

**UNIVERSITE DE KISANGANI**  
**FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES**  
**« FSA »**  
**BP 2012**  
**KISANGANI**

**ETUDE DU COEFFICIENT MOYEN DE  
FORME DE *Ricinodendron heudelotii*(Baill)  
DANS LA FORET NATURELLE DE MASAKO  
à KISANGANI, RDC**

**Par**



**OPELELE YUSUFU**

**Travail de Fin d'Etude**

Présenté et défendu en vue de  
L'obtention du grade d'ingénieur  
Agronome

Option : EAUX ET FORETS

Directeur : Prof. NTAOBAVUKA

Encadreur : Joseph LISSINGI AENDO

***ANNEE ACADEMIQUE : 2007-2008***

## DEDICACE

Au Très-Haut, notre père de l'Univers Seigneur Dieu et son fils Jésus Christ, pour avoir bien voulu nous prêter la vie jusqu'à ce jour de l'élaboration de notre travail de fin d'études Universitaires.

A nos chers parents : OMARI et SIOMBO ONENDA pour des sacrifices et le vouloir consentir pour notre devenir.

A toi Oncle maternel, MBEKA, EMILE et mères cadettes EMILIE et Angel NGOY ; Aphosine pour vos contributions morales, et pour l'attention que vous n'avez cessée d'accorder à notre égard.

A nos grands frères : KABEYA SIMBA, DONA OMARI pour vos contributions tant morale que matériel.

A vous mère cadette : Stéphanie pour votre contribution morale que vous n'avez cessée d'accorder à notre égard.

A vous compagnons de lutte KAMBALE MUSUBAO, TSHEDIA BITAKUMARA, OKANGOLA WENGANESEKE, MATHIEU KYANGA , SAM FUNDI et tous les autres qui ont contribué d'une manière ou d'une autres, pour notre devenir.

A ma chère épouse : BORA OPELELE pour la contribution morale qu'elle n'avez cessée d'accorder à notre égard.

Nous dédions ce travail.

## **AVANT-PROPOS**

Au terme de ce travail, il nous est un agréable devoir d'exprimer toute notre reconnaissance à tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre, à sa réalisation.

Nous remercions d'abord la Faculté des sciences Agronomiques de l'UNIKIS, pour l'accueil qu'elle nous a réservé pendant notre séjour de formation ainsi que les professeurs, chefs de travaux et Assistants qui ont participé activement à cette formation.

Nos sentiments vont particulièrement à l'endroit du professeur HONORINE NTAHOBAVUKA qui, malgré ses multiples occupations scientifiques et administratives, a bien voulu assurer la direction de ce travail.

Nos sentiments de gratitude s'adressent également à monsieur l'assistant Ingénieur Joseph LISSINGI AENDO qui, en dépit de ses multiples occupations, a bien voulu assurer l'encadrement de ce travail. Il a été pour nous une source de fructueuses stimulations.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à l'égard de chargé d'enseignement SINDANI KENGO, pour nous avoir aidé à récolter les données sur terrain.

Nos sincères remerciements s'adressent à nos collaborateurs, ingénieurs forestiers BEN Israël BOHOLA, Papy MBANDANO, ATIBASAY qui nous ont prêté mains fortes lors de la rédaction de ce travail.

Que ce travail nous soit et par où reste l'image de toutes nos souffrances endurées dans la vie universitaire.

## RESUME

Notre travail avait pour but la détermination de coefficient moyen de forme de *Ricinodendron heudelotii* dans la forêt nature de Masako.

Etant donner que les différentes formes tiges des arbres dépendent de plusieurs facteurs tels que leur origine génétique, leur âge, leur réaction industrielle, leur nature, leur traitement ainsi que leur dimension (ANONYME, 2005), cette investigation se propose de vérifier le coefficient de forme de *Ricinodendron heudelotii* tendrait vers la forme paraboloidale ; si ce coefficient serait proche de celui des tiges des espèces d'arbres rencontrées dans d'autres types de forêts ; s'il existe une corrélation entre le DHP et la hauteur de *Ricinodendron heudelotii*.

Cette étude vise à déterminer le coefficient de forme de *Ricinodendron heudelotii* en forêt naturelle.

En ce qui concerne notre méthode d'inventaire, nous avons retenu comme critère, le mesurage de tous les arbres qui avaient des diamètres à hauteur de la poitrine (DHP) supérieur ou égal à 10 cm dans la parcelle éventoriée.

Les résultats obtenus, à l'issue de cette investigation, montrent que :

- la valeur moyenne de coefficient de forme est de 0,68 la forme de fût de *Ricinodendron heudelotti* dans la forêt naturelle de Masako tend vers le cylindre ce là veut dire qu'elle est comprise entre la forme paraboloidale et la forme cylindrique. Le coefficient de forme trouve son application dans l'estimation exacte des volumes.
- Il existe une relation entre le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur fût. Cette relation peut être exprimée par l'équation de régression linéaire suivante :  $H_f \text{ égal } 19,52 + (-2,53)DHP$ .
- La valeur moyenne de coefficient de forme (0,68) est proche des autres tiges d'arbres rencontrées dans d'autre type de forêt.

## SUMMARY

Our job was to determine average coefficient form *Ricinodendron heudelotii* in the forest nature of Masako.

Due to the different forms of tree stems depends on several factors such as their origin genetics, age, industrial reaction, their nature, their treatment and their size (Anonymous, 2005), this investigation aims to check the form factor of *Ricinodendron heudelotii* tend to form paraboloidal if this coefficient is close to that of stems of species trees encountered in other types of forests; if there is a correlation between DBH and height *Heudelotii Ricinodendron*.

This study aims to determine the coefficient of form *heudelotii ricinodendron* of natural forest.

Regarding our method of inventory, we used as a criterion, the measurement of all trees diameters of at chest height (DBH) greater than or equal to 10 cm in the plot inventoried.

The results, after this investigation, show that: the average coefficient is to form 0.68 form of drum in *Ricinodendron heudelotti* natural forest Masako toward the cylinder that is means it is between the form paraboloid and cylindrical. The form factor is its application in the accurate estimation of the volume. There is a relationship between the diameter chest height and the height was. This relationship can be expressed by the linear regression equation

Next:  $H_f \text{ equals } 19.52 + (-2.53) \text{ DHP.}$

The average coefficient of form (0.68) is close to the other stems of trees encountered in other types of forest.

## INTRODUCTION

### 0.1. PROBLEMATIQUE

La République Démocratique du Congo avec ses 125 millions d'hectares de forêts denses détient le plus grand réservoir de forêts feuillies commerciables d'Afrique, est à l'échelle mondiale (FAO, 2004).

Ce potentiel forestier est composé des essences de grande valeur sur les marchés mondiaux de bois.

A ce jour, seules des estimations empiriques permettent de fixer une valeur économique des forêts. Ces estimations sont cependant, trop aléatoires pour attirer les investisseurs éventuels et beaucoup des données de base manquent pour permettre des études de rentabilité prérequisées à tout investissement de moyenne ou grande envergure (MABIALA, 1982).

Pour les estimations quantitatives, à part le diamètre, la hauteur, la surface terrière et le volume, la forme de la tige requiert une importance capitale pour l'estimation du volume de bois sur pied dans la mesure où, elle facilite le cubage de bois sur pied, moyennant peu de relevés. (SINDANI, 2005 IN ADEBU, 2006).

Il est donc important de connaître la forme de la tige pour faire un choix judicieux des formules pouvant donner des valeurs exactes des volumes, étant donné que les différentes formes des tiges des arbres dépendent de plusieurs facteurs tels que leur origine génétique, leur âge, leur réaction individuelle, leur nature, leur traitement ainsi que leur dimension (ANOWYME, 2005). Au lieu de tenir compte de tous ces facteurs, on détermine souvent le volume des tiges de ces arbres en les assimilant à des paraboles.

Ainsi, nous avons procédé à l'inventaire des arbres de *Ricinodendron heudelotii* qui colonisent la forêt secondaire de Masako en

vue de recueillir les données dendrométriques susceptibles d'aider à déterminer les coefficients moyen de forme de la plante.

## **02. HYPOTHESES DE TRAVAIL**

Pour mener à bien cette étude, nous formulons les hypothèses ci-dessous :

- Le coefficient de forme de *Ricinodendron heudelotii* tendrait vers la forme paraboloidale.
- Ce coefficient serait proche de celui des tiges des espèces d'arbres rencontrées dans d'autres types de forêt.
- Il existe une corrélation entre le DHP et la hauteur de *Ricinodendron heudelotii*.

## **03. But et Objectifs**

Cette étude vise à déterminer le coefficient de forme de *Ricinodendron heudelotii* en forêt naturelle.

Les objectifs suivants seront assignés à ce travail :

- Dénombrer les arbres et mesurer le DHP (à 1,30m du sol) de toutes les tiges de *Ricinodendron heudelotii* ayant de  $DHP \geq 10\text{Cm}$  ;
- calculer les paramètres utilisés dans l'évaluation des volumes des tiges ;
- déterminer à partir des volumes, le coefficient moyen de forme des tiges ;
- tester les modèles de régression ;
- comparer le coefficient de corrélation retenu à ceux d'autres forêts

#### **04. Intérêt**

Ce travail comporte un double intérêt : scientifique et pratique

- **Intérêt scientifique**

Ce travail constitue une banque des données qui serviront aux investigations ultérieures à mener sur le *Ricinodendron heudelotii* (Baill) ce-ci pourra réduire le nombre des mesures à déterminer lors des études sur les tarifs de cubage.

- **Intérêt pratique**

Les chercheurs intéressés à l'estimation quantitative de bois sur quelle se serviront des résultats de ce travail.

#### **05. SUBDIVISION DE TRAVAIL**

Ce travail comprend quatre chapitres. Le premier présente les généralités, le deuxième se rapporte aux matériels et méthodes de travail, le troisième donne les résultats et le quatrième les discute. Une conclusion et suggestion clôturent ce modeste travail.



