



REPUBLIQUE DU BURUNDI
Ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Elevage

*Centre d'Echange
d'Information sur la Biodiversité*
CHM-BURUNDAIS

ISSN 2519-0113 (Imprimé)

**Bulletin scientifique sur
l'environnement et la biodiversité**

ISSN 2519-0121 (En ligne)



*Bulletin Scientifique sur
L'Environnement et la Biodiversité*

Bulletin N°5 (a)

Numéro spécial :

HOMMAGE A FEU PROFESSEUR ORDINAIRE BALTHAZAR MPAWENAYO

(1953-2020)



museum 

LA COOPÉRATION
BELGE AU DÉVELOPPEMENT **.be**

Bujumbura, Septembre 2021

BULLETIN N° 5 (a)

Bulletin Scientifique sur l'Environnement et la Biodiversité publié annuellement.

Siège de publication : Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Editeur : Centre d'Echange d'Informations en matière de Diversité Biologique, CHM (Clearing House Mechanism)

© OBPE-CHM. 2021

B.P. 2757 Bujumbura, Tél. : (257) 22234304

E-mail: obpe_burundi@obpe.bi, Site web:

<http://bi.chm-cbd.net>

Comité de rédaction :

Rédacteur en Chef :

Prof BANGIRINAMA Frédéric, Ecole Normale Supérieure

Rédacteur en Chef Adjoint :

Prof. HABONIMANA Bernadette, Université du Burundi

Rédacteurs associés :

Ecologie : Dr. NDUWARUGIRA Déogratias, Université du Burundi

Conservation : Prof. MASHARABU Tatien, Université du Burundi

Valorisation des ressources naturelles : Dr NKENGURUTSE Jacques, Université du Burundi

Systématique : Prof. NDAYISHIMIYE Joël, Université du Burundi

Pollution : Dr. BIGUMANDONDERA Patrice, Université du Burundi

Risques et catastrophes naturelles : Dr. SINDAYIHEBURA Anicet, Université du Burundi

Comité scientifique :

1. Ecologie

Prof. NIYONKURU Charles, Université du Burundi

Dr. NDIHOKUBWAYO Noël, Ecole Normale Supérieure

Dr. SIBOMANA Claver, Université du Burundi

Dr. NDUWIMANA André, Université du Burundi

Prof. HAVYARIMANA François, Université du Burundi

Mr. NTASHAVU Dieudonné, Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Mr. NDAYIZEYE Liévin, Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Dr. MASUMBUKO Céphas, Université Officielle de Bukavu

Prof. BOGAERT Jan, Université de Liège

2. Conservation

Prof. NGEZAHAYO Frédéric, Ecole Normale Supérieure

Mr. MASABO Onesphore, Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Mr. NZIGIYIMPA Léonidas, Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Mr. FOFO Alphonse, Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Prof. BIZURU Elias, Université Nationale du Rwanda

3. Valorisation des ressources naturelles

Prof. NDUWIMANA André, Université du Burundi

Prof. NTAKARUTIMANA Vestine, Université du Burundi

Prof. NIZIGIYIMANA Libérate, Université du Burundi

Prof. NDAMANISHA Jean Chrysostome, Université du Burundi

Prof. NUSURA Hassan, Université du Burundi

Prof. HAKIZIMANA Paul, Université du Burundi

Prof. BIGENDAKO Marie José, Université Lumière de Bujumbura

CONTENU

Analyse bactériologique et physico-chimique des eaux des sources publiques aménagées dans le groupement de Kashozi en Chefferie de Kaziba en RDC.

Ndeko Mubembe S.D., Murhula Cizungu A., Balagizi Karhagomba I., Bararunyeretse P., Bisimwa Ntagereka P., Ntiharirizwa S. & Buhungu S.1-11

Etat de conservation *in situ* des sous-variétés de *Syzygium guineense* (Willd.) DC. var. *macrocarpum* (Engl.) F. White (Myrtacée) dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes du Cameroun

Lamy Lamy Georges Maxime.....12-21

Etat des connaissances des plantes indigènes comestibles et médicinales du Burundi

Ngendakumana E., Ndayishimiye J., Nkengurutse J., Bararunyeretse P. & Masharabu T.....22-48

Apiculture et biodiversité : caractérisation du miel produit à Zege (Burundi)

Ntunzwenimana M., Nduwimana A., Habonayo R., Niyukuri J., Nijimbere S., Ndorere V. & Ndayitwayeko O49-56

Evaluation du profil de toxicité des pesticides homologués au Burundi : étude préliminaire.

Ndikuryayo F., Bigumandondera P. & Nineza C..... 54-66

Etude comparative de l'ichtyofaune et de son exploitation dans les rivières Kinyankonge et Mpanda en région naturelle de l'Imbo au Burundi

Niyonkuru C. & Nibona E.70-84

Dr. NIYONGABO Désiré, Ecole Normale Supérieure

Dr. NIMENYA Nicodème, Université du Burundi

4. Systématique

Prof. NTAKIMAZI Gaspard, Université du Burundi

Prof. DUSHIMIRIMANA Séverin, Ecole Normale Supérieure

Prof. BANYANKIMBONA Gaspard, Université du Burundi

Msc. NDAYIKEZA Longin, Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Mme MANIRAKIZA Odette, Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Dr. SUSINI Marie-Lucie, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique

Mr. GAUGRY Yves, Flora Fauna & Man Ecological Services Ltd

Prof. MUNYULI M.B. Theodore, Department of Agriculture and Biology

5. Pollution

Dr. NSAVYIMANA Gaston, Université du Burundi

Dr. BISORE Simon, Ecole Normale Supérieure du Burundi

Msc. POLISI Alphonse, Office burundais pour la Protection de l'Environnement

Dr LINA ALEKE Alex, Université Officielle de Bukavu

6. Risques et catastrophes naturels

Prof. SABUSHIMIKE Jean Marie, Université du Burundi

Dr. BAKUNDUKIZE Charles, Université du Burundi

Dr. NDAYISENGA Aloys, Université du Burundi

Dr. SINDAYIHEBURA Bernard, Université du Burundi

Dr. NDAYIRAGIJE Samuel, Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

HOMMAGE A FEU PROFESSEUR ORDINAIRE BALTHAZAR MPAWENAYO (1953-2020)



Le feu Professeur Ordinaire Balthazar MPAWENAYO à laquelle nous rendons hommage dans ce Numéro du Bulletin Scientifique de l'OBPE (n°5) fut un grand homme de renommé, en sa qualité de Professeur et chercheur de haut niveau. Il était né à Gisozi, le 23 Juin 1953 et est décédé le 11 Août 2020 suite à une courte maladie.

Il a participé à rehausser le niveau des étudiants et de ses collègues à travers des enseignements de qualité y compris les bons travaux de mémoires de fins d'études.

Ses collègues et ses étudiants ont pu apprécier aussi la qualité de ses publications scientifiques.

Il a énormément contribué aux travaux de l'INECN, actuellement OBPE dans différents domaines de l'Environnement et de la conservation de la biodiversité.

Dans ce numéro spécial, ses anciens collègues et amis de travail, ses anciens étudiants qui lui ont emboité les pas en devenant actuellement, comme lui, des grands Professeurs, des cadres de l'Université du Burundi et de l'Ecole Normale Supérieure et des chercheurs dans les différentes institutions, lui rendent hommage à travers la publication dans ce numéro des thématiques liées aux anciennes préoccupations du feu Professeur MPAWENAYO. Celles-ci étaient axées sur la Botanique dont la systématique végétale, l'Algologie, la Biodiversité et sa Conservation, l'Ecologie et les études Ethnobotaniques.

Cher collègue et ami, l'équipe des chercheurs que vous avez formée demeure consciente que vous êtes parti si tôt, avec sans doute bien d'autres projets pour l'avenir. Sachez que vous manquez à tous ceux qui vous ont connu. Nous gardons de vous des souvenirs d'un Professeur qui avait de l'humour et aimait sourire mais qui cherchait toujours la perfection au niveau de la recherche scientifique.

A travers ce numéro, sachez que tous ceux dont vous avez contribué à rehausser le niveau, suivront votre exemple pour améliorer la qualité de la recherche et ainsi contribuer au développement de notre cher Pays, le Burundi.



Analyse bactériologique et physico-chimique des eaux des sources publiques aménagées dans le groupement de Kashozi en Chefferie de Kaziba en RDC.

^{1,2}Ndeko Mubembe S.D., ³Murhula Cizungu A., ³Balagizi Karhagomba ¹, ²Bararunyeretse P.,
⁴Bisimwa Ntagereka P., ²Ntiharirizwa S. & ²Buhungu S.

¹Institut Supérieur Pédagogique de Kaziba/RDC, Département de Biologie-chimie.

²Université du Burundi, Faculté de sciences

³Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu/RDC, Département de Biologie-chimie

⁴Université Evangélique en Afrique, Faculté de sciences Agronomiques

Auteur correspondant: Ndeko Mubembe S.D., E-mail: ndekomubembel@gmail.com

Reçu: le 04 Mai 2021

Accepté: le 04 Juin 2021

Publié: le 28 Juin 2021

RESUME

La disponibilité et l'accessibilité de l'eau potable sont d'une préoccupation de plus en plus grandissante en République Démocratique du Congo (RDC) comme dans le monde entier. La présente étude vise à analyser la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux des sources publiques aménagées dans le groupement de Kashozi en Chefferie de Kaziba en RDC. Cinq cycles d'échantillonnages des eaux pour les analyses bactériologiques et des paramètres physico-chimiques ont été réalisés, suivis d'une enquête sur la fréquence des maladies hydriques. L'enquête montre que les maladies hydriques les plus fréquentes sont le trouble digestif et diarrhée (28,8%), la verminose (24,5%) et la fièvre typhoïde (24,4%), ... Les analyses bactériologiques ont relevé des contaminations de toutes les sources en étude par : *Escherishia coli*, autres coliformes, *Salmonella* et autres entérobactéries. Les moyennes des paramètres physico-chimiques mesurées étaient en dessous des normes fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Vu, les résultats obtenus et se référant aux normes de potabilité de l'eau selon l'Organisation Mondiale de la Santé, nous pouvons conclure que ces eaux ne sont pas potables et nécessitent un traitement avant toute consommation.

Mots clés: Coliformes, entérobactéries, maladies hydriques, eaux potable, localité de Kashozi

ABSTRACT

The availability and accessibility of drinking water are of growing concern in the world and in DRC in particular. This study is aiming at highlighting microbiological and physico-chemical quality of public well-springs waters settled in Kashozi grouping within Kaziba chieftency in DRC. Therefore, five water sampling series for bacteriological analyses and of the physico-chemical parameters were carried out, before doing an investigation on the frequency of water-borne diseases in the same field research. During the investigation we found out that the frequent water-borne diseases in Kashozi are the digestive disorders followed by diarrhea (28,8), verminosis (24,5) and the typhoid fever (24,4) ... the bacteriological analyses showed the presence of *Escherishia coli*, other coliforms, *Salmonella* and other enterobacteria in all the well-springs. The average of the physico-chemical parameters measured belowed the World Health Organization standards. Taking into account the results obtained and referring to the standards of potability of water according to the World Health Organization, I can conclude that this water is not drinkable and requires a treatment before its consumption.

Key words: Coliformes, enterobacteria, water-borne diseases, drinking water, Kashozi locality

INTRODUCTION

L'eau joue un rôle essentiel tant pour la vie, la santé, que pour la dignité humaine (Niambele et al, 2020 ; OMS, 2011 ; Adetunde et Glover, 2011 ; OMS et UNICEF, 2018 ; Diallo, 2017). La qualité de l'eau de consommation est appréciée par ses propriétés physico-chimiques et bactériologiques (Adesakin et al, 2020 ; Sila, 2019 ; Esharegoma et al, 2018 ; Bello et al, 2013 ; Okoli, 2012). L'utilisation et la consommation d'eau polluée ou contaminée est l'une des causes de diverses pathologies humaines (Haslay et Leclerc, 1993 ; Samake, 2002 ; Adetunde et Glover, 2011 ; Dovonou f et al, 2011 ; Adesakin et al, 2020 ; OMS et UNICEF, 2018 ; Ounoki s et Achour, 2014).

L'assemblée générale des nations unies a noté avec une vive préoccupation, en 2018, que près de 900 millions des personnes au monde n'ont pas accès à l'eau potable (OMS et UNICEF, 2018). La contamination des eaux par des agents pathogènes est un problème de pollution qui remonte de très loin dans le temps. Au cours du 19^e siècle, les maladies d'origine hydrique ont été responsables de vastes épidémies de dysenterie, fièvre typhoïde, choléra, entre autres (Adetunde et Glover, 2011 ; Saab et al. 2007 ; O.M.S, 2000 ; Diallo, 2017 ; Rodier, 1978 ; Samake, 2002). Aujourd'hui, ces maladies sont à l'origine d'un taux de mortalité très élevé dans les pays en voie de développement. Dans le monde, 100 millions de personnes souffrent en permanence de gastro-entérites hydriques tandis qu'environ 6 millions d'enfants meurent chaque année suite à ces maladies (OMS et UNICEF, 2018 ; Diallo T, 2017 ; WHO, 2011). En Afrique, plus de 300 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et les maladies hydriques sont la première cause de mortalité (Bazié, 2014).

Lorsque l'eau de source reçoit des rejets d'origine animale ou anthropique, le nombre et le type de bactéries présentes sont capables de rendre l'eau impropre à l'utilisation humaine (Haslay et Leclerc, 1993 ; Okoli, 2012 ; Adetunde et Glover, 2011 ; Belghiti et al, 2013 ; Saab et al, 2007 ; Adesakin et al, 2020 ; Sila, 2019 ; Esharegoma et al, 2018 ; Bello et al, 2013). Les maladies hydriques sont le plus souvent transmises par voie féco-orale et la contamination de l'homme se réalise soit par consommation d'eau de boisson, soit par consommation d'aliments contaminés par l'eau, soit encore lors d'un bain

ou d'un contact avec des eaux à usage récréatif (Adesakin et al, 2020 ; George et al, 2002 ; Samake, 2002 ; Mehanned et al, 2014 ; Diallo, 2017 ; Traore et al, 2012).

Les ressources en eaux brutes sur le continent africain sont estimées à plus de 5 400 milliards de m³ par an. Malgré cette abondance, seuls 4% de cette ressource est utilisée pour les besoins essentiels tels que : l'eau potable, l'agriculture et l'énergie (Bazié, 2014). Quant à la RDC, elle regorge la plus importante hydrographie de l'Afrique. Paradoxalement, seuls 26% de sa population ont accès à l'eau potable. Au Sud-Kivu moins de 46% de la population a accès à l'eau potable, avec un besoin d'au moins 50 millions de dollars pour renforcer son réseau afin lutter contre les maladies hydriques (OMS et UNICEF, 2018).

En 2002, l'IRC (International Rescue Commuty) a aménagé et a procédé par l'adduction de quelques sources d'eaux, qui sont jusqu'aujourd'hui le seul moyen d'approvisionnement en eau potable pour la population de Kaziba. Pour le groupement de Kashozi il s'agit de trois sources (Bihunge, Chiraba et Balegine) localisées dans le centre de ce groupement. Malgré leur aménagement, aucune structure d'assainissement n'est mise en place depuis leur adduction, ce qui peut compromettre l'efficacité d'un tel système. Par exemple le fait que les tuyaux endommagés ne soient pas correctement réparés alors que des dépôts des divers déchets organiques et non organiques ; pouvant nuire à la santé des populations bénéficiaires, s'observent au tour de ceux-ci, les expose à la contamination.

Ainsi, cette étude a pour finalité d'évaluer la qualité microbiologique et physicochimique des eaux de ces sources susmentionnées par la recherche des salmonelles et des coliformes fécaux à travers une analyse bactériologique et des paramètres physico-chimiques afin de trouver l'origine des maladies hydriques observées dans ce milieu. Les résultats de cette étude donnent des indications sur la qualité de ces eaux de consommation et permettent d'envisager les mesures responsables liées à l'usage et à la protection de ces sources.

I. METHODOLOGIE

I.1. Description du milieu d'étude

Le groupement de Kashozi est l'un des quinze groupements administratifs de la chefferie de Kaziba en RDC (Figure1). Il est situé à 02.50'18.8'' de latitude Sud et à 028°49'26.2'' de longitude Est. Ce groupement est subdivisé en six localités que voici : Cimboga, Kashozi, Kasigalire, Bushendeko, Mufumbe et enfin Nakashaka. A l'altitude variant entre 1800 et 3200m, le groupement de kashozi arrive jusqu'aux hauts plateaux de Mubuga. Son hydrographie est constituée uniquement des rivières, telles que : Kalango, Kaderhe, Nachibundu, Muguka, Lulindja et Luzinzi. Kashozi connaît un climat équatorial modifié par l'altitude. Les précipitations sont abondantes avec une moyenne de 1500 mm d'eau par an. Les températures y sont faibles avec une moyenne annuelle de 18°C. On y distingue deux saisons, une longue saison de pluie qui dure 9 à 10 mois, elle va de septembre en juin et une courte saison sèche de 2 à 3 mois (soit de juin en août et ou de juin en septembre). Avec une population de 9765 personnes à dominance féminine (4999 femmes

et filles contre 4766 hommes et garçons) (Rapport Kashozi, 2018), le groupement de Kashozi dispose d'un seul centre de santé, le centre de santé de Kasheke. Ce centre de santé fonctionne de manière autonome et est supervisé par un infirmier titulaire.

I.2. Matériel et méthodes

I.2.1. Site d'échantillonnage

Trois sources d'eau (Figure 1) ont fait l'objet d'étude. Celles-ci sont choisies en tenant compte de leur emplacement (Cimboga, Kasigalire et Kasheke), la durée de leur existence, et du nombre de ménages bénéficiaires. Ces sources sont:

- La source Balegine située à 02°50'13,8'' de latitude Sud et à 028°49'26.4'' de longitude Est et à 1866m d'Altitude.
- La source Ciraba située à 02°50'27,5'' de latitude Sud et à 028°49'30.0'' de longitude Est et à 1875m d'Altitude.
- La source Bihunge située à 02°50'44,2'' de latitude Sud et à 028°49'33.7'' de longitude Est et à 1889m d'Altitude.

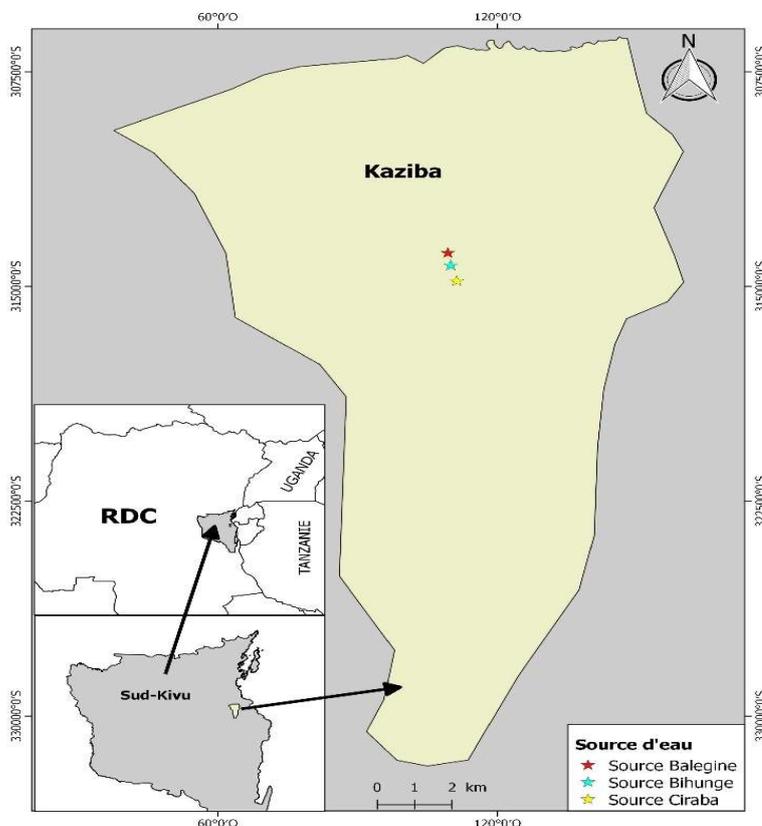


Figure 1: localisation de sources d'eaux dans la chefferie de Kaziba au Sud-Kivu en République Démocratique du Congo.

I.2.2. Enquête

Pour réaliser l'enquête nous avons procédé par une interview orale accompagnée d'une notation. Cette enquête s'est faite au sein du centre de sante de Kashozi. Nous nous sommes adressés aux responsables du centre. Il s'agissait de récolter les informations au sujet des maladies hydriques les plus fréquemment diagnostiquées et/ou traitées à ce centre de santé. Les résultats de cette enquête devraient nous servir à rechercher la corrélation entre la qualité des eaux analysées et la fréquence des maladies hydriques dans notre milieu d'étude.

I.2.3. Les analyses bactériologiques

I.2.3.1. Préparation du matériel

Cette étape a concerné essentiellement la verrerie, faite de boîtes de pétri, des béchers, des ballons, des flacons et des tubes à essai. Après lavage les boîtes de pétri étaient emballées dans des papiers puis stérilisées au four pasteur à 160°C pendant 2 heures. Les bouchons en plastiques qui avaient servi de prélèvements des échantillons étaient trempés dans l'eau chaude de 100°C pendant 15 minutes. Les tips utilisés pour prélever l'inoculum d'eau à ensemencer pour chaque site, étaient placés dans un ballon contenant l'eau distillée, bouchés par l'ouate puis stérilisés à l'autoclave pendant 15 minutes à 130°C. Un GPS de marque Garmin a été utilisé pour la prise de coordonnées Géographiques.

I.2.3.2. Préparation des milieux de culture

Quatre milieux de culture sélectifs (Marchal et al ; 1982 ; Marshall, 1992 ; Downes & Kito ; 2001 ; Apha, 2001 ; Leclerc, 1982 ; Haslay et Leclerc, 1993) ont été utilisés. Il s'agit de:

- **Violet Red Bile Agar (VRB-AGAR)** : ce milieu de culture était préparé en se référant à la méthode Iso-4832 (2006). Lors de la préparation de ces milieux, 4,16g de poudre sont dissouts dans 100ml d'eau distillée. La solution est chauffée jusqu'au point d'ébullition puis refroidi à 45°C avant l'écoulement dans les boîtes de pétri sans autoclavage.

- **Salmonella-Shigella Agar (SS-Agar)** : celui-ci était préparé en se référant à la méthode proposée par Iso-6579 (2007). Lors de sa préparation 6,3g de poudre ont été dissouts dans 100ml d'eau distillée. Le mélange était par la

suite chauffé en agitant jusqu'au point d'ébullition puis reparti sur les boîtes de pétri sans autoclavage.

- **La gélose chromogène pour bactéries coliformes (CCA)** : celui-ci était préparé en se référant à la méthode proposée par Iso 9308-1(2014). Pour la préparation de ce milieu 3,25g de milieu déshydraté sont mis dans 100ml d'eau distillée. Le tout a été ensuite porté à l'ébullition tout en agitant jusqu'à sa dissolution complète. La solution a été ensuite refroidi à 45°C puis répartie dans des boîtes de pétri stériles.

- **La gélose chromogène pour salmonelle (ChromID)** : celui-ci était préparé en se référant à la méthode proposée par BioMérieux-SA (2010) et ISO-6579 (2007). Pour la préparation 3,15g du milieu déshydraté ont été mis dans 100ml d'eau distillée. Le mélange a été porté à l'ébullition jusqu'à la dissolution complète puis refroidi à 45°C. Préalablement, un enrichissement en bouillon Rappaport était fait pour faciliter l'ensemencement.

I.2.3.3. Prélèvement et transport des échantillons

Nous avons effectué cinq prélèvements dans chacun des 3 sites d'étude, soit au total 15 échantillons. Afin d'éviter la contamination des échantillons et de maintenir les germes viables, les prélèvements étaient faits dans de bouchons stériles bien fermés et contenant un bouillon nutritif. L'eau était collectée dans les bouchons contenant 9 ml de bouillon nutritif chacun. Les échantillons étaient ensuite amenés au laboratoire central de Biologie de l'ISP/Bukavu où ils étaient immédiatement analysés.

I.2.3.4. Ensemencement et comptage d'unités formant colonies

Se référant aux méthodes de Iso-4832 (2006), Iso-6579 (2007), Iso 9308-1(2014) et BioMérieux-SA (2010); les échantillons d'eau étaient agités pour homogénéisation. Une dilution en série, jusqu'à 10⁻² a été ensuite effectuée en utilisant de l'eau distillée. 0,1ml de chaque échantillon (E) étaient coulés dans des boîtes de pétrie contenant des milieux de culture spécifiques des germes microbiens cibles de l'étude. Trois boîtes étaient utilisées pour chaque milieu de culture. Ces boîtes étaient incubées à une température de 37°C pendant une période de

24-72 heures. Comme l'ont fait (Sila, 2019 ; Adesakin, et al, 2020 ; Niambele et al, 2020 ; Belghiti et al, 2013) la lecture des résultats consistait en un comptage d'unités formant colonies (UFC) et le taux de contamination (nombre de germes/100ml d'eau) était calculé en multipliant les colonies obtenues par le facteur de dilution (10^2).

I.2.4. L'analyse des paramètres physico-chimiques

La turbidité de l'eau a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre. La mesure de la température, la conductivité, l'oxygène dissous, et le pH ont été mesurées en utilisant la sonde multiparamétrique (Hydrolab). Avant de partir sur terrain cette sonde était préalablement programmée sur un ordinateur. Sur terrain, elle était plongée dans chaque échantillon d'eau, collectée dans un seau, pendant dix minutes. La sonde était amenée au laboratoire de l'UERHA pour lecture des résultats de mesures sur ordinateur en utilisant le logiciel de cette sonde multiparamétrique. Pour permettre une analyse statistique des résultats, toutes les mesures ont été effectuées en trois répliques et les résultats présentés sont les

moyennes des mesures.

I.3 Traitement des données

Le logiciel excel version office 2016 était utilisé pour faire les calculs des moyennes (M) et pour tracer les tableaux et les figures. Dans le but d'établir une corrélation entre les variables environnementales avec la distribution bactérienne, le logiciel Canoco. 5 a été utilisé. Les données ont été objet d'une transformation logarithmique $\log(x+1)$. La corrélation de Pearson a été déterminée avec le logiciel Past.

II. RESULTATS

II.1. Résultats de l'enquête.

Nous observons de ce tableau 1, que le trouble digestif et diarrhée (28,8%), la verminose (24,5%) et la fièvre typhoïde (24,4%) sont les maladies hydriques les plus fréquentes au centre de santé de Kashozi. La fréquence de ces maladies peut être due à la consommation de l'eau contaminée et aux problèmes d'hygiène et assainissement (Tableau 1).

Tableau 1 : l'évolution annuelle des cas des maladies hydriques dans le groupement de Kashozi en 2019

N°	MALADIES	MOIS												TOTAL	%
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
1	Verminose	24	19	21	25	13	21	16	10	6	12	17	18	202	24,5
2	Amibiase	10	4	6	2	3	3	2	4	10	17	11	8	80	9,72
3	Cholera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00	00
4	Fievre typhoïde	26	13	12	17	19	4	15	11	19	28	20	17	201	24,4
5	Trouble digestif et diarrhee	17	12	19	21	19	17	30	29	23	18	15	17	237	28,8
6	Ankylostomiase	0	0	0	2	0	1	0	4	1	0	0	0	8	0,97
7	Paludisme	8	7	15	12	10	0	3	9	8	10	10	3	95	11,5

II.2. Résultats des analyses bactériologiques des eaux des sources

Les résultats de ces analyses sont présentés dans les figures 2, 3 et 4 ci-dessous.

II.2.1. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source CIRABA

En analysant le résultat de la figure 3, il s'avère

que Salmonella présente la moyenne des colonies la plus élevée (673 germes sur le SS agar et 591 sur le ChromID, soit 1264 germes/200ml d'eaux), suivi des autres coliformes (546 germes sur le VRB et 753 sur le CCA, 1229 germes/200ml d'eaux), ensuite *Escherichia coli* (553 germes sur le VRB et 580 sur le CCA, soit, 1133 germes/200ml d'eaux) et enfin les autres entérobactéries (213 germes/100ml d'eaux).

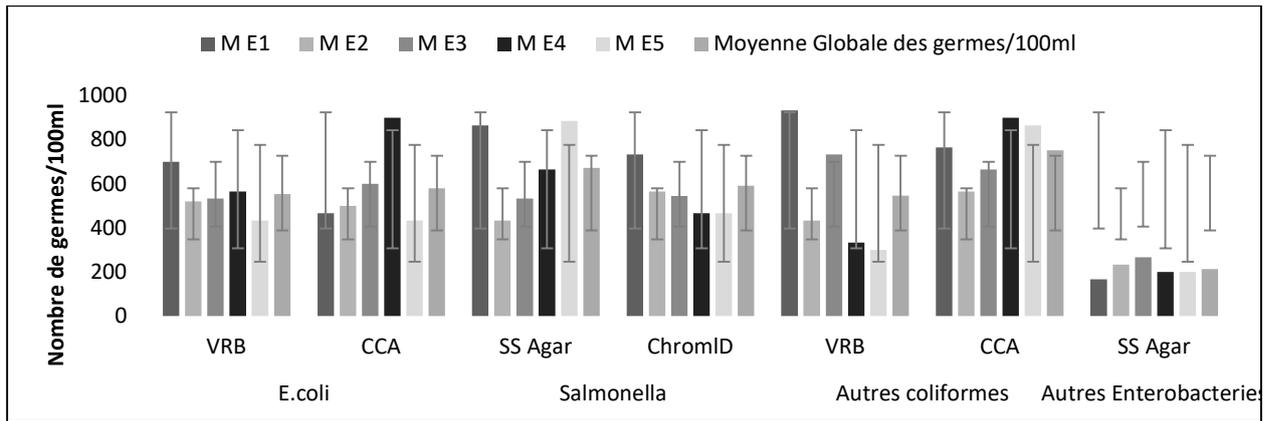


Figure 2 : Nombre moyen de germes par 100 ml, développées sur les milieux de cultures pour les échantillons d'eaux de la source Ciraba

II.2.2. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source BIHUNGE

Le résultat de cette figure 3 nous montre que les autres coliformes présentent la moyenne des germes la plus élevée (540 germes/100ml sur le VRB et 620/100 ml sur le CCA, soit 1160 Germes/100 ml d'eaux).

germes/200ml d'eaux), suivi d'*Escherichia coli* (460 germes sur le VRB et 586 sur le CCA, soit, 1046 germes/200ml d'eaux), ensuite *Salmonella* (206 germes sur le SS agar et 333 sur le ChromID, soit 539 germes/200 ml et enfin les autres entérobactéries (253

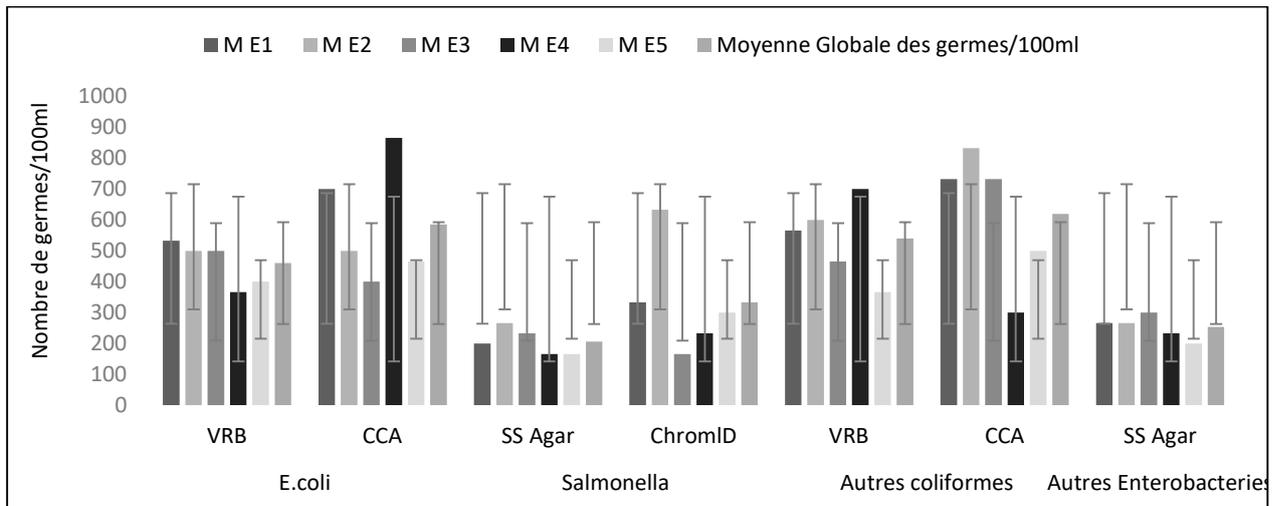


Figure 3 : Nnombre moyen de germes par 100 ml, développées sur les milieux de cultures pour les échantillons des eaux de la source Bihunge

II.2.3. Résultats des analyses bactériologiques des eaux de la source BALEGINE

En observant cette figure 4 ci-dessus, nous remarquons que *Escherichia coli* présente, la moyenne des germes la plus élevée (441 germes/100 ml sur le VRB et 533/100 ml sur le

CCA, soit, 974 germes/200ml d'eaux), suivi *Salmonella* (380 germes sur le SS agar et 573 sur le ChromID, soit 953 germes/200ml), ensuite les autres coliformes (353 germes sur le VRB et 580 sur le CCA, 933 germes/200ml d'eaux) et enfin les autres entérobactéries (260 germes/100ml d'eaux).

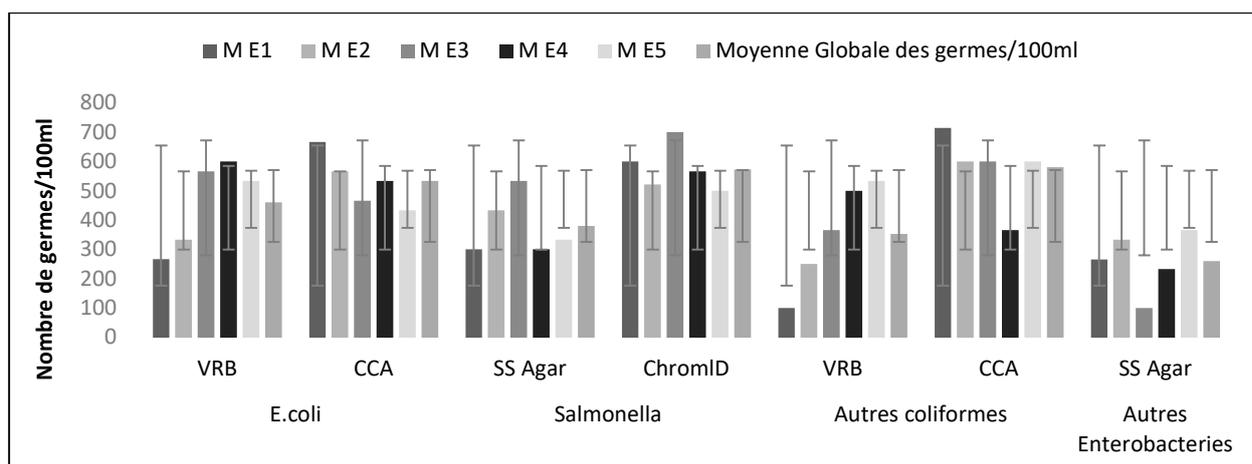


Figure 4 : Nombre moyen de germes par 100 ml, développées sur les milieux de cultures pour les échantillons des eaux de la source Balegine.

II.3. Résultats des analyses des paramètres physico-chimiques

En analysant la figure 5 ci-dessus, il s'avère que

toutes les valeurs des paramètres physico-chimiques respectent les normes de l'OMS se trouvant entre parenthèses.

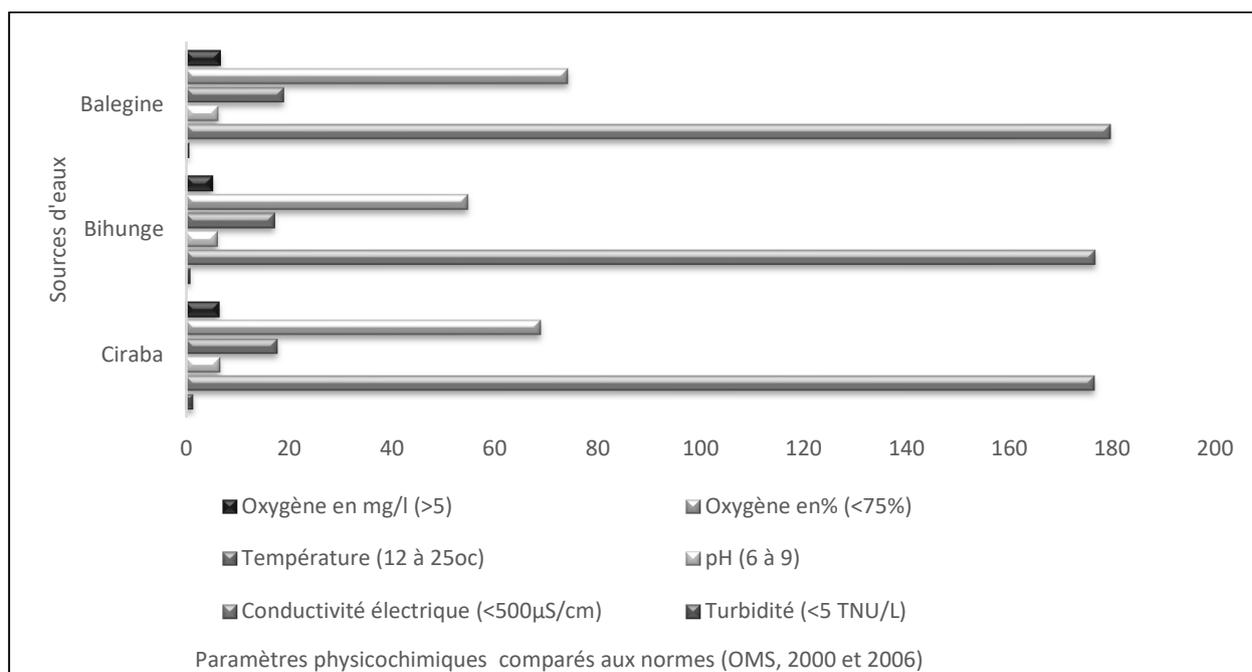


Figure 5 Résultats des paramètres physico-chimiques de ces trois sources

II.4. Corrélation des variables environnementales avec la distribution bactérienne

Les résultats de la RDA montrent que la corrélation entre les paramètres physicochimiques et la population bactérienne peut être expliquée par les deux premiers axes cumulant 100% de la variance totale. La température et l'oxygène dissous ont été sélectionnés comme facteurs environnementaux qui influencent la distribution des organismes bactériens dans les sources Ciraba, Bihunge et Balengine.

