



**Original Paper**

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

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

## Performances zootechniques de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et de *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) en polyculture dans les rizières (Baguinéda, Mali)

T. NIARE<sup>1\*</sup>, D. TIMBELY<sup>2</sup> et H. KODIO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IPR/IFRA de Katibougou, B.P. : 06, Koulikoro, Mali.

<sup>2</sup>Institut d'Economie Rurale, B.P. : 258, Rue Mohamed V, Bamako, Mali.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [t.niare@laposte.net](mailto:t.niare@laposte.net); Tél./Whatsapp : 0022362378281.

Received: 19-06-2023

Accepted: 22-08-2023

Published: 31-08-2023

### RESUME

La rizipisciculture est une activité qui s'implante progressivement comme activité agricole au Mali, pays de tradition halieutique. L'objectif est de déterminer les performances zootechniques de *Oreochromis niloticus* et *Clarias anguillaris* en polyculture dans les rizières. Cette étude a été conduite en 2013-2014 à l'Office du Périmètre Irrigué de Baguinéda (OPIB). 12 rizières ont été empoissonnées avec des alevins de tilapia et de clarias de poids et de tailles moyens respectifs de 21,39±0,37 g et 86,40±0,91 mm ; 32,05±1,32 g et 191,18±2,23 mm. Ils ont été nourris selon trois systèmes : Une fertilisation organique (T1), une fertilisation organique plus un complément à base de farine basse de riz (T2) ou une complémentation avec un composé mixte (T3). Chaque traitement a été « tripliqué ». A l'issue de l'élevage, le mode de gestion des rizières à poissons a une influence significative ( $p<0,05$ ) sur les performances zootechniques piscicoles (poids et tailles moyens mensuels, GMQ, TCS et Kt). Le dernier système de gestion des rizières autorise de meilleurs résultats techniques. Les rendements de poissons à l'hectare sont plus élevés que ceux cités dans la littérature. En conclusion, la polyculture tilapia-clarias dans les rizières avec des aliments locaux pourrait être promue.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Rizipisciculture, Polyculture, *Tilapia-Silure*, Performances zootechniques, Rendement poissons, Mali.

## Zootechnical performances of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758) in rice-fish farming in Mali

### ABSTRACT

Rice-fish farming or “*rizipisciculture*”, a new fish production, has progressively taken place in rural areas in Mali, country of fishing tradition in its rivers streams. The objective of this study was to determine the zootechnical performance of *Oreochromis niloticus* and *Clarias anguillaris* in a polycropping system. This study was carried out during 2013-2014 in the area of “Office du Périmètre Irrigué de Baguinéda (OPIB)”. Therefore, 12 rice fields were stocked with fish of *Oreochromis niloticus* and *Clarias anguillaris*. Young fish were reared with initially respective average weight of 21,39±0,37 g and 32,05±1,32 g and size of 86,40±0,91 mm and 191,18±2,23 mm. Fish were fed according to three systems: organic fertilization (T1), organic fertilization with supplement rice meal flour (T2) or supplementation with a mixed compound of rice meal and cotton cake (T3). Each treatment was repeated 3 times. At term of rearing, management mode of fish-rice farming has a significant influence ( $p<0,05$ ) on fish zootechnical performances (monthly average weights and sizes, GMQ, TCS and Kt).

The fertilization of rice fields combined to a mixed feed supplement intake allows better performances. Fish yields per hectare are higher than those cited in the literature, which supports the feasibility and promotion of tilapia-catfish polyculture in rice fields feed with local food in Mali.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords :** Rizipisciculture, Polyculture, Tilapia-Catfish, Zootechnical performances, Fish yield, Mali.

## INTRODUCTION

Le Mali est un pays de tradition halieutique dans ses eaux fluviales. Sa production halieutique continentale, la seconde plus élevée d'Afrique de l'Ouest après le Nigeria, reste tributaire des régimes de crue du fleuve Niger. La pisciculture apparaît donc comme une alternative pour accroître la disponibilité de poissons en cas de faible pluviométrie.

Depuis 2006, la rizipisciculture, une nouvelle activité de production de poissons, s'implante peu à peu dans les paysages agricoles. Cette activité émergente est un nouveau défi pour la recherche agricole malienne. Elle suscite plus d'interrogations que de solutions actuellement. Ce qui sous-tend l'impérieuse nécessité de conduire des recherches sur cette innovation technologique. Selon Niaré et Kalossi (2014). La rizipisciculture en tant qu'innovation technologique comporte, comme tout Système Local d'Innovation, des pôles interactifs (production-valorisation, formation, recherche et financement). Pour favoriser cette innovation, il est essentiel que les différentes composantes de la production (producteurs d'alevins, fabricant d'aliments, transporteurs de poissons, ...) soient dans le même territoire (pôle de développement) ou dans des zones proches pour une mise en contact permanente avec les pisciculteurs, les vulgarisateurs et les chercheurs. Ce qui n'est pas le cas actuellement pour cette rizipisciculture naissante où les alevins proviennent de sources diverses, l'alimentation des poissons ne se fait pas selon les normes bien que les aliments soient des sous-produits agricoles disponibles localement. Afin d'assurer une meilleure implantation de cette innovation, il importe que les techniques de production soient construites avec les producteurs avertis afin que leur appropriation et leur adoption en soient facilitées. En revanche, lorsque la technique de production est inféodée à une structure extérieure, cela crée une dépendance vis-à-vis de cette structure exogène.

La rizipisciculture est un important axe de la sécurité alimentaire dans les communautés villageoises (Koua, 2019). Et comme toute aquaculture, l'alimentation est la contrainte majeure et représente environ 50% du coût total de production (Elegbe et al., 2015). Cette alimentation des poissons reste l'un des sérieux problèmes dont l'aquaculture en région subsaharienne reste confrontée malgré les multiples efforts des différents acteurs (Etat, bailleurs de fonds, ONG, chercheurs, producteurs, etc.).

L'association du Tilapia (*Oreochromis niloticus*) et du poisson-chat africain (*Clarias anguillaris*) dans des étangs fertilisés constitue l'un des systèmes les plus vulgarisés en Afrique subsaharienne (Efole Ewoukem, 2011). D'après de nombreux auteurs cités par ce dernier, de très nombreux essais d'optimisation de systèmes semblables ont déjà été menés en testant diverses modalités d'apports de fertilisants, d'apport d'un aliment exogène et d'association du Tilapia (*Oreochromis niloticus*) avec d'autres espèces. Ces études bien qu'elles ne prennent pas suffisamment en compte la complexité inhérente à ces systèmes biologiques, la majorité d'entre elles testent l'effet d'un seul facteur (toutes choses égales par ailleurs) sur les performances zootechniques des espèces élevées ou sur le rendement global dans le cadre de dispositifs expérimentaux classiques. Cette recherche s'inscrit dans cette optique. L'objectif de ce travail est de déterminer les performances zootechniques de ces deux espèces élevées dans les rizières.

## MATERIEL ET METHODES

### Milieu d'étude

Cette recherche a été conduite à l'Office du Périmètre Irrigué de Baguinéda (OPIB), sis à 35 km au Nord-Ouest de Bamako (Figure 1). Elle a porté sur douze champs aménagés pour la rizipisciculture. Leurs superficies, variables, étaient comprises entre 338 m<sup>2</sup> et 1064 m<sup>2</sup> avec une moyenne de 637 m<sup>2</sup>. Quelle que soit leur surface, ces rizières ont été aménagées selon le schéma ci-dessous (Figure 2).

### Matériel animal

Ces douze casiers ont été empoissonnés avec des alevins d'*Oreochromis niloticus* (Tilapia) et de *Clarias anguillaris* (Silure) en raison de 30% de tilapia et 70% de silure pour une densité d'un poisson par m<sup>2</sup>. Cet empoissonnement a été réalisé 4 à 5 semaines après le repiquage du riz dans les différents casiers. Les alevins de clarias proviennent de la Ferme piscicole privée « Boubacar Diallo » (FPBD) sis à Tanima (Baguineda). Quant aux tilapias, ils ont été livrés par la station de pisciculture de Molodo (Ségou). Dans les deux cas, les alevins ont été transportés dans des fûts avec aérateurs.

A l'empoissonnement et aussi aux pêches de contrôle successives, réalisées une fois par mois, d'août 2013 à janvier 2014, un échantillon de cinquante individus de chaque espèce est mesuré individuellement avec un ichtyomètre au mm près. Leurs poids individuels sont aussi évalués au mg près à l'aide d'une balance électronique de type TERRAILLON.

### Alimentation des poissons

Au cours de cette polyculture, les poissons étaient nourris avec trois types d'aliments qui constituent les trois traitements de cette expérimentation. Chaque traitement est répété 4 fois, ce qui explique le choix des douze rizières. Ces traitements sont :

- T1 : fertilisation de l'eau avec de la matière organique constituée de bouse de vache 70% et de la fiente de volaille 30%.

La matière organique a été épandue à raison de 100 kg MS/ha (soit 0,25 kg/25 m<sup>2</sup>) en une fois avant l'empoissonnement. Puis un apport supplémentaire d'entretien bimensuel était apporté par les paysans eux-mêmes dans leurs rizières empoissonnées.

