Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture
http://www.rafea-congo.com
2026 ; 9(2), 679-691
ISSN (Print) : 2708-7743 **eISSN** : 2708-5422 **Dépôt légal** : JL 3.01807-57259

Étude de la biomasse et quantification du stock de carbone séquestré dans la concession forestière communautaire locale de Bagbalanga dans la province du Haut-Uélé en République Démocratique du Congo

Yanick Bunkete[1], Arindo Akweni Lukawu[1], Willy Lusasi Swana[2], Benjamin Mandjo Lingbandulu[1], Patrick Mutonkole Senga[1], Adrien Likengelo Babelangi[2], Eustache Kidikwadi Tango[1]

[(1)]Université de Kinshasa. Faculté des Sciences et Technologies. Mention Sciences et Gestion de l'Environnement. BP 127 Kinshasa XI (RDC). E-mail : willy.lusasi@unikin.ac.cd
[(2)]Université de Kinshasa. Faculté des Sciences et Technologies. Mention Sciences de la Vie. BP 127 Kinshasa XI (RDC).

Reçu le 29 mai 2026, **accepté le** 22 juin 2026, **publié en ligne le** 27 juin 2026
DOI : https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9i2.63

RESUME

Description du sujet. La concession forestière communautaire de Bagbalanga (Niangara, Haut-Uélé), d'une superficie de 29 029 ha au sein des forêts ombrophiles semi-sempervirentes guinéo-congolaises, approvisionne les populations locales en produits forestiers ligneux et non ligneux.
Objectif. Cette étude analyse la flore et les groupements végétaux de la concession forestière communautaire de Bagbalanga dans la province du Haut-Uélé (RDC) afin de fournir des données de référence pour l'inventaires des stocks de carbone.
Méthodes. Des inventaires multi-ressources et des évaluations d'impact environnemental et social ont été menés sur 30 placettes de 25 m x 15 m.
Résultats. Les inventaires recensent 1 937 arbres vivants (diamètre de 3,18 à 169,43 cm). Cette forêt hétérogène est dominée par les *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Meliaceae*, *Apocynaceae* et *Olacaceae*, avec pour genres caractéristiques *Cynometra*, *Irvingia* ou *Entandrophragma*. Les mesures allométriques confirment le rôle écologique majeur de cette forêt (communauté de Bagbalanga). La biomasse moyenne s'élève à 417,11 t/ha, le carbone séquestré à 208,55 tC/ha et l'équivalent CO_2 à 764,69 tCO_2/ha. À l'échelle globale, la biomasse totale vivante est estimée à 12 108 263,84 t (soit 6 054 131,92 tC et 22 198 483,73 tCO_2). Ce stock important s'explique par la taille de la concession, les types de végétation et la forte densité des tiges.
Conclusion. Cette étude fournit des données scientifiques pour soutenir les politiques de gestion forestière durable et les mécanismes internationaux de lutte contre le changement climatique (REDD+).

Mots-clés : Inventaire carbone, multi-ressources, concession forestière, impact environnemental, Bagbalanga/RDC

ABSTRACT

Study of biomass and quantification of the carbon stock sequestered in the local community forest concession at Bagbalanga in Haut-Uélé Province, Democratic Republic of the Congo
Description of the subject. The Bagbalanga community forest concession (Niangara, Haut-Uélé), covering an area of 29,029 ha within the Guineo-Congolese semi-evergreen rainforests, supplies local communities with timber and non-timber forest products.
Objective. This study analyses the flora and plant communities of the Bagbalanga community forest concession in Haut-Uélé province (DRC) in order to provide baseline data for carbon stock inventories.
Methods. Multi-resource inventories and environmental and social impact assessments were carried out on 30 plots measuring 25 m × 15 m.
Results. The inventories recorded 1,937 living trees (diameter ranging from 3.18 to 169.43 cm). This heterogeneous forest is dominated by the families *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Meliaceae*, *Apocynaceae* and *Olacaceae*, with characteristic genera including *Cynometra*, *Irvingia* and *Entandrophragma*. *Allometric* measurements confirm the major ecological role of this forest (the Bagbalanga community). The average biomass is 417.11 t/ha, carbon sequestration is 208.55 tC/ha and the CO_2 equivalent is 764.69 tCO_2/ha. On a global scale, the total living biomass is estimated at 12,108,263.84 t (equivalent to 6,054,131.92 tC and

22,198,483.73 tCO_2). This significant stock is attributable to the size of the concession, the types of vegetation and the high stem density.
Conclusion. This study provides scientific data to support sustainable forest management policies and international mechanisms to combat climate change (REDD+).

Keywords: Carbon inventory, multi-resource, forest concession, environmental impact, Bagbalanga/DRC.

1. INTRODUCTION

Le changement climatique est un sujet préoccupant pour toute l'humanité en raison de ses effets néfastes sur la planète terre (Avitabile *et al*., 2011). Il se traduit principalement par une augmentation de la température causant le réchauffement climatique (GIEC, 2007). Ces changements résultent de l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre lesquels présentent un danger pour l'homme et son environnement. Parmi ces gaz, le dioxyde de carbone est le plus important (Kidikwadi *et al*., 2021). La concentration de CO_2 atmosphérique est passée d'environ de 288 ppm il y a approximativement 200 ans avant le début de la révolution industrielle à 382 ppm en 2006 (Raven *et al*., 2009).

Par ailleurs l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre, facteur limitant pour la vie de l'homme et de l'environnement en général ; constitue une préoccupation majeure de toute l'humanité. Pour pallier à cette situation, la Convention-Cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC, 1992) a prévu le mécanisme REDD+ auquel s'est souscrit la République Démocratique du Congo à cause de sa grande superficie forestière, sa richesse et sa diversité floristique élevées.

Cette Convention a examiné la possibilité de réduire les émissions du CO_2 à travers l'initiative internationale REDD (Réduction des Émissions dues à la Déforestation et la Dégradation des forêts). Le processus REDD repose sur le fait que lorsqu'une forêt est abîmée /détruite, elle libère une quantité importante CO_2 dans l'atmosphère. Si l'on parvient à diminuer le rythme de la déforestation (disparition complète des forêts) ou de la dégradation (forêts abîmées, par exemple à cause de l'exploitation), alors on pourra diminuer la quantité de CO_2 libéré.

Le concept REDD a été étendu à REDD+ qui comprend également des mesures de conservation des stocks forestiers existants la gestion durable des forêts et l'accroissement des stocks forestier (c'est-à-dire l'accroissement de carbone forestier par le biais de la restauration ou de la plantation de nouvelles forêts). Le mécanisme REDD+ vise à encourager les individus, les communautés humaines, les projets et les pays en développement à préserver les massifs forestiers moyennant des compensations financières issues des crédits de carbone (Angelsen *et al.*, 2013).

Toutefois, sa mise en œuvre dépend d'un système de Mesure, Notification et Vérification concernant l'estimation de la biomasse et des stocks de carbone contenus dans les forêts (Gibbs *et al*., 2007 ; Baccini *et al.*, 2012 ; Clark *et al.*, 2012). Le mécanisme REDD est en mesure de réduire en peu de temps et à faible coût les émissions de CO_2 tout en contribuant en même temps à la réduction de la pauvreté et au développement durable.

Depuis le protocole de Kyoto (1992) jusqu'à aujourd'hui, il y a des sommets, des rencontres et des conférences des parties (COP) qui se succèdent pour prendre des mesures, des décisions et des résolutions en analysant les avancées de la convention. Sur le régime climatique et pour montrer l'utilité et l'importance des plantes, des végétaux et des écosystèmes forestiers comme une aide efficace pour contribuer à la restauration et à la préservation du climat et de la planète. En effet, sur l'accélération climatique, la température à l'échelle de la planète a d'ores et déjà augmenté de 1,1 °C par rapport à la deuxième moitié du IX ^{éme} siècle. Le seuil de 1,5 °C considéré par de nombreux scientifiques comme pouvant causer des dégâts planétaires irréversibles, pouvant être franchi d'ici 2030, soit plus rapidement qu'estime dans les rapports précédents du GIEC.

