

La déforestation de la zone tampon du lac Kivu et son impact sur la biodiversité aquatique : cas du Sud Kivu du 1er septembre au 31 décembre 2021

Par IRENGE MAJIRA ALAIN, Assistant du second mandat à l'Institut Supérieur de Développement Rural de Goma

Téléphone : +243 993235837, +243 840960607.

E-mail : alainirenge2@gmail.com

Et MEMA BAHOZI EZÉCHIEL, Assistant du second mandat à l'Institut Supérieur de Développement Rural de Goma

Téléphone : +243 975598981, 853416847,

E-mail : ezechielmema@gmail.com

Résumé

La déséquilibre économique qu'a connu le continent d'Afrique depuis deux décennies, a conduit aux effets de la destruction de vastes étendues forestières, la dégradation de la faune et la flore ainsi que l'affaiblissement des écosystèmes qui n'avait pas épargné la province du Sud-Kivu en générale et la zone tampon du lac Kivu en particulier. L'objectif de cette étude est d'évaluer la cause de la déforestation de la zone tampon du lac Kivu et son impact sur la biodiversité aquatique, dans cette partie de la province du Sud-Kivu. Partant de résultats de cette étude, il convient de souligner que l'état congolais est le premier responsable de la déforestation de la zone tampon du lac Kivu avec 36,7%, suivi des investisseurs avec 30%, la population environnante 23,3% ainsi que 10% des pêcheurs.

Nous avons constaté que parmi les causes de la déforestation de cette zone il y a l'urbanisation suite à l'explosion démographique avec 40%, suivi du chômage 30%, manque de l'information 16,7% et recherche de bois de chauffage à 13,3%.

La baisse de la production halieutique, diminution de l'espace vert et réchauffement des eaux, fuite des espèces vers les endroits lointains et extinction de quelques espèces sont impacts de la déforestation de cette zone sur la biodiversité aquatique de ce lac.

A l'issue de cette étude, les stratégies ci-après ont été proposées pour restaurer cette zone : le reboisement, imposition des taxes à ceux-là qui veulent y construire, éduquer la population sur la gestion durable de la biodiversité, mettre en application la loi sur l'exploitation des zones tampons et ainsi que destruction des maisons érigées dans cette zone.

Mots clés : Déforestation-Tampon- Impact-Biodiversité-Aquatique

ABSTRACT

The economic imbalance experienced by the continent of Africa for two decades has led to the effects of the destruction of vast forest areas, the degradation of fauna and flora as well as the weakening of ecosystems which had not spared the province of South Kivu in general and the buffer zone of Lake Kivu in particular.

The objective of this study is to assess the cause of deforestation in the buffer zone of Lake Kivu and its impact on aquatic biodiversity in this part of the province of South Kivu. Based on the results of this study, it should be noted that the Congolese state is the first responsible for the deforestation of the buffer zone of Lake Kivu with 36.7%, followed by investors with 30%, the surrounding population 23.3% as well as 10% of fishermen.

We found that among the causes of deforestation in this area there is urbanization following the demographic explosion with 40%, followed by unemployment 30%, lack of information 16,7% and search for firewood at 13,3%.

The decline in fish production, reduction of green space and warming of the waters, flight of species to distant places and extinction of some species are impacts biodiversity of this lake.

At the end of this study, the following strategies were proposed to restore this area: reforestation, imposition of taxes on those who want to build there, educate the population on the sustainable management of biodiversity, implement the law on the exploitation of the buffer zones and as well as the destruction of the houses erected in this zone.

Keywords: *Deforestation-Buffer-Impact-Biodiversity-Aquatic*

INTRODUCTION

Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 met en évidence les interdépendances cruciales entre le développement, l'environnement, le bien-être social et la pleine jouissance d'un grand nombre de droits fondamentaux, dont le droit à la vie, à la santé, à l'alimentation, à l'eau et à l'assainissement. Le présent travail résume à l'intention des gouvernements, des décideurs et des parties prenantes les preuves de l'existence de liens entre la qualité de l'environnement aquatique du Lac Kivu et la santé ainsi que le bien-être social et appelle l'attention sur les déterminants plus globaux de ces liens, notamment les inégalités, l'urbanisation non planifiée, les déforestations illicites, les exploitations irrationnelles des zones tampons, les

styles de vie malsains et dispendieux, et les modes de consommation et de production non durables. (Rapport PNUÉ, Nairobi, 23-27 Mai 2016).

