

UNIVERSITE DE KISANGANI



BP. : 2012

KISANGANI

Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables

Département d'aménagement des écosystèmes forestiers

**Application des mesures dendrométriques pour
l'estimation de la biomasse aérienne dans la
forêt secondaire de la Réserve Forestière de
Yoko (Province de la Tshopo, RD Congo)**

Par

ABANI SIFA ZOLIANSE Jules

MEMOIRE,

Présenté et défendu en vue de l'obtention du diplôme
d'ingénieur en Gestion des Ressources Naturelles
Renouvelables

Option : Aménagement des écosystèmes forestiers

Directeur : Dr. Roger KATUSI LOMALISA



ANNEE ACADEMIQUE 2014-2015

15

01 - GRNR / Am. des éco. forestiers

Epigraphie

JE DOMINERAI ET JE FERAIS DES SUCCES DANS TOUTES MES RECHERCHES SUR TOUTE LA NATURE CAR DIEU A
DIT : « FAISONS L'HOMME A NOTRE IMAGE, A NOTRE RESSEMBLANCE ! QU'IL DOMINE SUR LES POISSON DE LA
MER, SUR LES OISEAUX DU CIEL, SUR LE BETAIL ET SUR TOUS LES REPTILES QUI RAMPENT SUR LA TERRE »

GENESE 1 : 26

DEDICACE

A vous chers parents : ABANI Albert-Stanislas et NOKANO Justine

Pour votre éducation, qui, a fait de nous, une personne instruite ;

A vous cousins et cousines

- ♣ **ABANI Gracia,**
- ♣ **ABANI Ruth,**
- ♣ **ABANI Vanessa**
- ♣ **ABANI Fortune et**
- ♣ **ABANI Loraine.**
- ♣ **BASAMUNO Jonathan**

Je dédie ce travail !

REMERCIEMENTS

Ce mémoire de licence étant le résultant d'efforts, d'encouragements, des conseils et des réflexions de nombreuses personnes, fait en sorte qu'à ce jours de rédaction, nous avons l'obligation de remercier toutes personnes qui ont d'une manière ou d'une autre contribué à sa réalisation.

Nos sincères remerciements s'adressent premièrement à EL SHADAÏ, l'éternel DIEU le tout puissant qui nous a garantie le souffle de vie, la force et l'intelligence pour que nous puissions parcourir nos études universitaires

Nous remercions notre frère aîné ABANI YANGALA Robert qui nous a aidé affectueusement à réaliser nos études universitaires et qui a affectueusement accepté d'assumer la responsabilité de nos parents ;

Nos grands remerciements s'adressent au Docteur KATUSI Roger, Directeur de ce mémoire pour son esprit de service ;

Nous pensons en outre à monsieur le Chef de Travaux ASSUMANI Dieu merci pour avoir accepté de nous accompagner pour la récolte de données ;

Nous tenons à remercier notre sœur ABANI BAPAGAY Marie-Assumpta pour son aide morale, matérielle et financière ; à nos frères ABANI ANOTANI Daniel et ABANI ANYAMUSAMANIA Jean-Marie pour leur aide tant morale que matérielle, à notre cadette ZONGONI Ashley pour son aide matérielle ;

Nous avons l'obligation de dire merci à la tante NIGOMBUSO Elisabeth et à la mère NDENO Marie suite à leur aide spirituelle et financière ;

Nos vifs remerciements s'adressent à nos amis de lutte : KEMBETI Jonas, KAYA Gabriel, MAMIMOLO Jean-Marie, MASIMO Joël, SENGI Christophe pour leurs aide morale matérielle et même financière et à ALIMENGO Paul, BOLAKO Joël, PYAME David, M'VUGE Bijoux pour leur aide morale.

RESUME

Le présent travail a porté sur l'application des mesures dendrométriques dans l'estimation de la biomasse aérienne de la Réserve Forestière de Yoko.

L'objectif général de cette étude est de comparer les différentes équations allométriques d'estimation de la biomasse aérienne dans la forêt secondaire de la réserve forestière de Yoko.

Trois parcelles de 1ha chacune ont été installées à l'intérieur desquelles tous les individus à $dhp \geq 10$ cm à 1,30m au dessus du sol ont été inventoriés et marqués et.

Au total 1217 individus ont été inventoriés sur l'ensemble de 3 ha regroupés en 158 espèces et 39 familles.

Pour estimer la biomasse des arbres, nous avons utilisé et comparé les équations allométriques suivants qui ont été établies par certains chercheurs.

$$B = \exp(-1,9967 + 2,3924 \cdot \ln(D)) \text{ par Djomo } et al. (2010)$$

$$B = \exp(-2,289 + 2,649 \cdot \ln DHP - 0,021 \cdot \ln DHP^2) \text{ par Brown (1997)}$$

$$B = \exp(-2,9946 + 0,9317 \ln(D^2H)) \text{ par Djomo } et al. (2010) \text{ cité par Dorvil, 2010}$$

$$B = 1,276 + 0,034 (D^2H) \text{ par Brown et Yverson (1992)}$$

$$B = \rho \cdot \exp(-1,183 + 1,940 \ln(D) + 0,239 (\ln(D))^2 - 0,0285 (\ln(D))^3) \text{ par Fayol } et al. (2013)$$

$$B = \exp(-4,0596 + 4,0624 \ln(D) - 0,228 (\ln(D))^2 + 1,4307 \ln(\rho)) \text{ par Ngomanda } et al. (2014)$$

$$B = (\rho \times \exp(-1,499 + 2,148 \ln(D) + 0,207 (\ln(D))^2 - 0,0281 (\ln(D))^3)) \text{ par Chave } et al. (2005)$$

$$B = \exp(-2,557 + 0,940 \ln(\rho D^2H)) \text{ par Chave } et al. (2005)$$

$$B = 0,0694 \cdot (\rho D^2H) \text{ par Dawkins } et al. (1961) \text{ cité par Dorvil, 2010}$$

Le dhp, la hauteur totale et la densité du bois sont les paramètres que nous avons utilisés dans ces équations allométriques pour la comparaison de la biomasse et la répartition des équations allométriques est fait selon l'utilisation de(s) paramètre choisi comme suit :

-
- Avec le dhp : Djomo *et al.* (2010) avec 187,9 t/ha

Brown (1997) avec 330,9 t/ha

- Avec le dhp et la hauteur totale : Djomo *et al.* (2010) 123,9 t/ha

Brown et Yverson (1992) 173,0 t/ha

- Avec le dhp et la densité du bois : Fayol *et al.* (2013) 276,9 t/ha

Ngomanda *et al.* (2014) 200,7t/ha

Chave *et al.* (2005) 281,7 t/ha

- Avec le dhp, hauteur totale et la densité du bois : Chave *et al.* (2005) 118,3 t/ha

Dawkins *et al.* (1961) 192,4 t/ha

Au principe selon le quel il est signalé qu'à la comparaison des équations allométriques pour l'estimation de la biomasse, l'équation qui donne un résultant le plus grand que les autres est à laisser car il surestime le résultant, nous envoi a juger pertinent l'équation allométrique de Chave *et al.*(2005) qui nous a donné après l'analyse, la quantité de la biomasse moyenne produite élevé à 118,3 t/ha, soit 59,2 t/ha du carbone séquestré. Signalons que le paramètre dendrométrique qui corrèle plus est le dhp

L'équation de régression qui a été plus favorable pour le calcul de la biomasse est celle de la puissance $y=0,063x^{2,169}$ avec $R^2 = 0,846$.

SUMMARY

The present work was about the application of the measures dendrométriques in the evaluation of the aerial biomass of the Forest Reserve of Yoko.

The general objective of this survey is to compare the different equations allométriques of evaluation of the aerial biomass in the secondary forest of the forest reserve of Yoko.

Three parcels of 1ha each has been installed of which inside all individuals to dhp 10 cm to 1,30m to the over of soil have been inventoried and marked and.

To the total 1217 individuals have been inventoried on the set of 3 ha regrouped in 158 species and 39 families.

To estimate the biomass of the trees, we used and compared the equations following allométriques that has been established by some researchers.

$B = \exp(-1,9967 + 2,3924 \cdot \ln(D))$ by Djomo and al. (2010)

$B = \exp(-2,289 + 2,649 \cdot \ln DHP - 0,021 \cdot \ln DHP^2)$ by Brown (1997)

$B = \exp(-2,9946 + 0,9317 \ln(D^2H))$ by Djomo and al. (2010) city by Dorvil, 2010,

$B = 1,276 + 0,034 (D^2H)$ by Brown and Yverson (1992)

$B = ? \cdot \exp(-1,183 + 1,940 \ln(D) + 0,239(\ln(D))^2 - 0,0285(\ln(Ds))^3)$ by Fayol and al. (2013)

$B = \exp(-4,0596 + 4,0624 \ln(D) - 0,228(\ln(D))^2 + 1,4307 \ln(?))$ by Ngomanda and al. (2014)

$B = (? \times \exp(-1,499 + 2,148 \ln(D) + 0,207(\ln(D))^2 - 0,0281(\ln(D))^3)$ by Chave and al. (2005)

$B = \exp(-2,557 + 0,940 \ln(? D^2H))$ by Chave and al. (2005)

$B = 0,0694 * (? D^2H)$ by Dawkins and al. (1961) city by Dorvil, 2010,

The dhp, the total height and the density of wood are the parameters that we used in this equations allométriques for the comparison of the biomass and the distribution of the equations allométriques is made according to the use de(s) chosen parameter like follows:

"With the dhp: Djomo and al. (2010) with 187,9 t/ha

Brown (1997) with 330,9 t/ha

"With the dhp and the total height: Djomo and al. (2010) 123,9 t/ha

Brown and Yverson (1992) 173,0 t/ha

"With the dhp and the density of wood: Fayol and al. (2013) 276,9 t/ha

Ngomanda and al. (2014) 200,7t/ha

Chave and al. (2005) 281,7 t/ha

"With the dhp, total height and the density of wood: Chave and al. (2005) 118,3 t/ha

Dawkins and al. (1961) 192,4 t/ha

What he/it is signalled to the principle according to the that to the comparison of the equations allométriques for the evaluation of the biomass, the equation that gives a resulting biggest than the other are to let because he/it overestimates the resulting, us consignment has judge applicable the equation allométrique of Chave and al. (2005) that gave us after the analysis, the quantity of the middle biomass produced elevated to 118,3 t/ha, either 59,2 t/ha of the carbon sequestrated. Let's signal that the parameter dendrométrique that correlates more is the dhp

The equation of regression that was more favorable for the calculation of the biomass is the one of the power $y=0,063x^{2,169}$ avec $R^2 = 0,846$.

