Afrique SCIENCE *26(4) (2025) 28 - 45*
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.net

Évaluation de l'effet de l'apport des aliments exogènes sur la prolifération du zooplancton d'une ferme rizipiscicole de Bonoufla, Côte d'Ivoire

Awa TRAORE[1], Noël GROGA[2], Atto Delphin KOUADIO[1*], Logro Ronnie Olga GNEBA[2] et Kouamé Martin KOUAME[1]

[1] Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement, Laboratoire de Biodiversité et Écologie Tropicale, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire
[2] Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

(Reçu le 08 Février 2025 ; Accepté le 25 Mars 2025)

* Correspondance, courriel : *delphinkouadio2@gmail.com*

Résumé

L'objectif de l'étude était d'évaluer l'effet des sous-produits agricoles utilisés dans le nourrissage de *Oreochromis niloticus* sur la diversité et l'abondance du zooplancton des étangs d'une ferme rizipiscicole. L'étude a été réalisée à l'aide d'un dispositif constitué de quatre étangs rizipiscicoles de grossissement de *O. niloticus* avec trois catégories d'aliments exogènes (son de maïs (RSM), son de riz (RSR) et de sous-produits combinés (RPC)), un étang rizipiscicole témoin (RC) et d'un barrage. Les paramètres physico-chimiques de l'eau de ces structures d'élevage ont été mesurés mensuellement entre mai et novembre 2020. Le zooplancton a été collecté par filtration des échantillons d'eau. Les indices de diversité et la densité cellulaire du zooplancton dans les structures d'élevage ont été calculés. Il ressort que la faune zooplanctonique des structures d'élevage est composée de 127 taxons dominés par les Rotifères représentant 62,99 %. Les apports de son de maïs et de la combinaison de sous-produits agricoles aux poissons ont permis d'enregistrer les plus fortes densités respectives de 680,6 x 10^6 ind/L et 550,5 x 10^6 ind/L de zooplancton dans les étangs rizipiscicoles. Les taxons appartenant aux familles de Asplanchnidae et de Brachionidaes ont été les plus prédominants dans les structures d'élevage. La prolifération des taxons zooplanctoniques est inféodée à la conductivité, l'acidité, la concentration de l'oxygène dissous et des sels nutritifs de l'eau des étangs rizipiscicoles. Cette étude démontre que le son de maïs et la combinaison de sous-produits agricoles peuvent être utilisés pour optimiser l'abondance du zooplancton, proie vivante des poissons, dans les systèmes d'association riz-poisson.

Mots-clés : *diversité, rotifères, rizipisciculture, sous-produits agricoles, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Assessment of the effect of exogenous feed on zooplankton proliferation in a rice-fish farm of Bonoufla, Côte d'Ivoire

The aim of the study was to evaluate the effect of agricultural by-products used in the feeding of *Oreochromis niloticus* on the diversity and abundance of zooplankton in the ponds of a rice-fish farm. The study was carried out using a set-up consisting of four rice-fish culture ponds for grow-out of *O. niloticus* with three categories

of exogenous feed (maize bran (RSM), rice bran (RSR) and combined by-products (RPC)), a control rice-fish culture pond (RC) and a dam. The physicochemical parameters of the water in these rearing structures were measured monthly between May and November 2020. The zooplankton organisms were collected by filtering water samples. The diversity indexes and cell density of the zooplankton in the rearing structures were calculated. Results show that the zooplankton fauna of the farm structures was composed of 127 taxa, dominated by Rotifers (62.99 %). Inputs of maize bran and a combination of agricultural by-products to the fish gave the highest zooplankton densities of 680.6 x 10^6 ind/L and 550.5 x 10^6 ind/L, respectively, in the rice-fish ponds. Taxa from the families Asplanchnidae and Brachionidaes were the most predominant in the farm structures. The proliferation of zooplanktonic taxa is dependent on the conductivity, acidity, dissolved oxygen concentration and nutrient salts of the water in the rice-fish ponds. This study illustrates that maize bran and a combination of agricultural by-products can be used to optimise the abundance of zooplankton, the food of fish, in rice-fish association systems.

Keywords : *diversity, rotifers, rice-fish culture, agricultural by-products, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

L'association de la culture du riz à l'élevage de poissons dans un même basin est un système de rizipisciculture plus économique et rentable [1]. Ce système constitue l'un des moyens de résilience aux effets du changement climatique en milieu rural [2, 3]. La rizipisciculture est très peu développée en Afrique subsaharienne, contrairement en Asie [4, 5]. L'accès aux aliments industriels pour nourrir les poissons et leur coût élevé constituent les principales contraintes pour le développement de la rizipisciculture [6]. En Côte d'Ivoire, face au coût onéreux des aliments exogènes d'origine industrielle, les sous-produits agricoles tels que les sons de riz et de maïs constituent les principaux aliments utilisés par les rizipisciculteurs, notamment ceux de la région du Haut-Sassandra [7]. Ces aliments exogènes, bien que favorisent l'accroissement de la production rizipiscicole [8], sont le plus souvent à la base de la fertilisation accrue et d'eutrophisation des structures d'élevage [9]. Cette fertilisation n'est souvent pas sans inconvénient sur la vie des organismes qui y vivent tels que le zooplancton [10]. Le zooplancton est un compartiment incontournable de la biocénose aquatique, car il fait partie des maillons essentiels des chaînes trophiques dans les milieux aquatiques [11]. En effet, de par sa structure et son abondance, le zooplancton peut être utilisé comme indicateur de la pollution des eaux [12]. Par ailleurs, le zooplancton participe à l'équilibre des hydrosystèmes en consommant non seulement le phytoplancton, mais aussi en servant de nourriture à de nombreux organismes tels les poissons [13, 14]. Au regard de son rôle trophique, l'étude des communautés zooplanctoniques paraît importante pour le bon fonctionnement des structures d'élevage [14] et surtout, pour une gestion rationnelle des aliments. Ces divers intérêts que revêt le zooplancton ont fait de lui un groupe zoologique bien étudié dans le monde et la Côte d'Ivoire n'est pas en reste de ces études. Ainsi, dans ce pays, plusieurs travaux ont été réalisés sur le zooplancton des étangs piscicoles [13, 15, 16]. Mais dans les étangs rizipiscicoles, les études sur le zooplancton sont très peu et se limitent jusque-là à celle de [17] qui n'a mentionné que l'occurrence de quelques groupes de zooplancton dans les étangs rizipiscicoles de Bouaké. L'hypothèse émise dans cette étude est que les étangs rizipiscicoles contiennent une diversité de zooplancton que l'apport quotidien d'aliments aux poissons impacte leur prolifération. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet des sous-produits agricoles utilisés dans le nourrissage de *Oreochromis niloticus* Linné 1758, sur la diversité et l'abondance du zooplancton des étangs d'une ferme rizipiscicole.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude et dispositif expérimental

L'expérience de cette étude a été réalisée dans les structures d'élevage de la ferme rizipiscicole de Kouadiokro-Bonoufla située aux coordonnées 7°11'40"N et 6°31'38,5"W. Elle se trouve dans le département de Vavoua, à 12 km du village de Bonoufla. Le climat de ce département est de type équatorial de transition atténué [18]. Les précipitations de cette localité sont comprises entre 1200 et 1600 mm par an et sont réparties sur toute l'année avec un maximum aux mois de juin à juillet et un minimum au mois de décembre à mars [19]. La température annuelle du département de Vavoua varie entre 19 et 33°C [20]. La ferme rizipiscicole s'étend sur une superficie de 3060 m^2 et est constituée de neuf étangs numérotés de E1 à E9 ***(Figure 1)***. Ces étangs sont alimentés en eau à partir d'un barrage situé en amont [9]. Le dispositif expérimental a été conçu avec quatre étangs rizipiscicoles (E2, E4, E6 et E8) ayant chacun une surface de 200 m^2. Ces étangs ont été choisis selon leur disposition par rapport à la source d'alimentation et le type d'apport alimentaire (son de maïs, son de riz et combinaison de sous-produits agricoles). Deux points (B1 et B2) du barrage ont été retenus comme une référence ***(Figure 1)***. Ces étangs contenaient des plantules de riz *Oriza sativa*, Poaceae, Linné 1758 repiquées avec un écartement de 25 cm et des juvéniles mâles de *Oreochromis niloticus* avec une densité de 1,5 poissons/m^2. Les aliments apportés aux poissons dans ces répétitions étaient du son de maïs, du son de riz et d'aliments combinés de plusieurs sous-produits agricoles.

