

Caractérisation structurale et écologique des peuplements ligneux du paysage protégé de Gisagara à l'est du Burundi

Richard HABONAYO^{1*}, André NDUWIMANA¹ et David KUBWIMANA²

¹ Université du Burundi, Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie, Centre de Recherche en Sciences des Productions Animales, Végétales et Environnementales, BP 2940 Bujumbura, Burundi

² Université du Burundi, Faculté des Sciences, Département de Biologie, BP 2700 Bujumbura, Burundi

(Reçu le 11 Novembre 2022 ; Accepté le 12 Janvier 2023)

* Correspondance, courriel : habonayorichard@gmail.com

Résumé

Cette étude a pour objectif de caractériser la structure du paysage protégé de Gisagara (PPG) à l'est du Burundi. Les données ont été collectées dans 55 placettes carrées de 20 m de côté où tous les individus des espèces ligneuses ayant une circonférence d'au moins 15 cm ont été inventoriés. La structure a été analysée à travers le calcul de la densité, la surface terrière et l'indice de valeur d'importance des espèces ainsi que l'établissement de la structure en circonférence. Les résultats ont permis d'identifier 54 espèces ligneuses totalisant 3273 individus avec une densité de 1488/ha et une surface terrière de 21 m²/ha. Les espèces *Julbernardia globiflora* (Benth.) Troupin et *Brachystegia longifolia* Benth. sont les plus représentées dans le PPG avec une densité de 533,6 tiges/ha et 263,6 tiges/ha respectivement. Les espèces *J. globiflora* (IVI = 53,30), *B. longifolia* (IVI = 30,30), *Combretum molle* R.Br. ex G.Don (IVI = 6,43) et *Brachystegia microphylla* Harms (IVI = 5,88) y sont les plus écologiquement importantes que les autres. Le regroupement des individus en classes de circonférence a mis en évidence une allure en « L » indiquant la dominance des individus de faible circonférence. Cette étude est la première réalisée pour caractériser la structure du PPG. Elle pose les bases des nouveaux axes de recherches orientés vers la connaissance approfondie des peuplements ligneux de ce milieu. Les parties prenantes impliquées dans la gestion du PPG pourront s'inspirer des résultats de ce travail dans la mise en application du plan de gestion et d'aménagement de cet espace protégé.

Mots-clés : aire protégée, structure, miombo, Gisagara, Burundi.

Abstract

Structural and ecological characterization of woody stands of Gisagara protected landscape in eastern part of Burundi

This study aims to characterize the structure of Gisagara protected landscape (GPL) in eastern part of Burundi. The data were collected within 55 square plots of 20 m × 20 m each, where all individuals of woody species with a circumference greater or equal to 15 cm at 130 cm from the ground were inventoried. The structure was analyzed through the calculation of the density, the basal area and the species importance value index and the distribution of stems into circumference classes. In total, 3273 trees representing 54 woody species

were recorded. Tree density was 1488 stems/ha, with a basal area of 21 m²/ha. *Julbernardia globiflora* (Benth.) Troupin and *Brachystegia longifolia* Benth. species are more represented in the GPL with a density of 533.6 stems/ha and 263.6 stems/ha respectively. It appears that *J. globiflora* (IVI = 53.30), *B. longifolia* (IVI = 30.30), *Combretum molle* R.Br. ex G.Don (IVI = 6.43) and *Brachystegia microphylla* Harms (IVI = 5.88) are the most ecologically important species than the others. Establishment of the circumferential structure revealed an "L" shape indicating the dominance of small individuals. This study is the first carried out to characterize the structure of the GPL. It lays the foundations for new lines of research oriented towards in-depth knowledge of the woody stands of this area. The stakeholders involved in the management of the GPL could draw on the results of this work in the implementation of the management and development plan of this protected area.

Keywords : *protected area, structure, miombo, Gisagara, Burundi.*

1. Introduction

Le Burundi contient des écosystèmes naturels diversifiés comprenant les forêts ombrophiles de montagnes, les forêts claires, les galeries forestières, les savanes et les pelouses [1]. Les forêts claires (type miombo) dont fait partie le paysage protégé de Gisagara (PPG) sont réparties le long du district du Mosso-Malagarazi [2]. Les ressources végétales que renferment ces écosystèmes connaissent une dégradation inquiétante suite à de multiples causes dont le prélèvement incontrôlé des produits forestiers, le défrichement des forêts, l'exploitation minière artisanale en forêts, l'extension de l'habitat humain, le surpâturage et les feux de forêts [3]. Dans le district du Mosso-Malagarazi, le défrichement culturel constitue la principale menace qui pèse sur les forêts claires. Ces dernières ne se présentent que sous forme de lambeaux dont les plus palpables se localisent à Gisagara, à Giharo et à Rubungu-Kigabwe [4]. Dans ces régions, les espèces dominantes des genres *Brachystegia*, *Julbernardia*, *Isobertia* sont beaucoup plus sensibles aux feux [5]. Les incendies favorisent finalement l'apparition des plantes de savanes sans destination forestière ou laissent tout simplement des déserts rocheux [4]. Afin de contribuer à la gestion durable des ressources naturelles du PPG, quelques travaux ont été exécutés dans le cadre des recherches universitaires [6-8]. D'autres informations sur cette aire protégée ont été également produites à travers les travaux de consultance et les plans nationaux de lutte contre la dégradation de la biodiversité au Burundi [9 - 11]. Malgré les travaux déjà entrepris sur le PPG, il apparaît que certains aspects d'ordre végétal et écologique ont été insuffisamment explorés ou n'ont pas encore fait objet d'étude. Par exemple, les caractéristiques dendrométriques des peuplements ligneux de cet espace protégé ne sont pas encore examinées dans le but de fournir des éléments de décision pour sa gestion durable. C'est ainsi que la présente étude qui porte sur les caractéristiques structurales et écologiques des peuplements ligneux du PPG a été initiée. L'objectif de ce travail est de caractériser la structure du PPG en apportant des connaissances utiles aux gestionnaires et aux décideurs. De façon spécifique, il vise à fournir des informations sur les caractéristiques dendrométriques, l'importance écologique et la structure démographique des espèces ligneuses.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

