 2019. Mali)

Traitement témoin aliment témoin ; T1A1=Traitement1 Aliment1; T2A2= Traitement2 Aliment2; T3A3=Traitement3 Aliment3.

Les teneurs en matière sèche sont assez proches pour les trois aliments locaux (autour de 92 %) mais légèrement en dessous de celle de l'aliment témoin (96 %). Les aliments locaux sont plus riches en cendres, cellulose, matière grasse et phosphore que le témoin (Tableau 3). En revanche, la teneur en protéine de l'aliment témoin (35,12 %) est proche de celle du T3A3 (33 %) mais plus importante que celle des deux autres aliments locaux. Les teneurs en calcium sont assez proches (autour de 0,7 %) excepté celle de l'aliment 3 qui est faible (0,47 %). L'énergie brute contenue dans les aliments est plus importante pour la ration témoin que pour les traitements locaux (Tableau 3).

3.3. Croissance pondérale

La figure 2 présente l'évolution de la croissance pondérale d'*Oreochromis niloticus* au cours de l'essai. Nous constatons que cette croissance est ascendante pour les quatre aliments testés. Les poids moyens les plus élevés ont été obtenus au niveau des traitements TtAt ($172,82 \pm 41,85$ g), suivi de T2A2 ($171,91 \pm 26,55$ g) et T3A3 ($165,39 \pm 40,46$ g) et le plus faible a été observé au niveau du traitement T1A1 ($144,49 \pm 27,62$ g). L'analyse de variance n'a révélé aucune différence significative entre les traitements TtAt, T2A2 et T3A3.

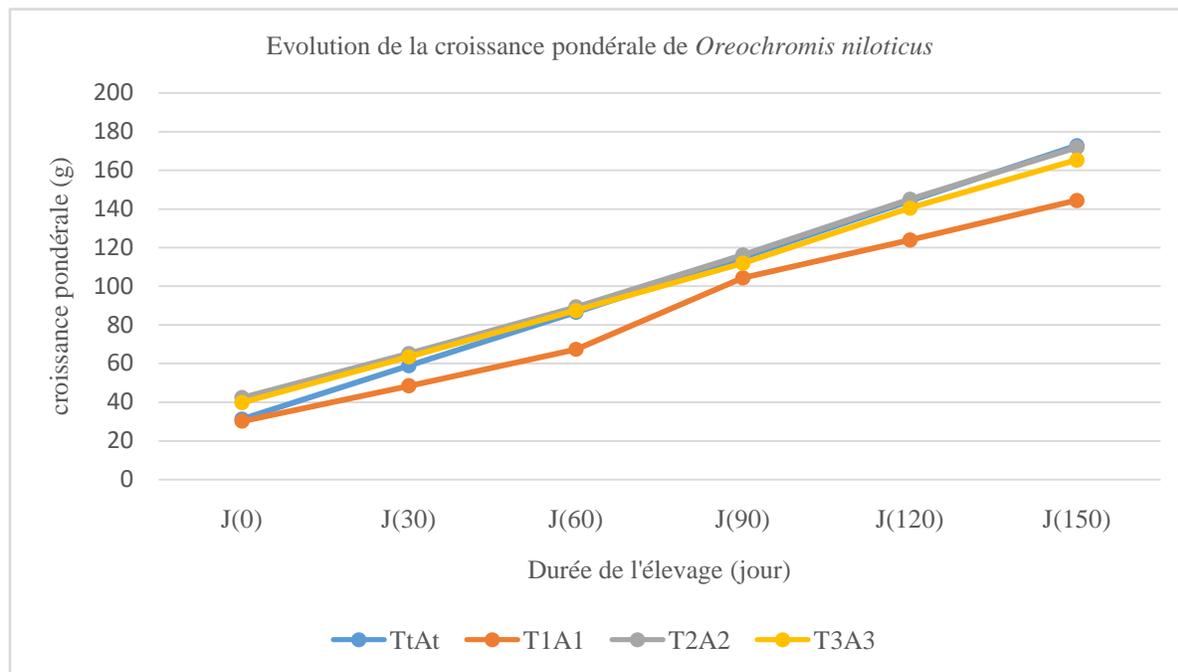


Figure 2 : Evolution du poids moyen d'*Oreochromis niloticus* (g) en fonction de la durée d'élevage.

