UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

La dégradation du littoral du lac Tanganyika au Burundi : approche multidisciplinaire

Ndayishimiye J.,; Ntakimazi G; Nsavyimana G.; Sibomana C.; Mpawenayo B. ...

2022-08
Bulletin Scientifique sur l'Environnement et la Biodiversité
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2366

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

Bull. sci. environ. biodivers. 6 : 1-15

ARTICLE DE RECHERCHE

ISSN 2519-0113 (Imprimé)
Bulletin scientifique sur l'environnement et la biodiversité
ISSN 2519-0121 (En ligne)

La dégradation du littoral du lac Tanganyika au Burundi : approche multidisciplinaire

Ndayishimiye J.[1], Ntakimazi G.[1]; Nsavyimana G.[1], Sibomana C.[1], Mpawenayo B.[1+], Nzigidahera B.[2+], Ndayikeza L.[2,] Vanhove Maarten P.M[3]., Triest L.[4], Janssens de Bisthoven L.[5]

[1]Université du Burundi, Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement (CRSNE) BP 2700 Bujumbura, Burundi.
[2]Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE)
[3]Hasselt University, Centre for Environmental Sciences, Research Group Zoology: Biodiversity & Toxicology, Agoralaan Gebouw D, 3590 Diepenbeek, Belgium
[4]Vrije Universiteit Brussel, Belgium
[5] Institut Royal Belge des Sciences Naturelles, Programme CEBioS, B-1000 Bruxelles, Belgique
***Auteur correspondant*: Ndayishimiye J. E-mail: joel.ndayishimiye@ub.edu.bi**

Reçu: *le 8 Août 2022* Accepté: *le 1 Janvier 2023* Publié: *le 27 Janvier 2023*

RESUME

Une étude multidisciplinaire a analysé la dégradation des habitats du lac Tanganyika sur le littoral du Burundi. Plusieurs embouchures de rivières et la rive du lac ont été échantillonnées près de la ville de Bujumbura et dans la partie sud du pays et ceci pour une analyse à plusieurs niveaux : la physico-chimie, les diatomées, les macrophytes, les macro-invertébrés et les poissons. Les résultats obtenus sur la base de ces indicateurs démontrent que la rivière Kanyosha a plus de potentiel en qualité écologique, tandis que la rivière Muha et Ntahangwa semblent les plus polluées. La biodiversité est plus riche au sud (surtout les affluents Kamango, Murembwe et Rwaba). Outre la typologie des sites échantillonnés, tous les indices démontrent une dégradation générale des affluents du milieu côtier, et de manière plus accentuée au nord du lac, aux alentours de Bujumbura. Cette étude a pour objectif d'alarmer la communauté scientifique et les décideurs au sujet de la dégradation progressive du lac, et d'émettre la nécessité de la mise en place d'un système de surveillance sur la dynamique de la biodiversité et la qualité de l'eau du Lac Tanganyika basés sur l'étude des bio-indicateurs comme base de décision et de gestion afin d'atténuer et arrêter la pollution et la dégradation alarmante du Lac.

Mots-clés : bio-indicateurs**,** pollution, surveillance des habitats

ABSTRACT

A multidisciplinary study analysed the degradation of Lake Tanganyika habitats on the Burundense coast. Several river mouths and the lake shore were sampled near the city of Bujumbura and in the southern part of the country for analysis at several levels: physico-chemistry, diatoms, macrophytes, macro-invertebrates and fish. The results obtained based on these indicators show that the Kanyosha River has a lot of potential in terms of ecological quality, while the Muha and Ntahangwa Rivers seem to be the most polluted. The biodiversity is richer in the South (mostly the tributaries Kamango, Murembwe and Rwaba). In addition to the typology of the sampled sites, the indices show a general degradation of the tributaries of the coastal environment, and to a larger extent in the north of the lake, around Bujumbura. The objective of this study is to alert the scientific community and the decision makers about the progressive degradation of the lake, and to put forward the necessity of setting up a monitoring system on the dynamics of biodiversity and water quality of Lake Tanganyika based on the study of bio-indicators as a basis for decision making and management to mitigate and stop the alarming pollution and degradation of the lake.

Key-words: bio-indicators, pollution, habitat monitoring

I. INTRODUCTION

Le Burundi a adhéré à la Convention RAMSAR depuis 2002. Il a ratifié la convention sur la diversité biologique en 1997 et s'est engagé à créer un cadre politique de conservation de la biodiversité (MEEATU, 2013). Dans le souci de mettre en application cette convention, le gouvernement du Burundi a créé un certain nombre d'aires protégées réparties en parcs nationaux, en réserves naturelles, Monuments naturels et paysages protégés (SNPAB, 2013). Compte tenu de l'intérêt écologique et socio-économique du lac Tanganyika, de nombreuses études se sont focalisées sur la biodiversité aquatique et la pêcherie (Evert 1980; Patterson et Makin, 1998; Allison et al., 2000; West, 2001; De Keyzer et al., 2020). Ces auteurs ont montré que la surexploitation des ressources biologiques due à la grande pression sur le lac et l'utilisation des engins destructifs conduisent à la réduction de la potentialité halieutique et de la biodiversité. En ce qui concerne l'aspect pollution, quelques études ont été menées soit directement sur le lac Tanganyika ou sur certains de ses affluents (Vandelannoote et al., 1996; Hakizimana, 2006; Nahimana, 2007; Mudosa, 2009; Manirakiza, 2011; Lwikitcha, 2012; Ndikumana et al., 2013; Ntakiyiruta, 2013; Buhungu et al., 2017). Malgré cet effort du gouvernement dans la sauvegarde de la biodiversité, le Burundi ne dispose pas d'une documentation complète sur la faune et la flore du pays. Bien plus, l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE) (ex-INECN : Institut National pour l'Environnement et la conservation de la Nature) qui a été créé pour faire face à l'action anthropique croissante sur les écosystèmes menacés afin de mettre en place une politique de conservation de la nature n'a que des données partielles. Les auteurs recommandent la mise en œuvre d'un programme intégré de surveillance environnementale, tout en ajoutant que des études complémentaires sur divers paramètres au niveau local sont nécessaires et urgentes. C'est dans ce contexte que se situe la présente étude au niveau du Burundi qui a été effectuée par des chercheurs et étudiants burundais, appuyés par des experts internationaux et soutenus par l'OBPE. Vu les menaces qui pèsent sur le lac de la part de l'industrie pétrolière (Abila et al, 2016), il convient de bien mesurer le degré de dégradation actuel comme référence par rapport à de futures exploitations. Une étude sur les projets de surveillance du lac Tanganyika sur sa totalité a été présentée dans Plisnier et al. (2018), basée sur des données physico-chimiques, météorologiques et les pêcheries.

