

LA RECHERCHE EN TECHNOLOGIE DU BOIS EN CÔTE-D'IVOIRE

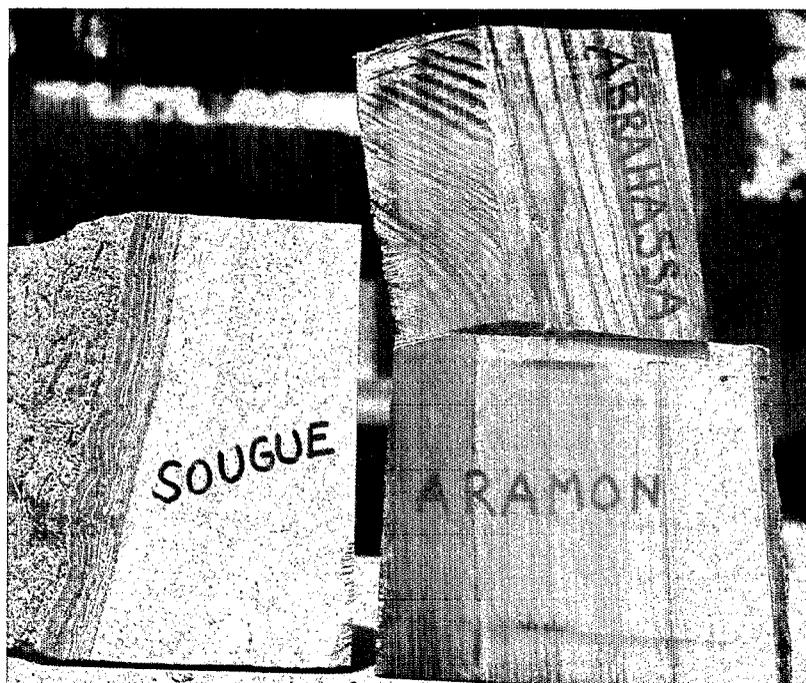


Photo CTFT — Côte-d'Ivoire.

Quelques cales de bois d'essences secondaires avant l'usage des éprouvettes : Abrahassa (Ochtocosmus africanus), Aramon (Parinari glabra), Sougue (Parinari africanus).

VERS UNE UTILISATION RATIONNELLE DES ESSENCES SECONDAIRES DE FORÊT NATURELLE ET UNE MAÎTRISE TECHNOLOGIQUE DES BOIS DE PLANTATION EN QUALITÉ ET EN QUANTITÉ (1)

par Patrick Y. DURAND

Centre Technique Forestier Tropical — Côte-d'Ivoire

SUMMARY

WOOD TECHNOLOGY RESEARCH IN THE IVORY COAST

TOWARDS A RATIONAL UTILIZATION OF LESSER-KNOWN FOREST SPECIES AND TECHNOLOGICAL CONTROL OF PLANTATION GROWN TIMBER BOTH QUALITATIVELY AND QUANTITATIVELY

The dense forest of the Ivory Coast is tending to diminish in both quality and quantity. Measures implemented by national bodies to halt this deterioration of the forest capital are directed along three main lines : the protection of the existing forest, reforestation, and the valorization of timber and timber derivatives.

The research programme in wood technology conducted in the Ivory Coast, which is matched to these measures, concerns lesser-known forest species and reforestation species.

The first part of this article explains the method of investigation by sampling employed to study thirty lesser-known species which in 1980 still accounted for nearly 4 million hectares of forest, an over bark volume of about 100 million cubic metres (B.H.D. over 60 cm).

(1) Communication présentée à la conférence IUFRO - Division 5 - Madison - 1983.

The initial concrete results are presented ; they make it possible to select some species of industrial value in respect of their potential and their technological characteristics. Other lesser-known species are currently under study for specific utilizations (crates, carpentry, plywood cores, lamellation). In this context, a method of grouping drying programmes for 50 Ivory Coast species by variable thermohygrography is briefly explained.

The second part takes stock of research carried out on reforestation species. The following subjects, in particular, are dealt with :

— Study of the individual and intraspecific variability of the quality of the wood of some fast-growing species (Terminalia ivorensis, T. superba, Triplochiton scleroxylon, Gmelina arborea).

— Processing experimentations on Teak and Gmelina in the Ivory Coast.

— Study of the possibilities of utilization of Pinus caribaea and P. occarpa in the form of solid wood or veneer.

Emphasis is laid in this connection on the general strategy adopted by the wood Technology Laboratory of CTFT in order to conduce to a genetic improvement of the reforestation species planted in the Ivory Coast and to promote the optimal use of timber from existing plantations.

RESUMEN

INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS RELATIVAS A LA MADERA, EN COSTA DE MARFIL

HACIA UNA UTILIZACION RACIONAL DE LAS ESPECIES SECUNDARIAS DE BOSQUE NATURAL Y UN DOMINIO TECNOLOGICO DE LAS MADERAS DE PLANTACION, EN CALIDAD Y EN CANTIDAD

El bosque denso de Costa de Marfil tiene tendencia a empobrecerse, tanto en calidad como en cantidad. Las medidas tomadas por las autoridades nacionales para intentar hacer frente a esta degradación del capital forestal se han enfocado hacia tres direcciones principales : Protección de patrimonio forestal existente — Repoblación forestal — Valorización de los productos madereros.

El programa de las investigaciones emprendidas acerca de la madera en Costa de Marfil, que guarda conformidad con este programa de medidas, se refiere a las especies secundarias de bosque natural y las especies de repoblación.

La primera parte de este documento tiene por objeto exponer el método de investigación por sondeo que se ha utilizado para el estudio de treinta especies poco conocidas, que aún representaban — en 1980 — cerca de cuatro millones de hectáreas de bosques, con, aproximadamente, unos 100 millones de metros cúbicos de troncos de madera útil (madera en rollo).

Se presentan los primeros resultados concretos, que permiten seleccionar algunas especies que presentan un interés patente desde el punto de vista industrial, tanto por su potencial como por sus características tecnológicas. Las demás especies secundarias son actualmente objeto de un estudio de grupo, para utilizaciones específicas (fabricación de cajas, estructuras, núcleo de madera contrachapada, obtención de madera en lámina). En este aspecto, se expone de forma compendiada, un método de grupo en forma de programas de secado por termohigrometría variable, en relación con 50 especies forestales.

La segunda parte indica el estado de la situación actual respecto a los trabajos emprendidos acerca de las especies de repoblación y trata, fundamentalmente, de los temas siguientes :

— Estudio de la variabilidad individual e intraespecífica de la calidad de la madera de algunas especies de crecimiento rápido (Terminalia ivorensis, T. superba, Triplochiton scleroxylon, Gmelina arborea).

— Utilización del Teak et del Gmelina, en Costa de Marfil.

— Estudio de las posibilidades de utilización del Pinus caribaea y P. occarpa.

Con este motivo, se hace resaltar la estrategia general adoptada por parte del Laboratorio de Tecnología de la Madera para contribuir en una mejora genética de las especies de repoblación forestal que se utilizan en Costa de Marfil y, asimismo, para favorecer una utilización óptima de las maderas procedentes de las plantaciones.

INTRODUCTION

La forêt dense de Côte-d'Ivoire tend à s'appauvrir en qualité et en quantité.

En quantité, en raison de l'énorme volume de bois détruit (feux de brousse, défrichements agricoles, exploitation forestière anarchique). On peut évaluer à 5 m³ environ le volume de bois détruit par 1 seul m³ exploité.

En qualité, du fait de la surexploitation d'un nombre réduit d'essences nobles (Acajou, Sipo, Assa-

mela...). Les mesures prises par les instances nationales pour tenter d'enrayer cette dégradation du capital forestier s'articulent selon trois grands axes : protection du domaine forestier existant, reboisement et valorisation des produits ligneux.

Le programme de recherche sur les bois mené en Côte-d'Ivoire et qui vise à s'adapter le mieux possible à ces mesures concerne les essences secondaires de la forêt naturelle et les essences de reboisement.

LES ESSENCES SECONDAIRES DE FORÊT NATURELLE

Les premières mesures prises dès 1972 par la Côte-d'Ivoire se sont traduites en premier lieu par une action de promotion d'essences encore peu connues ou

peu exploitées, qui a été largement appuyée par des recherches technologiques. Si jusqu'en 1976, le négoce du bois ne concernait pratiquement que 27 espèces bien

connues, aujourd'hui, 47 essences sont commercialisées mais cette seule diversification d'essences ne sera bientôt plus suffisante pour enrayer la disparition du patrimoine forestier.

Or, selon les résultats des inventaires régionaux, il

existe actuellement une trentaine d'essences très peu connues et pas exploitées qui représentaient encore en 1980, sur près de 4 millions d'hectares de forêt, environ 100 millions de m³ grumes (diamètres supérieurs à 60 cm). (Voir liste en *annexe 1*).

PRINCIPE DE LA MÉTHODE

Une étude complète exhaustive des caractéristiques physiques et mécaniques de 29 essences demanderait des moyens énormes en hommes, en matériel et surtout en temps. Il y a, en effet, selon les normes françaises, 18 caractéristiques physiques et mécaniques à mesurer. Cela nécessiterait :

— un volume de bois important : l'arbre à étudier doit être obligatoirement abattu ;

— un nombre d'hommes/jours élevé. Sans compter le temps nécessaire à la récolte et à l'usinage des éprouvettes, on peut évaluer le temps chercheur à 70-90 hommes/jours par espèce, à raison de 5 arbres par

