

Estimation de la biomasse et du potentiel de séquestration du carbone par le massif forestier de Mambala à Kikwit en République Démocratique du Congo

[Estimation of biomass and carbon sequestration potential by the Mambala forest massif in Kikwit in the Democratic Republic of Congo]

Jean Louis Ipumi Ngangwan¹, Gaspaulin Kingenzi Mumbenga Daa², Solange Biongo Nyami³, Philippe Kilundu⁴, Berenice Kwazitela Mwanza⁵, and Saturnin Kudiakusika Mapekipeki⁶

¹Institut Supérieur d'Agroforesterie et de Gestion de l'Environnement (ISAGE) Aten, RD Congo

²Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM) Kikwit, RD Congo

³Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR) Mbeo, RD Congo

⁴Institut National d'Etudes et des Recherches Agronomiques (INERA) Kiyaka, RD Congo

⁵Institut Supérieur des Techniques Médicales (ISTM) Feshi, RD Congo

⁶Université de Kikwit (UNIKIK), RD Congo

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The emission of greenhouse gases can be reduced either by reducing the rate at which they are emitted into the atmosphere or by increasing the rate at which gases are removed from the atmosphere through carbon sinks. In this context, the evaluation of biomass and carbon sequestration potential by the Mambala forest massif to the east of Kikwit was studied. The general objective is to estimate the contribution level of the forest massif to the regulation of the climate system through a diagnosis of the quantities of sequestered carbon. The floristic inventory was carried out on an area of 1 ha delimited in the Mambala forest, made up of 5 strips of 100 m x 20 m within which, the dbh ≥ 10 cm of the trees were measured. The non-destructive method was employed and allometric equations developed by authors were used for this purpose. 439 trees with a diameter at breast height greater than or equal to 10 cm were inventoried, identified into 56 species, divided into 28 families, the most represented of which is that of Fabaceae. The carbon contained in the biomass is 616.93t/ha. The quantity of sequestered carbon and the carbon equivalent obtained were respectively 317.05 and 984.58t/ha; the basal area was 52.07m²/ha. Based on these results, we can affirm that this ecosystem is a real natural carbon sink which must be well managed, because it can contribute to the mitigation of greenhouse gases if it is well managed.

KEYWORDS: Biomass, global warming, well, forest massif, Mambala, Kikwit, Democratic Republic of Congo.

RESUME: L'émission de gaz à effet de serre peut être réduite soit en diminuant le taux auquel ils sont émis vers l'atmosphère soit en augmentant le taux auquel les gaz sont retirés de l'atmosphère au travers les puits carbonés. Dans ce contexte, l'évaluation de la biomasse et du potentiel de séquestration de carbone par le massif forestier de Mambala à l'Est de Kikwit a été étudié. L'objectif général est d'estimer le niveau contributif du massif forestier à la régulation du système climatique à travers un diagnostic des quantités de carbone séquestré. L'inventaire floristique s'est réalisée sur une surface de 1 ha délimité dans la forêt de Mambala, constitué de 5 bandes de 100 m x 20 m au sein desquelles, le dbh ≥ 10 cm des arbres ont été mesuré. La méthode non destructrice a été employée et des équations allométriques développées par des auteurs ont été utilisées à

cet effet. 439 arbres à diamètre à hauteur de poitrine supérieur ou égal à 10 cm ont été inventoriés, identifier en 56 espèces, réparties 28 familles dont la plus représentée est celle des Fabaceae. Le carbone contenu dans la biomasse est de 616,93t/ha. La quantité de carbone séquestré et l'équivalent carbone obtenus ont été respectivement de 317,05 et 984,58t/ha; la surface terrière a été de 52,07m²/ha. Partant de ces résultats, nous pouvons affirmer que cet écosystème est un véritable puits naturel de carbone dont il faut bien gérer, car il peut contribuer à l'atténuation de gaz à effet de serre s'il est bien géré.

MOTS-CLEFS: Biomasse, réchauffement climatique, puit, massif forestier, Mambala, Kikwit.

1 INTRODUCTION

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle très important par rapport au changement climatique, en absorbant le dioxyde de carbone, un des principaux gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique [1]. La quantité de carbone piégée dans les écosystèmes terrestres est environ 3 fois plus élevée que celle atmosphérique. Ce carbone du sol est 700 fois plus important que l'augmentation annuelle en CO₂ [2]. Les écosystèmes forestiers, en particulier dans le tropique, influencent le climat mondial en tant que contributeurs majeurs aux puits de carbone terrestre mondial, et absorbent environ 30% de l'ensemble des émissions de CO₂ chaque année [3].

La planète terre subit actuellement des modifications très large. Les activités anthropiques ont d'impacts sur l'accumulation des gaz présents naturellement dans l'atmosphère notamment ceux dits à effet de serre. Les gaz à effet de serre (GES) sont les causes principales du réchauffement climatique que nous assistons actuellement sur la planète [4].

La dégradation du couvert végétal, par le truchement des activités humaines ou naturels, entraîne la libération de carbone dans l'atmosphère à des quantités supérieures à celles utilisées par la végétation lors de la photosynthèse [5]. Et pourtant, si les écosystèmes forestiers sont gérés rationnellement, ils constituent des puits carbonés. Il est donc très important de mettre en application les stratégies qui rendent la forêt, un lieu de stockage de carbone plutôt qu'une source de production de carbone [6].

Actuellement, le taux de reboisement annuel de la République Démocratique du Congo est relativement faible. On estime qu'environ 0,2% de la forêt a été perdue entre l'an 2000 et 2010 [7]. Les raisons d'un taux aussi faible sont à trouver dans l'effondrement de l'industrie du bois d'œuvre en R.D. Congo durant la guerre civile [8]; et dans l'infrastructure mal développée et endommagée par la guerre.

L'accroissement de concentration de GES dans l'atmosphère est maintenant reconnu comme principale cause des changements climatique qui, selon plusieurs études, se traduisant par une augmentation de la température terrestre et de la fréquence d'événements météorologiques extrêmes, ainsi que par élévation du niveau des océans. Afin de diminuer les coûts des engagements des pays industrialisés, le protocole de Kyoto s'est doté d'un mécanisme de flexibilité, appelé le mécanisme pour un développement propre (MDP), permettant d'instaurer un marché mondial du carbone. Cette réalité entraîne est un intérêt grandissant pour les projets de séquestration du carbone basé sur des espèces ligneuses qui emmagasine dans leur biomasse, via la photosynthèse, une quantité considérable de cet élément [9].

La ville de Kikwit et ses hinterlands disposent quelques massifs forestiers notamment: Ilot forestier de procure de Kikwit, Ilot forestier des Sœurs Trappistes de Kikotshi, la forêt de Bumba-Putu, massif forestier de Kamenga, la forêt de Mbalading à Kimbinga, le massif forestier de Mambala, etc.

Ces massifs forestiers ont soit disparues, soit sont très dégradés. Le massif forestier de Mambala est lui aussi, très perturbé du fait de la forte pression anthropique et la masse de carbone séquestré n'a pas encore été fait. Les résultats attendus permettront d'estimer la biomasse et la quantité de carbone séquestrée dans leur structure ligneuse.

La perspective de protection de la biodiversité et l'accroissement du potentiel de séquestration de carbone des ressources forestières sont au centre des préoccupations du propriétaire de ce massif forestier. Jusqu'à présent, peu d'études ont abordé la thématique de la diversité floristique d'une part, la biomasse et les quantités de carbone du site d'autre part. Aussi, ce massif fait-il l'objet de coupe abusive du bois et d'exploitation agricole qui contribuent au déstockage du carbone. Sa bonne gestion nécessite la connaissance de son état scientifique et des services qu'il procure. D'où, la nécessité de cette étude pour contribuer à l'approvisionnement des quantités de carbone séquestré et ainsi mettre en relief le rôle et l'importance environnemental dudit massif.

