



Estimation de la quantité de biomasse et de carbone séquestré dans un peuplement d'*Acacia crassicarpa* avec éclaircie et sans éclaircie à Ibi-Village au plateau des Batéké à Kinshasa, République Démocratique du Congo

Lele Nyami^{1,3}, Nyange Ndambo^{2,3}, Ndengoli Momangi⁴, Misamu Anastasia¹, Mbumba Bandi¹, Kamathé Kasongo¹, Okitayela Asumini¹, Ngoy Lumami¹, Ketoro Yawili¹, Nsimba Ngembo^{1,5}, Abedi Otshinga¹, Nyamungu Acaye¹

⁽¹⁾Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement. Mention Gestion des Ressources Naturelles. BP 190 XI Kinshasa (RDC). E-mail : lelebonaventure72@yahoo.fr

⁽²⁾Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Economiques et de Gestion. Mention t d'Economie Rurale. BP 190 XI Kinshasa (RDC).

⁽³⁾Ministère de l'Environnement Développement Durable et Nouvelle Economie du Climat. 2896, Boulevard du Palais de la Nation, Commune de la Gombe, Kinshasa (RDC)

⁽⁴⁾Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA). Direction Générale. BP 2037 Kinshasa (RDC)

⁽⁵⁾Regional School for Integrated Planning and Management of Tropical Forests and Territories. BP 15373 Kinshasa (DRC)

Reçu le 12 décembre 2025, accepté le 16 mars 2026, publié en ligne le 28 mars 2026

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9i1.16>

RESUME

Description du sujet. L'estimation de la biomasse et du stock de carbone séquestré au sein des peuplements arboricoles constitue aujourd'hui un enjeu majeur dans la lutte contre le changement climatique.

Objectif. L'objectif de cette étude est d'estimer la quantité de biomasse, de carbone et de CO₂ dans un peuplement d'*Acacia crassicarpa* avec éclaircie et sans éclaircie à Ibi au plateau des Batéké à Ibi-Village à Kinshasa.

Méthodes. En dehors de la revue documentaire, les caractéristiques dendrométriques ont été collectées et analysées en vue de cerner la différence de productivité de l'essence *Acacia crassicarpa* dans les blocs avec et sans éclaircie sylvicole.

Résultats. Les analyses statistiques ont permis de comprendre qu'il y a une forte concentration d'individus de 10 de cm dans le bloc sans éclaircie sylvicole et certaines classes de diamètres ne sont pas représentées dans le peuplement avec éclaircie notamment 0-5 cm et 5-10 cm. Ce paramètre a permis également de constater une hétérogénéité d'individus dans le peuplement avec éclaircie, alors qu'ils sont homogènes dans le peuplement sans éclaircie. La surface terrière étant un paramètre dendrométrique important, elle présente une légère différence dans ces deux peuplements soit 1,3 m² pour le peuplement avec éclaircie contre 1,2 m² et une différence de volume de l'ordre de 5,96 m³ ont été observé à l'issue de ces analyses statistiques. Pour la biomasse, le carbone et le CO₂, les analyses ont prouvé que, ce sont les arbres appartenant dans l'intervalle de diamètre de 10-15 cm qui ont un large spectre de séquestrer le carbone.

Conclusion. L'étude a montré que la biomasse était plus importante dans le peuplement avec éclaircie par rapport au peuplement sans éclaircie. Le carbone étant tributaire à la biomasse, il a varié en fonction du nombre et du calibre des individus dans les deux peuplements étudiés.

Mots clés : *Acacia crassicarpa*, carbone, peuplement, éclaircie, plateau des Batéké/Kinshasa

ABSTRACT

Growth and evolution of the amount of carbon sequestered in a stand of *Acacia crassicarpa* in Ibi on the Batéké Plateau in Kinshasa, Democratic Republic of Congo

Description of the subject. Estimating biomass and carbon stocks sequestered within tree stands has become a major challenge in the fight against climate change.

Objective. The objective of this study is to estimate the amount of biomass, carbon, and CO₂ in *Acacia crassicarpa* stands with thinning and without thinning at Ibi, on the Batéké Plateau, in Ibi Village, Kinshasa.

Methods. In addition to a literature review, dendrometric characteristics were collected and analyzed in order to assess differences in productivity of *Acacia crassicarpa* between plots subjected to silvicultural thinning and those without thinning.

Results. Statistical analyses revealed a high concentration of individuals in the 10 cm diameter class in the unthinned stand, while certain diameter classes—particularly 0–5 cm and 5–10 cm—were not represented in the thinned stand. This parameter also highlighted heterogeneity among individuals in the thinned stand, whereas the unthinned stand exhibited greater homogeneity. Basal area, an important dendrometric parameter, showed a slight difference between the two stands, with 1.3 m² in the thinned stand compared to 1.2 m² in the unthinned stand. A volume difference of approximately 5.96 m³ was also observed following statistical analysis. Regarding biomass, carbon, and CO₂, the analyses demonstrated that trees within the 10–15 cm diameter class exhibited the greatest carbon sequestration potential.

Conclusion. The study showed that biomass was higher in the thinned stand compared to the unthinned stand. Since carbon stock depends on biomass, it varied according to the number and size of individuals in the two stands studied.

Keywords: *Acacia crassicarpa*, carbon, stand, thinning, Batéké Plateau/Kinshasa

1. INTRODUCTION

La concentration atmosphérique des gaz à effet de serre (GES) connaît une augmentation continue sous l'effet des activités anthropiques, entraînant ainsi des perturbations majeures du système climatique global (GIEC, 2001). Ces perturbations se traduisent notamment par une élévation des températures moyennes de l'atmosphère et des océans, une fonte généralisée des glaciers et des couvertures neigeuses ainsi qu'une augmentation du niveau moyen des mers (GIEC, 2007). Il est aujourd'hui largement admis que les activités humaines constituent la principale source d'émissions de GES et, par conséquent, le moteur du réchauffement climatique et des changements climatiques observés à l'échelle planétaire (GIEC, 2007).

À l'échelle globale, environ 80 % des émissions de GES proviennent de la combustion des énergies fossiles, des activités industrielles, des transports et de la gestion des déchets tandis que la déforestation et la dégradation des forêts contribuent à hauteur d'environ 20 %. Cette situation souligne le rôle central des écosystèmes forestiers dans la régulation du climat (Lele *et al.*, 2021). Face à ces enjeux, la communauté internationale a mis en place des mécanismes visant à réduire les émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts, notamment à travers l'initiative REDD+. Ce mécanisme intègre non seulement la réduction des émissions, mais également la conservation des forêts, la gestion durable des ressources forestières et l'accroissement des stocks de carbone par le reboisement et l'agroforesterie. En République Démocratique du Congo (RDC), le processus REDD+ a été engagé depuis 2009 (Mpoyi *et al.*, 2013), bien que sa mise en œuvre reste confrontée à des défis institutionnels et opérationnels.

Dans la ville-province de Kinshasa, la dépendance des ménages aux ressources forestières pour les besoins énergétiques demeure très élevée. En effet, environ 75 % des ménages utilisent le charbon de bois comme principale source d'énergie domestique, tandis que 12 % recourent au bois de chauffe (Megevand, 2013). Cette pression énergétique entraîne une dégradation progressive des formations forestières périurbaines, notamment les forêts-galeries, qui ont fortement régressé voire disparu dans certaines zones.

Dans ce contexte, des initiatives de reboisement et de séquestration du carbone ont été développées, notamment sur le Plateau des Batéké, à Ibi Village, à l'est de Kinshasa. Ce projet expérimental d'Ibi vise à restaurer les savanes dégradées par l'installation de plantations, en particulier d'*Acacia*, afin de séquestrer le dioxyde de carbone (CO₂), tout en contribuant à l'approvisionnement durable en bois-énergie pour les populations locales. À terme, il prévoit la mise en valeur de plusieurs milliers d'hectares, s'inscrivant ainsi dans une double logique de mitigation climatique et de développement local.

