

## ESTIMATION DU POTENTIEL DE SÉQUESTRATION DU CARBONE À L'AIDE DES ÉQUATIONS ALLOMÉTRIQUES PANTROPICALES MULTI-ESPÈCES DANS LA RÉSERVE DE LA BIOSPHERE DU MONT NIMBA

Amadou Lamarana BAH<sup>1\*</sup>, Youssouf CONDE<sup>2</sup>,  
Mamadou Billo DOUMBOUYA<sup>2</sup>, Idrissa DIABY<sup>1</sup>,  
Zoumana BAMBA<sup>3</sup> et Daouda BADIANE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Faculté des Sciences,  
Département de Physique, Laboratoire d'Enseignement et Recherche en  
Énergétique Appliquée (LEREA), BP 1147 Conakry, Guinée

<sup>2</sup> Université de Kindia, Faculté des Sciences, Département de Biologie,  
BP 212 Kindia, Guinée

<sup>3</sup> Centre de Recherche Scientifique de Conakry Rogbane (CERESCOR),  
Département Mesures Atmosphérique, BP 1615 Conakry, Guinée

<sup>4</sup> Université Cheick Anta DIOP de Dakar, Ecole Supérieure Polytechnique,  
Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de l'Océan-Siméon FONGANG  
(LAPOSF) Dakar, BP 5005 Dakar, Sénégal

(reçu le 02 Novembre 2021; accepté le 11 Décembre 2021)

\* Correspondance, e-mail : [lamaranaditinn@hotmail.com](mailto:lamaranaditinn@hotmail.com)

### RÉSUMÉ

La présente étude est effectuée dans la réserve de la biosphère du Mont Nimba à Ziéla au sud de la Guinée. L'objectif visé est d'évaluer les stocks de carbone séquestrés dans le site à partir des modèles allométriques multi-espèces. Les données ont été collectées sur une parcelle ayant une surface de 1,2 ha, pour un échantillon de 100 arbres à DHP (*Diamètre à Hauteur de Poitrine*) compris entre 10 et 110 cm, pour l'espèce *Trichilia Septentrionalis* de la famille des Méliacées. Les échantillons d'arbres ont été inventoriés et mesurés. Les estimations de stocks de Carbone (C) ont donné les résultats suivants : 19,57 tC/ha et 13,36 tC/ha. Par ailleurs, il est à noter que l'équation de Chave stocke plus de carbone dans cette forêt. Toutefois, il apparaît une variation de stock de carbone entre les classes de diamètres. En effet, cette étude montre que la capacité d'une forêt à stocker le carbone dépend principalement de la classe de diamètre des arbres. La variation de la biomasse dans les arbres et entre les arbres à partir d'une méthode adaptée à notre système forestier permettra également de développer d'autres équations allométriques multi-espèces locales.

**Mots-clés :** *allométrie, séquestration, biosphère, carbone, pantropicale, potentiel, réserve.*

## ABSTRACT

### **Estimate of carbon sequestration potential using multi-species pantropical allometric equations in the Mount Nimba biosphere reserve**

This study is conducted in the Mount Nimba Biosphere Reserve in Ziéla, southern Guinea. The objective is to evaluate the sequestered carbon stocks in the site from multi-species allometric models. The data were collected on a parcel with an area of 1.2 ha, for a sample of 100 trees at DHP (Diameter at Breast Height) between 10 and 110 cm, for the species *Trichilia Septentrionalis* of the family Meliaceae. Tree samples were inventoried and measured. Carbon stock estimates (C) yielded the following results: 19.57 tC / ha et 13.36 tC / ha. Moreover, it should be noted that Chave's equation stores more carbon in this forest. However, it appears a variation of carbon stock between the classes of diameters. Indeed, this study shows that the capacity of a forest to store carbon depends mainly on the diameter class of trees. The variation of biomass in trees and between trees from a method adapted to our forest system will also allow to develop other local.