L'objectif général de l'étude est d'estimer le niveau contributif du massif forestier de Mambala à la régulation du système climatique à travers un diagnostic des quantités de carbone séquestré.

Pour atteindre cet objectif général, nous nous sommes assignés les spécifiques ci-après:

- Etudier de la diversité floristique du massif de Mambala;
- Calculer la surface terrière de chaque espèce;
- Calculer la biomasse aérienne et trouver l'équivalent carbone;
- Estimer la quantité de carbone séquestré par ce massif forestier.

La question principale de cette étude est la suivante: le massif forestier de Mambala contribue-t-il de manière efficiente à la séquestration de carbone ?

Au vu de ce questionnaire, nous émettons l'hypothèse à savoir que le massif forestier Mambala pourrait séquestrer une grande quantité de carbone par la biomasse aérienne.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

La présente étude a été réalisée, au village Nsinga dessin, dans la forêt de Mambala, groupement Nkata busongo, située à 35 Km à l'Est de la ville de Kikwit, dans le secteur Imbongo, territoire de Bulungu, province de Kwilu. Sa superficie est de 50 hectares. Elle est comprise entre 18°58' de longitude Est, et entre 05°08' de latitude sud, une altitude de 410 à 458m. Elle est limitée à l'est par le village Nkata busongo, à l'ouest par le village Kwanga Nganzi, au Nord par les ruisseaux Misomoni et Osomoni, au sud par la rivière Kwilu.

Le climat de Mambala et ses environs est du type tropical humide à tendance équatoriale, il s'agit d'un climat du type AW₃ de la classification de Köppen, caractérisé par deux saisons, à savoir la saison sèche de trois mois et la saison pluvieuse de neuf mois qui commence le 15 Août d'une année et se termine vers le 15 mai de l'autre année [10].

Le matériel parental des sols est représenté en majorité par le recouvrement sableux d'origine éolienne et d'âges divers des plateaux et de replats de vallées [11]. Les sables éoliens sont fins rouge jaunâtres. Ils occupent les hauts plateaux du Kwango [12].

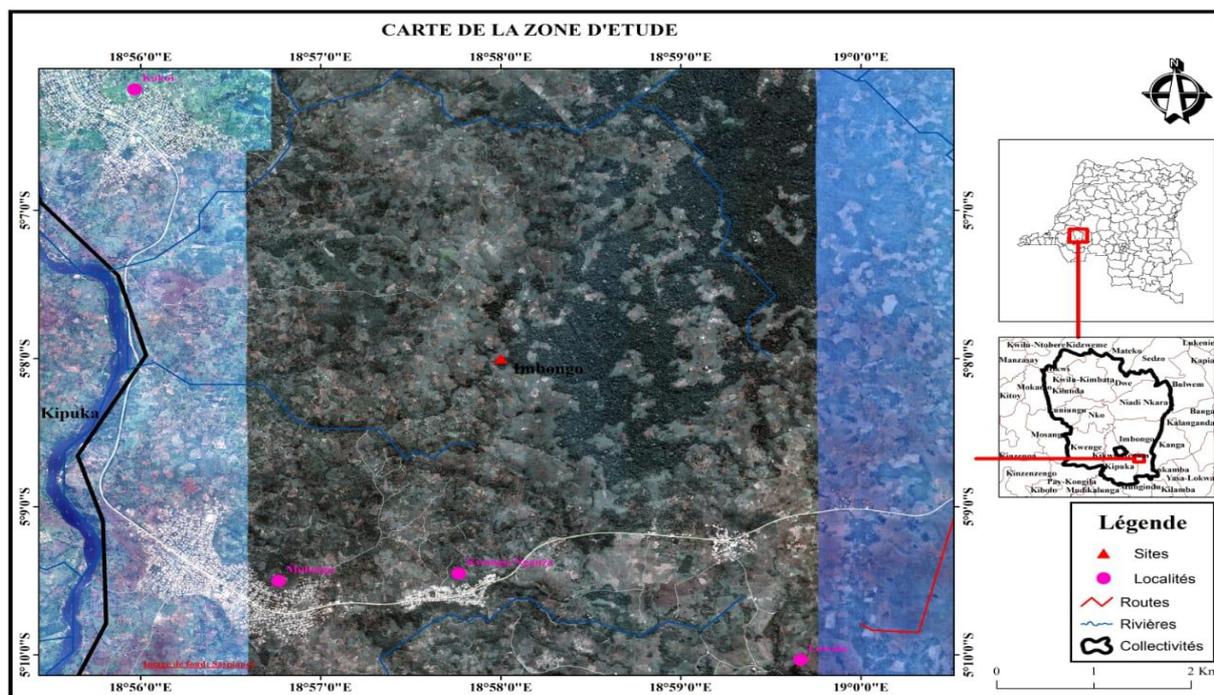


Fig. 1. Carte de la zone cartographique d'étude

2.2 MATÉRIELS

Pour mener cette étude, les matériels utilisés sont: récepteur GPS de marque GARMIN 64 qui a servi au prélèvement des coordonnées géographiques, ruban numérique, craie, fil en nylon, papiers journaux, machette, appareil de photo marque Canon et les espèces végétales récoltées dans la forêt précitée.

2.3 MÉTHODES

Dispositif expérimentale

Un dispositif d'inventaire d'un hectare a été délimité par un système de layonnage dans la forêt de Mambala. Au total, cinq bandes de 20 m de large sur 100 m de long séparées de 5 m ont permis l'inventaire de tous les arbres à dbh mesurés à 1,30m du sol ≥ 10 cm. La figure 2 indique le dispositif de la surface total ayant servie à l'inventaire floristique.

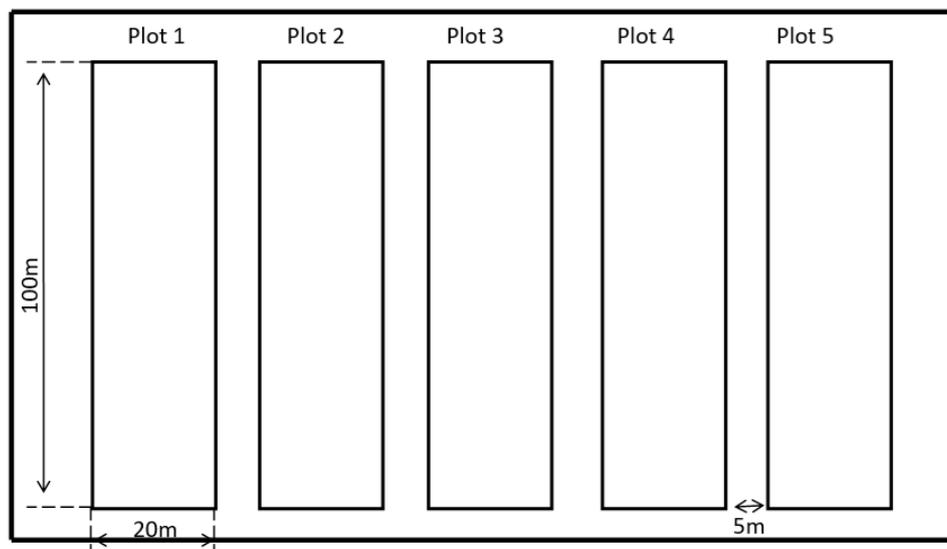


Fig. 2. Dispositif mis en place pour les inventaires floristiques

Inventaire floristique et identification spécimens

L'inventaire floristique s'est réalisée sur une surface de 1 ha, constituée de 5 bandes de 100 m x 20 m au sein desquelles, le dbh ≥ 10 cm des arbres ont été mesuré.

