

QUELQUES ASPECTS DE LA PRÉSERVATION DES BOIS SOUS LES CLIMATS TROPICAUX. LEUR IMPORTANCE ÉCONOMIQUE

par M. FOUGEROUSSE,

*Chef de la Division de Préservation des Bois
au Centre Technique Forestier Tropical.*

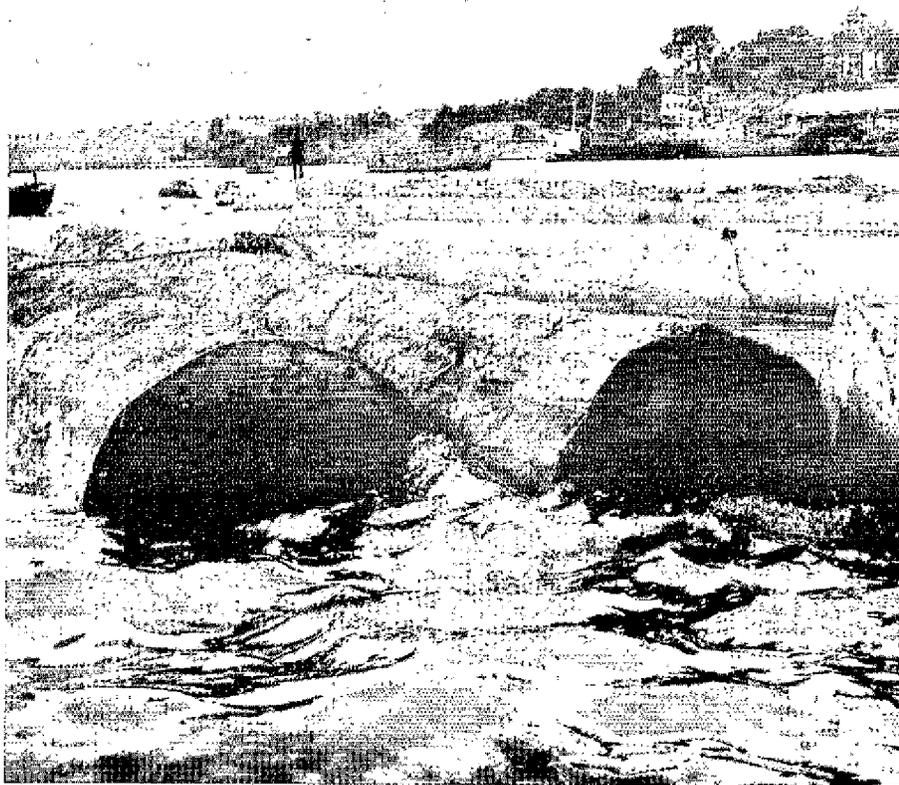


Photo Fougerousse.

Les conditions de transport, notamment le flottage des billes, exigent de la part des produits employés à la protection de celles-ci, une excellente tenue aux agents physiques d'usure.

SUMMARY

SOME ASPECTS OF WOOD PRESERVATION IN TROPICAL CLIMATES AND THEIR ECONOMIC IMPORTANCE

The author reviews the various fields in which wood preservation techniques are to be applied to tropical forest products in their raw form (logs), to sawn timber and veneers, and to round poles or railways sleepers. He emphasizes how much those techniques can help to improve the exploitation of non durable woods, to valorize certain wood products for exportation and to increase the use of timber in the tropical developing countries.

RESUMEN

ALGUNOS ASPECTOS DE LA PRESERVACIÓN DE LAS MADERAS EN LOS CLIMAS TROPICALES. SU IMPORTANCIA ECONÓMICA

El autor examina los distintos aspectos de aplicación de las técnicas de preservación a las maderas tropicales, en su forma bruta (rollizos), en forma de aserríos o de maderas desenrolladas y, asimismo, en ciertas formas de utilización que únicamente precisan una transformación sencilla (postes, traviesas de ferrocarril). El interés de estas técnicas para ayudar la explotación de especies frágiles, queda debidamente puesto de manifiesto, del mismo modo que el interés existente en revalorizar ciertos productos para la exportación y para desarrollar el empleo de la madera en los países productores.

INTRODUCTION

Dans les pays équatoriaux et tropicaux, les problèmes de préservation du bois, s'ils ne diffèrent pas fondamentalement des problèmes rencontrés dans les régions tempérées du globe, se posent néan-

moins dans des termes particuliers, aussi bien sur le plan technique que sur le plan économique.

Sur le plan technique, ces problèmes sont à la fois plus complexes et plus difficiles à résoudre en raison

de la grande diversité des essences, de la multitude des agents d'attaque et des conditions climatiques constamment favorables à l'action de ces agents, et en même temps favorables à une usure rapide des produits de préservation, soit par évaporation, soit par lessivage, et le plus souvent par la combinaison de ces deux facteurs.

Sur le plan économique, le rôle de la préservation des bois dans les pays tropicaux est important et multiple ; il doit, dans tous les cas, aider au développement économique, et donc au développement humain de ces pays ; deux cas sont à considérer essentiellement :

— ou bien les ressources en bois d'un pays sont faibles, soit en valeur absolue, soit par rapport aux besoins d'une population nombreuse et la préservation du bois, en améliorant sa durabilité, accroît sa durée de service et contribue ainsi au maintien des ressources en bois du pays, aussi faibles soient-elles,

— ou bien les ressources en bois d'un pays sont importantes, ce qui est le cas de nombreux pays

équatoriaux et subéquatoriaux, et elles permettent alors, non seulement de satisfaire les besoins locaux, mais aussi d'organiser une exploitation forestière et une industrie du bois orientées vers l'exportation, source de revenus qui peuvent alors être utilisés dans d'autres domaines du développement économique.

Dans cet exposé, nous examinerons les problèmes de préservation qui se posent :

— au niveau de l'exploitation forestière et du transport du bois en billes,

— au niveau de la transformation en sciages et placages déroulés,

— au niveau de l'utilisation du bois non transformé (poteaux et piquets ronds) ou mis en œuvre après transformation simple (traverses de chemin de fer).

Nous ne traiterons pas ici des problèmes de préservation des bois de construction, des panneaux contre-plaqués ou des panneaux agglomérés.

LA PROTECTION DES BILLES EN PAYS TROPICAUX

Le problème de la protection des billes tropicales est un problème à la fois très important et difficile ; sans doute ne se pose-t-il pas pour toutes les essences, dont bon nombre sont suffisamment résistantes naturellement aux attaques des insectes et des champignons de bois frais pour supporter sans dommages graves les tribulations qui les amènent des forêts tropicales aux usines de transformation parfois situées à des milliers de kilomètres au-delà des mers. Mais, par contre, de nombreuses essences ont une fragilité telle, et une susceptibilité si immédiate aux attaques que leur exploitation n'est possible que grâce à l'application de traitements de préservation. En outre, au moment où la plupart des pays tropicaux à vocation forestière cherchent à diversifier les essences exploitées, à valoriser certains bois encore mal connus, autrement dit à améliorer la gestion de leur capital forestier, il est évident que les techniques de préservation des billes, en permettant l'exploitation d'essences fragiles, ont un rôle primordial à jouer pour aider à l'application et à la réussite de cette politique forestière d'économie.

Il n'est pas dans notre propos de faire une revue exhaustive des travaux effectués dans le monde sur les questions de pathologie et de préservation des billes de coupe fraîche sous les climats tropicaux (on trouvera en annexe à ce rapport, une liste bibliographique de publications traitant de ces questions), mais plutôt d'examiner quels sont les moyens actuels de protection et de chercher à définir les directions de recherche susceptibles d'améliorer ces moyens.

Rappelons d'abord très brièvement quels sont les

principaux risques d'altération des bois sous forme de billes et en quoi ces altérations sont préjudiciables à une bonne utilisation ultérieure du bois ; les dommages peuvent être dus à des phénomènes biologiques (attaques d'insectes et attaques de champignons) et à des phénomènes physiques (formation de gerces et de fentes) et les règles de bonne conservation des billes doivent permettre de maîtriser ces divers phénomènes.

La gravité réelle des attaques d'insectes sur les billes, et plus particulièrement des piqûres noires causées par les *Platypodidae* et les *Scolytidae*, est liée à l'utilisation ultérieure du bois ; on sait que ces attaques ne peuvent ni se poursuivre ni, à plus forte raison, se produire sur le bois sec, et le dommage qu'elles représentent est uniquement d'ordre esthétique (pour avoir une incidence sur les propriétés mécaniques, elles devraient être présentes avec une densité extraordinairement élevée) ; ce dommage est particulièrement grave chez les essences destinées au déroulage, au tranchage, à l'ébénisterie, et d'une manière générale lorsque le bois doit demeurer apparent ; il est moindre pour des bois de construction non apparents, comme la plupart des bois de charpente par exemple ; il est nul dans certaines utilisations, telles que les traverses de chemin de fer par exemple, et, dans ce cas particulier, on pourrait même estimer que ces piqûres constituent des voies de pénétration pour le produit de préservation et exercent donc une action plutôt favorable. Par contre, les attaques de certains insectes, commençant sur les billes de coupe fraîche, peuvent se poursuivre après séchage du bois ; c'est notamment le cas de nombreux *Bostrychidae* tropicaux dont les

larves vivent aux dépens des contenus amyliacés des cellules de l'aubier ; c'est aussi, parfois, le cas de certains *Cerambycidae*.