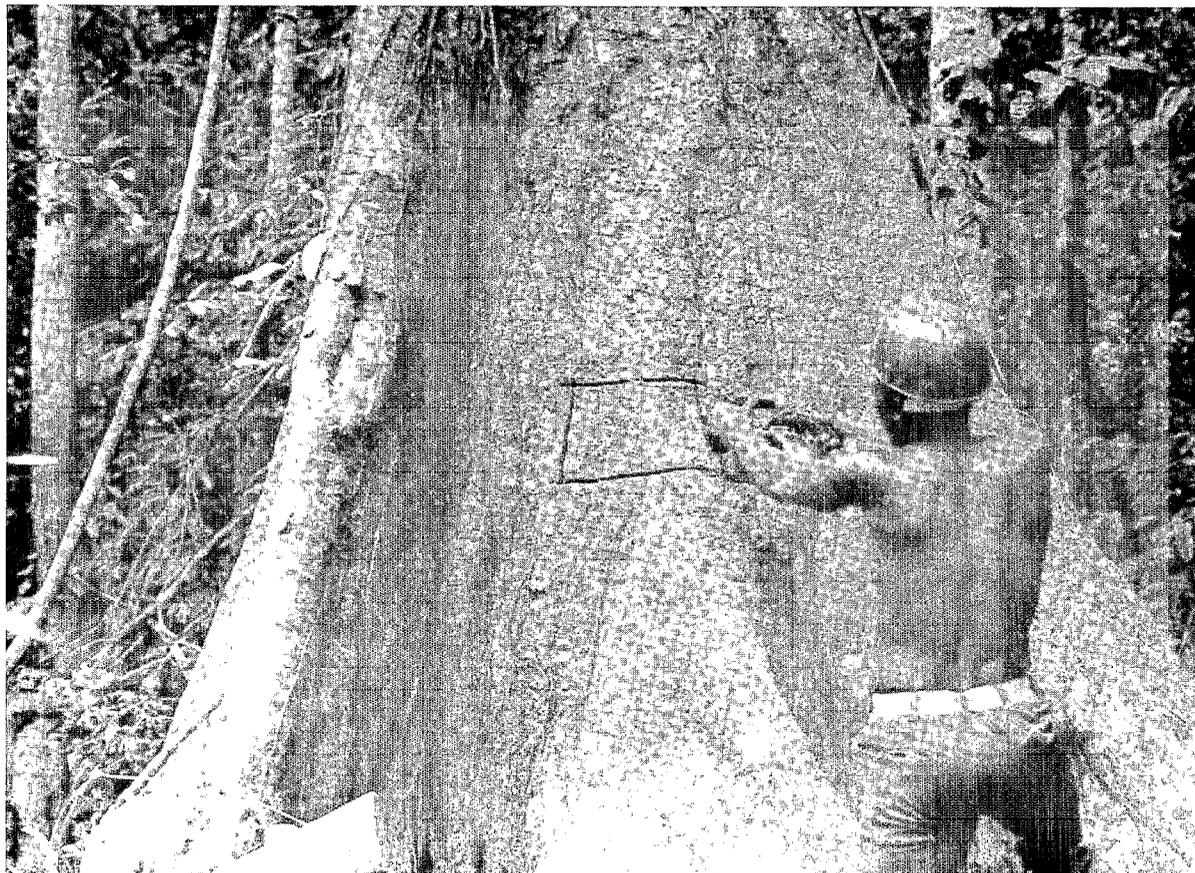
espèce (KAUMAN, ODDONE, 1971). Encore s'agit-il là des normes anglo-saxonnes. Pour la norme française utilisée au C.T.F.T., la mesure de la rétractibilité requiert davantage de temps en raison de la phase de conditionnement à 12 % et de la réhumification. Dans ces conditions, plus de 2.000 hommes/jours auraient été nécessaires pour mener à bien cette étude.

Une méthode d'investigation plus rapide et plus économique a donc été mise au point avec pour objectif de sélectionner dans un premier temps les essences qui présentent un réel intérêt technologique et commercial.

Le principe de base de cette méthode est la corréla-

Etude des essences secondaires de forêt naturelle : Prélèvement à la tronçonneuse d'une cale de bois sur un arbre sur pied.

Photo CTFT — Côte-d'Ivoire.



tion plus ou moins forte de la densité du bois à 12 % avec les autres propriétés mécaniques. Cette corrélation a été étudiée par de nombreux auteurs (NOACK, 1971 ; CAILLIEZ et GUÉNEAU, 1972 ; PANSIN et de ZEEUW, 1970 ; KOLLMANN et COTE, 1968). Pour la

Côte-d'Ivoire, ces relations ont été vérifiées en analysant les régressions linéaires des résistances unitaires à la rupture en flexion statique (F12) et en compression axiale (C12) avec la densité à 12 % (D12) sur 204 essais correspondant à 42 essences ivoiriennes (Fig. 1).

MÉTHODE D'INVESTIGATION

Il apparaît que les relations sont suffisamment fortes entre la densité et deux des principales caractéristiques technologiques d'une essence pour permettre, dans une première approche, l'estimation des potentialités technologiques de cette espèce simplement en mesurant sa densité. (Le retrait entre l'état vert et l'état stabilisé à 12 % est également mesuré pour préciser les informa-

tions technologiques du point de vue du comportement du bois au séchage). Il se pose alors le problème de la classification en utilisations industrielles potentielles en fonction de la densité. HOHEISEL (1972) a établi un système de classification en 3 groupes, mais le système proposé par KAUMANN et KLOOT (1968) nous a semblé mieux adapté à notre étude. *Tableau 1.*

TABLEAU 1

SYSTÈME DE CLASSIFICATION EN UTILISATIONS POTENTIELLES EN FONCTION DE LA DENSITÉ.
(D'après KAUMAN & KLOOT, 1968).

<p>GROUPE 1 - D 12 inférieure à 0.48 (TRÈS LÉGER).</p> <ul style="list-style-type: none"> — Durabilité naturelle = Nulle. — Trop tendre pour utilisation en charpentes. — Si bonne conformation du fût = déroulage. — Panneaux de particules et panneaux lattés.
<p>GROUPE 2 - 0.48 D12 0.72 (LÉGER A MI-LOURD).</p> <ul style="list-style-type: none"> — Durabilité naturelle = Nulle à moyenne. — Charpente. — Si bonne conformation du fût = Déroulage. — Si belle figuration et grain fin = tranchage. — Si bon comportement au séchage = menuiserie et ébénisterie. — Inférieure à 0.65 = Pâte à papier (surtout si bois clair). — Vers limite supérieure = Parquet trafic léger.
<p>GROUPE 3 - 0.72 D 12 0.96 (LOURD).</p> <ul style="list-style-type: none"> — Durabilité naturelle = Moyenne à Bonne. — Charpentes, Poteaux, Traverses, Ponts, Construction lourde. — Manches d'outil. — Emplois impliquant des usures et parquets trafic lourd. — Vers limite inférieure = Ebénisterie et menuiserie surtout si séchage correct.
<p>GROUPE 4 - D 12 Supérieure à 0.96 (TRÈS LOURD).</p> <ul style="list-style-type: none"> — Durabilité naturelle = Bonne à très bonne. — Probablement difficile à usiner pour menuiserie ou charpentes. — Traverses, Poteaux, Travaux lourds.

MESURES ET CALCULS

Le mode opératoire est résumé dans l'*annexe 2*. Les données obtenues permettent de calculer la densité à H % (voisin de 12 %) et la rétractibilité linéaire (tangentielle et radiale) entre l'état vert et l'état stabilisé (voisin de 12 %).

Pour la densité, mesurée selon la norme AFNOR, on adopte le tableau de qualification présenté en *annexe 3*.

La rétractibilité linéaire mesurée n'est pas conforme à la norme AFNOR utilisée habituellement, qui mesure

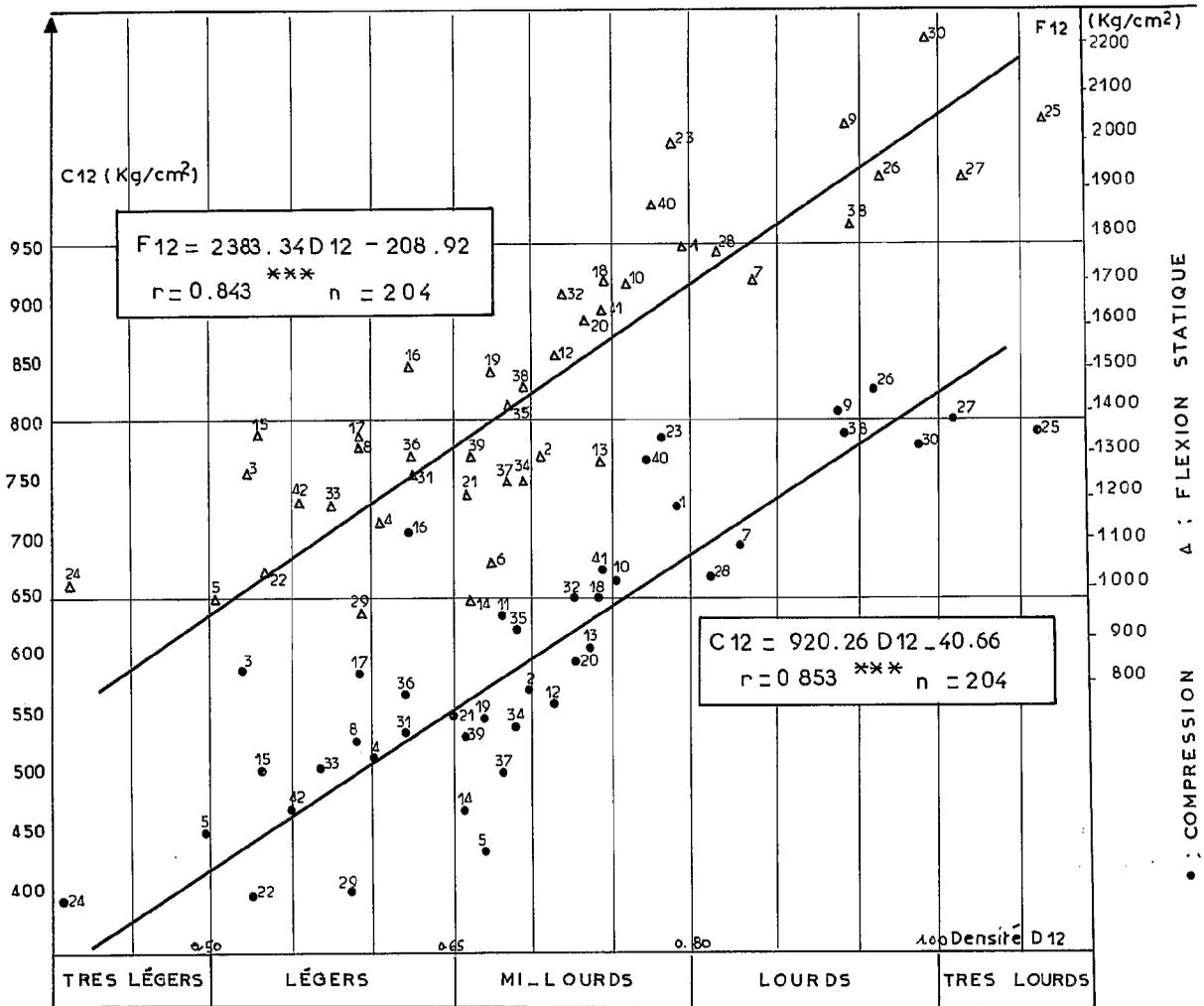


FIG. 1. — Relation densité D 12 et flexion statique F 12 — compression axiale C 12 pour 42 espèces ivoiriennes (n = 204).
Le nombre caractérise la moyenne intraspécifique.

les variations dimensionnelles entre l'état saturé et l'état anhydre après un cycle de conditionnement et réhumidification. Nous avons opté pour la méthode anglo-saxonne plus rapide et plus simple mais qui traduit bien le comportement du bois au séchage (KOLLMAN et COTE, 1968).

