

Influence des facteurs environnementaux sur l'ichtyofaune de la rivière Mpieme (Kinshasa, République Démocratique du Congo)

***Clément Munganga Kilingwa
Santos Kavumbu Mutanda***

Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, Mention Sciences
de la Vie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa
(UNIKIN), Kinshasa, R.D. Congo

Centre d'Excellence Chimique, Biologique, Radiologique et Nucléaire
(CoE-CBRN), Ministère de la Recherche Scientifique et Innovation
Technologique, Kinshasa, R.D. Congo

Willy Lusasi Swana

Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, Mention Sciences
de la Vie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa
(UNIKIN), Kinshasa, R.D. Congo

Thierry Tangou Tabou

Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences,
Université de Kinshasa (UNIKIN), Kinshasa XI, R.D Congo
Centre d'Excellence Chimique, Biologique, Radiologique et Nucléaire
(CoE-CBRN), Ministère de la Recherche Scientifique et Innovation
Technologique, Kinshasa, R.D. Congo

Bekeli Mbomba Nseu

Victor Pwema Kiamfu

Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, Mention Sciences
de la Vie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kinshasa
(UNIKIN), Kinshasa, R.D. Congo

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n21p185](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n21p185)

Submitted: 03 November 2024

Accepted: 23 July 2025

Published: 31 July 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Munganga Kilingwa, C., Kavumbu Mutanda, S., Lusasi Swana, W., Tangou Tabou, T., Mbomba Nseu, B. & Pwema Kiamfu, V. (2025). *Influence des facteurs environnementaux sur l'ichtyofaune de la rivière Mpieme (Kinshasa, République Démocratique du Congo)*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (21), 185.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n21p185>

Résumé

L'objectif de ce travail est d'examiner l'influence des variables environnementales sur la distribution de la faune ichtyologique de la rivière Mpieme à Kinshasa. L'échantillonnage des données a eu lieu entre mars 2019 et février 2020 à cinq stations déterminées le long d'un tronçon de 9 km de la rivière Mpieme, d'aval en amont. L'inventaire systématique a permis de recenser quatre ordres, six familles et huit genres et dix espèces de poissons parmi lesquelles figurent *Hemichromis fasciatus*, *Hemichromis stellifer*, *Tilapia tholloni*, *Tilapia lateralis*, *Tylochromis sp*, *Bryconaethiops boulengeri*, *Raiamas buchholzi*, *Labeo lineatus*, *Schilbe grenfelli* et *Neolebias ansorgii*. L'analyse canonique de correspondance montre que plusieurs paramètres physico-chimiques influencent la distribution des poissons dans cette rivière. Les variables pH, vitesse, turbidité et température de l'eau influencent positivement la distribution des poissons *Neolebias ansorgii*, *Labeo lineatus*, *Schilbe grenfelli*, *Raiamas buchholzi*, *Tilapia lateralis* et *Bryconaethiops boulengeri* aux stations IV et V. La présence des poissons *Tilapia tholloni*, *Tylochromis sp*, *Hemichromis stellifer* et *Hemichromis fasciatus* est influencée par les nitrites phosphates, la profondeur de la colonne d'eau et la conductivité aux stations I, II et III. *Hemichromis fasciatus* et *Neolebias ansorgii* ont été échantillonnés dans toutes les stations de pêche. L'indice d'équité de Pielou appliqué aux données relatives à la faune ichtyologique de cette rivière a indiqué un équilibre entre les effectifs des différentes espèces de poissons échantillonnées. Ces résultats montrent à suffisance la nécessité de gérer de manière efficace et rationnelle la biodiversité de la rivière Mpieme afin de maintenir sa santé écologique et sa résilience face aux pressions anthropiques.

Mots-clés: Rivière Mpieme, Faune ichtyologique, Distribution, Variables environnementales, Kinshasa

Influence of environmental factors on the ichthyofauna of the Mpieme River (Kinshasa, Democratic Republic of Congo)

Clément Munganga Kilingwa

Santos Kavumbu Mutanda

Limnology, Hydrobiology and Aquaculture Laboratory, Life Sciences Department, Faculty of Science and Technology, University of Kinshasa (UNIKIN), Kinshasa, D.R. Congo

Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Centre of Excellence (CoE-CBRN), Ministry of Scientific Research and Technological Innovation, Kinshasa, D.R. Congo

Willy Lusasi Swana

Limnology, Hydrobiology and Aquaculture Laboratory, Life Sciences Department, Faculty of Science and Technology, University of Kinshasa (UNIKIN), Kinshasa, D.R. Congo

Thierry Tangou Tabou

Environmental Sciences, Faculty of Science and Technology, University of Kinshasa (UNIKIN), Kinshasa, D.R. Congo
Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Centre of Excellence (CoE-CBRN), Ministry of Scientific Research and Technological Innovation, Kinshasa, D.R. Congo

Bekeli Mbomba Nseu

Victor Pwema Kiamfu

Limnology, Hydrobiology and Aquaculture Laboratory, Life Sciences Department, Faculty of Science and Technology, University of Kinshasa (UNIKIN), Kinshasa, D.R. Congo

Abstract

The aim of this work is to examine the influence of environmental variables on the distribution of fish fauna in the Mpieme River in Kinshasa. Data sampling took place between March 2019 and February 2020 at five stations determined along a 9 km stretch of the Mpieme River, from downstream to upstream. The systematic inventory identified four orders, six families, eight genera and ten fish species, including *Hemichromis fasciatus*, *Hemichromis stellifer*, *Tilapia tholloni*, *Tilapia lateralis*, *Tylochromis sp*, *Bryconaethiops boulengeri*, *Raiamas buchholzi*, *Labeo lineatus*, *Schilbe grenfelli* and *Neolebias ansorgii*. Canonical correspondence analysis shows that several physico-chemical parameters influence fish distribution in this river. The variables pH, water velocity, turbidity and temperature positively influence the distribution of *Neolebias ansorgii*, *Labeo lineatus*, *Schilbe grenfelli*, *Raiamas buchholzi*, *Tilapia lateralis* and *Bryconaethiops boulengeri*

at stations IV and V. The presence of *Tilapia tholloni*, *Tylochromis sp*, *Hemichromis stellifer* and *Hemichromis fasciatus* is influenced by nitrite phosphate, water column depth and conductivity at stations I, II and III. *Hemichromis fasciatus* and *Neolebias ansorgii* were sampled at all fishing stations. Piélou's equity index applied to the fish fauna data for this river indicated a balance between the numbers of the different fish species sampled. These results sufficiently demonstrate the need for effective and rational management of the Mpieme River's biodiversity in order to maintain its ecological health and resilience in the face of anthropogenic pressures.

Keywords: Mpieme River, Fish fauna, Distribution, Environmental variables, Kinshasa

Introduction

Les écosystèmes aquatiques fournissent beaucoup de biens et de services qui ne sont pas souvent appréciés à leur juste valeur (Brummett *et al.*, 2008), notamment à travers l'ichtyofaune, qui constitue une source de protéines et de revenus pour les communautés riveraines (Yao, 2006). Cependant, les activités humaines, telles que la surpêche et la pollution, dégradent la qualité de l'eau et menacent la biodiversité de ces écosystèmes. Les écosystèmes d'eau douce, notamment, subissent des déclinés de biodiversité plus importants que ceux des écosystèmes terrestres (Kamelan *et al.*, 2013).

Les impacts négatifs des activités anthropiques sur les grands fleuves peuvent être classés en trois catégories : l'altération physique des habitats, la dégradation chimique de l'eau, et les modifications des assemblages d'espèces (Yoder et Rankin, 1995). La pollution provient principalement des rejets industriels et domestiques, ainsi que de l'utilisation d'intrants agricoles (Kamb, 2018). Ces menaces mettent en péril la capacité des écosystèmes aquatiques à s'adapter aux changements environnementaux, notamment le changement climatique (Suski et Cooke, 2007).

