



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Richesse Floristique Et Stockage De Carbone De La Zone Agricole De La Forêt De Kissila Dans Le Mayombe Congolais

Luc Kimpolo, Doctorant
Saint Fédriche Ndzai, Doctorant
Félix Koubouana, PhD

Maître de Conférences CAMES

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA),
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF),
Université Marien N'gouabi, Brazzaville, Congo

[Doi:10.19044/esj.2021.v17n40p1](https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n40p1)

Submitted: 21 May 2021

Accepted: 12 October 2021

Published: 30 November 2021

Copyright 2021 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Kimpolo L., Ndzai F.S., & Koubouana F. (2021). *Richesse Floristique Et Stockage De Carbone De La Zone Agricole De La Forêt De Kissila Dans Le Mayombe Congolais*. European Scientific Journal, ESJ, 17(40), 1.

<https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n40p1>

Résumé

La gestion durable des forêts reste un problème majeur que doit faire face la communauté internationale et locale dans la lutte contre la déforestation et la dégradation des forêts. Ces forêts connaissent de nos jours une dégradation très accentuée principalement causée par les pratiques agricoles. Cette étude a pour objectif d'évaluer la richesse floristique et d'estimer le stock de carbone aérien afin de contribuer à une meilleure connaissance des ressources naturelles de cette forêt du Mayombe en général et celle du village Kissila en particulier. Cinq parcelles de 50 m de côté chacune ont été installées avec une superficie totale de 12.500 m² soit 1,25 ha. Tous les arbres de Diamètre à Hauteur de la Poitrine (DHP) ≥ 10 cm ont été inventoriés à 1,30 m du sol dans chaque parcelle. La richesse spécifique, le spectre écologique, les indices de diversité floristique, ainsi que les paramètres structuraux ont été étudiés. La biomasse aérienne a été calculée à partir de l'équation allométrique de Djomo et l'estimation du carbone par la biomasse aérienne $\times 0,47$. L'inventaire floristique a permis d'identifier 309 arbres répartis en 79 espèces, 63 genres et 32 familles. La famille des Annonaceae (11,39 %) est la plus représentée qualitativement et celle des Olacaceae quantitativement (11,65

%). Les indices de diversité de Shannon tendent vers 5, la densité à l'hectare et la surface terrière moyenne sont de 247 arbres et 10,71 m²/ha. La biomasse aérienne moyenne calculée est de 311,76tC/ha et le stock de carbone aérien moyen est de 89,5 tC/ha. Cette étude montre que la forêt de cette zone peut être classée comme une forêt secondaire fortement perturbée.

Mots clés: Biodiversité, Carbone, Dégradation, Forêt, Congo

Floral Wealth and Carbon Stock of the Agricultural Zone of the Kissila Forest in the Congolese Mayombe

Luc Kimpolo, Doctorant

Saint Fédriche Ndzai, Doctorant

Félix Koubouana, PhD

Maître de Conférences CAMES

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA),
Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF),
Université Marien N'gouabi, Brazzaville, Congo

Abstract

Sustainable forest management remains a major challenge for the international and local community in addressing deforestation and forest degradation. These forests are now experiencing a very marked degradation, mainly caused by agricultural practices. This study assessed the floristic richness and the stock of aerial carbon in order to contribute to a better knowledge of the natural resources of this forest. Five plots of 50m each have been installed with a total area of 12,500m² or 1,25ha. All trees of Diameter to Chest Height (DHP) \geq 10cm were surveyed at 1.30m from the soil in each plot. Species richness, ecological spectrum, floristic diversity indices, and structural parameters were studied. Above-ground biomass was calculated using Djomo's allometric equation and carbon estimation by above-ground biomass x 0.47. The floristic inventory helped to identify 309 trees that were inventoried, comprising 79 species, 63 genera, and 32 families. The family of Annonaceae (11.39 %) is the most qualitatively represented while that of Olacaceae (11.65%) is the most quantitatively represented. Diversity indices tend to be 5, while density per hectare and average basal area are 247 trees and 10.71 m²/ha. The average calculated aboveground biomass is 311.76tC/ha and the average carbon stock is 89.5tC/ha. This study shows that the forest in this area can be classified as a highly disturbed secondary forest.

Keywords: Biodiversity, Carbon, Degradation, Forest, Congo

Introduction

Évaluées à près de 268 millions d'hectares, les forêts du bassin du Congo constituent le deuxième plus grand massif de forêts tropicales denses et humides de la planète après l'Amazonie (Mayaux *et al.*, 1998). Ces forêts fournissent de nombreux services environnementaux dont l'un des plus importants et vitaux est le maintien de la vie en séquestrant le carbone atmosphérique (Nowak & De Crane, 2006). Elles subissent cependant, des pressions humaines non seulement pour les besoins agricoles mais aussi pour l'exploitation industrielle des bois d'œuvre. Les pressions anthropiques sur les ressources naturelles, peuvent conduire progressivement à l'appauvrissement et la disparition de la biodiversité pendant que les données précises sur la dynamique de la végétation, font souvent défaut (Tankoano *et al.*, 2016). Elles induisent la dégradation de l'environnement en termes d'émission de gaz à effet de serre, de l'amincissement de la couche d'ozone, de la dégradation des terres, de la rareté de l'eau et d'autres calamités, peuvent être considérées comme une menace pour le bien-être de la population (Alamgir Al-Amin, 2008).