D'autre part, la corrélation de Pearson a montré que le pH est significativement corrélé aux Salmonelles ($r=0.99$). D'autres coliformes ont été significativement corrélés à la turbidité ($r=0.71$) et négativement corrélés respectivement à la conductivité électrique ($r=-0.99$) et à l'oxygène ($r=-0.99$) à $p < (0.05)$.

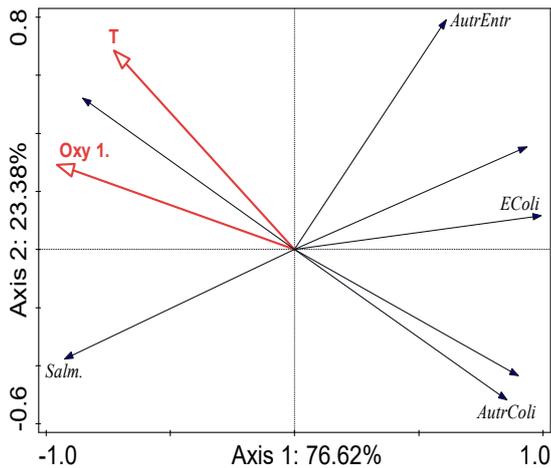


Figure 5 : Analyse de redondance (RDA) montrant les corrélations entre les paramètres physicochimiques et les bactéries des sources Ciraba, Bihunge et Balengine

III. DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats de notre enquête réalisée au centre de santé de Kashozi comme présentés dans le tableau 1, montrent la présence de différentes maladies hydriques dans ce milieu comme la fièvre typhoïde, la diarrhée, la dysenterie, l'ankylostomiase, l'amibiase, ... Ces maladies sont transmises par voies féco-orales (George et al, 2002 ; Adetunde et Glover, 2011). Les résultats de nos analyses bactériologiques tels que présentés dans les figures 2, 3 et 4 révèlent la présence des germes indicateurs de la contamination et pathogènes dans tous nos échantillons analysés. Les milieux des cultures utilisés nous précisent qu'il s'agit principalement des coliformes dont *Escherichia coli* et de *salmonella* avec d'autres entérobactéries. Les causes de cette contamination bactérienne sont attribuables à l'absence des structures d'assainissement depuis l'aménagement de ces sources (Niambele et al, 2020 ; Belghiti et al, 2013 ; Saab et al. 2007).

Par exemple le fait que les tuyaux endommagés ne soient pas correctement réparés alors que l'on y observe des dépôts des divers déchets organiques et non organiques. Il existe différentes causes des maladies hydriques et l'eau impropre est l'un des principaux éléments de leur transmission (Adesakin et al, 2020 ; Sila, 2019 ; Esharegoma et al, 2018 ; Bello et al, 2013 ; Okoli, 2012 ; Ounoki et Achour, 2014 ; Saab et al. 2007 ; Traore et al, 2012 ; Dovonou et al, 2011 ; Samake ; 2002 ; OMS et UNICEF, 2018 ; Adetunde et Glover, 2011). Les résultats de la RDA (Fig. 6) montrent la corrélation entre les paramètres physicochimiques et la population bactérienne. Omrane et al, (2009) et

Bennani et al, (2012) ont démontré que la température, l'oxygène dissous et le pH sont les facteurs environnementaux qui influencent la distribution des bactéries fécales ; ce qui est cohérent avec nos résultats. Pour Semenov et al, (2007), *Escherichia coli* est beaucoup plus influencée par la variation de la température que *Salmonella*.

Les résultats de nos analyses physico-chimiques tels que présentés dans la figure 6 montrent que les moyennes des valeurs trouvées respectent les normes fixées par l'Oms (OMS ; 2000 et 2006). Cependant, l'eau peut respecter les normes des paramètres physico-chimiques, mais si elle ne respecte pas ceux des paramètres microbiologiques et inversement, elle reste impropre (Adesakin et al, 2020 ; Sila, 2019 ; Esharegoma et al, 2018 ; Bello et al, 2013 ; Okoli, 2012). Il serait donc important de veiller au contrôle des facteurs pouvant être à la base de cette contamination ; car la présence des coliformes, de *Escherichia coli*, de *Salmonella* et des autres coliformes dans l'eau de consommation fait preuve d'une contamination d'origine fécale et de non potabilité de cette eau quel que soit le nombre de germes, même 1 dans 100 ml d'eau échantillonnée (OMS 2000 et 2006 ; Mehanned et al, 2014 ; Sila, 2019). Les maladies hydriques peuvent être dues aux principaux germes des entérobactéries entre autres les genres *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio* qui en sont les principaux agents pathogènes. Mais nombreuses autres bactéries peuvent être à l'origine d'une intoxication alimentaire, comme les genres *Bacillus*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Proteus*, *Lesteria*, *Campylobacter*... (Diallo, 2017 ; Samake, 2002 ; Dovonou et al, 2011, Iso-4832 (2006), OMS, 2000 et 2006). Signalons qu'au cours de notre recherche nous avons remarqué la présence des entérobactéries dans nos échantillons d'eaux analysées, expliquant en partie une relation entre la fréquence des maladies des mains sales trouvées dans le groupement de Kashozi et la contamination des eaux de cette source. La présence des coliformes avec comme genre : *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* donne une indication de la contamination fécale (Saab et al, 2007 ; Sila, 2019 ; Samake, 2002 ; Adesakin et al, 2020).

L'eau destinée à la consommation ne doit pas contenir des substances toxiques, des microorganismes pathogènes ni des germes indicateurs de la contamination fécale (Diallo, 2017 ; Adetunde, et Glover, 2011 ; OMS et UNICEF, 2018). D'où pour diminuer la fréquence des maladies hydriques dans le milieu, les eaux devraient être protégées et bénéficier d'un traitement avant toute consommation et utilisation par la population (Sila,

2019 ; Adetunde, et Glover, 2011, Samake, 2002, Diallo, 2017).

CONCLUSION

Ce travail avait pour objectif de Vérifier la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux de trois sources (Bihunge, Chiraba et Balegine). Pour réaliser cette recherche, une enquête sur la fréquence des maladies hydriques a été menée au centre de santé de Kashozi, diverses techniques de cultures sur des milieux sélectifs (VRB, SS agar, CCA et ChromID) ont été utilisés pour rechercher les coliformes et les salmonelles. Le turbidimètre et la sonde multiparamétrique étaient utilisés pour prélever les paramètres physico-chimiques. Les résultats obtenus nous indiquent que ces eaux respectent les normes de l'OMS du côté paramètres physico-chimiques, mais elles accusent une contamination du point de vue paramètres microbiologiques car il y a la présence des germes (coliformes et entérobactéries); et parmi ces germes, certains peuvent être à l'origine des maladies hydriques que nous avons trouvées lors de notre enquête menée au centre de santé de Kashozi. Cela étant, la fréquence des maladies hydriques dans ce groupement peut en partie s'expliquer par la contamination des eaux de ces sources.

Les résultats obtenus permettent de conclure que les eaux de ces trois sources que consomme la population de Kashozi, ne répondent pas aux normes d'une eau potable et présente un risque sanitaire pour la population. L'absence des structures efficace d'assainissement et de maintenance du réseau de distribution de cette eau serait une des causes majeures., Il en va de soi que des mesures doivent être prises pour lutter contre ces maladies hydriques et préserver la sante de la population, comme par exemple, celles centrée sur l'entretien régulière et la protection du système de distribution de l'eau, la buisson de l'eau avant son usage en vue d'éliminer les germes pathogènes, l'hygiène et l'assainissement dans leur milieu, ainsi que la mise en place d'un comité chargé de d'entretien de ces sources et de suivi de la mise en œuvre de ces mesures.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adesakin A. T, Oyewale T. A, Bayero U, Mohammed A. N, Aduwo I. A, Zubeidat P.A, Dalhata N. A, Balkisu I. B. (2020) Assessment of bacteriological quality and physico-chemical parameters of domestic water sources in Samaru community, Zaria, Northwest Nigeria, *Elsevier, Heliyon* (6) e04773, 13 p.

Adetunde, L.A., et Glover, R.L.K. (2011) *Evaluation of bacteriological quality of drinking water used by selected secondary schools in Navrongo in Kassena-Nankana district of upper east region of Ghana. Prime J. Microbiol. Res.* 1, 47–51.

American Public Health Association, APHA. (2001) *Standard Methods for Examination of Water.*

Bazié, J.B. (2014) Accès à l'eau : l'Afrique entre abondance et pénurie ; *Afrique demain* ; ISSN 0003-7176, N ° 31-32, NF, 28-29, 3p.

Belghiti M.L., CHAHLAOUI A., Bengoumi D., EL Moustaine R. (2013) Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, pp. 21-36

Bello, O.O., Osho, A., Bankole, S.A., Bello, T.K., (2013) Bacteriological and physicochemical analyzes of borehole and well water sources in ijebu-ode, southwestern Nigeria. *Journal of Pharmaceutical and Biological Research* 8 (2), 18–25.

Bennani M, Amarouch H, Boukanjer A, NADRE H, Lalaoui M, Allali m, Cohen N. (2012) Influence des Facteurs Environnementaux Sur les Charges des Bactéries Fécales Dans le Littoral Méditerranéen du Maroc. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.71 No.1, pp. 24-35.

Biometieux-SA. (2010) Milieu chromogène pour l'isolement sélectif et la différenciation du genre Salmonella, *REF 43 621 / 43 629*, 3 p.

CLD-Kashozi, (2018) La démographie du groupement de Kashozi, Rapport, 37 p.

Diallo T. (2017) Bacteriological quality of drinking water; *Doctoral thesis in Pharmacy, Faculty of Medecine of pharmacy and Odontostomatology, University of Bamako*, 32P.

Dovonou F, Aina M, Boukari M et Alassane A ; (2011) Pollution physico-chimique et bactériologique d'un écosystème aquatique et ses risques écotoxicologiques : cas du lac Nokoue au Sud Benin ; *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(4) : 1590-1602

Downes, F.P. & Ito K. (2001) *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. APHA. Washington DC. USA*, 97 p.

- Esharegoma, O.S., Awujo, N.C., Jonathan, I., Nkonye-Asua, I.P., (2018) *Microbiological and physicochemical analysis of Orogodo River, agbor, delta state, Nigeria. International Journal of Ecological Science and Environmental Engineering* 5 (2), 34–42.
- George I. et P. Servais. (2002) Sources et dynamique des coliformes dans le bassin de la Seine. *Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France*, 46 p.
- Haslay C. et Leclerc, H. (1993) Microbiologie des eaux d'alimentation. Technique et documentation, *lavoisier, 1^{ère} éd., Paris, France*, 495 p.
- ISO 4832. (2006) Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes - Méthode par comptage des colonies.
- ISO 6579. (2007) Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour la recherche des *Salmonella* spp.
- ISO 9308-1. (2014) Qualité de l'eau-Dénombrement des *Escherichia coli* et des bactéries coliformes. Partie 1: Méthode par filtration sur membrane pour les eaux à faible teneur en bactéries.
- Leclerc, H. (1982) Les coliformes, cours de microbiologie des boissons et des produits de la mer, *Ins. Past, Lille*, 116 p.
- Marchal N., Bourdon J. L, Richard CL. (1982) Les milieux de culture pour isolement et identification des bactéries ; *Editeur Doin 2^e édition, Paris, France*, 482 p.
- Marshall, R.T. (1992) Standard methods for the microbiological examination of dairy products. *16th ed. American Public Health Association, Washington, D.C. USA*, 132 p.
- Mehanned S., Zaid A, Chahlaoui A (2014) Caractérisation bactériologique du lac réservoir du Barrage Sidi Chahed, *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, pp. 215-225
- Niambele D, Diarra O, Bagayoko M.W, Samake S, Samake F, Babana, A.H.; (2020) Evaluation of the Bacteriological Quality of the Drilling Water Analyzed at the National Health Laboratory during the First Half of 2019; *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN: 2319-7064, 392-395.
- Okoli, E.N., (2012) Evaluation of the bacteriological and physicochemical quality of water supplies in Nsukka, Southeast, Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.* 11(48), 10868–10873.
- Oms (2000) *Directives de la qualité pour l'eau de boisson*, Vol. III, Contrôle de la qualité pour l'eau de boisson destinée à l'approvisionnement des petites collectivités, 2^{ème} édition, *Genève*, 120 p.
- Oms ET Unicef (2018) Progrès en matière d'assainissement et d'eau potable ; *Rapport*. 98 p.
- Omrane I. B. B, El bour M, El mejri S, Bjaoui B, Mraouna R, Harzallah A, Boudabou A. (2009) Effect of environmental factors on the distribution of different bacterial populations in a shellfish farming area of the lagoon of Bizerte (Northern Tunisia), *Journal of Water Science* 22(1)79-91.
- Ouhmidou M et Chahlaoui A (2015) Caractérisation bactériologique des eaux du barrage Hassan Addakhil (Errachidia-Maroc), *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, pp. 183-196
- Ounoki S et Achour S (2014) Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Ouargla. Possibilité de leur valorisation en irrigation ; *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, pp. 247-258
- Rodier J (1978) L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, *6^{ème} édition Paris, France*, 1632 p.
- Saab H. B, Nassif N, Samrani A.G.E, Daoud R, Medawar S, Ouain N. (2007) Suivi de la qualité bactériologique des eaux de surface (rivière Nahr Ibrahim, Liban). *Journal of Water Science*, 20 (4), 341–352.
- Samake H (2002) Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001, 77 p.
- Semenov A.V, Ariena H.C. Bruggen V, Overbeek L V, Termorshuizen A. J& Semenov A. M. 2007: Influence of temperature fluctuations on *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium in cow manure. *FEMS Microbiol Ecol* 60 419–428.
- Sila, O.N. (2019) Physico-chemical and bacteriological quality of water sources in rural

settings, a case study of Kenya, Africa; *Elsevier, Scientific African* (2) e0 0 018, 13 p.

Traore A et al (2012) Evaluation des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques des eaux d'une lagune tropicale en période d'étiage : la lagune Aghien (Côte d'Ivoire), *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(6): 7048-7058.

Who (2006) Guidelines For Drinking Water Quality, *fourth ed., Technical Report*, World Health Organization, Geneva.

Who (2011). Water Quality and Water borne disease in the Niger River Inland Delta, Mali: A study of local knowledge and response, *Health and Place*, vol.2, 2011, PP.449-457.



Etat de conservation *in situ* des sous-variétés de *Syzygium guineense* (Willd.) DC. var. *macrocarpum* (Engl.) F. White (Myrtacée) dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes du Cameroun

Lamy Lamy Georges Maxime^{1,2*}

¹Laboratoire de Botanique et Médecine Traditionnelle, Centre de Recherches en Plantes Médicinales et Médecine Traditionnelle (CRPMT), Institut de Recherches Médicales et d'Etudes des Plantes Médicinales (IMPM). B.P. : 13033 Yaoundé, Cameroun

²Laboratoire de Biodiversité et de Développement Durable (LAB2D), Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré. B.P.: 454 Ngaoundéré, Cameroun

Auteur correspondant : Lamy Lamy Georges Maxime, E-mail : geomaxlamy@gmail.com

Reçu: le 03 Juin 2021

Accepté: le 26 Août 2021

Publié: le 18 Septembre 2021

RESUME :

Le risque d'extinction de *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* est de plus en plus rapporté à travers l'Afrique. Pourtant, le statut de cette Myrtacée n'a pas encore véritablement été clarifié malgré ses usages multiples. Récemment, il a été rapporté l'existence de quatre sous-variétés de la plante dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes du Cameroun. Il est supposé que l'état de conservation *in situ* des sous-variétés de la plante ne diffère pas significativement dans cette agro-écologique. Un inventaire floristique et la méthode des transects de végétation ont été utilisés. Globalement, il existe une différence significative ($P < 0,05$) entre les zones où les sous-variétés de la plante sont présentes. L'état de conservation *in situ* des sous-variétés de la plante est favorable dans la zone 1 (Tello) comparées à celles 2 (Gada-Dang) et 3 (Gada-Bidou). Ces résultats serviront de point de départ pour des études futures visant la conservation *in situ* de la plante particulièrement, dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes du Cameroun.

Mots clés : Ecologie préventive, biologie de la conservation, plante agroforestière, transect de végétation, risque d'extinction, plante multifonctionnelle

ABSTRACT

The risk of extinction of *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* is increasingly reported across Africa. However, the status of this Myrtaceae has not yet really been clarified despite its multipurpose. Recently, it has been reported that four sub-varieties of the plant exist in areas with its high concentration in the agro-ecological zone of the high Guinean savannas of Cameroon. It is assumed that the *in-situ* state of conservation of the sub varieties of the plant does not differ significantly in localities with its high concentration. A floristic inventory and the vegetation transect method were used. Overall, there is a significant difference ($P < 0.05$) between areas with a high concentration of plant sub varieties. The *in-situ* conservation status of the sub varieties of the plant is favorable in zone 1 (Tello) compared to those 2 (Gada-Dang) and 3 (Gada-Bidou). These results will serve as a starting point for future studies aimed at the *in-situ* conservation of the plant, particularly in the agro-ecological zone of the high Guinean savannas of Cameroon.

KEYWORDS: Preventive ecology, conservation biology, agroforestry plant, vegetation transect, risk of extinction, multifunctional plant

I. INTRODUCTION

En fonction du sol et du climat, le Cameroun compte cinq zones agro-écologiques notamment, la zone soudano-sahélienne (zone I), la zone des hautes savanes guinéennes (zone II), la zone des Hauts Plateaux de l'Ouest (zone III), la zone de forêts denses humides à pluviométrie monomodale (zone IV) et la zone de forêts humides à pluviométrie bimodale (zone V) (IRAD 2008). La zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes se localise dans la partie septentrionale du pays. Cette zone abrite de nombreuses espèces végétales dont l'une des plus fréquentes est *Syzygium guineense* (Willd.) DC. var *macrocarpum* (Engl.) F. White. Cette plante de la famille des Myrtacées, est enregistrée au numéro « 49885 HNC » à l'Herbier National du Cameroun (Tankeu et al. 2016). Il s'agit d'une plante agroforestière d'un grand intérêt socio-économique pour les populations riveraines de ladite zone (Tchuenguem et al. 2003 ; Tchuenguem et al. 2005 ; Tchuenguem et al. 2009 ; Mapongmetsem et al. 2009 ; Mapongmetsem et al. 2012). Récemment, l'existence de 4 sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* a été rapportée dans les hautes savanes guinéennes (Lamy et al. 2018). La différence entre ces sous-variétés se fait exclusivement en période de fructification. La description desdites sous-variétés dépend des caractéristiques du fruit complètement mature. En Afrique sub-saharienne, la plante est bien connue pour ses multiples usages. Cependant il a été rapporté qu'elle se raréfie au Burkina Faso (Nikema et al. 2001) et qu'elle est classée dans la catégorie espèce menacée d'extinction en Côte d'Ivoire (Ambé et al. 2015). Selon Loura et al. (2000), cet arbre ou arbuste de 10 à 15 m de hauteur est endémique de la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes. Malheureusement, à cause des actions zoo-anthropiques, la plante y est menacée de disparition (Konsala et al. 2012). En effet, cette zone subit les actions de l'Homme avec pour corollaires, la perte de la biodiversité et l'avancée du désert (Tchobsala et al. 2010 ; Tchobsala et Mbololo 2013 ; Tchobsala et al. 2016). Malgré ces multiples alertes, l'inscription de *S. guineense* var.

macrocarpum aux Annexes I, II voire III de la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) n'est pas encore effective. Par ailleurs, le statut de la plante n'est pas clairement défini par l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Ainsi, de nombreuses études visant la conservation de la plante hors de son milieu naturel (*ex situ*) ont été entreprises (Lamy et al. 2018 ; Lamy 2020). De ces études, la plante était précisément localisée dans trois localités (Gada-bidou, Gada-dang et Tello) situées dans les hautes savanes guinéennes (Lamy et al. 2019). Cependant, presque pas d'études réalisées sur cette Myrtacée dans cette zone agro-écologique, ce sont intéressées à la conservation de la plante dans son milieu naturel (*in situ*). Mais avant, déterminer l'état de conservation *in situ* de la plante serait essentiel. La problématique de la conservation des espèces en voie d'extinction dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes dont *S. guineense* var. *macrocarpum* étant préoccupante, un programme allant dans ce sens a été initié par les chercheurs de l'université de Ngaoundéré, Cameroun (Mapongmetsem et al. 2015). Dans cette étude, il est supposé que l'état de conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* ne diffère pas significativement dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes du Cameroun.

II. METHODOLOGIE

II.1. Description du site d'étude

La zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes est comprise entre 5°42" à 8°36" de latitude Nord, et 11°24" à 14°36" de longitude Est. Elle recouvre essentiellement la région de l'Adamaoua ainsi que la partie septentrionale des départements du Mbam (région du Centre) et du Lom-et-Djerem (région de l'Est) sur une superficie totale de 138 000 Km² (IRAD 2008). Elle représente 28 % de la superficie du Cameroun et est constituée dans sa grande partie par un vaste plateau d'altitudes comprises entre 900 et 1500 m, avec des sommets atteignant 1800 m.

Le climat est de type soudanien, tropical humide à deux saisons par an. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 1500 mm, avec environ 150 jours de pluies. Du fait de l'altitude, les températures sont modérées, avec des moyennes mensuelles de l'ordre de 20 à 26° C.

Ici, les cultures destinées à l'alimentation humaine ou du bétail priment sur les cultures à vocation commerciale. Ainsi, le maïs constitue la principale culture dont l'adoption par une bonne partie de la population a freiné la production du mil et du sorgho. On y cultive aussi l'arachide, ainsi que les ignames.

La population est majoritairement constituée des Dii, Gbaya, Mboum, et Peulh. Les principales langues locales étant le Dourou, Fulfuldé, Gbaya et Mboum.

II.2. Inventaire floristique

Dans les 3 localités (Gada-bidou, Gada-dang et Tello) (fig. 1) où *S. guineense* var. *macrocarpum* était précisément localisées, un inventaire floristique (Fiers 2003) et la méthode des transects de végétation (Jouret 1972) ont été utilisées. Pratiquement, c'est à partir de la méthode modifiée utilisée par Lamy et al. (2021) que 16 transects ont été respectivement établis dans ces trois localités. La présence d'au moins un pied végétal des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* était la condition de validation d'un transect. Les localités (Gada-bidou, Gada-dang et Tello) étaient le traitement principal, les sous-variétés le traitement secondaire et les transects les répétitions. La méthode a consisté à tracer une ligne d'une longueur de 100 mètres, à placer des piquets de 2 mètres de long chacun, sur les deux extrémités de la ligne distantes de 100 m l'une de l'autre. Les piquets étaient reliés par une ficelle tendue à ras du sol. Ensuite, une baguette d'une longueur de 2 m était déposée le long de la ligne. Et à intervalles réguliers soit, tous les 1 m, toutes les plantes rencontrées le long de celle-ci (Ottorini 1978), étaient notées dans un bloc-notes. L'inventaire floristique a été élargi à 100 m de chaque côté de la ligne. La densité à l'hectare était considérée comme le nombre d'individus des sous-variétés de *S. guineense* var.

macrocarpum présents dans une surface de 100 m x 100 m soit, une superficie de 1000 m². Le calcul consistait à diviser le nombre d'individus total de la plante dénombrés dans un site ou localité par le nombre de parcelles totales réalisées dans ce site. Tous les individus des sous-variétés de la plante assortis de leurs caractéristiques dendrométriques ((hauteur de l'arbre (HDA), diamètre de la cime (DDC), hauteur de la première grosse branche vivante (HPGB) et circonférence de l'arbre (CDA)), ainsi que le poids du fruit (PDF) et toutes les espèces compagnes ont été inventoriées dans toutes les trois localités. En effet, la hauteur de chaque individu de la plante a été mesurée à l'aide d'un dendromètre. La HPGB quant à elle, a été mesurée à partir de 1,30 m du sol, se servant d'un décimètre. A partir des guides de terrain, les noms en langues locales Dii, Fulfuldé, Gbaya et Mboum de *S. guineense* var. *macrocarpum* y compris ceux de ses espèces compagnes ont été notés.

II.3. Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été traitées via le logiciel Excel 2013. Pour ce qui est de l'analyse des données, l'analyse de variance a été réalisée à l'aide du programme Statgraphics Plus 5.0 (version d'essai).

III. RÉSULTATS

III.1. Variations des caractéristiques dendrométriques des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* dans les zones à forte concentration

Statistiquement, la circonférence de l'arbre (CDA) varie de $46,2 \pm 9,6$ cm (zone 3) à $78,2 \pm 9,6$ cm (zone 2), pour une moyenne globale de $65 \pm 9,6$ cm (tableau 1). Selon l'analyse de variance (ANOVA), cette variation est significative ($0,01 < 0,05$) entre les différentes zones à forte concentration de *S. guineense* var. *macrocarpum*.

Au sujet du diamètre de la cime (DDC), la moyenne dans tous les sites est de $4,06 \pm 0,6$ m (tableau 1). Ce DDC varie de $3 \pm 0,6$ cm pour la zone 2 possédant le moins important à $5 \pm 0,6$ cm pour la zone 1 la plus dotée. L'analyse de variance révèle une différence significative

($0,01 < 0,05$) entre les zones à forte concentration de la plante.

Parlant de la hauteur de l'arbre (HDA), la moyenne générale est de $4,43 \pm 0,5$ m dans la zone d'étude (tableau 1). Cette hauteur varie de $7,5 \pm 0,5$ m (zone 1) à $3 \pm 0,5$ m (zone 2). Après analyse statistique, une variation hautement significative ($0,0000 < 0,05$) est observée entre les 3 zones (Gada-bidou, Gada-dang et Tello) où la plante était précisément localisée.

D'après l'analyse de variance, la hauteur de la première grosse branche vivante (HPGB) varie de $129,5 \pm 8,4$ cm à $56 \pm 8,4$ cm, pour une moyenne globale de $90,1 \pm 8,4$ cm (tableau 1). Cette variation est non significative ($0,96 > 0,05$) entre les différentes zones d'étude où *S. guineense* var. *macrocarpum* était précisément localisée.

Le poids du fruit (PDF) varie de $27,3 \pm 19,6$ g (zone 1) à $5,7 \pm 19,6$ g (zone 2), pour une moyenne de $15,4 \pm 19,6$ g (tableau 1). Cette

variation est hautement significative ($0,0000 < 0,05$) entre les zones où la plante était précisément localisée.

III.2. Population des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* et leurs espèces compagnes dans la zone d'étude

Les espèces compagnes des sous-variétés de la plante sont identiques dans les localités (Gada-Bidou, Gada-Dang et Tello) où la plante était précisément localisée. Ainsi, ces espèces compagnes ont été regroupées (tableau 2). Dans l'ensemble, 21 espèces compagnes ont été enregistrées. Globalement, les densités à l'hectare des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* varient de 2 arbres (Gada-Bidou) à 5 arbres (Tello) (tableau 2). Les localités de Gada-Bidou et Gada-Dang comptent le moins d'individus (entre 1 et 4) à l'hectare des espèces compagnes. Cependant, dans la localité Tello, se compte relativement 2 à 5 arbres de ces espèces compagnes à l'hectare.

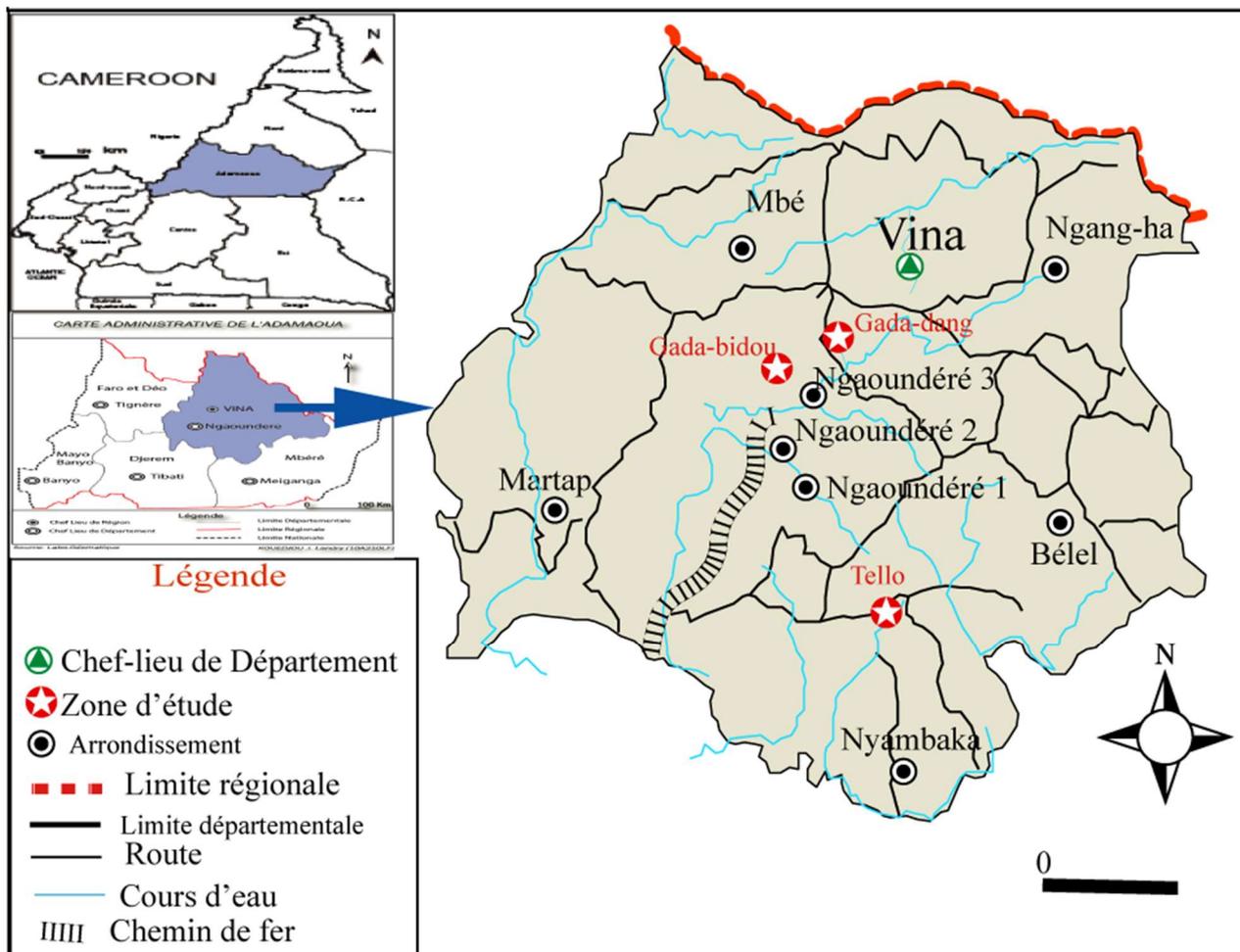


Fig. 1 : Carte de localisation du site d'étude

1. Tableau 1: Variations des caractéristiques dendrométriques des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* dans la zone d'étude

Zones	Sous-variété 1					Sous-variété 2					Sous-variété 3					Sous-variété 4				
	CDA (cm)	DDC (m)	HDA (m)	HPGB (cm)	PDF (g)	CDA (cm)	DDC (m)	HDA (m)	HPGB (cm)	PDF (g)	CDA (cm)	DDC (m)	HDA (m)	HPGB (cm)	PDF (g)	CDA (cm)	DDC (m)	HDA (m)	HPGB (cm)	PDF (g)
1	71,2±9,6 ^b	4,7±0,6 ^a	7,5± 0,5 ^a	97,5± 8,4 ^a	27,3± 19,6 ^a	55,0±9,6 ^b	5,0±0,6 ^a	7,2± 0,5 ^a	88,7± 8,4 ^b	22,3± 19,6 ^a	55,0±9,6 ^c	4,7±0,6 ^a	6,2± 0,5 ^a	87,0± 8,4 ^b	20,6± 19,6 ^a	70,5±9,6 ^b	4,2±0,6 ^a	4,2± 0,5 ^a	84,7± 8,4 ^b	22,2± 19,6 ^a
2	78,2±9,6 ^a	4,5±0,6 ^a	4,2± 0,5 ^b	62,0± 8,4 ^b	18,3± 19,6 ^b	76,7±9,6 ^a	4,5±0,6 ^b	4,0± 0,5 ^b	56,0± 8,4 ^c	22,3± 19,6 ^a	74,5±9,6 ^b	4,0 ±0,6 ^a	3,0±0,5 ^b	116,2± 8,4 ^a	11,6± 19,6 ^b	77,0±9,6 ^a	4,2±0,6 ^a	4,2±0,5 ^a	129,5± 8,4 ^a	5,7± 19,6 ^c
3	46,2±9,6 ^c	3,0±0,6 ^b	4,2± 0,5 ^b	97,5± 8,4 ^a	8,1± 19,6 ^c	52,5±9,6 ^c	3,2±0,6 ^c	3,2± 0,5 ^b	96,0± 8,4 ^a	10,9± 19,6 ^b	77,0±9,6 ^a	3,7±0,6 ^a	3,7±0,5 ^b	75,7± 8,4 ^c	5,8± 19,6 ^c	46,5±9,6 ^c	3,2±0,6 ^b	3,5±0,5 ^a	89,5± 8,4 ^b	10,1± 19,6 ^b
M	65,2±9,6	4,1±0,6	5,3± 0,5	85,6± 8,4	17,9± 19,6	61,4±9,6	4,2±0,6	4,8± 0,5	80,2± 8,4	18,5± 19,6	68,8±9,6	4,1±0,6	4,3±0,5	92,9± 8,4	12,6± 19,6	64,6±9,6	3,86±9,6	3,9±0,5	101,2± 8,4	12,6± 19,6

Légende. M (Moyenne), 1 (Tello), 2 (Gada-Dang), 3 (Gada-Bidou), DDC (diamètre de la cime), DBH (diamètre à hauteur de poitrine), HDA (hauteur de l'arbre), HPGB (hauteur de la première grosse branche vivante), PDF (poids du fruit). Les résultats suivis de la même lettre sur la verticale sont statistiquement identiques.

Tableau 2: Population des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* et leurs espèces compagnes dans la zone d'étude

Espèces/familles/noms locaux	Localités					
	Gada-Bidou (16 parcelles)		Gada-Dang (16 parcelles)		Tello (16 parcelles)	
	Nbre d'ind.	Densité/ha	Nbre d'ind.	Densité/ha	Nbre d'ind.	Densité/ha
<i>Adansonia digitata</i> L./Malvaceae/Boki (Fulfuldé)	20	1,33	18	1,20	23	1,53
<i>Aframamum latifolium</i> (Afzel.) K. Schum. /Zingiberaceae/Assibang (Fulfuldé)	20	1,33	17	1,13	48	3,20
<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F. Macbr. /Mimosaceae/Ndolo (Gbaya)	16	1,06	14	0,93	24	1,60
<i>Annona senegalensis</i> Persoon/Annonaceae/Doukoudjé (Fulfuldé)	12	0,80	16	1,06	21	1,40
<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet/Arecaceae/Djodjé (Fulfuldé)	41	2,73	40	2,66	56	3,73
<i>Borassus aethiopum</i> Mart. /Arecaceae/Dubbi (Fulfuldé)	25	1,66	31	2,06	38	2,53
<i>Butyrospermum paradoxum</i> (C.F. Gaertn.) Hepper/Sapotaceae/Kol (Gbaya)	12	0,80	16	1,06	28	1,86
<i>Carissa edulis</i> (Forssk.) Vahl/Apocynaceae/Saboulé (Fulfuldé)	18	1,20	23	1,53	32	2,13
<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel/Caesalpiniaceae/Kayerladjé (Fulfuldé)	30	2,00	26	1,73	38	2,53
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perl. /Caesalpiniaceae/Mboopé (Dii)	29	1,93	20	1,33	49	3,26
<i>Grewia bicolor</i> Juss. /Malvaceae/Haroredjé (Fulfuldé)	31	2,06	28	1,86	39	2,60
<i>Hymenocardia acida</i> Tul. /Euphorbiaceae/Dere (Gbaya)	13	0,86	17	1,13	20	1,33
<i>Isobertinia doka</i> Craib & Stapf/Caesalpiniaceae/Kubadjé (Fulfuldé)	35	2,33	37	2,46	43	2,86
<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss. /Meliaceae/Daledjé (Fulfuldé)	11	0,73	23	1,53	32	2,13
<i>Lannea acida</i> A. Rich. /Anacardiaceae/Sorodjé (Fulfuldé)	30	2,00	34	2,26	45	3,00
<i>Nauclea latifolium</i> Sm./Rubiaceae/Doumba (Gbaya)	16	1,06	13	0,86	20	1,33
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) G. Don /Mimosaceae/Narédjé (Fulfuldé)	14	0,93	16	1,06	22	1,46
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh. /Caesalpiniaceae/Domo (Fulfuldé)	55	3,66	50	3,33	65	4,33
<i>Vitex madiensis</i> Oliv. /Lamiaceae/Boumedjé (Fulfuldé)	25	1,66	38	2,53	40	2,66
<i>Vittelaria paradoxa</i> C.F. Gaertn/Sapotaceae/Karédjé (Fulfuldé)	38	2,53	30	2,00	41	2,73
<i>Syzygium guineense</i> var. <i>macrocarpum</i> sub.var.1/Myrtaceae/ Assohora langaou 1 (Mboum)	30	2,00	27	1,8	60	4,00
<i>Syzygium guineense</i> var. <i>macrocarpum</i> sub.var.2/Myrtaceae/ Assohora langaou 2 (Mboum)	25	1,66	20	1,33	70	4,66
<i>Syzygium guineense</i> var. <i>macrocarpum</i> sub.var.3/Myrtaceae/ Assohora gormagna (Mboum)	33	2,20	24	1,60	67	4,46
<i>Syzygium guineense</i> var. <i>macrocarpum</i> sub.var.4/Myrtaceae/ Assohora lembali ngambgwar (Mboum)	27	1,80	25	1,66	70	4,66
<i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perl. /Combretaceae/Saragayadjé (Fulfuldé)	55	3,66	50	3,33	65	4,33

Légende. Nbre d'ind. = nombre d'individus; ha = hectare; *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* = *Syzygium guineense* (Willd.) DC. var. *macrocarpum* (Engl.) F. White ; sub. var. = Sous-variété

IV. DISCUSSION

IV.1. Variations des caractéristiques dendrométriques des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* dans la zone d'étude

Les résultats du tableau 1 concernant la circonférence de l'arbre (CDA) montrent que l'état de conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* diffère significativement ($P < 0,05$) dans les localités (Gada-bidou, Gada-dang et Tello) de la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes du Cameroun. Par ailleurs, ces résultats renseignent que, la conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* est mieux prise en compte dans la zone 2 (Gada-Dang) pour ce qui est de CDA.

Selon de nombreux auteurs, la mesure de la circonférence du tronc d'un arbre est un indicateur de sa vigueur notamment de son accroissement annuel (Lesage 1997 ; Pauwels 2003 ; De Bruyne et al. 2004). Par ailleurs, il a été rapporté que la circonférence d'un arbre est un indicateur de son âge donc, de son état de conservation (https://www.animateur-nature.com/regle_arbre/la_regle_a_arbre1.html).

