

**CROISSANCE ET PRODUCTIVITE DE DEUX ESSENCES  
FORESTIERES PLANTEES AU MAYOMBE, ZAIRE :  
LE LIMBA (*Terminalia superba* Engl. et Diels) ET  
LE BILINGA (*Nauclea diderrichii* (De Wild.) Merrill)**

**Growth and productivity of two planted species of the Mayombe (Zaire) :  
the Limba (*Terminalia superba* Engl et Diels) and  
the Bilinga (*Nauclea diderrichii* (De Wild) Merrill)**

G. PENDJE\*

ABSTRACT

*In the Mayombe region (Zaire) the limba, planted in cross-rides yields after 35 years, 1.45 t. of dry matter: 1.2 t. from the trunk and the leaves and 0.25 t. from the roots (buttress included). In similar conditions the bilinga yields 1.92 t. of dry matter: 0.62 t. from the trunk and the leaves and 0.24 from the roots.*

*The phytomass of the boles is respectively of 975 and 601 kg: it comprises 92 % of wood and 6 % of bark. The roots system - superficial for the limba and conical for the bilinga - represents respectively 24.5 % and 35.8 % of the epigeous phytomass. Both plantations have a density close to 90 stalks per hectare. Their ground area, their mean annual growth and their productivity have been calculated.*

RESUME

*Le Limba, planté en layons dans le Mayombe au Zaïre, produit en moyenne à 35 ans, 1,45 t de matière sèche dont 1,2 t caulinaires et foliaires et 0,25 t racinaires (contreforts inclus). Dans des conditions similaires, le Bilinga produit 0,92 t caulinaires et foliaires et 0,24 t racinaires.*

*La phytomasse des fûts est respectivement égale à 975 et 601 kg; elle comprend 92 % de bois et 6 % d'écorce. Les appareils racinaires - superficiel pour le Limba et conique pour le Bilinga - représentent respectivement 24,5 et 35,8 % de la phytomasse épigée. Les deux plantations ont une densité de 90 tiges à l'hectare. Leur surface terrière, leurs accroissements annuels moyens ainsi que leur productivité ont été calculées.*

---

\* Ecole normale supérieure, Mission de Coopération, B.P. 1839, Abidjan, Côte d'Ivoire

## INTRODUCTION

Le Zaïre possède 48 % des forêts denses africaines. Avec ses 14 310 km<sup>2</sup>, la forêt du Mayombe représentait, en 1969, seulement 1,4 % de la surface forestière totale du Zaïre, mais 70 % du volume national de l'exploitation forestière (VANGU *et al.* 1982). Cette forêt est donc particulièrement menacée par une exploitation intensive conduisant à un appauvrissement en essences de valeur. Ceci s'explique par une situation privilégiée à quelques dizaines de km seulement du port de Boma (Fig.1). S'ajoute à cela la pression démographique croissante de cette zone à vocation rurale, l'extension des cultures sur brûlis et la carbonisation contribuant activement à la déforestation.

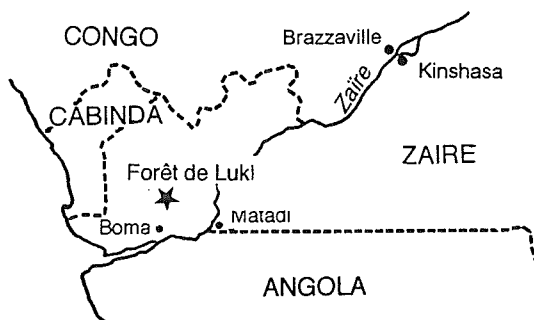
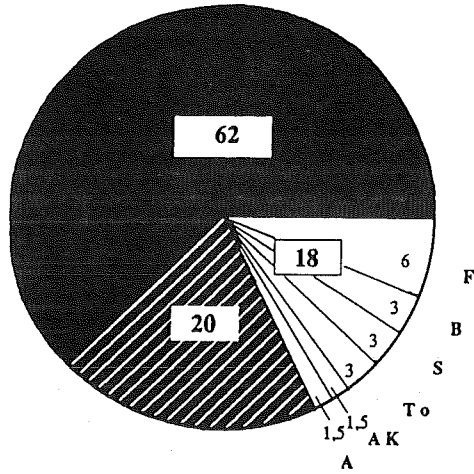


Fig 1 - Localisation de la réserve de Luki

De 1946 à 1959, d'importants programmes de reboisement ont été mis en oeuvre. La forêt fut enrichie en essences précieuses par les méthodes sylvicoles des "layons" et du "sylvo-bananier". La figure 2 permet de visualiser l'importance relative des différentes essences forestières, sur 1 465 ha de plantations, recensées dans la réserve du "Km 28". Le limba représente, à lui seul, 78 % des tiges plantées alors que l'ensemble des essences diverses - dont le bilinga - n'en représentent que 22 %.

Ces plantations constituent des peuplements équiennes, âgés d'une quarantaine d'années, qu'il nous paraît utile d'étudier à l'heure où renaît un intérêt pour la sauvegarde de la forêt tropicale et pour le reboisement des surfaces déforestées. Dégager de l'étude de ces plantations un ensemble de données scientifiques devrait permettre une meilleure connaissance de l'écosystème forestier et contribuer à guider les choix futurs en matière de reboisement dans la région du Bas-Zaïre.



- Limba en monoculture
- Limba à 80 % + essences diverses associées
- Essences diverses en monoculture :

Abréviation	Nom commercial	Nom vernaculaire (kiombe)	Nom botanique
A	Acajou d'Afrique	Musa punda	<i>Khaya anthoteca</i> (Welw.) C.D.C.
AK	Ako	Tsangu	<i>Antiaris welwitschii</i> Engl.
B	Bilinga	N'gulu maza	<i>Nauclea diderrichii</i> (De Wild.) Merrill
F	Fromager	Fuma	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.
K	Kambala (Iroko)	Kambala	<i>Chlorophora excelsa</i> Benth. et Hook
S	Sipo	Kalungi	<i>Entandophragma utile</i> Sprague
To	Tola	N'tola	<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i> Herns

Fig.2 - Importance relative des différentes essences forestières dans la réserve du km 28 (1465 ha de plantations)

Dans le cadre de ce travail, nous avons restreint le sujet à deux essences commerciales. Le limba, *Terminalia superba* Engl. et Diels, est l'essence la plus connue et la plus abondante de la forêt du Mayombe qui, de ce fait, est aussi appelée "forêt du limba". Il a fait l'objet de quelques études (KANU-MBIZI, 1972; MUSANGU, 1973; NGOMA, 1978; VANGU, 1978). De plus, les estimations montrent que les rendements du limba sont très bons dans les systèmes sylvicoles (DECNT, 1986). Nous avons choisi le bilinga, *Nauclea diderrichii* (De wild.) Merrill, bien qu'aucune étude n'ait été publiée à son sujet au Zaïre parce que, d'une part, cette essence a été utilisée avec succès au Nigeria et au Bénin dans le système *taungya* (FAO, 1956) et que, d'autre part, elle a été retenue parmi les essences pilotes pour le reboisement en Côte d'Ivoire (DUPUY, 1986).