Les forêts tropicales humides de la République du Congo regorgent une diversité floristique exceptionnelle. Cependant celle du village Kissila subit de nos jours, une dégradation et une déforestation remarquable du fait de sa situation le long de la route nationale numéro 1, reliant Pointe Noire et Brazzaville. En effet, la construction de la route Pointe-Noire–Brazzaville qui traverse le Mayombe, a entraîné l'arrivée massive des migrants. Les mouvements de la population des villes vers les villages, ont fortement augmenté le nombre d'actifs agricoles qui, et pourtant, dans un passé récent, n'étaient constitués que de la population locale. Les pratiques agricoles essentiellement dominées par l'itinérance des cultures sur brûlis et l'association des cultures, dégradent beaucoup la forêt (Tchatchou *et al.*, 2015). En dépit des études sur la dynamique de la reconstitution de la forêt de Mayombe (Moutsamboté, 1985 ; Cusset, 1989 ; Koubouana *et al.*, 2016), les informations scientifiques de base sur la structure et l'estimation de la biomasse aérienne et du carbone aérien demeurent encore fragmentaires. En dehors des travaux de Tsoumou *et al.* (2016) sur l'estimation de la quantité de Carbone séquestré par la Forêt Modèle de Dimonika, dans le Mayombe, aucune étude n'a été menée sur l'estimation du stock de carbone dans la forêt de Kissila, alors que, cette zone connaît de nos jours une déforestation et une dégradation très avancée dues aux activités anthropiques. Ces limites peuvent entraver l'élaboration des stratégies de préservation et d'utilisation durable, des plans d'aménagement et de gestion durable des écosystèmes forestiers (Bellefontaine *et al.*, 2000). L'exploitation artisanale du bois d'œuvre, l'agriculture itinérante sur brûlis et la coupe du bois de chauffe étant au cœur de cette déforestation, il est donc urgent de faire une caractérisation

floristique, structurale et l'estimation du stock de carbone de la forêt de Kissila.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la richesse floristique et le stock du carbone aérien afin de contribuer à une meilleure connaissance des ressources naturelles dans les zones de forêt du Mayombe non encore défrichées. Spécifiquement, il s'agit de :1)- déterminer la richesse floristique ; 2)- identifier les paramètres structuraux et 3)- estimer la biomasse et le stock de carbone aérien.

Matériel et méthodes

Présentation du site d'étude

Le village Kissila est situé en plein cœur de la forêt du Mayombe (District de Mvouti), Département du Kouilou (Figure 1). Ce département s'étend sur une superficie de 19.401 km² avec une couverture forestière de 8.620 km² particulièrement favorable au développement de l'agriculture d'autoconsommation.

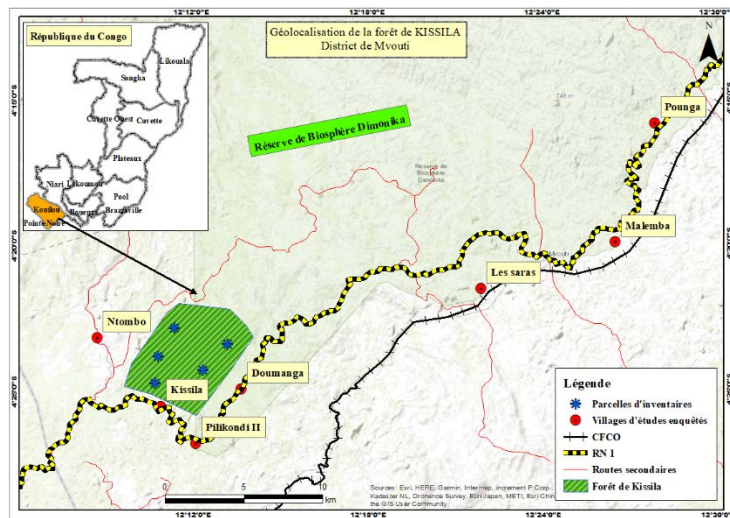


Figure 1. Carte de la présentation du village Kissila et des parcelles d'inventaire

Le climat du Mayombe est de type bas-congolais caractérisé par une pluviométrie moyenne de 1425 mm avec une saison sèche de 4 mois et des températures moyennes de 25,8°C (Figure 2).

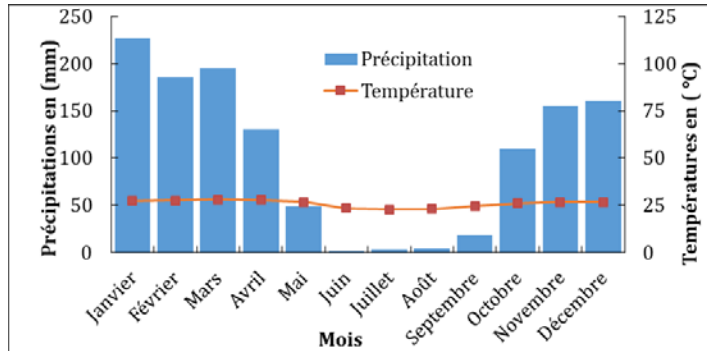


Figure 2. Diagramme ombrothermique (ANAC Pointe-Noire de 2019)

Selon Jamet et Rieffel (1976), les sols du village Kissila sont issus des roches schisteuses et sont généralement satisfaisantes du point de vue agricole. Le relief du Mayombe est représenté par une succession de montagnes, d'altitude maximale de 950 m séparé par un système de vallons d'importance variable (Nzila, 1996).

Le village Kissila concentre une population évaluée à 250 habitants pour 100 ménages. Il sied de relever que les trois quart des effectifs du village ne sont arrivés qu'à partir de 2008, attirés par la construction de la route nationale n°1 Pointe Noire-Brazzaville. C'est un village essentiellement agricole. On y cultive en forêt, prioritairement le manioc et la banane et accessoirement les patates, le maïs, les ananas et les légumes en plein champs. Le maraichage connaît un développement encore timide. Les étendues de forêt disparaissent progressivement au détriment des plantations puis des savanes.

Méthode de collecte des données

Installation des parcelles et collecte des données

Le choix des parcelles a été fait sur la base de la physionomie du paysage et du point de vue de leur situation géomorphologique. Pour un meilleur comptage des espèces floristiques, il a été installé à l'aide d'une boussole, des parcelles de 50 m de côté soit une surface de 2.500 m² par parcelle. Chaque parcelle a été subdivisée en quatre (4) placettes de 25 m x 25 m pour éviter les doubles comptages. Au total, cinq (5) parcelles ont été installées dans la zone d'étude avec une superficie totale de 12.500 m² soit 1,25 ha. Dans chaque parcelle tous les arbres de Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) ≥ 10 cm ont été inventoriés à 1,30 m du sol. Pour le cas des arbres à contreforts ou à racines échasses cette mesure a été effectuée à 30 cm au-dessus de ceux-ci.