Cependant, l'âge d'un arbre dépend de la zone agro-écologique où il s'épanouit. Par exemple, un arbre de 2,44 m de circonférence est habituellement âgé de 100 ans. S'il pousse dans un bois, il aura 200 ans (<https://krapoobarboricole.wordpress.com/2008/09/20/comment-estimer-lage-dun-arbre/>).

Mais, s'il est dans une avenue ou légèrement entouré, il aura 150 ans.

Concernant le diamètre de la cime (DDC), la conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* diffère significativement ($P < 0,05$) dans les zones ayant sa forte concentration. Par rapport à ce caractère dendrométrique (ACER 2007), l'état de conservation *in situ* des sous-variétés de la plante est favorable dans la zone 1 (Tello) comparées à celles 2 (Gada-Dang) et 3 (Gada-Bidou).

Au sujet de la hauteur de l'arbre (HDA), l'état

de conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* diffère de façon hautement significative ($P < 0,001$) dans la zone d'étude. La zone 1 (Tello), de par la présence des HDA plus importantes, est celle où les sous-variétés de la plante semblent mieux conservées. Selon Massenet (2011), il existe plusieurs types de hauteurs : la hauteur totale (distance verticale séparant le niveau du sol du sommet de l'arbre) ; la hauteur « bois fort » et la hauteur « bois d'œuvre ». Après la grosseur d'un arbre, la hauteur est la caractéristique la plus importante à mesurer ou à estimer en vue de déterminer le volume ou divers paramètres de forme. Elle joue aussi un rôle essentiel dans la caractérisation de la productivité des zones agro-écologiques (Chourou 2014).

Parlant de la hauteur de la première grosse branche vivante (HPGB), la conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* ne diffère pas significativement ($P > 0,05$) dans la zone d'étude. La HPGB permet d'avoir des informations sur l'accessibilité à l'arbre (Kouyaté 2005). Car, lorsque cette mesure est supérieure à 1,30 m du sol, les populations ont tendance à abattre l'arbre pour cueillir les fruits. En ce qui concerne le poids du fruit (PDF), l'état de conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* présente une différence hautement significative ($P < 0,001$) entre la zone d'étude. La zone 1 (Tello) est favorable à la conservation des sous-variétés de la plante pour ce qui est du PDF comparée aux deux autres zones.

En conclusion partielle, puisque la p-value est globalement de 0,01 qui est inférieure à la limite de 0,05 alors, l'hypothèse nulle H_0 de départ est rejetée. Donc, les résultats sont statistiquement différents. Ainsi, l'état de conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* n'est pas le même dans la zone d'étude. En effet, les sous-variétés de la plante sont mieux conservées *in situ* dans la zone 1 (Tello). La zone 2 (Gada-Dang) peut être secondairement indiquée pour une conservation *in situ* des sous-variétés de la plante. Cependant, la zone 3 (Gada-Dang) n'est pas conseillée pour une conservation *in*

situ des sous-variétés de la plante au regard des résultats.

IV.2. Population de *S. guineense* var. *macrocarpum* et ses espèces compagnes dans la zone d'étude

Les résultats obtenus sur la densité à l'hectare des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* traduisent leur rareté dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes. Cette analyse est la même pour ce qui est des espèces compagnes de la plante. Ces résultats sont en accord avec ceux de Lamy et al. (2021) car récemment, ces auteurs travaillant sur *Detarium microcarpum* une espèce compagne de la plante, ont rapporté des densités à l'hectare similaires dans ladite zone.

Cependant, ces résultats sont différents de ceux de Kouyaté (2005). En effet, cet auteur a rapporté une densité à l'hectare de 268 individus de la plante au Mali. Par ailleurs, les densités à l'hectare des espèces compagnes de la plante sont largement différentes de celles rapportées dans la littérature. Par exemple, au Bénin, il a été rapporté une densité de 462 tiges/ha (forêt claire) et 479 tiges/ha (savane boisée) de *Khaya senegalensis* (Akouehou et al. 2013). Au Niger, la densité à l'hectare d'*Isobertinia doka* est de 17,49 pied/ha (Sanoussi et al. 2019). Ces différences pourraient s'expliquer par les actions zoo-anthropiques entraînant la rareté donc, la menace de disparition de la plante et ses espèces compagnes dans la zone d'étude. La disparition de *S. guineense* var. *macrocarpum* dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes pourrait entraîner une chaîne de conséquences. Notamment, la disparition de ses espèces compagnes qui entraînerait une perturbation dans les interactions écologiques dans cette zone agro-écologique.

V. CONCLUSION

Il était supposé que l'état de conservation *in situ* des sous-variétés de *S. guineense* var. *macrocarpum* ne diffère pas significativement dans la zone agro-écologique des hautes savanes guinéennes du Cameroun. Il en ressort

que l'état de conservation *in situ* des sous-variétés de la plante n'est pas le même dans les localités où la plante était précisément localisée. Les sous-variétés de la plante sont mieux conservées *in situ* dans la zone 1 (Tello) suivi de celle 2 (Gada-Dang). Le statut de *S. guineense* var. *macrocarpum* devrait être clairement défini par l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES).

VI. REMERCIEMENTS

Les auteurs disent merci aux populations de la zone d'étude notamment au guide nommé Aboubackari Yaya pour son aide sur le terrain. Que les lecteurs anonymes trouvent ici notre reconnaissance pour le temps de lecture accordé à l'amélioration de cet article.

VII. BIBLIOGRAPHIE

Akouehou, G.S., Medoadokon, H.C., Dissou, F.E. & Ganglo J.C. 2013. Evaluation de la méthode d'enrichissement placeau-transect avec *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. dans la forêt classée de Tchaourou-Toui-kilibo en zone soudano-guinéenne au centre du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 10-23.

Ambé, A.S.A., Ouattara, D., Tiébré, M.S., Vroh, B.T.A., Zirihi, G.N. & N'guessan, E.K. 2015. Diversité des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée sur les marchés d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 26, 4081-4096.

ACER 2007. Etude de quelques caractéristiques dendrométriques qui influencent les variations quantitatives et qualitatives de la coulée interindividuelle. Centre de recherche, de développement et de transfert technologique acéricole. Rapport final, Saint-Norbert d'Arthabaska. Québec, Canada.

Archaux, F., Bergès, L. & Chevalier, R. 2007. Are plant censuses carried out on small

quadrats more reliable than on larger ones? *Plant Ecology*, 188, 179-190. DOI 10.1077/s11258-006.9155-y.

Chourou, W. 2014. Développement et évaluation des modèles hauteur-diamètre des pins gris et des épinettes noires à l'échelle provinciale et écorégionale de l'Alberta et du Québec. Maîtrise en Biologie, Université du Québec à Montréal, Canada.

De Bruyne, F., Besset, J., Girard, T. & Vigne, C. 2004. Outil pour la mesure de la circonférence des troncs en arboriculture fruitière. *Cahier Technique INRA*, 52, 23-27.

Fiers, V. 2003. Etudes scientifiques en espaces naturels. Cahiers techniques N°72.

IRAD 2008. Deuxième rapport sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Cameroun. Institut de Recherche Agricole pour le Développement. 93 p.

Jouret, B. 1972. La méthode du transect appliquée à l'analyse urbaine. Un exemple burxellois. In: *Revue de géographie de Lyon*, 47(1), 77-96. DOI : <https://doi.org/10.3406/geoca.1972.1602>

Konsala, S., Amougou, A., Biye, E.H. & Fotso, R.C. 2012. Long-term ecological impacts of harvesting non-timber forest products on tree species diversity at the periphery of Mbam and Djerem National Park, Cameroon. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 4, 290-302. Doi: 10.5897/JENE12.040.

Kouyaté, A.M. 2005. Aspects ethnobotaniques et étude de la variabilité morphologique, biochimique et phénologique de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. au Mali. Thèse de Doctorat, Faculté d'Agriculture et des Sciences Biologiques Appliquées, Université de Gent, Belgique, 207 p.

Lamy, L.G.M. 2020. Etude ethnobotanique et variabilité morphologique de *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* dans les hautes savanes guinéennes de l'Adamaoua (Cameroun). Résumé de thèse. *Bois et Forêts*

des Tropiques, 343, 83-84. <http://dx.doi.org/10.19182/bft2020.343.a31852>

Lamy, L.G.M., Adoum, D., Ndjib, R.C., Ottou, A.T.M., Talba, D., Amougou, A.C., Fawa, G., Tchingsabé, O., Zambou, Z.L., Kenne, M.P., Nzweundji, G.J., Donfagsiteli, T.N., Aaron, J.C., Dongmo, B., Mbita, M.H.J.C., Adamou, I. & Mapongmetsem P.M. 2021. Ecology and structure of *Detarium microcarpum* Guill. & Perl. population in the Mbe plain of the Adamawa, Cameroon. *European Journal of Ecology*, 7(1) :1-11.

Lamy, L.G.M., Ibrahima, A., Ndjonka, D. & Mapongmetsem, P.M. 2018. Etude ethnobotanique des sous-variétés de *Syzygium guineense* (Will.) DC. var. *macrocarpum* (Engl.) F. White dans les Hautes Savanes Guinéennes (Adamaoua, Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(4), 1636-1649. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.11>

Lamy, L.G.M., Ndjonka, D. & Mapongmetsem, P.M. 2019. Contribution of ethnobotanical results in the process of domestication of an agroforestry plant with morphological variability (Adamawa, Cameroon). *Ethnobotany Research and Application*, 18(12), 1-14. <http://dx.doi.org/10.17348/era.18.12.1-14>

Loura, B.B., Mapongmetsem, P.M., Nkongmeneck, B.A., Foko, J., Kapchie, V. & Denedoumba D. 2000. Caractérisation physico-chimique de deux Myrtacées endémiques des savanes soudano-guinéennes. *Cameroon Journal of Biology and Biochemistry Sciences*, 10, 61-69.

Lesage, I. 1997. Effets d'un gradient de lumière et de compétition intraspécifique sur la croissance et la morphologie de la cime du sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.) Maîtrise en ressources renouvelables. Université du Québec à Chicoutimi, Canada.

Mapongmetsem, P.M., Hamawa, Y., Niwah, C.B., Froumsia, M., Zigro, L. & Meiga, O.S., 2009. Conservation et valorisation de la biodiversité dans les agrofôrets de case de la

- zone Soudano-Guinéenne. In: Burgt X. V. D., Maesen J. V. D., Onana J.-M., eds. *Systematics and conservation of African plants*. Royal Botanic Gardens Kew, 375–384.
- Mapongmetsem, P.M., Kapchie, V.N. & Tefempa, B.H. 2012. Diversity of local fruit trees and their contribution in sustaining the rural livelihood in the northern Cameroon. *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 5, 32-46.
- Mapongmetsem, P.M., Nduryang, B. & Fawa, G., 2015. Contribution à la connaissance des produits forestiers non ligneux de la zone sudano-sahélienne du Cameroun. Kapseu C., Nzié W., Nso E., Silechi J. et Gomo (éds). Biodiversité et changements globaux du 21 au 23 juillet 2015 à Ngaoundéré, pp.139-147.
- Massenet, J.Y. 2011. Hauteur des arbres. Lycée forestier, Château de Mesnières, 76270 MESNIERES-EN-BRAY.
- Ottorini, J. 1978. Aspects de la notion de densité et croissance des arbres en peuplement. *Annales des sciences forestières, INRA/EDP. Sciences*, 35(4), 299-320. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00882180>
- Pauwels, D. 2003. Conception d'un système d'aide à la décision pour le choix d'un scénario sylvicole : application aux peuplements de mélèze en Région wallonne. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques et Ingénierie biologique. Communauté française de Belgique.
- Sanoussi, D.M., Doka D.I. & Barrage M. 2019. Etude de la structure des formations végétales à *Azelia africana* Smith et *Isoberlinia doka* Craib & Stapf dans le parc national du W du Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 41(2), 6864-6880. <https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v41-2.1>
- Tankeu, F.N., Pieme, C.A., Nya, C.P.B., Njimou, R.J., Moukette, B.M., Chianese, A. & Ngogang J.Y. 2016. In vitro organo-protective effect of bark extracts from *Syzygium guineense* var *macrocarpum* against ferric nitrotriacetate induced stress in wistar rats homogenates. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 315. Doi: 10.1186/s12906-016-1263-1.
- Tchobsala, & Mbolo M. 2013. Characterization and impact of wood logging on plant formations in Ngaoundéré District, Adamawa Region, Cameroon. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 5, 265-277. Doi: 10.5897/JENE10.102.
- Tchobsala, Amougou A., Mbolo M., 2010. Impact of wood cuts on the structure and floristic diversity of vegetation in the peri-urban zone of Ngaoundere, Cameroon. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 2, 235-258.
- Tchobsala, Ranava D., Ibrahima A. & Mbolo M. 2016. Impact of Wood Cutting and Bush Fire on the Dynamic of Regeneration in the Guinea Savanna of Adamawa Region. *International Journal of Current Research Biosciences and Plant Biology*, 3, 114-131.
- Tchuenguem, F.F.N. 2005. Foraging and pollination activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae, Apinae) on flower of three plants at Ngaoundéré (Cameroon): *Callistemon rigidus* (Myrtaceae), *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* (Myrtaceae) and *Voacanga Africana* (Apocynaceae). State doctorate: University of Yaounde I, Yaoundé (Cameroon), 1-103.
- Tchuenguem, F.F.N., Djonwangué, D., Mbianda, A.P., Messi, J. & Bruckner, D. 2009. Foraging and pollination behaviour of the African honey bee (*Apis mellifera adansonii*) on some cultivated and wild plants in Cameroon. APIMONDIA Congress, Bremen (Germany).
- Tchuenguem, F.F.N., Tefempa, H.B., Messi, D.J. & Bruckner, D., 2003. Diversity of anthophilous insects of two native plant species (*Syzygium guineense* var. *macrocarpum* and *Ximenia americana* (Olacaceae) in the high altitude savannah of Ngaoundéré (Cameroon). Conférence Internationale en entomologie, Allemagne, du 19 au 22 février 2003, 72 p.



Etat des connaissances des plantes indigènes comestibles et médicinales du Burundi.

Ngendakumana E.^{1*}, Ndayishimiye J.¹, Nkengurutse J.¹, Bararunyeretse P.¹ & Masharabu T.¹

¹Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement (CRSNE), B.P. 2700 Bujumbura, Burundi.

*Auteur pour correspondance : Ngendakumana E, E-mail : emmanuelngendakumana1@gmail.com

Reçu: le 31 Mai 2021

Accepté: le 15 Août 2021

Publié: le 20 Septembre 2021

RESUME

Une étude sur les plantes indigènes comestibles et médicinales a été menée pour mettre en relief l'état des lieux des savoirs traditionnels sur les usages médicinaux et alimentaires des plantes indigènes du Burundi. Les données ont été obtenues à travers la revue de la littérature des documents en rapport avec les études ethnobotaniques de la flore du Burundi. Les indices ethnobotaniques nous ont permis de mettre en évidence l'information contenue dans ces données. 20 espèces phares ont été identifiées sur base de leur haute valeur d'usage, de leur valeur nutritionnelle et phytochimique validées par des références scientifiques. Des innovations sur les plantes indigènes comestibles et médicinales du Burundi surtout en matière de la pharmacie pourraient être mises en place pour valoriser les ressources biologiques du Burundi ainsi que les connaissances traditionnelles de la population burundaise. Suite à la diminution progressive des plantes indigènes dans les milieux anthropiques, les programmes de domestication de ces plantes accompagnées de mesures de gestion durable doivent être renforcés afin de redynamiser la transmission des connaissances des usages des plantes indigènes et d'assurer la pérennité des matières premières pour les industries pharmaceutiques. Une étude similaire pourrait être entreprise pour montrer l'état des connaissances des plantes indigènes comestibles et médicinales pour les animaux domestiques.

Mots-clés : Médecine traditionnelle, savoir autochtone, industrie pharmaceutique.

ABSTRACT

A study on indigenous edible and medicinal plants was carried out to highlight the inventory of traditional knowledge on the medicinal and food uses of indigenous plants in Burundi. The data were obtained through the literature review of documents related to ethnobotanical studies of the flora of Burundi. The ethnobotanical indices have enabled us to highlight the information contained in these data. 20 flagship species have been identified on the basis of their high use value, their nutritional and phytochemical value validated by scientific references. Innovations on the indigenous edible and medicinal plants of Burundi, especially in the field of pharmacy, could be implemented to enhance the biological resources of Burundi as well as the traditional knowledge of the Burundian population. Following the gradual reduction of native plants in anthropogenic environments, programs for the domestication of these plants accompanied by sustainable management measures must be strengthened in order to revitalize the transmission of knowledge of the uses of native plants and to ensure the sustainability of raw materials for pharmaceutical industries. A similar study could be undertaken to show the state of knowledge of indigenous edible and medicinal plants for domestic animals.

Keywords: Traditional medicine, Indigenous Knowledge, Pharmaceutical Industry.

I. INTRODUCTION

Dans certains pays d'Afrique, les plantes indigènes jouent encore un grand rôle dans la vie courante de la population humaine (Kahindo *et al.*, 2001). Elles contribuent de façon significative au développement du pays en matière de la santé, l'alimentation (Armand *et al.*, 2010). Elles renforcent l'équilibre nutritionnel (Ouattara *et al.*, 2016) dans des proportions comparables à des plantes cultivées (Molla *et al.*, 2011). Grâce à leur innocuité au niveau de l'organisme humain (Bakwaye *et al.*, 2013), leur consommation constitue un médiateur potentiel de certaines maladies surtout pendant les périodes d'insécurité alimentaire (Cordeiro, 2012). Bien qu'elles aient une grande importance, elles sont actuellement menacées au Burundi.

Certes, la démographie galopante continue à mettre en danger les écosystèmes reliques de l'ancienne végétation notamment par la surexploitation des ressources naturelles. La population burundaise actuelle est constituée essentiellement par les jeunes qui ne disposent pas de connaissances suffisantes sur les usages traditionnels des plantes indigènes et par conséquent les connaissances traditionnelles qui sont généralement transmises de génération en génération sont mises en cause. Cependant, les connaissances sur ces plantes indigènes et leur utilisation sont actuellement incomplètes et dispersées malgré les nombreuses recherches qui ont été réalisées dans le cadre d'exploration botanique (Nzigidahera, 2000). Bien que les études ethnobotaniques soient réalisées sur la flore du Burundi aucune étude sous forme d'une base de données sur les connaissances traditionnelles des plantes indigènes à la fois comestibles et médicinales du Burundi n'a jamais été entreprise.

L'objectif global de ce travail était de montrer l'état des lieux des savoirs traditionnels sur les usages médicinaux et alimentaires des plantes indigènes du Burundi. Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes fixés des objectifs spécifiques tels que : collecter toutes les

données disponibles dans les travaux de recherche effectués sur la flore du Burundi en rapport avec les usages alimentaires et médicinaux des plantes indigènes, déterminer les catégories de maladies dont les traitements sont partagés, déterminer les espèces plus importantes que les autres et déterminer le statut de leur conservation.

Pour mettre en évidence cet état de connaissance des plantes indigènes, les hypothèses suivantes ont été formulées et vérifiées :

- Les connaissances traditionnelles sur les usages médicinaux des plantes indigènes comestibles seraient partagées au sein de la population burundaise.
- Certaines espèces de plantes indigènes comestibles seraient utilisées dans le traitement de plusieurs catégories de maladies.
- Certaines plantes indigènes comestibles et médicinales du Burundi seraient en voie d'extinction.

II. METHODOLOGIE

II.1. Collecte des données.

Les données ont été collectées grâce à la revue de la littérature des documents en rapport avec les études ethnobotaniques de la flore du Burundi. Les documents se trouvant en ligne : les rapports, les thèses, les articles, les bulletins en rapport avec la médecine traditionnelle et les plantes comestibles du Burundi ont été consultés en passant par le moteur de recherche « Google Scholar » à l'aide des mots clés suivants : « La biodiversité végétale du Burundi », « La médecine traditionnelle du Burundi », « plantes médicinales du Burundi », « Medicinal plants of Burundi », « Produits forestiers non ligneux du Burundi », « Non-timber forest products of Burundi », « Ressources biologiques sauvages du Burundi », « Plantes indigènes comestibles du Burundi » et à l'aide du code 10.10.6.254 sous

lequel sont enregistrés en ligne certains documents conservés à la bibliothèque de l'Université du Burundi.

Les autres documents ne se trouvant pas en ligne ont été consultés après une recherche effectuée dans les catalogues de la bibliothèque de l'Université du Burundi : Baerts et Lehmann (1993), Bangirinama (2002), Barakamfitye (2014), Barutwanayo (2016), Bashirakwishizeko (2005), Bigendako (2003), Bigendako (1989), Bigendako *et al.* (1995), Bigendako et Kayugi (1997), Bizimana (2015), Congera (2012), Fumba (1983), Gahungu (1983), Hajayandi (2013), Hakizimana (2014), Hakizimana (2012), Hakizimana *et al.* (2011), Havyarimana (2004), Hicuburundi (2002), Horugavye (2013), Kabutura P. (1986), Kaneza (2011), Kantore (2012), Kantungeko (2012), Kayugi (1995), Lejoly et Bigendako (1997), Lewalle et Rodegem (1968), Majambere (2003), Manirakiza (2016), Masharabu (2002), Mbazumutima (2012), Mbizi (2013), Muhanuka (2012), Mukayisire (1998), Munezero (1979), Munyana (2013), Nahabahiriwe et Ndikuriyo (2002), Nakumuhana (2002), Nankwahomba (2009), Ndabirorere (1999), Ndayikengurukiye (2016), Ndayikeza (2015), Ndayisaba (2017), Ndayisaba (2010), Ndayishimiye (2010), Ndayizeye (2011), Ndayizeye (2010), Ndereyimana (2013), Ndiokubwayo (2016), Ndiokubwayo (2015), Ndiokubwayo (2011), Ndiokubwayo et Mohamed (1999), Ndiokumagenge (2012), Ndiokumahoro (2012), Ndiokumana (2009), Ndiokumasabo (2006), Ndirakobuca (2012), Nduwayo (2007), Nduwimana (2011), Ngendakuriyo (2006), Ngezahayo *et al.* (2015), Nibafasha (2011), Nicayenzi (2011), Nikobamye (1984), Nininahazwe (2012), Niragira (2016), Niyimpagaritse (2016), Niyongabo (2017), Niyongabo (2016), Niyongabo (1985), Niyongabo (2001), Niyongabo (2012), Niyonizigiye (2014), Niyonkuru (2015), Niyonzima (2015), Niyonzima (2011), Niyonzima (2012), Nkengurutse *et al.* (2018), Nkundwanabake (2016), Nkurunziza (2011), Nkurunziza (2005), Nsabayumva (2016),

Nsavyimana (2005), Ntahitangiye (2015), Ntahompagaze (1986), Ntakarutimana *et al.* (2019), Ntibishimigwa (2014), Ntibushitse (2000), Nyandwi (2007), Nzigidahera (1995), Nzigidahera (2007), Nzigidahera (2008), Nzohabanayo (1983), Rapport national définitif du Burundi (2012), Rwaswa (2016), Sabiyumva (2012), Sahabo (2010), Sibomana (1984), Sibomana (2009), Sirabahenda (2004), Twagirayezu (2016), Vyumvuhore (2011).

II.2. Analyse des résultats

Différents indices ethnobotaniques ont été calculés. Le facteur de consensus entre auteurs (F_{IC}) développé par Trotter et Logan (1986) repris dans Mathur et Sundaramoorthy (2013) et Modeiros *et al.* (2011) et adapté par Pandikumar *et al.* (2011), Musa *et al.* (2011), Zerbo *et al.* (2011), Bakwaye *et al.* (2013), Shalukoma *et al.* (2015).

$$F_{IC} = \frac{nur-nt}{nur-1} \quad (1)$$

où « nur » désigne le nombre de citations des maladies appartenant à une catégorie ; « nt » ; le nombre total des plantes utilisées pour soigner les maladies regroupées dans une catégorie. Le F_{IC} varie donc généralement entre 0 et 1 et est apprécié à trois degrés (Bakwaye *et al.*, 2013). Si le seuil empirique qui représente la valeur médiane de l'ensemble des F_{IC} de catégories de maladies identifiées est \geq à 0,70, le degré de consensus est élevé. Si cette valeur est comprise entre 0,70 et 0,50, le degré d'accord est moyen. Si elle est \leq à 0,50, le consensus est faible.

La valeur d'usage (UV) de Phillips (1996) repris dans Modeiros *et al.* (2011), (Mathur et Sundaramoorthy (2013) adapté par Bakwaye *et al.* (2013), Musa *et al.* (2011), Zerbo *et al.* (2011), Thomas *et al.* (2009) a été utilisée pour chaque espèce. Cette valeur montre les espèces qui ont une grande importance par rapport aux autres.

$$UV = \frac{\Sigma U}{n} \quad (2)$$

où dans notre contexte ΣU = somme des utilisations de l'espèce citées par les auteurs; n = nombre total des auteurs. Les valeurs

d'utilisation varient de 0 à 1. Elles sont élevées lorsqu'elles sont proches de 1 quand il existe de nombreuses utilisations pour une espèce, ce qui implique que l'espèce est importante, et approchent de zéro lorsqu'il y a peu de rapports liés à son utilisation.

II.3. Statut de conservation des plantes indigènes comestibles et médicinales.

La liste rouge de l'IUCN (<https://www.iucnredlist.org/>) ainsi que la base de données des plantes envahissantes GISD (<http://www.iucngisd.org/gisd/>) ont été consultés afin de démontrer respectivement le statut de conservation de ces espèces et leurs caractères envahissants :

III. RESULTATS

Au total 102 ouvrages ont été rassemblés, les informations ethnobotaniques sur 83 espèces appartenant à 46 familles ont été compilées. La famille des Solanaceae est la plus abondante (8%) suivi des familles de Fabaceae et Rubiaceae (6% chacune). Une grande proportion de familles (80%) est constituée par des familles ayant moins de cinq espèces (Figure 1).

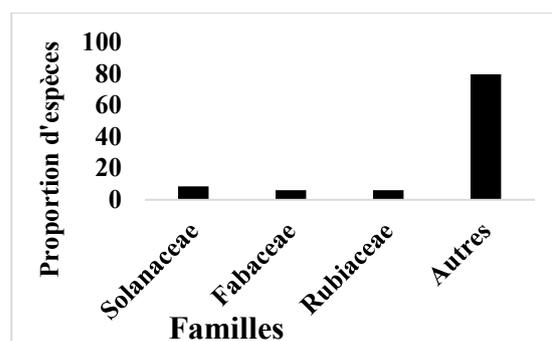


Fig 1: Les familles des plantes indigènes comestibles et médicinales du Burundi.

Les parties comestibles sont essentiellement les fruits (55%) suivi des feuilles (35%), des tiges (4%), des tubercules (4%), des fleurs (1%) et des graines (1%) (Figure 2).

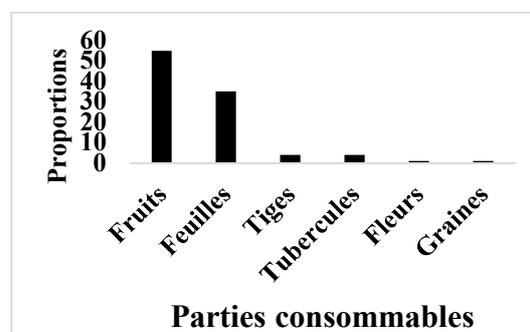


Fig 2 : Les parties consommables des plantes indigènes comestibles et médicinales du Burundi

Tableau 2 : Catégories de maladies traitées par les plantes indigènes comestibles du Burundi et leur nombre de citations. (M: maladies, C: citations)

Catégorie de maladies	M	C	M	C	M	C
Maladies de l'appareil digestif, Total : 210 Citations						
Diarrhées		73	Prolapsus rectal	1	Dysenterie bacillaire	10
Hépatite		3	Constipation	11	Parasitoses	27
Gastro-entérite-douleurs abdominales coliques		24	Verminoses	31	Maux de ventre	9
Inflammation du tube digestif		1	Gargouillement intestinal	2	Inappétence	6
Troubles digestifs		3	Musipa	4	Hémorroïdes	1
Amibiase		2	Reflux gastro-oesophagien (Ikirungurira)	1	Crise d'estomac	1
Maladies de l'appareil respiratoire, Total : 45 Citations						
Toux		24	Grippe	3	Pneumonie	9
Rhume		4	Tuberculose	1	Asthme	1
Bronchite		1	Bronchopathies	1	Maladies des poumons	1

**Maladies de l'appareil
général féminin et
obstétriques, Total :
52 Citations**

Accouchement difficile	14	Délivrance	5	Fortifiant pour femme enceinte	1
Prolapsus vaginal	3	Trouble de grossesse	2	Menace d'avortement	5
Dysménorrhée	1	Stérilité des femmes	3	Entretien de la grossesse	5
		La fermeture du col de l'utérus pendant l'accouchement	1	Insuffisance lactière chez les femmes	3
Douleurs des règles	2				
Gucishako	2	Maladies congénitales	1	Contraction utérine faible	1
		Refus de certains aliments et boissons chez les femmes enceintes	1	Blennorragie	1
16. Manque de liquide vaginale	1				

**Maladies de la peau,
Total: 131 Citations**

Blessures	14	Plaies	16	Brûlures	5
Abcès	2	Mycoses	11	Dermatoses	7
Ibiturika	1	Teignes	6	Gale humaine	6
Morsure de serpent	19	Boutons sur tout le corps	3	Inflammation du doigt	1
Imisozi	3	Saignement et non cicatrisation	1	Eruptions cutanées	11
Maladies de la peau	2	Ubukangwe	1	Pellicules	3
Allergie	2	Variole	4	Furoncles	3
Umwangazi	1	Ictère	1	Lésions cutanées	1
Lèpre	3	Pityriasis versicolore	1	Typhus	1
Pian	2				

**Maladies de la gorge, du
nez et du système
nerveux : 40 Citations**

Otite-otalgie	4	Affection de la gorge	2	Rhinites	1
Douleurs dentaires	3	Angine	1	Maladies des cordes vocales	1
Hémorragie et douleur au niveau de la gorge	1	Maux de tête	3	Folie	4
Vertiges	3	Epilepsie	6	Trouble du sommeil	1
Ifumbi	1	Conjonctive	3	Carie dentaire	2
Sinusites	1	Maladies mentales	3		

**Les grands syndromes,
Total : 154 Citations**

Fièvre	16	Impanga/igisigo/ingugu	31	Céphalées	8
Empoisonnements	15	Asthénie générale	10	Douleurs généralisées	4
Paludisme	22	Anémie	14	Maladie du foie	23
Maladies des reins	2	Hernie	1	Antidote émétique	6

**Maladies infantiles,
Total : 69 Citations**

Ikinyamugongo/Inyabagabo	1	Vomitive	1		
Rougeole-varicelle	5	Ingaburo	1	Izabana	45
Coqueluche	2	La maigresse de l'enfant	2	Ibere	8
Ibinyamubiri	1	Kwashiorkor	5		

**Maladies magiques,
Total : 76 Citations**

Ibitega	8	Abaganza	3	Ibisigo	15
Imizimu	4	Amacari	2	Igisahuzi	2
Ikirungurutsi	3	Maladies ancestrales	2	Iyabaja	3
Mauvais sort	3	Maléfices	4	Esprits nuisibles	9

Esprit des marins	1	Intezi	2	Ameru	3
Ivyohasi	1	Ivyabakera	4	Protection contre les mauvais sorts d'un empoisonneur	1
Ensorcellement	6				

**Maladies de l'appareil
locomoteur, Total: 16
Citations**

Entorse-fracture	8	Rhumatisme	6	Amakonyera	2
------------------	---	------------	---	------------	---

III.1. Facteur de consensus des informateurs dans les catégories de maladies.

Dans les travaux de recherche ethnobotaniques disponibles et qui ont été effectués dans différentes régions sur la flore du Burundi, la compilation de leurs données révèle un facteur de consensus élevé entre auteurs sur le traitement des maladies de l'appareil digestif ($F_{IC} = 0,78$), les grands syndromes ($F_{IC} = 0,73$) et les maladies de l'appareil locomoteur ($F_{IC} = 0,73$). Les catégories de maladies ayant un

facteur de consensus moyen sont les maladies de l'appareil respiratoire ($F_{IC} = 0,52$), les maladies infantiles ($F_{IC} = 0,66$), les maladies de la peau ($F_{IC} = 0,66$) et les maladies magiques ($F_{IC} = 0,57$).

Les auteurs prouvent un accord relativement faible sur le traitement des maladies de l'appareil génital féminin et obstétriques et les maladies de la gorge, du nez et du système nerveux où le facteur de consensus est respectivement 0,49 et 0,41 (Tableau 3).

Tableau 3 : Taux d'approbation sur l'usage médicinal des plantes indigènes comestibles du Burundi.

Catégories de maladies	Fréquence de citation (%)	F _{IC}
1. Maladies de l'appareil digestif	26	0,78
2. Maladies de l'appareil respiratoire	6	0,52
3. Maladies de l'appareil génital féminin et obstétrique	7	0,49
4. Maladies de la peau	16	0,66
5. Maladies de la gorge, du nez et du système nerveux	5	0,41
6. Les grands syndromes	19	0,73
7. Maladies infantiles	9	0,66
8. Maladies magiques	10	0,57
9. Maladies de l'appareil locomoteur	2	0,73

III.2. Les valeurs d'usage

Parmi les espèces indigènes comestibles et médicinales, vingt espèces ligneuses sont prioritaires pour la conservation en raison de leur valeur d'usage élevée, de leur

vulnérabilité naturelle et de leurs valeurs thérapeutiques validées par des références scientifiques (Tableau 4).

Tableau 4 : Liste des espèces indigènes ligneuses de la flore du Burundi à plus grande valeur d'usage et dont la phytothérapie est validée par des références scientifiques.

U.V : use- value, P.U : Partie utilisé, C.P : Constituants phytochimiques, P.C ou M.T : Pouvoirs curatifs ou maladies traitées S.I : Source d'Information, Fe : feuille, Ti et Fe : Tige et feuille, Ecoti : Ecorce des tiges, Eco : Ecorce, Ramfe : Rameau feuillé, Ra : racine, Ti : tige, Fr : Fruit

Familles	Espèces	U.V	P.U.	C.P	P.C OU M.T	S.I.
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	0,45	-	-	-	-
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	0,41	Fe	Flavonoïdes Terpénoïdes Tanins, Saponines.	Infection microbiologique	Ngezahayo <i>et al.</i> (2017)
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	0,39	-	-	-	-
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	0,35	Ecoti	Triterpénoides, anthraquinone,	Antibactérienn e, antifongique.	Iwalewa <i>et al.</i> (2009)

					anthropoïdes, coumarines.		
Urticaceae	<i>Myrianthus holstii</i> Engl.	0,29	-	-	-	-	-
Anacardiaceae	<i>Searsia natalensis</i> (Bernh. ex C. Krauss) FABarkley	0,25	-	-	-	-	-
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,23	Ra, Fe, eco	Tanins, flavonoides, alcaloïdes, saponosides.	Paludisme	Dongock <i>et al.</i> (2018)	
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,23	Ramfe	Tanins, antocyanes, flavonoides, antraquinones, Stéroïls, triterpènes, coumarines, saponosides.	Paludisme	Traoré <i>et al.</i> (2019)	
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,23	Ecoti	Tanins, flavonoides, alcaloïdes, saponosides, stéroïdes et terpènes.	Paludisme	Suleiman <i>et al.</i> (2008)	
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,23	Fe	Tanins, saponosides, phlobatanins.	Trypanosomes.	Ogbadoyi <i>et al.</i> (2007)	
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,23	Fe	Tanins, flavonoides.	Détoxifiant du venin toxique du serpent.	Amlabu <i>et al.</i> (2014)	
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,23	Fe	Tanins, flavonoides, alcaloïdes, saponosides, stéroïdes et terpènes.	anticonvulsant, anxiolytique, sédative, stéréotypie.	Okoli <i>et al.</i> (2010)	
Clusiaceae	<i>Garcinia huillensis</i> Welw. ex Oliv.	0,23	Ra et Ti	Tannins, composés phénoliques, Stéroïdes, flavonoïdes	Cytotoxique et Anti-VIH.	Magadula <i>et al.</i> (2010)	
Clusiaceae	<i>Garcinia huillensis</i> Welw. ex Oliv.	0,23	Ra et Ti	Benzophénones polyisoprénylées.	Antibactérien, antifongique.	Pieters <i>et al.</i> (2005)	
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	0,38	Fr	-	-	-	
Loganiaceae	<i>Strychnos innocua</i> Delile	0,23	-	-	-	-	
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	0,22	Ramfe	Tanins, antocyanes, flavonoides, antraquinones, Stéroïls, triterpènes, coumarines, saponosides.	Paludisme.	Traoré <i>et al.</i> (2019)	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	0,21	-	-	-	-	
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	0,19	Ti et Fe	Polyphénols, alcaloïdes, terpènes et stéroïdes.	Infections bactériennes.	Takoy <i>et al.</i> (2014)	
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	0,17	Fe	triterpénoïdes, stéroïls.	Trypanosomes.	Hoet <i>et al.</i> (2007)	
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	0,16	Fe	Flavonoïdes, phénols, triterpénoïdes, proanthocyanes, flavonols, flavonoïdes.	Antioxydant, antibactérienne	Sofidiya <i>et al.</i> (2010)	
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea boehmii</i> Engl.	0,15	-	-	-	-	
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	0,15	-	-	-	-	
Rhamnaceae	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	0,15	Ecoti	Antocyanes.	Drépanocytose.	Yuma <i>et al.</i> (2013)	
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	0,14	-	-	-	-	
Annonaceae	<i>Uvaria angolensis</i> Welw. ex Oliv.	0,14	-	-	-	-	

III.3. Le statut de conservation des espèces indigènes comestibles et médicinales du Burundi.

Le statut de conservation des espèces montre les espèces se trouvant dans la liste rouge de l'UICN et celle de la monographie nationale

(Nzigidahera, 2000); (Masharabu, 2012). Dans cette dernière, on tient compte de la pression anthropique que subissent les espèces à cause de leur importance économique et sociale mais aussi de leur valeur culturelle. Les espèces indigènes comestibles et médicinales du Burundi qui se trouvent sur la liste rouge de

l'UICN sont à moindre inquiétude (Less concern) sauf deux espèces, *Monanthotaxis orophila* (Boutique) Verdc, *Rytigynia kiwuensis* (K. Krause) Robyns qui sont quasi menacées. Les espèces menacées selon la monographie nationale sont entre autres *Cordia africana* Lam. (Boraginaceae), *Hagenia abyssinica* (Bruce) J. F. Gml. (Rosaceae), *Maesopsis eminii* Engl. (Rhamnaceae), *Rytigynia kiwuensis* (K. Krause) Robyns (Rubiaceae) (Nzigidahera, 2000).

