



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 (b)

Numéro spécial :

HOMMAGE A FEU PROFESSEUR ORDINAIRE BALTHAZAR MPAWENAYO

(1953-2020)



museum 

LA COOPÉRATION
BELGE AU DÉVELOPPEMENT **.be**

Bujumbura, Novembre 2021

BULLETIN N° 5 (b)

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

Un aperçu sur la Phytogéographie du Burundi : Nouvelles délimitations.

Manirakiza J.M.V., Niyongabo F., Masharabu T., Ngendakumana E. & Ndayishimiye J.....1-7

Contribution à la détermination de la Valeur nutritive des aliments négligés au Burundi : Cas des popotes de bananier *Igisubi*.

Nineza C, Ndikuryayo F., Bigumandondera P. & Minani M8-16

Valorisation des plantes médicinales de la flore naturelle du Burundi et implication pour la conservation

Mugisha J., Ndayishimiye J., Mvukiye L. Nineza C. & Gahungu G.....17-32

Etude de quelques aspects de la reproduction et du facteur de condition de *Limnotilapia dardennii* (Boulenger, 1899), un Cichlidae d'intérêt commercial du lac Tanganyika

Nibona E. & Niyonkuru C..... 33-43

Analyse de la biodiversité des invertébrés du sol du Parc National de la Rusizi et la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena.

Dushimirimana S., Kazitsa E.-G., Buhintahe R. & Ndayisenga M..... 44-58

Distribution, Importance socioéconomique, Menaces et Risque de disparition d'*Oxytenanthera abyssinica* (A. Rich.) Munro (Umusunu, Poaceae) au Burundi

Niyokwizigira L., Hakizimana C., Ntore S., Irampagariqiye R., Masharabu T., Masabo O., Ndayishimiye J., Ndeko Mubembe S. D., Ndayikeza L. & Nkengurutse J.....59-74

Gestion de la Réserve Naturelle de la Malagarazi (Est du Burundi) : Quelles perceptions ont les différents acteurs ?

Nduwimana A., Riera B., Habonayo R. & Raondry-Akotoarisoa N.74-85

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.



Un aperçu sur la Phytogéographie du Burundi : Nouvelles délimitations

Manirakiza J.M.V.², Niyongabo F.¹, Masharabu T.², Ngendakumana E.² & Ndayishimiye J.²

¹Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, B.P 2523, Bujumbura, Burundi.

²Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement, Laboratoire de Biodiversité, Ecologie et Environnement, BP 2700, Bujumbura, Burundi.

Auteur correspondant: Manirakiza J.M.V., E-mail: vianneyjean12@gmail.com

Reçu: le 04 Juin 2021

Accepté: le 29 Juillet 2021

Publié: le 10 Octobre 2021

RESUME

Cette étude a pour but de mettre en évidence les zones phytogéographiques du Burundi sur base des collections d'herbiers conservés dans l'Herbarium de l'Université du Burundi (BJA). La méthodologie utilisée pour la réalisation de cette étude a consisté à la comparaison des modèles phytogéographiques existant pour le Burundi. Grâce à l'Outil SIG, nous avons pu identifier l'existence d'une nouvelle zone phytogéographique similaire au District Afro-montagnard dans les zones autour des chutes de Karera et les failles de Nyakazu dans la partie Est du Burundi. D'autres études similaires combinées avec un jeu important de données pourraient confirmer cette nouvelle délimitation.

Mots clés: SIG, collections d'herbiers, régions phytogéographiques, Burundi

ABSTRACT

This study aims to highlight the phytogeographical zones of Burundi based on the collections of herbaria kept in the Herbarium of the University of Burundi (BJA). The methodology used for the realization of this study consisted in the comparison of the existing phytogeographical models for Burundi. Using the GIS tool, we were able to identify the existence of a new phytogeographic zone similar to the Afromontane District in the areas around the Karera Falls and Nyakazu faults in the eastern part of Burundi. Further similar studies combined with a large dataset could confirm this new delineation

Key words: GIS, Herbarium collection, phytogeographical regions, Burundi

I. INTRODUCTION

La phytogéographie comme une science qui s'intéresse à la répartition des espèces sur l'ensemble du globe terrestre (Schnell, 1971), a pour base la cartographie et utilise principalement les modèles de répartition spatiale des espèces (Koffi, 2008). Depuis longtemps, la classification des entités phytogéographiques ou phytochories a été aussi arbitraire et subjective que celle de la végétation, et il n'existait pas d'accord général sur les critères à utiliser (White, 1993). Certes, cette classification s'est depuis longtemps basée sur des critères physiognomiques et l'endémisme des taxons. C'est notamment le cas des études faites sur la République Démocratique du Congo et l'Afrique centrale en général (Mangambo *et al.*, 2014). Cette méthode a pour faiblesse, le fait que dans certains cas, elle semble séparer ce qui en réalité devrait être pris ensemble (White, 1993). Certains auteurs ont émis leur point de vue en indiquant qu'il est encore difficile de considérer comme définitives les subdivisions existantes, tant que les espèces ne sont pas encore toutes explorées et dressées leurs cartes de répartition (White, 1993).

Pour ce qui concerne l'Afrique, le modèle phytogéographique le plus utilisé est celui de White (1976, 1979 et 1983). Il est à souligner que les données en provenance des cartes de distribution qui confirment les délimitations de la carte chorologique, n'ont pas été utilisées dans l'élaboration de la carte de végétation. En fait, une grande part de ces données n'étaient pas disponibles au moment où elle a été établie, ce qui justifie la nécessité d'autres études qui pourront compléter celle-ci (White, 1986).

Cette question générale sur le continent africain n'a pas épargné le Burundi qui connaît des subdivisions de différents auteurs.

Les études phytogéographiques pour cette région en générale et pour le Burundi en particulier se sont surtout basées sur les arguments physiognomiques des plantes, le climat mais aussi sur le concept d'endémisme

(Koffi, 2008). Les territoires phytogéographiques du Burundi varient d'un auteur à l'autre. On peut citer les travaux de Lewalle (1972), Lambinon et Sérusiaux (1977), Ndabaneze (1983) qui se sont penchés sur ces études. En plus de ces auteurs, on peut ajouter Ndayishimiye (2010) qui a abordé ce sujet à travers la distribution des Mimosoideae. Ainsi, tous ces modèles de délimitations de régions phytogéographiques pour le Burundi, connaissent des lacunes car sont basées sur des critères notamment physiognomiques, ce qui constituent une faiblesse notoire pour les subdivisions existantes en générale.

En vue de contribuer à la connaissance de la Phytogéographie du Burundi, notre étude vise à mettre en évidence l'existence de nouvelles régions en utilisant les collections d'herbiers conservées à l'Herbarium de l'Université du Burundi en comparaison avec les cartes de la végétation du Burundi et celles des territoires phytogéographiques.

II. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

II.1. Matériels utilisés

Le matériel utilisé est constitué des spécimens d'herbiers conservés dans l'Herbarium de l'Université du Burundi (BJA), hébergé au Département de Biologie de la Faculté des Sciences. Cela a permis de constituer la base de données qui comprend : numéro d'identification, récolteur, longitude, latitude, numéro d'herbier, date, mois, année, famille, genre, espèce, auteur, aire majeur, aire mineur, localités de récolte. Au total, 10119 échantillons ont été saisis dans un fichier Excel. Cependant, les spécimens avec les données manquantes ont été supprimés dans les analyses.

II.2. Méthode de délimitation des zones biogéographiques

Deux cartes de bases ont été retenues pour la visualisation des régions phytogéographiques. Il s'agit de la carte de la végétation du Burundi mise au point par Van Breugel et Kindt en 2015 (Figure 1) :

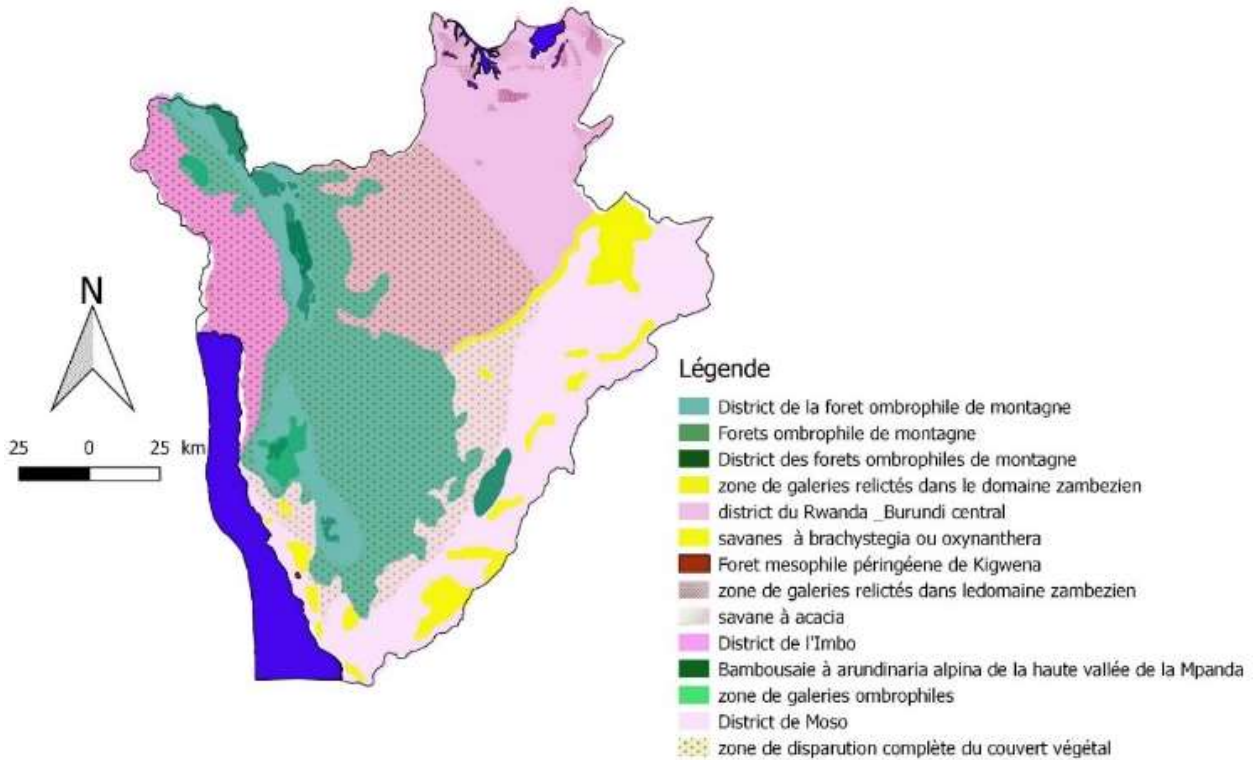


Figure 1 : Carte de la végétation du Burundi modifiée à partir de la carte de la végétation pour l'Atlas du Burundi

L'autre carte qui a été utilisée est celle portant sur les territoires phytogéographiques du Burundi publiée par Lambinon et sérusiaux (1977). La délimitation des zones phytogéographiques a été réalisée alors en

superposant les couches des territoires phytogéographiques existants avec les couches de la carte des formations végétales et celle montrant la densité des récoltes au Burundi.

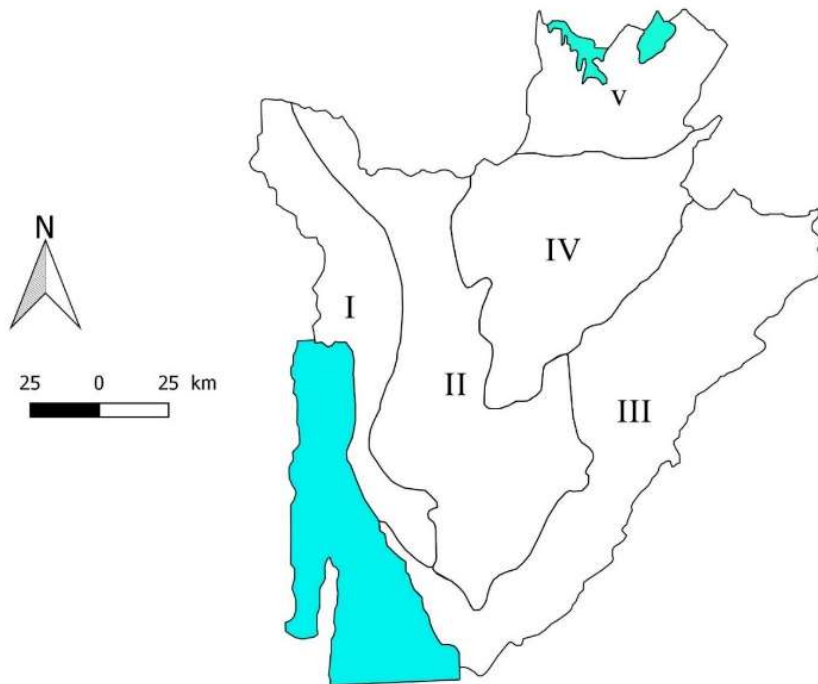


Figure 2 : Carte des territoires phytogéographiques modifiée à partir de la carte des territoires phytogéographiques du Burundi selon Lambinon et sérusiaux (1977) : (I : District de la Rusizi, II : District Afromontagnard, III : District du Moso Malagarazi IV : District du Burundi Central, V : District du Bugesera).

III. RESULTATS

III.1. Analyse floristique et densité de prospection

Au total 10119 échantillons ont fait objet de notre étude. Ces derniers sont regroupés en 191 familles, 993 genres et 1779 espèces. L'effort d'échantillonnage varie selon les espèces. En effet, on remarque qu'une seule espèce peut compter plus de 100 échantillons. 790 espèces comptent entre 1 et 2 échantillons. D'autres gravitent entre 20 et 59 échantillons. Les genres qui regroupent un grand nombre

d'échantillons sont *Hyparrhenia* (232 échantillons), *Crotalaria* (222), *Vernonia* (151 échantillons), *Sporobolus* (128 échantillons), *Polygala* (109 échantillons), *Asplenium* (100 échantillons), *Setaria* (98 échantillons), *Cleroderudum* (92 échantillons), *Ficus* (92 échantillons), *Acalypha* (90 échantillons), *Desmodium* (89 échantillons), *Eriosema* (81 échantillons).

La carte de distribution des échantillons montre la présence des individus sur l'ensemble du territoire aussi bien dans les zones de basses et hautes altitudes (Figure 3).

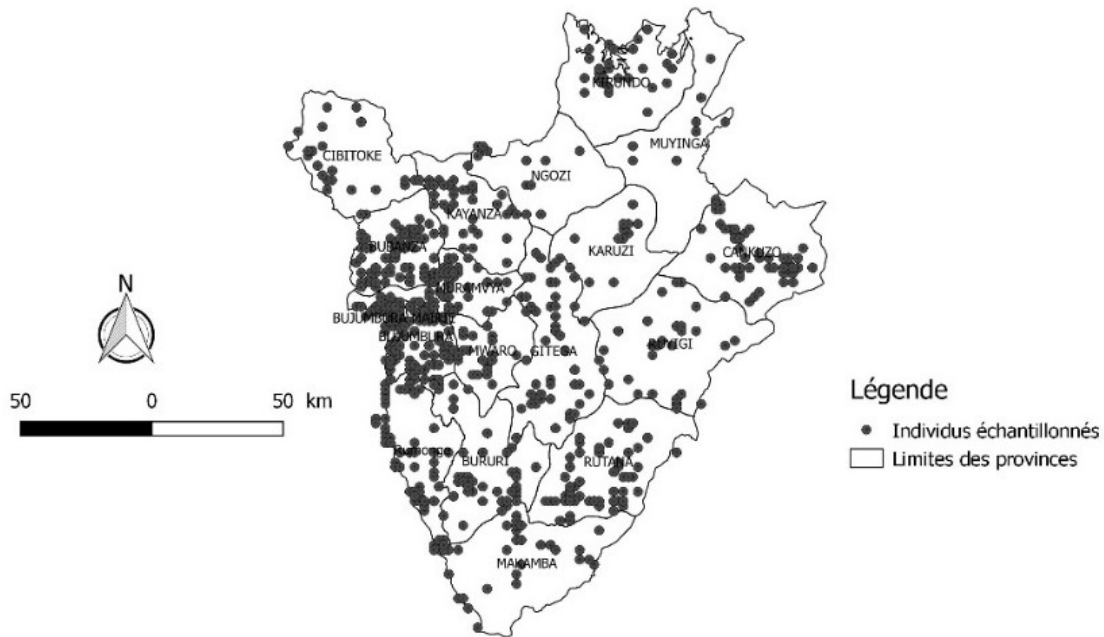


Figure 3: Carte de la répartition des spécimens d'herbiers de l'Herbarium de l'Université du Burundi (BJA) sur le territoire du Burundi

3.2. Répartition de l'échantillonnage selon les régions phytogéographiques

Du point de vue phytogéographique, seulement trois régions phytogéographiques du Burundi sur les cinq (Lambinon et Sérusiaux, 1977) sont les plus prospectés. Il s'agit du: District de la Rusizi, District Afromontagnard et District Mosso Malagarazi. Au vue sur la figure (4), on remarque une intensité élevée d'échantillonnage dans les districts de Rusizi (3620), Afromontagnard

(3683) et Mosso Malagarazi (2243). Les autres districts tel que le Burundi Central (481), le Bugesera (185) sont faiblement explorés. Par rapport à la richesse spécifique, le district de la Rusizi vient en tête avec 1693 espèces bien qu'il vient en deuxième position par rapport aux individus échantillonnés (3620) contre (3683) du district Afromontagnard qui compte 1659 espèces. Vient ensuite le district de Mosso Malagarazi avec 1278 espèces, Burundi central avec 263 espèces et en fin Bugesera avec 185 espèces.

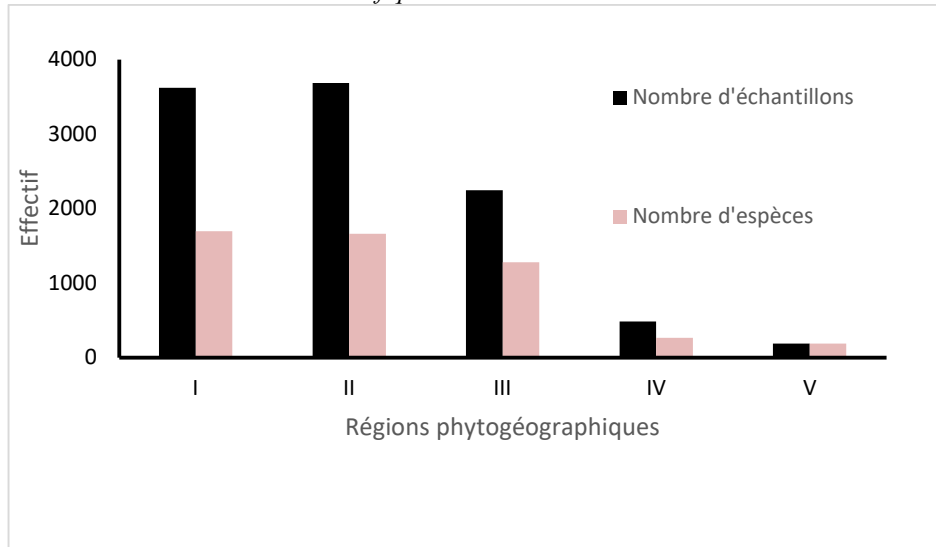


Figure 4 : Répartition des spécimens et des espèces dans les territoires phytogéographiques du Burundi

3.3. Identification de régions phytogéographiques

La superposition de la carte des formations végétales du Burundi avec celle des régions phytogéographiques de Lambinon et Sérusiaux (1977) montre des discordances au niveau des limites des régions phytogéographiques.

Après avoir redéfini par digitalisation les nouvelles limites, nous avons abouti aux

régions phytogéographiques suivantes : District du Burundi Central, District du Graben Occidental (Rusizi), District de Bugesera, District Afromontagnard, District-Mosso Malagarazi. On remarque finalement une nouvelle zone qui a des affinités avec la région Afro montagnarde dans la partie du Mosso. Cette zone coïncide avec les galeries forestières qui sont rencontrés dans les chutes de la Karera et les failles de Nyakazu.

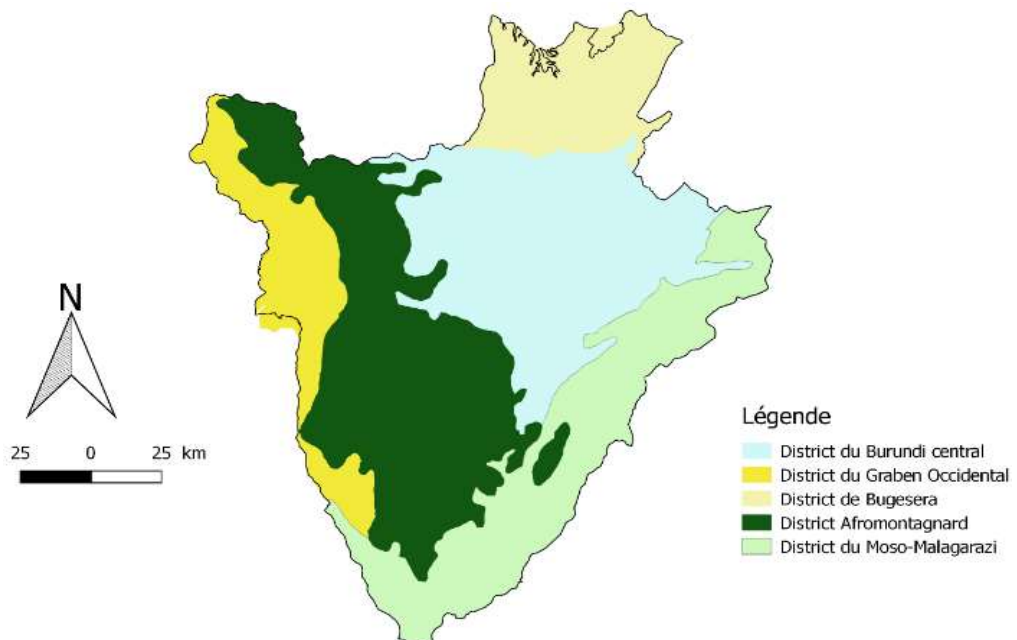


Figure 5 : Nouvelles limites des régions phytogéographiques du Burundi après superposition des couches de la carte de la végétation selon Pouilleux (1979) et de celles des régions Phytogéographiques selon Lambinon et Sérusiaux (1977)

IV. DISCUSSION

Les données utilisées pour cette étude sont issues des résultats de prospection botanique ayant couvert la période allant de 1960 à 2012. Du point de vue régions phytogéographiques, tous les territoires existants ont été explorés mais à des degrés différents (Fig.3). Le niveau de prospection le plus observé dans les districts de la Rusizi serait influencé par la proximité des Institutions de Recherche dont l'Université du Burundi. De même, on peut confirmer que les lieux de prospections coïncident avec les aires protégées du Burundi. Cette observation est cohérente avec les résultats de Ndayishimiye (2011).

Les résultats présentés à la Figure 4, montrent qu'il y a une corrélation entre l'effort d'échantillonnage et la Richesse spécifique. En effet, les endroits les plus visités demeurent les plus riches en termes d'espèces. Ceci confirme la théorie de la Biogéographie des îles (Vallet et al., 2012). Malgré que les territoires phytogéographiques ont été inégalement explorés, le modèle de Lambinon et Sérusiaux (1977) nous a servi d'outil dans la définition de nouvelles régions biogéographiques à l'échelle du Burundi.

En effet, les limites des régions phytogéographiques ont varié dans le temps et selon les auteurs que ce soit au niveau régional et local. Ainsi donc, la superposition des couches des régions phytogéographiques selon Lambinon et Sérusiaux (1977) et de celles des formations végétales du Burundi selon Pouilleux (1979) montre des discordances au niveau des limites de ces territoires ce qui nous a conduit à les délimiter de nouveau. De ce fait, le Nkoma a rejoint le district Afromontagnard. Une partie du Buyogoma autre temps attribuée au Mosso-Malagarazi a rejoint le Burundi central (Fig.5).

Aussi, la zone afro- montagnarde n'est pas une zone continue, mais par contre est morcelée. Ceci corrobore avec les résultats de White (1983) à l'échelle de l'Afrique. De plus, ce

problème de discontinuité est remarqué non seulement au Burundi mais aussi pour la plupart de la région montagnarde au niveau du rift albertin à cause notamment des activités anthropiques (Mangambo et al., 2014, White, 1993).

V. CONCLUSIONS

Cette étude basée uniquement sur les collections historiques montre que les prospections botaniques du Burundi sont inégalement réparties. Certaines régions demeurent plus visitées que d'autres. La distance joue un rôle déterminant dans cette prospection. Les endroits les plus visités sont les plus riches.

Les nouvelles délimitations des régions phytogéographiques obtenues grâce à la superposition des couches de végétation et de spécimens d'herbiers confirment que la végétation du Burundi est répartie sous forme d'îlots qui sont disséminés suite aux effets anthropiques. La présence d'une petite zone typique de la région des montagnes dans les zones autour des Failles de Nyakazu et des Chutes de la Karera à Musongati confirme que le District Afromontagnard n'est pas une zone continue mais par contre morcelée.

Il est primordial de confronter nos résultats avec la superposition d'autres variables bioclimatiques pour confirmer ce modèle. Par ailleurs, on pourrait s'attendre à aboutir à d'autres conclusions notamment une présence des zones typiques des forêts claires en dehors de celle connues actuellement.

VI. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Projet Sud Experts plantes Développement Durable (SEP2D) qui a facilité la digitalisation des spécimens d'herbiers conservés à l'Herbarium de l'Université du Burundi.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Kouao, K. (2008). Analyse des structures

spatiales des données de distribution phytogéographique des Acanthaceae en Afrique centale.

Lambinon, J., & Serusiaux, E. (1977). Contribution à l'étude des lichens du Kivu (Zaire), du Rwanda et du Burundi. *Bulletin Du Jardin Botanique National de Belgique / Bulletin van de National Plantentuin van België*, 47(3/4), 459. <https://doi.org/10.2307/3667912>

Mangambo Mokoso, J.D.D.; Elmar, R.; Ntahobavuka Habonimana, H.; Van, D.R.; 2014. Analyse phytogéographique des ptéridophytes d'Afrique Centrale: cas des étages des montagnes du parc national de Kahuzi-Biega.

Ndabaneze, P. (2009). The mountain flora of BURUNDI. 8(2), 7–10. <https://doi.org/10.15957/j.cnki.jjdl.2009.07.004>

Ndayishimiye J., Bigendako M.J., Lejoly J., Sibomana S., Koffi J.K. & Bogaert J. (2010). Modèle de distribution des Mimosoideae de l'Afrique Centrale, pp.245-252. In: X. van der Burgt, J. van der Maesen & J.M. Onana (eds), *Systematics and conservation of African plants*, Royal Botanic Gardens, Kew.

Schnell, R. (1971). Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux: les milieux- les groupements végétaux. *Géobiologie Ecologie Aménagement* tome 2. Gauthier-Villars, Paris.

Vallet, J.; Rambaud, M.; Coquel, L.; Poncet, L.; Hendoux, F. (2012). Effort

d'échantillonnage et atlas floristiques-exhaustivité des mailles et caractérisation des lacunes dans la connaissance. *Comptes Rendus - Biologies*, 335(12), 753–763. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2012.11.005>

Van, B., Kindt, R. (2015). A new map of the vegetation of Burundi. 1979, 1–11.

White, F. (1976d). The underground forests of Africa: a preliminary review. *Gdns Bull. (Singapore)*, 29, p. 55--71.

White, F. (1979). The Guineo-Congolian region and its relationships to other phytochoria. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*, 49: 11-55.

White, F. (1993). The AETFAT Chorological Classification of Africa: History, Methods and Applications. *Bulletin Du Jardin Botanique National de Belgique/Bulletin van de National Plantentuin van België*, 62(1/4), 225. <https://doi.org/10.2307/3668279>

White, F. (1986). *Vegetation de l'Afrique . Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique Unesco/AETFAT/UNSO*, Publié en 1986. L'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM) et l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 7 place de Fontenoy, 75007 Paris Imprimé par Copédith



Contribution à la détermination de la Valeur nutritive des aliments négligés au Burundi : Cas des popotes de bananier *Igisubi*.

^{1,2}Nineza C.^{1,2*}, Ndikuryayo F.^{1,2}, Bigumandondera P.^{1,2} & Minani M.¹

¹Département de Biologie-Chimie, Institut de Pédagogie Appliquée, Université du Burundi, BP 5223 Bujumbura

²Centre Universitaire de Recherche et de Pédagogie Appliquées aux Sciences, Laboratoire de Nutrition-Phytochimie, d'Ecologie et Environnement Appliqués

Auteur correspondant : NINEZA Claire, E-mail : ninezaclaire7@gmail.com

Reçu: le 01 Juin 2021

Accepté: le 28 Août 2021

Publié: le 15 Octobre 2021

RESUME :

Le bananier est la première culture en termes de volume de production ; il représente plus de 40 % de la production vivrière, au Burundi. La partie du bananier la plus consommée est son fruit communément comestible appelé banane ; elle constitue la base de la sécurité alimentaire de nombreuses populations burundaises. En outre, les fleurs du bananier sont consommées par certaines populations d'Asie et du Burundi. Cette étude a pour objectif de déterminer la valeur nutritive des popotes (ou fleurs) de bananier (*Igisubi*) afin d'évaluer son impact sur l'amélioration de la sécurité alimentaire au Burundi. Les résultats d'analyse ont révélé que les popotes de bananier sont parmi les légumes les plus riches en cellulose et en certains minéraux comme le potassium, le phosphore, le magnésium et le fer. Leur teneur en protéines, en calcium et en vitamine C est satisfaisante, par rapport aux autres légumes couramment consommés. Ainsi les popotes de bananier peuvent participer à l'amélioration de la sécurité alimentaire, en contribuant à la réduction de la malnutrition et dans la prévention des maladies liées aux carences en nutriments et micronutriments.

Mots clés : sécurité alimentaire, popotes de bananier, valeur nutritive, nutriments et micronutriments.

ABSTRACT

Banana is the first crop in terms of production volume; it represents more than 40% of food production in Burundi. The most consumed part of the banana tree is its fruit called banana; it constitutes the basis of food security for most of Burundian people. In addition, the flowers of the banana tree are consumed by some populations in Asia and Burundi. This study aims to determine the nutritional value of banana (*Igisubi*) flowers in order to assess its impact on improving food security in Burundi. The results of the analysis revealed that banana flowers are among the richest vegetables in cellulose and certain minerals such as potassium, phosphorus, magnesium and iron. Their protein, calcium and vitamin C content is satisfactory, compared to other commonly eaten vegetables. Thus, banana flowers can participate in improving food security by contributing to the reduction of malnutrition and the prevention of deficiency diseases.

KEYWORDS: food security, banana flowers, nutritional value, nutrients and micronutrients.

I. INTRODUCTION

L'état de la sécurité alimentaire est apprécié par une analyse reposant sur trois piliers : disponibilités alimentaires, accès à l'alimentation et utilisation des aliments (FAO *et al.*, 2019). Un repas sain et équilibré doit inclure les fruits et légumes qui apportent les vitamines et les minéraux, ces derniers font fonctionner l'organisme et renforcent le système immunitaire (Barasi, 2003 ; Willett, 2008 ; Ziegler, 2011). La qualité nutritionnelle fournie par la consommation de légumes et de légumineuses a fait objet de plusieurs études (USDA, 2020 ; He *et al.*, 2007 ; Tiwari and Cummins, 2013).

Dans le Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté au Burundi (CSLP II), la sécurité alimentaire figure parmi les grandes préoccupations du Gouvernement du Burundi (République du Burundi, 2016). De même, le Plan National de Développement (PND 2018-2027) a mis un accent sur le renforcement de la sécurité alimentaire en l'incluant dans l'axe 1 de l'orientation stratégique 1 de l'enjeu 1 (République du Burundi, 2018).

Malgré ces initiatives, même si l'analyse IPC (*Integrated Phase Classification for Food Security*) Cadre intégré de classification de la

sécurité alimentaire) de l'insécurité alimentaire aigue faite en mai 2020, montre une amélioration globale de la situation de la sécurité alimentaire (Ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Élevage, 2020), le déséquilibre du régime alimentaire burundais subsiste. Ce déséquilibre se traduit notamment par la malnutrition et les carences alimentaires observables dans la population.

Pour assurer la sécurité alimentaire et la croissance économique, le PND Burundi 2018-2027 prévoit des actions (extension des périmètres irrigués par la construction des barrages hydro-agricoles, mécanisation de l'agriculture, intensification agricole, régionalisation partielle des cultures) en vue de moderniser et diversifier la production agricole, animale et halieutique (République du Burundi, 2018). Au Burundi, jusqu'en 2015, les groupes de cultures au niveau de leur contribution à la sécurité alimentaire comprenaient, par ordre d'importance en quantité produite (Tableau 1), les tubercules et racines (patate douce, manioc, pomme de terre), les bananes et plantains, les légumineuses (haricot, petit pois), les céréales (maïs, riz, blé, sorgho), les légumes et fruits ainsi que les oléagineux (arachide, soja, tournesol).

Tableau 1 : Evolution de la production vivrière au Burundi (en tonnes)

| Campagne | 2011-2012 | 2012-2013 | 2013-2014 | 2014-2015 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Céréales | 246348 | 243553 | 226272 | 219255 |
| Légumineuses | 236657 | 258762 | 274875 | 282978 |
| Bananes | 1184076 | 2235697 | 1362837 | 865570 |
| Tubercules et racines | 2051323 | 3333042 | 3203169 | 3462142 |
| Oléagineux | 13495 | 119051 | 15000 | 12776 |
| Total | 3731899 | 6090105 | 5082153 | 4842721 |
| Croissance | | -0,63 | -0,17 | -0,05 |

Source : Enquête Nationale Agricole du Burundi, Campagne 2014-2015 in CSLP II (2016)

La culture du bananier, objet de la présente étude, est effectuée dans divers milieux écologiques d'Afrique de l'Ouest et centrale ainsi que de l'Afrique de l'Est (July, 2008).

Au Burundi, parmi les cultures vivrières, les bananes et plantains ainsi que le groupe de racines et tubercules sont les plus représentés et jouent, donc, par conséquent, un rôle

important dans l'assurance de la sécurité alimentaire.

Lorsque la culture de bananier est appliquée en association avec d'autres cultures, les feuilles du bananier constituent l'engrais vert pour l'amendement des sols. Les résidus pseudotrons et feuilles coupées des bananiers répandus sur les champs restituent la biomasse et réduit le ruissellement et donc l'érosion ; la culture du bananier est prometteuse face au changement climatique. Ses larges feuilles créent un certain ombrage pour la croissance des jeunes plantes qui ont besoin d'une certaine protection (Iraz et Crdi, 1985).

Dans le domaine médical, les parties du bananier *Musa acuminata colla* sont utilisées pour le traitement de certaines maladies comme le choléra, la dysenterie, les hépatites et la névralgie du sciatique (Rwangabo, 1993). Des études ont montré que les popotes de bananier possèdent plusieurs vertus thérapeutiques : lutter contre la dépression et l'anémie, stimuler la production lactée, soulager la constipation, ... (<https://www.banane.info/actualites/tout-est-bon-dans-le-bananier-meme-les-fleurs/> et [https://www.ajib.fr/la fleur-de-banane-et-ses-impressionnants-bienfaits-pour-la-sante /](https://www.ajib.fr/la-fleur-de-banane-et-ses-impressionnants-bienfaits-pour-la-sante/)).

En effet, le bananier est avant tout une plante alimentaire cultivée pour son fruit appelé banane, est consommé, frais (bananes desserts) ou cuit. La banane constitue la base de la sécurité alimentaire de nombreuses populations (Lassoudière, 2007). La pulpe d'une banane mûre peut aussi être fermentée pour produire le vin de banane (Cirad-Gret, 2002).

Egalement, les produits secondaires du bananier sont consommés dans certains pays mais aussi dans certaines régions de notre pays. C'est le cas des popotes de bananier consommées sous forme de légumes, servies crues ou cuites à la vapeur en Asie du sud et du sud-est ainsi que dans les Andes de la Colombie et de l'Équateur (<https://www.cookstomize.fr/avantages-fleur-bananier-sante/>). Au Burundi, une partie de la

population (communes Rugombo, Mabayi et Murwi) consomme les popotes de bananier (ou fleurs du bananier) comme légumes, surtout celles de la variété *Igisubi*. C'est dans le but de la valorisation des aliments négligés au Burundi dont les popotes de bananier pour le cas d'espèce, que le présent travail a été initié.

L'objectif général de cette étude est donc de déterminer la valeur nutritive des popotes de bananier. Spécifiquement, il s'agira de doser les nutriments et micronutriments contenus dans les échantillons de popotes de bananier. Une bonne connaissance de la valeur nutritive des popotes de bananier, contribuerait à inciter la population qui les consomme déjà à le faire davantage et les autres qui n'en consomment pas encore d'incorporer dans leurs repas les popotes de bananier comme légumes. Cette étude s'inscrit également dans la ligne droite d'élargir la gamme des aliments comestibles à mesure de contribuer à la réduction de la malnutrition et ainsi améliorer la sécurité alimentaire.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Echantillonnage et préparation de l'échantillon

II.1.1. Description de la plante

Le bananier est une plante herbacée dont le pseudo tronc varie de 1,5 à 8 m de hauteur selon les espèces et les variétés. D'une souche souterraine vivace, globuleuse (0,30 à 0,60 m de diamètre) appelée aussi rhizome ou bulbe, naissent d'abord de longues feuilles de dimensions croissantes.

La tige du bananier est un pseudo tronc qui peut atteindre 2 à 5 m de hauteur ; à partir du rhizome se développent plusieurs rejets qui donnent plus tard d'autres pseudotrons. Le bananier forme généralement plusieurs longues feuilles avant la floraison et une vraie tige se développe à l'intérieur du pseudo tronc (Cirad, 2006). C'est à partir des fleurs femelles que se développent les fruits sans fécondation. L'inflorescence est un épi de cymes comportant deux types de fleurs : les fleurs

dites femelles qui se forment en premier et qui donneront les fruits, les fleurs dites mâles à l'extrémité de l'axe floral qui dégénèrent après la floraison. Un régime de bananes désigne l'ensemble des mains et la hampe florale sectionnée pour la récolte.



Figure1 : Photo d'une bananeraie

Bien que le bananier ne puisse donner qu'un seul régime par cycle, on le considère comme une culture pérenne. En effet, au cours de la

phase végétative, la souche produit plusieurs rejets latéraux. Dans les bananeraies, une fois le régime récolté, la plante est coupée à sa base et un seul (ou plusieurs) rejet (s) est (sont) conservé (s) pour donner un nouveau plant fructifère. Alors qu'un cycle de culture (plantation-récolte) dure de six à dix-huit mois, une bananeraie peut être maintenue pendant plusieurs dizaines d'années (Cirad-Gret, 2002). Le bananier *Igisubi* dont les popotes ont constitué l'échantillon d'analyse, est du genre *Musa* de la famille des *Musaceae*

I.1.2. Récolte et préparation de l'échantillon

La récolte des popotes de bananier a été faite, de manière aléatoire, sur les bananiers de la variété *igisubi* à Buhindo, Commune Murwi, Province Cibitoke, le 08-3-2017, à 6 heures du matin. La Figure 2 illustre l'échantillon utilisé dans cette étude.