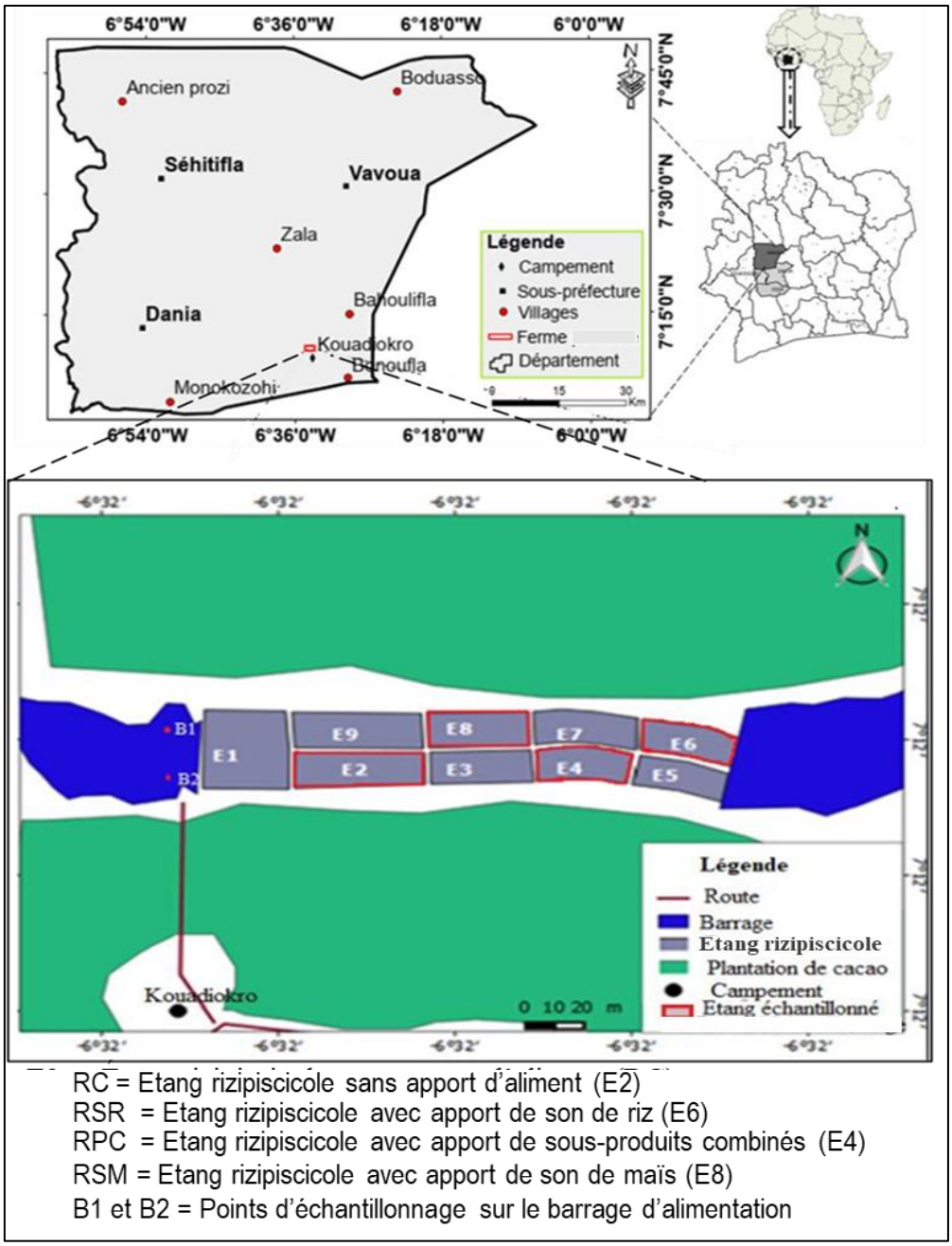

Figure 1 : *Présentation de la ferme rizipiscicole de Kouadiokro-Bonoufla et du dispositif expérimental utilisé pour cette étude* [9]

2-2. Collecte des données

Les données de cette étude ont été collectées mensuellement entre mai et novembre 2020. La collecte du zooplancton a consisté à prélever 45 litres d'eau de chaque étang à l'aide d'un seau de 15 L. Ces quantités d'eau prélevées ont été filtrées à l'aide d'un filet à plancton de 20 µm de vide de maille. Après filtration des sous-échantillons d'eau obtenus ont été renversés dans les piluliers de 50 ml, puis fixés avec du formol à 5 %. Pendant ces mêmes périodes, le pH, l'oxygène dissous, la température et la conductivité des eaux ont été mesurés *in situ* avec un multiparamètre HQ40d. La transparence de l'eau de chaque étang a été mesurée à l'aide du disque de Secchi. Des échantillons d'eau de 500 ml ont été également collectés et acheminés au laboratoire dans une glacière pour le dosage des sels nutritifs (NH_4^+ et PO_4^{3-}).

2-3. Identification et comptage des organismes zooplanctoniques

Les échantillons d'eau collectés ont été homogénéisés, une goutte de l'échantillon est prélevée à l'aide d'une micropipette puis déposée entre lame et lamelle. Cette goutte est observée au microscope photonique de type OPTIKA à l'objectif 40x pour rechercher les organismes zooplanctoniques qui sont aussitôt photographiés. L'identification au niveau spécifique des Rotifères a été effectuée à l'aide du guide de [21], celle des Cladocères et des Copépodes a été réalisée en utilisant les clés proposées respectivement par [22] et Dussart [23]. Le comptage cellulaire a été effectué au microscope inversé de type OPTIKA selon la méthode de Uthermöhl [24] et la norme NF EN 15204.

2-4. Détermination des paramètres biologiques

Pour évaluer l'effet de l'usage des sous-produits agricoles sur la prolifération des organismes de zooplancton, les paramètres biologiques suivants ont été utilisés.

2-4-1. Richesse spécifique

La richesse spécifique est le nombre total d'espèces de la communauté étudiée [25]. Elle indique la variété spécifique des peuplements. La richesse spécifique du zooplancton a été déterminée en quantifiant directement le nombre total de taxons zooplanctoniques recensés dans chaque structure d'élevage.

2-4-2. Densité des cellules zooplanctoniques

La densité cellulaire est le nombre de cellules ou d'individus récoltés par unité de surface ou par unité de volume. La densité d'un taxon i de zooplancton (D_i) a été calculée selon la ***Formule (1)*** et exprimée en nombre d'individu par litre.

$$D_i = \frac{X_i}{C}\left[\frac{Ad}{aV}\right] \qquad \text{avec } a = \pi R^2_{40x} \qquad (1)$$

avec, D_i = la densité d'un taxon i ; X_i = le nombre d'individus comptés pour un taxon i ; a = la surface d'un champ observé au microscope ; C = le nombre de champs visités à l'objectif 40x ; R_{40x} = le rayon du champ à l'objectif 40x ; A = la superficie, en mm^2, de la cuve à sédimentation où s'accumulent les cellules ; d = le facteur de dilution ; V = le volume d'échantillon sédimenté.

2-4-3. Fréquence d'occurrence

La fréquence d'occurrence (FO) d'une espèce correspond à son taux d'apparition dans une série de prélèvements sur une échelle spatiale ou temporelle. Elle permet de définir trois classes de taxon : les taxons constants (FO $\geq$ 50 %), les taxons accessoires (25 % $<$ FO $<$ 50 %) et les taxons accidentelles (FO $\leq$ 25 %) [26]. Cette fréquence a été calculée à l'aide de la ***Formule (2)*** suivante [26].

$$FO = (Ni/Nt) \times 100 \qquad (2)$$

N_i étant le nombre d'échantillons où l'espèce i apparaît et N_t le nombre total d'échantillons du milieu considéré.

2-4-4. Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon-Weaver est une mesure du degré d'organisation d'un peuplement (une espèce domine ou plusieurs espèces se partagent le milieu). Il permet de quantifier la biodiversité d'un milieu d'étude. Il a été calculé en utilisant la proportion de chaque espèce selon la ***Formule*** mathématique suivante ***(3)*** :

$$H' = -\sum_{i=1}^{Rs} P_i \mathrm{Log}_2(P_i), \text{ où } \quad P_i = n_i/N \qquad (3)$$

avec, H' = l'indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits/cells [27] ; P_i = la proportion de la $i^{ème}$ espèce ; n_i = le nombre d'individus de l'espèce i ; N = le nombre total d'individus ; R_s = le nombre total d'espèces observées.

En fonction de la valeur de cet indice, trois niveaux de diversité des espèces sont distingués :

- lorsque H' < 1, alors la diversité est faible ;
- si 1 < H'< 3, la diversité est modérée ;
- et si H' > 3, alors la diversité est forte [28].

