

**Caractérisation physicochimiques et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés benthiques dans 4 étangs piscicoles (Yaoundé1, Yaoundé2, Mbankomo1 et Mbankomo2) dans la région du Centre (Cameroun)**

*Ngo Nseh Sidonie Chantal*

*Nzombi Azonfack Yannick*

*Ndo Stevie*

Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement,  
Faculté des sciences, Université de Yaoundé, Cameroun

*Tangem Lucas Leku*

Ministère de l'Élevages, des Pêches et des Industries Animales  
Yaoundé, Cameroun

*Dakwen Jeannette Prudence*

Ministère de l'Éducation de Base, Yaoundé, Cameroun

*Ajeegah Gideon Aghaindum*

Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement,  
Faculté des sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun

Doi: 10.19044/esipreprint.5.2025.p153

Approved: 05 May 2025

Posted: 08 May 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

*Cite As:*

Ngo Nseh S.C., Nzombi A.Y., Ndo S., Tangem L.L., Dakwen J.P. & Ajeegah G.A. (2025). *Caractérisation physicochimiques et distribution spatio-temporelle des macroinvertébrés benthiques dans 4 étangs piscicoles (Yaoundé1, Yaoundé2, Mbankomo1 et Mbankomo2) dans la région du Centre (Cameroun)*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.5.2025.p153>

## Résumé

Cette étude vise à déterminer la diversité macroinvertébrés benthiques en relation avec la qualité physico-chimique dans 4 étangs piscicoles (Yaoundé1, Yaoundé2, Mbankomo1 et Mbankomo2) dans la région du Centre (Cameroun). Les échantillonnages des macroinvertébrés benthiques ont été faits suivant l'approche multihabitat, en utilisant un troubleau de forme carrée muni d'un filet de 400 µm d'ouverture de maille. Les organismes ainsi récoltés ont été fixés au formol 10% contenu dans des piluliers en verre. Au laboratoire, les spécimens ont été lavés à l'eau courante

puis conservés dans de l'alcool à 70° avant les opérations d'identification et de comptage. Au cours de cette étude, 9140 individus ont été récoltés appartenant à 3 embranchements (Mollusques, Annélides et Arthropodes), 3 classes, 8 ordres et 32 familles. L'embranchement des mollusques correspond 7344 individus soit 80,35% d'abondance relative ; celui des arthropodes 1795 individus soit 19,63 % d'abondance relative. La classe des Gastéropodes prédomine avec 7344 individus soit 80,35 % d'abondance relative suivie des Insectes avec 1795 individus soit 19,63 % d'abondance relative puis des Achètes avec 1 individu soit 0,01 % d'abondance relative. La famille des Thiaridae a présenté une abondance relative de 66% parmi toutes les familles représentées. Elle présente des tolérances des niveaux relativement bas d'oxygène dissous et peut se développer dans les eaux riches en matières organiques en décomposition, ce qui est caractéristique des milieux eutrophes. Les paramètres abiotiques tels que la température, l'oxygène dissous, la transparence, le nitrate et l'orthophosphate marque des eaux eutrophes dans ces étangs. L'analyse de l'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélou présente les mêmes tendances. L'analyse des valeurs de l'Indice de Pollution Organique obtenue à partir des moyennes des classes de qualité, les eaux des étangs piscicoles étudiés sont sujettes à une forte pollution toutefois, seraient de mauvaise qualité écologique.

---

**Mots clés :** Macroinvertébrés benthiques, Étangs piscicole, physicochimiques, Région Centre

---

**Physicochemical caractérisation and spatiotemporal distribution of benthic macroinvertebrates in 4 fish ponds (Yaounde1, Yaounde2, Mbankomo1 and Mbankomo2) in the Centre Region (Cameroon)**

*Ngo Nseh Sidonie Chantal*

*Nzombi Azonfack Yannick*

*Ndo Stevie*

Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement,  
Faculté des sciences, Université de Yaoundé, Cameroun

*Tangem Lucas Leku*

Ministère de l'Elevages, des Pêches et des Industries Animales  
Yaoundé, Cameroun

*Dakwen Jeannette Prudence*

Ministère de l'Education de Base, Yaoundé, Cameroun

*Ajeagah Gideon Aghaindum*

Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement,  
Faculté des sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun

---

**Abstract**

This study aims to determine the benthic macroinvertebrate diversity in relation to the physicochemical quality in 4 fish ponds (Yaoundé1, Yaoundé 2, Mbankomo1, and Mbankomo2) in the Centre Region (Cameroon). Benthic macroinvertebrate sampling was carried out using a multihabitat approach, with a square hand net with a 400 µm mesh size. The collected organisms were fixed in 10% formalin in glass vials. In the laboratory, the specimens were washed with tap water and then preserved in 70% alcohol before identification and counting. During this study, 9140 individuals were collected, belonging to 3 phyla (Mollusca, Annelida, and Arthropoda), 3 classes, 8 orders, and 32 families. The Mollusca phylum accounted for 7344 individuals, representing 80.35% of the relative abundance; the Arthropoda phylum accounted for 1795 individuals, representing 19.63% of the relative abundance. The Gastropoda class predominated with 7344 individuals, representing 80.35% of the relative abundance, followed by Insecta with 1795 individuals, representing 19.63% of the relative abundance, and then Oligochaeta with 1 individual, representing 0.01% of the relative abundance. The Thiaridae family showed a relative abundance of 66% among all represented families. It exhibits tolerance to relatively low levels of dissolved oxygen and can thrive in waters rich in decaying organic matter, which is characteristic of eutrophic

environments. Abiotic parameters such as temperature, dissolved oxygen, transparency, nitrate, and orthophosphate indicate eutrophic waters in these ponds. The analysis of the Shannon diversity index and Pielou's evenness index shows the same trends. The analysis of the Organic Pollution Index values obtained from the averages of the quality classes indicates that the waters of the studied fish ponds are subject to high pollution and would therefore be of poor ecological quality.

---

**Keywords:** Benthic macroinvertebrates, fish ponds, physicochemical, Centre Region

## Introduction

Dans plusieurs communautés, en particulier dans les pays en développement, le poisson contribue à la subsistance et aux stratégies de lutte contre la pauvreté (FAO, 2009). De par sa croissance et sa composition en nutriments, il joue un rôle déterminant dans la fourniture de protéines animales, surtout dans les pays menacés de nos jours par la crise alimentaire. Selon FAO (2020), en 2018 par exemple, le monde a consommé environ 156 millions de tonnes de poisson et les prévisions pour les années à venir indiquent que la demande serait en hausse. La consommation humaine de poisson a atteint au cours de la même année un niveau record avec près de 20,5 kg de poissons consommés par personne, représentant ainsi près de 15% de l'apport moyen de protéines animales (FAO, 2011).

Les propriétés physicochimiques de l'eau pourraient être influencées par les systèmes de culture (Mustapha, 2017). Au-delà de combler le manque porté sur la qualité de l'eau des étangs piscicoles, cette étude vise également à sensibiliser les pisciculteurs aux paramètres vitaux de la qualité de l'eau qui nécessitent une surveillance constante en raison de leur impact sur la santé des poissons.

L'évaluation et le suivi de la qualité des eaux sont réalisés généralement à partir de la méthode physicochimique. Cette méthode est réalisée à partir d'une série de mesures de paramètres physiques et chimiques que l'on compare par la suite à des normes ou critères de qualité éprouvés. Cette approche, bien qu'utile souffre d'un certain nombre d'insuffisances (Ohio EPA, 1987). En effet, l'évaluation de la qualité de l'eau basée sur la mesure de la concentration de polluants ne permet pas de tirer des conclusions sur la santé d'un écosystème. Cette méthode analytique bien qu'onéreuse, ne renseigne pas suffisamment sur la qualité de l'écosystème et n'évalue pas l'effet des polluants non mesurés ou présents à des seuils inférieurs aux limites de détection. Elle renseigne encore moins sur les effets synergiques, additifs et antagonistes des différents polluants sur les organismes vivants. Ainsi, l'évaluation et la surveillance de la qualité des

eaux se basent sur l'utilisation d'indices biotiques mis en place à partir des organismes aquatiques vivants tels que les poissons, les diatomées, les algues et les macroinvertébrés aquatiques (Camara, 2013). Parmi ces organismes, les macroinvertébrés aquatiques sont de loin les plus utilisés comme bio-indicateurs pour l'évaluation de la qualité des eaux (Clarke et *al.*, 2002). Les macroinvertébrés aquatiques sont de bons indicateurs biologiques en raison de leur cycle de vie relativement long, leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de leur habitat (Moisan & Pelletier, 2008). Enfin, leurs structures reflètent particulièrement bien l'état et l'intégrité écologique des milieux aquatiques, car ils réagissent très vite aux changements survenant dans leur environnement. En effet, les macroinvertébrés intègrent les effets cumulatifs et synergiques des perturbations physiques, biologiques et chimiques des écosystèmes aquatiques. Ils permettent aussi d'évaluer les répercussions réelles de la pollution et de l'altération des habitats aquatiques. L'intégrité écologique d'un milieu aquatique est dégradée lorsque les communautés d'organismes qui y vivent ne sont pas équilibrées et bien intégrées (Karr et *al.*, 1986). De ce fait, les macroinvertébrés aquatiques deviennent les juges de l'état écologique et de l'intégrité des écosystèmes aquatiques (Roche et *al.*, 2005).

