

UNIVERSITE DE KISANGANI

Pr NSHIMBA (Directeur)

FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES

OPTION «EAUX ET FORETS»



BP 2012 KISANGANI

**Etude de comportement de *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr
planté en Blanc étoc dans la plantation forestière de
l'INERA/Yangambi
(Province Orientale/RD Congo)**

Par

Faustin MBUSA MASUMBUKO

MEMOIRE

Présenté et défendu en vue de l'obtention de Grade
d'Ingénieur agronome

Option : Eaux et Forêts

Directeur: Professeur Docteur Hippolyte NSHIMBA

Encadreur: Ass. Ir. Master Jean de Dieu MALONGOLA



ANNEE ACADEMIQUE 2011 - 2012

DEDICACE

A nos aimables parents André MUHINDO et Esther KAVIRA;

A la grande famille MAYANI;

A vous tous.

Je dédie ce travail.

Faustin MBUSA MASUMBUKO

Candidat Ingénieur Agronome

REMERCIEMENTS

Soit loué Eternel Dieu le Tout Puissant, Créateur du ciel et de la terre.

Le mérite revient en premier lieu au Professeur Docteur Hippolyte NSHIMBA, qui a bien voulu accepter la direction de ce travail, en dépit de ses multiples occupations;

Deuxièmement à l'Assistant ingénieur Jean de Dieu MALONGOLA, malgré les difficultés rencontrées dans la réalisation de ce travail, a voulu nous encadrer sans conditions ni exigences;

Aux autorités de l'INERA/Yangambi pour l'accès à la plantation lors de nos récoltes des données;

Aux autorités de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kisangani pour leur formation durant notre parcours universitaires;

Aux amis de la promotion : Nadine CHUMA, Francine BAKWIKPANE, Albertine DIANZENZA, Dieu-merci LIFAKI, Dieu-merci NDUALONGA, Richard ISSA, Ernest BALANGA, Alain KISANDO, Jean MUYISA, Julie KAIMBA, Christian IYONGO, Innocent FALAY, Isaïe UYIKURU, Gilbert ITEKU, Claude OKANGOLA, Léon KASAKA, Nestor MAZO, Faustin MAYIKULI et Patric MBUYI;

A tous les passionnaires du campus Village Koli, spécialement ceux de la chambre N°11 : Didi MIKUNDI, Seth MULONGO, Esdras MBAFUMOJA, BARAKA, John KULALA, Faustin CHUMA, Guy MUGHENI;

A toutes nos connaissances dont les noms ne sont pas cités, de ne pas nous en vouloir, nous sommes de cœur avec vous.

Faustin MBUSA MASUMBUKO

Candidat Ingénieur Agronome

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte administrative de Yangambi

Figure 2 : Température(en° C) de 2000-2008 à Yangambi

Figure 3: Précipitations (en mm) à Yangambi de 2000-2008

Figure 4. Distribution de tiges de *Guarea cedrata* en classes de DHP

Figure 5. Distribution de tiges de *Guarea cedrata* en classes de Dfb

Figure 6. Distribution des pieds de *Guarea cedrata* en classes de hauteur fût

Figure 7. Distribution de tiges de *Guarea cedrata* en classes de hauteur totale

Figure 8. Graphique de cubage du modèle puissance

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Répartition de la population de Yangambi par type d'individus

Tableau 2. Distribution de surface terrière par class de DHP

Tableau 3. Distribution des volumes fût par class de DHP

Tableau 4. Coefficient moyen de forme des tiges

Tableau 5. Caractéristiques des équations de régression proposées

Tableau 6. Tarifs de cubage des différents modèles proposés

Tableau 7. Accroissement annuel moyen en DHP

Tableau 8. Accroissement annuel moyen en hauteur fût

Tableau 9. Accroissements annuels moyens en hauteur totale

Tableau 10. Accroissements annuels moyens en fonction de classes de volume fût

Tableau 11. Principales caractéristiques de *Guarea cedrata*

Tableau 12. Comparaison des AAM en diamètre à hauteur de poitrine

Tableau 13. Comparaison de l'accroissement annuel moyen en hauteur totale

Le tableau 14. Comparaison des accroissements annuels moyens en volume fût

Tableau 15. Comparaison de coefficient moyen de *Guarea cedrata*

RESUME

Le présent travail avait pour but d'étudier le comportement de *Guarea cedrata* en Blanc-étoc dans les plantations forestières de l'INERA/Yangambi.

L'inventaire systématique a porté sur une superficie de 0,72 ha contenant des pieds âgés de 63 ans en 2012 dans laquelle tous les arbres ont été retenus pour la réalisation de la présente étude. Au cours de cette étude, nous avons inventoriés 144 tiges de *Guarea cedrata* dans le dispositif expérimental.

Les paramètres dendrométriques qui nous ont servis à réaliser cette étude sont les suivants : le diamètre en hauteur de poitrine, le diamètre au fin bout, la hauteur totale, la hauteur fût.

Après analyse, la plantation sur laquelle avait porté nos investigations présente les résultats suivants :

- ‡ L'accroissement annuel moyen en DHP de 0,60 cm/an ;
- ‡ L'accroissement annuel moyen en hauteur totale de 0,46 m/an ;
- ‡ L'accroissement annuel moyen en hauteur fût de 0,37 m/an ;
- ‡ L'accroissement annuel moyen en volume fût de 7,714m³/an ;
- ‡ La surface terrière moyenne de 0,171 m²/an ;
- ‡ Le volume fût moyen de 3,375 m³/tige ;
- ‡ Le modèle de l'équation de régression de tarif de cubage en une entrée retenue de la forme de puissance (Volume= 0,000045.DHP^{2,932} et R²= 96,1).

Mots clés: Comportement, Blanc étoc, *Guarea cedrata*

SUMMARY

The recent work aims to study the *Guarea cedrata* compartment in BLANCETOC inside the forest plantations of INERA/Yangambi.

The system inventory concerned the area of 0,72 ha containing trees aged in 212 in which all the trees were taken for realizing the present work.

Along this study, we have inventoriated 144 trees of *Guarea cedrata* in the experimental dispositive.

The dendrometric parameters that helped us to realize this study are the following: the diameter in chest height, the diameter at the end, the total height, the height.

After analysis, the plantation in which the recent investigation concerns presents the following results:

- The middle annual growth in DHP of 0,60 cm a year;
- The middle annual growth in total height of 0,46cm a year,
- The middle annual growth in tree height of 0,37cm a year;
- The middle annual growth in tree volume of 7,714m³ a year;
- The Area middle land of 0,171 m² a year;
- The tree middle volume of 3,375 cm³ by stick;
- The Equation style of regression of the cubage price in an entrance gotten from the form power (volume=0,000045. DHP²,932 and R²=96,1).

Key words: compartment, Blanc etoc, *Guarea cedrata*.

INTRODUCTION

0.1. Problématique

Les forêts de la République Démocratique du Congo couvrent une superficie de 2.346.201Km² et représentent environs 67% du territoire national (Kanu, 2003), ceci constitue un gage pour le développement national. Elles représentent près de la moitié des forêts tropicales humides d'Afrique, ce qui lui fait le deuxième plus grand massif des forêts tropicales au monde après celui de l'Amazonie, dont seulement 4,5% des forêts utilisés par l'homme (Nshimba, 2008).

La majorité de la population congolaise vit au dépend de ces forêts ; vu l'importance actuelle de la forêt dans le maintien de l'équilibre climatique et de l'obtention de bois d'œuvre, des produits forestiers non ligneux, de bois de chauffe, etc.... Maintenant tous le monde est bien conscient de l'ampleur de la déforestation en zone intertropicale et des graves dangers qu'elle représente pour la survie de notre planète (FAO, 2006).

Selon Dellere (1986), la destruction de la forêt tropicale humide est une des plus grandes tragédies du monde moderne, sa dévastation pour un profit à court terme coûterait cher à l'humanité toute entière. Sous l'effet de la croissance démographique et surtout de la croissance économique, les besoins en bois de la population vont considérablement augmenter, la forêt naturelle seule ne pourra répondre à cette augmentation des besoins.

Les forêts tropicales présentent une grande diversité structurelle ; architecturale, floristique et le rythme de leur disparition actuelle s'accélère. Elles produisent au monde 20% des produits forestiers industriels. Ce rôle planétaire se justifie dans le domaine de l'équilibre écologique du globe ; car la destruction des forêts tropicales conduit à l'effet de serre, phénomène qui préoccupe actuellement l'humanité (Shand, 1993 cité par Lomba, 2007).

Pour soulager la pression sur la forêt naturelle, les plantations forestières apparaissent comme une solution pour répondre aux besoins toujours croissants de la population en matière de bois dans les pays tropicaux (Bernard, 1997).

Blanc (2002) cité par Nshimba (2008) se pose la question de savoir comment protéger une forêt tropicale, une savane ou un désert, si l'on ne connaît pas les richesses floristiques que chacun de ces milieux abritent? Seule la connaissance pourra être la source de respect, qu'il s'agisse des hommes qui habitent ces milieux ou des chercheurs qui étudient les fonctionnements de ces écosystèmes.

Devant la perspective d'augmentation de la demande pour la matière ligneuse et dans le but de permettre toujours d'autres rôles, le recours à des méthodes d'aménagement intensif semble être l'un des moyens pour répondre à cette demande toujours croissante ([Http://www.sciencepresse.qc.ca/Kiosque forêt/vitesse. htm](http://www.sciencepresse.qc.ca/Kiosque_forêt/vitesse.htm) caroline).

Dans l'objectif de relever l'économie de la République Démocratique du Congo en matière des ressources forestières tendant vers la chute en essence précieuse; les techniques sylvicoles visant l'enrichissement des forêts en essences précieuses devront être encouragées. (FAO, 1997).

Les plantations de quelques essences forestières à Yangambi, plus particulièrement le *Guarea cedrata* ont été effectuées par l'INEAC à Yangambi pour des buts bien précis.

Notre problématique tourne au tour de trois questions suivantes:

- Quelle sera la tendance des accroissements annuels moyens dans ces plantations?;
- Quelle pourrait être la forme du coefficient moyen de forme de cette espèce?.

0.2. Hypothèses

Pour une étude apaisée, nous formulons les hypothèses suivantes :

- La tendance des accroissements annuels moyens dans ces plantations seraient élevés ;
- Le coefficient moyen de forme de *Guarea cedrata* tendrait vers la forme cylindrique;

0.3. Objectifs

Les objectifs assignés à cette étude sont :

- Etudier les paramètres de croissance tels que les diamètres, les hauteurs, les volumes afin d'apprécier les accroissements annuels moyens de notre espèce en plantation 63 ans après;
- Déterminer la forme et le volume des arbres.

0.4. Intérêt de l'étude

Ce travail constitue non seulement notre contribution à la connaissance approfondie du comportement de *Guarea cedrata* en plantation, mais aussi il servira de bases des données pour une meilleure comparaison avec les études ultérieures.

A une nuance pratique, ce travail donne aux utilisateurs qui sont les exploitants forestiers, les industriels, les gestionnaires des forêts, les sylviculteurs et les aménagistes, un guide pratique avec directives et recommandations pour une gestion rationnelle et durable des forêts plantées. L'intérêt est aussi scientifique parce qu'il constitue une contribution à l'étude du comportement de *Guarea cedrata*.

0.5. Subdivision

Ce travail compte quatre chapitres, hormis l'introduction:

- Le 1^{er} chapitre se rapporte aux généralités ;
- Le 2^e chapitre donne le matériel et méthodes de travail ;
- Le 3^e chapitre est consacré à la présentation des résultats ;
- Le 4^e chapitre porte sur la discussion des résultats

Une conclusion et quelques suggestions clôturent ce travail.