- T2 : apport de farine basse de riz en plus de la fertilisation organique initiale ;
- T3 : apport d'aliment composé constitué de farine basse de riz et de tourteau de coton dans des proportions respectives de 70% et 30% en plus de la fertilisation organique initiale.

La quantité d'aliment distribuée dans les traitements 2 et 3 a été de 5% de la biomasse totale de poissons dans la rizière. Cette ration quotidienne était distribuée deux fois par jour, le matin (entre 8h et 10h) et le soir (entre 16h et 18h), par les paysans eux-mêmes sur conseil du technicien.

### Mesures de la qualité de l'eau des rizières

Les suivis de la qualité de l'eau des casiers rizipiscicoles ont eu lieu régulièrement deux fois par mois (une fois par quinzaine) dès leur empoissonnement. Ils ont porté sur les mesures de la transparence de l'eau (en cm) à l'aide du disque de Secchi. Le Kit de mesure de la qualité de l'eau, PCE-PHD 1, a servi aux relevés de la conductivité (en µS), du pH, de la température de surface (en °C) et du taux de dioxygène dissous (mg/l).

### Analyse statistique des données

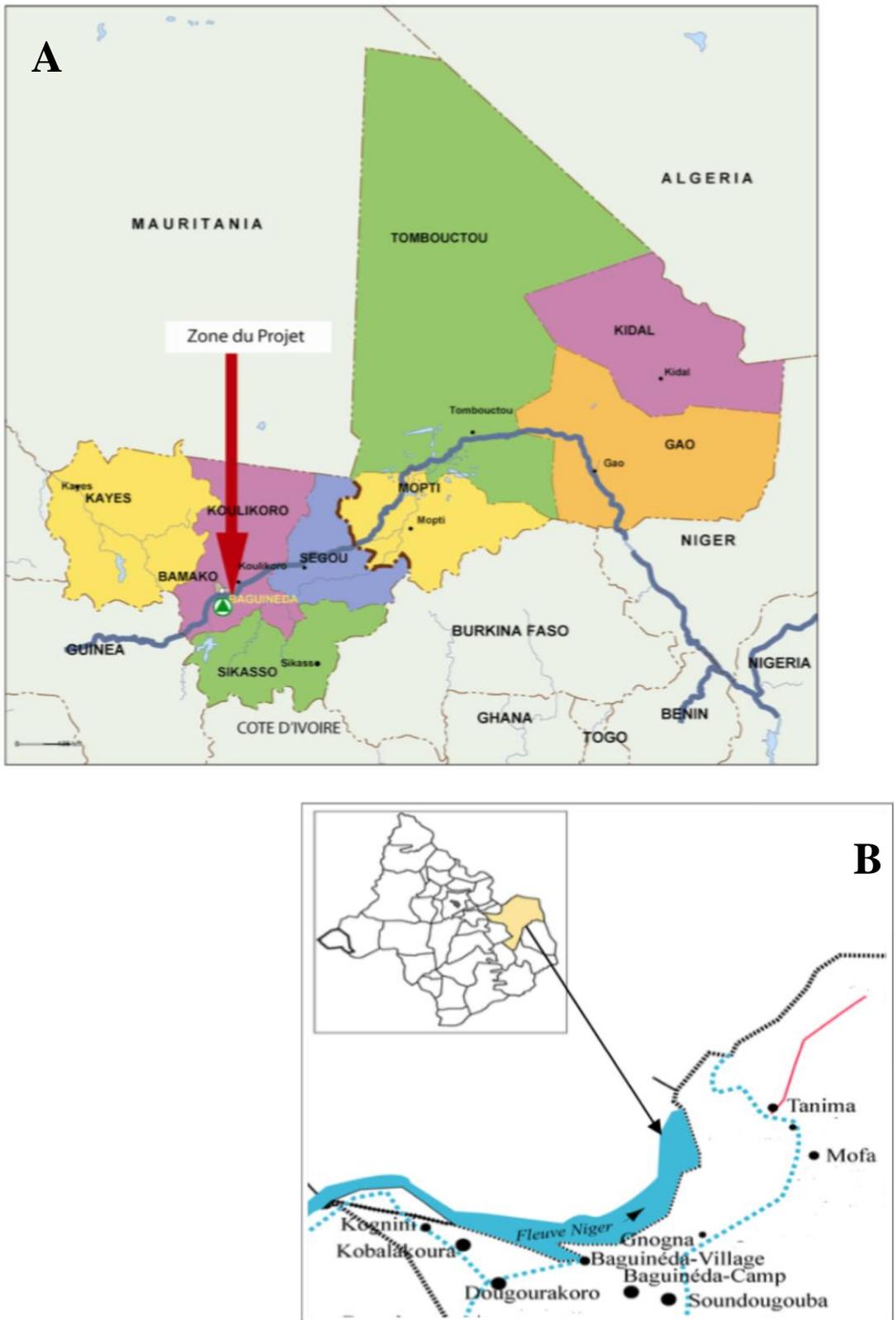
Les données collectées, aussi bien dans le cadre du suivi des élevages de poisson en rizipisciculture que des contrôles de la qualité des eaux des rizières, ont été saisies sur des feuilles Excel 2007.

A partir de ces données brutes saisies, poids et tailles moyens aux contrôles successifs, d'autres paramètres zootechniques ont été calculés. Il s'agit :

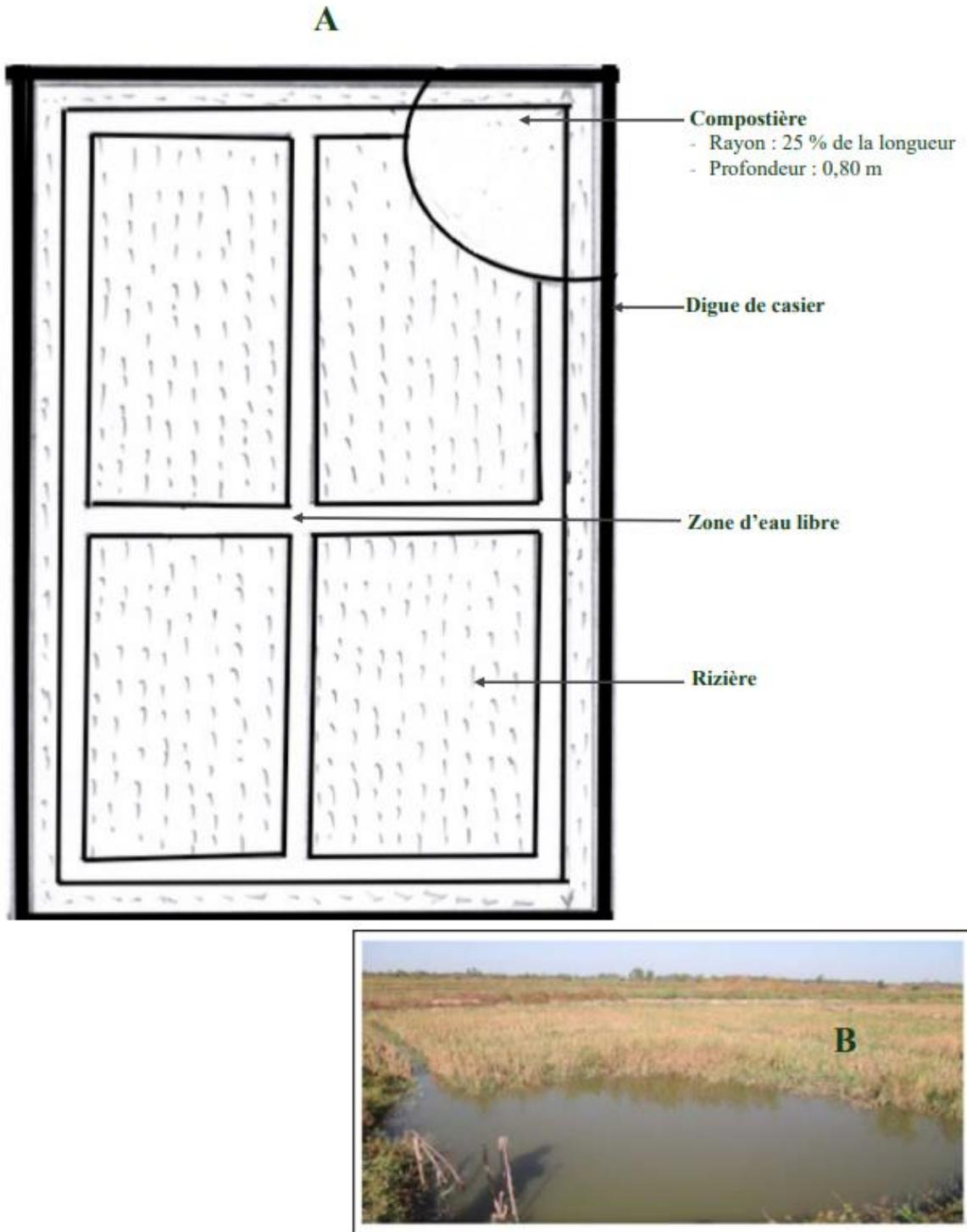
- Du Gain Moyen Quotidien (GMQij) avec comme formule  $GMQij = (Pj - Pi) / (Dj - Di)$  où Pi est le poids initial, Pj poids final et Di et Dj les dates d'empoissonnement et de pêche finale. En absence d'identification individuelle des poissons permettant d'établir de façon bi-univoque la relation temporelle des poids individuels, ce paramètre a été calculé à partir des poids moyens mensuels estimés ;
- Du Taux de Croissance Spécifique (TCS en %/J),  $TCS = ((\ln Pj - \ln Pi) / D) * 100$  où Pj et Pi sont les mêmes variables que précédemment et D, la durée d'élevage. Il mesure le poids gagné par le poisson chaque jour, en pourcentage de son poids vif ;
- Du coefficient de condition Kt,  $Kt = (100 * Pi) / Lt^3$  avec Pi en gramme (g) et Lt en centimètre (cm) d'après Chakroun et al. (2003).

