

**UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

OPTION : « Eaux et forêts »



B.P. 2012 KISANGANI

**Caractérisation Dendrométrique de Plantations Forestières de l'INERA-
Yangambi (Cas d'*Entandrophragma cylindricum* Sprague et *Pterocarpus
soyauxii* Taub) en Province Orientale R.D.Congo**



Ir. Maurice NGEMALE GBIADIRI

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de D.E.S
en Aménagement Durable des Forêts.

Promoteur: Professeur LOKOMBE DIMANDJA
(ISEA/BENGAMISA)

Co-promoteur : Professeur QUENTIN PONETTE
(Université Catholique de Louvain)

Année académique 2009-2010

TABLE DES MATIERES

2. Hypothèses de recherche	2
3. Objectifs de recherche	3
4. Intérêt du travail	3
5. Subdivision de l'étude	3
CHAPITRE PREMIER : SITE D'ÉTUDE	4
1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	4
1.2. PRESENTATION SUCCINCTE DU MILIEU PHYSIQUE.....	4
CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES.....	6
2.1. MATERIEL BIOLOGIQUE	6
2.2. MATERIELS DE TERRAIN	6
2.3. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	7
2.3.1. Types de peuplements présents	7
2.3.2. Cartes et/ou plans à l'échelle du peuplement	8
2.3.4. Critères de sélection des parcelles d'études	8
2.3.5. Choix effectués.....	8
2.4. HISTORIQUE DES INTERVENTIONS EFFECTUÉES DEPUIS LA PLANTATION	10
2.5. CARACTÉRISATION DES PEUPEMENTS	10
2.5.1. Méthodes d'inventaires	10
2.5.2. Mesures	13
2.5.3. Marquage des arbres.....	13
2.6. LES TYPES DE DONNEES.....	15
2.7. TRAITEMENT DES DONNEES	15
2.7.1. Matériel sur pied.....	15
2.7.2. Accroissements.....	16
2.8. TRANSFORMATION DES MESURES PRISES AU RELASCOPE DE BITTERLICH	16
2.8.1. Saisie des données de Base.....	17
2.8.2. Calcul de quelques paramètres	17
CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS	20
3.1. RESULTAT DES PARAMETRES DENDROMETRIQUES	20
3.2. TARIF DE CUBAGE.....	30

3.2.1. Tarif d' <i>Entandrophragma cylindricum</i>	30
3.2.2. Tarif de <i>Pterocarpus soyauxii</i>	32
CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION DES RESUTATS.....	35
4.1. DENSITE	35
4.2. STRUCTURE DIAMETRIQUE	36
4.3. SURFACES TERRIERES	36
4.4. VOLUMES.....	37
4.5. ACCROISSEMENT DIAMETRIQUE MOYEN	38
4.6. TARIF DE CUBAGE.....	38
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	40
BIBLIOGRAPHIE	42
ANNEXES.....	45
Annexe 1 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode B.E série 2D B.E <i>Entandrophragma cylindricum</i>	45
Annexe 2 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode Layon, série 5C_6C <i>Entandrophragma cylindricum</i>	45
Annexe 3 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode de Layon, série 1A <i>E. cylindricum</i>	46
Annexe 4 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode Martineau, série 6A <i>E. cylindricum</i>	46
Annexe 5 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode de Layon, série 6A <i>Pterocarpus soyauxii</i>	47
Annexe 6 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode de B.E, série 2A <i>Pterocarpus soyauxii</i>	48
Annexe 7 : Donnée brute pour la construction de tarif de cuba du peuplement à <i>Entandrophragma cylindricum</i> et <i>Pterocarpus soyauxii</i>	48

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Localisation des peuplements étudiés au Groupe Forestier de l'I.N.E.R.A. Yangambi	8
Figure 2: Dispositif des arbres bordure (zone tampon)	11
Figure 3: Dispositif de la méthode de Layon	12
Figure 4: Photos prises au cours de l'inventaire.....	14
Figure 5: Distribution de diamètre par la hauteur recoupe du peuplement à <i>Entandrophragma cylindricum</i>	25
Figure 6: Distribution de diamètre par la hauteur recoupe du peuplement à <i>Pterocarpus soyauxii</i>	26
Figure 7: Distribution de diamètre par le volume du peuplement à <i>Entandrophragma cylindricum</i>	26
Figure 8: Distribution de diamètre par le volume du peuplement à <i>Pterocarpus soyauxii</i>	27
Figure 9: Relation entre la surface terrière et l'âge du peuplement à <i>Entandrophragma cylindricum</i> et <i>Pterocarpus soyauxii</i>	28

Figure 10: Relation entre le volume et l'âge du peuplement à <i>Entandrophragma cylindricum</i> et <i>Pterocarpus soyauxii</i>	28
Figure 11: Tarif de cubage d'un peuplement d' <i>Entandrophragma cylindricum</i>	31
Figure 12: Résidus d'un peuplement d' <i>Entandrophragma cylindricum</i>	31
Figure 13: Tarif de cubage d'un peuplement de <i>Pterocarpus soyauxii</i>	33
Figure 14: Résidus d'un peuplement <i>Pterocarpus soyauxii</i>	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Principales caractéristiques des plantations retenues	7
Tableau 2: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Blanc-étoc	20
Tableau 3: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Layon, série 5C_6C	21
Tableau 4: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Layon, série 1A.....	21
Tableau 5: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Martineau.....	22
Tableau 6: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Layon, série 6A.....	23
Tableau 7: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Blanc-étoc, série 2A.....	23
Tableau 8: Nombre de tiges, le diamètre moyen et la hauteur dominante de tous les peuplements.	24
Tableau 9: Les paramètres des essences colonisatrices.....	24
Tableau 10: Équations et paramètres statistiques des cinq types de tarifs de cubage.	30
Tableau 11: Les deux modèles d'équation pour le <i>Pterocarpus soyauxii</i>	32
Tableau 12: Tarifs de cubage produit par notre étude dans la Plantation de l'INERA-Yangambi	39

LISTE DES ABREVIATIONS

AIMA	: Accroissement individuel moyen annuel
ATIBT	: Association Technique Internationale des Bois tropicaux
B.E	: Blanc étoc
CIRAD	: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le développement
CTFT	: Centre Technique Forestier Tropical
DHP	: Diamètre à Hauteur de Poitrine
Dhp	: Diamètre à la hauteur de la poitrine
Dm	: Diamètre moyen à la hauteur de la poitrine
E. cylindricum	: <i>Entandrophragma cylindricum</i>
ENGREF	: Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts

G	: Surface terrière en m ² /ha
Gm	: Surface terrière moyenne
GPS	: Global Positioning System (Système de positionnement par satellite)
ha	: hectare
HF	: Hauteur fût
Ho	: Hauteur dominante en m
Htot _{m.}	: Hauteur totale moyenne
H recoupe	: Hauteur recoupe
I.N.E.R.A	: Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique
m	: Mètre
m ²	: Mètre carré
m ³	: Mètre cube
R ²	: Coefficient de détermination
RDC	: République Démocratique du Congo
V	: Volume en m ³

EPIGRAPHE

“Le peu que je sache, je veux le faire connaître, afin qu’un autre, meilleur que je suis, découvre la vérité, et que l’œuvre qu’il poursuit sanctionne mon erreur.

Je m’en réjouirai pour avoir été, malgré tout, cause que cette vérité se fasse jour”.

Albrecht Dürer in Bernard DUPUY

1998

DEDICACE

A toi mon père Gérard Gbiadiri et ma mère Marie Mbifo Thérèse ;

A toi professeur Gaston Kimbuani ;

A toi Ir. José Mbifo et cadet Augustin Mbifo Gb.

Je dédie ce travail, fruit des vos efforts consentis.

REMERCIEMENTS

La parution de ce mémoire est l'occasion pour nous de remercier les personnes qui nous ont aidés dans son achèvement. Il ne serait jamais réalisé, s'il n'avait reçu le concours de plusieurs personnes de bonne volonté. Nous sommes redevable à tous ceux et à toutes celles qui, d'une manière ou d'une autre ont contribué à sa réalisation.

Nous remercions en premier lieu la Coopération Universitaire pour le Développement (CUD) et la Faculté des Sciences Agronomiques (Unikis) pour avoir respectivement financé, abrité et organisé cette formation de 3ème cycle.

Nous pensons au promoteur Professeur Lokombe Dimandja et au Co-promoteur Professeur Quentin Ponette pour leur avis et considérations qui ont attiré notre attention sur certains éléments ayant enrichi ce travail.

Sans pouvoir tous les citer, le CT Bola Felly et Assistant Assumani Dieu Merci et bien d'autres nous ont permis de bénéficier de fructueux échanges de vue. Ils nous ont donné l'envie de les mettre en forme.

Merci ne suffit pas pour exprimer tout ce que nous devons à nos collègues de promotion : Albert Agbonga, Aimé Motondo, Helena Ndinga, Pitshou Meniko, Patrick Kondjo, Jean de Dieu Malongola, Mathie Nkuma, Nellas Bauma, Prosper Dechuvi, Josias Bonyoma, Nathalie Ngalia, Jhon Tshibamba, Joseph Adheka, Fiston Mikwa, Joseph Omatoko avec qui nous nous sommes serrés les coudes durant ces deux longues années d'études ; nous nous sommes encouragés mutuellement à persévérer dans la voie que nous avons choisie, celle de la tolérance des uns vis-à-vis des autres.

Cet élan de gratitude va droit à ma petite Sylvie Don pour ses encouragements décisifs dans la dernière ligne droite

Nous pensons à celles et ceux qui ont éclairé mes séjours à Kisangani de leur bonne humeur et nous ont apporté leur soutien dans les moments de doute. Je pense en particulier à Mamie Nyimbe, Major Wando, Sœur Berthe Mongana, Jean Léon Bangatilo, André Mbifo, Couple Adrien Bu, Tante Maguy Yalibo.

RESUME

Le présent travail s'est proposé de mener une étude sur les caractéristiques dendrométriques des plantations forestières de l'INERA-Yangambi.

Un inventaire total a été réalisé dans toutes les parcelles ayant comporté les espèces *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii* et tous les arbres quelle que soit l'espèce à $D_{hp} \geq 10$ cm, ont été inventoriés.

Les types des données obtenues à l'échelle du peuplement sont les suivants: la densité, la mortalité, la circonférence à 1,30 m, la hauteur totale, la hauteur recoupe, le diamètre à 1,30 m de hauteur, le diamètre à la mi-hauteur recoupe, les arbres dominants, les moyennes arithmétiques et la surface terrière moyenne.

Sur les arbres debout ont été établis les courbes de hauteur recoupe en fonction du diamètre et les tarifs de cubage reliant le volume estimé par la formule de Huber à des caractéristiques dendrométriques telles que la section à 1,3 m de hauteur.

Les résultats obtenus sont les suivants : la densité est de 433 tiges à l'hectare pour le peuplement d'*Entandrophragma cylindricum* contre 141 tiges à l'hectare pour le peuplement de *Pterocarpus soyauxii* ; la surface terrière varie autour de 18,6 m²/ha pour le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et 16,5 m²/ha pour le peuplement à *Pterocarpus soyauxii* ; la production en volume pour le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* toutes méthodes et parcelles confondues varie autour de 298,5 m³ contre 250 m³ pour *Pterocarpus soyauxii* ; l'accroissement annuel moyen en diamètre oscille autour de 0,5 cm pour *Entandrophragma cylindricum* et 1,1cm pour *Pterocarpus soyauxii* ;

Cinq modèles d'équations de régression ont été testés (Linéaire, Quadratique, Logarithmique, Puissance et exponentiel) en vue de choisir ceux qui vont s'ajuster le mieux aux nuages de points.

Dans le cadre de cette étude, une seule équation (Quadratique) était retenue pour le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* qui ajuste mieux le nuage de points. Le modèle Puissance et quadratique pour le peuplement à *Pterocarpus soyauxii*.

Mots Clés : Plantation forestière, Caractéristiques dendrométriques, INERA-Yangambi, *Entandrophragma cylindricum*, *Pterocarpus soyauxii*

ABSTRACT

This work has proposed conducting a study on the characteristics of forest plantations dendrometric INERA-Yangambi.

A total inventory was conducted in all plots have included species *Entandrophragma cylindricum* and *Pterocarpus soyauxii* and all trees regardless of species DBH ≥ 10 cm were inventorie.

The types of data to the stand level are: density, mortality, girth at 1.30 m, total height, height intersects, diameter at 1.30 m in height, diameter at mid-height overlap, the dominant trees, and the arithmetic average basal area. On standing trees were established height curves overlaps depending on the diameter and volume tables linking the volume estimated by the formula Huber mensuration characteristics such as the section to 1.3 m high.

The results obtained are as follows: the density is 433 stems per hectare for *Entandrophragma cylindricum* against 141 stems per hectare for *Pterocarpus soyauxii*; basal area varies around 18.6 m² / ha in the stand *Entandrophragma cylindricum* and 16.5 m² / ha for settlement to *Pterocarpus soyauxii*; production volume for the stand to *Entandrophragma cylindricum* all methods combined plots varies around 250 m³ 298.5 m³ cons for *Pterocarpus soyauxii*, the average annual increase in diameter oscillates around 0.5 cm and 1.1 cm *Entandrophragma cylindricum* for *Pterocarpus soyauxii*;

Five models of regression equations were tested (linear, quadratic, logarithmic, power and exponential) to choose those who will adjust better to the point clouds.

In this study, a single equation (Quadratic) was selected to stand for *Entandrophragma cylindricum* that adjusts better to scatter. Power and quadratic model for the stand to *Pterocarpus soyauxii*.

Keywords: Plantation forestry mensuration characteristics, INERA-Yangambi, *Entandrophragma cylindricum*, *Pterocarpus soyauxii*

AVANT-PROPOS

Il serait tentant, en tout cas, qu'un spécialiste trouve, à travers ce travail, une cible facile qui prête à cause d'éventuelles imperfections qu'il contiendrait.

Il n'est de notre intention d'en faire un texte de référence, car il s'agit d'un point de vue scientifique qui présente des paramètres dendrométriques des essences forestières en plantation, un élément important pour la prise de décision et pour les interventions en foresterie.

Nous voudrions cependant que ce travail offre de l'intérêt aux lecteurs afin de connaître un peu plus que plutôt que presque rien sur un certain nombre de chose que la forêt dissipe jalousement derrière elle.

0. INTRODUCTION

1. Cadre de l'étude

Le devenir de la forêt tropicale est une des préoccupations majeures qui se posent dans le contexte mondial. En effet, depuis deux décennies, cette forêt a fait l'objet de nombreuses mises en garde à propos des risques de sa disparition accélérée. Cette régression des surfaces couvertes par la forêt tropicale est la conséquence directe de la course aux terres agricoles qui se déroulent dans de nombreux pays en développement.

Le problème crucial qui se pose pour le devenir de la forêt peut être formulé sous forme d'une double question : « Quelles sont les possibilités de reconstitution du potentiel sur pied des peuplements écrémés par les premiers passages en exploitation ? Et quelles seront les mesures simples et peu coûteuses à mettre en œuvre pour induire une évolution favorable des espèces de valeur et assurer ainsi un potentiel de production suffisant en bois d'œuvre ? » (Maitre, 1986).

Tester de nouvelles espèces en plantation pour pouvoir en particulier, dans certains cas, en assurer la sauvegarde, telle est la perspective d'une gestion durable des essences forestières en voie de disparition. La Plantation des espèces de forêt naturelle est souvent une œuvre de longue haleine compte tenu de leur croissance relativement faible. L'absence de continuité d'action explique bon nombre d'échecs rencontrés jusqu'à ce jour.

Pour réussir ce type de plantation, il est nécessaire de pouvoir disposer d'un matériel végétal de qualité à la plantation et d'en assurer ensuite le suivi et l'entretien pendant plusieurs années.

Les plantations de l'INERA-Yangambi sont caractérisées par la diversité des essences économiquement rentables ; elles ont été installées depuis les années 30, en vue de déterminer la méthode de régénération artificielle qui favorise la croissance rapide chez les espèces en plantation.

