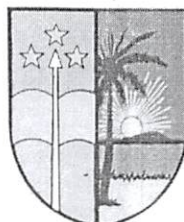


**UNIVERSITE DE KISANGANI**  
**FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

« F.S.A »

B.P : 2012  
KISANGANI



**ETUDE DES COMPORTEMENTS DE *MILLETTIA LAURENTII*  
DE WILD. INTRODUIT EN LAYON DANS L'ARBORETUM DE  
KISANGANI (PROVINCE ORIENTALE, R.D.CONGO)**

Par

**Alain KAMBALE KISANDO**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade

d'Ingénieur Agronome

Option : Eaux et Forêts

Directeur : Pr. Dr. Ir. LOKOMBE DIMANJA

Encadreur : Ass. Ir Innocent MBULA

MEKANDO



12

**04-E.A. ANNEE ACADEMIQUE 2011 - 2012**

## DEDICACE

A vous mes parents : Kambere Mbahingana et Maman Rumaliza pour votre inexprimable affection, soutien moral témoigné depuis la naissance jusqu'à ce jour ;

A vous Papa Situka Muhondi et tante paternelle Bernardine pour votre effort et soutien tant financier et moral à notre faveur ;

A vous frères et sœurs, cousins et cousines pour votre affection fraternelle et pour que ce travail, vous serve d'exemple à suivre et à dépasser ;

A vous oncles et tantes pour tous les bienfaits accomplis.

**Alain KAMBALE KISANDO**



## REMERCIEMENTS

Le présent travail est l'œuvre et le concours de plusieurs personnes depuis le choix du sujet jusqu'à présent raison pour laquelle, nous avons le désir de remercier toute personne qui a contribué d'une manière ou d'une autre.

Nos remerciements s'adressent particulièrement aux autorités académiques, professeurs, chef de travaux et assistants de la faculté des sciences agronomiques/UNIKIS pour tout ce qu'ils ont fait pour nous pendant le séjour de notre formation tant théorique que pratique.

Ce travail a été réalisé sous la direction du Professeur Docteur Ingénieur Lokombe Dimandja, qui, en dépit de ses multiples occupations a accepté de guider nos pas dans ce domaine de la science. Nous lui sommes et seront très reconnaissant.

Nos remerciements s'adressent également à l'assistant Innocent Mbula pour l'excellent encadrement reçu. Son expérience et ses conseils nous ont été d'une grande utilité.

Que nos frères et sœurs : Kamate Syavahulwa, Luvagho Sauvé, Mumbere Malonga, Prisca Mahamba, Elisée Luvagho, Kahambu Lea, Kavira Mbayingana trouvent dans ces lignes l'expression de notre attachement.

A tous les ami (es) Muyisa Muyandula, Grace Kahindo, Sylvie Maliro, Kaimba Zikanda, Okangola Pires, Léon Kasaka Dingbo, Guylain Vulo... nous disons grand merci.

**Alain KAMBALE KISANDO**

## RESUME

**Sujet: Etude de comportement de *Millettia laurentii* De wild. Introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani (Province Orientale, RDCongo)**

Le présent travail avait pour but l'étude du comportement de *Millettia laurentii* planté en layon dans l'arboretum de Kisangani.

L'étude a porté sur l'accroissement annuel en diamètre à hauteur de poitrine, en hauteur totale, à hauteur fût et en volume fût, la surface terrière, la forme des arbres et le tarif de cubage.

Après analyse, le *Millettia laurentii* planté dans l'arboretum de Kisangani présente les résultats suivants :

- L'accroissement annuel moyen en DHP est de 0,45 cm/an
- L'accroissement annuel moyen en Ht est de 0,27 m/an
- L'accroissement annuel moyen en Hf est de 0,17 m /an
- L'accroissement annuel moyen en volume fût est de 3m<sup>3</sup>/ha/an
- Le volume fût est de 219,021 m<sup>3</sup>/ha
- La surface terrière moyenne est de 0,11m<sup>3</sup>/ha
- Le coefficient moyen de forme est de 0,85
- Le model de l'équation de régression de tarif de cubage à une entrée retenue est de la forme puissance :  $Y = 0,0001 X^{2,480}$

Il se révèle de cette étude que les accroissements en Dhp, Hf, Ht et Vf, le comportement de *Millettia laurentii* introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani n'ont pas été bon étant donné que la réussite d'une plantation forestière est conditionnée par le respect du calendrier des activités sylvicoles.

Mots clés : *Millettia laurentii*, Comportement, Arboretum de Kisangani, RDcongo.

## ABSTRACT

The present work aimed to study the behavior of *Millettia laurentii* transect planted in the arboretum of Kisangani.

The study focused on the annual increases in diameter at breast height, total height, height and volume was even, basal area, tree form and rate scaling.

After analysis, the *Millettia laurentii* planted in the arboretum of Kisangani has the following results:

- The mean annual Dbh of 0.45cm/year
- The average annual increase in Hf Ht is 0.27 m/year
- The average annual growth in volume was 3 m<sup>3</sup>/ha/ year
- The volume is 219.021 m<sup>3</sup>/has
- The average basal area is 0.11m<sup>2</sup>/ha
- The average coefficient of form is 0.85
- The model of the regression equation rate scaling an input used is the power form:  $Y = 0,0001X^2, 480$

It appears from this study that increases in *Millettia laurentii* transect planted in the arboretum of Kisangani were not satisfactory.

Key words: *Millettia laurentii*, Behavior, Arboretum of Kisangani, DR Congo.

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau 1 :** Distribution des tiges par classe de Dhp

**Tableau 2 :** Distribution des tiges par classe de Dfb

**Tableau 3 :** Distribution des tiges par classe de hauteur totale

**Tableau 4 :** Distribution des tiges par classe de hauteur fût

**Tableau 5 :** Distribution des tiges par classe de hauteur de houppier

**Tableau 6 :** Distribution de surface terrière par classe de Dhp

**Tableau 7 :** Distribution de coefficient moyen de forme en fonction des classes de Dhp.

**Tableau 8 :** Distribution de volume fût par classe de Dhp.

**Tableau 9 :** Distribution de l'accroissement annuel moyen en diamètre à hauteur de poitrine.

**Tableau 10 :** Distribution de l'accroissement annuel moyen en hauteur total

**Tableau 11.** Distribution de l'accroissement annuel moyen en hauteur fût

**Tableau 12.** Distribution de l'accroissement annuel moyen en volume fût

**Tableau 13 :** Caractéristiques des équations de régression proposées.

**Tableau 14 :** Tarifs de cubage des différents modèles proposés

**Tableau 15 :** Résumé des principales caractéristiques dendrométriques

**Tableau 16:** Comparaison de l'accroissement annuel moyen en diamètre à hauteur de poitrine.

**Tableau 17 :** Comparaison des AAM en Ht.

**Tableau 18 :** Comparaison des AAM en Vf de *Millettia laurentii* introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani à ceux d'ailleurs.

**Tableau 19 :** Comparaison des coefficients moyens de forme de *Millettia laurentii* de l'arboretum de Kisangani introduit en layon à celui de Yangambi planté en blanc-étoc

**Tableau 20 :** Comparaison de tarif de *Millettia laurentii* de l'arboretum de Kisangani avec ceux des forêts naturelles des autres provinces.

## LISTE DES FIGURES

**Figure 1 :** Carte de Kisangani indiquant le site de l'arboretum de Kisangani

**Figure 2 :** Histogramme de distribution des tiges par classe de Dhp

**Figure 3 :** Distribution des tiges par classe de Dfb

**Figure 4 :** Photo parcelle à *Millettia laurentii* introduit ou planté dans l'arboretum de Kisangani

**Figure 5 :** Distribution des tiges par classe de hauteur totale

**Figure 6 :** Distribution des tiges par classe de hauteur fût

**Figure 7 :** Distribution des tiges par classe de hauteur de houppier

## LISTE DES ABBREVIATIONS

- AAM : Accroissement annuel moyen
- a,b,c : Coefficient de régression
- CITES : Convention on international trade in endangered spicier
- CV: Coefficient de variation
- Dfb : Diamètre au fin bout
- Dhp : Diamètre à hauteur de poitrine
- EXP : Exponentiel
- FAO : Food and agriculture organization of the united nations
- FRN : Forest resources management
- FAS : First and second
- GPS : Global positioning system (système de positionnement par satellite)
- Hf : Hauteur fût
- Hh : Hauteur houppier
- Ht : Hauteur totale
- IFA : Institut facultaire agronomique
- INS : Institut national des statistiques
- InV : Inverse
- Lin : Lineaire
- Log : Logarithme
- m : mètre
- m<sup>2</sup> : mètre carré
- m<sup>3</sup> : mètre cube
- MECNT-FORAF : Ministère de l'environnement et de la conservation de la nature - forêt africain
- Pk : Point kilométrique
- Puiss : Puissance
- r : coefficient de corrélation
- R<sup>2</sup> : coefficient de détermination
- SD : Shipping dry



- SPIAF : Service permanent d'aménagement et d'inventaire forestiers (R.D.C)
- ST : Surface terrière
- RDC : République Démocratique du Congo
- UNIKIS : Université de Kisangani
- UV : Ultra violet
- X : diamètre à la hauteur de poitrine
- $\bar{X}$  : moyenne
- Y : volume estimée à partir de chaque équation de régression

## 0. INTRODUCTION

### 0.1. PROBLEMATIQUE

La République Démocratique du Congo abrite la deuxième forêt tropicale humide la plus vaste de la planète. Avec ses 86 millions d'hectares de forêts tropicales, elle abrite en effet 57% de superficie sur les 250 millions d'hectares que possède le bassin forestier du Congo (Mate, 2001).

Les forêts congolaises sont une ressource vitale, tant pour les populations locales que pour l'environnement de la planète. Dans les régions rurales, quelques 40 millions de congolais dépendent de la forêt pour pourvoir à leurs besoins (nourriture, source de revenus, énergie, logement, médicaments et besoins culturels).

A l'heure actuelle, le phénomène de reboisement dans le bassin du Congo a atteint un taux alarmant et selon les estimations de la FAO, la surface annuelle de déforestation dans cette zone s'élève de 500.000 ha (Cassagne et Vasari, 2007) ; ces estimations montrent que le taux annuel de déforestation sur le territoire national congolais se situe entre 0,2 et 0,6% et constitue non seulement une catastrophe écologique mais aussi une tragédie socio-économique (Duveiller et *al.*, 2008).

Selon les prévisions relatives à la diminution du couvert forestier en Afrique centrale, la RDC risque de perdre plus de 40% de ses forêts d'ici 2050 (Greenpeace, 2007).

Sous l'effet de la croissance démographique et surtout de la croissance économique, les besoins en bois de la population vont considérablement augmentés, la forêt naturelle seule ne pourra répondre à cette augmentation des besoins (Fenning et Gershenson, 2002).

Le volume de bois exporté en 2007 dans le secteur formel en R.D.Congo s'élève à 350.000m<sup>3</sup> de bois alors que celui de bois planté est d'environ 250.000m<sup>3</sup> (MECNT-FORAF, 2008).

Ainsi pour soulager la pression toujours croissante sur les forêts naturelles, les plantations forestières en 1995 était de l'ordre de 123,7 millions d'hectares, soit approximativement 3,5% de la superficie mondiale de forêts (Pandey, 1997).

Le Wenge (*Millettia laurentii*) est une espèce particulièrement appréciée par les exploitants forestiers pour sa valeur économique. Sa valeur commerciale est actuellement très importante et son exploitation est considérablement accrue ces dernières années. En outre l'examen des principales essences prélevées en 2007 par l'exploitation industrielle en République Démocratique du Congo place Wenge en deuxième position après Sapelli avec 52.000m<sup>3</sup> soit 16,8% de la production nationale (MECNT-FORAF, 2008).

Il est donc fortement recommandé de connaître pour *Millettia laurentii* son écologie, sa dynamique ainsi que son comportement en plantation afin de le gérer durablement.

Cette étude se propose d'étudier le comportement de *Millettia laurentii* planté en layon dans l'arboretum de Kisangani. Il est donc évident que le développement de la population passe aussi par celui des plantations de bois d'œuvres.

Ce mémoire permettra de répondre aux questions suivantes :

- Le comportement de *Millettia laurentii* planté suivant la méthode de layon dans l'arboretum de Kisangani serait bon ?
- En outre l'équation de regression de tarif de cubage de *Millettia laurentii* dans l'arboretum de Kisangani suivrait-il le même modèle que ceux d'autres forêts naturelles ou plantations du pays ?

## 0.2.HYPOTHESES

Pour bien mener cette étude, nous partons des hypothèses suivantes :

- Les accroissements annuels moyens en diamètre, en volume et en hauteur seraient satisfaisants.
- Le coefficient moyen de forme de *Millettia laurentii* tendrait vers la forme cylindrique ;
- L'équation de régression de tarif de cubage serait de la forme puissance ;

## 0.3.OBJECTIFS

### 0.3.1. Objectif général

L'objectif général du présent travail est celui d'étudier le comportement de *Millettia laurentii* Dewild. introduit en layons dans l'arboretum de Kisangani.

### 0.3.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de la présente étude sont les suivants :

- Déterminer les caractéristiques dendrométriques (Dhp, Dfb, Hf) de tiges qui influencent le volume
- Déterminer les accroissements annuels moyens à diamètre à la hauteur de la poitrine, en hauteur (Ht et Hf), en volume fût ;
- Déterminer le coefficient moyen de forme des arbres de *Millettia laurentii*, la surface terrière et le volume ;

## 0.4.INTERET DU TRAVAIL

L'intérêt de ce travail est d'abord scientifique car elle contribue à la connaissance du comportement de *Millettia laurentii* en plantation.