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Situation géographique et hydrologie

Quatre pays partagent les eaux du lac Tanganyika : le Burundi, la République Démocratique du Congo (RDC) à l'Ouest, la Tanzanie à l'Est et la Zambie au Sud. Sa longueur est de 650 km, sa largeur varie entre 30 et 40 km au nord et au sud alors qu'elle atteint 80 km dans sa partie médiane. Au niveau du Burundi sa largeur moyenne est de 25 km. La profondeur maximale n'est pas uniforme, elle est de 1350 m au nord et de 1470 m au sud (Evert, 1980 in Ndayizeye, 2011). Le lac Tanganyika est l'un des grands lacs d'Afrique, deuxième lac africain par sa superficie après le lac Victoria et le deuxième au monde par son volume et sa profondeur après le lac Baïkal. L'eau qui alimente le lac provient d'une part de la pluie tombant directement sur le lac mais aussi des rivières qui s'y jettent. Les affluents de ce lac sont très nombreux. Les principales sont la Malagarazi et la Rusizi. Cette dernière, située dans la partie nord du lac, évacue principalement les eaux en provenance du lac Kivu.

II.2. Sites échantillonnés et typologie

Une équipe multidisciplinaire de l'Université du Burundi et de l'OBPE a entrepris un échantillonnage systématique d'un nombre de sites au nord du Burundi, aux alentours de la capitale Bujumbura, ainsi que tout au long du rivage du lac jusque pratiquement à la frontière avec la Tanzanie (Fig. 1 et 2).

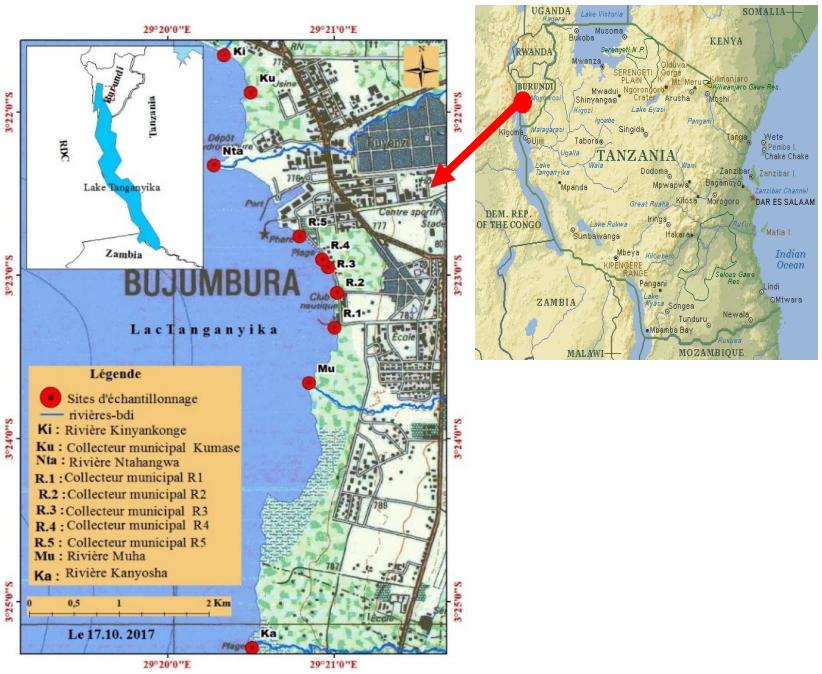


Figure 1: Localisation des sites d'échantillonnages aux alentours de Bujumbura.

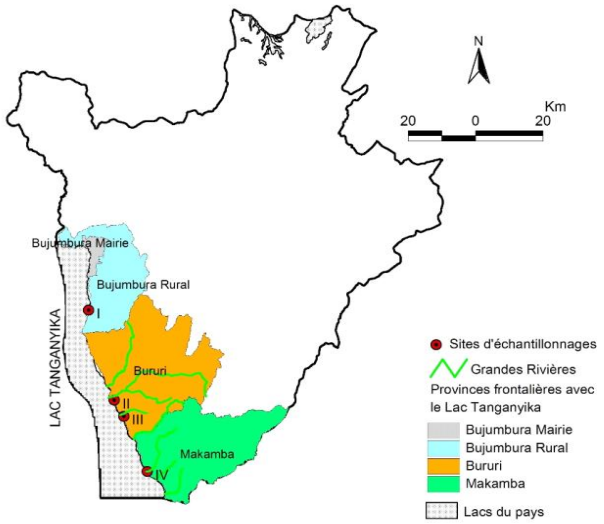


Fig. 2. Localisation des échantillonnages sur le littoral du Lac Tanganyika de la partie sud du Burundi. I=rivière Nyamusenyi, II=rivière Kamango, III= rivière Murembwe et IV= rivière Rwaba.

Le but est d'établir une estimation de la dégradation côtière du lac au moyen de l'identification de taxons de diatomées, macrophytes, macro-invertébrés et poissons, et ceci accompagné d'une analyse physico-chimique (Tableau 1). Le choix des sites d'échantillonnage repose sur l'accessibilité aux chercheurs et la représentativité de la charge de polluants déversée dans le lac. Comme le lac est le récipient de tout le bassin versant est (territoire du Burundi), nous avons choisi d'étudier les embouchures des rivières qui se jettent dans le lac. Il s'agit donc principalement de points de pollution du lac, donnant ainsi une idée de la menace sur le lac. Il va de soi, que cette dégradation « à la source » ne représente pas la dégradation générale ou « moyenne » de l'eau du lac, qui certainement est atténuée ou diluée par le volume d'eau gigantesque, mais l'état écologique enregistré donne une bonne approximation de la qualité des rivages du lac, qui sont essentiels pour toute la biodiversité du lac, en tant que lieux de frayères et de nutrition et refuge pour la plupart des organismes, y compris les poissons pélagiques, essentiels pour la pêcherie. En d'autres termes, une bonne qualité des embouchures des rivières et des rivages adjacents est le garant d'une bonne qualité écologique du lac (sous condition d'une pêche durable). Une mauvaise qualité sur ces points côtiers reflète en revanche le potentiel de menace pour le lac.