Le monde entier est confronté à bien des problèmes qui le tiennent au coup et dont les solutions sont loin d'être trouvées. La déforestation a élu domicile dans plusieurs continents du monde et cela varie selon le contexte et les milieux dans le quel l'on se trouve. Signalons aussi que parmi les situations qui secouent le monde, on note en ordre d'importance la question de déforestation qui est l'un des grands problèmes auxquels le monde fait face à ces jours.

En 2015, ce sont 18 millions d'ha de forêts qui ont été perdus, Sur la période de 2000-2005, la perte nette totale de superficie forestière a été un peu moins forte avec 73 000 Km² par an soit l'équivalent de 200 km² de forêt par jour.

Globalement donc, les forêts replantées sont très loin de remplacer les forêts naturelles primaires : souvent composées d'une ou deux essences dédiées à l'industrie papetière, les forêts replantées sont d'une pauvreté écologique affligeante.

Selon l'UNEP : « Au siècle dernier, le monde a perdu plus de 80% de ses forêts originelles. Chaque jour, l'équivalent d'un terrain de football d'espace forestier disparaît et environ 2000 arbres sont coupés chaque minute » (François, 2015).

Le taux de déforestation annuel en RDC est passé de 0.4% (pour la période de 2000 à 2010) à 1.25% (pour la période de 2010 à 2014). L'organisation des Nations Unies pour l'Agriculture a présenté ces chiffres mercredi 27 décembre 2014 à Kinshasa, lors d'un atelier national de validation d'un document en élaboration sur le niveau d'émissions de référence des forêts en RDC. Ce taux de déforestation augmente alors que la RDC abrite plus de 60% de la surface totale des forêts du bassin du Congo, indique la FAO.

Les causes principales de cette déforestation sont l'agriculture sur brûlis et bois énergie, explique Michel Disonamalindo en 2007, Assistant du Représentant de la FAO/RDC. L'étude que la FAO avait menée ici dans le cadre du programme REDD+, avait déterminé les moteurs de déforestation dont le plus important c'est l'agriculture itinérante sur brûlis.

La déforestation et son impact sur l'environnement à tous les niveaux est une question qui intéresse plus d'une personne car ayant des répercussions sur toute la communauté, nous sommes sans ignorer que cette question a été au menu de plusieurs chercheurs qui l'ont abordée d'une manière ou d'une autre dans le cadre même du contexte de notre travail, cela ne nous a pas limité pour que nous ne menions pas aussi des recherches sur ce thème.

Eu égard à ce qui précède, il est clair que les nombreux auteurs se sont intéressés de la déforestation et son impact sur l'environnement dans le cadre global et n'ont pas cependant abordé son impact sur la biodiversité aquatique du Lac Kivu.

Ceci étant cette étude vise à déterminer les causes de la déforestation de la zone tampon du lac Kivu, son impact et proposer les stratégies pour sa restauration.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel

Le matériel était constitué de fiches d'enquêtes, d'équipement technique nécessaire pour le collecte des informations caractéristiquelié à la dégradation de l'environnement littorale lacustre et leurs impacts. Les enquêtes ont été effectuées en milieu urbain et rural ciblé par cette étude.

Zone d'étude : L'enquête a été effectuée dans les deux principales zones littorales du Lac-Kivu dans la partie Nord de la Province du Sud-Kivu. Il s'agit : du port de la SNCCjusqu'audeux poteaux à Kazingo pour la zone littorale Urbain et de Kazingo à Birava pour la zone littorale rural.

Le lac Kivu est un lac de montagne formé dans un système de régions déprimées : les fosses tectoniques qui font partie de l'East Africa Rift Valley ou vallée du grand rift Est Africain.

- Au Nord se dresse la chaîne des volcans Virunga atteignant des altitudes de plus de 3000m et plus loin le lac Édouard.
- De l'Est à l'Ouest, on trouve différentes montagnes et rivières qui au total forment le bassin versant du lac Kivu.
- Au Sud c'est la continuité de la chaîne de Mitumba et le lac Tanganyika.

Pour les autres caractéristiques on trouve que :

- Coordonnées géographiques : le lac Kivu est situé entre 1° 34' ; 2° 03' Sud et 28° 50' ; 29° 07' Est (Thèse Hugo Sarmiento, 2006).
- Sa longueur est de 102 km à vol d'oiseau, largeur 50 km à hauteur de Kibuye.
- Altitude : 1463 m.
- Profondeur moyenne : 240 m pour une profondeur maximale de 489 m
- Superficie : 2370 km² dont 1000 km² sont en territoire rwandais.
- Volume total : plus ou moins 580 km³.

