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

Etude de la végétation de la réserve naturelle forestière de Vyanda au sud-ouest du Burundi

NDAYIZEYE, Blaise

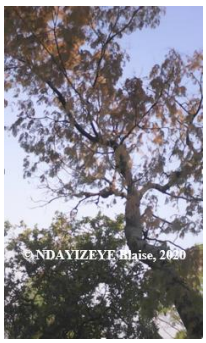
2020-09
UB
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/50

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

ETUDE DE LA VEGETATION DE LA RESERVE NATURELLE FORESTIERE DE VYANDA AU SUD-OUEST DU BURUNDI




Blaise NDAYIZEYE

Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du:

Diplôme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement (MSGIE)

Option : Gestion des Ressources Naturelles (GRN)

Sous la Direction de :

PhD, NDUWIMANA André

Co-Directeur :

PhD, HABONAYO Richard

Membres du jury :

Président : Pr. Tatien MASHARABU

Secretaire : Pr. Jacques NKENGURUTSE

Bujumbura, Septembre 2020

DEDICACES

A mes parents ;

A mon épouse ;

A mes frères et sœurs ;

NDAYIZEYE Blaise

REMERCIEMENTS

Aux termes de ce travail, je voudrais exprimer mes sentiments de reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation.

Aux temes de mes études de deuxième cycle à l'Université du Burundi (cycle de Master II), la liste de personnes que je dois remercier est grande mais je tiens à remercier particulièrement:

1° l'Université du Burundi et la Faculté des Sciences, pour la formation et l'encadrement que j'ai bénéficié. Hommage mérité au professeur NTAKIMAZI Gaspard, responsable du Programme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement ;

2° Messieurs NDUWIMANA André (PhD) et HABONAYO Richard (PhD) respectivement Directeur et Codirecteur pour m'avoir proposé le sujet et avoir accepté de m'encadrer malgré leurs multiples occupations. Je leur dis merci pour l'encadrement et les conseils qu'ils m'ont prodigués.

3° Le Centre de Recherche en Sciences des Productions Animales, Végétales et Environnementales (CRAVE), à travers le projet « Constitution d'une base de données actualisée sur les aires protégées du Burundi » pour le soutien matériel et financier qu'il m'a apporté dans la collecte des données ;

4° le Directeur Général de l'OBPE pour m'avoir accueilli et permis d'effectuer la collecte des données dans l'une des aires protégées du Burundi.

5° Monsieur MUNAMA Melchior, Chef de la réserve naturelle forestière de Vyanda et tout son personnel pour leur appui logistique et la bonne collaboration durant le travail de collecte des données ;

6° tous mes enseignants depuis le primaire jusqu'à l'Université pour la formation qu'ils m'ont donnée,

7° mes parents NSAGUYE Isidore et NYANDWI Mathilde pour les encouragements et l'orientation qu'ils m'ont suggéré,

Enfin merci à tous mes amis, mes collègues, les membres de ma famille et les populations vivant au voisinage de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda dont la collaboration m'a permis de bien réaliser ce travail.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Richesse specifique observée (S), indices de diversité de Shannon (H), de Simpson (D) et d'Equitabilité (E) de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda..... 16

Tableau 2: Similarité entre les groupements végétaux de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda..... 21

Tableau 3: Caractéristiques structurales de la Réserve Naturelle Forestières de Vyanda 25

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda 5
Figure 2: Zone d'étude de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda 8
Figure 3: Richesse en espèces et en genres des familles les mieux représentées dans la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda 15
Figure 4: Répartition des familles et des genres en fonction des classes d'espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda 16
Figure 5: Spectres brut et pondéré des formes biologiques des espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda 17
Figure 6: Spectres brut et pondéré des types de diaspores des espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda (NA : non attribué). 18
Figure 7: Spectres brut et pondéré des éléments phytogéographiques des espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda 19
Figure 8: Classification hiérarchique ascendante des groupements végétaux de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda 20
Figure 9: Premier plan factoriel de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)..... 21
Figure 10: Structure en circonférence des individus des peuplements de la réserve naturelle forestière de Vyanda 26

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances

$C^2_{1,3}$: Circonférence de référence au carré

CA : Correspondance Analysis

$d^2_{1,3}$: Diamètre de référence au carré

DCA : Detrended correspondence analysis

G : Surface terrière à l'hectare

$g_{1,3}$: Surface terrière à 1,30m du sol

GPS : Global Positioning System

OBPE : Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

ONU : Organisation des Nations Unies

UICN/PACO : Union Internationale pour la Conservation de la Nature/ Programme d'Afrique Centrale et de l'Ouest

UNESCO : United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation

UTM : Transverse universelle de Mercator

WGS : Système géodésique mondial

RESUME

Cette étude a consisté à étudier la végétation de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda au sud-oeust du Burundi. L'objectif global assigné à ce mémoire était de contribuer à l'efficacité de la gestion des aires protégées du Burundi en général et en apportant des connaissances utiles aux gestionnairex et aux décideurs. L'analyse de la composition et de la diversité ont été appréhendées à travers l'établissement de la richesse spècifique, le calcul des indices de diversité et l'étude traits de vie des espèces. La structure a quant à elle été analysée à travers l'identification des groupements végétaux, la distribution des tiges en classes de circonférence et le calcul de l'indice de valeur d'importance des espèces (IVI). La méthode utilisée est celle de l'approche systématique basée sur des relevés phytosociologiques pour etablir la richesse floristique de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda. Quant aux caractéristiques structurales, l'étude a porté sur les individus ayant aumoins une circonférence de 15 cm. Les résultats montrent que la végétation est relativement diversifiée avec 108 espèces réparties dans 81 genres et 41 familles. Les familles les mieux représentées sont les Fabaceae (22 espèces) ; Asteraceae (11 espèces) ; Poaceae et Rubiaceae (10 espèces chacune) et Phyllanthaceae (6 espèces). Le spectre pondéré a révélé une dominance des phanérophytes (53,9%), les sarcochores (37,8%), des espèces de distribution africaine (les afromalgaches avec 27,3%) tandis que le spectre brut presente une dominance des phanérophytes (46%), sarcochores (37,3%) et des types soudano-zambéziennes (14,2%). Les trois groupements végétaux ont été identifiés sur la base des fréquences des espèces: le groupement A avec 14 relevés (41,2%, soit 74 éspèces), le groupement B avec 11 relevés (32,4%, soit 56 espèces) et le groupement C avec 9 relevés (26,5%, soit 57 espèces). Ainsi, 508 tiges/ha ont été mesurées respectivement dans les placettes étudiées. La majorité des individus sont concentrés dans les classes de petites circonférences, ce qui a révélé une allure en « J inversé » indiquant la dominance des individus de petite taille. La surface terrière est 12,33m^2/ha avec une dominance de l'*Uapaca nitida Müll. Arg. var. nitida* et *Uapaca nitida Müll. Arg*. (Phyllanthaceae). Les résultats du calcul de l'IVI ont montré que cinq espèces ligneuses (*Uapaca nitida var.suffrutescens* P.A.Duvign avec 109,31, *Anisophyllea boehmii* avec 47,43, *Uapaca nitida var.rufopilosa* de Wild. Avec 22,20, *Parinari curatellifolia* avec 14,71 et *Brachystegia utilis* avec 12,91) sont les plus écologiquement importantes (espèces dont l'IVI supérieur à 10). Des stratégies de la conservation durable de cette aire protégée devraient être mises en œuvre pour pallier à sa dégradation.

Mots clés: Réserve naturelle forestière, diversité, stucture, forêt claire, Burundi.

ABSTRACT

This study consisted in studying the vegetation of the Vyanda Forest Nature Reserve in south-eastern Burundi. The overall objective assigned to this brief was to contribute to the effectiveness of the management of protected areas in Burundi in general and by providing useful knowledge to managers and decision-makers. The analysis of composition and diversity were approached through the establishment of specific richness, the calculation of diversity indices and the study of species' life traits. The structure was analyzed through the identification of plant groups, the distribution of stems in circumference classes and the calculation of the Species Importance Value Index (IVI). The method used is that of the systematic approach based on phytosociological surveys to establish the floristic richness of the Vyanda Forest Nature Reserve. As for structural features, the study looked at individuals with a circumference of at least 15 cm. The results show that the vegetation is relatively diversified with 108 species distributed in 81 genera and 41 families. The best represented families are the Fabaceae (22 species); Asteraceae (11 species); Poaceae and Rubiaceae (10 species each) and Phyllanthaceae (6 species). The weighted spectrum revealed a dominance of phanerophytes (53.9%), sarcochores (37.8%), species of African distribution (afromalgaches with 27.3%) while the raw spectrum shows a dominance of phanerophytes (46%), sarcochores (37.3%) and Sudano-Zambezian types (14.2%). The three plant groups were identified on the basis of species frequencies: group A with 14 records (41.2%, i.e. 74 species), group B with 11 records (32.4%, i.e. 56 species) and group C with 9 records (26.5%, or 57 species). Thus, 508 stems / ha were measured respectively in the studied plots. The majority of individuals are concentrated in the small circumference classes, which revealed an "inverted J" shape indicating the dominance of small individuals. The basal area is 12.33m2 / ha with a dominance of Uapaca nitida Müll. Arg. var. nitida and Uapaca nitida Müll. Arg. (Phyllanthaceae). The results of the IVI calculation showed that five woody species (Uapaca nitida var.suffrutescens PADuvign with 109.31, Anisophyllea boehmii with 47.43, Uapaca nitida var.rufopilosa from Wild. With 22.20, Parinari curatellifolia with 14.71 and Brachystegia utilis with 12.91) are the most ecologically important (species with IVI greater than 10). Sustainable conservation strategies for this protected area should be implemented to mitigate its degradation.

Keywords: Forest nature reserve, diversity, structure, open forest, Burundi.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES i

REMERCIEMENTS ii

LISTE DES TABLEAUX iii

LISTE DES FIGURES iv

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS v

RESUME vi

ABSTRACT vii

TABLE DES MATIERES viii

CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE 1

I.1. Contexte et problématique 1

I.2. Objectifs 3

I.3. Question de recherche et Hypothèses 3

CHAPITRE II. MILIEU D'ETUDE 5

II.1. Situation géographique de la réserve naturelle forestière de Vyanda 5

II.2. Historique 6

II.3. Climat 6

II.4. Aspects biotiques 7

II.5. Menaces sur la biodiversité de la réserve naturelle forestière de Vyanda 7

CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES 8

III.1. Présentation de la zone d'étude de la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda 8

III.2. Matériel 8

III.3. Méthodes de collecte des données 9

III.4. Méthodes de traitement et analyse des données 10

III.4.1. Données floristiques 10

III.4.2. Données dendrométriques 13

CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS 15
IV.1. PRESENTATION DES RESULTATS 15
IV.1.1. Composition et diversité 15
IV.1.2. Traits de vie 17
IV.1.3. Identification des groupements végétaux 20
IV.1.4. Caractéristiques structurales 22
IV.2. Discution des résultats 27
IV.2.1. Composition et diversité 27
IV.2.2. Traits biologiques 28
IV.2.3. Identification des groupements végétaux 29
IV.2.4. Caractéristiques structurales 30
CHAPITRE V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 32
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 34
ANNEXES 39

CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE

I.1. Contexte et problématique

L'homme vit aux dépens des ressources naturelles mais avant la révolution industrielle son effectif était encore faible (Gunnell, 2009) et son action n'avait pas encore affecté l'équilibre écologique des écosystèmes (CMED, 1987).

La situation a vite changé depuis que l'évolution de la science et de la technologie a permis à l'homme d'augmenter son emprise sur le milieu naturel et d'accroitre son effectif (Benoudjita, 2003). Cette situation engendre de multiples problèmes environnementaux d'origine anthropique dont la réduction et/ou la dégradation des milieux naturels et de la biodiversité etc (Barbault *et al.*, 2005).
Pour lutter contre cette dégradation, la grande stratégie adoptée fut de mettre en réserve plus d'espaces naturels (Naughton-Treves *et al.,* 2005) de façon que la période de 2003 à 2018, le réseau mondial des aires protégées a connu une augmentation de 136461 aires protégées totalisant une superficie de 27651024 km^2 (ONU, 2018).

Malgré cette course à la création des aires protégées, le grand défi reste celui de la gestion et de l'efficacité de la conservation de la biodiversité. Le risque est que des espaces naturels, même érigés en aires protégées disparaissent avant même d'être étudiées.

Le courant de la création des aires protégées n'a pas épargné le Burundi qui à ce jour dispose de 17 aires protégées dont la plupart sont en conflit avec les populations locales (UICN/PACO, 2011). La Réserve Naturelle Forestière de Vyanda est parmi ces aires protégées, elle est reprise dans la catégorie I comprenant des aires protégées à des fins de la protection stricte (UICN, 1994 in masharabu, 2011).

Au Burundi, la pression démographique est particulièrement forte sur l'ensemble du territoire et explique la croissance exponentielle des besoins en ressources naturelles et en terres agricoles, donnant lieu à des incursions dévastatrices dans beaucoup d'aires protégées. D'autres pressions, plus ponctuelles, comme les feux de brousse, surexploitation des terres, la dégradation des sols, la destruction des aires protégées et le déboisement (PNUD, 2017) qui ne s'observent que pendant une période restreinte de l'année, peuvent aussi avoir un impact important. La force est de constater que les territoires correspondant aux différentes aires protégées ont été très peu étudiés (Bizuru, 2005) et qu'il n'y a pas de listes des espèces présentes dans les aires protégées (Plumptre *et al*, 2007).

Corollairement, il s'ensuit que ce manque de telles études entraîne la vulnérabilité de la biodiversité et le non-respect des lois en matière de conservation de la nature. Or, les mesures de conservation nécessitent préalablement une connaissance des ressources et espèces disponibles sur un territoire (Schouten *et al*, 2009).

Pour ce faire, choisir cette Réserve, revient à travailler sur des espaces protégés d'écosystèmes naturelles où la population riveraine a une pression incontournable sur les ressources naturelles pour satisfaire les besoins en risquant d'épuiser certains services écosystèmiques fournis par la réserve.