Le PPG est situé dans la Province de Cankuzo, à l'est du Burundi. Sa superficie est estimée à 6126 ha tous situés dans la commune Gisagara, dans la région naturelle du Mosso [12]. Il forme la frontière avec la Tanzanie et son altitude varie entre 1230 à 1650 m [13]. La **Figure 1** ci-dessous localise le PPG sur le Burundi et illustre ses zones occupées par la végétation naturelle.

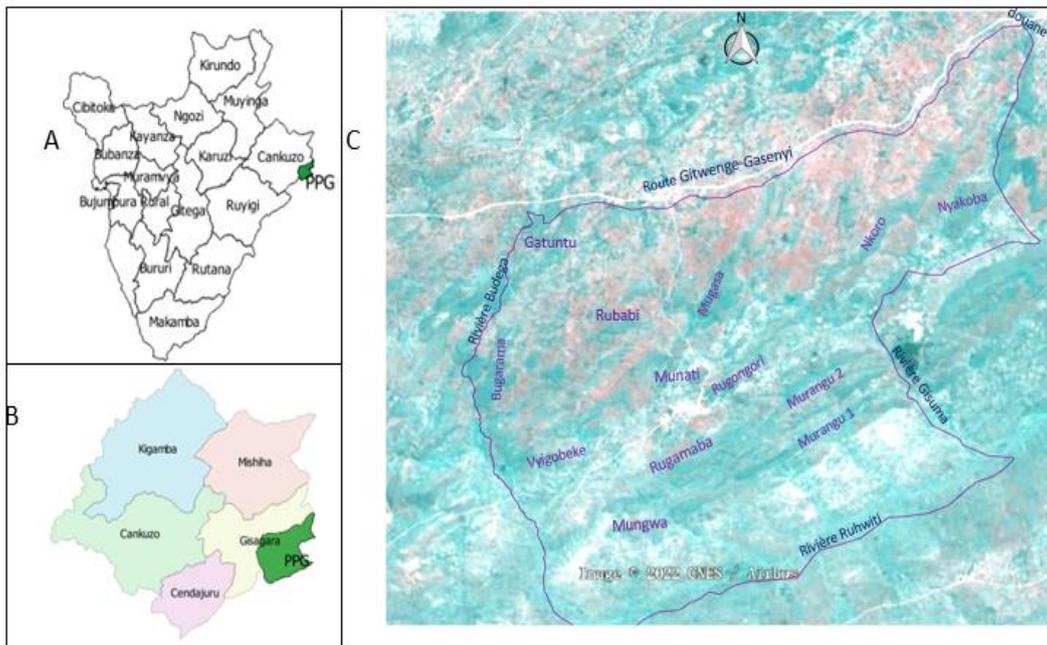


Figure 1 : Localisation du PPG et de la zone de végétation étudiée : (A) position du PPG par rapport au Burundi, (B) position du PPG par rapport à la province et (C) zones du PPG couvertes par la végétation naturelle les plus palpables (Source de l'image C : Google Earth ; Image Landsat/copernicus du 12/8/2019)

Le climat du PPG est marqué par six mois de pluie (novembre, décembre, janvier, février, mars et avril) avec une cote pluviométrique supérieure à 100 mm (décembre et février étant les mois les plus pluvieux), cinq mois de saison sèche (de juin en octobre) et un mois de transition (mai). Les températures moyennes annuelles sont de 21,3°C [9]. Les sols du PPG sont à majorité rocheux. Les sols à structure meuble sont labourés pour l'installation des cultures. C'est pourquoi la majorité de la végétation du PPG se présente maintenant sous forme de lambeaux sur les chaînes de montagnes où l'agriculture est pratiquement impossible [14]. La végétation du PPG comprend des forêts claires, des savanes boisées, des savanes arborées et des savanes herbeuses. Les forêts claires couvrent près de 2380 ha et sont dominées par les espèces des genres *Brachystegia* et *Julbernardia* [9]. Dans cette aire protégée, les deux genres seulement (*Brachystegia* et *Julbernardia*) dominent la végétation à un peu plus de 50 %. Les espèces de ces genres sont mélangées à d'autres essences ligneuses comme *Anisophyllea boehmii* Engl., *Parinari curatellifolia* Planch. ex Benth., *Pterocarpus angolensis* DC. et les espèces du genre *Uapaca* [13]. La faune du PPG n'est pas nombreuse. Quelques animaux dont les reptiles, les oiseaux, les rongeurs, les insectes ainsi que les petits et les grands mammifères y sont abrités. Parmi les grands mammifères, on ne compte que quelques singes notamment *Cercopithecus aethiops* et *Cercopithecus mitis* [15]. Le PPG connaît des problèmes pour la protection de la biodiversité. Des populations vivent et cultivent à l'intérieur de l'aire protégée. La menace majeure qui pèse sur celle-ci est l'agrandissement culturel sur les terrains d'ouverture. La faune connaît une disparition continue suite à la dégradation de leurs habitats, combinée à des actions simultanées des braconniers [9].