Ces données ont été ensuite importées dans le logiciel SPSS 29 pour leurs traitements statistiques. Les analyses ont porté sur des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis (K-W) pour tester l'influence de la fertilisation et des compléments alimentaires en raison de la non-normalité des variables collectées. Les tests de Tamhane et Dunnett ont servi, à *posteriori*, pour les comparaisons post-hoc.

Les données sur la qualité de l'eau ont fait l'objet d'analyse non paramétrique avec le test de Kruskal-Wallis pour tester l'influence des traitements.



**Figure 1** : Localisation de la zone de recherche au Mali (A) et villages des rizipisciculteurs de Baguinéda (B).



**Figure 2 :** Schéma d'aménagement des casiers (A) et photo d'un casier en eau après la récolte du riz (B).

## RESULTATS

### Qualité physico-chimique des eaux

La température de l'eau a varié entre  $21,65 \pm 1,74^\circ\text{C}$  en décembre 2013 et  $30,13 \pm 3,68^\circ\text{C}$  en septembre 2013. L'évolution spatio-temporelle de ce paramètre reste comparable quel que soit le traitement ( $p > 0,05$ ) (Figure 3). Des eaux plus froides de novembre à janvier sont tout à fait normales en cette période de l'année.

La conductivité des eaux des rizières empoissonnées a connu des variations spatio-temporelles ( $p < 0,05$ ) (Figure 4). La charge minimum en particules des eaux est observée en août avec  $42,14 \pm 11,23 \mu\text{S/cm}$ . Elle est maximale en septembre pour une conductivité de  $76,48 \pm 30,12 \mu\text{S/cm}$ . Ce paramètre connaît une variabilité spatiale selon les traitements.

La transparence moyenne de l'eau est faible avec  $58 \pm 3 \text{ cm}$  de profondeur. Elle a varié d'une zone à l'autre et selon les traitements ( $p < 0,05$ ) entre  $31 \pm 2 \text{ cm}$  et  $62 \pm 6 \text{ cm}$  (Figure 5).

Le potentiel hydrogène ou pH des eaux des rizières de Baguinéda a oscillé entre  $6,12 \pm 0,28$  et  $8,59 \pm 0,43$ . Les valeurs mensuelles ne varient pas selon le traitement ( $p > 0,05$ ). La tendance des variations reste similaire selon les traitements (Figure 6).

La teneur moyenne en dioxygène dissous de  $6,11 \pm 0,51 \text{ mg/l}$ . Cette valeur moyenne a varié en fonction des traitements ( $p < 0,05$ ) à partir de la première quinzaine d'octobre jusqu'à la fin de l'expérience (Figure 7).

### Poids et tailles moyens mensuels

#### A l'empoissonnement

Les poids et taille des deux espèces à l'empoissonnement étaient homogènes entre traitements ( $p > 0,05$ ). Les poids moyens étaient entre  $21,12 \pm 0,35 \text{ g}$  et  $21,71 \pm 0,38 \text{ g}$  chez *Oreochromis niloticus* contre  $31,48 \pm 1,29 \text{ g}$  et  $32,58 \pm 1,41 \text{ g}$  chez *Clarias anguillaris*. Les tailles moyennes étaient de  $86,40 \pm 0,91 \text{ mm}$  et  $191,18 \pm 2,33 \text{ mm}$  respectivement chez les deux espèces.

#### Au cours de l'élevage des poissons

En revanche, dès le premier mois et jusqu'en fin d'élevage, le facteur traitement a

une influence significative sur les poids (Figure 8a et 9a) et les tailles (Figures 8b et 9b) quelle que soit l'espèce considérée ( $p < 0,05$ ).

#### Chez *Oreochromis niloticus*

Les poids moyens atteints en janvier 2014 ont varié entre  $187,26 \pm 7,63 \text{ g}$  et  $256,62 \pm 11,22 \text{ g}$  selon le traitement. Les longueurs standards moyennes étaient de  $201,19 \pm 4,07 \text{ mm}$  pour les poissons élevés dans les rizières uniquement fertilisées contre  $221,58 \pm 4,66 \text{ mm}$  pour ceux recevant en plus de la fertilisation, le complément mixte (farine basse de riz à 70% et 30% de tourteau de coton). La comparaison des moyennes (test de Tamhane et Dunnett), aussi bien pour les performances pondérales que pour la croissance linéaire, selon le traitement et à tous les mois, montre une meilleure performance des poissons nourris avec une ration contenant la l'aliment mixte en plus de la fertilisation que ceux des deux autres traitements (Figures 8a et 8b).

#### Chez *Clarias anguillaris*

Les poids moyens au dernier mois de contrôle ont fluctué selon les traitements entre  $226,89 \pm 7,71 \text{ g}$  et  $389,97 \pm 8,51 \text{ g}$  tandis que les variations des tailles moyennes étaient comprises entre  $343,00 \pm 4,94 \text{ mm}$  et  $358,83 \pm 5,54 \text{ mm}$  au cours de la même période (Figures 9a et 9b). Le test de Tamhane et Dunnett, aussi bien pour les performances pondérales que pour la croissance linéaire, selon le traitement et à tous les mois de contrôle, confirme les mêmes tendances observées chez *O. niloticus*.

### Gains Moyens Quotidiens (GMQ, g/j)

Les croissances moyennes journalières pondérales sont consignées dans le Tableau 1. Dans les deux espèces, les poissons du traitement 3 croissent plus vite que ceux des deux autres traitements ( $p < 0,05$ ).

### Taux de Croissance Spécifique (TCS, %/j)

Dans les deux espèces, le TCS est plus faible pour la croissance linéaire que pour la croissance pondérale. Il varie entre  $0,53 \pm 0,10$  et  $0,61 \pm 0,10$  chez *O. niloticus* et de  $0,36 \pm 0,12$  à  $0,38 \pm 0,12$  chez *C. anguillaris*. Le TCS des poids oscille entre  $1,37 \pm 0,13$  et  $1,58 \pm 0,14$  chez

le Tilapia tandis qu'il fluctue entre  $1,22 \pm 0,13$  et  $1,53 \pm 0,13$  chez le silure (Tableau 2).

Entre traitements, les poissons élevés dans les rizières avec un apport de complément mixte en plus de la fertilisation (T3) paraissent mieux valoriser cette ressource que les autres en raison de la valeur élevée de leur TCS ( $p < 0,05$ ).

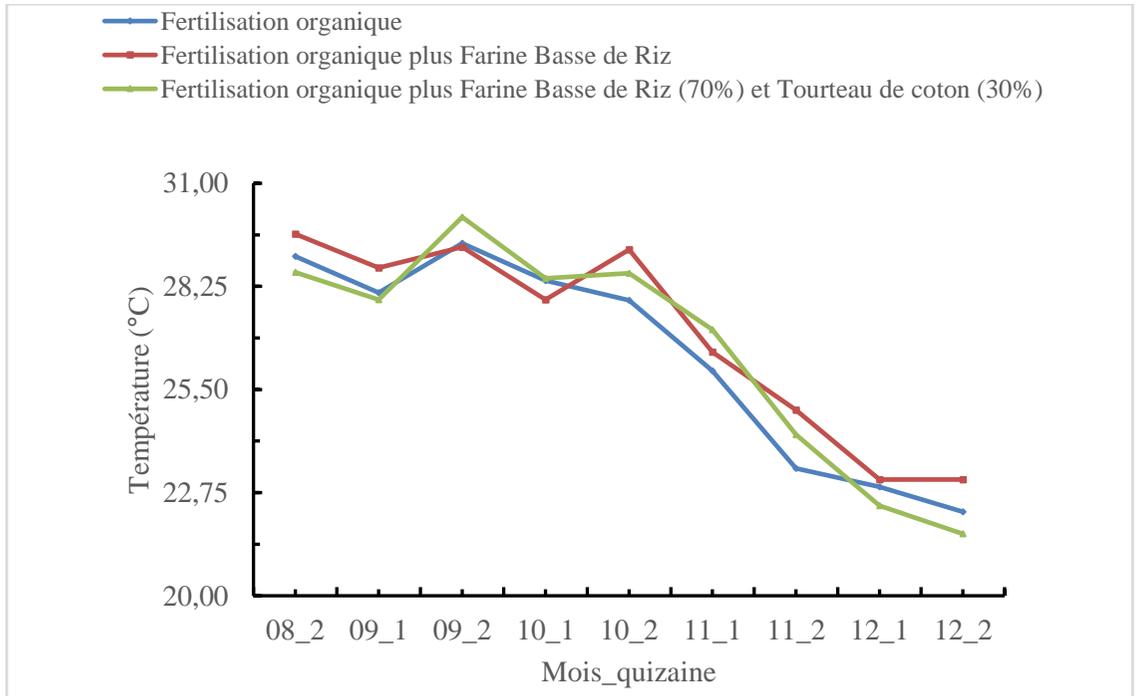
### Coefficient de condition, Kt

Le Tableau 3 consigne le coefficient de condition moyen mensuel, Kt, par espèce et selon le traitement durant les 5 mois d'élevage. Le coefficient de condition, Kt, de chaque mois est influencé par le traitement ( $p < 0,05$ ) excepté à l'empoissonnement en août. Globalement, on observe une augmentation de Kt d'août à octobre suivie d'une légère baisse en novembre chez les deux espèces mais qui se prolonge en décembre pour le Tilapia. Les Kt les plus élevés sont observés en janvier avec des valeurs oscillant autour de 1,00 chez C.

