

Photo J. Thiel.

Pinus patula, Sambaina. Age 12 ans. Cernes parfois supérieurs à 30 mm.

CARACTÉRISTIQUES ET UTILISATIONS DES PINS A MADAGASCAR (*Pinus patula* et *Pinus khasya*)

par P. GUENEAU,

*Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique,
Chef de la Division de Technologie
du CTPT Madagascar.*

SUMMARY

THE CHARACTERISTICS AND USES OF PINES IN MADAGASCAR (*Pinus patula* and *Pinus khasya*)

The great softwood reforestation efforts undertaken in Madagascar are beginning to bear fruit ; the first products are appearing on the domestic market. The author indicates the technological properties of pinus Patula and Pinus khasya, and reviews the various uses to which these woods are suited, together with the results obtained in initial attempts at their utilization. Both these

species of pine, which are comparable to tender European softwoods, have properties which are closely linked with their conditions of growth-generally very rapid. Natural lopping of branches does not occur, and it is urgent that artificial pruning be generalized; it markedly improves all aspects of the wood's performance. The setting up of paper pulp production units is being studied, since both species have been proved suitable for making chemical pulp; and mechanical pulp for the local paper industry is already in production.

RESUMEN

CARACTERISTICAS Y UTILIZACION DE LOS PINOS EN MADAGASCAR (*Pinus patula* y *Pinus khasya*)

Los grandes esfuerzos de repoblación forestal de maderas coníferas que han sido emprendidos en Madagascar comienzan ya a dar sus frutos y sus primeros productos se ponen ya de manifiesto en el mercado interior. El autor indica las propiedades tecnológicas de los *Pinus patula* y *Pinus khasya* y examina sucesivamente las distintas vocaciones de empleo de estas maderas, así como los resultados obtenidos con motivo de las primeras tentativas de utilización. Asimilables a las maderas coníferas blandas europeas, estas dos maderas de pino tienen propiedades que están muy relacionadas con las condiciones de crecimiento, en general muy rápido. La poda natural no se efectúa y resulta urgente generalizar la poda artificial que habrá de mejorar resueltamente todas las características de la madera. La implantación de unidades de producción de pasta de papel se encuentra en estudio, ya que la aptitud tecnológica de ambas especies para la fabricación de pasta química ha quedado perfectamente demostrada y ya se encuentra en funcionamiento la producción de pasta mecánica para la fabricación de papel local.

De nombreuses espèces de pins (plus de 40) ont été introduites à Madagascar depuis environ cinquante ans. Parmi elles, *Pinus khasya* et *Pinus patula* ont donné d'excellents résultats et sont maintenant presque exclusivement employées dans les reboisements effectués par la puissance publique et par les particuliers dans le cadre du Reboisement National. Cette politique intensive de plantation est surtout mise en œuvre depuis les années 1950; à l'heure actuelle, les surfaces plantées avoisinent 40.000 ha au total, et de grands chantiers de reboisement accroissent chaque année cette superficie de plusieurs milliers d'hectares. Etant donné la date relativement récente à laquelle ont commencé à s'installer les massifs importants, leurs produits commencent tout juste à être exploitables et peu d'expérience existe sur leurs qualités et leurs possibilités d'utilisation.

Les propriétés technologiques de ces bois varient beaucoup avec les conditions de croissance et il était donc délicat d'en présumer d'après les connaissances acquises dans d'autres pays du monde en particulier dans les pays d'origine de ces deux espèces. L'étude des bois ayant poussé sur place pouvait seule fournir les renseignements réels; elle est maintenant suffisamment amorcée pour que l'on puisse produire des informations utiles.

Sur le marché intérieur se rencontrent déjà depuis quelques années, sous forme de bois d'œuvre surtout, les produits des reboisements les plus anciens,

qui ont été exploités par les méthodes artisanales déjà appliquées traditionnellement à la forêt feuillue naturelle. Le stade du sciage, de même que celui de l'exploitation est réalisé jusqu'à présent dans des conditions très éloignées d'une pratique vraiment industrielle: il s'ensuit que les produits finis, les sciages avivés en particulier sont de qualité très médiocre et sont obtenus moyennant des pertes de matière première considérables (le rendement volume des sciages/volume des grumes dépasse très rarement 20%). Il est donc d'autant plus important de préciser les qualités réelles de ces bois que leur mauvaise présentation actuelle risquerait fort de déprécier dans l'esprit des utilisateurs. Nous espérons ainsi attirer l'attention sur les possibilités de ces essences actuellement mal valorisées.

Nous commencerons par faire un tour d'horizon des données techniques réunies dans les différents domaines d'emplois possibles, sachant que même dans l'hypothèse de l'installation d'une industrie papetière utilisant des pins, ceux-ci seront amenés de toute façon à entrer également dans d'autres fabrications, compte tenu du potentiel de matière première disponible et de l'insatisfaction croissante des besoins intérieurs par les essences feuillues, dont l'exploitation est de plus en plus difficile.

Les deux espèces *P. khasya* et *P. patula* étant très semblables pour la majorité de leurs propriétés, la description en est faite en même temps.

DONNÉES TECHNIQUES

Aspect. Croissance. Sylviculture.

La forme des arbres est généralement bonne du point de vue de la rectitude mais l'élagage naturel est toujours mauvais, pire encore, si cela est possible, pour *P. khasya* que pour *P. patula*, tout au

moins sur les échantillons que nous avons étudiés. Les deux espèces se distinguent bien par l'aspect du feuillage et présentent aussi des nettes différences dans l'allure de l'écorce, celle de *P. khasya* le protège mieux contre l'effet des feux de prairie.

Le bois présente la structure classique des rési-



neux, avec une texture nettement hétérogène, les cernes d'accroissement étant approximativement annuels sous le climat des Hauts Plateaux, mais sans la rigueur rencontrée dans les résineux poussant en zone tempérée. L'âge peu avancé des arbres actuellement exploités fait que l'on y rencontre peu de bois duraminisé ; cependant les *P. khasya* les plus vieux présentent une zone centrale de couleur brun-rouge nettement différenciée de la couronne périphérique. Les *P. patula*, dans les dimensions où on les trouve (très généralement inférieurs à 40 cm de diamètre) ne fournissent, quant à eux que du bois non duraminisé, les débits provenant du cœur ne montrant que la trace de la moelle de l'arbre.

Les croissances des deux espèces sont très comparables. Elles varient selon les stations : selon B. CHAUVET (Inventaire des essences forestières introduites à Madagascar), les hauteurs atteintes sont de 10 à 20 m à 10-15 ans et de 25 à 35 m à 25-30 ans, l'accroissement en surface terrière variant de 2 à 4 m² par hectare et par an. Ces données concernent les boisements suivis dans la région des Hauts Plateaux surtout, car les essais faits en zone de basse altitude sont très peu nombreux. Le même auteur cite des chiffres records de l'ordre de 680 m³ sur pied à l'hectare à 21 ans (*P. khasya*, station d'Ampamaherana) et de 530 m³ sur pied à l'hectare à 15 ans (*P. patula*, station de Manjakatempo). La largeur des cernes annuels dépasse ainsi couramment 10 mm, atteignant parfois 20 mm, ce qui n'est pas sans effet sur les propriétés du bois.