(a)



(b)

Figure 1 : (a) Photo des popotes de bananier *Igisubi* avec bractées violacées, (b) Photo des popotes de bananier *Igisubi* sans bractées violacées

L'échantillon a été réparti en deux lots : le premier lot a été conduit au Laboratoire d'Analyse des Sols et des Produits Agroalimentaires de l'ISABU. Après avoir enlevé les bractées violacées, les bractées centrales les plus tendres et claires ont été pesées et séchées à l'étuve réglée à 105°C.

L'échantillon sec a été broyé pour obtenir une poudre fine ayant servi au dosage de différents nutriments.

Le deuxième a été amené au laboratoire du CNTA pour le dosage de la vitamine C. Les morceaux de l'échantillon ont été mis dans une presse pour l'extraction du jus qui a été analysé directement.

II.2. Méthodes d'analyse

La teneur en eau a été déterminée par étuvage (KIBIRITI et al., 1986), les protéines par la méthode de Kjeldhal (AUDIGIE et al., 1986) et les sucres par titrage volumétrique (KIBIRITI et al., 1986). La vitamine C a été dosée par la méthode de titrage volumétrique à dichlorophénol-indophénol (DCPIP) sur

l'échantillon conservé au frigo (CNTA, 1993), les éléments minéraux (Fe, Ca et mg) ont été dosés par la méthode de spectrométrie d'absorption atomique (SAA) et les fibres alimentaires (cellulose) par la méthode d'extraction en utilisant l'appareil UFOCELL (KIBIRITI et al., 1986). Pour chaque analyse, l'opération a été répétée trois fois.

III. RESULTATS

Les résultats obtenus dans cette étude sont présentés dans le Tableau 2. Ces résultats sont comparés à de la littérature ayant été obtenus pour certains légumes comme les amarantes, les tomates, les laitues, les carottes, les épinards, les aubergines et les haricots verts (Tougan et Théwis, 2020) ; www.guide-des-aliments.com ; <https://sante.com> ; <https://journaldes-femmes.fr/calories/aliment-20030>.

Dans le souci de faciliter cette comparaison, les résultats expérimentaux de cette étude, initialement exprimés par rapport à la matière sèche, sont convertis par rapport à la matière fraîche, selon la formule suivante :

$$\text{Teneur d'un nutriment par rapport à la MF} = \frac{\text{Teneur d'un nutriment par rapport à la MS} \times \text{Masse de la MS}}{100}$$

où MF : matière fraîche et MS : matière sèche

Tableau 2 : Comparaison de résultats d'analyses chimiques des popotes de bananier *Igisubi* avec ceux des autres légumes

| Nutriments | Teneur pour 100g de MS | Teneur pour 100g de MF | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Eau (g) | | 91,07 | 91,7 | 94,52 | 95,64 | 88,29 | 91,4 | 92,3 | 90 |
| Protéines (g) | 12,53 | 1,11 | 2,5 | 0,88 | 0,9 | 0,93 | 2,86 | 0,98 | 1,4 |
| Cellulose (g) | 24,37 | 2,17 | | 1,2 | 1,2 | 2,8 | 2,2 | 3 | 3 |
| Vitamine C (mg) | - | 3,34 | 43 | 18 | 2,8 | 5,9 | 39,3 | 2,2 | 8 |
| Potassium (mg) | 5845,8 | 522,02 | 611 | 237 | 141 | 320 | 515 | 229 | 175 |
| Calcium (mg) | 364,6 | 32,55 | 215 | 7 | 18 | 33 | 98,2 | 9 | 56,3 |
| Magnésium (mg) | 329,5 | 29,42 | 55 | 11 | 7 | 12 | 69,2 | 14 | 22,4 |
| Fer (mg) | 5,8 | 0,51 | 2,3 | 0,27 | 0,41 | 0,3 | 3,4 | 0,23 | 9,21 |
| Phosphore (mg) | 358,9 | 32,04 | 50 | 24 | 20 | 35 | 52,4 | 24 | 36 |

¹ : popotes de bananier *igisubi* ² : Amarantes ³ : tomates ⁴ : laitues ⁵ : carottes ⁶ : épinards ⁷ : aubergines, ⁸ : haricots verts et MF : matière fraîche ; MS : matière sèche

IV. DISCUSSION

La teneur en eau de l'échantillon des popotes de bananier analysées est de 91,07%. Cette valeur est supérieure à celle qu'on trouve dans les carottes (88,29 %) et dans les haricots verts (90 %). Elle est proche de celle des épinards (91,5 %), des amarantes (91,7%) et des aubergines (92,3%), mais légèrement inférieure à celle qu'on trouve dans les tomates (94,52 %) et dans les laitues (95,64 %). Le constat est que cette valeur se trouve dans la marge des teneurs trouvées pour les autres légumes. La première caractéristique des légumes est de comporter une quantité importante d'eau (85-95%) du poids. Les popotes de bananier constituent une bonne source en eau pour l'organisme humain, néanmoins cette teneur élevée en eau est un handicap pour la bonne conservation d'un aliment (Alais et Linden, 1997).

La teneur en protéines pour 100 g de matière fraîche de l'échantillon de popotes de bananier est de 1,11 g. Cette teneur en protéines est très proche de celle trouvée dans 100 g de matière fraîche pour certains légumes consommés au Burundi comme les carottes (0,93 g), les haricots verts (1,3 g), les aubergines (0,98 g), les laitues (0,9 g) et les tomates (0,88g) mais de loin inférieure à celles des autres légumes comme les épinards (2,86 g) et les amarantes (2,5 g). Les popotes de bananier renferment en moyenne une bonne teneur en protéines, qui ne s'écarte pas de celle des autres légumes en général. Comme l'apport journalier en protéines est de l'ordre de 0,8 g/kg pour les femmes et 0,85 g/kg pour les hommes (FAO, 1995), une alimentation en popotes de bananier ne peut combler les besoins quotidiens en protéines et doit être accompagné par d'autres aliments riches en ce nutriment.

La teneur en cellulose (fibre alimentaire) de notre échantillon de popotes de bananier *Igisubi* obtenue est 2,17 g pour 100 g de matière fraîche. En la comparant aux valeurs trouvées dans 100 g de matière fraîche des aubergines (3 g), des épinards (2,2 g), des laitues (1,2 g), des tomates (1,2 g), des carottes

(2,8 g), des haricots verts (3g), les popotes de bananier sont moyennement riches en cellulose. Les fibres alimentaires sont favorables à la santé humaine en facilitant la réduction de la constipation, la réduction des excès alimentaires et donc de l'obésité, l'élimination de certaines substances cancérigènes et prévention des cancers du côlon. Elles facilitent, la réduction du cholestérol dans l'organisme et donc des maladies cardiovasculaires et en régulent le transit intestinal (FAO, 1995); (Masson, 2007). L'incorporation des popotes de bananier dans la ration alimentaire servirait dans la réduction de ces pathologies.

En ce qui est de la vitamine C, sa teneur dans l'échantillon de popotes de bananier *Igisubi* est de 3,34 mg pour 100 g de matière fraîche. Cette valeur est inférieure à la teneur en vitamine C des légumes comme les amarantes (43 mg), les épinards (39,3 mg), les tomates (18 mg), les haricots verts (8 mg) et les carottes (5,9 mg) mais supérieure à celle des laitues (2,8 mg) et des aubergines (2,2 mg). Le constat est que les popotes de bananier associées à d'autres légumes pourraient constituer une source non négligeable en vitamine C.

En effet, la vitamine C prévient les lésions tissulaires, aide à la guérison de plusieurs maux et maladies, notamment le rhume, la toux, la grippe, les plaies et les maladies de la peau (Masson, 2007). Selon Lopez et Martos (Lopez et Martos, 2004), la vitamine C améliore la disponibilité du Fe, réduisant ainsi le risque d'anémie ferrique. Comme les apports journaliers recommandés en vitamine C sont de 25 mg pour un adulte, 30 mg pour un adolescent 35 mg pendant la grossesse et 40 mg pendant l'allaitement (Michael et Latham, 2001), un régime alimentaire incluant les popotes de bananier apporterait une contribution à la lutte contre les maladies liées à sa carence comme le scorbut.

La teneur en potassium trouvée dans notre échantillon de popotes de bananier *Igisubi* est de 522,02 mg dans 100 g de matière fraîche. Cette valeur est supérieure à celle de la teneur en potassium pour 100g de matière fraîche des légumes utilisés dans la comparaison comme

les tomates (237 mg), les laitues (141 mg), les carottes (320 mg), les aubergines (229 mg) et les haricots verts (175 mg). Elle est proche de celle des épinards (515 mg) et inférieure à celle des amarantes (611 mg). Comparativement aux autres légumes, les popotes de bananier *Igisubi* sont riches en potassium. Etant donné que les besoins quotidiens en potassium sont de l'ordre de 3 à 4g/jour, une alimentation en popotes de bananier va contribuer à les satisfaire et ainsi éviter les maladies liées à l'hypokaliémie dont les symptômes sont entre autres les crampes, la fatigue, la paralysie, des nausées et une confusion mentale (Valdigué, 1995).

Les popotes de bananier analysées contiennent 32,55 mg de calcium pour 100 g de matière fraîche. Il se remarque que les popotes de bananier *Igisubi* contiennent plus de calcium que certains légumes couramment consommés au Burundi : les tomates (10 mg), les laitues (18 mg), les aubergines (9 mg), proche de celle des carottes (33 mg) et inférieure à celle des amarantes (215 mg), des épinards (99 mg) et des haricots verts (56,3 mg). Le calcium trouve son importance dans la minéralisation de l'os, la coagulation sanguine, l'activité musculaire et cardiaque ainsi que la transmission de l'influx nerveux (Alais, *et al*, 2008). C'est ainsi que les besoins en Ca sont les plus importants par rapport à ceux des autres minéraux : 400 mg/jour pour les adultes, 1200 mg/jour pour les enfants et les adolescents et 4g/jour chez les femmes enceintes, allaitantes et ménopausées (Valdigué, 1995). Une ration alimentaire incluant popotes de bananier en association avec les légumes comme les épinards et les amarantes, serait bénéfique dans la prévention des maladies liées à sa carence comme l'hyperexcitabilité neuro-musculaire, le rachitisme et l'ostéomalacie.

La teneur en magnésium de l'échantillon de popotes de bananier *Igisubi* est de 29,42 mg dans 100 g de matière fraîche ; elle est supérieure à la teneur en ce minéral dans les tomates (11 mg), les laitues (7 mg), les carottes (12 mg) et les aubergines (14 mg). Elle est par contre inférieure à celle des haricots verts (37 mg), des épinards (69,2 mg) et des amarantes (55 mg). Le constat est que les popotes de

bananier *Igisubi* restent une bonne source de magnésium. Ce micronutriment est reconnu comme un élément activateur de plusieurs enzymes notamment les enzymes intervenant dans le métabolisme des sucres et dans les phénomènes d'excitabilité neuromusculaire avec les ions H⁺ et Ca²⁺. Il intervient dans la transmission de l'influx nerveux, dans la synthèse des protéines et des acides nucléiques et possède un effet protecteur et stabilisant sur les membranes (Moussard, 2006). Les quantités de mg dont l'adulte a besoin se trouvent dans les intervalles de 0,25-0,5g/jour et chez le nourrisson 6 mg/kg du poids corporel du nourrisson (Moussard, 2006). La consommation de ce légume, bonne source de ce nutriment, permettrait d'éviter les maladies carencielles en ce nutriment comme la tétanie.

La teneur en fer trouvée dans notre échantillon de popotes de bananier *Igisubi* est 0,51 mg dans 100 g de matière fraîche. Les popotes de bananier *Igisubi* sont plus riches en fer que les tomates (0,27 mg), les laitues (0,41 mg) les carottes (0,3 mg) et les aubergines (0,23 mg), mais moins riches en ce micronutriment que les amarantes (2,3 mg), les épinards (3,4 mg) et les haricots verts (9,21 mg). Comme les besoins en fer sont respectivement pour l'homme et la femme de 1 mg et 2 mg (Moussard, 2006), les popotes de bananier *Igisubi* constituent une bonne source de fer et ainsi une alimentation incluant les popotes de bananier contribuerait légèrement à combler les carences en fer qui conduisent à l'anémie.

La teneur en phosphore trouvée dans les popotes de bananier *Igisubi* (32,04 mg pour 100 g de matière fraîche) est supérieure à celle des autres légumes comme les tomates (24 mg), les laitues (20 mg), les aubergines (24 mg) et mais inférieure à celle des carottes (35 mg), des épinards (49 mg), des haricots verts (36 mg) et des amarantes (50 mg). Le phosphore comme le calcium est un micronutriment très important dans la constitution du squelette, mais aussi dans diverses fonctions métaboliques comme l'activité musculaire, les stimuli nerveux, les activités enzymatiques et hormonales et le transport d'oxygène. Une alimentation incluant

les popotes contribuerait à la fortification du squelette humain.

V. CONCLUSION

Les popotes de bananier constituent une source potentielle de nutriments (protéines et fibres alimentaires) et de micronutriments (fer, calcium, potassium, magnésium, phosphore et vitamine C) nécessaires pour le métabolisme de l'organisme humain. Leurs teneurs sont dans la marge de celles des autres légumes couramment consommés au Burundi, tels que les tomates, les aubergines, les carottes, les haricots verts, les amarantes et les épinards. C'est ainsi que la consommation des popotes de bananier par la population de Cibitoke est justifiée et serait à encourager. Toutefois, les vertus culinaires des popotes de bananier restent inconnues pour la grande partie de la population burundaise, alors qu'elles constituent un aliment potentiellement accessible. Leur introduction dans les habitudes alimentaires serait bénéfique pour le pays, en termes de sécurité alimentaire.

VI. BIBLIOGRAPHIE

Alais C. et Linden G., 1997 : Biochimie alimentaire. 4^{ème} édition révisée et complétée. Masson, Paris, Milan, Barcelone, 248p.

Alais C., Linden G., et Miclo L., 2008. Biochimie alimentaire. 6^{ème} édition de l'abrégé. Dunod, Paris, 260p.

Audigie C., Figarella J. et Zonszain F., 1986 : Manipulation d'analyse biochimique. 1^{ère} édition, 5^{ème} tirage, Doin, Paris, 274p.

Barasi M. E., 2003. Human nutrition: a health perspective. Taylor & Francis group. International Standard Book Number: 978-0-340-81025-5. 397pp.

IRAD-GRET, 2002 : MEMENTO de l'agronome, 1691p

CNTA, 1993. Guide des méthodes d'analyse 2^{ème} édition, Bujumbura, 44p.

FAO, FIDA, OMS, PAM, UNICEF. 2019. L'État de la sécurité alimentaire et de la

nutrition dans le monde 2019. Se prémunir contre les ralentissements et les fléchissements économiques. Rome, FAO. 253p.

FAO, Gestion des programmes d'alimentation des collectivités, 1995, 202 p.

He F.J., Nowson C.A., Lucas M., MacGregor G.A., 2007. Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: metanalysis of cohort studies, *Hum J. Hypertens.*, 21 (2007), pp. 717-728.

<https://www.cookstomize.fr/avantages-fleur-bananier-sante/> visite le 25/5/2021.

<https://www.banane.info/actualites/tout-est-bon-dans-le-bananier-meme-les-fleurs/> visite le 31/5/2021.

<https://www.ajib.fr/la-fleur-de-banane-et-ses-impressionnants-bienfaits-pour-la-sante/> visite le 31/5/2021.

IRAZ et CRDI, 1985. Production et recherche sur la banane en Afrique de l'Est et en Afrique Centrale, Bujumbura, 154p.

July V. D., 2008. Analyse systémique des contraintes en culture bananière au Rwanda, Université catholique de Louvain Belgique, Bruxelles, Belgique 107p.

Kibiriti C., Gourdin J. et Holle B. P., 1986. Analyse des végétaux et aliments. Mode opératoire, 1^{ère} et 2^{ème} partie, ISABU, Fiche Labo n° 007, 35p.

Lassoudière A., 2007. Le bananier et sa culture, éditions Quae, Paris, 383p.

Lopez M. A. A et Martos F. C., 2004. Iron availability: An updated review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition.*; 55(8): 597-606.

Masson O., 2007. Biochimie, bases biochimiques de la diététique 2^{ème} édition. Paris. Lavoisier, 256p.

Michael C. Latham, La nutrition dans les pays en développement, FAO, 2001.

Ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Élevage, Analyse IPC de l'insécurité alimentaire aigüe mai - août 2020, 2020.

Moussard C., 2006. Biochimie structurale et de Boeck Université, 352p.

Murray R.K., Grannerd K., Mayes P. A. et Rodwell U.W., 1995. Précis de Biochimie DE HARPER. Traduction de la 23^e édition américaine par Lise Nicole, 919p.

République du Burundi, 2018. Plan National de Développement pour la période 2018-2027 (PND Burundi 2018-2027),

République du Burundi, 2016. Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté au Burundi (CSLP II : 2012-2015)

Rwangabo, P.C., 1993. La médecine traditionnelle au Rwanda. KARTHALA et ACCT, 57p.

Tiwari U. et Cummins E., 2013. Factors influencing levels of phytochemicals in selected fruit and vegetables during pre- and post-harvest food processing operations. *Food. Res. Int.*, 50 (2), pp. 497-506.

Tougan U.P., et Théwis A., Covid-19 et Sécurité Alimentaire en Afrique Subsaharienne : Implications et Mesures Proactives d'Atténuation des Risques de Malnutrition et de Famine. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)* Vol. 20 No.1 April 2020, pp. 172-193

USDA. 2020. National Nutrient Database for Standard Reference 27 Software v.2.1.5. <https://fdc.nal.usda.gov/>.

Valdiguié P., 1995, Coordinateur, Collection Biologie Médicale Biochimie Clinique, Editions Médicales Internationales, Technique et Documentation–Lavoisier, 400p.

Willet WC. 2008. Overview and perspective in human nutrition. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*; 17 (S1): 1-4.

Ziegler E. E, 2011. Meeting the Nutritional Needs of the Low-Birth-Weight Infant. *Ann Nutr Metab*; 58 (suppl 1):8–18. <https://doi.org/10.1159/000323381>.



Valorisation des plantes médicinales de la flore naturelle du Burundi et implication pour la conservation

Mugisha J.¹, Ndayishimiye J.^{1,2}, Mvukiye L.³, NINEZA C.⁴ & Gahungu G.⁵

¹ Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement, B.P. 2700 Bujumbura, Burundi ;

² Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement, Laboratoire de Biodiversité, Ecologie et Environnement, BP 2700, Bujumbura, Burundi ;

³ Centre de médecine traditionnelle de Buta, Province Bururi, Burundi ;

⁴ Université du Burundi, Institut de Pédagogie Appliquée, B.P 2523, Bujumbura, Burundi ;

⁵ Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Chimie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'Environnement, Laboratoire de Chimie et Sciences de la Terre, BP 2700, Bujumbura, Burundi.

*Auteur pour correspondance : **Mugisha J.**, E-mail : julemugisha10@gmail.com

Reçu: le 31 Mai 2021

Accepté: le 25 Août 2021

Publié: le Octobre 2021

RESUME

Le Burundi regorge d'importantes ressources végétales dont certaines sont sauvages et d'autres introduites. Une partie non négligeable de ces espèces est utilisée comme plantes médicinales. La présente étude avait pour objectif principal d'inventorier les plantes médicinales utilisées au Burundi afin de contribuer à leur valorisation. Cette étude a été réalisée au sein du centre de médecine traditionnelle de Buta en commune et province de Bururi entre les années 2016 et 2019. Durant cette période, ce travail nous a permis d'identifier 122 espèces médicinales réparties en 103 genres et 57 familles. Les analyses ont été effectuées sur base de huit variables : l'organe de la plante utilisé, le mode de préparation, le mode d'administration, la nature des médicaments obtenus, les maladies soignées, le taux de fréquentation des patients, les sources d'approvisionnement des plantes ainsi que la protection de l'environnement. Les résultats obtenus ont montré que l'organe de plante le plus utilisé est la feuille avec 65%, la décoction (44%) est le mode de préparation le plus utilisé, le mode d'administration le plus dominant est la voie orale (71%), les maladies les plus traitées sont celles liées à des troubles psychiatriques et au mauvais fonctionnement métabolique (diabète et hépatite). En ce qui concerne le taux de fréquentation des patients, les résultats ont montré que le centre de médecine traditionnelle de Buta accueille environ 5000 patients par an, ce qui fait une moyenne de 13 consultations par jour. Des domestications des plantes ont été envisagées afin de faciliter l'accessibilité des plantes à vertus médicinales au centre et à la population environnante.

Mots-clés : organe de plante, mode de préparation, mode d'administration, maladie soignée, taux de fréquentation, protection de l'environnement.

ABSTRACT

Burundi has many important plant resources, some of which are wild and others introduced. A significant part of these species is used as medicinal plants. The main objective of this study was to inventory the medicinal plants used in Burundi in order to contribute to their promotion. This study was carried out at the Buta traditional medicine center in Bururi commune and province between 2016 and 2019. During this period, this work allowed us to identify 122 medicinal species divided into 103 genera and 57 families. The analyzes were carried out on the basis of eight variables: the plant organ used, the method of preparation, the mode of administration, the nature of the drugs obtained, the diseases treated, the rate of patient attendance, the sources

of the plants as well as Environmental protection. The results obtained have shown that the most used plant organ is the leaf with 65%, the decoction (44%) is the most used method of preparation, the most dominant method of administration is the oral route (71%), the most treated diseases are those linked to psychiatric disorders and poor metabolic functioning (diabetes and hepatitis). Regarding the attendance rate, the results showed that the Buta traditional medicine center receives around 5,000 patients per year, which makes an average of 13 consultations per day. Domestication of plants was considered in order to facilitate the accessibility of medicinal plants to the center and to the surrounding population

Keywords : plant organ, method of preparation, method of administration, disease treated, rate of frequency, environment protection.

I. INTRODUCTION

L'homme a toujours eu recours aux végétaux pour se soigner, il a pu découvrir plusieurs médicaments par l'usage, l'observation, le tâtonnement et l'expérience quotidienne et ainsi constituer une pharmacie à son service (Debuigne, 1974 ; Hirt et M'pia, 2003 ; Nogaret, 2006). Sofowora (1996) définit les plantes médicinales comme contenant une ou plusieurs des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse des drogues utiles. Elles constituent donc une réserve de substances diverses qu'elles synthétisent (Kerharo & Adam, 1974).

Aujourd'hui, les plantes sont plus sollicitées que jamais par les populations à des fins thérapeutiques suite au coût élevé des produits pharmaceutiques (Gbesso *et al.*, 2019). Dans le monde, 80% des populations ont recours à des plantes médicinales pour se soigner, par manque d'accès aux médicaments prescrits par la médecine moderne mais aussi parce que ces plantes ont souvent une réelle efficacité (Kalla, 2012).

Au Burundi, plus de 80% de la population font toujours recours aux plantes médicinales et consultent les tradipraticiens pour leurs soins de santé primaire malgré l'expansion de la médecine moderne (Nineza & Nkengurutse, 2018). Néanmoins, le savoir-faire des praticiens traditionnels est de moins en moins transmis et tend à disparaître. De surcroît, les connaissances de ces plantes médicinales et leur utilisation sont actuellement incomplètes et dispersées malgré les

nombreuses recherches qui ont été réalisées dans le cadre de leur exploration et c'est dans cette logique que le présent travail trouve sa justification.

Bien que largement pratiquée sur l'ensemble du territoire national, la médecine traditionnelle est faiblement prise en compte dans le système nationale de santé moderne (MSP, 2005). Par ailleurs, l'élaboration des textes légaux comme le décret n°100/253 du 11 novembre 2014 portant réglementation de la médecine traditionnelle et l'art de tradipraticien au Burundi reconnaît l'importance des plantes médicinales et des tradipraticiens dans les soins des communautés et la politique nationale de santé 2016-2025

considère la médecine traditionnelle comme une composante à part entière du système de prestations des soins en articulation avec les services de médecine conventionnelle (MSPLS, 2016) mais son importance vis-à-vis de la population et son interférence avec le système de soins de santé restent mal connus.

Les plantes médicinales fournissent des produits de santé accessibles, abordables et culturellement acceptés par la majorité de la population (MEEATU, 2016). Elles sont les sources principales des principes actifs utilisés dans le domaine pharmaceutique pour la production des médicaments (Rwangabo, 1993).

Malheureusement, certaines plantes médicinales n'ont pas encore été étudiées. Les maladies qu'elles traitent affectent seulement des groupes sociaux trop pauvres pour pouvoir couvrir les frais de médicaments modernes sur le marché ou pour pouvoir financer des recherches approfondies en rapport avec ces maladies (Hirt et M'pia, 2003).

Notre travail vise donc la valorisation des connaissances ancestrales afin de faire connaître les différents usages thérapeutiques des plantes médicinales du Burundi dans la perspective de sensibiliser la population à l'utilisation des remèdes curatifs préparés localement, moins coûteux et à base de plantes locales.

II. METHODOLOGIE

II.1. Situation géographique du centre de médecine traditionnelle de Buta

Le centre de médecine traditionnelle de Buta se situe en province de Bururi, commune Bururi,

zone Muzenga, colline Muzima à 12 Km du centre provincial de Bururi sur la route Bururi-Makamba (Mbonimpa, 2014). Buta parle de lui-même : il y a le petit séminaire (pour la formation des jeunes séminaristes en vue de devenir des prêtres), le monastère (pour l'habitation des religieux), le centre pastoral (pour la formation continue des agents pastoraux), le sanctuaire des martyrs de la fraternité (40 jeunes séminaristes assassinés le 30 avril 1997), un centre de santé tenu par des religieuses de la famille des Disciples du Christ et à côté de ce centre de santé, se trouve le centre de médecine traditionnelle de Buta.

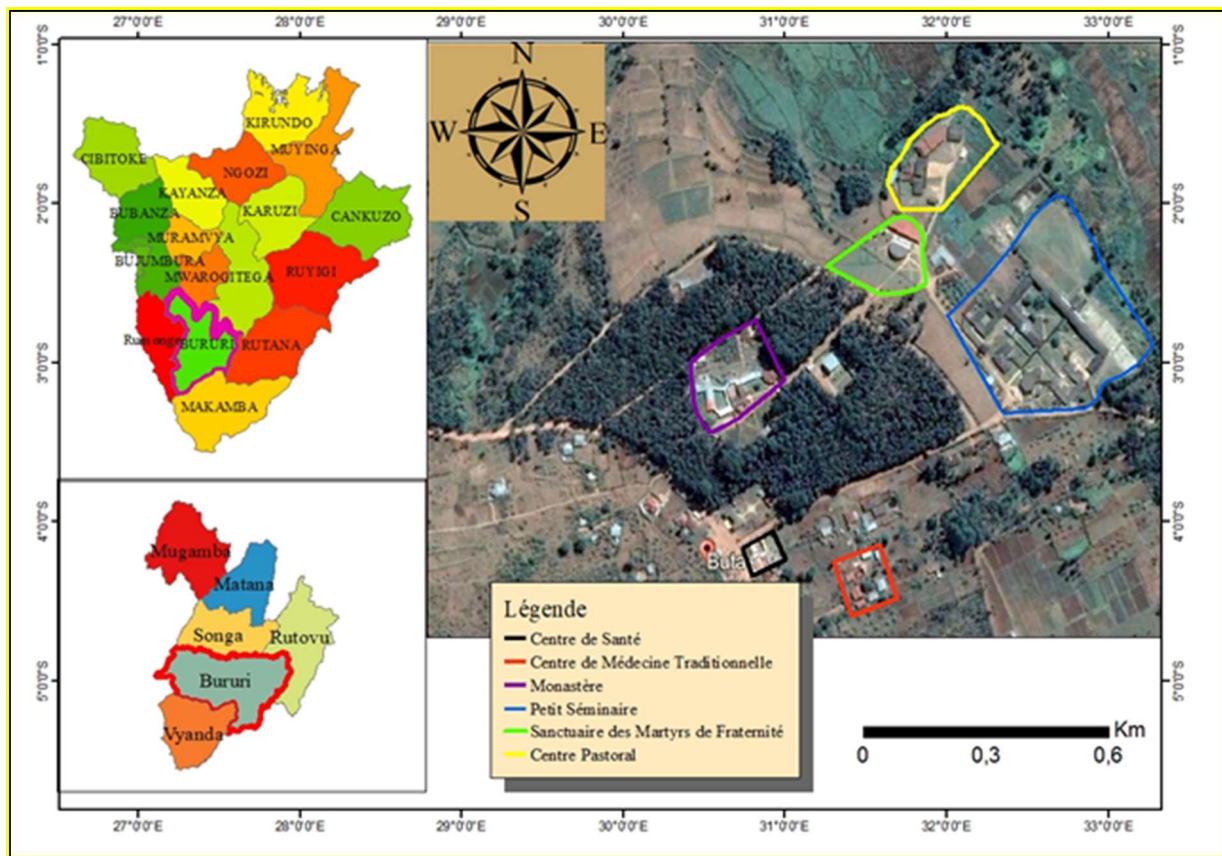


Fig. 1 : Situation géographique de la zone d'étude

II.2. Collecte des données

Des inventaires de plantes d'intérêt médicinal ont été menées au sein du centre de médecine traditionnelle de Buta. Au cours de ces inventaires, une documentation variée des activités quotidiennes (rapports annuels de 2016 à 2019) du centre de médecine traditionnelle de

Buta a été mise à notre disposition. Les patients interrogés ont témoigné les meilleurs services octroyés par ce centre et d'autres se sont réservés pour des raisons que nous ignorons encore. Nous avons également eu l'occasion de nous entretenir avec les employés du centre de médecine traditionnelle de Buta. Les entretiens se déroulaient sous forme d'échanges et de causeries. Le plus souvent, la langue utilisée était

le kirundi et quelques fois le français. Au cours de ces entretiens, les informations collectées comprenaient (i) le nom vernaculaire de l'espèce, (ii) la maladie soignée, (iii) les organes de la plante utilisés, (iv) le mode de préparation des médicaments, (v) le mode d'administration de ces derniers, (vi) la nature des médicaments obtenus, (vii) les sources d'approvisionnement des plantes utilisées et (viii) la protection de l'environnement. L'identification des familles, genres et noms scientifiques des espèces de plantes médicinales inventoriées a été réalisée à l'aide de différents livres, thèse et mémoire trouvés au centre de médecine traditionnelle de Buta comme les mémoires de Mvukiye (1980) ; de Ntibushitse (2000) ; de Nkeshimana (2000) ainsi que celui de Sirabahenda (2004) ; la thèse de Migisha (1990) ; le livre de Hirt et M'pia (2003) ; celui de Pamplona (2002) ainsi que celui de Rwangabo (1993). Les espèces non directement identifiées ont été déterminées à l'herbarium du département de biologie de l'Université du Burundi.

II.3. Analyse des données

L'analyse des données a été faite sur base du tableur excel 2016 de Microsoft office qui a permis d'élaborer des tableaux et faire des calculs. Ainsi, pour chaque espèce, nous avons indiqué l'organe utilisé, la maladie soignée, les modes de préparation et d'administration en différents types de proportions. Pour déterminer la richesse des familles en genres et en espèces, les spectres spécifiques et génériques ont été déterminés.

III. Résultats

III.1. Inventaire des espèces médicinales recensées

Au cours de notre enquête, nous avons recensé 122 espèces réparties dans 103 genres et 57 familles. Le tableau 1 montre que la famille des Asteraceae est dominante avec 19 espèces réparties dans 11 genres. La famille des Euphorbiaceae vient au second plan avec 9 espèces réparties dans 8 genres. La troisième place revient à la famille des Solanaceae

représentée par 6 espèces réparties dans 3 genres. Les familles des Fabaceae et des Acanthaceae sont aussi importantes. Le tableau suivant donne les détails sur la richesse des familles en nombre de genres et en nombre d'espèces.

Tableau 1 : Richesse des familles en nombre de genres et en nombre d'espèces (annexe 1)

| Familles | Nombre de genres | Nombre d'espèces |
|------------------|------------------|------------------|
| Asteraceae | 11 | 19 |
| Euphorbiaceae | 8 | 9 |
| Solanaceae | 3 | 6 |
| Fabaceae | 5 | 5 |
| Acanthaceae | 4 | 4 |
| Autres familles* | 72 | 79 |
| Total | 103 | 122 |

*52 familles avec moins de 4 genres et 4 espèces chacune.

III.2. Organes de plante utilisés

La pratique traditionnelle a soigneusement déterminé les organes de la plante qui exercent une action salubre dans les différentes maladies. Un assemblage de parties de la même plante est utilisé pour des maladies diverses. La figure 2 montre que les feuilles sont les plus utilisées avec un taux de 64,53%. Elles sont suivies par des écorces de tiges et des tiges feuillées (9,23% chacune), de la plante entière (5,43%), des écorces de racines (4,34%), des racines (2,71%), des graines (1,63%), des tiges et des fruits (1,08 % chacun) et enfin des rhizomes (0,54%).

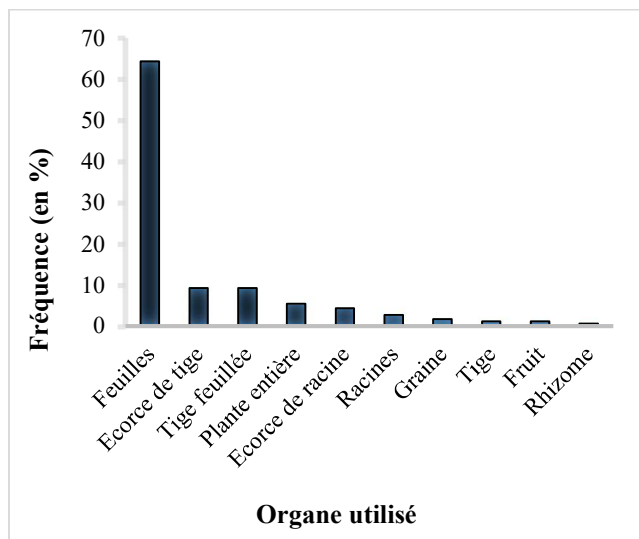


Fig. 2 : Bilan des organes utilisés (voir annexe 1)

III.3. Modes de préparation des médicaments

Les modes de préparation des médicaments adoptés par le centre de médecine traditionnelle de Buta sont au nombre de huit. La figure 1 montre une grande fréquence des décoctions (43,88%), des suc (26,11%) et des infusions (14,44%). Les triturations, les macérations, les incinérations, les compressions et les pulpes sont respectivement utilisées à 5,55% ; 4,44% ; 2,77% ; 1,66% et 1,11%.

La figure 3 donne le bilan des modes de préparation des médicaments.

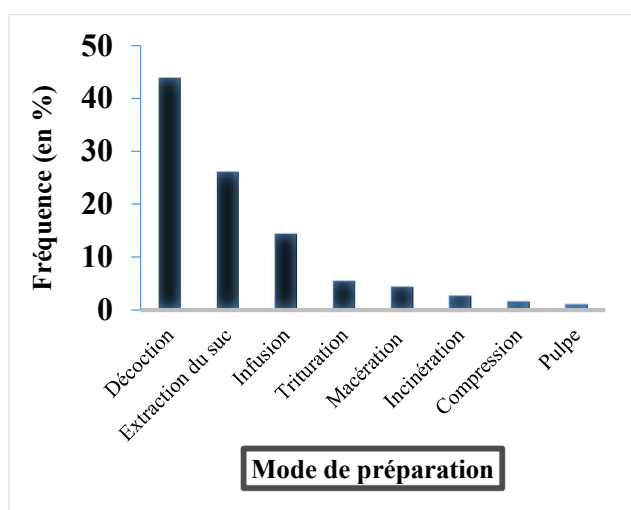


Fig. 3 : Bilan des modes de préparation des médicaments (voir annexe 1)

III.4. Modes d'administration des médicaments

En ce qui concerne la prise des médicaments, la voie orale (71,11%) prend le devant. Elle est suivie par l'application avec 7,77%. En troisième place vient la voie anale avec un taux de 6,66%. L'inhalation vient en quatrième position avec 5,55%.

Les autres médicaments utilisés sont administrés de la façon suivante : friction (3,33%) ; bain de vapeur, voie oculaire et bain de corps (1,11% chacun) ; onction, massage, frottement et léchage sont représentés chacun à 0,55% (fig. 4).

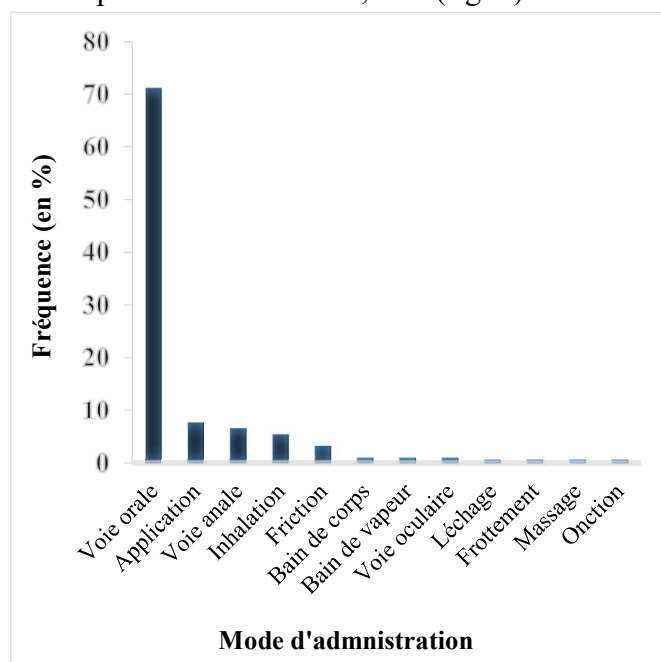


Fig. 4 : Bilan des modes d'administration des médicaments (voir annexe 1)

III.5. Nature des médicaments obtenus

Les médicaments sont obtenus sous différentes formes : la forme liquide, les poudres et cendres, les vapeurs et fumées ainsi que les compresses.

- **Forme liquide** : on y trouve la décoctée, l'infusé, le suc et le macéré. Pour la décoctée, les plantes préalablement broyées dans un mortier sont chauffées dans l'eau. Le jus est obtenu en exprimant le broyat. L'infusé est obtenue en laissant en contact pendant quelques minutes les organes végétaux triturés avec de l'eau chaude ou bouillante et en filtrant

le mélange. Le suc est obtenu en écrasant les organes végétaux frais dans un mortier et en exprimant ensuite la pulpe avec les mains. Pour le macéré, les organes végétaux entiers ou leur pulpe sont mis en contact avec le solvant approprié pendant une journée ou une nuit ou tout un jour afin d'en extraire les principes solubles.