## **CHAP I : GENERALITES**

### **I.1. MILIEU D'ETUDE**

#### **I.1.1. Présentation de Masako**

La réserve forestière de Masako est située dans la localité de BATIABONGENA, commune de la Tshopo, sous région urbaine de Kisangani, au nord de la ville de Kisangani sur l'ancienne route Buta. Sa création remontée au 12 Novembre 1953, par l'ordonnance loi n°52/378.

(IFUTA, 1993)

Elle a une superficie totale de 2.150ha dont le 1/3 est occupé par la forêt primaire au nord-ouest. Le sud de la réserve, est occupé par les jachères et les cultures. Ce territoire compte 13 ruisseaux et Masako a donné son nom à la réserve. (MBOENGONGO, 1999).

Masako jouit du climat général de la ville de Kisangani. Cependant, son isolement, sa végétation ainsi que la proximité de la rivière Tshopo et de nombreux ruisseaux (Masako, Magina, etc....) lui confère un climat local particulier dont les données météorologiques sont encore en voie de prélèvement.

#### **I.1.2. Données climatiques de Kisangani**

Le tableau ci-dessous reprend les données climatiques des températures, et des précipitations sur la période allant de 2003 à 2007 (5ans).



**Tableau 1 :** Moyennes mensuelles de précipitation de la ville de Kisangani.  
(Département de phytotechnie, IFA/Yangambi/Kis)

Mois/Années	J	F	M	A	M	J	J	O	S	Oc	N	D	Moyenne annuelle
2003	53,3	85,2	283,1	288,5	163,1	124,3	136,7	255,0	401,1	327,5	345,4	128,8	211
2004	237,9	123,7	142,2	315,5	180,7	272,3	200	158,2	337,9	415	278,6	166,1	236,0
2005	85,87	196,0	199,4	259,3	214,1	296,6	129,5	239	126,7	287,5	153,6	3,1	182,5
2006	36,8	149,1	166,8	145,7	278,9	243,5	129,6	168,2	220,0	299,2	318,9	39,2	180,4
2007	18,6	134,7	86,1	168,3	255,9	77,0	139,3	124	299,8	193,6	304,5	130,8	161,0
Moyenne Annuelle	86,5	137,7	176,9	223,0	218,5	182,7	161,0	188,8	277,1	304,6	280,2	93,6	194,2

La moyenne mensuelle des précipitations la plus élevée a été prélevée au mois d'Octobre (304,6) ; par contre, le mois de Janvier est la moins pluvieuse avec 86,5mm.

L'année 2004 est la plus pluvieuse (236,0mm) et 2007 la moins pluvieuse (161,0mm)

**Tableau 2 :** Moyennes des températures de la ville de Kisangani  
(Département de Phytotechnie IFA/Yangambi)

Mois/Années	J	F	M	A	M	J	J	O	S	Oc	N	D	Moyenne annuelle
2003	27,1	26,9	27,5	26,4	26,8	25,5	25,5	24,9	25,7	26	25,4	23,9	25,9
2004	25,6	27,2	27,3	26,2	25,7	24,7	24	24,05	24,1	25,1	24,7	25,2	25,3
2005	25,5	26,9	25,4	25,5	25,5	24,7	25,4	25,5	24,7	24,4	25	25,1	25,3
2006	25,7	25,9	25,9	25,9	25,4	25,9	25,5	25,2	25,1	25,6	25,2	25,2	25,5
2007	26,3	26,2	26,3	25,7	26,9	26,3	25,7	25,4	25,3	25,7	25,2	25,14	25,8
Moyenne Annuelle	26	26,6	25,9	25,9	26,0	25,4	25,2	25,0	24,9	25,4	25,1	25,1	23,4

La température moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois de Février avec 26,6°C ; les mois de Novembre et Décembre les moins chaude (25,1°C).

La moyenne annuelle la plus élevée est de 25,9 obtenue en 2003, la plus faible 23,4°C a été enregistrée.



### I.1.3. Végétation

Les forêts secondaires de Masako constituent des étapes de la reconstitution des forêts denses ombrophiles sempervirentes.

Ces dernières représentent la végétation climacique de la cuvette centrale qui selon ERVARD (1968) constitue un Territoire floristique assez homogène.

La forêt secondaire jeune à Musanga cecropioides R. Br présente trois strates distinctes :

- strate supérieure ou arborescente d'au moins 8m avec d'autres espèces, principalement l'espèce *Macaranga spinosa* Mull Arg et les espèces des familles d' Apocynaceae, Flacourtiaceae et d'autres familles.
- La strate sous- arbustive et herbacée de plus ou moins 2 m de haut est très dense, peu franchissable par la présence de nombreuses racines échasses de *Musanga cecropioides* et des mégaphytes appartenant aux familles des Zingibéraceae et Marantaceae.

Le sol est couvert d'une litière épaisse et des feuilles mortes en décomposition.

- La forêt à *Uapaca Guineensis* Mull Arg comprend trois strates :

La strate arborescente supérieure de plus ou moins 30 m de haut dont le recouvrement est de 46, 81% (LUBINI et MANDANGO, 1981) est dominée par *Uapaca guineensis* Mull Arg, accompagnée des *Pterisanthus macrocarpus* (P. Beauv), *Pycnanthus angolensis* (Welw), *Fagara macrophylla* (Oliv)

La strate arborescente inférieure de 15-20m de haut est colonisée par les jeunes pieds des *Uapaca guineensis*, *Anonidium manii*(Oliv), *Carapa procera* DC et *Strombosia grandifolia* Hook F.

La strate arbustive de 2 à 8 m de haut, réunit les espèces telle que : *Alchornea* Mull arg *floribunda*, *Thomandesia* *hensii*, De Wild *Dichapetalum* *mombuttense* (Engl), et d'autres. La strate herbacée, hétérogène et très riche, elle comprend des espèces telles que *Commelina* *capitata* Benth, *Palisota* *ambigua*, (P. Beauv) *barter* Hook. Le sol sablo-argileux est couvert de litière épaisse, des brindilles et des feuilles mortes en décomposition lente.

La forêt secondaire vieille de Masako comprend aussi trois strates. La strate supérieure ou arborescente d'au moins 30m de haut est occupée par *Fagara* *macrophylla*, *Petersinathus* *macrocarpus*, *Pycnanthus* *ango lensis*, *Ricinodendron* *heudelotii* auxquelles s'ajoutent les espèces lianescentes comme *Landolphia* *owariensis* P. Beauv, *Millettia* *duchesnei* (De Wild), *Manmiophyton* *fulvum* Mull Arg et d'autres qui forment une voûte parsemée de plusieurs clairières peu étendues.

Le sous- bois, dense, jonché des lianes des strates arbustives et herbacées est constitué des jeunes pousses des essences mesophiles et des megagéophytes.

La litière est très abondante formée également de nombreuses feuilles mortes en décomposition. (EBUMBA, 1987)

## 1.2. Description botanique de *Ricinodendron heudelotii*

*Ricinodendron heudelotii* est un arbre à croissance rapide, atteignant jusqu'à 50m de hauteur et 2,7m de circonférence.

Dénominations locales : ESSENANG.

Dénomination commerciale : liège, erimado, musodo.

Base : empatement épais se prolongeant en grosses racines traçantes.

Fût : un peu sinueux, cylindrique, longue : 25m et diamètre 1,2m

Ecorce : gris claire (1-1,5Cm) lisse à surface marquée de lenticelles pustuleuses, souvent striée horizontalement ; tranche granuleuse rose sécant des gouttelettes de liquide rouge ;

Aubier : non différencie.

Bois : blanc

Feuilles : caduques, alternes, composées digitées à long pétiole renflé à la base (10-40Cm, 3-5Cm folioles de 6-30x 3-15Cm). Les folioles inférieures sont plus petites et terminées en pointe. Il est pourvu de petites dents glanduleuses noirâtres.

Fruits : drupes 2-3 lobes (4-5x2, 5-3,5Cm) jaunes verdâtres

Potentiel : sud-ouest (0,14 ; d : 0,25-0,30 ; très tendre ; peu nerveux)

Propriété mécaniques : faiblement résistant au fendage ; très peu résistant au choc.

### **Répartition géographique**

Angola, Benin, Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire, République Démocratique du Congo, Gabon, Ghana, Guinée-Bissau, Kenya, Libéria, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Tanzanie, Tchad, Togo, Ouganda et Zambie.

### **Usage**

Alimentation : les graines sont comestibles mais ne sont pas évaluées en tant que denrée alimentaire dans tous les domaines où il pousse. Les noix peuvent être consommées après cuisson dans l'eau ou en sauce comme en Côte d'Ivoire, ou mélanger avec du poisson, de viande ou de légume.

Au Gabon, des amandes grillées sont transformées en une pâte carburant : le bois de *Ricinodendron heudelotii* n'est pas populaire en tant que carburant, brûle très rapidement. Fibre : *Ricinodendron heudelotii* est peut être adapté à la pâte à papier. En République Démocratique du Congo, le bois est utilisé pour la fabrication des tambours, qui sont sensées être très sonore, et dans le sud du Nigeria, le Gabon et l'Angola, il est taillé pour faire la totalité ou la résonance des pièces d'instruments de musique.

Utilisations : des âmes de contreplaqué ; caisserie ; scie ; substitut possible pour le balsa.

Fruit comestible (VIVIEN.J et FAURE JJ 1989 ARBRES DES FORETS DENSES D'AFRIQUE CENTRALE).

### 1.3. FORME DES ARBRES

#### 1.3.1. Décroissance métrique

La décroissance métrique est la différence de diamètre au niveau de diamètre à hauteur de la poitrine (DHP) et le diamètre à fin bout (Dfb) (DHED'A, 2006)

La décroissance métrique est exprimée par le nombre moyen de centimètre dont la circonférence où diminue par mètre de hauteur totale (CTFT, 1989).

