

2021-10

Caractérisation de la biodiversité végétales des sites anthropisés: Etude de cas des communes Isare et Buhinyuza (Burundi)

NDIKUMANA, Audace

UB

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/148>

Téléchargé depuis le dépôt institutionnel officiel de l'Université du Burundi

UNIVERSITE DU BURUNDI



FACULTE DES SCIENCES

Caractérisation de la biodiversité végétale des sites anthropisés: Etude de cas des communes Isare et Buhinyuza (Burundi)

Par:

Audace NDIKUMANA

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du:

Diplôme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement

Option: Gestion des Ressources Naturelles

Sous la direction de: **Pr. Joël NDAYISHIMIYE (Université du Burundi), BURUNDI**

Dr. Hermann TAEDOUMG (Université Yaoundé 1), CAMEROUN

**Dr. Ir. Marius EKUE (Alliance Bioversity International-CIAT),
CAMEROUN**

Bujumbura, Octobre 2021

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Président : Pr. Tatie MASHARABU

Secrétaire : Pr. Noël NDIHOKUBWAYO

Directeur : Pr. Joël NDAYISHIMIYE

Co-directeurs : Dr. Hermann TAEDOUMG

Dr. Ir. Marius EKUE

DEDICACE

A mes parents,

A mes frères et sœurs,

A mes amis et amies,

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il nous est agréable d'exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à sa réalisation. Nos sentiments de profonde gratitude vont à l'endroit du Gouvernement du Burundi, à l'Université du Burundi et à tout le corps professoral de la Faculté des Sciences, pour nous avoir accompagnés durant notre cursus académique.

Nos remerciements sont particulièrement adressés à nos encadreurs: Pr. Joël NDAYISHIMIYE, Enseignant de l'Université du Burundi, promoteur et directeur de ce travail; Dr. Hermann TAEDOUMG, Enseignant de l'Université Yaoundé 1 au Cameroun en même temps codirecteur de ce travail et Dr. Ir. Marius EKUE de Alliance Bioversity International – CIAT et codirecteur de ce travail, qui malgré leurs nombreuses sollicitations, ont accepté de nous accompagner durant toute la période de ce travail. Leur qualités humaines, leur rigueur scientifique, leur conseils pertinents durant la période de la réalisation de ce travail nous ont été d'une grande importance. C'est donc pour nous l'occasion de leur dire grand merci.

Nos remerciements vont aussi à l'endroit du Projet de Restauration et de Résilience des Paysages du Burundi (PRRPB) qui, à travers l'organisation Alliance Bioversity international – CIAT, a soutenu financièrement la réalisation de ce travail. Enfin, nos remerciements reviennent spécialement à nos parents, à tous nos frères et sœurs, à tous nos amis pour leur amour, leur soutien moral et spirituel. Qu'ils trouvent ici le couronnement de leurs efforts.

Audace NDIKUMANA

RÉSUMÉ

La végétation joue un rôle primordial dans le maintien des sols. La pression sur le couvert végétal, généralement liée aux activités anthropiques, à la croissance démographique et aux facteurs climatiques, explique une dégradation de la biodiversité en pleine augmentation. La présente étude est une contribution à la connaissance de la diversité floristique des sites dégradés des communes Isare et Buhinyuza. Son objectif est de caractériser la végétation de ces sites afin d'établir une base de données permettant la mise en place d'un système de restauration adéquat. Pour ce faire, des relevés botaniques ont été réalisés. Les méthodes de quadrats et de relevé de parcours ont été utilisées. Au total, 150 quadrats de 15x15m chacun ont été installés sur l'ensemble des deux sites. L'inventaire floristique a fait état de 233 espèces autochtones réparties dans 68 familles et 174 genres, avec une dominance des dicotylédones (82,8%). De 233 espèces inventoriées, 113 espèces (48,5%) sont ligneuses contre 120 espèces (51,5%) herbacées. La richesse floristique des familles montre une prédominance des Fabaceae (13,7%) suivies des Asteraceae (13,3%), des Rubiaceae (8,2%), des Euphorbiaceae (7,3%) et des Poaceae (5,2%). Les types biologiques des sites étudiés montrent une prédominance des phanérophytes (50,5%) suivis par les chaméphytes (19,8%) et les thérophytes (14,6%). Les proportions de la distribution phytogéographique des espèces récoltées ont mis en évidence la prédominance des espèces à distribution régionale (42%) suivies par les espèces africaines plus répandues (23,2%). L'endémisme est très faible avec une seule espèce, soit 0,6%. Un test statistique de Khi carré a permis de conclure qu'il n'y a pas de différence significative ($p > 0,05$) quant à la richesse en espèces des familles recensées, aux types biologiques et phytogéographiques dans les deux sites. Le peuplement ligneux est dans son ensemble très jeune (93,3%), avec une dominance des individus de petit diamètre. L'indice de raréfaction (R_i) montre qu'en moyenne 38,5% des espèces inventoriées sont dominantes contre 56% des espèces rares dans les deux sites. Les courbes d'accumulation de la richesse spécifique montrent une grande richesse spécifique dans le site de Isare par rapport au site de Buhinyuza. Cette étude apporte des informations sur l'état actuel de la végétation des sites étudiés. Il est donc nécessaire de promouvoir la vulgarisation des espèces autochtones dans un contexte de la restauration et d'une agroforesterie adaptée avec des essences autochtones en paysage anthropisé afin d'assurer la pérennité des biens et services qu'elles offrent.

Mots clés: Sites dégradés, espèces autochtones, traits biologiques, régénération, restauration écologique.

SUMMARY

Vegetation plays a key role in maintaining the soil. The pressure on the vegetation cover, generally linked to human activities, population growth and climatic factors, explains the increasing degradation of biodiversity. The present study is a contribution to the knowledge of the floristic diversity of the degraded sites of the Isare and Buhinyuza communes. Its objective is to characterize the vegetation of these sites in order to establish a database that will allow the setting up of an adequate restoration system. To this end, botanical surveys were carried out. Both quadrat and range survey methods were used. In total, 150 quadrats of 15x15m each were installed on both sites. The floristic inventory showed 233 indigenous species distributed in 68 families and 174 genera, with a dominance of dicotyledons (82.8%). Of the 233 species inventoried, 113 species (48.5%) were woody, compared with 120 species (51.5%) that were herbaceous. The floristic richness of the families shows a predominance of Fabaceae (13.7%) followed by Asteraceae (13.3%), Rubiaceae (8.2%), Euphorbiaceae (7.3%) and Poaceae (5.2%). The biological types of the studied sites show a predominance of phanerophytes (50.5%) followed by champhytes (19.8%) and therophytes (14.6%). The proportions of the phytogeographical distribution of the species collected showed the predominance of regionally distributed species (42%) followed by the more widespread African species (23.2%). Endemism is very low with only one species, 0.6%. A statistical Chi-square test concluded that there was no significant difference ($p > 0.05$) in the species richness of the families recorded, biological types and phytogeographical types in the two sites. The woody stand is overall very young (93.3%), with a dominance of small diameter individuals. The rarity index (Ri) shows that on average 38.5% of the inventoried species are dominant against 56% of rare species in both sites. The species richness accumulation curves show a high species richness in the Isare site compared to the Buhinyuza site. This study provides information on the current state of the vegetation at the study sites. It is therefore necessary to promote the extension of indigenous species in a context of restoration and agroforestry adapted with indigenous species in an anthropised landscape in order to ensure the sustainability of the goods and services they offer.

Key words: Degraded sites, indigenous species, biological traits, regeneration, ecological restoration.

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY	i
DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	iv
SUMMARY	v
TABLE DES MATIERES	vi
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES ABREVIATIONS	xi
AVANT-PROPOS	xii
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTERATURE	4
I.1. Concepts et définitions	4
I.1.1. Biodiversité	4
I.1.2. Restauration, réhabilitation et réallocation	4
I.2. Importance de la biodiversité	5
I.3. Facteurs de dégradation de la biodiversité	7
I.4. Notion de restauration des écosystèmes	8
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES	10
II.1. Description du milieu d'étude.....	10
II.1.1. Commune de Isare (BUJUMBURA).....	10
II.1.1.1. Localisation géographique.....	10
II.1.1.2. Contexte physique et climatique.....	11
II.1.1.3. Contexte démographique et socio-économique.....	12
II.1.1.4. Caractéristiques de la végétation	12
II.1.2. Commune de Buhinyuza (MUYINGA)	13
II.1.2.1. Localisation géographique.....	13
II.1.2.2. Contexte physique et climatique.....	14
II.1.2.3. Contexte démographique et socio-économique.....	14
II.1.2.4. Caractéristiques de la végétation	15

II.2. Méthode de collecte des données.....	16
II.2.1. Matériel utilisé.....	16
II.2.2. Echantillonnage.....	16
II.2.2.1. Inventaire des individus ligneux.....	17
II.2.2.2. Inventaire des individus herbacés.....	18
II.2.3. Identification et vérification des espèces récoltées.....	19
II.3. Analyses et traitement des données.....	20
II.3.1. Bilan floristique des sites étudiés.....	20
II.3.2. Analyse des traits biologiques des espèces récoltées.....	20
II.3.3. Structure des peuplements.....	22
II.3.4. Indice de raréfaction.....	22
II.3.5. Analyse comparative entre les sites étudiés.....	22
II.3.6. Richesse spécifique et effort d'échantillonnage.....	23
II.3.7. Test statistique de Khi carré.....	24
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION.....	25
III.1. Résultats.....	25
III.1.1. Bilan floristique des sites étudiés.....	25
III.1.1.1. Composition floristique globale.....	25
III.1.1.2. Composition floristique par site étudié.....	26
III.1.2. Analyse de traits biologiques.....	28
III.1.2.1. Types biologiques.....	28
III.1.2.2. Types phytogéographiques.....	29
III.1.3. Structure des peuplements.....	32
III.1.4. Indice de raréfaction.....	32
III.1.4.1. Espèces dominantes des sites étudiés.....	32
III.1.4.2. Espèces rares des sites étudiés.....	37
III.1.5. Affinités floristique des sites étudiés.....	41
III.1.6. Richesse spécifique et évaluation de l'exhaustivité de l'échantillonnage.....	41
III.2. Discussion.....	42
III.2.1. Bilan floristique des sites étudiés.....	42
III.2.2. Analyse des traits biologiques.....	44
III.2.2.1. Types biologiques.....	44
III.2.2.2. Types phytogéographiques.....	45

III.2.3. Structure des peuplements.....	46
III.2.4. Indice de raréfaction.....	46
III.2.4.1. Espèces dominantes des sites étudiés.....	46
III.2.4.2. Espèces rares des sites étudiés.....	47
III.2.5. Affinités floristique des sites étudiés	47
III.2.6. Richesse spécifique et évaluation de l'exhaustivité d'échantillonnage.....	47
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
ANNEXES.....	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Coefficients d'abondance-dominance et leurs recouvrements moyens respectifs (Braun-Blanquet, 1932).....	19
Tableau 3.1: Répartition des taxons supérieurs sur les deux sites.	25
Tableau 3.2: Exemples d'espèces pour les familles les mieux représentées.....	26
Tableau 3.3: Comparaison de la richesse floristique des familles inventoriées à Isare et Buhinyuza.....	28
Tableau 3.4: Comparaison des types biologiques des espèces récoltées à Isare et Buhinyuza.	29
Tableau 3.5: Comparaison des types phytogéographiques (basés sur le découpage phytogéographique de White (1979 et 1983) des espèces récoltées à Isare et Buhinyuza.	31
Tableau 3.6: Indices de raréfaction des espèces rares dans le site de Isare.....	37
Tableau 3.7: Indices de raréfaction des espèces rares dans le site de Buhinyuza.	38
Tableau 3.8: Matrice de similarité de Jaccard de la flore de Isare et de Buhinyuza.	41
Tableau 3.9: Comparaison de la richesse floristique des principales familles des sites étudiés à celle de la flore des jachères du Burundi (Bangirinama & al., 2011).	44
Tableau 3.10: Comparaison du spectre brut (en %) des types biologiques des sites étudiés à celui de la flore des jachères du Burundi (Bangirinama, 2010).	45

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1: Illustration des types d'activités anthropiques qui affectent les différents niveaux hiérarchiques de la biodiversité en agissant à différents niveaux spatiaux	8
Figure 2.1: Localisation de la zone d'étude avec les différents sites échantillonnés en commune Isare, province de BUJUMBURA.	11
Figure 2.2: Courbe de tendance de la population de la commune Isare par rapport à la population communale moyenne du pays depuis 2008 à 2020.	12
Figure 2.3: Localisation de la zone d'étude avec les différents sites échantillonnés en commune Buhinyuza, province de MUYINGA.	14
Figure 2.4: Courbe de tendance de la population de la commune Buhinyuza par rapport à la population communale moyenne du pays depuis 2008 à 2020.	15
Figure 2.5: Délimitation du quadrat de 15x15m pour l'échantillonnage des espèces ligneuses, une zone de prise de coordonnées GPS et la direction/sens emprunté pour le relevé.	18
Figure 2.6: Délimitation du petit quadrat de 5x5m dans l'un des coins du grand quadrat (15x15m) pour l'échantillonnage des herbacées.	19
Figure 3.1: Richesse spécifique chez les familles les mieux représentées dans les sites étudiés.	26
Figure 3.2: Répartition des espèces récoltées en taxons supérieurs en fonction du site.	27
Figure 3.3: Richesse spécifique pour les familles les mieux représentées en fonction du site.	27
Figure 3.4: Spectre brut des types biologiques de la flore inventoriée dans les sites étudiés.	28
Figure 3.5: Distribution phytogéographique des espèces récoltées dans les sites étudiés.	30
Figure 3.6: Distribution des individus par classes de diamètre au sein de peuplement.	32
Figure 3.7: Indices de raréfaction des espèces dominantes dans le site de Isare.	33
Figure 3.8: Indices de raréfaction des espèces dominantes dans le site de Buhinyuza.	35
Figure 3.9: Illustration de quelques espèces dominantes rencontrées dans les sites étudiés.	36
Figure 3.10: Illustration de quelques espèces rares des sites étudiés.	40
Figure 3.11: Comparaison des courbes d'accumulation de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus réalisés dans les sites d'échantillonnage de Isare et de Buhinyuza.	41

LISTE DES ABREVIATIONS

CGES	: Cadre de Gestion Environnementale et Sociale
CIAT	: Centre International d'Agriculture Tropicale
DBH	: Diameter at Breast Height
GPS	: Global Positioning System
INECN	: Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature
ISTEEBU	: Institut de Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi
MEA	: Millennium Ecosystem Assessment
MEEATU	: Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme
OBPE	: Office Burundais pour la Protection de l'Environnement
PCDC	: Plan Communal de Développement Communautaire
PFNL	: Produits Forestiers Non Ligneux
PNB	: Produit National Brut
PND	: Plan National de Développement
PRRPB	: Projet de Restauration et de Résilience des Paysages du Burundi
SCBD	: Secretariat of the Convention on Biological Diversity
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNEP	: United Nations Environment Programme
WRI	: World Resources Institute

AVANT-PROPOS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement, option de Gestion des Ressources Naturelles. Il porte sur la caractérisation de la biodiversité végétale des sites anthropisés des communes Isare et Buhinyuza. L'idée de ce travail est venue du fait que, au Burundi, plusieurs écosystèmes ont été détruits d'une manière alarmante et d'autres sont très fragmentés. Certaines ressources biologiques n'existent plus ou sont en état de dégradation. Les défrichements cultureux pour la recherche des terres encore fertiles ont considérablement réduit plusieurs formations végétales dont beaucoup sont en situation intenable pour reconquérir le terrain. L'extension de l'habitat, la conversion des écosystèmes naturels et les plantes envahissantes ont déjà produit leurs effets sur la biodiversité locale. Cette étude pourrait à terme servir de base à l'initiation d'un processus de restauration dans les sites cibles. Elle s'inscrit dans le cadre de la réalisation du Projet de Restauration et de Résilience des Paysages du Burundi (PRRPB); un projet qui vise la restauration de la productivité des terres dans des paysages dégradés ciblés.

INTRODUCTION GENERALE

Le rôle de la végétation est primordial dans le maintien des sols. Elle régule leur formation et maintient la croûte de battance, permettant ainsi de freiner l'érosion (Gbesso & al., 2018). Malgré son importance, la transformation des paysages est considérée comme l'un des principaux moteurs de la disparition des espèces tant au niveau régional que mondial (Lindborg & Eriksson, 2004). La pression sur le couvert végétal en Afrique est généralement liée aux activités anthropiques, à la croissance démographique et aux facteurs climatiques (Wezel & Haigis, 2000; Bamba & al., 2010).

Les activités humaines occasionnent une perte de la biodiversité à un rythme sans précédent (Roy & Tomar, 2000; Baillie & al., 2004; MEA, 2005; Séné, 2008 & 2010). La destruction de l'habitat ainsi que la dégradation et la fragmentation qui y sont associées constituent les plus grandes menaces qui pèsent sur les espèces (Myers, 1988; Baillie & al., 2004; Séné, 2008). La mauvaise gestion des ressources biologiques, la pollution, les espèces exotiques envahissantes, ainsi que les changements climatiques constituent des menaces qui pèsent sur les espèces et les écosystèmes (WRI, IUCN & UNEP, 1992; Ayyad, 2003; MEA, 2005; Séné, 2008; Rawat & Agarwal, 2015). De plus, certains phénomènes naturels tels que les incendies, les inondations et les tempêtes peuvent aggraver les impacts sur les écosystèmes à tel point que ces derniers ne peuvent retrouver leur stade antérieur à la perturbation (Aronson & al., 2002 *in* Bangirina & al., 2012).

En Afrique centrale et dans la région des grands lacs africains, l'impact des activités anthropiques s'est intensifié suite aux activités agro-pastorales et l'acquisition de la métallurgie du fer (Roche, 1991). Ainsi, les forêts tropicales sont de plus en plus menacées par la déforestation à grande échelle (Laurance & al., 2004) et cela résulte de la densité et le degré de pauvreté élevés de la population rurale, dépendante de l'agriculture pour leur subsistance (Burgess & al., 2007).

Le Burundi est l'un des pays les plus surpeuplés de l'Afrique avec un taux d'accroissement annuel de la population estimé à 3% (MEEATU, 2013a). En 2020, la population burundaise était estimée à 12 309 600 habitants (ISTEEBU, 2017). Cette forte pression démographique sur l'ensemble du territoire explique la croissance exponentielle des besoins en ressources naturelles et en terres agricoles avec une dégradation de la biodiversité qui s'accroît (UICN/PACO, 2011; MEEATU, 2011). Plusieurs écosystèmes sont en état de santé très précaire et plusieurs espèces se perdent chaque année suite aux activités anthropiques

(Masharabu, 2011; MEEATU, 2014; OBPE, 2015). La déforestation constitue la principale menace qui est à l'origine de cette dégradation.

Le prélèvement incontrôlé des produits forestiers, le défrichement des forêts, l'exploitation minière artisanale en forêts, l'extension de l'habitat humain et autres infrastructures, le surpâturage et les feux de brousse, constituent les principales causes de la dégradation inquiétante des ressources végétales et des sols (MEEATU, 2014; OBPE, 2017; Habonimana & al., 2019). Par ailleurs, ces activités perturbent les processus naturels de succession de la végétation (Fournier & al., 2001). L'effet de la perturbation sur la richesse floristique reste un thème central en écologie (Watt, 1998); il est fonction de son intensité et de sa fréquence (Fulbright, 2004). La perturbation affecte souvent l'abondance des espèces et la composition floristique du milieu (Bawa & Seidler, 1998).

Les mécanismes de la résilience sont capables de ramener un écosystème perturbé à son stade naturel après les perturbations culturelles (Bangirinama & al., 2011). Dans ce contexte, la restauration écologique constitue un concept relativement nouveau qui s'est fortement développé ces dernières décennies tant sur le plan théorique qu'au niveau des applications concrètes sur le terrain. La raréfaction et la dégradation de certains écosystèmes naturels ainsi que la prise de conscience de la richesse biologique abritée par ces écosystèmes permettent à l'homme qui, hier détruisait sans réfléchir aux conséquences, de réparer ces erreurs à travers le concept de restauration écologique (Triolo, 2005).

Le présent travail de recherche est une contribution à la connaissance de la diversité floristique des sites dégradés des communes Isare et Buhinyuza. Il a pour objectif global de caractériser la végétation de ces sites afin d'établir une base de données permettant la mise en place d'un système de restauration adéquat. Spécifiquement, il s'agit de: (i) inventorier les espèces végétales autochtones présentes dans les sites d'étude, (ii) déterminer les traits biologiques les mieux représentés dans les sites d'étude, (iii) déterminer la structure horizontale de la végétation et (iv) comparer la végétation des deux sites étudiés.

L'étude vise à tester l'hypothèse selon laquelle les deux sites d'études conserveraient une diversité spécifique relativement importante malgré les différentes perturbations anthropiques. En effet, afin d'assurer la restauration adéquate d'un site, il est important d'avoir une bonne compréhension de l'état plus ou moins initial de la végétation qui y prévalait. Cette étude pourrait à terme servir de base à l'initiation d'un processus de restauration dans les sites cibles. Elle s'inscrit dans le cadre des activités de Alliance Bioersivity interntional – CIAT au Burundi

pour la réalisation du projet de restauration et de résilience des paysages du Burundi (PRRPB); un projet qui vise la restauration de la productivité des terres dans des paysages dégradés ciblés. Il s'inscrit dans le processus de mise en œuvre du Plan National de Développement (PND) 2018-2027 en répondant à deux orientations stratégiques à savoir: (i) la dynamisation des secteurs porteurs de croissance (l'agriculture, l'élevage et la sécurité alimentaire) et (ii) la protection de l'environnement, l'adaptation aux changements climatiques et l'amélioration de l'aménagement du territoire (PND, 2018).

A côté de l'introduction générale, des conclusions et perspectives, le travail s'articule autour de trois chapitres. Le premier chapitre traite de la revue bibliographique sur la biodiversité. Le second chapitre développe l'approche méthodologique adoptée pour arriver aux résultats présentés au troisième et dernier chapitre consacré à la présentation et discussion des résultats.

CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE

Ce chapitre est consacré à la revue bibliographique sur la biodiversité. Il traite des concepts et définitions, de l'importance de la diversité biologique, des causes de perte de la biodiversité ainsi que de la notion de restauration des écosystèmes perturbés.

I.1. Concepts et définitions

I.1.1. Biodiversité

La biodiversité désigne l'étendue de la variété ou de la variation des natures au sein du système naturel, à la fois en nombre et en fréquence (Rawat & Agarwal, 2015). Elle est comprise en termes de grande variété de plantes, d'animaux et de microorganismes, de gènes qu'ils contiennent et de l'écosystème qu'ils forment. Par ailleurs, elle est caractérisée par une variété des écosystèmes et dans chaque écosystème, les êtres vivants interagissent les uns avec les autres et avec le milieu. Selon Rawat & Agarwal (2015), on distingue trois niveaux majeurs à savoir:

- La diversité génétique: elle est simplement définie comme une variation des gènes au sein des espèces et des populations: plantes, animaux et microorganismes.
- La diversité spécifique: il s'agit de la variété des espèces ou des organismes vivants. Elle est mesurée en termes de richesse spécifique (nombre total d'espèces dans une zone définie) et d'abondance des espèces (nombre relatif d'espèces). Dans la nature, il est possible de classer les espèces selon leurs fonctions: les types fonctionnels qui sont des espèces remplissant différentes fonctions écologiques et les analogues fonctionnels qui représentent des taxons distincts remplissant des fonctions écologiques identiques ou très similaires.
- La diversité écosystémique: elle est définie comme étant une variété des habitats, des communautés biotiques et des processus écologiques dans la biosphère.

I.1.2. Restauration, réhabilitation et réallocation

Le Floc'h & Aronson (1995) donnent des définitions aux termes de restauration, de réhabilitation et de réallocation, permettant de remédier à la dégradation des écosystèmes. La restauration est définie comme étant la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir

l'écosystème considéré comme indigène et historique. Cette intervention a pour but de revenir à la structure, la diversité et la dynamique de cet écosystème.

La réhabilitation d'un écosystème consiste à lui permettre de retrouver ses fonctions essentielles grâce à une intervention forte mais limitée dans le temps. Ainsi, la restauration et réhabilitation ont comme objectif commun de rétablir des écosystèmes autonomes, caractérisés par l'existence d'une dynamique dans les communautés végétales et animales et par leur capacité à réparer eux-mêmes les méfaits de perturbations modérées.

La réaffectation décrit ce qui se passe lorsqu'un écosystème est transformé par l'homme et qu'un nouvel usage en est fait. Ainsi, le nouvel état est éventuellement sans relation de structure ou de fonctionnement avec l'écosystème originelle (Exemple d'un espace mis en culture).