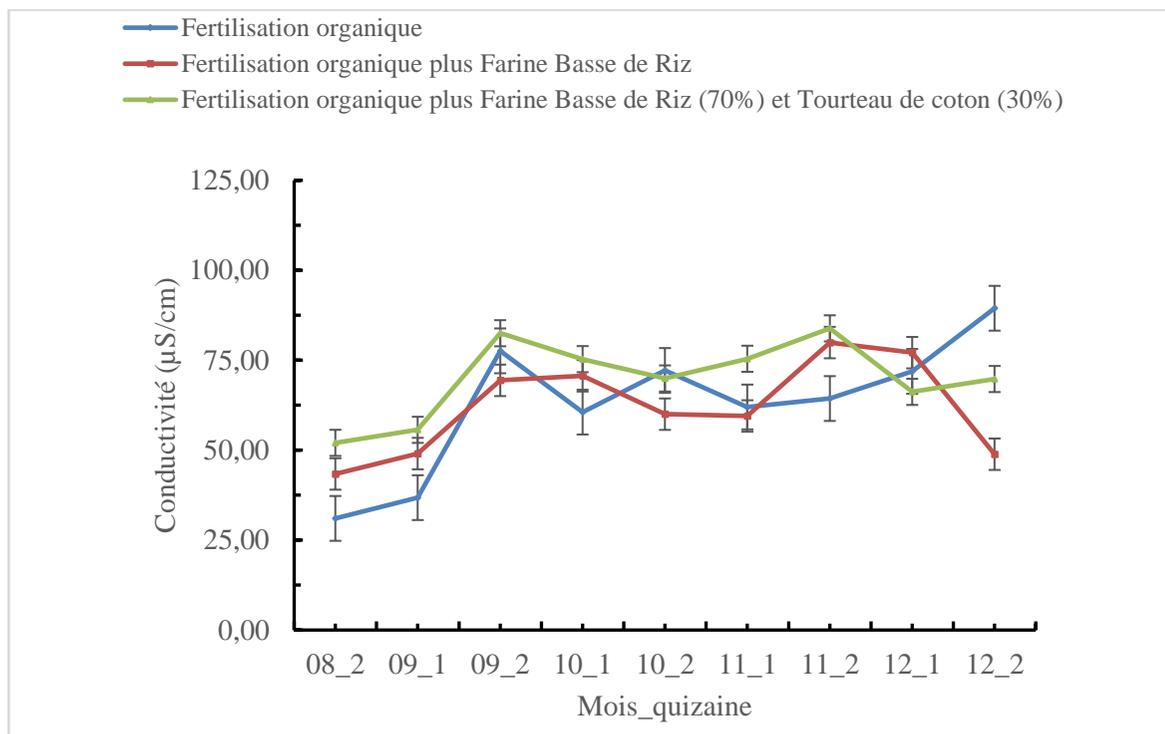
*anguillaris* tandis qu'il varie entre  $2,28 \pm 0,05$  et  $3,94 \pm 0,08$  chez *O. niloticus*. Le coefficient de condition des poissons du traitement 3 est généralement plus élevé que ceux des autres traitements, à l'exception du Kt de janvier ( $2,28 \pm 0,05$ ) chez le Tilapia.

### Rendements poisson

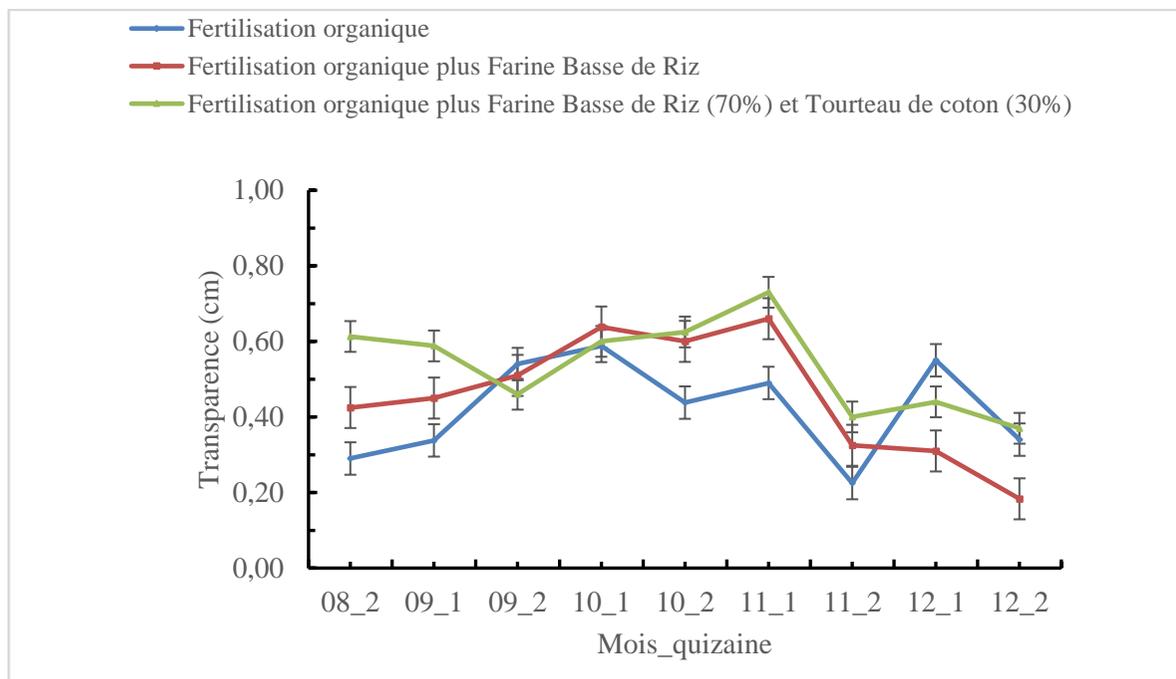
En raison des vols de poissons assez récurrents au niveau de certaines rizières, celles-ci ont été écartées du calcul de rendement poissons. Les rendements de poissons en polyculture varient entre 853,32 kg/ha pour T1 et 1463,77 kg/ha pour T3 avec des poissons recevant de la farine basse de riz et du tourteau de coton en plus de la fertilisation. Avec la fertilisation seulement associée à l'apport de farine basse de riz, les rendements de production de poissons ont été de 1259,45 kg/ha dans une des rizières piscicoles.



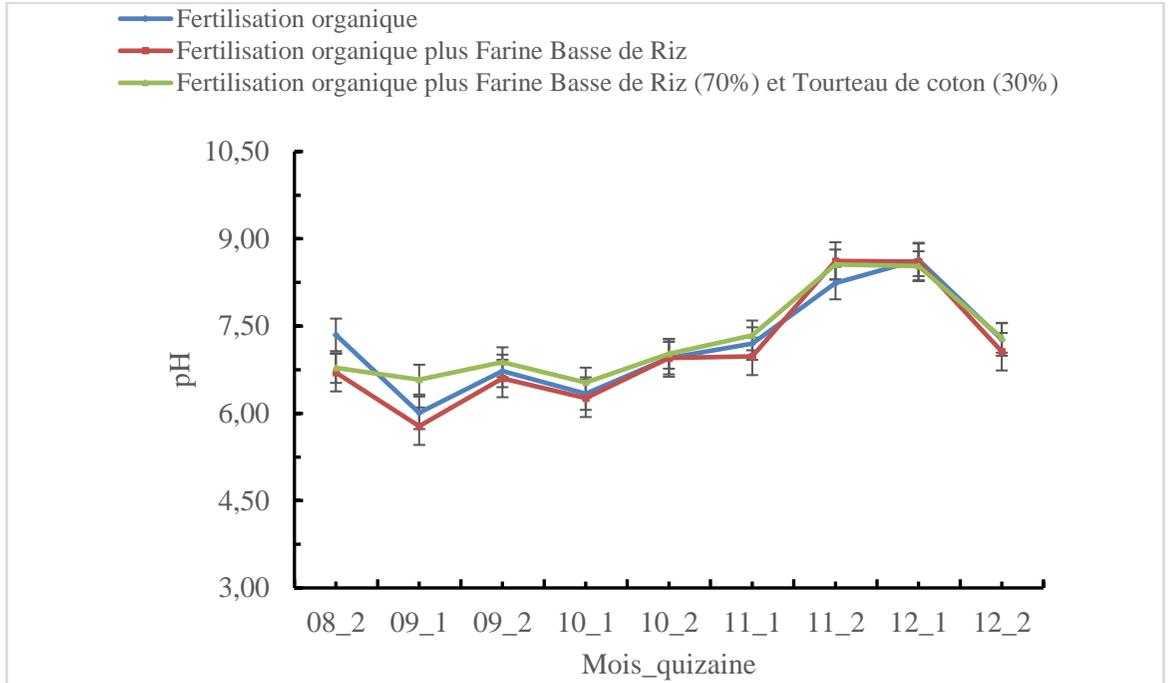
**Figure 3 :** Fluctuations de la température moyenne de l'eau (°C) des rizières à poissons de Baguinéda selon le traitement ( $p > 0,05$ ).



