



Étude comparative de la diversité floristique de la structure forestière le long d'une toposéquence (crête, versant, bas-fond) dans le parc de Nkula, zone centrale B de la Réserve de Biosphère de Luki (Kongo Central, RDC)

Donesfort Masuki Matuba^{1*}, Alain Kaka-Di-Makuala¹, Olivier Muhindo Kavainda², Joël Lobho Lopa³, Josias Nsaraza Lusheke³, Joël Emino Mosengo⁵, Bhely Angoboy Illondea⁵, Michel Opelele Omeno⁵, Jean Semeki Ngabinzeke^{1,5}

⁽¹⁾Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA). Direction Générale. BP 2037 Kinshasa-Gombe (RDC). E-mail: donesfortmasuki@gmail.com

⁽²⁾Université Catholique du Graben. Faculté des sciences Agronomiques. BP 29 Butembo, Nord Kivu (RDC)

⁽³⁾Institut Supérieur Pédagogique de Bunia. Département des sciences Agronomiques. BP 292 Bunia, Ituri (RDC)

⁽⁴⁾Université Loyola du Congo. Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires. BP 3724 Kinshasa (RDC).

⁽⁵⁾Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement. BP117 Kinshasa XI (RDC).

Reçu le juillet 2026, accepté le 05 septembre 2026, publié en ligne le 29 septembre 2026

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9i3.6>

RESUME

Description du sujet. Les écosystèmes forestiers tropicaux africains possèdent une importance écologique majeure en raison de leur richesse floristique, de leur complexité structurale et de leur rôle dans la régulation climatique.

Objectif. Cette étude évalue l'influence de la topographie sur la diversité floristique et la structure forestière le long d'une toposéquence (crête, versant et bas-fond) dans la réserve de biosphère de Luki (RDC).

Méthodes. Les inventaires ont été menés dans le parc de Nkula au sein de 153 placettes de 400 m² réparties équitablement entre les trois unités topographiques. Tous les individus ligneux ayant un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) ≥ 10 cm ont été recensés. Les analyses ont porté sur la richesse spécifique, les indices de diversité (Shannon, Simpson, Pielou), de similarité (Jaccard, Sørensen, Bray-Curtis) et les paramètres structuraux.

Résultats. Une augmentation progressive de la diversité floristique se manifeste de la crête vers le bas-fond. Ce dernier affiche la richesse spécifique la plus élevée (134 espèces), suivi du versant (93) et de la crête (73). Les indices de Shannon (4,16), Simpson (0,97) et Pielou (0,85) y confirment une forte diversité et équitabilité. L'analyse structurale indique que le bas-fond accumule le plus de biomasse, avec les valeurs les plus importantes pour la hauteur moyenne (16,8 m) et la surface terrière (32,7 m²/ha). Les tests de Kruskal-Wallis révèlent des différences significatives pour le DHP et la surface terrière ($p = 0,0048$), ainsi qu'une différence hautement significative pour la hauteur ($p < 0,001$).

Conclusion. Les gradients topographiques structurent fortement la végétation du parc de Nkula. L'hétérogénéité du relief doit être intégrée dans les stratégies de conservation et de gestion durable de cette réserve de biosphère.

Mots-clés : Diversité floristique, structure forestière, toposéquence, parc de Nkula, Réserve de Biosphère de Luki/RDC.

ABSTRACT

Comparative Analysis of Floristic Diversity and Forest Structure Along a Toposequence in Nkula Park, Core Zone B of the Luki Biosphere Reserve, Kongo Central, Democratic Republic of the Congo

Description of the subject. African tropical forests are of Paramount ecological importance owing to their high floristic diversity, complex structural organization, and critical role in climate regulation.

Objective. This study assessed the influence of topography on floristic diversity and forest structure along a toposequence comprising ridge, slope, and bottomland habitats in the Luki Biosphere Reserve, Democratic Republic of the Congo.

Methods. Forest inventories were conducted in 153 plots (400 m² each) distributed equally among the three topographic positions. All woody stems with a diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm were identified and measured. Species richness, Shannon, Simpson, and Pielou diversity indices, as well as Jaccard, Sørensen, and Bray-Curtis similarity coefficients, were computed, and stand structural attributes were quantified.

Results. Species richness increased progressively from the ridge (73 species) to the slope (93 species) and attained its maximum in the bottomland (134 species). Diversity and evenness were likewise greatest in the bottomland, as evidenced by Shannon (4.16), Simpson (0.97), and Pielou's evenness (0.85) indices. Structural analyses further revealed that bottomland stands supported the highest mean tree height (16.8 m), basal area (32.7 m² ha⁻¹), and biomass stocks. Kruskal–Wallis tests indicated significant differences among topographic positions in DBH and basal area ($p = 0.0048$) and highly significant differences in tree height ($p < 0.001$).

Conclusion. These findings demonstrate that topographic gradients exert a strong influence on floristic composition and forest structure in Nkula Park. Accordingly, topographic heterogeneity should be explicitly incorporated into conservation planning and sustainable forest management strategies within the reserve.

Keywords: floristic diversity; forest structure; topographic gradient; tropical forest; Luki Biosphere Reserve; Democratic Republic of the Congo.

1. INTRODUCTION

Les forêts tropicales africaines constituent des écosystèmes d'une importance écologique majeure en raison de leur richesse floristique, de leur complexité structurale et de leur rôle dans la régulation des cycles biogéochimiques et climatiques (Malhi *et al.*, 2013). En République Démocratique du Congo (RDC), ces forêts couvrent une vaste superficie et abritent une biodiversité exceptionnelle, bien que leur étude reste encore insuffisamment approfondie à l'échelle locale, notamment dans les zones protégées (Sosef *et al.*, 2017).

La diversité floristique et la structure forestière sont des indicateurs clés de la dynamique des écosystèmes forestiers. Elles sont influencées par plusieurs facteurs environnementaux, parmi lesquels les variations topographiques jouent un rôle déterminant (Clark *et al.*, 1998). En effet, la topo-séquence, comprenant la crête, le versant et le bas-fond, engendre des gradients écologiques liés à des différences en termes de drainage, de fertilité des sols, d'humidité et d'exposition, susceptibles d'affecter la distribution des espèces végétales ainsi que l'architecture des peuplements forestiers (Ashton & Hall, 1992; Condit, 1998). Plusieurs études ont montré que les positions topographiques influencent significativement la composition floristique et la structure forestière, entraînant des variations notables de richesse spécifique, de dominance et de diversité (Valencia *et al.*, 2004).

Dans le contexte de la Réserve de Biosphère de Luki (RBL), située dans la province du Kongo Central, en République Démocratique du Congo (RDC), et plus particulièrement dans le parc de Nkula (zone centrale B), les connaissances scientifiques sur l'organisation floristique et structurale des forêts le long des gradients topographiques restent limitées. Pourtant, cette région présente une diversité écologique remarquable et fait face à des pressions anthropiques croissantes, ce qui renforce la nécessité d'études écologiques approfondies.

