



Diversité floristique, structure écologique et potentiel de stockage du carbone dans les tourbières du jardin Botanique d'Eala, Province de l'Equateur (RD Congo)

[Floristic diversity, ecological structure, and carbon storage potential in the peatlands of the Eala botanical garden, Equateur province, Democratic Republic of the Congo]

Jean Pierre Baelo Kolokota^{1*}, Roger Lomalisa Katusi², Norbert Mulavwa Mbangi³, Dieu-Merci Batope Booto⁴, Thibaud Gbola Gbendo^{5,1}, Bien-aimé Mokwaka Mamwanga¹, Etienne Yusufu Kachaka⁶ & Papy-Claude Boliale Bolaluembe⁶

¹Département des Sciences et gestion de l'Environnement, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Mbandaka B.P 10 Mbandaka. République Démocratique du Congo.

²Département des Sciences de la Vie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Kisangani — République Démocratique du Congo.

³Département des Sciences de la Vie, Faculté des Sciences et Technologies, Université de Mbandaka B.P 10 Mbandaka. République Démocratique du Congo.

⁴Département de Gestion des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnementales, Université de Bandundu, République Démocratique du Congo.

⁵Département de Biologie-Chimie, Section des Sciences Exactes, Institut Supérieur Pédagogique de Molegbe Gbadolite (en République Démocratique du Congo).

⁶Département de Gestion des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnementales, Université de Kinshasa B.P 190 Kinshasa XI de la République Démocratique du Congo

Résumé

Les tourbières du Bassin du Congo constituent des écosystèmes stratégiques pour la conservation de la biodiversité et la séquestration du carbone, mais les connaissances sur celles du Jardin botanique d'Eala demeurent limitées. Cette étude analysé la diversité floristique, la structure écologique et le potentiel de stockage du carbone des tourbières de ce site. Un inventaire forestier a été réalisé dans 26 parcelles de 20 m × 20 m couvrant une superficie totale de 1,04 ha. Tous les individus ligneux de diamètre à hauteur de poitrine (DBH) ≥ 10 cm ont été recensés et identifiés. La biomasse aérienne a été estimée à l'aide de l'équation allométrique de Chave et al. (2014), intégrant le diamètre et la densité du bois. Au total, 626 individus appartenant à 23 espèces et 13 familles ont été enregistrés. Les Fabaceae dominent largement le peuplement (86,58 % des individus), tandis que Daniellia pynaertii présente l'indice de valeur d'importance le plus élevé (IVI = 230,35). La richesse spécifique varie de 4 à 10 espèces par parcelle et les indices moyens de Shannon, Simpson et d'équitabilité sont respectivement de 1,277 ; 0,610 et 0,719. Les stocks de carbone aérien varient de 114,72 à 437,21 tC/ha selon les parcelles. Les analyses multivariées montrent que la biomasse, le carbone et la surface terrière constituent les principaux facteurs de différenciation écologique. Ces résultats fournissent des données inédites sur les tourbières d'Eala et soulignent leur intérêt pour la conservation, les initiatives REDD+ et les politiques climatiques en République démocratique du Congo.

Mots-clés : Tourbières ; Biomasse aérienne ; Diversité floristique ; Stock de carbone ; Jardin Botanique d'Eala.

Abstract

The peatlands of the Congo Basin are among the world's most important tropical carbon reservoirs, yet little information is available on those of the Eala Botanical Garden in the Democratic Republic of the Congo. This study assessed the floristic diversity, ecological structure and carbon storage potential of these peatland forests. A forest inventory was conducted in 26 plots of 20 m × 20 m, covering a total area of 1.04 ha. All woody individuals with a diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm were identified and measured. Aboveground biomass was estimated using the allometric equation of Chave et al. (2014) based on DBH and wood density. A total of 626 individuals belonging to 23 species and 13 families were recorded. Fabaceae dominated the community (86.58% of individuals), while Daniellia pynaertii exhibited the highest Importance Value Index (IVI = 230.35). Species richness ranged from 4 to 10 species per plot, with mean Shannon, Simpson and Pielou indices of 1.277, 0.610 and 0.719, respectively. Aboveground carbon stocks ranged from 114.72 to 437.21 tC/ha. Multivariate analyses revealed that basal area, biomass and carbon were the main drivers of ecological differentiation among plots. These findings provide baseline information for peatland conservation, REDD+ initiatives and climate change mitigation strategies in the Democratic Republic of the Congo.

Keywords: Peatlands; Aboveground biomass; floristic diversity; Carbon stock; Eala Botanical Garden.

* Auteur Correspondant : Jean Pierre Baelo Kolokota, (jpikolokota2@gmail.com). Tél. : (+243) 810 553 007

 <https://orcid.org/0009-0002-8169-3496> ; Reçu le 16/07/2026 ; Révisé le 07/08/2026 ; Accepté le 28/08/2026

DOI : <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i3.337>

Copyright: ©2026 Kolokota et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

Les tourbières constituent les écosystèmes terrestres présentant les plus fortes densités de carbone au monde. Bien qu'elles ne couvrent qu'une faible proportion de la surface terrestre, elles renferment davantage de carbone que l'ensemble de la biomasse forestière mondiale et jouent un rôle majeur dans la régulation du climat global, le cycle hydrologique et la conservation de la biodiversité (Leifeld & Menichetti, 2018 ; Page et al., 2011). En Afrique centrale, la découverte récente du vaste complexe de tourbières de la Cuvette Centrale du Bassin du Congo a profondément modifié la compréhension du rôle écologique de cette région dans la dynamique mondiale du carbone. (Dargie et al., 2017, ont estimé que ces tourbières couvrent environ 145 500 km² et stockent près de 30 gigatonnes de carbone, faisant de la Cuvette Centrale le plus grand complexe continu de tourbières tropicales au monde. Au-delà de leur fonction de stockage du carbone, les tourbières du Bassin du Congo constituent des habitats essentiels pour de nombreuses espèces végétales et animales adaptées aux conditions hydromorphes permanentes. Elles contribuent également au maintien des fonctions hydrologiques régionales en régulant les flux d'eau et en soutenant les services écosystémiques dont dépendent les populations riveraines (Crezee et al., 2022).

Dans le contexte du changement climatique, ces écosystèmes occupent une place stratégique dans les mécanismes internationaux de réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation forestière (REDD+) ainsi que dans les engagements climatiques pris par la République démocratique du Congo dans le cadre de l'Accord de Paris. Malgré leur importance écologique et climatique, les connaissances scientifiques sur les tourbières congolaises demeurent encore fragmentaires. Les travaux réalisés au cours de la dernière décennie se sont principalement concentrés sur la cartographie, l'étendue spatiale, la formation des tourbes et les stocks de carbone de la Cuvette Centrale (Dargie et al., 2017 ; Biddulph et al., 2022 ; Crezee et al., 2022). En revanche, les informations relatives à la composition floristique, à la structure écologique des peuplements et au potentiel de stockage du carbone aérien restent limitées dans plusieurs régions de la République démocratique du Congo, notamment dans la province de l'Équateur. Cette insuffisance de données est particulièrement marquée pour les tourbières du Jardin botanique d'Eala, pourtant reconnues comme l'un des sites les plus importants du

pays pour la conservation de la biodiversité végétale et la recherche écologique.