3.4 Paramètres zootechniques et d'utilisation des aliments

3.4.1 Gain Moyen Quotidien

Les gains moyens quotidiens (GMQ) de *Oreochromis niloticus* ont donné respectivement de $0,67 \pm 0,06$ g pour T1A1 ; $0,84 \pm 0,07$ g pour T3A3 ; $0,86 \pm 0,08$ g pour T2A2 et $0,94 \pm 0,02$ g pour TtAt. Ces résultats montrent que les poissons nourris avec les aliments T3A3, T2A2 et TtAt ont présenté les meilleurs GMQ. L'analyse de variance a montré une différence hautement significative entre les traitements ($p < 0,005$) (Tableau 4).

3.4.2 Taux de survie

Les taux de survie enregistrés au cours de l'essai ont varié entre $98,25 \pm 2,36$ % et $99 \pm 0,82$ %. Les meilleurs taux de survie ont été trouvés avec le T1A1 suivi de TtAt, T2A2 et T3A3. Les tests d'ANOVA 1 montrent qu'il n'existe aucune différence significative entre les traitements ($P = 0,84$) (tableau 4).

3.4.3 Indice de consommation

L'indice de consommation moyen a varié de $0,8 \pm 0,31$ TtAt; $1,3 \pm 0,41$ pour T2A2, T3A3 et $1,45 \pm 0,40$ pour T1A1. Le plus élevé est observé au T1A1 et le plus faible au TtAt. L'analyse de variance a montré une différence significative entre le traitement (T1A1) et les trois autres au seuil de 5% ($P = 0,042$) (tableau 4).

Tableau 4: Paramètres de croissance et d'utilisation des aliments nourri avec 4 régimes pendant 150 jours.

Paramètre d'élevage	TtAt	T1A1	T2A2	T3A3
Nombre de poisson	210	210	210	210
Poids Moyen Initial (g)	31,22 ^a ± 16,69	30,16 ^a ± 15,73	42,33 ^b ± 12,39	39,85 ^b ± 11,65
Poids Moyen Final (g)	172,82 ^b ± 41,85	144,49 ^a ± 27,62	171,91 ^b ± 26,55	165,39 ^b ± 40,46
Gain Moyen Quotidien (g/j)	0,94 ^b ± 0,02	0,67 ^a ± 0,06	0,86 ^b ± 0,08	0,84 ^b ± 0,07
Indice de consommation (IC)	0,8 ^a ± 0,31	1,45 ^b ± 0,40	1,3 ^a ± 0,41	1,3 ^a ± 0,41
Taux de survie (%)	98,5 ^a ± 2,38	99 ^a ± 0,82	98,25 ^a ± 2,36	98,25 ^a ± 2,38

TtAt=Traitement témoin Aliment témoin; *T1A1*=Traitement1 Aliment1; *T2A2*= Traitement2 Aliment2; *T3A3*=Traitement3 Aliment3

Les valeurs des poids sont exprimées en moyenne ± écart type. Les valeurs portant les mêmes lettres alphabétiques sur la même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha < 0,05$.

IV. DISCUSSIONS

4.1 Qualité de l'eau

Les poissons sont des poïkilothermes qui ne supportent des variations des paramètres physico- chimiques que dans des limites bien définies et qui sont fonction des espèces (Bard et al, 1974). Ainsi, il ressort de ce test que les paramètres physico- chimiques moyens ont varié entre $24,52 \pm 0,56$ °C et $25,41 \pm 0,77$ °C pour la température ; $7,39 \pm 0,73$ mg/l et $9,78 \pm 0,96$ pour l'oxygène dissous; $7,51 \pm 0,50$ et $8,29 \pm 0,58$ pour le pH ; $381,5 \pm 32,58$ µS/cm et $417,79^b \pm 101,70$ µS/cm pour la conductivité et enfin $44,71^c \pm 1,79$ cm et $54,64^b \pm 0,48$ cm pour la transparence. Ces faibles valeurs de température sont imputables au début de la période de l'année mais elles sont restées toutefois dans des gammes tolérables par l'espèce qui oscille entre 20 et 30°C selon Eer et al, (2004). Ces valeurs de température

