

Etude de la biomasse aérienne de la forêt équatoriale en République Démocratique du Congo (RDC) et capacités de séquestration du CO₂

[Study of the aerial biomass of the equatorial forest in the Democratic Republic of Congo (DRC) and CO₂ sequestration capacities]

Jean Rufin Munkuamo Gonzaleze and Jean Patrick Mbanga

Université Pédagogique Nationale (UPN), Faculté des Sciences, Département de Géographie-Sciences de l'Environnement,
B.P. 8815 Kinshasa 1, RD Congo

Copyright © 2023 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: Trees play a key role against the climate change. Their population density, structure and size help us to determine the aboveground biomass they produce, contributing therefore to the climate improvement. Our study, as a contribution to the REDD+Process (reduction of emissions from the deforestation and degradation, which request reforestation, forests conservation and degraded soils restoration is a response to such needs). It aims to identify local fast growing tree species with important aboveground biomass with a 10- cm timber diameter. This will allow us to easily determine their carbon sink capacity, especially in protected areas which are important refuges for plant and animal species.

KEYWORDS: Aboveground, biomass, carbon, forest, climate change, greenhouse effect gas, ecosystem, photosynthesis.

RESUME: Les arbres jouent un rôle très important dans la lutte contre le changement climatique. Par leur densité, la structure de diamètre, ces espèces produisent une biomasse importante, capable de renforcer le potentiel de séquestration du carbone atmosphérique et de contribuer à la lutte contre le changement climatique.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une contribution au processus REDD (Réduction des Emissions des gaz à effet de serre dû à la Déforestation et à la Dégradation des forêts qui préconise la conservation et le reboisement des terres forestières dégradées et forêts secondaires). Son objectif consiste, d'inventorier et identifier dans la forêt équatoriale tous les tissus ligneux dont le diamètre supérieur ou égal à 10cm afin d'estimer la biomasse aérienne et la masse de carbone séquestré par cette forêt, pratiquement seul refuge et milieu de reproduction de la faune et de la flore, vulnérable, pour une concrétisation des objectifs de la conservation.

MOTS-CLEFS: Biomasse aérienne, carbone, forêt, changement climatique, gaz à effet de serre, écosystème, photosynthèse.

1 PROBLEMATIQUE

Actuellement, le monde paye à plus grand prix les équilibres naturels rompus (Cheryl et Ruth 1992). Le changement climatique est aujourd'hui un sujet de souci et d'inquiétude pour toute la communauté internationale, mais en même temps un thème de recherche des solutions durables. Les forêts en générale et forêts tropicales en particulier jouent un rôle important dans la réduction de taux de GES (Lubini, 2018).

Les forêts contiennent environ 80% des stocks globaux de carbone ligneux aérien et 40% du carbone total (sol, feuille, racine) et jouent un rôle important dans le cycle du carbone global; elles sont aussi un puits de carbone important. En Afrique on estime que les forêts denses humides fixent environ 0,63Mg/ha/an mais mal déforestation tropicales mondiale contribue à un cinquième du total des émissions annuelles des gaz à effet de serre d'origine anthropique dans l'atmosphère (Haughton, 2005).

La République Démocratique du Congo, entièrement située dans la zone tropicale n'échappe pas, elle aussi à la destruction anarchique des écosystèmes forestiers. Les activités humaines actuellement à tel point que leur intensité présente déjà des répercussions écologiques qui risquent d'entraîner la raréfaction des forêts avant la moitié du siècle prochain (Anonyme, 1996).

Le changement climatique et ses effets néfastes sur la terre sont un sujet de préoccupation de l'humanité toute entière (CCNUCC, 1992). Ces changements résultent de l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre et repèrent un danger inquiétant pour l'homme et l'environnement en générale.

Parmi les causes du changement climatique la déforestation sur les vastes étendues, la dégradation des terres forestières, le feu de brousse et l'augmentation de taux de GES sont à la base de l'élévation générale de la température atmosphérique de notre planète et parmi ces gaz, le dioxyde de carbone est le plus important (Kidikwadi, 2019).

La concentration de CO₂ atmosphérique est passée d'environ 288ppm, il y a approximativement 200 ans avant le début de la révolution industrielle à 382 ppm en 2006 (Raven et al, 2009).

En réponse, les effets du changement climatique sont perçus par toute la communauté internationale et constitue une réalité se manifestant par des nombreux indicateurs: raréfaction et disparition des espèces, les variations des plusieurs paramètres éco climatiques, les dommages aux infrastructures routières, aux écosystèmes et les problèmes sanitaires etc... (Earsterling et al., 2003).

Les producteurs primaires qui sont des organismes autotrophes constituent une réponse primordiale pour lutter efficacement et naturellement contre l'augmentation des gaz à effet de serre, principalement le CO₂ libre dans l'atmosphère.

Etant donné que le défrichement et la dégradation des forêts sont responsables d'environ 17% des émissions mondiales de gaz à effet de serre selon les estimations de GIEC. Par sa capacité d'absorber du carbone et de stocker la forêt aide à abaisser le taux de CO₂ dans l'air par la photosynthèse. En d'autres termes, elle constitue un puit de CO₂ et contribue ainsi à atténuer l'effet de serre et la menace de réchauffement climatique (Fisclin et al., 1996). Ballasen et al., (2008) disent qu'attribuer une quantité de carbone à chaque hectare de forêt est une tâche difficile. C'est dans ce cadre que notre étude sur l'estimation de la biomasse ligneuse et du carbone forestier dans la forêt équatoriale a été envisagé.

L'intérêt porté est triple: scientifique, didactique, et socio-économique. Sur le plan scientifique, les résultats constituent un outil qui contribuera à la connaissance scientifique; sur le plan didactique, les spécimens récoltés constituent un outil de travail pour les apprenants et les chercheurs, en particulier ceux de l'option Systémique Biodiversité, Conservation de la Nature et Savoirs Endogènes comme l'herbier de référence. Enfin, sur le plan socio-économique, l'étude s'inscrit parmi les projets qui pourraient bénéficier les financements dans le cadre de paiement des services éco systémiques.

2 MILIEU D'ETUDE, METHODOLOGIE ET MATERIELS

2.1 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

Cette étude a été menée sur un hectare dans la forêt équatoriale, dans la province de Mai-Ndombe en république démocratique du Congo.