Tableau 1 : Échantillons par type d'organisme

Type d'échantillon	**Date**	
	Saison sèche	**Saison pluvieuse**
Physico-chimie (embouchure, 50 m et 250 m) données ensemble (**que le nord)**	31-8-2016 et 23-9-2016 (Kinyankonge, Kumase, R1, 2, 3, 4, 5, Muha, Kanyosha) embouchures	15-11-2016 et 14-3-2017 (Kinyankonge, Kumase, R1, 2, 3, 4, 5, Muha, Kanyosha) embouchures, 50 m lac, 250 m lac
Diatomées (données ensemble)	1-9-2016 (Kanyosha, Muha, Ntahangwa) 29-9-2016 (Kamango) 30-9-2016 (Rwaba) 28-10-2016 (Nyamusenyi) 29-10-2016 (Murembwe)	15-12-2016 (Kanyosha, Muha) 16-12-2016 (Ntahangwa) 7-12-2016 (Murembwe) 8-12-2016 (Kamango, Nyamusenyi, Rwaba)
Macrophytes	1-9-2016 (Kanyosha, Muha, Ntahangwa) 29-9-2016 (Kamango) 30-9-2016 (Rwaba) 28-10-2016 (Nyamusenyi) 29-10-2016 (Murembwe)	15-12-2016 (Kanyosha, Muha) 16-12-2016 (Ntahangwa) 7-12-2016 (Murembwe) 8-12-2016 (Kamango, Nyamusenyi, Rwaba)
Macro-invertébrés (5 points en transect à partir de l'embouchure jusque dans le lac, mais à différentes dates, toutes les données ensemble)	octobre 2016 (Ntahangwa, R3, Kanyosha) septembre 2016 (Nyamusenyia, Murembwe, Kamango, Rwaba)	mars 2017 (Ntahangwa, R3, Kanyosha) février 2017 (Nyamusenyia, Murembwe, Kamango, Rwaba)
Poissons Données par saison au sud	2nde moitié de septembre à octobre (Rusizi, Ntahangwa, R3, Kanyosha) 11-11-2016 (Gatororongo) 4-11-2016 (Murembwe) 12-11-2016 (Kigwena) 2-11-2016 (Rwaba)	décembre (Rusizi, Ntahangwa, R3, Kanyosha) 20-12-2016 (Gatororongo) 21-12-2016 (Murembwe) 22-12-2016 (Kigwena) 23-12-2016 (Rwaba)

Tableau 2 : Typologie des sites étudiés.

Sites sur le littoral du Lac Tanganyika du nord au sud	Typologie des sites	Types d'activités humaines et pressions anthropogéniques	Analyses				
			chimie	diatomées	macrophytess	macro-invertébrés	poissons
NORD							
Rivière Rusizi	Le site I (Rusizi) se trouve à 14 km de Bujumbura, juste en face de Parc National de la Rusizi. Sa latitude est de 29°17.430' et 3°21.269' de longitude Est. L'estuaire de la rivière du même nom est une plaine avec une pente très faible, ceinturée par une végétation quasi continue de *Phragmites mauritianus*. La profondeur dans le lac ne dépasse pas 2m. Ce site correspond à la zone de mélange entre les eaux de la rivière et celle du lac et est caractérisé par des eaux bleues et claires par temps calme, devenant troubles lorsque les vents et les vagues soulèvent les alluvions du fond pour les faire passer en suspension.	Parc national, protection, tourisme, pêche					**X**
Rivière Kinyankonge	La rivière Kinyankonge prend son origine dans la rivière Gikoma au niveau de la traversée de la route nationale (RN9) au nord de la ville de Bujumbura, coule d'est en ouest, puis contourne les rizières du côté ouest et change de direction pour continuer du nord-est en sud-ouest.	Elle passe entre les zones Ngagara et Buterere tout près de la STEP de Bujumbura et de l'industrie SAVONOR (Abutip, 2017).	**X**				
Collecteur «Kumase»		Le collecteur «Kumase» passe tout près de l'usine AFRITAN qui traite des peaux d'animaux en vue de la fabrication des chaussures, ceintures et autres produits en cuir. En analysant les eaux usées qui passent dans ce collecteur, rien qu'à la vue, on constate qu'elles sont un peu particulières (noirâtres et présentent une odeur insupportable).	**X**				
Embouchure de la Ntahangwa	Le site II (Ntahangwa) est situé non loin de l'embouchure de rivière Ntahangwa, laquelle traverse la ville de Bujumbura. Son altitude est de 776m avec une latitude de 03°22, 340' et longitude 029°20, 085'. Le substrat du fond et au bord du lac est sablonneux et vaseux. La végétation	Brasserie, tannerie, rejet de la station d'épuration, agriculture dans le bassin versant, eaux usées, hydrocarbures des stations d'essence, etc. Rejets en provenance de la ville et de la Compagnie BRARUDI et érosion dans	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**

	littorale est dominée par des *Phragmites mauritianus* et *Cyperus papyrus* où se mêlent des Commelinaceae et des touffes de jacinthe d'eau. L'eau du lac y est généralement chargée par les alluvions amenées par la rivière voisine et le brassage qui fait remonter les sédiments du fond.	le bassin versant. Les effluents de certains quartiers ainsi que les rejets des industries (BRARUDI, RAFINA, AFRITEX, l'abattoir de Bujumbura).					
Collecteur R3 d'eaux pluviales situé en bas du cercle nautique (REGIDESO)	Le site III (Régideso) est situé au large de la ville de Bujumbura, entre le port et la station de pompage de la Régideso. Ce site a une altitude de 775m avec 03°22, 949´ de latitude et 029°20, 963´ de longitude Est. Cette zone reçoit les eaux de deux déversoirs d'usées de ville. Cette ancienne plage sablonneuse avec des substrats devenant de plus en plus vaseux est envahie par une végétation constituée de *Phragmites*, de *Potamogeton* et de Commelinaceae a un fond mou vaseux. Ce site est situé à quelques mètres de la route Avenue qui mène au port de Bujumbura, dans le quartier Industriel et reçoit les eaux usées en provenance de la ville.	Eaux usées, hydrocarbures des stations d'essence, agriculture dans le bassin versant, rejets en provenance de la ville et du bassin versant. La première partie du canal, très proche de la route, a un substrat bétonné ; tandis qu'à une dizaine de mètres vers le lac, le canal présente un substrat caillouteux et sablonneux avec beaucoup d'autres résidus organiques provenant des macrophytes. L'eau du canal est verdâtre, témoignant d'une eutrophisation probablement due à une grande charge en nutriments et en matières organiques apportés par les eaux. Cette station est plus riche en végétation de macrophytes aquatiques.	**X**	**-**	**X**	**X**	**X**
Collecteurs «R_1», «R_2», «R_4» et «R_5»	Eaux usées, hydrocarbures des stations d'essence, agriculture dans le bassin versant. En vue de faciliter l'évacuation des eaux pluviales et éviter l'inondation dans le centre-ville de Bujumbura, il avait été mis en place des collecteurs municipaux (R1, R2, R3, R4 et R5) qui débouchent vers le lac Tanganyika. Tous ces collecteurs sont concentrés dans la zone située entre le cercle nautique de Bujumbura (CNB) et le port de Bujumbura (Ndikumana et al., 2013). Rien qu'en saison sèche, on voit des eaux qui traversent ces collecteurs. Selon Mpawenayo (2008), les collecteurs R1 et R2 séparent les quartiers Asiatique et Kabondo et atteignent le lac Tanganyika tout en passant respectivement de part et d'autre du CNB. Le collecteur R3 traverse le quartier Asiatique. Les collecteur R4 et R5 longent le quartier industriel dans sa partie sud-ouest et aboutissent le lac Tanganyika tout près du port de Bujumbura (Ndayahoze, 2011).	Rejets en provenance de la ville et du bassin versant. Dans certains quartiers de bas standing, on constate que les eaux de lessive, de douches et des éviers de cuisine sont déviées et envoyées vers les collecteurs municipaux ou rivières qui les traversent.	**X**				
Rivière Muha	Rejets en provenance de la ville et érosion dans le bassin versant. La rivière Muha prend source dans les Mirwa et traverse les zones Rohero, Musaga et Kinindo.	Eaux usées, hydrocarbures des stations d'essence, etc. Les travaux d'extraction des matériaux de construction ainsi que les dépôts	**X**	**X**	**X**	-	-

