

UN NOUVEAU SYSTÈME DE TRAITEMENT DES BOIS EN AUTOCLAVE

par R. SCHWARTZ, G. DÉON et C. DALOIS
*Centre Technique Forestier Tropical
Division de Préservation*

ABSTRACT

A NEW TECHNIQUE FOR WOOD TREATMENT IN AUTOCLAVE

In African dry areas, plantation species and thinning should be used more as construction wood. However, this use can only be contemplated if quality chemical protection is ensured.

In view of the problems linked to the environment and the financing of the treatment, the C.T.F.T. designed an autoclave that meets precise criteria :

- Limited investment as compared to existing industrial autoclaves ;
- Ease to operate and maintain ;
- High performances.

The description and operation of the device are given in the article.

RESUMEN

NUEVO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE MADERAS EN AUTOCLAVE

En las zonas secas de Africa, tanto las especies de plantación como los productos de cortas de aclareo se deberían utilizar en mayores proporciones como maderas de servicio. No obstante, semejante empleo únicamente se puede contemplar si, previamente, estas maderas son objeto de una protección química de calidad.

Habida cuenta de los problemas relacionados con el entorno y al coste del tratamiento, el C.T.F.T. ha desarrollado un autoclave que responde a criterios precisos, a saber :

- Inversiones reducidas por comparación a los autoclaves industriales existentes.
- Sencillez de funcionamiento y de mantenimiento.
- Prestaciones correctas.

En el presente artículo se procede a la descripción y funcionamiento de este aparato.

INTRODUCTION

Dans les pays des régions subtropicales, le problème de l'approvisionnement en bois, que ce soit en bois d'œuvre ou en bois de service, est de plus en plus difficile à résoudre. C'est dans ce contexte de pénurie que le **Centre Technique Forestier Tropical** s'attache à la valorisation des produits des plantations forestières en zone sèche d'Afrique.

Dans ces pays, les essences de plantation ou les produits d'éclaircie qui ont été, jusqu'à présent, peu ou pratiquement pas exploités, pourraient avoir une utilisation valable dans le domaine du bois de service. Mais ces bois de petit diamètre, pour lesquels la couronne d'aubier représente une proportion élevée de la matière ligneuse exploitée, ne fournissent qu'un matériel peu durable. C'est pourquoi, la mise en œuvre des perches ou piquets issus de ces plantations ne peut, raisonnablement, s'envisager sans une protection chimique appropriée, c'est-à-dire sans un traitement de préservation de qualité.

Les problèmes d'environnement et de pollution par les produits chimiques de préservation ont conduit à rejeter la méthode de traitement par le procédé « Boucherie ». La solution « **autoclave industriel** » n'est généralement pas retenue pour des raisons financières.

Le simple trempage ou le badigeonnage étant notoirement insuffisants pour conférer au bois une protection satisfaisante, seule, restait une possibilité : le traitement des bois en autoclave rustique ou, mieux encore, en autoclave industriel simplifié.

L'objectif de cette étude est donc la conception et la réalisation d'un appareil pour le traitement des bois obéissant à des critères bien précis :

- investissement réduit par rapport aux autoclaves industriels existants ;
- simplicité de fonctionnement et de maintenance ;
- performances relativement importantes.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Afin d'assurer aux perches et piquets issus des plantations une protection de qualité, il a semblé préférable d'adopter un procédé de traitement très voisin de celui qui, de nos jours, est le plus performant : « le procédé Bethell », également appelé « procédé à cellules pleines ». Ce dernier consiste à remplir à refus les cellules du bois avec le produit de préservation.

Le procédé Bethell, tel qu'il est pratiqué actuellement, nécessite un appareillage sophistiqué comprenant principalement :

- un cylindre de traitement avec voie ferrée intérieure,
- un réservoir de stockage du produit de préservation,

- un réservoir de dissolution pour la préparation du produit biocide,
- des pompes électriques (pompe à vide, pompe hydraulique de pression, pompe de transfert pour le transvasement du produit),
- une voie ferrée extérieure et des wagonnets.