Dans cette perspective, l'estimation précise du volume, de la biomasse et des stocks de carbone des peuplements forestiers constitue un enjeu majeur, tant pour la gestion durable des ressources forestières que pour les systèmes de mesure, notification et vérification (MRV) associés aux stratégies REDD+. Toutefois, dans les pays tropicaux, les chercheurs disposent encore d'un nombre limité d'équations allométriques adaptées aux conditions écologiques locales (Bwangoy *et al.*, 2013) et ceci constitue une contrainte particulièrement marquée en Afrique Centrale (Chave *et al.*, 2014). En conséquence, les

estimations reposent fréquemment sur des équations allométriques pantropicales, telles que celles proposées par Cairns *et al.*, (1997).

Dans ce contexte, il apparaît pertinent d'associer l'analyse des paramètres dendrométriques des arbres à l'utilisation d'équations allométriques pantropicales afin d'améliorer l'estimation de la biomasse et des stocks de carbone dans les peuplements forestiers du Bassin du Congo.

Ainsi, la présente étude vise à comparer les paramètres dendrométriques des peuplements d'*Acacia crassicaarpa* soumis à éclaircie et non éclaircis et à quantifier la biomasse ainsi que les stocks de carbone associés à ces deux types de gestion.

Ce travail présente un double intérêt. Sur le plan scientifique, il contribue à l'amélioration des connaissances relatives à l'estimation de la biomasse et du carbone dans les plantations tropicales, en mettant en évidence l'influence des pratiques sylvicoles et des conditions environnementales. Sur le plan opérationnel, il fournit des éléments d'aide à la décision pour les gestionnaires forestiers, les exploitants, les aménagistes et les acteurs du secteur bois, en vue

d'une gestion durable et optimisée des ressources forestières.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

Localisation et choix du site

L'étude a été conduite à Ibi-Village, situé sur le Plateau des Batéké, dans la ville-province de Kinshasa en République démocratique du Congo (figure 1). Ce site a été retenu en raison de la présence de plantations d'*Acacia crassicaarpa* établies selon deux modalités de gestion, avec et sans éclaircie, offrant ainsi un cadre pertinent pour l'analyse comparative.

Le domaine d'Ibi-Village se localise à proximité de la cité de Mbankana, à environ 140 km du centre-ville de Kinshasa, dans la commune de Maluku. Il est accessible par la route nationale n°1 reliant Kinshasa à Kikwit, qui en constitue la limite méridionale. Le site est délimité à l'ouest par la rivière Douale et à l'est par la rivière Lufini, cette dernière recevant les eaux de la Douale en aval (Lele *et al.*, 2016).

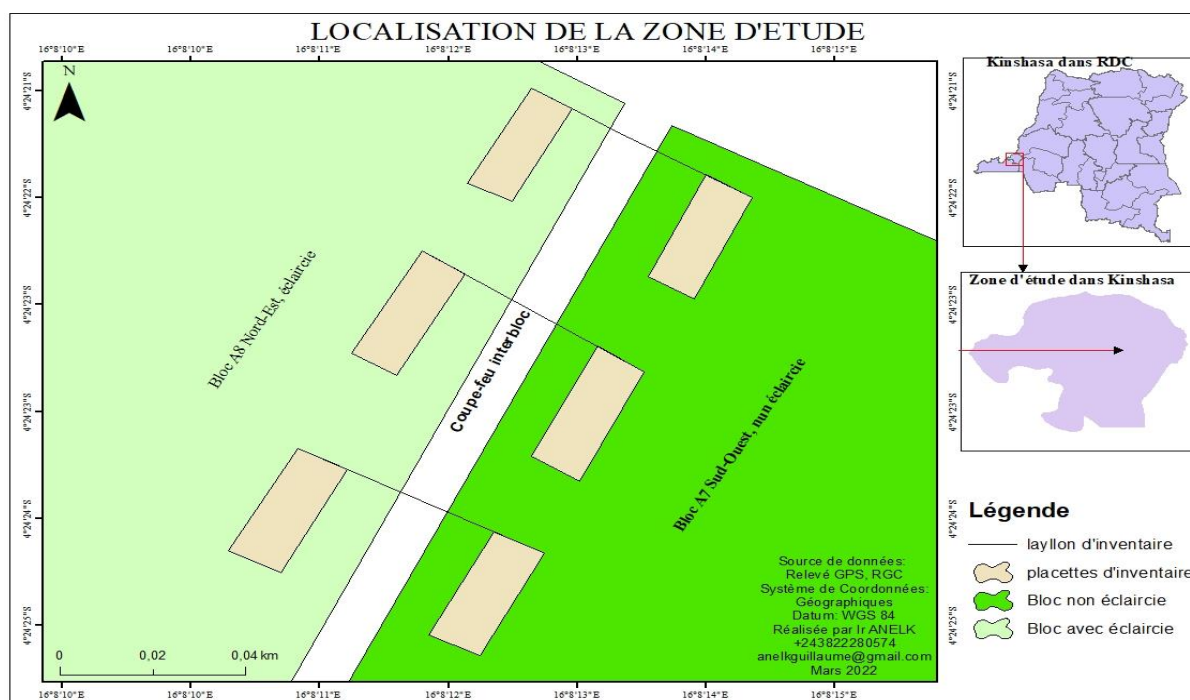


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

Conditions climatiques

Le climat de la zone d'étude est de type tropical humide, caractérisé par une alternance de quatre saisons distinctes : une grande saison sèche s'étendant de mi-mai à mi-septembre, suivie d'une grande saison des pluies de mi-septembre à fin

décembre, une courte saison sèche en janvier-février, puis une petite saison des pluies de mars à mi-mai. La pluviométrie annuelle moyenne est d'environ 1500 mm, répartie sur une centaine de jours de pluie. La température moyenne mensuelle oscille entre 24 et 25°C, tandis que les températures minimales journalières peuvent chuter à 15-17 °C,

voire en dessous, durant la saison sèche pendant la nuit (Lele et al., 2021).

2.2. Matériel

Le matériel biologique était constitué de l'ensemble des tiges d'*Acacia crassicaarpa* âgées de 1 à 4 ans, présentant un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égal à 9 cm. Ces tiges ont été inventoriées au sein de deux dispositifs expérimentaux d'un hectare chacun, correspondant respectivement à un peuplement soumis à éclaircie et à une plantation non éclaircie. À partir de ces individus, la biomasse aérienne et le potentiel de stockage de carbone ont été estimés.

2.3. Méthodes

Etude documentaire

La revue documentaire a constitué une étape fondamentale de cette étude, en permettant une analyse critique et synthétique des connaissances existantes relatives aux paramètres dendrométriques, à l'estimation de la biomasse et au stockage du carbone dans les écosystèmes forestiers tropicaux. Elle a reposé sur l'examen d'articles scientifiques, de rapports techniques et de cadres méthodologiques reconnus, afin d'identifier les approches les plus pertinentes en matière d'inventaire forestier et d'utilisation des équations allométriques. Cette démarche a également permis d'appréhender les déterminants écologiques et sylvicoles influençant la structure des peuplements, en particulier le rôle des éclaircies dans la dynamique de croissance, la répartition des diamètres et l'accumulation de biomasse. Par ailleurs, la revue a contribué à mettre en évidence les limites des modèles existants, notamment le manque d'équations allométriques spécifiques aux forêts d'Afrique centrale, justifiant ainsi le recours à des approches pantropicales. Enfin, elle a fourni un cadre conceptuel et analytique solide pour l'interprétation des résultats obtenus, en facilitant leur mise en perspective avec les travaux antérieurs et en renforçant la robustesse des discussions scientifiques.

Echantillonnage

La première phase de l'étude a consisté en une prospection de terrain visant à vérifier la présence des types de peuplements forestiers ciblés, à évaluer leur accessibilité et à sélectionner les sites d'échantillonnage. Cette étape exploratoire a permis de valider la pertinence du dispositif expérimental et d'assurer la faisabilité du protocole. Les parcelles d'étude ont ensuite été choisies de manière aléatoire au sein de la zone retenue, afin de garantir la représentativité des peuplements étudiés.