Au Cameroun, les études menées en étang se sont concentrées principalement sur la biodiversité du zooplancton et la variabilité de la pisciculture à faibles intrants (Dakwen, 2020), sur la viabilité de la pisciculture au Cameroun, on peut citer ceux de Efole Ewoukem (2011) qui portent sur l'optimisation biotechnique de la pisciculture en étang dans le cadre du développement durable des EFA dans les régions de l'Ouest et du Centre; ceux de Tiogue (2012), portant sur la domestication de la carpe *Labeobarbus batesii* de la plaine des Mbôs, espèces candidates à la polyculture de poissons en étang, ceux de Zango (2017) qui portent sur l'alimentation des larves de *Clarias jaensis* à base du zooplancton et ceux de Konan et *al.* (2017) qui traitent de la production des espèces locales très prolifiques pour pallier les insuffisances en protéines animales et réduire les importations et d'autres études se sont concentrées sur l'apport complémentaire d'aliments exogènes (Edwards, 1993 ; Pouomogne, 1994). Toutefois, la biodiversité des macroinvertébrés benthiques des étangs piscicoles reste peu connue d'où l'intérêt de cette étude qui a pour objectif principal de contribuer à la compréhension de l'état écologique de quelques étangs piscicoles des départements du Mfoundi et de la Mefou-et-Akono. Il s'agit plus spécifiquement de déterminer les paramètres physicochimiques dans les étangs piscicoles et d'inventorier les différents taxa de macroinvertébrés benthiques qui colonisent ces étangs piscicoles et enfin de montrer s'il existe des corrélations entre les variables physico-chimiques et biologiques.

## Matériel et méthodes

### Cadre géographique d'étude

Il s'est agi essentiellement de la zone d'étude. Il est important de présenter le site d'étude et de connaître sa position géographique, son climat

L'étude s'est déroulée de février à juin 2022 dans deux des dix départements (Mefou-et- Akono, le Mfoundi) de la Région du Centre Cameroun. Cette Région s'étend sur une superficie de 68 926 km<sup>2</sup>. Ses coordonnées géographiques sont 4°45'0''N et 12°0'0''E. Elle est limitée au Nord par la Région de l'Adamaoua, à l'Ouest par les Régions du Littoral et de l'Ouest, au Sud par la Région du Sud et à l'Est par la Région de l'Est (Figure1). Le climat est équatorial de type guinéen forestier à quatre saisons : Deux saisons de pluies (la première de mi-mars à mi-juin et la seconde de mi-août à mi-novembre) alternant avec deux saisons sèches réparties ainsi qu'il suit (la première grande allant de mi-novembre à mi-mars et la seconde petite allant de mi-juin à mi-août) (Lebel & Pontié, 2011). La pluviométrie varie entre 1500 et 1700 mm par an ; toutefois, des pluies trop abondantes peuvent causer la destruction des digues des étangs. La température moyenne est de 24°C (minimum 19°C et maximum 35°C).

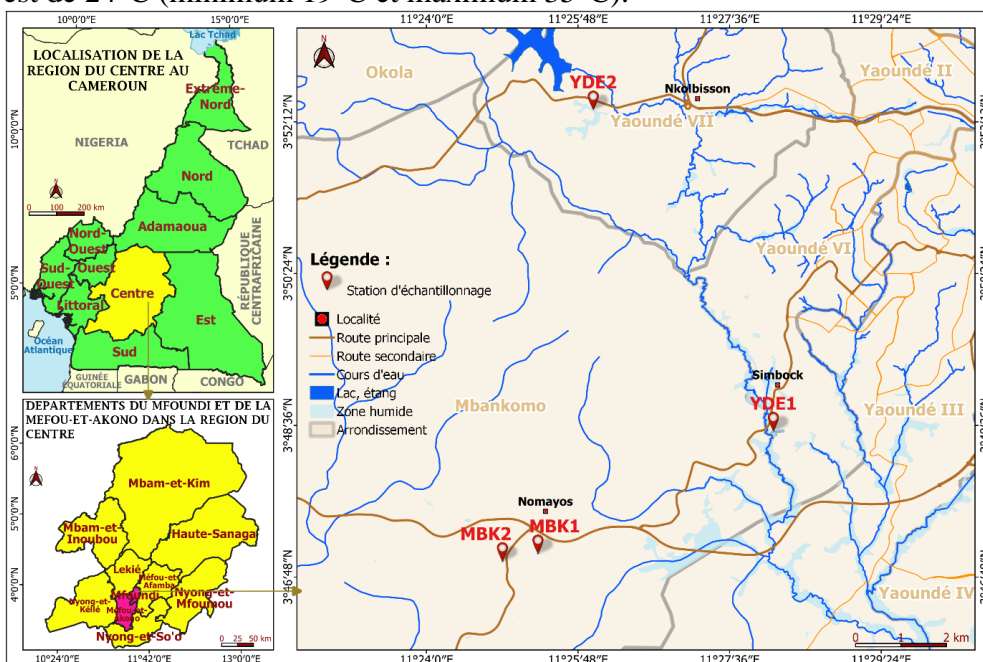


Figure 1. Carte de la zone d'étude et localisation des stations d'échantillonnages

### Analyse des Paramètres Physicochimiques et Biologiques

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés à la fois sur le terrain et au laboratoire suivant les recommandations de (APHA, 1998 ; Rodier et *al.*, 2009). La température, la transparence, la teneur en oxygène

dissous et la conductivité électrique ont été mesurées in situ respectivement au moyen d'un thermomètre, d'un disque de Secchi de diamètre 30 cm et d'un multimètre de marque HANNA HI 98130. Au laboratoire, les ions orthophosphates et les formes d'azote ont été mesurés au spectrophotomètre de marque WAHTECH à partir des échantillons d'eau prélevés sur le terrain à l'aide des flacons en polyéthylène, à double bouchage, de 1000 mL. La charge organique des eaux a été appréciée grâce à la mesure de l'IPO (Leclercq, 2001).

Les macroinvertébrés benthiques ont été prélevés à l'aide d'un troubleau de dimension 30 cm x 30 cm muni d'un filet conique de 400 µm d'ouverture de maille et 0,5 m de profondeur. Pour chaque station d'étude, une vingtaine de traits d'épuisette ont été effectués aux différents microhabitats et les organismes ainsi récoltés triés et fixés au formol 10%. Au laboratoire, les spécimens ont été lavés à l'eau courante puis conservés dans de l'alcool 70° avant d'être identifiés et dénombrés. La totalité des Macroinvertébrés benthiques ont été déterminés à la loupe binoculaire de marque Wild M5 jusqu'au rang du genre ou de l'espèce, à l'aide des clés d'identification de (Levêque et *al.*, 2005 ; Tachet et *al.*, 2006). Les données obtenues ont été analysées à l'aide des indices.

### **Présentation du site d'étude**

Les quatre étangs piscicoles étudiés se trouvent dans les départements de Mfoundi et de la Mefou -et-Akono. Quatre étangs d'étude désignés YDE1, YDE2 MBK1 et MBK2 ont été des codes choisis attribués à chaque étang.

### **Étang piscicole Yaoundé 1 (YDE 1)**

L'étang Yaoundé 1 appartient au complexe touristique et avicole d'Etôk Kôss et est situé au quartier Simbock, ayant pour coordonnées géographiques 03°48'31,9''N et 011°28'07,1''E et d'altitude 683 m. Il est alimenté directement par le fleuve Mefou. Ce complexe compte dix étangs piscicoles et une ferme avicole d'une capacité de 3000 poulets. Ces étangs sont abandonnés depuis 2020 pendant la période du COVID-19. Ils enlèvent des poisons comme : Les tilapias (*Oreochromis niloticus*), les silures (*Clarias gariepinus*) et les kangas (*Heterotis niloticus*). L'étang Yaoundé 1 a une superficie de 2000 m<sup>2</sup> avec une profondeur moyenne de 49, 29 ±14,52 cm, son eau a un aspect boueux, avec un fond chargé d'alluvions et les digues sont toutes couvertes de cyperaceae. Il est situé à l'entrée principale du complexe, il est limité au nord par les locaux du complexe au sud par le port sur la Mefou, à l'est par le carrefour Ebanda et à l'ouest par le campus de l'Institut Saint Jean.