I.2. Importance de la biodiversité

La biodiversité constitue un système de maintien de la vie sur Terre (Rawat & Agarwal, 2015). Elle est essentielle à notre planète, au bien-être de l'homme ainsi qu'à la subsistance et l'intégrité culturelle des gens (Baillie & al., 2004). Ainsi, la biodiversité est indispensable au bon fonctionnement des écosystèmes (Rawat & Agarwal, 2015). Les écosystèmes naturels constituent les principales sources des biens et services pour l'humanité à travers le monde (MEA, 2005). Les services écosystémiques sont définis comme étant des avantages que les gens tirent des écosystèmes. Il s'agit notamment: des services d'approvisionnement tels que la nourriture, l'eau, le bois et les fibres; des services de régulation tels que la régulation du climat, des inondations, des maladies, des déchets et de la qualité de l'eau; des services culturels tels que la loisir, l'esthétique, le plaisir et l'épanouissement spirituel ainsi que des services de soutien à savoir formation des sols, la photosynthèse et le cycle des nutriments (MEA, 2005). En Afrique, surtout au Sud du Sahara, les espèces ligneuses sont indispensables pour les populations humaines en raison de leur contribution à la satisfaction des besoins alimentaires, sanitaire, énergétiques, monétaires et autres aspects du bien-être humain (Codjia & al., 2003; Diallo & al., 2008; Fandohan & al., 2008). Les produits forestiers non ligneux (PFNL) ont également joué un rôle alimentaire, culturel et commercial important en Afrique depuis des siècles (Moupera & al., 2011). Ils contribuent à la réduction de la pauvreté, à la sécurité alimentaire et aux économies nationales des pays d'Afrique centrale.

En 1997, le marché des PFNL d'Afrique centrale en direction de certains pays occidentaux tels que le Royaume-Uni, la France, le Portugal, la Belgique et l'Espagne, représentait 3475 tonnes par an et un chiffre d'affaire annuel équivalant à 96 millions USD. Plus de 100 tonnes des

feuilles de *Gnetum* spp., d'une valeur marchande de plus de 3,07 millions USD, constituaient une exportation annuelle vers la France et la Belgique (Tabuna, 1999 in Moupera & al., 2011). Au Bénin, les formations végétales constituent une source et un réservoir potentiel de produits alimentaires. Une centaine d'espèces végétales est consommée par les populations locales. Certaines de ces ressources sont transformées et commercialisées sur les différents marchés locaux (Codia & al., 2003). De nombreuses espèces ligneuses des forêts tropicales sont utilisées en médecine traditionnelle. Certaines de ces espèces telles que *Azelia africana*, *Burkea africana* et *Lannea barteri* sont très utilisées par les populations locales au Bénin (Fandohan & al., 2008).

Au Niger, près de 84% de la population vit en milieu rural et tire l'essentiel de ses moyens de subsistance dans l'exploitation des ressources naturelles. Les espèces ligneuses constituent des principaux apports dans l'alimentation humaine et animale pour environ 50 à 70% des besoins, dans la pharmacopée traditionnelle pour 80 à 90%, dans l'énergie et la construction pour 90% de la population (Sani, 2009 in Manzo & al., 2017). De plus, elles rentrent dans le cycle biogéochimique des systèmes de production par apport de la biomasse, la création de microclimat favorable aux cultures et la protection des sols contre les érosions hydrique et éolienne (Young, 1995 ; Moussa & al., 2015).

Au Burundi, les écosystèmes naturels jouent un rôle essentiel pour le bien-être humain. Les forêts de montagne offrent de nombreux avantages aux communautés environnantes. Selon Ndayizeye & al. (2020), la communauté environnante du Parc National de la Kibira identifie un plus grand nombre de services écosystémiques offerts par cet écosystème. Les légumes sauvages et la régulation du microclimat constituent des services écosystémiques forestiers les plus importants. D'autres services identifiés sont surtout les fruits sauvages, les plantes médicinales, le bois de chauffe, le bois de construction, le bois pour l'artisanat (sculpture). Les services de régulation et/ de support comprennent la purification de l'air, le contrôle de l'érosion, la pollinisation, la lutte contre les ravageurs, l'habitat pour la faune, la formation du sol. Les services culturels sont surtout le loisir et le tourisme.

A titre d'illustration, l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN) a enregistré depuis 1992, des recettes touristiques. Le constat était qu'avant 1993, le seul Parc National de la Ruvubu a connu des montants élevés de ces recettes jusqu'à 16627 USD. Ces montants ont connu par la suite une baisse progressive et ont atteint environ 2.377.000 BIF, soit environ 1585 USD de recettes touristiques pour ce même parc en 2013 (MEEATU, 2013a).

I.3. Facteurs de dégradation de la biodiversité

La pression exercée par le changement d'utilisation des terres a entraîné une perte constante d'habitats et un isolement croissant des vestiges d'habitats dans le monde (Henle & al., 2004). La perte de la biodiversité et les changements qui en découlent dans l'environnement augmentent du jour au jour (Rawat & Agarwal, 2015).

Les activités humaines sont essentiellement les principales causes de cette forte dégradation de la biodiversité (MEA, 2005; Séné, 2010). L'extinction des espèces constituait un élément naturel de l'histoire de la Terre, mais l'activité humaine a accéléré le taux d'extinction par rapport au taux naturel (Rawat & Agarwal, 2015). Ainsi, la perte et la dégradation de l'habitat, la surexploitation et l'utilisation non durable des ressources biologiques, la pollution, les espèces exotiques envahissantes et les changements climatiques sont les cinq principales pressions contribuant directement à l'érosion de la diversité biologique (WRI, IUCN & UNEP, 1992; MEA, 2005; SCBD, 2010; Rawat & Agarwal, 2015).

Le changement climatique et ses impacts pourraient être le principal facteur direct de perte de biodiversité et de modification des services écosystémiques à l'échelle mondiale d'ici la fin du XXI^e siècle (MEA, 2005). Quant aux moteurs indirects, il existe cinq facteurs de changement dans la biodiversité et les services écosystémiques à l'échelle mondiale (WRI, IUCN & UNEP, 1992; MEA, 2005): les facteurs démographiques, économiques, sociopolitiques, culturels et religieux ainsi que les facteurs scientifiques et technologiques.

Les éléments suivants constituent une typologie des principales causes d'ordre global de perte de biodiversité (Sène, 2008; Séné, 2010):

- Une croissance dramatique de la population, qui allait de pair avec l'augmentation de la production industrielle depuis ces deux derniers siècles, a entraîné des fortes pressions sur les ressources naturelles en générale et sur la biodiversité en particulier;
- Le manque d'incitations économiques pour la conservation des ressources sauvages et/ou l'absence de sanctions punissant leur destruction ou leur utilisation non durable;
- L'incapacité de l'économie de marché d'attribuer une valeur aux ressources biologiques « brutes » ou de prendre en compte les ressources biologiques dans le calcul du Produit National Brut (PNB);
- Les modèles de croissance économique et de consommation non durables qui font disparaître trop rapidement les terres et les autres ressources: le fait que l'agriculture mondiale repose sur la monoculture, ce qui tend à réduire la conservation des variétés locales et des espèces sauvages cultivées, qui préserve le savoir traditionnel de la

population locale et indigène et des petits agriculteurs, constitue une menace de grande envergure pour la biodiversité;

- Le poids du service des dettes et les activités des entreprises transnationales qui sont susceptibles de limiter ou d'imposer des choix en ce qui concerne les possibilités d'utilisation des ressources naturelles représentent d'autres éléments du régime économique international susceptibles de s'opposer à la conservation.

Voici les principales activités humaines qui sont à la base de l'érosion de la biodiversité à différents niveaux d'organisation (figure 1.1):

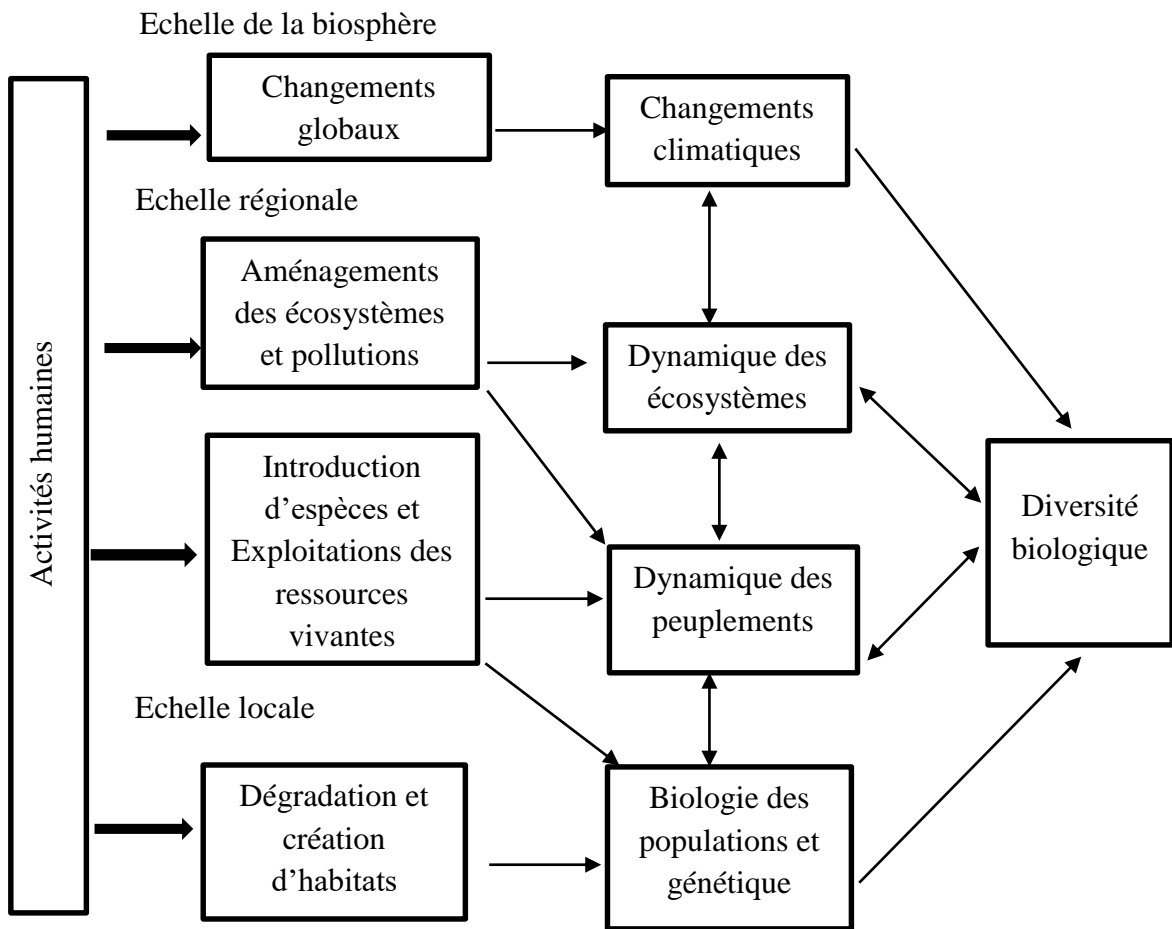


Figure 1.1: Illustration des types d'activités anthropiques qui affectent les différents niveaux hiérarchiques de la biodiversité en agissant à différents niveaux spatiaux (Lévêque, 1994).

I.4. Notion de restauration des écosystèmes

Bien que les écosystèmes et leur bon fonctionnement constituent un enjeu environnemental, économique et social, les activités anthropiques sont les principaux moteurs de leur dégradation. La restauration écologique intervient dans ce contexte, comme un complément essentiel à la

conservation des écosystèmes perturbés (Cristofoli & Mahy, 2010). Ainsi, cette approche permet de rétablir un environnement naturel; soit en tentant de revenir à l'écosystème tel qu'il était avant la dégradation, soit en créant un nouvel écosystème durable (Laugier, 2012).

En Afrique tropicale, le système d'utilisation des terres couramment utilisé consiste en une phase de culture, suivie d'un abandon du champ dès la diminution du rendement. Cette phase de repos permet un retour à l'écosystème originel avec une bonne reconstitution des potentialités du sol et de la biodiversité au bout de vingt à quarante ans (Foumier & al., 2001). Ainsi, la végétalisation spontanée constitue un processus par lequel un écosystème perturbé qui a perdu sa couverture végétale rétablit une nouvelle couverture végétale, en revenant soit à son état initial ou à un autre état, sans intervention humaine (Bangirinama & al., 2013; Grundling & Grootjans, 2018). Dans ce cas, la restauration est passive. Elle est active, lorsque non seulement les forces de dégradations sont réduites ou arrêtées mais que le cours de la restauration est dirigé par des interventions humaines (Lake, 2001). Le but de la restauration au sens strict comprend le rétablissement de l'intégrité biotique préexistante en termes de composition des espèces et de structure de la communauté (Le Floch & Aronson, 1995; Chenot, 2018). Elle doit soutenir la biodiversité et les espèces, les gènes et les écosystèmes qui la composent et qui offrent des services directement ou indirectement aux populations (Beatty & al., 2018).

Les activités de restauration sont nécessaires dans le cas où les processus de régénération naturelle ne parviennent pas à rétablir des communautés végétales similaires à celles présentes avant la perturbation (Girard & al., 2002). Elles exigent des connaissances scientifiques des autres domaines notamment des sciences naturelles, physiques et sociales; d'autres formes de connaissances comme le savoir écologique traditionnel (SET) et les leçons tirées d'expériences pratiques pour guider la conception, la mise en œuvre, le suivi et la communication de la restauration (Keenleyside & al., 2013). La caractérisation de la végétation, guidée par les inventaires floristiques, s'avère primordiale afin de déterminer les relations entre la végétation et les autres paramètres écologiques (Theau & al., 2010). Elle permet la mise en place des actions de sauvegarde et de conservation de la biodiversité (César, 1991). Les activités de restauration nécessitent également des organisations rigoureuses pour parvenir au rétablissement des écosystèmes (Laugier, 2012).

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Description du milieu d'étude

II.1.1. Commune de Isare (BUJUMBURA)

II.1.1.1. Localisation géographique

L'étude a été réalisée dans les sites anthropisés de la commune Isare, situées entre 3°18'20" et 3°23'7" de latitude Sud et entre 29°24'36" et 29°31'32" de longitude Est, avec une altitude variant de 1106 à 2020m. La commune Isare est l'une des neuf communes de la province Bujumbura, avec une superficie de 166,5 km² (Bollin & al., 2014). Elle est limitée par: la Mairie de Bujumbura à l'Ouest, la commune Mugongo-Manga à l'Est, les communes Nyabiraba et Kanyosha au Sud, la commune Mubimbi au Nord, la commune Muramvya au Nord-Est, la commune Mutimbuzi au Nord-Ouest (Figure 2.1). Cette commune est subdivisée en 4 zones administratives dont Benga, Kibuye, Nyambuye et Rushubi, et compte au total 16 collines de recensement.

L'échantillonnage s'est effectué au niveau de chaque sous colline des 10 collines de la commune dont Benga (Butuhurana, Giterama, Benga, Kababaza, Bushaka); Gishingano (Karama, Remba, Gihinda, Kavunabiti, Rugera, Nyambeho); Karunga (Kindobwe, Nkingu, Mushoho, Mpinga, Mbirira, Karengé); Kwigere (Kagoma, Kwigere, Buhayira, Kibezi); Nyakibande (Rugomero, Rugaruye, Mpinga et Karonke); Rushubi (Masake, Murambi, Bona, Kigezi); Caranka (Burarana, Kibuye, Cewe); Bibare (Buvumu, Budandari, Ruyange); Rutegama (Nyakibari, Kanonoke, Maraga, Ngando) et Nyambuye (Remba, Dabori, Nyakabanda, Gasi, Museruko, Ndagano) (Figure 2.1). La cartographie des sites échantillonnés a été exécutée à l'aide du logiciel QGIS, version 3.10.

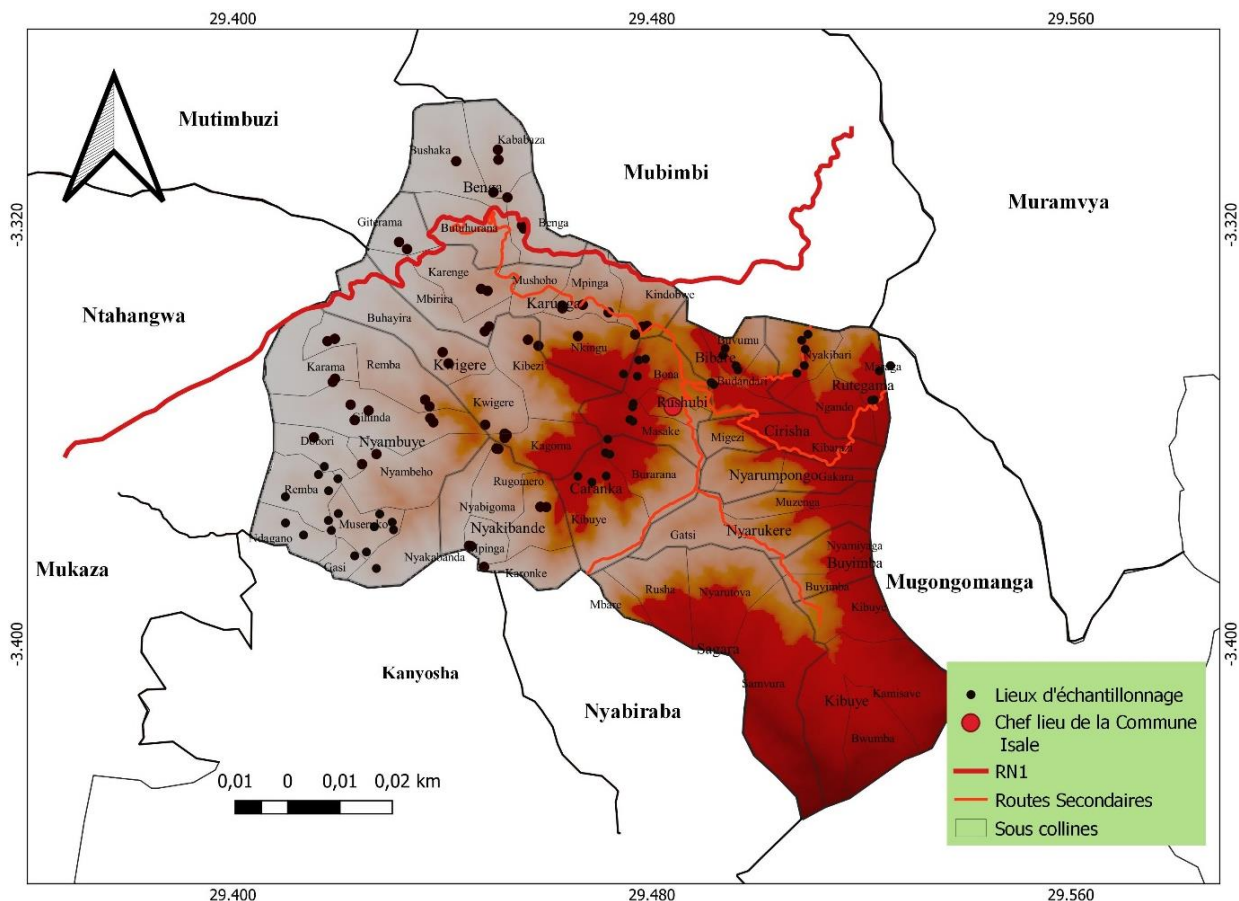


Figure 2.1: Localisation de la zone d'étude avec les différents sites échantillonnés en commune Isare, province de BUJUMBURA.

II.1.1.2. Contexte physique et climatique

La commune Isare se trouve sur l'escarpement occidental, une zone écologique correspondant à la région naturelle de Mumirwa. Son relief est en grande partie accidenté, caractérisé par des pentes très fortes d'environ 70% et une altitude variant entre 1000m et 1900m. La température moyenne varie entre 18°C et 28°C alors que les précipitations moyennes annuelles varient de 1100 à 1900mm par an (MEEATU, 2013a & 2013b).

Les types de sols qu'on y rencontre sont des sols jeunes, fertiles mais exposés à une érosion très sévère avec ravinement et glissement de terrain. On peut également y rencontrer des sols acides (ferralsols et ferrisols) et des lithosols peu évolués. Au fond des vallées, se trouvent des sols profonds et riches en humus tandis que sur les pentes raides, on y trouve des sols pauvres lessivés par l'érosion. C'est la région où le taux de pertes en terres est le plus élevé du pays à savoir plus de 150 tonnes/ha/an (CGES, 2018). Le réseau hydrologique de la commune Isare est composé des principales rivières que sont Gikoma, Murago et Ntakangwa et de nombreux

affluents. Ces cours d'eau ont un régime torrentiel caractérisé par un écoulement rapide et par des crues fréquentes et brusques en saison de pluies (Bollin & al., 2014).

II.1.1.3. Contexte démographique et socio-économique

D'après le recensement général de la population et de l'habitant de 2008, la commune Isare avait 66511 habitants avec une densité moyenne de 372 habitants/km². La figure 2.2 montre une tendance à l'augmentation de cette population proportionnellement à la croissance de la population communale moyenne du pays.

La population vit essentiellement de l'agriculture de subsistance et environ 43% des revenus de la population proviennent de la vente de la main-d'œuvre. Trente pourcent (30%) de ces revenus sont affectés dans les dépenses alimentaires (Bollin & al., 2014). Les cultures vivrières de cette zone sont dominées par le manioc, le bananier, la patate douce, le haricot, la colocase, le maïs, etc. Quant aux fruits et légumes; on peut citer les aubergines, orangers, citronniers, mandariniers, avocatiers, manguiers, papayers, goyaviers, amarantes, etc. Les cultures de rente sont constituées par le palmier à huile et le caféier.

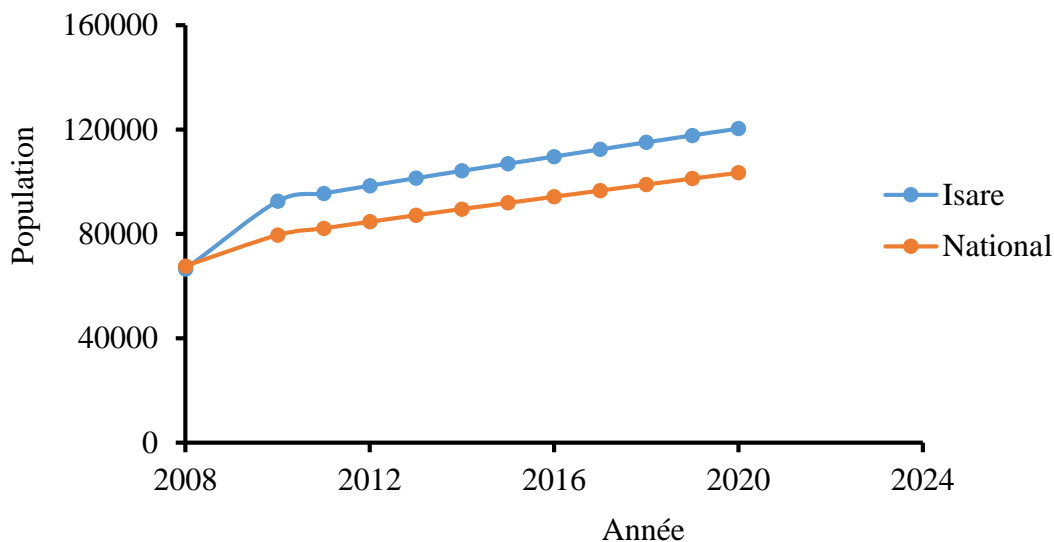


Figure 2.2: Courbe de tendance de la population de la commune Isare par rapport à la population communale moyenne du pays depuis 2008 à 2020 (ISTEEBU, 2017 & 2020).

II.1.1.4. Caractéristiques de la végétation

Le paysage naturel de la commune Isare est très dégradé. La végétation est essentiellement formée d'une savane boisée très dispersée suite à la transformation des espaces forestiers en espaces agricoles (CGES, 2018). Le couvert forestier primaire n'existe plus. Les forêts naturelles sont presque inexistantes, de même l'agroforesterie n'est pas très développée. Les

espèces agroforestières utilisées dans cette zone sont essentiellement formées de *Grevillea*, *Leucaena* et *Calliandra*. Des espèces autochtones telles que *Markhamia lutea*, *Polycias fulva*, *Erythrina abyssinica*, *Ficus* sp., sont rencontrées, parsemées dans le paysage agricole (MEEATU, 2013b).

II.1.2. Commune de Buhinyuza (MUYINGA)

II.1.2.1. Localisation géographique

L'étude a été réalisée dans les sites anthropisés de la commune Buhinyuza, situés entre 2°53'50" et 3°3'20" de latitude Sud et entre 30°19'32" et 30°25'53" de longitude Est, avec une altitude variant de 1376 à 1638m. La commune Buhinyuza est l'une des communes frontalières de la Tanzanie et une des sept communes de la province Muyinga avec une superficie de 262,92km² (PCDC, 2020). Elle est délimitée par les communes: Muyinga au Nord; Mwakiro au Sud, Kigamba de la province Cankuzo à l'Est, Gitaramuka et Buhiga toutes de la province Karuzi à l'Ouest (Figure 2.3). Cette commune est subdivisée en 3 zones administratives dont Buhinyuza, Gasave et Jarama; elle compte en tout 25 collines de recensement.

