



**Original Paper**

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

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

## Effets de la fertilisation par compostage ou par intégration directe, et de l'âge des porcs, sur les performances zootechniques du tilapia *Oreochromis niloticus* en polyculture d'étang

Esther POUOMOGNE DJEMNA<sup>1,4\*</sup>, Yolande Madeleine POUOMOGNE GUIAWA<sup>2</sup>,  
Paul ZANGO<sup>3</sup>, Thomas EFOLE EWOUKEM<sup>3,4</sup>, Minette TOMEDI EYANGO<sup>3</sup> et  
Victor POUOMOGNE<sup>1,3,5</sup>

<sup>1</sup>Département de Zootechnie, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA), Université de Dschang, BP : 222 Dschang, Cameroun.

<sup>2</sup>Chercheur IRAD Bertoua, section Production Animales et Halieutiques, BP : 2123 Yaoundé, Cameroun.

<sup>3</sup>Département d'Aquaculture, Institut des Sciences Halieutiques (ISH) à Yabassi, Université de Douala, BP 7236, Douala, Cameroun.

<sup>4</sup>Département de Foresterie, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA), Université de Dschang, BP : 222 Dschang, Cameroun.

<sup>5</sup>Ferme FRAPAIK-Moyo, Baho Baham, BP: 139 Foumban, Cameroun.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [estherp13@yahoo.com](mailto:estherp13@yahoo.com) ; Tél : +237 675801019 / +237 695801592.

Received: 11-01-2024

Accepted: 26-02-2024

Published: 29-02-2024

### RESUME

En contribution à l'optimisation des systèmes d'élevage pour une production piscicole durable accrue en milieu paysan subsaharien, deux essais consécutifs utilisant des duplicats de juvéniles de tilapia *Oreochromis niloticus* (poids moyens initiaux 81+1,1g ; puis 25+1,2g) en polyculture avec la carpe commune et le silure africain (densités totales respectives 1+0,2+1,2 ind/m<sup>2</sup>, puis 1,2+0,8+0) ont été menés dans 4 bassins en terre (superficie en eau, 25 m<sup>2</sup>) de la ferme FRAPAIK-Moyo dans les Hautes Terres de l'Ouest du Cameroun. Le premier essai testait les effets de la fertilisation à la compostière intra-étang et l'intégration porc-poisson (porcelets sevrés de 20 kg en porcherie surplombant les eaux de l'étang). Le deuxième essai portait sur l'effet fertilisant en intégration porc-poisson de jeunes porcs de 40 kg comparé à des porcs adultes de 75 kg. La qualité physico-chimique de l'eau, la survie, la croissance des poissons, et plus particulièrement pour le deuxième essai, la carcasse des tilapias, ont été analysés. Des pêches de contrôle ont été effectuées toutes les 3 semaines. Les investigations ont duré respectivement 56 et 84 jours. Aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a été observée sur la qualité de l'eau ( $T^{\circ}$  21,0+0,1°C ; pH 6,8+0,5 ; oxygène dissous 3,5+2,5 mg/l) et les taux de survie (en moyenne de 89,5+2,0%). La fertilisation via la compostière a permis une meilleure croissance de la carpe commune ( $0,77 \pm 0,12$  g/j  $> 0,246 \pm 0,03$ ) et du tilapia ( $0,16 \pm 0,016 > 0,13 \pm 0,036$ ), contrairement au silure ( $0,73 \pm 0,10 < 0,9 \pm 0,09$ ) qui a mieux valorisé les fèces de porc. Dans le deuxième essai, le TCS du tilapia variait de manière non significative ( $p > 0,05$ ) entre 1,55 + 1,14 %/j (jeunes porc) et 1,52 + 0,83 %/j (adulte) ; par contre, le zooplancton s'est révélé significativement ( $p < 0,05$ ) plus abondant dans l'intégration des jeunes par rapport aux porcs adultes (4872 rotifères + cladocères + copépodes/ml, contre 701). Les teneurs en protéines, lipides et cendres corporelles du tilapia variaient sans différence significative dans les plages habituelles. En définitive, l'utilisation de la compostière devrait être encouragée, et le fumier de jeunes porcs préféré à celui de porcs adultes, pour la polyculture du tilapia du Nil avec la carpe commune.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Carpe, poisson-chat, zooplancton.

## Impacts of fertilizing with intra-pond composter or direct integrated fertilization, and the age of pigs on zootechnical performances of tilapia *Oreochromis niloticus*, in pond polyculture

### ABSTRACT

In view of better improving integrated fish culture practices for sustainable increased production in real on-farm sub-saharan conditions, two consecutive tests with duplicate batches of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* (initial average weights  $81 \pm 1.1$ g; then  $25 \pm 1.2$  g), common carp and African catfish cultured altogether (total densities respectively  $1+1.2+0.2$  ind / m<sup>2</sup>, then  $1.2+0.8+0$ ) were conducted in 4 earthen basins (25 m<sup>2</sup> area) at the FRAPAIK-Moyo fish farm, Western Cameroon Highlands. The first trial compared fertilizing with intra-pond composter and pig cum fish integration. The second dealt with integrated fertilization using 40 kg young pigs, versus 75 kg adults. The parameters measured included water quality, survival, fish growth, and specifically for the second trial, tilapia carcass. Intermediate samplings were carried out at 3 weeks interval. The experimental periods lasted 56 and 84 days respectively. Fertilization via the composter led to the better growth of common carp ( $0.77 \pm 0.12$  g/d >  $0.246 \pm 0.03$ ) and tilapia ( $0.16 \pm 0.016$  >  $0.13 \pm 0.036$ ), differently to catfish which better valued pig faeces ( $0.73 \pm 0.10 \leq 0.9 \pm 0.088$ ). In test 2, zooplankton was found to be significantly more abundant (4872 rotifers + cladocera + copepods / ml, against 701). Compost crib should then be encouraged in Nile tilapia-common carp polyculture, and piglets manure preferred to adults in tilapia fattening.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Carp, catfish, zooplankton.

### INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, les populations rurales ne disposent pas toujours de moyens financiers pour acquérir des aliments piscicoles exogènes équilibrés (Lazard et al., 2017). La compostière intra-étang, de même que le petit élevage domestique à l'instar du porc, constituent néanmoins des composantes majeures de la durabilité des exploitations familiales agricoles, EFA, particulièrement des hautes terres de l'Ouest camerounais (Mikolasek et al., 2009 ; ACEFA, 2020). Il est donc loisible de renforcer les investigations sur des sources alternatives d'aliments piscicoles endogènes, par exemple une meilleure compréhension de la valorisation des effluents de l'EFA via la compostière ou l'intégration porc-poisson. En réalité, la pisciculture intégrée en étang de terre est aussi vieille que l'histoire de la pisciculture. La Chine, premier producteur mondial de poissons (FAO, 2018) a largement adopté le tilapia du Nil dans la panoplie de la dizaine d'espèces usuellement poly-cultivées dans les étangs intégrés. Surnommant cette espèce de « poisson passe-partout », les pisciculteurs Chinois ont fait passer sa production de moins de 20 000 tonnes au début

des années 1980 (introduction de l'Afrique vers la Chine) à plus de 3 Mt en 2018 (Pouomogne, 1987 ; FAO Stat, 2021). Par ailleurs, de nombreuses publications existent sur la valorisation des effluents des exploitations agricoles par la pisciculture intégrée, avec des référentiels relativement bien établis en termes de doses par types de fumier et de densités pour les différentes espèces usitées sous les tropiques (Bernaseck, 1988 ; NACA, 1989 ; Kumar et Ayapan, 1998 ; Pouomogne et al., 1998 ; FAO/ICLARM, 2003). Cela n'a guère découragé la majorité des gouvernements en Afrique à faire la promotion de systèmes aquacoles hors-sol pour vite réduire le niveau des importations, avec comme entre autres arguments la médiocrité des systèmes intégrés (NEPAD, 2005 ; Pouomogne, 2020). Il reste que le plus gros producteur mondial de poissons d'élevage a non seulement plus que doublé la superficie de ses élevages extensifs ou semi intensifs (basés sur la pratique des intégrations dont la rizipisciculture) entre 1998 et 2018, mais aussi amélioré la valorisation des effluents des systèmes intensifs par la technologie des Bio flocc ciblant les polycultures tilapias-crevettes (FAOFishStat Plus, 2021 ; Nisar et al., 2022). Il

est aussi bien établi que les tilapias et la majorité des carpes chinoises valorisent l'aliment naturel via la voie dite hétérotrophe (exploitation directe de périphyton et de divers détritiques de substrats aquatiques, à l'instar du compost intra-étang), et qu'en système intégré, 100 m<sup>2</sup> d'eau piscicole peuvent être fertilisés par les déjections d'un porc de taille moyenne (Pouomogne et al., 1998 ; Lazard et al., 2017). Des précisions adaptatives pouvant mieux éclairer les pratiquants dans leurs contextes particuliers restent néanmoins nécessaires. La présente investigation souhaite ainsi fournir des données plus actuelles obtenues dans des infrastructures proches de celles des paysans, particulièrement ceux des hautes terres de l'Ouest-Cameroun (climat camerounien montagnard). Deux objectifs spécifiques étaient ainsi visés : en polyculture, tilapia du Nil-carpe commune-silure nord-africain et en intégration directe tilapia du Nil- porc (enclos sur pilotis), savoir l'effet du système d'élevage d'une part sur (i) la production zoo planctonique à travers le calcul de la densité et d'autre part sur (ii) la survie, la croissance et la composition corporelle du tilapia du Nil.

## **MATERIEL ET METHODES**

### **Période et zone d'étude**

Les investigations axées sur chacun des objectifs sus-déclinés ont été menées en deux temps, en début de période pluvieuse (mars-juin, 56 jours en 2017 pour l'essai 1, et 84 jours en 2019 pour l'essai 2), à la Ferme de Recherche et d'Application en Pêches et Aquaculture Intégrée de Kanké-Moyo (FRAPAIK) à Baham, région de l'Ouest du Cameroun (GPS 5°17'54''-5°17'57'' de latitude Nord et 10°22'20''-10°22'31'' de longitude Est, altitude 1750 m). Le climat de la localité est du type Camerounien d'altitude avec une alternance de deux saisons : une saison de pluies qui va de mi-mars à mi-novembre et une saison sèche de mi-novembre à mi-mars. La température moyenne annuelle est de 22°C avec une amplitude de 2°C et une pluviométrie annuelle 1500-2000 mm (ACEFA Ouest, 2020).

### **Dispositifs expérimentaux et conduite des essais**

Les deux essais ont été réalisés suivant un dispositif de duplicats randomisés dans 4 étangs de dérivation de 25 m<sup>2</sup> en eau et profonds en moyenne de 0,90 m. Les étangs ont été chaulés (4kgCaO/étang), mis en eau, et ont reçu une fertilisation de base (dilution continue via poche filtrante de 125 g NPK 201010 plus 10 kg MS fientes de poules solubilisées avant aspersion sur toute la surface des eaux) une semaine avant le début des essais (Schroeder, 1985 ; Egna et Boyd, 1997 ; Pouomogne et al., 1998). Hormis ces infrastructures et pratiques proches des étangs paysans, les autres matériels comprenaient :

Essai 1 : Compostière intra-étang comparée à l'intégration porc-poisson sur la croissance du tilapia en polyculture avec la carpe et le silure.

