

IMPACT DES ALIMENTS EXOGÈNES UTILISÉS EN PISCICULTURE SUR LE PEUPEMENT ZOOPLANCTONIQUE DE LA FERME PISCICOLE DE BLONDEY, SUD, CÔTE D'IVOIRE

**Nangounon SORO^{1*}, Kouamé Martin NANGO¹,
Netto Mireille SEU-ANOI², Edia Oi EDIA², Allassane OUATTARA²
et Dramane DIOMANDE²**

*¹Université Peleforo Gon COULIBALY, UFR des Sciences Biologiques,
Département de Biologie Animale, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire*

*²Université NANGUI Abrogoua, Laboratoire d'Environnement et de
Biologie Aquatique (LEBA), UFR des Sciences et Gestion de
l'Environnement, 02 BP 801, Abidjan, Côte d'Ivoire*

(reçu le 23 Avril 2025; accepté le 24 Mai 2025)

* Correspondance, e-mail : nansoro93@gmail.com

RÉSUMÉ

Les aliments exogènes sont le plus souvent utilisés pour booster les paramètres de croissance des poissons d'élevage. Cependant, ces aliments apportés pourraient agir sur la physicochimie des eaux des étangs piscicoles, susceptible de modifier la diversité et la structure du peuplement naturel qui s'y trouve. Ce travail étudie l'impact des aliments exogènes sur la diversité et la structure des organismes zooplanctoniques des étangs piscicoles de Blondey. Ainsi, sept étangs (E1, E2, E3, E4, E7, E8, E9) ont été utilisés dont quatre au pré-grossissement (E1, E2, E3, E4) et trois au grossissement (E7, E8, E9). A l'exception des étangs témoins (E1 et E9), tous les autres étangs recevaient des aliments exogènes. Dans ces étangs, des échantillons de zooplancton ont été prélevés mensuellement à l'aide d'un filet à plancton d'octobre 2016 à juin 2017. Au total, 37 taxons appartenant à quatre groupes zooplanctoniques : Rotifères (17 taxons), Cladocères (4 taxons), Copépodes (4 taxons) et autres organismes (12 taxons) ont été récoltés. Les plus grandes richesses spécifiques ont été enregistrées dans les étangs ayant reçu un apport d'aliments exogènes avec un maximum obtenu dans les étangs ayant reçu l'aliment exogène à base de farine d'asticot. Les rotifères présentent les meilleures proportions quel que soit la phase d'élevage et le traitement alimentaire. Les valeurs des indices de diversité tels que la richesse raréfiée, l'indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité sont significativement plus élevées dans les étangs ayant reçu les aliments exogènes. Aucun paramètre physico-chimique n'influence

significativement les taxons zooplanctoniques les plus abondants. L'aliment exogène à base de farine d'asticot favorise une meilleure diversité et structure zooplanctoniques dans les étangs piscicoles.

Mots-clés : *Zooplankton, aliments exogènes, étangs piscicoles, Côte d'Ivoire.*

ABSTRAT

Impact of exogenous feeds used in fish farming on the zooplankton population of the Blondey fish farm, Sud, Côte d'Ivoire

Exogenous feeds are most often used to boost the growth parameters of farmed fish. However, these added feeds could affect the physicochemistry of fish pond waters, which could modify the diversity and structure of the natural population found there. This work studies the impact of exogenous feeds on the diversity and structure of zooplankton organisms in Blondey fish ponds. Thus, seven ponds (E1, E2, E3, E4, E7, E8, E9) were used, including four for pre-growth (E1, E2, E3, E4) and three for growth (E7, E8, E9). With the exception of the control ponds (E1 and E9), all other ponds received exogenous feeds. In these ponds, zooplankton samples were collected monthly using a plankton net from October 2016 to June 2017. A total of 37 taxa belonging to four zooplankton groups: Rotifers (17 taxa), Cladocera (4 taxa), Copepods (4 taxa) and other organisms (12 taxa) were collected. The highest species richness was recorded in ponds supplied with exogenous feed, with a maximum obtained in ponds supplied with exogenous feed based on maggot meal. Rotifers presented the best proportions regardless of the rearing phase and feeding treatment. The values of diversity indices such as rarefied richness, Shannon-Weaver index and evenness were significantly higher in ponds supplied with exogenous feed. No physicochemical parameter significantly influenced the most abundant zooplankton taxa. Exogenous feed based on maggot meal promoted better zooplankton diversity and structure in fish ponds.

Keywords : *Zooplankton, exogenous foods, fish ponds, Côte d'Ivoire.*

I - INTRODUCTION

Les aliments exogènes sont le plus souvent utilisés pour booster les paramètres de croissance des poissons d'élevage. Cependant, ces aliments apportés pourraient agir sur la physicochimie des eaux des étangs piscicoles, modifiant ainsi la diversité et la structure des peuplements naturels (phytoplancton, zooplancton, macroinvertébrés, etc.) qui s'y trouvent. Or, ces organismes, notamment le zooplancton joue un rôle capital dans le fonctionnement de ces

structures piscicoles [1]. En effet, il constitue une ressource énergétique importante dans les hydrosystèmes, pour les poissons et autres organismes des niveaux trophiques supérieurs [2]. Il transforme la matière organique synthétisée par le phytoplancton et la transfère aux niveaux trophiques supérieurs [3]. Ainsi, les organismes zooplanctoniques régulent la biomasse phytoplanctonique [4] et enrichissent les étangs piscicoles en sels nutritifs par le recyclage de la matière organique [5]. En outre, le zooplancton joue un rôle d'épurateur dans les structures d'élevage par la diminution de la charge organique, le contrôle du peuplement bactérien et la réduction de la charge virale [6, 7]. De plus, de par leur structure et abondance, il peut être utilisé comme indicateur biologique de la qualité des eaux [8] et des changements environnementaux [9]. Par ailleurs, certains zooplanctons peuvent être des ectoparasites de poissons. Les Copépodes des genres *Ergasilus* et *Lernaea* peuvent effectivement provoquer des lésions sur les poissons de la famille des Cichlidae et des Cyprinidae [10]. En Côte d'Ivoire, de nombreux travaux sur le zooplancton ont été réalisés dans les rivières, les fleuves, les lagunes et les lacs. Parmi ces travaux, les plus récents sont ceux de [11 - 13]. Cependant, à part les études de [14] sur le zooplancton des étangs piscicoles de Bouaké, aucune autre étude n'a encore été consacrée à ces hydrosystèmes artificiels très anthropisés. Or, ces structures d'élevage du fait de leur stabilité, sont des milieux propices à la conservation de la biodiversité. Cette étude ambitionne de connaître l'impact des aliments exogènes utilisés en pisciculture sur la diversité et la structure du zooplancton. De façon spécifique, il s'est agi de (1) caractériser les eaux des étangs piscicoles de Blondey, (2) de déterminer la diversité et la structure du zooplancton de ces étangs et (3) d'identifier les paramètres abiotiques qui guident la distribution des taxons zooplanctoniques les plus abondants.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Zone d'étude et stations d'échantillonnage