L'échelle de qualification adoptée est celle utilisée par BOLZA et KEATING (1972). Voir *annexe 3*.

On a également calculé le rapport T/R qui caractérise bien les risques de déformations. Le système de

classification utilisé est également présenté en *annexe 3*.

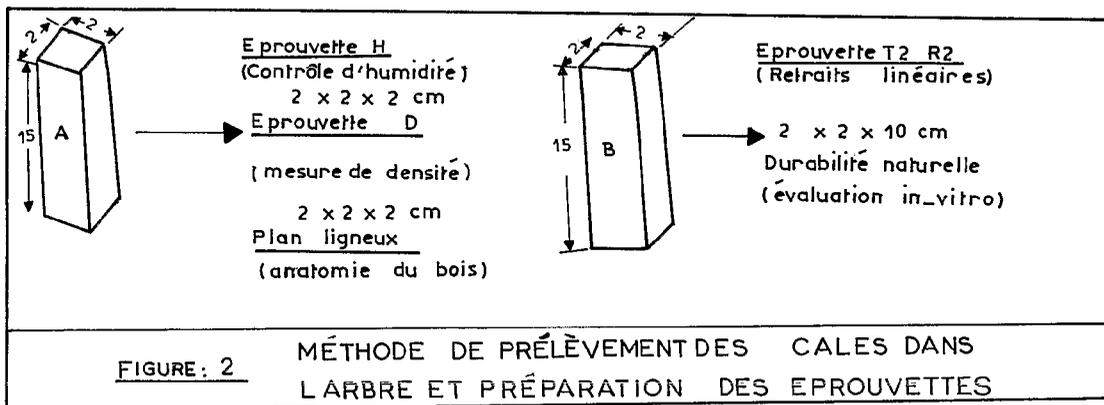
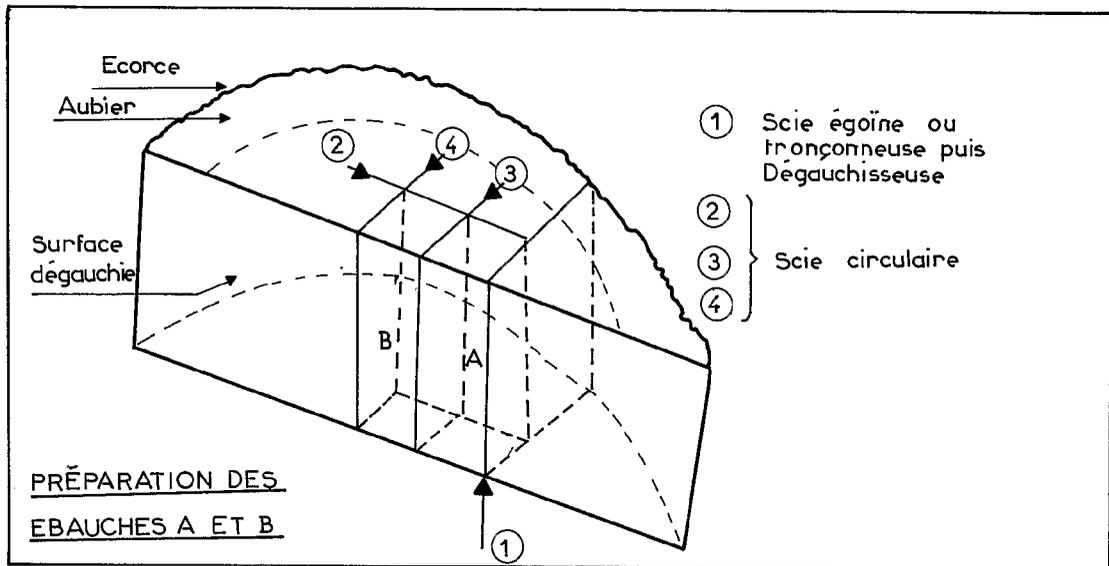
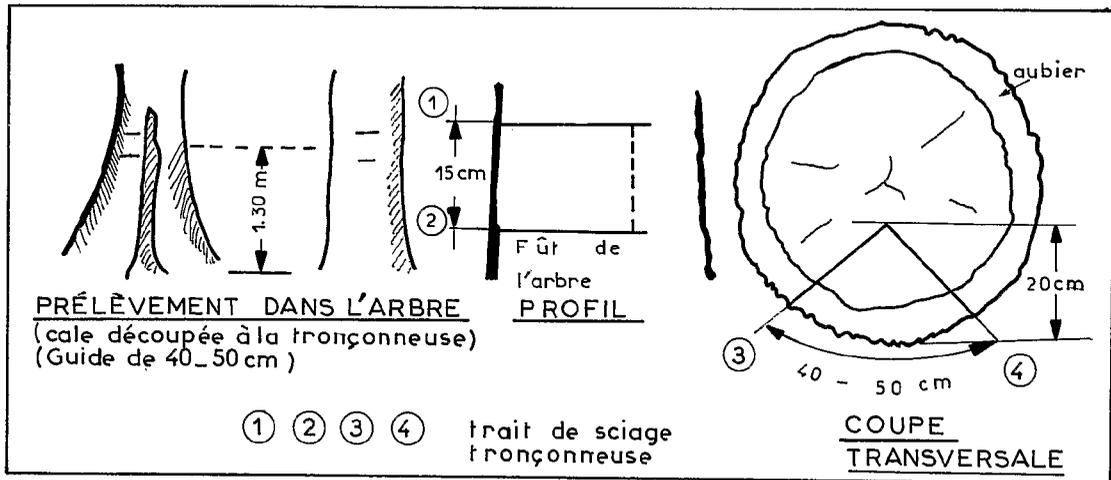
Outre la densité et le retrait, d'autres caractéristiques faciles à identifier ont été retenues pour apporter quelques précisions dans l'évaluation des potentialités technologiques (DURAND, 1983).

- Caractéristiques esthétiques (couleur, aspect).
- Caractéristiques anatomiques (contrefil, grain, mailleur).
- Durabilité naturelle (contre les champignons de pourriture principalement).

ÉCHANTILLONNAGE ET PRÉLÈVEMENT

Un échantillonnage statistique précis doit être respecté si l'on veut estimer valablement les moyennes intraspécifiques, et leur variabilité.

Cet échantillonnage doit se concevoir à 3 niveaux :
— échantillonnage des zones de prélèvement en fonction de l'aire phytogéographique de l'espèce ;



— échantillonnage des arbres dans la zone choisie ;
 — échantillonnage des éprouvettes dans l'arbre
 (Fig. 2).

La taille de l'échantillon dépend de la variabilité des propriétés respectives à mesurer et de la précision avec laquelle on veut estimer la moyenne d'espèce (PEARSON, 1958). En prenant 1 ou 2 éprouvettes par arbre, on peut connaître le nombre d'arbres à échantillonner par espèce en fonction de la précision (erreur relative) pour un seuil de confiance de 95 % et un risque de second degré de 10 % (NOACK, 1971) (Tableau 2). Pour l'étude des 29 essences secondaires, une précision de 10 % a été choisie pour l'évaluation de la densité, nécessitant ainsi un nombre de 5 arbres par espèce. Le prélèvement des cales de bois dans l'arbre et la préparation des éprouvettes sont schématisés sur la figure 2.

TABLEAU 2

NOMBRE D'ARBRES À ÉCHANTILLONNER
 PAR ESPÈCE, EN FONCTION DU NOMBRE
 D'ÉPROUVETTES PAR ARBRE ET DE L'ERREUR
 RELATIVE (NOACK, 1971).

Erreur relative au seuil de confiance 0.95	Nombre d'éprouvettes par arbre (pour densité seulement)	
	1	2
± 15 %	4	3
± 10 %	5	4
± 5 %	20	12
± 2.5 %	70	40

RÉSULTATS

DONNÉES BRUTES DE LA DENSITÉ ET DE LA RÉTRACTIBILITÉ

Les résultats des mesures de densité et de retrait sont mentionnés en annexe 4. La figure 3 montre la répartition de la densité des 29 essences secondaires étudiées dans l'échelle de qualification. 6 essences ivoiriennes de

référence y sont également représentées. Il est à remarquer que 62 % de ces espèces se situent dans les classes de forte densité (bois lourds et très lourds).