L'identification des spécimens récoltés se faisait directement sur terrain à l'aide des travaux de Vivier et Faure [13] et ensuite par comparaison avec les spécimens d'herbier conservés à l'Herbarium du Département de Biologie/Faculté des sciences de l'université de Kinshasa.

Estimation du stockage de carbone

Le calcul du stock de carbone emmagasiné dans le tissu ligneux des arbres est obtenu pour l'ensemble des arbres en multipliant la biomasse aérienne par K. D'où, K est égale à $0,47 \approx 0,5$ pour les forêts tropicales recommandées par le GIEC [14].

Le prélèvement de la circonférence des arbres à hauteur de poitrine estimée à 1,30 m au-dessus du sol (dbh) et/ou à 30 cm au-dessus de contrefort été fait afin de permettre le calcul estimatif du volume, de la surface terrière et de la biomasse aérienne du bois des arbres individuels et des forêts.

La surface terrière (ST) total est la somme de toutes les surfaces terrière de tous les arbres inventorié dans l'ensemble de cinq bandes:

$$ST (G) = \pi d^2 / 4$$

Où:

ST =Surface terrière; d = diamètre; π = pi (3,14)

Les calculs de la phytomasse aérienne des arbres ont été fait en application des équations allométriques (modèle) établies par Chave [15], [16].

$$AGB = \exp. [0,37 + 0,333 * in (dbh) + 0,933 in (dbh)^2 - 0,122 * in (dbh)]$$

Ce test a été utilisé pour vérifier les relations entre certains paramètres étudiés (diamètres et la biomasse aérienne, diamètre et la quantité de carbone emmagasinée). Il existe une corrélation entre les paramètres si $T = (\text{coefficient de Pearson}) \geq 0,75$ et dans le cas contraire l'hypothèse doit être rejetée.

Spectres écologiques

Le type biologique d'une espèce est l'ensemble des dispositifs anatomiques et morphologiques qui caractérise son appareil végétatif et singularise son habitat et sa physiologie [17].

Les différents types biologiques sont définis d'après la classification de Raunkiaer [18], adopté aux régions tropicales par des nombreux auteurs notamment [19], [20]. Il s'agit des types suivant:

- ✓ **Phanerophyte (Ph):** plante ayant un appareil caulinair partant à plus de 50cm du sol des bourgeons persistants visibles dont: On distingue parmi eux: les **Phanerophyte ligneux érigés:** megaphanerophytes (MgPh), mesophanerophytes (MsPh), microphanerophytes (McPh), nanophanerophytes (NnPh); les **phanerophytes grimpants (Phgr):** Volubiles et/ou étagé (Phgrv), A racines crampons (Phgrc), Herbes (Phgrh) et les **Phanerophyte épiphytes (Pnép)**
- ✓ **Le type de dissémination des diaspores** des différentes espèces ont été déterminés selon la classification de Dansereau [21]. Il s'agit de: Ballochores (Bal), Barochores (Bar), Desmochore (Des), Pleochores (ple), Pogonochores (Pog), Ptérochores (Pte), Sclerochores (Scl), Sarochores (Sar),

Dans le site d'étude, quatre types de diaspores ont été observés: les ballochores, les ptérochores, les barochores et pogonochores.

- ✓ **Types de dimension foliaire (TF),** la classification, déjà utilisée nous a permis de classer les différents types de dimensions foliaires: Aphyllés (Ap), Leptophyllés (Lé), Nanophyllés (Na), Microphyllés (Mi), Mesophyllés (Mé), Macrophyllés (Ma), Mégaphyllés.

Les types de dimensions foliaires des espèces de la forêt Mambala appartiennent aux types Mesophylles, Macrophyllés et microphyllés.

Suivant la distribution phytogéographique, trois types ont été retenus dans le présent travail. Il s'agit notamment de: **Espèces Guinéo-Congolaise:** Types Centro-guinéens (CG) et Types Guinéo-congolais (GC); **Types à large répartition géographique:** Types Afro-tropical (At).

Sur le plan sociologique, la classification de groupement étudié repose sur les alliances regroupées au sein des unités systématiques supérieures que sont les ordres et les classes. Les classes ou les groupes éco sociologiques retenus dans notre travail sont les: *Musango-Terminaliatea* (MT), *Strombosio-Parinarietea* (SP), *Halletea stipilosae* (M).

3 RESULTATS

3.1 COMPOSITION FLORISTIQUE

L'étude floristique menée dans le massif forestier de Mambala a permis le recensement de 439 arbres de diamètres supérieur ou égal à 10 cm, regrouper en 56 espèces dans l'ensemble. Ces différentes essences ont été rangées dans 7 clades, 12 ordres et 28 familles. Toutes ces espèces appartiennent au clade des Angiospermes. Les *Fabaceae* constituent, la famille la plus fournie en espèces. Cette famille compte en effet 11 essences différentes, soit 19,64% de l'ensemble. Suivi de *Myristicaceae* avec 4 espèces, soit 7,14%. Quatre familles rassemblent 3 espèces chacune, soit 5,35%. Il s'agit notamment de: *Moraceae*, *Sapotaceae*, *Chrysobalanaceae* et *Olacaceae*. Les autres familles sont mono spécifiques. Tous ces résultats sont consignés dans la figure 3.



Fig. 3. Famille des espèces inventoriées

3.2 SURFACE TERRIÈRE

La surface terrière de la zone d'étude donne des valeurs plus élevées à 7 espèces. Il s'agit notamment de *Scorodophoeus zenkeri*, *Staudtia kamerunensis*, *Anonidium manni*, *Entandrophragma utile*, *Pentaclethra macrophylla*, *Poga oleosa* et *Pterocarpus mildbraedii*, lesquelles ont respectivement: 10,35; 5,49; 4,36; 3,78; 3,33; 3,01 et 2,25m²/ha. Les valeurs de la surface terrière les plus faibles ont été obtenues chez 3 essences: *Maranthes glabra* avec 0,03m²/ha, *Manilkara* sp avec 0,06m²/ha et *Pachyelasma tessmannii* avec 0,11m²/ha et les autres espèces prises ensemble présentent une surface terrière de 19,3m²/ha. La surface terrière des espèces sont présentées dans la figure 4.