Cette étude a été réalisée dans la ferme piscicole de Blondey située au sud-Est de la Côte d'Ivoire, précisément à 25 km de la capitale économique (Abidjan). La ferme de Blondey compte 28 étangs et était utilisée pour l'élevage du Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*). Tous ces étangs étaient alimentés par un lac artificiel lui-même alimenté par les eaux de ruissellement venant de la plantation qui est autour du lac. Parmi ces étangs sept (E1, E2, E3, E4, E7, E8, E9) ayant une profondeur moyenne de 0,8 m ont été utilisés (**Figure 1**). Au prégrossissement, quatre de ces étangs (E1, E2, E3, E4) avec une superficie de 800 m² (20 m x 40 m) ont été utilisés et trois (E7, E8, E9) de superficie 600 m² (20 m x 30 m) ont été utilisés au grossissement. A l'exception des étangs E1 et E9, tous les autres étangs contenaient des aliments exogènes. Ainsi, les étangs E2 et E7 recevaient l'aliment exogène à base de farine de poisson, l'étang E3 recevait l'aliment exogène à base de farine de ver de terre et les étangs E4 et E8 recevaient l'aliment exogène à base de farine d'asticot.

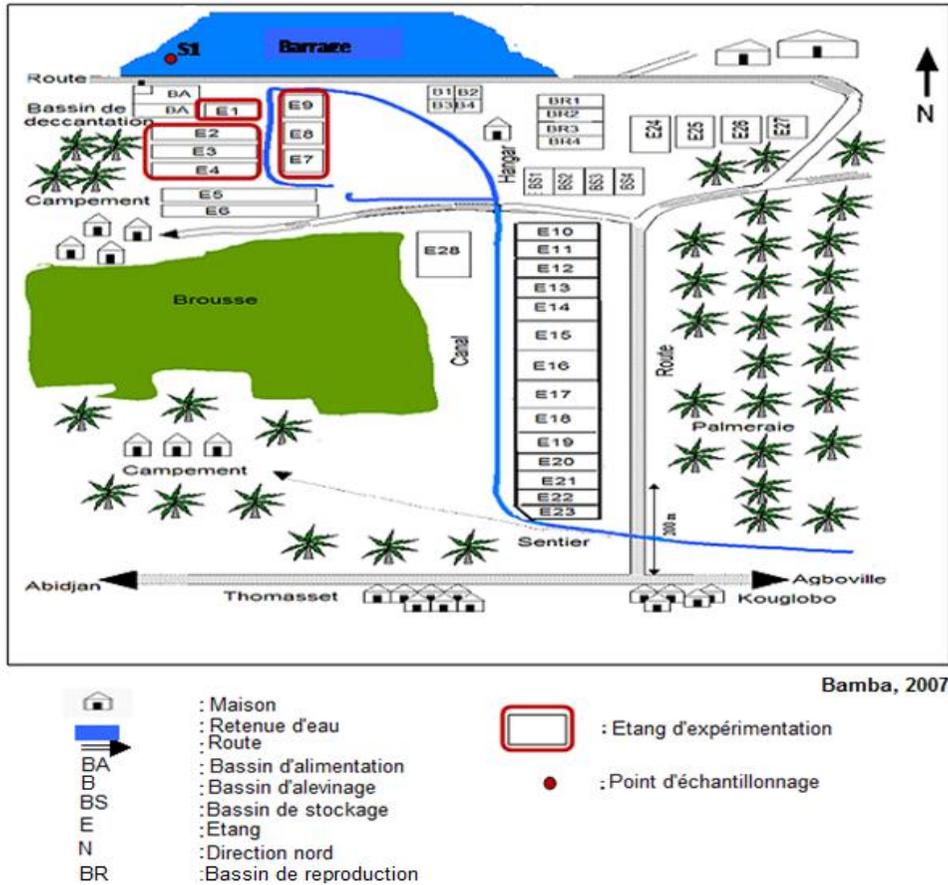


Figure 1 : Schéma de la ferme piscicole de Blondéy présentant les stations d'échantillonnage (E1, E9 = Etangs sans aliment exogène, E2, E7 = Etangs avec aliment exogène à base de farine de poisson, E3 = Etang avec aliment exogène à base de farine de ver de terre, E4, E8 = Etangs avec aliment exogène à base de farine d'asticot : étangs de prégrossissement) [15]

II-2. Collecte des données

L'échantillonnage du peuplement zooplanctonique a été réalisé mensuellement pendant deux phases d'élevage (prégrossissement et grossissement). La première phase, correspondant au prégrossissement a eu lieu d'octobre 2016 à décembre 2016 dans quatre étangs (E1, E2, E3, E4), et la seconde phase ou grossissement a été effectuée de janvier 2017 à juin 2017, dans trois étangs (E7, E8, E9). Dans chaque étang, les paramètres physico-chimiques étaient d'abord échantillonnés avant le zooplancton. Ainsi, la température, le pH, l'oxygène dissous et la conductivité ont été mesurées à l'aide d'un

multiparamètre et la transparence a été déterminée à l'aide d'un disque de Secchi de 0,20 m de diamètre. Pour les nutriments (nitrates et phosphore réactif soluble), des sous-échantillons de 500 mL ont été collectés et réfrigérés pour analyse ultérieure selon la méthode spectrométrique [16]. Pour la récolte du zooplancton, quatre seaux d'eau d'une capacité de 10 L par unité, correspondant à un volume total de 40 L, ont été filtrés à l'aide du filet à plancton. Le filtrat recueilli dans le collecteur du filet a été transvasé dans un pilulier de 100 mL puis traité par addition de 1 à 2 mg de sucre afin de limiter la déformation et l'éclatement des valves des cladocères [17, 18], de 2 à 3 gouttes de rouge neutre pour la coloration du zooplancton afin de faciliter les observations à la loupe binoculaire et fixé au formol à 5 % pour la conservation des échantillons. Pour l'observation, Au laboratoire, le surnageant de chaque échantillon a été d'abord recueilli puis le reste de l'échantillon a reçu un ajout d'eau de robinet à un volume de 100 ml dans une éprouvette graduée et homogénéisé par transvasements successifs. Ensuite, selon l'abondance du zooplancton, un sous-échantillon de 1 ; 2 ou 3 ml est rapidement prélevé à l'aide d'une pipette Eppendorf et mis dans une boîte de Pétri puis observé à la loupe binoculaire. Concernant l'identification des organismes zooplanctoniques, les ouvrages de [19] ont été utilisés pour la détermination des rotifères et ceux de [20, 21] ont été utilisés respectivement pour les cladocères et les copépodes. Relativement à la détermination de la densité, l'analyse a consisté à dénombrer les différents organismes présents dans chaque échantillon. Ce dénombrement s'est fait sur un sous-échantillon dilué au 1/10. Le comptage a été effectué au niveau de chaque échantillon sur 2 à 3 aliquotes de 1 mL. Ensuite par extrapolation, le nombre d'individus dans l'échantillon de 100 mL a été estimé. A partir du volume d'eau filtrée, la densité des individus a été calculée avec la **Formule** suivante [22] :

$$D = \frac{n}{v_1} \times \frac{v_2}{v_3} \quad (1)$$

avec, n = nombre d'individus comptés, v_1 = volume du filtrat prélevé (1 ; 2 ou 3 ml), v_2 = volume du filtrat concentré (volume échantillon), v_3 = volume d'eau filtrée (40 l).

