

**ESTIMATION DE LA BIOMASSE AERIENNE DES FORETS DE TRANSITION DE
LA RESERVE FORESTIERE DE YOKO, RD CONGO : Importance de l'allométrie
hauteur-diamètre**

BENGWELA MONGOLU Thierry¹, BOYEMBA BOSELA Faustin²

¹Section de foresterie, Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Bengamisa « ISEA-
BENGAMISA » RD CONGO

²University of Kisangani, Director of the Laboratory of Ecology and Forest Management

ABSTRACT:

Evaluate the above-ground biomass stocks in the forests of the central basin Congolese is a priority in the context of the implementation of the policy of mitigation of climate change and the mechanism. To this end it is essential to have equations allometric estimating biomass stocks contained in the rainforests. The objective of this study is to study the relationship of allometric between height and diameter of the trees of the forests of transition of the forest of Yoko reserve and its implications for estimates of the aerial biomass across the plot permanent monitoring of the forest dynamics of the South block.

Data 2237 trees of floristic inventory in 5 ha on 9 ha of this plot were used to determine the structural parameters and pull the first five important species by the calculation of the value index importance of species.

The results showed that the allometry of height-diameter differs between species and the inclusion of the total height in the equations allometric for estimating ground biomass compared to the only use of the diameter, allows to significantly improve accuracy.

Keywords: Above-ground biomass, forest of transition, allometry height-diameter, Yoko

RESUME :

Evaluer les stocks de la biomasse aérienne dans les forêts du bassin central Congolais est une priorité dans le cadre de la mise en œuvre de la politique d'atténuation du changement climatique et du mécanisme REDD+. A cette fin il est indispensable de disposer d'équations allométrique permettant d'estimer les stocks de biomasse contenus dans les forêts tropicales. L'objectif de la présente étude est d'étudier les relations allométrique entre la hauteur et le diamètre des arbres des forêts de transition de la réserve forestière de Yoko et ses conséquences sur les estimations de la biomasse aérienne à l'échelle de la parcelle permanente de suivi de la dynamique forestière du bloc Sud.

Les données de 2237 arbres issues d'inventaire floristique réalisé dans 5 ha sur 9 ha que constitue cette parcelle ont servi de déterminer les paramètres structuraux et de ressortir les cinq premières espèces importantes par le calcul de l'indice de valeur d'importance des espèces.

Les résultats obtenus ont montré que l'allométrie hauteur-diamètre diffère entre les espèces et l'inclusion de la hauteur totale dans les équations allométriques d'estimation de la biomasse aérienne par rapport à la seule utilisation du diamètre, permet d'améliorer considérablement la précision.

Mots-clés : Biomasse aérienne, forêt de transition, allométrie hauteur-diamètre, Yoko

1 INTRODUCTION

Les forêts contiennent environ 80% des stocks globaux de carbone ligneux aérien et 40% du carbone total (sol, feuille, racines) et elles jouent un rôle important dans le cycle du carbone global. Houghton, 2005

En Afrique, on estime que les forêts denses humides fixent environ 0.63 MgC/ha/an mais la déforestation tropicale mondiale contribue environ à un cinquième du total des émissions annuelles des gaz à effet de serre d'origine anthropique dans l'atmosphère. Houghton; 2007 Ces forêts abritent la plus grande partie de la biodiversité spécifique, on peut y dénombrer plusieurs centaines d'espèces végétales à l'hectare (Puig, 2001 ; Zobi, 2002). Dont la contribution relative à la surface boisée varie de 9,6 % pour le Cameroun à 60,2 % pour la RDC (Doucet, 2003) sont soit sempervirentes, soit semi-caducifoliées, soit en transition entre ces deux types.

Au regard des fonctions écologiques que les forêts remplissent à savoir l'absorption de gaz carbonique, plusieurs pays du monde, en particulier ceux de la zone tropicale se sont investis dans le mécanisme de réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD) en vue de l'atténuation du changement climatique. Ce processus, appuyé par l'incitation financière, repose sur la capacité à mesurer avec précision les stocks de carbone et suivre les variations de ce stock dans le temps et dans l'espace (Makana et al., 2008). Les dispositifs permanents de suivi de la dynamique forestière constituent des outils nécessaires à la quantification et au suivi de ce stock.

2 MATERIEL ET METHODE

Site d'étude

La présente étude a été menée dans la réserve forestière de Yoko (RFY), au sein de la parcelle permanente de 9 ha de suivi de la dynamique forestière dans le bloc sud du plateau de 400 ha. Située dans la collectivité de Bakumu-Mangongo, Territoire d'Ubundu dans la Province de la Tshopo en République Démocratique du Congo, la réserve forestière de Yoko s'étale entre les points kilométriques 21 et 38 sur l'axe routier Kisangani-Ubundu à la rive gauche du fleuve Congo à 00° 15' et 00° 20' Nord, 25° 14' et 25° 20' Est, à une altitude moyenne de 420 m (Boyemba, 2011).

Cette réserve est délimitée au Nord par la ville de Kisangani et les forêts perturbées, au Sud et à l'Est par la rivière Biaro qui forme une demi-boucle en suivant cette direction et à l'Ouest par la voie ferrée et la voie routière le long de laquelle elle se prolonge. La rivière Yoko la subdivise en deux blocs : bloc Nord (3 370 ha) et bloc Sud (3 605 ha), soit une superficie totale de 6 975 ha (Lomba & Ndjele, 1998).

