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

Impacts de la jacinthe d’eau eichhornia crassipes sur les paramètres physico-chimiques et la diversité piscicole dans le littoral NORD-EST DU LAC TANGANYIKA

NIGARURA, Ariel; Sous la direction de : Professeur Claver Sibomana

2025-04
UB, FS
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2137

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

IMPACTS DE LA JACINTHE D'EAU EICHHORNIA CRASSIPES SUR LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES ET LA DIVERSITE PISCICOLE DANS LE LITTORAL NORD-EST DU LAC TANGANYIKA



Par :

Ariel NIGARURA

Mémoire Présenté en vue d'obtention Du Diplôme de Master en Biologie des Organismes et Ecologie

Option: Biologie et Gestion des Ecosystèmes Aquatiques

Sous la direction de :

Professeur Claver SIBOMANA

Membres du jury :

Prof. Chantal KWIZERA : Présidente

Prof. Gaspard NTAKIMAZI : Secrétaire

Prof. Claver SIBOMANA : Promoteur

Bujumbura Avril, 2025

Membres du jury

Prof. Chantal KWIZERA : Présidente

Prof. Gaspard NTAKIMAZI : Secrétaire

Prof. Claver SIBOMANA : Promoteur

DEDICACES

A ma très chère Maman

Et a toutes les femmes qui luttent pour la conservation de la biodiversité.

Je dédie ce mémoire

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, je tiens à remercier un ensemble de personnes sans lequel ce mémoire n'aurait jamais pu aboutir.

Tous mes sincères remerciements vont directement au Professeur Claver SIBOMANA de l'Université du Burundi et Directeur du Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement (CRSNE) promoteur de ce mémoire pour le bienveillant intérêt qu'il n'a cessé de porter à nos recherches et la confiance qu'il nous a témoigné en acceptant l'encadrement et le suivi du présent travail. Ses sages et pertinents conseils, ses remarques constructifs, sa méthode de travail et sa disponibilité malgré ses multiples engagements ont été pour nous un atout majeur pour la réussite de ce travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à tous les éducateurs de l'Université du Burundi, plus particulièrement ceux de la faculté des Sciences et de master en biologie des organismes et écologie. Que chacun trouve le couronnement de ses efforts.

Ma gratitude s'adresse aussi à RUGIRABIRORI Albéric, technicien au musée du lac Tanganyika à l'Université du Burundi à la faculté des Sciences département de Biologie et Raphael BARANSEGETA technicien de laboratoire de chimie pour leur contribution en nous accompagnant sur le terrain et en nous guidant au laboratoire. Qu'ils trouvent dans ce travail un hommage vivant.

Je tiens à remercier également Mr Akimana Liévin, Msc Don Samuel NDUWIMANA, Msc Anatole BIGIRIMANA, Msc Didier MBARUSHIMANA et IRADUKUNDA Oscar pour leurs soutiens et encouragement incomparables.

Que mes sentiments de gratitude parviennent à ma famille biologique plus particulièrement à mon adorable père, à ma mère, à IRINIMBABAZI Ildephonse, à mes sœurs et frères pour leur soutien tant moral que matériel.

Enfin, c'est un agréable devoir de remercier et d'exprimer ma sympathie à mes collègues de la cinquième promotion de Master en Biologie des Organismes et Ecologie de l'Université du Burundi. Nous garderons un souvenir inoubliable pour les bons moments passés ensemble à l'Université du Burundi.

RESUME

Le lac Tanganyika est un écosystème ancien avec une biodiversité très élevée et une grande importance pour les populations et les pays riveraines. La plus grande biodiversité se trouve dans la zone littorale. Toutefois, ce lac est soumis à des menaces pouvant conduire à la perte de sa biodiversité notamment piscicole et la dégradation de la qualité de l'eau. La présence dans la zone littorale de la jacinthe d'eau, une plante envahissante, constitue une menace car elle peut réduire la production primaire et le taux d'oxygène par la baisse de la luminosité dans l'eau. Cette plante envahissante est particulièrement présente dans la zone littorale de la baie de Bujumbura notamment autour des embouchures des rivières Ntahangwa et Kinyankonge, rendant cette partie du lac vulnérable. C'est dans cette optique que nous avons entrepris cette étude pour déterminer l'impact de l'invasion de la jacinthe d'eau sur la diversité des poissons et la qualité de l'eau dans cette zone.

Quatre sites d'échantillonnage ont été choisis à l'embouchure des rivières Kinyankonge et Ntahangwa en fonction de la présence ou absence de la jacinthe d'eau. La collecte a duré 4 mois et a couvert deux saisons. Les indices de diversité de Shannon, d'équitabilité de Piélou et de similarité de Jaccard ont été mesurés pour estimer la biodiversité des poissons. Les données sur les poissons ont été collectées en pêchant à l'aide du filet maillant et une enquête alors que les paramètres physico-chimiques ont été mesurés in situ et par une analyse au laboratoire. Un total de 53 espèces reparties en 9 familles a été inventorié, la plus dominante étant la famille des Cichlidés avec 44 espèces soit 85% du total des espèces. Les valeurs des indices de diverstié montrent que la biodiversité est plus élevée aux sites caractérisés par la présence de la jacinthe. De plus, l'indice de Jaccard indique une grande similarité entre les sites envahis par la jacinthe d'eau aux embouchures des deux rivières. Les résultats de l'enquête montrent que certaines espèces qui étaient pêchés avant la colonisation par la jacinthe d'eau ne sont plus présentes dans les captures des pêcheurs : *Mastacembellus cunningtoni* et *Astatotilapia burtonii* alors que d'autres jadis absentes sont actuellement pêchés : *Clarias gariepinus*, *Protopterus aethiopicus* et *Simochromis diagramma*.

Les résultats sur les paramètres physico-chimiques montrent que le pH, la Conductivité électrique, le TDS et les phosphates sont plus élevées aux sites colonisés par la jacinthe pendant la saison sèche. Par contre, les valeurs des nitrites, de la concentration en oxygène, de l'oxygène dissous, de l'ammonium et du DBO5 ne varient pas en fonction de la présence de la jacinthe d'eau ou de la variation saisonnière.

La présence de la jacinthe d'eau dans le lac aurait entrainé la disparition de certaines espèces de poissons et la prolifération des autres. Elle a aussi une influence sur la qualité des paramètres physico-chimiques. Les résultats de notre étude devraient aider les décideurs gouvernement ainsi que les institutions ayant la protection de l'environnement dans leurs attributions à prendre les mesures nécessaires pour le contrôle de la prolifération de la jacinthe d'eau dans le but de limiter la perturbation du lac Tanganyika en particulier la biodiversité et la qualité de l'eau dont dépend cette biodiversité.

Mots clés : jacinthe d'eau, diversité piscicole, lac Tanganyika, rivière Kinyankonge, rivière Ntahangwa

SUMMARY

Lake Tanganyika is an ancient ecosystem with very high biodiversity and great importance for the populations and bordering countries. The greatest biodiversity is found in the littoral zone. However, this lake is subject to threats that can lead to the loss of its biodiversity, including fish, and the degradation of water quality. The presence of water hyacinth, an invasive plant, in the littoral zone, constitutes a threat because it can reduce primary production and oxygen levels by reducing the brightness in the water. This invasive plant is highly present in the littoral zone of Bujumbura Bay, around the mouths of the Ntahangwa and Kinyankonge rivers, making this part of the lake vulnerable. Therefore, this study was undertaken to determine the impact of the water hyacinth invasion on fish diversity and water quality in this area.

Four sampling sites were selected at the mouths of the Kinyankonge and Ntahangwa rivers based on the presence or absence of water hyacinth. Collection lasted 4 months and covered two seasons. Shannon diversity, Piélou evenness, and Jaccard similarity indices were measured to estimate fish biodiversity. Fish data were collected by gillnet fishing and survey while physicochemical parameters were measured in situ and by laboratory analysis. A total of 53 species divided into 9 families were identified, of which the Cichlid family with 44 species (85% of the total species) was predominant. The values of the diversity indices show that biodiversity is high at sites with water hyacinth. Furthermore, the Jaccard index indicates a great similarity between the sites invaded by water hyacinth at the mouths of the two rivers. The results of the survey show that some species that were fished before the colonization by water hyacinth are no longer present in the fishermen's catches, including Mastacembellus cunningtoni and Astatotilapia burtonii while others that were previously absent are currently fished like Clarias gariepinus, Protopterus aethiopicus and Simochromis diagramma.

The results on physicochemical parameters show that pH, electrical conductivity, TDS and phosphates are higher at sites colonized by hyacinth during the dry season. However, the values of nitrites, oxygen concentration, dissolved oxygen, ammonium and BOD5 do not vary according to the presence of water hyacinth or seasonal variation.

The presence of water hyacinth in the lake Tanganyika would have led to the disappearance of some fish species and the establishment of others. It also has an influence on the quality of physicochemical parameters. The results of this study should help policymakers and institutions responsible for environmental protection to take the necessary measures to control the proliferation of water hyacinth to limit the disruption of Lake Tanganyika.

Keywords: water hyacinth, fish diversity, Lake Tanganyika, Kinyankonge River, Ntahangwa River

TABLE DES MATIERES

Membres du jury ..... **i**

DEDICACES ..... **ii**

REMERCIEMENTS ..... **iii**

RESUME ..... **iv**

SUMMARY ..... **v**

TABLE DES MATIERES ..... **vi**

Liste des Sigles et Abréviations ..... **viii**

LISTE DES TABLEAUX ..... **ix**

LISTE DES FIGURES ..... **x**

AVANT-PROPOS ..... **xi**

INTRODUCTION **1**

CHAPITRE I : GENERALITES **4**

I.1. GENERALITES SUR LA JACINTHE D'EAU **4**

I.1.1 Description de la jacinthe d'eau 4

I.1.2 Origine et dispersion de la jacinthe 5

I.1.3 Multiplication de la jacinthe 5

I.1.4 Systématique de la jacinthe d'eau 6

I.1.5 Conditions de développement 6

I.1.6. Lutte contre la jacinthe d'eau 6

I.2. GENERALITES SUR LE LAC TANGANYIKA **9**

I.2.1. Localisation géographique 9

I.2.2. Conditions hydrologiques 10

I.2.3 Quelques propriétés physico-chimiques du lac Tanganyika 10

I.2.4 Pédologie 11

I.2.5. Biotopes du lac Tanganyika 12

I.2.6. Diversité floristique 12

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES 13

II.1. Zone d'étude 13

II.2.Matériels utilisés 15

II.3. Echantillonnage et travail de laboratoire 16

II.4 Analyse et traitement des données 17

CHAP III. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS 18

III.1. Présentation des résultats 18

III.1.1. les résultats obtenus par enquête 18

III.1.2 Les résultats sur les poissons pêchés 20

III.2. DISCUSSION 31

III.2.1 Diversité piscicole des sites échantillonnés 31

III.2.2 Relation entre poissons et Jacinthe d'eau 31

III.2.3. Les paramètres physico-chimiques 32

CHAPITRE IV. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 35

IV.1. Conclusion 35

IV.2. Recommandations 36

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 37

ANNEXES 46

Liste des Sigles et Abréviations

CE : conductivité électrique

pH : potentiel d'hydrogène

TDS : Total dissolved solides

WH : Jacinthe d'eau

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Espèces de poissons pêchées avant l'invasion des sites par la jacinthe d'eau 18
Tableau 2 : Liste des poissons capturés actuellement aux sites envahis par la jacinthe d'eau 19
Tableau 3 : Espèces de poissons capturées dans les différents sites d'échantillonnage 21
Tableau 4 Abondance spécifique entre les sites avec et sans la jacinthe d'eau 23
Tableau 5 : Indice de similarité de Jaccard entre les sites 23
Tableau 6: les paramètres physico-chimiques de l'eau 24

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : situation géographique du lac Tanganyika (Fermon, 2007).....9
Figure 2 : zone d'étude avec sites d'echantillonnage (A : Natangwa, B : kinyankonge).....13
Figure 3 : Le rôle écologique de la jacinthe d'eau pour les poissons sur la diversité piscicole.....20
Figure 4 : Dendrogramme hiérarchique basé sur l'indice de Jaccard entre les sites 23
Figure 5 : comparaison de pH entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison 25
Figure 6 : comparaison de la conductivité électrique entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison.....25
Figure 7 : comparaison de la TDS électrique entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison 26
Figure 8 : comparaison de la température entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison ...26
Figure 9 : comparaison de la concentration de l'oxygène dissous et de la saturation en oxygène dans l'eau entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison.....27
Figure 10 : la moyenne de concentration en nitrites des différents sites par saison 27
Figure11 : comparaison moyenne de concentration d'ammonium.....28
Figure 12 : concentration en phosphate par site et par saison.....28
Figure 13 : moyenne de demande biochimique en oxygène.....29
Figure 14 : comparaison de la quantité de la matière en suspension entre différents sites.....30
Figure 15 :Analyse en composantes principales des paramètres physico-chimiques.....30

AVANT-PROPOS

Ce travail de recherche a été mis en œuvre dans le cadre l'obtention du diplôme de Master en Biologie des Organismes et Ecologie, option Biologie et Gestion des Ecosystèmes Aquatiques. Elle met en lumière les effets de la jacinthe d'eau sur les paramètres physico-chimiques et les poissons du littoral Nord-Est du lac Tanganyika. C'est un travail qui avait pour but de contribuer à la gestion durable et la conservation de la biodiversité du lac Tanganyika et des poissons en particulier.

L'idée de cette étude est venue du fait que la partie littorale du lac Tanganyika riche en diversité de poissons est colonisée par une plante envahissante rendant cette partie vulnérable. Les données de notre recherche ont révélé que la jacinthe d'eau modifie certains paramètres physico-chimiques et peut provoquer la disparition de certaines espèces et aussi l'apparition d'autres espèces de poissons.

La présente étude fournit des données de base qui aideront les décideurs dans la prise des mesures nécessaires pour limiter la perturbation du lac Tanganyika.

INTRODUCTION

Le lac Tanganyika est connu pour sa biodiversité très élevée. Situé entre le Burundi, la RDC, la Tanzanie et la Zambie, il constitue un écosystème ancien et presque fermé renfermant une faune remarquable. Les groupes d'animaux présents ont une endémicité très élevée à la suite d'une spéciation intra lacustre (Brooks, 1950). L'âge considérable de ce lac aurait permis aux organismes d'évoluer et de constituer une faune et flore spéciales particulièrement adaptées (Allison, 2000).

Alors que les grands lacs africains hébergent un ensemble d'espèces connu mondialement qui sont les cichlidés, le lac Tanganyika héberge aussi de nombreuses familles d'autres poissons et de grands groupes d'invertébrés. Ce qui fait du lac Tanganyika l'une des masses d'eau douce sur cette planète la plus riche en termes de diversité en espèces (Patterson & Makin, 1998). Parmi ces poissons, de nombreuses espèces d'importance économique font l'objet d'une pêche active coutumière et artisanale (Collart, 1958; (Breuil, 1995; Collart, 1958)

La pêche contribue au bien-être de la population sur le plan nutritionnel comme source de protéines animales et financier pour les économies locales et nationales. Ainsi, plus de 10 millions de personnes vivant autour du lac, plus d'un million de pêcheurs et des dizaines de milliers de transformateurs et de marchands de poissons dépendent de la bonne condition et du bien-être des stocks de poissons pour leurs moyens d'existence (Bailey-Watts, 2000). La zone littorale est la plus riche en diversité de poissons ; elle est aussi importante pour plusieurs espèces de poissons pélagiques qui fréquentent ce milieu pour se reproduire et pour la croissance des juvéniles (Ntakimazi, 1995).