2-2. Collecte des données

Une exploration préliminaire des habitats variés du PPG a été menée avant de pouvoir réaliser un échantillonnage. Cette exploration a permis d'identifier quatre zones différentes du point de vue de la physionomie : (1) la première zone comprend les collines de Mugasa, Rubabi, Gatuntu et Bugarama sur lesquelles on observe un mélange de plusieurs espèces locales (*Brachystegia longifolia* Benth., *Brachystegia*

microphylla Harms, *Uapaca kirkiana* Müll. Arg., *Uapaca nitida* Müll.Arg., *Combretum collinum* Fresen, *Julbernardia globiflora* (Benth.) Troupin, *Anisophyllea boehmii* Engl., etc.), dans une proportion plus ou moins égale ; (2) la deuxième zone est faite des collines de Munati, Mungwa et Rugongori sur lesquelles on observe un peuplement dominé par *Brachystegia microphylla* Harms; (3) la troisième zone inclue les collines de Murangu, Nyankoba et Nkoro sur lesquelles on observe un peuplement dominé par *Julbernardia globiflora* (Benth.) Troupin et (4) la quatrième zone est composée de la colline de Vyigobeke sur laquelle on observe un peuplement dominé par *Brachystegia longifolia* Benth. La collecte des données a été opérée dans des placettes carrées mesurant chacune 20 m de côté. Ces placettes ont été chaque fois placées à 50 m depuis la bordure de la forêt afin d'éviter l'effet de lisère et l'équidistance entre deux placettes successives était d'au moins 250 m [16]. Ces placettes, délimitées au moyen d'un pentadécamètre, ont été également installées de façon à couvrir toute la forêt en tenant compte de tous ses faciès. Au total, 55 placettes ont été établies à raison de 17 ; 04 ; 24 et 10 placettes respectivement dans la première, la deuxième, la troisième et la quatrième zone. Dans chaque placette, tous les individus des espèces ligneuses ayant une circonférence d'au moins 15 cm ont été recensés [16] et leurs circonférences ont été mesurées à l'aide d'un mètre-ruban à une hauteur de 1,30 m au-dessus du sol. La mesure de la circonférence a été exécutée en s'inspirant du protocole proposé par d'autres auteurs [17]. Pendant la phase de collecte de données sur le terrain, les spécimens de toutes les espèces recensées ont été récoltés et mis en herbier. Des ouvrages [18, 19] et l'Herbarium de l'Université du Burundi (BJA) ont été consultés pour déterminer les noms scientifiques des différentes espèces ligneuses recensées. Les noms scientifiques ainsi que les familles des différentes espèces de plantes ont été retenus après comparaison avec les noms actualisés dans la base de données des plantes africaines disponible sur le site web <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php>. Les données ont été collectées en l'espace de juillet à septembre de l'année 2021.

2-3. Traitement des données

La structure a été caractérisée à travers le calcul de la densité, la surface terrière et l'indice de valeur d'importance des arbres et le groupement des individus en classes de circonférence.

La densité des arbres d'une formation végétale (D) exprime le nombre de tiges par hectare de cette formation végétale. Elle a pour **Formule** [1] :

$$D = \frac{N}{S} \quad (1)$$

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 avec la **Formule** suivante [1] :

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

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

La surface terrière totale (G) a été obtenue par sommation de toutes les surfaces terrières des arbres inventoriés dans les placettes ramenée à l'hectare. L'indice de valeur d'importance (IVI) permet d'identifier les principales espèces ligneuses [20]. En effet, il donne une estimation globale du niveau d'importance d'une plante dans une communauté végétale [21]. Ainsi, plus la valeur de l'IVI d'une espèce est élevée, plus cette espèce est écologiquement importante [20]. L'IVI a été calculé par la formule suivante [22] :

$$IVI_i = DER_i + DOR_i + FRR_i \quad (3)$$

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 [23] :

$$DER = \frac{\text{Nombre d'individus d'une espèce}}{\text{Nombre total d'individus dans l'échantillon}} \times 100 \quad (4)$$

$$DOR = \frac{\text{Surface terrière d'une espèce}}{\text{Surface terrière totale de l'échantillon}} \times 100 \quad (5)$$

$$FRR = \frac{\text{Fréquence d'une espèce}}{\text{Total des fréquences de toutes les espèces}} \times 100 \quad (6)$$

La fréquence de l'espèce est le nombre de placettes dans lesquelles l'espèce a été observée sur le nombre total de placettes échantillonnées [20,16]. Dans le cadre de cette étude, les espèces dont les IVI sont supérieurs à 5 ont été seules considérées comme les plus écologiquement importantes. Enfin, pour caractériser la structure en circonférence, un histogramme a été établi en regroupant les arbres en classe de circonférence de 5 cm d'amplitude [16].