Un autre argument qui agit sur en faveur du choix de cette Réserve Naturelle Forestière de Vyanda est qu'elle a été créée par le pouvoir public et sans la moindre concertation avec les communautés locales.

Le troisième argument qui exclut autres réserves naturelles, est qu'un certain nombre des études a été déjà réalisé sur leurs caractéristiques et sur leur composition floristique, est qu'elle a eu peu ou voire inexistance des études sur la composition floristique et dendrometrie.

La problématique à laquelle le présent travail tentera de trouver une solution est de savoir si la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda est encore un outil de protection à long terme d'espèces comme elle s'est definie par UICN en 1994 dans la première catégorie des six catégories des aires protégées.

Par ce travail, on veut aussi rester dans le monde scientifique qui maitrise ce qui est dans la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda et qui évite les pensées de certaines gens disant que la Réserve est riche en biodiversité végétale sans quantifier autant des espèces qui y trouvent et étudier la surface occupée par les troncs des arbres (surface terrière), tout avec but de montrer aux différents amuseurs que la présence d'une aire protégée surtout la Réserve dans une localité n'est pas sans aboutissements sur leur mode de vie. Dans le même sens, redonner une place aux savoirs locaux ou traditionnels dans la gestion des ressources naturelles permet d'avoir des objectifs variés de la conservation de la biodiversité. Donc, les communautés locales les ont utilisés au cours de leur histoire jusqu'à nos jours avant qu'on ne les juge riche en diversité biologique pour les conserver en tant qu'aires protégées.

Les données sur sa biodiversité et les principaux patrons de son organisation aideront les gestionnaires à mettre en place des stratégies à même d'assurer efficacement sa conservation de la biodiversité.

I.2. Objectifs

L'Objectif principal visé par ce travail est de contribuer à l'efficacité de la gestion des aires protégées du Burundi en général et de la réserve naturelle forestière de Vyanda en patrticulier en apportant des connaissances utiles aux gestionnaires et aux décideurs.

Plus spécifiquement, l'étude va permettre de:

- ✓ Identifier le bilan floristique, les familles les plus représentées en espèces ainsi qu'en genres de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda ;
- ✓ Montrer les types ou formes biologiques, types phytogéographiques et types de diaspores à partir des résultats trouvés sur terrain;
- ✓ Présenter les différents groupements végétaux au sein de cette aire protégée;
- ✓ Etudier la dendrométrie de la réserve naturelle forestière de vyanda sur les individus des espèces dont la circonférence est d'au moins 15 cm;

I.3. Question de recherche et Hypothèses

La question principale est formulée de la sorte simple : la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda est caractérisée par quels (quelles) espèces typiques, types biologiques, types phytogéographiques et types de diaspores?

Les autres différentes questions qui sous-tendent cette question de départ et qui nous a poussé à aborder le sujet sont :

- ✓ Quels sont les familles les plus représentées en espèces ainsi qu'en genres de la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda ?
- ✓ Les différents groupements végétaux au sein de la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda appartiennent ils dans une même communauté ?
- ✓ Quel est le statut dendrometrique au sein de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda?

Des hypothèses à tester sont proposées pour que la réalisation de ce travail réponde à ces questions :

H1 : La Réserve Naturelle Forestière de Vyanda est assez diversifiée en espèces et en genres;

H2 : Les espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda ont plusieurs types biologiques, phytogéographiques et diaspores;

H3 : Les différents groupements végétaux au sein de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda sont d'une même communauté;

H4 : Les mesures dendrométriques permettent de montrer si la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda n'a pas été influencée par les actions de l'homme.

CHAPITRE II. MILIEU D'ETUDE

II.1. Situation géographique de la réserve naturelle forestière de Vyanda

La Réserve Naturelle Forestière de Vyanda est située dans la partie méridionale du Burundi. Elle est érigée sur les pentes escarpées qui surplombent la plaine de l'Imbo et le Lac Tanganyika. Elle est localisée à cheval entre les communes Vyanda et Rumonge, respectivement dans les provinces de Bururi et de Rumonge.

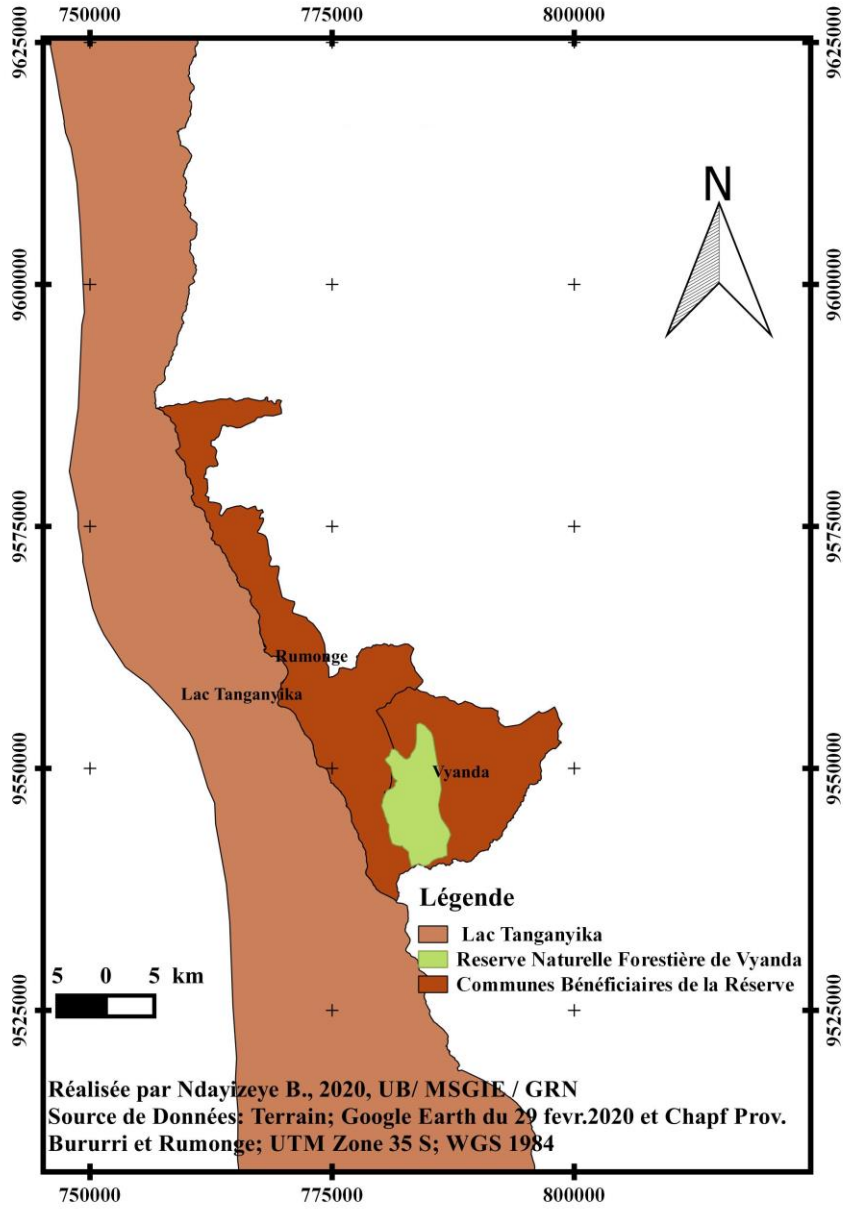


Figure 1 : Localisation de la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda

II.2. Historique

La Réserve Naturelle Forestère de Vyanda a été créée en 1989 avec une superficie de 4670 ha. Elle jouit d'un statut légal à travers le décret n°100/118 du 12 avril 2011 portant modification de certaines dispositions du décret n°100/007 du 25 janvier 2000 (OBPE, 2019).
Depuis sa création, cette aire protégée a fait l'objet de plusieurs conflits opposant les populations qui refusaient d'être expropriées de leurs terres et l'INECN (Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature) qui était en charge de la gestion des aires protégées (OBPE, 2019).

Les autorités administratives à la base des communes Rumonge et Vyanda ont profité de la crise de 1993 à 2005 pour distribuer illégalement des terres faisant partie intégrante de la réserve (OBPE, 2019). Parmi ces terres, les unes ont des chances du renouvellement tandis que les autres sont encore exploitables par les riverains.

Le rapatriement massif a porté lui aussi un coup dur à la conservation de la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda avec l'installation massive des rapatriés en provenance de la RDC et surtout de la Tanzanie (OBPE, 2019).

La Réserve Naturelle Forestère de Vyanda constitue actuellement un îlot entouré presque partout d'une population riveraine, en pleine explosion démographique. Cela peut se faire remarquer par la naissance de plusieurs centres et sites urbains autour de la réserve notamment les centres de Kigwena, Cabara, Karonda, Mugara et de Kigutu (OBPE, 2019).

II.3. Climat

La Réserve Naturelle Forestère de Vyanda jouit du climat de trois régions naturelles (Bututsi, Mumirwa et Imbo). Le climat de la région naturelle de Bututsi (données climatologiques recueillies à la station de Rweza-Vyanda) montre que les mois de juin, juillet et août reçoivent le minimum de précipitation (8 mm en moyenne) tandis que les mois de décembre, janvier et mars en reçoivent le maximum (223 mm en moyenne). Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 1405 mm et la température moyenne annuelle est de 17,7°C. Les températures les plus basses s'observent généralement en décembre, juin et juillet et les plus élevées en septembre et octobre (Havyarimana, 2015). La région naturelle du Mumirwa comprend une partie de la commune de Vyanda dans la zone de Gitsiro. Le Mumirwa connait 8 mois de saison des pluies et 4 mois de saison sèche. La pluviosité moyenne est de 1050 mm (OBPE, 2019). La température moyenne est de 24°C avec la moyenne des minima de 18.5°C. L'humidité

relative moyenne est faible et avoisine 70 %. Les minima sont inférieurs à 50 % en saison sèche. La région naturelle de l'Imbo s'étend sur presque la totalité de la commune Rumonge. Le climat de la région de Rumonge est caractérisé par une saison des pluies pendant les mois d'octobre à mai alternant avec une saison sèche de juin à septembre. Il s'agit d'un climat de type AW4s selon la classification de Köppen (1923). La moyenne des précipitations annuelles est de 1170 mm (Hakizimana *et al*., 2011).

II.4. Aspects biotiques

A partir de 800 m d'altitude, la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda comprend une forêt claire semblable et contiguë à celle de Rumonge. A 1400 m, on rencontre des galeries forestières submontagnardes avec des essences comme *Pycnanthus angolensis, Albizia grandibracteata,* etc. Au-delà de cette altitude, la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda comprend des espèces typiques de la forêt ombrophile de montagne. Dans l'ensemble, la végétation naturelle occupe environ 2500 ha tandis que la vegetation artificielle (plantations de *Pinus*) occupe 2000 ha. La faune y est peu étudiée; mais celle observée rappelle celle de Rumonge et le chimpanzé (*Pan troglodytes*) y est plus facilement visible (UICN, 2011).

II.5. Menaces sur la biodiversité de la réserve naturelle forestière de Vyanda

La Réserve Naturelle Forestière de Vyanda subit une forte pression anthropique caractérisée par l'occupation de plus de 300 ménages, un hôpital de référence, des églises et des écoles (Nzigiyimpa *et al*., 2017). Lors de la collecte des données, on a vu que la Réserve Naturelle de Vyanda a perdu des étendues énormes en faveur de l'agriculture et ses limites inférieures ont été revues avec un recul sur plus de 50 m par rapport aux limites reconnues par l'OBPE dans certains endroits externes de la Réserve.

Des cas de braconnage et de chasse, de déforestation, des feux de brousse, des coupes illicites sont également parmi les principales pressions qui s'exercent actuellement sur cette aire protégée. En plus des pressions et menaces causées par l'action anthropique, il s'observe une dégradation de certains habitats. En effet, les pentes raides et certains habitats sont aussi plus touchés par des menaces d'origine naturelle comme l'érosion et les chablis; sans couvert végétal (OBPE, 2019).

CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES

III.1. Présentation de la zone d'étude de la Réserve Naturelle Forestère de Vyanda

Il est important de signaler que la présente étude a concerné la partie occupée par une végétation naturelle.

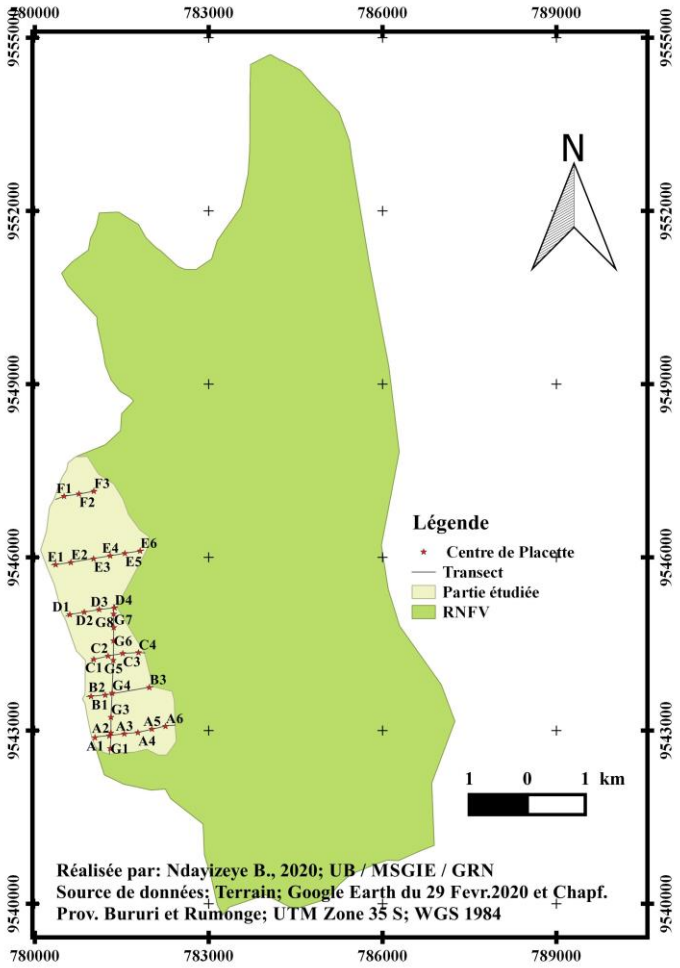


Figure 2: Zone d'étude de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda

III.2. Matériel

Le matériel utilisé lors de cette étude se compose :

- Du matériel servant à l'inventaire de la flore (« décamètre 50 m », papiers journaux et presse mécanique, serpette et sécateur, matériel pour noter les observations) et aux mesures dendrométriques (mètre ruban pour les mesures de circonférence) ;
- D'une boussole de marque suunto pour orientation des transects ;
- D'un récepteur GPS de marque Garmin pour prendre les coordonnées des placettes ;

- Des logiciels Excel, Rx644.0.2 et QGIS 3.4.12 utilisés pour le traitement des données, leur analyse et la représentation cartographique des sites étudiés.