### **Utilisation des compostières**

Des compostières qui sont des enclos poreux (15 cm entre les piquets) immergé occupant 10% de la surface de l'étang (1m\*3m, construit sur l'un des côtés de l'assiette de l'étang) étaient chargés régulièrement (tous les jours ou plus espacé) . Ceci avec des adventices coupés des digues, des résidus culinaires, et d'autres matières organiques de l'exploitation agricole. Le matériel de chargement était éventuellement découpé en éléments de taille inférieure à 10 cm ; il était remué toutes les semaines afin d'aérer le milieu et faciliter la solubilisation des substances décomposition ainsi que la circulation des poissons qui y sont usuellement attirés (Schroeder, 1985 ; Pouomogne et al., 1998).

### **Mise en charge des porcheries**

4 Porcelets, hybrides Neymar x LandRace, âgés de 2,5 mois, et pesant en moyenne 21 kg au début de l'essai, étaient élevés individuellement dans des porcheries de 4 m<sup>2</sup> sur pilotis du côté d'une des digues de l'étang. Ils ont été acquis d'une exploitation voisine. Le plancher, surplombant la surface libre de l'eau dans l'étang d'au moins 20 cm, était constitué de lattes en bois dur convenablement espacées pour assurer le confort des animaux et la chute partielle des effluents dans l'eau.

### **Mise en charge des poissons**

45 poissons/étang dont 18 tilapias du Nil non sexés de  $81 \pm 1,1$ g, 22 carpes communes de 73 g et 5 poissons-chats Nord-Africain de 77 g. Ces derniers âgés de 3 à 5 mois avaient été sélectionnés dans les étangs de la ferme, où ils avaient été produits en écloserie et pré-grossis. La disponibilité limitée des bassins au sein de la ferme nous a contraints à adopter deux réplicats seulement par traitement. Nous nous sommes disciplinés néanmoins à retenir dans la sélection une population des poissons caractérisée par une variabilité dans la taille par espèce le plus faible possible.

### **Alimentation des porcs**

Aliment Croissance porc : fabriqué à la ferme, formulé pour contenir 17 % de protéines brutes avec 3200 kcal/kg : farine maïs 30, remoulage blé 52, tourteau soja 9, farine poisson 2, tourteau palmiste 4, coquillage et NaCl 2, Belgofox  $P_2O_5Ca_2$  1. Le plancher de l'enclos intégré est conçu pour laisser partiellement tomber les déjections. Les porcelets recevaient tous les jours 2 kg d'aliments (IRAD, 2012) et pendant qu'ils s'alimentent, le surplus de fumier estimé sur la base d'observations antérieures (Pouomogne, 2013) était collecté pour utilisation alternative hors étang.

Les deux traitements correspondaient ici au mode de fertilisation, via la compostière d'une part, et par le fumier chutant directement de la porcherie d'autre part. Les quantités de fertilisants (contenu des compostières ou fumier de porc) ont été ajustées pour assurer une dose de 1 kg de matières sèches/étang/semaine. La matière sèche des matériels fertilisants ainsi que leurs poids ont donc été systématiquement estimés. (Egna et Boyd, 1997 ; Pouomogne, 2013).

Essai 2 : Effet de l'âge des porcs en intégration directe sur la qualité de l'eau et la croissance des tilapias

### **Mise en charge des poissons**

Au total 120 tilapias de  $25,0 \pm 0,4$  g chacun en moyenne, et 80 carpes communes de  $27 + 0,7$ g ont été mis en charge à une densité de  $1,2 \text{ til} + 0,8 \text{ carpe} / \text{m}^2$ .

### **Mise en charge des porcs**

4 porcs au total de la race hybride Neymar x LandRace (IRAD, 2012), 2 de 7 mois de 75kg chacun et 2 de 4 mois de 40kg chacun. Ils sont nés et prégrossis au sein de la ferme.

### **Nutrition des porcs**

Aliment croissance pour porc composé à la ferme (formule similaire essai 1) pour les 40 kg, et formule finition pour les porcs adultes : 15 % de protéines brutes avec 3200 kcal/kg : farine maïs 22, remoulage blé 73, tourteau soja 1, farine poisson 1, tourteau palmiste 2, coquillage et NaCl 1.

Les deux traitements portaient sur l'âge/taille des porcs sur pilotis : porcs adultes de 75 kg, et porcs en phase de croissance de 40 kg nourris respectivement avec des aliments titrant 15 et 17% de protéines brutes. L'estimation des quantités de fumier tombant dans l'eau était assurée comme décrite dans l'essai 1.

### **Données collectées et paramètres étudiés**

Le pH et la température (multi paramètre HANNA Hi 9813-5), l'oxygène dissous (oxymètre MILWAUKEE) et la transparence (disque de Secchi adapté) ont été mesurés *in situ* à 20 cm de profondeur tous les matins entre 8H et 11H.

