



Etudes ethnobotanique et dendrométrique et potentiel de séquestration du CO₂ de *Entandrophragma cylindricum* et *Khaya grandifoliola* (Meliaceae) dans une réserve communautaire en République Démocratique du Congo

[Ethnobotanical and dendrometric studies and CO₂ sequestration potential of *Entandrophragma cylindricum* and *Khaya grandifoliola* (Meliaceae) in a community based reserve in the Democratic Republic of the Congo]

K.N. Ngbolua^{1*}, L.K. Gbanzo¹, D.E. Ebuta², F. Koffi Bin Boteko², C.A. Masengo³, G.K. Gerengbo⁴, D.B. Mbembe⁴, D.D. Tshilanda⁵, D.S.T. Tshibangu⁵, Y.B. Da-Musa Masens¹, P.T. Mpiana⁵

¹Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, Kinshasa, République Démocratique du Congo

²Direction des inventaires et aménagements forestiers, Ministère de l'Environnement et Développement durable, Kinshasa, République Démocratique du Congo

³Département de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Gbado-Lite, Gbado-Lite, République Démocratique du Congo

⁴Conseil Scientifique National, Ministère de la Recherche Scientifique et Innovation Technologique, Kinshasa, République Démocratique du Congo

⁵Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Résumé

La présente étude avait pour objectif d'évaluer les connaissances et usages socioculturels ainsi que le tarif de cubage et le potentiel de séquestration de dioxyde de carbone de deux essences forestières (*Entandrophragma cylindricum* et *Khaya grandifoliola*) dans la réserve communautaire de Binga. L'enquête ethnobotanique a été réalisée selon la technique d'échantillonnage stratifié probabiliste. La taille de l'échantillon a été fixée à partir de la relation de Dagnelie. Les mesures dendrométriques ont été effectuées dans un dispositif de 12 ha subdivisé en placettes de 50 m x 50 m, où tous les arbres de dhp supérieur ou égal à 10 cm ont été recensés. Il ressort de cette étude que les deux plantes sont utilisées en médecine traditionnelle pour soigner 14 maladies. *K. grandifoliola* est la plante la plus citée (76,51%) que *E. cylindricum* (23,49%) ; Les deux maladies les plus citées sont les douleurs généralisée (29 citations) et le paludisme (29 citations) avec un coefficient de similitude de Jaccard égal à 57%) ; *K. grandifoliola* soigne plus le paludisme tandis que *E. cylindricum* est plus utilisé dans la prise en charge des douleurs généralisées. Pour les deux plantes, l'écorce est l'organe le plus utilisé (99,3%) tandis que la décoction est le mode de préparation de recettes le plus cité (95,3%). Le tarif de cubage de *E. cylindricum* obéit aux modèles mathématiques de régression polynomiale ($y = -0,0002x^2 + 0,2935x - 16,392$) et Puissance ($y = 0,0038x^{1,6976}$) tandis que celui de *K. grandifoliola* n'obéit qu' à la régression polynomiale ($y = 0,0012x^2 - 0,0216x + 0,5592$). *E. cylindricum* séquestre plus de CO₂ (77,10 tonnes/ha) que *K. grandifoliola* (33,83 tonnes/ha). Il est donc souhaitable que les résultats obtenus puissent inciter les acteurs locaux (population riveraine) et les institutions en charge de l'administration forestière à œuvrer pour l'établissement des normes capables de garantir une gestion rationnelle et un aménagement durable de ces essences forestières à travers un protocole bio-culturel communautaire.

Mots clés: Médecine traditionnelle, foresterie communautaire, biodiversité, puits carbone, allométrie

*Auteur correspondant: Ngbolua Koto-Te-Nyiwa Jean-Paul (jpngbolua@unikin.ac.cd). Tél. : (+243) 81 68 79 527

Reçu le 10/09/2022; Révisé le 25/10/2022 ; Accepté le 15/11/2022

Copyright: ©2022 Ngbolua. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Abstract

The objective of this study was to assess the socio-cultural knowledge and uses as well as the cubing rate and carbon dioxide sequestration potential of two forest species (*Entandrophragma cylindricum* and *Khaya grandifoliola*) in the Binga Community Reserve. The ethnobotanical survey was conducted using a stratified probability sampling technique. The sample size was determined using the Dagnelie relationship. The dendrometric measurements were carried out in a 12 ha area subdivided into 50 m x 50 m plots, where all trees with a dhp of 10 cm or more were counted. The study showed that both plants are used in traditional medicine to treat 14 diseases. *K. grandifoliola* is the most cited plant (76.51%) than *E. cylindricum* (23.49%); the two most cited diseases are generalized pain (29 citations) and malaria (29 citations) with a Jaccard's coefficient of similarity equal to 57%; *K. grandifoliola* treats more malaria while *E. cylindricum* is more used in the treatment of generalized pain. For both plants, bark is the most used organ (99.3%) while decoction is the most cited method of recipe preparation (95.3%). The cubing rate of *E. cylindricum* obeys the mathematical models of polynomial regression ($y = -0.0002x^2 + 0.2935x - 16.392$) and Power ($y = 0.0038x^{1.6976}$) while that of *K. grandifoliola* obeys only the polynomial regression ($y = 0.0012x^2 - 0.0216x + 0.5592$). *E. cylindricum* sequesters more CO₂ (77.10 tonnes/ha) than *K. grandifoliola* (33.83 tonnes/ha). It is therefore desirable that the results obtained should encourage local stakeholders (local population) and institutions in charge of forestry administration to work towards establishing standards capable of guaranteeing rational management and sustainable development of these forest species through a community bio-cultural protocol.

Keywords: Traditional medicine, community forestry, biodiversity, carbon sink, allometry

1. Introduction

A l'échelle planétaire, les écosystèmes forestiers jouent un rôle essentiel grâce aux nombreux services éco-systémiques qu'ils procurent tels que la production de bois et des produits forestiers non ligneux, la conservation de la biodiversité, le stockage de carbone, l'atténuation des effets des changements climatiques, la protection des eaux et des sols et les services culturels (FAO, 2010a). Malheureusement de nos jours, ces écosystèmes forestiers font l'objet de dégradation importante. Cette dégradation représente une des plus importantes causes de réduction de la biodiversité dans le monde (FAO, 1997). Selon Wri (2012), 80% de la couverture forestière mondiale originelle ont été abattues ou dégradées, essentiellement au cours des 30 dernières années.

Les forêts d'Afrique centrale, couvrent près de 236 millions d'hectares, cependant, elles régressent à raison de 0,23% de superficie par an (FAO, 2010b). Cette déforestation s'explique essentiellement par la surexploitation ou l'exploitation illégale du bois, la conversion des forêts en terres agricoles et l'extraction minière (GIEC, 2000 ; FAO, 2009). Ces forêts renferment pourtant une importante diversité tant animale que végétale (Sosef et al., 2017). L'homme utilise ces vastes ressources tant pour des usages alimentaire, médicaux que commerciaux (De Wasseige et al., 2012).

La République Démocratique du Congo (RDC) est un pays forestier. Sa couverture forestière

s'étend sur environ à 145 millions d'hectares soit 62 % du territoire national (Kahambu, 2015) et près de la moitié des forêts denses humides d'Afrique. Au sein de ces dernières l'on enregistre également un bon nombre d'espèces forestières exploitables caractéristiques des forêts tropicales en général et/ou des forêts du bassin du Congo en particulier. Ces ressources végétales rendent d'énormes service à la population comme médicaments, ou comme biens économiques. Elles peuvent également rendre d'énormes services écosystémiques en tant régulateurs de climat par leurs capacités photosynthétiques. Cependant certains taxons comme *Entandrophragma cylindricum* (Sapeli), et *Khaya grandifoliola* (Acajou d'Afrique), sont classées par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), comme espèces vulnérables en raison de la perte et de la dégradation de leurs milieux sous l'effet de la déforestation et de l'exploitation sélective (Kouya, 2018). En dehors de leur valeur économique bien établie, l'on ne dispose pas de données sur les connaissances traditionnelles associées à ces essences. L'objectif générale de la présente étude à mener une étude ethnobotanique et dendrométrique et à évaluation du potentiel de séquestration du CO₂ par les deux essences.

Cette étude a comme objectifs spécifiques d'évaluer la valeur ethnométriciale de ces deux essences forestières et leurs indices de vulnérabilité ; de déterminer leurs caractéristiques dendrométriques (diamètre, volume, surface terrière, biomasse aérienne) et évaluer la quantité de carbone séquestré par ces deux taxons végétaux ; de construire les tarifs de cubage à une entrée pour les deux essences dans la forêt de Binga et d'évaluer la fréquence de reconstitution de ces essences dans leur habitat naturel. L'intérêt de cette étude est évident car dans le cadre de la foresterie communautaire, il va permettre à la population de changer le paradigme dans sa façon de gérer la biodiversité végétale. En effet la gestion de l'arbre doit tenir compte de sa valeur médicinale, économique et environnementale. Ainsi, cette étude permettra de règlementer l'accès aux ressources biologique et aux connaissances traditionnelles associées à travers un protocole bioculturel communautaire.