Le Cop 26 s'est ouverte, réussissant des représentants de 196 pays, dont la RDC a pris part. Cette conférence vise à opérer un bilan de l'accord de Paris signé en 2015. Des solutions ont été proposées visant à limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C. Dans ce contexte, la Cop 26 vise tout d'abord à garantir zéro (0) d'émission nette au niveau mondial d'ici 2050. Parmi les écosystèmes, les forêts en général et celles tropicales en particulier jouent un rôle important dans la réduction de taux de gaz à effet de serre (Lubini *et al*., 2014).

Les écosystèmes forestiers du bassin du Congo forment le second massif forestier tropical, après l'Amazonie, et représentent un quart des forêts denses humides de la planète. Ils s'étendent sur six pays d'Afrique Centrale (Cameroun, Congo, Gabon, Guinée Equatoriale, République Centrafricaine et République Démocratique du

Congo) (COMIFAC, 2014). Quantifier les stocks de biomasse et de carbone contenus dans les forêts tropicales est devenu une priorité internationale dans le cadre de la mise en œuvre du mécanisme REDD+.

Le vaste territoire du Congo-Kinshasa occupe une superficie de 2 345 000 km^2 dont les 3/4 sont couverts de forêts de types divers (Lubini, 2003). Des nombreux auteurs ont étudié la végétation forestière congolaise (Lebrun et Gilbert, 1954 ; Mulleders, 1954 ; Germain et Evrard, 1956 ; Gérard, 1960 ; Mandango 1982, Lubini, 1982, 1997 ; Belesi, 2009). Ces auteurs soulignent que la physionomie de la végétation est du type homogène et hétérogène. L'estimation de cette diversité floristique fait état de plus de 10 000 espèces (Lubini, 1982 ; Doumenge, 1996).

Les forêts occupent une place capitale dans la vie de l'homme en général, tant sur le plan local, national, régional et international. Elles produisent aussi une grande quantité de biomasse et des stocks de carbone (Chave *et al*., 2014). Ces forêts jouent un rôle majeur dans le cycle global du carbone (Pan *et al*., 2011). Il a été enregistré de 1990-2012, un taux de dégradation de forêts en RDC estimé à 0,2 %. Ce sont les types de forêts ombrophiles guinéo-congolaises sempervirentes et semi-sempervirentes selon la classification de White (1986).

A l'heure actuelle, la quantification des stocks de carbone contenus dans les forêts tropicales est devenue une priorité internationale dans le cadre de la mise en œuvre du mécanisme REDD+. La biomasse vivante forestière est estimée à trois échelles spatiales successives : l'arbre, le peuplement et la région. Cela est dû à son rôle très important au cœur de négociations nationales et internationales sur le changement climatique.

Cependant, les travaux concernant l'inventaire Carbone, la production de la biomasse vivante et de stocks de carbone emmagasiné par les arbres sont parfois insuffisants en RDC. Il existe peu des données sur les émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts, ainsi qu'à l'implémentation des interventions de réduction d'émissions et elles ne permettent pas à la RDC de bénéficier assez de crédits carbones pendant de négociations nationales et internationales sur le changement climatique, alors que le pays s'est engagé depuis longtemps dans le processus REDD+. Pour pallier à cette situation, il est souhaitable de mener les travaux de terrain sur les inventaires des arbres afin de disposer les données utiles sur les estimations des biomasses vivantes et des stocks de carbone sur l'ensemble des écosystèmes forestiers du pays.

C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente recherche qui a pour objectif d'analyse la flore et les groupements végétaux de cette concession afin de fournir des données de référence pour l'inventaires des stocks de carbone.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Milieu d'étude

Cette étude s'est déroulée dans la concession forestière de la communauté locale de Bagbalanga, située à 100 km de la ville d'Isiro. Localisée à 03°17'97,53" de latitude Nord et 27°55'96,33" de longitude Est (figure 1), cette concession se trouve dans la chefferie d'Okondo, territoire de Niangara, province du Haut-Uélé, en République Démocratique du Congo.

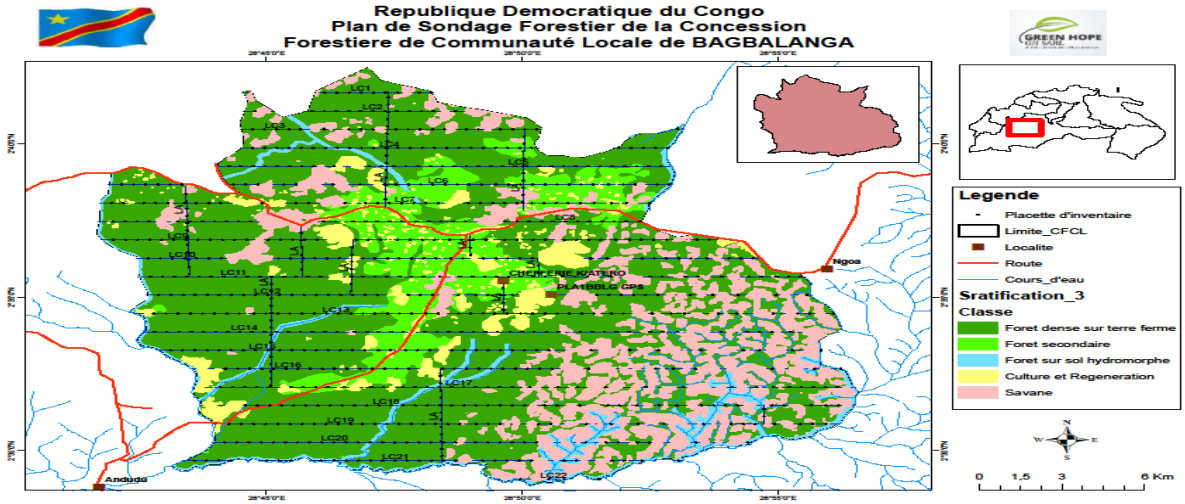

Figure 1. Cartographie de la concession forestière de communauté humaine locale de Bagbalanga dans la province de Haut-Uélé

Les terrains de la concession forestière de la communauté locale sur lesquels se sont formées les forêts et les savanes se caractérisent par leurs spécificités géologiques et géomorphologiques. Selon Frankart (1960), le soubassement géologique de la partie orientale de l'Uélé appartient à des formations dont l'échelle stratigraphique, adoptée par Cahen (1954), comprend, de la plus ancienne à la plus récente, les formations Pré-Karroo, les formations alluviales anciennes et les formations alluviales récentes.

Les formations Pré-Karroo comprennent la formation du Nil occidental, qui regroupe un ensemble de roches à faciès cristallophyllien constituées de schistes à disthène, de micaschistes, de quartzites, de granites gneissiques et d'amphibolites. Concernant le groupe de Kibali, on retrouve des roches au faciès de schistes séricito-chloriteux. Seul le faciès schisto-itabiéritique est reconnu. Il s'agit de roches litées constituées de plages d'oligiste, d'hématite ou de roches magmatiques alternant avec des zones siliceuses.

Le groupe de la Lindi (Paléozoïque) se compose de schistes siliceux zonaires, de calcaires argileux feuilletés, de schistes psammitiques et de grès arkosiques. On y distingue les formations alluviales actuelles ainsi que des formations schisto-granitiques, observées sur diverses surfaces de pénéplanation supérieure. Elles sont sporadiquement surmontées de buttes latéritiques résiduelles, reliques d'un niveau d'aplanissement antérieur.

Le réseau hydrographique du massif forestier de la communauté locale de Bagbalanga présente une tendance orthogonale, avec des vallées peu encaissées et des versants dissymétriques. Les rivières importantes sont la Bomokandi, la Gada ainsi que la Kapidi, caractérisées par un cours large, sinueux et à méandres.