Les deux espèces se cultivent de façon fort semblable ; les graines proviennent de cônes récoltés dans les plantations pré-existantes, et séchés au soleil ou artificiellement. On les sème en planches de décembre à avril-mai (20 à 30 g de graines au mètre carré donnant 600 à 700 semis) pour fournir des tiges bonnes à repiquer d'une dizaine de centimètres au plus, ce repiquage étant pratiqué selon diverses techniques (en pots, en boulettes, en tubes, etc...). La mycorhization en pépinière est nécessaire et ne présente pas de difficulté particulière.

La plantation se fait selon des modalités variées, suivant le mode de préparation des plants, le terrain étant lui-même travaillé soit manuellement (trouaison) soit mécaniquement (sous-solage, billonnage, labour, etc...). Pendant les premières années de leur croissance, les jeunes arbres sont très concurrencés par les graminées et très sensibles au feu. L'utilisation des fertilisants se vulgarise actuellement dans les plantations industrielles.

Essais physiques et mécaniques standards.

Ils ont été effectués en laboratoire sur un échantillonnage de 6 *P. khasya* et 14 *P. patula* provenant de diverses stations des Hauts Plateaux. Les résultats numériques de ces essais faits suivant les protocoles des Normes Françaises sont résumés dans le tableau ci-contre.

Ces résultats dans leur ensemble caractérisent des bois légers, à résistances mécaniques nettement plus faibles que celles des résineux des pays tempérés : ces deux pins se rangeraient à la limite inférieure des résineux tendres (sapin et épicéa de plaine) plutôt que dans le groupe pin sylvestre, pin maritime.

En ce qui concerne les propriétés de rétractibilité, les résultats les rapprochent de l'ensemble des résineux tempérés. Il faut bien noter que ces chiffres, obtenus sur des éprouvettes sans défaut, de petites dimensions, rangent déjà *P. khasya* et *P. patula* à un niveau inférieur à celui des résineux tempérés sans tenir compte pour l'instant des défauts rencontrés dans les grandes pièces, surtout des nœuds ; ces défauts venant encore abaisser leurs performances.

On rejoint bien les observations faites plus bas : l'amélioration des propriétés par un élagage systéma-

Plantation de Pinus patula, âgée de 20 ans. AMPAMAHERANA, altitude 1.100 m.

Photo Letourneux.



Caractéristiques	P. Khasya			P. patula			Qualification moyenne	
	Intervalle de confiance de la moyenne		Qualification moyenne	Intervalle de confiance de la moyenne		Qualification moyenne		
	Moyenne			Moyenne				
— Dureté en flanc N	1,1	1,5	1,9	tendre	0,9	2,1	3,3	tendre à mi-dur
— Poids spécifique moyen à 12 % d'eau D	0,414	0,433	0,452	léger	0,455	0,486	0,517	léger
Correction en + pour 1 % d'eau en + d	0,0018	0,0026	0,0034	normale	0,0021	0,0024	0,0027	normale
— Rétractibilité :								
Point de saturation de la fibre S %	23,0	37,7	52,4	normal	26,8	29,1	31,4	normal
Volumétrie totale B %	9,4	12,0	14,6	moyen retrait	12,8	13,9	15,0	moyen retrait
Variation pour 1 % d'eau v %	0,21	0,39	0,57	moy. nerveux	0,45	0,50	0,55	moy. nerveux
Linéaire totale :								
tangentielle T %	8,2	8,7	9,2	moyenne	7,7	8,8	9,9	moyenne
radiale R %	2,4	2,9	3,4	faible	2,6	3,2	3,8	faible
— Résistances en cohésion transversale :								
Fendage : kg/cm K	9,5	13,6	17,7	faible	12,1	14,2	16,3	faible
Cote de fissilité :								
Fendage/100 D L	0,21	0,32	0,43	moyennement à peu fissile	0,12	0,14	0,16	très fissile
Traction : kg/cm ² M	17,6	20,1	22,6	faible	17,2	20,3	23,4	faible
Cote d'adhérence :								
Traction/100 D N	0,18	0,20	0,22	peu adhérent	0,36	0,41	0,46	moy. adhérent
Cisaillement : kg/cm ² O		50		faible	51	56	61	faible
Cote de fissilité :								
cisaillement/100 D P		1,1		faible	1,1	1,2	1,3	moyenne
— Résistances en cohésion axiale								
Compression à 12 % d'eau : kg/cm ² C	342	376	410	moyenne à faible	348	385	422	moyenne à faible
Correction en — pour 1 % d'eau en — c	5,5	6,5	7,5		6,3	7,0	7,7	
Cote de compression C/100 D	8,0	8,7	9,4	moyenne	7,4	8,0	8,6	inférieure
Flexion statique à 12 % d'eau kg/cm ² F	798	934	1.070	faible	880	984	1.088	faible
Cote de flexion F/100 D	18,8	21,6	24,4	moyenne à forte	18,5	20,3	22,1	moyenne
Cote de raideur L/I	24,7	27,3	29,9	élastique	26,2	30,5	34,8	moyen à élastique
Module d'élasticité apparent : kg/cm ² E	63.000	76.000	89.000		80.000	95.000	110.000	
Choc kgm/cm ² K	0,13	0,16	0,19	peu résistant	0,17	0,21	0,25	peu résistant
Cote dynamique K/D ²	0,74	0,85	0,96	moyen	0,81	0,90	0,99	moyen

tique est indispensable et on peut prévoir que cette amélioration même ne portera pas ces deux pins au premier rang des bois résineux mais les rendra seulement comparables au sapin de catégorie inférieure c'est-à-dire utilisables dans les mêmes conditions, ce qui sera déjà très appréciable d'ailleurs.

Essais mécaniques en vraie grandeur.

La flexion sous charge statique concentrée, exercée au milieu de la portée des pièces, a été étudiée sur des bois de section 5×5 cm, 10×4 cm, 10×10 cm, 15×15 cm, 20×20 cm et 25×15 cm sur *P. khasya*. Les résultats concernant *P. patula* sont très vraisemblablement du même ordre, compte tenu de la similitude des propriétés mesurées sur petites éprouvettes de section 2×2 cm.

Le but de ces essais en vraie grandeur était de préciser l'influence de la section, des défauts (essentiellement nœuds) et des conditions de croissance, sur les caractéristiques d'élasticité.

On peut ainsi proposer un avant-projet de classement de ces bois en vue de leur emploi en charpente : seraient admissibles dans la catégorie charpente les pièces répondant aux conditions suivantes :

Nœuds sur faces étroites ou sur les quarts extérieurs des faces larges	∅ inférieur à 20 % de la hauteur de l'élément avec maximum 30 mm
Nœuds sur la moitié centrale des faces larges	∅ inférieur à 30 % de la hauteur de l'élément avec maximum 50 mm
Pente moyenne du fil	Maximum 1/16
Flaches	Longueur inférieure à 1/3 de la longueur de l'élément Largeur inférieure à 1/3 de l'épaisseur de l'élément
Gerces en bout à 20 % d'humidité	Longueur inférieure à 2 fois la largeur de l'élément
Accroissements	Inférieurs à 10 mm
Densité	Supérieure à 0,425

Les caractéristiques mécaniques forfaitaires utilisables dans la pratique seraient, moyennant les conditions ci-dessus :

Contrainte admissible en flexion : 90 kg/cm².