## LE SITE D'ETUDE

Les forêts du Mayombe zaïrois constituent la pointe extrême méridionale du massif guinéo-congolais. Elles couvrent un relief jeune, mamelonné et situé au nord du bief maritime du fleuve Zaïre, entre 4°5 et 5°5 de latitude sud et 12°30 et 13°30 de longitude est. La réserve forestière du "Km 28", site de notre étude, est localisée au sud des forêts du Mayombe, sur le front forêt-savane, à 28 km du centre urbain de Boma. Le macroclimat, de type tropical humide, est désigné par la formule AW5 selon la classification de KÖPPEN. Il subit des variations locales très importantes dont l'importance a été soulignée par DONIS (1956). La pluviométrie annuelle moyenne, voisine de 1 100 mm, est très irrégulière. Elle se situe à la limite inférieure permettant le maintien de la forêt dense humide. La végétation naturelle appartient à la forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise semi-sempervirente selon la classification faite par WHITE (1986)

## LES METHODES

### 1. Choix des plantations et des placettes échantillonnées.

Des 3 blocs de bilinga plantés en monoculture au Km 28, les blocs 37 et 29 ont été écartés, le premier pour son manque total d'entretien, le second parce que perturbé par des fosses à carbonisation. Le bloc 31 a donc été retenu. Il couvre 13 ha de bilinga planté selon la méthode sylvicole des "grands layons" (écartements de 5 x 20 m) (Fig. 3). Nous avons recherché un bloc de limba planté la même année et selon la même méthode sylvicole afin de donner matière à comparaison. Nous avons ainsi retenu le bloc 32 (99 ha de limba). De source orale, le matériel d'implantation fut le même pour les deux blocs, à savoir "stumps hauts" (Fig. 4). L'allure générale des deux peuplements révèle qu'ils ont bénéficié d'un entretien assez régulier.

Nous avons choisi, dans chaque bloc, une placette de 50 x 50 m, réunissant les conditions optimales pour une étude de phytomasse : strate dominante homogène, pas de chablis, faible mortalité des arbres plantés. La surface de 2 500 m<sup>2</sup> correspond à celle



Fig - 3. Stump haut de Limba (tige de 0,80 m à 1,20 m de hauteur, racines sectionnées à 20 cm.



Fig. - 4. Bilinga planté en layon. Forêt du Mayombe, km 28.

utilisée par d'autres auteurs pour des études de même type (BERNHARD- REVERSAT *et al.* dans LAMOTTE et BOURLIÈRE, 1978; OGAWA *et al.*, 1979; KLINGE *et al.*, 1974 in RIERA, 1980; LESCURE *et al.*, 1983) Elle est conforme aux conclusions de BRUNIG (1973) à savoir que les parcelles doivent couvrir 0,2 à 0,5 ha pour rester homogènes.

## 2. Evaluation de la phytomasse

### *La phytomasse : définition*

FOURNIER et SASSON (1983) donnent la définition suivante: " La biomasse est l'ensemble de la matière vivante présente à un moment déterminé dans le système... Elle sera exprimée en poids de matière sèche " .

Nous distinguerons, avec DUVIGNEAUD *et al.* (1980), deux parties 1) la phytomasse aérienne regroupant les organes aériens caulinaires et foliaires et incluant le bois mort sur pied; 2) la phytomasse souterraine comprenant l'appareil racinaire. Quelques auteurs utilisent les termes "épigé" et "hypogé" pour qualifier les deux fractions (LESCURE *et al.*, 1983).

### *Le problème particulier posé par les contreforts*

Les contreforts de *T. superba* sont en grande partie aériens mais leur partie inférieure est souterraine et fusionnée à une racine plagiotrope (Fig. 5 et 6). La distinction entre les deux fractions est très relative car susceptible de varier à la suite d'une grosse pluie. Dès lors, font-ils partie de la phytomasse aérienne ou souterraine ?

En 1948 déjà, DONIS qualifiait les contreforts de "racines aériennes". Plus récemment, JENIK (1969) citait les "racines contreforts" parmi les 13 types de racines inhabituelles observées en forêt équatoriale. TROCHAIN (1980) écrit à propos de l'enracinement superficiel: " Tout se passe comme si les racines émergeaient du sol et se rapprochaient du tronc à l'air libre. D'où l'existence de racines échasses et d'expansions aliformes, plus communément désignées sous le nom de contreforts " et plus loin " l'abattage des arbres à empattements doit se faire au-dessus de leur départ car il n'y a pratiquement pas de tronc au-dessous ". " Toute la partie en contreforts est inexploitable (diamètre réel très réduit à ce niveau) " écrit GUERIN (1974).

Nous avons donc inclus les contreforts dans la phytomasse racinaire qui, de ce fait, "n'est plus synonyme de biomasse hypogée au sens strict puisqu'une certaine proportion est située au-dessus du sol " (JENIK, 1969).

### *La méthode de l'arbre moyen*

Par cette méthode, préconisée par WHITTAKER et WOODWELL (1969) pour les formations équiennes et homogènes, les valeurs de la biomasse et de la productivité sont obtenues sur un arbre de dimensions moyennes et sont multipliées par le nombre d'arbres par unité de surface. Pour déterminer l'arbre moyen, nous avons retenu le paramètre DHP (diamètre à hauteur de poitrine). L'arbre moyen est celui dont la circonférence se rapproche le plus de la moyenne des circonférences de tous les arbres vivants mesurés dans la placette d'étude.



Fig.5. - Un contrefort de *T. superba*, partie épigée à gauche, partie hypogée à droite  
Fig.6. - Exploitation en profondeur de l'appareil racinaire du Limba âgé de 35 ans (Contreforts sectionnés sur 50 cm).