TABLE DES MATIERES

Epigraphie	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME	iv
SUMMARY	v
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES ABREVIATIONS.....	xii
CHAPITRE I : INTRODUCTION.	1
1.1. PROBLÉMATIQUE.....	1
1.2. QUESTION DE RECHERCHE	2
1.3. HYPOTHESES.....	2
1.4. OBJECTIFS.....	2
1.4.1. Objectif général.....	2
1.4.2. Objectifs spécifiques.....	2
0.5. INTERET.	3
CHAPITRE II : MILIEU D'ETUDES.....	4
2.1. Caractéristiques climatiques.	5
2.1.1. Températures.....	6
2.1.2. Humidité	6
2.1.2. Insolation	6
2.2. Sol de la réserve de Yoko	6
2.3. Facteursbiotiques.....	7
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES.....	8
3.1. MATERIEL.....	8
3.1.1. Matériels techniques.....	8
3.1.2. Matériels biologiques.	8
3.2. METHODES.....	10
3.2.1. Analyse de données.....	10
3.2.2. Analyses statistiques.....	11

CHAPITRE IV : INTERPRETATION DES RESULTATS	12
4.1. Densité de peuplement	12
4.2. Diamètre à la hauteur de poitrine (DHP)	13
4.3. Hauteur	15
4.4. Surface terrière	17
4.5. Comparaison des modèles d'équation allométrique	18
4.5.1. Equations allométriques avec DHP	18
4.5.2. Equations allométriques avec DHP et hauteur totale	19
4.5.3. Equations allométriques avec DHP et densité du bois	20
4.5.4. Equations allométriques avec DHP, hauteur totale et densité du bois	20
4.5.5. Comparaison des quatre types d'équations allométriques (DHP ; DHP & HT ; DHP & ρ ; DHP, HT & ρ)	21
CHAPITRE V : DISCUSSION DES RESULTATS	22
5.1. Comparaison du stock de carbone obtenu avec ceux d'autres forêts	22
5.2. Corrélation multiple des paramètres analysés	23
CONCLUSION ET SUGGESTIONS	26
Conclusion	26
Suggestion	27

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation de la forêt de Yoko	5
Figure 2 : Carte de localisation de parcelles de récolte de données	9
Figure 3 : Parcelle de 1ha de 100m x 100m ayant 100 placeau de 10m x 10m	9
Figure 4 : Densité des dix premières espèces	12
Figure 5 : Densité de dix premières familles	13
Figure 6 : Structure des arbres en classes de DHP	14
Figure 7 : Répartition de DHP moyen en classes de DHP	15
Figure 8 : Répartition des arbres en classes de hauteur totale	16
Figure 9 : Répartition de hauteur totale en classes de DHP	16
Figure 10 : Répartition de surface terrière moyenne en classes de DHP	17
Figure 11 : Répartition de surface terrière totale en classes de DHP	18
Figure 12 : Romparaison des quatre équations allométriques jugées meilleures	21
Figure 13 : Corrélation entre la biomasse aérienne et le DHP	24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Types d'équation allométriques retenues.....	11
Tableau 2 : Répartition des arbres en classes de DHP.....	14
Tableau 3 : Comparaison des équation allométriques impliquant uniquement le DHP.....	19
Tableau 4 : Comparaison des équations allométriques impliquant le DHP et la Hauteur totale	19
Tableau 5 : Comparaison des équations allométriques impliquant le DHP et la Densité du bois	19
Tableau 6 : Comparaison des équations allométriques impliquant le DHP, la hauteur totale et la densité du bois.....	20
Tableau 7 : Matrice de corrélation entre DHP, Hauteur totale, Densité du bois et Biomasse aérienne	23
Tableau 8 : Récapitulatif du modèle et estimations des paramètres	24

LISTE DES ABREVIATIONS

FAO = fond de nation de nations unie pour l'alimentation

C = carbone

GES = gaz à effet de serre

H₂O = oxyde d'hydrogène

CO₂ = dioxyde de carbone

(CH₄) = méthane

(N₂O) = oxyde nitreux

GDT = gestion durable de terre

GIEC = groupe des espères intergouvernementale sur le carbone

AGB = biomasse aérienne

REDD⁺ = réduction des émissions lié au déboisement et a la déforestation a jouté le renforcement des stocks de carbone forestier dans la réduction des émissions de GES

ICCN = institut congolais pour la conservation de la nature

TTT = température mensuelle

UU = humidité relative mensuelle (%)

RR = précipitations mensuelles

GPS = global positioningsystem

CHAPITRE 0 : INTRODUCTION.

0.1. PROBLÉMATIQUE

Selon les publications de la FAO (2005), les forêts tropicales réparties sur une superficie de 13,76 millions de Km² représentent 60% des forêts et jouent un rôle clef dans le cycle de carbone mondiale (C) tant au niveau du flux de carbone que du volume de carbone stocké.

Le climat mondial subit de modification du jour au lendemain due aux émissions des gaz à effet de serre (GES) qui proviennent soit d'origine humaine (pollution automobile, pollution industrielle, utilisation des combustibles fossiles, la déforestation), soit d'origine naturel (la vapeur d'eau, le gaz naturel).

Selon les affirmations de GIEC dans son quatrième rapport d'évaluation de 2007, le déboisement et la dégradation des forêts sont responsables d'environ 17% de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre dans le monde; elle est la troisième après le transport mondiaux et le secteur énergétique (26%) et le secteur industriel (19%).

Parmi les gaz à effet de serre, le CO₂ demeure le plus abondant dans l'atmosphère influant ainsi sur la modification de la composition de l'atmosphère, les cycles hydrologiques, les apports solaires ainsi que les modifications du cycle biogéochimique du carbone (Negi *et al.* 2003).

Actuellement, l'augmentation du carbone est l'une des majeures préoccupations d'aujourd'hui et qui a été traitée au protocole de Kyoto comme affirment Ravindranath *et al.* (1997). Elle est le principal facteur responsable du réchauffement climatique.

Ce protocole reconnaît des forêts comme étant les meilleurs puits de carbone pour stocker le CO₂ de l'atmosphère (Ross, 2000 ; Alamgi et Al-Amin, 2008). Pourtant les massifs forestiers du continent africain sont très peu connus. De l'autre côté, de nombreuses études ont été menées par de certains chercheurs (Saint-Andre *et al.* 2005; Segura & Kannin en, 2005 Nogueira *et al.*, 2008; Basuki *et al.*, 2009) pour disponibilité les différentes méthodes destinées à l'estimation de stocks du carbone.

Ketterings *et al.* (2001) disent qu'il est préférable lors de cette estimation d'utiliser un modèle d'équation pour chaque espèce vu que les arbres de différentes espèces sont différents en terme d'architecture et la densité du bois. Il arrive qu'en raison d'une vaste gamme des espèces des forêts tropicales humides ces équations ne sont pas disponibles.

Pour matérialiser de recherche comme celle-ci, on peut toutefois essayer un certain nombre de modèles statistiques utilisés pour l'estimation de la biomasse aérienne dans la littérature. Un grand nombre des modèles d'équations allométriques a déjà été publié notamment par Dawkins *et al.* (1961) ; Yverson (1992) ; Chave *et al.* (2005) ; Brown (1997) ; Djomo (2010) ; Fayol *et al.* (2013) ; etc., en fonction du nombre des paramètres.

0.2. QUESTION DE RECHERCHE

(1) Existe-t-il une différence quantitative de la biomasse aérienne des arbres entre les différentes équations allométriques préétablies ?

(2) Peut-on avoir un paramètre dendrométrique qui corrèle mieux à l'estimation de la biomasse aérienne des arbres?

0.3. HYPOTHESES.

Deux hypothèses ont été émises en tenant compte de deux questions précitées:

(1) L'équation allométrique la plus réaliste est celle qui fait intervenir le DHP, la hauteur totale et la densité du bois

(2) Le DHP constitue un paramètre dendrométrique qui corrèle mieux à l'estimation de la biomasse aérienne que la hauteur totale et la densité du bois

0.4. OBJECTIFS

0.4.1. Objectif général

L'objectif général de cette étude est de comparer les différentes équations allométriques d'estimation de la biomasse aérienne dans la forêt secondaire de la réserve forestière de Yoko

0.4.2. Objectifs spécifiques

Pour atteindre cet objectif général, les objectifs spécifiques suivants ont été poursuivis, notamment :

(1) Comparer les différentes équations allométriques préétablies par certains chercheurs pour estimer la biomasse aérienne des arbres;

(2) Déterminer le paramètres dendrométrique qui corrèle mieux à l'estimation de la biomasse aérienne.

0.5. INTERET.

Mener les études sur la biomasse est d'une grande importance car elle joue un rôle dans le cycle de nutriments (Baker *et al*, 2004) et elle est un indicateur des services écosystémiques ; environnant 50 % de carbone stocké (Portela et Radesmacher, 2001).

CHAPITRE I: MILIEU D'ETUDES.

La Réserve forestière de Yoko est située dans la province de la Tshopo, le Territoire d'Ubundu et dans la Collectivité Bakumu-Mangongo. Elle est limitée au nord par la ville de Kisangani et les forêts perturbées, dans ses extrêmes sud et à l'est par la rivière Biaro qui forme une demi-boucle en suivant cette direction, à l'ouest par la voie ferrée et la route le long de laquelle, elle se prolonge des points kilométriques 21 et 38 (Lomba et Ndjele, 1998).

Elle est régie par l'ordonnance loi n°52/104 du 28/02/1959 du Ministère de l'Environnement et Tourisme (rapport provincial de l'Environnement, 1989 cité par Lomba, 2007).

