

# UNIVERSITE DE KISANGANI



B.P : 212

KISANGANI

## FACULTE DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES

Département : Eaux et Forêts

**Estimation de la biomasse et du stockage de carbone  
dans la forêt de Yasikia, territoire d'opala (province de  
la Tshopo, RDC) : cas de *Gilbertiodendron dewevrei* (  
DE WILD ) J.LEONARD et *Scorodophloeus zenkeri*  
HARMS**

Par

**Benoît TOKO DRADHEYO**

**Travail de fin d'études**

Présenté en vue de l'obtention de  
grade d'Ingénieur en Sciences  
Agronomiques

Option : Eaux et Forêts

Directeur : Prof. LOMBA BOSOMBO

Encadreur : Ass. MBULA MEKANDO



ANNEE ACADEMIQUE : 2015- 2016

16  
23 - GRNR.

## DEDICACE

*A mes parents Samuel DRADHEYO EDEMA et Jeannette BHUTIA, sans aussi être ingrat envers mon oncle paternel et tuteur OGUZU Etienne pour tant de sacrifices et soucis de mon épanouissement, chose qui ne me quittera pas au cœur et esprit, qu'ils trouvent la marque de mon immense affection ;*

*A vous tous qui m'êtes chers ;*

*Je dédie ce travail.*

**Benoît TOKODRADHEYO**

## REMERCIEMENTS

L'œuvre humaine n'étant pas toujours parfaites, son élaboration nécessite de l'aide. Nous avons au terme de ce travail de fin d'études universitaires le devoir d'exprimer notre profonde gratitude à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué spirituellement, matériellement, moralement et financièrement pour sa réalisation.

Nos remerciements s'adressent particulièrement au Professeur Lomba et à l'Assistant Mbula Meka ndo, respectivement directeur et encadreur de ce modeste travail pour tant d'amour et attachement qu'ils nous ont accordé pour nous encadrer et nous amener à finir le travail en paix.

Nos reconnaissances particulières s'adressent à nos parents Dradheyo Edema et Jeannette Bhutia pour leur souci distingué de nous éduquer et former depuis notre enfance et à Oguzu Obhitre Etienne notre oncle paternel et tuteur depuis notre première année de l'université jusqu'au aujourd'hui à la cinquième année qui marque la fin de notre parcours universitaire pour ces actes et gestes incroyables qu'on ne peut pas imaginer, posés sur le plan financier et moral malgré toutes les difficultés qui se présentaient, il arrivait à l'extrême pour donner solution aux problèmes qu'il trouve ainsi notre reconnaissance la plus distinguée, que Dieu vous protège.

Qu'il soit pour nous un devoir agréable d'adresser notre reconnaissance plus particulièrement aux corps scientifiques de la Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables pour avoir assuré notre formation.

Il nous sera ingrat d'oublier les personnes qui nous ont aidé à la réalisation de ce travail d'une manière ou d'une autre plus particulièrement nous pensons à Azabatre Martin et Justine Kandaruru pendant ce parcours académique

Nous n'avons pas oublié nos frères, sœurs biologiques et non biologiques, nos oncles, les amis et amies : Ndema Claver, Tseni Owita David, Maliamungu Nyaku, Opisias Bhutia, Anguandia, Arua, Makanisi, Tabu Asuku, Petit frère Andabhati, Irène, André Olindiri, Rimbarac Emmanuel, Eneko Azabo, Alio Sabho.

A vous mes collègues de lutte, frères, amis et connaissance Fortuna Milambo, Gata lula boreck, Michel Mpia, Esperant Tande, Musanga Ines, Charly Ponze, Mbatayo, Mukulia Ali, Jean-Louis Unega, Lola et à toute la cité de gloire nous exprimons l'expression de notre sympathie pour le moment difficile, de stress et même de joie que nous avons traversé ensemble. Nous ne pouvons finir cette partie sans présenter notre profonde gratitude à la grande famille de chorale sainte vous êtes au fond de mon cœur.

## RESUME

Le present travail a pour objectif général d'évaluer la quantité de biomasse et du stockage de carbone de deux essences forestières de la forêt de Yasikia, il s'agit de *gilbertiodendron dewevrei* et *scorodophloeus zenkeri*.

Dispositif de deux hectares ont fait l'objet de cette recherche, où un inventaire en plein a porté sur toutes les tiges ayant le dhp  $\geq 10\text{cm}$  ; les données issues de cet inventaire ont permis de trouver la densité des espèces, le dhp, la surface terrière, la haut fût, diamètre fin bout ,le volume fût , la biomasse aérienne à partir de l'équation allométrique de chave et al, 2005 et le stockage de carbone. Après analyse les résultats se présentent comme suivants :

- La densité entre ces deux espèces diffère, soit de 37,5 tiges.ha-1 pour *Gilbertiodendron dewevrei* et 23 tiges à l'hectare pour le *Scorodophloeus zenkeri* ;
- Dhp, l'allure de la courbe avait la forme de i pour *Gilbertiodendron dewevrei* et la forme irrégulière pour la deuxième espèce ;
- Dfb, la forme de j renversé pour les deux espèces ;
- La forme irrégulière de courbe dans les deux cas selon la Hf et ST;
- Le modèle puissance a donné un coefficient de détermination élevé, ce qui a montré qu'il existe une bonne relation entre le volume fût et le diamètre à hauteur de la poitrine.
- L'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* a 124,654 T de biomasse/ha soit 77%, alors que *Scorodophloeus zenkeri* représente 38,01 T de biomasse/ha, soit 23% de biomasse totale/ha ;
- L'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* a 62,327 T de carbone/ha soit 77%, alors que *Scorodophloeus zenkeri* représente 19,005 T de carbone/ha, soit 23% de carbone totale/ha.

Mots clés : Biomasse, Carbone, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Scorodophloeus zenkeri*, Yasikia

## SMMURY.

The present work has for general objective to value the quantity of biomass and the storage of carbon of two forest species of the forest of Yasikia, it is about *Gilbertiodendron dewevrei* and *Scorodophloeus zenkeri*.

Device of two hectares was the subject of this research, where an inventory in full was about all stems having the 10cm dbh; the data descended of this inventory permitted to find the density of the species, the dbh, the surface terrier, the was loud, thin diameter boils, the volume was, the biomass aerial from the equation allométrique of chave and al, 2005 and the storage of carbon. After analysis the results present themselves like next one:

- The density between these two species differs, either of 37,5 tiges.ha-1 for *Gilbertiodendron dewevrei* and 23 stems to the hectare for the *Scorodophloeus zenkeri*;
- Dbh, the pace of the curve had the shape of i for *Gilbertiodendron dewevrei* the irregular shape for the second species;
- Dfb, the shape of j reversed for the two species,;
- The shape irregular of curve in the two cases according to the Hf and ST.;
- The model power gave an elevated determination coefficient, what showed that a good relation exists between the volume was and the diameter to height of the chest.
- The species *Gilbertiodendron dewevrei* has 124,654 T of biomasse/ha is 77%, whereas *Scorodophloeus zenkeri* represents 38,01 T of biomasse/ha, either 23% of biomass totale/ha;
- The species *Gilbertiodendron dewevrei* has 62,327 T of carbone/ha is 77%, whereas *Scorodophloeus zenkeri* represents 19,005 T of carbone/ha, either 23% of carbon totale/ha.

Key words: Biomass, Carbon, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Scorodophloeus zenkeri*,

## LISTE DE FIGURE ET TABLEAUX

Figure 1 : Image de nos deux espèces.

Figure 2 : carte de milieu d'étude ;

Figure 3 : dispositif expérimental ;

Figure 4 : Distribution des tiges par classe de DHP ;

Figure 5. Distribution des tiges par classe de DFB

Figure 6. Répartition des tiges par hauteur fût ;

Figure 7. Répartition de la surface terrière selon les classes diamétriques ;

Figure 8 : Répartition de volume selon les classes diamétriques ;

Figure 9 : volume fût individuel de *Gilbertiodendron dewevrei* en fonction de Dhp ;

Figure 10 : volume fût individuel de *Scorodopheus zenkeri* en fonction de Dhp ;

Figure 11 : biomasse en tonne/ha en fonction de classe de Dhp ;

Figure 12 : répartition de biomasse en tonne/ha par rapport aux espèces ;

Figure 13 : répartition de carbone par rapport aux diamètres ;

Figure 14 : répartition de carbone par rapport aux espèces ;

Tableau 1. Les propriétés physiques de *Gilbertiodendron dewevrei* ;

Tableau 2 : Caractéristiques des équations de régression de nos espèces.

## 0. INTRODUCTION

### 0.1. Contexte d'étude

Les forêts tropicales couvrent 1,9 millions d'hectares de la surface du globe ; dont 20% se situent dans le bassin du Congo. Ces forêts constituent un puits important de carbone et contribuent à l'atténuation des changements climatiques et à la mise en place de mesures d'adaptations (Ebuy, 2009).

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) constitue le principal gaz à effet de serre, il contribue à la hauteur de 75% au réchauffement de la planète ; sa teneur dans l'atmosphère est actuellement de 380 ppm (Romade, 2003) et ne cesse d'augmenter depuis plusieurs décennies à cause de la forte industrialisation, du changement des pratiques d'utilisation de terres, de la déforestation et dégradation des grands massifs terrestres. On estime que 20% de CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère sont liés à la déforestation en particulier celle des forêts tropicales qui peuvent stocker le gaz carbonique sous forme de biomasse végétale grâce à la photosynthèse (GIEC, 2000). Si aucune action n'est entreprise, on estime qu'il y aura le doublement de cette concentration (550 ppm) à la fin du 21<sup>e</sup> siècle (GIEC, 2001).

Des nombreuses négociations faisant suite au protocole de Kyoto menées successivement à Copenhague (décembre 2009), à Cancun (décembre 2010) et à Durban (décembre 2011), ont montré que la forêt, et plus particulièrement la forêt tropicale, devenait un enjeu majeur dans le débat international sur le changement climatique. Les forêts africaines sont en effet des puits importants de carbone (Lewis et al., 2009) ; il y a cependant des fortes variations spatiales de la biomasse contenue dans les forêts africaines et des stocks de carbone correspondant ; par exemple un total de 402 Mg/ha a été reporté dans les forêts sempervirentes du Cameroun (Djuikouro et al., 2010), 312-333 Mg/ha dans les forêts denses sempervirentes du Gabon (Maniatis et al., 2011) et 242-303 Mg/ha dans les forêts denses semi-décidues de la République centrafricaine (Gourlet-fleury et al., 2011).

Afin de limiter l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, des mécanismes de développement propre (MDP) ont été élaborés permettant de réduire le gaz à effet de serre (GES) ; les négociations ont essentiellement porté sur les mécanismes REDD (Réduction Emissions from Déforestation and Forest Dégradation) qui constituent un outil de lutte contre la déforestation, principalement à destination des pays en voie de développement ; ce mécanisme a pour objectif de rendre la conservation et la protection des forêts plus rentables par le biais d'une

incitation financière . En effet, le mécanisme REDD, le concept introduit à la conférence de Berlin en 2007, consiste à rémunérer les pays qui réduisent la déforestation et la dégradation des forêts sur une période donnée. Ceci a amené encore à un consensus général sur l'élargissement des activités REDD en REDD<sup>+</sup> qui ajoute deux principaux domaines stratégiques aux deux premiers domaines d'origine définis à Bali, à savoir le rôle de la conservation et la gestion durable des forêts ( UICN, 2009).

## **0.2. Problématique**

Les forêts denses du bassin du Congo, couvrent près de 227 millions d'hectares, constituant le second massif continu de forêts tropicales après l'Amazonie et demeurent un patrimoine naturel exceptionnel jusqu'ici relativement préservé ( Duveiller et al., 2008). la gestion de forêt dans cette zone s'effectue dans un contexte d'extrême pauvreté ( De Wasseigne et al., 2009).

Les forêts tropicales renferment une bonne quantité de la biomasse aérienne terrestre et du stock de carbone terrestre (Dixon et al., 1994 cite par Malhi et al., 1999) ; de plus dans leur article de synthèse, Malhi et al (2000) ont estimé que ces forêts tropicales seraient donc responsables de plus de 80 pourcent du puits de carbone terrestre. Elles sont sollicitées non seulement pour leur rôle ci-haut relevés mais aussi à cause de divers produits qu'elles renferment (aliments, médicament, bois énergie etc.) ; de leur fonction environnementale surtout celle de la régulation de principaux facteurs climatiques (pluviométrie, humidité atmosphérique (Leonard & Oswald, 1996) ; la protection du sol contre l'érosion et assure le stockage de carbone permettant de lutter contre le changement climatique (Doucet & Kouadio, 2007).

La RDC, dispose d'énormes potentialités forestières sur une superficie évaluée à plus de 145 millions d'hectares ; soit 54% de l'étendue du territoire national; elle occupe aussi la deuxième place au monde en terme de forêt après le Brésil. Au-delà de leur importance dimensionnelle, ces forêts renferment une diversité biologique spectaculaire qui place la RDC, parmi les pays de méga diversité au monde (Zasy, 2012). Cette importance dimensionnelle donne à la RDC une place non négligeable au monde dans le processus de la réduction de gaz à effet de serre émis dans l'atmosphère. Mais La connaissance de ces ressources n'est pas encore totalement maîtrisée sur le plan de la quantité et qualité (Mbula, 2013), voir même la quantité de carbone stocké dans ses forêts. Malheureusement depuis plusieurs dizaines d'années, ces forêts sont soumises à une déforestation intense due en grande partie à la pression de la population et à l'extension de terres agricoles.



Les forêts de Kisangani et ses environs ont aussi depuis longtemps connu plusieurs menaces de la part des populations (agriculture itinérante sur brulis, exploitation de bois de chauffe, des exploitations industrielles et artisanales (Mate, 2001).

Le CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère est un gaz à effet de serre (GES), l'augmentation de sa concentration d'origine anthropique est en partie responsable du réchauffement actuel de la planète. Selon le groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007), plusieurs gaz à effet de serre voient leur concentration augmentées mais le dioxyde de carbone est de loin le plus important ; il ajoute aussi que jusqu'à 25% de l'absorption de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est dû aux forêts mais lorsque ces forêts et d'autres écosystèmes sont perturbés et les plantes meurent ; le matériel végétal se décompose ou est brûlé et le CO<sub>2</sub> est à nouveau libéré dans l'atmosphère. Par conséquent, la conservation du CO<sub>2</sub> dans les forêts existantes, ou du moins la réduction de son rythme de libération peut réduire de façon significative des émissions du GES ; en même temps l'accroissement de la quantité du CO<sub>2</sub> absorbé par les forêts grâce à la plantation ou à la replantation d'arbres peut accélérer l'absorption du CO<sub>2</sub> réduisant ainsi la concentration de GES dans l'atmosphère.

Il est important d'estimer le volume et la biomasse des arbres dans les forêts tropicales pour planifier la gestion des ressources forestières, et ce, tant dans le cadre de l'exploitation à l'échelle d'une concession forestière, que pour mesurer, rapporter, et vérifier les stocks de carbone forestiers dans le cadre des stratégies nationales pour la Réduction des Emissions de gaz à effet de serre liées à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD+).

En effet très peu d'études ont été réalisées en forêt tropicale de la région de Kisangani et ses environs pour mesurer sa potentialité dans le processus de séquestration de carbone. c'est dans ce sens que nous voulons estimer la quantité de la biomasse et de carbone séquestré par les deux espèces dominantes (*Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri*) de la forêt de Yasikia, une forêt environnant la ville de Kisangani à 31Km sur l'axe routier Kisangani-Opala dans la province de la Tshopo, en R D Congo.

Pour atteindre nos objectifs et arriver à vérifier nos hypothèses, nous nous sommes posé les questions suivantes :

- Quelles quantités de la biomasse sont-elles produites par *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri* dans la forêt de Yasikia ?
- Quels sont les stocks de carbone séquestrés par ces essences?
- Ces deux espèces présentent-elles la même quantité du stock de carbone que les espèces des autres forêts et plantations?
- La relation entre les paramètres dendrométriques de ces 2 espèces peut-elle être traduite par un modèle de régression?

### 0.3. Hypothèses

Comme réponses provisoires fournies à ces questions:

- La biomasse aérienne ligneuse produite dans la forêt de Yasikia est variable selon les espèces ;
- Le stock de carbone séquestré est aussi variable en fonction des essences et leur biomasse ;
- La quantité du stockage de carbone de ces deux espèces de la forêt sempervirente de Yasikia est proche de celles des autres forêts et plantations ;
- La relation entre le Dhp et le volume de ces deux espèces, est traduite par un modèle de régression de type puissance.