La réserve forestière de Yoko est régie par l'ordonnance-loi n°52/104 du 28 février 1953 du Ministre de l'environnement et tourisme (Rapport provincial de l'environnement, 1989). Elle est la propriété privée de l'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature (ICCN) conformément à l'ordonnance-loi n°75-023 de juillet 1975 portant création d'une entreprise publique de l'Etat dans le but de gérer certaines institutions publiques environnementales telles que modifiée et complétée par l'ordonnance-loi n°78-190 du 5 mai 1988 (Lomba, 2007). Sur base du protocole d'accord signé entre l'Université de Kisangani (UNIKIS) et le Ministère National de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme, plusieurs recherches scientifiques sont menées dans cette réserve. La figure 1 ci-dessous présente sa localisation par rapport à la ville de Kisangani.

La réserve forestière de Yoko, de par sa localisation dans la cuvette centrale congolaise, bénéficie du climat équatorial chaud et humide de type Af (température du mois le plus froid supérieure à 18°C et hauteur de précipitation du mois le plus sec supérieure à 60 mm) suivant la classification de Köppen (1936) (Boyemba, 2011). A l'instar d'autres zones forestières de cette cuvette, la température moyenne annuelle oscille autour de 25°C et les hauteurs de précipitations annuelles varient entre 1500 et 2000 mm avec une moyenne de 1750 mm (Vandenput, 1981). Il s'observe deux périodicités saisonnières : sèche (la grande et la petite) et pluvieuse (la grande et la petite).

Les sols de la réserve forestière de Yoko, classés dans la catégorie des sols ferrallitiques des plateaux de type Yangambi (Y_1), présentent les mêmes caractéristiques reconnues aux sols de la cuvette centrale congolaise : sol de couleur ocre-rouge, acide, profond avec une dominance de la fraction sableuse sur les deux autres fractions granulométriques (argileuse et limoneuse), une altération poussée de minéraux primaires avec néoformation des argiles du type 1:1 de nature kaolinitique à faible capacité d'échange cationique (moins de 16mé/100g de sol) (Kombele, 2004).

Récolte des données

Avant les mesures, l'identification de l'espèce est l'opération prioritaire réalisée. Les coordonnées X et Y ont permis de localiser les arbres. Le diamètre et la hauteur totale des arbres sont les variables mesurées. La Superficie totale d'inventaire est de 5 ha sur les 9 ha que constitue le bloc Sud. Chaque parcelle de 1 ha est divisée chaque fois à 4 sous-parcelles de 0,25 ha.

Le diamètre est mesuré au mètre ruban à hauteur de la poitrine, c'est-à-dire à 1,30 m à partir du niveau du sol.

Quant aux arbres dont le diamètre ne peut être mesuré à 1,30m de hauteur à la suite des contreforts ou empattement et déformations, celui-ci est pris soit à 50 cm ou 450 cm au-dessus des contreforts ou empattements et déformations selon Cailliez, 1980 ; Picard et al., 2012 en se servant de l'échelle et du ruban diamétrique, ou de relascope. Pour les arbres avec malformations, le calcul du défilement du tronc permet d'estimer le diamètre de ces arbres à 1,30m à partir du niveau du sol.

La hauteur totale de chaque arbre inventorié est mesurée à l'aide de Vertex IV.

Le Vertex est composé de deux unités : le dendromètre lui-même (émetteur d'ultrasons) et le transpondeur (récepteur), alimentés par des piles (Rondeux, 1999; Pauwels, 2001). Pour prélever la hauteur totale, le récepteur est placé sur l'arbre à 1,3 m au-dessus du sol, il suffit de viser à travers l'émetteur via un point rouge clignotant dans le champ de visé et ensuite visé la cime. La mesure de la hauteur s'affiche à l'écran du dendromètre.

Analyse des données

L'estimation de la biomasse aérienne de chaque arbre est déterminée à partir de trois équations pantropicales de Chave et al. (2005) :

(1) équation avec trois prédicteurs (diamètre, hauteur totale et densité du bois pour le type Moist forest,

(2) équation avec deux prédictors (diamètre et densité du bois) pour le type Moist forest, et
(3) équation avec deux prédictors (diamètre et densité du bois) de type Wet forest.

La biomasse aérienne pour l'équation à trois prédictors est calculée avec les hauteurs mesurées avec le Vertex IV et les hauteurs estimées à partir du modèle allométrique hauteur-diamètre de l'ensemble du peuplement afin de déterminer l'écart entre ces deux variantes. Les données de diamètre et hauteur totale utilisées sont celles d'inventaire et la densité sèche du bois considérée est celle de CTFS Wood Density Swenson, 2009.

1. $(AGB)_{est} = 0,0673 \times (\varphi D^2 H)^{0,976}$
2. $(AGB)_{est} = \varphi \times \exp(-1,499 + 2,148 \times \ln(D) + 0,207 \times (\ln(D))^2 - 0,0281 \times (\ln(D))^3)$
3. $(AGB)_{est} = \varphi \times \exp(-1,239 + 1,980 \times \ln(D) + 0,207 \times (\ln(D))^2 - 0,0281 \times (\ln(D))^3)$

Avec $(AGB)_{est}$ = biomasse aérienne par arbre (kg) ; exp = exponentiel ; φ = densité sèche du bois (g/cm^3) ; ln = logarithme népérien ; D = diamètre à 1,30 cm (cm) ; H = hauteur totale (m).

Analyse statistique des données

Différents logiciels servent à réaliser l'ensemble des calculs, des analyses statistiques et des graphiques présentés dans les résultats de ce travail. Le calcul de la biomasse aérienne et l'ensemble des tests statistiques sont réalisés avec les logiciels Biodiv et R version 3.1.3.

3 RESULTATS

Densité et surface terrière

Au total 2237 arbres (pour l'ensemble des espèces et des carrés) ont été inventoriés. Ils représentent une densité moyenne à l'hectare de 447 ± 20 arbres et une surface terrière moyenne de $32,4 \pm 2,8 m^2 ha^{-1}$. Les densités entre les carrés ne présentent pas de différence significative ($F = 0,813$; p-value = $0,535 > 0,05$), même pour les surfaces terrières ($F = 0,82$; p-value = $0,528 > 0,05$). Les figures 1 et 2 montrent respectivement la dispersion des valeurs de densité et surface terrière de la parcelle étudiée.