3. Résultats

3-1. Caractéristiques dendrométriques et importance écologique des espèces ligneuses du PPG

Les caractéristiques dendrométriques et l'importance écologique des espèces ligneuses du PPG sont présentées dans le **Tableau 1**. Ce dernier indique que les résultats d'inventaire floristique ont permis d'identifier 54 espèces ligneuses dont la circonférence à hauteur d'homme est supérieure ou égale à 15 cm. Ces espèces totalisent 3273 individus qui représentent une densité de 1488 tiges/ha et une surface terrière (G) de 21 m²/ha. L'espèce la plus abondante dans le PPG est *Julbernardia globiflora* (Benth.) Troupin avec une densité relative de 35,87 et une densité absolue de 533,6 tiges/ha. Elle est suivie de *Brachystegia longifolia* Benth. avec une densité relative de 17,72 et une densité absolue de 263,6 tiges/ha. Ces deux espèces sont les plus représentées dans le PPG. En troisième et quatrième position viennent respectivement *Combretum molle* R.Br. ex G.Don (avec une densité relative de 4,98 et une densité absolue de 74,09 tiges/ha) et *Pericopsis angolensis* (Baker) Meeuwen (avec une densité relative de 3,51 et une densité absolue de 52,27 tiges/ha). Les autres espèces avaient une densité relative de moins de 3,5 et une densité absolue de moins de 50 tiges/ha. En termes de dominance, la dominance relative la plus élevée est de 17,29 pour *J. globiflora* correspondant à une surface terrière de 7,81 m²/ha. Il vient ensuite *B. longifolia* avec une dominance relative de 12,41 et une surface terrière de 5,61 m²/ha. En troisième position, c'est le *Brachystegia microphylla* Harms avec une dominance relative de 2,87 et une surface terrière de 1,30 m²/ha. Pour les autres espèces, la dominance relative et la surface terrière étaient inférieure à deux et à 1 m²/ha respectivement. Les résultats du calcul de l'IVI ont mis en évidence quatre espèces écologiquement plus importantes que les autres (espèces dont l'IVI supérieur à 5). Il s'agit de *J. globiflora* (IVI = 53,30), *B. longifolia* (IVI = 30,30), *C. molle* (IVI = 6,43) et *B. microphylla* (IVI = 5,88).

Tableau 1 : Caractéristiques dendrométriques et importance écologique des espèces ligneuses du PPG