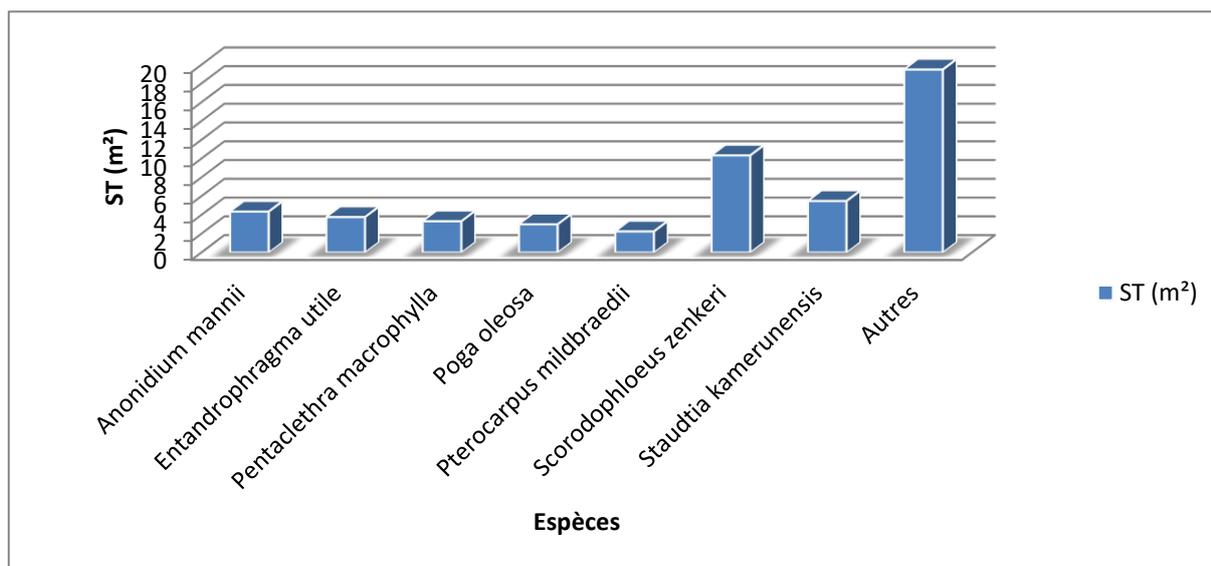


Fig. 4. Surface terrière des espèces recensées

3.2.1 CLASSES DE DIAMETRE ET MARCHE DE LA SURFACE TERRIERE

La figure 3 présente le nombre d'espèces/ha des essences ligneuses, les valeurs et la marche de la surface terrière en fonction des classes de diamètre (établies à partir des données du tableau1 en annexe), du peuplement. L'observation minutieuse de cette figure, met en évidence la prédominance des individus de 2 classes de diamètre: 10-29cm et 30-49cm, lesquelles comptent respectivement 249 et 124 pieds/ha, soit 56,71 et 28,24 %. Les individus de la classe de diamètre située entre 50-69cm se placent en 2^{me} position, très loin de 2 premières avec 40 pieds/ha, soit 9,1%. Le nombre des troncs dont le diamètre mesuré à 1,30m du sol et faisant partis de classe de diamètre ≥70cm est dans l'ensemble de 26 pieds/ha, soit 5,92%. Quant à la surface terrière, la figure 2 montre clairement sa marche au sein des individus du peuplement de la phytocénose

étudiée et cela en fonction des classes de diamètre. Elle est de l'ordre de 52,11m²/ha dont 19,38m²/ha pour l'ensemble structurale supérieure, 11,89m²/ha pour l'ensemble structurale moyen et 21,05m²/ha pour l'ensemble structurale bas.

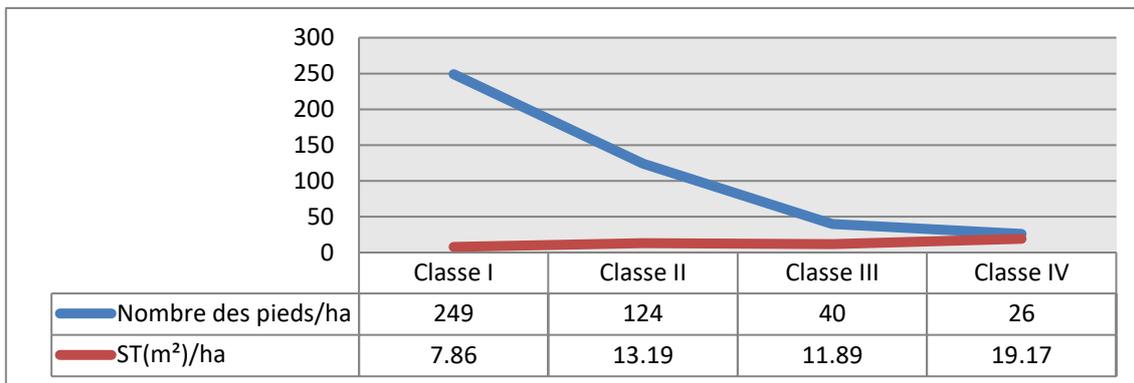


Fig. 5. Classes de diamètre et marche de la surface terrière

Légende:

La classe I: intervalle de 10-29

La classe II: intervalle de 30-49

La classe III: intervalle de 50-69

La classe IV: ≥ 70

3.2.2 DIAMÈTRE

Le diamètre moyen des arbres répertorié dans la phytocénose « MAMBALA » est de 31,77cm. Parmi les essences présentant des valeurs moyennes de diamètre mesuré à 1,30m à hauteur de poitrine, on peut citer: *Pentaclethra macrophylla*, *Poga oleosa*, *Entandrophragma cylindricum*, *Milicia excelsa*, *Aubrevillea kerstingii*, *Anthrocaryon klaineanum*, *Anthocleista schweinfurthii*, *Staudtia kamerunensis*, *Distemonanthus benthamianus*, *Anonidium mannii*, etc., avec respectivement 91,32; 85,43; 78,01; 57,16; 53,69; 50,31; 43,30; 40,04; 37,07 et 36,14cm. Les valeurs de diamètre moyen les plus faibles ont été observées chez *Piptadeniastrum africanum* avec 14,01cm et *Manilkara sp* avec 14,17cm. Les valeurs de diamètre mesuré à 1,30 à hauteur de poitrine pour les espèces les plus représentatives sont présentées dans la figure 6.

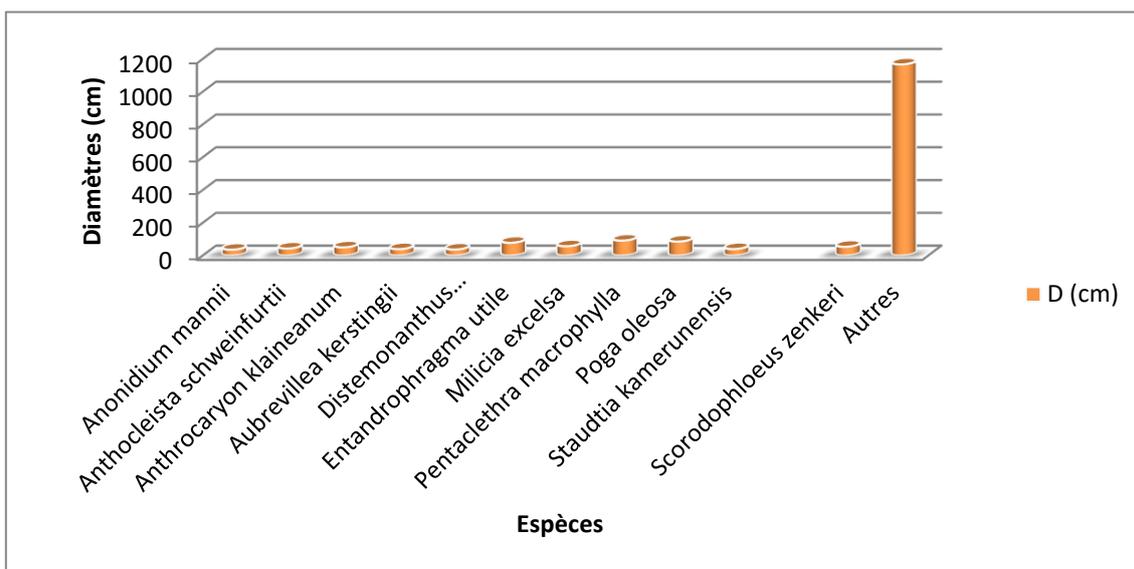


Fig. 6. Les valeurs de diamètre mesuré à 1,30m à hauteur de poitrine pour les espèces les plus représentatives

3.2.3 BIOMASSE AÉRIENNE

La valeur de la biomasse totale des arbres recensés dans ce massif forestier est de 616,93t/ha. Les essences suivantes présentent les valeurs de biomasse aérienne les plus importantes: *Scorodophloeus zenkeri* avec 126,33t/ha, *Staudtia kamerunensis* avec 68,38t/ha, *Anonidium mannii* avec 56,55t/ha, *Entandrophragma utile* avec 41,26t/ha; Suivent loin derrière *Pterocarpus mildbraedii*, *Poga oleosa*, *Aubrevillea kerstingii*, *Tessmania africana*, *Milicia excelsa* avec respectivement: 28,66; 25,43; 16,83; 15,02 et 14,46t/ha. Deux espèces présentent les valeurs de biomasse les plus faibles. Il s'agit de *Maranthes glabra* (0,28t/ha); *Piptadeniastrum africanum* (0,23t/ha) et *Manilkara sp* (0,48t/ha). Quant aux autres espèces prises ensemble, elles forment 174,84t/ha.