III.3. Méthodes de collecte des données

La collecte des données relative à la flore s'est faite à l'aide des relevés phytosociologiques suivant la méthode de Braun-Blanquet (1932). 34 placettes carrées de 20 m de côté et séparées d'une distance de 250 m les unes des autres ont été installées le long des transects établis sur les collines jugées les plus représentatives de la végétation sur base de la physionomie. Sept transects totalisant une longueur de 8.132 m ont été installés. Parmi ceux-ci, six ont été orientés dans la direction Ouest-Est et le dernier dans la direction Sud-Nord. Ces transects ont été installés chaque fois à 50 m de la bordure de la forêt pour éviter l'effet de bordure dans les données collectées.

Dans chaque placette, les informations collectées sont suivantes :

- Les données floristiques : la liste des espèces présentes est établie et pour chaque espèce, son recouvrement est estimé suivant l'échelle de Braun-Blanquet (1932)
- Les données dendrométriques : tous les individus des espèces ligneuses ayant une circonférence d'au moins 15 cm ont été mesurés. Les mesures de circonférence ont été prises, au moyen d'un mètre-ruban, à une hauteur de 1,30 m au-dessus du sol. La circonférence a été mesurée suivant le protocole proposé par Picard et Gourlet-Fleury (2008).

Sur le terrain, des spécimens de toutes les espèces recensées ont été récoltés et mis en herbier. La détermination des noms scientifiques des espèces a été faite de façon préliminaire par la mise à profit des connaissances des gardes forestiers qui ont fourni les noms vernaculaires, puis par la consultation de l'ouvrage de Reekmans et Niyongere (1983) et l'herbarium de l'Université du Burundi (BJA).

III.4. Méthodes de traitement et analyse des données

III.4.1. Données floristiques

L'opération de traitement des données phytosociologiques a consisté en la transformation des coefficients d'abondance-dominance des espèces en une valeur semi-quantitative Ri de recouvrement (Gillet, 2000) qui exprime la dominance de chaque espèce dans son milieu.

$$Ri = \frac{\sum_{i=1}^{n} Rmi}{N} \qquad (1)$$

Où : Ri = Valeur semi-quantitative de l'espèce i ; Rmi = « Recouvrement moyen » de l'espèce i dans un relevé (obtenu à partir de la conversion du code de Braun-Blanquet) ; n = nombre de relevés où l'espèce i est présente ; N = Nombre de tous les relevés**.**

L'analyse de la flore a d'abord porté sur l'établissement de la composition du milieu en espèces et dans le calcul des indices de diversités : diversité de Shannon (H'), de Simpson (D) et de régularité (équitabilité) de Piélou (E).

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} P_i . log_2 P_i \qquad (2)$$

$$D = \sum_{i=1}^{s} (P_i)^2 \qquad (3)$$

$$E = \frac{H'}{log_2 S} \qquad (4)$$

Avec S égal au nombre total des espèces ; Pi est l'abondance proportionnelle de chaque espèce et N le nombre total d'individus. Pour les données phytosociologiques, $P_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^{s} R_i}$ et $N = \sum_{i=1}^{s} R_i$

Les noms scientifiques des espèces ainsi que ceux des familles ont été validés après la vérification des noms actualisés dans la base de données des plantes africaines sur le site web http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php**.**

L'indice de Shannon est nul lorsqu'il y a une seule espèce et sa valeur maximale est égale à log2 S lorsque toutes les espèces ont la même dominance (Dajoz, 2006).

L'indice de Simpson atteint sa valeur maximale dans des peuplements mono spécifiques et sa valeur minimale lorsque toutes les espèces ont la même dominance.

L'indice d'équitabilité mesure le degré de diversité atteint par un peuplement par rapport à sa valeur maximale et permet de comparer deux groupements qui n'ont pas le même nombre d'espèces.

L'utilisation de ces trois indices de manière concomitante permet une étude plus complète des informations concernant la structure des communautés (Grall et Coïc, 2005)

L'analyse de la flore a également fait recours à des descripteurs non taxonomiques (Types biologiques, types de diaspores, types phytogéographiques).

Pour les types biologiques (TB), nous avons utilisé le système de Raunkiær (1934) modifié par Lebrun (1947) et tel qu'utilisé par Bizuru (2005), Bangirimana et al. (2010), Masharabu (2011), Hakizimana (2012) et Nduwimana (2014) qui reconnaissent les phanérophytes (Ph), les chaméphytes(Ch), les hémichryptophytes (Hc), les thérophytes (Th), les géophytes (Gé) et les hydrophytes (H).

Avec : (1) phanérophytes (P): arbres, arbustes et lianes ligneuses; (2) chaméphytes (Ch): plantes ayant un appareil végétatif nain: sous-arbrisseaux; (3) hémicryptophytes (Hc): herbacées pérennes; (4) thérophytes (T): plantes annuelles passant la saison défavorable à la végétation sous forme de graines; (5) géophytes (Gé): plantes vivaces dont les organes pérennes sont enfouis dans le sol (plantes à tubercules, rhizomes ou bulbes) et (6) hydrophytes (H): plantes à bourgeons persistants situés dans la vase.

Pour les types phytogéographiques, nous avons utilisé le système de Lebrun (1947) modifié (White, 1979 ; White, 1983) et utilisé dans les travaux réalisés au Burundi (Bizuru, 2005 ; Bangirimana, 2010 ; Masharabu, 2011 ; Hakizimana, 2012 ; Nduwimana, 2014) où on reconnaît les espèces à large distribution sur le globe terrestre (Cos), espèces pantropicales (Pan); espèces paléo-tropicales (Pal); espèces afrotropicales (Afr trop); espèces plurirégionales africaines (Plur Afr); espèces montagnardes (Mo), les espèces de liaisons (Li Mo-SZ, Li G-Mo); espèces soudanozambéziennes (SZ).

Pour les types de diaspores, nous avons utilisé le système de classification de Dansereau et Lems (1957) qui reconnaît les Sarcochores (sarco), les Desmochores (Desmo), les Sclérochores (Scléro), les ptérochores (ptéro), les pogonochores (Pogo), les ballochores (Ballo), les Barochores (Baro) et les Hydrochores (H).

Avec : (1) les ballochores (Ballo) : diaspores sèches ou charnues déhiscentes éjectées par la plante elle-même ; (2) les barochores (Baro) : diaspores sèches ou charnues indéhiscentes sans adaptation apparente qui, à maturité, se détachent et tombent par gravité; (3) les pogonochores (Pogo) : diaspores enveloppées de couches charnues); (4) les ptérochores (Pté) : diaspores à appendices plumeux ou soyeux, poils et aigrettes, diaspores munies d'appendices ailés; (5) les sarcochores (Sarco) : diaspores pourvues de couches externes charnues et molles; (6) les sclérochores (Scléro) : diaspores non charnues, relativement légères; (7) les desmochores (Desmo); diaspores accrochantes ou adhésives, déhiscentes ou non.

Pour ces descripteurs non taxonomiques, il a été établi les spectres pondérés. Le spectre pondéré (SP) en % est le rapport de la somme des valeurs de recouvrement (Ri) de toutes les espèces présentant le trait de vie sur la somme des valeurs de recouvrement de toutes les espèces (N)

$$SP = \frac{\sum_{i=1}^{u} R_i}{\sum_{i}^{N} R_i} . 100 \qquad (5)$$

L'Analyse de la flore a ensuite procédé par l'identification des groupements et leur caractérisation. L'identification des groupements a été faite à l'aide de la classification ascendante hiérarchique (CAH) d'un tableau de 34 relevés et 48 espèces sur base du critère de présence des espèces par la méthode de Ward.

La méthode de Ward a été choisie car elle est jugée la plus puissante parmi les méthodes d'agrégation (Morey *et al*., 1983) et est la plus utilisée (Vachon et al., 2005 ; Labatte, 2010).

A l'ide d'un tableau phytosociologique, on a aussi provisoirement retiré celles qui ne sont présentes que dans 2 relevés pour éliminer le bruit que causeraient ces espèces rares à la classification (Gillet, 2000 ; Meddour, 2011).

Afin de mettre en évidence les principaux groupements floristiques, on effectue généralement une analyse des correspondances (CA, correspondance analysis ou DCA, Detrended correspondence analysis), parfois encore appelée analyse factorielle des correspondances (AFC). Sans entrer en détail de la méthode (LEGENDRE, 1998), on peut souligner le fait qu'elle est encore à ce jour la principale méthode d'analyse indirecte de gradient, c'est-à-dire d'analyse de la variance d'un lot de données floristiques (tableau relevés / espèces, contenant typiquement de nombreux zéros) correspondant à des relevés placés le long d'un gradient environnemental qu'on ignore dans un premier temps. Elle permet d'ordonner les données floristiques sans émettre de considérations écologiques. C'est pourquoi on a également procédé à l'ordination par la méthode d'analyse factorielle des correspondances (AFC). Nous l'avons choisie parce qu'elle est jugée méthode la plus appropriée (Gehu, 1980 ; Meddour, 2011) quand on travaille sur des données qualitatives (Roux, 2006).
La comparaison des groupements identifiés a été réalisée par l'établissement de l'indice de similitude de Sorensen.

$$S_s = \frac{2a}{2a + b + c} \qquad (6)$$

Avec a : le nombre d'espèces communes, b et c : le nombre d'espèces appartenant seulement à un groupement et l'autre groupement comparés.

III.4.2. Données dendrométriques

L'analyse de la structure a portée sur le calcul de la densité et la surface terrière des arbres, l'identification des principales espèces ligneuses et l'établissement de la structure en circonférence.

La densité des arbres d'une formation végétale (D) est le nombre de tiges par hectare de cette formation végétale. Elle a été calculée par la formule suivante (Habonimana *et al*., 2011):

$$D = \frac{\mathrm{N}}{S} \qquad (7)$$

Où N est le nombre de tiges dans les placettes d'inventaire et S la surface totale des placettes en hectares.

La surface terrière d'un arbre (g_i) correspond à la section transversale du fût à 1,30 m de hauteur. Elle est calculée sur base de la formule suivante (Habonimana *et al*., 2011):

$$g_i = \frac{c_i^2}{4\pi} \quad (8)$$

Où c_i est la circonférence d'un arbre à hauteur de poitrine et $\pi = 3{,}14$.

La surface terrière totale correspond à la somme des surfaces terrières de tous les arbres inventoriés sur la surface relevée, ramenée à l'hectare.

Pour identifier les principales espèces ligneuses, l'indice de valeur d'importance (IVI) de chaque espèce a été calculé (Agbani *et al*., 2018). En effet, l'IVI donne une estimation globale du niveau d'importance d'une plante dans une communauté végétale (Assogbadjo *et al*., 2009). Plus la valeur de l'IVI d'une espèce est élevée, plus cette espèce est écologiquement importante (Agbani *et al*., 2018). Ainsi, pour une espèce *i* donnée, l'IVI est calculé suivant la formule suivante (Padalia *et al*., 2004):

$$IVI_i = DER_i + DOR_i + FRR_i \quad (9)$$

où DER, DOR et FRR sont respectivement la densité relative, la dominance relative et la fréquence relative. Ces paramètres sont donnés par les formules suivantes (Doucet, 2003):

$$\text{DER} = \frac{Nombre\ d'individus\ d'une\ espèce}{Nombre\ total\ d'individus\ dans\ l'échantillon}\ X\ 100 \quad (10)$$

$$\text{DOR} = \frac{Surface\ terrière\ d'une\ espèce}{Surface\ terrière\ totale\ de\ l'échantillon}\ X\ 100 \quad (11)$$

$$\text{FR} = \frac{Fréquence\ d'une\ espèce}{Total\ des\ fréquences\ de\ toutes\ les\ espèces}\ X\ 100 \quad (12)$$

La fréquence de l'espèce est le nombre de placettes dans lesquelles l'espèce a été observée sur le nombre total de placettes échantillonnées (Agbani *et al*., 2018).

La structure en circonférence des peuplements ligneux a été établie à l'aide d'histogramme, en regroupant tous les arbres en classes de circonférence de 10 cm d'amplitude (Diatta *et al*., 2009).

CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

IV.1. PRESENTATION DES RESULTATS

IV.1.1. Composition et diversité

L'inventaire floristique de la végétation de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda fournit 108 espèces réparties en 81 genres et 41 familles (annexes 1 et 2).

Les familles les mieux représentées en espèces et en genres sont les Fabaceae (22 espèces et 11 genres) ; les Asteraceae (11 espèces et 8 genres) ; les Rubiaceae (10 espèces et 8 genres) ; les Poaceae (10 espèces et 7 genres) ainsi que les Phyllanthaceae (6 espèces et 5 genres) (Figure3).

Les genres les plus représentés en espèces sont « *Indigofera* » avec 7 espèces ; « *Brachystegia* avec 5 espèces et « *Aspilia* » avec 4 espèces.