PREMIER CHAPITRE: GENERALITES

1.1. Présentation du milieu d'étude

1.1.1. Situation géographique

La cité de Yangambi se situe au nord-est de la cuvette congolaise entre 24° 29' de longitude Est de 0°50' de latitude Nord à une altitude variant autour de 500 m (Crabbe, 1965).

Yangambi se trouve dans le district de Tshopo dans la Province Orientale en R.D.C. Ce territoire est très reconnu grâce à l'INERA et à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi).

La figure qui suit illustre la carte administrative de Yangambi.



Figure 1 : Carte administrative de Yangambi (Asumani, 2009)

1.1.2. Climat

Van Wambeke et al. (1954) caractérisent le climat de Yangambi en ce terme: « par sa position géographique au cœur du continent africain et sur l'équateur, Yangambi offre un type de climat Equatorial continental à ombrophie bien plus fortement atténué que sa situation en pleine province forestière Guinéenne ne pourrait le laisser croire ». Son climat appartient au type Af selon la classification de Köppen.

Les données climatiques telles que la température, les précipitations et l'humidité relative fournies par la station climatologique de Yangambi, ont permis d'avoir une idée sur les variations mensuelles des facteurs climatiques.

1.1.2.1 Température

Les moyennes mensuelles de températures sur une période de neuf ans (2000-2008) et leurs variations sont présentées à la figure 2 ci-dessous.

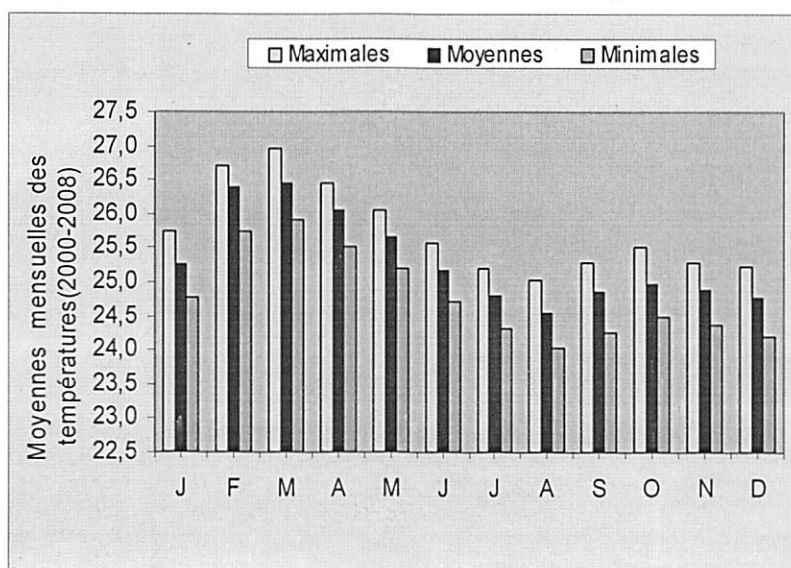


Figure 2 : Température(en° C) de 2000-2008 à Yangambi (Ebuy, 2009).

La moyenne maximale annuelle des températures est de 30,3°C, la minimale de 20°C et la moyenne de 25,2°; les trois gammes de températures restent presque constantes toute l'année, ne montrant que de très faibles amplitudes. Leur tendance générale est à la baisse pendant le second semestre de l'année, ce qui confirme que la grande saison sèche se manifeste en début d'année (janvier et février), alors que la petite est à peine esquissée au second semestre (juin et juillet).

I.1.2.2. Précipitations

Les données sur les précipitations, le nombre de jours de pluies et leurs variations sont représentées dans la figure 3 ci-dessous.

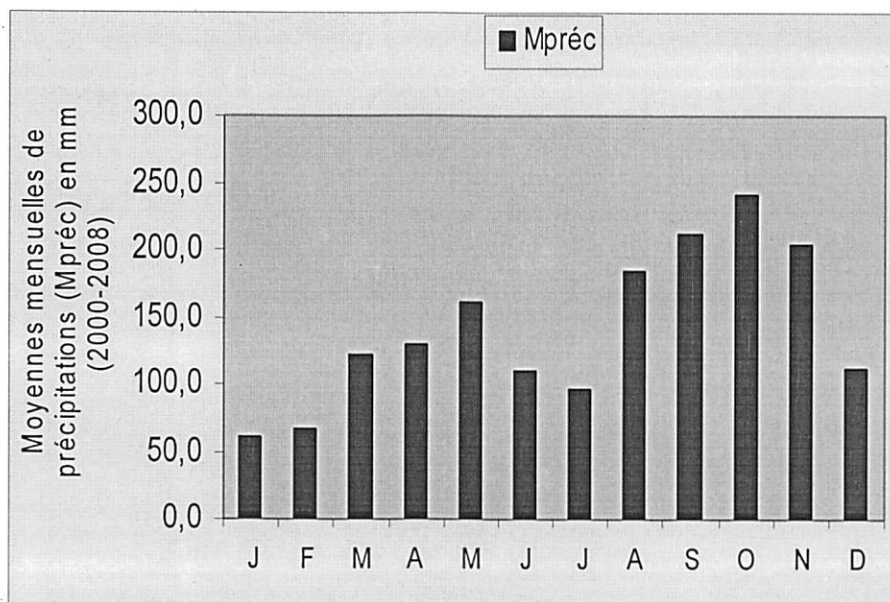


Figure 3: Précipitations (en mm) à Yangambi de 2000-2008 (Assumani, 2009)

Les totaux des moyennes mensuelles des précipitations et du nombre de jours de pluies sont respectivement de 1 837 mm et de 180 jours; globalement, il pleut en moyenne une fois tous les deux jours à Yangambi.

Ces deux moyennes augmentent pendant le deuxième semestre de l'année, ce qui indique que la petite saison des pluies se manifeste au premier semestre (mai à juin), la grande au deuxième (août à novembre).

Cette répartition est confirmée par la tendance à la baisse des températures notées pendant le deuxième semestre de l'année. Les plus faibles pluies sont observées en janvier et juillet de chaque année, les plus abondantes en octobre.

Il en va presque de même en ce qui concerne le nombre de jours de pluies: il pleut pendant moins de jours en janvier et février et plus de jours en octobre et novembre. Cette manifestation des pluies en deux périodes de l'année influence profondément les activités agricoles et le développement des arbres à Yangambi.

1.1.2.3. Humidité relative

L'humidité relative au cours de l'année est très élevée et montre de très faibles amplitudes entre elles. La moyenne mensuelle calculée durant la période 1951-1972 étant 86,9%. (Sengele et Crabbe, 1973 cité par Zwave, 2010).

1.1.3. Sol

Décrits par Van Wambeke (1954), les sols de Yangambi dérivent des sables éoliens datés du pliocène inférieur. On y trouve des ferrasols de plateaux qui sont des sables grossiers possédant une teneur assez élevée en éléments fins.

Selon Kellog (1949), le sol de Yangambi a des caractères suivants :

- un rapport silices sesquioxyde bas ; une petite quantité des minéraux
- une capacité d'échange faible, un peu de matériaux solubles ;
- une activité d'argile faible, un degré de cohérence assez élevé des agrégats structuraux et couleur rouge à rougeâtre du sol.

Sys et *al.* (1952) classe le sol de Yangambi en 3 catégories :

- la série Yangambi qui s'identifie par les sols développés dans les dépôts éoliens non remaniés avec une teneur en argile comprise entre 30 à 40 % et une couleur ocre jaune.
- La série Yakonde caractérisée par des sols éoliens remaniés dont la teneur en argile est comprise entre 20 à 30%.
- La série Isalowe constituée des alluvions récentes, des versants des vallées, les sols ont une teneur en argile inférieure à 20%. Mais ne fait pas partie de notre étude.

1.1.4. Végétation

Au point de vue phytogéographie, Yangambi fait partie du secteur central de la région guinéenne.

Yangambi se rattache géographiquement et climatiquement au district du bassin central du Congo, domaine des forêts ombrophiles équatoriales.

Par suite de la position au bord du district du bassin du Congo et de l'influence des facteurs édaphiques et anthropiques ; il comprend un pourcentage élevé de type forestier sud-Equatorial.

Ceux-ci appartiennent aux groupes des forêts semi-caducifoliées (Germain et al, 1954).

Floristiquement, ces peuplements se caractérisent par une proportion non négligeable dans les strates supérieures d'essences caducifoliées. La végétation très dense est dominée par les faciès suivants (Gilson et Van Wambeke, 1956).

Les forêts climatiques à *Brachystegia laurentii*, dont la strate arborescente est dominée par *Brachystegia laurentii* accompagné de *Cola sp.*, *Garcinia sp.*, *Diospyros sp* et *Isoloma preusii* ;

Les forêts secondaires ombrophiles sempervirentes à *Gilbertiodendron dewevrei*, ayant comme essences compagnes: *Diogoia Zenkeri*, *Eulophia maderissiana*, *Isoloma thonneri*.

Les forêts secondaires denses à l'âge adulte dominées par *Scorodophloeus zenkeri*, *Pycnanthus angolensis*, *Fagara macrophylla*, *Canarium schweinfurtii*,

Dans les vallées des fleuves et de ses tributaires, on rencontre des prairies aquatiques à *Echinochloa pyramidatis* et *Vossia cuspidata* ainsi qu'une végétation arbustive périodiquement inondée nettement monospécifique (Lokombe. 1975).

On y signale également des forêts insulaires avec prédominance de *Bridelia ripicole*, *Ficus mucoso* et *Spondianthus preussii*. Les autres caractéristiques sont *Entandrophragma palustre*, *Myrianthus scanden*, *Mistagyno stipulosa*. (Lokombe 1975).

1.1.5. Population

Yangambi comptait en 2005 environs 33 mille habitants. Avec un taux de croissance annuel de l'ordre de 3,2%. Cette population pourrait doubler d'ici les deux prochaines décennies. L'examen du pyramide des âges renseigne que Yangambi compte plus de jeunes que d'adultes. En effet, 38,9% de la population est âgée de moins de 20 ans; 37,6% ont un âge compris entre 40 et 59 ans (Anonyme, 2005).

Le taux d'analphabétisme de la population âgée de 15 et plus, a été estimé à 32,7%. Cette situation est inquiétante du fait que la contribution de cette tranche de la population se trouve réduite, le sex-ratio indique que de 51% de la population sont constituées de femmes contre 49% d'hommes.

Le tableau 1 présente la répartition de la population de Yangambi par type d'individus

Tableau 1. Répartition de la population de Yangambi par type d'individus

Type d'individus	Nombre d'habitants	Pourcentage
Femme	168 509,212	50,98
Homme	162 830,708	49,02
Total	331 339,92	100

Source : Bureau de cité de Yangambi 2005

1.2. Description botanique de *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr

Famille : Meliaceae

Synonymes : *Trichilia cedrata* A. Chev. (1909)

Noms vernaculaires : Bossé clair, acajou bossé, cèdre d'Afrique, faux acajou (Fr), light bosse, pink mahogany, pink Africa cedar, scended guarea, Nigerian pearwood (En).

1.2.1. Origine et répartition géographique

Guarea cedrata est présent de la Sierra Leone jusqu'en Ouganda et vers le sud jusqu'au Gabon et en R.D.Congo.