Le lac Tanganyika est le deuxième lac le plus profond et le plus ancien, avec 1 470 m de profondeur et le plus important réservoir d'eau douce d'Afrique avec environ 18% de toute l'eau douce du globe (Plisnier et al., 1999). Elle constitue une source permanente et irremplaçable d'eau potable et à usage domestique pour la population des nombreuses régions riveraines (Vandelannoote et al., 1996). De plus, le lac facilite les déplacements et le transport des marchandises entre les pays riverains (Toft et al., 2003) et contribue ainsi au développement économique de la région des Grands Lacs Africains.

Malgré son importance, l'environnement du lac est soumis à des défis résultant essentiellement des activités liés à l'augmentation galopante de la population des pays riverains. Les pratiques agricoles et le déboisement dans le bassin versant entrainent l'érosion et des charges excessives de sédiments

et d'éléments nutritifs dans le lac. A cela s'ajoute, la pollution d'origine industrielle et urbaine, la surexploitation des poissons du lac, et les effets du changement climatique global.
Toutes ces menaces conduisent à la dégradation de la qualité de l'eau et la baisse de sa biodiversité (Ntakiyiruta et al., 2017). Un autre phénomène inquiétant est l'apparition d'espèces envahissantes qui excluent d'autres espèces dans le milieu lacustre et ont des effets écologiques négatifs. C'est le cas de la jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes* trouvée dans la zone littorale (Niyoyitungiye, 2020).

E. *crassipes* est une plante aquatique flottante qui se reproduit par stolons de nombreuses petites plantes qui se détachent sous la pression des courants d'eau permettant aux nouveaux individus de coloniser d'autres zones ou par graines pouvant se disperser par les courants d'eau et les oiseaux aquatiques. La grande capacité reproductrice et l'absence d'ennemis naturels favorisent la prolifération et la colonisation de nouveaux espaces (Dagno et al., 2007).

Certains auteurs ont montré que la jacinthe d'eau possèdent des propriétés dépolluantes sur les eaux usées(Collart, 1958; Zayed et al., 1998) en piégeant les métaux lourds et les nutriments (BARRET, 1980; Greenfield et al., 2007) et présentent des avantages sur l'environnement. D'autres affirment que l'invasion par cette espèce d'un écosystème aquatique affecte négativement la qualité de l'eau avec un ombrage qui réduit la photosynthèse et ainsi le taux d'oxygène(Yongo et al., 2017) et qu'elle affecte aussi la répartition des poissons en bloquant les voies migratoires de ceux qui échappent à la prédation ou à un faible oxygène dissous (Ultsch, 1973; Gopal, 1987; Balirwa et al., 2000). Ainsi, sa présence dans la partie littorale du lac Tanganyika conduirait à la réduction de la biodiversité piscicole et favoriserait la présence d'espèces de poissons peu exigeantes en oxygène.

La présence de la jacinthe d'eau au lac Tanganyika et ses effets sur l'environnement et en particulier la biodiversité des poissons mérite une attention particulière vue son importance pour la vie des populations environnantes et l'économie nationale. Cette étude permettrait d'établir si la biodiversité des poissons est affectée et comment elle est affectée et quelles sont les mesures nécessaires pour atténuer les effets négatifs éventuels. C'est dans cette optique que nous avons entrepris la présente étude dans la partie Nord du lac Tanganyika à l'embouchure de la rivière Kinyankonge et Ntahangwa intitulée impacts de la jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* sur les paramètres physico-chimiques et la diversité piscicole du littoral Nord-Est du lac Tanganyika.

L'objectif général est de contribuer à la gestion durable et la conservation de la biodiversité du lac Tanganyika et des poissons en particulier. Spécifiquement, notre étude vise les objectifs suivants :

- Inventorier les espèces des poissons présentes dans les sites échantillonnés
- Déterminer l'impact de la densité par la jacinthe d'eau sur la diversité des poissons
- Evaluer l'effet de la présence de la jacinthe d'eau sur les paramètres physico-chimiques.

A côté de l'introduction, notre travail s'articule en 4 chapitres. Le premier chapitre porte sur les généralités sur la jacinthe d'eau et le lac Tanganyika. Le second décrit la zone d'étude, le matériel et les méthodes d'échantillonnage ainsi que l'analyse et le traitement de données. Le troisième est consacré à la présentation et la discussion des résultats tandis que le quatrième comporte la conclusion et une proposition des perspectives.

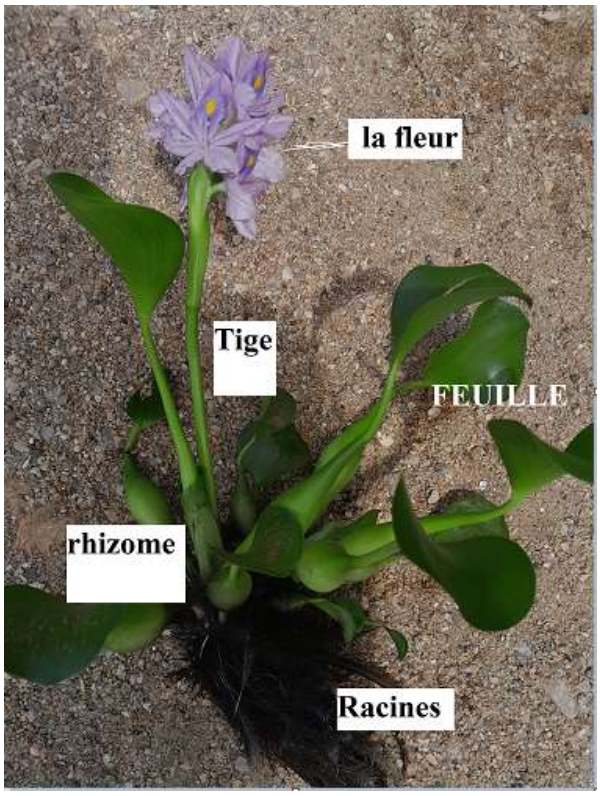
CHAPITRE I : GENERALITES

I.1. GENERALITES SUR LA JACINTHE D'EAU

I.1.1 Description de la jacinthe d'eau

La jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) est une plante aquatique macrophyte flottante cosmopolite, exotique pouvant former de petites colonies ou de larges tapis qui peuvent couvrir des milliers d'hectares de plants d'eau.

Elle comprend les feuilles, les tiges, les racines, la fleur, le fruit et les graines. (Dagno et al., 2007) affirme que la jacinthe, du point de vue morphologique, peut avoir une variabilité considérable dans la forme et la couleur de ses feuilles et de ses fleurs selon l'âge de la plante. La tige et les feuilles sont vertes sombres et brillantes.



La fleur quant à elle est constituée de 10 à 30 fleurs avec 6 pétales bleues-violets ou roses-violets dont le pistil est situé entre ou au-dessus de 2 groupes d'étamines. Le pétale supérieur porte une tache jaune d'or encadré par une ligne bleue. Son système racinaire est composé d'un rhizome en forme de bulbe et des racines plumeuses noir violacées et peut représenter la moitié de la biomasse d'une population de ces plantes. Les rhizomes aux longues racines s'enfonçant sur 50cm sous les feuilles flottantes créent ensemble un épais tapis à la surface de l'eau (Center et al., 2002).

I.1.2 Origine et dispersion de la jacinthe

La jacinthe serait originaire du bassin du fleuve Amazone (Rakotoarisoa et al., 2015). Center et al (2002) considèrent l'ensemble de la zone d'Amérique du sud comme sa région naturelle. Cependant, c'est à partir du Porto Rico où cette plante serait dispersée de l'Amérique du Sud vers celle du Nord au début du 19è siècle (Gopal, 1987).

L'itinéraire et le calendrier du cheminement de cette plante en Afrique sont incertains et difficiles à reconstituer. Certains pensent qu'elle a été introduite en Egypte comme plante ornementale entre 1879-1892 et s'est repandue dans les lacs et les retenues d'eau d'Afrique (Ogutu-Ohwayo et al., 1997), d'autres soupçonnent le Rwanda et le Congo belge comme porte d'entrée de la plante invasive dans les années 1940 (Monnier, 2017) et aurait atteint le Burundi en 1957 (Jones, 2009). Elle a été vue pour la première fois dans le lac Tanganyika en 2002 (Ntakimazi, Pers. Com).

Cette plante a tendance à devenir envahissante dans les masses d'eau où les conditions hydrologiques ou nutritives ont été modifiées. La colonisation de tous ces milieux se réalise essentiellement par la reproduction végétative (Lyons & Miller, 1999).

I.1.3 Multiplication de la jacinthe

Les études de (BARRET, 1980) chez cette plante ont montré que cette plante a une reproduction végétative et sexuée caractérisée par le potentiel de reproduction d'un grand nombre d'individus dans un laps de temps.

I.1.3.1 Reproduction végétative

La jacinthe se multiplie principalement par la voie végétative. Au cours de cette multiplication, des plantes sont produites à partir de l'élongation des stolons due à la division des méristèmes axillaires de la plante mère (Center et al., 2002) . Les clones très fragiles restent fixés à la plante mère par le stolon puis se détachent sous la pression des courants d'eau, des vagues, des animaux et des objets flottants permettant ainsi à des nouveaux individus de coloniser d'autres zones (BARRET, 1980). La jacinthe est une plante pérenne à croissance indéterminée. L'intensité de croissance de la plante est déterminée soit par évaluation de la surface de l'eau couverte durant une période donnée et le taux de croissance (ou la biomasse) de la jacinthe peut être déterminé par l'équation suivante : Nt = N0 Xt, oùN0 est le nombre de plants au temps T0 et Nt le nombre de plants obtenus à la fin du temps T, X est le taux de croissance/jour (Gopal, 1987). Cette méthode de reproduction végétative lui donne un immense pouvoir de multiplication (De Casabianca & Laugier, 1995).

I.1.3.2 Reproduction sexuée

La floraison de la jacinthe dure environ 15 jours(Center et al., 2002) et est caractérisée par la production d'une quantité élevée de graines (200-300) . Les fruits se forment après la fécondation des fleurs qui donnent des capsules contenant plusieurs centaines de graines, seulement de 34 graines sont viables capsules(Wilson et al., 2005).

I.1.4 Systématique de la jacinthe d'eau

La jacinthe d'eau est une monocotylédone herbacée vivace, elle appartient à la division des Magnoliophyta, classe des Liliopsida, subclasse des Commeinidae, super-ordre des Commelinanae, ordre des Pontederiales, famille des Pontederiaceae, genre *Eichhornia*, épithète spécifique : *crassipes* (Martius) Solms-Laubach (Qaisar Mahmood et al., 2005). Dans certains pays, Gopal (1987) a affirmé qu'il existe 6 autres espèces du genre Eichhornia dont *E. paniculata, E. paradoxo, E. hetersperma, E. diversifolia, E. venezuelensis, E.azurea* qui sont essentiellement néo-tropicales et confinées en Amérique du Sud. Il a ajouté que l'espèce *E. natans* est endémique en Afrique comme ça a été prouvé dans certains pays africains.

I.1.5 Conditions de développement

La pollution constitue la principale cause de la prolifération de la jacinthe. Les polluants d'origines agricoles, industrielles et ménagères arrivent dans les fleuves et lacs par les canaux d'évacuation et enrichissent les eaux en azote et en phosphore principales composantes de la matière organique. La jacinthe d'eau se développe dans les milieux stagnants ou à faible courant. Elle présente une grande tolérance pour la présence des substances toxiques (Gopal, 1987). Elle préfère les milieux bien ensoleillés.

L'absence d'ennemis naturels et des plantes compétitives est un aussi facteur très important dans la prolifération de la jacinthe dans les zones où elle a été introduite et en Afrique en particulier. Dans son site d'origine du bassin amazonien, la jacinthe d'eau est attaquée par des ennemis spécifiques, animaux et végétaux qui limitent sa prolifération. Elle parvient facilement à se substituer aux plantes aquatiques autochtones(Calvert, 1998).

I.1.6. Lutte contre la jacinthe d'eau

I.1.6.1. Lutte physique

La lutte physique contre la jacinthe est mécanique et manuelle. Elle fournit un meilleur contrôle à court terme à la prolifération de la plante (Pieterse et al., 1996). La méthode manuelle présente

beaucoup de risque pour les travailleurs (présence de crocodiles, d'hippopotames et les serpents aquatiques) et est très couteuse en main d'œuvre (Dagno et al., 2007). Quant à la méthode mécanique, elle nécessite des équipements lourds pour la collecte des plants dans l'eau(Gutierrez Lopez et al., 1996), leur transport sur la berge et leur acheminement vers un centre de traitement des déchets (Harley et al., 1996) . Elle occasionne un investissement important que l'économie de plusieurs pays infestés ne peut guère supporter. En outre, la lutte physique contribuerait à la dispersion de la jacinthe à travers les fragments de la plante délaissés dans l'eau après le ramassage. Enfin, il est difficile d'utiliser ces engins dans les eaux profondes(Harley et al., 1996).

I.1.6.2. Lutte chimique

Plusieurs herbicides sont efficaces contre la jacinthe et sont appliqués par traitement aérien ou terrestre (Dagno et al., 2007). Cependant, les plants âgés seraient moins sensibles que les plus jeunes(Sculthorpe & Sculthorpe, 1967). La formulation « Rodéo » à base de glyphosate, un herbicide non sélectif, utilisée à 2 $kg.ha^{-1}$ tue complètement la plante 3–8 semaines après application(Gutierrez Lopez et al., 1996). Elle est faiblement toxique pour les invertébrés aquatiques(Dagno et al., 2007). Cependant, d'autres herbicides comme le sulfate et le chélate de cuivre peuvent être toxiques pour les poissons, en particulier les truites, quelques mammifères, les invertébrés aquatiques et les organismes du sol. Les inconvénients de la lutte chimique résident non seulement en la destruction de l'écosystème aquatique mais aussi aux effets néfastes des résidus des herbicides sur l'environnement et la santé de la population(Harley et al., 1996). De plus, l'application à long terme des mêmes herbicides peut entraîner l'apparition d'une résistance chez la jacinthe d'eau (Babu et al., 2003).

I.1.6.3. Lutte biologique

Cette lutte se fait au moyen des insectes, des poissons, et des phytopathogènes. Usage des insectes dans la lutte biologique contre la jacinthe s'est développée dans les années 1960 par l'importation d'insectes à partir du bassin amazonien du Brésil (Cordo, 1992) avec pour but créer une pression permanente en utilisant ses ennemis naturels. L'espèce *Neochetina* spp. est largement utilisée avec succès dans des programmes de biocontrôle aux USA et dans d'autres parties du monde (Chen RuoXia et al., 2005).

Quant à l'usage des poissons herbivores trois espèces de carpes tels que se nourrissent de jacinthe. Les poissons herbivores tels que la carpe chinoise, *Ctenopharyngo idella*, ainsi que le *Tilapia melanopleura* et *T. mossambica* se nourrissent de la jacinthe. La carpe chinoise est utilisée à travers

les USA pour réduire la densité des plantes aquatiques dans les cours d'eau consacrés aux sports de pêche. Cependant, l'espèce se révèle non spécifique à la jacinthe (Gopal, 1987).

L'application massive de spores des champignons pathogènes spécifiques comme bioherbicides a montré la possibilité de contrôle efficace sur la jacinthe d'eau. Les caractéristiques requises pour le développement d'un bioherbicide potentiel sont sa capacité de contrôle de l'adventice cible, ses effets inoffensifs sur l'écologie, ses capacités de croissance et de sporulation sur un milieu artificiel donc son aptitude à une production prolifique, sa virulence spécifique, son agressivité et sa stabilité génétique (Hallett, 2005).

I.2. GENERALITES SUR LE LAC TANGANYIKA

I.2.1. Localisation géographique

Le lac Tanganyika est situé dans la région des lacs de l'Est dans la partie centrale du Graben occidental au Sud de l'Equateur à 29°5' et 31°15' de longitude Est et 3°20' et 8°45' de longitude Sud (Bergonzini et al., 2015). Avec une superficie de 34.000 km^2, sa profondeur est de 1310m dans le sous bassin Nord et 1470m dans le sous bassin Sud ce qui classe le lac Tanganyika le deuxième en profondeur au monde après le Baïkal d'une profondeur de 1522m (Capart, 1952).