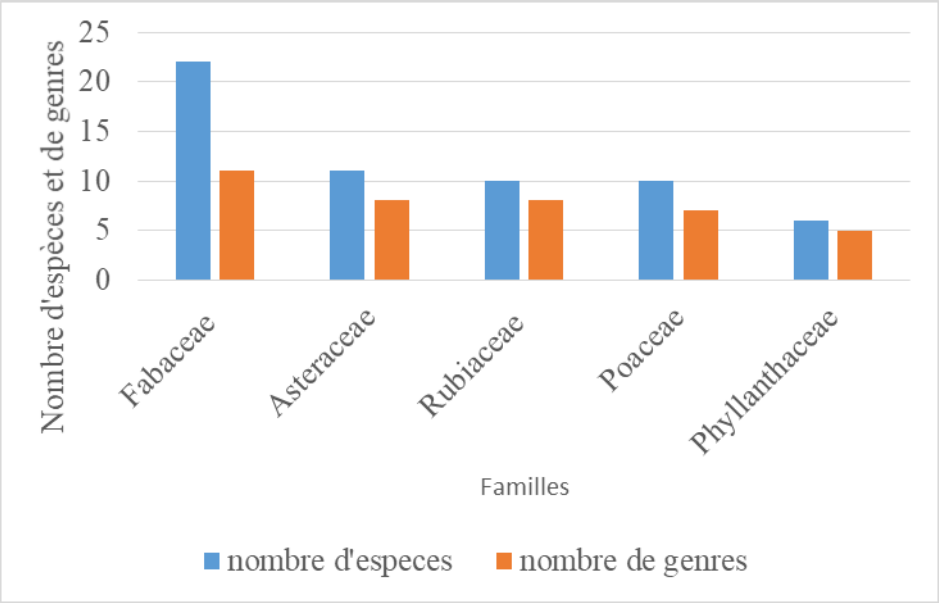


Figure 3: Richesse en espèces et en genres des familles les mieux représentées dans la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda

La figure 4 montre le nombre de familles et de genres au sein des classes d'espèces.

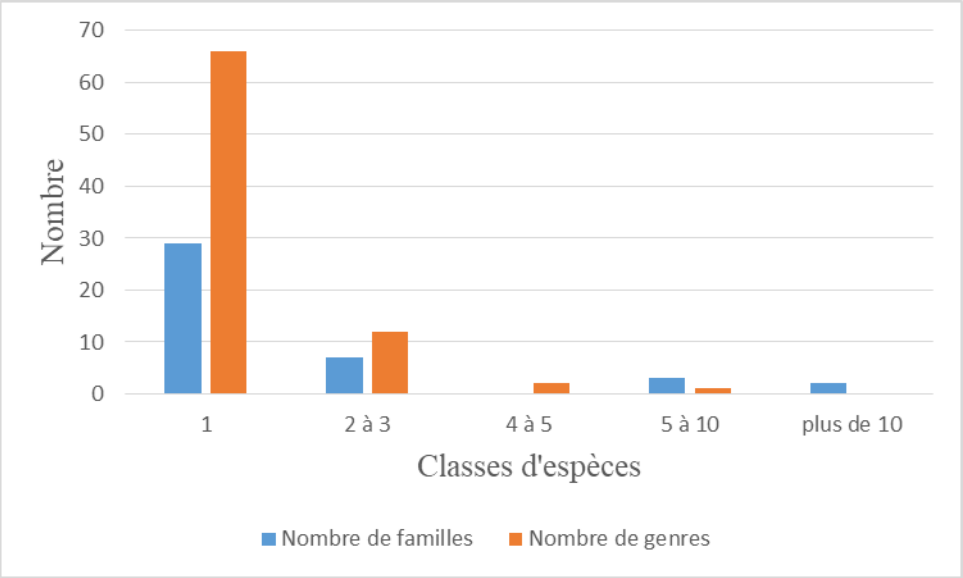


Figure 4: Répartition des familles et des genres en fonction des classes d'espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda

Les familles mono spécifiques représentent plus de 70% d'espèces.

Parmi les espèces identifiées, 73 sont dicotylédones, 31 monocotylédones et 4 ptéridophytes.

Les réultats du calcul des indices de diversité de Shannon (H), de Simpson (D) et d'Equitabilité (E) sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1: Richesse specifique observée (S), indices de diversité de Shannon (H), de Simpson (D) et d'Equitabilité (E) de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda

Indices de diversité	H	D	E	S
valeur	4,22	0,10	0,62	108

Ce tableau montre que l'indice de diversité de Shanon et l'indice d'Equitabité sont relativement élevées car supérieures à la moitié de leur valeur maximale respectivement 3,375 et 0,5. La valeur maximale de l'indice de diversité de Shanon est égale à log2 S = 6,75. La valeur maximale de l'indice d'équitabilité : E maximale = 1.

IV.1.2. Traits de vie

Les figures (5, 6 et 7) présentent respectivement les spectres bruts et pondérés des formes biologiques, des types de diaspores et des types géographiques.

IV.1.2.1. Formes biologiques

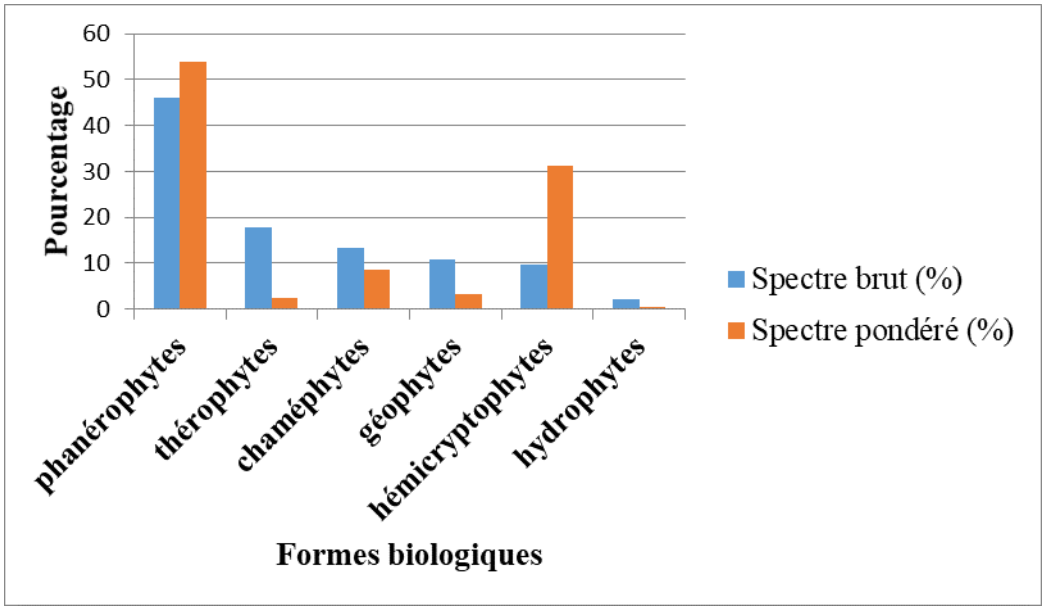


Figure 5: Spectres brut et pondéré des formes biologiques des espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda

Le spectre brut montre que les phanérophytes (46%) sont les types biologiques les plus représentés suivis des hémicryptophytes (17,7%), des thérophytes (13,4%) ; des chaméphytes (10,9%) ; des géophytes (9,8%) tandis que la derniere forme represente moins de 5%.

Le spectre pondéré montre que les phanérophytes (53,9%) sont les types biologiques les plus représentés, suivis des hémicryptophytes (31,2%) tandis que d'autres formes représentent ensemble 15% (moins de 10% chacune).

IV.1.2.2. Types de diaspores

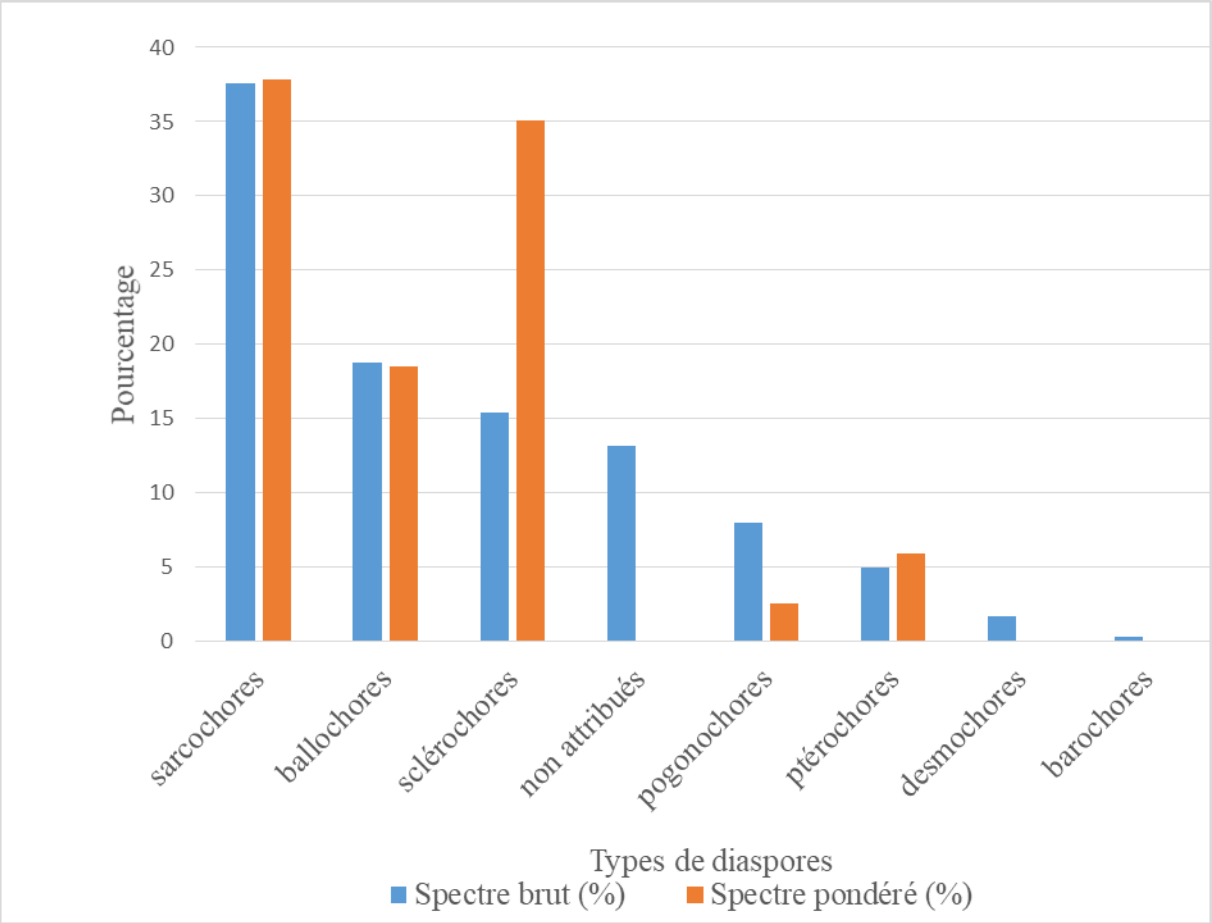


Figure 6: **Spectres brut et pondéré des types de diaspores des espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda** (NA : non attribué).

Le spectre brut montre que les sarcochores (37,3%) sont les types de diaspores les plus représentés suivis des ballochores (18,8%), des pogonochores (15,4%), des sclérochores (13,2%), des ptérochores (8%), des non attribués (5%), tandis que les autres types representent ensemble 2% (moins de 5% chacun).

Le spetre pondéré montre que les sarcochores (37,8%) sont les types de diaspores les plus représentés suivis des sclérochores (35,1%), des ballochores (18,5%) tandis que les autres types representent 8,6% de l'ensemble (moins de 6% chacun).

IV.1.2.3. Types géographiques

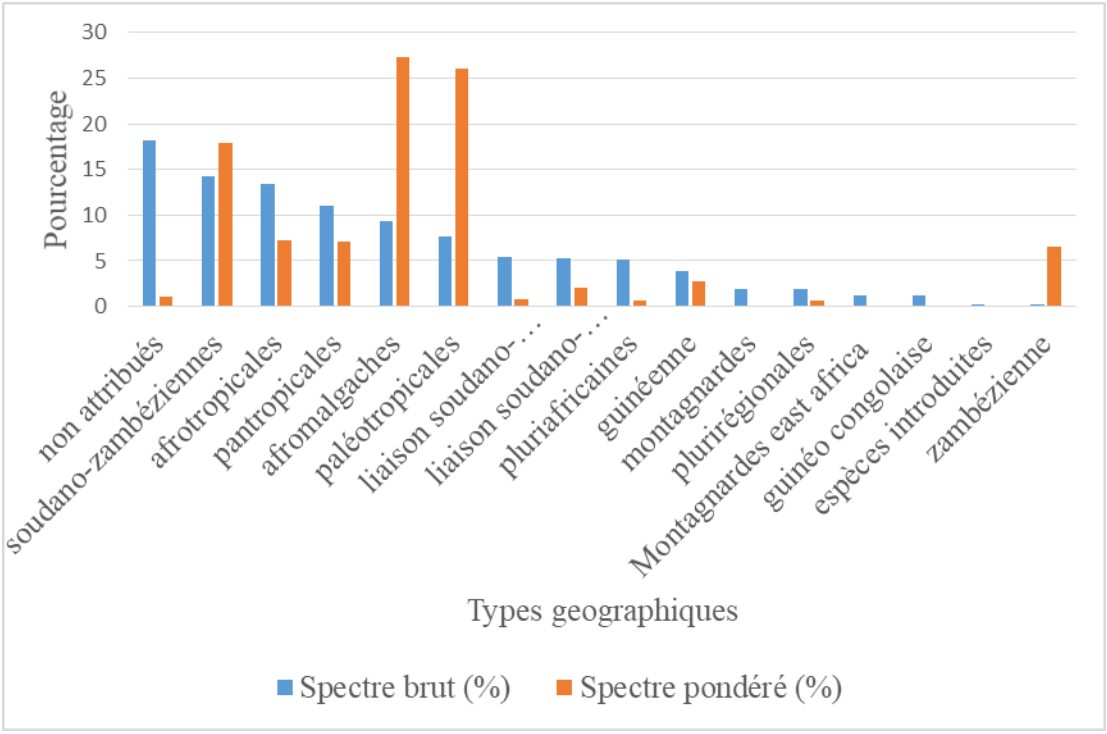


Figure 7: Spectres brut et pondéré des éléments phytogéographiques des espèces de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda

Le spectre brut montre que les types soudano-zambéziennes (14,2%) sont les éléments phytogéographiques les plus représentés, suivis des plurirégionales (13,4%), des afrotropicales (11%), des espèces de liaison soudano-zambézienne et guinéenne (9,3%), des afromalgaches (7,6%), des montagnardes (5,4%), des pluriafricaines (5,3%), des espèces de liaison soudano-zambézienne-afromontagnardes (5,1%) tandis que les autres types representent 9,2 % dans l'ensemble (moins de 5% chacun). Le type zambézien représente seulement 4,6 % à sa part.