2. Matériels et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Située sur la rive gauche de la rivière Mongala, la localité de Binga est à 140 km à l'ouest du chef-lieu provincial Lisala. Les coordonnées géographiques moyennes sont 2° 22'32" latitude Nord et 20° 30'41" longitude Est, à environ 425 m d'altitude au-dessus de la mer. La figure 1 donne la cartographie du milieu d'étude.



Figure 1. Cartographie du territoire de Lisala reprenant la Zone d'étude

Le régime climatique est caractérisé par deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. La grande saison sèche qui va du 21 décembre au 15 mars est suivie par la petite saison de pluie qui va du 15 mars au 21 juin. La petite saison sèche va du 21 juin à la fin de juillet et enfin, la grande saison de pluie commence fin juillet pour se terminer aux

alentours du 21 décembre. Le climat est de type Am selon la classification de Koppen, climat de transition entre Af et Aw, (Guma, 2021). De manière générale la température moyenne est supérieure à 25°C et l'humidité relative moyenne mensuelle est estimée à plus de 80%. Les sols de la forêt de la localité de Binga, comme la plupart des sols dans des forêts tropicales, sont extrêmement variés, les plus dominants sont sablonneux, sablo-argileux et latéritiques. Le taux d'argile varie entre 14 et 40% et celui des matières organiques dépasse rarement 2% et le pH oscille généralement entre 4 et 6 (Guma, 2021).

2.2. Milieu d'étude

Dans cette étude le matériel végétal est constitué de *Khaya grandifoliola* et *Entandrophragma cylindricum*. Ces deux taxons végétaux ont été sélectionnés sur base de leurs valeurs économique et médicinale dans le milieu. Une pré-enquête (50 personnes) a été effectuée du 10 au 20 janvier 2021 et une enquête définitive a eu lieu du 25 janvier au 20 février 2021. A l'issue de cette pré-enquête, environ 89,11% des personnes enquêtées disposent d'une connaissance ethnobotanique sur les deux plantes sélectionnées. Ainsi, en fixant la marge d'erreur à 5%, la taille de l'échantillon calculée selon la relation de Dagnelie (Masengo et al., 2021a, b) a donné 149 personnes. La relation de Dagnelie est donnée par la formule ci-dessous :

$$n = \frac{p(1-p)z^2}{\epsilon^2}$$

Où z est la variable aléatoire normale (égale à 1,96 au seuil de probabilité 5%) ; ϵ est la marge d'erreur autorisée (5%) et p est la proportion des personnes disposant d'une connaissance ethnobotanique sur *K. grandifoliola* et *E. cylindricum* (ici 89,11% selon les résultats de la pré-enquête). L'enquête ethnobotanique a été réalisée selon les principes repris dans la déclaration d'Helsinki (consentement libre des enquêtés, etc.). La méthode d'échantillonnage stratifié probabiliste (sondage aléatoire stratifié proportionnel) a été utilisée. Elle consiste à diviser la zone d'étude (Secteur de Ngombe Mombangi) en différentes strates, représentées ici par les trois groupements (Mbengia, Diobo, et Bokutu) et à y associer le même nombre d'enquêtés. Pour cette étude, 149

personnes ont été interrogés suivant les proportions de 50, 50, et 49 personnes par groupement) (Masengo et al., 2021a).

La fiche d'enquête utilisée dans cette étude comprend trois parties, les données sociodémographiques des enquêtés (Age, sexe, niveau d'études, situation familiale, profession et le groupe ethnique), les données ethnobotanique (partie utilisée, maladie soignées et mode de préparation de recettes) et la perception de la population sur la fréquence de ces plantes dans le milieu (Ngbolua, 2020 ; Masengo et al., 2021a, b).

L'encodage des fiches a été réalisé grâce au logiciel Excel 2010, tandis que l'analyse statistique de données a été faite grâce au logiciel IBM SPSS version 2020. Le test Khi deux a été utilisé pour mesurer la liaison entre les paramètres sociodémographiques et les réponses des enquêtés (données ethnobotaniques). L'indice ou le coefficient de la similitude de Jaccard a été calculé à partir de la relation :

$$CSJ = \left(\frac{c}{A+B-C} \right) * 100$$

Où CSJ est le coefficient de similitude de Jaccard ; A est le nombre total de maladies soignées par la plante A ; B est le nombre total de maladies soignées par la plante et C, nombre de maladies communes aux deux plantes.

2.3. Etudes dendrométriques

La présente étude a été réalisée dans deux formations végétales notamment la forêt dense et les agrosystèmes (champs et jachères). Leur choix se justifie par la présence des individus appartenant aux deux espèces sélectionnées, préalablement identifiées après une phase exploratoire. L'inventaire des individus de ces essences s'est effectué à partir de l'installation des placeaux dans les formations végétales abritant l'espèce. La superficie des placeaux installés était de 10.000 m² (1 ha). Chaque hectare a été subdivisé en quatre placeaux de 50 m x 50 m dans les forêts denses et agrosystèmes (champs et jachères) avec des longueurs et largeurs variables. Ce système d'inventaire s'applique au modèle utilisée par Dossa et al. (2019) et Natta (2011).

Au total 12 placeaux ont été installés dans l'ensemble des différentes forêts retenues pour la présente étude dont 04 placeaux dans les forêts agrosystèmes, et 08 placeaux dans les forêts denses. Les données dendrométriques collectées au sein de chaque placette sont le diamètre à 1,30 m du sol de tous les arbres de *E. cylindricum* et *K. grandifoliola* dont le diamètre à hauteur de poitrine est supérieur ou égal à 10 cm, la hauteur fût, la hauteur totale ainsi que les coordonnées géographiques de chaque pied d'arbre.

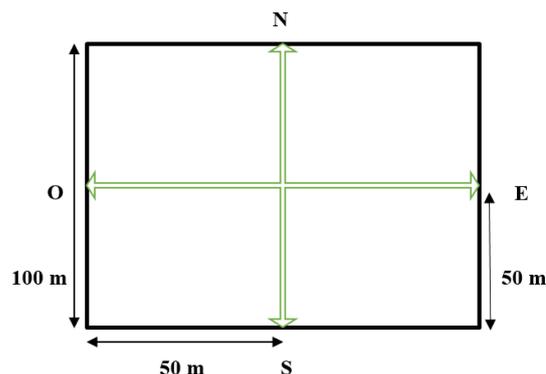


Figure 2. Dispositif d'inventaire installé dans le site d'étude

2.4. Analyse des données dendrométriques

2.4.1. Distribution des données diamétriques

La distribution diamétrique donne le nombre de pieds par classe de diamètre. La forme de la distribution diamétrique indique si le nombre de pieds augmente ou diminue en fonction de l'accroissement des classes. Les courbes de pieds constituent des indicateurs importants pour diagnostiquer la reconstitution, le maintien ou le déclin de la population de l'espèce considérée. Elles représentent en outre les structures des populations de ces essences à l'égard de leur tempérament. Dans cette étude, les individus ont été répartis en cinq classes de diamètre (classe 1 = 70-79 ; classe 2 = 80-89 ; classe 3 = 90-99 ; classe 4 = 100+ ; classe 5 = 100+ et classe 5 = 200+). Ce diamètre correspond à la circonférence divisée par π (3,14).

2.4.2. Calcul des paramètres diamétriques dendrométriques

Les formules suivantes ont été utilisées pour le calcul des paramètres dendrométriques.

- o La densité de peuplement (N, en pieds/ha). Elle permet d'estimer le nombre moyen d'arbres de diamètre à 1,3 m ($d_{1,3\text{ m}}$) supérieur ou égale à 10 cm par hectare. Elle est donnée par la formule :

$$N = \frac{n}{s}$$

n étant le nombre total d'arbres par placette et s, la surface de la placette (s = 1 ha).

- Le diamètre moyen (D en cm) : c'est la moyenne des diamètres mesurés pour tous les pieds ou pour les pieds d'une classe de diamètre donnée ; il permet de mesurer la croissance des arbres (de diamètre = 10 cm) et déterminer à long terme leurs surfaces terrières, leurs volumes et leurs biomasses :

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2}$$

où n est le nombre d'arbres de $d_{1,3\text{ m}}$ supérieur à 10 cm à l'intérieur de la placette et d, le diamètre de l'arbre i (en cm).

- La surface terrière G, (m^2/ha) est la somme de la section transversale à 1,3 m de tous les arbres de $d_{1,3\text{ m}} \geq 10$ cm à l'intérieur de la placette :

$$G = \frac{\pi}{4s} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

n étant le nombre total d'arbres de $\text{dbh} \geq 10$ cm dans la placette, d_i : diamètre de l'arbre i (cm),
s : surface de la placette en ha.

- Estimation du volume net de chaque tige par l'équation $V = a * (\text{DHP})^b$ élaboré par la DIAF. où V est le volume en m^3 , a et b sont des coefficients déterminés par la DIAF pour chaque essence, dans les conditions de la province du grand Equateur : *E. cylindricum* (a=0,000515220 ; b=2,136915750) et *K. grandifoliola* (a=0,000650130 ; b=2,097873610).