**Keywords :** *allométrie, séquestration, biosphère, carbone, pantropicale, potentiel, reserve.*

## I - INTRODUCTION

Les forêts tropicales réparties sur une superficie de 13,76 millions de km<sup>2</sup>, représentent 60 % de toutes les forêts dans le monde (FAO 1988, 2005). Elles jouent un rôle important dans le cycle mondial du carbone (C) tant au niveau des flux de carbone que du volume de carbone stocké. Il est bien établi que le climat mondial change de jour en jour en raison de la variabilité naturelle des composés atmosphériques (*l'azote, l'oxygène, l'ozone, le dioxyde de carbone, du méthane etc.*) assujettis aux causes anthropiques [1]. Ce constat permet de comprendre les modifications de la composition de l'atmosphère, les cycles hydrologiques, les apports solaires ainsi que les modifications du cycle biogéochimique du carbone. Les concentrations atmosphériques en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), en hémioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et en méthane (CH<sub>4</sub>), n'ont cessé d'augmenter depuis la révolution industrielle du fait des activités anthropiques. Le dioxyde de carbone est le gaz à effet de serre le plus important et sa concentration a augmenté de 280 μmol.mol<sup>-1</sup> en 1950 à 379 μmol.mol<sup>-1</sup> en 2005 (IPCC, 2007) [2]. Les mesures effectuées à partir des carottes glacières montrent que cette valeur est supérieure aux concentrations observées durant les 650000 dernières années, lesquelles auraient oscillé entre 180 et 300 μmol.mol<sup>-1</sup>. Durant les dix dernières années, l'augmentation annuelle de la concentration a été plus importante que l'augmentation moyenne des 45

dernières années pour la période couverte par des mesures directes de concentration atmosphérique. La composition isotopique du CO<sub>2</sub> atmosphérique et la diminution observée de la concentration d'oxygène démontrent que la principale cause d'émission de CO<sub>2</sub> est liée à la consommation de carburant fossile et la destruction des écosystèmes (*végétation*) [13]. Les écosystèmes forestiers prélèvent le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère tandis que l'utilisation des produits bois libère le carbone stocké. Il est intéressant de noter que le stockage de carbone permet d'éviter des émissions des gaz à effet de serre en se substituant à des matériaux coûteux en énergie ou directement aux énergies fossiles dans le cas du bois énergie. Le processus de photosynthèse permet aux arbres de capter le CO<sub>2</sub> atmosphérique et de le stocker dans les racines, le tronc, les branches et le sol. Une forêt en pleine croissance peut absorber de 11 à 37 tonnes de CO<sub>2</sub> par hectare et par an [3]. Le changement climatique a amené les pays à se doter de mécanismes et de politique de gestion leur permettant de développer des pratiques de réduction des émissions des gaz à effet de serre. Le Rapport Stern (2006), estime que les écosystèmes terrestres, via notamment la réduction des émissions dues à la déforestation, pourraient fournir 15 % à 30 % des réductions d'émissions nécessaires pour rester d'ici 2050 sous un seuil de + 3°C [4].