Le Jardin botanique d'Eala présente un intérêt scientifique exceptionnel en raison de sa position dans le paysage forestier du Bassin du Congo, de la présence de formations marécageuses permanentes et de son rôle historique dans la conservation de la flore congolaise. Cependant, aucune étude détaillée n'avait jusqu'à présent documenté simultanément la diversité floristique, la structure écologique des peuplements et le potentiel de stockage du carbone des tourbières de ce site. Cette lacune limite l'intégration de ces écosystèmes dans les stratégies locales de conservation, de restauration écologique et de valorisation du carbone forestier. La problématique centrale de cette étude repose ainsi sur la question suivante : dans quelle mesure les tourbières du Jardin botanique d'Eala présentent-elles une composition floristique, une structure écologique et un potentiel de stockage du carbone comparables à ceux décrits dans les autres tourbières du Bassin du Congo ?

L'étude repose sur l'hypothèse selon laquelle les tourbières du Jardin botanique d'Eala sont caractérisées par une diversité floristique relativement faible dominée par quelques espèces adaptées aux conditions hydromorphes, tandis que les variations du stockage du carbone aérien sont principalement déterminées par la structure dendrométrique des peuplements. L'objectif général est d'analyser la diversité floristique, la structure écologique et le potentiel de stockage du carbone dans les tourbières du Jardin botanique d'Eala. Plus spécifiquement, il s'agit de caractériser la composition floristique du peuplement, d'évaluer sa diversité et sa structure écologique, de déterminer les paramètres dendrométriques des peuplements et d'estimer leur biomasse aérienne, leur stock de carbone ainsi que leur équivalent en dioxyde de carbone. Les résultats attendus contribueront à l'amélioration des connaissances sur les tourbières de la province de l'Équateur et fourniront des données utiles à la gestion durable des écosystèmes tourbeux, aux initiatives REDD+ et aux politiques climatiques nationales de la République démocratique du Congo.

2. Matériel et méthodes

2.1. Jardin Botanique d'Eala

Le jardin botanique d'Eala est situé à environ 7 km de la ville de Mbandaka dans la province de l'Équateur en RDC le long de la rivière Ruki. S'étendant sur une superficie de 371 ha, il se compose de vestiges de forêts, de marécages submergés ou parfois

submergés, de savanes herbeuses et il est représentatif d'un exemple de structure typique d'écosystème de zone humide du bassin congolais central (Lewis et al., 2013). Établi comme jardin laboratoire depuis 1900, le jardin a été le site où certaines des découvertes botaniques et agronomiques les plus précieuses ont vu le jour, un arboretum, un palmetum, des collections clonales d'hévéas et un herbier de référence. Ces installations renforcent le cadre scientifique, écologique et culturel de ce site emblématique pour les études botaniques, ainsi que la conservation de la biodiversité en Afrique centrale (figure 1).

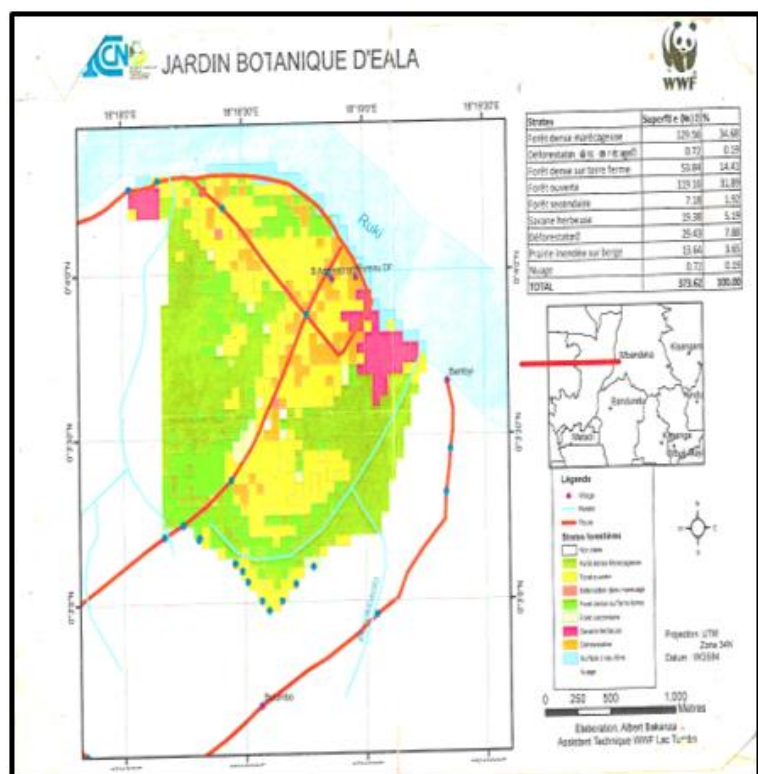


Figure 1. Carte du Jardin Botanique d'Eala (Lewis et al., 2013).

Ce site est caractérisé par un climat équatorial chaud et humide avec de fortes précipitations et une humidité atmosphérique élevée toute l'année, favorable à la création de forêts hygrophiles et de types de tourbières tropicales. En raison de ces conditions climatiques, les écosystèmes marécageux de la zone marécageuse sont riches en biodiversité et ont une très grande capacité de stockage de carbone. Ainsi, les tourbières du Jardin Botanique d'Eala font partie du grand complexe de tourbières du Bassin du Congo, l'un des réservoirs les plus importants de carbone organique tropical au monde. Grâce à ce grand réservoir de

carbone, ce complexe a une grande valeur écologique dans les domaines de la conservation de la biodiversité, du contrôle hydrologique et de la réduction du changement climatique (Dargie et al., 2017).

2.1. Dispositif d'échantillonnage

Au total, vingt-six parcelles permanentes de 20 m × 20 m (400 m² chacune) ont été installées, représentant une superficie totale inventoriée de 10.400 m², soit 1,04 ha. Les parcelles ont été réparties de manière systématique le long de layons d'inventaire couvrant les principaux faciès écologiques observés dans la zone d'étude, dans les unités assez comparables basées sur la configuration de la végétation, les ressources en eau, la densité des arbres et les types de sols (FAO, 2021). Les coordonnées géographiques de chaque parcelle ont été enregistrées à l'aide d'un récepteur GPS Garmin eTrex afin de garantir leur localisation précise et leur reproductibilité. Ce dispositif est conforme aux recommandations appliquées dans les études de végétation tropicale à forte variabilité spatiale (Fayolle et al., 2018) (figure 2).