2.2. Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué d'échantillons botaniques limités aux arbres et arbustes vivants (figure 2), récoltés dans la concession sous forme d'herbiers de référence en vue de leur identification systématique.

Figure 2. Récolte des échantillons botaniques pour confectionner l'herbier de référence

2.3. Méthodes

Prospections des sites

Les prospections ont été menées dans la concession forestière de Bagbalanga (22 janvier – 22 février 2022), territoire de Niangara. Les travaux de terrain ont concerné la localisation, la délimitation des parcelles et l'installation des dispositifs d'inventaire ainsi que la récolte des échantillons botaniques.

Echantillon et dispositif d'inventaire

Ce travail se rapporte à l'étude floristique et écologique. Les forestiers utilisent les surfaces standard d'un hectare, soit 10 000 m^2 comme aire minimale d'inventaire forestier (Doucet, 2003). La concession forestière de Bagbalanga a une superficie de 29 029 ha, un échantillon de 0,001 % a été tiré.

Des observations et des inventaires des arbres et les arbustes ont été réalisés sur une superficie de 11 062,5 m^2 soit 1,10625 hectares, subdivisé en 30 placettes forestières échantillonnées de 25 m x 15 m chacune, distantes de plus de 50 m. Tous les arbres et les arbustes vivants dont la circonférence ≥ 10 cm à 1,30 m du sol ont fait l'objet de mesures allométriques. Des individus dont la circonférence est inférieure au seuil de mesure fixée ont été exclus dans le dispositif d'inventaire. Les lianes et les herbes ne se sont pas prises en comptes. Les individus présentant les défauts (par exemple contrefort), les mesures de circonférence ont été prélevés au-dessus de 1,30 m de hauteur de poitrine. Les données de chaque arbre et arbuste identifié ont été marquées, mesurées et enregistrées dans une fiche d'inventaire de la biomasse pré établie.

Les données concernent la circonférence, la hauteur, le nombre de tige et les coordonnées géographiques de chaque individu identifié ont été prélevées : la longitude, la latitude et l'altitude y compris chaque point de repère de la placette (figure 3). Les informations ainsi enregistrées ont servi à l'élaboration des cartes de la distribution spatiale des arbres et les arbustes mesurés.

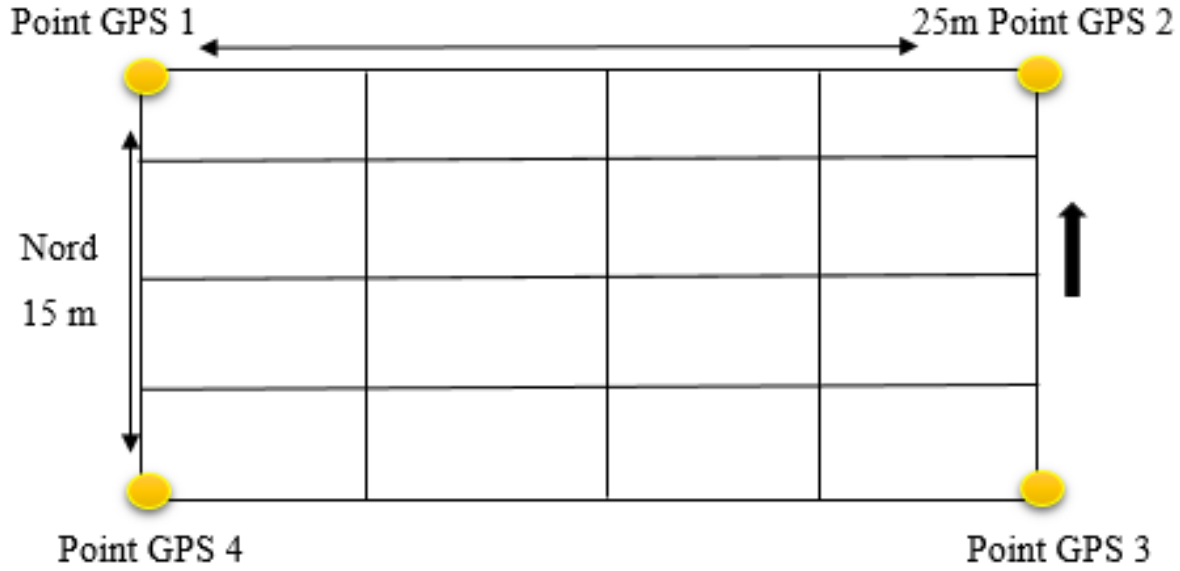

Figure 3. Dispositif de la mise en place d'une placette d'inventaire forestier utilisé

La parcelle ou quadrant d'inventaire couvre une superficie de 11 062,5 m^2 soit 1,10625 hectares et est de forme carrée (111 m x 111 m). Elle est subdivisée en cinquante-neuf (59) placettes forestières, échantillonnées en dimension de 25 m x 15 m chacune. Les deux côtés sont orientés respectivement Nord-Sud et Est-Ouest ; la distance entre les placettes était de plus de 50 m. Dans chaque placette inventoriée, tout arbre qui avait présenté un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égale à 10 cm a été identifié, marqué et mesuré.

Identification des spécimens d'herbier

Les spécimens d'herbiers rassemblés lors des prospections sur le terrain ont fait l'objet d'identification scientifique à l'aide de Flores d'Afrique Centrale (Vol I à 10 et fascicules) et de Flora of West. Tropical Africa (Vol I à 10 et fascicules). D'autres échantillons ont été identifiés par comparaison avec les herbiers de référence à l'Herbarium de l'Université de Kinshasa et INERA selon la classification actuelle de l'APG II, III et IV (1998 ; 2003).

Analyse des groupements végétaux et formations herbacées (savanes)

En général, la forêt de communauté locale de Bagbalanga s'intègre dans la classification écologique des forêts de la République Démocratique du Congo proposée par Lebrun et Gilbert (1954). En effet, les observations, l'inventaire Carbone et multi ressources ainsi que l'impact environnemental et social ont été réalisés dans les forêts classées par ces auteurs du types ombrophiles semi-sempervirentes guinéo-congolaises, à la limite des forêts et savanes soudaniennes.

Densité

La densité désigne le nombre d'individus d'une espèce par unité de surface. Elle est fonction de la taille de chaque espèce étudiée et de son abondance plus ou moins grande. Le nombre de pieds et de tiges présents vivants lors de l'inventaire forestier a été calculé.

Calcul de diamètre et les classes de diamètre

L'estimation de la biomasse de la végétation ligneuse est réalisée sur la base de modèles allométriques. Les équations allométriques préconisées pour l'estimation de la biomasse des massifs forestier sont construites sur la base de paramètres relativement faciles à collecter sur le terrain (DHP). C'est un paramètre intrinsèque à chaque espèce et qui permet de discriminer le potentiel de séquestration de carbone de deux individus de même taille mais appartenant à des espèces différentes. Les modèles allométriques proposés dans le cadre de cette étude pour l'estimation de la biomasse aérienne sont des polynomiaux d'ordre 3 utilisé par défaut de Chave *et al.* (2005) ou celui de Djomo *et al.* (2010). Pour un individu (i), la biomasse aérienne (BAi) est calculée par les équations allométriques suivantes :

$$BA_i\,(kg) = 1{,}929 \times DHP + 0{,}116 \times DHP^2 + 0{,}013 \times DHP^3$$

$$BA_i(kg) = dl \times Exp(-0{,}667 - 1{,}784 \ln(DHP) + 0{,}207 \ln(DHP)^2 - 0{,}028 \ln(DHP)^3)$$

BA (kg) = Exp (-2.994+0,931*ln(D2H))
Respectivement développées par Chave *et al.* (2005) ; Djomo *et al.* (2010). La biomasse aérienne des individus morts sur pied (BAi) est obtenue en appliquant la formule suivante :

$$BA_i\,(kg) = \sum \frac{DHP}{100} \times Hauteur \times dl$$

Mais ce paramètre ne sera pas pris en compte car ce modèle allométrique est utilisé pour l'estimation de la biomasse des arbres des forêts pluri spécifiques. Il est élaboré pour les mêmes zones éco-géographiques que celles de cette étude et intègre un certain nombre d'espèces dominantes de la zone soudano-sahélienne. Ce modèle ne prend pas en compte le bois mort gisant. L'évaluation des stocks de carbone a été réalisée sur 30 placettes forestières. Toutes les tiges ont été mesurées, estimées et comptées. La première étape du traitement des données a consisté de convertir les valeurs de circonférence en diamètre.

