

**UNIVERSITE DE KISANGANI**  
**Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables**  
**(F.G.R.N.R)**



BP 2012 Kisangani

**Département des Eaux et Forêts**

**« Elaboration du tarif de cubage et de biomasse de  
*Scorodophloeus zenkeri* Hams dans les deux parcelles  
permanentes de la réserve forestière de Yoko  
(Ubundu, Province de la Tshopo, RD Congo) »**

Par

**Evariste RAMAZANI KIPUSU**



**MEMOIRE**

Présenté en vue de l'obtention du Grade d'Ingénieur en  
Sciences Agronomiques

**Directeur: Dr. Roger KATUSI LOMALISA**

**Encadreur: CT Thierry KAHINDO MALIRO**

**ANNEE ACADEMIQUE 2015 - 2016**

## **EPIGRAPHE**

*« Le chemin du bonheur est long plus que même on croyait et se fatigant même en marchant  
mais, tout le monde est obligé d'y parcourir ».*

**Evariste RAMAZANI KIPUSU**

## DÉDICACE

A nos parents *Dieudonné* MUSAFIRI KIPUSU et *Jeannette* FATUMA dont l'affection est toujours grande, vous étiez et vous êtes toujours capable de surveiller nos pas sur le chemin de manière infatigable.

A mon très cher oncle maternel *Jonas* MUSIMBA avec tes conseils qui ne cessent pas à me motivé à chaque fois que je suis stressé, ensemble avec Madame *Véronique* MWAMBA et *Louise* LOFOFOLA.

Nous dédions ce travail.

**Evariste RAMAZANI KIPUSU**

## REMERCIEMENTS

Au terme de nos études de deuxième cycle à la Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables de l'université de Kisangani, nous tenons à remercier **l'Eternel Dieu Tout-Puissant**, source de sagesse et d'intelligence pour sa grâce et amour.

Aussi, disons-nous infiniment merci au Docteur **Roger KATUSI LOMALISA** qui, en dépit de ses multiples occupations, a bien voulu régenter des mains de maître notre travail. Qu'il trouve, ici, l'expression de notre profonde reconnaissance.

Nous exprimons également notre gratitude à l'endroit de Chef de Travaux **Thierry KAHINDO MALIRO** pour nous avoir encadrés tout au long de la réalisation de ce travail. Ses conseils et suggestions ont permis l'amélioration de ce travail.

Il serait injuste, de notre part, si nous ne témoignions pas notre gratitude envers tous les Professeurs, Chefs de Travaux, Assistants et chercheurs de la Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables de l'Université de Kisangani, pour la formation qu'ils nous ont donnée.

A nos frères et sœurs : THOMAS NYONGOLO, VALENTIN MUSIMBA, SWEDI MUSIMBA, SHABANI KIPUSU, HIBRAHIM KIPUSU, WICE KIPUSU, MUSAFIRI KIPUSU, SALOMON KIPUSU, ABIBA KIPUSU, ANTOINETTE KIPUSU, JUDITTE KIPUSU et Autres, pour leurs affections combien énormes qu'ils ont manifestées à notre endroit.

A nos frères et sœurs en christ : DEPA BABULAKA, GINA BABULAKA, PASTEUR TIMOTHEE KALUKULA et tous les pasteurs de l'église du nazaréen de Kisangani et autres membres de l'église que l'amour de Dieu soit toujours avec vous.

A nos amis et connaissances : AMISI ABELI, IDUMBO LUBANGO, HEMEDI KAFEKE, FATAKI MASUDI, JUSTIN MUCHAPA, CHRISTIAN LUSOMBOLA, ALBERT KALONGAMA KOMBOZI COBETOX, JADOT KABOBO, GASPARD MWIPA et les autres.

Nous ne sommes pas indifférents à l'égard de tous nos camarades et compagnons de lutte : AZIZ HASHIM, BANDOMBELE LUTATA, NZALE N'KUMU, KALOS MWIPA, ERROL ASSANI, SUNGA NOËL, ESUKU IRENE, PASSY KASANGE, CHARLY KANGELA, GATA LULA et les autres vous êtes nombreux.

Que ce travail nous soit et restera l'image de toutes nos souffrances endurées et persévérées dans la vie universitaire.

**Evariste RAMAZANI KIPUSU**

## RESUME

Elaboration de tarif de cubage et de biomasse pour *scorodophloeus zenkeri* Hams (divida) a Yoko (ubundu, province de la Tshopo, Rd-Congo).

Cette étude a pour but d'élaborer des tarifs de cubage local a une seule entrée par la méthode indirecte (non destructive) de *Scorodophloeus zenkeri* a Yoko en 2016 dans les deux parcelles permanentes de la réserve de Yoko.

Le nombre d'arbres à DHP  $\geq 10$ cm mesuré ou échantillonné est de 40 individus repartis en 8 classes de diamètre.

Les arbres échantillonnés ont été répartis en 8 classes de dhp à savoir : 10–20 cm, 20–30 cm, 30–40 cm, 40–50 cm, 50–60 cm, 60–70 cm, 70–80 cm et  $\geq 80$ cm.

Les paramètres dendrométriques qui ont servi au calcul des volumes et de la biomasse étaient principalement le dhp, les diamètres intermédiaires prélevés été plus au moins 2 m le long du fût jusqu'à au diamètre fin bout (naissance des grosses branches). Le volume du fût a été calculé selon la méthode de cubage par billon successif à l'aide de la formule de Huber.

Le modèle de puissance a été retenu pour l'établissement du volume du tarif de cubage et celui de la biomasse pour l'espèce *Scorodophloeus Zenkeri* au sein de deux parcelles permanentes.

Les résultats de cette étude ont abouti aux équations de volume, de biomasse et de biomasse totale ci-dessous :

- $VF = 0,0003240015 \times D^{2,40689316}$
- $BF = 0,22032104 \times D^{2,3703812}$
- $BT = 0,74909156 \times D^{2,3703812}$

Les équations ci-dessus sont des tarifs de cubage et de biomasse en une entrée (dhp).

**Mots clés :** *Scorodophloeus Zenkeri*, parcelle permanente de Yoko, les volumes et la biomasse.

## ABSTRACT

Development of volume table and biomass for *Scorodophloeus zenkeri* Hams (Divida) has Yoko (Ubundu, Province of Tshopo Rd Congo).

This study aims to developed local cubing tariffs has a single entry by the indirect method (non-destructive) of *Scorodophloeus zenkeri* has Yoko in 2016 in both permanent plots Reserve Yoko.

The number of trees to DHP  $\geq 10$ cm measured or sampled is divided into 40individuus 8classes diameter.

The sampled trees were divided into 8 classes dbh namely: 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm, 50-60 cm, 60-70 cm, 70-80 cm and  $\geq 80$ cm.

Dendrometric parameters used to calculate the volume and biomass were mainly DBH, intermediate diameters were taken over at least 2 m along the barrel until the end diameter (larger branches birth). The stem volume was calculated using the scaling method by successive ridge using the formula of Huber.

The power model was selected for establishing the volume of volume table and the biomass for the species *Scorodophloeus zenkeri* within two permanent plots.

The results of this study led to the volume of equations, biomass and total biomass below:

- $VF = 0.0003240015 \times D^2,40689316$
- $BF = 0.22032104 \times D^2,3703812$
- $BT = 0.74909156 \times D^2,3703812$

The above equations are volume tables and biomass input (dbh).

**Keywords:** *Scorodophloeus zenkeri* permanent plot Yoko, volumes and biomass.

## INTRODUCTION

### 0.1 Problématique

L'exploitation forestière en Afrique centrale se concentre sur un faible nombre d'espèces commerciales (Dewasseige *et al.* 2009 in Fayolle *et al.* 2013) dont les paramètres de croissance sont paradoxalement encore mal connues (Amsallem *et al.* 2004).

L'utilisation des tarifs de cubage et de biomasse fait partie du quotidien des aménagistes et gestionnaires forestiers. Toutefois, elle se fait généralement au mépris des conditions d'application (zone géographique, gamme de diamètres), ce qui peut engendrer des erreurs dans les estimations de volume (Fayolle *et al.* 2013).

Le tarif est énormément utile pour différentes étapes de la gestion forestière puisqu'il forme la base même du calcul de la croissance et du rendement des forêts. Plus particulièrement, le tarif de cubage constitue l'étape préalable à l'élaboration des tables de rendement (Pregent *et al.* 2001).

Pour des raisons de gestion durable des ressources forestières, les tarifs de cubage trouvent un écho important auprès de différents acteurs forestiers (exploitants forestiers, administrateurs des forêts, aménagistes, communauté locale et chercheurs), c'est à cause du fait que l'on peut, non seulement, les relier aux transactions commerciales du bois (Rondeux, 1999 ; Gaudin, 1996) mais également, ils constituent l'un des outils indispensables pouvant permettre aux gestionnaires forestiers de connaître le potentiel ligneux sur pied aménageable voir exploitable.

Il existe différents types des tarifs de cubage en fonction du nombre d'entrées qu'ils comportent. En règle générale, deux types d'équations reliant le volume au diamètre sont utilisés : des relations linéaires de type polynomial et des relations non linéaires de type exponentiel (Lanly, 1965 ; Rondeux, 1999 ; Picard *et al.* 2012). En toute rigueur, les tarifs de cubage sont valables uniquement pour l'essence d'arbres debout ou abattu, la gamme des diamètres et la zone géographique de ses derniers ayant servi à le construire (Rondeux, 1999) et, ils devraient être systématiquement assortis des paramètres permettant de calculer les intervalles de confiance des estimations (Picard *et al.* 2012). A ces paramètres, on peut associer des études de biomasse selon des modèles préétablis pour divers types des forêts. Certes, le volume ainsi que la biomasse sont deux termes aussi indispensables dans la connaissance de la dynamique forestière.

Dans le cadre de nos forêts congolaises non aménagées en général et la réserve forestière de Yoko en particulier, on compte encore peu d'études en matière de tarif de cubage et de biomasse compte tenu de leur complexité, la grande diversité floristique et faute de moyen, il semble aussi difficile et coûteux aux chercheurs d'élaborer des tarifs de cubage et de biomasse pour toutes les espèces.

Lorsqu'on s'en tient à la validité des tarifs, il est impérativement important d'en établir pour des espèces prises séparément (tarifs spécifiques).

C'est dans cette optique que notre étude menée dans la réserve forestière de la Yoko trouve son mérite.

Face à cette problématique soulevée ci-haut, nous nous sommes posé des questions fondamentales, à savoir :

- (i) Quels seraient les tarifs de cubage et de biomasse caractéristiques de *Scorodophloeus zenkeri* dans les deux parcelles permanentes de la réserve de Yoko ?
- (ii) Vue la contrainte liée au coût d'une telle opération, dans quelle mesure un tarif spécifique sera reproductible dans l'espace au delà de la zone d'étude initiale et utilisable pour d'autres espèces d'un même secteur forestier ?

## 0.2. Hypothèses de travail

Notre étude part de deux hypothèses selon lesquelles :

- (i) Le tarif de cubage et de biomasse de *Scorodophloeus zenkeri* (Divida) suit un modèle non linéaire qui est le même que ceux préétablis dans la réserve de Yoko et la région pour la même espèce.
- (ii) L'équation sélectionnée pour la prédiction de cubage et de la biomasse du bois se traduira par un haut coefficient de corrélation entre ces paramètres et le dhp, confirmant dès lors qu'elle est appropriée au peuplement étudié.



### 0.3. Objectifs de travail

#### 0.3.1. Objectif général

Cette étude, a généralement pour objet d'élaborer le tarif de cubage et de biomasse spécifique de « *Scorodophloeus zenkeri* » dans les deux parcelles permanentes de la réserve forestière de Yoko.

#### 0.3.2. Objectifs Spécifiques

Comme objectifs spécifiques, l'étude cherche à :

- Présenter les paramètres dendrométriques de *S.zenkeri* dont le tarif de cubage à une seule entrée, le dhp et comparer le tarif issu de cette étude avec ceux obtenus ailleurs sur base de leurs paramètres respectifs.
- Estimer le volume ainsi que la biomasse des arbres sur pied par la méthode non destructive par plusieurs types d'équations jusqu'à en retenir une seule au regard de ses caractéristiques en les appliquant sur des données mesurées sur le terrain et déterminer la corrélation entre la variable explicative principale (le dhp) et les paramètres expliquées (le volume et la biomasse) de l'espèce.