★ Tourbe, ● Non tourbe, - - - site d'étude

Figure 2. Dispositifs d'inventaire

Pendant ce temps, les sentiers principaux et secondaires pour l'établissement des parcelles et l'identification ont été tracés avec le concours du botaniste en chef du Jardin, produisant l'inventaire (figure 3a, 3b, 3c et 3d).



Figure 3a. Création de layons

Figure 3b. Mensuration

Figure 3c. Identification

Figure 3d. Cynometra hankiei

2.2. Inventaire floristique et identification botanique

Tous les individus ligneux arborant un diamètre à hauteur de poitrine (DBH) supérieur ou égal à 10 cm ont été recensés dans chaque parcelle. Pour chaque individu, les informations relatives à l'espèce, au genre et à la famille botanique ont été enregistrées. L'identification taxonomique a été réalisée sur le terrain avec l'appui des botanistes du Jardin botanique d'Eala, puis, avec les herbiers témoins, vérifiées à partir des collections de référence de l'herbier du Jardin botanique d'Eala et de la littérature spécialisée relative à la flore d'Afrique centrale. La nomenclature a été harmonisée conformément aux bases taxonomiques internationales actuellement reconnues afin d'éviter les synonymes et les incohérences nomenclaturales. La richesse spécifique correspond au nombre total d'espèces recensées, tandis que l'abondance représente le nombre total d'individus observés (Fayolle et al., 2018).

La signification écologique des espèces a été évaluée en fonction de l'abondance relative, de la fréquence relative et de la dominance relative. L'Indice de Valeur d'Importance (IVI) a été exprimé comme $IVI = AR + FR + DR$, où AR est l'abondance relative, FR est la fréquence relative et DR est la dominance relative. La relativité a été mesurée sur la base d'une comparaison d'ordre de grandeur avec les parcelles dans le nombre total échantillonné (Lê et al., 2008).

2.3. Paramètres dendrométrique

La circonférence des arbres a été mesurée à 1,30 m du sol à l'aide d'un ruban forestier. Le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) a ensuite été calculé selon la relation : $D = C/\pi$; où D représente le diamètre (cm), C la circonférence (cm) et $\pi = 3,1416$. Les individus ont été regroupés en classes de diamètre afin d'analyser la structure du peuplement. La surface terrière individuelle (G) a été calculée selon la formule proposée par Dargie et al., 2017 : $G = \pi D^2/4$, où G représente la surface terrière (m²) et D le diamètre exprimé en mètres. Les surfaces terrières individuelles ont été additionnées par parcelle puis extrapolées à l'hectare. Les valeurs moyennes du diamètre et de la densité du bois ont également été calculées pour chaque parcelle (Dargie et al., 2017 ; Crezee et al., 2022).

2.4. Diversité et les spectres écologiques

La diversité floristique a été évaluée sur une matrice espèces × parcelles. L'indice de Shannon-Weaver, indice de diversité de Simpson (1-D) et l'équitabilité de Pielou sont trois de ces indices écologiques. L'indice de Shannon-Weaver a été obtenu par la formule suivante : Indice de Shannon-Weaver :

$H' = \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$ ou S : nombre total d'espèces, p_i : n_i/N + proportion de l'espèce i, n_i le nombre d'individus de l'espèce i, et N le nombre total d'individus enregistrés. L'indice de Simpson peut être calculé avec la formule suivante : $D = 1 / \sum_{i=1}^S p_i^2$ et l'équitabilité de Pielou est déterminée par la relation : $E = H'/\ln(S)$ (où H' = indice de Shannon-Weaver, S = nombre total d'espèces). Les spectres biologiques ont été établis à partir des types biologiques des espèces recensées, tandis que les spectres phytogéographiques ont été déterminés selon leur aire de distribution phytogéographique en Afrique tropicale (White, 1983).

2.5. Biomasse aérienne et stock de carbone

La biomasse aérienne et le stock de carbone ont été calculés par l'équation allométrique pantropicale donnée par Chave et al., 2014 avec l'intégration du diamètre à hauteur de poitrine et de la densité du bois sans prise en compte de la hauteur des arbres, cette variable n'ayant pas été mesurée sur le terrain : $AGB = \rho \times \exp[-1,499 + 2,148 \ln(D) + 0,207 (\ln(D))^2 - 0,0281 (\ln(D))^3]$, où AG indique la biomasse aérienne (kg), ρ la densité du bois (g/cm³) et D le diamètre en cm à hauteur de poitrine. Les densités du bois ont été obtenues à partir de la Global Wood Density Database compilée par Zanne et al. et actualisée par le World Agroforestry Centre.

Cette formulation est le plus souvent utilisée dans les forêts tropicales humides lorsque les données de hauteur des arbres ne sont pas disponibles, bien qu'elle fournisse des estimations solides de la biomasse aérienne (Chave et al., 2014 ; Dargie et al., 2017 ; Crezee et al., 2022).

Par la suite, les biomasses individuelles ont été séparées et placées par parcelle, ce qui a été extrapolé à l'hectare. Le stock de carbone a été obtenu en calculant $C = AGB \times 0,47$ dans lequel C désigne le stock de carbone (t/ha) et AGB correspond à la biomasse aérienne (t/ha). Le dioxyde de carbone équivalent est généré par la formule : $CO_2 = C \times 3,67$ où le facteur 3,67 exprime le rapport entre la masse moléculaire du dioxyde de carbone (44) et celle du carbone (12). Cette transformation permet de calculer le stock de carbone en tant que dioxyde de carbone équivalent (Fisher et al., 2024).

2.6. Analyses statistiques et multivariées

Les analyses statistiques ont été réalisées sous le logiciel R version 4.x. Les statistiques descriptives ont été utilisées pour caractériser la composition floristique, la diversité, la structure dendrométrique, la biomasse et les stocks de carbone. Une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée sur les

variables richesse spécifique, nombre d'individus, surface terrière et carbone afin d'identifier les principaux gradients écologiques structurant les parcelles. Les valeurs propres, les pourcentages de variance expliquée, les contributions des variables et les $\cos^2$ ont été utilisés pour interpréter les axes factoriels (Borcard et al., 2018). Une classification hiérarchique ascendante (CHA) a été réalisée à partir d'une matrice de distance euclidienne selon la méthode de Ward.D² afin de regrouper les parcelles présentant des caractéristiques similaires. Les relations entre les variables écologiques et dendrométriques ont été évaluées à l'aide du coefficient de corrélation de Pearson (r). Les coefficients de corrélation ont été calculés sur l'ensemble des 26 parcelles inventoriées afin d'identifier les associations entre richesse spécifique, abondance, surface terrière, biomasse et carbone (Borcard et al., 2018).

2.7. Logiciels et formation des algorithmes et ensembles de données

L'analyse statistique, la production des figures et tableaux ont été réalisées dans Microsoft Excel 2016 et dans le logiciel R. Les données ont été importées avec le package readxl, nettoyées via janitor. Les analyses statistiques multivariées et écologiques ont été menées à l'aide des packages vegan, FactoMineR, factoextra et corplot. La gestion de la bibliographie a été effectuée à l'aide du logiciel Zotero. Les images et les tableaux ont été exportés des figures vers PNG et CSV pour analyse afin d'être traçables et reproductibles.