enregistrées au cours de cette expérience sont comparables à celles obtenues par Sarr et al, (2013), avec des intervalles de (23 – 35 °C) et à celles de Gansa et al, (2018), obtenues au cours de l'essai, variant entre $25,8 \pm 0,2$ °C et $25,98 \pm 0,2$ °C avec de plus faibles températures observées le matin et de plus hautes en après-midi. Nos valeurs sont supérieures à celles de Rukera et al, (2005) qui ont obtenues de concentrations moyennes journalières d'oxygène dissous variant autour de $5,3 \pm 1,3$ mg/l dans les étangs et de $6,6 \pm 1,2$ mg/l dans les bassins. Kamagate et al, (2020) ont enregistré des valeurs d'oxygène dissous (5,2 à 6,2 mg/l). Les valeurs supérieures à 2,3 mg/l sont rapportées optimales pour une bonne croissance des poissons (Ross, 2000). Les valeurs enregistrées dans notre étude pour l'oxygène dissous nous permettent de dire que les eaux des bassins expérimentaux étaient de bonne qualité. Les valeurs du pH

se situent bien dans les limites optimales pour la croissance de *O. niloticus*. En effet, une bonne croissance de *O. niloticus* est obtenue à un pH compris entre 7 et 9 (Bahnasawy et al, 2009). Les travaux de Abou et al, (2007) ont montré que *O. niloticus* peut vivre dans les eaux à pH compris entre 5 et 11. Ces valeurs corroborent avec celles de Coulibaly (2018), qui a obtenues au cours de son expérimentation entre 6,56 et 7,93. Les valeurs de conductivité obtenues sont cependant supérieures à celles de Imorou toko et al, (2012) dans la commune de Banikoara au Bénin ($57,2 \pm 7,6$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ à $102,2 \pm 4,2$ $\mu\text{S}/\text{cm}$). Nos résultats montrent que les eaux d'élevage sont fortement minéralisées suivant la grille de Nisbet et Verneaux (1970).

4.2. Paramètres zootechniques et d'utilisation des aliments

Les gains moyens quotidiens ont varié entre $0,67 \pm 0,06$ g et $0,94 \pm 0,02$ g. Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Coulibaly (2018) variant entre 0,11 g/j et 0,57 g/j chez *O. niloticus* nourri à base de poudre de *Moringa oleifera* ; par Abou (2007) en étang (0,1 g/j); par Kanangire (2001) en étang avec des aliments similaires (1,65 g/j. Ces faibles performances peuvent s'expliquer par les faibles niveaux protéiques (23,5%, 27,31% et 33%), inférieurs au taux protéique recommandé (35 %) pour le tilapia *O. niloticus* mais pourraient être liées aussi au taux élevé de cellulose brute (26 %, 21,5 % et 19,11 %), respectivement dans les rations alimentaires (T1A1, T2A2 et T3A3), qui diminuerait le coefficient d'utilisation digestive des nutriments.

Les taux de survie ont oscillé de $98,25 \pm 2,36$ % à $99 \pm 0,82$ %. Dans l'ensemble les taux de survie enregistrés sont satisfaisants et comparables à ceux obtenus par d'autres auteurs (Kouadio et al, 2020) avec 80,2 % à 96,26 % chez *O. niloticus* nourri avec des régimes contenant du son de riz et du son de blé ; $85,4 \pm 2$ % et 97 % chez *O. niloticus* nourri avec des aliments locaux à base de sous-produits agricoles (Bamba et al, 2018). Dembélé et al, (2018) avait obtenu un taux de survie variant entre 64,58 % et 90 % chez *O. niloticus* nourri avec les aliments Raanan ou A1, Sambalagnon ou A2 et local ou A3.