### 0.4. Intérêt du travail

Cette étude présente deux intérêts dans le sens que :

- a. elle permet de se faire une idée sur le volume et la biomasse de *S.zenkeri* dans la réserve forestière de Yoko et par conséquent, trouverait son intérêt auprès des acteurs œuvrant dans le secteur forestier, (exploitants forestiers, administrateurs des forêts, aménagistes, communauté locale et chercheurs) comme un outil à, appliquer dans les inventaires d'aménagement et/ou d'exploitation tout en tenant compte de la validité du tarif obtenu dans le cadre d'une gestion durable de l'espèce ;
- b. Scientifiquement, elle permet de déterminer et de mesurer la corrélation qui existe entre le dhp, le volume et la biomasse et, contribue à disposer des données de base fiables pour des études ultérieures en foresterie et botanique sur l'essence *S. zenkeri*.

### 0.5. Revues de la littérature

En République démocratique du Congo, il y a déjà eu certaines études sur quelques paramètres dendrométriques comme : DME et AAM, y compris leur tarif de cubage pour les anciennes provinces de l'Equateur, Orientale, le Bandundu et le Bas-Congo (DIAF, 2009). D'autres chercheurs, ont par ailleurs abordé la question du tarif sur diverses espèces de la place. Dans ce dernier cas nous pouvons citer :

1. Biguma(2006) a élaboré le tarif de cubage de *Staudtia kamerunensis* (*S. stipitata*) dans la réserve floristique de Loweo (Yangambi). Il a utilisé un échantillon de 40 tiges dont le dhp  $\geq 10$  cm et abouti en une estimation des volumes en comparant 4 équations de régression pour maintenir le modèle puissance comme modèle qui lui a permis d'élaborer son barème de cubage.
2. Kahindo (2006) a élaboré le tarif de cubage de *Funtumia africana* dans la réserve forestière de Yoko. Il a utilisé un échantillon de 50 tiges de dhp  $\geq 10$  cm et abouti en une estimation des volumes en comparant également 4 équations de régression pour maintenir le modèle puissance comme modèle qui lui a permis d'élaborer son barème de cubage.
3. Kahindo (2009) a élaboré des tarifs de cubage et de biomasse pour trois espèces à savoir : *Gilbertiodendron dewevrei*, *Guarea thomponii* et *S.zenkeri* dans la réserve forestière de Yoko. Sur un plus grand nombre d'arbres de ces espèces de dhp  $\geq 10$  cm (environ 150 arbres par espèce) est arrivé également en un même modèle de régression de forme puissance pour le volume ainsi que la biomasse respective.
4. Matondo (2013) en travaillant sur l'élaboration de tarif de cubage et de biomasse de *Brachystegia laurentii* à Yangambi a également arrivé en un modèle puissance comme tarif de cubage et de biomasse.
5. Kadetwa (2015) et Kahambu (2015) travaillant respectivement sur l'élaboration de tarif de cubage et de biomasse de *Terminalia superba* et *Millettia laurentii* au jardin zoologique de Kisangani sur base de des échantillons de 75 arbres chacun (dhp  $\geq 10$  cm), par la méthode non destructive ont eu des résultats similaires aux prédécesseurs.

6. Lofofu (2008) quant à lui, a élaboré un tarif de cubage de *Brachystegia laurentii* à Biaro à partir de 120 arbres en comparant 6 équations de régression, le modèle puissance a finalement été retenu comme équation de cubage.

7. Malongola (2008) a élaboré, un tarif de cubage de *Scorodopheus zenkeri* (Yoko) et comparant 6 équations de régression, a retenu également le modèle puissance comme équation de cubage.

Quant à l'espèce de notre étude *Scorodophloeus zenkeri*, il convient de rappeler que plusieurs auteurs en ont déjà parlé et que ça ne suffisait pas car l'espèce présente un bon potentiel aménageable et exploitable dans l'avenir, sa dynamique temporelle (passage à la futaie) peut engendrer de l'augmentation de volume sur pied (par conséquent la biomasse) dans le cadre de gestion du carbone. Ceci justifie la multitude d'études sur l'espèce dans la zone géographique. En appliquant l'équation du tarif établi préalablement au cours de ce travail à partir des volumes fûts sur pied et de la densité de l'espèce comme nous l'avons signalé auparavant, il s'avère important d'y mener des recherches sur les espèces caractéristiques de certaines formations forestières.

#### 0.6. Subdivision du travail

Hormis son introduction, la conclusion et les suggestions, ce travail s'articule autour de quatre chapitres : le premier se rapporte aux généralités sur le milieu d'étude, l'espèce, les tarifs de cubage et de biomasse ; le second chapitre présente le milieu et l'approche méthodologique utilisée ; le troisième chapitre concerne la présentation des résultats et le quatrième et dernier chapitre se rapporte à la discussion des résultats.

## CHAPITRE I : GENERALITES

### I.1. Aperçu sur l'espèce

#### I.1.1. Position systématique

Le *Scorodophloeus zenkeri* appartient dans la famille de Fabaceae, sous-famille de Caesalpiniodeae et genre de *Scorodophloeus*. Comprend trois espèces qui se cantonnent en Afrique tropicale dont :

1. *Scorodophloeus zenkeri* : l'espèce dont fait l'objet cette étude.
2. *Scorodophloeus fischeri* :

*Scorodophloeus fischeri*. (noms swahilis : Mgodoma, Mhande) est un arbre de taille moyenne atteignant 30 m de haut, dont l'aire de répartition s'étend dans les forêts côtières du Kenya et de Tanzanie, ainsi probablement que dans le nord du Mozambique. Son bois est employé en construction sous forme de poteaux, pour la confection de mobilier et de manches d'outils. On l'utilise également comme bois de feu. Les ramilles servent de matériel de ligature. La décoction de racine se prend comme anthelminthique. Les fleurs sont visitées par les abeilles.

3. *Scorodophloeus torrei* :

*Scorodophloeus torrei* (Lock) est un arbuste ou un arbre de taille petite à moyenne atteignant 20 m de haut, endémique de la forêt côtière et des fourrés du Mozambique.

#### I.1.2. Dénomination

L'espèce étudiée est connu sous le nom de *Scorodophloeus zenkeri* Hams comme nom scientifique et Divida comme nom commercial. Pour le nom vernaculaire, elle est appelé en plusieurs langue en République démocratique du Congo notamment : *Bofili* chez les Kumus ; *Munyengele* chez les legas et *Ofilic* hez les turumbus.

#### I.1.3. Origine et Répartition géographique

L'aire de répartition de *Scorodophloeus zenkeri* s'étend au Cameroun, à la Guinée équatoriale, à Cabinda(Angola), au Mayumbe, au Congo-Brazza, au Gabon, elle est rare à l'ouest, devient commune dans le centre et l'Est. En République Démocratique du Congo, elle se rencontre au Bas Congo, au Kasai et dans la forêt centrale (Vivien et Fauve 1985).

#### I.1.4. Caractéristiques de l'espèce

*Scorodophloeus zenkeri* présente les caractères suivants :

- C'est un grand arbre à feuillage sempervirent pouvant atteindre 30 m de haut ;
- Son cime est hémisphérique et clair. Le fût est plus ou moins droit cylindrique, base cannelée; il peut atteindre 15 m de haut et 90 cm de diamètre ;
- La base est légèrement épaissie ;
- L'écorce est gris jaune (1 cm) lisse dans le jeune âge puis écailleuse ; tranche cassante jaune à odeur d'ail, d'où son nom « d'arbre d'ail » ;
- Le bois du duramen est jaune orange, mi-dur et mi-lourd. L'aubier est peu différencié, blanc assez épais ;
- Les feuilles sont alternes imparipennées (parfois paripennées) composées de 10 à 20 folioles subsessiles, alternes parfois opposées ;
- Le limbe est oblong rectangulaire, arrondi, obtus ou aigu au sommet, tronqué-cunéiforme et très asymétrique à la base, inséré par un angle sur rachis canaliculée très légèrement ailé ;
- Les fruits sont des gousses plates, lisses, terminées par une pointe, à un bord légèrement épaissi. La gousse renferme 1-2 graines brunes, luisantes.

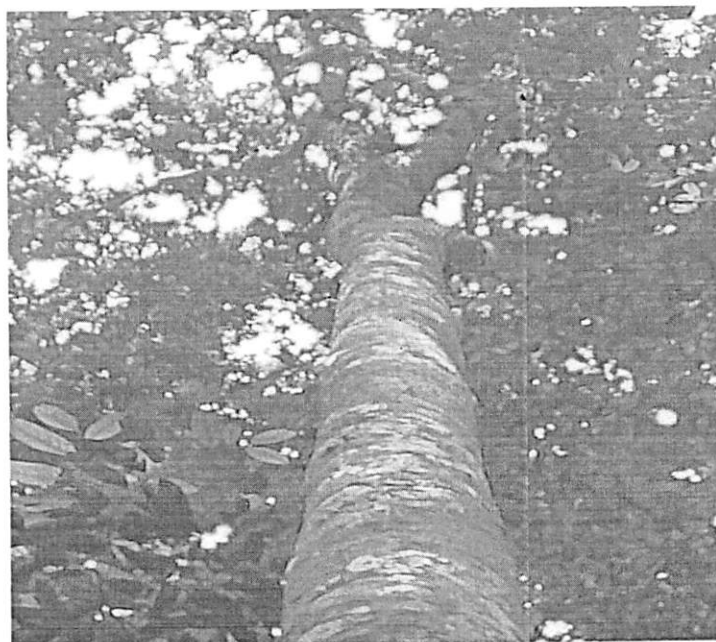


Figure 3 : Présentation du fût de *S. zenkeri*.

### I.1.5. Ecologie

*Le Scorodophloeus zenkeri* est présent dans la forêt sempervirente mixte sur des sols bien drainés. Il ne tolère pas l'asphyxie racinaire. Il est commun par endroits et parfois grégaire. Les semis ont une croissance rapide ils sont repiqués lorsqu'ils ont 2–3 ans et qu'ils mesurent 1,5–2 m de haut ; il est recommandé de tuteurer les jeunes plants. Les graines peuvent également être semées directement au champ. Il présente une racine pivotante qui s'enfonce profondément. Il se multiplie facilement par graine. Ses graines peuvent être semées dans des planches de pépinière à 2–3 cm de profondeur, sur un sol meuble et profond. En général, la germination est rapide, et le taux de germination élevé. Au Cameroun cet arbre est dans la région d'Edea, d'Eseka, de Dehame.

### I.1.6. Usages

Le bois, commercialisé en tant que "divida", convient pour la fabrication de poteaux et de piliers de construction, pour la parqueterie, la menuiserie, les étais de mines, la construction navale, la charronnerie, le mobilier, les traverses de chemins de fer, les échelles, les ustensiles agricoles et les manches d'outils. En R.D. Congo, on s'en sert pour produire du charbon de bois.

Le bois, l'écorce, les jeunes feuilles et les graines servent par endroits de condiments et donnent un goût d'ail aux aliments. Une fois cuites, les jeunes feuilles sont consommées comme légume.

En médecine traditionnelle gabonaise, l'infusion d'écorce se prend dans le traitement de la constipation. Mélangée à du piment et des aubergines amères, elle soigne le rhume et la toux. L'écorce s'emploie en fumigation contre les rhumatismes, et l'écorce broyée est administrée contre les maux de tête. Au Congo, la décoction d'écorce se boit, s'utilise en bain de vapeur ou en bain de siège, ou encore est administrée par voie vaginale pour soigner la bronchite et les problèmes génito-urinaires et enfin comme aphrodisiaque. En R.D Congo, la décoction d'écorce est employée en lavement contre les complications de la rougeole, tandis que la décoction d'écorce ou de feuilles sert d'antiseptique urinaire et se boit comme anthelminthique.

L'écorce qui est employée en lavement est purgative, et la macération de l'écorce interne se boit dans le même but. La macération d'écorce sert également à soigner les blessures, à traiter

l'hypertrophie de la rate et en instillation nasale à traiter les maux de tête. Des préparations peu précises à base d'écorce servent à traiter la hernie.

#### I.1.7. Gestion de l'espèce

Dans la forêt située à proximité de la ville de Kisangani en R.D Congo, *Scorodophloeus zenkeri* est l'essence la plus abondante avec une densité moyenne de 23 arbres ayant un diamètre de fût supérieur à 10 cm par ha. Dans les forêts gabonaises, on a enregistré un volume en bois moyen de 0,4 m<sup>3</sup>/ha.