Depuis un certain temps, ces plantations ont été abandonnées, et aucun suivi et traitement sylvicole ne sont assurés jusqu'à ce jour. Cependant en dépit de leur utilité pratique évidente, on ne dispose pas de résultats fiables sur la productivité et la rentabilité réelle des plantations de l'INERA-Yangambi. Ainsi, les données dendrométriques des espèces de ces plantations (Surface terrière, Accroissement, Volume ...) demeurent jusqu'à ce jour incomplètes

par manque d'un inventaire pouvant permettre de quantifier la potentialité en ressources ligneuses de ces plantations. Ce qui constitue un sérieux handicap pour la gestion durable de ces plantations. Il est aussi évident que faute de données et compte tenu des prélèvements anarchiques constamment effectués dans ces plantations, il n'est pas possible de calculer le volume de bois sur pied et estimer leur biomasse forestière totale.

Or, la connaissance des paramètres dendrométriques des essences forestières en plantation est un élément important pour la prise de décision particulièrement celles relatives aux interventions en foresterie. C'est pourquoi, il nous a semblé utile de mener cette étude afin de comprendre le comportement d'un certain nombre d'essences forestières, dans un environnement donné, et de contribuer à la production d'informations pouvant servir d'outil d'aide à la décision.

La présente étude se propose donc d'aborder la problématique des plantations de cette région en général, et de l'arboretum de l'INERA-Yangambi. Elle répondra aux questions suivantes :

- La densité a-t-elle une influence sur les paramètres dendrométriques de ces plantations?
- Les peuplements des espèces *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii* peuvent-ils produire de la même façon ?
- Quel est l'état actuel de ces plantations ? Ici on fera un bilan circonstancié des essences plantées et spontanées, c'est-à-dire l'échec ou le succès par l'estimation de leur nombre et de leurs volumes respectifs. L'actualisation de ces paramètres nous permettra de connaître le contenu réel de ces plantations.

2. Hypothèses de recherche

Les hypothèses ci-après ont été formulées :

- La densité pourrait influencer les paramètres dendrométriques des plantations à *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii* ;
- La productivité d'*Entandrophragma cylindricum* et de *Pterocarpus soyauxii* serait fonction de la méthode de plantation mise en place.
- Les espèces spontanées (colonisatrices) entameraient la productivité en terme de surface terrière, du volume de ces deux peuplements par suite de la compétition.

3. Objectifs de recherche

- **Objectif général.**

L'objectif général poursuivi par cette étude est de caractériser les paramètres dendrométriques d'*Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii* dans les plantations forestières de l'INERA-Yangambi.

- **Objectifs spécifiques**

Les objectifs spécifiques de la présente étude sont les suivants :

- Analyser et présenter les caractéristiques dendrométriques des plantations forestières (la surface terrière, la densité, le volume, les accroissements, la mortalité...);
- Comparer l'évolution des peuplements installés selon la méthode de plantation (Layon, Martineau et Blanc- étoc) ;
- Etablir le tarif de cubage des espèces *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii*.

4. Intérêt du travail

Cette étude présente un intérêt certain en ce sens qu'elle permettra d'avoir une idée sur les volumes de bois qui peuvent être produits dans ce type de plantation ;

Sur le plan scientifique, elle constitue une base des données indispensables à l'exploration de l'étude dendrométrique en foresterie. Ce travail aidera également les autres chercheurs à aborder des nouvelles études dendrométriques avec beaucoup plus d'efficacité.

Sur le plan pratique, ce travail sera un outil de décision pour les sylviculteurs, les aménagistes, les exploitants forestiers, ainsi que les gestionnaires du secteur du bois. Les données de cette étude leur permettront de savoir quels types des méthodes de plantation sont susceptibles de fournir les meilleurs résultats en zone tropicale. Ce qui suppose également de mettre à la disposition des chercheurs de moyens matériels nécessaires en vue d'une mise en place de suivi et entretien sylvicole.

5. Subdivision de l'étude

En plus de l'introduction, notre travail se subdivise en quatre chapitres (i) Le chapitre premier présente le site d'étude (ii) Le deuxième décrit le matériel et méthodes d'études (iii) Le troisième présente les résultats obtenus (iv) Le quatrième discute et interprète les résultats. Une conclusion et quelques suggestions clôturent ce modeste travail.

CHAPITRE PREMIER : SITE D'ÉTUDE

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Yangambi est situé à 100 km de Kisangani (ex- Stanley ville). Yangambi se trouve à 470 m d'altitude au cœur même du continent africain dans la partie nord-est de la cuvette centrale de la République Démocratique du Congo. Relevant administrativement de la zone de Yanonge, District de la Tshopo dans la province Orientale, ses coordonnées géographiques sont 0° 45' latitude Nord et 24° 29' longitude Est.

Yangambi est caractérisé par une série de plateaux entrecoupés des vallées. Les plantations sous étude sont sises sur le plateau Lusambila dont l'altitude moyenne est d'environ 80 au dessus du niveau moyen du fleuve Congo. (Sindani, 1987)

1.2. PRESENTATION SUCCINCTE DU MILIEU PHYSIQUE

A. Principaux types de sols de Yangambi

Décrits par De Leenher et *al*, (1952) et Van Wambeke (1956), Kombele (2004), 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 fin.

B. Climat

En tenant compte du niveau de ses basses eaux en juillet-septembre, la cote du fleuve Congo à Yangambi est d'environ 400 m (De Heinzelin, 1952). D'après Bernard 1945, Vandenput, 1981), Yangambi jouit d'un climat équatorial appartenant au type Af de Köppen (Bultot, 1972 et 1977).

C. Végétation

Les principaux types de végétation à Yangambi peuvent être rassemblés dans deux groupes principaux: le premier, celui des types de végétation non modifiés et le deuxième, celui des types de végétation modifiés ou anthropisés.

Au point de vue phytogéographique, Yangambi fait partie du secteur central de la région guinéenne. Le territoire étudié se rattache géographiquement et climatiquement au district du bassin central du Congo, domaine des forêts ombrophiles équatoriales (Germain et Evrard, 1956).

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 du type forestier subéquatorial.

Ceux-ci appartiennent aux groupes des forêts semi caducifoliées subéquatoriales et guinéenne (Germain et Evrard, 1956).

Floristiquement, ces peuplements se caractérisent par une proportion non négligeable dans les strates supérieures d'essences caducifoliées (Gilson et Wambeke, 1956).

La végétation très dense est dominée par les faciès suivants :

- Les forêts semi caducifoliées (Van Wambeke *et al*, 1956) qui sont caractérisées par une physionomie encombrée et lianeuse à proximité des rivières, plus lourde avec un sous-bois fort éclairci sur le plateau ;
- Les forêts ombrophiles sempervirentes à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) Léonard qui sont reconnaissables aisément par la dominance de *G. dewevrei* ;
- Les forêts climaciques (Lebrun et Gilbert, 1954; Germain et Evrard, 1956) qui sont une association à dominance exclusive de *Brachystegia. laurentii* (De Wild.) ex Hoyle appartenant à la catégorie des forêts ombrophiles sempervirentes lourdes ;
- Les prairies aquatiques qui se distinguent par plusieurs associations comprenant plusieurs phases évolutives ;
- La végétation pionnière des falaises: elles hébergent falaises une flore particulière. Au niveau des eaux, la paroi sableuse est recouverte d'une végétation bryophytique dominée par *Marchantia chevalieri* Steph. ex Bonner ;
- les forêts insulaires qui colonisent les grandes îles du fleuve Congo à Yangambi.

CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES

2.1. MATERIEL BIOLOGIQUE

L'étude porte spécifiquement sur des peuplements d'*Entandrophragma cylindricum* et de *Pterocarpus soyauxii*, d'origine artificielle, croissant en ambiance des plantations forestières. Les peuplements investigués sont purs ou faiblement mélangés.

2.2. MATERIELS DE TERRAIN

Les matériels ci-dessous ont été utilisés pour la prise de mesures sur le terrain :

- Le penta décimètre pour mesurer les distances ;
- Le GPS pour positionner les parcelles ;
- Le Relascope pour mesurer les hauteurs et les diamètres des arbres;
- La boussole pour orienter la direction des layons ;
- Le ruban diamétrique pour mesurer le Dhp des arbres ;
- La peinture pour marquer les arbres ;
- La machette pour ouvrir les layons et débayer le contour des arbres ;
- Le cahier, le crayon pour la prise de notes ;
- L'appareil photo : pour prendre les images ;

2.3. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

2.3.1. Types de peuplements présents

Le tableau ci-dessous reprend les principales caractéristiques des plantations retenues

Tableau 1: Principales caractéristiques des plantations retenues

Espèces	Méthode de plantation	Séries	Superficies (ha)	Date de plantation	Ecartement initial (m)	Nbres plants/ha	S (%)
<i>E. cylindricum</i>	B.E	2D	0,36	1944	***	139	38,8
	Layon	5C_6C	1	1947	5 x 20	210	15
	Layon	1A	0,25	1937	2 x 10	***	***
	Martineau	6A	0,12	1940	2 x 4	124	21,7
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	B.E	2A	0,36	1940	2 x 6	***	***
	Layon	6A	0,4	1939	2 x 10	125	38

S (%) : taux de survie, *** : données manquantes, *E.* : *Entandrophragma*, B.E : Blanc étoc

Source : Groupe forestier de l'I.N.E.R.A.-Yangambi.

2.3.2. Cartes et/ou plans à l'échelle du peuplement

La carte ci-après montre le dispositif de la plantation forestière de l'INERA-Yangambi à l'échelle du peuplement.

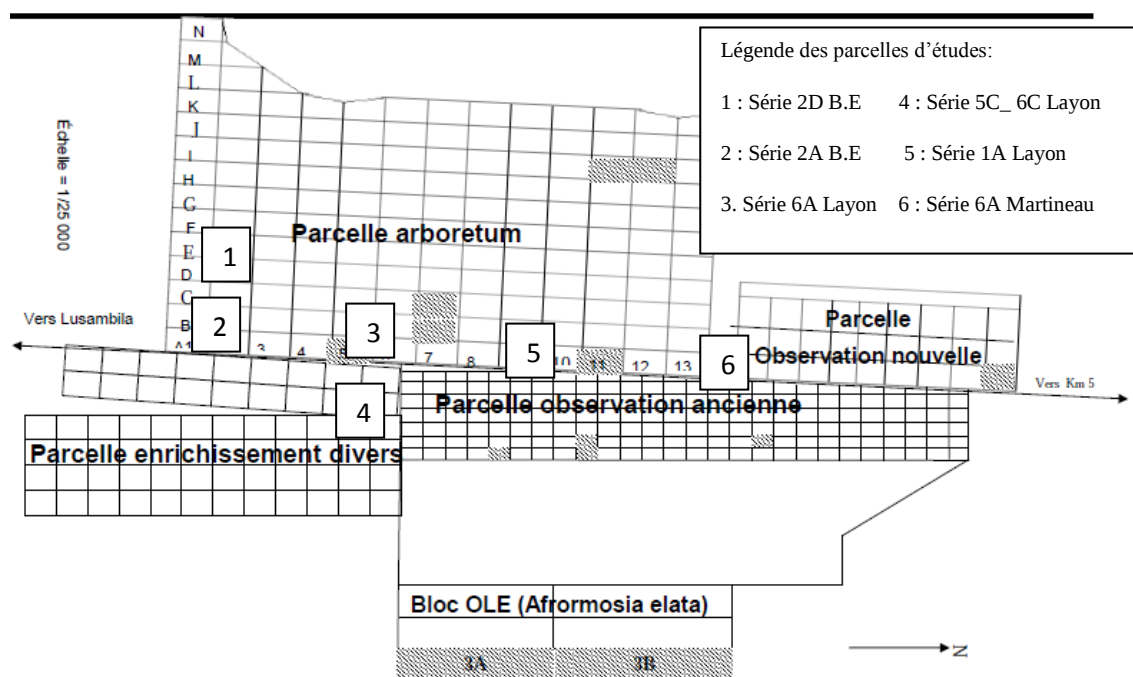


Figure 1: Localisation des peuplements étudiés au Groupe Forestier de l'I.N.E.R.A. Yangambi

2.3.4. Critères de sélection des parcelles d'études

Les critères étaient fondés sur la connaissance de l'état actuel des parcelles. Une des premières tâches que nous avons réalisées consistait à déterminer précisément les surfaces des parcelles concernées, et à les localiser sur la carte en suite, la sélection de chaque parcelle consistait à apprécier les paramètres suivants :

- sa densité,
- le comptage du nombre de sujets présents de l'essence mise en place,
- le type de traitement sylvicole qu'elle a subie et,
- l'état sanitaire des arbres.

2.3.5. Choix effectués

Le choix des peuplements retenus pour récolter les données dendrométriques nécessaires dans le cadre de cette étude tient compte non seulement de la valeur économique des espèces, du nombre des sujets présents dans la zone d'étude, des conditions écologiques, mais aussi il doit comporter les classes de grosseurs plus représentatives du peuplement rencontré dans la parcelle d'étude. Pour atteindre

ces objectifs, 6 parcelles de superficies variables dont quatre dans le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et 2 dans le peuplement à *Pterocarpus soyauxii* ont été localisées dans les plantations de l'INERA-Yangambi.

Pour ATIBT, 2007, on ne peut bien gérer, exploiter et valoriser que ce que l'on connaît bien. L'ensemble de décisions ou d'exploitation nécessite une étude préalable approfondie des ressources disponibles.

Nous donnons ici une brève description des espèces sous étude :

1. *Entandrophragma cylindricum* Sprague – nom commercial – Sapelli, disséminée en Afrique, dans la forêt dense humide, depuis la Côte d'Ivoire jusqu'en Ouganda, assez fréquente dans certains secteurs. Vers le sud, son aire englobe les forêts de Mayombe. Arbre de première grandeur presque cylindrique dès la base, avec un empattement remontant faiblement le long du tronc. Bois parfait brun-rouge cuivre très odorant, odeur de cèdre. Beau fut de 25 à 30 m pouvant atteindre 2,5 m de diamètre. Sciage facile, le bois peut se dérouler mais principalement trancher. Le bois se vernit facilement. La sylviculture de cette espèce se heurte à des difficultés provenant des insectes piqueurs ou foreurs du bourgeon et également du dosage de la lumière dans les premiers stades de croissance. (CTFT, 1989)

2. *Pterocarpus soyauxii* Taub - nom commercial - Padouk, essence commune dans la zone équatoriale africaine. On le rencontre dans les forêts du Cameroun et notamment dans la région de l'estuaire de Gabon. C'est un arbre de première grandeur pouvant atteindre 40 m de haut et 1,5 m de diamètre. On a estimé l'accroissement annuel en volume à 40 m³/ha. *Pterocarpus soyauxii* fixe l'azote dans ses racines. Il exige beaucoup de lumière pour avoir une bonne croissance. C'est une essence à fins multiples, utiles des forêts d'Afrique centrale, produit un bois d'œuvre de bonne qualité, de la teinture et des médicaments. (Chauvet M. et Siemonsma J.S, 2008).

2.4. HISTORIQUE DES INTERVENTIONS EFFECTUÉES DEPUIS LA PLANTATION

Aucune information (pas d'archive)

2.5. CARACTÉRISATION DES PEUPLEMENTS

2.5.1. Méthodes d'inventaires

Dans ce paragraphe, nous montrons les méthodes d'inventaire mises en place pour pouvoir récolter nos données suivant les trois méthodes de plantation retenues notamment la méthode de blanc-étoc, la méthode de layon et la méthode de Martineau.

L'idéal du choix de méthode était de comparer la technique sylvicole qui produirait mieux en plantation n'ayant plus subi des soins durant plusieurs décennies.

A. La méthode de Blanc-étoc

Cette méthode consiste à une modification radicale du peuplement hétérogène en peuplement homogène. Elle nécessite l'élimination complète de la forêt initiale et la plantation des essences précieuses à petit écartement. La méthode présente d'excellents résultats au point de vue croissance avec les essences robustes, de bonnes valeurs technologiques.

