Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture
http://www.rafea-congo.com
2026 ; Numéro Spécial – Octobre ; 177-186
ISSN (Print) : 2708-7743 **eISSN** : 2708-5422 **Dépôt légal** : JL 3.01807-57259

Arbitrages entre stockage du carbone et biodiversité en milieu tropical : analyse comparative des forêts mixtes et monodominantes du Bassin du Congo

Jean-Pierre Azenge*, Esther Ndongo, Joël Mobunda, Jean-Pierre Pitchou Meniko

Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi). Filière Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables. Laboratoire d'Écologie du Paysage et Foresterie Tropicale. BP 1232 Kisangani (RDC). E-mail : chalayazenge@gmail.com

Reçu le 15 août 2026, **accepté le** 22 octobre 2026, **publié en ligne le** 31 octobre 2026
DOI : https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9i4.17

RESUME

Description du sujet. Les relations entre la biodiversité et le stockage du carbone sont essentielles pour la conservation des forêts tropicales et l'atténuation des changements climatiques. Elles demeurent cependant peu documentées dans les forêts monodominantes du Bassin du Congo.
Objectif. Cette étude vise à comparer la diversité taxonomique, le stockage du carbone aérien et leurs interrelations au sein de forêts mixtes à *Scorodophloeus zenkeri* Harms et de forêts monodominantes à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard dans la Réserve de Biosphère de Yangambi (République Démocratique du Congo).
Méthodes. Deux parcelles de 1 ha ont été installées, incluant quatre placettes de 25 m × 25 m échantillonnées par type forestier. Tous les arbres de diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieure 10 cm ont été inventoriés. La biomasse et les stocks de carbone ont été estimés via une équation allométrique adaptée aux forêts denses humides d'Afrique centrale. La diversité taxonomique a été évaluée à l'aide des nombres de Hill, tandis que la composition floristique a été analysée par un positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS) et une analyse de variance multivariée sur permutational (PERMANOVA).
Résultats. Les forêts mixtes présentaient une diversité taxonomique significativement plus élevée et une composition floristique distincte de celles des forêts monodominantes. En revanche, aucune différence significative n'a été détectée concernant les stocks de carbone aérien ni pour les relations fonctionnelles entre la diversité taxonomique et le stockage du carbone.
Conclusion. La biodiversité et le stockage du carbone constituent des dimensions complémentaires des forêts tropicales matures du Bassin du Congo. Ces résultats soulignent la nécessité de conserver conjointement les massifs forestiers mixtes et monodominantes pour garantir la résilience de ces écosystèmes.

Mots-clés : Nombres de Hill, biomasse aérienne, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Scorodophloeus zenkeri*, Yangambi/RDC.

ABSTRACT

Trade-offs between carbon storage and biodiversity in tropical environments: a comparative analysis of mixed and monodominant forests in the Congo BasinDescription of the subject. The relationships between biodiversity and carbon storage are essential for tropical forest conservation and climate change mitigation. However, they remain poorly documented in the monodominant forests of the Congo Basin.
Objective. This study aims to compare taxonomic diversity, aboveground carbon storage, and their interrelationships within mixed forests dominated by *Scorodophloeus zenkeri* Harms and monodominant forests dominated by *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard in the Yangambi Biosphere Reserve (Democratic Republic of the Congo).
Methods. Two 1-ha plots were established, including four 25 m × 25 m subplots sampled per forest type. All trees with a diameter at breast height (DBH) greater than 10 cm were inventoried. Aboveground biomass and carbon stocks were estimated using an allometric equation tailored to the moist dense forests of Central Africa. Taxonomic diversity was evaluated using Hill numbers, while floristic composition was analyzed via Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) and Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA).

Results. Mixed forests exhibited significantly higher taxonomic diversity and a distinct floristic composition compared to monodominant forests. In contrast, no significant differences were detected regarding aboveground carbon stocks or the functional relationships between taxonomic diversity and carbon storage.
Conclusion. Biodiversity and carbon storage constitute complementary dimensions of mature tropical forests in the Congo Basin. These findings highlight the necessity of jointly conserving both mixed and monodominant forest stands to ensure ecosystem resilience.

Keywords: Hill numbers, aboveground biomass, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Scorodophloeus zenkeri*, Yangambi/DRC.

1. INTRODUCTION

Les forêts tropicales jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat mondial et la conservation de la biodiversité. Bien qu'elles ne couvrent qu'environ 7 % des terres émergées, elles abritent plus de la moitié des espèces connues et renferment près de 45 % du carbone stocké dans la biomasse forestière mondiale (Pan *et al.*, 2013 ; IPCC, 2022). Le Bassin du Congo, deuxième plus vaste massif forestier tropical après l'Amazonie, constitue l'un des principaux réservoirs mondiaux de biodiversité et de carbone. Il contribue de manière déterminante à la régulation du climat régional et mondial grâce à l'importance de ses stocks de carbone et au maintien de nombreux services écosystémiques (Lewis *et al*., 2009 ; Dargie *et al*., 2017 ; Hubau *et al*., 2020). Dans le contexte actuel de changement climatique et d'érosion accélérée de la biodiversité, ces forêts occupent une place centrale dans les stratégies internationales de conservation et d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (Griscom *et al*., 2017).

L'identification des synergies entre conservation de la biodiversité et stockage du carbone constitue aujourd'hui une priorité scientifique et opérationnelle. Plusieurs études ont montré qu'une forte diversité des arbres favorise généralement la production de biomasse grâce à la complémentarité fonctionnelle entre espèces et à une utilisation plus efficace des ressources (Cardinale *et al*., 2012 ; Poorter *et al*., 2015). À l'inverse, d'autres travaux suggèrent que les stocks de carbone dépendent davantage de la présence d'espèces dominantes ou d'arbres de grand diamètre que du niveau de diversité taxonomique (Slik *et al.*, 2013 ; Sullivan *et al*., 2017). Ces résultats parfois contradictoires indiquent que les relations entre biodiversité et stockage du carbone sont fortement dépendantes du contexte écologique.