2.4.3. Construction de tarif de cubage

La relation entre le volume et le dhp d'un arbre peut être mise en évidence par une régression linéaire ou non linéaire. Dans cette étude cinq équations de régression ont été déterminées en vue de retenir celle qui présente les bonnes caractéristiques. Selon Thibaut et al. (1998), les paramètres statistiques tels que le coefficient de détermination (R^2), l'écart-type résiduel (ECTR) et le coefficient de variation résiduelle (CVR) permettent d'apprécier la qualité de l'ajustement des équations testées. Njoukam (1995) montre aussi que pour retenir un modèle d'équation de régression qui fera l'objet du tarif de cubage, il faut choisir l'équation ou le modèle qui présente un coefficient de détermination (R^2) élevé et un coefficient de variation résiduel (CVR) faible.

L'ECTR et CVR ont été obtenus à partir de l'équation de Malongola (2010) selon les formules suivantes :

- L'écart-type résiduel (ECTR)

$$\text{ECTR} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (V_c - V_{\text{obs}})^2}$$

Avec V_c : volume calculé, V_{obs} : Volume observé (estimé) à partir de l'équation de régression, et n : l'échantillon

- Le coefficient de variation résiduel (CVR)

$$\text{CVR} = \frac{\text{ECTR}}{V_c}$$

Où CVR = coefficient de variation résiduel, ECTR = écart-type résiduel, V_c = moyenne des volumes calculés,

2.4.4. Indice de régénération (Ir)

La régénération de ces essences a été calculée par la formule utilisée par (Lomba et al., 2017).

$$I_r = \frac{(N_o(1-\Delta)(1-\alpha)^T)}{N_p} \times 100 \text{ sachant que } T = \frac{\text{DME} - \text{Dbi}}{\text{AAM}}$$

où I_r = Indice de régénération de l'essence (en pourcentage) ; N_o = Effectif cumulé de classes de diamètre en dessous de DME qui aura dépassé après rotation ; Δ = Taux de mortalité (fixé à 0,1) ; α = Taux de dégâts causés à l'essence (fixé à 0,01) ; T = temps de rotation ; N_p = Effectif cumulé des individus de dhp supérieur ou égal à DME ; Dbi = diamètre de la borne inférieure ; et AAM = Accroissement annuel moyen de l'essence (en cm).

2.5. Estimation de la biomasse aérienne et du carbone séquestré

L'estimation de mesure de biomasse aérienne a été faite à l'aide d'un seul paramètre dendrométrique qui est le diamètre à la hauteur de poitrine (dhp) tel que proposé par (Fayolle et al., 2013). Ainsi la formule suivante donne le modèle mathématique pour calculer la biomasse aérienne des arbres.

$\text{AGB} = \exp(-2,331 + 2,596 \times \ln(D))$. Domaine de validité : 5,3-192,5 cm.

Où : AGB = biomasse épicée ou aérienne (Above-Ground Biomass, en tonnes ou kg) ; D : diamètre de l'arbre en centimètre (cm) mesuré à 1,30 m.

Le stock de carbone correspondant est calculé sur base de l'équation : $C = \text{AGB} \times k$; avec $k = 0,47$ (Masens Da-Musa et al., 2021) ; Où AGB = biomasse aérienne, C = Carbone et k = facteur de conversion de la fraction carbonée dans la biomasse vivante. Pour obtenir l'équivalent CO_2 nous avons multiplié la valeur du stock de carbone calculé par le coefficient 3,667. Notons que 3,667 est le rapport PM (poids moléculaire) du dioxyde de carbone (44) sur celui de carbone (12) et représente donc le facteur de conversion de carbone en équivalent CO_2 .

2.5. Considérations éthiques

Le protocole de recherche de cette étude a été approuvé par le Comité d'éthique du département des Sciences de la Vie de l'Université de Kinshasa. L'étude a respecté les principes de la déclaration d'Helsinki (consentement libre des enquêtés, etc.). Toutes les règles de confidentialité et d'éthique ainsi que les règles d'accès et partage des avantages (APA) liés à l'utilisation des ressources phylogénétiques en vigueur en République démocratique du Congo ont été respectées dans cette étude. Les enquêtés ont été informés que la participation à l'enquête est volontaire et n'est pas soumise à une contrainte quelconque. Ils ont été informés que les résultats de cette étude leur seront retournés sous forme d'articles en accès libre en vue de la vulgarisation des résultats par les leaders locaux.

3. Résultats et discussion

3.1. Enquête ethnobotanique

Le tableau 1 donne les résultats des paramètres sociodémographiques des enquêtés.

Tableau 1. Paramètres sociodémographiques des enquêtés

Paramètre sociodémographique	Effectif	Pourcentage
[1]. Age		
> 50ans	46	30,9
18-35ans	15	10,1
36-50ans	88	59,1
Total	149	100,0
[2]. Sexe		
Féminin	25	16,8
Masculin	124	83,2
Total	149	100,0
[3]. Niveau d'études		
Analphabète	5	3,4
Primaire	39	26,2
Secondaire	94	63,1
Universitaire	11	7,4
Total	149	100,0
[4]. Situation familiale		
Célibataire	5	3,4
Marié	144	96,6
Total	149	100,0
[5]. Profession		
Abatteur	5	3,4
Agriculteur	96	44,9
Autres	8	5,4
Couturier	7	4,7
Débrouillard	10	6,7
Enseignant	16	10,7
Infirmier	4	2,7
Menuisier	3	2,0
Total	149	100,0

Il ressort de cette étude que la majorité des enquêtés appartenait à l'intervalle d'âge de 36-50 ans (59,1%) ; le sexe masculin a prédominé (83,2% vs 16,8%).

La majorité des personnes interviewées ont un niveau d'études secondaires (63,1%) ; les mariés (96,6%) et agriculteurs (44,9%). En effet, Issa et al. (2017), ont montré dans leurs études réalisées sur la valeur ethnobotanique de l'espèce *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss (Meliaceae) auprès des populations riveraines de la chaîne de l'Atacora au Togo que, sur 200 personnes enquêtées appartenant à 5 ethnies ; la majorité des répondants ont un âge compris entre 25 et 50 ans (66,0 %) et ceux du sexe masculin sont plus représentés (70,5 %).

Les agriculteurs sont les mieux représentés (60,5 %) y compris les illettrés (47,0 %).

La figure 3 donne les groupes socio-culturels des enquêtés.

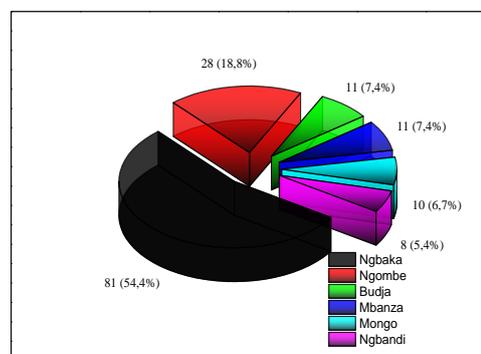


Figure 3. Groupes socio-culturels des enquêtés

Il ressort de cette figure que la majorité des enquêtés appartient au groupe ethnique Ngbaka (54,4%), suivi respectivement de Ngombe (18,8%), Budja (7,4%), Mbanza (7,4%), Mongo (6,7%) et Ngbandi (5,4%).

La figure 4 donne les différentes parties utilisées des plantes sélectionnées.

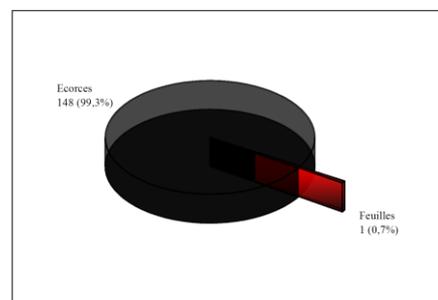


Figure 4. Parties utilisées

La figure 4 montre que l'écorce est la partie la plus utilisée (99,3%) contre (0,7%) des enquêtés qui utilisent les feuilles. En effet, le bulletin n°5 du ministère de l'agriculture de la RDC portant « commission d'études des ennemis des arbres, des bois abattus et des bois mis en œuvre », montre que les blessures ont, pour l'arbre, des conséquences d'ordre pathologique variées. Tout d'abord, suivant la nature et l'importance des blessures, un trouble physiologique plus ou moins profond survient dans les fonctions de l'arbre. La mise à nu du bois : entraîne toujours une dessiccation des tissus et une gêne plus ou moins accentuée de l'ascension de l'eau ; l'enlèvement de l'écorce nuit à la migration des matières élaborées ; les phénomènes fondamentaux que l'on groupe dans le langage courant sous le nom de circulation de la sève se trouvent donc perturbés.

La figure 5 donne la fréquence d'utilisation de deux taxons végétaux sélectionnés par la population locale.

