



Photo P. Bouisset.

Pinus caribaea var. *hondurensis* — Provenance n° 23 de l'essai comparatif de provenances n° 733, plantation âgée de 5 ans 1/2 (6 saisons des pluies).

EXPÉRIMENTATION SUR LES ESPÈCES PAPETIÈRES DANS LA RÉGION D'ÉDÉA

par F. WENCELIUS

Directeur du Centre Technique
Forestier Tropical de Côte-d'Ivoire

SUMMARY

EXPERIMENTS ON PULPING WOOD SPECIES IN THE EDEA REGION

The supply of wood for the Cellulam paper pulp plant will initially be assured by harvesting the natural forest. As this harvesting proceeds, it will be necessary to establish industrial replacement plantations, resorting to fast-growing papermaking species for this purpose.

The United Republic of Cameroun has therefore oriented its forestry research in the direction of a better knowledge of the optimal plant stock to be used and the possibility of obtaining it in situ (seeds and clones) so as to grow it on an industrial scale. Cost studies have also been carried out. Trials have been conducted at the Mangombe station.

In order to define the plant stock more satisfactorily, a selection of species was made, based on their silvicultural aptitudes and their pulping characteristics. Only the former criteria are dealt with in this article. After specific selection, comparative tests of provenance were set up. An initial selection of « + trees » was made in 1976 in a plot of *Eucalyptus deglupta*.

The techniques of production of seedlings, their preparation, the preparation of the ground, and the choice of density of plantation were studied for the different species selected, and then the costs of these operations were evaluated.

These trials revealed that at the present time two short-fibre species of average to good pulping quality can be adopted definitively: *Gmelina arborea* and *Eucalyptus urophylla*. *Eucalyptus deglupta* and *Didymopanax morototoni* are to be the subject of other experiments. Among long-fibre species *Pinus caribaea* var. *hondurensis* ranks first, and *Pinus oocarpa* seems very promising.

RESUMEN

EXPERIMENTACIONES ACERCA DE LAS ESPECIES PARA FABRICACION DE PAPEL EN LA REGION DE EDEA

El aprovisionamiento en maderas de la planta de pasta de papel CELLUCAM se obtendrá, durante una etapa preliminar, por explotación del bosque natural.

A medida que se vaya efectuando esta explotación, será preciso emprender plantaciones industriales de sustitución, recurriendo para ello a especies de madera para fabricación de papel, de crecimiento rápido.

La República Unida del Camerún ha orientado sus investigaciones forestales hacia un conocimiento más profundo del material vegetal óptimo que cabe utilizar y, asimismo, hacia la posibilidad de obtener en el país (semillas y clones) para su multiplicación industrial. También se han llevado a cabo diversos estudios de precios de costo. Los ensayos se han desarrollado en la estación de Magombe.

Con objeto de definir del mejor modo posible el material vegetal, se ha procedido a una selección de las especies, fundada en sus aptitudes silvícolas y sus características en el aspecto de la producción de papel. Únicamente se da cuenta en este artículo de los primeros criterios indicados. Tras la selección específica, se ha procedido a ensayos comparativos de procedencias diversas. Una selección preliminar de « árboles + » se ha practicado ya en 1976, en una parcela plantada con Eucalyptus deglupta.

Se ha procedido, por consiguiente, a la evaluación de las técnicas de producción de plantas, de su preparación, de la preparación del terreno, de la opción de la densidad de plantación, y ello por estudio de las distintas especies seleccionadas.

Tales ensayos han permitido hacer resaltar que, actualmente, se pueden adoptar dos especies de fibras cortas de calidad media a buena calidad considerando su utilización específica: Gmelina arborea y Eucalyptus urophylla. Se procederá a otras experimentaciones con Eucalyptus deglupta y Didymopanax morototoni. Entre las especies de fibras largas, Pinus caribaea var. hondurensis ocupa el primer lugar y, por su parte, Pinus oocarpa parece ser sumamente prometedor.

NDLR. — Nous tenons à remercier tout particulièrement la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique du Cameroun qui a bien voulu autoriser la publication de cet article qu'elle présente aussi dans sa revue Sciences et Techniques, Volume 2, n° 2.

INTRODUCTION

La cellulose du Cameroun (CELLUCAM) a construit à Edéa une usine de pâte à papier dont la capacité initiale sera d'environ 125.000 t de pâte par an.

L'approvisionnement de cette usine sera assuré, dans un premier temps, par l'exploitation de la forêt naturelle, sur un périmètre d'environ 100.000 ha, dont le potentiel (volume, caractéristiques papetières) est connu grâce aux études menées antérieurement par le Centre Technique Forestier Tropical (C. T. F. T.).

Le remplacement de la forêt naturelle doit être réalisé, dès son exploitation, par des plantations industrielles d'espèces papetières à croissance rapide; ce programme de plantation devrait donc démarrer très prochainement, de façon progressive, pour atteindre un régime de croisière correspondant à la mise en place annuelle de 2.000 à 2.500 ha.

La réalisation de ce programme suppose que soient acquises :

— La connaissance du matériel végétal optimal à utiliser et la possibilité de l'obtenir sur place

(graines et clones) pour le multiplier industriellement ;

— La connaissance des techniques et du coût de mise en œuvre de ce matériel végétal au niveau de plantations industrielles.

La recherche forestière de la République Unie du Cameroun confiée, après l'indépendance, au C. T. F. T. puis prise en charge par l'ONAREST à partir de 1975, s'est consacrée à l'acquisition de ces connaissances sur la station de la Mangombe mise en place en 1964 à proximité immédiate de l'emplacement futur de l'usine.

Il s'agit, ici, de faire le point sur les résultats obtenus entre cette date et la fin de l'année 1978.

Au cours de cette période, les expérimentations ont été dirigées jusqu'en 1975 par A. SCHIRLÉ, Directeur du C. T. F. T. du Cameroun, et J. ROUSSEL, son adjoint, puis, à partir de 1976, par F. WENZELIUS, Chef du Programme « Forêt Littorale », avec le bienveillant appui de M. A. M. MAIMO, Chef du Centre des Recherches Forestières de l'I. R. A. F. qui a su, dans des conditions financières difficiles, assurer à la station de la Mangombe les moyens nécessaires à la poursuite des activités entreprises.

Les activités de terrain ont été dirigées successivement par MM. BAMBA, OWONA et BONI, Chefs de

station, et animées, depuis la création de la station de la Mangombe, par M. MABIANA, Chef de chantier.

MILIEU

La station de la Mangombe est située à une dizaine de km au Nord-Est de la ville d'Edéa, elle n'est qu'à quelques km de l'emplacement de l'usine de Cellucam.

Elle est au cœur de « la forêt à *Lophira alata* de la zone littorale Camerounaise » décrite de façon très complète par R. LETOUZEY (1); les caractéristiques de ce milieu ne sont rappelées ici que très brièvement.

Topographie : le relief général est celui d'une plaine basse dont l'altitude s'élève de 10 à 40 m de l'Est vers l'Ouest; la station de la Mangombe est sensiblement à la même altitude que la ville d'Edéa (30 m); elle se présente sous la forme d'un plateau de pénéplation dont le faible relief, n'apparaissant qu'en creux, est dû à l'érosion des cours d'eau qui provoque en outre une différenciation pédologique.

Géologie et pédologie : formés sur des terrains sédimentaires (du Pléistocène au Crétacé supérieur), les sols de la zone sont soit « sableux ou sablo-argileux plus ou moins lessivés, avec un horizon faible d'accumulation argileuse ou ferrugineuse en profondeur, et un horizon superficiel, légèrement humifère » (1), soit « grossiers, caillouteux, très ferrugineux » (1).

Les sols de la station de la Mangombe se divisent en trois types bien distincts (4) :

— sols beiges, très argileux, profonds, lessivés, sans éléments grossiers sur le plateau;

— sols gravillonnaires à gravillons latéritiques ou quartz, parfois blocs de roche décomposée, sur les pentes reliant le plateau au cours d'eau;

— sols hydromorphes souvent gravillonnaires et toujours très hydromorphes ou même constamment inondés dans l'axe et au voisinage immédiat des cours d'eau.

Les sols beiges couvrent 64 % de la surface de la station et sont les seuls aptes à l'implantation d'essais; les sols gravillonnaires couvrent 26 % de cette surface et les sols hydromorphes 10 %; ces deux derniers types sont à éliminer pour les plantations expérimentales.

Climat : la pluviométrie est caractéristique d'un régime « équatorial pseudotropical » ne comportant pratiquement qu'une seule saison des pluies avec un léger ralentissement des précipitations au cours du mois de juillet, la plus grande part de ces précipitations intervenant au cours de la deuxième partie de la saison des pluies.

Les caractéristiques climatologiques moyennes de la station sont représentées par les données du tableau suivant, relatives à Edéa.

Végétation : la « Forêt à Bongossi » a la physiologie caractéristique des forêts « ombrophiles »; les essences les plus fréquentes sont les suivantes :

- *Lophira alata*,
- *Saccoglottis gabonensis*,
- *Cynometra hankei*,
- *Coula edulis*.

La forêt environnant la station de la Mangombe a un potentiel papetier particulièrement élevé puisque l'inventaire réalisé par le C. T. F. T. a montré que le volume papetier y était supérieur à 300 m³/ha.

CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES DE LA RÉGION D'EDEA

Caractéristiques	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	Moyenne
Pluviométrie (mm) (Normale 56 ans)	40,8	59,8	148,1	228,6	271,8	245,9	232,4	337,8	467,3	372,0	153,5	38,4	2.596,4	—
Nombre de jours de pluie (Normale 56 ans)	5	7	8	21	21	25	24	30	29	22	10	3	205	—
Humidité relative (%):														
— Moyenne (19 ans)	71	78	80	80	81	84	87	89	86	83	82	81	—	81,8
— Maximum (19 ans)	97	97	97	97	97	97	97	98	98	98	97	98	—	97,3
— Minimum (19 ans)	61	59	62	62	65	71	77	79	74	68	66	64	—	67,3

DÉFINITION DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Sous ce titre ne seront évoquées que les expérimentations visant à définir, au sens strict, le matériel végétal le mieux adapté aux conditions de la station de la Mangombe; ces expérimentations (sélection spécifique puis sélection intraspécifique au niveau des populations) ne constituent que la première phase d'un programme normal d'amélioration d'essences forestières.

La deuxième phase (sélection intraspécifique au niveau des individus, tests d'hérédité, mise au point des techniques de multiplication végétative), visant à produire sur place ce matériel végétal le plus performant possible, ne fait que commencer et n'a, pour l'instant, que peu de chances de se développer.

SÉLECTION SPÉCIFIQUE

Les critères de cette sélection sont, d'une part, les aptitudes sylvicoles (comportement et croissance en peuplement, résistance aux parasites et aux prédateurs) et, d'autre part, les caractéristiques papetières (densité anhydre, longueur de fibres, etc...).

Seuls les premiers critères seront pris ici en considération; les seconds n'interviendront qu'avec

la productivité en volume pour servir de base finale au choix des espèces, en nombre très réduit, qui pourraient intervenir dans des plantations industrielles.

Croissance.

Le tableau N° 1 donne la liste des espèces à vocation papetière expérimentées sur la Station de

TABLEAU N° 1

Espèce	Origine	Date des essais	Croissance			Conclusions
			Age Années	Ø cm	G m ² /ha	
Résineux :						
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Honduras	65, 66, 71, 72, 73, 75, 77	13	18,4	32,3	A retenir
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	Bahamas	72	5	10,2	5,0	A rejeter
<i>Pinus elliottii</i>	U. S. A.	65, 66, 71	11	15,3	5,5	—
<i>Pinus kesiya</i> syn. <i>insularis</i>	Philippines	(68)	—	—	—	—
<i>Pinus merkusii</i>	Viet Nam	66	12	3	3	—
<i>Pinus oocarpa</i>	Guatemala	73, 77	6	14,9	24,4	A retenir
Feuillus :						
Eucalyptus						
<i>Eucalyptus alba</i>	Australie	74	4	7,3	1,9	A. rejeter
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	—	68	3	—	—	—
<i>Eucalyptus citriodora</i>	—	68	3	—	—	—
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Congo	68, 70, 72	7	13,9	15,0	A retenir
<i>Eucalyptus grandis</i>	Cameroun	70	4	—	—	A rejeter
<i>Eucalyptus platyphylla</i>	Congo	74	4	11,6	7,1	A confirmer
<i>Eucalyptus saligna</i>	Cameroun	68	3	—	—	A rejeter
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	Papouasie	72	5	8,6	3,0	—
<i>Eucalyptus 12 ABL</i>	Congo	72	4	7,6	4,0	—
<i>Eucalyptus torrelliana</i>	Australie	72	5	13,6	3,5	—
<i>Eucalyptus urophylla</i>	Indonésie	73, 74, 77	5	13,0	23,2	A retenir
Feuillus Divers :						
<i>Acacia mangium</i>	Sabah	(78)	—	—	—	?
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	Hawaï	73	4	9,4	7,6	A confirmer
<i>Ailanthus malabaricum</i>	Inde	66	11 *	25,4	5,9	A rejeter
<i>Albizia falcata</i>	Malaisie	66	4	—	—	—
<i>Anthocephalus cadamba</i>	Philippines	68, 76	9	16,5	9,7	A confirmer
<i>Aucoumea klaineana</i>	Gabon	65, 67, 69	8	15,2	10,4	A retenir
<i>Didymopanax morototoni</i>	Amazonie	72, 73, 78	6	22,3	17,8	A retenir
<i>Gmelina arborea</i>	Côte-d'Ivoire	66, 68, 70, 77, 78	10	13,3	34,5	—
<i>Maesopsis eminii</i>	Ouganda	66	11 *	15,0	1,4	A rejeter
<i>Newtonia leucocarpa</i>	Gabon	66	11	14,2	7,8	—
<i>Terminalia mantaly</i>	Madagascar	72	5	6,5	1,6	—
Bambous :						
<i>Bambusa arundinacea</i>	Inde	66, 74	—	—	—	A confirmer
<i>Bambusa vulgaris</i>	Cameroun	69	—	—	—	—



Photo P. Bouisset.

Eucalyptus deglupta — Parcelle n° 7204 : plantation « mécanisée » âgée de 6 ans 1/2 (7 saisons des pluies).

la Mamgombe ; les caractéristiques de la croissance sont celles de la parcelle, lorsqu'il y en a plusieurs, la plus performante parmi les plus âgées, plantées à une densité compatible avec l'objectif papetier ; l'astérisque indique que l'essence concernée n'a été plantée qu'à une densité de 125 tiges/ha (méthode des « grands layons ») ; les parenthèses autour de la date de l'essai indiquent que l'espèce n'intervient qu'avec un petit nombre des pieds dans un arboretum ; l'absence de données sur le diamètre moyen (\emptyset) et la surface terrière (G) signifie que la majorité des plants ont disparu à l'âge indiqué.

Les conclusions données par ce tableau sont basées sur la surface terrière qui, pour les espèces « à retenir » (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus oocarpa*, *Eucalyptus deglupta*, *Eucalyptus urophylla*, *Didymopanax morototoni* et *Gmelina arborea*), a un accroissement annuel supérieur à 2 m²/ha et, en moyenne, de l'ordre de 4 m²/ha sauf pour les suivantes à propos desquelles il convient de préciser :

Les données concernant *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sont une nette sous-estimation des performances que cette espèce aura normalement

à l'âge indiqué : ces données proviennent de la parcelle la plus ancienne (652) qui a subi les inévitables aléas des premières installations (difficultés de mycorhization, première plantation sur buttes de plants trop petits, regarnis effectués jusqu'à 5 ans après, attaques de pourridié) ; certaines parcelles plus récentes installées dans des bonnes conditions, ont couramment à 5 ans une surface terrière supérieure à 20 m²/ha.