Figure 1 : situation géographique du lac Tanganyika *(Fermon, 2007)*

Avec sa forme étirée, le lac Tanganyika est partagé entre quatre pays avec un périmètre 1850km. Le Burundi au Nord-Est contrôle 159km (soit 9%), la République Démocratique du Congo à l'Ouest contrôle 795km (soit 43%) la Tanzanie à l'Est et sud-Est avec 669km (soit 36%) et la Zambie au Sud avec 215km (soit 13%) (Hanek et al., 1993). Au Burundi, le lac Tanganyika est bordé par la région naturelle de l'Imbo constituée par la plaine de la basse Rusizi et la plaine du lac Tanganyika. Cette région est délimitée à l'Est par les escarpements inférieurs de la crête Congo-Nil. Son altitude

est de 773 m en bordure du lac et l'isohypse de 1000 m marquant le début de l'abrupt de faible pente vers l'Est (West, 2001).

I.2.2. Conditions hydrologiques

Selon Coulter (1992), le réservoir du Lac Tanganyika est estimé à 18 800km^3 d'eau fraiche. Du coté burundais, plusieurs rivières alimentent le lac Tanganyika parmi lesquelles les plus importantes sont la rivière Rusizi et Malagarazi.

La Rusizi prend la source dans le lac Kivu et récolte les eaux de nombreux affluents nommés Luvungi, Nyakagunda, Nyamagana, Muhira, Kaburantwa, Kanuzi, Nyarundari, Mpanda et Ruhwa au cours de son trajet de 117km (Coulter, 1992). Elle est située à l'Ouest et sépare le Burundi et la République Démocratique du Congo. La Malagariza draine plus de la moitié du bassin du lac (Allison et al., 1996). Le lac reçoit aussi de l'eau en provenance des précipitations qui peuvent atteindre annuellement 715,9mm soit une lame de 90cm. La saison des pluies débute au mois de Septembre et se termine au milieu ou à la fin du mois de mai. Les mois les plus arrosés sont ceux de janvier, avril et novembre. La saison sèche commence à la fin du mois de Mai et s'achève au mois de Septembre. Les mois de juin, juillet, août et septembre sont des mois secs au cours desquels les précipitations sont généralement faibles.

Le seul exutoire du lac est la rivière Rukuga qui achèmine une partie de l'eau vers le fleuve Congo et représente seulement 5,8% des sorties. Mais c'est l'évaporation qui influe beaucoup sur les variations du niveau en enlevant une couche de 1,6m à 2m chaque année étant donné que les variations annuelles du niveau du lac est de l'ordre de 1m (Coulter & Mubamba, 1993; Ntakimazi, 1995).

I.2.3 Quelques propriétés physico-chimiques du lac Tanganyika

I.2.3.1 Potentiel d'hydrogène

Le pH diminue avec la profondeur ce qui fait que l'eau de profondeur est caractérisée par un faible PH comparé à la surface. La consommation de dioxyde de carbone au cours de la photosynthèse entraine des valeurs élevées de pH. Ceci peut expliquer les fluctuations du pH mesuré dans les différentes stations du lac. Durant la saison humide, les changements de pH sont réduits pour atteindre des valeurs plus stables. En février le pH est généralement similaire à chaque station. Il est souvent compris entre 9,0 à la surface et 8,7 à 300m avec une variation du pH importante de septembre à décembre (Plisnier et al., 1999).

I.2.3.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique est relativement élevée pour une eau douce, variant de 606 à 690 µS/cm, mais plus couramment entre 630 et 670 µS/cm qui augmentent sensiblement avec la profondeur (Ntakimazi, 1995).

I.2.3.3. Oxygène dissous

Selon Plisnier et al (1999), le taux de saturation en oxygène dissous oscille autour de 100% en eaux de surface et la limite en profondeur est fonction du degré d'agitation des eaux surface. Selon le même auteur, la couche profonde est dépourvue d'oxygène. La limite la plus profonde de l'oxygène varie selon l'endroit et les saisons (Hori et al., 1993).

I.2.3.3. les nutriments

Le carbone, l'azote et le phosphore sont trois éléments essentiels à la croissance des macrophytes aquatiques et des algues qui affectent fortement le processus d'eutrophisation dans les lacs. Les études de Niyoyitungiye (2019) Plisnier et al (1999) ont révélé que les concentrations plus élevées des nutriments sont enregistrée dans la partie Nord du Lac Tanganyika qu'au sud. Elles varient en fonction de la profondeur et des variations saisonnières (Plisnier et al., 1999; Nahimana, 2008). Selon Plisnier et al (1999), la concentration des phosphates dans les eaux de la surface est d'environ 16 µg/l et subit une augmentation de 5 à 100 fois à 100m de profondeur causée par des vagues soulevant des couches riches en phosphore alors que pour les nitrites, les valeurs les plus élevées ont été observées dans l'épilimnion et pendant la période de mélange de l'eau en octobre et novembre atteignant ainsi 0,012mg/l mais diminue avec la profondeur, ce qui est lié à la thermocline et un fort gradient vertical d'oxygène dissous. Quant à l'ammonium, les fortes concentrations s'observent en dessous de la thermocline. Elle varie entre 0,05mg/l à la surface et 0,40mg/l 0 300m.

I.2.4 Pédologie

La nature du littoral lacustre est une succession de substrats de type sablonneux, rocheux, mixte sablonneux - rocheux, et vaseux. Au Burundi, les plages sablonneuses dominent à raison de 78%, avec 4% pour les substrats rocheux, 8% pour les substrats mixtes et 10% pour les substrats vaseux(Cohen et al., 1993).

Le système pédologique de la partie Nord-Est du lac Tanganyika est essentiellement alluvionnaire sous l'influence à la fois lacustre et fluviatile.

La zone littorale et sublittorale qui constitue la baie de Bujumbura est constituée essentiellement des substrats mous sablonneux et vaseux. La zone supralittorale correspond à une zone passant une grande partie de l'année en exondation. Dans la partie Nord-Est du lac Tanganyika, c'est la zone sablonneuse essentiellement localisée à 775 m d'altitude. Sa largeur ne dépasse pas 30 m. Dans certains endroits de Kajaga, il existe des plaques rocheuses (beach roch) de la zone supralittorale (Ntakimazi, 1995). Au niveau des estuaires, en saison des pluies, les rivières entrainent des alluvions faites des matériaux minéraux et des débris végétaux qui, suite à la barrière des vagues du lac, s'entassent en bordure.

I.2.5. Biotopes du lac Tanganyika

Le système écologique du Lac tanganyika est complexe et se manifeste par plusieurs compartiments constituant des réservoirs d'une biodiversité unique d'une grande importance. Sur base de (Patterson & Makin, 1998) ,nous distinguons les compartiments suivants :

- les estuaires et les marécages périphériques;
- la zone supra-littorale;
- la zone littorale et sub-littorale (0 à 40 m de profondeur);
- la zone benthique, de 40 m jusqu'à la limite inférieure de la couche oxygénée;
- la zone pélagique constituée par la masse d'eau du large.

I.2.6. Diversité floristique

La végétation du lac Tanganyika est essentiellement composée des macrophytes nageants, macrophytes et du phytoplancton. Les macrophytes des bordures, malheureusement en disparition, forment souvent une bande peu large de la périphérie, entretenue par des inondations et des vagues d'eau du lac.

Nzigidahera et Ntakimazi (1999) ont dressé une liste de 176 espèces réparties en 48 familles. Les macrophytes nageants du lac Tanganyika ont été peu étudiés. Seuls 18 taxa macrophytes ont été répértoriés(Ndayishimiye et al., 2023). Ils sont formés d'espèces appartenant aux genres *Ceratophyllum, Nymphaea, Utricularia, Najas, Potamogeton, Chara, Cladophora, Pistia, Azolla, Vallisneria, Myriophyllum, Trapa* et *Ottelia.*

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Zone d'étude

Notre étude a été effectuée dans le bassin Nord du Lac Tanganyika dans la partie Nord-Est où quatre affluant traversent la ville de Bujumbura se jettent dans le lac. Nous nous sommes intéressés aux sites se trouvant à l'embouchure de deux rivières : la rivière Ntahangwa et la rivière Kinyankonge. A chaque rivière, nous avons échantillonné deux sous sites en fonction de la présence et absence de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes).* A l'embouchure de la Kinyankonge, la zone avec jacinthe d'eau se trouve à 29°20´20,30´´ de latitude sud, 3°21´45,30´´ de longitude Est et la zone sans jacinthe d'eau se trouve à 29°20´27,28´´ de latitude sud, 3°22´00,82´´ alors qu'à l'embouchure de ma rivière Ntahangwa, la zone avec jacinthe d'eau se trouve à 29°20´16,37´´ de latitude sud, 3°22´06,35´´ et la zone sans jacinthe d'eau se trouve à 29°20´04,33´´ de latitude sud, 3°22´21,95´´ (Figure 2).

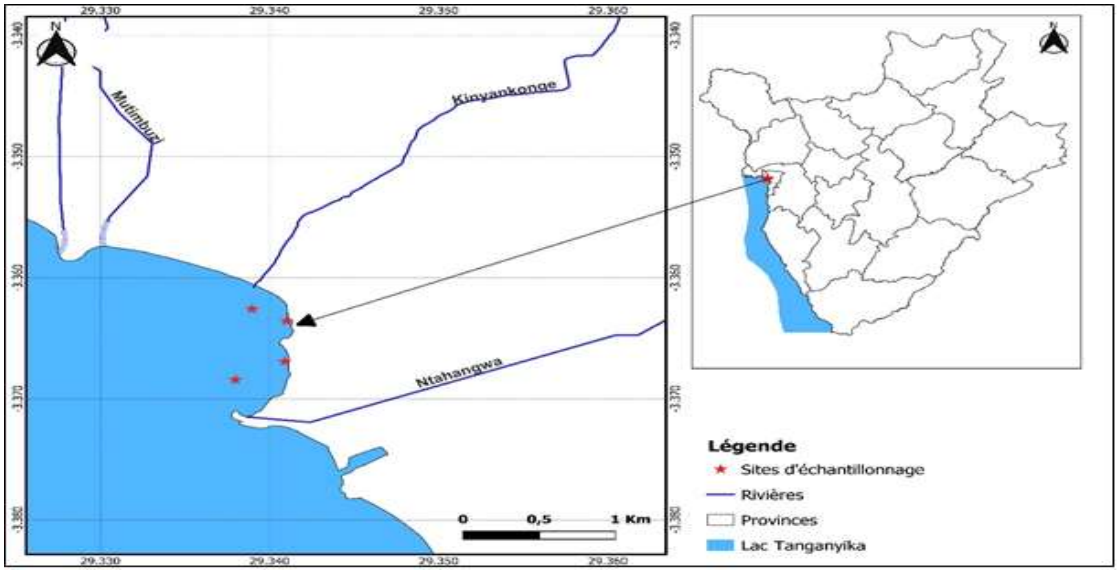


Figure 2 : Zone d'étude et les sites d'échantillonnage

Site Ntahangwa

Ce site est situé à l'embouchure de la rivière Ntahangwa traversant divers quartiers résidentiels et industriels de la ville de Bujumbura. Cette rivière charrie d'énormes quantités de matières en suspension du sable et gravier tout au long de son parcours (Ntakiyiruta et al., 2017) et l'eau du lac de cette partie est chargée des alluvions apportées par la rivière et le brassage qui fait remonter les sédiments du fond (Ndayishimiye et al., 2023). Le substrat du fond et au bord est sablonneux et vaseux. Cet endroit reçoit des déchets en provenance des eaux usées des rejets industriels et ménagères et de l'érosion dans le bassin versant(Ntakiyiruta et al., 2017).

La végétation aquatique est localisée en bordure du lac. Elle forme une bande de roselière inondée dominée par *Vossia cuspidata* entrecoupées par des touffes *Phragmites mautitianus* dans l'eau peu profonde. Cette roselière est délimitée par une masse compacte *d'Eichhornia crassipe*s très dense et piquétée par des individus de *Polygomm pulchrum* et *de Paspalidium gemimiatum*. Quelques arbres *d'Aeschynomene elaphroxylon* prolifère en ligne dans la partie gorgée d'eau. On observe également une végétation semi-aquatique qui vient ceinturer la végétation aquatique. Elle est dominée par les phragmites mauritianus auxquels s'ajoutent plusieurs espèces notamment Aspilia africana, Ipomea rubens, Vigna unguiculata et quelques individus d'arbustes d' *d'Aeschynomene elaphroxylon*

b. site kinyankonge

Le site Kinyankonge se trouve à l'embouchure de la rivière Kinyankonge, une rivière fortement polluées (Buhungu et al., 2017)traversant les quartiers Nord-Ouest de la ville de Bujumbura. Les rejets domestiques, le lessivage des terres, les rejets d'une savonnerie et ceux d'une Station d'épuration de Buterere (STEP) constituent des sources majeures de pollution pour cette rivière. Ils constituent également une menace pour la qualité de l'eau et la biodiversité de cette rivière et du lac Tanganyika dont il est l'affluent (Buhungu et al., 2018).

La végétation aquatique en bordure du lac forme par une bande roselière qui est constamment inondée avec une profondeur de plus de 1m. Elle est dominée par *Vossia Cuspidata* entrecoupées par des *Phragmites mauritanus* dans l'eau peu profonde. La roselière est délimitée par une masse compacte d'*Eichhornia crassipes* très dense et piquetée par des individus de *Polygonum pulchrum*, d'*Aspilia africana* et de *Paspalidium geminiatum*. Quelques arbres d'*Aeschynomene elaphroxylon* prolifère en ligne dans une zone gorgée d'eau.

II.2.Matériels utilisés

Pour bien mener notre recherche, nous nous sommes servi de différents matériels sur le terrain et au laboratoire.

Sur terrain, pour capturer les poissons, nous avons utilisé :

- Une série de filets maillant monofilament de forme rectangulaire à mailles de dimensions variables respectivement de 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 50, 60mm ce qui va nous permettre de prélever des poissons de toutes tailles présentes dans le milieu.
  Le filet comporte une ligne de flotteur en haut et une ligne pendante en bas leur permettant de tenir verticalement dans l'eau comme une barrière. Il a été utilisé aux cours des études semblables par Sibomana, 2008, Niyoyitungiye, 2020.
- Une pirogue a servi à poser le filet ;
- Un bassin plastique pour transporter de filet ;
- des flacons pour le transport des spécimens ;
- le formol concentré à 10% pour conserver les espèces sur lesquelles nous avons eu des confusions ;
- Des hameçons ont été aussi utilisés lors de la récolte des poissons ;

Et pour mesurer la qualité de l'eau in situ :

- Multiparamètre Consort c 6010 utilisant plusieurs sondes spécifiques a été utilisé pour les paramètres physiques ;
- Oxymètre VWR 3000L pour l'oxygène dissous et la saturation en oxygène ;
- Un sceau a été utilisé pour prélever de l'eau ;
- Cooler box contenant des glaçons pour être transportés l'eau à analyser

Au laboratoire :

- une loupe binoculaire pour visualiser certains caractères morphologiques invisibles à l'œil nu.
- OxiTop pour le BDO5
- une balance analytique pour peser
- le spectrophotomètre U.V mini -1240.
- Incubateur
- Fiole jaugé
- becher

Pour les paramètres physico-chimiques, un sceau a été utilisé pour prélever de l'eau puis placer dans des flacons. Les flacons étaient nettoyés avec de l'eau distillée puis rincés avec de l'eau de la station avant le remplissage. Ces flacons contenant l'eau prélevés ont étais placés dans un cooler box contenant des glaçons pour être transportés puis placés dans un réfrigérateur.