Elle est une 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 telle que modifiée et complétée par l'ordonnance-loi n°78-190 du 5 Mai 1988.

La réserve forestière de Yoko tire son nom de la rivière Yoko qui la subdivise en deux parties dont la partie nord avec 3.370 ha et la partie sud avec 3.605 ha, soit une superficie globale de 6.975 ha (Figure 1)

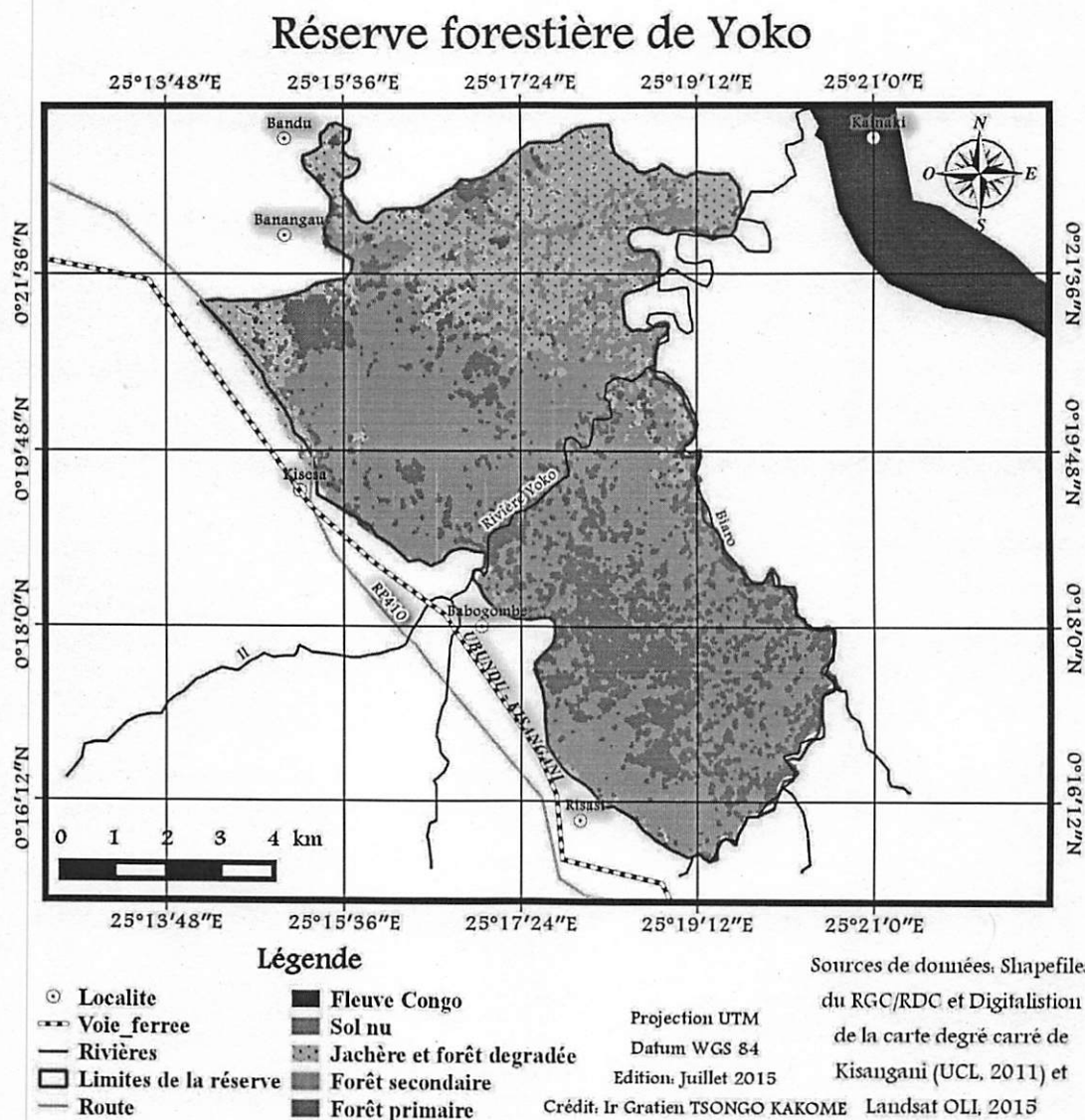


Figure 1 : Carte de localisation de la réserve forestière de Yoko

1.1. Caractéristiques climatiques.

En se rendant compte des irrégularités dans le prélèvement des données climatiques de la réserve et en suivant sa situation à la périphérie de Kisangani, la réserve de Yoko bénéficie globalement du climat régional de la ville de Kisangani du type Afde la classification de Köppen (Lomba, 2007).

Ce climat est caractérisé par :

- La moyenne des températures du mois le plus froid supérieure à 18°C ;

-
- L'amplitude thermique annuelle faible ($< 0,5^{\circ}\text{C}$) ;
 - La moyenne des précipitations du mois le plus sec oscillant autour de 60 mm.

La réserve forestière de Yoko à une couverture végétale très importante et aussi du fait qu'elle est traversée par un réseau hydrographique dense, ce qui fait qu'elle ait des petites variations microclimatiques.

1.1.1. Températures

L'oscillation de la température de l'air varie entre $22,4^{\circ}\text{C}$ à 26°C . Depuis sa création le mois le plus chaud s'était observé au mois de mars 1995 et celui le plus froid au mois de janvier 1992 (Lomba, 2007).

1.1.2. Humidité

En juillet 1992, juin et juillet 1994 ainsi qu'en décembre 1996, les moyennes mensuelles de l'humidité de l'air sont plus élevées (90 %). La moyenne mensuelle la plus basse s'observe en février 1992 (72 %). La moyenne annuelle la plus faible (81,6 %) est celle de 1987, la plus élevée (86,8 %) est observée en 1996 (Soki, 1994).

1.1.3. Insolation

L'insolation relative de la région oscille entre 42 et 45 % dans l'atmosphère surmontant les forêts de l'est de la République Démocratique du Congo. Le maximum se situe en janvier – février et le minimum est observé en août (Soki, 1994).

1.2. Sol de la réserve de Yoko

La réserve forestière de Yoko a un sol présentant les mêmes caractéristiques reconnues aux sols de la cuvette centrale congolaise. Ce sont des sols ferrallitiques (classification française) des forêts tropicales ou encore appelés ferralsols (classification de la FAO) ou encore oxisols (classification USDA) (Sys, 1960 cité par Kumba, 2007).

Généralement le sol est du type sablo-argileux, acide, renfermant des combinaisons à base de sable, pauvre en humus et en éléments assimilables par les plantes, à cause du lessivage dû aux pluies abondantes (Nyakabwa, 1982).

1.3. Facteurs biotiques

La réserve forestière de Yoko se trouve dans la chorologie de l'ensemble de province de la Tshopo (Ndjele, 1988) :

- Secteur Forestier Central
- Domaine Congolais
- Région Guinéo-congolaise.
- Province Centro-Orientale de la Maiko

Dans le cadre phytosociologique, la réserve de Yoko est définie comme suit :

- la végétation de la partie nord fait partie de groupe des forêts mésophiles sempervirentes à *Gilbertiodendron dewevrei*, à l'alliance *Oxystigmo-Scorodophloeion*, à l'ordre des *Gilbertiodendron dewevrei* et à la classe des *Strombosio-Parinarietea* (Lebrun et Gilbert, 1954).

- la partie sud de la réserve appartient au type des forêts mésophiles semi-caducifoliées à *Scorodophloeus zenkeri*, à l'alliance *Oxystigmo-Scorodophloeion*, à l'ordre des *Piptadenio-Celtidetalia* et à la classe des *Strombosio-Parinarietea* (Lebrun et Gilbert, 1954).

En ce qui concerne l'action anthropique, la réserve forestière de Yoko est soumise à l'activité des villageois situés le long de la route Kisangani-Ubundu. Cet aspect a une importance dans l'interprétation des paysages botaniques. La population riveraine pour leur survie pratique une agriculture traditionnelle basée sur le maïs, le manioc et la banane

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1. MATERIEL

Pour sa bonne réalisation, nous nous sommes servis de deux sortes de matériels, qui sont les matériels techniques et les matériels biologiques.

2.1.1. Matériel technique.

- Une boussole pour orienter la direction des layons ;
- Un penta décimètre pour réaliser le chainage des layons des aires d'inventaire ;
- Une machette pour l'ouverture des layons ;
- Des fiches d'inventaires
- Une boîte de peinture pour le marquage des arbres ;
- Un GPS pour la détermination des coordonnées géographiques
- Un fil bougie pour la délimitation des placeaux;
- Un télémètre pour la détermination de la hauteur des arbres suivant les strates ;
- Un ordinateur pour la saisie et le traitement de données ;
- Un ruban circonférentiel pour la mesure des circonférences d'arbres;

2.1.2. Matériel biologique.

Les individus de différentes espèces inventoriés ont servi comme matériel biologique

2.2. METHODES

La zone d'études est constituée de trois parcelles permanentes de 1 ha chacune installées dans la forêt secondaire du bloc nord du dispositif permanent de Yoko (Figure 2). Chaque hectare est subdivisé en 100 placettes de 10 m x 10 m à l'intérieur desquelles tous les individus à $d_{hp} \geq 10$ cm ont été mesurés à 1,30 m au dessus du sol ou à 30 cm au dessus des contreforts ou des racines échasses, numérotés et matérialisés par deux bandes peintes en rouge et enfin, tous ces individus ont été positionnés par les coordonnées x et y (Figure 3)

