

LIMBALI

1. — DÉNOMINATIONS

Commerciales : Limbali (Nomenclature A. T. I. B. T., Allemagne, France), Ditshipi (Belgique, Hollande).

Scientifiques : *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) Léonard = *Macrolobium dewevrei* De Wild., et *Gilbertiodendron preussii* (Harms) Léonard = *Gilbertiodendron taiense* Aubr. = *Macrolobium preussii* Harms (Légumineuses césalpinioidées).

Locales : SIERRA LEONE : Mbombi (Mende). — LIBÉRIA : Sehneh (Gio). — CÔTE-D'IVOIRE : Vaa. — NIGERIA : Ekpagoi-eze. — CAMEROUN : Ekobem (Yaoundé). — GABON : Abeum à grandes feuilles (F'ang). — RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE : Molapa. — CONGO : Epal (Bakouélé). — ZAÏRE : Limbali (Kingwana), Ditshipi (Lulua).

2. — HABITAT ET PROVENANCE

Les deux espèces de *Gilbertiodendron* retenues sont celles qui sont commercialisées au Zaïre (*G. dewevrei*) et en Côte-d'Ivoire (*G. preussii*) sous le nom de Limbali, mais on trouve une vingtaine d'espèces au bois plus ou moins semblable, d'abondance et de taille très inégales.

Gilbertiodendron dewevrei et *G. preussii* se trouvent parmi les espèces qui donnent les plus beaux arbres et se rencontrent sur terre ferme mais toutes sont des espèces de forêt dense humide, souvent de forêt marécageuse ou de bord de l'eau.

Les Limbali sont des essences à tempérament grégaire, formant soit des bouquets de quelques pieds, soit souvent des peuplements presque purs.

L'aire de *Gilbertiodendron preussii* va de la Sierra Leone au Gabon, mais cette espèce n'est pas mentionnée en Nigeria ; celle de *G. dewevrei* va de la Nigeria au Zaïre, par le Nord-Est du Gabon.

Un certain nombre d'inventaires ont été effectués dans des zones forestières renfermant des forêts à Limbali ; ils ont fourni les résultats suivants :

En Côte-d'Ivoire un inventaire papetier effectué sur 218.000 ha dans la région

de San Pedro a donné (moyenne sur la totalité de la surface) 0,65 arbre à l'hectare de 65 cm et plus de diamètre.

En République Centrafricaine dans le secteur de NOLA un inventaire sur 830.000 ha a montré la présence de 34.000 ha de forêts à Limbali. Sur ces 34.000 ha on trouve 26 arbres à l'hectare de 62 cm et plus (nombre de tiges sans considération de qualité).

Au Congo, dans la région d'Ouessou, on a trouvé sur 1.100.000 ha de forêt, inventoriée, 100.000 ha de forêt à Limbali avec en moyenne 18 arbres à l'hectare, de 60 cm et plus, donnant un volume brut sur pied de 145 m³ à l'ha (volume calculé sur écorce depuis la souche jusqu'aux premières grosses branches, sans considération de qualité).

Dans le Nord du Congo un inventaire effectué sur 2.475.000 ha de forêt dense sur sol ferme (forêt continue dans une région couvrant 3.250.000 ha) a montré la présence de 158.000 ha de forêt à Limbali.

Ces quelques chiffres montrent l'importance que peuvent prendre dans certains cas en surface, en nombre de tiges et en volume de bois sur pied les peuplements de Limbali.

3. — CARACTÈRES DU RONDIN

Le Limbali étant encore assez peu exporté, il est difficile de fournir une description des rondins commercialisés. On peut dire cependant que les rondins de Limbali ont le plus souvent une bonne conformation générale ; ils sont droits et assez ronds.

La base du fût ne comportant pas de contreforts et peu d'épaississement, la bille de pied est généralement normalement conformée.

L'écorce est de teinte générale gris jaunâtre, écailleuse s'exfoliant en minces lamelles. Elle est épaisse de 1 cm environ, la tranche est fibreuse de teinte brun rose ou rougeâtre. Cette écorce est cassante, peu adhérente et souvent arrachée en grande partie lors de l'arrivée du rondin à destination.

Sur la section du rondin l'aubier blanc jaunâtre a 5 à 10 cm d'épaisseur. Dans le bois brun rougeâtre les cernes sont plus ou moins visibles et l'on trouve souvent des fentes assez importantes au cœur.