Le spetre pondéré montre que les afromalgaches (27,3%) sont les éléments phytogéographiques les plus représentés suivis des paléotropicales (26,1%) ; des soudano-zambéziennes (17,9%), des zambéziens (6,5%) tandis que les autres types, bien que representant 22,2% dans l'ensemble n'atteignent pas 5% individuellement.

IV.1.3. Identification des groupements végétaux

Le dendrogramme généré par la classification ascendante hiérarchique (Figure 8) sur un tableau de présnce/absence formé de 34 relevés et 48 espèces présentes dans au moins trois relevés permet de mettre en relation trois groupements végétaux. Le niveau de dissimilitude considéré pour la définition de ces groupements est de 15%.

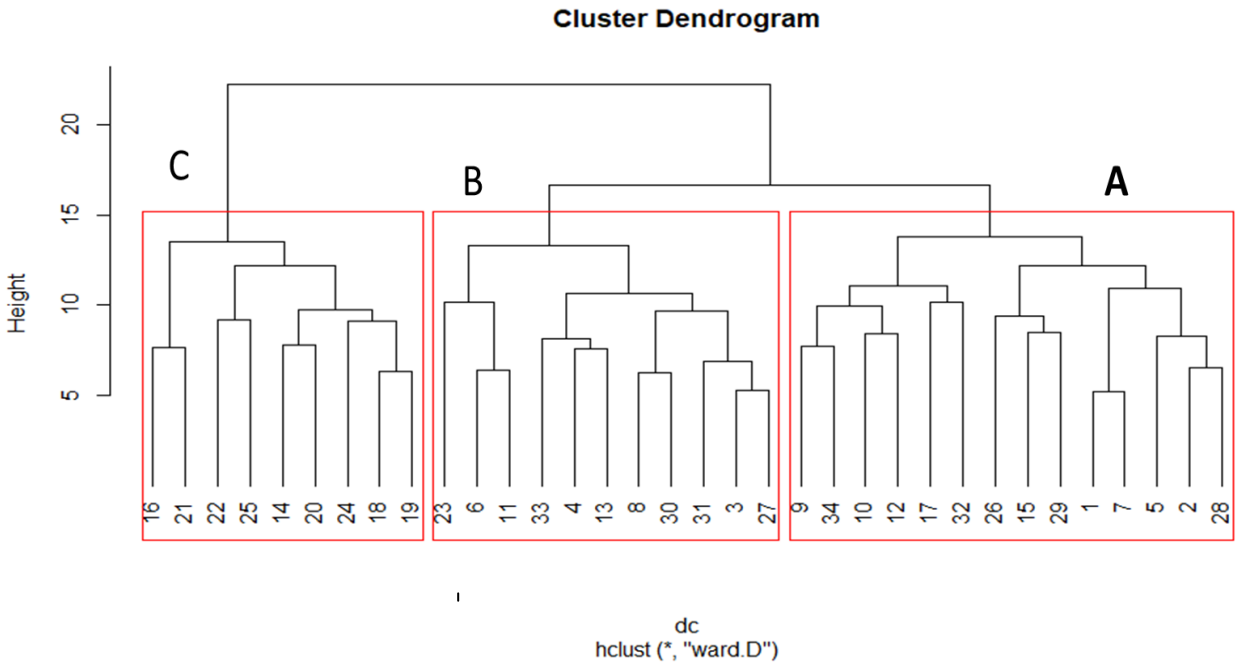


Figure 8: Classification hiérarchique ascendante des groupements végétaux de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda

La reconstitution des trois groupements montre que le groupement A constitué de 14 relevés possède 74 espèces avec une importance de fréquences de *Brachystegia utilis, Uapaca nitida, Anisophyllea boehmii, Albizia gummifera* et *Vitex doniana.*

Le groupement B constitué de 11 relevés possède 56 espèces avec une importance de fréquences de *Brachystegia utilis, Hyparrhenia figariana, Uapaca nitida, et* tandis que le groupement C possède 9 relevés avec 57 espèces et une importance de fréquences de *Parinari curatellifolia, Anisophyllea boehmii* et *Hymenocardia acida.*

Pour faire l'ordination , on a fait le recours à l'Analyse factorielle des correspondances (AFC) présentée sur le plan formé par les axes 1 et 2, le nuage des points avec une contribution des deux axes (inertie cumulée) de 24,87% (figure 9).

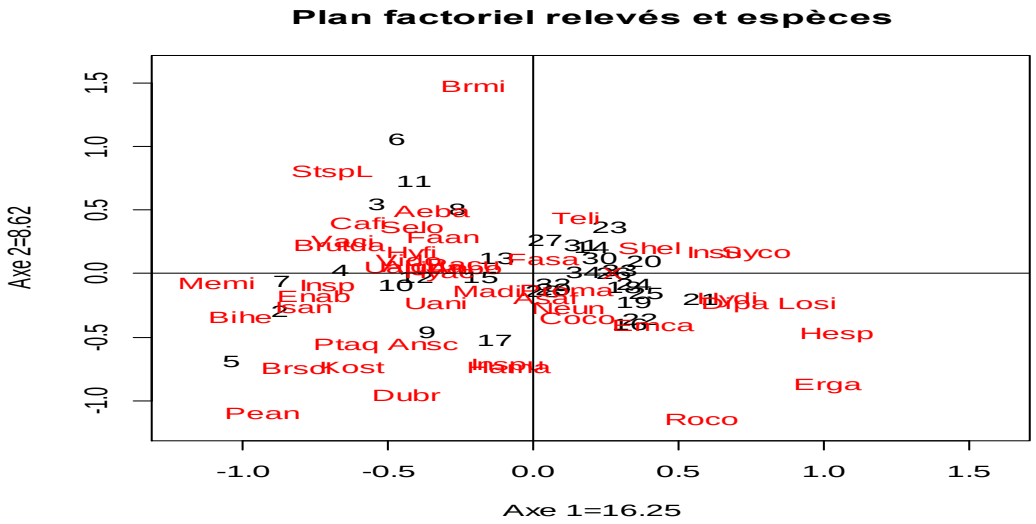


Figure 9: Premier plan factoriel de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

Les espèces (en rouge) sont représentées par des symboles formés les premières lettres du nom scientifique, les relevés (en noir) par les numeros des placettes suivis du numéro d'ordre.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de la comparaison, par l'indice de similitude de Sorensen, des groupements végétaux identifiés.

Tableau 2: Similarité entre les groupements végétaux de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda

Groupements	**A**	**B**	**C**
A	1	63	56,5
B	63	1	56,6
C	56,5	56,6	1

L'indice de similitude est relativement élevé entre tous groupements comparés. Il est partout supérieur à 50 %. L'indice de similitude est beaucoup plus élevé entre les groupements A et B qu'entre ces groupements comparés au groupement C.

IV.1.4. Caractéristiques structurales

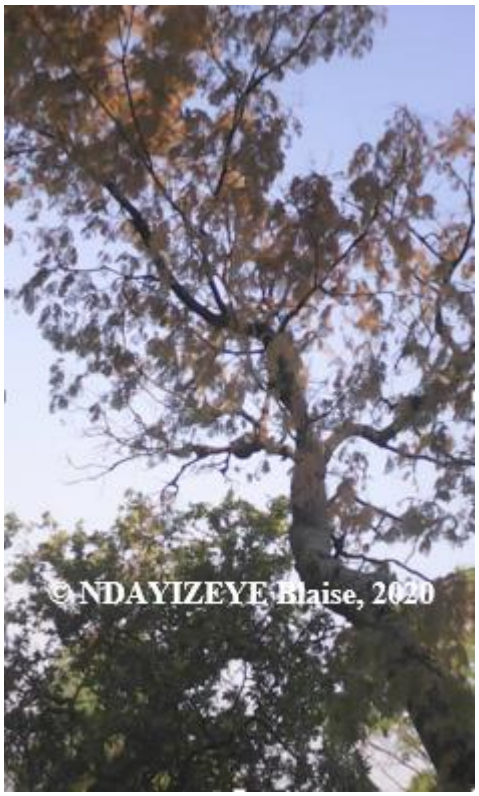
Les caractéristiques structurales de la réserve naturelle forestières de Vyanda sont reprises dans le tableau 3. Ce tableau met en relief que les résultats d'inventaire floristique ont fait état de 23 espèces ligneuses totalisant 691 individus (d'au moins 15 cm circonférence). Ces individus représentent une densité de 508,09 tiges/ha et une surface terrière de 12,33 m^2/ha.

La densité relative la plus élevée rencontrée était de 37,63 pour *Uapaca nitida var. suffrutescens* P.A.Duvign qui correspond à une densité absolue de 193,38 tiges/ha. Cette espèce pourrait être considérée comme la plus abondante dans la réserve naturelle forestière de Vyanda. La deuxième espèce abondante était *Anisophyllea boehmii* avec une densité relative et absolue respectives de 26,75 et 137,50 tiges/ha. La troisième espèce abondante était *Uapaca nitida var. rufopilosa* de Wild. avec 7,15 pour la densité relative et 36,76 tiges/ha. La quatrième espèce abondante était *Brachystegia utilis* avec une densité relative de 5,87 et 30,15 tiges/ha. Les autres espèces avaient une densité relative de moins de cinq et une densité absolue de moins de 30 tiges/ha.

En termes de dominance, la dominance relative la plus élevée était de 64,73 pour *Uapaca nitida var. suffrutescens* P.A.Duvign correspondant à une surface terrière absolue de 7,99 m²/ha. Vient ensuite *Anisophyllea boehmii* avec une dominance relative de 12,53 et une surface terrière de 1,55 m²/ha. La troisième espèce dominante était *Uapaca nitida var. rufopilosa* de Wild avec une dominance relative de 9,29 et une surface terrière de 1,15m²/ha. Les autres espèces avaient une dominance relative de moins de neuf et une surface terrière de moins de 1 m²/ha.

Les résultats du calcul de l'IVI ont montré que cinq espèces ligneuses sont les plus écologiquement importantes (espèces dont l'IVI supérieur à 10) dans l'aire protégée concernée par cette étude. Ces espèces sont *Uapaca nitida var.suffrutescens* P.A.Duvign. (IVI = 109,31), *Anisophyllea boehmii* (IVI = 47,43), *Uapaca nitida var.rufopilosa* de Wild. (IVI = 22,20), *Parinari curatellifolia* (IVI = 14,71) et *Brachystegia utilis* (IVI = 12,91).

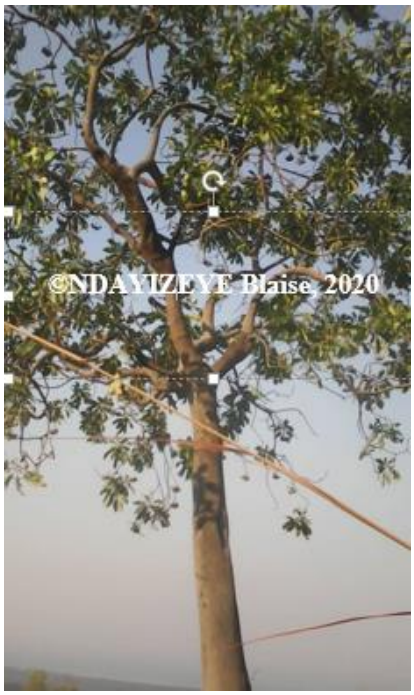
Les quelques photos des espèces phares de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda sont les suivantes :



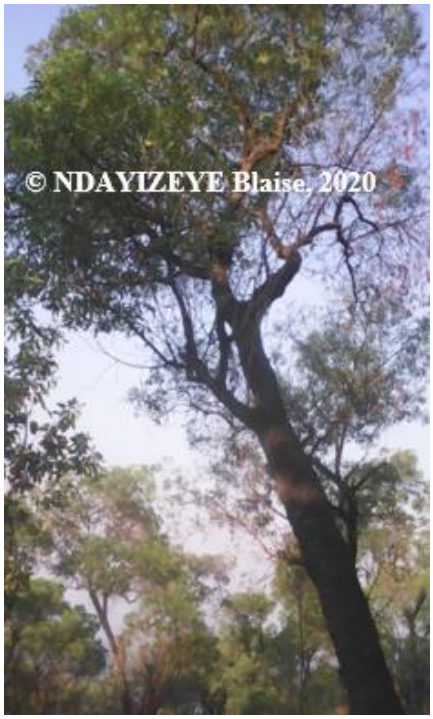
Brachystegia utilis



Parinari curatellifolia



Anthocleista schweinfurthii



Uapaca nitida



Isoberlinia angolensis



Anisophyllea boehmii

Tableau 3: Caractéristiques structurales de la Réserve Naturelle Forestières de Vyanda

	Espèces	Individus	DE/ha	DER	FRR	ST	DOR	IVI
1	*Albizia gummifera*	4	2,94	0,57	6,47	0,01	0,10	7,15
2	*Anisophyllea boehmii*	187	**137,50**	**26,75**	8,15	**1,55**	**12,53**	**47,43**
3	*Anthocleista schweinfurthii*	2	1,47	0,29	4,32	0,00	0,04	4,64
4	*Brachystegia microphylla* harms	6	4,41	0,86	1,68	0,12	0,96	3,50
5	*Brachystegia utilis*	41	**30,15**	**5,87**	5,76	0,16	1,28	**12,91**
6	*Combretum collinum*	8	5,88	1,14	1,68	0,12	1,00	3,82
7	*Entada abyssinica*	16	11,76	2,29	2,64	0,24	1,97	6,90
8	*Fadogia ancylantha*	4	2,94	0,57	3,12	0,11	0,85	4,54
9	*Faurea saligna*	2	1,47	0,29	1,44	0,17	1,37	3,09
10	*Garcinia huillensis*	2	1,47	0,29	0,24	0,00	0,04	0,56
11	*Hymenocardia acida*	10	7,35	1,43	6,95	0,04	0,29	8,68
12	*Isoberlinia angolensis*	31	22,79	4,43	3,84	0,13	1,08	9,35
13	*Parinari curatellifolia*	30	22,06	4,29	6,95	0,43	3,47	**14,71**
14	*Pericopsis angolensis*	2	1,47	0,29	1,20	0,00	0,04	1,52
15	*Protea madiensis*	7	5,15	1,00	4,08	0,02	0,16	5,23
16	*Sapium ellipticum*	2	1,47	0,29	3,36	0,00	0,04	3,68
17	*Securidaca longipedunculata*	10	7,35	1,43	3,12	0,02	0,19	4,74
18	*Securinega virosa*	1	0,74	0,14	0,24	0,01	0,04	0,43
19	*Strychnos spinosa*	6	4,41	0,86	2,16	0,02	0,17	3,19
20	*Syzygium cordatum*	3	2,21	0,43	0,96	0,01	0,10	1,49
21	*Uapaca nitida var.rufopilosa de Wild.*	50	**36,76**	**7,15**	5,76	**1,15**	**9,29**	**22,20**
22	*Uapaca nitida var. suffrutescens P.A.Duvign.*	263	**193,38**	**37,63**	6,95	**7,99**	**64,73**	**109,31**
23	*Vitex doniana*	4	2,94	0,57	6,47	0,01	0,10	7,15
	Total	**691**	**508,09**			**12,33**		

(DE = densité, DER = densité relative, FRR = fréquence relative, ST = surface terrière, DOR = dominance relative, IVI = indice de valeur d'importance).

