

## Evaluation de la biomasse d'un peuplement de *Millettia laurentii* de wild. : cas de la plantation de Kinduku à l'Université de Kinshasa (R.D. CONGO).

Mpalanga, M.<sup>1</sup>, Bolaluembe P.C.<sup>1\*</sup>, Ndembo J.<sup>1</sup>, Kadiata B.<sup>1</sup>, Kachaka E.<sup>1</sup>, Botula D.<sup>1</sup>, Lele B.<sup>1</sup>

### Abstract

Assessment of biomass of content in *Millettia laurentii* de wild plantation at Kinduku, in the University of Kinshasa (D.R. Congo)

Our Carbon sequestration in woody biomass, as a climate change mitigation mechanism, remains little known for many tree species in different ecological conditions. The study focused on a homogeneous population of *Millettia laurentii* in the plantation of Kinduku located on the University of Kinshasa site (DRC).

The aim of this study is to assess the biomass of a population of 38 years-old *Millettia laurentii* (Wenge) in the plantation of Kinduku in order to estimate the quantity of carbon that has been sequestered. The experimental method comprised four steps: (i) exploration of the environment and the delimitation of the sample plot, (ii) collection of dendrometric and georeferenced data (iii) determination of the specific density and (iv) assessment of biomass and carbon stocks.

It appears that the aboveground biomass is estimated at 182,445.034 kg / ha. The root growth is 26% based on the model used, belowground biomass is 47,435.708 kg / ha. Total biomass thus obtained is 229,880.742 kg / ha. The amount of carbon stored is 115 TC / ha and an amount of 421.831 T of CO<sub>2</sub> is sequestered per ha.

Published online:  
27 March, 2015

### Keywords:

biomass, *Millettia laurentii*, plantation, carbon, allometric equation

<sup>1</sup> Université de Kinshasa (Unikin), Faculté des Sciences Agronomiques, Département de Gestion des Ressources Naturelles, Université de Kinshasa, B.P. 117 KIN XI, Kinshasa, Democratic Republic of Congo.

\* To whom correspondence should be addressed: [marcelpalanga@gmail.com](mailto:marcelpalanga@gmail.com), [pybola25@gmail.com](mailto:pybola25@gmail.com), [papy-claude.bolaluembe-boliale@ulaval.ca](mailto:papy-claude.bolaluembe-boliale@ulaval.ca)

## INTRODUCTION

La forêt du bassin du Congo constitue le plus grand massif forestier tropical après l'Amazonie dont plus de 52 % se trouve en République Démocratique du Congo (R.D.C) [BELANI et LUMBUE, 2010]. Ces forêts sont d'une grande importance notamment pour satisfaire les besoins en bois, en produits alimentaires (pêche, chasse, cueillette et culture) mais aussi le rôle qu'elles jouent sur le plan économique, social et environnemental.

Les forêts congolaises subissent actuellement de fortes pressions dues notamment à l'exploitation industrielle du bois d'œuvre, de bois de chauffe, à la

pratique agricole itinérante sur brulis, etc. Ainsi, la déforestation a pris des proportions alarmantes à l'échelle nationale. Selon BELANI et LUMBUE [2010], le taux de déforestation en R.D.C se situe au tour de 0,56 % par an, soit une superficie de 677.000 hectares. Et la tendance est à l'accroissement des surfaces exploitées pour les prochaines décennies. Cette évolution régressive est corollaire des effets combinés de la forte croissance démographique, des approches de gestion foncière souvent inappropriées, de système de production souvent inadaptés et de manque de politique foncière et de développement cohérent. Ainsi, les résultats de l'évaluation du changement du couvert forestier par échantillonnage indiquent que le taux annuel de déforestation brut dans le bassin du Congo a

été de 0,13 % pour la période 1990-2000 et que ce taux a doublé pour la période 2000-2005. En outre, le taux annuel de dégradation est passé de 0,05 % entre 1990 et 2000 à 0,09 % entre 2000 et 2005 [COMIFAC, 2010].

La déforestation et la dégradation qui en résulte entraînent l'augmentation de l'émission du gaz carbonique dans l'atmosphère, principal gaz à effet de serre (GES), contribuant ainsi à accélérer le réchauffement climatique de la planète. Au niveau mondial, les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées au secteur de l'utilisation du sol, du changement d'utilisation du sol et de la foresterie (Land Use, Land Use change and Forestry-LULUCF1) représentent 17,4% des émissions globales. C'est le troisième secteur contributeur après le secteur de l'énergie (25,9%) et de l'industrie (19,4 %) mais avant le secteur de l'agriculture (13,5%) et des transports (13,1 %) [CHENOST et al., 2011]. En dépit de ceci, on a observé une augmentation sensible des surfaces affectées à la conservation de la biodiversité, principalement grâce au changement d'affectation de certaines forêts en Afrique centrale et de l'Ouest. Toutefois les zones forestières productives ont décliné [FAO, 2011].

En effet, les arbres jouent un rôle vital dans le recyclage du gaz carbonique, car ils absorbent le CO<sub>2</sub> et le transforment chimiquement en conservant le carbone et relâchant l'oxygène dans l'air. Quand les arbres sont abattus, puis pourrissent ou sont brûlés, ils relâchent dans l'atmosphère, sous forme de CO<sub>2</sub>, le carbone qu'ils avaient assimilé [FAO, 2011]. L'évaluation FRA 2010 arrive à la conclusion que le taux net de déforestation, au niveau mondial, était de 0,14 pour cent par an, entre 2005 et 2010, contre 0,20 pour cent de 1990 à 2000 et 0,12 pour cent entre 2000 et 2005 [FAO, 2012]. Cette déforestation est responsable de 25 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, qui combinés aux rejets industriels seraient en partie responsables du réchauffement du climat de la terre et de l'augmentation de la température d'environ 2,5°C d'ici 2050 [BROWN, 1997 cité par NZIENGUI et al., 2013].