	La profondeur de la rivière pendant la saison sèche varie entre 4 et 25 cm et peut atteindre 100 cm en saison des pluies. La hauteur des berges varie entre 1 et 3 m tandis que la largeur des lits varie de 12 à 37 m (Mpawenayo et Niyondiko, 2013).	des déchets s'observent aux alentours de cette rivière.					
Rivière Kanyosha	Le site IV (Kanyosha) se trouve à proximité de la rivière Kanyosha, à la périphérie Sud de la ville de Bujumbura. Ce site présente une altitude de 778m, une latitude Sud de 03°26, 026´ et une longitude Est de 029° 20, 505´. Le substrat y est aussi sablonneux et vaseux. La végétation littorale inondée et semi-inondée est dominée par les *Phragmites mauritianus,Typha domingensis*, *Potamogeton* sp. et *Eichornea crassipens*	La station est située dans une partie non traversée par beaucoup de canaux collecteurs, mais bon nombre d'autres polluants peuvent être signalés entre autres les polluants provenant des eaux de ruissellement (contaminées par les différents produits utilisés dans l'agriculture qui se pratique dans le bassin versant), les eaux usées domestiques en provenance des quartiers riverains et les hydrocarbures provenant des stations d'essence traversent les zones Kanyosha, Musaga et Kinindo. Dans ces trois zones, les déchets (solides et liquides) sont rejetés aux alentours des ménages (Nkejimana, 2011).	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
SUD							
Rivière Nyamusenyi (Gatarorongo)	Le site se trouve à 29 km sur la route nationale N°3. On est à 3º37′7″ de Latitude Sud, à 29º20′33″de Longitude Est et à une altitude de 777 m. Il se trouve en bas des contreforts au relief très accentué, qui se prolonge dans le lac pratiquement sans rupture. La végétation dominante est constituée essentiellement de *Phragmites mauritianus* et de *Vossia cuspidata*. Le substrat lacustre est rocheux et graveleux, les roches sous l'eau étant recouvertes d'une couche d'algues. Le long des berges, les activités agricoles y sont intenses ; la végétation naturelle y a pratiquement été remplacée par les cultures.	Plantations de palmiers. La sédimentation est très prononcée au niveau de l'embouchure de la rivière Nyamusenyi à Gitaza où d'importantes superficies ont été emportées. Dans toutes ces rivières, on observe l'extraction du sable et du gravier, la surpêche, le prélèvement incontrôlé de *Phragmites mauritianus* pour multiple usages et le défrichement des terrains à des fins agricoles qui constituent une menace importante.	-	**X**	**X**	**X**	**X**
Rivière Kamango (Kigwena réserve)	La station de Kigwena est à 85 km de Bujumbura, à 4º6′ de Latitude Sud, à 29º29′27″ de Longitude et à une altitude de 773m. Près du lac, se trouve une aire protégée, la Réserve forestière de Kigwena, traversée par un petit cours d'eau, la rivière Kamango. C'est au voisinage de l'embouchure de celle-ci que nous avons fait notre étude. Le substrat sous eau est de type sablonneux et la végétation semi-inondée est constituée essentiellement de	Réserve forestière de Kigwena. Dans toutes ces rivières, on observe l'extraction du sable et du gravier, la surpêche, le prélèvement incontrôlé de *Phragmites mauritianus* pour multiple usages et le défrichement des terrains à des fins agricoles qui constituent une menace importante.	-	**X**	**X**	**X**	**X**

	Phragmites mauritianus et *Vossia cuspidata*. Aucune activité agricole n'y est pratiquée.						
Rivière Murembwe	Le nom du site est celui de la rivière dont l'embouchure se trouve à proximité. On est juste au Sud de la ville de Rumonge, à 78 km de Bujumbura, à 4º00′42″de Latitude Sud, 29º25′40″de Longitude Est et à une altitude de 776 m. Le substrat sous eau est uniformément sablonneux. La végétation sur les berges est constituée en grande partie de *Phragmites*.	Près de la réserve naturelle forestière de Bururi. Dans toutes ces rivières, on observe l'extraction du sable et du gravier, la surpêche, le prélèvement incontrôlé de *Phragmites mauritianus* pour multiple usages et le défrichement des terrains à des fins agricoles qui constituent une menace importante.	-	**X**	**X**	**X**	**X**
Rivière Rwaba	Rwaba est aussi un affluent du lac Tanganyika. Le site d'étude est l'embouchure de cette rivière, située à 125 km de Bujumbura à 4º20′42″de Latitude Sud, 29º35′14″de Longitude Est et à une altitude de 774 m. Le substrat y est sablonneux et la végétation semi-inondée dominée par de *Phragmites mauritianus* et de *Vossia cuspidata*. Une agriculture extensive est pratiquée près de l'embouchure.	Dans toutes ces rivières, on observe l'extraction du sable et du gravier, la surpêche, le prélèvement incontrôlé de *Phragmites mauritianus* pour multiple usages et le défrichement des terrains à des fins agricoles qui constituent une menace importante.	-	**X**	**X**	**X**	**X**