Les arbres répertoriés ont été marqués par une petite entaille effectuée sur son tronc afin d'éviter les doubles comptages.

Méthodes de traitement de données

Le traitement des données a été fait à partir d'une base de données élaborée sur le tableur Excel. Toutes les espèces inventoriées (nom local et scientifique) par parcelle avec leurs diamètres ainsi que les familles ont été inscrites. Cette base de données a permis le calcul des paramètres nécessaires à la compréhension de la richesse floristique de la forêt de Kissila (richesse floristique, spectres biologiques, indice de valeur d'importance, indice de Shannon et d'équitabilité) et le calcul du stock de carbone.

Analyse floristique

L'analyse des données floristiques a été faite à partir des paramètres :

- Richesse floristique : Il s'agit du nombre d'espèces rencontrées dans une surface donnée (Pascal, 2003) ;
- Les spectres biologiques

Deux spectres de nature biologique ont été calculés pour déterminer le nombre des individus ou des espèces par famille: le spectre brut (Sb) et le spectre pondéré (Sp) :

$$Sb = \frac{\text{nombre d'espèces par famille}}{\text{nombre total d'espèces de la famille}} \times 100$$
$$Sp = \frac{\text{nombre d'individus par famille}}{\text{nombre total d'individus de la famille}} \times 100$$

Sb = Spectre brut ; Sp = Spectre pondéré.

- Indice de Valeur d'Importance (IVI) : L'IVI se détermine à partir de la densité relative, de la dominance relative et de la fréquence relative pour chaque espèce (Gillet et *al.*, 2003), Il se calcule à partir de la formule suivante :

$$IVI = FR + DR + DoR$$

Avec : FR= Fréquence Relative ; DR= Densité Relative et DoR= Dominance Relative

Selon Rakotomalaza et Mcknight. (2003), la Fréquence Relative (FR) détermine la nature floristique. Elle est calculée à partir de la formule :

$$FR = \frac{nef}{N} \times 100$$

La densité relative se détermine par la formule : $DR = \frac{nif}{N} \times 100$

Avec : nef= Nombre total d'individus d'une espèce ; nif= nombre d'individus de l'espèce considérée ; N= nombre total d'individus du relevé.

- Diversité floristique

Il a été retenu l'indice de Shannon, calculé à partir des données quantitatives pour tenir compte de l'uniformité et de la distribution des espèces au sein de l'habitat. Selon Rakotomalaza et Mcknight (2003), cet indice varie de 0 à 5 et peut dépasser la valeur de 5 quand la diversité floristique étudiée est forte. L'indice de diversité de Shannon (H') est faible lorsque les individus

rencontrés appartiennent tous à une même espèce ou bien quand chaque espèce est représentée par un seul individu (Modou et al., 2021) et forte quand les espèces sont réparties de façon équitable (Boudelal, 2014). L'indice de Shannon est déterminé par la formule ci-dessous.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Avec H' = indice de Shannon ; $p_i = n_i/N$: n_i = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon et N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon ;

S = nombre total d'espèces dans l'échantillon.

L'indice d'Équitabilité (E) varie entre 0 à 1. Plus cet indice tend vers un (1), plus la dispersion des éléments de la biodiversité est équitable, plus il tend vers zéro (0), plus il y a une dominance d'une espèce par rapport aux autres (Boudelal, 2014). Cet indice est calculé par la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

H'_{max} = logarithme du nombre total d'espèces (S), avec $H'_{max} = \log S$
Analyse structurale

- Densité du peuplement : Selon Tayo Gamo (2014), la densité (D) est le nombre d'arbres/hectare dans une parcelle. Elle se calcule par la formule suivante :

$$D = \frac{n}{S}$$

n = nombre total d'arbres dans la parcelle échantillonnée et S = superficie de la parcelle échantillonnée (ha).

- Surface terrière : La surface terrière d'un arbre est la surface de la section transversale prise par convention à 1,30 m au-dessus du sol (Rondeux, 1993). Elle est calculée par la relation suivante :

$$G = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\pi D_i^2}{4} \times \frac{d}{n} \right)$$

$\pi = 3,14$; D = Diamètre du ligneux i ; g = Surface terrière du ligneux i (m^2/ha) ; G = Surface terrière ; d = densité à l'hectare ; n = Effectif d'arbre dans la parcelle d'échantillonnage.

- **Distribution des classes de diamètre** : La distribution en classes de diamètre permet de répartir tous les individus dans les différentes classes de diamètre ; elle est souvent appelée "structure totale" (Pascal, 2003). Les individus sont rangés dans un système de

classe : la classe I [10-19,9cm[, classe II]20-29,9 cm[, classe III] 30-39,9[etc.

Estimation du stock de carbone

L'équation allométrique de Djomo *et al.* (2016) a été utilisée pour l'estimation de la biomasse aérienne :

$$AGB = \exp(-3.315 + 0.923 \ln(DHP) - 0.156 (\ln DHP)^2 + 0.871 \ln(DHP)^2 * H + 0.646 \ln(\rho))$$

La hauteur (H) des arbres a été estimée à partir de la formule suivante:

$$H = \exp(1.321 + 0.482 \ln(DHP) + 0.027 \ln(\rho))$$

Avec : AGB = Biomasse Aérienne ; ρ = Densité spécifique ; DHP = Diamètre à Hauteur de la Poitrine

Le facteur d'échelle a été utilisé, afin d'extrapoler cette biomasse à l'hectare. Il s'agit de 10.000 m² sur la superficie de la parcelle inventoriée (10.000 m²/2500 m²).

Le stock de carbone est obtenu à partir des recommandations des lignes directrices du (GIEC, 2006) en multipliant, la biomasse aérienne obtenue par la valeur par défaut qui est 0,47.

Résultats

Composition floristique et analyse des spectres biologiques

L'inventaire floristique réalisé dans les cinq (5) parcelles de la forêt de Kissila, a permis de dénombrer 309 individus de DHP ≥ 10 cm répartis en 79 espèces, 63 genres et 32 familles.