II-3. Analyse des données

La communauté zooplanctonique a été analysée à l'aide de la composition taxonomique, la richesse raréfiée, l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') [23], l'indice d'équitabilité de [24] (E), la fréquence d'occurrence (F) et la densité (ind.l⁻¹). L'indice de diversité de Shannon-Weaver a été utilisé pour évaluer la diversité taxonomique du zooplancton. L'équitabilité a été utilisée pour montrer l'organisation de la structure, quelle que soit la richesse

spécifique. Les calculs ont été effectués à l'aide du package vegan [25]. La fréquence d'occurrence (F) est le pourcentage d'échantillons dans lesquels chaque taxon est présent. Elle a été calculée pour classer le zooplancton selon [26] ($\% F \geq 50 \%$: taxon constant ; $25 \% \leq \% F < 50 \%$; $\% F < 25 \%$). La densité du zooplancton a été obtenue en comptant le nombre d'individus sur 2 à 3 aliquotes de 1 mL et en exprimant les résultats en nombre d'individus par litre. Avant d'effectuer le test de comparaison, la normalité des données a été vérifiée par le test de Shapiro. Les variations des variables abiotiques et biotiques ont été déterminées à l'aide du test U de Mann-Whitney au seuil de significativité de 0,05. Une Analyse en Composantes Principales Focalisée (ACPF) a été réalisée à l'aide du package « MASS » [27] pour exprimer les relations entre les taxons les plus abondants de zooplancton et les variables environnementales. Cette analyse est une variante de l'ACP et se distingue de celle-ci par sa focalisation sur une variable particulière (X_i). En effet, l'ACPF permet de représenter graphiquement les corrélations qui existent entre la variable X_i et les autres variables. Le graphique montre non seulement la nature (positive ou négative) mais aussi la significativité ($p < 0,05$) des corrélations entre la variable X_i et les autres. Dans cette étude, l'ACPF a été utilisée pour déterminer les variables abiotiques qui influencent significativement l'abondance des principaux taxons de zooplancton. Tous les traitements statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel R version 3.0.2 [28].

III - RÉSULTATS

III-1. Caractéristiques environnementales des étangs piscicoles

Les variations des variables environnementales entre les étangs piscicoles aux prégrossissement et grossissement sont présentées respectivement dans les **Tableaux 1 et 2**. Au prégrossissement, la température de l'eau variait de 26 °C (E1) à 29 °C (E4). La teneur en oxygène dissous oscillait entre 2,4 mg/L (E2, E3) et 5,84 mg/L (E1). Les étangs E2 et E3 présentaient des valeurs de pH faibles (4,4), tandis que l'étang E1 enregistrait une valeur élevée (7,84). La conductivité électrique variait de 43,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (E1) à 61,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (E2). La valeur minimale de transparence (10 cm) a été obtenue dans les étangs E2 et E3, tandis que la valeur maximale a été enregistrée dans l'étang E1. Les faibles valeurs de nitrate (0,29 mg/L) et de phosphate (0,211 mg/L) ont été enregistrées dans l'étang E1 tandis que les valeurs élevées (0,62 mg/L et 0,63 mg/L) de ces paramètres ont été observées respectivement dans E2 et E3 (**Tableau 2**). Il n'y a pas eu de variations significatives de la température de l'eau, du pH et de l'ammoniac entre les eaux des étangs piscicoles au cours de cette période (test de Mann-Whitney, $p > 0,05$). Cependant, l'oxygène dissous et la transparence étaient significativement plus élevés dans l'étang E1 que dans

les étangs E2, E3, E4 tandis que la conductivité électrique, le nitrate et le phosphate étaient significativement plus faibles dans l'étang E1 que dans les étangs E2, E3, E4 (test de Mann-Whitney, $p < 0,05$). Au grossissement, la température de l'eau oscillait entre 25,6 °C (E8) et 29 °C (E9). La teneur en oxygène dissous variait entre 2,3 mg/L (E7) et 6,08 mg/L (E9). Le pH fluctuait entre 4,3 (E7) et 8,08 (E9). La conductivité électrique variait entre 31,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (E9) et 60,15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (E8). La transparence minimale (9 cm) a été obtenue en E7, tandis que la maximale (46 cm) a été enregistrée en E9. Les nutriments tels que le nitrate et le phosphate ont été mesurés et les valeurs minimales (0,26 mg/L et 0,209 mg/L) ont été obtenus en E9 et les valeurs maximales (0,58 mg/L et 0,52 mg/L) en E7 et E8 (tableau 3). Les valeurs de température de l'eau, de pH et d'ammoniac n'ont montré aucune variation significative entre les eaux des étangs piscicoles (test de Mann-Whitney, $p > 0,05$) au cours de cette période. Cependant, l'oxygène dissous et la transparence étaient significativement plus faibles dans les étangs piscicoles E7 et E8 que dans l'étang E9, tandis que la conductivité électrique, les nitrates et les phosphates étaient significativement plus élevés dans les étangs E7 et E8 que dans l'étang E9 (test de Mann-Whitney, $p < 0,05$).

