

Etude De La Structure Des Peuplements De La Faune Des Odonates Du Bassin Versant De La Rivière Lukunga A Kinshasa/RD Congo

Edouard Mbungu SISA¹, Jean-Claude Tshijik KAMB¹, Victor Kiamfu PWEMA², Déogratias Schie' Nkung' MUTAMBEL 'HYTIS'¹ et Jolie Lukonde KIPIMBYE¹

¹ Laboratoire d'Hydrobiologie, Université Pédagogique Nationale (UPN) B.P. 8815 Kinshasa I, DRC.

² Laboratoire de Limnologie, d'Hydrobiologie, et Aquaculture, Université de Kinshasa (UNIKIN) B.P. 190 Kinshasa XI. DRC.



Résumé – L'étude de la structure de peuplement des Odonates, a été entreprise durant la saison pluvieuse entre 2020 à 2021, dans la rivière Lukunga. Après capture à l'aide d'un surber, triage manuel, identification et dénombrement, 595 spécimens d'odonates ont été récoltés et ont été répartis en 9 familles, et 43 espèces. Plusieurs indices biotiques ont été utilisés pour l'étude de la structure du peuplement d'une part, et sa diversité d'autre part. L'abondance brute, la fréquence relative, la richesse spécifique, la diversité de Shannon et Weaver, l'équitabilité de Piéluou et indice de similarité de Jaccard ont été calculés. L'évaluation de ces indices biotiques dans les différentes stations a démontré qu'il existe un parallélisme entre eux. La famille de Libellulidae a été la plus représentée avec 200 individus soit 59,3% du total de l'abondance brute. Elle a été talonnée par les familles La famille de Libellulidae a été la plus représentée avec 347 individus représentant 58,32% de l'abondance totale et a compté 23 espèces, elle a été talonnée par les familles de Lestidae (8,9%) pour 4 espèces, de Corduliidae (8,23%) avec 2 espèces, de Gomphidae(7,73%) comptant 4 espèces, de Coenagrionidae (7,22%) avec 3 espèces, de Calopterygidae (5,21%) avec une seule espèces, de Chlorocyphidae (2,18%) avec 3 espèces et de Aeshnidae (1,34%) répartis dans 2 espèces.

Mots clés – Structure Des Peuplements, Faune Des Odonates, Bassin Versant, Rivière Lukunga, Kinshasa/RD Congo

Abstract – The study of the population structure of Odonata, was undertaken during the rainy season between 2020 to 2021, in the Lukunga River. After capture with a surber, manual sorting, identification and enumeration, 595 specimens of odonates were collected and were divided into 9 families, and 43 species. Several biotic indices were used to study the structure of the population on the one hand, and its diversity on the other. Gross abundance, relative frequency, species richness, Shannon and Weaver diversity, Piéluou equitability and Jaccard similarity index were calculated. The evaluation of these biotic indices in the different stations showed that there is a parallelism between them. The family Libellulidae was the most represented with 200 individuals, which is 59.3% of the total gross abundance. It was followed by the families Libellulidae was the most represented with 347 individuals representing 58.32% of the total abundance and counted 23 species, it was followed by the families Lestidae (8.9%) for 4 species, Corduliidae (8.23%) with 2 species, Gomphidae (7.73%) with 4 species, Coenagrionidae (7.22%) with 3 species, Calopterygidae (5.21%) with only one species, Chlorocyphidae (2.18%) with 3 species and Aeshnidae (1.34%) distributed in 2 species.

I. INTRODUCTION

Les insectes représentent une part importante des biocénoses aquatiques. Il existe une grande diversité d'invertébrés aquatiques dans les écosystèmes d'eau continentale. Certains y vivent de façon permanente (vers, sangsues, mollusque, etc.), d'autres temporairement comme les stades larvaires de certains insectes (Grillas *et al.*, 2004 ; Oertli *et al.*, 2000). Les odonates forment un

ordre très ancien d'insecte; des libellules fossiles datant du Carbonifère sont connues (Jourde, 2010). L'entité taxonomique des odonates est assez modeste avec seulement 6000 espèces, toutefois, en moyenne, une vingtaine d'espèces est découverte chaque année (Grang et Boudot, 2006).

Les odonates constituent un groupe taxonomique privilégié pour l'étude et la conservation des milieux aquatiques. Leur bon état de connaissance taxonomique et leurs exigences écologiques ont fait d'eux un groupe idéal pour être utilisé comme outils d'évaluation et de suivi de l'état de conservation global des milieux aquatiques. Dans le monde ces espèces semblent être en nette régression en raison des facteurs anthropiques intervenant dans la dégradation de leurs habitats, de ce fait la mise en place d'un système de conservation s'impose (Dommanget, 1989).

Les zones humides sont essentiellement favorables aux libellules car ces dernières sont dépendantes de l'eau à la fois pendant leur phase terrestre et aquatique. L'eau constitue l'habitat principal des larves, dont le développement et la croissance peuvent prendre plusieurs années. Les adultes ont besoin d'eau pour se reproduire et souvent se nourrir (Riservato *et al.*, 2009).

Les communautés d'odonates ont des besoins complexes en matière d'habitat, leur abondance et leur diversité reflète un environnement sain et stable, ils sont particulièrement vulnérables aux changements dans leur environnement. Leurs stades adultes sont sensibles à la structure d'habitat ce qui font d'elles des sentinelles fiables des perturbations, tandis que leurs habitudes amphibies les ont amenés à être des bioindicateurs utiles des écosystèmes terrestres et d'eau douce (Yalles Satha et Samraoui, 2017). Cependant, la faune odonatologique de la région de Kinshasa est insuffisamment prospectée et peu d'études s'y sont intéressées.

La présente d'étude aborde la diversité de ce groupe dans le bassin versant de la rivière Lukunga dans la région de Kinshasa en République Démocratique du Congo. Elle a pour objectif:

- Caractériser les conditions abiotiques qui permettent la structuration des peuplements des Odonates dans le bassin versant de la rivière Lukunga ;
- Inventorier les odonates qui peuplent ce bassin versant ;
- Evaluer la structure de ces peuplements de cet hydrosystème ;

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Milieu

La rivière Lukunga est située dans la zone de collines, précisément dans la partie Ouest et Sud-Ouest de la ville de Kinshasa. L'écoulement des eaux est orienté du Sud-Est vers le Nord-Ouest sur une distance d'environ 8 520 m. Elle prend sa source dans la vallée de Matadi-mayo (Mont-Ngafula) à 380 m d'altitude et coule en contrebas de la cité Mama 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 (Mbadu, 2002).

Dans son parcours, la rivière Lukunga reçoit plusieurs affluents dont les rivières Bikela, Kinkusa, 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 la Régideso (Kamb, 2013).

Le bassin versant de la rivière traverse un substratum schisto-gréseux de la série de Inkisi (Van Caillie, 1987). Cette structure s'observe à plusieurs endroits, notamment aux lieux d'émergence des eaux (sources : aux pieds de la colline de la cité Mama Mobutu) et à quelques sites érosifs (érosions de Masikita, de Marine et de Matadi-mayo) (Mbadu, 2002).