- **Cendres et poudres** : les cendres sont obtenues en brûlant la partie de la plante préalablement séchée. Les poudres sont obtenues en séchant l'organe de la plante et en l'écrasant (le triturant) finement.
- **Vapeurs et fumées** : la fumigation consiste à produire des vapeurs par une décoction portée à l'ébullition. Les fumées sont obtenues en brûlant une substance médicamenteuse préalablement séchée.
- **Compresse** : les compresses sont obtenues en pillant une partie de la plante qu'on applique directement sur une partie blessée ou malade sous forme de pansement.

III.6. Taux de fréquentation du centre de médecine traditionnelle de Buta

III.6.1. Répartition de l'effectif des patients par année et par pays ou province d'origine

Les patients faisant recours au centre de médecine traditionnelle de Buta proviennent de divers coins du Burundi et même des pays étrangers. Les provinces les plus proches comme Bururi, Makamba, Bujumbura-Mairie et Rumonge connaissent un taux de fréquentation élevé par rapport aux provinces les plus éloignées comme Kirundo, Muyinga, Kayanza, etc. Le tableau 2 en donne les détails.

Tableau 2 : Effectif des patients par année et par pays ou province d'origine.

| Années Pays ou province | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bururi | 669 | 785 | 748 | 587 | 2789 |
| Makamba | 250 | 243 | 255 | 169 | 917 |
| Bujumbura-Mairie | 132 | 168 | 316 | 167 | 783 |
| Rumonge | 173 | 225 | 200 | 155 | 753 |
| Rutana | 90 | 70 | 124 | 66 | 350 |
| Gitega | 55 | 70 | 78 | 57 | 260 |
| Mwaro | 55 | 62 | 64 | 39 | 220 |
| Bujumbura | 33 | 40 | 47 | 40 | 160 |
| Muramvya | 11 | 18 | 23 | 6 | 58 |
| Ruyigi | 5 | 7 | 13 | 8 | 33 |
| Cibitoke | 5 | 11 | 5 | 6 | 27 |
| Karusi | 7 | 4 | 0 | 6 | 17 |
| Cankuzo | 6 | 1 | 6 | 0 | 13 |
| Ngozi | 8 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| Kayanza | 1 | 2 | 2 | 1 | 6 |
| Muyinga | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Kirundo | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Pays étrangers* | 1 | 0 | 9 | 7 | 17 |
| TOTAL | 1508 | 1708 | 1891 | 1314 | 6421 |

*Pour les pays étrangers :

- 2016 : 1 cas pour la RDC (République Démocratique du Congo).
- 2018 : 3 cas pour la France, 3 cas pour l'Italie, 2 cas pour le Rwanda et 1 cas pour l'Angleterre.
- 2019 : 2 cas pour la RDC, 2 cas pour la Tanzanie, 1 cas pour les USA, 1 cas pour Ottawa au Canada et 1 cas pour le Burkina Faso.

III.6.2. Répartition des effectifs des patients par année et par maladie

Le tableau 3 nous présente la répartition des patients par année et par maladie pendant une période allant de 2016 à 2019.

Tableau 3 : Effectif des patients par année et par maladie.

| Années | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Maladies | | | | | |
| Troubles psychiatriques | 325 | 481 | 613 | 458 | 1877 |
| Diabète | 407 | 421 | 477 | 547 | 1852 |
| Amibe | 249 | 458 | 546 | 431 | 1684 |
| Asthme-sinusite | 229 | 445 | 457 | 318 | 1449 |
| Hépatite | 264 | 271 | 321 | 255 | 1111 |
| Stérilité | 162 | 263 | 353 | 297 | 1075 |
| Maux intestinaux | 97 | 214 | 312 | 258 | 881 |
| Maux de l'estomac | 229 | 235 | 192 | 202 | 858 |
| Epilepsie | 153 | 223 | 260 | 186 | 822 |
| IST* | 144 | 167 | 227 | 209 | 747 |
| Impuissance sexuelle | 148 | 161 | 206 | 173 | 688 |
| Anorexie | 100 | 149 | 220 | 193 | 662 |
| Rhumatisme | 86 | 183 | 192 | 167 | 628 |
| Hypertension | 130 | 162 | 200 | 128 | 620 |
| Règles douloureuses | 169 | 126 | 174 | 141 | 610 |
| Toux | 69 | 253 | 69 | 188 | 579 |
| Dermatoses | 144 | 125 | 0 | 183 | 452 |
| Douleur Sciatique | 88 | 226 | 0 | 101 | 415 |
| Irekwe | 16 | 6 | 380 | 0 | 402 |
| ACCA* | 82 | 119 | 95 | 50 | 346 |
| Incontinence | 82 | 106 | 0 | 97 | 285 |
| Déficit alimentaire | 145 | 56 | 37 | 24 | 262 |
| Intoxication | 60 | 6 | 33 | 32 | 131 |
| Anémie | 55 | 76 | 0 | 0 | 131 |
| Umuhinduro | 25 | 6 | 0 | 89 | 120 |
| Hémorragies | 33 | 22 | 42 | 17 | 114 |
| Malaria | 41 | 45 | 0 | 0 | 86 |
| Troubles de lactation | 25 | 34 | 0 | 0 | 59 |
| Maux de dents | 26 | 31 | 0 | 0 | 57 |
| Goître | 10 | 12 | 8 | 10 | 40 |
| TOTAL | 3793 | 5082 | 5414 | 4754 | 19043 |

*IST= Infection sexuellement transmissible

ACCA=Allergie à la consommation de certains aliments.

De ce tableau, parmi les 30 maladies dont les statistiques sont disponibles, deux d'entre elles battent le record. Il s'agit des troubles psychiatriques et du diabète dont le cumul est respectivement de 1877 cas et 1852 cas. Notons qu'il y a d'autres pathologies traditionnelles traitées par le centre de médecine traditionnelle de Buta mais dont les statistiques ne sont pas disponibles (variole, non délivrance, accouchement difficile, boulimie, ...).

III.7. Sources d'approvisionnement des plantes médicinales

Les plantes médicinales utilisées par le centre de médecine traditionnelle de Buta proviennent de différentes sources. Elles sont en grande partie amenées par les populations environnantes, les anciens patients ainsi que les gens intéressés. En effet, ce centre a donné des plants d'essences de plantes médicinales à ces groupes de gens qui les cultivent chez eux pour les vendre après auprès de ce même centre. Cependant, certains gens nous ont révélés que parfois, ils trouvent ces plantes dans les écosystèmes naturels, les jachères et les zones rudéralisées suivant le type de plantes médicinales recherchées, ce qui fait que tous les milieux sont susceptibles d'être visité avec des fréquences variées sans que les gestionnaires du centre le sachent.

Une autre partie non moins importante des plantes médicinales utilisées par le centre de Buta proviennent des jardins botaniques dudit centre. En effet, le centre de médecine traditionnelle de Buta a cultivé des plantes médicinales pour s'en servir en cas de besoins. En plus des jardins destinés aux plantes médicinales, le centre cultive aussi des espèces médicinales dans leurs champs en association à des espèces vivrières, parfois même associées aux espèces arbustives.

III.8. Protection de l'environnement

Le centre de médecine traditionnelle de Buta a mis en œuvre différents procédés pour pallier aux défis liés à l'environnement et ainsi participer à la

promotion de la sauvegarde des plantes médicinales. Il s'agit notamment de (i) la domestication des plantes médicinales, (ii) la distribution des plants des essences médicinales au sein de la population et (iii) la sensibilisation des techniques de récolte améliorées.

III.8.1. La domestication des plantes médicinales

Le centre a compris que la survie des espèces médicinales dans son environnement sauvage est menacée par une exploitation non durable et incontrôlée et qu'une plante médicinale menacée devrait être domestiquée. C'est donc dans le cadre de contribuer à la conservation de la biodiversité que le centre de médecine traditionnelle de Buta a créé des jardins botaniques aux alentours pour la conservation et le développement des plantes médicinales. Le fait de domestiquer les plantes médicinales contribuera alors à sa régénération, améliorera sa croissance, réglera sa récolte et aidera non seulement à lutter contre une exploitation non durable mais aussi à répondre à la demande croissante de traitements pour un problème de santé de plus en plus important au niveau tant national qu'international.

III.8.2. La distribution des plants des essences médicinales au sein de la population

Le centre de Buta, inquiet de l'épuisement des stocks de plantes médicinales dans leur environnement naturel vu que la demande dépasse l'offre, a inventorié des espèces rares (*Phytolacca dodecandra* l'Herit., *Harungana madagascariensis* Lam., *Artemisia annua* L., *Chenopodium ugandae* (Aellen) Aellen, etc.), des espèces poussant difficilement dans les jardins botaniques du centre de Buta (*Dissotis senegambiensis* Guill. & Perr., *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkam, *Osyris lanceolata* Hochst. & Steud., etc.) et des espèces menacées (*Senna didymobotrya* Fresen., *Tetradania riparia*, *Plectranthus barbatus* Andrews, *Solanum incanum* L., *Dombeya bagshawei* Baker f., etc.) pour les donner à la population qui les cultive pour

les vendre après au même centre. Ainsi, les populations de Buta et des environs, d'anciens patients ou des gens intéressés cultivent, collectent ces plantes, les apportent au centre et sont payés par quantité de plantes médicinales amenées.

III.8.3. La sensibilisation à l'amélioration des techniques de récolte

Etant donné que la cueillette des plantes médicinales par les guérisseurs ou les herboristes (marchands de plantes) a des effets perceptibles sur l'épuisement de cette ressource, le centre de médecine traditionnelle de Buta organise des réunions régulières avec ses fournisseurs de plantes afin de les sensibiliser à l'amélioration des techniques de récolte, à ne pas recourir aux cueillettes dans les espaces protégés et ainsi participer à la promotion de la sauvegarde des plantes médicinales.

IV. DISCUSSION

Dans cette étude, les résultats obtenus permettent d'enregistrer 122 espèces réparties dans 103 genres et 57 familles. Les familles les plus représentées sont les Asteraceae (15,5%), les Euphorbiaceae (7,3%), les Solanaceae (4,9%), les Fabaceae (4%) et les Acanthaceae (3,2%). La famille des Asteraceae domine la pharmacopée du centre de médecine traditionnelle de Buta. Une telle observation corrobore avec ceux des autres chercheurs dont Bigendako, 1990 qui ont trouvé que la famille des Asteraceae occupe toujours la première position en nombre d'espèces médicinales.

En ce qui est des organes utilisés, les feuilles battent le record (64,57%). Bigendako (1990) en a trouvé 74%. Cela se traduit par le fait qu'elles sont le siège de la photosynthèse et par conséquent elles sont gorgées de sève nouvelle pouvant renfermer éventuellement beaucoup de principes actifs. De plus les feuilles sont des organes aériens facile à récolter et ne sont pas préjudiciable à l'environnement.

Pour les modes de préparations, on observe une grande fréquence des décoctions (43,88%) et de l'extraction du suc (26,11%). La décoction est le mode de préparation dominant car les organes des plantes qui vont être utilisées sont d'abord mises dans l'eau et portées à l'ébullition entières, ce qui donne un mélange beaucoup plus riche en principes actifs curatifs. L'extraction du suc est aussi importante du fait que les sucs médicamenteux obtenus en écrasant les organes végétaux frais renferment de la sève élaborée qui véhicule des métabolites pouvant être très nécessaires à la guérison.

En ce qui concerne la prise des médicaments, la voie orale (71,11%) prend le devant car l'absorption se fait à travers tous les organes au cours de son transit dans le tube digestif de l'organisme (Masharabu, 2002). Cette dominance a été aussi signalée par d'autres chercheurs dont Bigendako (1990) qui a trouvé 59,9% de cas pour la voie orale. Celle-ci reste aussi la plus utilisée du fait qu'elle est assurément la plus simple, la plus naturelle et d'une façon générale, celle qui coûte moins cher.

Du point de vue nature des médicaments trouvés, beaucoup sont obtenus sous forme liquide (décoctée, sucs, infusé et macéré) en faisant référence aux modes de préparation. Les autres formes (cendres, compresses, poudres, vapeurs, etc.) viennent dans des proportions relativement faibles.

Au regard du taux de fréquentation, les patients qui ont fréquenté le centre de Buta provenaient de la quasi-totalité des provinces du Burundi (tableau 2). Toutefois, les provinces les plus proches comme Bururi, Makamba, Bujumbura-Mairie et Rumonge connaissent un taux de fréquentation élevé par rapport aux provinces les plus éloignées comme Kirundo, Muyinga, Kayanza, etc. La raison n'est autre que le facteur distance qui influe sur l'accessibilité de ce centre. Signalons aussi que les populations environnantes sont déjà conscientes de l'utilité du centre contrairement aux populations des provinces éloignées, d'où ce

taux élevé de fréquentation pour les provinces de Bururi, Makamba, Bujumbura-Mairie et Rumonge. La fréquence des patients venant de l'extérieur du Burundi prouve les meilleurs services octroyés par le centre de médecine traditionnelle de Buta et de son habileté témoignée par pas mal de pathologies qu'il parvient à bien traiter par rapport à la médecine moderne (hépatite, diabète, épilepsie, asthme, ...).

En ce qui concerne des maladies soignées, les statistiques montrent que les troubles psychiatriques viennent en tête (9,8% des patients), ce qui n'est pas du tout inquiétant comme l'ont confirmé Baerts & Lehmann (1989), il s'agit là d'un domaine dans lequel les guérisseurs traditionnels sont plus habiles. Elles sont suivies par les maladies liées au mauvais fonctionnement métabolique (diabète et hépatite). Le centre de médecine traditionnelle de Buta accueille environ 5000 patients par an, ce qui fait une moyenne de 13 consultations par jour.

A l'égard des sources d'approvisionnement, les plantes médicinales utilisées par le centre de Buta provient des jardins botaniques dudit centre et de l'apport des populations environnantes moyennant un prix négocié suivant la quantité de plantes médicinales amenées. Ce partage des avantages issus de l'utilisation des plantes médicinales est considéré par la Convention sur la Diversité Biologique à travers le Protocole de Nagoya comme un élément clé pour favoriser la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité. En effet, ces vendeurs de plantes médicinales doivent en outre les cultiver, les garder et les protéger afin d'avoir quoi vendre d'une façon pérenne.

Du point de vue protection de l'environnement, le centre de médecine traditionnelle de Buta a entrepris des projets de domestication des plantes médicinales et des projets de distribution des plants des essences médicinales au sein de la population comme le stipule la déclaration de Rio sur l'environnement et le développement (CNUED, 1992), dans son principe 22 qui dit

que : « les populations et les communautés autochtones et les autres collectivités locales ont un rôle vital à jouer dans la gestion de l'environnement et le développement du fait de leurs connaissances du milieu et de leurs pratiques traditionnelles. Les Etats devraient reconnaître leur identité, leur culture et leurs intérêts, leur accorder tout l'appui nécessaire et leur permettre de participer efficacement à la réalisation d'un développement durable » et la loi N° 1/010 du 30 Juin 2000 portant sur le code de l'environnement de la République du Burundi en son article 12 qui dit que « [...] L'environnement burundais constitue un patrimoine commun dont la sauvegarde incombe à l'Etat, aux collectivités locales, aux organismes publics et aux citoyens, individuellement ou groupés en association ».

V. CONCLUSION

La présente étude a permis de mieux connaître les plantes médicinales exploitées à des fins médicinales par le centre de médecine traditionnelle de Buta. En effet, 122 espèces médicinales réparties en 103 genres et 57 familles avec la dominance des Asteraceae ont été recensées. Pour exercer une action salutaire dans les différentes maladies, le gros des organes utilisés revient aux feuilles (64,53%). La préparation des médicaments se fait sous diverses formes et les décoctées (43,88%) sont les plus préparées et utilisées. La voie orale (71,11%) est le mode d'administration des médicaments le plus couramment utilisé. Quant aux maladies traitées, nous avons pu dégager que les troubles psychiatriques et les maladies du mauvais fonctionnement métabolique sont les principales pathologies couramment soignées au centre de médecine traditionnelle de Buta. Le rôle important que jouent les plantes médicinales dans la bonne santé de la population oblige à mettre en place une stratégie de conservation et de gestion durable de ces espèces.

VI. REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les employés du centre de médecine traditionnelle de Buta pour la bonne collaboration dans la réalisation de cette étude. Est remercié particulièrement monsieur Bernard NSABIMANA pour nous avoir toujours accompagné dans les ménages des gens qui cultivent les plantes médicinales pour les vendre auprès du centre de médecine traditionnelle de Buta. Nos remerciements vont aussi à l'endroit de Monsieur Léonidas NZIGIYIMPA et de Madame Claude-Marie LANDOUSSY pour les commentaires fournis sur le manuscrit.

VII. REFERENCES

- Baerts, M. & Lehmann, J. (1989). *Guérisseurs et plantes médicinales de la région des crêtes Zaire-Nil au Burundi*, Annales Sciences Economiques, Vol.12, Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique, 214p.
- Bigendako, P. M. J. (1990). *Recherches ethnopharmacognosiques sur les plantes utilisées en médecine traditionnelle au Burundi occidental*. Thèse de Doctorat en Sciences, Université Libre de Bruxelles, 352p.
- Bulletin Officiel du Burundi N° 6/2000: *Loi n°1/010 du 30 juin 2000 portant code de l'Environnement de la République du Burundi*. p 372 - 390.
- CNUED (1992). *Rapport de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement*. volume I Rio de Janeiro, 508p.
- Debuigne, G. (1974). *Larousse des plantes qui guérissent*. Paris, Larousse, 254p.
- Décret n°100/253 du 11 novembre 2014 portant réglementation de la médecine traditionnelle et l'art de tradipraticien au Burundi, 14p.
- Gbesso, G. H. F. *et al.* (2019). Usages des plantes d'intérêt socio-économique au sein des communautés Mahi et Nago de la Commune de Savalou au Bénin, *Bulletin Scientifique sur*

l'Environnement et la Biodiversité, 3, pp. 54–66.

Hirt, H. M. & M'pia, B. (2003). *La médecine naturelle tropicale*. 6ème édition, ANAMED, Allemagne, 159p.

Kalla, A. (2012). *Etude et valorisation des principes actifs de quelques plantes du sud algérien (Pituranthos scoparius, Rantherium adpressum et Traganum nudatum)*. Faculté des Sciences Exactes, Université Mentouri – Constantine, Thèse de Doctorat. 137p.

Kerharo, J. & Adam, J. G. (1974). *La pharmacopée sénégalaise traditionnelle, plantes médicinales et toxiques*.

Masharabu, T. (2002). *Contribution à l'étude de la biodiversité végétale du Burundi : plantes médicinales vendues au marché centrale de Ngozi et impact de leur exploitation sur l'environnement*. Mémoire de Licence, U.B, Fac. des sciences, Dép. de Biologie, Bujumbura, 107p.

Mbonimpa, M. (2014). *L'aventure du centre de médecine traditionnelle de Buta*. Les presses Lavigerie, Bujumbura, 96p.

MEEATU (Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme) (2016). *Plan stratégique de recherche sur les ressources génétiques médicinales au burundi (2016-2020)*. Bujumbura, 47p.

MEEATU (Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme) (2016). *Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière d'accès aux ressources génétiques et de partage des avantages découlant de leur utilisation au Burundi*. Bujumbura, 53p.

Migisha, I. (1990). *Contribution à l'étude de la médecine traditionnelle du Burundi : Affections et Méthodes diagnostiques des tradipraticiens (A propos de 35 tradipraticiens)*. Thèse de Doctorat en Médecine, Université du Burundi, Faculté de

Médecine, Bujumbura, 73p.

MSPLS (Ministère de la Santé Publique et de la Lutte contre le Sida) (2016). *Politique nationale de santé 2016-2025*. Bujumbura, 75p.

MSP (Ministère de la Santé Publique) (2005). *Plan national de développement sanitaire 2006-2015*. Bujumbura, 75p.

Mvukiye, L. (1980). *Inventaire phytochimique des plantes médicinales du Burundi : commune Bukinanyana-Buganda, commune Mugamba et commune Mutaho*. Mémoire de Licence, U.B, Fac. des sciences, Biologie-Chimie, Bujumbura, 94p.

Nineza, C. & Nkengurutse, J. (2018). Screening phytochimique des feuilles de senecio hadiensis Forssk. (Asteraceae) récoltées au Burundi. *Annales des Sciences et des Sciences Appliquées.*, 4, pp. 203–213.

Nkeshimana, A. (2000). *Contribution à l'étude des plantes médicinales du Burundi: cas des 4 plantes utilisées dans le centre de promotion de la médecine traditionnelle de Buta*. Mémoire de Licence, U.B, Fac. des sciences, Dép. de Biologie, Bujumbura.

Nogaret, A. S. (2006). *La phytothérapie :se soigner par les plantes*. Deuxième tirage, Paris.

Ntibushitse, G. (2000). *Contribution à l'étude ethnopharmacognosique et phytochimique des plantes médicinales du Burundi: cas des 4 plantes utilisées dans le centre de médecine traditionnelle de Buta*. Mémoire de Licence, U.B, Fac. des sciences, Dép. de Biologie, Bujumbura.

Pamplona, G. (2002). *Guide des plantes médicinales*, Editions Vie et Santé, Québec.

Rwangabo, P.C. (1993). *La médecine traditionnelle au Rwanda*. ACCT, Ed. KARTHALA, 253p.

Sirabahenda, D. (2004). *Contribution à l'étude des plantes médicinales traitant le diabète et*

l'épilepsie dans le centre de médecine traditionnelle de Buta. Mémoire de Licence, U.B, Fac. des sciences, Dép. de Biologie, Bujumbura.76p.

Sofowora, A. (1996). *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. Edition KARTHALA, Académie Suisse des Sciences Naturelles, 355p.

Annexe 1 : Liste des espèces recensées et leurs usages thérapeutiques

| Familles | Nom scientifique | Nom vernaculaire | Maladie soignée ou usage thérapeutique | Organe utilisé | Mode de préparation | Mode d'administration |
|---------------|----------------------------------|------------------|---|----------------------------------|--|---|
| Acanthaceae | <i>Acanthus pubescens</i> | Igitovu | Maladies de la peau Entretien d'une grossesse | Feuilles Feuilles | Décoction Décoction | Voie orale Friction |
| | <i>Anisosepalum lewallei</i> | Igitota | Asthme Malaria | Feuilles Pla-ent | Décoction Infusion | Inhalation Voie orale |
| | <i>Justicia flava</i> | Ikinga | <i>Musipa</i> Maladies mentales | Feuilles Feuilles | Décoction Décoction | Voie orale Voie orale |
| | <i>Thunbergia alata</i> | Nkurimwonga | Constipation Fièvre | Feuilles Feuilles | Décoction Décoction | Voie orale Voie orale |
| Agavaceae | <i>Dracaena afromontana</i> | Inganigani | Troubles psychiatriques | Feuilles | Infusion | Voie orale |
| Aloeceae | <i>Aloe lateritia</i> | Ingagari | Maux d'estomac | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| | | | Diarrhée | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| | | | Maladies cardiaques | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Amaranthaceae | <i>Amaranthus graecizans</i> | Inyabutongo | Œdèmes | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| | <i>Cyathula uncinulata</i> | Ikiramata | Maladies infantiles Vomissements Fracture | Feuilles Feuilles Feuilles | Décoction Décoction Incinération | Voie orale Voie orale Application |
| Anacardiaceae | <i>Lannea edulis</i> | Umutabataba | Règles douloureuses | Feuilles | Infusion | Voie orale |
| | <i>Rhus vulgaris</i> | Umusagara | Maladies infantiles <i>Musipa</i> | Feuilles Ecoti | Décoction Décoction | Voie anale Voie anale |
| Annonaceae | <i>Monanthes orophila</i> | Umukururafuku | Poliomyélite | Feuilles | Trituration | Application |
| Apiaceae | <i>Centella asiatica</i> | Gutwikumwe | Entretien d'une grossesse Maux de dents Maladies infantiles | Pla-ent Feuilles Feuilles | Décoction Décoction Incinération | Voie orale Voie orale Voie orale |
| | <i>Peucedanum runssoricum</i> | Umuganasha | Plaies | Ecora | Trituration | Application |
| Araliaceae | <i>Polyscias fulva</i> | Umwungo | Parasites intestinaux Fracture | Feuilles Racines | Décoction Décoction | Voie orale Massage |
| Aspleniaceae | <i>Asplenium sp.</i> | Iraba | Verminoses | Rhizome | Macération | Voie orale |
| Asteraceae | <i>Senecio hadiensis</i> | Icegera | Epilepsie | Pla-ent | Infusion | Voie orale |
| | <i>Bidens pilosa</i> | Icanda | Diabète | Tife | Décoction | Voie orale |
| | <i>Crassocephalum montuosum</i> | Igifurifuri | Hépatite Non délivrance | Feuilles Tife | Décoction Ext-suc | Voie orale Voie orale |
| | <i>Guizotia scabra</i> | Ikizimamuriro | Fièvre Rougeole | Tife Tife | Décoction Ext-suc | Voie orale Bain de vapeur |
| | <i>Senecio maranguensis</i> | Imbatura | Douleurs ventrales Constipation | Feuilles Feuilles | Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale |
| | <i>Senecio costata</i> | Ishwemu | Maux de dents Maladies oculaires | Pla-ent Feuilles | Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie oculaire |
| | <i>Vernonia lasiopus</i> | Ivuma | Diabète | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| | <i>Helichrysum odoratissimum</i> | Manayeze | Epilepsie | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| | <i>Erlangea spissa</i> | Umubebe | Maux de tête Constipation | Feuilles Feuilles | Incinération Décoction | Voie orale Voie orale |
| | <i>Vernonia amygdalina</i> | Umubirizi | Verminoses | Feuilles | Infusion | Voie orale |
| | <i>Crassocephalum vitellinum</i> | Umuyungubira | Mauvais esprits <i>Musipa</i> | Tife Tife | Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale |
| | <i>Erlangea cordifolia</i> | Umweza | Maladies infantiles <i>Ibere</i> | Feuilles Feuilles | Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale |

| | | | | | | |
|-----------------|------------------------------------|-----------------|--|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| | <i>Ageratum conyzoides</i> | Akarura | Blessures | Tige | Ext-suc | Application |
| | <i>Microglossa pyrifolia</i> | Umuhe | Diarrhée Vomissements Diabète | Feuilles Feuilles Feuilles | Décoction Décoction Décoction | Voie orale Voie orale Voie orale |
| | <i>Dichrocephala integrifolia</i> | Umutambambuga | Accouchement difficile | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |
| | <i>Senecio mannii</i> | Umutagari | Maladies infantiles Vers intestinaux Diarrhée | Feuilles Feuilles Feuilles | Décoction Décoction Ext-suc | Voie orale Voie orale Voie orale |
| | <i>Geoniosporum rotundifolium</i> | Umusekerasuka | Epilepsie | Feuilles | Infusion | Voie orale |
| | <i>Vernonia karanguensis</i> | Umuhombohombo | Diabète | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |
| | <i>Vernonia kirungae</i> | Umuhombo | Troubles psychiatriques | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Balsaminaceae | <i>Impatiens barthii</i> | Itontwe | Brûlures | Feuilles | Compression | Application |
| Baselaceae | <i>Basella alba</i> | Inderama | Provocations des contractions utérines Teigne | Tife Tife | Infusion Trituration | Voie orale Application |
| Bignoniaceae | <i>Markhamia lutea</i> | Umunsabe | Maladies de la bouche | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |
| Burseraceae | <i>Commiphora madagascariensis</i> | Umudahwera | <i>Izabana</i> | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Caesalpiniaceae | <i>Cassia didymobotrya</i> | Umubagabaga | Pityriasis | Feuilles | Infusion | Voie orale |
| | <i>Caesalpinia decapelata</i> | Uruzira | Complication de l'accouchement Morsure de serpent | Feuilles Feuilles | Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale |
| | <i>Senna occidentalis</i> | Umuyokayoka | Diabète | Pla-ent | Décoction | Voie orale |
| Caryophyllaceae | <i>Drymaria cordata</i> | Urura rw'ingwe | Dysenterie Maux de tête | Pla-ent Pla-ent | Décoction Décoction | Voie orale Voie orale |
| Celastraceae | <i>Maytenus acuminotus</i> | Umusongati | Pneumonie | Ecoti | Infusion | Voie orale |
| Chenopodiaceae | <i>Chenopodium ugandae</i> | Umugombe | Esprits nuisibles | Tife | Ext-suc | Bain de corps |
| | <i>Chenopodium procerum</i> | Umunceke | <i>Guhuganirwa</i> | Graine | Décoction | Voie orale |
| | <i>Chenopodium ombrosoides</i> | Umutegatega | Malaria | Pla-ent | Infusion | Voie orale |
| Clusiaceae | <i>Harungana madagascariensis</i> | Umushayishayi | Constipation Anémie Vers intestinaux | Feuilles Feuilles Feuilles | Ext-suc Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale Voie orale |
| | <i>Psorosperum febrifugum</i> | Umukubarwa | Dermatoses | Ecoti | Trituration | Application |
| Combretaceae | <i>Combretum paniculatum</i> | Mpiri ya Mukaka | <i>Musipa</i> Maladies infantiles | Ecora Feuilles | Macération Macération | Voie orale Voie orale |
| Commelinaceae | <i>Commelina africana</i> | Inteza | Constipation | Tife | Ext-suc | Voie orale |
| Cucurbitaceae | <i>Momordica foetida</i> | Umwishwa | Lutte contre l'avortement Constipation | Feuilles Feuilles | Macération Macération | Voie anale Voie anale |
| Dracaenaceae | <i>Dracaena steudneri</i> | Igitongati | Entretien d'une grossesse | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |
| Euphorbiaceae | <i>Synandenum grantii</i> | Umukoni | Malaria | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |
| | <i>Macaranga neomildbraediana</i> | Umutwenzi | Maladies infantiles | Tife | Ext-suc | Voie orale |
| | <i>Bridelia brideliifolia</i> | Umugimbu | Douleurs abdominales Diarrhée Gastroentérite | Ecoti Ecoti Ecoti | Ext-suc Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale Voie orale |
| | <i>Ricinus communis</i> | Ikinobonobo | Maux de tête Rhumatisme | Feuilles Ecoti | Décoction Infusion | Inhalation Voie orale |
| | <i>Tragia brevipes</i> | Isusa | Fracture Vers intestinaux | Tife Feuilles | Compression Ext-suc | Application Voie orale |
| | <i>Neoboutonia microcalyx</i> | Igihondogori | Diabète | Racines | Décoction | Voie orale |
| | <i>Jatropha curcas</i> | Ikidakama/ | Epilepsie | Racines | Décoction | Bain de corps |

| | | | | | | |
|-----------------|--------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| | | Umudwedwe | | | | |
| | <i>Acalypha sp.</i> | Kamimura | Règles douloureuses | Tife | Infusion | Voie orale |
| | <i>Bridelia scleroneura</i> | Umunembera | Troubles psychiatriques | Feuilles | Infusion | Voie orale |
| Fabaceae | <i>Erythrina abyssinica</i> | Umurinzi | Hépatite | Ecoti | Ext-suc | Voie orale |
| | <i>Kotschyia africana</i> | Umushiha | Brûlures | Tige | Décoction | Application |
| | <i>Indigofera atriceps</i> | Umuturumbura | Epilepsie | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| | <i>Dalbergia lactea</i> | Umushaha | Troubles psychiatriques | Feuilles | Décoction | Inhalation |
| | <i>Sesbania macrantha</i> | Umunyegenyege | Poliomyélite Troubles psychiatriques | Feuilles Feuilles | Trituration Décoction | Application Inhalation |
| Lamiaceae | <i>Salvia nilotica</i> | Ribate | Dermatoses | Feuilles | Trituration | Application |
| | <i>Coleus amboinicus</i> | Umuravumba | Toux | Tife | Infusion | Voie orale |
| | <i>Satureja pseudosimensis</i> | Uruvuye | Asthme | Feuilles | Décoction | Inhalation |
| Lauraceae | <i>Persea americana</i> | Ivoka | Hypertension | Ecoti | Infusion | Voie orale |
| Malvaceae | <i>Sida acuta</i> | Umuvumvu | Incontinence | Tife | Infusion | Voie orale |
| Melastomataceae | <i>Dissotis brazzae</i> | Iconge | Infections oculaires Diarrhées des nourrissons | Feuilles Feuilles | Infusion Infusion | Voie oculaire Voie orale |
| | <i>Dissotis caloneura</i> | Umukamiriza | Diabète | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| | <i>Dissotis canescens</i> | Umusoma w'abungere | Œdèmes | Feuilles | Compression | Frottement |
| Menispermaceae | <i>Stephania abyssinica</i> | Umuhanda | Diabète | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Mimosaceae | <i>Entada abyssinica</i> | Umusange | Diabète | Ecora | Infusion | Voie orale |
| Mimosaceae | <i>Acacia hockii</i> | Umugege | Epilepsie | Ecora | Infusion | Voie orale |
| Monimiaceae | <i>Xymalos manospora</i> | Umuhotora | Entretien d'une grossesse | Ecora + Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Moraceae | <i>Myrianthus holstii</i> | Umwufe | Maladies infantiles Diarrhée | Ecoti Feuilles | Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale |
| Musaceae | <i>Ensete ventricosum</i> | Ikigomogomo | Troubles psychiatriques | Feuilles ou Fruit | Trituration ou infusion | Voie orale Voie orale |
| Myrsinaceae | <i>Maesa lanceolata</i> | Umuhangahanga | Vermineuses Variole | Feuilles Feuilles | Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale |
| | <i>Embelia libeniana</i> | Umuhanurankuba | Toux Sécrétion lactée | Feuilles Feuilles | Décoction Ext-suc | Bain de vapeur Voie orale |
| | <i>Embelia schimperii</i> | Umukarakara | Vers intestinaux | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Myrtaceae | <i>Psidium guajava</i> | Ipera | Diabète | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |
| | <i>Syzygium cuminii</i> | Umuzambarawo | Diabète | Ecoti ou Graine | Décoction | Voie orale |
| | <i>Eucalyptus sp.</i> | Umukaratusi | Grippe Toux | Feuilles Feuilles | Décoction Décoction. | Inhalation Voie orale |
| Onagraceae | <i>Ludwigia abyssinica</i> | Ikizigangore | Diabète | Tife | Décoction | Voie orale |
| Oxalidaceae | <i>Biophytum helenae</i> | Tinyabakwe | Maux d'estomac Parasite intestinaux Musipa | Pla-ent Feuilles Feuilles | Décoction Décoction Décoction | Voie orale Voie orale Voie orale |
| | <i>Oxalis corniculata</i> | Umunyu wa Nyamanza | Boulimie Bronchite | Pla-ent Feuilles | Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale |
| Phytolaccaceae | <i>Phytolacca dodecandra</i> | Umwokora | Mycose Plaie | Feuilles Feuilles | Ext-suc Ext-suc | Friction Friction |
| Poaceae | <i>Arundinaria alpina</i> | Umugano | Dermatoses Plaies | Tife Tife | Incinération Incinération | Application Application |
| | <i>Phragmites mauritianus</i> | Irenga | Troubles psychiatriques | Racines | Décoction | Inhalation |

| | | | | | | |
|---------------|--|----------------|---|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| | <i>Cynodon nlemfuensis</i> | Urucaca | Troubles psychiatriques | Feuilles | Décoction | Inhalation |
| Polygalaceae | <i>Securdata longependiculata</i> | Umunyagasozi | Diabète | Ecora | Infusion | Voie orale |
| Polygonaceae | <i>Rumex bequaertii</i> | Isesabirego | Diabète | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| | <i>Rumex usambarensis</i> | Umufumbegeti | Diabète | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Primulaceae | <i>Lysimachia ruhmerana</i> | Umuyobora | Troubles psychiatriques | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Proteaceae | <i>Faurea saligna</i> | Umukaragata | <i>Impanga</i> | Ecoti ou Ecora | Macération | Voie orale |
| Ranunculaceae | <i>Clematis hirsuta</i> | Umunkamba | Epilepsie | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Rhamnaceae | <i>Ziziphus mucronata</i> | Umukugutu | Dermatoses Toux Ensorcellement | Feuilles Feuilles Ecoti | Pulpe Décoction Décoction | Friction Voie anale Voie orale |
| | <i>Gouania longispicata</i> | Umubimbafuro | Maux de tête Maladies infantiles | Feuilles Feuilles | Infusion Infusion | Voie orale Voie orale |
| Rosaceae | <i>Parinali excelsa</i> | Umunazi | Vermineuses Maladies infantiles Ensorcellement | Ecora Ecora Feuilles | Décoction Décoction Ext-suc | Voie anale Voie anale Voie anale |
| | <i>Prunus africana</i> | Umuremera | <i>Musipa</i> Vers intestinaux Manque d'Appétit | Ecoti Ecoti Feuilles | Décoction Décoction Trituration | Voie orale Voie orale Voie orale |
| Rubiaceae | <i>Virectaria major</i> | Umukizikizi | Maux de dents Toux Mycose | Feuilles Feuilles Feuilles | Pulpe Décoction Décoction | Application Voie orale Friction |
| | <i>Pavetta ternifolia</i> | Umunyamabuye | Mauvais esprits Diarrhée | Feuilles Feuilles | Décoction Décoction | Voie anale Voie anale |
| | <i>Cinchona succirubra</i> | Umwamira | Troubles psychiatriques | Feuilles | Décoction | Inhalation |
| Rutaceae | <i>Zanthaxylum chalybeum</i> | Ntare y'irungu | Toux | Ecoti | Trituration | Voie orale |
| Sapindaceae | <i>Dodonea viscosa</i> | umusasa | Fièvre Maladies infantiles Dysenterie amibienne | Feuilles Feuilles Feuilles | Ext-suc Ext-suc Ext-suc | Voie orale Voie orale Voie orale |
| | <i>Allophylus griseotomentosus</i> | Umuvumereza | Maladies infantiles | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |
| Solanaceae | <i>Physalis peruviana</i> | Intumbaswa | Pneumonie Grippe | Feuilles Feuilles | Macération Macération | Voie orale Voie orale |
| | <i>Solanum aculeastrum</i> | Umutobotobo | Plaies | Feuilles | Incinération | Onction |
| | <i>Solanum nigrum</i> | Isogo | Règles douloureuses | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |
| | <i>Solanum aethiopicum</i> | Intore | Malaria Règles douloureuses | Feuilles Fruit | Décoction Décoction | Voie orale Voie orale |
| | <i>Solanum campylacanthum</i> | Umudugudugu | Poliomyélite | Feuilles | Trituration | Application |
| | <i>Withania somnifera</i> | Umusendabazimu | Troubles psychiatriques | Feuilles | Trituration | Léchage |
| Sterculiaceae | <i>Sterculia quinqueloba</i> | Imbonekerakure | Troubles psychiatriques | Ecoti | Décoction | Voie orale |
| Ulmaceae | <i>Trema orientalis</i> | Umurwampore | Hépatite | Feuilles | Décoction | Voie orale |
| Urticaceae | <i>Urtica massaica</i> | Igisuru | Reins, Toux, Rhumatisme | Racines / Feuilles | Trituration | Voie orale |
| Verbenaceae | <i>Lantana trifolia</i> | Umuhelihengeri | Troubles psychiatriques | Feuilles | Décoction | Inhalation |
| | <i>Clerodendrum johnstonii</i> | Umunyankuru | Constipation | Feuilles | Infusion | Voie anale |
| Vitaceae | <i>Cissus oliveri</i> | Umugobore | Troubles psychiatriques | Feuilles | Décoction | Voie anale |
| Zingiberaceae | <i>Aframomum angustifolium</i> | Urutake | Toux | Feuilles | Ext-suc | Voie orale |

* **Pla-ent** : Plante entière , **Tife** : Tige feuillée, **Ecoti** : Ecorce de tige, **Ext-suc** : Extraction du suc.