Les cours d'eau en République Démocratique du Congo (RDC) subissent une pression croissante due à diverses activités anthropiques. En effet, l'ensemble du couvert forestier des bassins versants a été largement converti en zones agricoles, entraînant des rejets de déchets domestiques, tels que les eaux usées provenant des toilettes et des lessives, par les riverains (Munganga *et al.*, 2020). Si ces pratiques persistent, elles risquent de perturber gravement l'environnement aquatique et d'affecter l'ichtyofaune locale à long terme.

Dans le contexte spécifique de la RDC, cette transformation des bassins versants et les rejets domestiques créent une pression accrue sur les cours d'eau. La région de Kinshasa, en particulier, abrite une diversité

ichthyologique encore mal documentée. Il est donc essentiel d'évaluer les espèces de poissons présentes dans la rivière Mpieme, ainsi que les facteurs environnementaux qui influencent leur distribution. Cette évaluation est cruciale pour développer des politiques de conservation efficaces, adaptées à la réalité locale. Pour faire face à ces défis, des mesures rigoureuses de restauration et de conservation doivent être mises en œuvre par les autorités compétentes, afin de protéger les ressources aquatiques et de garantir la durabilité de l'écosystème.

Cette étude vise à identifier les principaux paramètres environnementaux affectant la distribution spatiale des poissons de la rivière Mpieme à Kinshasa, à travers un inventaire systématique de sa faune ichthyologique. L'objectif est de contribuer à une meilleure compréhension de la biodiversité ichthyologique dans cette région, afin d'orienter les efforts de conservation.

Matériel et Méthodes

Milieu d'étude

La structure des peuplements de poissons a été étudiée dans cinq stations déterminées dans la rivière Mpieme (figure 1), située dans la commune de la N'sele à Kinshasa (R.D. Congo). Ces stations ont été déterminées en aval et en amont après un parcours d'environ 9 km, en tenant compte de l'accessibilité, de la sécurité et de la facilité d'échantillonnage. Cette rivière prend sa source dans les vallées de la montagne de Mangengenge et coule du Sud vers le Nord sur une distance de plus de 12 km avant de se déverser dans la rivière N'sele, qui, à son tour, se déverse également dans le fleuve Congo au niveau du Pool Malebo.

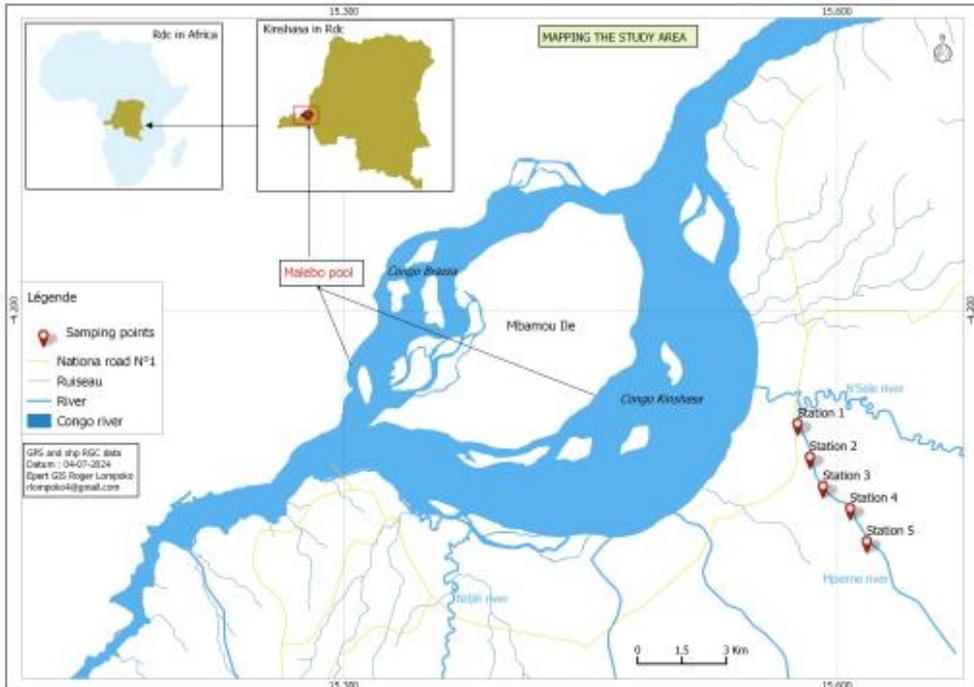


Figure 1 : Cartographie de la ville de Kinshasa reprenant la rivière Mpieme montrant les cinq stations d'étude

Le bassin de la rivière Mpieme, comme la ville de Kinshasa, appartient au climat de type AW4 selon la classification de Köppen (Burgis et Symoens, 1987). Ce climat est caractérisé par deux grandes saisons entrecoupées de deux petites saisons, dont : une grande saison sèche qui s'étend de mi-mai à mi-septembre ; une grande saison de pluies située entre mi-septembre et décembre ; une petite saison sèche qui s'intercale entre la seconde moitié de janvier et la première quinzaine du mois de février ; et une petite saison de pluies qui va de mars à mi-mai.

Le sol de la ville-province de Kinshasa est essentiellement sablonneux avec quelques éléments particuliers. Il a une faible capacité de rétention d'eau et présente par conséquent une utilité marginale pour les activités agricoles (Pwema, 2014). La flore de la commune de N'sele est dominée par la savane et les forêts déchirées en lambeaux suite à l'action nocive de l'homme sur l'environnement, notamment par la fabrication non réglementée de charbon de bois (braise) le long des ravins et des cours d'eau.

D'après Kalanda (1991), le terrain de la commune de N'sele, où se situe la rivière Mpieme, est principalement alimenté par le fleuve Congo. Cette région abrite également d'autres cours d'eau, dont la rivière N'sele, qui est la plus significative, mesurant en moyenne 36 mètres de large et présentant plusieurs méandres au fil de son parcours. Elle est également caractérisée par

d'importantes bandes de sable. En plus de la rivière N'sele, plusieurs autres rivières, telles que Bilala, Bingi-bingi, Lingundu, Bibwa, Mango-mango, Ntsuenge, Mikondo, Nkoni, Mfusu et Mpieme, se déversent majoritairement dans le Fleuve Congo.

Matériel

Le matériel biologique de cette étude est constitué de 290 spécimens de poissons pêchés dans la rivière Mpieme à Kinshasa.

Méthodes

Caractéristiques hydrauliques de la rivière Mpieme

Dans chaque station, l'échantillonnage a eu lieu dans plusieurs types d'habitats, étant donné que les perturbations ne se font pas sentir partout de la même façon. Ainsi, l'hydrologie a été caractérisée en déterminant : la largeur moyenne du lit et la profondeur moyenne de la colonne d'eau à l'aide d'un mètre ruban de 50 m (précision 0,1 cm) et d'une règle plate graduée (précision 0,1 cm). Suivant le degré de précision souhaité, le prélèvement de la profondeur a été fait à trois endroits du lit : berge gauche, milieu et berge droite puis, la moyenne des mesures à chaque station a été notée. La vitesse d'écoulement d'eau a été estimée en laissant couler des flotteurs en liège à la surface de l'eau et en estimant le temps et la distance parcourue par ce flotteur. La nature du substrat, l'inclinaison des berges ainsi que la qualité de la végétation ont été notées pour chaque station prospectée. Les coordonnées géographiques (altitude, longitude et latitude) des stations d'échantillonnages choisies ont été prélevées à l'aide d'un GPS de marque Etrex GARMIN.

Paramètres physico-chimiques

Quatre paramètres physico-chimiques ont été mesurés sur chaque site d'étude : la température (°C), la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$), la turbidité (NTU) et le pH. Ces mesures ont été effectuées à l'aide d'une sonde multiparamétrique Combo pH de marque HANNA. Un temps d'immersion d'environ cinq minutes a été respecté pour chaque mesure, permettant ainsi la stabilisation des valeurs des paramètres sur l'écran de la sonde avant leur enregistrement.

