

Gushiga, Cameroun. Pare-feux de *Gmelina* âgés de 5 ans.

Photo Schirle.

MONOGRAPHIE DU *GMELINA ARBOREA*

par M. BOULET-GERCOURT
Ingénieur civil des Forêts

SUMMARY

MONOGRAPH ON *GMELINA ARBOREA*

Gmelina arborea is a species of Asian origin, widely planted in India, Malaysia, and elsewhere. It has been introduced into a great many African countries and into America. It is a fast-growing rustic deciduous tree whose plantations are successful. *Gmelina* wood can be used for numerous purposes (light joinery, pit-props, poles, veneer, etc.) but its main interest lies in its use for the production of paper pulp.

In the monograph, the author has grouped and synthesized all the published documents, whether of English or French origin, on this excellent species. He also indicates the results of various tests carried out on Gmelina in the laboratories of the Centre Technique Forestier Tropical.

RESUMEN

MONOGRAFIA DE GMELINA ARBOREA

Gmelina arborea es una especie procedente de Asia, ampliamente planta en India, Malasia, etc. Esta especie ha sido introducida en un gran número de países africanos, así como en América. Se trata de una frondosa rústica, de crecimiento rápido y cuyas plantaciones se logran correctamente.

La madera de Gmelina puede ser utilizada para numerosas aplicaciones (obra de carpintería ligera, madera para minería, postes, madera para desenrollado, etc.), aun cuando su mayor interés reside en su empleo para la fabricación de pasta de papel.

En esta monografía, el autor ha reunido y procedido a la síntesis de todos los documentos publicados respecto a esta excelente especie, ya sea tales documentos de procedencia anglofona o francofona. También indica el autor los resultados de los distintos ensayos que han sido llevados a cabo mediante Gmelina en los laboratorios del Centro Técnico Forestal Tropical de Francia.

N. D. L. R. Ce travail a été réalisé par l'auteur en 1976 alors qu'il était élève-ingénieur civil des Forêts à l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts (Centre de Nancy). Il constitue une synthèse de la documentation existant sur le *Gmelina arborea* et nous avons pensé qu'à ce titre il pouvait intéresser nos lecteurs.

Nom : *Gmelina arborea* Roxb.

Famille : Verbénacées.

Noms vernaculaires : Kumhar, Gumhar, Sewan (Nord Ouest de l'Inde et Pakistan), Shivan, Shivani, Gumadi (Inde centrale), Gomari, (Assam, Chittagong), Yemani (Birmanie). Souvent appelé en anglais « Kashmir tree » ou « White teak ». En français, « Le Peuplier d'Afrique ».

INTRODUCTION

Gmelina arborea est une essence tropicale originaire d'Asie, largement plantée, en particulier aux Indes, Malaisie... Elle a été introduite dans un grand nombre de pays africains, et également en Amérique.

Feuillu à croissance rapide, rustique et s'installant facilement, il a suscité et suscite toujours un grand intérêt, d'autant plus que son bois peut convenir à de multiples usages.

La possibilité de préparer à partir du bois de *Gmelina* des pâtes à papier chimiques et semi-chimiques donne à cette essence une importance

particulière actuellement, en liaison avec les projets d'implantation d'unités papetières en Afrique.

On trouve dans la littérature un certain nombre de travaux sur *Gmelina arborea*, principalement dans les pays anglophones où il est utilisé. La plus complète est celle de LAMB (1968-(1)) dont on a traduit ici de nombreux passages. D'autres informations figurent pour la Côte-d'Ivoire, la Guinée, le Mali entre autres, et pour un certain nombre d'essais réalisés par le CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL sur le bois de *Gmelina*.

DISTRIBUTION NATURELLE

L'espèce a une très large aire naturelle. Depuis le fleuve Chenab à l'Ouest (Pakistan), elle s'étend sur une partie importante de l'Inde, du Népal, du

Sikkim et de l'Assam, du Bengladesh, du Sri Lanka, couvre toute la Birmanie jusqu'en Thaïlande, Laos, Cambodge, Vietman et les provinces

méridionales de la Chine (Yunnan et Kwangsi Chuang). Elle est présente en Malaisie et aux Philippines les avis étant partagés sur une ancienne introduction de cette espèce dans ces deux pays.

L'arbre est en général très disséminé, ne devenant en fait abondant que dans les zones humides de Birmanie et de Chittagong (Bangladesh). On le rencontre surtout dans les forêts mixtes de

Birmanie, associé au Teck, à *Terminalia tomentosa* et à des espèces diverses de bambous. On le trouve de temps en temps dans la forêt sempervirente, il n'est pas rare dans le « Sal Forest » (Sal = *Shorea robusta*) et est présent dans les régions relativement sèches de l'Inde Centrale. A l'Ouest de l'Himalaya, il remonte le long des vallées jusqu'à 1.200 m, où il est souvent de forme rabougrie (TROUP 1921).

EXTENSION

Gmelina a été introduit dans un très grand nombre de pays : en Afrique, principalement au Nigéria, en Sierra Leone, Côte-d'Ivoire, Mali, Gambie, Guinée, Dahomey, Sénégal, RCA, Haute Volta, Gabon, Cameroun, Congo, et au Sud de l'Equateur au Malawi, Zambie, Rhodésie...

Les surfaces de plantations et semis réalisées dans ces différents pays sont très variables. Depuis

la simple expérimentation (Congo) en passant par les plantations de surface très réduite de la RCA (moins de 500 ha) jusqu'aux grandes plantations commerciales du Nigéria.

En Amérique c'est surtout au Brésil que le *Gmelina* est planté (environ 60.000 ha à Jari, près de Belem), mais également au Vénézuéla, au Honduras Britannique, à Cuba...

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ARBRE

Caractères botaniques.

Gmelina arborea Roxb. Famille des Verbénacées.

RAMEAU : le jeune rameau est tomenteux, de couleur brune.

FEUILLES : simples, opposées, sans stipules. Le limbe est largement ovale, aigu ou acuminé, bien denté ou crénelé, de base cordiforme, cunéiforme ou obtuse, canaliculé à la partie supérieure ainsi que le pétiole.

La nervation est pennée, comptant en général de 3 à 6 paires de nervures secondaires.

Le limbe est vert au-dessus, glauque au-dessous, suivant les variétés. La face inférieure est plus ou moins pubescente. Face supérieure glabre.

INFLORESCENCE : panicules terminaux.

FLEUR : très pubescente, de couleur jaune, zygomorphe avec préfloraison imbriquée. Corolle soudée en un tube à 5 lobes, 4 étamines soudées sur le tube de la corolle. Anthères soudées à la base et formées de deux loges polliniques à fentes déhiscences.

OVAIRE SUPÈRE : calice à 5 dents soudées à la base de l'ovaire.

Plantation axille, 4 loges, 1 ovule par loge.

FRUIT : drupe charnue ovoïde ou oblongue d'environ 2 à 3 cm de long, jaune quand elle est mûre. Le péricarpe est luisant, la pulpe est douçâtre et le noyau dur (1,5 à 2 cm de long). Le noyau contient le plus souvent 2 graines, parfois 3.

VARIÉTÉS DE GMELINA ARBOREA : il a été défini en Inde 3 variétés : variété *typica*, variété *glaucescens* et variété *canescens*.

Variété *typica* : feuilles très pubescentes sur la face inférieure, poils en étoile.

Variété *glaucescens* : feuilles glabres et glauques sur la face inférieure, couvertes de glandes microscopiques.

Variété *canescens* : feuilles subcoriaces, grises et pubescentes sur la face inférieure, poils simples.

Morphologie de l'arbre.

DIMENSIONS : l'arbre est assez grand, pouvant atteindre une hauteur de 30 m à 20 ans pour une circonférence à hauteur de poitrine de 1,80 m à 2,40 m en plantation bien conduite, sur station de très bonne qualité (1).

Dans l'aire naturelle du *Gmelina*, si l'on peut trouver des individus faisant 4,50 m de circonférence dans les zones les plus favorables, les dimensions sont en général bien inférieures : 2 m de circonférence pour 9 m de fût en Assam; 1 m de circonférence dans les provinces centrales de l'Inde (11).

FORME : la forme de cette espèce est intrinsèquement mauvaise. *Gmelina* a tendance à développer de grosses branches et un tronc à fort défilement, souvent fourchu, court et rarement droit.

Toutefois on peut trouver à l'état naturel des arbres de belle forme avec un tronc rectiligne, en particulier en Birmanie (RODGERS 1913).

En plantation bien menée, il est possible de contrôler en partie les défauts inhérents à l'espèce (1).

ECORCE : l'écorce est lisse et liégeuse. Sur les arbres jeunes, la couleur varie du brun pâle au gris. Sur les arbres plus âgés, elle est grise ou cendrée, parfois un peu verruqueuse, s'exfoliant par plaques irrégulières près de la base renflée du tronc après 5-8 ans.

RACINES : la profondeur de leur installation dépend beaucoup de la présence d'horizons plus ou moins concrétionnés, que les racines ne traversent que très difficilement (1).

Feuillaison. Floraison. Fructification.

L'arbre est à feuilles caduques et défeuille en saison sèche. Dans son aire naturelle, les feuilles tombent vers janvier-février. Les nouvelles apparaissent en mars-avril. Le panicule des fleurs apparaît de février à avril quand l'arbre est encore défeuille ou avec les premières feuilles. Le fruit mûrit ensuite en deux ou trois mois (fin avril à juillet en Birmanie, plus tôt en Inde). La chute du fruit est très rapide après maturation.

Production des graines. Germination.

Dès 3-4 ans les arbres fructifient en plantation. La fructification est régulière et généralement abondante chaque année ; les quantités récoltées sur un arbre sont très variables, en moyenne de l'ordre de 1 kg de noyaux par arbre. Le pouvoir germinatif des graines fraîches est élevé mais après un an une proportion considérable de semences perd sa faculté germinative, faisant tomber le pourcentage de germination de 90 à 30 % (TROUP 1921).