Roulant d'un rondin de Limbali.

Photo Chatefain — C. T. F. T.





Photo Letouzey.

Un groupe de Limbali (Gilbertiodendron deweyrei). Lolodorf, Cameroun.

Le diamètre des rondins commerciaux pourra être facilement compris entre 0,70 m et 0,90 m et plus. (Voir diamètre des arbres au § 15 : caractères de l'arbre.)

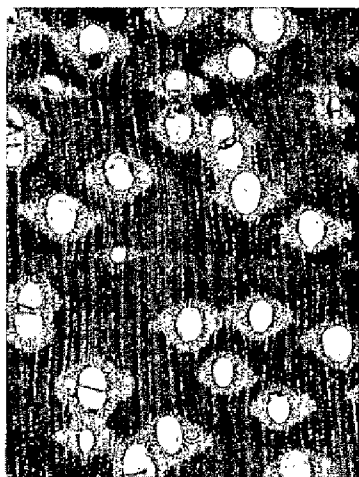
Les rondins ne flottent pas à l'état vert, leur poids spécifique moyen est de 1.000 à 1.100 kg par m³. Les conférences des lignes de navigation de la Côte Occidentale d'Afrique, classent pour le transport maritime, le Limbali dans la catégorie des bois de densité supérieure à 0,880.

4. — ASPECT DU BOIS DÉBITÉ

L'aubier est bien distinct, blanc à brun rosé clair. La coloration générale du bois parfait est brun rouge avec des nuances ou des veines verdâtres ou cuivrées. Le grain est grossier, le contrefil modéré, mais il est souligné par les traces des pores très visibles, très longues et droites sur dosse, plus irrégulières sur quartier. Le Limbali ne paraît jamais régulièrement et finement rubané, ni autrement figuré. La maille, très fine, ressort peu sur quartier.

5. — STRUCTURE DU BOIS

Les cernes sont assez nets, leur limite étant indépendante du veinage, mais marquée par une ligne claire et fine de parenchyme ou de fibres aplaties accompa-



Coupe transversale X 14.

gnée de très petits pores. Les vaisseaux sont gros, rares, à perforations uniques et ponctuations fines. Ils contiennent parfois des dépôts blancs. Le parenchyme est associé aux vaisseaux en un manchon épais en forme de losange ; il y a de nombreuses chaînes de cristaux dans des éléments recloisonnés au contact des fibres. Les rayons sont fins, nombreux, unisériés ou partiellement bisériés, de structure assez homogène.

Les fibres ont une longueur moyenne variant de 1,5 à 2 mm, la moyenne générale étant de 1,8 mm, et leur coefficient de souplesse varie autour de 50.

D'autres genres de légumineuses césalpinoïdées ont des bois très semblables au Limbali, même microscopiquement. Certains *Didelotia*, *D. idae* et *D. brevipaniculata* notamment (les Broutou et les Toubaouaté en Côte-d'Ivoire)

sont presque impossibles à séparer avec certitude des Limbali. Ils ont seulement des veines verdâtres plus accentuées sur un fond plus rosé, un fil plus onduleux qui les fait paraître à grain moins grossier par rapport aux longues traces vasculaires droites des Limbali.

6. — CARACTÈRES PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

Ces caractères ont été déterminés sur 16 arbres échantillons appartenant aux deux espèces :

Gilbertiodendron dewevrei

Gilbertiodendron preussii.