Paramètres chimiques

Des échantillons d'eau ont été prélevés avant la pêche et conservés dans des galons stérilisés, maintenus au frais pour garantir leur intégrité. Ces échantillons ont ensuite été analysés pour le dosage des nitrites (NO_2^-) et des phosphates (PO_4^{3-}) à l'aide d'un spectrophotomètre DR/2010. De plus, un spectromètre à fluorescence X a été utilisé pour mesurer les concentrations de nitrites et de phosphates dans les échantillons.

Echantillonnage biologique et conservation des spécimens

Les poissons ont été échantillonnés entre les mois de mars 2019 et février 2020 à l'aide du filet épervier d'un 1 cm de mailles. Les poissons capturés ont été fixés dans une solution de formol à 10% puis conservés dans l'alcool à 97% dans de bocaux en plastiques étiquetés (nom de la station de récolte et date) avant leurs identifications au laboratoire.

Identification systématique des poissons

Au laboratoire, les poissons ont été séparément traités suivant les sites d'échantillonnage. L'identification systématique a été rendu possible à l'aide des clés de détermination proposées par Poll (1993a et b, 1959a et b) ; Lévêque *et al.* (1992) ; Poll et Gosse (1995) ; Mbega et Teugels (2003) ; Stianssny *et al.* (2007) disponibles au Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture du Département de Biologie de la Faculté des Sciences, Université de Kinshasa.

Analyse et traitement statistique des données

Les indices de diversité suivants ont été utilisés pour l'analyse qualitative et quantitative de différents taxons des poissons :

- **Abondance relative (N)** : Est le rapport du nombre d'individus (n) d'un groupe taxinomique (espèce, genre, famille ou ordre) sur le nombre total d'individus (N_t). Elle est exprimée par la formule mathématique ci-après : $N = \frac{n}{N_t} \times 100$ et, est exprimée en pourcentage.
- **Indice de Shannon (H')** : Est utilisé en écologie comme la mesure de la diversité spécifique. Il s'exprime par la formule suivante : $H' = -\sum ((N_i/N) \cdot \log_2 (n_i/N))$ où, i varie de 1 à S (est le nombre total d'espèces présente), n_i est l'effectif du taxon i ; N est l'effectif total et H' est l'indice de diversité de Shannon et Weaver. Dans la nature, la valeur de H' se situe entre 0,5 (très faible diversité) et 4,5 (dans le cas d'échantillons de grande taille de communautés complexes) (Munganga *et al.*, 2020).
- **Indice d'Equitabilité (J)** : Permet de mesurer l'équilibre ou la régularité ou encore l'équipartition des espèces du peuplement par rapport à une répartition théorique égale pour l'ensemble des espèces : $J = H'/H_{max}$ dont, J varie entre 0 (une seule espèce domine) et 1 (toutes les espèces ont la même abondance). Les différents indices ont été calculés de manière globale en considérant toutes les données prises ensemble (Legendre et Legendre, 1984 ; Paugy, 1994).
- **Classification hiérarchique ascendante (CAH)** : La classification hiérarchique permet d'agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de

dissimilitude (Kouamélan, 1999). Cette méthode de classification est destinée à produire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères. Elle procède en fait à la construction des classes (paquets) par agglomération successive des objets deux à deux, qui fournissent une hiérarchie de partition des objets. Il existe plusieurs méthodes de CAH et plusieurs choix de calcul de la distance entre deux objets, deux classes ou un objet et une classe (Mondo *et al.*, 2020).

- **Analyse Canonique de Correspondance** : Les principales variables environnementales qui influencent la distribution des poissons ont été mises en évidence par une analyse canonique qui permettent de sélectionner les variables environnementales qui expliquent le mieux la distribution des espèces de poissons (Hammer *et al.*, 2001). Les tableaux de données ont été analysés à l'aide du logiciel Past version 2.16.

Résultats

Paramètres abiotiques de l'eau de la rivière Mpieme

Paramètres physico-chimiques

Les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et hydrauliques de l'eau de la rivière Mpieme sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques et hydrauliques de la rivière Mpieme
 (St = Station)

Paramètres	Stations				
	St I	St II	St III	St IV	St V
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	5,5 \pm 0,5	9 \pm 1	8 \pm 1	8 \pm 0	5,5 \pm 0,5
pH	5,11 \pm 0,11	6,06 \pm 0,06	5,725 \pm 0,395	5,465 \pm 0,335	5,605 \pm 0,395
Température ($^{\circ}\text{C}$)	27,75 \pm 0,25	27,65 \pm 1,85	28,65 \pm 0,25	32,2 \pm 0,2	31,25 \pm 0,25
Turbidité (UNT)	2,5 \pm 0,5	3,5 \pm 0,5	2,5 \pm 0,5	3 \pm 0	4 \pm 0
Vitesse (m/sec)	18,05 \pm 0,15	25,3 \pm 1,1	39,75 \pm 0,55	58,55 \pm 0,45	66,8 \pm 1,2
Largeur (m)	14,5 \pm 1,5	12,3 \pm 1,3	9,5 \pm 0,5	4,8 \pm 0,2	5,5 \pm 0,5
Profondeur (cm)	58,65 \pm 10,65	43,65 \pm 2,65	59,65 \pm 1,65	75,35 \pm 3,95	29,3 \pm 2,2

Le tableau I montre que la conductivité moyenne de l'eau de la rivière Mpieme est faible. La valeur la plus élevée est observée à la station II (9 $\mu\text{S/cm}$). Les stations III et IV ont présenté la même valeur (8 $\mu\text{S/cm}$) de conductivité tandis que les stations I et V ont présentées des valeurs très faibles. Ces eaux ont un pH acide. Les valeurs de pH observées varient entre 5,11 (St I) et 6,06 (St II) dans les stations d'étude. Les valeurs de la température de l'eau sont situées entre 27,75 $^{\circ}\text{C}$ (St I) et 32,2 $^{\circ}\text{C}$ (St IV). Les valeurs de turbidité varient entre 2,5 et 4 NTU, les plus élevées sont observées aux stations II et V et les plus basses aux stations I, III et IV. La vitesse moyenne d'écoulement de l'eau de la rivière Mpieme varie entre 18,05 et 66,8 m/sec. Les plus élevées sont observées aux stations V (66,8 m/sec) et IV

(58,55 m/sec) et la plus faible à la station I (18,05 m/sec). La largeur moyenne du lit de la rivière Mpieme augmente relativement d'amont en aval, à l'exception de la station I où, l'on remarque un rétrécissement (14,5 m). Ce cours d'eau n'est pas profond, les valeurs moyennes de la profondeur varient entre 29,3 et 75,35 cm ; les valeurs les plus élevées sont observées aux stations III et IV.

Paramètres chimiques

Les valeurs des ions phosphates (PO_4^{3-}) (mg/L) et nitrites (NO_2^-) (mg/L) de l'eau de la rivière Mpieme évaluées aux stations étudiées sont consignés au tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Variation des paramètres chimiques de l'eau des différentes stations d'étude sur la rivière Mpieme

Variables	Stations				
	I	II	III	IV	V
Phosphate (PO_4^{3-}) (mg/L)	15,61	13,10	12,46	11,83	10,33
Nitrite (NO_2^-) (mg/L)	0,003	0,005	0,002	0,004	0,001

Le tableau II indique que les valeurs des ions phosphates sont situées entre 10,33 mg/L (station V) et 15,61 mg/L (station I). Les ions nitrites sont faibles dans l'eau de la rivière Mpieme. La concentration la plus élevée était observée à la station II (0,005 mg/L) et la plus faible à la station V (0,001 mg/L).