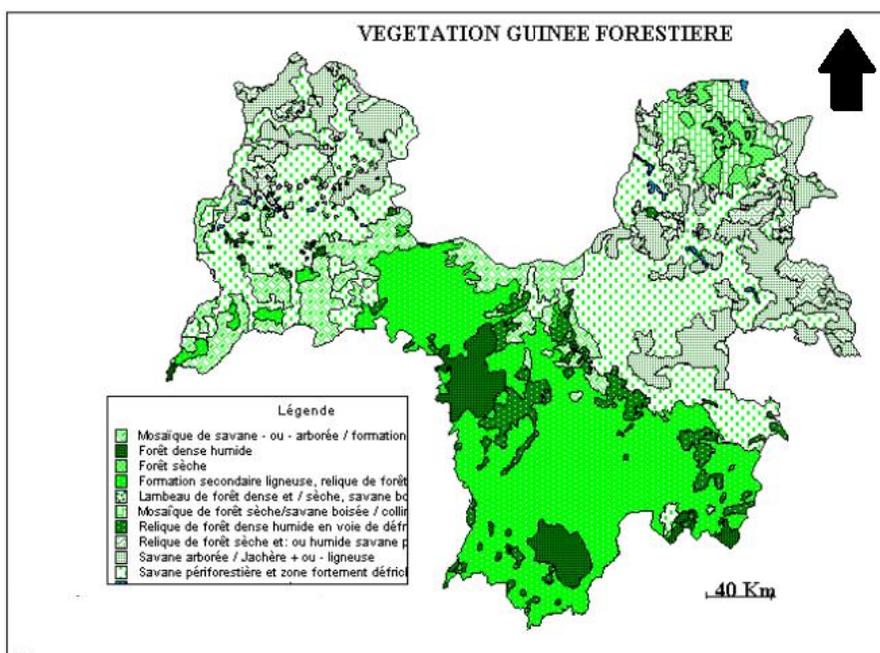
La République de Guinée a des écosystèmes variés et reçoit des quantités de pluie variant entre 2000 et 4000mm par an suivant les zones. Il existe des sites de grand intérêt écologique, les aires protégées reconnues au niveau international, les forêts classées de Diéké, de Ziama de Béro et la réserve de la Biosphère du Mont Nimba [11]. Le massif des monts Nimba, au Sud-Est de la République de Guinée, fut érigé en réserve de la biosphère et en site du patrimoine mondial en 1981 dans le but de conservation des écosystèmes d'une richesse biologique extraordinaire [10]. Il est à souligner que de nos jours, cette réserve subit une importante dégradation due aux activités anthropiques (*déforestation abusive et incontrôlée*). C'est dans cette optique que nous nous fixons comme objectif principal d'évaluer le potentiel de séquestration du carbone par les équations allométriques multi-espèces pour estimer la biomasse et les stocks de carbone de la zone d'étude. En outre, cette étude consiste également à comparer les différentes méthodes de calcul de la biomasse pour établir un lien entre ces biomasses en fonction des outils de mesure.

## II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II-1. Présentation de la zone d'étude

La Guinée forestière se trouve à l'extrémité occidentale de la grande forêt humide guinéo-congolaise et est située entre 7°50' et 10°33' de longitude Ouest et 7°27' et 8°90' de latitude Nord. Elle couvre une superficie de 49374 km<sup>2</sup> (soit 20 % de la superficie totale du pays) et dominée par le point culminant de la Guinée (Mont Nimba 1752 m). elle est traversée par la dorsale

guinéenne, des massifs et bas-fonds forment son relief assez marqué et tourmenté par la juxtaposition des massifs élevés aux versants abrupts (*Mont Simandou et Mont Nimba*) suivi des bas plateaux, des plaines, des bas-fonds et des vallées inondables. Le relief de cette région est constitué particulièrement de collines dont l'altitude varie de 400 à 800 m. Les plus hauts sommets ne dépassent pas 2000 m : on observe le massif du Zياما (800 à 1300m), le pic de Fon Simandou (1000 à 1400 m) et les Monts Nimba, qui culminent à 1752 m. Dans la région de N'Zérékoré, ce relief accidenté de collines et de dépressions profondes délimite des bas-fonds souvent encaissés et étroits où les eaux circulent de façon irrégulière [6]. Elle est limitée au Nord par la Haute Guinée, au Sud par la République du Liberia, à l'Est par la République de la Côte d'Ivoire, à l'Ouest par la République de la Sierra Léone ; composée des préfectures de Nzérékoré, de Macenta, de Lola, de Beyla, de Guéckédou et de Yomou. La Guinée forestière est la région la plus contrastée avec des forêts denses humides de type ombrophile. La partie sud, aux nombreuses collines et avec quelques massifs importants, est assez largement et régulièrement arrosée. Elle était fortement boisée au début du siècle par une forêt dense humide semi décidue et même sempervirente. Il n'en reste, aujourd'hui que deux massifs compacts (Zياما et Diécké) et des lambeaux dispersés [12]. La Guinée Forestière possède environ 32 % de la surface de ses forêts et sont entre autres : forêts classées (Zياما 119019 ha, Pic de Fonc 25 600 ha, Diécké 64 000 ha, Mont Béro 23 600 ha et Mont Nimba 19 500 ha), quinze (15) forêts galeries, des forêts claires, des savanes boisées et arborées. L'écosystèmes de forêts denses humides couvrant jadis 14 millions d'hectares ne sont aujourd'hui que 700.000 ha repartis dans les Préfectures de Guéckédou, Lola, Macenta, N'Zérékoré et Yomou [7].