Pour l'essai 2 chaque fin de semaine en début de matinée, 10L d'eau ont été échantillonnés en 5 points de l'étang, 1 point central et 4 périphériques à l'aide d'un tube à plancton de contenance 2 L (Agadjihouédé et al., 2011). L'eau échantillonnée était filtrée à travers un tamis à plancton de 50  $\mu\text{m}$  de mailles (AFNOR), et 50 ml de filtrats recueillis en bécher de 150 ml. Les microorganismes du filtrat ont été fixés par ajout de formol à 5% dans les proportions 25% de formol dans 75% du volume d'échantillon et conservé dans des flacons en verre de 100 ml préalablement étiquetés, en vue d'analyses quantitatives de zooplancton (Legendre et Watt, 1972). Un microscope optique (marque DN-107TNo.000350 avec interface USB pour visualisation directe à l'ordinateur) a été utilisé à cette fin. Pour l'identification des zooplanctons, les clés d'identifications Fernando (2002) ont été utilisées.

L'observation renouvelée des boîtes de pétris pour le dénombrement des groupes zooplactoniques dans chaque traitement a été fait jusqu'à obtention d'un minimum de 100 individus (Frontier, 1972).

#### **Pêches de contrôles**

La croissance pondérale et linéaire des poissons a été suivie à travers des pêches de contrôle à trois semaines d'intervalle. Les poissons échantillonnés (plus de 20% des mises en charge) ont été dénombrés et pesés (balance SF-400, précision 0,1g). Tous les poissons ont en plus été mesurés (longueur totale) à la fin des essais (ichtyomètre adapté).

Deux tilapias par traitement ont été prélevés aléatoirement au début et à la fin de l'essai 2 en vue de l'analyse de la composition bromatologique. Les techniques standards décrites par AOAC (1990) ont été utilisées au laboratoire de nutrition de la FASA (université de Dschang) : protéines brutes par l'analyse Kjeldahl N\* 6.25. Lipides bruts par analyse Soxhlet (gravimétrie après extraction au solvant), Matières sèches par différence de poids après 12H en étuve à 105°C. Cendres au four à 600°C pendant 48 heures. Energie en bombe calorimétrique Schiemann.

Les données collectées *in situ* ou au laboratoire ont permis d'estimer entre autres paramètres :

La densité de zooplancton D :

$$D = (n \div v1) \times (V2 \div V3)$$

Avec : n = nombre d'individus compté ; v1 = volume du filtrat prélevé ; v2 = volume de filtrat concentré ; v3 = volume total d'eau filtré).

Le Taux de Croissance Spécifique (TCS) :

TCS (en %/j) =  $([\ln(\text{poids final}) - \ln(\text{poids initial})] / \text{Durée de l'expérience}) \times 100$

Le facteur de condition K (Fulton, 1902) :  $K = (Pt / Lt^3) \times 100$ .

Avec Pt = poids total du poisson en g ; Lt = longueur totale du poisson en cm

#### **Analyses statistiques**

Les données enregistrées ont été soumises aux formules de la statistique descriptive du tableur Excel 2016. Après

vérification de l'homogénéité des variances, l'analyse de variance classique a permis d'évaluer ces résultats et les différences éventuelles entre les traitements séparés par le test de Student au seuil de probabilité 5%. Le logiciel X-L stat 2014 a été utilisé à cette fin.

## **RESULTATS**

### **Effets comparés de la fertilisation à la compostière par rapport à l'intégration porc-poisson**

La qualité de l'eau a varié significativement ( $p < 0,05$ ) pour la transparence et la couleur (17 cm dans le système en intégration porc poisson la couleur de l'eau était verte brune, contre 20 cm et la couleur vert safran dans le système compostière étang). La température (18 à 19°C) et le pH (6,92) n'ont pas montré de différence significative entre les traitements.

Le Tableau 1 montre que les taux de survie ont varié de 80 à 95% sans que les différences soient significatives entre les traitements. Par espèce toutefois, la carpe apparaît plus fragile que le tilapia ou le silure ( $p < 0,05$ ), particulièrement en intégration porc-poisson (65% de survie, contre plus de 90 et 95%).

### **Effet de l'âge des porcs en intégration sur la qualité de l'eau, la croissance et la qualité de la chair des tilapias**

A travers le Tableau 2, nous voyons que La température, la transparence, le pH et l'oxygène varient sans que les différences soient significatives ( $p > 0,05$ ) entre les deux traitements.

Les fèces des porcs en croissance stimulent significativement plus de zooplancton que les porcs en finition ( $p < 0,05$ ), avec une abondance marquée des rotifères (Tableau 3).

Le Tableau 4 montre que Le taux de survie des tilapias et des carpes a évolué entre 88 et 90% sans que les différences soient significatives entre les traitements ( $p > 0,05$ ). Par espèce, la carpe a montré un taux de survie

moindre ( $p < 0,05$ ) que celui des tilapias (75%, contre 89%).

La courbe de l'évolution du gain de poids (g) des juvéniles de *Oreochromis niloticus* en fonction du temps et des traitements Figure 1 fait ressortir une supériorité constante de prise de poids pour les poissons des étangs intégrés aux porcs en croissance par rapport aux adultes.

### Composition bromatologique

Les résultats des analyses relatifs aux effets du lisier de porc d'âge différents sur la composition bromatologique d'*Oreochromis niloticus* pendant 84 jours (% du poids frais) sont consignés dans le Tableau 5.

**Tableau 1 :** Survie et croissance de trois espèces piscicoles élevés 54 jours en fonction du mode de fertilisation de l'étang.