L'échantillonnage s'est effectué au niveau de chaque sous colline de 12 collines à savoir: Bunywana (Bukinja, Bunywana, Rutare, Gikorokoro, Mutenza); Karehe (Gahabwa, Gihero, Mungwa, Karehe) ; Gitaramuka (Rugaragara, Gitaramuka, Nyamiyaga, Nkekema, Bihekenya); Ntobwe (Buhanda, Kanyentama, Ntobwe); Gasave (Gasanda, Nkekema, Munazi); Nyarunazi (Kagano, Rwaniro, Mutsindo, Mbizi); Kiyange (Kivoga, Kiyange); Nyaruhengeri (Rwingiri, Buhemba); Kibimba (Kibimba, Burenza, Muko); Muramba (Karambi, Gakombe, Murenguko, Vyerwa, Kirehe, Vyondo); Bugungu (Bugoro, Bunambe, Buyengero, Bugagi) et Karongwe (Mihama, Muraranyambo) (Figure 2.3). La cartographie des sites échantillonnés a été exécutée à l'aide du logiciel QGIS, version 3.10.

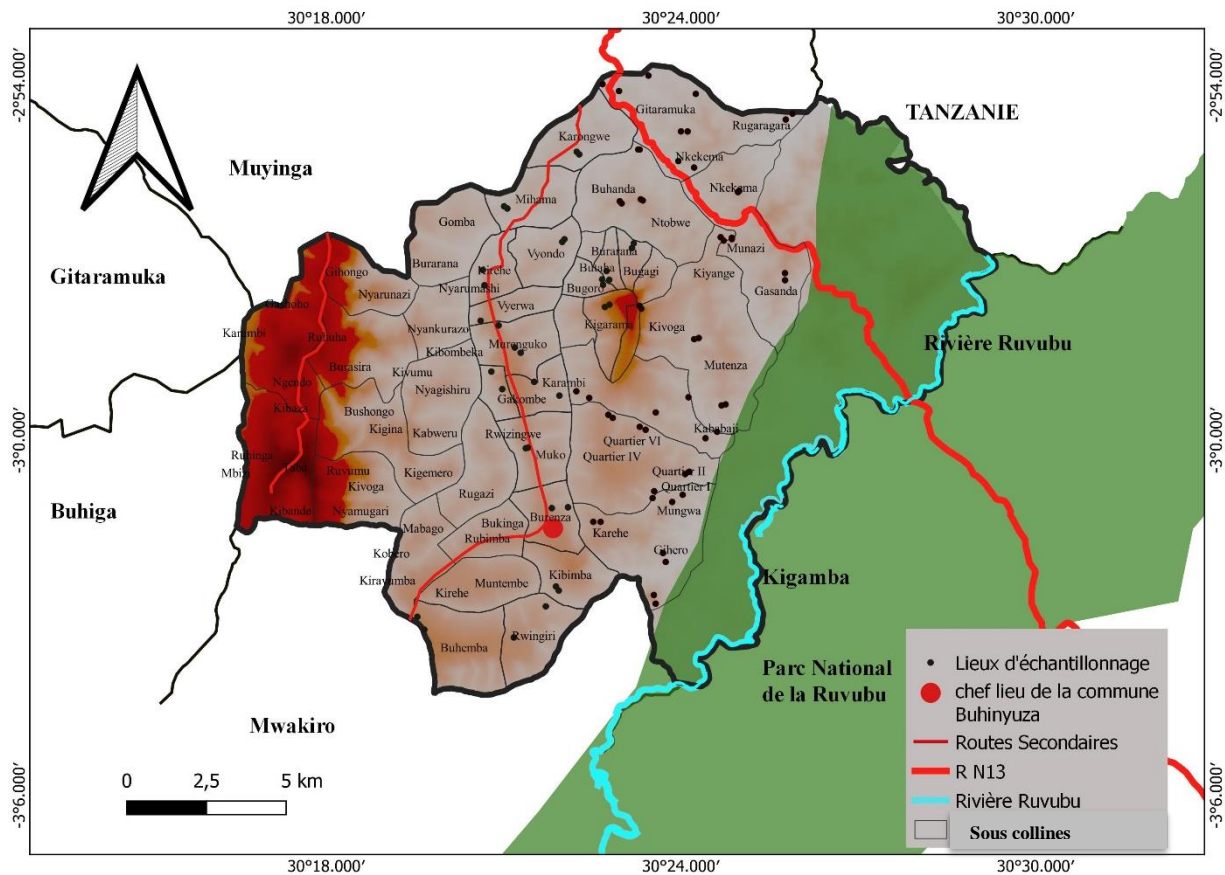


Figure 2.3: Localisation de la zone d'étude avec les différents sites échantillonnés en commune Buhinyuza, province de MUYINGA.

II.1.2.2. Contexte physique et climatique

La commune Buhinyuza constitue une zone écologique correspondant à la région naturelle de Bweru. Avec une altitude comprise entre 1400-1600m, le relief de cette commune est composé d'une série de collines de plateaux orientés du Sud vers le Nord et de l'Ouest vers l'Est, séparées par des vallées marécageuses. La température moyenne varie entre 18 et 19°C. Les précipitations moyennes annuelles varient de 1000 et 1100mm par an (PCDC, 2020). Son réseau hydrologique comprend la rivière Ruvubu qui est le plus grand cours d'eau du Burundi.

Les types de sols que l'on y rencontre sont dominés par vertisols et ferrisols. Elle fait partie des zones plus ou moins arides accusant souvent un déficit hydrique par rapport aux autres régions du pays (CGES, 2018).

II.1.2.3. Contexte démographique et socio-économique

D'après le recensement général de la population et de l'habitant de 2008, la commune Buhinyuza comptait 54482 habitants. La densité moyenne était de 372 habitants/km².

La figure 2.4 montre une tendance à l'augmentation de cette population proportionnellement à la croissance de la population communale moyenne du pays. La population de la commune Buhinyuza vit essentiellement de l'agriculture de subsistance et de l'élevage. Le secteur agricole comprend essentiellement des cultures vivrières (riz, banane, haricot, pomme de terre, patate douce et manioc), des cultures maraichères (tomate, oignon, poivron, chou et aubergine) et des cultures fruitières comme l'avocatier, manguiers et l'ananas. L'élevage est essentiellement extensif et est composé de races locales, peu rentables. Mais, avec les projets de repeuplement du cheptel, le système d'élevage change progressivement en celui de stabulation permanente avec les animaux de race améliorée (PCDC, 2020).

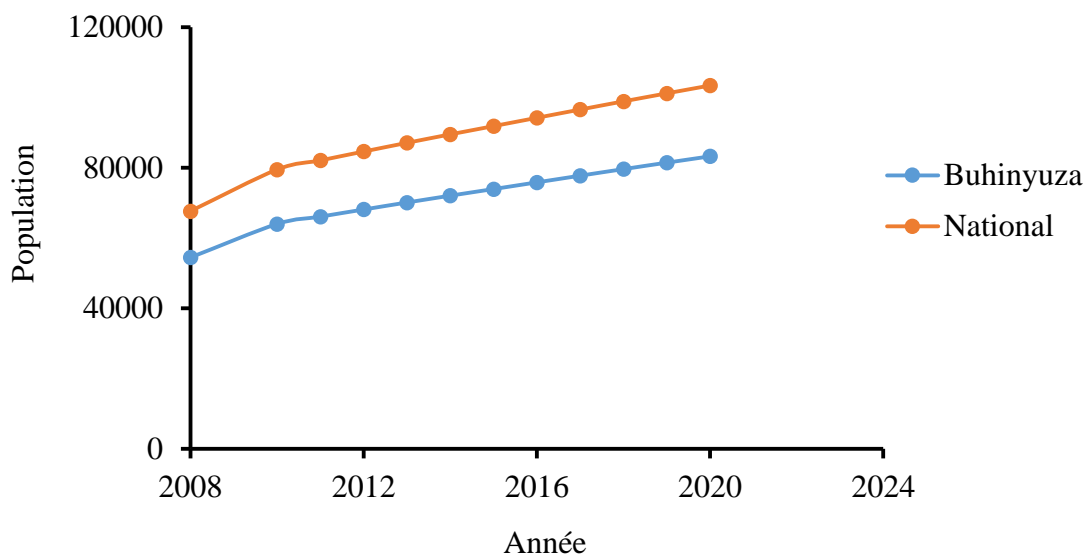


Figure 2.4: Courbe de tendance de la population de la commune Buhinyuza par rapport à la population communale moyenne du pays depuis 2008 à 2020 (ISTEEBU, 2017 et 2020).

II.1.2.4. Caractéristiques de la végétation

La commune Buhinyuza couvre une partie du Parc National de la Ruvubu. Elle présente diverses formations végétales comprenant des savanes boisées à *Parinari curatellifolia*, des savanes arbustives et arborescentes à *Parinari curatellifolia*, *Pericopsis angolensis* et *Hymenocardia acida* ainsi que des savanes herbeuses (MEEATU, 2013a). Les paysages y sont très dégradés suite aux feux de brousse répétitifs toutes les années et la coupe de bois (CGES, 2018).

II.2. Méthode de collecte des données

II.2.1. Matériel utilisé

Le matériel utilisé pour collecter les données sur le terrain est constitué de:

- un GPS « Global Positioning System » pour enregistrer les coordonnées géographiques des différentes placettes ou quadrats;
- un appareil photos pour illustrer les paysages et les espèces sur terrain;
- un décamètre pour délimiter les placettes ou quadrats;
- des rouleaux de rubans fluorescents pour marquer les placettes délimitées;
- un DBH-mètre pour mesurer les diamètres des ligneux;
- un marqueur pour indiquer les individus déjà inventoriés;
- des fiches de relevés phytosociologiques pour noter les noms des espèces et les informations relatives à la date de récolte, au numéro de placette et aux coordonnées géographiques de la placette;
- des sécateurs pour le prélèvement des échantillons d'herbier;
- des feuilles de papier journaux pour la confection des herbiers;
- des presses métalliques et en carton ainsi que des sangles pour presser les échantillons.

L'étuve et le congélateur de l'herbarium de l'université du Burundi ont été utilisés pour le séchage des herbiers et aussi pour éliminer les insectes ravageurs et les champignons qui pourraient endommager les autres spécimens conservés dans l'herbarium.

Les données ont été encodées et préliminairement traitées sur le logiciel Excel. Le logiciel QGIS (version 3.10) a été mis à contribution pour la réalisation des cartes; Estimate S (Version 9.1.0) pour générer les courbes d'accumulation de la richesse spécifique ainsi que le logiciel MVSP (MultiVariate Statistical Package) version 3.22, pour déterminer la matrice de similarité des sites étudiés.

II.2.2. Echantillonnage

Les relevés botaniques ont été réalisés sur une période allant de Décembre 2020 à Juin 2021. Un relevé botanique est défini comme étant un relevé d'informations variées qui permettent de décrire la communauté végétale en place et son contexte (Delassus, 2015). Ces informations sont généralement relatives à la composition floristique, à la structure de la végétation, à l'abondance des différents taxons au sein de la végétation étudiée, à la physionomie et au

périmètre du relevé. Il se matérialise par une liste de taxons et par une série d'informations synthétiques permettant de cerner les conditions de réalisation du relevé. Ces informations permettent également de rendre utilisable le relevé, de le comparer à d'autres et ainsi de contribuer à l'amélioration des connaissances (Delassus, 2015). Il s'agit de:

- un (des) observateur(s) indiqué(s) par le Code Observateur ou les nom et prénom;
- une date fixe indiquée sous la forme jj/mm/aaaa;
- une localisation indiquée par nom de la commune et de la colline ainsi que les coordonnées GPS du centre du relevé avec sa précision et;
- une liste exhaustive des taxons.

Pour une espèce non identifiée le jour du relevé, un échantillon a été prélevé et pressé en herbier pour une identification ultérieure à l'aide des différents ouvrages botaniques et autres échantillons de référence conservés à l'herbarium de l'université du Burundi. Le nom du genre suivi de sp a été noté dans le cas ultime de l'impossibilité de donner un nom d'espèce.

II.2.2.1. Inventaire des individus ligneux

La méthode des quadrats ou relevé de surface a été utilisée. Cette méthode a été complétée par un inventaire itinérant ou relevé de parcours permettant d'inventorier toutes les espèces de plantes non rencontrées dans les quadrats réalisés. Elle a été aussi utilisée dans les zones où les quadrats étaient irréalisables (cas notamment d'une trop forte occupation des terres par les activités humaines). Ces deux méthodes sont complémentaires et ont été testées avec succès par de nombreux chercheurs sur des surfaces très variables. Elles ont déjà été utilisées notamment en Côte d'Ivoire par Adou Yao & N'Guessan (2005), Tiebre & al. (2016) et Ouattara & al. (2016).

Ainsi, deux quadrats ayant chacun 15 x 15 m (Figure 2.5), ont été installés de manière aléatoire à travers l'étendue de chaque sous colline en veillant à l'implication, autant que possible, de tous les versants. Un total de 150 quadrats a ainsi été réalisé dans l'ensemble des sites étudiés. Une fois délimité et marqué, l'inventaire au sein du quadrat de tous les individus ligneux sans exception (arbres, arbustes, arbrisseaux, sous-arbrisseaux) a été effectué. Les paramètres collectés pour chaque individu inventorié étaient: le diamètre et le nom de l'espèce. Une brève description de l'individu a été donnée en commentaire en cas de nécessité et à l'appréciation de l'observateur/collecteur. Un marqueur a été utilisé pour indiquer les individus déjà inventoriés; ce qui a permis d'éviter les confusions et donner de la visibilité sur l'évolution de l'inventaire.

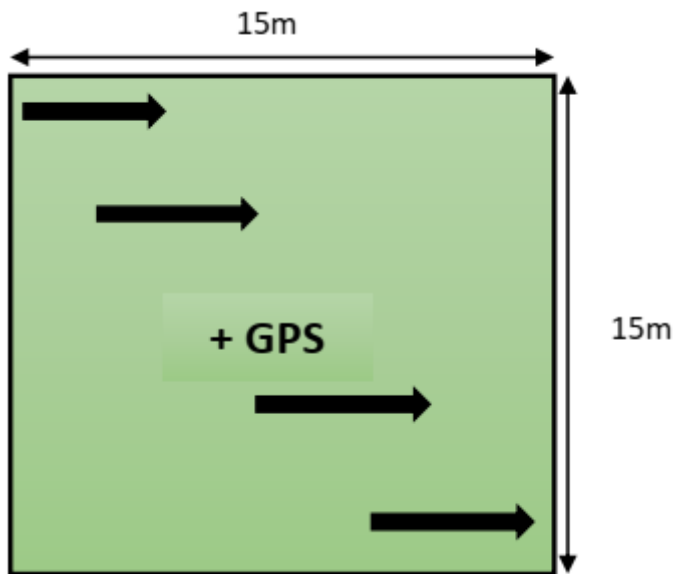


Figure 2.5: Délimitation du quadrat de 15x15m pour l'échantillonnage des espèces ligneuses, une zone de prise de coordonnées GPS et la direction/sens emprunté pour le relevé.

II.2.2.2. Inventaire des individus herbacés

Pour l'inventaire des individus herbacés, la méthode des quadrats a été également employée. Dans l'un des quatre coins du quadrats mis en place pour inventorier les ligneux, un quadrat de plus petite taille de 5 x 5 m a été délimité (Figure 2.6). Tous les individus herbacés et notamment les graminées, ont été systématiquement recensés au sein de cette surface. Ici, la technique de coefficients d'abondance-dominance a été appliquée.

L'abondance-dominance caractérise à la fois le recouvrement (exprimé en pourcentage ou en dixièmes de la projection verticale sur le terrain) et la fréquence (rapport entre le nombre d'individus de cette espèce et le nombre total d'individus observés sur la surface) d'une espèce végétale dans le relevé ; elle est notée selon l'échelle dite de Braun-Blanquet (1932) et reprise par d'autres chercheurs comme Bizuru (2005), Bangirinama (2010) et Hakizimana & al. (2012) (Tableau 2.1).

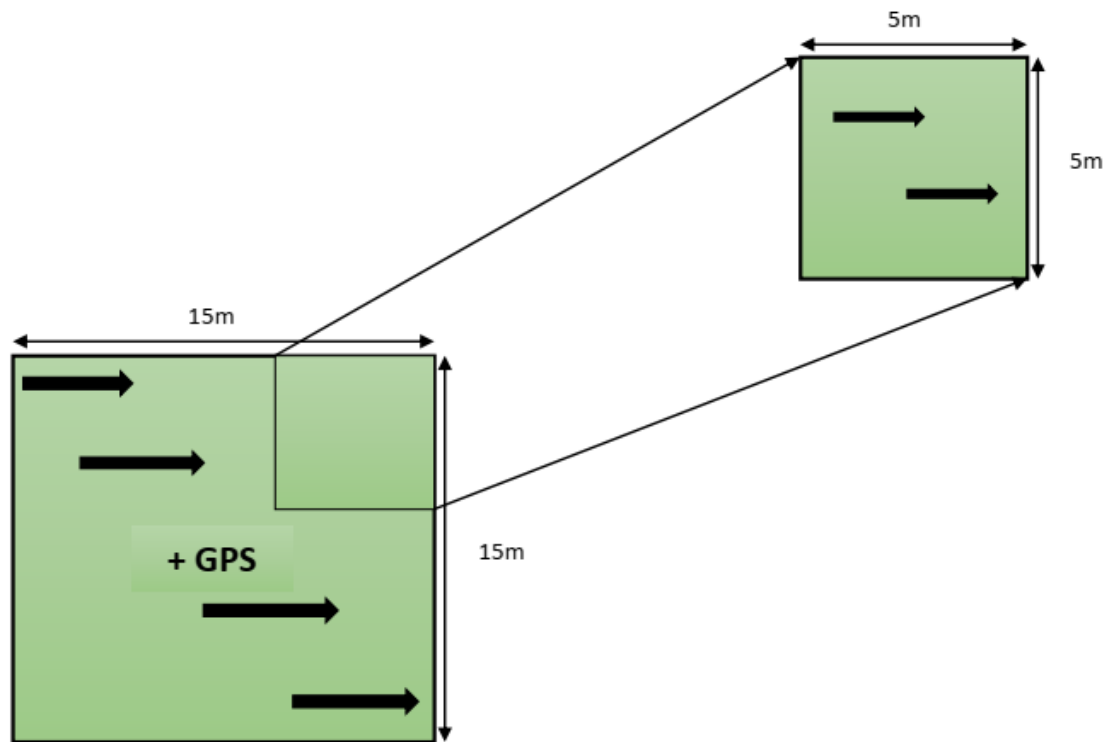


Figure 2.6: Délimitation du petit quadrat de 5x5m dans l'un des coins du grand quadrat (15x15m) pour l'échantillonnage des herbacées.

Tableau 2.1: Coefficients d'abondance-dominance et leurs recouvrements moyens respectifs (Braun-Blanquet, 1932).

coefficient	Recouvrement de la surface du relevé par l'espèce (%)	Recouvrement moyen (RM) (%)
5	75-100	87,5
4	50-75	62,5
3	25-50	37,5
2	5-25	15
1	1-5	3
+	<1	0,5

II.2.3. Identification et vérification des espèces récoltées

L'identification des espèces a été effectuée d'une part par comparaison avec des échantillons de référence conservés au niveau de l'herbarium de l'Université du Burundi, et d'autre part grâce à différentes flores locales et régionales telles que: les quatre volumes de la *Flore du Rwanda* (Troupin, 1978-1988) ainsi que les travaux portant sur les habitats du Parc National de

la Ruvubu au Burundi (Nzigidahera & al., 2020). Les noms scientifiques des espèces ont été vérifiés à l'aide de la base des données des plantes à fleurs d'Afrique tropicale (Lebrun & Stork, 1991-2010) disponible en ligne sur <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/> ainsi que le site de International plant database disponible en ligne sur <http://www.theplantlist.org/>. Le caractère envahissant des espèces recensées a été déterminé grâce au site de Global invasive species database (2021) disponible sur <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>. Le statut de conservation des espèces inventoriées a été déterminé grâce au site de IUCN red list of threatened species (Version 2021-2), disponible en ligne sur <https://www.iucnredlist.org/>.

II.3. Analyses et traitement des données

II.3.1. Bilan floristique des sites étudiés

Un catalogue floristique a été établi en reprenant toutes les espèces présentes dans les 150 placettes ou quadrats effectués lors des relevés de surface. Nous avons complété cette liste avec les espèces supplémentaires répertoriées au cours des prospections itinérantes.

II.3.2. Analyse des traits biologiques des espèces récoltées

Les traits biologiques retenus dans cette étude concernent les types biologiques et la distribution phytogéographique des espèces. Le spectre brut a été déterminé pour chaque trait. Ainsi, pour les types biologique, ce spectre consiste à établir pour l'ensemble des espèces présentes dans le site, le pourcentage d'espèces appartenant à chacune des formes de vie existant dans la liste floristique du site étudié (Gbesso & al., 2018).

L'inventaire des types biologiques peut fournir des indications synthétiques sur les capacités adaptatives de chaque espèce et sur la répartition des communautés végétales en fonction des climats (Bangirinama, 2010). Par ailleurs, l'analyse des formes de vie permet d'identifier celles favorisées dans un site quelconque. Elle contribue à la compréhension de la structure verticale de la végétation et des stratégies de protection assurée par les végétaux au cours des périodes défavorables (Masharabu, 2011). Pour cette étude, le système de Raunkiaer (Raunkiaer, 1934 *in* Bangirinama, 2010) a permis de déterminer les types biologiques liés à l'état phénologique de l'espèce rencontrée. Il s'agit notamment des:

- Phanérophytes (P): plantes dont l'appareil caulinair porte à plus de 40 cm du sol, des bourgeons visibles et persistants (arbres, arbustes et lianes ligneuses);

- Chaméphytes (Ch): plantes ayant un appareil végétatif nain inférieur à 40 cm de hauteur avec des bourgeons persistants protégés par des débris des plantes (sous-arbrisseaux);
- Hémicryptophytes (H): individus caractérisés par un appareil végétatif aérien qui se dessèche complètement pendant la mauvaise saison et dont les bourgeons qui persistent se développent au niveau du collet (herbacées pérennes);
- Thérophytes (T): plantes annuelles qui passent la mauvaise saison sous forme de graines;
- Géophytes (G): plantes pourvues d'appareil caulinaire caduc et dont les bourgeons et les jeunes pousses sont dans le sol (plantes à tubercules, rhizomes ou bulbes).

Quant aux types phytogéographiques, les principaux types retenus dans cette étude sont ceux admis pour l'Afrique par White (White, 1979 & 1983 in Bangirina, 2010). Ces types sont répartis comme suit:

1° Les espèces à large distribution sur le globe terrestre:

- Les espèces cosmopolites (Cos): c'est-à-dire à patron de distribution tropical et tempéré;
- Les espèces pantropicales (Pan): c'est-à-dire réparties sur l'Amérique, l'Afrique et l'Asie tropicales;
- Les espèces paléotropicales (Pal): c'est-à-dire réparties sur l'Amérique, l'Afrique, l'Asie tropicales, le Madagascar et l'Australie;
- Les espèces afro-américaines (Afr-Am): espèces réparties en Afrique et en Amérique.

2° Les espèces africaines largement répandues:

- Les espèces afro-malgaches (Afr-Mal): espèces distribuées en Afrique et à Madagascar;
- Espèces plurirégionales africaines (Plur-Afr): espèces réparties dans plusieurs régions d'Afrique;
- Les espèces afro-tropicales (Afr-Trop): espèces limitées à l'Afrique tropicale continentale.

3° Les espèces à distribution régionale:

- Les espèces distribuées dans le centre d'endémisme morcelé afro-montagnard (Mo);
- Les espèces soudano-zambéziennes (SZ): espèces de l'élément base soudano-zambézien (espèces soudaniennes, zambéziennes, victoriennes);
- Les espèces guinéo-congolaises (GC): espèces réparties dans le centre d'endémisme guinéo-congolais.

4° Les espèces de liaison:

- Les espèces de liaison soudano-zambézienne et guinéenne (LSZ-G);
- Les espèces de liaison soudano-zambézienne et afro-montagnardes (LSZ-Mo).

La catégorie des espèces endémiques a été ajoutée (End). Le tableur Excel a été utilisé pour le calcul et la représentation des spectres bruts sous forme d'histogrammes.