Ce Lac est caractérisé par une forte stratification thermique et chimique (CO₂ et méthane assez fortement « piégés » dans les eaux profondes, mais pourrait épisodiquement être brutalement libéré avec des risques graves pour la population et la faune,...).

gements sont observés dans le Lac (réchauffement des eaux profondes, renforcement de la chimiocline principale qui évoque un débit accru des sources subaquatiques), ce qui pourrait expliquer de récents changements dans le cycle des éléments nutritifs et la production de méthane du Lac. (Wikipédia.org).



Fig. 1a

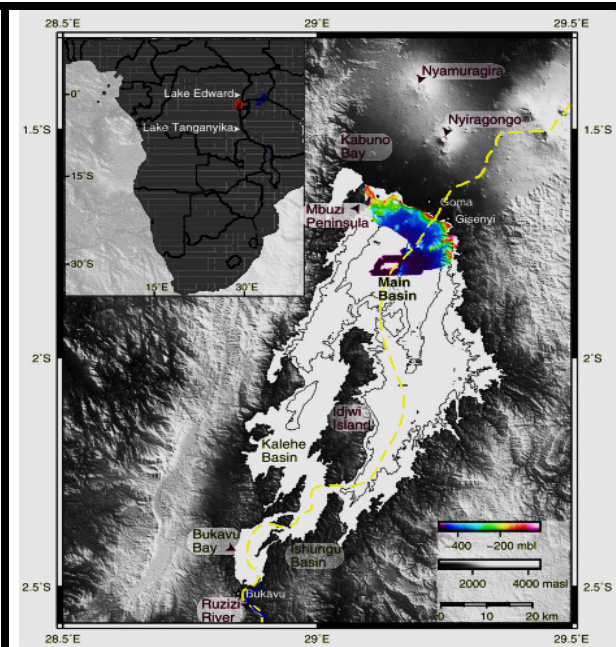


Fig. 1b

Figure 1 : carte d'ensemble du lac Kivu. L'encart sur la figure 1b représente l'emplacement du bassin du Kivu en Afrique. Sur la figure 1b on regarde les volcans Nyiragongo et Nyamulagira au nord du lac. La ligne discontinue est la frontière qui sépare la République Démocratique du Congo à l'ouest et la République du Rwanda à l'est ; (Iragigéoconsulting, juin 2009) fig1b. (Kelly Ross et al. ; 2014).

Le Lac Kivu comprend le bassin principal constitué de deux vallées à demi-graben séparées par l'horst de l'île d'Idjwi et de quatre bassins plus petits (fig. 1b): baie de Kabuno, bassin de Kalehe, baie de Bukavu et bassin d'Ishungu. (Schmid et Wüest, 2012).