3. Résultats

3.1. Inventaire floristique et identification botanique

Tableau 1. Composition floristique générale du peuplement inventorié dans les tourbières du Jardin botanique d'Eala

N°	Espèce	Nom commercial	Nom vernaculaire	Abondance
1	<i>Daniellia pynaertii</i> De Wild.	Faro	Bolengu	360
2	<i>Baphia pubescens</i> Hook.f.	Ifololo	Ifololo iwangange	77
3	<i>Guibourtia demeusei</i> (Harms) J. Léonard	Bubinga	Waka na mai	45
4	<i>Cynometra hankei</i> Harms	Nganga	Bongei	40
5	<i>Chrysophyllum macrocarpum</i> P.Beauv.	Longhi	Ilonge longe	37
6	<i>Staudtia kamerunensis</i> Warb.	Niové	Molanga	9
7	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Ossol	Bolongo	8
8	<i>Beilschmiedia corbisieri</i> (Robyns) Robyns & R. Wilczek	Pangi Welo	Bongolu	7
9	<i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth.	Mubala	Mvanza	7
10	<i>Dialium pachyphyllum</i> Harms	Eyoum	Loleka	6
11	<i>Strombosopsis tetrandra</i> (Oliv.) Engl.	Afina	Botaka	6

12	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F. Macbr.	Albizia	Liamba	5
13	<i>Baphia deweyrei</i> De Wild.	Inongo	Inongo	4
14	<i>Garcinia kola</i> Heckel	Petit cola	Bompoma	3
15	<i>Aucoumea klaineana</i> Pierre	Okoumé	Anguma	2
16	<i>Copaifera mildbraedii</i> Harms	Etimoe	Waka wamba	2
17	<i>Ouratea arnoldiana</i> De Wild. & T. Durand	ND	Mopanzi ya nzoku	2
18	<i>Diospyros crassiflora</i> Hiern	Ébène noir	Liala	2
19	<i>Garcinia epunctata</i> Stapf	Tatalongo moke	Tatalongo	2
20	<i>Oubanguia africana</i> Baill.	ND	ND	1
21	<i>Rhabdophyllum affine</i> Hook.f.	Bokaka	Bokaka	1
22	<i>Uapaca heudelotii</i> Baill.	Rikio rouge	Etoola	1
23	<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A Rich.	Bosange	Bosange	1
Total	23 espèces			627

L'inventaire floristique réalisé dans les 26 parcelles a permis de recenser 627 individus appartenant à 23 espèces ligneuses.

3.2. Dominance spécifique

Tableau II. Familles dominantes (%)

Famille	Nombre d'espèces	Nombre d'individus	Proportion (%)
Fabaceae	8	542	86,58
Sapotaceae	1	37	5,91
Myristicaceae	1	9	1,44
Clusiaceae	2	11	1,76
Lauraceae	1	7	1,12
Fabaceae-Mimosoideae	1	7	1,12
Olacaceae	1	6	0,96
Ebenaceae	1	2	0,32
Ochnaceae	1	2	0,32
Burseraceae	1	2	0,32
Phyllanthaceae	1	1	0,16
Achariaceae	1	1	0,16
Rutaceae	1	1	0,16
Total	23	626	100,00

Treize familles ont été recensées dans les parcelles étudiées. Les Fabaceae dominent largement le peuplement avec 542 individus (86,58 %), suivies des Sapotaceae (5,91 %), tandis que les autres familles sont faiblement représentées.

2.1. Espèces dominantes, indice de valeur d'importance

Tableau III. Des principales espèces

Espèce	Abondance relative (%)	Fréquence (%)	Dominance (%)	IVI
<i>Daniellia pynaertii</i>	57,51	100,00	72,84	230,35
<i>Baphia pubescens</i>	12,30	88,46	6,11	106,87
<i>Guibourtia demeusei</i>	7,19	76,92	5,27	89,38
<i>Cynometra hankei</i>	6,39	73,08	3,84	83,31
<i>Chrysophyllum macrocarpum</i>	5,91	65,38	2,76	74,05
<i>Staudtia kamerunensis</i>	1,44	30,77	1,82	34,03
<i>Symphonia globulifera</i>	1,28	26,92	2,43	30,63
<i>Beilschmiedia corbisieri</i>	1,12	23,08	1,37	25,57
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	1,12	19,23	1,11	21,46
<i>Dialium pachyphyllum</i>	0,96	19,23	0,95	21,14

Les valeurs d'IVI montrent une forte dominance de *Daniellia pynaertii* (230,35), suivie de *Baphia pubescens* (106,87), *Guibourtia demeusei* (89,38) et *Cynometra hankei* (83,31). Ces espèces constituent les principaux éléments structurants du peuplement inventorié.

3.3. Richesse spécifique par parcelle

La richesse spécifique varie de 4 à 10 espèces par parcelle, tandis que le nombre d'individus oscille entre 11 et 37. Les deux variables présentent des fluctuations selon les parcelles inventoriées (figure 4).

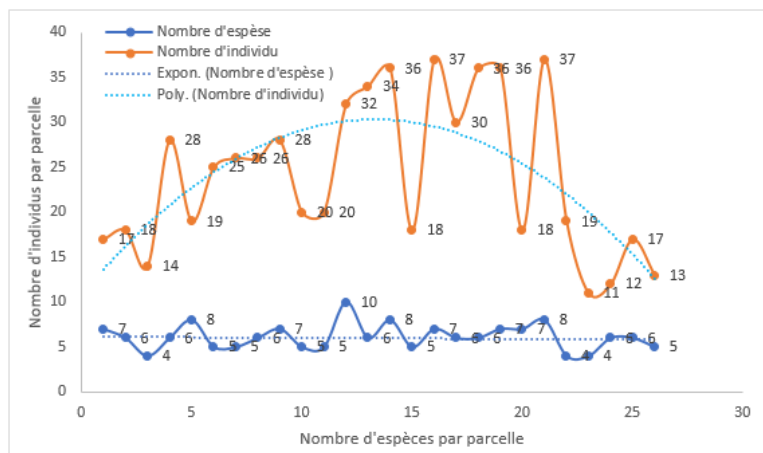


Figure 4. Richesse spécifique et du nombre d'individus par parcelle

3.4. Structure et distribution des diamètres des individus

Les diamètres des individus recensés sont compris entre 10,03 et 85,03 cm. La classe 10–20 cm regroupe 334 individus, suivie des classes 20–30 cm (151 individus) et 30–40 cm (83 individus) (figure 5).

