

Contribution à l'étude de la structure et de la dynamique des peuplements ichtthyologiques des cours d'eau de la ville de Kinshasa : Cas de la rivière Lukunga

[Contribution to the study of the structure and dynamics of fish populations in the rivers of Kinshasa : Case of the Lukunga river]

Sisa Mbungu Edouard¹, Mukwita Ntwabwa Joseph², Mutambel Hytis², and Victor Pwema Kiamfu³

¹Centre de Recherche Interdisciplinaire de l'Université Pédagogique Nationale (CRIDUPN), Unité de Recherche Environnement, Université Pédagogique Nationale (UPN) B.P. 8815 Kinshasa, Ngaliema, RD Congo

²Département de Biologie, Université Pédagogique Nationale (UPN) B.P. 8815 Kinshasa, Ngaliema, RD Congo

³Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The systematic inventory of the fish fauna of the Lukunga river and the characterization of the abiotic parameters at the fishing stations were carried out between January and June 2016. Six hundred and twenty-one fish were captured using artisanal techniques and identified belonging to 11 species, 7 kind and 4 families. *Tilapia tholloni*, *Hemichromis elongatus* and *Hemichromis stellifer* were the most represented with proportions of 16.91%, 16.43% and 12.08% respectively of catch. The diversity and regularity indices calculated for the different fishing stations varied between 1.58 and 2.27 for the Shannon and Weaver diversity and between 0.87 and 0.95 for the Piélou equitability.

KEYWORDS: Lukunga, inventory systematic, fish fauna, abiotic parameters.

RESUME: L'inventaire systématique de l'ichtyofaune de la rivière Lukunga à Kinshasa ainsi que la caractérisation des paramètres abiotiques aux stations de pêche a été réalisé entre janvier et juin 2016. Six cent vingt et un (621) poissons ont été capturés à l'aide de techniques artisanales et identifiés appartenant à 11 espèces, 7 genres et 4 familles. *Tilapia tholloni*, *Hemichromis elongatus* et *Hemichromis stellifer* ont été les plus représentées avec des proportions respectivement de 16,91%, 16,43 % et 12,08 % de la capture. Les indices de diversité et de régularité calculés pour les différentes stations de pêche ont varié entre 1,58 et 2,27 pour la diversité de Shannon et Weaver et entre 0,87 et 0,95 pour l'équitabilité de Piélou.

MOTS-CLEFS: Lukunga, inventaire systématique, ichtyofaune, paramètres abiotiques.

1 INTRODUCTION

La ville de Kinshasa présente un réseau hydrographique dense. Elle est bâtie sur la rive gauche du fleuve Congo sur une longueur de 35 Km (de Maluku à Kinsuka) [1]. En dehors du fleuve Congo, il existe plusieurs rivières dont les principales sont : la N'djili, la N'sele, la Lukaya et la Lukunga. Les eaux de ces dernières comme celles de tous les autres cours d'eaux qui traversent les grandes villes africaines sont utilisées à des multiples usages : Il s'agit notamment de l'arrosage des cultures maraîchères, de la baignade, de la lessive et servent également à l'élimination des effluents domestiques et industriels. Ces

multiples usages de l'eau altèrent sa qualité et perturbent l'équilibre de la biocénose locale ainsi que le fonctionnement général de l'écosystème [2].

Les poissons des rivières constituent un groupe d'animaux de grand intérêt pour l'étude fondamentale de la dynamique des populations et qui fournit des explications sur les variations temporelles de l'abondance de ces populations. L'ichtyofaune est également une ressource biologique renouvelable dont la gestion dans une optique d'exploitation halieutique rationnelle et de conservation nécessite une connaissance précise de son état et des facteurs naturels et anthropiques qui en déterminent ou en modifient les caractéristiques qualitatives et quantitatives [3].

La régression démographique de l'ichtyofaune est devenue une réalité dans les milieux aquatiques de toutes les régions du monde [4]. Les causes en sont multiples, mais la plupart d'entre elles sont d'origine anthropique. Selon la référence [5], la qualité écologique d'un hydrosystème est étroitement liée au mode d'occupation du bassin versant. La pollution de l'eau, les multiples formes de dégradation de l'habitat physique et la surexploitation due à la pêche sont autant des facteurs qui menacent gravement la biodiversité de la faune ichthyenne [6].

La faune ichthyologique du bassin du Congo est caractérisée par une richesse spécifique estimée entre 1000 et 1200 espèces dont plus de 500 sont endémiques [7]. Plusieurs travaux d'inventaire systématique ont été réalisés sur l'ichtyofaune du Pool Malebo [8,9], mais les études consacrées à l'écologie et la systématique des poissons peuplant les grands affluents du Pool Malebo, notamment la rivière Lukunga sont moins nombreuses et fragmentaires. Et pourtant, la rivière Lukunga est l'un des grands affluents du fleuve Congo au niveau du bief inférieur du Pool Malebo. Elle figure aussi parmi les rivières les moins explorées et dont la diversité ichthyologique est peu connue. Hormis la méconnaissance des espèces ichthyennes, la rivière Lukunga connaît une anthropisation de plus en plus croissante dans son bassin versant.

La présente étude s'inscrit dans le cadre de l'inventaire systématique de l'ichtyofaune de la rivière Lukunga ainsi que la caractérisation des paramètres abiotiques aux stations de pêche. Il a pour objectifs spécifiques :

- de caractériser cet écosystème aquatique tout en identifiant les paramètres abiotiques qui structurent les peuplements de poissons;
- d'inventorier l'ichtyofaune et d'évaluer sa diversité dans cet hydrosystème ;

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Le bassin versant de la Lukunga (Fig.1) est situé dans la zone collinaire de Kinshasa, précisément dans la partie Ouest de la ville. Elle prend sa source dans la vallée de Matadi Mayo (Mont-Ngafula) à 380 m d'altitude et coule en contre bas de la cité Maman Mobutu, de la colline de l'Université Pédagogique Nationale (UPN) et des quartiers Tshikapa, Malueka, Ngombe Lutendele et Pompage avant de se jeter dans le fleuve Congo [10]. L'écoulement des eaux est orienté du Sud-Est vers le Nord-Ouest sur une distance de 8520 m [11].

Dans son parcours, la rivière Lukunga reçoit plusieurs affluents dont les rivières Bikela, Kinsuka, Binza et Mangungu. Il s'ajoute à ce réseau naturel des rivières, un canal en terre, puis bétonné qui double sur 275 m pour dériver et acheminer l'eau de la Lukunga vers l'usine de traitement d'eau de la Regideso. Le bassin versant de la rivière traverse un substratum schisto-gréseux de la série de Inkisi [11].

Cette structure s'observe à plusieurs endroits, notamment aux lieux d'émergence des eaux (source), aux pieds de la colline de la cité Maman Mobutu) et à quelques sites érosifs (érosions de Masikita, de Marine et de Matadi-mayo) [10]. Les abords de ces sites sont revêtus d'un manteau de sable fin jaunâtre ou brunâtre d'épaisseur variable ; c'est le cas des sites érosifs de Mataba à Binza Delvaux, de la Cité Maman Mobutu et de Matadi-kibala.

Le paysage du bassin versant de la rivière Lukunga accuse une physionomie à double morphologie. Il comprend les collines du sud, très exposées aux érosions, phénomène d'autant marqué par la présence de nombreux ravins [13]. Selon le système de classification de Köppen, la ville de Kinshasa appartient au type climatique AW₄ correspondant au climat tropical [14, 15, 16]. Ce climat est de type soudanien et est caractérisé par la présence de deux saisons : une sèche de 4 mois (mi-mai à mi-septembre) et une pluvieuse de 8 mois (mi-septembre à mi-mai) [17]. Toutefois, compte tenu des mutations climatiques que connaît la région de Kinshasa, ce système de classification nécessite une mise à jour [11].