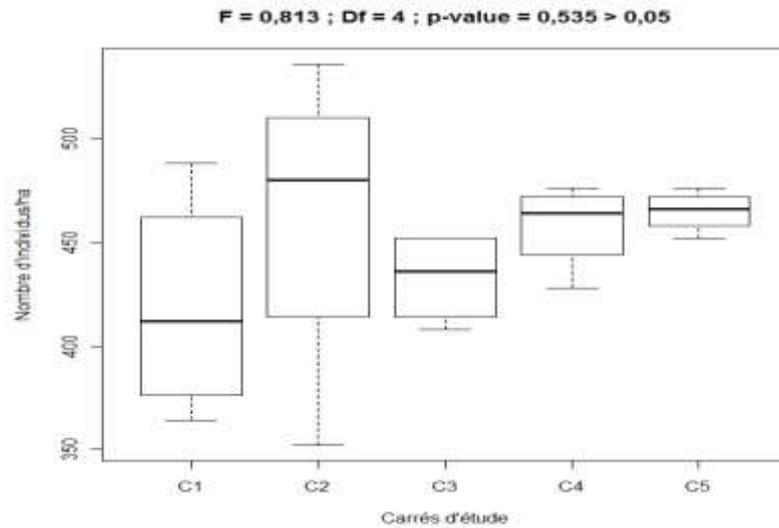


Figure 1 - Dispersion des valeurs de densité des peuplements de chaque carré d'étude. La boîte représente l'intervalle dans lequel sont regroupés 50% des densités, la barre épaisse à l'intérieur de la boîte indique la valeur médiane, la barre basse indique la densité minimale et la barre haute indique la densité maximale.

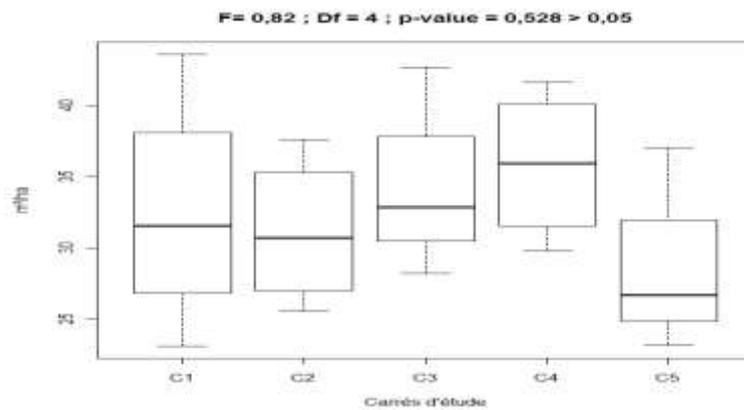


Figure 2 - Dispersion des valeurs de surface terrière des peuplements de chaque carré d'étude.

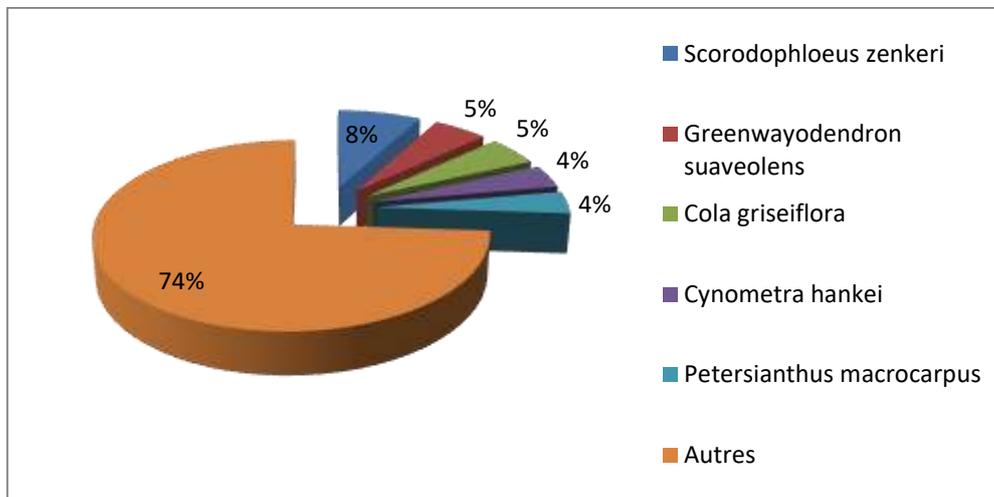
Similarité floristique et espèces importantes du bloc d'étude

La similarité floristique dans le dispositif d'étude telle que présentée au tableau montre que tous les carrés forment un même groupement floristique car toutes les valeurs de similarité de Morisita-Horn entre les carrés sont supérieures à 0,5. Cette similarité floristique semble être dictée par le caractère contigu des carrés regroupés au sein d'un même peuplement forestier.

Tableau 1 : Valeurs de coefficient de similarité de Morisita-Horn pour les différents carrés d'étude

	Carré 1	Carré 2	Carré 3	Carré 4	Carré 5
Carré 1	1,000	0,853	0,695	0,830	0,806
Carré 2		1,000	0,846	0,798	0,900
Carré 3			1,000	0,718	0,721
Carré 4				1,000	0,790
Carré 5					1,000

L'indice de valeur d'importance calculé pour l'ensemble des espèces de ce dispositif classe *Scorodophloeus zenkeri*, *Greenwayodendron suaveolens*, *Cola griseiflora*, *Cynometra hankei* et *Petersianthus macrocarpus* comme les cinq premières espèces importantes. La somme de leur valeur représente 26 % de l'ensemble de 162 espèces inventoriées. La famille de Fabaceae est représentée par deux espèces (*Scorodophloeus zenkeri* et *Cynometra hankei*) et la famille de Lecythidaceae est représentée par *Petersianthus macrocarpus*, l'unique espèce présente dans la région de Kisangani.