Les mesures de diamètre de tous les individus ont permis d'établir les classes de diamètres. Ainsi pour déterminer le nombre de classes de diamètre, on s'est inspiré de la formule établie par Lethielleux (2013). Burgun (2012) stipule que le nombre de classe de diamètre noté k est donné par la formule suivante : k = 1+3,3log n ; où n = taille de l'échantillon.

L'amplitude noté h est calculé à l'aide de la formule comme indiqué : h = $Etendue\ k$; où h = amplitude ; E = étendue ; k= nombre de classe de diamètre ; l'étendue est donnée par E = valeur maximale – valeur minimale.

Mesure de surface terrière

La surface terrière de chaque tige inventoriée dans la zone d'étude a été calculée à l'aide de la formule suivante : G = πdhp2/4 ; Où : G = surface terrière ; dhp = diamètre à 1,3 m du sol de l'arbre ; π (pie) = 3,14 (Boyemba, 2011).

Analyse des données

Les données obtenues ont été encodées sur un tableur Excel puis traitées suivant leur catégorie. Le test de Pearson a permis d'établir la relation entre la circonférence et le diamètre, la biomasse et le diamètre des arbres mesurés. La droite de régression a été tracée de manière à se rapprocher le plus de tous les points afin de montrer positivement ou négativement la relation entre le diamètre et la biomasse. Les résultats obtenus sont présentés sous forme des figures.

3. RESULTATS

3.1. Densité

L'inventaire de 30 placettes fait état de 1937 tiges sur une superficie de 20.029 ha. Ce sont les arbres et les arbustes de diverses espèces rencontrées dans la zone d'étude.

3.2. Variation individuelle de circonférence et de diamètre

La circonférence et le diamètre sont parmi les prédicteurs les plus importantes d'un inventaire forestier. Ils permettent d'estimer les flux de biomasse vivante et de déduire des stocks de carbone séquestré dans les tissus ligneux des espèces. Ces deux paramètres dendrométriques donnent aussi les informations utiles quant à la dynamique et l'évolution du couvert végétal. Les mesures de circonférence et de diamètre ont été calculées pour l'ensemble des individus dénombrés dans les différentes placettes forestières. Les résultats obtenus montrent que la circonférence varie entre 10- 532 cm et 3,18 à 169,43 cm de diamètre (Figure 4).

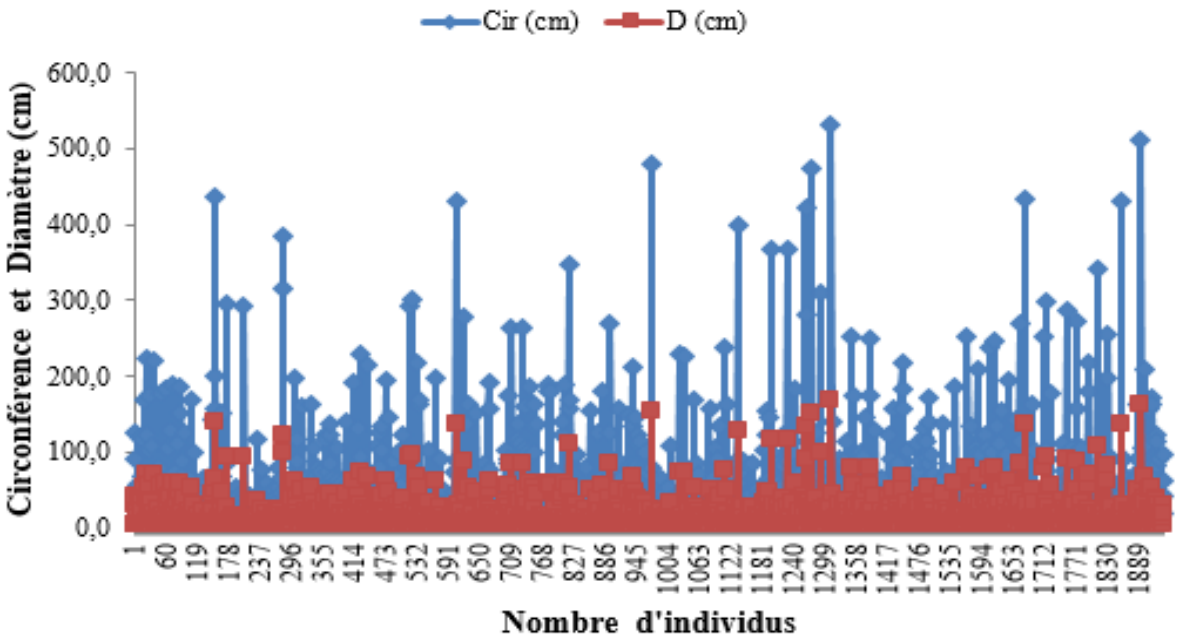

Figure 4. Variation individuelle de circonférence et de diamètre (cm)

La relation entre la circonférence et le diamètre des arbres et les arbustes inventoriés a été évaluée. Le test de Pearson appliqué met en évidence la corrélation entre les deux prédicteurs avec r = 1 ; p-value < 0,0001. Le diamètre d'un arbre dépend de sa circonférence (Figure 5).

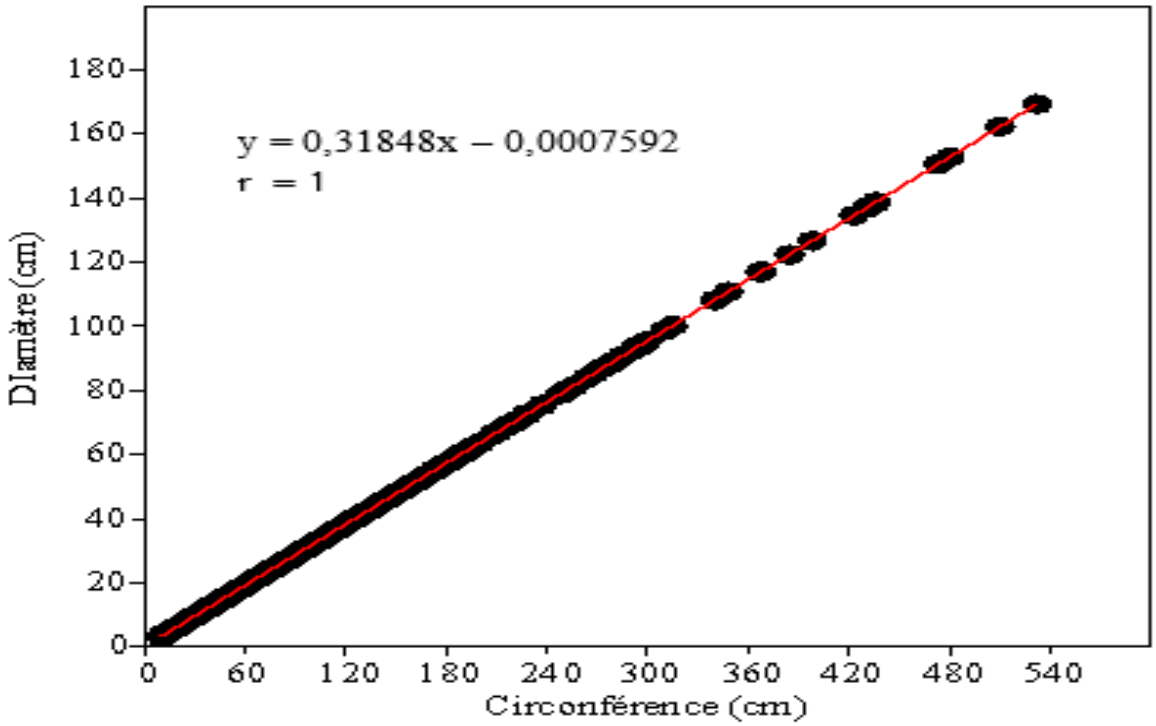

Figure 5. Allométrie simple entre la circonférence et le diamètre des arbres représentée par la relation linéaire entre les logarithmes de deux valeurs

3.3. Mesure individuelle des hauteurs des tiges dénombrées

Les mesures en hauteur de toutes les tiges ont été estimées dans les placettes forestières. La hauteur varie d'un individu à l'autre soit 5 à 30 m (figure 6).