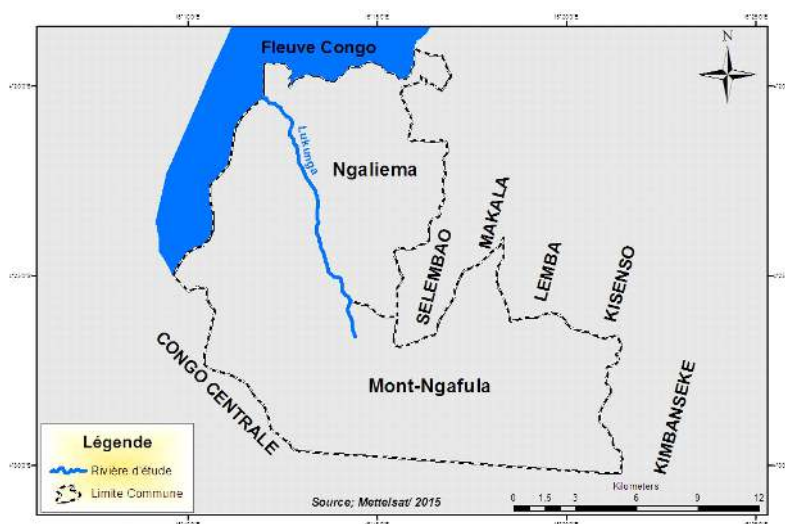


Fig. 1. Bassin versant de la rivière Lukunga

L'évaluation de la biocénose ichtyologique a été faite dans quatre stations déterminées préalablement du crénon au potamon de la rivière Lukunga (Tableau 1). Ces stations ont été sélectionnées sur base de leurs caractéristiques hydrologiques moyennes (largeur moyenne du lit, profondeur moyenne de la colonne d'eau et la vitesse d'écoulement de l'eau) (Tableau 1).

Les coordonnées des stations d'échantillonnage ont été déterminées à l'aide d'un GPS de marque Garmin GPSmap 60CSx.

Tableau 1. Coordonnées et paramètres hydrologiques des stations d'études

Stations	Altitude (m)	Longitude	Latitude	Largeur (m)	Profondeur (cm)	Vitesse (cm/s)
L1	354	E015°14' 21,0''	S04°26'46.1''	3,9	15	71,4
L2	348	E015°14' 21,4''	S04°26'46,0''	7,35	14,3	89,2
L3	323	E015°13'33.4''	S04°24'43.3''	5,3	24,3	125
L4	321	E015°13'33,66''	S04°24'43,4''	4,8	21,3	116,3

2.2 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU BIOTOPE

Les analyses physiques de l'eau ont porté sur la Température (°C), la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$), la turbidité (NTU) et le pH. Ces paramètres ont été mesurés *in situ* à l'aide des sondes analyseur multi paramètre de marque WTW 340i/SET.

Les analyses chimiques ont porté essentiellement sur l'oxygène dissous (en mg/l), le nitrate (NO_3^-) (mg-N/l), le nitrite (NO_2^-) (mg-N/l) ; le phosphate (PO_4^{3-}) (mg-P/l) et l'azote ammoniacal (NH_4^+) (mg-N/l). L'oxygène dissous a été mesuré à l'aide de la sonde multiparamètre de marque WTW340i/SET. Les dosages de quatre derniers paramètres ont été effectués à l'aide du spectrophotomètre HACH DR/2400.

2.3 ECHANTILLONNAGE DE LA FAUNE ICHTHYOLOGIQUE

Six cents vingt et un (621) poissons ont été échantillonnés dans la rivière Lukunga entre janvier et juin 2016. L'échantillonnage a été fait à l'aide de plusieurs techniques de pêche artisanales. Il s'agit de la pêche à l'épervier, à l'épuisette et la pêche à ligne. Les spécimens ont d'abord été étiquetés puis gardés dans un bac à une température de 1°C sur terrain et enfin gardés dans le réfrigérateur à 0°. Ensuite, ces poissons ont été fixés et conservés dans une solution de formol 10 % avant d'être transférés dans l'alcool 97%.

L'identification des poissons a été faite au Laboratoire de Limnologie, Hydrobiologie et Aquaculture du Département de Biologie de l'Université de Kinshasa à l'aide des clés disponibles [18, 19, 20, 21]. Sur chaque spécimen de poisson, les paramètres morphométriques ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse digital. Les paramètres méristiques ont été obtenus par comptage en se servant du stéréoloupe [19].

2.4 ANALYSE DES DONNÉES BIOTIQUES

Les indices de diversité ci-après ont été calculés pour caractériser la structure de peuplement de poissons dans la rivière Lukunga [22]. Il s'agit de:

1° Richesse spécifique (S) qui correspond au simple comptage du nombre d'espèces présentes dans l'échantillon;

2° Indice de Simpson (1-D). Cet indice correspond à la probabilité que deux individus tirés au hasard appartiennent à la même catégorie (espèce). Lorsque la diversité est maximale, sa valeur est 0, lorsque la diversité est minimale elle est de 1, ce qui gêne parfois son interprétation. C'est un indice indépendant d'une distribution. Pour obtenir des valeurs plus intuitives, on utilise l'indice de diversité représenté par 1-D, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1 et le minimum par zéro. L'indice donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Il est donné par l'expression :

$$D = \sum_{i=1}^k \frac{1}{p_i^2}$$

(P_i) : proportion du nombre total d'individus.

Cette expression pose problème quant au poids des espèces abondantes qui peuvent être difficile à récolter. D'où le recours à la formule de [23]: $D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2$

3° Indice de Shannon H' [24] qui est utilisé en écologie comme la mesure de la diversité spécifique [25]. Il s'exprime par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Où: (S) est le nombre total d'espèces présente; (n_i) l'effectif de l'espèce i dans l'échantillon et (N) l'effectif total.

H' varie entre 0 (dans le cas où le peuplement n'est constitué que d'une seule espèce) et H' maximum ($H'_{\max} = \log_2.S$) dans le cas où toutes les espèces présentent le sont avec une abondance équivalente.

4° Indice d'équitabilité R [26] qui permet de mesurer l'équilibre (ou la régularité) ou encore l'équirépartition des espèces du peuplement par rapport à une répartition théorique égale pour l'ensemble des espèces [27]: $R = H'/H_{\max}$

R 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.

5° Indice de similarité de JACCARD qui mesure le degré de similarité entre les peuplements. Sa formule est :

$$J = \frac{N_c}{N_x + N_y + N_c}$$

Avec N_c : nombre de taxons commun aux deux stations ; N_x et N_y : nombre de taxons présents respectivement aux stations x et Y. L'indice de similarité de JACCARD varie de 0 à 1.

Les différents indices ont été calculés à l'aide du logiciel Past version 1.94b.

2.5 ANALYSES STATISTIQUES DES DONNÉES

Les données obtenues ont été soumises à l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et à la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).

1° Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

L'AFC est une méthode d'ordination couramment utilisée pour l'analyse des données biologiques [28, 25, 29, 30]. Son utilisation est partiellement adaptée aux tableaux observations / variables qui présentent un grand nombre de zéro. Son but

est de donner la meilleure représentation simultanée des groupements d'observations et des groupements de variables, permettant d'obtenir une correspondance entre groupes d'espèces et groupes de stations [28].

Il permet d'ordonner les valeurs d'un tableau suivant un certain nombre d'axes correspondant à des facteurs de distribution [25]. Elle consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, ces deux ensembles jouant un rôle symétrique [29]. Selon la référence [30], l'AFC réalisée à partir des abondances des espèces aide à déterminer les espèces caractéristiques de chaque groupe.