Tableau 1 : Valeurs minimales, maximales et médianes de la température, de l'oxygène dissous, du pH, de la conductivité, de la transparence, du nitrate, de l'ammonium et du phosphate mesurés au cours du prégrossissement dans les différents étangs d'échantillonnage de la ferme piscicole de Blondey (Côte d'Ivoire) ; E1= étang sans aliment exogène, E2= étang avec aliment exogène à base de farine de poisson, E3= étang avec aliment exogène à base de farine de ver de terre, E4= étang avec aliment exogène à base de farine d'asticot, les valeurs médianes ayant une lettre (a, b) en commun ne diffèrent pas significativement (test de Mann-Whitney ; $p > 0,05$)

Variables	Etangs											
	E1			E2			E3			E4		
	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med
Temperature (°C)	27,8	29	27,9 ^a	26	27,9	27,8 ^a	27,5	28,9	27,8 ^a	26,7	29,6	29,6 ^a
Oxygène dissous (mg/L)	5,32	5,84	5,84 ^a	2,4	3,6	3,1 ^b	2,4	5,3	2,6 ^b	2,5	3,6	2,6 ^b
pH	7,32	7,84	7,84 ^a	4,4	5,6	5,1 ^a	4,4	7,3	4,6 ^a	4,5	5,6	4,6 ^a
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	43,8	46,2	46,2 ^a	56,3	61,9	58,6 ^b	45,05	57,4	56,4 ^b	52,6	53,5	53,5 ^b
transparence (cm)	32	48	35 ^a	10	17	10 ^b	10	20	10 ^b	11	15	11 ^b
Nitrate (mg/L)	0,29	0,34	0,32 ^a	0,49	0,62	0,59 ^b	0,49	0,62	0,59 ^b	0,49	0,62	0,59 ^b
Ammonium (mg/L)	0,03	0,05	0,04 ^a	0,045	0,056	0,055 ^a	0,03	0,048	0,04 ^a	0,035	0,055	0,046 ^a
Phosphate (mg/L)	0,21	0,21	0,212 ^a	0,317	0,512	0,417 ^b	0,43	0,63	0,625 ^b	0,396	0,496	0,49 ^b

Tableau 2 : Valeurs minimales, maximales et médianes de la température, de l'oxygène dissous, du pH, de la conductivité, de la transparence, du nitrate, de l'ammonium et du phosphate mesurés au cours du grossissement dans les différents étangs d'échantillonnage de la ferme piscicole de Blondey (Côte d'Ivoire) ; E9= étang sans aliment exogène, E7= étang avec aliment exogène à base de farine de poisson, E8= étang avec aliment exogène à base de farine d'asticot, les valeurs médianes ayant une lettre (a, b) en commun ne diffèrent pas significativement (test de Mann-Whitney ; $p > 0,05$)

Variables	Etangs								
	E9			E7			E8		
	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med
Temperature (°C)	27,6	29	28,15 ^a	24,5	28,02	27,8 ^a	25,6	28,9	28,2 ^a
Oxygène dissous (mg/L)	4,93	6,08	6,08 ^a	2,3	5,1	4,15 ^b	2,8	5,5	3,55 ^b
pH	6,93	8,08	8,08 ^a	4,3	7,1	6,15 ^a	4,8	7,5	5,55 ^a
Conductivité (µS/cm)	31,5	48,8	43,8 ^a	46,1	67,1	58,5 ^b	55,6	67,5	60,15 ^b
transparence (cm)	30	46	38 ^a	9	18	15,5 ^b	11	17	15 ^b
Nitrate (mg/L)	0,26	0,38	0,335 ^a	0,38	0,58	0,45 ^b	0,38	0,58	0,45 ^b
Ammonium (mg/L)	0,031	0,058	0,0445 ^a	0,032	0,046	0,042 ^a	0,036	0,042	0,039 ^a
Phosphate (mg/L)	0,209	0,409	0,2625 ^a	0,312	0,52	0,416 ^b	0,3	0,51	0,405 ^b

III-2. Composition et structure du zooplancton dans les étangs piscicoles de Blondey

Au total 37 taxons appartenant à quatre groupes zooplanctoniques : Rotifères (17 taxons), Cladocères (4 taxons), Copépodes (4 taxons) et Autres organismes (12 taxons) ont été récoltés (**Tableau 3**). Les plus grandes richesses spécifiques ont été enregistrées dans les étangs ayant reçu un apport d'aliments exogènes avec un maximum de 36 taxons dans l'étang E8 ayant reçu l'aliment exogène à base de farine d'asticot au grossissement. Les faibles nombres de taxons sont obtenus dans les étangs n'ayant pas reçu d'aliment exogène (E1 = 23 taxons et E9 = 24 taxons). Par ailleurs, 16 taxons, soit 46 % de la richesse taxonomique totale sont communs à toutes les stations. Deux taxons (*Trichocerca chattoni*, *Chaoborus* sp.) sont rencontrés exclusivement dans les étangs piscicoles recevant les aliments exogènes. De plus, un taxon (*Culex* sp.) est observé uniquement dans l'étang nourri avec aliment exogène à base de farine de ver de terre. Relativement à la fréquence, quatre taxons apparaissent constants dans au moins 50 % des étangs. Il s'agit de *Keratella cochlearis*, *Synchaeta* sp., *Ceriodaphnia* sp. et *Moina* sp.

Tableau 3 : Liste des taxons zooplanctoniques de la ferme piscicole de Blondey (E1, E9 = étangs avec poissons sans aliment exogène ; E2, E7= étangs avec aliment à base de farine de poisson ; E3= étang avec aliment à base de farine de ver de terre ; E4, E8= étangs avec aliment à base de farine d'asticot ; *= taxon accidentel ; **= taxon accessoire ; ***= taxon constant)

zTaxons	Acronymes	Etangs						
		Prégrossissement				Grossissement		
		E1	E2	E3	E4	E9	E7	E8
Rotifères								
<i>Asplanchna brightwelli</i>	Asbri				*	*	*	*
<i>Asplanchna girodi</i>	Aspla		*	***	***	**	***	***
<i>Brachionus calyciflorus</i>	Bracal	*	*	***	*		*	***
<i>Brachionus falcatus</i>	Brafa		**	*	*	*	*	*
<i>Brachionus plicatilis</i>	Brapli	*	*		***		*	*
<i>Brachionus quadridentus</i>	Braqu	*	***	**	*		***	**
<i>Cephalodella</i> sp.	Ceph		*	*	*	*	*	*
<i>Collurela</i> sp.	Colsp	*	*		*		*	*
<i>Filinia longiseta</i>	Filon	*	*	*	*	*	*	*
<i>Filinia opoliensis</i>	Filo	*	**	***	**	**	***	***
<i>Gastropus</i> sp.	Gas	**	**	**	**	**	***	**
<i>Keratella cochlearis</i>	Kera	***	***	***	***	***	*	***
<i>Mytilina</i> sp.	Myti		*		*		*	*
<i>Polyarthra vulgaris</i>	Polyvu	*		*	*	*	*	*
<i>Synchaeta</i> sp.	Syn	*	**	***	***	***	***	***
<i>Trichocerca chattoni</i>	Tricha		*	*	*		*	*
<i>Trichocerca</i> sp.	Trich	*	*	*	*	*	*	*
Cladocères								
<i>Alona</i> sp.	Alo		*	*	*	*	*	*
<i>Bosmina longirostris</i>	Bos	*	*	*				*
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	Cerio	***	***	***	**	*	***	***
<i>Moina</i> sp.	Moi	***	*	**	***	***	***	**
Copépodes								
<i>Ergasilus</i> sp.	Erga	*	*	***	*	*	***	***
<i>Mesocyclops</i> sp.	Meso			*	*		*	*
<i>Naupli</i>	Nau	*	***	*	**	**	*	*
<i>Thermocyclops</i> sp.	Ther	*	*	***	*	*	*	***

