

Evaluation de la Qualité de l'Eau des Milieux Lacustres Urbain et Périurbain du Moronou

Kouadio Akissi Nathalie

Département des Sciences et Technologie, Section Science de la Vie et de la
Terre, Ecole Normale Supérieure, Abidjan, Côte d'Ivoire

Aboua Benié Rose Danielle

Yao Stanislas Silvain

Goore Bi Gouli

UPR d'Hydrobiologie et d'Ecotechnologie des Eaux, Laboratoire des
Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, URF Biosciences,
Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n18p51](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p51)

Submitted: 08 April 2023

Accepted: 16 June 2023

Published: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Kouadio A.N., Rose Danielle A.B., Silvain Y.S. & Gouli Bi G. (2023). *Evaluation de la Qualité de l'Eau des Milieux Lacustres Urbain et Périurbain du Moronou*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (18), 51. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n18p51>

Abstract

La gestion durable de l'eau est indispensable pour permettre un développement économique compatible avec un accès à une eau de qualité. Elle contribue à la protection des milieux et de la biodiversité par l'utilisation d'un outil de gestion. Ainsi, dans le département de Bongouanou (Côte d'Ivoire), une étude a été menée afin de proposer une échelle de la qualité de l'eau basée sur le peuplement ichtyologique de deux lacs, urbain et périurbain. Des pêches expérimentales mensuelles ont été réalisées entre 17 heures et 07 heures à l'aide de deux batteries de filets monofilaments de maille allant de 15 à 60 mm, entre juillet 2017 et juin 2018. L'échelle de la qualité de l'eau de chaque lac a été élaborée à partir de la tolérance/intolérance du pourcentage des individus et des espèces de poissons capturés. Ainsi, si le pourcentage d'individus tolérants est élevé au détriment des individus intolérants dans un lac, alors ce milieu serait de mauvaise qualité. Au total, 1305 poissons ont été capturés dont 843 dans le lac périurbain (Ehuikro) et 462 dans le lac urbain (Kaby). Dans le lac d'Ehuikro, les individus intolérants (93,74%), tout comme les espèces intolérantes (58,33%) dominent le peuplement. Par contre, dans le

lac Kaby, les individus tolérants (93,83%) dominant et les espèces tolérantes représentent 50 % du peuplement. Ces résultats montrent que le lac Kaby est perturbé par rapport au lac d'Ehuikro. Ces résultats pourraient s'expliquer par le drainage des eaux usées domestiques, des pneus usés et des déchets plastiques qui entraînent des perturbations telles que l'ensablement, l'érosion des berges, la sédimentation et l'eutrophisation au niveau du lac Kaby. Au niveau du lac d'Ehuikro, ces pressions sont moindres.

Mots clés : Peuplement ichtyologique, échelle de la qualité, pollution, lac, Côte d'Ivoire

Evaluation of the Water Quality of the Urban and Peri-urban Lake Environments of Moronou

Kouadio Akissi Nathalie

Département des Sciences et Technologie, Section Science de la Vie et de la Terre, Ecole Normale Supérieure, Abidjan, Côte d'Ivoire

Aboua Benié Rose Danielle

Yao Stanislas Silvain

Goore Bi Gouli

UPR d'Hydrobiologie et d'Ecotechnologie des Eaux, Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, URF Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

Sustainable water management is essential to enable economic development compatible with access to quality water. It contributes to the protection of environments and biodiversity through the use of a management tool. Thus, in the department of Bongouanou (Ivory Coast), a study was conducted to propose a water quality scale based on the fish population of urban and peri-urban lakes. Monthly experimental fishings were conducted from 5 pm to 7 am using two batteries of monofilament gillnets with mesh sizes ranging from 15 to 60 mm, between July 2017 and June 2018. The water quality scale for each lake was developed based on the tolerance/intolerance percentage of individuals and fish species caught. Thus, if the percentage of tolerant individuals is high at the detriment of intolerant individuals in a lake, then this environment would be of poor quality. A total of 1305 fish were caught, of which 843 were in the peri-urban lake (Ehuikro) and 462 were in the urban lake (Kaby). In Ehuikro Lake, intolerant individuals (93.74%) as well as intolerant species (58.33%) dominate the population. Conversely, in Kaby Lake, tolerant individuals (93.83%) dominate and tolerant species

represent 50% of the population. These results show that Kaby Lake is disturbed compared to Ehuikro Lake. These results could be explained by the drainage of domestic wastewater, used tires, and plastic waste which led to disturbances such as silting, bank erosion, sedimentation, and eutrophication in Kaby Lake. At Ehuikro Lake, these pressures are lower.