Les résultats « décevants » d'*Eucalyptus deglupta* sont également dus à des difficultés de première installation et aussi, vraisemblablement, à une question de Provenance.

Didymopanax morototoni a été mis en place à raison de 500 pieds/ha ; cette faible densité explique la faiblesse de la surface terrière compensée par de bonnes performances individuelles.

La croissance en diamètre ne peut être utilisée ici comme critère de classification des espèces puisque la densité de plantation varie, de l'une à l'autre, de 500 pieds/ha, déjà évoquée, à 2.222 pieds/ha (*Eucalyptus urophylla*, 1973).

Les espèces « à confirmer » ont un accroissement annuel de la surface terrière inférieur à 2 m²/ha ; avant de se faire une opinion à leur propos il faudra

attendre qu'elles vieillissent (*Eucalyptus platyphylla* et *Acrocarpus fraxinifolius*) ou qu'elles aient fait leur preuve avec une densité de plantation plus forte que celle dont elles ont fait l'objet (*Aucoumea klaineana* planté « semi-industriellement » à 625 tiges/ha et *Anthocephalus cadamba* planté, par la méthode du recrû, à 500 tiges/ha).

Les deux espèces de Bambous, expérimentées en plantation de grande surface, se comportent bien ; leur choix pour de futures plantations industrielles dépend de l'intérêt porté par Cellucam aux caractéristiques papetières de ces espèces ainsi que d'une juste appréciation des coûts d'exploitation qui, pour *Bambusa arundinacea* en particulier, risquent d'être élevés.

Les espèces « à rejeter » sont de deux sortes :

Celles qui, mises en place dans des conditions compatibles avec l'objectif papetier, ne se sont pas adaptées à la station ; cette mauvaise adaptation se traduit soit par la mort plus ou moins rapide des plants mis en place (*Albizia falcata*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*), soit par une croissance médiocre affectant l'ensemble du peuplement (*Pinus caribaea* var. *bahamensis*, *Pinus merkusii*, *Eucalyptus alba*, *E. tereticornis*, *Eucalyptus 12 ABL*, *Eucalyptus torélliana*, *Newtonia leucocarpa* et *Terminalia mantaly*), soit, enfin, par une très

mauvaise reprise ne laissant sur pied que quelques individus dont les performances sont parfois acceptables (*Pinus elliottii*).

Celles qui ont été mises en place uniquement par la méthode des grands layons (125 tiges/ha) qui interdit toute conclusion sur le plan papetier, c'est-à-dire *Maesopsis eminii* et *Ailanthus malbricum* ; seule cette dernière espèce mériterait éventuellement d'être essayée à nouveau, ses performances au niveau de l'individu étant assez bonnes (plus de 2 cm/an sur le diamètre).

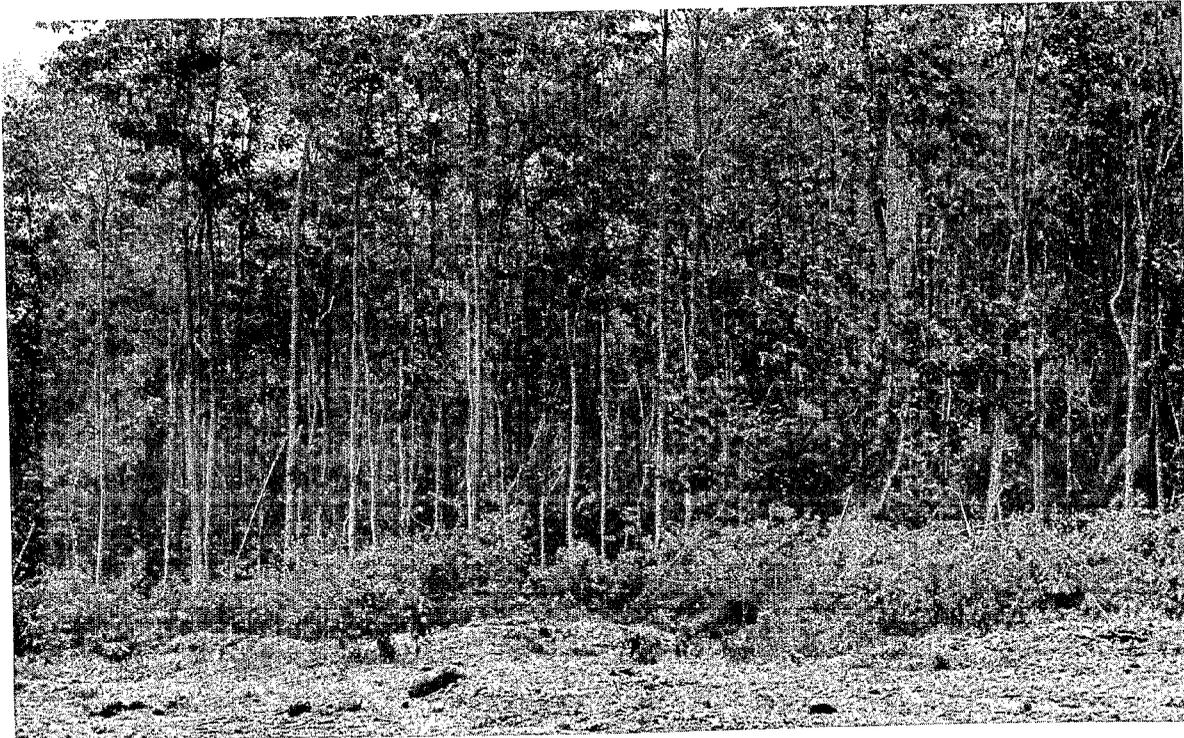
Vulnérabilité.

La station de la Mangombe est très remarquable par les difficultés d'ordre phytosanitaire qu'elle pose au reboiseur ; toutes sortes d'agents pathogènes et de déprédateurs se sont manifestés, au gré des années, depuis sa création :

En pépinière, champignons responsables des fontes de semis (*Pinus* sp. et *Eucalyptus deglupta*), gastéropodes défoliateurs (*Eucalyptus* sp., *Gmelina arborea*), chenilles défoliatrices (*Gmelina arborea*) et mineuses de bourgeon (*Anthocephalus cadamba*), Psylles (*Aucoumea klaineana*), insectes coupeurs de tiges (*Pinus* sp.), grenouilles et rongeurs dévoreurs de graines (*Pinus* sp. et *Gmelina arborea*). Ces attaques et déprédations, qu'il ne faut pas sous-

Gmelina arborea — Plantations « mécanisées » réalisées en 1970, âgées de 8 ans 11/2 (9 saisons des pluies). Vue générale depuis le bord de la nouvelle route CELLUCAM.

Photo P. Bouisset.



Gmelina arborea — Même parcelle que sur la photographie précédente — Ici, détail d'une bande au contact de l'andain.

Photo P. Bouisset.

estimer, peuvent être évitées par de simples mesures de protection des installations de la pépinière ; seul *Aucoumea klaineana* est justiciable d'un traitement insecticide régulier (Kilvai) ainsi que peut-être *Anthocephalus cadamba*.

En plantation, champignons responsables de pourridié (Armillaire sur *Pinus* sp., *Eucalyptus deglupta*, *Gmelina arborea*), Gastéropodes défoliateurs (*Anthocephalus cadamba*), Psylles (*Aucoumea klaineana*), chenilles et cerambycides foreurs de tiges (*Anthocephalus cadamba*), rongeurs coupeurs de tiges (*Didymopanax morototoni*). Parmi ces attaques, la plus dangereuse semble être le pourridié dont, quelle que soit l'espèce, l'infestation est maximale 5 à 6 ans après la plantation ; le pourridié a surtout été virulent dans les parcelles préparées par la méthode du « recrû » et ne semble avoir qu'une extension très limitée dans les parcelles « semi-industrielles » dont la préparation, par abattage mécanisé de la forêt, ressemble le plus à ce que sera la préparation du terrain après exploitation papetière de la forêt naturelle.

SÉLECTION INTRASPÉCIFIQUE

Une fois acquise cette première approche de la sélection spécifique, la première étape, pour améliorer l'adaptation au milieu donné et par conséquent les performances de l'espèce choisie, consiste à sélectionner au premier niveau possible de variabilité génétique, c'est-à-dire celui des populations, par le biais de plantations comparatives de provenances.

Cette première étape, qui est la plus simple dans son principe si elle ne l'est pas autant dans sa réalisation est celle qui donne le plus facilement des gains génétiques certains.

Les essais comparatifs de provenances, à proprement parler, ont commencé sur la station de la Mangombe en 1973 : ils ont concerné principalement *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus oocarpa*, *Eucalyptus urophylla* et *Gmelina arborea*.

Ces essais sont encore trop jeunes pour permettre d'en tirer des conclusions définitives ; pour certaines espèces, cependant, une première sélection de provenances peut être faite ; le résultat des analyses statistiques (Analyse de la variance et Test de Tukey-Hartley pour la comparaison des moyennes) est donné au niveau de la ligne R. A. des paragraphes consacrés aux performances.



Pinus sp.

Le premier essai, où diverses provenances de *Pinus* sp. ont été plantées dans le but d'être comparées l'une à l'autre, remonte à 1972 ; les graines étaient alors fournies par des marchands de graines (VERSEPUY, TIMMERS et LEYER) ne donnant souvent sur les provenances que des informations assez vagues.

Les deux essais comparatifs de provenances, faisant intervenir des graines d'origine précisément connues dans des dispositifs statistiques, ont été mis en place en 1973 et en 1977 ; les graines ont été fournies par le Commonwealth Forestry Institute (C. F. I.) à l'exception de la provenance N° CRF : 1 de l'essai de 1977 qui a été fournie par TIMMERS et LEYER.

ESSAI 1972.

— Provenances.

Cet essai fait intervenir 5 provenances de *Pinus*

caribaea var. *hondurensis*, 1 provenance de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, et 1 provenance de *Pinus oocarpa* la plupart de ces provenances n'ont malheureusement pu être mises en place que sous la forme de 1 ou 2 lignes d'environ 40 plants ; la liste donnée ci-dessous ne concerne que les provenances représentées par un nombre suffisant de plants.

N° CRF	Pays d'origine	Région
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>		
09/70	Nicaragua	Porto Cabezas
14/71	Belize	?
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>		
11/70	Bahamas	Stafford Creek

— Performance — 5 ans.

● Surface Terrière (exprimée en m²/ha)

N° CRF	9/70	14/71	11/70
G	17,9	9,7	5,0

— Conclusion.

Cet essai permet simplement de ne plus porter d'intérêt à *Pinus caribaea* var. *bahamensis* et de retenir éventuellement la provenance « Porto Cabezas » du Nicaragua.

ESSAI 1973.

— Provenances.

N° CRF	Pays d'origine	Région	Altitude m	Pluviométrie mm/an
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>				
16	Nicaragua	Río Coco	70	2.800
17	—	Alimacamba	25	2.900
18	Honduras	Potosi	650	1.200
19	Belize	Santos	80	2.000
20	Honduras	Briones	600	1.000
21	Cuba	Batey	—	—
22	Honduras	Culmi	550	1.500
23	—	Brus	10	2.800
24	—	Guanaja	75	2.300
25	Guatemala	Poptun	500	1.700
27	Bahamas	Andros	10	1.650
<i>Pinus oocarpa</i>				
26	Guatemala	Pueblo C.	800	1.900

— Dispositif.

Blocs complets randomisés comportant 4 répétitions pour les N° CRF : 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24 et 26, 3 répétitions pour le N° CRF : 27, 2 répétitions pour le N° RCF : 25 et 1 seule parcelle unitaire pour le N° CRF : 20. La parcelle unitaire est constituée de 49 plants plantés à 3 m × 3 m.

Les parcelles unitaires n'étant pas jointives, l'analyse des mensurations et observations n'a porté que sur les 25 plants centraux, pour les provenances répétées 4 fois.

— Performances — 4 ans.

— 4 ans

● Hauteur (exprimée en m)

N° CRF	23	18	20	17	22	26	25	18	24	19	27	21
H	9,4	9,4	(9,4)	9,3	9,0	9,0	(8,7)	8,6	8,4	8,1	(6,3)	5,8
R. A.												

● Surface terrière (exprimée en m²/ha)

N° CRF	18	23	20	22	25	26	17	19	16	24	27	21
G	18,3	18,1	(17,6)	17,1	(16,0)	15,7	15,3	14,9	14,3	13,1	(8,5)	8,3
R. A.												

● Proportion d'arbres ayant un fût droit et une cime régulière et bien développée (exprimée en %)

N° CRF	21	27	20	22	23	18	19	26	16	24	25	17
%	94	(86)	(76)	62	58	54	53	50	40	37	(36)	33
R. A.												

— 6 ans

● Surface terrière (exprimée en m²/ha)

N° CRF	20	18	23	19	26	22	17	16	24	25	21	27
G	(26,5)	26,1	25,7	24,7	24,4	24,0	23,3	21,4	21,1	(20,7)	17,5	(14,1)
R. A.												

— Conclusions (tableau).

Si l'on considère la hauteur moyenne à 4 ans et la surface terrière à 6 ans, par exemple, on ne trouve, pour les différentes provenances de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, aucune relation entre les performances d'une part et l'altitude ou la pluviométrie annuelle de l'autre.

Le groupe de tête, constitué des provenances ne différant pas significativement l'une de l'autre, est assez étendu ; si l'on retient la surface terrière à l'ha mesurée à 6 ans et la proportion d'arbres de belle forme estimée à 4 ans, les provenances « à retenir » sont les suivantes :

République du Honduras (Potosi, Culmi et Brus) et Belize (Santos).

Il convient de remarquer, enfin, que la provenance Guatemala (Pueblo Caído) de *Pinus oocarpa* ne diffère pas significativement des « meilleures » provenances de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

ESSAI 1977.

— Provenances.

N° CRF	Pays d'origine	Région	Altitude m	Pluviométrie mm/an
<i>Pinus oocarpa</i>				
2	Guatemala	El conacaste	550-700	1.900
3	Nicaragua	Yucul	900	1.400
4	Honduras	La Union	800	1.200
5	—	San Juan	1.300	1.300
6	—	Pimientilla	750	1.150
7	Nicaragua	Cerroel Bonete	950	900
8	Belize	Mountain Pine Ridge	700	1.600
9	Guatemala	Mal Paso	1.000	1.800
10	Guatemala	Pinalon	1.350	950
11	Nicaragua	Dipilto	1.100	1.150
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>				
1	Guatemala	Poptun	500	1.700
12	Nicaragua	Alimacamba	25	2.900

— Dispositif.

Blocs complets randomisés comportant 4 répétitions.

La parcelle unitaire est constituée de 25 plants plantés à 3 m × 3 m.

— Performances — 1 an.

• Hauteur (exprimée en m)

N° CRF	8	3	9	1	2	4	12	11	7	5	6	10
H	3,4	3,1	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	1,9	1,8	1,8	1,5
R. A.												

— 1 an

— Conclusions.

L'essai est beaucoup trop jeune pour en tirer de quelconques conclusions, il convient cependant de noter les provenances Nicaragua (Yucul) et Belize (Mountain Pine Ridge) de *Pinus oocarpa* qui dépassent significativement les autres provenances de la même espèce ainsi que les deux provenances de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Eucalyptus urophylla (syn. *decaisneana*).

Le premier essai faisant intervenir diverses provenances de cette espèce date de 1973 ; les graines furent fournies par le Forestry and Timber Bureau d'Australie (F. T. B.).

Le deuxième essai comparatif de provenances a été mis en place en 1977 : les graines furent fournies par le C. T. F. T., à la suite de la récolte de graines qu'il organisa en 1972 et 1973 en Indonésie.

Essai 1973 (1 parcelle/provenance plantée à raison de 2.222 tiges/ha).

— Provenances.