Indices de valeur d'importance des espèces du dispositif d'étude

Allométrie entre hauteur et diamètre des arbres

Hauteur totale moyenne des arbres

Les hauteurs totales moyennes des arbres de différents carrés varient entre 15,1 m à 17,3 m avec une valeur moyenne de $16,5 \pm 6,5$ m. La dispersion de ces valeurs telle que présentée dans

La figure 9 et le test statistique appliquée montrent que la distribution de hauteurs moyennes entre les carrés présente des différences significatives ($F = 4,9$; $p\text{-value} = 0,009 < 0,05$).

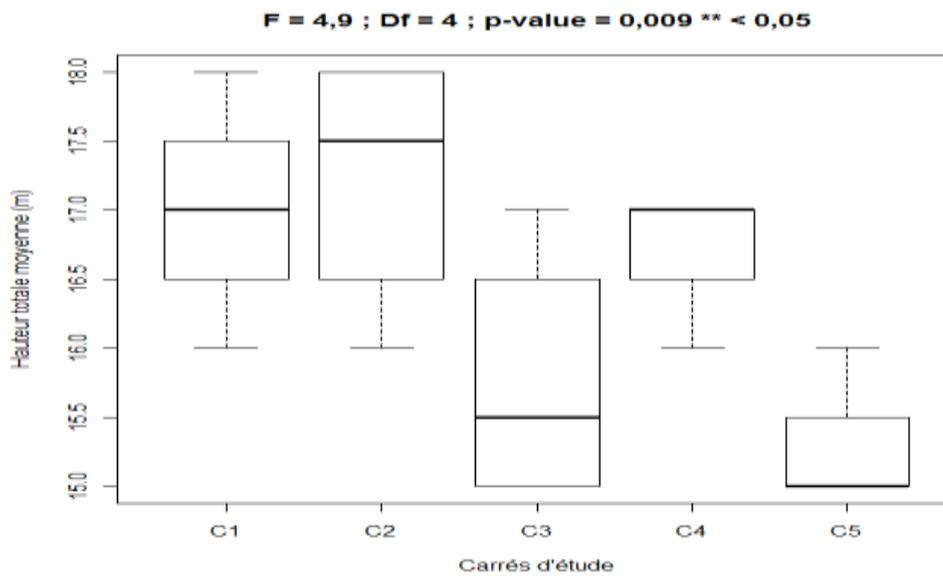


Figure 3 - Dispersion des valeurs de la hauteur totale moyenne des peuplements de chaque carré d'étude.

Les statistiques descriptives concernant la moyenne (Moy), le minimum (Min), le maximum (Max) et l'écart type (STD) sur le diamètre et la hauteur totale des données des espèces importantes (tableau 3) montrent l'étendue de variation de ces deux paramètres pour chaque espèce. La dispersion des valeurs des hauteurs moyennes des espèces (figure 10) montre qu'elles sont plus dispersées chez *Cynometra hankei* alors que *Greenwayodendron suaveolens*, *Petersianthus macrocarpus* et *Scorodophloeus zenkeri* enregistrent des valeurs aberrantes.

Tableau 2 : Résumé statistique de l'échantillon (N), du diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et de la hauteur totale par espèce

Espèces	N	DHP (cm)				Hauteur totale (m)			
		Moy	Min	Max	STD	Moy	Min	Max	STD
<i>Cola griseiflora</i>	181	14,1	10,0	36,0	4,3	13,2	4,1	33,0	4,0
<i>Cynometra hankei</i>	42	46,3	10,5	153,8	31,2	23,8	8,7	38,6	7,9
<i>Greenwayodendron suaveolens</i>	119	27,6	10,2	49,4	11,0	21,3	4,1	38,0	6,8
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	76	29,5	10,7	82,8	17,8	20,3	5,4	40,5	7,4
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	119	38,4	10,2	80,7	18,8	20,3	6,3	34,5	5,5

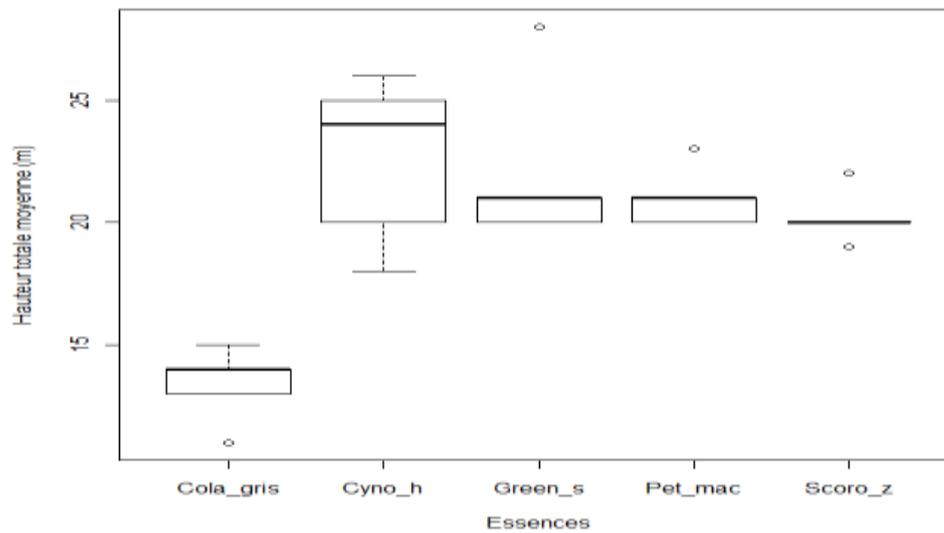


Figure 4 - Dispersion des valeurs de la hauteur totale moyenne de cinq premières espèces importantes du bloc d'étude (Cola_gris : Cola griseiflora, Cyno_h : Cynometra hankei, Green_s : Greenwayodendron suaveolens, Pet_mac : Petersianthus macrocarpus et Scoro_z : Scorodophloeus zenkeri).