Faune ichthyologique de la rivière Mpieme

La liste des poissons recensés dans cinq stations étudiées dans la rivière Mpieme est consignée au tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Liste des poissons pêchés dans cinq stations étudiées dans la rivière Mpieme

Ordre	Famille	Genre	Espèce
<i>Cichliformes</i>		<i>Hemichromis</i>	<i>H. fasciatus</i>
			<i>H. stellifer</i>
		<i>Tilapia</i>	<i>T. tholloni</i>
			<i>T. lateralis</i>
	<i>Cichlidae</i>	<i>Tylochromis</i>	<i>T. sp</i>
<i>Characiformes</i>	<i>Alestidae</i>	<i>Bryconaethiops</i>	<i>B. boulengeri</i>
<i>Cypriniformes</i>	<i>Danionidae</i>	<i>Raiamas</i>	<i>R. buchholzi</i>
	<i>Cyprinidae</i>	<i>Labeo</i>	<i>L. lineatus</i>
	<i>Distichodontidae</i>	<i>Neolebias</i>	<i>N. ansorgii</i>
<i>Siluriformes</i>	<i>Schilbeidae</i>	<i>Schilbe</i>	<i>S. grenfelli</i>
4	6	8	10

Les résultats présentés dans le tableau 3 indiquent la présence de dix espèces de poissons dans la rivière Mpieme, réparties entre quatre ordres : *Cichliformes*, *Characiformes*, *Cypriniformes* et *Siluriformes*. Ces espèces

appartiennent à cinq familles, à savoir *Cichlidae*, *Alestidae*, *Danionidae*, *Cyprinidae*, *Distichodontidae* et *Schilbeidae*, ainsi qu'à huit genres, dont *Hemichromis*, *Tilapia*, *Tylochromis*, *Bryconaethiops*, *Raiamas*, *Labeo*, *Neolebias* et *Schilbe*.

Richesse relative des ordres des poissons recensés

Les résultats visualisés sur la figure 2 ci-dessous montrent que l'ordre des poissons *Cypriniformes* est le plus abondant avec 3 familles soit 50% suivis des ordres des poissons *Cichliformes*, *Characiformes* et *Siluriformes* avec une famille chacun soit 16,7%.

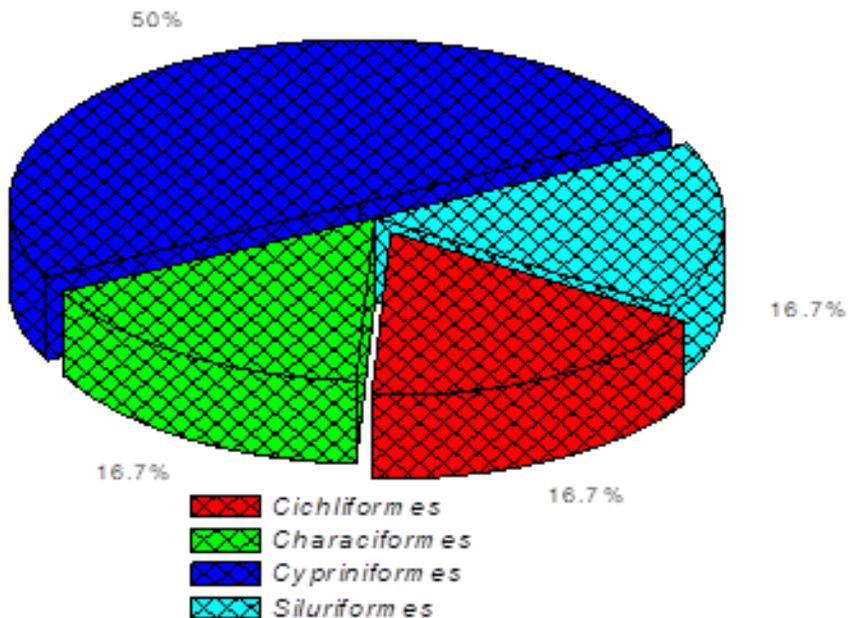


Figure 2 : Richesse relative (%) des ordres de poissons échantillonnés dans la rivière Mpieme

Abondance relative des familles des poissons identifiés

Les résultats présentés dans la figure 3 ci-dessous montrent que la famille des poissons *Cichlidae* est la plus abondante, représentant 37,5%. Les familles *Cyprinidae*, *Distichodontidae*, *Alestidae* et *Schilbeidae* suivent, chacune avec 12,5%.

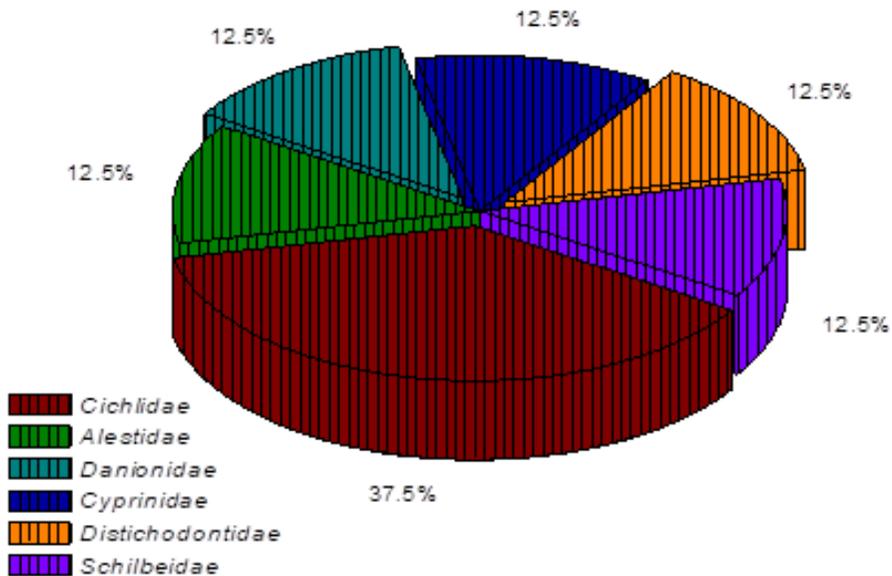


Figure 3 : Abondance relative (%) des familles de poissons échantillonnés dans la rivière Mpieme

Abondance relative des genres des poissons identifiés

Les résultats de cette étude montrent que les genres de poissons *Hemichromis* et *Tilapia* sont les plus représentés, avec chacun deux espèces, soit 20%. En revanche, les autres genres ne comptent qu'une seule espèce chacun, représentant 10% (voir figure 4).

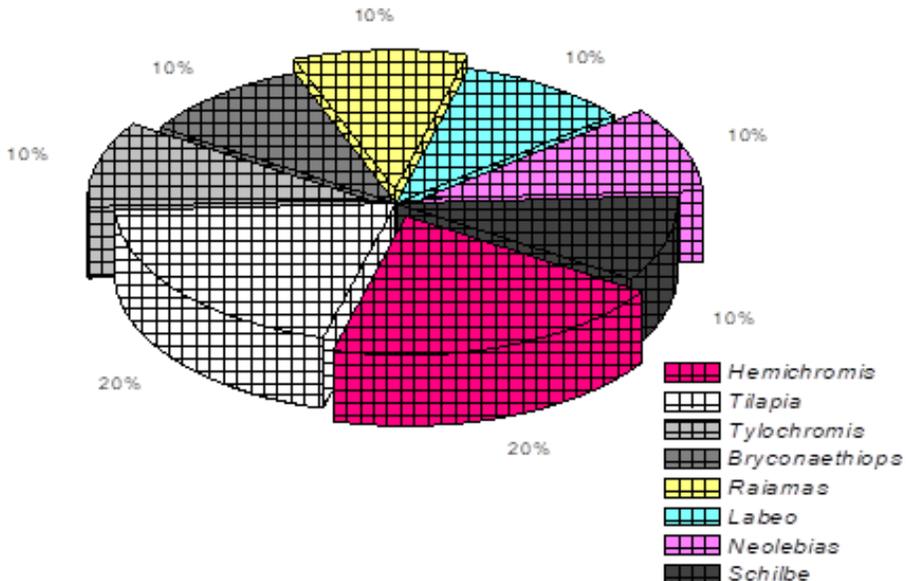


Figure 4 : Abondance relative (%) des genres de poissons échantillonnés dans la rivière Mpieme

Abondance des espèces de poissons inventoriés

Les résultats présentés dans la figure 5 ci-dessous montrent que les espèces les plus représentées sont : *Tilapia lateralis* avec 61 individus, *Raiamas buchholzi* avec 47 individus, *Tylochromis sp* avec 46 individus, *Neolebias ansorgii* avec 31 individus, *Hemichromis fasciatus* avec 30 individus, et *Hemichromis stellifer* avec 25 spécimens.