N° CRF	Pays d'origine	Localité	Altitude
03/73	Indonésie (Timor ex-Port.)	Nr. dili	600
04/73	—	Queorema	2.050
05/73	—	Aifelu	1.550
06/73	—	Taco Lulic	800
07/73	—	Mt. Tatamailau	2.450
08/73	—	N. Aileu	1.200
09/73	—	Nr. Dili	1.100
10/73	Indonésie	N° F.T.B. : 9008	400

— Performances — 2 ans.

• Hauteur (exprimée en m)										
N° CRF	10/73	3/73	8/73	9/73	5/73	4/73	6/73	7/73	7/73	
H	7,8	7,1	7,0	6,7	6,5	5,9	4,3	3,9		

• Surface terrière (exprimée en m ² /ha)										
N° CRF	3/73	10/73	8/73	9/73	5/73	6/73	4,73	7,73		
G	23,2	21,5	17,8	16,2	13,5	10,5	5,7	1,1		

— Conclusions.

L'absence de dispositif statistique interdit de conclure de façon rigoureuse, il est cependant

possible d'éliminer définitivement les provenances dont l'altitude est supérieure à 2.000 m et de sélectionner dans un premier temps les provenances F. T. B. N° 9016 (N° CRF 3/73) et F. T. B. N° 9008 (N° CRF 10/73).

ESSAI 1977. — Blocs complets randomisés (4 répétitions, la parcelle unitaire contient 25 plants plantés à 3 m × 3 m).

— Provenances.

N° CTFT	Pays d'origine	Localité	Altitude
18	Indonésie (Timor ex-Port.)	Fatu-Luri	1.400-1.500
19	—	Foho-Hua	1.400
23	—	Manocassa	1.250
24	—	Failebo	1.300
25	—	Fahi-Soi	1.200
28	—	Derohati	1.000
31	—	Munodamar	800
33	—	Betularan	700
39	—	Bessi-Ladou	1.000
40	—	Monte Talabela	1.100
78	Indonésie (Lomblen)	Maluor-Lembata	700-900
80	—	Aper-Galada	500
85	Indonésie (Flores)	Saler-Mte Wuko	900

ESSAI Monoarbre (chaque provenance est représentée par 36 plants mis en place sur le terrain de façon aléatoire, plantés à 3 m × 3 m).

— Provenances.

Cet essai fait intervenir 32 provenances (N° C. T. F. T. : 13, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 25, 26, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 38, 44, 47, 55, 61, 66, 69, 72, 78, 80, 81, 82, 83, 86 et 88) dont 5 (N° C. T. F. T. : 19, 25, 33, 78 et 80) sont communes avec le précédent essai (blocs complets randomisés).

La liste donnée ci-dessous ne concerne que les meilleures provenances particulières au présent essai.

N° CTFT	Pays d'origine	Localité	Altitude
22	Indonésie (Timor ex-Port.)	Fato-Caddi	1.300
27	—	Slaur-Lala	1.200
30	—	Ai-Betoulum	600
38	—	Mai-Mai	900
72	Indonésie (Flores)	Mte-Mandiri	600
81	—	Runga-Lewotobi	500
82	—	Klatanlo	600
83	—	Gunwolong	750
87	—	Paulotok	700
88	—	Oggat-Mte Leon	550

— Performances — 1 an et — 2 ans (a).

— Performances — 1 an et — 2 ans (b).

— 1 an (a)

● Hauteur (exprimée en m)													
N° CTFT	80	78	31	85	40	25	24	28	39	33	23	19	18
H	2,0	2,0	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3
R. A.													

— 2 ans

● Hauteur (exprimée en m)													
N° CTFT	31	78	80	28	40	33	39	24	23	25	19	85	18
H	8,7	8,4	8,2	7,8	7,6	7,4	7,4	7,1	7,0	6,9	6,8	6,8	6,5
R. A.													

— 1 an (b)

● Hauteur (exprimée en m)													
N° CTFT	87	81	82	80	83	78	72	30	26	88	27	38	33
H	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
R. A.													

— 2 ans

● Hauteur (exprimée en m)													
N° CTFT	72	78	81	30	87	83	38	82	26	27	80	88	33
H	7,8	7,8	7,7	7,6	7,6	7,5	7,3	7,3	7,1	7,1	7,1	7,1	7,0
R. A.													

— Conclusions.

Ces essais sont encore trop jeunes pour que l'on puisse en tirer des conclusions définitives ; il est cependant, d'une part, rassurant de constater que les résultats des provenances communes aux deux essais ne divergent pas d'un essai à l'autre (cf. graphique n° 2) et d'autre part, intéressant de remarquer l'influence de l'altitude sur les performances, illustrée par le graphique n° 3 où la hauteur moyenne à 2 ans est donnée en fonction de l'altitude de la provenance pour les 32 provenances de l'Essai Monoarbre.

Les provenances dont l'altitude est inférieure à 1.000 m se comportant donc mieux, au début du moins, que les provenances dont l'altitude est supérieure à 1.000 m ; les provenances dont l'altitude est supérieure à 2.000 m peuvent être définitivement éliminées de la Station de la Mangombe, ce qui rejoint les conclusions de l'essai 1973.

En attendant que vieillisse cet essai, il est possible de

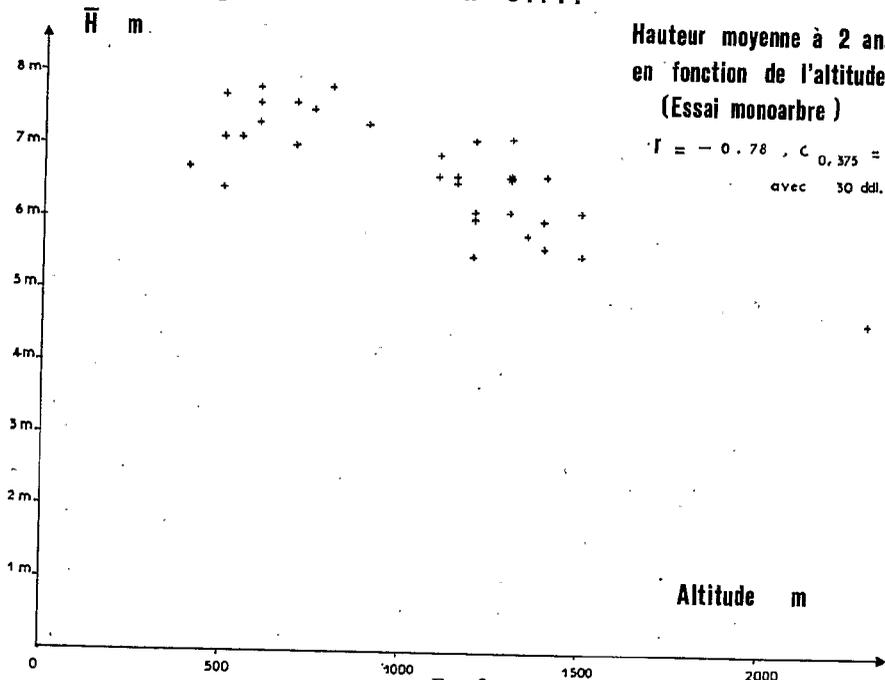
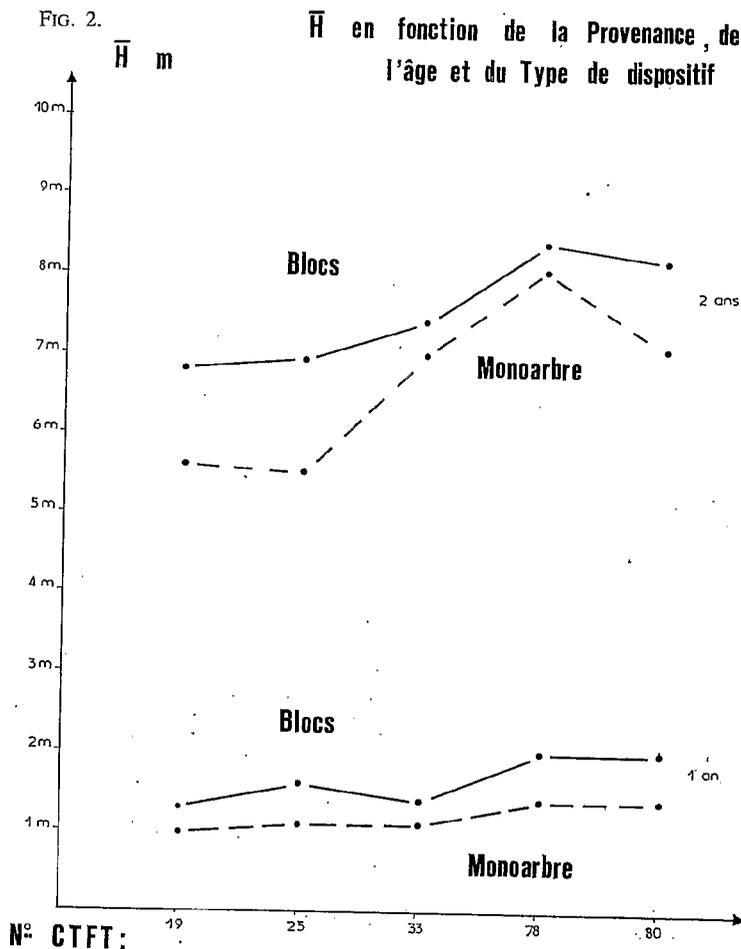


FIG. 3.



retenir de façon provisoire les provenances suivantes : Timor ex-Portugais : N° C. T. F. T. : 26, 27, 30, 31, 33 et 38. Flores : N° C. T. F. T. : 72, 81, 82, 83, 87, 88. Lomblen N° C. T. F. T. : 78 et 80.

Gmelina arborea.

Cette espèce n'a fait l'objet que d'un seul essai comparatif de provenances mis en place en 1978 ; les graines ont été fournies par le Danish F. A. O. Tree Seed Centre.



Eucalyptus urophylla — Plantation comparative de provenances (n° 736) âgée de 5 ans 1/2 (6 saisons des pluies).

Photo P. Bouisset.

dont le N° CRF est 10/78 et 13/78, ont eu une faible germination) répétées 5 fois ; la parcelle unitaire contient 36 plants plantés à 3 m × 3 m.

Essai « Monoarbre » : les 12 provenances reçues sont représentées chacune par 30 plants, la provenance dont le N° CRF 13/78 exceptée qui n'est représentée que par 15 plants.

— Performances.

La plantation n'a eu lieu qu'en juin 1978 ; il est trop tôt pour faire des observations que l'on puisse comparer d'une provenance à l'autre ; seule la reprise à 6 mois a été observée, elle ne diffère pas d'une provenance à l'autre, elle est de 91 %.

CONCLUSION

Un effort notable a donc été fait, sur la station de la Mangombe, au niveau de la sélection spécifique qui porte sur 30 espèces ; cet effort devrait cependant se poursuivre, tout d'abord, vers la mise en place d'une expérimentation ou plantations papières d'espèces locales déjà éprouvées dans les plantations destinées à la production de bois d'œuvre (*Terminalia ivorensis*, *Terminalia superba*, *Pycnanthus angolensis*, etc...) et s'orienter éventuellement vers l'essai d'espèces de la forêt naturelle qui n'ont pas encore été plantées.

Les expérimentations sur les espèces exotiques doivent également se développer en poursuivant l'investigation du genre *Eucalyptus* et l'introduction d'espèces nouvelles, telles que *Acacia mangium* par exemple, qui sont très prometteuses dans des conditions écologiques semblables.

L'effort de sélection intraspécifique au niveau des provenances est récent et, en dehors de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, ne permet que des conclusions très provisoires ; il doit, à l'avenir, mettre l'accent sur *Eucalyptus deglupta*, pour lequel rien n'a encore été entrepris, et développer les essais sur *Eucalyptus urophylla* et *Gmelina arborea*.

Une première sélection d'« arbres + » a été pratiquée en 1976 dans la parcelle la plus ancienne d'*Eucalyptus deglupta*, elle ne constitue qu'un tout premier pas vers le développement d'un programme d'amélioration dépassant le stade de la sélection de provenances.

Tout reste à faire dans le domaine des recherches préparatoires à l'utilisation des meilleurs phénotypes des meilleures provenances comme géniteurs dans des vergers à graines ou comme clone intervenant dans d'éventuelles plantations multiclonales.

— Provenances.

N° CRF	Pays d'origine	Région	Altitude	Pluviométrie
06/78	Malawi	Chinsapo	1.100	830
07/78	Côte-d'Ivoire	Bamaro	300	1.200
08/78	Inde	Chintapalli	1.400	1.500
09/78	—	Lambasingi	1.500	1.500
10/78	—	Chitara	100	3.000
11/78	Brésil	Municijcio	?	2.500
12/78	Inde	Chanigebyle	600	2.200
13/78	—	Begur Range	700	2.500
14/78	—	Sankos-1	50	4.800
15/78	—	Ghotil-18	?	750-1.000
16/78	—	Dan FAO n° 4047	?	?
17/78	—	— n° 4048	?	?

— Dispositif.

Blocs complets randomisés : ce dispositif ne fait intervenir que 10 provenances (les provenances,

MISE EN ŒUVRE DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les résultats acquis, permettant de proposer des techniques sylvicoles, viennent soit d'une accumulation d'expériences successives dans le temps, qui n'ont rien de systématique mais sont très utiles, soit d'essais à proprement parler qui permettent de comparer différents traitements mis

en place simultanément, sous forme de dispositif statistique dans les meilleurs cas.

Ce qui suit se rapporte surtout aux essences « à retenir », telles qu'elles ont été définies au précédent paragraphe, et accessoirement à celles qui sont « à confirmer ».

TECHNIQUES DE PRODUCTION DES PLANTS

En dehors des problèmes de protection contre des prédateurs divers et souvent inattendus (escargots, grenouilles, rats, etc...) évoqués plus haut, la production des plants sur la station de la Mangombe n'a connu de difficultés qu'au niveau de la fonte des semis (Plants en sachets de *Pinus* sp. et d'*Eucalyptus deglupta*) et de la rapide chute de fertilité dans les planches de production de plants à racines nues ; les quelques données qui sont exposées ici ne concernent que quelques points saillants des techniques étudiées.

Pinus sp.

La mise au point des techniques de production de plants de Pins a fait l'objet de nombreux essais successifs qui ont porté sur le type de germoir (caissettes à fonds ouvert irriguées par capillarité, au début ; germoirs plus classiques en béton faisant intervenir différentes compositions du milieu de germination), sur la densité des semis (de 625 à 2.500 graines au m²) et surtout sur le traitement fongicide du milieu de germination destiné à éviter ou à circonscrire la fonte des semis dont la virulence, très variable d'une année sur l'autre, interdisait encore récemment d'envisager des plantations semi-industrielles de Pins. En 1975, pour produire un grand plant de 1 an (50 cm de haut, plantable en mai ou juin), la technique préconisée de production des plantules avant repiquage, était la suivante : semis, en juillet, de graines préalablement traitées au Teprazole, à raison de 2.500 au m² sur un mélange de sable (75 %) et de terre noire de forêt (25 %) traité au formol ou au bromure de méthyle 8 jours avant le semis ; ombrage modéré (« toles » en matière plastique) ; arrosage réduit au strict minimum ; traitement au Vericuvivre des fontes éventuelles.

Depuis, le type de plant recherché ayant évolué, d'autres techniques sont proposées. La date et le mode de repiquage (repiquage « en boulette » en

1966) ont aussi fait l'objet d'expérimentations successives ; un repiquage en sachet d'un litre environ relativement tardif, à 2 mois, était recommandé.

La mycorhization, après les inévitables problèmes du début (terre mycorhizée de Ngaoundéré



Eucalyptus urophylla — Provenance n° 78 de l'essai 1977 comparatif de Provenances, plantations âgées de 1 an 1/2 (2 saisons des pluies).