IV. DISCUSSIONS

L'analyse des données recueillies dans les différents ouvrages fournit des informations ethnobotaniques sur 83 espèces appartenant à 46 familles. La proportion la plus importante est constituée par des familles moins abondantes ayant moins de cinq espèces. La famille des Solanaceae est la plus abondante suivie des familles des Fabaceae et Rubiaceae (Figure 1). Néanmoins, la famille des Solanaceae est constituée par des espèces dont les feuilles sont beaucoup consommées. Selon les études scientifiques les feuilles des solanaceae sont riches en protéines et minéraux, éléments essentiels pour le bien-être de l'organisme humain (Atchibri *et al.*, 2012). Elles sont également riches en principes actifs (Nsambu *et al.*, 2014) dont la plupart agissent contre les maladies gastroentériques (Okou *et al.*, 2018).

Les parties comestibles sont essentiellement des fruits (Figure 2). Des résultats similaires concernant l'abondance des fruits parmi les parties consommables des plantes indigènes comestibles sont également signalés dans les autres pays notamment en Ethiopie par Molla *et al.* (2011). Certaines espèces indigènes comestibles et médicinales connues par la population burundaise dans le traitement de certaines maladies ont été signalées dans les différentes études scientifiques (Tableau 4). Ces études montrent qu'elles sont riches en principes actifs qui leur confèrent des pouvoirs curatifs.

Le degré d'accord entre les informateurs est particulièrement élevé pour le traitement des maladies de l'appareil digestif (Tableau 3). Cela montre que les maladies de l'appareil digestif sont très fréquentes au sein de la population et que la phytothérapie y afférente est beaucoup connue avec un échange d'information élevé (Musa *et al.*, 2011).

Parmi les espèces indigènes comestibles et médicinales que nous avons identifiées peu d'entre elles figurent sur la liste rouge de l'UICN et la monographie nationale des espèces. Cependant, suite au manque de surveillance continue des espèces en plus de la situation de la démographie actuelle au Burundi, d'autres espèces seraient menacées d'extinction. En outre, aucune espèce parmi les espèces indigènes médicinales et comestibles n'est envahissante. Cependant, les plantes indigènes qui poussent naturellement à l'état sauvage et qui s'y développent sans l'intervention humaine (Beluhan et Ranogajec, 2011) sont compatibles avec les cultures (Okafor et Ham, 1999). Ainsi, elles favorisent la colonisation du milieu par d'autres espèces surtout dans les localités dégradées (Le Stradic *et al.*, 2008), ce qui fait qu'elles vivent en harmonie avec les autres plantes dans leurs milieux d'origine.

V. CONCLUSION

Les résultats de la présente étude révèlent que les plantes indigènes comestibles et médicinales étaient connues et que les connaissances médicinales de ces plantes sont moyennement partagées sauf pour les maladies de l'appareil génital féminin et les maladies de la gorge, du nez et du système nerveux. Vingt espèces ligneuses sont prioritaires pour la conservation en raison de leur vulnérabilité naturelle et de leur grande importance au point de vue nutritionnelle et thérapeutique.

Des études approfondies pourraient être menées afin de mettre à jour la liste des espèces menacées au niveau local selon les modalités de l'UICN. Les principes actifs (Tanins, flavonoïdes, alcaloïdes, saponosides, ...) que

regorgent certaines de ces plantes et qui sont indispensables dans le traitement curatif des maladies ont été confirmés par des études scientifiques. Des innovations sur ces plantes surtout en matière de la pharmacie pourraient être mises en place pour valoriser les ressources biologiques du Burundi ainsi que les connaissances traditionnelles de la population burundaise. Suite à la diminution progressive de ces plantes dans les milieux anthropiques, des programmes de domestication accompagnés par des mesures de gestion durable doivent être entrepris pour permettre à la jeune génération de continuer à préserver la culture burundaise et d'assurer la pérennité des matières premières pour les industries pharmaceutiques. Une étude similaire pourrait se faire pour montrer l'état des connaissances des plantes indigènes comestibles et médicinales pour les animaux domestiques.

VI. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient *International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE)* pour son soutien financier à travers le programme *BioInnovate Africa* financé par *Swedish International Development cooperation Agency (SIDA)*.

VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Amlabu, E., Ajagun, E. and Amlabu, W. (2014). Detoxification of *Echis ocellatus* venom-induced toxicity by *Annona senegalensis* Pers. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 11(2), pp.93-97.

Armand, N., Sogbégnon, R. and Tchobo, F. (2010). Connaissances endogènes et importance du *Pentadesma butyracea* (Clusiaceae) pour les populations autochtones au Nord Ouest Bénin. *Fruit, Vegetable and Cereals of Science Biotechnology*, 4, pp.18-25.

Atchibri, A. O. A., Soro, L. C., Kouame, C., Agbo, E. A., & Kouadio, K. K. A. (2012). Valeur nutritionnelle des légumes feuilles consommés en Côte d'Ivoire. *International*

Journal of Biological and Chemical Sciences, 6(1), 128-135.

Baerts M., Lehmann J. (1993): Plantes médicinales à effet *placebo* au Burundi (Université Catholique de Louvain), Institut Carnoy, Place Croix du Sud, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique. *Médicament et nutrition l'approche ethnopharmacologique* 343 P.

Bakwaye, F.N., Termote, C., Kembelo, A.K. and Van Damme, P. (2013). Identification et importance locale des plantes médicinales utilisées dans la région de Mbanza-Ngungu, République démocratique du Congo. *Bois & forets des tropiques*, 316(316), pp.63-77.

Bangirinama F. (2002): *La biodiversité au service de l'humanité: Paludisme et la phytothérapie burundaise*. Mémoire de Licence, U.B, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura 114 P.

Barakamfitye P., (2014): *Contribution à l'étude de l'exploitation des plantes sauvages comestibles de la flore du Burundi: cas de la commune Gisuru/ en province Ruyigi*. Mémoire de Licence, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura, 56 P.

Barutwanayo S. (2016): *Contribution à l'étude des plantes sauvages médicinales et de leur écogéographie: cas de la commune BUBANZA, province BUBANZA*. Mémoire de Licence. U.B. Institut de Pédagogie Appliquée. Département de Biologie. Bujumbura 61 P.

Bashirakwishizeko C., (2005): *Contribution à l'étude de la détermination de la valeur nutritive des plantes naturelles comestibles en commune Mugamba*. Mémoire de Licence, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura 78 P.

Beluhan, S. and Ranogajec, A. (2011). *Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms*. *Food chemistry*, 124(3), pp.1076-1082.

- Bigendako E. (2003): *Contribution à l'étude ethnopharmacognosique des plantes médicinales commercialisées au Burundi Quelques aspects économiques et environnementaux de ce commerce: cas des plantes médicinales commercialisées au marché de JABE*. Mémoire de Licence. U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura 94 P.
- Bigendako M.J. (1989): *Recherche ethnopharmacognosique sur les plantes utilisées en médecine traditionnelle du Burundi occidental*. Université Libre de Bruxelles, Faculté des sciences, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie. *Thèse de Doctorat*, 352P.
- Bigendako M.J., Bukuru J. et MERI C. (1995) : Bilan d'enquêtes ethnobotaniques et ethnopharmacognosiques sur les plantes médicinales du Burundi. Centre de Recherche Universitaire sur la Pharmacopée et la Médecine Traditionnelle (CRUPHAME). Faculté des Sciences, Université du Burundi RP.2700 Bujumbura. *Pharm. Méd. trad. afro* 1995, pp.61-62
- Bigendako M.J. et Kayugi M. (1997) : Essai de traitement de pityriasis versicolor par les plantes médicinales du Burundi. CRUPHAME, Université du Burundi B.P. 2700, BURUNDI. *Pharmacie, Médecine Traditionnelle Africaine*, Vol. 9, pp. 56-59.
- Bizimana A., (2015): *Utilisation des ressources végétales et état de la biodiversité végétale des chutes de la Karera (Province Rutana)*. Mémoire, Université du Burundi, 45 P.
- Congera D., (2012): *Etude floristique et ethnobotanique des marais de la rivière Waga et des collines Ntunda en commune Ryansoro et Buhabwa en commune Bisoro*. Mémoire, Université du Burundi, 68 P.
- Cordeiro, L. (2012). *Household dietary diversity, wild edible plants, and diarrhea among rural households in Tanzania*. *Journal of Medicinally Active Plants*, 1(3), pp.98-105.
- Dongock, D.N., Bonyo, A.L., Mapongmestem, P.M. and Bayegone, E. (2018). Etude ethnobotanique et phytochimique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires à Moundou (Tchad). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1), pp.203-216.
- Fumba G. (1983) : *Plantes médicinales antivénimeuses du Burundi, Arlon, Presses de l'avenir*, 136 P.
- Gahungu E., (1983) : *Contribution à l'étude de la pharmacopée burundaise et à l'étude anatomique et historique de quelques solanacées médicinales*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura 131 P.
- GISD: *Global Invasive Species Database*. <http://www.iucngisd.org/gisd/>
- Hajayandi D., (2013): *Etude floristique et ethnobotanique de la végétation riveraine Nyakerera (commune Gisozi)*. Mémoire, Université du Burundi, 68 P.
- Hakizimana J., (2014) : *Etude floristique et ethnobotanique de la zone Kibungere (commune Nyabihanga, province Mwaro)*. Mémoire, Université du Burundi, 76 P.
- Hakizimana M., (2012) : *Etude floristique et ethnobotanique de la forêt de Muyange en commune Kayanza, Province Kayanza*, Mémoire, Université du Burundi, 60 P.
- Hakizimana P., Masharabu T., Bangirinama F., Habonimana B. & Bogaert J., (2011) : Analyse du rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge au Burundi. *Tropicultura*, 2011, 29, 1, 28-38
- Havyarimana F., (2004) : *Contribution à l'étude de la biodiversité végétale du Burundi : étude taxonomique des plantes sauvages comestibles de la commune Musongati*. Mémoire, Université du Burundi, 72 P.

- Hicuburundi L., (2002) : *Contribution à l'inventaire et à la détermination de la valeur nutritive des plantes naturelles comestibles du Burundi : Cas de la commune Mugamba*. Mémoire de Licence, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Chimie, Bujumbura, 54 P.
- Hoet, S., Pieters, L., Muccioli, G.G., Habib-Jiwan, J.L., Opperdoes, F.R. and Quetin-Leclercq, J. (2007). *Antitrypanosomal activity of triterpenoids and sterols from the leaves of Strychnos spinosa and related compound*. *Journal of natural products*, 70(8), pp.1360-1363.
- Horugavye J.B. (2013) : *Contribution à l'étude des plantes utilisées en médecine traditionnelle dans la commune de NYABIHANGA (Province de MWARO)*. Mémoire de licence agrégée U.B. Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie-Chimie, Bujumbura, 92 P.
- IUCN: *International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species*. <http://www.iucngisd.org/gisd/>
- Iwalewa, E.O., Suleiman, M.M., Mdee, L.K. and Eloff, J.N. (2009). *Antifungal and antibacterial activities of different extracts of Harungana madagascariensis stem bark*. *Pharmaceutical Biology*, 47(9), pp.878-885.
- Kabutura P. (1986) : *Inventaire ethnobotanique et screening phytochimique des plantes médicinales récoltées dans la région d'Imbo*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences Bujumbura 75 P.
- Kahindo, M., Lejoly, J. and Mate, M. (2001). *Plantes sauvages à usages artisanaux chez les Pygmées Mbuti de la forêt de l'Ituri (République Démocratique du Congo)*. *Tropicultura*, 19(1), pp.28-33.
- Kaneza N., (2011) : *Inventaire ethnobotanique de la flore de la zone Rutegama, commune Rutegama*. Mémoire, Université du Burundi, 57 P.
- Kantore C., (2012) : *Etude floristique et ethnobotanique de la forêt de Bogosa (commune Mugamba)*. Mémoire Université du Burundi, 80 P.
- Kantungeko A., (2012) : *Etude floristique et ethnobotanique du paysage de Nyabihuna (Rutovu)*. Mémoire, Université du Burundi, 66 P.
- Kayugi M. (1995) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales traitant les dermatoses et les diarrhées dans la province de Muyinga (Zones Cumba, Kiremba, Muyinga et Munagano)*. Mémoire, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura 90 P.
- Lejoly J., Polygenis-Bigendako M.J. (1997) : *Plantes médicinales. Deuxième partie : Grands problèmes sanitaire, moyen de lutte et de prévention : Exposé général*.
- Le Stradic, S., Buisson, E., Negreiros, D., & Fernandes, G. W. (2008). *Réintroduction et impacts sur leur environnement de plantes indigènes du Cerrado. Actualité de la recherche en écologie des communautés végétale*, 129-136.
- Lewalle J. & Rodegem F. M. (1968) : *Plantes Médicinales du Burundi*, *Quarterly Journal of Crude Drug Research*, 8:3, 1257-1270, DOI: 10.3109/13880206809108856
- Magadula, J.J. and Suleimani, H.O. (2010). *Cytotoxic and anti-HIV activities of some Tanzanian Garcinia species*. *Tanzania Journal of Health Research*, 12(2), pp.144-1490.
- Majambere W. P., (2003) : *Inventaire des plantes comestibles de la flore naturelle du Burundi et dosage de quelques sels minéraux dans ces plantes : cas de la commune Busiga*. Mémoire de Licence, U.B, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 53P.
- Manirakiza A. (2016) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales vendues aux marchés*

de l'intérieur du pays : Cas de la commune MUBIMBI, Province Bujumbura. Mémoire de Licence agrégée U.B. Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura 44 P.

Masharabu T. (2002) : *Contribution à l'étude de la biodiversité végétale du BURUNDI : Plantes médicinales vendues au marché central de NGOZI et impact de leur exploitation sur l'environnement*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences Département de Biologie, Bujumbura 107 P.

Masharabu, T. (2012). *Flore et végétation du Parc National de la Ruvubu au Burundi : diversité, structure et implications pour la conservation*. Editions universitaires européennes.

Mathur, M. and Sundaramoorthy, S. (2013). *Census of Approaches Used in Quantitative Ethnobotany. Studies on Ethno-Medicine*, 7(1), pp.31-58.

Mbazumutima V. (2012) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales de la réserve naturelle de Monge et l'Impact de leur exploitation sur l'environnement*. Mémoire de Licence U.B. Faculté des sciences. Département de Biologie, Bujumbura, 53P.

Mbizi V., (2013) : *Etude floristique et ethnobotanique de la zone Matyazo en commune Mubimbi, Province Bujumbura*. Mémoire, Université du Burundi, 76 P.

Medeiros, M.F.T., Silva, O.S. and Albuquerque, U.P. (2011). *Quantification in ethnobotanical research: an overview of indices used from 1995 to 2009*. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, 11(2), pp.211-230.

Molla, E.L., Asfaw, Z., Kelbessa, E. and Van Damme, P., (2011). *Wild edible plants in Ethiopia: a review on their potential to combat food insecurity*. *Afrika focus*, 24(2), pp.71-121.

Muhanuka P., (2012) : *Contribution à l'étude de l'éthnobotanique appliquée : Utilisation*

des plantes sauvages comestibles du Parc National de la Ruvubu (Rive droite I). Mémoire, Université du Burundi, 61 P.

Mukayisire E. (1998) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales utilisées dans les centres de santé traditionnelles de BUJUMBURA. Centres de santé traditionnels de BUYENZI, JABE et ROHERO*, Mémoire de licence U.B 65P.

Munezero R., (1979) : *Contribution à l'inventaire ethnobotanique des plantes médicinales du Burundi*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences. Département de Biologie. Bujumbura 96 P.

Munyana B., (2013) : *Etude floristique et ethnobotanique des marais de Nyakigwa en commune Gisozi (Province Mwaro)*. Mémoire, Université du Burundi, 67 P.

Musa, M.S., Abdelrasool, F.E., Elsheikh, E.A., Ahmed, L.A., Mahmoud, A.L.E. and Yagi, S.M. (2011). *Ethnobotanical study of medicinal plants in the Blue Nile State, South-eastern Sudan*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(17), pp.4287-4297.

Nahabahiriwe F. & Ndikuriyo A., (2002) : *Contribution à l'inventaire et à la détermination de la valeur nutritionnelle des plantes comestibles de la flore naturelle du Burundi : cas de la commune Rumonge*. Mémoire de Licence, Université du Burundi, Faculté des sciences, Département de Biologie et Chimie, Bujumbura 67 P.

Nakumuhana A. (2002) : *Contribution à l'étude taxonomique des plantes médicinales commercialisées au marché central de MUYINGA et de l'impact de leur exploitation sur l'environnement*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 73 P.

Nankwahomba M, (2009) : *Contribution à l'étude de la diversité végétale du Burundi : plantes sauvages de la commune Ngozi*. Mémoire, Université du Burundi, 85 P.

Ndabirorere S., (1999) : Données statistiques des produits forestiers non-ligneux du Burundi. Programme de partenariat CE-FAO (1998-2001) *Ligne budgétaire forêt tropicale B7-6201/97 15/VIII/FOR PROJET GCP/INT/679/EC*

Ndayikengurukiye E. (2016) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales commercialisées dans les marchés de l'intérieur : cas de deux marchés (KUKAMAHORO et BUHIGA centre) de la commune BUHIGA, province KARUSI.* Mémoire de Licence agrégée. U.B. Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura 42 P.

Ndayikeza E., (2015) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles et médicinales pour l'homme : cas de la commune Bururi.* Mémoire de Licence agrégée, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura, 67 P.

Ndayisaba J. F., (2017) : *Etude floristique et ethnobotanique des plantes ligneuses autochtones de la zone Muramvya en commune Muramvya (Province Muramvya).* Mémoire de Licence, U.B, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 69 P.

Ndayisaba R. (2010) : *Etude des plantes médicinales de la zone GASANDA en commune BURURI, Province BURURI.* Mémoire de Licence agrégée, U.B. Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie-Chimie, Bujumbura, 73 P.

Ndayishimiye C., (2010) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales utilisées dans le traitement du Paludisme en médecine traditionnelle au Burundi.* Mémoire de Licence agrégée, U.B. Institut de Pédagogie Appliquée. Département de Biologie –Chimie, Bujumbura 59 P.

Ndayizeye A., (2011) : *Contribution à l'étude ethnobotanique et phytosociologique des*

marais du Burundi : cas des marais de Bwerekare commune Marangara. Mémoire, Université du Burundi ; 51 P.

Ndayizeye L. (2010) : *Inventaire ethnobotanique des plantes médicinales de la zone MUZYE, Commune GIHARO, Province RUTANA.* Mémoire de Licence. U.B, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 54 P.

Ndereyimana E., (2013) : *Plantes sauvages comestibles du Parc national de la Kibira : Cas du secteur Teza et ses environs.* Mémoire de Licence, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 82 P.

Ndihokubwayo A., (2016) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles et médicinales pour l'homme : cas de la commune Kibago, province Makamba.* Mémoire de Licence agrégée, U.B, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura, 54 P.

Ndihokubwayo J., (2015) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles et médicinales pour l'homme : cas de la commune Ndava, Province Mwaro.* Mémoire de Licence agrégée, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura, 68 P.

Ndihokubwayo J.B., (2011) : *Etude ethnobotanique de la flore de la commune Kinyinya en province Ruyigi.* Mémoire ; Université du Burundi ; 55 P.

Ndikubwayo J.B, Mohamed F. (1999) : *Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales vendues au marché central de GITEGA et de l'impact environnemental de leur exploitation,* Mémoire de l'ingénieur industriel. U.B. Institut Supérieur d'Agriculture, Génie Rural, Département des eaux et forêts, Bujumbura, 138 P.

- Ndikumagenge N., (2012) : *Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes sauvages comestibles de la commune Cankuzo*. Mémoire, Université du Burundi, 73 P.
- Ndikumahoro D., (2012) : *Etude floristique et ethnobotanique de la zone Kajondi (Bururi)*. Mémoire, Université du Burundi, 64 P.
- Ndikumana J.M, (2009) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles du Burundi : cas de la commune Muramvya*. Mémoire, Université du Burundi 43 P.
- Ndikumasabo T. (2006) : *Etude phytochimique de quelques plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle pour traiter les diarrhées*. Mémoire de Licence. U.B. Faculté des Sciences, Département de Chimie. Bujumbura, 51 P.
- Ndirakobuca G., (2012) : *Etude floristique et ethnobotanique des collines Nyabitare, Ruhuni et Migende de la zone Nyabitare en commune Gisuru, Province Ruyigi*. Mémoire, Université du Burundi 52 P.
- Nduwayo D. (2007) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales commercialisées au marché central de MWARO et de l'Impact de leur exploitation sur l'environnement*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 90 P.
- Nduwimana S., (2011) : *Etude floristique ethnobotanique et faunistique de la forêt claire de Nyamirambo*. Mémoire, Université du Burundi, 59 P.
- Ngendakuriyo D. (2006) : *Contribution à l'étude de la biodiversité végétale du BURUNDI : Plantes médicinales vendues au marché de MAKAMBA et MABANDA et l'Impact de leur exploitation sur l'environnement*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie. Bujumbura, 107 P.
- Ngezahayo J., Havyarimana F., Hari L., Stévigny C., Duez P. (2015) *Medicinal plants used by Burundian traditional healers for the treatment of microbial diseases*. *J Ethnopharmacol.* 2015;173:338-351. doi:10.1016/j.jep.2015.07.028
- Ngezahayo, J., Ribeiro, S.O., Fontaine, V., Hari, L., Stévigny, C. and Duez, P. (2017). *In vitro study of five herbs used against microbial infections in Burundi*. *Phytotherapy Research*, 31(10), pp.1571-1578.
- Nibafasha E., (2011) : *Contribution à l'étude structurale et ethnobotanique de la forêt de Kigwena*. Mémoire, Université du Burundi, 49 P.
- Nicayenzi F., (2011) : *Etude ethnobotanique de la flore de la zone shombo en commune Muramvya*. Mémoire ; Université du Burundi, 53 P.
- Nikobamye P., (1984) : *Approche ethnobotanique des plantes médicinales du Burundi : Inventaire et étude ethnopharmacognosique de quelques rubiacées médicinales*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des sciences, Département de Biologie, Bujumbura 131 P.
- Nininahazwe J. M., (2012) : *Contribution à l'étude floristique et ethnobotanique de l'embouchure (RUTANA)*. Mémoire, Université du Burundi, 71 P.
- Niragira E., (2016) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles du Burundi : cas de la commune Isare (Province de Bujumbura)*. Mémoire de Licence agrégée, U.B, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura, 32 P.
- Niyimpagaritse E. (2016) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales pour l'Homme vendues aux Marchés de l'intérieur du Pays : Cas du marché de Rugombo Commune Rugombo*. Mémoire de Licence Agrégée. U.B, Institut de Pédagogie Appliquée. Département de Biologie. Bujumbura, 41 P.

- Niyongabo A., (2016) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles et médicinales pour l'homme : cas de la zone Ngoma et Shanga, commune Musongati*. Mémoire de Licence agrégée, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Bujumbura, 73 P.
- Niyongabo C. (1985) : *Contribution à l'inventaire ethnobotanique des plantes médicinales dans la mairie de Bujumbura : Zones CIBITOKÉ, KAMENGE et KINAMA*. Mémoire de Licence. U.B. Faculté des Sciences. Section Biologie. Bujumbura 85 P.
- Niyongabo E., (2017) : *Contribution à la diversité végétale du Burundi : cas des plantes sauvages comestibles pour l'homme de la commune Bisoro, Province Mwaro*. Mémoire de Licence agrégée, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura, 40P.
- Niyongabo F., (2001) : *Contribution à l'étude des plantes comestibles de la flore naturelle du Burundi : Inventaire et dosage de la vitamine c, du calcium, du magnésium et du fer. Cas de la commune Matana*. Mémoire de Licence agrégée, Université du Burundi, Institut de pédagogie appliquée, Département de Biologie, Bujumbura 66 P.
- Niyongabo T., (2012) : *Etude floristique et ethnobotanique de la galerie forestière de Rutemba en commune Vugizo (Province Makamba)*, Mémoire, Université du Burundi, 52 P.
- Niyonizigiye S., (2014) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles et médicinales dans les zones Busoro et Kayongozi (Commune Bweru, Province Ruyigi)*. Mémoire de Licence agrégée, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura, 61 P.
- Niyonkuru E., (2015) : *Etude floristique et ethnobotanique des plantes ligneuses autochtones en paysages anthropisé : cas de la zone Musenyi en commune Tangara (Burundi)*. Mémoire, Université du Burundi, 72 P.
- Niyonzima N., (2015) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles et médicinales pour l'homme : cas de la commune Mishiha/Province Cankuzo*. Mémoire de Licence, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura 56 P.
- Niyonzima P. (2011) : *Etude ethnopharmacognosique des plantes médicinales de la commune de CANKUZO*. Mémoire de Licence, U.B, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 95 P.
- Niyonzima R. (2012) : *Impact de l'exploitation des plantes médicinales sur la biodiversité. Cas de la commune MBUYE en Province MURAMVYA*. Mémoire de Licence, U.B, Faculté des Sciences. Département de Biologie, Bujumbura, 91 P.
- Nkengurutse J, Mansouri F, Bekkouch O, Ben A. (2019). *Chemical composition and oral toxicity assessment of Anisophyllea boehmii kernel oil : Potential source of new edible oil with high tocopherol content Chemical composition and oral toxicity assessment of Anisophyllea boehmii kernel oil : Potential source. Food Chem. 278(April) : 795-804. doi:10.1016/j.foodchem.2018.11.*
- Nkundwanabake J., (2016) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales du Burundi. Cas de la zone Mutoyi en Commune Bugendana, Province Gitega, Burundi*. Mémoire de Licence, U.B, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 58 P.
- Nkurunziza D. (2011) : *Contribution à l'étude ethnopharmacognosique des plantes médicinales de la réserve naturelle forestière de Bururi*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences. Département de Biologie. Bujumbura 79 P.

Nkurunziza E. (2005) : *Contribution à l'étude de la biodiversité du Burundi : plantes médicinales vendues au marché central de KIRUNDO et l'impact de leur exploitation sur l'environnement*. Mémoire U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 73P.

Nsabiyumva E. (2016) : *Contribution à l'étude de plantes médicinales vendues dans les marchés de l'intérieur du pays et leur écogéographie : cas des marchés de Kigwena, de minago et de Rutumo, Commune Rumonge*. Mémoire U.B, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura 63 P.

Nsambu, M., Muhigwa, B., Rubabura, K., Bagalwa, M., & Bashwira, S. (2014). Evaluation in vitro de l'activité insecticide des alcaloïdes, saponines, terpenoïdes et stéroïdes extraits de *Capscicum frutescens* L. (Solanaceae) contre *Antestiopsis orbitalis ghesquierei*, insectes ravageurs des caféiers. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8(3), 1231.

Nsavyimana G., (2005) : *Contribution à l'inventaire et à la détermination de la valeur nutritionnelle des plantes comestibles de la flore naturelle du Burundi : Cas de la commune Mbuye*. Mémoire de Licence, Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Chimie, Bujumbura 64 P.

Ntahitangiye B., (2015) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages et médicinales pour l'homme : cas de la commune Rutana, Province Rutana*. Mémoire de licence agrégée, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura 62 P.

Ntahompagaze P., (1986) : *Contribution à l'étude de la pharmacopée traditionnelle dans l'agglomération de Bujumbura. Zone BUYENZI, KANYOSHA et NYAKABIGA*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura 78 P.

Ntakarutimana V. Gahungu G. Nsavyimana G. & Ndayishimiye J. (2019) : Valorisation des plantes comestibles de la flore naturelle du Burundi : une contribution à la réduction de la malnutrition. *Bulletin Scientifique sur l'environnement et la biodiversité* 3 : 32-44P.

Ntibishimigwa Y., (2014) : *Etude floristique et ethnobotanique de la colline Matara en commune Nyabihanga, province Bujumbura*. Mémoire, Université du Burundi, 91 P.

Ntibushitse G., (2000) : *Contribution à l'étude ethnopharmacognosique et phytochimique des plantes médicinales du Burundi. Cas du centre de promotion de la médecine traditionnelle de BUTA*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 78 P.

Nyandwi D., (2007) : *Contribution à l'étude ethnopharmacognosique des plantes médicinales du Burundi et Impact de leur exploitation sur l'environnement (Cas de la commune Bugendana*. Mémoire de Licence U.B. Faculté des Sciences. Département de Biologie, Bujumbura 94 P.

Nzigidahera B., (1995) : Les produits sauvages comestibles des forêts claires du Burundi. Projet APRN n°92.22019.01-100APRN/GTZ-INECN, Gitega, 99P.

Nzigidahera, B., (2000). Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation.

Nzigidahera B., (2007) : Etat des connaissances traditionnelles des ressources biologiques sauvages du Burundi. Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN). *Centre d'Echange d'Informations en matière de Diversité Biologique (CHM-Burundais)* © INECN-CHM B.P. 2757 Bujumbura. Site web : <http://bi.chm-cbd.net> ; www.biodiv.bi

Nzigidahera B., (2008) : S'alimenter en savanes de l'Est du Burundi : Plantes

comestibles du Parc National de la Ruvubu. *Bulletin Scientifique de l'INECN : Bulletin n° 5* : 18-2

Nzohabanayo C. (1983) : *Contribution ethnobotanique des plantes médicinales dans les communes de BUYENZI, KABEZI et MUTIMBUZI*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences, Bujumbura 65 P.

Ogbadoyi, E.O., Abdulganiy, A.O., Adama, T.Z. and Okogun, J.I. (2007). *In vivo trypanocidal activity of Annona senegalensis Pers. leaf extract against Trypanosoma brucei brucei*. *Journal of ethnopharmacology*, 112(1), pp.85-89.

Okafor, J. and Ham, R., (1999). *Identification, utilisation et conservation des plantes médicinales dans le sud-est du Nigeria*. *Thèmes de la biodiversité africaine*, 3(8).

Okoli, C.O., Onyeto, C.A., Akpa, B.P., Ezike, A.C., Akah, P.A. and Okoye, T.C. (2010). *Neuropharmacological evaluation of Annona senegalensis leaves*. *African Journal of Biotechnology*, 9(49), pp.8435-8444.

Okou, O. C., Yapo, S. E. S., Kporou, K. E., Baibo, G. L., Monthaut, S., & Djaman, A. J. (2018). Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de feuilles de *Solanum torvum* Swartz (Solanaceae) sur la croissance in vitro de 3 souches d'entérobactéries. *Journal of Applied Biosciences*, 122(1), 12287-12295.

Ouattara, N.D., Gaille, E., Stauffer, F.W. and Bakayoko, A. (2016). Diversité floristique et ethnobotanique des plantes sauvages comestibles dans le Département de Bondoukou (Nord-Est de la Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 98, pp.9284-9300.

Pandikumar, P., Chellappandian, M., Mutheeswaran, S. and Ignacimuthu, S. (2011). *Consensus of local knowledge on medicinal plants among traditional healers in Mayiladumparai block of Theni District, Tamil*

Nadu, India. *Journal of ethnopharmacology*, 134(2), pp.354-362.

Phillips, O.L. (1996). *Some quantitative methods for analyzing ethnobotanical knowledge*. *Advances in Economic Botany*, 10, pp.171-197.

Pieters, L. and Vlietinck, A.J. (2005). *Bioguided isolation of pharmacologically active plant components, still a valuable strategy for the finding of new lead compound?* *Journal of ethnopharmacology*, 100(1-2), pp.57-60.

Rapport national définitif du Burundi (2012) : Etat des ressources génétiques forestières au Burundi.

Rwasa S., 2016 : *Contribution à la connaissance des plantes médicinales du Burundi, cas de la commune Nyamurenza, Province Ngozi, Burundi*. Mémoire de Licence. U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie. Bujumbura 61 P.

Sabiyumva A., (2012) : *Etude floristique et ethnobotanique de la forêt claire de Nyamirambo à Rumonge (Bururi) : Cas des collines Gatete, Kagera, Mwangu II et Nyakoza*. Mémoire, Université du Burundi, 61 P.

Sahabo J., (2010) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales traditionnelles de la zone MURAGO en commune BURAMBI*. Mémoire de Licence Agrégée, U.B. Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie-Chimie, Bujumbura, 56 P.

Shalukoma, C., Bogaert, J., Duez, P., Stévigny, C., Pongombo, C. and Visser, M. (2015). Les plantes médicinales de la région montagneuse de Kahuzi-Biega en République Démocratique du Congo : utilisation, accessibilité et consensus des tradipraticiens. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 326(326), pp.43-55.

Sibomana D., (2009) : *Contribution à l'étude taxonomique des plantes sauvages comestibles*

de la commune Gisuru. Mémoire, Université du Burundi, 44 P.

Sibomana R., (1984) : *Contribution à l'étude de plantes traitant les diarrhées, les mycoses et le paludisme dans la médecine traditionnelle burundaise*. Mémoire de Licence, U.B. Faculté des Sciences, Section Biologie, Bujumbura 118 P.

Sirabahenda D., (2004) : *Contribution à l'étude des plantes médicinales traitant le diabète et l'épilepsie dans le centre de promotion de la médecine traditionnelle de Buta*. Mémoire de Licence U.B. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 76 P.

Sofidiya, M.O., Odukoya, O.A., Adedapo, A.A., Mbagwu, H.O.C., Afolayan, A.J. and Familoni, O.B. (2010). *Investigation of the anti-inflammatory and antinociceptive activities of Hymenocardia acida Tul. (Hymenocardiaceae)*. *African Journal of Biotechnology*, 9(49), pp.8454-8459.

Suleiman, M.M., Dzenda, T. and Sani, C.A. (2008). *Antidiarrhoeal activity of the methanol stem-bark extract of Annona senegalensis Pers. (Annonaceae)*. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(1), pp.125-130.

Takoy, L., Ekutsu, G.E. and Gbolo, Z.B. (2014). *In vitro Assessment of Antibacterial and Antioxidant Activities of a Congolese Medicinal Plant Species Anthocleista schweinfurthii Gilg (Gentianaceae)*.

Thomas, E., Vandebroek, I., Sanca, S. and Van Damme, P., (2009). *Cultural significance of medicinal plant families and species among Quechua farmers in Apillapampa, Bolivia*. *Journal of Ethnopharmacology*, 122(1), pp.60-67.

Traoré, K., Haidara, M., Denou, A., Kanadjigui, F., Sogoba, M.N., Diarra, B., Maiga, S. and Sanogo, R., (2019). *Criblage phytochimique et activité biologiques de quatre plantes utilisées au Mali dans la prise en charge du paludisme chez les enfants*. *European Science Journal* 15(6), pp.212-226.

Trotter, Robert T., and Michael H. Logan. (1986). *"Informant consensus: a new approach for identifying potentially effective medicinal plants."*

Twagirayezu J., (2016) : *Contribution à l'étude des plantes sauvages comestibles et médicinales pour l'homme: cas de la commune Muyinga, Province Muyinga*. Mémoire de Licence agrégée, Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, Département de Biologie, Bujumbura, 63P.

Vyumvuhore B. (2011) : *Contribution à l'étude de l'utilisation des plantes médicinales en médecine traditionnelle du Burundi : plantes médicinales vendues au marché de KAMENGE*. Mémoire de Licence, U.B, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Bujumbura, 67 P.

Yuma, P.M., Mpiana, P.T., Bokota, M.T., Wakenge, I.B., Muanishay, C.L., Gbolo, B.Z., Mathina, G.M.D., Tshibangu, D.S.T. and Ngbolua, K.N. (2013). *Étude de l'activité antifalcémiant et de la thermo-et photo-dégradation des anthocyanes de Centella asiatica, Thomandersia hensii et Maesopsis eminii*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(5), pp.1892-1901.

Zerbo, P., Rasolodimby, J.M., Ouedraogo, O.N. and Van Damme, P. (2011). *Plantes médicinales et pratiques médicales au Burkina Faso : cas des Sanan*. *Bois & Forêts Des Tropiques*, 307, pp.

ANNEXE

Tableau 1 : Les plantes indigènes comestibles les plus utilisées au point de vue médicinale.