Tableau 3 (Suite)

Taxons	Acronymes	Etangs						
		Prégrossissement				Grossissement		
		E1	E2	E3	E4	E9	E7	E8
Autres								
<i>Ostracodes</i>	Ostra	*	**	***	*	*	***	***
<i>Amphibiens</i>	Amp					*	*	*
<i>Bradinopyga strachani</i>	Bradi		*	**	***	***	*	**
<i>Centropyxis sp</i>	Centro		*		***		*	*
<i>Chaoborus sp</i>	Chao			*	*		*	*
<i>Cryptochironomus sp.</i>	Cryp	*	*	**	***	***	**	**
<i>Culex sp</i>	Cul				*			
<i>Enochrus sp.</i>	Eno	*			*		*	*
<i>Hydracarina sp</i>	Hydra	*	***	*	*	*	*	*
<i>Indoplanorbis exustus</i>	Indo		*	*			*	*
<i>Melanoides tuberculata</i>	Mela	*	*	***	*	*	***	***
<i>Povilla adusta</i>	Povil	*	*	*	**	**	*	*
TOTAL		23	30	28	34	24	35	36

La densité zooplanctonique varie de 900 ind./L (E1) à 2232 ind./L (E4) au cours de la phase de prégrossissement et de 612 ind./L à 1518 ind./L au cours de la phase de grossissement respectivement dans les mêmes étangs (**Figure 2A**). Les Rotifères présentent les plus fortes proportions (plus de 44,44 %) au niveau de chaque traitement alimentaire et quel que soit la phase d'élevage. Ce groupe est suivi des Cladocères avec 16,66 % de l'abondance (E9) puis des Copépodes (14,70 %) dans le même étang (**Figure 2B**).

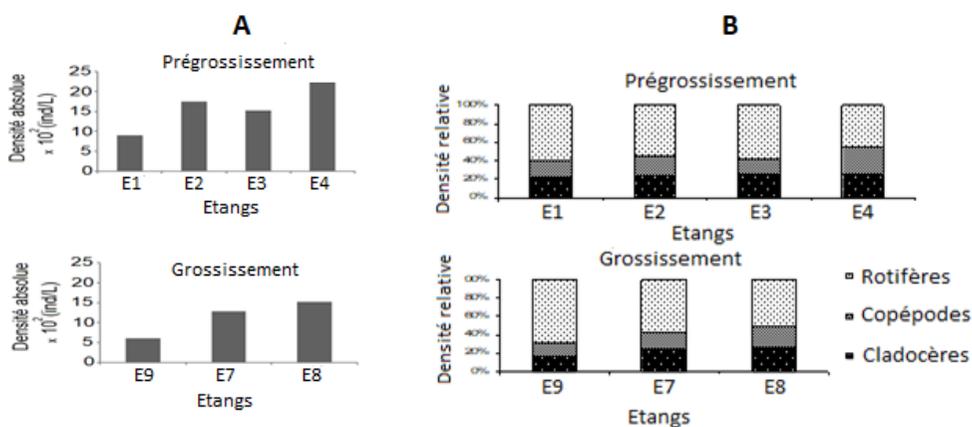


Figure 2 : Variation de la densité absolue du zooplancton dans les étangs piscicoles de Blondéy (E1, E9= étangs sans aliment exogène; E2, E7 = étangs avec aliment à base de farine de poisson ; E3 = étang avec aliment à base de farine de ver de terre ; E4, E8 = étangs avec aliment à base de farine d'asticot).

III-3. Diversité du zooplancton

Au stade de prégrossissement, les valeurs de la richesse raréfiée oscillent entre 7 (E1) et 29 (E4), celles de l'indice de Shannon-Weaver entre 0,61 (E1) à 3,3 (E4). Les valeurs de ces paramètres sont significativement plus faibles dans l'étang sans aliment exogène que dans les autres étangs ayant reçu les aliments exogènes (test de Mann-Whitney, $p < 0,05$). Les valeurs d'équitabilité se situent entre 0,68 (E1) et 0,98 (E4) au cours de cette phase. Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre les valeurs de ce paramètre d'un traitement alimentaire à un autre (test de Mann-Whitney, $p > 0,05$) (**Figure 3**). Au grossissement, la valeur minimale de la richesse raréfiée (7) a été obtenue dans l'étang E9 tandis que la maximale (26,79) a été enregistrée dans l'étang E8. Quant à l'indice de Shannon-Weaver, il varie entre 0,62 et 3,31 respectivement dans les étangs E9 et E8. Concernant l'équitabilité, la plus faible valeur (0,68) a été observée dans l'étang E9 et la plus élevée (0,96) dans l'étang nourri à l'aliment asticot (E8). La différence entre les valeurs de ces paramètres est significative d'un traitement à un autre (test de Mann-Whitney, $p < 0,05$) (**Figure 3**).