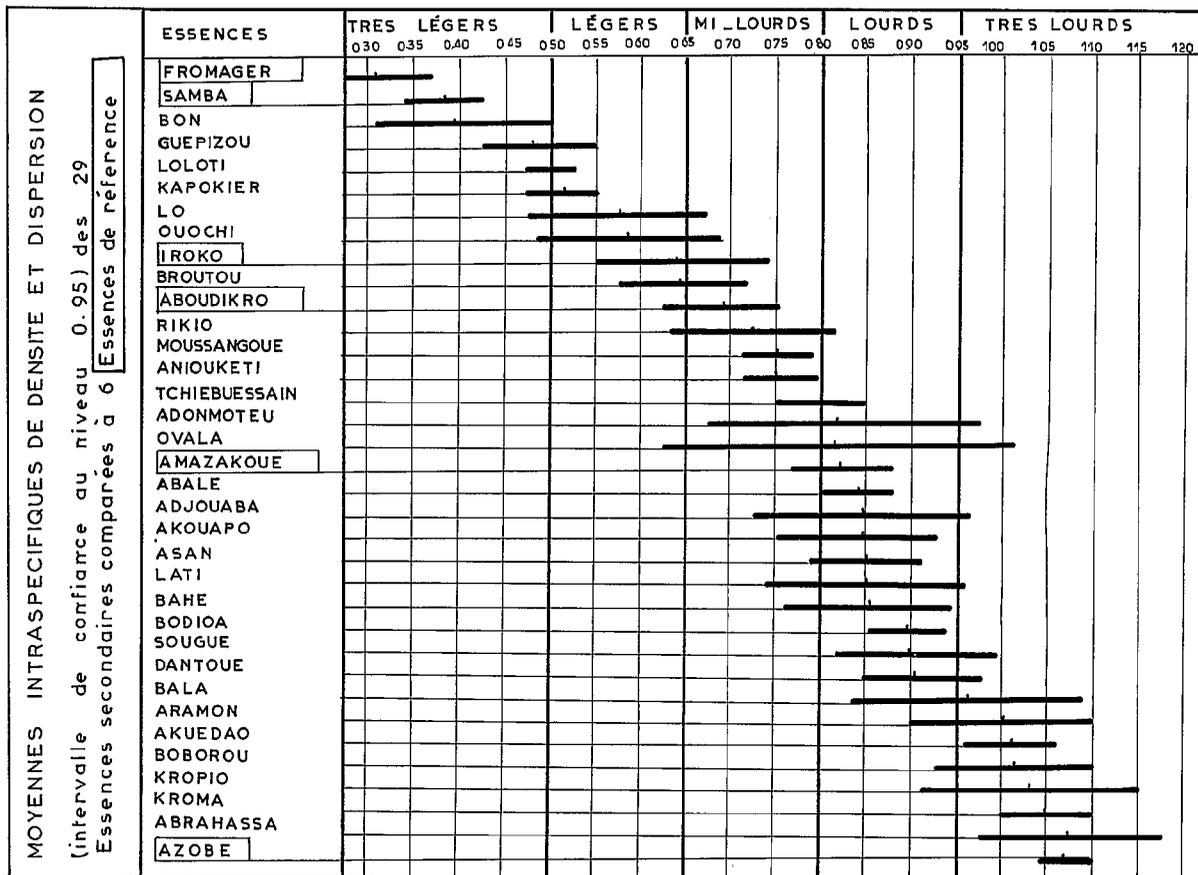


Figure 3

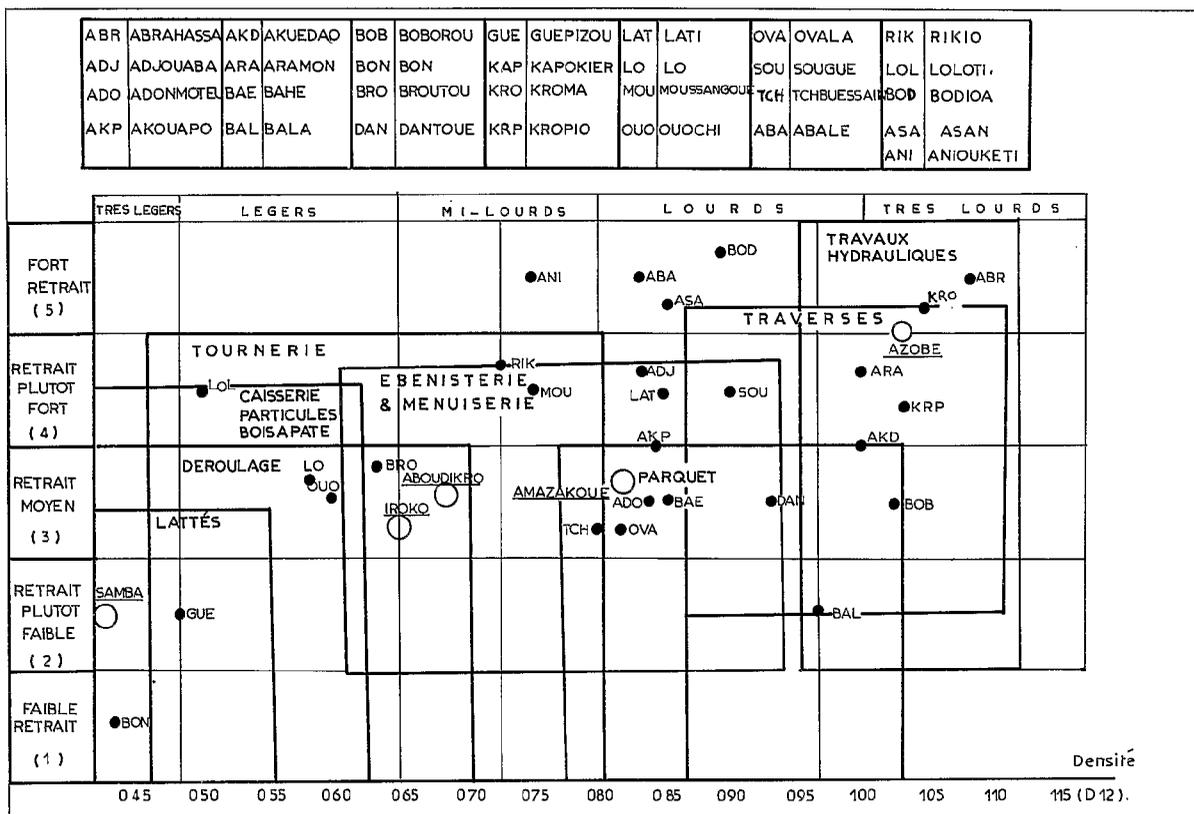


FIG. 4. — Représentation schématique des utilisations potentielles des 29 essences secondaires ivoiriennes en fonction de la densité et de la classe de rétractibilité.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les données obtenues concernant la densité permettent un classement de ces essences secondaires selon le système de groupement en utilisations potentielles.

A partir de ce groupement, on peut tenter de définir avec plus de précisions les utilisations potentielles en tenant compte de plusieurs caractéristiques de certains emplois telles que :

— Caractéristiques de la bille (cylindricité, cannelure, rectitude).

— Caractéristiques anatomiques : diamètre des vaisseaux = grain ; dimension des rayons = maillure ; présence de silice = abrasivité ; direction du fil = fil et contrefil.

— Caractéristiques physiques ; retrait et rapport T/R = comportement du séchage et risque de déformations.

On peut ainsi prévoir de façon relativement précise un certain nombre d'utilisations industrielles intéressantes pour ces essences secondaires depuis les emplois en placages (déroulage, tranchage) jusqu'aux utilisations lourdes en extérieur (traverses, charpentes, travaux hydrauliques) en passant par les emplois courants de menuiserie, ébénisterie, parquets.

La figure 4 classe les 29 essences secondaires étudiées (DURAND, 1983) en groupes d'utilisations en fonction de la densité et du retrait. On remarque que pour certains usages tels que charpente, caisserie, panneaux de particules, travaux hydrauliques, intérieur de contreplaqués, traverses, qui ne demandent pas de tenir compte de caractéristiques esthétiques, une telle étude peut servir de base à un groupement d'essences secondaires. Ceci est d'autant plus intéressant que certaines de ces essences peuvent ne pas présenter un potentiel exploitable suffisant sur le plan industriel.

C'est dans une optique semblable qu'un groupement d'essences a été étudié pour le séchage artificiel des essences secondaires en mélange (DURAND, 1981).

CONCLUSION

Il est bien certain que les conclusions émises concernant les utilisations industrielles de ces essences ne peuvent être définitives de par la méthodologie même adoptée.

vent être définitives de par la méthodologie même adoptée.

Des essais technologiques plus complets devront être entrepris sur certaines essences présentant un intérêt commercial réel, notamment : des essais mécaniques

(bois de charpente), des essais d'usinage (déroulage, franchage), des essais de préservation (traverses, menuiserie extérieure).

LES ESSENCES DE REBOISEMENT

Parallèlement à la valorisation des essences secondaires, un effort de reboisement est entrepris. Des essences à longue révolution telles que le Teck ont été plantées dès 1929 mais la tendance actuelle est de reboiser principalement avec des essences à croissance rapide (objectif annuel à atteindre = 10.000 hectares). Lorsque l'on aborde le problème de reforestation, deux questions clés se posent obligatoirement :

1) Quelle est la technologie optimale à adopter pour mettre en valeur de façon rationnelle les arbres provenant des plantations anciennes mises en place à une

époque où l'amélioration génétique était encore embryonnaire ?

2) L'objectif prioritaire à atteindre étant de maîtriser la production de bois d'œuvre en quantité et en qualité, quelle est la méthodologie qui permet de prendre en considération les critères technologiques dans les travaux d'amélioration ?

Les recherches du C.T.F.T. en matière de bois de plantation sont menées dans ce sens pour tenter de répondre à ces deux questions : Technologie du bois provenant des plantations anciennes et étude de la qualité technologique du bois des plantations futures.

TECHNOLOGIE DU BOIS DES PLANTATIONS ANCIENNES

Le Teck (*Tectona grandis*) et le Gmelina (*Gmelina arborea*) ont été introduits en Côte-d'Ivoire depuis 1929 et se trouvent donc en âge d'exploitabilité. Des essais technologiques sur ces deux essences ont été entrepris depuis plusieurs années, principalement sur les produits d'éclaircie, pour permettre d'orienter l'exploitation prochaine de ces plantations.

Le Teck a parallèlement fait l'objet d'essais de tranchage : certaines billes ont fourni un bois foncé agréablement de veines noires, très apprécié par les industriels pour la fabrication de panneaux décoratifs (DURAND, (C) 1983).

Teck.

Les résultats d'essais physiques et mécaniques figurant en annexe 5 montrent que le Teck des plantations de Côte-d'Ivoire présente des caractéristiques très satisfaisantes en comparaison avec celui d'Asie. Il semble légèrement plus lourd et plus résistant, surtout plus résilient (DURAND (C) 1983). Des essais complémentaires sont en cours pour confirmer cette observation.

Le diamètre moyen des arbres des plus vieilles plantations de Teck étant relativement faible (46 cm), des essais de sciage ont été effectués pour étudier le rendement en petits débits (ébénisterie et frises) en fonction du diamètre et de la conformation de la bille : (ESPINET, 1980 ; DURAND (C) 1981 ; SITBON, 1981). Les résultats mentionnés dans le tableau 3 sont exprimés en choix avisés « export » (1^{er} et 2^e lot) et « local » (3^e lot) (C.T.F.T., 1979). Les rendements en frises sont bons. Deux problèmes se rencontrent fréquemment : la présence de nœuds malsains ou non adhérents, et la forme des billes, à cannelures souvent prononcées. Pour l'utilisation en massif, des essais ont été menés en ébénisterie, en parquets et lambris. Les résultats sont positifs sur le plan technique, mis à part le problème de l'élimination de l'aubier qui doit faire l'objet d'une étude économique de rentabilité.

Gmelina.

Les caractéristiques physiques et mécaniques figurent en annexe 5. Le bois, léger et à faible retrait, présente des propriétés mécaniques avantageuses pour certaines utilisations en massif. C'est la raison pour laquelle des essais de rendement sciage ont été entrepris sur des billes provenant de plantations d'âges différents (Tableau 4). GASNIER, 1981 ; YAMKE, 1983). Les résultats sont moyens, et plusieurs raisons peuvent être avancées : défilement du fût important, contrefil souvent prononcé, nœuds non adhérents et pourritures internes dus à des blessures d'élagage mal résorbées. Il serait cependant imprudent d'extrapoler ces résultats, les essais n'ayant porté que sur 2 parcelles.