2.1.1 LOCALISATION GÉOGRAPHIE

Géographiquement, la province de Mai-Ndombe est comprise entre 16° et 20°30' de longitude Est, de 2° et 4° de latitude Sud. Ainsi elle est bornée au Nord par la province de l'Équateur, au Nord-Est par la province de la Tshuapa, à l'Ouest par le fleuve Congo qui le sépare de la République du Congo-Brazza, au Sud par l'affluent Kasai et à l'Est par la province du Kasai. Sa superficie est de 127 341 km². Sur le plan administratif, elle est subdivisée en 4 territoires, 19 secteurs et 52 groupements.

2.1.2 CLIMAT

La province de Mai-Ndombe a un climat de transition qui se situe entre le climat équatorial et le climat tropical. Ce climat est caractérisé par une température moyenne élevée de 25°C, une faible amplitude thermique annuelle de moins de 1°C de la cité d'Inongo jusqu'au Nord (territoires de Kiri et d'Oshwe) et de 1°C à 3°C pour le reste du district, des pluies abondantes dont les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1 600 mm à l'ouest, de 1 800 mm au centre et de 2 000 mm au Nord et une saison sèche nette et bien marquée. En effet, on distingue deux saisons des pluies et deux saisons sèches. La grande saison des pluies va de février à mai et la grande saison sèche de mai à septembre. La petite saison des pluies se situe entre septembre et janvier, tandis que la petite saison sèche va de mi-janvier à mi-février. La température moyenne est de 28°C pendant la saison des pluies et de 24°C pendant la saison sèche.

2.1.3 VÉGÉTATION

De la cité de Kutu jusqu'au territoire de Kiri au Nord, il y a une forêt dense sempervirente, c'est la forêt équatoriale aux grands arbres formant un dôme continu de 35–45 m. De la cité de Kutu jusqu'au territoire de Kwamouth, au Sud, la végétation est caractérisée par une forêt claire et par la savane.

Avec une forêt équatoriale estimée à 95 000 km² on y trouve plusieurs essences des bois dont *Milletia laurentii* (bois noir), *Entandrophragma cylindricum* (bois bleu), *Prioria balsamifera* (tola), *Antrocaryon nannanii* (lifake) etc.

Seule la Société de développement des forêts (SODEFOR) exploite ces bois dans ses chantiers situés dans les territoires d'Inongo, d'Oshwe. Ainsi les essences forestières du territoire de Kiri restent intactes malgré une exploitation de 1991 à 1995 par la Société Kiroise des Bois (SOKIBOIS).

2.1.4 SOLS, ET SOUS-SOLS

Les sols sont constitués principalement des areno-ferrals (sols sableux à faible teneur en argile, moins de 20%). Leur fertilité varie de moyenne à médiocre. Les meilleures terres agricoles (sols sablo-argileux) se rencontrent dans le territoire de Kutu et dans les environs de la cité de Mushie. La première culture vivrière ayant un pourcentage d'occupation du sol plus élevé est le manioc avec plus de 50 % d'espace occupé pour l'ensemble de toutes les cultures vivrières. La deuxième culture est le maïs avec 25 à 50 % d'espace occupé, suivi de la banane, du riz, des pommes de terre, des ignames, etc. Les cultures industrielles en l'occurrence le palmier, le coton, le cacao, le caoutchouc, la canne à sucre, le café sont largement présentes. L'élevage de bovin traditionnel pratiqué dans la sous-région peut atteindre 10 000 à 50 000 têtes et presque partout, la pêche artisanale est pratiquée dans les rivières très poissonneuses comme Lokoro, Lukenie, Lutoy, Molibampe, etc.

Le sous-sol de la province d'Mai-Ndombe est très riches. Les études anciennes et récentes font état de la présence d'une nappe de pétrole dans cette cuvette centrale dans les territoires d'Oshwe, Inongo, Kutu et Kiri dont la prospection a été réalisée et aboutie par la société américaine ESSO, du diamant dans les territoires d'Inongo et Kiri, de l'uranium dans le lac Mai-Ndombe, le Coltan à Bolobo et le diamant à Yumbi.

2.1.5 HYDROGRAPHIE

A part le lac Mai-Ndombe, aucune grande rivière ne prend sa source dans les territoires du district. Le seul avantage est celui d'être traversé et baigné par les grands cours d'eau du pays en l'occurrence: fleuve Congo, affluent Kasai, rivières Lutoy, Lukenie, Lokoro, Mfimi, Molibampe. Le lac Mai-Ndombe (ancien lac Léopold II) alimente la rivière Fimi, un affluent du fleuve Congo. La taille du lac varie avec les pluies et peut doubler ou tripler en superficie selon la saison de pluie. Le lac demeure navigable toute l'année. Ses rives sont bordées de forêts denses au Nord et d'un mélange de forêt et savane au Sud. Ses ports sont Inongo et Ndongese.

2.1.6 PRINCIPALES ACTIVITÉS

L'agriculture (50%) demeure la principale activité dans le territoire d'Oshwe. La culture des produits agricoles et les exploitations forestières sont des activités principales dans le cadre de l'économie de ce territoire. La chasse (30%), l'élevage (9%), la pêche (8%), le commerce (2%) et la cueillette (1%) sont pratiquées sur toute l'étendue du territoire.

2.1.7 POPULATION

Les principales tribus qui peuplent la province sont les suivantes: Ntomba-Nzale, Sengele, Bolia, Nkundo, Dza, tow, Ekonda, Sakata, Teke, Nunu de Mushie, Bampe, Boma, Nunu-Bobangi, Tiene.

2.2 METHODOLOGIE ET MATERIELS

2.2.1 MÉTHODES

Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé la méthode d'observation de quelque essence de la communauté végétale de la forêt équatoriale, suivi d'un inventaire floristique de la strate arbustive ont fait l'objet d'un traitement statistique.

En clair, notre investigation a été faite selon les cheminements suivants:

2.2.1.1 DÉLIMITATION DU TERRAIN

Notre site d'études est localisé dans la forêt équatoriale caractérisée par une forte présence d'espèces. Un seul hectare a fait l'objet d'un dispositif tel présenté dans le schéma 1. Cet hectare a été divisé en quatre sous placettes de 2500m chacune, soit 50m x 50m de côté.

2.2.1.2 DISPOSITIF DU TERRAIN DE L'ÉTUDE

Les dispositifs ont été placé sur un hectare dont 4 sous placettes de forme carrées de 50m x 50m de superficie de 2500m².