Cette question est particulièrement importante dans les forêts tropicales d'Afrique centrale, où coexistent des forêts mixtes riches en espèces et des forêts monodominantes dominées par *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard. Les mécanismes écologiques responsables de cette monodominance ont été largement étudiés (Hart *et al*., 1989 ; Newbery *et al*., 1997 ; Torti *et al*., 2001 ; Peh *et al*., 2011), mais leurs conséquences sur les relations entre biodiversité et stockage du carbone demeurent encore peu connues, en particulier dans le Bassin du Congo. Cette lacune limite la capacité à définir des stratégies de conservation conciliant efficacement les objectifs climatiques et ceux de préservation de la biodiversité.

La Réserve de Biosphère de Yangambi, en République démocratique du Congo, constitue un site privilégié pour analyser cette problématique en raison de la coexistence de forêts mixtes à *Scorodophloeus zenkeri* Harms et de forêts monodominantes à *G. dewevrei*. En effet, les forêts monodominantes présentent une diversité taxonomique plus faible, mais un stockage de carbone égal ou supérieur à celui des forêts mixtes, traduisant un compromis entre ces deux fonctions écologiques.

L'objectif de cette étude est de comparer la diversité taxonomique, les stocks de carbone aérien et la composition floristique de ces deux types forestiers, puis d'évaluer les relations entre la diversité taxonomique et le stockage du carbone.

Les résultats obtenus visent à améliorer la compréhension des interactions entre biodiversité et fonctionnement des forêts tropicales du Bassin du Congo et à fournir des bases scientifiques pour orienter les politiques de conservation et d'atténuation des changements climatiques.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Milieu d'étude

L'étude a été réalisée dans la Réserve de Biosphère de Yangambi (RBY), située dans la province de la Tshopo, au nord-est de la République démocratique du Congo (0°38'-1°10' N ; 24°16'-25°08' E), à environ 100 km à l'ouest de Kisangani (figure 1).

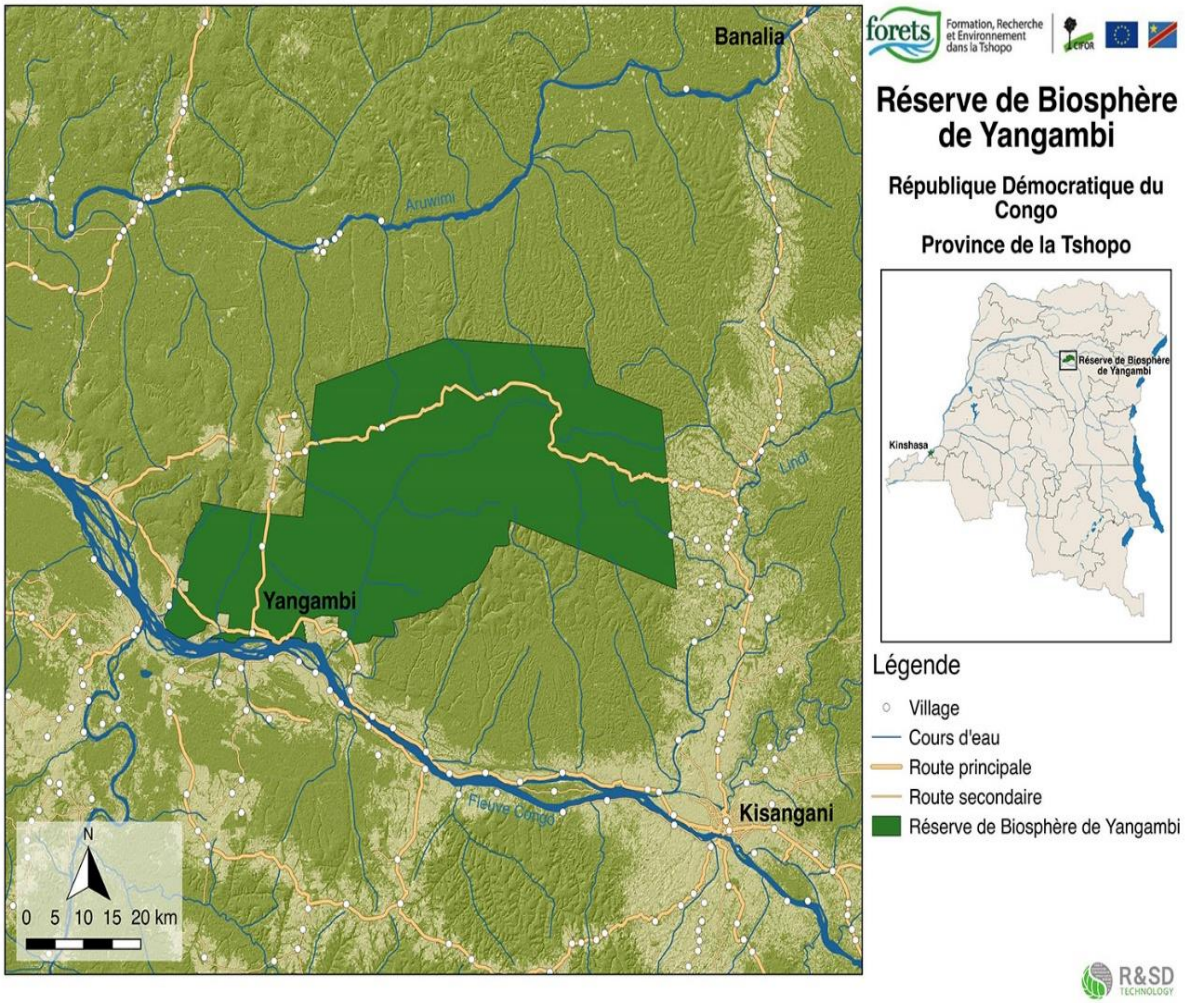

Figure 1. Localisation de la Réserve de Biosphère de Yangambi, site d'étude situé dans la province de la Tshopo, au nord-est de la République démocratique du Congo (Source : R&SD Technology)

Reconnue par l'UNESCO dans le cadre du programme « Homme et Biosphère », la RBY couvre environ 235 000 ha de forêts tropicales humides représentatives du Bassin du Congo. Le climat est de type équatorial humide, avec une température moyenne annuelle de 24 à 25 °C et une pluviométrie comprise entre 1800 et 2000 mm (Kasongo *et al.*, 2023). Les sols sont principalement ferrallitiques, développés sur des formations sableuses anciennes, tandis que la végétation est dominée par des forêts denses sempervirentes.