Caractéristiques	Espèces de poisson	Mode de fertilisation		P
		Compostière	Intégration porcherie	
Taux de survie (%)	<i>Oreochromis niloticus</i>	390,28±74,04 <sup>a</sup>	343,76±56,56 <sup>a</sup>	0,12
	<i>Cyprinus carpio</i>	2227,60±392,35 <sup>a</sup>	1766,03±299,83 <sup>b</sup>	0,00
	<i>Clarias gariepinus</i>	47,60±9,83 <sup>a</sup>	31,23±5,80 <sup>b</sup>	0,00
Taux de croissance spécifique (%)	<i>Oreochromis niloticus</i>	0,76±0,05 <sup>a</sup>	0,74±0,05 <sup>a</sup>	0,35
	<i>Cyprinus carpio</i>	0,93±0,04 <sup>a</sup>	0,86±0,04 <sup>b</sup>	0,00
	<i>Clarias gariepinus</i>	0,54±0,06 <sup>a</sup>	0,40±0,05 <sup>b</sup>	0,00
Facteur de condition K	<i>Oreochromis niloticus</i>	3,25±0,33 <sup>a</sup>	3,31±0,17 <sup>a</sup>	0,65
	<i>Cyprinus carpio</i>	3,07±0,39 <sup>a</sup>	3,11±0,56 <sup>a</sup>	0,88
	<i>Clarias gariepinus</i>	2,73±0,16 <sup>b</sup>	3,26±0,26 <sup>a</sup>	0,00

a, b : les moyennes affectées de la même lettre sur la même ligne ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% ( $p > 0,05$ ), p=probabilité, n = nombre d'étang.

**Tableau 2:** Paramètres physico-chimiques moyens de l'eau en fonction des traitements.

Traitements	Température (°C)	Oxygène dissous (mg/l)	PH	Transparence (cm)
Porc en croissance(T1)	21,61±0,815	2,23±0,49	6,87±0,24	18±2,23
Porc adulte (T2)	21,61±0,815	2,18±0,19	6,8±0,45	18±4,17

**Tableau 3:** Production zooplanctonique en fonction des traitements.

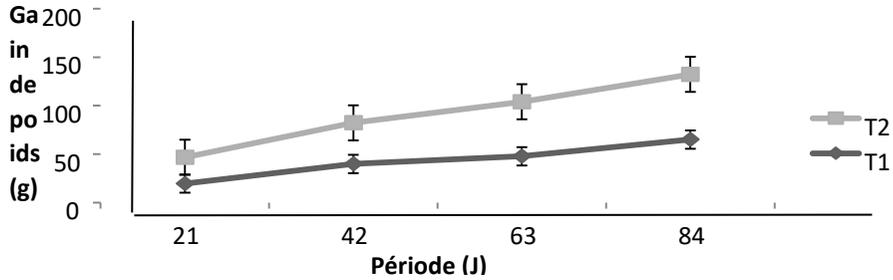
Traitements		Porc en croissance	Porc adulte
Densité de zooplancton (ind/L)	Rotifères	3720±25 <sup>a</sup>	539 ± 54 <sup>b</sup>
	Cladocères	992±11 <sup>a</sup>	107 ± 12 <sup>b</sup>
	Copépodes	160±8 <sup>a</sup>	99 ± 10 <sup>b</sup>
Total		4872	745

a,b,c : les moyennes portant des lettres identiques sur la même ligne ne présentent aucune différence significative ( $p > 0,05$ ).

**Tableau 4 :** Survie et croissance des poissons soumis 84 jours à deux modes de fertilisation.

Paramètres	Espèces de poisson	Mode de fertilisation	
		Porc en croissance	Porc adulte
Pi (g)	<i>Oreochromis niloticus</i>	25,0 ± 1,2 <sup>a</sup>	25,0 ± 1,2 <sup>a</sup>
	<i>Cyprinus carpio</i>	2227,60±392,35 <sup>a</sup>	1766,03±299,83 <sup>b</sup>
Pf (g)	<i>Oreochromis niloticus</i>	92,3 ± 1,2 <sup>a</sup>	90,0 ± 2,3 <sup>a</sup>
	<i>Cyprinus carpio</i>	2227,60±392,35 <sup>a</sup>	1766,03±299,83 <sup>b</sup>
Taux de croissance spécifique (%)	<i>Oreochromis niloticus</i>	1,55±0,3 <sup>a</sup>	1,52±0,8 <sup>a</sup>
	<i>Cyprinus carpio</i>	0,93±0,04 <sup>a</sup>	0,86±0,04 <sup>b</sup>
Facteur de condition K	<i>Oreochromis niloticus</i>	1,85± 0,18 <sup>a</sup>	1,63 ± 0,20 <sup>a</sup>
	<i>Cyprinus carpio</i>	3,07±0,39 <sup>a</sup>	3,11±0,56 <sup>a</sup>
Taux de survie (%)	<i>Oreochromis niloticus</i>	90,01±1,3 <sup>a</sup>	88,33±1,68 <sup>a</sup>
	<i>Cyprinus carpio</i>	65,60±5,35 <sup>a</sup>	85,03±2,83 <sup>b</sup>

Pi poids initial; Pf, poids final. a,b c : les moyennes portant des lettres identiques sur la même ligne ne présentent aucune différence significative (p > 0,05).



T1 : porc en croissance, T2 : porc adulte .

**Figure 1:** Evolution journalière du gain de poids en fonction des traitements.

**Tableau 5 :** Composition bromatologique de *Oreochromis niloticus*.

	Initial	Porc en croissance	Porc adulte	CME
Eau (%)	81,08 <sup>a</sup>	79,15 <sup>a</sup>	78,7b <sup>a</sup>	0,08
Protéines brutes (%)	12,5 <sup>a</sup>	14,3a <sup>a</sup>	14,33 <sup>a</sup>	0,05
Cendres (%)	5,1 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>	0,10
Lipides (%)	1,5 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	0,38
Energie	3,6 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	0,12

abc les moyennes portant des lettres semblables sur la même ligne entre les traitements ne sont pas significativement différentes (p>0,05).