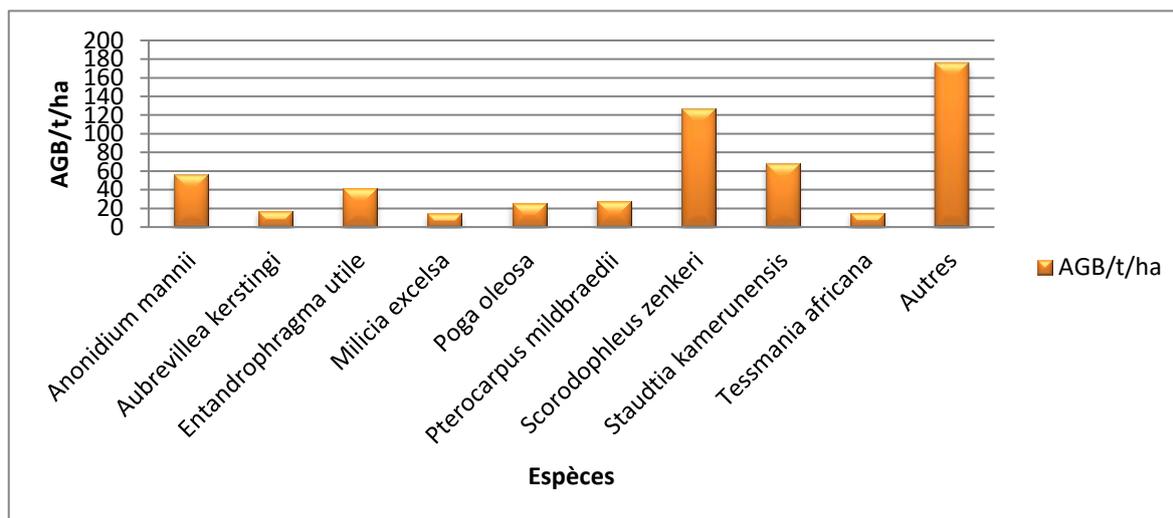


Fig. 7. Valeur de biomasse aérienne

3.3 CARBONE SÉQUESTRE ET ÉQUIVALENT CARBONE

La valeur totale de carbone séquestré par les essences inventoriées est de 317,05t/ha; alors que celle de l'équivalent carbone est de 984,58t/ha. 12 espèces présentent les valeurs de stockage de carbone et d'équivalent carbone les plus importantes: *Scorodophloeus zenkeri* (59,37 et 199,88t/ha), *Staudtia kamerunensis* (32,13 et 108,18t/ha), *Anonidium mannii* (26,61 et 89,48t/ha), *Entandrophragma utile* (19,39 et 65,27t/ha), *Pterocarpus mildbraedii* (13,21 et 44,44t/ha), *Pentaclethra macrophylla* (13,08 et 44,06t/ha), *Poga oleosa* (11,95 et 40,25t/ha), *Athrocaryon klaineanum* (9,84 et 33,10t/ha), *Aubrevillea kerstingii* (7,92 et 26,63t/ha), *Tessmania africana* (7,06 et 13,74t/ha), *Milicia excelsa* (6,80 et 22,89t/ha), *Petersianthus macrocarpus* (6,12 et 20,50t/ha) et *Distemonanthus benthamianus* (5,52 et 18,62t/ha). Les valeurs les plus faibles de ces deux paramètres ont été obtenues chez: *Maranthes glabra* 0,13 et 0,44t/ha, *Manilkara sp* avec 0,24 et 0,76t/ha et *Piptadeniastrum africanum* avec 0,11 et 0,37 t/ha. La figure 8 donne le Carbone séquestré et équivalent carbone.

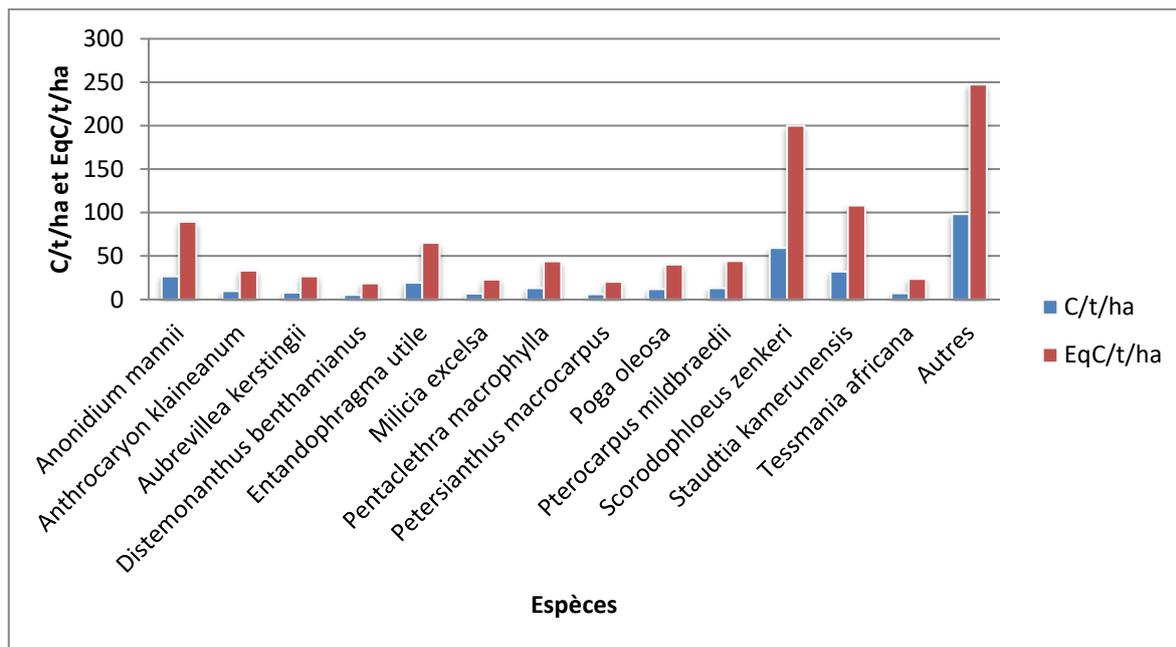


Fig. 8. Carbone séquestré et équivalent carbone. 3.4 Spectres écologiques

- Types biologiques

L'observation de cette figure met en évidence la prédominance des Mésophanérophytes qui rassemblent 36 espèces, soit 64,2%, les Mégaphanérophytes viennent en deuxième position avec 17 espèces, soit 30,35% et les Microphanérophytes ne comptent que 3 espèces, soit 5,35%. Les types biologiques des espèces recensées sont repris dans la figure 8.

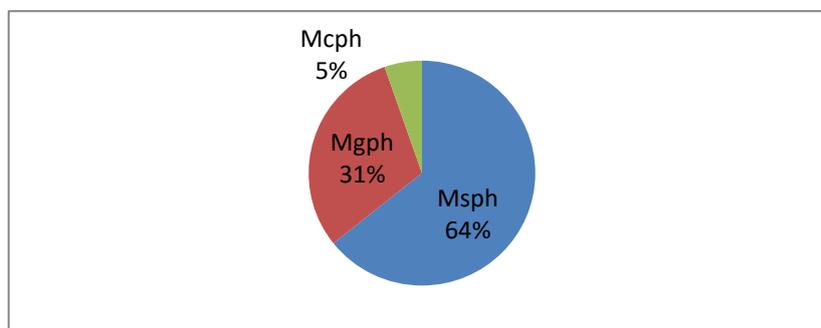


Fig. 9. Types biologiques

Légende: Msph: Mésophanérophyte
Mgph: Mégaphanérophyte
Mcph: Microphanérophyte

- Types de diaspores

Sur quatre types de diaspores de la zone d'étude, les sarcochores viennent en premier position avec 69,64%, suivi de ballochores avec 15,78%, ptérochore avec 12,5% et pogonochore viennent en dernier position avec 1,78%. Les différents types des diaspores de toutes les espèces recensées sont repris à la figure 9.