Il est supposé que la topographie influence significativement la diversité floristique et la structure forestière dans le parc de Nkula, entraînant des différences de composition, de richesse spécifique et de dominance entre les crêtes, versants et bas-fonds, liées aux variations édaphiques et hydriques.

Ainsi, la présente étude vise à comparer la diversité floristique et de la structure forestière le long de la topo-séquence (crête, versant et bas-fond) dans le parc de Nkula. Plus spécifiquement, il s'agit d'évaluer la diversité floristique et la structure des peuplements, de mesurer les similarités ou dissimilarités floristiques entre les unités topographiques.

Les résultats de cette permettent de mieux comprendre l'effet de la topographie sur la distribution des espèces forestières et apportent des bases scientifiques solide à la gestion durable et à la conservation des écosystèmes forestiers de la RBL.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

L'étude a été réalisée dans le parc de Nkula (Figure 1), la zone centrale B de la Réserve de Biosphère de Luki (RBL), dans la province du Kongo_Central en République Démocratique du Congo, entre les latitudes 5°30' et 5°45' Sud et les longitudes 13°07' et 13°15' Est (Charlot & Samuel, 2020). La région est caractérisée par un climat tropical humide marqué par l'alternance de saisons sèche et pluvieuse, avec des précipitations annuelles comprises entre 1 200 et 1 500 mm et une température moyenne d'environ 25 °C. Les sols y présentent une variabilité liée à la topographie, allant de sols bien drainés sur les crêtes à des sols hydromorphes dans les zones basses, tandis que la végétation est dominée par des forêts denses semi-décidues organisées en mosaïque sous l'influence de facteurs édaphiques et topographiques (Tshite *et al.*, 2023).

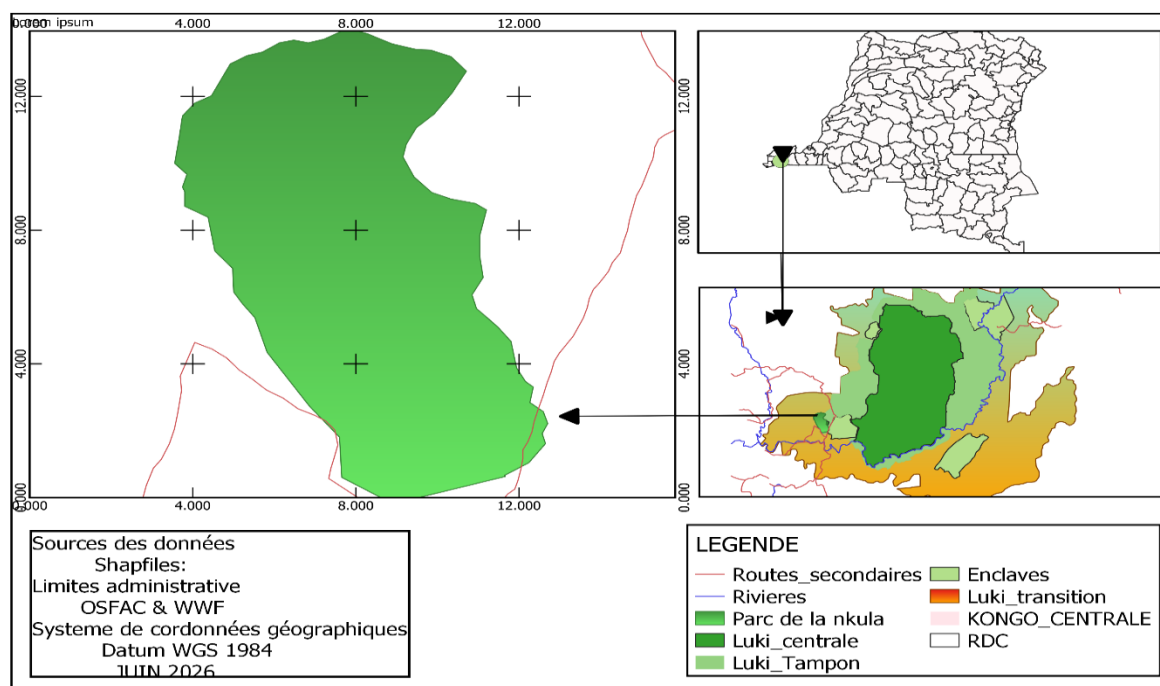


Figure 1. Carte du parc de la Nkula

2.2. Méthodes

L'étude a eu lieu dans le parc de Nkula zone centrale B de la Reserve de Biosphere de Luki (figure1) dans la période allant du 10 au 27 avril 2026. L'intensité d'échantillonnage retenue pour cette étude est de 3,5 % de la superficie totale du site, estimée à 174 hectares. Ce choix s'inscrit dans les normes recommandées pour les études écologiques détaillées en milieu tropical, où une intensité élevée est importante pour capter la variabilité floristique et structurale (FAO, 2003 ; Phillips *et al.*, 2003).

L'inventaire a été réalisé à l'aide de placettes carrées de 20 m × 20 m, soit une superficie unitaire de 0,04 ha (400 m²), dimension amplement utilisée dans les inventaires forestiers tropicaux pour l'étude de la diversité et de la structure (Condit, 1998 ; Phillips *et al.*, 2003). Sur la base de la superficie échantillonnée, le nombre total de placettes installées est de 153 placettes. Pour garantir une représentativité optimale des différentes unités écologiques, les placettes ont été réparties de manière équilibrée entre les trois positions topographiques : (i) Crête dans 51 placettes (2,04 ha), (ii) Versant dans 51 placettes (2,04 ha) et (iii) Bas-fond : 51 placettes (2,04 ha). Cette stratification permet de confronter les caractéristiques floristiques et structurales le long du gradient topographique, conformément aux recommandations méthodologiques en écologie forestière (FAO, 2003 ; Swaine, 1996).

La collecte des données a été réalisée dans chaque placette en inventoriant tous les individus ligneux présentant un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égal à 10 cm. Pour chaque individu, plusieurs informations ont été recueillies, notamment l'identification de l'espèce végétale, la mesure du diamètre à 1,30 m du sol, l'estimation de la hauteur des arbres ainsi que le comptage des individus par espèce. L'identification botanique a été effectuée à l'aide de flores régionales et, en cas de doute, elle a été confirmée par des experts ou par comparaison avec des spécimens de référence conservés dans des herbiers.

L'analyse des données a porté sur plusieurs aspects complémentaires afin de caractériser la composition et la structure des peuplements. La diversité floristique a été évaluée à l'aide des indices de Shannon-Wiener, de Simpson et de la richesse spécifique, permettant d'apprécier à la fois le nombre d'espèces et leur répartition relative (Magurran, 2003). La structure forestière a été étudiée à travers la densité des individus, la surface terrière et la distribution des classes de diamètres, afin de décrire l'organisation des peuplements (Kent, 2011). La similarité floristique entre les différentes unités topographiques a été analysée à l'aide des indices de Jaccard et de Sørensen, facilitant la comparaison des compositions spécifiques. Enfin, les comparaisons statistiques ont été réalisées au moyen d'analyses de variance (ANOVA) ou de tests de Kruskal-Wallis, à l'aide de logiciels spécialisés comme R.