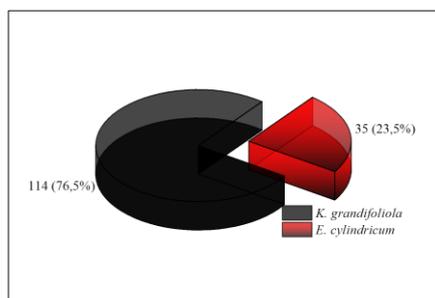


Figure 5. Fréquence d'utilisation de deux plantes

Il ressort de cette figure que *K. grandifoliola* est l'espèce la plus utilisée (76,5%). La fréquence de *E. Cylindricum* n'était que de 23,5%.

La figure 6 donne les maladies soignées et leurs citations.

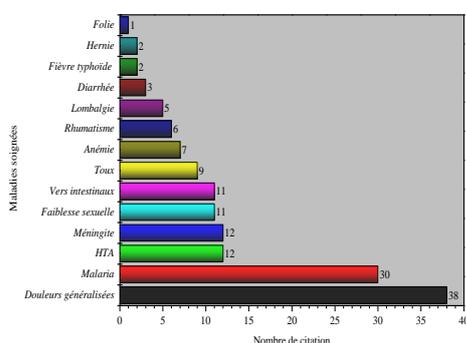


Figure 6. Maladies soignées par les deux taxons végétaux.

Il ressort de cette figure que les deux essences répertoriées sont utilisées en Médecine traditionnelle

pour soignées 14 maladies (La folie, la hernie, la fièvre typhoïde, la diarrhée, l'HTA, la lombalgie, le rhumatisme, l'anémie, la toux, les vers intestinaux, la faiblesse sexuelle, la méningite, la malaria et les douleurs généralisées). En effet, [Palla et al. \(2002\)](#) et [Kemeuze \(2008\)](#) montrent que les autres usages reconnus pour le sapelli sont liés aux propriétés chimiques de son écorce. Il a notamment été rapporté que des potions à base d'infusion de l'écorce étaient utilisées par les peuples forestiers d'Afrique centrale pour le traitement des affections pulmonaires et pour faciliter l'accouchement difficile chez les femmes.

Ces propriétés seraient liées à la présence de terpènes dont six molécules ont déjà été isolées (3-hydroxy-copa-2-en, 2 α -hydroxy-copa-3-en, 10-hydroxy- trans-calamenene, T-cadinol, ledol et mustacon). Ces molécules jouent aussi un rôle dans la défense de l'arbre contre les attaques des insectes xylophages tels que *Trogoderma granarium*, *Tribolium confusum* et *Sitophilus granarius* ([Daniewski et al., 1996](#)). En outre, [Neuwing \(2000\)](#) démontre aussi que l'écorce de *Khaya grandifoliola* a plusieurs vertus intéressantes, en particulier contre le paludisme et les ulcères gastriques. Cela mérite davantage d'attention de la part des chercheurs pour l'éventuelle mise au point de nouveaux médicaments.

Le [tableau 2](#) donne les maladies soignées en fonction des plantes.

Tableau 2. Les maladies soignées en fonction des plantes

Maladies	Plantes médicinales		Total (N _{ur})	N _t	FCI
	Ec	Kg			
	Anémie	1			
Diarrhée	0	3	3	1	1.00
Douleurs généralisées	26	12	38	2	0.97
Faiblesse sexuelle	1	10	11	2	0.90
Fièvre typhoïde	0	2	2	1	1.00
Folie	1	0	1	1	-
Hernie	0	2	2	1	1.00
HTA	1	11	12	2	0.90
Lombalgie	1	4	5	2	0.75
Malaria	1	29	30	2	0.96
Méningite	0	12	12	1	1.00
Rhumatisme	0	6	6	1	1.00
Toux	1	8	9	2	0.62
Vers intestinaux	2	9	11	2	0.90
Total	35	114	149	-	-
	CSJ		0,57~57%		

Légende : Ec (*E. cylindricum*); Kg (*K. grandifoliola*); CSJ (Coefficient de similitude de Jaccard)

Il ressort de ce tableau que *E. cylindricum* soigne plus les douleurs généralisées tandis que *K. grandifoliola* soigne plus la malaria. Dans les deux cas, un meilleur consensus a été trouvé entre les enquêtés (FCI \geq 0.96). Le coefficient de similitude de Jaccard calculé est de 0,57 (57%) ; Autrement dit,

57% des maladies citées sont soignées par les deux plantes.

D'une manière générale, *E. cylindricum* soigne neuf maladies sur les 14 identifiées tandis que *K. grandifoliola* en soigne 13. Huit maladies sont soignées par les deux plantes (Anémie, douleurs généralisées, faiblesse sexuelle, HTA, Lombalgie, malaria, toux et vers intestinaux). Les cinq maladies qui ne sont soignées que par *K. grandifoliola* sont la diarrhée, la fièvre typhoïde, la hernie, la méningite et le rhumatisme. Cependant, la folie n'est soignée que par *E. cylindricum* en l'absence de tout consensus entre les enquêtés. On peut ainsi noter que *K. grandifoliola* est plus utilisé dans le milieu (35 personnes sur 149 enquêtés soit 23.49%) que *E. cylindricum* (114 personnes sur 149 enquêtés soit 76.51%). Ainsi, lorsque plusieurs personnes qui ne se connaissent pas utilisent les mêmes plantes pour soigner les mêmes maladies, cela constitue une preuve de l'efficacité de la drogue en ethnopharmacologie.

La figure 7 donne les modes de préparation des recettes.

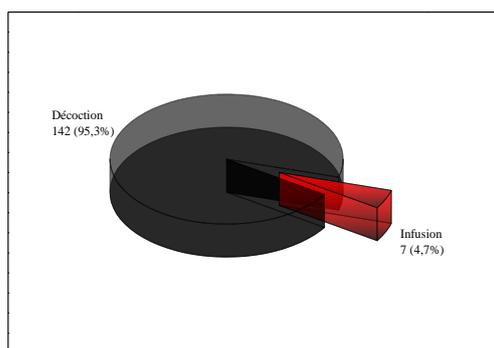


Figure 7. Modes de préparation des recettes

Il ressort de cette figure que la décoction est le mode de préparation des recettes le plus utilisé (95,3%) suivi de l'infusion (4,7%). Le résultat est conforme aux travaux antérieurs, d'Agbedahunsi et al. (1998), ou l'écorce de tige de *Khaya grandifoliola* est largement utilisée par les guérisseurs traditionnels au Nigeria sous forme de décoction pour traiter la malaria et d'autres états fébriles. En outre, Opuni-Frimpong (2008), montre que la décoction d'écorce d'acajou à grande feuille se prend pour traiter les problèmes d'estomac, notamment les ulcères gastriques, les douleurs post-partum et les maladies de peau. La décoction d'écorce de racine se boit pour traiter la gonorrhée et la poudre d'écorce de racine en usage externe s'emploie pour les maladies de peau. Par contre au Soudan, l'infusion d'écorce s'emploie pour soigner la diarrhée provoquée par les parasites intestinaux.

La figure 8 donne la perception des enquêtes sur la disponibilité de deux essences pendant les 10 dernières années.

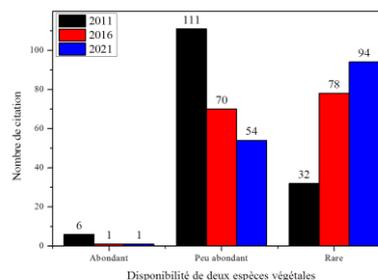


Figure 8. Perception des enquêtes sur la disponibilité de deux essences

Il ressort de cette figure que depuis 2011 jusqu'à ce jour, ces ressources biologiques sont devenues peu abondantes sinon rares dans la localité. L'analyse statistique des données de la présente étude indique au seuil de probabilité $\alpha=0,05$, le mode de préparation de recettes est influencé par l'origine ethnique des enquêtés ($\chi^2=11,380$; ddl=5 ; $p=0,044$, V de cramer =0,276). On peut aussi noter que le mode de préparation recettes ainsi que la perception de la population sur la disponibilité de deux taxons végétaux sélectionnés sont aussi influencés par la profession des enquêtés ($\chi^2=39,857$ vs $\chi^2=33,806$, ddl=18 ; $p=0,013$; V de cramer =0,517). Les autres paramètres sociodémographiques tels que le sexe, l'âge, le niveau d'études, etc., n'influencent pas ($p>0,05$).

Le tableau 3 donne l'indice de la vulnérabilité de deux essences végétales.