En éliminant les parties altérées par ces défauts, des fabrications expérimentales de meubles légers ont été entreprises avec succès : usinage sans difficultés et finition satisfaisante. L'utilisation en charpente légère (hangar et bâtiment à vocation rurale) a été également essayée (DURAND, (C) 1983). Il faut signaler à ce sujet la légère tendance à fendre au clouage.

La vocation première du Gmelina en Côte-d'Ivoire, mise à part l'utilisation en pâte à papier, devait être la fabrication d'allumettes (DOUAY, 1957). Des plantations privées appartenant à une société de fabrication d'allumettes étant en âge d'exploitabilité, des essais ont été entrepris en usine à Abidjan (DURAND, (C) 1983).

TABLEAU 3

RENDEMENT SCIAGE DU TECK EN FONCTION DES CHOIX AVIVÉS (NORMES IVOIRIENNES),
DE L'ÂGE ET DE L'ORIGINE DE LA PLANTATION.

Plantation (année)	Ø moyen billons (cm)	Epaisseur sciage (mm)	Export		Lot 3	Rendement Total (%)
			Lot 1 (%)	Lot 2 (%)		
BAMORO (1929) (1)	46 n = 75	19	12.8	14.5	10.8	38.2
		27				
		35	27.3			
BAMORO (1940) (1)	26.4 n = 14	16	8.9	7.1	3.1	19.1
		19				
		22	16.0			
SEGUIE (1969) (1)	24 n = 28	19	13.4	10.4	10.2	34.0
		22				
		27	33.8			
KOKONDEKRO plantation villageoise (1980)	43.7 n = 2	22	22.6	10.3	4.0	36.9
		27				
			32.9			
KASUMBARGA plantation villageoise (1930) (2)	31.2 n = 10	16	15.4	16.7	14.7	46.8
		22				
		27	32.1			

(1) Produits d'éclaircies, (2) choisi pour belle conformation.

TABLEAU 4

RENDEMENT SCIAGE DU GMÉLINA EN FONCTION DES CHOIX AVIVÉS (NORMES IVOIRIENNES),
DE L'ORIGINE ET DE L'ÂGE DE LA PLANTATION.

Plantation (année)	Ø moyen billons (cm)	Epaisseur sciages (mm)	Export		Lot 3	Rendement Total (%)
			Lot 1 (%)	Lot 2 (%)		
BAMORO 48	35.8 n = 12	19	5.8	13.3	10.1	29.2
		22				
			19.1			
BAMORO 53	33.7 n = 12	19	4.3	6.8	13.7	24.8
		22				
			11.1			
ANGUEDOU 71	35.9 n = 23	19	3.8	5.6	9.1	18.5
		27				
		40	9.4			

Les billons déroulés provenaient de plantations où avaient été pratiquées des opérations d'élagage artificiel. Le placage obtenu était exempt de nœuds. Cependant, l'utilisation pour les fourreaux de boîtes d'allumettes s'est avérée impossible en raison du fil tors. La fabrication des tiges n'est pas non plus envisageable avec les Gmelina provenant de ces plantations, toujours en raison de l'irrégularité très marquée du fil, malgré la bonne aptitude de ce bois à l'imprégnation de paraffine.

Par ailleurs, des essais de déroulage ont été réalisés en vue de la fabrication de contreplaqué. Les résultats ne sont que médiocres ; le fil tors et la présence de nœuds nécessitant l'opération de pastillage, de même que l'aspect terne et les discolorations par taches ne permettent d'envisager qu'une utilisation en âmes ou panneaux de qualité standard (DURAND, (C) 1983).

En ce qui concerne le tranchage, les essais ont été plus intéressants ; du fait même de la présence de con-

treuil, certains placages tranchés ont montré des moirures de bel aspect. Mais la présence de nœuds malsains et de traces d'élagage limite fortement le rendement, et du fait de la concurrence actuelle des placages tranchés en bois blancs ou blonds (KOTO, EYONG, LIMBA...), son utilisation en tranchage est possible mais pas à envisager dans l'immédiat (DURAND, (C) 1983). Les défauts qui viennent d'être énumérés pour le Teck et le Gmelina sont principalement de deux origines distinctes ; sylvicole (nœuds) et génétique (contre-fil, branchaison, forme).

TECHNOLOGIE DU BOIS DES PLANTATIONS FUTURES

L'objectif principal à atteindre est la maîtrise de la production de bois d'œuvre en qualité et en quantité. Cela est possible en utilisant pour les plantations futures du matériel végétal amélioré (semences, variétés multiclones) obtenu en respectant une stratégie d'amélioration où doit intervenir de façon primordiale le facteur technologie du bois.

Stratégie générale d'amélioration et intégration de critères technologiques de sélection.

On se demande parfois s'il est rentable d'introduire un ou plusieurs critères technologiques dans les opérations d'amélioration des essences forestières, en avançant l'argument selon lequel les industries ont toujours la possibilité de s'adapter aux qualités du bois qui leur est fourni. S'il est certes vrai que l'on ne peut pas prédire quel sera dans 25-30 ans l'impact de la densité du bois sur la mise en œuvre industrielle, on sait en tout état de cause que l'uniformité et l'homogénéité de la qualité technologique seront requises (ZOBEL, KELLISON, 1973). Outre la densité qui détermine dans une certaine mesure les qualités mécaniques, d'autres caractéristiques peuvent être prioritaires pour certaines essences

Ces observations tirées des essais sur bois de plantations anciennes donnent des renseignements précieux car ils permettent d'apporter des corrections sensibles pour les plantations futures. Si le premier aspect peut être efficacement corrigé par des traitements sylvicoles appropriés (élagage, éclaircies, écartement), l'aspect génétique doit auparavant faire l'objet d'études précises suivant une stratégie devant déboucher sur la sélection, selon des critères non seulement de vigueur, de forme et aussi technologiques, de matériel végétal performant destiné aux plantations futures.

plantées en Côte-d'Ivoire (DURAND, (d) 1983) ; angle du fil du bois (*Gmelina arborea*) contraintes de croissance (*Terminalia superba*, *Cedrela odorata*), longueur des fibres (*Pinus caribaea*, *P. oocarpa*), branchaison et nœuds (Pins tropicaux, Teck, Gmelina, *Terminalia sp.*), rétractibilité (*Cedrela odorata*).

Des méthodes de mesure non destructives, rapides et fiables, directes ou indirectes, ont été mises au point au C.T.F.T. pour la densité et le retrait (DURAND, 1979) ou sont en cours d'étude (contre-fil, longueur de fibres, module d'élasticité, contraintes de croissance) sur la base de travaux réalisés dans divers instituts de recherches français (MARIAUX, 1981 ; POLGE et THIERCELIN, 1979 ; BUCUR, 1981). Grâce à ces outils d'investigation, on peut intégrer quelques critères technologiques dans les opérations d'amélioration d'essences forestières menées en Côte-d'Ivoire.

Cette intégration de la qualité du bois s'effectue par étapes successives que l'on peut résumer de la façon suivante :

PHASE 1 : Etude de la variabilité intraspécifique (en aire naturelle et/ou en plantations forestières) : c'est la

TABLEAU 5

Variabilité intra-arbre et intra-parcelle de *Terminalia ivorensis*. Moyennes et coefficient de variation (entre parenthèses) de la densité basale (DB) (g/dm³) et du retrait linéaire (IG et RD) (%) pour 3 stations de Côte-d'Ivoire, A, B, C = Sous-carottes : proche de la moelle (partie juvénile), partie médiane, et proche de l'écorce. Il existe une différence significative entre les zones A et C pour la densité et le retrait. L'homogénéité entre parcelles du seuil de 0,95 est symbolisée par un trait.

	Station	KOUIN 51	YAPO 44	BANCO 36
Densité basale	DBA	326,6 (11,4 %)	313,8 (14,4 %)	356,4 (12 %)
	DBB	378,7 (7,2 %)	376,1 (12,2 %)	395,9 (11,3 %)
	DBC	442,9 (7,6 %)	462,8 (8,7 %)	469,7 (9,7 %)
		411,9 (7,3 %)	404,3 (9,8 %)	432,7 (9,9 %)
Retrait	TGA	2,22 (30,6 %)	3,66 (23,3 %)	3,16 (22,7 %)
	TGB	3,30 (14,6 %)	4,50 (18,9 %)	3,35 (16,1 %)
	TGC	4,11 (15,1 %)	4,97 (13,9 %)	3,83 (15,7 %)
	RDA	1,95 (26,2 %)	2,72 (10,6 %)	2,53 (28,5 %)
	RDB	2,16 (14,4 %)	2,91 (24,3 %)	2,15 (22,1 %)
	RDC	2,66 (26,3 %)	3,35 (7,1 %)	2,58 (15,3 %)

phase préliminaire qui permet d'obtenir des collections de pools génétiques pouvant servir à la sélection individuelle par exemple. Les premiers résultats obtenus concernent *Terminalia ivorensis* (DURAND, 1979, 1983-b, Tableau 5). D'autres résultats préliminaires ont été obtenus pour *Gmelina arborea* (chiffres non encore publiés).

PHASE 2 : Essais de provenances : Quelques critères technologiques (densité basale, retrait, longueur de fibres) sont quelquefois étudiés dans les essais comparatifs de provenances, mais les résultats acquis sont rarement pris en compte dans la sélection de provenances. Seuls, les critères de croissance et de vigueur, pour des sites bien précis, sont bien souvent retenus. Le C.T.F.T. a étudié la densité dans des essais de provenances concernant les Pins tropicaux (DURAND, 1980) ; on démontre que dans ce cas précis, la variabilité intra-provenance est plus forte que la variabilité interprovenance, et la sélection sur la densité à ce niveau n'est donc pas performante. Une étude a également été entreprise dans les mêmes conditions sur *Terminalia superba* (Essai provenances 1969). (Tableau 6).

PHASE 3 : sélection phénotypique initiale d'arbres-plus : contrairement à ce qui se passe en forêt naturelle où les effets du milieu ont généralement une grande influence et où, de toute façon, l'observation des phénotypes dans ces conditions ne contribue guère à l'évaluation du génotype, en plantation forestière, milieu contrôlé, les individus expriment mieux leurs qualités, du point de vue de la production industrielle de bois d'œuvre et, de ce fait, l'expression de leur phénotype révèle dans une certaine mesure leur potentialité génétique. C'est donc dans ces conditions que la sélection phénotypique permet d'espérer des gains génotypiques significatifs. Et ce d'autant plus que les critères technologiques étudiés sont héréditaires (tels que la densité).