Sur le plan pratique, ce travail est un outil indispensable pour tous les gestionnaires des secteurs forestiers. Ces utilisateurs auront un guide pratique avec des recommandations satisfaisantes pour une gestion saine des forêts en général et des plantations forestières en particulier.

## 0.5.SUBDIVISION DU TRAVAIL

Ce travail est présenté en quatre principaux chapitres, hormis l'introduction qui précède et la conclusion suivies des recommandations qui viennent clore la partie :

- Le premier chapitre traite des généralités,
- Le deuxième chapitre parle de matériel et méthode,
- Le troisième chapitre expose les résultats,
- Le quatrième chapitre discute les résultats.

## Chapitre Premier : GENERALITES

### 1.1. MILIEU D'ETUDE

#### 1.1.1. Situation géographique

Cette étude est réalisée dans l'arboretum de Kisangani au Pk11 de la ville de Kisangani dans la direction Nord Est sur l'ancienne route Buta, dans la localité de Kandolo qui est une entité administrative de la collectivité secteur Lubuya-Béra, commune de Tshopo, ville de Kisangani, Province Orientale. L'arboretum de Kisangani s'étend entre les latitudes de 0°35' et 0°36' Nord et les longitudes de 25°14' et 25°15' Est (Lumingo, 2008).

La carte ci-dessous situe l'arboretum de Kisangani par rapport à Kisangani et à la réserve forestière de Masako.

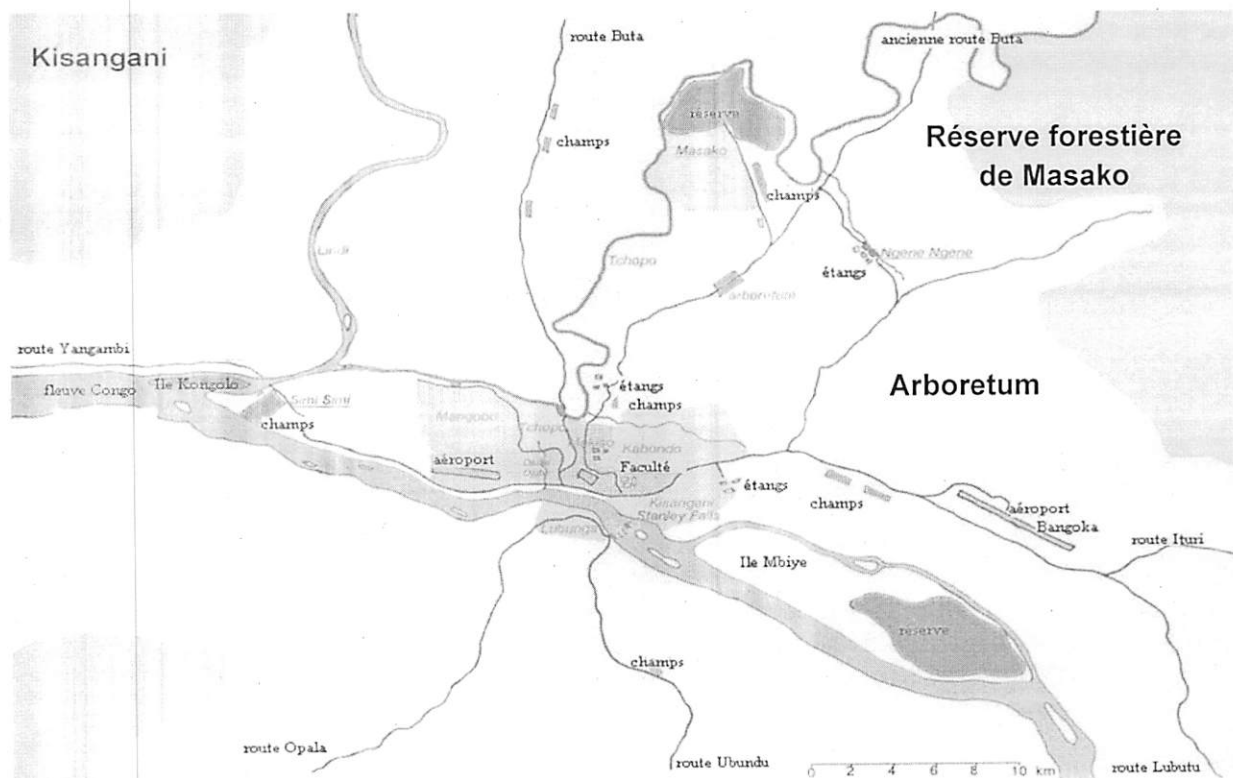


Figure 1 : Carte de Kisangani indiquant le site de l'arboretum de Kisangani

Source : Kambale, 2009

### 1.1.2. Climat

L'Arboretum de Kisangani se trouve dans la même zone climatique avec Kisangani ; un climat purement équatorial de type Af selon la classification de KOPPEN. Il s'agit du climat régnant dans les zones où la température moyenne du mois le plus froid est supérieure à 18°C et où la hauteur moyenne des précipitations pendant la saison des pluies est supérieure à 2 fois la somme des températures moyennes mensuelles exprimées en degré Celcius, pour la même période.

Au sein des climats du type A, le climat de Kisangani se range dans le type Af, caractérisé par l'absence de mois sec. Les températures sont constantes, elles oscillent autour de 25°C.

Les précipitations sont relatives abondantes de l'ordre de 1800 mm par an. Elles sont réparties en deux saisons : une saison très pluvieuse allant de Septembre en Octobre ou en Novembre, et une saison éventuellement pluvieuse de Février à Mai avec un maximum en Avril. Deux petites saisons sèches interviennent à partir de Décembre jusqu'à mi-Août.

L'humidité relative est en rapport direct avec la pluviosité. Elle est forte pendant la période pluvieuse et plus faible pendant les périodes moins pluvieuses ou sèches de l'année. Sa valeur moyenne varie entre 83mm et 87,7mm (Nyakabwa, 1982).

### 1.1.3. Sol

Constitué d'éléments fins (argile et sable), le sol de Kisangani est ferralitique. D'après Liegois et Petit (1950), la grande superficie de l'Arboretum de Kisangani s'étend sur des sols sableux à sous graveleux (gravier blanc de quarts) et imperméable. Au centre apparaît en surface le gracier qui progressivement laisse la place aux terrains sableux. Tandis que vers la périphérie le pourcentage de l'argile augmente peu à peu.

#### 1.1.4. Végétation

La végétation primitive de l'étendue de l'Arboretum de Kisangani était constituée principalement des parasoliers (*Musanga cecropioides*) avec d'autres essences comme *Gilbertiodendron dewevrei*, *Irvingia globulifera*, *Klainedoxa longifolia*, *Tessmannia parviflora*, *Tessmannia claessensii*, *Parkia bicolor* et *Chlorophora excelsa* de faible dimension (Liegeois et Petit, 1950).

Nous y trouvons également en dehors des essences locales des essences exotiques comme *Millettia laurentii*, *Albizia chinensis*, *Tectonia grandis*, *Cassia siamea*, *Terminalia superba*.

### 1.2. MILIEU HUMAIN

#### 1.2.1. Population de Kisangani

Notre région d'étude est située aux environs de la ville de Kisangani dans le district de Tshopo. La population de Kisangani se chiffrait en 1998 à 549702 habitants, avec un taux de croissance estimé à 5% pour l'ensemble de la ville et une densité moyenne de 260,65 habitants au km<sup>2</sup>.

En comparaison avec les données de l'INS cité par Sabongo (2007), cette population des districts de Kisangani et de la Tshopo s'élevait à 2.263,186 habitants, soit une densité de 11 habitants au km<sup>2</sup>.

Ces districts comprennent plusieurs tribus autochtones de la Province Orientale, mais aussi celles provenant d'autres provinces du pays. Selon Mate (2001) les principales ethnies sont les Lokele, les Mbole, les Turumbu, les Wagenia, les Topoke, les Bamongo, les Lengola et les Kumu. Les Kumu constituent l'ethnie prédominant dans la région d'étude.

### 1.3. GENERALITES SUR MILLETTIA LAURENTII (Dewild.)

Avec sa couleur brun de chocolat au lait et ses fines veines claires, le wenge a un aspect tout à fait particulier ; c'est pourquoi convoité pour nombre d'applications décoratives, comme le parquet et l'ameublement. Du fait de sa durabilité naturelle élevée. Cette espèce résiste à l'attaque des insectes ainsi qu'aux



intempéries. De plus, le Wenge a des propriétés mécaniques très intéressantes qui sont décrites par la suite (Sepulchre, 2008 cité par Assumani, 2009).

### 1.3.1. Dénomination

- Scientifique : *Millettia laurentii*
- Commerciale : Wenge
- Locales ou vernaculaires : Awong (Gabon) ; N'toko, nsonso (Congo Brazza) ; Wenge (R.D.Congo)

### 1.3.2. Description botanique

Les caractéristiques de l'espèce sont :

**Port :** tronc se divisant en plusieurs branches avec de nombreuses ramifications, rameau sinueux, retombants, feuillage dense.

**Fût :** rarement droit et souvent avec le nœud ; cylindrique : longueur 15m, diamètre 1,2m.

**Ecorce :** grise (1,5-2cm), rugueuse avec des dépressions en empreintes de doigt et de petites bosses alignées verticalement ; tranche granuleuse extérieurement, lamellée intérieurement, blanc moucheté de jaune orangé, à exsudation abondante possédant une teinte groseille.

**Feuille :** caduques, alternes, composées, pennées, longues (25-30cm), à 6-9 paires de folioles opposées (12-15x3-5cm) plus une foliole terminale plus large, terminées en pointe, à nervure médian. Proéminente en dessous, nervures secondaires saillantes sur les 2 faces.

**Fleurs :** grandes grappes de fleurs violettes

**Fruit :** gousse ligneuse, linéaires, oblonges (18-28x3-5cm), plates avec des bords proéminents, s'ouvrant par 2 valves.

**Habitat :** vieille forêt (Vivien et Faure, 1985)

### 1.3.3. Description du bois

Le bois présente sur les faces transversales et radicales une figure uniforme finement striée avec une alternance de stries très sombres et plus claires. Cette alternance fait apparaître sur la face tangentielle une très belle figuration flammée. Les stries foncées et flammes sont faites du tissu fibreux, le plus dur. Les stries plus claires sont faites de parenchymes, plus tendre. Le grain est grossier, le fil droit. Dans son aire de croissance optimale, le Wenge a une teinte brun chocolat, avec un reflet pourpre à violet après usinage.

En dehors de cette zone, il est plus noir, moins stable et plus difficile à usiner. Les troncs peuvent présenter des « mulots », des insectes attaquent le bois vert et creusent dans les arbres sur pied des galeries de 5mm de diamètre et de 1 à 2cm de long.

Quoique ces attaques s'arrêtent entièrement après l'abattage et n'ont aucune influence sur la durabilité ni sur les propriétés mécaniques du bois, les grumes présentant de telles piqûres ne sont utilisées que pour la fabrication de frises, ce qui n'autorise qu'un rendement très réduit au sciage. (Wikipedia, 2007).

### 1.3.4. Provenance et aire de distribution

Le Wenge est la dénomination commerciale de l'espèce botanique *Millettia laurentii*, qui provient d'Afrique centrale et occidentale : Congo, Gabon et Congo Brazzaville. L'aire de croissance optimale se limite à l'ouest du Congo, à savoir la région située entre le Nord et le Nord-Est du lac Maindombe et l'équateur. Le wenge est une espèce héliophile qui croit dans les forêts marécageuses. Ses graines ailées sont disséminées par les vents alizés, ce qui explique que cette espèce se retrouve dans les zones de quelques dizaines de Kilomètre de largeur, parallèle à l'équateur (Assumani, 2009).

### 1.3.5. Qualités, taux d'humidité et séchage

Le commerce du bois en Belgique n'utilise que la qualité supérieure « FAS » (First And Second). Ce bois ne contient ni aubier, ni nœuds, ni piqûres. Les

dimensions sont homogènes. Le bois arrive « Shipping dry » (SD) il est ensuite séché en Belgique par les importateurs, en fonction de l'utilisation prévue. Le Wenge se laisse parfaitement séché sans déformations (Wikipedia, op).

### 1.3.6. Dimensions, classe de durabilité et applications

Les sciages bruts sont importés sous deux formes : les frises et les avivés. Les frises (« Strips ») ont une épaisseur de 26mm et une largeur de 80mm, les longueurs sont soit variables allant généralement de 65 à 185cm ; parfois de 35 à 55cm, en augmentant par pas de 5cm, soit fixes, généralement 45 et 50cm, parfois 90, 100 ou 150cm, pour planches ou parquets. Les sciages bruts avivés (« Standards ») sont disponibles en épaisseurs de 26, 34, 40, 52 ou 65 mm. Leurs largeurs sont de 15cm et plus, augmentant par pas de 1cm, avec en pratique une moyenne de 18 à 20cm. Les longueurs commencent à 180cm en augmentant par pas de 5cm, avec pratique une moyenne de 250-260cm. Les avivés sont surtout en pratique une moyenne du meuble et en aménagement intérieurs (escaliers, travaux de tournerie et de marqueterie, placage). Le Wenge a une durabilité naturelle élevée (classe de durabilité II) et résiste aux attaques des insectes xylophages et des termites (Assumani, 2009).