2-4-5. Indice d'équitabilité

L'Indice d'équitabilité de Piélou permet de comparer les diversités de deux communautés ayant des nombres d'espèces différents [26]. Il varie entre 0 et 1. Cet indice tend vers 0 lorsqu'il y a un phénomène de dominance d'une espèce et tend vers 1 lorsque la répartition des espèces est régulière et équitable [26]. L'Indice d'équitabilité a été calculé à l'aide de la ***Formule (4)*** suivante :

$$E = \frac{H'}{\mathrm{Log}_2(R_s)} \qquad (4)$$

avec, E = l'indice d'équitabilité ; R_S = la richesse spécifique ; H' = l'indice de Shannon-Weaver.

2-5. Traitement statistique des données

Les tests (ANOVA et Kruskal-Wallis) ont été utilisés pour tester la variance des paramètres physico-chimiques et la diversité du zooplancton entre les différentes structures d'élevage. Ces tests sont significatifs pour une valeur de la probabilité inférieure à 0,05 ($p < 0,05$). L'analyse de corrélation entre l'abondance des principaux taxons zooplanctoniques des structures d'élevage récoltés (contribution > 5 p.c.) et les paramètres physico-chimiques a été réalisée à partir du programme CANOCO [29].

3. Résultats

3-1. Paramètres physico-chimiques de l'eau des structures d'élevage

Les données des paramètres physico-chimiques sont présentées dans le ***Tableau 1.*** Ce tableau montre qu'à l'exception de la température, les valeurs des paramètres physico-chimiques obtenues dans les étangs rizipiscicoles sans apport alimentaire (RC) et ceux ayant reçu des apports de sous-produits agricoles sont significativement différentes (ANOVA 1, $p < 0,05$). Les valeurs de la transparence, l'oxygène dissous et du pH sont plus élevées dans les étangs (RC), alors que celles des autres paramètres sont contrairement plus élevées dans les étangs où les poissons sont nourris avec des poissons nourris avec l'aliment sous-produits combinés (RPC).

Tableau 1 : *Paramètres physico-chimiques de l'eau des structures d'élevage de la ferme rizipiscicole de Bonoufla*

Paramètres	Structures d'élevages						*P*
	RC	RPC	RSM	RSR	B1	B2	
Transp (cm)	35,17±3,98ba	20,11±2,93ab	24,62±3,58ab	28,46±3,97ab	43,89±7,31a	45,83±7,38a	0,00
Temp (°C)	26,72±0,94a	26,63±1,23a	27,04±1,56a	27,05±1,43a	29,64±1,19b	29,27±1,45b	0,00
DO (mg/L)	4,03±0,51c	3,06±0,73a	3,2±0,67a	3,49±0,71a	5,35±0,63b	5,42±0,54b	0,00
pH	6,4±0,39d	5,05±0,56c	5,61±0,51a	5,74±0,42a	6,76±0,31b	6,70±0,32b	0,00
Cond(µs/cm)	133,98±22,9a	225,58±33,8bc	182,67±36,1b	187,04±23,05	121,06±21,7a	125,39±21,3a	0,00
NH_4^+ (mg/L)	0,4±0,12a	1,43±0,6a	0,95±0,38a	0,75±0,27a	0,35±0,13ab	0,42±0,15b	0,00
PO_43^- (mg/L)	0,49±0,1b	0,68±0,18ab	0,71±0,18ab	0,61±0,20ab	0,94±0,22ab	0,97±0,34b	0,004

Les valeurs représentent la moyenne ± écart type ; Les valeurs de la même ligne qui portent le même exposant ne sont pas significativement différentes (Test LSD de Fisher, $p > 0,05$) ; le signe (*) indique que les différences sont significatives (ANOVA 1 facteur, $p < 0,05$).

3-2. Composition taxonomique des communautés zooplanctoniques

Au total, 127 taxons zooplanctoniques répartis en 16 familles ont été identifiés dans les structures d'élevage ***(Tableau 2)***. Le groupe des Rotifères avec 80 taxons (63 %) et 10 familles a été le plus diversifié, suivi des autres organismes zooplanctoniques représentés par 20 taxons (15,48 %). Le groupe des Cladocères comprenant 14 taxons (11,02 %) répartis en 5 familles et celui des Copépodes comprenant 13 taxons (10,23 %) et une famille ont été les moins diversifiés en espèces. Les taxons appartenant aux familles des Lecanidae, Asplanchnidae (16 taxons) et des Testudinellidae (14 taxons) ont été les plus nombreux. Les étangs rizipiscicoles ayant reçu les sous-produits agricoles (RPC, RSR et RSM) ont été plus riches en taxons zooplanctoniques contrairement à l'étang témoin (RC) et au barrage (B1 et B2). Les espèces *Anuraeopsis fissa*, *Anuraeopsis lauterborn, Brachionus angularis*, *Brachionus plicatilis, Brachionus* sp., *Polyarthra luminosa, Polyarthra remata*, *Arcella* sp., *Dileptus* sp. et *Paramecium* sp. ont été observées dans toutes les structures d'élevage. Par contre *Euglypha* sp., *Centropyxis discoides, Dipleuchla nispropatula, Heterocypris* sp. n'ont été rencontrées que dans le barrage. Dans l'ensemble, les taxons accidentels dominent la richesse du zooplancton à toutes les structures d'élevages avec 60 % de taxons. Ce sont les plus diversifiés. Ils sont suivis des taxons constants avec des fréquences d'occurrence de 23,5 %. Quant aux taxons accessoires, ils enregistrent les plus faibles proportions à tous les points d'échantillonnages (16,5 %).

Tableau 2 : *Liste des taxons zooplanctoniques de la ferme rizipiscicole de Bonoufla*

Taxons	Abréviation	FO	Structures d'élevage					
			RC	RPC	RSM	RSR	B1	B2
ROTIFERES (80 = 63 %)								
Asplanchnidae								
Anuraeopsis coelata	Anco	**		+	+	+		
Anuraeopsis fissa	Anfi	***	+	+	+	+	+	+
Anuraeopsis urawensis	Anur	*		+	+			
Anuraeopsis lauterborn	Anla	**	+	+	+	+	+	+
Anuraeopsis navicula	Anna	**	+		+		+	
Anuraeopsis sp.	Ansp.	**	+		+	+		
Anuraeopsis sp.1	Ansp.1	**	+		+			
Anuraeopsis quadriantennata	Anqu	**		+	+	+		
Asplanchna brightwelli	Asbr	*		+		+	+	

Asplanchna girondi	Asgi	**		+	+	+		
Asplanchna inducel	Asin	*		+		+		
Asplanchna intermedia	Asint	*			+		+	
Asplanchna priodonta	Aspr	**	+		+	+	+	
Asplanchna sieboldi	Assi	*			+		+	
Asplanchna sp.	Assp	**	+	+	+	+	+	
Dissotrocha aculeata	Diac	*		+		+		
Brachionidae								
Brachionus angularis	Bran	**	+	+	+	+	+	+
Brachionus calyciflorus	Brca	*		+				
Brachionus falcatus	Brfa	**	+		+	+		
Brachionus forficula	Brfo	*		+	+			
Brachionus genus	Brge	**	+			+	+	
Brachionus plicatilis	Brpl	**	+	+	+	+	+	+
Brachionus quadridentatus	Brqu	*		+	+			
Brachionus sericus	Brse	*		+	+			
Brachionus sp.	Brsp	**	+	+	+	+	+	+
Brachionus zahniseri	Brza	*		+	+			
Colurellidae								
Colurella geophila	Coge	*		+				+
Eosphoras anthadis	Eoan	*		+	+			
Eosphoras melandocus	Eome	*			+			
Eurotatoria ploima	Eupl	**	+	+	+	+		
Filiniidae								
Filinia longiseta	Filo	*		+		+	+	
Filinia opoliencis	Fiop	*		+		+	+	
Filinia sp.1	Fisp.1	*		+				
Filinia terminalis	Fite	*		+				
Habrotrochidae								
Habrotrocha bidens	Habi	*				+		
Habrotrocha sp.	Hasp	*	+		+			+
Ituridae								
Itura viridis	Itvi	*				+		+
Keratella quadrata	Kequ	*		+				
Lecanidae								
Lecane aculeata	Leac	*	+				+	
Lecane batillifer	Leba	*	+					
Lecane bulla	Lebu	**	+		+	+		+
Lecane copeis	Lecop	*		+				
Lecane cornuta	Leco	*	+					
Lecane decipiens	Lede	*		+				
Lecane inopinata	Lein	*		+				
Lecane leontina	Lele	*		+			+	
Lecane luna	Lelu	*	+	+				
Lecane lunaris	Lelun	**	+	+	+	+		
Lecane niwati	Leni	*				+	+	+
Lecane quadridentata	Lequ	*		+	+			
Lecane rhenana	Lerh	*		+	+			+
Lecane rugosa	Leru	*				+		+