Ainsi, le coefficient de décroissance métrique sur la circonférence est estimé par le rapport :

$$\frac{C_1 - C_2}{H/2 - 1,30} \quad \text{avec } C_1 \text{ (en centimètres) circonférence à 1,30m}$$

$$C_2 \text{ (en centimètres) circonférence à mi-hauteur totale}$$

$$H \text{ (en mètre) hauteur totale}$$

Le même coefficient sur le diamètre est estimé par :  $\frac{D_1 - D_2}{(H/2 - 1,30)\pi}$

#### 13.2. Coefficient de forme

Le coefficient de forme se définit comme étant le rapport entre le volume commercialisable et le volume d'un cylindre qui aurait pour hauteur celle de la tige et pour base sa section au diamètre à hauteur de la poitrine (ANONYME, 1991).

Selon LOKOMBE (1996); il est le rapport entre le volume total estimé de la tige et le volume d'un cylindre qui aurait pour hauteur de mesurer la circonférence à 1,30m du sol.

A propos du coefficient moyen de forme, il est donc défini comme étant la moyenne de coefficients de forme d'un lot de cylindre ayant pour

hauteur celles de leur tiges et pour bases leur sections à la hauteur de la poitrine (ANONYME, 1961).

Les valeurs suivantes donnent les différentes valeurs de coefficient de forme en se basant sur la forme géométrique du fût d'une essence (ANONYME, 1978).

$Y = 1$  pour un cylindre

$Y = 0,55$  pour un paraboloïde

$Y = 0,407$  pour un cône

**$Y = 0,338$  pour un neloïde**

### 1.3.3. Coefficient naturel de forme

Ce coefficient qualifie mal la forme d'une tige parce qu'il suggère que 2 tiges de même forme n'ont pas le même coefficient  $f$ .

Par contre, le coefficient artificiel de forme se réfère à la forme idéale du cylindre.

Pour le calcul, les expressions mathématiques ont été mises en jeu pour calculer le coefficient de forme, on peut en déduire ce qui suit (SINDANI, 2005).

$$f = \frac{\frac{1}{4}\pi C^2 \cdot mH}{\frac{1}{4}\pi C^2_{1,3}H} = \frac{C^2 m}{C^2_{1,3}}$$

avec  $cm$  = circonférence médiane du fût

$C_{1,3}$  : circonférence à hauteur d'homme

$H$  = hauteur du fût

Lorsqu'il s'agit du diamètre

$$f = \frac{\frac{1}{4}D^2 \cdot mH}{\frac{1}{4}\pi D^2_{1,3}H} = \frac{D^2 m}{D^2_{1,3}}$$

avec  $Dm$  : diamètre médiane

$D_{1,3}$  : diamètre à hauteur d'homme

$H$  : hauteur du fût

#### **1.3.4. Le profil de la tige**

Ayant mesuré la circonférence (diamètre) de la tige à différents niveaux de la hauteur, il est possible de représenter les mesures par deux types de graphiques (CTFT, opcit).

- Le premier type de graphique permet de représenter la tige telle qu'elle est vue.
- Le second permet de visualiser le volume (VIH) à une hauteur donnée ( $H_i$ ).

Pour comparer la forme de deux arbres, il est nécessaire de transformer les échelles par rapport à la hauteur totale qui est la possibilité la plus simple et aisée.

Ce procédé par profils de tiges constitue la modalité la plus fiable d'étude et de comparaison de la forme des arbres ou plus tôt de tiges.



## **CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES**

### **2.1. MATERIEL**

#### **2.1.1. MATERIEL BIOLOGIQUE**

Notre matériel biologique comprend 105 tiges de *Ricinodendron heudelotii* inventoriées dans la forêt secondaire de Masako.

#### **2.1.2. MATERIEL NON BIOLOGIQUE**

Pour prélever les différentes mesures, nous avons utilisé :

- Une boussole montée sur un bâton pour l'orientation des layons ;
- Une machette pour couper les lianes et arbustes ;
- Des jalons pour l'alignement ;
- Un galon circonférentiel pour mesurer le diamètre à hauteur de la poitrine (1,30m) ;
- Une perche pour indiquer le niveau de 1,30m du sol ;
- Un couteau forestier ou couteau marqueur pour numéroté les arbres;
- Le relascope de BITTERLICH pour déterminer le diamètre à hauteur de la poitrine, diamètre fin bout, la hauteur fût et hauteur totale

### **2.2. Méthode d'inventaire**

Nous avons retenu comme critère, le mesurage de tous les arbres qui avaient des diamètres à hauteur de la poitrine (DHP) supérieur ou égal à 10 Cm dans la parcelle éventoriée.

L'unité d'échantillonnage étant l'arbre ; nous avons pris soin de marquer avec une griffe de riban tous les arbres mesurés afin d'éviter une doute d'estimation des paramètres d'une même tige.

### **2.2.1. Organisation de travail**

Les travaux d'inventaire ont été réalisés par une équipe de 5 personnes dont :

- Un Boussolier pour l'orientation des layons ;
- Deux jalonneurs nous <sup>ont aidé</sup> pour placer les piquets le long de layon ;
- Deux machetteurs pour ouvrir les layons.

Les travaux se sont déroulés en 2 phases :

- Une phase de layonnage (ou délimitation de parcelle)
- Une phase de comptage des arbres de plus au moins 10 Cm de DHP

#### **a. Layonnage**

Les points de départ des layons sont définis par leurs coordonnées géographiques. Chaque départ de layon est matérialisé par un piquet. Le piquetage de distances cumulées sur layon (piquet numérique tous les 20 m) tient compte de correction de pentes. (W.WF et FRM ; 2005)

#### **b. Chaînage**

Le chaînage nous a permis d'évaluer la longueur des layons et d'ériger des parcelles – échantillons.

#### **b. Le comptage**

L'opération de comptage qui suit immédiatement celle du layonnage, consiste à identifier les arbres d'une façon botanique (à partir du nom local traduit en nom scientifique) et à mesurer le DHP (diamètre à 1,30m ou 0,30m au dessus des contreforts). Les données recueillies sont portées sur la fiche d'inventaire en annexe.

### **2.2.2. Ouverture des layons.**

Nous avons tracé deux layons dont un layon de base principale dans la direction N 05°E puis de quatre layons secondaires distant l'un de

l'autre de 50m sur le layon principal dans la direction N 65°W. Les parcelles d'échantillons étaient rectangulaires de 0,5ha. dont 200m de long et 25m de large. La figure n°3, illustre la géométrie des parcelles échantillons.

Le dénombrement et l'identification des arbres de *Ricinodendron heudelotii* ont été effectués sur tous les arbres atteignant un DHP  $\geq 10$  Cm. Etant donné qu'il n'y avait pas assez d'arbres dans la parcelle délimitée, nous étions obligés de chercher d'autres tiges en dehors de cette parcelle en vue d'avoir un échantillon représentatif de cette forêt.

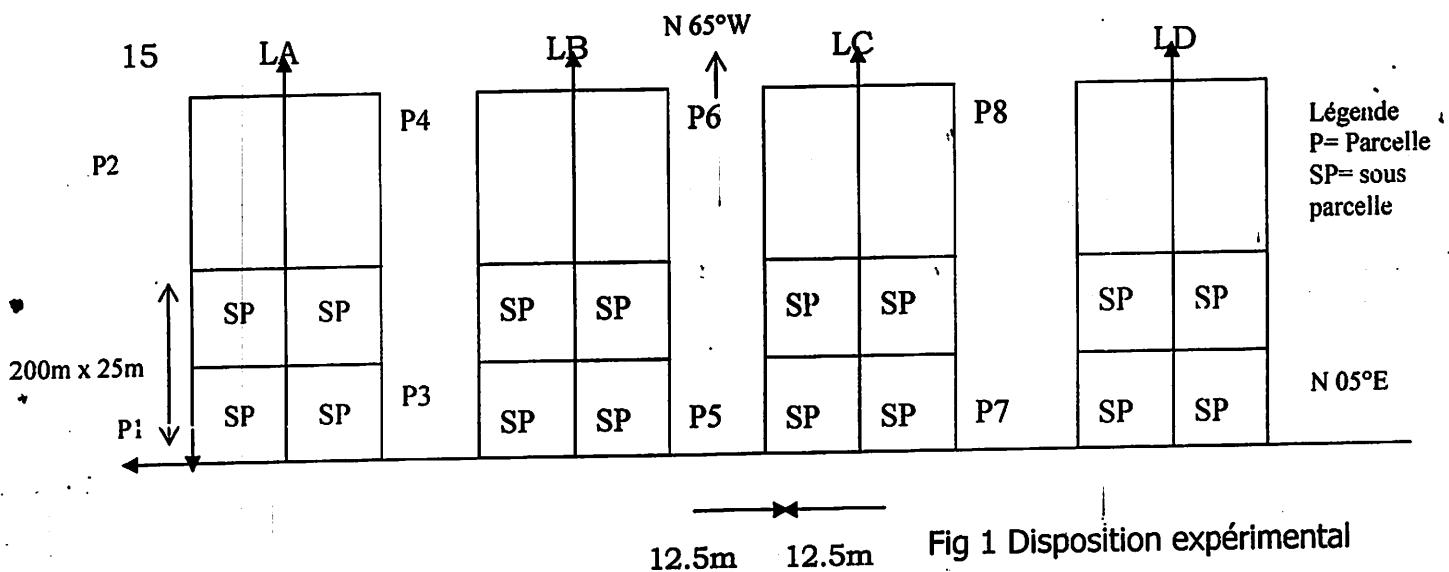


Fig 1 Disposition expérimental

## 2.3. TECHNIQUE DE RECOLTE DES DONNEES

### 2.3.1. Mesure des paramètres considérés

Les mesures dendrométriques ont portés sur les paramètres ci-après :

- Diamètres : le diamètre à hauteur de la poitrine (DHP) et le diamètre à fin bout (DFB)
- Hauteurs : la hauteur totale (Ht) et la hauteur fût (Ht) ces différents paramètres ont été prélevés par le rélascope de BITTERLICH à bande large.