Annexe 2 : Liste des enquêtés

| Nom & Prénom | Sexe | Age | Fonction |
|---------------------------------|----------|--------|--------------------|
| 1. NDAYIZEYE Jean-Marie Vianney | Masculin | 37 ans | Employé du centre |
| 2. NSABIMANA Bernard | Masculin | 58 ans | Herboriste |
| 3. NTAKARUTIMANA Aline | Féminin | 42 ans | Herboriste |
| 4. NIYOMWUNGERE Anicet | Masculin | 42 ans | Employé du centre |
| 5. MINANI Yvonne | Féminin | 45 ans | Employée du centre |
| 6. CIMPAYE Catherine | Féminin | 62 ans | Herboriste |
| 7. NYANDWI Éric | Masculin | 60 ans | Herboriste |
| 8. HARERIMANA Jean Bosco | Masculin | 35 ans | Herboriste |
| 9. NIZIGIYIMANA Dieudonné | Masculin | 43 ans | Employé du centre |
| 10. NZOYIHERA Jérôme | Masculin | 44 ans | Employé du centre |
| 11. NDAYITWAYEKO Nestor | Masculin | 58 ans | Employé du centre |
| 12. KANDAVA | Féminin | 46 ans | Herboriste |
| 13. BUTOYI Nadine | Féminin | 38 ans | Ancienne patiente |
| 14. BUKEYENEZA Emmanuel | Masculin | 35 ans | Garde-malade |
| 15. NIZIGIYIMANA Anselme | Masculin | 36 ans | Employé du centre |
| 16. NZEYIMANA Thérèse | Féminin | 35 ans | Employée du centre |
| 17. NIYOKWIZIGIRA Anastasie | Féminin | 36 ans | Ancienne employée |
| 18. HATUNGIMANA Jean | Masculin | 70 ans | Employé du centre |
| 19. NZOSABA Félix | Masculin | 34 ans | Garde-malade |

Annexe 3 : Explication des maladies traditionnelles

- IBERE : Maladie causée par une infection des glandes mammaires de la mère qui donne au lait un goût amer. L'enfant qui est allaité par ce lait attrape de violentes diarrhées.
- IMPANGA : Sous ce vocable, on a tout un tas de maladies :
 - o Maladies affectant les voies urinaires : le malade pisse des urines de couleur rougeâtre et n'urine pas assez.
 - o Douleurs au niveau du bas-ventre et au niveau lombaire.
 - o Constipations chroniques.
 - o Les hémorroïdes, Etc.
- IZABANA (maladies infantiles) : Ce terme désigne pas mal de maladies dont les convulsions, les éruptions cutanées (ibiturika, ibihurushi), les délires, la

kwashiorkor, les troubles liés au sevrage, etc.

- MUSIPA : C'est une maladie mal définie qui se caractérise par des douleurs partant du bas-ventre pour se répandre dans tout le corps.
- GUHUGANIRWA : Ensemble des allergies dermiques dues au contact des microbes ou des gaz issus des termitières.
- UMUHINDURO : Maladie qui se manifeste par un pH constant de la glaire cervicale faisant que la femme en âge de procréation mette au monde toujours des enfants de même sexe. Alors, le médicament fait que la glaire cervicale change de pH pour qu'à partir de ce moment le sexe des grossesses suivantes soit autre que celui-là déjà obtenu.



Étude de quelques aspects de la reproduction et du facteur de condition de *Limnotilapia dardennii* (Boulenger, 1899), un Cichlidae d'intérêt commercial du lac Tanganyika

Nibona E.^{1,2} & Niyonkuru C.^{1,2}

¹Département de Biologie-Chimie, Institut de Pédagogie Appliquée, Université du Burundi, BP 5223, Bujumbura

²Centre Universitaire de Recherche et de Pédagogie Appliquées aux Sciences

Auteur correspondant: Nibona Emile E-mail : emile.nibona@ub.edu.bi

Reçu : 03 Juin 2021

Accepté : 19 Août 2021

Publié : 28 Septembre 2021

RESUME :

Le lac Tanganyika est l'un des plus grands réservoirs d'eau douce et de ressources biologiques du monde. Sa zone littorale est principalement dominée par la famille des Cichlidae. Toutefois, dans cette zone, l'ichtyofaune est actuellement menacée par la pollution. Cette dernière a des conséquences néfastes la croissance et la reproduction des poissons. Avec l'objectif de contribuer à une gestion rationnelle et durable des ressources aquatiques du lac Tanganyika, la présente étude a été consacrée aux aspects de la reproduction et au facteur de condition de *Limnotilapia dardennii* (Boulenger, 1899), une espèce d'intérêt commercial. Pour atteindre cet objectif, les échantillons des poissons ont été collectés sur trois plages de pêche : Kagongo, Kizuka et Rumonge, de mai 2018 à février 2019 (soit 10 mois au total) à raison de huit sorties par mois et par plage (soit 240 sorties au total). Cette étude a révélé que les *L. dardennii* ont des sex-ratios voisines de l'unité et sont globalement en faveur des femelles. Il a été également révélé que l'espèce étudiée a une faible fécondité relative avec une fécondité relative de 2622. Concernant le facteur de condition K, les valeurs obtenues varient de $2,41 \pm 0,40$ à $3,68 \pm 0,42$ respectivement pour les mois de février août. Au cours de la présente étude, il a été révélé une corrélation positive ($R=0,68$) entre le Rapport Gonado-Somatique et le facteur de condition K. A la fin de l'étude, il a été recommandé de poursuivre la présente étude sur d'autres aspects de la biologie de l'espèce étudiée et de l'étendre sur d'autres espèces d'intérêt commercial.

Mots clés : reproduction, facteur de condition, lac Tanganyika, Cichlidae

ABSTRACT

Lake Tanganyika is one of the largest reservoirs of fresh water and biological resources in the world. Its littoral zone is mainly dominated by the Cichlidae family. However, in this area, ichthyofauna is currently threatened by pollution. The latter has harmful consequences for the growth and reproduction of fish. With the objective of contributing to a rational and sustainable management of the aquatic resources of Lake Tanganyika, this study was devoted to aspects of reproduction and the condition factor of *Limnotilapia dardennii* (Boulenger, 1899), a species of commercial interest. To achieve this objective, fish samples were sampled on three fishing beaches: Kagongo, Kizuka and Rumonge, from May 2018 to February 2019 (i.e., 10 months in total) at the rate of eight trips per month and per beach (i.e., 240 outputs in total). This study revealed that *L. dardennii* have sex ratios close to unity and are generally in favor of females. It was also revealed that the species studied has a low relative fecundity with a relative fecundity of 2622. Regarding the condition factor K, obtained values vary from 2.41 ± 0.40 to 3.68 ± 0.42 respectively for the months of February August. During the present study, it was revealed a positive correlation ($R = 0.68$) between the Gonado-Somatic Ratio and the condition factor K. At the end of the study, it was recommended to continue the present study on other aspects of the biology of this and to extend it to other species of commercial interest.

KEYWORDS: reproduction, condition factor, Lake Tanganyika, Cichlid

I. INTRODUCTION

Le lac Tanganyika possède une faune particulièrement riche en espèces et diversifiée dans ses zones benthiques et côtières. En tenant compte de sa diversité biologique, il est classé mondialement en deuxième position avec 1200 à 1300 espèces d'organismes déjà identifiées. Ces chiffres sont bien inférieurs 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).

La pêche dans le Tanganyika représente une source appréciable des protéines animales pour l'alimentation locale et de revenus pour les populations riveraines (Rieu 2012). Les travaux antérieurs menés sur la littorale du lac Tanganyika aux stations Nyamugari et Kajaga sur les caractéristiques de la pêche ont souligné la diminution croissante des captures de poissons au cours de ces dernières années. Les principales causes de cette diminution de la production halieutique seraient surtout la pollution, la sédimentation, la surpêche et la dégradation des habitats (Cowan and Lindley 2000, Buhungu *et al.* 2018a).

En raison de l'importance socio-économique des ressources piscicoles, diverses études ont déjà été menées dans le lac Tanganyika et convergent sur le fait que le lac possède une richesse ichthyologique diversifiée, un taux d'endémisme élevé, ainsi qu'une prédominance des espèces de Cichlidae (Coulter et al. 1991, Alin et al. 1999). Les poissons Cichlidae connus par leur croissance rapide et présentent un indice de croissance plus performant que les autres espèces, leur durée de vie étant relativement courte (6 à 8 ans) (Hamouda 2005).

Certaines des études signalent que la zone littorale du lac est polluée (Buhungu et al. 2018b). D'autres révèlent que l'ichtyofaune du lac Tanganyika est surexploitée (Ntakimazi 1998). Or la pollution et la

surpêche sont deux facteurs pouvant influencer la reproduction des espèces de poissons et leurs conditions de vie. L'examen du facteur de condition K permet notamment de comparer des populations monospécifiques vivant dans des conditions apparemment similaires ou différentes à savoir la densité, le climat, la nourriture, les sexes, les saisons, les lieux, etc.). Il permet également de déterminer le moment et la durée de la maturation des gonades au sein des populations, si la reproduction est saisonnière), mais aussi de suivre l'altération des conditions du milieu (Lutete et al. 2020, Minoungou et al. 2020). Quoi qu'essentiel, ces aspects que sont la reproduction et le facteur de condition sont peu connus chez la majorité des poissons du lac Tanganyika, et même chez les Cichlidae fortement représentés. C'est pour contribuer à combler ce déficit d'informations que cette étude a été menée, avec comme objectif global de contribuer à une gestion rationnelle et durable des ressources aquatiques du lac Tanganyika. Plus spécifiquement, l'étude sera consacrée à la détermination de sex-ratio chez *L. dardennii*, à comparer la fécondité des deux espèces, à montrer les variations saisonnières de leur reproduction et à comparer les facteurs de condition de l'une et l'autre.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Sites d'échantillonnage et critère de choix

Il y a trois plages principales de pêche sur le lac Tanganyika en Commune Rumonge. C'est à partir de ces sites qu'a été conduite notre étude.

La plage de Rumonge est située à 72 km de la ville de Bujumbura, plus précisément à hauteur du quartier Swahili de la ville de Rumonge. La plage est caractérisée par une absence de végétation, la zone littorale est caractérisée par un substrat sablonneux avec une pente si faible que la profondeur des eaux dans le lac est encore de moins de 2m à 100m du bord ».

La plage de Kizuka est située non loin de la route Bujumbura Rumonge, à 65,5 km de la capitale et

8,5 km avant Rumonge. La plage est sablonneuse avec une végétation principalement de phragmites, abondante au sud et clairsemée au nord. La pente y est aussi très faible. Les cours d'eau qui s'y jettent dans le lac sont appelés respectivement Kizuka au nord et Munege au sud de la plage.

La plage de Kagongo est située plus au nord du précédent, soit à 56 km de Bujumbura et à 16 km de la zone Minago à droite et à 350 m en bas de la RN3 (route Bujumbura-Rumonge). C'est une plage avec un substrat mixte, sablonneux et rocheux, avec une végétation clairsemée herbeuse avec des roseaux de surtout au nord et au sud. Dans

la zone littorale lacustre, la pente y est plus forte parce que la profondeur de l'eau y dépasse 2m dès les premiers mètres dans le lac. Des cours d'eau s'y jettent dans le lac sont, à savoir: Cugaro au nord, Kanyengwe au centre et Cinzira au sud (Fig.1).

L'eau de l'ensemble de ces trois plages de pêche est en général claire et bleuâtre (et donc transparente) sauf en saisons pluvieuses où elle est troublée par les alluvions apportées par les cours d'eau ci-haut cités. Les vagues souvent importantes à partir de 11h rendent généralement trouble l'eau du Lac au niveau de la zone littorale.

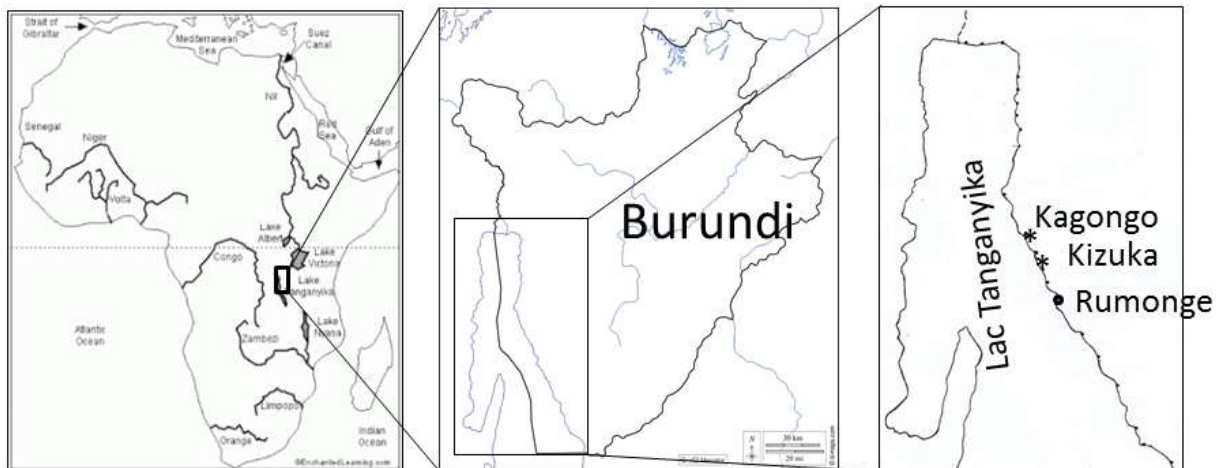


Figure 2: localisation des sites d'échantillonnage

II.2. Collecte des données sur le terrain

La collecte des données sur terrain a duré 10 mois (mai 2018 à février 2019); chaque mois huit sorties ont été effectuées à chacune des trois plages, entre 07h et 10 h, heure à laquelle la quasi-totalité des pêcheurs a déjà quitté le lac soit 240 sorties (8 jours x 3 plages x 10 mois) effectuées au total pour les trois plages.

Les échantillons des poissons ont été récoltés auprès des pêcheurs rencontrés sur la plage de débarquement. Il s'agit de pêcheurs coutumiers qui utilisent couramment la pêche à la ligne, la senne de plage, les filets maillants dormants localement appelée « amakira », le filet maillant encerclant utilisé en frappant la surface de l'eau pour chasser

les poissons vers la poche (pêche à la frappe localement appelée « umutumbo »).

Lors de l'échantillonnage, seuls les individus de *L. dardennii* furent achetés auprès des pêcheurs trouvés en train de pêcher de part et d'autre de la plage visitée (une des raisons pour laquelle les descentes sur terrain ont été toujours effectuées tôt (à partir de 7 h). Les poissons amenés d'ailleurs par les autres pêcheurs n'ont pas été considérés. Les échantillons de poissons collectés ont été conservés dans une glacière contenant de la glace, pour être acheminés au laboratoire.

Au laboratoire, le travail consistait à prendre les mesures de longueur totale (LT) et standard (LS) à l'aide de l'ichtyomètre (Fig. 2), à peser les poids

totaux des individus mesurés, à prélever les gonades pour la détermination du sexe et du stade de maturation sexuelle. Les œufs prélevés étaient conservés dans des petits flacons contenant du formol 5% pour le comptage ultérieur. Lesdits flacons portaient les indications se trouvant sur les fiches des mensurations.

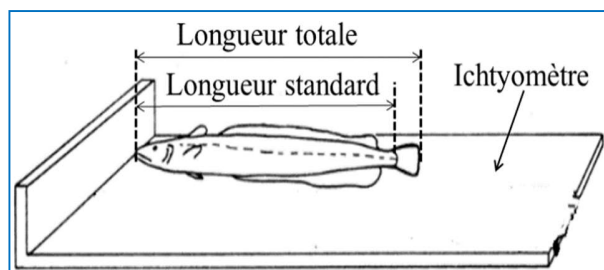


Figure 3: Longueurs totale et standard du poisson

Le poids total (PT), et le poids des gonades (Pgo) ont été obtenus au moyen d'une balance de précision mg près au laboratoire. Une trousse à disséquer a été utilisée pour le prélèvement des gonades et des viscères. La détermination du stade de maturité à l'aide de l'échelle macroscopique d'identification de stade de maturation sexuelle (Tableau 1) (Niyonkuru et al. 2007, Shinkafi et al. 2011). Après le prélèvement des gonades, on compte les œufs dans les ovocytes des stades 3, 4 et 5 pour déterminer les différentes fécondités, c'est à dire le nombre des œufs.

Tableau 1: Echelle de maturation sexuelle des mâles et femelles

| Stade de maturité | Mâles | Femelles |
|-------------------|---|---|
| 1 | Testicules transparents, filiformes | Ovaire non différencié, ovocytes non visibles à l'œil nu |
| 2 | Testicules peu développés | Ovaires peu différenciés, ovocytes de très petites tailles, visibles à l'œil nu, couleur blanchâtre |
| 3 | Testicules développés remplis de sperme non expulsable à la pression manuelle, couleur blanchâtre | Ovaires bien différenciés, ovocytes visibles à l'œil nu, non expulsables à la pression manuelle, couleur jaune orangé |
| 4 | Testicules développés, sperme expulsable à la pression manuelle, couleur blanchâtre | Ovaire bien différencié, ovocytes de grande taille expulsable à la pression manuelle, couleur jaune orangé |
| 5 | | Gonade sanguinolente, un peu flasque et contenant de gros ovocytes atrophiés |

Source: (Legendre and Jalabert 1988)

II.3. Traitement des données

Les données brutes collectées ont été saisies et traitées dans le logiciel Excel. Les divers calculs effectués consistaient essentiellement en la détermination de la sex-ratio, de la fécondité, des rythmes de reproduction et du facteur de condition K.

La sex-ratio ou le rapport de sexe est défini comme étant le nombre de femelle par rapport au nombre

de mâle (Niyonkuru et al. 2007). Cet aspect de la reproduction permet de déterminer les situations d'équilibre entre les sexes d'une population donnée. Une sex-ratio de 1 correspond à une situation d'équilibre des sexes.

La fécondité: Le nombre d'ovocytes qu'une femelle peut donner au cours d'un cycle de reproduction est sa fécondité. La fécondité absolue est définie comme étant le nombre d'ovocytes

destinés à être émis à la prochaine ponte. Elle est estimée à partir des gonades en fin de maturation (stade 3 et 4) (Martin-Robichaud and Rommens 2001). La fécondité relative qui est utilisée pour la comparaison des différentes populations est le rapport entre la fécondité absolue le poids total du poisson. C'est la fécondité ramenée au poids corporel du poisson en kg (BouferSaoui and HarcHoucHe 2015).

Les rythmes de reproduction des poissons ou variation saisonnière de reproduction : Pour examiner l'évolution de la reproduction au cours du temps, nombreux auteurs utilisent le rapport gonado-somatique (RGS) défini par Schoeffler et Orange (1956) et Albaret (1977) cités (Niyonkuru et al. 2007) : $RGS = (PGO/PT) \cdot 100$ où PGO: poids des gonades et PT: poids total du poisson frais. Il est inadéquat pour examiner avec l'évolution de la reproduction entre plusieurs groupes de poissons. La méthode permettant de déterminer avec précision les périodes de ponte d'une espèce consiste à suivre les variations mensuelles de stade de maturité sexuelle. Ainsi les variations saisonnières de l'état des gonades ont été déterminées de façon quantitative en suivant l'évolution des fréquences relatives des divers stades définis dans l'échelle de maturation sexuelle (Niyonkuru et al. 2007).

Le facteur de condition K: on définit ainsi le facteur de condition K

$$K = \frac{PT}{LT^3} \cdot 10^5$$

K=facteur de condition, PT=Poids du poisson en g, LT = Longueur totale en mm (Fulton, 1911 In Ricker, 1980 cité par (Niyonkuru et al. 2007).

La longueur standard peut être utilisée au lieu de la longueur totale pour déterminer le coefficient de condition selon la formule suivante :

$K = \frac{PT}{LS^3} \cdot 10^5$ où PT=Poids total du poisson (g) ; LS : Longueur standard (mm). Pour des raisons de comparaison avec certains des résultats de la sous-région pour les mêmes espèces, nous avons utilisé cette dernière formule pour calculer le facteur de condition.

Les moyennes, écart-types et coefficients de variation (CV) de certains de ces paramètres ci-dessus développés ont été effectués à l'aide du logiciel Excel. Les graphiques d'évolution mensuelle des proportions entre les mâles et les femelles des principales espèces, des cycles de maturation des gonades ont été tracé avec le même logiciel Excel.

III. RESULTATS

III.1. Sex-ratio

Le tableau 2 montre que les sex-ratios moyennes sont voisines de l'unité et en faveur des mâles

Tableau 2: Sex-ratio moyen des espèces étudiée

| Espèces | Mâles (M) | Femelles (F) | Sex-ratio (M: F) |
|-------------------------------|-----------|--------------|------------------|
| <i>Limnotilapia dardennii</i> | 230 | 232 | 0,99 :1 |

III.2. Evolution mensuelle des sex-ratios des espèces étudiées

Il ressort de l'analyse du tableau 3 que, la sex-ratio est, dans la plupart des cas, supérieure à l'unité et toujours en faveur des mâles sauf dans deux cas seulement où elle est proche de l'unité : mai, juin. Elle est en faveur des femelles mais proche de l'unité au cours du mois de février.

Tableau 3: Evolution mensuelle des sex-ratios de *L. dardennii* dans les échantillons de poissons analysés

| Mois | Mâle | Femelle | Sex-ratio |
|-----------|------|---------|-----------|
| Mai | 7 | 7 | 1,00 :1 |
| Juin | 25 | 24 | 1,04 :1 |
| Juillet | 18 | 14 | 1,29 :1 |
| Août | 18 | 12 | 1,50 :1 |
| Septembre | 35 | 15 | 2,33 :1 |
| Octobre | 29 | 14 | 2,07 :1 |
| Novembre | 27 | 16 | 1,69 :1 |
| Décembre | 26 | 13 | 2,00 :1 |
| Janvier | 24 | 19 | 1,26 :1 |
| Février | 21 | 23 | 0,91 :1 |

III.3. Etude de la fécondité

La présente étude montre une fécondité relative de 2622. La figure 3 montre la relation entre la fécondité absolue et la taille des poissons. Plus les tailles sont petites plus la fécondité est faible.

L'analyse de la figure 3 montre que, dans le cas de *L. dardennii* ($F = 1,5301LT + 2.8158$, $R^2 = 0,75$ avec $N=40$), les fécondités enregistrées (20 à 40) correspondent à des tailles comprises entre 12 à 22 cm LT respectivement. Aucun stade 3 pour la maturité n'est observé pour des individus de taille inférieure à 12 cm. On peut, dans le cas présent, estimer que la taille de première maturité sexuelle serait de 12 cm.

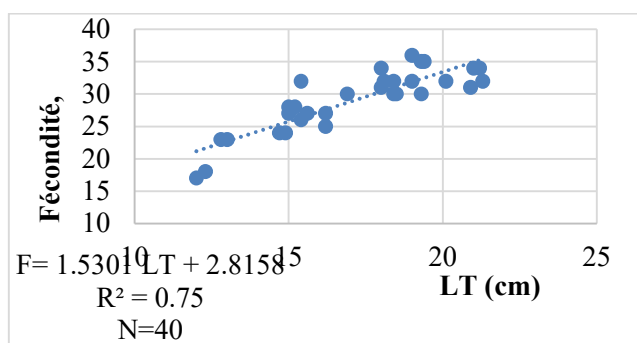


Figure 3: Relation entre la fécondité et la taille des individus de poissons chez *L. dardennii*

III.4. Rapport Gonado-Somatique (RGS) et cycle de maturation des gonads

L'analyse du tableau 4 montre une évolution du RGS moyen suivant les mois. RGS varie de $2,41 \pm 0,40$ à $3,68 \pm 0,42$ respectivement pour les mois de février et août

Les mois de novembre à février correspondent à de faibles valeurs de RGS.

Tableau 4 : Evolution mensuelle du Rapport Gonado-Somatique

| Mois | <i>Limnotilapia dardennii</i> | |
|-----------|-------------------------------|------------|
| | RGS moyen | Ecart type |
| Mai | 2,89 | 0,31 |
| Juin | 3,51 | 1,17 |
| Juillet | 3,11 | 0,45 |
| Août | 3,68 | 0,42 |
| Septembre | 3,17 | 0,79 |
| Octobre | 3,37 | 0,60 |
| Novembre | 2,82 | 0,78 |
| Décembre | 2,61 | 0,52 |
| Janvier | 2,46 | 0,39 |
| Février | 2,41 | 0,40 |

L'analyse de la figure 5 montre que les valeurs les plus élevées de RGS sont observées durant les mois de juin, août et octobre, les plus faibles valeurs de RGS étant observées de novembre à février. Toutes ces périodes où on rencontre les stades 3 et 4 qui sont des stades de maturation avancée des gonades correspondent aux périodes de reproduction intense.

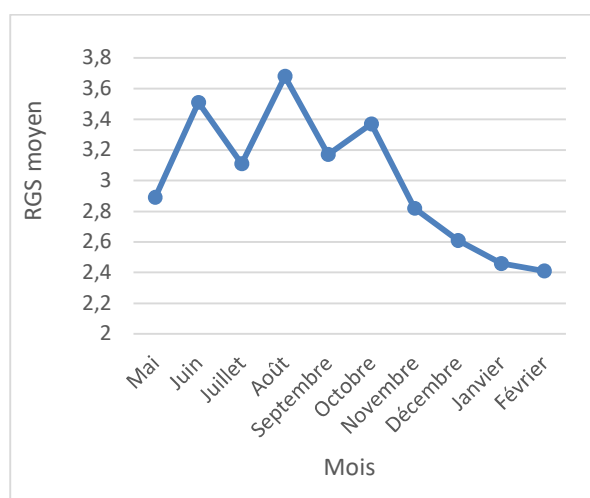


Figure 4: Relation entre RGS et la période de reproduction

III.5. Facteur de condition

L'analyse du Tableau 5 montre que les valeurs plus élevées du facteur de condition K sont enregistrées dans les mois de mai, juin, août, septembre respectivement 4,5 ; 4,7 ; 4,5 ; 4,3.

Tableau 5: Facteurs de condition des espèces étudiées

| Mois | K | Ecart type |
|-----------|------|------------|
| Mai | 4,5 | 5,5 |
| Juin | 4,7 | 3,1 |
| Juillet | 3,5 | 1,8 |
| Aout | 4,5 | 1,4 |
| Septembre | 4,3 | 1,9 |
| Octobre | 3,41 | 1,42 |
| Novembre | 3,5 | 1,3 |
| Décembre | 2,74 | 1,04 |
| Janvier | 3,3 | 0,78 |
| Février | 3,3 | 0,82 |

La figure 5 montre clairement que de mai (correspondant à la fin de la saison des pluies) à septembre, les valeurs de K sont toujours plus élevées.

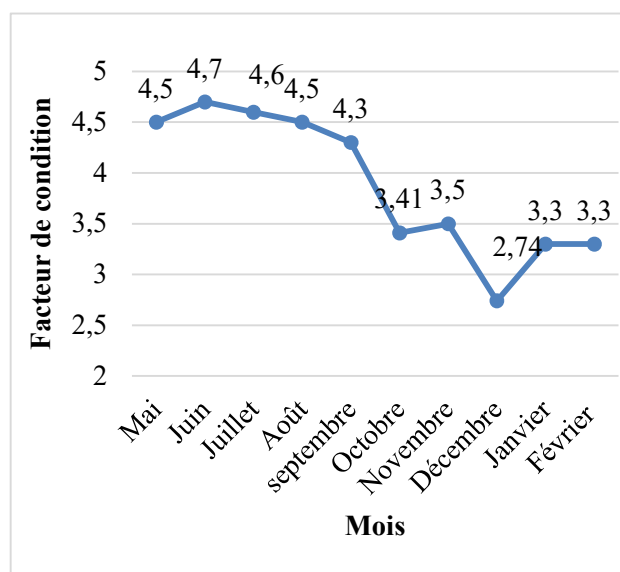


Figure 5: Evolution du facteur de condition durant la période d'étude

IV. DISCUSSION

IV.1. Sex-ratio

Cette étude révèle des sex-ratios voisines de l'unité. Les sex-ratios différentes de l'unité peuvent être dues, chez les poissons incubateurs buccaux, à leurs déplacements en période de reproduction (Lowe 1955). D'après l'hypothèse de certains auteurs, les espèces à sex-ratio voisines de l'unité traduisent une situation d'équilibre et d'abondance dans un milieu donné. Les espèces à sex-ratios non équilibrés comme les Tilapia ont un comportement grégaire fortement lié au sexe. Dans ces conditions, les individus d'un sexe donné sont plus capturés que d'autres (Plisnier 1990). Comme entre autres conséquences, la prédominance de sexe masculin pourrait conduire à la rareté de l'espèce dans le milieu. Prenant le cas d'autres espèces de Cichlidés comme *Callochromis pleurospilus* (Boulenger, 1906) et *Bathybates ferox* Boulenger, 1898 dont les sex-ratios s'écartent de l'unité, soit 4,2 : 1 et 2,4 : 1 respectivement et en faveur des mâles, Plisnier (1990) donne l'explication selon laquelle les sex-ratios en faveur des mâles sont dues à l'évolution

rapide des mâles comparativement à celle des femelles. Par ailleurs, il est fort possible que les femelles se font moins capturer pendant les périodes d'incubation buccale.

En comparaison avec les sex-ratios des autres espèces de cichlidés d'ailleurs notamment celles des lagunes béninoises à savoir *Sarotherodon melanotheron* Ruppel, 1852, *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) et *Hemichromis fasciatus* Peters, 1852 des lacs Nokoué et Ahémé (Niyonkuru et al. 2007), on remarque que leurs sex-ratios sont significativement différentes de l'unité et sont en faveur des mâles alors que chez *L. dardennii*, les sex-ratios sont voisines de l'unité à part qu'elles sont aussi en faveur des mâles.

IV.2. Taille et fécondité

La présente étude montre que la plus petite taille de reproduction de *L. dardennii* est de 11 cm de longueur totale alors que la longueur totale maximale observée est de 22 cm (soit le double de sa plus petite taille de première reproduction observée au cours de la présente étude). Elle est de 23 cm chez le mâle. Chez ce dernier, Maréchal et al. (1991) avaient trouvé, chez *Limnotilapia* mâle, une longueur totale de 26 cm. On remarque que la plus petite de reproduction observée au cours de la présente chez *L. dardennii* est supérieure à celle de certains autres tilapias comme *T. guineensis* ou *S. melanotheron* des lagunes béninoises chez lesquelles Niyonkuru (2007) a trouvé respectivement 7,6 cm et 5,6 cm comme plus petites tailles de reproduction. La taille de maturité sexuelle peut se modifier au sein d'une même population en fonction des conditions fluctuantes du milieu, des périodes et de nourriture. La pression de la pêche et la pollution auraient une influence sur les aspects de reproduction (Niyonkuru et al. 2007).

La fécondité relative observée pour ces deux espèces (soit 5287 et 5879 respectivement pour le lac Nokoué et le Lac Ahémé pour *S. melanotheron* et 47821 et 72412 pour *T. guineensis*

respectivement pour le lac Nokoué et le lac Ahémé) à celle observée chez *L. dardennii* au cours de la présente étude, soit 2622. Pour expliquer les raisons de ces différences de fécondité relative, la justification la plus probable devrait être basée sur les comparaisons des tailles des ovocytes (la taille des ovocytes étant corrélée négativement avec le nombre d'ovocytes) qui, malheureusement n'ont pas été mesurées au cours de la présente étude. Cela devrait faire l'objet des études ultérieures.

IV.3. Rapport Gonado-Somatique (RGS) et cycle de maturation des gonads

D'après Legendre (1986), bien que ces informations liées à la reproduction continue chez les Cichlidae soient connues, il est important de préciser les périodes où l'on rencontre de proportions des individus femelles aux stades de maturation avancée ou pré-ponte. Ainsi chez *L. dardennii*, les valeurs les plus élevées de RGS enregistrées de juin à septembre (correspondant à la saison sèche) et en octobre (début de la saison des pluies) correspondent aux périodes de reproduction intense. En effet, au fur et à mesure qu'il y a maturation des gonades, le volume des ovaires et par conséquent son poids augmente en passant d'un stade de maturation inférieur au stade de maturation le plus avancé précédant la ponte. Les faibles valeurs de RGS enregistrées au cours des mois de novembre à février traduisent les faibles proportions d'individus en stade de maturation avancée de gonades au cours de cette période. Il s'agirait d'une période post-ponte pour beaucoup d'individus.

D'après Philippart & Ruwet (1982), dans les eaux équatoriales et tropicales où la température reste élevée toute l'année, on observe de nombreux cas de reproduction continue mais, l'intensité varie souvent selon la saison. Legendre & Jalabert (1988) soulignent que chez la plupart des Cichlidae (notamment les tilapias), les femelles sont capables dans les conditions de température favorables,

d'effectuer des cycles de reproduction successifs avec une nouvelle ponte les 4 à 6 semaines en fonction des espèces et de la température.

IV.4. Facteur de condition

D'après Fulton (1911) cité par Ricker (1980), une valeur élevée de K signifie que les poissons ont de l'embonpoint et vivent dans un environnement où les conditions leur sont favorables. Ainsi, on remarque ainsi, chez *L. dardennii*, que les valeurs les plus élevées de K correspondent globalement à la saison sèche. Ces périodes sont ainsi considérées comme offrant de meilleures conditions. Les valeurs moins élevées de K sont enregistrées dans les mois de juillet, octobre, novembre, janvier, février et beaucoup moins élevées dans le mois de décembre. La figure 6 montre que les courbes du facteur de condition et du RGS ont la même allure et une corrélation positive entre K et RGS est observée ($R=0,68$).

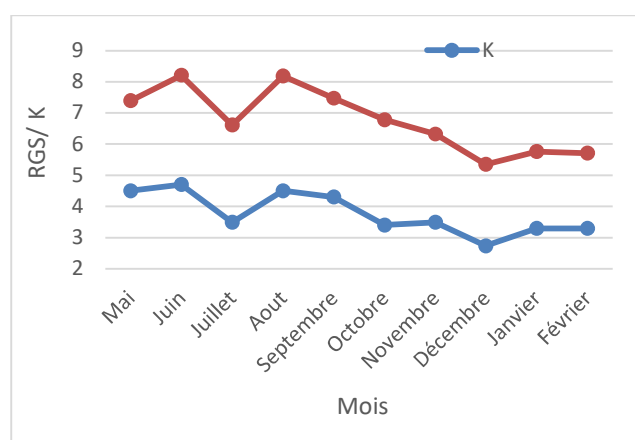


Figure 6 : Evolution mensuelle du facteur de condition et du RGS chez *L. dardennii*

Il ressort de cette étude que l'évolution de K est variable d'une espèce à l'autre dans un même milieu. Dans les lagunes béninoises, Niyonkuru (2007) a trouvé des facteurs de conditions moyens de 3,61; 4,66 et 4,65 au Lac Nokoué respectivement pour *H. fasciatus*, *S. melanottheron* et *T. guineensis*. Au Lac Ahémé, les valeurs de K trouvées sont 3,49 ; 4,45 et 4,59 respectivement

pour les mêmes espèces (Niyonkuru et al. 2007). On remarque que les valeurs moyennes de K trouvées pour les différentes espèces de cichlidés oscillent entre 3 et 5 suivant les milieux étudiés. La même source précise que plusieurs pics de K peuvent être observés au cours de l'année en fonction des conditions écologiques du milieu (climat, disponibilité des ressources alimentaires, qualité de l'eau, etc.) et biologiques (comme période de reproduction par exemple).

V. CONCLUSION

A l'issue de la présente étude portant sur l'étude de quelques aspects de la reproduction et du facteur de condition chez *L. dardennii*, une espèce de poissons cichlidés d'intérêt commercial dans le lac Tanganyika, il a été révélé des sex-ratios globalement supérieures à l'unité et en faveur des mâles et une relation entre la taille des poissons et la fécondité absolue. Les valeurs de RGS et de K (corrélées positivement) sont plus élevées en saison sèche qu'en saison des pluies. La reproduction, continue à l'instar d'autres cichlidés, montre des pics au cours de la saison sèche. Compte tenu de l'importance des cichlidés dans le Lac Tanganyika, il est important d'étendre la présente étude sur d'autres espèces de poissons de cette famille dont les données relatives aux aspects étudiés manquent. Cela permettra de disposer d'une base de données utile pour une exploitation rationnelle.

IV. REFERENCES

- Alin, S. R., A. S. Cohen, R. Bills, M. M. Gashagaza, E. Michel, J. J. Tiercelin, K. Martens, P. Coveliers, S. K. Mboko, and K. West. 1999. Effects of landscape disturbance on animal communities in Lake Tanganyika, East Africa. *Conservation Biology* **13**:1017-1033.
- Boufer Saoui, S. and K. HarcHoucHe. 2015. Dynamique de la reproduction et fécondité de *Pagellus acarne* (Sparidae) de la région Centre du littoral algérien. *Cybiurn* **39**:59-69.