Pour faire face au réchauffement de la planète, plusieurs pays ont, dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, signé en 1997 un traité international – le Protocole de Kyoto, traité qui est entré en vigueur en 2005 et qui vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre [ANONYME, 2008]. Ce Protocole reconnaît que les forêts devraient être le meilleur puits de carbone par le stockage de carbone atmosphérique contenu dans le CO<sub>2</sub> [ROSS, 2000 et ALAMGIR et al., 2008 Cité par DORVIL, 2010]. Pour cela des Mécanismes de Développement Propre (MDP), tel que le mécanisme de Réduction des Emissions résultant de la déforestation et de la dégradation des forêts (en abrégé REDD+), ont été établis. Le mécanisme REDD+ vise à encourager les pays en voie de

développement couverts part des grandes étendues de forêts, à conserver intact leur massif forestier moyennant une rémunération financière issue des crédits carbone [MOUNDOUNGA, 2012]. Avec une couverture forestière plus dense comme indiquée ci-haut, la R.D.C est un potentiel bénéficiaire de ce mécanisme.

Afin de bénéficier des crédits carbone d'une part, et d'autre part contribuer à la lutte contre les changements climatiques, il est important que des estimations de la biomasse présente dans les forêts de la R.D.C soient connues. Cependant, ces connaissances font défaut dans tous les pays du bassin du Congo d'une manière générale, et en R.D.C en particulier. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude réalisée sur un peuplement homogène de *Millettia laurentii* dans la plantation de Kinduku située au sein du site Universitaire de Kinshasa en R.D.C. Cette plantation a été mise en place en 1975 sous le guide du père PAULUS; Au début, le terrain était constitué d'une savane herbeuse et le reboisement a consisté à apporter quelques plans de Wenge dans le but de lutter contre le feu de brousse, les érosions mais aussi pour l'exploitation des bois d'œuvre et la récolte des chenilles.

L'objectif poursuivi est d'évaluer la biomasse d'un peuplement de 38 ans de *M. laurentii* (Wenge) dans la plantation de Kinduku afin d'y estimer le carbone séquestré. L'intérêt de cette étude est de fournir les informations qualitatives et quantitatives sur la séquestration de carbone du peuplement de *M. laurentii* se trouvant à Kinshasa (UNIKIN). Les données à notre possession serviront comme données de référence aux chercheurs ultérieurs dans diverses orientations; les décideurs pourront s'en servir dans les échanges de marché de carbone.

## MATERIEL ET METHODES

### Milieu d'étude

Le milieu d'étude est la plantation de Kinduku, située au sein du site Universitaire de Kinshasa dans la commune de Lemba, localisée sur la colline de Mont-Amba à 04°25' de latitude sud et 15°18' de longitude Est [IKATI, 2011]. Elle s'étend sur une superficie de 37,85 km<sup>2</sup> et son altitude est de 390 m [MOSWA, 2010]. Selon les sources ci-haut, le site de l'Université de Kinshasa est limité :

- \* Au Nord-Ouest par la rivière Funa ;
- \* Au Nord par le quartier Righini ;
- \* Au Nord-Est par le quartier Livulu ;
- \* A l'Est par le quartier Mbanza Lemba
- \* Au Sud-ouest par le quartier Kindele et

\* Au Sud –Est par le quartier Mandela.

La Figure 1 présente la plantation de Kinduku, au sein du site universitaire de Kinshasa. Le climat du site de l'UNIKIN est, selon la classification de Koppen, du type AW4. C'est donc un climat chaud et humide avec une température moyenne annuelle toujours supérieure à 24°C et une pluviométrie moyenne annuelle de 1300,3 mm [CREN-K, 2008 cité par YELA, 2011].

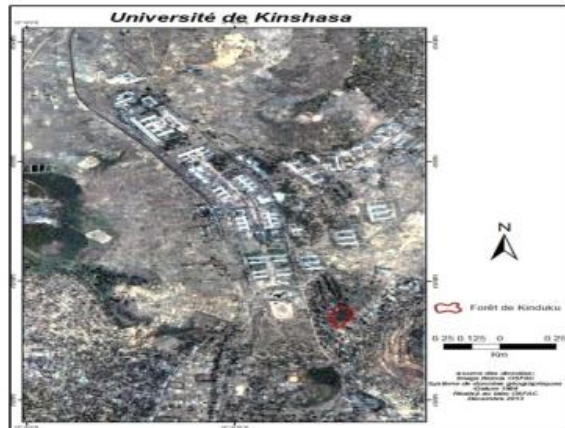


Figure 1: Localisation de la plantation de Kinduku.

L'humidité relative de l'air a une moyenne générale de 79 % entre 1986 et 1995, avec des moyennes des valeurs extrêmes qui s'établissent comme suit :

Moyenne des valeurs maximales : 84 % entre novembre et mai avec une légère baisse en février-mars ;

Moyenne des valeurs minimales : 71 % essentiellement en septembre pendant la période précitée, la moyenne de l'évapotranspiration est de 94,5 mm minimum au mois de mai et de 173,1 mm maximum en septembre [ANONYME, 2005].

Ce climat comporte deux grandes saisons avec comme caractéristiques :

Une saison de pluie allant de mi-septembre à mi-mai entrecoupée par une petite saison sèche de mi-janvier à mi-février ;

Une saison sèche, dont la grande partie va de mi-mai à mi-septembre et la petite de mi-janvier à mi-février. Elle se caractérise par des valeurs minimales de température et de pluviosité [MAFUKA, 2007 cité par YELA, 2011]. Les sols du Mont-Amba dans lesquels sont inclus ceux de notre site d'étude, appartiennent au groupe des arenoferralsols selon la classification de l'INEAC et à celui des antisols selon la classification américaine. Ils présentent une texture sableuse, et une structure grumeleuse très fine [MAKOKO, et al. 1996].