### Techniques d'échantillonnage utilisées

Nous avons opté pour la méthode directe par échantillonnage destructif, employée par plusieurs auteurs (KIRA, 1969; LESCURE *et al.*, 1983; DUVIGNEAUD *et al.*, 1980). L'arbre moyen est abattu et échantillonné. Les valeurs étant obtenues pour l'arbre abattu ( $DHP_2$ ) et non pour l'arbre moyen calculé ( $DHP_1$ ), il convient d'appliquer un facteur de correction  $C = r \times 100$ , où  $r$  est le coefficient de réduction calculé selon la formule de PARDE (1960):  $r = 1 - k$ , dans laquelle  $k = DHP_2 / DHP_1$ .

Différents postes sont pris en considération pour l'échantillonnage:

- Poste 1 : le fût.

L'échantillonnage du fût est réalisé selon la méthode préconisée par DUVIGNEAUD *et al.* (1980). La figure 7 illustre ce type d'échantillonnage.

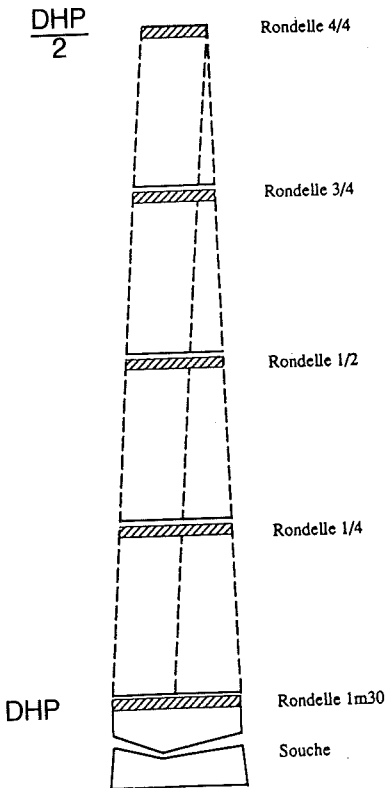


Fig. - 7. Echantillonnage du fût selon la méthode de mesure des biomasses du Laboratoire de Botanique Systématique et d'Ecologie de l'Université de Bruxelles.



On détermine par pesées le poids frais total de chaque billon et le poids frais de chaque rondelle-échantillon de 5 cm d'épaisseur. Une rondelle de 20 cm est écorcée afin de calculer le pourcentage de l'écorce et du bois.

- Poste 2 : les branches

Nous avons pesé la totalité des branches et prélevé un échantillon correspondant à 1/10 des branches de bilinga et à 1/100 des branches de limba.

- Poste 3 : les feuilles

Nous avons pesé la totalité des feuilles et prélevé un échantillon correspondant à 10 % du poids total pour le bilinga et à 7,5 % du poids total pour le limba. Les deux arbres semblent être en période de foliaison maximale (mois de février).

- Postes 4 , 5 & 6: fleurs, fruits et bois mort sur pied

Ces postes n'étaient pas présents sur les arbres abattus au moment de l'étude

- Poste 7 : les racines

Les racines ont été déterrées jusqu'à un diamètre voisin de 0,4 cm pour *T. superba* et de 0,7 cm pour *N. diderrichii* et pesées dans leur totalité. Les racines de diamètre inférieur sont négligées. En effet, si leur rôle physiologique est important, leur masse est négligeable. Chaque fraction de ce poste, à savoir contreforts, grosses racines et petites racines, est pesée dans sa totalité et un échantillon prélevé.

### 3. Les paramètres de croissance étudiés

Les mensurations effectuées sur l'arbre abattu (hauteur totale, hauteur du fût, diamètres à 50 cm du sol, à 1,30m, à 1/4, à 1/2, à 3/4 et à 4/4 du fût) permettent de calculer surface terrière, volumes et accroissements annuels moyens.

-Surface terrière

C'est la surface des sections à 1,30 m de hauteur des fûts. Elle s'exprime par hectare (FOURNIER & SASSON, 1983) :

$$ST = \pi R_2 = DHP_2 / 4.$$

-Volume total (fût = houppier):  $V_t = ST \times H_f \times CF$ ,

où CF est un coefficient de forme. SPURR (1952) cité par NGOMA (1978) définit le coefficient de forme comme étant le rapport entre le diamètre médian d'une tige et son DHP.

-Volume commercial ou volume fût

Il est calculé selon deux méthodes: a) celle des écologistes assimile le fût à un cône. Le volume de chaque billon est calculé par la formule du cône tronqué (Méthode de mesure du Laboratoire d'Ecologie de l'U.L.B.):

$$V_f = \pi / 3 H (R^2 + r^2 + Rr)$$

b) celle des forestiers qui calcule le volume à partir du diamètre médian:

$$V_f = D_m \times H_f$$

-Accroissements annuels moyens

Connaissant l'âge de la plantation ( $n = 35$  ans), on peut calculer l'accroissement annuel moyen en volume (A.A.M.V $\phi$ ), en hauteur (A.A.M.H $\phi$ ) et en diamètre (A.A.M.D.). Ces différentes valeurs, calculées pour l'arbre moyen abattu, sont rapportées à l'ha en les multipliant par la densité (nombre de tiges à l'ha).

#### 4. Méthode de calcul de la phytomasse

Les échantillons des différents postes ont été pesés et séchés à l'étuve à 105°C. Pour chaque poste, le poids sec total a été calculé à partir du pourcentage de matière sèche de l'échantillon et du poids frais total.

En ce qui concerne le poste 1, les billons ayant la forme d'un tronc de cône, il convient de calculer une moyenne pondérée entre les valeurs au sommet et celles mesurées à la base de chaque billon selon la méthode de mesure du Laboratoire d'Ecologie de l'ULB. On aura par exemple:

% moyen pondéré de MS du billon 1,30 à 1/4 fût

$$MS ( 1,30 ) \times D^2 ( 1,30 ) + MS ( 1/4 ) \times D^2 ( 1/4 ) / D^2 ( 1,30 ) + D^2 ( 1/4 ) \text{ où}$$

MS est la matière sèche

MS(1,30) est la matière sèche de la rondelle à 1,30m ; MS(1/4), à 1/4 du fût

D(1,30) est le diamètre de la rondelle à 1,30m ; D(1/4), à 1/4 du fût.

La phytomasse ainsi calculée pour l'arbre moyen est extrapolée à l'hectare en multipliant les résultats par la densité (nombre de tiges à l'hectare).

