

Incidence de la pollution des eaux du lac Kivu sur sa biodiversité : Cas du tronçon Place de l'Indépendance - Kazingo à Bukavu

M.J. KITOGA¹ and M.D. WAFULA²

¹Institut Supérieur Technique d'Etude en Gestion et Informatique (ISTEGI/Bukavu), RD Congo

²Département de Géophysique CRSN, Lwiro, D.S. Bukavu, 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: This work on the impact of pollution of Lake Kivu waters on its biodiversity by considering the section of the Independence Square - Kazingo Bukavu led us to make a finding on the decrease in the quantity and quality of fish, as a consequence direct pollution of Lake waters with negative impact on its biodiversity. This pollution of Lake Kivu by streams and rivers results from industry and household waste. Industrial waste is channeled there and households use streams and rivers as a dump. The waters of the Kawa River that cross the entire Greater Kadutu Commune from the West to the East are highly polluted and are of no use without serious treatment beforehand. The most polluted points are downstream of industrial wastewater discharges and all along rivers and streams where all forms of spilled waste end up in Lake Kivu. This water pollution causes olfactory nuisance on a large part of the population who complains of water-related diseases such as typhoid fever, cholera, etc. People settled in the bed of rivers and streams are well aware of floods by the waters that return to their natural bed in the rainy season. These floods are indeed true sources of contaminations because of their high level of pollution. The creation of an Integrated Watershed Management Committee and the construction of a waste treatment plant bringing together all the watershed stakeholders around a table for information and awareness raising for change in behavior, could reduce the flow of waste dumped in Lake Kivu.

KEYWORDS: Pollution, incidence, biodiversity, waters, lake Kivu.

RÉSUMÉ: Ce travail sur l'incidence de la pollution des eaux du Lac Kivu sur sa biodiversité en considérant le tronçon place de l'Indépendance – Kazingo à Bukavu nous a amené à faire un constat sur la diminution de la quantité et qualité des poissons, comme conséquence directe de la pollution des eaux du Lac avec impact négatif sur sa biodiversité. Cette pollution du Lac Kivu par les cours d'eau et les rivières résulte des industries et des rejets ménagers. Les déchets industriels y sont canalisés et les ménages utilisent les cours d'eau et rivières comme leur dépotoir. Les eaux de la rivière Kawa qui traversent toute la Grande Commune de Kadutu de l'Ouest vers l'Est sont fortement polluées et ne sont d'aucune utilité sans un traitement sérieux au préalable. Les points les plus pollués se situent en aval des rejets des eaux usées industrielles et tout le long des cours d'eau et rivière où toutes formes des déchets déversés finissent dans le Lac Kivu. Cette pollution des eaux cause des nuisances olfactives sur une bonne partie de la population qui se plaint des maladies liées à l'eau notamment la fièvre typhoïde, le choléra, etc. Les populations installées dans le lit des cours d'eau et rivières connaissent bien des inondations par les eaux qui retrouvent leur lit naturel en saison des pluies. Ces inondations sont bel et bien des véritables sources des contaminations à cause de leur niveau élevé de pollution. La mise sur pied d'un Comité de Gestion Intégrée du bassin versant et la construction d'une usine de traitement des déchets mettant ensemble tous les acteurs du bassin versant autour d'une table en vue de l'information et de la sensibilisation pour le changement de comportement, pourrait réduire le flux de déchets déversés dans le Lac Kivu.

MOTS-CLEFS: Pollution, incidence, biodiversité, eaux, lac Kivu.

1 PROBLEMATIQUE

Pour un environnement propice à l'apparition de la vie, l'eau est un élément majeur de la biosphère. Les premières formes de vie se sont manifestées dans des étendues d'eau qui recouvraient la terre primitive, il y a près de quatre milliards d'années. Si elle se trouve partout, elle est pourtant utilisable uniquement sous la forme d'eau douce par les êtres humains (Rodier, 1996). En effet, l'eau qui recouvre les trois quarts de la surface de la planète est essentiellement l'eau de mer (97,3%). Les réserves d'eau douce (2,7%) ne représentent que $38.304 \times 10^3 \text{ km}^3$.

La pollution des eaux au Sud-Kivu est très difficile à cerner du fait de l'absence de données exhaustives. La ville de Bukavu est aussi concernée par cette question très épineuse, car elle se situe sur les hautes terres de l'Est et précisément sur la Branche Occidentale du Système des Rifts Est-Africains. Cette région est l'une des plus peuplées de l'Afrique centrale ; ce qui fait que le problème d'occupation d'espace géographique se fait sentir. La croissance démographique affecte aussi la biodiversité notamment le coupe d'arbre, la destruction des certaines plantes susceptible de protéger la nature contre l'érosion (Kasereka, 2003)

Par ailleurs, la pollution des eaux par des substances toxiques ou par des quantités excessives des matières minérale ou organiques devient un problème croissant sur la biodiversité du lac Kivu et qu'on ne peut négliger surtout lorsqu'on pense à la qualité de l'eau du Lac Kivu ainsi qu'aux activités des tous les ports érigés le long du littoral du Lac Kivu qui parfois privilégient le rendement maximum au détriment de la santé écologique de l'eau et de l'environnement.