Familles	Espèces	Noms vernaculaires	Plantes et autres éléments associés	T.M	Maladies soignées	P.U	M.P	M.A	S.I
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere	<i>Lysimachia ruhmeriana</i>	L L	Accouchement difficile	Fe	Expreau	V.O	57
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere		L L	Accouchement difficile	Ti fe	Extrsuc	V.O	125, 102, 79
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere	<i>Indigofera arrecta</i> Hochst. Ex A. Rich. <i>Maesa lanceolata</i> Forsskal	L L	Accouchement difficile	Fe	Infu	V.A	89,97
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere		L L	Furoncles	Fe	Mast	Proj	100
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere		L L	Impanga	Fe	Infu	V.O	12
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere		L L	Morsure de serpent	Fe	Déc	V.O	125, 102, 77
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere		L L	Parasitoses intestinales	Ra	Déc	V.O	79,97
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere	Sel de cuisine	L L	Umwangazi	Fe	Mast	Asp	110
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Diarrhée	Fe	Mac	V.O	80
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Maux de ventre	Fe	Infu	V.O	40
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Varicelle	Fe	Déc	V.O	80
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Amakonyera	Fe	Déc	V.O	139,101
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Asthénie générale	Fe	Déc	Bv	77, 12, 29, 75
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Asthénie générale	Fe	Déc	V.A	139, 75, 97, 37
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Diarrhée	Fe	Déc	V.A	75, 12, 97, 57, 139, 14, 110
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Dysenterie bacillaire	Fe	Déc	V.O	60,139
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Eruptions cutanées	Fe	Déc	V.A	139
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Fortifiant pour la femme enceinte	Fe	Déc	V.A	139
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Ictère	Ti	Déc	V.A	139
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Igisigo	Fe	Déc	V.A	139, 79, 100, 44
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Impanga	Ra	Pulv	V.O	29
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Izabana	Fe	Expr	V.A	139,97
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Maux de tête d'une seule partie (agasate)	Ra	P	V.Na	8
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Maux de ventre	Fe	Déc	V.O	29

Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Prolapsus vaginal	Ti fe	Expr	V.A	139
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Rhumatisme	Ti et Ra	Déc	V.A	139,97
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye		Arb	Rhume, entorse, fracture	Fe	Déc	V.A	139
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi		Ar	Typhus	Ecoti	Déc	V.O	80
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi		Ar	Varicelle	Ecoti	Poudre	frottement sur le corps	80
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi		Ar	Bronchopatie, rhinites	Ecora	Déc	V.O	79
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	<i>Erythrina abyssinica</i> Lam. ex DC. <i>Syzygium parvifolium</i> (Engl.) Mildbr. <i>Faurea saligna</i> Harvey	Ar	Empoisonnement	Ecoti	Inci	V.O	12,97
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi		Ar	Ensortellement	Ecoti	P	V.O	127
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	<i>Strycnos spinosa</i> <i>Albizia antunesiana</i>	Ar	Esprits nuisibles	Ra	Pulv	V.O	71
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi		Ar	Ibisigo	Ecoti	P	V.O	125, 102, 79
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	<i>Tetradenia riparia</i> (Hochst.) Codd.	Ar	Ibitega	Ecoti	Expreau	V.O	12
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	<i>Myrica salicifolia</i> Hochst. ex A.Rich	Ar	Impanga	Ecoti	Expreau	V.O	12,97
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	Bière de banane	Ar	Ingugu	Ecoti	Pulv	V.O	110
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi		Ar	Maladies congénitales	Ecoti et fe	Inci et déc	V.O	8
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	<i>Myrica salicifolia</i> Hochst. Ex A. Rich	Ar	Parasitoses intestinales	Ecoti	Pulv	V.O	12
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	Thé ou vin de banane	Ar	Troubles digestifs, gastro-entérites	Ra	Pulv	V.O	44,14
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umurendareda/U muzigarurimi		Ar	Diarrhée	Fe	Macération	Lavement	80
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umurendareda/U muzigarurimi		Ar	Dysenterie bacillaire	Fe	Déc	V.O	80
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Accouchement difficile	Ecoti	Déc	V.A	29, 127, 63, 12
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Diarrhée	Fe	Déc	V.O	13,12,
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Diarrhée due au lait maternel	Fe	Déc	V.A	52

Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Fracture, Ikirungurutsi	Fe	Déc	V.A	125,10 2
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Gastro-entérite, douleurs abdominales, coliques	Fe	Pulp	V.O	12
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru	<i>Dodonea viscosa</i> : feuille	Ar	Ibere	Fe	Déc	V.O	19
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Impanga	Fe	Déc	V.A	12
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Ingaburo	Fe	Pulv	V.O	29
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru	<i>Entada abyssinica</i> Steud ex. A. Rich. <i>Clematis simensis</i> Fresen Eau froide	Ar	Intoxication par empoisonnement	Fe	Extrsuc	V.O	89
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Iyabaja	Ecoti	Déc	V.A	29,63
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Izabana	Fe	Déc	V.O	60, 79, 97, 89
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Kwashiorkor	Fe	Déc	V.O	44
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Maladies ancestrales	Fe	Déc	V.O	8
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Maux de ventre	Fe	Calc	V.O	87, 115, 32
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Parasitoses intestinales	Fr	Mâ	V.O	79,97
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru		Ar	Verminoses	Ra	Déc	V.O	29
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Parasitoses intestinales	Fe	Déc	V.O	38
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Anémie	Fe	Extrsuc	V.O	89,63
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Blessure, plaie	Ecoti	Déc	V.O	100
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Constipation	Ecoti et fe	Déc	V.A	89,63
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi	<i>Albizia cariaria</i> , <i>Aristida adoensis</i> , <i>Maytenus senegalensis</i>	Arb	Diarrhée	Ecoti	Mac	V.O	125, 87, 79
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Epilepsie	Fe	Déc	Inh	12

Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Esprits des marais	Fe	Expr	V.O	77
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Hémorragie et douleurs au niveau de la gorge	Fe	Déc	V.O	79
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Ibinyamubiri	Fe	Trit	V.O	47
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Ibisigo	Ecoti	Expreatu	V.O	12
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Musipa	Fe et ecoti	Déc	V.A	63
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi	<i>Albizia cariaria, Aristida adoensis, Maytenus senegalensis</i> Eau tiède	Arb	Paludisme	Ra	Pulv	F	79,96
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi	<i>Albizia cariaria, Aristida adoensis, Maytenus senegalensis</i>	Arb	Prolapsus vaginal	Fe	Déc	V.O	96
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi	<i>Albizia cariaria, Aristida adoensis, Maytenus senegalensis</i>	Arb	Taeniase	Fe et Ra	Déc	V.O	4, 96, 11, 125
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Taeniase	Ecoti	Mac	V.O	63, 66, 96
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi	<i>Albizia cariaria, Aristida adoensis, Maytenus senegalensis</i>	Arb	Toux	Fe	Mac	V.O	125, 87, 96
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi		Arb	Verminoses	Ecoti	Déc	V.O	14, 79, 96
Urticaceae	<i>Myrianthus holstii</i> Engl.	Umwufe/Amufe		Ar	Ibiturika	Fe	Inci	V.Cu	47
Urticaceae	<i>Myrianthus holstii</i> Engl.	Umwufe/Amufe	Sel	Ar	Izabana	Fe	Inci	V.O	79,97
Urticaceae	<i>Myrianthus holstii</i> Engl.	Umwufe/Amufe		Ar	Parasitoses intestinales	Fe	Déc	V.O	79, 13, 100
Anacardiaceae	<i>Searsia natalensis</i> (Bernh. ex C. Krauss) FABarkley	Umusagara nyamabunda		Ar	Asthénie générale	Fe	Déc	Bv	12
Anacardiaceae	<i>Searsia natalensis</i> (Bernh. ex C. Krauss) FABarkley	Umusagara nyamabunda		Ar	Empoisonnement	Ra	Déc	V.O	57,97
Anacardiaceae	<i>Searsia natalensis</i> (Bernh. ex C. Krauss) FABarkley	Umusagara nyamabunda		Ar	Imisozi	Fe	Déc	V.O	44,11
Anacardiaceae	<i>Searsia natalensis</i> (Bernh. ex C. Krauss) FABarkley	Umusagara nyamabunda		Ar	Impanga	Fe	Déc	V.A	12
Anacardiaceae	<i>Searsia natalensis</i>	Umusagara		Ar	Izabana	Fe	Déc	V.O	77

	(Bernh. ex C. Krauss) FABarkley	nyamabunda								
Anacardiaceae	<i>Searsia natalensis</i> (Bernh. ex C. Krauss) FABarkley	Umusagara nyamabunda	<i>Cassia didymobotria</i> : feuilles	Ar	Maladies ancestrales	Fe	Extrsuc	V.O	8	
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Umunkanda	<i>Acacia polycantha, Helichrysum mechowianu m</i>	Arb	Menace d'avortement	Fe	Carb	V.O	12,96	
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Umunkanda		Arb	Plaie	Ecoti	Extrsuc +déc	F	66	
Clusiaceae	<i>Garcinia huillensis</i> Welw. ex Oliv.	Umusarasi		Arb	Ibisigo	Fe	Extrsuc	V.O	110,97	
Clusiaceae	<i>Garcinia huillensis</i> Welw. ex Oliv.	Umusarasi		Arb	Pneumonie	Ti fe	Extrsuc	V.A	71	
Loganiaceae	<i>Strychnos innocua</i> Delile	Umutembafu		Ar	Asthénie générale, Allergie	Ecoti et fe	Déc	V.O	63	
Loganiaceae	<i>Strychnos innocua</i> Delile	Umutembafu		Ar	Céphalées	Fe	Déc	Inh	12	
Loganiaceae	<i>Strychnos innocua</i> Delile	Umutembafu	<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell. <i>Securinega virosa</i> (Roxb. Ex. Willd.) Baill. Eau	Ar	La folie	Fe	P	V.O	89	
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Umuyyiru, akavyiruyeye, Umuhunahuna		Arb	Morsure de serpent	Fe et Ra	Extr suc	V.O	19	
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Umuyyiru, akavyiruyeye, Umuhunahuna		Arb	Accouchement difficile	Fe	Calc	V.O	12,96	
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Umuyyiru, akavyiruyeye, Umuhunahuna		Arb	Douleur généralisée	Fe	Expr	V.Na	12	
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Umuyyiru, akavyiruyeye, Umuhunahuna		Arb	Empoisonneme nt	Fe	Expr	V.O	57	
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Umuyyiru, akavyiruyeye, Umuhunahuna		Arb	Esprits nuisibles	Ra	Extrsuc	V.O	110, 71, 96	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti		Arb	Diarrhée sanglante	Fe	Déc	V.O	75,6	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti		Arb	Fièvre	Fe	Inci	V.O	57	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti		Arb	Hemorroides	Fe	Expr	Bv	57	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti	Eau	Arb	Ibere	Fe	Extrsuc	V.O	110, 29,97	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti	Eau	Arb	Ingugu	Fe	Extrsuc	V.O	110,97	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti		Arb	Izabana	Fe	Déc	V.A	29,11	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti		Arb	Parasitoses intestinales	Fe	Déc	V.O	75,14	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti		Arb	Troubles du sommeil	Fe	Déc	V.O	11	
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti		Arb	Verminoses	Ra	Mac	V.O	29	
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Abcès	Fe	Broy	F	66	
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Antidote émétique	Ecoti	Extrsuc	V.O	29	

Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Constipation	Fe	Extrsuc	V.O	13,6
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare	<i>Bridelia micrantha</i> (Hochst.) Baillon <i>Maesa lanceolata</i> Forskal	Ar	Diarrhée, Gastro-enterite, douleurs abdominales, coliques	Fe	Déc	V.A	8, 12,29
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Dysenterie bacillaire	Fe	Déc	V.O	71,97
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Empoisonnement	Fe	Déc	V.A	12
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Fièvre	Ra et fe	Déc	V.O	29
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Hernie	Ecoti	Déc	V.O	8
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Impanga	Fe	Déc	V.A	12
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Menace d'avortement	Ecoti	Déc	V.O	12,6
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare	<i>Afromomum sanguineum</i>	Ar	Musipa	Ecoti	déc	V.A	127, 100,63
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare		Ar	Vers intestinaux	Ra	Déc	V.O	43
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Umukome		Ar	Diarrhée	Fe	Déc	V.O	12
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Umukome		Ar	Ibisigo	Fe	Déc	V.O	12
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Umukome		Ar	Ivyabakera	Ti fe	Déc	V.O	71
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.		<i>Conyza floribunda</i> L. : feuilles <i>Erlangea cordifolia</i> (Benth) S. Moore	Ar	Maux de ventre	Ra	Déc	V.O	79
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Umukome		Ar	Pneumonie	Fe	Mac	V.O	77
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Umusagamba		Arb	Diarrhée	Ecoti	Poudre	V.O	38
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Umusagamba	<i>Indigofera arecta</i> , <i>asparagus africanus</i>	Arb	Morsure de serpent	Fe	Mast	Pulv sur la morsure	19
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Umusagamba		Arb	Vomitive	Fe	Infu	V.O	40
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Umusagamba	Beure	Arb	Dermatoses	Fe	Inci	Appli	12
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Umusagamba		Arb	Diarrhée	Fe	Déc	V.O	12
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Umusagamba	<i>Combretum molle</i> R.BR ex G. Don	Arb	Ibitega	Ti fe	Inci	Scarif	12
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea boehmii</i> Engl.	Umushindwe		Arb	Ascariodose	Ecoti	Extrsuc	V.A	96
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara		Arb	Teignes	Fe	Poudre	frottement sur le corps	80
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara		Arb	Ascariodose, taeniase	Ecora	Déc	V.O	4,139
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara		Arb	Diabète, constipation	Fe	Déc	V.O	11,139
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara		Arb	Gargouillement intestinal	Gr	Déc	V.O	139

Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara		Arb	Parasitoses intestinales	Fe	Déc	V.O	38, 139, 97
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara		Arb	Trouble de grossesse	Ra	Inci	V.O	79
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara	<i>Pittosporum spathicalyx</i> <i>Dalbergia lactea</i>	Arb	Variole	Fe	Déc	V.O	139, 101, 79, 44
Rhamnaceae	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	Umuhumura/Umuremvyva		Ar	Contractions utérines faibles	Ti	Déc	V.O	101
Rhamnaceae	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	Umuhumura/Umuremvyva		Ar	Ivyohasi	Ti fe	Inci	Fu	44
Rhamnaceae	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	Umuhumura/Umuremvyva		Ar	Maux de tête	Fe	Pulv	V.O	77
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Vermifuge	Fe	Poudre	V.O	40
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Dermatoses et mycoses	Ecoti	Inci	V.O	12
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Diarrhée	Fe	Extrsuc	V.O	8,96
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Esprits nuisibles	Fe	Pulv	V.O	110, 100, 96
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere	<i>Chenopodium ugandaeae</i> (cendres)	Ar	Gucishako	Ecoti	P	V.O	66
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Ibitega	Ecoti	Inci	V.O	12
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Igisahuzi	Fe	Déc	V.O	87
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Ivyabakera	Fe	Extrsuc	V.O	71
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Izabana	Fe et Ra	Déc	V.A	125,102
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere		Ar	Maléfice	Fe	Pulv	Saupm	101
Annonaceae	<i>Uvaria angolensis</i> Welw. ex Oliv.	Umugimbu		Arb	Diarrhée, Impanga, douleurs abdominales	Ecoti	Déc	V.O	8,43
Annonaceae	<i>Uvaria angolensis</i> Welw. ex Oliv.	Umugimbu		Arb	Igisigo	Ecoti	Déc	V.O	139
Annonaceae	<i>Uvaria angolensis</i> Welw. ex Oliv.	Umugimbu		Arb	Iyabaja	Ecoti	Déc	V.A	63
Annonaceae	<i>Uvaria angolensis</i> Welw. ex Oliv.	Umugimbu		Arb	Maladies mentales	Fe	Déc	V.A	63
Annonaceae	<i>Uvaria angolensis</i> Welw. ex Oliv.	Umugimbu		Arb	Mauvais sort	Ecoti	P	V.O	63
Annonaceae	<i>Uvaria angolensis</i> Welw. ex Oliv.	Umugimbu		Arb	Menace d'avortement	Ecoti	Déc	V.O	139

Tableau 5 : Les plantes indigènes comestibles les plus utilisées : usage alimentaire.

Familles	Espèces	Noms vernaculaires	T.M	Partie comestible	Source d'information
Anacardiaceae	<i>Searsia natalensis</i> (Bernh. ex C. Krauss) FABarkley	Umusagara nyamabunda	Ar	Fruits	25,74,72,129,24,76,78,58,65,11,108,56,104,3,95,69,138,67
Anacardiaceae	<i>Searsia pyroides</i> (Burch.) Moffett var. <i>pyroides</i>	Umusagara mukuru	Ar	Fruits	72, 105, 67, 138, 88, 86, 26, 68, 93, 61
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea boehmii</i> Engl.	Umushindwe	Arb	Fruits	113,25,59,56,95,105,88,98,26,72,68,93,61,124,114
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Umukanda	Arb	Fruits	113,68,25,51,26,129,111,15,92,76,70,78,56,95,138,105,88,72,93,124,114
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	Ar	Fruits	113,59,114,25,51,58,72,26,48,111,15,92,82,70,94,56,95,138,7,105,68,124

Annonaceae	<i>Uvaria angolensis</i> Welw. ex Oliv.	Umugimbu	Arb	Fruits	113, 59, 26, 92, 24, 78, 88, 124
Clusiaceae	<i>Garcinia huillensis</i> Welw. ex Oliv.	Umusarasi	Arb	Fruits	113,114,124,7,25,51,72,26,129,48,111,15,92,70,56, 90,105,88,68,93,61
Euphorbiaceae	<i>Erythrococca bongensis</i> Pax	Umutinti	Arb	Feuilles	113, 58, 34, 94, 138, 7, 114
Gentianaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare	Ar	Fruits	78
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi	Arb	Fruits	7,95, 72, 86
Loganiaceae	<i>Strychnos innocua</i> Delile	Umutembafu	Ar	Fruits	25,51,72,129,15,126,111,26,76,92,56,104,88,95,138,7,105,68,93
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Umukome	Ar	Fruits	113,59,25,51,72,129,111,65,95,7,93,124,114
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Umusagamba	Arb	Feuilles	113,25,51,129,72,95,7,68,93,124,114
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara	Arb	Feuilles	67,54
Proteaceae	<i>Protea madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Igiharamanga/Igihungere	Ar	Feuilles	74
Rhamnaceae	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	Umuhumura/U muremvyu	Ar	Fruits	25,78,51,72,26,129,111,92,126,15,82,124
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir	Umukerekere	L L	Fruits	74,72,26,129,83,22,92,65,92,16,78,24,36,35,54,23,108,15,126,48,95,90,69,138,67,62,105,88,86,68,93,61
Rubiaceae	<i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern	Umunyamabuye	Arb	Fruits	74, 72, 83, 7
Urticaceae	<i>Myrianthus holstii</i> Engl.	Umwufe/Amuf e	Ar	Fruits	107,105,67,113,59,25,74,26,22,78,35,54,108,91,56,27,69,62,7,90,88,86,61,124
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	Umuvyiru, akavyiruyeye, Umuhunahuna	Arb	Fruits	113,59,25,51,72,129,111,126,76,15,56,95,7,93,124

T.M : Type morphologique, **P.U** : Partie utilisée, **M.P** : Mode de préparation, **M.A** : Mode d'admission, **S.I** : Source d'information. **Arb** : arbuste, **Ar** : arbre, **LL** : Liane ligneuse, **Eco** : Ecorce, **Ecora** : Ecorce de racine, **Ecoti** : Ecorce des tiges, **Ecoti et fe** : Ecorce des tiges et feuilles, **Fe** : Feuilles, **Fe et ecoti** : Feuilles et écorce des tiges, **Fe et Ra** : Feuilles et racines, **Fr** : Fruit, **Gr** : Graines, **Ra** : Racine, **Ra et fe** : Racines et feuilles, **Ti** : Tige, **Ti et Ra** : Tiges et racines, **Ti fe** : Tige feuillée. **F** : Friction ; **Broy** : Broyage ; **Calc** : Calcination ; **Carb** : Carbonisation ; **Inci et déc** : Incinération et décoction ; **Déc** : décoction ; **Expr** : expression ; **Expreau** : expression dans l'eau ; **Extrsuc** : Extraction du suc ; **Inci** : incinération ; **Infu** : infusion ; **Mâ** : mâcher ; **Mast** : mastication ; **Mac** : macération ; **Pulv** : pulvérisation ; **P** : Réduire en Poudre ; **Pulp** : Pulpation ; **Trit** : trituration ; **Extrsuc+déc** : Extraction du suc et décoction. **Appli** : Application, **Asp** : Aspersions, **B. V** : Bain de vapeur, **F** : Friction, **Fu** : Fumigation, **Inh** : Inhalation, **Proj** : Projection, **Saupm** : saupoudrage dans la maison, **V. A** : Voie anale, **Scarif** : Scarification, **V. Cu** : Voie cutanée, **V. Na** : Voie nasale, **V.O** : Voie orale.

Description en français des maladies décrites en Kirundi. Bigendako (1989) et Mémoires faites à l'Université du Burundi.

Ibitega : C'est une maladie causée par un jeteur de sort, l'individu malade tombe dans un coma. Sous l'effet des médicaments appropriés, le malade tremble, ses yeux sortent de leurs orbites et dénoncent en courant vers le jeteur de sort.

Abaganza = Amashinga : C'est une maladie mentale, mystérieuse, causée par des forces magiques surnaturelles commandant le malade qui exécute leurs ordres.

Ibisigo : c'est une maladie également appelée « Ibinyamubiri » qui est causée par les mauvais

esprits surtout d'origine aquatique. Elle cause des douleurs un peu partout dans l'organisme, celles-ci se déplaçant d'un endroit à l'autre.

Imizimu : Cette maladie est due au mécontentement des ancêtres qui commandent leur victime, l'obligent à faire des choses bizarres et détériorent son état de santé.

Amacari : Le début de cette maladie est caractérisé par le gonflement des jambes : le malade aurait marché sur des substances nocives qu'un « Jettatore » a répandues sur son chemin dans le but de le tuer.

Igisahuzi = Igifuke : C'est une maladie qui frappe brutalement les enfants. L'enfant respire mal, il a des convulsions et s'évanouit.

Gucishako : Ecoulement des règles pour une femme enceinte. La conséquence grave peut être l'avortement.

Izabana : Toutes les maladies infantiles sont regroupées sous ce terme (malnutrition, maladies de la peau, parasitoses, ...). Ce sont surtout des maladies héréditaires. Elles se présentent chez les enfants et sont caractérisées par des symptômes variés comme les éruptions cutanées ou le jaunissement des cheveux, les convulsions et les dermatoses.

Ingaburo : médicament donné sous différentes formes pour prévenir les maladies des ascendants.

Imisozi : Maladie de la peau qui se manifeste par des oedèmes et une dépigmentation de la peau. Cette maladie est causée par des mauvais esprits émanant des ancêtres morts. On dit qu'un ancêtre revient sous une autre forme dans le patient (un membre de sa famille) parfois, le patient aime le cimetière.

Amakonyera : Diarrhée qui attaque un enfant qui tète lorsque sa maman est enceinte.

Ifumbi : maladies qui affectent le système nerveux, qui entraîne des vertiges et maux de tête continuels et fréquemment.

Impanga : Maladie affectant les voies urinaires et provoquant les douleurs au niveau du bas ventre. Des constipations chroniques sont aussi signalées. Cette maladie est souvent mise en synonymie avec « Igisigo co munda ou Igikoko », maladie caractérisée par des ballonnements et des douleurs abdominaux.

Ibere : Maladie qui attaque les enfants. L'enfant présente une diarrhée. Cette maladie est due au lait maternel surtout lorsque la mère continue à allaiter son enfant alors qu'elle est enceinte, dans ce cas le lait maternel change de caractéristique et devient jaune et très amer.

Igisigo (Igikoko) : c'est une maladie caractérisée par des douleurs du bas ventre provoquant quelques fois des bruits. La diarrhée ou la constipation peut s'en suivre.

Umwangazi : maladie qui se manifeste par des oedèmes surtout au niveau des jambes. Elle est causée par des substances nocives mises sur le chemin et la victime enjambe ces dernières.

Ingugu (Impanga) : C'est une maladie provoquant des douleurs au niveau du bas ventre suivie par une diarrhée. Si elle n'est pas traitée à temps, elle peut entraîner une diarrhée sanglante.

Musipa : C'est une maladie mal définie qui se

caractérise par des douleurs portant du bas-ventre pour se répandre sur tout le corps.

Ikirungurira : c'est une maladie de l'appareil digestif affectant surtout l'estomac.

Ibiturika : C'est une maladie qui se caractérise par la présence des boutons sur le corps et ces derniers deviennent jaunes et laissent couler de la sueur.

Ubukangwe : Maladie qui se manifeste par la présence de beaucoup de boutons sur tout le corps cela est due à l'endroit piétiné se trouvant des substances nocives ou soit à la présence des esprits mauvais dans cet endroit.

Ikinyamugongo/Inyabagabo : Diarrhée mêlée de sang.

Ibinyamubiri : Maladies causées par les mauvais esprits surtout d'origine aquatique. Elle cause des douleurs un peu partout dans l'organisme, celles-ci se déplaçant d'un endroit à l'autre.

Ikirungurutsi : C'est une maladie mal définie qui se caractérise par des douleurs partant du bas ventre pour se répandre sur tout le corps.

Iyabaja : C'est une maladie très fréquente chez les enfants et les adultes. Elle se caractérise par des douleurs du bas ventre qui se répandent ensuite à tout le corps.

Intezi : Ce terme regroupe les maladies diverses d'étiologie inconnue. Cette maladie serait due à l'esprit d'un ancêtre mécontent suite au manquement aux cérémonies en sa mémoire.

Ameru : Maladie qui attaque le pavillon de l'oreille et parfois même l'intérieur. Elle se caractérise par de petits boutons suintants pendant les premiers jours. Ces boutons s'accompagnent des démangeaisons insupportables. Ce qui fait que le malade se gratte tout le temps. Les boutons évoluent vers des plaies très purulentes surtout à l'intérieur de l'oreille.

Ivyohasi : Cette maladie est l'oeuvre d'un jeteur de sort. L'individu tombe dans un coma, quand il est traité avec un médicament approprié, il court vers le jeteur de sort.

Ivyabakera : C'est une maladie infantile qui se manifeste par de petites blessures qui débutent par une sorte de brûlure de la peau par petits endroits suivie d'une émission d'un liquide clair ou peu mêlé de pus, puis les blessures s'agrandissent et finissent quelques fois par se joindre. Ces blessures se rencontrent surtout au niveau de la tête.



Apiculture et biodiversité : caractérisation du miel produit à Zege (Burundi)

Ntunzwenimana Mélance¹, Nduwimana André¹, Habonayo Richard¹, Niyukuri Jonathan², Nijimbere Séverin¹, Ndorere Vénérand¹ & Ndayitwayeko Ovis¹

¹Centre de Recherche en Sciences des Productions Animales, Végétales et Environnementales (CRAVE), Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie (FABI). B.P. 2940. Bujumbura, Burundi. E-mails:

melance.ntunzwenimana@ub.edu.bi; andre.nduwimana1@ub.edu.bi; richard.habonayo@ub.edu.bi; severin.nijimbere@ub.edu.bi; venerand.ndorere@ub.edu.bi, ndaitwayekoovis@gmail.com

²Centre de Recherche en Sciences et Technologies des Aliments (CRSTA), Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie (FABI). B.P. 2940. Bujumbura, Burundi. E-mail: jonathan.niyukuri@ub.edu.bi.

Auteur correspondant : Ntunzwenimana Mélance, E-mail : melance.ntunzwenimana@ub.edu.bi;

Reçu : 31 Mai 2021

Accepté : 15 Août 2021

Publié : 21 Septembre 2021

RESUME :

La présente étude concerne la caractérisation du miel produit dans trois sites à végétation différente localisés à Zege dans les enceintes de la Faculté d'Agronomie et de Bio Ingénierie (FABI) de l'Université du Burundi. L'objectif était de vérifier si la quantité et la qualité du miel produit varient en fonction des ressources floristiques disponibles. Des ruches ont été placées à cet effet dans trois milieux aux caractéristiques floristiques différentes à savoir le marais, la zone naturelle conservée et le boisement d'eucalyptus. Les paramètres physico-chimiques du miel les plus couramment utilisés comme indicateurs de la qualité (taux d'humidité, pH, teneur en cendres, teneur en sucres réducteurs et sucres totaux) ont été mesurés. Les résultats d'analyse physico-chimique du miel ont montré que le miel produit est de bonne qualité parce qu'il répond aux normes internationales. Des différences s'observent entre les sites pour tous les paramètres mesurés mais la différence n'est statistiquement significative que pour le facteur humidité. Le miel du site « marais » présente des valeurs élevées pour ce paramètre. Pour le site « réserve », les valeurs d'humidité, du pH et du taux de cendres sont relativement faibles alors que celles des taux des sucres réducteurs et totaux sont relativement élevées. Le constat est que plus la diversité des sources mellifères est élevée, plus la quantité produite de miel et sa qualité sont grandes. Ainsi, un milieu naturel offre plus d'opportunités pour le développement de l'activité apicole et en retour, un meilleur encadrement des activités apicoles au niveau des aires protégées peut contribuer à la réussite des mesures de conservation.

Mots clés : Apiculture, Zege, Plantes mellifères, qualité du miel, aires protégées.

ABSTRACT

The present study concerns the characterization of honey produced in three sites of the Faculty of Agronomy and Bioengineering which present different types of vegetation cover. The objective was to verify if the quantity and quality of the honey produced vary according to the available plant resources. The most commonly used physicochemical parameters as quality indicators (moisture content, pH, ash content, reducing sugars content and total sugars) were measured. The results showed that the honey produced is of good quality because it meets international standards. Differences between the sites are observed for all the parameters measured but the difference is statistically significant for only the moisture factor. The honey from the "marsh" site showed relatively high values of moisture content. The values for the "reserve" site are low for moisture content, pH and ash content and are high for reducing and total sugars levels. The observation is that greater is the diversity of honey plants, greater are the quantity and the quality of honey produced. A natural environment offers opportunities for the development of beekeeping activity and in return, best practices of beekeeping in or around protected areas can contribute to the success of conservation measures.

KEYWORDS: Beekeeping, Zege, honey plants, honey quality, protected area

I. INTRODUCTION

La création des aires protégées est un moyen de conservation de la biodiversité largement utilisé et reconnu dans le monde. Cependant, la faible efficacité des systèmes d'aires protégées en Afrique (Rodary et Castellagnet, 2003) en a appelé à repenser les politiques de conservation en termes de la recherche du bien-être des populations avoisinantes.

Aujourd'hui, bien que la contribution des services écosystémiques au bien-être social et la corrélation positive entre lesdits services et le niveau de biodiversité soient largement admises (Salles 2010), une nouvelle justification de la création et de la bonne gestion des aires protégées devrait se baser sur l'évaluation des services écosystémiques et des besoins des populations locales.

La présente étude analyse si le développement de l'apiculture pourrait contribuer à la préservation des aires protégées du Burundi. Les abeilles, en tant que pollinisateurs, jouent un rôle essentiel à la préservation de l'environnement et en même temps produisent du miel utilisé dans plusieurs applications (Klein et al 2007).

Des études ont mis en évidence la relation entre l'abondance d'abeilles sauvages et la diversité de la végétation dans les milieux naturels d'une part, et le type d'agriculture dans les agroécosystèmes d'autre parts (Kennedy et al 2013, Isbell et al 2017). La transformation de l'agriculture traditionnelle, accompagnée du déboisement et simplification des paysages, a un impact sérieux sur les abeilles (Fortier et al 2020). En effet, plus que tout autre animal d'élevage, l'abeille dépend fortement des facteurs naturels qui conditionnent la présence des ressources mellifères. Face à la méfiance et à la réticence affichée par les populations locales pour les mesures de conservation comme la création des aires protégées (UICN/PACO 2011), l'apiculture moderne pourrait être un agent catalyseur de la préservation des milieux naturels au Burundi si cette activité arrive par sa production à augmenter de façon sensible les revenus des ménages avoisinant les aires protégées.

Le centre de recherche en sciences des productions animales, végétales et Environnementales (CRAVE) a voulu tester en champs les performances de cette activité en termes de quantité produite et de l'impact du milieu sur la qualité de la production. Cet article porte sur les résultats d'activités de production mellifère menées au sein de ce centre et vise à encourager les acteurs de la conservation à utiliser l'approche apiculture pour susciter la participation active et volontariste des populations locales.

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Milieu d'étude

L'étude a été menée dans le périmètre de la ferme didactique de la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie (FABI) sise à Zege, en commune Gitega, Province Gitega. Trois sites différents par leur végétation ont été identifiés pour y installer des ruches modernes. Ces trois sites se trouvent sous les mêmes conditions climatiques mais diffèrent par des conditions locales induites par la différence de végétation et l'humidité. Le premier site dit « Réserve » a été choisi dans une végétation naturelle en plein développement que le CRAVE protège depuis une année pour régénération naturelle, le deuxième site dit « Eucalyptus » a été choisi dans un bois d'*Eucalyptus* et le troisième site a été installé dans un marais dont une grande partie est cultivée (Figure 1)

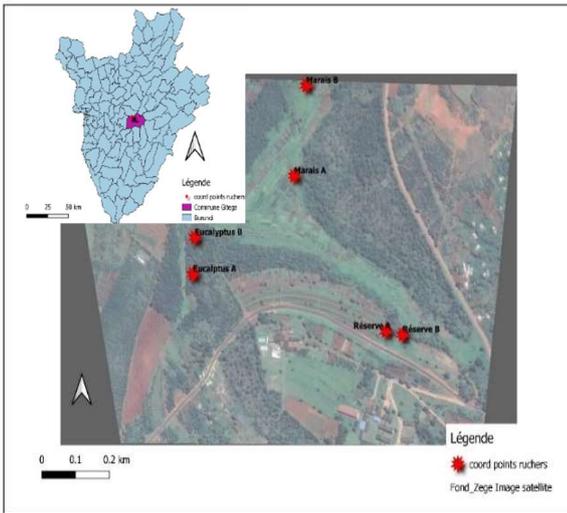


Figure 2. Localisation des ruchers dans différents sites de Zege en commune Gitega au Burundi.

II.2. Dispositif de recherche et collecte des données

Dans chacun des sites, on y a installé un rucher de 16 ruches dont deux possèdent déjà chacune un essaim d'abeilles transvasé d'une ruche traditionnelle achetée pour ça (tableau 1).

Tableau 1. Nombre de ruches du dispositif de recherche apicole à la FABI

Site	Nombre de ruches		
	Avec abeilles	Sans abeilles	Total
Réserve	2	14	16
<i>Eucalyptus</i>	2	14	16
Marais	2	14	16
Total	6	42	48

L'installation des ruchers a eu lieu au mois de juin 2020 et déjà au mois de septembre de la même année, on a procédé à la récolte du miel. Cette activité de récolte du miel a été conduite en trois temps espacés de 10 jours. La première récolte a eu lieu le premier septembre 2020.

La collecte des données a concerné le nombre de ruches qui ont produit du miel par zone et par type d'essaimage, la qualité du miel (composition physico-chimique) par rapport au milieu et à la période de récolte. Depuis la collecte, les échantillons de miel ont été

conditionnés dans des bocaux en verres et conservés à la température ambiante variant entre 20 et 30 °C. La composition physico-chimique de neuf échantillons de miel (trois par site) a été déterminée au laboratoire des sols et produits agro-alimentaires de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). Les paramètres jugés importants (Belhaj et al., 2015, Achour et Khali, 2014) mesurés sont le taux d'humidité, le pH, le pourcentage des sucres réducteurs (glucose+ fructose), le pourcentage des cendres totaux et le pourcentage des sucres totaux (glucose, fructose et saccharose, etc.).

Le taux d'humidité a été déterminé par la mesure de l'indice de réfraction au moyen d'un réfractomètre digital AR200 Reichert, suivant Wedmore (1955).

Le pH a été déterminé selon la méthode décrite par Codex Alimentarius (CAC/RS12-1969) tandis que les cendres ont été déterminées en suivant la description d'Audigie et al. (1984). Les teneurs en sucres réducteurs et en sucres totaux ont été déterminées par la Méthode du réactif de Luff-Schoorl telle que décrite par Taufik et Guntarti (2016).

II.3. Analyse des données

Les données sur l'importance d'implanter les essaims d'abeilles en apiculture sont analysées à travers l'effectif des ruches avec abeilles ayant produit du miel. Les données sur la qualité du miel ont été analysées par l'ANOVA munie de l'écart type pour voir si les moyennes des données diffèrent en fonction du milieu (biodiversité) ou en fonction de la période de collecte. Le logiciel XLSTAT 21.1 a été utilisé pour les analyses.

III. RESULTATS

III.1. Densité d'abeilles par rapport aux sites

Une part importante de ruches installées (43%) n'ont pas été colonisées par les abeilles. Les proportions sont élevées au niveau du site « Eucalyptus » que pour les autres sites (tableau 2).

Tableau 2. Nombre de ruches colonisées par les abeilles et par site

Sites	Nombre de ruches installées	Nombre de ruches avec abeilles	%ge
Réserve	14	6	43%
Eucalyptus	14	11	78%
Marais	14	7	50%
Total	42	24	57%

III.2. Production du miel

A côté de la faible proportion des ruches essaimées naturellement, une proportion encore faible (12,5%) est celle des ruches où on a eu une production de miel. Les ruches essaimées artificiellement ont toutes produit du miel (tableau 3). La production est grande pour le site « Réserve » avec une moyenne de 12,7 kg par ruche, suivi du site « Marais » avec 8 kg par ruche et enfin « Eucalyptus » avec une moyenne de 6 kg par ruche (tableau 4).

Tableau 3. Effectif des ruches à miel en fonction du type d'essaimage et des sites

Site	Ruches essaimées naturellement		Ruches avec essaims transvasés	
	Total	Ruches à miel	Total	Ruches à miel
Réserve	6	1	2	2
Eucalyptus	11	1	2	2
Marais	7	1	2	2
Total de ruches par type d'essaimage	24	3	6	6

Tableau 4. Quantité de miel produit par site (kg)

Sites	Réserve	Marais	Eucalyptus	Total
1 ^{ère} récolte	24	16	10	50
2 ^{ème} récolte	12	7	7	26
3 ^{ème} récolte	2	1	1	4
Production totale	38	24	18	80
Moyenne par ruche	12,7	8	6	8,9

III.3. Qualité du miel produit

III.3.1. Couleur

Les miels, d'origines différentes et récoltés à la même date, sont de couleurs différentes (figure 2).

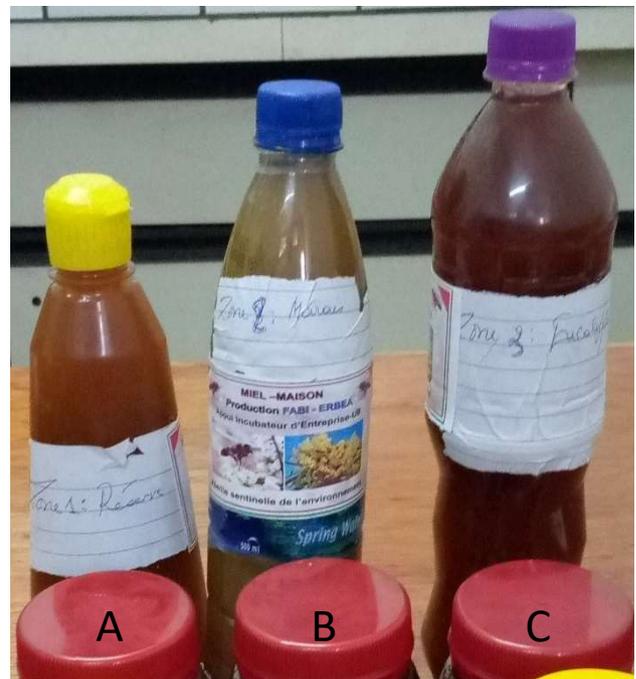


Figure 2. Couleur du miel suivant le site de récolte : (A) = miel site Réserve, (B) = miel site marais et (C) = miel site Eucalyptus (Photos prises à Zege en octobre 2020).

III.3.2. Caractéristiques physico-chimiques

Le miel produit au niveau des trois sites présente des valeurs moyennes d'humidité qui varient entre 17 et 21 %, un pH supérieur à 4,5, des taux de sucres réducteurs supérieurs à 70% et des taux de cendres variant entre 0,35 et 0,42%. Les résultats d'analyse des miels des différents (tableau 5) montrent que les valeurs pour le taux d'humidité et le taux de cendres sont relativement petits pour le miel du site « Réserve » alors que le pH, les taux de sucres réducteurs et totaux sont relativement élevés par rapport au miel récolté dans les autres sites. Cependant, les différences ne sont significatives que pour l'humidité.

Tableau 5. Caractéristiques physico-chimiques du miel produit en fonction des sites

Miel / Paramètres	Miel de réserve	Miel de marais	Miel <i>Eucalyptus</i>
Humidité	17,90±0,72 ^b	20,10±0,75 ^a	19,26±0,94 ^a ^b
pH	4,84±0,36 ^a	4,84±0,17 ^a	4,58±0,26 ^a
Cendres totaux %	0,36±0,01 ^a	0,42±0,05 ^a	0,41±0,03 ^a
% sucres réducteurs glucose+fructose	72,91±1,79 ^a	70,70±3,98 ^a	69,03±4,08 ^a
Sucre totaux (% glucose +fructose)	78,84±2,78 ^a	77,74±2,36 ^a	74,93±4,99 ^a

En comparant les caractéristiques mesurées du miel récolté au cours des trois périodes de production, on remarque que ces paramètres de miel ne présentent pas de différences significatives (tableau 6).

Rappelons que ces trois dates n'étaient espacées que de deux semaines.