GERMINATION : La germination est épigée, ressemblant à celle du Teck. Le noyau de la drupe s'ouvre par le moyen d'une ou deux valves latérales. Plusieurs plantules sortent souvent d'un même noyau.

Développement de l'arbre, longévité.

Gmelina arborea croît très rapidement durant les 6 premières années. A partir de la 7^e année environ cette croissance diminue fortement. La durée de vie de l'arbre varie de 12 ans sur les stations les moins bonnes à 30 ans ou même 50 ans sur les meilleures. Il est dans tous les cas un arbre peu longévif.

PROPRIÉTÉS PARTICULIÈRES : *Gmelina* rejette bien de souche et se bouture.

ECOLOGIE DE L'ESPÈCE

CLIMATS

Vu les dimensions de son aire naturelle, *Gmelina* supporte des conditions climatiques assez larges.

Le maximum absolu de la température à l'ombre y varie de 37 °C à 43 °C, le minimum de — 1 °C à 16 °C.

Les précipitations annuelles varient de 760 mm à 4.600 mm, parfois plus.

Les meilleures conditions climatiques pour

Gmelina se trouvent réunies lorsque les extrêmes de températures (mois le plus froid — mois le plus chaud) se placent entre 18 °C et 35 °C, avec une saison sèche bien individualisée mais une humidité relative jamais inférieure à 40 %. Dans ces conditions, les précipitations annuelles dépassent 1.500 mm, l'optimum se situant entre 1.780 et 2.300 mm.

CONDITIONS ÉDAPHIQUES

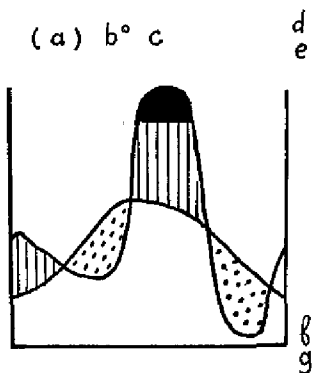
Un certain nombre de points méritent d'être soulignés :

— le *Gmelina* peut s'installer et avoir une rapide croissance initiale sur la plupart des sols, même à très mauvaise texture ou pauvres en bases. On citera comme exemple une plantation de *Gmelina*

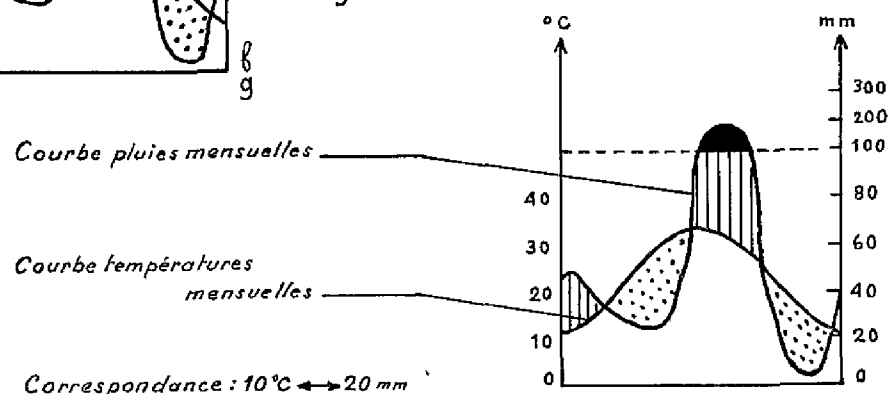
sur vertisols fréquemment inondés au Sud Dahomey (8) où les plants se sont très vigoureusement développés, au début, là où le Teck était asphyxié.

Sur les sols sableux pauvres en bases, *Gmelina* vient très bien mais est alors beaucoup plus sensible

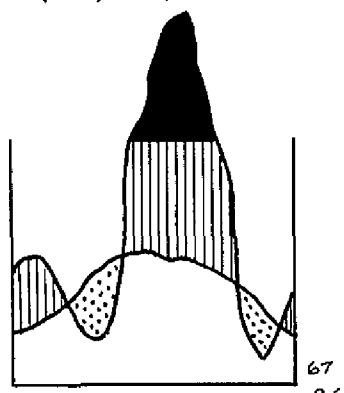
DIAGRAMMES CLIMATOLOGIQUES



- (a) Altitude (mètres)
- b° Température moyenne annuelle (°C)
- c Total pluies annuelles (millimètres)
- d Maximum absolu (°C)
- e Maximum moyen journalier: mois le + chaud
- f Minimum " " : mois le + froid
- g Minimum absolu

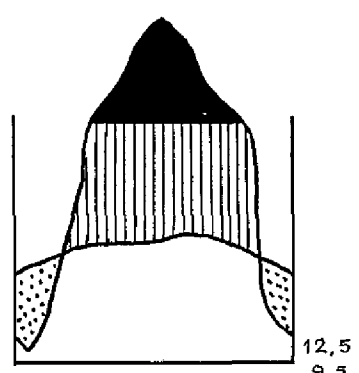


(679) 21,2° 2168 (26) 24,8° 2720 (5) 27,2° 2633



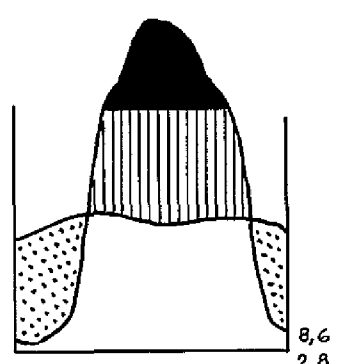
DEHRA DUN
(Inde)

(444) 25,5° 2244



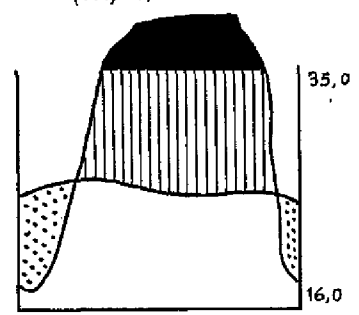
CHITTAGONG
(Bangladesh)

(228) 26,4° 1230

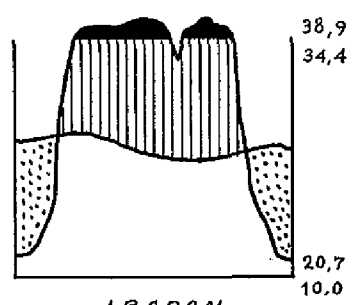


RANGOON
(Birmanie)

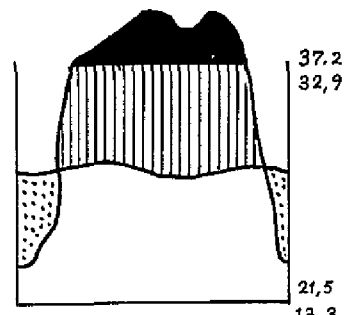
(79) 26,2° 1975



KABALA
(Sierra Leone)



IBADAN
(Nigeria)

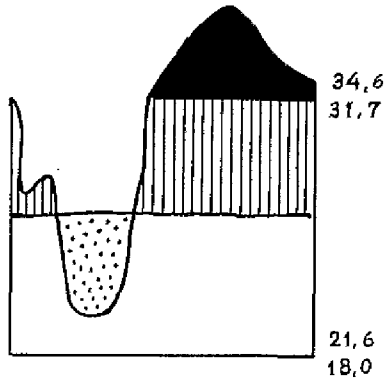


BENIN
(Nigeria)

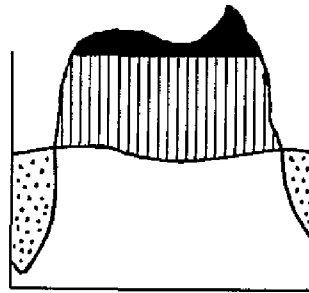
(10) 25,9° 2277

(387) 26,0° 1271

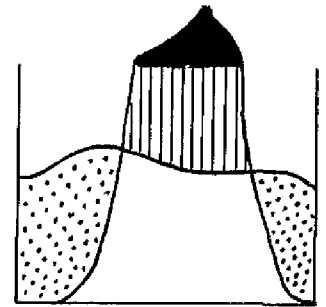
(335) 27,8° 1053



BELEM
(Brésil)



BOUAKÉ
(côte d'Ivoire)



BAMAHO
(Mali)

Autres stations

COTE D'IVOIRE : SAN PEDRO P annuelle : 1915 mm
(Climat guinéen forestier : 2 saisons des pluies)
GUINÉE : DUBREKA P : 4134 mm
FORECARIAH , P : 3480 mm
KINDIA P : 2115 mm

à la concurrence herbacée et sa croissance s'en trouve affectée. En Inde, il reste rabougri sur ces sols et a parfois le port d'un arbuste (TROUP 1921).

— *Gmelina* est très sensible à la présence d'éléments nutritifs dans le sol. Il se développe par exemple beaucoup plus vigoureusement à l'emplacement d'anciens enclos de bétail (1). LAMB rapporte que dans plusieurs plantations, à Kabba et au Nord de Bénin (Nigéria), ce sont des zones où les arbres étaient plus vigoureux et le couvert plus dense qui révélèrent sous la plantation l'emplacement d'anciens villages.

— Les concrétionnements dans le sol semblent être très préjudiciables à une bonne croissance de l'arbre, ainsi qu'à sa longévité. En Sierra Leone, une expérience a montré que *Gmelina* ne vivait pas

plus de 15 années dans les plantations où les concrétions du sol limitaient son développement racinaire (1). En Guinée, des observations précises (3) ont amené les auteurs d'un rapport à conclure que tout horizon d'arrêt à faible profondeur, cuirasse latéritique, horizon hydromorphe imperméable, nappe phréatique trop élevée ou sol gorgé d'eau en saison des pluies, entraîne une réduction très nette de la croissance des arbres et induit une forme défectueuse. Une autre conclusion était que la proportion roche/sol ne devait pas dépasser 30 %.