3. RÉSULTATS

3.1. Diversité floristique selon les unités topographiques

L'analyse de l'abondance des espèces dominantes met en évidence une structuration floristique nette le long de la toposéquence. La crête, le versant et le bas-fond possèdent chacun un cortège floristique caractéristique, reflétant l'effet des gradients topographiques sur la distribution des espèces. Cette différenciation écologique contribue au maintien de la diversité floristique globale de la forêt étudiée et souligne l'importance de prendre en compte l'hétérogénéité topographique dans les stratégies de gestion et de conservation des écosystèmes forestiers tropicaux.

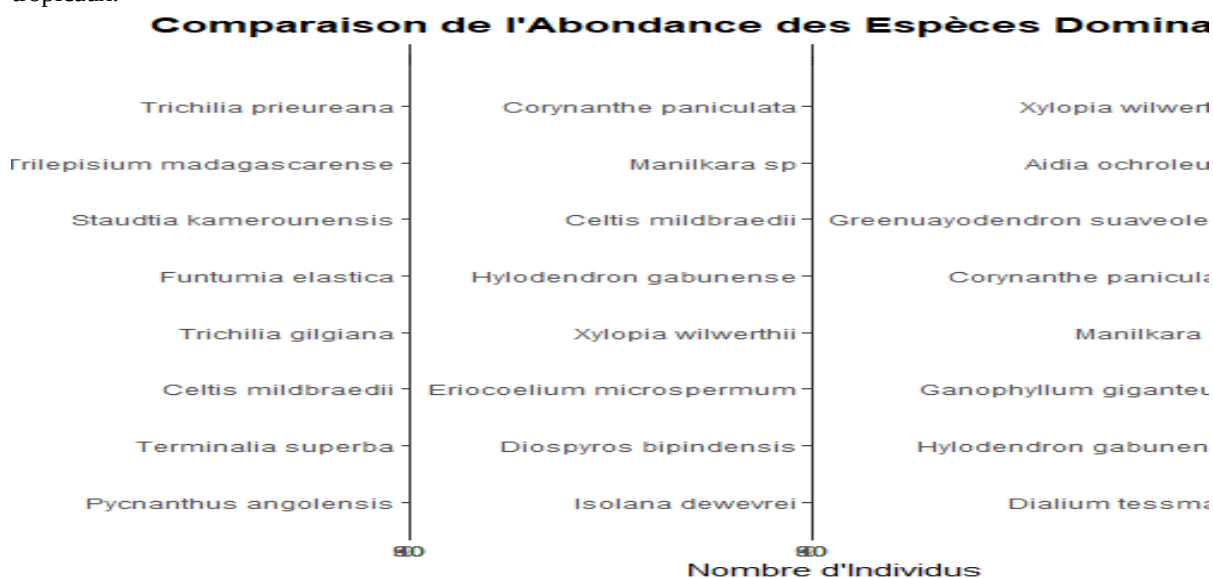


Figure 2. Comparaison de l'abondance des principales espèces végétales dans les différentes unités topographiques (crête, versant et bas-fond)

3.2. Abondance des familles selon les unités topographiques

L'étude révèle que, les Meliaceae dominent dans le bas-fond ; les Fabaceae dominent sur la crête ; les Annonaceae dominent sur le versant. Ces différences traduisent une organisation spatiale de la végétation fortement influencée par les gradients écologiques associés à la toposéquence. Les résultats confirment que la variation topographique constitue un facteur majeur de structuration des communautés végétales dans la forêt étudiée.

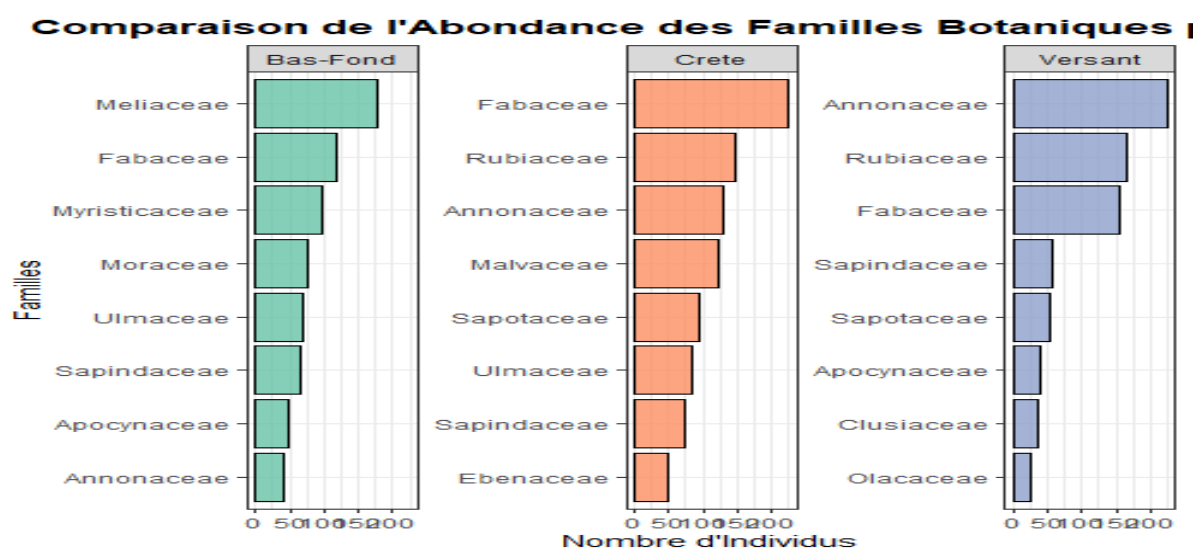


Figure 3. Comparaison de l'abondance des principales familles botaniques selon les unités topographiques (crête, versant et bas-fond)

3.3. Indices des diversités botaniques

Richesse spécifiques, indice Shannon, indice Simpson, indice de Pielou

L'analyse des indices de diversité montre une variation importante de la composition floristique le long de la toposéquence. Le bas-fond présente la richesse spécifique la plus élevée avec 134 espèces, suivi du versant (93 espèces) et de la crête (73 espèces). Les indices de Shannon varient de 3,47 à 4,16 tandis que les indices de Simpson restent élevés dans toutes les unités topographiques (0,96–0,97), traduisant une diversité importante de l'ensemble du peuplement. L'équitabilité de Pielou est également élevée dans les trois milieux (0,81–0,85), indiquant une répartition relativement homogène des individus entre les espèces.

Le bas-fond affiche la plus forte diversité floristique ($H' = 4,16$; $D = 0,97$; $J = 0,85$). Cette situation traduit des conditions écologiques particulièrement favorables caractérisées par une disponibilité permanente en eau, des sols plus fertiles et un microclimat relativement stable. Ces conditions favorisent l'installation et le maintien d'un grand nombre d'espèces. Le versant occupe une position intermédiaire avec une richesse spécifique de 93 espèces et un indice de Shannon de 3,69. Cette situation reflète son rôle de zone de transition écologique entre la crête et le bas-fond.