II.3. Analyse et échantillonnages

Physico-chimie

Certains paramètres ont été mesurés in situ (pH, température, turbidité, conductivité et débit des affluents). Pour d'autres paramètres néanmoins, des échantillons représentatifs ont été transportés au laboratoire de chimie et d'analyses environnementales (LCAE) de l'Université du Burundi afin d'y subir des analyses qui ont porté sur les principaux paramètres indicateurs de pollution suivants: Demande Chimique en Oxygène (DCO brute), Demande Biochimique en Oxygène (DBO5 brute), Carbone Organique Total (COT), Matières en suspension (MES), Matières volatiles en suspension (MVS), Matières décantables, Azote total (NT), Phosphore total (PT), Oxygène dissous, Métaux lourds (Chrome, Cobalt, Zinc, Cuivre, Manganèse, Fer et Plomb), dureté (totale, calcique et magnésienne), TA, et TAC. En exploitant des valeurs de débits ainsi que les teneurs des différents paramètres analysés, du moins au niveau de l'embouchure, nous pouvons évaluer les flux des polluants (aussi appelés charge polluante par jour) qui atteignent la zone littorale nord-est du lac Tanganyika située du côté de la ville de Bujumbura/Burundi. Ainsi, le tableau 3 ci-dessous nous donne la synthèse de cette charge polluante.

Diatomées

Notre étude a porté sur les diatomées des trois stations à savoir l'embouchure de la rivière Kanyosha, celle de la rivière Muha et celle de la Ntahangwa. La détermination des espèces de diatomées a été effectuée à l'aide des ouvrages de Hustedt (1930), Gasse (1986), Germain (1981), Mpawenayo (1996), Patrick et Reimer (1966,1975). Krammer et Lange-Bertalot (1988, 1991, 1997) et Van Meel (1954) ont été consultés pour l'identification des genres et des espèces.

Macrophytes

Cette étude a été effectuée au niveau des zones humides de bordure du lac Tanganyika sur les embouchures des rivières Ntahangwa, Canal collecteur R3 en bas du cercle nautique, Muha et Kanyosha (Figure 1). La méthode utilisée est celle de collecte systématique et aléatoire. Ces rivières connaissent des crues très violentes qui apportent directement d'importants sédiments et déchets de toutes sortes. A part la rivière Rusizi, les autres rivières ci-hauts citées traversent la ville de Bujumbura. Le tableau 1 présente la typologie des sites étudiés. Pour des raisons techniques, les activités de terrain se sont déroulées du 31 Août 2016 jusqu'au 31 mars 2017 (Tableau 1). Deux saisons ont été couvertes par notre échantillonnage. La période de fin de saison sèche (grande saison sèche) et la période pluvieuse correspondent en réalité au début de la saison pluvieuse. Au total, trois missions de terrain ont été réalisées et chaque fois au même endroit pour le suivi de la dynamique de la végétation. Pour les espèces non déterminées sur terrain, nous avons fait recours à l'herbarium de l'Université du Burundi de la Faculté des Sciences, accompagné des ouvrages de Troupin (1978-1988), Troupin (1982) et Troupin (1966). L'étude sur la partie sud porte essentiellement sur les macrophytes de bordure du littoral du Lac Tanganyika et a été réalisé sur les zones inondables du sud de la ville de Bujumbura à l'embouchure des rivières Nyamusenyi, Murembwe, Kamango et Rwaba. L'échantillonnage a été réalisé suivant un transect tracé perpendiculairement à la rive du lac. Des points ayant des profondeurs différentes, des courants d'eau différents, bordés ou pas par une végétation en suivant ledit transect ont été identifiés. Les échantillonnages s'opéraient sur 5 points à raison de dix prélèvements par station d'étude et par une sortie, et cela dans le but d'homogénéiser les données.

Macro-invertébrés

Les 5 points d'échantillonnage par site ont été choisis comme suit :

- Point 1 (P1) se trouvant dans la rivière à environ 50 m de l'embouchure,
- Point 2 (P2) se trouvant dans la rivière à environ 25 m de l'embouchure,
- Point 3 (P3) se trouvant à l'embouchure,
- Point 4 (P4) se trouvant dans le lac à environ 25 m de l'embouchure,
- Point 5 (P5) se trouvant dans le lac à environ 50 m de l'embouchure.

Pendant l'échantillonnage, nous nous sommes référés à la méthode proposée par Martens (1998), consistant en l'utilisation d'une benne Ekman. Les sédiments échantillonnés contenant les macro-invertébrés étaient amenés au laboratoire du Département de Biologie de la Faculté des Sciences pour être triés et fixés le même jour.

L'identification a été rendue possible grâce aux différentes clés de détermination et d'ouvrages appropriés comme Tachet *et al.* (2010), Forcellini *et al.* (2012). L'identification taxonomique a été déterminée en fonction de la morphologie des individus et s'est limitée à la famille compte tenu des clés de détermination disponibles mais aussi de l'insuffisance des références à la suite des travaux limités sur les macro-invertébrés benthiques en général, et sur ceux du milieu étudié en particulier.

Poissons

La collecte des poissons sur terrain a été effectuée à l'occasion de deux séries d'échantillonnage de pêche en septembre et décembre 2016, soit à la fin de saison sèche et pendant la saison des pluies. Nous avons effectué deux séries d'échantillonnages une fois dans la deuxième moitié de septembre à octobre 2016 et une fois en décembre 2016. Comme la première série correspond à une période de transition entre la saison sèche et la saison pluvieuse, les résultats des deux séries ne pourront malheureusement pas servir de base pour comparer les saisons climatiques. Pour l'échantillonnage des poissons: deux séries de filets maillants étaient formées chacune de 12 nappes de filets de 5 m de longueur, avec des mailles successivement de 8, 10, 12, 15, 18.5, 22, 25, 30, 33, 38, 45 et 50 mm nœud à nœud ; la longueur totale du filet était ainsi de 60 m x 2, soit 120 m sur le site, et une profondeur d'environ 15 m. Pour la capture des alevins: une grande épuisette conique de 50 cm de diamètre et un mètre de profondeur sur laquelle est monté une moustiquaire en toile. Les filets étaient posés parallèlement à la berge, généralement de 8 heures à 14 heures, soit une pose de 6 heures. Ramenés à la plage, les poissons étaient démaillés et rassemblés dans un seau. Tous les poissons capturés sur le terrain ont été, pour chaque échantillon, triés par morpho-species. Chaque espèce a ensuite été identifiée en se servant d'ouvrages disponibles, dont Poll (1953,1956), Brichard (1989), Konings et Dieckhoff (1992), Axelrod (1991) et le site www.fishbase.org. Les individus de chaque espèce étaient ensuite mesurés (longueur totale en mm) et pesés (poids total en g).