| N° | Espèces | Individus | DE/ha | DER | gi | FRR | DOR | IVI |
|----|---|-----------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 1 | <i>Acacia hockii</i> De Wild. | 1 | 0,455 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| 2 | <i>Albizia antunesiana</i> Harms | 84 | 38,18 | 2,57 | 0,24 | 0,10 | 0,54 | 3,20 |
| 3 | <i>Albizia grandibracteata</i> Taub. | 4 | 1,81 | 0,12 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,16 |
| 4 | <i>Albizia gummifera</i> (J.F. Gmel.) C.A. Sm. | 1 | 0,45 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| 5 | <i>Azelia quanzensis</i> Welw. | 2 | 0,90 | 0,06 | 0,04 | 0,00 | 0,10 | 0,16 |
| 6 | <i>Allophylus</i> sp. | 18 | 8,18 | 0,55 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 0,65 |
| 7 | <i>Anisophyllea boehmii</i> Engl. | 89 | 40,45 | 2,72 | 0,64 | 0,05 | 1,42 | 4,19 |
| 8 | <i>Annona senegalensis</i> Pers. | 15 | 6,818 | 0,46 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 0,57 |
| 9 | <i>Brachystegia longifolia</i> Benth. | 580 | 263,6 | 17,72 | 5,61 | 0,17 | 12,41 | 30,30 |
| 10 | <i>Brachystegia microphylla</i> Harms | 98 | 44,55 | 2,99 | 1,30 | 0,01 | 2,87 | 5,88 |
| 11 | <i>Bridelia brideliifolia</i> (Pax) Fedde | 3 | 1,36 | 0,09 | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,17 |
| 12 | <i>Canthium venosum</i> (Oliv.) Hiern | 2 | 0,90 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 |
| 13 | <i>Combretum collinum</i> Fresen. | 14 | 6,36 | 0,43 | 0,03 | 0,02 | 0,07 | 0,52 |
| 14 | <i>Combretum molle</i> R.Br. ex G.Don | 163 | 74,09 | 4,98 | 0,60 | 0,12 | 1,34 | 6,43 |
| 15 | <i>Cussonia arborea</i> Hochst. ex A. Rich. | 88 | 40 | 2,69 | 0,50 | 0,12 | 1,11 | 3,92 |
| 16 | <i>Dalbergia nitidula</i> Baker | 34 | 15,45 | 1,04 | 0,15 | 0,05 | 0,32 | 1,41 |
| 17 | <i>Entada abyssinica</i> Steud. ex A. Rich. | 5 | 2,27 | 0,15 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,22 |
| 18 | <i>Erlangea cordifolia</i> (Benth. ex Oliv.) S. Moore | 4 | 1,82 | 0,12 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,15 |
| 19 | <i>Faurea rochetiana</i> (A. Rich.) Chiov. ex Pic. Serm. | 13 | 5,90 | 0,40 | 0,06 | 0,01 | 0,13 | 0,53 |
| 20 | <i>Ficus ovata</i> Vahl | 2 | 0,90 | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,11 |
| 21 | <i>Ficus sur</i> Forsk. | 1 | 0,45 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 |
| 22 | <i>Garcinia buchananii</i> Baker | 12 | 5,45 | 0,37 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,43 |
| 23 | <i>Gardenia ternifolia</i> Schumach. & Thonn. | 109 | 49,55 | 3,33 | 0,22 | 0,08 | 0,48 | 3,89 |
| 24 | <i>Hymenocardia acida</i> Tul. | 1 | 0,45 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,04 |
| 25 | <i>Hymenodictyon floribundum</i> (Hochst. & Steud.) B.L. Rob. | 20 | 9,09 | 0,61 | 0,05 | 0,02 | 0,11 | 0,74 |
| 26 | <i>Indigofera emarginella</i> Steud. ex A. Rich. | 11 | 5 | 0,34 | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,41 |
| 27 | <i>Julbernardia globiflora</i> (Benth.) Troupin | 1174 | 533,6 | 35,87 | 7,81 | 0,14 | 17,29 | 53,30 |
| 28 | <i>Lannea schimperii</i> (Hochst. ex A.Rich.) Engl. | 38 | 17,27 | 1,16 | 0,14 | 0,07 | 0,30 | 1,54 |
| 29 | <i>Maesa lanceolata</i> Forsk. | 5 | 2,27 | 0,15 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 0,20 |
| 30 | <i>Margaritaria discoidea</i> (Baill.) G.L. Webster | 25 | 11,36 | 0,76 | 0,04 | 0,04 | 0,10 | 0,91 |
| 31 | <i>Markhamia obtusifolia</i> (Baker) Sprague | 6 | 2,727 | 0,18 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,22 |
| 32 | <i>Monotes elegans</i> Gilg | 50 | 22,73 | 1,53 | 0,59 | 0,04 | 1,31 | 2,89 |
| 33 | <i>Mussaenda arcuata</i> Lam. ex Poir. | 3 | 1,364 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,11 |
| 34 | <i>Ochna schweinfurthiana</i> F. Hoffm. | 71 | 32,27 | 2,17 | 0,17 | 0,08 | 0,37 | 2,62 |
| 35 | <i>Ozoroa reticulata</i> (Baker f.) R.Fern. & A.Fern. | 7 | 3,18 | 0,21 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 0,32 |
| 36 | <i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth. | 12 | 5,45 | 0,37 | 0,10 | 0,01 | 0,22 | 0,59 |
| 37 | <i>Parinari excelsa</i> Sabine | 4 | 1,81 | 0,12 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,14 |
| 38 | <i>Pavetta ternifolia</i> (Oliv.) Hiern | 6 | 2,72 | 0,18 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,21 |
| 39 | <i>Pericopsis angolensis</i> (Baker) Meeuwen | 64 | 29,09 | 1,96 | 0,25 | 0,05 | 0,56 | 2,57 |
| 40 | <i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh. | 25 | 11,36 | 0,76 | 0,05 | 0,05 | 0,11 | 0,92 |
| 41 | <i>Psorospermum febrifugum</i> Spach | 13 | 5,90 | 0,40 | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,47 |
| 42 | <i>Pterocarpus angolensis</i> DC. | 115 | 52,27 | 3,51 | 0,31 | 0,12 | 0,70 | 4,33 |
| 43 | <i>Rhus longipes</i> Engl. | 6 | 2,727 | 0,18 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,21 |
| 44 | <i>Rytigynia monantha</i> (K. Schum.) Robyns | 9 | 4,091 | 0,27 | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,34 |
| 45 | <i>Steganotaenia araliacea</i> Hochst. | 3 | 1,364 | 0,09 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,12 |
| 46 | <i>Stereospermum kunthianum</i> Cham. | 52 | 23,64 | 1,59 | 0,16 | 0,04 | 0,34 | 1,98 |

| N° | Espèces | Individus | DE/ha | DER | gi | FRR | DOR | IVI |
|--------------|---|-------------|-------------|------|--------------|------|------|------|
| 47 | <i>Strychnos cocculoides</i> Baker | 39 | 17,73 | 1,19 | 0,26 | 0,04 | 0,58 | 1,82 |
| 48 | <i>Strychnos spinosa</i> Lam. | 74 | 33,64 | 2,26 | 0,39 | 0,08 | 0,87 | 3,21 |
| 49 | <i>Terminalia sericea</i> Burch. ex DC. | 2 | 0,909 | 0,06 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,08 |
| 50 | <i>Uapaca kirkiana</i> Müll. Arg. | 30 | 13,64 | 0,92 | 0,20 | 0,02 | 0,43 | 1,37 |
| 51 | <i>Uapaca nitida</i> Müll.Arg. | 20 | 9,091 | 0,61 | 0,07 | 0,03 | 0,15 | 0,79 |
| 52 | <i>Vitex doniana</i> Sweet | 2 | 0,909 | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,10 |
| 53 | <i>Vitex mombassae</i> Vatke | 3 | 1,364 | 0,09 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,11 |
| 54 | <i>Ximenia caffra</i> Sond. | 41 | 18,64 | 1,25 | 0,13 | 0,04 | 0,29 | 1,58 |
| Total | | 3273 | 1488 | - | 20,53 | - | - | - |

Légende : DE = densité, DER = densité relative, FRR = fréquence relative, gi = surface terrière, DOR = dominance relative, IVI = indice de valeur d'importance.