Tableau 3. Indice de vulnérabilité

Caractéristiques	Niveau de vulnérabilité	
	<i>E. cylindricum</i>	<i>K. grandifoliola</i>
C ₁ Fréquence d'utilisation : 100%	3	3
C ₂ Organe végétal : Ecorces	3	3
C ₃ Stade de développement : Adulte	2	2
C ₄ Collecte : Cueillette	3	3
C ₅ Forme pharmaceutique : Décoction	3	3
C ₆ Biotope : Forêt	3	3
C ₇ Mode de dissémination des diaspores : Bal/Sarcochonie	3	3
C ₈ Type morphologique : Arbre	3	3
C ₉ Abondance : Faible	3	3
Indice de vulnérabilité (Iv)	2,88	2,88

Il ressort de ce tableau que les deux plantes sont vulnérables ($Iv > 2,5$). Ce résultat montre l'impact écologique de l'utilisation de ces deux essences en ethnomédecine. Il est bien connu que la vulnérabilité d'une plante dépend de sa fréquence d'utilisation, de son type morphologique, de son abondance dans le milieu, des usages qu'on en fait, des organes utilisés, du biotope, du mode de dissémination des diaspores, du stade de développement de la plante et de mode de

collecte (Ngbolua, 2020 ; Masengo et al., 2021a, b). Ainsi, la protection de l'habitat de ces deux essences végétales ainsi que leur conservation s'avèrent indispensables. Il faut noter aussi que ces deux essences sont considérées comme vulnérables (VU) par l'Union Internationale pour la Conservation de la nature (www.iucn.redlist.org).

3.2. Etudes dendrométriques

La figure 9 donne la distribution diamétrique des pieds en fonction de dhp.

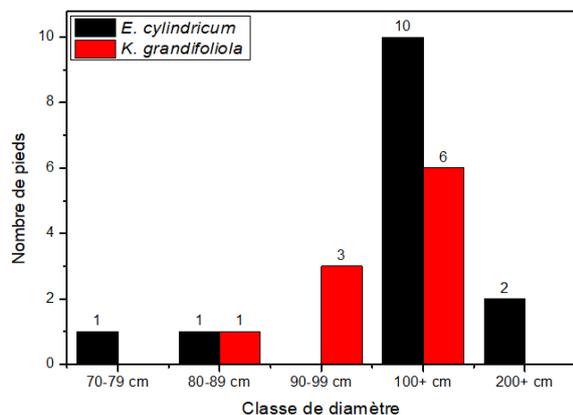


Figure 9. Distribution diamétrique des pieds en fonction de dhp.

Il ressort de cette figure que les individus identifiés n'ont pas la même structure diamétrique. Les valeurs obtenues mettent en évidence la dominance des tiges dans la classe de 100+(16 pieds) dans l'ensemble de ces deux essences. Les autres classes sont très peu fournies en individus voire même absent d'une espèce à l'autre. Ainsi, en matière de gestion des populations de *Entandrophragma cylindricum* et de *Khaya grandifoliola*, ces structures diamétriques montrent une insuffisance de jeunes individus et une forte exploitation des espèces à gros diamètre. Des résultats similaires ont été obtenus par Koura et al. (2013) ; Deleke et al. (2014) et Ouédraogo (1995) pour *Parkia biglobosa*. Aussi un faible taux, voire une absence de régénération de *Parkia biglobosa* dans la partie méridionale de son aire de distribution en Afrique méridionale.

Selon ces auteurs, la faible régénération est actuellement une menace pour la conservation de l'intégrité du pool génétique de certains allèles rares. Ces résultats montrent que ces espèces sont plus exploitées, compte tenu de la faible densité de leur bois et donc tendre et facile à scier. En outre, tenant compte de l'écologie, ces espèces sont facilement repérables en forêt et préférées par la population locale pour leurs valeurs ethnobotanique et économique.

Le tableau 4 donne les valeurs moyennes des paramètres dendrométriques de deux taxons végétaux sélectionnés.

Tableau 4. Valeurs moyennes des paramètres dendrométriques

Espèce	Paramètre	Classe de dhp (cm)				
		70-79	80-89	90-99	100-199	200+
<i>E. cylindricum</i>	Diamètre moyen (cm)	77,70	88,53	0	152,03	219,74
	Densité (ind/km ²)	0,01±0	0,01±0	0	0,1±0	0,02±0
	Surface terrière moyenne (m ² /ha)	0,47	0,61	0	19,10	7,61
	Volume moyen (m ³)	5,64	7,46	0	25,21	52,37
<i>K. grandifoliola</i>	Diamètre moyen (cm)	0	86,30	92,56	123,62	0
	Densité (ind/km ²)	0	0,01±0	0,03±0	0,06±0	0
	Surface terrière moyenne (m ² /ha)	0	0,58	2,018	7,305	0
	Volume moyen (m ³)	0	7,49	26,03	16,19	0

Il ressort de ce tableau que les valeurs des différents paramètres obtenus varient d'une espèce à l'autre. Dans les deux essences sélectionnées, les valeurs du diamètre moyen varient de 77,70±0 à 219,74±15,60 cm pour *E. cylindricum* et 86,30±0 à 123,62±9,88 cm pour *K. grandifoliola*. La surface terrière, le volume et la densité moyenne varient selon la classe de dhp. La valeur de la surface terrière la plus faible est obtenue pour *E. cylindricum* (0,47±0), dans la classe de 70-79 cm. Les résultats montrent que les deux taxons présentent des valeurs de densité très faibles qui vont de 0,01±0 à 0,1±0 pied/ha. Des résultats similaires ont été obtenus par Kouya (2018) pour *Khaya grandifoliola* dans la plaine du Litimé au sud-ouest du Togo où la densité des individus en situation post-juvénile (dbh ≥ 10 cm) est de 0,69 ± 2,8 tige/ha alors que celle de la catégorie des individus aptes à fructifier est de 0,18 ± 3,4 tige/ha. Les plus gros diamètres ont des densités variant entre 0 et 0,11 tige à l'hectare suivant les types de végétation. En outre, l'étude réalisée par Dossa (2019) révèle que la densité moyenne des individus de *Detarium senegalense* est de 2,07 ± 1,58 pieds/ha ; 2,48 ± 2,11 pieds/ha et 1 ± 0 pied/ha respectivement dans les forêts denses, les forêts galeries et dans les agrosystèmes. Cette faible densité des individus adultes de *Detarium senegalense* dans les différentes formations végétales peut s'expliquer par les pressions humaines et aussi par des phénomènes naturels liés à l'habitat de l'espèce.

En effet, comme un des phénomènes naturels, la dissémination naturelle des graines de l'espèce compte tenu de leur taille relativement grosse, la faible densité et parfois l'absence des régénérations sous les semenciers des espèces dans les forêts denses seraient dues au non contact des fruits au sol et du non enfouissement des graines de l'espèce dans le sol pour faciliter sa germination (Dossa, 2019). La surface terrière obtenue dans cette étude est faible et varie entre 0,47 et 19,10 m²/ha dans le secteur d'étude et s'apparente à celle obtenue par Fonton et al. (2012) et par Koura et al. (2013). Cette même tendance est obtenue pour *Daniellia oliveri* où la surface terrière varie entre 3 et 3,49 m²/ha respectivement pour les districts phytogéographiques Plateau et Pobè (Fachola et al., 2019).

Le type de formation végétale, la pression anthropique et la distance entre les individus des espèces (une répartition agrégative), sont généralement cités comme causes de faible valeur de la surface terrière. Il faut noter que la surface terrière (G) totale des peuplements augmente avec l'âge pour se stabiliser vers 40 ans aux alentours de 45 m²/ha (Nasi et Fuhr, 1998). Nos résultats, en rapport avec les volumes obtenus sont proche de ceux des autres recherches qui ont été menées sur le volume dans l'arboretum de l'Enef de Mbalmayo au sud du Cameroun qui ont abouti aux résultats ci-après: *Entandrophragma cylindricum* 68 m³/ha (Owona et al., 2009).

3.3. Tarif de cubage

Le tarif de cubage permet d'estimer le volume des arbres (V) en fonction de paramètres dendrométriques tels que le diamètre à 1,30 m (D) et/ou la hauteur (H). Leur forme générale est la suivante : V=f(D) pour un tarif à une entrée ou V=f(D, H) pour un tarif à deux entrées (Bouchon, 1974). Il est à ce titre un outil indispensable en matière de gestion des peuplements et de commercialisation des produits ligneux (Fonweban et Houllier, 1997).

Les résultats de la simulation du volume de peuplement de *Entandrophragma cylindricum* sont repris dans le tableau 5. L'équation polynomiale de la forme $y = -0,0002x^2 + 0,2935x - 16,392$ et Puissance $y = 0,0038x^{1,6976}$ sont les modèles appropriés pour étudier la dynamique de peuplement dans le contexte de cette étude (figure 10).

Tableau 5. Modèles d'équations prédictives du tarif de cubage de *E. cylindricum* dans la réserve de Binga

Modèle	Equation	R ²	ECR	CVR
Linéaire	$y = 0,2182x - 11,049$	0,997	32,67	1,47
Exponentiel	$y = 3,2807e^{0,01x}$	0,909	14,56	0,65
Logarithmique	$y = 35,405\ln(x) - 150,7$	0,985	524,14	23,59
Puissance	$y = 0,0038x^{1,6976}$	0,980	2,07	0,09
Polynomial	$y = -0,0002x^2 + 0,2935x - 16,392$	0,999	23,76	1,06

R²: coefficient de détermination; ECR: écart-type résiduel; CVR: coefficient de variation résiduelle.