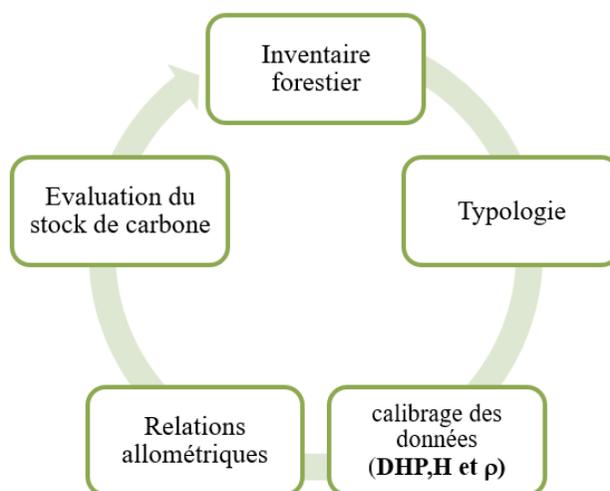
**Figure 1 : Carte de la végétation de la Guinée Forestière [8]**

## II-2. Données

Nous avons recensé 100 arbres de DHP supérieur ou égal à 10 Cm de l'espèce *Trichilia Septentrionalis* de la famille des Méliacées. Les données de recherche sont constituées du DHP (*Diamètre à Hauteur de Poitrine*), de la Hauteur et de la Densité à partir de la station scientifique du Mont Nimba (*Laboratoire de Botanique*).

## II-3. Méthode

La démarche utilisée est résumée sur la **Figure** ci- dessous



**Figures 2 :** Schéma méthodologique [9]

Les différents modèles d'équations allométriques multi-espèces sont portés dans la **Tableau 1**.

**Tableau 1 :** Modèles d'équations allométriques multi-espèces disponibles pour l'estimation de la biomasse totale (*B*) en kg [5]

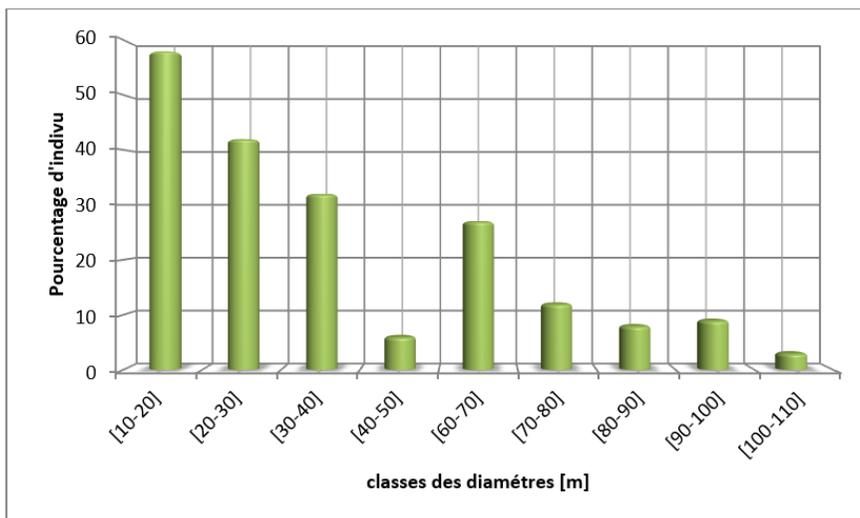
N°	Pays	Équations allométriques	Source	n
1	RDC	$B = 1,603 \cdot (\rho \cdot D^2 \cdot H)^{0,657}$	Ebuyi et al (2011)	100
2	ZIT	$B = 0,0776 \cdot (\rho D^2 H)^{0,940}$	Chave et al (2005)	100

*n* - la taille de l'échantillon, *D* - le diamètre en Cm, *H* - la hauteur totale en Cm, *ρ* - la densité du bois en g/Cm<sup>3</sup>.