### 2.3.2. Compilation de données

Les transformations des mesures brutes de rélasopes de BITTERLICH s'effectuent de la manière suivante :

1. pour le diamètre, nous avons utilisé la relation ci-après :  $DHP=2Ua$

où :

D : diamètre (Cm)

U : nombre d'unité relascopique

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

2. Pour la hauteur : la relation utilisée est :  $Ht = Ls - Li$  où

Ls= lecture du point supérieur

Li= lecture inférieur

La hauteur totale s'obtient par rapport à l'échelle de mesure

#### Calcul de coefficient de forme

La relation utilisée pour calculer le coefficient de forme est la suivante :

$$f = \frac{\text{VolumeSmalian}}{\text{VolumeCylindre}}$$

$$VS = \pi/4 \frac{(D_1^2 + D_2^2)}{2} . Hf$$

avec : D1=diamètre à hauteur de la poitrine

D2 =diamètre à fin bout

Hf= hauteur fût.

- où volume du cylindre  $(VS) = \pi/4 DHP^2 . Hf$

avec : DHP=diamètre à la hauteur de la poitrine

Hf=hauteur fût

Pour la distribution des tiges en classe de hauteur, nous avons utilisé la formule de strurge pour repartir les tiges en classes de hauteur

**K=1+3,3 LogN** avec : K= nombre des classes  
N= nombre des données

$$IC = \frac{PGV - PPV}{K}$$

avec : IC=intervalle de classe

PGV=plus grande valeur observée

PPV=plus petit valeur observée

Pour la distribution des tiges en classes de diamètre, nous avons utilisé un intervalle de classe de 10 Cm.

### 2.3.5. Relations entre le diamètre à hauteur de la poitrine et la hauteur du fût.

Il existe, une corrélation entre les variables, lorsqu'ils varient dans le même sens et dans la même direction (MISENGA, opcit).

Le coefficient de corrélation que nous désignons par R détermine le degré de liaison entre le diamètre à la hauteur de la poitrine et la hauteur du fût. Il peut prendre toute valeur comprise entre -1 et 1.

Lorsqu'une relation existe entre y à partie de x, c'est-à-dire entre la hauteur fût et le diamètre à la hauteur de la poitrine, on emploie une connotation de régression.

En effet, la régression de y en x signifie la prédiction des valeurs de la variable de y à partir des valeurs de la variable de x (MISENGA, 2005) ; Dans notre travail nous avons relevé les équations de régressions suivantes :

- l'équation de régression linéaire :  $y=a+bx$
- l'équation de régression logarithmique :  $y=a+b^{\ln x}$
- l'équation de régression exponentielle :  $a^{ebx}$
- l'équation de régression de puissance :  $y=axb$

Le coefficient de corrélation est :

$$R = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{N \sum X^2 - \sum X^2} \sqrt{N \sum Y^2 - \sum Y^2}} \quad \text{avec : } \sum = \text{somme}$$

N=Nombre total de données

Il convient de rappeler que, la valeur maximum du coefficient, lorsque l'ajustement est parfait, est égale à 1. Toute fois, un coefficient de corrélation d'une valeur supérieure à 80% dénoté une bonne régression.

(MAMBIALA - ma - KHETE et all, 1981). Ce qui confirme la majorité des équations de régression dont les coefficients de corrélation sont supérieurs à 80% ; sauf la régression logarithmique avec  $R= -0,777$  dont l'ajustement n'est pas parfait..



courbe montre un pic dans la classe  
réduite est signalée dans la classe de 110 à 120.

## CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS

### III.1 PARAMETRES DENDROMETRIQUES.

Les mesures et les calculs dendrométriques ont été effectués sur 105 tiges de l'espèce *Ricinodendron heudelotii* inventoriées dans la forêt secondaire de Masako.

#### III.1.1. Diamètre à hauteur de la poitrine

La figure 2 ci-dessous illustre la distribution des tiges en fonction de DHP dont les éléments de détail sont consignés dans le tableau 3 en annexe 1.

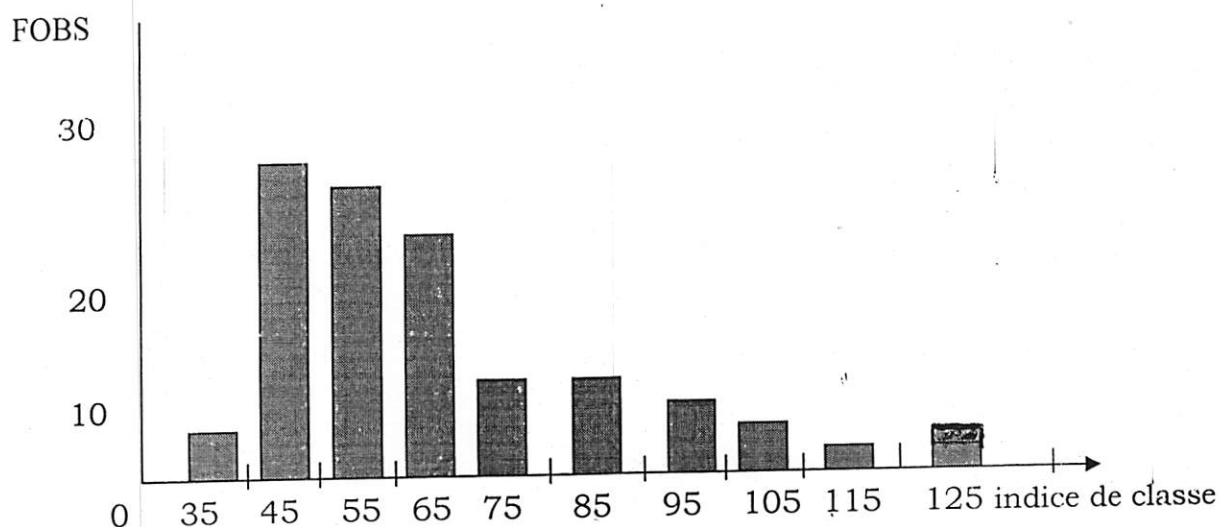


Figure 2 : Distribution des tiges par classe de DHP

La distribution des tiges par classe de DHP en fonction de fréquence observée est représentée par la courbe en forme de cloche. La courbe montre un pic dans la classe de 40 à 50 et la fréquence la plus réduite est signalée dans la classe de 110 à 120.

### III. 1.2. DIAMETRE AU FIN BOUT

La figure 3 ci-dessous illustre la distribution des tiges en fonction de DHP dont les éléments de détail sont consignés dans le tableau 4 en annexe 2.

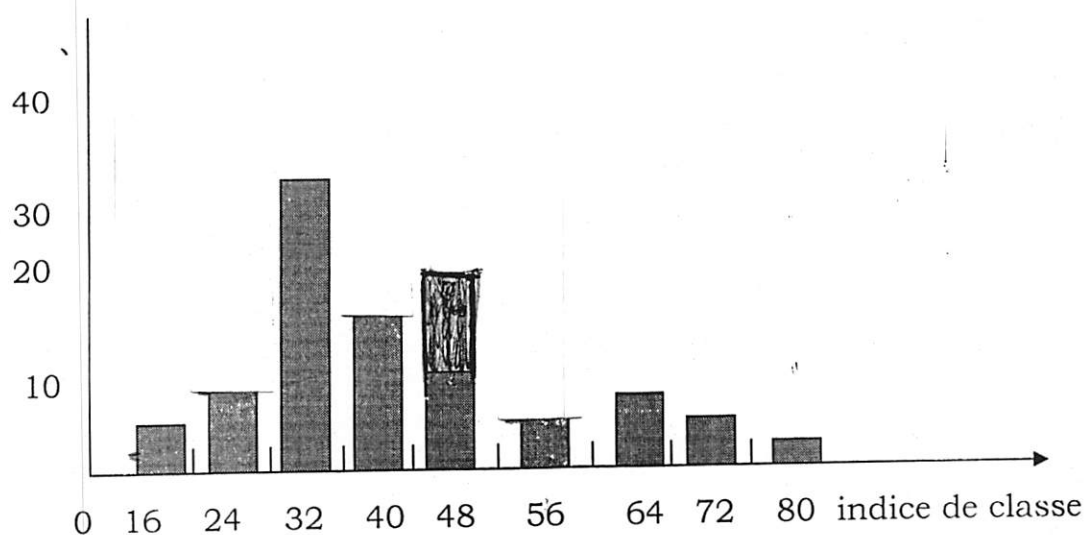


Figure 3 : Distribution des tiges par classe de DFB

La distribution des tiges par classe de DFB est représentée sous forme de courbe de Gauss avec un étirement à droite. La courbe montre un pic dans la classe de 28 à 36 et la fréquence la plus réduite est signalée dans la classe de 12 à 20 et 76 à 84.

### III. 1.3. Hauteur totale

La hauteur totale indique le stade de développement de chaque type de forêt.

La figure 4 ci-dessous illustre la distribution des tiges en fonction de la hauteur totale dont les éléments de détail sont consignés dans le tableau 5 en annexe 3.