L'étude a porté sur deux types forestiers contrastés : une forêt mixte à *S. zenkeri*, caractérisée par une forte diversité spécifique, et une forêt monodominante à *G. dewevrei*, où cette espèce domine largement la structure du peuplement. La coexistence de ces deux types forestiers dans un même contexte bioclimatique offre un cadre privilégié pour analyser les relations entre biodiversité et stockage du carbone dans les forêts tropicales anciennes.

2.2. Dispositif expérimental et collecte des données

L'étude, menée du 1er mars au 30 avril 2026, repose sur une comparaison entre une forêt mixte à *S. zenkeri* et une forêt monodominante à *G. dewevrei*. Dans chacun de ces types forestiers, une parcelle de 1 ha (100 x 100 m) a été délimitée (figure 2). Chaque parcelle a ensuite été subdivisée en 16 placettes carrées de 25 x 25 m (625 m²).

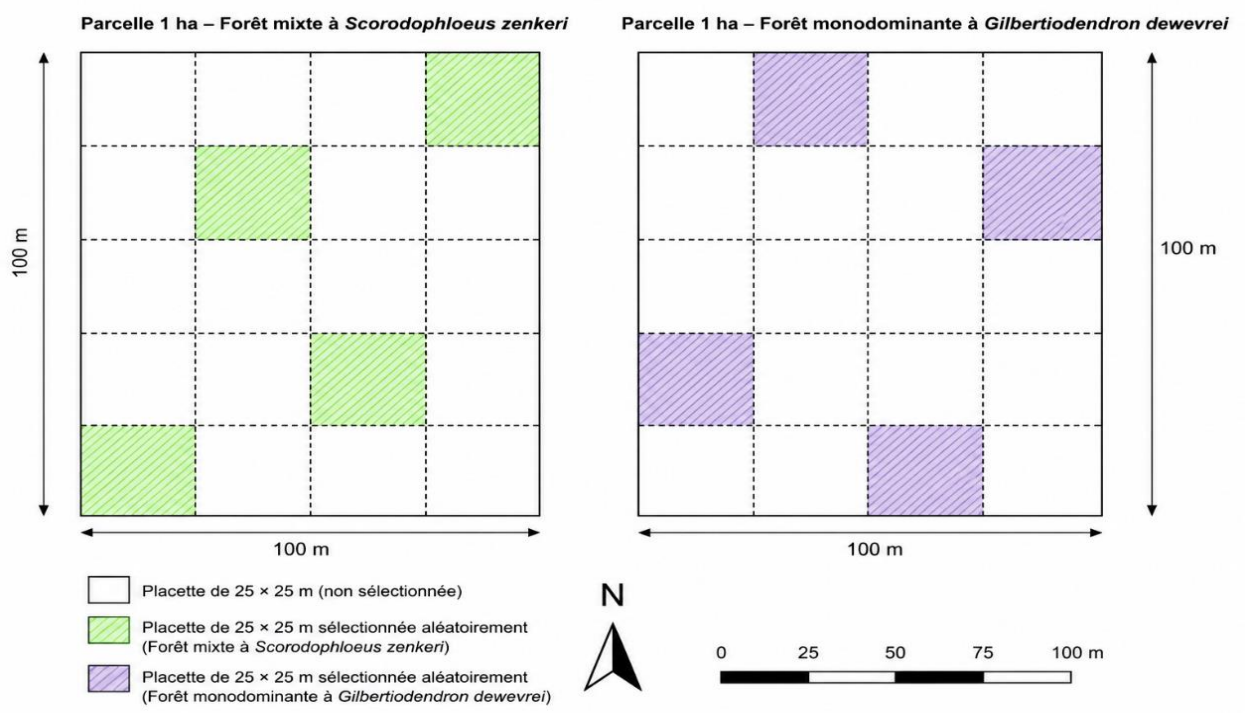

Figure 2. Dispositif d'échantillonnage utilisé dans les forêts mixtes à Scorodophloeus zenkeri et les forêts monodominantes à Gilbertiodendron dewevrei de la Réserve de Biosphère de Yangambi

Afin de limiter les biais de sélection tout en assurant une représentativité spatiale du peuplement, quatre placettes ont été sélectionnées de manière aléatoire dans chacune des deux parcelles, soit un total de huit placettes d'inventaire couvrant une superficie totale de 0,50 ha (0,25 ha par type forestier).

Dans chaque placette, un inventaire exhaustif de tous les arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP), mesuré à 1,30 m au-dessus du sol, était supérieur ou égal à 10 cm a été réalisé. Pour chaque individu, les informations suivantes ont été enregistrées : le numéro de la placette, l'identité taxonomique, le diamètre à hauteur de poitrine (cm) et le type forestier.

L'identification botanique des espèces a été réalisée sur le terrain par comparaison avec les collections de référence de l'Herbarium de Yangambi et à l'aide des flores régionales disponibles. Les noms scientifiques ont ensuite été harmonisés suivant les référentiels taxonomiques actuellement reconnus afin d'assurer la cohérence des analyses floristiques.

Les valeurs de densité du bois (g cm^{-3}) nécessaires à l'estimation de la biomasse ont été attribuées à chaque espèce à partir de bases de données internationales de référence. Lorsque la valeur spécifique n'était pas disponible, une valeur moyenne du genre, puis de la famille, a été utilisée conformément aux recommandations de Chave *et al*. (2009) et du package *BIOMASS*.