Les valeurs des spectres biologiques de notre zone d'étude varient de 0,32 % à 11,65% pour le spectre pondéré et de 1,28 % à 11,54% pour le spectre brut (Figure 3).

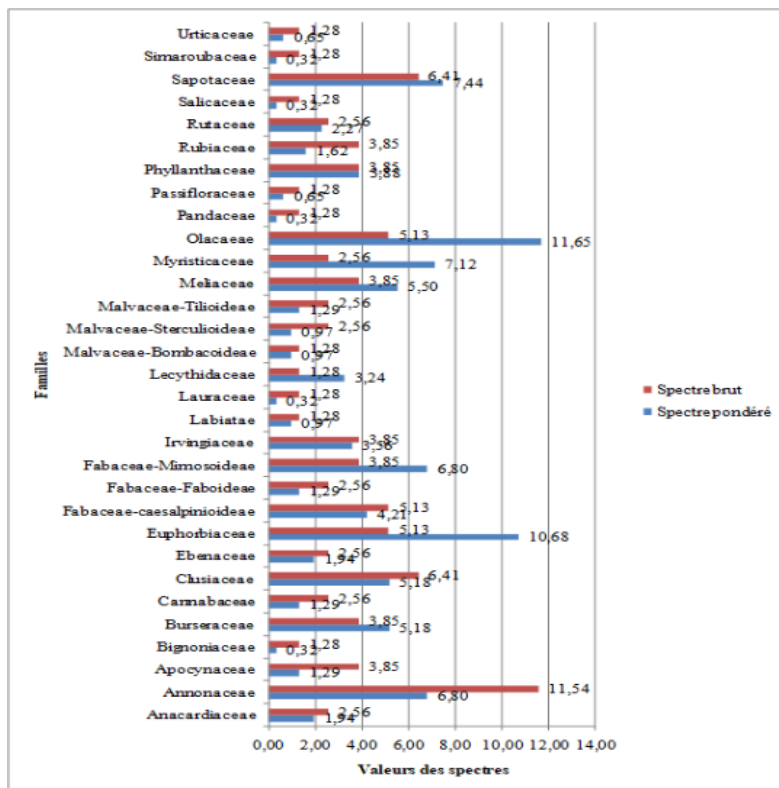


Figure 3. Valeurs des fréquences brute et pondérée par famille recensées

Du point de vue qualitatif (spectre brut), les familles des Annonaceae (11,54%), Clusiaceae (6,41%) et des Sapotaceae (6,41%) sont les plus abondantes. En revanche, sur le plan quantitatif (spectre pondéré) les Olacaceae (11,65%), les Euphorbiaceae (10,68%), les Sapotaceae (7,44%) et les Myristicaceae (7,12%) sont les familles les plus représentées. Les autres familles sont faiblement représentées.

Indice des valeurs d'importance des familles

Parmi les 32 familles inventoriées, 15 sont les mieux représentées. La dominance relative indique que la famille des Irvingiaceae est plus représentée avec 34,12%, suivie de la famille des Fabaceae-Mimosoideae avec 11,36 % (Tableau I). Par contre, la densité relative révèle que la famille des Olacaceae (11,65 %) est la plus représentée, suivie des Euphorbiaceae (10,68 %). Le Tableau I montre que la famille des Fabaceae-Mimosoideae (118,15) est la plus importante, suivie de la famille des Irvingiaceae (117,68). Par contre, les familles les moins importantes parmi les 15 premières sont celles des Anacardiaceae (84,35%) et les Cannabaceae (82,84%).

Tableau I. Valeurs de l'IVI des familles identifiées

| Famille | Dominance relative | Densité relative | Fréquence relative | IVI |
|---------------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------|
| Fabaceae-Mimosoideae | 11,36 | 6,80 | 100 | 118,15 |
| Irvingiaceae | 34,12 | 3,56 | 80 | 117,68 |
| Euphorbiaceae | 4,31 | 10,68 | 100 | 114,99 |
| Olaceae | 1,15 | 11,65 | 100 | 112,80 |
| Sapotaceae | 4,88 | 7,44 | 100 | 112,32 |
| Myristicaceae | 5,17 | 7,12 | 100 | 112,29 |
| Lecythidaceae | 8,68 | 3,24 | 100 | 111,92 |
| Burseraceae | 6,07 | 5,18 | 100 | 111,25 |
| Annonaceae | 3,24 | 6,80 | 100 | 110,04 |
| Clusiaceae | 2,78 | 5,18 | 100 | 107,96 |
| Phyllanthaceae | 3,28 | 3,88 | 100 | 107,16 |
| Fabaceae-Caesalpinioideae | 2,76 | 4,21 | 100 | 106,96 |
| Meliaceae | 0,90 | 5,50 | 100 | 106,40 |
| Anacardiaceae | 2,41 | 1,94 | 80 | 84,35 |
| Cannabaceae | 1,54 | 1,29 | 80 | 82,84 |

Indice des valeurs d'importance des espèces

Parmi les 79 espèces inventoriées, 15 sont les plus dominantes (Tableau II). L'analyse de ce tableau montre que la dominance relative, la densité relative, la fréquence relative et l'Indice des Valeurs d'Importance varient d'une espèce à une autre. Les valeurs de la dominance relative et de la densité relative les plus élevées sont obtenues au niveau de l'espèce *Klainedoxa gabonensis* Pierre ex Engl. avec 4,25 % et 33,11 % respectivement. Par contre, l'espèce *Petersianthus macrocarpus* (P.Beauv.) Liben présente la valeur de l'IVI la plus élevée 109,80 suivie de *Pentaclethra eetveldeana* De Will. & Th. dur. (104,62), *Plagiostyles africana* (Müll. Arg.) Prain (103,79), *Uapaca guineensis* (103,53), *Coelocaryon preusii* (102,09), *Chrysophyllum africana* (101,05), *Santiria trimera* (101,05), *Trichilia gillettii* (100,74) et *Strombosia grandifolia* (100,71).