2° 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 [31].

Cette méthode de classification est destinée à produire des groupements décrits par un certain nombre de variables ou caractères [32]. 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 [33]. C'est l'indice de Bray-Curtis qui a été retenu, avec la technique de regroupement agglomératif moyen.

Les tableaux de données ont été analysés à l'aide des logiciels Past version 1.94b, Statistica version 6.1 et BioDiversity Pro 2.0.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE LA RIVIÈRE LUKUNGA

Les valeurs moyennes de différentes variables environnementales sont reprises dans le tableau 2.

Tableau 2. Valeurs moyennes des variables physico-chimiques dans les stations de pêche durant la période de notre étude

Paramètres physico-chimiques	STATIONS DE PRELEVEMENT			
	L1	L2	L3	L4
	Moy±SD	Moy±SD	Moy±SD	Moy±SD
Température (°C)	26,37±0,08	25,8±0,36	25,35±0,90	24,35±2,07
pH	6,43±0,77	5,98±0,29	6,02±0,58	6,08±0,80
Conductivité (µS/cm)	72,67±6,25	40,67±13,89	44,50±1,38	46,52±13,42
Turbidité (mg/l)	27,55±4,33	23,93±0,67	26,07±3,91	25,35±5,53
Oxygène dissous (mg/l)	1,38±0,72	3,22±0,44	2,54±0,86	2,96±2,30
NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,65±1,48	4,13±0,48	1,52±0,08	3,6±0,88
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	1,22±1,21	0,17±0,02	1,22±0,14	1,30±0,08
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	3,5±0,8	3,7±0,8	5,3±1,0	7,0±1,3

L'évolution de la température de l'eau dans la rivière Lukunga présente à peu près la même allure dans les quatre stations de prélèvement. Elle oscille autour de 25 °C La valeur maximale a été observée à la station L1 (26,5°C). Les valeurs moyennes enregistrées varient entre 24,35 et 26,4°C dans toutes les stations.

Les valeurs du pH varient de 5,34 (station L4) à 7,12 (station L1) (tableau 2). La valeur moyenne est située autour de 6.

Les valeurs de la conductivité varient de 28 µS.cm⁻¹ (station L2) à 79 µS.cm⁻¹ (station L1). Les valeurs moyennes suivent la même évolution dans toutes les stations prélevées, avec 41 µS.cm⁻¹ à la station L2 et 73 µS.cm⁻¹ à la station L1 (tableau 2). Ces valeurs sont homogènes sur toute la colonne d'eau et traduisent une faible minéralisation des eaux de la rivière Lukunga.

Les concentrations en oxygène dissous varient de 0,72 mg.l⁻¹ (L1) à 5,06 mg.l⁻¹ (L4) (tableau 2). De même, les concentrations moyennes d'oxygène dissous suivent la même allure et varient entre 0,93 et 2,96 mg.l⁻¹ dans les quatre stations. Il a été constaté qu'un déficit en oxygène dissous sur la colonne d'eau (0,72 mg.l⁻¹) à la station L1.

Dans l'ensemble des stations, les résultats montrent que la turbidité de l'eau varie entre 20,2 et 31,6 NTU (tableau 2). On n'observe pas de différence des variations de la turbidité entre les quatre stations de prélèvement.

Les résultats des nitrates obtenus à partir de nos prélèvements indiquent la présence de teneurs moyennes supérieures variant entre 1,6 et 4 mg/l pour les quatre stations, notamment 1,65 mg/l (L1), 4,14 mg/l (L2), 1,5 mg/l (L3) et 3,6 mg/l (tableau 2).

Dans la présente étude, le dosage des orthophosphates indique des valeurs moyennes élevées pour quelques stations étudiées, variant entre 0,2 mg/l (L2) et 1,3 mg/l (L4). La valeur maximale est enregistrée dans la station L4 (1,3 mg/l), ce qui est supérieur à la valeur guide de 0,5 mg/l qui permet de suspecter la pollution d'eau (tableau 2).

Les concentrations moyennes en ions SO_4^{2-} varient de 3,5 mg.l⁻¹ (L1) à 7 mg.l⁻¹, valeur la plus élevée notée à la station L4 (tableau 2).

3.2 STRUCTURE TAXONOMIQUE DE L'ICHTYOFAUNE DE LA RIVIÈRE LUKUNGA

La liste des poissons identifiés dans la rivière Lukunga est reprise dans le tableau 3.

Tableau 3. Liste des poissons capturés aux quatre stations étudiées dans la rivière Lukunga

	Genres	Espèces
Cichlidae	<i>Hemichromis</i>	<i>H. elongatus</i>
		<i>H. stellifer</i>
	<i>Tilapia</i>	<i>T. tholloni</i>
		<i>T. congicus congicus</i>
	<i>Steatocranus</i>	<i>S. casuarius</i>
<i>Oreochromis</i>	<i>O. niloticus</i>	
Clariidae	<i>Clarias</i>	<i>C. angolensis</i>
		<i>C. buthupogon</i>
		<i>C. gariepinus</i>
Alestidae	<i>Raiamas</i>	<i>Raiamas senegalensis.</i>
Aplocheidae	<i>Epiplatys</i>	<i>Epiplatys sp.</i>

Six cent vingt et un (621) poissons ont été pêchés et identifiés dans la rivière Lukunga. Ces poissons appartiennent à 11 espèces, 4 familles et 7 genres. La figure 2 visualise la proportion de chaque espèce dans l'ensemble des poissons identifiés.

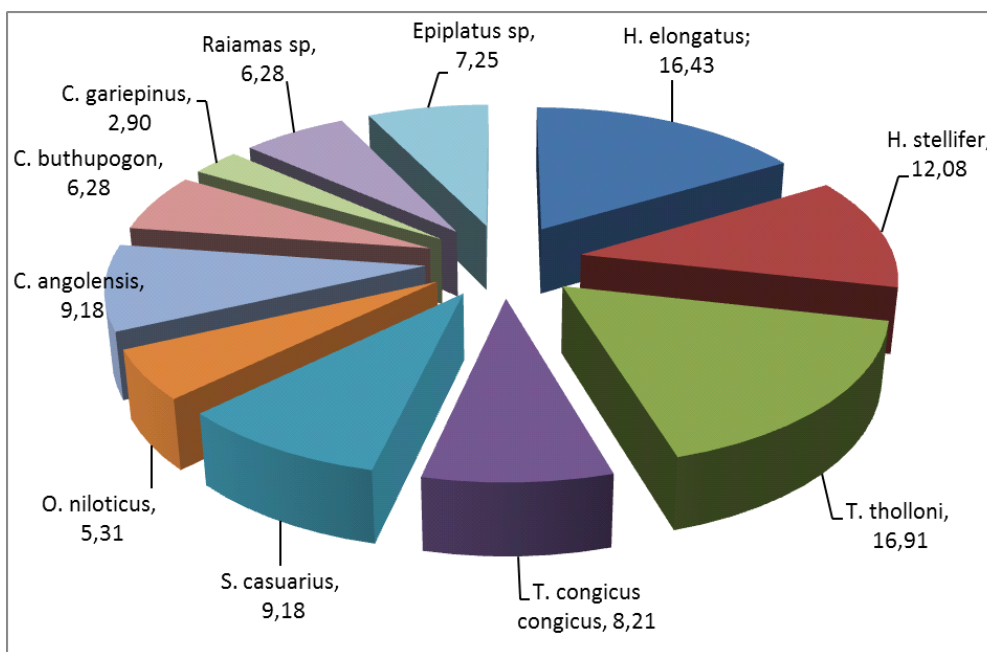


Fig. 2. Proportion des espèces de poissons identifiés dans la rivière Lukunga

Tilapia tholloni, *Hemichromis elongatus* et *Hemichromis stellifer* sont les espèces les plus représentées dans les captures avec des proportions respectives de 16,91%, 16,43 % et 12,08 %. *Steatocranus casuarius*, *Clarias angolensis* et *Tilapia congicus congicus* viennent à la seconde position avec une abondance relative allant de 8,2 à 9,18 %. Les autres espèces (*Oreochromis niloticus*, *Clarias buthupogon*, *Epiplatys sp.*, *Raiamas senegalensis*. et *Clarias gariepinus*) sont moins abondantes avec des proportions variant entre 3 et 7 %.