2.3. Traitement et analyse des données

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R version 4.5.3 en utilisant principalement les packages *tidyverse*, *vegan*, *iNEXT*, *effectsize*, *broom*, *patchwork*, *ggplot2* et *gt*. La biomasse aérienne (Aboveground Biomass, AGB) de chaque arbre a été estimée à l'aide de l'équation allométrique développée par Fayolle *et al*. (2013) pour les forêts denses humides d'Afrique centrale, utilisant le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et la densité du bois.

$$AGB = \rho \times e^{-1,499 + 2,148\,X \ln(D) X (\ln(D))^2 - 0,0281(} \quad (1)$$

Les stocks de carbone aérien ont été obtenus en considérant que le carbone représente 47 % de la biomasse aérienne. À l'échelle des placettes, la densité des arbres (arbres ha^{-1}), la surface terrière (m^2 ha^{-1}), la biomasse aérienne (Mg ha^{-1}) et le stock de carbone (Mg C ha^{-1}) ont été extrapolés à l'hectare. La diversité taxonomique a été caractérisée par la richesse spécifique, les indices de Shannon et de Simpson, ainsi que les nombres de Hill (q = 0, 1 et 2). Des courbes de raréfaction et d'extrapolation fondées sur les incidences ont été utilisées pour comparer la diversité indépendamment de l'effort d'échantillonnage.

Les différences entre les deux types forestiers ont été évaluées à l'aide de tests de Wilcoxon, complétés par le calcul des tailles d'effet et une correction de Benjamini-Hochberg. Les relations entre diversité taxonomique et stockage du carbone

ont été analysées au moyen de modèles linéaires intégrant le type forestier et son interaction avec les indices de diversité. Les différences de composition floristique ont été explorées par une ordination NMDS basée sur la distance de Bray-Curtis et testées par PERMANOVA (9 999 permutations), tandis que l'homogénéité des dispersions a été vérifiée à l'aide du test *betadisper*.

3. RÉSULTATS

3.1. Composition floristique, diversité taxonomique des communautés arborées et Structure diamétrique des peuplements forestiers

La composition floristique diffère entre les deux types forestiers (Figure 3A). Les forêts mixtes sont caractérisées par une répartition relativement équilibrée des abondances entre plusieurs espèces, bien que *S. zenkeri* représente à lui seul 22,1 % des individus recensés.

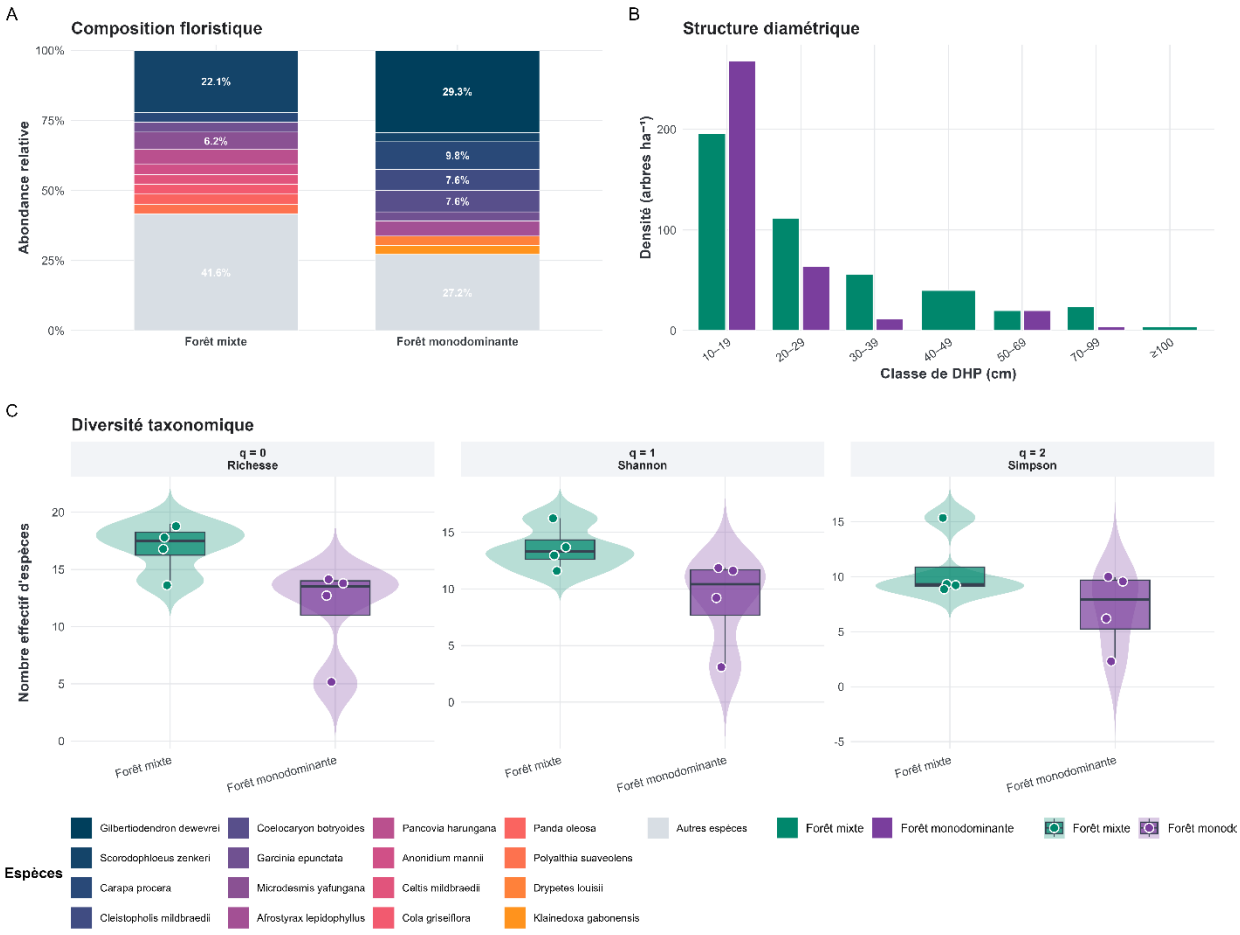

Figure 3. Composition floristique, structure diamétrique et diversité taxonomique des communautés arborées des forêts mixtes et monodominantes du Bassin du Congo (A : Composition floristique relative des principales espèces ; B : structure diamétrique des peuplements ; C : comparaison des nombres de Hill (q = 0, q = 1 et q = 2))

Les autres espèces les plus abondantes contribuent chacune à moins de 10 % de l'effectif total, tandis que les espèces moins fréquentes représentent collectivement 41,6 % des individus. À l'inverse, les forêts monodominantes sont dominées par *G. dewevrei*, qui représente 29,3 % des individus inventoriés. Les espèces associées, notamment *Carapa procera*, *Coelocaryon botryoides* et *Cleistopholis mildbraedii*, présentent des abondances relativement faibles.