### **Etang piscicole Yaoundé 2 (YDE 2)**

L'étang piscicole Yaoundé 2 appartient à la ferme aquacole Fias qui a été créé en 2017 et compte sept étangs piscicoles pour l'élevage des poissons comme : Les tilapias (*Oreochromis niloticus*), les silures (*Clarias gariepinus*) et les tilapias rouge (Souche Red florida) et la production des alévin. Il est localisé dans le quartier Minkoameyos et avec les coordonnées géographiques 03°52'20,8''N et 011°25'58,8''E et d'altitude 714 m. Il a une superficie de 120m<sup>2</sup> et une profondeur moyenne de 45,40±22,30 cm et il est alimenté en saison sèche pour les eaux d'un puit amélioré et en saison des pluies par les eaux de pluie. Il est nourri par moment par les aliments importés. Les digues de cet étang n'ont pas d'herbes mais les pentes intérieures des digues ont les macrophytes tels que : *Ludwigia erecta*, *Aneilema umbrosum*, *paspalum orbiculaire*.

### **Etang piscicole Mbankomo 1 (MBK 1)**

L'étang Mbankomo 1 est situé derrière la base vie de Arab Contractor au quartier Nomayos avec les coordonnées géographiques 03°47'04,8''N et 011°25'19,4''E et d'altitude 699 m. La superficie de cet étang est de 298 m<sup>2</sup> avec une profondeur moyenne de 39,75±11,97cm. La surface de cet étang est parsemée de *Eleocharis acutangula* et les digues et les pentes des digues sont couvertes de *Ludwigia erecta* et quelques pieds de canne à sucre (*Saccharum officinarum*). Les silures (*Clarias gariepinus*) sont élevés dans cet étang et sont nourris d'une manière non contrôlée à la lisière de porc et à la fiente de poulets

### **Etang piscicole Mbankomo 2 (MBK 2)**

L'étang Mbankomo 1 est situé au quartier Nomayos face de la chefferie mais est séparé par la route qui va à Ngoumou avec les coordonnées géographiques 03°46'59,4''N et 011°24'54,1''E et d'altitude 705 m. La superficie de cet étang est de 125 m<sup>2</sup> avec une profondeur moyenne de 39,75±11,97cm. La surface de cet étang est couverte de *Nymphaea lotus* et les digues et les pentes des digues sont couvertes de *Ludwigia erecta* et quelques pieds de canne à sucre (*Saccharum officinarum*). Les silures (*Clarias gariepinus*) sont élevés dans cet étang et sont nourris d'une manière non contrôlée à la lisière de porc et à la fiente de poulets

## **Résultats**

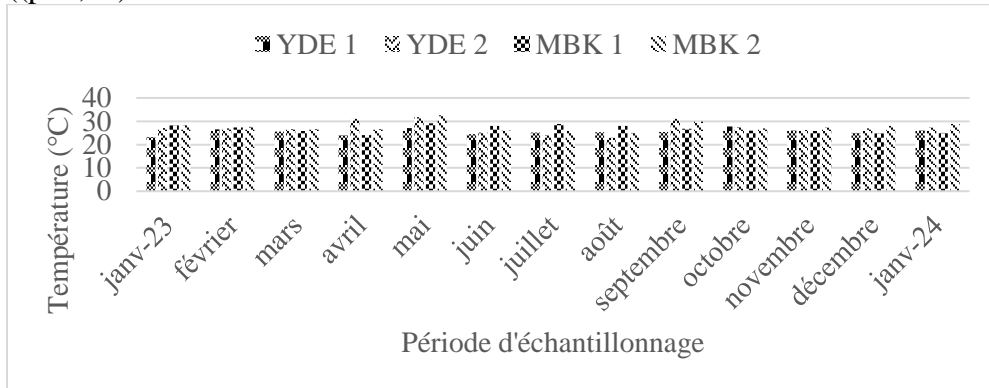
### **Paramètres physicochimiques**

#### **Température**

La température des différents étangs piscicoles a varié d'un étang à l'autre. La valeur maximale (32,5 °C) a été enregistrée au mois de Mai dans l'étang piscicole MBK 2 et la valeur minimale (23°C) dans l'étang piscicole



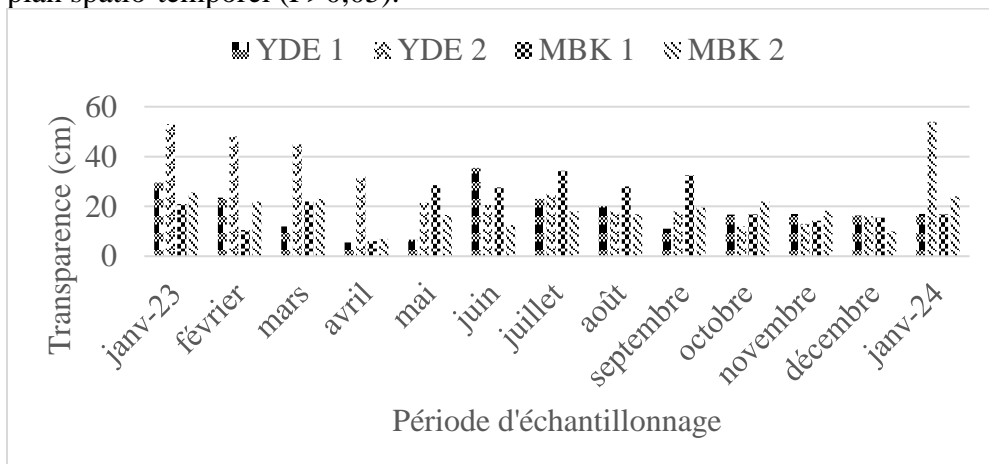
YDE 2 au mois d'Août, pour une moyenne de  $26,81 \pm 1,22$  °C (Figure 2). Sur le plan spatial, la différence est significative alors que sur le plan temporel, le test de Kruskal-Wallis ne révèle aucune différence significative ( $p > 0,05$ ).



**Figure 2 :** Variation spatio-temporelle de la température durant la période d'étude

### Transparence (cm)

La profondeur de disparition du disque de Secchi a varié entre 5,5 cm dans l'étang piscicole YDE 1 au mois d'avril et 54 cm dans l'étang piscicole YDE2 au mois de janvier 2024 avec une moyenne de  $21,52 \pm 9,52$  cm (Figure 3) Le test de Kruskal-Wallis montre une différence non significative sur le plan spatio-temporel ( $P > 0,05$ ).

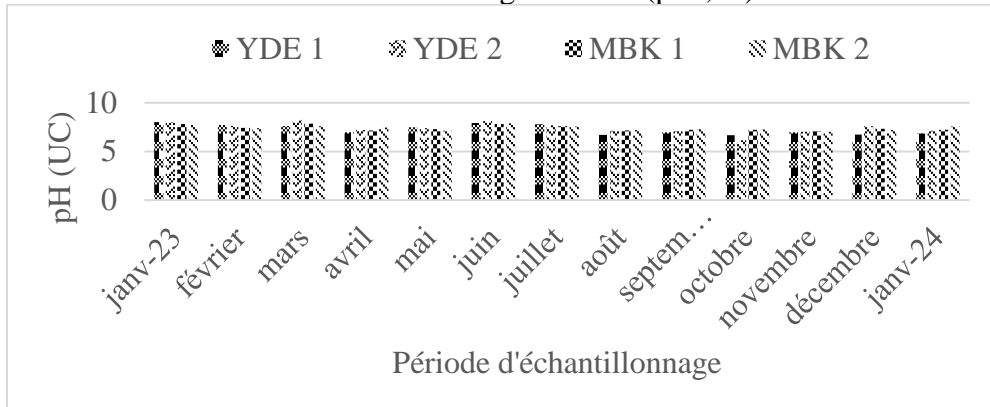


**Figure 3 :** Variation spatio-temporelle de la transparence durant la période d'étude

### pH (UC)

Sur le plan temporel la différence est significative. Le potentiel d'Hydrogène a varié d'un étang piscicole à l'autre. La valeur maximale (8,24 UC) a été enregistrée au mois de mars dans l'étang piscicole YDE2, et la valeur minimale (6,13 UC) au mois d'octobre dans le même étang piscicole