Au Cameroun, les arbres sont protégés lorsque les terrains forestiers sont défrichés et l'espèce est parfois plantée dans les plantations de caféiers et de cacaoyers pour lesquelles on utilise des sauvageons ou les semis de pépinières. Les jeunes plants peuvent être taillés et ébranchés afin d'obtenir des fûts trapus et des branches bien droites, ce qui facilitera la récolte de l'écorce.

#### I.1.8. Qualité Physique, Mécanique et Technique

Le *Scorodophloeus zenkeri* a un bois dur et très nerveux. Son bois est également élastique (Vivien et Fauve, 1985). Les analyses effectuées sur deux échantillons de *Scorodophloeus zenkeri*, stipulant que la densité de cette essence varie entre plus ou moins 0,500 à 0,750 et est qualifié par conséquent de mi-lourd. D'autres essais ont été effectués de la même espèce, sur deux échantillons du moyen au Congo accusant une variation de la densité allant de 0,90 à 0,93. Il semble donc qu'il ait de *Scorodophloeus zenkeri* de densité très variable, allant approximativement de 0,50 à 0,93 et en plus en sait qu'aux variations de densité correspondent à la résistance mécanique.

Ainsi peut-on croire qu'il existe des différences dans la qualité physique et mécanique et même technologique de *Scorodophloeus zenkeri* en fonction de l'origine. La réponse probable à cette différence est qu'on ne connaît pas l'âge des arbres utilisés par les différents chercheurs qui ont fait cette étude; or la densité semble bien dépendre directement de l'âge (Nanson et al, 1975).

Le bois de *Scorodophloeus zenkeri* est caractérisé généralement par des éléments suivants : vaisseaux, rayons, parenchymes, fibres, éléments accessoires tel que canaux laticifères ;...

Dans le bois, les fibres constituent l'élément principal de solidité, de l'élasticité et de la résistance du bois. Il existe une relation étroite entre la densité du bois et l'ouverture du lumen de fibre, en effet, un lumen est dit ouvert lorsqu'il présente plus de 50% de diamètre de fibre.

Le lumen des fibres de *Scorodophloeus zenkeri* par contre est fermé, ainsi sa densité est qualifiée de mi-lourd : plus ou moins 0,5 à 0,75 (Lebacq et al, 1964).

### **I.1.9. Importance économique et Biologique**

En se basant sur leur caractéristique anatomique et leur disponibilité dans les forêts de la R.D. Congo, elle est recherchée dans la construction comme bois de coffrage. Selon la classification des bois commerciaux, le *Scorodophloeus zenkeri*, peu recherché, il appartient à la classe III. Ses feuilles et ses écorces sont traditionnellement utilisées comme condiment et médicament en milieu paysan.

Du point de vue du commerce international, Le bois n'est utilisé que localement et ne fait pas l'objet d'un commerce sur le marché international. L'écorce comme les graines sont vendues sur les marchés au Cameroun, en Guinée équatoriale, au Gabon et en R.D Congo.

Le *Scorodophloeus zenkeri* figure sur la liste des 24 espèces prioritaires d'après les résultats du rapport de pré-inventaire des 400hectares du dispositif de la réserve forestière de Yoko. En partant de ces résultats nous avons plus de chances de couvrir les différentes classes de diamètre tel que prévu par la littérature pour la construction de tarif de cubage et de biomasse.(Picard, 2008).

## **I.2. Tarif de Cubage et de Biomasse**

### **I.2.1.Tarif de cubage**

#### **I.2.1.1 Définition**

La CTFT, (1956) et Bouchon, (1974) cité par Kahindo (2009), tous ont défini le tarif de cubage comme un tableau chiffré, une formule ou un graphique qui donne une estimation de volume d'un arbre ou d'un ensemble d'arbres (peuplement) en fonction de diverses variables qui sont les entrées du tarif. Les entrées sont caractéristiques de l'arbre (diamètre, hauteur moyenne, hauteur dominante...)



Dans ce même contexte Mabiala et Kandaka (1981) définissent aussi le tarif de cubage comme étant un tableau qui présente le volume d'un arbre (variable dépendante) avec ou sans écorce en fonction d'un ou de plusieurs paramètres alors appelés variables.

### **I.2.1.2. Catégories de tarif de cubage**

Nous avons deux grandes catégories des tarifs de cubage : Le tarif de cubage des arbres qui est appelé par fois les tarifs généraux, quand il présente les arbres à plusieurs caractères dendrométriques, les données de base sont prises à l'échelle de l'arbre (diamètre à 1,30m, hauteur total, ...). Il se calcule par  $V = a + bD^2H$ , avec  $a$ ,  $b$  des constantes,  $D$  : diamètre à hauteur de la poitrine et le  $H$  hauteur fût, (Anonyme, 1997). En deuxième lieu, on trouve le tarif de cubage des peuplements ont les données de base sont les paramètres des peuplements comme la surface terrière et hauteur totale. Ce dernier peut être un tarif à une seule ou à plusieurs entrées selon les mesures dendrométriques pris en considération, (Ahuka, 1976 cité par Biguma, 2006). Voici les relations pour calculer les tarifs de cubage des peuplements à deux et trois entrées:

- Tarif à 2 entrées ( $G$  et  $H$ ) =  $V = a + bG + cH + dgH + eGH^2$  avec  $V = abHc$

Où  $V$  = volume tige / ha

$G$  = surface terrière à l'ha

$H$  = Hauteur moyenne ou hauteur dominante (totale)

- Tarif à 3 entrées ( $N_1, N_2, N_3$ ) =  $V = a_1 N_2 + a_2 + aN_{sss}$  Où  $V$  = volume/ha sur écorce du bois de feu,  $N_1$  = nombre/ha des brins de hauteur totale  $< 2m$ ,  $N_2$  = nombre/ha des brins de hauteur comprise entre 2 et 6 m,  $N_3$  = nombre/ha des brins de hauteur  $> 16$  m

Pour ces deux modèle ci-haut cité, c'est le dernier modèle qui est bien choisit pour les peuplements car les mesures de diamètre sont moins compliquées que les mesures de hauteur (arbres à tiges de mauvaise forme,...).

### **I.2.1.3. Intérêt et validité d'un tarif de cubage**

L'intérêt d'un tarif découle du fait qu'il peut être utilisé dans les transactions Commerciales (en unité monétaire par  $m^3$ ) ou dans des travaux d'aménagement forestier en vue d'estimer le volume potentiellement aménageable (Matondo, 2013)

Etant donné que les tarifs de cubage ne sont que des relations statistiques, ils ne sont valides que pour :

- l'essence ou le groupe d'essences auxquelles le tarif se réfère ;
- le type de peuplement (futaie régulière adulte, taillis sous-futaie) ;
- la zone de validité (région, localisation du peuplement échantillonné) ;
- la définition des variables dépendantes et explicatives (niveau de mesure, unités, etc.) ;
- le nombre d'arbres échantillonnés ;
- la méthode de calcul des volumes individuels des arbres échantillonnés ;
- la méthode de construction, les classes de diamètre utilisées (graphique,...) (Rondeux 1993 et Picard 2005).

### **I.3. Tarif de biomasse**

Un tarif de biomasse est une équation (ou tableau, graphique) permettant de prédire la biomasse d'un arbre à partir des caractéristiques dendrométriques facilement mesurables tel que le diamètre à hauteur de la poitrine ou la hauteur (Kahindo, 2009). Plusieurs autres auteurs définissent le tarif de biomasse différemment à l'occurrence.

C'est la quantité totale de matière organique aérienne présente dans des arbres exprimés, soit en tonne par hectare (t/ha) dans le cas d'une densité de la biomasse; soit tout simplement en tonne pour l'estimation totale de la biomasse F.A.O (1991). la biomasse épigée est définie comme étant la masse de la partie ligneuse (Tronc, écorce, branche, brindilles, feuilles, etc.) des arbres vivants ou morts, les arbustes et des buissons à l'exclusion de la souche et des racines (Guitet, 2007 et Kahindo, 2009).

## CHAPITRE II: MILIEU, MATERIELS ET METHODES DE TRAVAIL

### II.1. Milieu d'étude

Cette étude a été conduite dans la réserve forestière de Yoko à environ 32 kilomètres de la ville de Kisangani sur l'axe routier Kisangani-Ubundu précisément dans les 400 hectares du dispositif permanent mis en place dans le cadre du projet REAFOR.

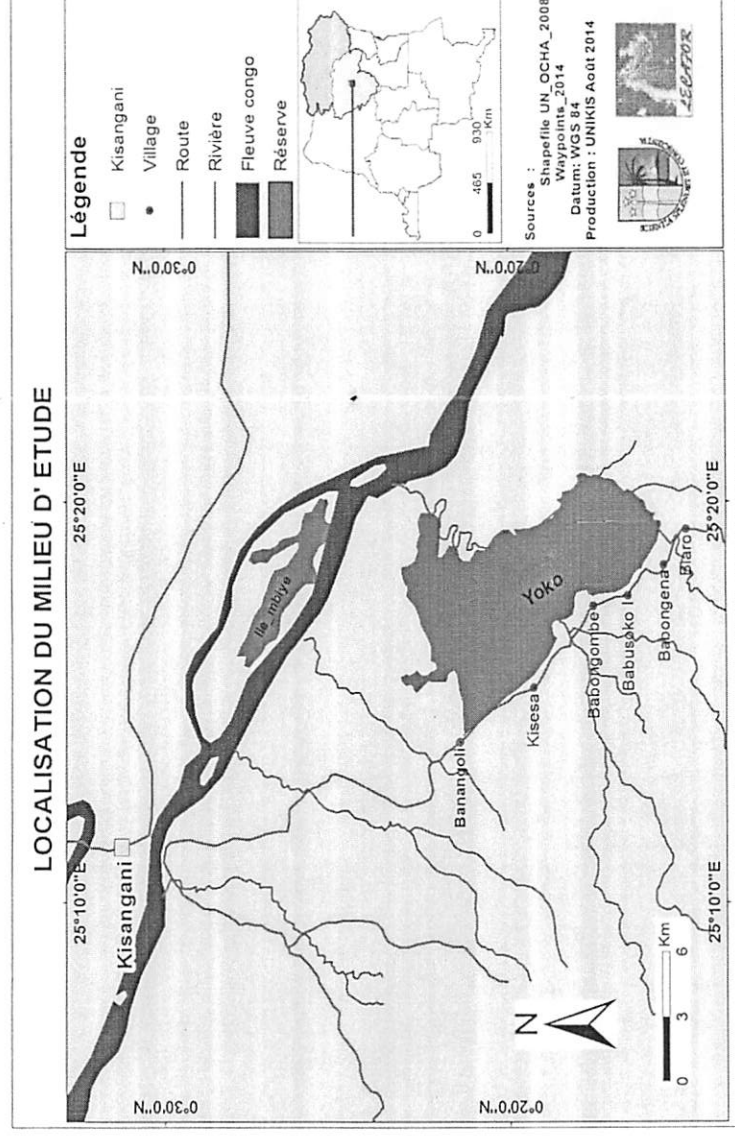
#### II.1.1 Situation géographique et administrative

La réserve de Yoko est située dans le groupement de Kisesa, collectivité de Bakumu-Mangongo, territoire d'Ubundu, dans la Province de la Tshopo (Lomba et Ndjele, 1998).

Elle est baignée par la rivière Yoko qui la subdivise en deux parties, la partie nord avec une superficie de 3370 ha et celle du sud avec 3605 ha, soit une superficie totale de 6975 ha (Lomba, 2007). Elle est délimitée au nord par la ville de Kisangani et les forêts perturbées, au sud et à l'est par la rivière, à l'ouest par la voie ferrée et la route reliant Kisangani à Ubundu aux points kilométriques 21 à 38 et ayant comme coordonnées géographiques 0°17' latitude N et 25°17' longitude E. L'altitude de la zone oscille autour de 400 m (Boyemba, 2006 ; Lomba, 2007 ; Katusi, 2009).

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).

La réserve forestière de Yoko est une propriété privée de l'Institut Congolais pour la conservation de la Nature 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. (Lomba, 2007).