Le choix opéré pour cette méthode est fonction de la densité des espèces, de la superficie occupée par celle-ci et de la forme de parcelle.

Une parcelle 2D installée en 1944 (60 m x 60 m) soit 0,36 ha a été retenue avec comme espèce *Entandrophragma cylindricum* et une parcelle 2A de mêmes dimensions installée en 1940 avec *Pterocarpus soyauxii*.

Etant donné que les parcelles étaient de tailles réduites (de l'ordre de 0,5 ha), nous avons procédé à un inventaire total après avoir délimité la zone destinée à éviter les effets de bordure (= Lorsque les parcelles doivent faire l'objet d'un traitement particulier, différent de celui de l'environnement dans lequel elles sont localisées, elles doivent être entourées de zones tampons. Les zones tampons sont traitées de la même manière que le centre de la parcelle, mais elles sont exclues des mesures. Ceci garantit que l'on mesure bien l'effet du traitement, sans influence du peuplement non traité extérieur à la zone tampon). (Picard *et al*, 2008).

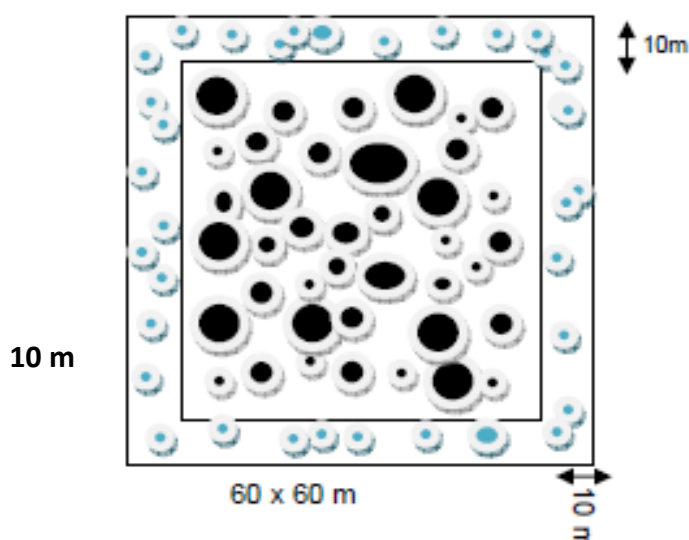


Figure 2: Dispositif des arbres bordure (zone tampon)

Après avoir délimité les zones de bordure, nous avons procédé à l'inventaire de tous les arbres ≥ 10 cm pour lesquels nous avons pris les mesures de Dhp à 1,30 m du sol.

Tous les individus d'intérêt ont été groupés en classes de grosseur en vue de choisir les classes qui allaient être considérées pour les mesure de hauteur totale, hauteur recoupe, diamètre médian. Partant de cette classe de grosseur, nous avons choisi deux individus dans les deux extrémités de chacune de classe en vue de mesures ci-haut citées.

B. La Méthode Martineau

C'est une méthode qui consiste à maintenir, entre les lignes de plantation, l'étage inférieur appelé "sous - bois" pour la mise en place d'espèces ne supportant pas immédiatement la pleine lumière juste après plantation qui sera progressivement éliminé selon la croissance des plants mis en place.

Une méthode que nous avons choisie sur base de sa forte densité dans une petite superficie de l'ordre de 25 x 50 m soit 0,12 ha (6A) installée en 1939. La procédure de l'inventaire est la même que celle précédemment décrite ; la seule différence est qu'ici l'effet de bordure n'était pas pris en compte car toutes les espèces sont presque plongées dans l'ambiance de la forêt.

C. La méthode de layon

Il s'agit d'une méthode qui consiste à ouvrir dans la forêt des layons parallèles et équidistants et à y introduire, à intervalles réguliers, des plants d'essences commerciales prélevés des pépinières. L'objectif est de faire bénéficier ceux-ci d'un surcroît de lumière tout en les maintenant dans l'ambiance forestière.

Dans cette méthode, trois parcelles de superficies variables ont été retenues. La parcelle 1A, installée en 1937 de l'ordre de 0,25 ha avec mélange d'*Entandrophragma cylindricum*. La parcelle 5C_6C installée en 1947 de l'ordre de 1 ha avec *Entandrophragma cylindricum* enfin la parcelle 6A installée en 1939 de l'ordre de 1 ha composée de *Pterocarpus soyauxii*

L'objectif était de caractériser les peuplements dans et en dehors de Layon. Pour ce faire, nous avons assis des placettes d'inventaire de forme rectangulaire de superficie variable tout en tenant compte de l'écartement entre individus de manière à ce que l'axe du layon passe au niveau de la mi-largeur du rectangle, perpendiculaire à celle-ci. La largeur était établie pour comptabiliser un nombre d'arbre implanté initialement dans le layon suffisant.

L'inventaire a porté sur tous les arbres (DHP ≥ 10 cm) de la placette rectangulaire, quelle que soit l'espèce, en précisant pour chacun d'entre-eux, sa localisation dans le layon initial ou non.

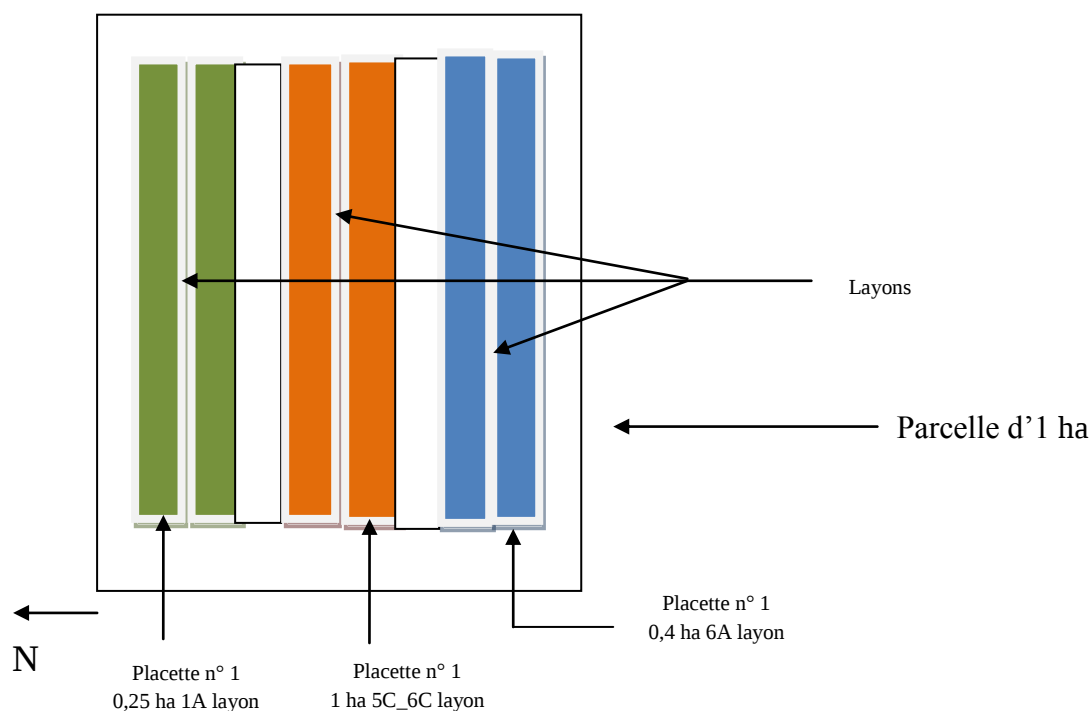


Figure 3: Dispositif de la méthode de Layon

2.5.2. Mesures

Le diamètre des arbres a été mesuré et les tiges identifiées avec un numéro (peint sur le tronc). La pose de numéros à la peinture. Les quelques précautions ci-dessous ont été prises en compte comme le propose Picard (2008) :

- La peinture ne devrait pas être trop diluée afin qu'elle résiste davantage.
- Les troncs devraient être brossés avant de poser le numéro afin de les débarrasser de toutes les particules qui pourraient entraîner la peinture.

2.5.3. Marquage des arbres

Nous évoquons ici 2 types de marque appliqués: 1) marque permettant d'identifier l'arbre ; 2) marque localisant le niveau de mesure.

2.5.3.1. Marque d'identification des arbres

Les arbres ont été identifiés de manière unique, à l'aide d'un numéro. Pour faciliter les inventaires dans les parcelles et limiter les risques de mauvaise compréhension entre les mesureurs et le chef d'équipe (en charge de la notation ou de la saisie des informations).

2.5.3.2. Marque du niveau de mesure

La méthode la plus répandue, qui nous paraît la plus efficace, consistait à indiquer, à l'aide d'un trait de peinture, l'emplacement exact où le mètre-ruban doit être positionné sur le tronc perpendiculairement à l'axe du tronc et généralement à 1,30 m de hauteur (hauteur de référence) à partir du pied de l'arbre.

2.5.3.3. Comptage

L'équipe de comptage était composée de 4 personnes :

- Le pointeur chargé de remplir les fiches ;
- Un technicien chargé d'identifier botaniquement les arbres ;
- Deux personnes chargées des opérations de dégagement autour de l'arbre à mesurer et les mesures.

Une fois l'arbre repéré, l'identificateur annonce à haute voix l'espèce et la mesure, le pointeur le répète et reporte l'information sur la fiche de comptage, l'opération est ainsi réalisée jusqu'à couvrir l'ensemble de la parcelle.



A : Dégagement pied *P. soyauxii* en layon ; B : *E. cylindricum* en layon ; C : Identificateur Bondele Kibinda ; D : Marqueur Manu ; E : Marqueur 2 ; F : Pied d'*E. Cylindricum* ; G : Pied d'*E. Cylindricum* ; H : Pied de *Pterocarpus soyauxii* ; I : Ir. Maurice lors du comptage

Figure 4: Photos prises au cours de l'inventaire

2.6. LES TYPES DE DONNEES

Les types des données que nous avons obtenues à l'échelle du peuplement et les mesures qu'elles impliquent au niveau de l'arbre et/ou du peuplement sont :

- La densité ;
- La mortalité ;
- La circonférence à 1,30m
- La hauteur totale, un excellent indice de la fertilité du site et donne une idée sur la croissance d'un peuplement.
- La hauteur recoupe, exprime directement l'élagage naturel des individus.
- Le diamètre à 1,3 m de hauteur
- Le diamètre à la mi-hauteur recoupe
- Les arbres dominants (définis comme les 100 plus gros arbres à l'ha) ; les arbres dominante (H_0) du peuplement le cadre dans notre étude a été estimé par la moyenne arithmétique des hauteurs totales des grosses tiges au seuil de 40 cm de DHP.
- Les moyennes arithmétiques
- La surface terrière moyenne, meilleur indicateur de la densité du peuplement

2.7. TRAITEMENT DES DONNEES

2.7.1. Matériel sur pied

Ont été établis :

- L'histogramme de distribution des tiges en classes de grosseurs ;
- Les courbes de hauteur totale en fonction du diamètre (utile pour estimer la hauteur totale d'un arbre à partir de sa circonférence) ;
- Les tarifs de cubage reliant le volume estimé par la formule de Huber à des caractéristiques dendrométriques telles que la section à 1,3 m de hauteur ;
- Le calcul de la surface terrière, du volume (à l'aide du tarif de cubage établi précédemment) et du nombre d'arbres par unité de surface ;
- L'estimation de caractéristiques (hauteur totale, circonférence) moyennes. Hauteur et circonférence peuvent être mesurées pour l'arbre de surface terrière moyenne, pour l'arbre de circonférence arithmétique moyenne, et pour les arbres dominants (définis comme les 100 plus gros arbres à l'ha).

2.7.2. Accroissements

Comme nous n'avons pas vraisemblablement disposé des données sur l'historique détaillé des interventions dans chaque parcelle étudiée, c'est à dire de la dimension et du nombre des arbres morts naturellement et des arbres enlevés lors des éclaircies, ainsi que des dates correspondantes, il ne nous est pas possible d'estimer des accroissements au niveau du peuplement.

Les seuls accroissements que nous calculons ici sont des accroissements individuels moyens annuels, obtenus en divisant la valeur actuelle de la grosseur ou de la hauteur totale par l'âge de l'arbre (supposé être équivalent à celui de la plantation). Ces accroissements nous ont permis, en particulier, de calculer pour les arbres de surface terrière moyenne et pour les arbres dominants dans chaque peuplement.

2.8. TRANSFORMATION DES MESURES PRISES AU RELASCOPE DE BITTERLICH

Mode opératoire de Relascope Bitterlich

Suivant des procédés appropriés, on estime la valeur de la hauteur fût, de hauteur totale, du diamètre médian et celle du diamètre au fin bout.

A. Hauteur fût

L'opérateur avec son Relascope se met à une distance caractéristique (4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20), il libère le baril-pendule en appuyant sur le bouton-poussoir. Il vise simultanément le pied de l'arbre et le niveau de l'insertion de la première grosse branche sur le tronc. Les valeurs de deux lectures sont additionnées ou soustraites l'une de l'autre selon que l'on se trouve sur un terrain plat ou sur un terrain accidenté. La formule à appliquer est celle-ci :

$$H_f = L_s - L_i \text{ où :}$$

H_f : Hauteur fût de l'arbre (en m)

L_s : lecture du point supérieur de mesure de l'arbre.

L_i : lecture inférieure du point de mesure à la base de l'arbre.

B. Hauteur totale

Les opérations sont les mêmes comme précédemment décrits, mais avec une seule différence : ici l'opérateur ne vise pas l'insertion de la première grosse branche du tronc mais plutôt le sommet de la cime.

La vraie hauteur totale s'obtient par la relation :

$$Ht = \frac{H' \times L'}{L} \quad \text{où :}$$

Ht : la vraie hauteur (en m)

L' : la distance horizontale

L : l'échelle de mesure devant être utilisée

H' : Ls – Li.

C. Diamètre médian

Le baril-pendule libéré à la mi-hauteur fût. Il existe deux méthodes pour estimer cette valeur. En visant le diamètre médian, l'opérateur peut soit se placer à une distance caractéristique (soit 20) et estimer le nombre de bandes qui coïncident avec l'image de la tige au niveau visé. La formule suivante est alors utilisée.

$d = U (2 \times a)$ où d est le diamètre médian $\left(\frac{dHf}{2}\right)$; U le nombre de bandes estimé ; la distance séparant le pied de l'arbre et le pied de l'opérateur (ici « a » est une constante).

On peut aussi faire varier la distance « a » en se rapprochant ou en s'éloignant de l'arbre, l'opérateur tente par tâtonnement à faire coïncider un nombre entier des bandes au niveau visé (diamètre médian). On mesure par la suite la distance qui le sépare de l'arbre. Connaissant cette dernière valeur et le nombre des bandes, on peut appliquer la formule précédente.

D. Diamètre fin bout

Pour estimer ce paramètre dendrométrique, on vise au niveau de l'insertion de la première grosse branche en utilisant les mêmes principes que ceux utilisés pour le diamètre médian.

Remarques : pour des travaux de grande précision, le Relascope est souvent monté sur un trépied.

Cependant lorsqu'il est tenu à la main, les résultats escomptés sont satisfaisants.

2.8.1. Saisie des données de Base

Les données issues des inventaires et du cubage des arbres ont été traitées sur le logiciel EXCEL (feuille des tableaux relatifs aux arbres et celles qui présentent les données des parcelles d'étude).

Les autres données étaient importées dans le logiciel SPSS, version 14.0 pour le traitement et les analyses statistiques.

2.8.2. Calcul de quelques paramètres

Le calcul des caractéristiques dendrométriques suivantes pour chaque individu d'intérêt des différents peuplements a été effectué :

- La densité obtenue en divisant le nombre d'individus par la superficie de la parcelle sous étude.