Sa consistance est meuble à l'état sec et friable à l'état frais avec une porosité élevée. De coloration brune foncée, ocre-jaune, le sol possède un profil pédologique du type AC. Le profil comprend un mince

horizon A humifère, un horizon de transition AC et un Horizon C constituée de matériaux [MAKOKO, et al., 1987 Cité par KALAU, 1999]. L'horizon humifère A qui subit un lessivage progressif est inexistant en certains endroits, entraînant ainsi l'exposition de l'horizon de transition AC qui est plus vulnérable à l'érosion [KALAU, 1999]. La géologie de ce site est formée des couches de sable de Kalahari posées sur un substratum formé de sables grossiers, graveleux et de grés tendre d'Inkisi [MONGO, 2010].

La composition chimique du sol de Mont-Amba en % est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Composition chimique du sol de Mont-Amba

Éléments	Teneurs
C (%)	0,858
N (%)	0,0518
C/N	16,564
Mg (méq/100g)	0,466
K <sub>2</sub> O (méq/100 g)	0,036
NO <sub>2</sub> (méq/100g)	0,0102
pH	5,6
<b>Source : (CREN-K, 1997 cité par MONGO (2011))</b>	

Le relief du campus est fait d'une colline en forme décroissante allongée du Nord au Sud, bombé au sommet mais aplatis artificiellement aux endroits des constructions. Son altitude est décroissante au sud (plateau des résidents) et au Nord (CNPP) [YELA, 2011].

En ce qui concerne la végétation, elle est essentiellement répartie en trois strates à l'occurrence, la strate herbeuse dominée par *Hyparrhenia sp*, *Loudetia demeusei*, *Panicum maximum* et *Sporobolus brazzae*; la strate arbustive représentée par *Hymenocardia acida*, *Annona senegalensis* et *Vitex mandiensis* et enfin, la strate arborescente dominée par *Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Millettia laurentii*, *Terminalia superba*, *Albizia lebeck* et autres [IKATI, 2011].

Sur cet aspect, deux formations naturelles bordent le site de l'UNIKIN à savoir la plantation de monastère Prieuré notre dame de l'assomption et la plantation du château. A ceci, s'ajoutent les plantations d'*Acacia sp*, d'*Eucalyptus sp*, et de *Millettia laurentii* (plantation de Kinduku dont fait l'objet de notre étude). Et enfin, L'hydrographie de notre aire d'intérêt est composée des cours d'eaux ci-après : Bumbu, Funa à l'Ouest, Kemi, Kwambila, Matete Sud-est, etc.

## Matériel

Le matériel biologique était constitué de 144 arbres de *Millettia laurentii* sur pied auxquels nous avons prélevé les mesures de Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) et le matériel expérimental ci-après a été utilisé : GPS, boussole, ruban diamétrique, décamètre (50m), balance, étuve, pied à coulisse, tronçonneuse, appareil photo numérique, sachets en plastiques.

## Méthodes

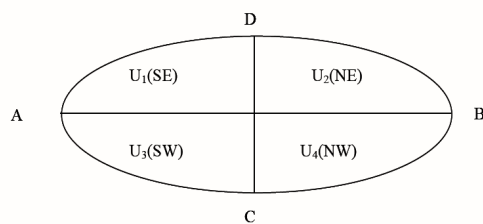
L'approche méthodologique utilisée est basée sur une démarche expérimentale comprenant 4 étapes :

- i. la prospection du milieu et la délimitation de la parcelle échantillon ;
- ii. la collecte des données dendrométriques et géo référencées ;
- iii. la détermination de la densité spécifique ;
- iv. l'évaluation de la biomasse et du stock de carbone.

### Prospection du milieu et délimitation de la parcelle échantillon

Après la localisation du site de notre étude sur Google Earth, la recherche des équations allométriques adaptées aux conditions du milieu d'étude, la conception des fiches du terrain pouvant faciliter la prise des données, et la recherche des personnes ressources susceptibles de fournir des informations relatives à cette étude, il a été procédé à l'observation du massif forestier artificiel, à l'identification du type de peuplement recherché, à l'installation et au choix de la parcelle échantillon et des unités d'échantillonnage.

L'étude a été réalisée dans une parcelle – échantillon de 0,9559 soit 1 ha subdivisée en 4 unités au moyen de deux diagonales dont A-B et C-D, (Figure 2).



**Figure 2:** Répartition de la parcelle en unités d'échantillonnage

#### Légende :

- \* U1= Unité d'échantillonnage 1 située au SE (Sud-est) du dispositif ;
- \* U2=Unité d'échantillonnage 2 située au NE (Nord-est) du dispositif ;
- \* U3=Unité d'échantillonnage 3 ; située au SW (Sud-ouest) du dispositif ;
- \* U4=Unité d'échantillonnage 4 ; située au NW (Nord-Ouest) du dispositif.

## Collecte des données dendrométriques et géo-référencées

### Collecte des données dendrométriques

Cette étape concerne les mensurations diamétriques essentiellement portées sur les arbres de *M. laurentii* de 38 ans ayant un diamètre minimum à hauteur de poitrine (DHP) de 10 cm. 144 arbres de *M. laurentii* ont fait l'objet de la mesure de DHP. Celui-ci était mesuré à l'aide d'un ruban diamétrique et tous les arbres faisant l'objet de la mesure de DHP ont été numérotés à l'aide de marqueur indélébile afin de faciliter leur identification.

Le DHP a été mesuré sur l'écorce à 1,30 m du sol au pied des arbres. Dans le cas des bosses, fourches, courbures, la mesure a été effectuée au-dessus ou en dessous du défaut selon le cas.

### Prélèvement des coordonnées géoréférencées

Les coordonnées géographiques ont été prélevées à l'aide du GPS pour chaque arbre faisant partie de l'échantillon afin de déterminer sa position géographique sur terrain et ensuite leur représentation sur la carte.

### Détermination de la densité spécifique

Un arbre moyen de *M. laurentii* a été abattu en vue de déterminer la densité spécifique de son bois. Dix échantillons de bois de dimension 10x5x2 cm<sup>3</sup> ont été tirés du tronc de cet arbre. Chaque échantillon a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse pour avoir les éléments utiles à la détermination du volume humide et peser pour avoir la masse humide. Les échantillons de bois préparés, mesurés et pesés ont été placés dans une étuve maintenue sous un suivi régulier et journalier à 105°C jusqu'au poids constant atteint après 168 heures. Le poids constant a été mesuré pour avoir le volume anhydre.