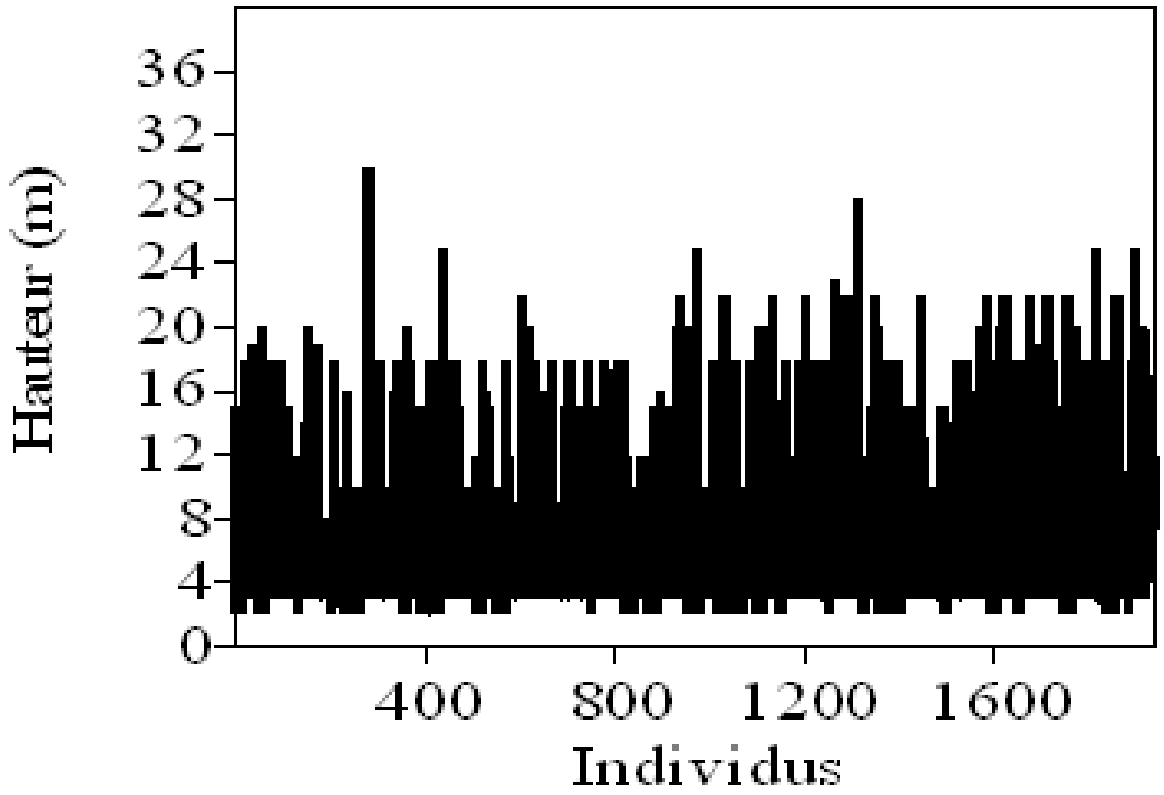

Figure 6. Variation individuelle des tiges en hauteur dans la concession forestière de Bagbalanga

3.4. Mesure de diamètre et classes de diamètre

La distribution des effectifs en catégorie de diamètre dépend d'une classe à l'autre. L'ajustement exponentiel est très remarquable dans la tranche de 3,2 – 16, 2 cm (1497 tiges) de diamètre. Le nombre de tiges par classes de diamètre donne une idée de la dynamique forestière. Une telle position aboutissant vers des formes de plus en plus avancée de la flore et de la végétation de communauté locale Bagbalanga. La persistance d'une espèce dans les groupements végétaux dépend en effet, pour une grande part, de sa représentation dans les différentes classes (Figure 7).

Une distribution exponentielle décroissante serait signe de vigueur écologique et garantie la pérennité des individus jeunes devant assurer le remplacement des individus disparus, et aussi les inventaires continuels de carbone.

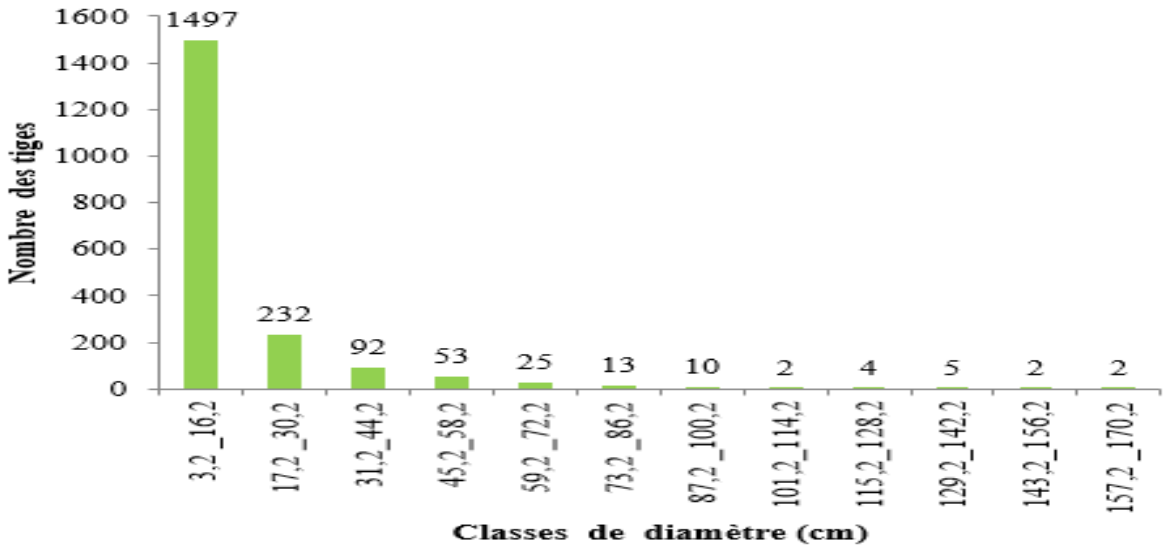

Figure 7. Distribution de nombre de tiges par catégorie de diamètre

Le test de Pearson appliqué met en évidence l'existence d'une différence significative entre le nombre d'arbres dans les catégories de classe de diamètre, avec r = 0,55 au p-value 0,0001 (figure 8). Comme évoqué ci-haut, un nombre important de tiges figurent dans la classe de 3,2-16,2 cm de diamètre.