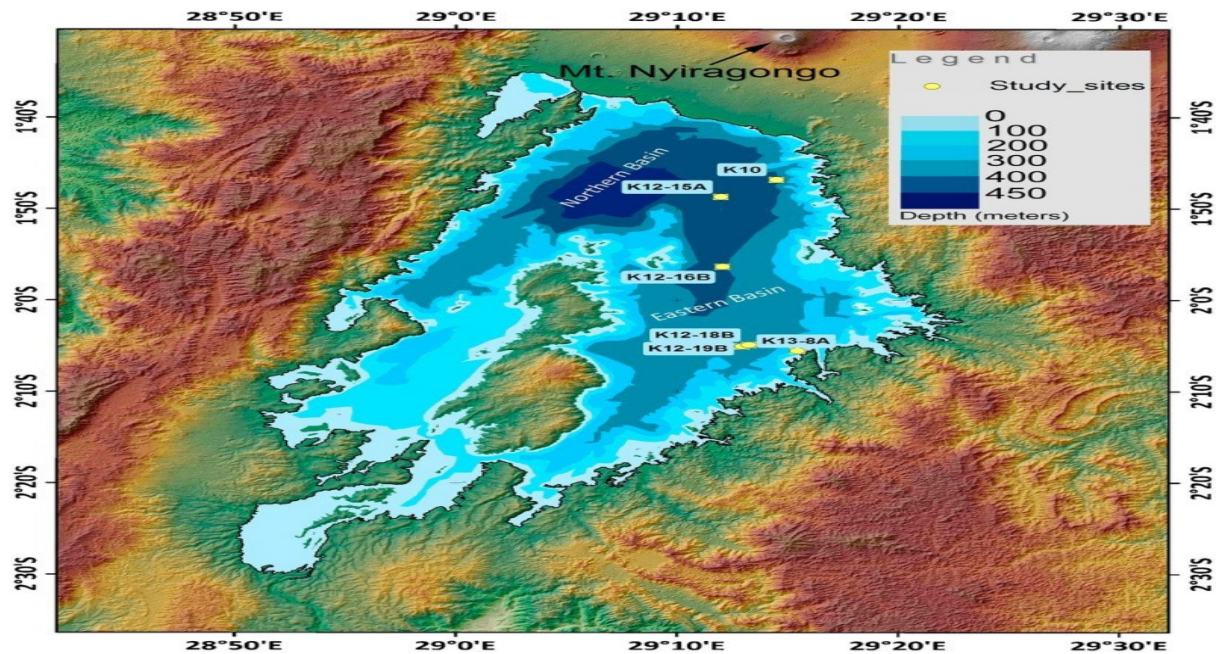


Fig.5 : bathymétrie du lac Kivu(www.fr-ca.topographic-map.com).

On a attribué pendant longtemps au lac Kivu des profondeurs considérables, de l'ordre de 2.000m et plus. Des sondages systématiques entrepris vers les années 1935-1936 par M. Damas, grâce à des subsides accordés par l'institut des Parcs Nationaux du Congo belge et le Fonds National de la Recherche Scientifique n'ont donné sur 208 mesures, aucun résultat supérieur à 478 m.

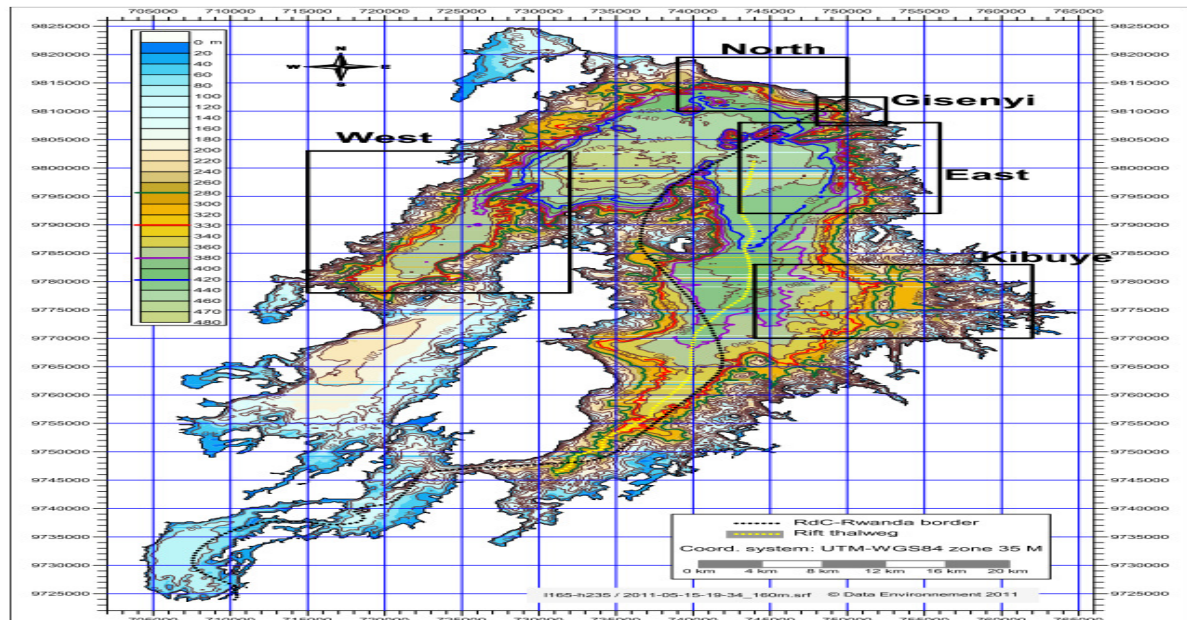


Fig.6 : caractéristiques bathymétriques du lac Kivu représentées par les courbes de niveau et couleurs indiquant les zones profondes et moins profondes. Les cadres indiquent les zones considérées profondes. (Michel Halbwachs).

2.2. Cadre Méthodologique :

Pour arriver à l'atteinte de cette objectif, nous avons procédé par des observations *in situ*, suivi en amont par la méthode comparative et la méthode historique qui nous ont permis d'établir le sous-bassement de la présente étude. La méthode comparative, qui consiste à étudier les ressemblances et les dissemblances entre deux ou plusieurs faits dans le but de trouver une explication en les situant dans le temps et dans l'espace, nous a permis tout au long de cette étude de faire un constat sur le développement de la déforestation de cette zone tampon du lac Kivu, à partir du port de la SNCC jusqu'au deux poteaux à Kazingo pour la zone littorale Urbain et de Kazingo à Birava pour la zone littorale rural.