La figure 10 donne le tarif de cubage d'un peuplement de *Entandrophragma cylindricum*

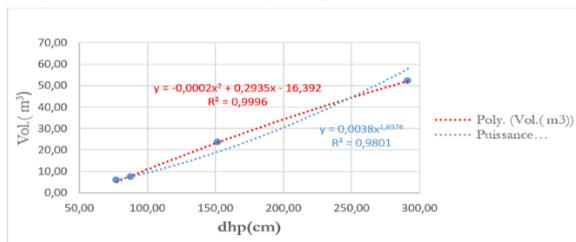


Figure 10. Tarif de cubage d'un peuplement de *Entandrophragma cylindricum*.

L'analyse de la figure 10 indique qu'il existe un parfait accord entre les points expérimentaux et les courbes calculées indiquant ainsi que l'équation de tarif de cubage est mieux ajustée par les deux équations de régression. Il existe en outre, une bonne corrélation entre le volume de *Entandrophragma cylindricum* et le diamètre à 1,30 m. En outre, la relation obtenue entre les diamètres des arbres à 1,30m et leurs volumes respectifs expliquent à 99% (pour le modèle polynomiale) et à 98 % (pour le modèle puissance) ; les 1 et 2 autres % qui restent sont expliqués par d'autres facteurs (climat, sol, etc.) ou encore par des erreurs liées aux mesures.

En effet, cette tendance a également été observée dans plusieurs études qui, d'après elles la plupart des contraintes biologiques se traduisent le plus sous le modèle puissance et polynomiale (DIAF, 2009 ; Kahindo et al., 2009 ; Picard, 2015).

Les résultats de la simulation du volume de cubage de *K. grandifoliola* en fonction de dhp sont repris dans le tableau 6. L'équation polynomiale de la forme: $y = 0,0012x^2 - 0,0216x + 0,5592$ est le meilleur modèle prédictif du tarif de cubage de *K. grandifoliola* dans le contexte de cette étude (figure 11).

Tableau 6. Modèles d'équations prédictives de tarif de cubage de peuplement de *K. grandifoliola* dans la réserve de Binga

Modèle	Equation	R ²	ECR	CVR
Linéaire	$y = 0,2286x - 12,348$	0,999	26,75	2,50
Exponentielle	$y = 1,3441e^{0,02x}$	0,999	6,52	0,60
Logarithmique	$y = 23,947\ln(x) - 99,479$	0,997	101,35	9,47
Puissance	$y = 0,0006x^{2,1005}$	1	6,47	0,60
Polynomiale	$y = 0,0012x^2 - 0,0216x + 0,5592$	1	6,28	0,58

R²: coefficient de détermination; ECR: écart-type résiduel; CVR: coefficient de variation résiduelle.

La figure 12 donne le tarif de cubage d'un peuplement de *K. grandifoliola*.

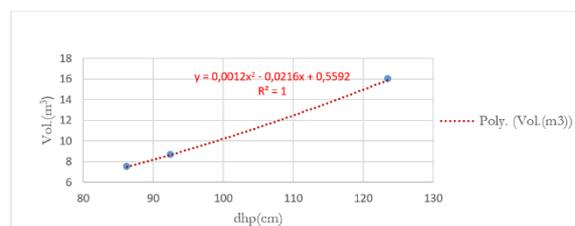


Figure 12. Tarif de cubage d'un peuplement de *K. grandifoliola*

L'analyse de la figure 15 montre qu'il existe une bonne corrélation entre le volume de *K. grandifoliola* et leurs diamètres respectifs à 1,30 m. La relation obtenue entre les diamètres des arbres à 1,30m et leurs volumes respectifs explique à 100%. Bien que tous les modèles d'équations sont valables pour le tarif de cubages, mais seul retenu est donc performant

dans l'ensemble compte tenu de faible CVR (0,58%). En effet, selon [Mabiala et Kandaka \(1981\)](#) ; [Kahindo \(2006\)](#) et [Kahambu \(2015\)](#), un coefficient de corrélation d'une valeur $\geq 0,80$ dénote une bonne régression, sinon celle qui aurait un coefficient r inférieur doit être rejetée tout comme, celle faisant ressortir des valeurs des volumes négatives car les volumes d'arbres sont naturellement positifs.

La connaissance du volume des essences forestières est indispensable tant pour la gestion que pour le contrôle de l'exploitation forestière. Ce volume peut être estimé à partir des équations allométriques de volume (ou tarifs de cubage) à une entrée, spécifique à chaque essence, et prédisant le volume exploitable à partir du diamètre de l'arbre. Selon certains auteurs, l'établissement d'un tarif de cubage nécessite un échantillon de 30 à 100 arbres pour un peuplement homogène où tous les arbres sont soumis aux mêmes conditions écologiques. D'autres par contre utilisent plusieurs milliers d'individus pour établir des tarifs de cubage pour une seule espèce ([Ligot et al., 2018](#)). L'une ou l'autre approche ne peut être utilisée en milieu forestier (tel que la réserve forestière de Binga) où les essences sélectionnées sont rares ou présentent des structures de populations complexes et/ou variables. Le présent travail a le mérite d'avoir élaboré des tarifs de cubage ayant le même profil que ceux d'autres auteurs dans la sous-région d'Afrique Centrale. A notre connaissance, c'est pour la première fois qu'un tarif de cubage est élaboré pour ces deux essences forestières à Binga.

3.4. Estimation de la biomasse aérienne et du carbone séquestré

La [figure 13](#) donne les valeurs de la biomasse aérienne, du carbone séquestré et l'équivalent CO_2 pour les deux essences végétales sélectionnées.

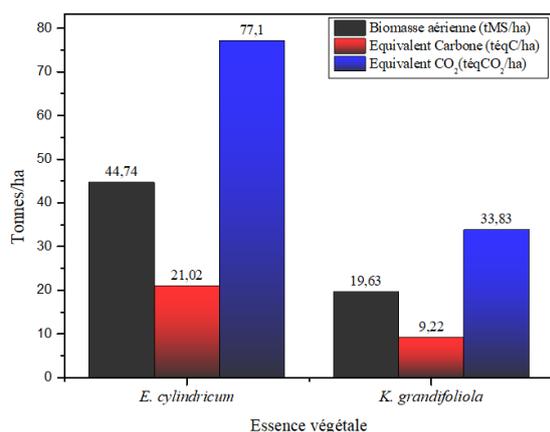


Figure 13. Potentiel de séquestration de CO_2 de deux essences forestières dans la réserve communautaire de Binga

Il ressort dans cette figure que les valeurs de biomasse aérienne et du stock carbone sont 44,74 tMS/ha ; 21,02 tqC/ha respectivement ; tandis que l'équivalent CO_2 correspond à 77,10 tq CO_2 /ha pour

E. cylindricum. Les valeurs obtenues pour *K. grandifoliola* s'élèvent à 19,63 t/ha de biomasse aérienne ; 9,22 t/ha de stock de carbone et 33,83 t/ha d'équivalent carbone. La capacité photosynthétique de ces essences leur permet de lutter contre les changements climatiques. Nos résultats convergent avec ceux de [Belesi et al. \(2015\)](#) sur l'écologie et mesure de biomasse de *Prioria balsamifera* dans les stations forestières de l'INERA de Luki et Kiyaka en (RDC). En effet, ils ont trouvé que les valeurs de biomasse aérienne, de stock carbone et équivalent carbone étaient respectivement égal à 75,45 t/ha ; 31,72 t/ha et 127,02 t/ha à Luki. Et à Kiyaka, elles correspondent à 42,61 t/ha (biomasse aérienne) ; 37,72 t/ha (stock de carbone) et 71,74 t/ha (équivalent CO_2).

Au cours de ces dernières années, plusieurs études ont montré une tendance à l'augmentation de la biomasse aérienne et des stocks de carbone dans les forêts tropicales matures/non perturbées ([Phillips et al., 1994](#)), y compris en Afrique ([Gourlet et al., 2013](#)). Elles se comportent comme des puits de carbone. Cependant, les activités humaines, dont l'agriculture sur brûlis et l'exploitation forestière, affectent inévitablement la biomasse et les stocks de carbone ([Lindsell et al., 2013](#) ; [Willcock et al., 2014](#)). En Afrique Centrale, les forêts tropicales couvrent environ 180 millions d'hectares et 26% de cette superficie est valorisé pour un usage commercial par les sociétés d'exploitation forestière ([De Wasseige et al., 2012](#)). L'exploitation forestière sélective, telle qu'elle est pratiquée dans cette sous-région se traduit par une importante réduction de biomasse. Ces pertes de biomasse étant temporelles, l'optimisation des tracés des pistes de débardage pourrait agir significativement sur la réduction à ces pertes de biomasse liées à l'exploitation forestière ([Neba et al., 2014](#)). Une période d'environ 30 ans serait cependant nécessaire pour la reconstitution des stocks initiaux de biomasse en Afrique Centrale ([Gourlet et al., 2013](#) ; [Ndjondo et al., 2014](#)). Dans la présente étude, le carbone séquestré par les deux essences sélectionnées correspondent à 110,93 tonnes/ha (ou 110,93 crédits carbone) que l'on peut convertir en argent à imposer aux exploitants comme taxe supplémentaire en vue d'une exploitation durable dans la zone.