#### 5. Méthode de calcul de la productivité

" La productivité primaire nette est la somme de tous les tissus formés pendant l'unité de temps choisie et de toutes les matières nouvellement emmagasinées dans tous les organes " (DUVIGNEAUD, 1974). C'est donc l'extrapolation à l'hectare de la quantité de matière sèche végétale produite en un an et exprimée en kilogramme. Elle dépend bien sûr de la densité du peuplement.

Notre étude permet donc d'estimer la productivité puisque l'on connaît l'âge du peuplement. Pour les postes 1 et 7, nous avons divisé la phytomasse par l'âge des arbres ( $n = 35$ ). Si l'on tient compte de la hauteur du fût et de l'accroissement annuel moyen en hauteur, voisin de 1 m par an, pendant les 20 premières années, on constate que les branches de plus de 25 ans, pour le limba, et de plus de 21 ans, pour le bilinga, ont disparu par élagage naturel. C'est pourquoi nous estimerons la productivité des branches en prenant  $n = 10$  pour le limba et  $n = 14$  pour le bilinga. Cette estimation sera faite par défaut puisque la productivité des rameaux de 1 à ( $n - 1$ ) années sera sous-estimée. Le poste 3 est considéré comme la production d'une année pour le limba, qui est une essence caducifoliée. Par contre, pour le bilinga, qui est une essence sempervirente, on peut considérer les feuilles comme une production de 3 ans (RIERA, com. pers.).

Les postes 2 et 7 seront donc estimés avec moins d'exactitude que les postes 1 et 3. Malgré ces imprécisions, il nous semble intéressant d'estimer la productivité car elle permet la comparaison des résultats obtenus pour différentes essences dans les mêmes conditions ou encore pour les mêmes essences dans des conditions climatiques, édaphiques ou sylvicoles différentes.

## LES RESULTATS

### 1. Caractéristiques de l'arbre moyen

#### *Détermination de l'arbre moyen*

Seul le DHP des arbres vivants a été mesuré. Les histogrammes de la figure 8 montrent une distribution normale des tiges en classes de diamètre dans la placette de bilinga (93 tiges / ha) et une distribution apparentée à la normale dans la placette de limba (87 tiges / ha).

Les DHP moyens sont calculés sur la base des mensurations effectuées. On a :

DHP moyen limba =  $45,2 \pm 4,3$  cm (N = 26) pour un risque de 5%.

DHP moyen bilinga =  $35,5 \pm 1,2$  cm (N = 28) pour un risque de 5%.

Les arbres abattus sont ceux dont le DHP se rapproche le plus du DHP moyen. Ils ont respectivement un DHP de 45,5 et 34,5 cm.

#### *Les paramètres de croissance*

L'échantillonnage des arbres abattus a permis de calculer le coefficient de forme, la surface terrière, les volumes et les accroissements annuels moyens à partir des mensurations faites. Les résultats sont présentés dans le tableau de la figure 9.

### 2. Le système racinaire à 35 ans

#### *Terminalia superba*

Le système racinaire consiste essentiellement en 3 grosses racines plagiotropes reliées dans leur partie proximale à la base du tronc par des contreforts aliformes coalescents de moins d'un mètre. A 35 ans, il ne subsiste de l'axe primaire orthotrope qu'un pivot d'une vingtaine de cm. Cette structure orthotrope est réitérée sous les contreforts mais de façon peu importante. De nouveaux axes plagiotropes se forment à la base des contreforts. Les racines exploitent une vaste surface autour de l'arbre dans des rayons allant de 10 à 16 m. L'exploration du sol est superficielle (0 à 40 cm) et ne dépasse pas 70 cm (Fig. 6).

#### *Nauclea diderrichii*

L'appareil racinaire comprend un pivot central orthotrope de 11,5 cm de diamètre au niveau du sol et de 3,20 m de long ainsi que 18 racines mesurant pour la plupart plus de 15 cm de diamètre à leur base; plagiotropes sur 3 m environ, elles s'enfoncent brusquement dans le sol sur une profondeur de 2 m environ. Elles délimitent ainsi, avec le pivot central, une zone d'exploitation cylindrique. La quantité de racines fines est faible.