La densité spécifique à l'état humide a été obtenue par la formule :

$DspH = \frac{MH}{VH}$ , dans laquelle **DspH** est la densité spécifique à l'état humide, **MH** la masse humide et **VH**, le volume humide.

La densité spécifique à l'état anhydre a été obtenue par la formule :

$DspA = \frac{MA}{VA}$  dans laquelle **DspA** est la densité spécifique à l'état anhydre, **MA** la masse anhydre et **VA**, le volume anhydre.

La densité du peuplement (notée **N**), est le nombre de tiges sur pied ramené à l'hectare. Elle est calculée par la formule [KAKPO, 2011] suivante :

$N = n/S$ , dans laquelle  $N$  : densité (en tiges/ha);  
 $n$  : nombre de tiges sur la surface considérée et  
 $S$ :surface considérée (ha).

La teneur en humidité a été obtenue par la formule suivante :

$H(\%) = \frac{(MH-MA)}{MA} \times 100$ , dans laquelle  $H$  (%) est la teneur en humidité;  $MH$  est la masse humide (g) et  $MA$ , la masse anhydre(g).

La surface terrière (notée  $G$ ), paramètre décrivant là encore le peuplement, est la somme des sections transversales au diamètre de référence de tous les arbres du peuplement. Elle est estimée par la formule [ANONYME, 2011] suivante :

$G = (\pi/4) \times d^2/S$ , dans laquelle  $G$  est la surface terrière ( $m^2/ha$ ), ( $d^2$ ), le diamètre au carré de l'arbre (m) et  $S$ , la surface considérée (ha).

Cette valeur permet de suivre l'évolution du peuplement dans son ensemble et de comparer différents peuplements. La surface terrière d'un peuplement est égale à la somme des surfaces terrières des arbres qui le composent. Calculée pour chaque arbre, la surface terrière s'exprime en  $m^2$ .

L'accroissement annuel moyen des arbres du peuplement après 38 ans est le rapport entre la somme des accroissements annuels de tous les arbres pendant 38 ans (âge du peuplement) et le nombre total des tiges de Wenge mesurées dans la plantation de Kinduku.

La biomasse aérienne anhydre a été calculée par la formule suivante :

$BAA = Dsp \times VH$ . Dans laquelle  $BAA$  est la biomasse aérienne anhydre,  $Dsp$ , la densité spécifique à l'état humide et  $V$ , le volume humide



Figure 3 : Echantillons fabriqués

## Evaluation de la biomasse et du stock de carbone

### Sélection des équations allométriques

Des équations allométriques ont été développées en utilisant la régression c'est-à-dire en établissant une relation entre la biomasse aérienne et le diamètre à la hauteur de la poitrine.

Pour ce faire, le volume humide de chaque arbre a été estimé à partir du tarif de cubage de Wenge [DIAF, 2009] pour la province du Bas Congo :

$VH = aDHP^b$ , avec la densité spécifique à l'état humide, la biomasse aérienne pour chaque arbre était déterminée par la formule :

$$VH \times Dsp = H.$$

Des équations de régression ont été établies entre la biomasse aérienne et le  $DHP$ .

Deux autres équations allométriques ont été utilisées pour comparer avec celles développées dans ce travail. Il s'agit des équations suivantes :

$$(1) \text{ Chave Moist : } \rho \times \exp(-1,499 + 2,148 \times \ln(D) + 0,207 \times (\ln(D))^2) \text{ [UN-REDD, 2013].}$$

Avec :  $\rho$ =densité spécifique ( $g/cm^3$ ),  $\exp$ = fonction exponentielle,  $\ln$ =logarithme népérien,  $D$ =diamètre à hauteur de poitrine (cm).

$$(2) \text{ Quantité biomasse} = \text{Exp}(0,37 + 0,333 \ln(DHP) + 0,933 \ln(DHP)^2 - 0,122 \ln(DHP)^3) \text{ [WCS, 2011]}$$

Avec  $DHP$ =Diamètre à Hauteur de Poitrine

### Détermination de la biomasse totale, carbone et $CO_2$ équivalent

La biomasse totale sèche est égale à la somme de la biomasse aérienne sèche plus 26% de la biomasse souterraine ou expansion racinaire [Chave et al., 2005 cité par CREIGHTON et BONNE, 2008] .

Le stock de carbone correspond à 50 % de la biomasse totale sèche.

La quantité de  $CO_2$  équivalent a été calculée en multipliant le stock de carbone par un facteur de conversion 3,67, correspondant au rapport moléculaire du dioxyde de carbone (44 g) et du carbone (12 g).

Les données collectées ont été traitées et analysées à l'aide des logiciels **Microsoft Excel** et **MINITAB**

13 pour obtenir la biomasse totale par l'application des équations allométriques, le stock de carbone et la quantité de CO<sub>2</sub> équivalent.

## RESULTATS

### Localisation des arbres mesures dans la plantation de kinduku

La Figure 4 donne une configuration spatiale de la plantation de Kinduku réalisée à partir des waypoints relevés sur le terrain. Il en ressort que cette plantation couvre une superficie de 0,955 ha soit 1 ha et se trouve entre 4°25'40,0" de latitude Sud et 15°18'45,2" de longitude