- Buhungu, S., E. Montchowui, E. Barankanira, C. Sibomana, G. Ntakimazi, and C. Bonou. 2018a. Caractérisation spatio-temporelle de la qualité de l'eau de la rivière Kinyankonge, affluent du Lac Tanganyika, Burundi. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* **12**:576-595.
- Coulter, G. W., J.-J. Tiercelin, A. Mondegeur, R. Hecky, and R. Spigel. 1991. Lake Tanganyika and its life.
- Cowan, V. and R. Lindley. 2000. Pollution Control and Other Measures to Protect Biodiversity in Lake Tanganyika (RAF/92/G32) Lutte contre la pollution et autres mesures visant à protéger la biodiversité du Lac Tanganyika (RAF/92/G32).
- Hamouda, I. 2005. Contribution à l'étude de l'inversion sexuelle chez une espèce de poisson d'eau douce: Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Institut des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral, Algérie. Mémoire de diplôme d'ingénieur d'état en aquaculture.
- Legendre, M. 1986. Seasonal changes in sexual maturity and fecundity, and HCG-induced breeding of the catfish, *Heterobranchus longifilis* Val.(Clariidae), reared in Ebrie Lagoon (Ivory Coast). *Aquaculture* **55**:201-213.
- Legendre, M. and B. Jalabert. 1988. Physiologie de la reproduction= Physiology of reproduction.
- Lowe, R. H. 1955. The fecundity of Tilapia species. *The East African Agricultural Journal* **21**:45-52.
- Lutete, J. M., G. Ntakimazi, J.-C. Micha, and P. M. Mulungula. 2020. Variation saisonnière de la relation poids-longueur, du facteur de condition de *Lamprichthys tanganicanus* Boulenger, 1898 et de quelques nutriments dans les biotopes littoraux du lac Kivu, Est de la RD Congo. *Afrique SCIENCE* **17**:173-184.
- Maréchal, C. and M. Poll, 1991. *Limnotilapia*. p. 246-247. In J. Daget, J.-P. Gosse, G.G. Teugels and D.F.E. Thys van den Audenaerde (eds.) Check-list of the freshwater fishes of Africa (CLOFFA). ISNB, Brussels; MRAC, Tervuren; and ORSTOM, Paris. Vol. 4.
- Martin-Robichaud, D. and M. Rommens. 2001. Assessment of sex and evaluation of ovarian maturation of fish using ultrasonography. *Aquaculture Research* **32**:113-120.
- Minoungou, M., R. Ouedraogo, D. Nomwine, and A. Oueda. 2020. Relation longueur-poids et facteur de condition de sept espèces de poisson du réservoir de Samandeni avant son ouverture à la pêche (Burkina Faso). *Journal of Applied Biosciences* **151**:15559-15572.
- Niyonkuru, C., P. Lalèyè, M. C. Villanueva, and J. Moreau. 2007. Population parameters of main fish species of Lake Nokoué, Bénin (West Africa). *Journal of Afrotropical Zoology (Special issue)*:149-155.
- Ntakimazi, G. 1998. Le point sur la biodiversité dans les eaux burundaises du lac Tanganyika. lutte contre la Pollution et autres mesures pour protéger la biodiversité du lac Tanganyika. *Analyse diagnostique Nationale-Burundi*:07-11.
- Philippart J-Cl. & J-Cl. Ruwet. 1982. Ecology and distribution of tilapias, p. 15-59. In:
- Pullin R.S.V. and R.H. Lowe McConnell (eds.) *The biology and culture of tilapias*. ICLARM Conferences Proceedings 7, 432 p. Internatio International Center for Living Aquatic Resources Management, Manilla, Philippines.
- Plisnier, P.-D. 1990. Ecologie comparee et exploitation rationnelle de deux populations d'*Haplochromis spp.*(Teleostei, Cichlidae) des lacs Ihema et Muhazi (Rwanda). UCL-Université Catholique de Louvain.
- Rieu, D. 2012. Composition des poissons: protéines, lipides, vitamine D, iode.... *Archives de pédiatrie* **19**:H36-H37.
- Ricker W. E. 1980. Calcul et interpretation des

statistiques biologiques des populations de poissons. Bull. office des Recherches sur des pecheries du Canada, Ottawa : 409 p.

Shinkafi, B., J. Ipinjolu, and W. Hassan. 2011. Gonad maturation stages of *Auchenoglanis occidentalis* (Valenciennes 1840) in River Rima, north-western Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* **6**:236.



Analyse de la biodiversité des invertébrés du sol du Parc National de la Rusizi et la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena.

Dushimirimana S.*, Kazitsa E.-G., Buhintahe R. & Ndayisenga M.
Ecole Normale Supérieure
Bujumbura-Burundi

Auteur de correspondance: Dushimirimana S, E-mail: dusev2001@yahoo.fr

Reçu: le 14 Juin 2021

Accepté: le 10 Septembre 2021

Publié: le 29 Septembre 2021

RESUME :

Cette étude concerne l'analyse de la biodiversité des invertébrés du sol du Parc National de la Rusizi et la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena. L'échantillonnage des invertébrés du sol a été fait en utilisant la méthode de Lavelle & Spain (2001). Au total, 12 698 invertébrés du sol ont été capturés au niveau des localités de Kigwena et Rusizi. Ils ont été classés dans 13 ordres appartenant aux phylla des Arthropodes, des Mollusques et des Annélides. Pour le phylum des arthropodes, les résultats montrent que les Aranéides, les Blattoptères, les Coléoptères, les Hyménoptères, les Isoptères et les Diplopodes ont été trouvés à la fois dans la litière, le sol forestier et dans le sol agricole des deux localités soit 46,15 % des arthropodes trouvés. Le phylum des Mollusques occupe la deuxième position avec 3 ordres, soit 5,62 % de la biodiversité totale alors que les annélides sont seulement représentés par un seul ordre des Opisthopores représentant 2,37 % de la biodiversité totale. En comparant la part de chacune de ces localités dans la biodiversité globale, nous avons trouvé que la localité de Rusizi héberge significativement plus d'ordres que celle de Kigwena.

Mots clés : Invertébrés, sol, biodiversité, réserves naturelles, réserves forestières.

ABSTRACT

This study concerns the analysis of the biodiversity of invertebrates in the soil of the Rusizi National Park the Kigwena Natural Forest Reserve. Sampling of soil invertebrates was done using the method of Lavelle and Spain. A total of 12,698 soil invertebrates were recorded in the localities of Kigwena and Rusizi. They have been classified into 13 orders belonging to the phylla of Arthropods, Molluscs and Annelids. For the arthropod phylum, the results show that Araneids, Blattoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Isoptera and Diplopods were found both in litter, forest soil and in the agricultural soil of the two localities, which represent 46.15% of the arthropods found. The phylum of molluscs comes in second position with 3 orders, which represent 5.62% of total biodiversity, while annelids are only represented by a single order of opisthopores and represent 2.37% of total biodiversity. By comparing the part of each of these localities in the global biodiversity we found that the locality of Rusizi hosts significantly more orders than Kigwena

Key words: Arthropods, litter, orders, relative abundance, anthropogenic practices.

I. INTRODUCTION

Les invertébrés du sol jouent un rôle clé dans le bon fonctionnement et la productivité des écosystèmes agricoles ou non agricoles. Ils assurent divers services à l'humanité dont les principaux sont, la dépollution des sols pollués en favorisant l'adsorption des polluants et en les rendant accessibles à la dégradation par les micro-organismes; la fragmentation et l'enfouissement de la matière organique; la structuration du sol en favorisant la circulation de l'eau et la résistance à l'érosion ; le recyclage du carbone et des nutriments minéraux; la redistribution et l'organisation des constituants organiques et minéraux du sol (Beare *et al.* 1997, Girard *et al.* 2005, Decaëns *et al.* 2006, Lavelle *et al.* 1992).

Quoique les invertébrés du sol rendent d'importants services à l'humanité, la biodiversité de ces animaux reste curieusement peu connue. En effet, environ 170 000 espèces d'invertébrés du sol sont actuellement connues. Mais, le nombre réel d'espèces doit être plus élevé (Dajoz 2006). Alors que certaines espèces d'invertébrés du sol figurent sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), ces animaux font relativement objet de peu de recherches dans une perspective de conservation comparativement aux autres groupes d'animaux (Granval 1988).

Au Burundi, quelques inventaires et collections faunistiques réalisés notamment par les chercheurs et amateurs nationaux ou par les étudiants de l'Université du Burundi (UB) et de l'École Normale Supérieure (ENS) lors de leurs travaux de recherche et travaux pratiques existent. Ces inventaires et collections concernent essentiellement les vertébrés comme les oiseaux, les poissons, les mammifères, etc. La faune du sol n'a pas encore fait objet de recherche soutenue et très peu de publications sont disponibles. Elle ne se rencontre que sous formes de quelques vieilles collections réalisées par l'Institut des Sciences Agronomiques du

Burundi (ISABU) et l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN).

Bien que les régions tropicales connaissent une biodiversité élevée (Dajoz 2000), la dégradation de la biodiversité du sol du Burundi ne cesse d'augmenter. Plusieurs écosystèmes naturels sont en état de santé très précaire. Plusieurs espèces se perdraient chaque année suite à diverses activités anthropiques tels les feux de brousse, l'orpaillage, déforestation, la mise en culture, les pastoralismes (INECN, 2000) sans oublier les conséquences du changement climatique qui ne cessent de se manifester dans ces régions.

Alors que ces pressions sur les ressources du sol entraînent la destruction de ces biotopes et altèrent de cette façon la faune y associée (Lévêque et Mounolou 2001), à notre connaissance, la biodiversité des animaux du sol du Burundi n'a pas encore été étudiée. Peu de publications scientifiques dans le Bulletin Scientifique de l'INECN, ou dans des journaux ou revues internationaux existent. Elle n'apparaît nulle part aussi dans la Stratégie Nationale et Plan d'Actions en matière de la Diversité Biologique (2000) qui prévoit pourtant (Objectif 6 de conservation) le maintien et l'amélioration de la productivité des sols mais paradoxalement ne prévoit rien sur la conservation de la faune du sol.

L'Objectif global de cette étude est d'analyser l'impact des pratiques anthropiques et changements climatiques sur les invertébrés du sol deux aires protégées, la Réserve Naturelle de la Rusizi et de la Réserve Forestière de Kigwena. De façon spécifique, cette étude a pour objectifs de :

- Déterminer les ordres taxonomiques et leur distribution dans les compartiments (litière et sol) de milieux forestiers et de jachères ;
- Déterminer la variabilité des ordres et leur abondance dans ces compartiments.

Notre hypothèse est que la diversité et l'abondance des taxons de la faune du sol devraient être comparables au sein d'une même région naturelle et ces paramètres devraient par contre différer entre les aires protégées et les milieux agricoles du Burundi. A notre connaissance, ces hypothèses n'ont jamais été testées et tous ces paramètres restent donc à découvrir.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Description de la zone d'étude

La présente étude a concerné le Parc National de la Rusizi (PNR) et de la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena (RNFK) de la région naturelle de l'Imbo. Cette région est située à l'Ouest du Burundi et longe toute la frontière entre le Burundi et la République Démocratique du Congo (RDC) et la rive Est du lac Tanganyika. Son relief est dominé par une plaine située entre 775-1000 m d'altitude. Les sols de la région naturelle de l'Imbo sont des formations récentes établies sur des sédiments lacustres ou des alluvions. Du point de vue agricole, cette région est dominée par les cultures annuelles (le riz, le maïs, le haricot, le cotonnier) et quelques cultures pluriannuelles comme le palmier à huile, des arbres fruitiers et les bananiers (Ford 1990).

II.2. Sites d'étude

A l'intérieur de la Réserve Naturelle de la Rusizi et de la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena, et dans le milieu agricole environnant, un site et les biotopes (litière et sol ont été choisis). Au total, 6 sites situés dans les localités de Mushasha (delta de la rivière Rusizi) en Commune Mutimbuzi, Zone Gatumba et de Kigwena en commune de Rumonge, zone Kigwena ont fait l'objet d'échantillonnage.

Le PN de la Rusizi est situé dans la plaine de la rivière Rusizi au Nord -Est du lac Tanganyika. Elle fait partie des principales aires protégées du rift albertin (Plumptre *et al*, 2007). Les sols de la

localité de Mushasha sont, comme sur l'ensemble de la plaine de la Ruzizi, des sols argileux imperméables et gorgés d'eau pendant toute la saison des pluies. Aux abords immédiats de la rivière Rusizi et sur la plage du lac Tanganyika, les sols sont sablonneux. Les sols alluvionnaires dominant lors des inondations (Ntakimazi *et al* 2000).

La forêt péri-guinéenne de la Réserve Naturelle Forestière de Kigwena (RNFK) se situe au Sud-ouest du Burundi, dans la région naturelle de l'Imbo, dans la province Rumonge en commune Rumonge. Elle se trouve précisément à 14 km de la ville de Rumonge, en bordure du lac Tanganyika à 773-820 m d'altitude. Elle occupe 500 ha, protégée depuis 1952 et est entièrement dominée par la forêt mésophile péri-guinéenne à *Newtonia buchananii* et *Albizia zygia* (Ntakimazi *et al*. 2000).

II.3. Echantillonnage des invertébrés du sol

L'échantillonnage des invertébrés du sol a été fait en utilisant la méthode de Lavelle & Spain (2001). Au niveau des sites choisis, pendant chacun des mois d'avril, juin, août, et Octobre 2014 et 2015, à un intervalle de 30 jours, un échantillon (25 cm × 25 cm) a été prélevé dans la litière (si elle existe). Un autre échantillon (25 cm × 25 cm × 40 cm) était prélevé en creusant le sol ainsi dénudé à l'aide des coups de machette. Chaque site d'étude a été échantillonné 9 fois (2 échantillonnages pour chacun des mois d'avril, juin et août, 3 échantillonnages en Octobre) à des emplacements distants de 50-100 m en différente direction. Dans les milieux naturel et agricole, l'échantillonnage était effectué quasi simultanément.

Après prélèvement, sans tarder, les échantillons étaient transportés dans des sacs en plastiques fermés jusqu' au Laboratoire de Biologie de l'Ecole Normale Supérieure (ENS). Manuellement, tous les invertébrés facilement visibles étaient extraits du sol de chaque échantillon placé dans un bassin et conservés

dans l'éthanol (70 %) à l'air ambiant selon la technique utilisée par Tavernier B. *et al.* 1993 et Aubert *et al.* (2005). A l'instar de Tavernier B. *et al.* 1993 et N'Dri (2010), chaque échantillon était mis dans un entonnoir dont la sortie était fermée par un grillage (7 mm × 7 mm de maille). Il était soumis à la chaleur d'une lampe à incandescence (60 W) placée à 25 cm au-dessus pendant 7 jours consécutifs. Les invertébrés, chassés par la chaleur, migraient vers le fond de l'entonnoir et étaient progressivement récoltés dans des flacons contenant de l'alcool.

II.4. Identification des invertébrés

Sur base des caractéristiques morphologiques externes décrites dans les ouvrages d'Alford 2012, Chinery (2005), Commeau *et al.* (2002), Tavernier B. *et al.* 1993, tous les spécimens récoltés ont été identifiés et classés dans leurs ordres respectifs.

II.5. Traitement des données

Afin de caractériser la structure des peuplements des invertébrés dont étaient issus les spécimens collectés, pour chacun des échantillons, l'abondance relative (*AR*) et la fréquence de chaque ordre (Faurie et Ferra, 2012), ont été calculées.

Seuls les ordres présents dans au moins 9 échantillons (sur 27) ont été considérés pour calculer l'abondance relative et pour ne pas biaiser les résultats. La comparaison de la structure des communautés d'invertébrés des différents sites étudiés a été faite à l'aide de l'ANOVA en utilisant le logiciel statistica au seuil de significativité de 5 % ($p < 0,05$). Le test de Mann-Whitney nous a permis de comparer deux groupes et ceux de Kruskal-Wallis et de Scheffé, ont été utilisés lors de la comparaison de plus de trois groupes.

III. RESULTATS

III.1. Biodiversité globale

Au total, 12 698 invertébrés du sol ont été capturés au niveau des localités de Kigwena et Rusizi. Ils ont été classés dans 13 ordres appartenant aux phylla des Arthropodes, des Mollusques et des Annélides. 52,03 % des invertébrés ont été capturés dans la litière et le sol forestier et le reste, soit 47,96 % ont été capturés dans le sol agricole (Tableau 1).

Avec 9 ordres, le phylum des Arthropodes est le plus diversifié. Il rassemble 92 % de la biodiversité totale observée. Pour ce phylum, les Aranéides, les Blattoptères, les Coléoptères, les Hyménoptères, les Isoptères et les Diplopodes (soit 46,15 % des Arthropodes) ont été trouvés à la fois dans la litière, le sol forestiers et dans le sol agricole des deux localités. Les Orthoptères sont communs aux deux localités. Mais, ils ont uniquement été capturés dans le sol agricole. Les Isopodes ont été uniquement enregistrés dans la localité de Rusizi. Les Collemboles sont absents du milieu naturel de Kigwena mais aussi du sol agricole de Rusizi (Tableau 1).

En termes de diversité, le phylum des Mollusques occupe la deuxième position avec 3 ordres, soit 5,62 % de la biodiversité totale. Pour ce phylum, seul l'ordre des Monotocardes (soit 33,33 % des Mollusques) est commun au sol et à la litière des localités échantillonnées. Les Basommatophores ont été trouvés dans la litière et le sol du milieu naturel de Kigwena mais aussi dans le sol agricole de Rusizi. Les Stylommatophores n'ont été enregistrés que dans le sol agricole de cette dernière localité (Tableau 1).

Le phylum des Annélides était le moins diversifié. Il était représenté par le seul ordre des Opisthopores, soit 2,37 % de la biodiversité totale commune à la litière et au sol des localités de Kigwena et Rusizi (tableau 1).

Tableau 1 : Nombre d'individus capturés pour chaque ordre et pour chaque milieu écologique

| Phylla | Ordre | Milieu écologique | | | | | | Total |
|-------------|-------------------------|------------------------|------|---------|------|-----------------|---------|--------|
| | | Milieu forestier | | | | Milieu agricole | | |
| | | Rusizi | | Kigwena | | Rusizi | Kigwena | |
| | | Litière | Sol | Litière | Sol | Sol | Sol | |
| Arthropodes | Aranéides | 160 | 25 | 68 | 53 | 153 | 50 | 509 |
| | Orthoptères | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 5 | 47 |
| | Blattoptères | 116 | 24 | 56 | 8 | 226 | 60 | 490 |
| | Coléoptères | 126 | 88 | 137 | 41 | 281 | 82 | 755 |
| | Collemboles | 11 | 18 | 0 | 0 | 0 | 3 | 29 |
| | Hyménoptères | 620 | 662 | 1575 | 680 | 1017 | 2804 | 7358 |
| | Isopodes | 490 | 105 | 0 | 0 | 769 | 0 | 1364 |
| | Isoptères | 93 | 9 | 46 | 621 | 21 | 169 | 735 |
| | Diplopodes | 151 | 40 | 92 | 17 | 20 | 76 | 396 |
| | | Nombre d'ordres | 8 | 8 | 6 | 6 | 8 | 8 |
| | % d'Arthropodes | | | | | | | 92 % |
| Mollusques | Stylommatophores | 0 | 0 | 0 | 0 | 56 | 0 | 56 |
| | Monotocardes | 117 | 60 | 158 | 21 | 114 | 50 | 520 |
| | Basommatophores | 0 | 0 | 17 | 6 | 138 | 0 | 138 |
| | Nombre d'ordres | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| | % des Mollusques | | | | | | | 5,62 % |
| Annélides | Opisthophores | 27 | 11 | 18 | 40 | 167 | 38 | 301 |
| | Nombre d'ordres | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | % d'Annélides | | | | | | | 2,37 % |
| NTO | 13 | 10 | 10 | 9 | 9 | 12 | 10 | |
| NTI | | 1911 | 1033 | 2104 | 1481 | 3004 | 3165 | 12698 |

NTO: Nombre total d'ordres, NTI : Nombre total d' individus

III.2. Biodiversité de la localité de Kigwena

Au total, 11 ordres ont été observés dans la localité de Kigwena dont 9 proviennent du milieu forestier et 10 du milieu agricole (tableau 1). Toutefois, le nombre d'ordres ne diffère pas significativement entre ces deux milieux (tableau 2).

Dans cette localité, la litière et le sol forestiers ont totalisé chacun 9 ordres contre 10 pour le sol agricole (tableaux 1). Cependant, la comparaison statistique de ces compartiments montre que la litière forestière héberge significativement plus d'ordres que le sol forestier. Il n'y a pas de différence entre ce premier compartiment et le sol agricole (tableau 2).

Tableau 2. Résultats statistiques de la comparaison du nombre d'ordres recensés dans la litière et le sol des milieux forestier et agricole de Kigwena.

| a. Synthèse de l'ANOVA de Kruskal-Wallis | | | | | |
|---|----|---------|----------------|---------------|----------|
| Compartiments | N | ∑rangs | Moy. des rangs | H (2, N = 81) | p-valeur |
| LF | 27 | 1450,50 | 53,72 | 16,26 | 0,0003* |
| SF | 27 | 765,50 | 28,35 | | |
| SA | 27 | 1105,00 | 40,93 | | |
| b. Comparaison multiples des rangs moyens (test de Scheffé) | | | | | |
| Libellés | | | | p-valeur | |
| LF vs SF | | | | 0,0002* | |
| LF vs SA | | | | 0,1370 | |
| SF vs SA | | | | 0,1487 | |

LF: litière forestière; SF: sol forestier ; SA: sol agricole; *: statistiquement significatif; N: nombre d'observation.

III.3. Biodiversité de la localité de Rusizi

La localité de Rusizi a totalisé 13 ordres différents dont 10 et 12 ordres proviennent respectivement du milieu forestier et du milieu agricole (tableau 1).

La litière et le sol forestiers ont totalisé chacun 10 ordres (tableau 1). Cependant, la comparaison

statistique du nombre d'ordres entre ces compartiments révèle que ce nombre est significativement plus important dans la litière forestière que dans le sol forestier (tableau 3). Avec 12 ordres au total (tableau 1), le sol agricole héberge significativement plus d'ordres que le sol forestier (tableau 3). Il n'y a pas de différence entre la litière forestière et le sol agricole (tableau 3).

Tableau 3. Résultats statistiques de la comparaison du nombre d'ordres recensés dans la litière et le sol des milieux forestier et agricole de Rusizi.

| a. Synthèse de l'ANOVA de Kruskal-Wallis | | | | |
|---|----|---------|-------------------|---------------|
| Compartiments | N | ∑rangs | Moyenne des rangs | H (2, N = 81) |
| LF | 27 | 1272,50 | 47,20 | 0,0000* |
| SF | 27 | 635,50 | 23,54 | |
| SA | 27 | 1413,00 | 52,33 | |
| b. Comparaison multiples des rangs moyens (test de Scheffé) | | | | |
| Libellés | | | p-valeur | |
| LF vs SF | | | 0,0007* | |
| LF vs SA | | | 1,00 | |
| SF vs SA | | | 0,00002* | |

(LF : litière forestière ; SF : sol forestier ; SA : sol agricole ; * : statistiquement significatif).

III.4. Comparaison de la biodiversité entre les localités de Kigwena et Rusizi

III.4.1. Comparaison de la biodiversité globale

Les localités de Kigwena et Rusizi ont respectivement totalisé 11 et 13 ordres. 91,48 %

des Arthropodes, 5,90 % des Mollusques et 2,61 % des Annélides sont communs à ces deux localités (tableaux 1). En comparant la part de chacune de ces localités dans la biodiversité globale observée, le test de Mann-Whitney révèle que la localité de Rusizi héberge significativement plus d'ordres que celle de Kigwena (tableau 4).

Tableau 4. Résultats statistiques de la comparaison du nombre d'ordres entre les localités de Kigwena et Rusizi N: Nombre d'observation

| Résultats du test de Mann-Whitney & médiane | | | | | |
|---|----|----------------|---------|---------|-----------|
| Localité | N | Somme de rangs | Médiane | U | p- valeur |
| Kigwena | 81 | 5725,50 | 4 | 2404,50 | 0,003 |
| Rusizi | 81 | 7477,50 | 6 | | |

III.4.2. Comparaison de la biodiversité de la litière, du sol forestiers et du sol agricole

La litière forestière de Kigwena compte significativement plus d'ordres que le sol

forestier de Rusizi. Par contre, le sol forestier et le sol agricole de Kigwena comptent significativement et respectivement moins d'ordres que la litière forestière et le sol agricole de Rusizi. (Tableau 5).

Tableau 5. Résultats statistiques de la comparaison du nombre d'ordres de la litière, du sol forestiers et du sol agricole

| a. Synthèse de l'ANOVA de KrusSAKI-Wallis | | | | | | |
|---|----|-------------------|-----------------|----------------|-----------|--|
| Compartiments | N | Moyenne des rangs | Somme des rangs | H (5, N = 162) | p- valeur | |
| LFK | 27 | 93,96 | 2537,00 | 47,66 | 0,000* | |
| SFK | 27 | 46,94 | 1267,50 | | | |
| SAK | 27 | 71,15 | 1921,00 | | | |
| LFR | 27 | 105,83 | 2857,50 | | | |
| SFR | 27 | 58,26 | 1519,00 | | | |
| SAR | 27 | 114,85 | 3101,00 | | | |

| b. Comparaison multiples de moyennes des rangs (test de Scheffé) | |
|--|-----------|
| Libellés | p-valeur |
| LFK vs LFR | 1,00 |
| LFK vs SAR | 1,00 |
| LFK vs SFR | 0,047* |
| SAK vs SAR | 0,0093* |
| SAK vs SFR | 1,00 |
| SAK vs LFR | 0,099 |
| SFK vs SFR | 1,00 |
| SFK vs LFR | 0,00006* |
| SFK vs SAR | 0,000002* |

LFK : Litière forestière de Kigwena, LFR : Litière forestière de Rusizi, SFK : sol forestier de Kigwena, SFR : sol forestier de Rusizi, SAK : sol agricole de Kigwena, SAR : sol agricole de Rusizi, N : Nombre d'observation, *: statistiquement significatif.

III.5. Fréquence des ordres par milieu écologique

Parmi les Arthropodes, les Hyménoptères sont fréquents à plus de 81 %, les Aranéides et les Coléoptères à plus de 40 % dans tous les milieux faisant objet de notre étude. Les Isopodes capturés seulement à Rusizi, sont fréquents à plus de 37 % dans le milieu forestier et agricole de cette localité (tableau 6).

Parmi, les Mollusques, les Monotocardes sont plus fréquents que ce soit dans la litière, sol forestier et dans le sol agricole de ces deux milieux d'étude à plus de 14 % (tableau 6).

Pour ce qui est des Annélides, les Opisthophores sont fréquents à plus de 3 % dans tous les milieux naturels forestiers de Kigwena et de Rusizi mais avec une fréquence de plus de 50 % dans les milieux agricoles de ces deux localités (tableau 6).

Tableau 6 : Fréquence des ordres par milieu écologique

| Phylla | Ordres | Fréquence (%) des ordres par type de milieu | | | | | |
|-------------|------------------|---|--------|---------|-------|-----------------|---------|
| | | Milieu naturel | | | | Milieu agricole | |
| | | Rusizi | | Kigwena | | Rusizi | Kigwena |
| | | Litière | Sol | Litière | Sol | Sol | Sol |
| Arthropodes | Aranéides | 96,30 | 29,62 | 70,37 | 40,74 | 74,07 | 51,85 |
| | Blattoptères | 59,26 | 22,22 | 66,67 | 14,81 | 62,96 | 66,67 |
| | Coléoptères | 66,67 | 70,37 | 77,78 | 66,67 | 92,26 | 48,81 |
| | Collemboles | 29,62 | 29,62 | - | - | - | 11,11 |
| | Diplopodes | 29,62 | 33,33 | 77,78 | 22,22 | 29,62 | 51,19 |
| | Hyménoptères | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 81,48 | 96,30 | 100 |
| | Isopodes | 66,67 | 37,03 | - | - | 96,30 | - |
| | Orthoptères | - | - | - | - | 37,04 | 14,81 |
| | Isopètes | 51,18 | 7,41 | 18,52 | 48,15 | 33,33 | 11,11 |
| Mollusques | Basommatophores | - | - | - | 3,70 | 29,62 | - |
| | Monotocardes | 66,67 | 33,33 | 85,19 | 14,81 | 62,96 | 33,33 |
| | Stylommatophores | - | - | - | - | 33,33 | - |
| Annélides | Opisthophores | 29,62 | 3,70 | 29,62 | 25,92 | 33,33 | 55,56 |

III.6. Abondance relative des ordres

III.6.1. Abondance relative globale des ordres

Les Arthropodes étaient plus abondants que n'importe quel autre phylum. Ils ont totalisé 92 % des individus capturés contre 5,62, et 2,37 % respectivement pour les Mollusques et les Annélides.

Parmi les Arthropodes, l'ordre des Hyménoptères est le plus abondant (plus de 57,95 %) quel que soit la région et le compartiment considérés. Les Isopodes apparaissent avec une

abondance totale de plus de 10 % dans la localité de Rusizi (tableau 7).

Parmi les Mollusques, les Monotocardes comptaient le plus d'individus quel que soit le compartiment considéré. Ils rassemblaient 4,09 % des captures. Les Basommatophores et les Stylommatophores rassemblaient respectivement 1,2 et 0,44 % des captures (tableau 7).

Quel que soit le compartiment considéré, l'abondance totale des Annélides ne dépasse pas 2,37 % (tableau 7).

Tableau 7. Abondance relative des ordres

| Phylla | Ordres | Abondance relative des ordres (en %) | | | | | | |
|-------------|------------------|--------------------------------------|-------|---------|-------|-----------------|---------|-------------|
| | | Milieu naturel | | | | Milieu agricole | | |
| | | Rusizi | | Kigwena | | Rusizi | Kigwena | |
| | | Litière | Sol | Litière | Sol | Sol | Sol | Ab. globale |
| Arthropodes | Aranéides | 10,23 | 15,59 | 3,37 | 2,83 | 4,97 | 2,12 | 4,00 |
| | Orthoptères | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,48 | 0,15 | 0,37 |
| | Blattoptères | 6,52 | 2,30 | 3,03 | 0,54 | 8,28 | 7,41 | 3,86 |
| | Coléoptères | 6,30 | 11,54 | 5,47 | 13,93 | 10,08 | 5,46 | 5,94 |
| | Collemboles | 0,35 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,25 |
| | Hyménoptères | 35,38 | 61,49 | 72,75 | 51,13 | 32,40 | 77,82 | 57,95 |
| | Isopodes | 19,83 | 4,99 | 0,00 | 0,00 | 24,49 | 0,00 | 10,74 |
| | Isoptères | 2,32 | 0,86 | 2,12 | 32,11 | 0,73 | 5,06 | 7,55 |
| | Diplopodes | 4,71 | 1,94 | 5,86 | 1,14 | 0,59 | 2,82 | 3,19 |
| Mollusques | Stylommatophores | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,95 | 0,00 | 0,44 |
| | Monotocardes | 12,57 | 2,69 | 8,74 | 1,41 | 3,46 | 2,46 | 4,09 |
| | Basommatophores | 0,00 | 0,00 | 0,78 | 0,40 | 5,34 | 0,00 | 1,27 |
| Annélides | Opisthophores | 1,79 | 1,05 | 0,78 | 2,69 | 6,23 | 1,90 | 2,37 |

Ab: Abondance

III.6.4. Comparaison de l'abondance des ordres entre les localités de Kigwena et de Rusizi

La comparaison statistique révèle que, parmi les Arthropodes, les Coléoptères sont significativement plus abondants dans le sol agricole de la Rusizi que dans le sol agricole et le sol forestier de Kigwena. Les Aranéides sont moins abondants dans le sol forestier de Kigwena que dans la litière forestière et le sol agricole de Rusizi. Les Diplopodes sont plus abondants dans la litière forestière de Kigwena que dans le sol agricole de Rusizi (tableau 8).

Parmi les Mollusques, les Monotocardes sont significativement plus abondants dans la litière forestière de Kigwena que dans le sol forestier

de la Rusizi (tableau 8).

Quel que soit le compartiment considéré, l'abondance des Opisthophores reste comparable dans les localités de Kigwena et de Rusizi.

Tableau 8 : Résultats statistiques de la comparaison de l'abondance des ordres entre les localités de Kigwena et Rusizi

| Ordre | Kigwena | | | | | | | | | Rusizi | | | | | | | | |
|--------|---------|--------|-----|-----|-------|-----|-----|--------|-----|--------|--------|-----|-----|-------|-----|-----|--------|-----|
| | LFK | | | SFK | | | SAK | | | LFR | | | SFR | | | SAR | | |
| | N | R moy | Méd | N | R moy | Méd | N | R moy | Méd | N | R moy | Méd | N | R moy | Méd | N | R moy | Méd |
| Aran. | 27 | 82,05 | 2 | 27 | 65,51 | 0 | 27 | 68,57 | 1 | 27 | 116,11 | 5 | 27 | 52,27 | 0 | 27 | 104,46 | 5 |
| Blatt. | 27 | 87,27 | 0 | 27 | 50,51 | 0 | 27 | 89,79 | 2 | 27 | 98,77 | 4 | 27 | 59,11 | 0 | 27 | 103,51 | 4 |
| Coléo | 27 | 89,25 | 1 | 27 | 53,07 | 1 | 27 | 64,66 | 0 | 27 | 84,07 | 0 | 27 | 71,40 | 0 | 27 | 126,51 | 10 |
| Hyme | 27 | 112,66 | 5 | 27 | 54,20 | 7 | 27 | 106,98 | 59 | 27 | 63,42 | 5 | 27 | 64,64 | 3 | 27 | 87,07 | 33 |
| Isopt. | 27 | 74,77 | 46 | 27 | 99,85 | 0 | 27 | 68,81 | 0 | 27 | 97,29 | 17 | 27 | 64,64 | 20 | 27 | 83,85 | 19 |
| Mono | 27 | 113,25 | 0 | 27 | 52,64 | 0 | 27 | 67,20 | 0 | 27 | 96,81 | 6 | 27 | 69,79 | 0 | 27 | 89,27 | 2 |
| Opis. | 27 | 78,57 | 0 | 27 | 79,96 | 0 | 27 | 98,22 | 1 | 27 | 80,61 | 1 | 27 | 61,07 | 0 | 27 | 90,55 | 0 |
| Diplo | 27 | 110,57 | 0 | 27 | 63,88 | 0 | 27 | 90,90 | 1 | 27 | 79,05 | 3 | 27 | 75,83 | 0 | 27 | 68,74 | 0 |

N: nombre d'observations; LFK: Litière forestière de Kigwena; SFK: Sol forestier de Kigwena; SAK: Sol agricole de Kigwena; LFR: Litière forestière de Rusizi; SFR: Sol forestier de Rusizi; SAR: Sol agricole de Rusizi; Méd: médiane, Rmoy: rang moyen

IV. DISCUSSION

IV.1. Biodiversité globale

Dans notre étude, 12 698 spécimens d'invertébrés du sol ont été capturés dans les deux localités de Kigwena et Rusizi. Ils ont été classés en 13 ordres appartenant aux phylla des Arthropodes, Mollusques et celui des Annélides. Les zones tropicales se caractérisent généralement par une grande biodiversité de la faune du sol (Nsabimana 2013 ; Muchane *et al.*, 2012 ; Siqueira *et al.*, 2014 ; Ayuke *et al.*, 2009). Plus de 45 % et de 66 % de ces ordres ont été trouvés au Kenya respectivement par Muchane et ses collaborateurs, 2012 dans la région de Massai Mara et Ayuke *et al.*, 2009 dans la localité d'Embu.

En considérant le milieu écologique et n'importe quel compartiment de ces milieux, la plupart des ordres trouvés sont des Arthropodes. Les Monotocardes, les Basommatophores et les Stylommatophores sont des Mollusques tandis que les Annélides ne sont représentés que par un seul ordre des Opisthophores. Ce résultat s'explique par le fait que la diversité des Arthropodes du sol est de loin supérieure à celle de ces deux autres phylla (Decaëns *et al.*, 2006) et également, ils sont ubiquistes (Métral, 2007). Elle s'explique aussi par le fait que d'après Collins 1980, Dangerfield 1990 et Gilot *et al* 1994 leur abondance varie en fonction des conditions climatiques, du type ou qualité du sol et du type de végétation. Bachelier 1978, Koller 2004, Gobat *et al* (2003), Ramade 2003 et Dajoz 2000 ont montré que la température, le pH, l'humidité du sol ainsi que le régime trophique déterminent la diversité des Arthropodes.

Pour les Arthropodes, les Aranéides, les Coléoptères, les Blattoptères, les Hyménoptères, les Diplopodes et les Isoptères (soit 66 % des Arthropodes) ont été trouvés à la fois dans la litière et sol forestiers ainsi que dans le sol agricole de ces deux localités. Parmi ces ordres les Hyménoptères se sont montrés les plus abondants dans n'importe quelle localité et quel soit le compartiment. La faune du sol vit essentiellement dans la partie superficielle du

sol et la majorité de cette faune consomme les débris végétaux en décomposition (Pesson, 1971 ; Métral, 2007 et ceci explique la présence de ces ordres dans la litière. L'horizon superficiel du sol présente une forte diversité d'espèces (ordres) animales dont les individus sont généralement en grand nombre (Deprince, 2003). La plupart des Arthropodes sont des transformateurs de la litière (Lavelle & Spain, 2001 ; Bachelier, 1979).

La présence de ces ordres dans le sol forestier et agricole pourrait s'expliquer par la diversité végétale qui y est présente appartenant aux groupes trophiques variés (Métral, 2007), ces ordres peuvent se rencontrer à la fois dans le sol forestier et dans le sol agricole. Les Orthoptères (grillons) ont été inventoriés uniquement dans le sol agricole de la Rusizi et de Kigwena. Ces derniers sont des ravageurs des cultures et ceci explique leurs présences dans le sol meuble agricole et qui constitue aussi leur lieu d'incubation des œufs. Les Isopodes ont été trouvés uniquement dans la localité de la Rusizi. D'après Hamaied *et al.* 2005 les Isopodes préfèrent les sols basiques que les sols acides. Nous avons trouvé que la localité de Rusizi présente un pH basique contrairement à la localité de Kigwena qui est acide ce qui explique la présence de ces isoptères.

A l'intérieur de ce phylum de mollusque, les Monotocardes ont été à la fois trouvés dans la litière, sol forestier et dans le sol agricole de Rusizi et Kigwena. L'ordre des Stylommatophores a été trouvé seulement dans le sol agricole Rusizi. Le fait que les mollusques sont constamment inféodés à l'eau et qu'ils ont été trouvés en abondance à Kigwena et Rusizicela démontre que ces deux sites étudiés disposent des biotopes humides.

Pour ce qui des Annélides (représentés uniquement par les Opisthophores) les résultats montrent que les Opisthophores sont communs dans toutes les localités et tous les compartiments de Rusizi et de Kigwena. D'après Pesson 1971, les Annélides vivent dans les milieux humides. Des chercheurs ont montré que les Opisthophores semblent peu

affectés par le pH du sol (Lavelle *et al.*, 1997) et que les sols présentant un pH > à 10 sont défavorables à ces derniers (Bhatti, 1962). Cela explique nos résultats où les Annélides sont représentés uniquement par les Opisthophores.

La localité de la Rusizi héberge 13 ordres alors que celle de Kigwena héberge 11 ordres. Deux ordres (les Isopodes et les Stylommatophores) ont été trouvés uniquement dans la localité de Rusizi. Du point de vue pH, nous avons trouvé que la localité de Rusizi est basique (pH variant de 7,28 à 9,97) alors que celle de Kigwena (pH variant de 3,06 à 6,27) est acide. Les Stylommatophores ont été uniquement inventoriés dans le sol agricole de Rusizi où les cultures étaient dominées par les légumes, les bananiers alors qu'à Kigwena les milieux agricoles échantillonnés étaient dominés par la culture du manioc et était plus sec.