— En résumé, on dira que *Gmelina* a une forte croissance initiale sur la plupart des sols, mais qu'il exige pour maintenir un taux de croissance élevé et arriver à des dimensions suffisamment intéressantes un sol profond, humide et sans obstacle.

CONDITIONS TOPOGRAPHIQUES

Vu les exigences édaphiques du *Gmelina*, la croissance sera toujours supérieure sur les alluvions

profondes des vallées à celle obtenue sur des pentes un peu fortes.

CONCLUSIONS

Essence de lumière, *Gmelina* est considéré par certains auteurs (1) comme une espèce de transition de la forêt dense, colonisant les places vides

de la forêt (trouées, etc.) grâce à sa rapide croissance initiale.

S'il est caractéristique des forêts mixtes décidues

de Birmanie (où il est le plus abondant) son aire naturelle est extrêmement vaste et il est présent, plus ou moins disséminé, dans plusieurs types de forêts en Inde (cf. annexe I).

Il y a donc certainement plusieurs « provenances » du *Gmelina* non encore mises en évidence.

En Afrique, l'espèce a été introduite à des échelles variées sous des conditions climatiques parfois bien différentes ou même très marginales. La ressemblance entre les climats de la Côte Ouest de l'Afrique et les climats de mousson du Chittagong ou Birmanie explique sans doute les succès en Côte-d'Ivoire, Guinée etc... Au Congo, où *Gmelina* ne semble pas réussir, on peut invoquer la situation du pays sur l'équateur et l'absence de saison sèche marquée.

Sous les climats plus secs de Rhodésie et Zambie, il semble devoir être nettement moins intéressant qu'au Nigéria, Sierra Leone, etc... (LAMB 1).

Au Mali, dans la région de Bamako ($P=1.000$ mm) on a obtenu semble-t-il des résultats assez intéres-

sants malgré les irrégularités d'un climat sec qui, *a priori*, aurait dû faire rejeter *Gmelina* des plantations. Il est toutefois impossible de dire si les grandes plantations de *Gmelina* envisagées pour l'approvisionnement en bois de feu de Bamako, seront réalisées en tout ou partie, et quels seront les résultats.

Les situations sont donc assez variées et il importe de tenir compte :

- des objectifs : bois de feu, papier, déroulage...
- des sols : facteur essentiel,
- du climat.

Le Danish/F. A. O. Forest Tree Seed Centre entreprend actuellement une campagne internationale d'essais de provenances pour le *Gmelina*. A cet effet, une vaste campagne de récolte de graines a déjà débuté, notamment en Inde (6).

On peut penser que cette action apportera les renseignements les plus intéressants pour l'emploi de *Gmelina*, dont la sylviculture et les propriétés du bois commencent à être bien connues.

SYLVICULTURE

RÉGÉNÉRATION NATURELLE

Des informations sur la régénération naturelle du *Gmelina* en Sierra Leone et Nigéria sont données par LAMB (1) : abondante régénération naturelle se produisant dans les trouées et sur les bordures de certaines plantations établies sur sols pauvres sableux.

L'auteur signale également une régénération prolifique sous le couvert clairsemé d'une planta-

tion de 15 ans très fortement attaquée par un parasite.

Le fruit du *Gmelina* a besoin pour germer d'un apport considérable d'humidité et de chaleur. Pour cette raison la germination sous couvert est impossible. De plus, il semble bien que les noyaux doivent être partiellement enterrés pour germer (1).

RÉGÉNÉRATION ARTIFICIELLE

Utilisation des graines.

La conservation des graines de *Gmelina* est encore un problème : conservation en conditions atmosphériques ou conservation artificielle : dans la première technique, on a vu que le pouvoir germinatif était très fortement réduit après un an. La technique de conservation artificielle ne semble pas encore au point. On procédera, dans tous les cas à l'enlèvement de la pulpe des fruits avant leur stockage, pour éviter que ne se produisent des fermentations qui détruisent le pouvoir germinatif des semences.

Semis direct.

La pratique du semis direct pour le *Gmelina* a été utilisée avec succès dans plusieurs pays. Déjà en 1921, TROUP (The Silviculture of Indian Trees) recommandait de semer plutôt que de planter. En Sierra Leone (1 et 11), cette technique a été et est encore utilisée parfois. Les meilleurs résultats ont été obtenus sur des stations bien défrichées et nettoyées par le feu, utilisant des graines « fraîches » placées dans des potets. Cité par DOUAY (11) : un semis direct avec potets espacés de 2 m (4 ou 5 noyaux par potet) donna en fin de saison des

pluies, des plants de 3,50 m de haut. Autre essai en Birmanie cité par le même auteur : semis à la volée à la densité de 50 kg par hectare sur même type de terrain, qui donna après 6 mois de saison pluvieuse des plants de 2,50 m à couvert fermé.

Ces chiffres ne doivent pas faire oublier les échecs ou semi-échecs, liés essentiellement à la concurrence de la végétation herbacée, à laquelle *Gmelina* est très sensible.

Ils montrent toutefois la vigueur de la croissance initiale du *Gmelina* et sa rusticité.

On notera enfin que, pour avoir une chance de réussite, ces semis doivent se faire en tout début de la saison des pluies. Les résultats sont meilleurs en utilisant les fruits sans la pulpe.

Elevage de plants en pépinière.

C'est la technique de très loin la plus utilisée, comme pour la plupart des essences actuellement. Des modalités très variables sont appliquées dans ces techniques pour le *Gmelina*, suivant les conditions climatiques locales.

a) PLANTATIONS DE STUMPS.

Dans les stations humides qui conviennent le mieux au *Gmelina* ($P > 1.300-1.500$ m), la technique la plus couramment utilisée est la production de stumps : on essaie d'obtenir des plants d'environ 2,5 cm de diamètre au collet, qui présentent l'avantage d'être très résistants, facilement manipulables, pouvant supporter jusqu'à 15 jours de « transit » et une fois plantés, ayant une très vigoureuse croissance initiale et supportant beaucoup mieux la concurrence herbacée.

Germination : Il est nécessaire de prendre certaines précautions pour obtenir une bonne germination. Par exemple : au Nigéria oriental, les fruits — desquels on a enlevé la pulpe — sont semés et légèrement recouverts par un compost. On arrose ensuite copieusement. Semis en janvier-février, germination en 2 à 4 semaines, et repiquage. Production en 6 mois de stumps d'environ 1,5 cm au collet (1).

D'autres méthodes sont utilisées pour activer la germination comme fendre les fruits et exposer les graines au soleil, etc...

Suivant les cas, on sème directement dans les « planches » où on élèvera les plants jusqu'au moment de l'arrachage, ou bien on sème tout d'abord dans des germoirs, puis l'on repique les plants dans les planches. On cherchera dans les deux cas à obtenir pour la date de la plantation des plants d'un diamètre au collet suffisant mais ne dépassant pas 5 cm, et d'une taille aussi uniforme que possible. Ces plants seront utilisés en stumps : plants à racines nues où on laisse environ 2,5 à 5 cm de tige et 30 cm de racine principale.

Dans ces différentes techniques, il n'est pas nécessaire d'ombrager, sauf une courte période (quelques jours) après les repiquages.

En Guinée, on recommande de semer en lignes distantes de 25 cm un fruit tous les 5 cm. Après la levée, les plantules sont mises à une distance de 25 à 30 cm. Cet écartement de 25-30 cm en tous sens est donné comme minimum pour obtenir des plants de 2 cm de diamètre au collet en première saison (3).

En Inde, RAJKHOWA (1964) recommande de semer 39 kg de noyaux par hectare, qui produiront 3.000 plants environ, permettant de planter un hectare à l'espacement $1,80 \times 1,80$ m (LAMB, 1).

b) PLANTS EN POTS.

Dans les zones plus sèches, on utilise les pots de polyéthylène (ou autres).

Au Malawi, dans des conditions climatiques tout à fait marginales pour le *Gmelina* (875 mm d'eau, 6 à 7 mois de saison sèche), la technique utilisée jusqu'en 1964 (1) a été la suivante : le fruit nettoyé (stocké depuis le mois de novembre précédent) est semé directement en octobre dans des pots de 15 cm sur 7,5 cm contenant un mélange bien étudié.

En fait, ce type d'élevage de plants en pots, utilisé également au Mali, ne vise qu'à s'adapter à des conditions climatiques difficiles, voire marginales pour le *Gmelina*.

Boutures : des boutures ont été utilisées avec succès notamment en Sierra Leone sur plantations de type Taungya (1).

Plantation.

PRÉPARATION DU TERRAIN.

— L'utilisation du feu pour le défrichage ou en complément (brûlage des rémanents), lorsqu'elle est possible, donne de bons résultats dans certaines régions. L'effet apporté au *Gmelina* vient de la destruction complète des herbes et peut-être aussi d'une certaine fertilisation par les cendres.

— Les plantations sur un terrain précédemment cultivé ou mis en culture (Taungya) ont dans le plus grand nombre de cas été des succès. « L'expérience acquise en Birmanie, Malaisie, Nigéria, confirme que le système taungya devrait être utilisé pour l'établissement des plantations de *Gmelina*, partout où c'est possible » (LAMB).

— Sur les stations non cultivées des zones dégradées de forêt dense, où l'*Imperata* et autres grandes herbes sont très abondantes, on s'attachera à réaliser un défrichage soigné, suivi d'un brûlis des herbes. La très rapide croissance initiale du *Gmelina* ne nécessite que des entretiens la 1^{re} année, à condition qu'ils soient faits avec soin.

Photo Schirle.

Mangombé, Cameroun. *Gmelina arborea*
en plantation.

— A l'opposé, sur les stations les plus sèches, la préparation du terrain est tout aussi importante. On s'attachera tout particulièrement à bien choisir la date de la plantation pour réduire le plus possible la concurrence herbacée. Une plantation précoce donne les meilleurs résultats, à condition qu'il y ait une humidité suffisante dans le sol au moment de la réalisation (1).