### 0.4. Objectifs

#### 0.4.1. Objectif général

Ce travail a pour objectif général d'évaluer la quantité de biomasse et le stock de carbone de deux essences forestières de la forêt de Yasikia, il s'agit de *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri*.

#### 0.4.2. Objectifs spécifiques

Objectifs spécifiques à rechercher dans le cadre de ce travail sont les suivants :

- Déterminer la biomasse aérienne ligneuse de chacune de ces deux espèces ;
- Déterminer les stocks de carbone de chacune de ces deux espèces ;
- Comparer la quantité du stock de carbone de ces deux espèces de la forêt de Yasikia à celles des autres forêts ou plantations ;

- Déterminer les caractéristiques dendrométriques de ces deux espèces, afin de connaître les relations entre paramètres par des méthodes statistiques de régression.

### **0.5. Intérêt du travail**

- *Du point de vue scientifique*

Cette étude constitue un outil de compréhension de mécanismes de stockage de carbone et contribue au soutien de mécanisme REDD/REDD+ face aux menaces sur les forêts dans le but de disposer aux chercheurs et tout gestionnaire forestier, une base de données de ces espèces sur la quantité de biomasse et du stock de carbone dans cette forêt de Yasikia.

- *Du point de vue pratique*

Cette recherche permettra aux décideurs politico-administratifs, aux organismes internationaux, aux autres associations, aux acteurs de développement des communautés locales et à la population locale elle-même ; de se faire une idée de ce que regorgent nos essences forestières (en l'occurrence ces 2 espèces) en terme de quantité de biomasse et stockage de carbone afin de savoir comment négocier le crédit carbone dans le cadre de MDP ou postuler sur le marché du carbone.

### **0.6. Subdivision du travail**

Hormis l'introduction, notre travail se subdivise en quatre chapitres:

- Le premier est consacré sur aux généralités ;
- Le chapitre deuxième décrit le matériel et méthode utilisés dans ce modeste travail;
- Le troisième chapitre présente les résultats obtenus ; et
- Le quatrième chapitre discute ces résultats avec les résultats de travaux antérieurs.

En fin, la conclusion et quelques recommandations mettront fin à ce modeste travail.

## CHAPITRE PREMIER : GENERALITES

### I.1. Gaz à effet de serre

L'atmosphère est composée de nombreux gaz (azote, oxygène, gaz carbonique, vapeur d'eau, méthane, ...). Ces gaz sont généralement transparents à la lumière visible, c'est-à-dire que le rayonnement solaire les traverse sans encombre. Par contre, plusieurs d'entre eux sont peu transparents au rayonnement infrarouge, ils ont la propriété de garder la chaleur dans le système climatique. On les appelle « gaz à effet de serre ». Les principaux sont la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le monoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Une partie de ces gaz est produite naturellement : évaporation de l'eau des lacs, pluies, mers, océans, décomposition de matières organiques. Mais, pour le gaz carbonique, une quantité de plus en plus importante est produite par les activités humaines : usines, voitures, etc. La chaleur est piégée dans l'atmosphère par les gaz à effet de serre qui absorbent le rayonnement infrarouge, essentiellement la vapeur d'eau, le gaz carbonique, le méthane ; Par conséquent, plus la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère augmente, plus la quantité de chaleur piégée est importante et plus la température moyenne sur Terre augmente donc une augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère entraîne un accroissement de la température de l'air sur Terre (<http://www.chooseclimate.org>).

Le CO<sub>2</sub> est un gaz produit, par exemple, lors de la combustion de matières contenant du carbone telles que (bois, pétrole, charbon, ...) lorsqu'on les brûle. Lorsque le carbone (C) se lie à deux atomes d'oxygène (O, présent dans l'air sous forme de molécules contenant deux atomes : O<sub>2</sub>), Cette réaction chimique est appelée « combustion », elle dégage de la chaleur (très utile, car c'est de l'énergie) et inévitablement un gaz polluant : le CO<sub>2</sub>.

### I.2. La biomasse aérienne

La biomasse aérienne d'un arbre signifie le poids ou la masse de son tissu vivant et elle est généralement exprimée en tonnes ; une biomasse vivante peut être séparée en composantes aériennes (feuilles, branches et tiges) et en sous-sol (racines) (Wayne 2011).

### I.3. Stockage de carbone par l'arbre et son estimation

Les forêts sont les réservoirs importants de carbone par leur biomasse et via leur sol. Les récentes négociations sur le REDD<sup>+</sup> ont mis l'accent sur les méthodes d'estimation de la biomasse contenue dans les forêts tropicales et de stock de carbone contenu dans le bois correspondant à environ 50% de la biomasse sèche (Brown, 1997 ; Cairn et al, 2003 ; Chave et al., 2005 ; Gibbs et al., 2007 ; Lewis et al., 2009).

Yasikia a permis d'établir une liste des espèces les plus représentées au sein des peuplements. C'est parmi les essences les mieux placées dans ces deux listes qu'ont été choisies celles sur lesquelles le travail a porté : *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri*.

De nombreuses techniques existent à l'heure actuelle pour estimer la biomasse ligneuse aérienne des forêts à différentes échelles : moyenne par biome, inventaires forestiers, capteurs optiques, etc.

Toutes ces techniques s'appuient sur des échantillons afin de calibrer des équations allométriques ; les équations allométriques sont utilisées pour estimer la biomasse d'un arbre à partir de variables facilement mesurables comme le Dhp, l'infra-densité du bois, la hauteur totale et le type de forêt. Les stocks de carbone sont estimés à partir de la biomasse des arbres.

#### **1.4. Equations allométriques**

A l'échelle d'une population, il existe une relation statistique entre les différentes mensurations d'un individu (Gould, 1966 cité par Nicolas et al., 2012), cette relation découle du développement auto génique des individus qui est à la variabilité liée à l'histoire de vie près. Ainsi les proportions entre hauteur et diamètre, entre taille du houppier et diamètre, entre biomasse et diamètre, obéissent à une règle qui est la même pour tous les arbres vivant dans les mêmes conditions du plus petit au plus gros (King, 1996 ; Archibald et Bond, 2003 ; Bohlman et Brien, 2006 ; Dietze et al., 2008 ; cités par Nicolas et al. op.cit.). Il s'agit du principe de base de l'allométrie, qui permet de prédire une mensuration d'un arbre (typiquement sa biomasse) en fonction d'une mensuration (par exemple de son diamètre). Une équation allométrique est une formule qui formalise de manière quantitative cette relation ; les équations spécifiques sont généralement préférables pour l'estimation de la biomasse, car les arbres d'espèces différentes peuvent diverger du point de vue architectural ou de l'infra-densité de leur bois étant donné que des équations allométriques par espèce ou par site ne sont pas disponibles pour l'Afrique centrale, les équations allométriques plurispécifiques pantropicales développées par Chave et al (2005) sont généralement utilisées pour estimer la biomasse aérienne ligneuse à partir des données de parcelles permanentes ( Lewis et al., 2009 ; Maniatis et al., 2011).

#### **1.5. Choix des espèces**

Deux facteurs ont guidé le choix des espèces : (1) les enquêtes sur l'utilisation des arbres par les paysans, et sur les lieux de vente des bois ronds, ont permis d'établir une liste des essences les plus appréciées et les plus recherchées ; (2) l'inventaire forestier mené dans cette forêt de Yasikia a permis d'établir une liste des espèces les plus représentées au sein des peuplements. C'est parmi les essences les mieux placées dans ces deux listes qu'ont été choisies celles sur lesquelles le travail a porté : *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri*.

## 1.6. Description des espèces

### 1.6.1. *Gilbertiodendron dewevrei* (DE WILD) J. Leonard

#### a. *Dénomination botanique*

Le nom spécifique est *Gilbertiodendron dewevrei* J. Léonard (syn. *Macrolobium dewevrei* De Wild) de la famille des Fabaceae. Dans le commerce international on l'appelle Limbali. On parle également de Limbali ou Ditshipi, Ligudu en RD Congo, Ekobem au Cameroun, Vaa en Côte d'Ivoire, Epal ou Bemba au Congo Brazza, Molapa en RCA, Abeum à grandes feuilles, Sehmeah au Liberia, Ekpagoieze au Nigeria, Mbombi en Sierra Leone et Bembé au Gabon. (Richter in Kahindo, 2009).

#### b. *Aire de répartition en Afrique tropicale et habitat*

L'aire de répartition prend les pays suivants : Nigeria, République Centrafricaine, la RD. Congo en passant par le nord-est du Gabon. C'est une espèce de forêt tropicale dense humide, à tempérament grégaire formant soit des bouquets de quelques pieds soit des peuplements presque purs. Le *Gilbertiodendron dewevrei* se trouve parmi les espèces qui donnent les plus beaux arbres. Il se rencontre sur terre ferme dans des forêts denses humides souvent marécageuses ou au bord des cours d'eau.

#### c. *Port général*

C'est un arbre de grande taille pouvant atteindre 30 à 45 m de hauteur. La base du fût ne comporte ni contreforts, ni empâtements, parfois seulement un léger épaississement à la base du tronc. Le fût est droit et cylindrique mais fréquemment branchu assez bas, il peut atteindre une hauteur de 20 m et un diamètre de 3 m.

Le houppier est peu développé, à feuillage dense vert foncé pendant, à jeunes pousses les feuilles sont rouge vif ; L'écorce jaunâtre (1 cm) s'exfolie en grandes plaques minces irrégulières laissant apparaître des nombreuses lenticelles brunes ; tranche dure, fibreuse et brun rouge ; L'aubier de couleur blanc à brun rose clair est bien différencié, son épaisseur varie entre 5 et 10 cm ; Les feuilles sont alternes (persistantes), composées paripennées avec 3 paires (parfois 2-5) de grandes folioles opposées, oblongues ou elliptiques de 10-50 × 5-10 cm, coriaces garnies de quelques glandes noirâtres sur le bord du limbe, 15-20 paires de nervures latérales, stipules lancéolées persistantes munies de 2 oreillettes à la base ; Les fleurs sont groupées en panicules lâches, axillaires ou terminales veloutés brun ferrugineux.

Les Fruit sont des gousses plates ligneuses (15-30 × 6-9 cm) brunâtres, ridées transversalement, avec un des bords marqué d'une côte, revêtues des poils denses très courts ; contenant 4 à 6 graines plates mesurant de 4 à 5 cm de diamètre.

#### *d. Propriétés physiques et mécaniques*

Le bois est mi-lourd à lourd, mi-dur à dur et de couleur brun à rouge .Couleur de l'aubier différente du bois de cœur, Odeur absente.Sa masse volumique est de 730 à 880 kg/m<sup>3</sup> soit une moyenne de 815 kg/m<sup>3</sup> (BFT, 1978). À l'état vert le poids volumique peut atteindre de 1000 à 1200 kg/m<sup>3</sup>. La densité basale à l'état sec de 0,66 à 0,85 g/cm<sup>3</sup> (Richter & Dallwitz 2000); 0,65 g/cm<sup>3</sup> (Reyes et *al* in Kahindo 2010). Le bois de limbali est peu fissile, élastique, à très bonne résistance naturelle aux contraintes (chocs, compression, flexion, etc.), aux insectes et champignons, de séchage lent, etc. Le point de saturation des fibres du Gilbertiodendron se situe à 26 % et la rétractibilité volumique totale est de 13,9 % alors que la rétractibilité volumique tangentielle est de 9 %. Sa rétractibilité radiale est de 4,7 %. Le tableau ci-dessous donne les propriétés physiques de *Gilbertiodendron dewevrei*.

Tableau 1.Les propriétés physiques de *Gilbertiodendron dewevrei*

Moyenne écart-type		
Densité	0.81	0.05
Dureté	5.1	1.1
Coeff.de retrait volumique	0.62	0.05
Retrait tangentiel total	9.1%	0.8
Retrait radial total	4.7%	0.5
Point de saturation des fibres	28 %	
Stabilité en service	moyennement stable	

Source (Vivien & Faure , 1985)

#### *e. Utilisations*

Compte tenu de son abondance exceptionnelle dans certaines régions, le Limbali pourra dans l'avenir offrir des possibilités d'approvisionnement régulier et donner lieu à des exportations importantes. Ses bonnes résistances mécaniques et sa durabilité naturelle lui assurent une large gamme d'utilisations : constructions diverses (maisons, navales), menuiseries diverses.

### **1.6.2. *Scorodophloeus zenkeri* Harms**

#### **a. Dénominations botaniques et commerciales**

Le nom spécifique est *Scorodophloeus Zenkeri Harms*, Le nom pilote est Divida. En milieu paysan on parle de Bofili (RD Congo).

#### **b. Aire de répartition en Afrique tropicale et habitat**

C'est une espèce d'Afrique tropicale, son aire de distribution va du Cameroun, Congo-Brazza, Gabon jusqu'en RDC. C'est un arbre des forêts dense semi-décidue, très abondant et héliophile.

#### **c. Description de l'espèce**

L'espèce appartient à la famille des Fabaceae dans le genre *Scorodophloeus*. C'est un grand arbre à feuillage sempervirent pouvant atteindre 30 m de haut. Sa 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 de *Scorodophloeus zenkeri* sont alternes imparipennées (parfois paripennées) composées de 10 à 20 folioles subsessiles, alternes parfois opposées. Le limbe est oblong à sub-rectangulaire, il mesure de 1 cm sur 0,5 à 2 cm, arrondi, obtus ou aigu au sommet, tronqué-cunéiforme et très asymétrique à la base, inséré par un angle sur rachis canaliculé très légèrement ailé. Les fruits sont des gousses plates, lisses, mesurant de 7,5 à 13 sur 3-5 cm, terminées par une pointe, à un bord légèrement épaissie. La gousse renferme 1-2 graines brunes, luisantes.

#### **d. Propriétés physiques et mécaniques**

Sa densité basale varie de 0,68 à 0,95 (Vivien et Faure, 1985 ; Reyes *et al*, in Kahindo 2010). Par conséquent le Divida est qualifiée de mi-lourd. Cependant, les essais de Tunguni en 1977 effectués sur deux échantillons à Yangambi indiquent que la densité des variations allant de 0,90 à 0,93. La variabilité de la densité impliquerait celle de caractéristiques mécaniques et technologiques. Par ailleurs, on qualifie le *Scorodophloeus zenkeri* d'un bois dur, assez élastique et nerveux.



### e. Utilisations

Le bois de *Scorodophloeus zenkeri* est utilisé après sciage pour les charpentes, il est plus utilisé en construction comme bois de coffrage. Les feuilles et les écorces, du fait de leur odeur d'ail sont traditionnellement employées comme condiment et dans la phytothérapie en milieu forestier.

La figure 1 montre respectivement de gauche à droite la tige de *Gilbertiodendron dewevrei* (limbali) et *Scorodophloeus zenkeri* (divida).



Figure 1 : Image de nos deux espèces

### 1.7. Travaux antérieurs

Quelques chercheurs nous ont déjà précédés dans les études d'évaluation de biomasse et de stockage de carbone de notre région dont nous présentons quelques uns ci-dessous.

Ebuy (2009) a fait des estimations de stockage du carbone dans les plantations de l'INERA/Yangambi. Il avait trouvé les résultats ci-après selon les espèces ; *Autranalla congolensis* a démontré sa pertinence pour le stockage de carbone soit de 3 73,9Ct/ha suivie de *Gilbertiodendron dewevrei* (229,3Ct/ha et 121Ct/ha) et en fin *Drypetes likwa* (113Ct/ha).

Mwanza, 2012 avait mené une étude aux environs de la ville de Kisangani précisément dans le village de Bagbasingbe sur la modélisation de l'évolution du bilan carbone d'un système agro forestier et de sa zone tampon. Elle avait installé neuf placettes de 0.6 hectares (ha) dans lesquelles l'identification des arbres a été effectuée ainsi que la mesure du diamètre à hauteur de poitrine (DHP) pour tous les arbres de  $DHP \geq 5$  cm. Les arbres de  $DHP < 5$  cm

ont été comptés sur deux sous placettes de 2 m de rayon chacune, et retenus dans la classe de 0-5 cm de DHP. La hauteur des palmiers a été aussi mesurée. Ces mesures l'ont permis de calculer la biomasse à l'aide d'une équation allométrique, puis la conversion de ces résultats en stock de carbone. Ses principaux résultats montrent que la forêt secondaire de Bagbasingbe a un stock de 194 Mg/ha et ce stock augmente jusqu'à 304,5 Mg/ha soit 57 % du stock initial, si un système agroforestier était implanté dans la zone. Selon elle, les principales activités qui contribuent à la réduction du stock de carbone forestier sont, l'extraction de bois énergie et de bois d'œuvre avec 131,9 Mg/an.