Il a été démontré que la pédofaune est plus réduite dans les sols acides que dans les sols basiques (Deprince, 2003). D'après Muchane *et al.* (2009) et Métral 2007, la disponibilité de la nourriture conditionne la présence de tel ou tel autre ordre. Hamaied et ses collaborateurs 2005 ont montré que les Isopodes vivent dans les milieux basiques.

Nous avons trouvé que la litière forestière de Kigwena et de la Rusizi renferme plus d'ordres que le sol forestier de ces deux localités. Le sol forestier de Kigwena compte significativement moins d'ordres que la litière forestière et le sol agricole de la Rusizi. Aussi, le sol agricole de la Rusizi compte significativement plus d'ordres que le sol agricole de Kigwena.

De nombreux travaux ont montré la grande partie de la faune du sol vit dans la partie superficielle de ce dernier (Idrissi, 2012 ; Pesson, 1971 ; Lavelle & Spain, 2001 ; Bachelier, 1979). Il a été rapporté que la litière est l'horizon superficiel, qui abrite une forte diversité d'espèces (ordres) animales dont les individus sont généralement en grand nombre (Deprince, 2003). Aussi, il a été montré que la plupart des arthropodes (Aranéides, Blattoptères, Coléoptères, Hyménoptères,

Isoptères, Collembolés, Acariens et Diplopodes) habitent dans la litière et au niveau de la surface du sol (Métral, 2007) et que ces derniers sont des groupes zoologiques qui sont spécifiques des forêts et plus précisément dans la litière (Mathieu, 2004). Meyer et Maldague 1957 ont également remarqué que, dans les sols du Zaïre, actuelle RDC, plus de 80 % de la faune du sol étaient situés dans l'horizon de fragmentation de la litière. La présence de cette faune est conditionnée par la qualité de la litière présente (Leroy *et al.*, 1992 ; Loranger *et al.*, 2002 ; Ponge, 2003).

IV.2. Abondance relative des ordres

Les Arthropodes sont les plus abondants dans tous les milieux écologiques échantillonnés et parmi ces derniers, les Hyménoptères (représentés uniquement par des fourmis) viennent en tête. Dans les régions tropicales, parmi les invertébrés du sol, ce sont les vers de terre, les fourmis, les termites et même les Coléoptères qui déploient une activité particulièrement impressionnante dans le sol (Bachelier, 1971 et Deprince, 2003). Les autres chercheurs ont montré que l'abondance varie en fonction des conditions climatiques, du sol et de la végétation (Collins, 1980 ; Dangerfield, 1990 ; Gilot *et al.*, 1994). Dans un milieu, l'abondance des invertébrés du sol dépend de la température, du pH, de l'humidité ainsi que le régime trophique (Bachelier, 1978 ; Koller, 2004 ; Gobat *et al.*, 2003 ; Ramade, 2003 et Dajoz., 2000).

En effet, l'abondance des Arthropodes pourrait s'expliquer par le fait qu'ils présentent un régime alimentaire varié. Certains sont phytophages (Orthoptères), d'autres phytosaprophages (Isopodes), granivores (Hyménoptères), carnivores (Hyménoptères), coprophage (Diplopodes), etc., les fourmis sont omnivores et ubiquistes. Les Hyménoptères étant également les plus distribués et dominants, ils sont aussi les plus abondants dans différents écosystèmes terrestres (Naiti-Kaci *et al.*, 2014). Les Hyménoptères sont des individus pionniers et cosmopolites qui peuvent coloniser n'importe quel milieu ou type du sol (Kusnezov, 1957).

Les Diplopodes et les Monotocardes sont les plus abondants dans la litière forestière de Kigwena que dans le sol. Par contre, dans la localité de Rusizi, les Coléoptères, les Aranéides et les Isopodes sont plus abondants dans le sol agricole que dans le sol forestier. Les Isopodes et les Aranéides sont les plus abondants dans la litière que dans le sol forestier.

En effet, de nombreux travaux sont concordants avec nos résultats. Les études déjà réalisées ont montré que les Diplopodes et les Monotocardes sont des organismes de litière par excellence (Mathieu, 2004) et sont parmi les acteurs principaux dans les processus de dégradation de la litière (Bonkowski *et al.*, 1998). Diplopodes et Monotocardes du sol vivent essentiellement dans la partie superficielle du sol (0 à 10 cm de profondeur) correspondant à la couche de la litière (Pesson, 1971). La litière qui dépend de la végétation et des propriétés physico-chimiques du sol, conditionne la présence de telle ou telle espèce de la faune du sol (Deprince, 2003). Les chercheurs ont montré que les Diplopodes et les Monotocardes font partie de la faune de la litière forestière (Lavelle *et al.*, 1990). Leurs régimes alimentaires en font des occupants du milieu forestier et plus principalement dans la litière (Métral, 2007). Il a été rapporté que les Coléoptères sont des ravageurs des cultures et, l'abondance au sein de ce groupe en fait un acteur important du fonctionnement du sol et particulièrement les sols agricoles. Aussi, il a été mis en évidence que les Aranéides habitent dans la litière et au niveau de la surface du sol (Métral, 2007) et que ces derniers sont des groupes zoologiques qui sont spécifiques des forêts et plus précisément dans la litière (Mathieu, 2004). Les Isopodes sont plus abondants dans les milieux agricoles que dans les milieux forestiers (Mathieu, 2004) et ne tolèrent pas les milieux peu ensoleillés (Hamaied *et al.*, 2005).

Les Coléoptères sont plus abondants dans le sol agricole de Rusizi que dans celui agricole et forestier de Kigwena. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que le sol agricole de Rusizi échantillonné est beaucoup plus amendé par la

bouse des vaches ce qui favorise la reproduction des coléoptères.

V. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alford D.V., 2012. A Colour Atlas of Pests of ornamental Trees, Shrubs and Flowers, Manson Publishing Ltd, Londres, 480 p. version originale.

Aubert M., Hedde M., Decaëns T., Margerie P., Alard D. & Bureau F., 2005. Facteurs contrôlant la variabilité spatiale de la macrofaune du sol dans le hêtraie-charmaie. *C.R. Biologies* 328 (2005) 57-74.

Ayuke F.O., Karanja N.K., Muya E.M., Musombi B.K., Mungatu J. & Nyamasyo G.H.N., 2009. Macrofauna diversity and abundance across different land use systems in embu, kenya, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11 (2009): 371 -384.

Bachelier G., 1978. La faune des sols. Son écologie et son action. ORSTOM 391p.

Bhatti H.K., 1962. Experimental study of burrowing activities of earthworms. *Agric.pakistan*, 13pp.779-794.

Beare M.H., Reddy M.V., Tian G. & Srivastava S.C., 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agrosystem function in the tropics; the role of decomposer biota. *Applied Soil Ecology* 6,87-108.

Bonkowski M. & Scheu Schaeffer M., 1998. Interactions of earthworms (*Octolasion lacteum*), millipedes (*Glomeris marginata*) and plants (*Hordelymuseuropeus*) in a beachwood on a basalt hill: implications for litter decomposition and soil formation. *Applied Soil Ecology* 9, 161-166.

Chinery M., 2005. Insectes de France et d'Europe occidentale, édition Flammarion, 320 pp.

Collins N.M., 1980. The distribution of the soil macrofauna on west ridge of gunung (Mount)

- Mulu, sarawak. *Oecologia* (Berlin) 51 : 389-399.
- Commeau M. F., Coutin R. & Fraval A., 2002. *Ravageurs des végétaux d'ornement : Arbres, Arbustes et Fleurs*, 3^{ème} tirage, éditions INRA. Version française d'Alford, D.V., 1991. *A Colour Atlas of Pests of ornamental Trees, Shrubs and Flowers*, Manson Publishing Ltd, Londres, 480.
- Dajoz R., 2000. *Précis d'Ecologies*. 7^{ème} édition, Dunod (Ed), 615pp.
- Dajoz R., 2006. *Précis d'Ecologie : Cours et questions de réflexion*, 8^{ème} édition, Dunod, paris.
- Dangerfield J.M. & Kaunda S.K., 1994. Millipede behaviour in a Savanna woodland habitat in South-East Botswana. *African journal of Ecology* 32: 337-341.
- Dangerfield J.M., 1990. Abundance, biomass and diversity of soil macrofauna in savanna woodland and associated managed habitats *pedobiologia* 34: 141-150.
- Decaëns T., Jiménez J.J., Gioia C., Measey G.J. & Lavelle P., 2006. "The values of soil animals for conservation biology", *European Journal of Soil Biology*, vol. 42, no. SUPPL. 1, pp. S23-S38.
- Deprince A., 2003. La faune du sol, diversité, méthodes d'études, fonction et perspectives. *Le courrier de l'environnement de l'INRA* n° 49, pp 123-138.
- Faurie C., Ferra C., 2012. *Ecologie, approche scientifique et pratique*, 6^{ème} édition.
- Ford R.E. 1990. The dynamics of human environment interactions in the tropical montane agrosystems of Rwanda: Implications for economic development and environmental stability "Mountain Research and development" 10: 43-63.
- Gilot C., Lavelle P., Blanchart E., Kouassi P. & Guillaume G., 1994. Biological activity of soils in Hevea stands of different ages in Cote d'Ivoire; *Acta zoologica Fennica* 196, 186-189.
- Girard M.C, Walter C., Remy J.C, Berthelin J. & Morel J.L., 2005. *Sols et Environnement*, Dunod, 818p.
- Gobat J.M., Aragno M. & Matthey W., 2003. *Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols*. Presses polytechniques et universitaires romandes (Ed), 528p.
- Grandval P., 1988. *Approche écologique de la gestion de l'espace rurale : des besoins de la bécasse (Scolopax rusticola L.) à la qualité des milieux*, Ph.D. thesis, Université de Rennes I, 1988.
- Hamaied S., Achouri M. S., Medini L. & Charfi-Cheikhrouha F., 2005. *Isopodes terrestres ; diversité spécifique. Les Blattes de Guyane française : Structure du peuplement et étude éco-éthologique des Zetoborinae*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1.
- Idrissi A. E.N., 2012. La faune de la litière de la suberaie de la Mamora. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét* 2, 50-57.
- INECN, 2000. *Stratégie nationale et plan d'actions en matière de la diversité biologique*
- Koller E., 2004. *Traitement des pollutions industrielles : Eau, air, déchets, sols, boues*, Edition Dunod, Paris, pp 424.
- Kusnezov N., 1957. "Number of species of ants in fauna of different latitude" *Evolution*, vol 11, pp 295-299.
- Lavelle P., Blanchart E., Martin A., Spain A.V. & Martin S., 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. *soil. Science Society of America and American Society of Agronomy*, 677 S. Segoe Rd, Madison, *Myths and Science of Soils of the Tropics*. SSSA Special Publication 29, 157-185.
- Lavelle D., Malloch W., Rusek J., Söderström B., Tiedje J. M. & Virginia R.A., 1997.

- Biodiversity and Ecosystem Functioning in soil. *Ambio* 26: 563-570.
- Lavelle P., Decaëns T., Aubert M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P. & Rossi J., 2006. "Soil invertebrates and ecosystem services", *European Journal of Soil Biology*, vol. 42, no. SUPPL. 1, pp. S3-S15.
- Lavelle P. & Spain A. V., 2001. *Soil Ecology*. Kluwer scientific publications, Amsterdam.
- Lévêque C. & Mounolou J.C., 2001. *Biodiversité : Dynamique biologique et conservation*. Dunod, Paris 248 pp.
- Leroy C., Toutain F. & Lavelle, P., 1992. Variations des caractéristiques de l'humus forestier d'un sol ferrallitique (Guyane) selon l'essence arborée considérée. Résultats préliminaires. *Cahier de l'O.R.S.T.O.M., Série Pédologique* 27, 37-48.
- Loranger G., Ponge J.F., Imbert D. & Lavelle, P., 2002. Leaf decomposition in two semi evergreen tropical forests: influence of litter quality. *Biology and Fertility of Soils* 35, 247-252.
- Mathieu J., 2004. Etude de la macrofaune du sol dans une zone de déforestation en Amazonie au Sud-Est, au Brésil, dans le contexte de l'agriculture familiale. Thèse de doctorat des Sciences en Ecologie, Université Pierre et Marie Curie-Paris 6, France, 237 pp.
- Métral R., 2007. Etude de la diversité de la pédofaune dans les systèmes agro forestiers. Programme CAS DAR Agroforesterie 2006/2008, Recherche et développement (Centre de transfert de Montpellier SupAgro).
- Meyer J.A. & Maldague M., 1957. Observations simultanées sur la microflore et la microfaune de certains sols du Congo belge. *Pédologie* 7, 110-118.
- Muchane M.N., Karanja D., Wambugu G.M., Mutahi J.M., Masiga C.W., Mugoya C & Muchai, M., 2012. Land use practices and their implications on soil macro-fauna in Maasai Mara ecosystem *International Journal of Biodiversity and Conservation* Vol. 4(13), pp. 500-514.
- Naiti-Kaci M.B., Hedde M., Bourdia M.S. & Derridj A., 2014. Hierarchization of factors driving soil macrofauna North Algeria Groves.
- N'dri K.J. 2010. Diversité biologique des acariens du sol de la côte d'Ivoire : Ecologie des communautés. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en science. Faculté des sciences (Université Catholique de Louvain).
- Nsabimana D., 2013. Influence of Seasonality and Eucalyptus Plantation Types on the Ruhunde in Southern Rwanda. *Journal of Natural Sciences Research* ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921, Vol.3, No.8, 2013.
- Ntakimazi G., Nzigidahera B., Nicayenzi F. & West K., 2000. L'Etat de la biodiversité du lac Tanganyika, Bujumbura.
- Pesson P., 1971. *La vie dans les sols. Aspects nouveaux études expérimentales*. Gauthier villars (Ed), 471p.
- Ponge J.F., 2003. Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. *Soil biology & Biochemistry* 35, 935-945.
- Ramade F., 2003. *Elément d'écologie; Ecologie fondamentale*, Edition Dunod, Paris, 689p.
- Siqueira G. M., Silva E. F. F. & Paz-Ferreiro, J., 2014. *Land Use Intensification Effects in Soil Arthropod Community of an Entisol in Pernambuco State, Brazil* Hindawi Publishing Corporation the Scientific World Journal Volume 2014, Article ID 625856, 7 pages.
- Tavernier R., Lizeaux C., Vareille A., Faurie C., Lamarque J. & Lamarque P., 1993. *Sciences de la vie et de la terre*. Edition Jacqueline Erb, Bordas, Paris, 264 pp.



Distribution, Importance socioéconomique, Menaces et Risque de disparition d'*Oxytenanthera abyssinica* (A. Rich.) Munro (Umusunu, Poaceae) au Burundi

Niyokwizigira L.¹, Hakizimana C.², Ntore S.³, Irapagarikiye R.¹, Masharabu T.¹, Masabo O.², Ndayishimiye J.¹, Ndeko Mubembe S. D.^{1,4}, Ndayikeza L. & Nkengurutse J.^{1*}

¹ Université du Burundi ; Faculté des Sciences, Département de Biologie, B.P. 2700 Bujumbura

² Office Burundais pour la Protection de l'Environnement, B.P. 2757 Bujumbura

³ Jardin Botanique de Meise, B.P. 1860 Meise, Belgique

⁴ Institut Supérieur Pédagogique de Kaziba, République Démocratique du Congo

Auteur de correspondance : Nkengurutse Jacques, E-mail : jacques.nkengurutse@ub.edu.bi

Reçu: le 01 Juin 2021

Accepté: le 25 Septembre 2021

Publié: le 15 Octobre 2021

RESUME :

La présente étude vise la conservation durable d'*Oxytenanthera abyssinica* (Umusunu) au Burundi. Elle contribue à la cartographie de la zone de distribution géographique de l'espèce, évalue son importance socioéconomique, ses menaces et son risque de disparition au Burundi. L'étude a été effectuée par prospection de la zone de distribution de l'espèce en relevant les coordonnées géographiques de ses sites et par une enquête. Les résultats de l'étude révèlent la présence d'*O. abyssinica* dans le Parc National de la Ruvubu et dans 14 communes de quatre provinces (Cankuzo, Ruyigi, Rutana et Makamba) appartenant aux régions naturelles du Kumoso et du Buragane. L'enquête montre que l'espèce a une grande importance socio-économique et écologique. Elle améliore la qualité du sol et est utilisée dans la construction des maisons et des clôtures, comme bois de chauffage et bois d'œuvre. Dans l'artisanat, l'espèce est utilisée essentiellement pour la fabrication des paniers et des vans, des plafonds, des ruches ainsi que des portes, des greniers et des lits. L'espèce couvre une superficie estimée à 1 170 km² et une occurrence de plus de 4 940 km². Le défrichement culturel, les feux de brousse et la surexploitation constituent ses principales menaces. Toutefois, sa disparition n'est pas envisageable dans un proche avenir quoique le stock de cette ressource puisse s'épuiser. La présente étude la classe dans la catégorie Quasi menacée (NT). Pour garantir l'accès de la population à cette ressource d'importance incontournable et pour une conservation durable, nous proposons la domestication de l'espèce et une meilleure gouvernance de son stock.

Mots clés : Burundi, bambou, *Oxytenanthera abyssinica*, distribution géographique, importance socio-économique, conservation durable

ABSTRACT

The present study aims at the sustainable conservation of *Oxytenanthera abyssinica* (Umusunu) in Burundi. It contributes to the mapping of the geographic distribution area of the species, assesses its socioeconomic importance, its threats and its risk of extinction in Burundi. The study was carried out by prospecting the distribution area of the species by recording the geographical coordinates of its sites and by a survey. The results of the study reveal the presence of *O. abyssinica* in the Ruvubu National Park and in 14 communes of four provinces (Cankuzo, Ruyigi, Rutana and Makamba) belonging to the natural regions of Kumoso and Buragane. The survey reveals that the species is of great socio-economic and ecological importance for the population. It improves the quality of the soil and is used in the construction of houses and fences, and it is used as firewood and lumber. In handicrafts, the species is used mainly for the manufacture of baskets and vans, ceilings, beehives as well as doors, attics and beds. The species covers an estimated area of 1,170 km² (area of occupancy) and an occurrence of over 4,940 km². Clearing for agriculture, bush fires and overexploitation constitute its main threats but its disappearance is not foreseeable in the near future although the stock of this resource may be depleted. This study classifies the species as Near Threatened (NT). To guarantee the population's access to this resource of inescapable importance and for its sustainable conservation, we are proposing the domestication of the species and a better governance of its stock.

Key words: Burundi, Bamboo, *Oxytenanthera abyssinica*, geographical distribution, socio-economic importance, sustainable conservation

I. INTRODUCTION

Le Burundi est un pays qui connaît une démographie galopante qui était déjà évaluée à 11,5 millions d'habitants en 2017 et pourrait atteindre 14,9 millions d'habitants en 2030 (Gouvernement du Burundi, 2018). Sa densité estimée à 421 habitants/km² en 2014 est l'une des plus importantes de l'Afrique (World Bank, 2016). Elle occupait le deuxième rang au niveau du continent africain vers les années 2010 (Pedro, 2011). Son économie est dominée par le secteur agricole à plus de 90% sans aucune forme de modernisation (MFPDE, 2015). Selon le Gouvernement du Burundi (2018), environ 98 % de la population burundaise, y compris celle des villes recourent au bois et au charbon de bois comme source d'énergie (chauffage et cuisson des aliments) entraînant jusqu'à 2% de déboisement chaque année.

Ainsi, (i) la pression démographique, (ii) l'agriculture traditionnelle occupant l'essentiel de la population et (iii) le recours quasi-exclusif au bois d'énergie exercent une pression énorme sur les terres et sur les ressources forestières dont les reliques relativement moins dégradées ne subsistent plus que dans les aires protégées. La stratégie nationale et plan d'action sur la biodiversité (SNPAB-2013-2020) a inventorié six menaces de la biodiversité au Burundi et qualifié la déforestation comme étant « *le problème le plus préoccupant* » (MEEATU, 2013). Elle précise que les causes directes de la déforestation incluent notamment le prélèvement incontrôlé des ressources végétales, le défrichement culturel, les feux de brousse et l'extension de l'habitat humain. Les espèces dont l'essentiel de leurs populations se situent en dehors des aires protégées se retrouvent particulièrement menacées. Parmi ces espèces figure *Oxytenanthera abyssinica* (A. Rich.) Munro (Umusunu) dont la littérature disponible prédisait la raréfaction progressive (Nzigidahera, 2000; MEEATU, 2013). Ces sources qualifient *O. abyssinica* d'espèce menacée d'extinction au Burundi et Nzigidahera (2000) l'a classée dans la catégorie des espèces en danger. L'exploitation

de la bambousaie à *O. abyssinica* aurait conduit à la diminution considérable du stock de cette espèce qui deviendrait de plus en plus rare dans la région de Kumoso (MEEATU, 2013). Nzigidahera (2000) précise qu'*O. abyssinica* offre à la population la possibilité de fabrication de divers objets dont plusieurs sont commercialisables sur le marché. L'exploitation d'*O. abyssinica* combinée à l'agriculture sur des terres qu'occupent cette espèce ainsi que l'effet des feux constitueraient selon Nzigidahera (2000) et MEEATU (2013) leurs causes ultimes de sa disparition.

Cette littérature place la zone de distribution d'*O. abyssinica* dans la région du Kumoso des provinces Cankuzo et Ruyigi (Nzigidahera, 2000; MEEATU, 2013). Toutefois, la carte du couvert végétal du Burundi selon Atlas du Burundi lui attribue une zone de prédilection plus importante mais nettement discontinue (Figure 1) allant du Kumoso (depuis Cendajuru) jusqu'à l'Imbo (au piedmont de Rutongo non loin de Magara) en passant par le Buragane (Lasserre et al., 1979).

A notre connaissance, la présente étude est la première qui se focalise spécifiquement sur l'étude d'*Oxytenanthera abyssinica* du Burundi. Elle se fonde sur l'hypothèse que cette espèce serait en danger d'extinction (locale) à cause de sa surexploitation, des feux de brousses récurrents et de sa perte d'habitat (Nzigidahera, 2000; MEEATU, 2013). Elle vise la conservation durable et la préservation d'*Oxytenanthera abyssinica* contre son extinction au Burundi. Elle contribue à un triple objectif : (i) cartographier la zone de distribution géographique, (ii) évaluer l'importance socioéconomique et (iii) évaluer les menaces de la conservation d'*O. abyssinica* et son risque de disparition en utilisant la méthodologie de la Liste rouge de l'UICN (UICN, 2012). Les résultats de la présente étude aideront les décideurs de la biodiversité au Burundi à une meilleure conservation et une exploitation non préjudiciable de cette espèce au Burundi.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Zone d'étude

La zone d'étude correspond à toute la zone de distribution d'*O. abyssinica* au Burundi. Nzigidahera (2000) et MEEATU (2013) situent cette zone dans la région naturelle du Kumoso mais Lasserre et al. (1979) lui attribuent toute la

zone du miombo (Figure 1), autrement dit, la zone à prédilection de forêt claire où prédominent les espèces de *Brachystegia* dans le district phytogéographique du Mosso-Malagarazi (Ndayishimiye, 2011). La recherche de la distribution géographique d'*O. abyssinica* au Burundi est l'un des objectifs de la présente étude.

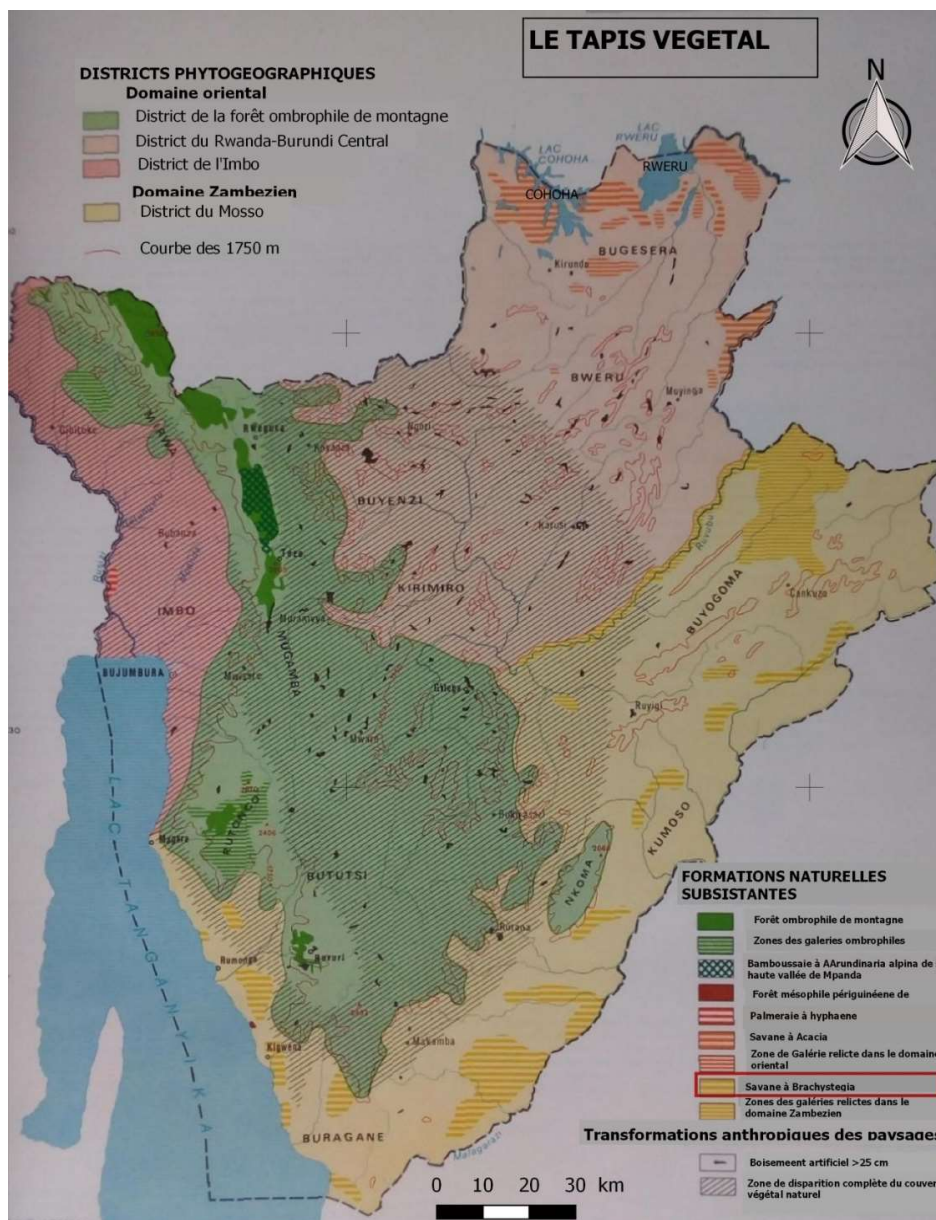


Fig. 1. Carte du couvert végétal du Burundi montrant la zone de prédilection d'*Oxytenanthera abyssinica* qui coïncide avec celle des espèces de *Brachystegia* dans le district phytogéographique du Mosso-Malagarazi (bandes larges en jaune). Source : Lasserre et al. (1979)

II.2. Analyse de la distribution d'*O. abyssinica*

La prospection de la zone de distribution d'*O. abyssinica* a été précédée par une pré-enquête effectuée auprès des étudiants de l'Institut de Pédagogie Appliquée et de la Faculté des Sciences de l'Université du Burundi, ressortissants de toutes les provinces du Burundi. Ces informations ont été couplées avec celles de la carte du couvert végétal du Burundi selon Lasserre et al. (1979) pour planifier la cartographie de la zone de distribution de l'espèce. C'est ainsi que la zone de prospection s'étale sur quatre (4) provinces : Cankuzo, Ruyigi, Rutana et Makamba.

La cartographie de la distribution de l'espèce a été effectuée en prenant les coordonnées géographiques de tous les sites où *O. abyssinica* a été observé. Là où l'espèce est présente sur des grandes étendues, les coordonnées étaient prises à intervalles d'environ 300-500 m d'intervalle. De plus, une description de ces sites était effectuée. Elle consistait essentiellement dans (i) l'altitude, (ii) le type du sol, (iii) la topographie, (iv) le type de végétation et (v) les espèces végétales dominantes.

Les échantillons d'herbiers témoignant de la présence de l'espèce dans différentes régions du Burundi ont été collectés dans plusieurs sites de distribution susmentionnés. En tout 54 herbiers (en double) récoltés dans le Kumoso et le Buragane (NK009 - NK062) et quatre herbiers issus du Parc National de la Ruvubu (de NK&ND005 - NK&ND008) témoignent de la présence de cette espèce dans les sites visités. Les échantillons ont été déposés à l'Herbarium du Jardin botanique de Meise, Belgique (BR) et à l'Herbarium de l'Université du Burundi (BJA).

II.3. Evaluation de l'importance socio-économique

L'importance socioéconomique d'*O. abyssinica* a été évaluée par enquête auprès de la population de la zone d'étude grâce à un questionnaire. Les enquêtés devraient avoir au moins quarante ans. Les données collectées

consistaient en (i) l'identification des enquêtés, (ii) leur connaissance préalable d'*Oxytenanthera abyssinica* (au cas contraire l'enquête ne se poursuivait pas) et (iii) les informations sur l'importance d'*O. abyssinica* pour la population. Ces dernières étaient détaillées en (i) usages d'*O. abyssinica* et leur hiérarchisation ainsi que les divers outils qu'elle permet de fabriquer, (ii) l'importance relative de cette espèce comparée aux autres espèces indigènes ou exotiques de la région notamment les bambous ainsi que (iii) la valeur du marché ont été évaluées. Par ailleurs, (iv) l'intérêt agronomique des terres qui abritent cette espèce a été estimé.

L'enquête a été conduite dans cinq communes de la zone de distribution d'*O. abyssinica*. Il s'agit de Cendajuru (en province Cankuzo), Gisuru, Kinyinya et Nyabitsinda (en province Ruyigi) et Kibago (en province Makamba). Toutefois, dans toute la zone prospectée, des observations et des informations complémentaires ont été relevées et ont permis une meilleure documentation de la présente étude.

II.4. Evaluation des menaces

Les menaces qui pèsent sur *O. abyssinica* ont également été évaluées grâce au questionnaire. Les informations collectées étaient en rapport avec (i) le niveau et (ii) le rythme de régression d'*Oxytenanthera abyssinica*, (iii) les causes de la régression ainsi que (iv) la connaissance par les enquêtés des sites (collines) où l'espèce a complètement disparu. De plus, l'adhésion de la population aux efforts de conservation durable de l'espèce et la maîtrise de production de ses plants par la population ont complété l'enquête. C'est la nécessité de collecter les données sur l'évolution temporelle de cette espèce qui a dicté le choix préférentiel des personnes relativement âgées (plus 40 ans) dans notre enquête.

In-situ, le comptage du nombre de touffes et de tiges (pieds) dans la mesure du possible a été complété par la distinction entre les pieds jeunes dont le bourgeon terminal est encore fermé et les pieds adultes. Pour chaque touffe, le nombre de pieds coupés par rapport au total de pieds a été évalué pour estimer le niveau du

stock d'*O. abyssinica*.

II.5. Evaluation du risque de disparition d'*O. abyssinica*

L'évaluation du risque de disparition d'*O. abyssinica* a été effectuée selon les critères de la Liste Rouge de l'UICN tels qu'adoptés par Ntore et al. (2018) et adapté au niveau régional et national (UICN, 2012). L'analyse se base principalement sur le calcul de deux types de superficies (Ntore et al., 2018) : (i) la zone d'occurrence (extent of occurrence, EOO) et (ii) la zone d'occupation (area of occupancy, AOO). La première (EOO) est l'aire de la surface d'un polygone convexe comprenant tous les points d'occurrence de l'espèce ; la deuxième (AOO) constitue la superficie réellement occupée par l'espèce au sein de l'EOO. Elle est évaluée par la superposition des petites surfaces occupées effectivement par l'espèce dans ces sites. La surface totale de AOO est la somme cumulée des surfaces occupées par l'espèce en considérant une unité de surface de 3x3km² ; ceci étant valable dans la zone tropicale (Callmander et al., 2007). Ces superficies sont évaluées grâce à Geocat (Geographical Conservation Assessment Tool), une version du logiciel GIS, disponible gratuitement en ligne [<http://geocat.kew.org/>]. Dans notre cas, EOO et AOO ont été évaluées en utilisant les coordonnées géographiques collectées durant la cartographie de l'espèce.

Des critères complémentaires et des paramètres chiffrés ont été utilisés pour classer l'espèce dans l'une des catégories de la Liste Rouge (éteint, éteint à l'état sauvage, éteint au niveau régional, en danger critique, en danger, vulnérable, quasi-menacée, préoccupation mineure) (Ntore et al., 2018 ; UICN, 2012).

II.6. Analyse et traitement des données

Les coordonnées géographiques ont permis la réalisation d'une carte de distribution d'*O. abyssinica* à l'aide du logiciel ArcGIS. De la même manière, la carte de distribution globale d'*O. abyssinica* a été établie sur base des données disponibles sur le site www.GBIF.org. Le risque de disparition de l'espèce a été réalisé via la zone d'occurrence

(EOO) et la zone d'occupation (AOO) ont été évaluées grâce à GeoCAT. Les données d'importance socioéconomique et de menaces évaluées à l'aide des questionnaires d'enquête ont été compilées grâce à l'application KoboToolbox.

III. RESULTATS

3.1. Distribution et écologie d'*O. abyssinica* au Burundi

La présente étude révèle une distribution géographique naturelle d'*O. abyssinica* dans le Parc National de la Ruvubuet dans quatorze (14) communes des quatre provinces de sa zone de répartition actuelle au Burundi. Ces communes sont Cendajuru dans la province Cankuzo, Gisuru, Kinyinya et Nyabitsinda dans la province Ruyigi, Bukemba, Giharo, Gitanga, Mpinga-Kayove, Musongati et Rutana dans la province Rutana ainsi que Kayogoro, Kibago, Mabanda et Makamba dans la province Makamba. La Figure 2 présente la carte de distribution d'*O. abyssinica* élaborée sur base de 1 224 coordonnées relevées dans différents sites qui l'abritent.

Dans le Parc National de la Ruvubu, cette espèce a été retrouvée sur les deux rives de la rivière Ruvubu. Sur la rive gauche, une belle formation où domine cette espèce a été observée sur une localité qui porte d'ailleurs son nom, Rusunu. Cette localité se situe à la confluence des rivières Nyamwondo et Ruvubu où *O. abyssinica* codomine la végétation avec des arbres de *Pericopsis angolensis* de belle taille avec des faciès où cette première dicte la physionomie. Il s'agit d'un presque îlot entre Musango et Gitanga près de Mwakiro en province Muyinga entre 1 373 et 1434 m d'altitude. La végétation environnante où apparaissent les premières touffes d'*O. abyssinica* est une savane typique à *Parinari curatellifolia*, *Hymenocardia acida*, *Terminalia mollis* avec un tapis herbacé à *Hypparhenia* div. sp.

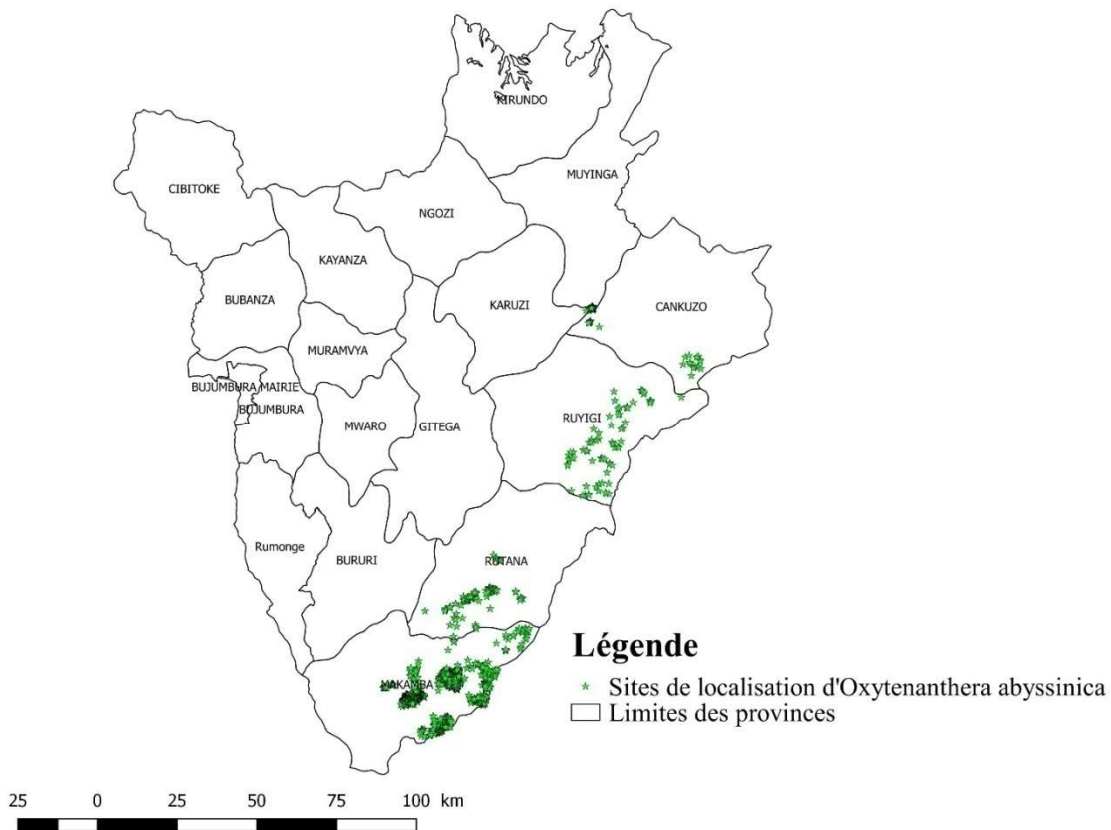


Figure 2: Carte de distribution d'*Oxytenanthera abyssinica* au Burundi

Sur la rive droite, l'espèce se localise sur les piémonts de Karingara, à cheval de la chaîne Mvyezi qui prolonge sur les communes Bweru et Cankuzo à l'intérieur du parc et constitue sa limite orientale. Toutefois, l'espèce n'est pas abondante et se résume en tout à une centaine de touffes dispersées en direction de la rivière Ruvubu où les palmiers sauvages, *Phoenix reclinata* deviennent plus abondants vers les galeries de la Ruvubu (**Figure 3, a**) entre 1 395 et 1 470 m d'altitude.