Les abords de ces sites sont revêtus d'un manteau de sable fin jaunâtre ou brunâtre d'épaisseurs variables ; c'est le cas des sites érosifs de Mataba à Binza Delvaux, de cité Mama Mobutu et de Matadi Kibala (Sisa *et al.*, 2012).

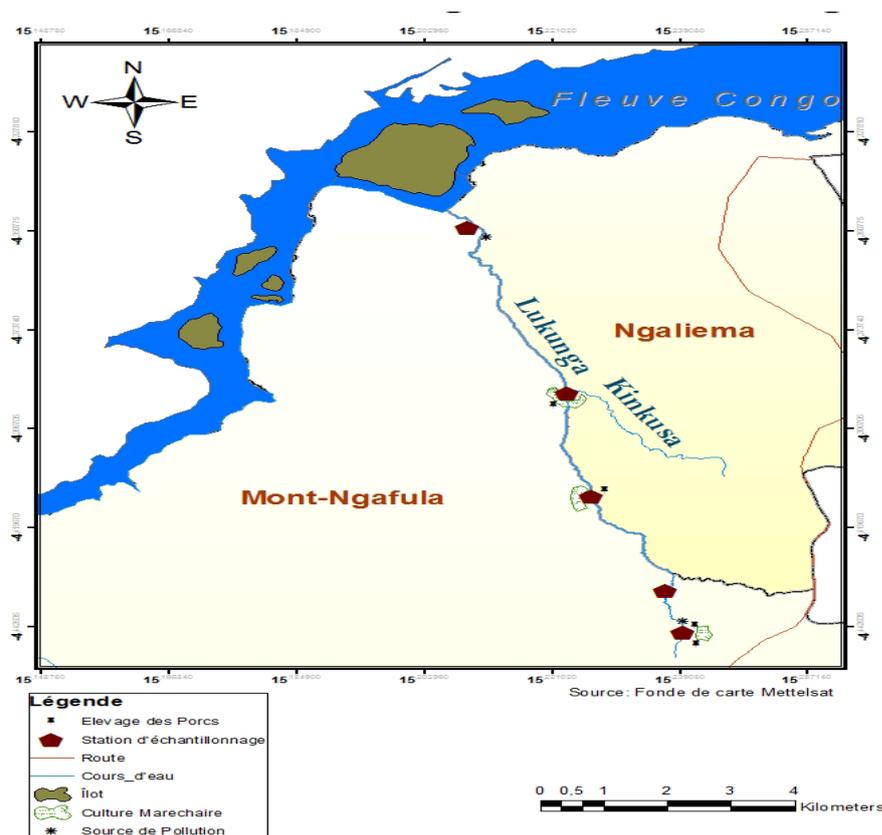


Figure 1. Localisation de stations d'échantillonnage dans la Lukunga

L'évaluation de la structure des peuplements des Odonates dans les deux hydrosystèmes étudiés a été faite par station, en tenant compte de leurs caractères hydrologiques moyens (largeur et profondeur du lit, vitesse d'écoulement), de la stabilité des berges, de la présence d'une végétation naturelle sur les berges et de l'absence de trace d'une source de pollution (Touzin, 2008 ; Kamb, 2018).

Cinq stations de 100 m de longueur ont été sectionnées d'amont en aval dans chaque hydrosystème étudié après prospection du milieu d'étude. Leurs coordonnées géographiques ont été déterminées à l'aide d'un GPS (Global Positioning System) de marque Garmin II.

L'analyse de la biocénose odonatologique a été effectuée en tenant compte des paramètres hydrologiques, physico-chimiques ainsi que de la bande riveraine inhérente aux différentes stations.

Les coordonnées géographiques ainsi que les caractéristiques environnementales des stations dans chaque hydrosystème étudié sont reprises en annexe 2.

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

Stations	Altitude (m)	Longitude	Latitude	Largeur (m)	Profondeur (cm)	Vitesse (cm/s)
Luk I	354	E015°14' 21,0''	S04°26'46,1''	3,5	16	71,4
Luk II	348	E015°14' 21,4''	S04°26'46,0''	6,5	16,4	89,2
Luk III	323	E015°13'33,4''	S04°24'43,3''	4,9	29,6	125
Luk IV	321	E015°13'33,66''	S04°24'43,4''	4,3	31,3	116,3

Luk V	267	015,12'32,7''	04,20'52,9'	4,5	32,3	88
-------	-----	---------------	-------------	-----	------	----

II.2. Méthodologies

II.2.1. Paramètres physiques

Quatre paramètres physiques ont été prélevés *in-situ*, à cause de leur sensibilité aux conditions du milieu et leur susceptibilité à varier dans des proportions importantes de nature à influencer l'interprétation. Il s'agit : de la température (°C), de la conductivité à 20°C (µS/cm), de la turbidité (UNT : Unité Néphélométrique de Turbidité) et du pH.

La température, la conductivité, la turbidité et le pH ont été mesurés à l'aide d'une sonde à l'analyseur multiparamètre de marque Combo Hanna HI 98130.

II.2.2. Paramètres chimiques

L'oxygène dissous a été prélevé *in-situ* à l'aide d'une sonde oxymètre de marque Hanna HI9146.

Les autres paramètres chimiques de l'eau des rivières étudiées ont été analysés au laboratoire du Commissariat Général à l'Energie Atomique (CGEA/CREN-K) à partir des échantillons d'eau prélevés.

Le spectrophotomètre de marque HACH DR/2400 a permis d'évaluer ces paramètres qui sont : l'ammonium (NH_4^+ en mg/l), les nitrites (NO_2^- en mg/l), les nitrates (NO_3^- en mg/l) et les phosphates (PO_4^{3-} en mg/l).

Pour permettre la lecture des résultats de l'analyse sur le spectrophotomètre, l'eau échantillonnée a été filtrée à l'aide des papiers filtres, les réactifs titrants respectifs ont été ajoutés puis le Programme Hach (PH) de l'élément ou de l'ion à doser a été sélectionné.

La Demande Biologique en Oxygène (DBO₅) a été déterminée après incubation pendant 5 jours dans une enceinte thermostatée (Les conditions communément utilisées sont 5 jours à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air).

II.2.3. Echantillonnage, conservation et identification des Odonates

L'approche multihabitat a été adoptée pour la récolte des spécimens dans chaque station d'étude. Deux bandes parallèles du bassin versant, ont été fixées dans chaque station, l'une comprenant le lit mouillé de deux rives et l'autre, la végétation de la bande riveraine du cours d'eau (Goaziou, 2004 ; Smallshire & Beynon, 2009 ; Kamb, 2018).

Les odonates adultes ont été capturés à l'aide d'un filet entomologique de 40 cm de diamètre muni d'un manche de 1,5 mètre de longueur. Ce dernier est constitué d'un cadre circulaire sur lequel est attaché un filet conique en tissu souple (Perron et Ruel 2002).

Sur les deux bandes parallèles des chaque station étudiée, deux transect de 20 m sur 100 ont été tracées. Tous les spécimens présents dans la surface déterminée ont été capturés par des coups de filet faits par des mouvements précis et rapide (Robert, 1963). Les spécimens capturés ont été conservés dans l'acétone, les ailes réunies au-dessus de leur corps, dans des enveloppes de philatélistes (Perron, 2005).