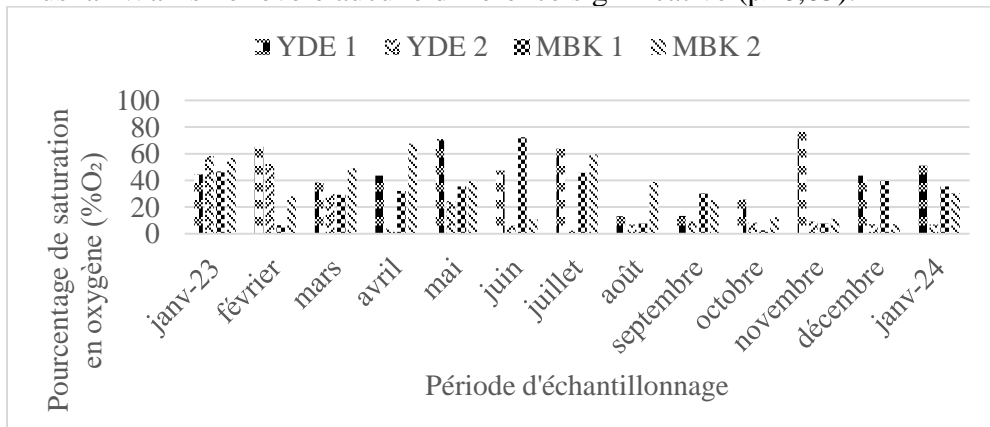
avec une moyenne de  $7,37 \pm 0,16$  (Figure 4). Sur le plan spatial le test de Kruskal-Wallis la différence est non significative ( $p > 0,05$ ).



**Figure 4 :** Variation spatio-temporelle du pH durant la période d'étude

### Pourcentage en saturation en oxygène (%O<sub>2</sub>)

Le pourcentage en saturation en oxygène a varié d'un étang piscicole à l'autre. La valeur maximale (76,4 %) a été enregistrée au mois de novembre dans l'étang piscicole YDE1 et la valeur minimale (2,3 %) a été enregistrée au mois de juillet dans l'étang piscicole YDE 2 avec une moyenne de  $31,72 \pm 0,78\%$  (Figure 5). Sur le plan temporel, le test de Kruskal-Wallis ne révèle aucune différence significative ( $p > 0,05$ ).

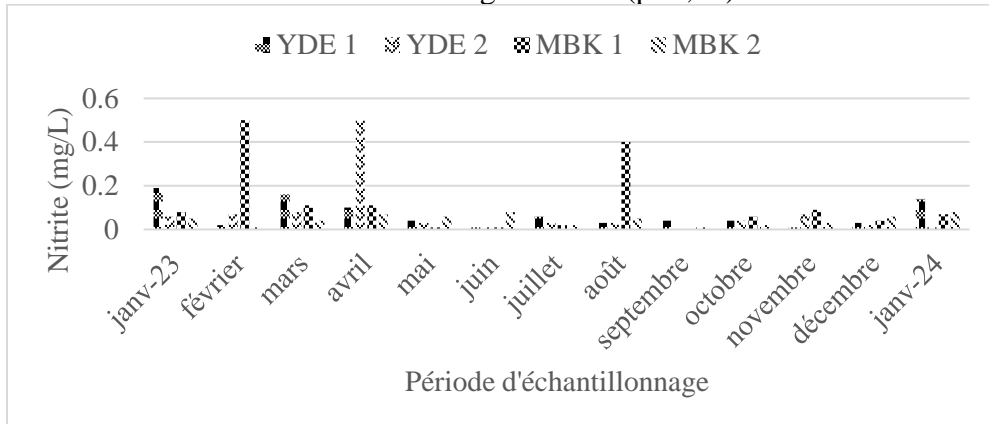


**Figure 5 :** Variation spatio-temporelle du pourcentage de saturation en oxygène durant la période d'étude

### Nitrite (mg/L)

Le nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) a varié d'un étang piscicole à l'autre. La valeur maximale (0,5mg/L) a été enregistrée dans les étangs piscicoles MBK1 et YDE2 aux mois de février et d'avril respectivement. La valeur minimale (0mg/L) a été enregistrée au mois de septembre dans les étangs piscicoles YDE2 et MBK1 avec une moyenne de  $0,075 \pm 0,06$  (Figure 6). Sur le plan

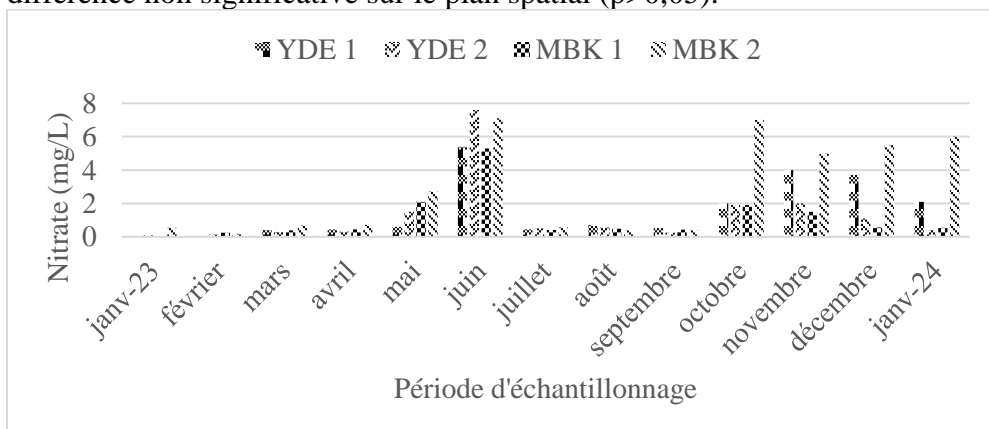
temporel la différence est significative et le plan spatial, le test de Kruskal-Wallis ne révèle aucune différence significative ( $p>0,05$ ).



**Figure 6 :** Variation spatio-temporelle du nitrite durant la période d'étude

### Nitrate (mg/L)

Concernant les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), la teneur maximale est de 7,6 mg/L, a été obtenue dans l'étang piscicole YDE2 au mois de juin et la plus faible teneur est de 0 mg/L, valeur obtenue dans les étangs piscicoles YDE1 et MBK1 au mois de janvier 2023 et dans l'étang piscicole MBK1 au mois de février, pour une moyenne s'organisant autour de  $1,69 \pm 0,59$  mg/L (Figure 7). En ce qui concerne les nitrates, le test de Kruskal-Wallis montre une différence non significative sur le plan spatial ( $p>0,05$ ).

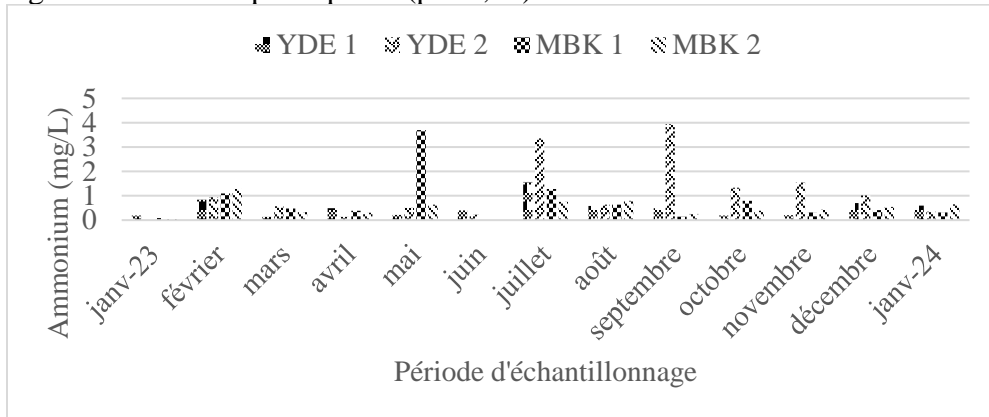


**Figure 7 :** Variation spatio-temporelle du nitrate durant la période d'étude

### Ammonium(mg/L)

Pour les teneurs en azote ammoniacal, elles ont fluctué de 3,94 mg/L dans l'étang piscicole YDE2 au mois de septembre à 0 mg/L) dans le même étang piscicole au mois de janvier 2023 avec une moyenne de  $0,72 \pm 0,60$

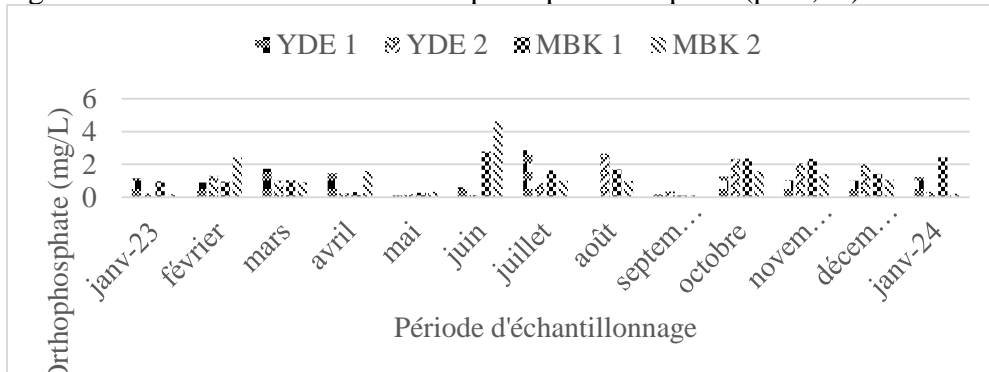
mg/L (Figure 8). Le test de Kruskal-Wallis montre une différence non significative sur le plan spatial ( $p > 0,05$ ).