La crête présente la plus faible richesse spécifique (73 espèces) ainsi que le plus faible indice de Shannon (3,47). Cette réduction de diversité peut être attribuée aux contraintes écologiques associées à cette position topographique, notamment un drainage plus important, une faible rétention hydrique et une plus forte exposition aux facteurs climatiques. Dans l'ensemble, la diversité floristique augmente progressivement de la crête vers le bas-fond, mettant en évidence l'influence déterminante du gradient topographique sur la distribution des espèces végétales.

Graphique diversité floristique

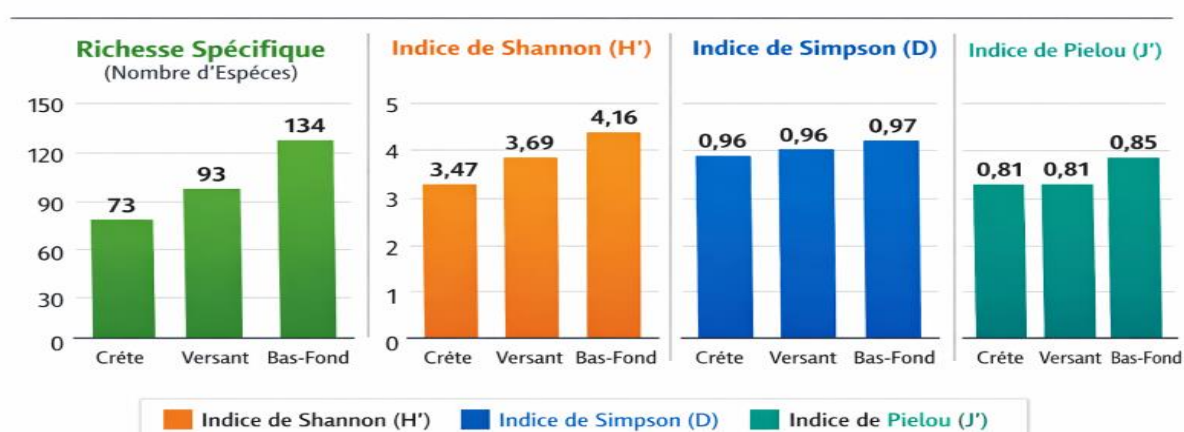


Figure 4 : Indices des diversités botaniques

Indice de Similarité de Jaccard selon les unités topographiques

Les indices de similarité de Jaccard révèlent des différences marquées dans la composition floristique des trois unités topographiques. L'indice de Jaccard indique une similarité plus élevée entre le bas-fond et la crête (0,78), ainsi qu'entre le bas-fond et le versant (0,75).

Tableau 1. Similarité floristiques selon Jaccard

Toposéquences	Bas-Fond	Crête	Versant
Bas-Fond	0,00	0,78	0,75
Crête	0,78	0,00	0,54
Versant	0,75	0,54	0,00

Indice de Similarité Sorensen floristique selon les unités topographiques

L'indice de Sørensen confirme cette tendance. Les valeurs observées entre le bas-fond et la crête (0,64) ainsi qu'entre le bas-fond et le versant (0,59).

Tableau 2. Indice de Sorensen

Toposéquences	Bas-Fond	Crête	Versant
Bas-Fond	0,00	0,64	0,59
Crête	0,64	0,00	0,37
Versant	0,59	0,37	0,00

1.

3.3. Composition floristique selon les unités topographiques

L'indice de Bray-Curtis, prenant en compte les abondances relatives des espèces, montre également une forte similarité entre le bas-fond et la crête (0,80) ainsi qu'entre le bas-fond et le versant (0,78). La valeur plus faible observée entre la crête et le versant (0,56) confirme leur proximité floristique.

Tableau 3. Indice de Bray-curtis

Toposéquences	Bas-Fond	Crête	Versant
Bas-Fond	0,00	0,80	0,78
Crête	0,80	0,00	0,56
Versant	0,78	0,56	0,00

Ces résultats montrent que le bas-fond constitue une unité écologique distincte, alors que la crête et le versant partagent une partie importante de leur composition floristique.

3.4. Structure forestière selon les unités topographiques

L'analyse de la structure forestière met en évidence une différenciation nette des peuplements le long du gradient topographique étudié. Les variations observées entre les unités de crête, de versant et de bas-fond traduisent l'influence des conditions environnementales locales sur la croissance, le recrutement et le maintien des individus ligneux.

Les peuplements localisés dans les positions topographiques basses présentent globalement une structure plus développée, caractérisée par une contribution importante des arbres de grande taille. Cette situation suggère des conditions écologiques favorables à l'installation et à la croissance des espèces forestières, notamment grâce à une meilleure disponibilité en eau, à une accumulation plus importante de matière organique et à une fertilité potentiellement plus élevée des sols. Ces facteurs favorisent le développement des arbres et l'accumulation progressive de biomasse au cours du temps.

À l'inverse, les formations situées sur les crêtes présentent une structure relativement moins développée. Cette configuration peut être attribuée à des conditions édaphiques plus contraignantes, notamment une faible rétention en eau, une exposition accrue aux facteurs climatiques et une disponibilité réduite des éléments nutritifs. Ces contraintes écologiques limitent généralement les performances de croissance des arbres et influencent la composition ainsi que la dynamique des peuplements.

Les versants occupent une position intermédiaire, traduisant une transition écologique entre les milieux de crête et les zones de bas-fond. Cette situation intermédiaire résulte probablement d'une combinaison de processus écologiques, notamment le ruissellement des eaux, le transfert des éléments nutritifs et les variations locales de la profondeur du sol, qui contribuent à créer des conditions de croissance plus favorables que celles des crêtes mais moins avantageuses que celles observées dans les bas-fonds.

Les différences observées entre les unités topographiques témoignent ainsi du rôle majeur de la topographie dans l'organisation structurale des écosystèmes forestiers de la Réserve de Biosphère de Luki. Cette influence s'exprime à travers la distribution spatiale des individus, leur développement dendrométrique et leur contribution à la biomasse forestière.