3-2. Structure démographique des espèces ligneuses du PPG

Le résultat du regroupement des individus en classes de circonférence a mis en évidence la dominance des individus de faible circonférence. Les deux premières classes ([15 - 24] et [25 - 34]) comptent à elles seules 1980 tiges représentant une densité de 900 tiges/ha ; soit 60,51 % de tous les individus recensés. L'histogramme qui en résulte montre globalement une allure en "L" ou en "J renversé" (Figure 2).

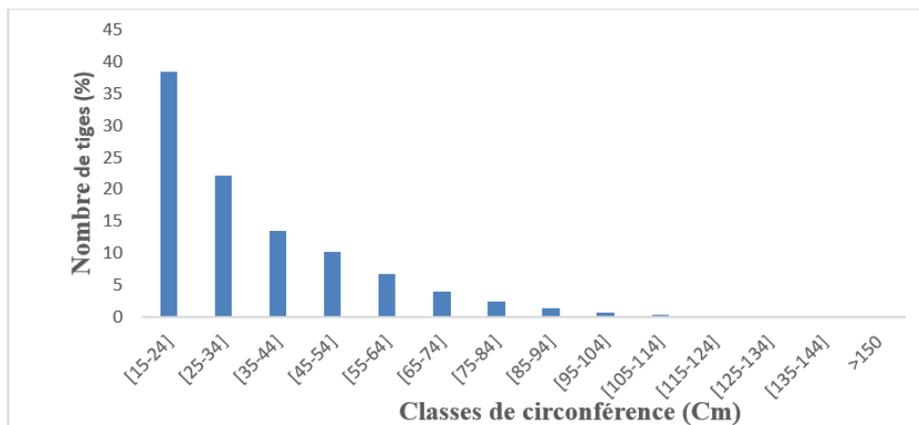


Figure 2 : Structure en circonférence des individus des peuplements du PPG

4. Discussion

4-1. Caractéristiques dendrométriques et importance écologique des espèces ligneuses du PPG

Trois paramètres (densité, surface terrière, indice de valeur d'importance) ont permis de caractériser les caractéristiques dendrométriques et l'importance écologique des espèces ligneuses du PPG. Il apparaît que la densité et la surface terrière de cette aire protégée sont respectivement de 1488 tiges/ha et de 20,5 m²/ha. Cette valeur de la densité est plus élevée par rapport à la densité de 508,09 tiges/ha (dhp ≥ 5 cm) évaluée dans la forêt claire de Vyanda [16]. Par ailleurs, la densité évaluée dans le cadre de cette étude est beaucoup plus élevée à celle trouvée dans la forêt claire du paysage protégé en zone périurbaine de la ville de Lubumbashi en République Démocratique du Congo (350 tiges/ha en considérant les arbres de diamètre ≥ 5 cm à 1,30 m du sol) [24]. La surface terrière trouvée dans le cadre de la présente étude est supérieure à celle enregistrée dans la Réserve naturelle forestière de Vyanda [16]. En effet, ces auteurs ont trouvé une surface terrière qui s'élève à 12.33 m²/ha. De même, la surface terrière du PPG est relativement élevée en