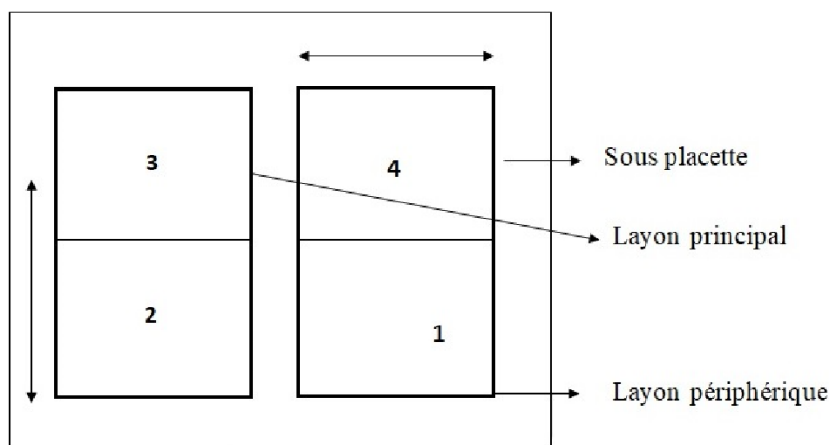


Fig. 1. Placette d'un hectare

Source: Résultats de terrain, 2022

2.2.1.3 INVENTAIRE FLORISTIQUE ET MESURE DES CIRCONFÉRENCES

La richesse floristique d'un territoire par le nombre des espèces différentes basées l'intérieur de ses limites. La richesse floristique représente la plus simple caractéristique d'un territoire. L'inventaire a couvert toutes les sous-placettes; nous nous sommes limités aux espèces ligneuses dont le diamètre est supérieur ou égal à 1.30m au-dessus du sol. Nous avons identifié les espèces puis mesuré les circonférences des arbres.

2.2.1.4 IDENTIFICATION DE L'ÉCHANTILLON BOTANIQUE AU LABORATOIRE

Les espèces ont été pour la plupart identifiées sur le terrain. Quant aux arbres sujets aux doutes des herbiers ont été collectés pour l'identification et la confirmation à l'herbarium de la faculté des sciences de l'université de Kinshasa.

2.2.1.5 CALCUL DU DIAMÈTRE

La procédure trouvée plus commode pour calculer le diamètre a été de calculer le diamètre à partir de la circonférence des espèces, grâce au ruban gradué. Pour le calcul des diamètres des individus inventoriés, la relation entre la circonférence et le diamètre a été utilisée, soit $D = Cir / \pi$, avec D = diamètre; Cir = circonférence (cm); et $\pi = 3,14$.

Les valeurs des diamètres calculées ont permis de définir les classes de diamètre. Pour les arbres avec bosse la circonférence a été mesurée à 30 cm au-dessus de la bosse. Pour les arbres bifurqués ou fourchus depuis la base, les mesures ont été prises d'autant des tiges dont la circonférence est supérieure à 31.4 cm de diamètre.

2.2.1.6 CALCUL DES DENSITÉS

La densité d'une population appelé aussi abondance, est un paramètre important, elle peut être définie comme le nombre d'individus d'une espèce par unité de surface. Elle est exprimée en nombre des pieds par hectare (Kidikwadi, 2012). La densité a été calculée sur base du nombre de tous les individus des espèces ligneuses présentes dans la placette et sous placettes inventoriées. Elle se calcule d'après la forme suivante:

$$D = nx100 / N$$

2.2.1.7 CALCUL DE LA SURFACE TERRIÈRE

Cet indice correspond, pour un arbre donné, à la section d'un arbre mesurée à 1,30 m du sol à la hauteur de la poitrine. La surface terrière est exprimée en m^2 / ha . La surface terrière totale correspond à la somme des surfaces de toutes les espèces présentes sur la surface inventoriée, ramené à l'hectare. Elle peut aussi être exprimée pour une espèce déterminée. La surface terrière est d'autant plus grande que le peuplement est dense (ECOFAC cité par Kaj.2011).

La formule suivante a été utilisée:

$$St = \pi dhp^2/4 \text{ (Kidikwadi 2018)}$$

Avec; St = surface terrière; Dhp= diamètre a 1,3m du sol de l'arbre; π (pie) = 3,14

2.2.1.8 RÉPARTITION SPATIALES DES INDIVIDUS

Les coordonnées géographiques des individus prélevés ont permis d'établir la carte de la distribution spatiale des espèces inventoriées dans chaque sous placettes. La prise des coordonnées géographiques a été faite à l'aide d'un GPS. La carte a été faite à l'aide d'un logiciel de SIG ARC Gis 10.1.

2.2.1.9 CALCUL DE LA PHYTOMASSE AÉRIENNE

C'est par l'équation allométrique que nous avons estimé cette phytomasse en intégrant les paramètres dendrométriques issus de l'inventaire. Les formules de (Brown, 1999 cité par Toung, 2012 repris par Kidikwadi, 2018) en tenant compte d'un seul paramètre dendrométrique qui est le diamètre se présente comme suit:

- $AGB = \exp(-0,37 + 0,333 * \ln(dbh) + 0,933 \ln(dbh)^{1/2} - 0,122 * \ln(dbh^{1/3})/1000$; Chave et al, 2005 cité par Toung en 2009), domaine de validité (cm) de 5dbh 156;
- $AGBtrees (kg) = 0,05378909 \times D^{2,82851}$ (Ibrahima et al., 2002), domaine de validité (cm) de D 79;
- $Treesbiomas (kg) = 42,69 - 12,80 DBH + 1,24 DBH^2$ (Brown, 1997 cité par Toung 2010, repris par Kidikwadi, 2018), domaine de Validité (cm) de 5DBH 148

Dans la présente étude, nous avons utilisé la formule de (Chave, 2005) en tenant compte d'un seul paramètre dendrométrique qui est le diamètre mesuré sur écorce à hauteur de poitrine (1,30 m du sol) au pied des arbres ayant un diamètre supérieure ou égal 10 cm. Donc nous sommes servis de la formule suivante:

$$B.A = \text{Exp.}(-0,37 + 0,333 * \ln(dbh) + 0,933 \ln(dbh)^{1/2} - 0,122 * \ln(dbh^{1/3})/1000$$

2.2.1.10 CALCUL DE STOCK DE CARBONE SÉQUESTRE ET EQUIVALENT 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. sachant que le carbone constitue 0,47% de la matière ligneuse, la formule utilisée à cet effet est la suivante:

$$C = B. A \times k$$

Avec: k (constante) = 0,47; C = carbone; B.A = Biomasse Aérienne (Rave et al., 2009 cité par Kidikwadi, 2018; Mayanu et al., (2019).