II.3.3. Structure des peuplements

Le traitement des données diamétriques a permis de réaliser des histogrammes qui illustrent la répartition des individus ligneux en fonction des classes de diamètre. Pour ce faire, 3 classes de diamètre ont été retenues à la suite de l'analyse de la distribution générale de tous les arbres mesurés sur le terrain. Les classes en question sont les suivantes: < 5 cm; 5-9 cm et ≥ 10 cm. Cela permet d'établir la distribution ou structure horizontale des individus dans le but d'apprécier le recouvrement du peuplement (Diallo & al., 2012) et la régénération de la végétation. Ainsi, ces données dendrométriques ont été analysées grâce au logiciel Excel.

II.3.4. Indice de raréfaction

La disponibilité des espèces a été appréciée à partir de l'indice de raréfaction. Cet indice se calcule à partir de l'équation de Géhu & Géhu (Géhu & Géhu, 1980 *in* Dro & al., 2013).

$$R_i = \left(1 - \frac{n_i}{N}\right) \times 100 \quad (2.1)$$

R_i : Indice de raréfaction d'une espèce i ; n_i : Nombre de parcelle où elle est rencontrée et N : nombre total de parcelles inventoriées.

Selon, Kokou & al. (2005). les espèces dont l'indice de raréfaction est inférieur à 80% sont considérées comme des espèces préférentielles, très fréquentes et abondantes dans les zones étudiées. Celles dont l'indice de raréfaction est supérieur à 80%, sont dites espèces rares. Un indice de raréfaction de 100% signifie que la présence de l'espèce n'a été observée nulle part dans les aires étudiées et que cette dernière est fortement menacée d'extinction dans la localité.

II.3.5. Analyse comparative entre les sites étudiés

Le degré d'affinité entre les sites étudiés a été évalué grâce au calcul de l'indice de similarité de Jaccard. Cet indice permet d'évaluer la similarité floristique entre les différents sites d'étudiés (Ndong, 2009 *in* Ndong & al., 2015). Le calcul de cet indice se fait grâce à des mesures effectuées sur des stations ou sites (relevés, inventaire, transects) à partir d'un tableau «espèces-relevés». Il se calcule à partir de la formule suivante (Gillet, 2000):

$$SJ_{ij} = \frac{a}{a + b + c} \tag{2.2}$$

Où: **a**: représente le nombre total d'espèces communes entre deux sites **i** et **j**; **b**: nombre total d'espèces présentes seulement dans le site **i** et, **c**: nombre total d'espèces présentes seulement dans le site **j**.

Le coefficient varie de 0, quand il n'existe aucune espèce commune entre les deux sites, à 1 quand toutes les espèces rencontrées dans le site **i** existent aussi dans le site **j**. Ainsi, la similarité augmente avec la valeur de l'indice. Le calcul de ce coefficient a été réalisé à l'aide du logiciel MVSP (MultiVariate Statistical Package; Kovach, 2013) version 3.22.

II.3.6. Richesse spécifique et effort d'échantillonnage

L'analyse de la diversité spécifique des différents sites étudiés a été faite grâce aux courbes d'accumulation de la richesse spécifique. Ces courbes ont été générées grâce au logiciel Estimate S (Colwell, 2013) Version 9.1.0. L'expression mathématique permettant de générer les courbes d'accumulation de la richesse spécifique découle de la fonction définie par Hurlbert (1971):

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^s \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right] \tag{2.3}$$

Où: **E(S_n)** désigne le nombre d'espèces attendues; **N** désigne le nombre d'individus de toutes les espèces échantillonnées; **n**: le nombre d'individus choisis au hasard; **S**: le nombre total d'espèces, et **N_i**: le nombre d'individus de l'espèce **i**.

Ainsi, les courbes d'accumulation de la richesse spécifique permettent de comparer la diversité spécifique observée dans différents sites d'un paysage (Kalinganire & al., 2005). Elles fournissent également une réponse pour savoir si les différences dans la richesse totale en espèces pourraient être un effet de la taille de l'échantillon. En effet, la taille de l'échantillon a une forte influence sur la richesse en espèces: plus l'échantillon est grand, plus le nombre d'espèces enregistré est élevé. Plus simplement, elles permettent d'estimer si des milieux cibles d'études ont été suffisamment échantillonnés.

II.3.7. Test statistique de Khi carré

Le test statistique de Khi carré nous a permis de comparer les résultats floristiques des sites étudiés d'une part et ceux des autres travaux d'autre part. Ainsi, ce test permet de comparer les effectifs ou fréquences observés dans un échantillon avec des fréquences théoriques qui découlent des hypothèses statistiques (H_0 : les variables aléatoires sont indépendantes; H_1 : les variables aléatoires sont dépendantes).

La statistique pour ce test est donnée par la formule suivante (Houde, 2014):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m \frac{(n_{ij} - T_{ij})^2}{T_{ij}} \text{ avec } T_{ij} = \frac{n_i \times n_j}{n} \quad (2.4)$$

Où k est le nombre de modalités de X; m : le nombre de modalités de Y; n_i : totaux de modalités de X; n_j : totaux de modalités de Y; n : totaux de toutes les modalités; n_{ij} : fréquences observés et T_{ij} : fréquences théoriques.

Si $\chi^2 \geq \chi^2_{(k-1)(m-1); \alpha}$, c'est-à-dire si la statistique est plus grande que le point critique de niveau α d'une loi Khi deux à $(k-1)(m-1)$ degré de liberté, l'hypothèse nulle (H_0) est rejeté. Au cas contraire, elle est acceptée.

Conditions d'application:

Ce test approximatif est valide si (règle de Cochran)

- $T_{ij} \geq 1$ pour tout i et j
- Il n'y a pas plus de 20% des valeurs T_{ij} plus petites que 5.

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

III.1.1. Bilan floristique des sites étudiés

III.1.1.1. Composition floristique globale

Au total, 233 espèces réparties dans 68 familles et 174 genres ont été inventoriées (Tableau 3.1). Les dicotylédones sont les mieux représentées (82,8%) suivi par les monocotylédones qui représentent 12,9%. Les Ptéridophytes sont faiblement représentées (4,3%). La liste exhaustive des espèces est donnée en annexe (Annexe I).

Sur les 233 espèces inventoriées, les espèces ligneuses comptent 113 espèces (48,5%) tandis que les herbacées comprennent 120 espèces, soit 51,5%. Dix espèces ont un caractère envahissant. Il s'agit de: *Ageratum conyzoides*, *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis*, *Imperata cylindrica*, *Melinis minutiflora*, *Oxalis latifolia*, *Pittosporum viridiflorum*, *Rhus longipes*, *Ricinus communis* et *Spathodea campanulata*.

Tableau 3.1: Répartition des taxons supérieurs sur les deux sites.

Taxons supérieurs	Classes	Familles		Genres		Espèces	
		Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Angiospermes	Dicotylédone	50	73,5	143	82,2	193	82,8
	Monocotylédone	10	14,7	22	12,6	30	12,9
Ptéridophytes		8	11,8	9	5,2	10	4,3
Totaux		68	100,0	174	100,0	233	100,0

La richesse floristique des familles comptant au moins six espèces chacune montre une prédominance des Fabaceae avec 32 espèces (13,7 %), suivies par les Asteraceae avec 31 espèces (13,3%), les Rubiaceae avec 19 espèces (8,2%), les Euphorbiaceae avec 17 espèces (7,3%) et les Poaceae avec 12 espèces (5,2%). Les familles des Lamiaceae et des Verbenaceae ont respectivement 7 espèces (3%) et 6 espèces, soit 2,6% (Figure 3.1). Soixante-une autres familles ont moins de six espèces chacune. Quelques exemples d'espèces pour les familles les mieux représentées (Tableau 3.2).

Tableau 3.2: Exemples d'espèces pour les familles les mieux représentées.

Familles	Espèces
Fabaceae	<i>Entada abyssinica</i> , <i>Albizia adianthifolia</i>
Asteraceae	<i>Helichrysum mechowianum</i> , <i>Vernonia amygdalina</i> , <i>Emilia caespitosa</i>
Rubiaceae	<i>Fadogia ancylantha</i> , <i>Virectaria major</i> , <i>Pavetta ternifolia</i>
Euphorbiaceae	<i>Croton macrostachyus</i> , <i>Bridelia brideliifolia</i> , <i>Hymenocardia acida</i>
Poaceae	<i>Hyparrhenia diplandra</i> , <i>Melinis minutiflora</i>
Lamiaceae	<i>Rotheca myricoides</i> , <i>Leonotis nepetifolia</i>
Verbenaceae	<i>Clerodendrum johnstonii</i> , <i>Vitex madiensis</i> , <i>Clerodendrum formicarum</i>

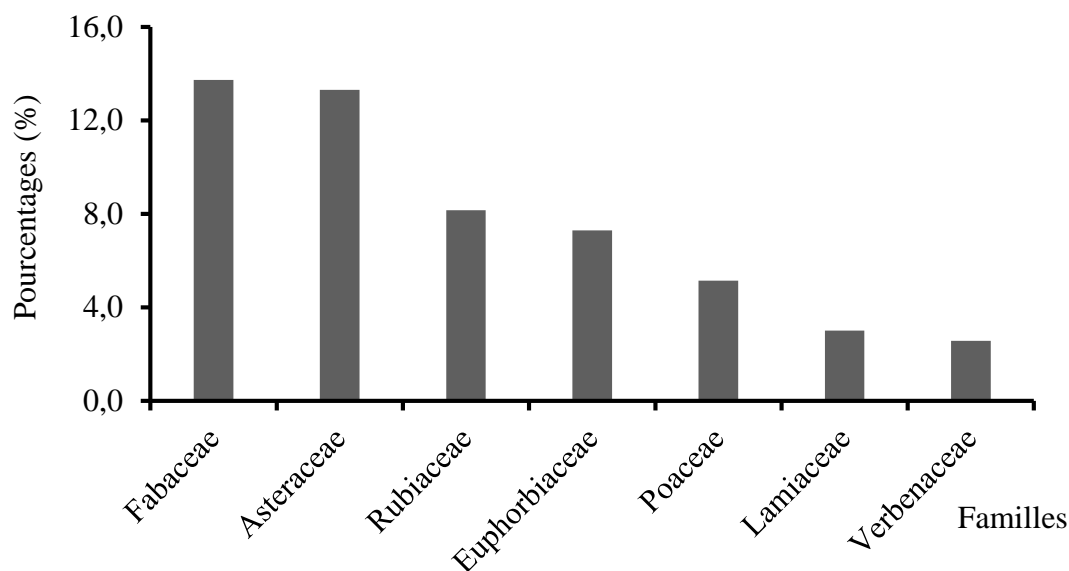


Figure 3.1: Richesse spécifique chez les familles les mieux représentées dans les sites étudiés.

III.1.1.2. Composition floristique par site étudié

La composition floristique par site étudié a été bien détaillée en annexe (Annexe II). Cette répartition montre la prédominance des dicotylédones dans les deux sites étudiés. La flore du site de Isare renferme 163 espèces réparties en 56 familles et 130 genres. Les dicotylédones comptent 131 (80,4%) espèces suivis par les monocotylédones avec 23 espèces (14,1%). Les ptéridophytes y sont faiblement représentés avec 9 espèces (5,5%). Pour le site de Buhinyuza, au total, 175 espèces sont réparties en 57 familles et 133 genres. Les dicotylédones comprennent 148 espèces (84,6%) contre 24 espèces (13,7%) pour les monocotylédones; trois espèces (1,7%) y sont des ptéridophytes (Figure 3.2).

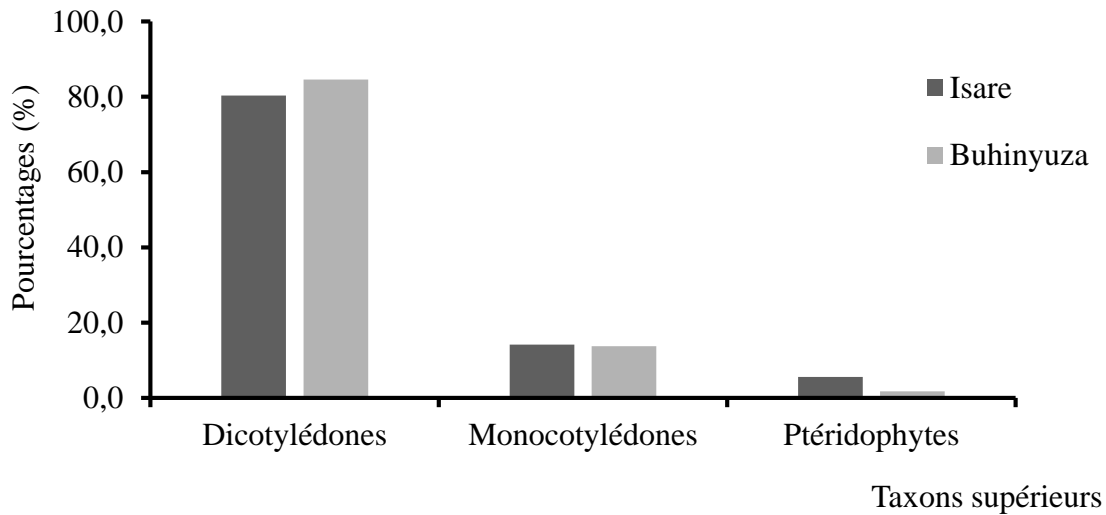


Figure 3.2: Répartition des espèces récoltées en taxons supérieurs en fonction du site.

Les familles des Asteraceae, des Fabaceae et des Rubiaceae sont les mieux représentées avec respectivement 21 espèces (12,9%), 19 espèces (11,7%) et 15 espèces (9,2%) dans le site de Isare. Au niveau du site de Buhinyuza, les familles des Fabaceae, Asteraceae et Rubiaceae sont les mieux représentées avec successivement 27 espèces (15,4%), 24 espèces (13,7%) et 12 espèces (6,9%) (Figure 3.3).

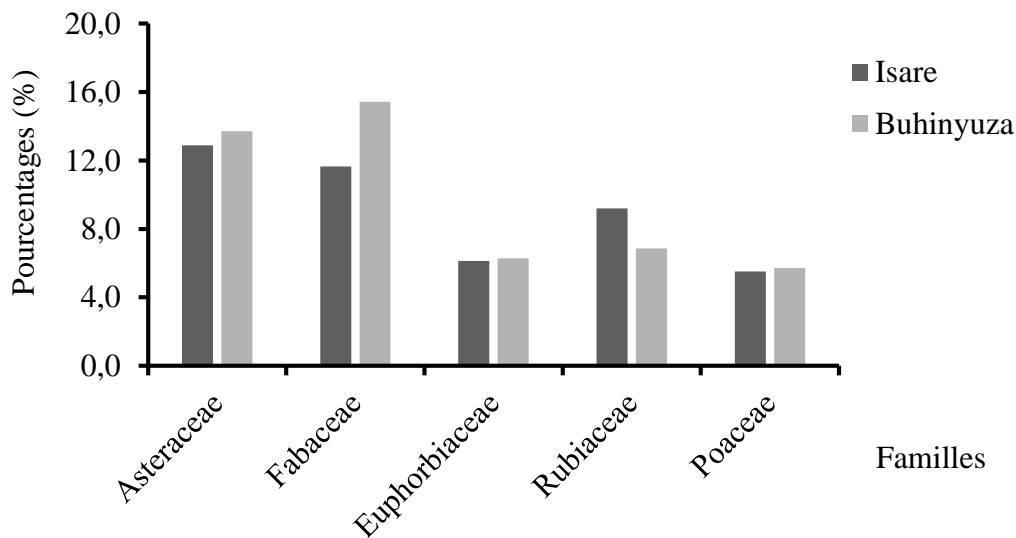


Figure 3.3: Richesse spécifique pour les familles les mieux représentées en fonction du site.

Le tableau 3.3 établit une comparaison de la richesse floristique des familles inventoriées dans les sites de Isare et Buhinyuza grâce au test statistique de Khi carré. Ce tableau montre qu'il n'y a pas de différence significative entre la richesse en espèces des familles recensées dans les deux sites (ddl = 6 ; Khi deux = 1,73 et $p > 0,05$).

Tableau 3.3: Comparaison de la richesse floristique des familles inventoriées à Isare et Buhinyuza.

Familles	Site de Isare	Site de Buhinyuza
	Espèces	Espèces
Asteraceae	21	24
Euphorbiaceae	10	11
Fabaceae	19	27
Lamiaceae	7	6
Poaceae	9	10
Rubiaceae	15	12
Autres	82	85

III.1.2. Analyse de traits biologiques

III.1.2.1. Types biologiques

La forme de vie a pu être attribuée à 212 espèces sur les 233 espèces inventoriées dans tous les sites étudiés. Les types biologiques des espèces restantes n'ont pas été trouvés dans les différents ouvrages et travaux consultés. Les types biologiques les plus représentés dans les sites étudiés sont les phanérophytes avec 50,5% suivies par les chaméphytes (19,8%). Les thérophytes y sont aussi présents avec 14,6% de l'ensemble des types biologiques rencontrés (Figure 3.4). Les géophytes et les hémicryptophytes ont respectivement 9,9 et 5,2%.

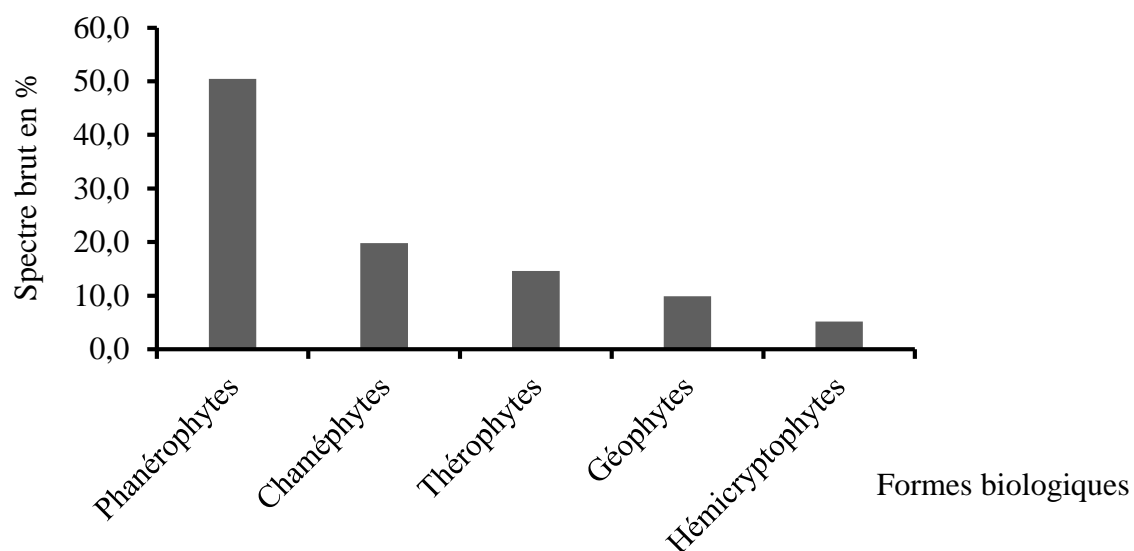


Figure 3.4: Spectre brut des types biologiques de la flore inventoriée dans les sites étudiés.

On peut citer quelques exemples d'espèces pour les types biologiques inventoriés: *Markhamia lutea* et *Annona senegalensis* (Phanérophytes); *Rumex usambarensis* et *Stomatanthes africanus* (Chaméphytes); *Ageratum conyzoides* et *Bidens pilosa* (Thérophytes); *Helichrysum mechowianum* et *Cyperus distans* (Géophytes) et, *Panicum coloratum* et *Hyparrhenia diplandra* (Hémicryptophytes).

Pour la flore de la commune Isare, la forme de vie a pu être attribuée à 151 espèces sur les 163 espèces inventoriées tandis que dans la commune Buhinyuza, elle a été déterminée pour 160 espèces sur les 175 recensées. Le tableau 3.4 montre les résultats détaillés de l'analyse de la forme de vie des espèces de la flore de Isare et Buhinyuza.

La flore de Isare est dominée par les phanérophytes (53%) suivie par les chaméphytes (16%) et les thérophytes (15%); de même qu'à Buhinyuza où elle dominée à 51% par les phanérophytes suivie aussi par les chaméphytes avec 21% et les thérophytes (15%). Les géophytes ont respectivement 11 et 9% dans les sites de Isare et Buhinyuza. Les hémicryptophytes sont faiblement représentées avec 5% dans chaque site. Il n'y a pas de différence significative quant aux types biologiques des espèces recensées au niveau de ces deux sites (ddl = 4 ; Khi deux = 1,32 et $p > 0,05$).

Tableau 3.4: Comparaison des types biologiques des espèces récoltées à Isare et Buhinyuza.

Types biologiques	Isare		Buhinyuza	
	Effectif	%	Effectif	%
Chaméphytes	24	16	33	21
Géophytes	16	11	14	9
Hémicryptophytes	8	5	8	5
Phanérophytes	80	53	81	51
Thérophytes	23	15	24	15
Totaux	151	100	160	100

III.1.2.2. Types phytogéographiques

Le statut phytogéographique a pu être attribué à 181 espèces sur les 233 espèces inventoriées dans tous les sites étudiés. Les types phytogéographiques des espèces restantes n'ont pas été trouvés dans les différents ouvrages et travaux consultés. Les proportions de la distribution géographique des espèces récoltées mettent en évidence la prédominance des espèces à distribution régionale avec 42% suivies par les espèces africaines plus répandues (23,2%)

(Figure 3.5). Les espèces à large distribution et les espèces de liaison ont respectivement 21% et 13,3%. L'endémisme est très faible dans le milieu étudié avec une seule espèce (*Macaranga neomildbraediana*), soit 0,6%.

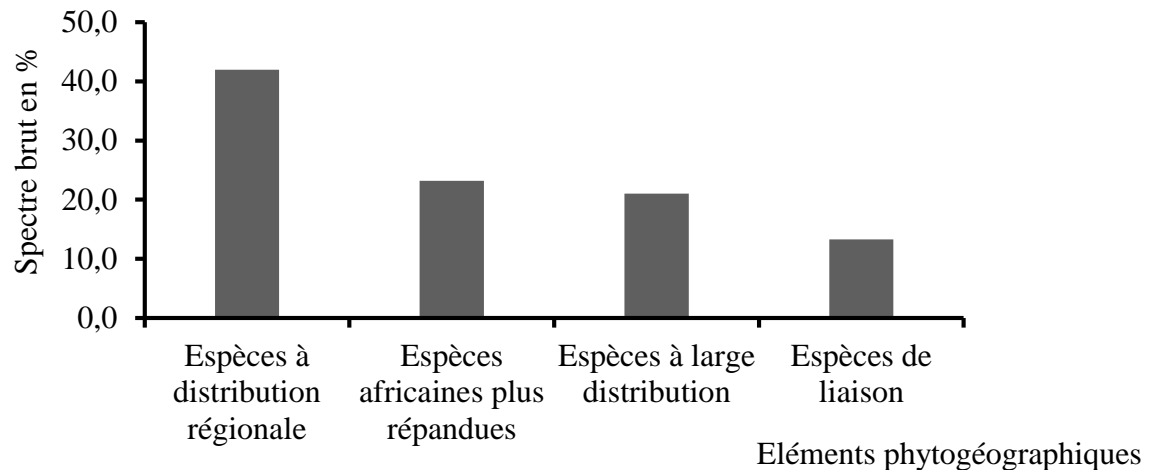


Figure 3.5: Distribution phytogéographique des espèces récoltées dans les sites étudiés.

Pour la flore de la commune Isare, le statut phytogéographique a pu être attribué à 130 espèces sur les 163 espèces inventoriées tandis que dans la commune Buhinyuza, le statut phytogéographique a été déterminé pour 140 espèces sur les 175 recensées.

Le tableau 3.5 montre les résultats détaillés de l'analyse de la distribution phytogéographique des espèces de la flore des communes Isare et Buhinyuza. La flore de la commune de Isare est dominée par les espèces à distribution régionale (40,8%) suivie par les espèces à large distribution (23,1%) tandis que celle de la commune Buhinyuza est également dominée à 44,3% par les espèces à distribution régionale; mais suivie par les espèces africaines plus répandues à 22,9%. Le groupe des espèces de liaison est faiblement représenté avec respectivement 14,6% et 14,3% dans les communes de Isare et Buhinyuza. Le groupe des espèces endémiques comprend une seule espèce, soit 0,8% dans le site de Isare.

En considérant les principaux types phytogéographiques (espèces à large distribution, espèces africaines plus répandues, espèces à distribution régionale et espèces de liaison), le test statistique de Khi carré a révélé qu'il n'y a pas de différence significative dans la distribution phytogéographique des espèces recensées au niveau de ces deux sites ($ddl = 3$; $Khi\ deux = 1$ et $p > 0,05$) (Tableau 3.5).

Tableau 3.5: Comparaison des types phytogéographiques (basés sur le découpage phytogéographique de White (1979 et 1983) des espèces récoltées à Isare et Buhinyuza.