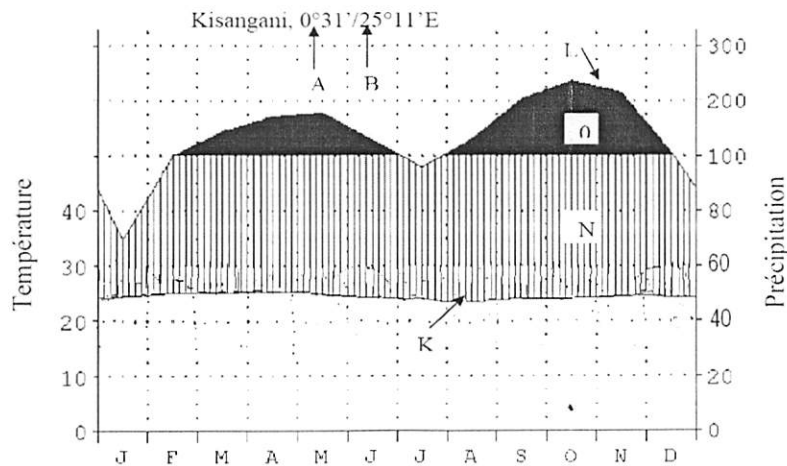


**Figure 1 :** Carte de localisation de la réserve forestière de Yoko, (Source : Laboratoire d'Ecologie et Aménagement Forestier « LECAFOR », 2014).

## II.1.2. Facteurs Abiotiques

### II.1.2.1. Climat

Compte tenu de sa situation à la périphérie de Kisangani, la réserve de Yoko bénéficie du climat de type Af selon la classification de Koppen et qui est caractérisé par une moyenne des températures du mois le plus froid supérieure à 18°C, d'une amplitude thermique annuelle faible (inférieure à 5°C). La moyenne de précipitation du mois le plus sec oscillant autour de 60 mm (deux périodes sèches : la première période va du mois de janvier au mois de mars et la deuxième période va du mois juin au mois de septembre) (Nshimba, 2008). C'est un climat caractéristique des forêts ombrophiles où il pleut toute l'année. Les moyennes annuelles des pluies sont de l'ordre de 1700 mm et la température journalière est de 25°C (Boyemba, 2006).



**Figure 2 :** Diagramme Ombrothermique de Kisangani (Source : Nshimba, 2008).

Légende : (A) Latitude Nord ; (B) Longitude Est ; (D) Précipitation ; (K) Courbe de températures moyennes annuelles (Une division de l'axe =10°C) ; (L) Courbe de précipitations moyennes mensuelles (une division de l'axe =20mm et 10°C=20mm) ; (N) Les lignes verticales correspondant à une saison relativement humide ; (O) Précipitations moyennes mensuelles > à 100mm ( A ce niveau, l'échelle de l'axe doit être réduite au 1/10).

### II.1.2.2. Sols

La réserve forestière de Yoko présente les mêmes caractéristiques reconnues aux sols de la cuvette centrale congolaise, c'est-à-dire les sols rouge-ocre et ferrallitiques caractéristique de la forêt tropicale (Katusi, 2009). Généralement sablo-argileux et acides, ils renferment de combinaisons à base de sable, pauvre en humus et en éléments assimilables pour la plante, à cause du lessivage dû aux pluies abondantes. (Nyakabwa, 1982).

### II.1.3. Facteurs Biotiques

#### II.1.3.1. Végétations

Le dispositif permanent de 400 ha a une végétation essentiellement constituée de deux ensembles : un ensemble regroupant des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* qui forme un peuplement plus ou moins pur et un autre ensemble des forêts à *Scorodophloeus zenkeri* constitué d'essences héliophiles ou semi héliophiles issues probablement de l'anthropisation.

On y rencontre en général les essences telles que : *Entandrophragma spp*, *Guarea spp*, *Pericopsis elata*, *Strombosia grandifolia*, etc. (Batsielili, 2008).

#### II.1.4. Activités anthropiques

La réserve forestière de Yoko a connu une forte dégradation de sa biodiversité suite à une pression anthropique. La guerre qui a sévit dans le pays depuis 1996 a empêché les activités de conservation, amplifiant le braconnage et l'exploitation illégale de bois d'œuvre ainsi que l'agriculture itinérante sur brûlis (Lomba et Ndjele, 1998), et car la réserve se trouve à la proximité de la ville de Kisangani, là où il y a l'augmentation de la population (explosion démographique) tout autour d'elle.

La population urbano-rurale et la population riveraine de la réserve intensifient illégalement sans restriction leurs activités à travers la réserve. Toutefois ces activités ont un caractère artisanal et traditionnel : agriculture d'auto subsistance, chasse et pêche illégales, extraction de bois énergie (charbon de bois), bois de construction, PFNL, etc.

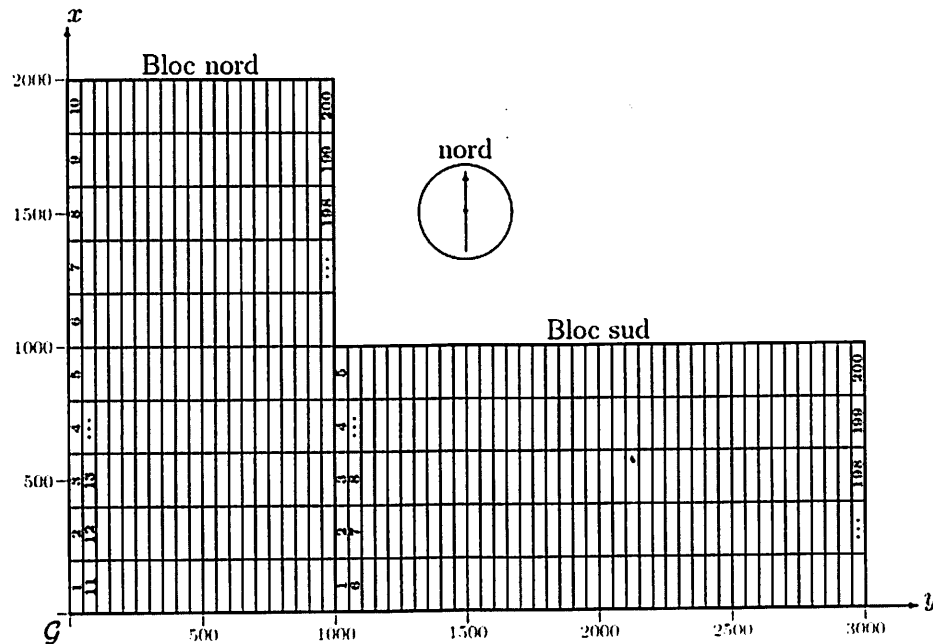
#### II.2. Matériels

Cette étude a été menée dans la réserve forestière de Yoko sur l'espèce *Scorodophloeus zenkeri* (Divida). La récolte de données était basée sur les arbres non abattus. Tous les pieds de plus de 10 cm de dhp appartenant à l'espèce *Scorodophloeus zenkeri* avaient été marqués (numérotés) et leur dhp était matérialisé par un trait horizontal tracé sur l'arbre à 1,30 m au-dessus du sol.

Quelques instruments nous ont permis de prélever les mesures, à savoir :

- un rélascope de Bitterlich à bandes larges pour la mesure des diamètres (dhp, dfb et hauteur totale ou hauteur du fût) ;
- un pentadécamètre pour mesurer les distances horizontales entre les points de prise de mesure et l'arbre ;
- un ruban circonférentiel pour prendre les circonférences à 1,30 m du sol ;

La récolte des données s'est réalisée dans les deux parcelles permanentes des blocs nord et sud du dispositif permanent de 400 ha de Yoko qui avait été installé dans le cadre du projet REAFOR.



**Figure 4 :** Schéma du dispositif permanent de 400 ha de Yoko (Picard, 2008).

Tous les arbres de plus de 10 cm de dhp appartenant aux 24 espèces prioritaires du projet REAFOR avaient déjà été identifiés lors de l'installation du dispositif y compris leur positionnement (coordonnées x et y) et leur circonférence à 1,30 m. Ce sont ces informations qui nous ont orientées dans la prospection des blocs puis le choix de l'échantillon appartenait sur l'espèce *S.zenkeri*.

## II.3. Méthodologie

### II.3.1. Taille et choix de l'échantillon

Un nombre relativement réduit mais représentatif d'arbres peut s'avérer nécessaire comme effort d'échantillonnage. Plusieurs estiment qu'il faut mesurer 30 à 100 arbres pour élaborer un tarif de cubage d'un peuplement, 400 arbres pour une forêt, 1000 arbres pour une région et 2000 pour un pays (Picard et *al.* 2012 ; FAO 2000 ; ATIBT, 2006).

A ce qui concerne notre étude, nous avons choisi au départ 40 arbres ( $dhp \geq 10$  cm). Ces derniers étaient répartis en 8 classes de dhp en raison de 5 arbres par classe soit pour les

classes telles que: 10–20 cm, 20–30 cm, 30–40 cm, 40–50 cm, 50–60 cm, 60–70 cm, 70–80 cm et  $\geq 80$ -90 cm.

Les différents paramètres de calcul des volumes des arbres étaient :

- le diamètre à hauteur de poitrine (1.30m) et circonférence;
- les diamètres intermédiaires après deux mètres de longueur de fût ;
- la hauteur fût jusqu'à l'apparition de la première branche.

### II.3.3. Traitement des données

#### II.3.3.1. Transformation des mesures prises au relascope de Bitterlich

Les mesures brutes prises au relascope sur terrain ou unités relascopiques sont converties en mesures de dhp par la formule suivante:

$D=2dh (N_{bl}+N_{be}/4)$  avec : Diamètre, dh : distance horizontale séparant l'arbre et l'opérateur, Nbl : le nombre des bandes larges, Nbe : le nombre de bandes étroites vues et comptées au relascope.

### II.3.4. Construction des tarifs de cubage et de biomasse

#### II.3.4.1. Construction des tarifs de cubage

Les étapes à suivre dans l'élaboration de tarifs de cubage consistent au calcul des volumes individuels des arbres en se servant des données prélevées sur le terrain, à l'estimation du volume par des équations de régression qui expriment les volumes en fonction des variables explicatives (diamètre, hauteur du fût ou hauteur totale etc.), l'ajustement des données observées à la courbe d'équation et enfin la construction des tables de cubage (Thibaut et al. 1998 cités par Kadetwa, 2015).

##### a. Calcul du volume

Les volumes des arbres ont été calculés selon la méthode de cubage par billons successifs à l'aide de la formule de Smalian. Selon plusieurs auteurs, elle est utilisée dans la majorité des cas pour des billons successifs de  $\pm 2$  m de long. Ceci réduirait radicalement les coûts et les efforts d'échantillonnage.

$$Vol = \frac{\pi \cdot L}{4} (d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2) = \frac{\pi \cdot L}{4} \sum_{i=1}^n d_i^2$$



où  $L$  : désigne la hauteur du fût ;  $d_1$  est le diamètre inférieur à la base du fût ;  $d_2, d_3, \dots, d_n$  sont les diamètres intermédiaires les diamètres au bout du premier billon jusqu'au dernier billon (fin bout).

### b. Equation de régression

A partir des volumes fûts (ou volume observé =  $y_{obs}$ ) et des  $dhp$  ( $x$ ) nous sommes parvenus à estimer facilement par analyse exploratoire quelques équations de régression, leurs paramètres ( $a$  et  $b$ ) et les coefficients de corrélation ( $r$ ) en testant respectivement le :

- modèle de régression puissance :  $y = ax^b$
- modèle de régression exponentiel :  $y = ae^{xb}$
- modèle de régression linéaire :  $y = a + bx$
- modèle de régression logarithmique :  $y = a + b \ln x$
- modèle de régression quadratique :  $Y = a + bx + cx^2$
- modèle de régression inverse :  $Y = a + b/x$

Pour chacune de ces équations de régression, nous avons calculé les paramètres ( $a$  et  $b$ ), le coefficient de corrélation ( $r$ ) et coefficient de détermination  $R$  ( $R=r^2 \cdot 100$ ). Le coefficient de corrélation ( $r$ ) permet de mesurer la relation entre la variable indépendante et la variable dépendante. Un coefficient de corrélation d'une valeur égale à 80%, c'est-à-dire 0,8 dénote une bonne régression (Mabiala, 1981 et Kahindo, 2009). Parmi les équations testées, on choisit celles dont le coefficient de corrélation ( $r$ ) est le plus élevé et dont le calcul des volumes ne conduit pas à des valeurs négatives.