Pour convertir le stock de carbone en équivalent carbone, nous nous sommes inspirés des études de GIEC (2007a, 200b) cité par Kidikwadi, (op.cit) comme suit:

$$TCEQ = TC \times 3,367$$

Avec: TCEQ: total carbone équivalent; TC: total de stock de carbone; et FC (facteur de conversion): 3,367.

2.2.2 MATERIELS

Pour atteindre les objectifs de notre étude, nous avons récolté des échantillons botaniques afin de constituer un herbier de référence nécessaire à l'identification du matériel ainsi rassemblé. Il s'agit des échantillons prélevés sur les arbres spontanés de la forêt équatoriale. Quelques équipements ont été utilisées les mensurations de quelques caractéristiques morphologies (diamètres) des espèces étudiées. Il s'agit de:

- Un GPS de marque Garmin prélever des points géo-références afin de dresser la carte de localisation des arbres étudiés;
- Une paire presse en bois et les papiers journaux pour confectionner l'herbier;
- Un étalon de 2 m pour déterminer la hauteur des arbres à partir 1,30m DHP à partir du sol;
- Un mètre ruban de 30m de couleur jaune pour mesurer les diamètres des arbres;
- Les gants et deux paires de bottes, nous ont servis de protection;
- Un appareil numérique pour les photos;
- Un fil de 600 m pour délimiter la zone d'étude.

3 PRESENTATION DES RESULTATS

Cette section présente les résultats obtenus à partir des travaux sur le terrain et des analyses ainsi que la discussion qui en découle. Les résultats s'articulent autour de l'analyse floristique des espèces ligneuses inventoriées ayant un diamètre ≥ 10 cm de Dhp; la densité, la répartition des espèces par classe de diamètre, la surface terrière des espèces, et la phytomasse aérienne permettant d'estimer la quantité de carbone séquestré dans leurs structures ligneuses.

3.1 ETUDE DE LA FLORULE

Le dépouillement du matériel biologique inventorié permet de caractériser la composition floristique des formations arborescentes de notre aire d'étude. Après inventaire et l'identification de la florule, nous avons identifié 33 espèces par hectare; réparties en 28 genres; 16 familles et sous familles. Le tableau 1 indique la composition floristique des essences étudiée.

Tableau 1. Composition floristique de la forêt équatoriale de la parcelle étudiée

Familles	Espèces
Agavaceae	<i>Anonidium mannii</i> Oliv.
	<i>Dracaena mannii</i> Baker
Burseraceae	<i>Aucoumea klameana</i> Roxb.
Clusiaceae	<i>Allamblackia floribunda</i> Oliv.
	<i>Garcinia punctata</i> Oliv.
Ebenaceae	<i>Diospyros crassiflora</i> Hiern
Euphorbiaceae	<i>Macaranga monandra</i> Mill. Arg
	<i>Macaranga spinosa</i> Mill. Arg
Fabaceae/Caesalpinioideae	<i>Brachystegia laurentii</i> (De wild.) Laus ex Hoyle
	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i> (De wild.)j. Léonard
	<i>Prioria balsamifera</i> (Harms) Breteler
	<i>Scorodophoeus zenkeri</i> Hams
Fabaceae/Faboideae	<i>Millettia drastica</i> Welw
	<i>Millettia laurentii</i> De Wild.
Lecythidaceae	<i>Petersianthus macrocarpus</i> (P.Beaur.) liben
Malvaceae/Sterculioideae	<i>Cola accuminata</i> (P.Beaur.) Schott, End.
	<i>Cola bruneelii</i> De Wild.
	<i>Sterculia subviolacea</i> K. Schum.
	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.
	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum
Meliaceae	<i>Entandrophragma cylindricum</i> (Sprague) sprague
Moraceae	<i>Antiaris toxicaria</i> subsp.africana var.Welwitschii (Engl.) Carner
	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) c.c. Berg
	<i>Musanga cecropioides</i> R.Br
Myristicaceae	<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Exell
	<i>Staudtia kamerouneensis</i> Warb. Var. gabo nensis gilb. Troupin
Ochnaceae	<i>Campylopermum elongatum</i> (Oliv.) Van Tiegh.
	<i>Rhabdophyllum welwitschii</i> Van Tiegh.
	<i>Stombosiopsis tetrandra</i> Engl.
Sapindaceae	<i>Blighia unijugata</i> Bak.
	<i>Blighia Welwitschii</i> (Hiern) Radlk
Sapotaceae	<i>Autranella congolensis</i> (De Wild.
	<i>Chrysophyllum africanum</i> De Wild.

Source: Résultats de terrain, 2022

Le tableau 1 montre que la végétation est dominée par les espèces de la famille des *Fabaceae* (6); *Malvaceae*; *Moraceae* et *Ochnaceae* ont à chacune 3 espèces.

3.2 DENSITÉ DES ESPÈCES

La densité des espèces constituant un peuplement végétal est un des indicateurs de mesure de phytomasse. Elle donne une idée sur l'occupation spatiale (Lubini, 2018). Ainsi, nous avons identifié au total 334 individus par hectare. Le tableau 2 illustre la densité de ces individus recensés dans le milieu concerné.

Tableau 2. Densité d'espèce par parcelles

N°	Espèces	Sous-placettes		1		2		3		4		Total
		Nbr ind	%	Nbr ind	%	Nbr ind	%	Nbr ind	%			
1	<i>Alamblackia floribunda</i>	8	5			3	4,5	1	1,6		12	
2	<i>Anonidium mannii</i>	14	8,8	8	17,4	8	11,9	7	11,9		37	
3	<i>Antiaris toxicaria</i>					3	4,5				3	
4	<i>Aucoumea klameana</i>	7	4,4					3	5		10	
5	<i>Autranella congolensis</i>					4	6	2	3,4		6	
6	<i>Blighia unijugata</i>					9	13,4	1	1,6		10	
7	<i>Blighia welwitschii</i>	9	5,7								9	
8	<i>Brachystegia laurentii</i>	4	2,5					5	7,3		9	
9	<i>Campylospermum elongatum</i>			2	4,3	1	1,5	1	1,6		4	
10	<i>Chrysophyllum africanum</i>	12	7,4			2	3	2	3,4		16	