Les spécimens prélevés ont été identifiés à l'aide des clés de détermination proposées par Robert (1963), Durand et Lévêques (1980), Evrard (2001), Dijkstra (2007), Doucet (2010), Tachet *et al.* (2010) et Dijkstra (2021) ; sous stéréo-loupe et occasionnellement à l'aide d'un microscope à l'objectif 10X pour certains détails précis.

II.2.4 Analyse des données

Outre les différentes métriques inhérentes à la méthode avec variables simples, les données relatives aux Odonates ont été soumises à l'analyse de la diversité spécifique. Elle est représentée par deux composantes : la richesse spécifique et l'abondance relative (Campbell et Reece, 2007, Kamb, 2018).

Quatre indices ont été calculés pour comparer la diversité spécifique stationnelle. Il s'agit de : la richesse spécifique, la composition spécifique, la diversité de Shannon et Weaver, la distribution des taxons au sein des stations ou l'équitabilité de Pielou, et la similarité de Jaccard basée sur la présence ou l'absence des taxons entre les cinq stations de l'hydrosystème.

- **Richesse spécifique** : Elle représente le nombre d'espèces présentes dans une communauté prélevée dans chaque station de chacun des hydrosystèmes étudiés.
- **Composition spécifique** : La composition spécifique ou l'abondance relative des espèces est la proportion de chaque espèce d'Odonates par rapport au nombre total d'individus contenus dans une communauté. Elle permet de dresser un tableau de l'organisation et de la contribution relative d'une population dans l'ensemble faunistique de l'échantillon (Goaziou, 2004 ; Kamb, 2018).
- **Indice de Shannon-Weaver** : Cet indice tient compte du nombre de taxons et de l'abondance relative de ces derniers. Il est calculé à l'aide de la formule suivante (Kapoor et white, 1992 ; Evrard, 1996) :

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

Avec :

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver ;

S : nombre de taxons (familles) ;

n_i/N : abondance relative de chaque taxon;

n_i : effectif du taxon i ;

N : effectif total.

Dans la nature, la valeur de H se situe entre 0,5 (faible diversité) et 4,5 (dans le cas d'échantillons de grande taille de communautés complexes).

- **Indice d'équitabilité de Pielou** : L'indice d'équitabilité permet de mesurer l'équilibre au sein d'un peuplement. Cet indice est obtenu par le rapport entre l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et une distribution fictive équitable de ces taxons (Moisan et Pelletier, 2011). Cet indice varie de 0 à 1, et s'obtient par la formule : $J = H' / H'_{\max}$ Où $H'_{\max} = \log_2 S$

Une équitabilité faible représente une dominance de quelques espèces.

- **Indice de similarité de Jaccard** : Il mesure le degré de similarité des peuplements des différentes stations au sein d'un hydrosystème. Il est calculé à l'aide de la formule (Kapoor et white, 1992 ; Evrard, 1996) :

$$I = \frac{N_c}{N_x + N_y - N_c}$$

Où : N_c : nombre de taxons communs aux stations x et y

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.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. Paramètres physiques

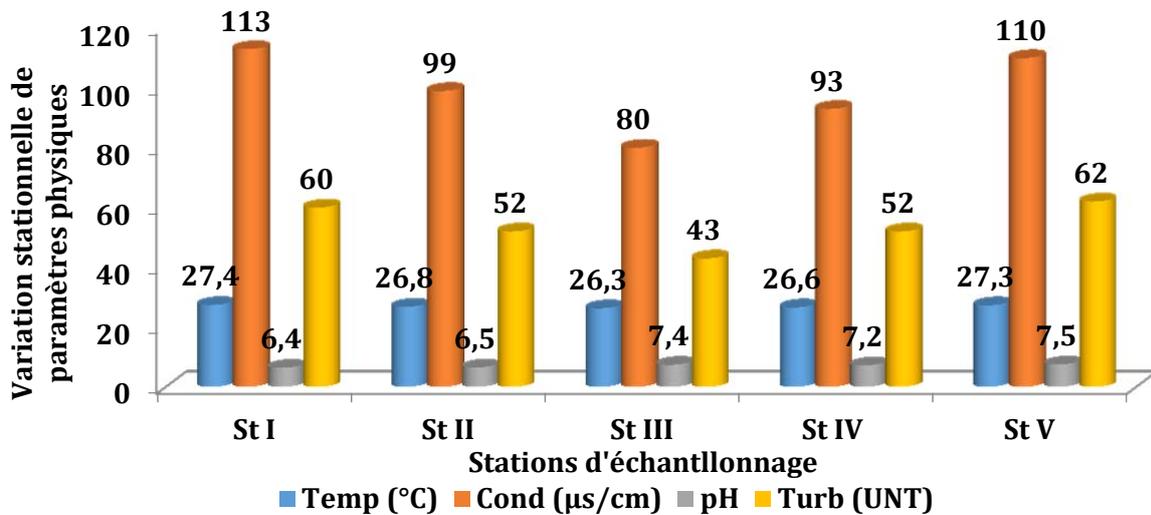


Figure 2. Variation stationnelle de paramètres physiques des eaux de la Lukunga en saison pluvieuse de 2020 à 2021.

En ce qui concerne la température de l’eau dans la rivière Lukunga la figure 2 révèle qu’elle a varié entre 26,3°C (St III) et 27,4°C (St I). Les valeurs de la conductivité ont oscillé entre 80 µs/cm (St III) et 113 µs/cm (St I). Les variations de la turbidité observées lors de cette étude, ont tourné autour de 43 UNT (St III) et 62 UNT (St V). Quant aux valeurs du pH des eaux de la Lukunga, elles ont oscillé entre 6,4 (St I) et 7,5 (St V).

III.2. Paramètres chimiques

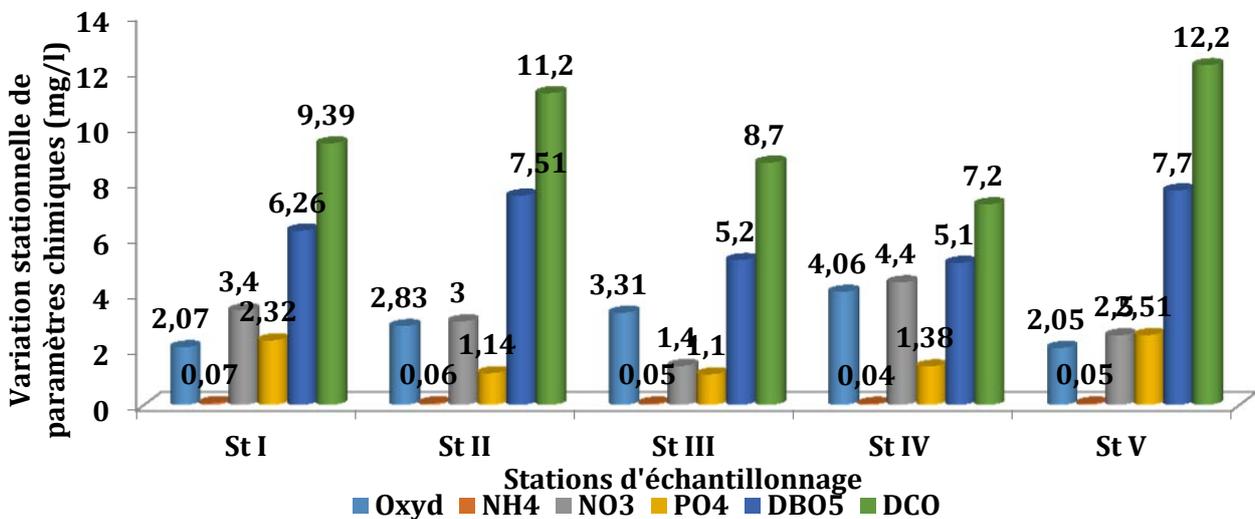


Figure 3. Variation stationnelle de paramètres chimiques des eaux de la Lukunga en saison pluvieuse de 2020 à 2021