L'indice de consommation a varié de $0,8 \pm 0,31$ à $1,45 \pm 0,40$. Nos résultats sont meilleurs à ceux rapportés par Coulibaly, (2018) avec des valeurs comprises entre 2,41 et 7,74, obtenus dans l'alimentation d'*Oreochromis niloticus* par la poudre de *Moringa oleifera* et par Bamba et al, (2007) qui ont obtenu 2,48 (A1); 2,62 (A2) ; 2,99 (A3) et 3 (At) chez *Oreochromis niloticus* nourri avec des sous-produits agricoles sans adjonction de farine de poisson. Les valeurs des indices de consommation plus élevées enregistrées chez les *Oreochromis niloticus* nourris avec les aliments non flottants seraient en partie liées à la perte d'une partie des aliments non consommés par les poissons (Sarr et al, 2015).

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a montré l'importance de l'utilisation de sous-produits agricoles locaux dans l'alimentation du tilapia *Oreochromis niloticus* en grossissement dans les bassins. Les poissons nourris avec les aliments à base de sous-produits présentent des performances zootechniques

comparables à l'aliment témoin importé. Toutes les valeurs des paramètres physico-chimiques étaient dans les gammes tolérables par l'espèce. Les aliments A2 et A3 testés présentent des performances zootechniques remarquables, des avantages d'être localement disponibles et accessibles aux pisciculteurs, contrairement à l'aliment commercial importé. Ces résultats pourraient être nettement améliorés si les aliments formulés à base des sous-produits locaux étaient présentés sous forme de granulés pour éviter les pertes énormes d'aliments dans l'eau.

Une grande variété de produits et sous-produits agricoles mérite d'être valorisée en alimentation des poissons d'élevage. L'alimentation des poissons doit prendre en

compte les besoins propres à chaque espèce pour obtenir un produit d'élevage sain et de bonne qualité organoleptique et nutritionnelle. Elle doit aussi prendre en compte la disponibilité des matières premières et leur pérennité lors de l'utilisation d'aliment en aquaculture afin d'assurer la durabilité des activités aquacoles.

Remerciement

Nous remercions vivement le Fonds Compétitif pour la Recherche et L'innovation Technologique (FCRIT) et le Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) pour le financement des activités du projet. Nous remercions aussi les anonymes qui ont bien voulu évalué le présent article.

REFFERENCES

Abou, Y., Fiogbé, E D., Micha J-C. (2007). 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): 55-69.

Amoukou, I. (2009). Un village nigérien face au changement climatique. Stratégies locales d'adaptation au changement climatique dans une zone rurale du bassin du Niger, édité par L'autorité du Bassin du Niger et GIZ; 95 p.

Bahnasawy, M.H., EL-Ghobashy, A.E., Abdelhakim, N.F. (2009). 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: 1110 –1131.

Bamba, Y., Ouattara, A., DA Costa Kouassi, S. et Gourène, G (2007). Production de tilapia marchand (*Oreochromis niloticus* Linné, 1758) nourri avec des sous-produits agricoles sans adjonction de farine de poisson, Vol. 29, n°s 1 et 2 — Janvier-décembre 2007, Science et technique, Sciences naturelles et agronomie ; 13 P.

Bamba, Y., Doumbia, L., Ouattara, A., DA Costa, K. S et Gourène, G (2018). Effets d'alimentation à base de différentes sources de protéine végétale en combinaison avec la pelure de cacao, peau d'arachide et tourteau de coprah sur les performances de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Science et technique*,

Sciences naturelles et appliquées, Spécial hors-série 4; 531 -544.

Commission européenne (2021). Analyse de la chaîne de valeur de la pêche au Mali, 6P.

Coulibaly, H. (2018). Utilisation des protéines d'origine végétale en élevage d'*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) au Mali: cas de « *Moringa oleifera* », Thèse de doctorat, 232 P.