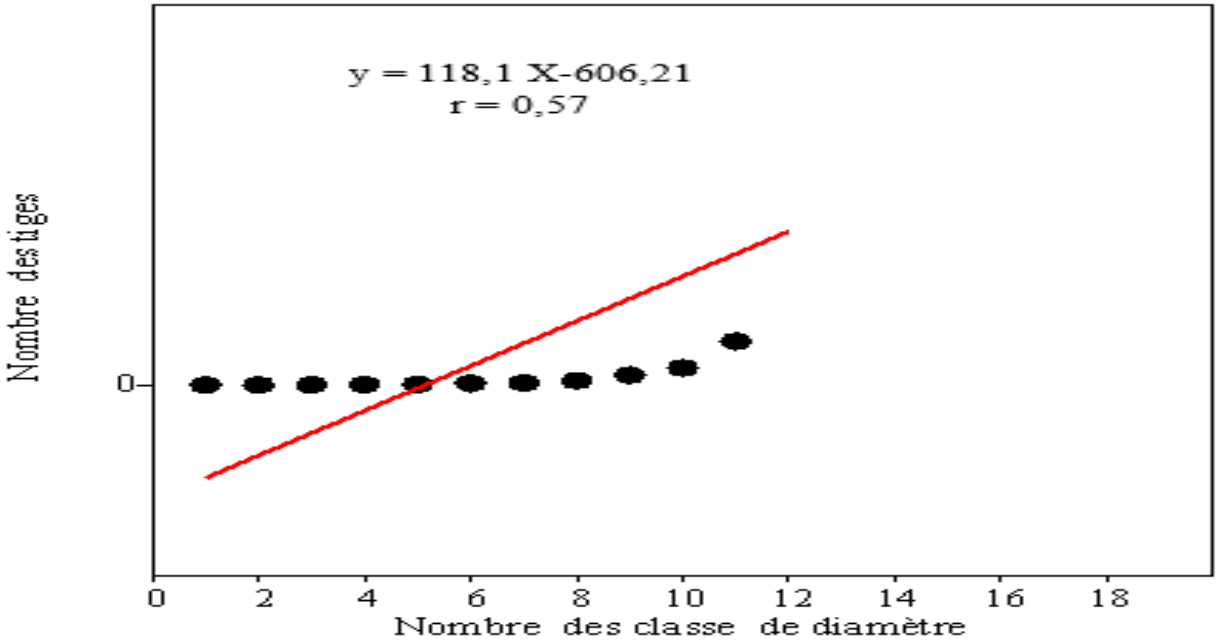

Figure 8. Relation entre le nombre des tiges et les classes de diamètre

3.5. Mesure de surface terrière

Les mesures de surface terrière de toutes les tiges inventoriées dans les placettes forestières ont été calculées. Les résultats obtenus font état de 82,28 m^2/ha soit une moyenne de 0,04 m^2/ha.

3.6. Biomasse moyenne globale, carbone et équivalent de dioxyde de carbone

Les estimations de biomasse moyenne globale vivante, carbone et l'équivalent de dioxyde de carbone ont été évaluées dans la zone d'étude. Les valeurs obtenues révèlent 417,11 tC/ha de biomasse ; 208,55 tC/ha de carbone et 764,69 t/ha d'équivalent de dioxyde de carbone (figure 9).

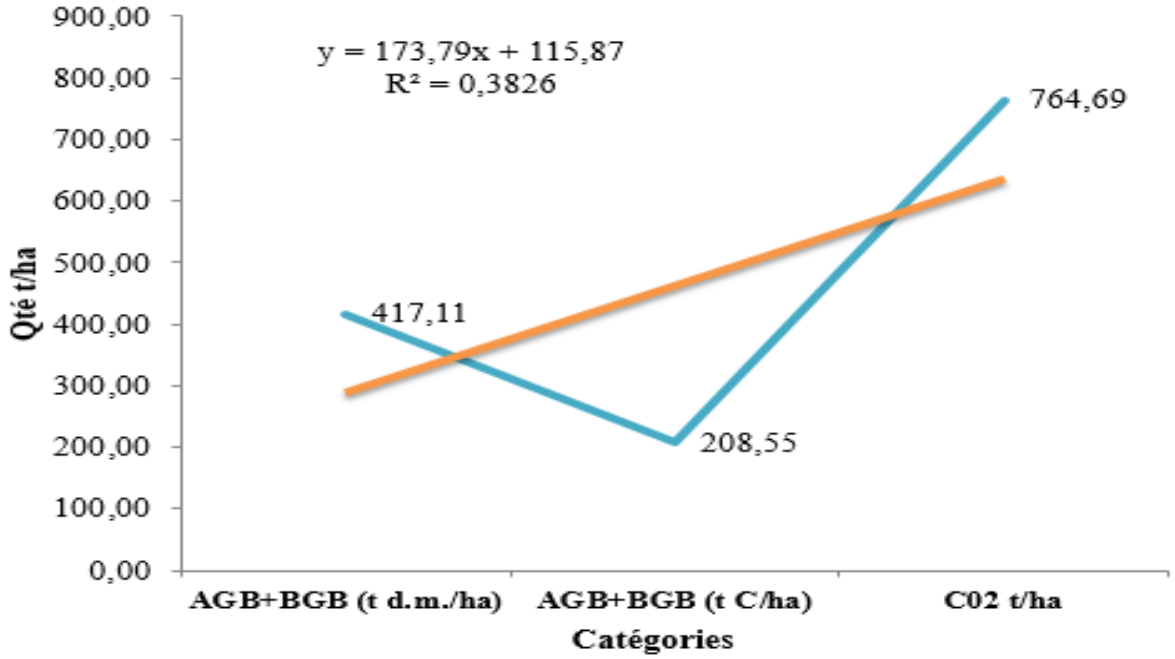

Figure 9. Estimation de biomasse totale, carbone et dioxyde de carbone

3.7. Biomasse totale, Carbone et Eq_CO_2

La concession forestière de Bagbalanga couvre 29 029,2 ha. Les mesures de biomasse totale ont été estimées à 12 108 263,84 t ; 605 4131,92 t des stocks de carbone et 22 198 483,73 t d'équivalent de dioxyde de carbone (Figure 10).

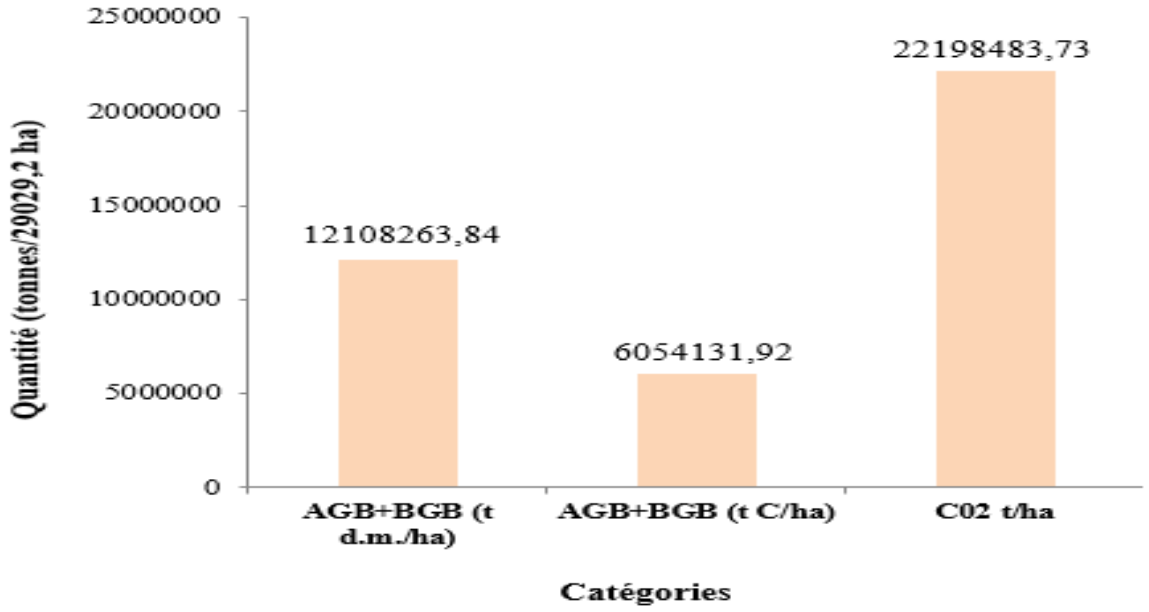

Figure 10. Biomasse totale, AGB+BGB totale et Eq_CO_2 totale (tC/ha)

4. DISCUSSION

Les résultats obtenus dans la concession forestière communautaire de Bagbalanga montrent que cette forêt constitue un important réservoir de biomasse et de carbone dans la province du Haut-Uélé. La forte densité des tiges inventoriées, la dominance des espèces ligneuses de grande valeur écologique ainsi que les valeurs élevées de biomasse et de carbone traduisent le rôle majeur que joue cette concession dans la régulation climatique et la conservation de la biodiversité. Les formations forestières observées appartiennent aux forêts ombrophiles semi-sempervirentes guinéo-congolaises, reconnues pour leur forte productivité biologique et leur capacité de stockage du carbone.