- La surface terrière

$$G = \frac{\pi}{4} \sum_1^N d_i^2$$

Avec:

G = surface terrière du peuplement en m^2 /ha

d = diamètre de référence en cm

- Le diamètre moyen arithmétique

$$\bar{d} = \frac{\sum di}{N}$$

$\bar{d}$ = diamètre moyen arithmétique en cm

N = nombre de tiges

di = les différents diamètres des arbre du peuplement en cm

- **Volume (Formule d'Huber)**

La formule appliquée pour l'obtention du volume de matériel sur pied est celle d'Huber.

$$V = \frac{D_m^2}{4\pi} L \quad \text{où } V : \text{Volume ; } D_m : \text{diamètre mi-longueur ; } L : \text{Longueur du tronc.}$$

Les paramètres considérés peuvent être le DHP, la hauteur, etc.

où AIMA : Accroissement individuel moyen annuel

➤ **Tarif de cubage**

Pour arriver à exprimer le volume des tiges inventoriées, nous avons choisi une série d'équations (Tableau 10) comme les modèles statistiques pour établir le tarif de cubage à deux entrées.

CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS

3.1. RESULTAT DES PARAMETRES DENDROMETRIQUES

Dans ce chapitre, nous présentons succinctement les résultats obtenus dans les différentes parcelles d'étude retenues. Notons que les peuplements sont hétérogènes, envahis par la régénération des essences autres que celles initialement installées (toutes méthodes confondues).

Successivement les tableaux 2, 3, 4, 5, 6 et 7 présentent l'évolution de paramètres dendrométriques suivant la méthode de plantation. Ces résultats sont à prendre avec circonspection car ils proviennent de l'extrapolation à l'hectare des données de petites parcelles.

Tableau 2: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Blanc-étoc (série 2D ; Essence → *Entandrophragma cylindricum* ; Age → 66 ans ; Superficie → 0,36 ha)

Classe de Dhp	N/ha	D _m (cm)	G tot.	G (m ² /ha)	H.tot _m (m)	V tot.	V (m ³ /ha)	AIMA en DHP (cm)	AIMA Htot. (m)
20-30	61	25,3835	1,148	3,189	19,75	14,738	40,939	0,205	0,299
30-40	66	39,1	2,882	8,005	24	48,990	136,082	0,242	0,364
40-50	11	42,69	0,574	1,594	25,75	9,053	25,147	0,470	0,390
50-60	11	51,5275	0,835	2,318	26,5	15,023	41,731	0,515	0,402
Total	149		5,438	15,107		87,804	243,900		
S(%)	38,8								

N (densité); S (taux de survie en %) ; D_m (diamètre de l'arbre de moyenne en cm) ; G_m (surface terrière moyenne en m²/ha) ; V_m/ha (volume par hectare en m³/ha) ; V_{tot}. (Volume total en m³), AIMA (accroissement individuel moyen annuel en cm/ha/an) Toutes les valeurs ont été convertie à l'unité soit en m ou cm.

L'analyse de ce tableau montre que la densité s'élève à 149 tiges à l'hectare majoritairement dans les deux premières classes. La surface terrière est de 15 m²/ha. La production en volume est de 243,9 m³/ha. On note un accroissement individuel moyen annuel en Dhp et en hauteur respectivement de 0,5 cm et de 0,4 m dans la classe de 50-60.

Tableau 3: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Layon (série 5C_6C ; Essence → *Entandrophragma cylindricum* ; Ecartement → 5 x 20 m ; Age → 63 ans ; Superficie → 1 ha)

Classe de DHP	N/ha	D _m (cm)	G tot.	G (m ² /ha)	H _{tot.m.} (m)	V tot	V (m ³ /ha)	AIMA en DHP (cm)	AIMA en H _{tot.} (m)
10-20	11	15	0,208	0,104	13,8	1,929	0,964	0,242	0,220
20-30	14	23,8	0,635	0,317	22,5	9,722	4,861	0,378	0,357
30-40	3	36,5	0,315	0,157	24	5,485	2,7426	0,580	0,380
40-50	1	44	0,155	0,077	31	2,798	1,399	0,706	0,492
50-60	2	57,6	0,521	0,260	31,5	7,556	3,778	0,914	0,5
60-70	1	62	0,305	0,152	36,5	5,495	2,747	0,989	0,579
Total	32		2,141	1,070		32,987	16,493		
(S%)	15								

N (densité); S (Taux de survie en %) ; D_m (diamètre de l'arbre de moyenne en cm) ; G_m (surface terrière moyenne en m²/ha) ; V_m/ha (volume par hectare en m³/ha) ; V_{tot.} (Volume total en m³), AIMA (accroissement individuel moyen annuel en cm/ha/an) Toutes les valeurs ont été convertie à l'unité soit en m ou cm.

La lecture du tableau montre une densité de 32 tiges à l'hectare d'*Entandrophragma cylindricum* avec une surface terrière de 1,07 m²/ha. La production en volume est de 16 m³/ha. On note également un accroissement individuel annuel en Dhp de 0,98 dans la classe 60-70 cm de Dhp et de 0,5 en hauteur dans la classe de 50-60cm Plus le Dhp est grand, plus élevés sont les accroissements en Dhp et en hauteur.

Tableau 4: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Layon, (série 1A, Essence → *Entandrophragma cylindricum* ; Ecartement → 2 x 10 m ; Age → 73 ans ; Superficie → 0,25 ha.

Classe de DHP	N/ha	D _m (cm)	G _m	G tot	G (m ² /ha)	H _{tot.m.} (m)	V tot. (m ³)	V (m ³ /ha)	AIMA en DHP (cm)	AIMA en H _{tot.} (m)
20-30	8	22,35	0,039	0,078	0,314	12	0,471	1,883	0,306	0,164
30-40	12	35,06	0,097	0,290	1,159	25,25	5,006	20,025	0,480	0,346
40-50	12	54,582	0,235	0,706	2,825	27	11,002	44,008	0,748	0,370
70-80	4	77,58	0,473	0,473	1,891	35	7,091	28,362	1,063	0,479
Total	36		0,211	0,387	1,547		5,892	23,569		

N (densité); S (taux de survie) ; D_m (diamètre de l'arbre de moyenne en cm) ; G_m (surface terrière moyenne en m²/ha) ; V_m/ha (volume par hectare en m³/ha) ; V_{tot.} (Volume total en m³), AIMA (accroissement individuel moyen annuel en cm/ha/an) Toutes les valeurs ont été convertie à l'unité soit en m ou cm.

La lecture de tableau indique bien une densité de 36 tiges à l'hectare d'*Entandrophragma cylindricum* avec une surface terrière de 1,5 m²/ha. Comme on le constate, il y a une faible densité due à la superficie de la zone d'étude. L'accroissement individuel annuel en Dhp s'élève à 1cm et 0,4 m en hauteur. La hauteur totale s'élève à 35 m dans la classe de 70-80 cm.

Tableau 5: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Martineau, (série 6A — Essence : *Entandrophragma cylindricum* — Ecartement : 2 x 4m — Age : 70 ans — Superficie : 0,12 ha.

classe de DHP	de N/ha	Dm (cm)	Gm tot.	Gm (m ² /ha)	V tot. (m ³)	V. m ³ /ha	AIMA en DHP (cm)	Htot. (m)	AIMA en H (m)
10-20	152	22,316	0,393	3,146	4,110	32,877	0,225	14,500	0,204
20-30	24	32,774	0,134	1,068	1,535	12,282	0,339	22,000	0,310
30-40	16	48,364	0,192	1,534	1,990	15,917	0,554	23,000	0,324
40-50	8	59,713	0,145	1,162	2,262	18,096	0,663	29,000	0,408
50-60	8	70,661	0,203	1,626	2,704	21,630	0,750	31,000	0,437
60-70	8	87,978	0,315	2,520	2,977	23,818	0,930	30,000	0,423
Total	216		1,382	11,056	15,578	124,621			
(S%)	21,7								

N (densité); S (taux de survie) ; Dm (diamètre de l'arbre de moyenne en cm) ; Gm (surface terrière moyenne en m²/ha) ; Vm/ha (volume par hectare en m³/ha) ; Vtot. (Volume total en m³), AIMA (accroissement individuel moyen annuel en cm/ha/an) Toutes les valeurs ont été convertie à l'unité soit en m ou cm.

Il se dégage de ce tableau une densité de 216 tiges à l'hectare d'*Entandrophragma cylindricum* avec une surface terrière de 11m²/ha. Le peuplement est composé majoritairement des arbres de petit diamètre. Il souffre du manque des interventions sylvicoles et ne s'est éclairci que par une sélection naturelle consécutive à une trop forte concurrence.

La production en volume est de 124,6 m³/ha. L'accroissement individuel annuel en Dhp s'élève à 0,9 cm et 0,4 m en hauteur. On remarque également une hauteur totale de 31 m dans la classe de 50-60 cm. Le taux de survie est de 21,7 %

Tableau 6: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Layon, (série 6A Essence → *Pterocarpus soyauxii* ; Ecartement → 2 x 10 m ; Age → 71 ans ; Superficie → 0,4 ha

Classe de DHP	N/ha	Dm (cm)	G m tot.	Gm (m ² /ha)	Htot _m (m)	V tot. (m ³)	V (m ³ /ha)	AIMA en DHP (cm)	AIMA en H. (m)
10-20	20	15,641	0,157	0,393	12,743	1,288	3,220	0,220	0,179
20-30	25	24,670	0,484	1,210	16,467	6,833	17,083	0,347	0,232
30-40	22	34,221	0,837	2,091	21,329	12,713	31,783	0,482	0,300
40-50	17	45,227	1,131	2,826	26,400	18,560	46,400	0,637	0,372
50-60	10	53,439	0,898	2,245	28,500	13,630	34,075	0,753	0,401
60-70	5	65,191	0,668	1,670	32,550	9,858	24,645	0,918	0,458
Total	99		4,174	10,435		62,882	157,205		
S(%)	38								

N (densité); S (taux de survie) ; Dm (diamètre de l'arbre de moyenne en cm) ; Gm (surface terrière moyenne en m²/ha) ; Vm/ha (volume par hectare en m³/ha) ; Vtot. (Volume total en m³), AIMA (accroissement individuel moyen annuel en cm/ha/an) Toutes les valeurs ont été convertie à l'unité soit en m ou cm.

L'analyse de ce tableau met en évidence qu'il y a une densité de 99 tiges à l'hectare avec une surface terrière de 10 m²/ha. La production en volume est de 157 m³/ha. Les accroissements individuels annuels en Dhp et en hauteur sont respectivement de 0,9 cm et 0,4 m dans la classe de 60-70. Le taux de survie est de 32 %

Tableau 7: Caractéristiques dendrométriques de la méthode de Blanc-étoc, série 2A (série 2A ; Essence → *Pterocarpus soyauxii* ; Age → 70 ans ; Superficie → 0,36 ha.

Classe de DHP	N/ha	Dm (cm)	Gm tot.	Gm (m ² /ha)	H.tot _m (m)	V tot. (m ³)	V (m ³ /ha)	AIMA en DHP (cm)	AIMA en Htot. (cm)
20-30	2	28,1	0,062	0,173	11	0,249	0,693	0,249	0,157
30-40	13	35,5	0,498	1,384	22	4,110	11,418	0,822	0,316
40-50	16	43,9	0,909	2,526	27	14,728	40,912	2,454	0,390
50-60	11	53,1	0,888	2,468	27,5	14,662	40,728	3,665	0,392
Total	42		2,358	6,552		33,751	93,752		
S (%)	5								

N (densité); S (taux de mortalité) ; Dm (diamètre de l'arbre de moyenne en cm) ; Gm (surface terrière moyenne en m²/ha) ; Vm/ha (volume par hectare en m³/ha) ; Vtot. (Volume total en m³), AIMA (accroissement individuel moyen annuel en cm/ha/an) Toutes les valeurs ont été convertie à l'unité soit en m ou cm.

L'examen de ce tableau montre qu'il se dégage une densité de 42 tiges avec une surface terrière de 6,5m²/ha. La production en volume est de 93,7 m³/ha. La particularité de ce tableau est qu'il n'y a pas la classe de 10-20. Phénomène imputable à la mortalité, au dessèchement, au chablis, à la maladie causée par les insectes.

. Le taux de survie est de 5%.

Tableau 8: Nombre de tiges, le diamètre moyen et la hauteur dominante de tous les peuplements (estimés par la moyenne arithmétique des hauteurs totales des grosses tiges au seuil de 40 cm et plus).

Paramètres Méthodes	Superficie (ha)	Nb	Dm	H ₀
Martineau, série 6A	0,12	3	55,33	30
Layon, série 5C_6C	1	4	55,52	32
Layon série 6A	0,4	12	50,60	27,95
B.E, série 2A	0,36	4	46,22	27,37
B.E série, 2D_DE	0,36	4	47,10	26,12

H₀ (hauteur dominante en m) ; Nb : nombre (effectif) ; Dm : diamètre moyen

Le résultat de ce tableau indique que sur l'ensemble de la série (6A Martineau, 5C_6C, 6A Layon, 2A et 2D), la série 5C_6C (layon) et A6 (Martineau) ont respectivement une hauteur dominante de 32,6 m et 30 m avec un DHP moyen de 55,52 cm et 55,45 cm. La faible hauteur dominante se remarque dans la parcelle 2D avec 26 m et un DHP moyen de 47cm.

Le tableau 9 présente la densité, le diamètre moyen, la surface terrière moyenne, l'écart-type, de toutes les essences colonisatrices du peuplement.

Tableau 9: Les paramètres des essences colonisatrices

Paramètres Méthodes	Superficie (ha)	N	N/ha	Dm (cm)	Gm (m ² /ha)	Ecart-type
2D B.E	0,36	342	950	21,5	0,1	11,9
5C_6C Lay.	1	390	541	27,1	0,01	16,3
1A Lay.	0,25	39	97	18,7	0,1	7,9
6A Mart.	0,12	66	91	21,0	0,3	8,9
6A Lay.	0,4	169	234	26,3	0,2	14,9
2A B.E	0,36	294	408	21,1	0,1	11,9

Lay : layon, Mart : martineau, B.E : blanc-étoc

L'analyse de ce tableau fait ressortir que parmi les quatre méthodes de plantation, la série 2D B.E renferme un nombre élevé de tiges d'essences colonisatrices (342) soit une densité de 950 tiges à l'ha et une surface terrière de l'ordre de 0,1 m²/ha. La Série 5C_6C compte 390 tiges soit une densité de 541 tiges à l'ha et une surface terrière de 0,01 m²/ha. En revanche, on note une faible densité en essences colonisatrices dans la série 6A (Martineau) : 91 tiges à l'ha et une surface terrière 0,5 m²/ha.