Source: Résultats de terrain, 2022

RÉPARTITION SPATIALE DES ESPÈCES

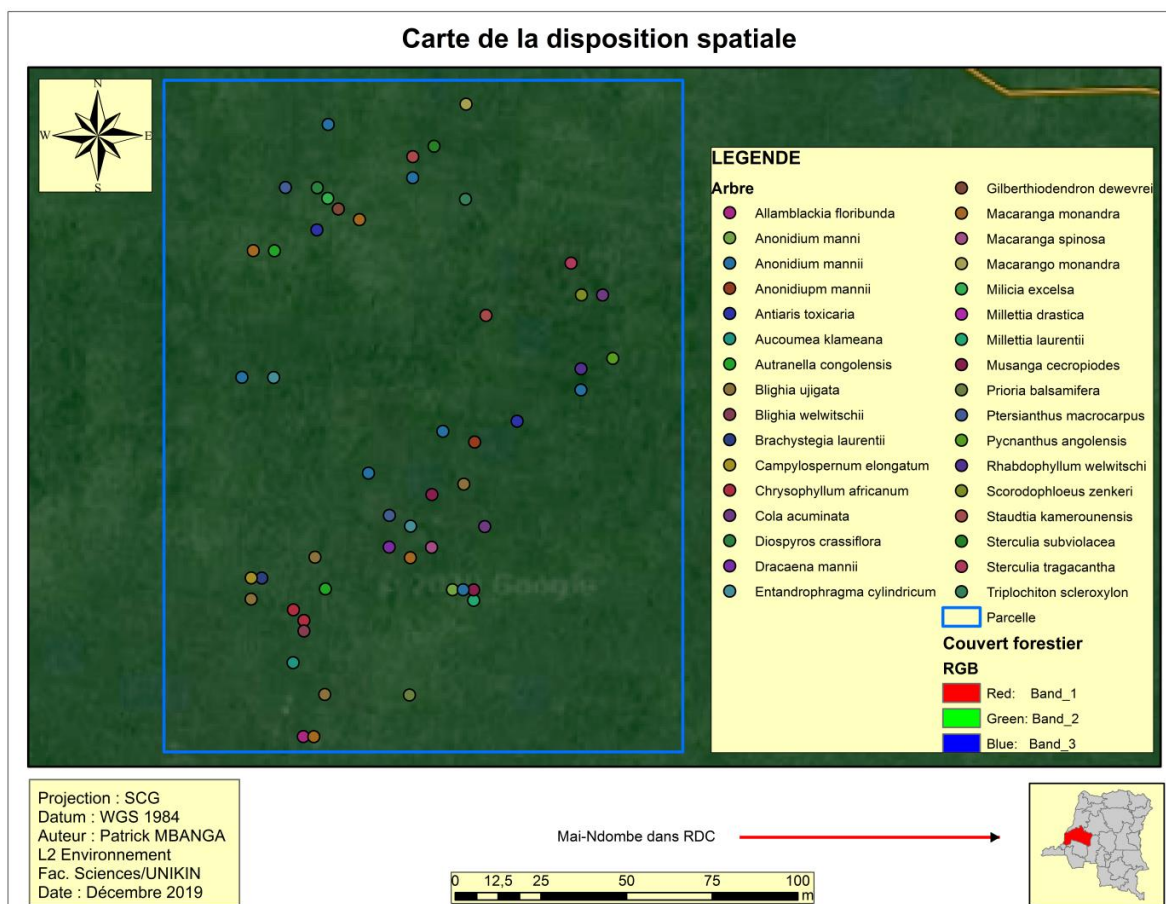


Fig. 2. Distribution spatiale des individus des espèces étudiées

Source: Résultats de terrain, 2022

3.3 DISTRIBUTION DU NOMBRE D'ARBRES PAR CATÉGORIE DE DIAMÈTRE

Les résultats de l'analyse détaillée de la distribution du nombre d'arbres par catégorie de diamètre sont représentés dans la figure 3 et montre la prédominance d'arbres de la classe de 29-34 cm et la classe de 23-28 cm, etc.

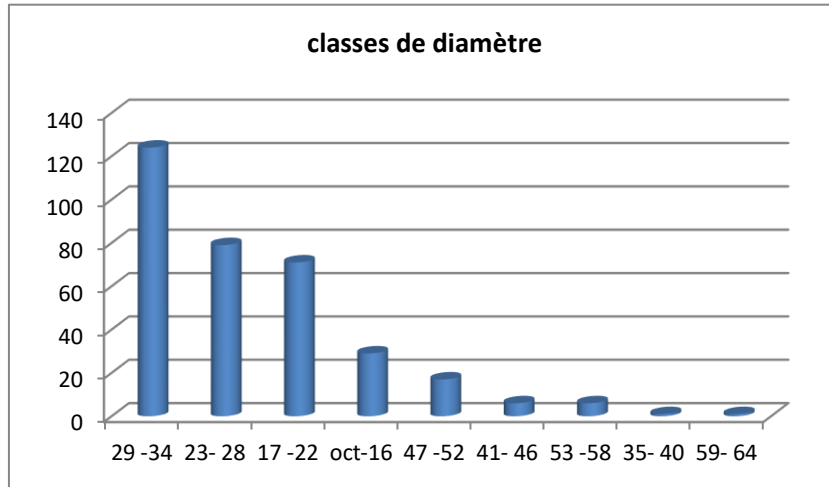


Fig. 3. Répartition des espèces par classe de diamètre

Source: Résultats de terrain, 2022

On note clairement que les classes comptant plus d'individus sont celles de 29-34 cm; suivi de la classe de 23-28 cm et la classe de 17-22 cm; les autres classes sont moins représentées. *Anonidium mannii* est l'espèce la plus représentative dans la classe de 29-34 avec une densité 37 individus; ainsi que *Macaranga monandra* soit une densité de 20 individus; les autres espèces sont moins représentées; cependant ayant quelques individus dans la classe de 10-16 cm.

3.4 DIAMÈTRES DES ARBRES INVENTORIÉS

Après analyse des espèces recensées *Anonidium mannii* présente une valeur importante de diamètre soit 60 cm. Les restes des espèces leurs diamètres sont moins représentés. Le détail est repris à la figure 4.