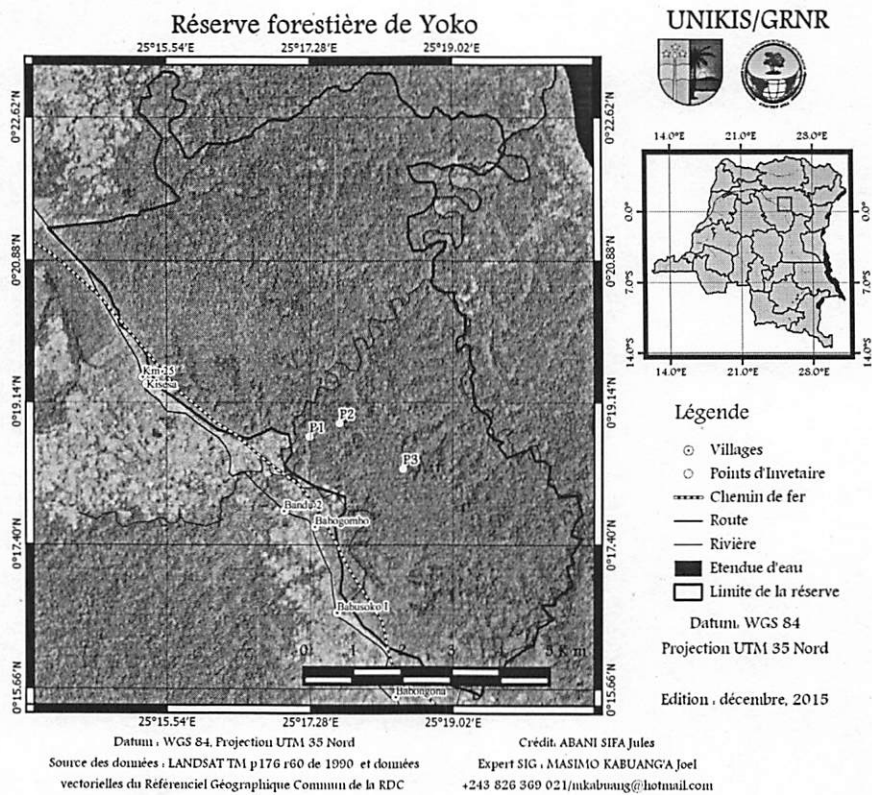


Figure 2 : Carte de localisation des parcelles de la récolte de données

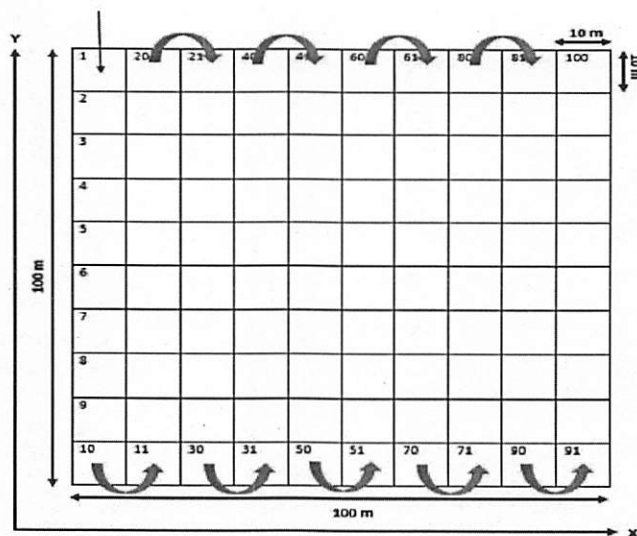


Figure 3 : Parcelle de 1ha subdivisés en 100 placettes de 10m x 10m

2.2.1. Analyse de données.

a) surface terrière

La surface terrière est la section de l'arbre prise à 1,30m au dessus du sol et est exprimée en mètre carré par hectare (m²/ha). Elle a été calculée pour chaque individu à partir de la formule suivante :

$$G = \frac{\pi D^2}{4} (1) \text{ (Gounot, 1969) où } D : \text{diamètre à 1,30 m du sol (ou la hauteur de la poitrine)}$$

b) Densité du bois

Selon Chave & *al.* (2009), la densité spécifique des bois est fournie par les bases de données internationales d'espèces selon leur zone géographique. Toutefois, il subsiste un manque d'informations sur la densité du bois de nombreuses espèces africaines.

La densité du bois à l'échelle du genre peut être estimée à partir de la moyenne de la densité du bois des espèces qui le composent (Slik et al, 2008). Ainsi, une moyenne de la densité du bois des espèces a été calculée au niveau de chaque genre. Pour les genres n'ayant pas des densités dans la base de données, la valeur moyenne de tous les genres pour le site a été attribuée.

C) Estimation de la biomasse aérienne

La biomasse aérienne (AGB) a été déterminée à partir d'une équation allométrique applicable pour les espèces végétales des forêts tropicales.

$$AGB = \exp(-2,557 + 0,940 \ln(\rho D^2 H)) \text{ Chave et al. (2005)}$$

De façon générale, la densité (ρ) de bois est prédite à partir de l'espèce (CTFS Wood Density Swenson, 2014; <http://www.fao.org/docrep/w4095eOchmt>). Des lors que les arbres inventoriés ne sont pas identifiés ou si l'espèce relevée n'a pas une densité connue, il faut une stratégie de remplacement des valeurs manquantes, habituellement cette stratégie est soit taxonomique, c'est-à-dire l'utilisation d'information taxonomique incomplète : genre, famille,...) soit locale (densité de bois des arbres proches) (Gourlet-Fleury et al., 2011 ; Quentin, 2012).

Dans le cadre de la comparaison de différentes équations allométriques, nous avons retenu le modèle des équations préétablies par certains auteurs qui sont repris dans le tableau 1

Tableau 1 : Types d'équation allométriques retenues

Paramètres	Equations	Auteurs
D	$B = \exp(-1,9967 + 2,3924 \cdot \ln(D))$	Djomo <i>et al.</i> (2010)
	$B = \exp(-2,289 + 2,649 \cdot \ln DHP - 0,021 \cdot \ln DHP^2)$	Brown (1997)
DH	$B = \exp(-2,9946 + 0,9317 \ln(D^2H))$	Djomo <i>et al.</i> (2010) cité par Dorvil, 2010
	$B = 1,276 + 0,034 (D^2H)$	Brown et Yverson (1992)
Dp	$B = \rho \cdot \exp(-1,183 + 1,940 \ln(D) + 0,239(\ln(D))^2 - 0,0285(\ln(D))^3)$	Fayol <i>et al.</i> (2013)
	$B = \exp(-4,0596 + 4,0624 \ln(D) - 0,228(\ln(D))^2 + 1,4307 \ln(\rho))$	Ngomanda <i>et al.</i> (2014)
	$B = (\rho \times \exp(-1,499 + 2,148 \ln(D) + 0,207(\ln(D))^2 - 0,0281(\ln(D))^3))$	Chave <i>et al.</i> (2005)
DpH	$B = \exp(-2,557 + 0,940 \ln(\rho D^2H))$	Chave <i>et al.</i> (2005)
	$B = 0,0694 \cdot (\rho D^2H)$	Dawkins <i>et al.</i> (1961) cité par Dorvil, 2010

2.2.2. Analyses statistiques

Les différents tests statistiques utilisés dans ce travail, notamment le test t de Student ainsi qu'apparié et d'ANOVA ont été faits dans le SPSS.

CHAPITRE III : INTERPRETATION DES RESULTATS

3.1. Densité de peuplement

Au total 1217 individus regroupés en 158 espèces et 39 familles ont été inventoriées sur l'ensemble de 3 ha, soit une densité de 406 pieds/ha.

La figure ci-dessous illustre la densité des dix espèces les plus représentées de la forêt secondaire étudiée.

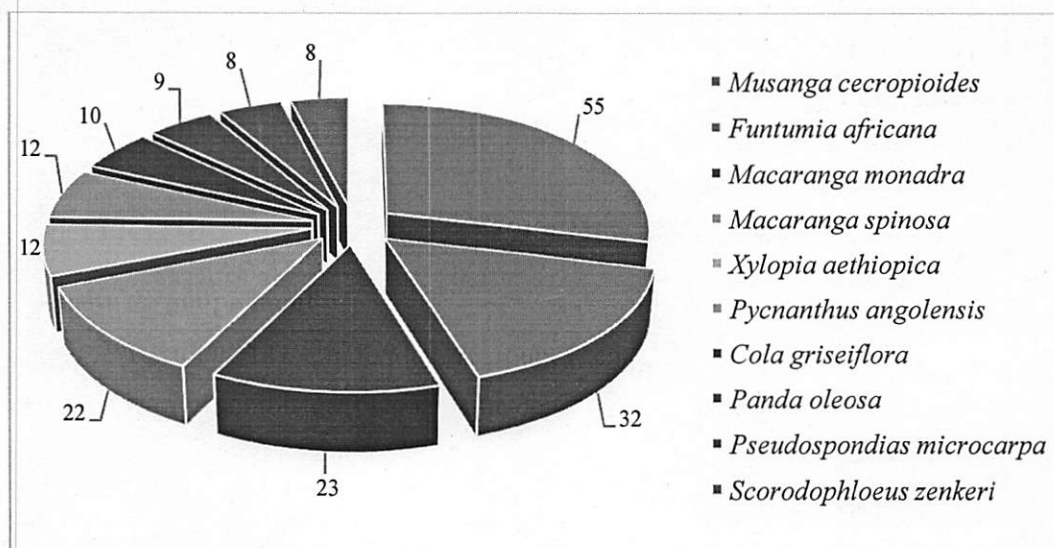


Figure 4 : densité des dix premières espèces

De toutes les espèces inventoriées, la figure 5 montre que, *Musangacecropioides* présente le plus grand nombre d'arbres à l'hectare, soit 55 pieds/ha. Elle est suivie de *Funtumia africana* avec 32 pieds/ha, *Macaranga monandra* avec 23 pieds/ha, *Macaranga spinosa* avec 22 pieds/ha, *Xylopia aethiopica* et *Pycnanthus angolensis* avec chacune 12 pieds/ha, *Cola griseiflora* avec 10 pieds/ha, *Panda oleosa* avec 9 pieds/ha et enfin, *Pseudospondias microcarpa* et *Scorodophloeus zenkeri* avec chacune 8 pieds/ha. Les autres espèces représentent un total de 215 pieds/ha.

Quant aux familles, la figure ci-dessous présente la répartition des familles les plus représentées.