Les facteurs influençant l'attaque des billes par les insectes ont été assez largement étudiés et il est possible de dégager de ces études quelques enseignements de valeur générale :

— la présence de l'écorce est nécessaire au déclenchement des attaques de *Cerambycidae* et de *Buprestidae*, et l'écorçage constitue un moyen simple d'éviter complètement ces attaques,

— par contre, l'écorce n'est pas un obstacle au déclenchement des attaques de *Platypodidae*, de *Scolytidae* et de *Bostrychidae*, mais il est très important de noter qu'elle joue un rôle retardant le déclenchement des attaques ; ce rôle semble lié à la structure et à l'épaisseur de l'écorce, il varie considérablement selon les essences, mais pour certaines, il peut être extrêmement intéressant,

— les attaques des *Platypodidae* et des *Scolytidae* sont les premières à se produire et elles peuvent se déclencher très rapidement, après une période de latence qui peut se trouver réduite à quelques heures suivant l'abattage de l'arbre,

— c'est dans l'ambiance forestière que les attaques sont les plus importantes et, dans cette ambiance, l'exposition au soleil semble généralement favoriser l'action des insectes,

— si les attaques de la plupart des *Bostrychidae* sont limitées à l'aubier, les larves vivant essentiellement des contenus amyliacés des cellules, par contre les *Platypodidae* et *Scolytidae* peuvent développer leurs galeries dans le bois duraminisé.

Les altérations d'origine fongique susceptibles de se produire dans les billes de coupe fraîche sont, d'une part, les divers types de coloration, parmi lesquels le bleuissement est le plus commun, et, d'autre part, les échauffures et les pourritures. Ces dernières affectent gravement les propriétés mécaniques du bois, alors que les colorations diverses les affectent relativement peu.

Au sujet des attaques de champignons sur les bois frais, il est nécessaire de souligner la très grande rapidité avec laquelle elles se produisent puis se développent ; un grand nombre d'échecs enregistrés dans la protection fongicide des billes semble dû, entre autres raisons, à la méconnaissance de ce point capital qu'est l'extraordinaire vitesse de contamination des découpes et, d'une manière générale, de toutes les zones de bois mises à nu. Il est également nécessaire de savoir que l'écorce, plus encore que dans le cas des attaques d'insectes, peut jouer un rôle protecteur important : lorsqu'elle n'a pas été blessée lors de l'abattage, elle constitue une barrière infranchissable par les champignons ; pour que cette barrière soit effective, il faut que l'écorce ne soit ni arrachée, ni soulevée, ni écrasée. Bien entendu, cette protection disparaît lorsque, par séchage, des fissurations se produisent dans

l'écorce et que l'adhérence de l'écorce au bois n'est plus maintenue, mais cela exige un délai largement supérieur aux délais habituels d'évacuation, de transport et de débitage des billes.

Enfin, les billes peuvent être endommagées par la formation de fentes et de gerces. A cet égard, il convient de distinguer nettement les fentes qui se produisent dès l'abattage des arbres ou lors du tronçonnage des fûts, et qui résultent d'efforts mécaniques internes correspondant à la libération de tensions qui se trouvaient équilibrées naturellement dans l'arbre sur pied. Contre ces fentes il n'existe que peu de moyens de lutte ; lorsqu'au tronçonnage apparaissent des amorces de fentes, on cherche à limiter leur développement par la pose d'esses ou de cercles métalliques ; cette pratique est parfois impuissante à empêcher l'extension des fentes, et celles-ci déprécient alors considérablement les billes. Il ne faut absolument pas confondre ces fentes avec les gerces et fentes de dessiccation qui résultent des différences de séchage entre les zones les plus externes du bois et les zones internes ; contre les fentes de ce second type, l'application de produits anti-gerces régularisant les échanges d'humidité entre le bois et l'atmosphère est susceptible de donner d'excellents résultats.

La connaissance de la biologie des insectes et champignons des bois frais et de la dynamique de leurs attaques a conduit à élaborer des règles de traitement qui sont de deux ordres, les unes, d'exploitation forestière, les autres, de préservation à proprement parler. En fait, il n'est pas possible de séparer les unes des autres, et les mesures de tous ordres propres à assurer la bonne conservation des billes constituent un ensemble qui est une opération d'exploitation forestière au plein sens du terme.

Trois principes fondamentaux nous semblent devoir régir l'exploitation des essences fragiles :

1. — Le traitement de préservation des découpes et de toutes parties de bois mises à nu doit être effectué le jour même de la préparation des billes.

2. — L'application des produits doit être faite sur du bois non souillé, et les produits employés doivent être à la fois efficaces et rémanents.

3. — Après leur façonnage, les billes doivent être évacuées hors de forêt aussi rapidement que possible.

Ces principes doivent être, à notre avis, à la base de toutes les règles de préservation des billes ; mais il n'est pas possible d'édicter des règles pratiques ayant une valeur générale, car chaque cas est un cas d'espèce qui doit être étudié en fonction du contexte général dans lequel il se situe : nature des essences exploitées, matériel d'exploitation forestière, modes et moyens de transport des billes, délais d'acheminement des billes vers les usines de transformation, utilisations prévues des essences, etc...

Dans tous les cas toutefois, il faut que le traite-

ment soit effectué de manière à prendre insectes et champignons de vitesse. C'est ainsi que dans une exploitation organisée de telle sorte que les billes sont débardées, préparées et évacuées le jour même de l'abattage, le traitement s'effectuera avant le chargement des billes sur camions grumiers, ou avant leur mise à l'eau en cas de transport par flottage ; ce qu'il faut éviter, c'est qu'après traitement les billes subissent encore en forêt des tribulations susceptibles de rompre le fragile revêtement protecteur (1). Lorsque les fûts demeurent quelque temps sur l'emplacement même de l'abattage, en attente de débardage ou de tronçonnage, un premier traitement doit être fait sur place et intéresser toutes les parties de bois mises à nu et les zones d'écorce meurtrie, mais souvent le traitement sur écorce saine est superflu lorsque le délai de séjour des fûts en forêt n'excède pas quelques jours ; mais il est évident que, dans certains cas particuliers, le traitement insecticide sur écorce peut s'avérer nécessaire. Une pratique peu recommandable, du point de vue de la conservation des essences sensibles aux altérations fongiques, est celle qui consiste à tronçonner l'arbre abattu en une ou plusieurs billes et à ne débarder ensuite ces billes que plusieurs jours plus tard ; les découpés ne sont pas accessibles au traitement, mais elles le sont par contre aux spores de champignons, et lorsque, après débardage, elles peuvent être traitées, il est en général trop tard pour que le traitement soit réellement efficace.

La préservation des billes en forêt est nécessaire, et sa bonne exécution conditionne absolument

(1) Il est évident qu'on doit laisser au produit de protection le temps de sécher en surface de la bille, notamment lorsque le transport se fait pas flottage.

l'efficacité des traitements ultérieurs de rappel qu'il peut être indispensable de faire, soit en cours de transport, et notamment lorsque ce transport comprend des ruptures de charges, soit lorsque les billes sont stockées en attente de sciage ou de déroulage ; les procédés actuels de traitement des billes, qui consistent en une pulvérisation réalisant une barrière insecticide et fongicide, ne peuvent évidemment donner de bons résultats si cette barrière est établie après qu'insectes et champignons aient déjà pénétré le bois.

La considération précédente nous amène à examiner ce que sont les produits de préservation de billes actuellement employés et à rechercher quelles améliorations ils devraient recevoir pour remplir exactement le rôle qu'on leur demande de jouer. En ce qui concerne les principes actifs, c'est incontestablement le pentachlorophénol et son sel de sodium qui sont le plus fréquemment utilisés comme fongicides, de même que le gammexane, en tant qu'insecticide, encore que d'autres insecticides tels qu'aldrine et dieldrine soient présents dans un certain nombre de formulations. Mais la difficulté de la mise au point de produits de préservation des billes en climat tropical ne concerne pas les principes actifs ; il concerne les solvants et les adjuvants, assurant la fixation des principes actifs sur le bois et la rémanence de leur action. Il faut être bien conscient à la fois des rudes conditions de l'exploitation forestière dans les pays tropicaux et de l'usure intense à laquelle, par lessivage et évaporation, est soumis le mince film de protection revêtant les billes, pour comprendre que la mise au point de produits vraiment satisfaisants est difficile, et qu'il ne suffit pas de dissoudre un peu de pentachlorophénol et de lindane dans un gas-oil pour obtenir un bon produit. Notre expérience africaine est formelle à cet égard et nombreux sont les produits que nous avons eus à expérimenter, produits de bonne qualité dans les régions tempérées, et qui ont enregistré en Afrique des échecs sans appel. Il existe, fort heureusement, des produits bien adaptés aux conditions tropicales — ils sont, à vrai dire, peu nombreux — mais tous ont été mis au point à la suite de très nombreux essais et tâtonnements, dans les conditions mêmes de l'exploitation forestière tropicale.