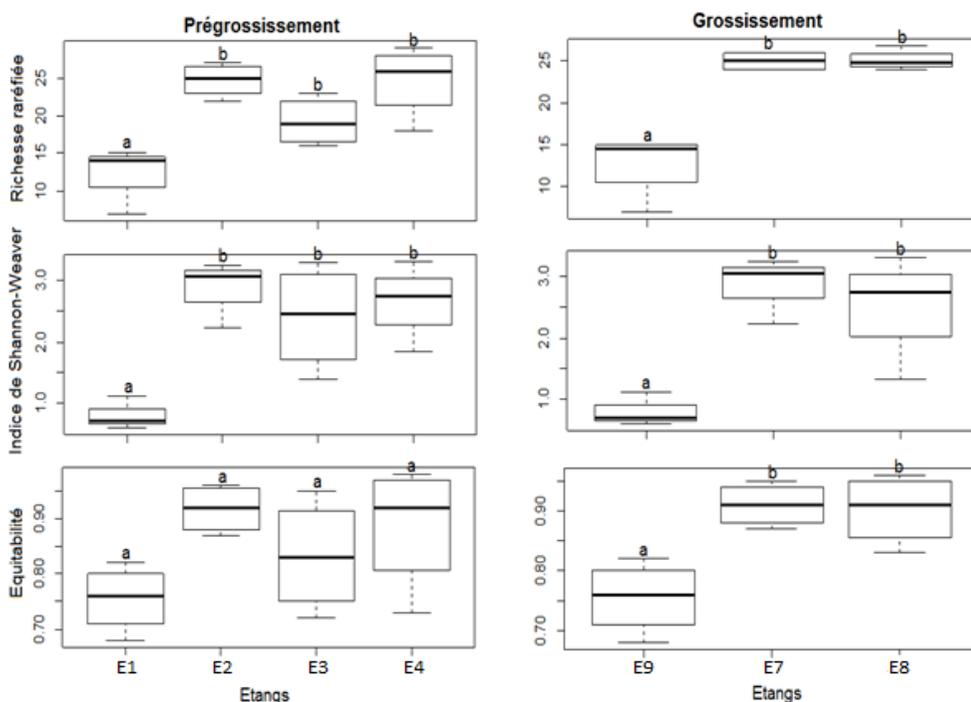


Figure 3 : Variation de la richesse raréfiée, de l'indice de Shannon-Weaver et de l'équitabilité du zooplancton entre les étangs de la ferme piscicole de Blondéy aux stades de prégrossissement et de grossissement de *Oreochromis niloticus* (E1, E9= étangs sans aliment exogène; E2, E7 = étangs avec aliment à base de farine de poisson; E3 = étang avec aliment à base de farine de ver de terre; E4, E8 = étangs avec aliment à base de farine d'asticot; les boxplots ayant la même lettre (a ou b) ne diffèrent pas significativement (Test de Mann-Whitney; $p > 0,05$)

III-4. Facteurs de distribution du zooplancton

L'Analyse en Composante Principale Focalisée (ACPF) a été réalisée à partir des paramètres environnementaux avec une focalisation sur les taxons de Rotifères les plus abondants. Ainsi, l'ACPF indique que les taxons *Keratella cochlearis* (Kera), *Synchaeta* sp. (Syn) et *Filinia opoliensis* (Filo) sont positivement corrélés à la température et la transparence mais négativement corrélés aux autres paramètres abiotiques. *Brachionus quadridentus* (Braqu) par contre, est corrélé positivement à la transparence mais négativement aux autres (**Figure 4**). Cependant, aucun paramètre abiotique n'influence significativement les taxons zooplanctoniques les plus abondants.

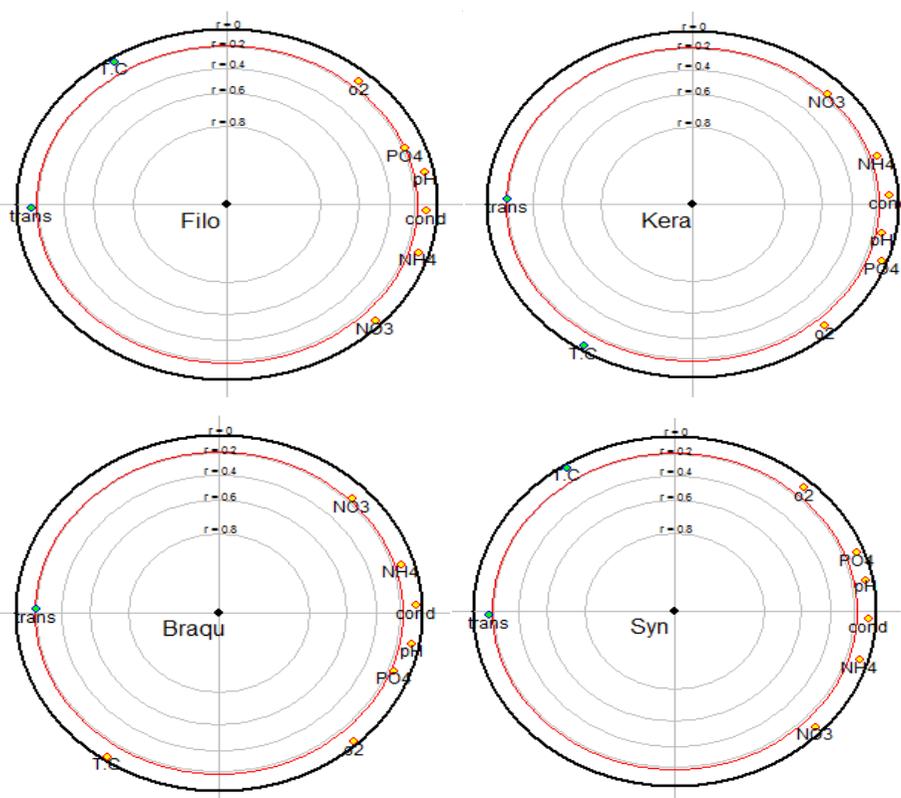


Figure 4 : Graphiques illustrant les résultats de l'analyse en Composante Principale Focalisée (ACPF) basée sur les trois taxons les plus abondants du zooplancton comme variables dépendantes et les paramètres physico-chimiques représentant les variables indépendantes. Les points jaunes correspondent aux paramètres abiotiques corrélés négativement à l'abondance du taxon tandis que les points verts indiquent ceux qui sont corrélés positivement à l'abondance du taxon. Les points situés à l'intérieur du cercle en rouge représentent les paramètres significativement corrélés ($P < 0,05$) à l'abondance du taxon (Filo = *Filinia opoliensis*, Kera = *Keratella cochlearis*, Braqu = *Brachionus quadridentus*, Syn = *Synchaeta* sp., trans = transparence, T°C = température, cond = conductivité, o2 = oxygène dissous, pH = potentiel d'hydrogène, PO4 = phosphate, NH4 = ammonium, NO3 = nitrates)

IV - DISCUSSION

Dans la ferme piscicole de Blondey, 37 taxons zooplanctoniques ont été récoltés. Cette richesse taxonomique est similaire à celle obtenue dans d'autres étangs piscicoles en Côte d'Ivoire à la station de recherche en pisciculture du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) (38 taxons) [29]. Le nombre de taxons identifiés au cours de cette étude, est supérieur à ceux enregistrés dans les eaux des bas-fonds à Gagnoa (Côte d'Ivoire) (31 taxons) [30] et au Bénin dans les étangs d'aquaculture traditionnelle du fleuve Delta (30 taxons) [31]. Cette relative importance de la richesse taxonomique pourrait s'expliquer par la différence de la surface d'échantillonnage. En effet, au Bénin 12 happas de 6,25 m² soit 75 m² au total et quatre étangs de 400 m² dans les bas-fonds à Gagnoa ont été échantillonnés contre des étangs de 600 à 800 m² dans cette étude. Par ailleurs, la composition taxonomique du zooplancton est dominée par les Rotifères. Cette forte diversité des Rotifères s'expliquerait par la situation géographique et la nature de l'hydrosystème. En effet, dans les régions tropicales, les écosystèmes lacustres présentent une grande diversité de Rotifères [32 - 35]. Aussi, cette prédominance des Rotifères serait liée à la plasticité alimentaire de ce groupe. Selon [36], les Rotifères sont constitués de consommateurs opportunistes capables de s'adapter rapidement aux changements des conditions physico-chimiques et hydrologiques existant dans les plans d'eau.