Tous ces éléments sont reliés les uns aux autres par un réseau de canalisations munies de diverses vannes, le fonctionnement de l'appareil nécessitant un branchement eau et électricité.

La Division de Préservation du **CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL** a essayé, tout en gardant le principe de l'injection vide-pression-vide, de simplifier l'appareillage en vue d'une maintenance limitée et de le rendre plus facilement transportable. De plus, afin de conserver au système toute son autonomie, donc de permettre son installation dans n'importe quel endroit, néanmoins près d'un point d'eau, la seule source d'énergie nécessaire au fonctionnement de l'autoclave provient d'un compresseur au gasoil (photos nos 1 et 2).

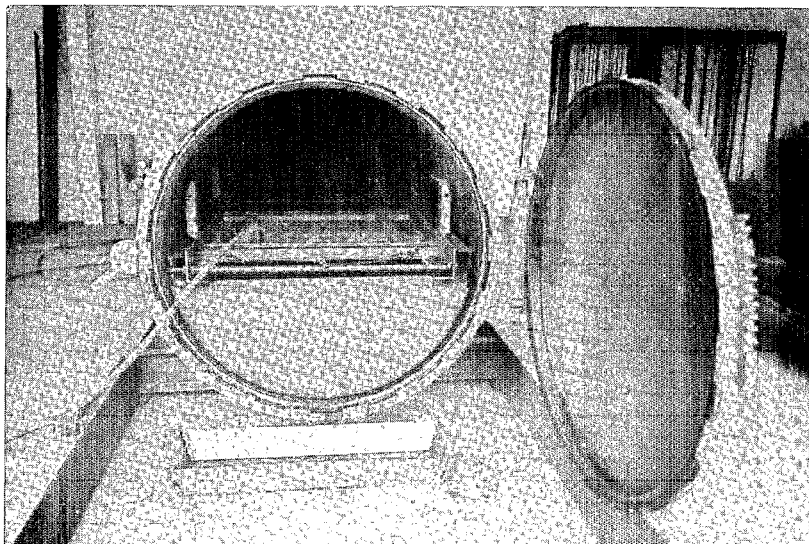
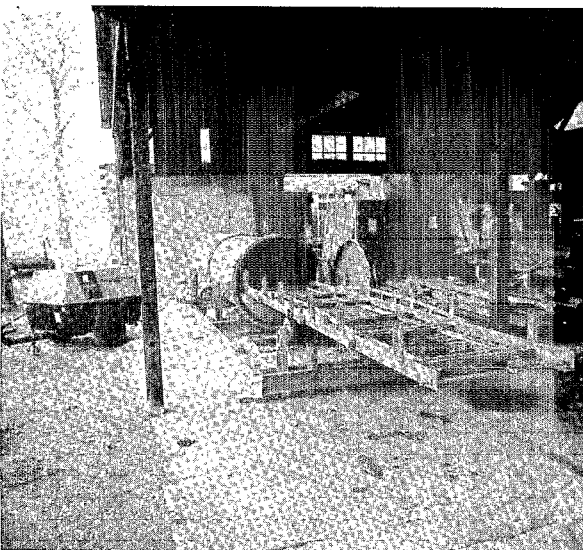
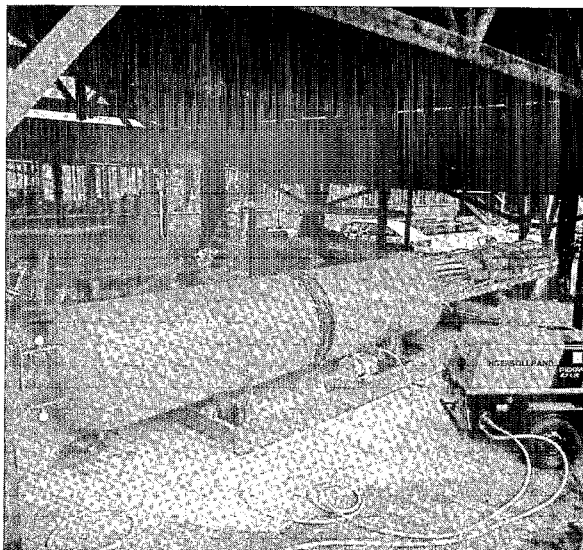
L'autoclave proprement dit est constitué d'un cylindre de traitement horizontal unique, de 5,10 mètres de long et 1,20 mètre de diamètre, fermé à une extrémité par un fond bombé soudé, l'autre étant munie d'une porte à fermeture rapide. Le principe de verrouillage de cette porte (couvercle à baïonnette actionné par un levier à roue dentée et monté sur une charnière latérale) permet d'obtenir une ouverture du cylindre sur tout son diamètre (photo n° 3).