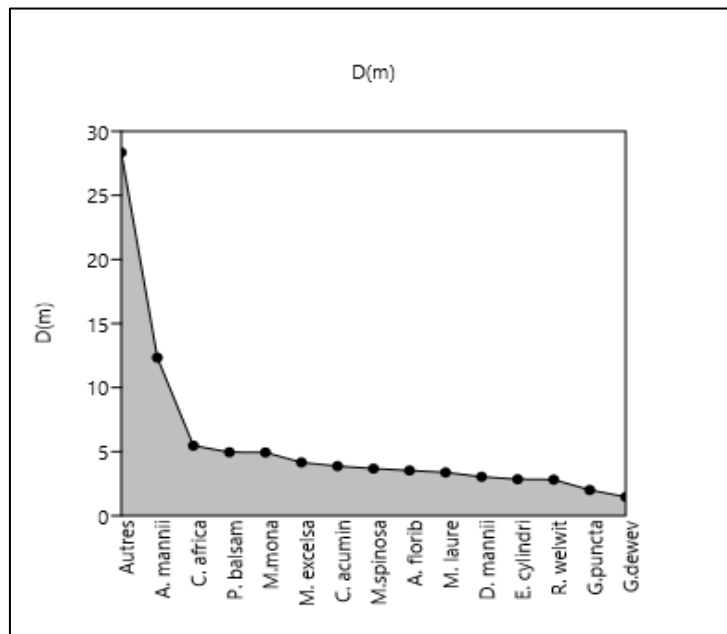


Fig. 4. Diamètre des arbres inventoriés

Source: Résultats de terrain, 2022

3.5 RELATION ENTRE LE DIAMÈTRE ET LA SURFACE TERRIÈRE DES ARBRES RECENSÉS

Il existe une relation entre le diamètre et la surface terrière. Le test de Pearson met en évidence une corrélation entre les deux variables étudiées. Plus le diamètre est grand plus la quantité de biomasse s'avère importante, avec $r = 0,97$ au p -value $0,0001$ (Figure 5).

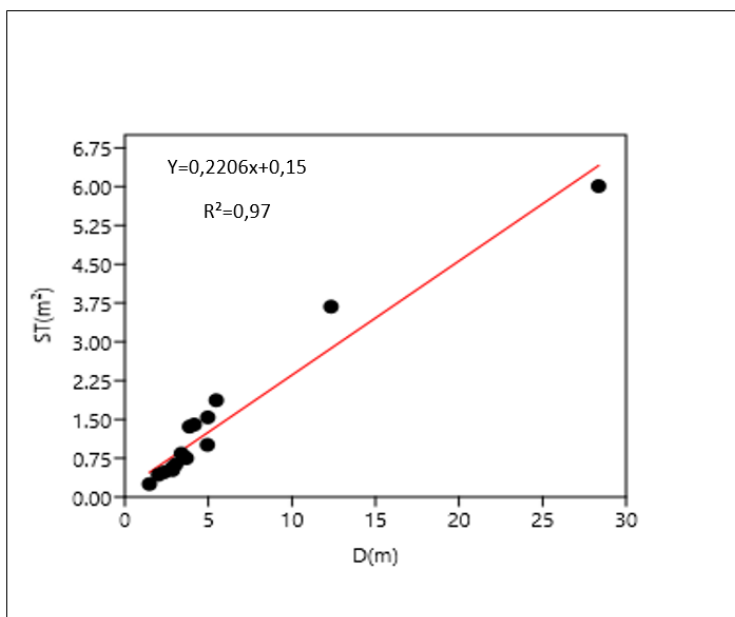


Fig. 5. Relation entre Diamètre et la surface terrière

Source: Résultats de terrain, 2022

3.6 PARAMÈTRES CALCULÉS

Dans l'ensemble nous avons obtenus 281,55 t/ha de la phytomasse aérienne et 132,33 t/ha de la masse de carbone séquestrée. *Anonidium mannii* 47,26 t/ha de phytomasse aérienne, soit 22,21 t/ha de carbone et 74,79 t/ha d'équivalent carbone. Pour le reste d'espèces, les résultats obtenus sont faibles. Cette différence est dû au fait que, *Anonidium mannii* est l'espèce la plus fréquente et émergente de la zone d'étude.

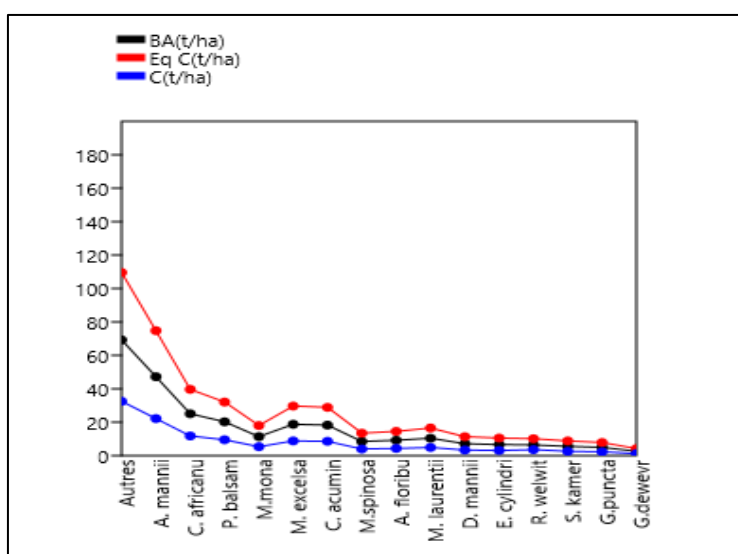


Fig. 6. Paramètres calculés

Source: Résultats de terrain, 2022

3.7 RELATION ENTRE LE CARBONE ET L'ÉQUIVALENT CARBONE

Il existe une relation entre le carbone et l'équivalent carbone des arbres mesurés. Le test de Pearson met en évidence une corrélation entre les deux variables étudiées. Plus l'équivalent carbone est grand, plus la quantité de carbone s'avère importante, avec $r = 0,99$ au p -value 0,0001 (Figure 7).

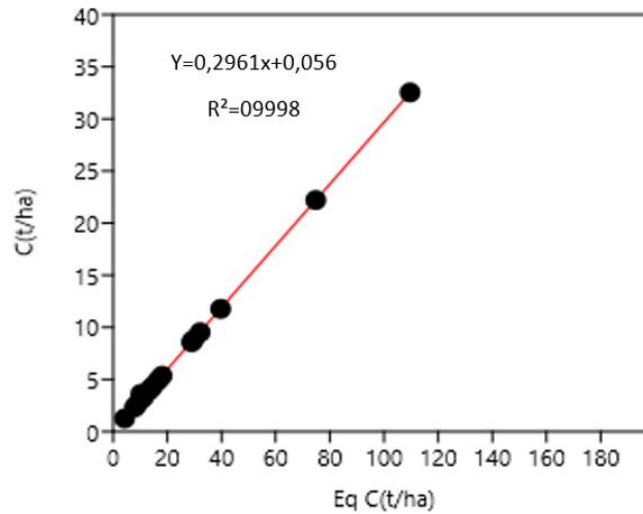


Fig. 7. Carbone et équivalent carbone des arbres inventoriés

Source: Résultats de terrain, 2022

4 DISCUSSION

Cette étude a consisté à estimer la biomasse aérienne et le stock de carbone séquestré par les arbres de la forêt Equatoriale. Des observations et des inventaires ont été faits dans un dispositif d'un ha. Les principaux résultats obtenus pour l'ensemble de la florule font état de 33 espèces appartenant à 16 familles et sous familles dont le *Fabaceae* (6); *Malvaceae* (5) et *Moraceae*, *Ochnaceae* ont trois espèces à chacune

Les résultats relatifs à la densité varient selon les espèces. *Anonidium mannii* présente densité élevée par rapport aux autres espèces. Les inventaires ont révélé 334 individus par hectare. Nos résultats sont supérieurs à ceux de Lubini et al., (2014) dans un îlot forestier à Kinshasa.