L'inventaire réalisé dans les 30 placettes a permis de recenser 1937 tiges avec des diamètres variant de 3,18 à 169,43 cm. Cette forte variabilité des dimensions dendrométriques confirme le caractère hétérogène de la forêt de Bagbalanga. La prédominance des familles des *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Meliaceae*, *Apocynaceae* et *Olacaceae* témoigne d'une flore typique des écosystèmes forestiers tropicaux humides d'Afrique centrale. Ces observations rejoignent les travaux réalisés dans plusieurs forêts tropicales africaines où les *Fabaceae* et *Meliaceae* figurent parmi les groupes les plus représentés dans les formations forestières matures (Lubini, 2016).

La corrélation positive observée entre la circonférence et le diamètre des arbres (r = 1 ; p-value < 0,0001) montre la cohérence des relations allométriques utilisées dans cette étude. Ces paramètres constituent des indicateurs essentiels dans les estimations de biomasse forestière et de séquestration du carbone. Des résultats similaires ont été rapportés dans les études menées dans les forêts tropicales d'Afrique centrale où le diamètre à hauteur de poitrine demeure le principal prédicteur de la biomasse aérienne.

La distribution des tiges selon les classes de diamètre présente une structure exponentielle décroissante dominée par les petites classes de diamètre (3,2 – 16,2 cm). Cette structure traduit une dynamique forestière relativement stable et une régénération active des peuplements. Une telle distribution est généralement caractéristique des forêts naturelles en évolution progressive, où les jeunes individus assurent le renouvellement des arbres adultes. Ces résultats corroborent ceux obtenus dans la forêt classée de Djoli-Kera au Tchad par Temgoua *et al.* (2018), ainsi que ceux observés dans la forêt classée de Yapo-Abbé en Côte d'Ivoire par Konan *et al.* (2015), où les fortes proportions de jeunes tiges témoignaient également d'une régénération importante des peuplements forestiers. Toutefois, contrairement aux formations soudaniennes fortement affectées par les feux de brousse, l'agriculture extensive et le pâturage, la

concession forestière de Bagbalanga présente encore une structure écologique relativement conservée.

Les hauteurs des arbres variant entre 5 et 30 m traduisent également le bon état structural de la végétation. La présence d'individus de grande hauteur indique l'existence de peuplements matures capables d'accumuler des quantités importantes de biomasse aérienne. Selon plusieurs auteurs, la hauteur des arbres influence considérablement la productivité forestière et la capacité de stockage du carbone, particulièrement dans les forêts tropicales humides. La surface terrière moyenne obtenue (82,28 m²/ha) est relativement élevée comparativement à plusieurs forêts tropicales africaines soumises à de fortes pressions anthropiques. Cette valeur témoigne d'une forte occupation de l'espace par les arbres et confirme l'importance écologique de cette concession forestière. Une surface terrière élevée est généralement associée à une biomasse importante et à une meilleure capacité de séquestration du carbone.

Les estimations de biomasse et de carbone montrent que la concession forestière de Bagbalanga possède un potentiel considérable de stockage du carbone avec une biomasse moyenne de 417,11 t/ha, un stock de carbone de 208,55 tC/ha et un équivalent de 764,69 tCO_2/ha. Ces valeurs sont largement supérieures à celles rapportées dans les espaces agricoles et pâturés de la forêt classée de Djoli-Kera au Tchad, où les stocks de carbone atteignaient seulement 54,867 tC/ha (Saradoum, 2022). Cette différence s'explique principalement par les caractéristiques écologiques distinctes des deux milieux. La forêt de Bagbalanga appartient au domaine des forêts tropicales humides guinéo-congolaises bénéficiant d'une pluviométrie abondante et d'une végétation dense, alors que la forêt de Djoli-Kera se situe dans une zone soudanienne caractérisée par une saison sèche prolongée et une pression anthropique importante liée à l'agriculture et au pâturage. Les valeurs obtenues dans cette étude sont également supérieures à celles rapportées dans certains systèmes agroforestiers soudaniens du Bénin étudié par Saidou *et al.* (2012), où les stocks de carbone variaient autour de 32,62 tC/ha. Elles dépassent aussi les valeurs observées dans certaines jachères agroforestières du Cameroun étudiées par Lieunang (2013). Cette situation démontre que les forêts naturelles denses humides possèdent un potentiel de séquestration nettement plus élevé que les systèmes anthropisés ou les savanes arborées.

La biomasse totale estimée à plus de 12 millions de tonnes et les stocks totaux de carbone évalués à plus de 6 millions de tonnes confirment que la concession forestière de Bagbalanga constitue un important puits de carbone à l'échelle régionale. Ces fortes quantités de carbone séquestré sont liées à plusieurs facteurs, notamment l'étendue de la concession, la densité des tiges, la présence d'espèces de grande taille ainsi que les conditions écologiques favorables au développement de la végétation forestière. Cependant, malgré ce potentiel écologique important, cette concession forestière pourrait subir à long terme diverses pressions anthropiques similaires à celles observées dans d'autres écosystèmes forestiers africains. L'expansion agricole, l'exploitation des ressources forestières, les feux de brousse et les pratiques culturales non durables constituent des menaces potentielles susceptibles d'affecter la dynamique forestière et la capacité de stockage du carbone. Comme l'ont souligné Robert *et al.* (2004), les changements d'utilisation des terres et les pratiques de gestion durable influencent fortement la séquestration du carbone dans les écosystèmes forestiers.

Dans cette perspective, la mise en œuvre d'un dispositif permanent de suivi de l'inventaire carbone apparaît indispensable afin d'assurer une gestion durable de la concession forestière communautaire de Bagbalanga. Le renforcement des pratiques agroforestières, la promotion de la régénération naturelle assistée, la limitation des activités de déforestation ainsi que l'implication active des communautés locales dans les stratégies de conservation constituent des axes prioritaires pour maintenir les services écosystémiques de cette forêt. En outre, les résultats obtenus démontrent que cette concession forestière pourrait jouer un rôle stratégique dans les mécanismes internationaux de réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts, notamment dans le cadre des initiatives REDD+.

5. CONCLUSION

Cette étude réalisée dans la concession forestière communautaire de Bagbalanga, située dans le territoire de Niangara en province du Haut-Uélé, a permis d'évaluer le potentiel de biomasse et de séquestration du carbone de cet écosystème forestier tropical humide. Les résultats obtenus mettent en évidence une forêt dense et hétérogène caractérisée par une forte diversité floristique dominée notamment par les *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Meliaceae*, *Apocynaceae* et *Olacaceae*. La structure dendrométrique observée, marquée par une forte représentation des petites classes de diamètre, traduit une dynamique de régénération active et un bon état écologique de la concession.

Les estimations allométriques ont montré qu'une biomasse moyenne de 417,11 t/ha, correspondant à un stock moyen de carbone de 208,55 tC/ha et à un équivalent de 764,69 tCO_2/ha. À l'échelle de

l'ensemble de la concession couvrant 29 029,2 ha, les stocks totaux ont été estimés à 12 108 263,84 tonnes de biomasse, 6 054 131,92 tonnes de carbone et 22 198 483,73 tonnes équivalent CO_2. Ces valeurs démontrent clairement que la concession forestière communautaire de Bagbalanga constitue un important puits de carbone et joue un rôle majeur dans la régulation du climat ainsi que dans la conservation des services écosystémiques dans la région.