Au niveau phytogéographique, les deux sites du Parc National de la Ruvubu où *O. abyssinica* s'établit appartiennent à deux régions naturelles, le Bweru et Buyogoma respectivement pour la rive gauche et la rive droite de la Ruvubu. Ceci contraste largement avec la large distribution de cette espèce dans les quatorze communes qui se retrouvent toutes dans les régions Kumoso (Moso pour certains) et Buragane. Dans ces régions, les sites à *O. abyssinica* se trouvent à une altitude variée entre 1 152 m notamment à Nyamusasa et dans la Commune Kinyinya et environ 1 600 m à Kiremba sur le mont Cinkwi dans la commune Gitanga (Rutana) et à

Nyakara dans la commune Makamba. D'une manière générale, *O. abyssinica* préfère une altitude variée entre 1 300 et 1 500 m d'altitude au Burundi. En effet, 44,97% des sites prospectés abritant l'espèce se situent entre 1 300 et 1 400 m d'altitude et 33,17% sont compris entre 1 400 et 1 500m. Seuls 9,26% des sites peuvent se retrouver au-delà de 1 500m d'altitude et 12% en dessous de 1 300m.

Concernant la végétation, *O. abyssinica* s'inféode à une végétation savanicole. C'est notamment dans le Parc National de la Ruvubu et sur les flancs orientaux des montagnes de Mpungwe dans la province Ruyigi, Gisikara, Gitwecimbogo, Rongerero et Cinkwi dans la province Rutana. Ils constituent la limite des plateaux centraux avec les dépressions de l'est. La végétation est dominée par des savanes arbustives et parfois arborées à *Parinari curatellifolia*, *Hymenocardia acida*, *Vitex madiensis*, *Protea madiensis*, *Terminalia mollis*, *Pericopsis angolensis*, *Anisophillea boehmii*, *Pterocarpus tinctorius*, etc. Le tapis herbacé est composé de diverses espèces d'*Hyparrhenia* et parfois de *Loudetia simplex*.

Dans les basses terres du Kumoso et du Buragane, la composition arbustive ne change pas significativement mais la strate herbacée est souvent remplacée par *Imperata cylindrica* particulièrement dans les sites à forte activité de termites caractéristique de ces deux régions.

Toutefois, une autre forme de végétation associée à *O. abyssinica* existe. Il s'agit d'un type dégradé de forêt claire dominée par *Isoberlinia angolensis* (Umurembera) notamment dans les communes Kayogoro et Kibago. Dans cette végétation, la strate herbacée est quasi inexistante. Il semble que cela serait dû à la forte activité des termites. Enfin, dans ces deux communes et parfois

ailleurs comme à Rusunu (Parc National de Ruvubu, **Figure 3, b**), on y rencontre des faciès de végétation purement dominées par *O. abyssinica* sur plusieurs hectares. Dans ce cas, le sol est généralement profond mais la présence des termites devient une règle. Par ailleurs, il nous semble qu'*O. abyssinica* s'établit sur des bons sols si l'on les compare avec des sols voisins où cette espèce n'est pas présente. Ceci corrobore avec les résultats de l'enquête que nous présentons au **point 3.2.2**. Même sur les sites rocheux où s'établissent cette espèce tels Cinkwi (commune Gitanga), *O. abyssinica* se retrouve sur des fractions de bons sols.

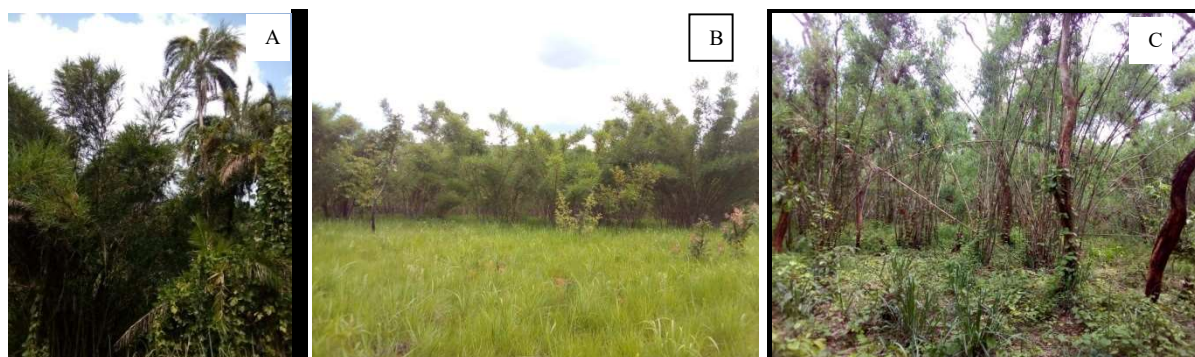


Figure 3. Aperçu d'*Oxytenanthera abyssinica* dans le Parc National de la Ruvubu : touffes isolées associées au palmier sauvage, *Phoenix reclinata* (A), dominance de la strate arbustives (B) ou parfois avec présence des arbres de *Pericopsis angolensis* de grande taille (C).

III.2. Importance socioéconomique et menaces d'*Oxytenanthera abyssinica*

III.2.1. Profil de la population enquêtée

L'importance socioéconomique d'*O. abyssinica* a été évalué sur un échantillon de 122 personnes des cinq communes d'enquête : 35,25% pour Kibago, 18,03% pour Kinyinya, 17,21% pour Cendajuru, 16,39% pour Gisuru et 13,11% pour Nyabitsinda. L'analyse de leur profil montre que la plupart des répondants s'occupe de l'agriculture de subsistance (90,16%) et le reste (9,84%) vaque aux activités salariées. Quant au niveau de scolarisation, la majorité de la population enquêtée n'est pas scolarisée (59,84%). Seuls 29,51% ont un niveau primaire, 9,84% ont fréquenté l'école secondaire.

III.2.2. Importance socioéconomique d'*Oxytenanthera abyssinica*

La totalité des personnes enquêtées ont affirmé qu'ils connaissent Umusunu, *Oxytenanthera abyssinica*. De plus tous les répondants reconnaissent l'usage multiple de cette espèce. Elle contribuerait même dans l'amélioration de la qualité du sol (88,60%). En classant les top-trois usages d'*O. abyssinica*, la population enquêtée évoque son utilisation dans (i) la construction de maison et clôture, (ii) le bois de chauffage et (iii) bois d'œuvre. Les autres usages sont également cités notamment l'utilisation comme tuteur des cultures tels que le haricot (**Figure 4 E**) et la tomate, alimentation du bétail (**Figure 5 F**) et médicinal contre la fièvre aphteuse (Isuna).



Figure 4. Illustration de quelques usages d'*Oxytenanthera abyssinica* : Fabrication des vans et paniers (A), construction divers (B, C), confection des ruches (D), tuteurage des cultures (E) et fourrage (F)

En artisanat, *Oxytenanthera abyssinica* est fort exploité dans la confection de divers objets (Figure 4). La Figure 5 présente le pourcentage de citation des principaux objets rapportés par les répondants. Certains objets ont été cités par la quasi-totalité des répondants. C'est notamment l'utilisation

d'*O. abyssinica* dans la fabrication des paniers et des vans (Figure 5 A), des plafonds et des ruches (Figure 5 B). Certains objets et/ou usages existent quoiqu'ils soient moins rapportés dans la présente étude. Il s'agit des portes, des greniers, des lits (Figure 5).

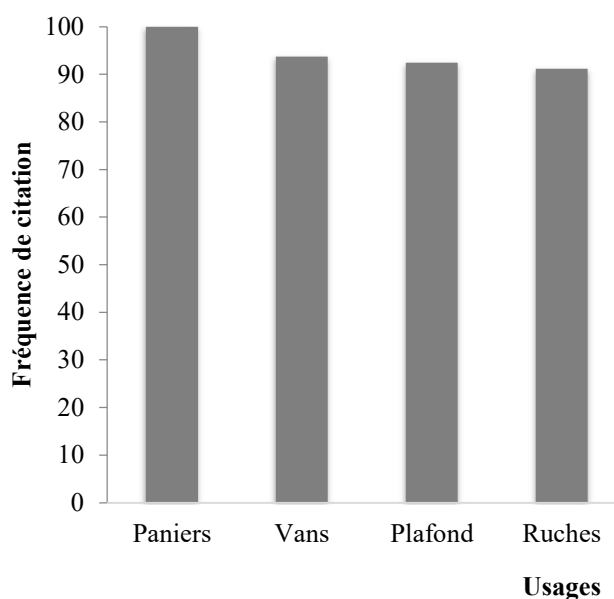


Figure 5. Usages d'*Oxytenanthera abyssinica* dans l'artisanat au Burundi

Concernant la valeur commerciale d'*O. abyssinica*, en plus des différents objets fabriqués et vendus sur le marché, ses perches sont vendues jusqu'à 250 FBU par unité (environ 0,12 USD) mais la majorité des répondants (53,28%) lui attribue le prix unitaire de 100FBU (0,05 USD). Le commerce de cette ressource est récent et daterait de moins d'une décennie selon 69,67% des répondants.

Il est actuellement incontestable que cette ressource constitue une source de revenus pour beaucoup de ménages de la zone de distribution de l'espèce. Elle est vendue surtout dans les centres urbains pour la charpente des maisons et la construction de leurs clôtures (Figure 5, B & C). On observe également dans la zone de distribution de l'espèce des églises, des bars et des restaurants, des points de vente, etc. construites à base d'*O. abyssinica*. Selon la

population, le « bois » d'*O. abyssinica* est préféré aux autres espèces car il résiste à l'attaque des termites très fréquentes dans la région.

Concernant l'importance relative d'*O. abyssinica* par rapport aux autres espèces indigènes de la région, 32,29% des répondants la considère comme la plus intéressante. Toutefois, sans nier l'intérêt et l'engouement pour cette espèce, 67,21% des répondants proposent au moins une espèce plus importante qu'*O. abyssinica*. La **figure 6** inventorie ces espèces avec leur fréquence relative de citation. Dans l'ordre de leur importance, il s'agit de *Pericopsis angolensis*, *Terminalia mollis*, *Anisophyllea boehmii* et *Pterocarpus tinctorius*. Ces espèces sont

préférées et choisies pour leur importance dans la construction, la carbonisation et la menuiserie. *Anisophyllea boehmii* a été rapporté pour son intérêt alimentaire grâce à ses fruits comestibles et commercialisables sur le marché.

Quant à l'importance par rapport aux autres espèces de bambous de la région tel qu'Umusuna, *Bambusa vulgaris*, la totalité des répondants (à l'exception d'un seul) reconnaît qu'Umusunu, *O. abyssinica* est la plus importante au niveau socioéconomique. On reproche à la première qu'elle est facilement attaquée par les termites et de ce fait, sa valeur commerciale et son utilisation deviennent moins importantes.

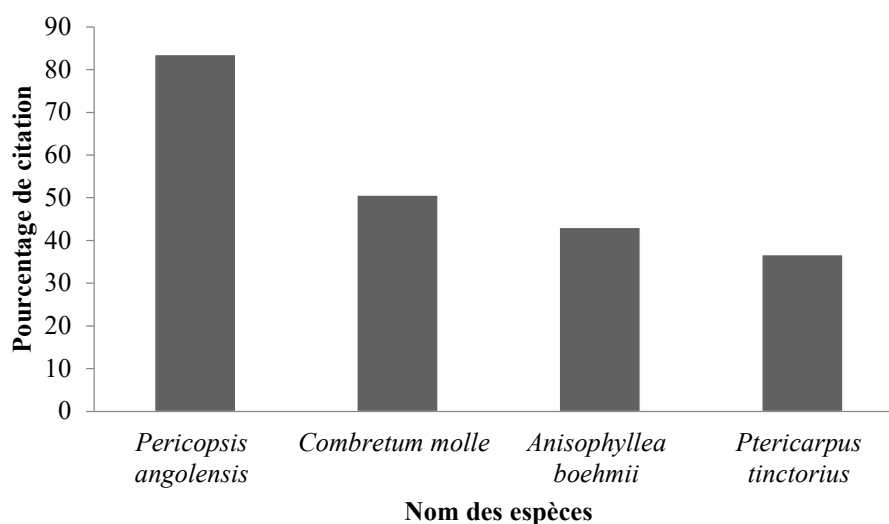


Figure 6 : Espèces indigènes perçues comme plus importantes pour la population comparée à *O. abyssinica*

3.2.3. Menaces d'*Oxytenanthera abyssinica*

La totalité de la population enquêtée est consciente qu'*O. abyssinica* est en train de régresser en termes d'occupation des sols. Toutefois, 96,2% des répondants n'ont pas reconnu, de leur existence, des localités où l'espèce aurait complètement disparu. Ils attribuent les menaces principales de l'espèce au défrichement culturel, à la surexploitation de l'espèce et aux feux de brousses. Plus de 74% des répondants ont reconnu que les sols à *O. abyssinica* sont propices à l'agriculture devenant ainsi la cible de la population. Cette

dernière maîtrise la technique de dessouchement complet des touffes d'*O. abyssinica* dans leur champ grâce au feu lors de la conquête de nouvelles terres cultivables (**Figure 7 A, B**). Cette technique consiste à couper toutes les tiges d'une touffe au début de la saison sèche, les découper en petits morceaux, les disposer au-dessus de la touffe et les laisser sécher. A la fin de la saison, l'ensemble sera brûlé et souvent le rhizome sera totalement détruit (**Figure 7 C**) devenant une terre très fertile.

La surexploitation de l'espèce est également rapportée mais son analyse peut être double. D'abord, *O. abyssinica* est une espèce multifonctionnelle et est beaucoup sollicitée par la population (voir 3.2.2.). Toutefois, les estimations sur terrain, sur base de comptage des pieds coupés et ceux restant par touffe, montrent que seuls 26,37 % du stock total est coupé (dans les communes du Kumoso). Ceci fait penser que l'exploitation du stock d'*O. abyssinica* n'a pas encore atteint un niveau très alarmant. Par contre, le fait que les jeunes tiges ne représentent qu'environ 18% du stock total devrait impérativement inquiéter l'exploitation durable de l'espèce. En effet, la population de la zone d'étude rapporte que les jeunes tiges sont les plus exploitées car elles sont tendres et faciles à manipuler. La dureté du bois d'*O. abyssinica* adulte ne permet pas une manipulation et un coupage transversal faciles des perches pour obtenir les tuteurs des cultures et la fabrication de plusieurs autres objets d'art (voir 3.2.2.). Une autre menace réelle de l'espèce est le pacage du bétail dans les bambousaies qui, en broutant

préférentiellement les jeunes pousses empêche le renouvellement du stock. De tous les sites d'*O. abyssinica* visités, nos observations de terrain font de celui du Parc National de la Ruvubu, le site plus surexploité et le stock les plus épuisé par la population riveraine (Figure 7, D) mais des signes de broutage de cette espèce par les herbivores sauvages n'ont pas été observés. Les stocks les plus vastes en termes de superficies et les moins exploitées seraient à chercher dans les communes Kibago et Kayogoro. Il faut toutefois remarquer que même au sein d'une commune ou d'une colline, le stock (ici considéré le rapport des tiges disponibles sur celles coupées) dépend du propriétaire, de la superficie de son stock et de son exploitation/utilisation. On peut en effet remarquer sur un même site, des différences remarquables de stock disponible selon les propriétaires.



Figure 7. Illustration de quelques menaces d'*Oxytenanthera abyssinica* par (A-C) la destruction de ses habitats et la régression de ses superficies par défrichage culturel, (A) en recourant à la culture sur brûlis (B) et en dessouchant complètement des touffes par la technique du feu (C) et par (D) la surexploitation de l'espèce : scène désolant dans le Parc National de la Ruvubu.

III.3. Evaluation du risque de disparition d'*O. abyssinica*

La **Figure 8, A** montrée la large distribution d'*O. abyssinica* en Afrique. En utilisant une maille de 3 x 3 km², sa zone d'occurrence (EOO) globale estimée à 17622554 km² tombe dans les seuils de la catégorie Préoccupation mineure (LC) tandis que sa zone d'occupation (AOO) estimé à 2 205 km² tombe dans les limites de la catégorie Quasi menacé (NT). La **Figure 8** présente la zone d'occurrence (EOO) de l'espèce estimée à 4 940 km² qui tombe dans les seuils de la catégorie En Danger sous le critère B2 ; tandis que sa zone d'occupation (AOO) estimée à 1 170 km², tombe dans les limites de la catégorie Vulnérable (VU) sous le même critère. L'espèce présente un déclin continu attribuable à l'intensification des

activités agricoles qui entraîne la perte importante de son habitat. En tenant compte de cette menace qui est la plus grave (Guide UICN 2001), l'espèce est présente dans 12 locations. Une location est une zone dans laquelle un seul phénomène menaçant peut affecter rapidement tous les individus du taxon présents. Ce nombre est légèrement supérieur à celui de 10, seuil maximal de la catégorie Vulnérable. Ainsi, l'espèce ne remplit qu'une seule (déclin continu uniquement) des deux sous-conditions a, b ou c requises pour être classé dans une des catégories 'menacé' à savoir Vulnérable (VU), En Danger (EN) et En Danger Critique d'Extinction (CR). De ce qui précède, *O. abyssinica* est considérée comme Quasi menacée [NT proche de B2ab(iii)].

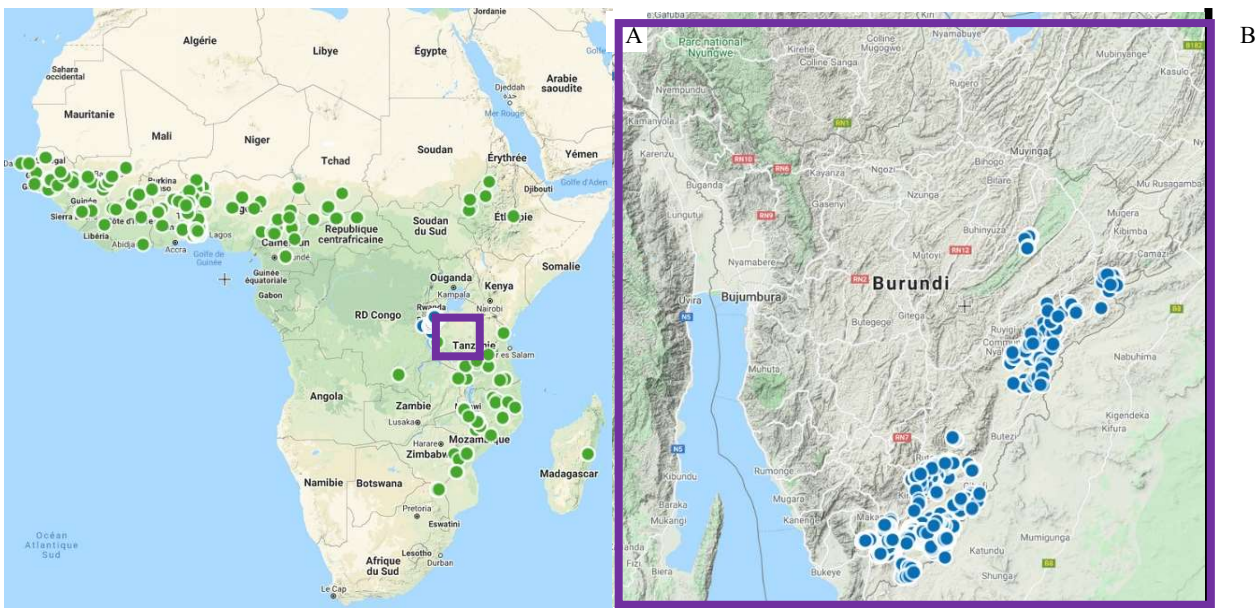


Figure 8. Illustration de l'aire de distribution d'*O. abyssinica* en Afrique (A) et au Burundi (B). Les cartes ont été réalisées grâce à Geocat avec les données de GBIF (pour A) et les données de terrain (pour B).

IV. DISCUSSION

IV.1. Distribution et écologie d'*Oxytenanthera abyssinica* au Burundi

Oxytenanthera abyssinica est une espèce largement répandue en Afrique (Figure 8) depuis le Sénégal jusqu'en Erythrée. Elle descend jusqu'en Lesotho et en Angola en

passant par le Congo, le Cameroun, le Bénin au centre et à l'ouest et l'Ouganda, la Tanzanie et le Mozambique à l'Est (Bahru & Ding, 2021). Elle est répertoriée au Burundi dans la liste des espèces de bambous du monde (Vorontsova et al., 2016) mais la description de sa distribution géographique ne se résumait jusqu'ici qu'à la région du Kumoso (Nzigidahera, 2000; MEEATU, 2013). La présente étude est la première à

cartographier la distribution géographique d'*O. abyssinica*. Elle révèle une distribution géographique plus importante que celle précédemment rapportée (Nzigidahera, 2000; MEEATU, 2013). *O. abyssinica* se retrouve dans quatre sur 18 provinces ainsi que 14 communes sur 119 que compte le pays. L'occupation spatiale de l'espèce présente une analogie évidente avec la zone de prédilection selon Lasserre et al. (1979) qui fait coïncider la zone de répartition géographique des forêts claires (*Brachystegia*) avec celle d'*O. abyssinica* dans le district phytogéographique de Moso-Malagarazi. Cependant, une double différence peut être notée. La première est l'absence d'*O. abyssinica* dans les escarpements de Mumirwa qui surplombent la plaine de l'Imbo dans les hauteurs du Lac Tanganyika où les forêts claires s'établissent. C'est le cas depuis Rukonwe vers Nyanza-Lac à Makamba et les hauteurs de la ville de Rumonge et Vyanda (vallées de Nyabukumba et le long de la Rivière Nyengwe vers Kigwena). La deuxième réside dans la présence inédite d'*O. abyssinica* dans le Parc National de la Ruvubu qui appartient dans le territoire phytogéographique du Burundi central en dehors de toute prédilection de cette espèce. Par ailleurs, son association avec *Pericopsis angolensis* dans certaines parties du parc ainsi que la présence d'une forêt claire typiquement miombo de quelques hectares non loin (environ cinq kilomètres à vol d'oiseaux) du site d'*O. abyssinica* renforce le besoin d'une révision de la subdivision de l'appartenance phytogéographique des différentes régions naturelles du Burundi.

Au niveau africain, *O. abyssinica* est la plus répandue des espèces de bambous (Bahru & Ding, 2021). Les conditions écologiques d'*O. abyssinica* ont été décrites à des altitudes comprises entre 1200m et 1830m (Fanshawe, 1972; Brias et al., 2009). En considérant cet intervalle altitudinal, nous considérons que cette espèce pourrait bien s'établir dans d'autres régions du Burundi à condition que les autres paramètres du milieu notamment pédologiques et pluviométriques soient favorables. En effet, les précipitations annuelles de 700-2000mm avec des saisons sèches allant de 3 à 7 mois décrites pour cette

espèce ainsi que les températures moyennes maximales de 30 à 36°C et minimales de 7 à 17°C (Brias et al., 2009) sont similaires à celles du Burundi. Nous espérons que l'écologie d'*O. abyssinica* offre un réel potentiel d'adoption et des perspectives de domestication de cette espèce au Burundi reconnue par la population pour son importance socioéconomique.

IV.2. Importance socioéconomique d'*Oxytenanthera abyssinica*

Les résultats de la présente étude viennent de révéler la multifonctionnalité d'*O. abyssinica* dans la vie de la population de sa zone de distribution au Burundi. L'espèce présente une importance aussi socioéconomique qu'écologique (Song et al., 2011; Melese, 2020; Oumer et al. 2020). Selon la population de notre enquête, la particularité d'*O. abyssinica* est sa résistance aux termites et son adoption grandissante pour divers usages. Gebramlak et al. (2016) ont montré que la possession d'*O. abyssinica* dans la propriété d'un ménage offre aux propriétaires un niveau de revenu et de suffisance alimentaire plus important. Il en est de même pour le Burundi, particulièrement ces dix dernières années où le commerce des perches (tiges) de l'espèce s'est considérablement accru (selon les enquêtés). Par ailleurs, la perception d'amélioration de la qualité du sol par *O. abyssinica* a également été prouvée dans d'autres régions d'Afrique comme au Burundi (Darcha et al. 2015; Melese, 2020). Plusieurs recherches ont rapporté qu'*O. abyssinica* contribue à la conservation de la biodiversité, à l'amélioration des sols et la protection contre le gel, le vent et l'érosion hydrique ainsi qu'une bonne séquestration du carbone (Song et al., 2011 ; Darcha et al., 2015 ; Darcha & Birhane, 2015 ; Melese, 2020).

De ce qui précède, l'intérêt de domestication d'*O. abyssinica* est encore démontré. De plus, grâce à ses performances de croissance rapide et d'adaptation à des conditions environnementales diverses (Nfornkah et al., 2020 ; Terefe et al. 2016), elle fait partie des espèces proposées dans les stratégies d'atténuation du changement climatique et la

purification de l'air (Abebe *et al.*, 2015 ; Terefe *et al.*, 2016). Nfornkah *et al.* (2020) considère l'espèce comme intéressante également dans les programmes de restauration des écosystèmes dégradés. Au Burundi, les initiatives de domestication ont été observées notamment à Makamba (localité de Rubenjeri sur colline Ndago) et à Bweru (localité Nyamugari sur la colline Rutovu). A Bweru, un fabricant de ruches pour miel possède quelques touffes dans sa propriété lui permettant de s'approvisionner facilement en matière première. Selon ce dernier, la population de la région préfère les ruches fabriquées à base d'*O. abyssinica* qui offriraient un meilleur rendement en miel.

Nous espérons une acceptabilité et une adoption de cette espèce par la population qui connaît son importance socioéconomique et écologique. Evidemment, des programmes de son introduction dans les agroécosystèmes devraient être promus particulièrement en dehors de sa zone de distribution géographique. La plaine de l'Imbo et les plateaux centraux seraient les principales cibles. Les berges des rivières, les ravins notamment de la ville de Bujumbura ainsi que les périmètres de protection des sources d'eau pourraient constituer les cibles privilégiées de cette espèce en remplacement aux espèces exotiques dont l'*Eucalyptus* (Ministère de l'Environnement de l'Agriculture et de l'Élevage, 2019).

IV.3. Menaces

Le Burundi fait face à plusieurs défis qui mettent à mal la conservation de la biodiversité sauvage au Burundi dont la démographie galopante et conséquemment le besoin de nouvelles terres cultivables. Ce besoin constitue le facteur important de menace d'*O. abyssinica* au Burundi. Cette situation ne semble pas s'estomper dans l'avenir proche si on considère le taux annuel de croissance de la population qui dépasse actuellement 3% (<https://www.indexmundi.com/map/?v=24&l=fr>) alors qu'il n'était que 2,5% en 2008 (Bureau Central du Recensement, 2011). La réduction des superficies occupées par *O. abyssinica* est réelle dans la zone de

distribution de l'espèce au Burundi et en Afrique (Nzigidahera, 2000 ; Bessie *et al.*, 2016). Les facteurs anthropogéniques dont la déforestation sont à l'origine du déclin de l'espèce en Afrique (Desta, 2016 ; Oumer *et al.*, 2020). Sans citer explicitement la déforestation, les répondants à notre enquête parlent des feux de brousses. Nzigidahera (2000) avait déjà défini le défrichement culturel et les feux de brousses comme les menaces importantes de l'espèce au Burundi et la présente étude vient de le confirmer.

Il faut remarquer que les résultats de notre enquête mentionnent aussi la surexploitation d'*O. abyssinica* parmi les trois principales menaces. Cependant, cette menace devrait être analysée en tenant compte de la forme biologique de l'espèce. En effet, l'exploitation socioéconomique de l'espèce pour ses divers usages concerne quasiment uniquement la tige ou plutôt la chaume car la vraie tige est le rhizome souterrain. De ce fait, la coupe des tiges aériennes ne devrait pas constituer une menace en soit, mais plutôt un épuisement du stock de la ressource utile pour la population. Ainsi, la surexploitation de l'espèce devrait être analysée dans une perspective de gestion durable du stock de cette espèce au profit de la satisfaction des besoins de la population.

IV.4. Evaluation du risque de disparition

La présente étude est fondée sur l'hypothèse qu'*O. abyssinica* serait en danger d'extinction au Burundi à cause de sa surexploitation, des feux de brousses récurrents et de sa perte d'habitat (Nzigidahera, 2000; MEEATU, 2013). La superficie de 1 170 km² d'occupation d'*O. abyssinica* évaluée pour le Burundi ne doit pas être considérée en termes de stock (à l'instar des plantations comme l'*Eucalyptus*, mais, en termes de superficie à cette espèce peut être retrouvée.

En analysant les différents critères établis par l'UICN (Ntore *et al.*, 2018; IUCN, 2012), nos résultats établissent que l'espèce n'est pas menacée de disparition, mais plutôt, serait Quasi-menacée, NT (Near Threatened). Par ailleurs, la présente recherche a révélé une zone de distribution au Burundi plus

importante qu'initialement connue de la littérature. De plus, la large distribution de l'espèce en Afrique atténue également toute menace, notamment la continuité de la distribution de l'espèce en Tanzanie depuis la frontière avec le Burundi (observations personnelles). Un autre argument pertinent relève de la biologie de l'espèce dont la vraie tige qui n'est qu'un rhizome est moins affectée par la surexploitation du stock de l'espèce. Enfin, la présence de l'espèce dans le Parc National de la Ruvubu rend l'espèce moins menacée sur base de sa biologie malgré la pression sur son stock. Des mesures efficaces de surveillance (réduction de l'exploitation illégale et des feux) couplées à la domestication de l'espèce pour rendre la ressource disponible à la population en dehors du parc pourrait stabiliser l'espèce. De tout ce qui précède, *O. abyssinica* ne peut pas être classé dans la catégorie des espèces menacées. L'analyse basée sur le recul de son habitat par l'accroissement de la demande en terres agricoles (comme d'ailleurs pour l'essentiel des espèces sauvages en dehors des aires protégées) permet de reconnaître que l'espèce est Quasi-menacée, NT (Near Threatened).

IV.5. Analyse de quelques perspectives d'*O. abyssinica* au Burundi

Dans les analyses précédentes sur l'importance socioéconomique, les menaces et le risque de disparition de l'espèce, nous avons montré (i) la perte de l'habitat par l'accroissement des terres cultivables et (ii) la pression humaine qui s'exerce sur *O. abyssinica* en tant que ressource exploitable par la population pour ses besoins divers. Nous pensons que le recul de ses superficies dans les écosystèmes naturels pourrait être contrebalancé par l'adoption et la plantation de cette espèce dans les agroécosystèmes. Ceci rentre dans la proposition de Nzigidahera (2000) qui classe *O. abyssinica* dans la catégorie des espèces à haute priorité de conservation. Pour y parvenir, il est important que les chercheurs, les pouvoirs publics et les bailleurs s'investissent dans :

- La recherche sur la domestication d'*O. abyssinica* via la maîtrise (i) des techniques

de production des plants, (ii) de la conduite des plantations *ex-situ* et (iii) des conditions environnementales propices à l'espèce

- Recherche sur l'acceptabilité de l'espèce qui passera par la sensibilisation et la compréhension de la du niveau potentiel d'adoption par la population de cette espèce dans les agroécosystèmes
- La gouvernance du stock de l'espèce via la réglementation de l'exploitation de l'espèce en tant que ressource dont le stock pourrait rapidement s'épuiser.
- De mesures de surveillance et de lutte contre les feux dans le Parc National de la Ruvubu dont le stock pourrait servir notamment de multiplication de semences pour les régions environnantes (Buyogoma et Bweru).

V. CONCLUSION

Oxytenanthera abyssinica est une espèce largement distribuée en Afrique. Au Burundi, elle était jusqu'ici rapportée dans la région du Kumoso. La présente étude révèle la distribution géographique de l'espèce dans le Parc National de la Ruvubu et dans 14 communes de quatre provinces (Cankuzo, Ruyigi, Rutana et Makamba) appartenant aux régions naturelles du Kumoso et du Buragane. Elle couvre une superficie estimée à plus 1 170 km² et une occurrence de plus de 4 940 km². L'enquête effectuée auprès de la population de sa zone de distribution révèle que l'espèce a une grande importance socio-économique et écologique. En plus de l'amélioration de la qualité du sol, l'espèce est utilisée pour la satisfaction de plusieurs besoins dont les trois sont la construction des maisons et les clôtures, le bois de chauffage et bois pour l'artisanat. Les autres usages incluent notamment le tuteurage des cultures, l'alimentation du bétail et la médecine traditionnelle vétérinaire contre fièvre aphteuse. Dans l'artisanat, l'espèce est utilisée essentiellement pour la fabrication des paniers et des vans, des plafonds, des ruches ainsi que des portes, des greniers et des lits. Par ailleurs, en plus de ces différents objets qui peuvent être vendus sur le marché, les perches d'*O. abyssinica* sont actuellement vendues particulièrement dans les centres urbains et servent dans des constructions diverses.

La même enquête montre que les principales menaces de cette espèce sont le défrichement cultural, les feux de brousse et la surexploitation. Toutefois, le danger de disparition d'*O. abyssinica* n'est pas envisageable dans un proche avenir quoique le stock de cette ressource pourrait s'épuiser. Au vue de la pression démographique sans cesse croissante et le recul continu des écosystèmes naturels à la recherche des terres cultivables, nous proposons la domestication de l'espèce pour pouvoir garantir l'accès de la population à cette ressource d'importance incontournable. Elle pourrait notamment être utilisée dans les agroécosystèmes et dans la stabilisation des berges des rivières particulièrement dans les périmètres de protection des sources d'eau en remplacement des espèces exotiques dont l'*Eucalyptus*. Pour cela, la recherche sur les techniques de production des plants et la conduite des plantations *ex-situ* ainsi que la maîtrise des conditions environnementales propices à l'espèce doivent être entreprises. Par ailleurs, la sensibilisation de la population pour la promotion et l'adoption de cette espèce ainsi que la réglementation pour une exploitation durable de cette ressource sont nécessaires.

V. REMERCIEMENT

L'étude a été initiée dans le cadre du Programme de recherche, échange d'information, sensibilisation et conservation de la biodiversité au Burundi de l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (Burundi) grâce au financement de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique via le Programme CEBios. L'achèvement de l'étude a été appuyé par le Programme VLIR-UOS et le Projet Domestication et valorisation des espèces végétales indigènes à importance socio-économique financé par l'Université du Burundi.

V. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abebe, S., Minale, A. S., Teketay, D. & Jayaraman, D. (2021). Biomass, carbon stock and sequestration potential of *Oxytenanthera abyssinica* forests in Lower Beles River Basin, Northwestern Ethiopia, 20pp. DOI: 10.21203/rs.3.rs-251214/v1.
- Bahrin T. & Ding Y. (2021). A Review on bamboo resource in the African region: A call for special focus and action. *International Journal of Forestry Research*, 23pp. <https://doi.org/10.1155/2021/8835673>
- Bessie, S., Beyene, F., Hundie, B., Goshu, D., & Mulatu, Y. (2016). Land use/land cover change and its effects on bamboo forest in Benishangul-Gumuz region, Ethiopia. *International Journal of Sustainable Development & World Policy*, 5(1), 1-11.
- Biras, V. & Hunde, T. (2009). Bamboo cultivation manual: Guidelines for cultivating Ethiopian lowland bamboo. East african bamboo Project. Addis Ababa, Ethiopia, 61pp.
- Bureau Central du Recensement (2011). Recensement général de la population et de l'habitat du Burundi 2008: Synthèse des résultats définitifs. Bujumbura, 24pp.
- Callmander, M. W., Schatz, G. E., Lowry Ii, P. P., Laivao, M. O., Raharimampionona, J., Andriambololona, S., Raminosa T. & Consiglio, T. K. (2007). Identification of priority areas for plant conservation in Madagascar using Red List criteria: rare and threatened Pandanaceae indicate sites in need of protection. *Oryx*, 41(2), 168-176.
- Darcha, G., Birhane, E. & Abadi, N. (2015). Woody species diversity in *Oxytenanthera abyssinica* based homestead agroforestry systems of Serako, northern Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*, 5(9), 18-27.
- Darcha, G. & Birhane, E. (2015). Biomass and carbon sequestration potential of *Oxytenanthera abyssinica* in the homestead agroforestry system of Tigray, Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*, 5(5), 2224-3186.
- Desta, S. B. (2016). Role of collective action and property rights on lowland bamboo (*Oxytenanthera Abyssinica*) deforestation in Benishangul-Gumuz Region, Ethiopia in 9th

International conference on african development.

Gebramlak, G. D., Abadi, N., & Hizikias, E. B. (2016). Socioeconomic contribution of *Oxytenanthera abyssinica* (a. Rich) Munro and determinants of growing in homestead agroforestry system in northern Ethiopia. *Ethnobotany Research and Applications*, 14, 479-490.

Gouvernement du Burundi (2018). Plan national de développement du Burundi 2018-2027. Bujumbura, 139pp.

Fanshawe, D. B. (1972) The bamboo, *Oxytenanthera abyssinica* - its ecology, silviculture and utilization, *Kirkia*, 8, 157-166.

Lasserre, G., Bourdieu, F. Le, Bourdieu, P. Le, Péhaut, Y. et Vennetier, P. (éd.) (1979) Atlas du Burundi. Bordeaux.

MEEATU (2013). Stratégie nationale et plan d'action sur la biodiversité 2013-2020. Bujumbura.70pp.

Melese, Z. (2020). Socio-economic aspects of lowland bamboo (*Oxytenanthera abyssinica*). *Journal of poverty, investment and development*, 5, 33-42.

MFPDE (2015). Burundi. Rapport national sur les OMD 2015. Bujumbura. 128pp.

Ministère de l'Environnement de l'Agriculture et de l'Élevage (2019). Ordonnance n°710/292 du 04/02/2019 portant interdiction de plantation des essences forestières absorbant beaucoup d'eau dans les périmètres de protection des sources d'eau, dans les bas-fonds et dans les marais, 3pp.

Nfornkah B. N., Kaam R., Zapfack, L., Tchamba, M., Djomo, C. C., Forje, W. G., Dolanot A. T. N., Tsewoué M. R., Arnold J., N., Zambou J. C. & Okala, S. (2020). Spatial distribution and carbon storage of a native bamboo species in the high Guinea savannah of Cameroon: *Oxytenanthera abyssinica* (A. Rich.) Munro. *International Journal of Environmental Studies*, 1-13.

Ntore, S., Fischer, E. & Sosef, M. S. (2018). Red List of the endemic and range-restricted vascular plants of Burundi (Vol. 58). National Botanic Garden of Belgium. 215pp.

Nzigidahera B. (2000). Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation, INECN. Bujumbura.93pp.

Pedro P.S. (2011). Investir dans l'agriculture au Burundi, indispensable pour combattre l'insécurité alimentaire et améliorer les conditions de vie des femmes paysannes. *Rapports de Recherche d'Oxfam*. 49pp.

Oumer, O. A., Dagne, K., Feyissa, T., Tesfaye, K., Durai, J., & Hyder, M. Z. (2020). Genetic diversity, population structure, and gene flow analysis of lowland bamboo [*Oxytenanthera abyssinica* (A. Rich.) Munro] in Ethiopia. *Ecology and evolution*, 10(20), 11217-11236.