**Figure 8 :** Variation spatio-temporelle de l'ammonium durant la période d'étude

### Orthophosphate(mg/L)

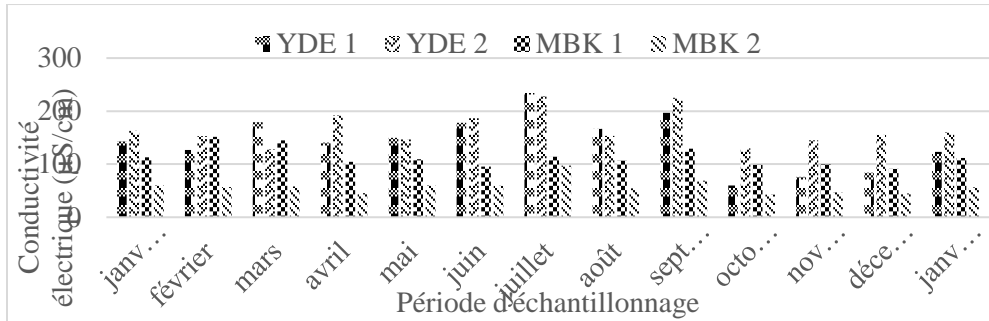
Les teneurs en orthophosphate enregistrées ont oscillé entre 4,61 mg/L dans l'étang piscicole MBK2 au mois de juin et 0,01 mg/L dans l'étang piscicole YDE1 au mois d'août avec une moyenne de  $1,19 \pm 0,18$  mg/L (Figure 9). D'après Le test de Kruskal-Wallis, des différences non significatives ont été relevées sur le plan spatio-temporel ( $p > 0,05$ )



**Figure 9 :** Variation spatio-temporelle de l'orthophosphate durant la période d'étude

### Conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

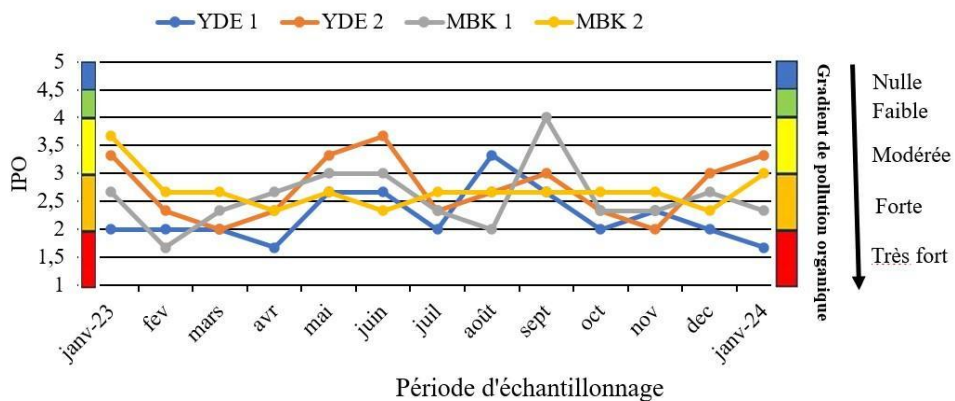
S'agissant de la minéralisation des eaux, les valeurs extrêmes de la conductivité électrique ont été enregistrées au mois de juillet et s'échelonnent de 234  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans l'étang piscicole YDE1 à 43  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dans l'étang piscicole MBK2 avec une moyenne de  $120,08 \pm 16,20$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 10). Ces variations entraînent une différence non significative sur le plan temporel ( $p > 0,05$ ).



**Figure 10 :** Variation spatio-temporelle de la conductivité électrique durant la période d'étude

### Indice de Pollution Organique (IPO)

Les étangs piscicoles étudiés, l'Indice de Pollution Organique (IPO) calculé montre des valeurs allant entre 1,67 dans l'étang piscicole MBK1 au mois de février et dans l'étang piscicole YDE1 aux mois d'avril et de Janvier 2024 à 4 dans l'étang piscicole MBK1 au mois de septembre avec une moyenne de  $2,55 \pm 0,10$  (Figure11). Ces valeurs montrent une forte pollution dans les étangs piscicoles.



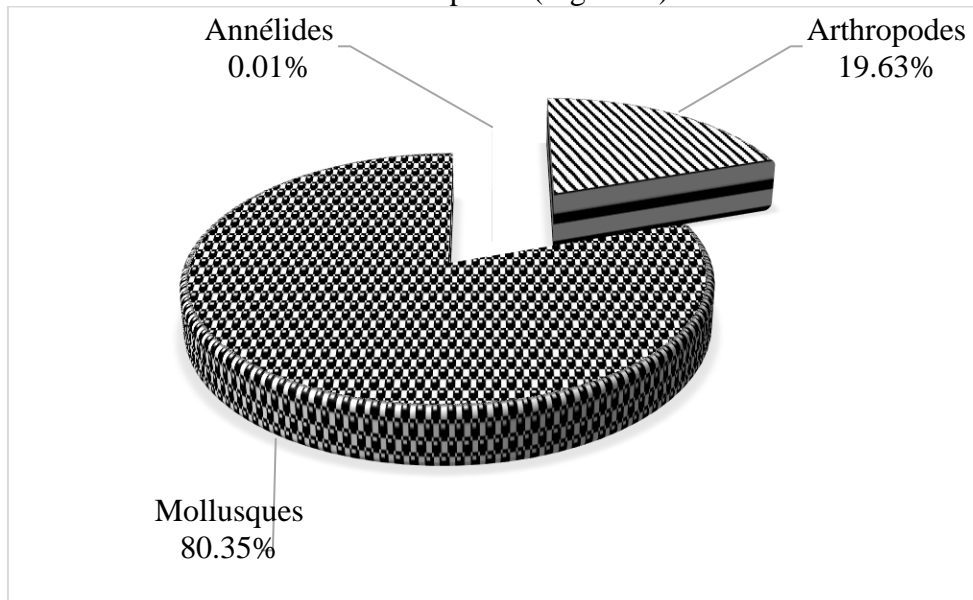
**Figure 11 :** Variation spatio-temporelle de l'IPO pendant la période d'étude

### Richesse taxonomique et abondance des macroinvertébrés benthiques

Au cours de cette étude, 9140 individus ont été récoltés appartenant à 3 embranchements (Arthropodes Mollusques et Annélides), 3 classes, 8 ordres et 32 familles.

L'embranchement des mollusques correspond 7344 individus soit 80,35 % d'abondance relative puis celui des arthropodes 1795 individus soit 19,63 % d'abondance relative et celui des Annélides 1 individu soit 0,01% d'abondance relative. La classe des Gastéropodes prédomine avec 7344 individus soit 80,35 % d'abondance relative suivie des Insectes avec 1795 individus soit 19,35% d'abondance relative puis des Achètes avec 1 individu

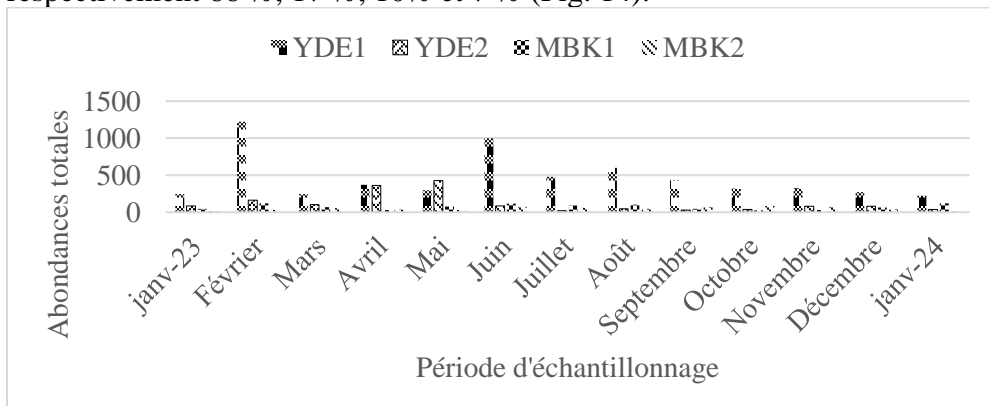
soit 0,01 % d'abondance relative. Du point de vue global des données biologiques enregistrées au cours de cette étude, il a été constaté une dominance de la classe des Gastéropodes (Figure12).