Notons aussi que la concentration des infrastructures économiques sur l'axe entre la Place de l'Indépendance au deux potos Kazingo favorise la prolifération des polluants. L'usage par l'homme ou par les industries en places des biodégradables et non biodégradables, métalliques ou plastiques en provenance de quatre communes sont centralisés et jetés directement ou indirectement au bord et dans le lac Kivu. Tout cela occasionne la présence des ordures, des déchets et des immondices qui polluent le milieu aquatique et le littoral du Lac en provoquant le problème d'insalubrité et la détérioration de la santé environnementale.

Outre cette forte fréquentation, les constructions anarchiques se font sentir suite à la croissance démographique de la population. Au-delà des effets spectaculaires tels que le bouleversement des paysages par les glissements des terrains, l'érosion a des effets négatifs plus directs car la pluviosité occupe une place non négligeable dans la destruction, la pollution et l'appauvrissement de la biodiversité. A Bukavu le niveau de pluviosité est de 1457,3 mm (Bultot, 1959), ce qui prouve qu'elles sont élevées en milieu tropical. Les pluies ont un impact direct sur le sol, surtout celui terrassé, labouré, mal protégé et surcroit en pente forte.

La pluviosité qui, par le canal de l'érosion apporte avec elle des matériaux lourds (pierres), sols arables, déchets ménagers, et industriels, des matériels toxiques polluants dans le Lac Kivu par le canal des différents cours d'eaux, sources d'eaux et rivières qui augmentent leur débit pendant la période pluvieuse. C'est le cas par exemple de la rivière Kawa qui déverse directement ses eaux dans le Lac Kivu pendant la pluie en détruisant le biotope, la faune et la flore du Lac Kivu. En effet, les eaux doivent être favorables au développement d'un grand nombre d'espèces microscopiques ou macroscopiques qui constituent le phytoplancton et le zooplancton.

L'ensemble de toutes ces informations constitue des indices d'une pollution généralisée certaine, dont l'évolution dans le temps est difficile à établir. Il faudrait donc la maîtriser avant qu'il ne soit trop tard.

L'objectif principal de ce travail est donc de caractériser les eaux des rivières ou cours d'eau qui se déversent dans le lac Kivu, enfin d'évaluer l'impact de la pollution de ses eaux sur la biodiversité de ce Lac, tout en proposant un cadre institutionnel de gestion intégrée des ressources en eau de son bassin versant.

2 MATERIELS ET METHODES

Nous allons procéder :

- Aux observations directes : permettront de faire l'état des lieux du littorale et d'arriver à identifier les problèmes qui s'y posent (pollution, déchets, construction anarchique, déboisement...).
- Les entretiens et interviews: seront d'une grande importance dans ce travail sur tout pour la collecte des informations en rapport avec le littorale auprès des différents responsables des services étatiques (services d'environnement, hygiène et assainissement, mairie), et non étatiques comme la population du littorale et d'autres associations et en fin, aux près d'autres acteurs sociaux exerçant leurs activités au sein du littorale du Lac Kivu.

- Analyse documentaire : par souci d'avoir des précisions sur certains travaux y effectués par les services étatiques et d'autres plus amples renseignements, à exploiter des documents y afférents.

3 POPULATION

La population de la Ville de Bukavu (Figure 1), en 2014 par communes est reprise dans le tableau (1).



Fig. 1. Carte administrative de la ville de Bukavu.

Tableau 1. Effectif de la population de la ville de Bukavu 2013-2014.

COMMUNES	HOMMES	FEMMES	GARÇONS	FILLES	TOTAL
IBANDA	52.385	58.578	69.130	81.130	261.223
KADUTU	63.192	63.963	82.313	84.881	294.349
BAGIRA	37.959	42.536	57.357	65.759	203.611
TOTAL	153.536	165.077	208.800	231.770	759.183

Source : Mairie de Bukavu, rapport annuel 2013.

A partir de ce tableau (1) qui nous fait les statistiques de la population de Bukavu, nous remarquons et constatons que la commune de Kadutu est plus peuplée que ces deux autres communes et de ce fait, elle comporte un nombre des quartiers élevés par rapport autres communes.

Ce tableau nous montre aussi que dans chaque commune, la population féminine est plus élevée par rapport à celle masculine. La population Bukavienne est jeune du fait que les statistiques des jeunes garçons et filles sont élevées par rapport à celles des hommes et femmes adultes.

4 ASPECTS ECOLOGIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

4.1 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT PAR LA POPULATION ET L'ETAT

Nous constatons que l'Etat Congolais ne fournit aucun effort pour actualiser les lois sur l'exploitation halieutique, étant donné que beaucoup d'entre elles, ne sont plus adaptées à la situation actuelle. Elles datent de l'époque coloniale (1937). Disons en plus que les exploitants du Lac Kivu eux-mêmes ignorent complètement l'existence de la réglementation et se comportent parfois comme étant en terre conquise.

L'ordonnance loi N°040/70/CAB-MIN/ECNT/1970 relative à l'aménagement et infrastructure au bord des cours d'eaux en République du Zaïre (Récemment République Démocratique du Congo) ; prévoyait une zone tampon de 10 m entre la maison et la rivière ou lac devrait être observée afin de protéger ces derniers (Division de l'environnement de nature et tourisme, 2005).

Aujourd'hui, les services de l'environnement se contentent de faire seulement payer les taxes en dépit de cette situation ignoble contre l'environnement, ainsi on ne peut observer qu'une faible implication de l'Etat dans la protection des biodiversités du Lac Kivu.

4.2 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU LAC KIVU

La composition ionique des eaux du Lac Kivu, comme appartenant au Système des Rifts Est-Africains est assez homogène, elle est probablement liée à la formation de ce fossé tectonique actif.