1.2.2. Usage

Le bois est apprécié en construction d'habitations, pour les revêtements de sol, les menuiseries, les boiseries intérieures, les panneaux, les châssis des véhicules, les encadrements de fenêtre, les portes, la construction navale, la fabrication de meubles, l'ébénisterie, les boîtes décoratives, les caisses, les placages et contreplaqué. L'écorce est employée en médecine traditionnelle.

La décoction ou la macération d'écorce se prend pour traiter les maux d'estomac, les intoxications alimentaires et la gonorrhée et en lotion contre les douleurs rénales, les hémorragies post-partum, les rhumatismes et la lèpre. *Guarea cedrata* est parfois épargné lors des défrichages forestiers pour servir d'arbre d'ombrage dans les plantations de café et de Cacao par exemple au Cameroun.

1.2.3. Propriétés

Le bois de cœur, brun rosé pâle au moment de la coupe, fonce à l'exposition pour devenir brun-rougeâtre. Il se démarque en général nettement de l'aubier, blanc jaunâtre, large de 5-10 cm. Le grain est fin à moyennement grossier. Le bois présente parfois des marbrures ou des dessins frisés et a une odeur de cèdre lorsqu'il est frais. Il peut exsuder une gomme.

1.2.4. Description

Grand arbre sempervirent, dioïque atteignant 45-55 m de haut ; fût dépourvu de branches jusqu'à 26-41 m, habituellement droit et cylindrique, parfois cannelé, atteignant 150-200 cm de diamètre, parfois à contreforts établis et obtus atteignant 3m de haut ; surface de l'écorce grisâtre à brun jaunâtre et lisse, mais s'exfoliant en petites écailles circulaires laissant des marques dessinant des anneaux concentriques (à motifs de coque de moule), écorce interne rosée ou brun rougeâtre pâle, fibreuse, à odeur de cèdre, cime arrondie, dense, rameaux à denses poils brun-jaunâtre, mais glabrescent. Feuilles disposées en spirale, composées paripennées ou imparipennées à 3-4-6-7 paires de folioles, stipules absentes, pétiole de 2-5 cm de long, largement ailé et profondément sillonné, rachis de 2-18 cm de long ; pétiolules atteignant 1,5-2 cm de long ; folioles opposées ou presque, oblongue-ovales à étroitement oblongues-elliptiques.

1.2.5. Autres données botaniques

Le genre *Guarea cedrata* comprend environ 8 espèces en Afrique tropicale et environ 35 en Amérique tropicale.

Il appartient à la sous famille de Melioideae, tribu Guareae et semble étroitement apparenté à *Turraeanthus*, qui se distingue par ses pétales soudées au tube staminal.

1.2.6. Croissance et développement

La croissance initiale des semis est lente, inférieure à 30cm au bout de 1an. Les pousses de nouvelles feuilles ont une étonnante couleur rouge rosé. Les fruits murs se forment souvent au début de la saison sèche.

En Côte d'Ivoire, on a noté que les arbres fructifient deux fois par an, en Juin-Juillet et en Octobre-Décembre. Il se peut que la dissémination des graines soit le fait d'oiseaux comme les Calaos, les singes, de céphalophes et de porc épics qui se nourrissent du tégument charnu.

1.2.7. Ecologie

Guarea cedrata se rencontre dans la forêt pluviale sempervirente de basse terre, habituellement en forêt primaire, dans les régions où la pluviométrie annuelle dépasse 1600mm. Au Ghana c'est dans la forêt semi-décidue humide et les endroits secs de la zone forestière humide sempervirente qu'il est le plus commun, surtout dans la forêt non perturbée. Il atteint une densité élevée dans les régions où la pluviométrie est de 2000mm par an. En Ouganda, il est présent dans les forêts pluviales de basses terres, jusqu'à 1100m d'altitude. *Guarea cedrata* est classée dans la catégorie des essences d'ombre. Les semis abondent à l'ombre, mais si on les trouve parfois en plein soleil. Ils sont souvent communs également sous une ombre dense, où ils peuvent survivre longtemps.

Les semis et gousses de toutes tailles sont moins abondants dans les forêts touchées par des coupes récentes que dans les forêts non perturbées et pas trop denses. Cependant, pour qu'il puisse se développer davantage, la présence d'ouvertures dans la canopée semble indispensable. *Guarea cedrata* préfère les sols bien drainés et tolère les sols infertiles.

1.2.8. Maladie et ravageurs

Au Ghana les infestations des fruits par le charançon *Menemachus* seraient courantes.

1.2.9. Ressources génétiques

Guarea cedrata est assez répandu, mais il ne se rencontre qu'en faibles densités et se limite habituellement à la forêt non perturbée. Il figure sur la liste rouge de l'UICN dans la catégorie des espèces vulnérables en raison de la perte et de la dégradation de son milieu ainsi que d'un abattage sélectif. En général, les minéraux d'exploitation sont modérés, mais *Guarea cedrata* souffre parfois de sa similarité avec d'autres espèces commerciales telles qu'*Entandrophragma angolense* (Welw).

CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel biologique

Les matériels biologiques pour cette étude sont constitués de tiges de *Guarea cedrata* plantées en Blanc étoc dans deux parcelles de 60x60m chacune dans les plantations de l'INERA Yangambi.

2.1.2. Matériel technique

Afin d'accéder à des différentes mesures et faciliter notre travail, nous nous sommes servis d'un certain nombre d'instruments dont :

- Le Relascope pour la mesure de la hauteur ;
- Rubans métriques pour la mesure de DHP ;
- Machettes pour l'ouverture des endroits denses dans les dispositifs ;
- Des boîtes de peinture pour le marquage lors de l'inventaire ;
- Galon pour la prise des alignements et marquer une direction.

2.2. Méthode de travail

2.2.1. Méthode d'inventaire

Nous avons procédé à un inventaire total dans les parcelles. Tous les pieds d'arbres ayant le diamètre supérieur ou égal à 10cm étaient en considération pour notre étude.

2.2.2. Equipe de travail

Cette équipe était constituée de 3 personnes dont un encadreur de terrain et 2 coéquipiers. Les travaux étaient répartis de la manière suivante :

- Une personne pour le dégagement de sous-bois autour des pieds des arbres et les marquages ;
- Une autre personne pour le mesurage et l'identification des espèces ;
- Enfin, la troisième personne pour l'inscription de l'essence inventoriée dans le carnet du terrain.

2.2.3. Paramètres retenus

Les paramètres retenus au cours de cette étude sont les suivants ;

- Diamètre de référence (Dr) ou Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) ;
- Diamètre à la base de la couronne (Db) ou diamètre au fin bout (Dfb) ;
- Hauteur à la base de la couronne (Hb) ou Hauteur fût (Hf) ;
- Hauteur totale (Ht) ;
- Diamètre de la couronne (DC) ;
- Les coordonnées rectangulaires, par rapport aux positions des pieds dans la plantation.

2.3. Traitement des données

2.3.1. Transformation des mesures prises au Relascope de Bitterlich

a. Diamètre

La relation utilisée est : $D = 2ua$ où d = diamètre (cm) ; u = unité relascopique ; a = distance horizontale (m)

b. Hauteur

Etant donné qu'en utilisant le relascope de Bitterlich, l'œil de l'observateur était plus haut que le pied de l'arbre. Nous avons considéré dans ce cas la formule suivante:

$$H = Dh(Ls - Li)/100$$

Avec Dh = distance horizontale retenue, Ls = limite supérieure et Li = limite inférieure.

2.3.2. Calcul de quelques paramètres

1. Détermination de nombre de classe et l'intervalle de classe

Nous avons utilisé la formule de Struge, pour notre travail (Sindani, 2006).

$$K = 1 + 3,3 \log N$$

Où K = Nombre de classes et N = effectif des tiges

L'intervalle de classe est obtenu par la formule ci-après : $i = \frac{LS - Li}{K}$

Où i = Intervalle de classes, Ls = Limite supérieure, Li = Limite inférieure et K = Nombre de classe.

- **Ecart-type (S)**

$$S = \frac{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2}}{N}$$

Où X = L'indice de classes, \bar{X} = Moyenne et N = Nombre de tiges

- **Coefficient de variation (CV)**

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

Où S = Ecart-type et \bar{X} = Moyenne

2. Calcul de surface terrière

La relation utilisée pour calculer la surface terrière est :

$$ST = \frac{\pi}{4} (Dr)^2 \quad \text{ou} \quad ST = \frac{\pi}{4} (DHP)^2$$

Avec : $\pi = 3,1416$; Dr ou DHP = Diamètre à hauteur de poitrine, soit 1,30 m du sol

3. Volume - fût (m³)

$$V_f = \frac{\pi}{4} \left[\frac{D_1^2 + D_2^2}{2} \right] \cdot Hf$$

Dm = Diamètre médian et Hf = Hauteur fût (Sindani, 1991)

4. Calcul de coefficient forme

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

$$\frac{\text{Volume de Smalian}}{\text{Volume du cylindre}} \quad \text{Où Volume de Smalian (VS)} = V_f = \frac{\pi}{4} \left[\frac{D_1^2 + D_2^2}{2} \right] \cdot Hf$$

$$\text{Volume de cylindre (VC)} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 m Hf$$

Avec D₁ = Diamètre à hauteur de la poitrine ou de référence, D₂ = Diamètre à la base de la couronne, D_m = Diamètre médian et Hf = Hauteur fût.

5. Calcul de l'accroissement annuel moyen (AAM)

La formule est :
$$\text{AAM} = \frac{\sum Dr}{N}$$
Age de la plantation

Où N = Effectif, AAM = Accroissement annuel moyen et Dr = Diamètre de référence

6. Forme des équations de régression proposées

Les méthodes ci-après ont été proposées pour l'analyse en vue de choisir ceux ou celui qui donnerait les résultats souhaités (Jaffor, 1986 cité par Kambale, 2006) :

- ✦ Modèle de régression linéaire : $y = a + bx$
- ✦ Modèle de régression logarithmique : $y = a + b \ln x$
- ✦ Modèle de régression exponentielle : $y = a \cdot e^{bx}$
- ✦ Modèle de régression de puissance : $y = a + X^b$
- ✦ Modèle de régression inverse : $y = a + b/x$
- ✦ Modèle de régression de quadratique : $y = a + bx + cx^2$

CHAPITRE TROISIEME: PRESENTATION DES RESULTATS

3.1. Structure diamétrique des arbres

3.1.1. Le Diamètre à la Hauteur de la Poitrine (DHP)

La figure 4 ci-dessous illustre la distribution des fréquences relatives des tiges de *Guarea cedrata* en fonction de classes de DHP.

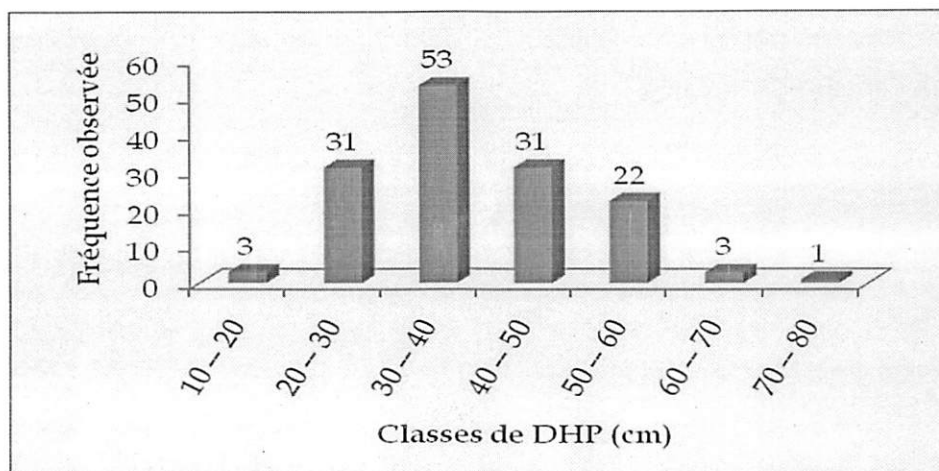


Figure 4. Distribution de tiges de *Guarea cedrata* en classes de DHP

La figure 4 permet de constater que les tiges des diamètres compris entre 30-40cm sont les plus représentées, alors que la classe allant de 70-80cm n'a qu'une seule tige. Ce qui prouve que la distribution des tiges par classe de DHP est hétérogène. Le DHP moyen est égal à 37,98cm (Annexe 2).