Keywords: Fish population, quality scale, pollution, lake, Ivory Coast

Introduction

L'eau, tout comme l'air, est une source irremplaçable de vie, de bien-être et de santé, d'où l'importance d'en contrôler la qualité pour assurer la protection de la santé publique et celle des écosystèmes. Cependant, elle doit être gérée et protégée en raison de sa vulnérabilité à la surexploitation et à la pollution (Osuolale et Okoh, 2017). Malheureusement, les cours d'eau font partie des écosystèmes les plus influencés par les activités humaines. Les eaux usées générées sont évacuées dans le milieu naturel sans aucun dispositif d'épuration préalable. Cette situation impacte négativement les ressources en eau disponibles (eau souterraine et eau de surface) et contribue à la dégradation de l'environnement (PARU, 2020). En plus, ces activités anthropiques telles que les effluents domestiques, agricoles ou même industrielles riches en sels minéraux ont un impact sur la quantité et la qualité de l'eau ainsi que sur les différents organismes qui y vivent (Lotze *et al.*, 2006). Selon Youmbi *et al.* (2013), la pollution de l'eau est souvent due aux activités anthropiques consécutives à une urbanisation incontrôlable.

En Côte d'Ivoire, les études réalisées par Gooré Bi (2009) dans les systèmes aquatiques de la zone côtière ivoirienne ont révélé trois principales sources de pollution. Il s'agit des activités agricoles, des travaux d'aménagement et des rejets d'eaux usées industrielles. Le département de Bongouanou n'est pas en reste de ces sources de pollution. Ainsi, deux principaux lacs qui rendent d'importants services aux populations au niveau socio-culturel et socio-économique sont sujets à la pollution. Compte tenu de l'aménagement du territoire, ces lacs subissent la forte pression des activités anthropiques entraînant ainsi la dégradation de leur intégrité biotique. Ces intenses activités anthropiques pourraient entraîner une dégradation de la qualité de l'eau de ce lac. Vu l'importance de ces milieux lacustres et les risques de dégradation que pourraient causer la population locale à leur intégrité biotique, les informations relatives à la qualité de l'eau de ces milieux s'avèrent nécessaires. Il est donc indispensable de mener une étude dans le but de proposer une échelle de la qualité de l'eau basée sur le peuplement ichtyologique des deux lacs. Dans ce travail, il s'agira de connaître la qualité de l'eau à partir de la tolérance/intolérance du pourcentage numérique des individus et des espèces de poissons capturées.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

Le lac Kaby (**figure 1**) est un lac artificiel, localisé dans la ville de Bongouanou avec une superficie de 35000 m². Il est situé entre la latitude 6°38'48" et 6°38'56" Nord et entre la longitude 4°12'02" et 4°11'52" Ouest. Ce lac a été construit à partir d'une nappe souterraine en 1952 pour alimenter la population de Bongouanou en eau potable. Le lac Kaby est ravitaillé principalement par l'eau du lac Sokotè situé en amont, et par les eaux de ruissellement. Il est limité à l'Est par les bureaux de la Commission Electorale Indépendante (C.E.I), au Sud par les bureaux du Conseil régional du Moronou. Le Nord et l'Ouest sont occupés par des cultures maraichères et des pépinières d'hévéa et des habitations (Kouadio *et al.*, 2018). Le lac d'Ehuikro (Figure 1) est un barrage d'Alimentation en Eau Potable (AEP). Il se trouve actuellement à la périphérie de la ville de Bongouanou et il jouxte le village d'Ehuikro. Il est situé entre la latitude 6°38'12" et 6°38'40" Nord et la longitude 4°09'48" et 4°10'30" Ouest. Le régime hydrologique de ce lac dépend des régimes de la rivière sacrée Yakpo et du lac Kaby. Les alentours du lac d'Ehuikro sont occupés par des cultures vivrières, des élevages avicole et porcin et par l'hévéaculture (Kouadio *et al.*, 2019 a et b). Ces lacs sont sous l'influence de quatre saisons climatiques (deux saisons de pluie : mars-juillet et septembre-octobre et deux saisons sèches : novembre-février et août).

Echantillonnage de la faune ichtyologique

Des pêches expérimentales ont été effectuées mensuellement sur une période de 12 mois (juillet 2017 à juin 2018) à l'aide de filets maillants monofilaments de mailles 15, 20, 25, 30, 40 et 60 mm. Ils sont posés à 17 h et visités le lendemain matin à 7 h. Les poissons capturés ont été identifiés selon les méthodes de Paugy *et al.* (2003 a et b) et Dunz et Schliewen (2013). Ils ont été ensuite regroupés par espèces en fonction des lacs et comptés.