Les indices de diversité montrent des différences entre les deux types forestiers (Figure 3C). Les quatre placettes de forêt mixte présentent des valeurs plus élevées des nombres de Hill que celles observées dans les forêts monodominantes. La richesse spécifique varie approximativement de 14 à 18 espèces par placette dans les forêts mixtes contre 5 à 14 espèces dans les forêts monodominantes. Une tendance similaire est observée pour les diversités de Shannon et de Simpson.

Les distributions diamétriques présentent des profils contrastés entre les deux types forestiers (Figure 3B). Dans les deux cas, la densité des arbres diminue avec l'augmentation du diamètre. Toutefois, la forêt monodominante présente une concentration importante d'individus dans la première classe de diamètre (10-19 cm), tandis que la forêt mixte présente une répartition plus étendue des individus dans les classes de diamètre intermédiaires et élevées.

3.2. Diversité estimée à partir des courbes de raréfaction et d'extrapolation

Les courbes de raréfaction et d'extrapolation des nombres de Hill montrent que les estimations de diversité diffèrent entre les deux types forestiers pour les trois ordres de diversité considérés (Figure 4A). Les valeurs observées dans les forêts mixtes demeurent supérieures à celles des forêts monodominantes, aussi bien pour la richesse spécifique (q = 0) que pour les diversités pondérées par l'abondance (q = 1 et q = 2). Les courbes extrapolées indiquent que cette tendance se maintient lorsque l'effort d'échantillonnage est augmenté.

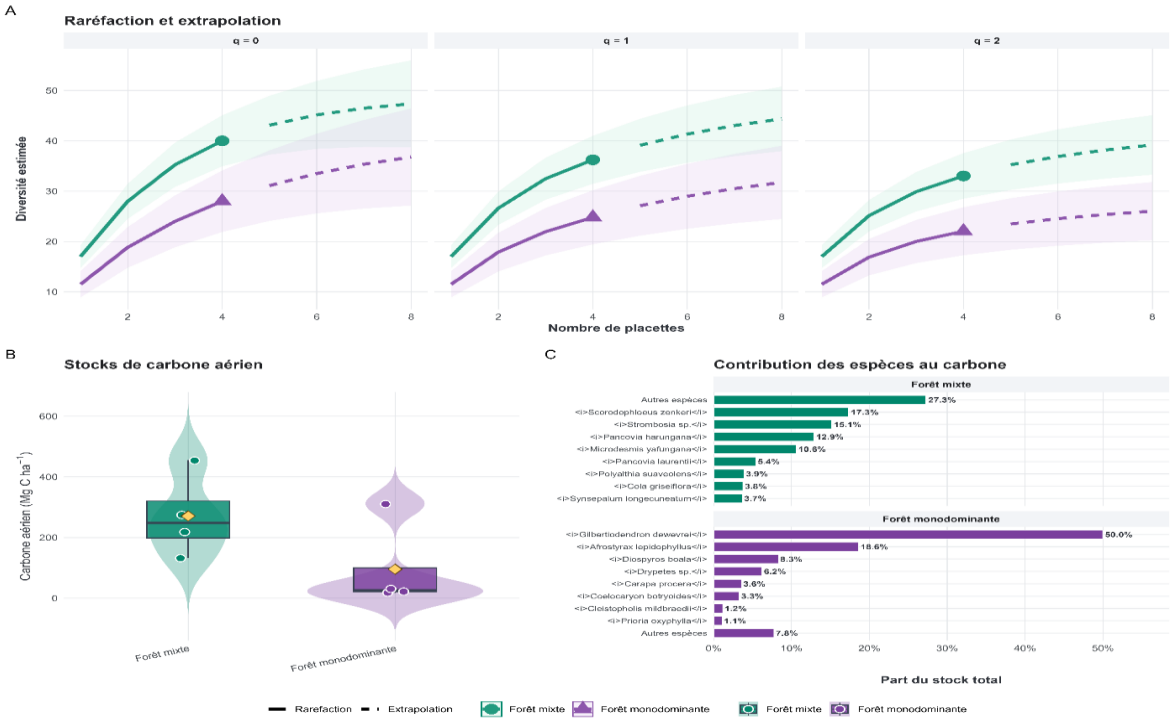

Figure 4. Diversité standardisée, stocks de carbone aérien et contribution spécifique au carbone dans les deux types forestiers (A : Courbes de raréfaction et d'extrapolation des nombres de Hill ; B : distribution des stocks de carbone aérien par placette ; C : contribution relative des principales espèces au stock total de carbone)

3.3. Stocks de carbone aérien et contribution des espèces

Les stocks de carbone aérien présentent une variabilité importante entre les placettes des deux types forestiers (Figure 4B). Les placettes de forêt mixte présentent des valeurs généralement plus élevées que celles observées dans les forêts monodominantes.

La répartition du carbone entre les espèces diffère également selon le type forestier (Figure 4C). Dans les forêts mixtes, plusieurs espèces contribuent au stock total de carbone, notamment *S. zenkeri*, *Strombosia* spp. et *Pancovia harungana*. Dans les forêts monodominantes, *G. dewevrei* représente à lui seul environ la moitié du carbone aérien total, les autres espèces contribuant individuellement à des proportions nettement plus faibles.

3.4. Relations entre la diversité taxonomique et le stockage du carbone

Les relations entre les indices de diversité taxonomique et le carbone aérien sont présentées à la Figure 5A et 5B, tandis que les paramètres des modèles linéaires sont résumés dans le Tableau 1. Les modèles linéaires n'ont mis en évidence aucun effet significatif de l'indice de Shannon ($p = 0{,}725$), de la richesse spécifique ($p = 0{,}416$), ni de leur interaction avec le type forestier ($p > 0{,}50$). Les représentations graphiques montrent des tendances peu marquées accompagnées d'intervalles de confiance relativement larges.