Tableau 6. Caractéristiques physico-chimiques du miel en fonction des périodes de récolte

Périodes de collecte /paramètres	Période 1	Période 2	Période 3
Humidité %	18,66±1,36	19,16±1,42	19,43±1,19
pH	4,85±0,30	4,73±0,22	4,42±0,8
Cendres totaux	0,39±0,03	0,38±0,02	0,42±0,70
Sucres réducteurs (% glucose +fructose)	71,18±5,60	72,33±2,04	69,13±1,90
Sucres totaux (% glucose + fructose)	75,93±5,51	78,43±2,42	77,15±3,07

IV. DISCUSSION

IV.1. Densité d'abeilles par rapport aux sites

Le taux de colonisation des ruches installées est faible. La quantité des ressources mellifères et pollinifères est peut-être insuffisante pour supporter une grande population d'abeilles.

Le taux est élevé pour le site « Eucalyptus » car il constitue le plus vaste espace de floraison mono florale dans la région. De plus, l'odeur de l'Eucalyptus en floraison est un facteur d'attraction. L'odeur de la ressource est en effet un facteur essentiel lors du recrutement de nouvelles butineuses (Farina et al. 2007).

Le fait que les ruches essaimées artificiellement ont pu garder une grande population d'abeilles met en évidence un phénomène de compétition qui empêche que les autres ruches du voisinage proche soient colonisées. Le phénomène de la compétition exclusive entre les individus et espèces qui peuplent un même lieu a déjà été observé par les apiculteurs (Geslin et al. 2017). Ce phénomène est d'autant plus important que les ruchers ne sont pas assez séparés. Le territoire médian de butinage des abeilles autour d'un rucher est de 1 000 à 2 000 m de rayon et la

distance raisonnable par rapport au rucher voisin serait de 2 à 3 km (Henry et Rodet 2018).

IV.2. Production du miel

La quantité moyenne de miel produit par ruche (8,9 kg) est faible par rapport à une moyenne de 15 à 20 kg par ruche au Burkina Faso (Boila, 2018), mais elle est dans les mêmes proportions que les moyennes 8,82 à 9,22 kg par ruche trouvées en Côte d'Ivoire (Kouassi et al., 2018). Des études devraient être menées pour mettre en adéquation le nombre de ruches, la distance qui les séparent et la disponibilité des ressources. On a en effet assisté à des désertions en grand nombre qui témoignent de l'insuffisance des ressources dans le milieu par rapport aux colonies. Les résultats de notre analyse corroborent ceux de l'association néerlandaise des experts en apiculture subtropicale (Van 't Leven et al. 2005) selon lesquels les abeilles domestiques *Apis mellifica* ne résistent pas à la disette et ainsi désertent fréquemment les ruches sans qu'il y ait une nouvelle reine.

La production mellifère est nettement élevée au niveau du site « Réserve » parce que ce milieu est, malgré sa petite superficie, plus diversifié. Ces résultats corroborent ceux de Greggers et Menzel (1993) qui mettent en évidence que l'activité de butinage est généralement mono spécifique par voyage fleurs-rucher mais que l'abeille change de ressource lorsque celle-ci s'amenuise.

IV.3. Qualité du miel produit

IV.3.1. La couleur

La couleur du miel récolté diffère parce qu'elle dépend des espèces butinées et du degré de cristallisation. Une bonne apparence du miel constitue un gage pour sa bonne cote et un bon prix.

IV.3.2. Humidité

Les valeurs du taux d'humidité obtenues sont comprises entre 17,90 et 20,10 % ; les valeurs extrêmes étant respectivement celles des sites « Réserve » et celle des sites « marais ». Ces valeurs sont inférieures ou égales à 21%, le

maximum préconisé par le codex alimentarius (2001), ensemble de normes alimentaires internationales sur la qualité et l'innocuité des aliments élaborées par la Commission mixte Food and Agriculture Organization - Organisation mondiale de la santé. Ces résultats sont révélateurs d'un bon miel qui ne cristallisera pas s'il est mis dans de bonnes conditions de stockage. Une teneur trop importante d'eau dans le miel constitue également un environnement favorable à la prolifération de ces microorganismes : il se produit alors un phénomène de fermentation. Les valeurs élevées du taux d'humidité du miel du site « marais » s'expliquent par la forte humidité de milieu. L'influence des conditions environnementales et des techniques de stockage sur le taux d'humidité a été prouvée par d'autres études (Bogdanov et al. 2004). Le taux d'humidité est faible pour le site « Réserve » mettant en évidence l'importance de la diversité et de la couverture végétale

IV.3.3. Taux des cendres

Les taux des cendres obtenus varient de 0,36% à 0,42%. Ces taux sont dans la fourchette des valeurs trouvées par Doukani et al. (2014) et sont inférieurs à la valeur limite de 0,6% (Nandaa et al. 2003).

Les faibles valeurs sont trouvées pour le site « Réserve », cela renforce l'idée que la diversité végétale renforce la qualité du miel.

IV.3.4. pH

Les valeurs de pH des miels analysés varient de 4,4 à 4,9. Ces valeurs sont élevées par rapport aux valeurs trouvées par Belhaj et al (2015) mais sont conformes à celles trouvées par Mekious et al (2015). Ce sont des valeurs qui montrent que le glucose n'a pas été dégradé en acide gluconique, ce qui aurait eu comme effet la diminution du pH (Bogdanov et al 2004)

IV.3.5. Sucres réducteurs et totaux

Les valeurs moyennes des teneurs obtenues pour les sucres réducteurs et totaux des miels des trois sites varient respectivement entre les valeurs de 69% et 72% et de 74% et 79%.

Les sucres représentent les constituants majeurs

du miel. Les proportions sont supérieures à la valeur minimale de 60% établie par le Codex Alimentarius (2001). Les valeurs élevées pour le site « Réserve » confirment encore une fois l'importance de la diversité des espèces mellifères sur la qualité du miel.

V. CONCLUSION

Ce travail a permis d'analyser la quantité et la qualité du miel produit sur trois sites expérimentaux du terrain de la Faculté d'Agronomie et Bio-ingénierie (FABI). Les résultats de cette étude indiquent que la quantité de miel produite pendant la première année de la conduite apicole n'est pas beaucoup inférieure aux productions des autres pays. Des exigences en matière d'installation des ruchers doivent être soigneusement respectées pour éviter les cas de désertion et de compétition exclusive.

La production relativement élevée sur le site à végétation naturelle montre que la diversité des espèces mellifères a un impact sur la production et que les milieux naturels burundais possèdent des potentialités apicoles qu'il faudrait exploiter.

Les paramètres physicochimiques analysés montrent que le miel produit au niveau des trois sites est de très bonne qualité. Les valeurs sont toujours relativement meilleures pour le site « Réserve » qui a une grande diversité en espèces mellifères.

Les résultats de ce travail montrent que le milieu naturel présente des potentialités apicoles et que cette dernière serait une opportunité pour encourager la participation des populations locales à la conservation de la biodiversité des aires protégées.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achour Y. H. et Khali M. (2014). Composition physico-chimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Science*, 10 (2), 127-136.

Audigie C. L., Fagerella J., Zonszain F. (1984). *Manipulation d'analyse biochimique*. Edition Tec & Doc, Paris. 270 p.

Belhaj O, Oumato J, Zrira S. (2015). Etude physico-chimique de quelques types de miels marocains. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 3(3), 71-75.

Bogdanov S., Ruoff K., and Persano L. (2004). Physico-chemical methods for characterization of unifloral honeys: *Apidologie*, 35, 4-17.

Boila, Z. (2018). Des abeilles, des ruches et des humains. Les centres apicoles : des acteurs de la réalisation de la filière apicole au Burkina Faso. Mémoire de Master en Sciences Sociales, pilier Anthropologie, Université de Neuchâtel. 161 p.

Codex Alimentarius Commission Regional Standard for Honey, CAC/RS12-1969.

Doukani K., Tabak S., Derriche A., Hacini Z. (2014). Étude physico-chimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie Environnement*, 10, 37-49.

Farina, W. M., Grüter, C., Acosta, L., Cabe, S. (2007). Honeybees learn floral odors while receiving nectar from foragers within the hive. *Naturwissenschaften*, 94, 55-60.

Fortier, A., Dupré, L., Alphandéry, P. (2020). Les mondes apicoles entre agriculture et environnement. *Études rurales*, 2(206), 8-26.

Geslin, B., Gauzens, B., Baude, M., Dajoz, I., Fontaine, C., Henry, M., Ropars, L., Rollin, O., Thébault, E., Vereecken, N. J. (2017). Massively Introduced Managed Species and Their Consequences for Plant–Pollinator Interactions. *Advances in Ecological Research*, 57, 147–199. doi: 10.1016/bs.aecr.2016.10.007

Greggers, U., Menzel, R. (1993). Memory dynamics and foraging strategies of honeybees. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32, 17-29.

Henry M. et Rodet G. (2018). Étude des interactions écologiques entre l'abeille domestique et les abeilles sauvages dans un espace naturel protégé : le massif de la Côte

Bleue, site du Conservatoire du Littoral. Rapport d'étude, convention Recherche & Développement CdLINRA-ADAPI n°2014CV18, 9 p.

Isbell, F., Paul R. Adler, P. R., Eisenhauer, N., Fornara, D., Kimmel, K., Kremen, C., Letourneau, D. K., Liebman, M., Polley, H. W., Quijas, S., Scherer-Lorenzen, M. (2017). Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *Journal of Ecology*, 2017, 105, 871-879.

Kennedy, C. M., Lonsdorf, E., Neel, M. C., Williams, N. M., Ricketts, T. H., Winfree, R., Bommarco, R., Brittain, C., Burley, A. L., Cariveau, D., Carvalho, L. G., Natacha P. Chacoff, N. P., Cunningham, S. A., Danforth, B. N., Dudenhoffer, J.-H., Elle, E., Gaines, H. R., Garibaldi, L. A., Gratton, C., Holzschuh, A., Isaacs, R., Javorek, S. K., Jha, S., Klein, M. A., Krewenka, K., Mandelik, Y., Margaret M. Mayfield, M. M., Morandin, L., Neame, L. A., Otieno, M., Mia Park, M., G. Potts, S. G., Rundlof, M., Saez, A., Steffan-Dewenter, I., Taki, H., Viana, F. B., Westphal, C., Wilson, J. K., Greenleaf, S. S., Kremen, C. (2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology Letters*, 16: 584-599

Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society*, 274, 303-313.

Kouassi, D. F., Ouataro, D., Coulibaly, S., N'Guessan, K. E. (2018). La cueillette, la production et la commercialisation du miel dans le département de Katiola (Centre-Nord de Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(5), 2212-2225.

Mekious, S., Houman, Z., Bruneau, E., Masseaux, C., Guillet, A., Hance, T. (2015).

Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 19(3), 221-231.

Nandaa V., Sarkara B. C., Sharma H. K., Bawa A. S. J. (2003). Determination of Some major and minor elements in the east of Morocco honeys through inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16, 613-619.

Salles, J. M. (2010). Évaluer la biodiversité et les services éco systémiques : Pourquoi, Comment et avec Quels Résultats ? *Natures Sciences Sociétés*, 4 (18), 414-423.

Taufik I. I., Guntart, A. (2016). Comparison of reduction sugar analysis method in cilembu sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) using luff school and anthrone method. *Indonesian Journal of Medecine and Health*, 7(5), 219-226.

Van't Leven, L., Boot, W.-J., Mutsaers, M., Segeren, P., Velthuis, H. (2005). *Agrogok 32. L'apiculture dans les zones tropicales. Agromisa*, Wageningen, The Netherlands. 94 p.

Wedmore E. (1955). The accurate determination of water content of honeys. *Taylor and Francis*, 24, 197-206.



Evaluation du profil de toxicité des pesticides homologués au Burundi : étude préliminaire.

Ndikuryayo Ferdinand, Bigumandondera Patrice, Nineza Claire

Centre Universitaire de Recherche et de Pédagogie Appliquées aux Sciences, Laboratoire de Nutrition-Phytochimie, d'Ecologie et Environnement Appliqués, Institut de Pédagogie Appliquée, Université du Burundi, BP 5223, Bujumbura, Burundi.

Auteur de correspondance : Ndikuryayo Ferdinand, E-mail : ferdinand.ndikuryayo@ub.edu.bi

Reçu: le 01 Juin 2021

Accepté: le 05 Septembre 2021

Publié: le 21 Septembre 2021

RESUME :

Les pesticides sont généralement utilisés pour augmenter la production agro-pastorale. Cependant, ces produits chimiques peuvent présenter un risque pour la santé humaine et l'environnement lorsqu'ils sont mal gérés. L'évaluation de leur toxicité en vue d'adopter des mesures d'atténuation est l'une des stratégies recommandées. L'objectif de cette étude est donc d'évaluer la toxicité des matières actives (MAS) contenues dans les pesticides homologués au Burundi. Pour ce faire, la toxicité de 70 MA a été documentée sur base des données publiées dans des revues scientifiques et des données de *Pesticide Action Network* (PAN) et *Joint Meeting on Pesticide Management* (JMPM). Les résultats montrent que 27,1%, 32,9% et 15,7% des MAS étudiées sont respectivement toxiques envers les mammifères, les organismes aquatiques et les deux à la fois. En plus, 62,9%, 37,1% et 31,4% des MAS étudiées sont respectivement bannies selon les critères de PAN, de JMPM et des deux organisations à la fois. Ces résultats montrent aussi que les MAS comme l'endosulfan, l'aldicab et le carbofuran ont été bannies par respectivement 79,01%, 77,16% et 51,23% des pays concernés par le classement alors qu'elles sont toujours en usage au Burundi. Cette étude décèle quelques lacunes liées à la gestion des pesticides au Burundi, attire l'attention sur le risque pour la santé humaine et l'environnement et propose quelques pistes de solution pour une bonne réglementation.

Mots clés : Pesticide, toxicité, pollution, homologation, Burundi.

ABSTRACT

Pesticides are commonly used to increase agro-pastoral production. However, these chemicals can pose a risk to human health and the environment when mismanaged. Assessing their toxicity in order to adopt attenuation measures is one of the recommended strategies. The objective of this study is therefore to evaluate the toxicity of active ingredients contained in pesticides registered in Burundi. For this purpose, the toxicity of 70 active ingredients was documented on the basis of data published in scientific journals and data from the Pesticide Action Network (PAN) and Joint Meeting on Pesticide Management (JMPM). The results show that 27.1%, 32.9% and 15.7% of the studied active ingredients are toxic to mammals, aquatic organisms and both, respectively. In addition, 62.9%, 37.1% and 31.4% of the studied active ingredients are banned according to the criteria of PAN, JMPM and both organizations, respectively. These results also show that active ingredients such as Endosulfan, Aldicab and Carbofuran have been banned by 79.01%, 77.16% and 51.23% of the countries surveyed, respectively, while they are still in use in Burundi. This study identifies some shortcomings related to the management of pesticides in Burundi, draws attention to the risk to human health and the environment, and proposes some solutions for good regulation.

Key words: Pesticide, toxicity, pollution, homologation, Burundi.

I. INTRODUCTION

Les terres cultivables sont limitées alors que la population mondiale continue à croître (Max Roser et Ortiz-Ospina, 2013). Il est donc nécessaire de prendre des mesures visant l'augmentation de la production végétale et animale afin d'assurer la sécurité alimentaire. La réduction par les pesticides des pertes de productions dues aux dommages causés par les mauvaises herbes, insectes, moisissures, champignons ou rongeurs est l'une des meilleures stratégies (Carvalho, 2006). Cependant, les pesticides constituent un des groupes de polluants les plus répandus au monde (Lewis et Maslin, 2015; Rosenblatt *et al.*, 1991). L'homme peut s'exposer aux pesticides par ingestion accidentelle, par consommation d'aliments contaminés, par respiration d'air contenant des pesticides ou par contact avec la peau (Ye *et al.*, 2013). Chez l'homme, les risques liés aux pesticides peuvent aller des effets à court terme (irritation de la peau et des yeux, maux de tête, vertiges et nausées) aux effets chroniques (cancer, asthme et diabète) (Kim *et al.*, 2017). Du point de vue environnemental, l'usage abusif de pesticides peut entraîner une destruction de la biodiversité en affectant la survie de nombreux animaux tant terrestres qu'aquatiques (Mahmood *et al.*, 2016). Les populations des pays en voie de développement sont malheureusement les plus exposées (Bertrand, 2019; Koh et Jeyaratnam, 1996; Zhang *et al.*, 2011). Au Burundi, le peu d'études réalisées ont montré que l'ignorance peut augmenter le facteur d'exposition aux pesticides (Manirakiza *et al.*, 2002; Okonya *et al.*, 2019).

Pour prévenir les problèmes liés à l'exposition aux pesticides, des conventions et codes de conduite internationaux ont été élaborés. La liste et hyperliens de ces textes sont repris dans le Code de conduite international sur la gestion des pesticides (FAO, 2018). Globalement, ces textes fournissent des conseils et outils de prévention et d'évaluation de risques liés à l'exposition aux pesticides. Ces risques peuvent se produire au cours de leur fabrication, transport, homologation, entreposage,

commercialisation et utilisation des pesticides. La boîte à outils de la FAO précise les exigences en matière de données et directives de test pour l'homologation d'un pesticide (FAO, 2018). Ces données, qui sont fournies par le fabricant (Storck *et al.*, 2017), comprennent notamment la toxicité, l'exposition, le devenir d'un pesticide dans l'environnement ainsi que l'écotoxicité. Cependant, certains effets comme la toxicité des produits de dégradation des pesticides (métabolites) et celle liée à la synergie des pesticides ne sont pas connus au moment de l'autorisation initiale. Des études ont montré que non seulement les métabolites peuvent s'avérer très toxiques (Bondy *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2017; Mohammed *et al.*, 2020) mais aussi que la synergie des pesticides peut augmenter leur toxicité (Abhishek *et al.*, 2014; Belden et Lydy, 2000). Des études supplémentaires et indépendantes sur la toxicité des métabolites et la synergie des pesticides sont donc très nécessaires avant d'obtenir une autorisation finale ou ré-homologation d'un pesticide (Storck *et al.*, 2017). Les résultats de ces études devraient être publiés dans des revues scientifiques ou collectés par des organisations qui s'occupent de la gestion et réglementation des pesticides. Il revient alors à chaque pays de faire ces recherches supplémentaires.

Le Burundi a adhéré formellement à certains textes tant internationaux (Convention de Rotterdam, Convention de Stockholm, Convention de Bale, Code International de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides) que régionaux (Convention de Bamako et Protocole portant sur les mesures sanitaires et phytosanitaires de la communauté Est-Africaine). Pour concrétiser cette adhésion, des textes et lois relatifs à la gestion des pesticides ont été mis en place. On citera par exemple la Loi n° 1/04 du 11 février 2021 portant sur la gestion des pesticides au Burundi qui précise dans son article 17 que l'homologation et la ré-homologation d'un pesticide doivent tenir compte du risque sur la santé humaine, animale et végétale ainsi que de l'impact sur l'environnement et de la stabilité des conditions physico-chimiques. Cette loi stipule, en son article 27, qu'un pesticide peut

être retiré du marché local lorsque son utilisation est devenue un risque inacceptable pour la santé publique ou l'environnement.

La préoccupation majeure rencontrée lors de la révision de la qualité d'un pesticide pour son homologation, son ré-homologation ou son retrait du marché local, concerne notamment les critères sur lesquels se base cette évaluation. En effet, la plupart des pays, y compris le Burundi, ne disposent pas de laboratoires d'analyse appropriés et par conséquent se réfèrent prioritairement aux informations fournies par le fabricant. Ces informations, à part que leur crédibilité reste discutable, ne sont pas complètes car les effets dus aux métabolites ou à la synergie des pesticides ne sont pas connus. En plus, ces informations ne concernent que très peu d'espèces (Storck *et al.*, 2017). Le recours aux données publiées par la communauté scientifique est et reste une alternative recommandée par la Loi n° 1/04 du 11 février 2021 dans son article 16. Ces ressources comprennent les publications scientifiques et les informations fournies par des organisations dédiées à la gestion des pesticides en l'occurrence la *Pesticide Action Network* (PAN) et *Joint Meeting on Pesticide Management* (JMPPM) (PAN, 2021). Ces dernières fournissent annuellement des listes des MAs bannies par certains pays. L'objectif de la présente étude est donc d'évaluer, sur base la littérature scientifique disponible, la toxicité des MAs contenues dans les pesticides homologués au Burundi. Cette étude permettra notamment de déceler quelques lacunes liées à leur usage et proposer des pistes de solution pour une gestion efficace des pesticides au Burundi.

II. MÉTHODOLOGIE

Comme l'évaluation de la toxicité d'un pesticide est basée sur sa matière active (Storck *et al.*, 2017; PAN, 2021), nous avons documenté 70 MAs contenues dans les pesticides homologués au Burundi, à usage agricole, version 2018. Cependant, nous avons utilisé le registre de 2010 parce que non seulement toutes les MAs y figurent mais aussi il fournit des données pertinentes notamment le

numéro d'homologation, la spécialité commerciale, la matière active et le numéro CAS (*Chemical Abstracts Service*) (Ministère de l'agriculture et de l'élevage, 2016). Un profil de toxicité de ces MAs a été élaboré sur base de publications scientifiques indexées dans Google Scholar, moteur de recherche très utilisé par la communauté scientifique (Martin-Martin *et al.*, 2021). En vue de proposer une bonne requête, les mots clés ont été entrés en anglais (Di Bitetti et Ferreras, 2017). Ces articles ou résumés (abstracts) ont été générés à l'aide de la combinaison des mots clés « *toxicity of* + nom de la matière active » sur la période de consultation allant du 12 avril au 29 mai 2021. Au total, 570 articles ou résumés (abstracts) jugés pertinents ont été retenus pour cette recherche.

Les effets toxiques de certaines MAs prises au hasard ont été documentés pour évaluer leurs effets sur plusieurs organismes ainsi que la manifestation de leur toxicité, le moteur de recherche étant paramétré pour afficher 10 titres d'article par page. En vue d'évaluer le risque émanant des 70 MAs sur la santé humaine et l'environnement, leur toxicité a été documentée sur les mammifères et les organismes aquatiques. Les premiers ont été retenus parce qu'ils constituent la classe à laquelle appartient l'homme. Les seconds sont considérés comme des organismes vulnérables parce que l'eau constitue l'un des compartiments les plus exposés aux polluants (Bigumandondera, 2021), y compris les pesticides. Etant donné le nombre élevé de MA à caractériser, seules les matières actives, dont la toxicité a été rapportée dans au moins cinq articles ou résumés, ont été considérées pour augmenter la crédibilité des résultats publiés. Dans le but d'inventorier les MAs encore en usage au Burundi malgré qu'elles aient été bannies par certains pays, nous avons confronté les 70 MAs retenues plus haut aux listes des MAs interdites par au moins 30 pays sur base des critères fournies par PAN et JMPPM (PAN, 2021).

III. RÉSULTATS

III.1. Toxicité des MAs contenues dans les pesticides homologués au Burundi

Le Tableau 1 résume la toxicité de certaines MAs contenues dans les pesticides homologués au Burundi. L'analyse des résultats permet de constater que les MAs documentées présentent une toxicité envers plusieurs organismes (pluri-toxicité) à savoir les souris, les rats, l'homme,

les abeilles, les oiseaux, les vers de terre et les poissons. De plus, une même matière active peut affecter plusieurs espèces d'une même classe. Par exemple, le perméthrine manifeste une toxicité envers 10 espèces de poissons. Au total, les seules MAs documentées, à savoir l'acéphate, le triazophos, l'acétamipride, le thirame et le perméthrine, peuvent affecter 31 espèces différentes. Ce tableau montre aussi les voies de toxicité de ces MAs sur les organismes.

Tableau 1. Toxicité de certaines MAs contenues dans les pesticides homologués au Burundi

Matière active	Utilisation	Animal	Espèce	Effet de la toxicité	Référence
Acéphate	Tabac, Tomate, haricot, pomme de terre, maïs, riz	Souris	Souris CD-1*	Neurotoxicité	Farag <i>et al.</i> , 2000
			<i>Mus musculus</i>	Inhibition de la cholinestérase	Rattner et Hoffman, 1984
			<i>Microtus pennsylvanicus</i>	Inhibition de la cholinestérase	Farag <i>et al.</i> , 2000
		Oiseau	<i>Junco hyemalis</i>	Inhibition de la cholinestérase	Zinkl <i>et al.</i> , 1981
		Abeilles	<i>Bombus terrestris</i>	Intoxication sublétales aiguës	Drescher et Geusen-Pfister, 1990
			<i>Episyrphus balteatus</i>	Empoisonnement sublétales chronique	Drescher et Geusen-Pfister, 1990
		Paramécies	<i>Paramecium caudatum</i>	Lyse des cellules	Rao <i>et al.</i> , 2006
		Poisson	<i>Danio rerio</i>	Toxicité pour le développement Neurotoxicité	Liu <i>et al.</i> , 2018
Triazophos	Cotonnier	Poissons	<i>Labeo rohita</i>	Modifications hématologiques	Ghaffar <i>et al.</i> , 2015
			<i>Channa punctatus</i>	Réduction des niveaux de protéines totales	Singh <i>et al.</i> , 2018 Naveed <i>et al.</i> , 2010
			<i>Cirrhinus mrigala</i>	Mortalité	Mahboob <i>et al.</i> , 2015
			<i>Carassius auratus</i>	Neurotoxicité	Liu <i>et al.</i> , 2015
			<i>Gobiocypris rarus</i>	Malformations morphologiques	Zhu <i>et al.</i> , 2014
			<i>Danio rerio</i>	Inhibition des enzymes antioxydantes	Wu <i>et al.</i> , 2018 Wang <i>et al.</i> , 2020

Matière active	Utilisation	Animal	Espèce	Effet de la toxicité	Référence
		Rats	-	Stress oxydatif	Jain <i>et al.</i> , 2011, Jain <i>et al.</i> , 2013
		Oiseau	<i>Coturnix japonica</i>	Inhibition de la cholinestérase	Ghaffar <i>et al.</i> , 2014
		Ver de terre	<i>Eudrilus eugeniae</i>	Inhibition de la cholinestérase	Singh <i>et al.</i> , 2019
Acétamipride	Caféier	Rats	Wistar rats**	Peroxydation des lipides, hématoxicité	Devan <i>et al.</i> , 2015 Chakroun <i>et al.</i> , 2016
			-	Toxicité pour la reproduction	Arican <i>et al.</i> , 2020
		Cochon d'Inde	<i>Cavia porcellus</i>	Toxicité pour la reproduction	Kenfack <i>et al.</i> , 2018
		Abeilles	<i>Apis mellifera</i>	Mortalité	Yang <i>et al.</i> , 2020, Chen <i>et al.</i> , 2019
			<i>Apis cerana cerana</i>	Mortalité	Han <i>et al.</i> , 2019
		Poissons	<i>Danio rerio</i>	Mortalité et tératogénicité	Ma <i>et al.</i> , 2019
		Homme	Cellule IMR-90	Cytotoxicité et génotoxicité	Çavaş <i>et al.</i> , 2014
			<i>Homo sapiens</i>	Intoxication aiguë	Imamura <i>et al.</i> , 2010
		Gastropode	<i>Biomphalaria straminea</i>	Stress oxydatif	Cossi <i>et al.</i> , 2020
Thirame	Haricot, riz	Rats	-	Toxicité testiculaire	Mishra <i>et al.</i> , 1993
			Wistar rats**	Insuffisance hépatique et lésions rénales	Maita <i>et al.</i> , 1991
			-	Alopécie et ataxie, paralysie des membres	Lee <i>et al.</i> , 1978
			<i>Cricetulus griseus</i>	Apoptose	Grosicka <i>et al.</i> , 2005
		Chien	-	Vomissements, salivation, convulsions, nécropsie	Maita <i>et al.</i> , 1991
		Homme	<i>Homo sapiens</i>	Mortalité des fibroblastes	Mishra <i>et al.</i> , 1993

Matière active	Utilisation	Animal	Espèce	Effet de la toxicité	Référence
			<i>Homo sapiens</i>	Mortalité des fibroblastes	Cereser <i>et al.</i> , 2001
			<i>Rats sprague-dawley</i>	Lésion du foie	Dalvi <i>et al.</i> , 1984
		Oiseau	-	Dyschondroplasie tibiale	Zhang <i>et al.</i> , 2018
		Poisson	<i>Danio rerio</i>	Perturbation de la thyroïde	Chen <i>et al.</i> , 2019
Perméthrine	Stockage des denrées	Poisson	<i>Poecilia reticulata</i>	Neurotoxicité	Baser <i>et al.</i> , 2003
			<i>Procambarus clarkii</i>	-	Jolly <i>et al.</i> , 1978
			<i>Ictalurus punctatus</i>		
			<i>Micropterus salmoides</i>		
			<i>Gambusia affinis</i>		
			<i>Rana catesbeiana</i>		
			<i>Salmo salar</i>	-	Zitko <i>et al.</i> , 1979
		<i>Salmo gairdneri</i> <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Toxicité létale	Kumaraguru et Beamish, 1981	
	<i>Danio rerio</i>	Inhibition de l'expression des gènes	Yang <i>et al.</i> , 2014		
	Abeille	<i>Megachile rotundata</i>	Mortalité	Piccolomini <i>et al.</i> , 2018	

* La souris CD-1 est un modèle animal utilisé dans la toxicologie. **Le beagle est la race de chien la plus utilisée dans l'expérimentation animale.

Afin d'avoir une vue globale de la toxicité des MAs qui ont fait d'investigation, leurs effets néfastes envers les mammifères et les organismes aquatiques ont été documentés. Les proportions des MAs toxiques et non toxiques sont reprises à la Figure 1. La Figure

1C montre qu'au moins 15,7% des matières étudiées sont toxiques aussi bien aux mammifères qu'aux organismes aquatiques et que les organismes aquatiques sont les plus affectés avec un pourcentage de 32,9 % (Figure 1B).

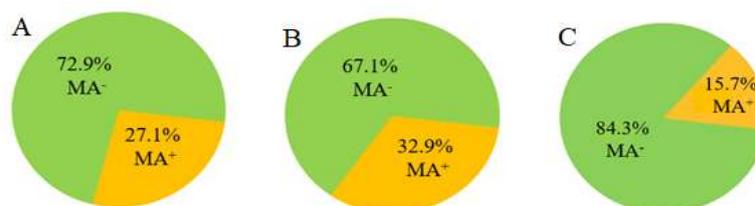


Figure 1. Proportions des matières actives (MAs) toxiques envers les mammifères (A), les organismes aquatiques (B) et les deux types d'organisme à la fois (C). MA⁺ et MA⁻ représentent respectivement les MAs toxiques et non toxiques.

3.1. Interdiction des MA contenues dans les pesticides homologués au Burundi

Il est d'usage qu'un pesticide puisse être interdit par un certain nombre de pays alors que sa commercialisation est toujours autorisée (Storck *et al.*, 2017). En vue de déterminer le nombre de pays qui ont interdit l'utilisation des 70 MA qui font objet de cette étude, une liste fournie par PAN et JMPM a été

consultée. Ainsi, la Figure 2 montre les proportions des MA bannies dans certains pays selon les critères de PAN, de JMPM et les deux à la fois alors qu'ils sont toujours utilisés au Burundi. Les résultats de Figure 2C montre qu'au moins 31,4% des matières contenues dans les pesticides homologués au Burundi sont interdites dans au moins 30 pays. Ces résultats montrent aussi que 62,9% des MA sont bannies selon les critères de PAN (Figure 2A).

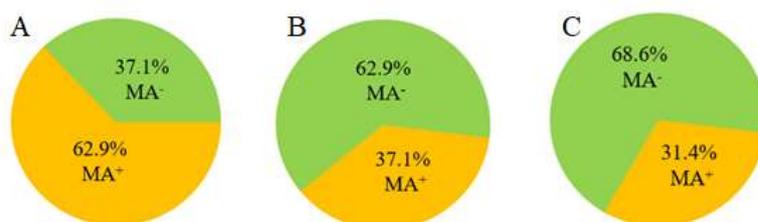


Figure 2. Proportions de matières actives (MA) bannies par PAN (A), JMPM (B) et les deux organisations à la fois (C). MA⁺ et MA⁻ représentent respectivement les MA bannies et autorisées.

IV. DISCUSSION

IV.1. Toxicité des MA contenues dans les pesticides homologués au Burundi

La détermination de la toxicité des MA envers l'homme et l'environnement est une étape cruciale dans l'enregistrement, l'homologation, la ré-homologation ou l'interdiction d'un pesticide. Dans cette étude préliminaire, la toxicité de certaines MA envers les organismes a été documentée sur base de la littérature existante. Les résultats consignés dans le Tableau 1 montrent que certaines MA sont toxiques envers des organismes (pluri-toxicité) à savoir les mammifères (les souris, les rats et l'homme), les oiseaux, les poissons, les abeilles et les vers de terre. Il convient de noter que parmi les MA inventoriées, certaines sont toxiques envers des espèces non cibles. C'est le cas par exemple de l'acétamipride, MA présente dans KRISS 100 SL (pesticide utilisé pour la protection des caféiers), qui présente une toxicité envers les poissons, l'homme, les abeilles et les rats. Le triazophos, quant à lui, MA contenue dans HOSTATHION (pesticide utilisé pour la protection du cotonnier), constitue un autre exemple de pesticide qui

présente une toxicité envers six espèces de poissons (*Labeo rohita*, *Channa punctatus*, *Cirrhinus mrigala*, *Carassius auratus*, *Gobiocypris rarus* et *Danio rerio*). Le perméthrine, MA présente dans Stocal Super Dust (pesticide utilisé pour le stockage des denrées alimentaires), constitue aussi un risque pour les abeilles et les poissons envers lesquels il est plus toxique que le Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) (Carter et Graves, 1972) déjà banni au Burundi à cause de sa longue persistance, sa bioaccumulation dans les tissus animaux et dans le lait ainsi que sa cancérogénicité (Ministère de l'agriculture et de l'élevage, 2016). La toxicité du perméthrine peut être accentuée par la présence du cyperméthrine (Ye Yang *et al.*, 2014), une MA présente dans ALPHACAL (pesticide utilisé au Burundi pour la protection du cotonnier). Globalement, ces quelques exemples montrent que les MA contenues dans les pesticides homologués au Burundi pourraient constituer un risque pour la santé publique et l'environnement.

Les résultats de la Figure 1A montrent que 27,1% des MA étudiées sont toxiques envers les mammifères, y compris l'homme. La Figure 1B quant à elle montre que 32,9% des

MAs sont toxiques envers les organismes aquatiques. Ces derniers sont plus exposés à la toxicité des pesticides parce que l'eau est un compartiment le plus exposé aux polluants (Bigumandondera, 2021). Les MA qui affectent à la fois les mammifères et les organismes aquatiques représentant 15.7% et constituent de ce fait un risque pour la santé humaine et l'environnement (FAO, 2018). En guise d'exemple, l'endosulfan, une MA intervenant dans THIODAN 35 et 50 WP (pesticide utilisé pour le traitement des semences de haricot), est rapporté comme poison de l'homme (Kucuker *et al.*, 2009; Menezes *et al.*, 2017) et le dichlorvos, une MA contenue dans NUVAN (pesticide utilisé pour la protection du tabac) est considéré récemment comme un danger public (Okoroiwu et Iwara, 2018). Le diazinon, une MA contenue dans BASUDINE 10 G (pesticides utilisé pour la protection de haricot) a été prouvé comme source de diabète chez les rats (Ueyama *et al.* 2007). Il est à constater que le cyfluthrine, une MA présente CYFLUTHRALM 50 EC (pesticide utilisé pour la protection du caféier), s'est révélé très toxique aux souris même à une concentration 4 fois inférieure au DL₅₀ fournie dans le registre (Rajawat *et al.*, 2014). Rappelons que ces résultats sont aussi valables chez l'homme car les souris sont d'excellents modèles biologiques pour les humains. Chez l'homme, le risque de toxicité peut être augmenté par une ingestion accidentelle, par une consommation d'aliments contaminés, par respiration d'air contenant des pesticides ou par contact avec la peau (Ye *et al.*, 2013). Du point de vue environnemental, l'usage abusif de pesticides peut entraîner une destruction de la biodiversité en affectant la survie de nombreux animaux tant terrestres qu'aquatiques (Mahmood *et al.*, 2016).

IV.2. Interdiction des MAs contenues dans les pesticides homologués au Burundi

Dans cette étude, 70 MAs ont été confrontées à la liste de 460 MAs bannies par certains pays parce que considérées comme hautement dangereuses (PAN, 2021). Cette liste est annuellement fournie par PAN et JMPM. Les

critères de cette dernière organisation sont repris sur la liste des critères de PAN à savoir la perturbation endocrinienne, la toxicité aux abeilles et aux organismes aquatiques, la persistance dans l'eau, le sol ou les sédiments et la bioaccumulation. A cette liste s'ajoute la toxicité par inhalation, un critère qui n'est pas couverte par la classification de l'OMS (PAN, 2021; WHO, 2020).

Selon les critères retenus par PAN, on constate que 62,9% des MAs sont déjà bannies par au moins 30 pays (Figure 2A) alors que 37,1% des mêmes MAs sont interdites selon les critères de JMPM (Figure 2B). En effet, la proportion des MAs bannies sur base des critères PAN est élevée car elle inclut des données non reconnues ni par la Convention de Rotterdam ni par la classification de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) notamment la toxicité par inhalation (PAN, 2021; WHO, 2020). Il convient de signaler que la Convention de Rotterdam ne cherche pas à bannir les pesticides mais à collecter des informations sur les mesures réglementaires prises par les pays signataires. La Figure 2C montre que 31,4% des MAs contenues sont conjointement bannies par PAN et JMPM. Comparativement aux MAs interdites par PAN, la proportion des MAs bannies par JMPM (Figure 2B) est moins importante parce que JMPM ne couvre pas certains risques sanitaires et environnementaux (PAN, 2021).

Parmi ces MAs, l'endosulfan, l'aldicab (MA présente dans TEMIK 10 et 15G utilisé pour la protection du tabac et palmier à huile en pépinière) et le carbofuran (MA contenue dans CURATER 5 G utilisé pour la protection du tabac) sont bannies par respectivement 79,01%, 77,16% et 51,23% des pays concernés par le classement (PAN, 2021) alors qu'ils en usage au Burundi. Certaines MAs comme le pyrimiphos-methyl et perméthrine (utilisés pour la conservation du haricot et du maïs) ont été aussi bannies alors qu'ils sont considérés par l'OMS comme légèrement dangereux comme le montre l'annexe II du Plan de gestion des pestes (Ministère de l'agriculture et de l'élevage, 2016). Ces observations devraient attirer l'attention de tous les intervenants dans

la gestion et la réglementation des pesticides au Burundi. Il est à noter que tous les pesticides bannis au Burundi (Ministère de l'agriculture et de l'élevage, 2016) sont aussi bannis par PAN et JMPM.