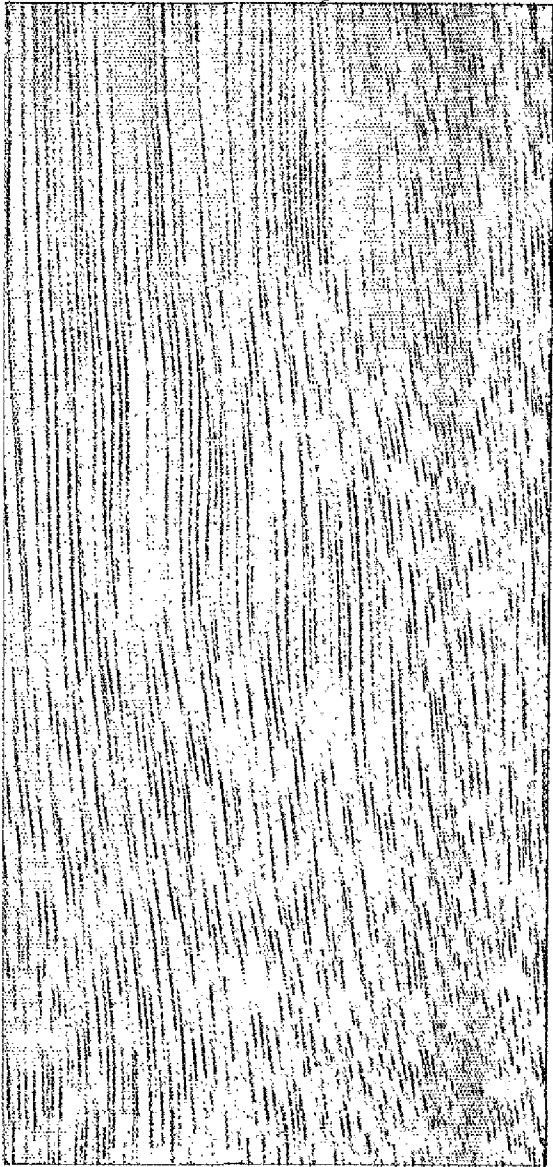
Leur provenance était la suivante :

Gilbertiodendron dewevrei : Cameroun 2 ;

Gabon 8 ;

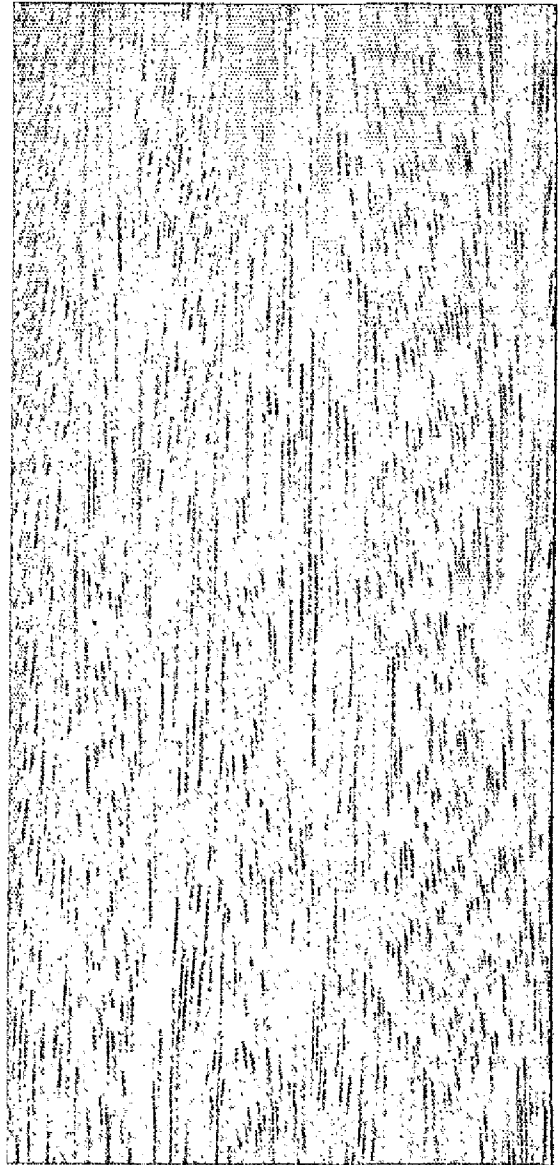
République Centrafricaine 1.

Gilbertiodendron preussii : Côte-d'Ivoire 5.



Sur dosse.

LIMBALI.



Sur quartier.

CARACTÈRES PHYSIQUES.

Les valeurs numériques moyennes de ces caractères sont indiquées dans le tableau ci-après, avec, pour chacune d'elles, le coefficient de variation et la catégorie dans laquelle ces valeurs font classer le Limbali (suivant la norme française d'essai).