### III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### III-1. Classification de l'échantillon en fonction des classes de diamètres

Pour l'espèce choisie, en fonction des classes de diamètres mesurés, nous avons obtenu la distribution suivante représentée sur la *Figure 1*.

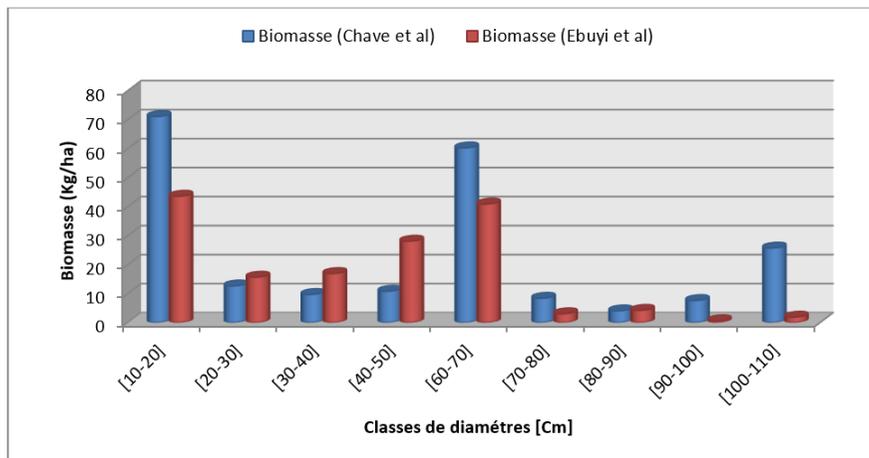


**Figures 3 :** Estimation de la séquestration avec les deux (2) modèles allométriques

La *Figure 1* présente la répartition en pourcentage des arbres examinés dans le cadre de cette étude. Il apparaît que la classe de diamètre 10-20 Cm est la mieux représentée dans le peuplement étudié ; les individus de diamètres supérieurs à 100-110 Cm sont peu représentés dans cette forêt.

#### III-2. Estimation de la biomasse en fonction des classes de diamètres

En utilisant les deux modèles d'équations allométriques, nous avons évalué la biomasse en fonction des classes de diamètres. Les quantités de biomasse obtenues sont représentées sur la *Figure 3*.

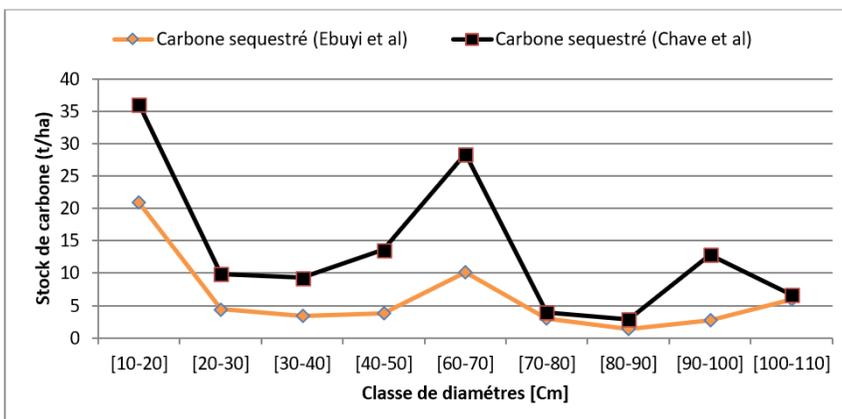


**Figure 4 :** Estimation de la Biomasse en fonction des classes de diamètres avec les deux modèles allométriques

Les histogrammes de la **Figure 4**, présentent les biomasses en fonction des classes de diamètres. Les résultats obtenus révèlent que les biomasses évaluées à partir de l'équation de Chave et al. 2005 sont plus importantes que celles de l'équation d'Ebuyi et al. 2011 pour les classes de petits diamètres (10 - 20 cm) et celles des grands diamètres (100-110cm). Cette analyse montre que l'équation de Chave et al.2005 donne une surestimation de la biomasse. En observant la biomasse de l'équation d'Ebuyi et al.2011, nous constatons qu'elle surestime les petits diamètres et sous-estime la biomasse des grands diamètres.