1° Abondance des espèces de poissons

Le tableau 4 présente l'abondance numérique des poissons inventoriés dans la rivière Lukunga aux différents sites d'étude prospectés.

Tableau 4. Abondance numérique des espèces de poissons capturées dans la rivière Lukunga selon les stations de pêche. Ab. rel = abondance relative ; Tot = total.

Espèces	L1	Ab.rel	L2	Ab.rel	L3	Ab.rel	L4	Ab.rel	Tot	Tot.Ab.rel
<i>Hemichromis elongatus</i>	21	30,4	0	0	39	17,1	42	17,3	102	16,4
<i>Hemichromis stellifer</i>	0	0	15	18,5	36	15,8	24	9,9	75	12,1
<i>Tilapia. tholloni</i>	0	0	27	33,3	30	13,2	48	19,8	115	16,9
<i>Tilapia. congicus congicus</i>	9	13	0	0	27	11,8	15	6,2	51	8,2
<i>Steatocraanus casuarius</i>	18	26,1	0	0	15	6,6	24	9,9	57	9,2
<i>Oreochromis niloticus</i>	0	0	3	3,7	18	7,9	12	4,9	33	5,3
<i>Clarias angolensis</i>	15	21,7	3	3,7	24	10,5	15	6,2	57	9,2
<i>Clarias buthupogon</i>	0	0	18	22,2	0	0	21	8,6	39	6,3
<i>Clarias gariepinus</i>	3	4,3	0	0	3	1,3	12	4,9	18	2,9
<i>Raiamas senegalensis</i>	0	0	9	11,1	21	9,2	9	3,7	39	6,3
<i>Epiplatys sp</i>	3	4,3	6	7,4	15	6,6	21	8,6	45	7,2
Total	69	100	81	100	228	100	243	100	621	100

Hemichromis elongatus (30,4%), *Steatocranus casuarius* (26,1%) et *Clarias angolensis* (21,7 %) sont les trois espèces les plus abondantes à la station L1. Par contre, *Tilapia tholloni* (33,3 %), *Clarias buthupogon* (22,2 %) et *Hemichromis stellifer* (18,5 %) abondantes à la station L2, sont absentes dans les captures de la station L1. Ces différentes espèces sont presque représentées à des proportions variables dans les captures faites dans d'autres stations de pêche. Aux stations L3 et L4, toutes les espèces sont capturées à des proportions variables.

2° Variation spatiale de l'ichtyofaune

La figure 3 visualise la variation spatiale des espèces de poissons dans les stations de pêche.

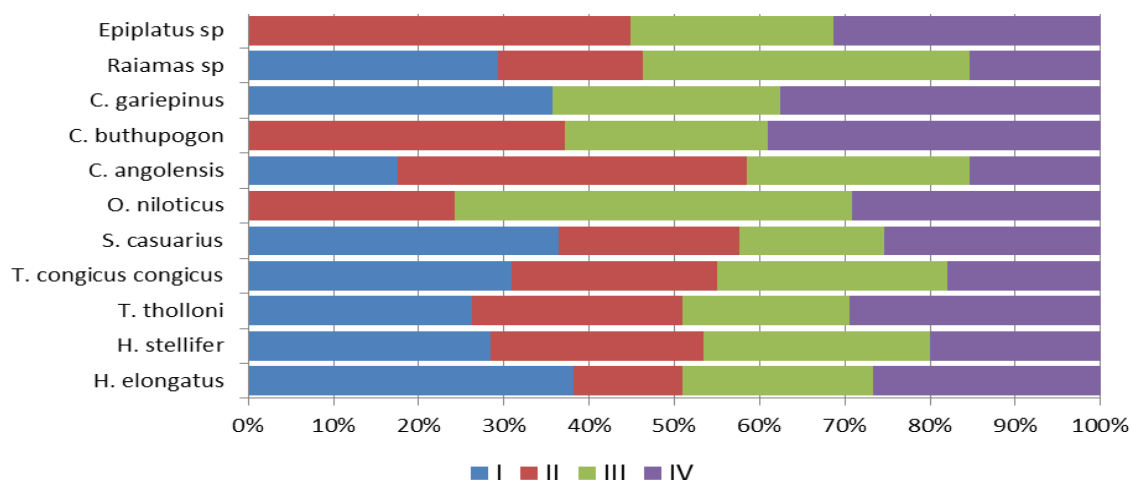


Fig. 3. Proportion numérique des espèces de poissons aux différentes stations de la rivière Lukunga

La figure 5 indique l'absence d'*Epiplatys sp.*, *Clarias bathupogon* et *Oreochromis niloticus* aux stations L1 et L2 ; *Clarias gariepinus* n'a pas été pêché qu'à la station L2. Les autres espèces ont été pêchées dans toutes les stations.

3°Evaluation indiciaire de la diversité ichthyologique

Les différentes valeurs des indices de diversité appliqués aux données des poissons inventoriés dans les quatre stations de prélèvement de la rivière Lukunga sont reprises dans les figures 4.

Richesse spécifique (S)

La richesse ichthyologique varie d'une station à une autre. La plus abondante a été enregistrée à la station L4 (11 espèces) soit 31% de la richesse globale), suivie de la station L3 (10 espèces, soit 23%). Les valeurs les plus faibles sont de 7 espèces (soit 16%) et 6 (soit 10%) et ont été observées aux stations L1 et L2 respectivement (tableau 4).

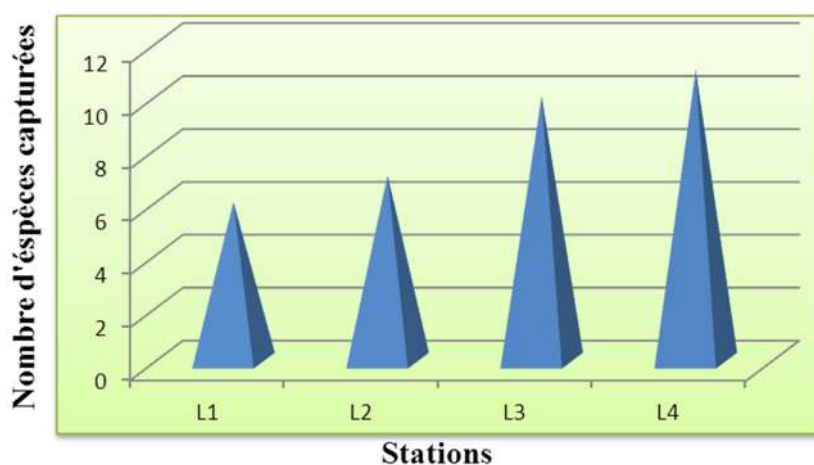


Fig. 4. Variations de la richesse spécifique (S) par stations d'étude dans la rivière Lukunga pendant la période d'étude

Indice de diversité de Simpson (1-D)

Les valeurs de l'indice de diversité de Simpson varient entre 0,77 et 0,88 pour l'ensemble des stations d'étude. Cet intervalle indique une ichthyofaune de faible (au niveau de deux premiers stations) à légèrement haute (cas de deux dernières stations) diversité spécifique dans la rivière Lukunga (Fig.5).