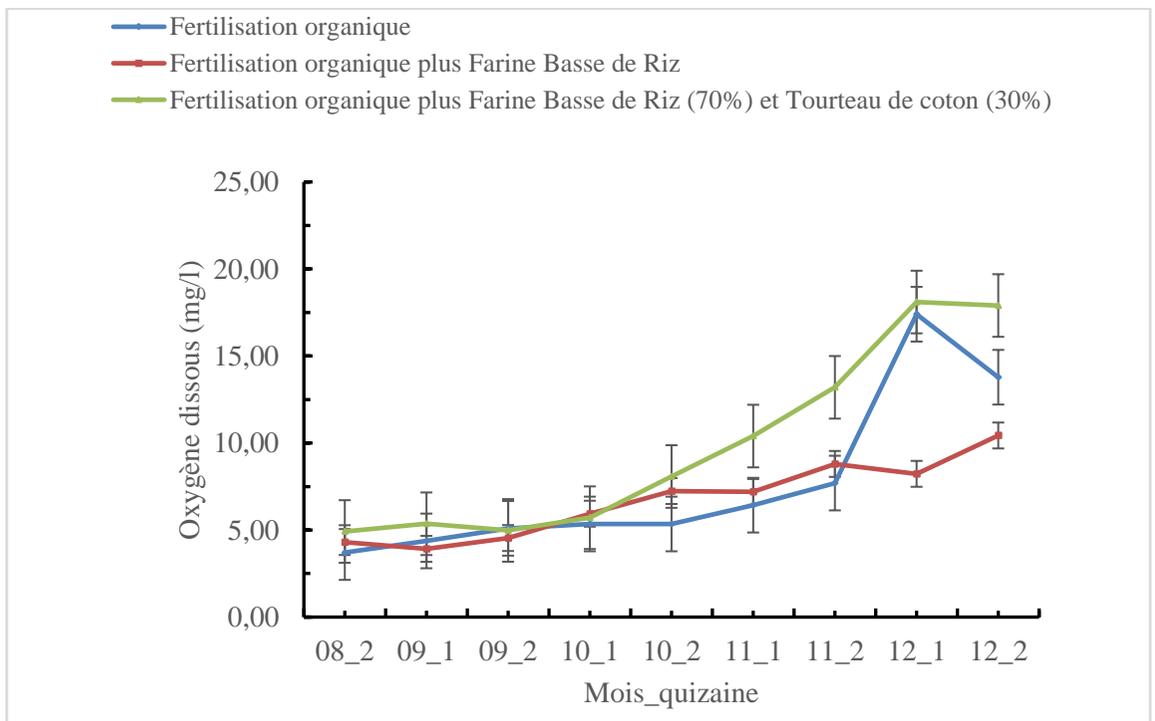
**Figure 4 :** Fluctuations de la conductivité de l'eau (µS/cm) des rizières à poissons de Baguinéda selon le traitement (p<0.05).



**Figure 5 :** Fluctuations de la transparence moyenne de l'eau (en m) des rizières empoissonnées de Baguinéda selon le traitement (p<0.05).



**Figure 6 :** Oscillations du pH de l'eau des rizières empoissonnées de Baguinéda selon le traitement ( $p > 0.05$ ).



**Figure 7 :** Variations de la teneur moyenne en dioxygène dissous de l'eau (en mg/l) des rizières à poissons de Baguinéda selon le traitement ( $p < 0.05$ ).

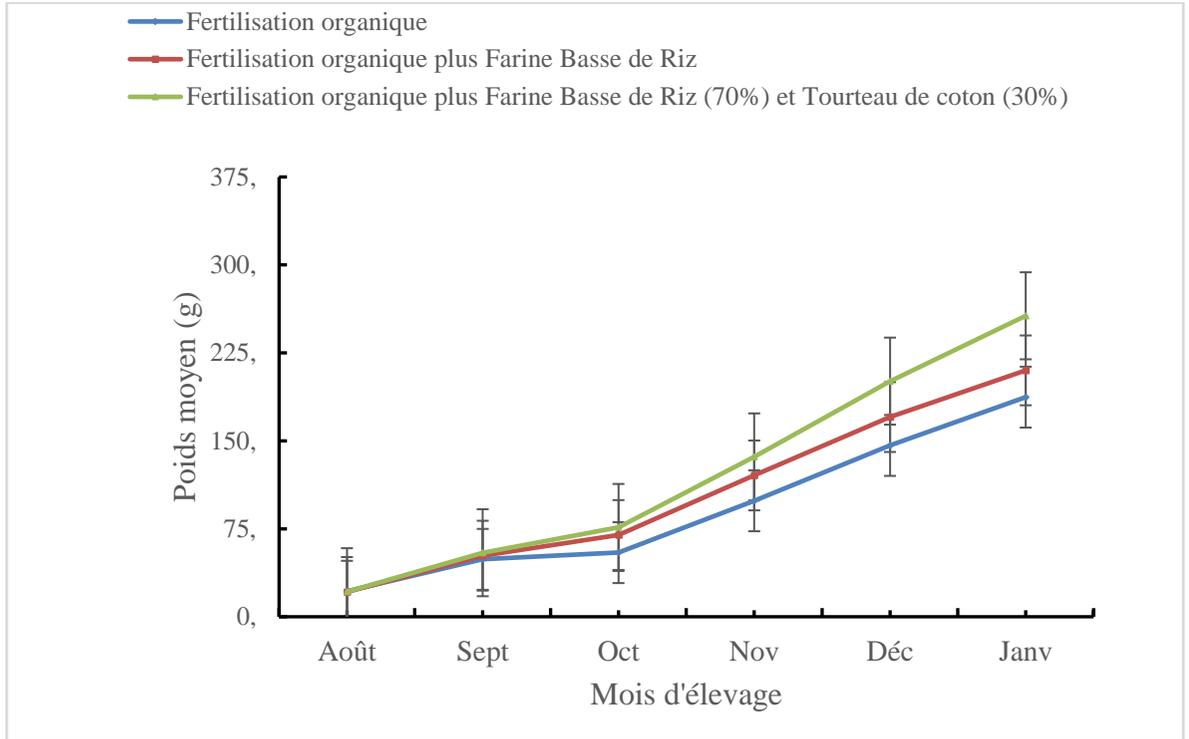


Figure 8a : Évolution de la croissance pondérale d'*Oreochromis niloticus* en fonction du traitement.