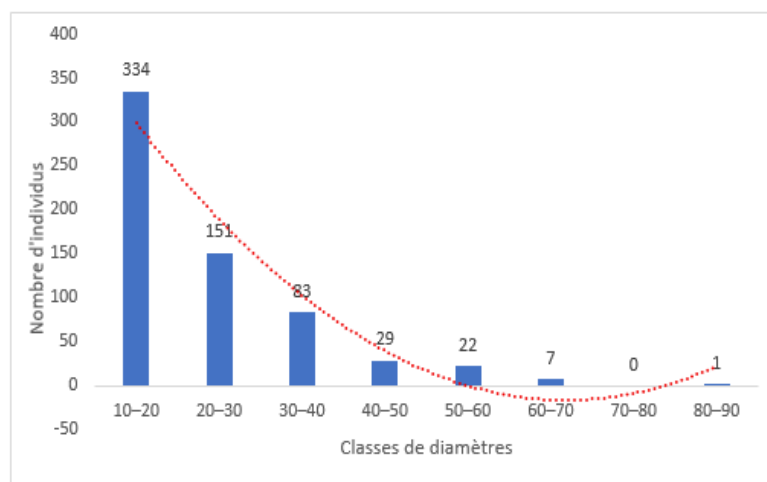


Figure 5. Distribution des individus selon les classes de diamètre

3.5. Indices de diversité

Tableau IV Comparaison des indices de diversité (parcelle).

Tableau IV. Comparaison des indices de diversité (parcelle)

Parcelle	Shannon (H')	Simpson (D)	Équitabilité (E)
P1	1,559	0,727	0,801
P2	1,504	0,722	0,839
P3	1,055	0,582	0,761
P4	1,38	0,684	0,77
P5	1,645	0,737	0,791
P6	1,276	0,634	0,793
P7	1,206	0,609	0,749
P8	0,98	0,447	0,547
P9	1,478	0,689	0,759
P10	1,201	0,595	0,746
P11	0,778	0,35	0,483
P12	1,544	0,627	0,671
P13	1,244	0,604	0,694
P14	1,1	0,465	0,529
P15	1,051	0,519	0,653
P16	1,175	0,561	0,604
P17	1,334	0,633	0,744
P18	0,943	0,423	0,526
P19	1,447	0,67	0,744
P20	1,532	0,698	0,787
P21	1,235	0,526	0,594
P22	1,094	0,609	0,789
P23	1,169	0,628	0,843
P24	1,54	0,736	0,859
P25	1,4	0,692	0,781
P26	1,327	0,686	0,824
	1,2768	0,6097	0,7185

Les indices de diversité calculés pour les 26 parcelles présentent des valeurs moyennes de 1,277 pour l'indice de Shannon, 0,610 pour l'indice de Simpson et 0,719 pour l'équitabilité. Les valeurs observées varient respectivement de 0,778 à 1,645 pour Shannon, de 0,350 à 0,737 pour Simpson et de 0,483 à 0,859 pour l'équitabilité selon les parcelles inventoriées.

3.6. Spectres bioécologiques

Le spectre biologique comprend trois catégories. Les mégaphanéphytes représentent 43,48 % des espèces recensées, suivies des mésophanéphytes (39,13 %) et des microphanéphytes (17,39 %) (figure 5a). Le spectre phytogéographique est dominé par les espèces guinéo-congolaises (69,57 %). Les espèces congolaises représentent 17,39 %, tandis que les groupes ouest-africain-congolais, pantropical et guinéo-congolais-soudano-guinéen totalisent chacun 4,35 % (figure 5b).

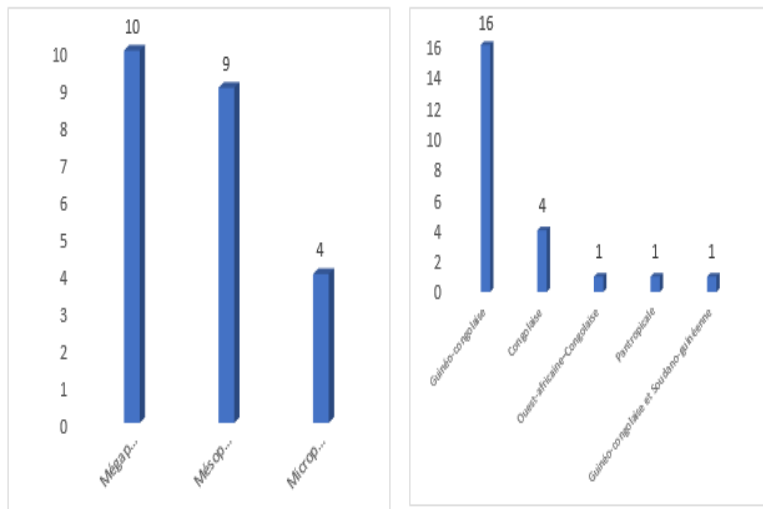


Figure 6a. Spectre biologique

Figure 6b. Spectre phytogéographique

3.7. Distribution des individus dans les parcelles

La localisation géographique du site d'étude à différentes échelles spatiales ainsi que la distribution des individus recensés dans les 26 parcelles géoréférencées établies au sein des tourbières du Jardin botanique d'Eala (figure 6).

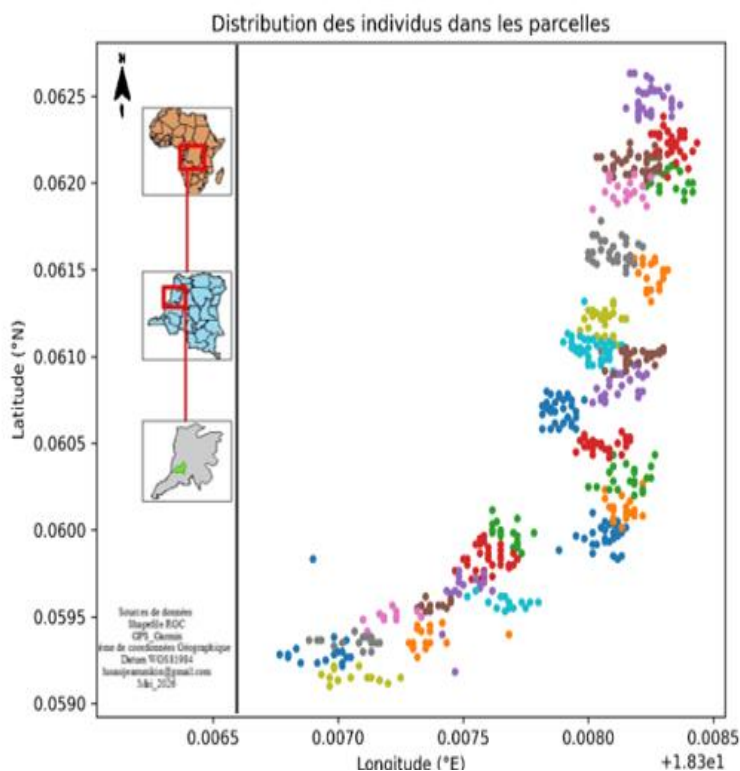


Figure 7. Distribution des individus des parcelles d'inventaire

3.8. Analyse des variables écologiques, dendrométriques et allométriques.

Tableau V. Informations floristiques, dendrométriques et allométriques des parcelles inventoriées dans les tourbières du Jardin Botanique d'Eala