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES A 12 % D'HUMIDITÉ

	Masse volumique à 12 % d'humidité kg/m ³	Dureté Chalais-Meudon N	Rétractibilité				
			Total du Volume B %	Coeff. de rétract. Volum. V %	Tangentielle T %	Radiale R %	T/R
Nombre arbres-échantillons	16	16	16	16	16	16	16
Valeurs moyennes	810	5,5	16,1	0,62	9,8	4,8	21
Coef. de variation.	6 %	20 %	10 %	7 %	9 %	11 %	9 %
Catégorie	lourd	mi-dur	fort retrait	très nerveux	moyenne	moyenne	

Les valeurs trouvées sont très homogènes et les mêmes pour les deux espèces.

Le Limbali apparaît comme un bois relativement lourd. Sa dureté est moyenne. Son retrait volumétrique total est plutôt élevé, mais sa valeur est très proche de la limite entre les catégories des bois à retrait moyen et celle des bois à fort retrait. Son coefficient de rétractibilité volumétrique est élevé. Les rétractibilités linéaire, tangentielle et radiale sont moyennes ; leur rapport a une valeur légèrement supérieure à la moyenne, mais dans des limites acceptables.

L'hygroscopicité à l'air du Limbali est normale.

Il semblerait que le *Gilbertiodendron preussii* (échantillons provenant de Côte-d'Ivoire) se stabilise, dans les conditions correspondant au climat tempéré, à une humidité légèrement inférieure à la moyenne 11,5 %, tandis que le *Gilbertiodendron dewevrei* (échantillons provenant d'Afrique Centrale) se stabiliserait à une humidité supérieure, voisine de 14 %.

CARACTÈRES MÉCANIQUES.

Les essais effectués suivant les normes françaises d'essais des bois ont fourni, pour les diverses caractéristiques de résistance mécanique des valeurs homogènes et ne montrant aucune différence entre les espèces ou suivant les provenances.

Les résistances en cohésion transversale sont bonnes en fendage et en traction perpendiculaire aux fibres, et supérieures en cisaillement. Si on les rapporte à la masse volumique, elles font apparaître le Limbali comme un bois ayant de bonnes ou très bonnes résistances.

Il en est de même en cohésion axiale. Le Limbali se classe parmi les bois résistant très bien en compression axiale. En flexion statique sa cote est très bonne et il apparaît comme un bois élastique. Sa résistance au choc est moyenne ainsi que sa cote dynamique.

Les valeurs numériques moyennes de ces caractères sont indiquées dans le tableau suivant avec, pour chacune d'elles le coefficient de variation et la catégorie dans laquelle cette valeur fait classer le Limbali (suivant la Norme Française d'essai).

Les résultats de cette étude des caractères physiques et mécaniques du Limbali semblent justifier le groupement commercial des deux espèces botaniques concer-

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES A 12 % D'HUMIDITÉ

	Cohésion transversale				Cohésion axiale								
	Fendage Fend.	Traction perpendiculaire aux fibres T_{pp}	Cisaillement Cls.	Compression		Flexion statique			Choc				
				Résistance C	Cote C/100 D	Résistance F	Cote F/100 D	cote L/f	Module d'élasticité apparent E	Résistance K	Cote K/D ²		
Nbre d'arbres échantillons ..	12	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Valeurs moy. . . .	17.1.10 ³ N/m (17,1 kgf/cm)	28 8.10 ⁵ Pa (29,3 kgf/cm ²)	101.10 ⁵ Pa (103 kgf/cm ²)	718.10 ⁵ Pa (732 kgf/cm ²)	9,0	1.919.10 ⁶ Pa (1.957 kgf/cm ²)	24,1	145.10 ⁸ Pa (148.000 kgf/cm ²)	0,59	16	16	0,90	0,90
Coeff. de variation	11 %	17 %	21 %	8 %	6 %	10 %	6 %	16 %	19 %	8 %	16 %	15 %	15 %
Catégorie	Moyenne	Moyenne	Forte	Supérieure	Supérieure	Forte	Forte	Élastique	Moyenne	Élastique	Moyenne	Moyenne	Moyenne

Nota

— Les valeurs moyennes ont été indiquées dans les unités de mesure du système international S. I. obligatoire en France : newton (N), unité de force — pascal (Pa), unité de contrainte et pression — mètre (m), unité de longueur, et entre parenthèses, en kilogramme-force (kgf) et en centimètre (cm).
 — Les valeurs données pour les caractéristiques de : fendage, traction perpendiculaire aux fibres, cisaillement, compression, flexion statique, représentant les contraintes unitaires de rupture. Pour la résistance au choc le coefficient K représente l'énergie unitaire absorbée à la rupture.
 Les cotes de compression C/100 D et de flexion statique F/100 D, la cote dynamique K/D² sont rapportées à la densité du bois D.
 — Les valeurs obtenues résultent d'essais effectués suivant les normes françaises d'essais des bois.

nées. Les différences observées ne sont pas plus importantes que celles rencontrées normalement à l'intérieur d'une espèce, elles sont même souvent inférieures, et surtout, on ne relève aucune corrélation avec l'espèce et la provenance.