Les variations de paramètres chimiques des eaux de la Lukunga au cours de cette étude, illustrées par la figure 3, indiquent que la teneur en oxygène dissous dans la rivière Lukunga a tourné autour de 2,05 mg/l (St V) et 4,06mg/l (St IV). Les valeurs de l’ammonium ont varié entre de 0,04 mg/l (St IV) et 0,07 mg/l (St I). Le nitrate a présenté de teneurs variant entre 1,4 mg/l (St III) et 3,4 mg/l (St I). En ce qui concerne les phosphates, leur teneur a varié entre 1,1 mg/l (St III) et 2,51 mg/l. La DBO₅ a présenté des valeurs oscillant entre 6,26mg/l (St I) et 7,7mg/l (St V). Quant aux valeurs de la DCO, elles ont oscillé entre 7,2 mg/l (St IV) et 12,2 mg/l (St V).

III.3. Distribution de peuplement des odonates de la rivière Lukunga en saison pluvieuse de 2020 à 2021

Tableau 3. Distribution stationnelle des odonates de la rivière Lukunga en saison pluvieuse de 2020 à 2021

Familles	Espèces	St I		St II		St III		St IV		St V		N'
		ni	ni/N	ni	ni/N	ni	ni/N	ni	ni/N	ni	ni/N	
Chlorocyphidae	<i>Chlorocypha aphrodite</i>	0	0	0	0	2	0,008	0	0	0	0	2
	<i>Stenocypha molindica</i>	0	0	0	0	2	0,008	3	0,014	0	0	5
	<i>Stenocypha tenuis</i>	0	0	2	0,026	3	0,012	1	0,005	0	0	6
Calopterygidae	<i>Umma saphirina</i>	0	0	2	0,026	8	0,031	19	0,086	2	0,095	31
Platycnemidae	<i>Allocnemis mitwabae</i>	0	0	1	0,013	2	0,008	2	0,009	0	0	5
Coenagrionidae	<i>Ceriagrion corallinum</i>	0	0	2	0,026	8	0,031	16	0,072	0	0	26
	<i>Pyrhosoma nyphula</i>	0	0	1	0,013	1	0,004	5	0,023	1	0,048	8
	<i>Pseudagrion isidromorai</i>	0	0	2	0,026	4	0,016	3	0,014	0	0	9
Lestidae	<i>Lestes uncifer</i>	0	0	2	0,026	9	0,035	8	0,036	1	0,048	20
	<i>Lestes pinheyi</i>	0	0	0	0	2	0,008	4	0,018	0	0	6
	<i>Lestes dissimulans</i>	0	0	1	0,013	4	0,016	3	0,014	0	0	8
	<i>Lestes ictericus</i>	0	0	3	0,038	9	0,035	7	0,032	0	0	19
Cordiliidae	<i>Hemicordulia africana</i>	3	0,176	6	0,077	18	0,07	11	0,05	3	0,143	41
	<i>Cordulegaster princes</i>	0	0	0	0	2	0,008	6	0,027	0	0	8
Libellulidae	<i>Orthetrum guneense</i>	0	0	0	0	2	0,008	1	0,005	0	0	3
	<i>Orthetrum julia</i>	0	0	1	0,013	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Palpoleura lucia</i>	1	0,059	1	0,013	7	0,027	10	0,045	2	0,095	21
	<i>Orthetrum caffrum</i>	0	0	0	0	4	0,016	3	0,014	0	0	7
	<i>Palpoleura portia</i>	0	0	1	0,013	3	0,012	2	0,009	0	0	6
	<i>Orthetrum africanum</i>	0	0	2	0,026	5	0,019	2	0,009	0	0	9
	<i>Orthetrum austeni</i>	0	0	0	0	3	0,012	3	0,014	0	0	6
	<i>Orthetrum abbotti</i>	0	0	8	0,103	11	0,043	9	0,041	3	0,143	31
	<i>Orthetrum stemmale</i>	1	0,059	1	0,013	4	0,016	2	0,009	0	0	8
	<i>Orthetrum camerunense</i>	0	0	0	0	2	0,008	4	0,018	0	0	6
	<i>Orthetrum chrysostigma</i>	0	0	4	0,051	11	0,043	7	0,032	0	0	22
	<i>Trithemis congolica</i>	0	0	3	0,038	5	0,019	3	0,014	4	0,19	15
	<i>Tholymis tillarga</i>	0	0	0	0	4	0,016	2	0,009	0	0	6
	<i>Zygonoides occidentis</i>	0	0	0	0	3	0,012	0	0	0	0	3
<i>Orthetrum danae</i>	0	0	1	0,013	5	0,019	3	0,014	0	0	9	

	<i>Orthestrum fonscolombii</i>	0	0	2	0,026	6	0,023	13	0,059	0	0	21
	<i>Chalcostephia flavifrons</i>	5	0,294	9	0,115	32	0,124	20	0,09	4	0,19	70
	<i>Hadrothermis defecta</i>	0	0	0	0	1	0,004	2	0,009	0	0	3
	<i>Hemistigma albipunctum</i>	1	0,059	7	0,09	11	0,043	9	0,041	1	0,048	29
	<i>Acisoma inflatum</i>	0	0	1	0,013	5	0,019	3	0,014	0	0	9
	<i>Tetrathemis polleni</i>	2	0,118	3	0,038	11	0,043	8	0,036	0	0	24
	<i>Libellula quadrimaculata</i>	2	0,118	5	0,064	15	0,058	9	0,041	0	0	31
	<i>Crocothemis erythraea</i>	0	0	0	0	5	0,019	2	0,009	0	0	7
Gomphidae	<i>Phyllogomphus annulus</i>	0	0	0	0	5	0,019	1	0,005	0	0	6
	<i>Ceratogomphus pictus</i>	2	0,118	4	0,051	5	0,019	4	0,018	0	0	15
	<i>Cornigomphus mariannae</i>	0	0	2	0,026	7	0,027	3	0,014	0	0	12
	<i>Gomphidia bredoi</i>	0	0	1	0,013	8	0,031	4	0,018	0	0	13
Aeshnidae	<i>Anax ephippiger</i>	0	0	0	0	4	0,016	3	0,014	0	0	7
	<i>Helineschna cynthiae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0,005	0	0	1
N		17		78		258		221		21		595
S		8		28		41		40		9		
H'		1,92		3,1		3,43		3,38		2,07		
J'		0,92		0,92		0,92		0,91		0,94		

Légende :

ni : Nombre d'individus par espèce ; *N'* : Somme de *ni* au sein d'une espèce dans les 5 stations ; *N* : Nombre d'individus par station ; *ni/N* : Abondance relative par station ; *S* : Nombre de taxons par station ; *H'* : Indice de diversité de Shannon-Weaver par station ; *J'* : Indice d'équitabilité de Pielou par station

1° Richesse spécifique S

La station St III a contenu le plus grand nombre d'espèces (soit 41); suivie des stations St IV (soit 40), les stations St II (soit 28), St V (9) et St I 8 espèce.