CME : Carré moyen de l'erreur résiduelle dans l'analyse de variance.

## DISCUSSION

Les résultats du premier test font ressortir dans le contexte du climat tropical montagnard prévalant dans le site des investigations que l'utilisation de la compostière permet une meilleure croissance du tilapia du Nil et de la carpe commune, pendant que le silure africain se développe mieux en système intégré porc-poisson. Si la pratique du compostage intra-étang est fort bien vulgarisée et adoptée par la majorité des pisciculteurs à petite échelle en Afrique subsaharienne (Pouomogne et al., 1998), les données du présent travail précisent et confirment bien l'éthologie alimentaire du tilapia, puis de la carpe commune comme micro-détritivore et périphytophage omnivore (NACA, 1989). Le poisson-chat dans les mêmes conditions se développe davantage en consommant le zooplancton stimulé par les fèces de porcelets, comme suggéré par les comptages de plancton de l'essai relatif à l'effet de l'âge des porcs. Cette tendance alimentaire va dans le sens des observations de Van Weerd (1995), qui attribue à *Clarias gariepinus* par ses enzymes de la digestion un régime omnivore à tendance carnivore. Les révélations de la présente investigation constitue en un vrai cas d'école relativement aux voies hétérotrophe (la matière fertilisante est directement consommée par le poisson) ou autotrophe (elle enrichit la chaîne alimentaire phytoplancton-zooplancton-poisson après minéralisation par les bactéries dédiées) empruntées par la particule fertilisante dans l'étang. En utilisant la technique de la résonance magnétique nucléaire basée sur le rapport entre isotopes stables d'atomes de carbone ou d'azote ( $\delta C$ ), des études menées il y a des décennies, et plusieurs fois actualisées ont statué scientifiquement sur le devenir de la matière organique ou azoté utilisé comme fertilisant ou aliment simple dans l'étang ; ces études ont notamment mis en évidence la prééminence de la voie hétérotrophe dans la croissance des tilapias et des carpes asiatiques (Garg et al., 2007 ;

Britton et al., 2018). Dans ce cas, ce n'est pas la particule elle-même qui est responsable du gain de poids, mais les microorganismes du periphyton dont elle servirait de substrat le temps de son séjour dans l'eau de l'étang fertilisé (Hepher et Pruginin, 1990). Il est loisible de relever que la température de l'eau, en moyenne de 21,5°C, est restée en deçà des gammes de valeurs optimales pour les espèces piscicoles considérées (Toko et al., Fishbase, 2010 ; Moreau et Costa-Pierre, 1997 ; Boyd, 1982). La transparence, bien que faible (inférieure à 25 cm dans tous les traitements), est restée supérieure à 15 cm : le taux de fertilisation aurait pu être légèrement augmenté, afin d'accroître la disponibilité du periphyton et de détritus, ainsi que du zooplancton pour les poissons (Pouomogne, 2013 ; Akodogbo et al., 2014). Les taux de croissance spécifique observés (en moyenne de 1,5%/j pour le tilapia) sont supérieurs à ceux d'études antérieures en conditions écologiques comparables : Rukera (2012) au Rwanda enregistre des TCS du tilapia variant entre 0,4 et 0,7 %/j en étangs intégrés aux clapiers tandis qu'en région nord-ouest camerounais, Satia et al., 1997 rapportent des TCS proches de 1,4% /j. En fin de compte, les pisciculteurs en climat tropical montagnard (19-22°C), pratiquant le compost intra-étang, devraient préférer la carpe commune comme espèce à associer en polyculture avec le tilapia du Nil.

Les résultats du test 2 mettent en évidence que le fumier de jeunes porcs est plus efficient que celui de porcs adultes en étang de tilapia du Nil en co-culture avec la carpe commune. On pourrait d'emblée attribuer ce fait à la qualité de l'aliment ingéré par les porcs, qui a pu influencer sur les fèces. Les paramètres physico-chimiques de l'eau sont pourtant restés comparables entre les traitements, corroborant les observations de Agadjihouédé et al., 2010, 2011 et par Akodogbo et al., 2014 dans les bacs fertilisés à base des déjections animales. Ces auteurs rapportent que la fertilisation, surtout si le fumier est du même type, n'affecte pas

significativement la température, le pH et l'oxygène dissout quelle que soit la dose. La faible transparence relative des eaux (18 cm en moyenne) serait en relation avec l'essaimage du plancton dans la colonne d'eau (Njine et al., 2007). L'effet fertilisant des deux modes de fertilisation se traduit par un enrichissement des eaux en plancton, le fait marquant restant une production, particulièrement des rotifères et des cladocères plus de 8 fois plus élevés en intégration avec les jeunes porcs qu'avec les adultes. Cette richesse différenciée en plancton s'est bien évidemment traduite au niveau de la croissance des poissons. Le gain de poids des tilapias (16,5 g), leur taux de croissance spécifique (1,53% /j) et le gain moyen quotidien (0,79 g/j) sont supérieurs à ceux rapportés dans des travaux antérieurs même avec des températures plus favorables Bogne et al. (2008). La meilleure efficacité de fumier de jeunes porcs par rapport aux adultes corrobore les observations de Mikolasek et al. (2009). Dans un travail homologue à Kamur et al. (2006) ces auteurs ont obtenu des résultats similaires, qu'ils attribuent à la composition différente des fèces, en fait en mélange avec de l'aliment gaspillé par les animaux sur pilotis et valorisé directement par les poissons dans l'eau, un aliment en fait plus riche en protéines. Le taux de survie du tilapia du Nil plus élevé que celle de la carpe commune est lié à une fragilité de cette dernière espèce face au déficit en oxygène dissous, en relation avec l'activité photosynthétique et l'oxydation des matières organiques par voie biologique ou chimique en période non éclairée (NACA, 1989 ; Moreau et Costa-Pierce, 1997 ; Njine et al. 2007).