Module d'élasticité apparent en flexion (charge instantanée) 80.000 kg.

Contrainte admissible en compression de fil : 80 kg/cm².

On peut noter que ces propositions présentent une seule catégorie de pin acceptable en charpente. En cherchant à définir une seconde catégorie, inférieure à celle-là, et acceptant des défauts plus importants, on serait conduit, en particulier pour le module d'élasticité, à des valeurs trop faibles pour

avoir un intérêt pratique : le coefficient de fluage localisé par d'autres expériences aux environs de 2 conduirait à accepter sous charges permanentes un module d'élasticité inférieur à 40.000 kg/cm².

On voit par ces renseignements numériques que l'emploi des deux espèces en charpente est possible mais qu'il exige un tri sévère ; ce tri exercé sur des débits provenant des arbres actuellement disponibles, non élagués et ayant poussé très vite, fournit une faible proportion de pièces acceptables.

Cette proportion et même les performances mécaniques possibles seraient très améliorées par l'adoption de méthodes rationnelles dans l'entretien des plantations ; éclaircies dont l'intensité et la périodicité devraient être ajustées sur la qualité du bois que l'on veut produire et non sur la quantité maximum, élagage aussi poussé en hauteur que le permettent les exigences physiologiques de l'arbre. Il est raisonnable de penser que ces opérations sylvicoles pourraient multiplier par 1,5 ou par 2 le profit en argent tiré d'un hectare de plantation.

Néanmoins, les bois disponibles actuellement étant ce qu'ils sont, leur utilisation immédiate optimum peut être cherchée dans deux voies :

— ou réserver à la charpente les pièces de choix, soigneusement triées selon des exigences précises, par exemple celles qui sont proposées dans l'avant-projet de classement ci-dessus, et adopter les contraintes d'emploi citées ;

— ou chercher un placement maximum en menuiserie, basé sur un classement d'aspect, et admettre que ces pins ne peuvent servir en charpente que dans des ouvrages légers et non en construction courante, en acceptant alors des qualités plus ordinaires qui ne fourniront que des résistances mécaniques plus faibles, de l'ordre de 70 kg/cm² en flexion et un module d'élasticité d'environ 60.000 kg/cm².

Le choix entre ces deux voies sera essentiellement guidé par des considérations commerciales, surtout par les prix de vente, qui se stabiliseront d'eux-mêmes selon la demande du marché intérieur dans les catégories charpente et menuiserie.

Usinage.

SCIAGE DES GRUMES.

Les essais standards montrent que l'usure des dents est toujours très faible et que ces bois sont peu abrasifs. Ils se prêtent aussi bien aux débits à l'alternative verticale qu'à la scie à ruban et ne présentent pas de tension interne gênante au sciage. La présence de résine ne constitue également aucune gêne notable pour l'usinage.

RABOTAGE.

Il est très facile. Le bois est très rarement contre-filé, mais la faible dureté occasionne parfois des arrachements entre couches de bois d'été et de bois de printemps.

DÉROULAGE.

Les essais, réalisés en Europe, avaient pour but de déceler l'aptitude de ces pins à fournir des placages déroulés et d'étudier particulièrement la possibilité d'obtention de placages épais destinés à la fabrication des emballages.

Les résultats sont favorables et dénotent une bonne aptitude de ces bois au déroulage en placages d'épaisseur indifféremment faible ou forte ; cependant un écueil important réside dans la présence des nombreux nœuds noirs et durs risquant de provoquer des brèches dans l'arête du couteau ou la formation de bourrelets annulaires. Un étuvage préalable serait indispensable pour pallier ces défauts mais là encore la vraie solution est dans l'élagage, car si l'étuvage permet le déroulage à travers les nœuds ceux-ci n'en demeurent pas moins une très grave cause de dépréciation des placages obtenus, obligeant à de nombreux massicotages et bouchonnages.

Assemblages.

L'enfoncement des clous et des vis est très facile. Leur tenue est moyenne. Le collage (Caséine, Urée-Formol, Résorcine-Formol) se fait sans difficulté. Dans les assemblages de menuiserie les angles vifs sont fragiles.

Séchage.

P. khasya et *P. patula* sèchent très sensiblement de la même façon. Sous forme de rondins, un stère voit son poids passer de 800 à 400 kg en 5 mois sous le climat très humide de la falaise orientale et en 3 à 4 mois sous le climat des Hauts Plateaux.

Sous forme d'avivés (épaisseur 27 mm) empilés sur baguettes sous abri, le séchage naturel abaisse l'humidité jusqu'à 20 % en 3 à 4 mois sous le climat de la falaise orientale et en 2 mois sous le climat des Hauts Plateaux. La stabilisation définitive en équilibre avec l'atmosphère des Hauts Plateaux amène les mêmes bois à l'humidité finale (12 à 15 % selon la saison) en 4 mois environ. La faible cohésion du bois occasionne quelquefois, surtout dans les pièces épaisses telles que des madriers, des fentes assez importantes même lorsque les conditions de séchage sont douces. Mais pour les planches d'épaisseurs inférieures à 40 mm cet inconvénient se présente plus rarement. Certaines pièces contenant des cernes d'épaisseurs très inégales accusent au séchage des déformations en hélice que l'on peut attribuer aux différences de rétractibilité du bois d'été et du bois de printemps.

Le séchage en séchoir ne présente pas de difficulté particulière et se fait rapidement.

Caractéristiques papetières.

Les conclusions d'essais exécutés par la Division de Cellulose du CTFT, présentées ci-dessous *in extenso* sont extraites de la publication n° 31 du

Centre Technique Forestier Tropical (caractéristiques papetières de quelques essences tropicales de reboisement par G. PETROFF-J. DOAT-M. TISSOT, 1968).

P. khasya.

« L'échantillonnage malgache de *P. khasya* se « traite assez facilement par les procédés alcalins « mais il faut utiliser une température de cuisson « de 170 °C au minimum pour obtenir une pâte « bien cuite en un temps raisonnable. Le blanchi- « ment des pâtes n'offre pas de difficulté ; il faut « toutefois tenir compte d'un écart de 3 points « environ de blancheur au moins par rapport aux « meilleures pâtes commerciales. »

« Les caractéristiques mécaniques sont à peu près « équivalentes à celles des pâtes de pin maritime. »

P. patula.

« On a procédé à l'étude papetière d'un échan- « tillonnage de *P. patula* malgache en le traitant « selon les procédés les plus classiques à l'exception « du procédé mécanique pour lequel on ne disposait « pas de l'appareillage nécessaire. »

« Les bois reçus sont relativement peu résineux et « la cuisson soude-soufre (ou kraft) est facile à « réaliser. Des résultats favorables sont obtenus « par traitement à 170 °C de préférence à 155 °C. « Le blanchiment des pâtes n'offre pas de difficultés « particulières.