Parcelle	Richesse spécifique	Nombre d'individus	Surface terrière (m²/ha)	Biomasse (t/ha)	Carbone (t/ha)	CO ₂ (t/ha)
P1	7	17	1,369	664,874	312,491	1146,841
P2	6	18	1,025	493,846	232,108	851,835
P3	4	14	0,667	297,506	139,828	513,169
P4	6	28	2,001	930,226	437,206	1604,547
P5	8	19	1,083	502,527	236,188	866,808
P6	5	25	1,382	628,011	295,165	1083,256
P7	5	26	1,236	573,9	269,733	989,921
P8	6	26	0,866	422,603	198,623	728,948
P9	7	28	1,54	703,487	330,639	1213,444
P10	5	20	0,766	358,788	168,63	618,873
P11	5	20	1,319	571,932	268,808	986,526
P12	10	32	1,069	496,619	233,411	856,618
P13	6	34	1,576	702,268	330,066	1211,342
P14	8	36	1,311	590,397	277,487	1018,376
P15	5	18	1,272	563,32	264,76	971,671
P16	7	37	1,918	854,094	401,424	1473,226
P17	6	30	1,847	832,661	391,351	1436,257
P18	6	36	1,344	620,006	291,403	1069,448
P19	7	36	1,591	738,945	347,304	1274,605
P20	7	18	1,199	556,949	261,766	960,681
P21	8	37	1,745	761,441	357,877	1313,41
P22	4	19	1,17	525,288	246,885	906,069
P23	4	11	1,035	484,778	227,845	836,193
P24	6	12	0,489	244,074	114,715	421,003
P25	6	17	0,916	433,101	203,558	747,056
P26	5	13	0,893	402,537	189,192	694,336
Total		627	32,629	14954,178	7028,463	25794,459

Les parcelles inventoriées présentent une richesse spécifique comprise entre 4 et 10 espèces et des effectifs variant de 11 à 37 individus. La surface terrière varie de 0,489 à 2,001 m²/ha, tandis que la biomasse aérienne estimée selon Chave et al. (2014) oscille entre 244,074 et 930,226 t/ha. Les stocks de carbone sont compris entre 114,715 et 437,206 t/ha, correspondant à des équivalents CO₂ variant de 421,003 à 1604,547 t/ha.

3.9. Analyse en composantes principales (ACP)

Les parcelles se distribuent sur le plan factoriel selon les variations de richesse spécifique, d'effectif, de surface terrière, de biomasse et de carbone. Les variables biomasse, carbone et surface terrière sont les plus fortement associées à l'axe principal (figure 7).

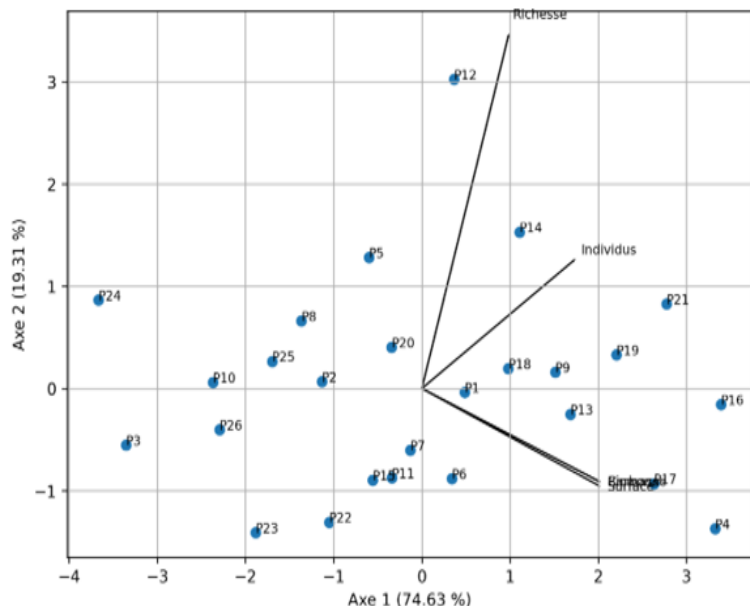


Figure 7. Analyse en composantes principales (ACP) des parcelles inventoriées

Tableau VI. Contributions et $\cos^2$ des variables de l'ACP

Variable	Contribution (%)	$\cos^2$
Richesse spécifique	6,0	0,66
Nombre d'individus	18,6	0,58
Surface terrière	25,1	0,87
Biomasse	25,2	0,91
Carbone	25,2	0,92

3.10. Classification hiérarchique des parcelles

Le dendrogramme obtenu par la méthode de Ward.D² et la distance euclidienne met en évidence plusieurs groupes de parcelles présentant des caractéristiques floristiques et dendrométriques différenciées (figure 8).

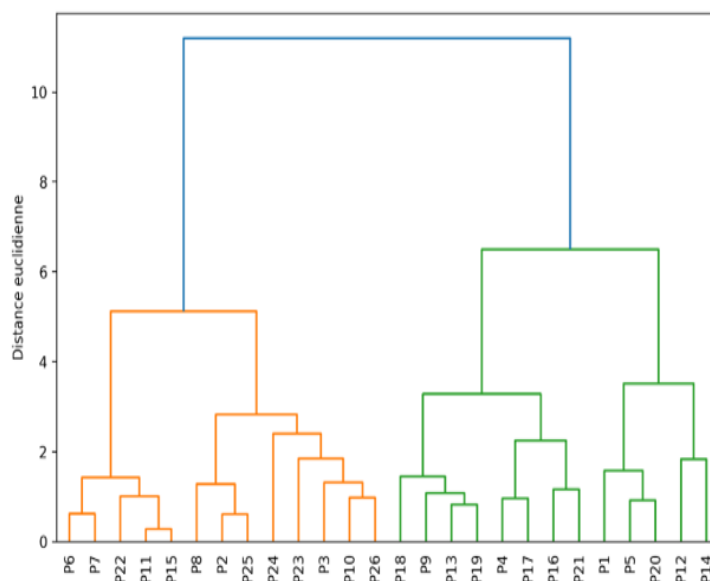


Figure 8. Dendrogramme de classification hiérarchique des parcelles

3.11. Analyse de corrélation

Les coefficients de corrélation montrent des relations positives entre les variables étudiées. Les corrélations les plus fortes sont observées entre la biomasse, le carbone et la surface terrière. Des associations positives sont également enregistrées entre le nombre d'individus, la biomasse et la richesse spécifique.