Il faut également indiquer l'intérêt des produits antigerces pour la préservation des billes contre les altérations biologiques : appliqués après que les

Il faut également indiquer l'intérêt des produits antigerces pour la préservation des billes contre les altérations biologiques : appliqués après que les

Certaines conditions de stockage des billes sont très impropres à leur bonne conservation, et rendent très difficile l'application de traitements de rappel.

Photo Fougousse.





Photo Fougrousse.

Piqûres noires provoquées par des Platypes, altérant gravement des déroulages d'Obeche.

billes aient reçu le traitement fongicide et insecticide, ils jouent un rôle de protection contre l'usure par lessivage et évaporation, en même temps que leur action anti-gerce s'oppose à la formation de fentes représentant autant de brèches dans le revêtement protecteur. Il existe d'ailleurs certains produits anti-gerces contenant des substances fongicides et insecticides et permettant donc de réduire le traitement à une seule application.

Peut-on considérer que les techniques actuelles de protection des billes en climat tropical sont parfaitement au point et qu'il n'est pas nécessaire de rechercher leur amélioration ? Nous ne le pensons pas et nous estimons que, principalement pour la protection fongicide, il y a lieu d'effectuer de nouvelles recherches pour élaborer des produits d'un type nouveau, à action plus profonde, réalisant un obstacle moins fragile et moins facilement franchissable qu'une simple pellicule en surface du bois. La mise au point de telles formules à action relativement profonde dans le bois — disons, pour fixer les idées, 1 cm latéralement, et 2 à 3 cm longitudinalement — apparaît à première vue difficile : il faut concilier les propriétés de pénétrabilité dans le bois frais, donc très humide, celles d'efficacité,

celles de rémanence, et tout cela dans des conditions économiques tolérables ; mais il y a là un champ d'investigations très intéressantes et susceptibles de déboucher sur de réels progrès en matière de préservation des billes tropicales. De même, en ce qui concerne les conditions et les techniques d'application des produits de préservation des billes, des progrès sont certainement possibles, subordonnés en grande partie à une bonne connaissance de la pathologie, à l'état frais, des bois à protéger : sensibilité aux attaques d'insectes et de champignons, variations saisonnières, influence de l'écorce, influence du flottage, etc...

Il est certain qu'existe actuellement une tendance, plus ou moins marquée selon les pays, pour modifier les formes de l'exploitation forestière dans les régions tropicales et surtout pour augmenter la proportion des billes transformées, dans les pays mêmes de production, en produits semi-finis ou finis, et pour diminuer corrélativement la proportion des bois exportés sous forme de billes. L'implantation accrue de scieries, d'usines de déroulage, de menuiseries et autres industries de transformation du bois dans les pays tropicaux forestiers est un élément incontestable de progrès, mais cette

évolution n'enlève rien à l'importance du problème de protection des billes qui se pose, pour bien des essences, dès le moment même de l'abattage et

conditionne leur bonne conservation avant leur transformation, que celle-ci se fasse localement ou après exportation.

LA PROTECTION DU BOIS EN SCIAGES OU PLACAGES DÉROULÉS

La protection des sciages ou des placages déroulés frais a pour but d'assurer à ces deux formes de transformation des billes une bonne conservation jusqu'au moment de leur utilisation.

Le problème ne se pose que pour les essences fragiles déjà tributaires d'une première protection à l'état de billes. Techniquement, il est assez simple à résoudre, pour autant toutefois que sciages et placages déroulés soient issus de billes elles-mêmes indemnes d'altération : en effet, les modes de traitement habituels n'assurent qu'une pénétration limitée des produits dans le bois, et s'ils protègent celui-ci contre les attaques venant de l'extérieur, ils sont pratiquement sans action sur la poursuite du développement interne d'altérations déjà présentes au moment du débitage.

De même que la préservation des billes est une opération qui s'inscrit dans le cadre de l'exploitation forestière, ainsi que nous l'avons exposé précédemment, la préservation des bois sciés s'inscrit dans le cadre des opérations de scierie, et elle doit être accompagnée de mesures assurant, après traitement, un séchage bien conçu des débits. Cet ensemble de mesures a pour objet de soustraire, le plus complètement et le plus rapidement possible, le bois frais à l'attaque des agents biologiques, et il est évident que traitement de préservation et respect des règles de bon séchage du bois — séchage naturel ou séchage artificiel — doivent se compléter pour assurer le meilleur résultat possible.

En matière de recherches dans le domaine de la préservation des sciages, on pourrait considérer qu'il ne reste pas beaucoup à faire et que les techniques actuelles, bien appliquées, sont satisfaisantes, aussi bien lorsqu'on veut protéger les bois durant le séchage avant leur utilisation locale, que lorsque les débits traités sont destinés à l'exportation. Mais on peut envisager la question sous un angle légèrement différent, en cherchant à substituer aux traitements habituels, n'ayant qu'une action de surface, des traitements dont l'action s'exerce en profondeur et qui peuvent ainsi apporter une protection valable, non seulement pendant le séchage, mais également après la mise en œuvre définitive ; autrement dit, substituer un seul traitement, dès le débitage, aux deux traitements habituels, le premier superficiel et temporaire, le second définitif à la mise en œuvre. La mise au point de tels traitements, fondés sur la diffusion dans le bois frais de produits minéraux hydrosolubles, a été largement étudiée, à partir des travaux des chercheurs australiens et néo-zélandais notamment, et l'on pourra consulter

à ce sujet les publications indiquées dans la bibliographie annexée à ce rapport.

Ces traitements par diffusion profonde présentent l'avantage de ne pas nécessiter un appareillage complexe ni coûteux et d'être ainsi applicables par des entreprises de toutes dimensions, aussi bien la grande scierie à caractère industriel que la petite entreprise artisanale. Ils peuvent être envisagés essentiellement de deux façons selon la destination des bois traités :

— Si la protection recherchée doit s'exercer vis-à-vis des champignons et des insectes, y compris les termites, et avoir une certaine résistance au délavage, des formules assez élaborées sont nécessaires, constituées, d'une part, de sels très mobiles et bien diffusibles et, d'autre part, de sels jouant un rôle de fixateurs ; habituellement, ces formules sont du type chrome-bore-fluor ou chrome-arsenic-bore-fluor. Les sels jouant un rôle de fixateurs (bichromates alcalins) pénètrent en général beaucoup moins profondément que les produits fluorés ou boraciques ; aussi les bois traités à l'aide de telles formules ne peuvent-ils plus être l'objet d'un nouvel usinage qui réduirait ou éliminerait les zones externes assurant la protection contre le lessivage. Le traitement doit donc être appliqué à des bois débités en scierie aux dimensions d'utilisation ; son champ d'action concerne donc principalement les bois de construction, et son intérêt est surtout évident dans le cadre d'une utilisation locale ; sans prétendre apporter au bois une protection aussi excellente que celle conférée par l'injection sous pression, il présente l'avantage de la simplicité et d'un prix de revient assez modique, et de ce fait on ne peut que conseiller son application dans les pays où, pour des raisons économiques, il n'est pas possible d'envisager l'implantation de multiples usines d'imprégnation sous pression.

— Lorsque la protection recherchée n'a pas besoin d'avoir un caractère aussi général que dans le cas précédent, et en particulier pour mettre le bois à l'abri des attaques d'insectes de bois secs après sa mise en œuvre — notamment des Lyctidae pour les bois feuillus — des formules plus simples peuvent être employées, à base de produits boraciques auxquels peuvent s'ajouter des produits fluorés. Le traitement, qui consiste en une immersion rapide des débits frais de sciage dans une solution aqueuse concentrée, suivie d'une période de diffusion plus ou moins longue selon la concentration de la solution, la nature des essences et l'épaisseur des dé-

bits, permet d'obtenir une pénétration des éléments actifs dans toute la masse du bois, lequel peut ensuite être usiné de diverses façons sans qu'il y ait le moindre risque de mettre à nu des zones de bois non protégées. Un tel traitement nous semble présenter beaucoup d'intérêt pour les pays tropicaux forestiers désirant développer l'exportation de débités d'essences fragiles ; ces dernières, dans les pays utilisateurs, sont plutôt réservées à des emplois de menuiserie intérieure (ossatures de porte plane, mobilier bon marché, baguettes et moulures, etc...) dans lesquels le risque de mauvaise conservation est essentiellement représenté par les insectes Lyctidae pour les bois feuillus. Effectué à la production, ce traitement présente l'avantage de se substituer au traitement habituel de protection temporaire après débitage et au traitement définitif au moment de la mise en œuvre, tout en étant d'un prix de revient moindre : en effet, dans les conditions habituelles, le traitement définitif à la mise en œuvre fait nécessairement appel à des produits organiques, puisque le bois est alors sec, et ces produits ne doivent gêner ni le collage, ni l'application de finitions sur les bois traités, ils correspondent donc à des formules assez élaborées et, de ce fait, assez coûteuses. Un autre avantage est de retirer à l'utilisateur la sujétion que représente toujours l'application de traitements de préservation ; cet utilisateur ne peut qu'être intéressé par l'achat de bois convenablement traités, alors qu'il est toujours assez réticent à employer des bois fragiles dont il aura la responsabilité des mesures de préservation à prendre à leur égard.