comparaison avec la valeur de 11,11 m²/ha (dhp \geq 5 cm) constatée dans la forêt communautaire de Kaodji au Bénin [25]. Cette différence des valeurs de la densité et de la surface terrière entre le PPG et les autres forêts claires peut être attribuée aux caractéristiques écologiques du milieu et aux agressions anthropiques. En effet, les facteurs qui influencent la densité et les caractéristiques forestières des arbres incluent les effets naturels (pluviosité, hydromorphie, types de sols) et les perturbations anthropiques (feux de brousse tardifs, pâturage, coupe sélective d'arbres) [26]. Dans le PPG, trois espèces présentent les plus grandes valeurs de densité et de surface terrière (avec plus de 40 tiges/ha et de 1 m²/ha). Il s'agit de *J. globiflora* (533,6 tiges/ha et 7,81 m²/ha), *B. longifolia* (263,6 tiges/ha et 5,61 m²/ha) et *B. microphylla* (44,55 tiges/ha et 1,30 m²/ha). La dominance du genre *Brachystegia* a été aussi trouvée dans la forêt claire de Rumonge au Burundi [27] et dans la forêt claire de type miombo en Tanzanie [28]. En accord avec la conclusion de cette étude, la dominance des espèces ligneuses appartenant aux genres *Julbernardia* et *Brachystegia* a été également observée dans la forêt claire du miombo au Mozambique [29]. Les espèces de *Julbernardia* et *Brachystegia*, qui représentent les genres principaux de la famille des Fabaceae-Caesalpinioideae, ont des traits d'adaptation à la sécheresse et aux épisodes de dessiccation [30]. Elles ont des feuilles composées munies d'un nombre élevé de folioles, une teneur en matière sèche élevée et sont toutes semi-décidues [29]. Leurs feuilles composées favorisent le refroidissement et leurs teneurs élevées en matière sèche maintiennent l'intégrité de la structure foliaire en cas de stress hydrique [31]. On peut penser qu'elles sont donc particulièrement bien adaptées aux conditions écologiques du miombo. Par ailleurs, il est rapporté que ces espèces sont caractérisées par une croissance relativement élevée en comparaison avec les autres espèces [29]. Le calcul de l'IVI a mis en évidence que *J. globiflora* (IVI = 53,30) est l'espèce ligneuse la plus écologiquement importante du PPG. Ce constat corrobore les résultats d'autres auteurs ayant mis en évidence la plus grande importance écologique de cette espèce dans d'autres forêts claires [32]. Les autres espèces ligneuses écologiquement plus importantes du PPG (avec IVI supérieur à 5) sont *B. longifolia* (IVI = 30,30), *C. molle* (IVI = 6,43), et *B. microphylla* (IVI = 5,88). Les différences d'importance des espèces sont expliquées par des préférences différentes par rapport aux conditions écologiques locales (types de sol, humidité du sol, topographie, exposition, etc.) qui favorisent leur développement [33]. La plus grande importance écologique des espèces ligneuses sus mentionnées résulterait des caractéristiques topographiques (pentes relativement fortes) qui règnent presque partout dans le PPG [9].

4-2. Structure en circonférence des peuplements du PPG

Le résultat de l'établissement de la structure en circonférence a fait état d'une prédominance des tiges de petites circonférences. Cette situation rejoint les observations faites dans la forêt claire de Vyanda [16]. Parmi les raisons pouvant expliquer cette prédominance des tiges de petite circonférence, on peut mentionner le fait que les individus à grande circonférence seraient régulièrement prélevés par les populations avoisinantes pour des besoins d'ordre socio-économique [20]. Cette structure classique présentant une allure d'un « J » renversé est souvent observée pour les écosystèmes forestiers non perturbés [34], ce qui n'est pas le cas pour le PPG. Pour ce dernier, le renouvellement des peuplements est assuré en l'absence des perturbations anthropiques. En effet, il est rapporté que les forêts de type Miombo dont le PPG possèdent des capacités de régénération remarquables après les perturbations par le biais des racines et des souches, notamment après l'agriculture, la production de charbon et la coupe sélective [35].

5. Conclusion

La présente étude a pour objectif de contribuer à la gestion durable du PPG à travers la caractérisation de sa structure. Il apparaît que le PPG est plus dense et accuse une surface terrière élevée comparativement aux forêts claires du sud-ouest du Burundi. Conformément à la composition floristique ligneuse des autres forêts claires du Burundi et d'ailleurs, le PPG est caractérisée par la dominance des espèces ligneuses appartenant

aux genres *Julbernardia* et *Brachystegia*. En termes d'importance écologique des espèces, le PPG présente quatre espèces ligneuses (*J. globiflora*, *B. longifolia*; *C. molle* et *B. microphylla*) écologiquement plus importantes que les autres. Enfin, les résultats de cette étude ont montré la prédominance des individus de petite taille dans le PPG. Ainsi, ce dernier a une chance du renouvellement de sa végétation ligneuse en l'absence des perturbations. L'étude suggère aux parties prenantes de tout mettre en œuvre pour arrêter les agressions que subit cette aire protégée.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement pour avoir donné l'accès au PPG et les gardes forestiers dudit paysage protégé pour leur aide pendant la phase de collecte des données sur le terrain. Ils remercient également le Centre de Recherche en Sciences des Productions Animales, Végétales et Environnementales rattaché à la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie de l'Université du Burundi pour le soutien matériel et financier qu'il a réservé à ce travail.

Références

- [1] - B. HABONIMANA, R. HABONAYO, N. NDIHOKUBWAYO, B. NZIGIDAHERA et J. BOGAERT, "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)
- [2] - P. HAKIZIMANA, F. BANGIRINAMA, T. MASHARABU, B. HABONIMANA, C. DE CANNIERE et J. BOGAERT, *Bois For. Trop.*, 312 (2012) 43 - 52
- [3] - B. HABONIMANA, B. NZIGIDAHERA, P. HAKIZIMANA, G. NDAYISABA et T. MASHARABU, *J. Appl. Biosci.*, 140 (2019) 14235 - 14244
- [4] - B. NZIGIDAHERA, "Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation", INECN, Bujumbura, (2000)
- [5] - F. MALAISSE, *Afr. Econ. Hist.*, 7 (1979) 38 - 64
- [6] - R. NIZIGIYIMANA, "Etude des champignons des forêts claires du paysage protégé de Gisagara (cankuzo) : diversité mycologique et productivité des champignons sauvages comestibles", Mémoire d'Ingénieur agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université du Burundi, Bujumbura, (2016)
- [7] - V. NYAWENDA, "Analyse des prélèvements des ressources naturelles végétales dans le paysage protégé de GISAGARA, Province Cankuzo, Burundi", Mémoire, Faculté des Sciences, Université du Burundi, Bujumbura, (2017)
- [8] - J. NKURUNZIZA, "Etat des lieux de la conservation du paysage protégé de Gisagara", Mémoire, Ecole Normale Supérieure, Bujumbura, (2018)
- [9] - INECN, "Plan de gestion et d'aménagement du paysage protégé de GISAGARA", Bujumbura, (2009)
- [10] - MEEATU, "Plan régional de mise en œuvre de la Stratégie Nationale et Plan d'Action sur la Biodiversité dans la dépression de Kumoso", INECN, Bujumbura, (2013)
- [11] - MINEAGRIE, "Etude de la valorisation des Produits Forestiers non Ligneux : productivité des champignons comestibles des forêts claires du Burundi, cas de la Réserve Naturelle Forestière de Rumonge et Paysage Protégé de Gisagara", Bujumbura, (2018)
- [12] - REPUBLIQUE DU BURUNDI, "Décret N° 100-116 du 12 avril 2011 portant délimitation du paysage protégé de Gisagara", Bujumbura, (2013)