7. — CARACTÈRES CHIMIQUES

Les analyses effectuées au CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL ont porté seulement sur *Gilbertiodendron dewevrei*. Les résultats en sont donnés dans le tableau ci-après.

Cette espèce se caractérise par une teneur en lignine élevée et un taux de cellulose assez faible. Les quantités de pentosanes sont normales pour un feuillu tropical, de même que celles d'extrait à l'alcool-benzène. Cette essence contient peu de cendres mais le taux de silice peut, dans certains cas, ne pas être négligeable.

Constituants	Nombre d'arbres échantillons	Moyenne (\bar{x}) (% bois sec)	Ecart-type (s)	Médiane (\bar{x}) (% bois sec)	Coefficient de variation
Extrait alc. benz.	4	3,1	2,9	2,4	93 %
Extrait à l'eau	4	1,85	0,79	1,85	42 %
Cendres (425 °C)	4	1,02	0,64	0,85	63 %
Silice	8	0,047	0,04	0,036	85 %
Pentosanes	4	16,4	2,8	15,2	17 %
Cellulose	4	38,3	5	40,3	13 %
Lignine	4	33,9	1,25	34,6	4 %

Remarque : le faible nombre d'échantillons testés explique la forte valeur de certains coefficients de variation.

8. — DURABILITÉ ET PRÉSERVATION

Les billes de coupe fraîche de Limbali ne sont pas entièrement à l'abri d'attaques d'insectes de piqûres noires, ni d'altérations causées par les champignons. Ces dernières sont toutefois strictement limitées à l'aubier et ne présentent donc pas une importance économique considérable.

En matière de durabilité naturelle, le bois parfait de Limbali n'a rien à redouter des insectes de bois sec du type *Lyctus* (mais l'aubier y est sensible) et résiste assez bien aux attaques des termites. Sa résistance à la pourriture, moyenne à assez bonne selon les échantillons, lui assure une conservation convenable dans les emplois à risque modéré tels que menuiseries de bâtiment, mais doit être considérée comme insuffisante dans les emplois très exposés, par exemple au contact du sol ou d'une source permanente d'humidification.

Vis-à-vis des organismes marins destructeurs du bois, et particulièrement des tarets, le Limbali ne possède qu'une résistance très moyenne.

Le renforcement de la durabilité du Limbali par l'application d'un traitement de préservation est aléatoire car l'imprégnabilité de ce bois est faible et ne permet, ni sur le plan de l'absorption, ni sur celui de la pénétration, d'obtenir de très bons résultats. L'aubier, par contre, s'imprègne bien et ce caractère autorise l'emploi de pièces aubieuses en menuiserie de bâtiment, sous réserve que cet aubier soit sain et reçoive un traitement de préservation approprié.

9. — USINAGE

Le Limbali est assez abrasif et oppose à la pénétration des dents un effort assez important. On aura intérêt à le scier aussi frais que possible avec un matériel fort et puissant, de préférence en employant des lames stellites.

Le rabotage et le toupillage s'effectuent sans difficulté à condition de disposer également d'une puissance suffisante.

Le Limbali se polit assez bien et sans grande difficulté.

10. — SÉCHAGE

Le Limbali est un bois qui sèche lentement, tant à l'air qu'artificiellement. Les risques de fentes et de déformations sont toutefois limités.

La table de séchage suivante a été établie d'après des expériences effectuées au CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, pour des pièces de 42 mm d'épaisseur :

Humidité du bois	Température sèche	Température humide	Etat hygrométrique
vert	48° 5	46°	85 %
50 %	51° 5	46° 5	75 %
40 %	54° 5	47°	65 %
30 %	62°	52°	60 %
25 %	66°	54°	55 %
20 %	70°	58°	55 %
15 %	70°	53°	40 %

Pour des pièces ayant une épaisseur supérieure, l'état hygrométrique du séchoir doit être augmenté de 5 % à chaque phase.