Les figures ci-dessous traduisent l'évolution des différents types de peuplement en fonction du Dhp, de la hauteur recoupe, du volume, de la surface terrière, de l'âge de deux espèces sous

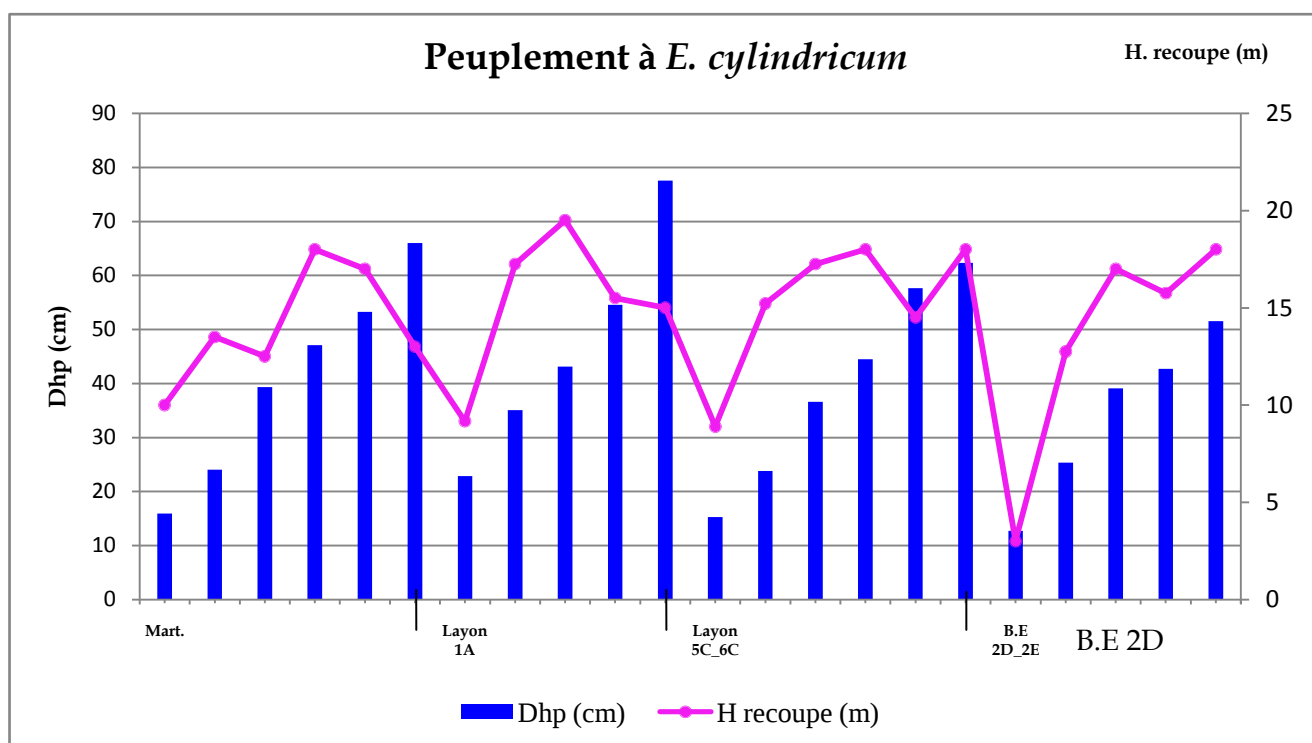


Figure 5: Distribution de diamètre par la hauteur recoupe du peuplement à *Entandrophragma cylindricum*.

Il ressort de cette figure ci-dessus que dans la méthode Martineau série 6A, à 66 cm de Dhp correspond une hauteur recoupe de 13 m. Dans la méthode de Layon 1A, à un Dhp de 77 cm correspond une hauteur recoupe de 15 m, à 22 cm de Dhp correspond 9 m de hauteur. Dans la méthode de Layon 5C_6C, à 62 cm de Dhp correspond 18 m de hauteur recoupe. En fin, dans la méthode de Blanc-étoc série 2D à une Dhp de 51 cm correspond une hauteur recoupe de 18 m.

Les hauteurs recoupe de ce peuplement sont très variables entre les parcelles. On constate que la courbe de ce peuplement évolue en dents de scie. Ce qui suppose que la croissance en hauteur est plus ou moins rapide chez les jeunes tiges grâce aux éclaircies lors de premières interventions sylvicoles.

Maître (1986), montre que le traitement par éclaircie entraîne une réaction favorable des espèces principales. En effet, elle provoque une forte augmentation de l'accroissement en diamètre (50 à 100% plus fort) et plus particulièrement en ce qui concerne les tiges de taille modeste ; en outre, elle accélère considérablement l'apparition de jeunes tiges de valeur dans la catégorie supérieure à 10 centimètres de diamètre ce qui met en évidence que la dynamique de ces petites tiges de valeur est fortement favorisée par l'ouverture partielle et homogène du couvert forestier.

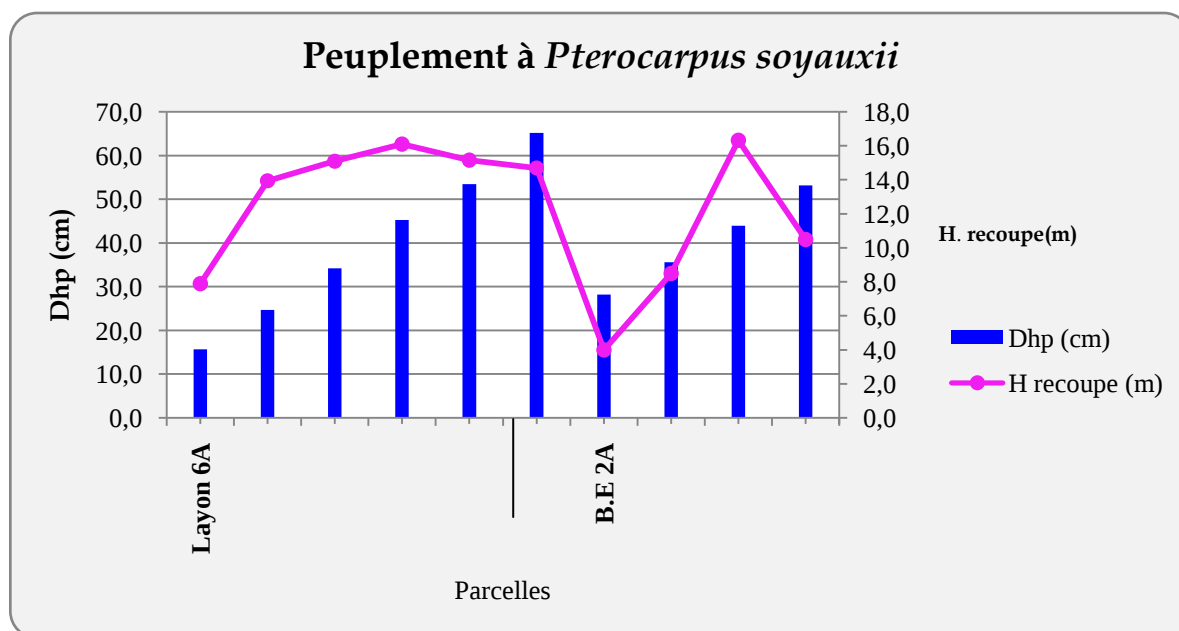


Figure 6: Distribution de diamètre par la hauteur recoupe du peuplement à *Pterocarpus soyauxii*.

La figure ci-dessus indique que dans la méthode Layon 6A, à un Dhp de 65 cm correspond une hauteur recoupe de 15 m et à 15 cm de Dhp correspond une hauteur recoupe de 7 m. Dans la méthode de Blanc-étoc 2A, à un Dhp de 53 cm correspond une hauteur recoupe de 16 m et à Dhp de 28 cm correspond une hauteur recoupe 4 m.

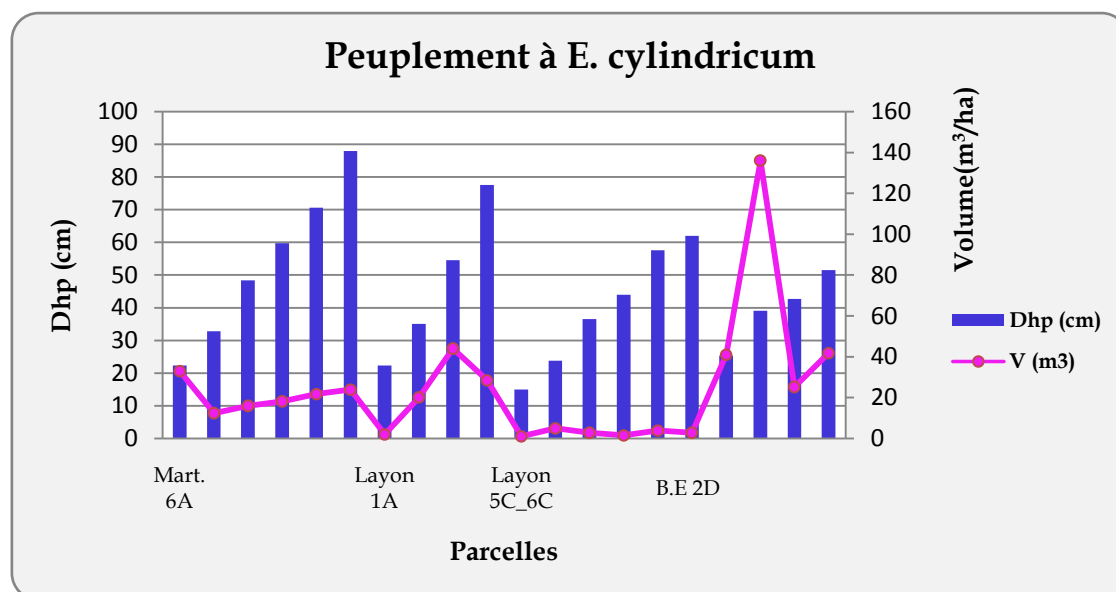


Figure 7: Distribution de diamètre par le volume du peuplement à *Entandrophragma cylindricum*.

La lecture de cette figure indique que la méthode de Blanc-étoc série 2D produit un volume de 132 m³/ha dans la classe de 40 cm de Dhp. On remarque également que la méthode de Layon série 1A produit un volume de 44 m³/ha, en suite vient la méthode de Martineau série 6A avec 32,8m³. Une diminution considérable en volume s'observe dans la série 5C_6C.

On notera que le volume est fonction de la croissance en Dhp et de la densité. Plus le Dhp augmente, plus grands sont les volumes.

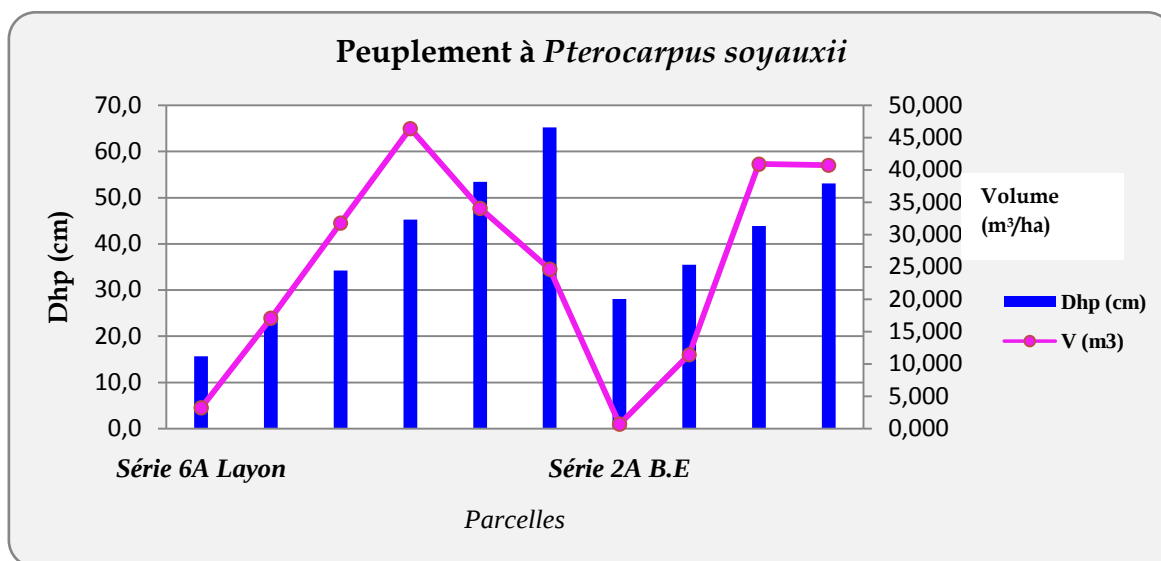


Figure 8: Distribution de diamètre par le volume du peuplement à *Pterocarpus soyauxii*.

La lecture de cette figure montre que la méthode de layon série 6A donne une production en volume de l'ordre de 46 m³/ha avec un Dhp de 45 cm et de 3 m³/ha à Dhp égal à 15 cm.

En série 2A Blanc-étoc, le volume est estimé à 40 m³/ha à Dhp égal à 53 cm. La faible production en volume s'observe dans la série 2A où on a 0,6 m³/ha à Dhp égal à 28 cm.

Il s'en suit que le volume est fonction de la croissance en Dhp et de la densité. Plus le Dhp augmente, plus grands sont les volumes

Les figures 8 et 9 montrent la relation entre la surface terrière et l'âge entre du peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii* de plantation selon six méthodes de plantation.

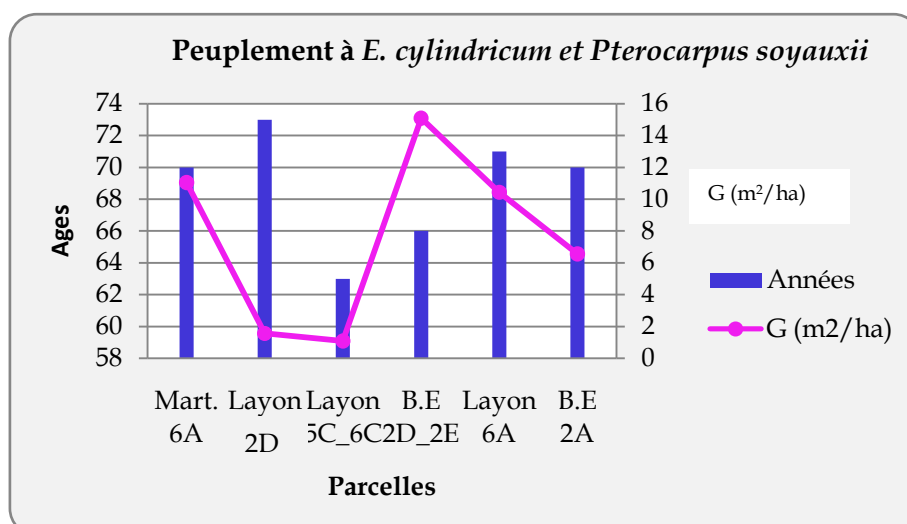


Figure 9: Relation entre la surface terrière et l'âge du peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii*

La figure ci-dessus montre que le pic en surface terrière s'observe dans la méthode de Blanc-étoc série 2D c'est-à-dire que le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* produit 15 m²/ha à 66 ans. La méthode de Martineau produit quant à elle une surface terrière de 11 m²/ha durant 70 ans. La baisse en surface terrière est constatée dans la méthode de Layon série 1A et 5C_6C respectivement 1,5 m²/ha et 1,07 m²/ha durant 73 ans et 63 ans.

Lorsqu'on compare ces deux peuplements (*Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii*), bien que n'ayant pas les mêmes âges et les mêmes espèces, on constate que les séries 6A Martineau, 2D B.E et 6A layon, 2A B.E ont montré une bonne tendance en surface terrière.

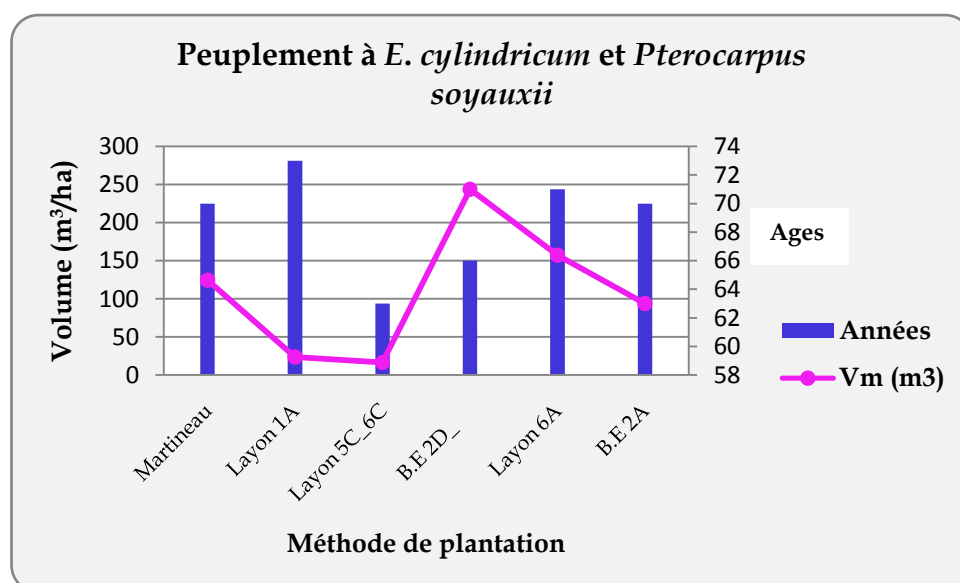


Figure 10: Relation entre le volume et l'âge du peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii*

La lecture de la figure ci-dessus montre que le pic en volume s'observe dans la méthode de Blanc-étoc série 2D c'est-à-dire que le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* produit 243 m³/ha à 66 ans.