Tableau II. Valeurs d'IVI des 15 espèces les plus représentatives

| Espèces | Dominance relative | Densité relative | Fréquence relative | IVI |
|---|--------------------|------------------|--------------------|--------|
| <i>Petersianthus macrocarpus</i> (P.Beauv.) Liben | 1,12 | 8,68 | 100 | 109,80 |
| <i>Pentaclethra eetveldeana</i> De Will. & Th. dur. | 0,53 | 4,09 | 100 | 104,62 |
| <i>Plagiostyles africana</i> (Müll. Arg.) Prain. | 0,43 | 3,36 | 100 | 103,79 |
| <i>Uapaca guineensis</i> Müll.Arg. | 0,40 | 3,13 | 100 | 103,53 |
| <i>Coelocaryon preusii</i> Warb. | 0,24 | 1,85 | 100 | 102,09 |
| <i>Chrysophyllum africanum</i> A. DC. | 0,12 | 0,93 | 100 | 101,05 |

| | | | | |
|---|------|-------|-----|--------|
| <i>Santira trimera</i> (Oliv.) Aubrév. | 0,12 | 0,93 | 100 | 101,05 |
| <i>Trichilia gillettii</i> De Wild. | 0,08 | 0,66 | 100 | 100,74 |
| <i>Strombosia grandifolia</i> Hook.f. ex Benth. | 0,08 | 0,63 | 100 | 100,71 |
| <i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl. | 4,25 | 33,11 | 60 | 97,36 |
| <i>Tridesmostemon omphalocarpoides</i> Engl. | 0,47 | 3,65 | 80 | 84,12 |
| <i>Staudtia Kamerunensis</i> Warb. Var <i>gabonensis</i> fouilloy | 0,43 | 3,32 | 80 | 83,75 |
| <i>Zantoxylum heitzii</i> (Aubrév. & Pellegr.) P.G.Waterman | 0,04 | 0,35 | 80 | 80,39 |
| <i>Polyalthia suaveolens</i> Engl. & Diels | 0,04 | 0,28 | 80 | 80,31 |
| <i>Strombosia pustulata</i> Oliv. Var. <i>pustulata</i> | 0,02 | 0,19 | 80 | 80,21 |

Diversité floristique

Les valeurs de l'indice de Shannon et de l'indice d'Équitabilité varient d'une parcelle à une autre. Elles sont de l'ordre de 4,14 à 5,05 pour l'indice de Shannon et de 0,70 à 0,90 pour l'indice d'Équitabilité de Pielou (Figure 4).

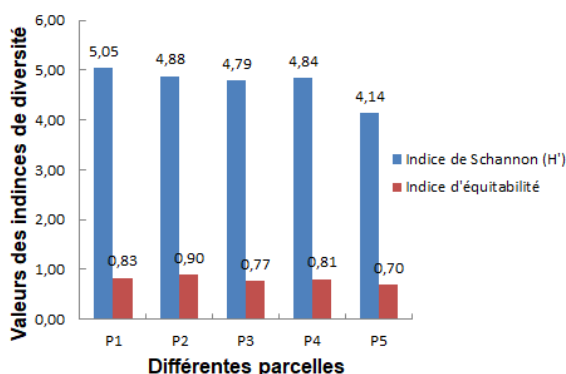


Figure 4. Indices de Shannon et d'équitabilité par parcelle

Les valeurs de l'indice de Shannon tendent vers 5 et celles de Pielou vers 1 dans toutes les parcelles échantillonnées, ce qui exprime une grande diversité floristique des forêts étudiées et une répartition équitable des individus.

Paramètres structuraux

Densité à l'hectare et la Surface terrière du peuplement

Le Tableau III présente les effectifs par parcelle, les valeurs de la densité à l'hectare et la surface terrière de toute l'étude. Il montre que la densité moyenne est de 247 arbres par hectare et 10,28 m²/ha de la surface terrière moyenne.

Tableau III. Valeurs de la densité à l'hectare et de la surface terrière

| Parcelle | Effectif | Densité à l'hectare | Surface terrière (G=m ² /ha) |
|----------|----------|---------------------|---|
|----------|----------|---------------------|---|

| | | | |
|----------------|----|------------|--------------|
| P1 | 67 | 268 | 11,24 |
| P2 | 43 | 172 | 4,84 |
| P3 | 74 | 296 | 14,80 |
| P4 | 64 | 256 | 9,81 |
| P5 | 61 | 244 | 10,71 |
| Moyenne | | 247 | 10,28 |

Répartition des individus dans les différentes classes de diamètre

Au total 10 classes de diamètre ont été identifiées pour cette étude. Ces classes de diamètre montrent une allure décroissante c'est-à-dire en forme de « L » (Figure 5).

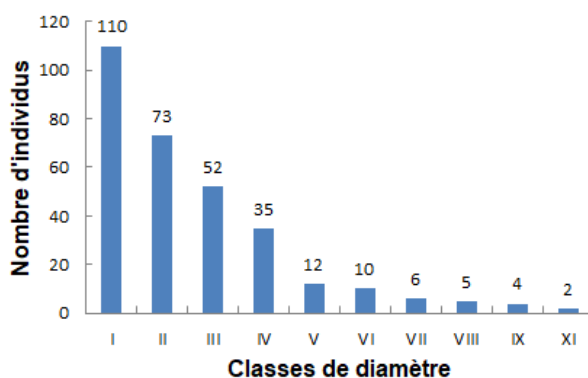


Figure 5. Répartition des individus par classe de diamètre

Il apparaît nettement que la majorité des individus sont pointés dans la classe I soit 110 arbres suivi de la classe II (73 arbres), la classe III (52). La classe XI avec 2 arbres est la plus faible en nombre d'individus. Dans l'ensemble, avec l'exploitation régulière du bois, cette forêt ne dispose plus de tiges de gros diamètre, comme, particulièrement dans la parcelle P2.

Biomasse aérienne

La biomasse aérienne (Figure 10) connaît de grande modification dans les différentes parcelles. Elle varie de 145,17 tC/ha à 448,70 tC/ha.