Dans une seconde phase, les surfaces d'étude ont été délimitées et structurées. Chaque unité expérimentale d'un hectare a été matérialisée puis subdivisée en parcelles carrées de 100 m × 100 m, elles-mêmes fractionnées en quatre sous-parcelles de 50 m × 50 m. Cette subdivision visait à faciliter l'organisation de l'inventaire, à améliorer la précision des mesures et à éviter tout risque de double comptage des individus. Au total, deux dispositifs ont été considérés : un hectare de plantation d'*Acacia crassicaarpa* soumis à éclaircie et un hectare de plantation non éclaircie.

L'inventaire forestier a été réalisé au sein de ces parcelles permanentes en considérant l'ensemble des tiges présentant un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égal à 9 cm, conformément aux recommandations méthodologiques usuelles (Cairns *et al.*, 1997). Dans chaque unité d'échantillonnage, les individus ont été systématiquement identifiés, dénombrés et mesurés.

Les mesures dendrométriques ont porté sur le diamètre et la hauteur totale des arbres. Le DHP a été mesuré à l'aide d'un ruban diamétrique, tandis que la hauteur totale a été estimée par la méthode de triangulation à l'aide d'un décimètre. Par ailleurs, afin d'optimiser l'effort d'échantillonnage tout en maintenant une bonne représentativité spatiale, un dispositif d'inventaire systématique a été adopté, consistant à mesurer une ligne sur trois au sein de chaque plantation. Cette approche a conduit à l'échantillonnage de douze lignes pour chaque hectare de plantation.

1. Mesure du Diamètre à hauteur de la poitrine DHP

Le diamètre a été mesuré à partir de 1,30 m du sol à l'aide d'un bâton de référence et avec un ruban diamétrique pour chaque arbre. Sur le terrain, la circonférence à la hauteur de poitrine a été mesurée et transformée ensuite en DHP suivant la relation entre la circonférence et le diamètre :

$$D = C/\pi$$

2. Estimation de la Hauteur totale des arbres

La hauteur totale des arbres a été estimée sur base de la méthode de triangulation.

3. Calcul de surface terrière

La surface terrière correspond à l'aire de la section transversale du tronc d'un arbre mesurée à 1,30 m du sol (diamètre à hauteur de poitrine, DHP). Elle constitue un indicateur fondamental en dendrométrie et en écologie forestière, largement utilisé pour caractériser la structure des peuplements et évaluer leur densité. Contrairement aux simples mesures de densité exprimées en

nombre de tiges par unité de surface, la surface terrière intègre à la fois l'abondance des individus et leurs dimensions, offrant ainsi une estimation plus représentative de l'occupation de l'espace par la biomasse ligneuse. Elle permet également d'apprécier l'importance relative des espèces au sein d'un peuplement et sert de base à de nombreuses analyses, notamment celles liées à la productivité forestière, à la compétition intra- et interspécifique, ainsi qu'à l'estimation de la biomasse et des stocks de carbone.

Dans le cadre de cette étude, la surface terrière a été calculée à partir du diamètre mesuré à hauteur de poitrine selon la formule suivante :

$$g = \pi \frac{DHP^2}{4} \text{ où}$$

g : Surface terrière individuelle en m²;
DHP : Diamètre à Hauteur de la Poitrine qui est un diamètre prélevé à un niveau conventionnel de 1,30 m du sol ; π : 3,14 (constante).

4. Calcul de volume des arbres

Le volume des arbres a été déterminé dans un premier temps au moyen de la formule d'Huber qui est :

$$v = \frac{\pi(DHP)^2}{4} * H$$

H: la hauteur totale de l'arbre en mètre
V: le volume de l'arbre en mètre cube
DHP: diamètre à la hauteur de la poitrine

5. Calcul de la densité des arbres

La densité de peuplement constitue un paramètre clé en écologie forestière et en dendrométrie, dans la mesure où elle conditionne la dynamique de croissance des arbres en influençant la disponibilité et le partage des ressources essentielles telles que la lumière, l'eau et les nutriments. Elle détermine ainsi l'intensité de la compétition interindividuelle au sein du peuplement, avec des implications directes sur la croissance en diamètre, la mortalité, la structure du peuplement et la production de biomasse. Une densité élevée tend à accentuer la compétition, limitant la croissance individuelle, tandis qu'une densité plus faible favorise généralement le développement des arbres restants, notamment en contexte de pratiques sylvicoles telles que l'éclaircie.

Dans le cadre de cette étude, un total de 361 individus ligneux a été recensé sur une superficie d'un hectare, correspondant à une densité de 361 arbres·ha⁻¹. La densité de peuplement est définie comme le nombre total de tiges (N) rapporté à l'unité de surface considérée. Elle constitue un indicateur de base pour l'analyse structurale des

peuplements et intervient dans l'interprétation des variations de biomasse et de stock de carbone.

La densité a été calculée selon la relation suivante :

$$\text{Densité} = \frac{\text{Nbre tiges}}{\text{superficie}}$$

Traitements des données

Les données collectées ont été encodées dans un tableur Excel 2013. L'analyse des données de la biomasse aérienne a été effectuée en trois étapes : (1) l'exploration graphique, (2) l'estimation de la biomasse et du stock de carbone et (3) l'analyse statistique.

Exploration graphique

Dans cette phase, la structure diamétrique des arbres inventoriés a été représentée pour se rassurer de la répartition équitable des données dans différentes classes de diamètre, puis la vitesse de croissance des tiges d'arbres a été calculée à partir de DHP ou de la hauteur totale sur l'âge des arbres selon la formule :

$$\frac{\text{Vitesse de croissance}}{\text{Diamètre à 1,30m ou Hauteur totale}} = \text{Age(années)}$$

Les graphiques ont été construits sur base des classes de DHP et hauteurs.

Estimation de la biomasse et du stock de carbone

L'estimation fiable des stocks de carbone aérien dans les écosystèmes forestiers repose sur l'intégration d'un ensemble cohérent de données biophysiques et dendrométriques. Celles-ci incluent notamment la caractérisation des types de couvert forestier, les mesures individuelles des arbres (diamètre à hauteur de poitrine, hauteur totale), l'identification taxonomique des espèces ainsi que la connaissance de la densité du bois, paramètre essentiel pour la conversion de la biomasse en carbone. Au-delà de la qualité des données de terrain, la robustesse des estimations dépend également du choix de modèles appropriés, en particulier des équations allométriques permettant de quantifier la biomasse à l'échelle de l'arbre (Chave *et al.*, 2005), ainsi que des approches d'extrapolation spatiale visant à généraliser ces estimations de l'échelle de la parcelle à des échelles plus larges, telles que les paysages ou les régions forestières.

Dans cette perspective, les travaux de Chave *et al.* (2014) constituent une avancée majeure, reposant sur une base de données élargie à 4 004 arbres, dont 1 006 issus des forêts tropicales africaines. Ces auteurs ont amélioré les modèles allométriques pantropicaux en intégrant un facteur de stress environnemental (E), permettant de mieux capturer

les variations écologiques liées aux conditions climatiques et édaphiques. Les équations ainsi développées se distinguent par leur robustesse et leur large applicabilité, offrant des niveaux de précision élevés dans l'estimation de la biomasse aérienne, pouvant atteindre environ 90 % (Phanzou Loubota *et al.*, 2016 ; Akweni *et al.*, 2015).

Dans le cadre de la présente étude, deux équations allométriques issues de ces travaux ont été retenues afin d'estimer la biomasse aérienne des peuplements étudiés.

$-B = 0,0673 (\rho D^2 H)^{0,976}$ (Chave *et al.*, (2014)
 $-B = 0,0776 (\rho D^2 H)^{0,940}$ Et l'équation de Chave *et al.*, (2005).

B, ρ , D, H représentent respectivement la biomasse aérienne (en kg), l'infra-densité du bois (en g/cm^3), le diamètre de l'arbre à hauteur de poitrine (en cm) et la hauteur totale de l'arbre (en m). Selon Brown (1997), la valeur de l'infra-densité du bois (ρ) pour l'essence *Acacia mangium* correspond à $0,45 g/cm^3$.