Variabilité interspécifique de l'allométrie hauteur-diamètre

La figure 5 montre que l'allométrie hauteur-diamètre diffère entre les espèces. L'analyse des modèles de régression de chaque espèce pour l'ensemble des carrés d'étude indique pour un même diamètre, les individus adultes de Greenwayodendron suaveolens ont une hauteur élevée que ceux des autres espèces alors qu'au stade juvénile, la hauteur totale des arbres ne diffère pas beaucoup entre les espèces. Plus le diamètre augmente, l'écart de hauteur entre Greenwayodendron suaveolens et Scorodophloeus zenkeri devient important alors que Cynometra hankei et Petersianthus macrocarpus présentent des hauteurs presque similaires.

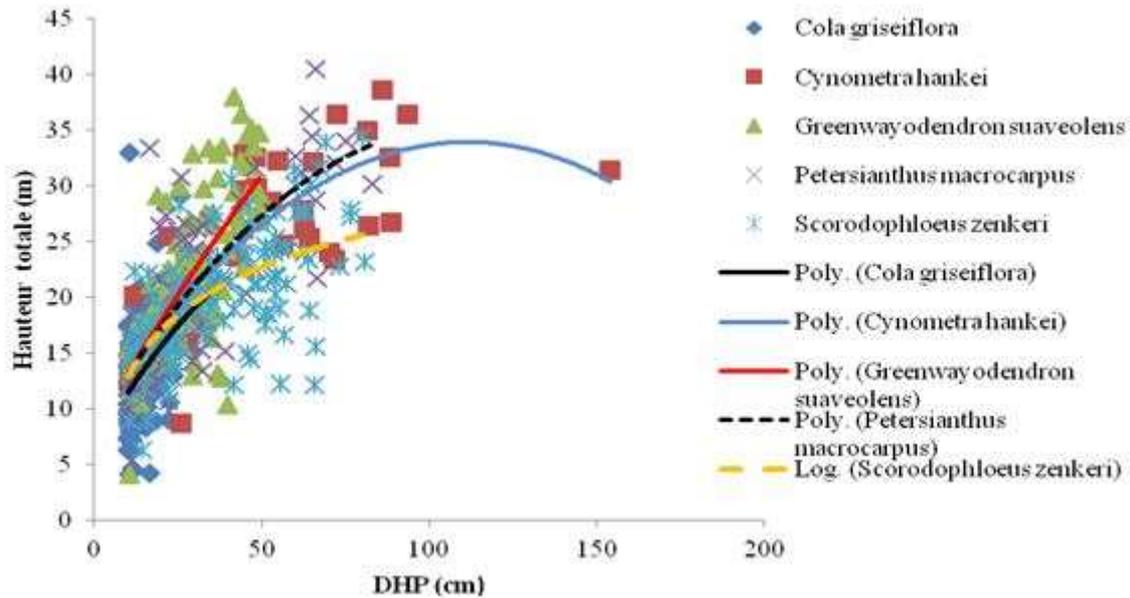


Figure 5 - Relation allométrique entre la hauteur et le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de chaque espèce pour l'ensemble du bloc d'étude.

Estimation de la biomasse aérienne

Importance de l'allométrie hauteur totale – diamètre pour l'estimation de la biomasse aérienne

Pour l'ensemble d'équations allométriques d'estimation de biomasse aérienne utilisées, le type Moist forest utilisant le diamètre et la densité du bois donne une estimation élevée de la biomasse avec une moyenne de $442,801 \pm 58,527 \text{ T.ha}^{-1}$. Par contre, le type Wet forest avec diamètre et densité du bois enregistre la plus faible moyenne $291,188 \pm 34,176 \text{ T.ha}^{-1}$. Le type Moist forest avec diamètre, hauteur totale et densité du bois enregistre des moyennes de $321,735 \pm 45,464 \text{ T.ha}^{-1}$ et $322,096 \pm 38,783 \text{ T.ha}^{-1}$ respectivement avec la hauteur mesurée et la hauteur estimée par l'allométrie hauteur-diamètre (figures 6 à 7). Pour tous ces modèles, la biomasse entre les carrés ne présente pas des différences significatives (figures 8 à 9).

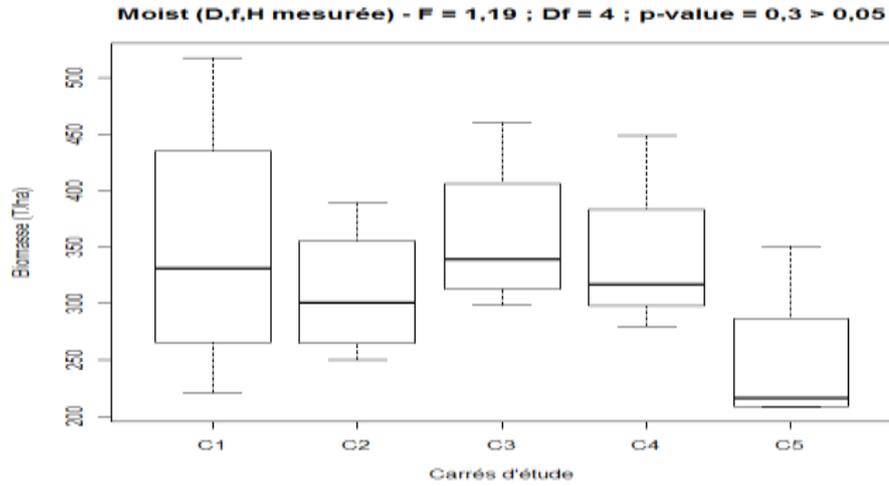


Figure 6 - Dispersion des valeurs de biomasse aérienne de chaque carré d'étude par l'équation allométrique de Chave et al. (2005) de type Moist avec diamètre (D), densité du bois (ϕ) et hauteur mesurée par le Vertex IV (H mesurée).