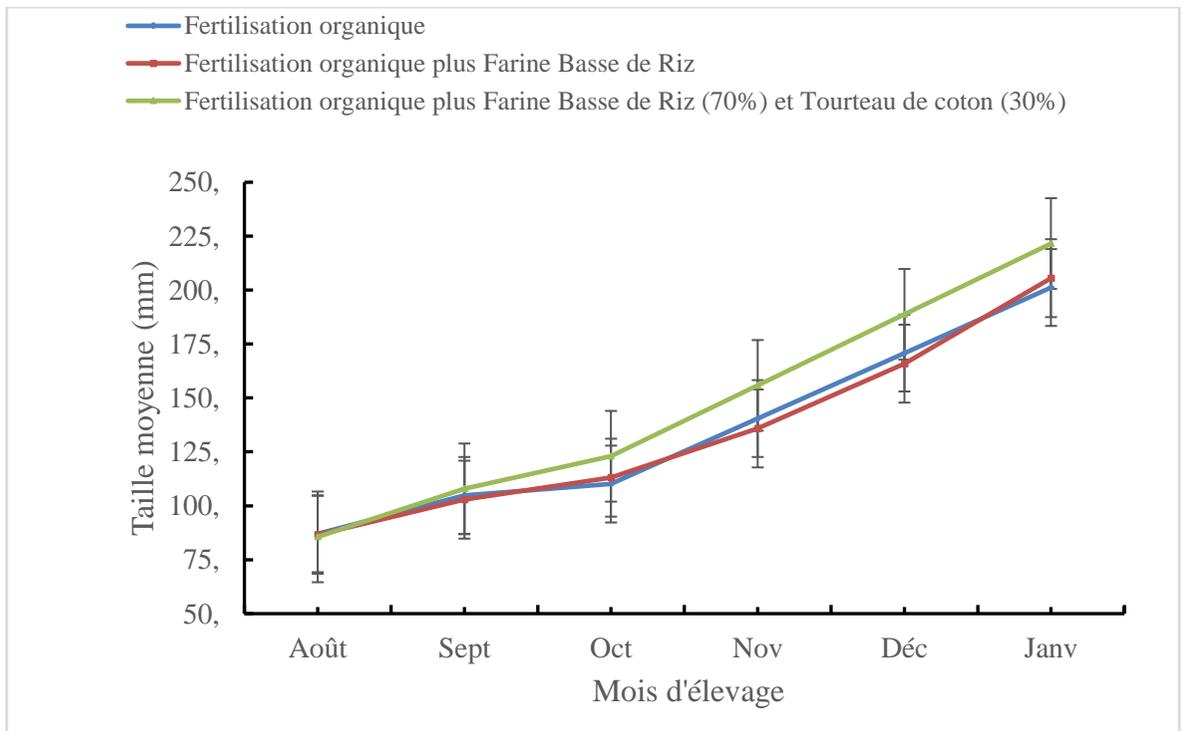
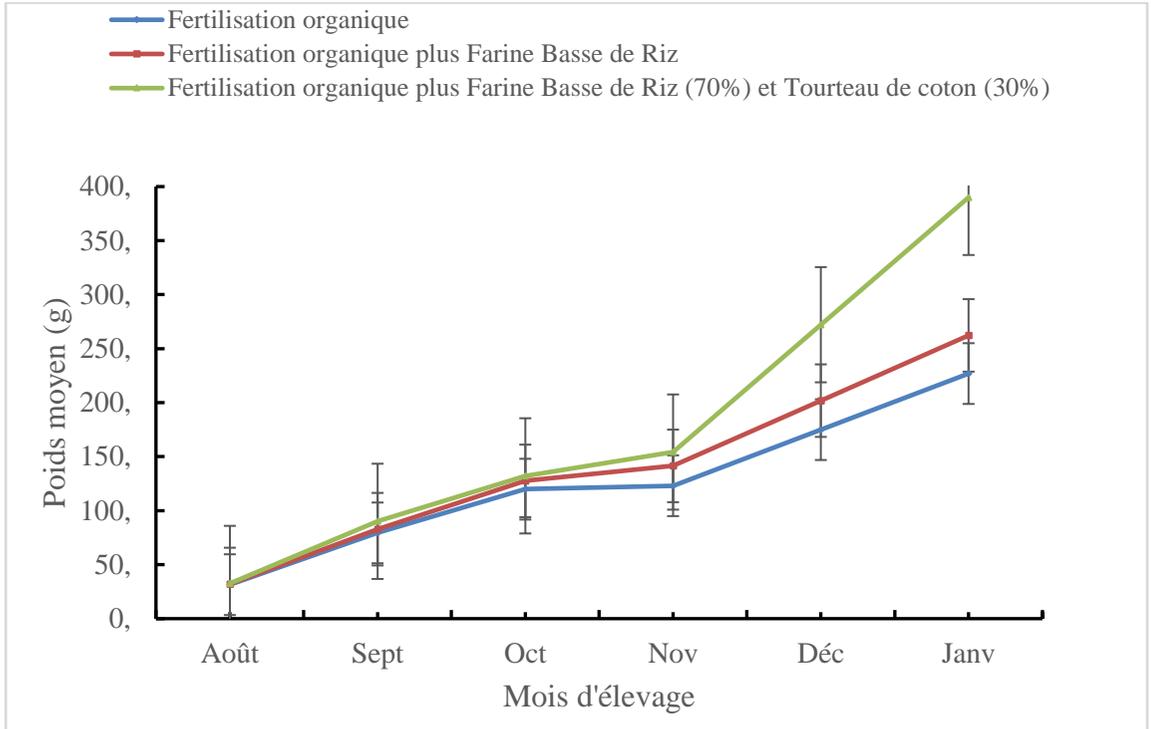
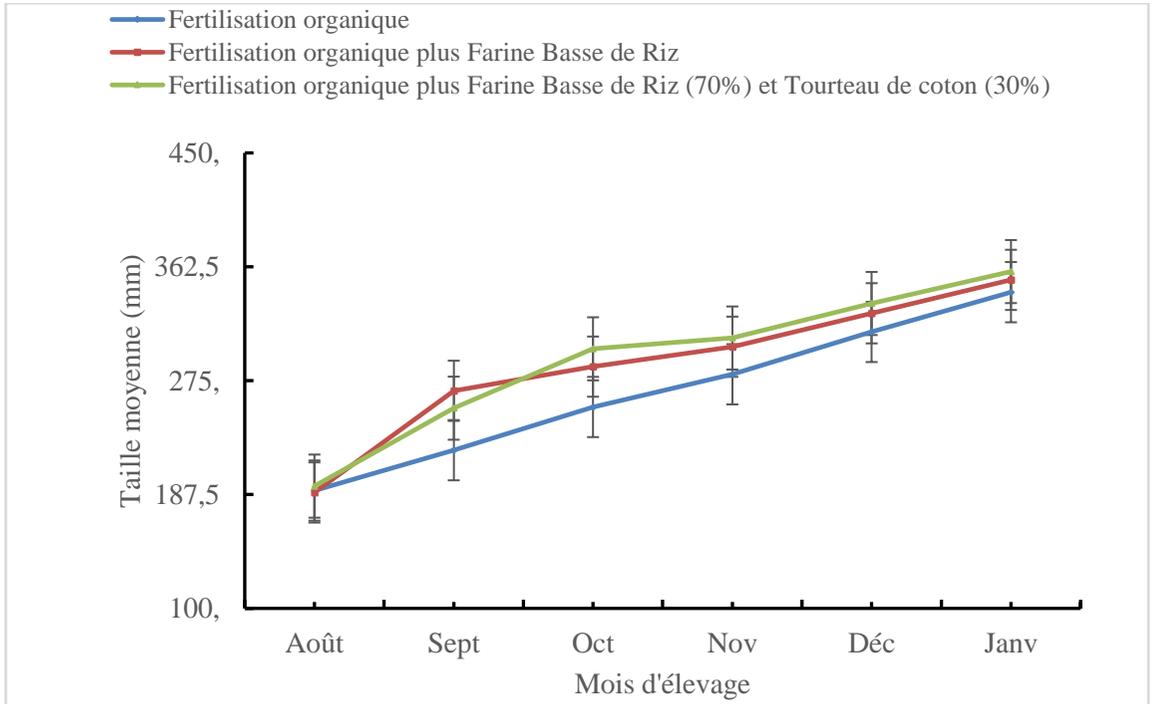


Figure 8b : Évolution de la croissance linéaire d'*Oreochromis niloticus* en fonction du traitement.



**Figure 9a :** Évolution de la croissance pondérale de *Clarias anguillaris* en fonction du traitement.



**Figure 9b :** Évolution de la croissance linéaire de *Clarias anguillaris* en fonction du traitement.

**Tableau 1 :** Gains Moyens Quotidiens (g/j) chez *O. niloticus* (GMQ<sub>0-157</sub>) et *C. anguillaris* (GMQ<sub>0-162</sub>) élevés en rizipisciculture à Baguinéda (Mali) selon les traitements.

Espèces	Traitements	GMQ (g/j)
<i>O. niloticus</i>	Fertilisation organique	1,05±0,12 <sup>a</sup>
	Fertilisation organique et Farine Basse de Riz	1,20±0,10 <sup>ab</sup>
	Fertilisation organique plus Complexe mixte (Farine Basse de Riz et Tourteau de coton)	1,50±0,14 <sup>b</sup>
<i>C. anguillaris</i>	Fertilisation organique	1,21±0,13 <sup>a</sup>
	Fertilisation organique et Farine Basse de Riz	1,43±0,11 <sup>a</sup>
	Fertilisation organique plus Complexe mixte (Farine Basse de Riz et Tourteau de coton)	2,21±0,13 <sup>b</sup>

Les valeurs suivies de lettres différentes sont statistiquement différentes d'après le test Z (p<0.05).

**Tableau 2 :** Taux de Croissance Spécifique (ICS, %/j) de la taille et du poids chez *O. niloticus* et *C. anguillaris* élevés en rizipisciculture à Baguinéda (Mali) selon les traitements.

Espèces	Traitements	TCS (%/j)	
		Taille	Poids
<i>O. niloticus</i>	Fertilisation organique	0,53±0,10 <sup>a</sup>	1,37±0,12 <sup>a</sup>
	Fertilisation organique et Farine Basse de Riz	0,55±0,07 <sup>a</sup>	1,46±0,10 <sup>a</sup>
	Fertilisation organique plus Complexe mixte (Farine Basse de Riz et Tourteau de coton)	0,61±0,10 <sup>b</sup>	1,58±0,14 <sup>b</sup>
<i>C. anguillaris</i>	Fertilisation organique	0,36±0,12 <sup>a</sup>	1,22±0,13 <sup>a</sup>
	Fertilisation organique et Farine Basse de Riz	0,38±0,10 <sup>a</sup>	1,30±0,11 <sup>a</sup>
	Fertilisation organique plus Complexe mixte (Farine Basse de Riz et Tourteau de coton)	0,38±0,12 <sup>a</sup>	1,53±0,13 <sup>b</sup>

Les valeurs suivies de lettres différentes sont statistiquement différentes d'après le test Z (p<0.05).