Photo P. Bouisset.

en 1965. puis de Foumban en 1966, 1967 en 1968) s'est réalisée dans de bonnes conditions à partir de 1970 avec la terre mycorhizée de la station de la Mangombe ; des essais au Genoriz, destinés principalement à mycorhizer à nouveau des plants traités au fongicide, se sont soldés par des échecs.

Eucalyptus sp.

Les techniques utilisées, résultant également d'une série d'expérimentations successives sont, pour *Eucalyptus deglupta* et *Eucalyptus urophylla*, les suivantes : semis en décembre de graines préalablement mélangées à du sable très finement tamisé et stérilisé à l'étuve à raison de 1 à 1,5 g/m², sur un mélange identique à celui décrit plus haut, traité avant semis au Maposol ou au bromure de méthyle ; ombrage et arrosage semblables à ceux utilisés pour les Pins, ce dernier point est particulièrement important pour *Eucalyptus deglupta* qui est encore sujet à la fonte des semis ; le repiquage en sachet d'un litre environ, initialement recommandé au stade de 4 à 6 feuilles (soit 6 semaines à 2 mois) est fait maintenant au stade 4 feuilles à 1 mois au plus tard.

Feuillus divers.

Anthocephalus cadamba : pour cette espèce les meilleurs résultats ont été obtenus, pour la production des plantules avant repiquage, par les techniques utilisées pour les Eucalyptus. Le repiquage se fait, 2 à 3 mois après semis, sur planche légèrement ombragée à 40 cm sur 40 cm, pour donner un an plus tard les grandes rosettes utilisées en plantation.

Aucoumea klaineana : aucune expérimentation particulière n'a été menée, pour cette espèce, en vue de définir des techniques de production des plants ; la technique traditionnelle de semis en sachets 4 à 5 mois avant la plantation a toujours donné de bons résultats.

Didymopanax morototoni : les expérimentations successives menées sur cette espèce, ont montré qu'il était difficile d'obtenir une levée homogène des semis ; les meilleurs résultats, correspondant à une bonne homogénéité de la taille des plants produits, ont été obtenus en semant, à raison de 10 g au m², des graines décortiquées sur un mélange constitué pour moitié de sable et de terre noire de forêt, dans un germeoir légèrement ombragé où l'arrosage, beaucoup plus intense que celui pratiqué sur les Pins et sur les Eucalyptus, est fait au pulvérisateur 2 fois par jour ; le repiquage en sachet se fait 3 à 4 mois après le semis sous ombrage modéré dont on peut sortir les plants 1 mois après pour les mettre en pleine lumière ; les plants, mis en place 8 mois après le semis, ont une hauteur moyenne de 30 cm.

Gmelina arborea : la production du stumps ou de rosettes n'a pas fait l'objet d'expérimentation particulière, le semis se faisant, 10 mois avant la plantation, sur planche à un espacement de 10 cm par 10 cm ; l'utilisation consécutive des mêmes planches, d'une année sur l'autre, a montré que la fertilité tombait très vite et qu'il fallait envisager, pour la production intensive de plants à racines nues sur la station de la Mangombe, une forte fumure minérale annuelle ou la mise en repos, une année sur deux sous une couverture de *Pueraria* (deux espèces ont été essayées sur la station : *P. javanica* et *P. phaseolides*).

TYPES DE PLANTS

La mise au point du meilleur type de plant, allant de pair avec la définition des techniques de production, a porté essentiellement, sur les feuillus divers ; les Pins ont, cependant, fait l'objet d'une expérimentation récente précisant l'âge optimal du plant à mettre en place.

Pinus sp.

Si l'utilisation du plant en sachet est difficilement contestable pour les Pins, celle du plant à racines nues peut présenter de l'intérêt dans le cadre de reboisements à grande échelle ; diverses expérimentations de tels plants ont été menées au cours des premières années de la mise en place de la station et n'ont abouti qu'à des échecs sans qu'on en connaisse la cause précise ; un essai complémentaire, fait en 1977 sur une très faible échelle, a permis de comparer le comportement, dans un dispositif mono-arbre, de plants en sachets et de

plants à racines nues dont la reprise et la croissance, les premières années, ne différaient pas significativement ; il serait intéressant de développer ce type d'expérimentation.

La mise en place, jugée auparavant indispensable, de grands plants de 1 an pose de multiples problèmes ; un essai, démarré en 1976, a permis de comparer le comportement, dans un dispositif en carré latin, de plants issus de semis effectués à 4 dates échelonnées du mois de juillet au mois de décembre ; au cours de l'élevage des plants, un dispositif en blocs complets randomisés établi en pépinière, a permis de comparer différents traitements du milieu de germination ainsi que 3 dates de repiquage ; les résultats de cet essai ont montré que les caractéristiques à la plantation et le comportement après la plantation ne différaient pas significativement des plants semés en juillet à ceux semés à la fin du mois d'octobre, que la diminution des

risques de fonte des semis est surtout liée à la nature du milieu de germination (sable pur) et au bon drainage du germe, la nature du traitement de ce milieu (simple ébullition, formol ou bromure de méthyle) important peu, que le repiquage peut être fait avec succès 4 semaines après le semis. Le meilleur type de plant de Pin, pour la station de la Mangombe, reste donc le très classique plant de 6 à 7 mois, élevé en sachet selon les techniques traditionnelles.

Feuillus divers.

Anthocephalus cadamba : un essai, mis en place en 1968, a permis de comparer le comportement de plants en sachet, de stumps et de rosettes ; c'est ce dernier type de plant, « bien charpenté », qui a donné les meilleurs résultats.

Acrocarpus fraxinifolius : la mise en place simultanée, en 1973, de stumps hauts, d'une part, et bas, d'autre part, montre qu'il n'y a pas de différence entre ces deux types de plant.

Didymopanax morototoni : un essai, mis en place en 1973, a permis de comparer le comportement de plants en sachet, de stumps hauts et bas et de rosettes ; c'est le plant en sachet qui est incontestablement le meilleur.

Gmelina arborea : la mise en place simultanée, en 1966, de stumps et de rosettes a montré qu'on pouvait indifféremment utiliser l'un ou l'autre type de plant ; le stump, pour la facilité de sa manipulation, reste le meilleur type de plant pour cette espèce.

MÉTHODES DE PRÉPARATION DU TERRAIN

La préparation du terrain, pour les espèces papetières, s'est réalisée sur la station de la Mangombe selon différentes méthodes manuelles et mécanisées ; les différents types de préparation du terrain se sont matérialisés à des dates diverses et, d'un type à l'autre, sur des surfaces très variables ; il sera donc difficile de comparer de façon stricte les performances de ces méthodes. Avant d'en donner une rapide description, il convient de rappeler qu'elles s'adressent à une forêt naturelle qui, si elle a été parcourue par 4 passages d'exploitation avant la mise en place de la station, a encore un volume sur pied important, supérieur à 300 m³/ha.

Méthodes manuelles.

La méthode « des grands layons », citée pour mémoire, a été mise au point pour des essences de bois d'œuvre et n'a été qu'accessoirement utilisée pour des espèces à vocation papetière (*Ailanthus malabaricum*, *Anthocephalus cadamba*, *Gmelina arborea*, *Maesopsis eminii* et *Newtonia leucocarpa*).

La méthode « du recrû » a, par contre, été utilisée, depuis la mise en place de la station jusqu'en 1972, sur l'ensemble des parcelles expérimentales « papetières » dont les surfaces sont de l'ordre de quelques hectares au maximum. Cette méthode a été abondamment décrite par ailleurs, elle consiste en un abattage en 2 temps, à la matchette d'abord puis à la hache ou à la tronçonneuse, de la végétation ligneuse dont le diamètre est inférieur à environ 25 cm ; les arbres restant sur pied sont empoisonnés ; viennent ensuite les classiques opérations d'ouverture des lignes, de piquetage et de trouaison. Cette méthode est bien adaptée pour la mise en place économique d'espèces de bois d'œuvre héliophiles, plantées à moins de 500 tiges/ha, dans des unités de reboisement moyennes de l'ordre de quelques centaines d'ha par an. Pour des espèces

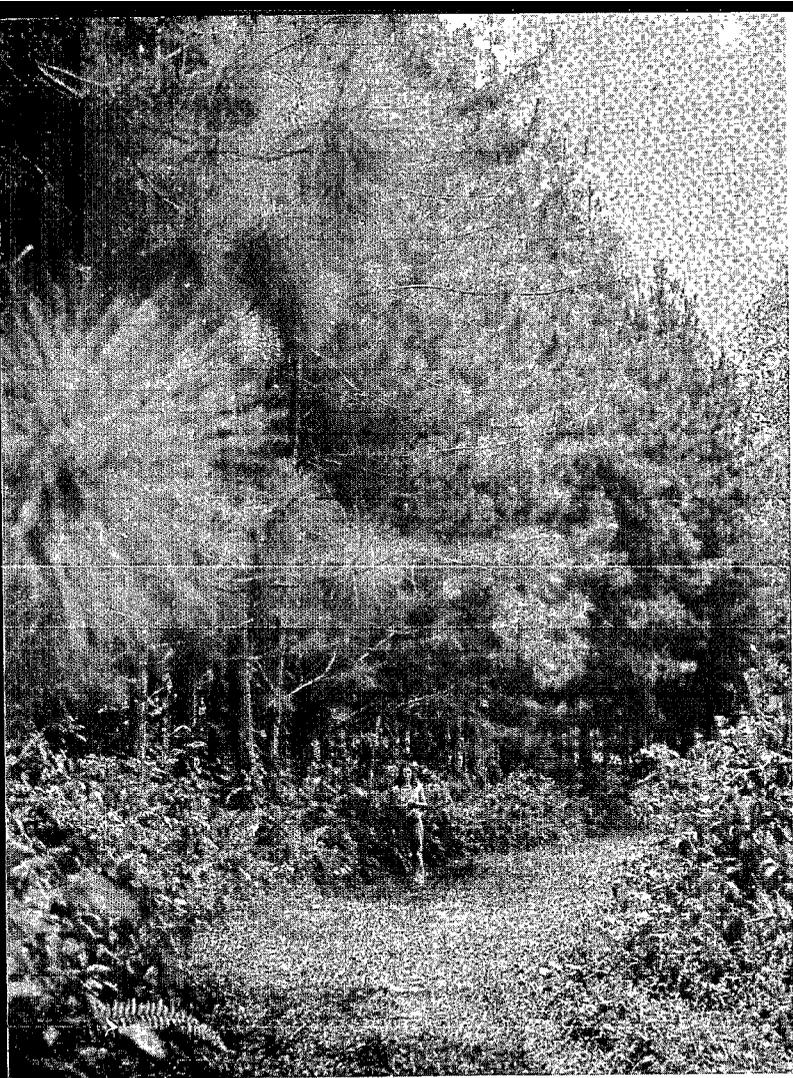
papetières, plantées à environ 1.000 tiges/ha, elle présente le triple inconvénient d'une « casse » assez importante, du fait de la chute des arbres empoisonnés, d'un ralentissement de la croissance initiale et d'une exploitation difficilement mécanisable.

La méthode du « défrichement manuel intégral » a été utilisée, sur des parcelles expérimentales également de faible taille, à partir de 1973 ; elle consiste en un abattage et tronçonnage complet de la végétation ligneuse suivi d'un brulis (suivi de façon exceptionnelle, en 1973, pour les essais comparatifs de provenances, d'un enlèvement manuel total du bois restant, ne laissant que les souches), puis des mêmes opérations décrites plus haut. Cette méthode a l'avantage de donner un « plein découvert » absolu aux espèces papetières, elle élimine naturellement la « casse » évoquée plus haut mais, comme la méthode « du recrû », ne peut être utilisée de façon unique dans des unités de reboisement de quelques milliers d'ha/an ; elle présente enfin, sensiblement les mêmes difficultés pour l'exploitation que la méthode « du recrû ».

Méthodes mécanisées.

La préparation mécanisée du terrain, sur la station de la Mangombe a été réalisée dans le cadre d'une étude des prix de revient des plantations papetières après exploitation de la forêt naturelle pour approvisionner l'usine ; le défrichement mécanisé intégral était la solution dont le résultat se rapprochait le plus de celui de la préparation mécanisée du terrain qui interviendra après cette exploitation.

Cette préparation mécanisée a concerné, en 1969, 50 ha (*Bambusa vulgaris*, *Aucoumea klaineana*), en 1970, 37 ha (*Gmelina arborea*), en 1972, 22 ha (*Eucalyptus deglupta*) et en 1976, 20 ha (*Anthocephalus cadamba*, *Bambusa arundinacea*). La



Pinus caribaea var. *hondurensis* — Parcelle n° 652, préparée selon la méthode du recrû, âgée de 13 ans 1/2 (14 saisons des pluies).

Photo P. Bouisset.

une première fois, puis à abattre les arbres restant sur pied à la scie à chaîne, à les tronçonner puis à andainer une deuxième fois. La particularité de cette méthode réside dans le fait que les tiges de *Lophira alata* et de *Saccoglottis gabonensis* ont été maintenues sur pied parce que l'on pensait alors que tel serait le sort de ces espèces après une exploitation papetière de la forêt naturelle qui ne les utiliserait pas pour l'usine. Si le coût de la préparation du terrain en a été ainsi quelque peu diminué, le maintien sur pied d'un nombre relativement grand d'arbres empoisonnés n'a pas éliminé l'un des inconvénients de la méthode du « recrû ». La méthode, enfin, a connu deux variantes quant à la distance séparant l'axe des andains, qui fut de 50 m au début pour être ramenée à 25 m par la suite.

Il est difficile de comparer l'impact respectif de ces diverses méthodes sur le comportement et la croissance des diverses espèces qu'elles ont concernées ; l'analyse des mensurations (hauteur et circonférence) faites sur les espèces plantées selon plusieurs méthodes ne permet pas de favoriser l'une de ces dernières par rapport à l'autre sur les critères envisagés. Un seul fait d'observation certain, sur *Gmelina arborea*, est que les attaques de pourridié furent beaucoup plus virulentes et étendues dans les parcelles préparées selon la méthode « du recrû » que dans celles qui avaient été préparées « mécaniquement ».

L'étude précise des modalités et des coûts de la préparation du terrain prendra tout son intérêt lorsqu'il sera possible de se placer dans les conditions exactes d'une exploitation « papetière » de la forêt naturelle.

méthode, très proche de celle qui est utilisée avant la mise en place des cultures industrielles telles que l'hévéa ou le palmier à huile, a consisté à abattre avec un tracteur à chenilles (BDT 20) les arbres d'un diamètre inférieur à environ 55 cm, à andainer

DENSITÉS DE PLANTATION

Sur la station de la Mangombe, les densités de plantation ont beaucoup varié d'une espèce à l'autre et, pour la même espèce, ont souvent varié d'une année sur l'autre ; il est donc difficile, pour la plupart des parcelles mises en place, de déterminer de façon précise l'influence de la densité sur les paramètres de peuplement ; pour certaines espèces, cependant, parmi les plus performantes, il est possible de se faire une idée sur l'évolution des phénomènes de concurrence à partir de l'étude des distributions de circonférences dans les parcelles plus anciennes ; les essais « écartements » à proprement parler, n'ont été mis en place qu'à partir de 1976, ils ne peuvent encore donner lieu à de premières conclusions.

Pinus sp.

Jusqu'en 1973, les Pins ont toujours été plantés à raison de 1.600 tiges/ha (2,5 m × 2,5 m), puis, à partir de cette date, à raison de 1.111 tiges/ha (3 m × 3 m). Les parcelles les plus anciennes de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, plantées en 1965 et 1966, ont, du fait des difficultés de première installation entraînant des regarnis très tardifs, une structure très hétérogène qui ne permet pas d'apprécier un éventuel impact des phénomènes de concurrence sur l'évolution de la distribution des circonférences.