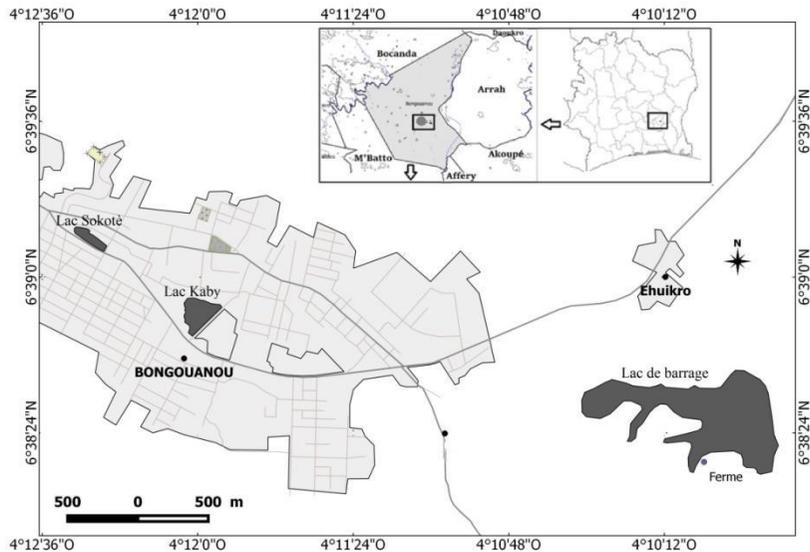


Figure 1. Localisation géographique des lacs Kaby et d'Ehuikro

Analyse et traitement des données

La richesse spécifique au niveau de chaque lac a été déterminée et les données collectées ont été analysées à l'aide des proportions numériques des individus et des espèces ($N = Ni/Nt \times 100$, avec : Ni = Nombre d'individus/espèces ; Nt = Nombre total d'individus/espèces dans un milieu). Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H') et l'Équitabilité (E) des peuplements ichtyologiques des lacs Kaby et d'Ehuikro ont été calculées sur la base de l'abondance numérique des espèces à l'aide du logiciel Past. Toutes ces analyses ont été réalisées respectivement selon les formules suivantes :

$$H' = - \sum_{i=1}^{i=S} p_i \times \log_2 p_i$$

Avec : $P_i = ni/N$; S = Nombre d'espèces ; N = Somme des effectifs des espèces ; ni = Effectif de la population liée à chaque espèce ; P_i = Abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon.

$E = H'/\text{Log}_2 S$, avec : H' = Indice de diversité spécifique de Shannon ; S = Richesse spécifique.

Le test Chi-deux, réalisé à l'aide du programme Statistica 7.1, a été utilisé pour comparer la diversité de Shannon et l'Équitabilité entre les deux lacs.

Concernant la méthodologie de l'échelle de qualité de l'eau, elle a été élaborée en fonction du pourcentage des individus et espèces

tolérant(e)s/intolérant(e)s des lacs Kaby et d'Ehuikro. Si le pourcentage d'individus tolérants ou des espèces tolérantes est élevé ($> 60\%$) au détriment des individus intolérants ou des espèces intolérantes ($\leq 40\%$) alors, ce milieu serait "Perturbé" (**figure 2**), dans le cas contraire, le milieu serait "Sain". Par ailleurs, si le pourcentage des formes intermédiaires est $\geq 50\%$ ou si le pourcentage des tolérants/intolérants est entre $40-60\%$, alors le milieu serait de «moyenne qualité».

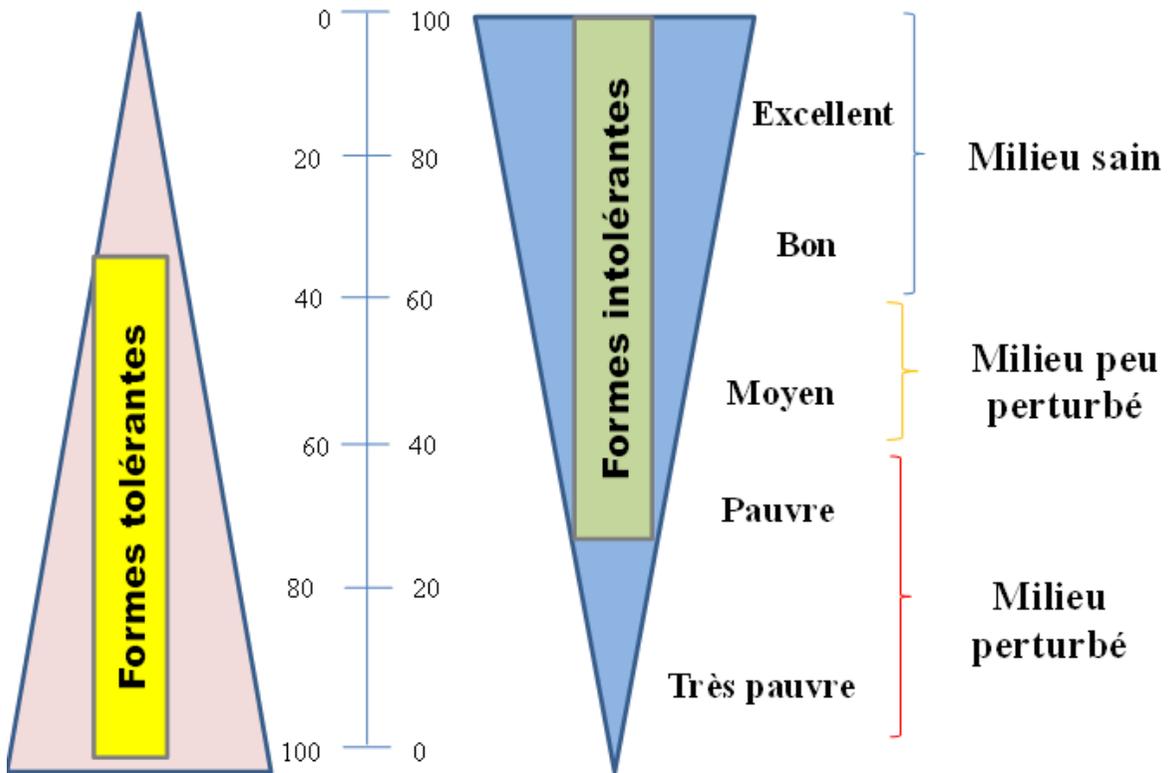


Figure. 2. Modèle de modification de la structure de la communauté des poissons en fonction de la qualité du milieu (Gooré Bi, 2009)

Résultats

Richesse et composition spécifique

L'inventaire qualitatif du peuplement a révélé la présence 12 espèces de poissons dans l'ensemble des deux lacs dont quatre espèces capturées à Kaby et 12 espèces capturées à Ehuikro (**Tableau I**). Ces espèces appartiennent à trois ordres, six familles et neuf genres.