Estimation du stock de carbone

Pour aboutir au stock de carbone, les estimations de biomasse sont converties en valeurs de carbone à l'aide des fractions de carbone (FC) de la matière sèche (GIEC, 2007). Cette fraction par défaut s'établit à 0,47 (GIEC, 2007), 0,5 (Pearson *et al.*, 2005) et 0,498 (Mbow, 2009) pour un arbre entier.

Cependant, il est recommandé d'utiliser des valeurs spécifiques si elles existent. D'après Lubalega *et al.*, (2018), le carbone dans les arbres est 0,45. Dans le cadre de la présente étude, la fraction de carbone proposée par Pearson *et al.*, (2005) a été utilisée. Ainsi, l'équation suivante peut s'écrire :

Stock de carbone = Biomasse \times Fraction de carbone.

Analyses statistiques

Les données collectées ont été au préalable, saisies, triées, synchronisées, codifiées à l'aide du logiciel Excel. Ensuite, elles ont été regroupées suivant chaque strate, espèce et famille. Ces informations ont permis d'effectuer les analyses des différents paramètres relatifs à la composition floristique (abondance et densité), ainsi que des paramètres structuraux (dominance, diamètre, hauteur) entre les différentes strates (Bampulu, 2018) afin de déterminer la biomasse de chacun des peuplements mis en étude. Les analyses ont également intégré des indicateurs de dispersion, notamment la variance, l'écart-type et le coefficient de variation (CV), afin d'évaluer la variabilité des données. La figure 2 présente une synthèse du dispositif méthodologique mis en œuvre dans le cadre de cette étude.

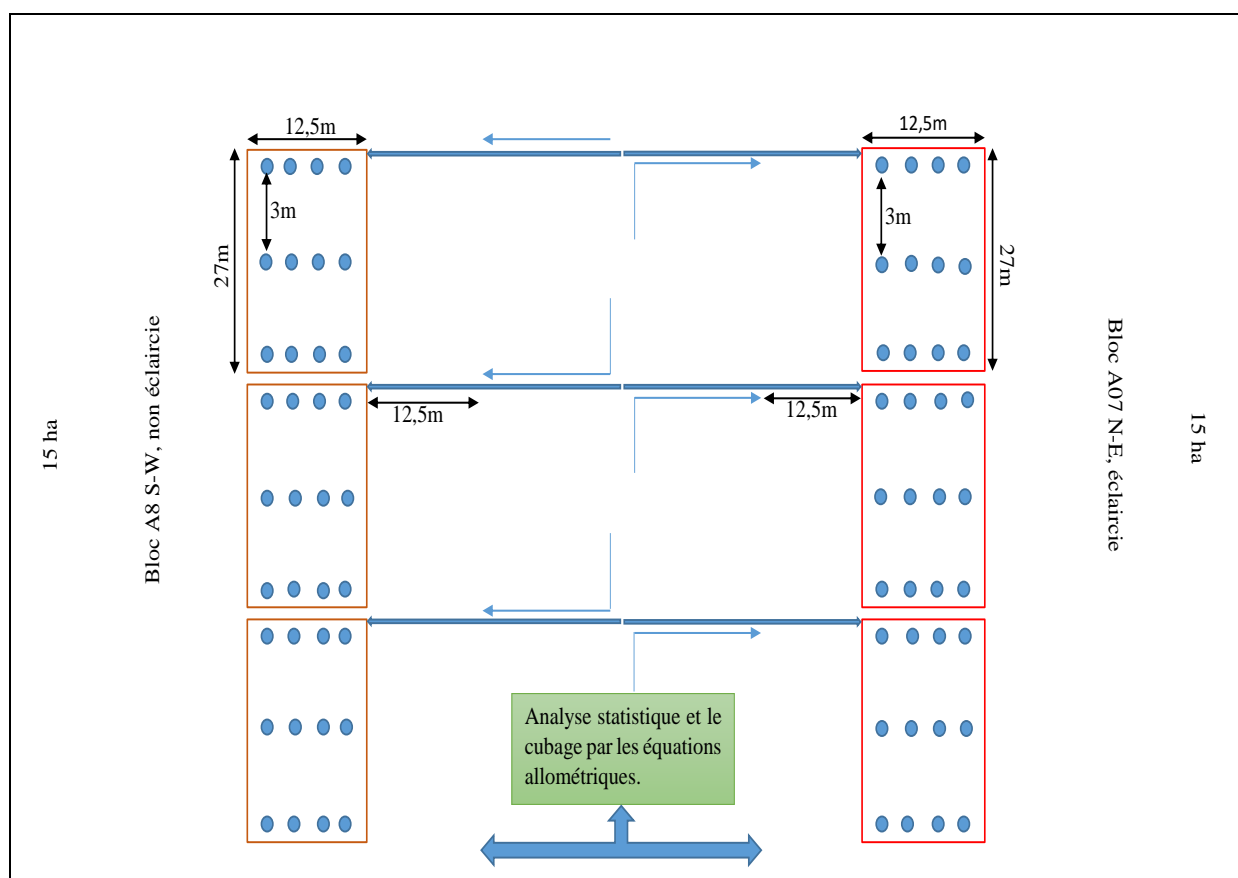


Figure 2. Méthodologie schématique

3. RESULTATS

3.1. Densité de peuplement

Le nombre total des arbres inventoriés a été de 433 pieds/ha pour l'ensemble de deux peuplements étudiés, soit 160 pieds/ha pour l'espèce *Acacia crassica* dans le boc avec Eclaircie et de 273 pieds/ha pour l'espèce *Acacia crassica* dans le boc sans Eclaircie (figure 3) avec un DHP supérieur ou égal à 10 cm (Figure 3).

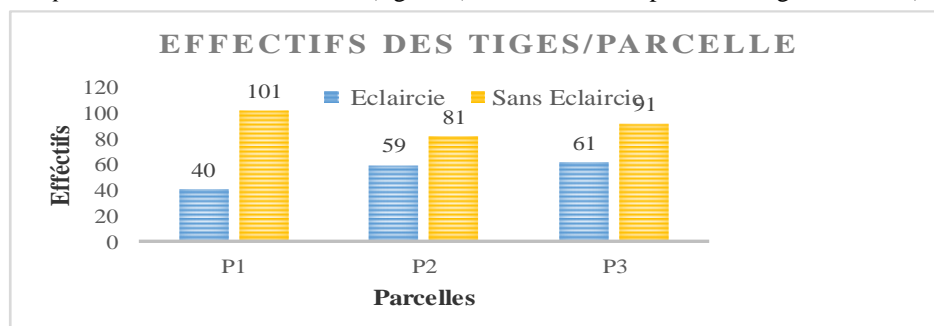


Figure 3. Répartition des tiges par parcelle dans les peuplements

Il ressort de la figure 3 qu'une forte concentration des tiges dans le peuplement d'*Acacia crassica* dans le bloc A08 S-W sans Eclaircie dans les trois parcelles d'études, contrairement dans le peuplement d'*Acacia crassica* dans le bloc A07 N-E avec Eclaircie qui regorge une faible quantité des arbres, très bien calibrés.

3.2. Diamètre à la hauteur de la poitrine (DHP)

La figure 4 présente la répartition des arbres de peuplement par classe de DHP en cm.

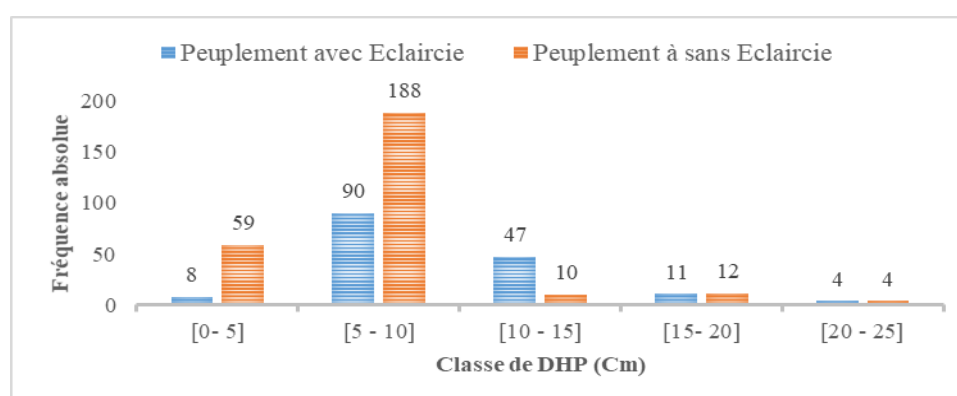


Figure 4. Répartitions des arbres de peuplements par classe de DHP en Cm

A l'instar des résultats présentés sur la figure 4, la répartition des arbres de ces deux peuplements présentent une tendance sous la forme de i. Ces deux peuplements sont moins représentés dans certaines classes et plus dans d'autres. Il se révèle une forte concentration des arbres dans les classes de diamètre variant entre 5 à 10 cm et 0 à 5 cm pour ces deux peuplements.