Nyembo (2012) avait, lui aussi, réalisé une étude sur l'accroissement diamétrique et l'évolution du stock de carbone dans la forêt semi-caducifoliée de la réserve de Yoko (Ubundu, RD. Congo), à partir des mesures dendrométriques de suivis de croissance effectués en 2008 sur plus de 4238 arbres. Il avait comparé deux équations allométriques pour les analyses de la biomasse. La biomasse estimée à partir de ces équations révèle que la quantité de biomasse stockée (189 à 207 Mg/ha) est élevée par rapport aux valeurs rencontrées dans la littérature pour le même type de forêt. Cette biomasse aérienne n'est cependant pas significativement différente pour les deux équations.

Ntumba (2015) a étudié les stocks de carbone par télédétection, dans différents types de végétation dans la flore urbaine de Kisangani (cas de la flore du jardin zoologique de Kisangani et la boucle de la rivière de Tshopo), le résultat qu'il a trouvé dans cette flore urbaine montre que la forêt secondaire est celle qui stocke plus de carbone avec environ 539.42 tonnes de carbone par hectare alors que la plantation à *Millettia laurentii* stocke 305.08 tonnes par hectare ; la plantation à *Terminalia superba* et la forêt marécageuse stockent respectivement 139.78 et 102.15 tonnes par hectare.

Comme nous venons de le démontrer, nos prédécesseurs ont tenté d'estimer la biomasse et les stocks de carbone par la méthode indirecte sur principalement les différents types de forêts en utilisant les équations allométriques de Chave (2005); à l'exception d'Ebuy qui, lui, a estimé la biomasse et les stocks de carbone de quelques espèces par la méthode directe et indirecte dans la plantation de Yangambi. La biomasse et le stock du carbone varient en fonction d'espèces et du type de forêt. Les choix des espèces, le milieu d'étude, et la méthodologie utilisée pour cette étude sont là les principaux points qui nous démarquent de nos prédécesseurs.

## CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODE

### 2.1. Milieu d'étude

#### 2.1.1. Situation géographique

La présente étude est menée dans la forêt de Yasikia, un site se trouvant dans le bloc du bassin du Congo, plus précisément en République Démocratique du Congo, dans la région de Kisangani à 31Km, au Nord –Ouest de la ville de Kisangani sur l'axe routier Kisangani-Opala.

Yasikia est une localité du territoire administratif d'Opala en province de la Tshopo ayant les coordonnées géographiques, oscillant entre :  $00^{\circ}22'32,8''$  et  $00^{\circ}22'26,7''$  de Latitude Nord et  $024^{\circ}59'42,2''$  et  $024^{\circ}59'31,3''$  de Longitude Est. Il est délimité au Nord par la ville de Kisangani et les forêts perturbées ; à l'Ouest par la route reliant la ville de Kisangani et le grand centre du territoire d'Opala ; à l'Est par une continuité des forêts menant jusqu'à Kindu et au Sud par le Grand centre du territoire d'Opala(Opala). Il est localisé dans trois groupements suivant : Yaleke, Yawema-Yafoko et Yutuku-tuku, cela dans la collectivité de Mbole, territoire d'Opala, province de la Tshopo.

Il est baigné par les cours d'eau que nous présentons de la manière ci-dessous :

- Simba, petit ruisseau situé à droite du village dans les forêts perturbées ;
- Bekango et Iselioko, petites rivières baignant l'intérieur de la forêt et ;
- Rome, rivière ayant sa source dans la forêt et qui coule jusqu'à former une grande rivière plus loin se jetant dans le fleuve Congo (Alberick, 2014).

La figure 2 présente le draf de la carte de milieu d'étude

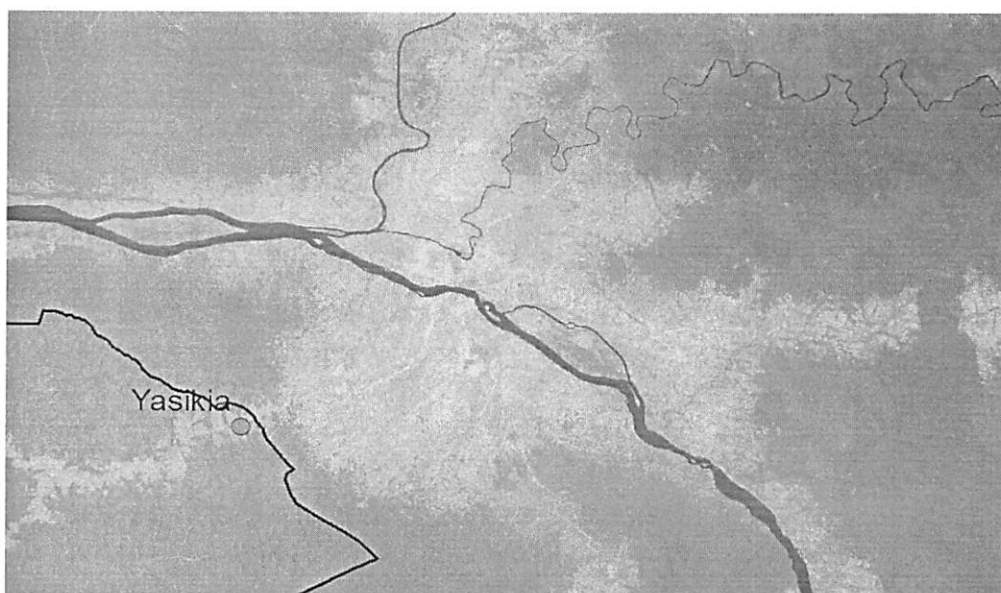


Figure 2 : draft de milieu d'étude

### 2.1.2. Végétation

La végétation de la forêt de Yasikia présente une certaine uniformité des caractères écologiques avec les différentes forêts environnant la ville de Kisangani ainsi ,deux types forestiers sont à observer dans la province de la Tshopo, précisément dans la région de Kisangani(Katusi,2009) , il s'agit de forêts dense sur sols hydro morphes généralement le long du réseau hydro-morphique et les forêts denses de terre ferme, à plus des formations secondaires vieilles ainsi que les forêts matures mixtes mono dominantes à *Scorodophloeus Zenkeri* et à *Gilbertiodendron dewevrei* qui sont également à signaler.

### 2.1.3. Sol

Les forêts de Kisangani ont un sol qui présente les caractéristiques reconnues aux sols de cuvette centrale congolaise. Ils ont une fertilité moyenne et conviennent à la culture des plantes ligneuses et associations légumineuse-graminées (Lomba, 2007). Le sol est rouge ocre, avec un faible rapport silice-sesquioxyde de la fraction argileuse, une faible capacité d'échange cationique de la fraction minérale, une teneur en minéraux primaires faibles, une faible activité de l'argile, une faible teneur en éléments solubles et une assez bonne stabilité des agrégats.

Les sols de Kisangani, au même titre que beaucoup d'autres sols tropicaux sont ferralitiques à dominance des sables (Lomba, *op cit*). Ils sont extrêmement acides (ph autour de 4,5), à texture sableuse et, pauvres en matières organiques (Mate 2001), généralement sablo-argileux, acide, renferment des combinaisons à base de sable, pauvre en humus et en éléments assimilables par les plantes, à cause du lessivage dû aux pluies abondantes.

#### **2.1.4. Climat**

La forêt de Yasikia, du fait qu'elle est située aux environs de Kisangani, elle jouit généralement du climat de la région de Kisangani qui est un climat du type Af dans la classification de Koppen (Ifuta, 1993). Il pleut toute l'année et il fait également chaud toute l'année. On note deux saisons culturelles dont la plus pluvieuse s'étale de septembre à novembre et la moins humide de Mars à Mai (boreck, 1990).

Ce climat se caractérise par :

- ❖ La moyenne des températures du mois le plus froid supérieur à 18° c ;
- ❖ L'amplitude thermique annuelle faible et ;
- ❖ La moyenne des précipitations du mois le plus sec oscillant aux environs de 60mm.

#### **2.1.5. Actions anthropiques**

La forêt de Yasikia est fortement soumise à la pression qu'exercent les habitants des villages situés le long de la route Kisangani-Opala ; cet aspect expose cette forêt à la forte dégradation et déforestation menant à une augmentation des terres agricoles dans la forêt. En effet, les activités industrielles (exploitation forestière) et activités artisanales (agriculture) sont couramment observées dans la dite forêt (Alberick, 2014). Il y a également lieu de signaler la menace que subit la faune de cette forêt où les petits mammifères, reptiles, rongeurs et les oiseaux en sont victimes.

## 2.2. Matériels

Nous avons deux types de matériels : matériel biologique et matériel non biologique.

### 2.2.1. Matériel biologique

Pour le présent travail, le matériel biologique est constitué essentiellement de toutes les tiges de deux espèces de la forêt de Yasikia, il s'agit de *Scorodophloeus zenkeri* et *Gilbertiodendron dewevrei* ayant le Dhp  $\geq 10$ cm se trouvant dans le dispositif expérimental de 2 ha en vue de déterminer leur potentialité à biomasse aérienne et stockage de carbone.

### 2.2.2. Matériels non biologiques

Comme matériels non biologiques qui nous ont aidés sur terrain pour la collecte de données nous citons :

- GPS pour la prise des coordonnées géographiques et le positionnement des parcelles ;
- Boussole pour orienter la direction des layons ;
- Ruban pour mesurer le diamètre à hauteur de poitrine (Dhp) ;
- Relascope de Bitterlich pour la mesure de diamètre fin bout (Dfb) et hauteur fût (Hf) ;
- Clinomètre nous a aussi permis de mesurer la hauteur fût ;
- Machette pour ouvrir des layons ;
- Carnet d'enregistrement des données ; et
- Appareil photographique pour prendre les images.

## 2.3. Méthodes

Il existe généralement deux méthodes d'usage dans l'estimation de stockage de carbone, notamment la méthode directe et la méthode indirecte (ANGBONGA, 2014).

### 2.3.1. La méthode directe

La méthode directe consiste à couper les arbres sélectionnés pour en prélever un échantillon qui va être séché pour après calculer la biomasse sèche, cette méthode est coûteuse et demande une bonne planification.

### 2.3.2. La méthode indirecte

La méthode indirecte consiste à mesurer les diamètres au niveau de Dhp des arbres sur pieds, afin d'estimer la biomasse sèche à partir d'une relation allométrique.

L'évaluation de la biomasse avec cette méthode implique plusieurs relations car chaque partie de l'arbre correspond à une relation spécifique ; c'est cette dernière méthode qui a fait l'objet de notre étude. Il s'agit de choisir une équation appropriée pour estimer la biomasse des espèces concernées à l'ha ; faire le total de la biomasse de chaque espèce dans la parcelle ; et puis pour déduire la quantité de carbone séquestré par chaque espèce, il faut diviser la biomasse obtenue par deux.

### 2.3.3. Méthode de collecte de données

#### 2.3.3.1. La mise en place des parcelles et mesures des arbres

Le dispositif de notre étude comprenait un bloc composé de deux parcelles de 100m × 100m (1ha) chacune soit un total de 2 hectares pour l'ensemble de notre dispositif expérimental. Chacune de ces parcelles étaient divisée en 4 sous placettes de 50m×50m chacune dans le but de nous faciliter à bien faire les relevés.

La figure ci-dessous illustre notre dispositif expérimental.

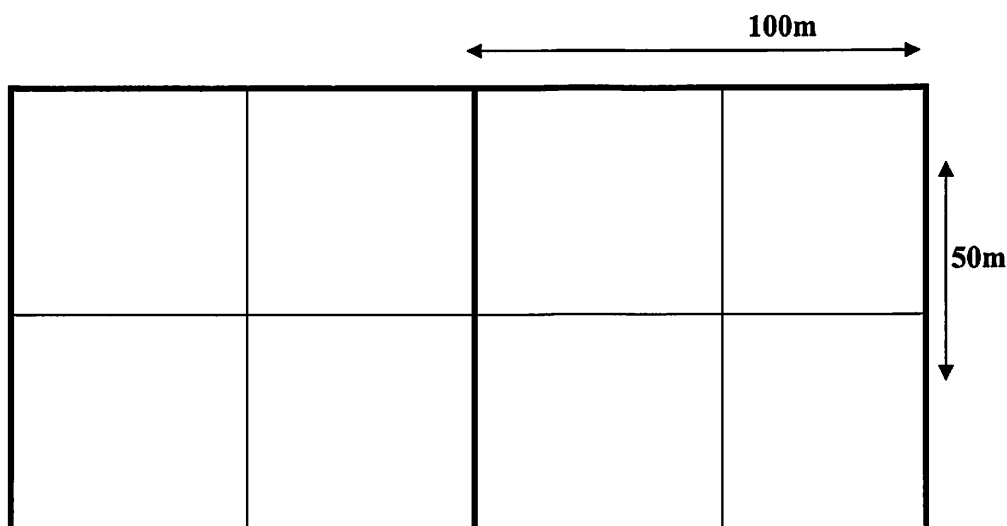


Figure 3 : dispositif expérimental

Dans chaque parcelle nous avons fait un inventaire global pour tous les pieds de nos 2 espèces à partir de 10 cm de diamètre à la hauteur de la poitrine (dhp). Ainsi dans chaque carré, ces tiges de plus ou égale à 10 cm de diamètre sont identifiées, numérotées et mesurées ; pour prendre les mesures nous nous sommes servis d'un ruban diamétrique pour le dhp, Relascope de Bitterlich pour la mesure de Dfb et Hf, Clinomètre nous a aussi permis à mesurer la hauteur fût.

### **2.3.3.2. Identification des espèces**

Les arbres mesurés ont été identifiés sur pied par un identificateur en utilisant certains caractères végétatifs tels que : la forme du tronc, la texture de l'écorce, couleur et odeur de l'exsudat, la phyllotaxie et/ou en utilisant les caractères des organes reproductrices lorsqu'ils sont disponibles.

### **2.3.4. Paramètres dendrométriques**

Nous avons réalisé pour chaque tige inventoriée les paramètres suivants :

- Le diamètre à la hauteur de la poitrine ;
- Le diamètre fin bout ; et
- La hauteur fût.

### **2.3.5. Traitement des données**

Les différentes étapes du traitement sont (C.T.F.T., 1969 ; 1989) :

- La compilation des données ;
- Analyse statistique et calcul des volumes indispensables des arbres échantillons ;
- L'estimation des volumes par les modèles d'équation de régressions en fonction de Dhp et l'ajustement de ces équations par calcul de quelques paramètres statistiques ; l'estimation de biomasse et des stocks de carbone.etc.

#### **2.3.5.1. Compilation des données**

Les données dendrométriques brutes telles que prélevées au ruban diamétrique et Relascope de Bitterlich, sont à ce stade transformées et arrangées en données utilisables pour les calculs du volume, biomasse aérienne et stock de carbone.



a) *Mesure de diamètre et hauteur*

Le diamètre fin bout mesuré à partir de Relascope, dorénavant les informations sont enregistrées en unités relascopiques. Le passage des unités relascopiques aux valeurs réelles se fait grâce à la relation suivante :

Une bande large en cm = 2 x distance en m

Une bande étroite en cm = 2 x distance en m x ¼

Et la hauteur mesurée par le relascope était trouvée par la formule suivante :

$H = L_s - L_i$  Où  $H$  = Hauteur (m)

$L_s$  = Lecture supérieure (prise à partir du sommet de l'arbre)

$L_i$  = Lecture inférieure (à 30 cm du sol)

Le calcul de hauteur pour les données prises à l'aide d'un clinomètre se fait à l'aide de formule suivante :

$Ht = \frac{L_s + L_i}{100} \times Dh$  Avec  $L_s$  = lecture supérieure ;

$L_i$  = lecture inférieure ; et

$Dh$  = distance horizontale

b) *Répartition des tiges par classe selon les paramètres retenus*

Pour la distribution des tiges inventoriées selon les différentes variables, on a utilisé la formule de Sturge (Dagnelie *et al*, 1985) en calculant :

- Le nombre minimum de classe :  $K = 1 + 3,3 \log N$  ; avec  $N$  : effectif de la population.