TABLEAU 6

Analyse de variance de la densité moyenne pondérée de carottes prélevées sur *Terminalia superba* dans un essai comparatif de provenances, 2 mesures par blocs, 2 blocs par provenance, 13 provenances (Côte-d'Ivoire, Gabon, Cameroun, Sierra Leone, Congo, Centrafrique).

(Plantation : MOPRI - 1969)

(NS) = non significatif.

Source de variation	d.d.l.	SCE	CM	F
Blocs	1	190,7	190,7	0,096 (NS)
Provenances	12	11.953,2	996,1	0,502 (NS)
Interaction	12	23.776,4	1.981,4	1,49 (NS)
Résidu	26	34.457,3	1.325,3	
Total	51	70.377,6		

Les travaux préliminaires ont été entrepris dans ce sens avec *Triplochiton scleroxylon* (Tableau 7). L'objectif de ces travaux n'était pas tant d'arriver à une véritable sélection que de créer un outil de sélection : cotation rapide et fiable de critères de vigueur (diamètre, hauteur), de forme (cylindricité, branchaison) et technologiques (densité).

Les arbres-plus sélectionnés sont clonés. Ce clonage se fait actuellement par bouturage pour quelques espèces à croissance rapide (ultérieurement par greffage pour d'autres essences) dans le but de constituer des banques de clones ou des vergers à graines de clones.

LA PHASE 4 de la stratégie que nous avons adoptée consistera dans un proche avenir, à évaluer, dans le cadre de tests clonaux et de tests de descendance, plusieurs éléments d'information indispensables :

a) Corrélations génétiques entre critères (évaluation du gain potentiel en fonction de la sélection multicritère).

b) Héritabilité des critères technologiques (transmission des caractères des arbres parents à leur descendance).

c) Liasons ortet-ramet (estimation de l'efficacité du programme d'amélioration par voie végétative). Il ne faut pas oublier que la priorité actuelle en Côte-d'Ivoire est d'obtenir rapidement du matériel amélioré performant, ce qui n'est pas envisageable par voie sexuée.

d) Corrélations juvénile-adulte et leur variation en fonction des facteurs génétiques et environnementaux, des critères technologiques retenus (efficacité de la sélection précoce).

TABLEAU 7

Variabilité intra-arbre de la densité basale (cf. Fig. 5)

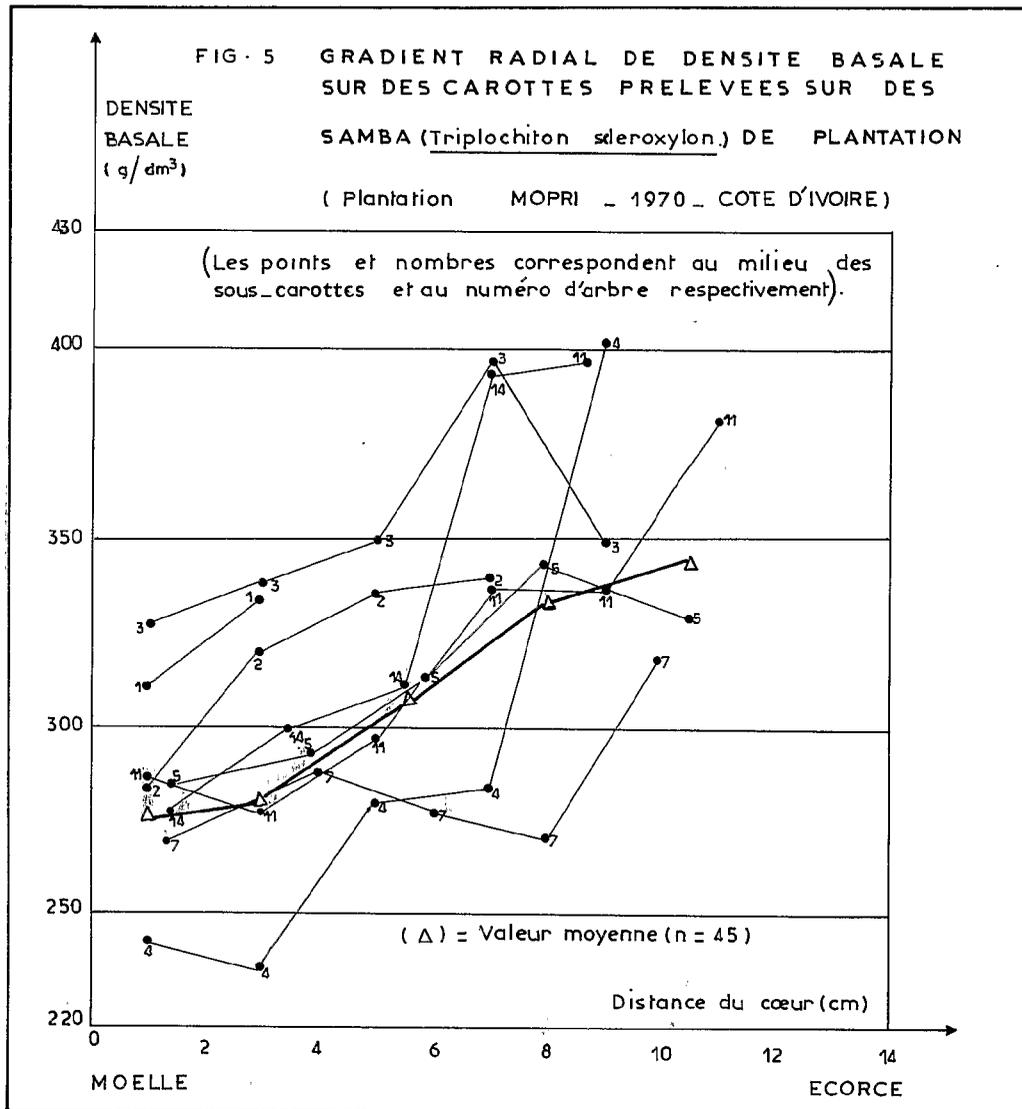
Sous-carottes	Proche de la moelle	2°	Médiane	Avant-dernière	Proche de l'écorce
Moyenne DB (g/dm ³)	276,7	277,7	307,1	334,1	342,8
n	45	35	41	35	45
CV (%)	13,3	11,3	13,2	11,7	22,8
Variabilité intra-parcelle (= variabilité individuelle).					
Circonférence moyenne à 1,30 m = 86,3 cm sur écorce. CV = 17,3 %, n = 44. Densité moyenne pondérée : DMP = 372,2 g/dm ³ . CV = 9,1 %.					

Variabilité intra-arbre et individuelle de la densité basale de carottes prélevées sur *Triplochiton scleroxylon*. Plantation MOPRI 70 avant sélection phénotypique.

ESSAIS TECHNOLOGIQUES SUR LES PINS TROPICAUX ET NOUVELLES ORIENTATIONS

Le C.T.F.T. a entrepris dès 1965 des essais d'introduction de Pins tropicaux en Côte-d'Ivoire (De NEEF, 1969) avec pour principal objectif les reboisements

papetiers. Il s'est avéré que les Pins des Caraïbes (*Pinus caribaea* et *P. oocarpa*) étaient les espèces les plus intéressantes, non seulement sur le plan sylvicole



mais aussi du point de vue papétier (production, caractéristiques papétières). Or, le projet papétier de SAN PEDRO étant suspendu, l'opportunité nous a été offerte d'étudier les caractéristiques technologiques de ces deux essences, avec une optique d'utilisation en bois d'œuvre. Ces essais exploratoires étaient nécessaires : il n'est en effet pas possible d'extrapoler les qualités technologiques connues de ces espèces dans leur aire naturelle aux bois de plantation, du fait des fortes variations signalées (LAMB, 1973) et de plus, peu d'informations précises sont disponibles à l'heure actuelle sur les potentialités technologiques de ces pins tropicaux de plantation (CHUDNOFF, 1980). Tous les résultats ne sont pas encore publiés, mais on peut résumer ceux obtenus lors des essais technologiques exploratoires effectués sur des Pins plantés en 1967 en Côte-d'Ivoire (DURAND (d) 1983).

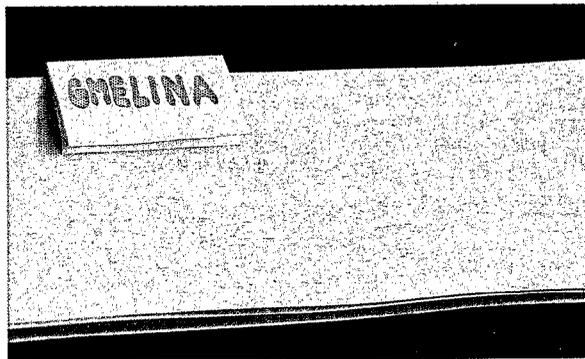
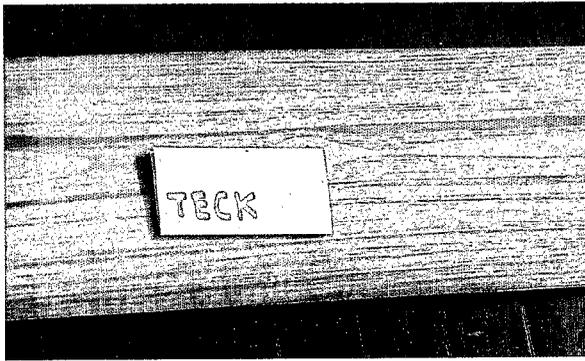
USINAGE : Sciage = Pas de difficulté. Déroulage :

en 7/10 et 20/10 mm : présence de nœuds non adhérents et parfois malsains surtout sur *P. caribaea* ; contrefil occasionnel et fil légèrement tors sur certaines billes. **Tranchage** : bons résultats surtout avec *P. oocarpa*. **Rabotage** = aucun problème. **Collage, assemblage** : aucun problème.

Finition : excellente.

Séchage : En massif, le séchage ne pose pas de problème majeur à part quelques fentes et déformations chez *P. caribaea*. **En placage** : déformation à craindre avec *P. caribaea* en raison de l'inclinaison du fil pour certaines billes.

Préservation : grumes fraîchement abattues et sciages verts sensibles au bleuissement, mais pas aux Scolytiidae. Un traitement approprié a démontré qu'il était possible d'éviter cette discoloration. Pas de problème avec les placages à condition que les billes soient saines ou traitées.