Lecane sp.	Lesp	**	+	+	+	+	+	
Lecane undulata	Leun	*	+					
Lepadellidae								
Lepadella elliptica	Leel	*			+			+
Lepadella sp.	Lesp	**	+	+	+	+		+
Lepadella tribamyers	Letr	*	+			+		
Lepadella vandenbrandei	Leva	*	+		+			
Lepadella voigti	Levo	*	+	+	+			
Macrotrahela sp.	Masp.	**	+	+	+	+		+
Monommata actrices	Moac	*		+	+			
Synchaetidae								
Polyarthra euryptera	Poeu	*	+	+	+		+	
Polyarthra indica	Poin	**	+	+	+	+	+	
Polyarthra luminosa	Polu	**	+	+	+	+	+	+
Polyarthra remata	Pore	**	+	+	+	+	+	+
Polyarthra vulgaris	Povu	**	+	+	+	+		+
Testudinellidae								
Testudinella caeca	Teca	*			+	+		
Testudinella patina	Tepa	*						
Testudinella sp.	Tesp.	*	+			+		
Trichocerca bicristata	Trbi	*		+			+	+
Trichocerca bicuspes	Trbic	**	+	+	+	+	+	
Trichocerca bidens	Trbid	*	+	+		+	+	
Trichocerca capucina	Trca	*	+	+	+	+		
Trichocerca elongata	Trel	**	+	+	+	+		
Trichocerca gracilis	Trgr	*		+	+			
Trichocerca mus	Trmu	**	+	+	+	+		
Trichocerca pusilla	Trpu	**		+	+	+		
Trichocerca similis	Trsi	***	+	+	+		+	
Trichocerca sp.	Trsp.	**	+	+	+	+		
Trichocerca uncinata	Trun	**	+	+	+	+		
CLADOCÈRES (14 = 11,02 %)								
Bosminidae								
Bosmina sp.	Bosp.	*	+	+	+			
Bosmina longirostris	Bolo	*	+		+			
Camptocercus sp.	Casp.	*	+					
Ceriodaphnia cornuta	Ceco	*				+		+
Chydoridae								
Chydorus ovalis	Chov	*	+	+		+		
Chydorus sp.	Chsp.	**	+	+			+	
Chydorus spaericus	Chspa	*	+		+			
Daplniidae								
Daphnia magna	Dama	*		+	+			
Sidiidae								
Diaphanosoma brachyurus	Dibr	**	+		+	+		
Diaphanosoma sp.	Disp.	*		+				
Moinidae								
Moina macrocopa	Moma	***			+	+	+	+

Moina micrura	Momi	***	+	+	+	+		+
Moina sp	Mosp.	*	+	+		+		
Monostyla decipiens	Mode	*	+	+				
COPÉPODES (13 = 10,23 %)								
Cyclopoidae								
Centropyxis aculeata	Ceac	*	+					+
Centropyxis discoides	Cedi	*						+
Centropyxis silvatica	Cesi	*		+				
Cyclops bicuspidatus	Cybi	*	+	+				
Cyclops strenuus	Cyst	*		+				
Diacyclops thomasi	Dith	**	+	+	+	+		
Mesocyclops leucharti	Mele	*	+	+	+	+		
Nauplius sp.	Nasp	***	+	+	+	+	+	
Sinodiaptomus indicus	Siin	*	+			+		
Thermocyclops consimilis	Thco	*		+				
Thermocyclops hyalinus	Thhy	*		+			+	
Thermocyclops sp.	Thsp.	*		+		+		
Thermoclycops sp.1	Thsp.1	*	+	+		+		
AUTRES (20 = 15,75 %)								
Arcella artocrea	Arar	*			+			
Arcella conica	Arco	*				+		
Arcella dentata	Arde	*		+				
Arcella vulgaris	Arvu	*				+		
Arcella sp.	Arsp.	***	+	+	+	+	+	+
Blepharisma sp.	Blsp	*	+			+		
Cephalodella asorcia	Ceas	*		+		+		
Cupelopagis vorax	Cuvo	*	+		+	+		
Cypretta fontinalis	Cyfo	*				+		
Cypris protubera	Cypr	**	+		+	+		
Dileptus sp.	Disp	**	+	+	+	+	+	+
Dipleuchla nispropatula	Dini	*					+	
Euglypha compressa	Euco	**		+	+	+		
Euglypha sp.	Eusp.	*						+
Euglypha stigosa	Eust	*	+		+	+		
Hesperodiaptomus franciscanus	Hefr	*	+		+			
Heterocypris sp.	Hesp.	*						+
Holasticha sp.	Hosp.	*		+	+			+
Paramecium sp.	Pasp	**	+	+	+	+	+	+
Resticula nyssa	Reny	*			+			
Richesse spécifique totale	**127**		**66**	**80**	**72**	**68**	**35**	**30**

*(FO = Fréquence d'occurrence des taxons ; *= taxon accidentel ; **= taxon accessoire ;***= taxon constant).*

3-3. Densité du zooplancton dans les structures d'élevage

La ***Figure 2*** montre que la densité totale du zooplancton dans l'eau des structures d'élevage a varié entre 257,65 x 10^6 ind/L (B2) et 680,6 x 10^6 ind/L enregistrée dans l'étang rizipiscicole avec apport de sous-produits combinés (RPC). Cette variation est significative d'une structure d'élevage à l'autre (Test de Kruskal-Wallis, p = 0,006). Dans l'ensemble, la densité du zooplancton a été plus élevée dans les étangs RSM (550,5 x 10^6 ind/L) et RPC. Alors qu'elle a été plus faible dans le barrage et l'étang rizipiscicole n'ayant pas reçu d'apport alimentaire (RC). Relativement, les Rotifères appartenant aux familles de Asplanchnidae et de Brachionidaes ont été les plus prédominants de la densité totale du zooplancton des structures d'élevage ***(Figure 3)***.

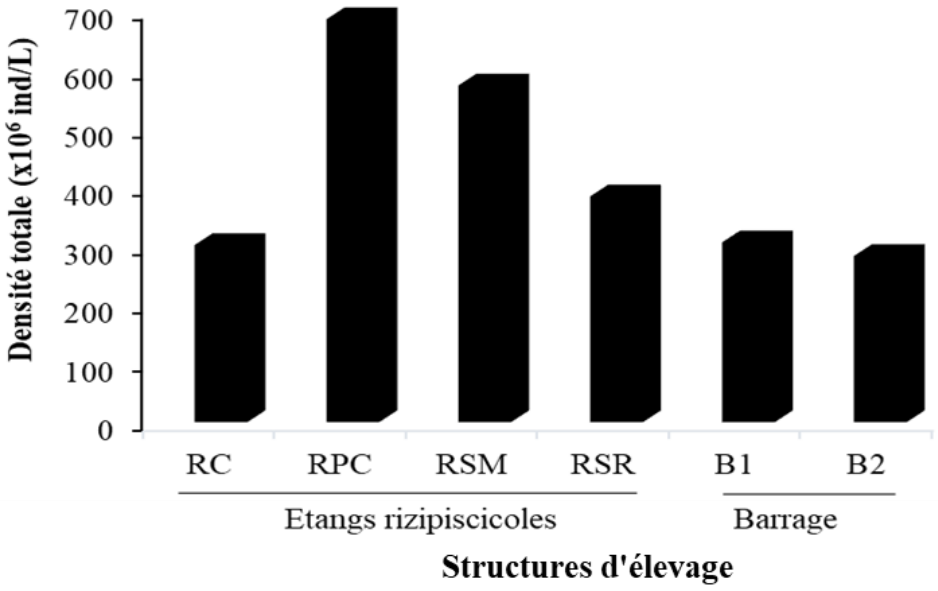

Figure 2 : *Densité absolue de zooplancton dans les structures d'élevage*

RC = Etang rizipiscicole sans apport d'aliments exogènes, RSR = Etang rizipiscicole avec apport de son de riz, RPC = Etang rizipiscicole avec apport de sous-produits combinés, RSM = Etang rizipiscicole avec apport de son de maïs.