Après ces analyses basées sur les caractéristiques des équations, une seule équation de régression devra être retenue comme graphique de cubage. D'habitude les modèles non linéaires sont le plus souvent ceux qui traduisent les contraintes biologiques.

Ce modèle étant non linéaire, et ces données présentant habituellement l'hétéroscédasticité (c'est-à-dire une augmentation de la variance du volume avec l'accroissement des diamètres), la transformation log-log permet de le ramener à une régression linéaire soit :  $\text{Log}(V) = a^* + b^* \text{Log}(D)$  avec « Log » désigne le logarithme népérien; (Kahindo, 2009).

Après la transformation log-log, les autres paramètres statistiques ont également permis de tester la qualité du modèle, dont l'écart-type (ECT), l'écart-type résiduel (ECTR), Intervalle de confiance (IC), etc.

En effet, l'analyse résiduelle est basée sur la comparaison des résidus des modèles à un seuil de confiance donné. On cherche à avoir une variance qui tend à minimiser la somme de carré des écarts.

Cette variance résiduelle (Var) se calcule par la relation:

$$\text{Var} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (V_{\text{obs}} - V_{\text{pred}})^2$$

Avec  $V_{\text{obs}}$  = volume calculé pour un arbre donné de diamètre connu  $D$  et  $V_{\text{prédit}}$  = volume estimé par le modèle (soit  $\text{Vol} = aD^b$ ). Après ajustement le modèle prédit est :  $\text{Vol} = a_s + b_s D_i + \varepsilon$

- L'écart-type résiduel (ECTR)

$$\text{ECTR} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum (Y_{\text{obs}} - Y_c)^2}$$

Avec :  $Y_o$  : volume observé de Smalian,  $Y_c$  : volume calculé (estimé) par équations de régression,  $n$  : l'échantillon

- le coefficient de variation résiduel (CVR) : il correspond à l'écart type résiduel exprimé en pourcentage de la moyenne (Rondeux, 1998).

#### II.3.4.2. Construction des Tarifs de biomasse

La construction d'un tarif de biomasse individuel consiste à établir une relation mathématique pour prédire la biomasse aérienne d'un arbre à partir d'une ou deux de ses variables dendrométriques. On a choisi ici d'établir des tarifs à une entrée (la circonférence à une certaine hauteur) et qui a donc pour sortie une biomasse fraîche, « sur écorce ». Le choix de la circonférence se justifie par la facilité de récolte de cette information à partir des volumes multipliés par la densité de bois et le facteur de conversion de la biomasse. Ceci ramène le calcul de la biomasse aux relations suivantes :

$$\text{Biomasse (fût)} = \text{volume} \times \rho$$

Biomasse totale = volume du tronc  $\times \rho \times \text{BEF}$  Où  $\rho$  désigne la densité et BEF le facteur d'expansion de la biomasse. Le BEF a également été pris comme une constante. La valeur moyenne du BEF pour les forêts tropicales humides est généralement de 3,4 (Eggleston 2006).

Ce facteur d'expansion de la biomasse devrait varier d'une espèce à l'autre (Timothy *et* Browr, 2005, cité par Kahindo, 2009) et la densité de *Scorodophloeus zenkeri* est de 680 kg/m<sup>3</sup> (Reyes et al. 2000 cité par Kahindo, 2009).



## CHAPITRE III: PRESENTATION DES RESULTATS

### III.1. Distribution des arbres en fonction des classes de dhp

Le tableau 1 ci-dessous présente la distribution des arbres par classe de dhp. Il reprend tous les arbres (au total 40 arbres) de plus de 10 cm de dhp sur lesquels le tarif de cubage a porté.

**Tableau 1:** Distribution des arbres par classe de dhp

N°	Cl <sub>1</sub> (cm)	Cl <sub>2</sub> (cm)	Cl <sub>3</sub> (cm)	Cl <sub>4</sub> (cm)	Cl <sub>5</sub> (cm)	Cl <sub>6</sub> (cm)	Cl <sub>7</sub> (cm)	Cl <sub>8</sub> (≥ 80 cm)
1	15	26,25	31,5	45	51	60	71,25	81
2	15	27	33,75	45	52,5	61,5	73,5	82,5
3	17,25	27	33,75	45,75	54,75	63	73,5	86,25
4	17,25	28,5	36,75	46,5	55,5	63,75	76	88,5
5	19,5	28,5	38,25	46,5	58,5	68	78	93
Nb. Tot/classe	5	5	5	5	5	5	5	5
Nb. Total	40							

Comme le recommande plusieurs travaux sur l'élaboration des tarifs de cubage, il faut au minimum un même nombre d'arbres par classe de dhp. Dans le cadre de cette étude, nous en avons retenu 5 arbres par classe de dhp en fonction de 8 classes.

### III.2. Qualité des fûts

Les qualités des fûts se rapportent à la conformation naturelle des arbres qui ont fait l'objet de cette étude, à savoir trois dont: A : arbre à fût élancé, droit et cylindrique sans courbures prononcées sur toute la longueur, B : arbre à fût relativement droit et cylindrique avec quelques courbures peu prononcées sur la longueur du fût et C : arbre à fût droit et peu cylindrique avec quelques déformations, courbures bien prononcées et méplats sur le roulant du fût en dessous de la naissance de grosses branches.

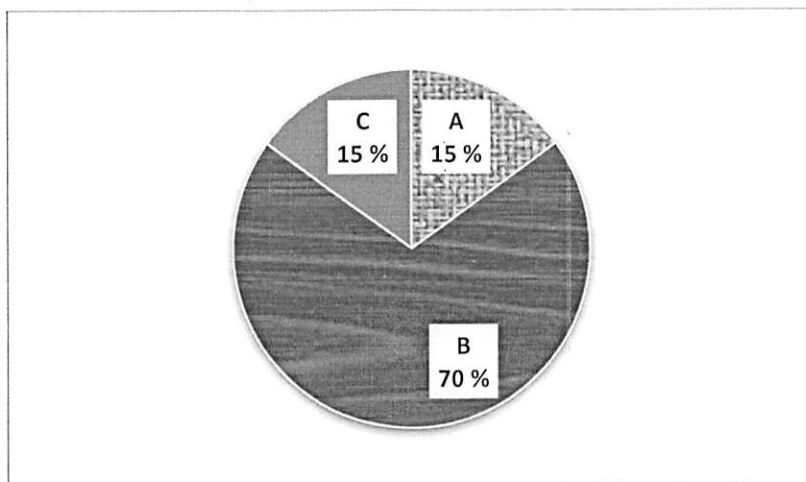


Figure 5 : Qualité des fûts.

Au regard de cette figure, l'on constate que, la qualité B représente 70% de toutes les données soit 28 sur les 40 arbres mesurés. Les qualités A et C quant à elles, enregistré 15% chacune soit 6 arbres chacune d'elle.

### III.3. Distribution des arbres par classe de diamètre au fin bout (dfb)

La figure 6 ci-dessous illustre la distribution des arbres en fonction de leur classe de dfb.

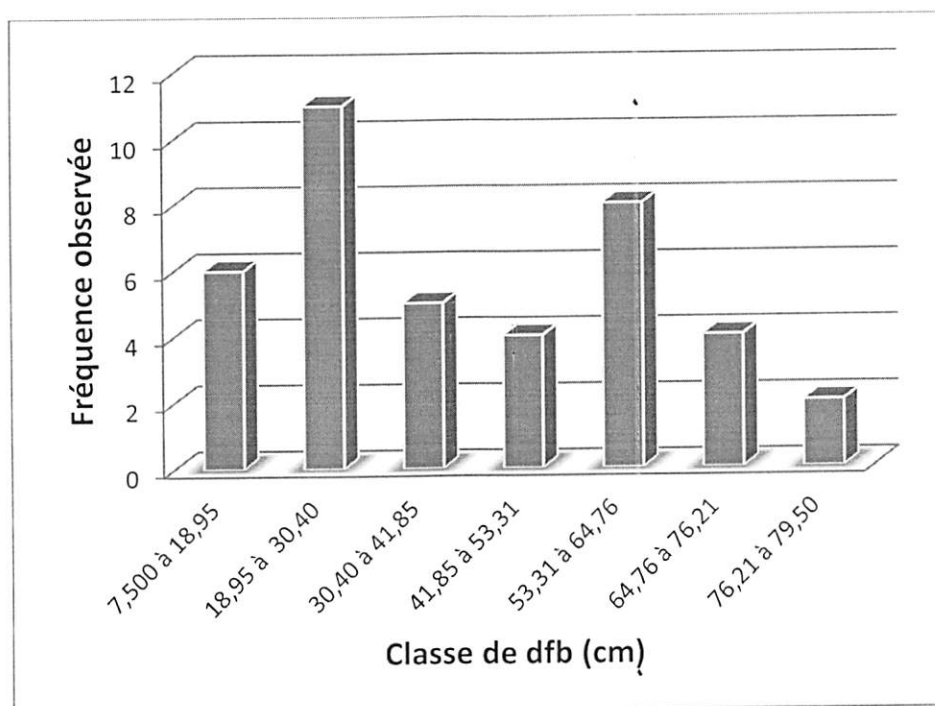
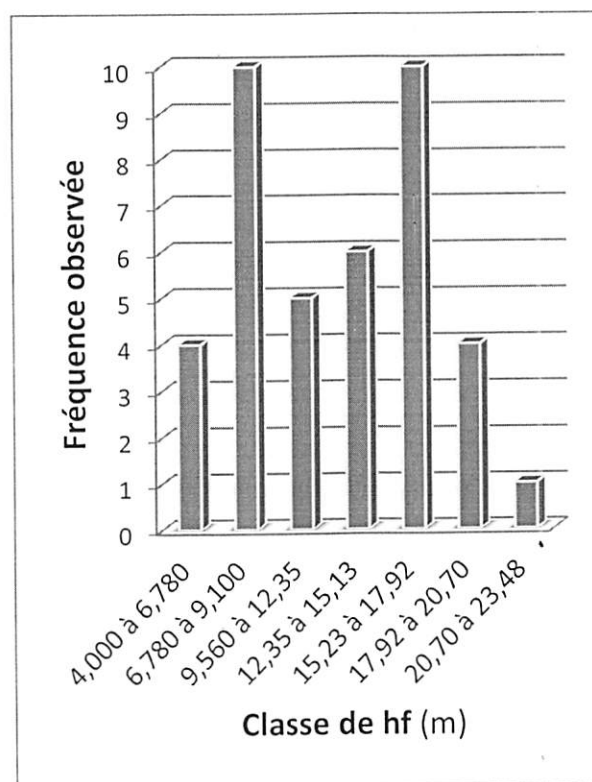


Figure 6 : Distribution des pieds par classe de dfb

L'examen de la figure 6, montre que le nombre d'arbres par classe de dfb est régulièrement varié dans toutes classes. Conformément au tableau 1 en annexe, la fréquence observée la plus élevée est observée dans la classe 2 (soit de 18,95 à 30,4 cm) avec 11 individus, suivies des classes 5 (soit de 53,3 à 64,76 cm) et 1 (soit de 7,5 à 18,95 cm) pour qui on a respectivement enregistré 8 et 6 individus, puis des classes 3, 4, 6 et 7 avec respectivement enregistré 5, 4, 4 et 2 individus. La courbe présente deux sommets et elle est assimilable à la forme de "S étiré".

#### III.4. Distribution des arbres par classe de hauteur fût (hf)

La figure 7 ci-dessous présente la distribution des arbres en fonction de leur classe de hf.



**Figure 7:** Distribution des pieds par classe de hauteur fût.

L'analyse de la figure 7 montre que, le nombre d'arbres par classe de hf a relativement varié d'une classe à l'autre. Conformément au tableau 2 en annexe, les fréquences observées la plus élevées ont été enregistrées dans les classes 2 (soit de 6,56 à 9,1 m) et 5 (soit de 15,23 à 17,92 m) avec respectivement 10 individus chacune. Elles sont suivies des classes 3 (soit de 12,35 à 15,13 m) et 4 (soit de 9,5 à 12,35 m) avec respectivement 6 et 5 individus puis de classe 1 (soit de 4,0 à 6,78 m) et 6 (soit de 17,92 à 20,7 m) avec respectivement 4 individus chacune et

enfin, la 7<sup>ème</sup> classe avec un seul individu. La courbe présente deux sommets (classes 2 et 5) ce qui donne à la courbe l'allure de " S étiré ".