Le résultat de l'établissement de la structure en circonférence (Figure 10) a montré globalement une allure en "L" ou en "J renversé" indiquant la dominance des individus de circonférence faible pour les peuplements de la réserve sous l'étude. Les deux premières classes ([15-25] et] 25-35]) comptent à elles seules 433 individus représentant une densité de 318,38 tiges/ha; soit 61,94 % de tous les individus recensés.

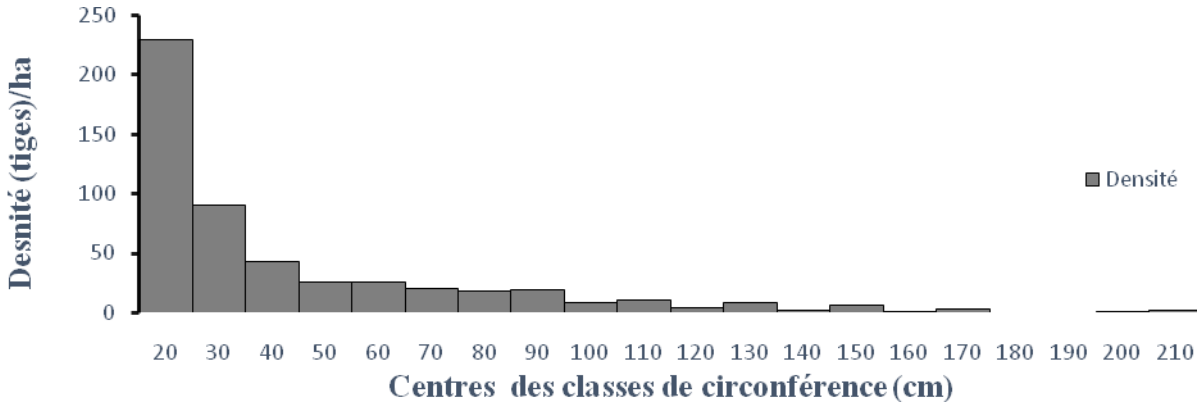


Figure 10: Structure en circonférence des individus des peuplements de la réserve naturelle forestière de Vyanda

IV.2. Discution des résultats

IV.2.1. Composition et diversité

La composition en terme du nombre des espèces et de genres est presque la même que celles des forêts claires de Nkayamba et de Nyamirambo qui totalisent 113 espèces pour 88 genres et 42 familles (Habonimana et al, 2008). Le nombre d'espèces recencées est faible (108 espèces pour 81 genres et 41 familles) par rapport aux 310 espèces recensées au niveau de la forêt péri-gunéenne de Kigwena (Hakizimana, 2012), 522 espèces recencées au parc national de la Ruvubu (Masharabu et al, 2012).

Il est encore faible (108 espèces) par rapport à celui recencé dans les écosystèmes forestiers de montagnes où 644 espèces ont été recencées dans la forêt omrophile de la Kibira (Nzigidahera, 2000) et de 268 espèces dans la réserve forestière de Bururi (Havyarimana *et al.*, 2013).

On peut attribuer cette faiblesse au type de la végétation (ici la forêt claire) qui est une expression des conditions écologiques mais également à l'homogéinéité géomorphologique des sites étudiés (colline surplombant la plaine longeant la lac Tanganyika). La liste de la flore obtenue peut encore être améliorée en étendant l'inventaire sur des zones non touchées.

Les familles identifiées comme les mieux représentées en espèces (Fabaceae, Asteraceae, Poaceae, Rubiaceae, Phyllanthaceae/Euphorbiaceae) sont celles identifiées comme les plus représentées dans la flore vasculaire du Burundi (Lewalle,1972) et sont aussi citées dans des études réalisées au Burundi comme dans le Parc National de la Ruvubu (Masharabu, 2011), au niveau des forêts claires du Sud du Burundi (Habonimana et al., 2010) et au niveau du paysage naturel de la Malagarazi (Nduwimana, 2014).

La famille des Fabaceae domine les autres familles et cela confirme les résultats de Ndayishimiye et al. (2010) qui montrent que la famille des Fabaceae est plus diversifiée dans les zones de basses et moyennes altitudes.

Comparée à la Réserve Naturelle Forestière de Rumonge, la prépondérance de la famille des Poaceae met en évidence les effets de la dégradation de la forêt par le feu dont la conséquence est la savanisation (Hakizimana, 2012).

Les valeurs de l'indice de Shannon (H) et le coefficient d'équitabilité de Pielou sont élevés par rapport à ceux observés pour les forêts claires et savanes boisés (Nduwimana *et al.*, 2015).

Les mêmes résultats ont été obervés pour la forêt claire et savane boisée du paysage de la Malagarazi (Nduwimana *et al.*, 2015) et démontrent l'effet des perturbations.

En effet, les indices de diversité élevés pour les milieux forestiers ouverts traduisent l'effet des espèces qui s'installent à l'occasion des perturbations (Dajoz, 2006).

Le feu et les coupes menacent selectivement les espèces de *Brachystegia* qui sont normalement le genre dominant les forêts claires au sud du Burundi.

IV.2.2. Traits biologiques

IV.2.2.1. Spectre des formes biologiques

Les résultats de cette étude montrent que la réserve naturelle forestière de Vyanda est dominée par les Phanérophytes. L'importance de cette forme est une conséquence du type de la végétation (forêt) et de l'importance des arbres de la famille des Fabaceae (*Albizia gummifera, Dalbergia nitidula, Eriosema psoraleoides, Pericopsis angolensis, Brachystegia utilis, Brachystegia microphylla harms)*

Selon Nduwuimana (2014), le milieu « forêts claires et savanes arborées » est caractérisé par une prédominance des phanérophytes, une faiblesse des proportions de chaméphytes et la quasi-absence de géophytes.

L'impotance des hémicryptophytes (31,2%) représentés par les poaceae (*Panicum nervatum, Hyparrhenia diplandra, Hyparrhenia figariana, Hyparrhenia nyssae, Loudetia simplex, Melinis minutiflora, Eragrostis gangetica)* traduit une tendance à la savanisation du milieu.

IV.2.2.2. Spectre des types de diaspores

Les types de diaspores les plus représentés sont les sarcochores (37,8%) suivis des sclérochores et des ballochores. L'impotance des sarcochores traduit la présence des arbres fruitiers et de la dispersion assurée par les animaux frugivores. On trouve en effet que dans la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda les espèces résistantes au feu comme *Uapaca nitida, Sapium ellipticum, Polygala albida, Fadogia ancylantha, Tapiphyllum kaessneri , Syzygium cordatum, Strychnos spinosa, Dracaena afromontanta, Faurea speciosa, Parinari curatellifolia, Anisophyllea boehmii, Anthocleista schweinfurthii* sont bien représentées.

La relative importance des sclérochores (35,1%) résulte pour la grande part de la place qu'occupe les espèces de la famille des Poaceae dans ce milieu de forêt ouverte avec une

importance des espèces comme *Imperata cylindrica, Hyparrhenia diplandra, Hyparrhenia figariana* et *Hyparrhenia nyssae.*

La bonne représentation des ballochores vient de la diversité de la famille des Fabaceae.

Les résultatss trouvés sont en accord avec ceux des autres recherches qui ont trouvées que la zoochorie et autochorie sont les principales voies de dissémination en forêt alors que l'anémochorie constitue une stratégie principale de dissémination pour les plantes des milieux ouverts (Habiyaremye, 1997; Senterre, 2005; Bangirinama, 2010).

Les mêmes proportions où les espèces sarcochores dominent la végétation forestière de colline alors que les espèces sclérochores dominent la végétation savanicole des marais, sont observées pour le paysage de la Malagarazi (Nduwimana, 2014).

Cet auteur (Nduwimana, 2014) montre que le milieu forestier de la Malagarazi contient des espèces d'arbres fruitiers comme celles de la famille des Loganiaceae, Anisophylleaceae et Phyllanthaceae et note une présence très marquée des ballochores ce qui confirmerait l'idée que ces milieux appartiennent tous à la même entité phytogéographique.

IV.2.2.3. Spectre phytogéographique

Le spectre pondéré des types phytogéographiques montre une présence marquée des espèces omni soudano-zambéziennes (17,9%) suivi des espèces à distribution afro-tropicales (15,7%) et les espèces du type zambézien sont bien représentés (4,6 %). Cette importance de l'élément soudano-zambézien collobore les résultats des autres études qui rattachent notre zone d'étude au centre d'endémisme zambézien, domaine zambézien (Nzigidahera, 1996 ; Habonimana et al, 2008).

Le spectre pondéré montre également que les espèces à large distribution africaine sont très représentées et il y a une grande proportion des espèces de liaison tandis que la situation de notre zone d'étude au voisinage de la forêt péri-gunéenne de Kigwena et en altitude traduirait la présence remarquable des espèces de liaison.

IV.2.3. Identification des groupements végétaux

La classification ascendante hiérarchique a permis de reconnaitre trois groupements au niveau du site étudié. L'ordination permet de voir que les espèces se rangent sur l'axe 1 des espèces arborées (*Isoberlinia angolensis*, *Entada abyssinica*, *Koschya strigosa*, etc) à gauche vers les

espèces graminéenne à droite (*Loudetia simplex, Eragostris gangetica, Hyparrhenia diplandra*, etc.), Ce qui traduit un gradient en ce qui est de la dégradation.

L'axe n°2 oppose le *Pericopsis angolensis* et le *Brachystegia microphylla* et la distribution des individus des espèces serait le facteur en jeu.

L'inertie cumulée des deux axes est inférieure à 25% et les deux axes ne peuvent pas expliquer à eux seuls les groupements végétaux identifiés.

Les indices de similarité de Sorensen sont partout supérieurs à 50 %, ce qui montre que la végétation constitue une seule communauté mais qui est en phase de s'individualiser en groupements à la faveur des facteurs externes comme le feu et les coupes selectives du bois.

IV.2.4. Caractéristiques structurales

Les caractéristiques structurales des peuplements ligneux de la RNF de Vyanda ont été analysées à travers le calcul de la densité et la surface terrière des arbres, l'identification des espèces ligneuses écologiquement importantes et l'établissement de la structure en circonférence. Les résultats ont mis en relief que la densité et la surface terrière sont respectivement de 508,09 tiges/ha et de 12,33 m^2/ha. Cette valeur de la surface terrière est comprise dans la fourchette des limites observées par Malaisse (1979) en forêt claire africaine. Selon cet auteur, une forêt claire de type miombo présente une surface terrière oscillant entre 12 et 25 m^2/ha. Comparés avec les résultats de Hakizimana *et al*. (2011) dans la forêt claire de Rumonge, la densité des arbres et la surface terrière dans la RNF de Vyanda sont relativement faibles. En effet, ces auteurs ont trouvé une densité de 550 tiges/ha et une surface terrière de 17,9 m^2/ha en considérant les individus ayant un diamètre à hauteur de poitrine (dhp) d'au moins 10 cm. Inversement, la densité et la surface terrière trouvées dans le cadre de cette étude sont relativement élevées en comparaison avec les valeurs de 418 tiges/ha et de 11,11 m^2/ha (dhp $\geq$ 5 cm) trouvées par Djego *et al*. (2012) dans la forêt communautaire de Kaodji au Bénin. Selon Sundarapandian (1997), la faible densité et la faible surface terrière pourraient être attribuées au degré de perturbation, qui affecte la composition des espèces, la structure par âge et le stade de succession de la forêt.

Dans la RNF de Vyanda, trois espèces présentent les plus grandes valeurs de densité et de surface terrière (avec plus de 30 tiges/ha et de 1 m²/ha). Il s'agit de *Uapaca nitida var. suffrutescens* (193,38 tiges/ha et 1,15m²/ha), *Anisophyllea boehmii* (137,50 tiges/ha et 1,55 m²/ha) et *Uapaca nitida var.rufopilosa* (36,76 tiges/ha et 7,22 m²/ha). Par contre, l'étude de

Hakizimana *et al*. (2011) a mis en évidence la dominance des espèces du genre *Brachystegia* (*B. bussei*, *B. utilis* et *B. microphylla*) dans la forêt claire de Rumonge. Cette différence pourrait être expliquée par un développement plus ou moins meilleur des espèces d'arbres à cause des conditions écologiques de chaque forêt (Djego *et al*., 2012) ou par les activités destructrices ciblant certaines espèces.