Sur le plan économique, les procédés de traitement par diffusion semblent donc particulièrement intéressants pour les pays tropicaux à vocation forestière, leur application contribuant à atteindre le triple objectif d'une économie forestière plus rationnelle : diversification des essences exploitées,

en faisant une place plus grande aux bois fragiles, augmentation du taux de transformation dans les pays de production, et valorisation (par le traitement de préservation) des produits offerts sur le marché international.

En ce qui concerne les placages déroulés et la fabrication de panneaux contreplaqués, on assiste actuellement à un développement assez important, dans les pays tropicaux forestiers, des usines implantées localement, sans que, pour autant, diminue le volume des essences exploitées et exportées en billes. Parallèlement, un effort est fait pour diversifier, là encore, les essences employées et on doit faire appel surtout à des essences assez fragiles qui posent des problèmes de préservation. Comme d'autre part on tente également de réduire les frais de transport, une tendance se dessine pour substituer, du moins partiellement, l'exportation des placages déroulés à l'exportation des billes, depuis les zones de production forestière jusqu'aux usines de fabrication de panneaux. Il est évident que, sans traitement de préservation, les placages déroulés frais de nombreuses essences risqueraient d'être gravement altérés en cours de transport, et qu'alors l'intérêt de l'opération disparaîtrait. Pour notre part, nous avons commencé à expérimenter en Afrique diverses techniques et divers produits permettant d'assurer cette protection aux moindres frais, et les premiers résultats obtenus sont extrêmement encourageants. Nous avons également des recherches en cours pour étudier la possibilité de conférer aux placages déroulés, par un traitement en sortie de dérouleuse, une protection demeurant valable après la mise en œuvre de ces placages déroulés, c'est-à-dire après la fabrication des panneaux contreplaqués. Ce domaine de recherches est très ouvert, et il correspond bien, à notre avis, au souci de contribuer à la valorisation la plus poussée possible des produits forestiers au niveau même des pays de production.

PRÉSERVATION DES POTEAUX ET PIQUETS EN BOIS RONDS

Il existe un certain nombre d'emplois où le bois est mis en œuvre sous forme brute, c'est-à-dire sans avoir subi d'importantes transformations, les fûts abattus ne subissant pas d'autre façonnage que le tronçonnage, l'ébranchage et l'écorçage. Les principales utilisations des bois ronds bruts sont, selon le diamètre, les piquets de clôture, les poteaux et autres éléments structuraux de certaines constructions rustiques, les poteaux de lignes télégraphiques et téléphoniques, les poteaux de lignes électriques, et les éléments de travure de petits ponts. Dans la plupart de ces utilisations, une partie au moins du bois se trouve en contact permanent avec le sol et est donc très exposée à la détérioration biologique par les champignons et les

termites ; en outre, même dans les emplois où le bois est isolé du sol et où, de ce fait, les risques précédents sont moindres, demeure la possibilité d'attaques parfois très graves de la part d'insectes de bois sec (*Cerambycidae*, *Bostrychidae*, *Lyctidae*) ; attaques d'autant plus graves que très souvent ces bois ronds ne sont pas désaubiérés et que, s'agissant de rondins d'assez petit diamètre, donc provenant d'arbres assez jeunes, la proportion d'aubier y est parfois très grande.

Ces diverses considérations montrent combien la question de la préservation des bois ronds dans les emplois où ils sont mis en œuvre tels quels, est importante. Elle est d'autant plus importante que, dans les pays tropicaux en voie de développement,

l'utilisation de bois ronds, ne nécessitant pas d'installations spéciales de transformation, présente un intérêt économique tout particulier, et peut aider considérablement à mener à bien et à moindres frais des projets d'extension des réseaux électriques et télégraphiques ruraux, d'amélioration des méthodes d'élevage par la clôture des pâturages, d'amélioration de l'habitat rural, etc... Mais il est bien évident que les techniques de préservation doivent être définies de telle sorte que le prix de revient du traitement soit le moins élevé possible; on est ainsi fréquemment amené, lorsqu'un problème de ce type est présenté, à l'étudier sous deux aspects, pour définir d'une part la solution techniquement la meilleure, mais qui s'avère parfois trop onéreuse, et d'autre part une solution techniquement moins satisfaisante, mais par ailleurs moins coûteuse et, de ce fait, susceptible d'une application réelle.

Dans les emplois au contact du sol ou d'une source permanente d'humidité, on sait que le bois, s'il n'est pas naturellement durable, doit être pénétré aussi profondément que possible par les produits de préservation. Seules les techniques assurant une bonne pénétration peuvent donc être retenues, alors que les procédés par badigeonnage ou trempage simple ne peuvent prétendre apporter une protection satisfaisante et durable. A cet égard, les bois ronds présentent l'avantage d'être constitués d'un noyau de bois duraminisé enveloppé d'une couronne plus ou moins large d'aubier, lequel se laisse habituellement bien pénétrer par les pro-

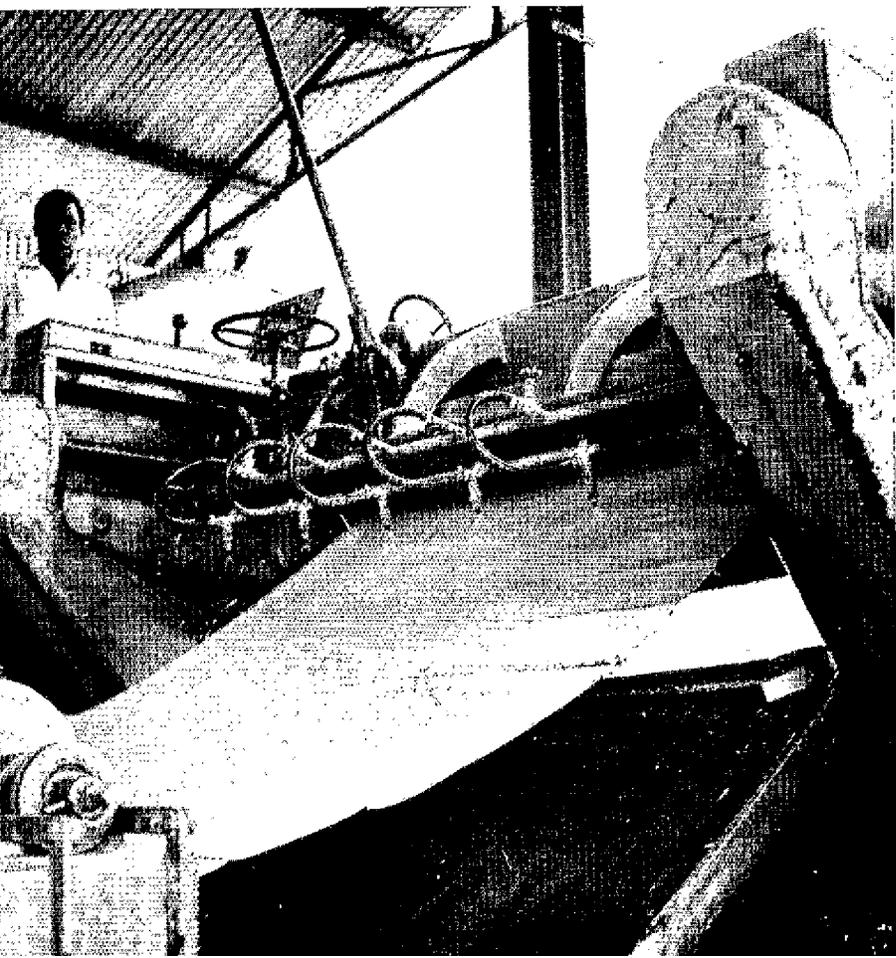
duits de préservation; on est donc généralement assuré qu'en choisissant un procédé adéquat d'imprégnation la profondeur de pénétration sera au moins égale à l'épaisseur de l'aubier.

Si les techniques d'injection sous pression permettent d'obtenir une pénétration totale de l'aubier - et éventuellement du bois duraminisé - d'autres procédés peuvent dans certains cas donner également de bons résultats pour un prix de revient sensiblement inférieur; ce sont notamment le procédé d'imprégnation par déplacement de sève (procédé Boucherie et dérivés) et le procédé d'imprégnation par diffusion. Examinons les avantages et les inconvénients de chacun d'entre eux :

— L'injection sous pression nécessite un investissement initial non négligeable, qu'il s'agisse d'une station fixe ou d'une station mobile, et entraîne des frais de fonctionnement et d'entretien plus importants que dans le cas des procédés Boucherie ou par diffusion; techniquement, l'injection sous pression permet le meilleur contrôle de l'imprégnation, elle peut se faire aussi bien avec des produits huileux qu'avec des produits en solution aqueuse, elle permet enfin, chez certaines essences, l'imprégnation du bois duraminisé. Par contre, les techniques habituelles d'injection sous pression exigent que les bois à traiter soient suffisamment secs, ce qui signifie un risque d'altération en cours de séchage, soit par les agents biologiques, soit par les agents physiques (fentes).