### 1.3.7. Usinage, fixation, finition

Le Wenge s'usine aisément, tant manuellement qu'à la machine. C'est le cas surtout pour le bois provenant des aires de croissance optimale. La poussière étant irritante, il est conseillé de prendre des précautions. Un système d'aspiration efficace est indispensable, le perforage est recommandé.

Lorsque le Wenge est utilisé à l'intérieur, son vernissage ne pose pas de problème, à condition d'appliquer d'abord un booche-pore.

Le bois deviendra plus clair sous l'effet de la lumière. Ce processus peut être retardé par l'utilisation de vernis à filtre, UV. Lorsqu'on souhaite utiliser le Wenge à l'extérieur sans finition, il faut tenir compte du fait qu'il contient des matières solubles dans l'eau qui humidifiées et que le bois deviendra plus clair sous l'influence de la lumière (Assumani, 2009).

années 1950. Il n'a été planté que le 10/02/1959 (Liegis et Petit, 1950). Peu après, se suivra l'étape de mis en terre des plantes ; suivant la méthode d'enrichissement des forêts secondaires à couvert léger. En 1959 le gouverneur de Kisangani eut le projet. L'ordonnance n°32/59 du 19/12/1954/BA par le gouverneur provincial de l'époque,

Pour la finition de Wenge utilisé à l'extérieur, il est conseillé d'utiliser des produits de finition de longévité supérieure, plus pigmentés, compte tenu des hautes températures qu'il risque d'atteindre du fait de sa teinte sombre. L'application d'un bouche-pores au préalable est nécessaire (Assumani, 2009).

#### **1.4. L'ARBORETUM DE KISANGANI**

Un arboretum est une surface relativement réduite aménagée, puis reboisée avec les essences préalablement choisies et présumées utiles ou menacées de la disparition.

##### **1.4.1. Utilité de l'arboretum**

L'installation de l'arboretum est une technique de l'arboculture qui joue un rôle prépondérant dans l'aménagement forestier.

- L'aménagement d'un arboretum rassure en général la préservation des essences qualifiées de précieuses. Ce qui contribue d'ailleurs à la conservation de la biodiversité.
- Scientifiquement, l'arboretum favorise la réunion de plusieurs espèces d'arbres et fournit des données dendrométriques. Il renseigne en outre sur leur vitalité et leur pouvoir régénératif. Il permet également d'élucider les comportements des essences cultivées face aux facteurs climatiques (température, humidité, lumière, ...) et biotique (réaction vis-à-vis des parasites).
- Du point de vue pratique, l'arboretum constitue un matériel didactique par excellence où trouvent satisfaction les chercheurs, les étudiants ou d'autres services intéressés dans ce domaine (Adubangho, 2010).

##### **1.4.2. Historique de l'arboretum de Kisangani**

L'idée de la création de l'arboretum de Kisangani remonte vers les années 1930. Il n'a été planté que le 10/02/1939 (Liegeois et Petit, 1950). Peu après, se suivra l'étape de mise en terre des plantes ; suivant la méthode d'enrichissement des forêts secondaires à couvert léger. En 1959 le gouverneur de Kisangani eut le projet. L'ordonnance n°32/59 du 19/12/1954/BA par le gouverneur provincial de l'époque,

visant la création d'un arboretum dans un milieu environnant de Kisangani. Sa superficie est de 60 hectares (Liegois et Petit, 1950).

L'objectif était de déterminer les performances des uns et des autres, d'assurer également la conservation *in vivo* de la biodiversité et de constituer un noyau des semenciers qui pourrait dans la mesure du possible enrichir les forêts.

L'arboretum de Kisangani renferme les principales essences locales juxtaposées aux essences introduites dans les régions comme *Terminalia superba*, *Millettia laurentii* et aux espèces exotiques telles que *Albizia chinensis*, *Tectonia grandis*.

*Millettia laurentii* dans l'arboretum de Kisangani, installé le 10/02/1939 avait comme écartement de 5m entre les lignes et de 2,5m dans les lignes.

La méthode sylvicole utilisée pour la plantation de *Millettia laurentii* dans l'arboretum de Kisangani est la méthode des layons qui consiste à ouvrir en forêt des layons parallèles et équidistant et à y introduire, à intervalle régulière des graines ou des plants provenant des pépinières.

Les soins cultureux apportés à l'essence consisteraient à des éclaircis du dôme et de dégagement au sol. Signalons, après le départ des chercheurs (à partir de 1960), le ministère de l'environnement a été en difficulté pour pouvoir continuer à diriger les travaux d'entretien ou apporter les soins nécessaires aux plantations (Lumingo, 2008).

#### 1.4.3. Superficie de la parcelle d'étude

La parcelle qui fait l'objet de notre étude mesure 100mx100m soit une superficie de 10.000m<sup>2</sup> ou 1ha.

#### 1.5. CHOIX DE L'ESPECE

Nous avons retenu l'essence présentant une valeur économique certaine et faisant l'objet d'un commerce régulier en R.D.Congo. Seul la partie ou la parcelle à *Millettia laurentii* a été retenue pour ce mémoire.

## 1.6. TRAVAUX ANTERIEURS

Bon nombre de travaux sont effectués sur le *Millettia laurentii*. Parmi ces travaux nous pouvons citer :

Assumani en 2009, il a mené une étude sur le bilan dendrométrique des plantations expérimentales de *Pericopsis elata* et de *Millettia laurentii* installées à Yangambi entre 1938 et 1942. Il a montré que la méthode de layon donne des résultats satisfaisants en terme de croissance des essences forestières par rapport aux deux autres méthodes ; la méthode de layon et celui de Blanc-étoc.

Boola en 2009 a étudié les observations sur la croissance de jeunes plants de *Millettia laurentii* De wild. Introduits en layons dans les plantations forestières de l'INERA - Yangambi. Il a trouvé le diamètre moyen de 4,03cm, la hauteur totale moyenne 2,24m ; croissance en diamètre 2,3cm/an ; croissance en hauteur avec 1,5cm/an.

Mafuta en (1994), a contribué à l'étude de la productivité de *Millettia laurentii* (De wild) à plantation à Yangambi. Il a conclu que les accroissements annuels moyens étaient bons.

Luzaya en (1975) a mené une étude sur l'accroissement en hauteur et en circonférence de *Millettia laurentii* et de *Pterocarpus soyauxii* planté en layon à Yangambi. Il a montré que l'accroissement annuel moyen en Dhp de *Millettia laurentii* dans la plantation forestière de Yangambi était satisfaisant.

## Chapitre deuxième : MATERIEL ET METHODE

### 2.1. MATERIEL

#### 2.1.1. Matériel biologique

Le seul matériel biologique qui a servi dans la réalisation de la présente étude est les tiges de *Millettia laurentii* dans l' Arboretum de Kisangani.

#### 2.1.2. Matériels techniques

Le matériel technique de notre étude est constitué de :

- Deux Machette, pour ouverture des layons et nettoyage des bases des essences ou tiges ;
- GPS pour la prise des coordonnées géographiques de la station ;
- Galon de 25 servant à mesurer la distance horizontale et la superficie de la parcelle d'étude ;
- Les sanguines pour indiquer le niveau de Dhp et la numérotation des tiges ;
- Un relascope de Bitterlich (à Bande large) pour la mesure de paramètres dendrométrique, tels que:
  - ❖ De diamètre à hauteur de poitrine (Dhp),
  - ❖ Hauteur fût,
  - ❖ La hauteur totale,
  - ❖ Du diamètre au fin bout ;
- Une baguette de 1,30m de longueur pour indiquer le niveau de Dhp ;
- Fiche de comptage pour la prise des données ;
- Ordinateur pour le traitement des données.

### 2.2. METHODE DE TRAVAIL

#### 2.2.1. Méthode d'inventaire

L'étendu de l' Arboretum de Kisangani étant remarquable, le manque de cartes forestières et photos aériennes ne permettent pas pour un petit échantillon comme le notre de déterminer à l'avance le taux de sondage. Pour cela nous avons

réalisé un inventaire total qui consiste à dénombrer exclusivement tous les pieds de *Millettia laurentii* (Wenge) ayant un Dhp>10cm.

### 2.2.2. Paramètres retenus

Les paramètres retenus pour décrire notre étude sont :

- Le diamètre à hauteur de poitrine (Dhp en cm) ;
- La hauteur totale (Ht en m) ;
- La hauteur fût (Hf en m) ;
- Le diamètre au fin bout (Dfb en cm) ;
- Hauteur houppier (en m)

### 2.2.3. Traitement des données

#### 2.2.3.1. Transformation des mesures prises aux relascopes de Biterlich

##### ❖ Diamètres

La relation utilisée est :

$d = 2ua$  à  $d$  : diamètre (en cm)

$u$  : unité relascopique

$a$  : distance horizontale séparant l'opérateur de l'arbre (en m)

##### ❖ Hauteurs

La relation utilisée est :

$H_f = L_s + L_i$  où  $H_f$  : hauteur fût de l'arbre (en m)

$L_s$  : Lecture du point supérieur de mesure de l'arbre

$L_i$  : Lecture inférieure du point de mesure à la base



### 2.2.3.2. Calcul de paramètres

#### 1. Nombre et intervalle de classe

La détermination de nombre de classe est obtenue par la formule de Sturge (Dagnelie, 1978).

$$K = 1 + 3,3 \log N \quad \text{Où } K = \text{Nombre minimum de classe}$$

$N$  = Nombre d'échantillon ou effectif de tiges

$$I = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K} \quad \text{Où } X_{\max} = \text{la plus grande valeur observée dans la population}$$

$X_{\min}$  = La plus petite valeur observée dans la population

$I$  = Intervalle de classe

#### 2. Indice de classes ( $X_i$ )

$$X_i = \frac{L_s - L_i}{2}$$

Où  $L_s$  = Limite supérieure de la classe

$L_i$  = Limite inférieure de la classe

#### 3. Moyenne arithmétique

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum n_i X_i \quad \text{où } n_i = \text{fréquence observée}$$

#### 4. Ecart-type

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad \text{où } \sigma : \text{écart-type}$$

$f_i$  : fréquence

$\bar{X}$  : moyenne

$N$  : nombre total d'observation

### 5. Calcul de coefficient de variation (C.V)

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 \quad \text{où CV : Coefficient de variation}$$

S : écart-type

$\bar{X}$  : moyenne

$\sum X_i$  : somme de valeurs observés

### 6. Calcul de la surface terrière

Pour ce travail, la surface terrière fût calculée à partir de la formule ci-dessous :

$$ST = \frac{\pi}{4} \cdot DHP^2 \quad \text{Où ST= Surface terrière}$$

Dhp= Diamètre à la hauteur de poitrine

### 7. Calcul de coefficient de forme

Selon Massenet (2005), le coefficient de forme correspond au rapport de volume réel de l'arbre au volume cylindre ayant comme base la surface de la section à 1,30m et comme longueur, la hauteur de l'arbre (à la coupe considérée). Sa formule est la suivante :

$$f = \frac{\text{volume Smalian}}{\text{Volume de cylindre}}$$

$$\text{où volume de Smalian } V = \frac{\pi}{4} \left( \frac{D_1^2 + D_2^2}{2} \right) \cdot H$$

Avec : V= Volume fût (cm<sup>3</sup>)

$$\pi = 3,14$$

D<sub>1</sub>= diamètre au gros bout (cm)

D<sub>2</sub>= diamètre au fin bout (cm)

$$\text{Volume de cylindre : } V = \frac{\pi}{4} (Dhp^2) Hf$$

où Hf : hauteur fût (en m)

Dhp : Diamètre à hauteur de poitrine (en cm)

### 8. Calcul des accroissements

Les accroissements mettent en évidence l'évolution l'arboretum dans le temps surtout de peuplements d'arbres au sein d'une station donnée. Ces peuplements peuvent être constitués par des arbres d'espèces, d'âges et de tailles différents dont le meilleur exemple est la forêt naturelle, où à l'extrême opposée par des arbres de même âge et de même espèce, dont l'exemple classique est la plantation pure équiennne.

- L'accroissement moyen annuel du volume est représenté par rapport :

$$AAm = \frac{V}{t}$$

où V= volume sur pied du peuplement.

t= est l'âge en année.

AAm= accroissement annuel moyen

- L'accroissement moyen annuel du diamètre=  $\frac{\sum DHP}{N \cdot t}$

où Dhp= Diamètre à hauteur de poitrine(cm) ;

N= Effectif des tiges ;

t= âge en année.

- L'accroissement annuel moyen en hauteur :  $\frac{\bar{X}}{t}$

où  $\bar{X}$ = hauteur moyenne (m)

t= l'âge en année.

### 9. Forme des équations de régression

Pour retenir une équation de régression à cette étude, les méthodes ci après ont été proposées pour l'analyse en vue de choisir celles ou ceux qui donnent les résultats souhaités en vue de déterminer la relation qui puisse exister entre les différents paramètres dendrométriques.

1. Modèle de régression linéaire  $y = a + bx$
2. Modèle de régression logarithmique :  $y = a + b \ln x$
3. Modèle de régression exponentielle :  $y = a \cdot e^{bx}$
4. Modèle de régression de puissance :  $y = a \cdot x^b$
5. Modèle de régression de l'inverse :  $y = a + \frac{b}{x}$
6. Modèle de régression quadratique :  $y = a + bx + cx^2$

où  $y$  = volume estimé à partir de chaque équation de régression :

$a$  et  $b$  = coefficients de régression

$x$  = Dhp

### **Sélection des équations de régression**

De tous les modèles proposés, il nous a fallu retenir celui ou ceux qui ne donnent 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 sera basée aussi sur le coefficient de détermination  $\geq 0,80$  (Mabiala et Mercier, 1981).