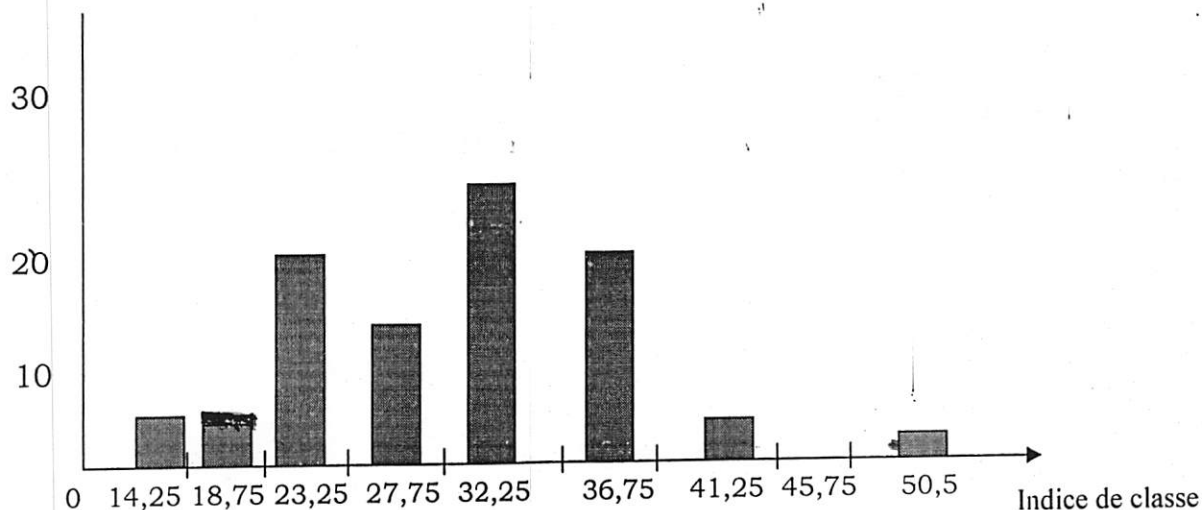


Figure 4 : La distribution des tiges par classe de hauteur totale

La distribution des tiges par classe de la hauteur totale est représentée sous forme de la courbe de Gauss. La courbe montre un pic dans la classe de 30 à 34,5 et la fréquence la plus réduite est signalée dans la classe de 43,5 à 52,5.

#### III.1.4. Hauteur fût.

0

La figure 5 ci-dessous illustre la distribution des tiges en fonction de la hauteur fût dont les éléments de détail sont consignés dans le tableau 6 en annexe 4.

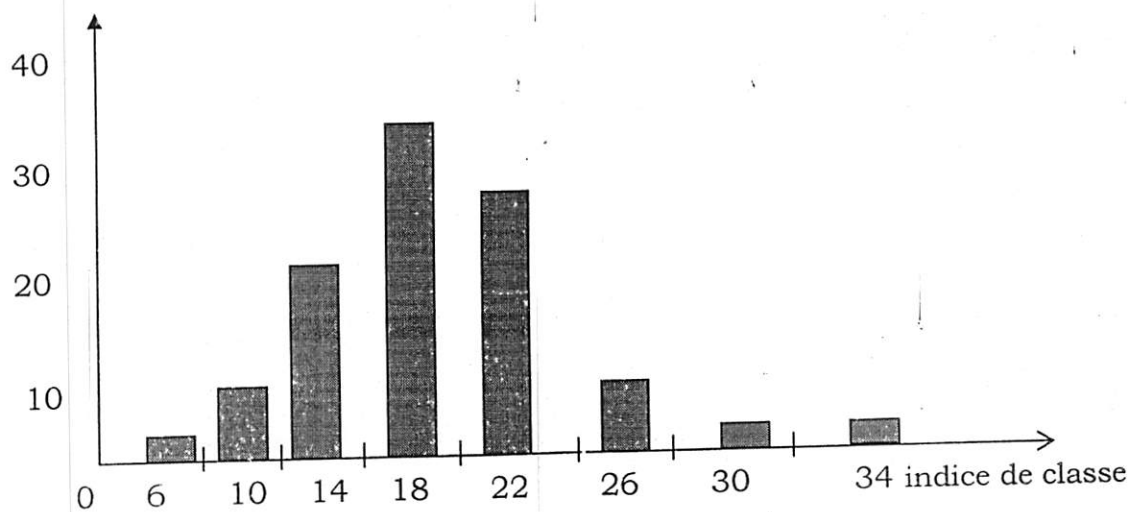




Figure 5 : La distribution des tiges par classe de hauteur fût

La distribution des tiges par classe de la hauteur fût est représentée sous forme de cloche. La courbe montre un pic dans la classe de 16 à 20 et la fréquence la plus réduite est signalée dans la classe de 32 jusqu'à 36.

### III.2. VOLUME

#### III.2.1. Volume de SMALIAN (VS)

Le volume de Smalian est représenté dans le tableau 7.

**Tableau 7 :** Volume de Smalian en fonction des classes de diamètre à hauteur de poitrine

Classe DHP (Cm)	Indice	Fréquence observée	Volume de Smalian
30-40	35	5	4,385
40-50	45	28	64,170
50-60	55	27	82,869
60-70	65	18	66,372
70-80	75	8	40,712
80-90	85	8	44,936
90-100	95	6	48,276
100-110	105	2	16,214
110-120	115	1	6,985
120-130	125	2	25,903
TOTAL		105	482,2m <sup>2</sup>

Il découle de la lecture de ce tableau que le volume de l'ensemble des tiges *Ricinodendron heudelotii* dans la forêt secondaire de Masako est de

482,2m<sup>3</sup>. La classe de DHP allant de 50 à 60Cm contient le plus grand volume avec 82,869m<sup>3</sup> dans la classe 1 de ( 30-40Cm) et la classe 9 de (110 à 120Cm) le volume est très faible (4,385 m<sup>3</sup>) et 6,985 m<sup>3</sup>.

### III.2.2. Coefficient de forme (f)

Les résultats du coefficient de forme en fonction de classes de diamètre à hauteur de poitrine sont présentés dans le tableau 8.

**Tableau 8 :** Distribution de coefficient de forme en fonction des classes de diamètre à hauteur de la poitrine DHP.

CLASSE DHP (Cm)	Indice	Fréquence observée	Coefficient moyenne de forme
30-40	35	5	0,66
40-50	45	28	0,71
50-60	55	27	0,70
60-70	65	18	0,73
70-80	75	8	0,66
80-90	85	8	0,65
90-100	95	6	0,66
100-110	105	2	0,59
110-120	115	1	0,47
120-130	125	2	0,64
TOTAL		105	6,47
MOYENNE			0,68

Il découle de la lecture de ce tableau que le coefficient de la forme de l'ensemble des tiges mesurées dans la forêt de Masako est de 6,47. La classe 4 de DHP allant de 60-70Cm contient le plus grand coefficient avec 0,73 alors que le plus petit coefficient avec 0,47 été relevé dans la classe 9 de 110-120Cm.

### III.2.3. Volume du Cylindre

Les valeurs relatives au volume du cylindre sont consignées dans le tableau 9 suivant.

**Tableau 9** : Volume du cylindre en fonction des classes de diamètre à hauteur de la poitrine.

Classe DHP (Cm)	Indice	Fréquence observée	Volume de cylindre (m <sup>3</sup> )
30-40	35	5	6,638
40-50	45	28	90,328
50-60	55	27	117,588
60-70	65	18	91,242
70-80	75	8	61,821
80-90	85	8	69,586
90-100	95	6	72,543
100-110	105	2	27,489
110-120	115	1	14,778
120-130	125	2	40,479
TOTAL		105	592,492

Il découle de la lecture de ce tableau que le volume de l'ensemble des tiges mesurées dans la forêt secondaire de Masako est de 592,492m<sup>3</sup>. La classe 3 de DHP allant 50 à 60Cm contient le plus grand volume avec 117,588m<sup>3</sup> alors que le plus petit volume estimé à 6,638m<sup>3</sup> a été relevé dans la classe 1 de 30-40Cm.

### III.3. ETUDE DE CORRELATION ENTRE DIAMETRE A HAUTEUR DE POITRINE ET HAUTEUR FUT

Equation de régression	a	b	R	R <sup>2</sup>
Linéaire $H_f = 19,52 + (-2,53)DHP$	19,52	-2,53	0,87	76
Logarithmique $H_f = 17,19 + (-1,48)\ln DHP$	17,19	-1,48	0,79	62
Exponentielle $H_f = 16,9e^{0,02 DHP}$	16,9	0,02	0,08	1
Puissance $H_f = 17,47 DHP^{0,4}$	17,47	0,4	0,36	13

IL ressort de ce tableau que le coefficient de corrélation obtenue à partir de l'équation de régression linéaire est de 0,87 ; celui de l'équation logarithmique est de 0,79 alors que 0,08 et 0,36 sont les coefficients obtenus respectivement à partir des équations exponentielle et puissance.

Parmi les équations de régression, on peut retenir les formes l'équations de régression linéaire compte tenu de sa valeur supérieure à 80%.

- L'équation de régression linéaire :  $H_f = 19,52 + (-2,53)DHP$   $R = 0,87$

## CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION

### 4.1. LE COEFFICIENT MOYEN DE FORME

Le coefficient moyen de forme de *Ricinodendron heudelotii* de forêt naturelle de Masako a été comparé à ceux d'autres forêts.

**Tableau 12 :** Comparaison des coefficients moyens de forme dans différentes forêts.

Forêt	Essence	Milieu	Coefficient de forme	Source
1. Forêt à <i>Ricinodendron</i>	<i>Ricinodendron heudelotii</i>	MASAKO forêt naturelle	0,68	Présent travail
2. Forêt à <i>Scorodofloeus</i>	<i>Scorodofloeus zenkeri</i>	Yangambi LOWEO	0,70	KATEMBO 2005
3. Forêt à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	ABOU AZOLO BAWOMBI	0,70 0,72 0,82	LOKOMBE 1996
4. Forêt à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	<i>Gilbertio Kisantuese Futumia Africana</i>	YOKA	0,83 0,75	ADEBU 2006
5. Forêt à <i>Gilbertiodendron</i>	<i>Gilbertiodendron Dewevrei</i>	ABOU	0,64	NSAKALA 1994
6. Forêt à <i>Entandophragma Candolei</i>	<i>Entandophragma Candolei</i>	forêt naturelle	0,82	NDABARIZE 1984
7. Plantation en Layon	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Yangambi	0,69	SHISO 1994

Il ressort de ce tableau que le coefficient moyen de forme de *Ricinodendron heudelotii* (0,68) est supérieur à celui de *Gilbertiodendron dewevrei* (0,64) obtenu par NSANKALA (1994) dans la forêt à *Gilbertiodendron* d'abou.