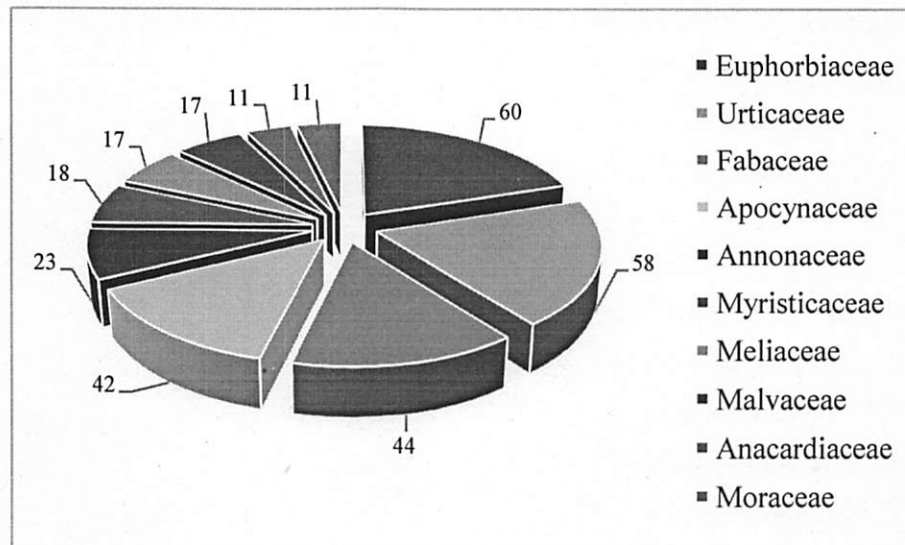


Figure 5 : densité de dix premières familles

Parmi les dix premières familles inventoriées dans la forêt secondaire étudiée, la figure 5 montre que, *Euphorbiaceae* est la plus représentée avec 60 pieds/ha. Elle est suivie des *Urticaceae* avec 58 pieds/ha, *Fabaceae* avec 44 pieds/ha, *Apocynaceae* avec 42 pieds/ha, *Annonaceae* avec 23 pieds/ha, *Myristicaceae* avec 18 pieds/ha, *Meliaceae* et *Malvaceae* avec chacune 17 pieds/ha et enfin, *Anacardiaceae* et *Moraceae* avec chacune 11 pieds/ha. Les autres familles représentent un total de 104 pieds/ha.

3.2. Diamètre à la hauteur de poitrine (DHP)

La répartition des arbres en classes de DHP est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Répartition des arbres en classes de DHP

Classes DHP (cm)	Fréquence Observée	Fréquence relative (%)
10 - 20	792	65,1
20 - 30	226	18,6
30 - 40	98	8,1
40 - 50	32	2,6
50 - 60	16	1,3
60 - 70	20	1,6
70 - 80	5	0,4
80 - 90	1	0,1
90 - 100	22	1,8
100 - 110	5	0,4
Total général	1217	100
Moyenne (cm)	22,4	-
Écart-type	15,8	-
Variance	249,8	-
CV (%)	70,4	-

Le tableau 2 montre que, la classe de 10 – 20 cm de DHP renferme la majorité d'arbres inventoriés, soit 792 pieds (65,1 %) et par contre, la classe de 80 – 90 cm de DHP est la moins représentée avec 1 pied (0,1 %).

La figure ci-dessous présente la façon dont les arbres sont structurés dans les classes de DHP.

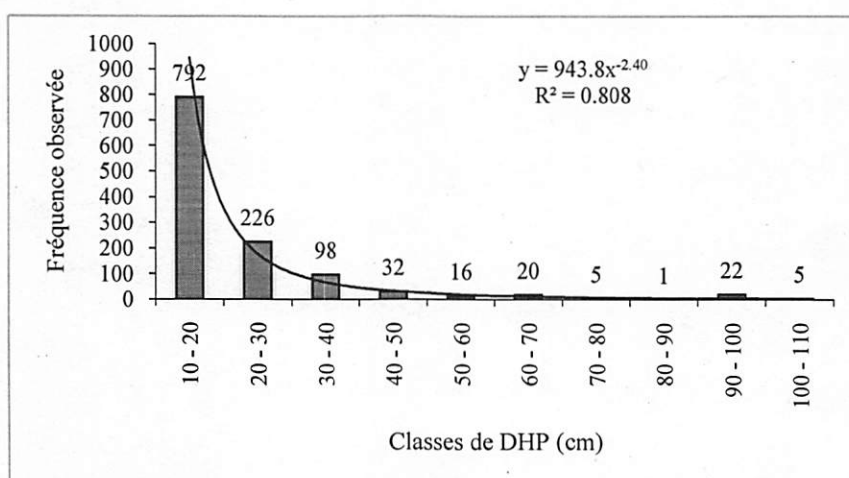


Figure 6 : structure des arbres en classes de DHP

Il ressort de la figure 6 que, la répartition des arbres en classes de DHP présente la courbe en « J renversé », cela montre que cette forêt secondaire renferme plus d'arbres d'avenir. En d'autres termes, le nombre de tiges diminue avec l'augmentation des classes de DHP. La régression des fréquences observées par rapport aux classes de DHP est celle de la puissance avec $R^2 = 0,808$.

L'augmentation de DHP moyen en fonction des classes de DHP est présentée par la figure ci-dessous.

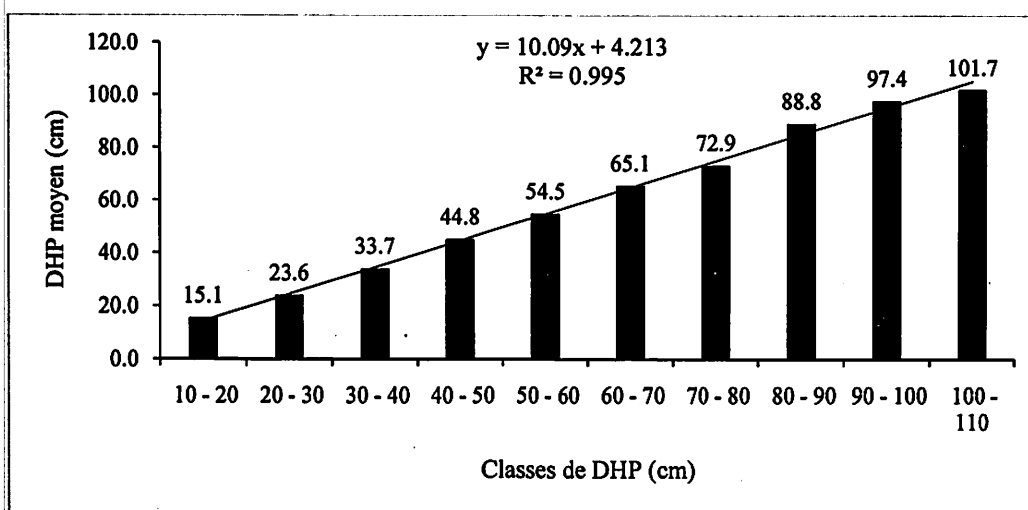


Figure7 : Répartition de DHP moyen en classes de DHP

Il ressort de la figure 7 que le DHP moyen des arbres inventoriés dans cette forêt secondaire augmente avec les classes de DHP. La régression est linéaire avec $R^2 = 0,9955$.

3.3. Hauteur

La répartition des arbres en classes de hauteur totale dans la forêt secondaire étudiée est présentée sur la figure ci-dessous.

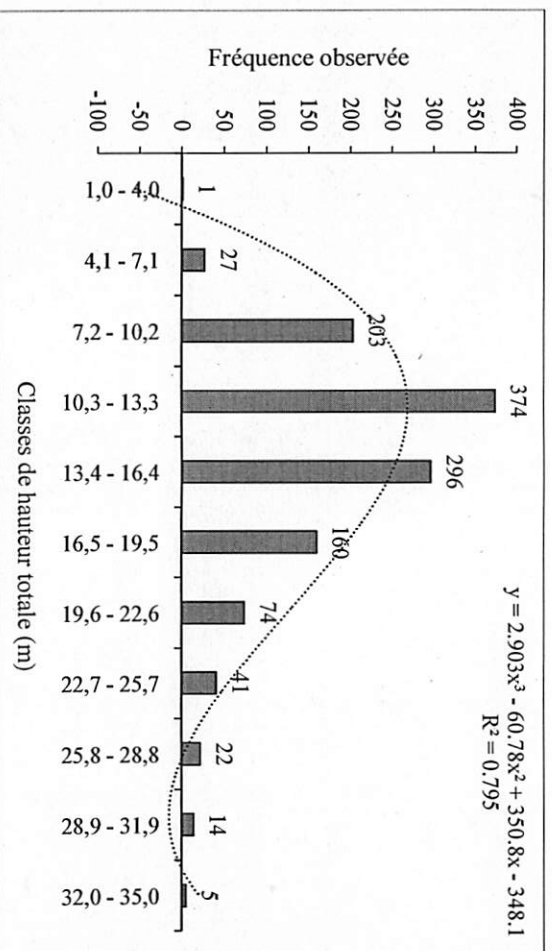


Figure 8 : Répartition des arbres en classes de hauteur totale

La figure 8 montre que, la répartition des arbres en classes de hauteur totale présente une courbe en forme de cloche. La tendance augmente de la première classe jusqu'à la quatrième classe où la fréquence observée atteint son pic cette fois-ci avec 374 pieds et ensuite, diminue sensiblement avec l'augmentation des classes de hauteur totale jusqu'à la dernière classe. La régression est cubique avec $R^2 = 0,7952$.

La figure ci-dessous représente la répartition de la hauteur totale en fonction des classes de DHP.