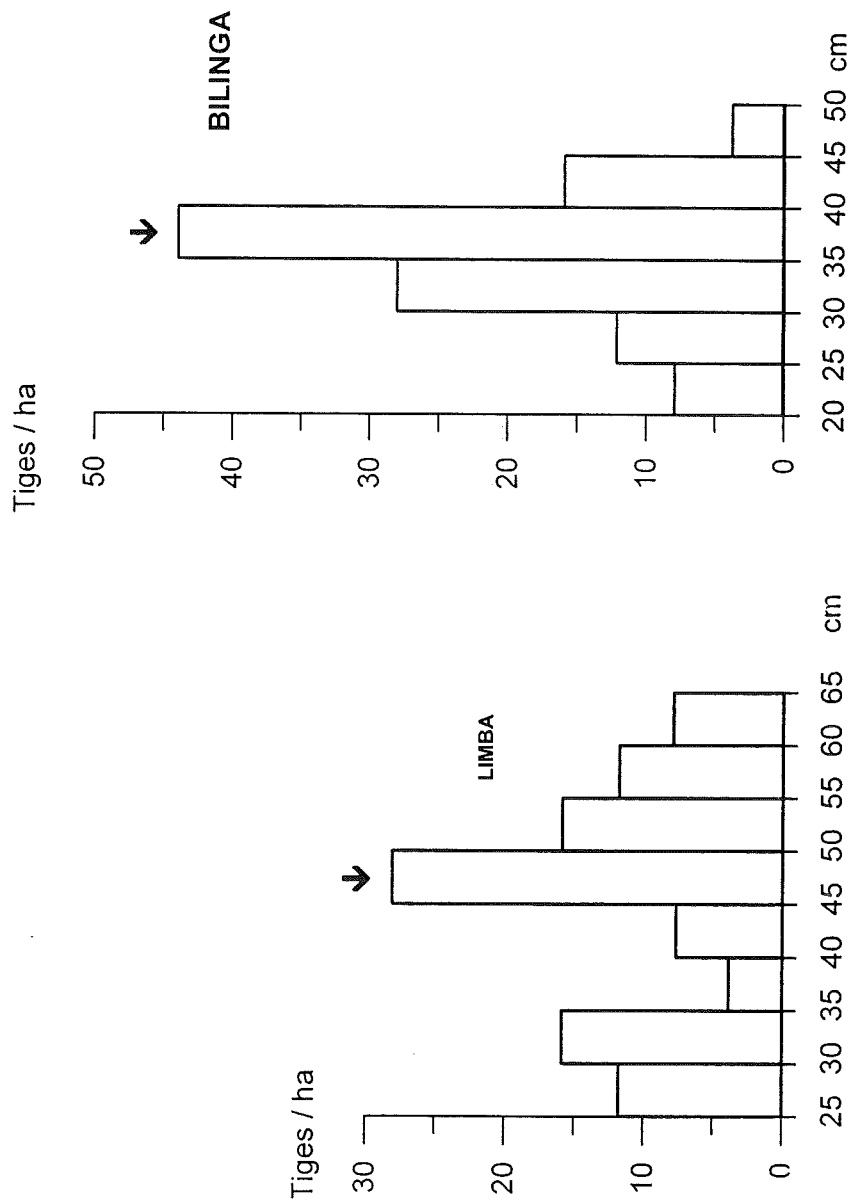


Fig.8. - Distribution des tiges de Limba (*Terminalia superba*) et de Bilinga (*Nauclea diderrichii*) en classes de diamètres. DHB; diamètre à hauteur de poitrine. La taille de l'arbre moyen est indiquée par la flèche.

Teneur en eau  
%

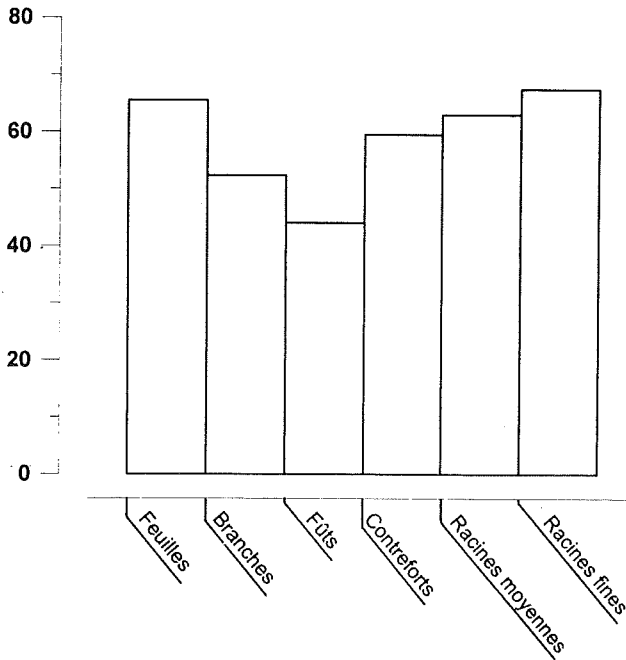


Fig.9 - Teneur en eau dans les différentes parties du Limba (*T.superba*).

### 3 .La phytomasse à 35 ans

#### *Teneur en eau des différents postes*

L'histogramme de la figure 9 montre la variation de la teneur en eau du limba selon un gradient décroissant depuis le sommet vers la base de la partie érigée et selon un gradient croissant depuis le tronc vers l'extrémité des racines. On peut remarquer que les contreforts ont une teneur en eau de 59,5 %, plus proche de celle des racines moyennes (63 %) que de celle du fût (44 %). Les racines fines ont la teneur en eau la plus élevée, cela correspond à leur rôle physiologique absorbant.

La teneur en eau du bilinga est élevée dans les feuilles (72,3 %) , voisine de 45 % dans les parties caulinaires et égale à 50 % dans les racines quelle que soit leur catégorie. Rappelons que les racines du bilinga de diamètre inférieur à 0,7 cm n'ont pas été récoltées.

Le pourcentage de matière sèche de chaque poste échantillonné est, bien sûr, inversement proportionnel à sa teneur en eau.

### LIMBA

35 ans  
87 tiges/ha

**PHYTOMASSE TOTALE:**  
130,4 t/ha  
**PRODUCTIVITE:**  
6,5 t/ha/an

	Phyt.caulinaire et foliaire t/ha	Prod. t/ha/an
Fût	84.8	2.4
Branches	18.4	1.8
Caulinaire	103.2	4.2
Foliaire	1.6	1.6
Totale	104,8	5,8

	Phyt.racinaire t/ha	Prod t/ha/an
	25.6	0.7

### BILINGA

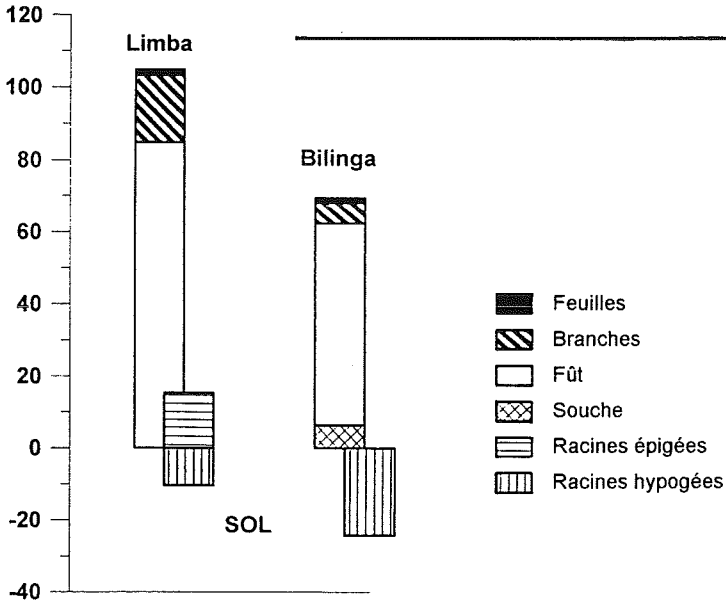
35 ans  
93 tiges/ha

**PHYTOMASSE TOTALE:**  
92,2 t/ha  
**PRODUCTIVITE:**  
3 t/ha/an

	Phyt.épigée t/ha	Prod. t/ha/an
Fût	55,95	1.6
Branches	5.1	0.3
Souche	6,35	0.2
Caulinaire	67.4	2.1
Foliaire	0.5	0.2
Totale	67,4	2.3

	Phyt.racinaire t/ha	Prod. t/ha/an
	24.3	0.7

Phytomasse  
épigée (t/ha)



Phytomasse  
hypogée (t/ha)

Fig.10. - Phytomasse et productivité de deux peuplements artificiels à *Terminalia superba* (Limba) et à *Nauclea diderreichii* (Bilinga). Plantations en layons dans le Mayombe zairois.

## La phytomasse

Elle est calculée par sommation des phytomasses de chaque poste, celles-ci étant calculées à partir du pourcentage de matière sèche de l'échantillon. Les résultats sont visualisés sur la figure 10.