« Les caractéristiques mécaniques des pâtes « écrues et blanchies sont inférieures à celles des « pâtes d'Epicéa mais voisines de celles du Pin « maritime.

« Les cuissons effectuées à la soude seule offrent « moins d'intérêt. La cuisson au monosulfite est « possible mais les rendements obtenus pour ce « mode de cuisson ne semblent pas très élevés et les « pâtes écrues conservent une teinte relativement « foncée. Les consommations de chlore au cours du « blanchiment de ces pâtes sont particulièrement « élevées.

« La cuisson au bisulfite a été réalisée dans des « conditions à peu près normales pour un bois rési- « neux et les résultats enregistrés sont favorables.

« Les échantillonnages correspondant à des bois « de même âge et de même origine possèdent des « caractéristiques papetières relativement cons- « tantes.

« Cette variété de Pin présente un grand intérêt « pour l'industrie papetière malgache car elle est « susceptible de donner des pâtes dont les possibi- « lités d'emplois et la qualité semblent au moins « équivalentes à celles du Pin des Landes couram- « ment utilisé en France. »

Durabilité naturelle. Conservation. Imprégnabilité.

P. patula et *P. khasya* manifestent une grande sensibilité aux agents d'altération habituels des

bois à tous les stades de la transformation, depuis la grume abattue jusqu'au bois mis en œuvre, spécialement vis-à-vis des attaques d'origine fongique.

Dès l'abattage les bois en grumes voient l'installation immédiate des champignons de bleuissement (en particulier *Lasiodiplodia theobromae*). Le développement de ces champignons est très rapide à partir des extrémités tronçonnées et aussi à partir du roulant des billes. Au bout de quelques semaines la coloration bleue peut avoir gagné toute la masse du bois. Elle s'accompagne fréquemment de l'installation simultanée de champignons d'échauffure dont le développement, bien qu'un peu moins rapide, devient aussi important, et a des conséquences encore plus graves.

Pour éviter les dégâts dus à ces attaques fongiques il faut savoir qu'elles se mettent en place quelques heures après la coupe. Les traitements chimiques voient leur efficacité très compromise s'ils sont pratiqués plus de 24 heures après l'abattage. Le maintien de l'écorce sur les billes ralentit notablement la pénétration des agents de bleuissement et d'échauffure. Il importe donc d'extraire les bois de la forêt le plus rapidement possible sans les écorcer, d'éviter au maximum les arrachements accidentels d'écorce et *a fortiori* de prohiber complètement le façonnage d'équarris ou de planches sur les lieux de la coupe.

Les bois étant évacués de forêt dans les plus brefs délais et transportés par exemple à une scierie, voient inévitablement se poursuivre le développement des altérations antérieurement installées ; il faut donc les débiter et assurer le séchage des produits rapidement : c'est seulement une fois le bois sec que le développement des champignons s'arrête. Une protection chimique des bois débités est indispensable dès leur tombée de la scie pour leur permettre de passer le délai nécessaire au séchage en restant indemnes. Les produits chimiques à employer pour ce traitement des sciages frais sont de nature différente de ceux que l'on peut utiliser pour le traitement des grumes. Ils sont en général moins chers que ces derniers et si l'on peut chercher, par mesure d'économie, à remplacer le traitement chimique des bois en grumes par la rapidité d'évacuation et de débit ainsi que par le maintien de l'écorce protectrice, par contre le traitement des bois fraîchement débités est irremplaçable. Il

assure la bonne conservation des sciages jusqu'à leur usinage définitif mais doit être suivi avant la mise en œuvre d'un nouveau et dernier traitement destiné, celui-ci, à assurer la conservation du bois pendant toute sa durée de service. Ce traitement est évidemment différent selon l'emploi prévu : les menuiseries intérieures se satisferont de certains produits, les pilotis ou les pieux plantés dans le sol exigeront d'autres formulations.

D'une manière générale, ces bois de pins s'ils sont mis en œuvre dans des conditions assez dures (humidité permanente, contact du sol, voisinage des termites, etc...) ne se conservent sans protection chimique pas plus de 3 à 6 ans, d'après les expériences faites sous des climats variés. Ce grave inconvénient est très largement compensé par leurs grandes facilités de traitement.

Tous les produits classiques de préservation sont en effet facilement absorbés dans l'aubier, qu'ils soient du type hydrosoluble ou du type huileux, leur pénétration et les quantités retenues sont très satisfaisantes. La créosote légère par exemple peut être appliquée à des bois secs par un simple trempage de quelques heures, de préférence à chaud, jusqu'à des doses dépassant largement 200 kg par m³ de bois.

L'extrême facilité avec laquelle ces pins aubieux absorbent toutes sortes de produits a même conduit à essayer sur eux, avec succès d'ailleurs, la technique de l'irradiation après injection de résines radiopolymérisables, pour obtenir un « bois-plastique », matériau nouveau alliant la richesse du bois à la résistance du plastique.

Revenant aux réactions des pins en face des agents d'attaque, on peut noter qu'il est surtout fait état jusqu'ici de leur comportement vis-à-vis des attaques fongiques. A l'égard des termites, la résistance est également très faible ; quant aux coléoptères habituellement redoutés dans d'autres régions du monde (Cérambicides en particulier) leur installation dans des bois mis en œuvre n'a pas encore été constatée mais on peut craindre ce danger lorsque l'emploi des pins se généralisera. Là encore l'aptitude à l'imprégnation de ces bois est rassurante. Nous ne mentionnerons que pour mémoire les risques d'attaque des bois frais par les insectes des groupes Scolytes et Platypes car ces attaques s'arrêtent dès que les bois sont débités.

UTILISATIONS EN BOIS ROND

Bois de chauffage et de carbonisation.

La faible densité des pins en fait de mauvais bois de chauffage, à faible pouvoir calorifique. Leur utilisation dans ce domaine présente donc peu d'intérêt, comparée à celle d'autres essences très communes telles que l'Eucalyptus robusta ou les Acacias.

Perches et piquets.

Les besoins en ce domaine sont importants en milieu rural et ne peuvent pas toujours être satisfaits par l'emploi de bois feuillus de bonne durabilité naturelle. La sensibilité des deux pins étudiés aux attaques de champignons interdit évidemment leur emploi en terre sans protection chimique. Tous

les procédés de protection superficielle (carbonisation des pieds des piquets, badigeonnage, etc...) sont totalement inefficaces. Seule l'imprégnation dans la masse par des produits de composition convenable peut apporter une bonne protection. Pour les produits huileux du type créosote le faible diamètre de ce genre de pièces rend possible le traitement par trempage à chaud après un sérieux séchage. Les produits salins hydrosolubles par contre peuvent être appliqués par trempage des pieds des piquets bien frais, entièrement écorcés, dans une solution aqueuse concentrée. Parmi les formules les plus efficaces, on trouve les produits du type Cuivre-Chrome-Arsenic. Si ce procédé est appliqué par temps chaud, sec et dans un endroit bien ventilé, l'évaporation tout au long du piquet dont le pied plonge dans la solution peut assurer une montée du produit sur une hauteur convenable, apportant au moins jusqu'au niveau où le piquet sortira du sol une fois mis en place, une dose suffisante à la protection, même si la rétention de produit actif va en diminuant vers le haut du piquet.