V. CONCLUSION

Dans cette étude, il a été montré qu'un nombre important de MAs contenues dans les pesticides homologués au Burundi sont bannies par certains pays car elles sont toxiques envers les organismes non cibles. Ainsi, continuer à utiliser les pesticides contenant ces MAs constitue un risque pour la santé publique et l'environnement au Burundi. Ces observations devraient amener les gestionnaires de pesticides à actualiser les données sur la toxicité de toutes les MAs contenues dans les pesticides homologués au Burundi en vue de permettre l'importation des pesticides moins dangereux. Les efforts devraient en outre se concentrer sur l'installation des laboratoires *ad-hoc* pour une évaluation plus sûre. Comme le remplacement d'un pesticide est très coûteux, des mesures préventives peuvent être envisagées notamment l'intensification des efforts de supervision de la distribution, de conservation et d'utilisation des pesticides.

VI. REFERENCES

Abhishek A., Ansari N. G., Shankhwar S. N., Jain A., et Singh V., 2014. *In vitro* toxicity evaluation of low doses of pesticides in individual and mixed condition on human keratinocyte cell line. *Bioinformation*, 10(12): 716-720.

Arican E. Y., Kayali D. G., Karaca B. U., Boran, T., Öztürk N., Okyar A., Ercan F., et Özhan G., 2020. Reproductive effects of subchronic exposure to acetamiprid in male rats. *Scientific Reports*, 10(1): 1-10.

Başer S., Erkoç F., Selvi M., et Koçak O., 2003. Investigation of acute toxicity of permethrin on guppies *Poecilia reticulata*. *Chemosphere*, 51(6): 469-474.

Belden J. B., et Lydy M. J., 2000. Impact of atrazine on organophosphate insecticide

toxicity. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 19(9): 2266-2274.

Bertrand P. G., 2019. Uses and Misuses of Agricultural Pesticides in Africa: Neglected Public Health Threats for Workers and Population. In M. L. Larramendy (Ed.), *Pesticides use and misuse and their impact in the environment*. London, UK: IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.78909.

Bigumandondera P, Ndikuryayo F., Nineza C. (2021). Pollution en ville de Bujumbura : ampleur, impacts préjudiciables et pistes de remédiation. *Bulletin Scientifique sur l'Environnement et la Biodiversité*. 4, 35-47.

Bondy G., Armstrong C., Coady L., Doucet J., Robertson P., Feeley M., et Barker M., 2003. Toxicity of the chlordane metabolite oxychlordane in female rats: clinical and histopathological changes. *Food and Chemical Toxicology*, 41(2): 291-301.

Carter F. L., et Graves J.B., 1972. Measuring effects of insecticides on aquatic animals. *La Agric.* 16 :10-15.

Carvalho F. P., 2006. Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental Science et Policy*, 9(7-8) : 685-692.

Çavaş T., Çinkiliç N., Vatan Ö., et Yılmaz D., 2014. Effects of fullerene nanoparticles on acetamiprid induced cytotoxicity and genotoxicity in cultured human lung fibroblasts. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 114, 1-7.

Cereser C., Boget S., Parvaz P., et Revol A., 2001. An evaluation of thiram toxicity on cultured human skin fibroblasts. *Toxicology*, 162(2): 89-101.

Chakroun S., Ezzi L., Grissa, I., Kerkeni E., Neffati F., Bhouri R., Najjar M. F., Hassine M., Mehdi M., Haouas Z., et others., 2016. Hematological, biochemical, and toxicopathic effects of subchronic acetamiprid toxicity in Wistar rats. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(24): 25191-25199.

Chen L., Yan Q., Zhang J., Yuan S., et Liu X., 2019. Joint Toxicity of Acetamiprid and Co-

- Applied Pesticide Adjuvants on Honeybees under Semifield and Laboratory Conditions. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(9):1940-1946.
- Chen X., Fang M., Chernick M., Wang F., Yang J., Yu Y., Zheng N., Teraoka H., Nanba S., Hiraga T., et others., 2019. The case for thyroid disruption in early life stage exposures to thiram in zebrafish (*Danio rerio*). *General and Comparative Endocrinology*, 271, 73-81.
- Cossi P. F., Herbert L. T., Yusseppone M. S., Pérez A. F., et Kristoff G., 2020. Toxicity evaluation of the active ingredient acetamiprid and a commercial formulation (Assail®70) on the non-target gastropod *Biomphalaria straminea* (Mollusca: Planorbidae). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 192, 110248. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2020.110248.
- Dalvi P. S., Wilder-Ofie T., Mares, B., Lane C., Dalvi R. R., et Billups L. H., 2016. Plan de gestion des pestes (PGB. Veterinary and Human Toxicology, 44(6), 331–333.
- Dalvi R. R., Robbin, T. J., Williams M. K., Deoras D. P., Donastorg, F., et Banks, C., 1984. Thiram-induced toxic liver injury in male sprague-dawley rats. *Journal of Environmental Science et Health Part B*, 19(8–9): 703-712.
- Devan R. K. S., Mishra A., Prabu P. C., Mandal T. K., et Panchapakesan S., 2015. Sub-chronic oral toxicity of acetamiprid in Wistar rats. *Toxicological et Environmental Chemistry*, 97(9): 1236-1252.
- Di Bitetti M. S., et Ferreras J. A., 2017. Publish (in English) or perish: The effect on citation rate of using languages other than English in scientific publications. *Ambio*, 46(1): 121-127.
- Drescher W., et Geusen-Pfister H., 1990. Comparative testing of the oral toxicity of acephate, dimethoate and methomyl to honeybees, bumblebees and Syrphidae. In *VI International Symposium on Pollination* 288, 133-138.
- FAO/OMS (2018). Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides : directives pour le contrôle de la qualité des pesticides.
- Farag A. T., Eweidah M. H., et El-Okazy A. M., 2000. Reproductive toxicology of acephate in male mice. *Reproductive Toxicology*, 14(5): 457-462.
- Farag A. T., Eweidah M. H., Tayel S. M., et El-Sebae A. H., 2000. Developmental toxicity of acephate by gavage in mice. *Reproductive Toxicology*, 14(3): 241-245.
- Ghaffar A., Ashraf S., Hussain R., Hussain T., Shafique M., Noreen S., et Aslam S., 2014. Clinicohematological disparities induced by triazophos (organophosphate) in Japanese quail. *Pak. Vet. J*, 34(2): 257-259.
- Ghaffar A., Hussain R., Khan A., et Rao Z. A., 2015. Hemato-biochemical and genetic damage caused by triazophos in fresh water fish, *Labeo rohita*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(3): 637-642.
- Grosicka E., Sadurska B., Szumiło M., Grzela T., Łazarczyk P., Niderla-Bielińska J., et Rahden-Staroń I., 2005. Effect of glutathione depletion on apoptosis induced by thiram in Chinese hamster fibroblasts. *International Immunopharmacology*, 5(13-14) : 1945-1956.
- Han W., Yang Y., Gao J., Zhao D., Ren C., Wang S., Zhao S., et Zhong Y., 2019. Chronic toxicity and biochemical response of *Apis cerana cerana* (Hymenoptera: Apidae) exposed to acetamiprid and propiconazole alone or combined. *Ecotoxicology*, 28(4): 399-411.
- Imamura T., Yanagawa Y., Nishikawa K., Matsumoto N., et Sakamoto T., 2010. Two cases of acute poisoning with acetamiprid in humans. *Clinical Toxicology*, 48(8): 851-853.
- Jain S., Ahmed R. S., Arora V. K., et Banerjee B. D., 2011. Biochemical and histopathological studies to assess chronic toxicity of triazophos in blood, liver and brain tissue of rats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100(2): 182-186.
- Jain S., Banerjee B. D., Ahmed R. S., Arora V. K., et Mediratta P. K., 2013. Possible role of oxidative stress and brain derived neurotrophic

- factor in triazophos induced cognitive impairment in rats. *Neurochemical Research*, 38(10): 2136-2147.
- Jolly A. L., Avault J. W., Koonce K. L., et Graves J. B., 1978. Acute toxicity of permethrin to several aquatic animals. *Transactions of the American Fisheries Society*, 107(6): 825-827.
- Kenfack A., Guiekep N. A. J., Ngoula F., Vemo B. N., Bouli E. P., et Pamo E. T., 2018. Reproductive toxicity of acetamiprid in male Guinea pig (*Cavia porcellus*). *J Anim Sci Vet Med*, 3(4): 105-111.
- Kim K.-H., Kabir E., et Jahan S. A., 2017. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the Total Environment*, 575, 525-535.
- Koh D., et Jeyaratnam J. (1996). Pesticides hazards in developing countries. *Science of the Total Environment*, 188(1), S78-85.
- Kucuker, H., Sahin, O., Yavuz Y., et Yürümez Y., 2009. Fatal acute endosulfan toxicity: A case report. *Basic et Clinical Pharmacology et Toxicology*, 104(1) : 49-51.
- Kumaraguru A. K., et Beamish F. W. H., 1981. Lethal toxicity of permethrin (NRDC-143) to rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in relation to body weight and water temperature. *Water Research*, 15(4): 503-505.
- Lee C.-C., Russell J. Q., et Minor J. L., 1978. Oral toxicity of ferric dimethyl-dithiocarbamate (ferbam) and tetramethylthiuram disulfide (thiram) in rodents. *J Toxicol Environ Health*, 4(1):93-106.
- Lee K. M., Park S.-Y., Lee K., Oh S.-S., et Ko S. B., 2017. Pesticide metabolite and oxidative stress in male farmers exposed to pesticide. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 29(1), 1-7.
- Lewis S. L., et Maslin M. A., 2015. Defining the anthropocene. *Nature*, 519(7542): 171-180.
- Liu L., Zhu B., Gong Y.-X., Liu G.-L., et Wang G.-X., 2015. Neurotoxic effect of triazophos on goldfish (*Carassius auratus*) and tissue specific antioxidant responses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 116: 68-75.
- Liu X., Zhang Q., Li S., Mi P., Chen D., Zhao X., et Feng X., 2018. Developmental toxicity and neurotoxicity of synthetic organic insecticides in zebrafish (*Danio rerio*): A comparative study of deltamethrin, acephate, and thiamethoxam. *Chemosphere*, 199:16-25.
- Ma X., Li H., Xiong J., Mehler W. T., et You J., 2019. Developmental toxicity of a neonicotinoid insecticide, acetamiprid to zebrafish embryos. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(9): 2429-2436.
- Mahboob S., Al-Ghanim K. A., Sultana S., Al-Balawi H. F. A., Sultana T., Al-Misned F., Ahmed Z., et others, 2015. A study on acute toxicity of triazophos, profenofos, carbofuran and carbaryl pesticides on *Cirrhinus mrigala*. *Pakistan Journal of Zoology*, 47(2): 461-466.
- Mahmood I., Imadi S.R., Shazadi K., Gul A., Hakeem K.R., 2016. Effects of Pesticides on Environment. In: Hakeem K., Akhtar M., Abdullah S. (eds) *Plant, Soil and Microbes*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_13
- Maita K., Tsuda S., et Shirasu Y., 1991. Chronic toxicity studies with thiram in Wistar rats and beagle dogs. *Toxicological Sciences*, 16(4): 667-686.
- Manirakiza P., Covaci A., Nizigiymana L., Ntakimazi G., et Schepens P., 2002. Persistent chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in selected fish species from Lake Tanganyika, Burundi, Africa. *Environmental Pollution*, 117(3) : 447-455.
- Martin-Martin A., Thelwall M., Orduna-Malea E., et López-Cózar E. D., 2021. Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: a multidisciplinary comparison of coverage via citations. *Scientometrics*, 126(1): 871-906.
- Max Roser H. R., et Ortiz-Ospina E., 2013. World Population Growth. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/world-population-growth> consulté le 24 mai 2021.

- Menezes R. G., Qadir T. F., Moin A., Fatima H., Hussain S. A., Madadin M., Pasha S. B., Al Rubaish F. A., et Senthilkumaran S., 2017. Endosulfan poisoning: An overview. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 51: 27–33.
- Ministère de l'agriculture et de l'élevage, 2016, Plan de gestion des pestes. Programme de croissance agricole intégrée dans les grands lacs projet régional (Burundi).
- Mishra V. K., Srivastava M. K., et Raizada R. B. 1993. Testicular toxicity of thiram in rat: morphological and biochemical evaluations. *Industrial Health*, 31(2): 59-67.
- Mohammed A. M., Huovinen M., et Vähäkangas K. H., 2020. Toxicity of diuron metabolites in human cells. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 78, 103409. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103409>
- Naveed A., Venkateshwarlu P., et Janaiah C., 2010. Impact of sublethal concentration of triazophos on regulation of protein metabolism in the fish *Channa punctatus* (Bloch). *African Journal of Biotechnology*, 9(45): 7753-7758.
- Pesticide Action Network (2021). PAN International Consolidated List of Banned Pesticides. <https://pan-international.org/pan-international-consolidated-list-of-banned-pesticides/> consulté le 28 juillet 2021.
- Okonya J. S., Petsakos A., Suarez, V., Nduwayezu A., Kantungeko D., Blomme G., Legg J. P., et Kroschel J., 2019. Pesticide use practices in root, tuber, and banana crops by smallholder farmers in Rwanda and Burundi. *Int J Environ Res Public Health*, 16(3): 400. doi: 10.3390/ijerph16030400.
- Okoroiwu, H. U., et Iwara, I. A. (2018). Dichlorvos toxicity: A public health perspective. *Interdisciplinary Toxicology*, 11(2), 129.
- Piccolomini A. M., Whiten S. R., Flenniken M. L., O'Neill K. M., et Peterson R. K. D., 2018. Acute toxicity of permethrin, deltamethrin, and etofenprox to the alfalfa leafcutting bee. *Journal of Economic Entomology*, 111(3): 1001-1005.
- Rajawat N. K., Soni I., Mathur P., et Gupta D., 2014. Cyfluthrin-induced toxicity on testes of Swiss albino mice. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 3(3): 334-343.
- Rao, J. V., Srikanth, K., Arepalli, S. K., et Gunda, V. G. (2006). Toxic effects of acephate on *Paramecium caudatum* with special emphasis on morphology, behaviour, and generation time. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 86(3), 131–137.
- Rattner B. A., et Hoffman D. J., 1984. Comparative toxicity of acephate in laboratory mice, white-footed mice, and meadow voles. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 13(4): 483-491.
- Rosenblatt D. H., Burrows E. P., Mitchell W. R., et Parmer D. L., 1991. The handbook of environmental chemistry anthropogenic compounds. Springer, Berlin.
- Singh S., Tiwari R. K., et Pandey R. S., 2019. Acute toxicity evaluation of triazophos, deltamethrin and their combination on earthworm, *Eudrilus eugeniae* and its impact on AChE activity. *Chemistry and Ecology*, 35(6): 563-575.
- Storck V., Karpouzas D. G., et Martin-Laurent F., 2017. Towards a better pesticide policy for the European Union. *Science of the Total Environment*, 575: 1027-1033.
- Ueyama J., Wang D., Kondo T., Saito I., Takagi K., Takagi K., et others., 2007. Toxicity of diazinon and its metabolites increases in diabetic rats. *Toxicology letters*, 170(3): 229-237.
- Wang G., Xiong D., Wu M., Wang L., et Yang J., 2020. Induction of time-and dose-dependent oxidative stress of triazophos to brain and liver in zebrafish (*Danio rerio*). *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*, 228, 108640.
- Wang Y., Zhu Y. C., et Li W., 2020. Interaction patterns and combined toxic effects of acetamiprid in combination with seven pesticides on honey bee (*Apis Mellifera* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190: 110100. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.110100>

- WHO (2020). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, edition 2019. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662>
- World Health Organization (2020). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2019.
- Wu S., Li X., Liu X., Yang G., An X., Wang Q., et Wang Y., 2018. Joint toxic effects of triazophos and imidacloprid on zebrafish (*Danio rerio*). *Environmental Pollution*, 235: 470-481.
- Yang, Ma, S., Liu F., Wang Q., Wang X., Hou C., Wu Y., Gao J., Zhang L., Liu Y., et others., 2020. Acute and chronic toxicity of acetamiprid, carbaryl, cypermethrin and deltamethrin to *Apis mellifera* larvae reared in vitro. *Pest Management Science*, 76(3): 978-985.
- Yang Ye, Ma H., Zhou J., Liu J., et Liu W., 2014. Joint toxicity of permethrin and cypermethrin at sublethal concentrations to the embryo-larval zebrafish. *Chemosphere*, 96: 146-154. Ye M., Beach J., Martin J. W., et Senthilselvan A., 2013. Occupational pesticide exposures and respiratory health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(12): 6442-6471.
- Zhang H., Mehmood K., Jiang X., Yao W., Iqbal M., Waqas M., Rehman M. U., Li A., Shen Y., et Li J., 2018. Effect of tetramethyl thiuram disulfide (thiram) in relation to tibial dyschondroplasia in chickens. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(28), 28264-28274.
- Zhang W., Jiang F., et Ou J., 2011. Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1(2): 125-144.
- Zhu B., Gong Y. X., Liu L., Li D. L., Wang Y., Ling F., et Wang G. X., 2014. Toxic effects of triazophos on rare minnow (*Gobiocypris rarus*) embryos and larvae. *Chemosphere*, 108: 46-54.
- Zinkl J. G., Roberts R. B., Shea P. J., et Lasmanis J., 1981. Toxicity of acephate and methamidophos to dark-eyed juncos. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 10(2): 185-192.
- Zitko V., McLeese D. W., Metcalfe C. D., et Carson W. G., 1979. Toxicity of permethrin, decamethrin, and related pyrethroids to salmon and lobster. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 21(1): 338-343.



Etude comparative de l'ichtyofaune et de son exploitation dans les rivières Kinyankonge et Mpanda en région naturelle de l'Imbo au Burundi

Charles Niyonkuru^{1,2} & Emile Nibona^{1,2}

¹ Centre Universitaire de Recherche et de Pédagogie Appliquées aux Sciences, CURPAS
Laboratoire de Nutrition-Phytochimie, d'Ecologie et Environnement Appliqués, LNPEEA
Institut de Pédagogie Appliquée, Université du Burundi, BP 5223, Bujumbura, Burundi.

Auteur de correspondance : Charles Niyonkuru, E-mail : cniyon@yahoo.fr

Reçu: le 03 Juin 2021

Accepté: le 10 Septembre 2021

Publié: le 26 Septembre 2021

RESUME :

Au Burundi, les études sur l'ichtyofaune et son exploitation se sont surtout focalisées sur le Lac Tanganyika et les lacs du nord. De telles études sur les rivières sont peu documentées. C'est pourquoi la présente étude a été menée dans les rivières Kinyankonge et Mpanda. Elle s'est déroulée sur une période de cinq mois (janvier, février, mars, avril et mai 2018). Trois sites par rivière ont été choisis en fonction de la vitesse du courant, de la transparence de l'eau et des caractéristiques de biotopes. Les poissons ont été capturés au moyen de la pêche artisanale (pêche à la ligne et aux filets moustiquaire et maillant. La pêche au harpon a été uniquement observée dans la rivière Mpanda. Au total 19 espèces réparties en 12 genres et 7 familles ont été inventoriées. Dix-huit espèces sur 17 (soit 94,7% de la richesse spécifique totale) contre 6 espèces sur 19 (soit 31,57%) respectivement dans les rivières Mpanda et Kinyankonge. La famille des Cyprinidae est la plus représentée (9 espèces sur 19 (soit 47,4% de la richesse spécifique totale). La plus faible richesse spécifique a été observée pendant la petite saison de pluie (janvier et février). Seules 3 sur 19 espèces (soit 15,78% de la richesse spécifique totale) représentent 61,45% de l'importance numérique totale avec 60,80% de la biomasse totale. Certains engins de pêche comme la ligne, le filet moustiquaire et le filet maillant ayant capturé chacun toutes les espèces sont qualifiés de non sélectifs tant en espèces qu'en tailles. Ainsi, 10 espèces sur 19 inventoriées (soit 52,61 %) sont capturées à des tailles minimales inférieures ou égales à 7 cm de leurs longueurs totales.

Mots clés : Rivières, espèces de poissons, pêche, engins de pêche, tailles de poisson

ABSTRACT

In Burundi, studies on ichthyofauna and its exploitation have mainly focused on Lake Tanganyika and the northern lakes. Such studies on rivers are poorly documented. That is why this study were conducted in the Kinyankonge and Mpanda rivers. It took place over a period of five months (January, February, March, April and May 2018). Three sites per river were chosen based on the speed of the current, the transparency of the water and the characteristics of the biotopes. The fish were caught by means of artisanal fishing (line fishing and with mosquito and gillnets. Spear fishing was only observed in the Mpanda river. A total of 19 species divided into 12 genera and 7 families were inventoried. Including 18 species out of 17 (94.7% of the total specific richness) against 6 species of 19 (or 31.57%) respectively in the Mpanda and Kinyankonge rivers. The Cyprinidae family is the most represented (9 species of 19 i.e. 47.4% of the total specific richness). The lowest specific richness were observed during the short rainy season (January and February). Only 3 of 19 species (or 15.78% of the total specific richness) represent 61.45% of the total numerical importance with 60.80% of the total biomass. Certain fishing gears such as line, mosquito net and gillnet having each caught all species are qualified as non-selective both in terms of species that in sizes. Thus, 10 species out of 19 inventoried (i.e. 52.61%) are caught at minimum sizes less than or equal to 7 cm of their total lengths.

Key words: Rivers, fish species, fishing, fishing gear, fish sizes

I. INTRODUCTION

Selon Evert (1980), la pêche a une place très importante dans l'économie du Burundi et représente une source appréciable des protéines animales pour la population surtout riveraine du lac. En effet, la chair de poisson est parmi les sources les plus riches en acides gras poly-insaturés à chaînes longues considérées comme une source importante des protéines et d'oligo-éléments (Bouhleb, 2006). Le lac Tanganyika possède une faune particulière riche et diversifiée dans les zones benthiques et côtières (Cohen *et al.*, 1993). Il est placé en deuxième position quant à la diversité enregistrée dans les lacs sur terres. En effet, plus de 1248 espèces animales ont déjà été trouvées, chiffre bien inférieur à la réalité car plusieurs zones du lac ne sont pas encore biologiquement explorées et la détermination de plusieurs espèces est encore incertaine (Coulter *et al.*, 1991).

Quant aux espèces fluviales, Poll (1953) souligne qu'elles sont constituées des poissons fluviaux des grandes rivières à courants lents dont la faune est permanente et celle des rivières rapides et torrentielles à débit très variable. C'est le cas de la plupart des Clariidae, des Cyprinidae, et des Mormyridae pour les poissons des milieux à courants lents et des Amphiliidae pour des poissons des milieux à courant rapide.

Beaucoup des chercheurs se sont intéressés à son étude sur des sites et suivant des objectifs variés et ont contribué à la connaissance actuelle de la faune du lac Tanganyika. Parmi ceux-ci on peut citer, Bellemans (1991), Hanek (1994), Allison *et al.* (2000), Ntakimazi *et al.* (2000), Sibomana (2008), Kiyuku (2009), Nduwimana (2010), Nkezabahizi (2014). Certains ont travaillé dans les zones du lac à caractères particuliers dont les biotopes des estuaires et marais (cas de l'estuaire de la Rusizi). Parmi ceux-ci, on peut citer Ntakimazi *et al.* (2000) qui ont étudié sur la biodiversité biologique dans les milieux aquatiques et terrestres du delta de la Rusizi, Sibomana (2008) qui a travaillé sur l'état de diversité piscicole de l'estuaire de la Rusizi.

Dans les rivières intérieures, affluentes ou non du

Lac Tanganyika, les études sont très récentes et rares. Parmi ces études, on peut citer celles de Banyankimbona (2012) dans le bassin de la Malagarazi, Nibona (2013) dans la rivière Dama, Ndayishimiye (2014) et Nkurunziza (2016) dans les rivières Murembwe, Dama et Nyengwe et Nitunga (2016) dans les rivières Kaniga et Mubarazi.

Le constat actuel est que, contrairement au lac Tanganyika, les études de l'ichtyofaune des rivières affluentes du lac Tanganyika sont rares. Parmi celles –ci, on peut citer celle de (Nibona, 2013) sur la rivière Dama, celle de Ndayishimiye (2013) et Nkurunziza (2016) dans les rivières Murembwe et Dama.

On remarque que certaines rivières affluentes du Lac Tanganyika et situées dans ou aux environs de la Mairie de Bujumbura sont peu documentées pour ce qui est de l'ichtyofaune et de son exploitation. La présente étude a été menée dans le but de fournir de telles informations dans les rivières Kinyankonge et Mpanda.

Comme objectifs, il s'agit notamment de :

- Décrire quelques caractéristiques de l'eau en l'occurrence la vitesse du courant, la transparence et la couleur de l'eau des rivières Kinyankonge et Mpanda ;
- Caractériser l'ichtyofaune de la zone d'étude ;
- Caractériser la pêche dans les rivières Kinyankonge et Mpanda.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Milieu d'étude

La présente étude a été menée dans les rivières Kinyankonge et Mpanda (Fig.1). Pour chacune des deux rivières, trois sites (soit au total 6 sites) ont été retenus pour la collecte de données.

Ainsi, au niveau de la rivière Mpanda, les sites qui ont fait l'objet de la présente étude sont :

- Site 1 : Rukaramu qui est à plus ou moins de 1 km de l'embouchure ;

- Site 2: Barrage d'irrigation sur la rivière Mpanda à plus de 1 km. Ce Site est le seul utilisé par les pêcheurs situés à près de 300 m de la route Bujumbura-Cibitoke ;
- Site 3: Embouchure de la rivière Ninga qui se trouve à 1 km du 2^{ème} site.

Au niveau de la rivière Kinyankonge, les sites ayant fait l'objet d'échantillonnage sont :

- Site 1: Embouchure de la rivière Kinyankonge ;
- Site 2 : Près de l'usine Savoror ;
- Site 3 : Buterere à 100m de la Route Nationale Bujumbura Cibitoke (RNBC)

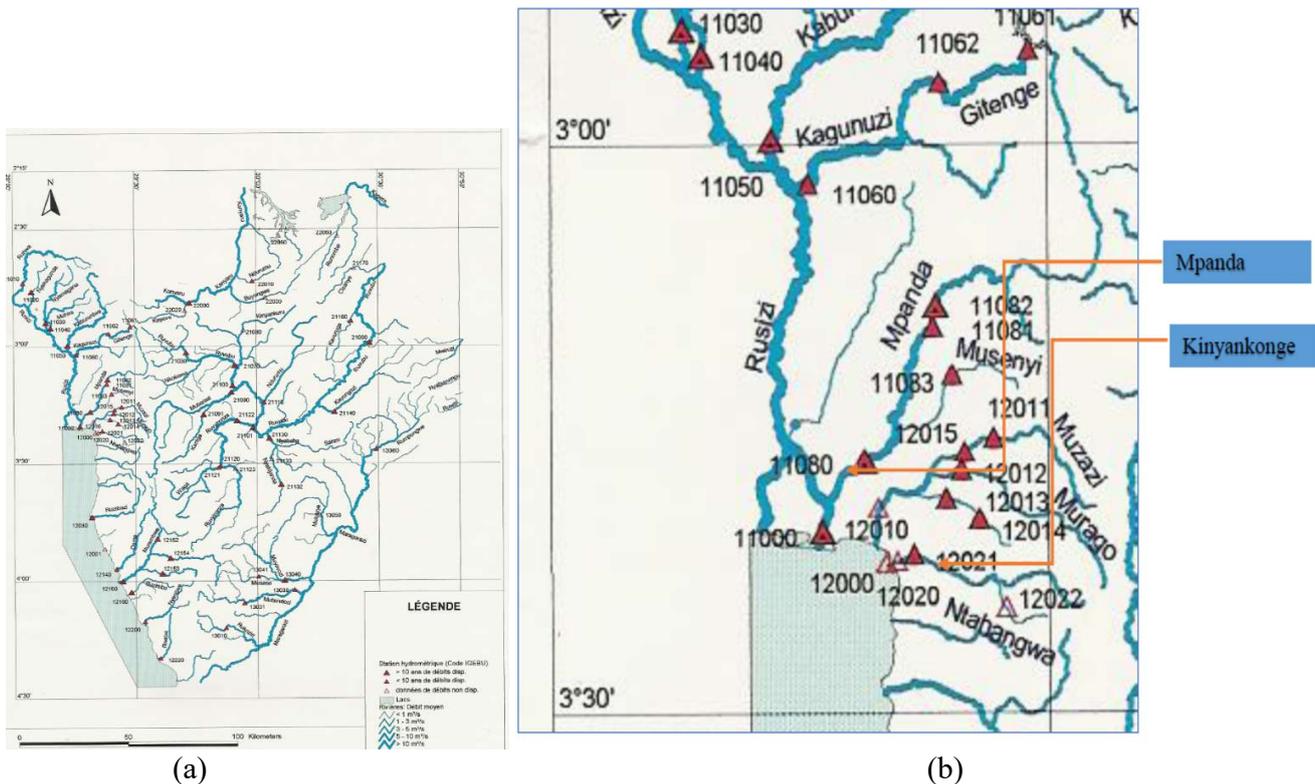


Figure 3 : Cartes illustrant la localisation de la zone d'étude : (a) Carte du réseau hydrographique du Burundi ; (b) : Portion de la carte (a) modifiée par l'auteur

Le tableau 1 présente les caractéristiques des sites étudiés. L'analyse de tableau montre que le fond de l'eau est sablo-vaseux. D'une manière générale, les différents sites sont caractérisés par de faibles vitesses de courants liées à la topographie générale de l'ensemble de la zone d'étude qui est située dans la plaine de l'Imbo. Les berges sont généralement couvertes de végétation généralement dominée par les graminées. Il s'agit dans la plupart des cas des zones souvent inondées ou semi-inondées par la grande saison des pluies (Fig. 2 et

Tableau 1: Caractéristiques des sites de la zone d'étude au niveau des différentes rivières

Rivière	Sites	Caractéristique de la portion de la zone d'étude
Kinyankonge	Embouchure Kinyankonge (Figure 2a)	La pente y est très faible, une bonne partie de la végétation naturelle des berges et environs a été remplacée par la bananeraie et les champs de manioc. Les berges sont inondées lors des fortes pluies. Le reste de la végétation naturelle est dominée essentiellement par la famille des Poaceae dont <i>Cynodon sp.</i> On y trouve également quelques arbustes essentiellement ceux de la famille des Fabaceae. Non loin du site se trouvent également des porcheries. Le fond de l'eau est sablo-vaseux
	Savoror (Figure 2 b)	La végétation des berges et environs est dominée par les plantes cultivées comme <i>Oriza sativa</i> , <i>Elaeis guineensis</i> , <i>Musa sp.</i> , etc. Comme végétation naturelle, on y trouve par endroit les Poaceae comme <i>Cynodon sp.</i> et quelques arbustes surtout de la famille des Fabaceae. A moins de 7 mètres de l'usine y sont installés des canaux d'évacuations des déchets de l'usine Savoror. Le fond de l'eau est sablonné. Les eaux sont généralement boueuses.
	A 100m de la RNBC	La végétation naturelle des berges et environs est principalement composée de Poaceae comme <i>Cynodon sp.</i> et <i>Phragmites mauritanus</i> des Mimosaceae comme <i>Acacia sp.</i> Le fond de l'eau est sablo-vaseux.
Mpanda	Rukaramu	La végétation est constituée de <i>Phragmites</i> , bananeraies, champs de manioc, de riz et de patate douce. Elle est aussi constituée de graminées et plantes herbacées. Le fond de l'eau argilo-sablonneux.
	Barrage d'irrigation (Figure 3a)	La végétation naturelle rencontrée est dominée par <i>Cynodon sp.</i> , et <i>Phragmites mauritanus</i> (Poaceae) ainsi qu' <i>Acacia sp.</i> Celle cultivée comprend notamment <i>Oriza sativa</i> , <i>Elaeis guineensis</i> , <i>Musa sp.</i> Le fonds de l'eau est argileux.
	Embouchure de la rivière Ninga (Figure 3 c)	La végétation est composée des Poaceae comme <i>Phragmites mauritanus</i> et <i>Cynodon sp.</i> et des Mimosaceae comme <i>Acacia sp.</i> Le fond de l'eau est sablo argileux.



Figure 4: Photos illustrant les sites d'échantillonnage au niveau de la rivière Kinyankonge : (a) Embouchure de la rivière Kinyankonge ; (b) Site situé près du Savoror.

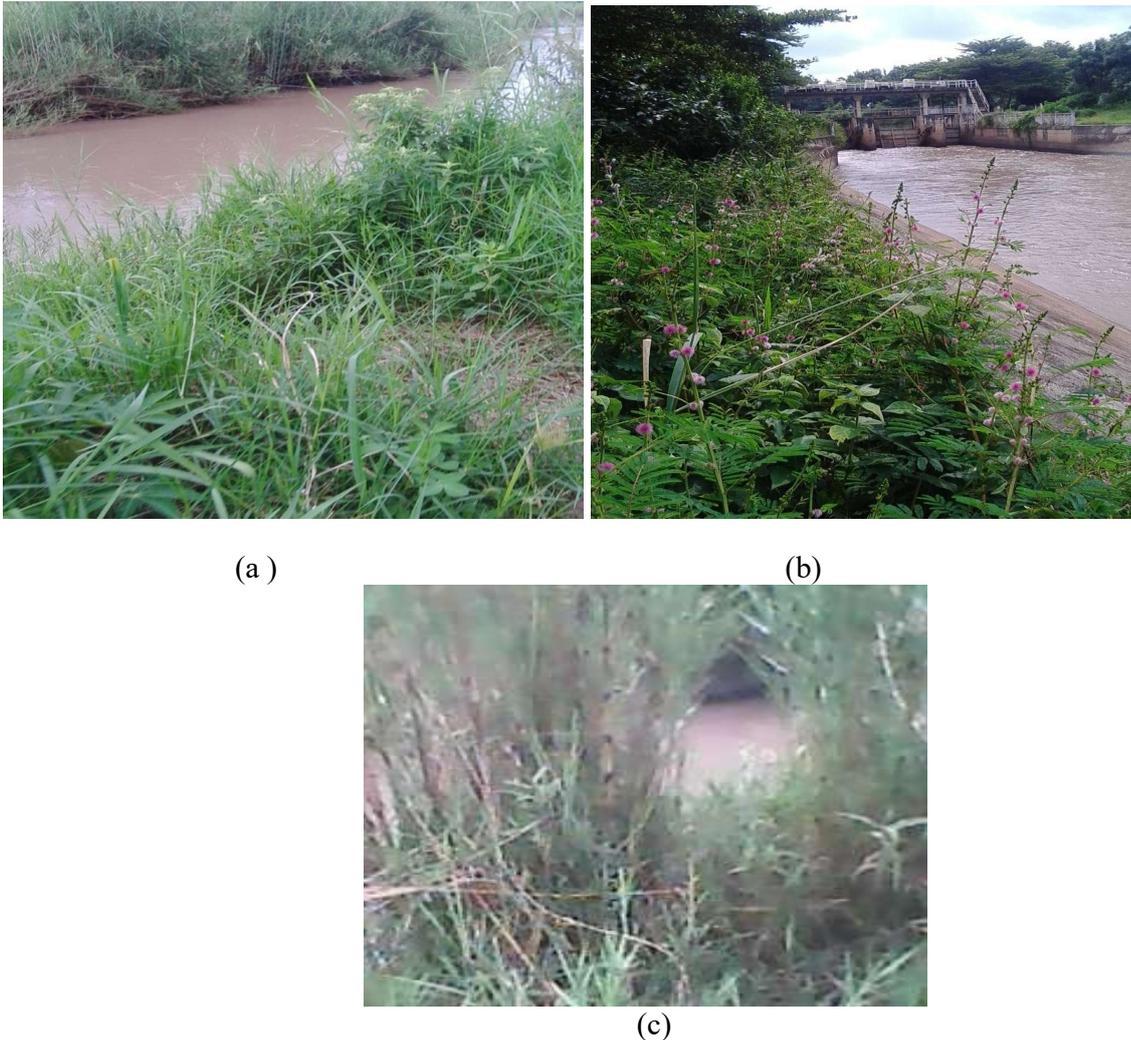


Figure 5 : Photos illustrant les sites d'échantillonnage au niveau de la rivière de Mpanda : (a) Site de Rukaramu ; (b) Barrage d'irrigation, (c) Embouchure de Ninga.

II.2. Collecte et traitement des données

La collecte des données sur terrains a duré 5 mois (de janvier à mai 2018) à raison de deux sorties par mois dont une sur la rivière Kinyankonge et une autre sur la rivière Mpanda, soit au total 10 sorties pour l'ensemble de la période d'étude. En effet, les mois de janvier et février correspondent à la petite saison sèche alors que les mois de mars à mai correspondent à la grande saison des pluies.

Au cours de ces différentes sorties, les différents techniques et engins de pêche contrôlés sont :

- La pêche à la ligne localement appelée «*Amagera*» ;

- La pêche au filet maillant dormant dans la pratique localement appelée «*gutega amakira*» ;
- La pêche avec un perceur ou harpon ;
- La pêche au filet moustiquaire.

La présente étude a nécessité un certain nombre de dispositif pour le travail sur terrain et un laboratoire pour l'identification des espèces de poissons capturés. Parmi le matériel utilisé, on peut citer:

- Le formol à 5% pour la bonne conservation des échantillons de poissons en vue de leur identification au laboratoire ;

- Les clés d'identification des poissons de Brichard (1989) et celles de Poll (1953,1956) ;
- Un ichtyomètre pour mesurer la longueur totale des poissons ;
- Une balance électronique marque « SHUNZ» pour mesurer les poids des poissons pêchés ;
- Une horloge pour mesurer la vitesse du courant d'eau. La technique utilisée consistait à jeter un flotteur dans l'eau et à suivre son déplacement sur une distance donnée tout en mesurant le temps pour parcourir cette distance. La vitesse était obtenue en prenant le temps mis pour parcourir cette distance et diviser sur le temps écoulé ;
- Un disque de Secchi muni d'une corde graduée pour mesurer la transparence de l'eau.

Les données collectées ont été encodées dans le logiciel Excel. Les figures et les tableaux-synthèses ont été effectués avec le même logiciel. Parmi les divers calculs effectués, on peut citer les

moyennes et les écart-types de certains paramètres mesurés sur terrain. Ces calculs ont été effectués avec le même logiciel Excel.

III. RÉSULTATS

III.1. Transparence, couleur de l'eau et vitesse du courant

Le tableau 2 montre les variations de la transparence dans la zone d'étude. Il ressort de ce tableau que :

- Les valeurs moyennes sur l'ensemble de la période d'étude varient de 5,6 cm ± 4,22 cm à 8,8 cm ± 6,38 cm suivant les sites. Les moyennes les plus élevées étant enregistrées dans les sites de Ninga et Mpanda (rivière Mpanda) ;
- Les valeurs les plus faibles (entre 3 et 5 cm suivant les sites) sont enregistrées durant les mois de mars et avril marqués par les plus fortes précipitations par rapport aux autres mois.