### III-3. Variation de stock de carbone en fonction des classes de diamètre

Les fortes proportions de séquestration du carbone varient respectivement en moyenne de 25 % et 19 % en utilisant les équations mises au point par Chave et al. 2005 et d'Ebuyi et al.2011 sur les données collectées de mêmes espèces.



**Figure 5 :** Variation de stock de carbone en fonction des classes de diamètre

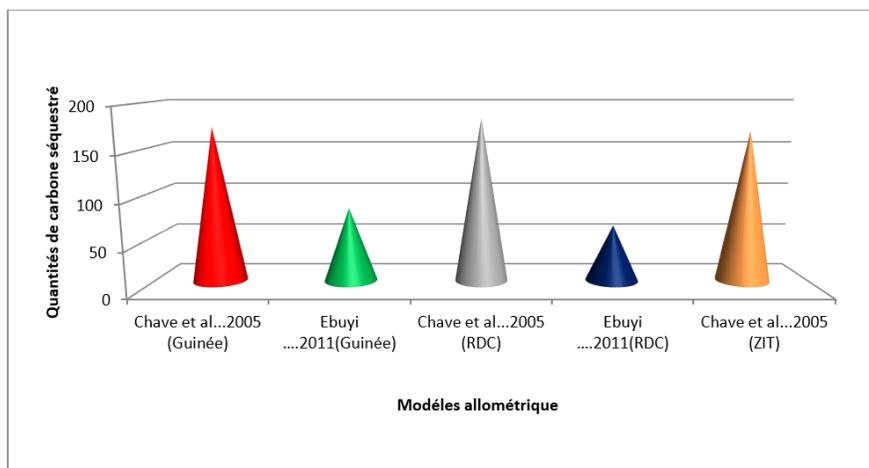
La **Figure 5** présente les stocks de carbone issus respectivement des équations de Chave et al. 2005 et de Ebuyi et al. 2011 en fonction des classes de diamètre sur la parcelle. On n'observe que les stocks de carbone obtenus avec l'équation de Chave [9]. Sont supérieurs à ceux obtenus à partir de l'équation d'Ebuyi [5]. Pour toutes les classes de diamètres. Il en résulte que ce stock de carbone varie proportionnellement avec la variation du diamètre. En ce qui concerne l'équation d'Ebuyi et al. 2011, la quantité de carbone séquestrée dans la parcelle est de 13,36 tC/ha, pour une quantité de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) atmosphérique de 154,11 tonne métriques (**Tableau 2**).

#### III-4. Analyse comparative des modèles en fonction des sites

La comparaison des résultats obtenus avec ceux de la RDC et de la Zone Intertropicale (ZIT) sont consignés dans le **Tableau 2** en fonction des deux modèles.

**Tableau 2 :** Analyse comparative des stocks de carbone en fonction des modèles allométriques

Pays	Auteurs	Biomasses (kg/ha)	Stock de carbone (t/ha)	CO <sub>2</sub> Séquestré (t)
Guinée	Chave et al...2005	77.722	19,57	173,48
	Ebuyi ...2011	28.264	13,36	83,11
RDC	Chave et al...2005	82.000	21,4	183,5
	Ebuyi ...2011	27.530	12,96	63,3
ZIT	Chave et al...2005	62.445	17,5	169,45



**Figure 6 :** Analyse comparative des stocks de carbone en fonction des modèles allométriques

La **Figure 6** illustre les variations de la biomasse (kg/ha), du stock de carbone (t/ha) et de la quantité de CO<sub>2</sub> séquestré (t) en fonction des classes de diamètres et des modèles allométriques (*Chave et al...2005 et d'Ebuyi ....2011.*). On observe une certaine variabilité entre les modèles en fonction des sites géographiques, avec une valeur minimale de 63,3 t/ha et une valeur maximale de 183,5t/ha.