L'utilisation de perches et de piquets convenablement traités en supports de clôtures, dans la construction de petits bâtiments agricoles (étables, hangars, etc...) peut être particulièrement intéressante comme débouché pour les produits de faibles diamètres habituellement difficiles à valoriser. Les programmes de développement de l'élevage dans le Moyen Ouest en particulier pourraient utilement faire appel aux pins pour les besoins de ce genre, à condition de considérer comme strictement indispensables les traitements décrits ci-dessus, leur nécessité étant accrue par l'abondance des termites dans ces régions.

Poteaux.

L'utilisation classique des bois résineux comme appuis de lignes électriques ou téléphoniques dans d'autres régions du monde conduit évidemment à envisager à Madagascar celle des pins dans ces emplois. Leur situation se présente pratiquement de ce point de vue à l'inverse de celle des Eucalyptus robusta : ces derniers ont des formes et des résistances mécaniques favorables mais se prêtent mal aux traitements de préservation pourtant nécessaires étant donné leur médiocre durabilité naturelle. Pour *P. khasya* et *P. patula* au contraire les grandes facilités de traitement compensent la mauvaise

durabilité naturelle mais les résistances mécaniques sont malheureusement faibles.

L'absence d'élagage cause la présence de couronnes de nœuds formant des zones privilégiées de cassure absolument inévitables. Par ailleurs les essais mécaniques pratiqués sur des bois exceptionnellement élagués ont montré que, même en l'absence de nœuds, les performances des pins sont faibles. Leur emploi en support de lignes ne peut donc être envisagé que sur de faibles hauteurs (lignes téléphoniques) et en utilisant des diamètres plus forts que ceux préconisés dans les normes d'emploi des résineux d'Europe.

Moyennant ces restrictions qui semblent exclure totalement l'édification de lignes électriques à moyenne ou haute tension sur supports en *P. khasya* ou *P. patula*, il reste que ces deux espèces peuvent fournir, à la condition impérative d'être élaguées précocement, des poteaux utilisables dans les cas où les contraintes mécaniques imposées sont modestes.

Là encore un traitement énergétique de préservation est indispensable, mais répétons-le facile : soit par injection sous pression de produits huileux ou salins après séchage, soit sur des poteaux fraîchement abattus, par déplacement de sève (procédé Boucherie) permettant exclusivement l'application de produits salins hydrosolubles. Cette dernière technique a été longuement expérimentée et a donné des résultats très positifs : le procédé Boucherie simple, rustique, peut être appliqué en dehors de toute installation industrielle. La pénétration, la rétention et la répartition des produits que l'on obtient à l'intérieur du poteau correspondent à une bonne protection. Son application aux pins peut donc être envisagée dans les régions trop éloignées de la station d'imprégnation sous pression de Périnet.

Les conditions énoncées ci-dessus pour l'emploi des pins en poteaux peuvent paraître très restrictives si l'on ne songe qu'aux appuis de ligne mais un débouché supplémentaire des bois ronds existe dans les constructions rustiques de style canadien ou nordique où l'on empile, pour faire les murs d'une habitation, des rondins horizontaux assemblés aux angles par simple entaillage à mi-bois. Les habitations construites sur ce principe peuvent rendre des services pour loger la main d'œuvre sur certains chantiers par exemple, un doublage intérieur constitué par des dosses pouvant en améliorer le confort.

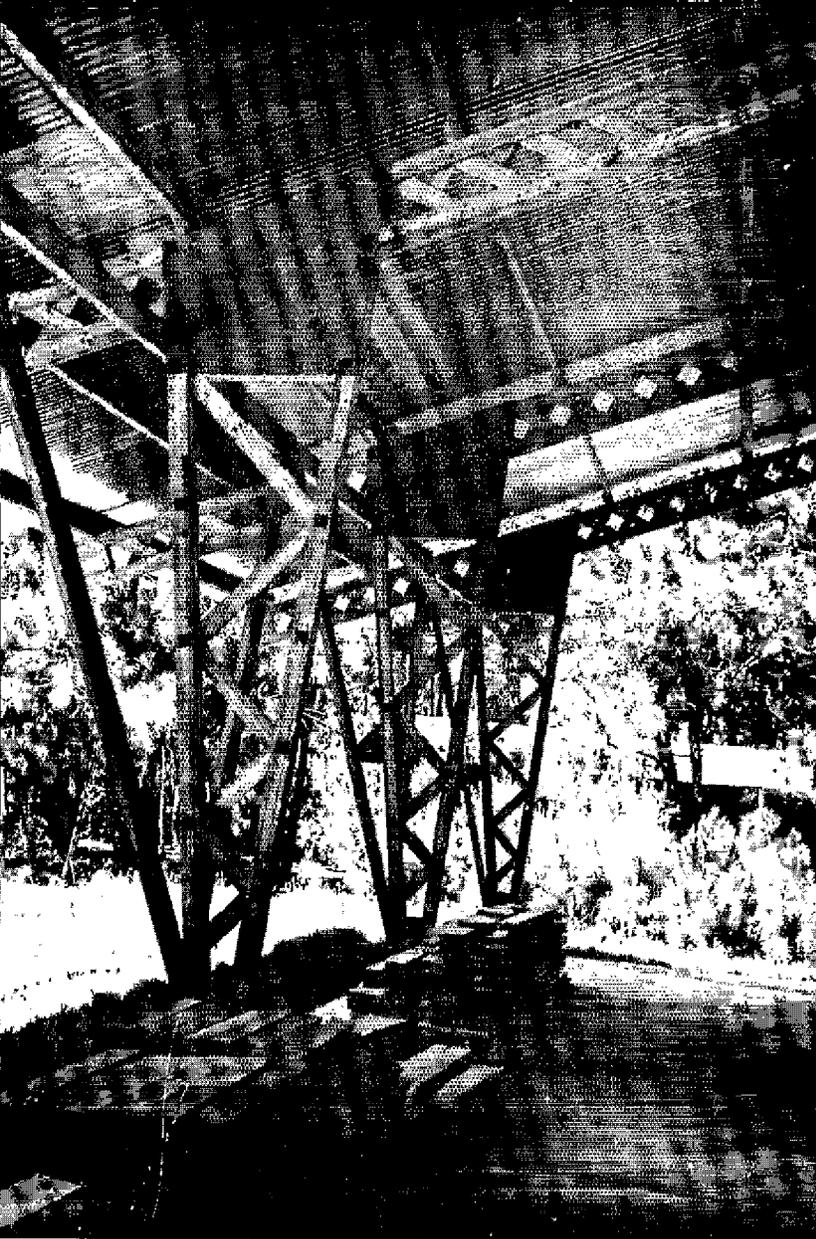
SCIAGE UTILISATION EN BOIS D'ŒUVRE

Conditions actuelles d'exploitation et de sciage.

Aucune entreprise n'applique actuellement les méthodes rationnelles suivies dans les autres pays pour l'exploitation et le sciage industriel des bois résineux.