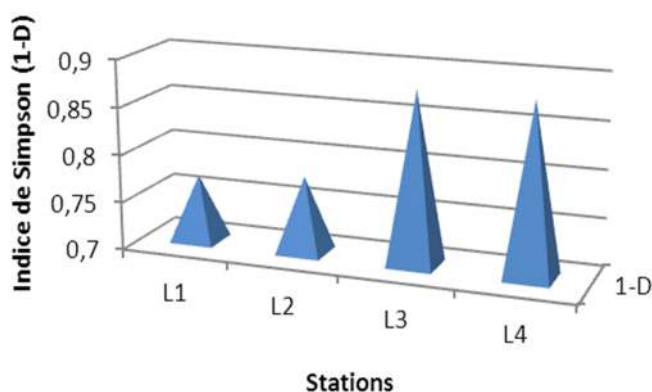


Fig. 5. Variations de l'indice de diversité de Simpson (1-D) par site d'étude dans la rivière Lukunga pendant la période d'étude

Indice de diversité de Shannon (H') et diversité maximale (H_{max})

Les valeurs de l'indice de diversité de SHANNON varient entre 1,58 et 2,27 bits pour l'ensemble des stations d'étude. Les valeurs moyennes les plus faibles sont notées aux stations L1 et L2 tandis que les plus élevées aux deux dernières stations de pêche. Cet intervalle indique une ichthyofaune de faible (au niveau de stations L1 et L2) à haute (cas des stations L3 et L4) diversité spécifique (fig.6).

A partir des calculs du logarithme à base 2 de la richesse spécifique de chaque station de pêche, on peut remarquer les valeurs de la diversité maximale n'atteignent pas 4. Ces dernières se justifient par des richesses spécifiques faibles enregistrées dans chaque station d'étude.

Les valeurs de la diversité maximale varient entre 2,58 et 3,46. La valeur la plus élevée est de 3,46 (L4), suivie par la station L3 avec une valeur de 3,32. Pour les deux autres stations, les valeurs de la diversité maximale (H_{max}) sont faibles, variant de 2,58 à 2,81 (Figure 6).

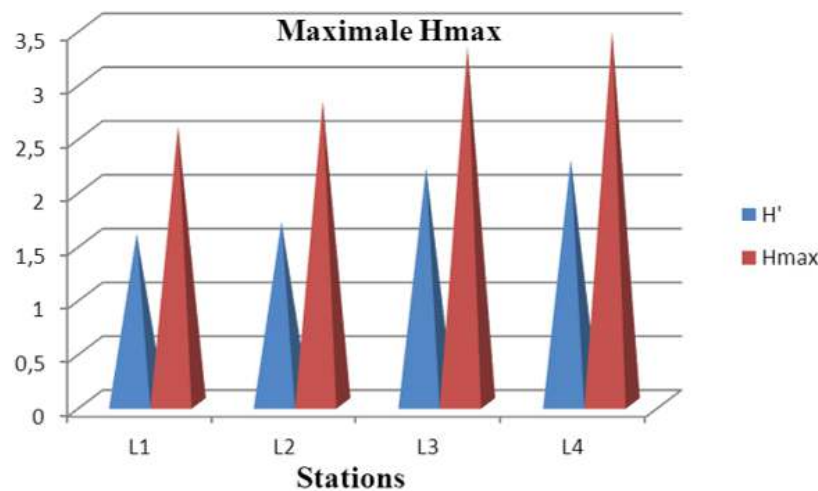


Fig. 6. Variations de l'indice de diversité de Shannon (H') et diversité maximale (H_{max}) par station d'étude dans la rivière Lukunga pendant la période d'étude.

Indice d'équitabilité (J)

L'indice d'équitabilité varie de 87 à 95 %, respectivement dans les stations L1 et L4. Les plus grandes valeurs de l'équitabilité sont enregistrées aux stations L3 et L4 avec 95 % ; donc elles tendent vers 100% et indiquent un certain équilibre entre les effectifs des différentes espèces de poissons échantillonnées ($J > 50\%$) (Figure 5). En revanche, les stations L1 et L2, avec respectivement 87 et 88 %, montre que l'équilibre entre les différents effectifs commence à être modifié par les différentes activités humaines.

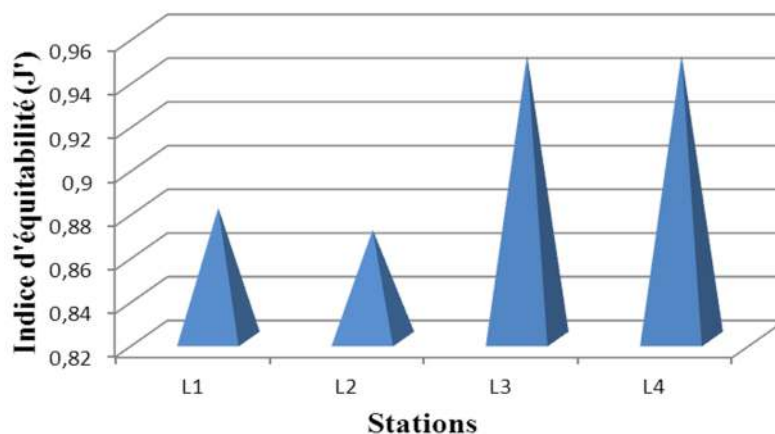


Fig. 7. Variations de l'équitabilité (J) par site d'étude dans la rivière Lukunga pendant la période de notre étude

Indice de similitude de Jaccard

La matrice de similitude (Tableau 5), établie à partir de l'indice des similitudes de Jaccard calculés pour les quatre stations étudiées, montre que les peuplements présentent une certaine variabilité relative de la ressemblance dans leurs compositions taxonomiques. L'ensemble des stations présente de similitude à moins de 70%, à l'exception des peuplements des stations L3 et L4 qui partagent ensemble jusqu'à 91 % des espèces communes; ce degré de similitude observée est le plus élevée sur toute la matrice. Aux peuplements des stations L1 et L2 correspondent une valeur de similarité plus faible de 18 %. Cette valeur n'est au fait représentée que par deux espèces communes, les peuplements étant pauvres en espèces (richesse spécifique de ces deux stations variant de 6 à 7).

Tableau 5. Matrice de similitude entre peuplements des quatre stations d'étude de la Lukunga.

	L1	L2	L3	L4
L1	1			
L2	0,18	1		
L3	0,6	0,55	1	
L4	0,55	0,64	0,91	1

4° Analyse des groupements entre stations de pêche et entre espèces capturées

Pour rappel, les analyses multivariées sont des méthodes statistiques qui sont utilisées avec succès dans les différents types de peuplements notamment les peuplements des cours d'eaux. Elles ont pour but de mettre au point la typologie des peuplements de l'ichtyofaune de la rivière Lukunga.

Analyse des groupements entre stations de pêche

L'analyse du dendrogramme résultant de la Classification Ascendante Hiérarchique des stations de pêche met en évidence deux grands groupes de stations (Figure 8).