Utilisation industrielle potentielle : EN BOIS MASSIF, quelques meubles et objets ont été fabriqués pour tester l'usinage, la finition et les assemblages. L'aspect du

De haut en bas :

- Placage tranché de teck provenant de la plantation de Bamoro 1939 : exemple de tranchage sur dosse.
- Placage tranché de Gmelina provenant de la plantation de Yapo 1968 (noter l'aspect moiré du placage).

bois blond peut favoriser la promotion de ces deux essences sur le marché du meuble et de l'ébénisterie.

EN PLACAGES, des contreplaqués 5 plis ont été fabriqués en usine avec succès. Les nœuds ont été supprimés sur les faces par pastillage sans problème. En outre, ces deux espèces de Pins ont été essayées en usine avec succès pour la fabrication de tiges d'allumettes. (Bonne résistance à la flexion, bonne imprégnation de la paraffine, couleur claire). En revanche, seul *P. oocarpa* s'est montré apte à la fabrication de fourreaux de boîtes d'allumettes. En placages tranchés, *P. oocarpa* semble présenter plus d'avenir que *P. caribaea*, en raison de son aspect blond rosé, aux figures intéressantes dues au fil légèrement ondulé.

Ces essais sont donc très encourageants et l'utilisation en bois d'œuvre pourrait être envisagée pour plusieurs raisons :

- Relative résistance aux feux de brousse en Basse Côte-d'Ivoire, qui en 1983 ont causé d'énormes ravages dans les plantations de *Terminalia* et de *Cedrela* (13.000 hectares touchés).
- Productivité très intéressante.
- Rotation relativement courte.

Des recherches sylvicoles et d'amélioration génétique orientées jusqu'à présent vers une utilisation papetière devraient être parallèlement entreprises.

CONCLUSION

Les recherches technologiques réalisées sur les bois de plantation ont pour objectif de contribuer à la production d'un matériel végétal sélectionné et performant qui pourrait être utilisé dans les reboisements industriels. Elles ont également pour but de prévoir à moyen terme quels seront les moyens technologiques à mettre en œuvre pour valoriser de façon rationnelle les produits d'éclaircie et les bois de petits diamètres.

La valorisation rationnelle des essences secondaires ne peut se concevoir qu'avec une série d'essais semi-industriels effectués, d'après les résultats obtenus lors des études préliminaires exposées précédemment, en relation étroite avec les industriels.

— Simultanément, des travaux de normalisation (spécification, label de qualité) doivent être menés, de manière à compléter l'action de promotion commerciale. Dans ces conditions, on devrait favoriser le déve-

loppement en Côte-d'Ivoire d'une industrie du bois de seconde transformation.

Avec les essences provenant des plantations anciennes où aucune intervention d'amélioration génétique n'a été apportée, il devrait en être de même : essais de transformation (usinage, lamellation, placages et panneautage) à mener simultanément avec un vaste programme d'information auprès des industriels qui, en Côte-d'Ivoire font habituellement preuve d'une certaine méfiance à l'égard des bois de plantation.

En ce qui concerne les essences des reboisements futurs, il est indispensable de parvenir à produire, dans un avenir relativement proche, du matériel végétal amélioré, performant du point de vue de la production sylvicole et sur le plan technologique, de manière à maîtriser la production de bois d'œuvre, en quantité et en qualité, en fonction des besoins. C'est dans cette voie que s'orientent les recherches en technologie du bois en Côte-d'Ivoire.

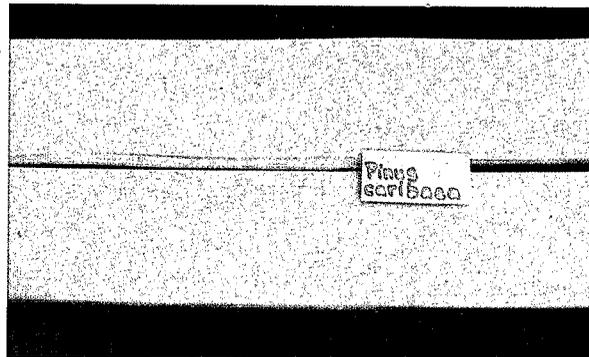
De haut en bas :

— Placage tranché de *Pinus oocarpa* (Plantation de l'Anguédédou 1967). Noter l'aspect ondulé du placage.

— Placage tranché de *Pinus caribaea* (Plantation de l'Anguédédou 1967) : tranchage sur dosse.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ESSENCES SECONDAIRES

- BOLZO, E., KEATING, W. G., 1972. — African timbers : the properties, uses and characteristics of 700 species. Div. Build. Res., CSIRO, Melbourne.
- CAILLIEZ F., GUÉNEAU, P., 1972. — Analyse en composants principales des propriétés technologiques des bois malgaches. Cahiers Scientif. n° 2. C.T.F.T., Nogent.
- DURAND, P. Y., 1981. — An approach to the grouping of 50 timbers from Ivory Coast in temperature and drying-gradient schedules. Vol. paper Div. 5 IUFRO, Kyoto, Japon.
- DURAND, P. Y., 1983. — Estimation des potentialités technologiques d'une essence par mesure de sa densité, de son retrait et par examen macroscopique. Application à 29 essences secondaires ivoiriennes. C.T.F.T., Abidjan (Côte-d'Ivoire).
- HOHEISEL, H., 1972. — Programme para la planificación y realizacion de ensayos de propiedades físicas y mecanicas de la madera. Institute National de tecnologia y normalizacion-Asuncion-Paraguay.
- KAUMAN, W. G., ODDONE, O. G., 1971. — Evaluation of tropical species in Paraguay — in : Properties and utilizations of tropical wood-Symp. IUFRO-Hamburg.
- KAUMAN, W. G., KLOOT, N. H., 1968. — Technological appraisal of little-known or unused timber species. 9th Commonwealth Forest-Conf.
- KOLLMANN, F. P., COTÉ, W. A., 1968. — Principles of wood Science and technology. Vol. 1. Springer Verlag. N.Y.
- NOACK, D., 1971. — Evaluation of properties of tropical timbers — in : Properties and utilization of tropical wood-Symp. IUFRO-Hamburg.
- PANSHIN, A. S., DE ZEEUW, C., 1970. — Text book of wood technology. Vol. 1. M.C. Graw Hill-Ny.
- PEARSON, R. G., WILLIAMS, E. J., 1958. — A review of methods for sampling of timber. Forest Prod. Journ. Vol. 8 n° 9, 263-268.
- ESSENCES DE REBOISEMENT.
- BOULET-GERCOURT, M., 1977. — Monographie du *Gmelina arborea*. Bois et Forêts des Tropiques n° 172.
- BUCUR, V., 1981. — Détermination du module de Young du bois par une méthode dynamique sur carotte de sondage. Ann. Sci. For. 38 (2) 283-298.
- CHUDNOFF, M., 1979. — Tropical timbers of world. U.S. For. Prod. Lab. Madison. U.S.D.A., 831 p.
- C.T.F.T., 1979. — Sciages avivés tropicaux africains. Règles de classement. Nogent-sur-Marne.
- DE NEEF, P., 1979. — Quatre années d'essais d'introduction de Pins en Basse-Côte-d'Ivoire. C.T.F.T. Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- DOUAY, J., 1957. — Bois d'allumettes : à la recherche d'essences nouvelles. Bois et Forêts des Tropiques n° 52.
- DURAND, P. Y., 1979. — Etude de la qualité du Framiré de plantation (Yapo 1944 et Kouin 1951). C.T.F.T. Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- DURAND, P. Y., 1980. — Variation des propriétés technologiques et papetières de quelques pins tropicaux de plantation. IUFRO Symposium Sao Paulo-Brésil.



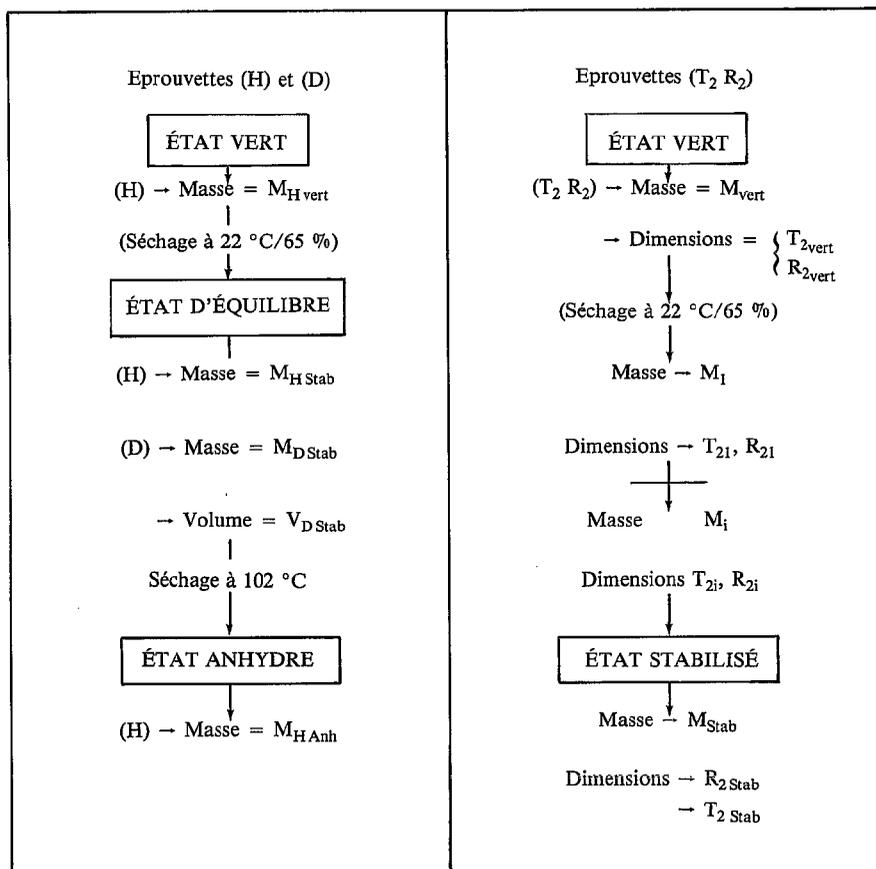
- DURAND, P. Y., 1981 (a). — Etude du sciage de Teck provenant de la plantation villageoise de Kasumbarga. C.T.F.T. Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- (b). — Etude de la qualité du bois de Framiré de plantation : variabilité intraspécifique et intra-arbre. C.T.F.T. Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- DURAND, P. Y., 1983 (c). — Premiers essais semi-industriels de mise en œuvre des tecks et Gmelina de Côte-d'Ivoire (en cours de publication). C.T.F.T. Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- (d). — Premiers essais de mise en œuvre de *Pinus caribaea* et *P. oocarpa* en bois massif et en placages (en cours de publication). C.T.F.T. Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- ESPINET, B., 1980. — Etude du sciage du Teck. Règles de classement des sciages et évaluation rendement matière. C.T.F.T. Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- GASNIER, J. L., 1981. — Etude du sciage du *Gmelina arborea* plantation de Bamoro 1948 et 53. C.T.F.T. Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- LAMB, A. F., 1973. — *Pinus caribaea*, vol. 1. C F I Oxford.
- MARIAUX, A., 1981. — Growth stresses measured on standing trees in relation with fine structure in *Eperua sp.* in French Guyana. C.T.F.T. Nogent-sur-Marne.
- POLGE, H., THIÉRCÉLIN, F., 1979. — Growth stress appraisal through increment core measurements-Wood Science 12 (2) 86-92.
- YAMKÉ, F., 1983. — Sciage de 23 billons de *Gmelina arborea*. Plantation Anguédédou 1971. C.T.F.T., Côte-d'Ivoire, Abidjan.
- ZOBEL, B. J., KELLISON, R. C., 1973. — Should wood be included in a pine tree improvement programme ? in : Selection and breeding to improve some tropical conifers. CFI/Dept. For. Queensland Australia-15th. IUFRO. Gainesville, U.S.A. (4-12).