Il est par contre, inférieur aux coefficients moyens de forme de *Gilbertiodendron kisantuese* (0,83) et *Futumia africana* (0,75) trouvé par ADEBU (2006) dans la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* de la yoko ; à ceux de *Gilbertiodendron dewevrei* (0,82), (0,72), (0,70) obtenu par LOKOMBE (1996) dans la forêt de BAWOMBI, AZOLO, ABOU ; *Entandophragma Candolei* (0,82) obtenu par NDABARIZE en 1984 ; *Scorodofloeus zenkeri*

(0,70) obtenu par KATEMBO (2005) et *Gibbertiodendron dewevrei* (0,69) obtenu par SHISO (1994) à yangambi.

Donc, la forme trouvée dépend de l'espèce, de l'origine génétique, de l'aire écologique, de la conduite, de l'âge de l'essence, de la réaction individuelle, de la nature, de leur traitement ainsi que de leur dimension.

#### 4.2. COEFFICIENT DE CORRELATION DE L'EQUATION DE REGRESSION LINEAIRE ENTRE LE DIAMETRE À HAUTEUR DE POITRINE ET À HAUTEUR FUT

Le coefficient de corrélation de l'équation de régression linéaire de la réserve forestière de Masako avec ceux de la forêt de Yangambi, d'Abou, d'Azolo et de Bawombi est donné dans le tableau 13 suivant.

**Tableau 13 :** Coefficients de corrélation de l'équation de régression linéaire dans les différentes forêts.

	Ricinodendron heudelotii	Scorodofloeus zenkeri	Gilbertiodendron dewevrei		
	MASAKO	YANGAMBI	AZOLO	BAWOMBI	ABOU
N	105	226	61	94	78
a	19,52	0,49033	11,343	12,539	9,002
b	-2,53	29,7096	0,011	0,022	0,061
R	0,87	0,9579	0,08	0,20	0,38
R <sup>2</sup>	0,76	91,75	1	4	14
	Présent travail	KATEMBO 2005	Source LOKOMBE 1996		

L'équation de régression linéaire pour la relation entre le DHP et Hf de *Ricinodendron heudelotii*, (0,76) paraît supérieur à celles de régression linéaire obtenues sur le *Gilbertiodendron dewevrei*, mais inférieure à celle de *Scorodofloeus zenkeri* (91,75). Ce la est dû à l'influence du milieu.

#### 4.3. LE DIAMETRE A HAUTEUR DE LA POITRINE MOYEN

Le diamètre à hauteur de la poitrine moyen de *Ricinodendron heudelotii* de forêt naturelle de Masako et ceux d'autres forêts ont été comparé.

**Tableau 14.** Comparaison des diamètres à hauteur de la poitrine moyens dans différentes forêts

Types de forêt	localisation	DHP Moyen (Cm)	Référence
1. Forêt à <i>Ricinodendron</i> <i>heudelotii</i>	MASAKO	61,0	Présent travail
2. Forêt à <i>Gilbertiodendron</i> <i>dewevrei</i>	BENGAMISA	42,9	LOKOMBE 2003
3. Forêt à secondaire	MASAKO	25,53	BOMBENGA 2006

Il ressort de ce tableau que le diamètre à hauteur de la poitrine moyen de *Ricinodendron heudelotii* est supérieur (61,0) à celui de la forêt secondaire de Masako (25,53) et forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* (42,9) obtenu respectivement par BOMBENGA et LOKOMBE (2003). Ce la est dû au milieu.

#### 4.4. DIAMETRE A FIN BOUT MOYEN

Le diamètre à fin bout moyen de *Ricinodendron heudelotii* de forêt naturelle de Masako est comparé à celui de *Scorodofloeus zenkeri* à Yangambi.

**Tableau 15.** Comparaison de diamètre à fin bout moyen dans différentes forêts.

Type des forêts	Localisation	Dfb Moyen (Cm)	Référence
1. Forêt à Ricinodendron heudelotii	MASAKO	39,54	Présent travail
2. Forêt à Scorodofloeus zenkeri	YANGAMBI	27,84	KATEMBO (2005)

Il ressort de ce tableau que le diamètre à fin bout moyen de Ricinodendron Heudelotii est supérieur à celui de forêt à Scorodofloeus Zenkeri (27,84) obtenu respectivement par KATEMBO (2005). Ce la est dû à la densité de chaque forêt.

#### 4.5. LE VOLUME DU CYLINDRE TOTAL

Le volume du cylindre total de Ricinodendron heudelotii de forêt naturelle de Masako est comparé à celui des autres forêts.

**Tableau 16.** Comparaison de volume total dans différentes forêts

Types de forêt	localisation	Volume cylindre (m <sup>3</sup> )	Référence
1. Forêt à Ricinodendron heudelotii	MASAKO	592,492	Présent travail
2. Forêt à Scorodofloeus zenkeri	YANGAMBI	426,44	KATEMBO 2005
3. Forêt marécageuse	MASAKO	334,58	YUMA 2006

Il ressort de ce tableau que le volume cylindre total de Ricinodendron heudelotii est supérieur à celui de Scorodofloeus zenkeri (426,44) et de la Forêt marécageuse (334,58) obtenu respectivement par KATEMBO (2005) et YUMA (2006). Cela pourrait être à l'origine génétique et à l'âge de l'espèce.



## CONCLUSION ET SUGGESTION

A l'issus des résultats obtenus, nous pouvons conclure ainsi : dans la forêt naturelle de Masako, le diamètre à hauteur de la poitrine de *Ricinodendron heudelotii* varie entre 30 à 128 Cm, le diamètre à fin bout est de 25 à 64 Cm ; la hauteur moyenne du fût est de 17,98m et la hauteur totale de 29,42m.

Le volume Smalien est de  $482,2\text{m}^3/4\text{ha}$  soit  $120,55\text{m}^3/\text{ha}$  tandis que le volume cylindre est de  $592,492\text{m}^3/4\text{ha}$  soit  $148,12\text{m}^3/\text{ha}$ .

Le coefficient moyen de forme est de 0,68. Ces données sont supérieures à celles d'autres forêts mais proches à celles de la plantation en layon, la forêt *Scorodofloeus*, la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei*.

Cette forêt naturelle joue un rôle important sur le plan de la protection de la biodiversité et protection du réseau hydrographique.

Sur ce, nous suggérons que des études analogues soient menées dans d'autres sites de la RCD, en vie d'étendre cette investigation à l'étendue du Pays.

## BIBLIOGRAPHIE

1. ADEBU. A. 2006 : Contribution à l'étude de coefficient moyen de forme de Gilbertiodendron kisantuese et de Futumia africana cas de la forêt de Yoko. Travail de fin d'étude ISEA/Bengamisa, p35
2. ANONYME, 1991 : Mémento du forestier collection « Technique rural en Afrique Paris »
3. ANONYME, 1978 : Mémento du forestier collection « Technique rural en Afrique 2<sup>e</sup> édition 382 p »
4. ANONYME, 1989 : Mémento du forestier, « centre technique forestier tropical » 220 p
5. Beentje Hj. 1994 : Kenya arbre, arbuste et liane. National Museums of Kenya.
6. Burkill Hm 1994 : Les plantes utiles d'Afrique tropicale de l'Ouest. Vol.2 Familles E-U Royal Botanical Garden, Kew.
7. BOMBENGA L. 2006 : Caractéristiques dendrométriques de la forêt secondaire de Masako, Mémoire inédit FSA/UNIKIS P20-24
8. BIGUMA S. 2005 : Contribution à l'élaboration d'un tarif de cubage de Staudtua stipitata (Camerounais sis/warb) dans la reserve floristique de Lowewo. Yangambi RDC P26,28 Mémoire inédit FSA/UNIKIS
9. CTFT P (1989) ; Mémento du forestier, 3<sup>e</sup> édition ministère de coopération république française, p1244
10. DAGNELIE P, 1976 : théorie et méthode statistique volume 1et 2. presse agronomique de Gembloux, ASBL avenue de la faculté, 2258 Gembloux (Belgique) 179-204 p.
11. D'HEDA, 2006 : Amélioration des essences forestières cours inédit FSA/UNIKIS.
12. EBUMBA, B 1987 : Caractéristiques morphologiques de quelques espèces des jachères et forêt secondaire de Masako. Monographie inédit Faculté des Sciences/UNIKIS 62P
13. EBUYI A. 2005 : Contribution à l'étude structurale de la forêt mixte de la reserve forestière de Yoko RDC/Kisangani-Ubundu 25Km p31-39 Mémoire inédit FSA/UNIKIS
14. GERMAIN et EVRARD, 1956 Etude éconologique et phytosociologique de la forêt à Brachystegia laurentii n°67 INEAC 42 P.
15. HALD.A, statistique tables and formulars, Willy. New york, 184P
16. IFUTA, NB, 1993: Paramètre écologique et hormonaux durant la croissance et la reproduction d'Epomops franquenti (Mammala : Chiroptère) de la forêt ombrophile de Masako (Kis Zaire) Thèse de doctorat inédit, K.U.L. Belgique, 142P
17. VIVIEN, JJ et FAURE ; Arbres des forêts denses d'Afrique centrale, Ministère relation, Coopération et développement, Agence de coopération culturelle et Technique, 13 Quai Anobi Cinoen, 75015, Paris p324
18. KATEMBO. K.J 2006. détermination de coefficient moyen de forme des forêts de scorodofloeus Zinkeri (HAMS), dans la réserve floristique de LOWEO/Yangambi Mémoire inédit, FSA/UNIKIS, 38P