Kilham et Hecky (1956) classe ces eaux dans la catégorie des eaux de « sodium, potassium, bicarbonate ». Leur teneur élevée en ion potassium et magnésium les distinguent des autres eaux de lacs africains. Nous pouvons constater que la concentration des ions calcium est faible par rapport aux autres cations.

Degens (1956), précise que la stratification stable et permanente observée au Lac Kivu est principalement liée à trois facteurs. La température des eaux du Lac Kivu varie très peu au cours de l'année, elle oscille entre 23,1°C à 24,5°C. La température décroît de la surface jusqu'à 15 m et puis se lève à nouveau dans l'hypolimnion pour atteindre 25°C à plus de 75 m.

Diverses études ont mis en évidence des différences de composition chimique des eaux entre la zone littorale et le milieu pélagique, d'où l'estimation des pigments chlorophylliens qui confirment donc bien les différences de biomasse phytoplanctonique entre stations côtières et pélagiques du Lac Kivu qui sont belle et bien visibles par la population riveraine (Figure 2).



Fig. 2. Couleur des eaux du Lac Kivu affectée par la pollution.

4.3 BIODIVERSITÉ DU LAC KIVU

La faune ichtyologique du Lac Kivu est relativement pauvre si nous la comparons avec d'autres lacs. Elle compte vingt-six espèces identifiées dont, une espèce de silures (Clariidae), cinq Cyprinidae et dix-huit Cichlidae dont trois Tilapia et quinze Haplochromis endémiques (Division de l'environnement pêche et chasse de Bukavu) (Tableau 2).

Tableau 2. Ichtyofaune ou la faune Ichtyologique du lac Kivu.

FAMILLE	ESPECES	ANNEE DE DECOUVERTE
1 CLUPEIDAE	- Limnothrissa Miodon	1906
2 CYPRINIDAE	- Barbus Kerstenii - Raima Moorei - Barbus Altianalis - Barbus Apleurogramma - Barbus Pellegrini	1968 1900
3 CLARIDAE	- Clarias Liocephalus - Clarias Gariepinus	1898
4 CICHLIDAE	- Oreochromis Niloticus - Tilapia Rendalli - Haplochromis Vitlatus - Oreochromis Macrochir - Haplochromis Adolphifrederiei - Haplochromis Gracidior - Haplochromis Graueri - Hypochromis Astatodon - Hypochromis Paucidens - Hypochromis Négroïdes - Hypochromis Kamiranzovu - Hypochromis Scheffersi - Hypochromis Occultidens - Haplochromis Olivaceus - Hypochromis Crebriden - Hypochromis Microchrysomelas - Hypochromis Insidae - Hypochromis Rubescens	

Source : Division provinciale de l'environnement pêche et chasse du Sud-Kivu.

4.4 LES DÉCHETS ET LES POLLUANTS INVENTORIÉS SUR L'AXE PLACE DE L'INDÉPENDANCE – KAZINGO

Parmi les déchets et polluants inventoriés le long de ce littoral on peut toutefois citer : Les Epluchure des maïs, Matières fécales, Eaux usées, Epluchures de manioc, Sachets, Oxydes de fer, Egouts, les Os des animaux, les fers, les bouses des vaches, les rouilles, Epluchures des bananes, le verre, les déchets plastiques, les restes de végétaux, les métaux, les immondices, Epluchures d'arachides, les eaux usées, les piles, les eaux des égouts, les matières fécales, les dépotoirs sauvages, les eaux colorées, les ordures, les cours d'eaux pollués, les déchets toxiques, les métaux, les excréta, les huiles provenant des garages, les déchets provenant des usines, etc.

Le Niveau et fréquence de pollution confrontée par rapport aux sources de pollution dans différents points de repère sur le littoral du lac Kivu est représenté dans le Tableau (3).

Tableau 3. Niveau et fréquence de pollution confronté par rapport aux sources de pollution dans différents points de repère sur le littoral du lac Kivu.

Causes ou conséquences	Polluants	Fréquences	Nombre des repères
Surpopulation	Déchets plastics	5	4
Remplissage du lac	Cours d’eaux et rivières	25	12
Pollution de l’aire	Déchets toxiques	3	2
Ordures	Déchets solides, liquide et ménagers	18	16
Métaux	Fer, rouille, oxyde de fer	6	1
Egouts	Eaux usées	9	4
Eaux colorées	Matières fécales	7	3
Déboisement	Reste des végétaux	4	12
Eboulement et glissement	Les roches et la terre	7	11
Construction anarchique	Excrétas	2	8
Erosion	Matières biodégradables et non dégradables	8	14
Pollution industrielle	Huile des industries	4	1
Pollution acoustique	Bruits des moteurs et Eglises	2	2

Source : Nos investigations sur terrain.

Le tableau (3) montre combien de fois les polluants se retrouvent dans les différents repères qui sont des sites développés sur le littoral du Lac Kivu. En regardant bien ces résultats, on observe que ce sont les déchets solides, liquides et ménagers qui se retrouvent beaucoup plus dans 16 sites sur les 18 repères dans notre axe de recherche, suivi des matières biodégradables et non dégradables qui se retrouvent dans 14 sites. Le déboisement et remplissage du Lac prennent eux-mêmes 12 sites, les éboulements et glissement des terres prennent 11 sites, la construction anarchique prend 8 sites, la surpopulation et les égouts prennent aussi 4 sites chacun, les matières fécales comme polluants prennent 3 sites, la pollution acoustique et la pollution de l’aire prennent 2 sites chacun, les métaux et huile des industries prennent aussi 1 sites sur l’axe.