**Tableau 3 :** Coefficients de condition moyens mensuels, Kt, des poissons élevés en polyculture, *O. niloticus* et *C. anguillaris*, dans les rizières de Baguinéda (Mali) selon les traitements.

Espèces	Traitements	Kt					
		Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv
<i>O. niloticus</i>	T1	1,65±0,03	2,02±0,05 <sup>a</sup>	2,35±0,04 <sup>a</sup>	2,28±0,04 <sup>a</sup>	1,79±0,04 <sup>a</sup>	3,01±0,16 <sup>a</sup>
	T2	1,53±0,03	2,10±0,04 <sup>b</sup>	2,27±0,02 <sup>b</sup>	2,10±0,04 <sup>b</sup>	1,90±0,04 <sup>b</sup>	3,94±0,08 <sup>b</sup>
	T3	1,60±0,03	2,04±0,04 <sup>a</sup>	2,38±0,03 <sup>a</sup>	2,48±0,04 <sup>a</sup>	1,98±0,24 <sup>b</sup>	2,28±0,05 <sup>c</sup>
<i>C. anguillaris</i>	T1	0,44±0,02	0,60±0,01 <sup>a</sup>	0,80±0,02 <sup>a</sup>	0,76±0,02 <sup>a</sup>	0,96±0,04 <sup>a</sup>	1,39±0,10 <sup>a</sup>
	T2	0,46±0,01	0,60±0,01 <sup>a</sup>	1,21±0,05 <sup>b</sup>	0,74±0,01 <sup>b</sup>	0,88±0,02 <sup>b</sup>	1,03±0,02 <sup>b</sup>
	T3	0,42±0,02	0,68±0,03 <sup>b</sup>	0,80±0,02 <sup>a</sup>	0,74±0,01 <sup>b</sup>	0,84±0,02 <sup>b</sup>	1,06±0,02 <sup>b</sup>

Les valeurs suivies de lettres différentes, pour un mois et une espèce donnée, sont statistiquement différentes d'après le test Z ( $p < 0.05$ ).

T1 : Fertilisation organique; T2 : Fertilisation organique et Farine Basse de Riz; T3 : Fertilisation organique plus Complexe mixte (Farine Basse).

## DISCUSSION

Malgré les variations spatio-temporelles des valeurs de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau (conductivité, transparence et dioxygène dissous) et en absence de mortalités avérées, les conditions environnementales n'ont pas été létales pour les différentes espèces introduites dans les rizières.

Les températures étaient proches du seuil de 25°C qui est considéré comme favorable au développement des espèces élevées d'après de nombreux auteurs cités par Efole Ewouken (2011) et par la FAO (2012). La conductivité est restée inférieure à 700µs/cm, conformes aux normes proposées par des auteurs cités par Efole Ewouken (2011). La transparence de l'eau de nos rizières est plus élevée que dans les « whedos » du delta de l'Ouémé au Bénin (Elegbe et al., 2015). En revanche la conductivité de l'eau y est plus élevée qu'à Baguinéda. La baisse de la transparence observée à partir de novembre ne

semble pas indépendante de la baisse du niveau d'eau dans les rizières en cette période de récolte du riz. Les valeurs du pH sont comprises dans les limites requises pour la survie des poissons comme il a été rapporté dans la thèse de Coulibaly (2018). Elles sont conformes à celles observées au Bénin (Elegbe et al., 2015). Les valeurs de pH se sont maintenues dans la gamme 6,5-9 considérées comme optimale en pisciculture (Kamagaté et al., 2020). La concentration en oxygène dissous a été globalement faible, du fait de sa mesure en début de matinée durant toute l'expérimentation; période où sont en général observées les valeurs minimales. Les teneurs en dioxygène dissous sont comprises dans les limites optimales pour l'élevage de ces deux espèces et sont en accord avec celles de Hébert et Légaré (2000). Elles sont en outre comparables à celles observées dans les bas-fonds piscicoles de Côte d'Ivoire d'après Kamagaté et al. (2020). Les teneurs élevées (supérieures à 10 mg.L<sup>-1</sup>) observées en fin de

campagne sont probablement dues à des erreurs de calibrage de l'appareil de mesure.

En l'absence de relation biunivoque entre l'animal et ses performances, les estimations de croissance réalisées paraissent biaisées. Toutefois, les résultats obtenus donnent des indications ou des tendances conformes à celles de nombreux auteurs.

Les tilapias nourris avec un complément à base de farine basse de riz et de tourteau de coton dans cette étude ont des poids et des tailles moyennes en fin d'élevage comparables à ceux obtenus par Ngokaka et al. (2007) au Congo avec une ration mixte comportant une source d'azote organique (après 120 jours d'élevage). Les GMQ pondéraux de cette étude ont varié chez *O. niloticus* entre  $1,05 \pm 0,12$  et  $1,50 \pm 0,14$ . Ils sont à rapprocher à ceux de Iga-Iga (2008). Ils sont cependant supérieurs à ceux obtenus par Kodio et al. (2022) qui oscille entre  $0,67 \pm 0,06$  et  $0,94 \pm 0,02$  chez des alevins nourris à base de compléments locaux en comparaison avec un aliment importé. Coulibaly (2018), dans une étude sur l'alimentation de *O. niloticus* à base de poudre de feuilles de *Moringa oleifera*, a obtenu des résultats encore plus faibles. La croissance journalière de *O. niloticus* nourri avec un complément mixte en plus de la fertilisation est plus élevée ( $1,50 \pm 0,14$  g/j vs  $0,23 \pm 0,01$  g/j) que celles observées au Bénin par Elegbe et al. (2015) avec un régime alimentaire mixte ou en Côte d'Ivoire (Kamagaté et al., 2020) chez des tilapia élevés en étangs ou dans des bas-fonds rizicoles. Cependant notre résultat est inférieur à celui obtenu ( $1,69$  g/j) par Phanindra (2005).

D'après Iga-Iga (2008), les résultats du TCS de cette étude (TCS de  $1,37 \pm 0,12$  à  $1,58 \pm 0,14$  %/j) se rapprochent des chiffres rapportés par de nombreux auteurs pour des régimes incorporant plus de 25% d'ingrédients sources de protéines non conventionnelles. Ils sont supérieurs à ceux observés par Kamagaté et al. (2020). Nos résultats sont toutefois moins intéressants comparativement aux données relatives à des régimes plus équilibrés où le TCS est supérieur à 3%/j. Les valeurs du coefficient de condition des alevins à l'empoissonnement sont comparables à ceux

observés par Zea Biue et al. (2022) ( $1,57 \pm 0,03$  et  $1,64 \pm 0,06$ ) dans une étude comparative des performances de croissance des juvéniles de trois souches de tilapia du Nil élevées en étang. Elles sont conformes à celles observées par Kamagaté et al. (2020). La baisse de ce paramètre observée en novembre et décembre serait liée à un ralentissement de la croissance que l'on observe à cette saison de l'année en zone tropicale (Niaré et al., 2012). Selon des sources citées par Zea Biue et al. (2022), les valeurs de Kt comprises entre 1 et 3 indiquent un bon conditionnement des poissons.

Le poids moyen après un mois d'élevage chez *C. anguillaris* ( $90,11 \pm 2,10$  g) nourris avec un complément alimentaire à base de tourteau de coton et de farine basse de riz est légèrement supérieur au poids moyen final d'une espèce proche *Clarias gariepinus* obtenu après 56 jours d'élevage avec un aliment mixte au Bénin ( $42,56 \pm 2,26$  g) (Elegbe et al., 2015). Ceci peut s'expliquer par le fait que cet aliment donné aux poissons a une teneur en protéines compris dans la gamme recommandée pour leur alimentation à ce stade de leur développement.

Les taux de croissance journalière de *C. anguillaris* dans la présente étude (moyenne de  $1,12 \pm 0,13$  g/j) sont comparables à celles obtenues en élevage hors sol par Yi et al. (2001 et 2003). Elles restent cependant en deçà de celles observées en système intégré en cage ( $2,2$  g/j d'après Yi et al., 2001) et en étang ( $2,31$  g/j par Phanindra, 2005). Kodio (2023) a obtenu des GMQ plus élevés (entre 2 et 3 g/j) dans une étude comparative de la croissance des alevins de *C. gariepinus* nourris avec différents types d'aliments. Le TCS du poids chez *C. anguillaris* oscille entre  $1,22 \pm 0,13$  et  $1,53 \pm 0,13$  selon le traitement. Ces résultats sont plus faibles que ceux notés par Elegbe et al. (2015) et Kodio (2023) chez *C. gariepinus* (entre  $2,93 \pm 0,16$  et  $3,25 \pm 0,16$ ). Nos résultats confirment, en accord avec Compaoré et al. (2006), le fait que *C. anguillaris*, avec des performances proches voire meilleures que celles de *C. gariepinus*, est un bon candidat pour l'aquaculture. Le coefficient de condition en fin d'élevage chez *C. anguillaris* est conforme aux valeurs observées pour les

poissons du milieu naturel comme le Delta Central du Niger (Niaré et al., 2012). La nature anguilliforme de ce poisson-chat explique la faible valeur du coefficient de condition qui oscille autour de 1,00 de même que chez *C. gariepinus* dans le delta de l'Ouémé au Bénin (Chikou et al., 2008).