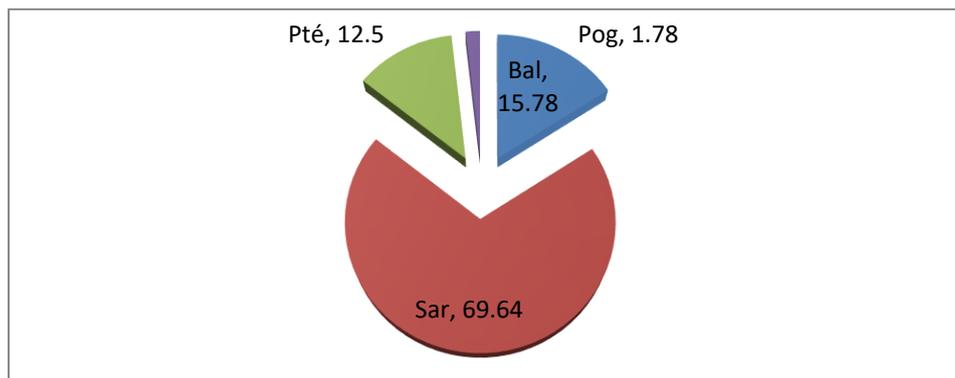


Fig. 10. Types de diaspores

Légende: Sar: Sarcochore
Bal: Ballochore
Pog: Pogonochore
Pté: Ptérochore

- Types foliaires

Le spectre de types de grandeur foliaire nous fait voir qu'il y a un nombre plus élevé des espèces mésophylles avec 52 espèces, soit 92,9% et suivi respectivement des: macrophanérophylles et microphanérophylles avec 3 et 1 espèces chacune, soit 5,26 et 1,75%. Les résultats de type foliaire des espèces répertoriées sont repris dans la figure 10.

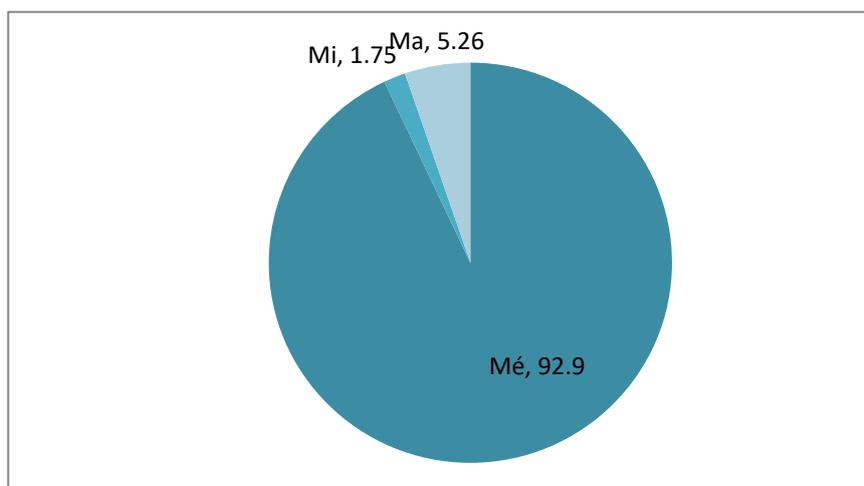


Fig. 11. Types foliaires

Légende: Mé: Mésophanérophylle
Ma: Macrophanérophylle
Mi: Microphanérophylle

- Types de distribution phytogéographique

Il ressort de la lecture de cette figure qu'il y a une nette dominance des espèces de l'élément guinéo-congolais (GC+CG). Cet élément compte 53 espèces à lui seul, soit 96,6 du total. Dans ce groupe les espèces guinéo-congolaises sont les plus importantes (59,9%). L'élément Afro-tropical ne rassemble que 3 espèces, soit 5,35. Il est moins représenté. Les résultats sur les types de distribution phytogéographique des espèces inventoriées sont présentés dans la figure 11.

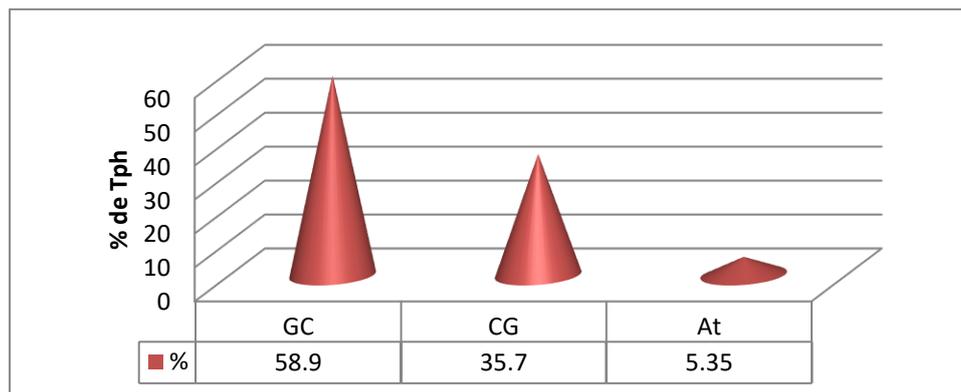


Fig. 12. Types de distributions phytogéographiques

Légende: GC: Guinéo-congolais
 CG: Centro-guineen
 At: Afro-tropical

- Groupes éco-sociologiques

En ce qui concerne le groupe socio-écologique, nous observons la dominance de *Strombosia-Parinarietea* avec 42 espèces, soit 75%, suivi des *Musango-Terminalietea* avec 11 espèces, soit 19,64% et les *Halletea stipulosae* ferment la marche avec 3 espèces, soit 5,35%. Les différents groupes éco sociologiques de toutes les espèces recensées sont repris à la figure 12:

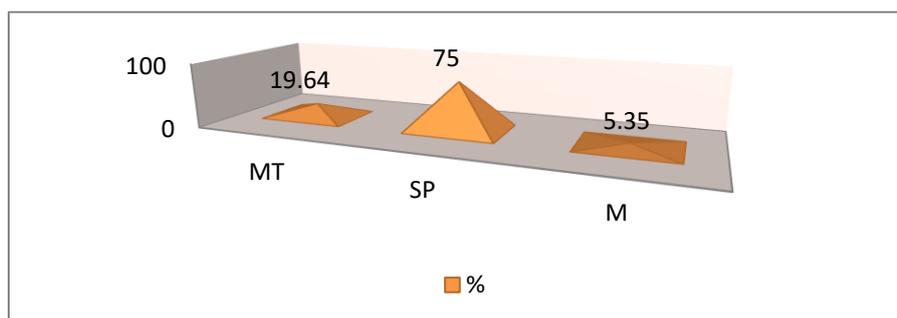


Fig. 13. Groupes éco sociologiques

Légende: MT: Musango-Terminalietea;
 SP: Strombosia-Parinarietea;
 M: Halletea stipulosae.