3.1.2. Le Diamètre au fin bout (Dfb)

La figure 5 ci-dessous illustre la distribution des fréquences relatives des tiges de *Guarea cedrata* en fonction de classes de Dfb.

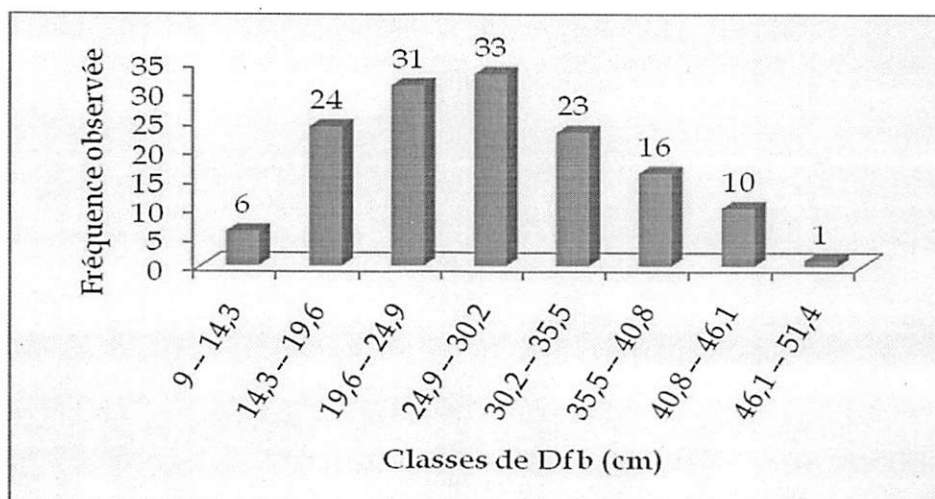


Figure 5. Distribution de tiges de *Guarea cedrata* en classes de Dfb

De la figure 5, on constate que les tiges de classe de diamètre au fin bout compris entre 24,9 à 30,2cm sont les plus représentés avec 33pieds alors que la dernière classe n'a qu'un seul pied. Le diamètre fin bout moyen est égal à 27,04cm (Annexe 3).

3.2. Structure des hauteurs

3.2.1. Hauteur fût

La figure ci-dessous donne la distribution des tiges en fonction de la hauteur fût.

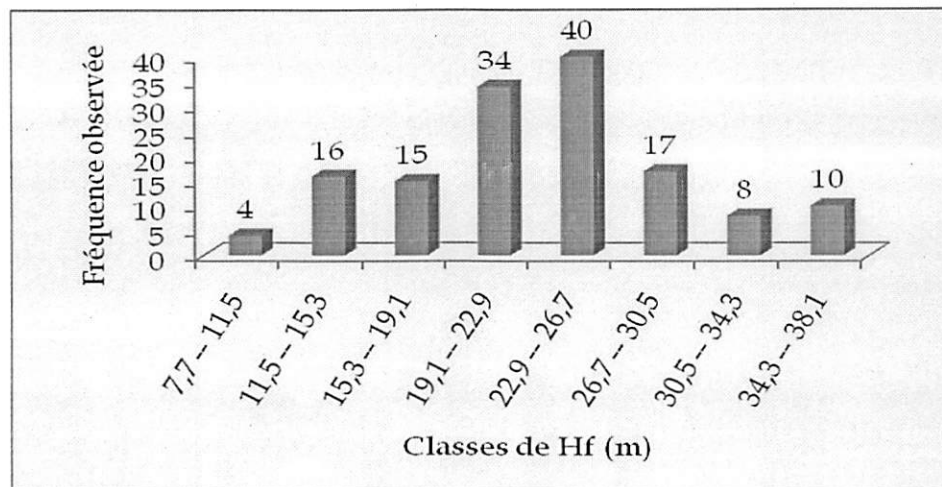


Figure 6. Distribution des pieds de *Guarea cedrata* en classes de hauteur fût

De cette figure, il se dégage que la classe ayant les tiges compris entre 22,9 à 26,7m sont les plus représentées avec 40 individus alors que la première classe n'a que 4 individus. La hauteur fût moyenne est de 23,03m (Annexe 4).

3.2.2. Hauteur totale

La figure 7 ci-dessous illustre la distribution des fréquences relatives des tiges de *Guarea cedrata* en fonction de leurs classes de hauteur totale.

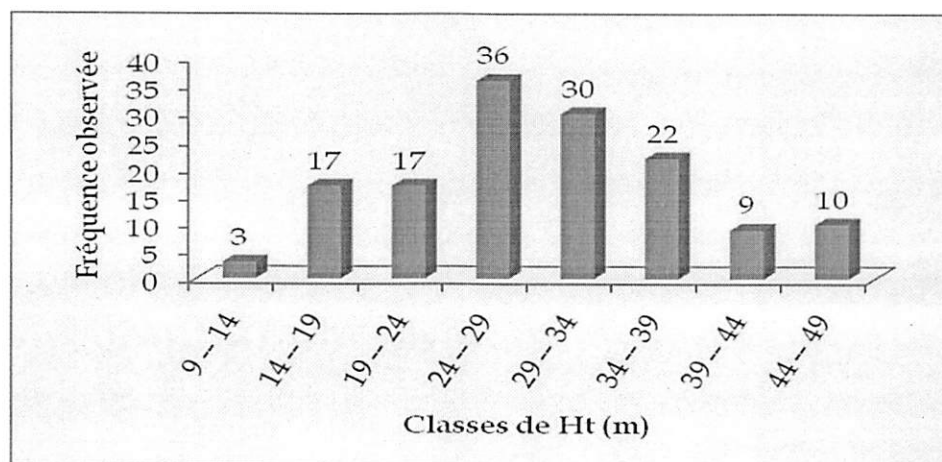


Figure 7. Distribution de tiges de *Guarea cedrata* en classes de hauteur totale

Il se dégage de cette figure qu'en général, les fréquences ou les nombres des tiges des classes moyennes sont plus élevées en hauteur totale, on observe un pic dans la classe de hauteur totale variant entre 24 et 29m alors que la première classe n'a que 3 tiges. La hauteur totale moyenne dans l'échantillon est de 28,91m (Annexe 5).

3.3. Surface terrière

La surface terrière est une mesure pratique qui donne des indications sur la quantité de matière ligneuse réellement disponible dans la partie inventoriée. Elle varie en fonction de la qualité de station (Bondru, 1989 cité par Lokombe, 1996).

La surface terrière d'un peuplement est la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui le composent. Elle s'exprime en m² ramenée à l'hectare ; elle fournit une bonne indication de la densité du peuplement à un âge donné (Rondeux, 1993).

Le tableau 2 ci-dessous présente la répartition des surfaces terrières des tiges de *Guarea cedrata* en fonction de leurs classes de DHP.

Tableau 2. Distribution de surface terrière par class de DHP

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	ST (m ² / 0,72ha)	ST (m ² /ha)
10 - 20	15	3	0,07	0,097
20 - 30	25	31	1,6	2,222
30 - 40	35	53	4,84	6,722
40 - 50	45	31	4,88	6,778
50 - 60	55	22	4,97	6,903
60 - 70	65	3	0,94	1,306
70 - 80	75	1	0,41	0,569
TOTAL		144	17,69	24,569
Moyenne/tige			0,123	0,171

Les résultats de ce tableau montrent que la surface terrière moyenne est de 0,171m²/ha et la surface terrière totale de 24,569m²/ha. On observe aussi que les classes de DHP variant entre 30 à 40, 40 à 50 et 50 à 60 comprennent des surfaces terrières élevées. Cette supériorité de surface terrière dans ces classes serait due au nombre élevé de tiges dans ces dernière.

3.4. Volumes des arbres en fonction des classes de DHP

Le tableau ci-dessous présente la répartition des volumes de *Guarea cedrata* en fonction de leurs classes de DHP.

Tableau 3. Distribution des volumes fût par class de DHP

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Vf (m ³ /0,72ha)	Vol (m ³ /ha)
10 - 20	15	3	0,568	0,789
20 - 30	25	31	17,539	24,360
30 - 40	35	53	83,321	115,724
40 - 50	45	31	96,994	134,114
50 - 60	55	22	116,754	162,158
60 - 70	65	3	23,457	32,579
70 - 80	75	1	11,245	11,618
TOTAL		144	349,877	485,931
Moyenne/tige			2,430	3,375

Il ressort de ce tableau que le volume fût moyen à l'hectare est de 3,375m³ et le volume total à l'hectare est de 485,931m³ pour *Guarea cedrata*. On observe aussi que plus le nombre de tiges et les diamètres à hauteur de poitrine sont élevés dans une classe, plus le volume est élevé.

3.5. Coefficient moyen de forme

Le coefficient moyen de forme est la moyenne des coefficients de forme d'un lot de cylindre ayant pour hauteur celles de leurs tiges et pour bases leur section et à la hauteur de poitrine (Parde, 1961).

Dans la pratique commerciale courante, on admet que le volume fût d'un arbre est à assimiler à celui d'un cylindre de révolution. Mais en réalité, un arbre n'a jamais une forme cylindrique. La tige des arbres est une forme variable et souvent irrégulière qui rapproche plus ou moins l'une des figures géométriques suivantes : cylindre, parabolöide, cône et neloïde.

CTFT (1978) établit les différentes valeurs du coefficient de forme que peuvent rattacher les types dendrométriques du fût d'une essence.

- = 1 pour un cylindre
- = 0,555 pour un paraboloïde
- = 0,407 pour un cône
- = 0,388 pour un néloïde.

Les coefficients moyens de forme ont une grande importance pour l'estimation du volume bois sur pied arbres et peuplement forestier. Cette estimation devient rapide et aisée si pour chaque essence forestière est établie une table où sont rangés les coefficients en fonction de la hauteur des arbres (Bentouti, 2006).

Le tableau ci-dessous donne les coefficients moyens de forme des tiges de *Guarea cedrata* en fonction des classes de DHP.

Tableau 4. Coefficient moyen de forme des tiges

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Coefficient moyen de forme
10 - 20	15	3	0,72
20 - 30	25	31	0,72
30 - 40	35	53	0,76
40 - 50	45	31	0,75
50 - 60	55	22	0,77
60 - 70	65	3	0,74
70 - 80	75	1	0,75
Moyenne			0,75

Il se dégage de ce tableau que le coefficient moyen de forme est de 0,75. Nous précisons que notre coefficient de forme est rattaché au type dendrométrique du fût d'une essence à tendance cylindrique.

3.6. Tarif de cubage

Le tarif du cubage est un tableau chiffré, une formule ou un graphique qui donne une estimation de volume d'un arbre ou d'un ensemble d'arbre en fonction des diverses variables qui sont les entrées des tarifs (Sindani, 2007).