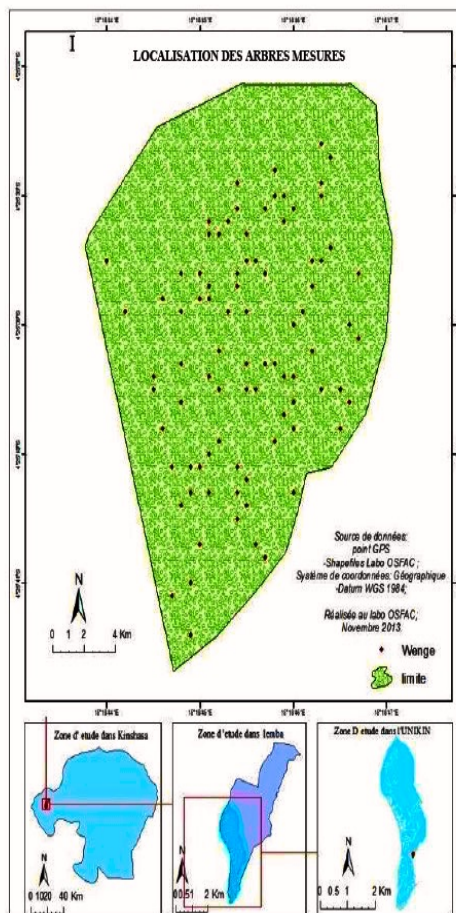


Figure 4 : Localisation des arbres mesurés dans la plantation de Kinduku [OSFAC, 2013]

### Caractérisation du peuplement

Par rapport à la superficie inventoriée, ce peuplement se caractérise par une densité de 150,64 tiges/ha.

Les surfaces terrières individuelles des tiges compilées, avec une moyenne de 0,0879, font un total de 12,64 m<sup>2</sup> pour tous les arbres dans la plantation considérée. Extrapolée à la surface d'un ha, la surface terrière du peuplement homogène de Wenge dans la plantation de Kinduku est de 13,227 m<sup>2</sup>/ha.

L'accroissement en diamètre pour chaque arbre a été obtenu en divisant leur DHP respectif par 38 (âge du peuplement) ; d'où l'Accroissement Annuel Moyen est de 0,8 cm/an.

La Figure 5 présente la structure diamétrique du peuplement homogène de Wenge dans la plantation de Kinduku.

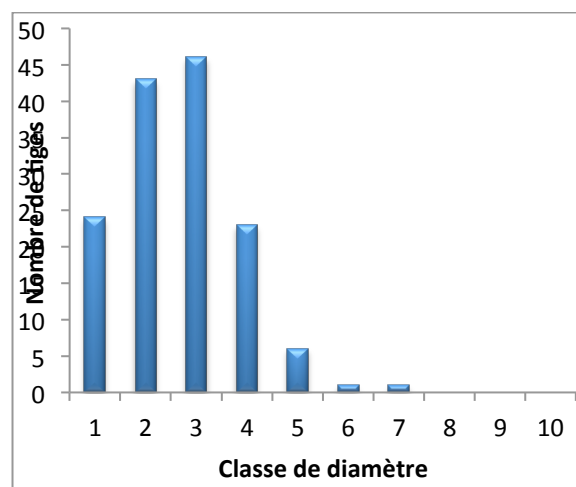


Figure 5 : Structure diamétrique du peuplement homogène de Wenge.

Dans cette structure diamétrique, les valeurs minimales et maximales de DHP observées sont de l'ordre de 10 à 79,9 cm et l'intervalle de classe définie était de 10 cm, ce qui donne 7 classes. En outre, la Figure 5 montre aussi que la régénération de *M. laurentii* dans ces conditions est déficitaire en réponse de son tempérament. A partir de la classe 3, la courbe suit une pente décroissante exponentielle. Selon les normes d'exploitation du bois d'œuvre définies par DIAF [2009], deux tiges seulement peuvent être exploitées après 38 ans de plantation c'est-à-dire les tiges qui ont un D.M.E supérieur ou égal à 60 cm. Et c'est le cas présent. Un exploitant forestier réellement soucieux de la gestion durable de sa concession forestière doit en principe tenir compte de ces observations et adapter le prélèvement effectué vis-à-vis de l'état structural des essences vulnérables. Il peut par exemple mettre en place des techniques de régénération assistée ou artificielle à l'aide de semences ou plantules de cette essence.

## Biomasse totale

### Détermination de la densité spécifique

Le Tableau 2 présente l'évolution des paramètres observés au laboratoire durant la manipulation des échantillons de bois notamment la masse humide (MH), masse anhydre (MA), volume humide (VH), volume anhydre (VA), l'humidité (%), densité basale verte (DBV) et la densité basale anhydre (DBA).

Après analysés des paramètres repris dans le tableau 2, il ressort que la moyenne de masse humide est de 115,1 g et celle de la masse anhydre est de 66,65 g. La moyenne en volume humide est de 107,038 cm<sup>3</sup> et celle du volume anhydre est de 97,730 cm<sup>3</sup>. Quant à l'humidité moyenne, elle est de 73,093 %. Ainsi la densité spécifique à l'état humide obtenue pour le Wenge dans le cas de la plantation de Kinduku est de 0,622g/cm<sup>3</sup> soit 622 kg/m<sup>3</sup>. Cette densité spécifique paraît inférieure à celles déterminées par CIRAD [2008] qui est de 0,87 g/cm<sup>3</sup> et MOUNDOUNGA [2012] qui est de 0,761g/cm<sup>3</sup>.

**Tableau 2 : Evolution des paramètres observés au laboratoire**

Echantillon	MH (g)	MA (g)	VH (cm <sup>3</sup> )	VA (cm <sup>3</sup> )	H%	DBV g/cm <sup>3</sup>	DBA g/cm <sup>3</sup>
1	114	65,5	106,063	99,385	74,05	0,618	0,659
2	120	74,8	108,561	101,475	60,43	0,689	0,737
3	116	65,0	107,007	86,831	78,46	0,607	0,749
4	120	74,1	110,871	103,544	61,94	0,668	0,716
5	115	63,3	105,783	98,508	81,67	0,598	0,643
6	112	63,3	104,473	98,215	76,94	0,606	0,645
7	115	64,2	107,636	97,498	79,13	0,596	0,658
8	115	67,5	107,123	100,836	70,37	0,630	0,669
9	113	65,9	107,106	102,265	71,47	0,615	0,644
10	111	62,9	105,757	88,742	76,47	0,595	0,709
<b>Moyenne</b>	<b>115,1</b>	<b>66,65</b>	<b>107,038</b>	<b>97,730</b>	<b>73,093</b>	<b>0,622</b>	<b>0,683</b>