Ces résultats sont bien visualisés sur le diagramme de **Cambert** avant d’être bien interpréter sur la fiche d’enquête.

La présentation des causes et facteurs de pollution sur le diagramme de Cambert dans le cas du Lac Kivu est donnée dans la figure (3).

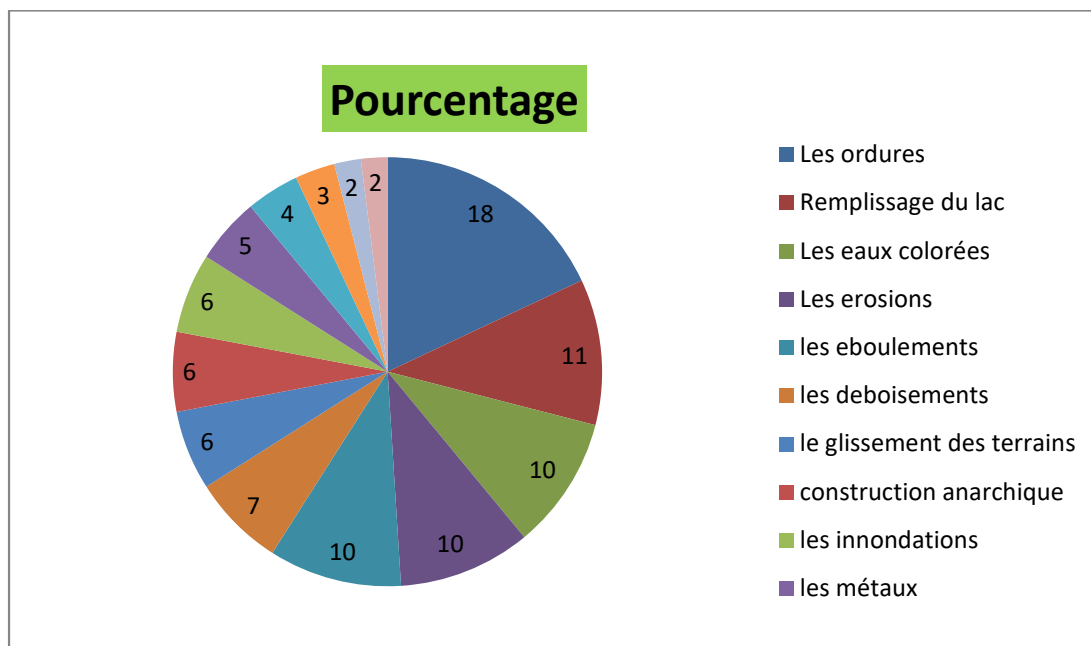


Fig. 3. Le diagramme de Cambert dans le cas du Lac Kivu.

Dans ce diagramme les couleurs qui se ressemblent sont celles qui sont en interaction dans leur pouvoir de pollution du Lac Kivu et l'environnement ; il s'agit de glissement des terrains et les ordures, puis remplissage du Lac et construction anarchique, les eaux colorées et les inondations, les érosions et les métaux, les éboulements et les égouts, et en fin les déboisements et la surpopulation.

Le diagramme de Cambert (Figure 3) présente les facteurs (sources) et les causes de pollution équivalant à 100% de pollution développée sur les 18 sites tel que le niveau et fréquence de la pollution le présente dans le tableau (3). Ici, il s'agit de montrer que les ordures occupent le point le plus élevé de ce diagramme de ce graphique soit 18%, le remplissage du Lac qui occupe la deuxième place avec 11% suivi des eaux colorées, les érosions, les éboulements qui occupent tous 10%, puis le déboisement avec 7% , en 5^{ème} place nous avons le glissement de terrain, la construction anarchique et inondations qui ont tous 6% suivi des métaux avec 5%, et les égouts prennent la 7^{ème} place avec 4% et la surpopulation, la pollution acoustique, industrielle et de l'aire qui ont respectivement 3% et 2% de pollution.

5 PRESENTATION, ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS D'ENQUETES

5.1 PRÉSENTATION DE L'ÉCHANTILLON ET ANALYSE ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

La détermination de l'échantillon finale c'est-à-dire de la liste des personnes qui ont été interrogées est le point d'aboutissement d'une série d'opération indispensable et précieuse.

Ainsi, notre échantillon était variable d'une maison à l'autre et d'un service à l'autre, car l'interview s'est étendue sur toutes les catégories capables de répondre à nos préoccupations.

Comme il nous a été impossible d'atteindre toutes les personnes des catégories retenues, nous avons tiré un échantillon qui nous a semblé plus fiable qui est de 150 personnes.

Nous avons essayé d'enquêter sur la gestion des déchets et ordures ménagers sur notre axe de recherche et les résultats obtenus sont repris dans le tableau (4).

Tableau 4. Gestion des déchets et ordures ménagers sur le littoral du Lac Kivu.

LIEUX	EFFECTIF	%
Dans la poubelle	0	0
Dans le cours d'eaux	15	10
Dans le lac Kivu	105	70
Sur la route	30	20
Autres à préciser	0	0
TOTAL	150	100

Pour ce qui est de la pollution par les déchets et ordures ménagères, en général 70% des ménages déversent directement leurs ordures et déchets exclusivement dans le Lac Kivu, et 20% expliquent cet état des choses par le manque de poubelles jettent leurs déchets sur la route. Etant donné qu'il n'y a pas des services qui s'occupent de la collecte des ordures ménagères, 10% de nos enquêtés disent qu'ils les jettent directement dans les sources et cours d'eaux qui les déversent aussi dans le Lac Kivu. Cependant nous constatons le manque de responsabilité des autorités qui ont en charge le service d'hygiène et assainissement qui ne place pas les poubelles publiques dans la ville de Bukavu pour une meilleure gestion des déchets et ordures de provenance des ménages (Tableau 5).