Enfin, lorsque la station est fixe, les bois à traiter doivent y être transportés, ce qui signifie des frais de transport grevant le prix de revient final de l'opération. Et même lorsque la station est mobile, son déplacement d'un lieu à un autre, parfois sur de longues distances et souvent, dans les pays tropicaux, sur des routes difficiles, représente une dépense qui n'est pas négligeable.

- L'imprégnation par les procédés de déplacement de sève ne nécessite que d'assez faibles dépenses d'investissement initial; le matériel est simple et rustique, et d'un entretien facile, et son déplacement d'un chantier de traitement à un autre ne présente aucune difficulté particulière. Techniquement, il limite le choix du produit d'imprégnation à certains produits minéraux hydrosolubles; encore faut-il que ces derniers donnent



Pulvérisation d'une solution antiseptique sur des déroulages, à la sortie même de la dérouleuse.

Photo Deon.

des solutions s'écoulant bien dans la couronne d'aubier du fût traité et s'y répartissant bien ; certains produits minéraux à fixation rapide dans le bois ne conviennent pas car la fixation prématurée bloque la circulation de la solution et ne permet donc pas une imprégnation satisfaisante. La nature des essences traitées par déplacement de sève est également à prendre en considération. Si les essences résineuses se prêtent généralement bien à ce type d'imprégnation, les essences feuillues semblent avoir un comportement beaucoup plus capricieux. C'est ainsi que dans nos propres expériences nous avons obtenu d'excellents résultats à Madagascar avec *Pinus patula* imprégné à l'aide de formules chrome-cuivre-arsenic, alors que des essais d'imprégnation de poteaux feuillus au Gabon, simplement à l'aide de sulfate de cuivre, ont donné des résultats décevants : certaines essences ne se laissent absolument pas pénétrer, d'autres laissent circuler la solution antiseptique mais ne retiennent que des quantités très faibles de sel, d'autres enfin ont un comportement assez satisfaisant, mais avec toutefois une assez grande dispersion entre les sujets d'une même espèce. L'application des procédés par déplacement de sève exige donc une recherche préalable de l'aptitude des essences à recevoir ces traitements. Lorsqu'une telle imprégnation est réalisable, il faut reconnaître qu'elle permet un contrôle moins précis que dans le cas de l'injection sous pression. Mais par ailleurs, elle présente l'avantage de supprimer le séchage préalable des bois ; et, à cet égard, il convient aussi de souligner qu'un délai trop long entre l'abattage et le traitement risque de compromettre beaucoup la réussite de ce dernier. En résumé, on peut dire que ces procédés par déplacement de sève présentent en théorie beaucoup d'intérêt pour les pays tropicaux en voie de développement, par leur simplicité et leur prix de revient relativement modique ; mais pratiquement leur application apparaît beaucoup plus limitée que celle de l'injection sous pression, et exige, de toute façon, des recherches préalables sur l'aptitude des essences, notamment feuillues, à se laisser imprégner par ce type de traitement.

— L'imprégnation des bois ronds par diffusion de produits minéraux hydrosolubles est, pour des raisons pratiques, limitée aux bois de longueur relativement faible. Ce mode de traitement qui consiste à tremper les rondins — selon diverses techni-

ques — dans la solution antiseptique, ne nécessite qu'un matériel extrêmement rudimentaire et on peut considérer comme pratiquement nulle la dépense d'investissement correspondante. Nous ne nous étendrons pas sur tous les procédés se rapportant à ce type de traitement (trempage complet ou partiel, influence de l'écorçage, influence d'un certain séchage préalable, etc...) et nous nous bornerons à souligner l'intérêt que par sa simplicité il présente pour de multiples usages du bois dans les pays tropicaux, au niveau de l'utilisation rurale et villageoise (clôtures, bois de construction de cases d'habitation ou d'abris pour le bétail ou les récoltes, etc...). Certes, la protection ainsi conférée au bois n'a ni la valeur ni la durabilité de celle obtenue par l'injection sous pression, mais son prix de revient est pratiquement réduit au seul prix d'achat du produit de préservation. Ce mode de traitement est sans doute celui qu'il conviendrait de généraliser dans les régions rurales ; il contribuerait à peu de frais à l'amélioration des conditions de vie et de travail des populations de ces régions. Concernant la nature des produits de préservation à utiliser, produits nécessairement minéraux, nous devons attirer l'attention sur le danger que pourraient présenter des formules contenant des substances arsenicales, et insister sur l'intérêt de développer les produits n'en contenant pas et dont certains, déjà existants, possèdent néanmoins de solides qualités anti-termites.



Sciage de long d'Eucalyptus à Madagascar.

Photo Fougerousse.

PROTECTION DES TRAVERSES DE CHEMIN DE FER EN PAYS TROPICAUX

Au même titre que le développement routier, et plus encore que celui des réseaux téléphonique et électrique, le développement des réseaux ferroviaires des pays tropicaux en voie de développement est un élément important de progrès, par les populations que les nouvelles voies de communication attirent et fixent et par l'accroissement des échanges qu'elles permettent.

Dans la plupart des pays tropicaux en voie de développement, la création de nouvelles voies ferrées signifie l'importation de la quasi-totalité du matériel nécessaire à cette création ; il en résulte donc des dépenses importantes sans que le marché intérieur soit concerné par les acquisitions du matériel d'équipement. Dans le cas des pays possédant des ressources forestières suffisantes, on est en droit de se demander s'il ne serait pas intéressant de faire participer l'industrie du bois à la fourniture de certains éléments, tels que traverses et autres bois d'appareils de voie. Techniquement, les traverses en bois — sous réserve que le choix des essences soit judicieux — font mieux que supporter la comparaison avec les traverses métalliques ou les traverses en béton, et elles sont adoptées par de très nombreux réseaux dans des pays parfaitement industrialisés et à même de choisir une solu-

tion ou une autre en n'obéissant qu'à des impératifs purement techniques.

Pour que l'emploi de traverses en bois soit satisfaisant, il faut partir du fait d'évidence qu'on ne fait pas de bonnes traverses avec n'importe quels bois, et il faut donc choisir ceux-ci en fonction de quelques critères assurant que les traverses rempliront bien leur office et le rempliront pendant longtemps.

Aux critères d'ordre physique (dureté, densité, rétractibilité) ou mécanique (résilience, cohésion transversale, résistance à l'arrachement des tirefonds) s'ajoute le critère extrêmement important de la durabilité. La conservation des traverses doit être telle qu'elle assure une durée moyenne de service de l'ordre de 25 ans ; cette durée est souvent donnée comme correspondant au seuil de compétitivité des traverses en bois vis-à-vis des traverses métalliques — encore que la comparaison des deux types de traverses sur le plan économique ne doive pas se borner à une comparaison strictement comptable.

Même parmi les essences tropicales, il n'en existe que relativement peu dont le bois possède une durabilité naturelle assurant la longévité voulue des traverses de chemin de fer sans nécessiter le

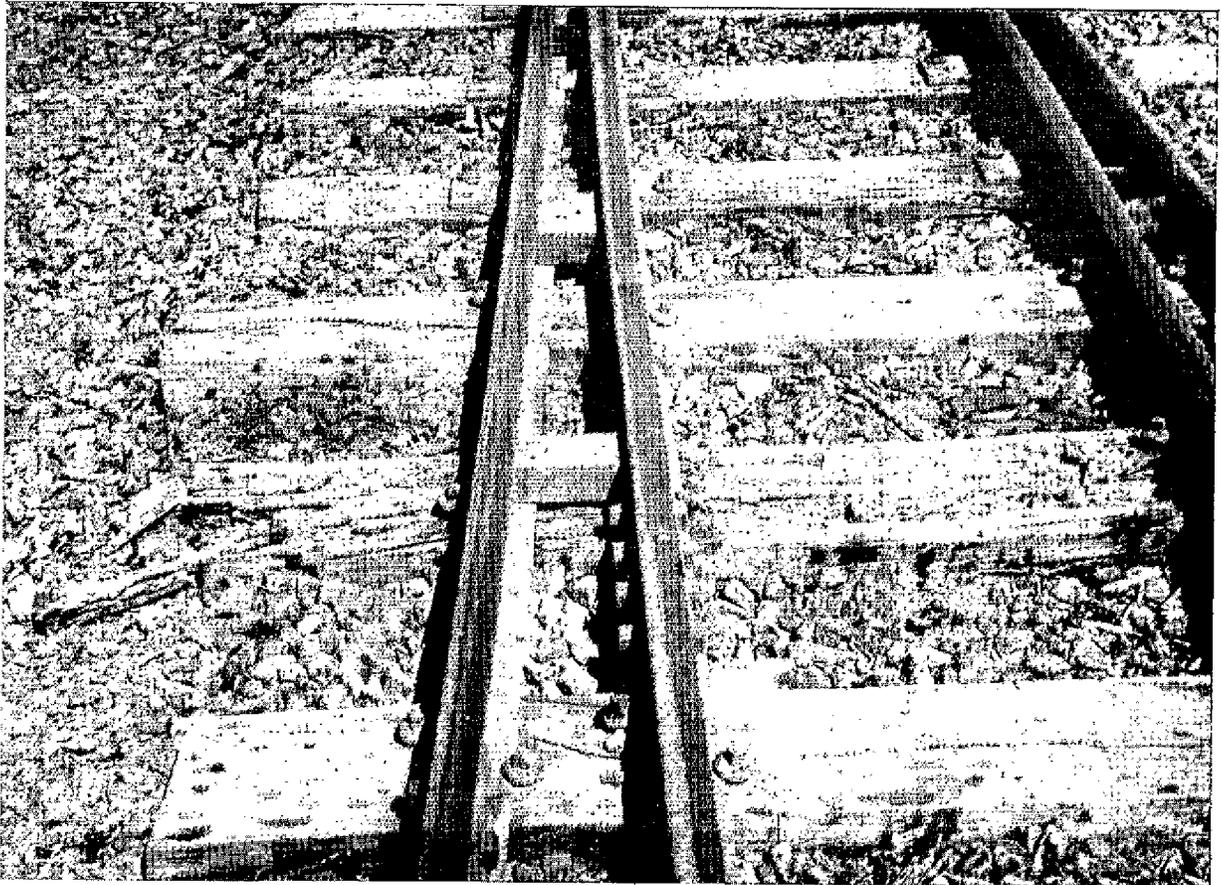
concours d'une préservation chimique et, en règle générale, cette dernière est indispensable. Comment convient-il de l'envisager, à quels produits de préservation faut-il faire appel, et selon quels procédés ces produits doivent-ils être appliqués, c'est ce qui sera examiné dans les paragraphes suivants.