## CHAPITRE TROISIEME: RESULTATS

Le troisième chapitre porte sur l'analyse de 165 pieds de *Millettia laurentii* inventoriés dans notre parcelle d'étude.

### 3.1. DIAMETRES

#### 3.1.1 Diamètre à hauteur de poitrine (Dhp)

Appelé aussi diamètre de référence est le paramètre le plus intéressant et le plus utilisé dans les inventaires des forêts tropicales. Il est la grosseur d'un arbre mesurée à 1,30 m du sol.

La distribution des tiges par classe de Dhp est donnée dans le tableau 1 en annexe 1 et dans la figure 2

L'analyse de ce tableau en annexe montre que la classe de 10 - 20 cm présente une fréquence relative élevée soit 33,3% tandis que la classe de 90 - 100 cm présente une fréquence relative moins élevée soit 0,6%. Le diamètre moyen est de 32,6 cm.

De l'examen de ce tableau révèle aussi que la distribution des tiges par classe de DHP est hétérogène (CV supérieur à 30%).

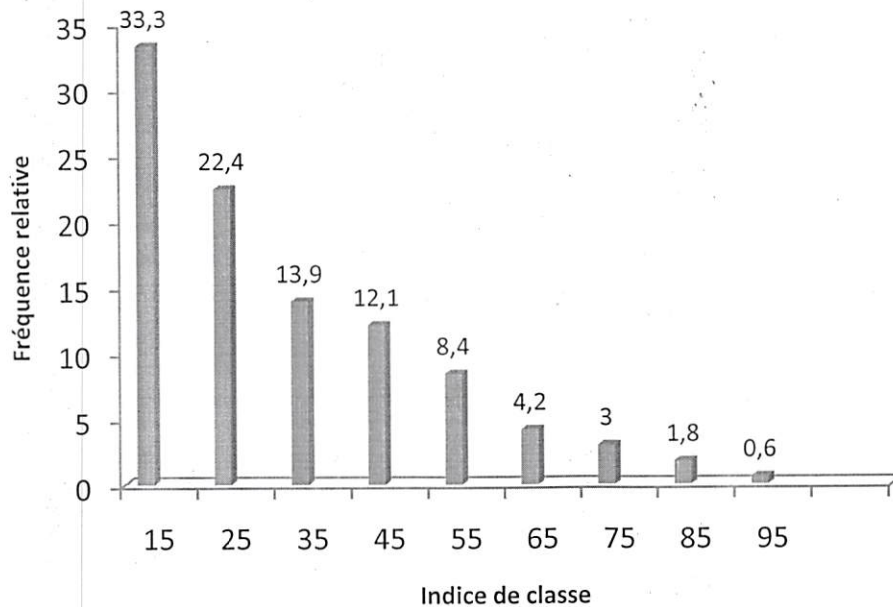


Figure 2 : Histogramme de distribution des tiges par classe de Dhp

D'après la figure 2, nous remarquons que les histogrammes forment une courbe en forme de j inversé. La courbe atteint son pic dans la classe 10-20cm et décroît jusqu'à la classe 90-100cm.

### 3.1.2. Diamètre au fin bout

La distribution des tiges en classe de diamètre au fin bout est donnée dans le tableau 2 en annexe2 et dans la figure 3.

D'après les données de ce tableau en annexe, nous remarquons que la classe de 7,5 - 16,2cm présente une fréquence relative plus élevée de l'ordre de 30,9% tandis que celle de 68,4 - 77cm, en accuse faiblement soit 1,8%. Le Dfb moyen de 26,99 cm avec un coefficient de variation de 56,19% accuse une distribution hétérogène (CV supérieur à 30%).



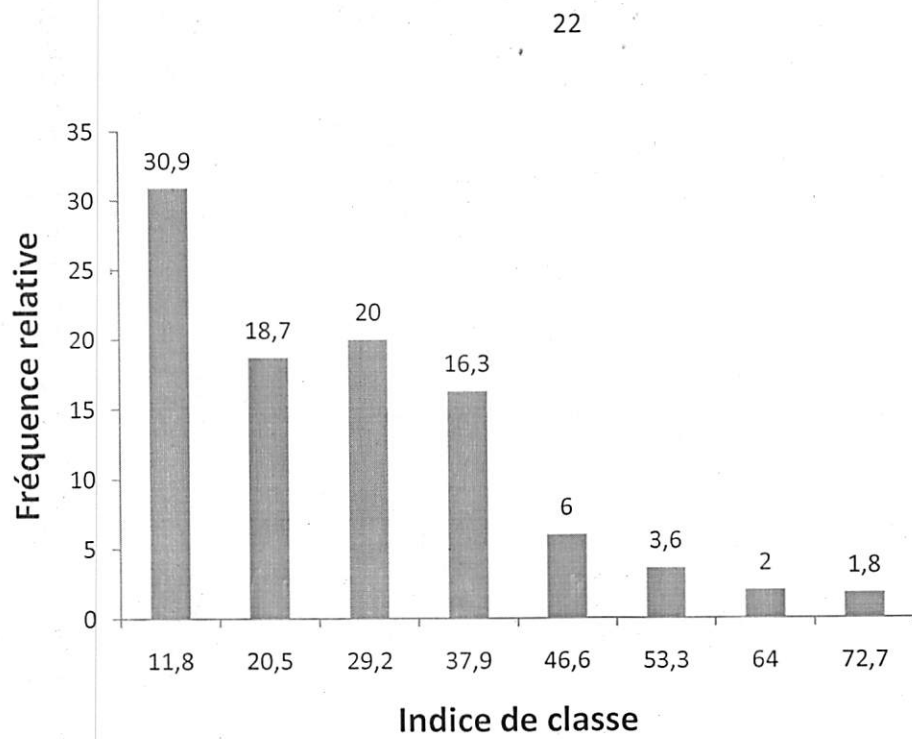


Figure 3 : Distribution des tiges par classe de Dfb

L'examen de cette figure montre que la courbe atteint son pic sur l'indice de classe 11,8 et décroît jusqu'à l'indice de classe de 72,7cm.

## 3.2. HAUTEURS

### 3.2.1. Hauteur totale (Ht)

La hauteur totale est la longueur de la tige droite soignant le pied de l'abri (niveau du sol) à l'extrémité du bourgeon terminal de la tige.

Ce paramètre indique le stade de développement d'un massif forestier.



Figure 4 : Photo parcelle à *Millettia laurentii* introduit ou planté dans l'arboretum de Kisangani.

La distribution des tiges par classe de hauteur totale est donnée dans le tableau 4 en annexe 4 et dans la figure 5.

Au regard de ce tableau 4 en annexe, la classe 12,3 - 15,46 m présente une fréquence relative élevée soit 24,2% tandis que celles de 31,11 - 34,24 m en présente une fréquence relative moins élevée soit de 1,8%. Une hauteur totale moyenne de 19,34 m et un coefficient de variation de 27,64% montre une distribution de fréquence de Ht est faiblement homogène.



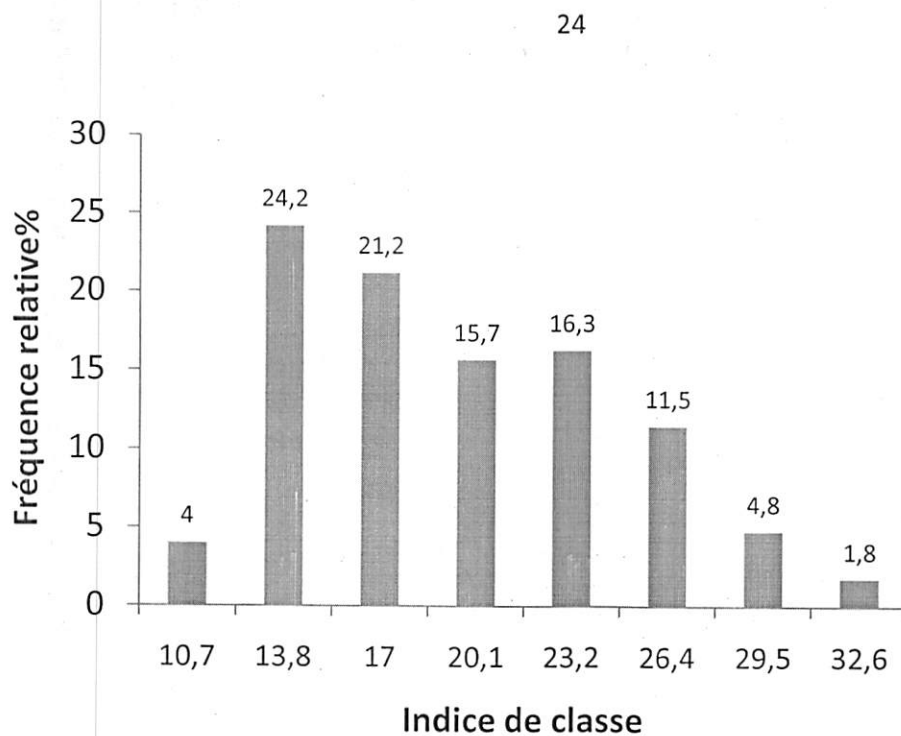


Figure 5 : Distribution des tiges par classe de hauteur totale

L'examen de cette figure montre que la courbe présente une forme irrégulière une fréquence relative élevée de 24,2% et la fréquence relative inférieure de 1,8%.

### 3.2.2. Hauteur fût (Hf)

La hauteur fût est la distance entre le niveau du sol et de la base de la première grosse branche ; elle constitue la portion d'arbre la plus précieuse et la plus sollicitée par l'exploitant forestier.

La distribution des tiges par classe de hauteur fût est donnée dans le tableau 3 en annexe 3 et dans la figure 5.

Il ressort de ce tableau en annexe que la classe de 7,5-10,7 m présente une fréquence relative élevée soit 20,6% tandis que la classe de 23,5 - 26,7 m présente une fréquence relative moins élevée soit 3,6%. La hauteur fût moyenne est de 12,14 m avec un coefficient de variation de 47,89 montre que la distribution des tiges par classe de hauteur fût est hétérogène (CV supérieur à 30%).

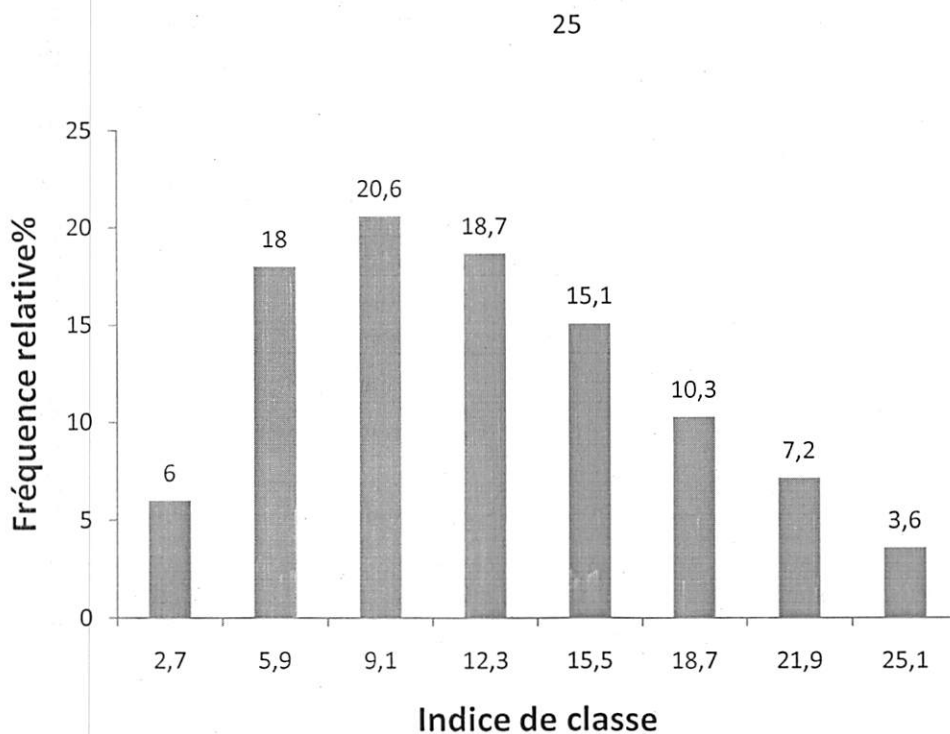


Figure 6 : Distribution des tiges par classe de hauteur fût

Il ressort de cette figure 6 que la hauteur fût est variable selon les classes de hauteur, et les histogrammes forment une cloche. Il atteint son maximum à la classe 7,5-10m, puis décroît jusqu'à la dernière classe de 23,5-26,7m.

### 3.2.3. Hauteur houppier

Aussi dénommée hauteur de la cime ou de la couronne est la longueur entre la base de la cime et le sommet de l'arbre.

La distribution des tiges par classe de hauteur houppier est donnée dans le tableau 5 en annexe5 et dans la figure 6.

Dans le tableau 5 en annexe, il se révèle que la fréquence relative la plus élevée est aperçue dans la classe 4,7-7,2 m soit 37,5% et la plus faible dans la classe 19,7 - 22,2 m soit 0,6%. La moyenne de Hh est de 7,20 m avec un écart - type de 3,17 et un coefficient de variation de 40,10 qui dénote une distribution hétérogène.