Types phytogéographiques	Isare		Buhinyuza	
	Effectif	%	Effectif	%
Subcosmopolites	4	3,1	2,0	1,4
Cosmopolites	3	2,3	3,0	2,1
Paléotropicales	12	9,2	8,0	5,7
Pantropicales	11	8,5	13,0	9,3
Espèces à large distribution	30	23,1	26,0	18,6
Afro-malgaches	3	2,3	3,0	2,1
Afro-tropicales	13	10,0	14,0	10,0
Pluri-africaines	11	8,5	15,0	10,7
Espèces africaines plus répandues	27	20,8	32,0	22,9
Montagnardes	13	10,0	6,0	4,3
Guinéo-congolaises	0	0,0	1,0	0,7
Soudano-zambéziennes	40	30,8	55,0	39,3
Espèces à distribution régionale	53	40,8	62,0	44,3
Soudano-zambézienne et guinéenne	11	8,5	13,0	9,3
Soudano-zambézienne et afro-montagnarde	8	6,2	7,0	5,0
Espèces de liaison	19	14,6	20,0	14,3
Endémiques	1	0,8	0,0	0,0

Quelques exemples d'espèces pour les types phytogéographiques inventoriés: les espèces à distribution régionale: *Virectaria major* (Montagnarde) et *Combretum collinum* (Soudano-Zambézienne); les espèces africaines plus répandues: *Gymnosporia senegalensis* (Pluri-africaine) et *Fadogia ancylantha* (Afro-tropicale); les espèces à large distribution: *Melinis minutiflora* (Pantropicale) et *Trema orientalis* (Paléotropicale); les espèces de liaison: *Steganothaenia araliacea* (LSZ-G) et *Bridelia brideliifolia* (LSZ-Mo). Les espèces endémiques sont constituées d'une seule espèce: *Macaranga neomildbraediana*.

III.1.3. Structure des peuplements

La structure des peuplements, illustrée par la répartition des individus selon le diamètre, montre que la flore des sites étudiés est surtout dominée par des individus de faible diamètre (Figure 3.6). L'essentiel du peuplement ligneux, soit 93,3% en moyenne, se rencontre dans la classe de diamètre inférieur à 5 cm. Cette classe renferme 96,9% des individus de Isare contre 89,7% des individus de Buhinyuza (Figure 3.6). Les autres classes représentent respectivement 5,5% et 1,2% en moyenne.

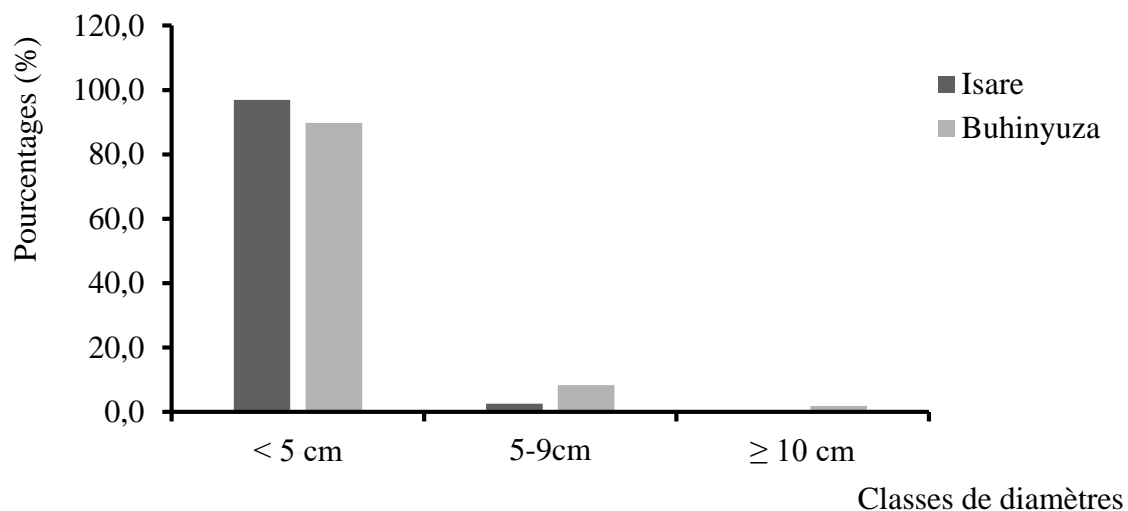


Figure 3.6: Distribution des individus par classes de diamètre au sein de peuplement.

Les histogrammes indiquent que les individus de gros diamètre sont très peu nombreux et le nombre des individus diminue nettement avec l'augmentation du diamètre.

III.1.4. Indice de raréfaction

L'indice de raréfaction (Ri) a été calculée afin d'apprécier la disponibilité des espèces dans les sites étudiés. En moyenne, 38,5% des espèces inventoriées sont dominantes contre 56% des espèces rares dans les sites de Isare et Buhinyuza. Certaines de ces espèces figurent sur la liste rouge de l'UICN des espèces menacées: deux espèces (*Carissa edulis* et *Pseudosabicea becquetii*) sont en danger (EN) et une seule espèce (*Rytigynia bridsoniae*) est vulnérable (VU).

III.1.4.1. Espèces dominantes des sites étudiés

Des 163 espèces inventoriées dans le site de Isare, 51 (31%) sont dominantes, 107 (66%) sont rares et cinq espèces (3%) sont intermédiaires (avec $Ri = 80\%$). Les espèces préférentielles ont des indices de raréfaction (Ri) variant de 4 à 78%. Parmi les dix premières espèces (Figure 3.7),

les espèces ligneuses comprennent essentiellement: *Harungana madagascariensis* (4%), *Anthocleista schweinfurthii* (13%), *Bridelia brideliifolia* (20%), *Vernonia subuligera* (33%), *Clerodendrum fuscum* (36%) et *Erythrina abyssinica* (42%). Les herbacées les plus représentées sont: *Nephrolepis biserrata* (13%), *Biophytum helenae* (29%), *Dissotis erecta* (29%) et *Melinis minutiflora* (36%).

Les autres espèces préférentielles rencontrées sont: *Hyparrhenia diplandra* (42%), *Pteridium aquilinum* (44%), *Eragrostis* sp (47%), *Imperata cylindrica* (47%), *Oxytenanthera abyssinica* (49%), *Psorospermum febrifugum* (49%), *Virectaria major* (49%), *Protea madiensis* (51%), *Vitex madiensis* (53%), *Albizia adianthifolia* (56%), *Triumfetta rhomboidea* (56%), *Maytenus acuminata* (58%), *Parinari curatellifolia* (58%), *Polyscias fulva* (58%), *Rhus natalensis* (58%), *Emilia caespitosa* (60%), *Annona senegalensis* (62%), *Conyza aegyptiaca* (62%), *Fadogia ancyllantha* (62%), *Bothriocline longipes* (64%), *Hymenocardia acida* (64%), *Ageratum conyzoides* (67%), *Combretum molle* (67%), *Macrotyloma densiflorum* (67%), *Dracaena afromontana* (69%), *Gleichenia elongata* (69%), *Markhamia lutea* (69%), *Pavetta ternifolia* (69%), *Spermacoce princeae* (69%), *Vernonia amygdalina* (69%), *Eriosema psoraleoides* (71%), *Centella asiatica* (73%), *Kotschyha aeschynomoides* (73%), *Maesa lanceolata* (73%), *Acanthus polystachius* (76%), *Crassocephalum montuosum* (76%), *Cussonia arborea* (76%), *Steganotaenia araliacea* (76%), *Anisopappus africanus* (78%), *Pseudosabicea becquetii* (78%) et *Zornia punctatissima* (78%).

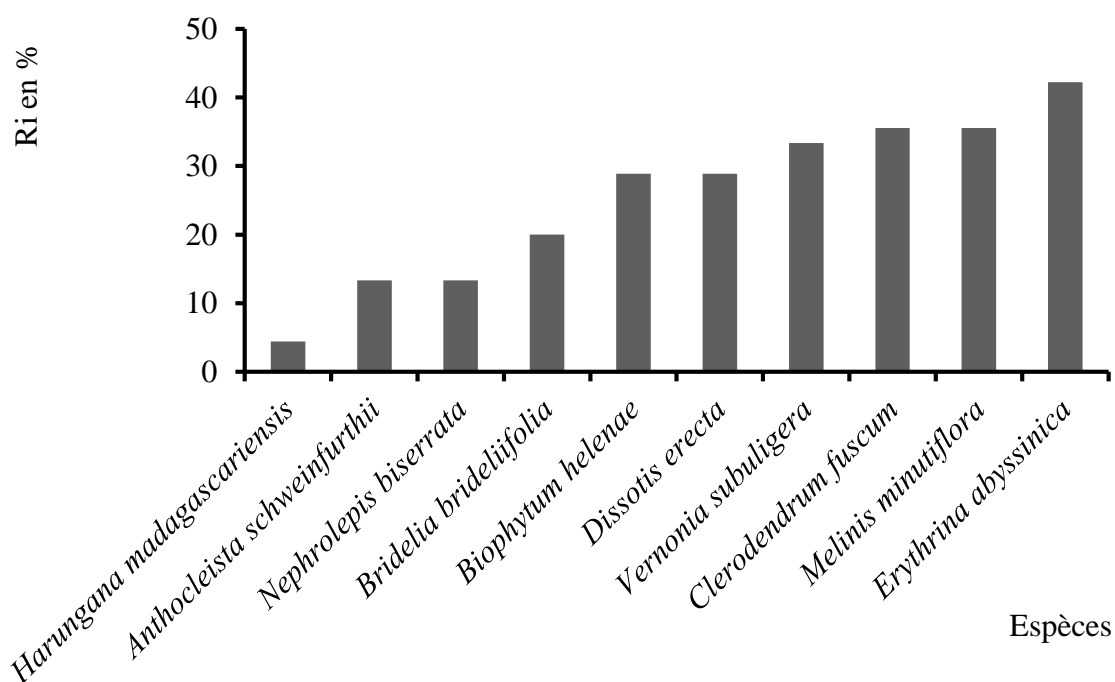


Figure 3.7: Indices de raréfaction des espèces dominantes dans le site de Isare.

Pour le site de Buhinyuza, parmi les 175 espèces inventoriées, 80 espèces (46%) sont dominantes. Leurs indices de raréfaction (Ri) varient de 2 à 79%. Parmi les dix premières espèces (Figure 3.8), les espèces ligneuses comprennent: *Parinari curatellifolia* (2%), *Annona senegalensis* (5%), *Hymenocardia acida* (5%), *Combretum collinum* (7%), *Entada abyssinica* (7%), *Combretum molle* (12%), *Vitex madiensis* (12%) et *Albizia adianthifolia* (14%). Les herbacées les plus représentées sont: *Hyparrhenia diplandra* (9%) et *Melinis minutiflora* (9%).

Les autres espèces préférentielles rencontrées sont les suivantes: *Rhus natalensis* (14%), *Rotheca myricoides* (14%), *Strychnos spinosa* (14%), *Aspilia pluriseta* (16%), *Psorospermum febrifugum* (16%), *Maytenus acuminata* (19%), *Triumfetta rhomboidea* (19%), *Harungana madagascariensis* (21%), *Lannea fulva* (21%), *Protea madiensis* (21%), *Cussonia arborea* (23%), *Dissotis erecta* (23%), *Pericopsis angolensis* (23%), *Dodonaea viscosa* (26%), *Gymnosporia senegalensis* (28%), *Fadogia ancylantha* (33%), *Albizia antunesiana* (35%), *Imperata cylindrica* (35%), *Sesamum angolense* (35%), *Bridelia brideliifolia* (37%), *Emilia caespitosa* (37%), *Erythrina abyssinica* (37%), *Maesa lanceolata* (40%), *Pavetta ternifolia* (40%), *Pteridium aquilinum* (40%), *Eragrostis* sp (42%), *Justicia subsessilis* (42%), *Helichrysum mechowianum* (47%), *Bothriocline longipes* (49%), *Maytenus heterophylla* (49%), *Commelina* sp (51%), *Clerodendrum rotundifolium* (56%), *Macrotyloma densiflorum* (58%), *Syzygium cordatum* (58%), *Steganotaenia araliacea* (60%), *Euphorbia tirucalli* (63%), *Conyza aegyptiaca* (65%), *Dalbergia nitidula* (65%), *Elephantopus scaber* (65%), *Acalypha brachiata* (67%), *Anthocleista schweinfurthii* (67%), *Sapium ellipticum* (67%), *Sida acuta* (67%), *Trema orientalis* (67%), *Eriosema psoraleoides* (70%), *Lannea schimperii* (70%), *Panicum coloratum* (70%), *Terminalia mollis* (70%), *Acanthus polystachius* (72%), *Ageratum conyzoides* (72%), *Fadogia cienkowskii* (72%), *Indigofera emarginella* (72%), *Loudetia simplex* (72%), *Rytigynia monantha* (72%), *Stomatanthus africanus* (72%), *Alchornea cordifolia* (74%), *Asparagus flagellaris* (74%), *Cyperus cyperoides* (74%), *Leonotis nepetifolia* (74%), *Vernonia miombicola* (74%), *Bidens pilosa* (77%), *Bidens grantii* (77%), *Hibiscus noldeae* (77%), *Millettia dura* (77%), *Setaria barbata* (77%), *Clerodendrum formicarum* (79%), *Dracaena afromontana* (79%), *Ficus ovata* (79%), *Microglossa pyrifolia* (79%) et *Tapiphyllum discolor* (79%).

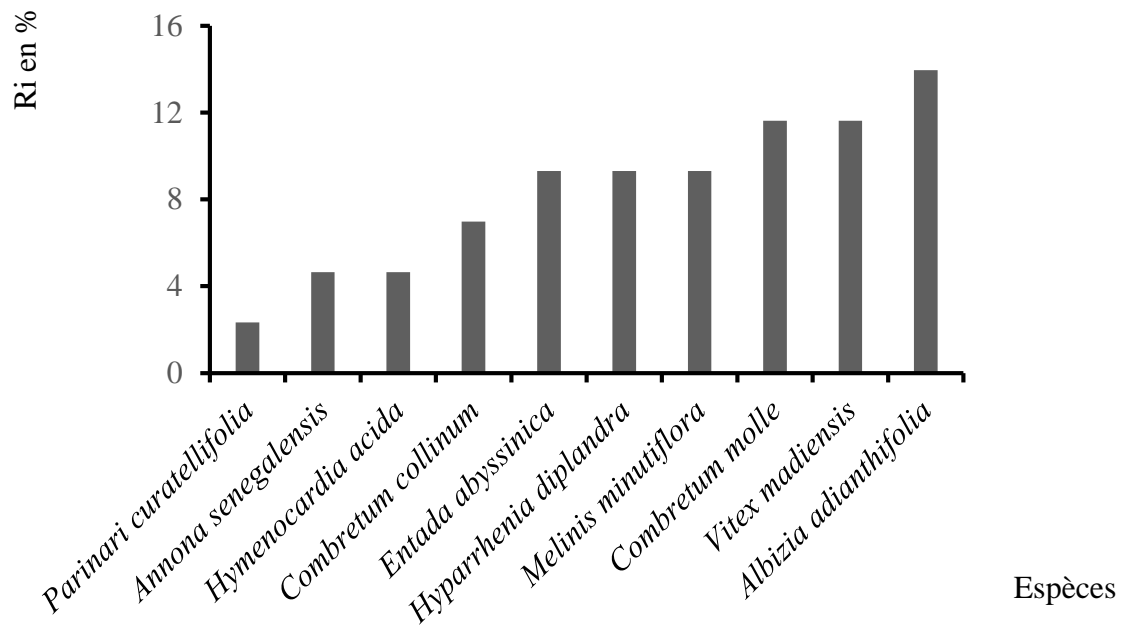


Figure 3.8: Indices de raréfaction des espèces dominantes dans le site de Buhinyuza

La figure 3.9 illustre quelques espèces dominantes inventoriées dans les sites de Isare et Buhinyuza. Les autres espèces sont illustrées en annexe (Annexe III).



Anthocleista schweinfurthii



Annona senegalensis



Combretum molle



Combretum collinum



Pericopsis angolensis



Bridelia brideliifolia



Parinari curatelifolia



Hymenocardia acida



Harungana madagascariensis

Figure 3.9: Illustration de quelques espèces dominantes rencontrées dans les sites étudiés.

III.1.4.2. Espèces rares des sites étudiés

Les espèces rares ont des indices de raréfactions variant entre 82 et 98%, dans le site de Isare (Tableau 3.6). Les espèces ayant un Ri de 80% sont dites intermédiaires.

Tableau 3.6: Indices de raréfaction des espèces rares dans le site de Isare.

Ri	Espèces
98%	<i>Acacia polyacantha</i> , <i>Clerodendrum johnstonii</i> , <i>Dodonaea viscosa</i> , <i>Agarista salicifolia</i> , <i>Ammocharis tinneana</i> , <i>Asparagus flagellaris</i> , <i>Asystasia gangetica</i> , <i>Commelina benghalensis</i> , <i>Crassocephalum vitellinum</i> , <i>Davallia denticulata</i> , <i>Euphorbia candelabrum</i> , <i>Gardenia ternifolia</i> , <i>Gutenbergia cordifolia</i> , <i>Hyparrhenia filipendula</i> , <i>Leonotis nepetifolia</i> , <i>Leptactina benguelensis</i> , <i>Mitragyna rubrostipulata</i> , <i>Oldenlandia herbacea</i> , <i>Oncoba spinosa</i> , <i>Pavetta schumanniana</i> , <i>Piper capense</i> , <i>Rumex bequaertii</i> , <i>Rumex usambarensis</i> , <i>Smilax anceps</i> , <i>Stomatanthes africanus</i> , <i>Strychnos spinosa</i> , <i>Syzygium guineense</i> , <i>Triumfetta tomentosa</i> .
96%	<i>Brillantaisia</i> sp, <i>Cordia africana</i> , <i>Cyathea manniana</i> , <i>Cyperus distans</i> , <i>Dracaena steudneri</i> , <i>Dryopteris athamantica</i> , <i>Hibiscus noldeae</i> , <i>Kalanchoe glaucescens</i> , <i>Keetia venosa</i> , <i>Ocimum basilicum</i> , <i>Oxalis latifolia</i> , <i>Pycnostachys erici-rosenii</i> , <i>Rhus longipes</i> , <i>Rothea myricoides</i> , <i>Rytigynia bridsoniae</i> , <i>Scadoxus multiflorus</i> , <i>Senecio maranguensis</i> , <i>Sesamum angolense</i> , <i>Solanum aculeastrum</i> , <i>Vernonia karaguensis</i> .
93%	<i>Acacia hockii</i> , <i>Cyperus angolensis</i> , <i>Cyperus esculentus</i> , <i>Euphorbia hirta</i> , <i>Helichrysum mechowianum</i> , <i>Hypericum revolutum</i> , <i>Indigofera asparagoides</i> , <i>Jatropha curcas</i> , <i>Lannea fulva</i> , <i>Mussaenda arcuata</i> , <i>Plectranthus defoliatus</i> , <i>Plectranthus amboinicus</i> , <i>Plectranthus barbatus</i> , <i>Sida acuta</i> , <i>Sterculia tragacantha</i> .
91%	<i>Antidesma venosum</i> , <i>Bidens grantii</i> , <i>Gloriosa superba</i> , <i>Guizotia scabra</i> , <i>Gymnosporia senegalensis</i> , <i>Macrotyloma</i> sp, <i>Notholaena inaequalis</i> , <i>Ricinus communis</i> .
89%	<i>Acacia sieberiana</i> , <i>Aframomum angustifolium</i> , <i>Anisophyllea boehmii</i> , <i>Aspilia pluriseta</i> , <i>Dissotis trothae</i> , <i>Euphorbia tirucalli</i> , <i>Impatiens stuhlmannii</i> , <i>Indigofera arrecta</i> , <i>Indigofera confusa</i> , <i>Lycopodium clavatum</i> , <i>Macaranga neomildbraediana</i> , <i>Microglossa pyrifolia</i> .
87%	<i>Caesalpinia decapetala</i> , <i>Cassia mimosoides</i> , <i>Entada abyssinica</i> , <i>Ficus ovata</i> , <i>Kotschya africana</i> , <i>Panicum coloratum</i> , <i>Securidaca longipedunculata</i> , <i>Solanecio mannii</i> , <i>Stylosanthes guianensis</i> .

Ri	Espèces (suite)
84%	<i>Commelina sp</i> , <i>Dissotis caloneura</i> , <i>Ficus exasperata</i> , <i>Keetia gueinzii</i> , <i>Pellaea pectiniformis</i> , <i>Sesbania sesban</i> , <i>Spathodea campanulata</i> , <i>Trema orientalis</i>
82%	<i>Acalypha brachiata</i> , <i>Bidens pilosa</i> , <i>Combretum collinum</i> , <i>Rubus apetalus</i> , <i>Rytigynia monantha</i> , <i>Setaria barbata</i> , <i>Sinarundinaria alpina</i> .
80%	<i>Bulbostylis hispidula</i> , <i>Ficus vallis-choudae</i> , <i>Helichrysum cymosum</i> , <i>Stereospermum kunthianum</i> et <i>Syzygium cordatum</i> .

Pour le site de Buhinyuza, 95 espèces, soit 56%, sont rares avec des indices de raréfactions variant de 81 à 98% (Tableau 3.7).

Tableau 3.7: Indices de raréfaction des espèces rares dans le site de Buhinyuza.

Ri	Espèces
98%	<i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Clerodendrum johnstonii</i> , <i>Cordia africana</i> , <i>Embelia schimperi</i> , <i>Ammocharis tinneana</i> , <i>Asparagus sp.</i> , <i>Bulbostylis hispidula</i> , <i>Cayratia gracilis</i> , <i>Cyperus distans</i> , <i>Eriosema lebrunii</i> , <i>Euphorbia heterophylla</i> , <i>Euphorbia umbellata</i> , <i>Faurea rochetiana</i> , <i>Ficus sp</i> , <i>Gladiolus dalenii</i> , <i>Helichrysum nitens</i> , <i>Indigofera arrecta</i> , <i>Kalanchoe glaucescens</i> , <i>Lophira lanceolata</i> , <i>Lysimachia ruhmeriana</i> , <i>Macrotyloma africanum</i> , <i>Oxalis variabilis</i> , <i>Oxytenanthera abyssinica</i> , <i>Plectranthus defoliatus</i> , <i>Rumex usambarensis</i> , <i>Plectranthus barbatus</i> , <i>Scadoxus multiflorus</i> , <i>Schmidtia pappophoroides</i> , <i>Solanum aculeastrum</i> , <i>Spermacoce pusilla</i> , <i>Stylosanthes strictosum</i> , <i>Stylosanthes guianensis</i> , <i>Uapaca nitida</i> , <i>Vernonia lasiopus</i> .
95%	<i>Acacia polyacantha</i> , <i>Acalypha polymorpha</i> , <i>Achyranthes aspera</i> , <i>Plectranthus amboinicus</i> , <i>Commiphora madagascariensis</i> , <i>Ficus vallis-choudae</i> , <i>Gnidia kraussiana</i> , <i>Loudetia arundinacea</i> , <i>Nephrolepis biserrata</i> , <i>Ocimum basilicum</i> , <i>Oxalis latifolia</i> , <i>Pittosporum viridiflorum</i> , <i>Pleiotaxis pulcherrima</i> , <i>Pteridium caudatum</i> , <i>Rhus longipes</i> , <i>Sesbania sesban</i> , <i>Sida rhombifolia</i> , <i>Smilax anceps</i> , <i>Solanum campylacanthum</i> , <i>Vernonia guineensis</i> , <i>Vernonia karaguensis</i> , <i>Virectaria major</i> .
93%	<i>Anisophyllea boehmii</i> , <i>Costus spectabilis</i> , <i>Croton macrostachyus</i> , <i>Dracaena steudneri</i> , <i>Nidorella spartioides</i> , <i>Rubus apetalus</i> , <i>Sida spinosa</i> , <i>Sphenostylis marginata</i> , <i>Triumfetta tomentosa</i> , <i>Vernonia amygdalina</i> , <i>Zornia setosa</i> .
91%	<i>Agathisanthemum globosum</i> , <i>Crassocephalum montuosum</i> , <i>Gardenia ternifolia</i> , <i>Kotschya strigosa</i> , <i>Markhamia lutea</i> , <i>Salacia erecta</i> , <i>Schrebera trichoclada</i> , <i>Solanecio manni</i> , <i>Spermacoce princeae</i> .

Ri	Espèces (suite)
88%	<i>Blumea crispata</i> , <i>Securidaca longipedunculata</i> , <i>Zornia punctatissima</i> .
86%	<i>Aframomum angustifolium</i> , <i>Dicoma anomala</i> , <i>Kotschya africana</i> , <i>Mussaenda arcuata</i> .
84%	<i>Acacia sieberiana</i> , <i>Berkheya spekeana</i> , <i>Carissa edulis</i> , <i>Indigofera confusa</i> , <i>Lansea edulis</i> , <i>Phyllanthus gagnioevae</i> , <i>Rhynchosia resinosa</i> .
81%	<i>Dolichos kilimandscharicus</i> , <i>Hypoestes cancellata</i> , <i>Keetia gueinzii</i> , <i>Kotschya aeschynomoides</i> , <i>Lantana trifolia</i> .