- L'intervalle de classes :  $I = (X_{\max} - X_{\min}) / K$

Où  $X_{\max}$  : valeur maximale enregistrée par catégorie de variable considérée

$X_{\min}$  : valeur minimale enregistrée par catégorie de variable considérée

2.3.5.2. *Calcul de volume individuel des arbres*

Le volume des arbres a été déterminé dans un premier temps au moyen de la formule de Smalian ; Ce qui a permis de proposer les différents modèles de régressions afin de déterminer l'équation qui conviendrait à mieux prédire le volume. L'objectif de ce choix d'un

modèle est d'arriver à une équation de régression qui prédit avec la plus grande précision, en fonction de sa capacité, la variation de volume ou de densité. Donc, il a fallu retenir celui qui ne donne pas les valeurs en volume significativement différentes de celles obtenues par la formule de Smalian au seuil de signification de 95% ( $\alpha=0,05$ ) ; cette sélection était basée au coefficient de détermination  $R^2$  élevé (Dagnelie, 1973). La formule de Smalian est donnée comme suit :

$$\text{Volume : } V_f = \frac{\pi}{4} \left[ \frac{D_1^2 + D_2^2}{2} \right] \cdot H_f \quad \text{où} \quad H_f = \text{Hauteur fût ,}$$

$D_1$  = DHP ,

$V_f$  = volume fût,

$D_2$  = DFB

### 2.3.5.3. Calcul de la biomasse et du stockage de carbone

Une estimation fiable des stocks de carbone aérien dans les écosystèmes forestiers repose sur un large jeu de données (couvertures forestières, mesures dendrométriques, identification des arbres, connaissance de la densité de bois, etc.). Une estimation fiable nécessite également des modèles adaptés pour l'estimation des bilans de carbone par arbre (modèles allométriques, Chave et al. 2005) et de modèles d'extrapolation spatiale de ces bilans à l'échelle de l'étude, permettant par exemple de passer de la parcelle d'étude à la région forestière de quelques dizaines de km<sup>2</sup>.

Dans le cadre de ce travail, le calcul du stock de carbone a été calculé en deux phases ; La première phase consiste à calculer la biomasse aérienne sèche et la deuxième phase, la conversion de la biomasse aérienne calculée en carbone.

L'estimation de la biomasse aérienne des arbres est faite à partir des équations allométriques de Chave et al, 2005. Les équations allométriques permettent d'estimer la biomasse aérienne ligneuse d'un arbre à partir du diamètre de référence et/ou de la hauteur de l'arbre, de l'infra-densité spécifique, et du type de forêt.

Par rapport à nos jeux de données et du type de forêt dans lequel ces dernières ont été collectées, nous avons choisi à utiliser l'équation allométrique suivante pour l'estimation de la biomasse aérienne sèche (Chave et al, 2005):

$$AGB = d \cdot \exp(-1,499 + 2,148 \cdot \ln(DHP) + 0,207 \cdot (\ln(DHP))^2 - 0,0281 \cdot (\ln(DHP))^3).$$

Où DHP= diamètre à la hauteur de poitrine mesuré à 1,30m au-dessus du sol ;

AGB= biomasse aérienne en Kg ;

d = densité ;

LN = logarithme népérien.

Du point de vu densité de nos deux espèces, nous avons utilisé les valeurs trouvées par Zanne *et al*, 2009 :

- *Gilbertiodendron dewevrei* : 0,725
- *Scorodophoeus zenkeri* : 0,678.

Pour déterminer le Carbone séquestré dans la tige nous avons divisé le total de la biomasse par deux, en utilisant la formule suivante : carbone (t/ha)= Biomasse (t)/2, (Chave *et al*, 2005).

#### 2.3.5.4. Surface terrière

La surface terrière est l'aire de la section transversale d'un tronc d'arbre, elle est utilisée pour déterminer l'importance relative d'une espèce. Donc surface terrière est la surface de la section du tronc mesurée à 1,30 m du sol. Elle est l'expression de la densité la plus utilisée car elle tient non seulement compte du nombre de tiges mais aussi de leur dimension. Le calcul de surface terrière se fait par la formule suivante :

$$\text{surface terrière} \left( \frac{m^2}{ha} \right) = \sum_{i=1}^n \frac{\frac{\pi * (DHP_i)^2}{4} (m^2)}{\text{Superficie considérée (ha)}}$$

Dhp = diamètre à la hauteur de poitrine ;  $\pi = 3,14$

#### 2.3.5.5. Densité

La densité du peuplement est le nombre de tiges sur pied ramené à l'hectare (notation : N). Pour une espèce quelconque, c'est le nombre de pieds appartenant à cette espèce à l'hectare. Par contre, la densité relative est le nombre de pieds d'une espèce (ou famille), pondéré au nombre de pieds total. Densité relative % = Nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille ou Nombre total d'individus dans l'échantillon  $\times 100$ .



## CHAPITRE TROISIEME : RÉSULTATS

### 3.1. Densité de peuplement

La table de base des données illustrant la densité pied par pied des tiges inventoriées est reprise en annexe 1.

Il ressort de ce tableau que le nombre d'individus inventoriés dans une surface de deux hectares est de 75 tiges de *Gilbertiodendron dewevrei* (soit 37,5pieds/ha) et 46 individus de *Scorodophoeus zenkeri* (soit 23pieds/ha) ayant un DHP supérieur ou égal à 10 cm.

### 3.2. Diamètre

#### 3.2.1. Diamètre à la hauteur de poitrine.

Le diamètre à la hauteur de poitrine (DHP) est le paramètre le plus utilisé dans les inventaires des forêts tropicales. On l'appelle également « diamètre de référence ». Ce diamètre de référence est alors mesuré à 1,30m du sol pour les arbres sans contrefort ou racines aériennes inférieur à 1m de haut.

La figure 4 et l'annexe 3 donnent la répartition des tiges en classe de DHP et leur moyenne.

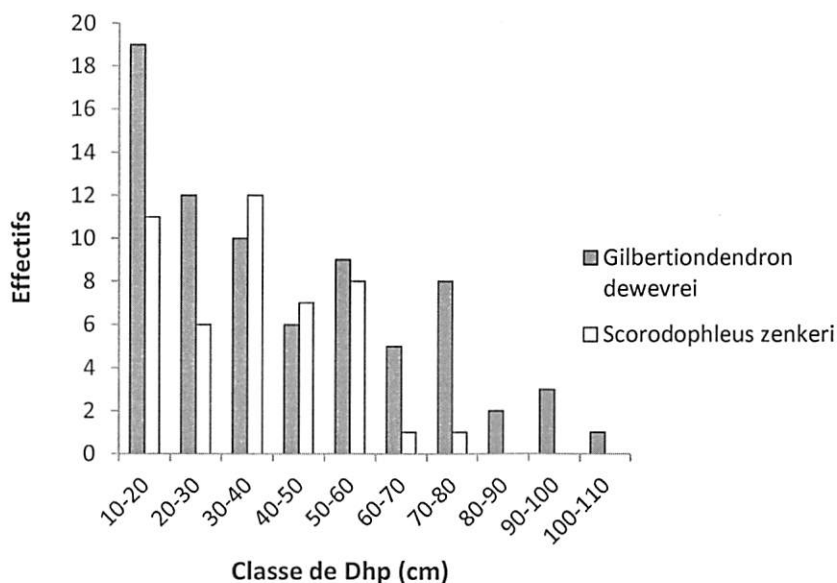


Figure 4 : Distribution des tiges par classe de DHP.

La courbe qui s'observe de cette figure est de la forme i ou J renversé pour *Gilbertiodendron dewevrei* et correspond donc à une distribution de tiges erratique ou très étalé diminuant très progressivement avec l'augmentation de diamètre ; et une forme irrégulière pour

*Scorodophloeus zenkeri* car elle est moins représentée dans certaines classes et plus dans d'autres. Celle-ci s'explique par des croissances ou mortalités naturelles ou anthropiques dans différentes classes de Dhp. On retrouve pour *Gilbertiodendron dewevrei* plus des tiges dans la première classe qui va de 10 à 20cm de DHP avec un effectif de 19 tiges ; tandis que la classe de 100 à 110 cm de DHP n'a que très peu de tiges soit un effectif d'une tige. Alors que pour *Scorodophloeus zenkeri* le grand effectif s'observe dans les classes de 10 à 20 cm et 30 à 40 cm avec respectivement 11 et 12 tiges.

La moyenne de Dhp est de 39,11 cm.

### 3.2.2. Diamètre fin bout (DFB)

La figure 5 et l'annexe 4 donnent la répartition des tiges par classe de diamètre fin bout et leur moyenne

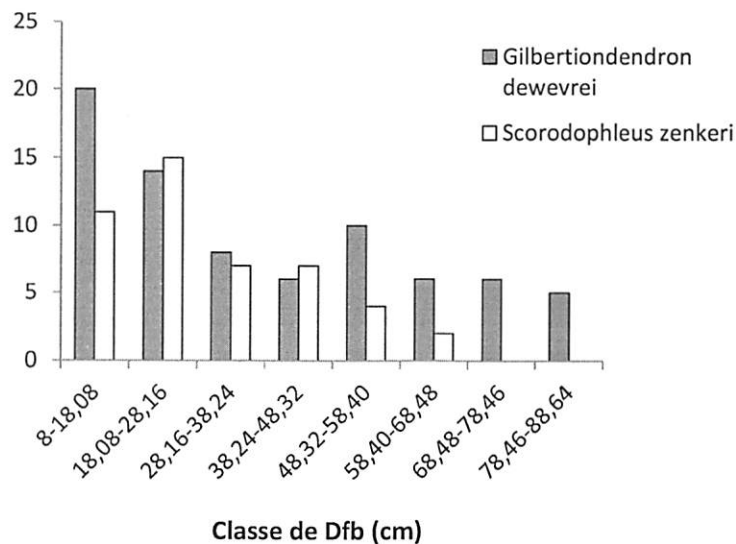


Figure 5. Distribution des tiges par classe de DFB

La distribution des tiges par catégories de diamètre fin bout est présentée sous la forme en j renversé. Le pic s'observe dans la classe de DFB allant de 8 à 18,08cm soit un effectif de 20 tiges et la dernière classe qui va de 78,46 à 88,64 cm de DFB présente un effectif de 5 tiges pour *Gilbertiodendron dewevrei*. Alors que pour *Scorodophloeus zenkeri* la classe de 18,08-28,16cm de DFB affiche un effectif de 15 tiges, pendant que la classe de 58,40 à 68,48cm présente un effectif de 2 tiges.

La moyenne des individus selon les classes de DFB est de 34,88cm

### 3.3. Hauteur

#### 3.3.1. Hauteur fût

La hauteur fût est la partie de la tige située entre la souche et la base de la cime.

La figure 6 et l'annexe 5 montrent la répartition des fréquences des tiges en fonction de la hauteur fût et leur moyenne.

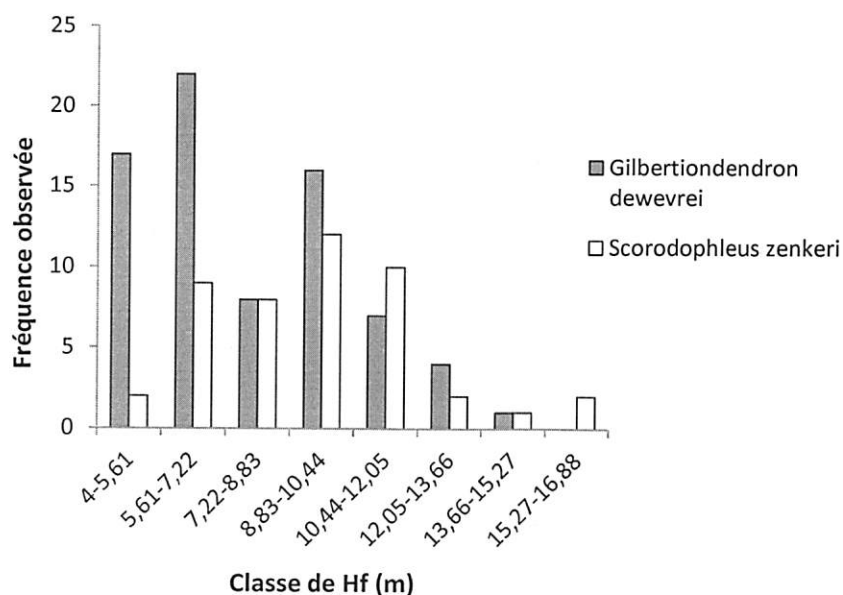


Figure 6. Répartition des tiges par hauteur fût

Le graphique des fréquences des tiges par classe de hauteur fût montre une courbe en forme irrégulière pour nos deux espèces. On signale le pic dans les classes de 5,61-7,22m et 8,83-10,44m pour respectivement *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri* ; ainsi qu'une dépression dans la classe de 13,66-15,27m pour nos deux espèces. La moyenne est de 8,41m.

#### 3.4. Surface terrière

La surface terrière ou aire basale se définit comme étant la mesure exprimée en m<sup>2</sup>/ha de la surface totale de section à 1,30m du sol de toutes les tiges et troncs, rencontrée en forêt, dans une placette de superficie déterminée.

La figure 7 et l'annexe 6 présentent la surface terrière de nos deux espèces répartis dans les différentes classes de DHP et leur moyenne.

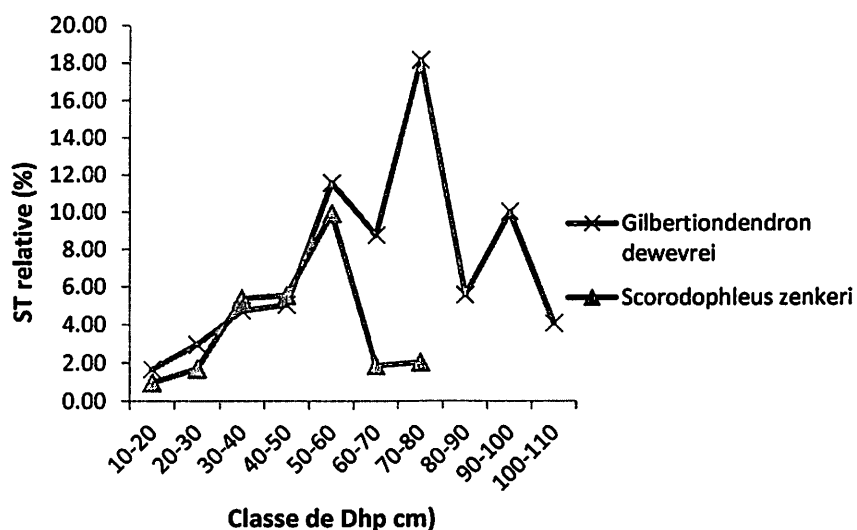


Figure 7. Répartition de la surface terrière selon les classes diamétriques.

Les courbes de la répartition de la surface terrière selon les classes diamétriques se présentent sous une forme irrégulière. Le pic s'observe dans la classe de 70-80cm pour le *Gilbertiodendron dewevrei*, et à ce qui concerne *Scorodophloeus zenkeri* cela se remarque dans la classe de 50-60cm. Et un déficit dans la classe de 10-20cm de DHP pour les deux espèces. La moyenne de la surface terrière est de 9,58m<sup>2</sup>/ha.

### 3.5. Volume fût

#### 3.5.1. Présentation des modèles des équations de régression

La relation de Dhp avec le volume fût calculé par la formule de Smalian a permis de trouver aisément les coefficients de corrélation et de détermination de cinq équations proposées. Le tableau 2 présente ces éléments des différentes équations de régression de nos deux espèces.

Tableau 2 : Caractéristiques des équations de régression de nos espèces

<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>					
Equation /Elément	Linéaire	Logarithmique	Exponentiel	Quadratique	Puissance
N	75	75	75	75	75
A	0,0742	2,4636	0,0448	0,001	0,0001
B	-1,463	-7,0645	0,062	-0,0255	2,433
C				0,2504	
R <sup>2</sup>	0,8498	0,6689	0,9086	0,9324	0,9857
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>					
Equation /Elément	Linéaire	Logarithmique	Exponentiel	Quadratique	Puissance
N	46	46	46	46	46
A	0,0895	2,4114	0,0419	0,0013	0,0001
B	-1,5516	-6,7072	0,0813	-0,0048	2,5495
C				-0,1567	
R <sup>2</sup>	0,658	0,5254	0,8545	0,7001	0,924

Légende

a, b, et c : coefficients de variation ;

N : effectif de tiges ;

R<sup>2</sup> : coefficient de détermination

Selon Mabiala (1981), pour retenir une équation de régression qui fera l'objet du volume, le choix doit se porter sur le modèle qui donne la plus grande valeur de coefficient de détermination, et cette valeur doit être supérieur ou égale à 80%.