Dans l'ensemble, les étangs ayant reçu les aliments exogènes (E2, E3, E4, E7, E8) enregistrent les plus grands nombres de taxons comparés aux étangs sans aliment exogène (E1, E9 = 23 taxons). Cette différence serait liée à l'abondance du phytoplancton dans les étangs recevant l'aliment exogène. En effet, le phytoplancton constitue l'aliment du zooplancton et surtout des Rotifères [6, 19]. Concernant les indices de diversité (richesse raréfiée et Shannon-Weaver), ils sont plus élevés dans les étangs soumis aux traitements alimentaires que dans les étangs sans aliment exogène. Ce résultat pourrait s'expliquer par la forte minéralisation (conductivité, nitrates et phosphates) dans les étangs recevant les aliments exogènes. En effet, selon [37] la minéralisation favorise le développement de substances nutritives (phytoplancton) pour le zooplancton d'où leur prolifération. En ce qui concerne l'équitabilité, elle est dans l'ensemble élevée dans tous les étangs ($E > 0,68$). Le peuplement zooplanctonique semble être bien organisé, stable et équilibré dans l'ensemble des structures d'élevage de la ferme piscicole de Blondey. Des observations similaires ont été faites par [38] lors de l'analyse de la structure du zooplancton dans les bas-fonds en Côte d'Ivoire. L'analyse quantitative du zooplancton révèle que la densité zooplanctonique augmente avec l'apport exogène d'aliments. En effet, ces aliments enrichissent les étangs en matières organiques qui mettent à disposition les nutriments par le

phénomène de minéralisation. Ces nutriments agissent indirectement par le développement phytoplanctonique sur la prolifération des taxons zooplanctoniques [37]. Ce résultat pourrait également être le fait des valeurs élevées de conductivité et à la forte disponibilité de la ressource nutritive dans les étangs. Selon [39], la variation de l'abondance et de la structure des communautés zooplanctoniques sont très sensibles aux changements des conditions environnementales. Par ailleurs, les densités zooplanctoniques diminuent dans les étangs avec l'évolution des phases d'élevage. Ce constat pourrait être lié à la quantité d'aliments consommés qui croît avec la croissance des poissons présents dans ces structures d'élevage. Par ailleurs, L'Analyse en Composante Principale Focalisée (ACPF) révèle qu'aucun paramètre physico-chimique n'influence significativement l'abondance des principaux taxons zooplanctoniques récoltés. Ce résultat pourrait traduire une faible sensibilité du zooplancton aux variations des conditions environnementales. En effet, selon [40] le zooplancton n'a pas de relation importante avec la chimie de l'eau.

V - CONCLUSION

Cette étude a permis d'identifier 37 taxons zooplanctoniques répartis entre quatre groupes notamment les Rotifères (17 taxons), les Cladocères (4 taxons), les Copépodes (4 taxons) et autres organismes (12 taxons). Le peuplement zooplanctonique des étangs piscicoles de Blondey est dominé à 45,94 % par les Rotifères. Au prégrossissement comme au grossissement, les valeurs des indices de diversité tels que la richesse raréfiée, l'indice de Shannon-Weaver et l'équitabilité sont significativement plus élevées dans les étangs ayant reçu les aliments exogènes. L'aliment exogène à base de farine d'asticot favorise une meilleure diversité zooplanctonique dans les étangs piscicoles.

RÉFÉRENCES

- [1] - N. M. AKA, M. PAGANO, P. CECCHI & D. CORBIN, Identification de quelques Copépodes des petits lacs de barrage du Nord de la Côte d'Ivoire. *F. Tech. & Doc. Vulg.*, (2010) 1 - 7
- [2] - E. S. F. MEDEIROS & A. H. ARTHINGTON, The importance of zooplankton in the diets of three native fish species in floodplain waterholes of a dryland river. *Hydrobiologia*, 614 (2008) 19 - 31
- [3] - K. ARA, Temporal variability and production of the planktonic copepod community in the Cananea Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. *Zoological Studies*, 43 (2004) 179 - 186
- [4] - C. Z. KOUDENOUKPO, A. CHIKOU, S. H. TOGOUET ZEBAZE, N. MVONDO, R. U. S. HAZOUME, P. K. HOUNDONOUGBO, G. A. MENSAH & P. A. LALEYE, Zooplanctons et macroinvertébrés aquatiques: vers un assemblage de bioindicateurs pour un meilleur monitoring des écosystèmes aquatiques en région tropicale. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 1 (2017) 276 - 287
- [5] - A. MAGALHÃES, D. S. B. NOBRE, R. S. C. BESSA, L. C. C. PEREIRA & R. M. DA COSTA, Seasonal and short-term variations in the copepod community of a shallow Amazon estuary (Taperaçu, Northern Brazil). *Journal of Coastal Research*, 64 (2011) 1520 - 1524
- [6] - H. KHATTABI, Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologiques et hydrobiologiques pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'Etuefont (Belfort, France), Thèse de Doctorat 3ème cycle, Institut des Sciences de l'Environnement, Spécialité : Sciences de l'eau et de l'environnement, (2002) 152 p.
- [7] - M. PAGANO, G. CHAMPALBERT, M. AKA, E. KOUASSI, R. ARFI, P. GOT, M. TROUSSELLIER, N. D. CORBIN, M. BOUVY & B. OUVY, Herbivorous and microbial grazing pathways of metazooplankton in the Senegal River Estuary (West Africa). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67 (2006) 369 - 381
- [8] - G. G. LANDA, F. A. R. BARBOSA, A. C. RIETZLER & P. M. M. BARBOSA, *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (Copepoda, Cyclopoida) as indicator of water quality in the State of Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50 (2007) 695 - 705
- [9] - G. BEAUGRAND & F. IBANEZ, Monitoring marine plankton ecosystems (2) : longterm changes in north sea calanoid copepods in relation to hydroclimatic variability. *Mr. Ecol. Progr. Ser.*, 284 (2004) 35 - 47
- [10] - G. FRYER, The parasitic Crustacea of African freshwater fish: their biology and distribution. *Journal of Zoology*, 156 (1968) 35 - 43