III. RESULTATS ET DISCUSSION

Le Tableau 2 reprend la typologie des sites échantillonnés et donne, complémenté par les données physico-chimiques (que les sites nord à cause de problèmes logistiques) du Tableau 3, un aperçu des menaces de pollution sur la biodiversité et la qualité écologique des affluents du lac. Nous constatons une charge polluante, compte tenu des paramètres DCObrute, DBO5brute et Carbone Organique Total, très élevée au niveau du collecteur Kumase ainsi qu'au niveau des autres sites d'échantillonnage. Ce collecteur municipal véhicule une charge polluante très élevée en ces paramètres ci-haut cités même si le débit de cet affluent semble être inférieur à celui des autres affluents étudiés. Ces données montrent qu'il faut fournir beaucoup d'effort pour réduire les risques graves associés à ces eaux usées apportées par ce collecteur municipal, notamment pour la prévention de la contamination de l'eau et de la vie aquatique. La rivière Ntahangwa transporte également des flux polluants non négligeables et comme cause, nous penserions notamment aux rejets de l'abattoir de Kigobe, rejets sauvages issus des zones traversées par cette rivière ainsi qu'aux rejets de la brasserie de Bujumbura. Concernant les charges polluantes associées aux MES et aux MVS, les valeurs élevées s'observent au niveau de la Kanyosha qui, par son haut débit, transporte d'énormes quantités de pollution particulaire vers cet écosystème lacustre, le lac Tanganyika. Comme signalé auparavant, cette charge polluante serait due à l'érosion au niveau des montagnes que cette rivière traverse. Les différentes quantités des polluants apportés quotidiennement par les affluents qui ont fait l'objet de notre étude révèlent un caractère alarmant du fait qu'elles s'accumulent avec les années. Comme solution, on peut penser à agir au niveau des sources de ces pollutions et donc identifier au niveau de la ville de Bujumbura les activités anthropiques et maîtriser la pollution au niveau du site où elle est produite.

Sur base des résultats obtenus sur les flux des polluants en métaux, il est clair que la charge polluante en métaux n'est pas à négliger à cause de leur capacité de s'accumuler dans la chaîne alimentaire. Par exemple pour la rivière Kinyankonge, une valeur de 18,24 kg/j de Fer obtenue en novembre porte des inquiétudes sur la formation du sulfure de Fer, dangereux dans les milieux aquatiques et pour la santé humaine. Pour le Chrome, la valeur de 3,977 kg/j rejetée dans le lac par la rivière Ntahangwa n'est pas aussi négligeable vu les effets du chrome sur la santé humaine car selon Sante Canada (2017), le Chrome provoque le grossissement du foie et l'irritation de la peau ainsi que du tractus gastro-intestinal et des voies respiratoires. Les activités industrielles et artisanales (bijouteries par exemple) exercées dans la ville de Bujumbura constituent la source des métaux lourds. Nos résultats sur le pH montrent que ce paramètre varie moins comparativement à d'autres paramètres mesurés dans notre étude. Au

niveau de l'embouchure, le pH varie entre 6,7 et 8,8 en saison sèche puis entre 7,2 et 8,7 en saison des pluies. A 50 m et 250 m respectivement vers l'intérieur du lac, le pH varie entre 8,6 et 9 puis entre 8,6 et 9.

Le MDDEFP (2013) a établi un guide des critères de qualité d'eau de surface qui fixe une gamme des valeurs de pH comprise 6,5 et 8,5 pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques et une gamme des valeurs de pH comprise 6,5 et 9 pour la protection de la vie aquatique. Au regard du pH, connu pour être très stable pour le lac Tanganyika, nous constatons que la biodiversité vivant dans notre zone d'étude n'est pas du tout sous contrainte particulière. Les résultats sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 1: Charge polluante, sites nord

Paramètres	**Ntahangwa**		**Kanyosha**		**Muha**		**Kinyankonge**	**Kumase**	**R_3**
	Août	Mars	Novembre	Mars	Novembre	Mars	Septembre	Novembre	Mars
MES (kg/j)	2447,9	43364,9	52390	18944	22295,5	17782,9	718,2	15657,4	171,9
MVS (kg/j)	-	3942,2	5821,1	3788,8	2675,4	2540,4	719,7	903,3	0
Oxygène dissous (kg/j)	33,04	157,7	279,4	181,9	46,8	149,9	-	0	11,2
Dureté totale (kg $CaCO_3$/j)	823,7	2337,8	1472,7	1060,9	933,7	1796	1761,9	782,9	383,9
Dureté calcique (kg/j)	172,6	441,5	325,98	193,2	182,8	414	237,7	88,2	63,5
Dureté magnésienne (kg/j)	95,4	299,6	162,99	140,2	115,9	185,4	283,7	136,7	53,5
DCO brute (kg O_2/j)	275,4	2168,2	9895,9	3409,9	1783,6	9653,6	790	15175,6	42,98
DBO5 brute (kg O_2/j)	61,2	275,9	611,2	75,8	34,2	152,4	592,5	1073,4	592,5
COT (kg/j)	40,4	197,1	209,6	136,4	69,6	121,9	63,2	996	6,2
Azote total (kg/j)	20,8	51,2	40,7	22,7	13,7	30,5	107,7	18,96	10,6
Phosphore total (kg/j)	18,73	6,31	6,98	7,58	1,43	7,621	5,03	4,76	0,69
Cobalt (kg/j)	1,08	-	-	-	-	-	-	-	-
Fer (kg/j)	3,68	-	-	-	-	-	18,24	-	-
Manganèse (kg/j)	0,697	-	-	-	-	-	-	-	-
Chrome (kg/j)	3,977	-	-	-	-	-	2,829	-	-
Cuivre (kg/j)	0,893	-	-	-	-	-	4,23	-	-
Zinc (kg/j)	0,0979	-	-	-	-	-	-	-	-

En ce qui concerne les éléments de la biodiversité étudiée, nous avons fait une synthèse de la biodiversité par le biais de l'indice Shannon-Wiener dans le Tableau 4.