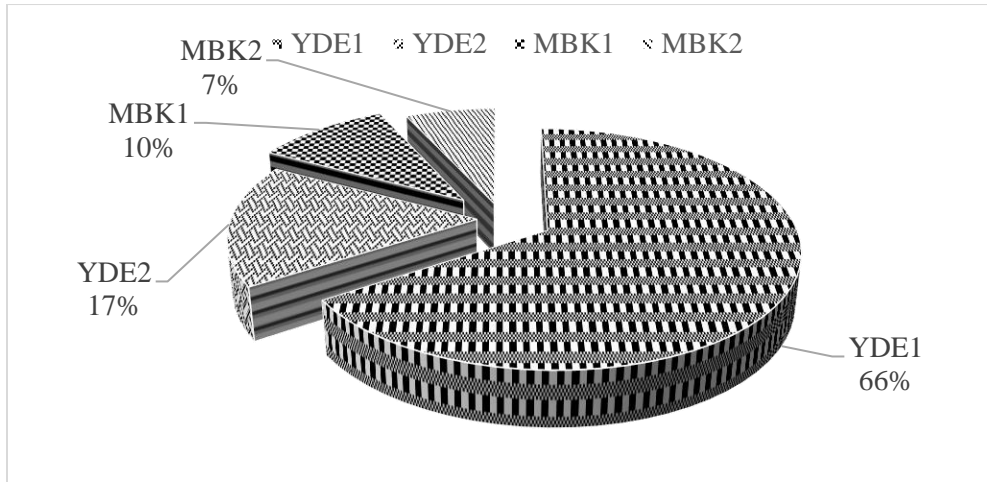
**Figure 12 :** Abondances relatives des embranchements durant les périodes d'étude

### Variation spatio-temporelle de l'abondance des macroinvertébrés benthiques

Sur le plan temporel, les mois de février et juin ont enregistré les plus fortes abondances des macroinvertébrés benthiques, avec respectivement 1220 dans l'étang piscicole YDE1 et 999 dans le même étang piscicole (Figure 13). Sur le plan spatial, les étangs piscicoles YDE 1, YDE2, MBK1 et MBK2 présentant les plus fortes abondances relatives avec respectivement 66 %, 17 %, 10% et 7 % (Fig. 14).



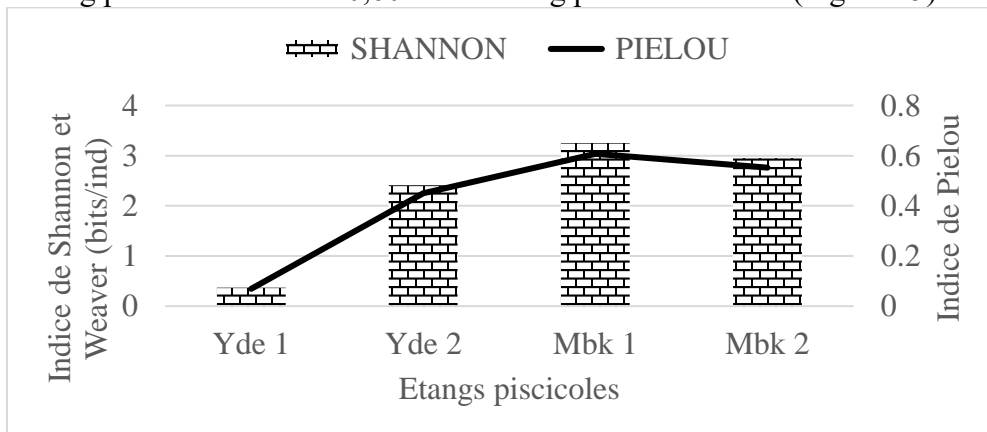
**Figure 13 :** Variation Spatiale de l'abondance totale des macroinvertébrés benthiques pendant la période d'étude



**Figure 14 :** Abondances relatives des familles durant les périodes d'étude

### Indice de diversité de Shannon et Weaver et l'équitabilité de Piélou

Sur le plan spatiale, l'étang piscicole YDE 1a présenté la plus faible diversité avec une valeur de 0,37 bits/ind. Par contre la plus forte diversité a été observée dans l'étang piscicole MBK1 avec une valeur de 3,25bits/ind. Les valeurs de l'indice d'équitabilité de Piélou ont oscillé entre de 0,06 dans l'étang piscicole YDE1 et 0,60 dans l'étang piscicole MBK1 (Figure 15).



**Figure 15 :** Variation de l'indice de diversité de Shannon et Weaver et d'équitabilité de Piélou pendant la période d'étude

### Correlations entre les différents paramètres physicochimiques et des macroinvertébrés pendant la période d'étude

Le test de corrélation « r » au rang de Pearson a révélé 24 corrélations significatives entre certains paramètres physicochimiques et les macroinvertébrés. Il s'agit notamment de la température qui est corrélée positivement et significativement avec les familles de Nepidae ( $r = 0,276$ ;  $p$

= 0,046), de Physidae ( $r=0,438$ ;  $p=0,001$ ) et de Platycnemididae ( $r = 0,295$ ;  $p = 0,034$ ). La corrélation a été significative et négative entre la température et les familles de Planorbidae ( $r = -0,326$ ;  $p= 0,018$ ) et de Thiaridae ( $r = -0,287$ ;  $p= 0,039$ ). Le pourcentage de saturation en oxygène a été significativement et positivement corrélé avec les familles de Planorbidae ( $r = 0,387$ ;  $p = 0,005$ ) et de Thiaridae ( $r=0,344$  ;  $p=0,013$ ). De même, le pourcentage de saturation en oxygène a été corrélé significativement et négativement entre les familles de Nepidae ( $r = 0,311$ ;  $p = 0,025$ ), de Lymnaeidae ( $r=0,313$ ;  $p=0,024$ ) et de Gerridae ( $r=0,313$ ;  $p=0,024$ ). La corrélation a été significative et positive entre le nitrite avec les familles de Notonectidae ( $r = 0,478$ ;  $p = 0$ ), de Lymnaeidae ( $r= 0,458$ ;  $p=0,001$ ), de Elmidae ( $r = 0,548$ ;  $p = 0$ ) et de Pleidae ( $r = 0,565$ ;  $p = 0$ ). Le nitrate a été significativement et positivement corrélé avec la famille de Libellulidae ( $r = 0,374$ ;  $p=0,006$ ). De même, l'orthophosphate a été corrélée de façon significative et positive avec la famille de Libellulidae ( $r= 0,391$ ;  $p=0,004$ ) et l'orthophosphate a été corrélé également significativement et négativement avec les familles de Aeshnidae ( $r= -0,290$ ;  $p=0,037$ ). La conductivité électrique a été corrélé positivement et négativement avec les familles des Lymnaeidae ( $r = 0,341$ ;  $p = 0,014$ ), de Planorbidae ( $r=0,355$ ;  $p=0,010$ ), puis la conductivité électrique a été significativement et négativement corrélée avec les familles de Libellulidae ( $r= - 0,432$ ;  $p= 0,001$ ) et d'Hydrophilidae ( $r= -0,395$ ;  $p=0,004$ ). Enfin La transparence a été corrélé positivement et négativement avec la famille de Gomphidae ( $r = 0,407$ ;  $p=0,003$ ).