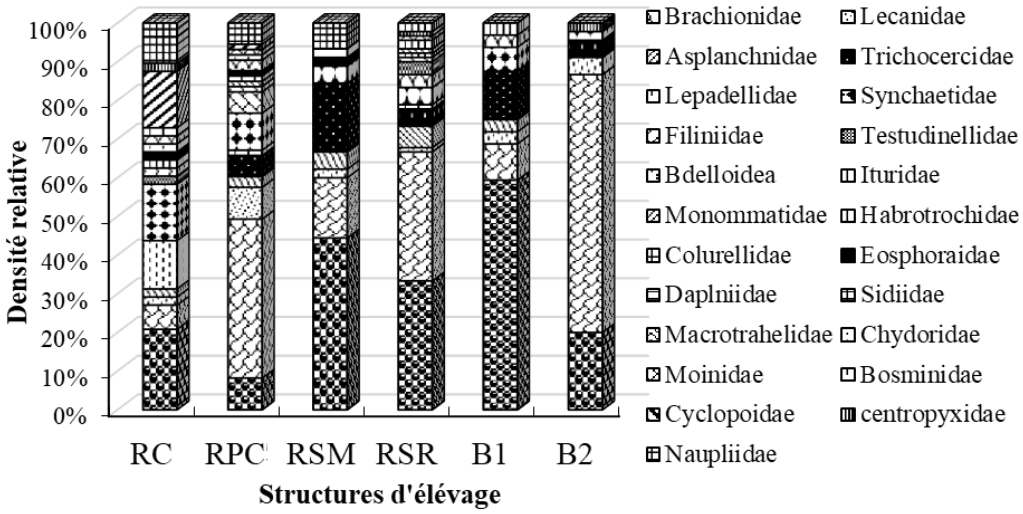

Figure 3 : *Densité relative des familles de zooplancton dans les structures d'élevage*

3-4. Diversité et équitabilité des communautés de zooplancton

La ***Figure 4*** présente les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité des communautés zooplanctoniques. Dans l'ensemble, la diversité de Shannon ***(Figure 4A)*** a varié entre 2,0 bit/Cels (point B2 du barrage) et 3,4 bit/cels (RPC). Les indices de diversité de Shannon ont été significativement plus élevés dans les étangs RPC (2,44 à 3,41 bit/cels) et RSM (2,57 à 3,35 bit/cels) par rapport aux autres structures d'élevage (Test de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney, $p > 0,05$). Concernant l'indice d'équitabilité, les valeurs ont oscillé entre 0,65 (point B1 du barrage) et 0,96 (RPC) ***(Figure 4B)***. Ces indices ont été significativement plus élevés dans les étangs rizipiscicoles par rapport aux points du barrage (Test de Kruskal-Wallis, $p = 0,02$).

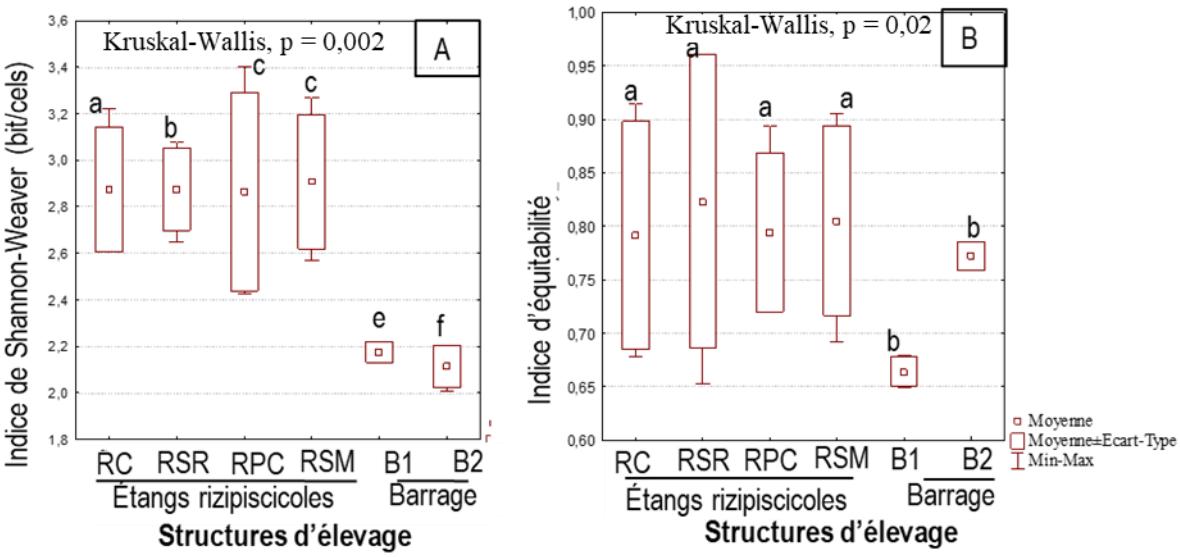

Figure 4 : *Indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de la communauté zooplanctonique des structures d'élevage de la ferme rizipiscicole de Bonoufla*

3-5. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et les communautés zooplanctoniques

L'analyse canonique des Redondances (RDA) a montré que les deux premiers axes expriment 66,62 % de la variance totale ***(Figure 5)***. Le premier axe qui rend compte de 34,4 % de l'inertie totale est négativement corrélé à l'abondance des Rotifères tels que *Anuraeopsis navicula* (Anna), *Anuraeopsis lauterborn* (Anla), *Moina micrura* (Moni) et *Brachionus* sp. (Brsp). Ces espèces sont caractéristiques de l'étang rizipiscicole RC. Le second axe qui exprime 25,8 % de la variance totale est fortement et positivement corrélé à la température, la transparence, le pH et l'oxygène dissous. Ces variables environnementales influencent positivement et fortement la prolifération de *Polyarthra indica* (Poin) et *Asplanchna* sp. (Assp) dans le barrage. Ce même axe est fortement et négativement corrélé à la conductivité et aux concentrations de l'ammonium (NH_4^+) et de l'orthophosphate (PO_4^{3-}) dans l'eau. Ces variables influent positivement et fortement sur le développement des espèces de Rotifères telles que *Anuraeopsis fissa* (Anfi), *Trichocerca uncinata* (Trun), *Trichocerca pusilla* (Trpu), *Trichocerca similis* (Trsi) et *Anuraeopsis quadriantennata* (Anqu) dans les étangs RPC et RSR.

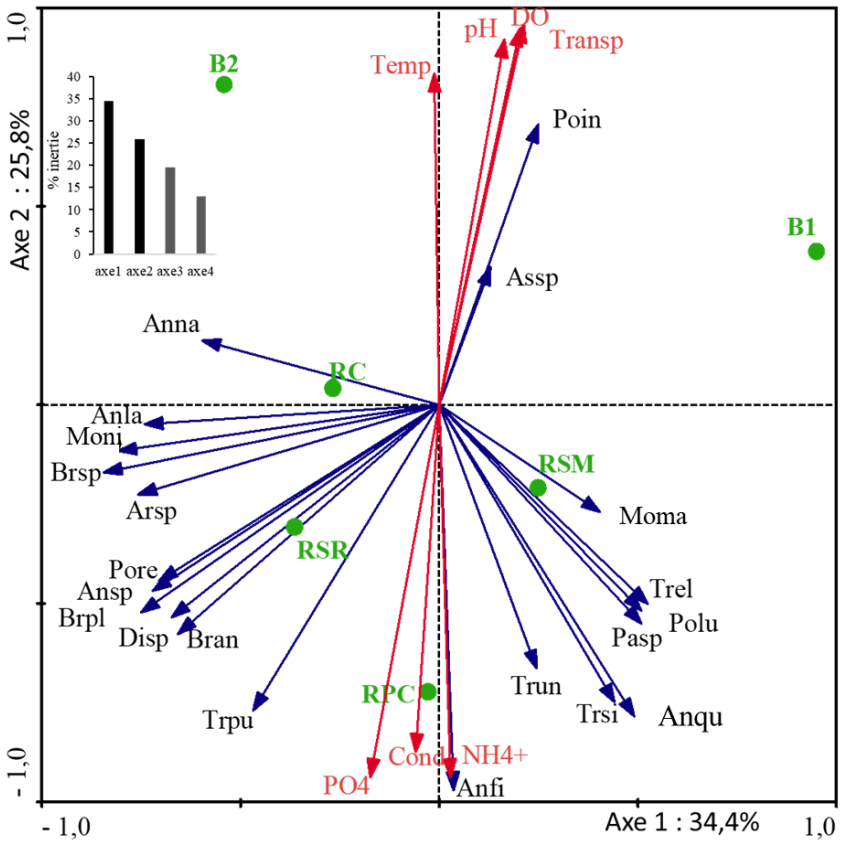

Figure 5 : *Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et les principaux taxons zooplanctoniques des structures d'élevage*

RC = Etang rizipiscicole sans apport d'aliments exogènes, RSR = Etang rizipiscicole avec apport de son de riz, RPC = Etang rizipiscicole avec apport de sous-produits combinés, RSM = Etang rizipiscicole avec apport de son de maïs, NH_4^+ = ammonium, PO_4^{3-} = orthophosphate, DO = Oxygène dissous, Transp = Transparence, Temp = Température, Cond = Conductivité, pH = Potentiel d'hydrogène.