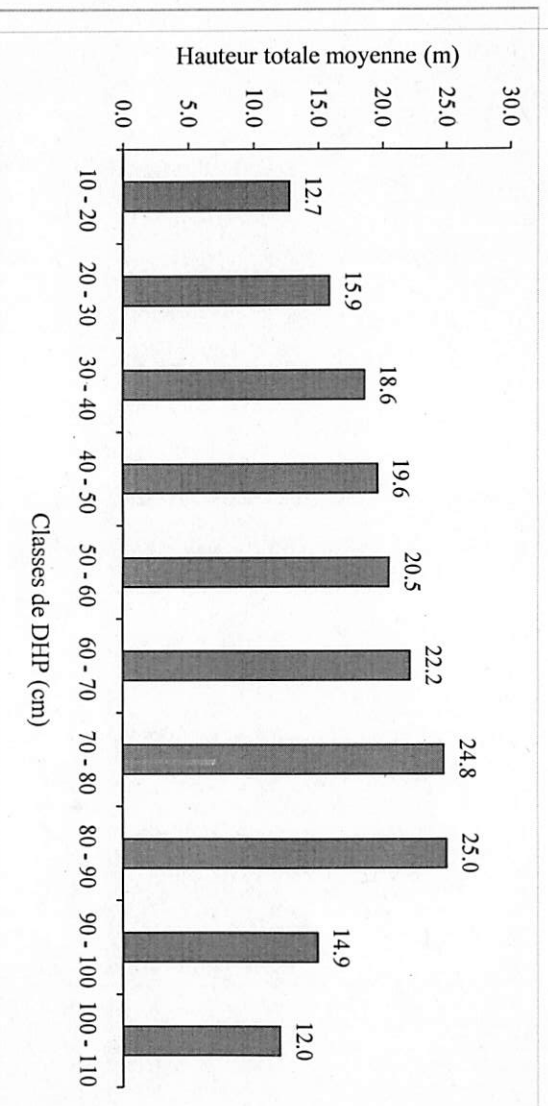


Figure 9 : Répartition de la hauteur totale en fonction des classes de DHP

Il ressort de la figure 9 que, la plus haute hauteur totale des arbres est focalisée dans la classe de 80 – 90 cm de DHP (25m) et la plus petite hauteur totale se situe dans la classe de 100 – 110 cm de DHP (12 m). La régression est cubique avec $R^2 = 0,7512$.

3.4. Surface terrière

Par rapport aux classes de DHP, la figure ci-dessous en présente la répartition de la surface terrière moyenne des arbres de la forêt secondaire étudiée.

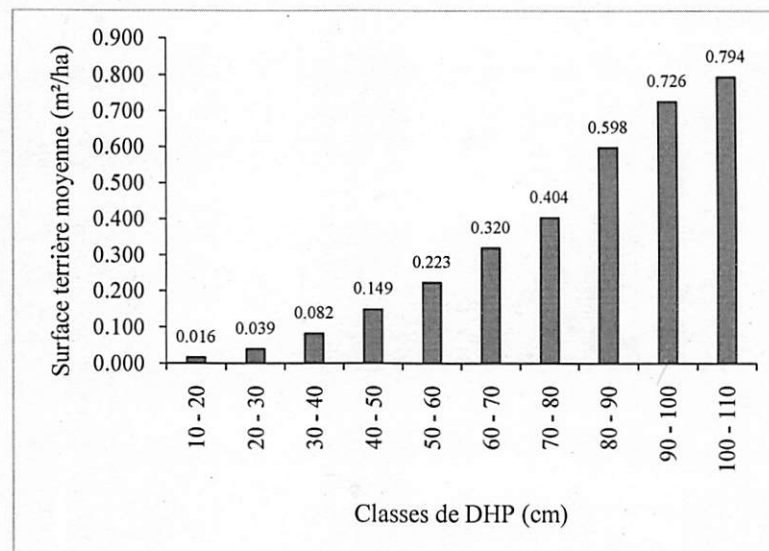


Figure 10 : Répartition de la surface terrière moyenne en fonction des classes de DHP

Il ressort de la figure 10 que, la surface terrière moyenne augmente avec les classes de DHP. La courbe présente une allure en J. La régression est une puissance avec $R^2 = 0,993$.

La figure ci-dessous présente la répartition de surface terrière totale en fonction des classes de DHP.

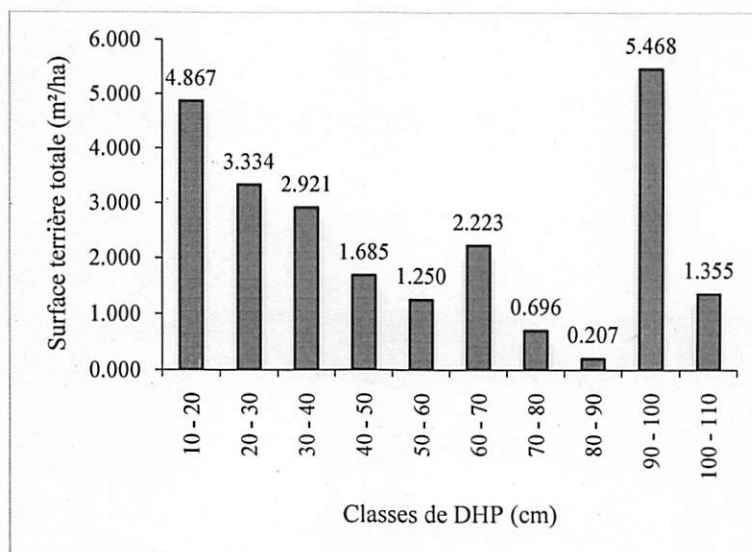


Figure 11 : Répartition de surface terrière totale en classes de DHP

Il ressort de la figure 11 que, la répartition de la surface terrière totale en fonction des classes de DHP ne présente pas une forme régulière avec une régression polynomiale de l'ordre 6. La classe de 90 – 100 cm de DHP présente plus grande surface terrière totale, soit 5,468 m²/ha (23 %) et par contre, la classe de 80 – 90 cm de DHP présente la plus petite surface terrière totale avec 0,207 m²/ha (1 %) de la surface terrière totale de l'ensemble des peuplements.

3.5. Comparaison des modèles d'équation allométrique

Nous avons essayé un certain nombre des modèles statistiques (Tableau 1: Présentation de quelques modèles de régression pour l'estimation de la biomasse des forêts tropicales humides) utilisés pour l'estimation de l'AGB dans la littérature. Un grand nombre des modèles de régression a déjà été publié et nous avons seulement sélectionné sept d'entre eux en fonction du nombre des paramètres, de leur simplicité et de leur mathématique appliquée. Ces équations sont regroupées en quatre types, notamment, les équations ne faisant intervenir que le DHP ; le DHP et la hauteur totale ; le DHP et la densité du bois et enfin, le DHP, la hauteur totale et la densité du bois

3.5.1. Equations allométriques avec DHP

Les résultats de calcul des équations allométriques proposées par Djomo et al. (2010) et Brown (1997) faisant intervenir seulement le DHP sont illustrés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Comparaison des équations allométriques impliquant uniquement le DHP

Auteurs	Biomasse à l'échelle de peuplement (tonne)		Biomasse ramenée à l'hectare (t/ha)	
	Moyenne	Totale	Moyenne	Totale
Djomo <i>et al.</i> (2010)	0,463	563,8	0,154	187,9
Brown (1997)	0,816	992,6	0,272	330,9
p-value t de Student apparié			0,000	

Il ressort du tableau 3 que, l'équation allométrique de Djomo *et al.* (2010) donne la valeur inférieure par rapport à celle de Brown (1997). Le test de Student apparié montre que la différence entre les résultats de ces deux équations allométriques est très hautement significative ($p\text{-value} = 0,000 < \alpha = 0,001$).

Quant au choix de la meilleure équation allométrique, celle de Djomo *et al.* (2010) s'avère être la meilleure, car elle présente une valeur faible par rapport à celle de Brown (1997).

3.5.2. Equations allométriques avec DHP et hauteur totale

Les résultats de calcul des équations allométriques proposées par Djomo *et al.* (2010) et Brown et Yverson (1992) faisant intervenir le DHP et la hauteur totale sont illustrés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Comparaison des équations allométriques impliquant le DHP et la Hauteur totale

Auteurs	Biomasse à l'échelle du peuplement (tonne)		Biomasse à l'échelle de 1 ha (t/ha)	
	Moyenne	Totale	Moyenne	Totale
Djomo <i>et al.</i> (2010)	0,305	371,6	0,102	123,9
Brown et Yverson (1992)	0,426	518,9	0,142	173,0
Test t de Student apparié (p-value)			0,000	

De ces deux équations allométriques (Djomo *et al.* 2010 et Brown et Yverson, 1992), il ressort du tableau 4 que, l'équation allométrique de Djomo *et al.* (2010) donne des résultats inférieurs par rapport à celle de Brown et Yverson (1992). Le test de Student apparié montre que la différence entre les résultats de ces deux équations allométriques est très hautement significative ($p\text{-value} = 0,000 < \alpha = 0,001$).

Quant au choix de la meilleure équation allométrique, celle de Djomo *et al.* (2010) s'avère être la meilleure, car elle présente une valeur faible par rapport à celle de Brown et Yverson (1992).

3.5.3. Equations allométriques avec DHP et densité du bois

Les résultats de calcul des équations allométriques proposées par Fayol *et al.* (2013), Ngomanda *et al.* (2014) et Chave *et al.* (2005) faisant intervenir le DHP et la densité du bois sont illustrés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Comparaison des équations allométriques impliquant le DHP et la densité du bois

Auteurs	Biomasse à l'échelle du peuplement (en tonne)		Biomasse à l'échelle de 1ha (en t/ha)	
	Moyenne	Totale	Moyenne	Totale
Fayol <i>et al.</i> (2013)	0,683	830,6	0,228	276,9
Ngomanda <i>et al.</i> (2014)	0,495	602,2	0,165	200,7
Chave <i>et al.</i> (2005)	0,694	845,2	0,231	281,7
p-value ANOVA				0,021

En comparant ces trois équations allométriques de Fayol *et al.* (2013) ; Ngomanda *et al.* (2014) et Chave *et al.* (2005) ; il ressort du tableau 5 que, l'équation allométrique proposée par Ngomanda *et al.* (2014) donne des résultats inférieurs par rapport aux deux autres équations allométriques (Fayol *et al.*, 2013 ; Chave *et al.*, 2005). Le test ANOVA à un facteur montre que la différence entre les résultats de ces trois équations allométriques est significative ($p\text{-value} = 0,021 < \alpha = 0,05$).