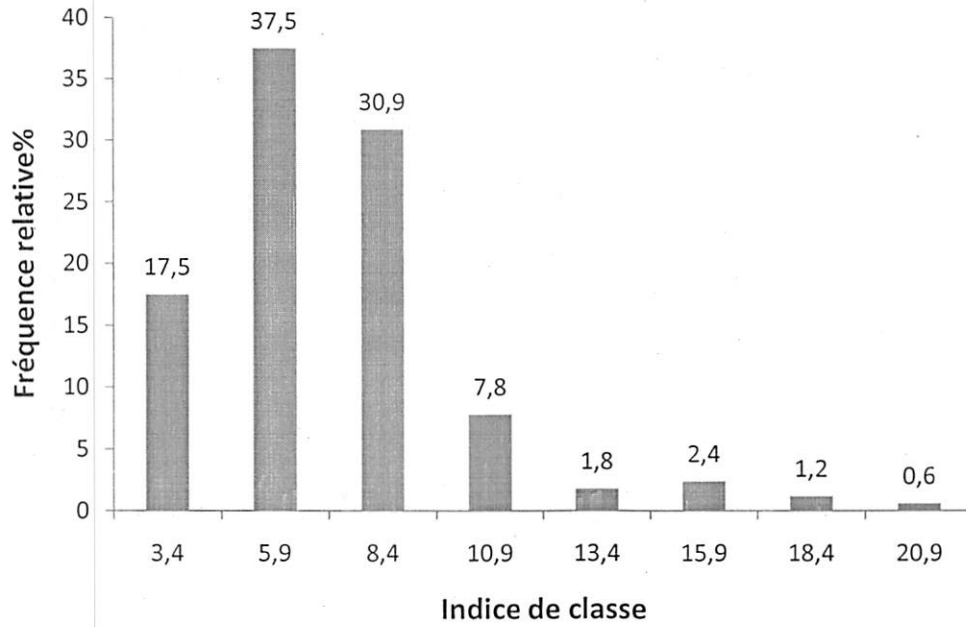


Figure 7 : Distribution des tiges par classe de hauteur de houppier

### 3.3. SURFACE TERRIERE (ST)

La surface terrière d'un arbre est la surface de la section transversale, supposé circulaire, de cet arbre à 1,30m du sol. Tandis que la surface terrière d'un peuplement est somme des surfaces terrières de tout les arbres qui le compose (Rondeux, 1995).

La distribution de surface terrière par classe de Dhp est donnée dans le tableau6.

Tableau 6 : Distribution de surface terrière par classe de Dhp

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	ST (m <sup>2</sup> /ha)
10 - 20	15	55	1,02
20 - 30	25	37	1,84
30 - 40	35	23	2,25
40 - 50	45	20	3,03
50 - 60	55	14	3,29
60 - 70	65	7	2,24
70 - 80	75	5	2,21
80 - 90	85	3	1,69
90 - 100	95	1	0,72
<b>TOTAL</b>		<b>165</b>	<b>18,29</b>
<b>Moyenne</b>			<b>0,11</b>

De ce tableau, nous remarquons que la surface terrière la plus élevée est observée dans la classe de 50-60cm de Dhp et la plus faible dans la classe 90-100cm avec respectivement 1,02 m<sup>2</sup>/ha et 0,72 m<sup>2</sup>/ha. La surface terrière moyenne des pieds de *Millettia laurentii* planté en layon dans l'arboretum de Kisangani est de 0,11 m<sup>2</sup>/ha.

### 3.4. COEFFICIENT MOYEN DE FORME

Le coefficient moyen de forme d'une tige est le rapport entre le volume total estimé de la tige et le volume du cylindre. La forme d'un arbre varie suivant : le sens, le diamètre, la hauteur, la densité de peuplement, la qualité de la station et l'âge.

Le tableau 7 donne la distribution de coefficient moyen de forme en fonction des classes de Dhp.

**Tableau 7 :** Distribution de coefficient moyen de forme en fonction des classes de Dhp.

Classe de Dhp (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Coefficient moyen de forme
10 - 20	15	55	0,83
20 - 30	25	37	0,89
30 - 40	35	23	0,88
40 - 50	45	20	0,86
50 - 60	55	14	0,79
60 - 70	65	7	0,84
70 - 80	75	5	0,82
80 - 90	85	3	0,83
90 - 100	95	1	0,78
<b>TOTAL</b>		<b>165</b>	
<b>Moyenne</b>			<b>0,85</b>

Le coefficient moyen de forme de *Millettia laurentii* planté en layon, dans l'arboretum de Kisangani, présenté une moyenne de 0,85 qui tend vers la forme cylindrique.

### 3.5. VOLUME

Le volume, étant fonction du diamètre et de la hauteur, est la caractéristique la plus complète pour évaluer la croissance.

La distribution de volume fût par classe de Dhp est donnée dans le tableau 8.

**Tableau 8** : Distribution de volume fût par classe de Dhp.

Classe de Dhp (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Volume (m <sup>3</sup> /ha)
10 - 20	15	55	8,679
20 - 30	25	37	17,406
30 - 40	35	23	29,388
40 - 50	45	20	39,820
50 - 60	55	14	42,875
60 - 70	65	7	28,612
70 - 80	75	5	26,687
80 - 90	85	3	13,979
90 - 100	95	1	11,575
<b>TOTAL</b>		<b>165</b>	<b>219,021</b>
<b>Moyenne</b>			<b>1,327</b>

De ce tableau, il ressort que le volume fût total est de 219,021 et la moyenne de 1,327m<sup>3</sup>/ha. Le volume fût le plus élevé est localisé dans la classe 50 - 60 cm et le plus faible dans la classe 10 - 20 cm avec respectivement 42,875 m<sup>3</sup>/ha et 8,679 m<sup>3</sup>/ha.

### 3.6. ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN

L'accroissement annuel moyen est la croissance moyenne d'un arbre depuis la première année de son existence.

#### 3.6.1. Accroissement annuel moyen en diamètre à la hauteur de poitrine.

Le tableau 9 donne la distribution de l'accroissement annuel moyen en fonction de classe de Dhp.

**Tableau 9 :** Distribution de l'accroissement annuel moyen en diamètre à hauteur de poitrine.

Classe de Dhp (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	AAM en Dhp (cm/an)
10 - 20	15	55	0,21
20 - 30	25	37	0,34
30 - 40	35	23	0,48
40 - 50	45	20	0,6
50 - 60	55	14	0,75
60 - 70	65	7	0,87
70 - 80	75	5	1,03
80 - 90	85	3	1,16
90 - 100	95	1	1,32
<b>TOTAL</b>		<b>165</b>	
<b>Moyenne</b>			<b>0,45</b>

L'analyse de ce tableau 9 révèle que l'accroissement annuel moyen en Dhp est de 0,45 cm/an.

### 3.6.2. Accroissement annuel moyen en hauteur totale

Le tableau 10 ci-dessous donne l'accroissement annuel moyen en hauteur totale.

Tableau 10 : Distribution de l'accroissement annuel moyen en hauteur total

Classe de Ht (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	AAM en Ht (m/an)
9,2 - 12,33	10,7	7	0,14
12,33 - 15,46	13,8	40	0,19
15,46 - 18,59	17,0	35	0,23
18,59 - 21,72	20,1	26	0,27
21,72 - 24,85	23,2	27	0,32
24,85 - 27,98	26,4	19	0,36
27,98 - 31,11	29,5	8	0,40
31,11 - 34,24	32,6	3	0,46
Total		165	
Moyenne			0,26

Ce tableau montre que pour *Millettia laurentii* la valeur d'accroissement en hauteur total est de 0,26m/an.

### 3.6.3. Accroissement annuel moyen en hauteur fût

Le tableau 11 nous présente l'accroissement annuel moyen en fonction des classes de la hauteur fût.

Tableau 11. Distribution de l'accroissement annuel moyen en hauteur fût

Classe de Hf (m)	Indice de classe	Fréquence observée	AAM en Hf (m/an)
1,1 - 4,3	2,7	10	0,04
4,3 - 7,5	5,9	30	0,08
7,5 - 10,7	9,1	34	0,12
10,7 - 13,9	12,3	31	0,17
13,9 - 17,1	15,5	25	0,21
17,1 - 20,3	18,7	17	0,26
20,3 - 23,5	21,9	12	0,29
23,5 - 26,7	25,1	6	0,34
TOTAL	-	165	
MOYENNE			0,17

Il se dégage de ce résultat que l'accroissement annuel moyen en hauteur fût est de 0,17 m/an.



### 3.6.4. Accroissement annuel moyen en volume fût

Ce tableau 12 ci après donne l'accroissement annuel moyen en volume en fonction de Dhp.

Tableau 12. Distribution de l'accroissement annuel moyen en volume fût

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	AAM en Volume fût (m <sup>3</sup> /ha)
10 - 20	15	55	0,119
20 - 30	25	37	0,238
30 - 40	35	23	0,403
40 - 50	45	20	0,545
50 - 60	55	14	0,587
60 - 70	65	7	0,392
70 - 80	75	5	0,366
80 - 90	85	3	0,191
90 - 100	95	1	0,159
<b>TOTAL</b>		<b>165</b>	
<b>Moyenne générale</b>			<b>3,000</b>

L'analyse de ce tableau montre que l'accroissement annuel moyen est de 3,000 m<sup>3</sup> /ha/an.

### 3.7. TARIF DE CUBAGE

Un tarif de cubage est un tableau chiffré, une formule ou un graphique, qui donne une estimation du volume d'un arbre ou d'un ensemble d'arbres en fonction des diverses variables qui sont les entrées du tarif.

#### 3.7.1. Présentation des modèles des équations des régressions proposées.

La relation de Dhp avec le volume fût nous a permis de trouver aisément le coefficient de régression, de corrélation et de détermination de six équations proposées.

Ce tableau 13 donne les caractéristiques des équations de régression proposée.

**Tableau 13 : Caractéristiques des équations de régression proposées.**

Equation Elément	Linéaire	Logarithmique	Inverse	Exponentielle	Puissance	Quadratique
N	165	165	165	165	165	165
a	-1,367	-7,040	3,566	0,057	0,000	-0,360
b	0,083	2,514	-53,90	0,069	2,480	0,020
c						0,001
R	0,896	0,811	0,685	0,880	0,938	0,914
R <sup>2</sup>	0,803	0,659	0,470	0,775	0,880	0,836

Légende :

N = nombre des tiges ;

a, b, c = coefficient de régression ;

r = coefficient, de corrélation ;

R<sup>2</sup> = Coefficient de détermination.

Selon Mabilia et Mercier (1981), pour retenir le modèle de l'équation de régression qui fera l'objet de tarif de cubage, il est recommandé de se baser sur le choix de l'équation qui présente un coefficient de détermination supérieur ou égale à 80%.

Parmi les équations de régression proposées, nous retenons l'équation de régression de puissance, elle a donné un coefficient de détermination élevé soit 88% qui est supérieur à 80%.

### 3.7.2. Tarif de cubage des différents modèles proposés

Le tableau 14 présente les tarifs de cubage des différents modèles des équations de régression proposés.

**Tableau 14** : Tarifs de cubage des différents modèles proposés

Equation	R	R <sup>2</sup> (%)
$Y_{lin} = - 1,367 + 0,083 x$	0,896	80,3
$Y_{log} = - 7,040 + 2,514 \ln x$	0,811	65,9
$Y_{inv} = 3,566 - 53,90/x$	0,685	47
$Y_{exp} = 0,057.e^{X0,069}$	0,880	77,5
$Y_{puis} = 0,001. X^{2,480}$	0,938	88
$Y_{quad} = - 0,360 + 0,020X + 0,0001X^2$	0,914	83,6

Le tarif de cubage de modèle de l'équation retenue est donné par l'équation ci-après :

$$Y_{puis} = 0,000. X^{2,480} \text{ (Equation de puissance).}$$

### 3.8. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE *Millettia laurentii* EN PLANTATION DANS L'ARBORETUM DE KISANGANI

Le tableau 15 présente les principales caractéristiques

**Tableau 15** : Résumé des principales caractéristiques dendrométriques

N°	CARACTERISTIQUES	OBSERVATIONS
1	Age (années)	73
2	Superficie (ha)	1
3	Ecartement (m <sup>2</sup> )	5 m X 2,5 m
4	Densité	165
5	Dhp moyen (cm)	32,6
6	Ht moyenne (m)	19,34
7	Dfb moyen (cm)	26,99
8	Hf moyenne (m)	12,14
9	Hh moyenne (m)	7,20
10	Volume fût (m <sup>3</sup> /ha)	219,021
11	AAM en DHP (cm/an)	0,45
12	AAM en Ht (m/an)	0,26
13	AAM en Hf (m/an)	0,17
14	AAM en volume-fût (m <sup>3</sup> /ha/an)	3,00
15	ST (m <sup>2</sup> /ha)	18,29
16	Coefficient moyen de forme	0,85

## CHAPITRE IV : DISCUSION DES RESULTATS

Notre discussion porte sur la comparaison des accroissements annuels moyens en diamètre à hauteur de poitrine, en hauteur totale et en volume fût de *Millettia laurentii* introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani avec ceux d'autres essences plantées en layon et à d'ailleurs ainsi que sur leur coefficient moyen de forme.

### 4.1. COMPARAISON DE CROISSANCE EN DIAMETRE DE *Millettia laurentii* INTRODUIT EN LAYON DANS L'ARBORETUM DE KISANGANI A CELLE DES AUTRES ESPECES

Ce tableau 16 présente la comparaison de croissance en diamètre de *Millettia laurentii* introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani à celle d'autres essences d'autre localité.