Si l'on compare la croissance de la surface terrière entre les parcelles de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* plantées en 1971 à 2,5 m × 2,5 m et celles plantées en 1973 à 3 m sur 3 m, il apparaît que, pour ces dernières l'accroissement courant entre 4 et 6 ans est encore supérieur à l'accroissement moyen, qu'il est supérieur à l'accroissement courant, entre les mêmes âges, mesuré sur les parcelles de 1971 où ce dernier est alors inférieur à l'accroissement moyen ; ces éléments montrent que la productivité des parcelles les moins denses sera vraisemblablement équivalente à celle des parcelles les plus denses au moment de leur exploitation, à un âge compris entre 10 et 15 ans ; la différence entre les diamètres moyens devenant alors importante puisqu'à 6 ans elle est déjà systématiquement supérieure à 1 cm.

Entre les deux densités expérimentées sur les Pins, la plus faible (3 m × 3 m) peut donc déjà être recommandée.

Eucalyptus sp.

Eucalyptus deglupta a été planté en 1968, à 3 m sur 3 m, dans une parcelle où interviennent également d'autres espèces (*E. camaldulensis*, *E. citriodora* et *E. saligna*) qui se sont éliminées par la suite ; la croissance de l'espèce dans cette parcelle ne peut donc être comparée à celle que l'on observe dans la parcelle voisine, plantée en 1970, à 2,5 m sur 2,5 m où, dès l'âge de 3 ans, le nombre de tiges à l'ha (inférieur à 1.000) est peu différent de celui observé au même âge dans les parcelles mécanisées plantées à 3 m sur 3 m en 1972 ; l'étude des distributions de circonférence, là où cela est possible, permet seulement de dire que, pour des densités comprises entre 800 et 1.000 tiges/ha, on observe une dissymétrie sur la gauche, dès l'âge de 3 ans, qui s'accroît par la suite ; ce phénomène peut être imputé, comme on le fera de façon plus rigoureuse pour *Gmelina arborea*, à l'influence croissante de la concurrence au sein du peuplement où une « discrimination sociale » de plus en plus nette accroît les écarts de croissance entre les quelques plus grosses tiges et la masse des tiges moyennes à petites. Pour *Eucalyptus deglupta*, une densité de l'ordre de 800 tiges/ha devrait donc être considérée comme un maximum à ne pas dépasser pour assurer des performances individuelles convenables à l'ensemble des arbres du peuplement.

Eucalyptus urophylla a été planté en 1973 à raison de 2.222 tiges/ha (2,1 m sur 2,1 m) puis, en 1974 et 1977, à 3 m sur 3 m ; dès l'âge de 4 ans, l'accroissement courant de la surface terrière est nettement



Photo P. Bouisset.

Pinus caribaea var. *hondurensis*. — Un autre aspect de la parcelle 652.



Pinus caribaea var. *hondurensis*. Essai 1977 comparatif de différentes dates de semis ; la plantation est âgée de 1 an 1/2 (2 saisons des pluies).

Photo P. Bouisset.

inférieur à son accroissement moyen dans les parcelles de 1973 (le diamètre moyen n'étant encore que de 12 cm) alors que la situation est encore largement inversée dans la parcelle de 1974. Faute d'une plus grande expérience, on peut seulement dire que 1.111 tiges/ha est la densité de plantation à ne pas dépasser pour *Eucalyptus urophylla*.

Feuillus divers.

Anthocephalus cadamba a été planté, en 1968, à 15 m sur 3 m par la méthode des « grands layons » et à 5 m sur 4 m par la méthode « du recrû », puis en 1976 à 4 m sur 4 m sur défrichement mécanisé ; à la même époque un essai « écartement » a été mis en place, selon un dispositif de Marynen en blocs complets randomisés, pour comparer ce dernier écartement à des écartements plus faibles (4 m sur 3 m, 4 m sur 2 m et 3 m sur 2 m) ; les résultats, encore très provisoires, de cet essai montrent que la densité de 625 tiges/ha (4 m sur 4 m) est un maximum à ne pas dépasser ; l'accroissement de la productivité de cette espèce « à confirmer » ne semble donc pas passer par celui de la densité de plantation.

Aucoumea klaineana a, en dehors des faibles densités de la méthode « des grands layons » ne convenant qu'à sa vocation « bois d'œuvre », été planté en 1965, à 5 m sur 4 m, par la méthode du « recrû » puis en 1969 à 4 m sur 4 m sur défrichement mécanisé ; ce dernier écartement, relativement faible pour l'espèce, ne lui donne pourtant pas, on

le verra, une très forte productivité papetière ; faute d'expérience sur des densités plus fortes on ne peut donc recommander que cette densité de 625 tiges/ha.

Didymopanax morototoni a été planté en 1972 et en 1973 par la méthode du « recrû » à 5 m sur 4 m ; afin de tester de plus fortes densités, un essai « écartement » a été mis en place en 1978, selon un dispositif de Marynen en blocs complets randomisés, faisant intervenir 8 traitements (3 m × 2 m, 3 m × 2,5 m, 3 m × 3 m, 3 m × 4,5 m, 4 m × 2 m, 4 m × 2,5 m, 4 m × 3 m, 4 m × 4,5 m) ; cet essai ne peut encore donner de résultats.

Gmelina arborea a été planté, en 1966, à 3 m × 3 m ainsi qu'à 3 m sur 2,5 m dans un essai où, pour chaque densité, intervenaient 2 types de plants (stumps et rosettes) qui n'ont pas eu, par la suite, de différence significative sur la croissance ; cet essai permettra donc de comparer 2 densités de plantation répétées 2 fois. En 1968 l'espèce fut plantée à 2 m × 2 m puis, en 1970, à 3 m × 3 m dans les plantations mécanisées et, en 1978, à cette même densité dans l'essai comparatif de provenances.

Du fait des aléas de la reprise et d'attaques de pourridié, l'essai évoqué plus haut permet de comparer une densité faible (qui de 3 à 8 ans est passée de 850 à 750 tiges/ha) à une densité forte (qui est passée de 1.300 à 1.000 tiges/ha entre les mêmes âges) : dès l'âge de 3 ans la circonférence moyenne diffère significativement d'une densité à l'autre, ainsi qu'en sens inverse la surface terrière, cette

Didymopanax morototoni. Vue de la parcelle 725 B, âgée de 5 ans 1/2 (6 saisons des pluies).

Photo P. Bouisset.



Didymopanax morototoni. Vue de la parcelle n° 725 A, âgée de 6 ans 1/2 (7 saisons des pluies).

Photo P. Bouisset.

dernière n'ayant cependant à 7 ans plus qu'une valeur, pour la densité la plus forte, supérieure seulement de 10 % à celle de la densité la plus faible, la différence correspondant aux tiges d'un diamètre inférieur à 10 cm ; l'étude de la distribution des circonférences et, en particulier, du coefficient d'assymétrie de Fiseer (faisant intervenir les moments d'ordre 2 et d'ordre 3) montre que ce dernier, quelles que soient la densité et l'importance des attaques de pourridié qui n'affectent pas la symétrie des distributions de circonférence, croît de façon linéaire dans le temps et que sa valeur, pour la densité la plus forte, est toujours significativement supérieure à celle qu'il prend pour la plus faible densité ; la dissymétrie à gauche, témoin d'un déséquilibre de la croissance des tiges de faible taille par rapport à celles de grande taille, se manifeste à partir de l'âge de 5 ans pour la densité la plus forte et à partir de 7 ans pour la densité la plus faible.

Ces résultats montrent l'importance des phénomènes de concurrence dans les plantations « papetières » de *Gmelina arborea* où la densité optimale de plantation, assurant des performances individuelles acceptables, devrait se situer entre 800 et 900 tiges/ha.

Afin d'avoir des données plus précises sur l'influence de la densité de plantation sur ces performances individuelles, un essai « écartement » a été mis en place en 1977 selon un dispositif de Nelder permettant de comparer 4 écartements s'échelonnant de 2,5 m sur 2,5 m (1.600 tiges/ha) à 3,8 m sur 3,8 m (690 tiges/ha) ; un an et demi après la plantation, l'écartement n'a pas encore d'influence sur la hauteur dont la valeur moyenne est alors de 6 m.



TECHNIQUES DE PLANTATION

Sous ce titre ne sont données que quelques indications diverses sur quelques aspects des techniques utilisées sur la station de la Mangombe, elles n'ont pratiquement pas fait l'objet d'essais systématiques.

Le travail du sol, pour l'installation du jeune plant, a toujours consisté en une trouaison simple à la bêche ameublissant un volume de 20 cm sur 20 cm sur 30 cm ; un essai de plantation de Pins sur buttes fait en 1965, a montré l'inadaptation de ce type de travail du sol aux conditions de la station.

La fertilisation à la plantation n'a couramment été pratiquée que sur *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, elle consiste à saupoudrer au fond du trou 50 g d'engrais complet (10.10.20) 8 à 10 jours avant la plantation ; un essai fertilisation a été mis en place en 1972 dans les plantations mécanisées d'*Eucalyptus deglupta*, il permettait de comparer la croissance mesurée sur 4 placeaux fertilisés avec de l'engrais complet à celle de 3 placeaux « témoins », l'analyse des mensurations de 1973 à 1977, sur la hauteur et la circonférence, ne fait pas

apparaître d'action significative de la fertilisation.

Les caractéristiques de la pluviométrie dans la région d'Edéa permettent une période de plantation étendue allant de la mi-avril à la fin du mois d'août, les risques d'échec se limitant alors aux plantations réalisées pendant le courant du mois de juillet où une succession d'une dizaine de jours sans pluie a pu, certaines années, obliger à faire de nombreux regarnis. La définition de la date de

plantation ne posant donc pas de problèmes, peu d'essais lui ont été consacrés ; il faut cependant signaler un essai réalisé en 1974 sur *Bambusa arundinacea* et un en 1978 sur *Didymopanax morototoni*, ces essais ont montré que les plantations réalisées en septembre ont un retard de croissance initial significatif par rapport aux plantations réalisées en juin, mais conservent une reprise et une croissance acceptables.

CONDUITE DES PEUPELEMENTS MIS EN PLACE

Le problème des éclaircies ne se posant pas pour les plantations papétières, le sylviculteur s'est surtout intéressé, sur la plantation de la Mangombe, à celui des entretiens ; l'élagage artificiel n'a fait l'objet d'aucune expérimentation.

L'entretien des plantations, purement manuel, a fait intervenir les opérations suivantes :

— Rabattage du recrû (RR) ramenant celui-ci à 50 cm au-dessous de la base de la cime ou juste au-dessous de cette dernière, pour *Aucoumea klaineana* ; le rabattage rez-terre de la végétation sur l'ensemble de la plantation (ou « sapia »), quelle que soit la hauteur des plants, a été évité car il entraîne un développement souvent explosif des graminées ; le rabattage du recrû a souvent été complété d'une ouverture de ligne destinée seulement à faciliter la surveillance des travaux, sans en espérer une action sylvicole directe.

— Désherbage qui, pour les plants, a le même effet que l'opération précédente dont il a été individualisé dans la mesure où il s'adresse à des plantations établies sur brousse secondaire où le recrû, au lieu d'être forestier, évolue souvent vers un tapis herbacé.

— Nettoyage rez-terre qui n'affecte qu'une surface de 1 m² autour de chaque plan ; cette opération a souvent été pratiquée en complément du rabattage du recrû pour les Pins, ayant une croissance initiale plus faible que celle des autres espèces, ou en complément du désherbage lorsque la concurrence des graminées devenait trop forte.

— Délianage (D) consistant à sectionner la liane, à l'enlever, sauf pour *Aucoumea klaineana* et *Didymopanax morototoni* dont les jeunes cimes, fragiles, risquent de souffrir de l'arrachage de la liane qui, dans ce cas, est seulement sectionnée.

— Arrachage des parasoliers qui ne s'adresse qu'aux jeunes tiges de franc pied ne dépassant pas 1 m de hauteur.

— Entretien des andains comportant un nettoyage le long des andains et l'empoisonnement des parasoliers.

La fréquence optimale de ces différentes opérations devait être définie de façon rigoureuse : un important programme de mensurations mensuelles,

Détail de la cime d'un *Didymopanax morototoni* de la parcelle 725 A.

Photo P. Bouisset.



Espèces .	Années				
	1	2	3	4	5
<i>Pinus</i> sp.	4 RR + D	2 RR + D	2 D	1 D	—
<i>Eucalyptus</i> sp.	3 à 4 RR + D	1 à 2 RR + D	3 D	2 D	1 D
<i>Anthocephalus cadamba</i>	2 à 3 RR + D	1 à 2 RR + D	1 à 2 D	1 D	
<i>Aucoumea klaineana</i>	4 RR + D	3 RR + D	1 à 2 RR + D	3 D	3 D
<i>Didymopanax morototoni</i> ...	3 à 4 RR + D	1 à 2 RR + D	1 à 2 D		
<i>Gmelina arborea</i>	2 à 3 RR + D	1 à 2 RR + D	3 D	2 D	2 D
			1 à 2 D		

pratiquées sur un échantillon d'arbres de la plupart des plantations depuis leur origine jusqu'à l'âge de 2, 3, ou parfois 4 ans, devait permettre, par l'étude du rythme de la croissance des plants, de relier ce dernier au rythme des entretiens pratiqués et d'en faire évoluer la fréquence en fonction des exigences de l'espèce qui auraient été ainsi mieux connues ; l'analyse, très lourde, de toutes les mensurations a malheureusement été décevante car, pour toutes les espèces, elle a fait apparaître une très forte variabilité du rythme de croissance, en fonction de l'individu et de son âge, n'ayant, avec le rythme des entretiens pratiqués, aucun lien logique apparent.

Les Pins, plantés en 1971 et en 1972, ont fait l'objet d'une expérimentation devant permettre de comparer sur la croissance d'un entretien léger, se limitant au délianage, à celui d'un entretien plus lourd, faisant toujours intervenir des rabatages de recrû ; l'absence de dispositif et, peut-être, la mise en place relativement tardive de l'expérimentation sur des Pins déjà « tirés d'affaire », ne permettent pas de différencier l'impact de ces deux traitements sur la croissance.