**Tableau 3 : Modèles de régression entre le DHP et la BMA**

Modèles	Linéaire	Quadratique	Cubique
Equations	BMA = -550,607 + 34,3254 DHP	BMA = 37,7027 - 4,67435 DHP + 0,569072 DHP <sup>2</sup>	BMA = 9,73967 - 1,89469 DHP + 0,488752 DHP <sup>2</sup> + 0,0006899 DHP <sup>3</sup>
R-Sq (%)	92,7	100	100
R-Sqadj (%)	92,6	100	100
S	111,358	2,62787	0,261196

### Calcul de biomasse aérienne anhydre

A partir de la densité spécifique à l'état humide et le volume humide, la biomasse aérienne anhydre trouvée est de 66,577 g/cm<sup>3</sup>.

### Détermination d'une équation de régression entre le DHP et la biomasse aérienne

Plusieurs modèles statistiques ont été testés pour analyser le type de régression qui existe entre le DHP et la biomasse aérienne au niveau du peuplement homogène de Wenge dans les conditions de la plantation de Kinduku. Ces analyses s'accompagnent du coefficient

de détermination, du graphique de modèle et de l'analyse de variance pouvant exprimer le degré de confiance que nous offrent les résultats au seuil de probabilité de 95%. Le tableau 3 résume les paramètres intervenant dans la comparaison des différents modèles de régression entre le DHP (en cm) et la BMA (en kg), notamment l'équation de régression, le coefficient de détermination R-Sq en %, le coefficient de détermination ajusté par rapport au modèle R-Sqadj en % et la variance S.

Il résulte de cette comparaison que le modèle cubique justifie mieux la régression entre le DHP et la

BMA avec 100% de lien entre le paramètre observé (dhp) et le paramètre expliqué (BMA) et sa variance est plus faible par rapport aux deux autres modèles. Donc, c'est le meilleur modèle pour ce cas.

#### Détermination d'une équation de régression entre le volume et la biomasse aérienne

Les modèles statistiques testés pour déterminer le type de régression existant entre le Volume et la biomasse aérienne, au niveau du peuplement homogène

de Wenge dans les conditions de la plantation de Kinduku, se présentent dans le tableau 4. Les paramètres concernés pour cette comparaison des différents modèles de régression entre le Volume (en m<sup>3</sup>) et la BMA (en kg) sont notamment l'équation de régression, le coefficient de détermination R-Sq en %, le coefficient de détermination ajusté par rapport au modèle R-Sqadj en % et la variance S qui renseigne sur le degré de confiance offert par les résultats au seuil de probabilité de 95%.

Tableau 4 : Modèles de régression entre le Volume et la BMA

Modèles	Linéaire	Quadratique	Cubique
Equations	$BMA = -0,0282794 + 622,010 V_s$	$BMA = -0,0408044 + 622,037 V_s + 0,0091642 V_s^2$	$BMA = -0,0152000 + 621,945 V_s + 0,0592790 V_s^2 - 0,0115854 V_s^3$
R-Sq (%)	100	100	100
R-Sqadj (%)	100	100	100
S	0,18338	0,18381	0,184052

Il résulte de cette comparaison que le modèle linéaire justifie mieux la régression entre le volume et la BMA avec 100% de lien entre le paramètre observé (volume) et le paramètre expliqué (BMA) et sa variance est plus faible par rapport aux deux autres modèles. Donc, c'est le meilleur modèle pour ce type de régression.

#### Sélection d'une équation allométrique pour le calcul de la biomasse aérienne

Au regard des équations allométriques empruntés et des modèles locaux développés et spécifiques à *Millettia laurentii*, le choix de la meilleure est passée par deux critères notamment l'analyse de la variance (ANOVA) et la recherche du coefficient de détermination. Partant de ceux-ci, deux modèles locaux développés ont été sélectionnés en vue d'être comparés avec deux autres équations allométriques tirées dans la littérature.

Il résulte de l'ANOVA que la différence entre les 4 équations comparées pour l'estimation de la BMA de la plantation de Kinduku est hautement significative du point de vue statistique. Le tableau 5 suivant complète l'analyse pour la comparaison du niveau de variance de la BMA ajustée par rapport au modèle et le dhp mesuré.

Après l'analyse de ces quatre équations allométriques sous examen, il ressort que l'intégration de la densité spécifique dans l'équation de Chave [2005], augmente l'étendue de la variance tout en maintenant un lien étroit entre le dhp et la BMA. Pour preuve, le stock de carbone estimé à partir de cette équation représente presque le double de celui

déterminé par les autres équations allométriques c'est-à-dire celles-ci le sous estiment. Donc c'est la meilleure équation pour ce cas de figure.

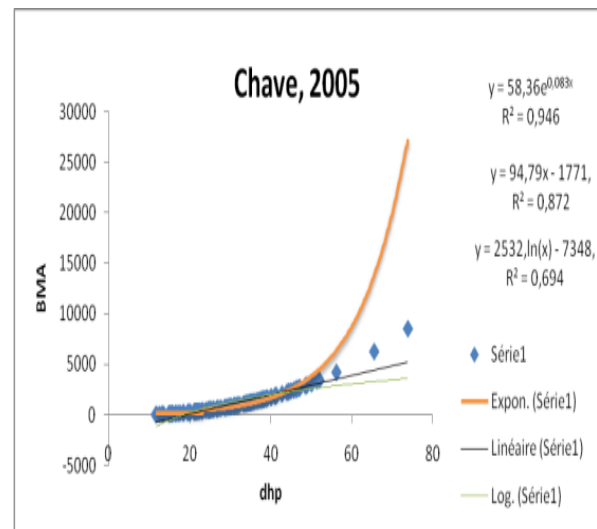


Figure 6 : Régression entre le DHP et la BMA selon l'équation de Chave (2005).