Quant au choix de la meilleure équation allométrique, celle de Ngomanda *et al.* (2010) s'avère être la meilleure, car elle présente une valeur faible par rapport aux équations allométriques de deux autres auteurs.

3.5.4. Equations allométriques avec DHP, hauteur totale et densité du bois

Les résultats de calcul des équations allométriques proposées par Chave *et al.* (2005) et Dawkins *et al.* (1961) faisant intervenir le DHP, la hauteur totale et la densité du bois sont illustrés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Comparaison des équations allométriques impliquant le DHP, la hauteur totale et la densité du bois

Auteurs	Biomasse à l'échelle du peuplement (en tonne)		Biomasse à l'échelle de 1ha (en t/ha)	
	Moyenne	Totale	Moyenne	Totale
Chave <i>et al.</i> (2005)	0,291	354,8	0,097	118,3
Dawkins <i>et al.</i> (1961)	0,494	577,2	0,158	192,4
Test t de Student (p-value)				0,000

En comparant ces deux équations allométriques de Chave *et al.* (2005) et Dawkins *et al.* (1961), il ressort du tableau 6 que, l'équation allométrique proposée par Chave *et al.* (2005) donne des résultats inférieurs par rapport à celle de Dawkins *et al.* (1961). Le test t de Student apparié montre une différence très hautement significative entre les résultats de ces deux équations allométriques ($p\text{-value} = 0,000 < \alpha = 0,001$).

Quant au choix de la meilleure équation allométrique parmi celles faisant intervenir le DHP, la hauteur totale et la densité du bois, c'est celle de Chave *et al.* (2005) qui est la meilleure, car elle présente une valeur faible par rapport à l'équation proposée par Dawkins *et al.* (1961).

3.5.5. Comparaison des quatre types d'équations allométriques (DHP ; DHP & HT ; DHP & ρ ; DHP, HT & ρ)

Parmi les sept équations allométriques analysées, il était question de ne choisir qu'une seule étant la meilleure dans chacun de quatre groupes différenciés selon les paramètres inclus dans la formule.

La figure ci-dessous compare les résultats de quatre équations allométriques jugées meilleures dans quatre groupes d'équations allométriques analysées.

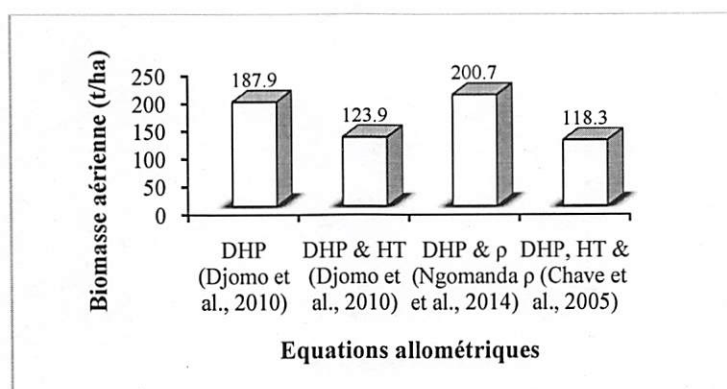


Figure 12 : Comparaison de quatre équations allométriques jugées meilleures

Il ressort de la figure 12 que, parmi les quatre équations allométriques différentes d'après les paramètres impliqués, l'équation allométrique étant plus loin de la réalité est celle faisant intervenir le DHP et la densité du bois (ρ). Par contre, l'équation allométrique la plus proche de la réalité est celle faisant intervenir trois paramètres, notamment le DHP, la hauteur totale (HT) et la densité du bois (Chave *et al.* 2005).



CHAPITRE IV : DISCUSSION DES RESULTATS

La masse biologique que nous rencontrons dans les massif des forêts tropicales en particulier et dans le monde en général, joue un rôle important dans le cycle globale du carbone, mais la compréhension des variations de la masse biologique aérienne ligneuse à l'échelle régionale n'est actuellement pas encore bien appréhendée(Chave *et al.*, 2005 ; Houghton *et al.*, 2005) raison pour laquelle nous nous sommes intéressés aux variations de la biomasse dans les différentes parcelles installées dans la forêt secondaire de Yoko et de leur corrélation avec les mesures dendrométriques.

4.1. Comparaison du stock de carbone obtenu avec ceux d'autres forêts

Ici nous allons comparer et justifier les résultats obtenus à ceux d'autres chercheurs dans l'optique du stock de carbone.

La quantité du stock de carbone séquestré dans la forêt secondaire de la réserve RFY est de 59,2 t/ha (Chave *et al.*, 2005) et cette valeur est largement inférieure à celle obtenue par Makana (2007) dans la forêt monodominante à *Gilbertiodendron dewevrei* en Ituri de l'ordre de 541,6 t/ha et dans la forêt mixte d'Ituri de l'ordre de 397,7 t/ha. Cette différence serait peut être liée aux grosseurs des individus de différentes espèces inventoriées au sein de 3ha dans la forêt secondaire de Yoko et que la densité du bois de la plupart d'espèces des forêts secondaires est faible par rapport à celle d'espèces de la forêt primaire. En d'autres termes, les individus inventoriés seraient de petits diamètres et des bois légers dans la forêt secondaire de Yoko par rapport à ceux de la forêt primaire de l'Ituri.

A Yoko, Saddam (2015) a évalué la quantité de 397,47 t/ha du carbone séquestré dans la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei*. Cette différence du résultat obtenu par Saddam et le notre serait liée à deux raisons principales: premièrement, dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé l'approche par inventaire forestier alors que Saddam avait utilisé l'approche par télédétection pour estimer le stock de carbone et cela corrobore à l'hypothèse de Nasi *et al.* (2008) selon laquelle « l'approche télédetective surestime les résultats des stocks de carbone des forêts denses en raison de l'absence des relations claires et compréhensibles entre les paramètres qui ont une influence sur le stock de carbone et secondairement, Saddam avait travaillé dans la forêt primaire où la densité du bois de la plupart d'espèces est plus élevée que celle des espèces de la forêt secondaire.

En forêts tropicales humides du parc de Guadeloupe, au sein de 5 sites d'études, Weldensondorvil (2010) a obtenu 350 t/ha en moyenne de la biomasse produite, soit 175 t/ha du carbone séquestré et ce qui est largement supérieur à notre résultat. Notons que cette estimation a été effectuée en utilisant un modèle allométrique amélioré (Chave *et al.*, 2005) pour estimer la biomasse des arbres.

En se référant au point 4.5.5 et la figure 12 dans lequel on avait comparé sept équations allométriques où il était question de ne choisir qu'une seule étant la meilleure dans chacun de quatre groupes différenciés selon les paramètres inclus dans la formule. Après analyse, on a pu constater que, l'équation allométrique la plus proche de la réalité est celle faisant intervenir trois paramètres, notamment le DHP, la hauteur totale (HT) et la densité du bois (Chave *et al.* 2005) que celles ne faisant intervenir que soit le DHP seul, soit le DHP et la densité du bois (ρ) ou soit le DHP et la hauteur totale des arbres. D'où l'hypothèse selon laquelle « l'équation allométrique la plus réaliste est celle qui fait intervenir le DHP, la hauteur totale et la densité du bois » est acceptée.

4.2. Corrélation multiple des paramètres analysés

Afin de savoir parmi les trois paramètres étudiés (DHP, hauteur totale et densité du bois), lequel serait plus corrélé avec la biomasse aérienne calculée à partir de la formule proposée par Chave *et al.* (2005), le tableau ci-dessous présente la matrice de corrélation de Pearson entre ces différents paramètres.

Tableau 7 : Matrice de corrélation entre DHP, hauteur totale, densité du bois et biomasse

Coefficient de corrélation	Densité du bois (g/cm ³)	DHP (cm)	Hauteur totale (m)	Biomasse aérienne (kg/ha)
Densité du bois (g/cm ³)	-	0,080	0,051	0,222
DHP (cm)	0,080	-	0,373	0,864
Hauteur totale (m)	0,051	0,373	-	0,439
Biomasse aérienne (kg/ha)	0,222	0,864	0,439	-

En analysant les résultats du coefficient de corrélation (R), il ressort du tableau 7 que, la biomasse aérienne des arbres inventoriés dans la forêt secondaire de la réserve forestière de Yoko est plus corrélée avec le DHP qu'avec d'autres paramètres analysés (hauteur totale et densité du bois). D'où l'acceptation de l'hypothèse selon laquelle « Le DHP

constitue un paramètre dendrométrique qui corrèle mieux à l'estimation de la biomasse aérienne que la hauteur totale et la densité du bois »

Le tableau 8 présente le récapitulatif du modèle de régression et estimations des paramètres avec Biomasse aérienne (en Kg/ha) comme variable dépendante et DHP (cm) comme variable indépendante.

Tableau 8 : Récapitulatif du modèle et estimations des paramètres

Equation	Récapitulatif des modèles					Estimations de paramètres			
	R ²	F	dl1	dl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Linéaire	0,747	3580,1	1	1215	0,000	-177,3	12,2		
Logarithmique	0,578	1661,5	1	1215	0,000	-983,5	363,6		
Inverse	0,372	720,2	1	1215	0,000	485,1	-6943,5		
Quadratique	0,764	1966,3	2	1214	0,000	-85,7	5,9	0,07	
Cubique	0,795	1565,4	3	1213	0,000	166,4	-19,2	0,71	-0,004
De puissance	0,846	6697,7	1	1215	0,000	0,064	2,2		
Exponentielle	0,739	3446,4	1	1215	0,000	10,5	0,060		

Le tableau 8 montre que, la régression de puissance paraît la meilleure dans l'estimation de la biomasse dans la forêt secondaire étudiée avec une surestimation par rapport à la valeur fournie par la formule de Chave (2005) de 8 %.

La figure ci-dessous illustre les nuages de points de la corrélation entre le DHP et la biomasse aérienne.