Tableau 2: Evolution de spatio-temporelle de la transparence (en cm) de l'eau dans la zone d'étude

Site	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Rukaramu	5	4	3	4	14	6	4,53	3	14
Barrage d'irrigation	6	5	4	5	17	7,4	5,41	4	17
Embouchure de Ninga	8	6	5	5	20	8,8	6,38	5	20
Embouchure de Kinyankonge	5	3	3	4	13	5,6	4,22	3	13
Savonor	5	4	3	4	13	5,8	4,09	3	13
A 100 m de RNBC	6	4	3	5	14	6,4	4,39	3	14
Moyenne	5,83	4,33	3,50	4,50	15,17				
Ecart-type	1,17	1,03	0,84	0,55	2,79				
Min	5	4	3	3	10				
Max	8	6	5	5	20				

Concernant la couleur de l'eau, il a été constaté qu'au niveau de tous les sites, les eaux sont brunes pendant la grande saison des pluies (de mars à mai). Quant à la vitesse du courant de l'eau dans la zone d'étude, l'analyse du tableau 3 révèle que :

- La vitesse du courant de l'eau est globalement plus élevée dans la rivière Mpanda que dans Kinyankonge ;

- La vitesse du courant de l'eau est plus élevée pendant la grande saison des pluies par rapport à petite saison des pluies. Elle varie entre 1,2 m/sec à 4,5 m/sec (suivant les sites) au mois d'avril et entre 1,2 et 4,2 m/sec (suivant les sites) au mois de mars.

Tableau 3: Evolution de spatio-temporelle de la vitesse du courant (en m/sec) de l'eau dans la zone d'étude

Site	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Moyenne	Ecart-type	Mina	Max
Rukaramu	2	2,5	4	4,1	2,5	3,02	0,96	2	4,1
Barrage d'irrigation	0,8	0,9	1,2	1,2	0,8	0,98	0,20	0,8	1,2
Embouchure de Ninga	3	3,2	4,2	4,5	3,4	3,66	0,65	3	4,2
Embouchure de Kinyankonge	1	1,2	2	2,2	1,5	1,58	0,51	1	2,2
Savonor	1,5	2	2,5	2,5	1,2	1,94	0,59	1,2	
A 100 m de RNBC	1,5	1,5	1,8	2	1,3	1,62	0,28	1,3	2
Moyenne	1,66	1,88	2,62	2,75	1,78	2,13	1,09	1,78	2,75
Ecart-type	0,79	0,86	1,22	1,28	0,97				
Mina	0,8	0,9	1,2		0,8				
Max	3	2,5	4,2	1,2	1,2				

III.2. Inventaire et étude comparative de l'ichtyofaune

L'inventaire ichthyologique a permis d'identifier un total de 19 espèces de poissons appartenant à 7 familles et 12 genres sur toute la zone d'étude. Ces résultats révèlent une prédominance de la famille des Cyprinidae avec 9 espèces sur 19 espèces, soit 47,4% de l'ichtyofaune inventoriée dans la zone d'étude (Tableau 4). Toutes ces espèces des Cyprinidae ont été recensées exclusivement dans la rivière Mpanda. Ce tableau montre également que:

- L'ichtyofaune de la rivière Mpanda est plus riche que celle de la rivière Kinyankonge, soit 19 et 6 espèces respectivement ;
- 6 espèces sont communes aux deux rivières ;
- 2 espèces également (*Hippopotamyrus discorhynchus* et *Ctenopoma muriei*) ont été capturées exclusivement dans la rivière Mpanda ;
- Sur 6 espèces pêchées dans la rivière Kinyankonge, 3 espèces sont des Cichlidae, soit 50%.

Tableau 4 : Liste des espèces de poissons identifiées dans les rivières Mpanda et Kinyankonge durant toute la période d'étude

Familles	Genres et espèces	Rivière Mpanda	Rivière Kinyankonge
Anabantidae	1. <i>Ctenopoma muriei</i> Boulenger 1906	+	
Bragridae	2. <i>Bagrus docmack</i> (Forsskål, 1775)	+	
Cichlidae	3. <i>Astatotilapia burtoni</i> (Günther, 1894)	+	+
	4. <i>Haplochromis burtoni</i> (Günther, 1894)	+	+
	5. <i>Oreochromis niloticus</i> (Boulenger, 1900)	+	+
Clariidae	6. <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	+	+
	7. <i>Clarias liocephalus</i> Boulenger, 1898	+	+
Cyprinidae	8. <i>Barbus pellegrini</i> Poll, 1939	+	
	9. <i>Barbus quadrilineatus</i> David, 1937	+	
	10. <i>Barbus Unitaeniatus</i> Günther, 1866	+	
	11. <i>Barbus sp.</i>	+	
	12. <i>Labeo microlepis</i>	+	
	13. <i>Labeo sp</i>	+	
	14. <i>Labeo weeksii</i> Boulenger, 1909	+	
	15. <i>Labeo parvus</i> Boulenger, 1902	+	
	16. <i>Raiamas moorii</i> (Boulenger, 1900)	+	
Mormyridae	17. <i>Pseudomygil mellis</i> Allen & Ivantsoff, 1982	+	+
	18. <i>Hippopotamyrus discorhynchus</i> (Peters, 1852)	+	
Protopteridae	19. <i>Protopterus aethiopicus</i> Heckel, 1851	+	
	Total	19	6

III.3. Variations spatio-temporelles de l'ichtyofaune

Le tableau 5 montre que:

- Pour l'ensemble des 6 sites étudiés, la plus grande richesse spécifique (16 espèces sur 19 inventoriées, soit 84,2%) a été trouvée dans le site Barrage de la rivière Mpanda.
- Au niveau de la rivière Mpanda, 7 espèces sur 19 (soit, 36,9%) se retrouvent dans les trois sites de la rivière Mpanda ;
- Au niveau de la rivière Kinyankonge, la plus faible richesse spécifique se rencontre dans le site situé au niveau de la Société Savor et au niveau de l'embouchure, située en aval de Savor, soit respectivement 3 et 4 espèces.

III.3.1. Variations spatiales de l'ichtyofaune

- Deux espèces sur 19 (soit, 10,5% de l'ichtyofaune de la zone d'étude) se retrouvent dans l'ensemble des 6 sites d'étude. Il s'agit de *Oreochromis niloticus* et de *Clarias gariepinus*.
- Certaines espèces sont exclusives à certains sites. Il s'agit de *Barbus sp*, *Labeo microlepis*, *Labeo sp*, *Barbus pellegrini* et *Labeo weeksii* dans le Barrage de Mpanda et de *Barbus quadrilineatus* et *Barbus unilaeniatus* dans le site de Rukaramu.

Tableau 5 : Liste des espèces inventoriées au cours de la présente étude dans les divers sites des différentes rivières

Genres et espèces	Rivière Mpanda			Rivière Kinyankonge		
	Barrage	Embouchure Ninga	Rukaramu	Embouchure de Kinyankonge	A 100 m RNBC	Savonor
<i>Ctenopoma muriei</i>		+				
<i>Bagrus docmac</i>	+	+	+			
<i>Astatotilapia burtoni</i>	+	+	+	+	+	
<i>Haplochromis burtoni</i>	+	+			+	
<i>Oreochromis niloticus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Clarias gariepinus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Clarias liocephalus</i>	+	+	+	+	+	
<i>Barbus pellegrini</i>	+					
<i>Barbus quadrilineatus</i>	+		+			
<i>Barbus unilaeniatus</i>			+			
<i>Barbus sp.</i>	+					
<i>Labeo microlepis</i>	+					
<i>Labeo sp</i>	+					
<i>Labeo weeksii</i>	+					
<i>Labeo parvus</i>	+					
<i>Raiamas moorii</i>	+	+	+			
<i>Pseudomygil mellis</i>						+
<i>Hippootamyris discorhynchus</i>	+					
<i>Protopterus aethiopicus</i>	+		+			
Total	16	8	9	4	5	3
% par rapport au total	84,2	42,1	47,1	66,7	83,3	50,0

III.3.2. Variations temporelles de l'ichtyofaune

D'une manière générale, la richesse spécifique de la rivière Mpanda reste supérieure à celle de la rivière Kinyankonge durant toute la période d'étude. Pour les deux rivières, la plus faible richesse spécifique est observée durant les mois de janvier et février, correspondant à la petite saison sèche. La plus grande richesse spécifique étant généralement observée durant la grande saison des pluies (mars à mai).

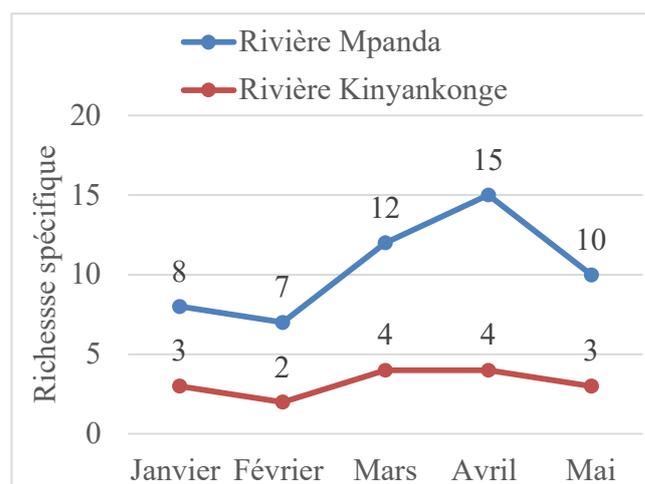


Figure 6 : Evolution mensuelle de la richesse spécifique dans les rivières Mpanda et Kinyankonge durant la période d'étude

L'analyse du tableau 6 montre :

- Au niveau de chaque rivière, les plus fortes richesses spécifiques (entre 63,2% et 78,9% de la richesse spécifique de la rivière Mpanda et 66,7% de la richesse spécifique de la rivière Kinyankonge) est observée durant la grande saison des pluies ;
- Certaines espèces de poissons se retrouvent durant toute la période d'étude. Il s'agit de 2 espèces (*Oreochromis niloticus* et *Clarias*

garipepinus) pour les deux rivières et *Bagrus docmac*, *Astatotilapia burtoni* et *Clarias liocephalus* ;

- Sept espèces sur 19 (soit près de 37% de la richesse spécifique totale) ont été retrouvées exclusivement au cours de la grande saison des pluies. Il s'agit de *Barbus unilaeniatus*, *Barbus sp.*, *Labeo microlepis*, *Labeo sp.*, *Labeo weeksii*, *Labeo parvus* et *Hippootamyris discorhynchus*.

Tableau 6 : Liste des espèces inventoriées dans les rivières Mpanda et Kinyankonge durant la période d'étude.

Genres et espèces	Rivière Mpanda					Rivière Kinyankonge				
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
<i>Ctenopoma muriei</i>			+							
<i>Bagrus docmac</i>	+	+	+	+	+					
<i>Astatotilapia burtoni</i>	+	+	+	+	+			+	+	
<i>Haplochromis burtoni</i>			+		+					+
<i>Oreochromis niloticus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Clarias garipepinus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Clarias liocephalus</i>	+	+	+	+	+	+			+	
<i>Barbus pellegrini</i>	+		+	+	+					
<i>Barbus quadrilineatus</i>	+		+	+						
<i>Barbus unilaeniatus</i>				+						
<i>Barbus sp.</i>				+	+					
<i>Labeo microlepis</i>				+						
<i>Labeo sp.</i>				+						
<i>Labeo weeksii</i>				+	+					
<i>Labeo parvus</i>				+						
<i>Raiamas moorii</i>	+	+	+	+	+					
<i>Pseudomygil mellis</i>								+		
<i>Hippootamyris discorhynchus</i>			+	+						
<i>Protopterus aethiopicus</i>		+	+	+						
Total	8	7	12	15	10	3	2	4	4	3
% Par rapport au total	42,1	36,8	63,2	78,9	52,6	50,0	33,3	66,7	66,7	50,0

III.4. Caractéristiques de la pêche dans les rivières Mpanda et Kinyankonge

Au total, 5 types d'engins de pêche ont été contrôlés durant toute la période d'étude. Il s'agit de la nasse localement appelée « umugono »

III.4.1. Techniques et engins de pêche contrôlés au cours de l'étude.

(figure 6a), du filet maillant (figure 6b) dans la technique localement appelée « gutega amakira », du perceur ou harpon, de la ligne

simple (figure 6d) et du filet moustiquaire (figure 6 e). L'analyse du tableau 7 montre une variabilité des engins de pêche suivant les sites d'étude. On remarque que:

- Le nombre d'engins de pêche dans les différents sites varie de 1 à 4, le peu de nombre d'engins étant rencontrés dans la rivière Kinyankonge ;
- Tous les 5 engins de pêche sont rencontrés dans le barrage Mpanda même s'il y a une variabilité suivant les sites ;
- Dans la rivière Kinyankonge, seuls 3 engins de pêche sont utilisés avec une variabilité

suivant les sites. Il s'agit de la ligne, du filet moustiquaire et de la nasse appelée localement appelée « umugono » ;

- La ligne et le filet moustiquaire sont rencontrés sur l'ensemble des sites d'étude au niveau des deux rivières ;
- Le filet maillant dans la technique de pêche localement appelée « gutega amakira » est exclusivement rencontrée dans le barrage de Mpanda.
- Dans le site RNBC, seule la ligne y est utilisée.



Figure 7: Engins de pêche rencontrés et contrôlés au cours de la présente étude : (a) une nasse ; (b) un filet maillant ; (c) un harpon ; (d) une ligne simple ; (e) un filet moustiquaire

Tableau 7: Catégories et nombre d'engins contrôlés pendant la période d'étude

Engin de pêche	Rivière Kinyankonge			Rivière Mpanda		
	Embouchure de Kinyankonge	Savonor	RNBC	Rukaramu	Barrage d'irrigation	Embouchure de Ninga
Ligne	+	+	+	+	+	+
Filet maillant dans la pratique appelé «gutega amakira»	-	-	-	-	+	-
Filet moustiquaire	+	+	-	+	+	+
Nasse appelée «umugono»	+	-	-	+	-	+
Perceur ou harpon	-	-	-	-	+	-
Nombre total d'engins	3	2	1	3	4	4

III.4.2. Saisonnalité des techniques et engins de pêche dans la zone d'étude

Le tableau 8 présente les types d'engins de pêche contrôlés par mois dans les différentes rivières au cours de la période d'étude. Ce tableau montre que:

- Dans la rivière Mpanda, 4 engins sur 5 sont utilisés tous les mois. Il s'agit de l'ensemble de tous les engins décrits plus haut à l'exception du perceur ou harpon qui est

utilisé exclusivement au cours des mois d'avril et mai.

- Dans la rivière Kinyankonge, les types d'engins utilisés varient de 1 à 3 suivant les mois. On remarque que seule la ligne est utilisée durant toute la période d'étude. A côté de la ligne, on remarque que les deux autres engins de pêche utilisés sont le filet moustiquaire et la nasse appelée « umugono » qui sont utilisés de janvier à avril.

Tableau 8 : Fréquence mensuelle d'utilisation des divers engins de pêche suivant les mois dans les deux rivières

Engins de pêche	Rivière Mpanda					Rivière Kinyankonge				
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Ligne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Filet maillant	+	+	+	+	+					
Filet moustiquaire	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Nasse appelée «umugono»	+	+	+	+		+	+	+	+	
Perceur appelée «igisonga»				+	+					
Nombre total d'engins	4	4	4	5	4	3	3	3	3	1

III.4.3. Sélectivité des engins de pêche

Le tableau 9 présente la liste des espèces capturées par les divers engins de pêche contrôlés au cours de la période d'étude sans considération des sites des différentes rivières. Ce tableau

montre que:

- Certains engins de pêche ne sont pas sélectifs dans la mesure où toutes les espèces de poissons sont capturées par lesdits engins de

pêche. Il s'agit de la ligne, du filet moustiquaire et du filet maillant.

- Les engins de pêche comme la nasse et le harpon qui n'ont capturé que 7 et 5 espèces respectivement sur 19 inventoriées, soit

36,8% et 26,32% respectivement sont très sélectifs. Ces deux engins de pêche capturent à la fois les espèces comme les *Clarias* et *Oreochromis niloticus*. *Bagrus docmack* n'a pas été capturée par les nasses.

Tableau 9: Répartition des espèces par engin de pêche

Genres et espèces	Ligne	Filet maillant	Filet moustiquaire	Nasse «umugono»	Perceur ou harpon
1. <i>Ctenopoma muriei</i>	+	+	+	-	-
2. <i>Clarias gariepinus</i>	+	+	+	+	+
3. <i>Clarias liocephalus</i>	+	+	+	+	+
4. <i>Haplochromis burtoni</i>	+	+	+	+	
5. <i>Oreochromis niloticus</i>	+	+	+	+	+
6. <i>Astatotilapia burtoni</i>	+	+	+	+	+
7. <i>Raiamas moorii</i>	+	+	+	-	-
8. <i>Labeo weeksii</i>	+	+	+	-	-
9. <i>Labeo sp</i>	+	+	+	-	-
10. <i>Labeo parvus</i>	+	+	+	-	-
11. <i>Barbus sp.</i>	+	+	+	-	-
12. <i>Labeo microlepis</i>	+	+	+	-	-
13. <i>Barbus pellegreni</i>	+	+	+	-	-
14. <i>Barbus quadrilineatus</i>	+	+	+	-	-
15. <i>Hippotomys dischorynchus</i>	+	+	+	+	+
16. <i>Barbus unitaeniatus</i>	+	+	+	-	-
17. <i>Bagrus docmack</i>	+	+	+	+	-
18. <i>Pseudomugil mellis</i>	-	+	-	-	-
19. <i>Protopterus aethiopicus</i>	+	+	+	-	-
Total	19	19	19	7	5

III.4.4. Variabilité des tailles des poissons captures

Concernant les tailles des poissons capturés, l'analyse du tableau 10 montre que :

- Certaines espèces de poissons atteignent des tailles relativement grandes. Il s'agit des espèces comme celles du genre *Clarias* et des espèces comme *Clarias gariepinus*, *Clarias liocephalus*, du *Protopterus aethiopicus* dont

les longueurs totales moyennes mesurées sont respectivement 21,1± 7,5 cm (avec une LT max de 30 cm), 18,7±4,6 cm (LT max de 26 cm) et 20,5± 5,2 cm (LT max de 27 cm) ;

- Les poissons de la zone d'étude sont surexploités si on tient compte des certains engins de pêche utilisés (filets maillants, filets moustiquaire) et des tailles minimales observées. Ainsi, 10 espèces sur 19 inventoriées (soit 52,61 %) sont capturées à

des tailles minimales inférieures ou égales à 7 cm de leurs longueurs totales. C'est le cas de *Ctenopoma muriei*, *Raiamas moorii*, *Barbus sp.*, *Labeo weeksii*, *Haplochromis burtoni*, *Labeo microlepis*, *Labeo parvus*, *Petit barbus*, *Barbus pelligrini* et *Barbus quadrilineatus*, *Hippopotamyrus discorynchus* ;

- Certaines espèces ont des tailles qui varient peu. C'est le cas d'*Astatotilapia burtoni* et *Haplochromis burtoni* dont les écart-types sont inférieurs à 2 cm. *Haplochromis burtoni*

L'analyse de l'importance numérique et pondérale montre que seulement 3 espèces de poissons sur 19 identifiées au cours de l'étude (soit 15,78% de la richesse spécifique totale) représentent 61,45% de l'importance numérique totale avec 60,80% de la biomasse totale. Ces espèces sont, *Raiamas moorii*, *Labeo weeksii*, *Labeo microlepis* dont l'importance numérique est respectivement de 36,60% ; 14,37% ; 10,82% avec comme importance pondérale respective de 37,94% ; 12,97% ; 10,71%.

Tableau 10 : Tailles moyennes, minimales et maximales des espèces capturées dans la zone d'étude

Espèces	N	Longueur totale (LT) moyenne (cm)	Ecart type	LTmin	LTmax
1. <i>Raiamas moorii</i>	6	11,9	5,5	6	20
2. <i>Haplochromis burtoni</i>	81	6,1	0,9	5,5	6,8
3. <i>Labeo weeksii</i>	86	14,3	6,6	8,4	24
4. <i>Labeo microlepis</i>	72	14,1	5,9	5	21
5. <i>Clarias sp</i>	6	19,7	5,5	13	26
6. <i>Labeo parvus</i>	6	14,8	7,2	6	25
7. <i>Barbus pelligrini</i>	20	10,4	3,3	5	13
8. <i>Barbus quarilineatus</i>	19	10,0	3,9	4	14
9. <i>Hippopotamyrus dischorynchus</i>	16	10,3	3,2	6	14
10. <i>Protopterus aethiopicus</i>	4	20,5	5,2	15	27
11. <i>Bagrus docmack</i>	11	14,5	1,8	12	17
12. <i>Astatotilapia burtoni</i>	15	16,1	2,4	11,5	18
13. <i>Clarias gariepinus</i>	25	21,1	7,5	13	30
14. <i>Oreochromis niloticus</i>	34	11,0	2,2	8	14
15. <i>Clarias liocephalus</i>	15	18,7	4,6	15,2	26
16. <i>Labeo sp</i>	1	1	1	1	15
17. <i>Ctenopoma muriei</i>	4	5	1	4	6
18. <i>Barbus unitaenitus</i>	1				
19. <i>Pseudomygil mellis</i>	1				
Total	672				

IV. DISCUSSION

IV.1. Transparence, couleur de l'eau et de vitesse du courant

La transparence de l'eau a une grande importance dans la vie des organismes aquatiques. Plus, les eaux sont transparentes, plus la lumière pénètre

dans l'eau et plus la photosynthèse est importante, permettant ainsi la production des nutriments dont les organismes aquatiques ont besoin. On remarque que d'une manière générale, les eaux de la zone d'étude sont moins transparentes (entre 3 et 20 cm suivant les stations les mois). Cette faible transparence se justifie par la couleur brune de

l'eau suite à l'érosion du sol depuis l'amont et aux divers matériaux divers (débris végétaux flottants, plastiques ou autres). Les valeurs plus élevées de la transparence observées dans toutes les stations au mois de mai s'expliquent par le fait que les mesures ont été effectuées après quelques semaines sans pluies.

Concernant la vitesse du courant, les valeurs les plus élevées enregistrées pendant la saison pluvieuse pourraient être attribuées aux eaux de ruissellement en provenance des montagnes versant alimentant directement la rivière ou par l'intermédiaire de ses affluents ou encore par des caniveaux aménagés dans les différents quartiers de la mairie pour la Kinyankonge.

IV.2. Ichtyofaune et son exploitation

Les études antérieures menées sur l'ichtyofaune des différentes rivières sont celles de Nibona (2013) sur l'embouchure de la rivière Dama, Bizindavyi (2013) sur la rivière Murembwe, de Ndayishimiye (2014) sur les rivières Dama et Murembwe jusqu'à 6 km à partir de l'embouchure en commune Rumonge, Nkurunziza (2015) dans les rivières Dama et Murembwe au-delà de 6 km à

partir de l'embouchure, Nitunga (2015) dans les rivières Mubarazi et Kaniga et enfin Banyankimbona (2012) dans la Malagarazi et la Rumpungwe.

La figure 4 présente les richesses spécifiques trouvées dans ces rivières lors des études antérieures y comprises celle de la présente étude. L'analyse de cette figure montre que la richesse spécifique varie d'une rivière à une autre. En effet :

- Les plus fortes richesses spécifiques ont été obtenues par Banyankimbona (2012) dans la Maragarazi et Ndayishimiye (2014) dans les rivières Murembwe et Dama, soit respectivement 70 espèces, 44 espèces et 41 espèces.
- Les plus faibles richesses spécifiques ont été enregistrées dans les rivières Mubarazi, Kinyankonge et Kaniga, soit respectivement 5 ; 6 et 8 espèces.

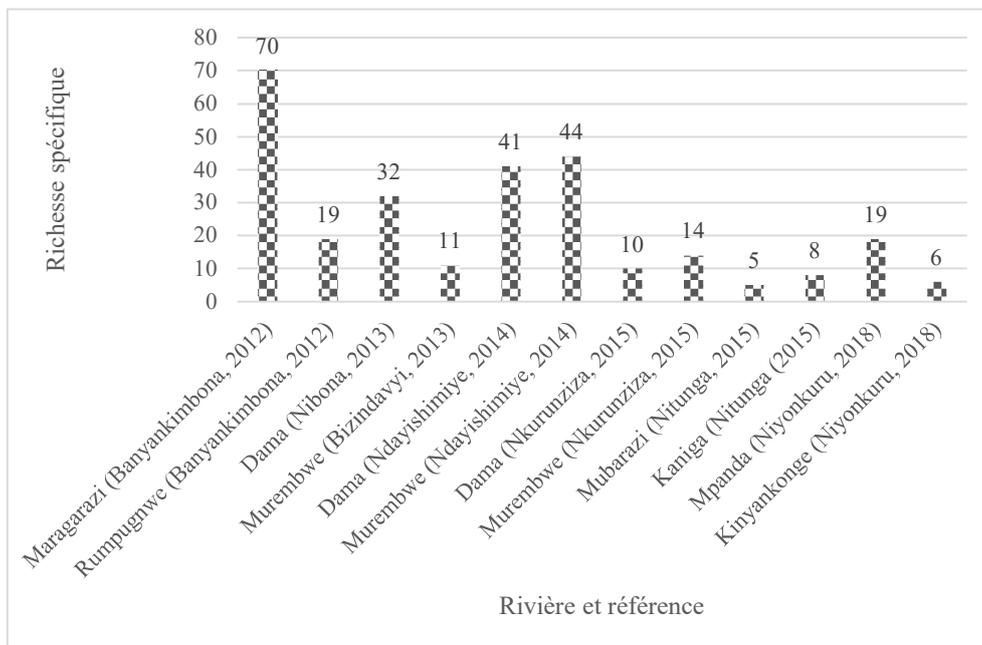


Figure 8 : Richesse spécifique de quelques rivières

Ces différences observées au niveau de la richesse spécifique de l'ichtyofaune dans les rivières peuvent être imputables aux caractéristiques écologiques du milieu (qualité de l'eau, vitesse du courant, habitats disponibles (plaines d'inondations, végétation des berges, etc.) et aux périodes d'échantillonnages qui pourraient être différentes (certaines pouvant être plus longues que d'autres), aux techniques d'échantillonnage etc. Ainsi par exemple, l'embouchure de Kinyankonge a connu très peu d'espèces (six). La raison est que, d'après les études de Nzeyimana (1999), la rivière connaît un niveau de pollution élevée. Ce niveau de pollution élevée est tributaire des quartiers et champs rizicoles, traversés par la rivière, ainsi que des eaux résiduaires urbaines épurées partiellement. On y observe également des pratiques d'élevage intensif de bovins le long du lac et des rivières, contribuant ainsi davantage à eutrophisation. Dans le cas spécifique des rivières Kaniga et Mubarazi, les eaux sont brunes suite aux phénomènes d'érosion observés de part et d'autre de ces rivières surtout en saison pluvieuse.

Il ressort de l'analyse des divers inventaires des auteurs ci-haut cités que :

- Aucune espèce n'est commune aux six études à la fois, sauf qu'il y a une ressemblance entre les espèces trouvées par Banyankimbona (2012), Ndayishimiye (2014) et celles de la présente étude. Ainsi :
 - o Huit espèces sur 19 identifiées dans la rivière Mpanda au cours de la présente étude (soit 42,1%) ont été également inventoriées Banyankimbona (2012) ;
 - o Six espèces sur 19 espèces identifiées dans la rivière Mpanda au cours de la présente étude (soit 31,6%) sont semblables à celles trouvées par Ndayishimiye (2014).
- Trois espèces sont communes aux études de Nkurunziza (2015), Banyankimbona (2012) et à la présente étude. Il s'agit de *L. weeksii*, *C. muriei*, *R. moorii*;
- Une seule espèce est commune à 5 études sur les 6 (soit 83,3% des études). Il s'agit de *R. moorii* qui se retrouve dans les inventaires de Banyankimbona (2012), de Nibona (2013), de Ndayishimiye (2014), de Nkurunziza (2015) et de la présente étude. D'après Ntakimazi & Hanssens (2016), cette espèce est endémique au lac Tanganyika et les systèmes du lac Kivu liés par la Rusizi. Il se trouve dans les ruisseaux et rivières qui se jettent dans ce Lac, y compris la Malagarazi. Elle habite dans les baies de sable des lacs et des rivières où il se nourrit de petits poissons et insectes ;
- Une seule espèce se retrouve dans la présente étude et celle de Ndayishimiye. Il s'agit de *Barbus pellegrini*;
- Huit espèces sont communes aux rivières Mpanda et Malagarazi : *R. moorii*, *B. quadrileneatus*, *L. parvus*, *P. aethiopicus*, *L. weeksii*, *C. gariepinus*, *C. liocephalus* et *C. muriei*. Les deux rivières se retrouvent totalement ou partiellement dans des plaines inondables (plaine de Kumoso dans le cas de la Maragarazi et plaine de l'Imbo dans le cas de la rivière Mpanda). Il s'agit en général des espèces de poissons capables de supporter de faibles teneurs en oxygène tels que cela s'observe dans les plaines inondées ;
- Trois espèces sont communes aux rivières Dama, Murembwe ; Mpanda et Kiyankonge : *O. niloticus*, *A. burtoni*, *H. burtoni* et Mpanda Ces espèces sont caractéristiques des rivières, des marais, des fleuves intermittents et des eaux douces des lacs (Plisnier, 1989) ;
- *C. gariepinus* a été trouvée par Bizindavyi (2013), Ndayishimiye (2014), Nkurunziza (2015), Nitunga (2015), Banyankimbona (2012) ainsi que lors de la présente étude.

Cette espèce vit principalement dans les eaux calmes des lacs et étangs, mais elle est également capable d'évoluer au fond des rivières rapides. Elle est également rustique et tolère des conditions de qualités de l'eau indésirables (Vivien *et al*, 1985). Au cours de cette étude, elle a été trouvée

près des berges où le courant n'est pas fort.

- Enfin, cette étude comparative révèle que la plupart des espèces appartiennent aux Cyprinidae, soit 39,81% de la richesse spécifique dans l'inventaire de Banyankimbona et 47,4% dans celui de la présente étude. Cela n'est pas le cas pour l'étude de Ndayishimiye (2014) dans les embouchures de Dama et Murembwe où ce sont les Cichlidae qui dominent avec respectivement 59,5% et 64,7% de la richesse spécifique. Cette prédominance des Cichlidae dans les embouchures du Lac Tanganyika laisse croire que ces Cichlidae proviendraient du Lac.

Les observations en rapport avec la richesse spécifique observée pendant la saison des pluies sont contraires à celles de Nitunga (2015) dans les rivières Mubarazi et Kaninga où la richesse spécifique est plus élevée pendant la saison sèche. Pour cet auteur, la raison est qu'au cours de la saison sèche, les fortes pluies provoquent de fortes crues, l'habitat des poissons devient alors très grand et il devient difficile aux pêcheurs pour les captures.

La plus faible richesse spécifique observée dans la rivière Kinyankonge serait imputable à la pollution. Cette dernière a des conséquences sur la biodiversité en général et l'ichtyofaune en particulier. En effet, les personnes interrogées sur place qui chassent les oiseaux mangeurs de riz ont affirmé qu'autrefois existaient plus de 5 espèces près de l'installation Savoror. Parmi ces espèces figuraient entre autres *C. gariepinus*, *O. niloticus*, *A. burtoni*, *H. burtoni*, *P. aethiopicus* etc. Voilà que la présente n'a permis que de recenser seulement trois espèces. Cette perte de la diversité ichtyologique serait imputable aux diverses formes de pollution affectant les divers habitats et les frayères des poissons. Abordant dans le même sens, l'étude Bizindavyi (2013) a montré que suite aux effluents des huileries de palme déversées dans les rivières, certaines espèces sont devenues rares dans les rivières Murembwe. Ces espèces sont entre autres *C. gariepinus*, *A. vanderhorti*, et *A. burtoni*.

Concernant l'évolution spatiale de

l'ichtyofaune, la plus grande richesse spécifique enregistrée dans le site Barrage de la rivière Mpanda. Il s'agit d'une zone à faible courant lent et à transparence relativement élevée (et donc à productivité relativement élevée. Nous pensons également qu'au niveau du barrage, s'y concentreraient tous les poissons en provenance de l'amont surtout quand le barrage est fermé. Par ailleurs, la présence de la végétation des berges réduit la pollution par le phénomène d'épuration des eaux en provenance des zones agricoles. Cette même végétation joue un rôle important en servant de zone propice de frayères surtout en période d'inondation. La décomposition de la végétation attire les microorganismes et la croissance du phytoplancton dont les poissons se nourrissent. La plus faible richesse spécifique enregistrée au niveau de la rivière Kinyankonge (niveaux Société Savoror et embouchure) pourrait s'expliquer par le fait qu'il s'agit des zones fortement polluées tel que cela a été révélé par Nzeyimana (1999). Les espèces rencontrées dans ces zones sont notamment *Oreochromis niloticus*, *Clarias gariepinus* et *Pseudomygale mellis*. Les deux espèces *Oreochromis niloticus* et de *Clarias gariepinus* retrouvées sur l'ensemble de la période d'étude sont qualifiées d'espèces tolérantes.

Quant à l'évolution temporelle, la plus grande richesse spécifique observée durant la grande saison des pluies (mars à mai) pourrait être due au fait que les rivières reçoivent des poissons des divers affluents desdites rivières au cours de cette période, ce qui permet de les capturer dans des portions des rivières situées dans les plaines où le courant y est généralement lent avec la probabilité de les pêcher aussi dans les plaines d'inondation

V. CONCLUSION GENERALE

Il ressort de la présente que les rivières Mpanda et Kinyankonge en région naturelle de l'Imbo font partie des rivières qui ont des richesses ichtyologiques les plus faibles. Il a été également révélé que la richesse spécifique varie suivant les mois et rivières. Les Cyprinidae y sont les plus abondants avec près de 47,4% de l'ensemble de l'ichtyofaune. L'analyse des tailles des captures et des engins et techniques de pêche utilisés ont montré

l'ichtyofaune des poissons est surexploitée. A cette pression de la pêche s'ajoutent également les diverses formes dégradations imputables aux phénomènes d'érosion en provenance des bassins versants non protégés et les divers rejets industriels et domestiques. Tous ces divers facteurs sont responsables de la mortalité naturelle des espèces aquatiques vivantes en général et de l'ichtyofaune en particulier. A la fin de la présente étude, nous recommandons aux futurs chercheurs de poursuivre leurs recherches en insistant sur les autres aspects surtout ceux en rapport avec la biologie et les paramètres démographiques.

VI. BIBLIOGRAPHIE

- Banyankimbona, G. (2012) The Fish diversity of the Burundese Rivers and impact of human activities on this ichthyofauna. Aremberg Doctoral School of Science, 253p.
- Basogomba, J. (2010) Etude des caractéristiques de la pêche sur le long du Lac Tanganyika : cas de la zone littorale de Kajaga. Mémoire Université du Burundi, 42p.
- Bellemans, M.S. (1990) : Tentative de reconstitution de l'évolution de la production de la pêche artisanale dans la partie burundaise du lac Tanganyika de 1959 à 1990. Rapport technique final de FAO., 246p.
- Bizindavyi, L. (2013) Enjeux et contraintes environnementaux de la filière huile de palme en commune Rumonge : Mémoire Université du Burundi, 39p.
- Brichard, P. (1989) Pierre Brichard's book of cichlids and all other fishes of Lake Tanganyika. Tropical fish hobbyist publication, Neptune city, USA : 64p.
- Bouhlel, I. (2006) Etude de la variation saisonnière du profil en acide gras. T troisième rencontre de l'ichtyologie en France.
- Cohen, E. J. (1991) Compte rendu de la première conférence international sur la conservation de la biodiversité du lac Tanganyika. Biodiversity support programme. Washington DC; 128p.
- Coulter, G, W. (1991) Lake Tanganyika and its life British Museum, Natural history publication, Oxford University press London, 354p.
- Devos, L. & Snoeks, J., (1994) the non-cichlid fishes of Lake Tanganyika basin. In Martens K., Goddeeris B. & Coulter G. (Eds) Advances in limnology; speciation in ancient lakes. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol* 44 :391-405.
- Evert M.J. (1980) Le lac Tanganyika, sa faune et la pêche au Burundi. Bujumbura, 201p.
- Kiyuku, A. (2009) Travail de consultance sur la mise en place d'une coopération de matériel de pêche au profit de la fédération burundaise de pêche (FBP), 30p.
- Maiman, R.J. & Decamps H. (1990): The ecology and management of aquatic terrestrial ecotones. -France Paris and the Parthenon publishing group. UNESCO-MAB.Vol.IV., 316p.
- Ndayishimiye, T. (2014) Etude comparative de l'ichtyofaune des rivières affluentes du lac Tanganyika : Cas des rivières Dama et Murembwe en commune Rumonge (Province Bururi): Mémoire, Université du Burundi, 40p.
- Nduwimana, V. (2010) Etude des caractéristiques de la pêche sur le littoral du Lac Tanganyika : Cas de la station Nyamugari. Mémoire, U.B, 47p.
- Ngomirakiza, S (2010) Ecologie et exploitation des poissons Cichlidae d'intérêt commercial de l'estuaire de la Rusizi : Cas des genres *Callochromis*, *Oreochromis* et *Trematocara*, Mémoire de Licencie en pédagogie Appliquée, Agrégée de l'Enseignement Secondaire en Biologie, 54p.
- Nkezabahizi, J.M. (2013) Ecologie et exploitation des poissons des zones littorales anthropisées du Lac Tanganyika, Mémoire UB, 35p.
- Nibona, E. (2013) Contribution à l'étude du peuplement des poissons et macro invertébrés des affluents du lac Tanganyika : cas de l'embouchure de la rivière Dama ; Mémoire

Université du Burundi.

Nimubona E. (2012) Caractéristiques de la pêche dans le Lac Tanganyika en commune Rumonge, Mémoire, Université du Burundi, 56p.

Nitunga, X. (2016) Etude comparative de l'ichtyoaune de la rivière Kaniga et Mubarazi, Mémoire, Université du Burundi, 38p.

Nkurunziza B. (2016) Etude comparative de l'ichtyoaune de la rivière Dama et Murembwe Mémoire, Université du Burundi, 40p.

Ntakimazi, G. (1995) Le rôle des écotones terres/ eau dans la diversité biologique du lac Tanganyika. Bujumbura, Burundi ; Université du Burundi : Faculté des sciences, projet UNESCO/DANIDA 510/BDI/40, 1993, 84 p.

Ntakimazi, G. (2000) L'état de la diversité biologique dans les milieux aquatique et terrestre du Delta de la Rusizi (Projet sur la biodiversité du lac Tanganyika, P.B.L.T.

Ntakimazi, G. (2008) Kagera River Basin. Transboundary. Integrated Water Ressources Management and Development Project. Kagera River Basin Development, 330p.

Poll, M. (1953) Poissons non Cichlidae. Résultats scientifiques de l'exploration Hydrologique du Lac Tanganyika No 3 (5A). Brussels : Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 251p.

Poll, M. (1956) Poissons Cichlidae. Résultats scientifiques de l'exploration Hydrologique du Lac Tanganyika. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Vol. III. Bruxelles, 619p.

Poll, M. (1957) Les genres de poissons d'eau douce de l'Afrique. Annales du Musée Royal du Congo Berge, Tervuren, Série in 8° sciences zoologiques, 254p.