#### IV - CONCLUSION

Dans cette étude, nous avons indiqué une estimation précise de la biomasse pour le site en utilisant la mesure de la hauteur, du diamètre à hauteur de poitrine et la densité spécifique du bois. Par ailleurs en tenant compte de l'objectif de la recherche trouver une équation capable d'effectuer une estimation la plus précise que possible de la biomasse et des stocks de carbone adaptée pour la réserve de la biosphère du Nimba. Les échantillons d'arbres ont été inventoriés et mesurés. Ainsi, les estimations de stocks de Carbone (C) ont donné les résultats suivants : 19,57 tC/ha pour l'équation de Chave et al. 2005 ; 13,36 tC/ha, pour l'équation d'Ebuyi et al (2011). Il est à noter que l'équation de Chave et al. 2005, stocke plus de carbone dans cette forêt. Toutefois, il apparaît une variation de stock de carbone entre les classes de diamètres. Cette étude montre en effet que la capacité d'une forêt à stocker le carbone dépend principalement de la classe de diamètre des arbres. La variation de la biomasse dans les arbres et entre les arbres à partir d'une méthode adaptée à notre système forestier permettra également de développer d'autres équations allométriques multi-espèces locales.

## RÉFÉRENCES

- [1] - Archives de données de la station scientifique du Mont Nimba (Rapport de 2000 à 2010) région de Nzérékoré, Préfecture de Lola - République de Guinée N° 015 Rapport
- [2] - Ministère de l'Environnement des Eaux et Forêts, Stratégie National du Développement Durable, (Février 2019)
- [3] - J. CHAVE, C. ANDALO, S. BROWN, M. A. CAIRNS, J CHAMBERS, Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Ecologia*, 145 (2014) 87 - 992005
- [4] - JORDON, ET. ZIANIS, D. MENCUCCINI, On simplifying allometric analyses of forest biomass, *Forest Ecology and Management*, (2003) 311 - 332
- [5] - EBUYI et al., Evaluation de la biomasse et des stocks de carbone sur des placettes forestières en forêts tropicales humides du Cameroun, (2011)
- [6] - ABOUBACAR KABA, Annuaire des Statistiques de l'Environnement, (2018), Institut National de la Statistique, (Décembre 2019)
- [7] - MORY FODE DIANÉ, Incidences des activités anthropiques sur les stocks de carbone dans la forêt classée de kouradi, Kindia, Centre d'Étude et de Recherche en Environnement (CERE), Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, (avril 2017)
- [8] - D. DIAKITÉ, M. S. DIALLO, J. EKSTROM, Plan d'Aménagement et Plan de Gestion de la Forêt Classée du Pic de Fon 2010- 2030. Centre Forestier N'Zérékoré Rio Tinto Simfer S.A, (2010)
- [9] - J. CHAVE et al, Improved allometric models to estimate the above ground biomass of tropical trees. *global change biology*, (2014)
- [10] - S. THIAM et al, Élaboration de modèles allométriques d'Acacia Sénégal L. Willd pour l'analyse du carbone ligneux en milieu sahélien : cas de la zone sylvopastorale au Sénégal, Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université Cheikh Anta Diop (UCAD), Dakar, Sénégal, *Afrique SCIENCE*, 10 (3) (2014) 304 - 315
- [11] - I. K. DIALLO, Historique et Evolution de la Foresterie guinéenne, Direction Nationale des Eaux et Forêts, Conakry République de Guinée, rapport, (1989)
- [12] - ELHADJ MAADJOU BAH, ANSOUMANE KEÏTA, ALPHA ISSAGA PALLE DIALLO, OURY BOBO KOULIBALY, Document final de la stratégie nationale sur la diversité biologique 2016 - 2025 pour la mise en œuvre des objectifs d'AICHI en Guinée, Ministère de l'Environnement des Eaux et Forêts, (2019)
- [13] - ADELINÉ FAYOLLE et al, Protocole de collecte des données dendrométriques sur le terrain et au laboratoire, université de Liège Gembloux Agrobiotech, (2016)