II.3. Echantillonnage et travail de laboratoire

Sur terrain, la méthode de collecte de données utilisé dans notre étude a été choisi en fonctions de nos objectifs et est la même que celle utilisée dans des études sur la biodiversité des poissons de la zone littorale du lac Tanganyika (Ntakimazi, 1995), (Sarvala et al., 2006), (Niyoyitungiye, 2020) et les paramètres physico-chimiques (Buhungu et al., 2017) (Abahi et al., 2023) (Buhungu et al, 2017) auxquelles nous avons complété avec une enquête.

Lors de notre récolte, une petite pirogue utilisée lors pour transport sur le lac Tanganyika nous a permis à poser les filets maillant à une distance comprise entre 10 et 20 m du bord. . La pose des filets a été toujours diurne et a été faite de 9h à 15h parallèlement à la berge. Nous avons aussi utilisé des hameçons pour capturer les poissons se trouvant sous les touffes de jacinthe. Le retrait de filets s'est fait à partir de 15h et les poissons capturés ont été démaillés des filets à la main puis placés dans des flacons lesquels étaient transportés dans un cooler box contenant des glaçons pour éviter que les poissons s'abiment avant leur identification.

Une enquête a été menée à la petite plage de pêche se trouvant dans le quartier industriel. Elle a concerné 10 pêcheurs exerçant cette activité dans la localité depuis au moins 30 ans. . Pour mener notre enquête, nous avons utilisé le questionnaire d'enquête contenant des informations sur la période de la colonisation du milieu par la jacinthe d'eau, son effet sur les et leur abondance, les espèces de poissons présentes avant et après la colonisation du milieu élaboré au préalable sur base des objectifs fixés, un ouvrage de Fermon et al (2017) illustré des photos des poissons du lac Tanganyika pour identification.

Le prélèvement de l'eau a été faite pendant la pose du filet à l'aide d'un sceau de 10l. Les paramètres comme la température, le potentiel d'hydrogène, la conductivité électrique et les TDS ont été mesurés in situ à l'aide d'un multiparamètre Consort C 6010 utilisant plusieurs sondes spécifiques. L'électrode spécifique a été plongée dans un sceau contenant de l'eau et les valeurs du paramètre ont été relevées sur l'écran électronique de l'appareil après la stabilisation des valeurs. L'oxygène dissous et la saturation en oxygène ont été mesurés avec un oxymètre VWR 3000L.

Au laboratoire, les espèces ont été triées puis identifiées en nous aidant des ouvrages (Konings & Dieckhoff, 1992; Brichard, 1989; Fermon et al., 2017) auxquels nous avons ajouté la base de données électroniques www.fishbase.org qui nous ont permis l'identification de chaque espèce sur

base des caractères externes visibles à l'œil nu. Les poissons de petites tailles ont été identifiés en utilisant une loupe binoculaire qui nous a permis de visualiser certains caractères morphologiques invisibles ou moins visibles à l'œil nu.

Les éléments nutritifs comme les ions ammoniums, les nitrates, les nitrites, l'azote total, les orthophosphates ont été dosés avec des solutions pré-préparés et l'absorbance a été déterminée par photométrie en utilisant le spectrophotomètre U.V mini -1240.

Les matières en suspension ont été déterminées par filtration sur une membrane en fibres, puis séché dans une étuve VWR.et mesuré sur une balance électrique. La demande biochimique en oxygène(DBO5) a été mesurée à l'aide d'une bouteille muni d'un oxitop. Un volume d'eau d'échantillon a été versé dans une bouteille contenant un barreau magnétique. Deux pastilles de soude caustique (NaOH) ont été ensuite introduites dans le godet en caoutchouc. La soude caustique a pour rôle d'absorber le CO2 produit lors de l'oxydation des matières organiques. La quantité d'oxygène est enregistrée toutes les 24 heures par l'OxiTop placé dans un incubateur sur une période de 5 jours.

Notre période d'échantillonnage a couvert le mois de mars et avril pour la saison pluvieuse et le mois de juillet et août pour la saison pluvieuse. La récolte des échantillons s'est effectué en raison de 2 descentes par saison et par sous site.

II.4 Analyse et traitement des données

Après l'échantillonnage et mesures sur le terrain et au laboratoire, les données issues du travail ont été saisies et traités avec le logiciel Epi info. Les données sur les espèces pêchées et les paramètres physico-chimiques ont été saisies à l'aide du logiciel Excel qui nous a permis à produire des histogrammes.

La diversité spécifique et la structure des populations de poissons sur les sites ont été analysé avec l'indice de diversité de de Shannon-Weaver et l'indice d'équitabilité de Piélou qui permet d'apprécier l'état d'un écosystème en traduisant la qualité d'organisation d'une communauté (Roklin 2003).

Un indice de Jaccard a été calculé pour évaluer de la similitude entre les sites en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé puis complété avec un dendrogramme produit à l'aide de Multivariate Statistical Package(MVSP en sigle).

L'analyse en composante principale (ACP) a été appliquée sur l'ensemble des paramètres physico-chimiques dans le but de regrouper les sites dont la qualité de l'eau a une grande similarité. Elle a été faite avec le logiciel R studio(R.4.4.2).

CHAP III. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

III.1. Présentation des résultats

III.1.1. les résultats obtenus par enquête

III.1.1.1 Les espèces de poissons capturées avant l'invasion des sites par la jacinthe d'eau

Les résultats de l'enquête que nous avons menée auprès des pêcheurs exerçant leurs travaux au niveau de Kinyankonge et Ntahangwa montrent les différentes espèces de poissons capturées avant l'invasion de sites par la jacinthe d'eau. 12 espèces appartenant aux quatre familles étaient capturés avant l'installation de la plante. Il s'agit de Mastacembellidae, Characidae Cyprinidae et les cichlidae. 9 espèces des 12 sont de la famille des Cichlidés et la majorité sont endémiques au lac Tanganyika. En plus, la majorité des espèces capturées aux deux sites sont communes exceptes trois espèces *Oreochromis tanganicae, Raimais morii et Jabarichromis pfefferi* rencontrés uniquement dans le site Kinyankonge (table1).

Tableau 1 : Espèces de poissons pêchées avant l'invasion des sites par la jacinthe d'eau selon les pêcheurs(2024)

Famille	Nom scientifique	Site Kibnyankonge	Site Ntahangwa
Mastacembellidae	*Mastacembelus cunningtoni*	+	+
Characidae	*Brycinus rhodopleura*	+	+
Danionidae	*Raimas moorii*	+	-
Cichlidae	*Astatotilapia burtoni*	+	+
	Boulengerochromis microlepis	+	+
	Jabarichromis pfefferi	+	-
	Limnotilapia dardenii	+	+
	Oreochromis niloticus	+	+
	Oreochromis tanganicae	+	-
	Shuja horei	+	+
	Trematocara variabile	+	+
	Xenotilapia hecqui	+	+

III.1.1.2. Espèces de poissons actuellement pêchées aux sites envahis par Jacinthe d'eau

Au total 9 espèces de poissons ont été signalés par les pêcheurs comme espèces actuellement capturés aux sites envahis par la jacinthe d'eau. Les espèces *Clarias gariepinus, Oreochromis niloticus, Shuja horei* et *protopterus aetthiopicus* sont rencontrés au tour et sous la jacinthe d'eau.

Jabarichromis pfefferi est pêchée uniquement au site Kinyankonge autour de la jacinthe alors qu'Astatotilapia burtoni est capturée aux deux sites autour de la jacinthe d'eau mais absente sous la jacinthe d'eau. Parmi les espèces présentes, certaines espèces comme *Clarias gariepinus*, *Protopterus aethiopicus et Simochromis diagramma* ont été signalés par les pêcheurs comme espèces nouvellement installées et sont capturées aux alentours et sous la jacinthe d'eau (tableau 2).

Tableau 2 : Liste des poissons capturés actuellement aux sites envahis par la jacinthe d'eau

Nom de l'espèce	Autour de la jacinthe d'eau		Sous la jacinthe d'eau	
	Site Kinyankonge	Site Ntahangwa	Site Kinyankonge	Site Ntahangwa
Clarias gariepinus	+	+	+	+
Astatotilapia burtoni	+	+	-	-
Simochromis diagramma	-	+	+	+
Brycinus rhodopleura	+	+	-	-
Jabarichromis pfefferi	+	-	-	-
Oreochromis niloticus	+	+	+	+
Oreochromis tanganicae	+	+	+	-
Shuja horei	+	+	+	+
Protopterus aethiopicus	+	+	+	+

III.1.1.3. Impact écologique de la jacinthe d'eau sur les poissons

Les résultats de la figure 3 mettent en relief les connaissances des enquêtés sur l'importance de la présence de la jacinthe d'eau pour la communauté ichthyologique du lac Tanganyika. Les pêcheurs trouvent que la présence de la jacinthe d'eau offre un certain nombre d'avantages aux poissons. 53% des enquêtés considèrent la jacinthe d'eau comme l'endroit de refuge contre les prédateurs poissons, 31% comme un lieu de reproduction pour de nombreux poissons et 16 % la perçoivent comme source de nourriture.

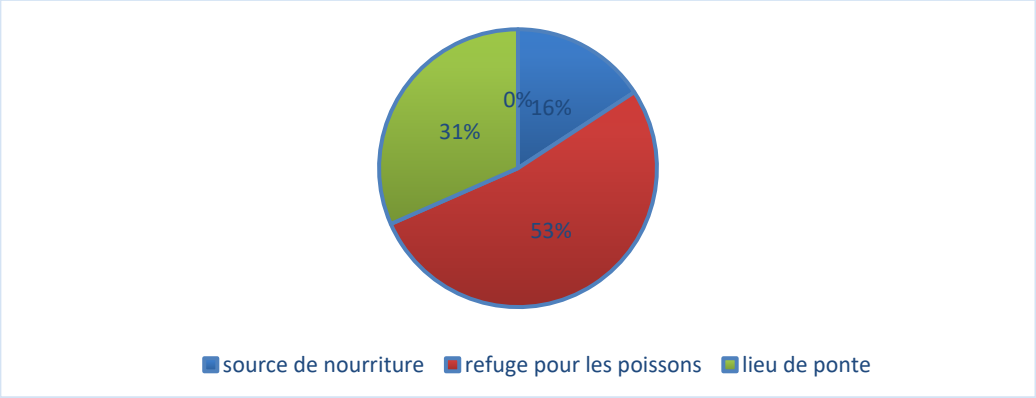


Figure 3 : Le rôle écologique de la jacinthe d'eau pour les poissons sur la diversité piscicole

III.1.2 Les résultats sur les poissons pêchés

III.1.2.1. les espèces de poissons capturées dans les différents sites d'échantillonnage

Au total 53 espèces de poissons ont été collectées dans les quatre sites échantillonnés. Elles appartiennent à 9 familles qui sont les Characidae, Clariidae, Bagridae, Danionidae, Cyprinodontidae, Mochocidae, Centropomidae et les Cichlidae. Parmi les 53 espèces capturées, la famille des Cichlidae est dominante avec 44 espèces, soit 85% du total des espèces. 29 espèces ont été capturées au site Kinyankonge avec jacinthe d'eau, 30 au site Kinyankonge, 29 au site ntahangwa avec jacinthe d'eau et 25 au site Ntahangwa. Les espèces *Clarias gariepinus, Synodontis multipunctatus, Protopterus aethiopicus, Boulengerochromis microlepis* et *Cardiopharynx shoutenii* ont été retrouvées aux sites avec jacinthe d'eau. Huit espèces de poissons échantillonnés ont été capturées uniquement à l'embouchure de la rivière Kinyankonge, il s'agit de *Alestes macrophtalmus, Bathybates leo, Pseudosimochromis babaulti, Tangachromis dhanisi, Xenotilapia flavipinnis, Oreochromis tanganicae Oreochromis niloticus, Acapoeta tanganicus* tandis que les espèces *Chrysichthys sianenna, Lates angustifrons, Callochromis melanostigma, Lepidiolamprologus attenuatus, Xenotilapia ochrogenys, Xenotilapia burtonii, Xenotilapia bathyphilus,* ont été capturés seulement à l'embouchure de la rivière Ntahangwa.

Tableau 3 : Espèces de poissons capturées dans les différents sites d'échantillonnage

Famille	*Espèces*	Site Kinyankonge WH	Site Kinyankonge	site Ntahangwa HW	Site Ntahangwa
Characidae	*Alestes macraphtalmus*	+	-	-	-
	Micralestes stormsi	+	-	-	-
Clupidae	*Limnothrissa miodon*	+	+	+	+
Clariidae	*Clarias gariepinus*	+	-	+	_
Bagridae	*Chrysichthys sianenna*	-	-	-	+
Danionidae	*Raimas moorii*	+	-	+	+
Cyprinodontidae	*Lamprichtys tanganicae*	+	-	-	-
Cyprinidae	*Acapoeta tanganicae*	+	+	-	-
Mochocidae	*Synodontis multipunctatus*	+	-	+	-
Centropomidae	*Lates angustifrons*	-	-	-	+
	Lates mariae	-	+	+	+
Protopteridae	*Protopterus aethiopicus*	+	-	+	-
Cichlidae	*Astotilapia bultoni*	+	+	+	-
	Aulanocranus dewindti	-	+	+	+
	Bathybates fasciatus	-	-	-	+
	Bathybates leo	+	-	-	-
	Bathybates minor	-	+	-	-
	Boulengerochromis microlepis	+	-	+	-
	Callochromis pleurospilis	+	+	+	+
	Callochromis macrops	-	+	+	+
	Callochromis melanostigma	-	-	-	+
	Cardiopharynx shoutedeni	+	-	+	-
	Grammatotria lemairii	-	+	-	-
	Lamprologus callepterus	+	-	+	+
	Lamprologus cunningtoni	-	-	-	+
	Lamprologus ornatipinnis	-	+	+	+
	Lepidiolamprologus attenuatus	-	-	-	+
	Lepidiolamprologus elongatus	-	+	-	-
	Limnochromis auritus	-	+	+	+
	Limnochromis hostii	+	+	-	-
	Limnotilapia dardeni	+	+	+	-

	Neolamprologus cunningtoni	+	+	+	-
	Neolamprologus pleuromaculatus	-	-	+	-
	Neolamprologus tetracanthus	+	+	+	+
	Oreochromis niloticus	+	+	-	-
	Oreochromis tanganicae	+	+	-	-
	Perissodus microlepis	-	+	+	-
	Pseudosimochromis babaulti	+	-	-	-
	Reganochromis calliurus	+	-	+	+
	Shuja horei	+	+	+	+
	Simochromis diagramma	-	+	+	+
	Tangachromis dhanisi	+	+	-	-
	Telmatochromis donthii	-	+	+	-
	Telmatochromis brichardi	-	+	-	-
	Triglachromis ostigma	+	+	+	+
	Trematocara variabile	+	+	+	-
	Triglachromis ostostigma	+	-	+	+
	Tylochromis polylepis	+	+	+	+
	Xenotilapia bathyphilus	-	-	-	+
	Xenotilapia burtonii	-	-	-	+
	Xenotilapia flavipinnis	-	+	-	-
	Xenotilapia ornatipinnis	-	-	-	+
	Xenotilapia sima	-	+	+	+
Total	*53*	29	30	29	25

III.1.2.2 Diversité des poissons entre les différents sites

L'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou montrent une nette différence entre les sites envahis par la jacinthe d'eau et les sites non envahis. La valeur élevée d'indice de Shannon est enregistré au site Kinyankonge et la valeur la valeur la plus basse au site Ntahangwa avec la jacinthe d'eau. L'indice de pielou indique les valeurs proches de 0,5 pour les sites Ntahangwa et Kinyankonge caractérisés par l'absence de la jacinthe d'eau et on observe une légère différence entre les sites avec et sans jacinthe d'eau.