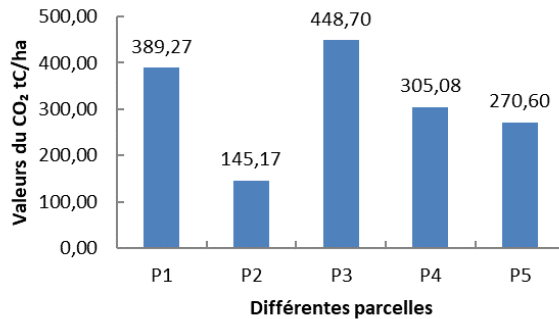


Figure 10. La biomasse aérienne par parcelle

Les valeurs de biomasse aérienne les plus élevées sont observées dans les parcelles 3 (448,70 tC/ha) et 1 (389,27 tC/ha), suivies des parcelles 4 et 5 où la biomasse aérienne est respectivement 305,08 tC/ha et 270,60 tC/ha. La plus faible valeur est notée dans la parcelle 2 (145,17 tC/ha).

Estimation du stock de carbone dans toute la zone d'étude

La Figure 11, présente le stock de carbone dans les différentes parcelles. Ce stock varie de 39,56 tC/ha à 122,26 tC/ha avec un stock moyen de 89,5 tC/ha.

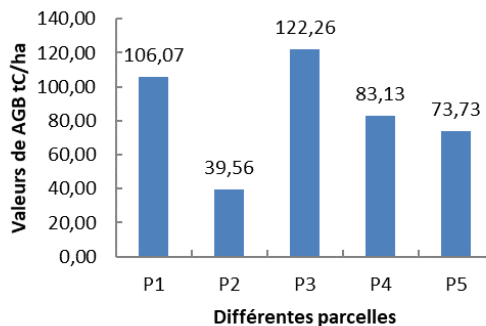


Figure 11. Stock de carbone par parcelle

Les valeurs du stock de carbone les plus élevées sont obtenues dans la parcelle 3 (122,26 tC/ha) suivies de la parcelle 1 (106,07 tC/ha). La plus faible valeur est obtenue dans la parcelle 2 (39,56 tC/ha).

Discussion

Composition floristique et spectres biologiques

Cette étude a montré que la forêt de Kissila est dominée en grande partie par les espèces appartenant à la famille des Olacaceae et Euphorbiaceae avec comme espèces principales : *Strombosia grandifolia* Hook.f. ex Benth., *Strombosia pustulata* Oliv. Var. *pustulata* pour la première et *Plagiostyles africana* (Müll. Arg.) Prain, pour la seconde. Cependant, au nord-est de cette

forêt, dans la Forêt Modèle de Dimonika , les familles les plus représentées sont celles des Moraceae, des Myristicaceae et des Fabaceae (Tsoumou et *al.*, 2016). Dans les forêts du nord Congo, les familles des Rubiaceae et Euphorbiaceae sont les plus représentées (Koubouana et *al.*, 2019). Amani et *al.* (2013) dans les forêts de terre ferme de l'Ile Kongolo en RDC ont fait également le constat sur une bonne représentation des familles : Fabaceae, Rubiaceae, Annonaceae et Malvaceae. Par contre, Hakizimana et *al.* (2011) rapportent pour les forêts de Kigwena et de Rumonge du Burundi, les familles les plus représentées sont les Rubiaceae, les Euphorbiaceae, les Fabaceae et les Asteraceae. La composition floristique de nos parcelles contient bien la plupart des familles recensées par les autres auteurs, ce qui confirme leur appartenance à la forêt du Mayombe.

Indice de valeur d'importance (IVI)

Les indices de valeurs d'importance calculés à partir des familles montrent que les familles les plus importantes sont celles des Fabaceae-Mimosoideae suivies des Irvingiaceae. Sur le plan spécifique c'est *Petersianthus macrocarpus* (P. Beauv.) Liben, qui a l'indice le plus élevée (109,80) suivi de *Pentaclethra eetveldeana* De Will. & Th. Dur. (104,62), *Plagiostyles africana* (Müll. Arg.) Prain. (103,79) et *Uapaca guineensis* Müll.Arg. (103,53). Cette dominance est due probablement à une forte présence des espèces d'arbres résiduels non concernés par l'exploitation forestière. Koubouana et *al.* (2019) notent que plus l'IVI d'une espèce est élevé plus son abondance-dominance est importante dans une zone donnée.

Analyse de la diversité

L'indice de diversité de Shannon et d'Equitabilité révèle une grande diversité floristique dans la forêt de Kissila. C'est-à-dire toutes les espèces ont pratiquement la même abondance car l'indice de Shannon oscille autour de 5 et celui de l'Equitabilité autour de 1. Nos résultats correspondent à ceux observés par Kengne et *al.* (2018) dans deux forêts du Cameroun où l'indice de Shannon varie entre 3,63 et 5,99 et celui d'Equitabilité entre 0,65 et 0,93. Plus ces indices de diversité sont élevés plus la répartition des espèces dans le milieu est équitable. Elles sont faibles si aucune espèce ne domine dans l'écosystème étudié (Boudelal, 2014).

Analyse structurale

L'inventaire floristique effectué dans la forêt de Kissila a montré que la densité des arbres varie de 172 tiges/ha à 296 tiges/ha soit en moyenne 247 tiges/ha. Ce chiffre est en deçà des valeurs calculées par Pascal (2003) qui indiquent que les densités varient beaucoup selon les forêts denses tropicales humides entre 450 et 750 arbres/ha (pour un diamètre minimal de 10 cm). Elles

sont aussi inférieures à celles obtenues par Koubouana et *al.* (2019) qui relèvent que la densité des arbres est en moyenne 420 tiges/ha en forêt primaire. Cette différence peut s'expliquer par la surexploitation de la forêt du Mayombe par les sociétés forestières ainsi que l'exploitation illégale du bois et l'agriculture itinérante sur brûlis. Ces facteurs contribuent fortement à une réduction de la ressource floristique.

Le caractère secondaire de la forêt du Mayombe est confirmé par les valeurs de la surface terrière plus faible. La valeur moyenne de la surface terrière est de 10,28 m²/ha, ce qui correspond à un peuplement plus jeune ou plus clair (Tsoumou, 2016).