Eu égard à l'équation de Chave, la série exponentielle justifie la régression entre le diamètre et la BMA à 95 % au seuil de probabilité de 0,05. Cette évidence renforce davantage la sélection du modèle de Chave [2005] comme la meilleure équation par rapport à cette étude. Ceci rencontre les démonstrations et les attentes mentionnées dans UN-REDD [2013] soutenant un modèle panafricain intégrant plusieurs paramètres dendrométriques par rapport aux modèles locaux qui estiment aussi bien le stock de carbone séquestré.

### Calcul de la biomasse totale, du stock de carbone et du CO<sub>2</sub> séquestré par le peuplement de Wenge

Au regard des équations allométriques utilisés et des modèles locaux développées et spécifiques à *Millettia laurentii*, il ressort du test de leur variabilité et de la corrélation entre le Diamètre à hauteur de poitrine (DHP) mesuré et la Biomasse aérienne (BMA) que

l'équation de Chave Most :  $\rho \times \exp(-1,499+2,148 \times \ln(D))+0,207 \times (\ln(D))^2$  donne des résultats plus cohérents.

Ainsi, la biomasse aérienne estimée à partir de cette équation est de 174.402,32 kg, soit 182.445,034 kg/ha. L'expansion racinaire étant de 26% selon le modèle utilisé, la biomasse souterraine est de 47.435,7088 kg/ha.

**Tableau 5 : Niveau de variance de la BMA ajustée par rapport au modèle et le dhp mesuré pour les différents modèles choisis.**

Equations allométriques	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
BMA Chave	144	174.402,322	1211,127236	1335421,7
BMA WCS	144	127.472,2759	885,2241379	342660,6831
BMA Cubique dhp	144	75.927,77117	527,2761887	167847,0904
BMA Linéaire Vol	144	75.926,91569	527,2702479	167838,8175

La biomasse totale obtenue est donc de 229.880,742 kg/ha. A partir cette biomasse, nous avons déduits une quantité de carbone stocké de 114.940,3712 kg c /ha soit 115 TC/ha et une quantité de CO<sub>2</sub> de 421.831,1624 kg CO<sub>2</sub>/ha soit 422 T de CO<sub>2</sub> séquestrés par ha.

### CONCLUSION

Cette étude a porté sur l'évaluation de la biomasse d'un peuplement homogène de *Millettia laurentii* (Wenge): cas de la plantation de Kinduku à Kinshasa/Unikin.

Après analyse des données, il ressort que la plantation de Kinduku occupe une superficie estimée à 0,955 ha soit 1 ha et se trouve entre 4°25'40,0" de latitude Sud et 15°18'45,2" de longitude Est. Sa densité est de 150,64 tiges/ha. Les surfaces terrières individuelles compilées, avec une moyenne de 0,0879 m<sup>2</sup> pour chaque tige, font un total de 12,644 m<sup>2</sup> pour tous les arbres dans la plantation considérée. Extrapolée à la surface d'un ha, la surface terrière du peuplement homogène de Wenge dans la plantation de Kinduku est de 13,227 m<sup>2</sup>/ha. L'accroissement annuel moyen en diamètre du peuplement homogène de Wenge est de 0,8 cm. La densité spécifique à l'état humide obtenue pour le Wenge dans le cas de la plantation de Kinduku est de 0,622 g/cm<sup>3</sup> soit 622 kg/m<sup>3</sup>.

Au regard des équations allométriques empruntées et des modèles locaux développées et spécifiques à *Millettia laurentii*, le choix de la meilleure est passée par le test de leur variabilité et de corrélation entre le dhp mesuré et la BMA. Il ressort de ce test que l'équation de Chave Most :

$$\rho \times \exp(-1,499+2,148 \times \ln(D))+0,207 \times (\ln(D))^2$$

était sélectionnée comme meilleur modèle.

### RESUME

La séquestration du carbone dans la biomasse ligneuse, comme mécanisme d'atténuation des changements climatiques, reste peu connue pour plusieurs essences forestières dans diverses conditions écologiques. L'étude a porté sur un peuplement homogène de *Millettia laurentii* dans la plantation de Kinduku située au sein du site Universitaire de Kinshasa en R.D.C.

L'objectif poursuivi est d'évaluer la biomasse d'un peuplement de 38 ans de *M. laurentii* (Wenge) dans la plantation de Kinduku afin d'y estimer le carbone séquestré. La méthode expérimentale a reposé sur 4 étapes, (i) la prospection du milieu et la délimitation de la parcelle échantillon, (ii) la collecte des données dendrométriques et géo référencées, (iii) la détermination de la densité spécifique et enfin, (iv) l'évaluation de la biomasse et du stock de carbone.

Il ressort que la biomasse aérienne est estimée à 182.445,034 kg/ha. L'expansion racinaire étant de 26% selon le modèle utilisé, la biomasse souterraine est de 47.435,708 kg/ha. La biomasse totale obtenue est donc de 229.880,742 kg /ha. La quantité de carbone stocké de 115 T C/ha et une quantité de CO<sub>2</sub> de 421,831 T de CO<sub>2</sub> séquestrés par ha.

**Mots clés :** biomasse, *Millettia laurentii*, plantation, carbone, équation allométrique

## Remerciements

Au terme de cette étude, les auteurs remercient toutes les personnes qui ont contribué à la finalisation de cet article. Notre gratitude s'adresse au Feu Professeur MENDA KAZAYAWOKO pour son assistance tant intellectuelle que matérielle dans la réalisation de ce travail. Nous remercions également les gestionnaires de la forêt de Kinduku, au groupe du Laboratoire de l'Observatoire Sattelital de Forêts de l'Afrique Centrale (OSFAC) de l'université de Kinshasa (Unikin) ainsi que celui du Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Unikin.