La figure 3.10 illustre quelques espèces rares inventoriées dans les sites de Isare et Buhinyuza.



Dissotis caloneura



Gardenia ternifolia



Schrebera trichoclada



Asparagus flagellaris



Sinarundinaria alpina



Rumex usambarensis



Blumea crispata



Costus spectabilis



Carissa edulis

Figure 3.10: Illustration de quelques espèces rares des sites étudiés.

III.1.5. Affinités floristique des sites étudiés

Une comparaison faite entre la composition floristique des deux sites échantillonnés révèle une grande variabilité floristique. Les sites échantillonnés des communes de Isare et de Buhinyuza ont le degré de similarité de 0,45 dans leur composition floristique (Tableau 3.8).

Tableau 3.8: Matrice de similarité de Jaccard de la flore de Isare et de Buhinyuza.

Matrice de similarité	Isare	Buhinyuza
Isare	1	
Buhinyuza	0,45	1

III.1.6. Richesse spécifique et évaluation de l'exhaustivité de l'échantillonnage

La figure 3.11 montre que les courbes d'accumulation de la richesse spécifique ne s'arrêtent pas à un même niveau. Le site de Buhinyuza a un grand nombre d'individus par rapport au site de Isare. Pour un même nombre d'individus, le nombre d'espèces paraît plus grand à Isare par rapport au site de Buhinyuza. Les courbes indiquent que le site de Isare présente une richesse spécifique plus élevée par rapport au site de Buhinyuza. En effet, toutes les deux courbes n'atteignent pas le stade asymptotique; indiquant que l'effort d'échantillonnage n'a pas été suffisant pour tous les deux sites.

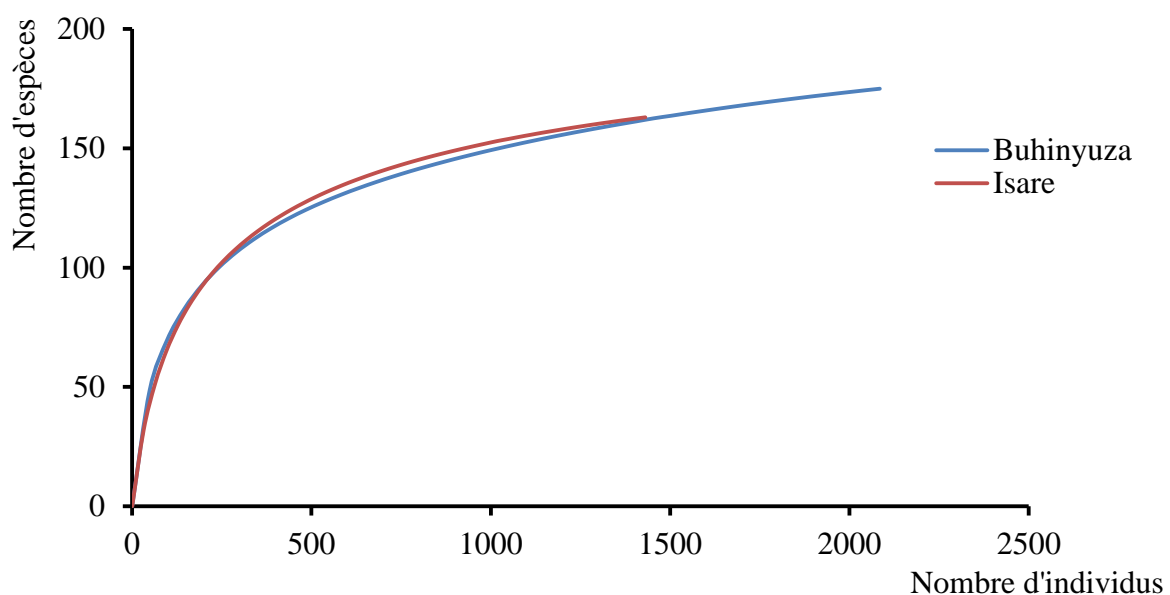


Figure 3.11: Comparaison des courbes d'accumulation de la richesse spécifique en fonction du nombre d'individus réalisés dans les sites d'échantillonnage de Isare et de Buhinyuza.

III.2. Discussion

III.2.1. Bilan floristique des sites étudiés

La présente étude constitue une contribution à la connaissance de la flore des sites dégradés des communes de Isare et de Buhinyuza. Etant donné que la flore du Burundi compte 2 909 espèces végétales (Ndayishimiye & al., 2010), les 233 espèces inventoriées représentent 8% de la flore du pays. Les dicotylédones forment le groupe le mieux représenté avec 82,8%. Les monocotylédones et les ptéridophytes représentent respectivement 12,9 et 4,3%. Une telle conclusion corrobore les résultats d'un certain nombre d'études précédentes. Bangirinama & al. (2011) ont trouvé 79,1% des dicotylédones contre 20,1% des monocotylédones et 0,6% des ptéridophytes dans la flore des jachères du Burundi. Masharabu & al. (2014 et 2017) ont constaté une prédominance des dicotylédones avec 94 et 95,1% respectivement en paysage anthropisé des Zones Kabuye (commune Matongo) et Musenyi (commune Tangara).

Les ptéridophytes sont faiblement représentées dans les sites étudiés. Cela s'explique par le fait que leur diversité en Afrique est exceptionnellement pauvre (Roux, 2009). Le Burundi compte 178 espèces de ptéridophytes (Roux, 2009). Par conséquent, les 10 espèces inventoriées représentent 5,6% des Ptéridophytes du pays. Nos résultats se rapprochent également de ceux de N'driehikpa & al. (2020) qui ont travaillé sur la biodiversité végétale des jachères post-culturelles dans la forêt classée d'Irobo (Sikensi, Côte d'Ivoire). Ces auteurs ont constaté une prédominance des dicotylédones avec 88,84% suivis par les monocotylédones (10,27%) et une faible proportion (0,89%) des ptéridophytes. Mangambu & al. (2018) ont constaté une dominance des dicotylédones (75,5%) dans les jachères post-culturelles de la localité de Mbobero en RD Congo.

La richesse floristique des familles les mieux représentées montre une prédominance des Fabaceae (13,7%) suivies par les Asteraceae (13,3%), les Rubiaceae (8,2%), les Euphorbiaceae (7,3%) et les Poaceae (5,2%). Les deux sites étudiés ont fait objet d'un test de Khi carré pour vérifier s'il n'y a pas de différence entre la richesse en espèces des familles inventoriées. Ce test a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre ces derniers ($p > 0,05$). Nos résultats corroborent ceux de Bangirinama & al. (2011) et ceux de Masharabu & al. (2014 et 2017). Bangirinama & al. (2011) ont trouvés que les Fabaceae viennent en tête avec 15,6% suivis par les Poaceae (10,9%), les Asteraceae (10,5%), les Rubiaceae (4,5%) et les Euphorbiaceae (4,3%) dans la flore des jachères du Burundi. Nos résultats et ceux de Bangirinama & al. (2011) ont fait objet d'un test de Khi carré pour vérifier s'il n'y a pas de différence entre la richesse en

espèces de leurs principales familles. Ce test a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre ces dernières ($ddl = 4$; $Khi \text{ carré} = 4,30$ et $p > 0,05$) (Tableau 3.9). Les résultats de Masharabu & al. (2014) ont montré la dominance des Fabaceae (18%) suivies par les Euphorbiaceae (10%), les Moraceae (8%) et les Rubiaceae (8%) dans le paysage anthropisé de la zone Kabuye. Masharabu & al. (2017) ont également montré que la famille des Fabaceae vient en tête avec 18% suivie par les Euphorbiaceae (16%), les Moraceae (10%), les Asteraceae et les Rubiaceae (8%) chacune en paysage anthropisé de la zone Musenyi.

Toutes ces études mettent en évidence l'importance numérique de la famille des Fabaceae dans la flore du Burundi. La dominance des Fabaceae dans les sites cibles s'explique par le fait que cette famille a une grande représentativité spécifique au Burundi (Ndayishimiye & al., 2010; Masharabu & al., 2012). Il est également important de noter que cette famille, au bénéfice de découpages taxonomiques nouveaux, s'est vue élargir pour englober les désormais sous-ensembles que sont les Mimosaceae et les Caesalpiniaceae (Leguminosae) (Bangirinama, 2010; Masharabu, 2011). D'après Bangirinama & al. (2011), la dominance des familles cosmopolites constitue un indicateur que les milieux perturbés constituent un lieu de rencontre de plusieurs espèces d'origines diverses.

Nos résultats sont également comparables à ceux d'Adingra & Kassi (2016) et N'driehikpa & al. (2020); Mangambu & al. (2018) et Amegnaglo & al. (2018) qui ont travaillé sur la végétation des jachères de leur pays respectifs: la Côte d'Ivoire, la RD Congo et le Togo. Adingra & Kassi (2016) ont trouvé dans leur flore la dominance des Fabaceae (42 espèces), des Rubiaceae (29 espèces), des Euphorbiaceae (25 espèces) et des Poaceae (10 espèces). La famille des Fabaceae avec 56 espèces, soit un taux de 12,5%, était la mieux représentée lors de l'étude faite par N'driehikpa & al. (2020). Mangambu & al. (2018) ont mis en évidence les Fabaceae (22%), les Euphorbiaceae (18,2%) et les Asteraceae (16,9%) comme des familles les mieux représentées lors de leur étude. Amegnaglo & al. (2018) ont constaté dans leur étude une prédominance des Fabaceae (62 espèces) suivies par les Poaceae (55 espèces).

Ainsi, la dominance des Fabaceae s'explique par le fait qu'elles constituent le plus grand ensemble angiospermien, cosmopolite, prédominant en individus et en espèces dans de nombreux biomes, surtout en région tropicale (Rodolphe & al., 2012 in Masharabu & al., 2017). Par ailleurs, les Fabaceae, les Malvaceae, les Apocynaceae, les Euphorbiaceae, les Moraceae, les Rubiaceae et les Meliaceae rentrent dans la catégorie des familles à grande plasticité écologique en région tropicale (Yongo, 2002 in N'driehikpa & al., 2020).

Tableau 3.9: Comparaison de la richesse floristique des principales familles des sites étudiés à celle de la flore des jachères du Burundi (Bangirinama & al., 2011).

Familles	Sites de Isare et de Buhinyuza	Bangirinama et al. (2011)
	Espèces en %	Espèces en %
Fabaceae	13,7	15,6
Asteraceae	13,3	10,5
Rubiaceae	8,2	4,5
Euphorbiaceae	7,3	4,3
Poaceae	5,2	10,9

III.2.2. Analyse des traits biologiques

III.2.2.1. Types biologiques

La répartition des espèces en types biologiques montre que les phanérophytes (50,5%) sont les plus représentés suivis par les chaméphytes (19,8%) et les thérophytes (14,6%) de l'ensemble des types biologiques rencontrés dans les sites étudiés. La flore du site de Isare est dominée par les phanérophytes (53%) suivie par les chaméphytes (16%). Celle de Buhinyuza est également dominée à 51% par les phanérophytes suivie par les chaméphytes (21%). Ces deux sites ont fait objet d'un test de Khi carré pour vérifier s'il n'y a pas de différence entre la richesse en espèces des types biologiques inventoriés. Ce test a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre ces derniers ($p > 0,05$).

Nos résultats corroborent ceux de Bangirinama (2010) qui ont montré que les phanérophytes (33,5 %) étaient mieux représentés dans la végétation des jachères explorées. Nos résultats et ceux de Bangirinama (2010) ont fait l'objet d'un test de Khi carré pour vérifier s'il n'y a pas de différence dans les spectres bruts des types biologiques inventoriés. Ce test a révélé qu'il n'y a pas de différence significative ($ddl = 4$; $Khi\ carré = 8,6$ et $p > 0,05$) (Tableau 3.10). Une comparaison a été faite avec les résultats d'autres études similaires. Mangambu & al. (2018) avaient notamment trouvé la dominance des phanérophytes (52,5%) dans la flore des jachères post-culturelles de la localité de Mbobero en RD Congo. Amegnaglo & al. (2018) ont montré que le spectre des formes biologiques de la flore des pâturages de la zone guinéenne du Togo était dominé par les phanérophytes (43%) suivies par les thérophytes (34%).

La dominance des phanérophytes s'explique par l'augmentation des ligneux dans les stades préforestiers (Bangirinama & al., 2011). La proportion des phanérophytes dépend des stades de la succession échantillonnés: plus on explore les stades plus avancés, plus cette proportion augmente (Bangirinama, 2010). La proportion non négligeable des chaméphytes (19,8 %) est liée à la stratégie de tolérance au stress (pénuries de lumière, d'eau ou de nutriments minéraux) et à la perturbation (érosion du sol, feux de brousses, piétinement) (Grime, 1977). Par contre, les thérophytes constituent les caractéristiques des jeunes jachères (Bangirinama & al., 2011) ou des milieux à haut régime de perturbation (Grime, 1977).

Tableau 3.10: Comparaison du spectre brut (en %) des types biologiques des sites étudiés à celui de la flore des jachères du Burundi (Bangirinama, 2010).

Types biologiques	Sites de Isare et Buhinyuza	Bangirinama (2010)
Chaméphytes	19,8	24,4
Géophytes	9,9	7,2
Hémicryptophytes	5,2	7,2
Phanérophytes	50,5	33,5
Thérophytes	14,6	27,5

III.2.2.2. Types phytogéographiques

Les analyses phytogéographiques permettent de connaître la distribution géographique d'une ou de plusieurs espèces. La végétation des sites étudiés est caractérisée par la prédominance des espèces à distribution régionale (42%) suivies par les espèces africaines plus répandues (23,2%). Les espèces à large distribution et les espèces de liaison ont respectivement 21% et 13,3%. L'endémisme est très faible avec une seule espèce, soit 0,6%. Ainsi, les proportions obtenues dans la flore à distribution régionale (42%) confirment la situation du Burundi au carrefour de plusieurs régions phytogéographiques (Nzigidahera, 2000; Bangirinama & al., 2011). Il est situé en marge de la région guinéo-congolaise ce qui explique les quelques irradiations guinéennes (0,6%), entre les domaines oriental et zambézien de la région soudano-zambézienne d'où la part importante des espèces de cette région (33,7%) et dans le prolongement de la région afro-montagnarde expliquant les 7,7% d'espèces montagnardes trouvées dans cette étude. La proportion des espèces à large distribution géographique (21%) traduit un certain degré de dégradation de la flore locale (Bangirinama & al., 2011).

La faible proportion d'espèces endémiques (0,6%) constitue un reflet de la perte d'originalité que présente la flore des jachères.

III.2.3. Structure des peuplements

La distribution par classes diamétriques montre que les arbres de gros diamètre sont faiblement représentés. La flore des sites étudiés est surtout dominée par des individus de très faible diamètre. L'essentiel du peuplement ligneux, soit 93,3% en moyenne, se rencontre dans la classe de diamètre inférieur à 5cm. Les classes de 5-9cm et de plus de 10cm représentent respectivement 5,5% et 1,2% en moyenne. En effet, cette distribution est assimilable à une structure en «J-renversée», caractéristique des peuplements multispécifiques et inéquiennes (Rabiou & al., 2017). Elle est aussi typique aux formations où le renouvellement est régi par la régénération naturelle (Adingra & N'Dja, 2016). Cette structure est due au fait qu'un peu partout dans les sites étudiés, les espèces sont très exploitées par les populations et les herbivores domestiques. La même structure a été trouvée par Adingra & N'Dja (2016) lors de leur étude dans les jachères post-culturelles de la forêt classée de Bamo (Côte d'Ivoire).

III.2.4. Indice de raréfaction.

III.2.4.1. Espèces dominantes des sites étudiés

Les résultats de notre étude montrent que 31% des espèces inventoriées dans le site de Isare sont dominantes contre 46% dans le site de Buhinyuza, soit une moyenne de 38,5% dans les deux sites. Nos résultats sont corroborés ceux de Masharabu & al. (2017). Ces auteurs ont montré que les espèces telles que: *Erythrina abyssinica*, *Harungana madagascariensis*, *Ficus ovata*, *Pavetta ternifolia*, *Dracaena afromantana*, *Arundinaria alpina*, *Euphorbia turicalli*, *Parinari curatellifolia* et *Markhamia lutea*, étaient dominantes dans le paysage anthropisé de la zone Musenyi en commune Tangara. L'existence de ces espèces malgré la pression anthropique pourrait être due à la domestication de certaines espèces grâce à leur utilité médicinale et à leur survie dans une végétation en disparition. En plus, certaines espèces sont très respectées et/ou protégées par la population puisqu'elles sont considérées comme des plantes à signification socio-culturelle (exemples d'*Erythrina abyssinica* et *Ficus ovata*) (Masharabu & al., 2017).

III.2.4.2. Espèces rares des sites étudiés

La disponibilité des espèces dans les sites étudiés montre que 66% des espèces inventoriées dans le site de Isare sont rares contre 56% des espèces de Buhinyuza, soit un moyenne de 61% dans les deux sites. Nos résultats corroborent ceux de Masharabu & al. (2014 et 2017). Ces auteurs ont montré que les espèces telles que: *Dissotis trothae*, *Spathodea campanulata*, *Syzygium cordatum*, *Euphorbia candelabrum*, *Syzygium guineense*, *Dracaena steudneri* et *Sinarundinaria alpina*, constituent des plantes autochtones en voie de disparition dans les paysages anthropisés des zones Kabuye et Musenyi. Cette tendance à la raréfaction des espèces autochtones résulte de leurs usages abusifs (Masharabu & al., 2017). Ainsi, la perte d'habitats, l'exploitation irrationnelle, le manque des connaissances sur les techniques de domestication ainsi que l'introduction des essences exotiques constituent les principales causes de disparition de certaines plantes autochtones (Masharabu & al., 2014).

III.2.5. Affinités floristique des sites étudiés

Le degré de similarité entre les sites de Isare et Buhinyuza est de 45% dans leur composition floristique. La comparaison de ces deux sites par le coefficient de Jaccard ($SJ_{ij} = 0,45$) montre que les communautés végétales ne sont pas proches floristiquement. Cette grande variabilité floristique pourrait être expliquée par la diversité des habitats et la grande variabilité des conditions écologiques entre les deux sites (Masharabu, 2011). Ainsi, la coexistence des espèces se conforme à certaines lois sur le partage et l'utilisation des ressources communes, où les espèces s'adaptent aux différentes formes de compétition, de stress ou de perturbation (Grime, 1977; Wilson & Keddy, 1986). Les espèces diffèrent entre elles par l'ampleur et les modalités d'utilisation des ressources, par leurs effets sur l'environnement physique et par leurs interactions avec les autres espèces (Barbault, 2008 in Masharabu, 2011).

III.2.6. Richesse spécifique et évaluation de l'exhaustivité d'échantillonnage

En analysant la richesse spécifique des deux sites échantillonnés, nous constatons que le site de Isare présente une grande richesse spécifique par rapport au site de Buhinyuza. Pour un même nombre d'individus, le nombre d'espèces paraît plus grand à Isare par rapport au site de Buhinyuza. Cependant, cette différence de diversité spécifique pourrait être due aux phénomènes de perturbations anthropiques et/ou à la pédologie (N'da & al., 2008; Niyukuri & al., 2014). La théorie des perturbations intermédiaires constitue un phénomène favorisant une augmentation de la diversité spécifique lorsque la surface échantillonnée est très réduite

(Chesson & Huntly, 1997; White & Jentsch, 2001). Par ailleurs, lorsque l'importance et le régime des perturbations sont moyennes, la diversité spécifique sera plus élevée (Connell, 1978).

En effet, le site de Isare est constitué par des formations forestières plus riches et diversifiées comparativement au site de Buhinyuza qui est formé par des formations savaniques présentant de grandes superficies. Selon Cisse & al. (2020), la pauvreté relative des formations savaniques s'expliquerait par deux faits qui sont étroitement liés. Premièrement, ces formations sont très souvent soumises à l'action des feux de brousses, provoquant ainsi de fortes perturbations au niveau de la strate arborescente. Ainsi, chaque année, les savanes sont parcourues par des feux qui ont un caractère dommageable sur ces dernières. Ce qui est le cas pour le site de Buhinyuza où les feux de brousse sont abondants. La seconde cause de la perte de la diversité des savanes est liée à l'utilisation de ces biotopes pour la mise en place d'exploitations agricoles.

Néanmoins, les courbes d'accumulation de la richesse spécifique ne s'arrêtent pas à un même niveau. Le site de Buhinyuza a un grand nombre d'individus par rapport au site de Isare. En effet, toutes les deux courbes n'atteignent pas le stade asymptotique. On peut admettre que les inventaires floristiques réalisés dans ces sites ne représentent pas assez fidèlement la composition floristique des deux sites. Des inventaires supplémentaires sont nécessaires pour traduire la diversité spécifique plus correctement et exhaustivement.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une meilleure connaissance de la diversité floristique des sites dégradés des communes Isare et Buhinyuza. Son objectif est de caractériser la végétation de ces sites afin d'établir une base de données permettant la mise en place d'un système de restauration adéquat.

Les méthodes de quadrats et de relevé de parcours ont permis d'inventorier 233 espèces, soit 8% de la flore du Burundi, réparties dans 68 familles et 174 genres. Les dicotylédones sont les mieux représentés avec 82,8%. Les familles cosmopolites sont les plus dominantes: les Fabaceae (32 espèces), les Asteraceae (31 espèces), les Rubiaceae (19 espèces), les Euphorbiaceae (17 espèces) et Poaceae (12 espèces). L'analyse du spectre brut des formes biologiques révèle une prédominance des phanérophytes (50,5%) suivies par les chaméphytes (19,8%) et une proportion non négligeable des thérophytes (14,6%).

Les proportions de la distribution géographique des espèces mettent en évidence la prédominance des espèces à distribution régionale (42%); ce qui confirme la situation du Burundi au carrefour de plusieurs régions phytogéographiques. Ces espèces sont dominées par les espèces de la région soudano-zambézienne (33,7%) suivies par 7,7% d'espèces montagnardes. Les proportions des espèces africaines plus répandues (23,2%) et des espèces à large distribution géographique (21%) traduisent un certain degré de dégradation de la flore locale des sites étudiés. La faible proportion d'espèces endémiques (0,6%) constitue un reflet de la perte d'originalité que présente la flore de jachères étudiées.