La structure diamétrique de la forêt de Kissila est en forme de « L » présentant ainsi une bonne régénération de la forêt. Plusieurs auteurs (Amani et *al.*, 2013 ; Koubouana et *al.*, 2016) confirment cette allure.

La moyenne de stock de carbone calculée dans cette forêt est de 84,95 tC/ha avec une variation de 39,56 tC/ha à 122,26 tC/ha. Cette variation de stock de carbone est très en deçà du constat fait par Ifo et Binsangou (2019) qui relèvent que le stock de carbone dans la zone urbaine vers la forêt tropicale congolaise, varie de 162 tC/ha à 198,9 tC/ha. Cette différence pourrait s'expliquer par le niveau de dégradation de la forêt étudiée. Par contre dans la forêt modèle de Dimonika, Tsoumou et *al.* (2016) rapportent un niveau assez proche en stock de carbone à l'hectare (129 tC/ha). Dans l'ensemble, avec l'exploitation régulière du bois, cette forêt ne dispose plus des tiges de gros diamètre d'où le stock de carbone paraît très faible. En effet, Panzou Loubota et *al.* (2016) ont noté de façon générale, qu'il existe une forte variation spatiale de la biomasse et donc de stockage de carbone, au sein des forêts tropicales et notamment entre les trois bassins forestiers tropicaux avec des valeurs plus élevées en Afrique tropicale et en Asie. Ces variations s'expliqueraient par la fréquence plus élevée d'arbres de plus de 70 cm de diamètre dans les forêts paléotropicales (Afrique et Asie). Au sein du continent africain, il existe aussi d'importantes variations spatiales de biomasse. Lewis et *al.* (2013) indiquent des estimations de biomasse en Afrique Centrale nettement supérieures à celles d'Afrique de l'Ouest et de l'Est. Ces différences de biomasse s'expliqueraient par la présence élevée d'espèces hyperdominantes en Afrique Centrale, qui contribuent à plus de 50 % des stocks de biomasse (Bastin et *al.*, 2015). Enfin au niveau local plusieurs auteurs ont également montré des variations significatives de la biomasse entre les différents types de forêts tropicales africaines. Day et *al.* (2013) indiquent des variations de la biomasse aérienne entre les différents types de forêts denses humides d'Afrique Centrale et Kuyah et *al.* (2014) entre les types de forêts de Miombo d'Afrique de l'Est. Ces variations sont essentiellement expliquées par des différences structurales liées à des perturbations anthropiques et/ou des gradients édaphiques et altitudinaux. De même, au sein d'un même massif forestier, on note des

différences de production de la biomasse aérienne. C'est le cas de la forêt de Dimonika et de la forêt étudiée de Kissila appartenant au massif forestier du Mayombe avec des valeurs respectives de séquestration de carbone de 129 tC/ha et 84,95 tC/ha. Cette différence est due à l'intensité de la pression anthropique locale.

Conclusion Et Perspectives De Recherche

Cette étude a eu pour objectif de déterminer la richesse floristique et estimer la biomasse aérienne ainsi que la séquestration du carbone aérien dans la forêt de Kissila. L'inventaire floristique effectué dans les zones forestières relativement stables a permis de dénombrer 309 individus de DHP ≥ 10 cm répartis en 79 espèces, 32 familles et 63 genres. Les familles des Olacaceae et des Euphorbiaceae sont les plus représentées en termes de nombre d'arbres. Cependant, en termes de composition en espèces les Annonaceae, les Sapotaceae et les Myristicaceae sont les plus abondamment représentées. La composition floristique des parcelles contient bien la plupart des familles recensées par les autres auteurs, ce qui confirme leur appartenance à la forêt du Mayombe. La densité des arbres varie de 172 tiges/ha à 296 tiges/ha soit en moyenne 247 tiges/ha. La valeur moyenne de la surface terrière de 10,28 m²/ha et la moyenne du stock de carbone séquestré dans cette forêt est de 84,95 tC/ha. Ces résultats correspondent à ceux d'une forêt perturbée. Avec la forte pression de la population sur la forêt, cette richesse floristique risque de disparaître si des mesures pour sédentariser les populations sur leur site actuel ne sont pas prises. Il serait nécessaire de poursuivre ce travail en effectuant une étude diachronique de la séquestration de carbone pendant la dynamique de reconstitution de cette forêt afin de monter l'impact de la pression anthropique dans cette forêt. De plus, la forêt du Mayombe est installée sur une succession de montagnes basses dont l'altitude varie de 600 à 950 m qui s'étalent entre le littoral et la Vallée du Niari. Si les flancs Ouest (vers le littoral) et Est (vers la Vallée du Niari) sont peuplés majoritairement d'espèces différentes des Fabaceae, la composition floristique des flancs et vallées des différentes montagnes sont relativement connues. Les quelques travaux effectués notent la présence des Burseraceae, des Clusiaceae, des Irvingiaceae, des Olacaceae et des Myristicaceae. Une intensification d'inventaires floristiques permettrait de mieux connaître le Mayombe congolais.

Intérêt concurrent

Il n'existe aucun intérêt concurrent entre eux, déclarent les auteurs.

Contributions des auteurs

Luc KIMPOLO et Saint Fédriche NDZAI ont participé à la collecte des données sur le terrain, traitement des données. Félix KOUBOUANA a

assuré la supervision scientifique. Tous les auteurs ont participé à la rédaction du manuscrit.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit du chef de village de Kissila et des deux guides de terrain notamment : Messieurs Mabiala Sandra et Mavoungou.