Un dispositif de sécurité, monté à l'opposé de la charnière, empêche toute ouverture accidentelle de la porte au cours d'une opération de traitement (photo n° 4).

Le cylindre de traitement regroupe à la fois la cellule de traitement et le réservoir de produit, ce qui a permis la suppression des cuves de dissolution et de stockage et de la pompe de transfert existant dans les systèmes industriels.

La solution de traitement est retenue dans la moitié inférieure du cylindre, grâce à un demi-fond bombé soudé à l'extrémité du cylindre côté porte (photo n° 5).

Là préparation du produit de traitement se fait directement dans la cuve et l'appoint nécessaire, après chaque cycle de traitement (lié à la consommation en produit par le bois) est effectué comme décrit plus loin.



De haut en bas :

PHOTOS nos 1 et 2. — *Vues d'ensemble de l'autoclave — cylindre de traitement — chariot de chargement des bois — compresseur.*

PHOTO n° 3. — *Porte à ouverture rapide.*

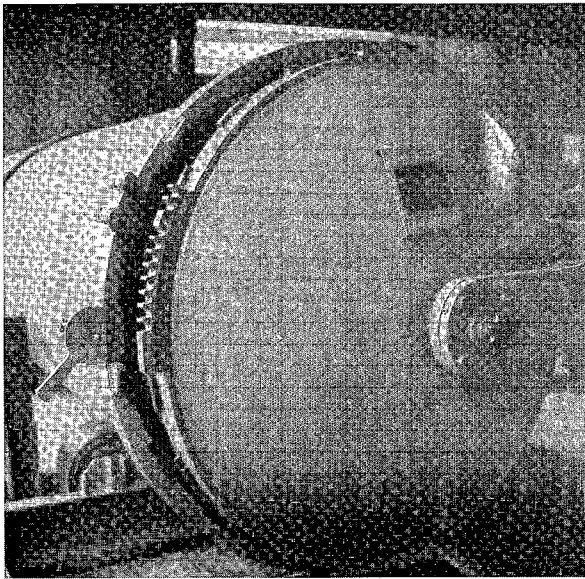


PHOTO n° 4. — *Détail du système de verrouillage et du loquet de sécurité.*

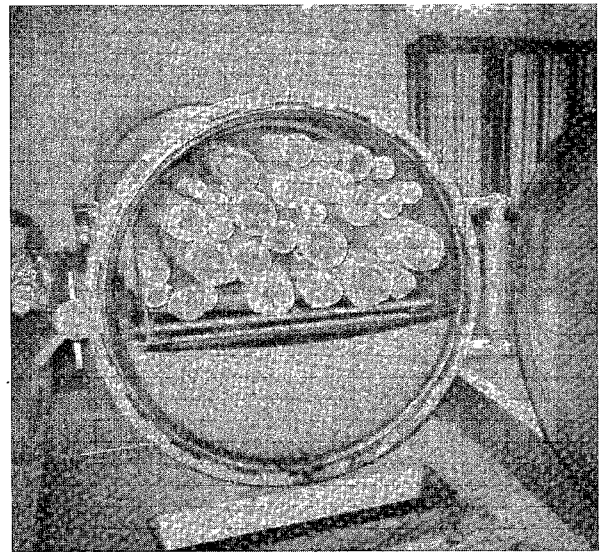
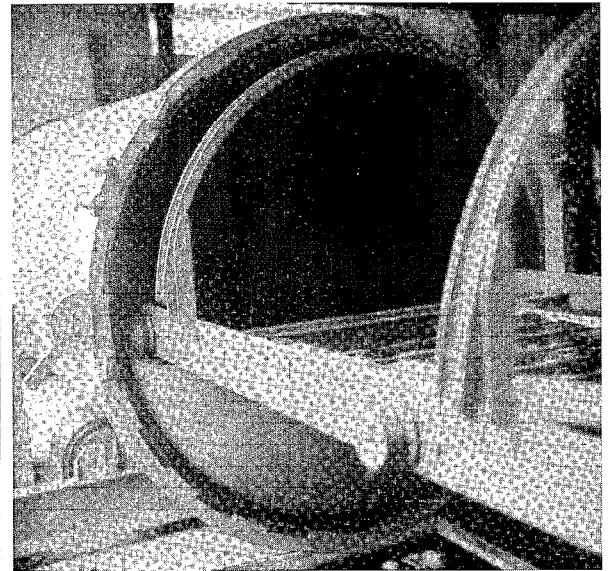
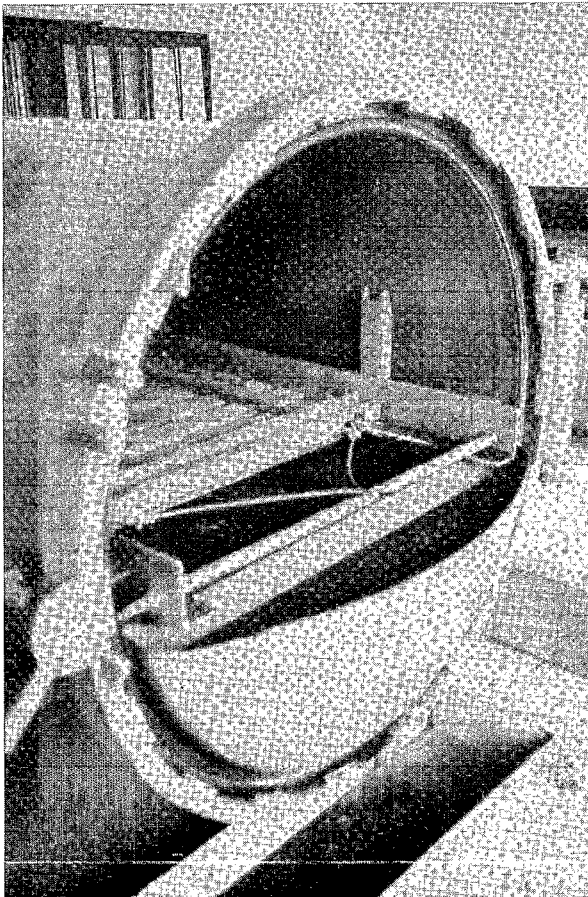


PHOTO n° 6. — *Vue d'ensemble de l'autoclave, côté porte, chariot chargé.*

PHOTO n° 5. — *Détail du demi-fond bombé délimitant le réservoir à produit.*

PHOTO n° 7. — *Détail des roulettes du chariot et des arceaux de maintien des bois.*



La charge de bois à traiter est placée dans la partie supérieure du cylindre, sur un chariot mobile (photo n° 6).