Les valeurs du facteur de condition K (1,75 en moyenne) traduit un bon état d'embonpoint des tilapias et des carpes dans le biotope du climat montagnard ; sur la base de la formule de Fulton (1902) en effet, un  $K > 1$  traduit un corps plus trapu que longiligne. L'utilisation d'effluents des élevages d'animaux terrestres en aquaculture soulève usuellement la problématique de la qualité sanitaire et nutritionnelle des poissons issus des

eaux fertilisées. Les données de la présente étude sur la composition bromatologique des tilapias confortent celles de travaux antérieurs, à savoir des taux de protéines et de lipides comparables à meilleurs en comparaison des poissons élevés dans des eaux « propres » (Pouomogne, 2013 ; Lazard, 2019). L'explication est évidente car, les aliments naturels générés par la fertilisation (plancton, périphyton, détritus) et consommés par les poissons par les cheminements hétérotrophes ou autotrophes ont en moyenne une valeur nutritionnelle meilleure et sont disponible continuellement dans les milieux contrairement aux aliments exogènes distribués aux poissons (Hortense et al., 2016).

### Conclusion

En définitive, deux informations majeures innovantes peuvent être mises en évidence au terme des présentes investigations menées en milieu proche du réel sur la valorisation du compost intra-étang en polyculture tilapia-carpe-silure, et sur l'âge de l'animal sur pilotis à adopter en intégration porc-poisson. Le tilapia et la carpe tirent mieux profit de la compostière intra-étang pour leur croissance que le silure, qui se développe mieux en étang fertilisé par le fumier de porcelet. De ce fait, les pisciculteurs qui adoptent dans leur grande majorité le système du compostage intra-étang, et dont l'accessibilité aux alevins complémentaires au tilapia est limitée, doivent privilégier l'association avec la carpe commune plutôt qu'avec le silure. Le deuxième résultat est que l'aliment naturel est plus abondant, avec une influence plus positive sur la croissance des poissons quand on utilise des porcelets plutôt que des porcs adultes en élevage intégré porc-poisson. Dans les deux cas, les tilapias font montre d'un bon embonpoint, et leur chair est de bonne qualité. Les présentes informations convoyées à bon port devraient amener les pisciculteurs à petite échelle mieux encadrés dans l'intégration agro-piscicole de leur exploitation familiale agricole à accroître leur contribution à la production piscicole nationale.

## CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflits d'intérêts.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Tous les auteurs ont contribué à la prise en charge des matériels didactique, technique et à la rédaction du manuscrit. Tous les auteurs ont approuvé la version finale du manuscrit. Plus spécifiquement, EPD qui a conduit les travaux de terrain, YMPG qui a appuyé financièrement la mise en place, la conduite et la publication des actes d'investigations, PZ, TEE ont affiné les méthodologies et guidé dans la revue littéraire, MTE et VP ont relu la version finale du manuscrit.

## REMERCIEMENTS

La présente publication dérive des travaux effectués par la première auteure dans le cadre de ses travaux de rapport de licence professionnelle et de mémoire d'Ingénieur Halieute. Nous remercions tous les co-stagiaires (particulièrement Afane Ketty Sandra et Djomo Tchoung Stephanie Audrey), et les autres personnels présents au sein de la ferme FRAPAIK-Moyo de Baham pendant le déroulement des investigations. Pouomogne Kamtchuing Laurence pour la mise à disposition de sa machine. Le personnel du laboratoire des sciences du sol de l'université de Dschang où les différentes analyses concernant ces travaux ont été faits.

## REFERENCES

ACEFA Ouest. 2020. Projet d'Amélioration des Exploitations Familiales Agricoles, Région de l'Ouest Cameroun. Rapport annuel d'activités, p.102.

Agadjihouédé H, Bonou CA Chikou A, Laléyé P. 2010. Production comparé de zooplankton en bassins fertilisés avec la fiente de volaille et la bouse de vache. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(2): 432-442. DOI : 10.4314/ijbcs.v4i2.58143

Agadjihouédé H, Bonou CA, Montchowui E, Laléyé Ph. 2011. Recherche de la dose optimale de fiente de volaille pour la production spécifique de zooplancton à des fins piscicoles. *Cahiers Agricultures*, **20**(4): 247-260. DOI: 10.1684/agr.2011.0495

Akodogbo HH, Bonou CA, Fiogbè ED. 2014. Effet de la fertilisation à base des déjections de porc sur la production du zooplancton. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(6): 2721-2730. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.31>.

AOAC.1990. *Official Methods of the Analysis of the AOAC* (Vol. 1 et 2, 15th edition). Association of Agricultural Chemists: Washington DC; p.1298.

Bernacsek GM, Powles H (eds) 1988. Workshop on Aquaculture Systems Research in Africa, 14-17November 1988, Bouake, Cote d'Ivoire. IDRC Conf. Proc; Ottawa, Canada.

Billard R., 1995. *Les Carpes : Biologie et Elevage*. INRA : Paris ; p. 388.

Bogne SC, Mikolasek O, Barlet B, Chia E, Pouomogne V, Tomedi EM. 2008. Change in the practices and representations of small-scale fish farming activity : a partnership research process in West Cameroon. Proceedings of the 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, Cairo (Egypt), October 12-14 2008, 633-644.

Boyd CE. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company: Amsterdam, Oxford, New York.