Les quelques massifs dont on a extrait des bois

jusqu'à maintenant ont été exploités en général manuellement, les bois étant façonnés sur les lieux mêmes de la coupe, en équarris, taillés à la hache ou en sciages de long, les produits restant pendant trop longtemps en forêt et étant livrés au commerce dans un état de dégradation avancé (bleuissement, échauffures). Quelques rares exploitants tentent



*Hangar CTFT. Perinet.
Charpente boulonnée et clouée.*

Photo Guéneau.

comme nous l'avons vu plus haut, n'est évidemment pas excellente pour tous les domaines d'emploi possibles mais il est certain que les pratiques commerciales actuelles les déprécient encore par rapport à leurs possibilités réelles.

Pourtant s'il est vrai que l'exploitation et le débit des bois feuillus de la forêt naturelle malgache, à la composition trop variée et au relief trop accidenté, présentent des difficultés techniques très réelles, à l'inverse, les pins de plantation seraient d'extraction et de transformation beaucoup plus faciles.

Les solutions techniques adéquates (engins de débardage, de transport, sciages industriels, conditionnement des produits) sont parfaitement connues. Il ne manque donc que les entreprises capables de les appliquer.

Charpente massive.

Les pins sont déjà employés pour la charpente de type traditionnel c'est-à-dire utilisant en général des pièces d'assez fortes sections et des modes d'assemblage par entailles, tenons, mortaises...

Les dimensions relativement faibles des bois disponibles et la nécessité d'éliminer les nœuds trop importants par un tri sévère et par des tronçonnages nombreux devraient plutôt orienter les architectes vers la conception de charpentes boulonnées et clouées, les pièces de grande portée étant constituées par des poutres composées d'éléments de petites dimensions.

Quelques réalisations de ce genre ont été faites par la division de technologie du CTFT, Madagascar (1) pour en démontrer la possibilité dans le domaine de la construction de hangars industriels par exemple, en utilisant des plans pré-établis en Europe et en adaptant le dimensionnement des pièces aux caractéristiques mécaniques des pins malgaches. Les prix de revient obtenus dans ces réalisations expérimentales sont très encourageants et seraient encore largement améliorés dans une fabrication industrielle de série. Les récentes augmentations de prix des fers importés conduiront probablement beaucoup d'utilisateurs à se tourner vers ces types de construction moins chers que la charpente métallique. Il importe cependant de souligner que l'adaptation des plans de charpente prévus pour le sapin doit être faite très sérieusement

(1) Ces essais ont fait l'objet de notes techniques de vulgarisation séparées.

cependant d'introduire des pratiques plus raisonnables : emploi de scies à chaîne pour l'abattage et le tronçonnage, de tracteurs à pneus pour le débardage, de camions-grumiers pour le transport jusqu'à un atelier de débit de grumes. Ces ateliers sont encore, le plupart du temps, équipés plus pour la menuiserie que pour le sciage des grumes.

Le marché intérieur est donc alimenté en quantités croissant rapidement par des débits de basse qualité : irrégularité importante d'épaisseur, absence de classement, mauvais état de conservation. Malgré cela, la demande étant pressante, les prix pratiqués atteignent déjà largement ceux des bois feuillus provenant de la forêt naturelle. Des tentatives d'exportation de ces produits médiocres ont même été faites sur des marchés extérieurs proches.

Cette situation est extrêmement fâcheuse car les utilisateurs risquent de se faire une idée péjorative des bois de pins, idée qu'il sera plus tard très difficile de modifier. La qualité moyenne de ces bois,

dans chaque cas et qu'il serait dangereux de laisser s'édifier des constructions mal conçues : ici encore la vulgarisation ne peut se passer d'entreprises qualifiées.

Charpente lamellée-collée.

Le souci de tirer le meilleur parti des bois tels qu'ils se présentent conduit naturellement, après le stade de la charpente clouée à celui de la charpente lamellée-collée. Cette technique seule permet le dessin de grandes portées en utilisant des bois de petites dimensions que l'on peut purger convenablement de défauts. Un hangar et un abri en lamellé-collé ont été construits dans cet esprit par la Division de Technologie du CTFT/Madagascar (1), la réaction de *P. khasya* au collage (colle Résorcine-Formol convenablement chargée) est très favorable. Il lui a même été associé à titre d'essai d'autres bois (Palissandre, Longotra), la dureté du pin étant insuffisante pour former les faces externes de certaines pièces exposées aux chocs par exemple.

Le succès rencontré par la technique du lamellé-collé dans les autres pays laisse supposer que les pins malgaches puissent trouver dans cette voie un débouché futur intéressant.

Coffrage (1).

Les qualités technologiques de *P. patula* et *P. khasya* ont été rapprochées de celles de *P. pinaster* (pin maritime), essence couramment utilisée en coffrage. Les résultats montrent que les caractéristiques physiques et mécaniques des pins malgaches sont nettement suffisantes.

Le clouage est facile et la tenue des assemblages bonne. On peut espérer plusieurs réemplois des mêmes pièces moyennant probablement un traitement hydrofuge, pouvant être un simple badigeonnage à l'huile ; la rentabilité d'un traitement plus poussé, par un produit fongicide et insecticide de bonne rémanence, peut devenir intéressante pour les longues durées de service.

Comme pour d'autres emplois le succès de *P. patula* et *P. khasya* en coffrage reste toujours subordonné à l'existence sur le marché de sciages

de dimensions régulières, et sains au moment où ils sont livrés à la consommation, les résistances mécaniques des bois altérés étant toujours insuffisantes.

Caisserie. Emballage (1).

Des fabrications réelles de divers types d'emballages massifs (casiers à bouteilles, caisses ordinaires, caisses pour le transport du tabac, caisses industrielles) et d'emballages utilisant des placages déroulés (caisses armées, casiers d'exportation, casiers emboîtables, plateaux) ont été réalisées avec succès. Toutes les épreuves prévues par les Normes Françaises ont montré que le comportement de ces caisses était satisfaisant dans des conditions de service très variées.

Leur fabrication s'est elle-même passée sans difficulté particulière sauf l'inconvénient présenté par les nœuds au déroulage, inconvénient déjà signalé plus haut. Les besoins locaux en caisses et emballages vont en croissant, tant pour les transports intérieurs de produits agricoles et industriels que pour certaines exportations : l'introduction des pins dans ces emplois ne peut manquer d'intervenir dans un proche avenir.