1305 poissons, dont 843 et 462 ont été capturés dans les lacs Kaby et Ehuikro respectivement.

L'abondance des différentes familles indique que les Cichlidae avec une abondance numérique de 90,27 % sont les mieux représentées dans le lac Kaby. Ensuite viennent les familles des Clariidae (6,17 %) et des Channidae (3,56 %) (**Figure 4 A**). Au niveau du lac d'Ehuikro, la famille des Cichlidae (77,49 %) domine également le peuplement. Elle est suivie des Arapaimidae (15,58 %). Les autres familles représentent chacune moins de 3 % de l'ensemble des captures de ce lac (**Figure 4 B**).

La **Figure 5** montre l'abondance numérique des espèces de poissons des différents lacs. Au niveau du lac Kaby, *Oreochromis niloticus* avec une proportion numérique de 90,27 % est l'espèce la plus abondante. Les espèces *Clarias anguillaris*, *Parachanna obscura* et *Clarias buettikoferi* ne représentent que 5,57 %, 3,56 % et 0,59 % respectivement (**Figure 5 A**). Concernant le peuplement du lac d'Ehuikro, *Hemichromis fasciatus* est l'espèce la plus abondante avec 64,36 % de l'effectif total. Elle est suivie respectivement de *Heterotis niloticus* (15,76 %), *Coptodon zillii* (7,77 %) et *C. guineensis* (3,45 %). Les huit autres espèces représentent chacune 8,58 % (**Figure 5 B**).

Les valeurs les plus élevées de l'indice de diversité de Shannon (H') et l'Équitabilité (E) ont été obtenues dans le lac Ehuikro (respectivement de 1,26 et de 0,5). Par contre dans le lac Kaby, des valeurs basses ont été notées ($H'=0,4$ et $E=0,29$) (**Tableau I**). Le test de Chi-deux indique qu'il y a une différence significative l'indice de diversité de Shannon et l'Équitabilité entre les lacs Kaby et Ehuikro (Khi-deux, $p < 0,05$).

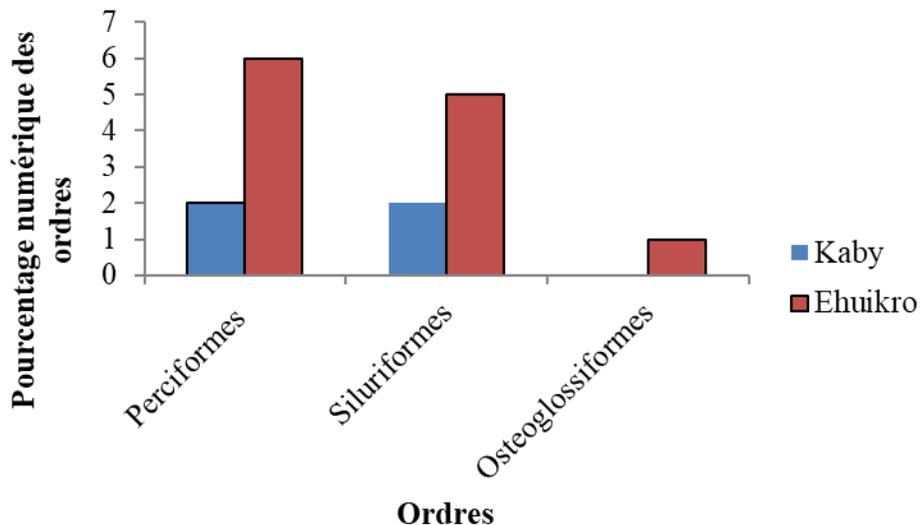


Figure 3. Pourcentage en nombre d'espèces des ordres de poissons inventoriés dans les lacs Kaby et d'Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire) de juillet 2017 à juin 2018