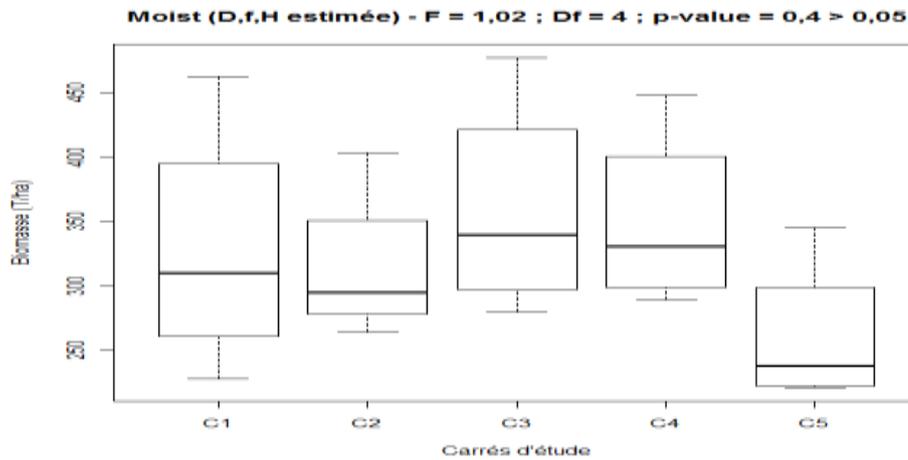


Figure 7 - Dispersion des valeurs de biomasse aérienne de chaque carré d'étude par l'équation allométrique de Chave et al. (2005) de type Moist avec diamètre (D), densité du bois (ϕ) et hauteur estimée par l'allométrie hauteur-diamètre (H estimée).

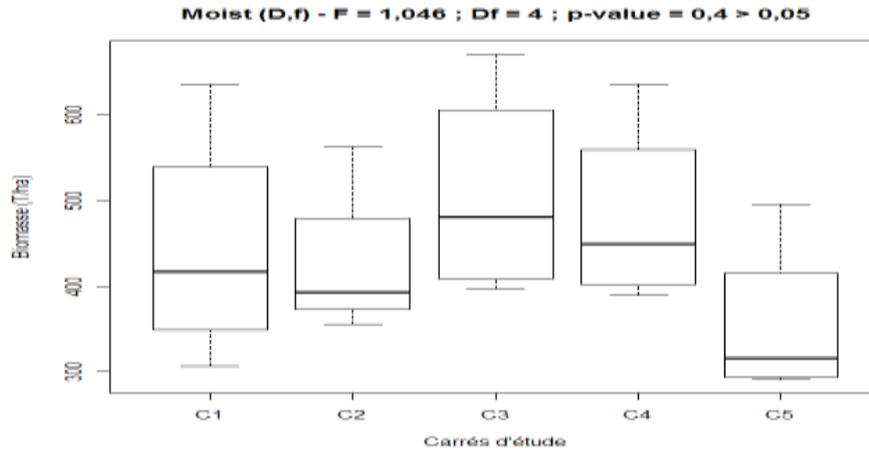


Figure 8 - Dispersion des valeurs de biomasse aérienne de chaque carré d'étude par l'équation allométrique de Chave et al. (2005) de type Moist avec diamètre (D) et densité du bois (ϕ).

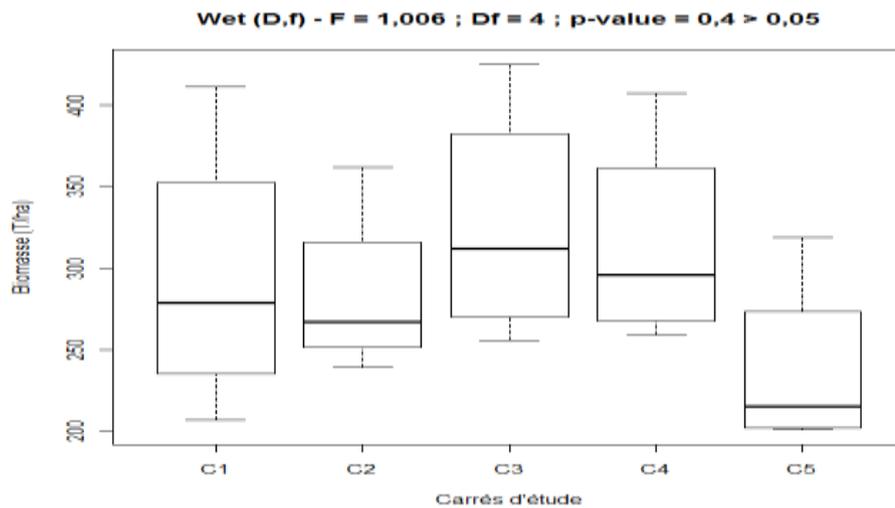


Figure 9 - Dispersion des valeurs de biomasse aérienne de chaque carré d'étude avec l'équation allométrique de Chave et al. (2005) de type Wet avec diamètre (D) et densité du bois (ϕ).

Les tests de Student appliqués à ces équations montrent qu'elles sont significativement différentes, à l'exception de l'équation de Chave et al. (2005) avec trois prédicteurs utilisée sous deux variantes (hauteur mesurée et hauteur estimée) qui ne présente pas de différence significative de biomasse aérienne ($t = -0,0565$, $df = 4$, $p\text{-value} = 0,95 > 0,05$).