La méthode historique quant à elle, permet à l'investigateur d'opérer une étude évolutive des faits, des événements en partant des faits les plus reculés afin de présenter leur évolution. Elle nous a facilités à saisir les événements du passé ayant trait à la déforestation à travers les âges et les civilisations dans le monde en général et dans la partie littorale du lac Kivu en particulier. En aval, les techniques de recherche à savoir : la technique documentaire, l'observation sur terrain et l'interview directe nous ont facilité la collecte des informations dans le cadre de cette étude. Un échantillon probabiliste de 150 personnes nous a servi pour cette étude a raison de 75 personnes enquêtés pour la zone littorale urbaine et 75 personnes enquêtés pour la zone littorale rural. En effet, toutes ces données et d'autres informations étaient contenues dans les fiches préconçues pour la réalisation de cette étude. Les enquêtés ont également été catégorisés selon le genre, niveau d'instruction et la profession.

3. PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

3.1.Présentation des résultats

Tableau n°1 : Les acteurs de la déforestation de la zone tampon du lac Kivu

Acteurs	Effectif	Pourcentage
Population environnante	35	23,3%
Investisseurs	45	30%
Etat congolais	55	36,7%
Pêcheurs	15	10%
Total	150	100%

Commentaire : Il ressort de ce tableau que 36,7% des acteurs de déforestation de la zone tampon du lac Kivu c'est l'état congolais suivi 30% des investisseurs, 23,3% la population environnante contre 10% des pêcheurs.

Tableau n°2 : Causes de la déforestation de cette zone tampon

Cause de la déforestation	Effectifs	Pourcentage
Urbanisation dû à l'explosion démographique	60	40%
Recherche de bois de chauffage	20	13,3%
Chômage	45	30%
Manque d'information	25	16,7%
Total	150	100

Commentaire : Ce tableau nous montre que parmi les causes de la déforestation de la zone tampon du lac Kivu 40% est dû à l'urbanisation suite à l'explosion démographique, suivi de 30% du chômage, 16,7% manque de l'information et 13,3% la recherche de bois de chauffage.

Tableau n°3 : Impact de cette déforestation sur la biodiversité aquatique du lac Kivu

Impact de la déforestation	Effectifs	Pourcentage
Baisse de la production halieutique	48	32%
Extinction de quelques espèces	22	14,7
Fuite des espèces vers les endroits lointains	35	23,3
Diminution de l'espace vert et réchauffement des eaux	45	30%
Total	150	100

Commentaire : Ce tableau montre que parmi les impacts de la déforestation de la zone tampon sur la biodiversité aquatique du lac Kivu, labaisse de la production halieutiqueest de 32%, diminution de l'espace vert et réchauffement des eaux 30%, fuite des espèces vers les endroits lointains 23,3% et extinction de quelques espèces 14,7%.

Tableau n°4 : Stratégie pour la restauration de la zone tampon du lac Kivu

Stratégie pour la restauration	Effectifs	Pourcentage
Mettre en application la loi sur l'exploitation des zones tampons.	25	16,7%
Imposer des taxes à ceux-là qui veulent y construire	35	23,3%
Détruire les maisons érigée dans cette zone.	20	13,3%
Reboiser la zone tampon du lac Kivu	40	26,7%
Eduquer la population sur la gestion durable de la biodiversité.	30	20%
Total	150	100%

Commentaire : Il ressort de ce tableau n°4 que, parmi les stratégies pour la restauration de la zone tampon du lac Kivu 26,7% de nos enquêtés ont proposé le reboisement de cette zone, 23,3% imposition des taxes à ceux-là qui veulent y construire, 20% ont proposé qu'il faut éduquer la population sur la gestion durable de la biodiversité, 16,7% mettre en application la loi sur l'exploitation des zones tampons et 13,3% ont proposé la destruction des maisons érigée dans cette zone.

3.2.DISCUSSION DES RESULTATS.

Les résultats de cette étude nous montre que l'état congolais est le premier responsable de la déforestation de la zone tampon du lac Kivu, suivi des investisseurs, la population environnante ainsi que les pêcheurs.

L'urbanisation suite à l'explosion démographique, le chômage, le manque de l'information et la recherche de bois de chauffage sont les causes de la déforestation de cette zone tampon.

Enfin la baisse de la production halieutique, diminution de l'espace vert et réchauffement des eaux, fuite des espèces vers les endroits lointains et extinction de quelques espèces sont les impacts de cette déforestation.