4. Discussion

4-1. Paramètres physico-chimiques

L'analyse des différents paramètres physico-chimiques (température, pH, DO, conductivité, transparence, nitrate et l'orthophosphate) mesurés dans les étangs rizipiscicoles et le barrage a montré une variation significative de ces paramètres entre ces différentes structures d'élevage. Cette variation significative serait le fait de la contiguïté des structures d'élevage, donc à leurs expositions au même rayonnement solaire. Les valeurs de la température enregistrées dans les structures d'élevage ont oscillé de 24,2 °C à 31,5 °C. Cette gamme de température obtenue est caractéristique de celle des régions tropicales toujours chaude toute l'année. En effet, une étude réalisée dans les structures piscicoles de Blondey a également montré une gamme de température similaire (26 à 27 °C) à celle observée dans cette étude [30]. Le pH quant à lui, est compris entre 4,38 et 7,48, avec une tendance beaucoup plus acide dans les étangs rizipiscicoles pourvus d'aliments exogènes. Cette acidité observée dans les étangs avec les sous-produits serait le fait de la dégradation de la matière organique issue, d'une part aux aliments distribués non ingérés par les poissons, et d'autre part, aux intrants organiques entraînés dans les étangs par les eaux de ruissellement en provenance des plantations

entourant la ferme. En effet, l'acidité des milieux d'élevage est influencée par l'occupation du bassin versant [31]. Aussi, la décomposition de la matière organique végétale accompagnée de la production de CO_2 est généralement à l'origine de l'acidité des eaux en zone tropicale humide [32]. Des observations similaires de l'effet des sous-produits agricoles sur l'acidité de l'eau des étangs de cette même ferme ont été effectuées en phase de prégrossissement de *O. niloticus* [33]. Les valeurs minimales de l'oxygène dissous (3,06 ± 0,7 à 3,49±0,7 mg/l) ont été obtenues dans les étangs rizipiscicoles ayant reçu les sous-produits agricoles. Ces faibles concentrations ont été conformes à la teneur recommandée pour la croissance optimale de *O. niloticus* qui doit être supérieure à 3,2 mg/l [34]. Les faibles concentrations de l'oxygènes observées dans ces étangs pourraient être dues à la décomposition d'une plus grande quantité de matières organiques accumulées dans le fond de ces structures d'élevage par les microorganismes. Au cours de la minéralisation, ces microorganismes consomment l'oxygène dissous d'où la faible teneur de ce paramètre dans les étangs recevant une combinaison de sous-produits agricole. Par ailleurs, ces valeurs faibles d'oxygène dissous observées pourraient s'expliquer par le fait que la mesure de ce paramètre a été effectuée en début de matinée. En effet, la forte consommation d'oxygène dissous par les organismes aquatiques (phytoplancton, zooplancton, invertébrés et des poissons) se fait la nuit et explique en général les faibles valeurs de ce paramètre en début de matinée [35]. De même que l'oxygène dissous, les valeurs minimales de la transparence ont été enregistrées dans l'étang rizipiscicole ayant reçu une combinaison de sous-produits agricoles. La transparence de l'eau des étangs alimentés est remarquablement plus faible que celle des autres structures d'élevage. Ces faibles transparences de l'eau seraient le fait de la forte abondance du plancton dans les étangs. Car, l'enrichissement des eaux piscicoles en sels nutritifs favorise plus l'abondance du zooplancton et du phytoplancton dans l'eau et réduit significativement sa transparence [9, 36]. A l'inverse, la conductivité a été significativement plus élevée dans l'eau de l'étang rizipiscicole recevant une combinaison de sous-produits agricoles. Cette forte conductivité de l'eau de cet étang pourrait être liée à la forte activité de minéralisation due à la disponibilité de la matière organique issue de l'aliment artificiel non consommé par les poissons. En effet, une étude effectuée dans les structures de la ferme Moderne Ndoro, au Centre du Cameroun, a montré que la forte conductivité électrique de l'eau des étangs piscicoles contenant des macrophytes est liée à la concentration d'ions dissous [37]. Les teneurs en sels nutritifs (nitrate et orthophosphate) des étangs ayant reçu d'aliments exogènes ont été significativement plus élevées que celles obtenues dans l'étang rizipiscicoles sans aliment exogène. Les fortes valeurs de ces paramètres enregistrées dans ces étangs proviendraient de la minéralisation du reste d'aliments non consommés par les poissons. Des résultats similaires ont été observés dans les structures des fermes piscicoles au Sud-Est de la Côte d'Ivoire [15, 38].

4-2. Richesse spécifique des communautés zooplanctoniques

Une richesse spécifique de 127 taxons de zooplancton, dominée par les Rotifères, a été enregistrée dans l'eau des structures de la ferme rizipiscicole de Bonoufla. Cette richesse montre qu'au cours de la phase de grossissement de *Oreochromis niloticus*, aucun étang rizipiscicole n'a été dépourvu de zooplancton. La présence d'une diversité d'espèces de zooplancton dans tous les étangs rizipiscicoles indiquerait une disponibilité de protéines animales pendant la recherche de la nourriture par les poissons. La forte diversité des Rotifères s'expliquerait par la fertilité des structures d'élevage. En effet, les Rotifères sont majoritaires dans les étangs à fertilisant organique [15]. Les filtreurs tels que les Rotifères observés dans cette étude pourraient contrôler la prolifération des espèces de Dinoflagellés et Cyanobactéries potentiellement toxiques observées dans les structures d'élevage de cette même ferme [39]. Les étangs rizipiscicoles avec l'apport de sous-produits combinés (RPC), de son de maïs (RSM) et de son de riz (RSR) ont enregistré les plus grands nombres de taxons comparés aux autres structures d'élevage de la ferme. Cette différence pourrait être attribuée au degré de fertilisation organique de ces structures d'élevage. En effet, la richesse spécifique du zooplancton est positivement proportionnelle au degré de fertilisation à base de sous-produits agricoles dans les étangs piscicoles de grossissement du tilapia [16]. Cette richesse spécifique de zooplancton enregistrée dans cette étude est relativement supérieure à celle obtenue en Côte d'Ivoire dans les eaux des bas-fonds à

Gagnoa (31 taxons) [40] et des étangs piscicoles de Daloa (30 taxons) [16]. Par ailleurs, la composition taxonomique du zooplancton est dominée par les Rotifères. Ce résultat concorde avec ceux de [41, 42], qui ont enregistré respectivement une richesse zooplanctonique composée de 83 % et 52 % de Rotifères dans les étangs piscicoles au Cameroun et les rizières inondées du centre de la Thaïlande.