Tableau 5. Nombre de poubelles publiques qui existe sur le littoral du lac Kivu.

Nombre des poubelles publiques	EFFECTIF	%
Une	5	4
Deux	1	0,5
Trois	1	0,5
Plusieurs	0	0
Pas même une	140	93
Autres	3	2
TOTAL	150	100

Nous constatons ici pratiquement une inexistence des poubelles selon les déclarations de 93% de la population et de nos enquêtés. Les poubelles non publiques, mais ménagères sont implantées à certains endroits dans le lit de la rivière Kawa et Wesha avec des conséquences immédiates, le rétrécissement du lit des cours d'eau, des rivières et surtout la pollution directe du Lac Kivu. Il y a ici l'enrichissement en matières organiques de l'eau et la présence d'une quantité importante de matières non biodégradables qui influent sur l'esthétique du lac Kivu et ceux des cours d'eau. C'est pour quoi, 93% de nos enquêtés confirment qu'il n'y a aucune poubelle publique le long du littoral et voir même dans toute la ville de Bukavu.

Là où elles existent, elles sont plus que sauvages c'est-à-dire non installées par le pouvoir publique (Figure 4).



Fig. 4. Décharges sauvage dans la ville de Bukavu.

Nous avons mené des enquêtes pour avoir une idée sur la position de la population sur l'existence du service d'hygiène et assainissement et son rôle dans la ville de Bukavu. Les résultats obtenus sont confinés dans le tableau (6).

Tableau 6. Existence du service d'hygiène et assainissement et son rôle dans la ville de Bukavu.

Avis	Effectif	%
Existe	89	59
N'existe pas	48	32
Autres	13	9
TOTAL	150	100

Le tableau (6) montre que les services d'hygiène et assainissement existent dans la ville de Bukavu, mais ne jouent aucun rôle sur le terrain suite au manque de financement et moyens de travail de la part du Gouvernement en place, cela est prouvé par 59% de nos enquêtés et 32% de ces derniers pense que ces services n'existent pas parce qu'on ne le voit pas en activité sur terrain. Les autres enquêtés se sont réservés non seulement parce qu'ils sont agents de l'Etat, mais aussi qu'ils ne savent pas de quoi s'agit-il dans notre enquête. En réalité, nous pouvons dire que les services d'hygiène et assainissement existent dans la ville de Bukavu, mais ils ne sont pas opérationnels, comme partout ailleurs dans le pays.

D'après nos enquêtes les grandes sources de pollution des eaux du Lac Kivu selon la population enquêtée sont reprises dans le tableau (7).

Tableau 7. Les grandes sources de pollution des eaux du Lac Kivu.

Grandes sources de pollution	EFFECTIF	%
Les ménages	58	39
Les marchés	25	17
Les industries	9	6
Les rivières	56	37
Autres	2	1
TOTAL	150	100

Le résultat de ce tableau (7) prouve que la plus grande source de pollution du littoral du lac Kivu est les ménages qui occupent 39% suivi des différentes rivières 37% placées sur le littoral qui déversent leurs eaux directement ou indirectement dans le lac Kivu chargées des déchets divers et matières non biodégradables qu'elles emportent. La troisième grande source de pollution est les différents marchés 17% qui sont placés le long du Lac et qui ne cessent de produire plusieurs déchets, et les industries 6% avec leurs déchets chimiques, biologiques, pharmaceutique, industriels... qui sont indirectement orientés dans le Lac Kivu avec plusieurs dangers, menaces sur la biodiversité de l'écosystème. Nous pouvons confirmer ici que les ménages sont une grande source de la pollution des eaux du lac Kivu car ces derniers y jettent toute sorte des déchets sans aucun traitement préalable à notre connaissance.

Les causes de la pollution des eaux du lac Kivu sont multiples comme l'indique le tableau (8).

Tableau 8. Les causes de la pollution des eaux du lac Kivu.

Causes de la pollution	EFFECTIF	%
Cause naturelle	23	16
Cause entropique	57	38
Cause géomorphologique	27	18
Occupation du littoral par les ménages	41	27
Autres	2	1
TOTAL	150	100

Le plus grand nombre de nos enquêtés pensent que la cause de la pollution du littoral est vraiment entropique comme le confirment 38% des enquêtés, 27% pense que l'occupation du littoral par les ménages est la cause de cette pollution. Tandis que les 18% et 16% de nos enquêtés confirment respectivement que les causes sont plutôt géomorphologiques et naturelles.

De nos enquêtes nous avons voulu comprendre les conséquences de pollution des eaux du Lac Kivu sur sa biodiversité (Tableau 9).

Tableau 9. Les conséquences de pollution des eaux du lac Kivu sur sa biodiversité.

Conséquences de la pollution	EFFECTIF	%
Pertes des espèces	32	21
Multiplification des poissons	8	5
Meilleure reproduction des poissons	4	3
Insuffisance des poissons	23	15
Perte des poissons	79	53
Autres	4	3
TOTAL	150	100

Le résultat dans le tableau (9) montre et précise l'incidence de la pollution sur la biodiversité du lac Kivu, en effet 53% de nos enquêtés confirment que la plus grande conséquence de cette pollution est la perte des poissons mais aussi la perte des espèces et voir même insuffisance des poissons dans cet écosystème lacustre.