Corrélation entre la biomasse aérienne et diamètre

Le test de Pearson appliqué montre qu'il existe une corrélation positive entre le diamètre et la biomasse aérienne des arbres à dbh mesuré à 1,30m à hauteur de poitrine (coefficient de Pearson $T = 0,93$). La quantité de la biomasse aérienne contenue dans un arbre est fonction de sa croissance en épaisseur. Ainsi, plus le diamètre est important (grand) plus la quantité de biomasse est aussi important. La corrélation entre biomasse aérienne et le diamètre est représentée dans la figure 13.

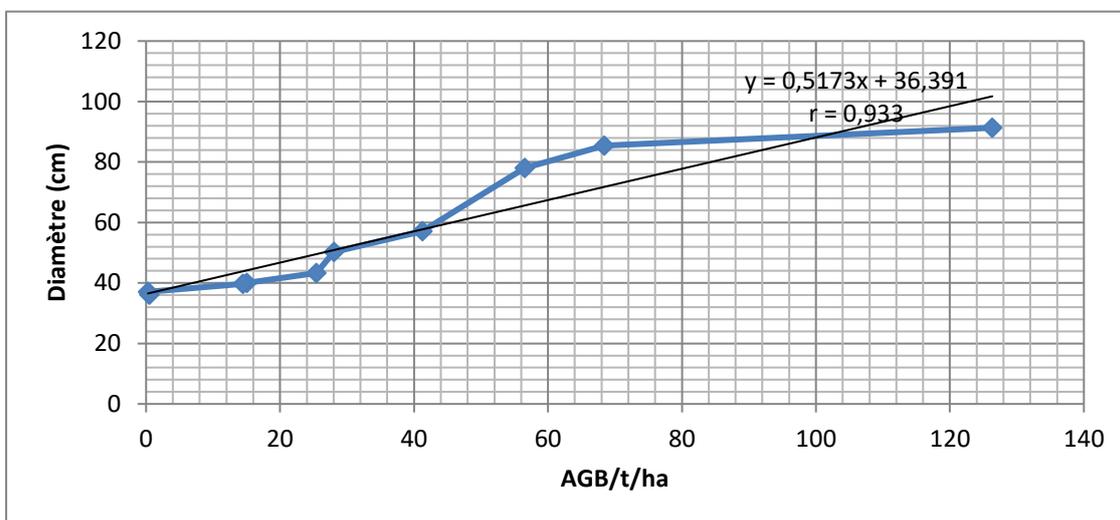


Fig. 14. Corrélation entre biomasse aérienne et diamètre

Le test de Pearson appliqué montre qu'il existe une corrélation positive entre le diamètre et la biomasse aérienne des arbres à dbh mesuré à 1,30m à hauteur de poitrine (coefficient de Pearson $T = 0,93$). La quantité de la biomasse aérienne contenue dans un arbre est fonction de sa croissance en épaisseur. Ainsi, plus le diamètre est important (grand) plus la quantité de biomasse est aussi important.

Corrélation entre le carbone et le diamètre

Coefficient de Pearson $T = 0,88$ est hautement significative. Ceci montre qu'il y a une corrélation positive entre le diamètre et le carbone séquestré. Comme dans le cas précédent, la quantité de carbone séquestré est fonction de l'épaisseur de l'arbre. Ainsi, plus le diamètre est important (grand) plus la quantité de carbone est aussi important. La corrélation entre le carbone et le diamètre est présentée dans la figure 14.

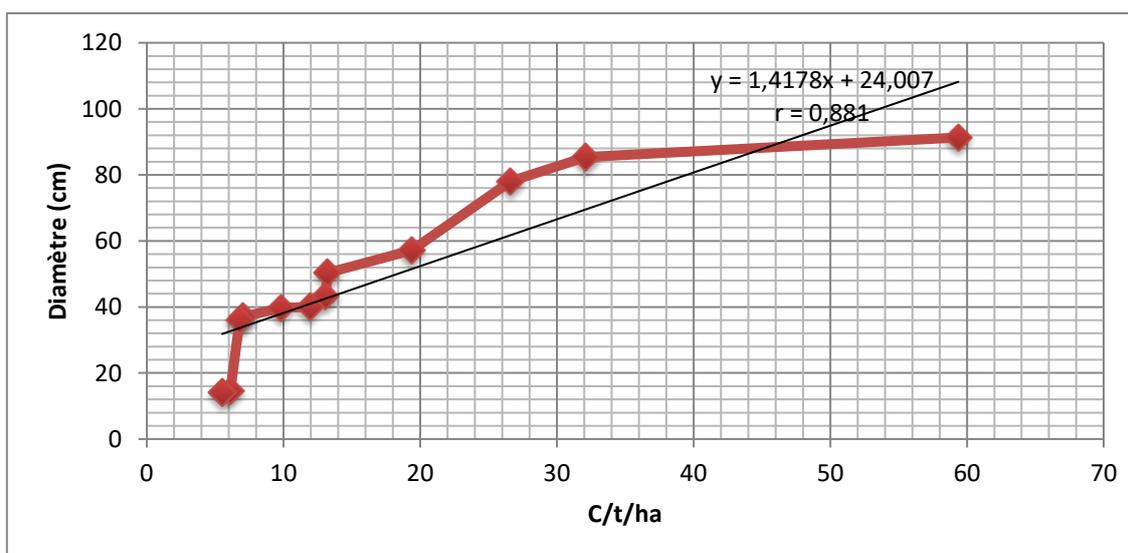


Fig. 15. Corrélation entre carbone et diamètre

4 DISCUSSION

L'inventaire floristique effectué dans le massif forestier « Mambala » a été focalisé surtout sur certains paramètres écologiques, notamment la surface terrière, la biomasse aérienne des arbres dont le dbh mesuré à 1,30m à hauteur de poitrine est supérieur ou égal à 10 Cm, le stockage de carbone par des essences ainsi que l'équivalent carbone. Les valeurs de la surface terrière, de la biomasse aérienne, de carbone séquestré et de l'équivalent carbone recensé ont été respectivement de 52,07m²/ha et de 616,93; 317,05 et 984,58 tonnes/ha. Les valeurs les plus élevées pour ces quatre paramètres ont été observées chez *Scorodophloeus zenkeri*, *Staudtia kamerunensis*, *Anonidium manni*, *Entandrophragma utile*, *Poga oleosa*, *Pterocarpus mildbraedii*. Les valeurs obtenues dans la présente étude sont plus élevées que celles obtenus par Koubouana, [22], Wolter [23], Gesnot [24], Lejoly [25]. La valeur de la surface terrière obtenue dans notre travail s'inscrit dans le même ordre de grandeur que celle obtenu par Golley [26] Panama, soit 59,6m²/ha et légèrement supérieure à celle obtenue par Mosango [27] dans la forêt primaire (île Kongolo/Kisangani), soit 45m²/ha. La comparaison des valeurs de biomasse aérienne, de carbone séquestré et d'équivalent carbone obtenues dans la phytocénose Mambala avec celles de formations forestières étudiées dans la même région [38], [39] avec respectivement: (350,66; 168,66; 155,25t/ha et 344,64; 161,9; 546,64t/ha), montre que les valeurs observées dans la forêt de Mambala sont très élevées. Cela pourrait s'expliquer par la présence d'un grand nombre d'essence à dbh mesuré à 1,30m à hauteur de poitrine > 50cm.

En ce qui concerne le carbone séquestré, la valeur obtenue dans la phytocénose concernée, soit 317,05 tonnes/ha s'inscrivent dans le même ordre de grandeur que celle obtenue par Durrieu [30] en forêt primaire au Cameroun, soit 310 tonne/ha.

Les mésophanéophytes, les sarcochores et les mésophylles en ce qui concerne les spectres écologiques sont les plus importants dans le peuplement étudié. Ces résultats sont dans les mêmes proportions que ceux obtenus par Mungubushi [31], Makulu [32], Mungenda [33] dans les phytocénoses de la région concernée.