En observant le tableau ci-dessus, pour les deux espèces, nous constatons que le modèle de régression puissance présente le coefficient de détermination le plus élevé que les autres modèles et supérieur à 80% ; ce qui a fait que ce modèle de régression soit retenue afin de permettre de calculer le volume fût des tiges inventoriées.



### 3.5.2. Equations de régression retenues

Le modèle de régression puissance pour les deux cas d'espèces est retenu, et a fait l'objet de calcul du volume fût :

- *Gilbertiodendron dewevrei* :  $\text{volume (m}^3\text{)} = 0,0001 * (\text{dhp})^{2,433}$
- *Scorodophoeus zenkeri* :  $\text{volume (m}^3\text{)} = 0,0001 * (\text{dhp})^{2,5495}$

### 3.5.3. Distribution de volume par classe des diamètres

La figure 8 et l'annexe 7 donnent la répartition de fréquence des tiges en fonction de volume fût par classe de DHP et leur moyenne.

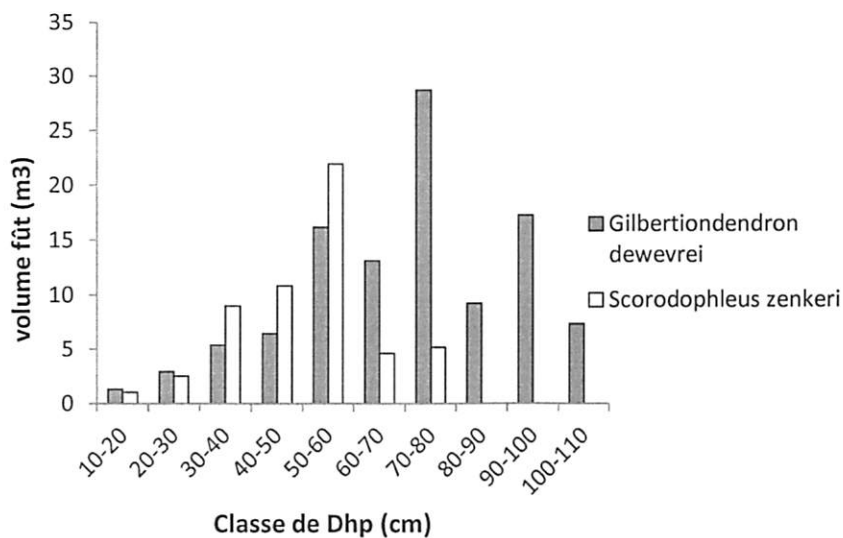


Figure 8 : Répartition de volume selon les classes diamétriques

Le graphique des volumes selon les classes diamétriques est représenté sous forme de cloche. Le pic s'observe dans la classe de 70-80cm pour le *Gilbertiodendron dewevrei*, et dans la classe de 50-60cm pour l'autre espèce. Il est réduit dans la première classe de 10-20cm dans les deux cas. La moyenne du volume fût est de 1,23m³.

### 3.5.4. Volume par espèce

Les figures 9 et 10, présentent les volumes fûts de deux espèces en fonction de Dhp.

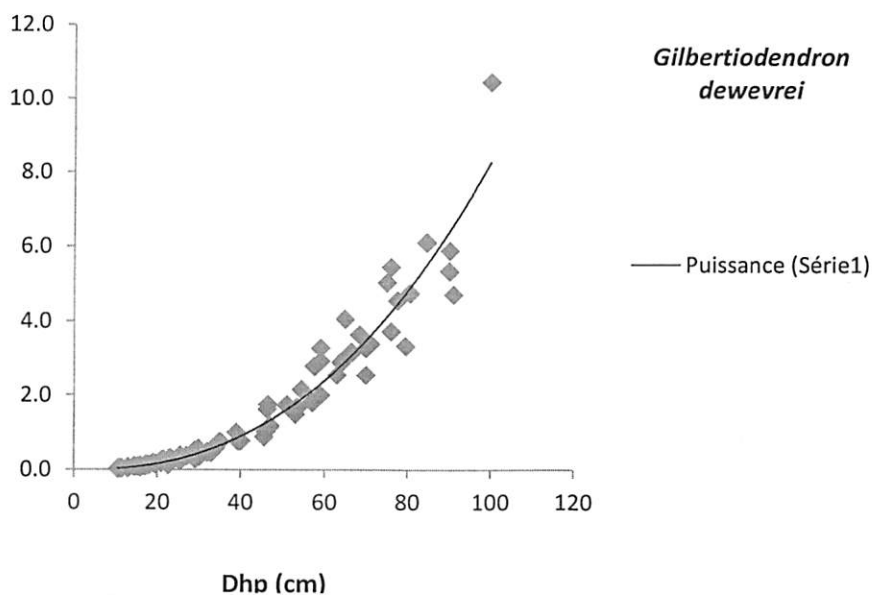


Figure 9 : volume fût individuel de *Gilbertiodendron dewevrei* en fonction de Dhp

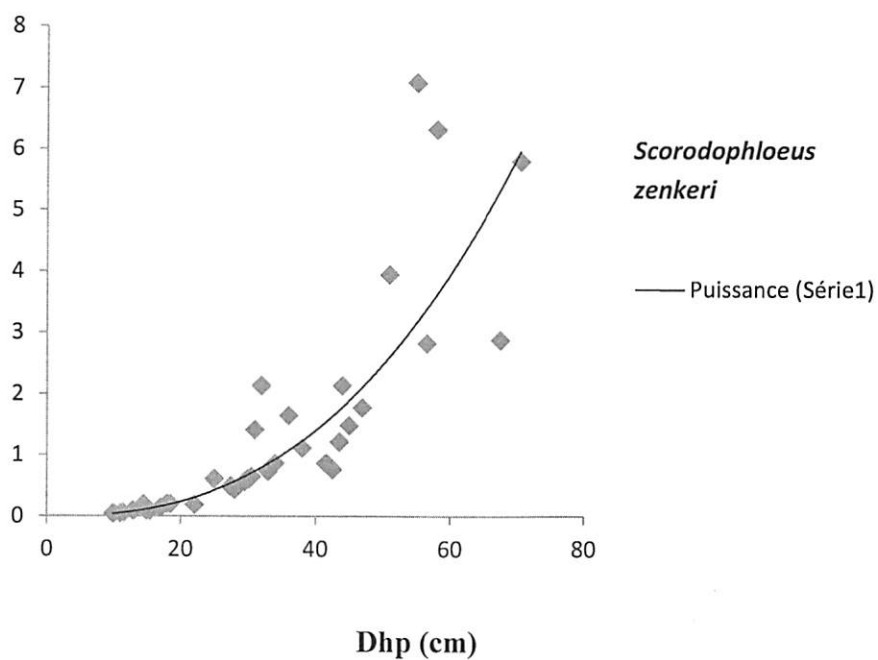


Figure 10 : volume fût individuel de *Scorodophloeus zenkeri* en fonction de Dhp

Il se dégage de ces figures et tableau en annexe 7 que le volume pour les deux espèces varie de façon non linéaire en fonction du diamètre à hauteur de la poitrine (dhp) et de l'espèce. On observe également l'hétéroscasticité et la variance du volume augmente également avec le diamètre.

### 3.6. Biomasse (AGB)

#### 3.6.1. Répartition de biomasse par classe de diamètre

La figure 11 et l'annexe 8 présentent l'AGB en tonne/ha de deux espèces en fonction de classe de Dhp

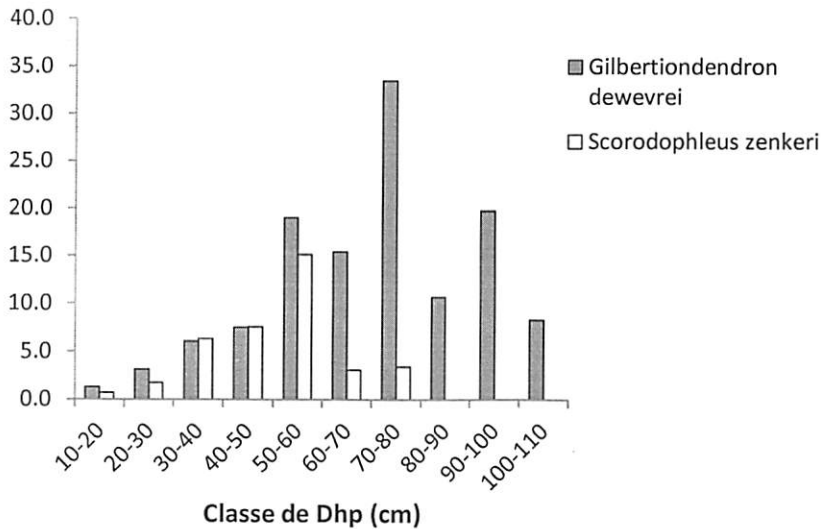


Figure 11 : biomasse en tonne/ha en fonction de classe de Dhp

Il ressort de cette figure que la biomasse pour les deux espèces varie de façon non linéaire en fonction du diamètre à hauteur de la poitrine d'homme (dhp). Le pic de biomasse s'observe au niveau de la classe de 70-80cm avec une valeur de 33,5 T de biomasse/ha pour *Gilbertiodendron dewevrei* ; et 15,1 T/ha dans la classe de 50-60cm pour le compte de *Scorodophloeus zenkeri*. Cependant le déficit s'observe dans la classe de 10-20cm pour les deux espèces avec 1,3 T/ha pour *Gilbertiodendron dewevrei* et 0,7 T/ha enfin pour *Scorodophloeus zenkeri*.

#### 3.6.2. Estimation de biomasse par espèce

En plus de Dhp, la biomasse varie aussi en fonction de l'espèce. La biomasse, des individus inventoriés de nos deux espèces dans une superficie de 2 hectares, est de 325,33 tonnes soit 162,55 T/ha. La figure 12 nous montre la répartition de biomasse par rapport aux espèces.

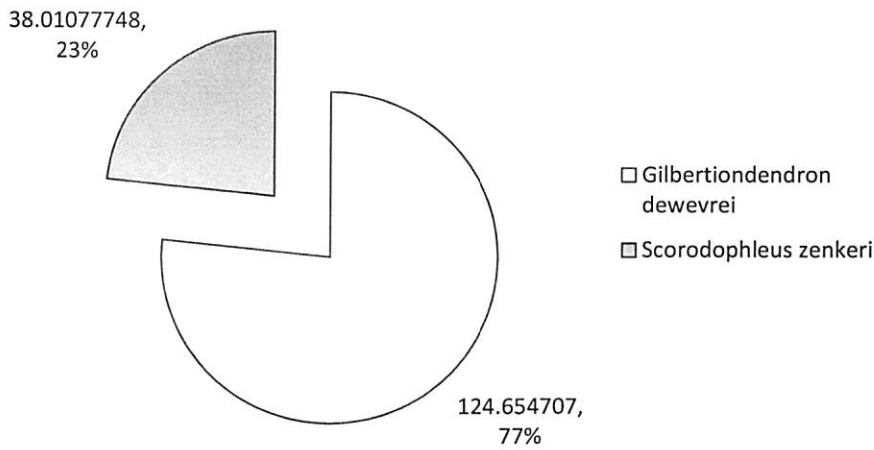


Figure 12 : répartition de biomasse en tonne/ha par rapport aux espèces

Il ressort de cette figure que l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* a 124,654 T de biomasse/ha soit 77%, alors que *Scorodophloeus zenkeri* représente 38,01 T de biomasse/ha, soit 23% de biomasse totale/ha.

### 3.7. Carbone

#### 3.7.1. Répartition de carbone par classe de diamètre

La figure 13 et l'annexe 9 présentent le carbone en tonne/ha de deux espèces en fonction de classe de Dhp

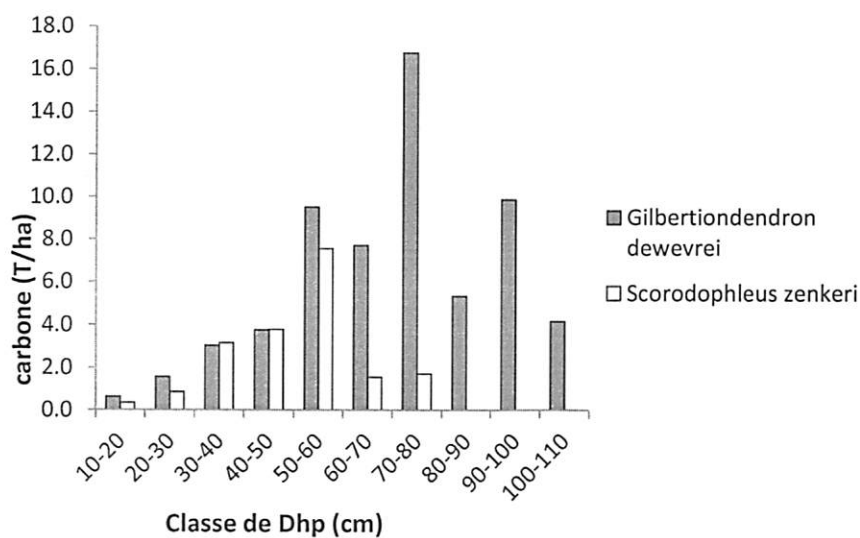


Figure 13 : répartition de carbone par rapport aux diamètres

Il se dégage de cette figure que le carbone pour les deux espèces varie également en fonction du diamètre à hauteur de la poitrine (dhp). Le pic de carbone s'observe dans la classe de 70-80cm avec une valeur de 16,8 T de carbone/ha pour *Gilbertiodendron dewevrei* ; et 7,6 T/ha dans la classe de 50-60cm pour le compte de *Scorodophloeus zenkeri*. Cependant le déficit s'observe dans la classe de 10-20cm pour les deux espèces avec 0,7 T/ha pour *Gilbertiodendron dewevrei* et 0,4 T/ha enfin pour *Scorodophloeus zenkeri*.

### 3.7.2. Estimation de carbone en fonction des espèces

Le carbone, des individus inventoriés de nos deux espèces dans une superficie de 2 hectares, est de 162,55 tonnes soit 81,27 T/ha. La figure 14 nous montre la répartition de carbone par rapport aux espèces.

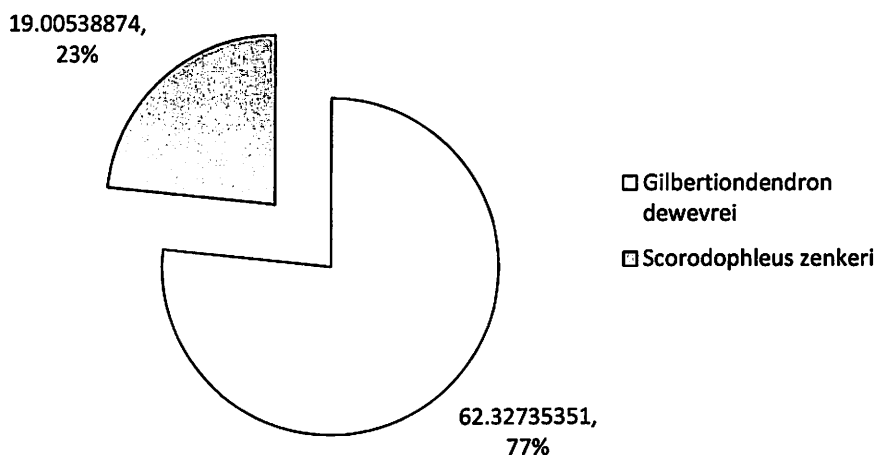


Figure 14 : répartition de carbone par rapport aux espèces.

Il ressort de cette figure que l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* a 62,327 T de carbone/ha soit 77%, alors que *Scorodophloeus zenkeri* représente 19,005 T de carbone/ha, soit 23% de carbone totale/ha.