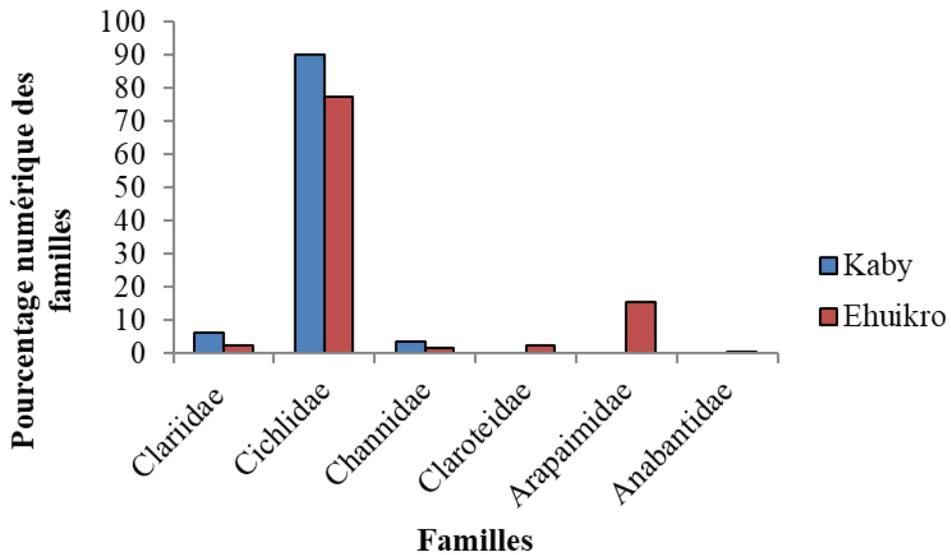


Figure 4. Pourcentage en nombre d'espèces des familles de poissons inventoriés dans les lacs Kaby et d'Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire) de juillet 2017 à juin 2018

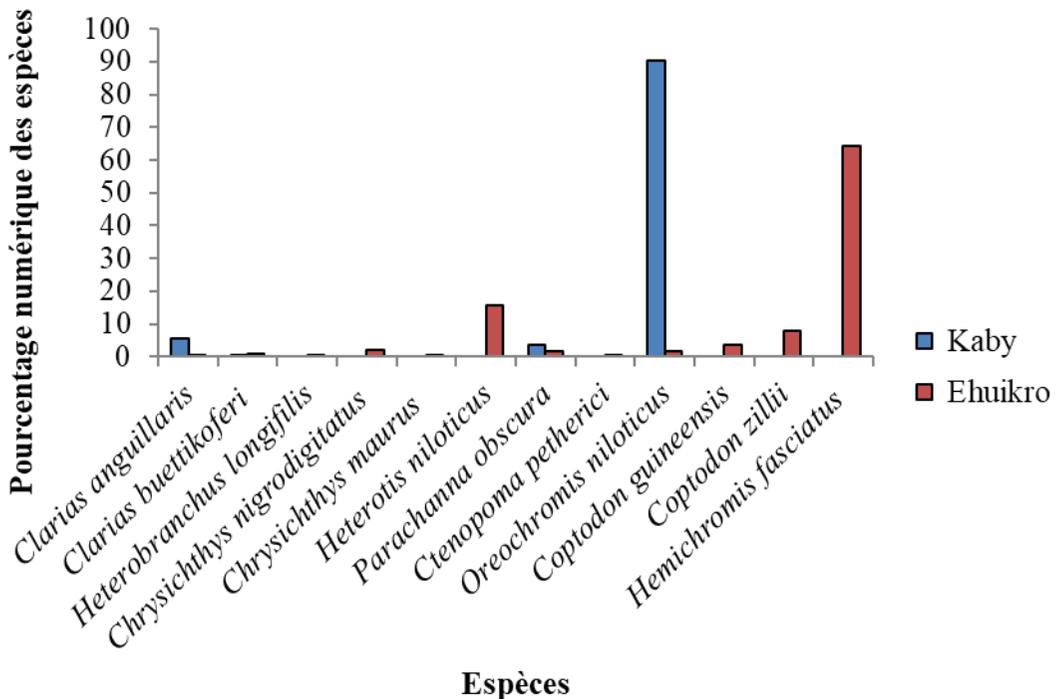


Figure 5. Pourcentage en nombre d'espèces de poissons inventoriés dans les lacs Kaby et d'Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire) de juillet 2017 à juin 2018

Echelle de la qualité de l'eau

L'échelle de la qualité de l'eau a été élaborée en fonction du pourcentage des individus tolérants/intolérants des lacs Kaby et d'Ehuikro. L'analyse de la faune ichtyologique de ces lacs montre que le pourcentage des individus tolérants du lac Kaby est très élevé (93,83 %) contrairement au pourcentage des individus tolérants (3,45 %) du lac d'Ehuikro. Par contre, les individus intolérants, absents dans le lac de Kaby, dominent le peuplement dans le lac Ehuikro (93,74 %) (**Figure 6**). La **figure 7** indique que les espèces intolérantes dominent aussi le peuplement du lac d'Ehuikro avec 58,33 % et les espèces tolérantes et intermédiaires représentent respectivement 25 % et 16,66 % du peuplement. Au niveau du lac Kaby, les espèces tolérantes et intermédiaires représentent chacune 50 % du peuplement.