3.5. Estimation de la biomasse aérienne et du carbone séquestré Etudes de la reconstitution des essences

Le potentiel de régénération est un indicateur pouvant aider à situer le niveau de menace qui pèse sur une espèce dans un milieu donné ([Kouya, 2018](#)). Il est généralement évalué sur la base de la densité des individus très juvéniles (en dessous de 10 cm de diamètre).

Le [tableau 7](#) donne les valeurs de reconstitution de deux essences forestières sélectionnées.

Tableau 7. Taux de reconstitution des essences forestières

Essences	AAM*	DME*	AAM×T	No	Np	Ir(%)
<i>E. cylindricum</i>	0,5	80	12,5	1	13	31,5
<i>K. grandifoliola</i>	0,5	60	12,5	0	10	0

AAM : Accroissement annuel moyenne, DME : diamètre minimum d'exploitation ; No : effectif de classe de diamètre en dessous de DME, Np : effectif de tiges de dhp supérieur ou égale au DME et T : rotation (~25ans) selon DIAF (2009).

Il ressort de ce tableau que le taux de reconstitution est faible pour *E. cylindricum* (31,5%) et nul pour *K. grandifoliola* (0%). Le potentiel régénératif est l'un des indices objectifs permettant d'apprécier la vulnérabilité d'une espèce dans un milieu donné (Kouya, 2018). Il exprime la capacité de l'espèce à se régénérer. En effet, ces résultats montrent que ces deux essences sont vulnérables (VU) selon par l'Union International pour la Conservation de la Nature (UICN) ; En plus, l'exploitation de *K. grandifoliola* doit être interdite à Binga. L'autorité en charge de la gestion des forêts devra redéfinir le DME (diamètre minimum d'exploitation), le taux de prélèvement et la durée de rotation en vue de garantir la reconstitution de ces deux essences et leur durabilité dans cette partie du pays pour la génération future. Selon le rapport de la DGF (direction de gestion forestière) du Ministère de l'environnement et développement durable de la RDC, sur 278.115,352 m³ des bois exploités sur l'étendue nationale, les deux essences sélectionnées occupent à elles seules 25,13% soit 69.891,501 m³ des bois exploités (sans tenir compte de l'exploitation artisanale). Il faut en outre noter que contrairement aux essences pionnières et héliophiles qui peuvent atteindre le diamètre exigé pour être exploitées dans le délai, les espèces sciaphiles mettent plus de temps pour l'atteindre (Doucet et Mougazi, 1996 ; Lomba et al., 2017). Les deux essences étant sciaphiles, leur exploitation mérite donc une attention soutenue en tant qu'espèces à faible reconstitution dans leur habitat naturel.

4. Conclusion et suggestions

La présente étude avait pour objectif d'évaluer les connaissances et usages socioculturels ainsi que le tarif de cubage et le potentiel de séquestration de dioxyde de carbone de deux essences forestières (*Entandrophragma cylindricum* et *Khaya grandifoliola*) dans la réserve communautaire de Binga. Il ressort de cette étude que les deux plantes sont utilisées en médecine traditionnelle pour soigner 14 maladies. *K. grandifoliola* est la plante la plus citée (114/149 soit 76,51%) que *E. cylindricum* (35 personnes sur 149 soit 23,49%). Les deux maladies les plus citées sont les douleurs généralisées (29

citations) et le paludisme (29 citations) (coefficient de similitude de Jaccard égal à 57%). *K. grandifoliola* soigne plus le paludisme (malaria) tandis que *E. cylindricum* est plus utilisé dans la prise en charge des douleurs généralisées ; Un consensus a été trouvé entre les enquêtés quant à l'utilisation de ces deux plantes (FCI≥0,96). Pour les deux plantes, l'écorce est l'organe le plus utilisé (99,3%), tandis que la décoction est le mode de préparation de recettes le plus cité (95,3%). Les deux taxons sont peu abondants dans le milieu et vulnérables (Iv~2,88). Le tarif de cubage de *E. cylindricum* obéit au modèle mathématique de régression polynomial ($y = -0,0002x^2 + 0,2935x - 16,392$) et Puissance ($y = 0,0038x^{1,6976}$) tandis que celui de *K. grandifoliola* n'obéit qu'à la régression polynomiale ($y = 0,0012x^2 - 0,0216x + 0,5592$). *E. cylindricum* séquestre plus de CO₂ (77,10 tonnes/ha) que *K. grandifoliola* (33,83 tonnes/ha) et le taux de reconstitution de ces deux espèces sciaphiles est cependant nul (*K. grandifoliola*) ou égal à 31,5% (*E. cylindricum*). Il est donc souhaitable que les résultats obtenus puissent inciter les acteurs locaux (population riveraine) et les institutions en charge de l'administration forestière à œuvrer pour l'établissement des normes capables de garantir une gestion rationnelle et un aménagement durable de ces essences forestières à travers un protocole bio-culturel communautaire. Il est aussi indispensable d'envisager des études spécifiques sur l'écologie de *E. cylindricum* et de *K. grandifoliola* afin de déterminer les conditions optimales de germination, de dispersion et de croissance, leur phénologie, la structure du bois par dendrochronologie, les pathologies et les possibilités de régénération par bouturage.

Remerciements

Les auteurs remercient la population de la province de la Mongala pour leur consentement libre à pouvoir participer à cette étude. Ils remercient également le Laboratoire d'Ethnobiologie et Phytochimie Médicale (E-PHYMED) de l'Université de Kinshasa pour l'assistance technique.

Références bibliographiques

- Agbedahunsi J.M., Elujoba A.A., Makinde J.M., Oduda A.M.J. (1998). Antimalarial activity of *khaya grandifoliola* stem-bark. *Pharmaceutical Biology* 36(1): 8–12.
- Belesi K., Luyindula N., Lubini A., Kidikwadi T. (2015). Note préliminaire sur l'écologie et la mesure de biomasse de *prioria balsamifera* dans les stations forestière de l'INERA de Luki et Kiyaka en RDC. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 11(4) :914-927.
- Bouchon J. (1974). Les tarifs de cubage. Nancy :

- ENGREF, 57p.
- De Wasseige C., de Marcken P., Bayol N., Hiol Hiol F., Mayaux Ph., Des-clée B., (2012). Les forêts du bassin du Congo. État des forêts 2010. Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne 276p. https://www.observatoire-comifac.net/docs/edf2010/FR/Etat-des-forets_2010.pdf.
- DIAF (2009). Guide opérationnel des essences forestières de la République démocratique du Congo. Ministère de l'environnement, Conservation de la Nature et Tourisme, 56p.
- Dossa A.K., Gouwakinnou G., Sourou B.N, Houetcheignon T., Wedjangnon A., Odjrado B., Ouinsavi C. (2019). Caractérisation structurale des peuplements naturels de *Detarium senegalense* J.F. Gmel. (Caesalpinaceae) au Bénin, Afrique de l'Ouest. Science de la vie, de la terre et agronomie, Rev. Ramres 07(00) : 2424-7235.
- Doucet A., Mougazi, Y., Issembe R. (1996). Etude de la végétation dans le lot 32 (Gabon) : biodiversité, écologie des espèces, recommandations pour une gestion durable. Recherches-en Ecologie Tropicale, Libreville, Gabon.
- Fachola B.O., Houéhanou G., Gbesso F., Lougbegnon T. et Agossou, N. (2019). Paramètres dendrométriques et structuraux de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. et de *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel dans les phytodistricts Pobè et Plateau au Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci. 13(2) : 652-661
- FAO (1997). Situation des forêts du monde. Rome, Italie.
- FAO (2009). Situation des forêts du monde. Rome, Italie.
- FAO (2010a). Evaluation des ressources forestières mondiales, Rapport principal. Rome, Italie.
- FAO, (2010b). Évaluation des ressources forestières mondiales. Résultats principaux. Rome, Italie.
- Fayolle A., Rondeux J., Doucet J.L., Ernst G., Bouissou C., Quevauvillers S. (2013). Réviser les tarifs de cubage pour mieux gérer les forêts du Cameroun. Bois For. Trop. 317 :35-49.
- Fonton N.H, Atindogbe G., Fandohan B., Lejeune P., Ligot G. (2012). Structure spatiale des arbres des savanes boisées et forêts claires soudaniennes : implication pour les enrichissements forestiers. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 16(4) : 429-440.
- Fonweban J., Houllier F, (1997). Tarifs de cubage et fonctions de défilement pour *Eucalyptus saligna* au Cameroun. Ann Sci For 54 : 513-528.
- GIEC (2000). L'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie. Rapport GIEC, Montréal, Canada, 67p.
- Gourlet-Fleury S., Mortier F., Fayolle A., Baya F. (2013). Tropical forest recovery from logging: a 24 year silvicultural experiment from Central Africa. Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B, 368(1625) : 201.
- Guma E. (2021). Club commercial, international de la République démocratique du Congo, CCIRDC.
- Issa I., Wala K., Dourma M., Atakpama W., Kanda M., Akpagana K. (2017). Valeur ethnobotanique de l'espèce, *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss (meliaceae) auprès des populations riveraines de la chaîne de l'Atacora au Togo. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques & Vétérinaires 6(1): 64-72.
- Kahambu A. (2015). Elaboration du tarif de cubage et de biomasse pour *Millettia laurentii* De Wild. dans le Jardin zoologique de Kisangani (Province de la Tshopo, RD Congo).
- Kahindo M. (2006). Contribution à élaboration de tarif de cubage de *Futumia africana* (Benth/stapt dans la réserve forestière de Yoko (Nord Ubundu, Province Orientale, RDC) Mémoire d'Ingénieur, inédit F.S.A/UNIKIS. Mémoire d'Ingénieur, Option : Eaux et Forêts, 35p.
- Kahindo M. (2009). Elaboration de tarif de cubage et de biomasse pour *Gilbertiodendron dewevrei* (Deweild) J. Léonard, *Guarea thompsonii* Sprague & Hutch et *Scorodophoeus zenkeri* Harms dans la réserve forestière de YOKO (Ubundu, Province Orientale, RDC), Mémoire de DEA/UNIKIS, 45p.
- Kemeuze V.A., (2008). *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague. In : Louppe D., Oteng-Amoaka A.A. & Brink M., eds. Prota 7(1) : Timbers/Bois d'œuvre 1, <http://database.prota.org/PROTAhtml/Entandrophragma%20>.
- Koura K., Mbaide Y., Ganglo J.C. (2013). Caractéristiques phénotypique et structurale de la population de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. du Nord-Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci., 7(6): 2409-2425.
- Kouya A.E. (2018). Diagnostic sur l'état de vulnérabilité du *khaya grandifoliola* c.dc. Dans la plaine du Litimé au sud-ouest du Togo. Les Annales de l'Université de Parakou, Série "Lettres, Arts et Sciences Humaines" 1(2) :22-24.
- Ligot G., Dubart N., Tchowo Hapi M., Bauwens S., Doucet J.-L., Fayolle A. (2018). Réviser les tarifs de cubage pour prendre en compte l'évolution de la ressource au Cameroun. Bois et Forêts des Tropiques 338: 57-71. Doi: <https://doi.org/10.19182/bft2018.338.a31677>.
- Lindsell J.A. Klop E. (2013). Spatial and temporal Variation of Carbon Stocks in a lowland tropical