References :

1. Alamgir, M. & Al-Amin, M. (2008). Allometric models to estimate biomass organic carbon stock in forest vegetation. *Journal of Forestry Research*, 19: 101 - 106.
2. Amani, A. C., Milenge, K. H., Lisingo, J. & Nshimba, H. (2013). Analyse et impacts du déterminisme édaphique sur l'organisation de la végétation dans les forêts de l'Ile Kongolo en RDC. *Geo-Eco-Trop.*, 2013, 37, 2 : 255-272.
3. Bastin, J.F. et al. (2014). Aboveground biomass mapping of African forest mosaics using canopy texture analysis: towards a regional approach. *Ecol. Appl.*, **24**(8), 1984-2001.
4. Boudelal, M. A. B. (2014). Relations structure des peuplements forestiers, biodiversité au niveau du Parc National de Tlemcen. Mémoire de Master. Université Abou Bekr Belbkaid, Algérie 120p
5. Cusset, G. (1989). La Flore et la végétation du Mayombe congolais Etat des connaissances. Revue des connaissances sur le Mayombe. *UNESCO*, Paris pp 103-136.
6. Day, M. et al. (2013). Relationships between tree species diversity and above-ground biomass in Central African rainforests: implications for REDD. *Environ. Conserv.*, **41**, 64-72.
7. Djomo, N. A., Nicolas, P., Fayolle, A., Henry, M., Ngomanda, A., Ploton, P., McLellan, J., Saborowski, J., Adamou, I. & Lejeune, P. (2016). Tree allometry for estimation of carbon stocks in African tropical forests. *Forestry An International Journal of Forest Research*, 1 - GIEC (2006). Les lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre. Chapitre 4 : Terres forestières, 93p.
8. Gillet, J. F., Augiron, K., Doucet, J. L., Dethier, M., Ntchandi-Otimbo, P. A. & Boubady, AG. (2003). Evolution des zones d'intérêt biologique et délimitation du secteur de conservation. Nature plus, IRET, 45 p.
9. Hakizimana, P., Bangirinama, F., Masharabu, T., Habonimana, B., De Cannière & Bogaert, C. J. (2011). Caractérisation de la végétation de la forêt dense de Kigwena et de la forêt claire de Rumonge au Burundi. *Bois et Forêts des Tropiques*, 2012, N° 312. PP. 41-50

10. Ifo, S. A. & Binsangou, S. (2019). Variabilité spatiale du stock de carbone de la biomasse aérienne de la zone urbaine vers la forêt tropicale dense dans cinq localités de la république du Congo. *HAL Id: hal-02189395* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02189395>
Submitted on 19 Jul (2019).
11. Jamet, R. & Rieffel, J. M. (1976). Carte pédologique du Congo à 1/200.000. Feuille Pointe-Noire. Feuille Dolisie. ORSTOM. 177p.
12. Kengne, O.C., Zapfack, L., Garcia, C., Noiha Noumi, V. & Nkongmeneck, B.A. (2018). Diversité floristique et structurale de deux forêts Communautaires Sous Exploitation Au Cameroun: Cas
13. Koubouana, F., Ifo, S. A., Moutsamboté, J.M., & Mondzali-Lenguiya, R. (2016). Floristic Diversity of Forests of the Northwest Republic of the Congo. *Open Journal of Forestry* 06 (05): PP : 386-403.
14. Koubouana, F., Ifo, S. A., Ndzai, S. F., Stoffenne, B., & Mondzali-Lénguya, R. (2019). Étude comparative d'une forêt primaire et d'une forêt dégradée au Nord de la République du Congo par référence à la structure des forêts tropicales humides. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, Volume 11. PP. 11-25.
15. Kuyah, S. et al. (2014). Estimating aboveground tree biomass in three different miombo woodlands and associated land use systems in Malawi. *Biomass Bioenergy*, **66**, 214-222.
16. Lewis, S.L. et al. (2013). Aboveground biomass and structure of 260 African tropical forests. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B*, **368**(1625), 20120295.
17. Mayaux, P., Achard, F. & Malingreau, J. P. (1998). Global tropical forest area measurements derived from coarse resolution satellite imagery: a comparison with other approaches. *Environmental Conservation*, **25**, 37-52.
18. Modou, S., Ndiaye, M., Thiam, A. & Mane, F. (2021). Étude comparative des peuplements ichthyologiques de l'Aire Marine Protégée de Joal-Fadiouth et des pêcheries des zones du pourtour non protégées à l'exploitation halieutique. *European Scientific Journal*, ESJ, Vol. 17, N° 17 : 133-161.
19. Moutsamboté, JM. (1985). Dynamique de la reconstituions de forêt Yombé (Dimonoka, R.P. Congo. Thèse pour obtenir le grade de Doctorat de Spécialité. Université de Bordeaux III, Paris Pp 48-109
20. Nowak, D. J. & De Crane, S. J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United. *Urban forestry & urban greening* 4 (3-4), 115-123
21. Nzila, J. D. (1996). Principales caractéristiques des sols des reboisements dans la région de Pointe-Noire. UR2PI. 15p.

22. *Pascal, J. P.* (2003). Notions sur les structures et dynamique des forêts tropicales humides. CNRS BP 316 F-97379 KOUROU CEDEX. : PP.118-130.
23. *Panzou Loubota, G. P., Doucet, J-L, Louméto, J-J, Biwolé, A., Bauwens, S. & Fayolle, A.* (2016). Biomasse et stocks de carbone des forêts tropicales africaines (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* ; 1370-6233 1780-4507
24. nts. Presses agronomiques de Gembloux, 521p.
25. *Tankoano, B., Hien, M., Dibi, N. H., Sanon, Z., Akpa, Y. L., Jofack Sokeng, V.C. & Somda, I.* (2016). Cartographie de la dynamique du couvert végétal du Parc National des Deux Balé à l'ouest du Burkina Faso. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 16, 4, pp. 837-846.
26. *Tayo Gamo, K. Y.* (2014). Dynamique de la biodiversité ligneuse et des stocks de carbone dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyer au centre Cameroun : Cas de Ngomedzap. Mémoire de Master, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun, 106 p.
27. *Tchatchou, B., Sonwa, D. J., Ifo, S. A. & Tiani, A. M.* (2015). Déforestation et dégradation des forêts dans le Bassin du Congo : État des lieux, causes actuelles et perspectives. Papier occasionnel 120. Bogor, Indonésie : CIFOR. 47p.
28. *Tsoumou, B. R., Lumandé, K. J., Kampé, J. P. & Nhziila, J. D.* (2016). Estimation de la quantité de Carbone séquestré par la Forêt Modèle de Dimonika (Sud-Ouest de la République du Congo). *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 6: 39-45.