ANNEXE 1 : Liste des 30 essences secondaires les plus abondantes de Côte-d'Ivoire, par ordre décroissant de leur potentiel

Rang (Code)	Noms Vernaculaires	Noms scientifiques	Nombre d'essais (Côte-d'Ivoire)
1 (18)	Lo	<i>Parkia bicolor</i>	1
2 (24)	Abale	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	5
3 (25)	Rikio	<i>Uapaca sp.</i>	4
4 (15)	Kroma	<i>Klaineana gabonensis</i>	1
5 (22)	Sougue	<i>Parinari excelsa</i>	1
6 (16)	Kropio	<i>Dialium aubrevillei</i>	0
7 (03)	Adonmoteu	<i>Anthonota fragans</i>	2
8 (08)	Bala	<i>Chidlovia sanguiea</i>	0
9 (04)	Akouapo	<i>Sacoglottis gabonensis</i>	1
10 (26)	Longui (1)	<i>Gambeya africana</i>	4
11 (13)	Guepizou	<i>Calpocalyx aubrevillei</i>	0
12 (23)	Tchiebuessain	<i>Xylia evansii</i>	3
13 (14)	Kapokier	<i>Bombax buonopozense</i>	0
14 (06)	Aramon	<i>Parinari glabra</i>	1
15 (10)	Bon	<i>Cordia platythyrsa</i>	0
16 (20)	Ouochi	<i>Albizia zygic</i>	1
17 (27)	Loloti	<i>Lannea welwitschii</i>	7
18 (21)	Ovala	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	2
19 (17)	Lati	<i>Amphimas pterocarpoides</i>	3
20 (28)	Bodioa	<i>Anopyxis klaineana</i>	4
21 (09)	Boborou	<i>Irvingia gabunensis</i>	1
22 (29)	Asam	<i>Celtis zenkeri</i>	4
23 (12)	Dantoue	<i>Oldfieldia africana</i>	0
24 (11)	Broutou	<i>Didelotia idae</i>	3
25 (30)	Aniouketi	<i>Pachypodanthium staudtii</i>	4
26 (07)	Bahe	<i>Fagara macrophylla</i>	2
27 (05)	Akuedao	<i>Afrosersalisia afzelii</i>	1
28 (01)	Abrahassa	<i>Ochtocosmus africanus</i>	0
29 (02)	Adjouaba	<i>Dacryodes klaineana</i>	3

(1) LONGHI : Le nom réel de *Gambeya africana* est AKATIO. Cette essence est actuellement considérée comme « Principale » dans ce pays, et de ce fait n'a pas été prise en compte dans la présente étude.

ANNEXE 2 : Mode opératoire pour les mesures de densité et de rétractibilité linéaire.



ANNEXE 3 : Qualifications utilisées pour évaluer la densité et le retrait

Densité D 12	Qualification
Inférieure à 0,50	Très léger
de 0,50 à 0,65	Léger
de 0,65 à 0,80	Mi-lourds
de 0,80 à 1,00	Lourd
Supérieur à 1,00	Très lourd

Système de qualification AFNOR pour la densité à 12 % d'humidité.

Tangentiel	Radial	Qualification	T/R	Risques de déformation
0 -2,5	0 -1,0	Faible	Sup. à 2,3	Elevé
2,6-4,0	1,1-2,0	Plutôt faible	1,9-2,3	Plutôt élevé
4,1-5,5	2,1-3,0	Moyen	1,8-1,9	Moyen
5,6-7,0	3,1-4,0	Plutôt élevé	1,7-1,8	Plutôt faible
Sup. à 7,1	Sup. 4,1	Elevé	Moins de 1,7	Faible

Système de qualification pour les retraits linéaires et les risques de déformation (T/R) (d'après BOLZA, KEATING, 1972)

ANNEXE 4 : Densité (Moyenne par espèce, coefficient de variation et intervalle de confiance au niveau 0,95) et retraits linéaires selon la Norme ASTM (excepté pour les 6 dernières essences (1) selon les Normes AFNOR) avec le rapport T/R caractérisant les risques de déformation

Espèces	D12	CV %	Intervalle confiance	T %	R %	Qualif.	T/R
Abrahassa	1,08	7,8	0,12	8,2	4,7	Elevé	1,8
Adjouaba	0,83	11,4	0,13	6,9	4,4	Plutôt élevé	1,6
Adonmoteu	0,81	15,2	0,17	5,2	3,4	Moyen	1,6
Akouapo	0,83	7,0	0,08	5,9	3,4	Moyen	1,9
Akuedao	1,01	3,9	0,05	6,2	3,9	Moyen	1,6
Aramon	1,00	8,3	0,12	7,1	3,7	Plutôt élevé	2,0
Bahe	0,85	7,4	0,09	5,3	3,8	Moyen	1,4
Bala	0,96	9,5	0,13	4,0	2,2	Plutôt faible	1,8
Boborou	1,02	7,2	0,10	5,3	3,8	Moyen	1,4
Bon	0,39	22,4	0,12	2,6	1,7	Faible	1,6
Broutou	0,64	6,7	0,06	5,9	2,7	Moyen	2,1
Dantoue	0,92	5,2	0,07	5,5	3,3	Moyen	1,7
Guepizou	0,48	11,0	0,07	3,6	2,0	Plutôt faible	1,8
Kapokier	0,52	4,5	0,03	4,3	1,8	Moyen	2,1
Kroma	1,05	4,1	0,06	7,5	4,7	Elevé	1,6
Kropio	1,04	9,4	0,13	5,7	3,5	Plutôt élevé	1,7
Lati	0,85	9,3	0,11	6,0	3,4	Plutôt élevé	1,8
Lo	0,58	12,6	0,10	4,5	2,8	Moyen	1,6
Moussangoue	0,75	3,5	0,04	6,8	2,7	Plutôt élevé	2,6
Oouchi	0,59	12,8	0,10	4,3	2,7	Moyen	1,8
Avala	0,81	21,8	0,24	4,7	2,9	Moyen	1,7
Sougue	0,90	7,3	0,09	6,3	3,1	Plutôt élevé	2,1
Tchiebuessain	0,80	4,7	0,08	4,1	2,0	Moyen	2,0
Abale (1)	0,83	2,9	0,03	9,6	4,7	Elevé	2,0
Rikio (1)	0,72	7,7	0,08	9,5	5,4	Elevé	1,8
Loloti (1)	0,50	4,1	0,02	6,9	3,9	Plutôt élevé	2,1
Bodioa (1)	0,89	3,1	0,04	11,5	6,6	Elevé	1,8
Asan (1)	0,85	4,2	0,06	7,9	5,0	Elevé	1,6
Aniouketi (1)	0,75	4,1	0,04	9,8	9,8	Elevé	2,1

ANNEXE 5 : Caractéristiques physiques et mécaniques (Normes AFNOR) de *Tectona grandis* et *Gmelina arborea* plantés en Côte-d'Ivoire. Comparaisons avec d'autres origines

	(2)	D12 (CV)	B % (CV)	V % (CV)	F12 (CV)	C12 (CV)	E (CV)	K/D12 (CV)
<i>Tect</i> (5 essais)	(1)	0,65 (0,7 %)	8,2 (8,8)	0,35 (16,3 %)	1.429 (9,2 %)	534 (12,3 %)	133.000 (22,2 %)	0,82 (16,7 %)
Thaïland	(1)	0,62	6,8	0,21	1.040	509	80.000	0,42
Birmanie	(1)	0,53	8,8	0,41	1.419	525	123.000	0,52
Indonésie	(1)	0,69	6,1	0,20	1.322	597	94.000	0,55
<i>Gmelina</i> (3 essais)	(1)	0,48 (5,9 %)	9,2 (4,9 %)	0,49 (17,4 %)	899 (14,9 %)	293 (21,4 %)	85.000 (8,2 %)	0,80 (31,2 %)
Inde	(3)	0,49	—	—	—	—	—	—
Birmanie	(3)	0,40	—	—	—	—	—	—
Malaisie	(3)	0,48 to 0.51	—	—	—	—	—	—

(1) Source : Essais C.T.F.T. N° 09307, 25972, 09306.

(2) D12 = Densité à 12 % ; B % = Rétractibilité volumétrique totale ;

V % = Coefficient de rétractibilité volumétrique (Nervosité) ;

F12 = Résistance à la rupture en flexion statique (Kg/cm²) ;

C12 = Résistance à la rupture en compression axiale (Kg/cm²) ;

K/D2 = Cote de flexion dynamique (Résilience) ; CV = Coef. de Var.

(3) BOULET-GERCOURT (1977).

COMMUNIQUÉ

L'ASSOCIATION INTERNATIONALE POUR L'OPTIMISATION DES PLANTES, organise du

2 au 8 SEPTEMBRE 1984, à MONTPELLIER

LE VI^e COLLOQUE INTERNATIONAL POUR L'OPTIMISATION
DE LA NUTRITION DES PLANTES

« Mieux nourrir les plantes pour que les hommes vivent mieux »

Les thèmes scientifiques en seront :

- L'alimentation minérale dans le fonctionnement de la plante ;
- L'acquisition, le traitement, l'exploitation des informations sur le train nutritionnel des populations végétales ;
- Le bilan et les perspectives de l'optimisation de la nutrition des plantes en milieux réels (sylvicoles, agricoles, pastoraux).

Colloque AIENS — G.E.R.D.A.T.

B.P. 4035

34032 MONTPELLIER CEDEX — FRANCE.