Une série de roulettes (photo n° 7), fixées de part et d'autre de ce chariot et coulissant dans deux fers U soudés légèrement en dessous du plan diamétral sur les parois internes du cylindre, permet de le retirer du compartiment de traitement pour le chargement et le déchargement du bois. Six arceaux amovibles (photos n° 7 et 8), répartis sur toute la longueur du chariot maintiennent les pièces pendant la phase de traitement.

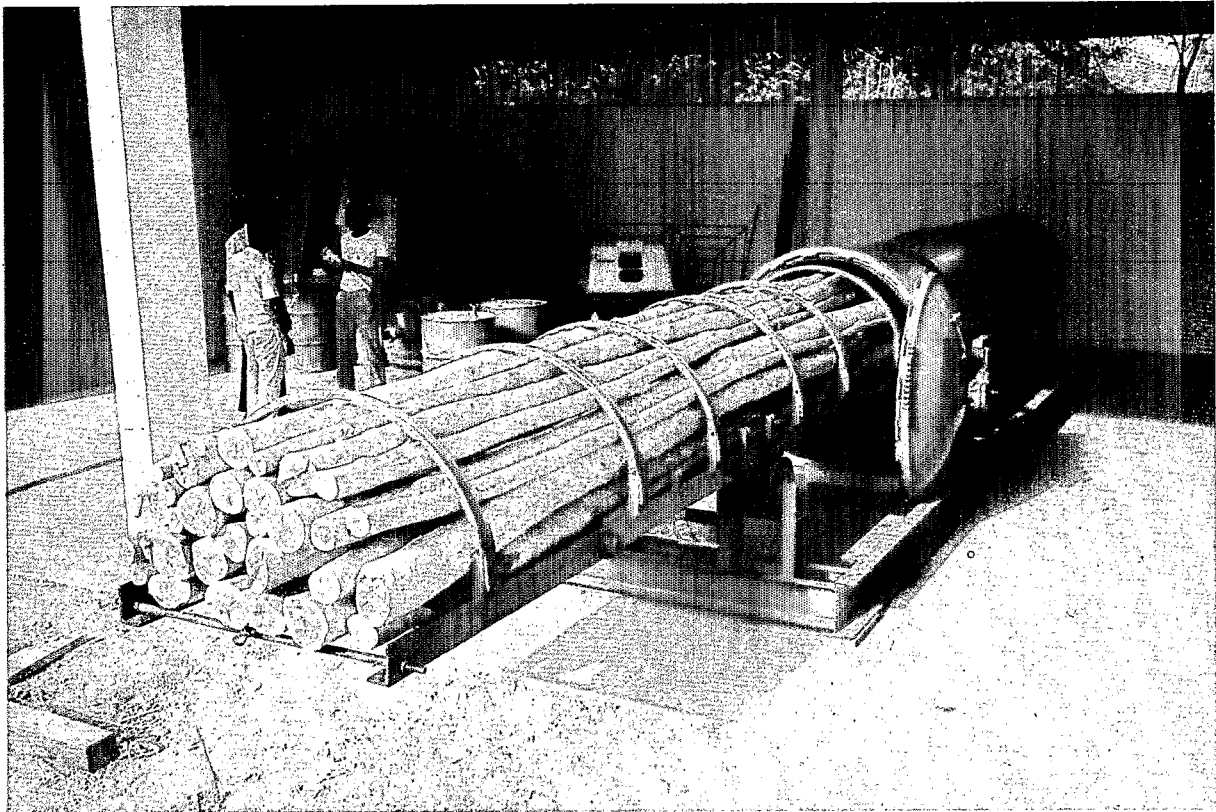


PHOTO n° 8. — Vue d'ensemble du chariot chargé en position de sortie maximale.

L'ensemble du cylindre repose sur quatre galets à revêtement caoutchouc (photo n° 9) fixés sur un bâti métallique permettant ainsi la rotation du cylindre d'un demi-tour autour de son axe longitudinal : rotation indispensable à l'immersion et l'émersion du bois dans le produit de préservation.