- [13] - B. NZIGIDAMERA, "Plan gestion du Paysage Protégé de Gisagara", INECN, Bujumbura, (1996a)
- [14] - B. NZIGIDAMERA, "Ressources biologiques sauvages du Burundi : Etat des connaissances traditionnelles", INECN, Bujumbura, (2007)
- [15] - B. NZIGIDAMERA, "Etude de la répartition et de l'exploitation des écosystèmes naturels de Cankuzo-Est", INECN, Bujumbura, (1994a)
- [16] - A. NDUWIMANA, R. HABONAYO et B. NDAYIZEYE, *J. Anim. Plant. Sci.*, 48 (3) (2021) 8729 - 8740
- [17] - N. PICARD et S. GOURLET-FLEURY, "Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo", COMIFAC, (2008)
- [18] - B. NZIGIDAMERA, "Lexique vernaculaire du district Moso-Malagarazi : les essences végétales ligneuses", INECN, Bujumbura, (1994b)
- [19] - B. NZIGIDAMERA, "Flore du Sud et de l'Est du Burundi : arbres et arbustes", INECN, Bujumbura, (1996b)
- [20] - P. O. AGBANI, A. AMAGNIDE, C. GOUSSANOU, F. AZIHOU et B. SINSIN, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (6) (2018) 2519 - 2534
- [21] - A. E. ASSOGBADJO, R. L. GLÈLÈ KAKAÏ, B. SINSIN and P. DIETER, *Afr. J. Ecol.*, 48 (3) (2009) 644 - 653
- [22] - H. PADALIA, N. CHAUHAN, M. C. PORWAL and P. S. ROY, *Curr. Sci.*, 87 (2004) 799 - 806
- [23] - J. P. DOUCET, "L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon", Thèse de doctorat, Gembloux, (2003)
- [24] - U. YANNICK, K. HERITIER, L. SERGE, E. JEROME et M. FRANÇOIS, *Rev. Int. Ecol. Geogr. Trop.*, 44 (1) (2020) 1 - 13
- [25] - J. DJEGO, M. GIBIGAYE, B. TENTE et B. SINSIN, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (2) (2012) 705 - 713
- [26] - D. ZIDA, "Impact of Forest Management Regimes on Ligneous Regeneration in the Sudanian Savanna of Burkina Faso", Swedish University of Agricultural Sciences, (2007)
- [27] - P. HAKIZIMANA, F. BANGIRINAMA, B. HABONIMANA et J. BOGAERT, *Bull. Sci. Inst. Nat. Environ. Conserv. Nat.*, 9 (2011) 53 - 61
- [28] - I. BACKEUS, B. PETERSSON, L. STROMQUIST and C. RUFFO, *For. Ecol. Manag.*, 230 (2006) 171 - 178
- [29] - F. MONTFORT, "Dynamiques des paysages forestiers au Mozambique : Étude de l'écologie du Miombo pour contribuer aux stratégies de restauration des terres dégradées", Thèse de doctorat, AgroParisTech, (2021)
- [30] - E. LEBRIJA-TREJOS, E. A. PEREZ-GARCIA, J. A. MEAVE, F. BONGERS and L. POORTER, *Ecology*, 91 (2010) 386 - 39
- [31] - M. WESTOBY, D. S. FALSTER, A. T. MOLES, P. A. VESK and I. J. WRIGHT, *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 33 (2002) 125 - 159
- [32] - N. S. RIBEIRO, C. N. MATOS, I. R. MOURA, A. WASHINGTON-ALLEN R and A. I. RIBEIRO, *Carbon Balance Manag.*, 8 (11) (2013) 1 - 9
- [33] - J. C. GANGLO and B. DE FOUCAULT, *Bois For. Trop.*, 288 (2) (2006) 25 - 38
- [34] - K. ADJONOU, R. BELLEFONTAINE et K. KOKOU, *Sécheresse*, 20 (2009) 1 - 10
- [35] - E. K. K. JEW, A. J. DOUGILL, S. M. SALLU, J. O'CONNELL and T. G. BENTON, *For. Ecol. Manag.*, 361 (2016) 144 - 153