Song, X., Zhou, G., Jiang, H., Yu, S., Fu, J., Li, W., Wang W., Ma Z. & Peng, C. (2011). Carbon sequestration by Chinese bamboo forests and their ecological benefits: assessment of potential, problems, and future challenges. *Environmental Reviews*, 19(NA), 418-428.

Terefe, R., Samuel, D., & Sanbato, M. (2016). Adaptation and growth performance of different lowland bamboo species in Bako, West Shoa, Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*, 6(9), 61-65.

UICN (2012). Lignes directrices pour l'application des Critères de la Liste rouge de l'UICN aux niveaux régional et national: Version 4.0. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni: UICN. iv + 44pp.

Vorontsova, M., Clark, L.G., Dransfield, J., Govaerts, R. & Baker, W.J. (2016). World checklist of bamboos and rattans. INBAR Technical Report No.37. 454 pp.

World Bank (2016) World Development Indicators 2016. Washington, DC.156pp.



Gestion de la Réserve Naturelle de la Malagarazi (Est du Burundi) : Quelles perceptions ont les différents acteurs ?

Nduwimana André¹, Bernard Riera², Habonayo Richard¹, Raondry-Akotoarisoa Noeline³

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.

²Museum National d'Histoire Naturelle de Paris, Laboratoire d'écologie générale de Brunoy, UMR 7179 MNHN-CNRS. Mécanismes adaptatifs et évolution : 4 Avenue du Petit Château, 91800 Brunoy

³ Division des sciences écologiques, Unesco. 1 rue Miollis 75732.

Auteur de correspondance : Nduwimana André, E-mail : ndre.nduwimana1@ub.edu.bi

Reçu: le 03 Juin 2021

Accepté: le 20 Septembre 2021

Publié: le 16 Octobre 2021

RESUME :

Dans cette étude, nous analysons les perceptions des différents acteurs au niveau du paysage de la Malagarazi où le milieu naturel a été classé en aire protégée. La recherche sur le terrain a combiné entretiens avec les groupes clés et les enquêtes ménages (900 enquêtés réparties sur 11 collines et 3 communes). Les résultats montrent que les perceptions des acteurs sur le milieu naturel diffèrent en fonction des orientations de chaque profession et des problèmes que le milieu naturel aiderait à résoudre pour chaque groupe. Les acteurs étatiques et les utilisateurs clés des ressources sont largement positifs à l'idée de conservation du milieu naturel. Les ménages qui perçoivent le milieu important pour l'agriculture ne perçoivent pas l'utilité de la protection et n'y adhèrent même pas. Ces résultats mettent en évidence des faiblesses en matière de communication, de sensibilisation et de participation des acteurs. Nous proposons aux décideurs et gestionnaires d'initier l'approche de réserve de biosphère, un système novateur de gestion participative qui associe tous les acteurs et permet de concilier la conservation et la satisfaction des besoins des acteurs dont les populations locales.

Mots clés : Protection, acteurs, services écosystémiques, Aire protégée, Société sucrière de Moso

ABSTRACT

In this study, we investigate the perceptions of different actors of the Malagarazi natural reserve landscape. The field research combined interviews with key groups and household surveys (900 respondents spread over 11 hills and 3 municipalities). The results show that the perceptions of actors about natural environment differ according to the orientations of each profession and problems that the natural environment would help to solve for each group. State actors and key resource users are largely positive about the conservation of the natural environment. Households who perceive the environment to be important for agriculture do not see the usefulness of protection and do not even buy into it. The results highlight weaknesses in terms of communication, awareness and participation of stakeholders. We advise decision-makers and managers to initiate the biosphere reserve approach, an innovative system of participatory management that involves all stakeholders and makes it possible to reconcile conservation and the satisfaction of stakeholder's essential needs including those of local populations.

Key words: Protection, actors, ecosystemic services, protected area, Moso sugar company

I. INTRODUCTION

Les aires protégées sont reconnues comme principaux outils de la conservation de la biodiversité qui fournissent en même temps des services écosystémiques et des moyens de subsistance pour les populations avoisinantes (Ervin et al, 2010).

Leur création est devenue une affaire de préoccupation mondiale surtout avec les objectifs d'Aichi qui appellent à adopter des formes permettant de concilier les intérêts des différents acteurs principalement et ceux des populations locales (Colchester, 2003; Kassi, 2012). L'époque d'une conservation de la nature sans les hommes est en effet révolue car reconnue non efficace (Rodary et al, 2003).

Cependant, des doutes sont soulevés quant à la réussite de cette ouverture (Naughton-Treves et al, 2005, Naughton-Treves et al, 2007) puisque les intérêts des acteurs sont divergents. Ces doutes sont plus forts quand les milieux à conserver sont déjà exploités et qu'il y a des acteurs plus influents que les autres. Le Burundi est un pays très faiblement urbanisé et plus de 90% de sa population pratiquent une agriculture de subsistance (Cochet, 2007). Malgré des différences locales, partout la pression démographique est forte (Cochet, 2010) et les zones non encore fortement habitées subissent des incursions dévastatrices des ressources naturelles.

Dans ces conditions, la création des aires protégées doit recueillir le consentement de tous les acteurs pour que les aires protégées contribuent efficacement à la conservation. Il se remarque que des consultations publiques sont organisées en amont de la création d'une aire protégée essentiellement pour faire accepter les propositions faites par les représentants de l'État et dans une moindre mesure pour ressortir les intérêts convergents et divergents exprimés de manière formelle par les principaux acteurs.

Une évaluation faite au niveau des aires protégées du Burundi (UICN-PACO, 2011) a montré que la planification et la gestion y sont presque inexistantes, que les populations

locales sont en conflits avec les responsables de ces aires protégées et que de surcroît les ressources naturelles y sont menacées.

Qu'en est-il de la création et de la gestion de la réserve naturelle de la Malagarazi, une réserve créée par décret-loi n°1/10 du 30 Mai 2011 portant création et gestion des aires protégées au Burundi signé la même année du rapport de l'évaluation?

Des études préalables menées dans le paysage de la Malagarazi (Sindakira, 2007; Nzigidahera et Nindorera, 2009) avaient identifié un paysage naturel avec des écosystèmes typiques (forêts claires et marais) ayant des espèces localement uniques pour le Burundi. Les mêmes études signalaient des signes de fortes pressions anthropiques et recommandaient que des mesures de conservation soient urgemment prises.

Le présent article analyse les différents acteurs au niveau de la réserve naturelle de la Malagarazi, leurs perceptions et leur degré d'acceptabilité de l'aire protégée. Il est en effet important de comprendre les facteurs à la base des attitudes et perceptions que les différents acteurs ont sur une aire protégée pour une bonne planification de la gestion.

L'analyse de la façon dont les différents acteurs observent, comprennent, interprètent et évaluent la conservation, aide à acquérir des connaissances sur les raisons du soutien local ou de la résistance aux mesures de création et gestion des aires protégées (Bennett et al.2019). Une telle analyse n'a pas encore été réalisée pour les aires protégées du Burundi en général et pour la réserve naturelle de la Malagarazi en particulier. C'est dans ce contexte que cette étude a été entreprise. Elle a comme objectif principal de contribuer à la gestion durable de la réserve naturelle de la Malagarazi. Les objectifs poursuivis sont d'analyser les perceptions des différents acteurs au niveau du paysage de la Malagarazi et de comprendre les facteurs qui influencent les attitudes de soutien ou de refus des mesures de conservation.

II. Matériel et Méthodes

II.1. Milieu d'étude

La réserve naturelle de la Malagarazi se situe à l'est du Burundi dans la région naturelle des dépressions du Kumoso sur des terres dont l'altitude varie de 1150m à 1400 m. Elle comprend une zone de marais dont la limite altitudinale est aux environs de 1180 m, une zone de coteaux ondulés à pentes douces pouvant atteindre 1220 m et des collines à pente raide pouvant arriver à 1400 m d'altitude.

D'une superficie d'environ 800 ha, elle est établie sur la commune Kayogoro de la province Makamba et sur les communes Bukemba et Giharo de la province Rutana. Elle se trouve entre la limite 3° 42' 49'' et 4° 8' 51'' de latitude Sud et entre 30° 6' 44'' et 30°

24' 38'' de longitude Est avec une orientation sud-nord est.

La nature du sol varie des collines vers les marais : les collines ont un sol pauvre caillouteux ou graveleux, les coteaux ondulés ont des sols rouges ou jaunes et les marais ont des sols hydromorphes.

Le climat de la région du Kumoso est du type Aw4 et la région est parmi les zones les moins pluvieuses du Burundi avec une moyenne des précipitations annuelles inférieure à 1200 mm et une température moyenne annuelle supérieure à 20°C (Sindakira, 2007).

La zone d'étude appartient au sous bassin versant de la Malagarazi qui comprend la rivière Malagarazi avec ses affluents dont les principaux sont la Mutsindozi, la Muyovozi, la Mukazyé et la Rumpungwe (Figure 1).

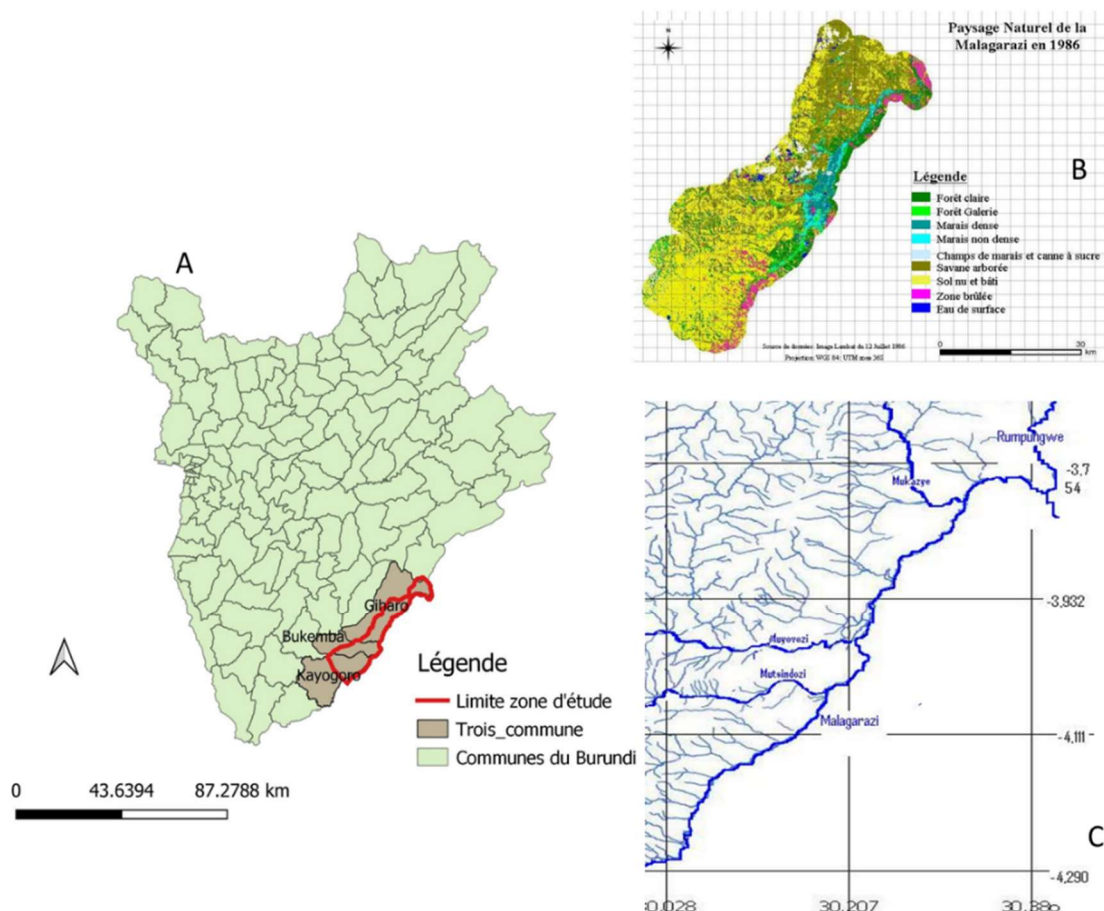


Figure 1. Carte de localisation de la zone d'étude (A) ; la couverture du sol du paysage établi à partir de la classification d'image landsat 5 de 1986 (B) et les principaux cours d'eau traversant le paysage (C).

La végétation comprend des savanes herbeuses, des reliques de forêts galeries, des savanes arborées, des forêts claires et une végétation de marais essentiellement constituée de Cypéracées (Nduwimana et al, 2015).

La zone d'étude connaît une forte expansion démographique due essentiellement à la colonisation des régions périphériques moins peuplées (Thibon, 1987) et qui s'est accélérée avec la mise en valeur du marais par la création de la Société Sucrière du Moso (SOSUMO).

Le constat que ce milieu subit une grande pression anthropique et que les ressources naturelles qu'elle contient sont menacées de disparition a suscité des lobbies auprès du gouvernement du Burundi et celui-ci a pris l'option de classer cet espace en aire protégée et de l'inscrire parmi les sites sous la Convention Ramsar (Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme, 2013).

II.2. Collecte des données

Pour bien comprendre les enjeux autour de la création de la réserve naturelle de la Malagarazi et la façon dont les acteurs perçoivent l'aire protégée et sa gestion, la démarche méthodologique de collecte de données a combiné des enquêtes qualitatives (entretien individuel et entretien semi-structuré) et des enquêtes quantitatives (à l'aide d'un questionnaire). Cette articulation permet de multiplier les points de vue et augmenter la robustesse des résultats (Kermagoret et al, 2015).

La fréquente utilisation de la méthode d'entretien individuel doublée de précisions méthodologiques fait de cette méthode un instrument privilégié en recherche qualitative (Tierney et Dilley, 2002; Baribeau et Royer, 2012).

L'entretien individuel, méthode qui consomme beaucoup de temps (Bunce et Pomeroy, 2003), n'a concerné que les acteurs étatiques (le Directeur Technique de l'INECN et un des

deux gardes affectés au niveau du paysage, les Administrateurs des communes Kayogoro, Bukemba et Giharo et le Directeur des Services Agronomiques à la SOSUMO), les entretiens semi-structurés ont été organisés avec les utilisateurs-clés des ressources (six représentants d'artisans, quatre représentants d'apiculteurs et huit tradipraticiens) et le questionnaire a été administré aux populations locales.

Le plan d'échantillonnage a été conçu de manière à assurer une bonne représentativité. La taille de l'échantillon a été répartie sur les trois communes et sur 11 collines les plus en contact avec la réserve.

En nous basant sur la théorie (Mangani, 1997; Le Maux, 2007), la taille de l'échantillon, qui dépend entre autres de la population-mère, n'atteint pas les 800 ménages à enquêter pour toute la zone de l'étude. Nous avons considéré le plafond de 900 ménages avec environ 300 ménages pour chaque commune et le nombre minimum de ménages par colline a été fixé à 50. Les collines ayant beaucoup de ménages au voisinage du paysage étaient les plus échantillonnées.

Le choix de la colline comme niveau d'enquête est guidé par le fait que les habitats sont dispersés, qu'il n'y a pas de clans, ni de villages organisés et que les habitants se reconnaissent au niveau d'une circonscription administrative (Thibon, 1987; Ntahombaye, 2005) de façon que les qualificatifs régionaux ou collinaires constituent des éléments du langage couramment utilisés pour exprimer les différences comportementales. Les données collectées concernent les jugements des chefs de ménages sur des variables en rapport avec l'importance du milieu naturel de la Malagarazi, l'utilité et l'adhésion à la conservation de ce milieu naturel. Il convient de signaler la collecte des données de terrain a eu lieu de juin à septembre 2013.

II.3. Analyse des données

Les données récoltées auprès des acteurs étatiques ont été saisies et comparées sans faire recours à l'analyse statistique à cause du

nombre restreint de répondants.

Les données collectées auprès des groupes cibles d'utilisateurs des ressources ont été saisies et les proportions établies pour chaque catégorie d'acteurs.

Les données d'enquête-ménages ont été compilées, saisies et traitées sous Microsoft Excel. L'analyse s'est faite par interprétation des graphiques réalisés sous Excel. Une classification hiérarchique ascendante (CAH) et une Analyse en composantes principales (ACP) ont été exécutées au moyen du logiciel R version 4.0.5 (R Core Team, 2021), package 'ade4' (Bougeard et Dray, 2018). Les collines qui affichent les mêmes attitudes sont regroupées et cela permet de voir les facteurs à la base de ces comportements.

III. RESULTATS

III.1. Résultats des entretiens semi-structurés

Les résultats sur les entretiens avec les acteurs étatiques sont donnés dans le tableau 1.

Ces acteurs n'ont pas la même perception sur le milieu naturel: quatre sur six acteurs interviewés (soit 66,7%) perçoivent le milieu à travers sa richesse faunique et floristique et le besoin de bien sauvegarder cette richesse.

Les acteurs semblent ne pas suivre de près ce qui se fait au niveau de ce milieu naturel: quatre sur six acteurs interviewés (soit 66,7%) déclarent n'avoir pas d'information sur le statut juridique d'aire protégée du milieu naturel de la Malagarazi. Ces acteurs adhèrent à l'idée de la conservation: cinq sur six acteurs interviewés (soit 83,3%) adhèrent à l'idée de la création de l'aire protégée.

Tableau 1. Synthèse des résultats des entretiens individuels avec les acteurs étatiques du paysage de la Malagarazi

| N° | Acteur Etatique | Perception sur le milieu naturel du paysage de la Malagarazi | Connaissance du statut d'aire protégée | Adhésion à l'objectif de création de l'aire protégée |
|----|--|---|---|--|
| 1 | Administrateur de la Commune Kayogoro | Réserve de terres pour l'Agriculture | Non, l'administration n'a pas été associée | Non, il n'y a pas grand-chose à protéger dans la commune |
| 2 | Administrateur de la Commune Bukemba | Une propriété riche en biodiversité mais confisquée par la SOSUMO | Non, l'administration n'a pas été associée | Oui |
| 3 | Administrateur de la Commune Giharo | Un milieu unique à protéger pour sa flore et faune | Non, l'administration n'a pas été associée | Oui, il faut éviter que le milieu naturel se dégrade |
| 4 | Directeur Agronomique SOSUMO | Une zone octroyée pour extension de la culture de canne à sucre | Non, la SOSUMO n'a pas été informée | Oui si c'est en dehors de la propriété de la SOSUMO |
| 5 | Directeur technique INECN (aujourd'hui OBPE) | Milieu à protéger mais menacé par pressions anthropiques | Oui, un décret est déjà sorti et nul n'est censé ignorer la loi | Oui il faut protéger la biodiversité menacée |
| 6 | Eco garde, agent de l'INECN (aujourd'hui OBPE) | Milieu riche en biodiversité, menacé et sujet à des conflits | Oui, mais il y a absence de collaboration locale | Oui il faut protéger la biodiversité menacée |

La figure 2 présente les résultats des entretiens menés auprès des représentants des groupes cibles d'utilisateurs des ressources (artisans, tradipraticiens, apiculteurs). Il apparaît que la perception du milieu varie en fonction du groupe cible: 100 % des artisans jugent le milieu utile pour l'exercice de leur profession, ce taux est de 80% pour les apiculteurs et de 50% pour les tradipraticiens.

Tous les groupes (à 100%) adhèrent à l'idée de la conservation de ce milieu naturel. Le degré de satisfaction aux mesures de conservation déjà prises n'est pas élevé: 30% des représentants des artisans, 40% des représentants des apiculteurs et 80% des représentants des tradipraticiens déclarent être satisfaits des mesures déjà prises.

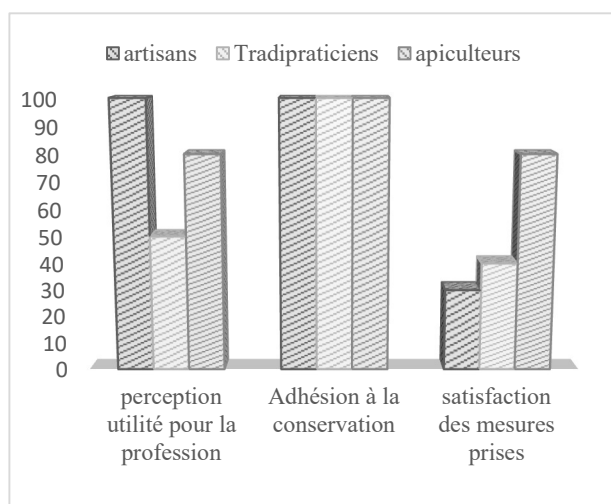


Figure 2. Résultats d'entretiens des représentants des artisans, des apiculteurs et des tradipraticiens sur leur perception du milieu naturel de la Malagarazi, leur adhésion à la conservation et leur satisfaction des mesures déjà prises.

III.3. Résultats de l'enquête ménage menée sur 11 collines du paysage de la Malagarazi

L'ACP appliquée aux perceptions des chefs des ménages et aux collines d'appartenance donne une inertie totale de 86, 55% (soit 66,46 % pour l'axe F1 et 20,09% pour l'axe F2). Ces seuils d'inertie paraissent suffisants pour garantir une précision d'interprétation et tirer

un certain nombre d'information (Figure 3).

La figure 3 affiche une représentation des groupes de collines identifiés avec le tableau 2 et suivant les corrélations des variables établies dans le tableau 3. Les deux axes expliquent à environ 87% le nuage des points de la représentation des collines du paysage de la Malagarazi.

On identifie trois groupes de colline :

- La colline Shembe de la commune Giharo où les habitants jugent le milieu naturel non important pour eux et n'adhèrent pas à l'idée de sa conservation;
- Toutes les collines des communes Kayogoro et Bukemba qui jugent le milieu important pour les activités agricoles et jugent non utile et n'adhèrent pas à l'idée de la conservation.
- Toutes les autres collines de la commune Giharo qui jugent le milieu important pour d'autres usages que l'agriculture et adhèrent à l'idée de la conservation.

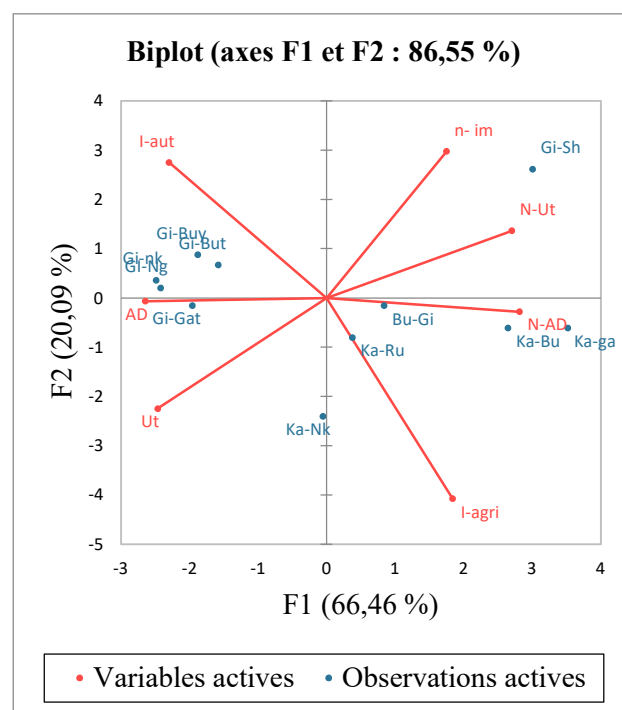


Figure 3. Représentation simultanée des observations (collines) et des variables (perceptions) sur les deux premiers axes du plan factoriel de l'ACP.

Concernant le groupement des collines (tableau 2):

- le premier axe de l'ACP (F1) permet d'identifier deux groupes:

- un groupe formé par toutes les collines de la commune Giharo sauf la colline de Shembe qui ont une contribution négative sur cet axe;
- La colline de Gihofi en commune Bukemba et toutes les collines de Kayogoro sauf la colline de Nkaramanyenye qui ont une contribution positive sur cet axe.

On notera une contribution largement positive pour les collines Gatabo et Shembe.

- le deuxième axe (F2) permet d'identifier également deux groupes:

- un groupe formé par toutes les collines de la commune Kayogoro et la colline de la commune Bukemba qui affichent une contribution négative sur cet axe,
- toutes les collines de Giharo forment un groupe à part avec une contribution positive sur cet axe.

Tableau 2. Cordonnées des observations (collines): Bu-Gi désigne la colline Gihofi de la commune Bukemba; GI-Ng, Gi-But, Gi-Buy, Gi-Gat, Gi-nk, Gi-Sh désignent respectivement les collines Ngomante, Butezi, Buyaga, Gatonga, Nkanka, Shembe de la commune Giharo ; Ka-Bu, Ka-Nk, Ka-Ru, Ka-ga représentent respectivement les collines Buga, Nkaramanyenye, Rutenderi et Gatabo de la commune Kayogoro

| Collines | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|----------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
| Bu-Gi | 0,837 | -0,156 | 1,860 | 0,449 | -0,062 |
| GI-Ng | -2,423 | 0,201 | -0,338 | 0,076 | -0,147 |
| Gi-But | -1,579 | 0,673 | -0,009 | 0,219 | -0,084 |
| Gi-Buy | -1,881 | 0,882 | 0,125 | 0,222 | -0,074 |
| Gi-Gat | -1,958 | -0,152 | -0,756 | 0,156 | 0,384 |
| Gi-Sh | 3,005 | 2,617 | -0,089 | -0,678 | 0,106 |
| Gi-nk | -2,488 | 0,360 | -0,125 | 0,098 | -0,062 |
| Ka-Bu | 2,645 | -0,611 | -1,323 | -0,166 | -0,260 |
| Ka-Nk | -0,052 | -2,406 | -0,103 | -0,532 | 0,047 |
| Ka-Ru | 0,374 | -0,803 | 0,908 | -0,961 | 0,047 |
| Ka-ga | 3,519 | -0,606 | -0,149 | 1,117 | 0,106 |

Concernant les corrélations entre les variables (perceptions des populations locales) (tableau 3):

- le premier axe montre une corrélation positive entre les perceptions I-agri, N-Ut, N-AD d' une part, une corrélation positive entre

les perceptions I-aut et n-im d'autres parts; les deux groupes étant corrélés négativement entre eux.

- le deuxième axe oppose les perceptions I-agri aux perceptions I-aut et n-im.

Tableau 3. Corrélations entre les variables (perceptions des populations locales) : I-Agri (milieu naturel perçu important pour l'agriculture), I-aut (milieu naturel perçu pour autres valeurs que l'agriculture), n-im (milieu naturel jugé non important), N-ut (non utile la protection du milieu), Ut (perçoit l'utilité de protéger le milieu naturel), AD (adhère aux mesures de protection), N-AD (n'adhère pas aux mesures de protection).

| Variables | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|-----------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
| I-agri | 0,627 | -0,764 | 0,127 | 0,080 | -0,031 |
| I-aut | -0,783 | 0,516 | -0,210 | 0,275 | 0,018 |
| n- im | 0,597 | 0,558 | 0,564 | -0,117 | 0,039 |
| N-ut | 0,921 | 0,256 | 0,051 | 0,282 | -0,061 |
| Ut | -0,840 | -0,421 | 0,283 | 0,170 | 0,087 |
| AD | -0,902 | -0,012 | 0,394 | 0,152 | -0,085 |
| N-AD | 0,960 | -0,052 | -0,035 | 0,266 | 0,066 |

IV. DISCUSSION

IV.1. Perceptions des acteurs étatiques

La différence de perceptions du milieu naturel par les différents acteurs étatiques (administration territoriale, l'institut de conservation et la société sucrière) met en évidence la divergence ou antagonisme des intérêts ou des missions. L'administration est confrontée à une demande sans cesse croissante de terres à cause essentiellement de l'afflux des migrants et de rapatriés (Nduwimana, 2014). L'ampleur de la pression sur le foncier est moindre en commune Giharo que dans les communes de Kayogoro et Bukemba. Cela explique la différence de perception du milieu naturel par ces acteurs appartenant pourtant tous au groupe des administratifs.

La SOSUMO a obtenu les autorisations d'étendre les champs de canne à sucre même en dehors du territoire national (Sindakira, 2007). Le domaine proposé par l'Institut de conservation au classement en aire protégée n'est pas délimité et déborde sur les terrains déjà exploités ou convoités.

Les résultats mettent en évidence des faiblesses de négociation des intérêts à la création d'une aire protégée et l'absence de plan de gestion concrète. Ces faiblesses sont dommageables à la conservation surtout que la plupart de ces acteurs déclarent n'être pas au

courant du statut d'aire protégée reconnu à ce milieu naturel. Cela montre que l'engagement des acteurs n'a seulement été sollicité qu'au moment de la démarche de création.

Höppner et al. (2011) font remarquer qu'il est couramment observé que l'engagement est généralement limité à la mise en place d'une démarche visant à faire accepter le projet mais il est conseillé et même recommandé que tous les acteurs participent activement depuis l'idée de projet de création jusqu'à la mise en œuvre (Muro & Jeffrey, 2008).

Le fait que tous les acteurs étatiques reconnaissent l'utilité de la conservation de ce milieu naturel est une chance pour ouvrir un dialogue et développer un plan de gestion consensuel. Ces acteurs peuvent jouer un rôle important de concilier les points de divergence éventuels entre les gestionnaires et les communautés riveraines.

IV.2. Perceptions des représentants des groupes cibles d'utilisateurs des ressources (artisans, tradipraticiens, apiculteurs)

La perception de l'utilité du milieu naturel varie suivant la catégorie. Les artisans jugent le milieu naturel beaucoup utile parce que certaines des ressources exploitées dont *Oxytenanthera abyssinica* n'existent plus que dans ce milieu.

Les tradipraticiens déclarent que le milieu n'est plus utile pour leur profession car il est dégradé. Les forêts de la Tanzanie restent actuellement leurs principales sources d'approvisionnement.

Pour les apiculteurs, leur métier est fragilisé par les défrichements agricoles qui détruisent les espèces de plantes mellifères et qui n'épargnent même pas les arbres sur lesquels sont installées leurs ruches. Ils sont satisfaits des mesures d'interdiction de toute activité dans l'aire protégée car ils jugent que c'est le seul moyen d'épargner le peu d'arbres qui restent. Les abeilles peuvent en effet butiner à une très grande distance des ruches (Visscher et Thomas, 1982).

Les autres acteurs (artisans, tradipraticiens) ne sont pas satisfaits des interdictions imposées en ce qui est de l'accès aux ressources. Le fait que l'essentiel de tous les différents acteurs jugent utile la conservation de ce milieu naturel est une reconnaissance de son importance socio-économique pour le bien-être des communautés riveraines et lointaines.

IV.3. Perceptions des ménages au niveau des collines d'enquête

Les perceptions de l'utilité du milieu naturel varient suivant la nature de l'activité dominante principalement l'importance accordée à l'agriculture. L'ordination des collines met dans un groupe les collines de la commune Bukemba et de la commune Kayogoro ou les ménages sont confrontés à l'exiguïté des propriétés foncières, les collines de la commune Giharo forment un groupe à part.

Au niveau de chaque groupe, les perceptions du milieu naturel sont les mêmes que celles des administrateurs respectifs et montrent que la perception du milieu dépend de la place qu'on lui donne pour solutionner des problèmes qui se posent localement. Ces résultats corroborent ceux de Rivière-Honegger et al. (2014) qui montrent que les acteurs les plus satisfaits des mesures prises sont ceux qui les considèrent comme une solution particulièrement adaptée à leurs besoins et qui

en conséquence s'engagent à les soutenir.

On voit que plus le milieu est jugé important pour l'agriculture, plus la conservation est jugée non utile et l'adhésion aux mesures de conservation est faible (et vice versa).

Ces perceptions corroborent les résultats de Buijs et al. (2008) qui montrent que les perceptions des interactions entre la nature et les hommes sont beaucoup associées au besoin de gestion des terres. Dans des conditions de non adhésion à la conservation, le soutien à la protection peut être amélioré par la sensibilisation en utilisant une méthode de communication naturelle et familière aux acteurs (Höppner et al. 2012).

V. CONCLUSION

Cette étude visait à analyser les perceptions des différents acteurs du milieu naturel et à comprendre les facteurs qui influencent les attitudes de soutien ou de refus des mesures de conservation de la Réserve Naturelle de la Malagarazi. Les résultats montrent d'une part que les perceptions des acteurs varient en fonction de leurs intérêts divergents. D'autre part, le site de la Réserve de Malagarazi s'étend sur trois communes où les perceptions sont différentes selon l'ampleur de la pression sur le foncier. Il se remarque que les approches utilisées au moment de la création affichent des limites au niveau de la transmission de l'information et de la participation des acteurs. On propose aux décideurs et gestionnaires de mettre en œuvre des approches qui attirent le soutien des acteurs et permettent de concilier la conservation et la satisfaction des besoins. L'approche de réserve de biosphère est bien indiquée pour ce milieu et les éléments de diagnostic ont déjà été inventoriés (Nduwimana, 2014).

VI. BIBLIOGRAPHIE

Baribeau C. et Royer C. (2012). L'entretien individuel en recherche qualitative: usages et modes de présentation dans la Revue des sciences de l'éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 38(1), 23–45. <https://doi.org/10.7202/1016748ar>

- Bennett N.J., Di Franco A., Calò A., Nethery E., Niccolini F., Milazzo M. et al. (2019). Local support for conservation is associated with perceptions of good governance, social impacts, and ecological effectiveness. *Conserv Lett.* 2019; e12640. <https://doi.org/10.1111/conl.12640>
- Bougéard S., Dray S. (2018). "Supervised Multiblock Analysis in R with the ade4 Package." *Journal of Statistical Software*, 86(1), 1–17. doi: 10.18637/jss.v086.i01.
- Buijs A.E., Fischer A., Rink D., Young J. (2008) Looking beyond superficial knowledge gaps : Understanding public representations of biodiversity. *Int J Biodivers Sci Manag.* 2008; 4: 65–80.
- Bunce L. et Pomeroy B. (2003). Socioeconomic monitoring guidelines for coastal managers in the Caribbean: Socmon Caribbean. World Commission on Protected Areas and Australian Institute of Marine Science, Australia.
- Chapman C. et Kammen D. (2007). Burning biodiversity: Commercial and subsistence use of woody biomass in western Uganda's forests. *Biological conservation*, vol. 134, n°2, pp 232-241.
- Cochet H. (2007). Capacités d'innovation des systèmes paysans et gestion des ressources naturelles au Burundi. 19 p. <https://www.researchgate.net/publication/264478551>
- Cochet H. (2010). Dynamiques agraires et croissance démographique du Burundi:: matière organique au cœur des rapports sociaux. In: Wolfer, A. B., 2010 (ed.). *Agricultures et Paysanneries du Monde. Monde en mouvement, politiques en transition.* Editions Quae, pp 39-6
- Colchester M. (2003). Nature sauvage, nature sauvée? Peuples autochtones, aires protégées et conservation de la biodiversité. *Mouvement mondial pour les forêts tropicales.* Montevideo, Uruguay, 154 p.
- Ervin J., Mulongoy K.J., Lawrence K., Game E., Sheppard D., Bridgewater P., Bennett G., S.B. Gidda S.B. and Bos P. (2010). Making Protected Areas Relevant: A guide to integrating protected areas into wider landscapes, seascapes and sectoral plans and strategies. CBD Technical Series No. 44. Montreal, Canada: Convention on Biological Diversity, 94pp.
- Höppner C., Whittle R., Bründl M. et Buchecker M. (2012). Linking social capacities and risk communication in Europe: a gap between theory and practice? *Natural Hazards*, 64 (2), p. 1753-1778.
- Le Maux B. (2007). Le choix de l'échantillon. *Statistiques, logiciels et enquêtes. Produire et préparer les variables.* 21 P. <http://perso.univ-rennes1.fr/benoit.le-maux/Echantillon.pdf>
- Mangani R. (2007). Sampling guide www.ifad.org/hfs/tools/hfs/anthropometry/fant3.htm
- Kasisi R. (2012). Les perspectives de la biodiversité en Afrique subsaharienne : repenser collectivement le modèle de gestion. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 12, n° 2, [En Ligne]; URL: <http://vertigo.revues.org/12263>; DOI : 10.4000/vertigo.12263
- Kermagoret C., Levrel H. & Carlier A. (2015). La compensation au service de l'acceptabilité sociale : un état de l'art des apports empiriques et du débat scientifique : réflexions au service du développement de l'énergie éolienne en mer. *Vertigo*, 15(3).
- Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (2013) Plan régional de mise en œuvre de la Stratégie Nationale et Plan d'Action sur la Biodiversité dans la dépression de Kumoso, 39p.
- Muro M. et Jeffrey P. (2008). A critical review of the theory and application of social learning in participatory natural resource management processes, *Journal of Environmental Planning and Management*, 51 (3), p. 325-344.
- Naughton-Treves L., Holland B., Brandon, M.K. (2005). The role of protected areas in

conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annu.Rev.Env.Resour*, 30: 219-252, doi: 10.1146/annurev.energy.30.050504.164507 NAUGHTON-TREVES, L.,

Nduwimana A., Riéra B. & Bizuru E. (2015). Influence des facteurs écologiques sur la composition et la diversité des unités de végétation du paysage de la Malagarazi (Burundi). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 70 (3), 2015: 213-230.

Ntahombaye P. (2005). Ethnicité et citoyenneté au Burundi. In: *The African Anthropologist*, Vol.12, n°1, pp 46-64.

Nzigidahera B., Nindorera D. (2009). Plan de gestion et d'aménagement de la réserve naturelle de la Malagarazi, I.N.E.C.N, 71 p.

R Core Team., 2021R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rivière-Honegger A., Cottet M. et Morandi B. (coords.) (2014). Connaître les perceptions et les représentations: quels apports pour la gestion des milieux aquatiques ? Paris, Onema, coll. « Comprendre pour agir », 180 p.

Rodary E., Castellanet C. et Rossi G. (2003). Conservation de la nature et développement. L'intégration impossible? Editions Karthala et CRET, 310 p.

Sindakira A. (2007). Projet réhabilitation et extension de la SOSUMO. Etude d'impact environnemental. Rapport final, 110 p.

Thibon C. (1987). Un siècle de croissance démographique au Burundi (1850-1950) In: *Cahiers d'études africaines*. Vol. 27 N°105-106. Démographie historique. pp. 61-81

Tierney W.G. et Dilley P. (2002). Interviewing in education. Dans Gubrium J.F. et J. A Holstein J.A.(Dir.): Handbook of interview research. Context and method. Thousand Oaks, Californie: SAGE publications p 453-472

UICN / PACO (2011). Parcs et réserves du Burundi: évaluation de l'efficacité de gestion des aires protégées. Ouagadougou, BF: UICN / PACO, 112 p.

Visscher, P. Kirk, and Thomas D. Seeley. (1982). "Foraging Strategy of Honeybee Colonies in a Temperate Deciduous Forest." *Ecology*, vol. 63, no. 6, 1982, pp. 1790-1801. JSTOR, www.jstor.org/stable/1940121. Accessed 26 May 2021