3.3. Analyse de paramètres statistiques de DHP

Les paramètres statistiques de ces deux peuplements en termes de DHP sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Paramètres statistiques de DHP des arbres dans les peuplements

Paramètres statistiques	Total de peuplement avec Eclaircie	Total peuplement sans Eclaircie
Minimum (Cm)	4,81	3,92
Maximum (Cm)	22,00	21,54
Moyenne (Cm)	9,60	6,73
Ecart-type	3,92	3,39
Variance	15,44	11,78
Coefficient de variation (%)	41,22	50,14

Partant des résultats présentés dans le tableau 1, il se dénote que les arbres de ces deux peuplements inventoriés perdent leur homogénéité en termes de DHP quand ce dernier augmente. Les arbres de peuplement sans Eclaircie présentent des diamètres statistiquement hétérogènes, alors qu'ils sont encore homogènes pour le peuplement avec Eclaircie. Les dispersions obtenues autour des valeurs moyennes de peuplement sans Eclaircie sont élevées (CV = 50,14 %) par rapport au peuplement avec Eclaircie (CV = 41,22 %). Les diamètres moyens sont aussi différents pour tous les deux peuplements avec respectivement 9,60 cm pour le peuplement avec Eclaircie et 6,73 cm pour le peuplement sans Eclaircie. Les valeurs extrêmes sont de 4,81 cm pour le minimum de peuplement avec Eclaircie contre 3,92 cm de peuplement sans Eclaircie, alors que les maxima sont de 22,00 cm et 21,54 cm respectivement pour le peuplement avec Eclaircie et le peuplement sans Eclaircie.

3.4. Hauteur

L'analyse de la figure 5 renseigne que la répartition de hauteur totale des arbres pour ces deux peuplements ne présente pas la même tendance. Il se dénote une très faible représentativité des arbres atteignant des hauteurs se trouvant entre la classe de (10-15 m) et (15-20 m) de Hauteur pour le peuplement sans Eclaircie et aussi une très faible représentativité des arbres dans la classe de (5-10 m) de Hauteur pour le peuplement avec Eclaircie.

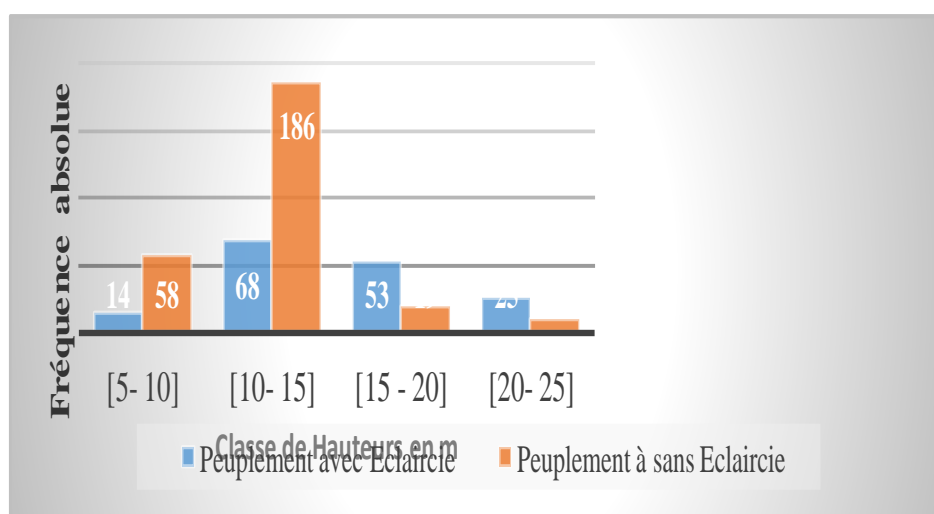


Figure 5. Répartition de hauteur totale en classes de DHP pour les deux peuplements

3.5. Analyses de paramètres statistiques de Hauteur

Le tableau 2 présente les paramètres statistiques de ces deux peuplements en termes de leurs hauteurs totales.

Tableau 2. Paramètres statistiques de Hauteur totale

Paramètres statistique	Peuplement avec Eclaircie	Peuplement sans Eclaircie
minimum (m)	7,66	7,33
Maximum (m)	22,00	21,66
Moyenne (m)	14,85	11,54
Ecart-type	4,23	2,819
Variance	17,98	8,03
Coefficient de variation (%)	28,57	24,37

Au vu du tableau 2, il ressort des écarts entre les deux peuplements en termes de hauteur moyenne des arbres inventoriés, le peuplement avec Eclaircie présente des valeurs supérieures par rapport au peuplement sans Eclaircie. Les valeurs extrêmes sont de 7,66 m pour le minima et 22,00 m pour le maxima du peuplement avec Eclaircie, tandis qu'elles sont de 7,33 m pour le minima et 21,66 m pour le maxima du peuplement sans Eclaircie. La valeur de coefficient de variation pour le peuplement avec Eclaircie est hétérogène, tandis que le peuplement sans Eclaircie présente une valeur de coefficient de variation homogène. Tous les deux peuplements montrent qu'il y a une forte variabilité en termes de hauteur moyenne, les arbres de ces deux peuplements présentent une distribution homogène malgré une différence de 4,2 % de CV.

3.6. Surface terrière

La répartition de la surface terrière totale en classes de DHP est présentée par le tableau 3.

Tableau 3. Répartition de la Surface terrière en classe de DHP

N°	Classe DHP (cm)	Surface terrière (m ² /ha)	
		P avec Eclaircie	P sans Eclaircie
1	[0- 5]	0,0147654	0,0974613
2	[5 - 10]	0,3594567	0,5689567
3	[10 - 15]	0,5567303	0,1254392
4	[15- 20]	0,2456458	0,2472342
5	[20 - 25]	0,1483765	0,1752376
	Total	1,3249747	1,214329

Telle que présenté dans le tableau 3, la surface terrière augmente en fonction des classes de DHP. Ces deux peuplements présentent une différence de 0,11 m²/ha.

Volume

La répartition de volume total des peuplements en classes de DHP en cm est représentée par le tableau 4.

Tableau 4. Répartition de volume total des peuplements en classe de DHP

N°	Classe DHP (cm)	Volume total (m ³ /ha)	
		P avec Eclaircie	P sans Eclaircie
1	[0- 5]	0,1256768	0,8224724
2	[5 - 10]	4,617573	6,9049005
3	[10 - 15]	10,555706	1,9307118
4	[15- 20]	5,270493	4,4713478
5	[20 - 25]	3,2642833	3,744201
	Total	23,833732	17,873633

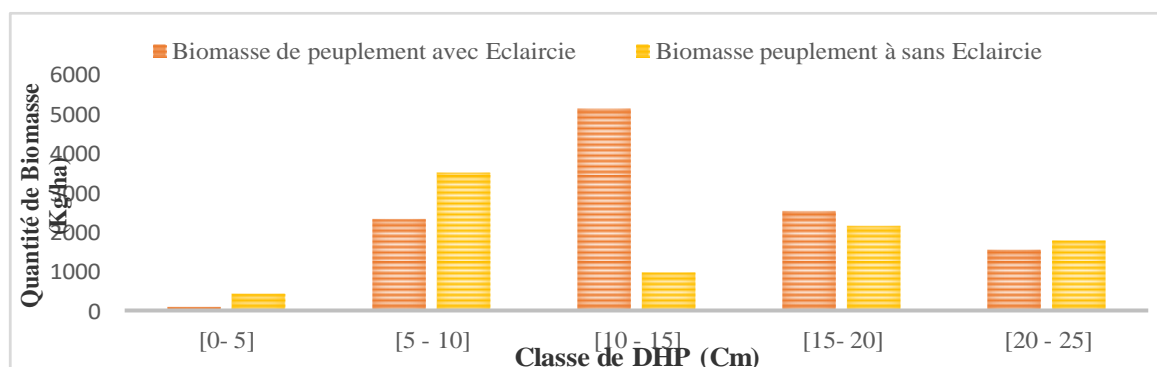
L'observation faite dans le tableau ci-haut montre que ces deux peuplements présentent une différence de 5,96 m³ en termes de volume total. Le peuplement avec Eclaircie présente un volume supérieur par rapport au peuplement sans Eclaircie suite à une forte représentation des tiges dans la classe de 10-15 cm.