## CHAPITRE QUATRE : DISCUSSION DES RESULTATS

### 4.1. Densité de peuplement

Notre étude a été menée dans une surface de deux hectares dans lesquels nous avons réalisé l'inventaire en plein et les données issues de cet inventaire forestier nous ont permis de connaître la densité de chacune des espèces qui ont fait l'objet de notre recherche, il s'agit de *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri* avec respectivement 37,5 tiges.ha<sup>-1</sup> et 23 tiges.ha<sup>-1</sup>. Ces résultats obtenus corroborent à ceux trouvés par d'autres chercheurs : Mbura *et al*(2013), ont trouvé pour la réserve de la Yoko (bloc sud), pour la catégorie des arbres à dhp  $\geq 10$ cm, *Gilbertiodendron dewevrei* est l'espèce la plus abondante, elle occupe 8,94% du total d'individus (soit 40 tiges à l'ha) suivie de *Scorodophloeus zenkeri* qui colonise le terrain à 6,62% (soit 40 pieds à l'ha). Pour la catégorie d'arbres à dhp  $\geq 50$ cm de *Gilbertiodendron dewevrei* occupe à lui seul 20,77% (soit 8,4 tiges/ha) de la totalité des troncs relevés. En suite vient son compagnon *Scorodophloeus zenkeri* qui se retrouve dans 16,39% de l'échantillon (6,6 tiges/ha).

Ces résultats sur l'abondance et la dominance corroborent avec ceux de Nshimba (1997) (travail effectué dans l'île Mbiye), Ewango (1994) (travail effectué dans une forêt monodominante dans la réserve de faune à Okapi), qui ont montré que le *Scorodophloeus zenkeri* et *Gilbertiodendron dewevrei* ont tous les autres essences.

Djuikouo Marie *et al* (2010) pour trois types forestiers de réserve de biosphère du Dja, dans le sud-est de Cameroun, une forêt qui fait partie de la forêt tropicale contigüe du bassin du Congo, en comparant ces différents peuplements, ils ont aussi obtenu le même résultat et selon eux cette différence entre les peuplements en terme de densité est fonction de taux de mortalité de ces peuplements occasionné par divers facteurs qui limitent la croissance des arbres, de la densité des arbres qui semblent être particulière d'un peuplement à l'autre, de l'influence des conditions climatiques du milieu etc. Qui s'avèrent indispensables à la croissance ou dynamique des arbres des peuplements.

### 4.2. Structure diamétrique

#### 4.2.1. Distribution des tiges par classe de DHP.

La courbe qui s'observe de cette distribution est de la forme i ou J renversé pour *Gilbertiodendron dewevrei* et correspond donc à une distribution de diamètre erratique ou très étalé diminuant très progressivement avec l'augmentation de diamètre ; et une forme

irrégulière pour *Scorodophloeuszenkeri*, car elle est moins représentée dans certaines classes et plus dans d'autres. Une moyenne de 39,1 cm de Dhp a été observée. Ces résultats sont appuyés par les études menées par Ndelembo (2013), où il a trouvé pour *Petersianthus macorcarpus* dans la réserve forestière de Masako, la courbe avait une allure de j renversé. Cette structure diamétrique est typique des forêts naturelles. Kambale (2008) à son tour a trouvé une courbe de forme d'une cloche pour le Dhp de l'espèce *Pycnanthus angolensis* dans la réserve forestière de Masako. Pour Périé et al, (2006) la densité de peuplement joue un rôle important dans la croissance des arbres en conditionnant le partage des ressources disponibles entre les différents arbres du peuplement, c'est donc la concurrence interindividus ; où de trop fortes densités induisent une compétition accrue pour la lumière, l'eau et les nutriments ceux qui peuvent amplifier d'un stress environnemental. Plus la densité est élevée, moins l'accroissement en diamètre de tronc et des branches est important. Boyemba (2011) ajoute que des grandes ouvertures ou éclaircies de la canopée modifient la structure d'individus de *Pericopsiselata* en favorisant sa régénération.

#### **4.2.2. Distribution des tiges par classe de Diamètre fin bout (DFB)**

La distribution des tiges par catégories de diamètre fin bout est présentée sous la forme en j renversé pour les deux espèces de la présente, le même résultat avec celui trouvé par Ndelembo (2013), pour *Petersianthus macorcarpus* dans la réserve forestière de Masako. Par contre Kambale (2008) a trouvé une courbe de Gauss pour le Dfb de l'espèce *Pycnanthus angolensis* dans la réserve forestière de Masako.

### **4.3. Hauteur**

#### **4.3.1. Répartition des tiges par classe d'hauteur fût**

Le graphique des fréquences des tiges par classe de hauteur fût pour cette étude montre une courbe en forme irrégulière pour nos deux espèces avec le pic observé dans les classes de 5,61-7,22m et 8,83-10,44m pour respectivement *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeuszenkeri* ; ainsi que une dépression dans la classe de 13,66-15,27m pour nos deux espèces. La moyenne de tiges pour les deux espèces est de 8,41m. Ces résultats sont comparables aux résultats trouvés par Kahindo (2009) dans la réserve forestière de Yoko selon les quels pour l'espèce *Scorodophloeuszenkeri* les hauteurs varient de 5,5 m à plus ou moins 17 m. Toutefois, 133 sur 143 arbres échantillonnés (soit 93 %) ont une hauteur située entre 7 et 15m. Peu de tiges (environ 7 %) ont plus de 15 m. la classe de (8,8 et 10,45 m) correspond au pic des tiges.

Ceci se justifie par le fait qu'en générale l'espèce semble effilée (avec un diamètre réduit) mais élancées.

Pour l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei*, Il se dégage que la hauteur de fût n'est pas constante, elle varie entre 2m et 19 m. La plupart de tiges (à peu près 80 %) ont une hauteur située entre 5 et 15 m. peu des tiges ont moins de 5 m et plus de 15 m. La courbe se présente sous forme de cloche. Avec le pic observé dans la classe de 7,73 et 9,64 ce qui représente seulement 28% de nombre total des arbres échantillonnés.

#### 4.4. Surface terrière

##### 4.4.1. Répartition de la surface terrière selon les classes diamétriques.

Pour la présente étude, les courbes de la répartition de la surface terrière selon les classes diamétriques se présentent sous une forme irrégulière. Le pic s'observe dans la classe de 70-80cm de Dhp pour le *Gilbertiodendron dewevrei*, et à ce qui concerne *Scorodophloeus zenkeri* cela se remarque dans la classe de 50-60cm de Dhp. Et un déficit dans la classe de 10-20cm de DHP pour les deux espèces. Avec La moyenne de la surface terrière de 9,58m<sup>2</sup>/ha cela montre que la surface est intimement liée au diamètre. Tel que nous l'avons signalé ci-haut que la ST varie en fonction de diamètre, donc plus le dhp est grand plus la surface terrière est grande. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Ndelembo (2013) pour *Petersianthus macorcarpus* dans la réserve forestière de Masako ; la courbe de la répartition de la surface terrière selon les classes diamétriques se présente sous une forme irrégulière. Le pic s'observe dans la classe de 90-100cm. Et un déficit dans la classe de 10-20cm de DHP. La moyenne de la surface terrière est de 8,94m<sup>2</sup>/ha.

#### 4.5. Biomasse (AGB)

##### 4.5.1. Estimation de biomasse par espèce

La biomasse aérienne en fonction d'espèces a démontré que l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* a 124,654 T de biomasse/ha soit 77%, alors que *Scorodophloeus zenkeri* représente 38,01 T de biomasse/ha, soit 23% de biomasse totale/ha. Ces résultats prouvent que la biomasse aérienne des tiges d'arbres varie en fonction des espèces. Ce qui confirme notre première hypothèse.

Ces résultats sont proches à ceux trouvés par Ebuy (2009) dans les plantations de Yangambi et Kahindo (2009) dans la réserve forestière de Masako. Selon Ebuy *op cit* la plantation de *Gilbertiodendron dewevrei* à 70 ans, pour une densité de 300 tiges elle a stocké 458,6



tonnes/ha, avec des accumulations annuelles de 6,5 tonnes ; à 62 ans elle a stocké 451,7 tonnes de biomasse et à 35 ans elle stocké 277,9 tonnes ; aussi pour *Kahindoop citen* ce qui concerne la biomasse totale des arbres, il a constaté que la moyenne par arbre est variable d'une espèce à l'autre. Elle est égale à 7 663,6 kg pour *Gilbertiodendron dewevrei*, et à 6 558,22 kg pour *Scorodophloeus zenkeri*.

#### 4.6. Stock de carbone

##### 4.6.1. Estimation de carbone en fonction des espèces

Le résultat obtenu par espèce nous a montré que l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* stocke 62,327 T de carbone/ha soit 77%, tandis que *Scorodophloeus zenkeri* représente 19,005 T de carbone/ha, soit 23% de carbone total/ha. Le stock de carbone varie aussi en fonction des espèces. Notre deuxième hypothèse est confirmée. Ces résultats sont proches de ceux trouvés par Ebuy (2009) selon les espèces ; *Austranella congolensis* a démontré sa pertinence pour le stockage de carbone soit de (373,9 Ct/ha) suivi de *Gilbertiodendron dewevrei* (229,3 Tc/ha) pour une densité de 300 tiges et 121 Tc/ha et en dernière position *Drypetes likwa* (113 Tc/ha).

#### 4.7. Biomasse aérienne et stock de carbone de ces deux espèces dans la forêt de Yasikia

La quantité de biomasse des individus inventoriés de nos deux espèces dans une superficie de 2 hectares, est de 325,33 tonnes soit 162,55 T/ha. En fonction des espèces

La quantité de biomasse aérienne pour l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* est de 124,654 T de biomasse/ha soit 77%, et le *Scorodophloeus zenkeri* représente 38,01 T de biomasse/ha, soit 23% de biomasse totale/ha. Donc la biomasse aérienne est fonction d'espèces ; il en est de même pour le stockage de carbone où il se dégage que la quantité du carbone des individus inventoriés de nos deux espèces dans une superficie de 2 hectares, est de 162,55 tonnes soit 81,27 T/ha ; mais la quantité par espèce a montré que l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* a 62,327 T de carbone/ha soit 77%, alors que *Scorodophloeus zenkeri* représente 19,005 T de carbone/ha, soit 23% de carbone totale/ha. Donc le carbone est aussi fonction d'espèces. En comparant la quantité de la biomasse et du stockage de carbone de ces deux espèces de la forêt sempervirente de yasikia avec celles des autres forêts et plantations, on remarque que ces résultats sont inférieurs. Cela nous amène de dire que notre troisième hypothèse est rejetée. Cela serait dû aux différences de dhp, nombre de tiges et type de forêts.

#### 4.8. Volume

Il existe une relation entre le Dhp et le volume traduit par le modèle puissance, lequel modèle qui a donné un coefficient de détermination élevé (le coefficient de détermination 0,98 pour *Gilbertiodendron dewevrei* et 0,92 pour *Scorodophloeus zenkeri*), ce qui montre qu'il existe une bonne relation entre le volume fût et le diamètre à hauteur de la poitrine. Ce qui confirme notre quatrième hypothèse. Les modèles de régression retenus sont :

- *Gilbertiodendron dewevrei* :  $\text{volume (m3)} = 0,0001 * (\text{dhp})^{2,433}$
- *Scorodophloeus zenkeri* :  $\text{volume (m3)} = 0,0001 * (\text{dhp})^{2,5495}$

Le même modèle de régression de type puissance était trouvé sur quelques espèces de la province de la Tshopo et des autres provinces (SPIAF, 2008). Mbula, 2009 pour l'*Entendrophragma cylindricum* du territoire de Basoko ; le même résultat était trouvé par Ndelembo (2013) pour *Petersianthus macrocarpus* dans la réserve forestière de Masako, et par Kahindo (2009) pour *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri* dans la réserve forestière de la Yoko.

##### 4.8.1. Volume par espèce

Il se dégage des résultats de cette étude que le volume pour les deux espèces varie de façon non linéaire en fonction du diamètre à hauteur de la poitrine (dhp) et de l'espèce. L'étude menée par Kahindo (2009) révèle que le volume maximum pour les trois espèces de son étude diffère.

## Conclusion et recommandations

### a. Conclusion

La présente étude a porté sur l'estimation de la biomasse et du stockage de carbone dans la forêt sempervirente de Yasikia : cas de *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri* à 31Km de la ville de Kisangani sur la route Opala. Ce travail a été effectué sur une surface de 2 parcelles comprenant 1hectare chacune cela dans la forêt primaire, dans lesquelles nous avons réalisé l'inventaire en plein des individus de diamètre de plus ou égal à 10cm de ces deux espèces.

Les données issues de cet inventaire nous a permis de trouver la densité de chaque espèce et le dhp qui nous ont permis en suite de calculer la surface terrière et a servi dans la formule d'estimation de la biomasse en utilisant l'équation allométrique en fin d'obtenir le stock de carbone.

Après analyse les résultats se présentent comme suivants :

La densité entre ces deux espèces diffère soit de 37,5 tiges.ha-1 pour *Gilbertiodendron dewevrei* et 23 tiges à l'hectare pour le *Scorodophloeus zenkeri* ;

La distribution des tiges par classes en fonction des différentes variables étudiées nous montre :

- Dhp, l'allure de la courbe avait la forme de i pour *Gilbertiodendron dewevrei* et la forme irrégulière pour la deuxième espèce ;
- Dfb, la forme de j renversé pour les deux espèces ;
- Ht, la forme irrégulière dans les deux cas ;
- ST, la forme irrégulière pour les deux espèces.

Pour la présente étude, le modèle puissance a donné un coefficient de détermination élevé, ce qui montre qu'il existe une bonne relation entre le volume fût et le diamètre à hauteur de la poitrine. Les modèles de régression retenus sont :

- *Gilbertiodendron dewevrei* :  $\text{volume (m3)} = 0,0001 * (\text{dhp})^{2,433}$
- *Scorodophloeus zenkeri* :  $\text{volume (m3)} = 0,0001 * (\text{dhp})^{2,5495}$

Il ressort de cette étude que l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* a 124,654 T de biomasse/ha soit 77%, alors que *Scorodophloeus zenkeri* représente 38,01 T de biomasse/ha, soit 23% de

*biomasse totale/ha*. Donc la biomasse aérienne est fonction d'espèces Il se dégage également dans cette étude que l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* a 62,327 T de carbone/ha soit 77%, alors que *Scorodophloeus zenkeri* représente 19,005 T de carbone/ha, soit 23% de carbone totale/ha. Donc le carbone est fonction d'espèces.