D'autres chercheurs qui nous ont précédés et font jaillir une compréhension multidimensionnelle dans ce domaine de recherche en effet, le Rapport PNUE, Nairobi du 23 au 27 Mai 2016 résumant à l'intention des gouvernements, des décideurs et des parties prenantes les preuves de l'existence de liens entre la qualité de l'environnement aquatique du Kivu et la santé ainsi que le bien-être humain et appelle l'attention sur les déterminants plus globaux de ces liens, notamment les inégalités, l'urbanisation non planifiée, les déforestations illicites, les exploitations irrationnelles des zones tampons, les styles de vie malsains et dispendieux, et les modes de consommation et de production non durables.

René Darmel BEMBA en 2011, stipule que la prise de conscience des effets néfastes de la déforestation et de la dégradation des forêts dans le monde s'est nettement accélérée avec le sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992, ... mais ce rôle, connaît des limites suite aux

activités de déforestation et de dégradation des forêts exercées par l'homme, qui ont pour conséquences : les changements climatiques, les érosions des sols, les gaz à effet de serre, la disparition de la biodiversité.

Tel qu'affirme Andrée Corvol Dessert en 2000, dans son livre intitulé « Eloge des arbres » évoque la tempête de décembre 1999 et les terribles ravages qu'elle provoqua dans nos forêts et dans nos parcs ont fait prendre conscience à beaucoup d'entre nous combien notre attachement aux arbres doit être profond.

CONCLUSION

Dans le cadre de cette étude, il a été possible de mieux comprendre les engins de la déforestation de la zone tampon du lac Kivu et son impact sur la biodiversité aquatique, cas du Sud-Kivu, visait à identifier les acteurs de déforestation de la zone tampon du lac Kivu, mettre en évidence les causes principales de la déforestation de cette zone, déterminer son impact sur la biodiversité aquatique ainsi qu'à la vie socio-environnementale et proposer les stratégies de restauration de cette zone.

Il convient de souligner que l'état congolais est le premier responsable de la déforestation de la zone tampon du lac Kivu avec 36,7%, suivi des investisseurs avec 30%, la population environnante 23,3% ainsi que 10% des pêcheurs.

Nous avons constaté que parmi les causes de la déforestation de cette zone il y a l'urbanisation suite à l'explosion démographique avec 40%, suivi du chômage 30%, manque de l'information 16,7% et recherche de bois de chauffage à 13,3%.

La baisse de la production halieutique, diminution de l'espace vert et réchauffement des eaux, fuite des espèces vers les endroits lointains et extinction de quelques espèces sont impacts de la déforestation de la zone tampon sur la biodiversité aquatique du lac Kivu.

A l'issue de cette étude, les stratégies ci-après ont été proposées pour restaurer cette zone : le reboisement, imposition des taxes à ceux-là qui veulent y construire, éduquer la population sur la gestion durable de la biodiversité, mettre en application la loi sur l'exploitation des zones tampons et en fin la destruction des maisons érigées dans cette zone.

BIBLIOGRAPHIE

1. A. Collart, 1989, Introduction et acclimatation de l'Isambaza du lac Tanganyika au lac Kivu.
2. A Geophysical Study of Lake Kivu, East Africa Geophys. J. Int. 1974-06-01 : 371-389.
3. « Afrique centrale. Le lac Kivu menace ses riverains », [Courrier international](#), 30 juillet 2009.
4. Andrée Corvol-dessert ; 2000 *Eloge des arbres*. 11p.
5. Bah Souleymane ; 2007 ; *risques liés au volcanisme du Nyiragongo en RDC* ; paris tech; univertité paris-est Marne-la-vallée ; 27P
6. Bastviken, D., Ejlertsson, J., Sundh, I., & Tranvik, L. (2003). *Methane as a source of carbon and energy for lake pelagic food webs*. Ecology, 84(4), 969-981.
7. Beaugrand, G., P.C. Reid., Ibanez., J.A. Lindeley. M. Edwards, 2002. Reorganization of North Atlantic Marine Copepod biodiversity and climate science 296, 1692-1694.