Tableau 1. Résultats des modèles linéaires et des analyses multivariées portant sur les relations entre la diversité taxonomique, le stockage du carbone et la composition floristique

Terme	Estimation	Erreur standard	Statistique	p	IC 95 %
Modèle linéaire : carbone ~ Shannon × forêt					
Ordonnée à l'origine	340.709	203.255	1.676	0.169	[-223.62 ; 905.03]
Indice de Shannon (centré)	−260.198	690.538	−0.377	0.725	[-2177.44 ; 1657.04]
Forêt monodominante	−237.569	223.700	−1.062	0.348	[-858.66 ; 383.52]
Shannon × forêt monodominante	289.317	707.119	0.409	0.703	[-1673.96 ; 2252.59]
Modèle linéaire : carbone ~ richesse × forêt					
Ordonnée à l'origine	167.804	137.632	1.219	0.290	[-214.32 ; 549.93]
Richesse spécifique (centrée)	37.517	41.380	0.907	0.416	[-77.37 ; 152.41]
Forêt monodominante	−54.317	167.679	−0.324	0.762	[-519.87 ; 411.24]
Richesse × forêt monodominante	−30.917	46.183	−0.669	0.540	[-159.14 ; 97.31]
PERMANOVA (Bray–Curtis)					
Type forestier	0.429	—	4.507	0.028	—
Dispersion multivariée					
Homogénéité des dispersions	—	—	0.291	0.634	—

Note. Pour la PERMANOVA, Estimation correspond à R^2 et Statistique à F. Les probabilités multivariées reposent sur 9 999 permutations.

3.5. Différenciation de la composition floristique entre les types forestiers

L'ordination NMDS met en évidence une séparation des placettes correspondant aux deux types forestiers dans l'espace d'ordination (Figure 5C). Les analyses multivariées indiquent un effet significatif du type forestier sur la composition floristique (PERMANOVA : R^2 = 0,429 ; F = 4,507 ; p = 0,028), tandis que le test d'homogénéité des dispersions n'est pas significatif (F = 0,291 ; p = 0,634), indiquant que la différence observée est associée à la composition floristique plutôt qu'à une différence de dispersion entre groupes.

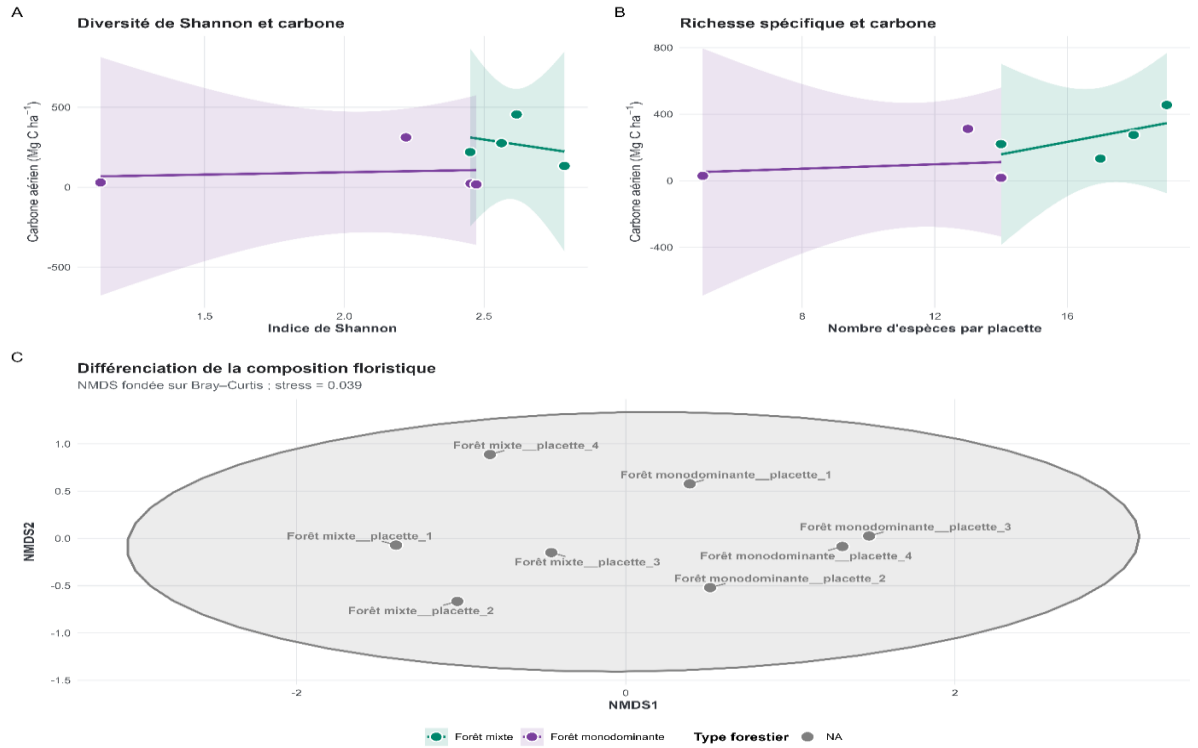

Figure 5. Relations entre la diversité taxonomique, le stockage du carbone et la composition floristique des communautés arborées (A : Relation entre l'indice de Shannon et le carbone aérien ; B : relation entre la richesse spécifique et le carbone aérien ; C : ordination NMDS fondée sur la distance de Bray-Curtis)

4. DISCUSSION

4.1. Les forêts mixtes conservent une diversité taxonomique supérieure aux forêts monodominantes

Cette étude montre que les forêts mixtes à *S. zenkeri* présentent une diversité taxonomique systématiquement plus élevée que les forêts monodominantes à *G. dewevrei*. Cette tendance est observée aussi bien pour la richesse spécifique que pour les nombres de Hill et demeure après standardisation de l'effort d'échantillonnage par les courbes de raréfaction et d'extrapolation. La composition floristique apparaît également nettement différenciée entre les deux types forestiers, ce qui confirme que la monodominance ne constitue pas uniquement une modification de l'abondance relative des espèces, mais correspond à un état écologique caractérisé par une restructuration profonde des communautés arborées.