Il s'est avéré nécessaire de connaître les types de pollutions produites par les industries et entreprises (Tableau 10).

Tableau 10. Types de pollution que les industries, entreprises ou sociétés produisent.

Types de pollution	EFFECTIF	%
Pollution industrielle	18	12
Pollution biologique	76	51
Pollution acoustique	6	4
Pollution chimique	39	26
Pollution de l'aire	11	7
Autres	0	0
TOTAL	150	100

Le tableau (10) montre les types de pollution que ces industries sociétés et entreprises produisent sont purement biologique 51%, chimique 26%, industrielle 12%, pollution de l'aire 7% et celle acoustique 4%.

Il est nécessaire de comprendre sur la destination et la canalisation des eaux usées et celles d'égouts (Tableau 11).

Tableau 11. Canalisation des eaux usées ou les eaux d'égout

Canalisation	EFFECTIF	%
Dans les caniveaux	15	10
Dans la rivière	41	27
Dans le Lac Kivu	72	48
Sur la route	20	13
Autres	2	1
TOTAL	150	100

Les résultats obtenus ici sont comparables à ceux des toutes les enquêtes menées par des chercheurs qui ont confirmé que tous les ménages de la ville de Bukavu canalisent les eaux usées et celles des égouts soit dans les caniveaux, soit sur la voie publique et aussi bien dans les rivières.

Cependant, 48% de nos enquêtés sur le littoral confirment et disent que les eaux usées et celles des égouts ne sont pas canalisées ou traitées par les services d'hygiène et assainissement de la ville mais ces dernières sont canalisées directement dans le Lac Kivu, 27% dans les rivières, 13% sur la voie publique et voir même dans les caniveaux où elles polluent ses eaux certes avec des répercussions ou des retombés négatives sur la biodiversité de cet écosystème.

Le diagramme de la figure (5), nous renseigne sur la position de l'état congolais sur la pollution des eaux du Lac Kivu.

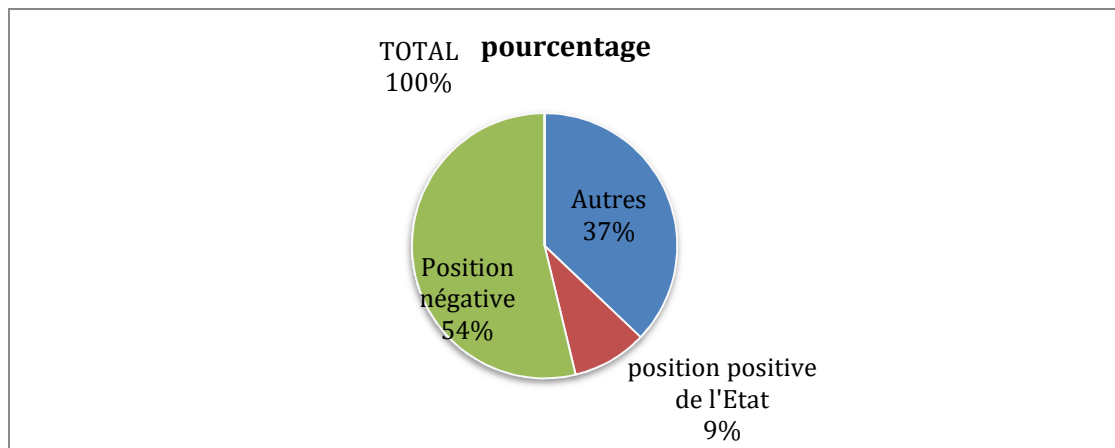


Fig. 5. La position de l'état Congolais sur la pollution des eaux du Lac Kivu.

De ce diagramme 54% d'enquêtés montrent que l'Etat Congolais n'a aucune position pour arrêter la pollution des eaux du Lac Kivu, il n'y a par conséquent aucune action n'est menée sur le terrain pour arrêter cette pollution. La population riveraine a déjà écrit plusieurs fois sur ce dossier, mais l'Etat ne dit pas un mot et 37% de nos enquêtés ont donné des avis divergents que nous n'avons pas bien déterminé dans le dépouillement et 9% de nos enquêtés pense que l'Etat Congolais s'implique quand même à une certaine, car il inflige les amendes, mais aussi il sensibilise ses agents pour la protection de l'environnement et des eaux du Lac Kivu.

Nous ne pouvons passer sous-silence les risques qui pèsent sur la population riveraine du Lac Kivu. Les maladies liées à la consommation des eaux impropres selon nos enquêtes sont reprises dans le tableau (12).

Tableau 12. Les maladies liées à la consommation des eaux impropres.