4-3. Abondance et diversité du zooplancton

L'analyse quantitative du zooplancton a révélé que la densité du zooplancton, fluctuant entre 257,65 x 10^6 et 680,6 x 10^6 ind/L, a été plus élevée dans les étangs rizipiscicoles ayant reçu des sous-produits agricoles, notamment RPC et RSM. Ces fortes densités zooplanctoniques seraient dues aux valeurs élevées de la conductivité et aussi à la forte disponibilité des microalgues de ces étangs qui constituent l'aliment du zooplancton. En revanche, les faibles densités observées dans l'étang rizipiscicole témoin (RC) et le barrage pourraient se justifier par l'effet de la compétition pour les éléments nutritifs entre les macrophytes de ces structures d'élevage et le phytoplancton, couplée à la diminution de la nutrition chez les organismes zooplanctoniques dans le plan d'eau. Les plus fortes densités zooplanctoniques enregistrées dans les étangs ayant reçu des aliments exogènes ont été également obtenues dans les étangs d'une ferme piscicole en Côte d'Ivoire à Azaguié [15] et à Daloa [13]. Cependant, les densités du zooplancton obtenues dans cette étude ont été très supérieures à celles enregistrées dans les étangs piscicoles du périmètre rizicole de Malanville, au Bénin, qui sont comprises entre 1106 et 4754 ind/L [43]. Les Rotifères appartenant aux familles des Asplanchnidae et Brachionidaes ont été les plus abondants. Cette prédominance s'expliquerait par le fort niveau de pollution organique de l'eau des structures d'élevage [9] qui rend les conditions environnementales instables. Cette insatiabilité, couplée à la quantité de nourriture, permettrait plus la reproduction sexuée chez ces rotifères, ainsi que leur croissance par rapport aux autres groupes de zooplancton. En aquaculture, les aliments exogènes stimulent la prolifération massive des algues et du zooplancton, notamment les Rotifères et les Cladocères [13, 15, 44, 45]. L'indice de diversité de Shannon-Weaver a été significativement plus élevé dans les étangs RPC (2,44 à 3,41 bit/cels) et RSM (2,57 à 3,35 bit/cels) que dans l'étang rizipiscicole sans aliment (RC) et le barrage. Ce résultat montre que les individus récoltés dans les étangs RPC et RSM seraient plus répartis sur plusieurs espèces et constitueraient un peuplement plus stable que dans les autres structures d'élevage. Ces indices compris entre 2,0 et 3,35 bit/cels traduisent une diversité modérée du zooplancton [28]. Selon [37], les valeurs élevées de l'indice de Shannon-Weaver caractérisent des populations mûres de grande diversité présentant une composition spécifique complexe avec une bonne stabilité du peuplement. La stabilité du peuplement du plancton est généralement liée à la disponibilité des éléments nutritifs dans le milieu [46]. En ce qui concerne l'indice d'équitabilité, les valeurs allant de 0,65 à 0,96 ont été plus élevées dans les étangs rizipiscicoles. Ces valeurs élevées tendant vers 1 montrent que la répartition des espèces de zooplancton serait bien organisée et plus équitable dans les étangs rizipiscicoles. Ces valeurs enregistrées se situent dans la même gamme de variation que celles obtenues (0,74 à 0,83) dans les eaux des bas-fonds de Gagnoa en Côte d'Ivoire [39].

4-4. Corrélation entre les paramètres physico-chimiques et les communautés zooplanctoniques

Les analyses canoniques ont montré que la prolifération des Rotifères dans l'eau des étangs RPC et RSR est liée positivement à la concentration des sels nutritifs, et négativement à la transparence, au pH et à l'oxygène dissous de l'eau. Ce résultat signifie que l'augmentation de la teneur des sels nutritifs, combinée à la baisse du pH et de l'oxygène dissous favoriserait davantage la reproduction du zooplancton, principalement les Rotifères, dans les étangs rizipiscicoles RPC et RSR, et rendrait l'eau plus trouble. Dans les rizières de la Thaïlande, une étude a également révélé que le développement du zooplancton, notamment les Rotifères et les Copépodes, est principalement lié à l'oxygène dissous et la conductivité de l'eau [47]. L'influence de ces paramètres sur l'abondance de ces espèces permettrait d'établir un rapprochement avec leur préférence écologique.

5. Conclusion

L'étude révèle que l'eau des étangs rizipiscicoles ayant reçu les sous-produits agricoles (RSR, RSM, RPC) est caractérisée par des concentrations élevées de nitrate et d'orthophosphates, et des valeurs faibles de l'oxygène dissous et de transparence par rapport aux autres structures d'élevage. Une richesse spécifique de 127 taxons zooplancton repartis en quatre groupes a été obtenue avec une forte diversité spécifique des Rotifères. Cette richesse a été plus importante dans les étangs rizipiscicoles RPC, RSR et RSM que dans les autres structures d'élevage. Les organismes zooplanctoniques ont été significativement plus abondants dans les étangs ayant reçu du son de maïs (RSM) et une combinaison de sous-produits agricoles (RPC). La dynamique de ces organismes est inféodée par la concentration des sels nutritifs, l'acidité et la conductivité de l'eau des structures d'élevage. Les résultats confirment que l'apport quotidien d'aliments exogènes aux poissons impacte la diversité et la prolifération du zooplancton présent dans les étangs rizipiscicoles. Le son de maïs et la combinaison de sous-produits agricoles peuvent être utilisés pour optimiser l'abondance du zooplancton, proie vivante des poissons, dans les systèmes d'association riz-poisson.

Références

[1] - J. M. MORTILLARO, N. P. FANOMEZANTSOA, D. T. F. MAHALOVA et M. COURNARIE, Guide pratique de la pisciculture et de la rizipisciculture - Madagascar. SWM Programme, FAO, CIRAD, CIFOR et WCS, Rome (Italie), (2022) 36 p.

[2] - K. H. J. NIAMIEN, Y. G. R. KOFFI, K. KOUASSI et J. P. ASSI-KAUDJHIS, Productivité piscicole, résilience climatique et sécurité alimentaire dans le Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Actes du colloque international " Sécurité alimentaire et Adaptation des systèmes de production aux changements climatiques, *Annale Université de Parakou, Série Sciences Naturelles et Agronomie*. Hors-série n°1, (2017) 43 - 50

[3] - H. ALDIN et Y. CARL, La pisciculture à la ferme. Agrodok 21, 3éme Édition, Pays-Bas, (2004) 76 p.

[4] - M. HALWART and A. A. DAM, Intégration de l'irrigation et de l'aquaculture en Afrique de l'Ouest : concepts, pratiques et perspectives d'avenir, FAO, Rome, (2010) 199 p.

[5] - A. H. M. S. ISLAM, B. K. BARMAN and K. MURSHED-EJAHAN, Adoption and impact of integrated rice-fish farming system in Bangladesh. *Aquaculture*, 447 (2015) 76 - 85

[6] - J. LAZARD, La diversité des pisciculture mondiales illustrée par les cas de la Chine et du Nigeria. *Cahiers Agricultures*, 23 (1) (2014) 24 - 33

[7] - A. D. KOUADIO, D. S-E. F. N'DA, N. GROGA et K. A. KOUASSI, Revue bibliographique sur la pratique de la rizipisciculture en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 36 (1) (2024) 73 - 83

[8] - B. ZIÉ, Y. BAMBA, K. J-L. BROU, A. D. KOUADIO, E. N. A. AKA, N. GROGA and A. OUATTARA, Evaluation of the impact of agricultural by-products on the integrated production of merchantable Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) and rice (*Oryza glaberrima*, steud, 1853) in Bonoufla, Côte d'Ivoire. *International Journal of Development Research*, 14 (02) (2024) 64770 - 64779

[9] - A. D. KOUADIO, B. ZIÉ, K. S. KONAN, G. J. M. DJÉDJÉ et N. GROGA, Évaluation de la qualité des eaux d'une ferme rizipiscicole à Bonoufla, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* 17 (7) (2023) 3008 - 3023, DOI: https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i7.31

[10] - K. Y. BONY, K. F. KONAN, O. E. EDIA, C. KOUASSI, N. D. DIOMANDÉ et A. OUATTARA, Anatomie et stratégies de reproduction de *Indoplanorbis exustus* (Deshayes, 1834), un mollusque invasif d'eau douce en Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest). *Journal of Applied Biosciences,* 71 (2013) 5742 - 5752

[11] - J. AUBIN, V. BAIZEAU, C. JAEGER, M. ROUCAUTE and S. GAMITO, Modeling trophic webs in freshwater fishpond systems using Ecopath: towards better polyculture management. *Aquaculture Environment Interactions*, 13 (2021) 311 - 322

[12] - A. POCIECHA, I. BIELAŃSKA-GRAJNER, H. KUCIEL and A. Z WOJTALIS, Zooplankton an indicator of the water trophic level in dam reservoirs?. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 47 (3) (2018) 288 - 295

[13] - B. B. V. N'DO, J. R. ALLOUKO, G. KEITA, K. Y. BONY and A. OUATTARA, Use of zooplankton prey in aquaculture production of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) in Daloa, Côte d'Ivoire. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23 (01) (2024) 402 - 409

[14] - N. NDOUR, B. SAMBOU, N. BA, Y. SAMBOU et M. DASYLVA, Analyse du régime alimentaire de l'ichtyofaune dans les étangs piscicoles traditionnels de la Basse Casamance (Sénégal). *Journal of Applied Biosciences,* 119 (2017) 11849 - 11863

[15] - A. B. ANOUGBO, R. N. ETILÉ, C. S. K. NOBAH, B. C. ATSÉ et B. G. GOORÉ, Peuplement zooplanctonique des étangs de prégrossissement de *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède, 1803) fertilisés avec trois aliments organiques composés des sous-produits agricoles récoltés en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences,* 146 (2020) 15016 - 15024