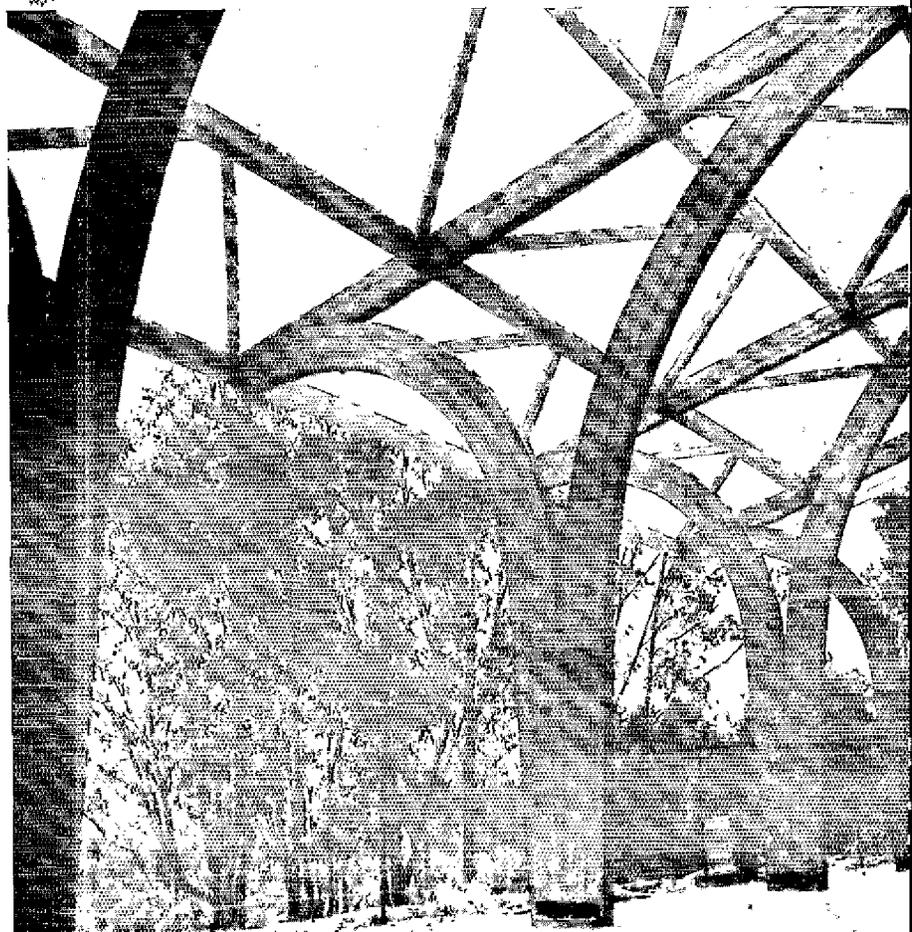
Habillages intérieurs.

La faible dureté de *P. patula* et *P. khasya* les écarte de la confection des portes, fenêtres ou encadrements en bois massif, tout au moins pour des conditions de service dures ; par contre ces pins

(1) Informations extraites de « Utilisation Industrielle du *Pinus patula* », étude CTFT, 1967.

Hangar CTFT. Tananarive.
Charpente lamellée collée.

Photo Guéneau.



conviennent tout spécialement pour les plafonds et les panneaux décoratifs d'intérieur. Dans ce dernier cas il est souhaitable que les plinthes et les cimaises soient constituées de bois plus durs et d'une couleur tranchant sur la teinte claire du pin.

Il est très logique aussi de faire entrer les pins dans la fabrication locale de portes isoplanes :

PANNEAUX

Panneaux lattés.

La construction et l'industrie de l'ameublement font un usage relativement important de panneaux lattés importés. Si une fabrication locale s'installait elle pourrait remplacer ces importations, empiétant même sur certains secteurs utilisant actuellement d'autres types de panneaux, par exemple des panneaux de particules ou même de contreplaqués épais dont le prix est très élevé et dont l'emploi n'est pas toujours justifié.

Cette production de panneaux lattés, à un niveau approximatif de 2-3.000 t par an, pourrait utiliser les pins dans la confection des lattés formant l'âme du panneau, et d'autres essences pour les faces extérieures, en placages déroulés, avec ou sans contreplacage d'un parement supplémentaire en bois tranché à effet décoratif.

Une étude technique et financière a été menée en 1967 et ses conclusions rassemblées dans une note

ils peuvent en constituer l'ossature intérieure qui est revêtue extérieurement de placages déroulés d'autres essences, en attendant que les plantations offrent sur le marché des grumes sans nœuds provenant de bois élagués à rythme de croissance modéré. Cette fabrication est déjà essayée par quelques entreprises tananariviennes.

remise au Gouvernement Malgache (Essais de fabrication de panneaux lattés, par Ph. Neau et P. Guéneau, note technique n° 24, CTFT, Madagascar). Elle a montré que le processus indiqué ci-dessus pouvait être appliqué dans la pratique et aboutissait, pour un coût de production inférieur à 35.000 FMG par mètre cube de panneaux finis (épaisseur 19 mm), à des produits satisfaisant pleinement aux épreuves prévues par les Normes Françaises. Le rendement obtenu en feuilles déroulées de pin a été jugé faible (17 % par rapport aux grumes), à cause des nœuds et un autre essai à partir de *Tavolo* (*Ravensara* sp.) a été beaucoup plus satisfaisant pour la confection des faces.

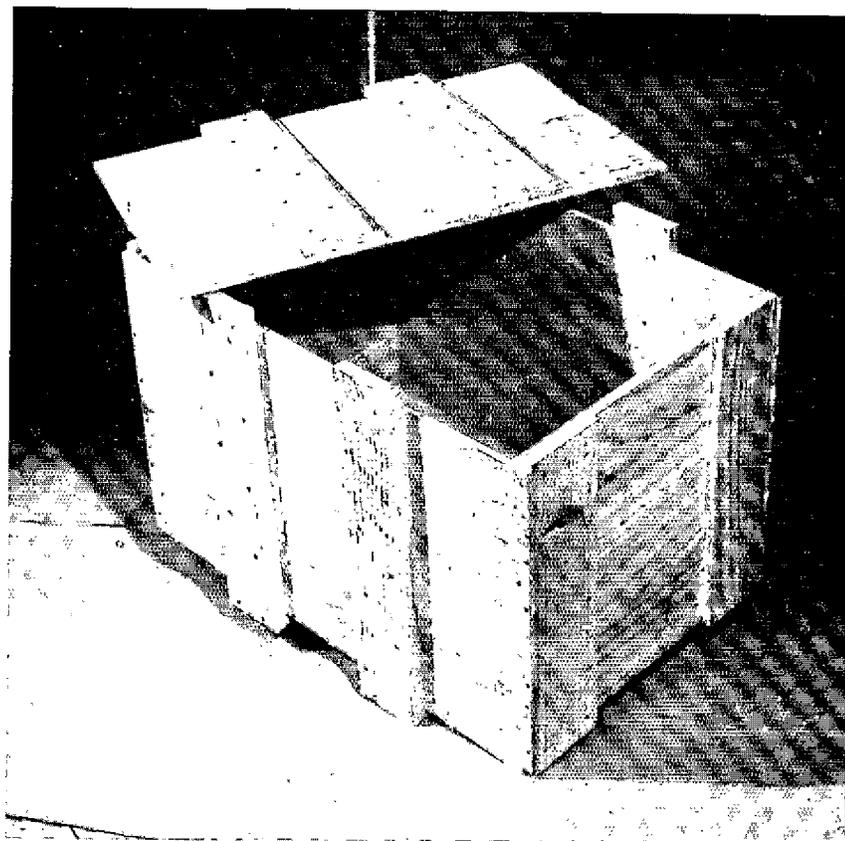
Autres panneaux.