**Tableau 1** : Valeurs de coefficients de corrélation de Pearson entre les paramètres physicochimiques et les familles des macroinvertébrés benthiques

Physicochimiques Biologies	TEM	pH	P S O	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>3</sub> <sup>-4</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	CE	Trans.
Libellulidae	-,034	,083	-,131	-,129	<b>,374**</b>	<b>,391**</b>	-,162	<b>-,432**</b>	-,185
Nepidae	<b>,276*</b>	-,005	<b>-,311*</b>	-,002	,246	-,185	-,090	,122	-,011
Notonectidae	,006	,079	-,174	<b>,478**</b>	-,180	,045	,099	,038	-,160
Lymnaeidae	,250	,113	<b>-,313*</b>	<b>,458**</b>	-,033	-,194	-,035	<b>,341*</b>	,142
Elmidae	,048	,042	-,119	<b>,549**</b>	-,090	-,032	,039	,076	-,100
Aeshnidae	,069	,129	,082	-,115	,196	<b>-,290*</b>	-,181	,020	-,033
Planorbidae	<b>-,326*</b>	,091	<b>,387**</b>	,029	-,220	,031	-,034	<b>,355**</b>	,105
Thiaridae	<b>-,287*</b>	,054	<b>,344*</b>	-,128	-,016	-,130	-,078	,273	,019
Physidae	<b>,438**</b>	,043	-,159	<b>,312*</b>	-,055	-,226	-,103	,203	,139
Platycnemididae	<b>,295*</b>	,055	-,238	-,054	,158	,204	,182	-,112	,007
Gomphidae	,020	,097	,172	-,020	-,107	-,143	-,121	,118	<b>,407**</b>
Gerridae	-,012	,038	<b>-,313*</b>	,235	-,085	,241	,123	,102	,003
Hydrophilidae	,131	,022	-,205	-,159	<b>,377**</b>	,005	-,076	<b>-,395**</b>	-,097
Pleidae	,040	,024	-,165	<b>,565**</b>	-,096	-,037	,065	,086	-,143

TEM = Température ; PSO = Pourcentage de Saturation en Oxygène ; CE = Conductivité électrique ; pH = potentiel d'Hydrogène ; PO<sub>3</sub><sup>-4</sup> =Phosphates ; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = Ammonium ; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = Nitrates ; IPO = Indice de pollution Organique ; Trans. = Transparence ; NO<sub>2</sub><sup>-</sup> =Nitrites. \* Corrélation significative à 0.01, \*\*Corrélation significative à 0.05



## Discussion

### Caractéristiques physicochimiques

Pour cette étude, la qualité de l'eau des étangs piscicoles sur le plan physicochimique est un facteur d'importance majeur dans la croissance des poissons. Au cours de cette étude, une température moyenne de  $26,81 \pm 1,22$  °C a été enregistrée pendant la période d'étude reste compatible avec l'intervalle thermique favorable à une meilleure croissance des organismes aquatiques (24 à 28°C) comme indiqué par Malcom *et al.* (2000).

La valeur moyenne de pH ( $7,37 \pm 0,16$ ) enregistrée au cours de cette étude montré que l'eau des étangs est basique. Mais les valeurs enregistrées de façon générale de pH restent dans les gammes de pH favorables à la vie aquacole (6,5-8 UC) préconisées par MEDD & Agences de l'eau (2003). Selon Dabbadie L. (1996) Les pH basiques pourraient être dues à la consommation du CO<sub>2</sub> en journée par les plantes tout comme les poissons. Selon Boni *et al.* (2016), la basicité du pH de l'eau de ces étangs serait dû au fait que les poissons libèrent naturellement de l'ammoniac. L'oxygène est un élément clé dans la pisciculture par ce qu'il favorise la croissance rapide et la santé des poissons, c'est un gaz vital. Le pourcentage de saturation en oxygène des étangs piscicoles en moyenne faible ( $21,72 \pm 9,52\%$ ) est inférieur à celle préconisée par Schlumberger et Bouretz, (2002) dans les eaux de pisciculture (50 à 62, 5 %). Ce résultat pourrait être du la décomposition des matières organiques (algues, excréments des poissons et reste de nourriture), la température élevée de l'eau des étangs piscicoles et la prolifération excessive d'algues. Ce qui pourrait entraîner un stress chez les organismes dans les étangs piscicoles étudiés. Quant à la faible transparence de l'eau observée dans les étangs piscicoles ( $21,52 \pm 9,52$ cm), elle pourrait être attribuée à l'abondance du plancton dans ces étangs due à leur enrichissement en sels nutritifs (Schlumberger, 2002).

Pour ce qui est des nitrites et nitrates, les valeurs moyennes de ces deux paramètres chimiques (respectivement  $0,075 \pm 0,06$  et  $1,69 \pm 0,59$  mg/L) sont certes comprises dans les gammes respectives de moins de 0,2 et de moins de 3 mg/L prescrites par Schlumberger (2002), mais sont largement insuffisantes pour une bonne minéralisation des eaux. Ces valeurs pourraient également se justifier par l'apport excessif de la lisière de porcs ou de la fiente de poule dans les étangs piscicoles.

La valeur moyenne en azote ammoniacal ( $0,72 \pm 0,60$  mg/L) enregistrée pendant la période d'étude a été supérieure à la valeur moyenne requise pour les étangs de pisciculture (0,1 mg/L). Ceci se justifierait par une minéralisation incomplète de la matière organique disponible, consécutive à la faible teneur du milieu en oxygène. Kemka, (2000) signale d'ailleurs que les teneurs en azote ammoniacal sont fortement dépendantes du degré d'oxygénation de l'eau

La valeur Moyenne d'orthophosphate ( $1,19 \pm 0,18$  mg/L) déterminées dans la présente étude sont supérieures à celles rapportées par Ntumba et *al.* (2016) dans les étangs piscicoles des vallées de Kimwenza à Kinshasa ( $0,2 \pm 0,09$  mg/L et  $0,31 \pm 0,19$  mg/L respectivement pour l'ammonium et l'orthophosphate). Les variations d'ammomium et d'orthophosphate résulteraient de la décomposition des déchets et des excréments issus de poissons. Selon Ajeegah et *al.* (2013) la concentration en phosphate et Nitrate qui est l'indicateur d'eutrophisation est relativement élevée. Cette concentration pourrait être la conséquence d'un relargage à partir des sédiments du fond. Elle serait aussi liée à une pollution nutritionnelle résultant de l'apport de nutriments par les pisciculteurs. Pour la valeur Moyenne de la conductivité électrique ( $120,08 \pm 16,20 \mu\text{S/cm}$ ) est incluse dans l'intervalle de conductivité propice pour la pisciculture qui vont de 150 à 450  $\mu\text{S/cm}$  selon Mamadou (1998).

### Caractéristiques biologiques

La richesse taxonomique des macroinvertébrés enregistrée dans les différents étangs piscicoles étudiés a été égale (32 familles) à celle trouvée par Ajeegah et *al.* (2013) dans le lac d'Obili à Yaoundé. Elle a été constituée de 9140 individus. La prédominance de Thiaridae (66 %) suivie des Physidae (9%) et reste de familles ont eu une abondance relative  $\leq 5\%$ . La forte densité des Mollusques, dans cette communauté de macroinvertébrés serait liée à l'abondance des végétaux aquatiques dans les étangs piscicoles étudiés. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Kouamé (2014) dans le lac taabo qui a obtenu de forte densité dans les milieux calmes et couverts de végétaux. La famille des Thiaridae sont polluo-résistants qui peuvent vivre dans des eaux riches en matières organiques et pauvres en oxygène. Cette famille est indicatrice d'eutrophisation des milieux et la nature eutrophe des eaux des étangs piscicoles.

L'analyse de l'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piérou présente les mêmes tendances. Elle indique que les communautés de macroinvertébrés benthiques sont plus diversifiées et réparties équitablement aux étangs piscicoles YDE2, MBK1 et MBK2. Cependant, cette communauté reste plus diversifiée dans les étangs piscicoles YDE2, MBK1 et MBK2. Les faibles valeurs de ces indices dans l'étang piscicole YDE1 seraient liées à la détérioration la qualité des eaux qui entraînerait la disparition de certaines espèces polluo-sensibles (Tachet et *al.*, 2010).

L'analyse des valeurs de l'Indice de Pollution Organique obtenue à partir des moyennes des classes de qualité, les eaux des étangs piscicoles étudiés sont sujettes à une forte pollution toutefois, seraient de mauvaise qualité écologique.

## Conclusion

Parvenu au terme de notre étude où il était question d'étudier la diversité macroinvertébrés benthiques en relation avec la qualité physico-chimique de quelques étangs piscicoles des départements du Mfoundi et de la Mefou-et-Akono, il en ressort que les eaux des étangs piscicoles étudiés sont basiques, faiblement minéralisées, faiblement oxygénées et présentent une température peu variable ainsi que de fortes teneurs en matières organiques. Les valeurs de cette physicochimie nous permettent de conclure que les eaux des étangs piscicoles étudiés sont eutrophes et ne seraient pas propice à l'élevage des poissons.