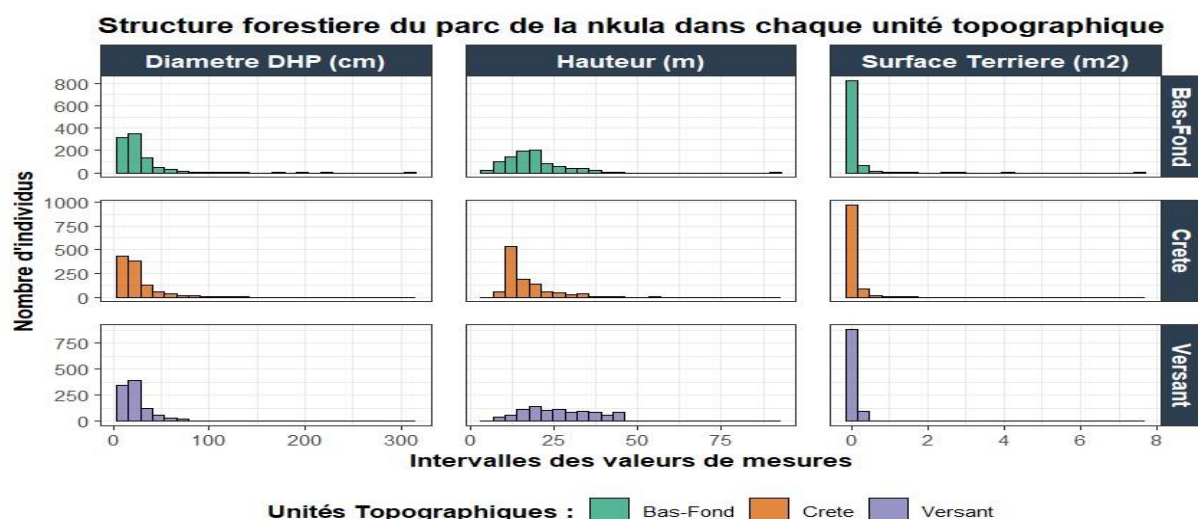


Figure 5. Structure forestière le long des unités topographiques

3.5. Distribution multivariée de DHP (cm) et Hauteur (m)

L'analyse des paramètres dendrométriques montre que la topographie influence significativement la croissance des arbres. Le bas-fond favorise le développement d'individus de grand diamètre, tandis que le versant est associé aux plus fortes hauteurs. La crête présente des dimensions plus modestes. Ces résultats confirment l'existence d'une structuration spatiale du peuplement forestier liée aux variations environnementales le long des unités topographiques.

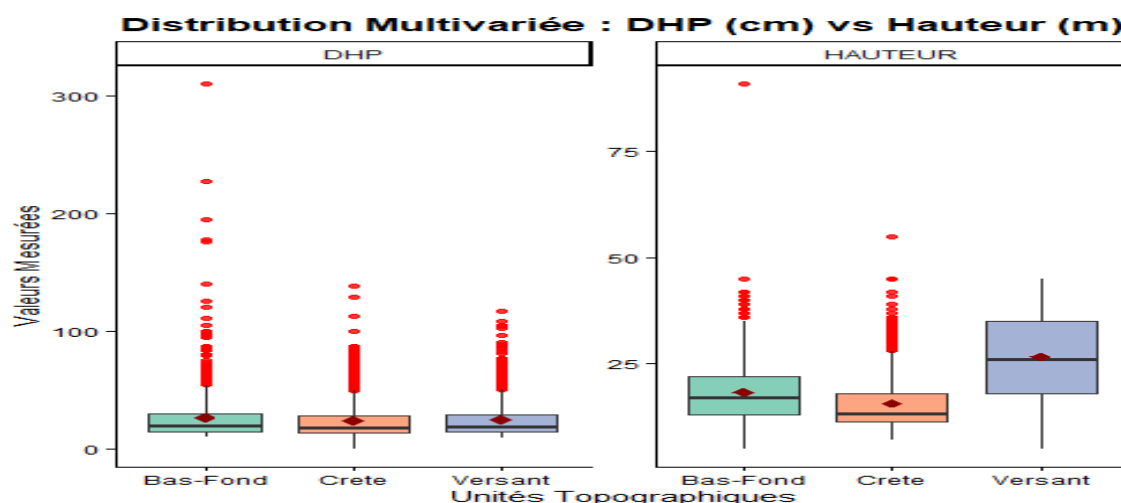


Figure 6. Structure forestière selon les unités topographiques

3.6. Modélisation de la relation Hauteur-DHP selon la zone écologique

L'analyse comparative des modèles de croissance hauteur-diamètre (Hauteur-DHP) révèle une forte divergence des trajectoires allométriques selon la zone écologique (Bas-Fond, Crête, Versant), traduisant des stratégies d'adaptation et des contraintes biophysiques distinctes :

- (i) Zone de Bas-Fond : Caractérisée par des conditions édaphiques et hydriques optimales, elle permet l'expression d'un gigantisme diamétrique (DHP sup 300 cm). Le modèle suit une dynamique curviligne classique où l'investissement s'oriente vers le soutien mécanique (diamètre) une fois la canopée atteinte, stabilisant la hauteur entre 40 et 45 m sans asymptote stricte.
- (ii) Zone de Crête : Malgré une gamme de diamètres restreinte (DHP < 100 cm), elle présente la pente de croissance verticale la plus abrupte. Ce profil traduit un investissement prioritaire dans l'élongation en hauteur pour l'accès à la lumière, induit par une forte compétition initiale ou une sélection des individus dominants.
- (iii) Zone de Versant : Soumise à des contraintes de site (lessivage, stress hydrique), elle affiche une limitation biophysique précoce. La croissance en hauteur y atteint une asymptote basse et précoce (~28-30 m) dès un DHP de 50 cm, bloquant le développement vertical au profit d'un maintien structurel minimal.

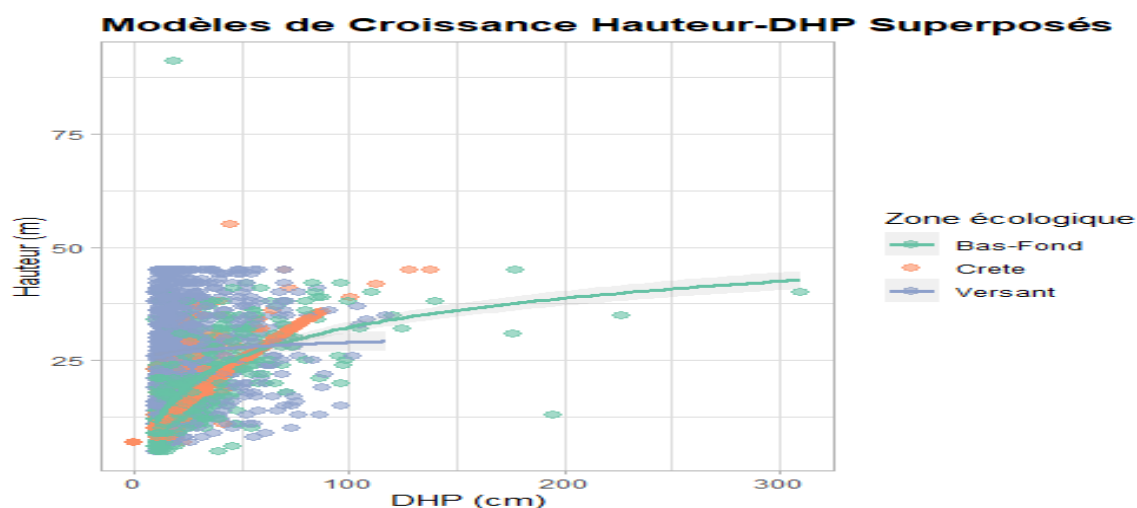


Figure 7. Modélisation de la relation Hauteur-DHP selon la zone écologique

3.7. Analyse statistique des paramètres structuraux

Diamètre à hauteur de poitrine (DHP)

Le tableau 4 présente les résultats du test de Kruskal-Wallis.