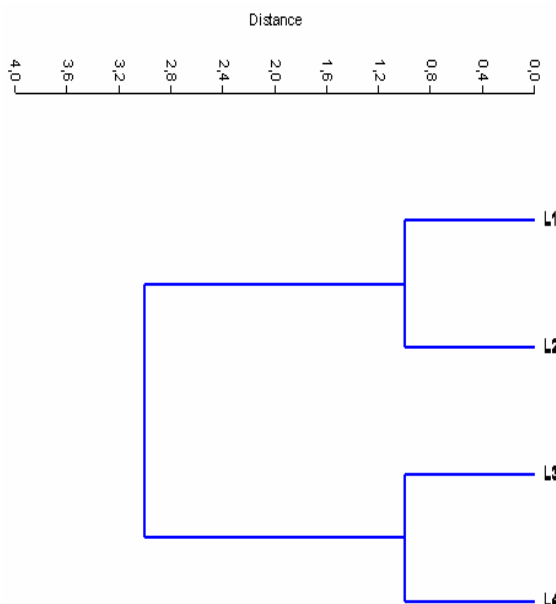


Fig. 8. Dendrogramme obtenu à partir de la CAH appliquée aux quatre stations de pêche dans la rivière Lukunga.

Le Dendrogramme de similarité des stations étudiées sur la rivière Lukunga établi en fonction de la richesse spécifique de la faune ichthyologique de chacune d'elles, indique que ces stations peuvent être réparties en deux groupes distincts. Les stations L1 et L2 d'un côté et les stations L3 et L4 de l'autre.

Analyse des groupements entre espèces

La figure 13 montre deux groupements à répartition inégale des espèces alors que les espèces *Clarias buthupogon* et *C. gariepinus* restent isolées dans l'un des groupements et mettent en évidence leur forte particularité bionomique.

Le nombre d'espèces varie faiblement d'un groupe à un autre allant de six dans le groupe 1 (Gpe 1) à 5 dans le groupe 2 (Gpe 2).

Deux paramètres expliquent l'assemblage des espèces, l'abondance et la fréquence d'occurrence.

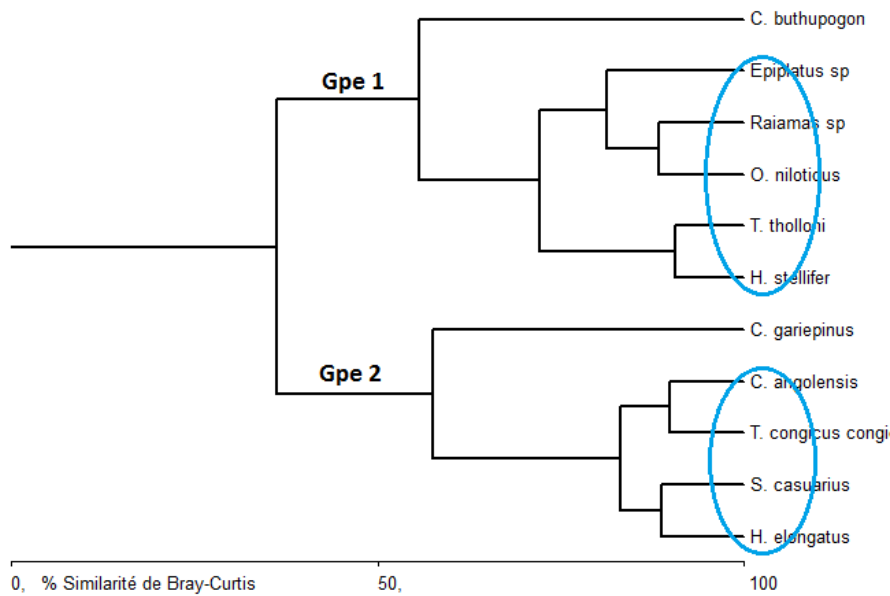


Fig. 9. Dendrogramme obtenu à partir de la CAH appliquée aux espèces capturées dans chaque station de pêche dans la Lukunga

Analyse de la matrice de répartition spatiale des abondances des espèces dans les quatre stations de pêche

Le traitement des données acquis par la représentation de l'AFC nécessite l'établissement d'un tableau binaire croisé de 11 espèces récoltées et 4 stations de pêche où l'élément de base est l'effectif total de l'espèce *i* récoltée dans chaque station. L'effectif total est la somme des individus récoltés dans l'ensemble des habitats prospectés. La matrice élaborée est la même que celle utilisée dans la CAH.

Seule la distribution des points lignes et colonnes sur le plan F1xF2 (Fig.14) est retenue. Les deux premiers axes totalise 94,21 % de l'inertie totale, avec 71,3 % sur l'axe 1 et 22,9 % sur l'axe 2 et le plan factoriel est traduit dans la figure 14.

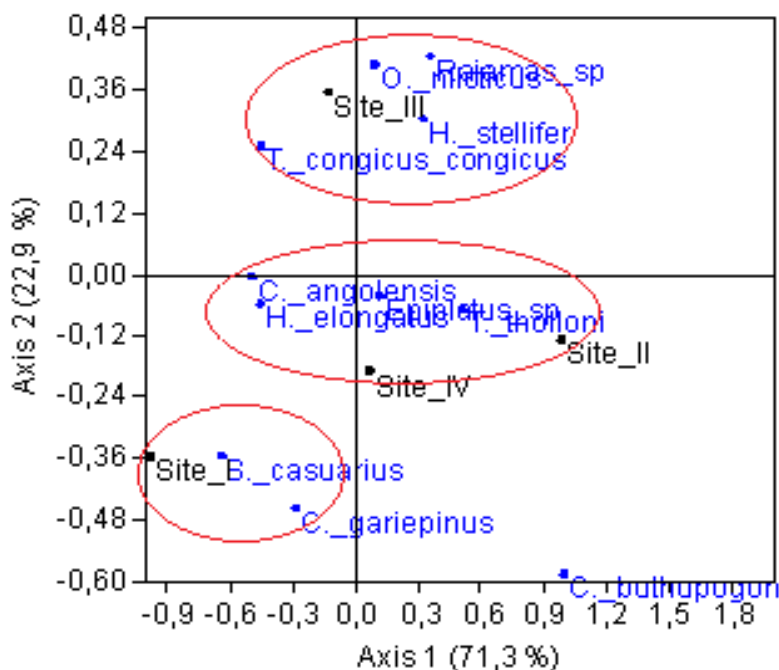


Fig. 10. Représentation graphique simultanée des points lignes et colonnes sur le plan factoriel F1 x F2 appliquée à la matrice des abondances des espèces par station.

4 DISCUSSION

La température de l'eau présente des variations moins sensibles dans l'ensemble des stations de prélèvement; la valeur moyenne la plus basse est enregistrée à la station L4 (24,4 °C) et la plus élevée à la station L1 avec 26,5 °C. Les fluctuations de ce paramètre abiotique ont toujours été en relation avec les conditions climatiques locales et régionales et plus particulièrement avec la température de l'air, ainsi que les phénomènes d'évaporation d'eau et de précipitations qui en résultent quand cette dernière augmente.

Selon la référence [28], la température est un facteur environnemental important pour la vie aquatique qui contrôle l'ensemble des processus biologiques tels que la reproduction, la croissance et le préférendum thermique, liés à un environnement donné. Les valeurs de températures trouvées lors de cette étude corroborent celles obtenues par [34].

Les valeurs du pH sont le plus souvent liées à la nature des terrains traversés par l'eau [34]. Les valeurs de pH enregistrées dans les quatre stations prospectées varient entre 5,34 dans la station L4 et 7,12 dans la station L1. Dans toutes les stations, le pH est légèrement acide (5,34), puis tend à la neutralité (7,12). Cette acidité serait due au fait que cet hydrosystème limnique reposerait sur un substrat de roche naturellement acide [35]. Selon la référence [36], la plupart des cours d'eau de Kinshasa ont un pH autour de la neutralité.