Ces résultats concordent avec les travaux réalisés dans les forêts tropicales africaines montrant que les peuplements dominés par *G. dewevrei* possèdent généralement une richesse spécifique inférieure à celle des forêts mixtes voisines (Hart *et al*., 1989; Peh *et al*., 2011; Torti *et al*., 2001). Plusieurs mécanismes écologiques ont été proposés pour expliquer cette situation. La fermeture durable de la canopée réduit l'intensité lumineuse atteignant le sous-bois, limitant ainsi l'installation des espèces héliophiles. À cela s'ajoutent la production d'une litière abondante et lentement décomposée, la faible fréquence des perturbations naturelles ainsi que les associations ectomycorhiziennes de *G. dewevrei*, qui favorisent préférentiellement le recrutement de l'espèce dominante (Newbery *et al*., 1997; Torti *et al*., 2001).
La séparation significative des deux types forestiers obtenue par la PERMANOVA renforce cette interprétation. Le fait que cette différence ne soit pas accompagnée d'une augmentation de la dispersion multivariée indique que les peuplements monodominants ne sont pas simplement moins variables, mais qu'ils possèdent une composition floristique intrinsèquement différente de celle des forêts mixtes. Cette observation suggère que la monodominance constitue une trajectoire écologique relativement stable plutôt qu'un simple stade transitoire de succession.

4.2. Le stockage du carbone ne diffère pas significativement entre les deux types forestiers

Contrairement à l'hypothèse souvent avancée selon laquelle les peuplements monodominants accumuleraient davantage de biomasse, aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les deux types forestiers pour la biomasse aérienne ni pour les stocks de carbone. Les forêts mixtes présentent même des valeurs médianes généralement supérieures, bien que la variabilité observée entre placettes ne permette pas de conclure à une différence significative.

Cette absence de différence importante est cohérente avec plusieurs études conduites dans les forêts anciennes du Bassin du Congo montrant que la quantité de carbone dépend davantage de la structure des peuplements que du niveau de diversité taxonomique lui-même (Bastin *et al.*, 2018; Hubau *et al*., 2020; Sullivan *et al*., 2017). En particulier, la présence d'arbres de très gros diamètre exerce une influence disproportionnée sur le stockage du carbone, indépendamment du nombre d'espèces présentes.

L'analyse de la contribution spécifique au carbone confirme cette différence de fonctionnement. Dans les forêts mixtes, le carbone est réparti entre plusieurs espèces dominantes, alors que dans les peuplements monodominants, près de la moitié du carbone est portée par *G. dewevrei*. Cette concentration du carbone dans une seule espèce traduit une faible redondance fonctionnelle, susceptible d'accroître la vulnérabilité du stockage du carbone face aux perturbations ciblant cette espèce.

4.3. Les relations entre biodiversité et stockage du carbone demeurent faibles dans les forêts anciennes

Les modèles linéaires n'ont révélé aucune relation significative entre les indices de diversité taxonomique et le stockage du carbone, ni d'interaction avec le type forestier. Les tendances observées demeurent faibles et les intervalles de confiance sont particulièrement larges. Ces résultats rejoignent un nombre croissant d'études indiquant que les relations positives entre biodiversité et productivité sont surtout observées dans les peuplements jeunes ou en cours d'assemblage, tandis qu'elles deviennent beaucoup moins évidentes dans les forêts tropicales anciennes proches de l'équilibre dynamique (Poorter *et al.*, 2015; Sullivan *et al.*, 2017).

Plusieurs mécanismes peuvent expliquer cette absence de relation. Premièrement, dans les peuplements matures, la biomasse accumulée reflète une histoire écologique longue intégrant plusieurs décennies de croissance, alors que la diversité taxonomique représente une propriété instantanée de la communauté. Deuxièmement, le stockage du carbone est principalement déterminé par quelques arbres géants, dont la contribution dépasse largement celle des individus de petite taille. Enfin, l'échantillonnage limité à huit placettes réduit naturellement la puissance statistique des analyses, ce qui peut empêcher la détection de relations faibles.

Ces observations suggèrent que la biodiversité et le carbone constituent deux dimensions complémentaires mais relativement indépendantes du fonctionnement des forêts tropicales matures, ce qui confirme les conclusions de Di Marco *et al*. (2018) selon lesquelles les stratégies de conservation ne peuvent pas se fonder exclusivement sur les stocks de carbone.

4.4. Implications pour la conservation des forêts du Bassin du Congo

Les résultats obtenus apportent plusieurs enseignements pour la gestion durable des forêts du Bassin du Congo. D'une part, les forêts mixtes apparaissent comme les principaux réservoirs de diversité taxonomique tout en maintenant des stocks de carbone comparables à ceux des forêts monodominantes. Elles constituent donc des habitats prioritaires pour les politiques visant à concilier conservation de la biodiversité et atténuation des changements climatiques.

D'autre part, les peuplements monodominants à *G. dewevrei* présentent également une valeur écologique élevée. Leur composition floristique originale, leurs mécanismes de fonctionnement particuliers et leur contribution importante au stockage régional du carbone justifient pleinement leur conservation. Leur intérêt réside moins dans une maximisation du carbone que dans leur caractère unique au sein de la mosaïque forestière du Bassin du Congo.
Ainsi, les résultats de cette étude ne soutiennent pas l'hypothèse d'un compromis marqué entre biodiversité et stockage du carbone. Ils montrent plutôt que les deux types forestiers remplissent des fonctions écologiques complémentaires. Cette complémentarité plaide en faveur de stratégies de conservation fondées sur la préservation simultanée des forêts mixtes et des forêts monodominantes, plutôt que sur la priorisation d'un seul type de peuplement.

Enfin, cette étude constitue l'une des rares comparaisons quantitatives entre forêts mixtes à *S. zenkeri* et forêts monodominantes à *G. dewevrei* dans la Réserve de Biosphère de Yangambi. Des travaux reposant sur un nombre plus élevé de placettes, l'intégration de la diversité fonctionnelle et phylogénétique, ainsi que la prise en compte du carbone souterrain et des propriétés édaphiques permettront d'approfondir la compréhension des mécanismes reliant biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et stockage du carbone dans les forêts tropicales d'Afrique centrale.