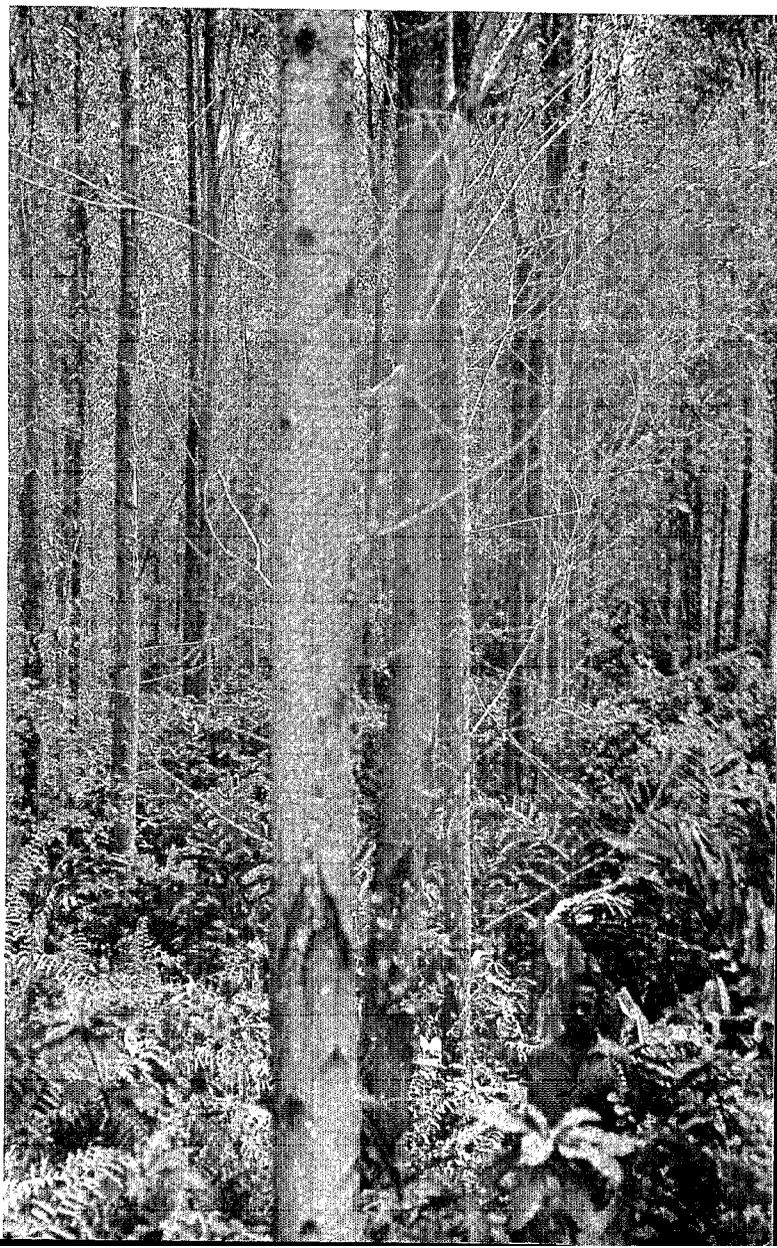
La fréquence « normale » des opérations principales d'entretien, sur la station de la Mangombe, a donc dû être définie de façon pragmatique, sur la base des observations faites au fil des années ; selon les espèces elle peut être celle indiquée dans le tableau ci-dessus.

La fréquence des opérations de « nettoyage rez-terre » ou d'arrachage des parasoliers », complémentaires des opérations principales (rabattage du recrû de désherbage, délianage), est naturellement difficile à définir, car elle est très variable d'une parcelle et d'une année à l'autre.

Quelques essais d'entretien chimique ont été menés sur les plantations de Pins réalisées en 1973 et 1975 ; malgré l'absence de dispositif ils ont permis de conclure à l'efficacité du Diuron, herbicide de préémergence. En 1977 un essai complémentaire, mis en place sous forme d'un « split-plot » dans le dispositif de plantation en carré latin de plants de Pins issus de différentes dates de semis, devait permettre de comparer au témoin, sans entretien, deux traitements herbicides, le Diuron et le Gra-

muron (herbicide mixte) ; 6 mois après la mise en place aucune différence significative, sur l'état d'enherbement et la croissance des plants, n'était apparue entre les 3 traitements, le témoin étant resté remarquablement propre ; la poursuite des traitements n'a pu être réalisée.

Cette expérimentation, restée embryonnaire, de l'entretien chimique des plantations devrait être largement développée ainsi que celle, encore jamais



Eucalyptus urophylla — Parcelle n° 743 âgée de 4 ans
1/2 (5 saisons des pluies).

Photo P. Bouissct.

menée sur la Station de la Mangombe, de l'entretien mécanisé.

Il convient, enfin, de citer une dernière expérimentation menée sur l'empoisonnement des parasoliers, opération indispensable si l'arrachage, seul moyen de lutte efficace contre l'espèce, n'a pas été correctement réalisé ; il s'agissait de comparer l'action du P 80 suivant qu'il était dilué dans du gas-oil ou de l'eau, ce dernier milieu étant évidem-

ment beaucoup moins coûteux ; cette expérimentation a montré que l'efficacité finale de l'empoisonnement est la même, quels que soient le milieu de dilution du P 80 et la date d'application du mélange, pourvu que cette dernière se fasse sur des tissus non aoûtés, le P 80 dilué dans l'eau ayant cependant une action plus lente ; si l'empoisonnement s'adresse à des tissus aoûtés, le P 80 dilué dans le gas-oil reste malgré tout le plus efficace.

ÉTUDE DES COÛTS

Dès que les espèces et les techniques de plantation ont commencé à être définies pour atteindre les objectifs de production papetière, il a paru nécessaire de déterminer ce que serait le prix de revient de telles plantations à l'échelle industrielle ; un financement fourni par le F. A. C.,

relayé par la suite par la République Unie du Cameroun, a permis de mettre en place sur une échelle « semi-industrielle », ne dépassant malheureusement pas la quarantaine d'ha, des plantations dont la réalisation a fait l'objet d'une étude des coûts au niveau de la plupart de ses éléments.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES

Ces plantations, réalisées après défrichement mécanisé intégral de la forêt ont, brièvement, résumées, les caractéristiques indiquées dans le tableau ci-dessous.

L'étude, presque complète, des coûts n'a pu être faite que sur les 4 espèces plantées entre 1969 et 1972 et a fait l'objet d'un rapport de A. SCHIRLE (7) dont les principaux résultats sont donnés ici.

Les coûts observés sont reportés dans le tableau n° 4 ; ils sont donnés pour 100 ha de surface brute de plantation (andains compris) ; pour *Bambusa vulgaris* le coût de production des éclats de souche est inclus dans celui du « Transport des plants et distribution » ; pour *Gmelina arborea* les coûts de l'extraction des plants des planches de pépinière,

de leur préparation (stumps et rosettes), de leur distribution est compris dans celui de la plantation, pour les différentes opérations les coûts ne sont exprimés qu'en journée de manœuvre (H. J.), en journée de personnel d'encadrement de terrain (E), en heure de tracteur agricole tirant une remorque de 3 t (T) et en litres d'arboricide constitué de gas-oil dans lequel est dilué du P 80 à 2,5 % (A *).

Les résultats exposés dans ce tableau n° 4 sont le reflet de la réalité de ces plantations faites sur des surfaces relativement réduites où des techniques parfois artisanales ont dû être mises en œuvre du fait de la modicité des moyens. Le coût de la préparation mécanisée du terrain n'a pu être donné ; sa connaissance n'aurait, de toute façon, présenté

Espèce	Surface plantée	Date	Type de plants	Ecartement des andains	Densité de plantation	Rapport surfaces nette et brute
<i>Bambusa vulgaris</i>	25 ha	1969	Eclats de souche	50 m sur 60 % de la surface, 25 m sur le reste	69/ha (12 m × 12 m)	72 %
<i>Aucoumea klaineana</i>	25 ha	1969	Sachets	50 m	625/ha (4 m × 4 m)	72 %
<i>Gmelina arborea</i>	37 ha	1970	Stumps (50 %) Rosettes (50 %)	25 m	1.111/ha (3 m × 3 m)	72 %
<i>Eucalyptus deglupta</i>	22 ha	1972	Sachets	25 m	1.111/ha (3 m × 3 m)	72 %
<i>Anthocephalus cadamba</i>	10 ha	1976	Rosettes	25 m	625/ha (4 m × 4 m)	80 %
<i>Bambusa arundinacea</i>	10 ha	1976	Eclats de souche	25 m	69/ha (12 m × 12 m)	96 %

TABLEAU N° 4

TABLEAU N° 4 ELEMENTS DU PRIX DE REVIENT DE 100 HA DE PLANTATION PAPIETIERE			<i>Bambusa vulgaris</i>			<i>Aucoumea klayneana</i>			<i>Gmelina arborea</i>			<i>Eucalyptus deglupta</i>		
	H. J	E	T/A*	H. J	E	T/A*	H. J	E	T/A*	H. J	E	T/A*		
PEPINIERE														
Defrichement et mise en état				164	16			326	30		269	25		
Piquetage et labour							114	11						
Recherche terre humifère et transport				187	31	31					313	58		
Remplissage sachets et rangement				327	23						546	39		
Construction et aménagement ombrières				90	10			185	19		54	7		
Semis				55	4			310	41		13	1		
Repiquage				136	12						412	32		
Arrosage				487	39		1.582	198			434	32		
Entretien				117	6			620	86		163	22		
Divers				62				144			63	4		
TOTAL				1.625	141		3.281	385		2.267	220			
MISE EN PLACE														
Reconnaissance	55	15		55	15		55	15		55	15			
Delimitation	100	50	*	100	50	*	100	50	*	100	50	*		
Empoisonnement	85	15	400	85	15	400	85	15	400	85	15	400		
Piquetage	32	3		382	74	109	565	60	136	587	105	134		
Trouaison	145	13		335	45		576	79		555	74			
Transport des plants et distribution	456	40		331	39	146				672	54	322		
Plantation	97	9		281	55		866	24		493	94			
TOTAL	970	145		1.569	293		2.247	243		2.547	407			
ENTRETIENS Surface nette														
1 ^e Année	531	52		1.944	387		1.419	268		1.858	296			
2 ^e Année	301	43		901	161		911	182		358	72			
3 ^e Année	150	21		683	91		190	38		269	54			
4 ^e Année				355	64		54	11		179	36			
5 ^e Année				203	43					90	18			
6 ^e Année				62	8					90	18			
TOTAL	982	116		4.148	754		2.574	499		2.844	494			
ENTRETIENS Andains														
Nettoyage le long des andains	189	36		401	80		372	75		596	78			
Empoisonnement des parasoliers				1.345	317	17.050	1.125	181	12.142	905	181	11.957		
TOTAL	189	36		1.746	397		1.497	256		1.501	259			
TOTAL GENERAL	2.141	297	400	9.088	1.585	286 17.450	9.599	1.383	136 12.542	9.159	1.380	510 12.357		

qu'un faible intérêt puisque la préparation mécanisée de la forêt après exploitation papetière sera très différente de celle qui fut utilisée pour ces plantations.

Ces résultats permettent cependant de donner quelques bases pour des extrapolations destinées à estimer les coûts de plantations industrielles sur de grandes surfaces ; le coût moyen de certaines opérations élémentaires, tel qu'il peut être obtenu dans les conditions actuelles de la région d'Edéa, peut en effet être estimé selon ce qui est reporté dans le tableau n° 5, sur lequel il convient de donner les quelques explications complémentaires suivantes :

— PÉPINIÈRE.

Le repiquage, pour *Aucoumea klayneana*, n'est qu'une opération complémentaire destinée à regarnir les sachets où les graines, semées directement, n'ont pas germé ; cette opération est en fait assez complexe puisqu'elle comporte le regroupement des

sachets garnis, le regroupement des sachets à repiquer et le repiquage à proprement parler.

La préparation des planches (piquetage + labour) et le semis pour *Gmelina arborea* sont des opérations aisément mécanisables ; les coûts trouvés pour la réalisation manuelle de ces opérations sur la station de la Mangombe (reportés à titre indicatif dans le tableau n° 5), peuvent difficilement être extrapolés pour définir ceux que l'on trouverait sur une pépinière industrielle.

La même remarque s'applique à l'estimation du coût de l'arrosage des pépinières qui se fera, industriellement, à partir d'une installation d'irrigation et sera fort différent de celui trouvé pour un arrosage manuel qui, selon les espèces, varie de 50 à 100 H. J. pour la production de 10.000 plants en sachets plantables ; un simple changement des techniques de pépinière pour *Gmelina arborea* (date de semis) permettra d'éviter les coûts d'arrosage énormes qui apparaissent pour cette espèce dans le tableau n° 4.

il est possible de donner ici une estimation, plus conforme aux prévisions, de ce que seraient les coûts de plantations industrielles des principales espèces papetières.

Les hypothèses de travail sont les suivantes :

— PÉPINIÈRE : les Pins et les Eucalyptus sont produits au niveau d'unités de 2 millions de plants de capacité annuelle fournissant 80 % de plants plantables constitués pour un quart de Pins et pour trois quarts d'Eucalyptus ; sur la base des prix en cours au 31/12/78 au Cameroun, le prix du plant plantable est de 50 F CFA.

Le Gmelina est produit au niveau d'unités de la même capacité fournissant, sur les mêmes bases de prix, le stumps à 12 F CFA.

— PLANTATION : il est supposé ici que l'emprise des andains, après exploitation papetière, sera inférieure à 4 m, pour des andains espacés de 25 m entre lesquels il sera possible de planter 8 lignes espacées de 3 m ou 6 lignes espacées de 4 m, donnant ainsi une surface nette représentant 96 % de la surface brute.

Les plantations de Pins seraient réalisées à l'écartement de 3 m sur 3 m, soit 1.111 tiges/ha de surface nette et 1.067 tiges/ha de surface brute.

Les plantations d'Eucalyptus et de Gmelina seraient réalisées à l'écartement de 4 m sur 3 m, soit 825 tiges/ha de surface nette et 800 tiges/ha de surface brute.

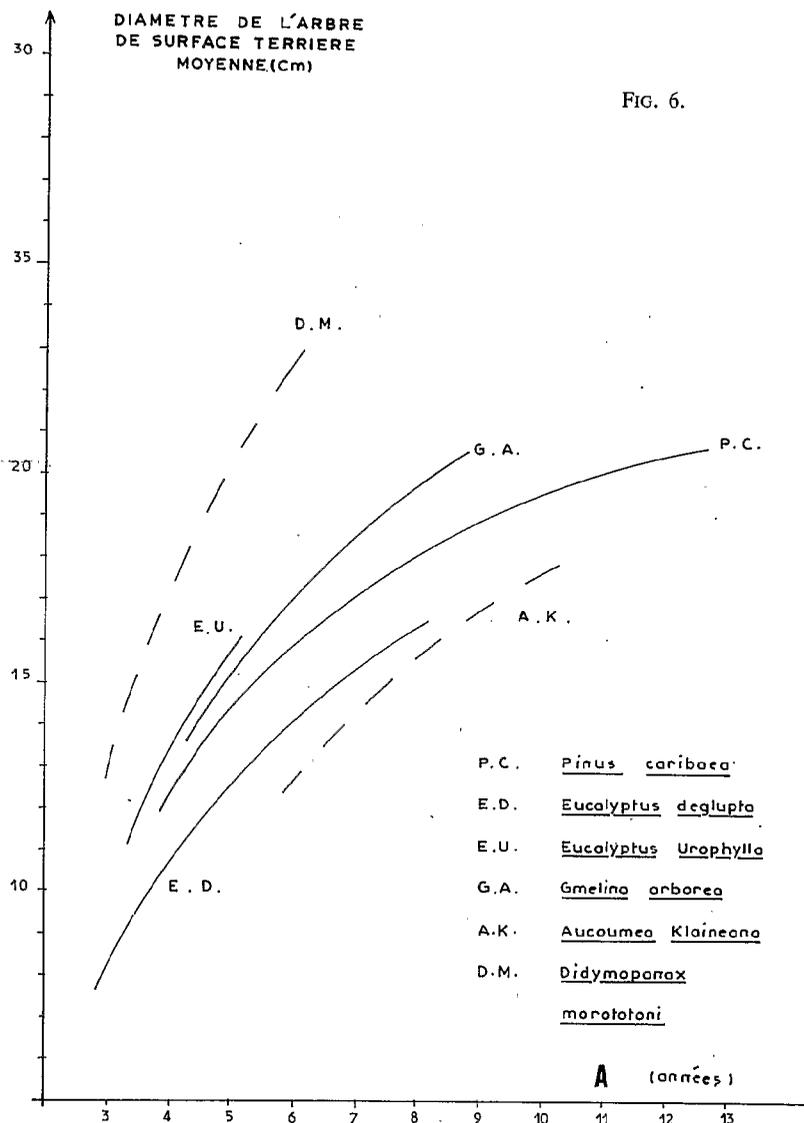
Dans ces conditions, sur la base des prix utilisés (11) déjà évoquée et conformément aux données du tableau n° 5, le coût, par ha brut, de la plantation des principales espèces papetières serait le suivant (en F CFA).