Les maladies par tranche d'âge	Nombre de ménages par tranche d'âge		
	< 15 ans	15ans<âges<50 ans	> 50 ans
Choléra	0	2	0
Maux gastriques	12	11	1
Démangeaisons	10	5	0
Galle	2	8	0
Fièvre typhoïde	0	3	0
Amibiase	2	4	0
Verminose	12	0	0
Autres	0	0	0

En regardant très bien ce tableau, l'utilisation de l'eau d'origine douteuse et non-respect des règles d'hygiène par les ménages, entraînent une prévalence des maladies hydriques parmi les riverains. Les maladies mentionnées sont par ordre d'importance : le paludisme, les maux de ventre, les démangeaisons, la galle, la fièvre typhoïde, la dysenterie amibienne, les vers intestinaux le choléra. Les tranches d'âge les plus touchées sont celles comprises entre 0 et 15 ans et celle de 15 à 50 ans. Les populations du Quartier Nkafu et Ndendere consomment l'eau du lac Kivu et d'une source près de la rivière ; et les maladies gastriques sont prédominantes dans les ménages de ces quartiers. Les maladies hydriques prédominent étant donné la carence à l'eau de REGIDESO, qui souvent fait défaut.

Le manque d'assainissement dans le milieu entraîne bien la présence des souris, moustiques, des odeurs nauséabondes, pollution, déchets toxiques, etc.

Le tableau (13) montre bien que la réglementation sur l'exploitation du Lac Kivu existe, mais n'est pas en application car 45% de nos enquêtés l'ont exprimée, 34% pensent que cette réglementation n'existe pas vu qu'il n'y a rien de concret sur terrain de la part des autorités de la Division de l'Environnement voir même du Gouvernement en place et 21% des enquêtés ont préféré s'abstenir sur ce point.

Tableau 13. Existence d'une réglementation sur l'exploitation du lac Kivu.

Avis	EFFECTIF	%
Existe	67	45
N'existe	52	34
Autres	31	21
TOTAL	150	100

A notre connaissance, nous pouvons dire que les textes sur la réglementation de l'écosystème du Lac Kivu existent depuis l'époque coloniale mais aujourd'hui ils ne sont presque pas mis en application et c'est ce qui entraine aujourd'hui le désordre observé sur la gestion des eaux du lac Kivu.

Tableau 14. Synthèse des résultats.

Quest Asser	A		B		C		D		E		TOTAL	
	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%	S	%
1	4	6,4	6	9,6	2	3,2	12	9,6	38	3,2	62	100
2	6	9,6	40	70,9	4	9,6	4	54,8	4	0	58	100
3	2	3,2	6	6,4	8	12,9	10	9,6	36	32,2	62	100
4	6	19,3	34	6,4	6	16,1	4	6,4	12	58	62	100
5	2	61,2	0	6,4	20	58	36	19,3	4	6,4	62	100
6	4	6,4	6	9,6	2	3,2	12	9,6	38	3,2	62	100
7	6	9,6	44	70,9	4	9,6	2	54,8	4	0	60	100
8	2	3,2	6	6,4	8	12,9	10	9,6	36	32,2	62	100
9	6	19,3	34	6,4	6	16,1	4	6,4	12	58	62	100
10	2	61,2	0	6,4	20	58	36	19,3	4	6,4	62	100
11	4	6,4	10	9,6	2	3,2	12	9,6	38	3,2	72	100
12	6	9,6	44	70,9	4	9,6	4	54,8	4	0	62	100
13	2	3,2	6	6,4	8	12,9	10	9,6	36	32,2	62	100
14	6	19,3	34	6,4	6	16,1	4	6,4	12	58	62	100
15	2	61,2	0	6,4	12	58	36	19,3	4	6,4	54	100
16	6	19,3	34	6,4	6	16,1	4	6,4	12	58	62	100
17	2	3,2	6	6,4	8	12,9	10	9,6	36	32,2	62	100
18	4	6,4	6	9,6	2	3,2	12	9,6	38	3,2	62	100
19	5	9,6	34	70,9	4	9,6	4	54,8	4	0	51	100
20	6	19,3	34	6,4	6	16,1	4	6,4	12	58	62	100
21	5	19,3	34	6,4	16	16,1	4	6,4	12	58	71	100
22	2	3,2	6	6,4	8	12,9	10	9,6	36	32,2	62	100
23	6	9,6	24	70,9	4	9,6	4	54,8	4	0	42	100

Légende :

- S = scores
- % = pourcentage réalisé
- 1 à 23 = les questions
- Asser = Assertions
- Quest = Questions

6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce travail sur l'incidence de la pollution des eaux du Lac Kivu sur sa biodiversité en considérant le tronçon place de l'Indépendance – Kazingo à Bukavu nous a amené à faire un constat sur la diminution de la quantité et qualité des poissons, comme conséquence directe de la pollution des eaux du Lac avec impact négatif sur sa biodiversité. La pollution du Lac Kivu par les cours d'eau, les rivières résulte des industries et des rejets ménagers. Les déchets industriels y sont canalisés et les ménagers l'utilisent comme dépotoir aussi bien les eaux des rivières et cours d'eaux.

Les eaux de la rivière Kawa qui traversent toute la Grande Commune de Kadutu de l'Ouest vers l'Est sont fortement polluées et ne sont d'aucune utilité sans un traitement sérieux au préalable.

Les points les plus pollués se situent en aval des rejets des eaux usées industrielles et en amont toutes formes des déchets sont déversées dans le Lac Kivu.

L'étude des nuisances auprès des populations fait ressortir des nuisances olfactives, car une bonne partie de la population se plaint des maladies liées à l'eau notamment la fièvre typhoïde, le choléra, etc.

Les populations installées dans le lit des cours d'eau et rivières connaissent bien des inondations par les eaux qui retrouvent leur lit naturel en saison des pluies. Ces inondations sont bel et bien des véritables sources des contaminations à cause de leur niveau élevé de pollution.