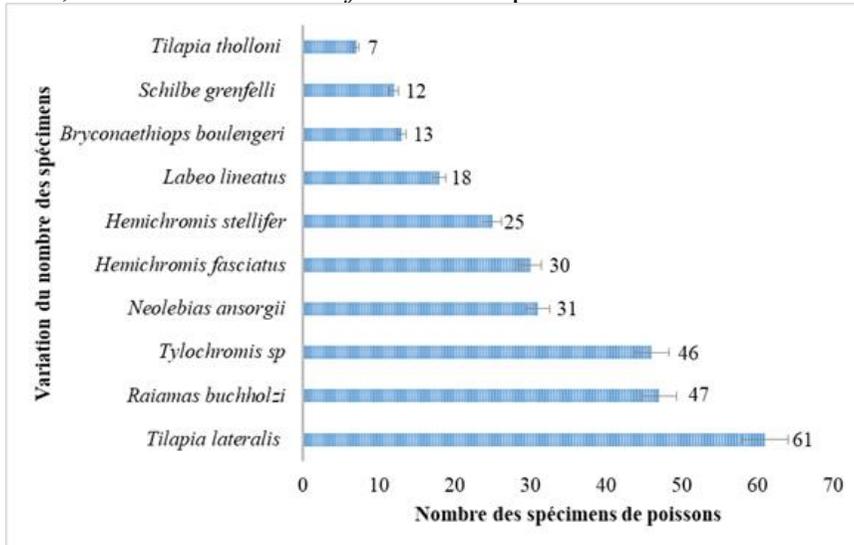


Figure 5 : Abondance des espèces de poissons inventoriés dans la rivière Mpieme

Distribution spatiale des espèces de poissons

Le tableau 4 reprend la distribution spatiale des espèces de poissons identifiés en fonction des stations d'études.

Tableau 4 : Distribution spatiale de poissons sur la rivière Mpieme

Espèces	Stations					Total
	I	II	III	IV	V	
<i>Hemichromis fasciatus</i>	8	12	6	1	3	30
<i>H. stellifer</i>	13	9	3	0	0	25
<i>Tilapia tholloni</i>	2	1	4	0	0	7
<i>T. lateralis</i>	27	18	11	5	0	61
<i>Tylochromis sp</i>	15	14	14	3	0	46
<i>Bryconaethiops boulengeri</i>	5	6	2	0	0	13
<i>Raiamas buchholzi</i>	20	17	9	1	0	47
<i>Labeo lineatus</i>	0	0	1	6	11	18
<i>Schilbe grenfelli</i>	0	0	7	0	5	12
<i>Neolebias ansorgii</i>	12	5	1	4	9	31
Total	102	82	58	20	28	290

Au total 290 spécimens de poissons ont été pêchés pendant les campagnes d'échantillonnage dans cinq stations d'étude retenues sur la rivière

Mpieme. En termes de proportion numérique, la station (I) présente un plus grand nombre de spécimens (102 individus) suivie de la station (II) (82 poissons) et la station (III) présente 58 individus. Le nombre le plus faible d'individus ont été échantillonnés aux stations (IV) (20 spécimens) et (V) (28 spécimens). Les poissons *Hemichromis fasciatus* et *Neolebias ansorgii* sont ubiquistes et, sont présents dans toutes les stations.

Indices de diversité

Les valeurs sur la variation de différents indices de diversité écologique évalués sur la faune ichthyologique dans le cadre de cette étude sont reprises au tableau 5.

Tableau 5 : Indice de diversité écologique

Indices	Stations				
	I	II	III	IV	V
Taxa S	8	8	10	6	4
Shannon H	1,892	1,9	2,031	1,614	1,279
Equitability J	0,9099	0,9138	0,8821	0,9007	0,9225

La station III (dix espèces) présente une grande richesse taxonomique suivie respectivement des stations II et I (huit espèces). L'analyse de l'indice de Shannon et Weaver montrent que les stations III ($H' = 2,03$), II ($H' = 1,9$) et I ($H' = 1,89$) sont les plus diversifiées. L'indice d'Equitabilité de Piélou varie entre 88% et 92% à travers toutes les stations. Les plus grandes valeurs sont enregistrées aux stations V (0,92), II (0,91), I (0,90) et IV (0,90) et indiquent un certain équilibre entre les effectifs des différentes espèces de poissons échantillonnées. Par contre, la station III avec 0,88 soit 88% montre que l'équilibre entre les différents effectifs commence à être modifié par les différentes activités humaines.

Analyses multivariées

Classification hiérarchique ascendante

L'analyse du dendrogramme résultant de la Classification Ascendante Hiérarchique des stations de pêche met en évidence deux grands groupes de stations (Figure 6). Le dendrogramme résultant de la Classification Ascendante Hiérarchique des stations de pêche retenue sur la rivière Mpieme en fonction de leur richesse ichthyologique met en évidence deux grands groupes de stations avec une différence significative ($r = 0,77$). Le premier groupe ($d = 11$) est formé par les stations IV et V. Tandis que le deuxième groupe ($d = 21$) est formé des stations I, II et III. Dans le deuxième groupe, toutes les stations n'ont pas la même position, les stations I et II forment un sous-groupe ($d = 15$) par rapport à la station III qui forme à elle seule un autre sous-groupe ($d = 21$) dans le deuxième groupe.

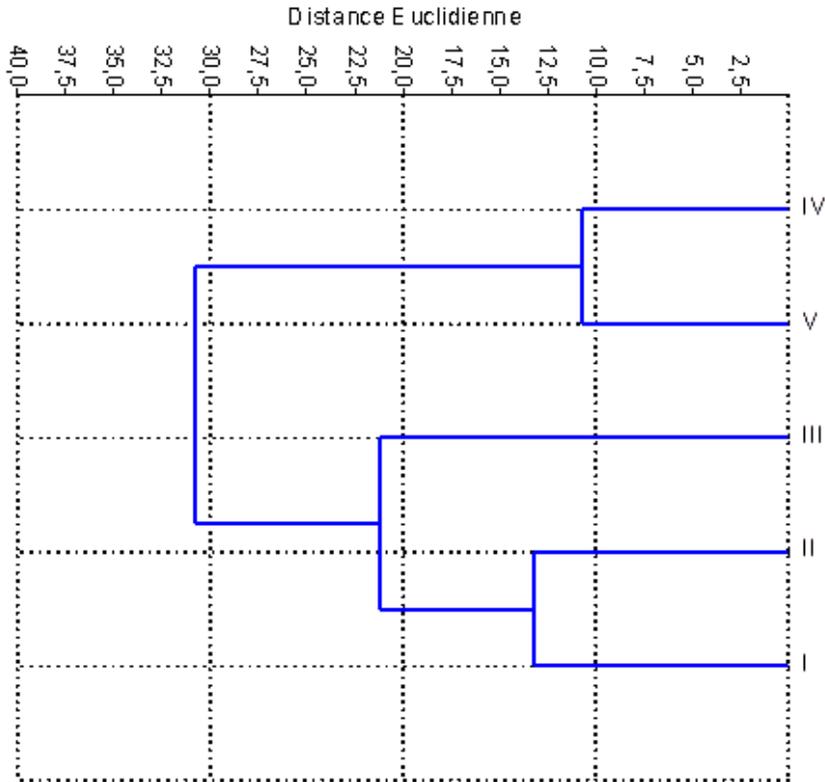


Figure 6 : Regroupement des stations d'étude sur base de la richesse ichtyologique de la rivière Mpieme