3.6.1. Présentation des modèles des équations des régressions proposées

Le tableau qui suit illustre les caractéristiques des équations de régression pour les modèles testés.

Tableau 5. Caractéristiques des équations de régression proposées

Equations: Eléments	Linéaire	Log	Inverse	Exp	Puissance	Quadr
N	144	144	144	144	144	144
a	-4,04	-18,864	7,41	0,092	0,000045	0,872
b	0,17	5,926	-172,992	0,077	2,932	-0,093
c						0,003
r	0,945	0,887	0,790	0,955	0,980	0,978
R ² (%)	89,4	78,6	62,4	91,2	96,1	95,5

Légende:

- N= nombre des tiges ;
- a, b, c = coefficients de régression ;
- r = coefficient de corrélation ;
- R² = Coefficient de détermination.

Selon Mabilia (1981) cité par Liandja (2006), 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.

Parmi les équations de régression proposées, nous retenons l'équation de régression de puissance, car elle a donné un coefficient de détermination élevé, soit 96,1% qui est supérieur aux autres modèles de régression testés.

3.6.2. Tarif de cubage des différents modèles proposés

Le tableau 6 présente les tarifs de cubage des différents modèles des équations de régression proposés.



Tableau 6. Tarifs de cubage des différents modèles proposés

Equation	r	R ² (%)
Y.lin = - 4,04 + 0,17D	0,945	89,4
Y.log = - 18,864 + 5,926 lnD	0,887	78,6
Y.inv = 7,41 - 172,922/D	0,790	62,4
Y.exp = 0,092.e ^{0,077D}	0,955	91,2
Y. puis = 0,000045. D ^{2,932}	0,980	96,1
Y. quad = 0,872 - 0,093D + 0,003D ²	0,978	95,5

Le tarif de cubage de modèle de l'équation retenue est donné par l'équation ci-après :
 $Y = 0,000045. D^{2,932}$ (Equation de puissance).

La figure 8 ci-dessous présente le graphique de l'équation de régression de puissance qui fait l'objet de tarif de cubage de cette étude.

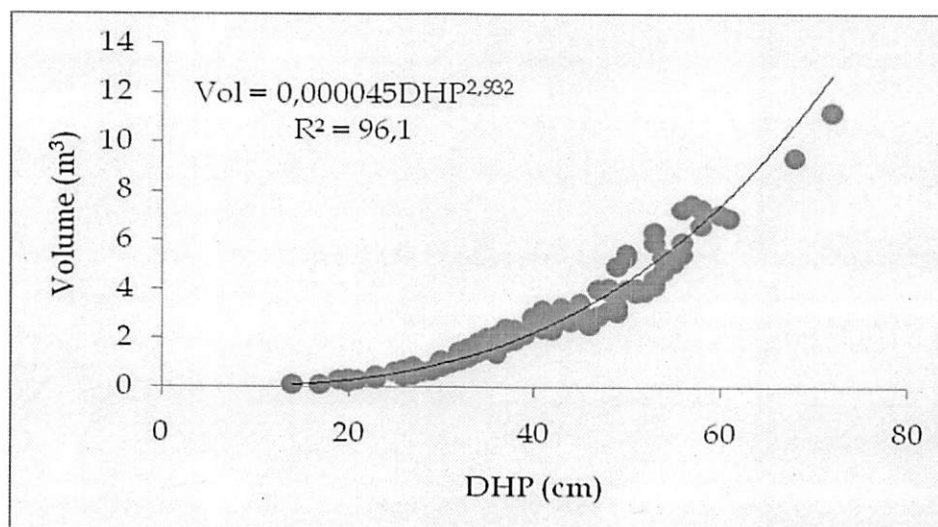


Figure 8. Graphique de cubage du modèle puissance

3.7. Accroissements annuels moyens

L'accroissement annuel moyen correspond à une production moyenne annuelle depuis la première année d'existence du peuplement ou de la plantation.

3.7.1. Accroissement annuel moyen en DHP

Le tableau ci-dessous illustre l'accroissement annuel moyen de *Guarea cedrata* installé dans les plantations de l'INERA/Yangambi.

Tableau 7. Accroissement annuel moyen en DHP

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Accroissement annuel moyen en DHP (cm/an)
10 - 20	15	3	0,24
20 - 30	25	31	0,41
30 - 40	35	53	0,54
40 - 50	45	31	0,71
50 - 60	55	22	0,85
60 - 70	65	3	1
70 - 80	75	1	1,14
Moyenne			0,60

L'accroissement moyen annuel en DHP de *Guarea cedrata* planté à Yangambi sous la méthode de Blanc étoc est de 0,60cm/an.

3.7.2. Accroissement annuel moyen en Hauteur fût

Les accroissements annuels moyens en fonction de classes de hauteur fût sont présentés dans le tableau qui suit.

Tableau 8. Accroissement annuel moyen en hauteur fût

Classe de Hf (m)	Fréquence observée	Accroissement annuel moyen en Hf (m/an)
7,7 - 11,5	4	0,15
11,5 - 15,3	16	0,21
15,3 - 19,1	15	0,28
19,1 - 22,9	34	0,33
22,9 - 26,7	40	0,39
26,7 - 30,5	17	0,46
30,5 - 34,3	8	0,5
34,3 - 38,1	10	0,58
Moyenne		0,37

L'accroissement annuel moyen en hauteur fût de *Guarea cedrata* est de 0,37m/an dans la plantation en blanc étoc âgée de 63ans à Yangambi.

3.7.3. Accroissement annuel moyen en hauteur totale

Les accroissements annuels moyens en fonction de classes de hauteur totale sont présentés dans le tableau qui suit.

Tableau 9. Accroissements annuels moyens en hauteur totale

Classe de Ht (m)	Fréquence observée	Accroissement annuel moyen en Ht (m/an)
9 - 14	3	0,17
14 - 19	17	0,26
19 - 24	17	0,34
24 - 29	36	0,42
29 - 34	30	0,49
34 - 39	22	0,57
39 - 44	9	0,64
44 - 49	10	0,73
Moyenne		0,46

L'accroissement annuel moyen en hauteur totale de notre espèce planté en Blanc étoc à Yangambi est de 0,46m/an.

3.7.4. Accroissement annuel moyen en volume fût

Les accroissements annuels moyens en fonction de classes de volume fût sont présentés dans le tableau qui suit.

Tableau 10. Accroissements annuels moyens en fonction de classes de volume fût

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Accroissement annuel moyen en Vf (m ³ /ha)
10 - 20	15	3	0,013
20 - 30	25	31	0,387
30 - 40	35	53	1,137
40 - 50	45	31	2,138
50 - 60	55	22	2,574
60 - 70	65	3	0,517
70 - 80	75	1	0,248
Moyenne			7,714

L'accroissement annuel moyen en volume fût de *Guarea cedrata*, planté en Blanc étoc à Yangambi est de 7,714m³/an.

3.8. Principales caractéristiques de *Guarea cedrata* en plantation de Blanc étoc

Le tableau 11 présente les principales caractéristiques de *Guarea cedrata* à l'âge de 63ans dans la plantation en Blanc étoc à Yangambi.

Tableau 11. Principales caractéristiques de *Guarea cedrata*

N°	Caractéristiques	Observations
1	Age (années)	63
2	Superficie (ha)	0,72
3	Ecartements	4m X 4m
4	Densité de la plantation	144
5	DHP moyen (cm)	37,98
6	Ht moyenne (m)	28,91
7	Dfb moyen (cm)	27,04
8	AAM en DHP (cm/an)	0,60
9	AAM en Ht (m/tige/an)	0,46
10	AAM en Hf (m/tige/an)	0,37
11	AAM en volume-fût (m ³ /ha/an)	7,714
12	ST (m ² /ha)	24,569
13	Coefficient moyen de forme	0,75

CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION DES RESULTATS

Dans ce chapitre, nous comparons les résultats obtenus dans ce travail aux résultats d'autres plantations. Nous prenons en compte les différents accroissements et le coefficient moyen de forme.

4.1. Comparaison des accroissements annuels moyens en DHP

Le tableau 12 présente la comparaison des accroissements annuels moyens en diamètre de *Guarea cedrata* introduit dans la méthode de Blanc étoc et autres essences à la même méthode.

Tableau 12. Comparaison des AAM en diamètre à hauteur de poitrine

Peuplement	Age (ans)	Localisation	Méthode	Ecartement	AAM en DHP (cm/an)	Sources
<i>Guarea cedrata</i>	63	Yangambi	Blanc étoc	4 x 4	0,60	Présent travail
<i>Pinus hondurensis</i>	22	Yangambi	Blanc étoc	2,5 x 5	0,89	Sindani, 1987
<i>Lovoa trichilioides</i>	50	Parcelle d'arboretum Ancienne 8D	Blanc étoc	2 x 4	1,41	Pitou, 2012
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	64	Parcelle d'arboretum Ancienne 13B	Blanc étoc	2,5 x 2,5	0,9	Asante, 2008
<i>Austranella congolensis</i>	67	Parcelle Lokombe	Blanc étoc	2 x 2	0,55	Manala, 2008

L'accroissement annuel moyen en DHP de *Guarea cedrata* est de 0,60cm/an à l'âge de 63ans. Cette valeur est supérieure à celui trouvé par Manala en 2008 à l'âge de 67ans, mais inférieure à ceux trouvés par d'autres chercheurs. Cette différence serait due aux conditions spécifiques de chaque site, mais aussi à l'effectif des pieds considérés dans l'échantillonnage.

4.2. Comparaison de l'accroissement annuel moyen en hauteur totale

Le tableau 13 présente la comparaison des accroissements annuels moyens en hauteur totale de *Guarea cedrata* introduit dans la méthode de Blanc étoc et autres essences à la même méthode.

Tableau 13. Comparaison de l'accroissement annuel moyen en hauteur totale

Peuplements	Age (ans)	Localisation	Méthode	Ecartement	AAM en Ht (cm/an)	Sources
<i>Guarea cedrata</i>	63	Yangambi	Blanc étoc	4 x 4	0,46	Présent travail
<i>Pinus hondurensis</i>	22	Yangambi	Blanc étoc	2,5 x 5	0,90	Sindani, 1987
<i>Lovoa trichilioides</i>	50	Yangambi	Blanc étoc	4 x 2	0,40	Pitou, 2012
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	64	Yangambi	Blanc étoc	2,5 x 2,5	0,36	Asante, 2008

Comparativement à d'autres études en Blanc étoc, l'accroissement annuel moyen en hauteur totale de *Guarea cedrata* est supérieur à ceux de Pitou et Asante soit 0,46m/an. Cette différence serait due aux conditions spécifiques de chaque site et aux non soins sylvicoles dans la plantation.

4.3. Volume

Le tableau 14 compare les accroissements annuels moyen en volume fût de *Guarea cedrata* du présent travail en plantation de Blanc étoc avec ceux d'autres chercheurs qui ont travaillé sur la même méthode.

Le tableau 14. Comparaison des accroissements annuels moyens en volume fût

Type de plantation	Age (ans)	Localisation	AAM en volume fût (m ³ /an)	Sources
Plantation en B-E	63	Yangambi	7,714	Présent travail
Plantation en B-E	52	Yangambi	16,99	Sindani, 1987
Plantation en B-E	50	Yangambi	18,312	Pitou, 2012
Plantation en B-E	35	Yangambi	11,558	Shongo, 1977

Les résultats de ce tableau montrent l'accroissement moyen en volume fût de *Guarea cedrata* est largement inférieur à celui trouvé par Pitou à l'âge de 50ans et ceux de Shongo et Sindani à l'âge de 35ans et 52ans. Cette différence est due à l'âge des différentes plantations mais aussi aux conditions de croissances particulières à chaque site et à l'échantillonnage.