Efole ET. 2011. Optimisation biotechnique de la pisciculture en étang dans le cadre du développement durable dans l'exploitation familiale agricole au Cameroun. Thèse de doctorat de l'Université de Dschang – Agro campus Rennes, p.176.

Egna HS, Boyd CE. 1997. *Dynamics of Pond Aquaculture*. CRC Press: New York; 437.

- FAO/ICLARM/IIRR, 2003. Intégration agriculture-aquaculture : principes de base et exemples. FAO Document technique sur les pêches No. 407, FAO (Ed), Rome Italie ; p.161.
- FAO FishStat Plus: Fisheries Data. <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>, (accès en ligne en septembre 2021).
- FAO. 2018. La situation mondiale de la pêche et de l'aquaculture. Atteindre les objectifs du développement durable. Rome. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 137p
- Fernando CH. 2002. Introduction in a guide to tropical fresh water zooplankton. Identification ecology and impact on fisheries. Fernando CH (Ed.), Leiden (Netherlands).
- Frontier S. 1972. Calcul de l'erreur sur un comptage de zooplancton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **8**: 121-132.
- Garg SF, Ashok K, Arasu ART, Anita B, Jana SN, Barman UK. 2007. Effect of Periphyton and Supplementary Feeding on Growth Performance and Nutritive Physiology of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, and Pearlscale, *Etroplus suratensis*, Under Polyculture. *Journal of Applied Aquaculture*, **19**(3): 19-45.
- Hepher B, Pruginin Y. 1990. Fertilization and manuring. In *Commercial Fish Farming*. A Wiley-interscience publ., John Wiley & Sons (Eds): New York U.S.A; 162-191.
- Kumar K, Ayyappan S. 1998. Current practices in integrated aquaculture from India. Integrated Aquaculture Research Planning Workshop, Purulia India March 1998. Working paper N° 5; p 25.
- Lazard J. 2019. *Piscicultures du Monde. Aujourd'hui et Demain. Académie d'Agriculture de France*. Presses des Mines : Paris ; 263.
- Lazard J, Pouomogne V, Habib C. 2017. La pisciculture en Afrique sub-saharienne, un potentiel en quête de valorisation. *Revue de l'Académie d'Agriculture de France*, N° 12 : 54-59.
- Legendre L, Watt WD. 1972. On a rapid technic for plankton enumeration. *Annls. Int. Oceanogr*, **XL VIII**: 173-177.
- Mikolasek O, Barlet B, Chia E, Pouomogne V, Tomedi EM. 2009. Développement de la petite pisciculture marchande au Cameroun : la recherche-action en partenariat. *Cahiers Agricultures*, **18**: 270-276.
- Moreau J, Costa PB. 1997. Mini review: Introduction and present status of exotic carps in Africa. *Aquaculture Research*, **28**: 717-732.
- NACA. 1989. Integrated Fish Farming in China. NACA Technical Manual 7. A world Food Day Publication of the Network of Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand; 278.
- NEPAD, 2005. *Action Plan for the Development of African Fisheries and Aquaculture*. NEPAD-Fish for All Summit, Abuja, Nigeria, 23rd August 2005. Web site: <http://www.fishforall.org/ffa-summit/>.
- Nisar U, Peng D, Mu Y, Sun Y. 2022. A Solution for Sustainable Utilization of Aquaculture Waste: A Comprehensive Review of Biofloc Technology and Aquamimicry. *Front. Nutr.*, **8**: 791738. DOI:10.3389/fnut.2021.791738.
- Njine T, Zebaze TSH, Nola M, Niyitegeka D, Ayissi EPT, Foto MS. 2007. Peuplement phytoplanktonique et qualité des eaux en milieu lacustre anthropisé : cas du lac municipal de Yaoundé (Cameroun). *African Journal of Science and Technology (AJST). Science and Engineering Series*, **8**(1) : 39 – 51.
- Pouomogne V. 1987. Rapport de stage de pisciculture intégrée en Chine, 15 Avril - 15 Août 1987. 10 p. + an. Institut des Recherches Zootechniques du Cameroun et Centre des Recherches pour le Développement International, Canada.

- Pouomogne JB.1998. *Principes de Pisciculture Appliquée en Milieu Tropical Africain. Comment Produire du Poisson à Coût Modéré (des exemples du Cameroun)*. CEPID / Coopération Française Yaoundé. Presses Universitaires d'Afrique : Yaoundé Cameroun ; p.236.
- Pouomogne V. 2013. Contribution au développement de la pisciculture en Afrique subsaharienne. Des recherches sur les bases biotechniques à la prise en compte des pisciculteurs dans leur complexité. Mémoire de HDR, Université de Lorraine ; p 140.
- Pouomogne V. 2020. Rapport de la Revue Technique Externe Indépendante du Plan National d'Investissement Agricole SDSR/PNIA 2020-2030 du Cameroun. NEPAD-PDDAA; p 44.
- Satia BPN. 1997. The integration of an aquaculture poultry production system in Cameroun. In *Integrated Fish Farming*, Mathias AT, Charles H, Boatong (Eds). CRC Press: NewYork; 245-255.
- Toko II, Bachabi SF-X, Houndji AMB, Fiogbe ED, Kestemont P. 2013. Watter quality and productivity of the traditional aquaculture system (whedos) in Oueme delta (Benin). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(3): 1298-1312. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.35>
- Yao HA, Koumi AR, NOBAH CSK, ATSE CB, Kouamelan PE. 2016. Evaluation de la compétitivité des systèmes piscicoles pratiqués en Côte d'Ivoire: gestion, alimentation et production. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 10(3): 1086-1097. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.15>