Le calcul de la surface terrière des espèces inventoriées ont été calculé à l'aide de la formule suivante: $S.T (m^2) = \pi d^2 / 4$. Le diamètre étant un paramètre dendrométrique important qui nous a permis d'évaluer les mesures de la surface terrière et qui nous permettra également d'évaluer celles de la biomasse aérienne des arbres et arbustes. Nous nous sommes inspirés de la méthode développée par Chave (2005); Kidikwadi, (2015); Mayanu et al., (2019); Lubini et al., (2014); Kidikwadi et al., (2020). Les mesures de surfaces terrières ont fait l'objet d'analyse pour l'ensemble des arbres étudiés. Un total de $23,10 \pm 0,04 m^2$ *Anonidium mannii* seule présente $3,68 \pm 0,06 m^2$ *Persea americana* $3,58 \pm 0,35 m^2$. Les autres espèces la surface terrière est faible. Il ressort de tout ce qui précède que le diamètre est un paramètre important qui influence la surface terrière, plus le diamètre est grand, la surface terrière est importante

La répartition des individus par classe de diamètre de la parcelle étudiée révèle une prédominance des individus de la classe de 29-34 cm de DHP.

Les arbres inventoriés dans la parcelle disposent d'une biomasse aérienne de 281,55 t/ha correspondant à un stock de carbone séquestré estimé à 132,33 t/ha avec un équivalent carbone de 74,79 t/ha. Les résultats obtenus sur la biomasse aérienne, le stock de carbone séquestré ainsi que leur équivalence en carbone montre qu'*Anonidium. mannii* est l'espèce qui a une biomasse aérienne la plus importante soit 47,26 t/ha et un stock de carbone séquestré de 22,21 t/ha avec un équivalent carbone de 74,79 t/ha.

Les résultats obtenus de notre étude (281,55 t/ha de biomasse aérienne correspondant à 132,33 t/ha de carbone séquestré avec un équivalent carbone de 74,79 t/ha). Sont supérieurs à ceux obtenus par Nacy et al., (2008) estimant la biomasse aérienne à 125t/ha soit 62 t/ha de carbone dans une forêt tropicale, supérieurs à ceux trouvés par Kidikwadi., (2012) estimant la biomasse aérienne a $45 \pm 8,4$ t/ha soit, $21 \pm 3,9$ t/ha correspondant à 71,07t/ha d'équivalent carbone dans la formation herbacée de la réserve de « Bombo-Lumene » au plateau des Bateke. Mayanu (2014), dans ses estimations dans le quartier « Livulu » a trouvé 6,33t/ha de biomasse aérienne 3,16t/ha et un équivalent carbone de 10,66t/ha. Les résultats trouvés par cette dernière restent inférieur au notre.

Les valeurs des estimations des biomasses aériennes et des stocks des carbones séquestrés par les différents auteurs précités sont tous inférieurs à ceux trouvés dans notre étude (281,55 t/ha de biomasse aérienne correspondant à 132,33 t/ha de carbone séquestré avec un équivalent carbone de 74,79 t/ha). Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les arbres sur lesquels l'étude a été faite présentent une circonférence importante dont la circonférence maximale est de 187 cm et le pied ayant la circonférence la plus inférieure est 34 cm.

Les variations des estimations des biomasses aériennes, des stocks de carbone séquestrés et de l'équivalent carbone dépendent de l'endroit où les mesures ont été prises, des équations allométriques utilisées, des erreurs de calcul, mais aussi des variations observées. La connaissance de ces variations en termes de biomasse et carbone s'avère importante pour l'évaluation de la productivité des écosystèmes mais, aussi pour l'évaluation du rôle de l'arbre dans le changement climatique.

5 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Cette étude se situe dans le cadre de la contribution à l'étude de la biomasse aérienne dans la forêt équatoriale située dans la province de Mai-Ndombe (territoire d'Oshwe). L'objectif principal était d'estimer la biomasse aérienne de la forêt équatoriale, afin de déduire le stock de carbone séquestré.

Les résultats de cette étude révèlent 33 espèces d'arbres. Ces espèces d'arbres sont essentiellement dominées par les *Fabaceae* et *Euphorbiaceae* avec 2 espèces à chacune de famille.

Les résultats obtenus de notre étude (281,55 t/ha de biomasse aérienne correspondant à 132,33 t/ha de carbone séquestré avec un équivalent carbone de 74,79 t/ha). En rapport aux espèces identifiées *Anonidium mannii* et *macaranga monandra* sont des espèces ayant une densité importante.

Les résultats obtenus montrent qu'*Anonidium mannii* est la principale espèce qui a une biomasse la plus importante.

Les résultats de notre étude sont de loin supérieurs à ceux obtenus par Nancy et al (2008), Mayanu (2014) et Kidikwadi (2012) dans leurs études sur l'estimation de la biomasse aérienne et de carbone séquestré dans une forêt tropicale.

Au terme de cette étude, nous formulons les recommandations suivantes:

- L'instauration de l'autorité de l'Etat en matière de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles congolaises;
- La sensibilisation, maintien de la communauté locale à la sauvegarde des aires protégées, des forêts classées, pratiquement seuls refuges et milieux de reproduction de la faune et de la flore, vulnérable pour une concrétisation des objectifs de la conservation;
- La sanction de mauvaises pratiques de la population contribuant à la dégradation de la forêt équatoriale;
- L'intégration des communautés locales dans la gestion de ces aires protégées pour une exploitation rationnelle;
- Le renforcement des mesures de contrôle et de suivi permanent effectuées régulièrement par les services de l'environnement du développement durable en vue d'appliquer les méthodes de conservation pour assurer la pérennité de cet écosystème.