19. LOKOMBE D, 1996 : Etude dendrométrique de la forêt à Gilbertio dendron dewevrei dans la collectivité de Bamanga. DES. Inédit, IFA/Yangambi, 142P
20. LOKOMBE D, 2007, cours de science du bois inédit, FSA/UNIKIS 98P
21. LOKOMBE D, 1975.inventaires forestières sur un bloc de 400ha dans la reserve floristique de LOWEO, mémoire inédit IFA/Yangambi,
22. LOKOMBE D, 2003, Caractéristique dendrométrique et stratégie d'aménagement de la forêt dense humide à Gilbertio dendron de wevrei à région de Bengamisa. P71-83 Thèse
23. LEBECQ, 1966, ESSAI d'identification analytique des bois de l'Afrique centrale série 8, 125P
24. LEBRUN et GILBRT, 1954 : classification écologiques des forêts du Congo série n°63 INEAC, 3<sup>e</sup> rue de chapelle, Bruxelles 89P
25. LUBINI et MANDANGO, 1981 Norme d'inventaire tarif de cubage cahier n°4 47P
26. MISENGA M, 2005 Statistiques inférentielles cours inédit FPSE/UNIKIS.
27. MBAYU M. 2005 : Etude dendrométrique de la forêt mixte de la reserve de Yoko Province Orientale, Mémoire inédit, FSA/UNIKIS p23
28. MBOENGONGO L, 1999 : Contribution à l'étude écologique et systématique des champignons supérieurs (macrophytes) de la réserve forestière de Masako (Kis Province Orientale RDC) Mémoire inédit, Faculté des Sciences/UNIKIS 66P
29. NDABARIZE, 1986 déterminations de coefficient moyen de forme et calcul de volume réel de l'Entandophragma Candolei TFE (travail de fin d'étude)
30. REITSMA, JM ,1988 : Végétation forestière du Gabon (Forest Vevetation of Gabon) Technhical series, The Tropenbos fondation Netherlands p121.
31. SHISO, S 1994 contribution à l'étude de productivité de GilbertioDendron DEWEVREI (Dewild, J Léonard en plantation à Yangambi) travail de fin de cycle inédit , ISEA/Bengamisa ? 33P
32. SINDANI K, 2007 (cours de sylviculture Appliquée inédit, FSA/UNIKIS, 24P)
33. SINDANI K, 2006, cours de statistique et biométrie inédit, FSA/UNIKIS 48P
34. SINDANI K, 2007, cours de dendrométrie inédit FSA 30P
35. WWF et FRM.2005 : GUIDE opérationnel de norme d'inventaire d'aménagement forestier Ministère de l'environnement et conservation de la nature, eaux et forêts. P25

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE

AVANT-PROPOS

0. INTRODUCTION.....	1
01. PROBLEMATIQUE.....	1
0.2. HYPOTHESE DE TRAVAIL.....	2
03. BUT ET CBJECTIFS.....	2
04. INTERETS.....	3
05. SUBDIVISION DE TRAVAIL.....	3

CHAPITRE I. GENERALITE.....	4
I.1. MILIEU D'ETUDE.....	4
I.1.1.Présentation de.Masako.....	4
I.1.2. Données climatiques de Kisangani.....	4
I.1.3. VEGETATION.....	6
I.2. Description botanique de Ricinodendron heudelotii.....	7
I.3. FORMES DES ARBRES.....	9
I.3.1. DECROISSANCE METRIQUE.....	9
I.3.2. Coefficient de forme.....	9
I.3.3. Coefficient naturel de forme.....	10
I.3.4 Le profil de la tige.....	11

CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODE.....	12
II.1. MATERIEL.....	12
II.1.1. MATERIEL BIOLOGIQUE.....	12
II.2. METHODE D'INVENTAIRE ADOPTÉE.....	12
II.2.1. ORGANISATION DU TRAVAIL.....	13
II.2.2. Ouverture de layon.....	13
II.3. TECHNIQUE DE RECOLTE DES DONNEES.....	14
II.3.1.Mesure de paramètre considéré.....	14
II.3.2. Compulation des données.....	15
II.3.3. Calcul de coefficient de forme.....	15
II.3.5. Relation entre diamètre à hauteur de la poitrine et la hauteur fût....	16

CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS.....	17
III.1. PARAMETRES DENDROMETRIQUES.....	17
III.1.1 Diamètre à hauteur de poitrine.....	17
III.1.2. Diamètre à fin bout.....	18
III.1.3. Hauteur totale.....	18
III.1.4. Hauteur fût.....	19
III.2. Volume.....	20
III.2.1. Volume de SMALIAN (VS).....	20
III.2.2. Coefficient de forme.....	21
III.2.3. Volume du cylindre.....	22
III.3. ETUDE DE CORRELATION ENTRE DIAMETRE A HAUTEUR DE POITRINE ET A HAUTEUR FUT.....	23
CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION.....	24
IV.1. LE COEFFICIENT MOYEN DE FORME.....	24
IV.2. LE COEFFICIENT DE CORRELATION DE L'EQUATION DE REGRESSION LINEAIRE ENTRE LE DIAMETRE A HAUTEUR DE LA POITRINE ET LA HAUTEUR FUT.....	25
IV.3. DIAMETRE A HAUTEUR DE LA POITRINE moyen.....	26
IV.4. DIAMETRE A FIN BOUT MOYEN .....	26
IV.5. LE VOLUE DU CYLINDRE TOTAL .....	27
CONCLUSION ET SUGGESTION.....	28
BIBLIOGRAPHIE.....	29
TABLE DES MATIERES.....	32
ANNEXE .....	34

# Annexe I

**Tableau 3 : Distribution des tiges par classe de diamètre à hauteur de la poitrine (DHP)**

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative %	Fréquence cumulée
30-40	35	5	4,76	5
40-50	45	28	26,7	33
50-60	55	27	25,7	60
60-70	65	18	17,14	78
70-80	75	8	7,6	86
80-90	85	8	7,6	94
90-100	95	6	5,7	100
100-110	105	2	1,9	102
110-120	115	1	0,95	103
120-130	125	2	1,9	105
Total		105	99,85	
Moyenne		61,0		
Ecart - type		18,59		
CV		30,48		

# Annexe II

**Tableau 4 : Distribution des arbres par classe de diamètre à la fin bout (Dfb)**

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative %	Fréquence cumulée
12-20	16	1	0,95	1
20-28	24	10	9,52	11
28-36	32	38	36,19	49
36-44	40	18	17,14	67
44-52	48	21	20	88
52-60	56	6	5,71	94
60-68	64	8	7,61	102
68-76	72	2	1,90	104
76-84	80	1	0,95	105
Total		105	99,97	
Moyen		39,54		
Ecart-type		12,56		
C.V		31,77		

**Annexe III.****Tableau 5 : Distribution des tiges par classes de hauteur totale (Ht)**

Classe de Ht (m)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative %	Fréquence cumulée
12-16,5	14,25	6	5,71	6
16,5-21	18,75	6	5,71	12
21-25,5	23,25	21	20	33
25,5-30	27,75	18	17,14	51
30-34,5	32,25	28	26,7	79
34,5-39	36,75	20	19,04	99
39-43,5	41,25	5	4,76	104
43,5-48	45,75	0	0	0
48-52,5	50,5	1	0,95	105
Total		105	100,01	
Moyenne		29,42		
Ecart-type		7,06		
C.V		23,98		

**Annexe IV.****Tableau 6 : Distribution des tiges par classe de hauteur fût**

Classe de Hf (m)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative %	Fréquence cumulée
4-8	6	3	2,85	3
8-12	10	8	7,61	11
12-16	14	18	17,14	29
16-20	18	36	34,28	65
20-24	22	27	25,7	92
24-28	26	8	7,61	100
28-32	30	4	3,80	104
32-36	34	1	0,95	105
Total		105	99,94	
Moyenne		17,98		
Ecart-type		5,38		
C.V		29,92		



## ANNEXE V : Données du terrain

DHP(Cm)	DHP(m)	DFB(Cm)	DFB(m)	HF (m)	HT (m)
30	0,3	25	0,25	4	13
30	0,3	20	0,2	7	15
35	0,35	20	0,2	26	30
36	0,36	20	0,2	8	16
36	0,36	24	0,24	25	38
40	0,4	36	0,36	23	25
40	0,4	25	0,25	20	32
40	0,4	36	0,36	23	34
40	0,4	35	0,35	27	38
40	0,4	35	0,35	27	43
42	0,42	24	0,24	15	19
42	0,42	28	0,28	10	20
42	0,42	24	0,24	16	20
42	0,42	28	0,28	18	25
42	0,42	28	0,28	19	27
42	0,42	35	0,35	20	34
42	0,42	30	0,3	28	36
42	0,42	30	0,3	21	37
42	0,42	30	0,3	23	40
48	0,48	36	0,36	8	15
48	0,48	36	0,36	20	23
48	0,48	30	0,3	28	33
48	0,48	30	0,3	28	36
48	0,48	36	0,36	26	37
48	0,48	30	0,3	35	42
49	0,49	12	0,12	12	21
49	0,49	35	0,35	12	21
49	0,49	35	0,35	13	25
49	0,49	28	0,28	15	25
49	0,49	28	0,28	16	27
49	0,49	28	0,28	19	37
49	0,49	35	0,35	18	38
49	0,49	28	0,28	30	48
53	0,53	44	0,44	21	28
53,5	0,535	49	0,49	19	30
54	0,54	36	0,36	20	24
54	0,54	40	0,4	20	34
55	0,55	40	0,4	22	28
56	0,56	28	0,28	6	12
56	0,56	28	0,28	16	18
56	0,56	48	0,48	15	22
56	0,56	28	0,28	16	25
56	0,56	28	0,28	16	25
56	0,56	28	0,28	18	27
56	0,56	35	0,35	16	28
56	0,56	35	0,35	16	32
56	0,56	35	0,35	16	32
56	0,56	45	0,45	16	32
56	0,56	42	0,42	18	32
56	0,56	42	0,42	14	34
56	0,56	48	0,48	17	34