— En conclusion, on insistera sur le fait qu'une plantation de *Gmelina* doit être effectuée sur sol parfaitement propre, l'espèce étant particulièrement sensible à la concurrence.

DENSITÉ DE LA PLANTATION.

On relève dans la littérature une gamme relativement large de densités de plantation, ce qui est normal au vu de l'extrême variété des stations, des objectifs recherchés et des habitudes locales.

Les densités utilisées ou recommandées dans quelques pays sont indiquées ci-dessous :

Nigéria : les espacements adoptés les plus courants sont 2,4 m × 2,4 m ou 2,7 m × 2,7 m pour la production de poteaux ou bois de mine ou de bois de sciage (7).

Sur les stations les plus favorables (Nigéria occidental) ou sur les plantations Taungya de Bénin, les densités de 3 m × 3 m et 3,6 m × 3,6 m ont été employées avec succès. La fermeture très rapide du couvert sur ces stations ouvertes dans la zone de forêt dense (à 3 m × 3 m, fermeture totale dès la seconde année) justifie ces espacements. Les productions recherchées sont celles de bois de gros diamètre pour sciage et déroulage (LAMB 1).

Sierra Leone.

Espacements les plus utilisés : 2,4 m × 2,4 m et 2,7 m × 2,7 m. Egalement 2,1 m × 2,1 m dans les zones de savane herbeuse (« grassland ») et 3,6 m × 3,6 m sur les stations les plus favorables (Production recherchée : sciage et déroulage). Des densités de 4,5 m × 4,5 m ont été essayées sur stations de forêt dense mais ont fourni trop peu d'arbres bien conformés pour une récolte finale satisfaisante (Fox 1967).

Malaisie.

Jusqu'en 1947, pour produire du bois de feu, les densités de 1,8 m × 1,8 m et 1,2 m × 1,2 m



étaient utilisées (MITCHELL 1963). La technique consistant à planter à 3 m × 3 m en Taungya (tabac) s'est développée à partir de 1956-58.

Malawi.

Les densités utilisées sont liées surtout à la mécanisation. On utilise 2,7 m × 2,7 m quand c'est possible. Pour les plantations dont l'objectif est la production de poteaux ou bois de feu, l'écartement de 1,8 m × 1,8 m est couramment utilisé (1).

Guinée.

Les plantations à 2 m × 2 m sont recommandées pour obtenir des arbres de bonne forme et de bonne qualité pour le déroulage, avec une fermeture rapide du couvert.

On pourrait citer encore d'autres chiffres mais on peut signaler les principaux objectifs recherchés dans la plupart de ces plantations de *Gmelina* :

— obtenir le plus rapidement possible la fermeture du couvert donc la fin des entretiens,

— pour les bois de déroulage, on essaie de tenir compte de la mauvaise forme naturelle du *Gmelina*.

Entretiens. Soins à la plantation.

Les entretiens et autres soins à la plantation seront effectués rapidement et soigneusement. Les défauts tels que grosses branches basses latérales, doubles tiges, fourches, tiges déformées seront

corrigés dès leur apparition, et d'autant plus soigneusement que l'objectif recherché vise des arbres de qualité.

Les entretiens seront rarement nécessaires après la seconde année, excepté sur les stations plus sèches où *Gmelina* supporte moins bien la compétition des herbes (1).

Eclaircies. Elagages.

Pour les éclaircies, il est bien entendu impossible de donner un optimum, même pour un traitement et un objectif donnés. On trouve d'ailleurs peu d'informations précises sur des barèmes d'éclaircies.

Il est certain que des éclaircies correctes sont indispensables pour les plantations à objectif bois d'œuvre.

Exemple : type de traitement utilisé au Nigéria pour la production de bois d'œuvre (1).

Plantation 2,5 m × 2,5 m (1.600/ha).

RÉGION DU BÉNIN ET IBADAN (NIGÉRIA)

Date de l'éclaircie	Nombre d'arbres après éclaircie
3 ^e /4 ^e année	750
5 ^e /6 ^e année	440
7 ^e /8 ^e année	250
10 ^e année	175
13 ^e année	125

En Guinée, des modalités très différentes ont été préconisées pour la plantation à l'Ouest du pays (pluviosité comprise entre 2.000 et 4.500 mm) de *Gmelina*, l'objectif recherché étant la production de bois de déroulage de bonne qualité. On pense obtenir en 13-16 ans des grumes d'une douzaine de mètres de longueur, de 120 à 150 cm de circonférence à la base.

Ces chiffres, donnés comme prévisions, sont provisoires et fondés sur l'étude des plantations de *Gmelina* déjà établies en Guinée (rapport F. A. O. (3)). L'échéancier des travaux est donné en annexe II. Le traitement proposé est original, avec une éclaircie unique à 6-7 ans, l'éducation à 8-9 ans des rejets de souche et la coupe finale à 12-15 ans du peuplement principal et du deuxième peuplement éduqué sur rejets de souche. A partir d'une plantation à 2 m × 2 m, on prévoit de laisser 280 pieds du peuplement principal à la coupe finale. La production de la coupe d'éclaircie à 6-7 ans donnerait 1.700 perches de 35 cm de circonférence moyenne et 11 m de hauteur, soit environ 85 m³. La coupe finale fournirait environ 280 grumes de la qualité recherchée (environ 190 m³), 95 m³ de houppiers, 85 m³ de perches, soit en quinze ans, 190 m³ de bois de déroulage et 260 m³ de bois d'industrie.

Cette technique et ces chiffres demandent bien entendu à être confirmés à l'avenir.

Au Malawi (1), l'éclaircie de taillis à raison d'un tronc par cépée est pratiquée pour fournir des poteaux pour la construction ; les arbres laissés pour produire du bois d'œuvre (si cela s'avère possible) sont élagués sur une hauteur de 6 m.

Dans les stations plus humides, l'élagage est très peu pratiqué.

En Sierra Leone (Fox, 1967), (7), un régime d'éclaircie cité est le suivant :

Age	Arbres (après éclaircies)
0	750
5	375
7-8	188
10	125
15	63

CROISSANCE-RENDEMENTS

CROISSANCE EN HAUTEUR ET DIAMÈTRE

Age-hauteur.

Sur le graphique ci-contre figurent les hauteurs moyennes de peuplements de plantation dans 7 types de stations :

Type 1 : Plantations d'Akpaka (Nigeria)
P = 1.000 mm. Savane secondaire (13).

Type 2 : Plantations de la réserve forestière de Bintang Hijan (Malaisie) (1).

Type 3 : Plantations en Sierra Leone.
P = 3.000 mm (1).

Type 4 : Plantations en Côte-d'Ivoire à Bouaké.
P = 1.270 mm (16).

Type 5 : Plantations à Bunda (Malawi). $P = 890$ mm (1).

Type 6 : Plantations à Cuba (14).

Type 7 : Plantations au Bengladesh : moyennes établies pour la région de Chittagong. $P > 2.500$ mm (5).

Chaque point représente donc une (ou plusieurs) parcelles et aucun point ne peut donc être strictement comparé à un autre puisque les conditions sont différentes.

On peut toutefois avoir une idée des hauteurs atteintes par *Gmelina* en fonction de l'âge sur ces 7 types de stations.

Accroissements.

Tous les résultats dont on dispose indiquent que la croissance se ralentit avant 7 ans. C'est là le fait le plus notable. Par ailleurs, les chiffres d'accroissement moyen ou courant sont extrêmement variables, comme par exemple :

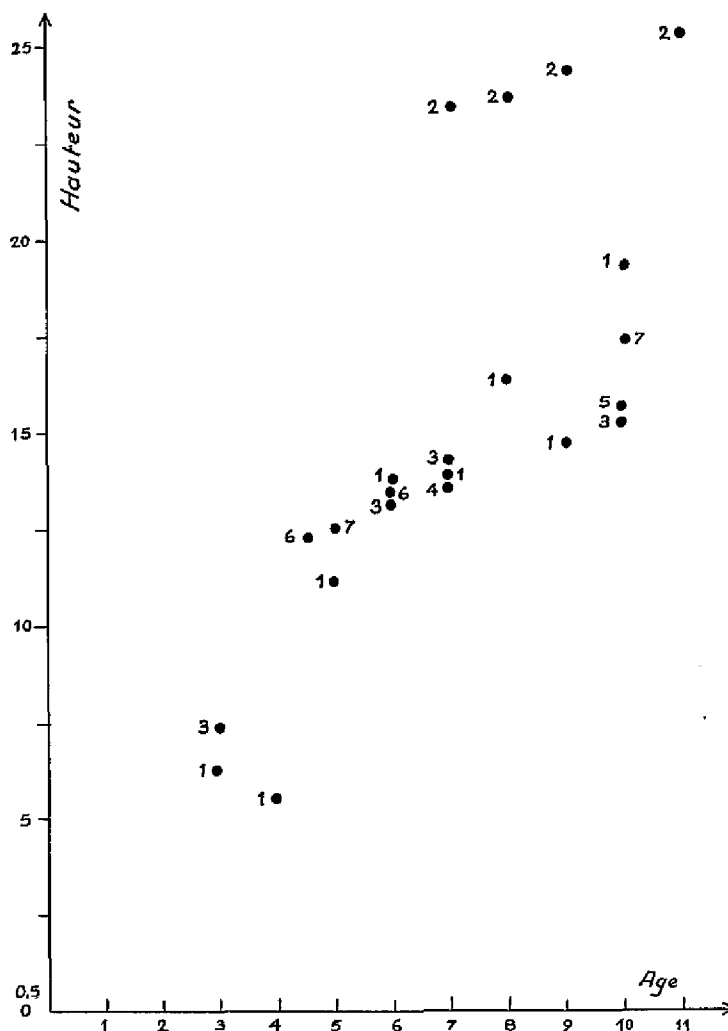
Table de croissance établie au Bengladesh pour la région de Chittagong. Accroissements moyens annuels.