Pour *T. superba*, la phytomasse caulinaires et foliaire est de 1204,5 kg pour le limba moyen et de 104,8 t par hectare. La partie caulinaires représente 98,5 % et la partie foliaire 1,5 %. La phytomasse du fût est de 975 kg, elle comprend 92 % de bois et 8 % d'écorce. La phytomasse racinaire (contreforts inclus) est de 294,7 kg pour l'arbre moyen et de 25,6 t / ha; elle représente 24,5 % de la phytomasse caulinaires et foliaire et 19,7 % de la phytomasse totale.

Pour *N. diderrichii*, la phytomasse des organes aériens est de 730,6 kg pour l'arbre moyen et de 67,9 t à l'ha. La part caulinaires représente 99,2 % et la partie foliaire 0,8 %. La phytomasse du fût est de 601,5 kg. Elle comprend 91,7 % de bois et 8,3 % d'écorce. La phytomasse racinaire est de 261,7 kg pour l'arbre moyen et de 24,3 t / ha. Elle représente 35,8 % de la phytomasse épigée et 26,4 % de la phytomasse totale.

### 4. La productivité nette

Pour une densité de 87 tiges à l'hectare, la productivité totale nette du limba s'élève à 6,5 t /ha /an dont 5,8 t caulinaires et 0,7 t pour le système racinaire. Pour une densité de 93 tiges à l'hectare, la productivité totale du bilinga est de 3 t /ha /an dont 2,3 t épigées et 0,7 t hypogée.

La figure 11 récapitule la valeur de la productivité nette de chaque poste et la productivité totale des deux espèces d'arbres en plantation.

## CONCLUSIONS

Par ce travail, nous apportons, quelques données supplémentaires en ce qui concerne deux essences de reboisement utilisées dans le Mayombe zairois.

Les plantations étudiées constituent, à 35 ans, de beaux peuplements forestiers de 25 m de hauteur environ et ceci, bien que les précipitations locales soient à la limite inférieure des pluviométries préconisées pour ces essences. Le climat préférentiel du limba comporte, en effet, une pluviométrie supérieure à 1500 mm (GROULEZ & WOOD, 1984); d'autre part, DUPUY (1986) écrit au sujet du bilinga "Dans son aire de distribution les précipitations varient de 1600 à 3000 mm par an".

Le type d'enracinement superficiel de *T. superba* est appelé " enracinement sphérique " par DONIS (1948) et par LETOUZEY (1969) et " système racinaire à racine-contreforts " par GAUTHIER *et al.* (1977). C'est aussi le premier système racinaire de la classification faite par JENIK (1969) . Parmi les essences forestières possédant ce type d'enracinement et citées par GAUTHIER *et al.*(1977) on trouve *Piptadeniastrum africanum*, *Pseudospondias microcarpa*, *Bosqueia angolensis* . . .

*N.diderrichii* illustre un autre type de système racinaire, appelé " enracinement conique " par DONIS (1948), qui cite pour la forêt du Mayombe *Entandrophragma* spp, *Gossweilerodendron balsamiferum*, *Ricinodendron heudelothii*, *Chlorophora excelsa*, *Staudtia stipitata*... et que JENIK (1969) classe dans le deuxième type de système racinaire, comprenant de grosses racines squelettales horizontales, des racines secondaires bien développées et un pivot important.

Les systèmes racinaires des deux arbres illustrent quelques aspects de l'étude architecturale faite par KAHN (1983) selon laquelle "le degré de résorption du système racinaire primaire varie selon les espèces". En effet, notre étude permet d'affirmer que, chez *T. superba*, la dynamique du système racinaire passe par une phase de résorption de l'axe racinaire primaire orthotrope qui ne mesure plus que 20 cm à 35 ans. Il en va tout autrement chez *N. diderrichii* où la racine-pivot mesure 3,20 m. JENIK (1969) mentionne de même une racine-pivot de 2 à 3 m chez *Chlorophora excelsa* au Ghana. Le bilinga présente un grand développement des axes plagiotropes qui finissent par réitérer chacun un axe orthotrope. Le limba, par contre, produit de " nouvelles macrorhizes plagiotropes par réitérations adaptatives " KAHN (1983) parle de "reconquête proche du tronc " .

Les valeurs de phytomasse racinaire obtenues à 35 ans pour ces deux plantations sont de 25,6 t/ha pour le limba et de 24,5 t/ha pour le bilinga. Elles représentent respectivement 24,5 % et 35,8 % de la phytomasse épigée caulinare et foliaire.

Ces résultats sont proches de ceux obtenus par OVINGTON et MADGWICK pour *Pinus sylvestris* (33 ans) - soit 25,7 % - mais ils sont nettement supérieurs à ceux de DUVIGNEAUD *et al.* pour *Quercus robur* naturel, soit 12 à 13 % (LAMOTTE & BOURLIERE, 1967).

Les systèmes racinaires des deux espèces d'arbres étudiées correspondent donc aux deux principaux types d'enracinement des grands arbres de la forêt tropicale et justifient les biotopes différents choisis par les forestiers pour leur implantation. En effet, le limba est planté principalement dans les fonds de vallée humides. Ses longues racines plagiotropes superficielles lui permettent de profiter au maximum de l'horizon supérieur du sol, riche en matière organique et aussi d'échapper à l'asphyxie éventuelle qui pourrait résulter d'un sol hydromorphe. Par ailleurs, selon l'étude faite par GUERIN (1974) dans le Mayombe congolais, le limba planté sur terrain plat gagne en moyenne 2 m de fût à l'exploitation, car il existe une corrélation étroite entre les contreforts et la pente. Le bilinga, au contraire, est fortement ancré sur les sols lessivés des pentes à forte déclivité, grâce à un solide système d'enracinement conique s'enfonçant dans le sol jusqu'à une profondeur de 2 à 3 m.

Cette implantation des deux essences, dans des milieux édaphiques et dans des microclimats différents, semble favoriser le limba et accentuer encore la différence de croissance inhérente aux deux espèces (Ces deux essences présentent, en effet, des différences notables en ce qui concerne la légèreté et la dureté de leur bois). GUERIN (1974) souligne que la croissance du limba est directement fonction de la fertilité de la station, or le sol du Mayombe est très hétérogène.