Etant donné les conditions d'emploi des traverses de chemin de fer, la préservation à leur apporter doit être aussi profonde que possible et faire appel à des produits de très grande rémanence. L'injection sous pression en autoclave apparaît comme le seul procédé d'imprégnation à retenir ; on ne citera que pour mémoire certains procédés dérivés des procédés par déplacement de sève, n'ayant jamais donné lieu qu'à des essais non concluants. L'aptitude à l'imprégnation est donc une propriété essentielle à connaître pour l'emploi éventuel d'un



Vue partielle du champ d'expérimentation de poteaux du C. T. F. T. Madagascar, à Périnet.

Photo Fougerousse.



Grave pourriture d'une traverse en bois insuffisamment préservée.

Photo Fougerousse.

bois en traverses de chemin de fer en climat tropical ; les essences les plus satisfaisantes sont celles qui se prêtent à une imprégnation homogène dans toute la masse, analogue à celle qui est réalisée, par exemple, dans les traverses en bois de Hêtre dans certains pays tempérés. Mais, parmi les bois tropicaux, comme d'ailleurs parmi les bois des climats tempérés, ceux qui se prêtent à une imprégnation dans toute leur masse sont relativement peu nombreux, et leur liste se trouve encore réduite lorsqu'on ne retient que ceux d'entre eux qui, physiquement et mécaniquement, sont aptes à l'emploi en traverses de chemin de fer. Aussi est-il nécessaire de faire appel à des bois dont l'aptitude à l'imprégnation, sans être excellente, permet néanmoins d'obtenir une pénétration assez profonde des produits de préservation pour réaliser une solide barrière antiseptique ; mais encore faut-il que ces bois aient en outre, par eux-mêmes, une durabilité naturelle relativement bonne. Enfin, la pénétration des produits de préservation peut être très améliorée par la pratique de l'incision ; celle-ci consiste à pratiquer, au moyen de machines spéciales, des entailles longitudinales régulièrement réparties sur les grandes faces des traverses, cha-

que entaille constituant une voie particulière de pénétration. L'incision peut être faite, soit sur les traverses fraîches de sciage — et elle joue alors un rôle supplémentaire en régularisant les fentes pendant le séchage — soit sur les traverses sèches, avant leur imprégnation.

Les techniques habituelles d'injection sous pression nécessitent que le bois ait subi un certain séchage, lequel, dans les pays tropicaux, doit être envisagé sous sa forme la plus simple de séchage naturel à l'air ; il est donc essentiel que la durabilité naturelle des bois à traverses permette à celles-ci de se conserver saines pendant la durée du séchage ; à cet égard, l'aubier, qui est généralement de moins bonne conservation que le bois duraminisé, ne saurait être admis qu'à condition de ne pas risquer d'entraîner, par les altérations qu'il pourrait subir en cours de séchage, des rejets trop nombreux dans les traverses de telle ou telle essence. En particulier, au moment de la fabrication des traverses en scierie, si l'aubier présente des signes d'échauffure ou de pourriture, il devrait être obligatoirement exclu, et les traverses faites alors exclusivement de bois duraminisé.

Les produits de préservation des traverses de

chemin de fer doivent, dans les pays tropicaux, être efficaces contre les champignons et les insectes xylophages, notamment les termites. Leur efficacité fongicide doit être générale et s'exercer non seulement contre les basidiomycètes, mais aussi contre les champignons de pourriture molle ; ces derniers semblent jouer un très grand rôle dans la destruction des bois feuillus placés en conditions très humides, et particulièrement dans les climats tropicaux ; on a ainsi observé que, parmi les produits minéraux hydrosolubles, ceux ne contenant pas de sel de cuivre, sont pratiquement sans efficacité contre les champignons de pourriture molle, même à fortes doses. À l'efficacité, les produits de préservation de traverses de chemin de fer doivent joindre une grande rémanence ; ils doivent résister aussi bien à l'usure par évaporation qu'à l'usure par lixiviation. Le choix peut se porter sur deux grands types de produits : les produits huileux et les produits hydrosolubles, chaque type présentant certains avantages et certains inconvénients :

— les produits huileux (créosotes de goudrons de houille, pentachlorophénol et H. C. H. en solution huileuse) présentent l'avantage d'une très bonne rémanence, en particulier d'une bonne tenue à la lixiviation ; de nombreux essais en service et des essais de champ s'étendant sur de nombreuses années témoignent de leur valeur et de leur durabilité ; en outre, ils assurent une certaine protection hydrofuge réduisant les risques de formation de fentes dans les traverses en voie ; la créosote n'étant, en général, pas produite sur place, doit être importée, ce qui la rend relativement coûteuse ; de plus, elle nécessite un réchauffage pour atteindre à une bonne fluidité et cela correspond à des frais d'équipement et de fonctionnement plus importants que dans le cas des solutions employées à température ambiante ; les solutions huileuses de pentachlorophénol et de H. C. H. ne présentent pas ces inconvénients au même degré, et le plus souvent l'huile pétrolière de dissolution des principes actifs peut être produite localement.

— les produits minéraux hydrosolubles doivent être importés, mais sous forme de mélanges solides à dissoudre dans l'eau, et de ce fait leur achat, leur transport et leur préparation sont plus simples et moins onéreux que ceux des produits précédents. Leur résistance à l'évaporation est excellente, mais leur résistance à la lixiviation, lorsqu'ils imprègnent des bois feuillus, n'est pas toujours excellente ; enfin, ils n'apportent aucune protection hydrofuge, dans leurs formes traditionnelles (certains produits récents peuvent recevoir un additif assurant une hydrofugation du bois dans la masse imprégnée, mais le prix de revient de leur application à des traverses de chemin de fer demande encore à être étudié).

L'idéal serait de disposer de produits présentant les avantages des deux types de produits qu'on vient d'examiner : souplesse d'utilisation et appli-

cation assez économique des produits minéraux, grande rémanence et action hydrofuge des produits huileux. À défaut de disposer d'un tel produit, on a parfois essayé de résoudre le problème en ayant recours à la double imprégnation, c'est-à-dire à une première imprégnation, aussi profonde que possible, par un produit hydrosoluble, suivie d'une seconde imprégnation, plus limitée, par un produit huileux ; pour être réellement valable techniquement, il faudrait qu'entre les deux imprégnations les traverses subissent un certain séchage, mais en fait seule l'application d'une phase de vide sépare les deux imprégnations, ce qui est insuffisant pour permettre une pénétration substantielle du produit huileux. On ne peut donc pas considérer ce système de la double imprégnation, comme réellement satisfaisant : la protection hydrofuge apportée par le produit huileux, appliqué dans de telles conditions, est assez illusoire.

Pour terminer le chapitre sur l'utilisation et la préservation des traverses de chemin de fer dans les pays tropicaux, il nous semble important d'indiquer que, dans les pays forestiers, la production de traverses pourrait être orientée, non seulement vers la satisfaction des besoins locaux, mais aussi vers l'exportation de traverses blanches à destination de pays dont les ressources forestières sont insuffisantes, ou dont les exigences technologiques, pour certains types de traverses ou autres bois d'appareils de voie ne peuvent être satisfaites que par certains bois tropicaux ; un seul exemple, mais assez probant, à l'appui de cette considération : celui de l'Azobé, au Cameroun, fournissant des traverses utilisées par plusieurs réseaux ferroviaires européens en raison des qualités particulières de son bois. Il n'y a aucun doute que d'autres bois tropicaux pourraient, de la même façon, trouver un débouché en traverses de chemin de fer de qualité exceptionnelle.