Partant des résultats des accroissements annuels moyens en diamètre à hauteur de poitrine, hauteur fût, hauteur totale et volume fût, notre première hypothèse est affirmée, car le comportement de *Guarea cedrata* en Blanc étoc dans la région de Yangambi a été bon du fait que ces accroissements annuels moyens sont élevés, il lui manque des travaux d'entretien et surveillance, pour espérer un comportement mieux souhaitable.

4.4. Coefficient moyen de forme

Le tableau 15 donne la comparaison de coefficient moyen de *Guarea cedrata* avec ceux trouvés chez d'autres essences dans la même méthode.

Tableau 15. Comparaison de coefficient moyen de *Guarea cedrata*

Type de plantation	Age (ans)	Essence et Localisation	Coefficient de forme	Sources
Blanc étoc	63	<i>Guarea cedrata</i> / Yangambi	0,75	Présent travail
Blanc étoc	67	<i>Symphonia globilifera</i> /Yangambi	0,618	Kametu, 2008
Blanc étoc	67	<i>A .congolensis</i> / Yangambi	0,677	Manala, 2008
Blanc étoc	55	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i> /Yangambi	0,58	Shiso, 1994
Blanc étoc	31	<i>Milletia laurentii</i> /Yangambi	0,69	Mafuta, 1994

Ce tableau montre que le coefficient moyen de forme du présent travail (0,75) tend plus vers le cylindre comparativement aux autres coefficients moyens de forme.

Partant du résultat de notre coefficient moyen de forme, notre deuxième hypothèse est prise en compte, car le coefficient moyen de forme de notre espèce tend vers la forme cylindrique.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

A. Conclusion

Le présent travail avait pour but l'étude de comportement de *Guarea cedrata* planté en Blanc étoc dans les conditions de Yangambi.

Pour ce faire, nous avons réalisé un inventaire total sur deux parcelles de 0,36ha de superficie chacune, ce qui fait une superficie totale de 0,72ha et toutes les tiges de *Guarea cedrata* plantées ont fait l'objet de cette étude à 63 ans d'âge, soit de 1949 à 2012. Les diamètres à hauteur de poitrine, le diamètre au fin bout, la hauteur totale, la hauteur fût, la hauteur houppier, le diamètre de la couronne ainsi que tous les paramètres calculés sont les paramètres dendrométriques utilisés pour réaliser la présente étude.

Après analyse, la plantation en Blanc étoc de *Guarea cedrata* présente à l'âge de 63 ans les caractéristiques dendrométriques suivantes :

- L'accroissement annuel moyen en DHP est de 0,60cm/an ;
- L'accroissement annuel moyen en hauteur totale est de 0,47m/an ;
- L'accroissement annuel moyen en hauteur fût est de 0,34m/an ;
- L'accroissement annuel moyen en volume est de 7,714m³/an ;
- La surface terrière moyenne est de 0,171m²/ha
- Le coefficient moyen de forme est de 0,75
- Le volume fût total est de 485,931m³/ha
- Le tarif de cubage à une entrée retenu est de forme puissance (0,000045.
DHP^{2,932} et R²= 96,1.

B. Suggestions

A la fin de notre recherche, nous suggérons que :

- D'autres études soient menées dans d'autres sites et sur d'autres essences,
- Les autorités en charges des forêts viennent en aide à l'INERA/Yangambi en donnant les moyens pour la gestion durable de ses plantations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme, 2005 : Population de Yangambi ; Bureau de cité de Yangambi, 12p.
- Asante, F., 2008 : Etude de comportement de *Ricinodendron heudelotii* (Bail/Pierre ex Heckel) planté en blanc étoc dans les plantations forestières de Yangambi. 32p.
- Assumani, D.M., 2009 : Bilan dendrométriques de plantations expérimentales de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen et *Millettia laurentii* De Wild, installées à Yangambi (RD Congo), 115p.
- Bentouati, 2006: Croissance, productivité et aménagement des forêts de pine d'alpe du massif de Ouled-yangb (khenchela-Aures). Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Université EL Hadj Lakhdar. Batna Algérie, 116p.
- Bernard, D., 1997 : Régénération naturelle en forêt dense ivoirienne de production. Bois et forêts des tropiques, n°254 (4), 25-37p.
- Crabbe, M., 1965 : L'écoclimat de Yangambi, Office National de la Recherche et de Développement de l'ONDD. Kinshasa, 8p.
- CTFT, 1978: Mémento du forestier : Collection «technique rurale en Afrique» 2^e éd. 1244 p.
- Delleren, R., 1986 : Terres et vivres concilier protection et production Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale. Post Bus 3860.6700 AJ Wageningen, Pays-Bas, p.96.
- Ebuy, J., 2009 : Estimation du stockage de carbone dans les plantations de l'I.N.E.R.A. Yangambi à Yangambi (R.D.Congo) : Cas d'*Austranella congolensis* (De Wild). A. Chev., de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J. Léonard et « *Drypetes likwa* (J. Léonard. nomen) ». DEA Fac. des sciences UNIKIS, 133p.
- FAO, 2006 : Evaluation des ressources forestières mondiales. Rapport principal Etude FAO FORET N°140, ROME, 85p.
- Fenning, J., ET Gershenson, J., 2002: Where will the wood come from! Plantation forest and the role of biotechnology. Trends in biotechnology.20 (7): 291-296p.

- FAO, 1997: Les forêts au service de la sécurité alimentaire. Not Faune, pp 17-19.
- Germain et Evrard, C, 1956 : Etude écologique et phytosociologique de la forêt à *Brachystegia laurentii* de Yangambi, publ, INERA. Série scientifique 65, 105p.
- Kanu, 2003: La gestion des forets tropicales secondaires en Afrique 5-7p.
- Kellog, 1949: An exploraty study of soil groups in Belgium Congo. Publ. INEAC, Série sc.n°46,73p.
- Lokombe, D, 1996: Etude dendrométrique de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la collectivité de Bamanga. DES inédit IFA-Yangambi, 216p.
- Lokombe, D., 1975 : Inventaire forestier sur un Bloc de 400 ha dans la réserve floristique de Loweo. T.F.C. Inédit, IFA Yangambi, 44p.
- Lokombe, D., 1976 : Etude dendrométrique de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la collectivité de Bambesa. D.E.S. inédit, IFA/ Yangambi, 489p.
- Lomba, B.2007 : Contribution à l'étude de la phytodiversité de la réserve forestière de Yoko. Mémoire de D.E.S.FS / UNIKIS, 105p
- Mafuta, G.M., 1994 : Contribution à l'étude de la productivité de *Milletia laurentii* De Wild (Wengé) en plantation à Yangambi. T.F.E. Inédit, ISEA-Bengamisa, 47p.
- Manala, M., 2008 : Etude de comportement de *Austranella congolensis* (De Wild). Achev planté en blanc-étoc dans l'arboretum à Yangambi (R.D.Congo). Mémoire inédit, 52p.
- Nshimba, S-M., 2008 : Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts inondées de l'île Mbiye à Kisangani. Thèse doctorat ULB pp100-106.
- Pitou, J., 2012: Etude de comportement de *Lovoa tricilioides* planté en Blanc étoc dans la plantation de l'INERA-Yangambi. Mémoire inédit IFA-Yangambi, 46p.
- Rondeux, J. 1993: La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Presses agronomiques de Gembloux, Belgique : 521 (pp 62-100).

- SPIAF, 2007: Guide opérationnel. Liste des essences forestières de République Démocratique du Congo. Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme. SPIAF, 44p.
- Shongo, S., D., 1997: Contribution à l'étude d'accroissement de *Symphonia globulifera* L.F. en plantation à Yangambi. Mémoire photocopié, Université Nationale du Zaïre, Institut Facultaire des Sciences Agronomiques, 46p.
- Sindani, K., 1987: Phytomasse et productivité de quelque peuplement forestier des Alpes de notre haute province (France) et de Yangambi (Zaïre). Thèse de doctorat, ULP, 224P.
- Van Wambeke, A, Gilson, P. et Gutzwiller, R., 1956: Notice explicative de la carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi 6. Yangambi : planchette 2 : Yangambi, A et B. Bruxelles : Publ. INEAC, 35p.
- Van Wambeke et Evrand, 1954: Carte de sol et de la végétation du Congo-belge. Planchette 1. WEKO : Bruxelles, 28p.
- Zwawe, K, 2010 : Agriculture itinérante sur brûlis en Province orientale. Cas de Yangambi et ses environs. TFC inédit FSA UNIKIS, 30p.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
0.1. Problématique	1
0.2. Hypothèses	2
0.3. Objectifs	2
0.4. Intérêt de l'étude	3
0.5. Subdivision	3
PREMIER CHAPITRE: GENERALITES	4
1.1. Présentation du milieu d'étude.....	4
1.1.1. Situation géographique.....	4
1.1.2. Climat	4
1.1.3 Sol.....	7
1.1.4 Végétation	7
1.1.5. Population.....	8
1.2. Description botanique de <i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Pellegr.....	9
1.2.1. Origine et répartition géographique	9
1.2.2. Usage	9
1.2.3. Propriétés	10
1.2.4. Description.....	10
1.2.5. Autres données botaniques	10
1.2.6. Croissance et développement	10
1.2.7. Ecologie	11
1.2.8. Maladie et ravageurs	11
1.2.9. Ressources génétiques.....	11
CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES	12
2.1. Matériel.....	12

2.1.1. Matériel biologique.....	12
2.1.2. Matériel technique	12
2.2. Méthode de travail.....	12
2.2.1. Méthode d'inventaire.....	12
2.2.2. Equipe de travail.....	12
2.2.3. Paramètres retenus	12
2.3. Traitement des données.....	13
2.3.1. Transformation des mesures prises au Relascope de Bitterlich.....	13
2.3.2. Calcul de quelques paramètres.....	13
CHAPITRE TROISIEME: PRESENTATION DES RESULTATS	16
3.1. Structure diamétrique des arbres	16
3.1.1. Le Diamètre à la Hauteur de la Poitrine (DHP)	16
3.1.2. Le Diamètre au fin bout (Dfb).....	16
3.2. Structure des hauteurs	17
3.2.1. Hauteur fût	17
3.2.2. Hauteur totale.....	17
3.3. Surface terrière	18
3.4. Volumes des arbres en fonction des classes de DHP.....	19
3.5. Coefficient moyen de forme	19
3.6. Tarif de cubage	20
3.6.1. Présentation des modèles des équations des régressions proposées	21
3.6.2. Tarif de cubage des différents modèles proposés.....	21
3.7. Accroissements annuels moyens	22
3.7.1. Accroissement annuel moyen en DHP	22
3.7.2. Accroissement annuel moyen en Hauteur fût.....	23
3.7.3. Accroissement annuel moyen en hauteur totale	24
3.7.4. Accroissement annuel moyen en volume fût	24

3.8. Principales caractéristiques de <i>Guarea cedrata</i> en plantation de Blanc étoc.....	25
CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION DES RESULTATS	26
4.1. Comparaison des accroissements annuels moyens en DHP	26
4.2. Comparaison de l'accroissement annuel moyen en hauteur totale.....	27
4.3. Volume	27
4.4. Coefficient moyen de forme	28
CONCLUSION ET SUGGESTIONS.....	30
A. Conclusion	30
B. Suggestions	30
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	31
TABLE DES MATIERES.....	34
ANNEXES	