La méthode de layon série 6A produit quant à elle 157 m³/ha à 71 ans, vient ensuite vient la méthode de Martineau série 6A avec 124m³/ha à 70 ans la qui a une surface terrière de 11 m²/ha durant 70 ans. La baisse en surface terrière est constatée dans la méthode de Layon série 1A et 5C_6C.

Comme précédemment évoquée, la comparaison de ces deux peuplements (*Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii*), bien que n'ayant pas les mêmes âges et les mêmes espèces, montre la bonne tendance en terme de volume dans les séries 6A Martineau, 2D B.E et 6A layon, 2A B.E.

3.2. TARIF DE CUBAGE

Dans cette section, nous présentons les graphiques, les formules ou encore des tableaux chiffrés, qui fournissent le volume du peuplement d'*Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii* en fonction des variables facilement mesurables telles que le diamètre à hauteur de poitrine (Dbh à 1,30 m du sol) et le volume (Bouchon, 1974). Nous avons appliqué le tarif à une entrée.

3.2.1. Tarif d'*Entandrophragma cylindricum*

Les résultats de l'équation de cubage utilisé sur l'*Entandrophragma cylindricum* sont présentés dans le tableau 10. Le modèle de l'équation s'écrit : $Y = 0,0008x^2 + 0,027x - 0,4581$.

Tableau 10: Équations et paramètres statistiques des cinq types de tarifs de cubage → coefficient de détermination, Ecart-type résiduel et coefficient de variation résiduel.

Modèle d'équation	Equations	R ²	ECR	CVR
Linéaire	$Y = 0,098x - 1,7369$	0,86	0,67	0,28
Exponentielle	$Y = 0,137e^{0,058X}$	0,84	1,52	0,64
Logarithmique	$Y = 3,363\ln(x) - 9,8671$	0,76	0,89	0,89
Puissance	$Y = 0,0004x^{2,2488}$	0,94	0,69	0,29
Quadratique	$Y = 0,0008x^2 + 0,027x - 0,4581$	0,88	0,61	0,25

R² : coefficient de détermination ; ECR : écart-type résiduel ; VCR : coefficient de variation résiduelle

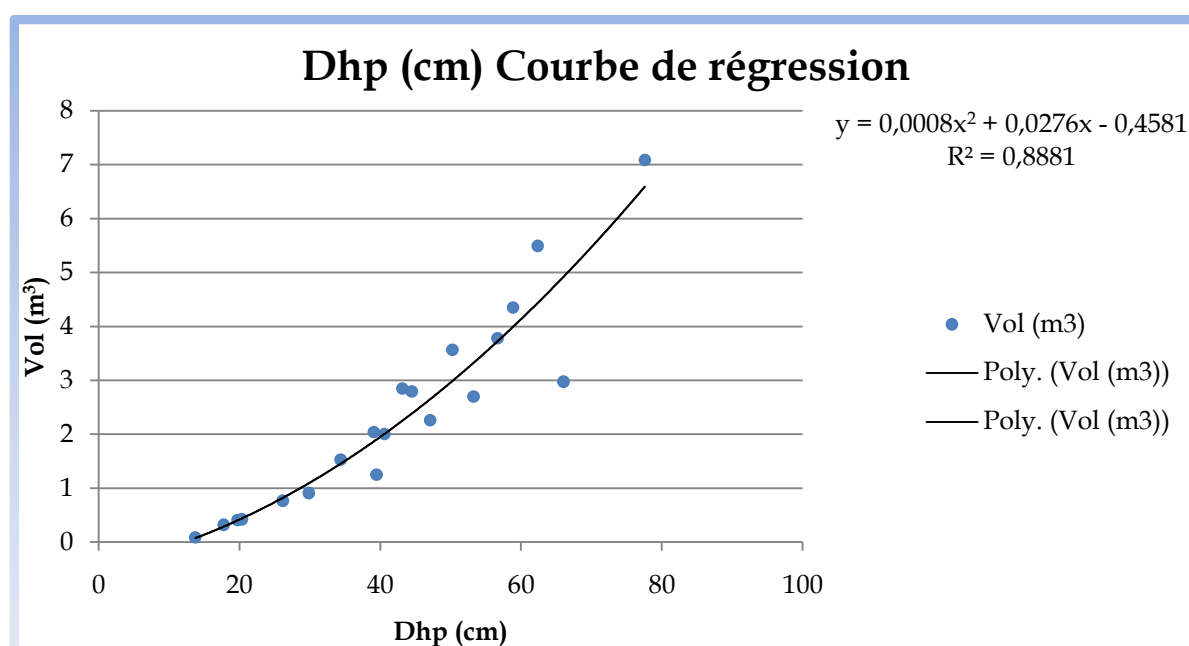
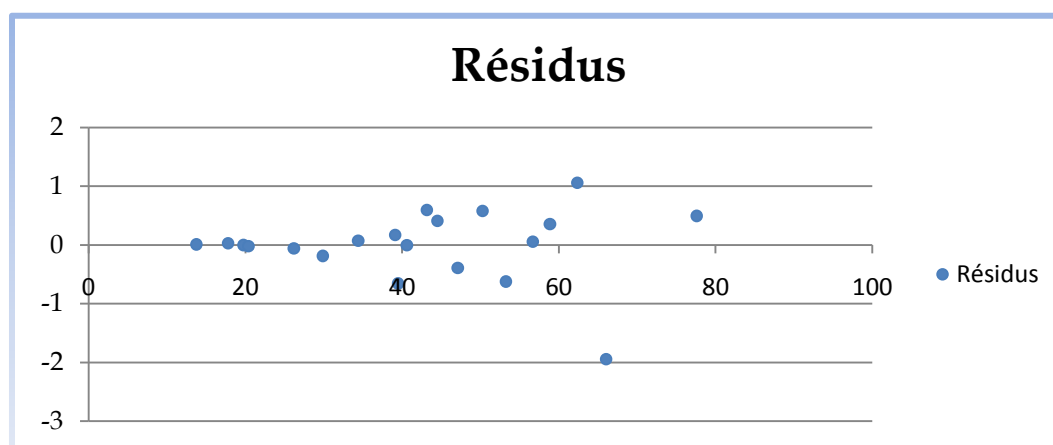


Figure 11: Tarif de cubage d'un peuplement d'*Entandrophragma cylindricum*

Selon Thibaut et *al.* 1998 les paramètres statistiques suivants: le coefficient de détermination (R^2), l'écart-type résiduel (ECTR) et le coefficient de variation résiduelle (CVR) permettent d'apprécier la qualité de l'ajustement des équations testées. Njoukam (1995) montre aussi que pour retenir un modèle d'équation de régression qui fera l'objet du tarif de cubage, il faut choisir l'équation ou le modèle qui présentera un coefficient de détermination (R^2) élevé et un coefficient de variation résiduel (CVR) faible (tableau 10). Ce sont ces critères qui nous ont permis de retenir nos équations de cubage.

Ce tarif de cubage est valable pour des circonférences comprises entre 2,5 cm et 97,5 cm.

L'analyse graphique Fig. 11 montre qu'il existe une bonne corrélation entre le volume des recoupes d'*Entandrophragma cylindricum* et leurs diamètres respectifs à 1,30m. La relation obtenue entre les diamètres des arbres à 1,30m et leurs volumes respectifs explique à 88 % de la variabilité ; les 12% qui restent sont expliqués par d'autres facteurs ou encore par des erreurs liées aux mesures. Le modèle retenu est donc assez performant dans l'ensemble. Ce modèle devrait être consolidé par la collecte de plus de données sur toutes les classes de diamètre car, nous n'avons eu à cuber que 20 arbres.

Figure 12: Résidus d'un peuplement d'*Entandrophragma cylindricum*

L'analyse du graphique de résidus nous montre que les points correspondants à des grandes et petites valeurs de diamètre ont tendance à se retrouver au dessus de la droite de régression linéaire et les points du milieu ont tendance à se retrouver au dessous de la droite de l'équation. Cette situation nous laisse supposer que nos deux variables ne sont pas du tout

linéaires et la variabilité du volume serait aussi liée à d'autres variables comme la hauteur recoupe ou la hauteur totale.

De ce tarif, il faut noter qu'au seuil de 0,05 (α) c'est-à-dire à un intervalle de confiance (I.c) de 95%, l'hypothèse nulle « il n'existe pas de corrélation entre le DHP et le volume » est rejetée, car la différence entre p et α est très significative pour tous les modèles testés ($0,000 < p < 0,05$). Donc, il existe une forte corrélation entre le Dhp et le volume fût.

3.2.2. Tarif de *Pterocarpus soyauxii*

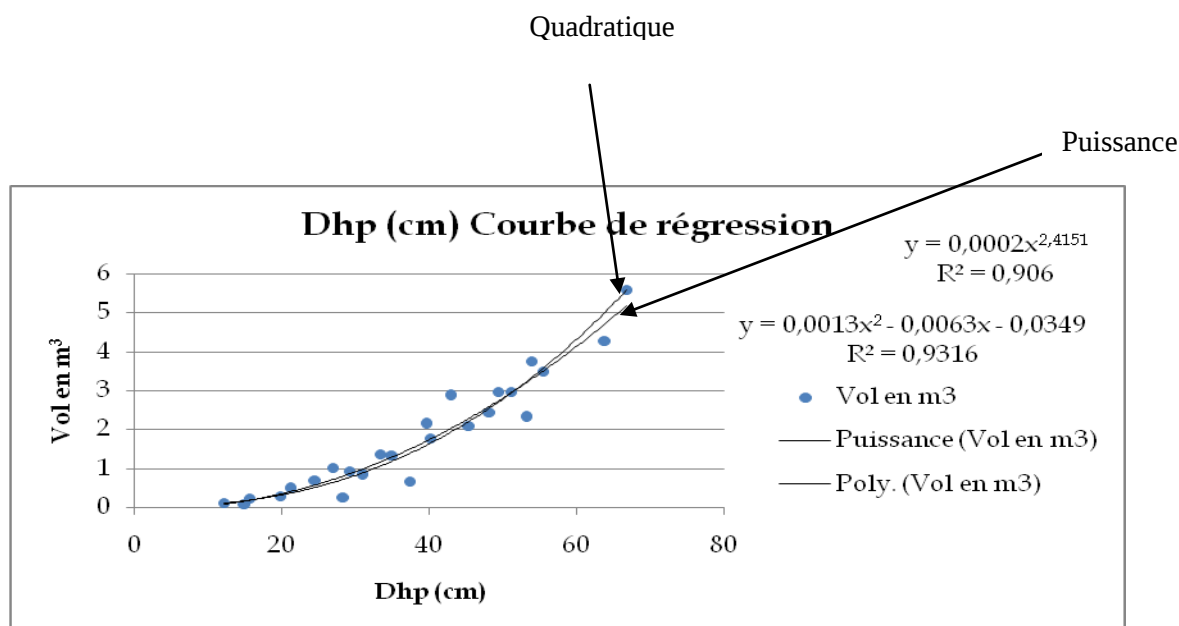
Les résultats de l'équation de cubage utilisée sur le *Pterocarpus soyauxii* sont présentés dans le tableau 11.

Les deux modèles d'équation retenue s'écrivent : $Y = 0,0002x^{2,4151}$ et $Y = 0,00013x^2 + 0,0063x - 0,0349$

Tableau 11: Les deux modèles d'équation pour le *Pterocarpus soyauxii*

Modèle d'équation	Equations	R ²	ECR	CVR
Linéaire	$Y = 0,0907x - 1,6046$	0,89	0,48	0,27
Exponentielle	$Y = 0,0767e^{0,0711x}$	0,84	0,99	0,55
Logarithmique	$Y = 2,7548\ln(x) - 7,9277$	0,76	0,71	0,39
Puissance	$Y = 0,0002x^{2,4151}$	0,90	0,40	0,22
Quadratique	$Y = 0,00013x^2 + 0,0063x - 0,0349$	0,88	0,38	0,21

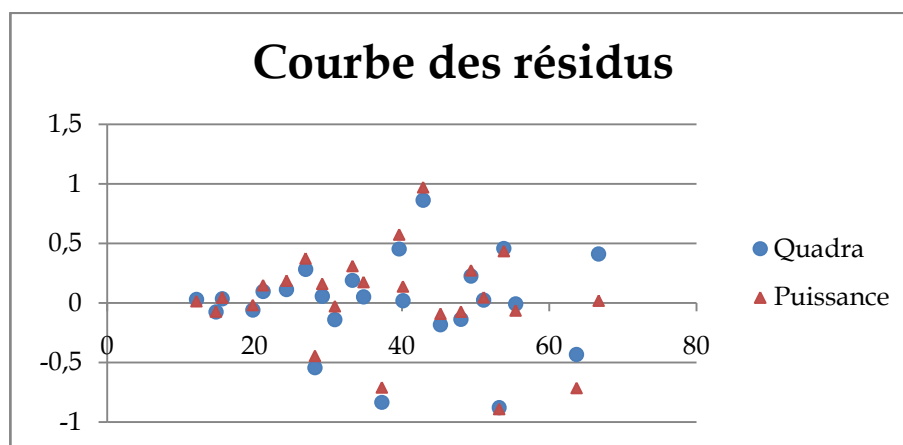
R² : coefficient de détermination ; ECR : écart-type résiduel ; CVR : coefficient de variation résiduelle

Figure 13: Tarif de cubage d'un peuplement de *Pterocarpus soyauxii*

Ce tarif de cubage est valable pour des circonférences comprises entre 2 cm et 98 cm.

L'analyse de la fig. 12 indique que l'équation de tarif de cubage est mieux ajustée par deux droites de régression et qu'il existe une bonne corrélation entre le volume des recoupes de *Pterocarpus soyauxii* et leurs diamètres respectifs à 1,30m. La relation obtenue entre les diamètres des arbres à 1,30m et leurs volumes respectifs explique à 90 % pour le modèle puissance et 93 % pour le modèle quadratique la variabilité ; les 10 et 7 autres % qui restent sont expliqués par d'autres facteurs (climat, sol...). Vingt arbres de toutes les classe de grosseurs ont été cubés pour ce modèle d'équation.

- Graphique des résidus de *Pterocarpus soyauxii*

Figure 14: Résidus d'un peuplement *Pterocarpus soyauxii*

Il ressort de ce graphique que la meilleure droite passant dans le nuage de points atteste une augmentation du volume des arbres pour chaque accroissement du diamètre des arbres. Par ailleurs, le volume calculé et le volume prédit par l'équation restent dans l'intervalle de confiance inférieur, pour presque la moitié des arbres de diamètre inférieur et l'autre moitié des arbres de gros diamètre dans l'intervalle de confiance supérieur.

CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION DES RESUTATS

Dans ce chapitre, nous comparons les résultats que nous avons obtenus avec ceux d'autres chercheurs et cela pour chacune de méthodes de plantation (Blanc-étoc, Layon et Martineau)

D'une manière générale, les différences constatées dans les tableaux 2, 3, 4, 5, 6 et 7 en termes de densité, Dhp, volume, surface terrière, taux de survie, accroissements etc., sont dues à plusieurs facteurs notamment, l'âge, l'écartement, le sol, la méthode de plantation et aussi à des facteurs génétiques des individus.

Le cas de mortalité est un aspect important qui a réduit considérablement la potentialité de ces plantations. Pour Maitre H.F (1986), le phénomène de mortalité (chablis et dépérissements naturels des espèces principales), n'est pas d'une interprétation aisée. La notion essentielle à retenir est celle de l'importance des pertes en volume qu'entraîne la mortalité naturelle : pour un hectare de la forêt la disparition subie d'une ou deux tiges de taille moyenne représentent une diminution du volume sur pied souvent plus importante que le gain annuel résultant de la croissance de l'ensemble du peuplement. Le bilan de production peut ainsi s'avérer nul ou négatif

Pretzsch et Biber (2005), montrent que mortalité intervient quand, les plantes grandissant et leurs besoins avec elles, les ressources deviennent insuffisantes pour toutes.