11. — ASSEMBLAGE ET FINITION

Les clous, les vis et les organes d'assemblage donnent avec le Limbali de bons résultats. Un effort assez grand est nécessaire pour enfoncer les clous, et il est conseillé de faire des avant-trous pour les vis, mais, d'une façon générale, le bois ne se fend pas. La tenue des assemblages est toujours bonne ou très bonne.

Le Limbali se colle facilement avec tous les types de colle ; les assemblages sont également très bons.

Le Limbali se peint facilement et prend parfaitement le vernis.

12. — CARACTÈRES PAPETIERS

Des essais réalisés à partir d'un échantillonnage congolais ont montré des possibilités de mise en pâte par le procédé kraft. L'essence semble consommer des quantités d'alcali relativement importantes. Les caractéristiques de la pâte écrue



Photo Chatelain — C. T. F. T.

Châssis de porte en Limbali.

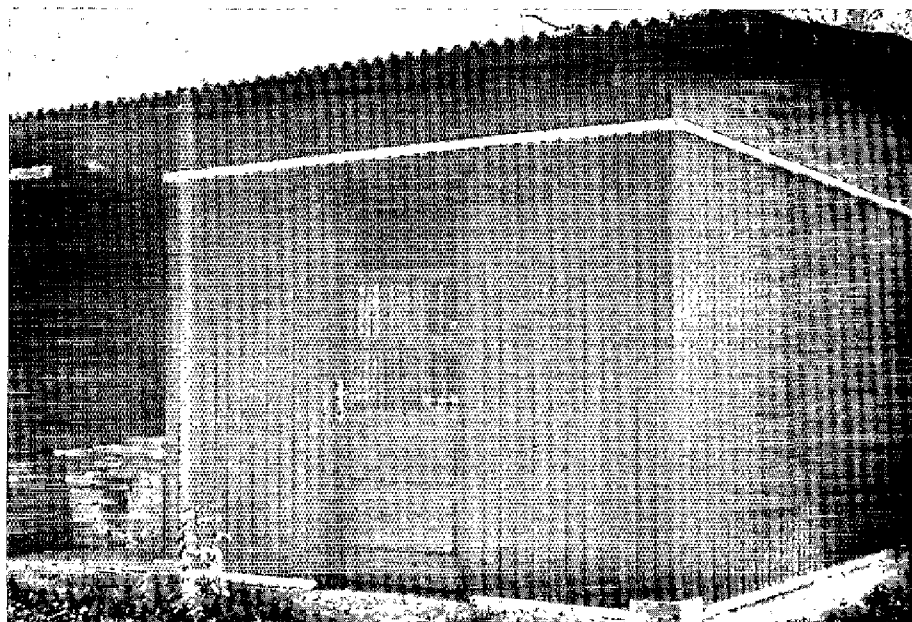


Photo Chatelain — C. T. F. T.

Construction en Limbali.

sont moyennes pour une pâte de feuillus, avec toutefois une résistance à la déchirure plutôt favorable.

On manque de renseignements sur l'aptitude à donner des pâtes par d'autres procédés.

13. — UTILISATIONS

Le Limbali est un bois qui possède de bonnes résistances mécaniques et une durabilité satisfaisante pour la plupart des emplois. Il est cependant assez lourd et présente un retrait plutôt élevé. Son usinage demande un matériel et une puissance assez importants.

C'est une essence existant en quantité assez abondante dans certaines régions et qui peut offrir des possibilités d'approvisionnement régulier.

Ce bois convient bien pour la charpente et la grosse menuiserie. Il a d'ailleurs été assez largement utilisé au Zaïre dans ces emplois. Il n'est pas recommandé dans les utilisations très exposées telles que platelages de ponts et traverses de chemins de fer car sa durabilité risque d'être insuffisante et son imprégnabilité est faible.

Très bien séché il peut être employé en menuiserie intérieure (parquets) et malgré sa densité un peu élevée, en menuiserie extérieure (portes et fenêtres) mais il doit être dans ce dernier cas protégé par un produit de finition contre les variations d'humidité.

14. — CARACTÈRES DE L'ARBRE

Les Limbali sont de grands arbres pouvant atteindre 40 m de hauteur et 2 m de diamètre.