Ce coût n'inclut pas les éléments suivants :

— Amortissement des investissements extérieurs à ceux de la pépinière ;

— Frais de fonctionnement des véhicules de liaison et de transport du personnel ;

— Encadrement et frais de gestion de l'ensemble du chantier.

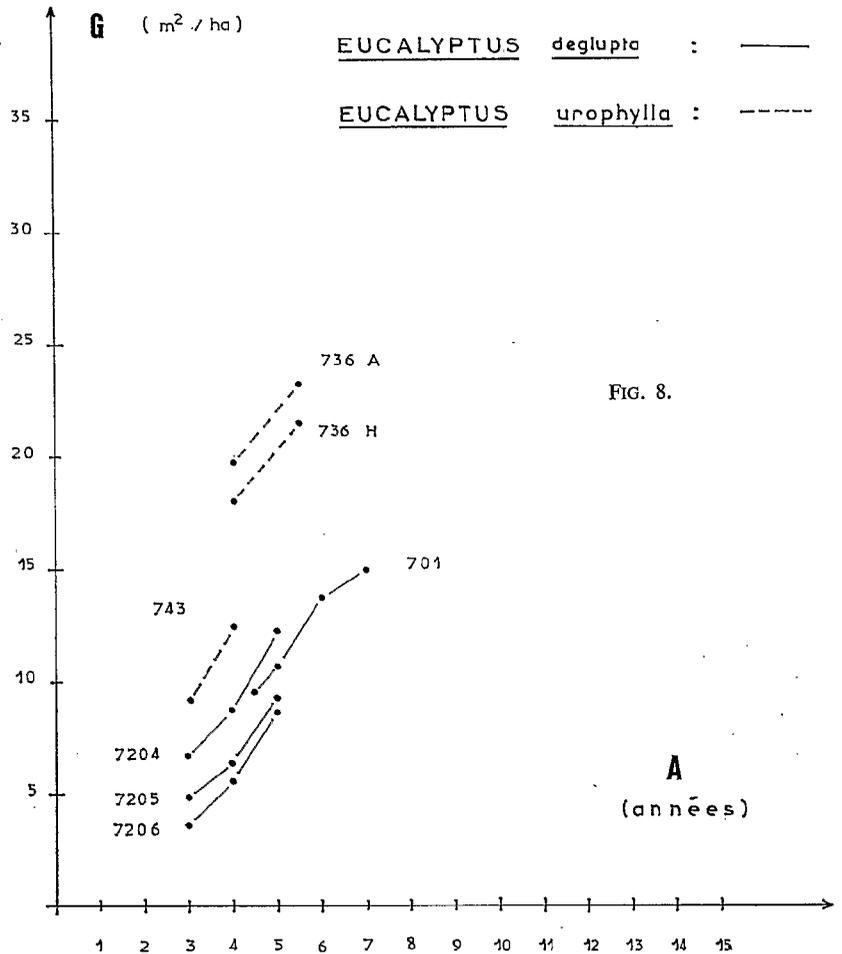
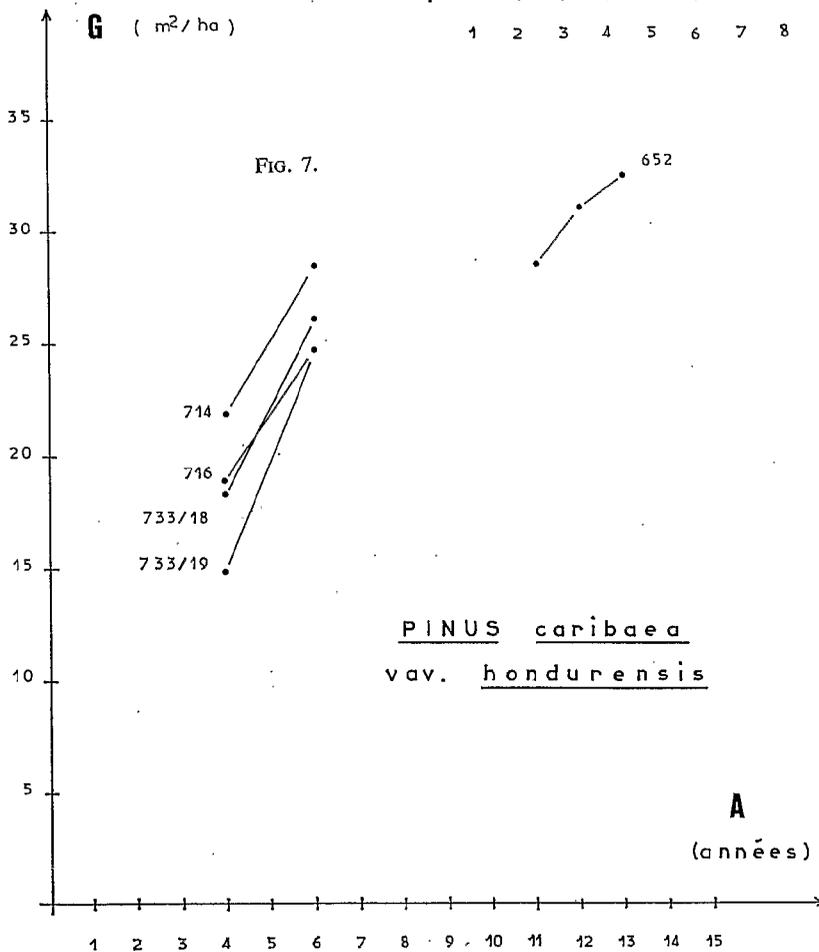


Opération	Pins	Eucalyptus	Gmelina
Pépinière	53.350	40.000	9.600
Préparation du terrain .	63.000	63.000	63.000
Mise en place des peuplements	41.460	31.000	15.350
Entretien (surface nette et andains)	50.030	50.260	38.700
Total	207.840	184.260	126.650

L'estimation de ces coûts ne pourrait, en effet, se faire sans préjuger de l'articulation interne à la Direction « Forêt » de Cellucam entre ses activités d'exploitation de la forêt naturelle, d'une part, et celles de reboisement d'autre part.

CROISSANCE ET PRODUCTIVITÉ

Sur la station de la Mangombe, les mensurations de hauteur et de circonférence sont réalisées pendant la saison sèche ; jusqu'en 1974-1975, ces mensurations étaient faites sur la plupart des parcelles chaque année, soit de façon exhaustive soit par sondage suivant la taille de la parcelle ; la hauteur seule était mesurée les premières années jusqu'à ce que les plus grands arbres de la parcelle aient atteint une dizaine de mètres, venaient ensuite les mensurations de circonférence.



A partir de 1975-1976, ces mensurations ont été pratiquées de façon plus sélective pour développer les mensurations de volume, par cubage d'arbres abattus, au début, puis par cubage sur pied.

Dans les résultats qui vont apparaître, l'âge représente le nombre de saisons des pluies depuis la plantation plutôt que le temps exact écoulé depuis cette dernière.

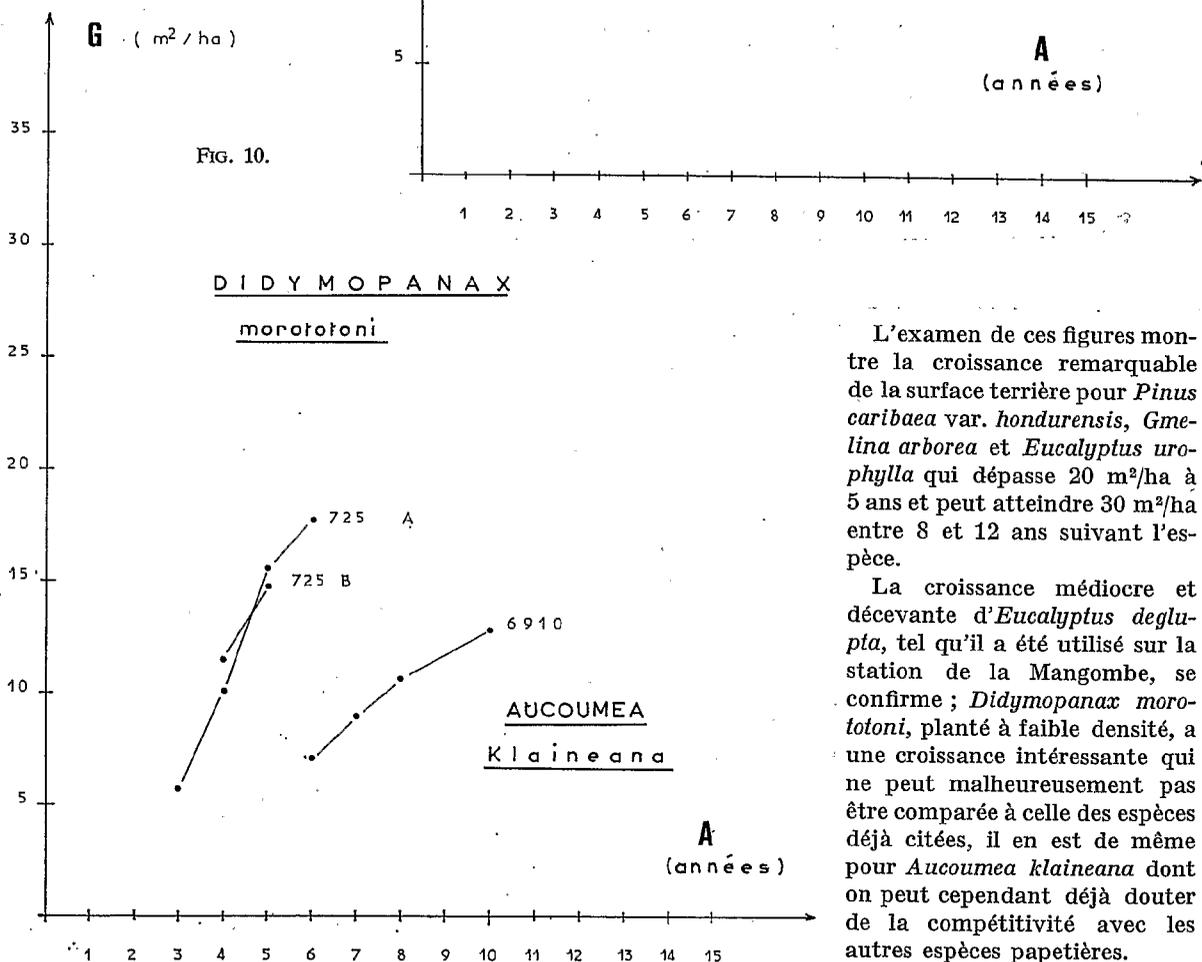
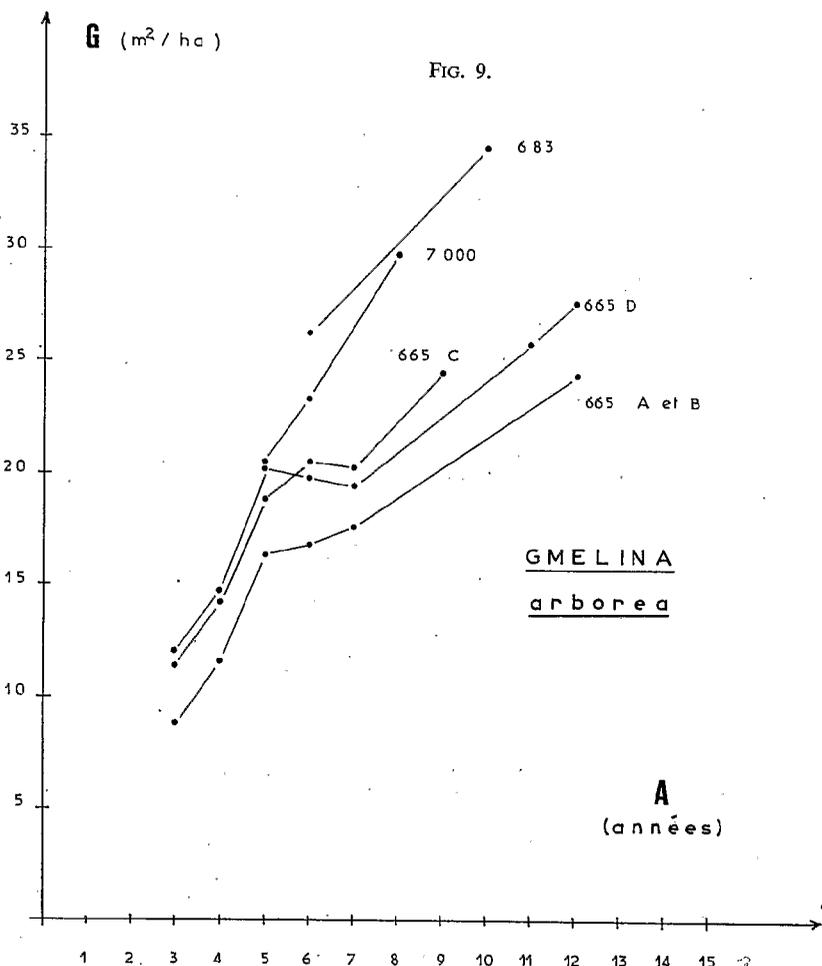
CROISSANCE

Du fait de la grande variabilité des conditions de mise en place (méthodes de préparation du terrain) et des densités de plantation (de 500 tiges/ha à 2.222 tiges/ha) la croissance en diamètre est très variable pour chaque espèce.

Pour en donner une vision globale moyenne, l'évolution dans le temps du diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne est représentée, sur la figure n° 6, pour une densité de plantation de 1.111 tiges/ha pour *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Eucalyptus deglupta*, *Eucalyptus urophylla* et *Gmelina arborea*, pour une densité de plantation de 625 tiges/ha pour *Aucoumea klaineana* et enfin de 500 tiges/ha pour *Didymopanax morotoni*.

Cette figure permet un premier classement de ces espèces sur le critère de la croissance en diamètre.

L'évolution de la surface terrière mesurée sur diverses parcelles est donnée pour ces espèces sur les figures nos 7, 8, 9 et 10.



L'examen de ces figures montre la croissance remarquable de la surface terrière pour *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Gmelina arborea* et *Eucalyptus urophylla* qui dépasse 20 m²/ha à 5 ans et peut atteindre 30 m²/ha entre 8 et 12 ans suivant l'espèce.

La croissance médiocre et décevante d'*Eucalyptus deglupta*, tel qu'il a été utilisé sur la station de la Mangombe, se confirme ; *Didymopanax morotoni*, planté à faible densité, a une croissance intéressante qui ne peut malheureusement pas être comparée à celle des espèces déjà citées, il en est de même pour *Aucoumea klaineana* dont on peut cependant déjà douter de la compétitivité avec les autres espèces papétières.

AGE D'EXPLOITABILITÉ

Les mensurations de volume pratiquées jusqu'à présent, ne permettent qu'une connaissance de l'accroissement moyen de celui-ci, avant d'avoir des données sur l'accroissement courant du volume, seule l'évolution de la surface terrière peut être utilisée afin d'approcher la détermination de l'âge d'exploitabilité qui correspond au moment où l'accroissement moyen égale l'accroissement courant.

Connaissant la façon, exposée plus loin, dont on a calculé le volume, on peut déjà dire (cf. fig. n° 11) que l'âge d'exploitabilité déterminé à partir de l'évolution de la surface terrière est inférieur à celui que l'on déterminerait avec le volume ; il faudra en tenir compte.

Les quelques commentaires, que l'on peut faire à partir de l'examen des figures n°s 7, 8, 9 et 10, sont, par espèce, les suivants :

Pinus caribaea var. *hondurensis* : sur la parcelle la plus ancienne le fléchissement de l'accroissement moyen de la surface terrière permettait de situer l'âge d'exploitabilité entre 12 et 13 ans ; les parcelles plus jeunes sont en pleine croissance entre 4 et 6 ans (meilleures provenances du dispositif 733 planté à 1.111 tiges/ha) quoiqu'un fléchissement de l'accroissement moyen de la surface terrière soit visible entre ces âges sur les parcelles les plus denses (parcelles 1971 plantées à 1.600 tiges/ha).