2° Abondance Brute et abondance relative

Le tableau 8 informe que cinq cent nonante-cinq (595) individus ont été capturés dans la rivière Bumbu.

La station St III a enregistré une abondance brute plus importante que les autres, avec 258 individus. Suivie de la station St IV soit 221 individus, puis la station St II avec 578 individus, ensuite la station St V avec 21 individus, et pour finir la station St I ayant 17 individus de l'ensemble des odonates récoltés dans la rivière Bumbu pendant la saison pluvieuse.

A la station St I, l'espèce *C. flavifrons* est la plus abondante avec 29,4% d'individus récoltés. Elle a été talonnée par les espèces, *H. africana* 17,6%, *T. pleni*, *L. quadrimaculata*, *C. pictus* (11,8 %), *P. lucia*, *O. stemmale* et *H. albipunctum* avec 5,9%.

A la station St II le pic d'individus récoltés a été observé dans l'espèce *C. Flavifrons* avec 11, 5%. Elle a été suivie par *O. abbotti* avec 10,3% ; *H. aibipunctum* avec 9% ; *H. africana* avec 7,7% ; *L. quadriculata* avec 6,4% ;, *O. chrysostigma*, *C. pictus* avec 5,1% ; *L. ictericus*, *T. congolica* et *T. polleni* avec 3,8% ; *S. tenuis*, *U. saphirina*, *C. corallinum*, *P. isidromorai*, *L. uncifer*, *O. africanum*, *S. fonscolombii*, *C. mariannae* avec 2,6%, puis *A. mitwabae*, *P. nyphula*, *L. dissimulans*, *O. julia*, *P. lucia*, *P. portia*, *O. stemmale*, *S. danae*, *A. inflatum*, *G. bredoi* avec 1,3% sur la somme de spécimens qui y ont été recueillis.

L'espèce *C. flavifrons* a enregistré un grand nombre d'individus récoltés à la station St III, représentant 12,4% du total des spécimens qui y ont été capturés. Suivie par *H. africana* avec 7% ; *L. quadrimaculata* avec 5,8% ; *O. abbotti*, *O. chrysostigma*, *H. albipunctum* et *T. polleni* avec 4,3% ; *L. uncifer*, *L. ictericus* avec 3,5% ; *U. saphirina*, *C. corallinum*, *G. bredoi* avec 3,1% ; *C. mariannae* et *P. lucia* avec 2,7% ; *S. fonscolombii* avec 2,3% ; *O. africanum*, *T. congolica*, *A. inflatum*, *C. erythraea*, *P. annulus* et *C. pictus* avec 1,9% ; *O. stemmale*, *T. tillarga* ; *A. ephippiger* avec 1,6% ; *P. portia*, *O. austeni*, *Z. occidentis* avec 1,2% et les espèces *C. princes*, *O. guneense*, *O. camerunense* avec 0,8% et l'espèce *H. defecta* avec 0,4% de l'abondance totale. .

La station St IV est caractérisée par une abondance relative élevée de l'espèce *C. flavifrons* (avec 9%) suivi de l'espèce *U. saphirina* (avec 8,6%) d'individus recueillis. Ces espèces ont été talonnées par les espèces *C. corallinum* avec 7,2%, *S. fonscolombii* avec 5,9%, *H. africana* avec 5%, *P. lucia* avec 4,5%, *O. abbotti*, *H. albipunctum*, *L. quadrimaculata* avec 4,1%, *L. uncifer*, *T. polleni* avec 3,6 % , *L. ictericus*, *O. chrysostigma* avec 3,2%, *P. nyphula* avec 2,3%,*L. pinheyi*, *O. camerunense*, *C. pictus* et *G. bredoi* 0,18% , *S. molindica*, *P. isidromorai*, *L. dissimulans*, *O. caffrum*, *O. austeni*, *T. congolica*, *S. danae*, *A. inflatum*, *C. mariannae*, *A. ephippiger* avec 0,14% chacune, *A. mitwabae*, *P. portia*, *O. africanum*, *O. stemmale*, *T. tillarga*, *H. defecta*, *C. erythraea* avec 0,09%, *S. tenuis*, *O. guneense*, *P. annulus*, *H. cynthiae* avec 0,05% chacune.

Les espèces *T. congolica* et *C. flavifrons* a été la plus représentée à la station St V avec 19%. Elle a été suivie par *H. africana* et *O. abbotti* (avec 14,3%) puis *U. saphirina*, *P. lucia* avec 9,5%, *P. nyphula*,*L. uncifer* et *H. albipunctum* avec 4,8% pour chacune.

Le dénombrement des individus récoltés dans toutes les stations d'étude de la rivière Bumbu en saison pluvieuse, a révélé que l'espèce *L. virgatus* est la plus abondante avec 16,57% du total des spécimens recueillis.Elle est suivie par *C. coralinum* (15,48%),*L. tridens* (14,67%),*C. glabrum* (7,06%), *C. baltonii* (avec 5,7%), *S. donea* (avec 5,16%), *L. depressa*(4,89%), *L. uncifer*(4,61%), *C. anea*(3,8%), *C. suave*(3,53%), *S. metridionale* (3,53%), *O. bruneum* (2,98%), *L. quadrimacilata*, *M. singularis*, *O. concelatum* et *S. vulgatum* avec 2,71% chacune, *C. erythrea* (2,17%), *H. africana* (1,35%), *E. bimacilata* (1,35%) et *S. sanguneum* (1,08%).

3° Diversité taxonomique

Le calcul de l'indice de Shannon-Weaver a révélé une biodiversité inhérente à l'assemblage des Odonates dans chacune des stations de la Lukunga pendant la saison pluvieuse. Il en ressort que la station St III ($H^2=3,43$) soit la plus diversifiée ; et la station St I ($H^2=1,92$) la moins diversifiée.

4° Equitabilité de Piélou

L'analyse des équilibres observés au sein des peuplements des Odonates dans les différentes stations de la Lukunga, a démontré que la répartition des taxons est plus équitable à la station St V ($J^2=0,94$) que dans les stations St I, St II et St III ($J^2=0,92$) et St IV ($J^2=0,91$).