Tableau 4 Abondance spécifique entre les sites avec et sans la jacinthe d'eau

Différents indices	Sites	Kinyankonge avec WH	Kinyankonge	Ntahangwa avec WH	Ntahangwa
Indice Shannon		1,47	1,74	1,36	1,54
Indice d'équitabilité de Pielou		0 ,40	0,48	0,41	0,45

Tableau 5 : ***Indice de similarité de Jaccard entre les sites***

	kinyankonge WH	Kinyankonge	Ntahangwa WH	Ntahangwa
kinyankonge WH	1			
Kinyankonge	0,34	1		
Ntahangwa WH	0,48	0,3	1	
Ntahangwa	0,2	0,3	0,43	1



Figure 4 : Dendrogramme hiérarchique basé sur l'indice de Jaccard entre les sites

Les données de la figure 4 met en relief la similitude entre les sites où nous remarquons une grande similitude entre les sites colonisés par la jacinthe d'eau avec une ressemblance allant jusqu'à 48% (Tableau 5). L'indice de similarité est aussi élevé entre les sites proches.

Le dendrogramme montre un éloignement entre Kinyankonge avec Jacinthe d'eau et Ntahangwa sans jacinthe d'eau (fig 4). Il est plus petit entre ces deux sites avec un indice de Jaccard égal à 0,2.

III.1.2.3. Les paramètres physico-chimiques de l'eau

Les résultats du tableau ci-dessous indiquent que l'eau des sites échantillonnés est alcaline pendant la saison pluvieuse. Une nette variation du PH est enregistrée aux sites sans jacinthe d'eau l'eau passant de l'état alcaline à l'état acide (fig 5) alors que pour la conductivité électrique et les TDS les valeurs les plus élevées sont enregistrées pendant la saison sèche dans les sites avec la jacinthe d'eau (fig 6,7). Pour la température, les valeurs sont plus élevées aux sites avec la jacinthe d'eau(fig5) et une nette diminution du PH est observée pendant la saison sèche(fig5).

Tableau 6: les paramètres physico-chimiques de l'eau

les paramètres	Kinyankonge HW		Kinyankonge		Ntahangwa HW		Ntahangwa	
	SP	SS	SP	SS	SP	SS	SP	SS
pH	9,47	8,84	8,83	4,5	8,9	8,84	8,92	6,7
TDS	156	750	79,8	79,5	81,9	720	81,3	71,5
conductivité électrique	291	1404	152,9	149,7	150,4	1348	153	150,4
Température	30,1	28,3	28,9	27	29,7	28,3	28,8	26,7
O2 dissous en mg/l	4,1	3,9	3,7	3,6	4	3,7	3,8	3,2
Saturation en O2en %	56	53	49	49	52	51	46	44
NO2- en mg/l	0,0056	0,0081	0,006	0,0052	0,0057	0,0051	0,003	0,0052
PO43- en mg/l	0,0002	0,00025	9,99E-05	8,17E-05	3,63E-05	4,54E-05	0,0003	0,00029
NH4+	0,0027	0,0102	0,0034	0,0096	0,007	0,0099	0,0092	0,0085
DBO5	2	2	1	1	0	2	2	2
MES en mg/l	0,093	0,092	0,087	0,089	0,086	0,086	0,086	0,088

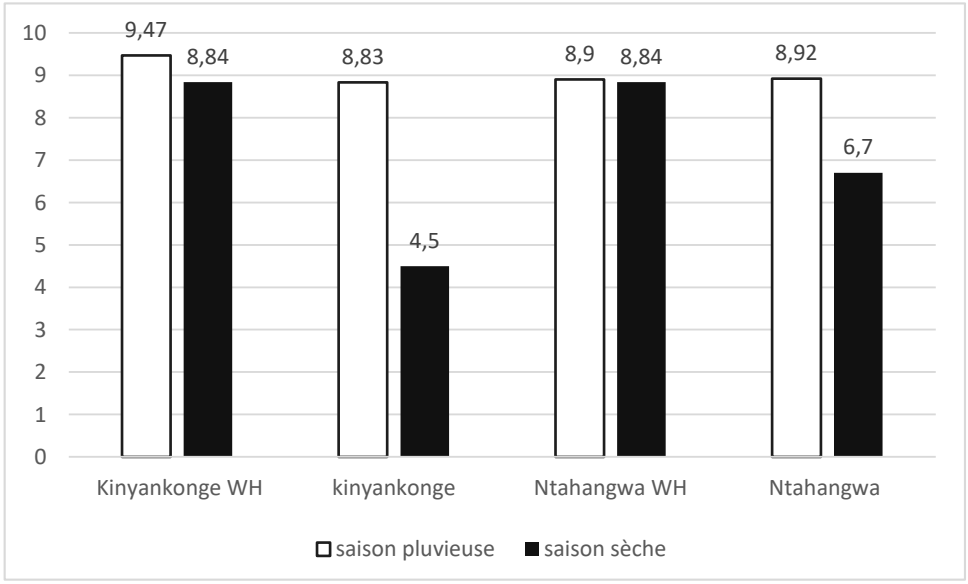


Figure 5 : comparaison de pH entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison

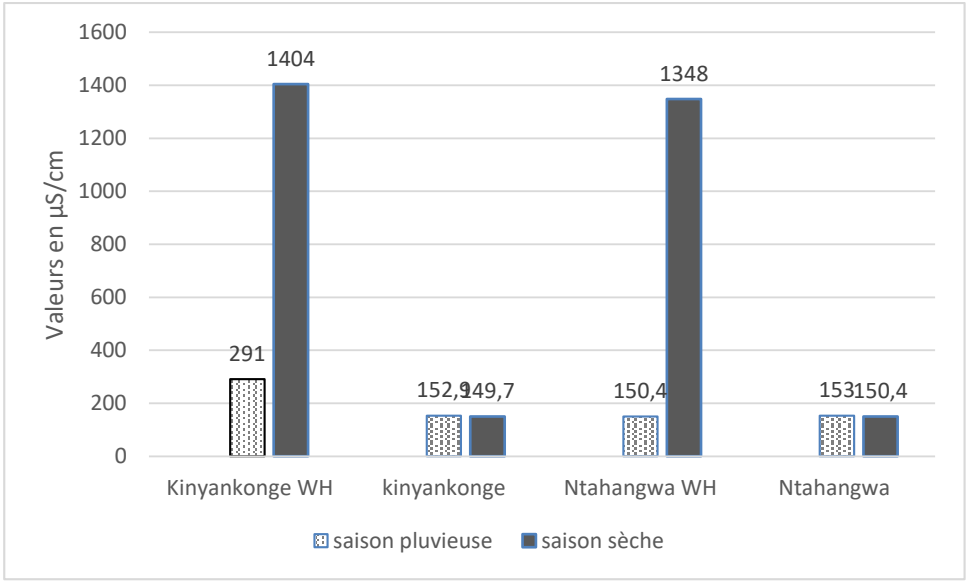


Figure 6 : comparaison de la conductivité électrique entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison

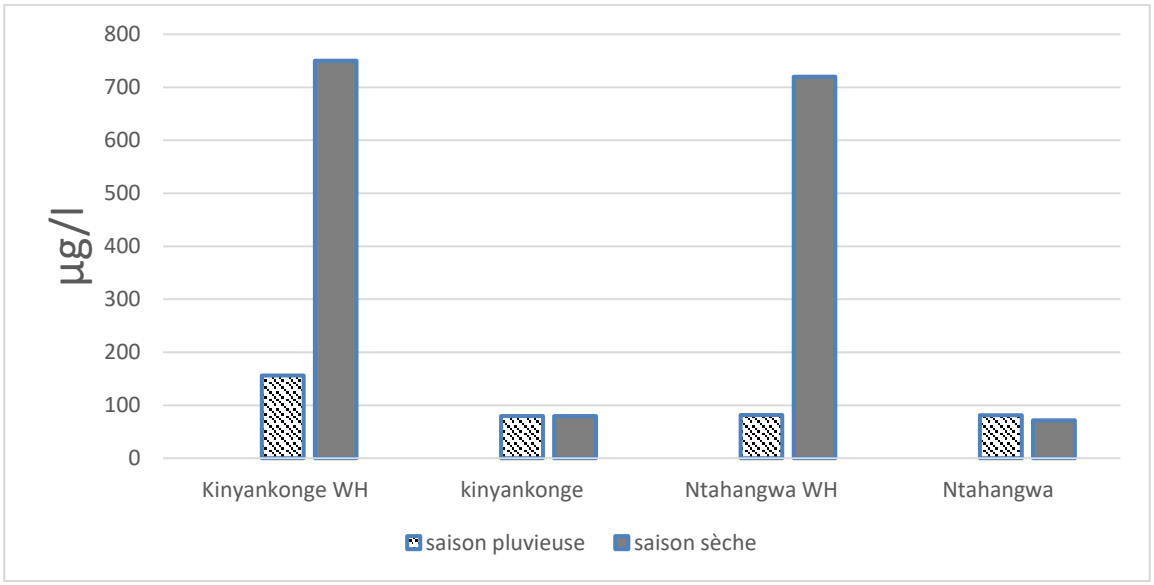


Figure 7 : comparaison de la TDS électrique entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison

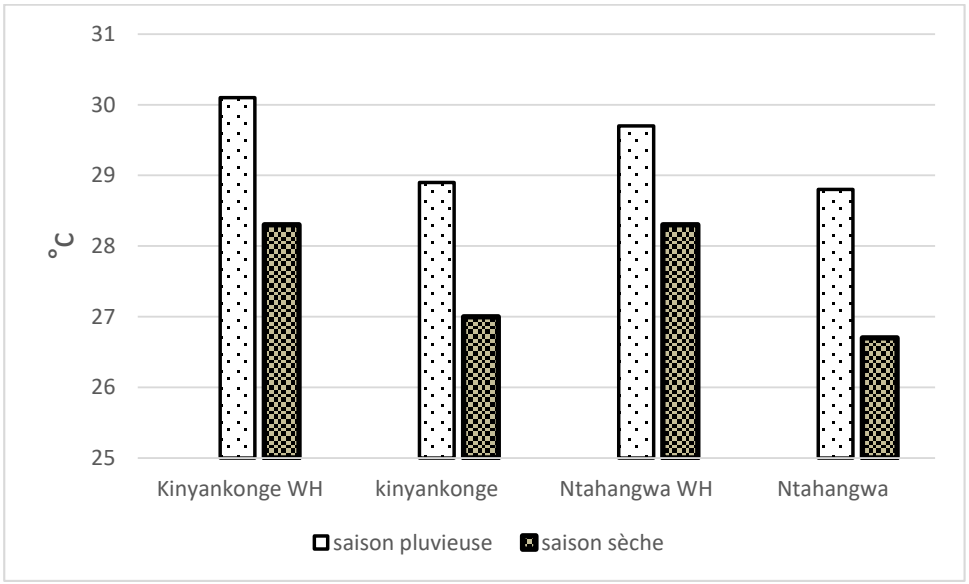


Figure 8 : comparaison de la température entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison

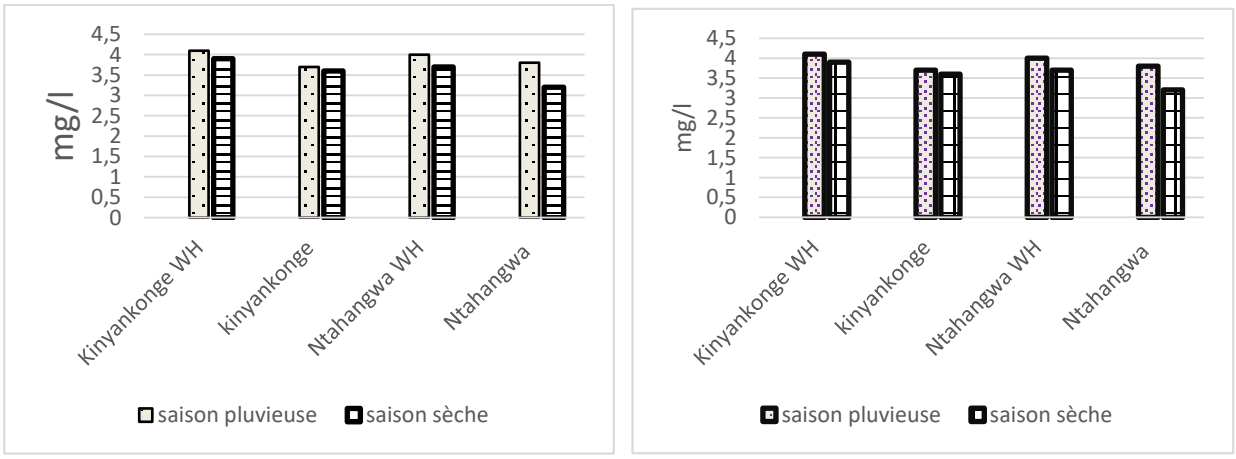


Figure 9 : comparaison de la concentration de l'oxygène dissous et de la saturation en oxygène dans l'eau entre les sites avec et sans Jacinthe d'eau par saison

Pour l'O_2 dissous et la saturation en O_2, les valeurs les plus élevées ont été enregistrées aux sites avec la jacinthe d'eau. Nous remarquons une légère différence des concentrations entre les différentes saisons où les valeurs les plus élevées sont enregistrées pendant la saison pluvieuse (fig.9,)

Quant à l'ammonium et les nitrites, les valeurs varient légèrement entre les sites avec et sans jacinthe d'eau mais variation est nette entre les saisons avec des valeurs plus élevées en saison sèche. Une variation nette s'observe aussi pour la concentration en phosphates et des valeurs élevées ont été enregistrées aux sites envahis par la jacinthe d'eau et une légère différence est observée entre les saisons (fig.10, 11).

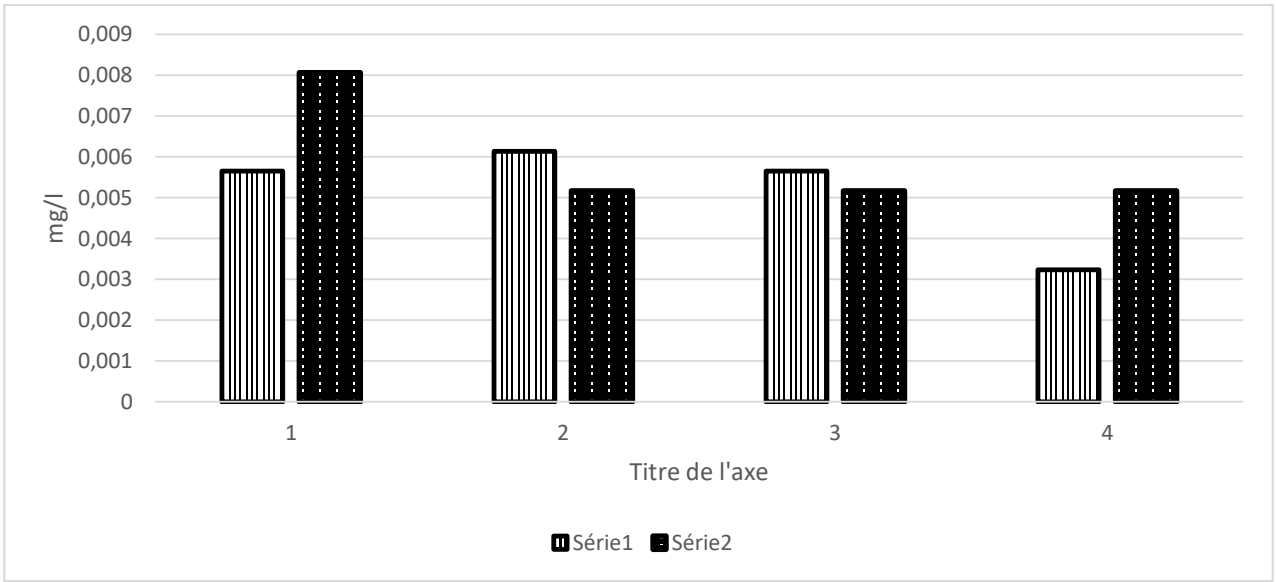


Figure 10 : la moyenne de concentration en nitrites des différents sites par saison