56	0,56	35	0,35	20	35
56	0,56	35	0,35	20	36
56	0,56	35	0,35	26	36
56	0,56	49	0,49	13	37
56	0,56	42	0,42	22	38
56	0,56	35	0,35	22	42
59	0,59	24	0,24	15	20
59	0,59	48	0,48	20	32
60	0,6	40	0,4	13	22
60	0,6	40,5	0,405	15	25
60	0,6	24	0,24	20	28
60	0,6	40	0,4	9	29
60	0,6	56	0,56	20	30
63	0,63	35	0,35	12	22
63	0,63	28	0,28	16	25
63	0,63	31,5	0,315	16	25
63	0,63	45	0,45	14	36
63	0,63	45	0,45	10	37
64	0,64	48	0,48	15	24
64	0,64	48	0,48	15	28
64	0,64	48	0,48	11	30
64	0,64	56	0,56	21	30
64	0,64	56	0,56	19	31
64	0,64	48	0,48	19	32
64	0,64	56	0,56	26	42
68,5	0,685	35	0,35	21	30
70	0,7	50	0,5	18	25
72	0,72	54	0,54	19	34
72	0,72	45	0,45	18	37
72	0,72	45	0,45	22	38
73	0,73	45	0,45	17	34
73	0,73	54	0,54	20	37
76,5	0,765	36	0,36	21	29
78	0,78	30	0,3	12	24
80	0,8	48	0,48	8	15
80	0,8	40	0,4	16	20
80	0,8	60	0,6	11	22
80	0,8	40	0,4	16	28
80	0,8	70	0,7	17	36
80	0,8	70	0,7	18	36
84,5	0,845	28	0,28	23	29
84,5	0,845	45	0,45	24	30
90	0,9	60	0,6	18	25
90	0,9	60	0,6	16	28
90	0,9	60	0,6	18	28
90	0,9	60	0,6	19	28
90	0,9	60	0,6	18	30
96	0,96	48	0,48	22	30
100	1	48	0,48	19	28
100	1	60	0,6	16	30
112	1,12	42	0,42	15	27
120	1,2	80	0,8	21	28
128	1,28	64	0,64	13	30

# ANNEXE I : CALCUL DE VOLUMES ET COEFFICIENT DE FORME

DHP(cm)	DHP(m)	DFB(cm)	DFB(m)	HF	Vol SmaI	Vol Cyl	f
30	0,3	25	0,25	4	0,23758294	0,28274334	0,84027778
30	0,3	20	0,2	7	0,3436117	0,49480084	0,69444444
35	0,35	20	0,2	26	1,54428914	2,50149315	0,61734694
36	0,36	20	0,2	8	0,49260173	0,81430082	0,60493827
36	0,36	24	0,24	25	1,76714587	2,54469005	0,69444444
40	0,4	35	0,35	27	2,98205865	3,39292007	0,87890625
40	0,4	35	0,35	27	2,98205865	3,39292007	0,87890625
40	0,4	36	0,36	23	2,60846438	2,89026524	0,9025
40	0,4	25	0,25	20	1,65915362	2,51327412	0,66015625
40	0,4	36	0,36	23	2,60846438	2,89026524	0,9025
42	0,42	30	0,3	21	2,13753964	2,90942896	0,73469388
42	0,42	30	0,3	23	2,344111485	3,18651743	0,73469388
42	0,42	30	0,3	8	1,10835389	1,44764589	0,765625
42	0,42	36	0,36	20	2,77088472	3,61911474	0,765625
42	0,42	30	0,3	28	3,3448537	5,06676063	0,66015625
42	0,42	30	0,3	28	3,3448537	5,06676063	0,66015625
42	0,42	36	0,36	26	3,60215014	4,70484916	0,765625
42	0,42	30	0,3	35	4,18106712	6,33345079	0,66015625
42	0,42	12	0,12	12	0,87673997	2,26288919	0,38744273
42	0,42	35	0,35	12	1,66253083	2,26288919	0,73469388
42	0,42	35	0,35	13	1,80107507	2,45146329	0,73469388
42	0,42	28	0,28	15	1,74623464	2,82861149	0,61734694
42	0,42	28	0,28	16	1,86265028	3,01718558	0,61734694
42	0,42	28	0,28	19	2,21189721	3,58290788	0,61734694
42	0,42	35	0,35	18	2,49379625	3,39433378	0,73469388
42	0,42	28	0,28	30	3,49246928	5,65722297	0,61734694
42	0,42	44	0,44	21	3,87965094	4,63298523	0,83739765
42	0,42	49	0,49	19	3,91950499	4,2712112	0,91765656
42	0,42	36	0,36	20	3,18086256	4,58044209	0,69444444
42	0,42	40	0,4	20	3,46988909	4,58044209	0,75754458
42	0,42	40	0,4	22	3,89852013	5,22682478	0,74586777
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	45	0,45	16	3,20473867	3,94081382	0,81321747
42	0,42	18	0,28	18	2,49379625	4,43341555	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	48	0,48	15	3,18557495	3,69451296	0,8622449
42	0,42	28	0,28	16	2,21670778	3,94081382	0,5625
42	0,42	28	0,28	6	0,83126542	1,47780518	0,5625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,66015625
42	0,42	35	0,35	16	2,60155288	3,94081382	0,6

56	0,56	48	0,48	17	3,61031828	4,18711469	0,8622449
56	0,56	28	0,28	21	2,90942896	5,17231814	0,5625
56	0,56	35	0,35	20	3,2519411	4,92601728	0,66015625
56	0,56	35	0,35	20	3,2519411	4,92601728	0,66015625
56	0,56	35	0,35	26	4,22752342	6,40382247	0,66015625
56	0,56	49	0,49	13	2,81417979	3,20191123	0,87890625
56	0,56	42	0,42	22	4,14863018	5,41861901	0,765625
56	0,56	35	0,35	22	3,57713521	5,41861901	0,66015625
59	0,59	24	0,24	15	2,02897798	4,10095651	0,49475725
59	0,59	48	0,48	20	4,49601179	5,46794201	0,82224935
60	0,6	40	0,4	13	2,55254403	3,6756634	0,69444444
60	0,6	40,5	0,405	15	2,97476917	4,24115008	0,70140625
60	0,6	24	0,24	20	2,77088472	5,65486678	0,49
60	0,6	40	0,4	9	1,76714587	2,54469005	0,69444444
60	0,6	56	0,56	20	5,28415884	5,65486678	0,93444444
63	0,63	35	0,35	12	2,26288919	3,74069437	0,60493827
63	0,63	28	0,28	16	2,60155288	4,9875925	0,52160494
63	0,63	31,5	0,315	16	2,80552078	4,9875925	0,5625
63	0,63	45	0,45	14	3,20630946	4,36414343	0,73469388
63	0,63	45	0,45	10	2,29022104	3,11724531	0,73469388
64	0,64	48	0,48	15	3,69451296	4,82548632	0,765625
64	0,64	48	0,48	15	3,69451296	4,82548632	0,765625
64	0,64	48	0,48	11	2,7093095	3,53868997	0,765625
64	0,64	56	0,56	21	5,93761012	6,75568084	0,87890625
64	0,64	56	0,56	19	5,37212344	6,11228267	0,87890625
64	0,64	48	0,48	19	4,67971642	6,11228267	0,765625
64	0,64	56	0,56	26	7,35132681	8,36417628	0,87890625
68,5	0,685	35	0,35	21	4,41702527	7,73909752	0,57074165
70	0,7	50	0,5	18	5,0893801	6,9272118	0,73469388
72	0,72	54	0,54	19	5,92276609	7,73585775	0,765625
72	0,72	45	0,45	18	4,83809196	7,32870734	0,66015625
72	0,72	45	0,45	22	5,9132235	8,95730897	0,66015625
73	0,73	45	0,45	17	4,64775071	7,11515758	0,65321824
73	0,73	54	0,54	20	6,33384349	8,37077363	0,75666166
76,5	0,765	36	0,36	21	5,21860264	9,65232744	0,54065744
78	0,78	30	0,3	12	2,74826525	5,73403491	0,47928994
80	0,8	48	0,48	8	2,5735927	4,0212386	0,64
80	0,8	40	0,4	16	4,52389342	8,04247719	0,5625
80	0,8	60	0,6	11	4,2332961	5,52920307	0,765625
80	0,8	40	0,4	16	4,52389342	8,04247719	0,5625
80	0,8	70	0,7	17	7,51036994	8,54513202	0,87890625
80	0,8	70	0,7	18	7,9521564	9,04778684	0,87890625
84,5	0,845	28	0,28	23	5,71561242	12,8982602	0,44313049
84,5	0,845	45	0,45	24	7,90279413	13,4590542	0,58717307
90	0,9	60	0,6	18	7,9521564	11,4511052	0,69444444
90	0,9	60	0,6	16	7,06858347	10,1787602	0,69444444
90	0,9	60	0,6	18	7,9521564	11,4511052	0,69444444
90	0,9	60	0,6	19	8,39394287	12,0872777	0,69444444
90	0,9	60	0,6	18	7,9521564	11,4511052	0,69444444
96	0,96	48	0,48	22	8,95730897	15,9241048	0,5625
100	1	48	0,48	19	8,17159665	14,9225651	0,5476
100	1	60	0,6	16	8,04247719	12,5663706	0,64
112	1,12	42	0,42	15	6,98493857	14,7780518	0,47265625
120	1,2	80	0,8	21	16,4933614	23,7504405	0,69444444

128

1,28

64

0,64

13 9,40969832 16,7283526

0,5625