Les résultats du calcul de l'IVI ont montré que cinq espèces ligneuses sont les plus écologiquement importantes (espèces dont l'IVI supérieur à 10) dans la RNF de Vyanda. Ces espèces sont *Uapaca nitida var.suffrutescens* de Wild. (IVI = 53,05), *Uapaca nitida var.rufopilosa*. P.A.Duvign (IVI = 22,20), *Anisophyllea boehmii* (IVI = 47,70), *Parinari curatellifolia* (IVI = 14,75) et *Brachystegia utilis* (IVI = 12,96). Les différences d'importance des espèces dans la forêt étudiée peuvent également être attribuées aux conditions écologiques locales favorables à leur développement (comme les propriétés du sol et les caractéristiques topographiques), comme indiqué ailleurs (Ganglo 2005; Ganglo et De Foucault 2006).

Le résultat de l'établissement de la structure en circonférence a globalement montré une prédominance des tiges de petites circonférences qui diminue progressivement vers les classes de grandes circonférences (allure en "L" ou en "J renversé"). Ceci témoigne la reconstitution de la formation végétale sous l'étude en absence d'une forte pression anthropique conformément aux propos d'Agbani *et al*., (2018). Ce résultat rejoint celui Djego *et al*. (2012) dans la forêt communautaire de Kaodji au centre du Bénin. Pour ce type d'habitat, les tiges d'avenir sont en nombre suffisamment élevé et le renouvellement des peuplements est assuré. Un tel habitat contient des espèces dites structurantes car assurant leur pérennité dans les peuplements (Sokpon et Biaou, 2002). Une des raisons pouvant expliquer cette prédominance des individus à petite circonférence serait que les individus à grande circonférence pourraient être régulièrement détruits par les populations riveraines pour des besoins d'ordre socio-économique (Agbani *et al*., 2018).

CHAPITRE V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude intitulée «Etude de la vegetation de la réserve naturelle forestière de vyanda au sud-ouest du burundi», avait pour objectif global de contribuer à la connaissance de la végétation de la RNF de Vyanda en vue de mettre à la disposition des gestionnaires des donnéees scientifiques utiles à la conservation durable de cet écosystème. La méthodologie utilisée pour étudier la végétation de la Réserve Naturelle Forestière de Vyanda est principalement celle de l'approche systématique basée sur des relevés phytosociologiques pour etablir la richesse floristique de la Réserve et pour les soumettre aux méthodes de classification et ordination pour dégager les groupements végétaux.

Les résultats obtenus montrent que la RNF de Vyanda est relativement diversifiée avec 108 espèces, réparties en 81 genres, appartenant à 41familles. Parmi ces familles, les 5 familles sont seulement les mieux représentées (Fabaceae avec 22 espèces ; Asteraceae avec 11 espèces ; Poaceae et Rubiaceae avec 10 espèces chacune ainsi que Phyllanthaceae avec 6 espèces) aussi une grande proportion de familles monospecifiques non dominantes).

L'analyse des traits de vie a mis en évidence une dominance des phanérophytes (53,9%), des sarcochores (37,8%) et des espèces de distribution africaine (les afromalgaches avec 27,3%) tandis que le spectre brut presente une dominance des phanérophytes (46%), des sarcochores (37,3%) et des types soudano-zambéziennes (14,2%).

L'identification des groupements a permis de discriminer les relevés en trois groupes relativement similaires. Cependant, l'ampleur de la dégradation forestière pourra accentuer les différences entre ces groupes.

Les résultats de la présente étude ont également montré la prédominance des individus de petite taille traduisant une chance du renouvellement de l'écosystème en l'absence des perturbations. En plus, 508 individus ayant aumoins une circonférence de 15 cm dans108 espèces par hectare, sont des ressources naturelles de grande importance, ce qui dit que les individus (ou espèces) certainement visés (ou visées) nécessitent plus d'attention sur le plan de conservation.

Enfin, les résultats ont mis en relief la dominance des espèces de genres comme *Uapaca, Anisophyllea, Parinari* alors que les autres forêts claires du sud-ouest du Burundi sont marquées par la dominance des espèces du genre *Brachystegia*.

Au vu de ces résultats, il importe de formuler les quelques perspectives :

- Prendre des stratégies visant à arrêter ou à limiter les agressions anthropiques qui peuvent pèser sur la RNF de Vyanda ;
- Conduire des études sur les autres parties de la RNF qui n'ont pas été touchées par cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agbani P O., Amagnide A., Goussanou C., Azihou F., Sinsin B., 2018. Structure des peuplements ligneux des formations végétales de la forêt sacrée de Nassou en zone soudanienne du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(6): 2519-2534.

Assogbadjo A E., Glèlè Kakaï R L., Sinsin B., Dieter P., 2009. Structure of *Anogeissus leiocarpa* Guill., Perr. natural stands in relation to anthropogenic pressure within Wari-Maro forest reserve in Benin. *African Journal of Ecology*, 48(3): 644-653.

Bangirinama F., 2010. Processus de la restauration écosystémique au cours de la dynamique post-culturale du Burundi : mécanismes, caractérisation et Séries écologiques.Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, 240 p.

Benoudjita N., 2003. La problématique de gestion durable de la biodiversité au Tchad : impacts des aires protégées sur les zones périphériques – cas des parcs nationaux de Manda et Sena Oura.365 p.

Barbault R., Chevassus-au-Louis B., Teyssèdre A., Abbadie L., Blandin P., Cury P., Génot J-C., Guégan J-F., Lateltin E., Morand S., Renaud F., Trommetter M., Weber J., 2005. Biodiversité, sciences et gouvernance, adpf association pour la diffusion de la pensée française, Paris, 244 p.

Bizuru E., 2005. Etude de la flore et de la végétation des marais du Burundi. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 311 p.

Braun-blanquet J., 1932. Plant sociology: The study of plant communities. (Translated by G.D. Fuller and H.S. Conard.) McGraw-Hill, New York and London.

Dajoz R., 2006. Précis d'écologie. 8 ème edition. 639 p.

Dansereau P., Lems K., 1957. The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance. Contribution n°71 de l'Institut de Botanique de l'Université de Montréal : 1-52.

Diatta C D., Gueye M., Koma S., Akpo L E., 2009. Diversité de la flore et de la végétation ligneuses de la réserve de Ngazobil (Joal-Fadiouth) au Sénégal. *Journal des Sciences*, 9(3): 1-13.

Djego J., Gibigay E M., Tente B,. Sinsin B., 2012. Analyses écologique et structurale de la forêt communautaire de Kaodji au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(2): 705-713.

Doucet J P., 2003. L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de doctorat, Gembloux, 323 p.

Ganglo J C., De Foucault B., 2006. Plant communities, forest site identification and classification in Toffo reserve, South-Benin. *Bois et Forêts des Tropiques*, 288 (2): 25-38.

Ganglo J.C. 2005. Groupements de sous-bois, identification et caractérisation des stations forestières: cas d'un bois au Bénin. *Bois et Forêts des Tropiques*, 285 (3): 35-46.

Gehu J M., 1988. Phytosociologie et conservation de la nature. Berlin, 790p.

Gillet F., 2000. La phytosociologie sinusiale intégrée. Guide méthodologique. 4ème édition revue et corrigée. Université de Neuchâtel-Institut de Botanique. Documents du Laboratoire d'Ecologie Végétale, 1, 68 p

Grall J., Coic N., 2005. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. 2006- Ifremer DYNECO /VIGIES/06-13/ REBENT.

Gunnell Y., 2009, Ecologie et société : repères pour comprendre les questions de l'environnement, Armand Colin, Paris, 415 p.

Habiyaremye, M.K.F.X. 1997. Etude phytosociologique de la dorsale orientale du lac Kivu. Musée royal de l'Afrique central, Tervuren, Belgique. *Annales Sciences Economiques*, 24, 276 p.

Habonimana B., Habonayo R., Ndihokubwayo N., Nzigidahera B., Bogaert J., 2011. Essai de détermination des indicateurs de dégradation forestière: cas de la forêt ombrophile de la Kibira au Burundi. 16ème colloque international organisé par le SIFEE, Yaoundé, 12-15 septembre 2011.

Habonimana, B., Bogaert, J., Nzigidahera, B., Nahimana, G. 2008. Analyse comparée de la composition floristique des forêts claires de Nkayamba et Nyamirambo. *Bulletin scientifique de l'INECN* n° 6, 8-12

Habonimana, B., Bogaert, J., Nzigidahera, B., Nahimana, G. 2010. Les forêts claires de Nkayamba et Nyamirambo de la réserve forestière naturelle de Rumonge. Phytogéographie et types biologiques. *Bulletin scientifique de l'INECN* n°8 : 44-50

Hakizimana P., 2012. Analyse de la composition, de la structure spatiale et des ressources végétales naturelles prélevées dans la forêt dense de Kigwena et dans la forêt claire de Rumonge au Burundi. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles.

Havyarimana F., 2015. La contribution de l'instabilité sociopolitique dans l'anthropisation des paysages au Burundi: dynamique spatiale et biodiversité. Thèse de doctorat, ULB, 249 p.

Havyarimana, F., Bigendako, M.J., Masharabu, T., Bangirimana, F., Lejoly, J., Barima, Y.S.S., De cannière, C., Bogaert, J. 2013. Diversité et distribution d'abondance des plantes d'un écosystème protégé dans un paysage anthropisé : cas de la réserve forestière de Bururi, Burundi. *Tropicultura*, 31,1, 28-35.

INECN., 2014. Les services écosystémiques pour la survie de la population et la croissance de l'économie nationale au Burundi. MEEATU, Bujumbura, 82 p.

Labatte J.M., 2010. Biostatistiques. Rappel des cours et travaux dirigés. Analyse des données M2. Université Angers, 26 p.

Lebrun J.P., 1947. La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard. Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, Exploration du Parc National Albert. Mission Lebrun (1937-1938). Fascicule 1: 472- 800. Bruxelles.

Legendre P., 1998. Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling 20. Amsterdam, Elsevier Science B.V.

Lewalle, J. 1972. Les étages de végétation du Burundi occidental. *Bulletin du jardin botanique National de Belgique*, 293 p.

Malaisse, F., 1997. Se nourrir en forêt claire africaine; Approche écologique et nutritionnelle. Les Presses Agronomiques de Gembloux, 384 p.

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, Burndi. *Adensonia*, sér.3, 34 (1) : 155-162

Meddour R., 2011. La méthode phytosociologique sigmatiste ou braun-blanqueto-tüxenienne. www.tela-botanica.org/sites/botanique/fr/documents/phytosocio/

Morey C., Bashfield R.K., Skinner H.A., 1983. A comparison of cluster analysis techniques within a sequential validation framework. Multivariate behavioral research 18, 309-329

Naughton-Treves L., Holland B., Brandon M..K. 2005. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local liverhoods. *Annu.Rev.Env.Resour*, 30: 219-252, doï: 10.1146 /annurev.energy.30.050504.164507

Ndayishimiye J., Sibomana, S., Bigendako, M.J., Lejoly, J., Bogaert, J. 2010. Diversité et distribution géographique des légumineuses de la flore du Burundi. *Bulletin scientifique de l'INECN* n°8: 16-21

Nduwimana A., 2014. Caractérisation du paysage naturel de la Malagarazi (Burundi) et approche de Conservation durable de sa biodiversite. Thèse de doctorat, 269 p.

Nduwimana, A., Riera, B., Bizuru, E. 2015. Influence des facteurs écoologiques sur la composition et la densité des unités de végétation du paysage naturel de la Malagarazi (Burundi). *Revue d'Ecologie (terre et vie),* 70 (3) : 2013-230.

Nzigidahera B., 1996. Paysage protege de Gisagara- Plan de gestion.INECN, Gitega Burundi, 172 p.

Nzigidahera B., 2000. Analyse de la diversite biologique vegetale Nationale et identification despriorites pour sa conservation

OBPE., 2019. Plan d'aménagement et de gestion de la réserve naturelle de vyanda (2019-2029).

ONU., 2018. Liste des nations unies des aires protégées. Suplément sur l'efficacité de la gestion des aires protégées.72p.

Padalia H., Chauhan N., Porwal M C., Roy P S., 2004. Phytosociological observations on tree species diversity of Andaman Islands. *Current Science* 87: 799-806.

Picard N., Gourlet-Fleury S., 2008. Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo. COMIFAC, 265 p.

Reekmans M., Niyongere L., 1983. Lexique vernaculaire des plantes vasculaires du Burundi. Travaux de la faculté des sciences de l'Université du Burundi, Bujumbura, 55 p.

Roux M., 2006. Algorithmes de classification. 81p.

Senterre, B. 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles.

Sokpon N., Biaou S., ouinsavi C., Hunyet O., 2006. Bases techniques pour une gestion durable des forêts claires du Nord-Bénin : Rotation, diamètre minimal d'exploitabilité et régénération. *Bois et Forêts des tropiques*, 287 (1)

Sundarapandian S M., 1997. Ecological studies on Forest ecosystems at Kodayar in Western Ghats of Tamil Nadu. PhD Thesis. Madurai Kamaraj University, Madurai, 113 p.

UICN-PACO, 2011.Parcs et réserves du Burundi : évaluation de l'efficacité de gestion desaires protégées. Ouagadougou, BF: UICN / PACO, 112 p

Vachon M., Beaulieu-Prevost D., Ouellette A., Achille M., 2005. Analyse de classification hiérarchique et qualité de vie. Tutorials in quantitative methods for Psychology, vol. (1)1, p 25-30

White F., 1979. The guineo-congolian region and its relationships to other phytochoria. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 49: 11 – 55.

White F., 1983. The vegetation of Africa. A descriptive Memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO. *Vegetation map of Africa*. Paris: UNESCO.