Age	ΔH (m)	ΔD (cm)
5 ans	2,5	2,6
10 ans	1,74	1,85
15 ans	1,32	1,45
20 ans	1,08	1,18
25 ans	0,91	0,98
30 ans	0,79	0,85
35 ans	0,70	0,75

Parcelles de Malaisie (1) :

Espacement	Age	ΔH (m)	ΔV (m ³ /ha)
3 m × 3 m	7	3,35	36,5
3 m × 3 m	8	2,97	39,1
3 m × 3 m	9	2,71	31
6 m × 3 m	11	3,33	28,5

V = volume tige à la découpe 7,5 cm.
 ΔH et ΔV : accroissements moyens annuels.



Facteurs édaphiques.

L'effet du sol sur la croissance du *Gmelina* est certainement prépondérant. Toutefois, aucune étude pratiquement n'a encore été publiée concernant cette question. En particulier, on ne connaît pas bien la réponse à la fertilisation.

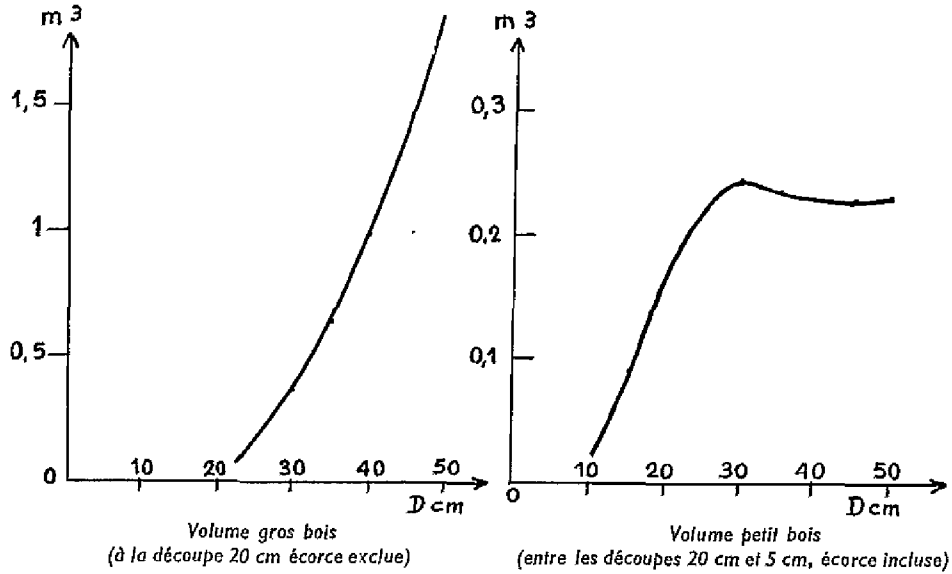
TARIFS DE CUBAGE

Des tarifs de cubage ont été établis, notamment en Inde : nous en donnons ici un exemple sous forme d'un graphique diamètre-volume. Ce tarif (CHATURVEDI 1973 (4)) a été établi sur les

plantations d'Assam, Bengal, Bihar et Uttar Pradesh.

D'autres tarifs ont été établis notamment en Côte-d'Ivoire, Mali.

TARIF DE CUBAGE INDE



RÉSULTATS OBTENUS EN SIERRA LEONE
(P = 3000 mm)

Age	Hauteur moyenne (m)	ΔH moyen annuel (cm)	Diamètre moyen (cm)	ΔD moyen annuel (cm)	ΔD moyen annuel des 100 plus gros arbres à l'hectare (cm)
3	7,32	2,44	11,3	3,8	4,8
6	13,42	2,23	22,7	3,8	4,65
6	12,81	2,13	17,5	2,9	3,6
6	13,42	2,23	21	3,5	4
7	14,03	2,01	32	4,6	4,8
10	15,25	1,5	33	3,3	3,8

PRODUCTION-VOLUMES

Nous passerons en revue les productions obtenues dans certains pays, en utilisant les données dont nous disposons.

En Sierra Leone (1), Fox (1967) a étudié des plantations établies sur station bénéficiant d'une assez bonne pluviosité moyenne, de l'ordre de 3.000 mm. Nous avons indiqué dans le tableau ci-dessus les résultats de certaines parcelles (NB : tiré de LAMB (1)). Fox conclut que dans ces conditions, avec des éclaircies bien dosées et faites à temps, le *Gmelina* peut atteindre une circonférence de 1,20 m à 10 ans, 1,50 m à 13 ans et 1,70 m à 15 ans avec un maximum de 1,80 m à 2,10 m sur une rotation nettement plus longue.

Plantation de Bunda au Malawi (1), plantation de 10 ans réalisée à 2,75 m x 2,75 m, sur bon sol

- hauteur moyenne : 15,5 m ($\Delta H = 1,55$ m),
- diamètre moyen : 22,6 cm ($\Delta D = 2,26$ cm),
- volume total : 304 m³/ha ($\Delta V = 30,4$ m³/ha).

En Côte-d'Ivoire (16), on donnait en 1958 des accroissements moyens annuels avant 7 ans de 2 m (ΔH) et 2 cm (ΔD) sur bons sols ; de 1,5 m (ΔH) et de 1,5 cm (ΔD) sur mauvais sols.

D'autres résultats publiés en 1976 (12) donnent des chiffres beaucoup plus importants pour certaines parcelles : Station de San Pedro : accroissement moyen annuel de 5 cm sur le diamètre sur une parcelle âgée de 28 mois.

Au vu de ces chiffres évidemment très variables mais pour certains très prometteurs, on peut penser qu'il reste tout de même nécessaire de confirmer et de compléter les essais en cours en

vue de parvenir à une bonne connaissance de la croissance du *Gmelina*, en particulier en Afrique francophone.

Nigéria (1) : des estimations de production dans ce pays sont données par LAMB :

ZONE DE SAVANE :

1) Sur sols pauvres sableux, 84 m³/ha à 12 ans soit 7 m³/ha/an.

2) Sur sols moyens argileux ou latéritiques : 210 m³/ha à 12 ans soit 17,5 m³/ha/an.

3) Sur les stations les plus favorables : 252 m³/ha à 10 ans, soit 25,2 m³/ha/an.

ZONE DE FORÊT DENSE : 252 m³/ha à 8 ans, soit 32 m³/ha/an.

Nous n'avons pas de données plus récentes, mais l'auteur pensait que le chiffre de 23 m³/ha/an pouvait être dépassé dans les nouvelles plantations d'Ondo et de Bénin.

Malawi (1) : plantations pour bois de feu. 30,4 m³/ha/an à Bunda sur sol de bonne qualité, le tiers seulement sur mauvais sol.

Guinée (3) : plantations de 9-10 ans à Kouradi (2 m × 2 m) : 242 m³/ha soit 20 m³/ha/an.

Sur une autre parcelle à Dubreka ($P = 4.134$ mm) on a estimé l'accroissement à 32 m³/ha/an.

Côte-d'Ivoire (12) : l'exploitation à blanc en 1966 d'une parcelle de 10 ans a donné 32 m³/ha (bois fort).

LE BOIS DU GMELINA

ASPECT, ANATOMIE

Aspect.

Le bois est de couleur jaune paille à blanc crème, avec des intermédiaires tirant sur le gris. Sa surface est brillante et semble souvent un peu huileuse au toucher (11). Il est sans goût et inodore.

Il est très humide lorsqu'il vient d'être abattu. Le bois parfait est souvent difficile à distinguer de l'aubier ce dernier apparaît toutefois fréquemment légèrement plus gris.

Le fil est, soit droit, soit enchevêtré et le grain moyen ou grossier (11). Il peut n'avoir aucune figuration, ou être rubané.

Le bois est maillé en surface radiale.

Anatomie.

CARACTÈRES MACROSCOPIQUES.

Les cernes sont toujours visibles et en général annuels. Il peut y avoir une zone poreuse ou bien des pores diffus, avec tous les intermédiaires possibles. Lorsqu'une zone poreuse est plus ou moins marquée, les pores plus grands et plus nombreux dans le bois initial mettent les cernes en évidence.

Si les pores sont diffus, les cernes restent visibles à cause de la différence d'épaisseur entre la paroi des cellules du bois final et du bois initial (CHOWDHURY).

CHOWDHURY (1947) a trouvé que le bois du *Gmelina* était à zone poreuse lorsque les conditions de croissance étaient défavorables, et à pores diffus sur bonnes stations. Dans ce dernier cas, le parenchyme initial peut être totalement absent (1).

Les vaisseaux sont visibles à l'œil nu, très souvent associés à du parenchyme. Les rayons ligneux sont très minces, tout juste discernables à l'œil nu.

CARACTÈRES MICROSCOPIQUES.

Les vaisseaux font plus de 200 μ de diamètre, avec des thyllés et d'autres « inclusions ». Les perforations des vaisseaux sont le plus souvent étroites, mais parfois larges. Ponctuations simples.

Les rayons sont d'habitude hétérogènes, parfois homogènes. « Largeur » : 4 à 10 cellules.

Le parenchyme est paratrachéal, circumvasculaire, parfois aliforme. Les parenchymes initial et terminal sont le plus souvent présents.

La présence de cristaux aciculaires est un bon critère utilisable pour l'identification.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

DONNÉES DISPONIBLES.