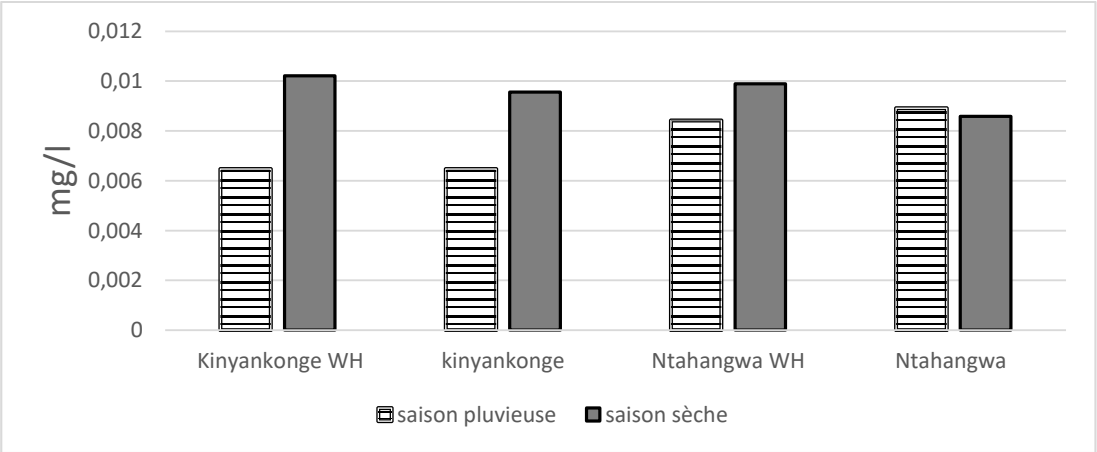


Figure11 : comparaison moyenne de concentration d'ammonium

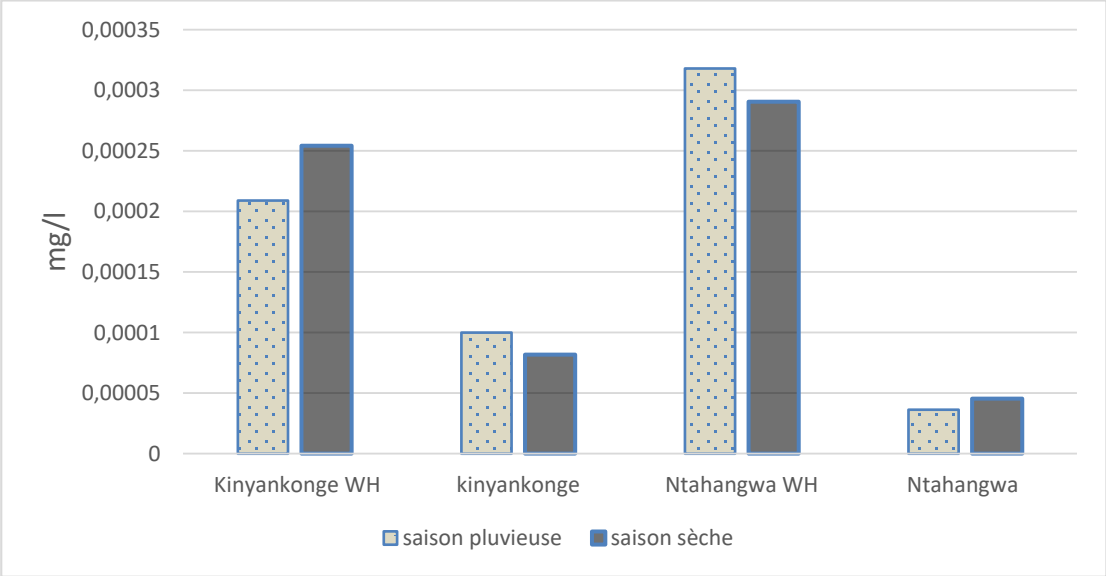


Figure 12 : concentration en phosphate par site et par saison

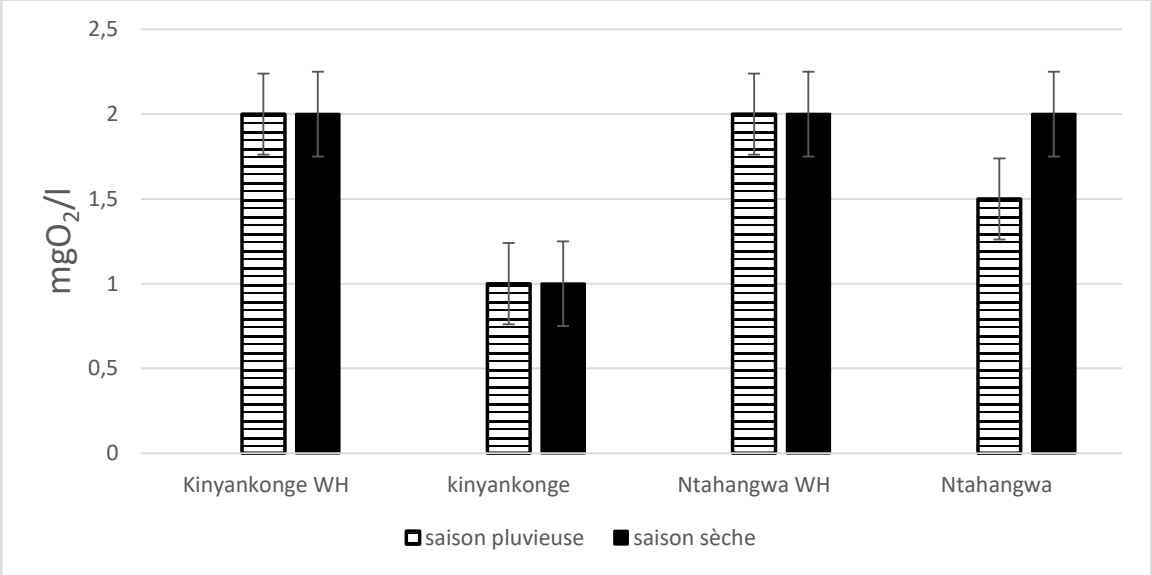


Figure 13 : Moyenne de demande biochimique en oxygène

Pour la DBO5, les résultats montrent des valeurs plus élevées au site Kinyankonge envahi par la jacinthe d'eau alors que à la Ntahangwa les valeurs montrent absence d'une nette différence entre les deux sites (Fig 13) alors que les valeurs Matières en Suspension qui représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux ne montrent pas une nette variation entre les sites à différentes saisons. La valeur la plus élevée est enregistrée au site Kinyankonge envahi par la jacinthe alors que la valeur la plus basse est enregistrée au site Ntahangwa envahi par la jacinthe d'eau.

En réalisant l'analyse en composantes principales à partir de tous les paramètres physico-chimiques de l'eau, (la fig 14) montre un rapprochement des sites avec jacinthe d'eau. Les sites sans jacinthe sont éloignés entre eux et avec les sites colonisés par la jacinthe d'eau.

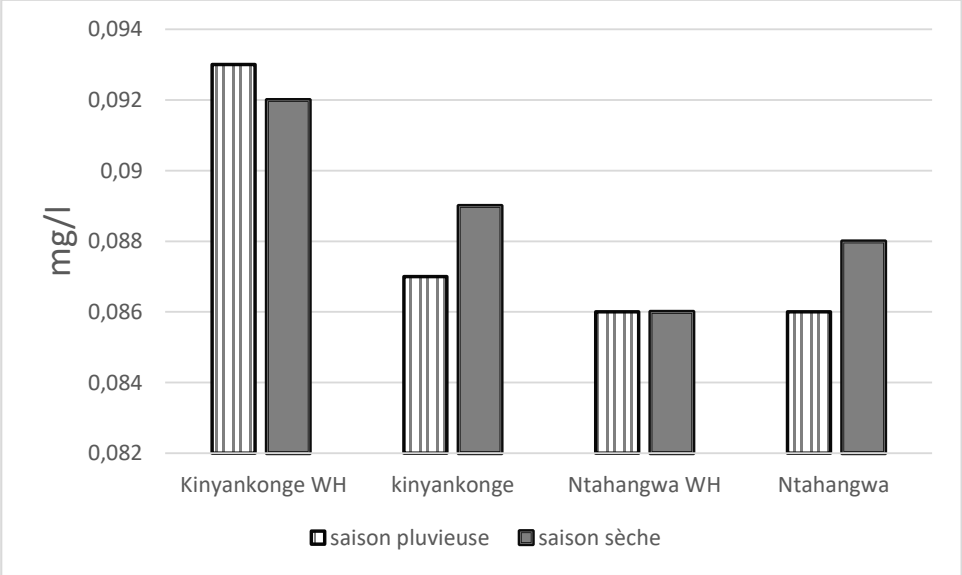


Figure 14 : comparaison de la quantité de la matière en suspension entre différents sites

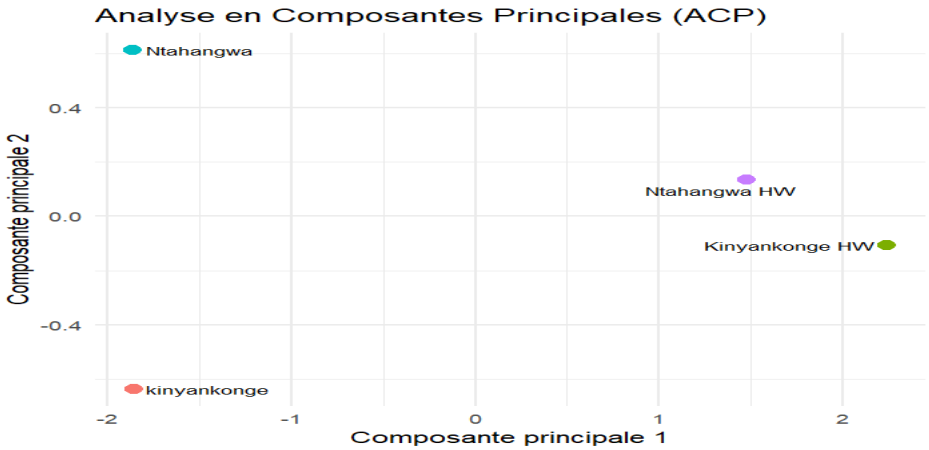


Figure 15 : Analyse en composantes principales

III.2. DISCUSSION

III.2.1 Diversité piscicole des sites échantillonnés

Au cours de notre recherche, nous avons pu inventorier au total 53 espèces de poissons réparties en 9 familles. La famille la plus dominante est la famille des Cichlidés à tous les sites d'échantillonnages. D'autres travaux indiquent que cette famille est la plus dominante dans le lac Tangnanyika (Schelly et al., 2003 ; Coulter & Mubamba 1993 signalent dans leurs travaux que les Cichlidés dominent dans le lac Tanganyika avec une endémicité plus élevée. Au site Kinyankonge, nos résultats révèlent la présence de 29 espèces le milieu avec Jacinthe d'eau et 30 dans le milieu sans la jacinthe alors qu'au site Ntahangwa, on a inventorié 29 espèces dans le milieu avec jacinthe d'eau et 25 espèces dans le milieu sans jacinthe d'eau. Au site Ntahangwa, des études antérieures ont trouvés un nombre d'espèces de poissons proche (Nduwimana 2021 ; Niyonkuru 2022). Cette similitude en nombre d'espèces trouvées serait due à la faible couverture du milieu par la jacinthe qui ne bloque pas le déplacement des poissons le long de la côte et à la montée des eaux au cours de ces dernières années.

Les résultats de l'enquête nous ont révélé 9 espèces actuellement capturées par les pêcheurs et 11 espèces capturés avant l'invasion du milieu par la jacinthe d'eau. Certaines espèces ont été identifiées à l'un des sites et pas à l'autre. Cette différence spécifique serait liée aux conditions environnementales qui diffèrent entre ces sites. Le site Kinyankonge est à l'embouchure de la rivière Kinyankonge qui reçoit des déchets liquides non traitées provenant directement de la station d'épuration (SETP) de Buterere et de la savonnerie fortement chargés en matières organique (Buhungu et al. 2017, Sibomana et al. 2024) alors que le site Ntahangwa reçoit les eaux apportées par la rivière Ntahangwa contenant essentiellement les eaux usées domestiques (Ntakiyiruta et al.,2017).

Pour ce qui est de la diversité ichthyologique, ce sont les sites caractérisés par l'absence de la jacinthe d'eau qui sont plus diversifiés. En effet, l'indice de Shannon est supérieur à 1,5 aux sites non couverts par la jacinthe d'eau à Kinyankonge et à Ntahangwa ; Rocklin (2003) indique que un peuplement présentant une indice de diversité de Shannon supérieur à 1,5 est considéré comme diversifié. Quant au degré de similarité, l'indice de Jaccard montre la valeur la plus élevée entre les sites avec jacinthe aux embouchures des deux rivières. La grande similitude entre ces sites indique les conditions offertes par la présence de cette plante sont proches à ces deux sites.

III.2.2 Relation entre poissons et Jacinthe d'eau

Les résultats de l'enquête menée auprès des pêcheurs ont permis d'identifier quatre espèces de poissons qui ne sont plus fréquemment capturées dans les milieux colonisés du par la jacinthe d'eau

il s'agit de *Raimas moorii, Limnotilapia dardenii, Boulengerochromis microlepis* alors que l'espèce *Mastacembelus cunningtoni* et *Xenotilipia hecqui* ne sont plus capturées. Selon Ntakimazi, (1995), la modification du milieu est à la base du déplacement ou de la disparition de certaines espèces. La modification du milieu par la jacinthe d'eau aurait conduit à la disparition de ces espèces de poissons à ces sites.

D'autre part, de nouvelles espèces sont capturées par les pêcheurs après la colonisation du milieu par la jacinthe d'eau alors qu'ils n'étaient pas pêchés avant. Il s'agit de *C. gariepinus, P. aethiopicus, O. niloticus, S. diagramma et A. burtoni* qui sont fréquemment capturés sous la jacinthe.

Les études de Yongo et al (2017) sur le lac Victoria ont montré que les 3 premières espèces étaient associées à la présence de la jacinthe, les espèces *S. diagramma et A. burtoni* étant endémiques du lac Tanganyika. La préférence de cet endroit pour certaines espèces de poissons serait liée au rôle positif joué par cette plante dans sa capacité à améliorer la qualité de l'eau en piégeant les particules en suspension, en accumulant certains métaux lourds et en réduisant l'intensité de la force des vagues (Rodríguez et al., 2012). Cette plante présente aussi des microhabitats qui offrent des zones de frayère pour plusieurs espèces de poissons (Orwa et al., 2015, Schramm et al., 1987) grâce à la présence des supports et un endroit de refuge et de croissance pour les alevins (Tchangaboba et al., 2018). En plus, l'obscurité qui règne sous le tapis de la jacinthe d'eau permet à certaines espèces comme *C. gariepinus* et *P. aethiopicus*, deux espèces à faible capacité de chasse (Smith, 1931) de se camoufler et d'accéder aux proies (Smith, 1931, Dadebo, 2000). Ces deux espèces possèdent également la capacité de coloniser les milieux où les conditions sont défavorables en adoptant plusieurs adaptations (Cowx, 2002; Johansen & Lenfant, 1968; Weyl et al., 2016).

III.2.3. Les paramètres physico-chimiques

Au regard de nos résultats, les paramètres physicochimiques révèlent aussi des variations entre les saisons et les sites avec la jacinthe d'eau et sans jacinthe d'eau. Les valeurs de pH montrent une tendance alcaline de l'eau et sont plus élevées aux sites avec jacinthe d'eau. Cette tendance à l'alcalinité de l'eau à tous les sites s'est manifestée pendant la saison pluvieuse. Ces résultats corroborent avec ceux de Niyoyitungiye et al (2019) concernant les sites proches de Kinyankonge à Kajaga. Dans les sites sans jacinthe, le pH est plus bas et tend vers l'acidité pendant la saison sèche. Cette variation liée aux saisons sur ce paramètre serait due aux apports des affluents en nutriments qui affichent des concentrations plus élevées pendant la période pluvieuse. Un pH élevé peut être préoccupant pour la vie aquatique car beaucoup d'organismes préfèrent un pH compris entre 6,5 et 8,5 (Tobias et al., 2019).