Que ce soit chez *O. niloticus* ou *C. anguillaris*, les meilleures performances zootechniques des poissons sont obtenues avec l'aliment mixte. La supériorité de cet aliment par rapport aux autres serait due à sa richesse en protéine due au tourteau de coton. En effet, de nombreux auteurs soulignent l'importance de cette substance chimique dans l'alimentation de ces poissons. Il n'est pas à exclure aussi l'impact de la fertilisation sur la productivité primaire des casiers. Ces résultats permettent d'affirmer que les gains de masses corporelles varient en fonction du système d'élevage et des espèces étudiées. Ils confirment l'assertion citée par Kamagaté et al. (2020) selon laquelle les performances des poissons ne sont pas gouvernées uniquement par leurs potentialités génétiques mais aussi par leurs conditions environnementales immédiates.

La production par unité de surface varie selon les systèmes de production, les espèces utilisées, la durée d'élevage et la fertilisation et/ou l'alimentation complémentaire (Halward et Gupta, 2010). Les résultats obtenus dans cette étude sont à prendre avec réserve en raison des vols récurrents. Miller (2010) avance des rendements de production en rizipisciculture extensive en Afrique de l'Ouest de 130 à 190 kg.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>, plus faibles encore par rapport au nôtre. Nos résultats sont encore plus élevés que les niveaux de production observés par Hong en 2007 : 140 kg/ha pour le Cambodge, 150 kg/ha pour le Laos, 1044 kg/ha pour la Thaïlande et 100-350 kg/ha pour le Viêtnam. Niang (2022) a obtenu un rendement de 1065 kg/ha au Sénégal en élevant *O. niloticus* dans des rizières fertilisées avec des engrais minéraux. Bien que la rizipisciculture présente des résultats encourageants dans la plupart des pays et qu'elle offre de nombreux avantages environnementaux (Hong, 2007; Niaré et al., 2014) sa vulgarisation nécessite la

levée de multiples contraintes de nature diverse (Hong, 2007) en particulier l'approvisionnement en alevins et la maîtrise des techniques de production.

## Conclusion

Au terme de cette étude, il apparaît que *C. anguillaris* possède d'aussi bonnes performances zootechniques et peut être considérée comme une espèce d'intérêt piscicole au même titre que *C. gariepinus*. Nos résultats montrent que la polyculture *C. anguillaris* et *O. niloticus* dans les casiers rizicoles est une solution pour le développement de la pisciculture au Mali. En outre, l'utilisation d'un aliment composé disponible localement, farine basse de riz et tourteau de coton, comme complément à la fertilisation, permet d'avoir de meilleures performances zootechniques et au final avoir un rendement plus élevé. La réussite de cette nouvelle activité économique introduite est probablement espérée. Cette technique pourrait donc être proposée aux bénéficiaires à condition toutefois que cette recherche soit reproduite et accompagnée d'analyse économique. Ce qui permettra de renforcer la sécurité alimentaire dans les communautés villageoises.

## CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

TN est l'auteur du projet (conception) et du manuscrit. Il est chargé de sa révision et de son édition. DT a supervisé la mise en œuvre du projet et les travaux de collecte des données sur le terrain. Il a réalisé une partie des analyses de données. HK a réalisé des échantillonnages spécifiques de données et les graphiques.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs de cet article remercient vivement le Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) soutenu par la BAD (Banque Africaine de Développement) et la Commission de l'UEMOA (Union Économique et Monétaire de l'Afrique de

l'Ouest) pour le financement de ce projet. Réf. n° 07815/2012/DDS/DESP/PAES.

## REFERENCES

- Chakroun MN, Ktari MH. 2003. Le Corb des Côtes tunisiennes, *Sciaena umbra* (Sciaenidae) : cycle sexuel, âge et croissance. *Cybium*, **27**(3): 211-225. DOI: <https://doi.org/10.26028/cybium/2004-273-004>
- CHIKOU A, LALEYE PA, RAEMAKERS V, PHILIPPART VJ. 2008. Etude de l'âge et de la croissance chez *Clarias gariepinus* (Pisces, Clariidae) dans le delta de l'Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **2**(2):157-167. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v2i2.3973>
- Compaore I, Toguyeni A, Rougeot C, Kestemont P, Melard C. 2016. Comparative study of growth performance of a domesticated strain of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) and a wild strain of *Clarias anguillaris* (Linnaeus, 1758). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(5): 2138-2150. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v10i5.16>
- 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, ISFRA, Mali, p. 232.
- Efole Ewouken T. 2011. Optimisation biologique de la pisciculture en étang dans le cadre du développement durable des Exploitations Familiales Agricoles au Cameroun. Thèse de Doctorat, Agrocampus Ouest, France, p. 164.
- Elegbe HA, Imorou Toko I, Agbohessi P, Ble C, Banag A, Chikou A, Eyango Tomedi M, Lalèyé P. 2015. Co-culture *Clarias gariepinus-Oreochromis niloticus* : quels avantages pour l'amélioration des performances zootechniques et économiques des poissons élevés dans les « whedos » du delta de l'Ouémé au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(4) : 1937-1949. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i4.19>
- FAO. 2012. Séminaire d'aquaculture de Guadeloupe. Documentation et fiches techniques en ligne <http://www.guadeloupe2012.com>.
- Halwart M, Gupta MV. 2010. *L'Elevage de Poisson en Rizière*. FAO et WorldFish Center : Rome. 87 p.
- Hébert S, Lègaré S. 2000. Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement. Ministère de l'Environnement du Québec. p. 5.
- Hong S. 2007. Le stockage, la production et la collecte de poissons dans les casiers à riz irrigué dans le bassin du Mékong. Synthèse technique, AgroParisTech-Cirad, p. 14.
- Iga-Iga R. 2008. Contribution à la mise au point d'aliments pour tilapia *Oreochromis niloticus* à base d'aliments locaux : cas du Gabon. Mémoire Master, Agro Campus Ouest, p. 47.
- Kamagaté B, Ouattara NI, Zea Biue UC, Pèlèbè ROE. 2020. Evaluation des performances de croissance de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) et de *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829) en polyculture dans les bas-fonds rizicoles (Bédiala, Côte d'Ivoire). *REB-PASRES*, **5**(2): 89-97.
- Kodio H. 2023. Contribution à la durabilité de la pisciculture de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) et d'*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) au Mali. Thèse de Doctorat, EDSTM, Mali, p. 168.
- Kodio H, Konaté A, Maïga Y, Sanogo Y, Niaré T, Maïga S, Yattara I. 2022. Production du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) à base de sous-produits agricoles locaux à la Station de Recherche Agronomique de Mopti au Mali. *Global Scientific Journals*, **10**(8) :1827-1840.
- Koua NZD. 2019. Comparaison des traits de reproduction de deux espèces phylogénétiquement sœurs du groupe des Ostéoglossomorphes : *Heterotis niloticus* en Afrique et *Arapaina gigas* en

- Amérique du Sud. Thèse de Doctorat, Normandie Université, France, p. 323.
- Miller J. 2010. Le potentiel de développement de l'aquaculture et son intégration avec l'irrigation dans le contexte du Programme spécial de la FAO pour la sécurité alimentaire dans le Sahel. Halwart M, Van Dam AA (éd). FAO : Rome ; 65–79.
- Ngokaka C, Akouango F, Dzodzi RC. 2007. Evaluation des performances zootechniques de *Oreochromis niloticus* dans un étang de pisciculture intensive sous sons de riz et de blé en zone périurbaine. Annales de l'Université Marien NGOUABI. *Sciences et Techniques*, **8**(4): 30-43.
- Niang M. 2022. Système rizi-piscicole associant *Oryza sativa* L. et *Oreochromis niloticus* L. dans la ferme de l'UGB (Saint-Louis). Mémoire Licence Professionnelle, UASZ, Sénégal, p. 29.
- Niaré T, Kalossi M. 2014. La rizipisciculture au Mali : Pratiques et perspectives de l'innovation piscicole. *Tropicultura*, **32**(3): 121-128.
- Niaré T, Tiéno KC, Kodio A, Samassékou O. 2012. Structure d'âge et croissance de *Clarias anguillaris* (Pisces, Clariidae) dans le Delta Central du Niger au Mali (Afrique de l'Ouest). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(1): 150-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i1.14>
- Phanindra S. 2005. Integrated cagecum-pond culture system with walking catfish (*Clarias batrachus*) in cages and Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in open ponds. A Master of Science (M.Sc.) in fisheries management. Department of Fisheries Management, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, p. 50.
- Yi Y, Lin CK, Diana JS. 2003. Hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) and Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated pen-cum-pond system : growth performance and nutrient budgets. *Aquaculture*, **217**: 395-408.
- Yi Y, Lin CK. 2001. Effects of biomass of caged Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and aeration on the growth and yields in an integrated cage-cum-pond system. *Aquaculture*, **146**: 205–215.
- Zea Biue C, Ouattara IN, Berte S, Kamagate B. 2022. Performances zootechniques des alevins de trois souches du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* L., 1758 du paysage aquacole de la Côte d'Ivoire élevées en happa implanté dans un étang. *Agronomie Africaine*, **34**(2): 191-198. de Riz et Tourteau de coton).