5. CONCLUSION

Cette étude a évalué les relations entre la biodiversité arborée et le stockage du carbone en comparant des forêts mixtes à *S. zenkeri* et des forêts monodominantes à *G. dewevrei* dans la Réserve de Biosphère de Yangambi, au cœur du Bassin du Congo. Les résultats montrent que les forêts mixtes présentent une diversité taxonomique plus élevée que les forêts monodominantes, tandis que ces dernières sont caractérisées par une composition floristique fortement dominée par *G. dewevrei*. Les analyses multivariées confirment une différenciation significative de la composition floristique entre les deux types forestiers. En revanche, aucune différence statistiquement significative n'a été observée pour les stocks de carbone aérien, pas plus qu'aucune relation significative entre les indices de diversité taxonomique et le carbone n'a été mise en évidence.

Ces résultats indiquent que, dans les forêts tropicales anciennes du Bassin du Congo, la biodiversité et le stockage du carbone constituent deux dimensions complémentaires du fonctionnement des écosystèmes plutôt que deux objectifs nécessairement antagonistes. Les forêts mixtes assurent une conservation élevée de la diversité biologique tout en maintenant des stocks importants de carbone, tandis que les forêts monodominantes contribuent de manière spécifique au stockage du carbone régional malgré une diversité plus faible. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle la monodominance maximiserait systématiquement le stockage du carbone au détriment de la biodiversité n'est pas confirmée par les données de cette étude.

Ces résultats soulignent l'importance de préserver conjointement les forêts mixtes et les forêts monodominantes dans les stratégies de gestion durable du Bassin du Congo. Des recherches futures reposant sur un échantillonnage plus étendu, l'intégration de la diversité fonctionnelle et phylogénétique ainsi que la prise en compte des compartiments souterrains du carbone permettront de mieux comprendre les mécanismes qui relient biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et séquestration du carbone dans les forêts tropicales africaines.

Remerciements

Les auteurs expriment leur sincère reconnaissance à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi) et à l'Équipe de Gestion Opérationnelle du Projet GIFT (EGOP-GIFT) pour l'appui institutionnel et financier apporté à la valorisation et à la diffusion des résultats de cette recherche, notamment à travers la prise en charge des frais liés à la présente publication.

Cet appui à la publication s'inscrit dans le cadre des activités de valorisation des résultats de recherche des enseignants-chercheurs de l'IFA-Yangambi

soutenues par le Projet d'appui à la Gouvernance, l'Insertion et la Formation Agricole et Rurale dans la Tshopo (GIFT – COD2100311), mis en œuvre avec l'appui d'Enabel et financé par l'Agence Française de Développement (AFD), conformément à la Convention de subside COD21003-10039.

Références

Bastin J.F., Rutishauser E., Kellner J.R. *et al.*, 2018. Pan-tropical prediction of forest structure from the largest trees. Glob. Ecol. Biogeogr., 27(11), 1366–1383. https://doi.org/10.1111/geb.12803

Cardinale B.J., Duffy J.E., Gonzalez A. *et al.*, 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature, 486(7401), 59–67. https://doi.org/10.1038/nature11148

Chave J., Coomes D., Jansen S., Lewis S.L., Swenson N.G. & Zanne A.E., 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. Ecol. Lett., 12(4), 351–366. https://doi.org/10.1111/j.1469-0248.2009.01285.x

Dargie G.C., Lewis S.L., Lawson I.T. *et al.*, 2017. Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. Nature, 542(7639), 86–90. https://doi.org/10.1038/nature21048

Di Marco M., Watson J.E.M., Currie D.J., Possingham H.P. & Venter O., 2018. The extent and predictability of the biodiversity–carbon correlation. Ecol. Lett., 21(3), 365–375. https://doi.org/10.1111/ele.12903

Fayolle A., Doucet J.L., Gillet J.F., Bourland N. & Lejeune P., 2013. Tree allometry in Central Africa: testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. For. Ecol. Manage., 305, 29–37. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.036

Griscom B.W., Adams J., Ellis P.W. *et al.*, 2017. Natural climate solutions. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 114(44), 11645–11650. https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114

Hart T.B., Hart J.A. & Murphy P.G., 1989. Monodominant and species-rich forests of the humid tropics: causes for their co-occurrence. Am. Nat., 133(5), 613–633. https://doi.org/10.1086/284941

Hubau W., Lewis S.L., Phillips O.L. *et al.*, 2020. Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests. Nature, 579(7797), 80–87. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2035-0

IPCC, 2022. Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK & New York, USA: Cambridge University Press, 3056 p. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Kasongo Yakusu E., Van Acker J., Van de Vyver H. *et al.*, 2023. Ground-based climate data show evidence of warming and intensification of the seasonal rainfall cycle during the 1960–2020 period in Yangambi, central Congo Basin. Clim. Change, 176, 142. https://doi.org/10.1007/s10584-023-03606-0

Lewis S.L., Lopez-Gonzalez G., Sonké B. *et al.*, 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. Nature, 457(7232), 1003–1006. https://doi.org/10.1038/nature07771

Newbery D.M., Alexander I.J. & Rother J.A., 1997. Phosphorus dynamics in a lowland African rain forest: the influence of ectomycorrhizal trees. Ecol. Monogr., 67(3), 367–409. https://doi.org/10.1890/0012-9615(1997)067[0367]2.0.CO;2

Pan Y., Birdsey R.A., Phillips O.L. & Jackson R.B., 2013. The structure, distribution, and biomass of the world's forests. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 44, 593–622. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110512-135914

Peh K.S.H., Lewis S.L. & Lloyd J., 2011. Mechanisms of monodominance in diverse tropical tree-dominated systems. J. Ecol., 99(4), 891–898. https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01827.x

Poorter L., Van der Sande M.T., Thompson J. *et al.*, 2015. Diversity enhances carbon storage in tropical forests. Glob. Ecol. Biogeogr., 24(11), 1314–1328. https://doi.org/10.1111/geb.12364

Slik J.W.F., Paoli G., McGuire K. *et al.*, 2013. Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics. Glob. Ecol. Biogeogr., 22(12), 1261–1271. https://doi.org/10.1111/geb.12092

Sullivan M.J.P., Talbot J., Lewis S.L. *et al.*, 2017. Diversity and carbon storage across the tropical forest biome. Sci. Rep., 7, 39102. https://doi.org/10.1038/srep39102

Torti S.D., Coley P.D. & Kursar T.A., 2001. Causes and consequences of monodominance in tropical lowland forests. Am. Nat., 157(2), 141–153. https://doi.org/10.1086/318629