Les accroissements annuels moyens mesurés dans le Mayombe congolais sur différents sites de fertilité sont compris entre 0,7 et 1,2 pour la hauteur et entre 1,17 et 1,9 pour le diamètre, pour des densités allant de 72 à 158 tiges /ha (RICHERT in GROULEZ & WOOD, 1984). Les accroissements annuels moyens que nous avons mesurés pour le limba du bloc 32 dans le Mayombe zaïrois (0,8 m en hauteur et 1,3 cm en



diamètre) correspondent à ceux de la classe de fertilité 4, dans l'étude menée par RICHERT au Congo. Ils sont proches de ceux obtenus par VANGU (1978) pour trois plantations du Km 28 (0,95 à 1,03 en hauteur et 1,5 en diamètre) âgées de 25 à 31 ans et présentant des densités voisines de 50 t/ha.

Le rapport  $H_{\text{fût}} / H_{\text{totale}}$  est généralement inférieur au Congo : 0,68 à 0,82 (GROULEZ & WOOD, 1984) contre 0,91 au Zaïre (VANGU, 1978 et présente étude). Cependant, un rapport de 0,91 a également été observé dans le secteur de Bilala du Mayombe congolais dans un peuplement naturel de limba (GROULEZ & WOOD, 1984). Le rapport  $H_f / H_t$  est de 0,80 dans la plantation de bilinga étudiée. Dans le Mayombe zaïrois, l'élagage naturel, bon chez le bilinga, est encore meilleur chez le limba.

A partir de l'accroissement annuel moyen en diamètre obtenu pour ces arbres de 35 ans, et tenant compte du fait que la croissance ralentit avec l'âge, on peut prévoir pour le deux plantations étudiées, qu'un diamètre d'exploitabilité de 60 cm sera atteint vers 45 ans pour le limba et vers 60 ans chez le bilinga.

Notre étude, menée parallèlement dans deux stations comparables, a mis en évidence des différences quantitatives importantes quant à la production primaire et à la productivité des deux espèces d'arbres en plantation. La phytomasse à 35 ans est de 104,8 t/ha épigées (contreforts exclus) pour le limba contre 67,9 t/ha pour le bilinga. La productivité du limba (6,5t/ha/an) est double de celle du bilinga (3t/ha/an). Notons que les densités, voisines de 90 tiges / ha, sont optimales pour les plantations du Mayombe, au Zaïre. VANGU (1978) estime en effet, à environ 50 tiges/ha la densité moyenne des plantations de limba, suite à l'action anthropique destructrice.

La contribution du tronc à la phytomasse épigée de ces deux essences en plantation est de 81 % pour le limba et de 91 % pour le bilinga, alors que la contribution foliaire varie de 0,8 %, pour le bilinga, à 1,5 % pour le limba. Cette dernière est du même ordre de grandeur que celle observée en forêt naturelle de Côte d'Ivoire: 1,4 à Yapo et 1,7 au Banco (HUTTEL & BERNHARD- REVERSAT, 1975) ou en forêt guyanaise: 1,44 (LESCURE *et al.* 1983). Par la méthode de récolte, nous avons estimé à 1,6 t/ha les feuilles du limba planté au Mayombe pour une densité de 87 tiges / ha. BERNHARD-REVERSAT (1976) a estimé par la méthode de chute de litière, à  $3,270 \pm 30$  t/ha les feuilles du framiré (*T. ivorensis*) planté à Yapo pour une densité de 164 tiges /ha. Les résultats sont donc similaires, compte tenu de la différence de densité.

*T. superba*, à croissance rapide, est l'essence de premier choix pour les reboisements en bois d'oeuvre au Mayombe. Cependant *N. diderrichii*, à vitesse de croissance moyenne, a l'avantage de convenir dans des sites à forte déclivité où le limba ne semble pas pouvoir réussir. D'autre part, son bois lourd, mi-dur, a une bonne durabilité naturelle, ce qui en fait un excellent bois d'ébénisterie et de menuiserie extérieure. Contrairement au kambala ou iroko: *Milicia excelsa* (*Chlorophora excelsa* Benth. et Hook), bois de menuiserie mi-dur également très apprécié, son taux de réussite est élevé dans les plantations du Km 28. On pourrait envisager sa plantation en association avec *C. excelsa* afin d'éviter les attaques d'insectes (*Phytolima lata*) détruisant cette essence en monoculture dans le Mayombe.

On peut émettre l'hypothèse qu'un meilleur rendement pour le bilinga au Zaïre serait obtenu dans des régions à pluviométrie supérieure (Cuvette centrale.) ce qu'il serait

intéressant de vérifier. Il conviendrait également d'essayer en plantation des essences moins exigeantes du point de vue pluviométrie (BRASNET & CHAMPION, 1960; F.A.O. 1956). Je pense en particulier à *Agathis robusta*, originaire des collines côtières d'Australie où la pluviométrie est de 1000 à 1500 mm/an (CTFT, 1961). Cette essence à croissance rapide offre un bois à nombreux usages et supporte d'être plantée en forêt dense. Elle pourrait réussir dans le Mayombe où les conditions géographiques sont similaires.

Par ailleurs, les plantations du Mayombe zairois gagneraient beaucoup à être mieux entretenues. Le plus souvent les arbres sont enserrés par des lianes et leur croissance souffre de la concurrence des recrûs. L'agroforesterie, et particulièrement la culture des bananiers, est à encourager car elle permet un entretien à peu de frais.

Enfin, la nécessité de produire en grande quantité du charbon de bois constitue le facteur de destruction le plus important pour les peuplements - naturels ou plantés - du Mayombe. Il est donc urgent de créer une ceinture de bois de feu afin de diminuer les pressions destructrices exercées sur la forêt.

Les travaux en cours, d'amélioration génétique et de reproduction par bouturage des meilleurs phénotypes, au CTFT de Pointe-Noire, devraient permettre d'améliorer encore la productivité des futurs peuplements artificiels de limba (BOISSEAUX, 1987). Des essais de bouturage ont également été effectués pour le bilinga qui s'avère être facilement bouturable. " Sa vitesse de croissance est très rapide au départ et son sevrage ne pose pas de problème. Il reste à savoir ce qu'il donnera en plantation " (MAILLARD, 1978). L'amélioration génétique constitue un atout considérable pour la réussite des reboisements artificiels futurs (CTFT-CIRAD, 1988) par la sélection d'un matériel végétal performant: révolution courte, production forte, bois de qualité car le paramètre forestier fondamental est le facteur temps.