4.1. DENSITE

La densité des peuplements joue un rôle important dans la croissance des arbres en conditionnant le partage des ressources disponibles entre les différents arbres du peuplement et donc le niveau de concurrence interindividuelle. (Périé, Ouimet et *al* 2006). Plus la densité d'un peuplement est élevée, moins l'accroissement en diamètre des troncs et des branches est important.

Les densités (N) sont très variables entre les parcelles, tant pour le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* que pour le peuplement à *Pterocarpus soyauxii*. Par contre la taille des parcelles ne semble pas pertinente pour apprécier cette variabilité. (Fuhr, Nasi et *al* 1998)

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude donnent 433 tiges pour le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et 141 tiges pour le peuplement à *Pterocarpus soyauxii*.

Au Cameroun, Owona (2006), trouve 800 tiges à l'hectare pour l'*Entandrophragma cylindricum*. La différence ici serait due au fait l'âge de la plantation n'étant pas le même et que certains facteurs auraient pu influencer la densité par exemple le milieu, la mortalité, le climat etc.

4.2. STRUCTURE DIAMETRIQUE

Afin de comparer la structure diamétrique, les différentes classes de diamètres ont été répertoriées dans les différentes méthodes de plantations.

Le constat fait dans les plantations est que la majorité de classes se retrouve dans la classe de 10 et 20 cm de Dhp, toutes les méthodes confondues. Le cas le plus frappant se remarque dans la méthode de Blanc-étoc série 2A où les tiges ont une structure diamétrique constante.

Les proportions de tiges par parcelle et par classes de diamètres sont données dans le tableau 2 à 7 : la parcelle 6A Martineau ; 2D B.E et 5C_6C Layon sont celles qui ont proportionnellement le plus de petites tiges de 10 et 20 cm, tandis que les parcelles 6A layon et 2A B.E se distinguent par des proportions de tiges de plus de 30 à 40 cm.

4.3. SURFACES TERRIERES

Les résultats obtenus dans les différentes méthodes (Martineau, Layon et Blanc-étoc), en termes de surface terrière et de volume, sont relativement faibles et nous avons pu les extrapoler tous à l'hectare. De ce fait, ils doivent être considérés avec précaution, d'autant plus que l'âge de différentes parcelles n'est pas le même. Toutefois, une telle plantation présente l'avantage de regrouper un certain nombre, assez important du reste d'essences sur un même site.

Nasi et Fuhr (1998) montrent que la surface terrière (G) totale des peuplements augmente avec l'âge pour se stabiliser vers 40 ans aux alentours de 45 m²/ha.

Les résultats obtenus successivement en terme de surface terrières sont 1,5 m²/ha en Martineau ; 1,5 en Layon 1A ; 1m²/ha en Layon 5C_6C ; 15m²/ha en B.E 2D pour *Entandrophragma cylindricum* et 10 m²/ha en layon 6A ; 6,5 m²/ha en B.E 2A pour *Pterocarpus soyauxii*. En République Centrafricaine les résultats obtenus dans le dispositif de M'baki ont

donné 1,95 m²/ha pour *Entandrophragma cylindricum* et 0,17 m²/ha pour le *Pterocarpus soyauxii* (Dupy & Bedel, 1998)

Au Cameroun, les résultats ci-après ont été trouvés dans l'arboretum de l'Enef de Mbalmayo (sud du Cameroun): *Aucoumea klaineana* 80 m²/ha, *Diospyros crassiflora* 40 m²/ha, *Distemonanthus benthamianus* 30 m²/ha, *Entandrophragma candollei* 24 m²/ha, *Entandrophragma cylindricum* 13m²/ha, *Eribroma oblonga* 7,7 m²/ha, *Erythroxylon mannii* 44 m²/ha, *Khaya ivorensis* 44 m²/ha, *Lophira alata* 39m²/ha, *Mansonia altissima* 25 m²/ha, *Millettia laurentii* 90 m²/ha, *Pinus kesiya* 82 m²/ha, *Sterculia rhinopetala* 29 , *Terminalia ivorensis* 105 m²/ha, *Triplochiton scleroxylon* 54 m²/ha.(Owona et al 2009)

4.4. VOLUMES

Les résultats obtenus en termes de volume n'ont pas été satisfaisants compte tenu du plus faible accroissement en Dhp et en hauteur.

Fouquet & Djimbi (1988), montrent que pour pouvoir obtenir le résultat escompté en volume, il convient toutefois de choisir objectivement des arbres représentatifs.

Deux arbres par catégorie de grosseurs ont été choisis et les résultats suivants ont été obtenus : 93,752m²/ha en Martineau, 16,493 m³/ha en Layon 5C_6C ; 23,569 m³/ha en Layon 1A ; 243,9 m³/ha en B.E 2D pour *Entandrophragma cylindricum* et 157,205 m³/ha en layon 6A ; 93,752m³/ha en B.E 2A pour *Pterocarpus soyauxii*.

Ces résultats vont dans le sens des autres recherches qui ont été menées sur le volume dans l'arboretum de l'Enef de Mbalmayo au sud du Cameroun qui ont abouti aux résultats ci-après : *Aucoumea klaineana* 840, m³/ha *Diospyros crassiflora* 320 m³/ha, *Distemonanthus benthamianus* 270 m³/ha, *Entandrophragma candollei* 180 m³/ha, *Entandrophragma cylindricum* 68 m³/ha, *Eribroma oblonga* 40 m³/ha, *Erythroxylon mannii* 510 m³/ha, *Khaya ivorensis* 380 m³/ha, *Lophira alata* 260 m³/ha, *Mansonia altissima* 290 m³/ha, *Millettia laurentii* 810 m³/ha, *Pinus kesiya* 890 m³/ha, *Sterculia rhinopetala* 250 m³/ha, *Terminalia ivorensis* 690 m³/ha, *Triplochiton scleroxylon* 570 m³/ha (Owona et al, 2009).

4.5. ACCROISSEMENT DIAMETRIQUE MOYEN

Dans la présente étude nous avons obtenu successivement les résultats suivants : pour l'*Entandrophragma cylindricum* en layon (0,63 cm/an), 0,57 en Martineau, 0,32 en Blanc-étoc ; pour le *Pterocarpus soyauxii* en Layon (0,55 cm/an) en Blanc-étoc (0,57 cm/an).

Owona (2006) au Cameroun trouve pour *Entandrophragma cylindricum* (2,9 mm/an), l'okoumé (8,3 mm/an) et *Pinus kesiya* (9,4 mm/an). Les autres études ont été menées sur la croissance des arbres en forêt dense africaine. Au Ghana, les accroissements diamétrique sont de l'ordre de 4 à 5 mm/an pour *Entandrophragma candollei* (Adler, 1989). En Côte-D'Ivoire, l'accroissement diamétrique est de 2,8 mm/an pour *Entandrophragma cylindricum* à Mopri (Durrieu de Madron *et al.* 1997, 1998). Au Gabon, est avancé un accroissement diamétrique de l'okoumé en peuplements purs de 5 à 15 mm/an (Brunck *et al.*, 1990). Dans l'Ouest-Cameroun, a été mesuré un accroissement diamétrique de 13,1 mm/an, pour une plantation de *Pinus kesiya* non éclaircie, à 21 ans (Njoukam, Peltier, 2004).

Ainsi, il apparaît que les accroissements obtenus dans le cas de plantation de l'INERA-Yangambi se rapprochent ou parfois diffèrent de ceux enregistrés par d'autres études de référence. La différence constatée justifie par le fait que les méthodes utilisées pour le prélèvement de mesures se sont pas les mêmes. Dans le cadre de cette étude, le mettre ruban était utilisé pour le prélèvement des mesures et que pour les autres, ils ont prélevé les mesures à partir de la cerne de croissance car leurs unités s'expriment en mm.

4.6. TARIF DE CUBAGE

Les tarifs de cubage que nous avons établis dans la présente étude et ceux existants déjà pour les mêmes essences ailleurs sont présentés dans le Tableau 9. Nous avons estimé les volumes pour les diamètres compris entre 10 cm et 70 cm afin de comparer ces tarifs existants à ceux que nous avons produit sur le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii* dans les plantations de l'INERA Yangambi.

Tableau 12: Tarifs de cubage produit par notre étude dans la Plantation de l'INERA-Yangambi et ceux existants déjà pour les mêmes essences ailleurs.

<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Equation	Sources
R.D. Congo/Yangambi	$V = 0,0008D^2 + 0,027D - 0,4581$	Présente étude
Congo Brazza	$V = -0,631 + 13,173 D^2$	FORAFRI (2002)
Cameroun (Api)	$V = 2,003 - 1,094 D + 11,89 D^2$	FORAFRI (2002)
Cameroun (Onadef)	$V = 0,00046 * D^{2,1485}$	FORAFRI (2002)
Côte d'Ivoire	$V = 12,3D^2 + 0,04$	FORAFRI (2002)
Rép. Centrafricaine (Mbaki)	$V = 9,68 D^2 + 0,2 D$	FORAFRI (2002)
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Equations	Sources
R.D. Congo/Yangambi	- $V = 0,0002D^{2,4151}$ - $V = 0,00013D^2 + 0,0063D - 0,0349$	Présente étude
Congo Brazza	$V = 12D^2 - 4,54 D + 4,4497$	Paget et Desmet (2005)

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'objectif assigné à ce travail était de caractériser les paramètres dendrométriques d'*Entandrophragma cylindricum* et de *Pterocarpus soyauxii* dans les plantations forestières de l'INERA-Yangambi.

Ce qui précède constitue le bilan fournissant des résultats sur le peuplement d'*Entandrophragma cylindricum* et de *Pterocarpus soyauxii* qui étaient, depuis un certain temps, mal connus ou déduits d'observations ponctuelles.

Un inventaire total a été réalisé dans toutes les parcelles ayant comporté les essences précédemment citées et tous les arbres quelle que soit l'espèce à $D_{hp} \geq 10\text{cm}$, ont été inventoriés.

Des échantillons d'arbres pour *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii* on été retenus pour l'estimation du volume et la construction de tarifs de cubage établi à partir des arbres debout.

Les résultats obtenus après analyse sont :

- Le taux de survie moyen oscille autour de 26,5 % pour le peuplement d'*Entandrophragma cylindricum*(Sapelli) et 21,5 % pour *Pterocarpus soyauxii* ;
- La densité est de 433 tiges à l'hectare pour d'*Entandrophragma cylindricum* contre 141 tiges à l'hectare pour *Pterocarpus soyauxii* ;
- Le diamètre moyen à 1,30 m pour le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* toutes méthodes et parcelles confondues, varie autour de 41 cm contre 39,8 cm pour *Pterocarpus soyauxii*
- La hauteur totale moyenne pour le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* varie autour de 25 m contre 21 m pour le *Pterocarpus soyauxii*
- La surface terrière varie autour de 18,6 m²/ha le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et 16,5 m²/ha pour le peuplement à *Pterocarpus soyauxii* ;
- La production en volume pour le peuplement à *Entandrophragma cylindricum* toutes méthodes et parcelles confondues varie autour de 298,5 m³ contre 250 m³ pour *Pterocarpus soyauxii* ;
- L'accroissement annuel moyen en diamètre oscille autour de 0,5 cm pour *Entandrophragma cylindricum* et 1,1cm pour *Pterocarpus soyauxii* ;
- L'accroissement annuel moyen en hauteur totale varie autour de 0,3 m pour *Entandrophragma cylindricum* et 0,3 m pour *Pterocarpus soyauxii* ;

La production en termes de volume, de la surface terrière laisse entrevoir une faible rentabilité économique pour *Entandrophragma cylindricum* et pour *Pterocarpus soyauxii*, d'autant plus que la plantation a été abandonnée et que le soin sylvicole n'était plus assuré.

De ces deux essences étudiées, on note que l'*Entandrophragma cylindricum* en Blanc étoc et en Martineau présente une production satisfaisante ; le *Pterocarpus soyauxii* en méthode de layon donne un bon rendement qu'en méthode de Blanc-étoc.

L'*Entandrophragma cylindricum* dans la série 5C_6C Layon et le *Pterocarpus soyauxii* en série 2A Blanc-étoc semblent peu adaptés à ce type de plantation montrant ainsi une mauvaise adaptation à la zone d'étude.

Cependant, les effectifs par essence, sur lesquels l'étude a été faite, sont trop réduits ce qui nous a permis de regrouper les essences en deux peuplements et établir le tarif de cubage. L'équation retenue pour le peuplement d'*Entandrophragma cylindricum* est $Y = 0,0008x^2 + 0,027x - 0,4581$ et celui de *Pterocarpus soyauxii* est $Y = 0,0002x^2 + 0,00013x^2 + 0,0063x - 0,0349$ ⁴¹⁵¹.

Partant des nos hypothèses, les résultats obtenus montrent que la productivité en volume, en surface terrière...varie suivant les méthodes de plantation et que la densité influence beaucoup plus le paramètres dendrométrique ce qui confirme nos deux premières hypothèses.

Les espèces colonisatrices sont à la base du faible rendement des espèces d'intérêt par le fait de la concurrence des individus entre eux ce qui confirme aussi notre troisième hypothèse

Il est donc vivement recommandé que d'autres études soient menées dans ce sens afin de consolider ces données. Néanmoins, ces premiers résultats peuvent contribuer au calcul de la possibilité des essences étudiées et servir ainsi d'outil d'aide à la décision quant à la mise en œuvre des projets de reboisement des essences qui s'adaptent le mieux dans la zone d'étude.

BIBLIOGRAPHIE

- Adler D., 1989. Natural forest increment, growth and yield. In: Wong J.L.G. et Dunn R.M (Eds.) *Ghana forest inventory project seminar proceedings* 29 - 3 march 1989. Overseas Development Administration (UK) / Ghana Forestry Department pp 47-52.
- ATIBT, 2007. Etude sur le plan pratique d'Aménagement (FRM) Paris, pp40-42.
- Bernard E., 1945. Le climat écologique de la cuvette équatoriale congolaise. Yangambi: Publ. INEAC, hors sér., coll. In-4°, 18p biodiversity in managed forests. Bioscience, 41: 382 – 392
- Bouchon J. 1974. Les tarifs de cubage. Nancy : ENGREF, 57 pages.
- Brunck F., Grison F., Maître H.F. - 1990 - L'Okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre), Monographie. Centre Technique Forestier Tropical, 102p.catena de Yangambi. Yangambi: Publ. INEAC., série scient. n° 55, 62p.
- Chauvet M., et Siemonsma J.S., 208. Ressource végétale de l'Afrique tropicale (1), Fondation Prota/ Backhuy publishers/ CTA Wageningen, Pays bas pp 552-555
- CTFT, 1989. Mémento du forestier. Essences Forestières de l'Afrique tropicale. Techniques rurales en Afrique 3è édition. Pp 375
- Dagnelie, 1975. Analyse statistique à plusieurs variables. Gembloux : Les Presses agronomiques de Gembloux, 362 pages.
- De Heinzelin J., 1952. Sols, paléosols et désertifications anciennes dans le secteur nordoriental du bassin du Congo. Bruxelles: Publ. INEAC., 168p.
- De Leenheer L., D'hoore J. et Sys K. 1952. Cartographie et caractérisation pédologique de la catena de Yangambi.: Publ. INEAC., série scient. n° 55, 62p.
- Djimbi M.F., et Fouquet D., 1998. Estimation de la qualité des arbres sur pied. Série FORAFRI, Document n° 9 CIRAD. p7
- Dupuy B., 1992. Les plantations à vocation de bois d'œuvre en forêt dense humide africaine.
- Dupuy B., 1998. Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine. Projet FORAFRI-CIRAD, Document 4 pp169
- Madron L.D. et al. 1998. Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt dense Africaine. Le dispositif de M'BAKI en RCA (1982 – 1995) pp 20-22
- Fuhr M., Nasi R., 1998. Dynamique et croissance de l'Okoumé en zone côtière du Gabon. Série FORAFRI, Document 16 CIRAD-Forêt. p 15