Les valeurs de la conductivité de l'eau de la rivière Lukunga ont oscillé entre 415.cm⁻¹ et 735.cm⁻¹ et traduisant ainsi une teneur globale en sels naturels qui proviendraient de la minéralisation globale de la matière organique. Pour [37], la conductivité est influencée par divers paramètres tels que : la géologie du bassin versant, les apports d'eau souterraine, la température de l'eau, les apports d'eau contaminée provenant des activités humaines (déglacage des routes, agriculture, développement urbain, activités industrielles).

Une concentration en oxygène dissous maximale de 5,06 mg/l a été enregistrée dans la station L4 et une concentration minimale de 0,72 mg /l pour la première station (Tableau 2). Une concentration de 3 à 6 mg/l constitue la limite inférieure en dessous de laquelle la vie de la flore et de la faune est difficile voire impossible [38]. La teneur de l'eau en oxygène dissous est le résultat d'un équilibre entre la dissolution de l'oxygène de l'air, la photosynthèse et la respiration des organismes aquatiques. La référence [39] a signalé que la solubilité de l'oxygène dans l'eau varie en raison inverse de la température dans les milieux aquatiques. De ce fait, l'eau de la rivière Lukunga constitue, d'une façon générale, un handicap pour le bon développement des activités biologiques des organismes vivants qui la peuplent. Cependant, ce paramètre important de l'eau mériterait d'être suivi au cours d'une longue période hydrologique sur le terrain.

Les résultats de la turbidité moyenne obtenus dans les quatre stations étudiées atteignent la valeur de guide fixée à 30 NTU pour une eau de turbidité claire. La référence [40] a signalé que l'augmentation de la transparence a lieu parallèlement à la chute de la densité en microalgues. Dans un plan d'eau, la transparence varie en fonction de l'abondance des particules en suspension (argile, limon, ...) et du phytoplancton.

Les valeurs moyennes de nitrate obtenues lors de cette étude varient de 1,6 à 4 mg/l dans l'ensemble des stations. Normalement, la concentration naturelle en nitrates ne dépasse pas 3 mg/l dans les eaux superficielles. La nature des zones de drainage joue un rôle essentiel dans leurs présences et l'activité anthropique accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. Certains auteurs ont montré que les nitrates sont en relation avec le régime pluviométrique [41, 42, 43]. Les variations saisonnières des teneurs en nitrates sont importantes et liées au développement du phytoplancton [44]. Les excédents d'azote constatés lors de cette étude pourraient être dus à une fertilisation excessive et/ou à des pratiques culturelles inadaptées ou dans certaines régions ce sont les rejets azotés d'origine animale excessifs qui sont en cause.

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 [45]. Dans les milieux aquatiques, les orthophosphates sont rapidement assimilés par les végétaux mais aussi rapidement recyclés [46].

Lors de cette étude, le dosage des orthophosphates a indiqué des valeurs moyennes élevées pour quelques stations étudiées, variant entre 0,2 mg/l (L2) et 1,3 mg/l (L4). La valeur maximale a été enregistrée dans la station L4 (1,3 mg/l), ce qui est supérieur à la valeur guide de 0,5 mg/l qui permet de suspecter la pollution d'eau. Les eaux de surface peuvent être contaminées par des rejets domestiques ou par le lessivage de terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides. Cette contamination entraîne un développement important des algues microscopiques mais aussi macroscopiques, qui caractérise le phénomène d'eutrophisation [45].

Au total 11 espèces de poissons ont été inventoriées dans cette rivière Ce nombre est inférieur à celui d'autres études menées [46, 47] dans les rivières endogènes et exogènes qui se jettent dans le Pool Malebo. Ce faible nombre d'espèces de poissons observées lors de cette étude pourrait s'expliquer par l'utilisation des techniques d'échantillonnage des poissons restreintes qui ne favorisent pas l'inventaire d'une grande diversité et l'abondance des espèces présentes [48], mais aussi par la nature du milieu (habitats physiques) qui n'est pas diversifié.

Sur le plan de l'abondance numérique, les espèces de Cichlidae sont les plus abondantes dans presque toutes les stations de pêche par rapport aux autres espèces. Cela pourrait être dû à la préférence de ces espèces capturées beaucoup plus dans les habitats sablonneux observés dans la rivière Lukunga.

En comparant la distribution spatiale des poissons dans les quatre stations de pêche, il s'est dégagé que la grande diversité des poissons a été inventoriée aux stations L3 et L4, avec une abondance élevée (471 individus), par rapport à celles observées aux stations L1 et L2 (150 spécimens). Cette supériorité numérique pourrait s'expliquer par une diversité d'habitats au niveau de ces stations (L3 et L4), qui occasionnent une richesse spécifique élevée, mais aussi une abondante faune ichthyologique.

Sur base des indices de diversité et de régularité obtenus dans les différentes stations de pêche, les peuplements de poissons semblent être équilibrés dans ces stations de pêche. Mais l'utilisation des indices de diversité à partir de données obtenues dans cette étude est peu pertinente car ces indices sont sensibles aux stratégies d'exploitation.

5 CONCLUSION

La présente étude a portée sur l'inventaire ichthyologique et la physicochimie des l'eau de la rivière Lukunga effectuée de janvier à juin 2016.

Six cent-vingt-un (621) poissons ont été capturés, appartenant à 11 espèces réparties en 7 genres et 4 familles. Cette ichthyofaune est dominée par les Cichlidae avec 6 espèces soit 50% du peuplement inventorié. Elle est suivie de la famille de Clariidae avec 3 espèces. Les familles de Alestidae et Aplocheidae ont été représenté chacune par une seule espèce.

REMERCIEMENT

70 Un grand merci aux personnes qui nous ont assisté lors des campagnes d'échantillonnage : Olivia Nkombe et Jean-Claude Kamb.