5° Indice de Similarité

Tableau 3. Matrice de similitude entre les peuplements des cinq stations d'étude dans la Lukunga en saison pluvieuse

	St I	St II	St III	St IV	St V
St I	1				
St II	0,28	1			
St III	0,19	0,64	1		
St IV	0,2	0,65	0,92	1	
St V	0,3	0,3	0,21	0,22	1

Le calcul de l'indice de similarité de Jaccard a révélé une ressemblance entre les différentes stations, prises 2 à 2, par rapport aux assemblages des Odonates dans la Lukunga.

Il s'est dégagé de cette étude que les stations St III et St IV ont affiché l'indice de similarité le plus élevé ($I=0,92$).

Elles sont suivies par les stations St II et St IV (I=0,65) ; St II et St III (I=0,64), St I et St V et St II et St V (I=0,30) ; St I et St II (I=0,28) ; St IV et St V (I=0,22) ; St III et St IV (I=0,21) ; St I et St IV (I=0,20) et St I et St III (I=0,19).

IV. DISCUSSION

Un écosystème qu'il soit aquatique ou terrestre est caractérisé par un ensemble des facteurs écologiques. Ces derniers sont soit abiotiques, soit biotiques. Les facteurs abiotiques comprennent l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques du milieu et les facteurs biotiques constituent l'ensemble des interactions qui se réalisent entre des individus d'une même espèce ou d'espèces différentes (Dajoz, 1996).

En effet, il est connu que les facteurs écologiques ont un rôle déterminant pour le nombre et la nature des espèces susceptibles de cohabiter dans un environnement donné (Hugueny et Leveque, 2006). Philippart (1989) a montré que la distribution des organismes vivants est largement influencée par la qualité physique et chimique de l'eau (oxygène dissous, température, pH, matières en suspension, dureté, ammoniacale, etc.). De même, Lévêque (2006a) souligne le rôle de l'hydrologie comme facteur structurant de l'écologie aquatique et note aussi que la variabilité hydrologique qui résulte de la répartition saisonnière des pluies ou la variabilité inter-annuelle des précipitations a des conséquences importantes sur la biologie des espèces et sur la dynamique des peuplements aquatiques.

La température influe sur le métabolisme (développement embryonnaire, croissance, respiration, reproduction,...) et la distribution des espèces animales et végétales (Biff, 2017). Dans les différentes stations prospectées, le minimum thermique de l'eau s'est situé à 26,3°C (St III) et le maximum 27,4°C (St I) en saison pluvieuse. L'amplitude thermique moyenne de l'eau a été de 1,1°C. Ces valeurs proches de celles obtenues par Detay (1997), Sisa *et al.*, (2012), Kamb (2013) et Sisa *et al.*, (2018) et confirment que la plupart des eaux tropicales ont une température supérieure ou égale à 25°C. Cette situation peut s'expliquer par l'exposition des eaux aux rayonnements solaires directs, leur faible profondeur de la colonne d'eau mais aussi par la minéralisation des matières organiques par les microorganismes (Kamb, 2016 ; Kamb, 2018).

La valeur moyenne de la conductivité (99 µS/cm) constatées en cette saison sont les résultats d'une activité de minéralisation de la matière organique par les microorganismes et des rejets des eaux usées renfermant des sels minéraux contenus dans des savons et détergents (Rodier, 1984 ; Kamb, 2018).

Les valeurs du pH sont le plus souvent liées à la nature du substratum (roche) sur lequel coule l'eau de la rivière (Kamb, 2018). Selon (Kabamba, 1981), la plupart des cours d'eau de Kinshasa ont un pH qui oscille autour de la neutralité (7). Le pH légèrement basique observé en période d'étude pourrait s'expliquer par le fait que cet écosystème limnique reçoit des apports des produits de lessivage des murs (chaux, ciment, rouille), les ruissellements des eaux des pluies ramenant les particules des sols, des effluents domestiques contenant des sulfates se trouvant dans les détergents (Kamb, 2018). Les valeurs de pH acide observées aux stations St I et St II pourraient se justifier par le fait que cette rivière se repose sur un substrat de roche naturellement acide (Ramade, 2005).

Les sources et la nature de la turbidité sont variées et complexes, et sont influencées par les caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques de l'eau. La taille des particules responsables de la turbidité des eaux peut varier de dimensions colloïdales (0,001-1,0 µm) à des diamètres de l'ordre de 100 µm. Dans les eaux naturelles, les matières particulaires sont principalement issues de la météorisation des roches et des sols (Gregory, 2006). Dans la rivière Lukunga, les valeurs enregistrées ont varié entre 43 UNT et 62 UNT. Ces eaux sont troubles par des apports importants qui proviennent des activités humaines (rejets d'eaux usées et effluents divers) du bassin versant.

La quantité d'oxygène dissous enregistrée dans la Lukunga est importante. Le taux d'oxygène dissous élevé observé aux stations St III (3,31mg/l) et St IV ((3,62 mg/l) pourrait expliquer par : la présence d'une végétation aquatique abondante et par leurs bandes riveraines non anthropisées colonisées par des lambeaux forestiers ; et par le phénomène d'autoépuration (Khdhiri *et al.*, 2014).

Selon Kamb, 2018, la décomposition de la matière organique par les micro-organismes a abouti à l'ammonification (NH₄⁺) de celle-ci. Dans la Lukunga, la teneur en ammonium élevée résulte d'un processus de décomposition incomplet de la matière organique (Sondegard et Jeppensen, 2003 ; Kamb, 2018).

Les valeurs de nitrate dans les eaux de la rivière Lukunga en saison pluvieuse peuvent se justifier par l'utilisation de fertilisants synthétiques et de fumiers mais aussi à des installations de septiques déficientes de riverains dans les zones de sources de cet hydrosystème (Levallois et Phaneuf, 1994).

Les valeurs des phosphates enregistrées dans la Lukunga en période d'étude ont varié entre 1,1mg/l et 2,51mg/l pour les deux saisons (valeur moyenne 1,62 mg/l en saison sèche et 1,69 mg/l en saison pluvieuse). Ces valeurs s'expliqueraient par le lessivage de la partie superficielle de la roche sur laquelle coule la Lukunga et par le rejet des eaux usées dans la zone de source et à la station Luk 5 (Hébert et Légaré, 2000 ; Kamb, 2018) où des effluents domestiques sont rejetés directement dans la rivière dans la zone de source et la station Luk 5 (Hébert et Légaré, 2000).

Du point de vue abondance brute, la famille de Libellulidae a été la plus représentée avec 347 individus représentant 58,32% de l'abondance totale et a compté 23 espèces. Ceci pourrait se justifier par le fait que ces organismes préfèrent les eaux stagnantes ou calmes avec une végétation émergente et aquatique associée à un fond mou (boueux) (Heidemann et Seidenbusch, 2002) ; Clausnitzer *et al.*, 2012). Les conditions optimales de l'environnement (conductivité, température, turbidité et la teneur en nitrates) ainsi que l'abondance de proies dans cet hydrosystème pourraient expliquer les fréquences relatives importantes des individus de cette familles qui sont de prédateurs (Kamb, 2018).