Influence des variables environnementales sur la distribution spatiale de poissons

Les résultats d'analyse canonique de correspondance (ACC) appliquée aux variables environnementales et aux espèces de poissons capturées dans la rivière Mpieme sont repris dans les figures 7. L'analyse canonique de correspondance a permis de sélectionner 8 variables qui expriment la corrélation entre les espèces des poissons et les variables observées. Ces variables sont : conductivité, température, pH, profondeur, vitesse, turbidité, phosphate et nitrite. L'influence de ces variables sur la distribution des poissons est significative. Les axes 1 et 2 permettent de dégager deux groupes d'espèces : le premier groupe (A) ou axe 1 regroupe les stations IV et V, composé des espèces : *Neolebias ansorgii*, *Labeo lineatus*, *Schilbe grenfelli*, *Raiamas buchholzi*, *Tilapia lateralis* et *Bryconaethiops boulengeri*. Ce groupe est corrélé positivement aux variables pH, vitesse, turbidité et température de l'eau. Le deuxième groupe (B) ou axe 2 est constitué par 3 stations dont les stations I, II et III qui, comprend les espèces : *Tilapia tholloni*, *Tylochromis sp*, *Hemichromis stellifer* et *Hemichromis fasciatus*. Ces espèces sont

corrélées positivement aux variables : nitrite, phosphate, profondeur de la colonne d'eau et conductivité.

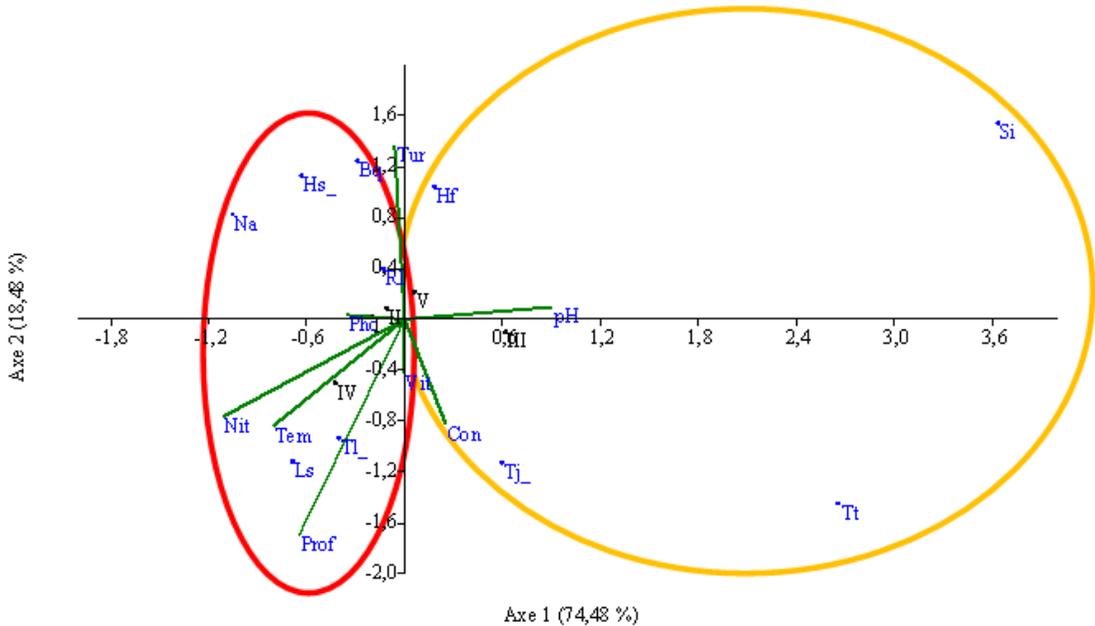


Figure 7 : Analyse canonique de correspondance (ACC) appliquée aux variables environnementales et aux espèces de poissons capturées dans la rivière Mpieme (Con : Conductivité, Tem : Température, Prof : Profondeur, Tur : Turbidité, Pho : Phosphate, Nit : Nitrite, Vit : Vitesse, Hf : *Hemichromis fasciatus*, Hs : *Hemichromis stellifer*, Tt : *Tilapia tholloni*, Tl : *Tilapia lateralis*, Ts : *Tylochromis sp*, Bb : *Bryconaethiops boulengeri*, Rb : *Raiamas buchholzi*, Ll : *Labeo lineatus*, Sg : *Schilbe grenfelli*, Na : *Neolebias ansorgii*)

Discussion

Les valeurs de conductivité observées dans la rivière Mpieme, allant de 5,5 à 9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indiquent une qualité d'eau relativement faible en termes de substances dissoutes. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Liyandja *et al.* (2019), qui rapportent que les valeurs moyennes de conductivité des eaux de la rivière Musolo se situent entre 1 et 6 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cela suggère que la rivière Mpieme présente une conductivité légèrement plus élevée, ce qui pourrait être attribué à des apports de substances dissoutes ionisées. Selon Rodier (1978) ; Munganga *et al.* (2024) des valeurs de conductivité faibles sont souvent le reflet d'une faible concentration de substances dissoutes, ce qui peut résulter de la minéralisation naturelle de l'eau ou de l'influence de rejets anthropiques. Dans le cas de la rivière Mpieme, la variation de la conductivité pourrait donc être indicative de l'impact des activités humaines ou de la géologie environnante sur la qualité de l'eau.

Le pH de l'eau est un indicateur crucial de son acidité ou de son alcalinité, déterminé par l'activité des ions hydrogène présents. Dans le cas de

la rivière Mpieme, les valeurs moyennes de pH observées se situent entre 5,11 et 6,06. Ces valeurs sont en dessous de la plage recommandée par les normes, qui stipulent que le pH doit être compris entre 6,5 et 8 pour favoriser la survie et la croissance des espèces aquatiques. En dehors de cette plage, la vie aquatique peut être considérablement affectée. Ces résultats sont cohérents avec les études menées par Bipendu *et al.* (2017) ; Sisa *et al.* (2018) ; Munganga *et al.* (2020, 2024), qui montrent que de nombreux cours d'eau à Kinshasa présentent un pH généralement acide, souvent inférieur à 7. Cette acidité pourrait être attribuée aux caractéristiques géologiques du bassin versant, notamment le fait que ces eaux s'écoulent sur un fond sablonneux. Les températures de l'eau mesurées dans les sites d'échantillonnage de la rivière Mpieme ont varié entre 27,65 °C et 32,2 °C. Ces résultats sont en accord avec les observations de Pwema (2014) et Munganga *et al.* (2020, 2024), qui suggèrent que l'absence de couvert végétal dans la région contribue à l'exposition directe des eaux aux rayonnements solaires, entraînant ainsi une élévation des températures.

Le couvert végétal joue un rôle crucial dans la régulation de la température de l'eau. En plus de fournir de l'ombre, la canopée influence la température atmosphérique, la qualité et la quantité de lumière pénétrant dans l'eau, ainsi que des facteurs tels que l'ensoleillement et la production primaire. L'absence de végétation peut donc avoir des répercussions significatives sur l'écosystème aquatique, affectant non seulement la température de l'eau, mais aussi la dynamique des réseaux trophiques. De plus, les débris végétaux présents dans l'eau favorisent la prolifération de larves d'invertébrés et constituent une source de nourriture pour divers organismes aquatiques, y compris les poissons. Ces débris peuvent également servir d'habitats ou de refuges pour des espèces vulnérables, contribuant ainsi à la biodiversité de l'écosystème (Munganga *et al.*, 2024). Il est donc essentiel de prendre en compte l'importance du couvert végétal et des débris dans la gestion des ressources aquatiques. La préservation de ces éléments naturels pourrait aider à maintenir des températures d'eau optimales et à soutenir la diversité biologique dans la rivière Mpieme.