3.7. Inventaire de Carbone

Quantité de Biomasse

Répartition de la Biomasse par classe de DHP en cm

La figure 6 présente la biomasse en t/ha de deux peuplements en fonction de classe de DHP en cm. Il se révèle que la biomasse pour les deux peuplements varie de façon non linéaire en fonction de DHP. Le pic de la biomasse s'observe au niveau de la classe de 10-15 cm avec une valeur de 5127,11 kg/ha pour le peuplement avec Eclaircie et de 940,10 kg/ha pour le peuplement sans Eclaircie. Cependant, le déficit s'observe dans la classe de 0-5 cm pour les deux peuplements avec 65,10 kg/ha pour le peuplement avec Eclaircie et 106,28 kg/ha pour le peuplement sans Eclaircie et aussi dans la classe de 20-25 cm avec 1538,08 kg/ha pour le peuplement avec Eclaircie et enfin de 1767,75 kg/ha pour le peuplement sans Eclaircie.

**Figure 6.** Répartition de Biomasse de deux peuplements en classe de DHP

Estimation de la Biomasse par peuplement

La biomasse des individus inventoriés de ces deux peuplements est de 20335,38 kg, soit 11562,63 kg/ha de biomasse pour le peuplement avec Eclaircie et 8772,75 kg/ha de biomasse pour le peuplement sans Eclaircie, soit une différence de 2789,88 kg/ha (figure 7).

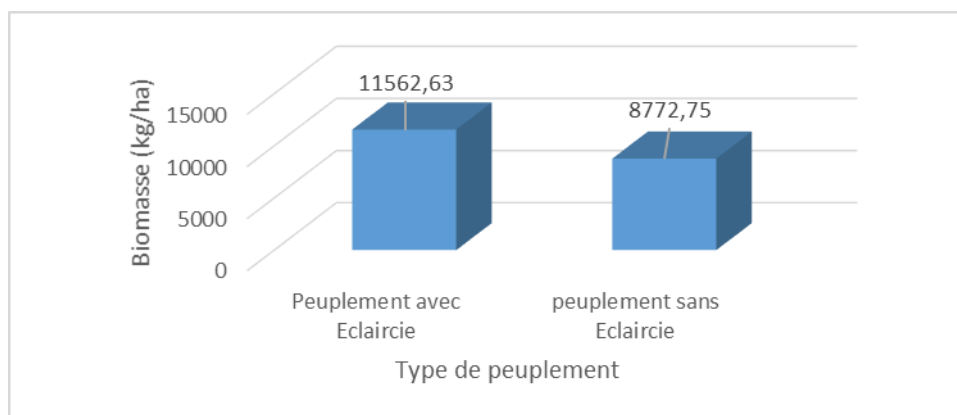


Figure 7. Répartition de Biomasse de deux peuplements en étude

Quantité de Carbone

Répartition de Carbone par classe de DHP en cm

La figure 8 présente le carbone en kg/ha de deux peuplements en fonction de classe de DHP. Il se dégage que le carbone pour les deux espèces varie également en fonction de DHP. Le pic de carbone s'observe dans la classe de 10-15 cm avec une valeur de 2563,55 kg de carbone/ha pour le peuplement avec Eclaircie et de 470,50 kg de carbone/ha pour le peuplement sans Eclaircie. Aussi, dans la classe de 5-10 cm, on a enregistré une valeur de 1158,69 kg de carbone/ha pour le peuplement avec Eclaircie et de 1748,02 kg de carbone/ha pour le peuplement sans Eclaircie. Cependant le déficit s'observe dans la classe de 0-5 cm pour les deux peuplements avec 32,55 kg de carbone/ha pour le peuplement avec Eclaircie et 213,54 kg de carbone/ha enfin pour le peuplement sans Eclaircie.

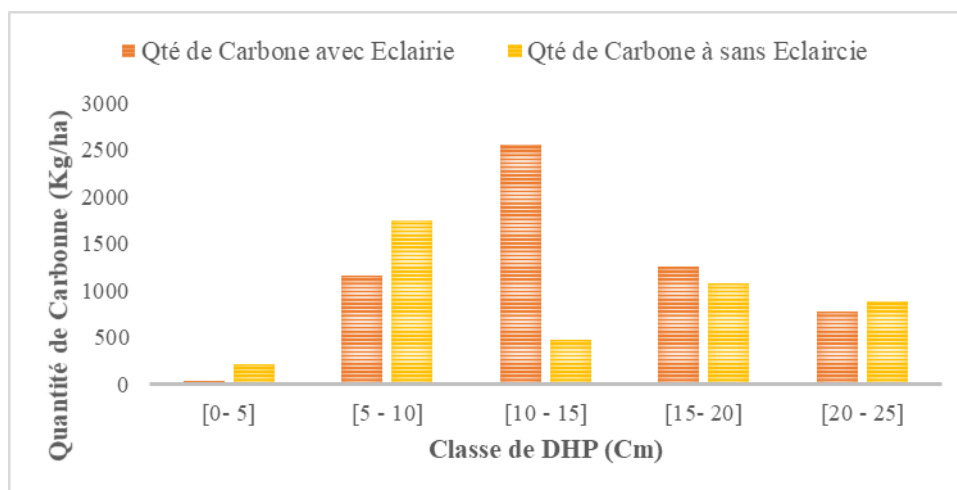


Figure 8. Répartition de carbone par classe de DHP en Cm

Estimation de Carbone par peuplement

Le carbone des individus inventoriés de ces deux peuplements est de 10180,003 kg/ha soit 5781,31 kg/ha de carbone pour le peuplement avec Eclaircie et 4386 kg/ha de carbone pour le peuplement sans Eclaircie, soit une différence de 1395, 31 kg/ha (figure 9).

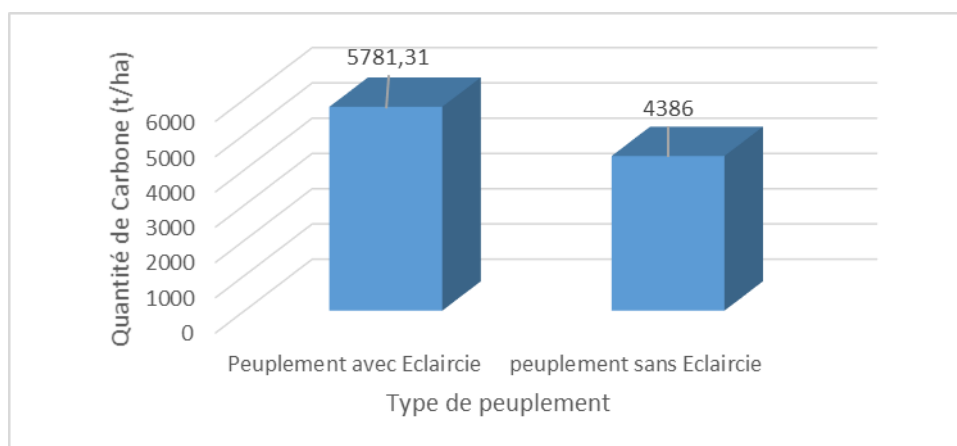


Figure 9. Répartition de carbone par peuplement

Quantité de CO₂

Répartition de la quantité de CO₂ par classe de DHP en cm

La figure 10 présente la quantité de CO₂ absorbé en kg/ha par deux peuplements en fonction de classe de DHP.