ANNEXES

Annexe 1: Richesse en espèces et genres pour les familles

Famille	genres	%	espèces	%	Famille	genres	%	espèces	%
Acanthaceae	3	3,7	3	2,8	Melastomataceae	2	2,5	2	1,9
Anisophylleaceae	1	1,2	1	0,9	Myrtaceae	1	1,2	2	1,9
Asparagaceae	1	1,2	1	0,9	Nephrolepidaceae	1	1,2	1	0,9
Asteraceae	8	9,9	11	10,2	Oleandraceae	1	1,2	1	0,9
Chrysobalanaceae	1	1,2	1	0,9	Orchidaceae	1	1,2	1	0,9
Clusiaceae	1	1,2	1	0,9	Oxalidaceae	1	1,2	1	0,9
Colchicaceae	1	1,2	1	0,9	Passifloraceae	1	1,2	1	0,9
Combretaceae	1	1,2	2	1,9	Pedaliaceae	1	1,2	1	0,9
Commelinaceae	1	1,2	1	0,9	Phyllanthaceae	5	6,2	6	5,6
Connaraceae	1	1,2	1	0,9	Poaceae	7	8,6	10	9,2
Cyperaceae	3	3,7	3	2,8	Polygalaceae	1	1,2	1	0,9
Dennstaedtiaceae	1	1,2	1	0,9	Polygonaceae	1	1,2	1	0,9
Dioscoreaceae	1	1,2	2	1,9	Proteaceae	2	2,5	3	2,8
Euphorbiaceae	1	1,2	1	0,9	Rubiaceae	8	9,9	10	9,2
Fabaceae	11	13,6	22	20,4	Sapindaceae	1	1,2	1	0,9
Gentianaceae	1	1,2	1	0,9	Sinopteridaceae	1	1,2	1	0,9

Famille	**genres**	**%**	**espèces**	**%**	**Famille**	**genres**	**%**	**espèces**	**%**
Hypericaceae	1	1,2	1	0,9	Smilacaceae	1	1,2	2	1,9
Lamiaceae	1	1,2	2	1,9	Tectariaceae	1	1,2	1	0,9
Lauraceae	1	1,2	1	0,9	Vitaceae	1	1,2	1	0,9
Loganiaceae	1	1,2	2	1,9	Zingiberaceae	1	1,2	1	0,9
Malvaceae	1	1,2	1	0,9					
Tot				Tot	41	81		108	

Annexe 2 : Liste des principales espèces et des traits biologiques de la réserve naturelle forestière de Rumonge

Familles	Genre	Espèces	TB	TG	TD	Tot recouvrement
Acanthaceae	*Justicia*	*Justicia cleomoides* S. Moore	**Ch**	**Mo**	**Bal**	0,1
	Mimulopsis	*Mimulopsis arborescens* C.B. Clarke	**Ch**	**Mo(EA)**	**Scl**	2,5
Anisophylleaceae	*Anisophyllea*	*Anisophyllea boehmii*	P	SZ(OZ)	Sar	172,5
Asparagaceae	*Dracaena*	*Dracaena afromontana* Mildbr.	**P**	**Mo (EA)**	**Sar**	0,2
Asteraceae	*Acmella*	*Acmella caulirhiza* Delile	Ch	Afr-Mal	Pogo	0,1
	Ageratum	*Ageratum conyzoides*	**T**	**Pan**	**Des**	0,1
	Aspilia	*Aspilia africana*	**T**	**Plur**	**Pog**	20,6
		*Aspilia ciliata (*Schumach.*)* Wild	**T**	**Plur**	**Pog**	0,2
		Aspilia sp. 1	**T**	**Plur**	**Pog**	0,1
		Aspilia sp.2	**T**	**Plur**	**Pog**	0,1
	Conyza	*Conyza sp.*	**T**	**Pan**	**Pog**	0,1
	Crassocephalum	*Crassocephalum sp.*	T	Afr trop	Pog	0,1
	Emilia	*Emilia caespitosa* Oliv.	T	SZ(G)	Pog	8,3
	Helichrysum	*Helichrysum sp.*	Ch		Scl	0,4
	Stomatanthes	*Stomatanthes africanus* (Oliv. & Hiern) R. M. King & H. Rob.	T		Pog	0,2
Chrysobalanaceae	*Parinari*	*Parinari curatellifolia*	P	SZ(SOZ)	Sar	110,5
Clusiaceae	*Garcinia*	*Garcinia huillensis* Welw. ex Oliv.	P	SZ	Sarco	0,1
Colchicaceae	*Gloriosa*	*Gloriosa superba*	Gé	Pal	Sc	0,1
Combretaceae	*Combretum*	*Combretum collinum*	P	**SZ**	Pté	5,5
		Combretum sp.	P	**SZ**	Pté	0,1
Commelinaceae	*Commelina*	*Commelina benghalensis* L.	Ch	Afr trop	Scl	0,1
Connaraceae	*Rourea*	*Rourea coccinea subsp. boiviniana* (Baill.) Jongkind	**P**		**Sarco**	0,4
Cyperaceae	*Bulbostylis*	*Bulbostylis pusilla*	H	SZ(EOZ)	Sclé ro	15
Cyperaceae	*Carex*	*Carex chlorosaccus* C.B. Clarke	*Gé*	*Afr Trop*	*Sclé ro*	0,3
Cyperaceae	*Scleria*	*Scleria nyasensis* C.B. Clarke	Gé	Plur-afr	Sclé ro	0,1
Dennstaedtiaceae	*Pteridium*	*Pteridium aquilinum*	Gé	Afr trop	Scl	95,2
Dioscoreaceae	*Dioscorea*	*Dioscorea praehensilis*	Gé	Pan	Pté	0,1

Familles	Genre	Espèces	TB	TG	TD	Tot recouvrement
		Benth.				
		Dioscorea sp.	*Gé*	*NA*	*Pté*	0,1
Euphorbiaceae	*Shirakiopsis*	*Shirakiopsis elliptica* (Hochst.) Esser	P	LSZ-G	Sarco	3,8
Fabaceae	*Aeschynomene*	*Aeschynomene baumii*	Ch	Pan	Bal	202,9
	Albizia	*Albizia gummifera*	P	Afr Mal	Bal	80,5
	Brachystegia	*Brachystegia sp.1*	P	**Z**	Bal	0,1
		Brachystegia sp.2	P	**Z**	Bal	0,1
		Brachystegia sp.3	P	**Z**	Bal	2,5
		Brachystegia utilis Hutch. & Burtt Davy	P	**Z**	Bal	200,3
		Brachystegia microphylla × *utilis* [Hell.]	P	**Z**	Bal	20,4
	Dalbergia	*Dalbergia nitidula* Baker	P	SZ(OZ)	Baro	2,5
	Entada	*Entada abyssinica* Steud. *ex A. Rich.*	P	SZ	Ballo	17,9
	Eriosema	*Eriosema montarum*	Ch	L-SZ-Mo	Bal	0,1
		Eriosema psoraloides	P(Ch)	L-G-SZ	Bal	0,1
	Indigofera	*Indigofera dendroides* Jacq.	T	SZ	Bal	0,2
		Indigofera podocarpa Baker f. & W. Martin	T	SZ	Bal	0,1
		Indigofera sp.	T	**NA**	Bal	5,2
		Indigofera sp.1	T	**NA**	Bal	15,2
		Indigofera sp.2	T	**NA**	Bal	2,5
		Indigofera sp.3	T	**NA**	Bal	0,1
		Indigofera subargentea	T	SZ	Bal	3,3
	Isoberlinia	*Isoberlinia angolensis*	**P**	SZ	**Pté**	132,7
	Kotschya	*Kotschya strigosa*	T	SZ(OZ)	Bal	0,5
	Pericopsis	*Pericopsis angolensis*	P	(SZ(Z)	Pté	5,3
	Tephrosa	*Tephrosa linearis*	T	Afr-Mal	Ballo	3,1
Gentianaceae	*Anthocleista*	*Anthocleista schweinfurthii Gilg.*	P	L-G-SZ	Sar	47,9
Hypericaceae	*Harungana*	*Harungana madagascariensis* Lam. ex Poir.	P	Afr Mal	Sar	72,7
Lamiaceae	*Vitex*	*Vitex doniana* Sweet	P	Afr trop	Sar	38,7
		Vitex sp.	P	Afr trop	Sar	2,5
Lauraceae	*Cassytha*	*Cassytha filiformis* L.	P	Pan	Sar	5,5

Familles	**Genre**	**Espèces**	**TB**	**TG**	**TD**	**Tot recouvrement**
Loganiaceae	*Strychnos*	*Strychnos sp.*	P	Afr trop	Sar	0,1
		Strychnos spinosa Lam.	P	Afr trop	Sar	3,3
Malvaceae	*Triumfetta*	*Triumfetta tomentosa*	T	SZ	Desmo	2,5
Melastomataceae	*Dissotis*	*Dissotis pachytricha*	P	L-SZ-Mo	Sar	18,2
		Dissotis sp.	P		Sar	0,1
	Dupineta	*Dupineta brazza (Cogn.)* Veranso-Libalah & G. Kadereit	P	GC	Sar	0,6
Myrtaceae	*Syzygium sp.*	*Syzygium cordatum*	P	Plur Afr	Sar	2,8
		Syzygium sp.	P		Sar	2,5
Nephrolepidaceae	*Nephrolepis*	*Nephrolepis undulata (Afzel. ex Sw.)* J. Sm.	Gé	Afr trop	Scl	12,9
Oleandraceae	*Oleandra*	*Oleandra distenta* Kunze	Ch	Afr Mal	Scl	0,1
Orchidaceae	*Polystachya*	*Polystachya virginea*	*Gé*	*Mo(EA)*		0,1
Oxalidaceae	*Biophytum*	*Biophytum helenae* Buscal. & Muschl.	T	L-SZ-Mo	Bal	22,6
Passifloraceae	*Passiflora*	*Passiflora edulis* Sims	H	Intr	Sarco	0,1
Pedaliaceae	*Sesamum*	*Sesamum angolense* Welw.	Ch	SZ(OZ)	Bal	5
Phyllanthaceae	*Bridelia*	*Bridelia Brideliifolia*	P	L-SZ-Mo	Bal	5,3
	Flueggea	*Flueggea virosa (*Roxb. ex Willd.) *Voigt subsp. Virosa*	**P**	**NA**	**Sarco**	2,5
	Hymenocardia	*Hymenocardia acida*	P	SZ(O)	Pté	56,2
	Margaritaria	*Margaritaria discoidea*	P	Afr trop	Bal	20,3
	Uapaca	*Uapaca nitida* Müll. Arg. var. *nitida*	P	G	Sarco	632,5
		Uapaca nitida Müll. Arg	P	G	Sarco	95,6
Poaceae	*Eragrostis*	*Eragrostis gangetica* (Roxb.) Steud.	Hc(T)	Plur Afr	Scl	20
	Hyparrhenia	*Hyparrhenia diplandra*	Hc	Pal	Scl	132,5
		Hyparrhenia figariana (chiov.) Clayton	Hc	Pal	Scl	767,6
		Hyparrhenia nyassae (Rendle) Stapf	Hc	Pal	Scl	0,1
	Imperata	*Imperata cylindrica* (L.) Raeusch.	Gé	Pan	Scl	0,1

Familles	**Genre**	**Espèces**	**TB**	**TG**	**TD**	**Tot recouvrement**
	Loudetia	*Loudetia simplex*	Hc	Afr Mal	Scl	105
	Melinis	*Melinis minutiflora* P. Beauv.	Hc	Pan	Scl	35,1
	Panicum	*Panicum nervatum* (Franch.) Stapf	Hc	Mo	Sclé ro	0,2
	Themeda	*Themeda sp.*	*Hc*	*Afr trop*	*Sclé ro*	0,1
	Themeda	*Themeda triandra* Forssk.	*Hc*	*Afr trop*	*Sclé ro*	17,5
Polygalaceae	*Polygala*	*Polygala albida*	T	SZ(OZ)	Sar	0,1
Polygonaceae	*Securidaca*	*Securidaca longipedunculata*	P	SZ	Ball o	30,6
Proteaceae	*Faurea*	*Faurea saligna* Harv	P	SZ(OZ)	Pog o	5,4
		Faurea speciosa	P	**NA**	Sar	2,6
	Protea	*Protea madiensis*	P	Afr trop	Pog	55,5
Rubiaceae	*Vagueria*	*Vagueria cinerascens Var.ineaqualis* (Robyns) Lantz	Ch	SZ(O)	Sarc o	43,6
	Fadogia	*Fadogia ancylantha* scheinf.	Ch	Afr-Trop	Sarc o	43,5
	Keetia	*Keetia hispida* (Benth.) Bridson	P	L.SZ-G	**Sar co**	0,2
	Multidentia	*Multidentia crassa*	**P**	**pluri Afr**	**Sar co**	0,2
	Otiophora	*Otiophora scabra*	Ch	Mo(EA)	Sar	0,1
	Sabicea	*Sabicea becquetii* (N. Hallé) Razafim. *& al.*	**P**	**Afr trop**	Sar	0,1
	Rytigynia	*Rytigynia monantha*	P	Mo(EA)	Sar	0,1
	Tapiphyllum	*Tapiphyllum sp.*	Ch	**NA**	Sarc o	0,1
		Tapiphyllum sp.1	Ch	**NA**	Sarc o	0,1
		Tapiphyllum sp.2	Ch	**NA**	Sarc o	0,1
Sapindaceae	*Dodonaea*	*Dodonaea sp.*	P	Pan	Pté	0,1
Sinopteridaceae	*Pellaea*	*Pellaea pectiniformis* Baker	*Gé*	*NA*	*Scl*	2,5
Smilacaceae	*Smilax*	*Smilax anceps* Willd.	P	Afr trop	Pté	0,2
		Smilax sp.	P	Afr trop	Pté	2,5
Tectariaceae	*Arthropteris*	*Arthropteris orientalis*	Gé	Afr Mal	Scl	5,1
Vitaceae	*Cyphostemma*	*Cyphostemma adenocaule*	Gé	Afr trop	Sar	0,1
Zingiberaceae	*Aframomum*	*Aframomum angustifolium* (Sonn.) K. Schum.	Gé	SZ(EO)	Sar	0,2