4 DISCUSSION

Densités et surfaces terrières similaires entre les carrés

Les densités dans les cinq carrés des peuplements forestiers étudiés ne sont pas différentes. Les valeurs (419 à 465 individus à l'hectare) enregistrées pour les arbres d'au moins 10 cm de dhp ne sont pas différentes des celles observées par Mbasi (2013) dans la parcelle du bloc Nord de

Yoko. Elles sont également comprises dans l'intervalle de 300 à 700 arbres à l'hectare Richards (1996) et 400 à 760 arbres à l'hectare (Pierlot, 1966) caractérisant la plupart des forêts de basses altitudes.

La densité moyenne observée dans cette étude n'est pas significativement différente des densités observées dans l'ensemble du domaine Guinéo-congolais (Sonké, 1998 ; Kouka, 2002 ; Tchouto et al., 2006 ; Kouob, 2009), densités régulièrement rencontrées dans les forêts tropicales d'Amazonie et d'Asie du Sud-est (Valencia et al., 2004).

De même, la surface terrière, avec des valeurs comprises entre 28,4 à 35,8 m² à l'hectare, ne sont pas différentes entre les cinq carrés. Ces valeurs, comprises dans l'intervalle observé par Pascal (2003) pour les forêts tropicales (25 à 50 m². ha⁻¹) ne s'éloignent pas de valeurs obtenues dans le domaine Guinéo-congolais (Reitsma, 1988 ; Mosango, 1990 ; Makana et al., 2004 ; Solia, 2007 ; Kouob, 2009 ; Masiala, 2009).

Similarité floristique entre les carrés d'étude

Le coefficient de similarité de Morisita-Horn a montré que les carrés étudiés forment un même groupement floristique. L'indice de valeur d'importance calculée a classé *Scorodophloeus zenkeri*, *Greenwayodendron suaveolens*, *Cola griseiflora*, *Cynometra hankei* et *Petersianthus macrocarpus* comme les cinq premières espèces importantes de ce bloc. La famille de Fabaceae est représentée par deux espèces alors que les autres familles les sont avec une espèce chacune. Ce constat a été également fait par Nusbaumer et al. (2005) dans la forêt classée du Scio en Côte d'Ivoire.

Les résultats obtenus pour la densité, la surface terrière et la similarité floristique montrent que les cinq carrés d'étude dans la parcelle permanente de suivi de la dynamique forestière du bloc Sud constituent un groupement floristique.

Différence d'allométrie hauteur-diamètre entre les espèces

Les allométries hauteur-diamètre ont prouvé qu'elles diffèrent d'une espèce à une autre. Pour un même diamètre, certaines espèces sont plus hautes que les autres. King (1996), Thomas (1996), Nogueira et al. (2008), Mugasha et al. (2013) ont observé la variation de cette allométrie entre les espèces ou groupe d'espèces d'arbres tropicaux. Ces différences sont dues au tempérament des espèces par rapport à leur stade sylvigénétique (Doucet, 2003), aux

facteurs physiologiques (Niklas, 2007 ; Mugasha et al., 2013) ou à l'architecture de l'houpplier (Goodman et al., 2014) exerçant de la concurrence dans l'espace (Henry et Aarssen, 1999).

Importance de l'allométrie hauteur-diamètre pour l'estimation de la biomasse aérienne

Les quantités de biomasse aérienne estimées dans notre étude varient de 248 à 360 T.h⁻¹, 260 à 359 T.h⁻¹, 355 à 508 T.h⁻¹ et 238 à 326 T.h⁻¹ respectivement avec les équations de Chave et al. (2005) à trois prédictors : hauteur mesurée et hauteur estimée, à deux prédictors de type moist et cette de type wet à deux prédictors. La biomasse estimée avec l'équation à deux prédictors du type moist est supérieure aux autres biomasses.

La biomasse obtenue avec l'équation à deux prédictors du type moist est similaire à celle obtenue par Makana et al. (2004) dans une forêt mixte d'Ituri (RDC), Djuikouo et al. (2010) dans les forêts sempervirentes du Cameroun et Slik et al. (2013) en Afrique. Par contre, les résultats obtenus par Makana et al. (2004) dans la forêt primaire du parc national de Salonga (RDC), Kearsley et al. (2013) dans les forêts mixtes de Yangambi (RDC), Maniatis et al. (2011) dans les forêts denses sempervirentes du Gabon et Gourlet-Fleury et al. (2011) dans les forêts denses semi-décidues de la République Centrafricaine ne sont pas différentes des biomasses enregistrées par les équations de Chave et al. (2005) du type wet avec deux prédictors et du type moist avec trois prédictors intégrant les variantes hauteur mesurée et hauteur estimée.

L'équation du type moist à deux prédictors surestime considérablement la biomasse aérienne. Néanmoins, les équations de Fayolle et al. (2013) avec deux prédictor et Djomo et al. (2010) avec trois prédictors attestent la validité de cette dernière pour les forêts du Cameroun. Feldpausch et al. (2012) ; Nogueira-Lima et al. (2012) ; Hunter et al. (2013) en appui à l'équation de Chave et al. (2005) du type moist avec trois prédictors confirment que la prise en compte de la hauteur dans les équations allométriques améliore considérablement la précision de l'estimation de la biomasse aérienne.

Toutefois, la hauteur totale des arbres constitue un paramètre important pour l'estimation de la biomasse aérienne. Cependant, la fiabilité de l'estimation de cette biomasse repose sur la construction de ces équations par des méthodologies standards avec un échantillonnage représentative des types forestiers considérés.

5 CONCLUSION

Le présent article avait pour objectif d'élaborer les modèles allométriques hauteur-diamètre des espèces importantes de ce dispositif et d'estimer la biomasse aérienne accumulée par l'ensemble d'espèces inventoriées.