Les inventaires mentionnés plus haut ont fourni les renseignements suivants sur leur répartition par classes de diamètre :

Pays	Diamètre (sur écorce à hauteur d'homme)	Tiges à l'ha		Volume brut à l'ha	
		Nombre	%	m ³	%
<i>Côte d'Ivoire</i> (San Pedro 218.000 ha)	65-75	0,31	48		
	75-85	0,15	23		
	85-95	0,09	14		
	95-105	0,06	9		
	105-115	0,02	3		
	plus de 115	0,02	3		
		0,65	100		
<i>R. C. A.</i> (Nola, 34.000 ha de forêt à Limbali)	62-95	17,6	68		
	plus de 95	8,4	32		
		26	100		
<i>Congo</i> (Ouessou 100.000 ha de forêt à Limbali)	60-80	9,5	53	48	33
	plus de 80	8,5	47	97	67
		18	100	145	100

On peut voir que les arbres de 65 à 95 cm représentent en Côte-d'Ivoire sur un ensemble forestier assez vaste 85 % des tiges, tandis qu'en R. C. A. dans un peuplement à Limbali les arbres de 62 à 95 cm représentent 68 % des tiges. Au Congo dans un peuplement à Limbali de la région d'Ouessou les arbres de plus de 80 cm représentent 47 % des tiges et 67 % du volume brut.

Ces arbres ont un fût cylindrique mais fréquemment branchu assez bas, dépourvu de contreforts. L'écorce est jaunâtre ; elle s'exfolie par plaques minces couvertes de petites lenticelles brunes. La tranche de l'écorce est moyennement épaisse, dure, fibreuse, brun rose.

La cime est assez petite, touffue, vert foncé ; elle est toujours en feuilles. Les jeunes pousses sont rouge foncé. Les feuilles sont alternes, composées, pari-pennées

Gabon — Base d'un Limbali.

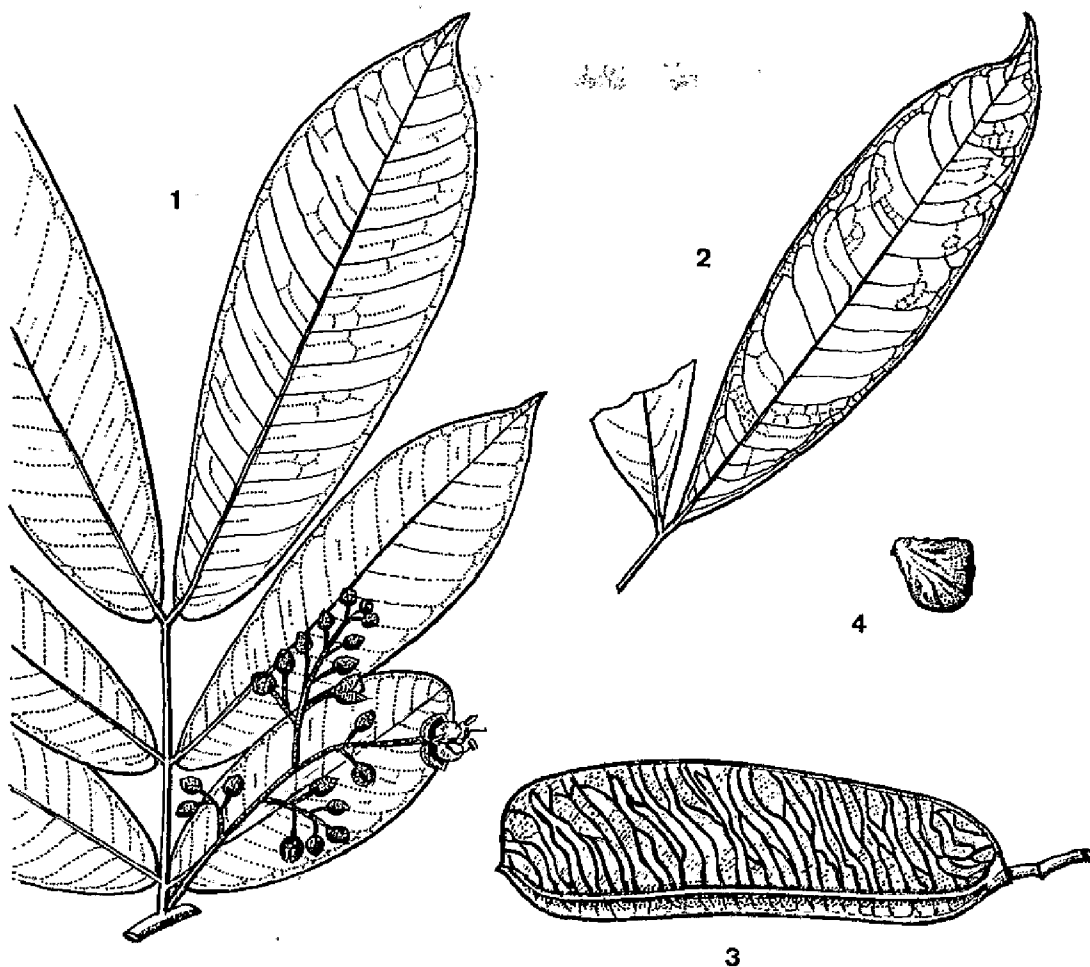
Photo Saint-Aublin.