- [11] - M. AKA, Zooplancton des petits lacs de barrage du Nord et du Centre de la Côte d'Ivoire : communautés, biomasses, relations trophiques et impact de la prédation par les larves de *Chaoborus* et de poissons. Thèse unique, Université d'Abobo-Adjamé, (2003) 270 p.
- [12] - N. I. OUATTARA, A. OUATTARA, T. KONE, V. N'DOUBA & G. GOURENE, Distribution du zooplancton le long de deux petits bassins côtiers ouest africains (Bia et Agnébi ; Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 19 (2007) 197 - 210
- [13] - N. R. ETILE, Peuplement zooplanctonique d'une lagune tropicale ouest-africaine : cas du complexe lagunaire de grand-lahou (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire), (2012) 228 p.
- [14] - N. C. KOUASSI, Contribution à l'étude du zooplancton des étangs de pisciculture de la station piscicole de Bouaké (Côte d'Ivoire) et de la prise de proies planctoniques chez les alevins d'*Oreochromis niloticus* (Pisces, Cichlidae). Thèse de Doctorat 3^e cycle, Université Nationale de Côte d'Ivoire, (1993) 156 p.
- [15] - Y. BAMBA, Production en étang du tilapia *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) nourris avec des sous-produits agricoles sans adjonction de farine de poisson. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire), (2007) 155 p.
- [16] - AFNOR, Qualité de l'eau (Environnement). Association Française de normalisation, 1^{ère} édition, Paris, (2005) 862 p.
- [17] - J. F. HANEY & D. J. HALL, Sugar-Coated. *Daphnia* : A preservation technique for Cladocera. *Limnology and Oceanography*, 18 (1973) 331 - 333
- [18] - D. A. CULVER, M. M. BOUCHERIE, D. J. BEAN & J. W. FLETCHER, Biomass of freshwatercrustacean zooplankton from length-weight regressions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42 (1985) 1380 - 1390
- [19] - R. POURRIOT, Les Rotifères. In : Durand, J. R. & Lévêque, C., (Eds.) : Flore et faune aquatique de l'Afrique Sahélo-soudanienne, Tome I, ORSTOM, Paris (1980) 219 - 244
- [20] - J. REY & L. SAINT-JEAN, Les Branchiopodes. In : Durand, J. R. & Lévêque, C., (Eds.) : Flore et faune aquatique de l'Afrique Sahélo-soudanienne, Tome I, ORSTOM, Paris (1980) 307 - 332
- [21] - B. DUSSART, Les Copépodes. In : Durand, J. R. & Lévêque, C., (Eds.) : Flore et faune aquatique de l'Afrique Sahélo-soudanienne, Tome I Paris (1980) 333 - 356
- [22] - H. AGADJIHOUEDE, C. A. BONOU, A. CHIKOU & P. LALEYE, Production comparée de zooplancton en bassins fertilisés avec la fiente de volaille et la bouse de vache. *International Journal of Biology and Chimical Sciences*, 4 (2010) 432 - 442

- [23] - J. M. QUINN & C. W. HICKEY, Characterization and classification of benthic invertebrate communities in 88 New Zealand rivers in relation to environmental factors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 24 (1990) 387 - 407
- [24] - E. C. PIÉLOU, The mesurment of diversity in different types of biological collection. *Journal of theoretical Biology*, 13 (1966) 131 - 144
- [25] - J. OKSANEN, F. G. BLANCHET, R. KINDT, P. LEGENDRE, P. R. MINCHIN, R. B. O'HARA, G. L. SIMPSON, P. SOLYMOS, M. H. H. STEVENS & H. WAGNER, vegan : Community Ecology Package. R package version 2 (2013) 0 - 8
- [26] - R. DAJOZ, Précis d'écologie. 7^{ème} édition, Dunod, Paris, (2000) 615 p.
- [27] - J. THIOULOUSE, D. CHESSEL, S. DOLÉDEC & J. M. OLIVIER, ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistic and Computing*, 7 (1997) 75 - 83
- [28] - R CORE TEAM, A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, Available online at: [http:// www.R-project.org/](http://www.R-project.org/). 2013
- [29] - N. C. KOUASSI, K. Y. BONY, F. K. KONAN, E. O. EDIA, S. SYLLA & J. MOREAU, Food composition and zooplanktonic prey selectivity of Lates niloticus (Linné, 1762) juveniles in fishponds (Ivory Coast; West Africa). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 4 (2009) 393
- [30] - W. YTÉ, A. M. GETHEME & T. A. SANOGO, Zooplankton des eaux de bas-fonds à gagnoa, centre-ouest côte d'ivoire. *Agronomie Africaine*, 21 (2009) 253 - 260
- [31] - H. A. ELEGBE, C. M. BLE, R. N. ETILE, A. CHIKOU, I. I. TOKO, M. N. AKA, P. T. AGBOHESSI & P. LALEYE, Diversity and structure of zooplankton in a tropical traditional aquaculture system "whedos" in ouémé river high delta (Benin, west africa). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4 (2016) 772 - 779
- [32] - W. A. YTE, N. C. KOUASSI & S. YORO, Peuplement zooplanctonique du lac de Buyo (Côte d'Ivoire) : Liste faunistique et distribution. *Agronomie Africaine*, 8 (1996) 143 - 152
- [33] - M. AKA, M. PAGANO, L. SAINT-JEAN, R. ARFI, M. BOUVY, P. CECCHI, D. CORBIN & S. THOMAS, Zooplankton variability in 49 shallow tropical reservoirs of Ivory Coast (West Africa). *International Review of Hydrobiology*, 85 (2001) 491 - 504
- [34] - S. KÂ, M. PAGANO, N. BÂ, M. BOUVY, C. LÉBOULANGER, R. ARFI, T. O. THIAW, M. E. H. NDOUR, D. CORBIN, D. DEFAYE, C. CUOC & E. KOUASSI, Zooplankton distribution related to environmental factors and phytoplankton in a shallow tropical lake (lake Guiers, Senegal, West Africa). *International Review of Hydrobiology*, 91 (2006) 389 - 405

- [35] - A. OUEDA, W. GUENDA, T. A. KABRE, F. ZONGO & G. KABRE, Diversity, abundance and seasonal dynamic of zooplankton community in a South-Saharan reservoir (Burkina Faso). *Journal of Biological Sciences*, 7 (2007) 1 - 9
- [36] - K. L. KIRK, Competition in variable environments: experiments with planktonic rotifers. *Freshwater biology*, 47 (2002) 1089 - 1096
- [37] - F. M. ONANA, S. H. ZEBAZE TOGOUET, N. L. NYAMSI TCHATCHO, H.B. DOMCHE TEHAM & P. NGASSAM, Distribution spatio-temporelle du zooplancton en relation avec les facteurs abiotiques dans un hydrosystème urbain : le ruisseau Kondi (Douala, Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 82 (2014) 7326 - 7338
- [38] - W. A. YTE & N. KOUASSI, Structure des peuplements de Cladocères et de Rotifères du lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire). *Annales de l'Université d'Abidjan, série Ecologie*, 16 (1983) 87 - 97
- [39] - R. P. HARRIS, P. H. WIEBE, J. LENZ, H. R. SKJODAL & M. HUNTLEY, *Zooplankton methodology manual*. London: Academic Press, San Diego, (2000)