Le CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL a procédé sur 3 des échantillons reçus de

Côte-d'Ivoire à des essais complets sur les caractéristiques physiques et mécaniques du *Gmelina*. Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-après.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Provenance	No C. T. F. T.	Dureté	Poids spécifique		Rétractibilité				
		Dureté en Flanc N	Moyen à 12 % d'eau D	Correction en + pour 1 % d'eau en + d d	Point de saturation à l'air S %	Totale du volume B %	Variation pour 1 % d'eau v %	Tangentielle T %	Radiale R %
C. I.	16.178	2,0	0,51	0,0021	14	8,6	0,60	6,1	2,5
—	16.185	1,6	0,44	0,0026	24	9,3	0,39	6,2	3,3
—	16.185	4,9	0,47	0,0024	20	9,7	0,49	5,3	2,9

LAMB (1) donne les conclusions chiffrées d'essais effectués sur des *Gmelina* de l'Inde, du Nigeria, de Gambie, de Malaisie et de Birmanie.

Il est difficile de rapprocher ces résultats des données françaises car beaucoup d'essais diffèrent tant par la méthode que par le type des éprouvettes utilisées (dimensions). Les seuls chiffres pouvant être comparés sont la densité et la dureté.

Densité et dureté.

Densité : chiffres obtenus dans quelques pays pour la densité à 12 % d'humidité.

Pays	Nombre d'arbres échantillons	Densité à 12 % d'humidité : D	Dureté N	Dureté Janka
Côte-d'Ivoire	1	0,51	2,0	
Côte-d'Ivoire	1	0,44	1,6	
Côte-d'Ivoire	1	0,47	1,9	
Inde		0,495		905
Nigeria	5	0,495		960
Gambie	5	0,48		720
Malaisie	5	0,48		599
Birmanie ...	5	0,495		760

En dépit de conditions de croissance très variables dans ces pays, la densité est assez constante et voisine en moyenne de 0,49-0,5 (chiffres de Côte-d'Ivoire plus faibles). Les études de ESAN (1966) rapportées par LAMB (1) ont montré qu'une croissance rapide ne changeait pas la densité du bois de *Gmelina*, ce qui semblerait placer cette essence tropicale dans une situation privilégiée pour la production d'un bois à usages très nombreux.

Dureté : les échantillons de Côte-d'Ivoire placent le *Gmelina* dans la catégorie « tendre ». Les données anglo-saxonnes, si l'on utilise la corrélation $J/N = 300$, le placeraient dans la catégorie « mi-dur ».

Autres caractéristiques.

RETRAIT, SÉCHAGE DU BOIS.

Le bois de *Gmelina* est à faible retrait.

Echantillons de Côte-d'Ivoire : rétractibilité moyenne totale du volume : 9,2 %.

Essais anglo-saxons : retrait du bois vert jusqu'au stade 12 % d'humidité :

	Retrait tangential	Retrait radial
Gambie	3,5 %	1,5 %
Nigeria	2,4 %	1,2 %

CLASSIFICATION : TRÈS STABLE.

Le bois de *Gmelina* est très stable au séchage. Les déformations subies sont négligeables. Toutefois, il convient de noter qu'il sèche lentement à l'air : 3 mois et demi pour des planches de 1,27 cm d'épaisseur, 11 mois pour 3,81 cm d'épaisseur (Lee 1964 : Malaisie). Des expériences portant sur le séchage artificiel ont montré qu'il était réalisable et ne comportait pas trop de problèmes : un peu moins de 2 semaines pour 2,5 cm d'épaisseur pour passer de 110 % à 12 % d'humidité (1).

Caractéristiques mécaniques.

Cohésion axiale : si l'on se réfère aux chiffres de Côte-d'Ivoire, la résistance à la compression est faible ainsi que la résistance à la flexion statique :

	C	F
Echantillon 1	345	952
— 2	304	714
— 3	331	1.040

(Les limites supérieures de la catégorie « faible » étant de 350 pour C et de 1.100 pour F.)

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Cohésion transversale			Cohésion axiale								
Fendage	Traction	Cisaillement	Compression à 12 % d'eau			Flexion statique			Choc		
Résistance moyenne en kg/cm	Résistance moyenne en kg/cm ²	Résistance moyenne en kg/cm ²	Moyenne en kg/cm ² C	Correction en — pour 1 % d'eau en + C %	Cote C 100 D	Moyenne en kg/cm ² F	Cote F 100 D	Cote L=28 f	Module d'élasticité apparent en kg/cm ² E	Coefficient de résistance K	Cote K D ₂
11,9	19,8	74	345	5,8	6,8	952	18,7	37	91.000	0,21	0,84
15,2	22,0	61	204	6,2	5,6	714	16,2	43	75.000	0,10	0,48
15,4	21,3	49	331	11,3	7,0	1.040	22,2	31	88.000	0,27	1,09

Les données relatives à l'Inde, Nigeria, Gambie, Malaisie, Birmanie, montrent des variations notables du bois de *Gmelina*, en ce qui concerne en particulier la cohésion axiale. Plusieurs auteurs (Pearson et Brown, Thomas) ont comparé ces différents résultats entre eux ou les ont rapprochés des chiffres obtenus sur d'autres essences (Teck, Meranti). Pearson et Brown ont trouvé une compression axiale 30 % plus faible que celle du Teck (11).

Cohésion transversale :

- Résistance au cisaillement : faible à moyenne.
- Résistance à la traction perpendiculaire : faible à moyenne.
- Résistance au fendage : le *Gmelina* est indiqué presque toujours dans la littérature comme donnant un bois très peu fendif.

(Excepté : essais C. T. F. T. Côte-d'Ivoire : résistance faible à moyenne).

Durabilité, préservation.

Aubier et bois de cœur : la duraminisation se produit assez tôt vers 4 ans. L'aubier est relativement important dans les arbres qui ont dépassé le stade juvénile.

Exemple : Bois de Côte-d'Ivoire de 7 ans :

	Bois parfait	Aubier	Ecorce
Sur bon sol	60 %	35 %	5 %
Sur mauvais sol	40 %	53 %	7 %

L'aubier des arbres fraîchement coupés contient un fort pourcentage d'amidon. Il est classé comme périssable mais reste assez peu attractif pour les insectes, sauf s'il se trouve un certain temps en contact avec le sol (1).

Le bois est classé comme modérément durable en contact avec les champignons.

La résistance aux termites est très variable, elle dépend des espèces de termites présentes, les résultats sont donc très différents suivant les pays. On signale, par exemple, dans la littérature peu de problèmes en Birmanie, mais beaucoup en Malaisie.

Gmelina est très sensible aux tarêts.

Imprégnation : des tests d'imprégnation du bois de *Gmelina* ont été réalisés sur des bois provenant du Gambie (1) :

— Le bois de cœur s'imprègne mal par les procédés utilisant la pression. L'absorption de créosote sous pression a donné 0,03 kg/dm³ (pour le bois de cœur) et 0,11 kg/dm³ (aubier).

En Malaisie, un essai d'imprégnation avec le mélange créosote-diesel (50/50) par le procédé « open-tank » a donné une absorption de 0,016 kg/dm³ à 0,032 kg/dm³ (bois de cœur) et 0,11 à 0,16 kg/dm³ (aubier).

Ces résultats feraient classer l'aubier dans une catégorie modérément résistante.

Gmelina serait imprégnable par le procédé de la diffusion mais son taux élevé d'humidité à la coupe et son régime de lente diffusion quand il sèche feraient que ce traitement serait assez long à appliquer. Ceci reste toutefois à vérifier d'une manière plus précise.

QUALITÉS PAPETIÈRES DU GMELINA

Essais C. T. F. T.

L'article intitulé « Caractéristiques papetières d'une essence tropicale de reboisement, le *Gmelina*

arborea » (J. DOAT) paru en 1976 dans le numéro 168 de Bois et Forêts des Tropiques, fait la synthèse des essais effectués depuis 1960 sur 6 échantillons de Côte-d'Ivoire.

CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES

Echantillon	<i>Gmelina arborea</i>						Bois de référence	
	10647	11437	11440	16185	16186	16187	Hêtre	Bouleau
Longueur des fibres (L) (Mu) ...	1.043 ± 174	1.150 ± 185	930 ± 160	1.023	1.045	1.034	1.000	1.200
Largeur des fibres (l) (Mu) ...	38,2 ± 5,6	34,5 ± 5,1	32,5 ± 4,5	23	35	24	18	35
Largeur cavités (c) (Mu) ...	31,1	28	29	16	20	19	6	15
Largeur parois (2 p) (Mu) ...	7,1	6,7	5,6	7	7	5	12	10
Coefficient de Runkel (2 p/c) ...	0,22	0,24	0,19	0,44	0,34	0,26	2	0,66
Coefficient souplesse (c/l) ...	81,1	80,5	82,5	69,7	74,2	79,4	33	60
Pouvoir feutrant (L/l) ...	27,2	33,3	28,7	44,5	37,7	45,1	55	48
Densité (sec 100 %) ...	0,4-0,42	0,42	0,38	—	—	0,46	0,61	0,56
Densité (à 12 % humidité) ...	—	—	—	0,44	0,47	0,51	0,69	—

CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES

Echantillon	<i>Gmelina arborea</i>				Bois de référence	
	10647	16185	16186	16187	Hêtre	Bouleau
Extrait alcool-benzène (%) ...	5,5	5,05	6,65	7,2	0,95	1,3
Extrait eau bouillante (%) ...	2,0	1,5	1,45	1,3	1,3	1,75
Extrait soude (1 %) (net) ...	17,1	12,2	12,4	11,8	18,2	20,5
Lignine (%) ...	28,1	23,7	27,4	26,1	23,2	13,9
Pentosanes (%) ...	16,0	16,7	15,8	16,4	25,8	29,6
Cellulose corrigée (%) ...	41,4	42,5	44	43,5	40,5	40,9
Mannanes (%) ...	2,0	—	—	—	2,6	—
Galactanes (%) ...	0,25	—	—	—	—	—
Cendres (%) ...	0,66	0,76	0,93	0,45	0,52	0,44
SiO ₂ (%) ...	0,022	0,002	0,025	0,003	0,008	0,03
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ (%) ...	—	0,012	0,016	—	—	—
Fe ₂ O ₃ (%) ...	—	0,002	0,005	0,006	—	—
CaO (%) ...	—	0,11	0,25	—	—	—

CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES ET CHIMIQUES.