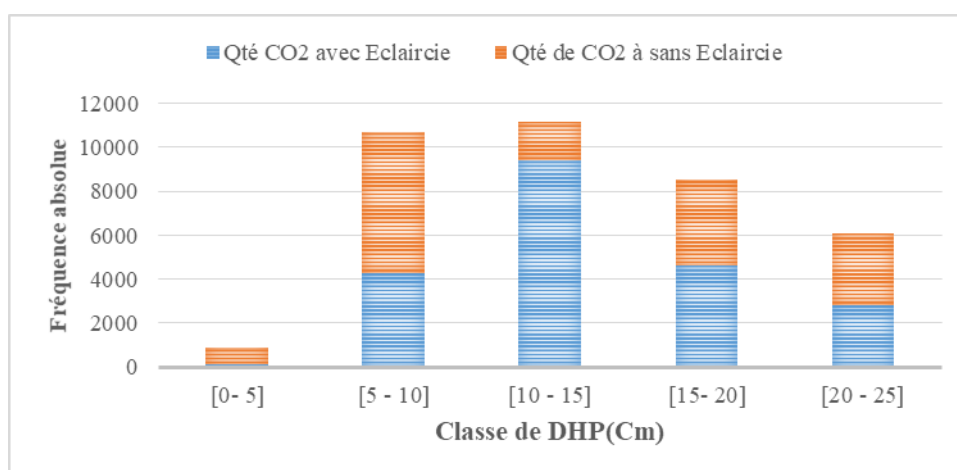


Figure 10. Répartition de la quantité de CO₂ de peuplements

La figure 10 montre que la quantité de CO₂ absorbé par ces deux peuplements varie en fonction de DHP. Le pic de quantité absorbée s'observe au niveau de la classe de 10-15 cm avec une valeur de 9408,24 kg de CO₂/ha pour le peuplement avec Eclaircie et de 1726,73 kg de CO₂/ha pour le compte de peuplement sans Eclaircie. Cependant, le déficit s'observe dans la classe de 0-5 cm pour les deux peuplements avec 119,46 kg de CO₂/ha pour le peuplement avec Eclaircie et 783,70 kg de CO₂/ha pour le peuplement sans Eclaircie.

Estimation de la quantité de CO₂ absorbé par le peuplement

La quantité de CO₂ absorbé par les deux peuplements est de 37315,42 kg de CO₂ soit 21217,42 kg de CO₂ absorbé/ha par le peuplement avec Eclaircie et 16097,99 kg de CO₂ pour le compte de peuplement sans Eclaircie (figure 11).

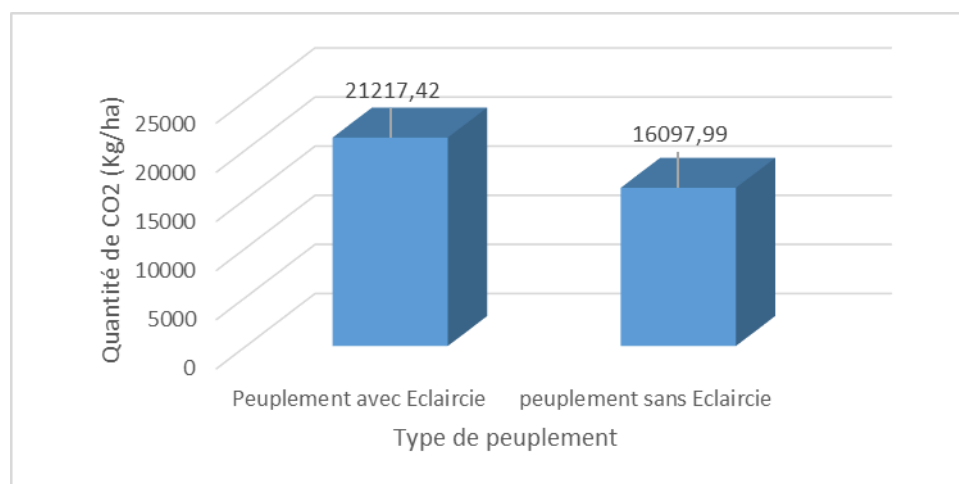


Figure 11. Estimation de la quantité de CO2 absorbé par peuplement

4. DISCUSSION

La présente étude a permis de comparer la dynamique de croissance en hauteur et en diamètre de plantations d'*Acacia crassicarpa* âgées de trois ans, conduites avec et sans éclaircie. Les résultats mettent en évidence l'influence combinée des conditions édaphiques et des pratiques sylvicoles sur la structuration diamétrique des peuplements.

L'analyse de la densité de tiges révèle une abondance significativement plus élevée d'individus dans les parcelles non éclaircies que dans les parcelles éclaircies. Cette distribution s'explique par l'absence de réduction artificielle de la compétition intra-spécifique dans les peuplements non éclaircis (Waring et Running, 1998). Ces observations corroborent les travaux de Nzoyambe (2013), qui soulignent que l'absence d'intervention sylvicole maintient une forte densité mais limite le développement des individus dominants.

À l'inverse, les peuplements ayant bénéficié d'une éclaircie présentent une proportion plus importante d'individus appartenant aux classes supérieures de diamètre. Cette tendance suggère que la réduction de la compétition favorise l'allocation des ressources (lumière, eau, nutriments) vers un nombre restreint d'arbres, accélérant ainsi leur croissance radiale (Gibbs et 2010 ; Hanitriaina, 2016). L'analyse de la distribution des diamètres à hauteur de poitrine (DHP) met en évidence une concentration marquée d'individus dans les classes inférieures (notamment 0–5 cm et 5–10 cm), particulièrement dans les parcelles non éclaircies, traduisant une forte compétition et une hétérogénéité structurale accrue. En revanche, les peuplements éclaircis présentent une structure plus homogène, caractérisée par une meilleure représentativité des classes intermédiaires et supérieures. Ces résultats sont cohérents avec les observations de Taiz et Zeiger (2006), selon lesquelles l'augmentation du diamètre améliore

l'efficacité photosynthétique et la vigueur des arbres dominants.

Concernant la croissance en hauteur, une tendance sigmoïdale a été observée dans les deux traitements, typique des peuplements jeunes en phase d'installation. Toutefois, les valeurs minimales et maximales indiquent un avantage modéré en faveur des parcelles éclaircies, suggérant que la réduction de la compétition agit également, bien que de manière moins prononcée, sur la croissance apicale (GIEC, 2003 ; Pignard, 2006 ; FAO, 2010). Les différences observées au niveau de la surface terrière et du volume total confirment cette tendance, avec des valeurs légèrement supérieures dans les peuplements éclaircis.

Du point de vue de la biomasse aérienne, les deux traitements présentent une relation non linéaire avec le DHP, la contribution la plus importante provenant des classes diamétriques intermédiaires. Les peuplements éclaircis enregistrent un accroissement substantiel de biomasse dans les classes moyennes de diamètre, tandis que les classes inférieures contribuent faiblement au stock total. Globalement, la biomasse totale estimée est plus élevée dans les parcelles éclaircies que dans les parcelles non éclaircies. Cette observation rejoint les conclusions de Brown (1997), qui démontre que les interventions sylvicoles, notamment l'éclaircie, peuvent accroître la production de biomasse en optimisant la croissance des arbres résiduels.

La dynamique du carbone suit une tendance similaire à celle de la biomasse, compte tenu de la corrélation étroite entre biomasse aérienne et contenu en carbone. Les peuplements éclaircis présentent des stocks de carbone supérieurs, en particulier dans les classes intermédiaires de diamètre, traduisant l'effet positif de l'éclaircie sur la séquestration du carbone. Ces résultats confirment les analyses de Waring (1998), qui

soulignent le rôle stratégique des plantations forestières bien conduites dans l'atténuation des changements climatiques.