* * *

L'examen rapide des principaux problèmes que pose, dans les pays tropicaux, la bonne conservation du bois aux stades de sa production, de sa transformation, et de certaines utilisations sous forme brute, montre combien ils sont importants et dans quels termes particuliers ils se présentent souvent. Les solutions à ces problèmes doivent tenir compte des impératifs d'ordre technique, mais être élaborées en fonction du contexte économique général ; elles doivent être des solutions raisonnables, faisant de la préservation du bois un auxiliaire indispensable à la réussite de toute politique forestière visant à développer l'emploi local de ce matériau et à le valoriser sur le marché de l'exportation, c'est-à-dire à exploiter de la meilleure façon possible la ressource naturelle que les forêts constituent dans bon nombre de pays tropicaux.

BIBLIOGRAPHIE

I. Préservation des billes.

- H. ALLIOT. — Protection à apporter aux bois en grumes sous les climats tropicaux. C. R. Travaux Congr. Prot. Cult. Trop. Marseille, 1965.
- C. V. ARENAS. — Staining in rattan and its control. Wood Pres. Div. Rep., For. Prod. Res. Inst., College, Laguna, 1966, 1 (5).
- W. BAVENDAMM. — Protection des bois en grumes altérables au cours de leur transport des tropiques vers l'Europe. *Bois For. Trop.*, 91, 1963.
- W. BAVENDAMM, I. SCHNEIDER et H. MIELKE. — Ergebnisse einer Schiffsforschungsreise nach Äquatorialafrika zwecks Untersuchung von Importholzschäden. *Holz Roh-u. Werkstoff*, 21 (1) 1963.
- K. W. BROWN. — Control of ambrosia beetles in logs. Tech. Note For. Dep. Uganda n° 76, 1959.
- CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Les fentes des grumes d'Okoumé — facteurs auxquels elles sont liées. *Bois For. Tropiques* 119 et 120, 1968.
- G. U. CHAUDHRY. — Control of powder-post beetles, *Sinoxylon* spp., in the irrigated plantations of West Pakistan. Food and Agriculture Council, Pakistan, 1962.
- S. J. CURRY. — The control of ambrosia beetle attack on logs. *The East Afr. Agric. Journal*. Oct. 1958.
- R. DAMOISEAU. — De la protection des grumes et des sciages frais. *Bull. Inform. Inst. Nat. Et. Agr. Congo* Belge 8 (4), 1959.
- M. FOUGEROUSSE. — Les piqûres des grumes de coupe fraîche en Afrique Tropicale. *Bois For. Trop.*, 55, 1957.
- Les altérations fongiques des bois frais en Afrique Tropicale et plus particulièrement de l'Ilomba et du Limba. *Bois For. Trop.*, 60, 1958.
- Das Problem des Schutzes frischer Hölzer in den Tropen. Vorträge der 6. Holzschutz-Tagung der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung, Hamburg, 1959.
- Le rôle et l'importance de la préservation des billes tropicales destinées au déroulage. Principes généraux et règles de traitement. Comm. Intern. Consult. Plywood and other Wood-Based Panel Products, Rome, 1963.
- R. FINIGAN & R. M. LIVERSIDGE. — Storage of logs under water sprays. For. Prod. Newsletter n° 285, C. S. I. R. O., 1962.
- F. C. FRANCA. — Studies on the control of ambrosia beetles which damage newly cut timber. *Lumberman*, Philippines 6 (2), 1958.
- T. JONES. — Ambrosia beetles (Scolytoidea), their biology and control in West Africa. *W. A. T. B. R. U. Techn. Bull.* n° 2, 1959.
- P. H. LANE & T. C. SCHEFFER. — Water sprays protect hardwood logs from stain and decay. *For. Prod. Journal* 10 (6), 1960.
- C. LEPITRE & A. MARIAUX. — Les fentes des grumes de l'Okoumé. Influence des essences et des produits antigerces. *Bois For. Tropiques* 104, 1965.
- C. LEPITRE, A. MARIAUX et J. P. LANTY. — Les fentes des grumes de l'Okoumé. Le stockage des grumes en Europe. *Bois For. Tropiques* 106, 1966.
- A. PURUSHOTHAM, O. V. SEBASTIAN & P. N. GROVER. — A preliminary note on the protection of timber logs from splitting and deterioration by insects, termites, marine borers and fungi for short periods during transit and storage. *J. Timb. Dryers' Preser. Ass. India* 5 (4), 1959.
- H. ROBERTS. — Seasonal variation in the starch content of the sapwood of *Triplochiton scleroxylon* (Wawa/Obeche) in Ghana, West Africa. *Empire For. Review* 40 (1), 1961.
- A preliminary survey of the activity of pests in Takoradi harbour, Ghana. Rep. West Afr. Timber Borer Res. Unit., 1961.
- M. L. ROONWALL, P. N. CHATTERJEE & R. S. THAPA. — Results of experiments on the anti-borer protection of two species of timber, Salai and Bijasal, by means of insecticides. *Indian For. Bull.* n° 228, 1960.
- Insect borers of felled timber and their control. 3. The Dehra Dun investigations of 1949-1953. *Indian For. Bull.* n° 232, 1961.
4. The Sillari investigations of 1953-1955. *Indian For. Bull.* n° 231, 1961.
- I. SCHNEIDER. — Untersuchungen über die Aktivitätsgrenzen von pflanzlichen und tierischen Importholzschädlingen. Mitt. Dtsch. Ges. Holzforschung 46, 1959.
- WEST AFRICAN TIMBER BORER RESEARCH UNIT.
Rapport 1953/1955.
- The incidence and degree of intensity of ambrosia beetle attack in relation to the time factor, climate and conditions of the timber.
- The relative susceptibility of different timbers to ambrosia beetle attack.
- The chemical protection of logs against attack by ambrosia beetles.
- Rapport 1955/1958.*
- Biology and ecology of ambrosia beetles.
- Control measures.
- Economic aspects of ambrosia beetle infestations.
- Pests of sawn timber.
- Rapport 1958/1959.*
- Control measures against the attack of floating logs by ambrosia beetles.
- Rapport 1961* (voir à H. ROBERTS).

II. Protection des débits frais et traitement des bois débités par diffusion.

- C. V. ARENAS, E. M. MENDOZA & C. C. BANATIN. — The effect of the staining fungus *Diplodia theobromae* (Pat.) Nowell on the toughness and bending strength properties of Duklitan (*Pouteria dulcitan*). Wood Pres. Rep., For. Prod. Res. Inst., College, Laguna, 1968, 3 (2).
- J. M. BRYCE. — Diffusion impregnation experiments with Tanganyika timbers. Tech. Note Util. Sect. For. Div. Tanganyika, 32, 1964.
- J. COUDREAU. — Un procédé par aspersion pour la préservation des contreplaqués contre les piqûres blanches. *Bois For. Trop.* n° 64, 1959.
- C. S. I. R. O. (Australie). — New preservative for dip diffusion treatment of green building timber. *For. Prod. Newsletter* n° 264, 1960.
- M. FOUGEROUSSE, P. LANTHONY & S. LUCAS. — Imprégnation profonde de certaines essences de l'Ouest Africain par trempage rapide et diffusion. *Bois For. Trop.* 84, 1962.
- M. FOUGEROUSSE. — Préservation des menuiseries intérieures contre les lyctus. Procédé par trempage rapide et diffusion. *Bois For. Trop.* 112, 1967.
- M. FOUGEROUSSE. — Application des traitements par diffusion à quelques bois tropicaux pour leur préservation contre les attaques des lyctus. Colloque sur le rôle des recherches techniques dans le développement de l'emploi des bois tropicaux en Europe. C. T. F. T. 1967.