Elles sont indiquées ci-dessus. Les auteurs ont comparé les chiffres du *Gmelina* à ceux de 2 feuillus européens, le Hêtre et le Bouleau, servant de référence.

Fibres : de longueur assez faible (du même ordre que le Hêtre) mais comportant un lumen important, donc un coefficient de souplesse favorable (70 à 82). Par contre, le pouvoir feutrant est bas ou moyen (27,2 à 45,1).

On peut en déduire une bonne résistance à la longueur de rupture et à l'éclatement, mais une résistance à la déchirure pas très élevée, pour les papiers résultants.

CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES.

Le pourcentage d'extraits à l'alcool-benzène est assez élevé (5,05 à 7,2 %) par rapport au hêtre (0,95 %) et au bouleau (1,3 %).

La teneur en lignine est assez faible pour un feuillu tropical (26,1 à 28,7 %) tout en restant supérieure à celle du hêtre et du bouleau. A l'inverse, le *Gmelina* contient beaucoup moins de pentosanes que les bois européens. Enfin les taux de cellulose sont favorables (peu de cendres).

ESSAIS D'OBTENTION DE PÂTE PAPETIÈRE.

La Division Cellulose-Chimie du C. T. F. T. a procédé à de nombreux essais de fabrication de pâte.

Procédés étudiés :

- pâtes chimiques kraft,
- pâtes chimiques à la soude,
- pâtes chimiques au bisulfite,
- pâtes chimiques au sulfite neutre
 - mi-chimiques,
 - à haut rendement,
- pâtes à la soude à haut rendement,
- autres pâtes à haut rendement,
- pâtes à usage chimique.

Les auteurs donnent de ces essais la conclusion suivante : les différents essais de pâte papetière effectués à partir de *Gmelina arborea* ont donné satisfaction dans leur ensemble et les résultats enregistrés ont montré que les possibilités d'emploi de cette essence étaient nombreuses.

Le *Gmelina* peut être utilisé pour la fabrication de pâte Kraft blanchie ayant une blancheur élevée, une bonne opacité et des caractéristiques mécaniques comparables à celles du bouleau scandinave et

Photo Schirle.

Mangombé, Cameroun.
Stumps de *Gmelina arborea* âgés de 16 mois.

souvent supérieures à celles d'un hêtre français de très bonne qualité.

On peut aussi préparer à partir de ce bois des pâtes chimiques au bisulfite de qualité satisfaisante pour ce type de traitement.

De plus, le *Gmelina*, traité au sulfite neutre, peut donner des pâtes mi-chimiques ayant une très bonne solidité, utilisables en écreu pour la cannelure ou après éclaircissement pour l'impression-écriture.

Enfin, l'imprégnation de copeaux de *Gmelina* par la soude à froid ou à chaud, permet de préparer des pâtes à haut rendement de qualité suffisante pour être transformées en cartons divers ou être éventuellement introduites, après éclaircissement, dans de la pâte pour papier journal.

Par contre, il semble qu'en l'état actuel des recherches, le *Gmelina* puisse difficilement servir de matière première pour la préparation de pâte à dissoudre car sa teneur élevée en produits extractibles semble prohibitive. La connaissance de la nature et de la constitution de ces résines, cires, graisses, etc... donnerait vraisemblablement des indications valables pour éliminer ces composés.

Malgré cette dernière réserve, on peut recommander le *Gmelina arborea* pour d'éventuels reboisements en climat tropical car cette essence à croissance rapide permet de préparer des pâtes papetières diverses pour lesquelles on peut envisager une utilisation similaire à celle des pâtes de feuillus tempérés (bouleau ou hêtre par exemple) (DOAT, 1976).

Autres essais.

Un certain nombre de recherches ont été réalisées par les chercheurs de Grande-Bretagne, Canada,



Malaisie, Philippines, Inde, Formose, sur les qualités papetières du *Gmelina*.

CHITTENDEN *et al.* (1964), travaillant sur des arbres de 4 ans au Nigeria (traités en taillis pour la production de bois de feu), en tirent des conclusions très semblables à celles de la Division Cellulose-Chimie du C. T. F. T. (1) : essence très prometteuse pour la production de pâte à papier au Nigeria, et dans d'autres pays tropicaux où les conditions de croissance s'y prêtent. La courte période juvénile du bois de *Gmelina* permet de produire une forte proportion de fibres suffisamment longues pour la pâte à papier sur de courtes rotations (ESAN arrivait à la même conclusion, constatant que dès l'âge de 3-4 ans, le bois sortait du stade « juvénile » à fort pourcentage de fibres beaucoup plus courtes).

EMPLOIS

GÉNÉRALITÉS

Gmelina donne un bois qui se scie très bien, se rabote aisément. Les dents de scie et le tranchant des outils sont peu émoussés.

Il se déroule à froid, donnant des feuilles solides permettant de faire un bon contreplaqué de deuxième choix. Les nœuds qui sont souvent nombreux

sont parfois une gêne, le bois ayant tendance à se défibrier autour. Ceci oblige à bien régler et contrôler les angles de coupe.

Il peut s'employer pour les moulures, et convient pour le tournage. La résistance au fendage est en général très bonne (1).

EMPLOIS TRADITIONNELS

Dans les pays d'origine, *Gmelina arborea* sert à de multiples usages, véritable matériau à tout faire : charpente, sabots, tambours, embarcations, panneaux de portes etc...

En Afrique également, on lui a trouvé de multiples utilisations : sciages très utilisés pour la petite menuiserie, bois de mine (Nigeria : mine d'Enugu) à partir de taillis à rotation de 8 ans, bois de feu, poteaux, bois de déroulage...

Gmelina n'est pas particulièrement bon pour les poteaux (mauvaise rectitude en général, imprégnation difficile) et le bois de feu (pouvoir calorifique moyen). Toutefois sa rapide croissance, en particulier les premières années, et la facilité de son installation ont fait qu'il est souvent utilisé pour ces emplois notamment au Malawi, Nigeria, Sierra Leone, Mali. Pour les poteaux, on lui préfère de beaucoup le Teck.

DÉROULAGE

L'utilisation du bois de *Gmelina* pour faire des allumettes est intéressante. Les bois s'imprègnent bien à la paraffine, ne sont pas hygroscopiques et brûlent correctement (tiges) ils sont résistants au rainurage (boîtes). On utilise *Gmelina* dans plu-

sieurs pays dans ce but, Nigeria, Côte d'Ivoire (SOTROPAL), Inde, Sénégal (CAFAL), Guinée etc...

C'est donc un débouché important, notamment en Afrique où ce produit est encore en grande partie importé.

PRODUCTION DE PÂTE

La Côte-d'Ivoire a entrepris de développer dans la zone de San Pedro l'expérimentation des espèces papetières avec l'aide du C. T. F. T., en liaison avec le projet d'implantation d'une usine de pâte (capacité prévue 300.000 t/an). Un article de GOUDET (12) résume les essais effectués entre 1966 et 1975. *Gmelina arborea* vient en bonne place parmi les feuillus retenus pour les expérimentations.

On peut aussi signaler que la Division Cellulose-

Chimie du C. T. F. T. doit effectuer prochainement un essai de type industriel de fabrication de pâte à partir de *Gmelina* pour confirmer les bons résultats obtenus en laboratoire.

On peut toutefois penser que *Gmelina arborea* aura très probablement une place importante en plantations papetières en Afrique, en rapport avec le développement à venir de l'industrie papetière dans cette région du monde.

PRINCIPAUX ENNEMIS

L'un des plus graves ennemis de *Gmelina arborea* est en Asie, un parasite végétal : *Loranthus scurrula* L. (Angiosperme dicotylédone, *Loranthaceae*) qui

est une sorte d'arbuste demi-parasite qui dépend de son hôte pour l'eau, du sol pour la nutrition minérale.

INSECTES

En Amérique Centrale et tropicale, certains dommages dus à une fourmi, *Atta* sp., peuvent aller jusqu'à de sévères défoliations, réduisant plus

ou moins gravement la croissance (rarement jusqu'à la mort des arbres).

En Inde, plusieurs plantations ont été sévère-

ment défoliées par *Calapepla leayana* Latr., qui attaque les feuilles bourgeons et jeunes rameaux. La lutte chimique a été un échec.

En Afrique, ce sont surtout des bostryches (*Apate* sp.) qui peuvent causer des dommages, les galeries forcées dans le bois entraînent rarement la mort de l'arbre mais en déprécient la valeur :

Xylopertha picea, notamment en Côte-d'Ivoire.

Les termites posent peu de problèmes en Asie, sauf peut être en Malaisie où on a signalé des attaques sur le bois de cœur d'arbres en plantation.

En Afrique, on a parfois quelques attaques au niveau du collet, voire du tronc (Côte-d'Ivoire, Haute-Volta...).

CHAMPIGNONS

Armillaria mellea peut être un parasite assez actif surtout sur les sols humides argileux. Toutefois ce champignon cosmopolite provoque rarement des dégâts très graves, surtout si l'on prend soin des plantations.

En Sierra Leone, *Gmelina arborea* souffre d'un dépérissement grave aboutissant à la mort des arbres vers 15 ans. Les premiers symptômes sont le dépérissement des racines à partir de la coiffe, accompagné par celui des pousses aériennes. Il s'agirait d'un pathogène primaire non identifié.

En Inde et Bengladesh, les mêmes symptômes sont provoqués par un pourridié, *Poria rhizomorpha*, sur les sols argileux très humides. Ce champignon

n'est pas encore très important en Inde et n'a pas été signalé en Afrique.

Au Nigéria, un pourridié agissant par petits groupes d'arbres, et attribué à *Rigidoporus lignosus* a provoqué quelques dommages pas trop graves. Les pointes des racines mortes (terrains mal drainés) ouvrant la porte aux infections, on s'attachera à choisir des stations bien drainées si l'on veut que le cycle de production dépasse 15 ans.