Tableau VII. Coefficients de corrélation entre biomasse, DBH moyen et densité moyenne du bois

Variables comparées	r
Surface terrière – Biomasse	0,98
Surface terrière – Carbone	0,98
Biomasse – Carbone	1,00
Nombre d'individus – Biomasse	0,72
Richesse spécifique – Nombre d'individus	0,63
n	26

4. Discussion

L'inventaire réalisé dans les tourbières du Jardin botanique d'Eala a permis de recenser 626 individus répartis en 23 espèces appartenant à 13 familles botaniques. Cette richesse floristique demeure relativement modérée comparativement à certaines forêts marécageuses de la Cuvette Centrale où plus de 100 espèces ligneuses ont été signalées dans les forêts inondées et marécageuses du Bassin du Congo (Evrard, 1968 ; Dargie et al., 2017). Cette différence peut être attribuée à la superficie plus restreinte du site étudié

ainsi qu'au caractère localisé des tourbières d'Eala par rapport aux vastes complexes tourbeux de la Cuvette Centrale. La dominance marquée des Fabaceae (86,58 % des individus) et particulièrement de *Daniellia pynaertii* (IVI = 230,35) traduit une structure floristique fortement hiérarchisée. Cette situation rejoint les observations réalisées dans plusieurs forêts marécageuses du Bassin du Congo où certaines espèces dominantes structurent fortement les peuplements en fonction des conditions hydrologiques et édaphiques locales (Fayolle et al., 2018 ; Dargie et al., 2017).

La présence simultanée de *Daniellia pynaertii*, *Guibourtia demeusei*, *Symphonia globulifera* et *Oubanguia africana* confirme également l'appartenance floristique du site au cortège typique des forêts marécageuses de la Cuvette Centrale décrit par Evrard (1968) et repris récemment dans les synthèses régionales sur les tourbières du Bassin du Congo. La richesse spécifique observée par parcelle varie de 4 à 10 espèces avec une moyenne de six espèces. Les indices de diversité calculés montrent une diversité moyenne relativement faible ($H' = 1,277$; $D = 0,610$; $E = 0,719$). Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées dans les tourbières de la concession Era Congo à Mai-Ndombe où les indices de Shannon varient entre 1,6 et 2,7 (Etepe et al., 2025).

Cette différence peut s'expliquer par la forte dominance de *Daniellia pynaertii* dans les tourbières d'Eala, laquelle réduit l'équitabilité entre espèces et influence directement les indices de diversité. La distribution diamétrique des individus présente une prédominance nette des classes de faibles diamètres, particulièrement dans l'intervalle 10–20 cm qui regroupe plus de la moitié des arbres recensés. Cette structure en « J inversé » est généralement interprétée comme le signe d'un peuplement en régénération continue caractéristique des forêts tropicales naturelles (Fayolle et al., 2018). Une telle distribution suggère également que les peuplements étudiés conservent un potentiel de renouvellement naturel malgré les perturbations anthropiques observées dans certaines parties du Jardin botanique d'Eala.

Les résultats dendrométriques montrent des surfaces terrières comprises entre 0,489 et 2,001 m²/ha et des biomasses aériennes variant de 244,1 à 930,2 t/ha selon les parcelles. Les stocks de carbone associés oscillent entre 114,7 et 437,2 tC/ha. Ces valeurs demeurent élevées pour des formations marécageuses mais restent cohérentes avec les estimations rapportées

dans plusieurs forêts humides du Bassin du Congo utilisant les équations allométriques de Chave et al., 2014.

Toutefois, ces résultats doivent être interprétés avec prudence lorsqu'ils sont comparés aux estimations globales des tourbières de la Cuvette Centrale Dargie et al., 2017, ont estimé que l'ensemble des tourbières de la Cuvette Centrale stockent près de 30 gigatonnes de carbone sur une superficie d'environ 145 500 km² Crezee et al., 2022 ont également montré que la majeure partie de ce carbone est accumulée dans les horizons tourbeux profonds plutôt que dans la biomasse aérienne. Ainsi, les stocks de carbone calculés dans la présente étude représentent uniquement la composante aérienne du carbone forestier et ne reflètent qu'une fraction du stock total réellement contenu dans l'écosystème tourbeux. Les analyses multivariées ont révélé que la surface terrière, la biomasse et le carbone constituent les principales variables responsables de la différenciation écologique des parcelles.

L'ACP montre une forte contribution de ces variables au premier axe factoriel, tandis que la classification hiérarchique met en évidence plusieurs groupes de parcelles présentant des caractéristiques structurales distinctes. Ces résultats indiquent que les variations de biomasse et de stockage du carbone sont davantage liées à la structure dendrométrique des peuplements qu'à leur richesse floristique. Cette tendance rejoint les conclusions de Biddulph et al., 2022 & Crezee et al., 2022, qui soulignent que les variations du carbone forestier dans les tourbières du Bassin du Congo sont principalement contrôlées par la structure des peuplements et les conditions hydrologiques. L'analyse de corrélation confirme cette relation en mettant en évidence de fortes corrélations positives entre la surface terrière, la biomasse et le carbone ($r \geq 0,98$). Ces résultats sont cohérents avec les principes allométriques établis par Chave et al., 2014, selon lesquels l'augmentation du diamètre des arbres entraîne mécaniquement une augmentation de la biomasse et du carbone stocké. Certaines limites doivent néanmoins être reconnues.

Premièrement, bien que la superficie totale inventoriée (1,04 ha) soit supérieure à celle initialement prévue, elle demeure faible au regard de l'étendue et de l'hétérogénéité écologique des tourbières tropicales. Deuxièmement, la disposition systématique des parcelles peut introduire un biais d'échantillonnage lié

à la représentation inégale de certains microhabitats. Troisièmement, l'étude repose exclusivement sur la biomasse aérienne et ne prend pas en compte le carbone souterrain stocké dans la tourbe. Cette dernière limitation est particulièrement importante. Les travaux de [Dargie et al., 2017](#), & [Crezee et al., 2022](#) démontrent que le principal réservoir de carbone des tourbières de la Cuvette Centrale est constitué par les dépôts tourbeux profonds accumulés depuis plusieurs millénaires. Par conséquent, les estimations présentées dans cette étude doivent être considérées comme une évaluation partielle du potentiel de stockage du carbone des tourbières d'Eala. Des recherches futures intégrant l'épaisseur de la tourbe, sa densité apparente et sa teneur en carbone organique seront nécessaires afin d'obtenir une estimation complète du stock total de carbone de cet écosystème.

5. Conclusion

La présente étude a permis de caractériser la diversité floristique, la structure écologique et le potentiel de stockage du carbone de 26 parcelles installées dans les tourbières du Jardin botanique d'Eala, couvrant une superficie totale de 1,04 ha. Les résultats ont révélé un peuplement composé de 23 espèces réparties dans 13 familles, avec une forte dominance de *Daniellia pynaertii*, traduisant une structure floristique relativement peu diversifiée mais écologiquement bien individualisée. Les analyses dendrométriques ont montré une prédominance des faibles classes de diamètre, indiquant une dynamique de régénération active. Les estimations allométriques ont mis en évidence des stocks variables de biomasse aérienne et de carbone selon les parcelles, confirmant le rôle potentiel de ces formations forestières dans la séquestration du carbone atmosphérique. La superficie inventoriée demeure limitée par rapport à l'étendue et à l'hétérogénéité des tourbières du Jardin botanique d'Eala. De plus, l'étude n'a pris en compte que le carbone contenu dans la biomasse aérienne, sans intégrer le carbone stocké dans les horizons tourbeux, reconnu comme le principal réservoir de carbone des écosystèmes tourbeux du Bassin du Congo. En conséquence, les conclusions présentées concernent uniquement les parcelles étudiées et ne peuvent être généralisées à l'ensemble des tourbières d'Eala. Des investigations futures intégrant les caractéristiques physiques et biogéochimiques de la tourbe permettront d'obtenir une évaluation plus complète du potentiel carbone de cet écosystème.