L'évaluation de la capacité d'absorption du CO₂ montre également une association positive entre surface terrière, volume sur pied et quantité de carbone séquestré. Plus la surface terrière est élevée, plus la capacité de séquestration est importante, ce qui s'inscrit dans la logique allométrique décrite par Phanzou (2016), selon laquelle la croissance dimensionnelle des arbres s'accompagne d'une augmentation proportionnelle du carbone stocké.

Dans l'ensemble, les résultats indiquent que l'éclaircie constitue un levier sylvicole déterminant pour optimiser la croissance diamétrique, la production de biomasse et le stockage de carbone dans les plantations d'*Acacia crassicaarpa*. En favorisant le développement d'arbres de plus grand calibre, cette pratique améliore la productivité et renforce le potentiel de séquestration du carbone des peuplements, contribuant ainsi aux stratégies d'atténuation du changement climatique.

5. CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de comparer la biomasse des plantations d'*Acacia crassicaarpa* soumises à éclaircie et celles sans éclaircie, ainsi que d'analyser leurs caractéristiques dendrométriques respectives. Les résultats ont montré une concentration plus importante d'individus de petit diamètre dans les parcelles non éclaircies. L'analyse de la structure diamétrique a également révélé l'absence de certaines classes dans les deux types de peuplements, particulièrement dans les parcelles éclaircies où les arbres présentent généralement un plus grand calibre. Cette situation met en évidence une plus grande hétérogénéité des individus dans les peuplements éclaircis, tandis que les peuplements non éclaircis apparaissent plus homogènes.

L'examen de la surface terrière et du volume indique des différences entre les deux types de gestion, traduisant une influence des pratiques sylvicoles sur la structure et la productivité du peuplement. Les analyses de biomasse et de carbone montrent que les peuplements ayant fait l'objet d'éclaircies présentent une accumulation plus importante de biomasse. Étant étroitement liée à la biomasse, la quantité de carbone séquestrée varie en fonction du nombre et du calibre des arbres présents. Il ressort également que les arbres appartenant aux classes de diamètre intermédiaires contribuent de manière significative à la séquestration du carbone et à l'absorption du dioxyde de carbone.

L'étude met ainsi en évidence une relation directe entre la densité du peuplement, la structure

diamétrique, la biomasse produite et la capacité de séquestration du carbone. Les pratiques d'éclaircie influencent la dynamique de croissance des arbres et peuvent contribuer à optimiser la productivité ainsi que le potentiel de stockage du carbone des plantations (Giaisson, 2005).

Au regard de ces résultats, il est recommandé aux gestionnaires de plantations artificielles de mettre en œuvre des éclaircies sylvicoles adaptées afin d'améliorer la structure des peuplements, d'utiliser avec rigueur des équations allométriques appropriées pour l'estimation de la biomasse et de sélectionner avec soin les variables prédictives à intégrer dans ces équations afin de garantir des estimations fiables et de réduire les incertitudes.

Références

- Akwani A., Fayolle P., Procès J.-L. & Doucet J.-L., 2015. *Élaboration d'une équation allométrique pour les forêts de type miombo de la province du Katanga (RDC)*. Mémoire de DESS, École Régionale Postuniversitaire d'Aménagement et de gestion intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), Université de Kinshasa, RDC, 74 p.
- Bampulu C., 2018. *Estimation de la biomasse d'Eucalyptus camaldulensis par les équations allométriques pantropicales utilisant uniquement le diamètre comme prédicteur*. Mémoire d'ingénieur, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Agronomiques, Kinshasa, RDC, 82 p.
- Banque Mondiale., 2009. *République démocratique du Congo : planter des arbres pour un meilleur environnement et des citoyens en meilleure santé*. Washington, DC : Groupe de la Banque mondiale. 6p.
- Brown S., 1997. *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer*. FAO Forestry Paper No. 134. FAO, Rome, Italy, 55 p.
- Bwangoy B., Hansen M. C., Dodo N. & Lumbuenamo R., 2013. Aboveground biomass estimate in a tropical moist forest: A comparison between swamp and non-swamp forests in the Lake Mai-Ndombe area of the Democratic Republic of the Congo. *Forest Ecology and Management*, 305, 98–105.
- Cairns M. A., Brown S., Helmer E. H. & Baumgardner G. A., 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111(1), 1–11.
- Chave J., Lév, J. & Easdale A., 2005. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360(1454), 409–420.
- Chave J., Réjou-Méchain M. & Búrquez A., 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177–3190.
- FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment 2010 – Main Report. *FAO Forestry Paper*, No. 163. FAO, Rome, Italy, 378 p.

- Giasson M.A., 2005. *Flux de carbone de l'écosystème avant et après scarifiage au sein d'un parterre de coupe de forêt boréale dans l'Est du Canada*. Mémoire de maîtrise en sciences, Université Laval, Québec, Canada, 133 p.
- Gibbs H. K., Ruesch A. S., Achard F., Clayton M. K., Holmgren P., Ramankutty N. & Foley J. A., 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 107(38), 16732–16737.
- GIEC, 2001. *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au troisième rapport d'évaluation*. Cambridge University Press, 881 p.
- GIEC (IPCC), 2003. *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie*. IPCC, 590 p.
- GIEC (IPCC), 2007a. *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation*. IPCC, Genève, 456 p.
- GIEC (IPCC), 2007b. Résumé à l'intention des décideurs. In : *Changements climatiques 2007 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième rapport d'évaluation*. Cambridge University Press, 25 p.
- Hanitriaina H., 2016. *Étude de la potentialité de séquestration de carbone de deux espèces de Khaya à Madagascar (K. madagascariensis et K. senegalensis)*. Mémoire de Master, Université d'Antananarivo, Madagascar, 69 p.
- Lele B., Lejoly J. & Kachaka C., 2016. Effet de l'application d'engrais minéral complet NPK et de biochar sur les performances de la culture pure du manioc et de l'association manioc - maïs dans les conditions du plateau des Batéké/République Démocratique du Congo (RDC). *Tropicultura*. 34(1), 47-55.
- Lele B. N., Kachaka S. C., Léjoly J., Ngoy H. & Amela P., 2021. Effets de l'application du biochar et de l'engrais minéral NPK sur la culture pure de manioc, l'association manioc-maïs et les propriétés du sol d'Ibi (Plateau des Batéké, RDC). *Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 17, 13–23.
- Lubalega T. K., Lubini C., Ruel J.-C. & Khasa D. P., 2018. Carbon sequestration in trees and soil in natural and assisted reforestation on the Ibi Village–Batéké Plateau, Democratic Republic of the Congo. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 1(1), 25–32.
- Mbow C., 2009. *Potentiel et dynamique des stocks de carbone des savanes soudaniennes et soudano-guinéennes du Sénégal*. Thèse de Doctorat d'État, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 291 p.
- Megevand, C., 2013. *Dynamiques de déforestation dans le bassin du Congo : réconcilier la croissance économique et la protection de la forêt*. Washington, DC : Banque mondiale. 160 p.
- Mpoyi, A. M., Nyamwoga, F. B., Kabamba, F. M., & Assembe-Mvondo, S., 2013. *Le contexte de la REDD+ en République Démocratique du Congo : Causes, agents et institutions*. Bogor, Indonésie : CIFOR. 64 p.
- Nzoyambe O., 2013. *Analyse comparative des techniques utilisées dans l'estimation du stock de carbone dans un peuplement artificiel d'Acacia auriculiformis âgé de quatre ans à Mampu (Plateau des Batéké, RDC)*. Travail de fin de cycle, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, 67 p.
- Pearson T., Walker S. & Brown S., 2005. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. Washington, DC: Winrock International, 57 p.
- Phanzou Loubota G. J., Doucet J.-L., Loumeto 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*, 20(4), 508–522.
- Pignard G., 2006. Estimating carbon stocks and fluxes in French forest biomass. In : *The Greenhouse Gas Balance of Forest Ecosystems*. Springer, Dordrecht, pp. 93–139.
- Taiz L. & Zeiger E., 2006. *Plant Physiology*. 4th ed., Sinauer Associates, Sunderland, MA, 764 p.
- Waring R. H. & Running S. W., 1998. *Forest Ecosystems: Analysis at Multiple Scales (2nd ed.)*. Academic Press, San Diego, CA, 370 p.