Enfin on a signalé en Afrique (BRUNK, C. T. F. T.) et notamment en Côte-d'Ivoire, Haute-Volta, un pourridié lié à la culture de manioc (plantation taungya). Cette infestation est strictement localisée à la surface cultivée avec cette plante. Dégâts limités.

DÉGATS PROVOQUÉS PAR LES ANIMAUX

Comme la plupart des arbres en savane, quelques dégâts sont provoqués par :

- des nématodes,
- des mammifères — petits rongeurs,
— antilopes,

— les éléphants parfois.

Les fruits du *Gmelina* sont très recherchés par les oiseaux et certains mammifères.

LE FEU

Pas de sensibilité particulière.

CONCLUSION

Gmelina arborea est une espèce pour laquelle existent de nombreux points très positifs :

- une croissance rapide et très vigoureuse au départ,
- une installation et une sylviculture faciles,
- peu d'attaques graves (en Afrique) de la part d'insectes ou de champignons,
- un bois qui peut servir à des usages multiples et dont la vitesse de croissance n'affecte pas la densité,
- des qualités papetières qui semblent très acceptables pour ce feuillu,

— d'un point de vue économique, la fermeture rapide du couvert et sa croissance rapide en font l'une des espèces le meilleur marché à établir sur stations de forêt dense.

Les aspects « négatifs » seraient :

— Sur les stations de savane, l'espacement plus faible nécessaire pour assurer une fermeture précoce du couvert, la nécessité d'un nettoyage parfait du terrain, la sensibilité très grande de *Gmelina* à la concurrence herbacée, font des coûts d'installation plus importants.

— Les qualités moyennes des poteaux ou bois de feu peuvent poser des problèmes au niveau de l'emploi des produits d'éclaircie, par ailleurs importants en pourcentage.

— Les exigences édaphiques peuvent conduire à

des échecs ou semi-échecs si le sol n'est pas choisi très attentivement.

— La résistance de l'essence à l'imprégnation, ou du moins son comportement très médiocre.

BIBLIOGRAPHIE

1. LAMB. — *Gmelina arborea*. University of Oxford (1968).
2. MOREL. — Le *Gmelina arborea* au Mali. Publications techniques du Service des Eaux et Forêts (1973-74-75).
3. F. A. O. — Rapport au Gouvernement de la Guinée, Pages 28 à 37 (1967).
4. CHATURVEDI (A. N.). — General standard volume tables for *Gmelina arborea*. Indian Forest records, Silviculture, Vol. 12 n° 12. Forest Research Institute and College Dehra Dun (1973).
5. DILIP KUMAR DAS. — Know your useful trees « Gamar » Forest Dale News (January 1970).
6. ELMER BRASK LAURIDSEN. — Report on study tour in India in connexion with international provenance trials of *Gmelina arborea* (August 1975).
7. F. A. O. — Méthodes de plantation forestière dans les savanes africaines (1975).
8. RÉPUBLIQUE DU DAHOMEY. — Etude de la sylviculture du Teck et d'autres bois à croissance rapide, pages 44 à 47, C. T. F. T. (1971).
9. DOAT (J.). — Caractéristiques papetières d'une essence tropicale de reboisement, le *Gmelina arborea*. *Bois et Forêts des Tropiques* n° 168 (1976).
10. GROULEZ (J.). — Note sur les plantations de conversion dans les forêts tropicales humides. *Bois et Forêts des Tropiques* n° 162 (1975).
11. DOUAY (J.). — *Gmelina arborea*, pages 25 à 37, *Bois et Forêts des Tropiques* n° 48 (1956).
12. GOUDET (J. P.). — Plantations expérimentales d'espèces papetières en Côte-d'Ivoire, *Bois et Forêts des Tropiques* n° 159 (1975).
13. ONWELUZO. — The Soils of *Gmelina arborea* plantations. Forest Research Ibadan (1973).
14. CUBA. — Revista Forestal Baracoa (1973).
15. RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL. — « Opération *Gmelina* », 2^e plan quadriennal 1965/1969.
16. DE LA MENSBRUGE. — « L'introduction de *Gmelina arborea* autour de Bouaké » (1958).

Remarque : Les références d'auteurs ne figurant pas en bibliographie sont tirées de LAMB (1).

ANNEXE I

DISTRIBUTION NATURELLE DE GMELINA ARBOREA EN INDE TYPES FORESTIERS CONTENANT GMELINA

TROPICAL SEMI-EVERGREEN FOREST.

Northern tropical semi-evergreen forest. Eastern sub-montane semi-evergreen forest : dans la région sub-himalayenne et au bas des montagnes, type intermédiaire entre forêt décidue et sempervirente : au Nord Bengal et dans certaines parties de l'Assam et du Népal. P. : jusqu'à 5.000 mm. Altitude jusqu'à 750 m et plus. Espèces principales : *Gmelina arborea*, *Schima wallichii*, *Bauhinia purpurea* (*Gmelina* dominant).

Syzygium parkland : dans la vallée du Brahmapoutre sur alluvions, au contact de la forêt de Sal. 2.000 mm < P < 5.000 mm.

Espèces principales : *Syzygium cerasoideum*, *S. cumini*.

Cachar tropical semi-evergreen forest : au bas des montagnes de Cachar, de Lushai et de Manipur, dans la vallée du Surma. P > 2.000 mm sur sols argilo-sableux ou latéritiques. Espèces caractéristiques : *Artocarpus chaplasha*, *Dipterocarpus turbinatus* ou *tuberculatus*, *Melanorrhoea usitata*.

TROPICAL MOIST DECIDUOUS FOREST.

South indian moist deciduous forest.

Moist teak-bearing forest : couvre le sud de la péninsule avec P > 1.300 mm.

Very moist teack forest : P > 2.500 mm. Sols alluviaux profonds souvent argileux. Espèces caractéristiques : *Lagerstromia lanceolata*, *Grewia tillaefolia*, *Tectona grandis*, *Terminalia paniculata* et *lomentosa*. *Gmelina* surtout en second étage.

Southern moist mixed deciduous forest : Ghats de l'Ouest. P entre 1.500 et 2.000 mm. En général dans les vallées humides. Espèces caractéristiques : *Terminalia paniculata*, *Gmelina* dans le 1^{er} ou 2^e étage.

Southern second moist mixed deciduous forest : type semblable au précédent.

North indian tropical moist deciduous forests.

Very moist sal-bearing forest : type localisé dans l'Est du Népal, au Bengal, Bhutan et bas Assam, occupant en outre une partie du bas des premiers contreforts de l'Himalaya. P importante de 2.000 mm à souvent plus de 5.000 mm au pied du massif. Plus au Sud, la pluviosité est moins forte (2.000 mm), mais l'humidité relative reste forte. Au maximum, 4 mois avec moins de 50 mm. On trouve *Gmelina* dans 4 sous-types, où les espèces les plus caractéristiques sont *Shorea robusta*, *Schima wallichii*, *Lagerstromia parviflora*.

Moist sal-bearing forests : type différent du précédent. On trouve *Gmelina* dans 2 sous-types principalement. Espèces caractéristiques : *Shorea*

robusta, *Terminalia bellarica*, *Lagerstromia parviflora*, *Dillenia pentagyna*, *Terminalia tomentosa*, *Pterocarpus marsupium*.

Moist mixed deciduous forests : type à répartition voisine des précédents, à forte pluviosité (2.000 à 5.000 mm) et courte saison sèche mais sur sols légers bien drainés.

TROPICAL DRY DECIDUOUS FORESTS.

Southern tropical dry deciduous forests.

Ce sous-groupe est réparti à travers la péninsule indienne (exception : Ghats de l'Ouest).

Dry teak-bearing forest sur sols pauvres superficiels.

Dry teak forest : *P* de 900 à 1.300 mm ; sols en général assez pauvres. Espèces caractéristiques : *Tectona grandis* (presque pur), *Anogeissus latifolia*, *Boswellia serratea*.

Southern dry mixed deciduous forest : *P* de 875 à 1.175 mm ou plus sur stations plus sèches. Espèces caractéristiques : *Anogeissus latifolia*, *Terminalia tomentosa*, *Sterculia urens*.

Northern dry tropical deciduous forest.

Dry sal-bearing forest : localisée au Pinjab Hamachal Pradesh, et surtout en Uttar Pradesh. *P* de l'ordre de 900-1.000 mm.

ANNEXE II

TRAITEMENT PRÉCONISÉ EN GUINÉE POUR LA PRODUCTION DE BOIS DE DÉROULAGE

Plan récapitulatif des travaux.

Plantation à 2 m × 2 m d'écartement après nettoyage complet du terrain.

Mise en place au début de la saison des pluies.

Travaux :

Année 1 :

— Premier dégagement et sélection du rejet le plus vigoureux environ deux mois après la mise en place.

— Deuxième dégagement, cinq à six mois après la mise en place suivant nécessité.

Année 2 :

— Troisième dégagement. Correction des défauts éventuels (branches basses, fourches, arbres pliés), début de la saison des pluies.

— Quatrième dégagement et correction de défauts — fin de la saison des pluies.

Année 3 :

— Cinquième dégagement (lianes surtout), soins

sanitaires d'entretien — au cours de la saison, dès que nécessaire.

Années 4-5-6 :

— Surveillance sanitaire (lianes, fourches, recépage des arbres abimés).

Années 6-7 :

— Eclaircie unique, quand les plus beaux sujets atteignent 50 à 70 cm de circonférence et un fût propre d'une dizaine de mètres au moins.

Années 8-9 :

— Education des rejets de souche. Sélection — dégagement — coupe des lianes — correction des défauts.

Années 10-11-12-13 :

— Surveillance.

Années 12-13-14-15 :

— Exploitation du peuplement principal et du deuxième peuplement éduqué sur rejets de souche.