### III.5. Volume fût en fonction du dhp

La figure 8 ci-dessous présente le volume fût (en m<sup>3</sup>) en fonction du dhp.

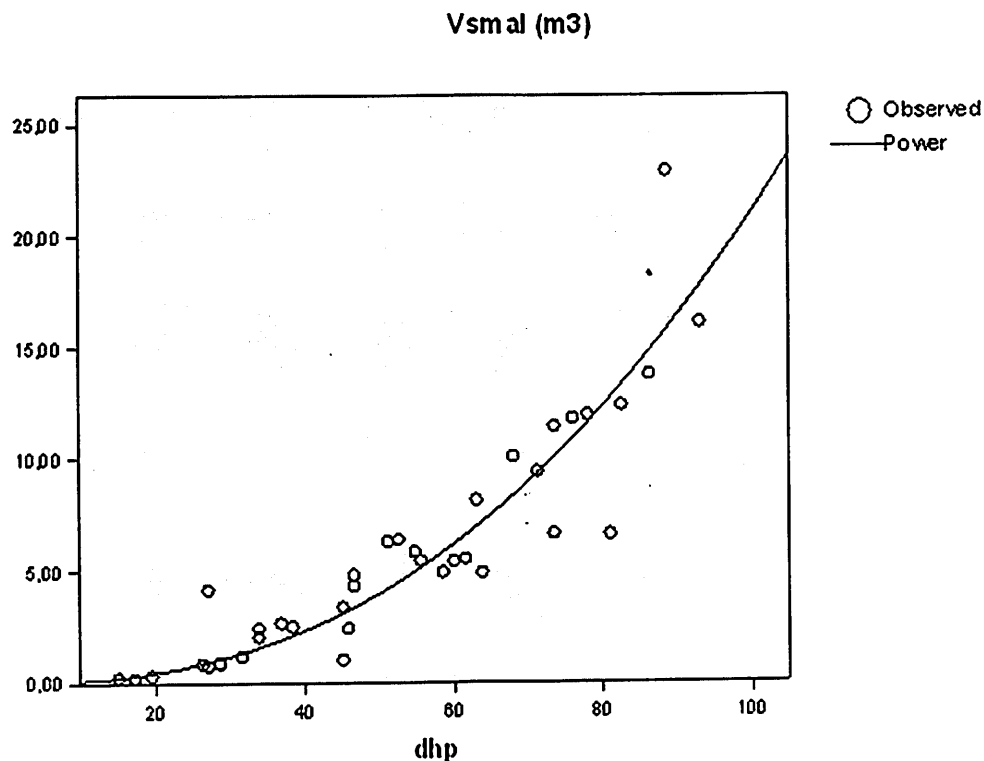


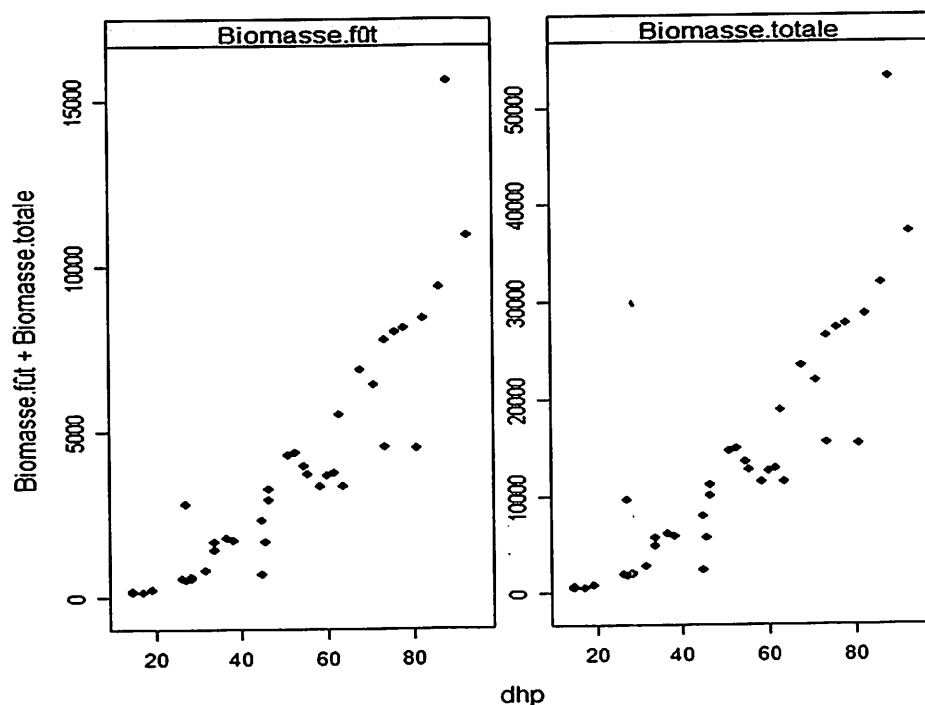
Figure 8 : Graphique de cubage (volume fût en fonction du dhp)

Au regard de ce graphique de cubage, on constate que, le volume varie de façon non linéaire en fonction du dhp et laisse voir l'hétéroscédasticité soit une variance relativement croissante avec l'augmentation des diamètres à partir des arbres de plus de 45 cm de dhp.

A cause de cela, il peut s'avérer indispensable de procéder aux transformations log log pour réduire l'hétéroscédasticité et rendre la courbe plus ou moins linéaire voire à stabiliser la relation entre le volume (la variable expliquée) et le dhp (la variable explicative) ou l'homogénéiser (homoscédasticité) en ajustant les données par une analyse des résidus (cf § 3.7.4.).

### III.6. Biomasse fût et biomasse totale en fonction du dhp

Conformément au paragraphe 2.2.4.2. La biomasse des fûts était calculée en multipliant le volume fût par la densité, une constante et la biomasse totale était calculée en multipliant biomasse fût par le BEF, également une constante. C'est ainsi que les courbes de biomasse fût et biomasse totale tout comme le volume en fonction du dhp présentent proportionnellement l'hétéroscédasticité et leurs courbes respectives sont non linéaires (cf. fig.9. ci-dessous).



**Fig.9:** Graphiques de biomasse fût et de biomasse totale (kg) en fonction du dhp (cm).

Au regard de ces deux courbes de biomasse fût et biomasse totale, on constate visiblement qu'elles sont comparables (mêmes unités en kg) cependant ce sont les quantités en ordonnées qui marquent la différence entre l'une et l'autre (l'échelle). La biomasse totale est supérieure par rapport à la biomasse fût.



### III.7. Présentation des modèles de régression

#### III.7.1. Caractéristique et choix des modèles de régression

Une fois les données de terrain traitées, nous avons estimé le volume comme variable de sortie par six modèles de régression différente et établi la corrélation entre le volume et comparé leurs paramètres statistiques ou les caractéristiques tels que les coefficients de régression a, b et c, les coefficients de corrélation "r" et de détermination "R<sup>2</sup>". Cette comparaison permet à son tour d'en retenir que celle dont le coefficient de corrélation "r" apparait numériquement le plus élevé d'un côté mais aussi dont les volumes calculées n'entraînent pas des valeurs négatives et pour laquelle l'écart-type résiduel du volume est numériquement le plus bas.

**Tableau 2 : Caractéristique des modèles de régression**

Modèle régression	Coefficient de régression				
	" r "	" R "	"a"	" b "	"c "
	(Corrél.)	(détermination)	(régression)	(régression)	(régression)
Linéaire	0,890	79,24 %	- 4,5678804	0,2003237	
Logarithmique	0,813	66,07 %	-24,5677965	7,9183393	
Inverse	0,695	48,34 %	11,4561816	- 229,50459	
Quadratique	0,923	85,26 %	1,1059041	- 0,0701012	0,00261539
Puissance	0,952	90,77 %	0,0003240015	2,40689316	
Exponentielle	0,910	82,91 %	0,20914213	0,05313814	

L'analyse de ce tableau relatif à la comparaison des paramètres des équations de régression montre que, les modèles linéaire, logarithmique, inverse et quadratique qui présentent des coefficients négatifs pourraient conduire, à une certaine limite à des volumes négatifs et par conséquent exclus en défaveur des modèles puissance et exponentiel. Cependant entre ces deux derniers (puissance et exponentiel), on a constaté que le coefficient "r" du modèle exponentiel est numériquement inférieur à celui du modèle de puissance ( $0,910 < 0,952$ ). Cela prouve que le modèle puissance, apparait à ce niveau le meilleur des six testés étant donné que le coefficient "r" est numériquement le plus élevé.

De ce qui précède, seul le coefficient "r" n'est pas à dicter le choix de la meilleure équation. C'est ainsi que nous avons poussé le critère de choix à l'analyse résiduelle des volumes calculés à l'issue de chacune des équations. Le tableau ci-dessous présente la comparaison de six modèles testés par rapport à l'écart-type résiduel.

Tableau 3 : Comparaison de l'écart-typé résiduel des modèles testés.

Modèle/ paramètre	Lin	Log	Inv	Quadr	Puiss	Expon
Coeff"r"	0,890	0,813	0,695	0,923	0,952	0,910
Coeff"R <sup>2</sup> " (%)	79,24	66,07	48,34	85,26	90,77	82,91
ECTR (m)	5,19	8,34	5,98	3,74	3,54	9,95

Au regard de ce tableau, le modèle puissance a été retenu comme équation de cubage parmi les six testés étant donné qu'il présente le coefficient "r" numériquement le plus élevé (0,952), les coefficients a et b positifs et l'ECTR sur le volume le plus bas soit 3,54 m.

### III.7.2. Equation de cubage et de biomasse

Tableau. 4 : Paramètres et forme des équations de régression du volume, biomasse fût et biomasse totale des tiges

Variable Y	A	B	R	Forme de l'équation
Vol fût (m <sup>3</sup> )	0,0003240015	2,40689316	90,77	VF = 0,0003240015 x D <sup>2.40689316</sup>
Biom. fût (kg)	0,22032104	2,3703812	90,77	BF = 0,22032104 x D <sup>2.3703812</sup>
Biom. tot (kg)	0,74909156	2,3703812	90,77	BT = 0,74909156 x D <sup>2.3703812</sup>

Le constat fait de ce tableau est que, les trois variables de sortie retenues dans le cadre de cette étude, à savoir : le volume fût, la biomasse fût et la biomasse totale des arbres, se traduisent directement par un modèle de régression de type « puissance ».

### III.7.3. Ajustement des données au modèle

Il convient de signaler que l'ajustement est parfait lorsque le coefficient de corrélation est égal à 1. Toutefois, un coefficient de corrélation  $\geq 0,80$  dénote une bonne corrélation entre les

variables et une bonne équation de régression. Mais, aussi, étant donné que les volumes d'arbres sont des valeurs positives, celles qui font ressortir des valeurs négatives sont à rejeter. C'est dans cette perspective que l'ajustement des données de volumes à une courbe linéaire est intervenu ici en procédant à la transformation log-log de l'équation de cubage de départ ( $Y = a \cdot X^b$ ). L'équation de la courbe ajustée devient ainsi:  $\ln(V) = \ln a + b \ln D + \varepsilon$  (où  $\varepsilon$  représente le résidu à minimiser = 3,54).