La flore des sites étudiés est caractérisée par un peuplement ligneux très jeune (93,3%). Ce qui confirme que ces sites sont en cours de régénération naturelle. L'indice de raréfaction (Ri) montre une faible proportion des espèces dominantes (38,5%). Les espèces rares occupent 56% des espèces inventoriées dans les deux sites. Les courbes d'accumulation de la richesse spécifique montre une grande richesse spécifique dans le site de Isare par rapport au site de Buhinyuza. L'hypothèse selon laquelle les différents sites étudiés conserveraient une diversité spécifique relativement importante malgré les différentes perturbations anthropiques est vérifiée. Cette étude apporte des informations sur l'état actuel de la végétation des sites étudiés. Il est donc nécessaire de promouvoir la vulgarisation des espèces autochtones dans un contexte de la restauration et d'une agroforesterie adaptée avec des essences autochtones en paysage anthropisé afin d'assurer la pérennité des biens et services qu'elles offrent. Les espèces suivantes pourraient être utilisées dans ce programme: *Markhamia lutea* (Umusave),

Oxytenanthera abyssinica (Umusuna), *Trema orientalis* (Umurwampore), *Anisophyllea boehmii* (Umushindwe), *Parinari curatellifolia* (Umunazi), *Albizia adianthifolia* (Umusebeyi), *Anthocleista schweinfurthii* (Umurungambare) et *Polyscias fulva* (Umwungo). Il faut aussi étendre cette étude dans d'autres sites anthropisés au niveau du territoire national.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Adingra O.M.M.A. & Kassi J. N. (2016). Diversité floristique, structure et dynamique des jachères post-culturelles de la forêt classée de Bamo (côte d’ivoire). *Agronomie Africaine* 28 (1) : 24-32p.
2. Adou Yao C.Y. & N’Guessan E.K. (2005). Diversité botanique dans le sud du parc national de Taï, Côte d’Ivoire. *Afrique Science*, 01(2) : 295-313p.
3. Amegnaglo K.B., Dourma M., Akpavi S., Akodewou A., Wala K., Diwediga B., Atakpama W., Agbodan K.M.L., Batawila K. & Akpagana K. (2018). Caractérisation des formations végétales pâturées de la zone guinéenne du Togo : typologie, évaluation de la biomasse, diversité, valeur fourragère et régénération. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(5): 2065-2084p.
4. Aronson J., Le Floch E., Gondard H., Romane F. & Shater Z. (2002). Gestion environnementale en région méditerranéenne : références et indicateurs liés à la biodiversité végétale. *Revue Ecologique (Terre Vie)*, supplément 9 : 225-240p.
5. Ayyad M.A. (2003). Case studies in the conservation of biodiversity: degradation and threats. *Journal of Arid Environments*. 54: 165–182p. doi:10.1006/jare.2001.0881
6. Bailly J.E.M., Hilton-Taylor C. & Stuart S.N. (Eds.) (2004). IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 191p.
7. Bamba I., Barima YSS. & Bogaert J. (2010). Influence de la densité de la population sur la structure spatiale d’un paysage forestier dans le bassin du Congo en RD Congo. *Tropical Conservation Science*, 3(1): 31-44p. doi:10.1177/194008291000300104
8. Bangirinama F. (2010). Processus de la restauration écosystémique au cours de la dynamique post-culturelle du Burundi : mécanismes, caractérisation et séries écologiques. Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, Belgique, 240p.
9. Bangirinama F., Bigendako M.J., Havyarimana F. & Bogaert J. (2011). Analyse de la flore des jachères du Burundi. *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.* 10: 1-19p.
10. Bangirinama F., Hakizimana P. & Bogaert J. (2012). De la conservation à la restauration écologique: *quelques applications sur les jachères du Burundi*. *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.* 10. 5p.
11. Bangirinama F., Masharabu T. & Havyarimana F. (2013). Analyse des traits biologiques au cours de la dynamique post-culturelle: cas des jachères de la zone périphérique de la Réserve naturelle forestière de Bururi. *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.* 12: 61-69p.
12. Bawa K.S. & Seidler R. (1998). Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. *Conservation Biology*, 12 (1): 46-55p. DOI: 10.1111/j.1523-1739.1998.96480.x
13. Beatty C.R., Cox N. A. & Kuzee M. E. (2018). Lignes directrices sur la biodiversité pour l’évaluation des opportunités de restauration des paysages forestiers. Première édition. Gland, Suisse : UICN.v+.43p. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.10.fr>
14. BIZURU E. (2005). Étude de la flore et de la végétation des marais du Burundi. Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, Belgique, 311p.
15. Bollin C., Fritzsche K., Ruzima S., Schneiderbauer S., Becker D., Pedoth L. & Liersch S. (2014). Analyse intégrée de la Vulnérabilité au Burundi. Volume II: “Analyse de Vulnérabilité au niveau local”. 58p.
16. Braun-Blanquet J. (1932). *Plant sociology. The study of plant communities*. Ed. Mac Gray Hill, New York, London, 439p.
17. Burgess N.D., Balmford A., Cordeiro N.J., Fjeldsa J., Kueper W., Rahbek C., Sanderson E.W., Scharlemann J.P.W., Sommer J.H. & Williams P. (2007). Correlations among

- species distributions, human density and human infrastructure across the high biodiversity tropical mountains of Africa. *Biological Conservation* 134, 164–177p.
18. Buzas M.A. & Culver J.S. (1999). Understanding regional species diversity through the log series distribution of occurrences. *Diversity and Distributions* 8: 187-195p. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.1999.00051.x>
 19. Cadre de Gestion Environnementale et Sociale (CGES), (2018). *Projet de Restauration des Paysages et de Résilience au Burundi (PRPR-BURUNDI): Rapport définitif*. 209p.
 20. César J. (1991). Typologie, diagnostic et évaluation de la production fourragère des formations pastorales en Afrique tropicale, *Fourrages*, 128, 423-442p.
 21. Chenot J. (2018). *Réhabilitation écologique d'écosystèmes dégradés par l'exploitation des carrières : faire avec, refaire ou laisser faire la nature ?* Thèse. Biologie végétale. Université d'Avignon. Français. ffNNT : 2018AVIG0344ff. fftel-02070639f, 296p.
 22. Chesson P. & Huntly N. (1997). The role of harsh and fluctuating conditions in the dynamics of ecological communities. *The American Naturalist*, 150 (5): 519-553p.
 23. Cisse A., Ouattara M., N'guessan E.A. & Abrou J.E.N. (2020). Diversité végétale et usages des plantes dans une zone de savane soudanienne : Cas de la localité de Ferkessédougou (Nord, Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(8): 2807-2825p.
 24. Codjia J.T.C., Assogbadjo A.E. & Ekué M.R.M. (2003). Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin. *Cahiers Agricultures*, 12 : 321-331p.
 25. Connell J.H. (1978). Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199(4335): 1302-1310p.
 26. Cristofoli S. & Mahy G. (2010). *Restauration écologique : contexte, contraintes et indicateurs de suivi*. Presses Agronomiques de Gembloux. Vol, 14. 203-211p. <http://hdl.handle.net/2268/21031>
 27. Delassus L. (2015). *Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques*. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 25 p.
 28. Diallo A., Agbangba E.C., Thiaw A. & Guissé A. (2012). Structure des populations d'Acacia senegal (L.) Will dans la zone de Téssékéré (Ferlo nord), Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 59: 4297-4306p.
 29. Diallo B.O, Mickey D, Chevalier M.H, Joly H.I. & Hossaert-Mickey M. (2008). Breeding system and pollination biology of the semi-domesticated fruit tree, *Tamarindis indica* L. (Leguminosae: Caesalpinioideae): Implications for fruit production, selective breeding and conservation of genetic resources. *African Journal of Biotechnology*, 7(22): 4068-4075p DOI: 10.1126/science.304.5674.1109b
 30. Dro B., Soro D., Koné M. W., Bakayoko A. & Kamanzi K. (2013). Evaluation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle dans le Nord de la Côte d'Ivoire, *Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol.17, Issue 3: 2631-2646p.
 31. Fandohan B., Glèlè-Kakaï R., Sinsin B. & Pelz D. (2008). Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois essences ligneuses médicinales dans la forêt classée de Wari Maro au Bénin. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 12 : 173-186p.
 32. Fournier A., Floret C. & Gnahoua G-M. (2001). *Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. La jachère en Afrique tropicale - Ch. Floret, R. Pontanier* John Libbey Eurotext, Paris, 123-168p.
 33. Fulbright T.E. (2004). Disturbance effects on species richness of herbaceous plant in a semi-arid habitat. *Journal of Arid Environments*, 58: 119-133p. DOI: 10.1016/S0140-1963(03)00132-0
 34. Gbesso F., Logbo J., Lougbegnon O.T. & Tente B. (2018). Caractérisation de la flore et de la végétation du site archéologique d'Agongointo et de sa périphérie (Commune de Bohicon, Bénin), *Rev. Int. Sci. App.*1(02) : 39-48p.

35. Gillet F. (2000). La Phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Université de Neuchâtel, Institut de Botanique. Doc. Labo. Ecol. Vég., 1, 68p.
36. Girard M., Lavoie C. & Thériault M. (2002). The Regeneration of a Highly Disturbed Ecosystem: A Mined Peatland in Southern Québec. *Ecosystems* 5: 274–288p. DOI: 10.1007/s10021-001-0071-7
37. Grime J.P. (1977). Evidence for existence of 3 primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 111, 1169–1194p.
38. Grundling P. & Grootjans A.P. (2018). Peatlands of Africa. Research Gate. 10p. DOI: 10.1007/978-94-007-4001-3_112
- Habonimana B., Nzigidahera B., Hakizimana P., Ndayisaba G. & Masharabu T. (2019). Les Loranthaceae et Viscaceae parasites des forêts et des agro-écosystèmes du Burundi: diversité et ampleur d’infestation. *J. Appl. Biosci.* 140.14235–14244p. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v140i1.3>
39. Hakizimana P., Bangirinama F., Masharabu T., Habonimana B., De Cannière C. & Bogaert J. (2012). Caractérisation de la végétation de la forêt dense de Kigwena et de la forêt claire de Rumonge au Burundi. *Bois et forêt des tropiques*, n° 312 (2), 44-52p.
40. Hansson L. & Angelstam P. (1991). Landscape ecology as a theoretical basis for nature conservation. *Landscape Ecology*, 5, 4, 191-201p. <https://doi.org/10.1007/BF00141434>.
41. Henle K., Lindenmayer D. B., Margules C. R., Saundres D. A. & Wissel, C. (2004). Species survival in fragmented landscapes: Where are we now? *Biodiversity and Conservation* 13:1-8p.
42. Houde L. (2014). Module 12: tests du khi-deux. Département de Mathématiques et d’informatique. Université du Québec à Trois-Rivières. 17p. <https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/Gscdepot/paf1010/18/M12.pdf>
43. Hurlbert S.H. (1971). The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52:577–586p.
44. ISTEEBU (2017). Projections démographiques 2010-2050. Niveau national et provincial. 48p.
45. ISTEEBU (2020). Projections démographiques au niveau communal 2010-2050, 422p.
46. Kalinganire A., Kaya B., Niang A., Kindt R., Muraya P. & Coe R. (2005). Caractérisation de la biodiversité ligneuse dans les zones en marge du désert : Manuel de procédures. ICRAFOccasionalPaper 3. Nairobi-World Agroforestry Centre, 70p.
47. Keenleyside K.A., Dudley N., Cairns S., Hall C.M. & Stolton S. (2013). Restauration écologique pour les aires protégées: Principes, lignes directrices et bonnes pratiques. Gland, Suisse: UICN. x + 120p.
48. Kokou K., Adjossou K. & Hamberger K. (2005). Les forêts sacrées de l’aire Ouatchi au sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l’environnement* 6(3), 15p. <https://doi.org/10.4000/vertigo.2456>
49. Lake P.S. (2001). On the maturing of restoration: Linking ecological research and restoration. *Ecol. Manag. Restor.* 2, 110-115p.
50. Laugier N. (2012). De la restauration écologique au génie écologique : synthèse documentaire. 17p.
51. Laurance W.F., Albernaz M., Fearnside P.M., Vasconcelos H.L. & Ferreira L.V. (2004). Deforestation in Amazonia. *Science* 304, 1109-1110p.
52. Le Floch E. & Aronson J. (1995). Ecologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Nat. Sci. Soc.* 3, 29-35p.

53. Lehouck V., Spanhove T., Gonsamo A., Gordeiro N. & Lens L. (2009). Spatial and temporal effects on recruitment of an afro-montane forest tree in threatened fragmented ecosystem. *Biological Conservation*, 142, 518-528p.
54. Lévêque C. (1994). Le concept de biodiversité : de nouveaux regards sur la nature. *Natures – Sciences-Sociétés*, 2 (3). 243-254p.
55. Lindborg R. & Eriksson O. (2004). Historical landscape connectivity affects present plant species diversity. *Ecology*, 85, 7, 1840-1845p. <https://doi.org/10.1890/04-0367>
56. Mangambu M., Gala B., Cubaka K., Imani M., Mushagalusa K., Muyisa K., Robbrecht E., Diggelen R.V., Nyakabwa M. & Ntahobavuka H. (2018). Diversité floristique, succession et dynamique des jachères postculturales de la localité de Mbobero (Kabare, Sud-Kivu, RD Congo). *Annales des Sciences et des Sciences Appliquées, UOB*, Vol. 4(3/4), 36-67p.
57. Manzo O.L., Garba O.B., Morou B., Karim S. & Mahamane A. (2017). État de la végétation ligneuse au Sahel : Cas de Guidan Roudji au Sahel central du Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol.31, Issue 3: 5033-5049p.
58. Masharabu T. (2011). « Flore et végétation du Parc national de la Ruvubu au Burundi : diversité, structure et implications pour la conservation ». Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, 224p.
59. Masharabu T., Bigendako M. J., Nzigidahera B., Mpawenayo B., Lejoly J., Bangirinama F. & Bogaert J. (2012). Vascular flora inventory and plant diversity of the Ruvubu National Park, Burundi. *Adansonia*, sér. 3, 34 (1): 157-164p.
60. Masharabu T., Havyarimana F., Niyonkuru E., Nkengurutse J., Hakizimana P. & Bangirinama F. (2017). Diversité, distribution et conservation des essences ligneuses autochtones en paysage anthropisé au Burundi: cas de la zone musenyi en commune tangara. *REB-PASRES 2 (2)*: 70-83p.
61. Masharabu T., Manirakiza O., Ndayishimiye J., Bangirinama F. & Havyarimana F. (2014). Diversité et conservation des plantes ligneuses autochtones en paysage anthropisé: cas de la Zone Kabuye en Commune Matongo (Burundi). *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.* 13: 35-42p.
62. MEEATU (2011). Stratégie nationale et plan d'action de lutte contre la dégradation des sols 2011-2016, 90p.
63. MEEATU (2013a). Stratégie Nationale et Plan d'Action sur la Biodiversité. Bujumbura, 104p.
64. MEEATU (2013b). Plan régional de mise en œuvre de la Stratégie Nationale et Plan d'Action sur la Biodiversité en zones écologiques de Mumirwa et de la Crête Congo Nil, 37p.
65. MEEATU (2014). Cinquième rapport du Burundi à la Convention sur la diversité biologique. 70p.
66. Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC. 86p.
67. Moupela C., Vermeulen C., Daïnou K. & Doucet J.L. (2011). Le noisetier d'Afrique (*Coula edulis* Baill.). Un produit forestier non ligneux méconnu. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(3), 485-495p.
68. Moussa M., Larwanou M. & Saadou M. (2015). Caractérisation des peuplements ligneux des parcs à *Faidherbia albida* (Del) A. Chev. et à *Prosopis africana* (Guill., Perrot et Rich.) Taub ; du Centre-sud Nigérien. *Journal of Applied Biosciences*, 94 : 8890-8906p.
69. Myers N. (1988). Threatened biotas: 'hot spots' in tropical forests. *The Environmentalist*, 8: 187-207p.

70. N'da D.H., Adou Y.C.Y., N'guessan K.E., Kone M. & Sagne Y.C. (2008). Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE* 04(3), 552 – 579p.
71. N'driehikpa M.M., Kouassi R.H., N'guessan A.E. & Kassi N.J. (2020). Biodiversité Végétale et dynamique et reconstitution des jachères post-culturelles dans la forêt classée d'Irobo (SIKENSI, COTE D'IVOIRE). *Agronomie Africaine* 32 (2) : 183-198p.
72. Ndayishimiye J., Sibomana S., Bigendako M.J., Lejoly J. & Bogaert J. (2010). Diversité et distribution géographiques des légumineuses de la flore du Burundi. *Bulletin Scientifique de l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature* 8: 16-21p.
73. Ndayizeyea G., Imani G., Nkengurutse J., Irapagarikiyea R., Ndiokubwayo N., Niyongabo F. & Cuni-Sanchez A. (2020). Ecosystem services from mountain forests: Local communities' views in Kibira National Park, Burundi. *Ecosystem Services* 45. 9p. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101171>
74. Ndong A.T., Ndiaye O., Sagna M.B., Diallo A., Galop D. & al. (2015). Caractérisation de la végétation ligneuse sahéenne du Sénégal: cas du Ferlo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, International Formulae Group (IFG)*, 9 (6), 2582-2594p.
75. Niyukuri J., Ndayishimiye J., Nzigidahera B., Bogaert J. & Habonimana B. (2014). Diagnostic de l'effet lisière dans les paysages anthropisés du secteur Rwegura dans le Parc National de la Kibira, Burundi. *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat.* 13: 66-71p.
76. Nzigidahera B. (2000). Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation. INECN, Bujumbura, 126p.
77. Nzigidahera B., Habiyaremye F.M., Mbarushimana D., Masabo O., Janssens de Bisthoven L. & Habonimana B. (2020). Habitats du Parc national de la Ruvubu (Burundi): État actuel et guide au suivi de leur dynamique à l'aide d'un lexique des plantes. Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 245p.
78. OBPE (2015). Etude des causes des problèmes clés de la biodiversité au Burundi. 44p.
79. OBPE (2017). Evaluation de l'Efficacité de Gestion des Aires Protégées du Burundi avec l'outil IMET - Année 2015. 43p.
80. Ouattara D., Kouame D., Tiebre M.S., Kouadio Y.J-C. & N'guessan K.E. (2016). Biodiversité végétale et valeur d'usage en zone soudanienne de la Côte d'Ivoire, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(3): 1122-1138p. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.18>
81. PCDC (2020). Plan communal de développement communautaire (PCDC, 3^{ème} génération) de la commune Buhinyuza (2020-2025). 217p.
82. PND (2018). Plan national de développement du Burundi (2018-2027). 139p.
83. Rabiou H., Maazou R., Soumana I., Moussa Mamoudou B., Issaharou-Matchi I. & Mahamane A. (2017). Succession des communautés végétales des jachères protégées en zone sahéenne: cas de Banizoumbou (Niger). *Journal of Applied Biosciences* 111: 10944-10956p. <http://dx.doi.org/104314/jab.v111i1.11>
84. Rawat U.S. & Agarwal N.K. (2015). Biodiversity: Concept, threats and conservation. *Environment Conservation Journal* 16(3). 19-28p.
85. Roche E. (1991). Evolution des paléoenvironnements en Afrique centrale et orientale au pléistocène supérieur et à l'holocène. Influences climatiques et anthropiques. *Bulletin de la Société Géographique de Liège* 27: 187-208p.
86. Roux J.P. (2009). Synopsis of the Lycopodiophyta and Pteridophyta of Africa, Madagascar and neighbouring islands. *Strelitzia* 23. South African National Biodiversity Institute, 296p.

87. Roy P.S. & Tomar S. (2000). Biodiversity characterization at landscape level using geospatial modelling technique. *Biological Conservation* 95. 95-109p.
88. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2010). *Global Biodiversity Outlook 3*. Montréal, 94p.
89. Sène A.M. (2008). « Des institutions internationales à l'action locale : à quelles échelles le développement durable est-il efficace ? Le cas des équipements structurants dans le bassin versant du fleuve Sénégal ». Thèse de Doctorat en Géographie, Université Joseph Fourier, Grenoble, 588p.
90. Séné A.M. (2010). « Perte et lutte pour la biodiversité : perceptions et débats contradictoires », *Vertigo*- la revue électronique en sciences de l'environnement. 8p. DOI : 10.4000/vertigo.10358
91. Theau J.P., Cruz P., Fallour D., Jouany C., Lecloux E. & Duru M. (2010), Une méthode simplifiée de relevé botanique pour une caractérisation agronomique des prairies permanentes, *Fourrages*, 201, 19-25p.
92. Tiebre M-S., Ouattara D., Adou Yao C.Y., Gnagbo A. & N'Guessan K.E. (2016). Caractérisation de la flore et de la végétation et potentiel de conservation de la biodiversité végétale en zone d'activités anthropiques dans le Nord-est de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*.17(3). 893-900p.
93. Triolo J. (2005). *Guide pour la restauration écologique de la végétation indigène*. Saint-Denis, La Réunion, 91p
94. Troupin G. (1978-1988). *Flore du Rwanda, Spermatophytes. Volumes I à IV*. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique & Institut National de Recherche Scientifique, Butare, République Rwandaise.
95. UICN/PACO (2011). *Parcs et réserves du Burundi : évaluation de l'efficacité de gestion des aires protégées*. Ouagadougou, BF:UICN/PACO.107p.
96. Watt A.D. (1998). Measuring disturbance in tropical forests: a critical of the use of species abundance models and indicators measures in general. *Journal of Applied Ecology* 35, 467-469p. DOI: 10.1046/j.1365-2664.1998.00312.x
97. Wezel A. & Haigis J. (2000). Farmer's perception of vegetation changes in semi-arid Niger. *Land Degradation and Development*, 11, 523-534p.
98. White P.S. & Jentsch A. (2001). *The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics*". *Progress in Botany*, New York, SpringerVerlag, 400-450p.
99. Wilson S.D. & Keddy P.A. (1986). Species competitive ability and position along a natural stress/disturbance gradient. *Ecology* 67(5): 1236-1242p. doi:10.2307/1938679
100. WRI, IUCN & UNEP (1992). *Global Biodiversity Strategies: Guidelines for Action to Save, Study and Use Earth's Biotic Wealth Sustainably and Equitably*. Washington, D.C: WRI, IUCN, UNEP, 244p.
101. Young A. (1995). *Agroforesterie pour la conservation des sols*. ICRAF. 183p.

ANNEXES

Annexe I: Liste floristique des espèces inventoriées dans les sites de Isare et Buhinyuza.

Familles	Espèces Noms scientifiques des espèces	Noms vernaculaires des espèces	Traits biologiques		Localité	
			TB	TP	I	B
Dicotylédones						
Acanthaceae	<i>Acanthus polystachius</i> Delile	Igitovu	P	Afr-Trop	+	+
	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T.Anderson	Agatkaruzi	Ch	Pal	+	
	<i>Brillantaisia</i> sp	Umugutugutu	Ch		+	
	<i>Hypoestes cancellata</i> Nees	Bukikiri	Ch	Plur-Afr		+
	<i>Justicia subsessilis</i> Oliv.	Umubazibazi, akabazibazi	Ch	Afr-Trop		+
Amaranthaceae	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Urukaramu	Ch	Pan		+
Anacardiaceae	<i>Lannea edulis</i> (Sond.) Engl.	Umutabataba	P	Plur-Afr		+
	<i>Lannea fulva</i> (Engl.) Engl.	Umufute, Umutabataba, Umuna, Ikimuna	P		+	+
	<i>Lannea schimperi</i> (Hochst. ex A.Rich.) Engl.	Umufute	P	SZ(OZ)		+
	<i>Rhus natalensis</i> Bernh. ex C.Krauss	Umusagara	P	SZ	+	+
	<i>Rhus longipes</i> Engl.	Umusagara	P	SZ	+	+
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea boehmii</i> Engl.	Umushindwe	P	SZ(OZ)	+	+
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Umukanda, Umutobe	P	SZ	+	+
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Gutwikumwe	Ch	Pal	+	
	<i>Steganotaenia araliacea</i> Hochst.	Umuganasha	P	LSZ-G	+	+
Apocynaceae	<i>Carissa edulis</i> (Forssk.) Vahl	Umunyaonza	P	Pal		+
Araliaceae	<i>Cussonia arborea</i> Hochst. ex A.Rich.	Igihondogori	P	Afr-Trop	+	+
	<i>Polyscias fulva</i> (Hiern) Harms	Umwungo	P	Mo	+	
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> (L.) L.	Akarura	T	Subcos	+	+
	<i>Anisopappus africanus</i> (Hook.f.) Oliv. & Hiern	Umwasamuzo, Umukamisha	T	Afr-Trop	+	
	<i>Aspilia pluriseta</i> Schweinf. ex Schweinf.	Icumwa	T	Plur-Afr	+	+
	<i>Berkheya spekeana</i> Oliv.	Igihandambwa	Ch	Afr-Trop		+
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Icanda	T	Pan	+	+

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	TB	TP	I	B
Asteraceae	<i>Bidens grantii</i> (Oliv.) Sherff	Ishike	T		+	+
	<i>Blumea crispata</i> (Vahl) Merxm.	Igihanamigongo	T			+
	<i>Bothriocline longipes</i> (Oliv. & Hiern) N.E.Br.	Umubebe	T	SZ(OZ)	+	+
	<i>Conyza aegyptiaca</i> (L.) Dryand. ex Aiton	Mukobwandagowe	T	Pal	+	+
	<i>Crassocephalum montuosum</i> (S.Moore) Milne-Redh.	Igifurifuri	Ch	LSZ-G	+	+
	<i>Crassocephalum vitellinum</i> (Benth.) S.Moore	Umuyungubira	T	Mo	+	
	<i>Dicoma anomala</i> Sond.	Umwanzuranya	Ch	LSZ-G		+
	<i>Elephantopus scaber</i> L.	Umuhunahuna	T	LSZ-Mo		+
	<i>Emilia caespitosa</i> Oliv.	Akaryankwavu	T	LSZ-Mo	+	+
	<i>Guizotia scabra</i> (Vis.) Chiov.	Ikizimyamuriro	H	Plur-Afr	+	
	<i>Gutenbergia cordifolia</i> Benth. ex Oliv.	Umweza	T	SZ(O)	+	
	<i>Helichrysum cymosum</i> (L.) D.Don	Manayeza	Ch	Mo	+	
	<i>Helichrysum mechowianum</i> Klatt	Ngabimwe	G	L-SZ-G	+	+
	<i>Helichrysum nitens</i> Oliv. & Hiern	Umuhuna	T	SZ		+
	<i>Microglossa pyrifolia</i> (Lam.) Kuntze	Umuhe	P	Pal	+	+
	<i>Nidorella spartioides</i> (O.Hoffm.) Cronquist	Ngote	Ch	Afr-Trop		+
	<i>Pleiotaxis pulcherrima</i> Steetz	Irenzamunsi	Ch	SZ(Z)		+
	<i>Senecio maranguensis</i> O.Hoffm.	Imbatura	P	Mo	+	
	<i>Solanecio mannii</i> (Hook.f.) C.Jeffrey	Umutagari	T	Afr-Trop	+	+
	<i>Stomatanthes africanus</i> (Oliv. & Hiern) R.M.King & H.Rob.	Umweyo	Ch	SZ(OZ)	+	+
	<i>Vernonia guineensis</i> Benth.	Akanyamina	Ch			+
	<i>Vernonia karaguensis</i> Oliv. & Hiern	Umuhombo	Ch	SZ(EOZ))	+	+
	<i>Vernonia amygdalina</i> Delile	Umubirizi	P	Afr-Trop	+	+
	<i>Vernonia lasiopus</i> O.Hoffm.	Umurerabana	P	LSZ-Mo		+
	<i>Vernonia miombicola</i> Wild	Nsanzekaremuye	T			+
	<i>Vernonia subuligera</i> O.Hoffm.	Umufunywa, Ikinyami	P		+	
	Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	Umugirigiri	P	Cos	
Balsaminaceae	<i>Impatiens stuhlmannii</i> Warb.	Intontwe, Ibisogoro, Ibirurumbwe	Ch	L-SZ-Mo	+	
Bignoniaceae	<i>Markhamia lutea</i> (Benth.) K.Schum.	Umusave	P	SZ(OZ)	+	+