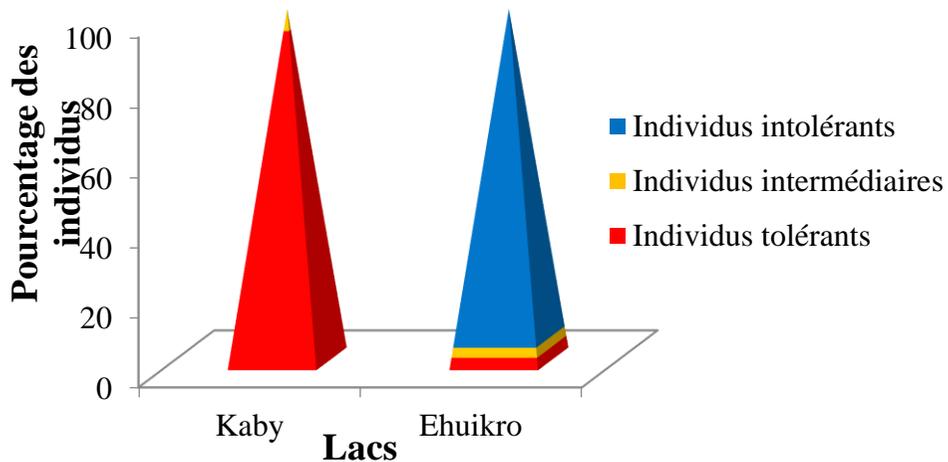


Figure 6. Pourcentage numérique des individus de poissons en fonction de leur tolérance à la pollution des lacs Kaby et d'Ehuikro

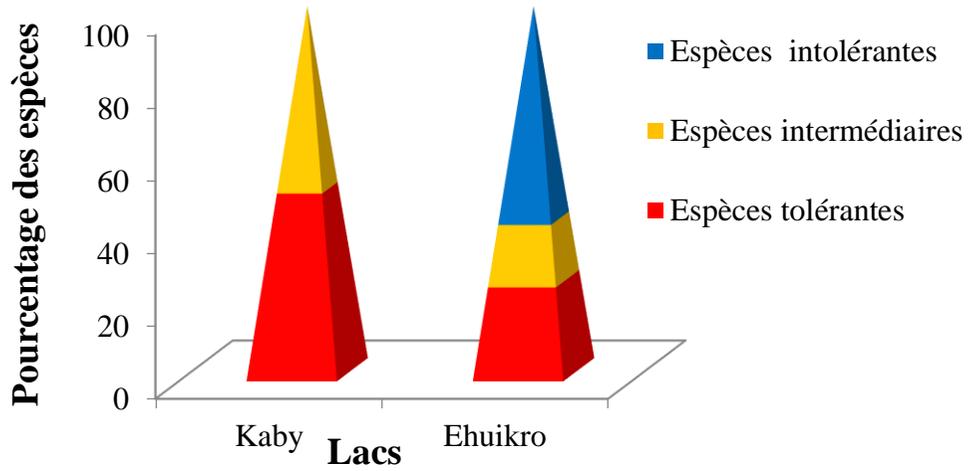


Figure 7. Pourcentage numérique des espèces de poissons en fonction de leur tolérance à la pollution des lacs Kaby et d'Ehuikro

Tableau 1. Richesse, indice de diversité et sensibilité à la tolérance des espèces de poissons des lacs Kaby et d'Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire) de juillet 2017 à juin 2018.

ordres	familles	genres	espèces	Lacs		Tolérance	
				Kaby	Ehuikro		
Ostéoglossiformes	Arapaimidae	<i>Heterotis</i>	<i>Heterotis niloticus</i> (Cuvier, 1829)		+	Intolérante	
Siluriformes	Claroteidae	<i>Chrysichthys</i>	<i>Chrysichthys maurus</i> (Valenciennes, 1840)		+	Intolérante	
			<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i> (Lacepède, 1803)		+	Intolérante	
Perciformes	Clariidae	<i>Heterobranchus</i> <i>Clarias</i>	<i>Heterobranchus longifilis</i> Valenciennes, 1840		+	Intolérante	
			<i>Clarias anguillaris</i> (Linné, 1758)	+	+	Tolérante	
			<i>Clarias buettikoferi</i> Steindachner, 1894	+	+	Intolérante	
	Channidae	<i>Parachanna</i>	<i>Parachanna obscura</i> (Günther, 1861)		+	+	Intermédiaire
	Cichlidae	<i>Hemichromis</i> <i>Coptodon</i>	<i>Hemichromis fasciatus</i> Peters, 1857 <i>Coptodon zillii</i> (Gervais, 1848) <i>Coptodon guineensis</i> (Günther, 1862)			+	Intolérante
							+
						+	Intermédiaire
						+	Intermédiaire
	Anabantidae	<i>Oreochromis</i> <i>Ctenopoma</i>	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linné, 1758) <i>Ctenopoma petherici</i> Günther, 1864	+	+	Intermédiaire Intolérante	
R	3	6	9	12	4	12	
H'					0,4	1,26	
E					0,29	0,5	

R = Richesse spécifique ; H' = Diversité de Shannon-Weaver ; E = Equitabilité

Discussion

La richesse spécifique dans les deux lacs (lac Ehuikro : 12 et lac Kaby : 4) peut s'expliquer par un certain nombre de caractéristiques du milieu notamment la superficie et la profondeur. En effet, le lac d'Ehuikro a une plus grande superficie et une plus grande profondeur. Selon Vannote *et al.* (1980) et Hugueny (1990), les milieux aquatiques sont d'autant plus riches que les habitats sont plus diversifiés et que la surface du bassin augmente. Pour Yáñez-Arancibia (1985), la richesse spécifique dépend de la taille du bassin versant. En effet, la richesse en espèces d'un bassin hydrographique est en partie liée à l'existence d'espèces endémiques qui ont évolué à l'intérieur de ce bassin.