Au vu des difficultés de logistique de terrain causant un échantillonnage éparpillé dans le temps et l'espace et de la faible résolution taxonomique de certains taxons (macro-invertébrés encore relativement peu connus dans la région), la valeur de bio-indication reste relativement faible ou encore peu exploitée. Les listes floristiques et faunistiques pourront être exploitées ultérieurement pour leur valeur de bio-indication et sont déposées chez les auteurs respectifs de l'Université du Burundi et peuvent être consultées sur demande. Néanmoins, ce premier aperçu indique que la rivière Kanyosha a plus de potentiel en qualité écologique, tandis que la rivière Muha et Ntahangwa semblent les plus polluées. La biodiversité est plus riche au sud (surtout les affluents Kamango, Murembwe et Rwaba). Outre la typologie des sites échantillonnés, tous les indices démontrent une dégradation générale des affluents du milieu côtier, et de manière plus accentuée au nord du lac, aux alentours de Bujumbura.

Tableau 4. Sites ; biodiversité (H'=Shannon-Wiener Index); D=diatomées ; M=macrophytes ; MV= macro-invertébrés (familles) ; P= poissons

	Organismes, S = nombre de taxons				Diversité H'			
Sites du nord au sud	**D**	**M**	**MV**	**P**	**D**	**M**	**MV**	**P**
Rusizi	-	-	-	18	-	-	-	2.114
Ntahangwa	61	96	3	18	-	4.428	0.633	2.126
R3	-	47	6	18	-	3.672	0,246	1.529
Muha	41	74	-	-	-	4.139	-	-
Kanyosha	96	88	6	17	-	4.372	0,829	1.920
Nyamusenyi (Gatarorongo)	14	90	4	17	-	4.379	1,102	2.005
Kamango (Kigwena)	76	89	4	20	2.941	4.374	0,789	2.433
Murembwe	84	84	3	21	3.488	4.257	0,145	2.611
Rwaba	68	76	6	19	3.125	4.215	0,882	1.944

IV. CONCLUSION

Les résultats présentés dans cette étude contiennent des éléments de base pour alerter la communauté scientifique et les décideurs au sujet de la dégradation progressive du lac Tanganyika ainsi que sa biodiversité. Elles permettront d'émettre un souhait sur la nécessité de la mise en place d'un système de surveillance sur la dynamique de la biodiversité et la qualité de l'eau du Lac Tanganyika basés sur l'étude des bio-indicateurs. Nous souhaitons que de bonnes décisions et de mesures de gestion soient prises afin d'atténuer et d'arrêter la pollution et la dégradation alarmante du Lac.

V. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le VLIR-UOS pour le financement 'CUI de l'Université du Burundi' et 'Initiative Sud (ZEIN2015Z185)'. Maarten P.M. Vanhove est financé par la Bijzonder Onderzoeksfonds de l'Universiteit Hasselt (BOF20TT06). Egalement remerciés sont les étudiants, Alphonsine Dushimirimana, Marie Diane Nduwimana, Marius Nduwayo, Chantal Sabimana, Francine Kwizera, Epimaque Ndayihimbaze, Léonidas Manizakiza, Vénuste Bigirimana**,** Léopold Nduwayezu pour leurs contributions à cette étude multi-disciplinaire. La Coopération au Développement belge (DGD) est remerciée pour les financements VLIR-UOS et CEBioS. Esther Roex (CEBioS) est remerciée pour sa contribution bibliographique.

VI. REFERENCES

Abila, R., Akoll, P., Albertson, C., Antunes, D., Banda, T., Bills, R., Bulirani, A., Manda, A. C., Cohen, A. S., Cunha-Saraiva, F., Derycke, S., Donohue, I., Du, M., Dudu, A. M., Egger, B., Fritzsche, K., Frommen, J. G., Gante, H. F., Genner, M. J., … Zimmermann, H. (2016). Oil extraction imperils Africa's Great Lakes. *Science*, *354*, 561-562.

ABUTIP Asbl. (2017). *Projet D'urgence Pour La Resilience Des Infrastructures « Puri » Etude d'Impact Environnemental et Social des Travaux de Canalisation de la Rivière Kinyankonge* (SFG2735 V4).

Allison, E. H., Paley, R. G. T., Ntakimazi, G., Cowan, V. J., & West, K. (2000). *Evaluation et Conservation de Biodiversité dans le Lac Tanganyika : Rapport Technique Final de BIOSS*. 221.

Axelrod, H. R. (1991). *Dr. Axelrod's Atlas of freshwater aquarium fishes*. T.F.H. Publications.

Brichard, P. (1989). *Book of Cichlids and All the Other Fishes of Lake Tanganyika.* Neptune City, New Jersey, U.S.A.: TfhPubns Inc.

Buhungu, S., Houssou, A. M., Montchowui, E., Ntakimazi, G., Vasel, J. L., &Ndikumana, T. (2017). Etablissement du pollutogramme et de l'hydrogramme de la rivière Kinyankonge, Burundi. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *11*(3), 1386-1399.

De Keyzer E.L.R., Masilya Mulungula P., Alunga Lufungula G., Amisi Manala C., Andema Muniali A., Bashengezi Cibuhira P., Bashonga Bishobibiri A., Bashonga Rafiki A., Hyangya Lwikitcha B., Hugé J., Huyghe C.E.T., Itulamya Kitungano C., Janssens De Bisthoven L., Kakogozo Bombi J., Kamakune Sabiti S., Kiriza Katagata I., Kwibe

Assani D., Lubunga Dunia P., Lumami Kapepula V., Lwacha F., Mazambi Lutete J., Shema Muhemura F., Milec L.J.M., Mulimbwa N'Sibula T., Mushagaulusa Mulega A., Muterezi Bukinga F., Muzumani Risasi D., Mwenyemali Banamwezi D., Kahindo N'Djungu J., Nabintu Bugabanda N., Ntakobajira Karani J.-P., Raeymaekers J.A.M., Riziki Walumona J., Safari Rukahusa R., Vanhove M.P.M., Volckaert F.A.M., Wembo Ndeo O. & Van Steenberge M. (2020). Local perceptions on the state of fisheries and fisheries management at Uvira, Lake Tanganyika, DR Congo. *Journal of Great Lakes Research 46: 1740–1753. https://doi.org/10.1016/j.jglr.2020.09.003*

Evert, M. J. (1980). *Le lac Tanganyika, sa faune et la pêche au Burundi*. Université du Burundi.

Forcellini, M., Mathieu, C., & Merigoux, S. (2012). *Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion.* 137.

Gasse, F. (1986). *East African diatoms : Taxonomy, ecological distribution* (Vol. 11).

Germain, H. (1981). *Flore des Diatomées, Diatomophycées : Eaux douces et saumâtres du Massif armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale*. Société nouvelle des éditions Boubée.

Hakizimana, I. (2006). *Etude limnologique des eaux de la zone pélagique au nord du lac Tanganyika : Cas des nutriments* [Mémoire en sciences biologiques]. Université du Burundi.