Remerciements

Les auteurs remercient la direction du Jardin botanique d'Eala ainsi que les botanistes et le personnel technique ayant contribué à l'accès au site, à l'installation des parcelles, à l'identification botanique des espèces et à la réalisation des travaux de terrain. Ils remercient également toutes les personnes ayant apporté un appui technique et scientifique à la réalisation de cette étude.

Financement

Cette recherche a été réalisée sur fonds propres des auteurs, sans financement externe spécifique.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt susceptible d'avoir influencé la conception de l'étude, la collecte et l'analyse des données, l'interprétation des résultats ou la rédaction du manuscrit.

Considérations d'éthique

Cette étude étant fondée sur un inventaire floristique et dendrométrique de végétation ligneuse, elle n'a impliqué ni expérimentation sur l'être humain ni expérimentation animale. Les travaux de terrain ont été conduits dans le respect des règles applicables à l'accès au site, à l'observation de la biodiversité et à la collecte des données botaniques. Les auteurs déclarent avoir respecté les dispositions institutionnelles et nationales applicables à la recherche sur la biodiversité en République démocratique du Congo.

ORCID des auteurs

Kolokota B.J.P : <https://orcid.org/0009-0002-8169-3496>

Katusi L.R : <https://orcid.org/0009-0000-4666-4505>

Mbangi M.N : <https://orcid.org/0009-0006-9642-6170>

Booto B.D.M : <https://orcid.org/0009-0005-7683-6685>

Gbendo G.T : <https://orcid.org/0009-0003-2657-8193>

Mamwanga M.B.A : <https://orcid.org/0009-0009-7371-9204>

Kachaka Y.E : <https://orcid.org/0000-0002-7885-049X>

Bolaluembe B.P.C : <https://orcid.org/0000-0001-9848-838X>

Contributions des auteurs

K.L.R : contribution sur la validation des spécimens botaniques, échange sur l'échantillonnage,

critique méthodologique et validation de la version finale.

M.M.N : contribution à l'identification botanique, à l'interprétation des données floristiques et à la relecture scientifique du manuscrit.

B.B.D.M : contribution grammaticale et harmonisation bibliographique, ainsi qu'à la relecture critique du manuscrit.

G.G.T : contribution à littérature et méthodologie ainsi qu'à la relecture du manuscrit.

M.M.B.A : contribution à la numérisation des données de terrain, la méthodologie et à la relecture scientifique du manuscrit.

K.Y.E : contribution à la supervision scientifique, à l'interprétation des résultats écologiques et des études antérieures, à la révision critique du manuscrit, la validation de bibliographie et à la validation du manuscrit.

B.B.P.C : contribution à la supervision scientifique, à la relecture critique, harmonisation, amélioration du manuscrit et à la validation de la version finale.

Tous les auteurs ont pris connaissance de la version finale du manuscrit et ont approuvé sa soumission à la Revue Congolaise des Sciences et Technologies.

Références bibliographiques

- Biddulph, G. E., Bocko, Y. E., Bola, P., Crezee, B., Dargie, G. C., Emba, O., Georgiou, S., Girkin, N., Hawthorne, D., Jovani-Sancho, J., Kanyama T., J., Mampouya, W. E., Mbemba, M., Sciumbata, M., & Tyrrell, G. (2022). Current knowledge on the Cuvette Centrale peatland complex and future research directions. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 350, 3-14. <https://doi.org/10.19182/bft2021.350.a36288>
- Borcard, D., Gillet, F., & Legendre, P. (2018). *Numerical Ecology with R*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71404-2>
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W. A., Muller-Landau, H. C., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Ortiz-Malavassi, E., ... Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177-3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Crezee, B., Dargie, G. C., Ewango, C. E. N., Mitchard, E. T. A., Emba B., O., Kanyama T., J., Bola, P., Ndjango, J.-B. N., Girkin, N. T., Bocko, Y. E., Ifo, S. A., Hubau, W., Seidensticker, D., Batumike, R., Imani, G., Cuní-Sanchez, A., Kiahtipes, C. A., Lebamba, J., Wotzka, H.-P., ... Lewis, S. L. (2022). Mapping peat thickness and carbon stocks of the central Congo Basin using field data. *Nature Geoscience*, 15(8), 639-644. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-00966-7>
- Dargie, G. C., Lewis, S. L., Lawson, I. T., Mitchard, E. T. A., Page, S. E., Bocko, Y. E., & Ifo, S. A. (2017). Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. *Nature*, 542(7639), 86-90. <https://doi.org/10.1038/nature21048>
- Etepe Kakoko, G. (2025). *Dynamiques climatiques et biodiversité des tourbières de la concession Era Congo dans le territoire d'Inongo (province de Mai-Ndombe) en République Démocratique du Congo.* Revue Congolaise de Science & Technologie, 4(2), 320-328. <https://doi.org/10.59228/rcst.v4.i2..158>
- Evrard, C. (1968). *Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette centrale congolaise*. Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo (INEAC).
- FAO. (2021). *Rapport de mission de cartographie des tourbières*. 1-27.
- Fayolle, A., Doucet, J.-L., Gillet, J.-F., Bourland, N., & Lejeune, P. (2018). *Tree species diversity and forest structure in Central African tropical forests*. CIRAD Press.
- Fisher, L., Gross, T., Hillebrand, H., Sandberg, A., & Sayama, H. (2024). Sustainability: We need to focus on overall system outcomes rather than simplistic targets. *People and Nature*, 6(2), 391-401. <https://doi.org/10.1002/pan3.10589>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). **FactoMineR**: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Leifeld, J., & Menichetti, L. (2018). The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nature*

-
- Communications*, 9(1), 1071.
<https://doi.org/10.1038/s41467-018-03406-6>
- Lewis, S. L., Sonké, B., Sunderland, T., Begne, S. K., Lopez-Gonzalez, G., Van Der Heijden, G. M. F., Phillips, O. L., Affum-Baffoe, K., Baker, T. R., Banin, L., Bastin, J.-F., Beeckman, H., Boeckx, P., Bogaert, J., De Cannière, C., Chezeaux, E., Clark, C. J., Collins, M., Djangbletey, G., ... Zemagho, L. (2013). Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120295.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0295>
- Page, S. E., Rieley, J. O., & Banks, C. J. (2011). Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology*, 17(2), 798-818.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02279.x>
- White, F. (1983). *The vegetation of Africa: A descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa*. UNESCO.