**Tableau 16:** Comparaison de l'accroissement annuel moyen en diamètre à hauteur de poitrine.

Peuplement	Age (années)	Localisation	Méthode	Ecartements (en m)	AAM en Dhp (en cm)	Source
<i>Millettia laurentii</i>	73	Arboretum De Kisangani	En layon	5 X 2,5	0,45	Présent travail
<i>Millettia laurentii</i>	53	Yangambi	Blanc-étoc	2x3	0,8309	Mafuta, 1994
<i>Millettia laurentii</i>	67	Yangambi	Layon+ blanc-étoc	10X4	0,9	Assumani, 2009
<i>Millettia laurentii</i>	67	Yangambi	Layon	10X4	2,3	Boola, 2009

L'accroissement annuel moyen en Dhp de *Millettia laurentii* de l'arboretum de Kisangani est de 0,45cm/an à 73ans, cette valeur est largement inférieure à celle trouvée par Mafuta en 1995 (53 ans de l'âge) et Assumani en 2009 (67 ans d'âge) qui sont respectivement 0,83cm/an et 0,9cm/an dans les conditions de Yangambi. Ces différences seraient dues aux conditions du milieu et de plantation (écartement), aux échantillons utilisés. En plus, à l'âge car l'accroissement annuel moyen à Dhp croit inversement avec l'âge des arbres ; ainsi qu'aux soins culturaux appliqués et à la méthode sylvicole.

#### 4.2. COMPARAISON DES ACCROISSEMENTS ANNUELS MOYENS EN HAUTEUR TOTALE DE *MILLETTIA LAURENTII* INTRODUIT EN LAYON DANS L'ARBORETUM DE KISANGANI A CEUX DE PLANTATION DE YANGAMBI

La comparaison des AAM en Ht est faite dans le tableau 12.

Tableau 17 : Comparaison des AAM en Ht.

Peuplements	Age (années)	Localisation	Methode	Ecartement (en m)	AAM En Ht (en m/an)	Source
<i>Millettia laurentii</i>	73	Arboretum De Kisangani	Layon	5X2,5	0,27	Présent Travail
<i>Millettia laurentii</i>	67	Yangambi	Layon	10X4	0,32	Assumani, 2009
<i>Millettia laurentii</i>	67	Yangambi	Layon	10X4	2,24	Boola, 2009

L'examen de ce tableau, montre que l'AAM de hauteur totale de *Millettia laurentii* introduit à layon dans l'arboretum de Kisangani à 73 ans est inférieur à celui de *Millettia laurentii* à 67 dans les conditions de Yangambi.

Cette différence d'AAM en Ht serait due aux conditions du milieu, et de plantation, ainsi qu'à l'âge de plantation.

#### 4.3. COMPARAISON DES AAM EN VOLUME FUT DE *Millettia laurentii* DE L'ARBORETUM DE KISANGANI A CEUX DE LA PLANTATION DE YANGAMBI

Le tableau 18 donne la comparaison de croissance en volume fût de *Millettia laurentii* introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani à celle d'essences d'ailleurs.

**Tableau 18 :** Comparaison des AAM en Vf de *Millettia laurentii* introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani à ceux d'ailleurs.

Peuplement	Age (années)	Localisation	Méthode	Ecartements (en m)	AAM en Vf (en m <sup>3</sup> /ha/an)	Source
<i>Millettia laurentii</i>	73	Arboretum de Kisangani	Layon	5 X 2,5	3,000	Présent travail
<i>Millettia laurentii</i>	53	Yangambi	Blanc-étoc	2X3	3,066	Mafuta, 1994
<i>Millettia laurentii</i>	67	Yangambi	Layon	10X4	4,74	Assumani, 2009

D'après l'analyse de ce tableau, nous remarquons que l'accroissement annuel moyen en volume fût de *Millettia laurentii* de l'arboretum de Kisangani en 73 ans est moyennement comparatif à celui trouvé par Mafuta en 53 dans les conditions de Yangambi et largement inférieur à celui trouvé par Assumani, 2009 en 67 ans. Cette différence serait due en dehors des conditions du milieu, de plantation et d'âge, à échantillon utilisé.

#### 4.4. COMPARAISON DES COEFFICIENTS MOYENS DE FORME DE *Millettia laurentii* DE L'ARBORETUM DE KISANGANI A CEUX DE LA PLANTATION DE YANGAMBI

Le tableau 19 donne les coefficients moyens de forme des différentes espèces plantées en layon et ceux de *Millettia laurentii* planté dans la même méthode.

**Tableau 19 :** Comparaison des coefficients moyens de forme de *Millettia laurentii* de l'arboretum de Kisangani introduit en layon à celui de Yangambi planté en blanc-étoc

Peuplement	Age (années)	Localisation	Methode	Coefficient Moyen de forme	Source
<i>Millettia laurentii</i>	73	Arboretum de Kisangani	Layon	0,85	Présent travail
<i>Millettia laurentii</i>	67	Yangambi	Blanc-étoc	0,54	Mafuta 1994

On constate dans ce tableau que le coefficient moyen de forme de *Millettia laurentii* introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani, tend vers la forme cylindrique alors que celui de Yangambi planté en blanc-étoc tend vers la forme parabolôide.

Cette différence serait due aux conditions de plantation et aux méthodes utilisées.

#### 4.5. COMPARAISON DE TARIF DU PRESENT TRAVAIL AVEC CEUX DES AUTRES FORETS

Le tableau 20 compare le tarif de *Millettia laurentii* de l'arboretum de Kisangani avec ceux des forêts naturelles des autres provinces.

**Tableau 20 :** Comparaison de tarif de *Millettia laurentii* de l'arboretum de Kisangani avec ceux des forêts naturelles des autres provinces.

Province		Equations
Présent travail		$y = 0,0001Dhp^{2,48}$
FRM, 2006	Orientale	$y = 0,0004658Dhp^{2,13}$
	Equateur	$y = 0,0006594Dhp^{2,01}$
	Bandundu	$y = 0,00016457Dhp^{2,20}$

Le tarif de cubage du présent travail et ceux de FRM ont retenu le même modèle d'équation de régression.



## CONCLUSION ET SUGGESTIONS

### A. CONCLUSION

Le présent travail avait pour but d'étudier le comportement de *Millettia laurentii* planté en layon dans l'arboretum de Kisangani en 1939.

L'inventaire total a porté sur une superficie de 1ha contenant des pieds âgés de 73 ans en 2012.

Le diamètre à hauteur de poitrine, le diamètre au fin bout, la hauteur totale, la hauteur fût, la hauteur houppier sont les paramètres dendrométriques utilisés pour la réalisation de la présente étude.

Après analyse, le *Millettia laurentii* introduit en layon dans l'arboretum de Kisangani à l'âge de 73 ans présente les caractéristiques suivantes :

- Un accroissement annuel moyen en Dhp de 0,45 cm/an
- Un accroissement annuel moyen en Hf de 0,17 m /an
- Un accroissement annuel moyen en Ht de 0,27 m/an
- Un accroissement annuel moyen en volume fût de 3m<sup>3</sup>/ha/an
- Un volume fût de 219,021 m<sup>3</sup>/ha
- Une surface terrière moyenne de 0,11m<sup>3</sup>/ha
- Un coefficient moyen de forme de 0,85
- L'équation de régression puissance : 0,0001 X<sup>2,480</sup>

Eu égard aux trois hypothèses émises au départ, nous pouvons dire mes 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> hypothèses à savoir coefficient moyen de forme et équation de régression de tarif de cubage sont bien vérifiées (affirmées).

Les accroissements annuels moyens (Dhp, Ht, Hf et Vf de *Millettia laurentii* de l'arboretum de Kisangani sont faibles à celles de Yangambi (Tableau 9, 10, 11 et 12) et non satisfaisants. Nous pouvons dire que notre première hypothèse est rejetée.

## B. SUGGESTIONS

La planification pour la réussite d'une activité est encourager mais le suivi et l'entretien plus précisément dans le domaine sylvicole à beaucoup d'intérêt.

Sur ce, nous recommandons que :

- ✓ Les plantations bénéficient d'un entretien soutenable ou durable pour espérer avoir un bon rendement ;
- ✓ D'autres chercheurs continuent à mener des recherches dans ce domaine.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Adubango, U., 2011.** Contribution à l'étude de la régénération naturelle de *Gilbertiodron dewevrei* (De wild.) J. Léonard dans l'arboretum de Kisangani. mémoire inédit, F.S, UNIKIS, 45p.
- Assumani, A., 2009.** Bilan dendrométrique des plantations expérimentales de *Pericopsis elata* (Harms) van Meeuwen et *Millettia laurentii* De wild. installées à Yangambi entre 1938 et 1942. Mémoire de DEA. Fac des Sciences, UNIKIS, 129p.
- Boola, B., 2009.** Observation sur la croissance des jeunes plants de *Millettia laurentii* De wild. Introduits en layon dans les plantations forestières de l'INERA-Yangambi, 29p.
- Cassagne, B. et Nasari, R., 2007.** Aménagement durable des forêts de production de la R.D.C : progrès et perspectives : « quel avenir pour les forêts de la République Démocratique du Congo ». Coopération Technique Belge, Bruxelles, pp.35-39.
- CIFT, 1963.** Barème de cubage Ministère de la Coopération Française 4<sup>e</sup> édition, Paris, 52p.
- CITES, 2003.** Review of Significant Trade : *Pericopsis elata*, Pc 14 Doc, 922.
- Dagnielie, P., 1978.** Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques, Gembloux, Belgique, Faculté universitaire des Sciences Agronomiques, Presses agronomiques, 8p.
- Duveiller, G., Defourny, P., Declée, S., Mayaux P., 2008.** Déforestation in central Africa: Estimates of regional and landscape levels by advanced processing of systematically distributed lands at extracts. Remote sensing of environment, 112p.

- Fenning, T. et Gershenzon, J., 2002. Where will the wood come from? Plantation forests and the role of biotechnology. *Trends in biotechnology* 20(7): pp.291-296.
- FRM, 2005. Protocole d'inventaire d'aménagement forestier. Guide opérationnel, Limeté/Kin, p.32.
- Greenpeace, 2007. Les forêts africaines clés de l'équilibre du climat mondial. 8p.
- Ishale, B., T., 1995. Contribution à l'étude de productivité de *Gossweilerodendron balsamiferum* Harms en plantation à Yangambi. TFE inédit, ISEA-Bengamisa, 58p.
- Kambale, C., 2009. Résilience des araignées arboricoles et straminicoles dans la réserve forestière de Masako et dans l'arboretum de Kisangani. Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 3p.
- Kuevituala, M., 1994. Contribution à l'étude de la productivité de *Pterocarpus soyauxii* (Taub) en plantation à Yangambi. TFE inédit, ISEA/Bengamisa, 27p.
- Liegeois, P. et Petit, L., 1950. Arboretum de Stanley ville in *Bul. Ag. Du Congo-Belge* vol.L. 41n°1, 41p.
- Lumingo, M., 2008. Etude de comportement de *Terminalia superba* (Singlet Diels) introduit en layons dans l'arboretum de Kisangani (Province Orientale (RD Congo), 10p.
- Luzaya, B., 1975. Accroissement à hauteur et à circonférence de *Millettia laurentii* (De wild) et de *Pterocarpus soyauxii* (Taub) plantés en layon à Yangambi. Monographie inédite, IFA/Yangambi, p.18.
- Mabiala et Mercier, 1981. Normes d'inventaire forestier. Cahier n°3. Tarif de cubage SPIAF, Kinshasa, 944p.

- Mafuta, G., 1994. Contribution à l'étude de productivité de *Millettia laurentii* De wild (Wenge) en plantation à Yangambi. TFE inédit, ISEA-Bengamisa, 22p.
- Mate, M., 2001. Croissance, phytomasse et minéralomasse des légumineuses améliorantes en culture en allée à Kisangani (R.D.Congo), Thèse inédit, ULB, 235p.
- MECNT-FORAF, 2008. Fiche de collecte de données pour la suivie de l'état de forêts d'Afrique centrale. Niveau national RDC. Projet FORAF, Kinshasa, 5p.
- Nyakabwa, M., 1982. Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani. thèse inédite, F.S, UNIKIS, 998p.
- Owona, P., 2006. Evaluation de la potentialité des plantations forestières au centre-sud Cameroun : Résultats des mesures effectuées dans l'arboretum de Mbalmayo et des enquêtes menées en périphérie de sa réserve. Master en sciences et technologies agronomiques et agroalimentaire à l'école nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts Centre de Montpellier, 138p.
- Pandey, D., 1977. Hardwood plantations in the tropics and subtropics : tropical forest plantation areas 1995, Report to the FAO Project GCP/INT/628/UK, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp. 37-43.
- Rondeux, 1995. Gestion et économie forestière. Faculté universitaire des sciences agronomiques, passage des déportés, 2B-5030, Gembloux, Pp1-4.
- Sabongo, P., 2007. Taxonomie, phytogéographie et conservation des espèces de la famille des Euphorbiaceae dans les districts de Kisangani et de la Tshopo. Mémoire DEA, Faculté des Sciences, UNIKIS, Kisangani, 103p.