REFERENCES

- [1] J.M. Burgis and J.J. Symoens, Zones humides et lacs peu profondes, d'Afrique. Vol. 211. Paris, 1987.
- [2] J. Brusle & J.P. Quignard, Les poissons et leur environnement, écophysiologie et comportements adaptatifs. Ed.TEC et DOC. Londres-Paris- New york, 1522p, 2004
- [3] J-C. Philippart, Ecologie des populations et caractéristiques physiques et chimiques des rivières dans le bassin de la Meuse Belge. *Bull. Soc. Géo. Liège*, 25: 175-198, 1989
- [4] C. Lévêque & D. Paugy, Les poissons des eaux continentales africains. Diversité, écologie, utilisation par l'homme. Paris, IRD, 521p, 1999.
- [5] D. Diomandé, Y.B. Kotchi, Edia Oi Edia, F.K. Koffi & G. Gourène, Diversité des Macroinvertébrés benthiques de la rivière Agneby (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). *European Journal of Scientific Research*. ISSN 1450-216X. Vol.35 N°.3, pp. 368-377. 2009.
- [6] B.L. Diabusuku, Contribution à l'étude systématique et écologique des poissons de la rivière N'sele dans la Ville-Province de Kinshasa. Mémoire, inédit, , Fac. Sciences UPN, 39 p, 2010.
- [7] M. Hanssens & J. Snoeks, Multidisciplinair onderzoek op de diversit van de vissen van het Kongobekken: de vissen van de Beneden Kongo on de Pool Malebo. J.A, 33p, 2004.
- [8] G. A. Boulenger Poissons recueillis dans la Région du Bas-Congo par M. le Dr W. J. Ansorge. Zoologie. Série I: Poissons, Batraciens et Reptiles. Matériaux pour la Faune du Congo. *Ann. Mus. Congo Belge* (Ser. 1) v. 2 (fasc. 3), pp. 1-28, 1912.
- [9] M. Poll, Les poissons du Stanley- Pool, pp. 39-42, 1939.
- [10] Z.V. Mbadu, *Le bassin versant de la rivière Lukunga, impacts de son utilisation sur l'environnement*, Mémoire inédit de DESS, Eraïft, Kinshasa, 441pp, 2002.
- [11] T. J-C. Kamb, Etude de la structure et de la dynamique des peuplements des Macroinvertébrés benthiques d'un système lotique: Cas de la rivière Lukunga à Kinshasa/ R.D. Congo. Mémoire de DEA, UPN. 59p, 2013.
- [12] X.V. Caillie, Notice explicative de la carte géologique et géotechnique de Kinshasa au 1/20000. Bureau d'étude et aménagement urbain (BEAU) du Congo. Département des Travaux Publics et Aménagement du Territoire, Kinshasa. 21p. 1987
- [13] M.W. Dita, l'impact des activités agro-pastorales dans le bassin versant de la rivière Lukunga à Kinshasa/RDC, mémoire inédit, UPN. 67p, 2015.
- [14] M. Crabbe, Le Climat de Kinshasa, services de l'Administration Belge de la Coopération au Développement, Bruxelles, pp. 23-28, 1975.
- [15] G. Goffinet, Ecologie édaphique des milieux naturels du haut aba : caractéristiques écotopiques et synécologiques comparées des zoocénoses intercaliques, *Rév.Ecol., Biol.Sol*, 12(4), pp.691-722, 1985.
- [16] D. Goffaux, Notions de Climatologie. Centre de Recherche Pédagogique (Ed.), Kinshasa, pp. 45. 1990.
- [17] F. Bultot & J.F. Griffit, The equatorial wet zone. In: Griffiths JP (ed) *Climates of Africa, Word Survey of Climatology*. Elsevier publishing company, Amsterdam-London-New-York, 10: 451-456. 1971.
- [18] M. Poll, Résultats scientifiques des missions zoologiques au Stanley – Pool subsidiées par Cemubac (Université libre de Bruxelles) et le Musée Royal du Congo (1957-1958). 3. Recherches sur la faune ichtyologique de la région du Stanley- Pool. – *Ann. Mus. Congo (Zool.)*, (8°), 71 : 75-174, pl. 1-115. 1959.
- [19] J.P.,Sullivan, S. Lavoué, & C.D. Hopkins, Discovery and phylogenetic analysis of a riverine species flock of African electric fishes (Mormyridae, Teleostei). *Evolution*, 56: 597- 616, 2002.
- [20] J.D. Mbega & G.G. Teugels, Guide de détermination des poissons l'Ogôoué. Namur, E.T.E.C. Presses Univ., pp. 165, 2003.
- [21] C. Lévêque, D. Paugy & G.G. Teugels, Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome 1 et 2. Edition ORSTM. pp. 1-902, 1990-1992.
- [22] J.D. Mbega & G.G. Teugels, Guide de détermination des poissons l'Ogôoué. Namur, E.T.E.C. Presses Univ., 165 p, 2003.
- [23] D. Lobry, Gasuel & F. Domain, La biodiversité spécifique des ressources démersales du plateau continental guinéen : utilisation d'indice classique pour un diagnostic sur l'évolution des écosystèmes. *Aquatic living Resources*, 16: 59-68, 2003.
- [24] Shannon, A mathematical theory for communication. *Bell Syst. Tech.J.*, 27, 379- 423 et 623 -656, 1948.
- [25] Pielou, The measurement of diversity indiffent types of biological collections. *J. theor. Biol.* 13, 131-144, 1966.
- [26] L. Legendre & P. Legendre, Ecologie numérique. Tome 1: le traitement multiple des données écologiques. 2^{ème} édition, Masson, Paris et Presses de l'université du Québec. 260 p, 1984.
- [27] D. Paugy, Ecologie des poissons tropicaux d'un cours d'eau temporaire (Baoulé, haut du bassin du Sénégal au Mali) : adaptation au milieu et plasticité du régime alimentaire. *Revue d'hydrobiologie tropicale* 27,157-172 p, 1994.
- [28] Barbault, Ecologie des peuplements, structure, dynamique et évolution. Masson, paris : 273 p, 1992.
- [29] H. Le BRIS, Fonctionnement des écosystèmes benthiques côtiers au contact d'estuaires: la rade de Lorient et la baie de Vilaine. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle. Université de Bretagne Occidentale, Brest (France): 311 p, 1988.

- [30] J. Thioulouse, D. Chessel, Dolédec, S. and Olivier, J.M., ADE4: A Multivariate Analysis and Graphical Display Software. *Statistics and Computer*, 7: 75-83, 1997.
- [31] J. Grall & Hily C., *Traitement des données stationnelles (Faune)*. Rebut. FT. Doc, 2003.
- [32] T.J-C. Kamb, Dudu A., Micha, J-C. and Pwema K.V., *Analyse comparative de la diversité taxonomique et de la qualité écologique de l'eau des rivières Lukunga et Mangengenge à Kinshasa*, *internatitudes*, Vol. 16, n°2, pp.260-27, 2016.
- [33] A. Ménesguen *La macrofaune benthique de la Baie de Concarneau: peuplements, dynamique de populations, prédation exercée par les poissons*. Ph.D thesis, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 1980.
- [34] J. Rodier, *L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*, Bordas, Paris, 1365 p. 1984.
- [35] F. RAMADE, *Eléments d'écologie. Ecologie appliquée*, 6^{ème} édition, Dunod, Paris, 864 p, 2005.
- [36] S.B. KABAMBA, *Etude de la pollution des eaux des rivières qui traversent la ville de Kinshasa*, Mémoire, inédit, Fac. Sciences, Unikin, 49 p, 1981.
- [37] A. Hade, *Nos lacs – les connaître pour mieux les protéger*. Éditions Fides, 360 p, 2002.
- [38] F. Rejsek, *Analyse des eaux, Aspects réglementaire et techniques*. Série : Sciences et techniques de l'environnement. Paris, 360 p, 2002.
- [39] P. Ozonda, *Les végétaux dans la biosphère*. Dion éditeur. Paris 432p, 1998.
- [40] B. Dussart, *Limnologie. L'étude des eaux continentales*. 2^{ème} édition. Collection "Faunes et flores actuelles", 680 p, 1992.
- [41] M.S. Romdhane, *Lagune de Ghar El Melh. Milieu, Peuplement, Exploitation*. Thèse, Université de Tunis. 245 p, 1986.
- [42] A. Ben Rejeb-Jenhani, *Le lac Ichkeul : Conditions du milieu, peuplements et biomasses phytoplanctoniques*. Thèse 3^{ème} Cycle, Univ. Tunis: 221 p, 1989.
- [43] S. Turki, *Contribution à l'étude bio-écologique des rotifères, cladocères, copépodes des eaux continentales tunisiennes et dynamique saisonnière du zooplancton de la retenue de barrage Bir M'chergua*. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques. Université de Tunis El Manar / INSTM. 225 p, 2002.
- [44] F. Rejsek, *Analyse des eaux, Aspects réglementaire et techniques*. Série : Sciences et techniques de l'environnement. Paris, 360 p, 2002.
- [45] N. Grog, *Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire)*. Thèse de doctorat, Univ-Toulouse (INP Toulouse), 224p, 2012.
- [46] R. Pourriot & Meybeck M., *Limnologie générale*. Masson, Paris. Collection *press, Belle W. Baruch libr. Mar. Sci., II: 1-24*, 1995.
- [47] L.T. Liyandja *Inventaire systématique des poissons de la rivière N'sele*. Mémoire de Licence, Faculté des Sciences, UNIKIN. Inédit, 2009.