ANNEXES

Annexe 1. Données d'inventaire

N°	Diamètre à hauteur de poitrine (cm)	Diamètre au fin bout (cm)	Hauteur fût (m)	Hauteur totale (m)	Hauteur houppier (m)
1	17	11,0	7,7	9	1,3
2	20	13,0	9,0	11	2,0
3	14	9,0	10,8	13	2,2
4	23	16,0	11,0	14	3,0
5	21	15,0	11,5	14	2,5
6	23	14,0	11,6	14	2,4
7	26	16,6	12,0	15	3,0
8	26	16,0	12,1	15	2,9
9	26	16,0	12,5	15	2,6
10	27	18,0	12,0	16	4,0
11	27	17,4	13,0	16	3,0
12	27	18,0	13,2	16	2,8
13	27	17,5	13,0	17	4,0
14	27	18,0	14,1	17	2,9
15	29	20,8	13,5	18	4,5
16	29	21,8	13,9	18	4,1
17	28	19,0	14,0	18	4,0
18	29	20,0	14,2	18	3,8
19	29	20,0	14,5	18	3,5
20	27	18,2	14,9	18	3,1
21	19	13,0	15,7	19	3,3
22	30	21,6	15,8	19	3,2
23	31	23,0	16,6	20	3,4
24	23	16,0	16,0	21	5,0
25	20	13,4	17,0	21	4,0
26	23	15,0	17,0	21	4,0
27	23	15,2	17,3	21	3,7
28	23	14,5	17,4	21	3,6
29	25	16,0	18,0	22	4,0
30	25	16,2	18,3	22	3,7
31	31	23,0	18,3	22	3,7
32	32	23,0	18,0	23	5,0
33	32	24,0	18,5	23	4,5
34	32	24,4	19,0	23	4,0
35	25	15,4	19,1	23	3,9
36	26	18,0	19,1	23	3,9

37	32	25,0	19,1	23	3,9
38	26	17,0	19,9	24	4,1
39	33	24,0	18,8	25	6,3
40	33	23,0	19,7	25	5,3
41	33	23,8	19,8	25	5,3
42	27	18,0	20,0	25	5,0
43	30	21,6	20,0	25	5,0
44	33	26,0	20,0	25	5,0
45	27	16,0	20,5	25	4,5
46	30	22,0	20,5	25	4,5
47	33	23,0	20,5	25	4,5
48	32	25,0	20,8	25	4,3
49	27	18,0	21,0	25	4,0
50	33	23,6	21,8	25	3,3
51	34	24,0	21,0	26	5,0
52	34	24,5	21,5	26	4,5
53	30	20,7	21,6	26	4,4
54	34	23,7	22,0	26	4,0
55	34	23,8	22,0	26	4,0
56	34	24,0	22,5	26	3,5
57	36	22,0	20,0	27	7,0
58	32	24,0	20,4	27	6,6
59	36	25,4	21,0	27	6,0
60	36	25,9	21,0	27	6,0
61	32	26,0	21,2	27	5,8
62	35	26,0	21,8	27	5,2
63	32	23,4	22,0	27	5,0
64	35	24,0	22,0	27	5,0
65	36	27,0	22,2	27	4,8
66	36	24,0	22,4	27	4,6
67	33	27,0	23,0	28	5,0
68	34	25,2	23,0	28	5,0
69	32	25,0	23,2	28	4,8
70	37	26,0	23,2	28	4,8
71	38	26,0	23,2	28	4,8
72	38	26,0	23,2	28	4,8
73	38	27,0	23,2	28	4,8
74	34	26,2	24,0	29	5,0
75	41	31,0	24,0	29	5,0

76	34	26,0	24,1	29	4,9
77	39	28,0	24,1	29	4,9
78	41	30,0	24,1	29	4,9
79	42	28,0	24,0	30	6,0
80	34	24,7	24,9	30	5,1
81	43	32,0	24,9	30	5,1
82	34	25,0	25,0	30	5,0
83	42	31,0	25,0	30	5,0
84	43	30,0	26,0	30	4,0
85	43	31,0	26,0	30	4,0
86	46	29,0	22,0	31	9,0
87	46	31,0	22,6	31	8,4
88	44	33,0	22,6	31	8,4
89	45	34,0	23,0	31	8,0
90	45	32,0	24,0	31	7,0
91	45	32,5	25,5	31	5,5
92	45	32,0	26,0	31	5,0
93	47	33,0	23,0	32	9,0
94	49	32,0	23,0	32	9,0
95	48	34,0	23,3	32	8,7
96	47	32,0	23,4	32	8,6
97	49	34,0	24,0	32	8,0
98	35	22,5	25,6	32	6,4
99	34	25,0	26,6	32	5,4
100	35	27,0	26,0	33	7,0
101	50	38,0	26,0	33	7,0
102	49	36,0	27,0	33	6,0
103	35	25,2	28,0	33	5,0
104	51	38,0	24,5	34	9,5
105	51	40,0	24,8	34	9,2
106	52	36,0	25,0	34	9,0
107	51	36,0	26,0	34	8,0
108	53	38,0	25,0	35	10,0
109	53	38,5	25,5	35	9,5
110	53	39,0	26,2	35	8,8
111	35	23,8	28,0	35	7,0
112	36	25,9	28,0	35	7,0
113	37	27,0	28,4	35	6,6
114	37	28,0	29,0	35	6,0

115	43	32,0	29,0	35	6,0
116	54	41,0	26,5	36	9,5
117	55	39,7	28,2	37	8,8
118	54	42,1	29,0	37	8,0
119	38	25,0	29,6	37	7,4
120	40	28,0	29,6	37	7,4
121	40	30,0	29,6	37	7,4
122	45	32,0	29,0	38	9,0
123	41	32,0	30,0	38	8,0
124	43	30,0	30,4	38	7,6
125	41	31,0	30,5	38	7,5
126	56	42,0	28,5	39	10,5
127	55	39,0	29,5	39	9,5
128	48	31,0	31,0	39	8,0
129	47	33,0	31,2	39	7,8
130	48	31,0	32,0	39	7,0
131	56	40,0	32,0	40	8,0
132	49	35,0	35,0	41	6,0
133	58	45,0	31,4	43	11,6
134	50	36,0	36,0	43	7,0
135	60	45,0	32,1	44	11,9
136	50	39,0	35,0	44	9,0
137	61	41,0	32,9	45	12,2
138	53	35,8	37,0	45	8,0
139	53	38,5	38,0	45	7,0
140	56	42,0	38,0	46	8,0
141	57	43,0	37,6	47	9,4
142	58	41,0	37,0	48	11,0
143	68	43,0	37,0	48	11,0
144	72	51,0	36,8	48,5	11,7

Annexe 2. Distribution des tiges par classe de DHP

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	Fréquence observée	Fréquence relative	Fréquence cumulée
10 - 20	15	3	2,08	3
20 - 30	25	31	21,53	34
30 - 40	35	53	36,81	87
40 - 50	45	31	21,53	118
50 - 60	55	22	15,28	140
60 - 70	65	3	2,03	143
70 - 80	75	1	0,69	144
Total		144	100	
Moyenne	37,98			
ECT	11,13			
CV (%)	29,30			

Annexe 3. Distribution des tiges en fonction de diamètre au fin bout

Classe de Dfb (cm)	Indice des classes	Fréquence observée	Fréquence relative (%)	Fréquence cumulée
9 - 14,3	11,65	6	4,17	6
14,3 - 19,6	16,95	24	16,67	30
19,6 - 24,9	22,25	31	21,53	31
24,9 - 30,2	27,55	33	22,92	94
30,2 - 35,5	32,8	23	15,97	117
35,5 - 40,8	38,15	16	11,11	133
40,8 - 46,1	43,45	10	6,94	143
46,1 - 51,4	48,75	1	0,69	144
Total		144	100	
Moyenne	27,04			
Ecart type	8,44			
CV (%)	31,2			

Annexe 4. Distribution des tiges en fonction de la Hauteur fût

Classe de Hauteur fût (m)	Indice des classes	Fréquence observée	Fréquence relative (%)	Fréquence cumulée
7,7 - 11,5	9,6	4	2,78	4
11,5 - 15,3	13,4	16	11,11	20
15,3 - 19,1	17,2	15	10,42	35
19,1 - 22,9	21	34	23,61	69
22,9 - 26,7	24,8	40	17,78	109
26,7 - 30,5	28,6	17	11,81	126
30,5 - 34,3	32,4	8	5,56	124
34,3 - 38,1	36,2	10	6,94	144
Total		144	100	
Moyenne	23,03			
ECT	6,59			
CV (%)	28,6			

Annexe 5. Distribution des tiges en fonction de la Hauteur totale

Classe de Hauteur totale (m)	Indice des classes	Fréquence observée	Fréquence relative (%)	Fréquence cumulée
9 - 14	11,5	3	2,08	3
14 - 19	16,5	17	11,81	20
19 - 24	21,5	17	11,81	37
24 - 29	26,5	36	25	73
29 - 34	31,5	30	20,83	103
34 - 39	36,5	22	11,28	125
39 - 44	41,5	9	6,25	134
44 - 49	46,5	10	6,94	144
Total		144	100	
Moyenne	28,91			
ECT	8,52			
CV (%)	29,5			

Annexe 6. Surface terrière, Volume de Smalian, Volume du cylindre, Coefficient moyen de forme individuel

N°	Dhp (m)	Dfb (m)	Hauteur fût (m)	Surface terrière (m ² /ha)	Vol Smalian (m ³)	Vol cylindre (m ³)	Coefficient moyen de forme
1	0,17	0,11	7,7	0,02	0,124	0,175	0,71
2	0,2	0,13	9	0,03	0,201	0,283	0,71
3	0,14	0,09	10,79	0,02	0,117	0,166	0,71
4	0,23	0,16	11	0,04	0,339	0,457	0,74
5	0,21	0,15	11,5	0,03	0,301	0,398	0,76
6	0,23	0,14	11,62	0,04	0,331	0,483	0,69
7	0,26	0,166	12	0,05	0,448	0,637	0,70
8	0,26	0,16	12,1	0,05	0,443	0,642	0,69
9	0,26	0,16	12,45	0,05	0,455	0,661	0,69
10	0,27	0,18	12	0,06	0,496	0,687	0,72
11	0,27	0,1744	13	0,06	0,527	0,744	0,71
12	0,27	0,18	13,2	0,06	0,546	0,755	0,72
13	0,27	0,175	13	0,06	0,528	0,744	0,71
14	0,27	0,18	14,11	0,06	0,583	0,807	0,72
15	0,29	0,208	13,5	0,07	0,675	0,891	0,76
16	0,29	0,218	13,9	0,07	0,718	0,918	0,78
17	0,28	0,19	14	0,06	0,629	0,862	0,73
18	0,29	0,2	14,2	0,07	0,692	0,937	0,74
19	0,29	0,2	14,5	0,07	0,706	0,957	0,74
20	0,27	0,182	14,94	0,06	0,622	0,855	0,73
21	0,19	0,13	15,7	0,03	0,327	0,445	0,73
22	0,3	0,216	15,77	0,07	0,846	1,114	0,76
23	0,31	0,23	16,6	0,08	0,971	1,252	0,78
24	0,23	0,16	16	0,04	0,493	0,664	0,74
25	0,2	0,134	17	0,03	0,387	0,534	0,72
26	0,23	0,15	17	0,04	0,503	0,706	0,71
27	0,23	0,152	17,3	0,04	0,516	0,718	0,72
28	0,23	0,145	17,43	0,04	0,506	0,724	0,70
29	0,25	0,16	18	0,05	0,622	0,883	0,70
30	0,25	0,162	18,26	0,05	0,636	0,896	0,71
31	0,31	0,23	18,26	0,08	1,068	1,378	0,78
32	0,32	0,23	18	0,08	1,097	1,447	0,76
33	0,32	0,24	18,5	0,08	1,162	1,487	0,78
34	0,32	0,244	19	0,08	1,208	1,527	0,79
35	0,25	0,154	19,09	0,05	0,646	0,937	0,69
36	0,26	0,18	19,09	0,05	0,749	1,013	0,74
37	0,32	0,25	19,09	0,08	1,236	1,535	0,81