Toutefois, malgré ce potentiel écologique remarquable, la concession demeure exposée aux pressions anthropiques liées notamment à l'agriculture itinérante, à l'exploitation forestière et aux changements d'utilisation des terres. Au regard de ces résultats, il apparaît nécessaire de renforcer les mécanismes de gestion durable de cette concession forestière communautaire à travers la mise en place d'un système permanent de suivi de l'inventaire carbone, la promotion des pratiques agroforestières durables, la régénération naturelle assistée et l'implication effective des communautés locales dans les stratégies de conservation.

Références

Angelsen A., Brockhaus M., Sunderlin W.D. & Verchot L.V., 2013. Analyse de la REDD+ : les enjeux et les choix. Bogor, Indonésie: CIFOR. P. *Publ. INEAC Sér., Sc*., 61 p.

APG II (Angiosperm Phytologeny Group)., 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot., J., Linnean Soc.*, 141: 399 - 436.

APG III (Angiosperm Phytologeny Group)., 1998. An ordinal classification of the Families of flowing plants. *Ann., Missouri Bot., Gard*., 85, 531-553.

Avitabile V., Avitabile V., Baccini A., Friedl M.A. & Schmullius C., 2012. Capabilities and limitations of Landsat and land cover data for aboveground woody biomass estimation of Uganda. *Remote Sens. Environ*., 117, 366 - 380.

Baccini A., Goetz S.J., Laporte N., Sun M. & Dong H., 2012. Reply to comment on a first map of tropical Africa's above-ground biomass derived from satellite imagery. *Environ. Res. Lett*., 6(4), ID 049002.

Belesi K.H., 2009. *Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du Bas-Kasaï en RDC*. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, Université de Kinshasa, R.D Congo, 345 p.

Boyemba F.B., 2011. *Ecologie de Pericopsis eata (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartitions agrégée*. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Universite de Kisangani, R.D Congo, 206 p.

Brown S., Gillespie A.J.R. & Lugo A.E., 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *For., Sci.*, 35(4), 881 - 902.

Burgun A., 2012. *Statistique descriptive*. Labo d'Informatique Médicale, Université de Rennes, 45 p.

CCNUCC (Convention Cadre des Nations –Unies sur le Changement Climatique), 1992. *Adoptée à Rio de Janeiro lors de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Sommet de la Terre), ouverte à la signature du 4 au 14 juin 1992, entrée en vigueur le 21 mars 1994*. Nations Unies, New York.

Chave J.C., Andalo C., Brown M.A., Cairns. J.Q., Chambers D., Eamus H. & Folster., 2005. True allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in Tropical forests. *Oecologie*, 145(1)87 - 99.

Chave J.C., 2014. Chave J., Réjou-Méchain M., Búrquez A., Chidumayo E., Colgan M.S., Delitti W.B.C., Duque A., Eid T., Fearnside P.M., Goodman R.C., Henry M., Martínez-Yrízar A., Mugasha W.A., Muller-Landau H.C., Mencuccini M., Nelson B.W., Ngomanda A., Nogueira E.M., Ortiz-Malavassi E., Pélissier R., Ploton P., Ryan C.M., Saldarriaga J.G. & Vieilledent G., 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biol*., 20?, 3177 - 3190.

Clark D.B. & Kellner J.R., 2012. Tropical forest biomass estimation and the fallacy of misplaced concreteness. *J., Veg., Sci*., 23, 1191 - 1196.

COMIFAC (Commission des Forêts d'Afrique Centrale), 2014. *Comptes –rendus de l'atelier régional sur la stratification des formations forestières en Afrique Centrale*. Projet de renforcement des capacités institutionnelles en matière de REDD+ pour la gestion durable des forêts du bassin du Congo, Douala, Cameroun, 40 p.

Djomo A.N., Ibrahima A., Saborowski J. & Gravenhorst G., 2010. Allometric equations for biomass estimations in Cameroon and pan moist tropical equations including biomass data from Africa. *For. Ecol. Manage*., 260, 1873 -1885.

Djomo A.N., Knohl A. & Gravenhorst G., 2011. Estimations of total ecosystem carbon pools distribution and carbon biomass current annual increment of a moist tropical forest. *For., Ecol., Manage*, 261(8), 1448 - 1459.

Dorisca S., Durrieu de Madron L., Fontez B., Giraud A. & Riéra B., 2011. Établissement d'équations entre le diamètre et le volume total de bois des arbres, adaptées au Cameroun. *Bois For. Trop*., 308(2), 87 - 95.

Doumenge C., 1990. *La Conservation des Ecosystèmes forestiers du Zaïre. Programme pour les Forêts Tropicales*. Service des Publications de l'UICN, Royaume Unis, 242 p.

Gerard PH., 1960. Etude écologique de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la région de l'Uélé. Publ. INEAC, Sér. Sci., 87, 159 p.

Germain R. & Evrad C., 1956. Etude écologique et phytosociologique de la forêt à *Brachystegia laurentii*. *Publ. INEAC, Sér. Sc*., 67, 105 p.

Gibbs H.K., Gibbs H.K., Brown S., Niles J.O. & Foley J.A., 2007. Monitoring and estimating tropical forest

carbon stocks: making REDD a reality. *Environ., Res., Lett*., 2(4), 045023.

GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), 2007a. Résumé à l'intention des décideurs. *In : Changements climatiques 2007 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Cambridge University Press, USA, 25 p.

GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), 2007b. *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Genève, Suisse, 103 p.

Kidikwadi T, Azangidi J.P., Belesi H. & Lubini C., 2021. Biomasse aérienne et stock de carbone dans un peuplement à *Brachystegia laurentii* (De Wild.) Louis à Djuma dans la province du Kwilu en République Démocratique du Congo. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 4(2), 7 - 14.

Lebrun J. & Gilbert G., 1954. Une classification écologique des forêts du Congo. *Publ., INEAC, Sér. Sc.*, Bruxelles, 89 p.

Lethielleux M., 2013. *Statistique descriptive*. 7è Ed., Ed. Dunod, Paris, France, 55 p.

Lubini A., 1982. *Végétation messicole et post-culturale des Sous–Régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre).* Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Kisangani, R.D Congo, 489 p.

Lubini A., 2016. Stratification et classification phytosociologique des forêts secondaires d'Afrique Centrale. International Journal of Innovation and Applied Studies, 14(2), 549 - 580.

Lubini A., Belesi K., Kidikwadi T. & Kisompa R., 2014. Note préliminaire sur la mesure de biomasse aérienne et de stock de carbone dans un îlot forestier à Kinshasa. *Congo Sciences*, 2(2), 114 - 119.

Mandango M.A., 1982. *Flore et végétation des îles du fleuve Zaïre dans la Sous-Région de la Tshopo (Haut-Zaïre)*. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Kisangani, RD Congo, 425 p.

Mullenders W., 1954. *La végétation de Kaniama (entre Lubishi–Lubilash, Congo Belge)*, 499 p.

Pan Y., Birdsey R.A., Fang J., Houghton R., Kauppi P.E., Kurz W.A., Phillips O.L., Shvidenko A., Lewis S.L., Canadell J.G., Ciais P., Jackson R.B., Pacala S.W., McGuire A.D., Piao S., Rautiainen A., Sitch S. & Hayes D., 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333, 988 - 993.

Raven P.H., Berg L.R. & Hassenza H.L., 2009. *Environnement*. Traduction de la 6é édition américaine par Colace M.P., Haucock A., Lemperiére G., Nouveaux horizons, 687 p.

Saradoum G.L.F., Temgoua M.O., Mbaiakambeye F.B., Silatsa T. & Behimnan A., 2022. Estimation du potentiel de séquestration de carbone des aires protégées : cas de la Forêt Classée de Djoli-Kera, Tchad. *Vertigo*, 22(2), 1 – 20. *DOI:10.4000/vertigo.34658.*

White F., 1986. *La végétation de l'Afrique : Mémoire accompagnant la carte de la Végétation de l'Afrique (Nouvelle édition).* Ed. ORSTOM-UNESCO, Paris, 384 p.