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

Wikipedia, 2007. Wenge (en ligne). Disponible sur internet, consulté le 29 Août 2012  
sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/wenge>

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE

REMERCIEMENTS

RESUME

ABSTRACT

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABBREVIATIONS

<b>0.</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
0.1.	PROBLEMATIQUE.....	1
0.2.	HYPOTHESES .....	3
0.3.	OBJECTIFS .....	3
0.3.1.	Objectif général.....	3
0.4.	INTERET DU TRAVAIL.....	3
0.5.	SUBDIVISION DU TRAVAIL .....	4
	<b>Chapitre Premier : GENERALITES.....</b>	<b>5</b>
1.1.	MILIEU D'ETUDE.....	5
1.1.1.	Situation géographique .....	5
1.1.2.	Climat.....	6
1.1.3.	Sol .....	6
1.1.4.	Végétation.....	7
1.2.	MILIEU HUMAIN .....	7
1.2.1.	Population de Kisangani .....	7
1.3.	GENERALITES SUR <i>MILLETTIA LAURENTII</i> (Dewild.).....	7
1.3.1.	Dénomination .....	8
1.3.2.	Description botanique.....	8
1.3.3.	Description du bois .....	9

1.3.4.	Provenance et aire de distribution.....	9
1.3.5.	Qualités, taux d'humidité et séchage.....	9
1.3.6.	Dimensions, classe de durabilité et applications .....	10
1.3.7.	Usinage, fixation, finition.....	10
1.4.	L'ARBORETUM DE KISANGANI .....	11
1.4.1.	Utilité de l'arboretum .....	11
1.4.2.	Historique de l'arboretum de Kisangani.....	11
1.4.3.	Superficie de la parcelle d'étude .....	12
1.5.	CHOIX DE L'ESPECE.....	12
1.6.	TRAVAUX ANTERIEURS .....	13
<b>Chapitre deuxième : MATERIEL ET METHODE .....</b>		<b>14</b>
2.1.	MATERIEL.....	14
2.1.1.	Matériel biologique .....	14
2.1.2.	Matériels techniques .....	14
2.2.	METHODE DE TRAVAIL.....	14
2.2.1.	Méthode d'inventaire.....	14
2.2.2.	Paramètres retenus.....	15
2.2.3.	Traitement des données.....	15
2.2.3.2.	Calcul de paramètres .....	16
<b>CHAPITRE TROISIEME: RESULTATS.....</b>		<b>20</b>
3.1.	DIAMETRES .....	20
3.1.1	Diamètre à hauteur de poitrine (Dhp).....	20
3.1.2.	Diamètre au fin bout .....	21
3.2.	HAUTEURS .....	23
3.2.1.	Hauteur totale (Ht).....	23
3.2.2.	Hauteur fût (Hf).....	24
3.2.3.	Hauteur houppier.....	25



3.3. SURFACE TERRIERE (ST) .....	26
3.4. COEFFICIENT MOYEN DE FORME .....	27
3.5. VOLUME.....	28
3.6. ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN .....	29
3.6.1. Accroissement annuel moyen en diamètre à la hauteur de poitrine .....	29
3.6.2. Accroissement annuel moyen en hauteur totale.....	31
3.6.3. Accroissement annuel moyen en hauteur fût .....	31
3.6.4. Accroissement annuel moyen en volume fût.....	32
3.7. TARIF DE CUBAGE.....	32
3.7.1. Présentation des modèles des équations des régressions proposées.....	32
3.7.2. Tarif de cubage des différents modèles proposés.....	33
3.8. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE <i>Millettia laurentii</i> EN PLANTATION DANS L'ARBORETUM DE KISANGANI .....	34
<b>CHAPITRE IV : DISCUSION DES RESULTATS .....</b>	<b>35</b>
4.1. COMPARAISON DE CROISSANCE EN DIAMETRE DE <i>Millettia laurentii</i> INTRODUIT EN LAYON DANS L'ARBORETUM DE KISANGANI A CELLE DES AUTRES ESPECES.....	35
4.2. COMPARAISON DES ACCROISSEMENTS ANNUELS MOYENS EN HAUTEUR TOTALE DE <i>MILLETTIA LAURENTII</i> INTRODUIT EN LAYON DANS L'ARBORETUM DE KISANGANI A CEUX DE PLANTATION DE YANGAMBI.....	36
4.3. COMPARAISON DES AAM EN VOLUME FUT DE <i>Millettia laurentii</i> DE L'ARBORETUM DE KISANGANI A CEUX DE LA PLANTATION DE YANGAMBI.....	37
4.4. COMPARAISON DES COEFFICIENTS MOYENS DE FORME DE <i>Millettia laurentii</i> DE L'ARBORETUM DE KISANGANI A CEUX DE LA PLANTATION DE YANGAMBI.....	38
<b>CONCLUSION ET SUGGESTIONS .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>42</b>
<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE</b>	

## ANNEXE 1

**Tableau 1 : Distribution des tiges par classe de Dhp**

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative(%)	Fréquence cumulée
10 - 20	15	55	33,3	55
20 - 30	25	37	22,4	92
30 - 40	35	23	13,9	115
40 - 50	45	20	12,1	135
50 - 60	55	14	8,4	149
60 - 70	65	7	4,2	156
70 - 80	75	5	3,0	161
80 - 90	85	3	1,8	164
90- 100	95	1	0,6	165
TOTAL	-	165	99,7	-
Moyenne		32,6		
Ecart-type		18,75		
C.V (%)		57,53		

**ANNEXE 2 :**

**Tableau 2 :** Distribution des tiges par classe de Dfb

<b>Classe de Dfb (cm)</b>	<b>Indice de classe</b>	<b>Fréquence observée</b>	<b>Fréquence relative</b>	<b>Fréquence cumulée</b>
7,5 - 16,2	11,8	51	30,9	51
16,2 - 24,9	20,5	31	18,7	82
24,9 - 33,6	29,2	33	20	115
33,6 - 42,3	37,9	27	16,3	142
42,3 - 51	46,6	10	6	152
51 - 59,7	55,3	6	3,6	158
59,7 - 68,4	64	4	2	162
68,4 - 77,1	72,7	3	1,8	165
<b>TOTAL</b>	-	165		-
<b>MOYENNE</b>	26,99			
<b>ECART - TYPE</b>	15,17			
<b>CV (%)</b>	56,19			

### ANNEXE 3

**Tableau 3 : Distribution des tiges par class de hauteur totale**

Classe de Ht (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative	Fréquence cumulée
9,2 - 12,33	10,7	7	4	7
12,33 - 15,46	13,8	40	24,2	47
15,46 - 18,59	17	35	21,2	82
18,59 - 21,72	20,1	26	15,7	108
21,72 - 24,85	23,2	27	16,3	135
24,85 - 27,98	26,4	19	11,5	154
27,98 - 31,11	29,5	8	4,8	162
31,11 - 34,24	32,6	3	1,8	165
TOTAL	-	165		
MOYENNE	19,34			
ECART - TYPE	5,34			
CV (%)	27,64			

## ANNEXE 4

**Tableau 4 : Distribution des tiges par classe de hauteur fût**

Classe de Hf (m)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative	Fréquence cumulée
1,1 - 4,3	2,7	10	6	10
4,3 - 7,5	5,9	30	18	40
7,5 - 10,7	9,1	34	20,6	74
10,7 - 13,9	12,3	31	18,7	105
13,9 - 17,1	15,5	25	15,1	130
17,1 - 20,3	18,7	17	10,3	147
20,3 - 23,5	21,9	12	7,2	159
23,5 - 26,7	25,1	6	3,6	165
TOTAL	-	165		-
MOYENNE	12,14			
ECART - TYPE	5,81			
CV (%)	47,89			

## ANNEXE 5

**Tableau 5 : Distribution des tiges par classe de hauteur de houppier**

Classe de Hh (m)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative	Fréquence cumulée
2,2- 4,7	3,4	29	17,5	29
4,7 - 7,2	5,9	62	37,5	91
7,2 - 9,7	8,4	51	30,9	142
9,7 - 12,2	10,9	13	7,8	155
12,2 - 14,7	13,4	3	1,8	158
14,7 - 17,2	15,9	4	2,4	162
17,2 - 19,7	18,4	2	1,2	164
19,7 - 22,2	20,9	1	0,6	165
TOTAL	-	165		-
MOYENNE	7,20			
ECART - TYPE	3,17			
CV (%)	44,10			

## ANNEXE 6

**TABEAU 6. LES BRUTES DU TERRAIN**

N°	DHP	DHP (m)	Dfb	Dfb (m)	HF	HT	HH
1	10	0,1	7,5	0,075	3,6	19,8	16,2
2	10,1	0,101	7,5	0,075	16,9	20,44	3,5
3	11	0,11	10	0,1	9,1	15,2	6,1
4	11,3	0,113	10	0,1	15	19	3,96
5	11,5	0,115	7,5	0,075	3,8	13,8	10
6	11,6	0,116	10	0,1	3,2	9,2	6
7	11,8	0,118	10	0,1	6	15,2	9,2
8	12,3	0,123	10	0,1	5,2	10,2	5
9	12,4	0,124	10	0,1	5,2	12,2	7
10	12,4	0,124	10	0,1	5,5	13	7,5
11	12,5	0,125	10	0,1	6,96	15,12	8,16
12	12,6	0,126	7,5	0,075	1,1	17,1	16
13	12,8	0,128	10	0,1	6	12,5	6,5
14	12,9	0,129	12	0,12	2,64	14,64	12
15	12,9	0,129	10	0,1	12	17,52	5,52
16	13	0,13	7,5	0,075	3,9	12,9	9
17	13,4	0,134	10	0,1	5,5	9,2	3,7
18	13,7	0,137	12,5	0,125	8,5	13,5	5
19	13,7	0,137	12,5	0,125	13	16,8	3,84
20	13,8	0,138	10	0,1	4	13,5	9,5
21	13,8	0,138	12,5	0,125	12,2	19	6,76
22	14,2	0,142	10	0,1	2,5	15,5	13
23	14,2	0,142	12,5	0,125	8	15	7
24	14,5	0,145	12	0,12	6	14,5	8,5
25	14,5	0,145	12,5	0,125	8,4	13,4	5
26	14,7	0,147	12,5	0,125	9	13,5	4,5
27	15	0,15	12	0,12	6,3	9,5	3,2
28	15	0,15	12	0,12	9,4	14,9	5,5
29	15,3	0,153	12	0,12	10	16	6
30	15,4	0,154	12,5	0,125	10,5	18	7,5
31	15,4	0,154	12,5	0,125	20,6	23	2,36
32	15,6	0,156	12	0,12	7,6	14,8	7,2
33	15,6	0,156	12,5	0,125	14,1	21,98	7,84
34	15,8	0,158	12	0,12	5,5	16,5	11
35	16,3	0,163	15	0,15	9,52	16	6,48
36	16,5	0,165	12	0,12	7,2	17,4	10,2

37	16,5	0,165	10	0,1	19,7	25,6	5,86
38	16,7	0,167	12	0,12	5,7	12,7	7
39	16,75	0,1675	15	0,15	21,4	24	2,56
40	17	0,17	15	0,15	4,5	15,5	11
41	17	0,17	15	0,15	15,5	23,7	8,2
42	17,2	0,172	14	0,14	7,1	16,5	9,4
43	17,3	0,173	15	0,15	9	15,8	6,8
44	17,7	0,177	15	0,15	14,8	19,68	4,92
45	18,3	0,183	15	0,15	12,1	15	2,9
46	18,4	0,184	15	0,15	9	16,2	7,2
47	18,5	0,185	17,5	0,175	11,8	15,6	3,8
48	18,6	0,186	15	0,15	8,16	18,12	9,96
49	18,7	0,187	15	0,15	13	16	3,04
50	19	0,19	18	0,18	22,1	25,28	3,2
51	19,2	0,192	15	0,15	19,2	24	4,8
52	19,3	0,193	15	0,15	7,7	13	5,3
53	19,6	0,196	15	0,15	18,3	26,4	8,1
54	19,65	0,1965	18	0,18	8,76	17,16	8,4
55	19,8	0,198	18	0,18	4,4	12,4	8
56	20	0,2	18	0,18	11,2	15,7	4,5
57	20,1	0,201	17,5	0,175	13,7	22,54	8,8
58	20,75	0,2075	18	0,18	2,9	14,4	11,5
59	21	0,21	20	0,2	10,6	16,56	6
60	21,3	0,213	20	0,2	5,9	12,9	7
61	21,3	0,213	18	0,18	15,6	23	7,4
62	21,4	0,214	20	0,2	10,7	28,64	17,92
63	21,9	0,219	18	0,18	7,8	15,24	7,44
64	22	0,22	20	0,2	16,3	19,5	3,2
65	22,3	0,223	20	0,2	6,5	14	7,5
66	23	0,23	18	0,18	11,8	24,16	12,32
67	23,2	0,232	22,5	0,225	4,6	12,6	8
68	23,25	0,2325	20	0,2	6,4	14	7,6
69	23,8	0,238	20	0,2	4,5	13,5	9
70	24	0,24	20	0,2	7,2	14	6,8
71	24	0,24	20	0,2	16	21	5
72	24	0,24	22,5	0,225	22	27	5,04
73	24,6	0,246	20	0,2	12,5	20	7,52
74	24,8	0,248	20	0,2	10,5	14,5	4
75	25	0,25	22,5	0,225	4,4	10,2	5,8
76	25,7	0,257	22,5	0,225	6,2	15,2	9
77	25,7	0,257	22,5	0,225	7	16	9