Les résultats sur la température indiquent qu'elle est plus élevée aux sites avec jacinthe d'eau et pendant la saison sèche. Ce qui indique que la formation d'un tapis dense de jacinthe d'eau à la surface de l'eau bloque l'échange de chaleur entre la surface du lac et l'atmosphère (Mironga et al., 2012). En plus, la décomposition de la matière organique de la jacinthe d'eau entraîne une production de chaleur et donc une augmentation de la température (Mironga et al., 2012). Les résultats obtenus montrent que la jacinthe d'eau peut avoir une forte influence sur les fluctuations de température du lac Tanganyika. Giraldo & Garzon (2002) a démontré une grande capacité de la jacinthe d'eau à stabiliser les niveaux de pH et la température. Des résultats similaires ont été observées dans le lac Victoria pour le pH et la température (Yongo et al., 2017).

En ce qui concerne la CE et le TDS, les résultats montrent des variations saisonnières aux sites colonisées par la jacinthe d'eau avec des valeurs beaucoup plus élevées enregistrées pendant la saison sèche. Des observations similaires ont été faites par Yongo et al (2017) qui explique que la dilution de l'eau pendant la saison pluvieuse contribue à la diminution de la CE. La saison pluvieuse (avril et mai) a été caractérisée par la montée de l'eau créant des inondations dans la partie côtière du lac. En plus, Hrivnáková et al (2020) indique que le recul des eaux après les inondations amène des dépôts et sédiments saturées en matière organique et inorganique ce qui modifie l'état chimique et physique d'un écosystème aquatique.

Bénech & Ouattara, 1990) ont montré que l'augmentation de la conductivité électrique est décisive pour la reproduction des certains poissons en agissant comme facteur déclencheur de la maturation, de l'ovulation et frai de l'espèce et les valeurs enregistrées dans notre étude ne dépassant pas les limites maximales admissibles de l'OMS de 2500µS/cm comme indiqué dans les règlementations et normes mondiales pour l'eau potable (Edition, 2011).

Pour les phosphates, les valeurs les plus élevées s'observent aux sites avec la jacinthe d'eau et pendant la saison pluvieuse alors que la concentration des nitrites entre les différents sites n'indique pas de différence nette. Ces résultats sont similaires à ceux de Schramm et al., 1987 et Marshall, 1997 et (Greenfield et al., 2007) qui ont trouvé des concentrations de phosphore significativement plus élevées dans la colonne d'eau après l'enlèvement de la jacinthe d'eau. Ces concentrations peuvent être attribuées à l'accumulation des matières organiques issues de la décomposition de cette plantes mortes (Villamagna & Murphy, 2010).

La saturation en oxygène, l'oxygène dissous et l'ammonium ne subissent pas une influence de la variation saisonnière et de la présence de la jacinthe d'eau comme les valeurs obtenues ne varient

pas. La teneur en oxygène dans un milieu est due à l'activité photosynthétique souvent enregistrée avec une abondance de phytoplancton (Rommens et al., 2003). Saeed & Al-Nagaawy, (2013) ont trouvés sur les racines de la jacinthe d'eau des algues qu'ils piègent en flottant et à cet égard. En plus, les valeurs élevées des paramètres Oxygène dissous et la saturation en O_2 seraient aussi liées au renouvèlement régulier de l'eau par des vagues permettant ainsi le brassage de l'eau sous le tapis de la jacinthe d'eau.

Les valeurs de la DBO5 sont comprises entre 2 et 20 mg/l. Ceci montre que l'eau des sites échantillonnés est considérée d'excellente qualité (Buhungu et al., 2017). La DBO5 est la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une pour le développement de microorganismes(Prou & Faury, 1980). Elle est aussi une mesure de la capacité d'autoépuration de l'eau.

Les valeurs de MES sont plus élevées au site Kinyankonge avec jacinthe d'eau par rapport aux autres sites, ce qui serait à sa proximité avec la rivière Kinyankonge trop chargée en matières organiques (Buhungu et al., 2017; Sibomana et al., 2024). Les matières en suspension dans un milieu récepteur font fonction des terrains traversés par des rivières qui s'y déversent, de la saison et de la nature des rejets. Selon Wong, (2006) des polluants comme les nutriments et les métaux toxiques peuvent se lier aux particules et avoir une incidence négative sur le milieu récepteur.

CHAPITRE IV. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

IV.1. Conclusion

La présente étude a permis de mettre la lumière sur l'impact de la présence de la jacinthe d'eau dans la partie littorale du lac Tanganyika sur la diversité piscicole et les paramètres physico-chimiques du lac Tanganyika à l'embouchure de la rivière Kinyankonge et Ntahangwa.

L'inventaire sur les poissons montre la présence de 53 espèces réparties dans 9 familles. La famille des Cichlidae est dominante avec 44 espèces suivie de Centropomidae avec 2 espèces et la plus grande diversité des poissons est observée aux sites caractérisés par l'absence de la jacinthe d'eau

L'indice de similarité plus élevée entres les sites avec jacinthe d'eau près des embouchures des rivières différents indique l'influence de la jacinthe d'eau sur les poissons. La présence de la jacinthe d'eau a favorisé l'installation des espèces *Cl. gariepinus, P.aethiopicus* et *S. diagramma* mais a provoqué aussi la disparition *M. cunningtoni* et *X. hecqui*.

Les paramètres physico-chimiques enregistrent des valeurs plus élevées aux sites avec la jacinthe telles que la C.E, la TDS et les phosphates. D'autres paramètres comme les nitrites, la saturation en Oxygène, l'oxygène dissous, l'ammonium et le DBO5 ont des valeurs qui ne varient pas entre les différents sites. Certains paramètres peuvent avoir des répercussions écologiques notamment en ce qui concerne la santé des écologies aquatiques et les valeurs extrêmes peuvent nécessiter une attention particulière pour des actions de gestion.

Cette étude montre que la présence de la jacinthe d'eau peut provoquer la disparition de certaines espèces de poissons et l'apparition d'autres espèces qui y trouveraient un lieu de refuge et de reproduction. Malgré que ce soit une espèce envahissante, le pouvoir d'épuration de cette plante qui piège les métaux lourds et les matières organiques permet de garder la qualité de l'eau bonne pour des espèces de poissons.

IV.2. Recommandations

Vu l'importance du lac Tanganyika pour la population et sa richesse ichthyologique et à la lumière des résultats de notre travail, nous recommandons :

Aux chercheurs :

- D'étendre cette étude dans le temps et dans l'espace en effectuant des échantillonnages nocturnes pour et évaluer les effets à long terme de la présence de la jacinthe d'eau sur la biodiversité du Lac
- Faire un inventaire plus étendue sur la présence et les zones de développement de la jacinthe d'eau

Au gouvernement :

- D'élaborer une stratégie de gestion permettant de réguler la prolifération les espèces envahissantes et de la jacinthe d'eau en particulier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abahi, K. S., Akodogbo, H. H., Gouton, R. R. T., Adje, A. S. D. D., Gnohossou, P. M., & Piscart, C. (2023). Evaluation de l'Effet des Eaux Usées Industrielles sur la Qualité de l'Eau de la Rivière Klou au Centre du Bénin. *European Scientific Journal*, *19*(3), 148.

Allison, E. (2000). *Biodiversity assessment and conservation in Lake Tanganyika*.

Allison, E., Bailey-Watts, A. E., Duck, R. W., Foxall, C., Patterson, G., & Petit, P. (1996). *Report of the Lake Tanganyika Biodiversity Institution and Resources Assessment Mission to Tanzania, Zaire, and Zambia–8 August to 3 September 1996. Pollution Control and Other Measures to Protect Biodiversity in Lake Tanganyika (UNDP/GEF/RAF/92/G32)*. Chatham: NRI. http://www.ltbp.org/FTP/22.PDF

Babu, R. M., Sajeena, A., & Seetharaman, K. (2003). Bioassay of the potentiality of Alternaria alternata (Fr.) Keissler as a bioherbicide to control waterhyacinth and other aquatic weeds. *Crop Protection*, *22*(8), 1005-1013.

Bailey-Watts, A. (2000). *Summary Technical Report. Pollution Special Study. Pollution Control and Other Measures to Protect Biodiversity in Lake Tanganyika*. UNDP/GEF/RAF/92.

Balirwa, J., Chapman, C. A., Chapman, L. J., Geheb, K., Lowe-McConnell, R., Seehausen, O., Wanink, J., Welcomme, R., & Witte, F. (2000). The role of conservation in biodiversity and fisheries sustainability in the Lake Victoria Basin. *Lake Victoria*, 703-715.

BARRET, S. (1980). Sexual reproduction in Eichhornia crassipes (water hyacinth) fertility of clons of several regions. *J. Appl. Ecol*, *7*(1), 101-112.

Bénech, V., & Ouattara, S. (1990). Rôle des variations de conductivité de l'eau et d'autres facteurs externes dans la croissance ovarienne d'un poisson tropical, Brycinus leuciscus (Characidae). *Aquatic Living Resources*, *3*(3), 153-162.

Bergonzini, L., Williamson, D., & Albergel, J. (2015). L'hydrologie et la limnologie autour du lac Tanganyika. *Cazenave-Piarrot A.(coord.), Ndayirukiye S.(coord.), Valton Catherine (coord.), Gaudemar JP de (pref.), Moatti Jean-Paul (pref.). Atlas des pays du Nord-Tanganyika*, 24-27.

Breuil, C. (1995). Etude économique de la pêche sur le lac Tanganyika dans le cadre de l'aménagement des pêcheries pélagiques. *Recherches pour l'aménagement des pêches*.

Brichard, P. (1989). Pierre Brichard's book of cichlids and all the other fishes of Lake Tanganyika. *(No Title)*. https://cir.nii.ac.jp/crid/1130282268707083136

Brooks, J. L. (1950). Speciation in Ancient Lakes (Concluded). *The Quarterly Review of Biology*, *25*(2), 131-176. https://doi.org/10.1086/397539

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.

Buhungu, S., Montchowui, E., Barankanira, E., Sibomana, C., Ntakimazi, G., & Bonou, C. A. (2018). Caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge, affluent du Lac Tanganyika, Burundi. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *12*(1), 576-595.

Calvert, P. (1998). *Contrôler la Prolifération des Jacinthe d'eau*. https://infohub.practicalaction.org/bitstream/handle/11283/366133/Contr%C3%B4lerlaProlif%C3%A9rationdesJacinthed%27eau.pdf?sequence=1

Capart, A. (1952). *Exploration hydrobiologique du lac Tanganika, 1946-1947 : Résultats scientifiques. Le milieu géographique et géophysique*. Institut royal des sciences naturelles de Belgique.

Center, T. D., Hill, M. P., Cordo, H., & Julien, M. H. (2002). Waterhyacinth. *Biological Control of invasive plants in the eastern United States*, *4*, 41e64.

Chen RuoXia, C. R., Ye GongYin, Y. G., Wang YangJun, W. Y., Gu BinQuan, G. B., Zhang ChunFen, Z. C., Ying XiaLing, Y. X., & Shen Jian, S. J. (2005). *The host specificity of water hyacinth weevils and their controlling effects against water hyacinth in Ningbo district.* https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20053185695

Cohen, A. S., Bills, R., Cocquyt, C. Z., & Caljon, A. G. (1993). The Impact of Sediment Pollution on Biodiversity in Lake Tanganyika. *Conservation Biology*, *7*(3), 667-677. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030667.x

Collart, A. (1958). *Pêche artisanale et pêche industrielle au Lac Tanganika*. https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/6473b99213d110e4e7ac3041

Cordo, H. A. (1992). CONTROL BIOLOGICO DE MALEZAS EN LATINOAMÉRICA. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, *27*(13), 213-229.

Coulter, G., & Mubamba, R. (1993). Conservation in Lake Tanganyika, with Special Reference to Underwater Parks. *Conservation Biology*, *7*(3), 678-685. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030678.x

Cowx, I. G. (Éd.). (2002). *Management and Ecology of Lake and Reservoir Fisheries* (1re éd.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470995679

Dadebo, E. (2000). Reproductive biology and feeding habits of the catfish Clarias gariepinus (Burchell)(Pisces : Clariidae) in Lake Awassa, Ethiopia. *SINET: Ethiopian Journal of Science*, *23*(2), 231-246.

Dagno, K., Lahlali, R., Friel, D., Bajji, M., & Jijakli, M. H. (2007). *Problems of the water hyacinth, Eichhornia crassipes, in the tropical and subtropical areas of the world, in particular its eradication using biological control method by means of plant pathogens.* https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20083005195

De Casabianca, M.-L., & Laugier, T. (1995). Eichhornia crassipes production on petroliferous wastewaters : Effects of salinity. *Bioresource Technology*, *54*(1), 39-43.

Edition, F. (2011). Guidelines for drinking-water quality. *WHO chronicle*, *38*(4), 104-108.

Fermon, Y. (2007). *Etude de l'état des lieux de la partie Nord du Lac Tanganyika dans le cadre du programme Pêche d'action contre fin en RDC*.

Fermon, Y., Nshombo, M., Muzumani, R., & Benoît, J. (2017). Guide de la faune des poissons de la côte congolaise d'Ubwari à la Ruzizi, Lac Tanganyika. *Editions de l'Association France Cichlid, F-31540 Fontourbière Saint Julia*.

Giraldo, E., & Garzon, A. (2002). The potential for water hyacinth to improve the quality of Bogota River water in the Muña Reservoir : Comparison with the performance of waste stabilization ponds. *Water Science and Technology*, *45*(1), 103-110.

Gopal, B. (1987). Water Hyacinth Elsevier. *Amsterdam, The Netherlands*, *471*.

Greenfield, B. K., Siemering, G. S., Andrews, J. C., Rajan, M., Andrews, S. P., & Spencer, D. F. (2007). Mechanical shredding of water hyacinth (Eichhornia crassipes) : Effects on water quality in the Sacramento-San Joaquin River Delta, California. *Estuaries and Coasts*, *30*(4), 627-640. https://doi.org/10.1007/BF02841960

Gutierrez Lopez, E., Huerto Delgadillo, R., & Martinez Jimenez, M. (1996). *Water hyacinth problems in Mexico and practised methods for control*. https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/64722c9677fd37171a737ace

Hallett, S. G. (2005). Where are the bioherbicides? *Weed Science*, *53*(3), 404-415.

Hanek, G., Coenen, E. J., & Kotilainen, P. (1993). *Aerial Frame Survey of Lake Tanganyika Fisheries. FAO/FINNIDA Research for the Management of the Fisheries on Lake Tanganyika*. GCP/RAF/271/FIN-TD/09 (En): 34 p.

Harley, K. L. S., Julien, M. H., & Wright, A. D. (1996). *Water hyacinth : A tropical worldwide problem and methods for its control*. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19972303016

Hori, M., Gashagaza, M. M., Nshombo, M., & Kawanabe, H. (1993). Littoral Fish Communities in Lake Tanganyika : Irreplaceable Diversity Supported by Intricate Interactions among Species. *Conservation Biology*, *7*(3), 657-666. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030657.x

Hrivnáková, K., Janiga, M., & Pogányová, A. (2020). Effects of flooding on the physical and chemical water composition of the alpine lake Kolové pleso (High Tatra, West Carpathians). *Oecologia Montana*, *29*(1), 23-27.

Johansen, K., & Lenfant, C. (1968). Respiration in the African lungfish Protopterus aethiopicus : II. Control of breathing. *Journal of Experimental Biology*, *49*(2), 453-468.