8. Benoit Smets et al. ; 2016 ; *the role of inherited crustal structures and magmatism in the development of rift segments : insights from the Kivu basin, western branch of the east african rift* ; tectonophysics ; 15P
9. Bernard Deruelle et al.; 2007 ; *the Cameroon hot line (CHL) : a unique exemple of active alkaline intraplate structure in both oceanic and continental lithospheres* ; science direct ; 12P
10. Beverton, R.J.H., 1992. The State of the world's fisheries Resources, proceedings of the world fisheries congress, plenary sessions, Athens, 1992 (edited by C.W. Voigtlander).
11. Claire Remington, Climate&EnergyInternatWorldwatch Institute (2013), [Project KivuWattGeneratesElectricityfromRwanda's Explosive Lake Kivu \[archive\]](#), Re-Volt, 7 mars 2013.
12. Cafi-déforestation en RDC, consulté à Goma, 18 Mars 2019, 12h50'.
13. Cooperation Cameroun-Union Européenne ; mai 2010 ; *Travaux de renforcement du barrage naturel du lac Nyos*; volume5 ; documents de conception et plans ; 162P
14. Damas, H. (1937), *La stratification thermique et chimique des lacs Kivu, Édouard et Ndalaga (Congo Belge)*, Verh. Int. Ver. Limnol. , 8 (3), 51–68P.
15. Déforestation de la RDC, consulté à Goma, 18 Mars 2019, 11h38'.
16. Degens, E. T., von Herzen, R. P., Wong, H. K., Deuser, W. G., & Jannasch, H. W. (1973). [Lake Kivu: structure, chemistry and biology of an East African rift lake \[archive\]](#) ; Geologische Rundschau, 62(1), 245-277, 33 p.
17. Delvaux et al.; 2016 ; *seismic hazard assessment of the kivu rift segment based on a new seismotectonic zonation model* ; journal of african earth sciences ; 67P
18. Delvaux et al. ; *seismotectonique et aléa sismique dans le rift du Kivu* ; georisca ;
19. Dr Klaus TIETZE ; 1998 ; *étude de synthèse in LAHMEYER(co), OSAE(co)(1998) levé bathymétrique complet du lac Kivu final report, république rwandaise, ministère des travaux publics, direction de l'énergie et des hydrocarbures, kigali, 32P*
20. Dr Klaus TIETZE ; 2000, *lake kivu gas development and promotion related issues : safe and environmentally sound exploitation.report.republic of rwanda, ministry of energy, water and natural resources, kigali ; 110p*
21. E.Devroey et R.Vanderlinden ; le lac kivu ; mémoire institut royal colonial belge ; le 21/mars/1939 ; 108P
22. Egide Devroey et R. Vanderlinden, *Le lac Kivu*, G. van Campenhout, 1939, 75 p
23. F. C. Newman, *Temperature steps in Lake Kivu : A bottomheated saline lake*, J. Phys. Oceanogr, 6 , 157–163, 1976
24. François, 2015, rapport de l'UNEP sur la déforestation disponible sur www.planetoscope.com .
25. H. Sarmiento, M. Isumbisho et J. P. Descy, *Phytoplankton ecology of Lake Kivu (eastern Africa)*. Journal of Plankton Research, 28(9), 815-829, 2006.
26. H. W. Jannasch, *Methane oxidation in Lake Kivu (central Africa)*. Limnology and oceanography, 860-864, 1975.
27. How-Kin Wong and Richard P. Von Herzen ; 1973 ; *a geophysical study of lake kivu, east africa*; 22P
28. Hugo Sarmiento ; 2006 ; *écologie du phytoplancton du lac Kivu (Afrique de l'Est)* ; presse universitaires de namur, repard de la vierge, 13 B-namur(Belgique) ; 185P