L'indice de valeur d'importance a été utilisé pour déterminer les espèces importantes de cette parcelle d'étude.

L'important résultat mis en évidence par cette étude est la mise en évidence des différences d'allométries hauteur-diamètre entre les espèces. L'élaboration des modèles allométries hauteur-diamètre considérés et leur intégration dans les équations allométriques représentatifs des arbres de ces types forestiers constituent le moyen d'une quantification fiable de la biomasse aérienne.

En termes de suggestions, les recherches futures devraient se focaliser à étendre cette étude dans l'ensemble de la zone forestière de transition de la réserve forestière de Yoko et du bassin central Congolais en vue d'élaboration des allométries hauteur-diamètre et biomasse aérienne à partir des espèces représentatives de ce type forestier.

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Boyemba F.B., 2011. Ecologie de *Pericopsiselata*(Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 181p.
- Chave, J.; Condit, R.; Aguilar, S.; Hernandez, A.; Lao, S. & Perez, R., 2004. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359, 409–420.
- Chave, J.C., Andalo, S., Brown, M.A., Cairns, J.Q., Chambers, D., Eamus, H., Folster, Fromard F., Higuchi, N., Kira T., Lescure, J.-P, Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B. & Yamakura, T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* (200) 145: 87-99 pp.
- Djomo, A.N. ; Ibrahima, A. ; Saborowski, J. & Gravenhorst, G., 2010. Allometric equations for biomass estimations in Cameroon and pan moist tropical equations including biomass data from Africa. *Forest Ecol. Manage.* 260, 1873–1885.
- DJUIKOUO M. N. K., DOUCET J.-L., NGUEMBOU C. K., LEWIS S. L. & SONKÉ B., 2010. Diversity and aboveground biomass in three tropical forest types in the Dja Biosphere Reserve, Cameroon. *African Journal of Ecology*, 48, 1053–1063.
- Doucet, J.-L., 2003. Alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de doctorat inédite, Université de Gembloux, 316 p.

- Fayolle, A., Doucet, J-L, Gillet, J-F, Bourland, N. & Lejeune, P. 2013. Tree allometry in Central Africa: Testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. *Forest Ecology and Management* 305, 29–37 pp.
- Feldpausch, T.R. ; Lloyd, J. ; Lewis, S.L. ; Brien, R.J.W. ; Gloor, E. ; Monteagudo Mendoza, A. ; Lopez-Gonzalez, G. ; Banin, L. ; Abu Salim, K. & Affum-Baffoe, K., 2012. Tree height integrated into pan-tropical forest biomass estimates. *Biogeosci. Discuss.* 9, 2567–2622.
- Gourlet, F.S., Rosssi, V., Maxime, R-M, Freycon, V., Fayolle, A., Laurent, S-A, Cornu, G., Gerard, J., Sarrailh, J-M, Flores, O., Baya, F., Billand, A., Fauvet, N., Gally, M., Henry, M., Hubert, D., Pasquier, A. & Picard, N., 2011. Environmental filtering of densewooded species controls above-ground biomass stored in African moist forests, *Journal of Ecology* 2011, 99, 981–990 pp.
- HENRY M., BESNARD A., ASANTE W., ESHUN J., ADU BREU S., VALENTINI R., BRENOUX M. & SAINT-ANDRÉ L., 2010. Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. *Forest Ecology and Management*, 260 (8), 1375–1388.
- Houghton R A.; 2005 *Glob. Change Biol.* 11 945–58
- Houghton R A.; 2007 *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 35 313–47
- Kombe B., 2004. Diagnostic de la fertilité des Sols dans la Cuvette centrale congolaise. Cas des séries Yakonde et Yangambi. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 421p.
- Lomba C., 2007. Contributions à l'étude de phytodiversité à la réserve forestière de Yoko (Ubundu, RD Congo). Mémoire de D.E.S, Facultés des sciences, Unikis, 60 p.
- Makana, J., Umunay, P., Ewango, C., Jeffer, S., 2008. Inventaire floristique et estimation de stock de carbone sur pieds dans les forêts primaires et secondaires du Parc National de la Salonga et ses environs, 34 p.
- Makana, J.R; Hart, T.B.; Liengola, I.; Ewango, C.; Hart, J.A. & Condit, R., 2004. Ituri forest dynamics plot, Democratic Republic of Congo. In: Losos, E. C. & Leigh, J. E. G. (eds), *Tropical Forest Diversity and Dynamism – Findings from a Large-Scale Plot Network*. The University of Chicago Press, pp. 492-505.
- Pascal J-P., 2003. Notions sur les structures et dynamique des forêts tropicales humides. *Rev for LV*, numéro special, pp. 118 -130.
- Picard, N. & Gourlet-Fleury, S., 2008. Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo. CIRAD, Département Environnements et Sociétés, UPR Dynamique des forêts naturelles, Montpellier, France, 265 p.
- Puig H., 2001. Diversité spécifique et déforestation : l'exemple des forêts tropicales Rapport provincial de l'environnement., 1989
- Reitsma, J.M. 1988. Végétation forestière du Gabon. The Tropenbos Foundation. Ede, the Netherlands, 142p.

- Rondeux, J., 1999. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Presse universitaire de Gembloux, Belgique, 521 p.
- Sonke B., 1986. Etudes floristiques et structurales des forêts de la Réserve de Faune du Dja (Cameroun). Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, 267 p.
- Vandenput R., 1981. Les principales cultures en Afrique centrale. Tournai : publications D.G.A., Editions Lesaffre, hors-série, pp 228-259.
- Zobi, I. C., 2002. Contribution à la gestion sylvicole des forêts humides ivoiriennes à travers l'analyse des dispositifs permanents de Mopri et Irobo. Thèse doctorale, Université Claude-Bernard, Lyon, France, 159p.