La mise sur pied d'un Comité de Gestion Intégrée du bassin versant et la construction d'une usine de traitement des déchets mettant ensemble tous les acteurs du bassin versant autour d'une table en vue de l'information et de la sensibilisation pour le changement de comportement, pourrait réduire le flux de déchets déversés dans le Lac Kivu, telles que, avancé dans notre hypothèse. Ce Comité aura un grand rôle à jouer dans l'assainissement de ce milieu d'étude pollué. L'institutionnalisation du principe de pollueur- payeur pour contribuer au financement du projet une fois toutes les structures de gestion et traitement des déchets seront mis en œuvre.

7 RECOMMANDATIONS

Nous recommandons que les mesures suivantes soient prises afin de réduire la pollution des eaux du Lac Kivu pour ainsi arrêter la perte de sa biodiversité et prévenir les risques encourus par la population. Chaque acteur pourra donc agir à son niveau :

1. Réduction de la pollution industrielle qui consistera à :

- Utiliser des méthodes appropriées de production en vue de réduire le flux des effluents rejetées ;
- Construire un système d'égout connectant les eaux usées industrielles et ménagères pour leur traitement dans une station d'épuration après prétraitement au sein de l'industrie ;
- Eduquer et informer les employeurs et les employés sur la manipulation des déchets ;
- Assurer la maintenance des installations de production et de traitement des eaux usées.

2. Réduction des pollutions domestiques consistera à :

- Construire des fosses septiques communes ;
- Sensibiliser les populations sur les dégâts causés par le rejet des ordures ménagères dans les cours d'eau, les rivières, les puits et différentes sources d'eaux ;
- Améliorer les infrastructures routières ;
- Traiter les boues de vidange dans une station de traitement et de valorisation des boues de vidanges.

3. Réduction des maladies hydriques et inondations consistera à :

- Mettre en place des bornes fontaines accessible à la population ;
- Equiper les puits existant en pompe manuelle ou électrique, pour une meilleure desserte en eau ;
- Creuser des puits communautaires à au moins 30 m des latrines et en amont (Morgan, 1991) ;
- Déguerpier les populations résidant dans le lit du Lac Kivu ;
- Draguer le lit du Lac Kivu ;

4. Gestion du bassin versant

- Mettre en application les lois et réglementations existantes en matière de protection d'eau douce en vigueur au Sud Kivu ;
- Etablir des normes de rejet des effluents et des normes de qualité des eaux courantes.

REFERENCES

- [1] Aka, E. L., 2002. Caractérisation de l'abiegie et évaluation des effets potentiels sur les populations riveraines de Nkolbikok à Nkolbisson (Yaoundé). Thèse de Master's of Science en gestion de l'eau, p142.
- [2] Banton, O. et Baongoy L.M., 1997. Hydrogéologie : Multi sciences environnementale des eaux souterraines. Quebec (Canada) : PUQI AUPELF-UREF, P 73.
- [3] Baok G., 2007. La pollution des eaux et rivières et impact sur les populations riveraines : cas de la rivière Mgoua dans la zone industrielle de Douala Bassa. Thèse de doctorat en environnement, p176.
- [4] Beaux, J.F., 1997. L'environnement. Paris: Nathan. ORSTOM, P 191.éd. Dunod. P 239.
- [5] Bernstein, J. D., 1991. Différentes approches de contrôle de la pollution et de gestion des déchets:
- [6] Bitundu M, 2008. Cours de gestion de l'environnement et des ressources naturelle, G3 ISDR (inédit).
- [7] Bontoux, J. ,1993. Introduction à l'étude des eaux douces. Liège: CebedocSprd. p234.
- [8] Dajoz, R, 1985. Précis d'écologie. Paris : ed. Dunod.p89
- [9] Dejoux, C., 1988. La pollution des eaux continentales africaines : expériences acquises, situation actuelle et perspectives. Paris: ORSTOM, P 191.
- [10] DEVROEY.E, 1989, installation sanitaire et épuration des eaux résiduaire au Congo, éd. Singer, p158.
- [11] Dupont, A., 1981. Hydraulique urbaine, captage et traitement des eaux. Tome 1. 5^e édition. Paris :
- [12] Fonkou, T., 1996. Epuration par voie naturelle des eaux du campus de l'Université de Yaoundé GWP (Global Water Partneship). 2004. Integrated water resources management (IWRM) and water efficiency plans by 2005. Sweden: Global water Partnership, p523.
- [13] Droy I., 1982, femme et développement, éd Karhala, p69.
- [14] Kerspen, Y., 1998. Les réseaux d'assainissement. Ouagadougou (Burkina Faso) : Ecole Inter Etats des techniciens supérieurs de l'hydraulique et de l'équipement rural, p97.
- [15] Kimengel. T, 2007. Notes sur le droit de l'environnement, G2 ISDR inédit, p62.
- [16] Kitoga M, 2008 : Inventaire des déchets et des polluants du littoral de la rivière TFC ISDR, p 87.
- [17] ONUDI : Contribution à la préparation du rapport final et régional au sommet de Rio+10. Cameroun : ONUDI, p96.
- [18] Nyora J., 2006 : Cours d'initiation à la recherche scientifique, G1 ISDR (inédit), p67.
- [19] Ramade, F., 1995. Eléments d'écologie : écologie appliquée. 5^e édition. ·Paris : Ed.science international, p79.
- [20] Rodier, J., 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Paris: Dunod; 8^e edition, p107.
- [21] Wafula, M.D. 2014. Cours sur la protection de l'environnement et gestion des déchets, L1 ISTEGL (Inédit), p86.