Jones, R. W. (2009). *The impact on biodiversity, and integrated control, of water hyacinth, Eichhornia crassipes (Martius) Solms-Laubach (Pontederiaceae) on the Lake Nsezi-Nseleni River System* [PhD Thesis, Rhodes University Grahamstown (South Africa)]. https://core.ac.uk/download/pdf/145041891.pdf

Konings, À., & Dieckhoff, F. W. (1992). *Tanganlikn secrets. St Leon-Rot*. Germany: Cichlid Press.

Lake Tanganyika and its life : G.W. Coulter (ed.) British Museum (Natural History) and Oxford University Press, Oxford, 1991 ISBN 0-19-858525X, £60.00 Cloth, pp. iv+354, 71 tables, 105 figures (3 in colour). (1992). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *2*(2), 180-181. https://doi.org/10.1007/BF00042885

Lyons, E. E., & Miller, S. E. (1999). *Invasive Species in Eastern Africa : Proceedings of a workshop held at ICIPE, July 5-6, 1999*. ICIPE Science Press. https://www.researchgate.net/profile/Scott-Miller-55/publication/242523524_Invasive_Species_in_Eastern_Africa_Proceedings_of_a_workshop_held_at_ICIPE_July_5-6_1999/links/00b4952da8f56d69d6000000/Invasive-Species-in-Eastern-Africa-Proceedings-of-a-workshop-held-at-ICIPE-July-5-6-1999.pdf

Marshall, B. E. (1997). Lake Chivero after forty years : The impact of eutrophication. *Lake Chivero: A Polluted Lake. University of Zimbabwe Publications, Harare*, 1-12.

Mironga, J. M., Mathooko, J. M., & Onywere, S. M. (2012). Effect of water hyacinth infestation on the physicochemical characteristics of Lake Naivasha. *International Journal of Humanities and Social Science*, *2*(7), 103-113.

Nahimana, D. (2008). *Nutrient dynamics and production in the northern Lake Tanganyika.* [PhD Thesis, Vrije Universiteit Brussel]. http://biblioub.pbworks.com/w/file/fetch/135803433/Th%C3%A8se%20de%20NAHIMANA%20David.%20Nutrient%20dynamics%20and%20production%20in%20the%20northern%20Lake%20Tanganyika..pdf

Ndayishimiye, J., Ntakimazi, G., Nsavyimana, G., Sibomana, C., Mpawenayo, B., Nzigidahera, B., Ndayikeza, L., Vanhove, M., Triest, L., & Janssens de Bisthoven, L. (2023). La dégradation du littoral du lac Tanganyika au Burundi : Approche multidisciplinaire. *Bulletin Scientifique sur l'Environnement et la Biodiversité*, *6*, 1-15.

Niyoyitungiye, L. (2019). *Limnological Study of Lake Tanganyika, Africa with Special Emphasis on Piscicultural Potentiality* [PhD Thesis, Assam University Silchar (Inde)]. https://hal.science/tel-02536191/

Niyoyitungiye, L. (2020). *Diagnostic analysis of the major threats of Lake Tanganyika and proposals for improving its ecological status*. https://hal.science/hal-02882704/

Niyoyitungiye, L., Giri, A., & Mishra, B. P. (2019). Effect of Physico-Chemical attributes on the abundance and spatial distribution of fish species in Lake Tanganyika, Burundian coast. *International journal of advanced research*, *7*(12), 410-424.

Ntakimazi, G. (1995). Le rôle des écotones terre/eau dans la diversité biologique et les ressources du lac Tanganyika. *Projet UNESCO/MAB/DANIDA*, *510*, 1991-1994.

Ntakiyiruta, P., Nahimana, D., & Ntakimazi, G. (2017). Contribution à l'estimation quantitative des nutriments apportés par la rivière Ntahangwa au lac Tanganyika. *Afrique Science*, *13*(1), 360-370.

Ogutu-Ohwayo, R., Hecky, R. E., Cohen, A. S., & Kaufman, L. (1997). Human impacts on the African Great Lakes. *Environmental Biology of Fishes*, *50*(2), 117-131. https://doi.org/10.1023/A:1007320932349

Orwa, P. O., Omondi, R., Ojwang, W., & Mwanchi, J. (2015). Diversity, composition and abundance of macroinvertebrates associated with water hyacinth mats in Lake Victoria, Kenya. *African Journal of Environmental Science and Technology*, *9*(3), 202-209.

Patterson, G., & Makin, J. (1998). L'état de la biodiversité biologique et les ressources du lac Tanganyika. *Rapport final projet UNESCO/DANIDA BDI/40*, 1991-1994.

Pieterse, A. H., Mangane, A., Traoré, M., Van de Klashorst, G., & Van Rijn, P. J. (1996). *The water hyacinth problem in West Africa and proposals for control strategies*. https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/64722c9777fd37171a737b00

Plisnier, P.-D., Chitamwebwa, D., Mwape, L., Tshibangu, K., Langenberg, V., & Coenen, E. (1999). Limnological annual cycle inferred from physical-chemical fluctuations at three stations of Lake Tanganyika. In O. V. Lindqvist, H. Mölsä, K. Salonen, & J. Sarvala (Éds.), *From Limnology to Fisheries : Lake Tanganyika and Other Large Lakes* (p. 45-58). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1622-2_4

Prou, J., & Faury, N. (1980). *Etude de la pollution bactérienne d'un chenal ostréicole : Le chenal de Putet à La Tremblade-Influences respectives du tourisme et de la station d'épuration des eaux usées*. https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6302/5508.pdf

Qaisar Mahmood, Q. M., Zheng Ping, Z. P., Siddiqi, M. R., Islam, E., Azim, M. R., & Yousaf Hayat, Y. H. (2005). *Anatomical studies on water hyacinth (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) under the influence of textile waste water*. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20053187059

Rakotoarisoa, T. F., Waeber, P. O., Richter, T., & Mantilla-Contreras, J. (2015). Water hyacinth (Eichhornia crassipes), any opportunities for the Alaotra wetlands and livelihoods? *Madagascar Conservation & Development*, *10*(3), 128-136.

Rocklin, D. (2003). Étude comparative de différents indices de diversité (indice de Shannon, indices taxonomiques) sur les peuplements de poissons lagunaires. Mémoire d'Initiation à la Recherche. *Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc*, *48*. https://delphinerocklinphd.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/03/rocklin2003-etude-comparative-indices-de-diversitc3a9.pdf

Rodríguez, M., Brisson, J., Rueda, G., & Rodríguez, M. S. (2012). Water quality improvement of a reservoir invaded by an exotic macrophyte. *Invasive Plant Science and Management*, *5*(2), 290-299.

Rommens, W., Maes, J., Dekeza, N., Inghelbrecht, P., Nhiwatiwa, T., Holsters, E., Ollevier, F., Marshall, B., & Brendonck, L. (2003). The impact of water hyacinth(Eichhornia crassipes) in a eutrophic subtropical impoundment(Lake Chivero, Zimbabwe). I. Water quality. *Archiv für Hydrobiologie*, *158*(3), 373-388.

Saeed, S. M., & Al-Nagaawy, A. M. (2013). Impact of water Hyacinth (Eichhornia Crassipes) on physico-chemical properties of water, phytoplankton biomass and Nile tilapia production in earthen ponds. *Journal of the Arabian aquaculture society*, *8*(2), 249-262.

Sarvala, J., Langenberg, V. T., Salonen, K., Chitamwebwa, D., Coulter, G. W., Huttula, T., Kanyaru, R., Kotilainen, P., Makasa, L., & Mulimbwa, N. (2006). Fish catches from Lake Tanganyika mainly reflect changes in fishery practices, not climate. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, *29*(3), 1182-1188.

Schelly, R., Stiassny, M. L., & Seegers, L. (2003). Neolamprologus devosi sp. N., a new riverine lamprologine cichlid (Teleostei, Cichlidae) from the lower Malagarasi River, Tanzania. *Zootaxa*, *373*(1), 1-11.

Schramm, H. L., Jirka, K. J., & Hoyer, M. V. (1987). Epiphytic Macroinvertebrates on Dominant Macrophytes in Two Central Florida Lakes. *Journal of Freshwater Ecology*, *4*(2), 151-161. https://doi.org/10.1080/02705060.1987.9664649

Sculthorpe, C. D., & Sculthorpe, C. D. (1967). *The biology of aquatic vascular plants*. https://library.wur.nl/WebQuery/titel/115509

Sibomana, C., Buhungu, S., Ntakirutimana, D., & Nahimana, D. (2024). Impact of anthropogenic Pollution on Bujumbura Rivers : Toward Rivers and Lake Tanganyika Biodiversity Conservation, Burundi. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, *28*(1), 253-262.

Smith, H. W. (1931). Observations on the African lung-fish, Protopterus aethiopicus, and on evolution from water to land environments. *Ecology*, *12*(1), 164-181.

Tchangaboba, K., Balagizi, A., Matabaro, L., Aleke, L., Mulongaibalu, M., & Muderhwa, N. (2018). Caractérisation de certains sites reconnus comme zones de fraies par les pêcheurs dans la zone littorale du lac Kivu : Cas du bassin de Bukavu (Sud-Kivu, RD Congo). *Annales des Sciences et des Sciences Appliquées*, *4*(4/4), 214-238.

Tobias, V. D., Conrad, J. L., Mahardja, B., & Khanna, S. (2019). Impacts of water hyacinth treatment on water quality in a tidal estuarine environment. *Biological Invasions*, *21*(12), 3479-3490. https://doi.org/10.1007/s10530-019-02061-2

Toft, J. D., Simenstad, C. A., Cordell, J. R., & Grimaldo, L. F. (2003). The effects of introduced water hyacinth on habitat structure, invertebrate assemblages, and fish diets. *Estuaries*, *26*(3), 746-758. https://doi.org/10.1007/BF02711985

Ultsch, G. R. (1973). *The effects of water hyacinths (Eichhornia crassipes) on the microenvironment of aquatic communities.* https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19752310716

Vandelannoote, A., Robberecht, H., Deelstra, H., Vyumvuhore, F., Bitetera, L., & Ollevier, F. (1996). The impact of the River Ntahangwa, the most polluted Burundian affluent of Lake Tanganyika, on the water quality of the lake. *Hydrobiologia*, *328*(2), 161-171. https://doi.org/10.1007/BF00018713

Villamagna, A. M., & Murphy, B. R. (2010). Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (Eichhornia crassipes) : A review. *Freshwater biology*, *55*(2).

https://www.academia.edu/download/43388542/Ecological_and_socioeconomic_impacts_of_20160305-9693-356kgq.pdf

West, K. (2001). *LAC TANGANYIKA : RESULTATS ET CONSTATS TIRES DE L'INITIATIVE DE*. http://www.ltbp.org/FTP/FINLTF.PDF

Weyl, O. L. F., Daga, V. S., Ellender, B. R., & Vitule, J. R. S. (2016). A review of Clarias gariepinus invasions in Brazil and South Africa. *Journal of fish biology*, *89*(1), 386-402.

Wilson, J. R., Holst, N., & Rees, M. (2005). Determinants and patterns of population growth in water hyacinth. *Aquatic Botany*, *81*(1), 51-67.

Wong, T. H. (2006). *Australian runoff quality : A guide to water sensitive urban design*. https://trid.trb.org/View/1156304

Yongo, E., Outa, N., & Ngodhe, S. O. (2017). Effects of Water hyacinth (Eichhornia crassipes Solm) Infestation on water quality, fish species diversity and abundance in the Nyanza Gulf of Lake Victoria, Kenya. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*, *2*(1), 08-10.

Zayed, A., Lytle, C. M., Qian, J.-H., & Terry, N. (1998). Chromium accumulation, translocation and chemical speciation in vegetable crops. *Planta*, *206*(2), 293-299. https://doi.org/10.1007/s004250050403

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête

Localisation de site :

Nom du site :

Coordonnées :

Informations sur la jacinthe d'eau

Dans quelle année avez-vous vu la jacinthe d'eau dans le lac Tanganyika ?

au Site 1 : …… au site 3 : ……

Pensez-vous que la jacinthe d'eau est bonne pour les poissons ? Oui ☐ Non ☐
Si oui, comment :

Source de nourriture ☐ , refuge pour les poissons ☐ , Lieu de ponte (zone de frayère) ☐
Autres ☐ : …….. ;

Trouveriez-vous que la qualité de l'eau a été dégradée avec la colonisation du lac par la jacinthe d'eau ?
Oui ☐ Non ☐

Informations sur les poissons

Pêcheriez-vous avant dans la colonisation par colonisation par la jacinthe d'eau ? Oui ☐ non ☐

Quelles sont les espèces pêchées????

Espèces	Site kinyankonge	Site Ntahangwa

Pêchez-vous encore dans ce milieu ? Oui ☐ non ☐

Quelles sont les espèces pêchées ??

Espèces	Site kinyankonge	Site Ntahangwa

Espèces pêchées sous le tas de la jacinthe d'eau ???

Espèces	Site kinyankonge	Site Ntahangwa

Avez-vous observé des changements dans l'abondance de certaines espèces de poissons après l'apparition de la jacinthe d'eau? Oui ☐ Non ☐

Y a-t-il eu diminution ? Pour quelles espèces

……..

Y a-t-il eu augmentation ? Pour quelles espèces

……

Selon vous, quels sont les facteurs qui influencent ce changement ?

Avez-vous remarqué une diminution des captures de poissons dans la jacinthe d'eau ces dernières années ? ? Oui ☐ Non ☐

Selon vous, quels sont les facteurs qui influencent ce changement ?

Annexe 2 : **Espèces capturées et leur abondance**

Espèces	sites			
	Kinyankonge HW	kinyankonge	Ntahangwa HW	Ntahangwa
Alestes macrophtalmus	1	0	0	0
Astotilapia bultoni	265	2	190	0
Aulanocranus dewindti	2	79	35	301
Bathybates fasciatus	0	2	0	2
Bathybates leo	1	0	0	0
Bathybates minor	0	1	0	2
Boulengerochromis microlepis	9	2	13	0
Callochromis pleurospilis	81	82	15	81
Callochromis macrops	0	12	3	21
Callochromis melanostigma	0	0	0	2
Cardiopharynx shoutedeni	23	1	9	0
Chrysichthys sianenna	0	0	0	8
Clarias gariepinus	10	0	6	0
Grammatotria lemairii	0	2	0	11
Lamprichtys tanganicae	19	1	0	0
Lamprologus callepterus	7	0	2	14
Lamprologus ornatipinnis	0	3	0	0
Lates angustifrons	0	2	0	1
Lates mariae	0	0	1	1
Lepidiolamprologus attenuatus	0	0	0	5
Lepidiolamprologus cunningtoni	2	14	13	13
Lepidiolamprologus elongatus	0	5	1	0
Limnochromis auritus	4	17	2	5
Limnochromis hostii	11	6	0	0
Limnothrisa miodon	46	13	40	21
Limnotilapia dardeni	17	9	0	0
Micralestes stormsi	3	0	0	0
Neolamprologus cunningtoni	0	3	9	12
Neolamprologus pleuromaculatus	0	0	11	2
Neolamprologus tetracanthus	4	5	11	3
Oreochromis niloticus	16	3	9	0
Oreochromis tanganicae	9	0	0	0
Perissodus microlepis	0	20	9	0
Protopterus aethiopicus	5	0	3	0

Pseudosimochromis babaulti	23	15	4	10
Raimas moorii	6	0	2	11
Reganochromis calliurus	2	0	0	1
Shuja horei	98	17	66	24
simochromis diagramma	2	0	1	0
Synodontis multipunctatus	1	1	1	0
Tangachromis dhanisi	16	11	6	2
Telmatochromis donthii	0	11	12	0
Telmatochromis bricardi	0	35	0	3
Triglachromis ostigma	12	52	9	1
Trematocara variabile	31	161	9	81
Tylochromis polylepis	3	2	4	3
Varicorhinus tanganicus	7	3	0	2
Xenotilapia bathyphilus	0	2	0	1
Xenotilapia burtonii	0	2	0	6
Xenotilapia flavipinnis	0	1	0	6
Xenotilapia ornotipinnis	0	6	0	2
Xenotilapia sima	1	4	2	11