Les valeurs moyennes de la turbidité mesurées dans la rivière Mpieme ont oscillé entre 2,5 et 4 ppm et sont inférieures à la valeur guide fixée à 30 NTU pour une eau de turbidité claire (Sisa *et al.*, 2018). Ce paramètre mesure l'aspect plus ou moins trouble de l'eau, causé par diverses matières particulaires ou colloïdales composées de limon, d'argile, de composés organiques ou inorganiques, ainsi que de plancton et d'autres micro-organismes (Dussart, 1992). Les sources de matières particulaires peuvent être d'origine naturelle (acides humiques, particules provenant de la dégradation des végétaux ou de l'érosion du sol) ou anthropique (rejets industriels, agricoles et urbains). Plus la turbidité est élevée, plus la pénétration de la

lumière dans l'eau est limitée, et moins la photosynthèse pourra avoir lieu, influençant alors directement la production primaire de l'écosystème (MDDELCC, 2017).

Le phosphore est le facteur limitant le plus fréquent dans les eaux douces et dans divers lacs eutrophes des régions tropicales. Les orthophosphates (PO_4^{3-}), forme minérale soluble, constituent la source majeure du phosphore utilisé par le phytoplancton, à des concentrations parfois très faibles (Groga, 2012 ; Sisa *et al.*, 2018). Dans les milieux aquatiques, les orthophosphates sont rapidement assimilés par les végétaux, mais aussi rapidement recyclés (Pourriot et Meybeck, 1995). Dans cette étude, le dosage des orthophosphates a indiqué des valeurs moyennes élevées dans quelques stations étudiées, variant entre 10,33 mg/L (station V) et 15,61 mg/L (station I). Ces valeurs indiquent que les eaux de cette rivière favoriseraient une production primaire capable de maintenir la vie aquatique (Munganga *et al.*, 2020). Les nitrites (NO_2^-) représentent une forme intermédiaire de l'azote entre l'ammonium et les nitrates. Ils apparaissent lors de la dégradation des substances azotées par les bactéries. La nature des zones de drainage joue aussi un rôle essentiel dans leur présence, et l'activité anthropique accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. Ils peuvent être très toxiques pour les organismes vivants. Dans l'environnement, les concentrations de cette forme transitoire sont rarement élevées (Heliott, 2014). Le taux de nitrites est resté inférieur et compris entre 0,001 et 0,005 mg/L.

À l'issue de cette recherche, dix espèces de poissons ont été inventoriées dans la rivière Mpieme (*Hemichromis fasciatus*, *Hemichromis stellifer*, *Tilapia tholloni*, *Tilapia lateralis*, *Tylochromis sp.*, *Bryconaethiops boulengeri*, *Raiamas buccholzi*, *Labeo lineatus*, *Schilbe grenfelli* et *Neolebias ansorgii*). Les méthodes de pêches utilisées (inefficacité de la pêche dans les stations profondes et la trop grande passivité des pêches à la nasse), les types d'habitats échantillonnés et les périodes d'échantillonnage pourraient être à la base de la différence entre les résultats obtenus par Mbaki (2017) ; Munganga *et al.* (2024) et ceux de cette étude. Les poissons inventoriés par Sisa *et al.* (2018), dans une étude consacrée à la structure et à la dynamique des peuplements ichthyologiques des cours d'eau de la rivière Lukunga dans la ville de Kinshasa en R.D. Congo, appartenaient à quatre familles (dont celles des *Cichlidae* et *Alestidae*), sept genres (dont ceux de *Hemichromis*, *Tilapia* et *Raiamas*) et onze espèces (dont *Hemichromis stellifer* et *Tilapia tholloni*). Liyandja *et al.* (2019) ont inventorié la faune ichthyologique de la rivière Musolo à Kinshasa et ont recensé 53 espèces, 36 genres et 9 familles. La différence des résultats obtenus avec ceux de ces derniers s'explique par un grand nombre de stations (12) exploitées et la taille importante de la rivière Musolo par rapport à la rivière Mpieme.

La faune ichtyologique de la rivière Mpieme est riche et diversifiée. Les stations III (dix espèces), II et I (huit espèces respectivement) ont présenté une richesse taxonomique élevée. L'analyse de l'indice de Shannon et Weaver a montré que les stations III ($H' = 2,03$), II ($H' = 1,9$) et I ($H' = 1,89$) sont plus diversifiées, tandis que l'indice d'Équitabilité de Piélou a montré que les plus grandes valeurs ont été enregistrées aux stations V (0,92), II (0,91), I (0,90) et IV (0,90), ce qui indique un certain équilibre entre ces stations. La variation de la richesse spécifique des poissons et leur répartition à travers les cinq stations retenues serait due à la nature du milieu (habitats physiques) qui n'est pas diversifiée en habitats.

Concernant la distribution spatiale des poissons dans la rivière Mpieme, une proportion numérique élevée des poissons a été récoltée à la station I (102 individus), à la station II (82 poissons) et à la station III (58 individus). Deux espèces de poissons : *Hemichromis fasciatus* et *Neolebias ansorgii* ont été échantillonnées dans toutes les stations de pêche, ce qui pourrait s'expliquer par une diversité d'habitats au niveau des stations (I, II et III), qui occasionnent une richesse spécifique élevée, mais aussi une abondante faune ichthyologique (Sisa *et al.*, 2018 ; Munganga *et al.* 2024). Deux grands groupes et un sous-groupe des stations d'échantillonnage significativement différents ($r = 0,77$) ont été mis en évidence après l'analyse du dendrogramme résultant de la Classification Ascendante Hiérarchique des stations de pêche sur la rivière Mpieme. Le premier groupe ($d = 11$) a été formé par les stations IV et V, et le deuxième groupe ($d = 21$) est formé des stations I, II et III. Un sous-groupe ($d = 15$) est également formé par les stations I et II. En ce qui concerne l'influence des variables environnementales évaluées dans la rivière Mpieme sur son peuplement ichthyologique, deux groupes (groupe 1 : stations IV et V et groupe 2 : stations I, II et III) ont été mis en évidence avec une corrélation significative par rapport aux paramètres suivants : le pH, la vitesse d'écoulement de l'eau, la turbidité et la température ont joué un rôle significatif sur la distribution de l'ichtyofaune de la rivière Mpieme.

Conclusion

L'objectif de cette étude est d'identifier les principaux paramètres environnementaux qui influencent la distribution spatiale des poissons dans la rivière Mpieme à Kinshasa. Les résultats obtenus ont montré que la faune ichtyologique de cette rivière est diversifiée. Au total dix espèces de poissons appartenant à huit genres, six familles et quatre ordres ont été identifiées dans cinq stations d'étude retenues dans cette rivière. La Classification Hiérarchique Ascendante a permis de mettre en évidence deux groupes de stations (IV et V d'un côté et I, II et III de l'autre). Le pH, la vitesse du courant d'eau, la turbidité et la température influencent la distribution des espèces dans cette rivière. Les résultats de cette étude sont d'une grande importance dans le

suivi de la qualité écologique et l'exploitation durable des ressources biologiques de cette rivière.

L'étude de la faune ichthyologique de la rivière Mpieme révèle des implications pratiques essentielles pour la conservation de la biodiversité et la gestion durable de cet écosystème. Il est important de surveiller les variables environnementales, de protéger les habitats, d'éduquer les communautés locales, de gérer les activités anthropiques, de poursuivre la recherche et de collaborer avec les autorités locales. Ces actions combinées contribueront à préserver la richesse écologique de la rivière Mpieme.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement Messieurs Héritier LOFONGOLA et NDELI WANSOME pour leur contribution tout au long de l'échantillonnage biologique et Judier KAKONDALEMBA pour son apport lors de la révision de ce document.