38	0,26	0,17	19,92	0,05	0,754	1,057	0,71
39	0,33	0,24	18,75	0,09	1,225	1,603	0,76
40	0,33	0,23	19,7	0,09	1,251	1,684	0,74
41	0,33	0,2376	19,75	0,09	1,282	1,688	0,76
42	0,27	0,18	20	0,06	0,827	1,145	0,72
43	0,3	0,216	20	0,07	1,073	1,413	0,76
44	0,33	0,26	20	0,09	1,386	1,710	0,81
45	0,27	0,16	20,5	0,06	0,793	1,173	0,68
46	0,3	0,22	20,5	0,07	1,114	1,448	0,77
47	0,33	0,23	20,5	0,09	1,302	1,752	0,74
48	0,32	0,25	20,75	0,08	1,343	1,668	0,81
49	0,27	0,18	21	0,06	0,868	1,202	0,72
50	0,33	0,236	21,75	0,09	1,405	1,859	0,76
51	0,34	0,24	21	0,09	1,428	1,906	0,75
52	0,34	0,245	21,5	0,09	1,482	1,951	0,76
53	0,3	0,207	21,58	0,07	1,125	1,525	0,74
54	0,34	0,237	22	0,09	1,483	1,996	0,74
55	0,34	0,238	22	0,09	1,487	1,996	0,75
56	0,34	0,24	22,5	0,09	1,530	2,042	0,75
57	0,36	0,22	20	0,10	1,397	2,035	0,69
58	0,32	0,24	20,41	0,08	1,282	1,641	0,78
59	0,36	0,254	21	0,10	1,600	2,136	0,75
60	0,36	0,2592	21	0,10	1,622	2,136	0,76
61	0,32	0,26	21,2	0,08	1,415	1,704	0,83
62	0,35	0,26	21,8	0,10	1,627	2,096	0,78
63	0,32	0,234	22	0,08	1,357	1,768	0,77
64	0,35	0,24	22	0,10	1,555	2,116	0,74
65	0,36	0,27	22,2	0,10	1,764	2,259	0,78
66	0,36	0,24	22,4	0,10	1,646	2,279	0,72
67	0,33	0,27	23	0,09	1,641	1,966	0,83
68	0,34	0,252	23	0,09	1,617	2,087	0,77
69	0,32	0,25	23,24	0,08	1,504	1,868	0,81
70	0,37	0,26	23,24	0,11	1,865	2,498	0,75
71	0,38	0,26	23,24	0,11	1,934	2,634	0,73
72	0,38	0,26	23,24	0,11	1,934	2,634	0,73
73	0,38	0,27	23,24	0,11	1,982	2,634	0,75
74	0,34	0,262	24	0,09	1,736	2,178	0,80
75	0,41	0,31	24	0,13	2,489	3,167	0,79
76	0,34	0,26	24,07	0,09	1,731	2,184	0,79
77	0,39	0,28	24,07	0,12	2,178	2,874	0,76
78	0,41	0,3	24,07	0,13	2,438	3,176	0,77
79	0,42	0,28	24	0,14	2,400	3,323	0,72
80	0,34	0,247	24,9	0,09	1,726	2,260	0,76

38	0,26	0,17	19,92	0,05	0,754	1,057	0,71
39	0,33	0,24	18,75	0,09	1,225	1,603	0,76
40	0,33	0,23	19,7	0,09	1,251	1,684	0,74
41	0,33	0,2376	19,75	0,09	1,282	1,688	0,76
42	0,27	0,18	20	0,06	0,827	1,145	0,72
43	0,3	0,216	20	0,07	1,073	1,413	0,76
44	0,33	0,26	20	0,09	1,386	1,710	0,81
45	0,27	0,16	20,5	0,06	0,793	1,173	0,68
46	0,3	0,22	20,5	0,07	1,114	1,448	0,77
47	0,33	0,23	20,5	0,09	1,302	1,752	0,74
48	0,32	0,25	20,75	0,08	1,343	1,668	0,81
49	0,27	0,18	21	0,06	0,868	1,202	0,72
50	0,33	0,236	21,75	0,09	1,405	1,859	0,76
51	0,34	0,24	21	0,09	1,428	1,906	0,75
52	0,34	0,245	21,5	0,09	1,482	1,951	0,76
53	0,3	0,207	21,58	0,07	1,125	1,525	0,74
54	0,34	0,237	22	0,09	1,483	1,996	0,74
55	0,34	0,238	22	0,09	1,487	1,996	0,75
56	0,34	0,24	22,5	0,09	1,530	2,042	0,75
57	0,36	0,22	20	0,10	1,397	2,035	0,69
58	0,32	0,24	20,41	0,08	1,282	1,641	0,78
59	0,36	0,254	21	0,10	1,600	2,136	0,75
60	0,36	0,2592	21	0,10	1,622	2,136	0,76
61	0,32	0,26	21,2	0,08	1,415	1,704	0,83
62	0,35	0,26	21,8	0,10	1,627	2,096	0,78
63	0,32	0,234	22	0,08	1,357	1,768	0,77
64	0,35	0,24	22	0,10	1,555	2,116	0,74
65	0,36	0,27	22,2	0,10	1,764	2,259	0,78
66	0,36	0,24	22,4	0,10	1,646	2,279	0,72
67	0,33	0,27	23	0,09	1,641	1,966	0,83
68	0,34	0,252	23	0,09	1,617	2,087	0,77
69	0,32	0,25	23,24	0,08	1,504	1,868	0,81
70	0,37	0,26	23,24	0,11	1,865	2,498	0,75
71	0,38	0,26	23,24	0,11	1,934	2,634	0,73
72	0,38	0,26	23,24	0,11	1,934	2,634	0,73
73	0,38	0,27	23,24	0,11	1,982	2,634	0,75
74	0,34	0,262	24	0,09	1,736	2,178	0,80
75	0,41	0,31	24	0,13	2,489	3,167	0,79
76	0,34	0,26	24,07	0,09	1,731	2,184	0,79
77	0,39	0,28	24,07	0,12	2,178	2,874	0,76
78	0,41	0,3	24,07	0,13	2,438	3,176	0,77
79	0,42	0,28	24	0,14	2,400	3,323	0,72
80	0,34	0,247	24,9	0,09	1,726	2,260	0,76

81	0,43	0,32	24,9	0,15	2,808	3,614	0,78
82	0,34	0,25	25	0,09	1,748	2,269	0,77
83	0,42	0,31	25	0,14	2,674	3,462	0,77
84	0,43	0,3	26	0,15	2,805	3,774	0,74
85	0,43	0,31	26	0,15	2,868	3,774	0,76
86	0,46	0,29	22	0,17	2,553	3,654	0,70
87	0,46	0,31	22,6	0,17	2,729	3,754	0,73
88	0,44	0,33	22,63	0,15	2,687	3,439	0,78
89	0,45	0,34	23	0,16	2,872	3,656	0,79
90	0,45	0,32	24	0,16	2,872	3,815	0,75
91	0,45	0,325	25,5	0,16	3,084	4,054	0,76
92	0,45	0,32	26	0,16	3,112	4,133	0,75
93	0,47	0,33	23	0,17	2,977	3,988	0,75
94	0,49	0,32	23	0,19	3,092	4,335	0,71
95	0,48	0,34	23,3	0,18	3,164	4,214	0,75
96	0,47	0,32	23,36	0,17	2,964	4,051	0,73
97	0,49	0,34	24	0,19	3,351	4,523	0,74
98	0,35	0,225	25,6	0,10	1,740	2,462	0,71
99	0,34	0,25	26,56	0,09	1,857	2,410	0,77
100	0,35	0,27	26	0,10	1,994	2,500	0,80
101	0,5	0,38	26	0,20	4,025	5,103	0,79
102	0,49	0,36	27	0,19	3,918	5,089	0,77
103	0,35	0,252	28	0,10	2,044	2,693	0,76
104	0,51	0,38	24,5	0,20	3,890	5,002	0,78
105	0,51	0,4	24,8	0,20	4,089	5,064	0,81
106	0,52	0,36	25	0,21	3,925	5,307	0,74
107	0,51	0,36	26	0,20	3,977	5,309	0,75
108	0,53	0,38	25	0,22	4,173	5,513	0,76
109	0,53	0,385	25,5	0,22	4,295	5,623	0,76
110	0,53	0,39	26,2	0,22	4,453	5,777	0,77
111	0,35	0,238	28	0,10	1,969	2,693	0,73
112	0,36	0,2592	28	0,10	2,163	2,849	0,76
113	0,37	0,27	28,4	0,11	2,339	3,052	0,77
114	0,37	0,28	29	0,11	2,451	3,117	0,79
115	0,43	0,32	29	0,15	3,270	4,209	0,78
116	0,54	0,41	26,5	0,23	4,781	6,066	0,79
117	0,55	0,397	28,21	0,24	5,095	6,699	0,76
118	0,54	0,421	29	0,23	5,337	6,638	0,80
119	0,38	0,25	29,6	0,11	2,404	3,355	0,72
120	0,4	0,28	29,6	0,13	2,770	3,718	0,75
121	0,4	0,3	29,6	0,13	2,905	3,718	0,78
122	0,45	0,32	29	0,16	3,471	4,610	0,75
123	0,41	0,32	30	0,13	3,185	3,959	0,80

124	0,43	0,3	30,4	0,15	3,280	4,412	0,74
125	0,41	0,31	30,5	0,13	3,163	4,025	0,79
126	0,56	0,42	28,47	0,25	5,475	7,009	0,78
127	0,55	0,39	29,5	0,24	5,264	7,005	0,75
128	0,48	0,31	31	0,18	3,973	5,607	0,71
129	0,47	0,33	31,2	0,17	4,039	5,410	0,75
130	0,48	0,31	32	0,18	4,101	5,788	0,71
131	0,56	0,4	32	0,25	5,948	7,878	0,76
132	0,49	0,35	35	0,19	4,981	6,597	0,76
133	0,58	0,45	31,39	0,26	6,640	8,289	0,80
134	0,5	0,36	36	0,20	5,364	7,065	0,76
135	0,6	0,45	32,12	0,28	7,091	9,077	0,78
136	0,5	0,39	35	0,20	5,524	6,869	0,80
137	0,61	0,41	32,85	0,29	6,965	9,595	0,73
138	0,53	0,358	37	0,22	5,941	8,159	0,73
139	0,53	0,385	38	0,22	6,400	8,379	0,76
140	0,56	0,42	38	0,25	7,308	9,355	0,78
141	0,57	0,43	37,6	0,26	7,524	9,590	0,78
142	0,58	0,41	37	0,26	7,327	9,771	0,75
143	0,68	0,43	37	0,36	9,400	13,430	0,70
144	0,72	0,51	36,8	0,41	11,245	14,976	0,75