- J. F. LEVY & M. OLOFINBOBA. — Blue stain of *Antiaris africana* and *Pycnanthus angolensis*. B. W. P. A. News Sheet 80, 1967.
- Z. O. MOMOH & A. O. OLUYIDE. — An attempt to control blue stain by the use of chemicals. Tech. Note Dep. For. Res. Nigeria 38, 1967.
- J. N. PANDE & J. S. SUD. — Experiments on the treatment of timber by the diffusion process. *J. Timb. Developm. Ass. India* 12 (1), 1966.
- A. PURUSHOTHAM. — A preliminary note on the treatment of refractory species in green condition by the diffusion process. *J. Timb. Dryers' Pres. Ass. India* 7 (4), 1961.
- P. J. QUILLON. — Le trempage-diffusion au moyen des dérivés du bore, mode économique et d'avenir d'imprégnation profonde des sciages. C. R. Travaux Congr. Prot. Cult. Trop. Marseille, 1965.
- J. G. SAVORY & R. COCKROFT. — Anti-stain treatments. Failure in some parcels of imported timber. *The Timb. Trad. Journal*, Oct. 1961.
- A. J. STAMM. — Movement of fluids in wood :
1. Flow of fluids in wood.
2. Diffusion. *Wood Science and Technology* 1 (2-3), 1967.
- N. TAMBLYN, S. J. COLWELL & G. N. VICKERS. — Preservative treatment of tropical building timbers by a dip-diffusion process. Div. of For. Prod. C. S. I. R. O. (Pap. 9 th. Commonw. For. Conf., New Dehli, 1968).
- M. C. TEWARI & P. S. RAO. — Preservative treatment of Sandal sapwood (*Santalum album* L.) for small-scale industries. *Indian Forester* 91 (4), 1965.
- M. C. TEWARI & T. C. SHEKAR. — A note on the preservative treatment of Silver Oak (*Grevillea robusta*) by the diffusion process. *Indian Forester* 92 (9), 1966.
- III. Préservation des bois ronds (poteaux, piquets, etc...).**
- R. H. BAECHLER & H. G. ROTH. — The double-diffusion method of treating wood : a review of studies. *For. Prod. J.* 14 (4), 1964.
- M. CHUDNOFF, R. S. BOONE & E. GOYTIA. — Preservative treatments and service life of fence posts in Puerto Rico. U. S. For. Ser. Res. Pap. Inst. Trop. For., Rio Piedras n° ITF-4, 1967.
- M. CHUDNOFF & E. GOYTIA. — The effect of incising on drying, treatability and bending strength of posts. U. S. For. Serv. Res. Pap. Inst. Trop. For., Rio Piedras n° ITF-5, 1967.
- K. V. COKLEY & T. F. RYLEY. — The influence of climatic conditions on timber preservation practices in Queensland. Pap. 9 th. Commonw. For. Conf., New Dehli, 1968.
- G. H. ENGLERTH. — Service life of some Puerto Rican post species tested with ten per cent pentachlorophenol by cold soaking. *Carib. For.* 21 (1-2), 1960.
- M. FOUGEROUSSE. — Possibilités actuelles d'emploi de poteaux en bois comme supports de lignes télégraphiques et électriques aériennes en Côte-d'Ivoire. Centre Tech. For. Trop., Nogent-sur-Marne, 1967.
- P. GUENEAU. — Essais de traitements de protection des bois ronds à Madagascar. *Bois For. Trop.* 93, 1964.
- W. K. HONG & T. G. SOON. — Utilization of timber by National Electricity Board for distribution and transmission lines. *Malay. For.* 30 (2), 1967.
- L. LEBACQ, P. VANDENBOSCH & W. SMETS. — Supports d'alignement en bois pour lignes aériennes de haute tension au Congo Belge et au Ruanda-Urundi. *Bull. Agric. Congo Belge* 51 (2), 1960.
- D. N. ARAYAMURTI & A. PURUSHOTHAM. — ASCO-wood preservative. *Indian For. Rec. (n. s.) Wood Pres.* 1 (1), 1956.
- K. NISHIMOTO & S. HAYASHI. — Studies on the water permeability of wood impregnated by liquids through sap displacement. *Wood Res.*, Kyoto, 36, 1965.
- L. OKIGBO. — Air seasoning of Opepe (*Naucllea diderrichii*) poles and its pressure impregnation at high moisture content. For. Prod. Res. Rep. Dep. For. Res. Nigeria n° FPRL/4, 1965.
- V. R. ORTIZ. — Preservation of Puerto Rican fence posts treated by pressure methods. *Carib. For.* 24 (2), 1963.
- J. N. PANDE & J. S. SUD. — Experiments on the treatment of timber by the diffusion process. *J. Timb. Developm. Ass. India* 12 (1), 1966.
- J. P. PERRY JR. & J. M. LIMA. — A test in Campeche, Mexico, of treated and untreated fence posts from two tropical species. *J. For.* 62 (6), 1964.
- R. A. PLUMPTRE. — Recommendations for the preservation treatment of small round timbers by sap-displacement and for fencing techniques. Tech. Note For. Dep. Uganda n° 116/64, 1964.
- A. PURUSHOTHAM & V. SAGAR. — A note on the treatment of timber poles by the Boucherie process. *J. Timb. Dryers' Pres. Ass. India* 2 (2), 1956.
- R. G. SKOLMEN. — Treating costs and durability tests of Hawaii-grown wood posts treated by double-diffusion. Res. Note Pacif. Sthwest. For. Range Exp. Sta. n° 198, 1962.
- A durability test of wood posts in Hawaii — 2 nd Progress Report. Res. Note Pacif. Sthwest. For. Range Exp. Sta. n° PSW-91, 1965.
- Preservatives extend service life of Ohia and Robusta posts. U. S. For. Serv. Res. Note Pacif. Sthwest. For. Range Exp. Sta. n° PSW-171, 1968.
- J. S. STRONGE. — The «sap-sucker» method of post preservation. *Farm. For.*, Wellington 6 (2), 1964.
- M. C. TEWARI, S. N. MITRA & M. N. SHARMA. — A note on the preservative treatment of fence posts by the sap-displacement method. *Indian For.* 93 (8), 1967.
- C. B. VICK, L. I. GABY & R. H. BAECHLER. — Treatment of hardwood fence posts by the double-diffusion process. *For. Prod. J.* 17 (12), 1967.
- IV. Préservation des traverses de chemin de fer.**
- D. P. ACKERMAN & P. M. D. KROGH. — *Brachystegia* species for railway sleepers. Bosh. Suid-Afr. n° 1, 1961.
- C. CAMUS. — L'utilisation de traverses en bois des chemins de fer en pays tropicaux. Acad. Roy. Sc. d'Outre-Mer, Bruxelles, 1965.
- CONSEIL ECONOMIQUE ET SOCIAL DES NATIONS UNIES. — Rapport du groupe de travail CEAEQ/FAO pour les traverses en bois des chemins de fer. 1957.
- FONTENELLE, A. PARANHOS. — Relatório sobre dormentes de madeira. *Brasil madeireiro* 13, 1958.
- M. FOUGEROUSSE. — Traverses en bois pour le chemin de fer Transcamerounais. Problèmes de préservation des bois au contact du sol dans les pays tropicaux. *Bois For. Trop.* 95, 1964.
- Possibilités actuelles d'emploi de traverses en bois sur le réseau ferré Abidjan-Niger. Centre Tech. For. Trop., Nogent-sur-Marne, 1967.
- M. S. HUSAIN & W. B. WALLIN. — The influence of steam conditioning and treating schedule on retention and penetration of creosote preservative in Gurjan (*Dipterocarpus* sp.) *Commonw. For. Rev.* 43 (2), 1964.

- M. G. LAXAMANA. — The causes of failure of railway ties in the Philippine National Railway. Wood Pres. Div. Rep., For. Prod. Res. Inst., College, Laguna 1 (5), 1966.
- E. B. LUCAS & A. O. OLUYIDE. — Wooden railway sleepers survey. For. Prod. Res. Rep. For. Res. Nigeria n° FPRL/12, 1966.
- A. MARTAWIDJAJA. — Some service test results with treated sleepers. Commun. Res. Inst. For., Bogor, 74, 1961.
- J. N. PANDE & J. K. JAIN. — A preliminary note on the penetration and absorption of normal creosote and low-temperature coal-tar creosote in different species of timber under different processes. *J. Timb. Developm. Ass. India* 13 (2), 1967.
- A. PURUSHOTHAM et al. — Interim note on the behaviour of experimental Sal sleepers treated with creosote and AscU by Wood Preservation Branch, Forest Research Institute, Dehra Dun, and laid on the main lines of the North Eastern railway at Mathura and Mainlani in 1940. *J. Timb. Dryers' Pres. Ass. India* 7 (1), 1961.
- A. PURUSHOTHAM & A. C. SEKHAR. — On the problem of wooden railway sleepers. Pap. 9 th. Commonw. For. Conf., New Dehli, 1968.
- E. SCHMIDT. — Die Natürliche Dauerhaftigkeit brasilianischer in Deutschland verlegter Eisenbahnschwellen. *Holz Roh-u. Werkstoff* 24 (11), 1966.

V. Préservation des bambous.

- G. H. ENGLERTH & E. MALDONADO. — Bamboo for fence posts. *Trop. For. Note Inst. Trop. For., Rio Piedras*, n° 6, 1961.
- H. KAWAMURA & H. MATSUMURA. — Preservation and insect control of Bamboo. *Wood Ind., Tokyo* 21 (12), 1966.
- A. MARTAWIDJAJA. — Preservative treatment of Bamboo in Indonesia. *Rimba Indonesia* 9 (1), 1964.
- J. N. PANDE, R. S. THAPA et H. S. THAPAR. — A note on the efficacy of dieldrin and pentachlorophenol mixtures for short term protection (prophylactic treatment) of timber and Bamboos. *J. Timb. Dryers' Pres. Ass. India* 8 (3), 1962.
- A. PURUSHOTHAM. — Utilisation of Bamboos. *J. Timb. Dryers' Pres. Ass. India* 9 (2), 1963.
— Instructions for treatment of timber, bamboos, etc... when facilities for pressure treatment are not available. *J. Timb. Dryers' Pres. Ass. India* 9 (4), 1963.
- M. A. REHMAN & D. P. KUKRETI. — Timber-Bamboo furniture. *J. Timber Dryer's Pres. Ass. India* 5 (4), 1959.
- S. SINGH, P. N. NIGAM & A. PURUSHOTHAM. — Preservative treatment of green Bamboos by the diffusion process. *J. Timb. Developm. Ass. India* 11 (4), 1965.
- S. SINGH & P. N. NIGAM. — Note on preservative treatment of green Bamboos by the modified Boucherie and the diffusion processes. *J. Timb. Developm. Ass. India* 14 (1), 1968.