Limbali de 3 m de diamètre à la base. Nkomo, entre Akonolinga et Sangmelina-Cameroun.

Photo Letouzey.





J. RASSIAT

LIMBALI — *Gilbertiodendron deweyrei* Léonard, et *G. preussii* Léonard.

1. — Feuille et inflorescence de *G. deweyrei* × 1/2.
2. — Panicule terminale de *G. preussii* × 1/2.
3. — Fruit de *G. deweyrei* et *preussii* × 1/3.
4. — Graine de *G. deweyrei* × 1/3.

avec 3 paires (parfois 2 à 5) de grandes folioles opposées, oblongues ou elliptiques, de 10 à 50 cm de longueur et de 4 à 18 cm de largeur, la première paire plus petite que les autres et attachée très près du rameau sur un rachis de 2 à 15 cm aplati ou légèrement canaliculé. Le limbe est légèrement asymétrique à la base, acuminé ou obtus et mucroné au sommet, pubérent puis glabre. Il y a 14 à 22 paires de nervures secondaires chez *G. deweyrei*, seulement 6 à 11 chez *G. preussii*; 2 à 4 glandes sur chaque marge. Les pétioles ont 5 à 12 mm. A la base des feuilles, des stipules persistantes lancéolées aiguës de 2 à 8 cm, avec oreillettes réniformes chez *G. deweyrei*; caduques, de 2 à 3 cm, sans oreillettes chez *G. preussii*.

Les fleurs sont groupées en panicules lâches, axillaires ou terminales, veloutées brun ferrugineux.

Les fruits sont des gousses plates, ligneuses, brunâtres, de 15 à 30 cm de long sur 6 à 9 cm de large, avec des rides transversales et une forte ride longitudinale longeant un bord à quelques millimètres.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBRÉVILLE (A.). — La Flore Forestière de la Côte-d'Ivoire (C. T. F. T., 1959).
- AUBRÉVILLE (A.). — Flore du Gabon, n° 15 (Muséum National d'Histoire Naturelle, 1968).
- CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Résultats des observations et des essais effectués au C. T. F. T. sur le Limbali (C. T. F. T., Information technique, n° 72, 1960).
- DAHMS (K. G.). — Afrikanische Exportholzer (D. R. W. Verlags, Stuttgart, 1968).
- GOTTWALD (H.). — Handelshölzer (Ferdinand Holzmann Verlag, Hamburg, 1958).
- LÉONARD (J.). — Flore du Congo et du Ruanda Urundi, Volume III, Cynometreae et Amherstiacaceae (I. N. E. A. C., 1952).
- LOUIS (J.) et FOUARGE (J.). — Essences Forestières et Bois du Congo, fasc. 6 (1949).
- NORMAND (D.). — Atlas des bois de la Côte-d'Ivoire (C. T. F. T., 1955).
- SALLENAVE (P.). — Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux et premier et deuxième supplément (C. T. F. T., 1955, 1964, 1971).
- SAINT-AUBIN (G. de). — La Forêt du Gabon (C. T. F. T., 1963).
- UNION PROFESSIONNELLE DES PRODUCTEURS DE BOIS DU CONGO BELGE. — Bois du Congo Belge (Bruxelles, 1958).
- VOORHOEVE (A. G.). — Liberian High Forest Trees (Centre for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, 1965).