REFERENCES

- [1] Anonyme (1954), Flore du Congo belge et du Rwanda-Burundi préparé par le comité exécutif de la flore du Congo belge et de jardin botanique de spermatophytes, volumes V, Bruxelles.
- [2] Anonyme (1996), Etat actuel de l'environnement de Zaïre, 120p. Ed PNUD, Kinshasa.
- [3] Ballassen, V, Crassous, R, Dietzsch, L, Schwartzman, S., (2008), Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts; quelle contribution de la part des marchés du carbone. Mission climat de la caisse des Dépôts, France (14), 44p.
- [4] Bergonzini, J.C., (2004), Changement climatique, désertification, diversité biologique et forêt. Silva et Riat. 146p.
- [5] Bolin, B. (1970), The carbon cycle, Scientific American (New York); Vol. 223, N°3, 124-132p.
- [6] Cheryl, S.S et Ruth, S. D. (1992) Une planète un avenir, Washington DC, National Academy Press, 189 p.
- [7] Danserau, P. & Lems, K. (1957), The grading of dispersal types in plant communities and their Ecological significance. Contrib. inst. Bot. Univ. Montreal, 75: 52 p.
- [8] David R., Lisa V. Alexander, (2003), CCI/ climat workshop to Develop priority climate Indices. Bulletin of American Meteorological Society, vol. 84 (10): p 1403-1407.
- [9] Evrard, C. (1968), Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette Centrale Congolaise. Publi. INEA, Ser. Sc., 110: 295 p.
- [10] FAO., (2011), Situation des forêts du monde. Rome. Italie. 193p.
- [11] Fischlin, A., Buchter, B., Matile, L., Hofer, P., Taverna, R. (1996), Puits et sources de CO₂ dans l'exploitation forestière – Prise en compte dans le cadre du Protocole de Kyoto. Connaissance de l'environnement n°0602. Office fédéral de l'environnement, Berne. 47p.

- [12] Faucon M., (2009), Ecologie et biologie de la conservation des métalophytes. Le cas de *Crepidiorhopalonperennis* et *C. tenuis* (*Scrophulariaceae*) des sols cupro-cobaltifère du Katanga. Thèse de doctorat, Présenter a l'ULB, Laboratoire d'écologie végétale et Biogéochimie, Faculté des Sciences, Ecole doctorale « Biodiversité, Ecologie, Evolution ».191p.
- [13] GIEC (2015), Incidences de l'évolution du climat dans les régions: évaluation de la vulnérabilité. Chapitre 2: Afrique. Cambridge, OMM et PNUE. Cambridge university press. 53p.
- [14] Grund mann, E. (2007), Ces forets qu'on assassine. Calmann-leve 282p.
- [15] Haughton R, (2005), Monodominant *Dicymbecorymbosa* (*caesalpinaceae*) in Guyana New phytologist 167: 543-556p.
- [16] Ibrahima A., (2002), Allometric equations for biomass estimations in Cameroon and pan moist tropical equations including biomass data from Africa. Forest Ecology and Management. 260: 1873- 1885.
- [17] Kaj A.K., (2011), Contribution à l'étude floristique dendrologie des miombo de la concession minière de Tenke-Fugurume et sur les impacts environnementaux de l'exploitation, du charbon de bois, Université de Kinshasa, 46p.
- [18] Kall K., (2006), The role of fire in Miombo forest: And the adaptation of the community-based forest management to meet local needs. School of Life Sciences environment and Development Educational program, Université Collège, 26p.
- [19] Kidikwadi T. (2012), Estimation de carbone séquestré par le peuplement végétal a *dialum englerianum* et *hymenocardia acida* dans le domaine de chasse de Mbombo-Lumene. Plateau Bateke/Kinshasa, mémoire de DEA/ Environnement, Fac. Sciences/UNIKIN, inédit.
- [20] Kidikwadi T., (2018), Etude écologique et phytogéographique des populations naturelles de *prioria balsamifera* (harms) Breteler dans le Bas-Guinéo-congolais, Thèse de doctorat, Université de Kinshasa, 208p.
- [21] Kizila. W., (2012), Caractérisation des communautés végétales du Miombo en lien aux paramètres physiques du sol Reserve de Mikembo. (RD congo). Mém DEA, faculté des sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, 58p.
- [22] Lebrun, J., (1960), Une classification écologique des forêts du Congo. Publ. INEAC, Série Sc. N° 63: 89 p.
- [23] Lescuyer. G et Locatelli. B., (1999), Rôle et valeur des forêts tropicales dans le changement climatique. Bois et forêts des tropiques. Cirad. Vol 2 (260): 13p.
- [24] Lubini. A., (1997), La végétation de la réserve de biosphère de luki au Mayombe (zaire), jardin botanique National de Belgique. Opera botanica. Vol. 10. 155p.
- [25] Lykke +1 annemette, (2016), Méthode de calcul de la biomasse et du carbone des arbres en Afrique de l'Ouest, février 2016.
- [26] Mader.S, (1988), Biologie, Evolution et Environnement, Reynald Goulet Inc.Quebec, 767p.
- [27] Mayanu B., (2014) Mesure de biomasse aérienne et stock de carbone des arbres parcellaires du Quartier Livulu à Kinshasa, mémoire de fin d'étude, Faculté des Sciences/UNIKIN, inédit.
- [28] MECNT., (2010), Revue des expériences pouvant avoir un impact sur la réduction ou la compensation des émissions du carbone forestier (phase2). RD Congo, 48p.
- [29] Nasi R., Devers D., Paya M., Eba' aaty R. et Mayaux P., (2008), Les Etats du bassin du Congo Etat des forêts. 426p.
- [30] Ramade, F., (1981), Eléments d'écologie appliqué.Ed. McGraw Hill, Paris.
- [31] Raven PH., berg L.R., hassenza HL. (2009), Environnement. Traduction de la 6^{ème} édition américaine par Marie- Pascale Colce, Anne Haucoc, Guy Lemperiere. Nouveaux horizon, 687p.
- [32] Riedacker.R., (2004), Changement climatique et forets, France, 231p.
- [33] Raunkiaer, C. (1934), The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford Univ., press oxford.
- [34] Toung D., (2010), Estimation de la quantité de carbone stockée par une forêt en reconstitution. Cas d'une jeune jachère dans la forêt classée de la Mondah. Mémoire de Master. Ecole Nationale des Eaux et forêt du Cap-Estérias, Gabon.
- [35] Toung. D., (2012), file:///C:/Users/Documents/m-Estimation de la quantité de carbone stockée par une forêt en reconstitution cas d'une jeune-j8.html. Ecole des eaux et forêts du cap-Esterias, Gabon.