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	TB	TP	I	B	
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	Umuzenga	P	Afr-Trop	+		
	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	Umunaniranzovu	P		+		
Boraginaceae	<i>Cordia africana</i> Lam.	Umuvugangoma	P	Plur-Afr	+	+	
Buseraceae	<i>Commiphora madagascariensis</i> Jacq.	Umudahwera	P	GC		+	
Celastraceae	<i>Gymnosporia senegalensis</i> (Lam.) Loes.	Umweza mukuru	P	Plur-Afr	+	+	
	<i>Maytenus acuminata</i> (L.f.) Loes.	Umumenamabuye	P		+	+	
	<i>Maytenus heterophylla</i> (Eckl. & Zeyh.) N.Robson	Umugunguma	P	Afr-Mal		+	
	<i>Salacia erecta</i> (G.Don) Walp.	Umushashi, Umutobo, Igituramugina	P	Plur-Afr		+	
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Umunazi	P	SZ(OZ)	+	+	
Combretaceae	<i>Combretum collinum</i> Fresen.	Umukoyoyo	P	SZ	+	+	
	<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G.Don	Umurama	P	SZ	+	+	
	<i>Terminalia mollis</i> M.A.Lawson	Umuhongoro	P	SZ		+	
Crassulaceae	<i>Kalanchoe glaucescens</i> Britten	Igitenetene	Ch	Afr trop	+	+	
Ericaceae	<i>Agarista salicifolia</i> (Lam.) G.Don				+		
Euphorbiaceae	<i>Acalypha brachiata</i> Krauss	Kamimura	Ch	SZ(EOZ)	+	+	
	<i>Acalypha polymorpha</i> Müll.Arg.	Umukundanya	H	Afr-Trop		+	
	<i>Alchornea cordifolia</i> (Schumach. & Thonn.) Müll.Arg.	Umungoro	P	LSZ-G		+	
	<i>Antidesma venosum</i> E.Mey. ex Tul.		P	SZ	+		
	<i>Bridelia brideliifolia</i> (Pax) Fedde	Umugimbu	P	LSZ-Mo	+	+	
	<i>Croton macrostachyus</i> Hochst. ex Delile	Umurangara	P	SZ		+	
	<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Umunyare	P	SZ(OZ)	+	+	
	<i>Euphorbia candelabrum</i> Trémaux ex Kotschy	Igihahe	P	SZ(SOZ)	+		
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.						+
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Akavamata	T	Pan	+		
	<i>Euphorbia umbellata</i> (Pax) Bruyns	Umukoni					+
	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Umusagamba, Umumbaraga	P	SZ(O)	+	+	
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Umudwedwe, Ikivurahinda	P	Pan	+		
	<i>Macaranga neomildbraediana</i> Lebrun	Umutwenzi	P	End	+		
<i>Ricinus communis</i> L.	Ikibonobono, Ikinobonobo	P	Cos	+			

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	TB	TP	I	B
Euphorbiaceae	<i>Sapium ellipticum</i> (Hochst.) Pax	Umusasa	P	LSZ-G		+
	<i>Uapaca nitida</i> Müll.Arg.	Umuhongoro	P			+
Fabaceae	<i>Acacia hockii</i> De Wild.	Umugenge	P	Afr-Trop	+	
	<i>Acacia polyacantha</i> Willd.	Umugunga	P		+	+
	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	Umunyinya	P	SZ(O)	+	+
	<i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W.Wight	Umusebeyi	P	SZ	+	+
	<i>Albizia antunesiana</i> Harms	Umusaramvuzo	P	SZ(OZ)		+
	<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston	Umubambangwe	P	Pan	+	
	<i>Cassia mimosoides</i> L.		T	Pal	+	
	<i>Dalbergia nitidula</i> Baker	Umuyigi	P	SZ(OZ)		+
	<i>Dolichos kilimandscharicus</i> Taub.	Igikinge	Ch	SZ(OZ)		+
	<i>Entada abyssinica</i> A.Rich.	Umusange	P	SZ	+	+
	<i>Eriosema psoraleoides</i> (Lam.) G.Don	Umupfunyantoke	G	Afr-Mal	+	+
	<i>Eriosema lebrunii</i> Staner & De Craene	Inanka, Umusibo	G	SZ(EOZ)		+
	<i>Erythrina abyssinica</i> DC.	Umurinsi	P	SZ	+	+
	<i>Indigofera arrecta</i> A.Rich.		Ch	LSZ-G	+	+
	<i>Indigofera asparagoides</i> Taub.	Ubwatsi bw'impfizi	G	Afr-trop	+	
	<i>Indigofera confusa</i> Prain & Baker f.	Umusorora	Ch	LSZ-G	+	+
	<i>Indigofera emarginella</i> A.Rich.	Umunyengoga	P	Plur-Afr		+
	<i>Kotschya africana</i> Endl.	Umushiha	P	LSZ-Mo	+	+
	<i>Kotschya aeschynomenoides</i> (Baker) Dewit & P.A.Duvign.	Umushihambwa	P	Mo	+	+
	<i>Kotschya strigosa</i> (Benth.) Dewit & P.A.Duvign.	Umushiha, Umucutsa	P	SZ(OZ)		+
	<i>Macrotyloma africanum</i> (Wilczek) Verdc.					+
	<i>Macrotyloma densiflorum</i> (Baker) Verdc.	Umuyobayoba			+	+
	<i>Macrotyloma sp</i>				+	
	<i>Millettia dura</i> Dunn	Umuyogoro	P	SZ(O)		+
	<i>Pericopsis angolensis</i> (Baker) Meeuwen	Umubanga	P	Afr-Trop		+
	<i>Rhynchosia resinosa</i> (A.Rich.) Baker	Umuvumburankwavu	Ch	SZ		+
	<i>Sesbania sesban</i> (L.) Merr.	Umunyegenyege	P	Pal	+	+

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	TB	TP	I	B
Fabaceae	<i>Sphenostylis marginata</i> E.Mey.	Igikori	Ch	Afr-Trop		+
	<i>Stylosanthes strictosum</i>					+
	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.				+	+
	<i>Zornia punctatissima</i> Milne-Redh.				+	+
	<i>Zornia setosa</i> Baker f.	Rukukumba	Ch	Pan		+
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	Umushayishayi	P	Afr-Mal	+	+
	<i>Hypericum revolutum</i> Vahl	Umusesankware, Umunyerezankware	P	Pal(Mal)	+	
	<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach	Umukubarwa	P	SZ	+	+
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br.	Umutongotongo	T	Pan	+	+
	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Umunukanyi, Umunutsi	T	Pal	+	+
	<i>Plectranthus defoliatus</i> Hochst. ex Benth.	Umuturampene	Ch	SZ(OZ)	+	+
	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Umuravumba			+	+
	<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews	Igicuncu			+	+
	<i>Pycnostachys erici-rosenii</i> R.E.Fr.	Umusinduka	Ch	SZ - Mo	+	
	<i>Rothea myricoides</i> (Hochst.) Steane & Mabb.	Umukuzanyana, Umupfuvya	P	SZ	+	+
Loganiaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	Umurungambare	P	LSZ-G	+	+
	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Umukome	P	SZ	+	+
Malvaceae	<i>Hibiscus noldeae</i> Baker f.	Umushigura	P	SZ-Mo	+	+
	<i>Sida rhombifolia</i> L.		T	Pan		+
	<i>Sida spinosa</i> L.		T	Pan		+
	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	Umuvumvu	T	Pan	+	+
	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	Igitakataka	P	Afr-Trop	+	
Melastomataceae	<i>Dissotis caloneura</i> Gilg ex Engl.	Igiharamanga	Ch		+	
Melastomataceae	<i>Dissotis erecta</i> Dandy	Umushongeshonge	Ch		+	+
	<i>Dissotis trothae</i> Gilg	Umushongesha	P	SZ(O)-Mo	+	
Moraceae	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Umuseno	P		+	
	<i>Ficus ovata</i> Vahl	Igikobekobe	P	SZ(OZ)	+	+
	<i>Ficus</i> sp	Ikijigojigo	P			+
	<i>Ficus vallis-choudae</i> Delile	Igikuyu, Igitoboro	P	LSZ-G	+	+

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	TB	TP	I	B
Myrsinaceae	<i>Maesa lanceolata</i> Forssk.	Umuhangahanga	P	Mo (EA)	+	+
Myrtaceae	<i>Syzygium cordatum</i> Hochst. ex Krauss	Umugoti	P	LSZ-G	+	+
	<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC.	Umugoti	P	L-SZ-Mo	+	
Ochnaceae	<i>Lophira lanceolata</i> Tiegh. ex Keay					+
Oleaceae	<i>Schrebera trichoclada</i> Welw.	Umukorotanyi	P			+
Oxalidaceae	<i>Biophytum helenae</i> Buscal. & Muschl.	Tinyabakwe	T	LSZ-Mo	+	
	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Umunyuwanyamanza	T	Cos	+	+
	<i>Oxalis variabilis</i> Jacq.		T			+
Pedaliceae	<i>Sesamum angolense</i> Welw.	Umurendarenda	Ch	SZ(OZ)	+	+
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus gagnioevae</i> Jean F.Brunel & J.P.Roux	Umaturuka	T			+
Piperaceae	<i>Piper capense</i> L.f.	Umukonjoro	P	Plur-Afr	+	
Pittosporaceae	<i>Pittosporum viridiflorum</i> Sims	Umuhe, Umunyereza	P	SZ		+
Polygalaceae	<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen.	Umunyagasozi	T	SZ(OZ)	+	+
Polygonaceae	<i>Rumex bequaertii</i> De Wild.	Isesabirego	Ch		+	
	<i>Rumex usambarensis</i> (Dammer) Dammer	Umufumbegete	Ch	SZ-Mo	+	+
Primulaceae	<i>Embelia schimperi</i> Vatke	Umukarakara	P	Mo		+
	<i>Lysimachia ruhmeriana</i> Vatke	Umuyobora	Ch	Plur-Afr		+
Proteaceae	<i>Faurea rochetiana</i> (A.Rich.) Chiov. ex Pic.Serm.	Umukaragata	P	SZ(EOZ)		+
	<i>Protea madiensis</i> Oliv.	Igihungere	P	SZ(OZ)	+	+
Rosaceae	<i>Rubus apetalus</i> Poir.	Inkere	P	Mo	+	+
Rubiaceae	<i>Mitragyna rubrostipulata</i> (K.Schum.) Havil.	Umugomera	P		+	
	<i>Agathisanthemum globosum</i> (Hochst. Ex A.Rich.) Klotzsch	Cuki kimera mu nyovu	Ch	SZ(OZ)		+
	<i>Fadogia ancylantha</i> Schweinf.	Umuvuzampundu	Ch	Afr-Trop	+	+
	<i>Fadogia cienkowskii</i> Schweinf.	Mikani	Ch	SZ(OZ)		+
	<i>Gardenia ternifolia</i> Schumach. & Thonn.	Umunaniranzovu	P	Afr-Trop	+	+
	<i>Keetia gueinzii</i> (Sond.) Bridson	Umwayi	P	Plur-Afr	+	+
	<i>Keetia venosa</i> (Oliv.) Bridson	Ikiryohera	P	LSZ-G	+	
	<i>Leptactina benguelensis</i> (Welw. ex Benth. & Hook.f.) R.D.Good		P			+

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	TB	TP	I	B
Rubiaceae	<i>Mussaenda arcuata</i> Poir.	Umubozanda	P	Plur-Afr	+	+
	<i>Oldenlandia herbacea</i> (L.) Roxb.	Urutuvya	T	Subcos	+	
	<i>Pavetta ternifolia</i> Hiern	Umunyamabuye	P	LSZ-Mo	+	+
	<i>Pavetta schumanniana</i> F.Hoffm. ex K.Schum.		P	SZ(Z)	+	
	<i>Pseudosabicea becquetii</i> N.Hallé	Umurarambo wo munyovu			+	
	<i>Rytigynia bridsoniae</i> Verdc.		P	Mo (EA)	+	
	<i>Rytigynia monantha</i> (K.Schum.) Robyns	Umukondokondo	P	SZ(O)	+	+
	<i>Spermacoce princeae</i> (K.Schum.) Verdc.	Umunyovunyovu	Ch	SZ(O)	+	+
	<i>Spermacoce pusilla</i> Wall.	Ize	T			+
	<i>Tapiphyllum discolor</i> (De Wild.) Robyns	Mikani	Ch	SZ(O)		+
	<i>Virectaria major</i> (K.Schum.) Verdc.	Umukizikizi	Ch	Mo	+	+
Salicaceae	<i>Oncoba spinosa</i> Forssk.	Umuyebebe			+	
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Umusasa, Umushasha	P	LSZ-G	+	+
Solanaceae	<i>Solanum aculeastrum</i> Dunal	Umutobotobo, Umunemberi	P	Pan(Mo)	+	+
Solanaceae	<i>Solanum campylacanthum</i> Hochst.	Indugwe				+
Thymelaeaceae	<i>Gnidia kraussiana</i> Meisn.	Agasakuza, Umuhombo mutoyi	Ch	Plur-Afr		+
Tiliaceae	<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	Umukururantama	T	Pan	+	+
	<i>Triumfetta tomentosa</i> Bojer ex Bouton	Umuwumvumvu	T	SZ	+	+
Ulmaceae	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	Umurwampore	P	Pal	+	+
Verbenaceae	<i>Clerodendrum formicarum</i> Gürke	Umushahawampene, Umushahurampene	P	Plur-Afr		+
	<i>Clerodendrum fuscum</i> Gürke	Umukutabatema	P	Plur-Afr	+	
	<i>Clerodendrum johnstonii</i> Oliv.	Umunyankuru	P	L-SZ-Mo	+	+
Verbenaceae	<i>Clerodendrum rotundifolium</i> Oliv.	Ikiziranyenzi	P	SZ(OZ)		+
(suite)	<i>Lantana trifolia</i> L.	Umuhengerihengeri	Ch	Pan		+
	<i>Vitex madiensis</i> Oliv.	Umuvyiru	P	Plur-Afr	+	+
Vitaceae	<i>Cayratia gracilis</i> (Guill. & Perr.) Suss.	Agasharita	P	SZ(OZ)		+

Monocotylédones						
Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	TB	TP	I	B
Amaryllidaceae	<i>Ammocharis tinneana</i> (Kotschy & Peyr.) Milne-Redh. & Schweick.	Umwangange, Akezeza			+	+
	<i>Scadoxus multiflorus</i> (Martyn) Raf.	Uruyange	G	Pal	+	+
Asparagaceae	<i>Asparagus flagellaris</i> (Kunth) Baker	Umunsabe	G	Afr-Trop	+	+
	<i>Asparagus</i> sp		G			+
Colchicaceae	<i>Gloriosa superba</i> L.		G	Pal	+	
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp	Igitezateza	Ch		+	+
	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Inteza	Ch	Pal	+	
Cyperaceae	<i>Bulbostylis hispidula</i> (Vahl) R.W.Haines		H	SZ(EOZ)	+	+
	<i>Cyperus angolensis</i> Boeckeler		G	Afr-Mal	+	
	<i>Cyperus cyperoides</i> (L.) Kuntze	Inimbo	G			+
	<i>Cyperus distans</i> L.f.		G	Pan	+	+
	<i>Cyperus esculentus</i> L.		G		+	
Dracaenaceae	<i>Dracaena afromontana</i> Mildbr.	Inganigani	P	Mo(EA)	+	+
	<i>Dracaena steudneri</i> Engl.	Igitongati	P	SZ(EOZ)	+	+
Iridaceae	<i>Gladiolus dalenii</i> Van Geel	Ikirungu	G	Pal		+
Poaceae	<i>Eragrostis</i> sp	Ishinge	H		+	+
	<i>Hyparrhenia diplandra</i> (Hack.) Stapf	Igisakenkanya	H	LSZ-G	+	+
	<i>Hyparrhenia filipendula</i> (Hochst.) Stapf	Umukenke	H	Subcos	+	
	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch.	Umusovu	G	Subcos	+	+
	<i>Loudetia arundinacea</i> (A.Rich) Hochst. ex Steud.	Urukangayange	H	SZ		+
	<i>Loudetia simplex</i> (Nees) C.E.Hubb.	Umuyange	H	Plur-Afr		+
	<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Ikinyamavuta	H	Pan	+	+
	<i>Oxytenanthera abyssinica</i> (A.Rich.) Munro	Umusuna	P		+	+
	<i>Panicum coloratum</i> L.	Umukenkenkenke	H		+	+
	<i>Schmidtia pappophoroides</i> Steud. ex JASchmidt	Ibisurira				+
	<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth	Igikaranka	T	Pan	+	+
	<i>Sinarundinaria alpina</i> (K.Schum.) C.S.Chao & Renvoize	Umugano	P	Mo	+	
	Smilacaceae	<i>Smilax anceps</i> Willd.	Umusuri	P	Plur-Afr	+

Familles	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	TB	TP	I	B
Zingiberaceae	<i>Aframomum angustifolium</i> (Sonn.) K.Schum.	Amatungunguru, Amasabasaba	G	SZ(EO)	+	+
	<i>Costus spectabilis</i> (Fenzl) K.Schum.	Amatwi y'inyana	G	SZ		+
Ptéridophytes						
Cyatheaceae	<i>Cyathea manniana</i> Hook.		P	Mo (EA)	+	
Davalliaceae	<i>Davallia denticulata</i> (Burm. f.) Mett. ex Kuhn				+	
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Igishurushuru	G	Cos	+	+
	<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon					+
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris athamantica</i> (Kunze) Kuntze		H	Plur-Afr	+	
Gleicheniaceae	<i>Gleichenia elongata</i> Baker				+	
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Ingwiza	G	Mo	+	
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Igishurushuru	G		+	+
Pteridaceae	<i>Notholaena inaequalis</i> Kunze		G		+	
	<i>Pellaea pectiniformis</i> Baker		G		+	

NB: Le tableau précédent fait mention des paramètres floristiques et du milieu d'étude. Types biologiques (TB): phanérophytes (P), chaméphytes (Ch), hémicryptophytes (H), thérophytes (T), géophytes (G). Types phytogéographiques (TP): espèces omni-soudano-zambéziennes (SZ), espèces soudano-zambéziennes à dominance orientale [SZ(O)], espèces soudano-zambéziennes à dominance orientale zambézienne [SZ(OZ)], espèces soudano-zambéziennes à dominance éthiopienne orientale [SZ(EO)], espèces soudano-zambéziennes à dominance éthiopienne orientale et zambézienne [SZ(EOZ)], espèces soudanozambéziennes à dominance zambézienne [SZ(Z)], espèces de liaison soudano-zambézienne et guinéenne (LSZ-G), espèces de liaison soudano-zambézienne et montagnarde (LSZ-Mo), espèces plurirégionales africaines (Plur-Afr), espèces cosmopolites (Cos), espèces afrotropicales (Afr-Trop), espèces afro-malgaches (Afr-Mal), espèces subcosmopolites (Subcosm), espèces pantropicales (Pan), espèces montagnardes (Mo), espèces endémiques (End), espèces paléotropicales (Pal), espèces guinéennes (G). Pour le milieu d'étude: Isare (I) et Buhinyuza (B).

Annexe II. Répartition des espèces inventoriées par taxons, familles, genres et par localité.

Familles	Isare				Buhinyuza			
	Genres		Espèces		Genres		Espèces	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Dicotylédones								
Acanthaceae	3	2,3	3	1,8	3	2,3	3	1,7
Amaranthaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Anacardiaceae	2	1,5	3	1,8	2	1,5	5	2,9
Anisophylleaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Annonaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Apiaceae	2	1,5	2	1,2	1	0,8	1	0,6
Apocynaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Araliaceae	2	1,5	2	1,2	1	0,8	1	0,6
Asteraceae	16	12,3	21	12,9	18	13,5	24	13,7
Balanitaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Balsaminaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Bignoniaceae	3	2,3	3	1,8	1	0,8	1	0,6
Boraginaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Buseraceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Celastraceae	2	1,5	2	1,2	3	2,3	4	2,3
Chrysobalanaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Combretaceae	1	0,8	2	1,2	2	1,5	3	1,7
Crassulaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Ericaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Euphorbiaceae	8	6,2	10	6,1	8	6,0	11	6,3
Fabaceae	13	10,0	19	11,7	17	12,8	27	15,4
Hypericaceae	3	2,3	3	1,8	2	1,5	2	1,1
Lamiaceae	5	3,8	7	4,3	4	3,0	6	3,4
Loganiaceae	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,1
Malvaceae	3	2,3	3	1,8	2	1,5	4	2,3

Familles (Suite)	Isare				Buhinyuza			
	Genres		Espèces		Genres		Espèces	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Melastomataceae	1	0,8	3	1,8	1	0,8	1	0,6
Moraceae	1	0,8	3	1,8	1	0,8	3	1,7
Myrsinaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Myrtaceae	1	0,8	2	1,2	1	0,8	1	0,6
Ochnaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Oleaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Oxalidaceae	2	1,5	2	1,2	1	0,8	2	1,1
Pedaliceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Phyllanthaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Pittosporaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Piperaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Polygalaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Polygonaceae	1	0,8	2	1,2	1	0,8	1	0,6
Primulaceae	0	0,0	0	0,0	2	1,5	2	1,1
Proteaceae	1	0,8	1	0,6	2	1,5	2	1,1
Rosaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Rubiaceae	12	9,2	15	9,2	10	7,5	12	6,9
Salicaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Sapindaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Solanaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	2	1,1
Thymelaeaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Tiliaceae	1	0,8	2	1,2	1	0,8	2	1,1
Ulmaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Verbenaceae	2	1,5	3	1,8	3	2,3	5	2,9
Vitaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
S/Total	103	79,2	131	80,4	111	83,5	148	84,6

Familles (suite)	Isare				Buhinyuza			
	Genre		Espèces		Genre		Espèces	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Monocotylédones								
Amaryllidaceae	2	1,5	2	1,2	2	1,5	2	1,1
Asparagaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	2	1,1
Colchicaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Commelinaceae	1	0,8	2	1,2	1	0,8	1	0,6
Cyperaceae	2	1,5	4	2,5	2	1,5	3	1,7
Dracaenaceae	1	0,8	2	1,2	1	0,8	2	1,1
Iridaceae	0	0,0	0	0,0	1	0,8	1	0,6
Poaceae	8	6,2	9	5,5	9	6,8	10	5,7
Smilacaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Zingiberaceae	1	0,8	1	0,6	2	1,5	2	1,1
S/Total	18	13,8	23	14,1	20	15,0	24	13,7
Ptéridophytes								
Cyatheaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Davalliaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Dennstaedtiaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	2	1,1
Dryopteridaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Gleicheniaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Lycopodiaceae	1	0,8	1	0,6	0	0,0	0	0,0
Nephrolepidaceae	1	0,8	1	0,6	1	0,8	1	0,6
Pteridaceae	2	1,5	2	1,2	0	0,0	0	0,0
S/Total	9	6,9	9	5,5	2	1,5	3	1,7
Total	130	100	163	100	133	100	175	100

Annexe III. Illustration des autres espèces inventoriées dans les sites étudiés.



Terminalia mollis



Protea madiensis



Maytenus acuminata



Fadogia ancyllantha



Erythrina abyssinica



Dolichos kilimandscharicus



Rothea myricoides



Steganotaenia araliacea



Alchornea cordifolia



Lannea schimperi



Gymnosporia senegalensis



Dodonaea viscosa



Dalbergia nitidula



Mussaenda arcuata



Rhus natalensis



Helichrysum mechowianum



Hibiscus noldeae



Strychnos spinosa



Clerodendrum rotundifolium



Vitex madiensis



Cussonia arborea



Entada abyssinica



Pleiotaxis pulcherrima



Sphenostylis marginata



Maesa lanceolata



Justicia subsessilis



Lannea fulva



Clerodendrum formicarum *Commiphora madagascariensis* *Sapium ellipticum*



Melinis minutiflora

Indigofera emarginella

Helichrysum cymosum



Nephrolepis biserrata

Gloriosa superba

Eriosema psoraleoides