## REFERENCES ET NOTES

- ANONYME** [2005]. Monographie de la ville de Kinshasa. République Démocratique du Congo. Ministère du plan. Unité de pilotage du processus d'Élaboration et de Mise en œuvre de la stratégie pour la réduction de la pauvreté (UPPE-SRP). Comité provincial de la stratégie pour la Réduction de la pauvreté Ville-province de Kinshasa (CP-VPK) \* (no 001/UPPE-SRP/CP-VPK/COORDO/MML/ét/2004). pp15 et 16.
- ANONYME** [2008]. STOCKAGE NATUREL DU CARBONE : Etats des connaissances et estimations régionales. Rapport technique. Tiré de l'Internet <http://www.alterre-bourgogne.fr>, consulté le 15/08/2013.
- ANONYME** [2011]. Surface terrière. CRPF, FOGEFOR. [www.crfp-limousin.com/sources/files/FOGEFOR/combois\\_Surfterriere.pdf](http://www.crfp-limousin.com/sources/files/FOGEFOR/combois_Surfterriere.pdf). Consulté le 08/09/2014.
- BELANI M** et **LUMBUE G.B.** [2010]. Problématique de l'exploitation industrielle du bois en R.D.C. *Annales de la Faculté des Sciences Agronomiques*, 3(1) : 4-19.
- CHENOST C**, **GARDETTE Y-M**, **DEMENOIS J**, **GRONDARD N**, **PERRIER M**, **DE L'ONF International (ONFI)** et **WEMAERE M.** [2011]. LES MARCHES DU CARBONE FORESTIER/Bringing forest carbon Projects to the market. 168 p.
- CICREIGHTON M.L** et **BOONE J.K.** [2008]. Allometric Models for predicting above-ground Biomass in two widespread Woody plants in Hawaii. *The journal of tropical biotropical and conservation*. *Biotropica* 40(3): 313-316.
- CIRAD** [2008]. Description de Wenge. *Tropix* 6.0. 2 p.
- COMIFAC** [2010]. Les forêts du Bassin du Congo, Etat des forêts. 274 p.
- DIAF** [2009]. Listes des essences forestières de la République Démocratique du Congo. Guide opérationnel. MECNT, RDC. pp 45.
- DORVIL W.** [2010]. Evaluation de la biomasse et des stocks de carbone sur des placettes forestières en forêts tropicales humides de Guadeloupe. Master en Sciences et Technologies. Mention : Biodiversité tropicale. Spécialité : Ecosystèmes naturels et exploités. 43 p.
- FAO** [2010]. EVALUATION DES RESSOURCES FORESTIERES MONDIALES. Rapport principal. 348 p.
- FAO** [2011]. Situation des forêts du monde. 176 p.
- FAO** [2012]. Situation des forêts du monde, Rome. 66 p.
- IKATI L.B.** [2011]. Analyse comparative des techniques de mesure de diamètre des arbres. TFC Inédit. FASA. UNIKIN. 25 p.
- KAKPO S.B.** [2011]. Caractéristiques structurales et écologiques des forêts de Bonou et d'Itchère au Sud Est du Bénin. Thèse pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome en Aménagement et gestion de ressources naturelles. [www.memoireonline.com/11/13/7730/m\\_caractéristiques-structurales-et-écologiques-des-forêts-de-Bonou-et-d-Itchede-au-sud-est-du-B21.htm](http://www.memoireonline.com/11/13/7730/m_caractéristiques-structurales-et-écologiques-des-forêts-de-Bonou-et-d-Itchede-au-sud-est-du-B21.htm) (# toc52. Consulté le 08/09/2014.
- KALAU K.** [1999]. Essai de cartographie des érosions dans la partie Nord du Campus de l'Université de Kinshasa. TFC Inédit. FASA. UNIKIN. pp 4 et 5.
- KOKO M**, **NDEMBO, L** et **NSIMBA.** [1996]. Le sol de mont-Amba : caractérisation pédologique, mécanique et stock en eau. *Revue zairoise des sciences nucléaires*, XII (1) : 72-90.
- MONGO F.** [2010]. Etude des espèces floristiques colonisant les parois des ravins stabilisés autour de l'Université de Kinshasa. TFC inédit, Eau et forêts, Département de Gestion des Ressources Naturelles, FASA, UNIKIN. 40 p.
- MONGO Y. P.** [2011]. Influence du *Stylosanthes guianensis* et du NPK sur la croissance et la production du Soja (*Glycine max*) dans les conditions écologiques de Kinshasa (Mont-Amba). TFC Inédit. FASA. UNIKIN. pp 7.
- MOSWA K.** [2010]. Impact de reboisement pratiqué sur le sol du mont-Amba avec les espèces d'*Acacia auriculiformis* et d'*Eucalyptus camaldulensis*. Mémoire inédit, Eau et Sol, Département de Gestion des Ressources Naturelles, FASA, UNIKIN. 50 p.
- MOUNDOUNGA M.O.** [2012]. Développement des équations allométriques afin d'estimer les stocks de carbone séquestrés dans la forêt primaire du Nord -Est du Gabon, Afrique centrale. Mémoire de diplôme de Master II en biologie des populations et Ecosystèmes. Université des Sciences. Faculté des Sciences. Département de biologie et Techniques de Masuku. Spécialité : Ecophysiologie et Agroforesterie. 38 p.
- NIENGUI M**, **TCHINDJANG M**, **FEIZOURE J** et **ZANRE N.S.** [2013]. Apport de la télédétection et du SIG pour la caractérisation des habitats particuliers du massif forestier du Sud-ouest de la RCA suivant le concept des forêts à haute valeur pour la conservation (FHVC). *Revue Scientifique et Technique: Forêt et Environnement du bassin du Congo*, 1 (2) : 23-39.
- UN-REDD** [2013]. Atelier scientifique régional sur les équations allométriques en Afrique centrale. Comptendu. Yaoundé, Cameroun. 91 p.
- WCS** [2011]. Inventaire carbone. WCS.DRC. Forestry. 30 p.
- YELA M.P.** [2011]. Cartographie numérique de l'arboretum de l'UNIKIN au fil de l'évolution du temps .TFC Inédit . FASA. UNIKIN. pp 13 et 14.