Tableau 4 : Test de Kruskal-Wallis comparant la structure des peuplements (ou les variables dendrométriques) entre les différentes toposéquences (zones écologiques)

Test	Statistique	df	p-value	Interprétation
Kruskal-Wallis	10,6	2	0,004766	Différence significative entre unités topographiques

Le test de Kruskal-Wallis a montré une différence hautement significative entre les groupes étudiés ($H = 10,6$; $ddl = 2$; $p = 0,004766$). Cette valeur de p , largement inférieure au seuil de signification de 0,05, indique que le diamètre varie significativement d'une unité topographique à l'autre. Les résultats mettent ainsi en évidence l'existence d'un effet marqué du facteur étudié sur la distribution de la variable considérée.

Comparaisons des diamètres selon post-hoc Dunn

La distribution du diamètre à hauteur de poitrine (DHP) varie significativement selon les zones écologiques de la toposéquence (test de Kruskal-Wallis, $p = 0,00477$). Les comparaisons multiples montrent que la Crête présente des DHP significativement différents de ceux du Bas-fond, tandis que le Versant occupe une position intermédiaire ne différant significativement d'aucun de ces deux unités topographiques. Cette tendance suggère une influence de la topographie sur la croissance des arbres. Les variations observées pourraient être attribuées aux différences de conditions édaphiques et hydriques entre les positions topographiques. La prédominance des faibles diamètres dans l'ensemble des zones témoigne d'une dynamique de régénération active du peuplement, alors que la présence d'individus de grand diamètre reflète le maintien d'arbres matures au sein de l'écosystème forestier.

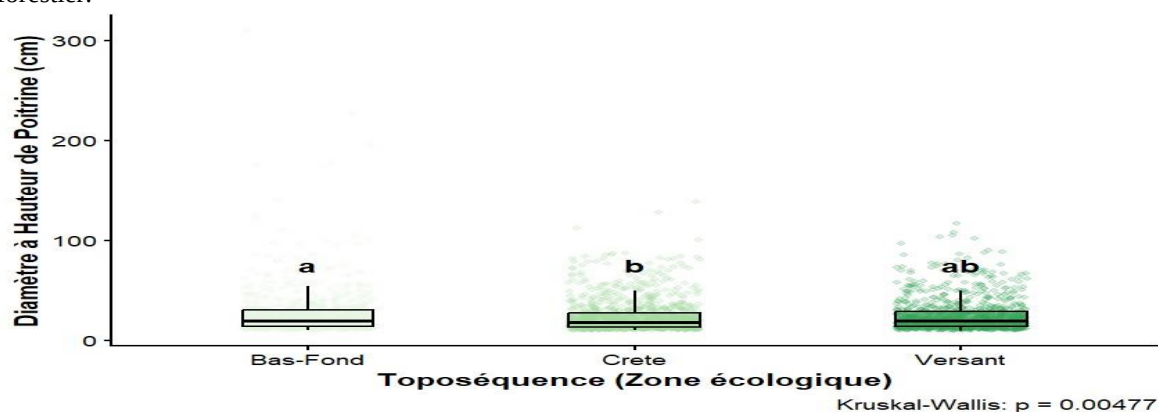


Figure 8. Résultats des comparaisons des diamètres post-hoc Dunn

Test de Kruskal-Wallis comparant les paramètres dendrométriques (Hauteur) entre les unités topographiques.

Le test de Kruskal-Wallis a révélé une variation hautement significative de la hauteur des arbres entre les différentes unités topographiques ($H = 701,51$; $ddl = 2$; $p < 2,2 \times 10^{-16}$). Cette valeur de p , extrêmement inférieure au seuil de signification de 0,05, indique que la distribution des hauteurs diffère fortement selon la position topographique. Les résultats mettent en évidence l'influence déterminante des conditions écologiques associées aux différentes toposéquences sur la croissance verticale des arbres. Les différences observées pourraient être liées aux variations de disponibilité en eau, de fertilité des sols et de drainage entre les unités topographiques. Des comparaisons multiples post hoc sont néanmoins nécessaires pour identifier précisément les groupes présentant les écarts les plus marqués.

Tableau 6 : Résultat du test de Kruskal-Wallis comparant les paramètres dendrométriques (Hauteur) entre les différentes toposéquences

Test	Statistique	ddl	p-value	Interprétation
Kruskal-Wallis	701,51	2	$2,2 \times 10^{-16}$	Significatif entre unités topographiques

Comparaisons des hauteurs selon post-hoc Dunn

La hauteur totale des arbres varie significativement selon les unités topographiques de la toposéquence (test de Kruskal-Wallis : $H = 701,51$; $ddl = 2$; $p < 2 \times 10^{-16}$). Les comparaisons multiples révèlent trois groupes statistiquement distincts, le Versant présentant les plus fortes hauteurs, suivi du Bas-fond, tandis que la Crête affiche les valeurs les plus faibles. Ces résultats démontrent une influence marquée de la topographie sur la croissance verticale des arbres. La supériorité des hauteurs observées sur le Versant pourrait être liée à des conditions édapho-hydriques plus favorables, alors que les contraintes environnementales propres aux Crêtes limiteraient le développement des individus. La forte significativité du test souligne le rôle déterminant de la position topographique dans la structuration verticale du peuplement forestier.

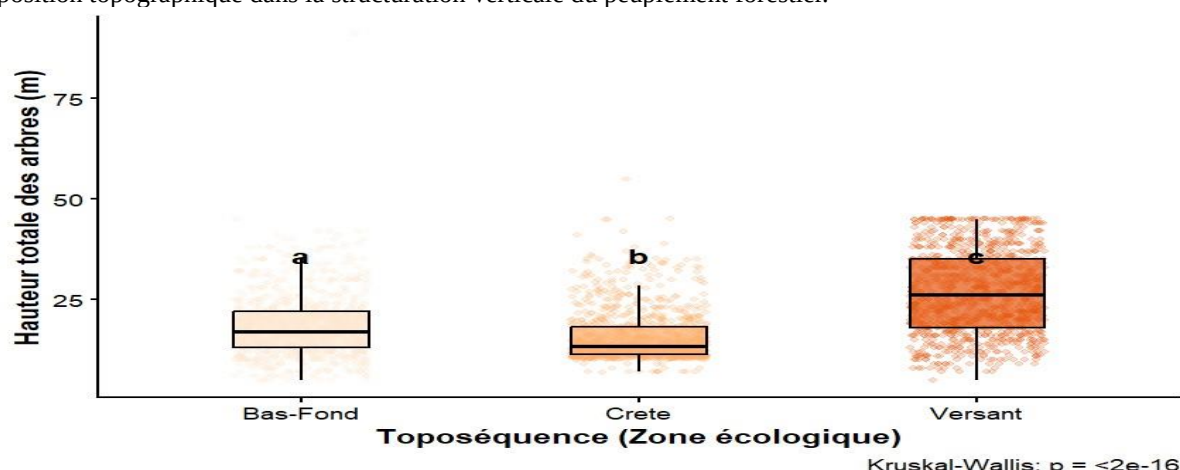


Figure 9. Comparaison post-hoc Dunn de la hauteur des arbres selon les unités topographiques