Cette rotation est obtenue grâce à un câble métallique enroulé de plusieurs tours morts sur le cylindre lui-même, les deux extrémités du câble étant attachées sur le tambour d'un treuil pneumatique pouvant tourner dans les deux sens (photo n° 10). Le treuil est fixé sur le châssis métallique par l'intermédiaire d'un système à bascule entraînant ainsi la tension automatique du câble (photo n° 11).

En bout du châssis, du côté de la porte de l'autoclave, se trouvent deux autres galets identiques aux précédents, maintenus sur deux montants soudés contre le châssis (photo n° 12). Ces galets supportent le chariot lorsque ce dernier est en position de sortie maximale.

Un treuil manuel est boulonné entre les deux montants pour faciliter la sortie du chariot (photo n° 13).

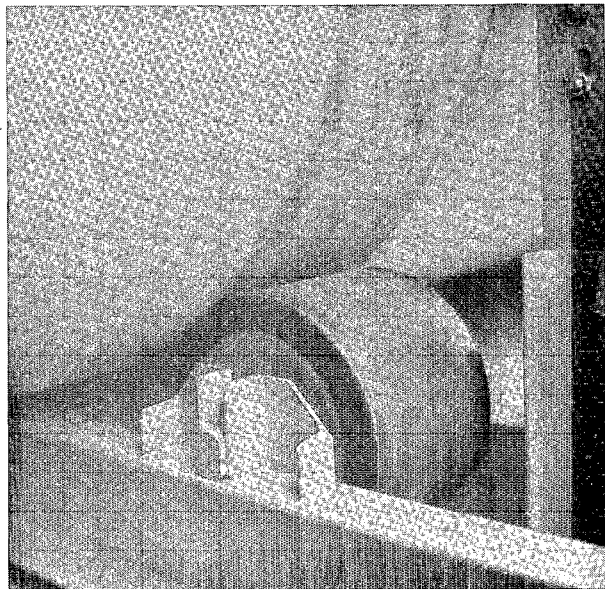
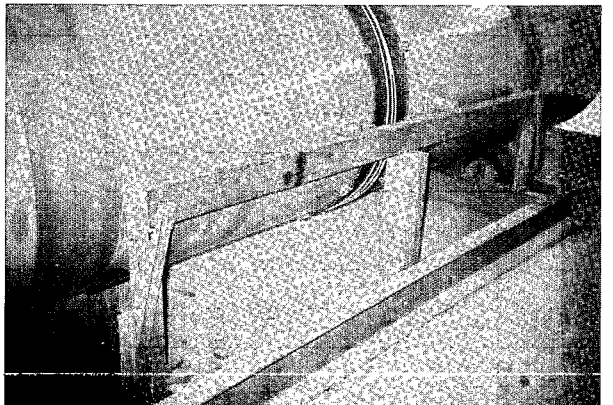
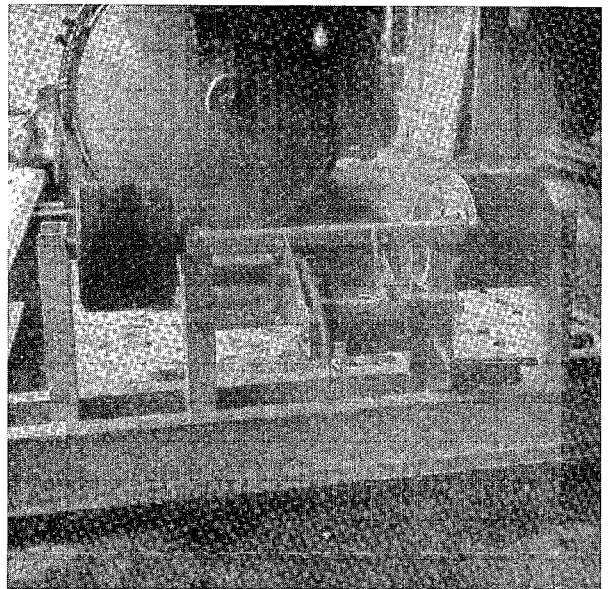
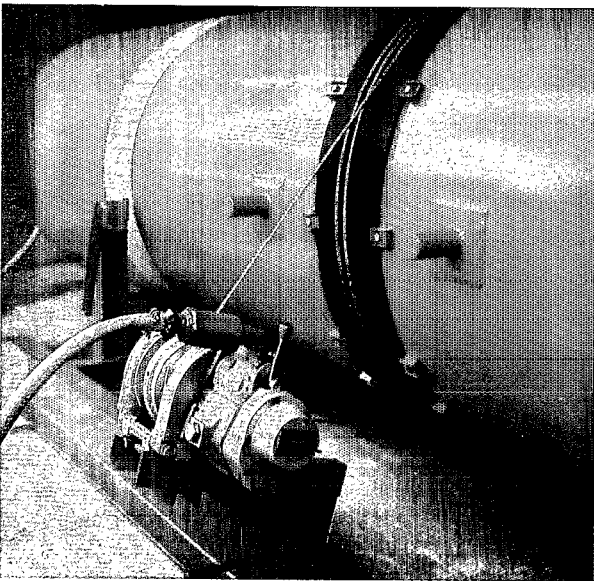
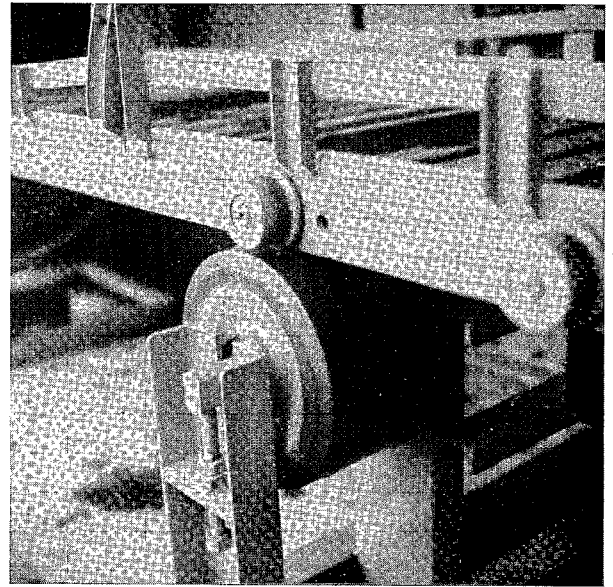
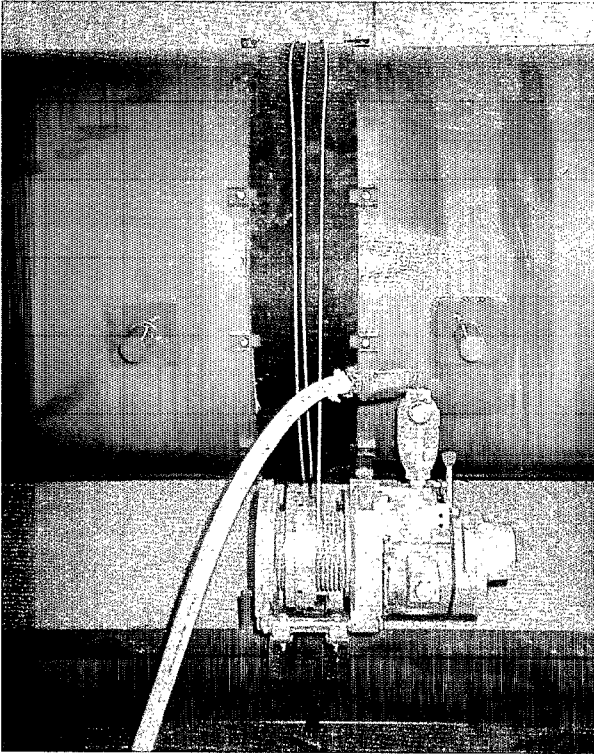


PHOTO n° 9. — Galets porteurs du cylindre de traitement.