[16] - A. F. AMIAN, R. N. ETILÉ, M. N. AKA, E. N. WANDAN and C. M. BLÉ, Zooplankton diversity and abundance in extensive fish ponds during the rearing of tilapia *Oreochromis niloticus* juveniles fed with rice bran (West Africa, Côte d'Ivoire). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies,* 6 (4) (2018) 131 - 136

[17] - J. B. L. F. AVIT, K. Y. BONY, N. C. KOUASSI, K. F. KONAN, O. ASSEMIAN et J. R. ALLOUKO, Conditions écologiques de production de fingerlings de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) en association avec le riz WITA 12 en étang. *Journal of Applied Biosciences*, 59 (2012) 4271 - 4285

[18] - J. M. KOUAO, A. M. KOUASSI, A. KOUDOU et A. C. F. GBOLA, Apport des indices climatiques à la redéfinition de la régionalisation climatique de la Côte d'Ivoire dans un contexte de climat changeant. *International Journal of Innovation and Applied Studies,* 34 (1) (2021) 102 - 114

[19] - C. Y. KOFFIE-BIKPO et K. S. KRA, La région du Haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire. *Revue de géographie tropicale et d'environnement,* 2 (2013) 1 - 9

[20] - SODEXAM (Société d'exploitation et de développement aéroportuaire, aéronautique et météorologique), Bulletin agro météorologique décadaire, (2010)

[21] - R. POURRIOT, Les Rotifères. *In* : Flore et faune aquatique de l'Afrique Sahélo-soudanienne. *Ed.* Durand J. R. & Lévêque C. Tome I, ORSTOM, Paris (France), (1980) 219 - 244

[22] - J. REY and L. SAINT-JEAN, Les Branchiopodes. In : Flore et faune aquatique de l'Afrique Sahélo-soudanienne. *Ed.* Durand J. R. & Lévêque C. Tome I, ORSTOM, Paris (France), (1980) 307 - 332

[23] - B. DUSSART, Les Copépodes. *In :* Flore et faune aquatique de l'Afrique Sahélo-soudanienne. *Ed.* DURAND J. R. & LÉVÊQUE C. Tome I, Paris (France), (1980) 333 - 356

[24] - H. UTERMÔHL, Zur Vervollkommung der quantitative phytoplankton Methodik. Mitt. int Ver Thero. angrew. *Limnology*, 9 (1958) I - 38

[25] - A. DONA, Richesse spécifique, diversité floristique et stock de carbone des systèmes d'utilisation des terres de la Province de Tandjilé-Est au Tchad. *Afrique Science*, 23 (6) (2023) 42 - 55

[26] - R. DAJOZ, Précis d'écologie. 7ème Édition, Dunod, Paris, (2000) 615 p.

[27] - C. J. KREBS, Ecological methodology. Harper & Row, Publishers, Inc., 10 East 53rd Street, New York, États-Unis, (1989) 654 p.

[28] - M. PALUPI, K. KASPRIJO, R. WIJAYA, R. A. CHANDA, R. F. AZHARI & R. FITRIADI, Biodiversity and abundance of phytoplankton in rice-fish farming system. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 54 (4) (2023) 1084 - 1093

[29] - C. J. F. TER BRAAK and P. ŠMILAUER, Reference Manual and User's Guide to CANOCO for Windows (Version 4.5). Center for Biometry, Wageningen, (2002) 500 p.

[30] - Y. BAMBA, Production en étang du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) nourri avec des sous-produits agricoles sans adjonction de la farine de poisson. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2007) 155 p.

[31] - D. PAUGY, C. LEVÊQUE et G. G. TEUGELS, Poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1, Collection Faune et flore tropicales, IRD Éditions/Mrac/MNHN, Paris, France, (2003) 1272 p.

[32] - K. E. AHOUSSI, N. SORO, Y. B. KOFFI, G. SORO et J. BIÉMI, Origine de la minéralisation des eaux des aquifères discontinus sous couvert forestier de la zone Sud de la Côte d'Ivoire : cas de la région d'Abidjan-Agboville. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (3) (2010) 782 - 797

[33] - A. D. KOUADIO, N. GROGA, K. S. KONAN, G. P. NDJOUONDO and M. SALLA, Impact of agricultural by-products inputs to the juveniles of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) on phytoplankton diversity in rice-fish ponds (Central West, Côte d'Ivoire). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8 (6) (2020) 162 - 171

[34] - A. TRAN-DUY, J. W. SCHRAMA, A. A. VAN DAM & J. A. J. VERRETH, Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 275 (1- 4) (2008) 152 - 162

[35] - T. EFOLE-EWOUKEM, Optimisation biotechnique de la pisciculture en étang dans le cadre du développement durable des exploitations familiales agricoles au Cameroun. Thèse de Doctorat de l'Université de Dschang, Cameroun, (2011) 164 p.

[36] - O. SCHLUMBERGER, Mémento de la pisciculture d'étang, 4e Édition. CEMAGREF (Ed), Montpellier (France), (2002) 237 p.

[37] - G. P. NDJOUONDO, F. CHOULA, E. S. KENGNE et A. D. KOUADIO. Évaluation de l'impact de la petite lentille d'eau (*Lemna minor* L.) sur la qualité physico-chimique et le phytoplancton des étangs piscicoles : cas de la Ferme Moderne Ndoro à Ayos, Centre, Cameroun. *Afrique Science*, 25 (2) (2024) 41 - 53

[38] - M. L. YAPO, S. SYLLA, O. E. EDIA, B. C. ATSÉ and P. KOUASSI, Spatial variation of aquatic insect community in fish farms pond in Southern Côte d'Ivoire, Weast Africa. *International Journal of Biosciences,* 4 (2014) 309 - 321. http://dx.doi.org/10.12692/ijb/4.10.309-321

[39] - A. D. KOUADIO, M. SALLA, K. S. ATTOUNGBRÉ, K. S. KONAN and N. GROGA, Effect of agricultural by-products used in the feeding of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) on the structure of potentially toxic Cyanobacteria and Dinoflagellata in rice-fish ponds (Bonoufla, Côte d'Ivoire). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 26 (4) (2022) 109 – 125. 10.21608/ejabf.2022.248960

[40] - Y. WONGBÉ, A. M. GETHEME et T. A. SANOGO, Zooplancton des eaux de bas-fonds à Gagnoa, Centre-ouest Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 21 (2009) 253 - 260

[41] - J. P. DAKWEN, Biodiversité zooplanctonique et viabilité d'une pisciculture à faible niveau d'intrants dans le Département du Mfoundi (Région du Centre, Cameroun). Doctorat/Ph.D en Biologie des Organismes Animaux, Université de Yaoundé I, (2020) 234 p.

[42] - S. MAIPHAE, T. SAETANG, N. JANTAWONG, K. WONGKAMHAENG and N. PIYASAENGTHONG, Diversity of Zooplankton in the Rice Fields in Suphan Buri Province, Thailand, with a New Record of Cyclopoid Copepod. *Diversity,* 15 (1054) (2023). https://doi.org/10.3390/d15101054

[43] - H. AGADJIHOUÈDÉ, M. S. AHOUANSOU, E. MONTCHOWUI, A. C. BONOU et P. LALÈYÈ, Composition et abondance du peuplement zooplanctonique des étangs piscicoles du périmètre rizicole de Malanville au Nord-Est du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, (2016) 1025 - 2355

[44] - A. A. ADEDEJI, A. I. ADUWO, O. A. ALUKO and F. AWOTOKUN, Effect of chicken droppings as organic fertilizer on water quality and planktonic production in an artificial culture media. *Ife Journal of Science,* 13 (2) (2011) 239 - 249

[45] - V. N. ENWEMIWE and J. U. OKUSHEMIYA, Investigating Manure Potentials on Zooplankton Performances and Water Quality In Concrete Pond Culture. *International Journal of Advanced Research and Publications*, 1 (4) (2017) 23 - 29

[46] - M. P. ADON, J. E. NIAMIEN-EBROTTIÉ, K. F. KONAN, C. N. AZAH, A. OUATTARA et G. GOURÈNE, Qualité des eaux du Bandama-blanc (Côte d'Ivoire) et de ses affluents soumis à de fortes activités anthropiques à partir de la microflore algale. *Agronomie Africaine*, 29 (2) (2017) 159 - 175

[47] - R. SAIKIA, T. DAS, B. GOGOI, A. KACHARI, V. SAFI and D. N. DAS, Community structure and monthly dynamics of zooplankton in high altitude rice fish system in Eastern Himalayan region of India. *International Journal of Life Sciences*, 5 (3) (2017) 362 - 378