78	26	0,26	18	0,18	13,9	18,48	4,56
79	26,6	0,266	25	0,25	8,2	12,6	4,4
80	26,8	0,268	25	0,25	16,7	24,64	7,98
81	27	0,27	24	0,24	12,6	19,2	6,6
82	27,7	0,277	25	0,25	7,7	15,7	8
83	27,9	0,279	24	0,24	11	15,4	4,4
84	28	0,28	25	0,25	2,2	13,1	10,9
85	28,1	0,281	25	0,25	8,4	11,4	3
86	28,2	0,282	27,5	0,275	8,64	15	6,36
87	28,8	0,288	25	0,25	10,2	15	4,8
88	28,9	0,289	25	0,25	24,8	28,16	3,36
89	29	0,29	27,5	0,275	6,6	14,2	7,6
90	29,2	0,292	28	0,28	15,6	18,72	3,12
91	29,5	0,295	25	0,25	5,76	17,76	12
92	29,8	0,298	25	0,25	21,8	28	6,2
93	30	0,3	27	0,27	8,64	17,04	8,4
94	30	0,3	27,5	0,275	12,7	23,52	10,86
95	31	0,31	25	0,25	13,6	21,98	8,39
96	31,6	0,316	30	0,3	19,5	25,6	6,08
97	31,8	0,318	30	0,3	11,7	16,7	5
98	32	0,32	30	0,3	12,4	19	6,64
99	32	0,32	30	0,3	12,6	21,28	8,68
100	33	0,33	30	0,3	17,6	24,96	7,36
101	33,4	0,334	30	0,3	14,4	19,2	4,8
102	33,6	0,336	24	0,24	10,8	15,6	4,8
103	34,7	0,347	30	0,3	11,2	16,8	5,6
104	36,3	0,363	32,5	0,325	7,8	15,8	8
105	36,6	0,366	33	0,33	13,1	18,84	5,76
106	36,7	0,367	20	0,2	18,6	24,64	6,08
107	37,5	0,375	35	0,35	5,04	13,44	8,4
108	37,75	0,3775	35	0,35	17,6	21	3,36
109	37,8	0,378	35	0,35	12,1	19,8	7,68
110	38,2	0,382	30	0,3	7,8	16,8	9
111	38,3	0,383	36	0,36	19,5	26,4	6,88
112	38,5	0,385	30	0,3	17,3	25,28	8
113	38,7	0,387	36	0,36	26,1	30	3,92
114	39	0,39	30	0,3	19,2	22	2,8
115	39,8	0,398	36	0,36	24,6	34,2	9,56
116	40	0,4	36	0,36	6,5	21,84	15,34
117	40	0,4	36	0,36	15,8	18	2,2
118	40	0,4	35	0,35	21,9	26,4	4,48

119	40,5	0,405	36	0,36	7,5	15,5	8
120	40,7	0,407	36	0,36	19,6	24	4,44
121	41,5	0,415	30	0,3	8,9	27,52	18,62
122	41,5	0,415	35	0,35	10,1	14,98	4,9
123	41,7	0,417	30	0,3	14,5	21	6,5
124	42	0,42	30	0,3	8,7	14,9	6,2
125	43,5	0,435	36,5	0,365	12,2	17	4,8
126	43,5	0,435	42	0,42	20,5	26,24	5,78
127	44,8	0,448	42	0,42	25	29,8	4,84
128	45,4	0,454	42,5	0,425	16,4	22	5,56
129	46,5	0,465	42	0,42	7,8	16,8	9
130	46,5	0,465	42	0,42	18,6	24,7	6,1
131	46,7	0,467	30	0,3	20,6	27	6,4
132	47	0,47	36	0,36	15,7	24	8,3
133	47,2	0,472	35	0,35	21,6	25,44	3,84
134	47,9	0,479	45	0,45	16,1	23,2	7,1
135	49,5	0,495	42	0,42	13,2	19,2	6
136	50	0,5	42	0,42	17,3	23,2	5,92
137	51,4	0,514	42	0,42	18,5	26,08	7,63
138	52	0,52	49	0,49	14	22,6	8,6
139	52,3	0,523	35	0,35	20,2	25,9	5,74
140	52,7	0,527	35	0,35	13	22,12	9,1
141	53,4	0,534	30	0,3	13,7	21,3	7,6
142	53,4	0,534	49	0,49	15,2	24	8,8
143	54,5	0,545	45	0,45	13,3	20,52	7,2
144	55,8	0,558	36	0,36	22	29,52	7,56
145	56,5	0,565	30	0,3	26,4	32	5,6
146	57	0,57	48	0,48	13,1	19,32	6,24
147	57,6	0,576	49	0,49	12,2	18,24	6
148	58,9	0,589	42	0,42	18,1	23,8	5,68
149	59,3	0,593	45,5	0,455	16,8	21,24	4,44
150	61,1	0,611	49	0,49	23,7	33,5	9,82
151	61,5	0,615	45	0,45	21,4	27	5,6
152	61,6	0,616	56	0,56	15,7	28,48	12,8
153	64	0,64	42	0,42	6,8	28,64	21,84
154	64,5	0,645	56	0,56	13,1	19,08	6
155	64,7	0,647	55	0,55	9,4	15,2	5,8
156	69	0,69	66	0,66	16,2	21,3	5,1
157	74	0,74	63	0,63	16,8	24,5	7,7
158	74,4	0,744	56	0,56	12,6	22,4	9,8
159	75	0,75	63	0,63	19,2	25,6	6,4

160	75,8	0,758	63	0,63	14,4	22,82	8,4
161	76	0,76	56	0,56	9,84	26,88	17,04
162	80	0,8	77	0,77	8,16	19,68	11,52
163	87	0,87	54	0,54	7,2	15,6	8,4
164	87,2	0,872	70	0,7	14,4	20,76	6,36
165	96	0,96	72	0,72	20,5	25,28	4,8
Somme	5378,55		4454		2003	3190,4	1188
Moyenne	32,5973		26,994		12,14	19,336	7,198
ECT	18,7523		15,168		5,813	5,3439	3,174
CV	0,57527		0,5619		0,479	0,2764	0,441
AAM	0,44654		0,369779992		0,166	0,2649	

## ANNEXE7

**Tableau 7. DONNEES DE CALCUL DES ACCROISSEMENTS ANNUELS MOYENS**

N°	ST	Vol sm	Vol cyl	CF
1	0,01	0,022	0,028	0,78
2	0,01	0,105	0,136	0,78
3	0,01	0,079	0,086	0,91
4	0,01	0,134	0,151	0,89
5	0,01	0,028	0,039	0,71
6	0,01	0,029	0,034	0,87
7	0,01	0,056	0,066	0,86
8	0,01	0,051	0,062	0,83
9	0,01	0,052	0,063	0,83
10	0,01	0,055	0,066	0,83
11	0,01	0,070	0,085	0,82
12	0,01	0,009	0,014	0,68
13	0,01	0,062	0,077	0,81
14	0,01	0,032	0,034	0,93
15	0,01	0,125	0,157	0,80
16	0,01	0,034	0,052	0,67
17	0,01	0,060	0,078	0,78
18	0,01	0,115	0,125	0,92
19	0,01	0,175	0,191	0,92
20	0,01	0,046	0,060	0,76
21	0,01	0,167	0,183	0,91
22	0,02	0,030	0,040	0,75
23	0,02	0,112	0,127	0,89
24	0,02	0,083	0,099	0,84
25	0,02	0,121	0,139	0,87
26	0,02	0,132	0,153	0,86
27	0,02	0,091	0,111	0,82
28	0,02	0,136	0,166	0,82
29	0,02	0,148	0,184	0,81
30	0,02	0,162	0,195	0,83
31	0,02	0,319	0,384	0,83
32	0,02	0,116	0,145	0,80

33	0,02	0,222	0,270	0,82
34	0,02	0,085	0,108	0,79
35	0,02	0,183	0,199	0,92
36	0,02	0,118	0,154	0,76
37	0,02	0,288	0,422	0,68
38	0,02	0,095	0,125	0,76
39	0,02	0,425	0,472	0,90
40	0,02	0,091	0,102	0,89
41	0,02	0,313	0,352	0,89
42	0,02	0,137	0,165	0,83
43	0,02	0,185	0,211	0,88
44	0,02	0,312	0,363	0,86
45	0,03	0,266	0,318	0,84
46	0,03	0,199	0,239	0,83
47	0,03	0,300	0,317	0,95
48	0,03	0,183	0,222	0,83
49	0,03	0,292	0,356	0,82
50	0,03	0,594	0,626	0,95
51	0,03	0,447	0,556	0,81
52	0,03	0,181	0,225	0,80
53	0,03	0,438	0,552	0,79
54	0,03	0,244	0,266	0,92
55	0,03	0,124	0,135	0,91
56	0,03	0,318	0,352	0,91
57	0,03	0,383	0,436	0,88
58	0,03	0,086	0,098	0,88
59	0,03	0,349	0,366	0,95
60	0,04	0,198	0,210	0,94
61	0,04	0,476	0,556	0,86
62	0,04	0,361	0,385	0,94
63	0,04	0,246	0,294	0,84
64	0,04	0,566	0,619	0,91
65	0,04	0,229	0,254	0,90
66	0,04	0,396	0,492	0,81
67	0,04	0,189	0,194	0,97
68	0,04	0,236	0,272	0,87
69	0,04	0,171	0,200	0,85
70	0,05	0,276	0,326	0,85
71	0,05	0,613	0,723	0,85
72	0,05	0,933	0,993	0,94
73	0,05	0,492	0,593	0,83

74	0,05	0,418	0,507	0,83
75	0,05	0,195	0,216	0,91
76	0,05	0,284	0,321	0,88
77	0,05	0,321	0,363	0,88
78	0,05	0,546	0,739	0,74
79	0,06	0,429	0,455	0,94
80	0,06	0,878	0,939	0,94
81	0,06	0,645	0,721	0,90
82	0,06	0,421	0,464	0,91
83	0,06	0,585	0,672	0,87
84	0,06	0,122	0,135	0,90
85	0,06	0,466	0,521	0,90
86	0,06	0,526	0,539	0,98
87	0,07	0,582	0,664	0,88
88	0,07	1,421	1,626	0,87
89	0,07	0,414	0,436	0,95
90	0,07	1,002	1,044	0,96
91	0,07	0,338	0,393	0,86
92	0,07	1,295	1,520	0,85
93	0,07	0,552	0,610	0,91
94	0,07	0,823	0,894	0,92
95	0,08	0,846	1,025	0,83
96	0,08	1,455	1,530	0,95
97	0,08	0,878	0,929	0,94
98	0,08	0,933	0,994	0,94
99	0,08	0,952	1,013	0,94
100	0,09	1,374	1,505	0,91
101	0,09	1,139	1,261	0,90
102	0,09	0,723	0,957	0,76
103	0,09	0,925	1,059	0,87
104	0,10	0,727	0,807	0,90
105	0,11	1,247	1,375	0,91
106	0,11	1,273	1,962	0,65
107	0,11	0,521	0,556	0,94
108	0,11	1,835	1,973	0,93
109	0,11	1,262	1,359	0,93
110	0,11	0,722	0,893	0,81
111	0,12	2,117	2,248	0,94
112	0,12	1,616	2,011	0,80
113	0,12	2,860	3,066	0,93
114	0,12	1,824	2,292	0,80

115	0,12	2,785	3,064	0,91
116	0,13	0,739	0,816	0,91
117	0,13	1,796	1,984	0,91
118	0,13	2,431	2,753	0,88
119	0,13	0,864	0,966	0,90
120	0,13	2,267	2,543	0,89
121	0,14	0,916	1,203	0,76
122	0,14	1,166	1,363	0,86
123	0,14	1,502	1,979	0,76
124	0,14	0,910	1,205	0,76
125	0,15	1,544	1,812	0,85
126	0,15	2,936	3,039	0,97
127	0,16	3,694	3,933	0,94
128	0,16	2,496	2,660	0,94
129	0,17	1,202	1,324	0,91
130	0,17	2,866	3,157	0,91
131	0,17	2,491	3,527	0,71
132	0,17	2,160	2,722	0,79
133	0,17	2,927	3,778	0,77
134	0,18	2,730	2,900	0,94
135	0,19	2,183	2,539	0,86
136	0,20	2,892	3,391	0,85
137	0,21	3,191	3,826	0,83
138	0,21	2,805	2,972	0,94
139	0,21	3,134	4,329	0,72
140	0,22	2,045	2,839	0,72
141	0,22	2,017	3,067	0,66
142	0,22	3,134	3,402	0,92
143	0,23	2,612	3,106	0,84
144	0,24	3,801	5,367	0,71
145	0,25	4,240	6,616	0,64
146	0,26	2,851	3,336	0,85
147	0,26	2,747	3,188	0,86
148	0,27	3,722	4,935	0,75
149	0,28	3,684	4,638	0,79
150	0,29	5,701	6,940	0,82
151	0,30	4,878	6,354	0,77
152	0,30	4,265	4,671	0,91
153	0,32	1,564	2,186	0,72
154	0,33	3,746	4,272	0,88
155	0,33	2,661	3,089	0,86

156	0,37	5,797	6,055	0,96
157	0,43	6,228	7,222	0,86
158	0,43	4,288	5,475	0,78
159	0,44	7,230	8,478	0,85
160	0,45	5,498	6,504	0,85
161	0,45	3,442	4,462	0,77
162	0,50	3,949	4,100	0,96
163	0,59	2,963	4,278	0,69
164	0,60	7,067	8,595	0,82
165	0,72	11,575	14,816	0,78
Somme	18,29	219,021	262,015	140,61
Moyenne	0,11	1,327	1,588	0,85
AAM	3,0002858			