Avant que ces jeunes parcelles puissent donner plus de précisions, l'âge d'exploitabilité de l'espèce est fixé entre 10 et 15 ans, pour des parcelles plantées à 3 m × 3 m.

Eucalyptus deglupta : comme pour la précédente espèce, la première parcelle installée a une croissance moindre et fléchissant plus vite que ce que laissent prévoir les premières observations faites sur les parcelles plus jeunes qui, à partir de l'âge de 7 ans, donneront des informations plus précises sur l'âge d'exploitabilité de cette espèce.

En attendant que des informations complémentaires plus rassurantes soient recueillies pour *Eucalyptus deglupta*, l'âge d'exploitabilité peut être fixé entre 8 et 10 ans pour des densités de plantation de 800 à 900 tiges/ha.

Eucalyptus urophylla : les parcelles très denses (plantées à raison de 2.222 tiges/ha) ont atteint, pour les meilleures provenances, le maximum de l'accroissement moyen de la surface terrière à 4 ans alors que ce n'est pas le cas pour les plantations à 3 m × 3 m.

Ces informations ne permettent pas de définir, pour cette espèce, un âge d'exploitabilité qui sera fixé, en attendant mieux, à 8 ans pour des plantations de 800 à 900 tiges/ha.

Gmelina arborea : sur les parcelles les plus anciennes (665 A, B, C et D), plantées selon la méthode de recrû, la croissance de la surface terrière fut perturbée par des attaques de pourridié entre 5 et 6 ans ; avant ces attaques, l'accroissement moyen de la surface terrière n'avait pas encore atteint son maximum.

L'examen des parcelles plus récentes montre que ce maximum est atteint pour les densités de plantation élevées (2 m × 2 m) avant l'âge de 6 ans alors qu'il n'est atteint qu'entre 6 et 8 ans pour des parcelles plantées à 3 m × 3 m.

Pour des plantations réalisées à raison de 800 à 900 tiges/ha, l'âge d'exploitabilité se situerait à 8 ans, âge auquel les conséquences des phénomènes

Eucalyptus deglupta « Arbre + » sélectionné dans la parcelle n° 701, âgée de 8 ans 1/2 (9 saisons des pluies).

Photo P. Bouisset.



de concurrence sur la croissance individuelle des arbres sont, nous l'avons déjà vu, déjà manifestes.

Didymopanax morototoni : pour la densité de plantation utilisée (5 m × 4 m) l'accroissement moyen de la surface terrière n'a pas atteint son maximum à l'âge de 5 ans, le fléchissement constaté est accidentel et ne dépend pas de l'âge, puisqu'il est constaté sur les parcelles 725 A et 725 B qui ont en fait un an de différence.

Les observations qui pourront être faites sur

l'essai écartement mis en place en 1978 permettront de fixer de façon précise l'âge d'exploitabilité qui est de toute façon supérieur à 5 ans.

Aucoumea klaineana : sur la seule parcelle « papetière » où intervient cette espèce, plantée à 4 m × 4 m, l'accroissement moyen de la surface terrière atteint son maximum entre 8 et 10 ans, c'est donc vers 10 ans que devrait se situer l'âge d'exploitabilité de cette essence dont la productivité, on le verra, est décevante.

PRODUCTIVITÉ

Les études sur la productivité des espèces papetières plantées sur la station de la Mangombe ont commencé relativement tard ; les premiers cubages eurent lieu en 1975 sur les arbres d'une parcelle de *Gmelina arborea* (665 c) de 9 ans, entièrement recépée, dont tous les arbres (467) ont été cubés sur et sous écorce.

Une série de cubages sur pieds a par la suite été réalisée, de 1977 à début 1979, par grimpage des arbres au moyen de l'échelle forestière ; ces cubages (760) se sont adressés à la plupart des espèces « à retenir » déjà définies et à *Aucoumea klaineana* qui restait « à confirmer ».

Modalité de l'étude.

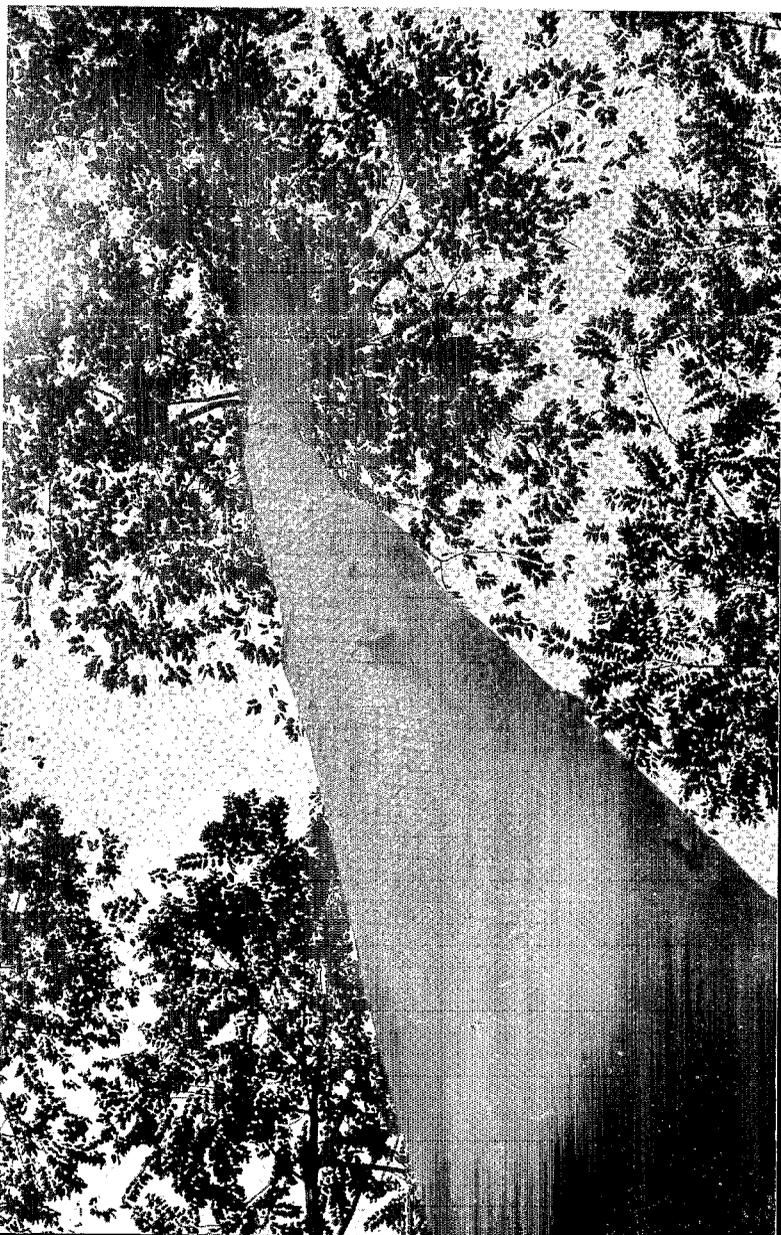
Le calcul du volume sur et sous écorce de la parcelle 665 c n'a présenté aucune difficulté ; un tarif de cubage a cependant été établi à partir d'un échantillon, de la même façon que ceux calculés pour les parcelles cubées sur pied ; le calcul de l'erreur donnée par ce type de tarif a donc pu être fait dans ce cas particulier.

L'étude du volume, par cubage sur pied, a porté sur les parcelles les plus anciennes des espèces choisies :

- Pinus caribaea* var. *hondurensis* : 1965,
- Eucalyptus deglupta* : 1970 et 1972,
- Eucalyptus urophylla* : 1973 et 1974,
- Gmelina arborea* : 1966, 1968 et 1970,
- Didymopanax morototoni* : 1972 et 1973,
- Aucoumea klaineana* : 1969.

Pour cette dernière espèce, les parcelles plantées en 1965 et 1967 n'ont pas été prises en compte puisque mises en place pour l'objectif « bois d'œuvre » à une densité relativement faible.

Pour chaque parcelle, le taux d'échantillonnage des tiges à cuber a varié de 5 % à 10 %, en fonction inverse de la taille et du nombre de tiges qu'elle contenait.



Eucalyptus deglupta — Gros sujet de la même parcelle (701).

Photo P. Buisset.

Cette relation n'a donc valeur de tarif de cubage que pour la parcelle pour laquelle elle a été calculée au moment où cette dernière a été cubée, elle sera cependant donnée à titre indicatif dans les résultats; l'établissement d'un tarif de cubage, par espèce, valable pour la station de la Mangombe nécessiterait un échantillon de cubages plus important constitué sur des bases différentes.

Résultats.

Le cubage de la parcelle 665 c a montré qu'elle avait, à 9 ans, un volume total sur écorce de 193,6 m³/ha, soit un accroissement annuel moyen de 21,5 m³/ha et un volume total sous écorce de 164,4 m³/ha, soit un accroissement annuel moyen de 18,3 m³/ha/an et un pourcentage moyen d'écorce de 15 %.

Il existe une relation significative entre la cir-

conférence et le pourcentage d'écorce qui décroît de 18,1 %, pour une circonférence de 20 cm, à 14,5 % pour une circonférence de 90 cm.

Le tarif de cubage, établi à partir d'un échantillon de 50 arbres, donne une surestimation du volume réel de la parcelle de 2 %.

Les cubages sur pied ont permis de calculer pour chaque parcelle ou groupe de parcelles, la relation $V = a + bC^2$ (cf. tableau n° 12) qui, à son tour, a permis de dresser le tableau de résultats n° 13 qui représente l'état actuel des connaissances sur la productivité des espèces papetières sur la station de la Mangombe; la signification des intitulés de chaque colonne est la suivante :

S : Surface en ha.

A : Age en années, ou nombre de saisons de végétation (saisons des pluies).

N : Nombre de tiges/ha.

TABLEAU N° 12
RELATIONS UTILISÉES POUR LES CUBAGES

Espèce	Parcelle	r ²	Relation
<i>Pinus caribaea</i>	652	0,96	$V \text{ (dm}^3\text{)} = - 47,450 + 0,075 C^2 \text{ cm}$
<i>Eucalyptus deglupta</i>	701 7204 à 7206	0,97 0,97	$V \text{ (dm}^3\text{)} = - 0,266 + 0,084 C^2 \text{ cm}$ $V \text{ (dm}^3\text{)} = - 34,173 + 0,088 C^2 \text{ cm}$
<i>Eucalyptus urophylla</i>	736 743	0,94 0,89	$V \text{ (dm}^3\text{)} = - 36,356 + 0,077 C^2 \text{ cm}$ $V \text{ (dm}^3\text{)} = - 42,216 + 0,083 C^2 \text{ cm}$
<i>Gmelina arborea</i>	665 683 7000 à 7003	0,99 0,99 0,98	$V \text{ (dm}^3\text{)} = - 56,286 + 0,084 C^2 \text{ cm}$ $V \text{ (dm}^3\text{)} = - 31,796 + 0,081 C^2 \text{ cm}$ $V \text{ (dm}^3\text{)} = - 25,667 + 0,075 C^2 \text{ cm}$
<i>Didymopanax morototoni</i>	725	0,88	$V \text{ (dm}^3\text{)} = + 23,545 + 0,055 C^2 \text{ cm}$
<i>Aucoumea klaineana</i>	6910	0,93	$V \text{ (dm}^3\text{)} = - 26,587 + 0,071 C^2 \text{ cm}$

TABLEAU N° 13
PRODUCTIVITÉ DES ESPÈCES PAPERIÈRES SUR LA STATION DE LA MANGOMBE

Espèce	Parcelle	S ha	A années	N tiges/ha	Ø g cm	G m ² /ha	V m ³ /ha	ev %	Im m ³ /ha/an
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	652	1,11	13	1.114	19,2	32,3	250,0	4,6	19,2
<i>Eucalyptus deglupta</i>	701	0,21	7	824	15,2	15,0	157,2	3,7	22,5
<i>Eucalyptus urophylla</i>	7204 à 7206	14,39	5	823	12,7	10,4	86,6	5,9	17,3
	N° CRF 3/73	0,14	5	1.590	13,7	23,2	165,8	5,6	33,2
	N° CRF 10/73	0,06	5	1.312	14,4	21,5	159,9	4,8	32,0
	743	0,40	4	880	13,4	12,4	93,0	6,8	23,3
<i>Gmelina arborea</i>	665 A et B	0,95	12	636	22,1	24,4	225,8	3,7	18,8
	665 C	0,50	9	934	18,3	24,5	193,6	0,0	21,5
	665 D	0,44	12	748	21,8	27,8	245,5	3,3	20,5
	683	9,71	10	1.817	15,5	34,5	293,7	6,8	29,4
	7000 à 7003	16,20	8	992	19,7	30,1	256,7	6,0	32,1
<i>Didymopanax morototoni</i>	725 A	0,76	6	441	22,7	17,8	139,3	5,2	23,2
	725 B	0,19	5	490	19,6	14,8	93,6	5,2	18,7
<i>Aucoumea klaineana</i>	6910 E, F, G, H	4,42	10	560	17,1	12,9	99,4	3,3	9,9

N. B. D'une façon générale, la précision des estimations est plus faible sur les parcelles de grande taille, ce qui est normal.

— Démarrage rapide d'un véritable programme d'amélioration de ces dernières débouchant sur la mise au point et la mise en place d'une production industrielle sur place du matériel sélectionné.

— Poursuite d'une meilleure définition des techniques de mise en place des peuplements (préparation mécanisée du terrain après exploitation

papetière, densités de plantation), de leur conduite (entretiens mécanisé et chimique) et de leur âge d'exploitabilité.

Le souhait est, enfin, exprimé ici que ces activités se développent dans le cadre d'une coopération la plus étroite possible entre Cellucam et la Recherche Forestière.

BIBLIOGRAPHIE

1. La forêt à *Lophira atata* de la zone littorale camerounaise, B. F. T. n° 53 mai-juin 1957, par R. LETOUZEY.
2. Rapports Annuels du C. T. F. T./Cameroun, de 1965 à 1974, par A. SCHIRLÉ.
3. Station de la Mangombe, situations périodiques de 1965 à 1974, par A. SCHIRLÉ.
4. Plantations expérimentales dans la région de la Mangombe, étude pédologique, novembre 1969, C. T. F. T.
5. Rapports annuels du Programme « Forêt Littorale » du Centre des Recherches Forestières, de 1976 à 1978, par F. WENCELIUS.
6. Rapports annuels sur les Recherches Forestières de l'I. R. A. F., de 1976 à 1978, par A. M. MAIMO.
7. Etude du prix de revient des plantations papetières sur défrichement de forêt dense humide, septembre 1975, par A. SCHIRLÉ.
8. Plantation comparative de provenances de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* à Edéa (Cameroun), par F. WENCELIUS, 3^e Consultation mondiale sur la Génétique Forestière, Canberra, 1977.
Station de la Mangombe, Etude de la parcelle 665 de *Gmelina arborea*, juillet 1977, par F. WENCELIUS.
9. Problèmes de la Recherche Forestière sur les espèces papetières au Cameroun, décembre 1977, par F. WENCELIUS.
10. Cellucam's Tree Nursery, avril 1978, par S. FAGNER.
11. Estimation du coût de plantations papetières dans la région d'Edéa, février 1979, par F. WENCELIUS.

**LES BOIS TROPICAUX SONT DE PLUS EN PLUS
UTILISÉS DANS L'INDUSTRIE DU BOIS**

**LE CENTRE TECHNIQUE
FORESTIER TROPICAL**

est à votre disposition

- ★ pour les identifier
- ★ pour vous renseigner sur leurs caractéristiques et leurs utilisations
- ★ pour vous conseiller dans leur mise en œuvre