L'étendue plus vaste et la profondeur plus grande du lac d'Ehuikro confèrent à ce lac une hétérogénéité plus grande que celle du lac Kaby. Par ailleurs, Didier (1997) indique que, l'hétérogénéité environnementale assure une richesse en espèces plus élevée par rapport à celle susceptible d'être rencontrée dans les conditions environnementales homogènes. Ces résultats pourraient être dus aussi à l'origine ou à l'alimentation de ces lacs. Certains auteurs comme Day et Grindley (1981) et Yáñez-Arancibia (1985) indiquent que la richesse spécifique dépend des connexions existantes entre l'estuaire et les écosystèmes amont et aval ainsi que de la région biogéographique. Le lac d'Ehuikro a été construit sur la rivière Yakpo donc bénéficie du peuplement de cette rivière alors que le lac Kaby qui est créé à partir d'une nappe souterraine est alimenté seulement par le lac sacré Sokotè qui est lui-même d'origine souterraine et les eaux de ruissellement, pendant les saisons de fortes pluies. Aussi, l'environnement abiotique pourrait-il être un indicateur de stress du milieu, expliquant ainsi la faible diversité du peuplement ichthyologiques du lac Kaby. En effet, ce lac se trouve en pleine agglomération. Par conséquent, il subit l'influence de plusieurs activités anthropiques telles que le déversement des ordures ménagères, le rejet des eaux usées domestiques, le drainage des déchets plastiques, solides et organiques via plusieurs canaux par les eaux de ruissellement. Toutes ces activités génèrent des ions. Leur présence excessive dans l'eau engendre des effets nuisibles sur la croissance de la faune aquatique (Bremond et Vuichard, 1973) et des soucis sur la conservation de poissons (Keith, 2000).

L'analyse du degré d'organisation du peuplement ichthyologique montre que le lac d'Ehuikro, avec un indice de diversité de Shannon de 1,26, présente une bonne organisation comparée au lac Kaby qui est déséquilibré compte tenu de sa faible valeur (0,4). De plus, l'indice d'Equitabilité de 0,5 du lac d'Ehuikro indique ce lac est stable que le lac Kaby dont l'Equitabilité est de 0,29 qui semble être dans un état écologique perturbé par rapport au lac d'Ehuikro. Cette situation s'expliquerait par son anthropisation, en l'occurrence par les cultures maraichères le long du lac et aussi par le drainage des eaux usées, des pneus usés et des déchets plastiques via plusieurs canaux occasionnant l'ensablement et la sédimentation. En outre, l'analyse de l'échelle de la qualité de l'eau basée sur le nombre d'individus montre que la qualité de l'eau du lac d'Ehuikro est bonne avec une proportion numérique élevée des individus intolérants comparée à celle du lac Kaby. Cela est dû à l'environnement du lac d'Ehuikro. En effet, ce lac se trouve à 1 km de la ville en pleine forêt et il est entouré de plantes aquatiques. Il subit peu la pression des activités anthropiques en raison de son faible taux d'aménagement. Gooré Bi (2009) indique qu'un milieu où le nombre d'espèces et le nombre d'individus intolérants sont élevés, est un milieu sain. Les résultats de l'échelle de la qualité de l'eau basée sur le nombre d'espèces montrent que la qualité de

l'eau des lacs Kaby et d'Ehuikro est moyenne. En effet, le pourcentage des espèces intolérantes de chacun de ces lacs ne dépasse pas 60 % de son peuplement. Par ailleurs, en considérant les différents pourcentages des espèces intolérantes et les espèces intermédiaires du lac d'Ehuikro, ce lac peut être considéré comme sain. Par contre, les espèces intermédiaires et les espèces tolérantes du lac Kaby se partagent la part du peuplement donc ce lac est considéré comme un milieu perturbé. Pour Oberdorff et Porchet (1994) et Gooré Bi, (2009), un nombre élevé d'espèces intolérantes indique une bonne qualité de l'eau. Karr *et al.* (1986) et Ganasan et Hughes (1998) affirment que les espèces intolérantes sont les premières à disparaître à la suite d'une dégradation de la qualité de l'eau, de l'habitat ou d'une combinaison de ces deux facteurs et les dernières à réapparaître après leur restauration. Le peuplement ichthyologique du lac d'Ehuikro abrite plus d'espèces, plus individus intolérants et plus d'espèces intolérantes que celui du lac Kaby. Donc le lac d'Ehuikro pourrait être considéré comme un milieu qui offre des meilleures conditions de vie aquatique.