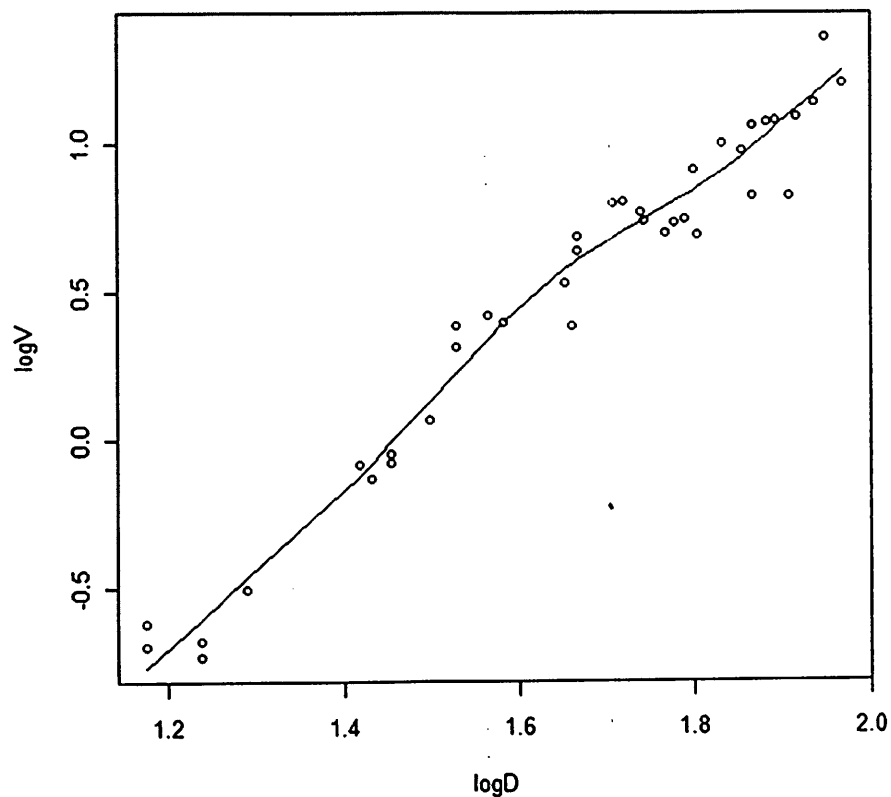


Figure 10 : Courbe des données ajustée au modèle linéaire.

### III.7.4. Barème de cubage

Conformément à sa validité cette table de cubage ne peut qu'estimer le volume fût en fonction du dhp de l'espèce *S. zenkeri*, sur un échantillon d'arbres dont le dhp varie entre 10 cm (minimum) et 93 cm (maximum), dans la région de Yoko. Les lignes du tableau correspondent globalement aux 9 classes de dhp de notre échantillon et les colonnes correspondent aux valeurs des dhp selon qu'on est dans telle ou telle autre classe de diamètre. Chaque chiffre à l'intersection de la ligne " N " et la colonne " n " respectives correspond au volume estimé de l'arbre dont le dhp est égal à la valeur absolue|Nn|.

**Tableau 5 : Barème ou table de cubage**

Essence: <i>Scorodophloeus zenkeri</i>										
Réserve forestière de Yoko										
Caractéristiques de l'équation: $Vol = 0,0003240015 \times D^{2,40689316}$										
↓ N → n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,0827	0,1040	0,1282	0,1555	0,1858	0,2194	0,2563	0,2966	0,3403	0,3876
2	0,4385	0,4932	0,5516	0,6139	0,6801	0,7503	0,8246	0,9030	0,9856	1,0725
3	1,1636	1,2592	1,3592	1,4637	1,5727	1,6864	1,8047	1,9277	2,0555	2,1881
4	2,3256	2,4680	2,6154	2,7678	2,9252	3,0878	3,2556	3,4285	3,6067	3,7903
5	3,9791	4,1734	4,3730	4,5782	4,7889	5,0051	5,2270	5,4544	5,6876	5,9265
6	6,1712	6,4216	6,6779	6,9401	7,2082	7,4823	7,7624	8,0485	8,3407	8,6389
7	8,9434	9,2540	9,5708	9,8939	10,2232	10,5589	10,9010	11,2494	11,6042	11,9656
8	12,3334	12,7077	13,0886	13,4761	13,8702	14,2709	14,6784	15,0926	15,5135	15,9412
9	16,3757	16,8171	17,2653	17,7205	18,1826	18,6516	19,1277	19,6108	20,1009	20,5981

## CHAPITRE IV: DISCUSSION DES RESULTATS

Dans ce chapitre, nous avons comparé le résultat du tarif de Yoko(2016) avec ceux des autres provinces.

Le tableau.6.fait la comparaison de notre tarif à Yoko en 2016 avec les tarifs établis pour l'espèce *S.zenkeri* dans diversités de la région de Kisangani d'un côté et ceux des ex-Provinces du Bandundu, Bas-Congo, Equateur et Province Orientale.

Tableau 6 : Comparaison des caractéristiques des tarifs de Yoko (2016) avec ceux des autres régions pour l'espèce *S.Zenkeri*.

Province	Coefficients de régression	
	a	B
Bas-Congo, Equateur et Orientale	0,0004658	2,1340008
Bandundu	0,00018242	2,27505
Kahindo, 2009	0,000323727	2,19912
Kembeti, 2015	0,011	1,496
Yoko 2016	0,000324001	2,406893

L'analyse du tableau.6.Montreque, sauf pour le tarif de Bandundu, les ordonnées à l'origine (coefficient a) du reste des tarifs comparés sont presque égaux, à savoir : Yoko en 2009, Kembeti en 2015 et du groupe des ex-provinces de l'Equateur, du Bas-Congo voir même Province Orientale (DIAF,2009) pour *S.zenkeri*. L'écart entre les pentes des tarifs (coefficient b) n'est pas visiblement grand. L'évolution des volumes produits de ces tarifs est illustrée dans la figure.11.ci-dessous.

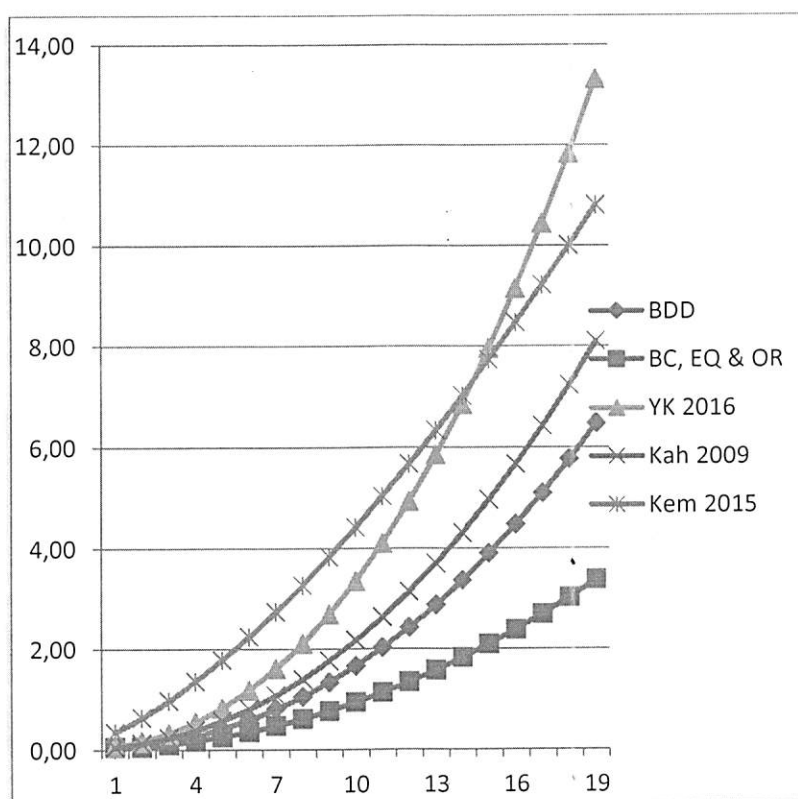


Figure 11 : Courbes et évolution des volumes estimés pour les tarifs comparés : EQ = Equateur, BC= Bas-Congo, BDD = Bandundu, PO = Province Orientale, Kah = Kahindo(2009), Kem = Kembeti (2015) et YK 2016= notre étude.

Ce graphique indique que les tendances des courbes de chacun de ce groupe de tarifs sont globalement différenciables à partir des arbres de petit diamètre jusqu'à ceux de grand diamètre. En opposant le tarif le plus récent aux autres (reste), on constate que le tarif de Yoko 2016 surestime le volume pour les arbres de grand diamètre, ensuite viennent Kahindo (2009) et Kembeti (2015), puis BDD et enfin le groupe BC-EQ-PO. Par comparaison de l'ensemble de ces tarifs, on constate que Yoko 2016 et Kembeti (2015) viennent à tête dans la surestimation du volume. Toutefois, le croisement des courbes de ces deux tarifs montre visiblement que Yoko (2016) surestime le volume seulement jusqu'à une certaine limite (gros arbres) pas pour les arbres de petit diamètre et Kembeti (2015) quant à lui surestime bien contrairement le volume pour les arbres de petit diamètre mais pas pour les arbres de gros diamètre.

## CONCLUSION ET SUGGESTIONS

### A.CONCLUSION :

Cette étude avait pour objet d'élaboration des tarifs de cubage et de biomasse de *S.Zenkeri* dans la réserve forestière de Yoko.

Au cours de celle-ci, nous avons obtenu des tarifs de cubage et de biomasse à une entrée : le diamètre à hauteur de poitrine (dhp).

Ce tarif a été construit par échantillonnage non destructif de 40 arbres reparti en 8 classes de dhp et ayant un diamètre (dhp) supérieur à 10 cm de *S.Zenkeri*. L'effectif échantillonné est relativement restreint par rapport aux recommandations usuelles (entre 30 et 100 arbres pour un peuplement homogène). L'appareil qui nous a servi à prélever ces données c'est le « relascope de Bitterlich » à bandes étroites et larges.

Le calcul du volume sur pied se fait selon la méthode de cubage par billon successifs en utilisant la formule de Smalian :

$$V = \frac{\pi.L}{4} (d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2) = \frac{\pi.L}{4} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

La biomasse fût quant à elle, était estimé à partir du produit du volume fût par la densité et la biomasse totale par le produit du facteur d'expansion de la biomasse (BEF) par la densité de bois et le volume du tronc.

Par ailleurs, bien que les formes différentes des arbres, une seule équation de régression du type puissance qui a été développée et elle nous a permis de passer à l'estimation du volume fût (VF), la biomasse fût (BF) et la biomasse totale (BT) des tiges dont les caractéristiques sont les suivantes :  $VF = 0,0003240015 \times D^{2,40689316}$ ,  $BF = 0,22032104 \times D^{2,3703812}$ ,  $BT = 0,74909156 \times D^{2,3703812}$ .

Dans la discussion de résultats, malgré qu'il y a peu d'étude qui ont été déjà faite surtout pour le tarif de cubage de *S. Zenkeri*, une comparaison basée sur les caractéristiques et paramètre des modèles de cubage établis par la DIAF et celui développé dans le cadre de cette étude révèle que dans la plupart de cas, ils ne peuvent pas se substituer les uns par les

autres en ce qui concerne l'estimation du volume. Leur application est limitée par leur validité respectivement.

## **B.SUGGESTIONS**

Aux chercheurs, cette étude soit appliquée dans de différents sites forestiers dans le cadre d'une gestion durable et valorisation de l'espèce car, de tel travail permettra de contribué à disposer des données de base fiables pour des études ultérieures en foresterie et botanique pour les essences forestières. Elle permettra aussi de savoir le volume de l'arbre exploitable sur pied pour la commercialisation de bois.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme (1997). Rapport Intermédiaire sur la mise œuvre de la convention relative à la biodiversité en RDC, MECNT 74p.
- Amsallem, I. Kone P, D., Wilkie M, L. et Ngandji, M. (2004). Gestion forestière en Afrique centrale : à la recherche de l'excellence. Bois et Forêts des Tropiques, 281 : 5-18.
- ATIBT (2006). Formation de forestier aménagiste et de gestionnaire forestier. Module 2. Dendrométrie et topographie. Libreville, Gabon, 47 p.
- Batsielili, A (2008). Phénologie et régénération des espèces ligneuses arborées en Afrique tropicale humide : cas d'Afromosia (*Pericopsis elata*) et du Tola (*Prioria balsamifera*) en RDC. Mémoire de stage de fin de cycle. Montpellier, France, 64 p.
- Biguma, J. (2006). Contribution à élaboration d'un tarif de cubage de *Staudtia stipitata* (= *Staudtia Kamerunensi* Warb dans la réserve floristique de Loweo (Yangmbi, RDC) Mémoire inédit F.S.A/UNIKIS, 49 p.
- Bouchon, J.(1974). Les tarifs de cubage. Nancy, France, ENGREF, 57p.
- Boyemba, BF(2006). Diversité et régénération d'essences forestières exploitées dans la forêt dense d'Ubundu à Kisangani, RDC, Mémoire DEA inédit, ULB, 101p.
- C.T.F.T. (1956). Mémento du forestier. 1<sup>ème</sup> édition. Ministère de la coopération. 1216p.
- Cailliez, F(1980). Volume estimation. In: Forest volume estimation and yield prediction. Rome, Italie, Fao, 98 p.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.-P, Nelson B. W., Ogawa H., Puig H., Riéra B., and Yamakura T.. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* (200) 145: pp 87-99.
- DeWasseige, C., Devers, D. De Marcken, P. Eba'a, Atyi, R., Nasi R., Mayaux, P. (2009) : Les forêts du Bassin du Congo, Etat des forêts 2008. Luxembourg, Office des publications de l'union Européenne, 274 p.