#### **b. Recommandation**

Pour l'amélioration du présent travail, nous recommandons ce qui suit :

- Que d'autres études soient faites avec une étendue plus grande que celle que nous, nous avons utilisé ;
- Que la même étude soit menée avec les mêmes espèces dans d'autres sites de la province de la Tshopo.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Angbonga, B., 2014. Estimation de carbone et du volume des plantations expérimentales de l'INERA yangambi (cas de *synphonia globulifera* L.F et *Mammea africana* sabine) .Memoire Master, Unikis 64P;
- Biguma, j, 2006. Contribution à l'élaboration d'un tarif de cubage de *stipilata* (=s, *camerounensis*/Warb dans la réserve floristique ( yangambi, Rdc), Mémoire inédit FSA/UNIKIS, 49p ;
- Boyemba, F., 2011. Ecologie de *Rericopsis elata* (Harms) van Meeuwen ( Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. Thèse de doctorat, inedite Université Libre de Bruxelles, 181p ;
- Brown, s, 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest: a primer reports name, FAO, 99p;
- Cairns, M.; Olmsted, I.; Granadas, J.; & Arguez, J.; 2003. Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's yucatan peninsula. forest ecology and management, 186p;
- Chave, J.; Andolo, C.; Brown, s.; Cairns, M.; Chambers, j.; Eamus, D.; Falster, H.; Fronard, f.; Higuichi, N.; Kir a, T.; Lesure, j.; Nelson, B.; Ogawa, H.; Puig, H.; Riera, B.; & Yamakura, T.; 2005. Tree allometry and improved estimation of Carbone stock and balance in tropical forest. Ecologia, 145p;
- C.T.F.T, 1956. Memento forestier .1er edition .Ministère de la coopération, 216p;
- Dagnelie, P., 1973. Théorie et méthode statistique vol I et II. Presses agronomiques de Gembloux, ASBL avenue de la faculté ; 22 \_ 5800 Gembloux (Belgique), 204p ;
- Dagnelie, P., 1985. Table de cubage des arbres des arbres et des peuplements. Presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 378p ;
- De Wasseigne, C.; Devers, D.; De Marcken, P ; Ebaaty, R. ; Nasi, R. ; & Mayaux, P. ; 2009. Les forêts du bassin du Congo. Etat des forêts , 2008. Office des publications de l'union Européenne, 426p ;
- Djuikouro, M. ; Doucet, j. ; Ngouembou, c. ; Lewis, s. ; & sonké, B. ; 2010. Diversity and aboveground biomass in tree tropical forest types in Dja Biosphere reserve, cameroon, African journal of Ecology, 48p ;

Duveiller, G. ; Defourny, P. ; & Mayaux, P. ; 2008. Deforestation in central Africa: Estimates at regional, national and landscape levels by advanced processing of systematically distributed landsat extract remote sensing of environment, 112p;

Ebuy, 2009. Estimation du Stockage de carbone dans les plantations de l'INERA – estimation de Yangambi : cas d'Outanella congolais (De Wild) A. chev ; Gilbertiodendron dewevrei (De Wild). Léonard et Dripetes ;

Ewango, C., 1994. Contribution à l'étude structurale de la forêt monodominante à *Gilbertiodendron dewevrei* de la réserve de faune à Okapi. Mémoire inedit, FS-UNIKIS, 49p,

Gibbs, K. ; Brown, S. ; Niles, O. ; & Foley, A. ; 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stock: making REDD a reality. Environmental research letters, 2, 13p;

Gourlet-fleury, S. ; Rossi, V. ; Réjounéchain, M. ; Freycon, V. Fayoll, A. ; Saint-André, L. ; Cornu, G. ; Gérard, J. ; Saproil, J. ; Flores, O. ; Baya, F. ; Billand, A. ; Fauvet, Gally, M. ; Henry, M. ; Hubbert, D. ; Pasquier, A. ; & Picard, N. ; 2011. Environmental filtering of dense-wooded species controls aboveground biomass stored on nutrient-poor soils in African moist forest journal of ecology, 99p;

Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2000. L'utilisation des terres, le changement climatique d'affectation des terres et foresterie. Résumé à l'intention des décideurs. Cambridge University Press, UK, 30p ;

GIEC, 2001. Bilan des changements climatiques, <<conséquence de changements climatiques : mesures d'atténuation. Rapport du groupe de travail III du GIEC. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 93p ;

<http://www.chooseclimate.org>: modèle climatique interactif lu 25 juin 2016

IUCN, 2009. REDD-plus, champ d'application et des options pour le rôle des forêts dans les stratégies d'atténuation des changements climatiques. Programme de conservation des forêts, 8p ;

Ifuta, 1993. Paramètres écologiques et hormonaux devant la croissance et reproduction d'*Epomops franguetti* (Mammalia : chiroptère) de la forêt ombrophile équatoriale de la Masako (Kis-Zaïre). Doctorat. 143p ;

Kakule, 2013. Estimation du stock de carbone dans les plantations forestières de l'INERA Yangambi, cas de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Leonard et *Milletia Laurentii* (De Wild), 13p ;

Katusi, 2009. Analyse de la régénération et de la structure spatiales de Méliacée de la réserve forestière de Yoko. cas de *Guarea cedrata* (A. chev) pellegr. et *Guarea thompsonii* Sprague & Hutch (Ubundu, p.o, Rdc). DEA inédit .fac. Sc. UNIKIS, 102p ;

Kahindo, th, 2009. Elaboration des tarifs de cubage et de biomasse pour *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard, *Guarea thompsonii* Sprague & Hutch. et *Scorodophloeus zenkeri* Harms dans la réserve forestière de Yoko (Ubundu, Province Orientale, RDC), 13-17p ;

Kambale, M., 2008 : Contribution à l'étude des relations entre différents paramètres dendrométriques de *Pycnanthus angolensis* (WELW) Warb dans la réserve forestière de Masako (RD Congo), TFE, Fac des Sc Agro, UNIKIS, 48p.

Lebrun et Gilbert, 1954. Classification écologique des forêts du Congo-belge. INEAC, série scientifique. Bruxelles .15p ;

Lewis, S.I ; Lopez-gonzalez, G. ; Sonké, B. ; Affum-Baffoe, K. ; Baker, R. ; Ojo, L. ; Phillips, O.L. ; Rejtuna, J.M ; White, L. ; Comiskey, J. A ; Djukouo, K. ; Ewango C.E.N ; Feldpausch T.R. ; Homilton, A.C. ; Gloor, M. ; Hurt, T. ; Hladik, A. ; Lloyd, J. ; Lovett, J. ; Makana, J.R. ; Malhi, Y. ; Mbago, F.M. ; Nolangosi, H. ; Njapeacock, J. ; Reh, S.H ; Sheil, D. ; Sunderland, T. ; Swaine, M.D. ; Taplin, J. ; Taylor, D. ; Thomas, S.C. ; Volterre, R. & Wall, H. ; 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests nature, 457p ;

Lomba, 2011, systèmes d'agregation et structures diamétriques en fonction des traitements de quelques essences dans les dispositifs permanents de Yoko et Biaro (Ubundu, Province Orientale, R. d. Congo) ;

Mabiala & Kandaka. ; 1981. Tarif de cubage. Normes d'inventaire forestier, cahier no 4 SPIAF Kinshasa, 58p ;

Malhi et al., 2000. Tropical forest and atmospheric Carbon dioxide << Trends in ecology and evolution. 337p ;

Maniatis, D. ; Malhi, Y. ; Saint André, L. ; Mallicone, D. ; Barbier, N. ; Saatchi, S. ; Henry, M. ; Tellier, L. ; Schwartzberg, M. ; & White, L. 2011. Evolving the potential of commercial forest inventory

Data to report of forest carbon stock and forest carbone changes for REDD+ under the UNFCCC. International journal of forestry Research, 13p;

Mate., 2001. Croissance, phytomasse et mineralomasse des haies de légumineuses amélioratrices en culture en allées à Kisangani. Thèse doctorat, ULB ;

Mbula, 2013. Structure, accroissement diamétrique et évolution du stock de C des essences de la forêt semi-caducifoliée de la réserve forestière de Yoko : cas de *prioria balsamifère* (vormoesen) Bretteler dans la parcelle permanente de neuf hectares Bloc Nord. Kisangani : Unikis, 34p ;

Mwanza, A., 2012. Modélisation de l'évolution du bilan carbone d'un système agroforestier et de sa zone tampon dans le village de Bagbasingbe (Kisangani, Province Orientale, R.D. CONGO). DES inedit, FS-UNIKIS, 55p ;

Ndelembo, T., 2013. Analyse des paramètres dendrométriques de *Petersianthus macrocarpus* dans la réserve forestière de Masako et' structure spatiale. Mémoire inédit FGRNR/UNIKIS, 55 p.

Nicolas, p. ; Laurent, s-A ; Matien, H ; 2012. Manuel de construction d'équations allométriques pour l'estimation du volume et de la biomasse des arbres : de la mesure de terrain à la prediction, Cirad & FAO, 210p ;

Ntumba, 2015. L'importance d'une flore urbaine comme puits carbone : cas de la flore urbaine de Kisangani (flore du jardin zoologique de Kisangani et la boucle de la rivière Tshopo). Mémoire inedit, FGRNR-UNIKIS, 56p ;

Nyakabwa, 1982. Phytocenose de l'écosystème urbain de Kis, thèse inédit vol, 1, 2, 3 Fs. Unikis. 1998p;

Nyembo, F., 2012. Accroissement diamétrique et évolution du stock de carbone dans la forêt semi-caducifoliée de la réserve de Yoko (Ubundu, RD. Congo). DES inedit, FS-UNIKIS, 51p ;

Pearson et Brown, 2005 ; cité par MUHINDO, j.p, Rapport de stage, structure diamétrique et estimation de la biomasse et stock du carbone des essences forestières. Cas de la forêt mixte de la réserve de faune a okapi (province orientale R D Congo) 17p ;

Romade, F. ; 2003. Elements d'écologie, Dunod, 690p ;



Rolland.2006.Stockage de carbone dans la biomasse aérienne en forêt tropicale humide Guyanaise ;

Nshimba,S, M., 1997. Contribution à l'étude de la biodiversité des ligneux de l'île Mbiye à Kisangani. Mémoire inédit Fac. des Sci. UNIKIS, 38p

Vivien,J. et Faure,J.,1985. Arbres des forêts denses d'Afrique centrale MRE-CD ACCT, Paris, 352p ;

Wayne,W. , A.Baccini,M.Nespstad,N.Horning,D.Knight,E.2011. Field Guide for Forest Biomass and carbon estimation. Version 1.0 Woods Hole ResearchCenter,Falmouth,Massachusetts, USA 46p ;

Zasy, N.G, 2010.Inventaires forestiers.Universite de Kinshasa, F.S.A, departement de gestion des ressourcesnaturellesrenouvelables, Kinshasa, 119p.

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE	
REMERCIEMENTS	
RESUME	
SUMMARY	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES ABREVIATIONS	
0. INTRODUCTION.....	1
0.1. Contexte d'étude .....	1
0.2. Problématique .....	2
0.3. Hypothèses .....	4
0.4. Objectifs .....	4
0.4.1. Objectif général .....	4
0.4.2. Objectifs spécifiques.....	4
0.6. Subdivision du travail .....	5
CHAPITRE PREMIER : GENERALITES .....	6
I.1. Gaz à effet de serre .....	6
I.2. La biomasse aérienne.....	6
1.3. Stockage de carbone par l'arbre et son estimation .....	6
1.4. Equations allométriques .....	7
1.5. Choix des espèces .....	7
1.6. Description des espèces.....	8
1.6.1. Gilbertiodendron dewevrei (DE WILD).....	8
<i>a. Dénomination botanique</i> .....	8
<i>b. Aire de répartition en Afrique tropicale et habitat</i> .....	8

<b>c. Port général</b> .....	8
<b>d. Propriétés physiques et mécaniques</b> .....	9
Tableau 1. Les propriétés physiques de <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> .....	9
<b>e. Utilisations</b> .....	9
1.6.2. <i>Scorodophloeus zenkeri</i> Harms.....	10
1.7. Travaux antérieurs .....	11
<b>CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODE</b> .....	13
2.1. Milieu d'étude.....	13
2.1.1. Situation géographique .....	13
2.1.2. Végétation .....	14
2.1.3. Sol.....	14
2.1.4. Climat.....	15
2.1.5. Actions anthropiques .....	15
2.2. Matériels .....	16
2.2.1. Matériel biologique.....	16
2.2.2. Matériels non biologiques.....	16
2.3. Méthodes .....	16
2.3.1. La méthode directe .....	16
2.3.2. La méthode indirecte .....	16
2.3.3. Méthode de collecte de données.....	17
2.3.3.1. La mise en place des parcelles et mesures des arbres .....	17
2.3.3.2. Identification des espèces .....	18
2.3.4. Paramètres dendrométriques .....	18
2.3.5. Traitement des données .....	18
2.3.5.1. Compilation des données.....	18
2.3.5.2. Calcul de volume individuel des arbres .....	19
2.3.5.3. Calcul de la biomasse et du stockage de carbone .....	20

2.3.5.4. Surface terrière.....	21
2.3.5.5.Densité.....	21
CHAPITRE TROISIEME : RÉSULTATS.....	22
3.1. Densité de peuplement .....	22
3.2. Diamètre .....	22
3.2.1. Diamètre à la hauteur de poitrine. ....	22
3.2.2. Diamètre fin bout (DFB).....	23
3.3. Hauteur .....	24
3.3.1. Hauteur fût .....	24
3.4. Surface terrière.....	24
3.5. Volume fût.....	25
3.5.1. Présentation des modèles des équations de régression .....	25
3.5.2. Equations de régression retenues .....	27
3.5.3. Distribution de volume par classe des diamètres .....	27
3.5.4. Volume par espèce.....	27
3.6. Biomasse (AGB).....	29
3.6.1. Répartition de biomasse par classe de diamètre.....	29
3.6.2. Estimation de biomasse par espèce .....	29
3.7. Carbone .....	30
3.7.1. Répartition de carbone par classe de diamètre .....	30
3.7.2. Estimation de carbone en fonction des espèces .....	31
CHAPITRE QUATRE : DISCUSSION DES RESULTATS.....	32
4.1. Densité de peuplement .....	32
4.2. Structure diamétrique.....	32
4.2.1. Distribution des tiges par classe de DHP.....	32
4.2.2. Distribution des tiges par classe de Diamètre fin bout (DFB) .....	33
4.3. Hauteur .....	33

4.3.1. Répartition des tiges par classe d'hauteur fût .....	33
4.4. Surface terrière.....	34
4.4.1. Répartition de la surface terrière selon les classes diamétriques.....	34
4.5. Biomasse (AGB).....	34
4.5.1. Estimation de biomasse par espèce .....	34
4.6. Stock de carbone.....	35
4.6.1. Estimation de carbone en fonction des espèces .....	35
4.7. Biomasse aérienne et stock de carbone de ces deux espèces dans la forêt de Yasikia.	35
4.8. Volume .....	36
4.8.1. Volume par espèce.....	36
Conclusion et recommandations .....	37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	39
TABLE DES MATIERES .....	44

# Annexes

**Annexe 1 : Liste des *Gilbertiodendron dewevrei* et *Scorodophloeus zenkeri* inventoriés dans 2 hectares**

N°	Especie	Dhp(cm)	Dhp(m)	Dfb(cm)	Dfb(m)	Hf(m)	Parcelle
1	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	46,5	0,465	40	0,4	11	1
2	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	90	0,900	85	0,85	9,8	1
3	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	25	0,250	20,5	0,205	8	1
4	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	29	0,290	27	0,27	8,6	1
5	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	57,5	0,575	49	0,49	12,4	1
6	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	59	0,590	52	0,52	12	1
7	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	19	0,190	17,5	0,175	7	1
8	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	66,5	0,665	60	0,6	10	1
9	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	16	0,160	15,5	0,155	4	1
10	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	57	0,570	50	0,5	8	1
11	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	33	0,330	31,3	0,313	5,7	1
12	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	23	0,230	19,2	0,192	9	1
13	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	54,5	0,545	50,2	0,502	10	1
14	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	33	0,330	30	0,3	6	1
15	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	76	0,760	68,9	0,689	9	1
16	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	68,5	0,685	61	0,61	11	1
17	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	59	0,590	54	0,54	13	1
18	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	11	0,110	10,2	0,102	4	1
19	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	29	0,290	26	0,26	5	1
20	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	53	0,530	51	0,51	7	1
21	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	71	0,710	67,3	0,673	9	1
22	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	75	0,750	71,2	0,712	12	1
23	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	100	1,000	87,4	0,874	15,1	1
24	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	70	0,700	66	0,66	9	1
25	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	76	0,760	70	0,7	13	1
26	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	23	0,230	20,2	0,202	6	1
27	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	17,4	0,174	16	0,16	6	1
28	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	39,5	0,395	38	0,38	6,5	1
29	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	47	0,470	45,3	0,453	7	1
30	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	51	0,510	48	0,48	9	1
31	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	77,5	0,775	71	0,71	10,5	1
32	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	16	0,160	14,5	0,145	4	1
33	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	84,5	0,845	80	0,8	11,5	1
34	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	21	0,210	19	0,19	8	1
35	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	45,5	0,455	42,5	0,425	5,8	1

36	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	90	0,900	83,7	0,837	9	1
37	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	64	0,640	57	0,57	10	1
38	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	22,5	0,225	19	0,19	4	1
39	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	79,5	0,795	76	0,76	7	1
40	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	17	0,170	15,6	0,156	5	2
41	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	32	0,320	31	0,31	6	2
42	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	13	0,130	12,2	0,122	4	2
43	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	30	0,300	26,7	0,267	9	2
44	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	14,5	0,145	13	0,13	6	2
45	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	34	0,340	31,6	0,316	7	2
46	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	10,5	0,105	9,2	0,092	4	2
47	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	18	0,180	16,3	0,163	5	2
48	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	59	0,590	54	0,54	8	2
49	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	46,5	0,465	43,4	0,434	11	2
50	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	39	0,390	31,6	0,316	10	2
51	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	16	0,160	14,1	0,141	5,6	2
52	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	40	0,400	34,8	0,348	7	2
53	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	15,5	0,155	13,6	0,136	5	2
54	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	80,5	0,805	75	0,75	10	2
55	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	10,5	0,105	9,2	0,092	4,2	2
56	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	70	0,700	66	0,66	7	2
57	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	13	0,130	12	0,12	5	2
58	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	19,5	0,195	17	0,17	6	2
59	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	21	0,210	18,7	0,187	6	2
60	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	27	0,270	25	0,25	7	2
61	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	91	0,910	85,5	0,855	7,7	2
62	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	46	0,460	40	0,4	7	2
63	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	63	0,630	58,2	0,582	8,8	2
64	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	11,5	0,115	10	0,1	5	2
65	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	65	0,650	61	0,61	13	2
66	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	35	0,350	29,5	0,295	9	2
67	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	10,5	0,105	9,2	0,092	4,3	2
68	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	25,5	0,255	22,8	0,228	5,5	2
69	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	11	0,110	9,2	0,092	6	2
70	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	21,5	0,215	18,3	0,183	9	2
71	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	53,5	0,535	49,5	0,495	8	2
72	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	30	0,300	25	0,25	6	2
73	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	33	0,330	28	0,28	7	2
74	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	11,5	0,115	8	0,08	5	2
75	<i>Gilbertiendendron dewevrei</i>	25,5	0,255	18,5	0,185	10	2
76	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	10	0,100	8,6	0,086	6	1
77	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	36	0,360	31,4	0,314	11	1
78	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	13	0,130	8	0,08	10	1