Hustedt, F. (1935). *Die fossile Diatomeenflora in den Ablagerungen de Tobaseesauf Sumatra*. Arch. Hydrob., Suppl.-Bd. 14.

Konings, A., &Dieckhoff, H. W. (1992). *Tanganyika secrets*. Cichlid Press ; Distributed by Aquatic Promotions.

Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1988). *SüßwasserfloravonMitteleuropa, Bd 02/1 : Bacillariophyceae Teil 1 : Naviculaceae*. SpektrumAkademischer Verlag.

Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1991). *SüßwasserfloravonMitteleuropa, Bd 02/3 : Bacillariophyceae Teil 3 : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Spektrum Akademischer Verlag.

Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (1997). *SüßwasserfloravonMitteleuropa, Bd 02/2 : Bacillariophyceae Teil 2 : Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Spektrum Akademischer Verlag.

Lwikitcha, B. H. (2012). *Evaluation de l'influence des activités anthropiques sur la physico-chimie, la composition et l'abondance du plancton et des macro- invertébrés du littoral du lac Tanganyika (cas des zones littorales le long de Bujumbura (Burundi) et Uvira (RD Congo) au nord du lac)* [Master complémentaire en sciences de l'environnement]. Université du Burundi.

Manirakiza, A. (2011). *Variation des paramètres physico-chimiques de l'eau du lac Tanganyika aux environs du site de captage de la REGIDESO* [Mémoire en sciences chimique]. Université du Burundi.

MDDEFP. (2013). *Critères de qualité de l'eau de surface.* Direction du suivi e l'environnement.

MEEATU. (2013). *Politique Nationale d'Assainissement du Burundi et Stratégie Opérationnelle Horizon 2025* (p. 55).

Mpawenayo, B. (1996). *Les eaux de la plaine de la Rusizi (Burundi) : Les milieux, la flore et la végétation algales* [Mémoire des sciences naturelles et médicales]. Académie Royale des Sciences d'Outre-mer.

Mpawenayo, B. (2008). *Réévaluation de la charge polluante des collecteurs R1 et R3 dans la Municipalité de Bujumbura*. [Mémoire de licence]. Université du Burundi.

Mpawenayo, B., &Niyondiko, C. (2013). Etude de la flore diatomique en relation avec l'hétérogénéité des habitats et la conductivité électrique des eaux de la rivière Muha à Bujumbura. *Bulletin scientifique de l'Institut national pour l'environnement et la conservation de la nature, 12*, 1-13.

Mudosa, K. (2009). *Influence des apports des affluents de la baie Nord du lac Tanganyika : «Etude basée sur les données historiques des paramètres physico-chimiques»* [Mémoire en génie civil]. Université du Burundi.

Nahimana, D. (2007). *Nutrient dynamics and production in the northern Lake Tanganyika. Faculty of sciences, laboratory of analytical and environmental chemistry* [Doctoral thesis]. VrijeUniversiteit Brussel.

Ndayahoze, G. (2011). *Réévaluation de la DBO5 des collecteurs municipaux par la méthode manométrique*. [Mémoire de licence en sciences chimiques]. Université du Burundi.

Ndayizeye, N. (2011). *Etude de l'épilithon du littoral du lac Tanganyika et de deux rigoles d'évacuation des eaux usées de la ville de Bujumbura* [Mémoire]. Université du Burundi.

Ndikumana, T., Bizindavyi, E., Kisoholo, A., &Vasel, J. L. (2013). Impact des collecteurs d'eaux pluviales sur la baie Nord-Est du lac Tanganyika. *Bulletin scientifique de l'Institut national pour l'environnement et la conservation de la nature*, *12*, 55-60.

Nkejimana, T. (2011). *Impacts des rejets domestiques sur la qualité des eaux de la rivière Kanyosha* [Mémoire de licence en sciences chimiques]. Université du Burundi.

Ntakiyiruta, P. (2013). *Contribution à l'estimation quantitative des nutriments apportés par la rivière Ntahangwa au lac Tanganyik* [Mémoire de master en sciences de l'environnemnet]. Université du Burundi.

Patrick, R., & Reimer, C. W. (1966). *The Diatoms of the United States Exclusive of Alaska and Hawaii : Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae*. Academy of Natural Sciences.

Patrick, R., & Reimer, C. W. (1975). *The Diatoms of the United States Exclusive of Alaska and Hawaii, Volume 2*. Academy of Natural Sciences.

Patterson, G., & Makin, J. (1998). *The state of biodiversity in Lake Tanganyika; a literature review*. Chatham (United Kingdom) Natural Resources Institute.

Plisnier, P.-D., Nshombo, M., Mgana, H., & Ntakimazi, G. (2018). Monitoring climate change and anthropogenic pressure at Lake Tanganyika. *Journal of Great Lakes Research*, *44*(6), 1194-1208.

Poll, M. (1953). Poissons non cichlidae. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique : Résultats scientifiques de l'exploration hydrobiologique du lac Tanganika (1946-1947)*, *III*, 3-251.

Poll, M. (1956). Poissons cichlidae. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique : Résultats scientifiques de l'exploration hydrobiologique du lac Tanganika (1946-1947)*, *III*, 1-619.

Santé Canada. (2017). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Tableau sommaire*. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada,.

SNPAB. (2013). *Résumé exécutif sur la Stratégie Nationale et Plan d'Action sur la Biodiversité (SNPAB)* (p. 9). Ministere De L'eau, De L'environnement, De L'aménagement Du Territoire et De L'urbanisme.

Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., &Usseglio-Polatera, P. (2010). *Invertébrés d'eau douce—Systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions.

Troupin, G. (1966). *Étude phytocénologique du Parc national de l'Akagera et du Rwanda oriental : Recherche d'une méthode d'analyse appropriée à la végétation d'Afrique intertropicale*. Université de Liège.

Troupin, G. (1978). *Flore du Rwanda : Spermatophytes*. Musée royal de l'Afrique Central.

Troupin, G. (1982). *Flore des plantes ligneuses du Rwanda*. Musée royal de l'Afrique Central.

Van Meel, L. (1954). *Le phytoplancton : Etat actuel de nos connaissances sur les grands lacs Est-Africains et leur phytoplancton*.

West, K. (2001). *Lac Tanganyika: Résultats et Constats Tires De L'initiative De Conservation Du Pnud/Gef (Raf/92/G32) Qui A Eu Lieu Au Burundi, En République Démocratique Du Congo, En Tanzanie et En Zambie* (p. 155). Projet sur la Biodiversité du Lac Tanganyika.