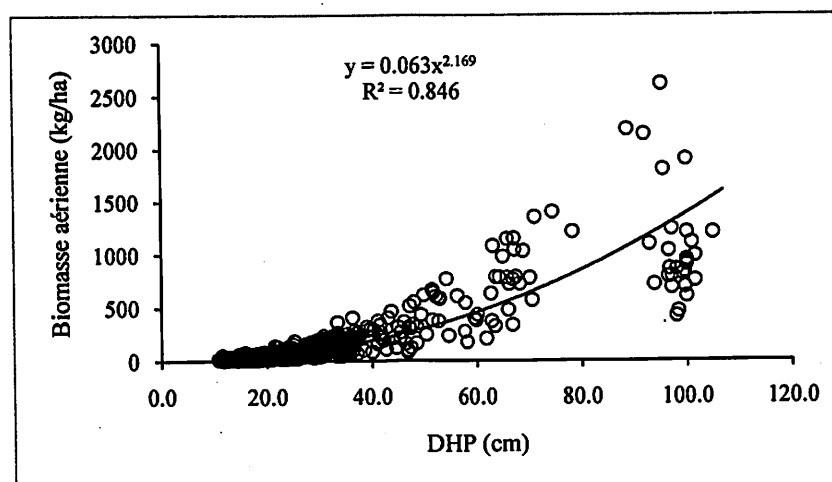


Figure 13 : Corrélation entre la biomasse aérienne et le DHP

La figure 13 montre l'équation de régression de puissance de la biomasse aérienne est la suivante : $\text{Biomasseaérienne} = 0,0637 \times \text{DHP}^{2,1694}$ avec la biomasse aérienne en Kg/ha et DHP en cm.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Conclusion

A l'intention du grand fléau qui affecte le monde dit changement climatique provoqué soit par les activités humaines (pollution automobile, pollution industrielle, utilisation de combustibles fossiles, la déforestation) ou soit d'origine naturel (la vapeur d'eau, le gaz naturel), le scientifique ne cessent de chercher des pistes des solutions pour atténuer ce dernier. Il a été bien démontré que les GES qui se trouvent dans l'atmosphère, le plus abondant est le CO₂. La meilleure façon de maîtriser le CO₂ est de créer le puits carbone c'est-à-dire, des plantations forestière en vue de séquestrer le CO₂ se trouvant dans l'atmosphère.

Mis à part les plantations forestières, il existe des massifs forestiers qui jouent déjà le rôle de la séquestration de carbone et c'est pour cette raison que nous avons mené cette étude dans la forêt secondaire de la Réserve Forestière de Yoko (RFY) enfin, d'estimer la quantité de carbone qu'elle incorpore dans sa biomasse.

Le présent travail a porté sur la diversité d'application de mesures dendrométrique dans l'estimation de la biomasse aérienne dans la RFY.

Les objectifs spécifiques poursuivis étaient de : (1) comparer les différentes équations allométriques préétablies par certains chercheurs pour estimer la biomasse aérienne des arbres; (2) déterminer le paramètre dendrométrique qui corrèle mieux à l'estimation de la biomasse aérienne.

Un inventaire en plein a été réalisé dans les trois parcelles de 1ha chacune où tous les individus à dhp ≥ 10 cm ont été mesurés à 1,30 m, marqués et cartographiés par les coordonnées x et y ainsi que matérialisés par deux bandes peintes en rouge. Au total, 1217 individus ont été inventoriés regroupés en 158 espèces et 39 familles.

Après analyse de données, pour l'ensemble de 3 ha inventoriés, la biomasse moyenne produite est de 118,3 t/ha, soit 59,2 t/ha du carbone séquestré. L'équation allométrique faisant intervenir le

DHP, la hauteur totale et la densité du bois s'avère appropriée que celles ne faisant intervenir qu'un ou deux paramètres (c'est-à-dire soit le DHP seul, soit le DHP et la hauteur totale, soit

le DHP et la densité du bois) et le DHP constitue un des paramètres dendrométriques qui corrèle mieux avec la biomasse aérienne que la hauteur totale et la densité du bois. L'équation de régression qui a été plus favorable pour le calcul de la biomasse est celle de la puissance $y=0,063x^{2,169}$ avec $R^2 = 0,846$

Suggestion

Eu égard à ces résultats, nous suggérons ceux qui suivent :

- Que l'Institut Congolais pour la conservation de la Nature en sigle ICCN, à qui, la gestion de la réserve forestière de la Yoko est sous sa juridiction de monter l'écogarde enfin de garder cette dernière ;
- Sensibiliser la communauté locale sur l'importance d'une aire protégée enfin de décourager toutes activités agricole et artisanale au sein de la réserve forestière de Yoko.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIES

- Alamgi M. and Al-Amin M, 2008. Allometric models to estimate biomass organic carbon stock in forest vegetation journal of forestry research 19, 101-106.
- BAKER, 2004 effective environmental temperature. Swene health prod. 2004 ; 12(3) :140-143.
- Basuki T. M., van Laake P. E., Skidmore A. K. & Hussin Y. A., 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland
- Brown, S. and Lugo A.E., 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. Interciencia 17 (1), 8-18.
- Brown, S., 1997. Estimating biomass and biomass changes of tropical forests: A primer. FAO Forestry Paper 134, Rome, Italy.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Foellmer, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B. and Yamakura, T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia 145, 87-99.
- Chave, J., Condit R., Muller-Landau H.C., Thomas S.C. and Ashton P.S., 2009. *Assessing Evidence for a Pervasive Alteration in Tropical Tree Communities*. PLoSBiol 6(3): e45 [archive]
- Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., terSteege, H. and Webb, C.O., 2009. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species. Ecological Applications 16, 2356-2367.
- Dawkins et al 1961 = tree survival in the absence of elephants in the AKEGERA national park, RWANDA
- Djomo, 2010 = allometric equations for biomass estimations in Cameroon and pan moist tropical equations including biomass data from Africa. Forest ecology and management 260, 1873- 1885.
- 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 Technologie. 97120 Montéran Saint-Claude, 44 p.

-
- FAO 2005. Situation des forêts du monde 2005. FAO, Rome, Italie.FAO-Isric-Isss (1998).
World reference base for soil resources. Rome: FAO édit., 91p.
- Fayol, A., Doucet, J-L, Gillet, J-F, Bourland, N.&Lejeune, P.2013. treeallometry in Central Africa. Testing de Validy of pantropical multi-species allometric equations for estimation biomass and carbon stocks. Forest Ecology and Management 305, 29-37p.
- Gounot, M. 1969.Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson & Cie, Paris,314 p.
- 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.
- Ketterings et al 2001 estimaton of tree biomass in agroforestry system. $W = 0.11 D^2 + 0.62$
- Ketteringset al. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests, Forest Ecology and Management 146, pp. 199–209.
- Lebrun, J. & Gilbert, G. 1954. Une classification écologique des forêts du Congo. *Publ. INEAC, Série Sc. N° 63* : 89 p.
- Lomba C. 2007. -Contribution à l'étude de la phytodiversité de la Réserve forestière de Yoko; DES Unikis, 60 p.
- Lomba, B. L. et Ndjele, M.B., 1998. Utilisation de la méthode de transept en vue de l'étude de la phytodiversité dans la réserve de Yoko (Ubundu R.D.C.).Annales (11) Fac .Sc./Unikis, pp 35- 46
- Makana J.R., 2010. Estimation des stocks de carbone aérien dans les forêts du Bassin du Congo: Cas des parcelles permanentes de l'Ituri et de la Salonga en RDC, 32 p

-
- Nasi, R., Mayaux, P., Devres, D., Bayol, N., Eba'aAtyi, R., Mugnier, A., Cossagne, B., Billand, A., Sonwa, D., (2008) : *Un aperçu de stocks et de carbone et leur variation dans les forêts du Bassin du Congo*. In The Forests of the Congo Basin - State of the Forest 2008, Editors: de Wasseige C., Devers D., de Marcken P., Eba'aAtyi R., Nasi R. and Mayaux Ph., 2009, Luxembourg: Publications Office of the European Union, [ISBN 978-92-79-13210-0, doi: 10.2788/32259]
- Ndjele, M.B. 1988.-Les éléments phytogéographiques endémiques dans la flore vasculaire du Zaïre. Thèse de doct. ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt. 528 p.
- Negi J.D.S, Chauhan P.S. and Negi M, 2003. Evidence of climate change and its impact on structure en function of forest ecosystems in and around doonvally. *Indianforester*, 129 (6), 757-769.
- Nogueira E. M., Fearnside P. M., Nelson B. W., Barbosa R. I. and Keizer E. W. H., 2008. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric
- Nyakabwa, M. 1982.-Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de Doct. Unikis, Fac.Sc. Vol. 1,2 & 3. 998 p.
- Quentin, M., 2012. Estimation de biomasse en forêt tropicale humide (Guyane Française). Thèse inédite. Fac. Sciences exactes et Naturelles. UAG. 184 p.
- Ravindranath N. H, Somashekhar B.S, Galdgil M. 1997. Carbon flow in indian forests, submitted to the ministry of environnement and forest.
- Ross, 2000_Effects of probiotic bacteria on diarrhea, lipid metabolism, and carcinogenesis: a review of papers published between 1988 and 1998.
- Saint-André L., Thongo M'Bou A., Mabiala A., Mouvondy W., Jourdan C., Roupsard O., Deleporte P., Hamel O. & Nouvellon Y., 2005. Age-related equations for above and below-ground biomass of a Eucalyptus hybrid in Congo. *Forest Ecology and Management*, 205, 199-214.
- Semgura et kanninen, 2005 allometric models for tree volume and total aboveground
- Slik J. W. F., Bernard C. S., Beek M. van, Breman F. C. & Eichhorn K. A. O., 2008. Tree diversity, composition, forest structure and aboveground biomass dynamics after

single and repeated fire in a Bornean rain forest. *Oecologia*, **158**(3), 579-588. Dipterocarp forests. *Forest Ecology and Management*, **257**(8), 1684-1694.

Soki, K. 1994. Biologie et écologie des termites (Isoptère) des forêts ombrophiles du Nord Est du Zaïre (Kisangani). Thèse de doctorat inédite, ULB, 329 p.

Yverson 1992 evaluation de la biomasse et de stock de carbone sur placettes forestières de Guadeloupe.

REFERENCE WEBOGRAPIES

CTFS Wood Density Swenson, 2014; <http://www.fao.org/docrep/w4095eOchmt>