Test de Kruskal-Wallis comparant les paramètres dendrométriques (Surface terrière) entre les unités topographiques

Le test de Kruskal-Wallis a révélé une variation significative de la surface terrière entre les différentes unités topographiques ($H = 10,6$; $ddl = 2$; $p = 0,004766$). Cette différence indique que la structure des peuplements forestiers n'est pas homogène le long de la toposéquence. Les variations de surface terrière observées reflètent probablement l'influence des conditions édaphiques et hydrologiques sur la croissance des arbres et l'accumulation de biomasse. Ces résultats suggèrent que la topographie constitue un facteur déterminant dans l'organisation structurale du peuplement forestier et dans la répartition spatiale de la biomasse ligneuse. Des analyses post hoc sont toutefois nécessaires afin d'identifier les unités topographiques présentant les différences les plus marquées.

Tableau 7. Résultats Kruskal-Wallis (Surface terrière)

Test	Statistique	df	p-value	Interprétation
Kruskal-Wallis	10,6	2	0,004766	Différences significatives entre unités topographiques

Comparaisons des surfaces terrière selon post-hoc Dunn

Le test de Kruskal-Wallis a mis en évidence une variation significative de la surface terrière entre les différentes unités topographiques ($H = 10,6$; $ddl = 2$; $p = 0,00477$). Les comparaisons multiples montrent que les peuplements du Bas-fond diffèrent significativement de ceux de la Crête, tandis que le Versant présente des valeurs intermédiaires ne différant significativement d'aucun de ces deux groupes. Ces résultats suggèrent une influence de la topographie sur l'accumulation de biomasse et la structure des peuplements forestiers (Figure 10).

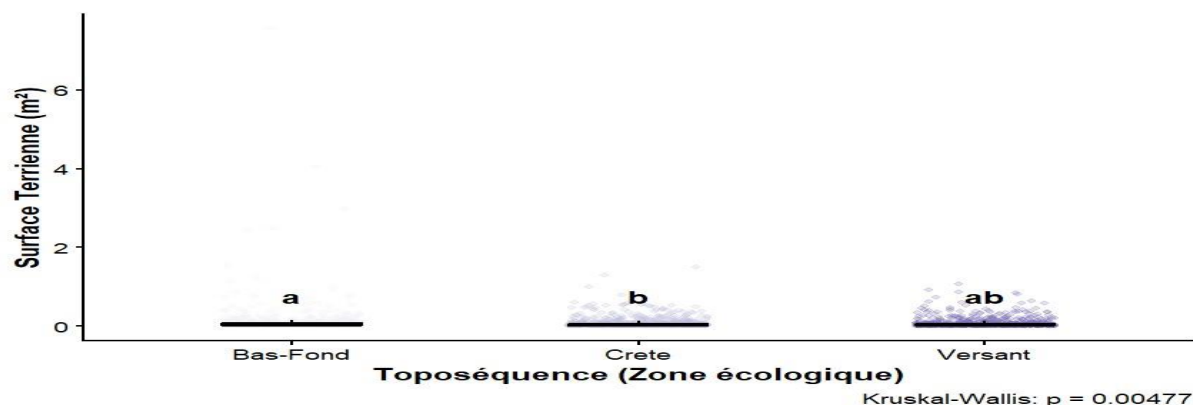


Figure 10. Comparaison post-hoc Dunn de la surface terrière selon les unités topographiques

4. DISCUSSION

Les résultats obtenus démontrent clairement que la topographie constitue un facteur majeur de structuration de la diversité floristique et de la structure forestière dans le parc de Nkula. Les différences observées entre la crête, le versant et le bas-fond confirment l'existence d'un gradient écologique influençant à la fois la composition floristique, l'abondance des espèces et les caractéristiques dendrométriques des peuplements forestiers.

La richesse spécifique observée augmente progressivement de la crête (73 espèces) vers le versant (93 espèces) puis le bas-fond (134 espèces). Cette tendance suggère que les conditions écologiques deviennent progressivement plus favorables vers les positions topographiques basses. Les bas-fonds bénéficient généralement d'une meilleure disponibilité en eau, d'une accumulation de matière organique plus importante et d'une fertilité édaphique accrue, favorisant l'installation d'un plus grand nombre d'espèces végétales (Ashton et Hall, 1992 ; Clark *et al.*, 1998 ; Valencia *et al.*, 2004). Des observations similaires ont été rapportées dans plusieurs forêts tropicales où la richesse spécifique augmente avec l'humidité du sol et la disponibilité des ressources.

Les indices de diversité de Shannon, Simpson et Pielou confirment cette tendance. L'indice de Shannon atteint sa valeur maximale dans le bas-fond ($H' = 4,16$), indiquant une communauté floristique particulièrement diversifiée. Les valeurs élevées de l'indice de Simpson (0,96 à 0,97) témoignent d'une faible dominance spécifique et

d'une forte diversité biologique dans l'ensemble de la forêt étudiée. L'équitabilité de Pielou, comprise entre 0,81 et 0,85, indique une répartition relativement équilibrée des individus entre les espèces, caractéristique fréquente des forêts tropicales matures (Magurran, 2003).

L'analyse des indices de similarité floristique révèle l'existence de liens floristiques entre les différentes unités topographiques. Les valeurs relativement élevées des indices de Jaccard, Sørensen et Bray-Curtis indiquent que les trois unités partagent une proportion importante d'espèces communes. Toutefois, les différences observées suggèrent également une certaine spécialisation écologique des communautés végétales en fonction des conditions environnementales locales. Cette organisation spatiale de la flore est cohérente avec les travaux de Dufrêne et Legendre (1997), qui soulignent l'importance des gradients environnementaux dans la distribution des espèces indicatrices.

La structure forestière présente également des variations notables le long de la toposéquence. Les plus fortes valeurs de diamètre moyen, de hauteur moyenne et de surface terrière ont été observées dans le bas-fond. La hauteur moyenne y atteint 16,8 m contre 14,7 m sur le versant et 12,5 m sur la crête. Cette tendance reflète probablement des conditions de croissance plus favorables dans les zones basses grâce à une disponibilité hydrique plus importante et à une meilleure fertilité des sols. Selon Chave *et al.* (2014), les peuplements présentant des surfaces terrières élevées sont

généralement associés à une accumulation plus importante de biomasse et de carbone.

Les analyses statistiques confirment l'influence significative de la topographie sur les paramètres structuraux. Le test de Kruskal-Wallis a mis en évidence des différences significatives pour le diamètre à hauteur de poitrine et la surface terrière ainsi qu'une différence hautement significative pour la hauteur des arbres. Ces résultats indiquent que les variations topographiques influencent directement les conditions de croissance des individus et contribuent à la structuration des peuplements forestiers. Les différences observées peuvent être attribuées aux variations de drainage, d'humidité du sol et de disponibilité en nutriments le long de la toposéquence.