- Germain R. et Evrard C., 1956 Etude écologique et phytosociologique de la forêt à *Brachystegia laurentii*. Bruxelles: Publ. INEAC., série scient. n° 67, 102p.
- Kombele, 2004. Diagnostic de la fertilité des sols dans la Cuvette Centrale Congolaise. Cas des séries Yangambi et Yakonde. Thèse de doctorat faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. 464p.
- Lebrun J. et Gilbert G., 1954. Une classification écologique des forêts du Congo. Bruxelles: Publ. INEAC., série scient. n° 63, 89p.
- Louppe D., et Oteng A., 2008. Bois d'œuvre 1. Ressources végétales de l'Afrique tropicale (1). Fondation PROTA/Backhuys Publisher/CTA Wageningen, Pays-Bas. Pp260-556
- Maitre H.F., 1986. Dynamique et production des peuplements naturels de forêt dense humide en Afrique. Bois et forêts des Tropiques n°213, 3è trimestre. Pp 4, 6-10
- Marien J.-N. and Mallet B., 2004. Nouvelles perspectives pour les plantations forestières en Afrique centrale. Bois For. Trop. 282: 67–79.
- Ndjoukam R., Peltier R., 2004. Première éclaircie par méthodes simplifiées dans une plantation de *Pinus kesiya* Royle à l'Ouest-Cameroun. *Cameroon Journal of Agricultural Science*, vol. (1), pp36-41.
- Ndjoukam, R. 1995. Contribution à l'étude des interactions « essences forestières en croissance rapide et sols des savanes tropicales humides » : Cas de la réserve forestière de Mélap (Foumban) au Cameroun. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique), 215p.
- Owona P.A., Peltier R., Linjouom I., Louppe D., Smektala G., Beligné V., Njoukam R., Tieche B., Temgoua L., 2009. Plantations de bois d'œuvre en zone équatoriale africaine : cas de l'arboretum de l'Enef de Mbalmayo au sud du Cameroun. Bois et Forêts des tropiques n° 299 pp 46-47.
- Owona P.A., 2006. Evaluation de la potentialité des plantations forestières au Centre-Sud Cameroun : Résultats des mesures effectuées dans l'arboretum de Mbalmayo et des enquêtes menées en périphérie de sa réserve. Mémoire de stage pp 43-63
- Palla F., Louppe D., et Fourni E., 2002. Sapelli. - Projet FORAFRI, Libreville (GAB) et Cirad-Forêt, Montpellier (FRA), p4
- Périé C., Ouimet R., et Duchesne L., 2006. Evolution Contemporaine des principales caractéristiques dendrométrique des stations du RESEF. Mémoire de recherche forestière n° 149. Pp 35

- Picard, N., et Gourlet S., 2008. Dynamique des forêts naturelles. Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo. Commission des Forêts d'Afrique Centrale. p 75
- Pretzsch, H. & Biber, P. (2005). A re-evaluation of Reineke's rule and stand density index. Forest rapide et qualité des produits forestiers sous les tropiques. Bois et Forêts des Tropiques 252 : pp49-54.
- Sindani. K., 1987. Phytomasse et productivité de quelques peuplements forestiers des alpes de haute-Provence (France) et de Yangambi (Zaïre). Thèse 12, 179p
- Thibaut, A, Claessens, H, Rondeux, J. 1998. Construction de tarifs d'arbres pour l'aulne glutineux [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn]. Presses agronomiques de Gembloux, pp 3-8.
- Van Wambeke A. et Evrard C., 1954. Notice explicative de la carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi. 6. Yangambi: planchette 1: Weko, A et B. Bruxelles: Publ. INEAC., 23p.
- 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.
- Vandenput R., 1981. Les principales cultures en Afrique centrale. Tournai: édit. Lesaffre, 458 p. Yangambi, A et B. Bruxelles: Publ. INEAC., 35p.

ANNEXES

Annexe 1 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode B.E série 2D B.E *Entandrophragma cylindricum*

N° Arb	Age	Classe de DHP	DHP (cm)	S.T (m ² /ha)	Dfb	Dm	H_rec (m)	H_tot. (m)	V. (m ³)	AIMA DHP (cm)	AIMA en Ht. (m)
20	66	20-30	20,89	0,034	9	15	12,5	18,5	0,428	0,136	0,280
17	66	20-30	29,877	0,070	18	24	13	21	0,911	0,273	0,318
58	66	30-40	39,1	0,120	16	32	17	24	2,041	0,242	0,364
241	66	40-50	40,6	0,129	27	36	15,5	26,5	2,007	0,409	0,402
75	66	40-50	44,78	0,157	35	38,5	16	25	2,520	0,530	0,379
209	66	50-60	50,255	0,198	28	42	18	26	3,570	0,424	0,394
50	66	50-60	52,8	0,219	40	48	18	27	3,941	0,606	0,409

Annexe 2 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode Layon, série 5C_6C *Entandrophragma cylindricum*

N° Arb	Age	Classe de DHP	DHP (cm)	S.T (m ² /ha)	Dfb (cm)	Dm (cm)	H_rec (m)	H_tot. (m)	V. (m ³)	AIMA DHP (cm)	AIMA en Ht. (m)
33	63	10-20	11,72	0,011	4	8	9	11	0,097	0,186	0,175
72	63	10-20	11,75	0,011	5	7,5	8	11,5	0,087	0,187	0,183
26	63	10-20	12,35	0,012	10	10	9	13	0,108	0,196	0,206
22	63	10-20	13,75	0,015	4,5	9	6	11	0,089	0,218	0,175
50	63	10-20	15,31	0,018	6	12	5	13	0,092	0,243	0,206
29	63	10-20	17,13	0,023	10	15	11	18	0,254	0,272	0,286
28	63	10-20	17,79	0,025	6	12	13	20	0,323	0,282	0,317
9	63	10-20	18,69	0,027	12	18	7	12,5	0,192	0,297	0,198
9	63	10-20	18,91	0,028	5	10	12	15	0,337	0,300	0,238
30	63	20-30	20,38	0,033	8	16	13	21	0,424	0,323	0,333
3	63	20-30	21,08	0,035	12	18	13,5	22,5	0,471	0,335	0,357
17	63	20-30	21,17	0,035	12	18	18	24	0,634	0,336	0,381
63	63	20-30	21,72	0,037	14	21	16	20	0,593	0,345	0,317
36	63	20-30	26,05	0,053	15	25	15,5	23	0,826	0,413	0,365
53	63	20-30	27,29	0,058	10	20	13,5	22	0,790	0,433	0,349
9	63	20-30	29,01	0,066	14	21	17	25	1,124	0,460	0,397
10	63	30-40	35,35	0,098	24	30	15,5	20	1,521	0,561	0,317
4	63	30-40	37,83	0,112	18	24	19	28	2,136	0,600	0,444
4	63	40-50	44,49	0,155	28	35	18	31	2,798	0,706	0,492
9	63	50-60	56,66	0,252	49	56	15	33	3,782	0,899	0,524
16	63	50-60	58,59	0,270	40	48	14	30	3,775	0,930	0,476
23	63	60-70	62,35	0,305	45	54	18	36,5	5,496	0,990	0,579

Annexe 3 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode de Layon, série 1A *E. cylindricum*

N° Arb	Age	Classe de DHP	DHP (cm)	S.T (m ² /ha)	Dfb (cm)	Dm (cm)	H_rec (cm)	H_t. (m)	V. (m ³)	AIMA Dhp (cm)	AIMA. (m)
2	73	10-20	16,72	0,022	6	12	8	14,5	0,176	0,229	0,199
33	73	20-30	22,86	0,041	12	16	12	19	0,493	0,313	0,260
23	73	20-30	23,318	0,043	8	20	9,5	15,5	0,406	0,319	0,212
28	73	30-40	34,39	0,093	18	24	16,5	23,5	1,533	0,471	0,322
24	73	30-40	35,73	0,100	24	32	18	27	1,805	0,489	0,370
18	73	50-60	50,31	0,199	32	48	15	26	2,982	0,689	0,356
45	73	50-60	58,854	0,272	42	49	16	28	4,353	0,806	0,384
8	73	70-80	77,58	0,473	7	70	15	35	7,091	1,063	0,479

Annexe 4 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode Martineau, série 6A *E. cylindricum*

N° Arb	Age	Classe de DHP	DHP (cm)	S.T (m ² /ha)	Dfb (cm)	Dm (cm)	H.rec (cm)	H_tot. (cm)	V. (m ³)	AIMA en Dhp (cm)	AIMA en Ht. (m)
50	71	10-20	12,165	0,012	27	9	4	8	0,000	0,171	0,113
43	71	10-20	19,745	0,031	30	18	16	21	0,004	0,278	0,296
42	71	20-30	21,974	0,038	12	18	10	20	0,003	0,309	0,282
15	71	20-30	26,178	0,054	16	24	17	24	0,008	0,369	0,338
47	71	30-40	39,171	0,120	21	28	12	27	0,007	0,552	0,380
19	71	30-40	39,49	0,122	28	35	13	19	0,013	0,556	0,268
28	71	40-50	47,101	0,174	32	40	18	29	0,023	0,663	0,408
36	71	50-60	53,248	0,223	36	45	17	31	0,027	0,750	0,437
44	71	60-70	66,019	0,342	45	54	13	30	0,030	0,930	0,423

Annexe 5 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode de Layon, série 6A *Pterocarpus soyauxii*

N° Arb	Age	Classe de DHP	DHP (cm)	S.T (m ² /ha)	Dfb (cm)	Dm (cm)	H_rec(m)	H_tot(m)	V (m ³)	AIMA en DHP (cm)	AIMA en H. (m)
38	71	10-20	12,101	0,012	3	12	9	16	0,104	0,170	0,225
37	71	10-20	13,598	0,015	3	6	6,3	10,7	0,091	0,192	0,151
42	71	10-20	14,745	0,017	6	9	4,2	11,8	0,072	0,208	0,166
34	71	10-20	15,54	0,019	5	10	5	13	0,095	0,219	0,183
37	71	10-20	15,605	0,019	6	9	11	15	0,210	0,220	0,211
36	71	10-20	18,152	0,026	7,5	12	10,8	12,2	0,279	0,256	0,172
40	71	10-20	19,745	0,031	10	12	9	10,5	0,276	0,278	0,148
35	71	20-30	21,146	0,035	4	8	14,1	19,9	0,495	0,298	0,280
37	71	20-30	22,165	0,039	10	20	11,4	11,6	0,440	0,312	0,163
40	71	20-30	24,299	0,046	12,5	15	12,5	17,5	0,580	0,342	0,246
38	71	20-30	24,331	0,046	15	21	14,5	11	0,674	0,343	0,155
41	71	20-30	26,91	0,057	14	21	17,5	19,5	0,995	0,379	0,275
31	71	20-30	29,171	0,067	12,5	25	13,7	19,3	0,916	0,411	0,272
44	71	30-40	30,031	0,071	10	10	13,5	21,5	0,956	0,423	0,303
30	71	30-40	30,891	0,075	14	28	11,2	12,8	0,839	0,435	0,180
39	71	30-40	31,974	0,080	18	30	20,5	24,5	1,646	0,450	0,345
40	71	30-40	33,28	0,087	24	15	15,5	28,5	1,348	0,469	0,401
34	71	30-40	34,777	0,095	18	18	14	17	1,330	0,490	0,239
37	71	30-40	38,98	0,119	12	22	13,5	23,5	1,611	0,549	0,331
38	71	30-40	39,617	0,123	12,5	25	17,5	21,5	2,157	0,558	0,303
39	71	40-50	40,127	0,126	40	48	14	23	1,770	0,565	0,324
36	71	40-50	41,401	0,135	18	30	14,2	25,8	1,912	0,583	0,363
43	71	40-50	44,076	0,153	15	30	14	19,5	2,136	0,621	0,275
35	71	40-50	45,222	0,161	35	38,5	13	26	2,088	0,637	0,366
33	71	40-50	47,993	0,181	15	30	13,5	28,5	2,442	0,676	0,401
38	71	40-50	48,407	0,184	21	35	28,5	33,5	5,245	0,682	0,472
39	71	40-50	49,363	0,191	27	33	15,5	28,5	2,966	0,695	0,401
41	71	50-60	51,082	0,205	27,5	30	14,5	28,5	2,972	0,719	0,401
38	71	50-60	53,821	0,228	28	35	16,5	35,5	3,754	0,758	0,500
35	71	50-60	55,414	0,241	20	30	14,5	21,5	3,497	0,780	0,303
40	71	60-70	63,694	0,319	40	48	13,4	33,6	4,270	0,897	0,473
36	71	60-70	66,687	0,349	42	42	16	31,5	5,588	0,939	0,444

Annexe 6 : Les données dendrométriques individuelles de la méthode de B.E, série 2A *Pterocarpus soyauxii*

N° Arb	Age	Classe de DHP	DHP (cm)	S.T (m2/ha)	Dfb (cm)	Dm (cm)	H_rec (cm)	H_tot. (m)	V (m3)	AIMA en Dhp (cm)	AIMA en H.(m)
177	70	20-30	28,184	0,062	20	24	4	11	0,250	0,250	0,157
42	70	30-20	33,789	0,090	38,5	42	13,5	36,5	1,211	1,211	0,521
79	70	30-20	35,732	0,100	18	22	6	14	0,602	0,602	0,200
163	70	30-20	37,261	0,109	15	30	6	16	0,654	0,654	0,229
48	70	40-50	42,675	0,143	36	15	15,5	29,5	2,217	2,217	0,421
148	70	40-50	42,866	0,144	14	28	20	31	2,886	2,886	0,443
38	70	40-50	46,178	0,167	15	30	13,5	21,5	2,261	2,261	0,307
21	70	50-60	53,184	0,222	30	36	16,5	27,5	3,666	3,666	0,393

Annexe 7 : Donnée brute pour la construction de tarif de cuba du peuplement à *Entandrophragma cylindricum* et *Pterocarpus soyauxii*

<i>Entandrophragma cylindricum</i>		<i>Pterocarpus soyauxii</i>	
Dhp (cm)	Vol (m ³)	Dhp (cm)	Vol en m ³
13,75	0,0890936	12,101	0,10350824
17,79	0,32313584	14,745	0,07171809
19,745	0,40715041	15,605	0,21038274
20,38	0,42407395	19,745	0,27557935
26,178	0,76906188	21,146	0,49518268
29,877	0,91139619	24,331	0,67418301
34,39	1,53263302	26,91	0,99530303
39,1	2,04123176	28,184	0,2495486
39,49	1,25074658	29,171	0,91561539
40,6	2,00665932	30,891	0,83940556
43,153	2,85198002	33,28	1,34830522
44,49	2,79825442	34,777	1,32984844
47,101	2,26194671	37,261	0,65425966

50,255	3,57043344	39,617	2,15720342
53,248	2,70373318	40,127	1,77048112
56,66	3,78211109	42,866	2,88632876
58,854	4,35273105	45,222	2,08801092
62,35	5,49585546	47,993	2,44218999
66,019	2,97728736	49,363	2,96636557
77,58	7,09056252	51,082	2,97162271
		53,184	2,33260486
		53,821	3,75385377
		55,414	3,49701008
		63,694	4,2696446
		66,687	5,58846101

Annexe :8

Model Summary and Parameter Estimates (*Entandrophragma cylindricum*)

Dependent Variable: Volume

Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2
Linear	,867	116,978	1	18	,000	-1,737	,098	
Logarithmic	,762	57,752	1	18	,000	-9,867	3,364	
Quadratic	,888	67,470	2	17	,000	-,458	,028	,001
Exponential	,845	98,223	1	18	,000	,138	,058	

The independent variable is Dhp.

Annexe: 9 Model Summary and Parameter Estimates (*Pterocarpus soyauxii*)

Dependent Variable: Volume

Equation	Model Summary					Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2
Linear	,890	186,036	1	23	,000	-1,605	,091	
Logarithmic	,763	74,059	1	23	,000	-7,928	2,755	
Quadratic	,932	149,914	2	22	,000	-,035	-,006	,001
Power	,906	221,684	1	23	,000	,000	2,415	
Exponential	,846	126,143	1	23	,000	,077	,071	

The independent variable is Dhp.