L'élément guinéo-congolais et les espèces de la classe de *Strombosio-Parinarietea* sont les plus dominants au sein de ce massif forestier. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par de nombreux auteurs précités ci-dessus.

Quant à la densité du peuplement étudié, elle est de 439 individus/ha. Ces chiffres se situent dans le même ordre de grandeur que ceux obtenus par des nombreux chercheurs en Afrique (White [34], Wotter [35], Lejoly [36], etc.) qui, ont respectivement répertorié 397; 468 et 325 individus/ha.

Enfin, l'indice de corrélation de Pearson a montré qu'il existe bien une corrélation positive entre le diamètre et la biomasse aérienne; et entre le diamètre et le carbone séquestré par cette forêt.

5 CONCLUSION

Cette étude détaillée du massif forestier « Mambala » à Kikwit a permis de mettre en évidence la richesse écologique de la biomasse aérienne séquestration du carbone exceptionnelle de cette formation végétale. Elle s'est réalisée par l'inventaire et l'étude de quelques paramètres écologiques notamment, la biomasse aérienne, le carbone séquestré, l'équivalent carbone ainsi que la surface terrière dans une portion de 1 ha.

Les différentes méthodes et techniques utilisés ont aboutis à un recensement de 439 individus/ha regrouper en 56 espèces d'arbres à dbh mesuré à 1,30m à hauteur de poitrine ≥ à 10cm.

Les valeurs élevées mesurées pour les différents paramètres écologiques en témoignent: une surface terrière de 52,07 m²/ha, une biomasse aérienne de 616,93t/ha, un stockage de carbone de 317,05 t/ha et un équivalent carbone de 984,58t/ha. Ces chiffres sont nettement supérieurs à ceux rapportés dans d'autres études menées dans la région, soulignant l'importance capitale de ce massif forestier en tant que réservoir de biodiversité et de services écosystémiques.

L'analyse des spectres écologiques a révélé la prédominance des mésophanéophytes, sarcochores et mésophylles, en accord avec les observations d'autres chercheurs dans les formations végétales similaires. De même, la dominance des éléments guinéo-congolais et des espèces de la classe *Strombosio-Parinarietea* confirme l'appartenance de ce massif à l'ensemble phytogéographique congolais.

La corrélation positive mise en évidence entre le diamètre des arbres et leur biomasse aérienne ainsi que leur capacité de stockage de carbone, souligne l'importance de préserver ces individus de grande taille pour maximiser les bénéfices écologiques de cette forêt.

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude confirment la valeur écologique exceptionnelle du massif forestier "Mambala" et la nécessité urgente de sa conservation à long terme pour le maintien des équilibres environnementaux dans la région.

REFERENCES

- [1] Stavi I., & Lal R., 2013. Agroforestry and biochar to offset climate change: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 81-96.
- [2] CIRAD, 2002 *La dégradation des écosystèmes forestiers et ses impacts*. Montpellier: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement. Volume 1, 150 pages.
- [3] Canadelle, D., et al., 2008. Managing forest of climate change mitigation, 320 pages.
- [4] GIEC, 2007, 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.
- [5] Brown, S. 2002, *L'impact de la déforestation sur le climat*. *Revue de l'écologie*, 15 (3), 45-67.
- [6] Dimobe, K., 2017; Dynamique, séquestration de carbone et modèles de variations des savanes soudaniennes du Bourkina Faso et du Ghana (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat. Spécialité: Sciences et Phytoécologie. Laboratoire Biologie/Ecologie Végétale, Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO; Ouagadougou, BF, 179 p.
- [7] FAO, (2011) Les forêts et l'agriculture: un partenariat pour la durabilité. Rome: FAO.
- [8] Glanday, J., 2010. Forêt du bassin du Congo source de richesses et de réduction de la pauvreté.
- [9] Montangni F. et al., 2004. Carbone sequestration an under exploited environmental benefit of agroforestry systems 281 pages.
- [10] Fehr, S., 1990. *La pluviométrie de Kikwit* in piste et recherche vol 5 n°213, ISP-Kikwit page 9-13.
- [11] Devre Syst. et Berce, 1958, Carte des sols et de végétation du Congo Belge.
- [12] Nicolai H., 1963. Le Kwilu, étude géographique d'une région congolaise. LXIX, Cuebec, Bruxelles, 472 pages.
- [13] Vivier, J. et Faure, J., 1985. *Arbres des forêts dense d'Afrique centrale*, France, 565 pages.
- [14] GIEC, 2008. Compte rendu de la 29^{ème} session du groupe intergouvernemental sur l'évaluation du climat, 67 pages.
- [15] Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., et D. M. (2005). Mesurer la densité du bois pour les études de stockage de carbone dans les forêts: une revue. *Forêt Écologie et Gestion*, 200 (1-3), 101-113.
- [16] Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., et al. (2016). Estimation de la densité du bois à partir d'images: une nouvelle approche pour évaluer le stockage de carbone dans les forêts. *Forêt Écologie et Gestion*, 376, 1-12.
- [17] Masens, D., 1997. *Etude phytosociologique de la région de Kikwit, Bandundu, RDC*. Th doc. Lab. Bot. Syst. Et phyto. Fac Sc. ULB Bruxelles, 398 pages.
- [18] Raunkiaer, C. (1934). Les formes de vie des plantes et la géographie statistique des plantes. Oxford University Press, 1-120.
- [19] Habiyaemye, C. (1997). *Écologie des forêts tropicales en Afrique centrale*. Presses Universitaires, 1-250.
- [20] Schnell, R. (1971). *Les champignons de la région tropicale*. Éditions scientifiques, 1-300.
- [21] Dansereau, P. (1957). *Les forêts tropicales de l'Amérique et leur écologie*. Éditions de l'Université de Montréal, 1-250.
- [22] Koubouana, M. (1993). *Écologie et gestion des forêts tropicales*. Éditions scientifiques, 1-250.
- [23] Gesnot, D., Dupuy, B., & Goudet, J. (1994). *Les forêts tropicales: écologie et conservation*. Éditions scientifiques, 1-300.
- [24] Wolter, P. (1993). *Écologie des milieux aquatiques*. Éditions universitaires, 1-250.
- [25] Lejoly, J., De Witte, L., & Dauby, G. (1994). *Flore et végétation des forêts tropicales*. Éditions scientifiques, 1-350.
- [26] Golley, F. B., Wiegert, R. G., & B. H. (1975). *Écologie des écosystèmes*. Éditions universitaires, 1-250.
- [27] Mosango, M. (1990). *Écologie et conservation de la biodiversité en Afrique tropicale*. Éditions scientifiques, 1-200.
- [28] Kibe, M. (2017). *Gestion durable des forêts tropicales*. Éditions universitaires, 1-250.
- [29] Obazwa, H. (2017). *Écologie et gestion des ressources forestières*. Éditions universitaires, 1-300.
- [30] Durrieu, S. (2008). *Forêts tropicales: diversité et gestion durable*. Éditions scientifiques, 1-250.
- [31] Mungubushi, J. (2015). *Gestion des écosystèmes forestiers en Afrique centrale*. Éditions universitaires, 1-220.
- [32] Makulu, P. (2015). Biodiversité et conservation des forêts tropicales. Éditions scientifiques, 1-180.
- [33] Mungenda, A. (2016). *Écologie et gestion durable des forêts tropicales*. Éditions universitaires, 1-250.
- [34] White, L. J. T. (1983). *L'écologie des forêts tropicales africaines*. Éditions scientifiques, 1-320.
- [35] Wotter, R. (1993). *Écologie et conservation des écosystèmes forestiers*. Éditions scientifiques, 1-220.
- [36] Lejoly, J. (1995). *Flore et écologie des forêts tropicales*. Éditions universitaires, 1-300.