Conclusion

L'inventaire du peuplement piscicole a permis de capturer 12 espèces dans l'ensemble des deux lacs dont quatre à Kaby et 12 à Ehuikro. Ces espèces sont réparties en neuf genres, six familles et trois ordres. Au plan quantitatif, le lac Kaby est majoritairement dominé par l'espèce *Oreochromis niloticus*. Dans le lac d'Ehuikro, *Hemichromis fasciatus* et *Heterotis niloticus* sont les plus abondants. L'analyse de la faune ichthyologique de ces lacs montre que le pourcentage des individus intolérants et des espèces intolérantes dominant le peuplement du lac d'Ehuikro. Par contre, malgré que les individus tolérants dominant, les espèces tolérantes représentent 50% du pourcentage de la richesse spécifique dans le lac Kaby. Cette étude a permis d'établir pour la première fois d'établir une échelle de la qualité de l'eau basée sur le pourcentage des individus tolérants/intolérants.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Mrs MOTCHIE Fato Edouard et FOFANA Nahon ainsi que les pêcheurs qui ont aidé à la collecte des données sur le terrain.

References:

1. Bremond, R. & Vuichard, R. (1973). Les paramètres de la qualité des eaux. Ed. La documentation française, Paris, 173 p.
2. Day, J. H. & Grindley, J. R. (1981). The estuarine ecosystem and environmental constraints ; *in* Day (Ed) : Estuarine ecology with particular reference to South Africa ; Balkema, Rotterdam, pp. 345-

- 373.
3. Didier, J. (1997). Indice biotique d'intégrité piscicole pour évaluer la qualité écologique des écosystèmes lotiques. Thèse de Doctorat ès sciences, Facultés Universitaires Notre-Dame de la paix (Belgique), 313 p.
 4. Dunz, A. R. & Schliewen, U. K. (2013). Molecular phylogeny and revised classification of the haplotilapiine cichlid fishes formerly referred to as "Tilapia". *Molecular Phylogenetic Evolution*, 68 (1) : 64-80.
 5. Ganasan, V. & Hughes, R. M. (1998). Application of an index of biological integrity (IBI) to fish assemblages of the rivers Khan and Kshipra (Madhya Pradesh), *Indian Freshwater Biology*, 40 : 367-383.
 6. Gooré Bi, G. (2009). Impact des activités humaines sur les communautés de poissons dans les systèmes aquatiques de la zone côtière ivoirienne (Côte d'Ivoire) : Établissement d'un indice d'intégrité biotique (IIB). Thèse de Doctorat d'État. Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), 177 p.
 7. Hugueny, B. (1990). Richesse des peuplements de poissons dans le Niandan (Haut Niger, Afrique) en fonction de la taille de la rivière et de la diversité du milieu. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 23 : 351-364.
 8. 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 Urbana, 28 p.
 9. Keith, D. W. (2000). Geoeengineering the Climate: *Energy and Environment*, 25 : 245-284.
 10. Kouadio, A. N., Gooré Bi, G., Yao, S. S., Koffi, K. B. & Konan, Y. A. (2018). Premières données du peuplement ichthyologique d'un plan d'agglomération : le lac Kaby de Bongouanou (Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24 (4) : 1591-1602.
 11. Kouadio, A. N., Koffi, K. B., Yao, S. S., Goore Bi, G., N'doua, E. R. & Konan, Y. A. (2019a). Inventory of ichthyological population and on some physicochemical parameters characteristics of a drinking water supply dam : the lake Ehuikro (Bongouanou, Côte d'Ivoire). *International Journal of Biosciences*, 15 (4) : 339-349.
 12. Kouadio, A. N., Konan, Y. A., Yao, S. S., Gogbé, Z. M. & Gooré Bi, G. (2019b). Food and feeding habits of *Hemichromis fasciatus* Peters, 1857 and *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829) in lake Ehuikro (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (7) : 3039-3052.

13. Lotze, H. K., Lenihan, H. S., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R. G., Kay, M. C., Kidwell, S. M., Kirby, M. X., Peterson, C. H & Jackson, J. B. C. (2006). Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas. *Science*, 312 : 1806-1809.
14. PARU (2020). Sous- projet d'aménagement de la cuvette d'Anoukoua dans la commune d'Abobo : constat d'impact environnemental et social. 22-309.
15. Paugy, D., Lévêque, C. & Teugels, G. G. (2003a). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1. Collection faune tropicale 40. Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (Paris, France) MRAC et MHN (Tervuren), 457 p.
16. Paugy, D., Lévêque, C. & Teugels, G. G. (2003b). Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 2. Collection faune tropicale 40. Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (Paris, France) MRAC et MHN (Tervuren), 815 p.
17. Oberdorff, T. & Porchet, J.-P. (1994). An index of biotic integrity to assess biological impacts of Salmonid farm effluents on receiving waters. *Aquaculture*, 119 : 219-235.
18. Osuolale, O. & Okoh, A. (2017). Human enteric bacteria and viruses in five wastewater treatment plants in the Eastern Cape, South Africa. *Journal of Infection and Public Health*, 10 : 541–547.
19. Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. & Cushing, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37 : 130-137.
20. Yáñez-Arancibia, A. (1985). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons ; towards an ecosystem integration. UNAM Press, Mexico, 654 p.
21. Youmbi, J. G. T., Feumba, R., Njitat, V.T., Marsily de, G. & Ekodeck, G. E. (2013). Pollution de l'eau souterraine et risques sanitaires à Yaoundé au Cameroun. *Comptes Rendus Biologies*, 336 : 310-316.