La famille de Libellulidae a été suivie par les individus de la famille de Lestidae avec 53 spécimens comptant 8,9% avec 4 espèces, de Corduliidae comptant 49 individus (soit 8,23%) et 2 espèces, de Gomphidae avec 46 individus (soit 7,73%) pour 4 espèces, de Coenagrionidae avec 43 spécimens soit 7,22% avec 3 espèces, de Calopterygidae contenant 31 individus représentant 5,21% du total pour une seule espèces, de Chlorocyphidae contenant 13 individus (soit 2,18%) avec 3 espèces et de Aeshnidae possédant 8 spécimens (1,34%) répartis dans 2 espèces. La présence des organismes qui forment les familles précitées pourrait se justifier par leur préférence des milieux ombrageux dans lesquels il y a présence des racines submergées et de débris grossiers (Dijkstra et Clausnitzer, 2014).

En ce qui concerne l'abondance relative des espèces *Chalcostephia flavifros*, *Hemicordula africana*, *Orthetrum abbotti*, *Umma saphirina*, *Hemistigma albipunctum* et *Orthetrum chrysostigma* pourra se justifier par leur attachement aux paramètres température, conductivité et nitrate et aussi aux composantes de la bande riveraine herbacées naturelles et culture qui colonisent ce bassin versant. Ceci est soutenu par Merlet & Itrac-Bruneau (2016) qui affirme que les niveaux d'exigences aux conditions du milieu sont plus ou moins forts suivant les espèces, selon leur degré de sténocécie.

Quant à de faibles abondances des espèces *Chlorocypha afrodite*, *Stenocypha molindica*, *Elatoneura lliba*, *orthetrum gunneense*, *Orthetrum julia*, *Orthetrum austeni*, *Orthetrum stemmale*, *Zygonoides occidentis*, *Hemistigma albipunctum*, *Phyllogomphus selysi* *Epathica bimaculata* et *Helineschna cynthiae* et *Hadrothermis defecta* s'explique par les conditions créer les paramètres : conductivité, température, nitrate, phosphates et l'abondance des cultures et herbacées naturelles. Ceci est appuyé par Merlet & Itrac-Bruneau (2016) qui affirment que la végétation aquatique ou des berges est le lieu de la maturation des œufs. Cette végétation pouvant servir aux adultes de perchoirs et d'abris. Plus celle-ci sera variée, plus elle pourra satisfaire aux besoins d'aires de repos ou de refuge, de nourrissage, de surveillance ou d'accouplement (Merlet & Itrac-Bruneau, 2016).

L'abondance des espèces de la famille de Gomphidae (*Phyllogomphus annulus*, *Ceratogomphus pictus*, *Cornigomphus mariannae*, *Gomphia bredoi* et *Phyllogomphus selysi*) dans la Lukunga s'explique par le fait que les individus de ces dernières se reproduisent généralement dans les eaux lotiques, où les larves vivent fouisseuses dans les sédiments, et dans les eaux peu profondes (Klaus et Suhling, 2001).

L'évaluation de la richesse spécifique, de l'indice de Shannon-Weaver ainsi que de l'équitabilité de Piélou a révélé que ces métriques ont évolué d'une même façon dans les différentes stations d'étude.

Le calcul de l'indice de similarité de Jaccard sur base des espèces prélevées dans les cinq stations pendant la période d'étude a révélé les valeurs de rapprochement suivantes : la similitude entre les stations St I et St II ; St III et St V et St IV et St V est de 33% ; entre les stations St II et St III de 30 %.

La différence des similitudes entre ces stations s'explique par le degré d'occupation de son bassin versant.

V. CONCLUSION

L'étude de la structure des peuplements des Odonates d'une part et de leur diversité d'autre part a montré que le bassin versant de la rivière Lukunga présente un milieu favorable aux Odonates où ces insectes peuvent s'installer et se développer malgré la pression anthropique que connaît cet hydroystème. D'un autre côté, quelques lambeaux de forêts secondaires qui restent encore seraient aussi à l'origine de cette diversité observée.

Enfin, des études plus approfondies de Systématique de Biologie et d'Ecologie sur cet ordre doivent être entreprises afin d'affiner les résultats sur ce groupe, encore mal étudié en RDC. Toutefois, beaucoup d'autres études doivent être menées sur ce groupe dans notre pays en commençant par un inventaire précis et complet, une attribution des espèces aux habitats, une zonation précise.

Un effort doit être déployé pour étudier ce groupe d'insectes, de maîtriser toutes ses interrelations avec les autres invertébrés aquatiques afin d'en faire un moyen simple et fiable de biomonitoring tout en veillant à l'intégrer dans une réflexion qui tient en compte aussi bien la végétation que des autres groupes faunistiques.

RÉFÉRENCES

- [1] Biffi M., 2017. Influence des facteurs environnementaux et des interactions biotiques sur la sélection de l'habitat et le régime alimentaire du desman des Pyrénées, *Galemys pyrenaicus* Thèse de Doctorat Université Toulouse 3 Paul Sabatier (UT3Paul Sabatier), 270p
- [2] Campbell N., et Reece J., 2007. Biologie. 7^{ème} édition. Pearson Education, Quebec, 1334p
- [3] Clausnitzer V., R. Koch, K-D.B. Dijkstra, J-P. Boudot, W.R.T. Darwall, J. Kipping, B. Samraoui, M.J. Samways, J.P. Simaika & F. Suhling, 2012. Focus on African freshwaters : hotspots of dragonfly diversity and conservation concern. *Frontiers in Ecology and Environment* 10 :129-134.
- [4] Dajoz. R., 1996. Précis d'écologie. 2^{ème} et 3^{ème} cycle universitaire. 6^{ème} édition, Dunod, Paris, 542 p.
- [5] Detay, M., 1997. La gestion active des aquifères, Ed. Masson, Paris, 15p.
- [6] Dijkstra K.-D. B. and V. Clausnitzer, 2014. *The Dragonflies and Damselflies of Eastern Africa. Handbook for all Odonata from Sudan to Zimbabwe*. Studies in Afrotropical Zoology, **298**. Tervuren : Royal Museum for Central Africa, 264 p.
- [7] Dijkstra, K.D.B., Lewington, R., 2007. Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé. Paris. 320 pages.
- [8] Dommanget J.L., 1989. Utilisation des odonates dans le cadre de la gestion des zones humides in Beaufort F. et Maurin H., Edit., Utilisation des inventaires d'invertébrés pour l'identification et la surveillance d'espaces naturels de grand intérêt faunistique. Inventaire de Faune et de Flore (M.N.H.N.), S.F.F., Paris, 53 : 93-110.
- [9] Doucet G., 2010. Clé de détermination des exuvies des odonates de France. Société Française d'Odonatologie, 64pp.
- [10] Durand J.R., et Leveque C., 1981. Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne (Tome II). Paris, France: ORSTOM, 483 p.
- [11] Evrard M., 1996. Utilisation des exuvies nymphales de Chironomidae (Diptera) en tant qu'indicateurs biologiques de la qualité des eaux de surface wallonnes. Thèse de Doctorat, Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix (Belgique), 204 p.
- [12] Evrard M., 2001. Macroinvertébrés inféodés aux eaux douces belges, Invertébrés dulcicoles (unités d'écologie des eaux douces), FUNDP, 19 p.
- [13] Goaziou Y., 2004. Méthodes d'évaluation de l'intégrité biotique du milieu aquatique basées sur les macroinvertébrés benthiques- Rapport de Statge, Québec, Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2004/0158, Collection n°QE/146, 37 p. et 2 ann.
- [14] Grand D. et Boudot J.P., 2006. Les libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze, (Collection Parthénope), 480p.
- [15] Gregory P.J., 2006. Roots, rhizosphere and soil: the route to a better understanding of soil science? *European Journal of Soil Science*, February, 57, 2–12.