Dembélé, S., Coulibaly, H., Kelepily, M., Dansoko, F.D. (2018). Efficacité nutritionnelle et économique de trois aliments en Tilapiaiculture à l'IPR/IFRA de Katibougou, Symposium malien sur les sciences appliquées (MSAS); 9 P.

DNSI (Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique). Rapport sur la situation économique et sociale du Mali en 2003 et les perspectives pour 2004, Annuaire statistique du Mali 2004, Bamako, août 2005, 134p.

Eer, A., Schie, T., et Hilbrands, A. (2004). La pisciculture en eau douce à petite échelle. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, Série Agrodok No. 15: 85 P.

FAO. (2010). Statistiques des pêches et de l'aquaculture; 107 p.

FAO. (2012). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture; 261 p.

FAO (2020). Situation mondiale de la pêche et l'aquaculture, 2020 ; 28 p.

Gansa, H.A.C., Hounkanrin, M.B et Agadjihouede, H. (2018). Premier nourrissage des larves de poisson-chat *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) : Efficacité comparée de l'artémia à trois régimes secs formulés à base de la levure, de

la spiruline et au jaune d'œuf, ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line): 1840-7099.

Imorou Toko, I., Yabi, J.A., Assogba, M.N., Adam Sanni, M., et Elegbe, H.A. (2012). Evaluation des potentialités piscicoles et socioéconomiques des retenues d'eau pastorales du Nord Bénin : cas de la Commune de Banikoara; 23 P.

Institut National de la Statistique (INSAT). (2019). Recueil des données du système d'informations sur la Pêche et l'aquaculture au Mali; 22P.

Kamagate, B., Ouattara, N.I., Zea Bi, U.C et Roe P. (2020). Évaluation des performances de croissance de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) et de *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829) en polyculture dans les bas-fonds rizicoles (Bediala, Côte d'Ivoire) REB-PASRES 5(2): 89-97.

Kouadio, J.L.B., Kouame, R.N., Oswald, M et Bamba, Y. (2020). Effets des régimes extrudés contenant du son de riz et du son de blé sur les performances de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) élevé en enclos, Afrique SCIENCE 17(6); 264 – 281.

Kanangire, C.K. (2001). Effet de l'alimentation des poissons avec *Azolla* sur l'écosystème agro piscicole au Rwanda. Dissertation présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences. Facultés universitaires Notre- Dame de la paix, Namur, Belgique; 220 P.

Maiga, I. (2011). Vulnérabilité du Delta Intérieur du Niger face au changement climatique; 34 P.

Nisbet, M et Verneaux, J. (1970). Composantes chimiques des eaux courantes. Annales de Limnologie; tome 6. 161- 190.

ROSS, L.G. (2000). Environmental physiology and energetics. In: M. C. M. Beveridge and B. J. McAndrew (eds.) Tilapias: Biology and Exploitation, Fish and Fish-eries Series 25, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands; 89–128 P.

Rukera, T. S., Micha, J.C et Ducarme, C. (2005). Essais d'adaptation de production massive de juvéniles de *Clarias gariepinus* en conditions rurales. *Tropicultura*; 23(4), 231-244 p.

Rurangwa, E., Van Den Berg, J.P.A., Laleye, P.A., Van Duijn, A.P et A. Rothuis, A. (2014). IMARES; ReportC072/14 LEI.

Sarr, S., Fall, A., Gueye, R., Diop, A., Sene, B., Diatta, K et Diop, Y. (2015). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Aphania senegalensis* (Sapindaceae) et de *Saba senegalensis* (Apocynaceae), International Journal of Biological and Chemical Sciences; 9 (6) 2676 -2684.

Sarr, S.M., Kabré, A.J.T., et Niass, F. (2013). Régime alimentaire du mullet jaune (*Mugil cephalus*, linneaus, 1758, Mugilidae) dans l'estuaire du Fleuve Sénégal. Journal of Applied Biosciences, 17, 2013: 5663- 5672. <http://www.m.elewa.org/JABS/2013/71/Abstract1-sarr.html>.