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. Bipendu, M. N., Mwamba, L. V., Musibono, E. A. D., Pwema, V. K. & Ngbolua, K. N. (2017). Effets de rejets industriels de l'usine de traitement d'eau de Kinshasa (REGIDESO) sur la qualité physico-chimique et biologique des eaux des rivières Matete et N'djili, R.D Congo. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 29(2): 96-109.
2. Brummett, R. E., Lazard, J., & Moehl, J. (2008). African aquaculture: Realizing the potential. *Food Policy*, 33: 371-385.
3. Burgis, J. M. & Symoens, J. J. (1987). Zones humides et lacs peu profondes, d'Afrique. *Vol. 1, Paris*, 560 p.
4. Dussart, B. (1992). Limnologie : l'étude des eaux continentales. *Collection Faunes et flores actuelles, 2^{ème} Édition*, 680 p.
5. Grogga, N. (2012). Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Cote d'Ivoire). *Thèse de doctorat, Université de Toulouse (INP Toulouse)*, 224 p.

6. Hammer, D. A. T., Harper, P. D. & Ryan, P. (2001). Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1): 9.
7. Heliott, T. (2014). Biodiversité des communautés d'invertébrés benthiques des rivières de la Guadeloupe et réponses aux perturbations anthropiques. *Thèse de doctorat, délivré par l'université Paul Sabatier – Toulouse III. Spécialité : Ecologie des systèmes aquatiques*, 256 p.
8. Kalanda, L. (1991). Aménagement et gestion du parc de la N'sele et sa périphérie. Mémoire de fin d'étude. Kinshasa, ICCN, inédit. 56 p.
9. Kamb, T. J-C. (2018). Structure des peuplements des macroinvertébrés benthiques et évaluation de la qualité biologique et écologique des rivières Gombe, Kinkusa et Mangengenge à Kinshasa/ RD Congo. *Thèse de Doctorat, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, R.D Congo*, 230 p.
10. Kamelan T.M., Stanislas S.Y, Kouakou A.K., Konan G.N et Essetchi P.K., (2013). Ichtyofaune de la rivière Dodo, Côte d'Ivoire : mise à jour et influence des variables environnementales sur la distribution des espèces. *Journal of Applied Biosciences* 71:5773– 5785 ISSN 1997–5902
11. Kouamélan, E. P. (1999). L'effet du lac de barrage Ayamé (Côte d'Ivoire) sur la distribution et l'écologie alimentaire des poissons *Mormyridae (Teleostei, Ostéoglossiformes)*. *Thèse de doctorat, Katholieke Universteit Leuven, Belgique*, 221 p.
12. Legendre, L. & Legendre P. (1984). Ecologie numérique : le traitement multiple des données écologiques. *Édition, Masson et Presses de l'Université du Québec, Tome 1, 2^{ème}, Paris*, 260 p.
13. Lévêque, C., Paugy, D. & Teugels, G. G. (1992). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. *Paris, Orstom/MRAC, Faune tropicale*, 28, Vol. II, 526 p.
14. Liyandja, L. D. T., Ibala, Z. A., Sefu, A. C., Dianzuangani, L. D., Konda, K. R., Raoul, J. C., Monsembula, I. R. J.-C., & Mbimbi, M. N. J.-J. (2019). Environmental Influences on Fish Species Distribution in the Musolo River System, Congo River Basin (Democratic Republic of the Congo, Central Africa). *European Scientific Journal*, 15(33) : 192-209. [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n33p192](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n33p192).
15. Mbaki, L. G. (2017). Inventorier de la faune ichtyologique de la rivière Mpieme dans commune de la N'sele. Travail de fin de cycle en Sciences Biologiques, Université de Kinshasa, R.D Congo, 36 p.
16. Mbega J. D. & Teugels G. G. (2003). Guide de détermination des poissons du Bassin inférieur de l'Ogooué. *Presse Universitaire de Namur*, 165 p.

17. Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques/Canada (MDDELCC). (2017). Guide de caractérisation physicochimique de l'état initial du milieu aquatique avant l'implantation d'un projet industriel, Québec. *Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-79556-8*, 12 p + annexes.
18. Mondo, M. T., Pwema, K. V., Lusasi, S. W., Gizanga, V. R., Nsimanda, I. C., Wafula, M. & Musibono E.A.D. (2020). Evaluation du profil métallique et biologique de la pollution de l'air atmosphérique dans la ville province de Kinshasa, République Démocratique du Congo. *International Journal of Applied Research*, 6(8): 115-123.
19. Munganga, K. C., Lusasi, S. W. & Pwema, K. V. (2020). Evaluation de la qualité écologique de la rivière Musolo à Kinshasa: Basée sur les macroinvertébrés benthiques en République Démocratique du Congo. *Editions Universitaires Européennes, Riga: Latvia, ISBN: 978-613-8-9503-1*, 96 p.
20. Munganga, K. C., Tandundu, M. M., Lusasi, S. W., Nakweti, K. J., Zamana, M. T., Kavumbu, M. S., Pwema, K. V. & Mbomba Nseu B. (2024). Contribution à la connaissance de l'ichtyofaune de la rivière Mayi ya Pembe à Kinshasa. *Rev., Cong., Sci., Technol.*, 3(4) : 478-487. DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.024.v3.i4.114>.
21. Paugy, D. (1994). Ecologie des poissons tropicaux d'un cours d'eau temporaire (Baoule, haut du bassin du Sénégal au Mali) : adaptation au milieu et plasticité du régime alimentaire. *Revue d'hydrobiologie tropicale*, 27 : 157-172.
22. Poll, M. (1959b). Recherches écologiques sur la faune ichthyologique du Stanley-Pool. pp. 183-201. In Symp. Franco-belge sur des Problèmes écol. et éthol. (Bruxelles, 15-18 Mai 1958). *Ann. Soc. roy. Zool. Belg.* 89(1).
23. Poll, M. & Gosse, J.P. (1995). Genera des poissons d'eau douce de l'Afrique. *Classe des Sciences. Académie Royale de Belgique*, 324 p.
24. Poll, M. (1959a). Recherches sur la faune ichthyologique de la région du Stanley Pool. In Résultats scientifiques des missions zoologiques au Stanley Pool subsidiées par le CEMUBAC (Université Libre de Bruxelles) et le Musée royal du Congo (1957-1958). *Ann. Mus. roy. Congo belge, sér. In-8°, Sci. Zool.* 71:75-174.
25. Pourriot, R. & Meybeck, M. (1995). Limnologie générale. *Masson, Paris, Collection Press, Belle W. Baruch libr. Mar. Sci.*, 2 : 1-24.
26. Pwema, K. V. (2014). Ecologie alimentaire, reproduction et modes d'adaptation de cinq espèces de *Labeo* cuvier, 1817 dans les milieux lentiques et des rapides au pool Malebo dans le fleuve Congo. *Thèse*

- de doctorat en Sciences Biologiques, Université de Kinshasa, R.D Congo*, 163 p.
27. Rodier, J. (1978). L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 6^{ème} Ed. Dunod, Bordeaux, Paris, 1135 p.
 28. Sisa, M. E., Mukwita, N. J., Mutambe, H. & Pwema, K. V. (2018). Contribution à l'étude de la structure et de la dynamique des peuplements ichthyologiques des cours d'eau de la ville de Kinshasa : Cas de la rivière Lukunga. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24(3) : 1357-1371.
 29. Stiassny, L. J., Teugles, G. G. & Hopkins, D. (2007). Poissons d'eau douce et saumâtre de basse Guinée, Ouest de l'Afrique Centrale. *IRD, Turvuren, Belgique, Vol 1*, 800 p.
 30. Suski, C. D. & Cooke, S. J. (2007). Conservation of aquatic resources through the use of freshwater protected areas: opportunities and challenges. *Biodiversity Conservation*, 16: 2015-2029.
 31. Yao, S. S. (2006). Etude de la diversité biologique et de l'écologie alimentaire de l'ichtyofaune d'un hydro système ouest africain : cas du bassin de la Comoé (Côte d'Ivoire). *Thèse de Doctorat, Université Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire* 194 p.
 32. Yoder, C. O. & Rankin, E. T. (1995). Biological response signatures and the area degradation value: new tools for interpreting multimetric data. In: Biological assessment and criteria: tools for water resources planning and decision making (Chapter 17), Davis, W. S & Simon T. P. (eds), *Lewis Publisher, Florida*, 263-286.