- [16] Grillas P., Gauthier P., Yavercovski N. et Perennou C., 2004. *Les mares temporaires méditerranéennes*, Volume 1, Enjeux de conservation, fonctionnement et gestion, Arles, France, 120p.
- [17] Hébert S., et Légraré S., 2000. Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq n°ENV-2001-0141, rapport n°QE-1123, 24p. et 3 annexes.
- [18] Heidemann H. et R. seidenbusch., 2002. Larves et exuvies des Libellules de France et d'Allemagne (sauf de Corse). Société française d'Odonatologie, France, 370p.
- [19] Hugueny B. et Leveque, 2006. Richesse en espèces des peuplements de poissons pp.263-275, in.C. leveque et D.Paugy(Eduteurs), les poissons des eaux continentales, Diversité, écologique utilisation par l'homme , Editions IRD, paris 521p.
- [20] Jourde P., 2010. Les odonates biologique et écologie. 1ère partie. *Insectes*. N°157(2): p03-08.
- [21] Kabamba S.B., 1981. Etude de la pollution des eaux des rivières qui traversent la ville de Kinshasa, Memoire, inedit, Fac. Sciences, Unikin, 49 p,
- [22] Kamb T. J-C., 2013. Etude de la structure et de la dynamique des peuplements des Macroinvertébrés benthiques d'un système lotique: Cas de la rivière Lukunga a Kinshasa/ R.D. Congo. Memoire de DEA, UPN. 59p.
- [23] Kamb T.J-C., Dudu A., Micha J-C., Kiamfu V.P., 2016. Analyse comparative de la diversité taxonomique et de la qualité écologique de l'eau des rivières Lukunga et Mangengenge à Kinshasa. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 16 N° 2, pp 260-271.
- [24] Kamb, T. J-C., 2018. Etude de la 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, UPN, 230p
- [25] Kapoor V., and White J., 1992. Conservation biology a training manual for biological diversity and genetic resources c.s.c., U.K, pp. 71- 85. ction satellitaire à haute resolution, in *Revue Belge de Géographie* (Belgo.) 339-456.
- [26] Khdhiri H., Psiler O. et J-P. Leclerc, 2014. *Revue des sciences de l'eau* ; volume 27, numéro 2, 127-136.
- [27] Klaus, G.L and Suhling F., 2001. Habitat selection of larval Gomphus graslinii and axygastra curtisii (Odonata; Gomphidae, Corduliidae), *International Journal of Odonatology*, 4 (1): 23-34.
- [28] Levallois, P. et Phaneuf, D., 1994. La contamination de l'eau potable par les nitrates : analyse des risques à la santé, *Revue canadienne de santé publique*, 85 (3), 192-196.
- [29] Lévêque, 2006a. Les poisons des eaux continentales africaines (Diversité, écologie, utilisation par l'homme), IRD, Paris, 564p.
- [30] Mbadu, Z.V., 2002. *Le bassin versant de la rivière Lukunga, impacts de son utilisation sur l'environnement*, Memoire inedit de DESS, Eraift, Kinshasa, 441pp,
- [31] Merlet F., & Itrac-Bruneau R., 2016. Addressing conservation management for Odonata. Technical Guide. Office for insects and their environment & French society of Odonatology. Regional Department for the Environment, Planning and Housing Hauts de France, 96p.
- [32] Moisan J., et Pelletier L., 2011. Protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec- cours d'eau peu profonds à substrat meuble. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, 39 p. ISBN : 978-2-550-61166 -0 (version PDF).
- [33] Oertli B., Auderset J., Castella E., Juge R. et Lachavanne J-B., 2000. Diversité et typologie écologique des étangs et petits lacs de suisse, Genève : Office fédéral de l'environnement, p348.
- [34] Perron J.-M. 2005. *Une méthode facile de collectionner les Odonates*. Documents technique, n° 30, 9p.

- [35] Perron, J.-M. & Y. Ruel. 2002. Étude de l'émergence de quelques espèces de Gomphides (Odonata: Gomphidae) à l'anse du Moulin Banal, Saint-Augustin-de-Desmaures, Québec. *Fabriques* 27: 87-100.
- [36] Perron, J.-M., 2005. Une méthode facile de collectionner les odonates, document technique no 30, version 1,0, Québec, 9p.
- [37] Philippart, J.-C., 1989. Ecologie des populations et caractéristiques physiques et chimiques des rivières dans le bassin de la Meuse Belge. *Bull. Soc. Géo. Liège*, 25: 175-198.
- [38] Ramade F., 2005. *Eléments d'écologie. Ecologie appliquée*, 6^e éd. Dunod, Paris, 864p.
- [39] Riservato E., Boudot J.-P., Ferreira S., Jovic M., Kalkman V.-J., Schneider W., Samraoui B. et Cuttelod A., 2009 – Statut de Conservation et Répartition Géographique des Libellules du bassin Méditerranéen. Gland, Suisse et Malaga, Espagne : UICN. viii + 34p.
- [40] Robert A., 1963. Les Libellules du Québec, service de la faune, bulletin n°1, 236p.
- [41] Rodier, J., 1984. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, Bordas, Paris, 1365 p.
- [42] Sisa M.E., D j. Lohaka, , et T. J-C Kamb, 2012. Etude de la distribution écologique des Macroinvertébrés de la rivière Lukunga, C.R.U.P.N, n°052B, 77-87.
- [43] Sisa, M., Lohaka, D j., et Kamb, T. J-C 2012. Etude de la distribution écologique des Macroinvertébrés de la rivière Lukunga, C.R.U.P.N, n°052B, 77-87.
- [44] Sisa, M.E., N.J. Mukwita, H Mutambel, and K.V Pwema. 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, RD Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN2028-9324 Vol.24 N°3 Nov. 2018, pp. 1357-1371.
- [45] SMALLSHIRE D. & BEYNON T., 2009. Dragonfly Monitoring Scheme Manual. *British Dragonfly Society*, 12 pp.
- [46] Sondeggard M, Jeppensen E., 2003. Rôle of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. *Hydrobiologia*, 506-509, p.135-145.
- [47] Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera, P., 2010. Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. Paris, CNRS, Ed. 607 p.
- [48] Touzin D., 2008. Utilisation des Macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec, Mémoire inédit. Université de Québec, 39 p.
- [49] Van Caillie, X.D., 1987. Notice de présentation de la carte géomorphologique et géotechnique de Kinshasa, BEAU, Kinshasa., 125 p.
- [50] Yalles Satha A. and Samraoui B., 2017. Environmental factors influencing odonata communities of three mediterranean rivers: Kebir-East, Sebyouse, and Rhumel Wadis, Northeastern Algéria. *Revue d'Ecologie*, Vol. 72 (3): p314-329.