Les propriétés de *P. patula* et *P. khasya* conviennent techniquement aussi à la production de panneaux de particules, de fibres, de laine de bois

mais les considérations déterminantes en ce domaine sont d'ordre économique : la dimension du marché intérieur est faible, les seuils de rentabilité de ces types de production sont plus élevés que dans le cas de panneaux lattés, l'étude des débouchés est donc plus épineuse et devra tenir compte de l'existence d'une usine locale de panneaux de fibres utilisant les *Eucalyptus* parmi ses matières premières, usine déjà en cours d'implantation à Moramanga.

PÂTE.

L'usine de papeterie assurant maintenant l'approvisionnement complet du marché intérieur malgache incorpore déjà aux pâtes importées une certaine proportion de pâte mécanique de *P. patula* produite sur place.

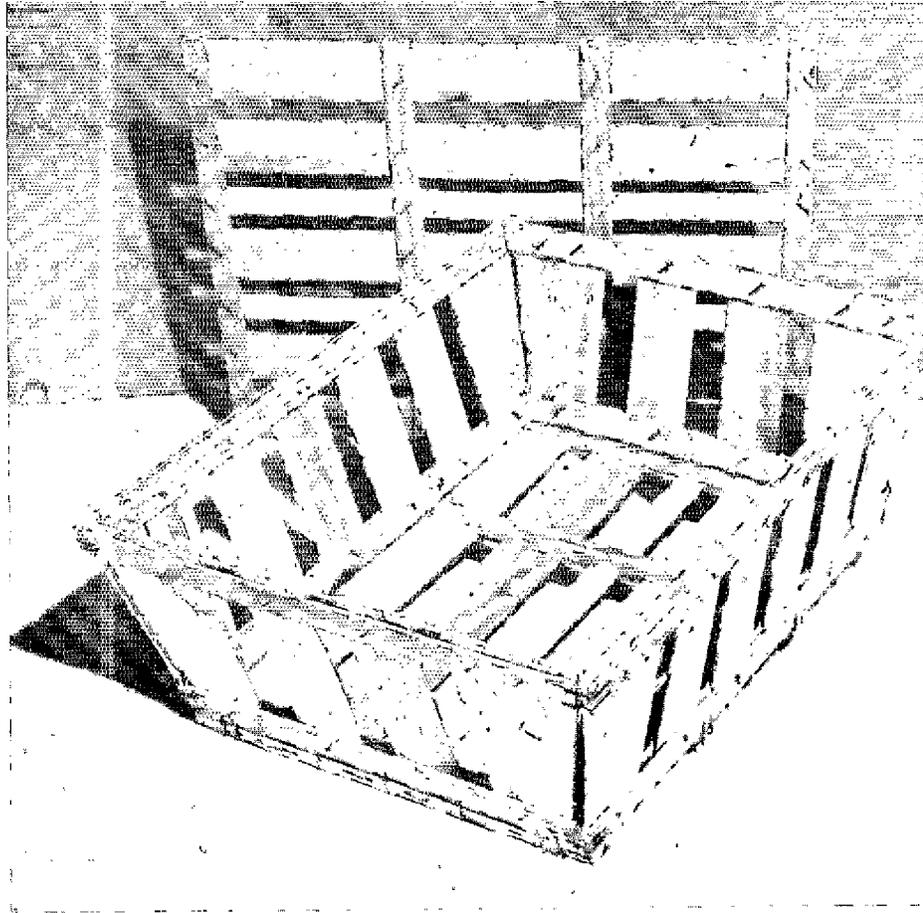


Caisse pleine,
type emballage industriel.

*Emballage pour fruits et légumes.
Caisse embottable.*

Par ailleurs l'aptitude des bois de *P. patula* et *P. khasya* à la transformation en pâte chimique a été vérifiée très en détail, au stade du laboratoire et au stade semi-industriel par la Division de Cellulose du CTFT et nous avons rappelé plus haut ses conclusions favorables.

L'utilisation des reboisements industriels de la Haute Matsiatra et du Mangoro par une ou plusieurs usines de pâte chimique est tout à fait d'actualité, et fait l'objet d'études prospectives poussées, sur le plan technique et commercial. Les principales questions à résoudre portent sur la capacité optimum souhaitable des usines projetées et le mode d'évacuation des produits jusqu'au port d'embarquement. Il est en effet hors de doute qu'une proportion élevée de la production doit déboucher sur l'exportation étant donné l'ordre de grandeur de la consommation locale de produits papetiers comparé à celui des unités de production rentables.



CONCLUSIONS. PERSPECTIVES

L'avenir des reboisements de pins à Madagascar reste actuellement dominé par une grande inconnue. Certains massifs seront-ils voués à l'alimentation d'une grosse usine de pâte à papier ? De cette inconnue de taille découlent d'autres questions : plusieurs unités papetières seront-elles mises en place ou bien une seule ? Les décisions sont à prendre à l'échelon national le plus élevé et les facteurs déterminants ne sont pas tous d'ordre technique : une légère incertitude plane forcément sur la position commerciale que pourrait prendre une telle production dans le marché mondial et cette incertitude inévitable oblige les autorités responsables, comme les investisseurs éventuels, à tenir un pari sur l'avenir.

L'orientation qui sera prise devant ce problème aura des conséquences à la fois dans le domaine propre à cette industrie et dans celui de toutes les autres activités pouvant se baser sur l'utilisation des pins comme matière première.

Cependant l'alternative entre industrie papetière et autres industries n'est pas aussi cruciale qu'il pourrait paraître. Si l'implantation d'usines de pâte à papier doit bien sûr prévoir la réserve à son profit d'une grande partie des peuplements existants, elle n'en laissera pas moins la possibilité de productions d'autres catégories de bois pour d'autres industries.

Des scieries de pins par exemple auxquelles pourraient être intégrées des activités de seconde transformation (panneaux lattés, portes isoplans, etc...) pourront toujours trouver un approvisionne-

ment suffisant dans des parcelles qui seraient distraites de la production de bois à pâte et menées sur le plan sylvicole vers la production de bois d'œuvre.

Cette coexistence est possible grâce à l'immense différence d'échelle qui existe entre les besoins de l'industrie papetière, se chiffrant au niveau de plusieurs centaines de milliers de mètres cubes annuels, et les besoins des autres industries, qui eux évoluent au niveau de la dizaine de milliers de mètres cubes annuels.

L'approvisionnement de ces autres industries poserait d'ailleurs encore moins de problèmes si une seule des régions productrices de bois de pins était affectée à la pâte à papier, mais répétons que même dans le cas où plusieurs unités papetières s'implanteraient, la matière première ne manquerait pas aux scieries.

Quels que soient les emplois prévus, et ils ne peuvent manquer d'être multiples, pour les plantations de pins, nous avons constaté tout au long de cette revue qu'un effort important est à faire dans la conduite sylvicole des peuplements : recherche de conditions optima et non forcément maxima pour la croissance, car la qualité du bois produit ne suit pas la quantité, et pratique généralisée de l'élagage artificiel.

P. GUÉNEAU,

*Chef de la Division de
Technologie au CTFT, Madagascar.*