- DIAF, 2009. Liste des essences forestières de la R.D Congo, DIAF, Kinshasa. 52p.
- Eggleston, S., Buendia, K-M., Ngara, T.& Tanabe, K. (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol 4, Japan. 678 p.
- FAO, 1997: Les forêts au service de la sécurité alimentaire. Not Faune, pp 17-19.
- FAO 2000, Evaluation des ressources mondiales, rapport principal Etude FAO Foret numéro 140, Rome, 8 p
- Foyelle, A. Rondeux, J. Doucet, J.L.Ernest, G. Bouisso, G., Quevaullers, S., Bourlard, N. Feteke, R., Lejeune, P. (2013) : Réviser les tarifs de cubage pour mieux gérer les forêts du Cameroun Bois et Forêts des Tropiques.
- Guitet, S.(2007) : Principales définitions utilisées dans le modèle de l'offre mondiale.
- Kadetwa,K. (2015): Elaboration du tarif de cubage et de biomasse pour *Terminalia superba*Engel &Diels. Dans le jardin zoologique de Kisangani (Province de laTshopo, RD Congo) Mémoire inédit FGRNR/UNIKIS, .39 p.
- Kahambu, K (2015) : Elaboration du tarif de cubage et de biomasse pour *Millettia laurentii* de Wild dans le jardin zoologique de Kisangani (Province de la Tshopo, R.D.Congo). Mémoire inédit, FGRNR/UNIKIS, 36p.
- Kahindo, M.(2006) : Contribution à l'élaboration d'un tarif de cubage de *Futumia africana* Benth/Stapt dans la réserve forestière de la Yoko (Nord Ubundu, Province Orientale, RDC) Mémoire inédit FSA/UNIKIS, 42p.
- Kahindo, M.(2009) : Elaboration de tarif de cubage et de Biomasse pour *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild). J. Léonard, *Guarea thompsonii* Sprague & Hutch. Et *Scorodophoeus zenkeri* Harms dans la réserve forestière de YOKO (Ubundu, Province Orientale, RDC). Mémoire D.E.A/UNIKIS,67p.
- Katusi, L. (2009)/ Analyse de la régénération et de la structure spatiale des Meliaceae de la réserve forestière de Yoko. Cas de *Guarea cedrata* (A. Chev.) Peller et *Guarea thompsonii* Sprague&Hutch. (Ubundu, Province Orientale, RDC) DEA/FSUNIKIS, 102 p.

- Kembeti, K. (2015) : Elaboration D'un Tarif De Cubage de *Scorodophloeus zenkeri* Harms dans La Réserve Forestière De Yoko (Ubundu, Province de La Tshopo, RD Congo). Mémoire, FGRNR/UNIKIS, 59p.
- Lanly, J.P. (1965) : Les tarifs de cubage. Bois et Forêts des Tropiques, 100 : 19-35.
- Lejoly, J. (2008) : Typologie forestière (Phytosociologie et phytogéographie). Notes de cours à l'usage des étudiants en Master en, gestion de la biodiversité et aménagement forestier durable, Inédit, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 133p.
- Lofofu, M (2008) : Contribution à l'élaboration d'un tarif de cubage de *Brachystegia laurentii* (de wild) Louis dans la forêt de Biaro (PK.41, Ubundu, province Orientale, RDC). Mémoire inédit, FSA/UNIKIS, 50 p.
- Lomba, B. et Ndjele, M. (1998) : Utilisation de la méthode de transect en vue de l'étude de la phytodiversité dans la réserve de Yoko (Ubundu, R.D.Congo). Annales(11), Fac. Sci. UNIKIS, pp 35-46.
- Lomba, B. (2007) : Contribution à l'étude de la phytodiversité de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, RDC), DES-UNIKIS, 60 p.
- Mabiala, M et Kandaka, L (1981) : Tarif de cubage. Norme d'inventaire forestier. Cahier numéro 4, SPIAF KINSHASA. 58p.
- Mabiala, M. (1981) : Normes d'inventaire forestier. Tarif de cubage n° 4 SPIAF, Kinshasa, 70p.
- Malongola, J. (2010) : Etablissement de tarif de cubage : *Gilbertiodendron dewevrei* J. Léonard, *Diospyroschyscarpa* F. White et *Diogoia zenkeri* (Engler) Excel et Men dans la forêt expérimentale (RD CONGO), TFC inédit, ISEA/Bengamisa, 35 p.
- Matondo, D. (2012) : Tarif de cubage et de biomasse de *Branchystegia laurentii* dans la Réserve de biosphère de Yangambi. Mémoire inédit, FSA/UNIKIS, pp 10-20
- Nanson, A., (1975) : Génétique et Amélioration des arbres forestiers. Presses Agronomiques de Gembloux, 712 p.

- Nshimba, M. (2008) : Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani (RDC). Thèse de doctorat, ULB, Labo. Bot. Syst, 271 p.
- Nyakabwa, M. (1982) : Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de doctorat, Vol I, II, III ; FS/UNIKIS, 998 p.
- Picard, N.&Syllas, L-M. (2005) : Guide méthodologique des évaluations rapides des bois énergies, PREDAS, 90p.
- Picard, N. (2008). Analyse de données de pre-inventaire de Yoko, CIRAD-GS
- Picard, N. Saint-André, L. et Henry, M. (2012) : Manuel de construction d'équations allométriques pour l'estimation du volume et la biomasse des arbres : de la mesure de terrain à la prédiction. Rome, Italie, Fao, Montpellier, France, Cirad, 222 p.
- Pregent G., Savard, F. Desaulnier, G. et Savard, F. (2001) : Tarif de cubage a diamètre et longueur variables d'utilisation pour le pin gris en plantation au Québec, Mémoire de recherche forestière n°139 P31.
- Reyes, G., Brown S., Chapman, J. et Lugo, A. E. (1992). Wood densities of tropical treespecies. USDA Forest Service, General Technical Report SO-88, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA 15p.
- Rondeux, J. (1993) : La mesure des arbres et des peuplements forestiers, Gembloux. 512 p.
- Rondeux, J. & Otoul, C. (1998) : Construction d'un tarif de cubage à l'aide d'un micro-ordinateur, Gembloux (Belgique), 11p.
- Rondeux, J. (1999) : La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Gembloux, Belgique, Les Presses agronomiques de Gembloux, 2de édition, 521 p.
- Thibaut, A. ; Claessens, H. et Rondeux, J. (1998). Construction de tarifs d'arbres pour l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn). Faculté universitaire des sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique), 11p.

Timothy, P. & Brown S., (2005) : Guide de mesure et de suivi de carbone dans les forêts et prairies herbeuses, Ecosysteme Service Units, Winrock International Arlington, USA, 39p.

Vivien, J. & Faure, J-J. (1985). Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale, Agence de Coopération Culturelle et Technique, Paris 178p.

## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
0.1 Problématique.....	1
0.2. Hypothèses de travail.....	2
0.3. Objectifs de travail .....	3
0.3.1. Objectif général.....	3
0.3.2. Objectifs Spécifiques .....	3
0.4. Intérêt du travail.....	3
0.5. Revues de la littérature .....	4
0.6. Subdivision du travail.....	5
CHAPITRE I : GENERALITES.....	6
I.1. Aperçu sur l'espèce .....	6
I.1.1.Position systématique.....	6
I.1.3. Origine et Répartition géographique .....	6
I.1.4. Caractéristiques de l'espèce.....	7
I.1.5. Ecologie .....	8
I.1.6. Usages.....	8
I.1.7. Gestion de l'espèce.....	9
I.1.8. Qualité Physique, Mécanique et Technique .....	9
I.1.9. Importance économique et Biologique.....	10
I.2. Tarif de Cubage et de Biomasse.....	10
I.2.1.Tarif de cubage .....	10
I.2.1.1 Définition.....	10
I.2.1.2. Catégories de tarif de cubage.....	11
I.2.1.3. Intérêt et validité d'un tarif de cubage.....	11
I.3. Tarif de biomasse .....	12
CHAPITRE II: MILIEU, MATERIELS ET METHODES DE TRAVAIL.....	13
II.1. Milieu d'étude.....	13
II.1.1 Situation géographique et administrative .....	13
II.1.2. Facteurs Abiotiques.....	14
II.1.2.1. Climat .....	14
II.1.3. Facteurs Biotiques .....	15

II.1.4. Activités anthropiques.....	16
II.2. Matériels .....	16
II.3. Méthodologie .....	17
II.3.1. Taille et choix de l'échantillon .....	17
II.3.3. Traitement des données .....	18
II.3.4. Construction des tarifs de cubage et de biomasse .....	18
III.1. Distribution des arbres en fonction des classes de dhp.....	22
III.2. Qualité des fûts .....	22
III.3. Distribution des arbres par classe de diamètre au fin bout (dfb) .....	23
III.4. Distribution des arbres par classe de hauteur fût (hf) .....	24
III.5. Volume fût en fonction du dhp.....	25
III.6. Biomasse fût et biomasse totale en fonction du dhp.....	26
III.7. Présentation des modèles de régression.....	27
III.7.1. Caractéristique et choix des modèles de régression.....	27
III.7.2. Equation de cubage et de biomasse.....	28
III.7.3. Ajustement des données au modèle .....	28
III.7.4. Barème de cubage .....	30
CHAPITRE IV: DISCUSSION DES RESULTATS .....	31
CONCLUSION ET SUGGESTIONS .....	33

## Les Annexes

**Tableau.1.**Distribution des arbres par classe de dfb.

Classe	Fréq. obs	Fréq. rel	Fréq. Cum
7,500 à 18,95	6	15,00	15,00
18,95 à 30,40	11	27,50	42,50
30,40 à 41,85	5	12,50	55,00
41,85 à 53,31	4	10,00	65,00
53,31 à 64,76	8	20,00	85,00
64,76 à 76,21	4	10,00	95,00
76,21 à 79,50	2	5,00	100,00
<b>Total</b>	<b>40</b>		

**Tableau.2.**Ddistribution des arbres par classe de hf.

Classe	Fréq. obs	Fréq. rel	Fréq. Cum
4,000 à 6,780	4	10,00	10,00
6,780 à 9,100	10	25,00	35,00
9,560 à 12,35	5	12,50	47,50
12,35 à 15,13	6	15,00	62,50
15,23 à 17,92	10	25,00	87,50
17,92 à 20,70	4	10,00	97,50
20,70 à 23,48	1	2,50	100,00
<b>Total</b>	<b>40</b>		



## LISTE DES FIGURES

**Fig.1** : Carte de localisation de la réserve forestière de Yoko.

**Fig.2** : Diagramme Ombrothermique de Kisangani.

**Fig. 3** : Présentation du fût de *S. zenkeri*.

**Fig. 4** : Schéma du dispositif permanent de 400 ha de Yoko.

**Fig. 5** : Qualité des fûts de *S.zenkeri*.

**Fig .6** : Distribution des pieds par classe de dfb.

**Fig. 7** : Distribution des pieds par classe de hauteur fût.

**Fig. 8** : Graphique de cubage (volume fut en fonction du dhp).

**Fig.9:** Graphiques de biomasse fût et de biomasse totale (kg) en fonction du dhp (cm).

**Fig.10:** Courbe des données ajustée au modèle linéaire.

**Fig.11** : Courbes et évolution des volumes estimés pour les tarifs comparés par d'autres provinces.

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau 1:** Distribution des arbres par classe de dhp.

**Tableau. 2 :** Caractéristique des modèles de régression

**Tableau.3 :** Comparaison de l'écart-typé résiduel des modèles testés.

**Tableau. 4 :** Paramètres et forme des équations de régression du volume, biomasse fût et biomasse totale des tiges.

**Tab.5 :** Présente le Barème ou table de cubage

**Tableau.6 :** Comparaison des caractéristiques des tarifs de Yoko (2016) avec ceux des autres régions pour l'espèce *S. Zenkeri*.