- forest in West Africa. *For. Ecol. Manag.* 289: 10-17.
- Lisingo J., Lokinda F., Wetsi J.-L., Ntahobavuka H., (2012). Exploitation artisanale du bois et des chenilles comestibles par les habitants de la ville de Kisangani et ses environs. In : Benneker C., Assumani D.M., Maindo A., Bola F., Kimbuani G., Lescuyer G. (2011). Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'œuvre en RDC : Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen, Pays-Bas, Tropenbos International, 248-262.
- Lomba G., Lituka B., Asimonyio J.A., Ngbolua K.N. (2017). Analyse structurale des diamètres de *Musanga cecropioides*, *Prioria balsamifera* et *Prioria oxyphylla* et leur vulnérabilité face à exploitation illicite dans la réserve forestière de Yoko (Ubundu, RDC) *International Journal of Innovation and Scientific Research* 33(1) : 141-147.
- Mabiala H., Kandaka J. (1981). Tarif de cubage. Norme d'inventaire forestier (4) : 58.
- Malongola J.D. (2010). Etablissement de tarifs de cubage pour *Gilbertiodendron dewevrei* J. Léonard, *Diospyros chrysocarpa* F.White, Bull et *Diogoa zenkeri* (Engler) Exell & Men. et de biomasse pour *Gilbertiodendron dewevrei* dans la forêt expérimentale de Bawombi (Bengamisa, province orientale, RD CONGO). Mémoire Présenté de DES en Aménagement Durable des Forêts, faculté des sciences agronomique, Université de Kisangani.
- Masengo C.A., Bongo N.G., Robijaona B., Ilumbe G.B., Ngbolua K.N., Mpiana P.T. (2021a). Etude ethnobotanique quantitative et valeur socioculturelle de *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) à Kinshasa, République Démocratique du Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques & Vétérinaires* 9(1): 93-101.
- Masengo C.A., Inkoto C.L., Munsebi J.M., B.L. Mandjo B.L., Mpiana P.T., Ngbolua K.N. (2021b). Connaissance et usages de *Quassia africana* (Simaroubaceae) par les peuples Mongo, Yaka et Yombe de Kinshasa en République Démocratique du Congo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques & Vétérinaires* 9(4): 761-769.
- Masens Da-Musa Y.B., Briki K.C., Masens M., Ngbolua K.N. (2021). Floristic Inventory and Evaluation of Carbon Sequestration Potential of the Misomuni Forest Massif, Kikwit City (Democratic Republic of the Congo). *Journal of Botanical Research* 3(4): 11-21.
- Natta A.K., Adomou A., Sogbegnon A.R. (2011). Inventaire, typologie et structure des populations naturelles de *Pentadesma butyracea* (Clusiaceae) sur la chaîne de l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin. *Revue Bulletin des Recherches Agronomiques du Bénin*.
- Ndjondo M., Gourlet S., Manlay R., Ngomande A. (2014). Opportunity costs of carbon sequestration in a forest concession in central Africa. *Carbon Balance Manag.* 9(1): 1-13.
- Ndjoukam R. (1995). Contribution à l'étude des interactions « essences forestières en croissance rapide et sols des savanes tropicales humides » : Cas de la réserve forestière de Mélap (Foumban) au Cameroun. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique), 215p.
- Neba S.G., Kanninen M., Atyi R.E.A., Sonwa D.J. (2014). Assessment and prediction of above-ground biomass in selectively logged forest concessions using field measurements and remote sensing data: Case study in South East Cameroon. *For. Ecol. Manage* 329: 177-185.
- Neuwinger, H.D., (2000). African traditional medicine: a dictionary of plant use and applications. Medpharm Scientific, Stuttgart, Germany.
- Ngbolua K.N. (2020). Ethnobotanique quantitative : Approches méthodologiques pour l'évaluation et la valorisation du savoir endogène en régions tropicales. Editions Universitaires Européennes, Riga : Latvia. ISBN : 978-613-9-53635-1.
- Odugbemi T.O., Odunayo R., Akinsulire E.A., Peter O.F. (2007). Medicinal plants useful for malaria therapy in Okeigbo, Ondo State and Southwestern Nigeria. *Afr. J. Trad. Complementary Alternative Med.* 4(2): 191-198.
- Olowokudejo J.D., Kadiri AB., Travih V.A. (2008). An Ethnobotanical Survey of Herbal Markets and Medicinal Plants in Lagos State of Nigeria. *Ethnobotanical Leaflets* 12: 851-65.
- Opuni-Frimpong E. (2008). *Khaya grandifoliola* C. DC. In : Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.
- Ouédraogo A.S. (1995). Variation génétique, conservation et utilisation de *Parkia biglobosa* en Afrique occidentale. Thèse, Université d'agronomie de Wageningen, 205p.

- Owona N.P.A., Peltier R., Linjouom I., Louppe D., Smehtala G., Béliigné V., Njoukam R., Tieche B., Temgoua L.F. (2009). Plantations de bois d'oeuvre en zone équatoriale africaine: cas de l'arboretum de l'Enef de Mbalmayo au sud du Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques* 299: 37-48.
- Palla F., Louppe D., Forni E. (2002). Sapelli. Fiche technique, écologique et sylvicole.
- Phillips O.L., Gentry A.H. (1994). Increasing turnover through time in tropical forests. *Science*, 263: 954-958.
- Picard N. (2007). Dispositifs permanents pour le suivi des forêts en Afrique Centrale : un état
- Sosef M., Dauby G., Blach-Overgaard A., van der Burgt X., Cata-rino L., Damen T. (2017). Exploring the floristic diversity of tropical Africa. *BMC Biology* 15: 15. <https://doi.org/10.1186/s12915-017-0356-8>.
- Thibaut, A., Claessens H., Rondeux J. (1998). Construction de tarifs d'arbres pour l'aulne glutineux [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn]. Presses agronomiques de Gembloux, Belgique 3-8.
- Trease GE., Evans WC. (1989). A textbook of Pharmacognosy, 13th Edition, Bailliere Tindall Ltd., London.
- Willcock S., Kathryn D., Eibleis F., Green J., Hall J., Howell K., Marchant B., Marshall A., Mbilinyi, Pantaleon B. (2014). Quantifying and understanding carbon storage and sequestration within the eastern Arc Mountains of Tanzania, a tropical biodiversity hotspot. *Carbon Balance Manag.*, 92p.
- Wri (2012). World Resources Institute: annual report.