79	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	58	0,580	50,5	0,505	12	1
80	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	17	0,170	11,8	0,118	8	1
81	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	56,5	0,565	45,9	0,459	13,6	1
82	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	34	0,340	28,4	0,284	11,2	1
83	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	18,5	0,185	15,7	0,157	9	1
84	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	32	0,320	26,8	0,268	9,1	1
85	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	55	0,550	50	0,5	12,4	1
86	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	33	0,330	28,2	0,282	10	1
87	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	41,5	0,415	33,9	0,339	7,7	1
88	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	47	0,470	39,6	0,396	12	1
89	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	11,5	0,115	10	0,1	6	1
90	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	55	0,550	47,4	0,474	8,7	1
91	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	55	0,550	49,7	0,497	12	1
92	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	18	0,180	16,2	0,162	9	1
93	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	11	0,110	8,4	0,084	6	1
94	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	67,5	0,675	60	0,6	9	1
95	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	29,5	0,295	24	0,24	10	1
96	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	30,5	0,305	26,4	0,264	10,1	2
97	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	22	0,220	19,9	0,199	5,5	2
98	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	44	0,440	37,7	0,377	8	2
99	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	44	0,440	39,4	0,394	7,9	2
100	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	32	0,320	27,6	0,276	11	2
101	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	31	0,310	26	0,26	15	2
102	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	58	0,580	49,1	0,491	15,6	2
103	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	36	0,360	28,6	0,286	8	2
104	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	43,5	0,435	37,4	0,374	9,4	2
105	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	25	0,250	20,3	0,203	7	2
106	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	31	0,310	26,2	0,262	7	2
107	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	45	0,450	37,7	0,377	11	2
108	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	25	0,250	20,2	0,202	8	2
109	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	30	0,300	25,4	0,254	10	2
110	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	15,5	0,155	13,3	0,133	5,5	2
111	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	51	0,510	48	0,48	12	2
112	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	51	0,510	45	0,45	9	2
113	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	70,5	0,705	62,1	0,621	16,7	2
114	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	15	0,150	13,3	0,133	6	2
115	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	27,5	0,275	22,1	0,221	10	2
116	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	42,5	0,425	40	0,4	5,7	2
117	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	32	0,320	25,3	0,253	11,4	2
118	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	28	0,280	25	0,25	8	2
119	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	14,5	0,145	13	0,13	5,7	2
120	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	38	0,380	30,5	0,305	12	2
121	<i>Scorodophleus zenkeri</i>	14,5	0,145	13	0,13	7	2



## Annexe 2 : Calculs préliminaires sur les paramètres dendrométriques

N°	Dhp(m)	Dfb(m)	Hf(m)	ST( m2)	Volume(m3)
1	0,465	0,4	11	0,1697366	1,62435144
2	0,900	0,85	9,8	0,63585	5,89476125
3	0,250	0,205	8	0,0490625	0,3282085
4	0,290	0,27	8,6	0,0660185	0,5299535
5	0,575	0,49	12,4	0,2595406	2,77771858
6	0,590	0,52	12	0,2732585	2,913135
7	0,190	0,175	7	0,0283385	0,18332694
8	0,665	0,6	10	0,3471466	3,14873313
9	0,160	0,155	4	0,020096	0,07791125
10	0,570	0,5	8	0,2550465	1,805186
11	0,330	0,313	5,7	0,0854865	0,46281767
12	0,230	0,192	9	0,0415265	0,31709133
13	0,545	0,502	10	0,2331646	2,15493883
14	0,330	0,3	6	0,0854865	0,4684095
15	0,760	0,689	9	0,453416	3,71732393
16	0,685	0,61	11	0,3683416	3,63242069
17	0,590	0,54	13	0,2732585	3,26406925
18	0,110	0,102	4	0,0094985	0,03533128
19	0,290	0,26	5	0,0660185	0,29771125
20	0,530	0,51	7	0,2205065	1,4863975
21	0,710	0,673	9	0,3957185	3,38070494
22	0,750	0,712	12	0,4415625	5,03708124
23	1,000	0,874	15,1	0,785	10,4540521
24	0,700	0,66	9	0,38465	3,269682
25	0,760	0,7	13	0,453416	5,447429
26	0,230	0,202	6	0,0415265	0,22067292
27	0,174	0,16	6	0,0237667	0,13158798
28	0,395	0,38	6,5	0,1224796	0,76645928
29	0,470	0,453	7	0,1734065	1,17073448
30	0,510	0,48	9	0,2041785	1,73269125
31	0,775	0,71	10,5	0,4714906	4,55284791
32	0,160	0,145	4	0,020096	0,07320125
33	0,845	0,8	11,5	0,5605096	6,11173034
34	0,210	0,19	8	0,0346185	0,251828
35	0,455	0,425	5,8	0,1625146	0,88248523
36	0,900	0,837	9	0,63585	5,33608499
37	0,640	0,57	10	0,321536	2,8829125
38	0,225	0,19	4	0,0397406	0,13615825
39	0,795	0,76	7	0,4961396	3,32344469
40	0,170	0,156	5	0,0226865	0,10447565
41	0,320	0,31	6	0,080384	0,4674675
42	0,130	0,122	4	0,0132665	0,04990088

[v]

43	0,300	0,267	9	0,07065	0,56975339
44	0,145	0,13	6	0,0165046	0,08931338
45	0,340	0,316	7	0,090746	0,59196536
46	0,105	0,092	4	0,0086546	0,03059773
47	0,180	0,163	5	0,025434	0,11572666
48	0,590	0,54	8	0,2732585	2,008658
49	0,465	0,434	11	0,1697366	1,74677847
50	0,390	0,316	10	0,1193985	0,9889273
51	0,160	0,141	5,6	0,020096	0,09996724
52	0,400	0,348	7	0,1256	0,77233324
53	0,155	0,136	5	0,0188596	0,08344746
54	0,805	0,75	10	0,5086996	4,75131063
55	0,105	0,092	4,2	0,0086546	0,03212762
56	0,700	0,66	7	0,38465	2,543086
57	0,130	0,12	5	0,0132665	0,06142625
58	0,195	0,17	6	0,0298496	0,15760838
59	0,210	0,187	6	0,0346185	0,1862075
60	0,270	0,25	7	0,0572265	0,3720115
61	0,910	0,855	7,7	0,6500585	4,71206553
62	0,460	0,4	7	0,166106	1,020971
63	0,630	0,582	8,8	0,3115665	2,5408453
64	0,115	0,1	5	0,0103816	0,04557906
65	0,650	0,61	13	0,3316625	4,0544465
66	0,350	0,295	9	0,0961625	0,74014706
67	0,105	0,092	4,3	0,0086546	0,03289256
68	0,255	0,228	5,5	0,0510446	0,25259318
69	0,110	0,092	6	0,0094985	0,04842822
70	0,215	0,183	9	0,0362866	0,28158971
71	0,535	0,495	8	0,2246866	1,668125
72	0,300	0,25	6	0,07065	0,3591375
73	0,330	0,28	7	0,0854865	0,51460675
74	0,115	0,08	5	0,0103816	0,03851406
75	0,255	0,185	10	0,0510446	0,38955625
76	0,100	0,086	6	0,00785	0,04096758
77	0,360	0,314	11	0,101736	0,98523623
78	0,130	0,08	10	0,0132665	0,0914525
79	0,580	0,505	12	0,264074	2,78561175
80	0,170	0,118	8	0,0226865	0,13446736
81	0,565	0,459	13,6	0,2505916	2,82863823
82	0,340	0,284	11,2	0,090746	0,86274138
83	0,185	0,157	9	0,0268666	0,20797241
84	0,320	0,268	9,1	0,080384	0,62228457
85	0,550	0,5	12,4	0,2374625	2,6890175
86	0,330	0,282	10	0,0854865	0,7395642
87	0,415	0,339	7,7	0,1351966	0,867827

88	0,470	0,396	12	0,1734065	1,77904236
89	0,115	0,1	6	0,0103816	0,05469488
90	0,550	0,474	8,7	0,2374625	1,80017425
91	0,550	0,497	12	0,2374625	2,58818739
92	0,180	0,162	9	0,025434	0,20715993
93	0,110	0,084	6	0,0094985	0,04511238
94	0,675	0,6	9	0,3576656	2,88119531
95	0,295	0,24	10	0,0683146	0,56765313
96	0,305	0,264	10,1	0,0730246	0,64506672
97	0,220	0,199	5,5	0,037994	0,18997216
98	0,440	0,377	8	0,151976	1,05418906
99	0,440	0,394	7,9	0,151976	1,08165323
100	0,320	0,276	11	0,080384	0,77100188
101	0,310	0,26	15	0,0754385	0,96378375
102	0,580	0,491	15,6	0,264074	3,53591616
103	0,360	0,286	8	0,101736	0,66378344
104	0,435	0,374	9,4	0,1485416	1,21421814
105	0,250	0,203	7	0,0490625	0,28494048
106	0,310	0,262	7	0,0754385	0,45263414
107	0,450	0,377	11	0,1589625	1,48793571
108	0,250	0,202	8	0,0490625	0,32437456
109	0,300	0,254	10	0,07065	0,6064753
110	0,155	0,133	5,5	0,0188596	0,0900501
111	0,510	0,48	12	0,2041785	2,310255
112	0,510	0,45	9	0,2041785	1,6341345
113	0,705	0,621	16,7	0,3901646	5,78565496
114	0,150	0,133	6	0,0176625	0,0946451
115	0,275	0,221	10	0,0593656	0,48852905
116	0,425	0,4	5,7	0,1417906	0,76206328
117	0,320	0,253	11,4	0,080384	0,74459707
118	0,280	0,25	8	0,061544	0,442426
119	0,145	0,13	5,7	0,0165046	0,08484771
120	0,380	0,305	12	0,113354	1,11827175
121	0,145	0,13	7	0,0165046	0,10419894
Moy	0,39107	0,34877	8,407	19,163696	1,42577514
ET	0,22188	0,2079	2,789	0,1662491	1,75086453
CV(%)	56,7363	59,6102	33,17	104,97003	122,800888

De N° 1 à 75 : espèce *Gilbertiodendron dewevrei*

76 à 121 : espèce *Scorodophoeus zenkeri*

**Annexe 3 : Distribution des tiges par classe de DHP**

Classe_dhp	Indice_classe	Fréquence observée		Fréquence relative (%)	
		Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph
10-20	15	19	11	15,70	9,09
20-30	25	12	6	9,92	4,96
30-40	35	10	12	8,26	9,92
40-50	45	6	7	4,96	5,79
50-60	55	9	8	7,44	6,61
60-70	65	5	1	4,13	0,83
70-80	75	8	1	6,61	0,83
80-90	85	2		1,65	
90-100	95	3		2,48	
100-110	105	1		0,83	
Total		121		100	
DHP moy (cm)	39,1				
Et	22,1				
CV (%)	56,7				

**Annexe 4. Distribution des tiges par classe de DFB**

Classe_dhp	Indice_classe	Frequence observée		Frequence relative (%)	
		Gilbert	Scorodophl	Gilbert	Scorodoph
8,4-18,43		20	11	16,53	9,09
18,43-28,46		14	15	11,57	12,40
28,46-38,49		8	7	6,61	5,79
38,49-48,52		6	7	4,96	5,79
48,52-58,55		10	4	8,26	3,31
58,55-68,58		6	2	4,96	1,65
68,58-78,61		6		4,96	
78,61-88,64		5		4,13	
Total		121		100	
DHPmoy (cm)	34,8				
Et	20,7				
CV (%)	59,6				

### Annexe 5 : Distribution des tiges par classe de hauteur fût

Classe_dhp	Indice_classe	Frequence observée		Frequence relative (%)	
		Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph
4-5,61		17	2	14,05	1,7
5,61-7,22		22	9	18,18	7,4
7,22-8,83		8	8	6,61	6,6
8,83-10,44		16	12	13,22	9,9
10,44-12,05		7	10	5,79	8,3
12,05-13,66		4	2	3,31	1,7
13,66-15,27		1	1	0,83	0,8
15,27-16,88			2		1,7
Total		121		100	
DHPmoy (cm)	8,4				
Et	2,7				
CV (%)	33,1				

### Annexe 6 : Répartition de la surface terrière selon les classes diamétriques

Classe_dhp	Indice_classe	Fréquence observée		ST (m2/ha)		ST (%)	
		Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph
10-20	15	19	11	0,3	0,2	1,7	0,97
20-30	25	12	6	0,6	0,3	3,0	1,70
30-40	35	10	12	0,9	1,0	4,7	5,37
40-50	45	6	7	1,0	1,1	5,0	5,54
50-60	55	9	8	2,2	1,9	11,6	9,91
60-70	65	5	1	1,7	0,4	8,8	1,87
70-80	75	8	1	3,5	0,4	18,2	2,04
80-90	85	2		1,1		5,6	
90-100	95	3		1,9		10,0	
100-110	105	1		0,8		4,1	
Total		121		19,16		100	
DHPmoy (cm)	19,1						
Et	0,1						
CV (%)	104,9						

### Annexe 7 : Répartition de Volume fût selon les classes de DHP

Classe_dhp	Indice_classe	Fréquence observée		Volume(m3)		Volume(%)	
		Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph
10-20	15	19	11	1,49	1,16	0,9	0,67
20-30	25	12	6	3,56	2,30	2,1	1,33
30-40	35	10	12	5,93	9,18	3,4	5,32
40-50	45	6	7	7,22	8,25	4,2	4,78
50-60	55	9	8	19,81	20,17	11,5	11,69
60-70	65	5	1	16,26	2,88	9,4	1,67
70-80	75	8	1	31,27	5,79	18,1	3,35
80-90	85	2		10,86		6,3	
90-100	95	3		15,94		9,2	
100-110	105	1		10,45		6,1	
Total		121		172,51		100	
DHPmoy (cm)	1,4						
Et	1,7						
CV (%)	122,8						

### Annexe 8 : Répartition de Biomasse selon les classes de DHP

Classe_dhp	Indice_classe	Fréquence observée		Biomasse(T)		Biomasse(%)	
		Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph
oct-20	15	19	11	2,60	1,41	0,8	0,43
20-30	25	12	6	6,31	3,51	1,9	1,08
30-40	35	10	12	12,12	12,64	3,7	3,88
40-50	45	6	7	15,01	15,16	4,6	4,66
50-60	55	9	8	38,03	30,22	11,7	9,29
60-70	65	5	1	30,78	6,20	9,5	1,91
70-80	75	8	1	67,05	6,88	20,6	2,12
80-90	85	2		21,34		6,6	
90-100	95	3		39,47		12,1	
100-110	105	1		16,60		5,1	
Total		121		325,33		100	
DHPmoy (cm)	2,7						
Et	3,4						
CV (%)	126,1						

[x]

**Annexe 9 : Répartition de Carbone selon les classes de DHP**

Classe_dhp	Indice_classe	Fréquence observée		Carbone(T)		Carbone(%)	
		Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph	Gilbert	Scorodoph
oct-20	15	19	11	1,3	0,7	0,8	0,43
20-30	25	12	6	3,2	1,8	1,9	1,08
30-40	35	10	12	6,1	6,3	3,7	3,88
40-50	45	6	7	7,5	7,6	4,6	4,66
50-60	55	9	8	19,0	15,1	11,7	9,29
60-70	65	5	1	15,4	3,1	9,5	1,91
70-80	75	8	1	33,5	3,4	20,6	2,12
80-90	85	2		10,7		6,6	
90-100	95	3		19,7		12,1	
100-110	105	1		8,3		5,1	
Total							
		121		162,66		100	
DHPmoy (cm)	1,3						
Et	1,7						
CV (%)	126,1						