## BIBLIOGRAPHIE

- BERNHARD-REVERSAT, F., 1976. Essai de comparaison des cycles d'éléments minéraux dans les plantations de Framiré (*Terminalia ivorensis*) et en forêt naturelle de Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques* 167, pp.25-38
- BOISSEAUX, Th., 1987. Bouturage du limba, Campagne 1987. CTFT-Congo, Rapport inédit.
- BRASNET, T. & CHAMPION, H., 1960. Le choix des essences forestières pour les reboisements et les boisements. FAO, Rome.
- BRUNIG, E.F., 1973. Biomass diversity and biomass sampling in tropical rain forest. In: *I.U.F.R.O. Biomass studies*. Univ. of Maine, Orono (USA). pp.70-293.
- CTFT, 1961. *Agathis spp. Bois et Forêts des Tropiques* 75.
- CTFT/ CIRAD, 1988. Conservation et accroissement des ressources des pays de l'Afrique humide de l'Ouest et du Centre en feuillus indigènes producteurs de bois d'oeuvre par utilisation de matériel végétal amélioré et multiplication végétative. C.C.E., Programme Recherche et Développement. Rapport final du projet.
- DECNT, 1986. Projet de reboisement dans la réserve forestière de la Luki. Département de l'Environnement, de la conservation de la Nature et du Tourisme, Kinshasa. *Bois et Placages Généraux*, Québec, Canada.

- DONIS, C., 1948. *Essai d'économie forestière au Mayombe*. Publication de l'INEAC, Série scientifique, 37, 92 p.
- DONIS, C., 1956. La forêt dense congolaise et l'état actuel de sa sylviculture. *Bulletin agricole du Congo Belge* 47,2, 64p.
- DUPUY, B., 1986. Principales règles de sylviculture pour les plantations à vocation de bois d'oeuvre. CTFT-Côte d'Ivoire, 112 p.
- DUVIGNEAUD, P., 1974. *La synthèse écologique*. Paris, 296 p.
- DUVIGNEAUD, P., BRICHARD, Ch. & TIMPERMAN, J., 1984. Une biogéocénose "Plantation de Populus" dans l'écosystème bruxellois. Centre d'étude de l'environnement urbain, ULB, Bruxelles, 78 p.
- F.A.O., 1956. Les méthodes de plantations forestières en Afrique tropicale. Rome.
- FOURNIER, F. & SASSON, A., 1983. *Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique*. ORSTOM-UNESCO, 473 p.
- GAUTHIER, P., PAULIN, G. & THIERIAULT, A., 1977. *Manuel de dendrologie*. Ed. Thernault limitée Québec, Canada, 470 p.
- GROULEZ, J. & WOOD, P.J., 1984. *Terminalia superba*, Monographie, CTFT-France 85 p.
- GUERIN, J.L., 1974. Le limba du Mayombe. Croissance en peuplements artificiels, CTFT-Congo, 40 p.
- HUTTEL, Ch. & BERNHARD-REVERSAT, F., 1975. Recherches sur l'écosystème de la forêt subéquatoriale de Basse Côte d'Ivoire. *Rev. d'Ecol. appliquée*, 29, 169-264.
- JENIK, J., 1969. Root structure and underground biomass in equatorial forests. In Proc. Brussels Symp. Productivity of forest ecosystems, UNESCO, 1971.
- KAHN, F., 1983. Architecture comparée de forêts tropicales humides et dynamique de la rhizosphère. Thèse Univ. Montpellier II.
- KANU-MBIZI, 1972. Etude de deux blocs sylvo-bananiers de la réserve forestière de la Luki (Mayombe), Mémoire Univ: Kinshasa.
- KIRA, T., 1969. Primary productivity of tropical rain forest. Symposia of IBP Topics in Kuala- Lumpur Pan-Pacific Science Association.
- LAMOTTE, M. & BOURLIERE, F., 1967. *Problèmes d'Ecologie: Problème de productivité biologique*. Masson, Paris, 246 p.
- LAMOTTE, M. & BOURLIERE, F., 1978. *Problèmes d'Ecologie: structure et fonctionnement des écosystèmes terrestres*. Masson, Paris, 345 p.
- LESCURE, J.P., PUIG, H., RIERA, B., LECLERC, D., BEEKMAN, A., BENETEAU, A., 1983. La phytomasse épigée d'une forêt dense en Guyane française, *Acta ecologica, ecol.génér.*, 4, 3, 237-251.
- LETOUZEY, R., 1972. *Manuel de botanique forestière, Afrique tropicale*. CTFT-FRANCE, 2 tomes, 461 p.
- MAILLARD, D., 1978. Bouturage du Limba et de diverses essences de forêt dense, CTFT-Congo, 59 p.
- MUSANGU, M., 1973. Etude dans des blocs sylvo-bananiers de la station de l'INERA-LUKI et du chantier forestier de l'Etat au Km 28 (Mayombe) . Mémoire, Yangambi, Zaïre.
- NGOMA, T., 1978. Caractéristiques du Limba planté en layons au Zaïre, Mémoire, Univ. de Laval, Canada.
- OGAWA, H., KIRA, T., YODA, K., OGINO, K., 1965., *Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thaïlande*, II, *Plant Biomass*. In : Nature and life in Southeast Asia , IV, pp. 49-80.
- PARDE, J., 1961. *Dendrométrie*. Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 350 p.

- PENDJE, G., 1989. Composition floristique, phytomasse et productivité de deux plantations du Mayombe zaïrois: Limba (*Terminalia superba* Engl. et Diels) et Bilinga (*Nauclea diderrichii* De wild. Merrill). Paris VI, 62p.
- RIERA, B., 1980. Biomasse en forêt guyanaise; Premiers résultats. DEA, Univ. Toulouse, 49 p.
- TROCHAIN, J.L., 1980. *Ecologie végétale de la zone inter-tropicale non désertique*. Toulouse, 468 p.
- VANGU, L., 1978. Dynamique et problématique du Limba (*Terminalia superba* Engl. et Diels) dans les plantations du Mayombe et simulation du rendement. Mémoire, Univ. de Laval, Canada.
- VANGU, L., MABIALA, K., ETUMESAKU, D., KANDARA, S., 1982. Résultats d'inventaire et analyse du biophysique forestier du Bas-Fleuve. Service permanent d'Inventaire et d'Aménagement Forestiers, Kinshasa, Zaïre, 240 p.
- WHITE, F., 1986. *La végétation de l'Afrique avec carte de la végétation*. ORSTOM-UNESCO, 356 p.
- WHITTAKER, R.H. et WOODWELL, L.M., 1969. Measurement of net primary production of forests. In UNESCO (1971), *Productivité des systèmes forestiers*, pp. 159-175 .