29. Hugo Sarmento, [Phytoplankton Ecology of Lake Kivu \(Eastern Africa\)](#).
30. Hugo Sarmento et al., [Species diversity of pelagicalgae in Lake Kivu \(East Africa\)](#).
31. Iragigeoconsulting, 2009 ; *LAC KIVU: caractéristiques physiques, potentialités énergétiques, risques naturels, modalités d'exploitation gazière, existence du pétrole*; Kinshasa ;23P
32. Jean-Claude Klotchkoff (et al.), « Lac Kivu », in *Le Rwanda aujourd'hui*, éditions du Jaguar, Paris, 2008 (2^e éd.), p. 120-125 ([ISBN 978-2-86950-422-6](#))
33. Jean Roger Mercier 1991, *La déforestation en Afrique : situation et perspective*, Aix, en Provence, Edisud, 1991.
34. Kelley, D. E. (1990), *Fluxes through diffusive staircases: A new formulation*, J. Geophys. Res. , 95 (C3), 3365– 3371.
35. Kelly, ross et al; 2014 ; *lake-level rise in in the pleistocene and active subaquatic volcanism since the holocene in lake kivu, east african rift* ; geomorphology ;12P
36. Kufferath, J. (1960). *Le méthane du lac Kivu*. Les Naturalistes belges, 41, 418.
37. Klaus Tietze, MebusGeyh, Helmut Müller, Lothar Schröder, Wolfgang Stahl, Hermann Wehner, « The genesis of the methane in Lake Kivu (Central Africa) », *Geologische Rundschau*, vol. 69, n^o2, 1^{er} juin 1980, p. 452-472
38. Lorke, A., K. Tietze, M. Halbwachs, et A. Wüest (2004), [Response of Lake Kivu stratification to lava inflow and climate warming \[archive\]](#), *Limnol. Oceanogr*, 49 (3), 778–783.
39. Marc Llorós& al (2010), *Vertical Distribution of Ammonia-Oxidizing Crenarchaeota and Methanogens in the Epipelagic Waters of Lake Kivu (Rwanda-Democratic Republic of the Congo)* *Appl. Environ. Microbiol.* 2010-10-15 : 6853-6863.
40. Michel Disonamalindo, 2007, les moteurs de déforestation en RDC, rapport de la FAO/RDC.
41. Michel Halbwachs ; 2003 ; *the exploitation of methane* ; pilot station project ;70P
42. Michel Halbwachs, 2011 ; *comment aborder le probleme de la reglementation de l'extraction du methane du lac kivu*; data environnement ; 9P
43. MwapuIsumbisho, [Écologie du Zooplancton du Lac Kivu \(Afrique de l'Est\)](#) .
44. MwapuIsumbisho et al., [Zooplankton of Lake Kivu, East Africa, half a century after the Tanganyika sardine introduction](#) .
45. Pays avec record de déforestation, consulté à Goma, 16 Mars 2019, 11h15'.
46. Pasche, N., Schmid, M., Vazquez, F., Schubert, C. J., Wüest, A., Kessler, J. D., ... & Bürgmann, H. (2011). [Methane sources and sinks in Lake Kivu \[archive\]](#). *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* (2005–2012), 116(G3) (PDF, 16 pages).
47. Phillipe Brenot et Laetitia Coryn, *L'incroyable histoire du sexe, Livre II - de l'Afrique à l'Asie*, Les Arènes BD, 127 p., p.65.
48. Raymond QUIVY et Van CAMPENHOUT, *Manuel de Recherche en sciences sociales ; éd ; dund, parés, 1985, p98.*
49. René Darmel 2011, *la déforestation et les effets néfastes sur la biodiversité*, p28.
50. Schmid, M., Busbridge, M., & Wüest, A. (2010). *Double-diffusive convection in Lake Kivu*. *Limnology and oceanography*, 55(1), 225-238 ([résumé \[archive\]](#)).

51. Schmid, M., K. Tietze, M. Halbwachs, A. Lorke, D. McGinnis, and A. Wüest (2004), *How hazardous is the gas accumulation in Lake Kivu? Arguments for a risk assessment in light of the Nyiragongo Volcano eruption of 2002*, Acta Vulcanol., 14/15, 115–121.
52. Schmid M, Wüest A. Stratification, mixing and transport processes in Lake Kivu. In: Descy JP, Darchambeau F, Schmid M, editors, Lake Kivu: Limnology and biogeochemistry of a tropical great lake, Springer; 2012. pp. 13–29.
53. Schmid, M., Halbwachs, M., Wehrli, B., & Wüest, A. (2005). [*Weak mixing in Lake Kivu: new insights indicate increasing risk of uncontrolled gas eruption.*](#)
54. Schoell, M., K. Tietze, and S. M. Schoberth (1988), *Origin of methane in Lake Kivu (East-Central Africa)*, Chem. Geol. , 71 , 257–265.
55. Tosi Mpanu, 2016, rapport sur la protection des forêts lors de la conférence de Marrakech sur le changements climatiques (COP22).
56. Triquet, A.M, G.A McPeck, and W.C. McComb (1990), Songbird diversity in clearcuts with and without a riparian buffer strip. Journal of soil and water conservation, July-August, 500-503P.
57. U. Rahm et A. Christiaensen, *Les mammifères de la région occidentale du lac Kivu*, musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, 1963, 83 p.
58. W. G. Deuser, E. T. Degens, G. R. Harvey, M. Rubin, « Methane in Lake Kivu: New Data Bearing on Its Origin », *Science*, vol. 181, n° 4094, 6 juillet 1973, p. 51-54 ([présentation en ligne \[archive\]](#)).
59. Wauthier et al. ; 2015 ; *diking-induced moderate-magnitude earthquakes on a youthful rift border fault : the 2002 nyiragongo-kalehe sequence ; D.R Congo ; geochemistry, geophysics, geosystems ; 12P.*