La relation hauteur-diamètre met également en évidence des trajectoires de croissance différenciées selon les unités topographiques. Les individus du bas-fond présentent globalement les plus fortes dimensions, traduisant une croissance plus soutenue dans des conditions écologiques favorables. Cette variabilité allométrique est conforme aux observations de Feldpausch *et al.* (2011), qui montrent que les relations hauteur-diamètre sont fortement influencées par les caractéristiques environnementales locales.

Dans l'ensemble, les résultats confirment que la topographie constitue un facteur déterminant de la diversité floristique et de la structure forestière dans le parc de Nkula. Les gradients écologiques associés aux différentes positions topographiques favorisent la coexistence d'espèces aux exigences écologiques variées et contribuent au maintien de la biodiversité forestière au sein de la Réserve de Biosphère de Luki.

Les résultats obtenus confirment que les variations topographiques constituent un facteur écologique déterminant dans la structuration des peuplements forestiers tropicaux, comme cela a été rapporté dans plusieurs études menées dans les forêts tropicales africaines (Clark *et al.*, 1999 ; John *et al.*, 2007 ; Feldpausch *et al.*, 2011 ; Chave *et al.*, 2014).

5. CONCLUSION

La présente étude avait pour objectif de comparer la diversité floristique et la structure forestière le long d'une toposéquence comprenant la crête, le versant et le bas-fond dans le parc de Nkula, au sein de la Réserve de Biosphère de Luki.

Les résultats obtenus montrent que la topographie influence significativement l'organisation des communautés végétales et la structure des peuplements forestiers. Le bas-fond se distingue par la plus forte richesse spécifique (134 espèces), les indices de diversité les plus élevés (Shannon = 4,16

; Simpson = 0,97 ; Pielou = 0,85) ainsi que par les valeurs structurales les plus importantes en termes de diamètre moyen, de hauteur moyenne et de surface terrière. À l'inverse, la crête présente les valeurs les plus faibles pour la majorité des paramètres étudiés.

Les analyses de similarité floristique indiquent que les différentes unités topographiques partagent une proportion importante d'espèces tout en conservant certaines particularités écologiques liées aux conditions locales. Cette organisation spatiale reflète l'effet des gradients édaphiques et hydriques qui caractérisent la toposéquence.

Les tests statistiques confirment l'existence de différences significatives entre les unités topographiques pour les principaux paramètres structuraux, notamment la hauteur des arbres et la surface terrière. Ces résultats démontrent que la topographie agit comme un facteur écologique majeur influençant la croissance des arbres, la répartition des espèces et l'accumulation de biomasse.

Cette étude apporte ainsi de nouvelles connaissances sur le fonctionnement écologique des forêts de la Réserve de Biosphère de Luki et met en évidence l'importance de prendre en compte l'hétérogénéité topographique dans les stratégies de conservation et de gestion durable des écosystèmes forestiers tropicaux. Des recherches complémentaires intégrant les propriétés physicochimiques des sols, les caractéristiques hydrologiques, la régénération naturelle et les traits fonctionnels des espèces permettraient d'approfondir la compréhension des mécanismes écologiques responsables des variations observées le long de la toposéquence.

Références

- Ashton P. S. & Hall P., 1992. Comparisons of Structure Among Mixed Dipterocarp Forests of North-Western Borneo. *Journal of Ecology*, 80(3), 459-481. <https://doi.org/10.2307/2260691>
- Bienou S. A., Lubalega T. K., Khasa D. P. *et al.*, 2023. Floristic diversity and structural parameters on the forest tree population in the Luki Biosphere Reserve, Democratic Republic of Congo. *Global Ecology and Conservation*, 44, e02489,15 p.
- Clark D. B., Clark D. A. & Read J. M., 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology*, 86(1), 101-112. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1998.00238.x>
- Condit R., 1998. *Tropical forest census plots: Methods and results from Barro Colorado Island, Panama and a comparison with other plots*. Springer Science & Business Media., 211 p.
- Charlot M. & Samuel M., 2020. *Rapport de consultance : Réserve de Biosphère de Luki – Diagnostic agraire et étude des mesures de gestion du foncier mises en place*

par les partenaires. Rapport d'évaluation, ULB-Coopération; ERAIFT, WWF-RDC, 90 p. https://www.ulb-cooperation.org/wp-content/uploads/2021/10/rapport-de-consultance-a-luki_2020.pdf

Chave Guillaume *et al.*, 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20, 3177-3190.

Deblauwe V., Dessein S., Dransfield J., Droissart V., Duarte M. C. *et al.*, 2017. Exploring the floristic diversity of tropical Africa. *BMC Biology*, 15(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s12915-017-0356-8>

Djami Y. K., Fonteyn D., Ngabinzeke J. S., Meeys M. N., Poulain P., Lonpi T. E. & Vermeulen C., 2023. État des populations des mammifères terrestres dans la Réserve de Biosphère de Luki (République démocratique du Congo). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 27(4), 226–238. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.20430>

Dufrêne M. & Legendre P., 1997. Species Assemblages and Indicator Species: the Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs*, 67(3), 345-366. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(1997\)067%255B0345:SAAI%255D2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(1997)067%255B0345:SAAI%255D2.0.CO;2)

Feldpausch Theodore R. *et al.*, 2011. Height-diameter allometry of tropical forest trees. *Biogeosciences*, 8, 1081-1106.

John Robin *et al.*, 2007. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 864-869.

Kent M., 2011. *Vegetation description and data analysis: A practical approach (2nd ed.)*. John Wiley & Sons, 414 p.

Magurran, 2004. *La référence correcte la plus utilisée est : Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, 256 p.

Magurran A. E., 2003. *Measuring biological diversity*. John Wiley & Sons, 256 p.

Malhi Y., Adu-Bredu S., Asare R. A., Lewis S. L. & Mayaux P., 2013. African rainforests : Past, present and future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120312. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0312>

Malhi Y., Adu-Bredu S., Asare R. A., Lewis S. L. & Mayaux P., 2013. *African rainforests: Past, present and future*. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 368 p.

Ngoyi Tshite F., Lassois L., Tipi E. *et al.*, 2023. Temporal Climate Variability in Luki Biosphere Reserve, Mayombe, Democratic Republic of Congo. *FARA Research Report*, 7(11), 95–107.

Tshite F., Lassois L., Tipi E. *et al.*, 2023. Variability in Luki Biosphere Reserve, Mayombe, Democratic Republic of Congo. *FARA research report*, 7(11). <https://orbi.uliege.be/handle/2268/324072>

UNESCO, 2025. *Luki Biosphere Reserve*. Man and the Biosphere Programme. <https://www.unesco.org/en/mab/luki>

Valencia R., Foster R. B., Villa G., Condit R., Svenning J. *et al.*, 2004. Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon : Large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology*, 92(2), 214-229. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00876.x>

White F., 1983. *The vegetation of Africa*. UNESCO, 356 p.