Au cours de cette étude, 9140 individus ont été récoltés appartenant à 3 embranchements (Mollusques, Annelides et Arthropodes), 3 classes, 8 ordres et 32 familles. L'embranchement des mollusques correspond à 7344 individus soit 80,63 % d'abondance relative, celui des arthropodes 1795 individus soit 19,63 % d'abondance relative et enfin celui des Annelides 1 individu soit 0,01% d'abondance relative. La classe des Gastéropodes prédomine avec 7344 individus soit 80,35 % d'abondance relative suivie des Insectes avec 1795 individus soit 19,63 % d'abondance relative puis des Achètes avec 1 individu soit 0,01 % d'abondance relative. La prédominance des gastéropodes pourrait être un indicateur d'eutrophisation des eaux des étangs piscicoles étudiés puis que la famille des Thiaridae a présenté une abondance relative de 66% parmi toutes les familles représentées. Elle présente des tolérances des niveaux relativement bas d'oxygène dissous et peut se développer dans les eaux riches en matières organiques en décomposition, ce qui est caractéristique des milieux eutrophes.

Il serait important pour les propriétaires des étangs piscicoles de suivre l'évolution de la transparence, l'oxygène dissous et du phosphore afin d'éviter les cas de mortalités des poissons à long terme.

**Conflit d'intérêts :** Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

**Disponibilité des données :** Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

**Déclaration de financement :** Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

## References:

1. Ajeagah G. A., Bikitbe J. F. & Long F. (2013). Qualité bioécologique d'un milieu lacustre hyper-eutrophisé en zone équatoriale (Afrique Centrale) : peuplement de protozoaires ciliés et macro invertébrés benthos-aquatiques. Afrique SCIENCE 09(2) 50 – 66

2. American Public Health Association (APHA) (1998). Standard method for examination of water and wastewater. American Public Health Association, 20th édition, Washington, DC, 1150 p.
3. Boni L., Coulibaly S., Nobah C. S. K., Atse B. C. & Kouamelan E. P. (2016). Physical and chemical parameters and nutrients in the Ebrie lagoon, (Côte d'Ivoire, West Africa) : impact on fish mortality. *International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences*, 4(3) : 1-16.
4. Camara I.A. (2013). Composition, structure et déterminisme des macroinvertébrés de la rivière Banco (Parc National du Banco, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université Nangui Abrogoua, Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, 151 p.
5. Clarke R.T., Furse M.T., Gunn R.M., Winder J.M. & Wright J.F. (2002). Sampling variation in macroinvertebrate data and implications for river quality indices. *Freshwater Biology*, 47 : 1735-1751.
6. Dabbadié L. (1996). Etude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrant dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire : Approche du réseau trophique, Thèse de Doctorat de l'Université Paris 6, 207 p.
7. Dakwen J. P. (2020). Biodiversité zooplanctonique et variabilité d'une pisciculture à faible niveau d'intrants dans le Département du Mfoundi (Région du Centre, Cameroun). Thèse de Doctorat/PhD Option Hydrobiologie et Environnement de l'Université de Yaoundé I. (Cameroun). 183 p. + Annexes.
8. Edwards P. (1993). Environmental issues in integrated agriculture-aquaculture and wastewater- fed fish culture systems. In : Pullin R. S. V., Rosenthal H., Maclean J. L., (Eds), *Environment and aquaculture in developing countries*. Manila, Philippines ICLARM Conference Proceedings ;139-170.
9. Efolé Ewoukem T. (2011). Optimisation biotechnique de la pisciculture en étang dans le cadre du développement durable des Exploitations Familiales Agricoles au Cameroun. Thèse de Doctorat.UMRs INRA-Agrocampus Ouest « Sol Agro et Hydrosystème et Spatialisation » et « Ecologie et Santé des Ecosystèmes » à Rennes (France)/ Ichtyologie et Hydrobiologie appliquée à la FASA de l'Université de Dschang (Cameroun). 164 p. +Annexes.
10. Food and Agriculture Organization (FAO) (2009). Premier rapport panorama du projet GCP/GLO/208/BMC. Country stat pour l'Afrique subsaharienne. Bénin. FAO/CIFA Tech. Pap., 4, pp 332-364.

11. Food and Agriculture Organization (FAO) (2011). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2010. Des défis à relever, un potentiel à réaliser.
12. Food and Agriculture Organization (FAO) (2020). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018 : La durabilité en action. Manuel technique. FAO Document technique sur les pêches.
13. Karr J.R., Fausch K.D., Angermeier P.L., Yant P.R. & Schlosser I.J. (1986). Assessing biological integrity in running waters : a method and its rationale. Illinois Natural History Survey Special Publication, 5 : 28 p.
14. Kemka N. (2000). Evaluation du degré de trophie du Lac Municipal de Yaoundé : Etude du milieu, Dynamique et structure du peuplement phytoplanctonique. Thèse Doctorat 3ème cycle, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun 178 p + Annexes.
15. Konan S. K., Ouattara I. N., Yao L. A. & Gourene Adepo B. (2017). Hybridations des taxons *Oreochromis niloticus* (Linnée, 1758) aux taxons *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) et *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1862) dans les étangs de la station aquacole de Layo (Côte d'Ivoire), International Journal of Biological and chemical Sciences, 11 (6) : 2901-2913.
16. Kouamé K.M. (2014). Diversité, structure et réponse fonctionnelle des macroinvertébrés à l'invasion du lac de Taabo par la jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms Laubach, 1883. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 143 p.
17. Lebel A. & Pontié E. (2011). « Mbalmayo », Le Cameroun aujourd'hui. Paris : Editions du Jaguar.
18. Leclercq L. (2001). Intérêt et limites des méthodes d'estimation de la qualité de l'eau. Station scientifique des Hautes-Fagnes, Belgique, 44 p.
19. Levêque C. & E. Balian V. (2005). Conservation of freshwater Biodiversity: does the real world meet scientific dream? *Hydrobiologia*, 542 pp 25-26.
20. Malcolm C., Beveridge H. & McAndrew B.J. (2000). *Tilapia: Biology and Exploitation*. Institute of aquaculture. University of Stirling : Scotland ; p. 185.
21. Mamadou E. (1998). Caractérisation zootechnique de *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758), *O. hornorum* (Trewavas, 1960) et de l'hybride issu du croisement de *O. niloticus* femelle × *O. hornorum* mâle. Mémoire de DEA, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, p. 41.

22. MEDD & Agences de l'eau. (2003). Système d'évaluation de la qualité des cours d'eau. Rapport de Présentation SEQ-Eau (Version 2). France, p. 106.
23. Mustapha M. (2017). Comparative assessment of the water quality of four types of aquaculture ponds under different culture systems.
24. Ntumba M.J.M., Mbadu Z.V. & Kilolo K.V. (2016). Evaluation de la gestion des étangs piscicoles des vallées de Kimwenza dans la commune de Mont Ngafula / Kinshasa, R.D. Congo. Congo Sciences, 4 (2): 124-134.
25. Ohio EPA. (1987). Inter office Communication Regarding ARMCO's Elimination of Blast Furnace Blowdown in Outfall 001. From Mike Zimmerman, Southwest District Office. To Bob Phelps and John Kirwin, Industrial Waste Water, Central Office. August 21, 1987.
26. Pouomogne V. (1994). L'Alimentation du Tilapia *Oreochromis niloticus* en étang. Evaluation du potentiel de quelques sous-produits agro-alimentaire et modalités d'apport des aliments. Thèse de Doctorat en Halieutique de l'ENSAR, Rennes (France), 160 p.
27. Rodier J., Legube B. & Merlet N. (2009). Analyse de l'eau. 9e édition, Dunod, Paris ; 1526 p.
28. Roche P.A., Billen G., Bravard J.P., Decamps H., Pennequin D., Vindimian E. & Wasson J.G. (2005). Les enjeux de recherche liés à la directive-cadre européenne sur l'eau. Comptes rendus Géoscience, 337 : 243-267.
29. Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. (2006). Invertébrés d'eau douce-Systématique, biologie, écologie. CNRS éditions, Paris, 587 p.
30. Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. (2010). Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie, CNRS, Paris (France), 607 p.
31. Tiogue C. (2012). Régime alimentaire, caractéristiques de croissance et de reproduction de la carpe africaine *Labeobarbus batesii* Boulenger, 1903 (Teleostei: cyprinidae) en milieu naturel dans la plaine inondable des Mbô au Cameroun, Thèse de doctorat Ph.D en biotechnologies et productions animales, Université de Dschang, 158 p.
32. Schlumberger O. (2002). Mémento de la pisciculture d'étang, 4e édition. CEMAGREF (Ed), Montpellier (France), 237 p.
33. Schlumberger O. & Bouretz N. (2002). Réseaux trophiques et production piscicole. Revue Sciences Eaux. 15 : 177 – 192.
34. Zango P. (2017). Réponse du poisson-chat *Clarias jaensis* (Boulenger, 1909) à l'induction hormonale de la ponte, à

l'alimentation des larves aux Zooplanctons et au grossissement en système semi-intensif. Thèse de Doctorat/PhD en Biotechnologie et productions animales. Université de Dschang (Cameroun), 126 p. + Annexes.