Ci-dessus, de haut en bas :

PHOTO n° 10. — *Vue d'ensemble du système de rotation.*

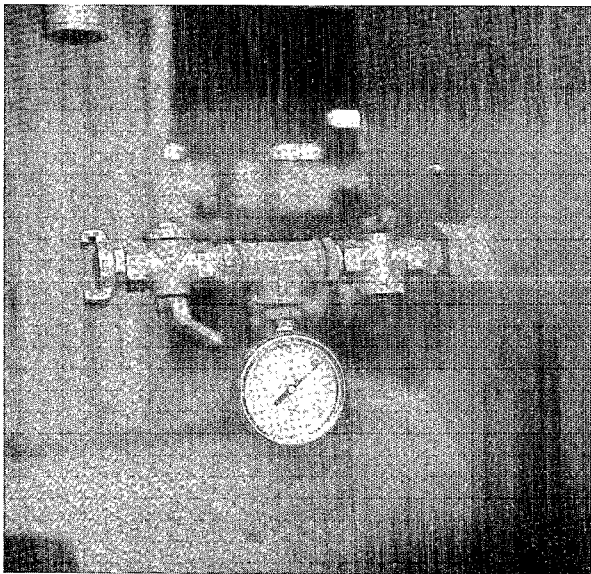
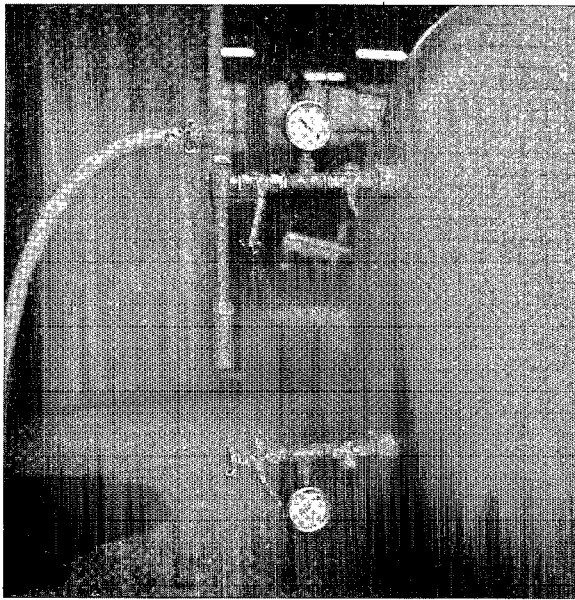
PHOTO n° 11. — *Détail du montage du treuil pneumatique.*

Ci-contre, de haut en bas :

PHOTO n° 12. — *Détail du galet supportant le chariot en position de sortie maximale.*

PHOTO n° 13. — *Treuil manuel pour la sortie du chariot.*

PHOTO n° 14. — *Barre de stabilisation du cylindre de traitement.*



Ci-dessus, de haut en bas :

PHOTO n° 15. — *Système vide et pression.*

PHOTO n° 16. — *Détail du système de pression.*

De part et d'autre du cylindre, et parallèlement à celui-ci, deux barres en bois, prenant appui sur des supports métalliques, permettent de stabiliser la cuve pendant la manutention des bois (photo n° 14).

Le fond bombé, qui obture le cylindre de traitement du côté opposé à la porte, comporte deux piquages de diamètre 40-48 mm pour les systèmes de vide et de pression (photo n° 15).

La pression nécessaire à l'imprégnation du bois est obtenue directement par un compresseur d'air analogue à ceux couramment utilisés dans le domaine des travaux

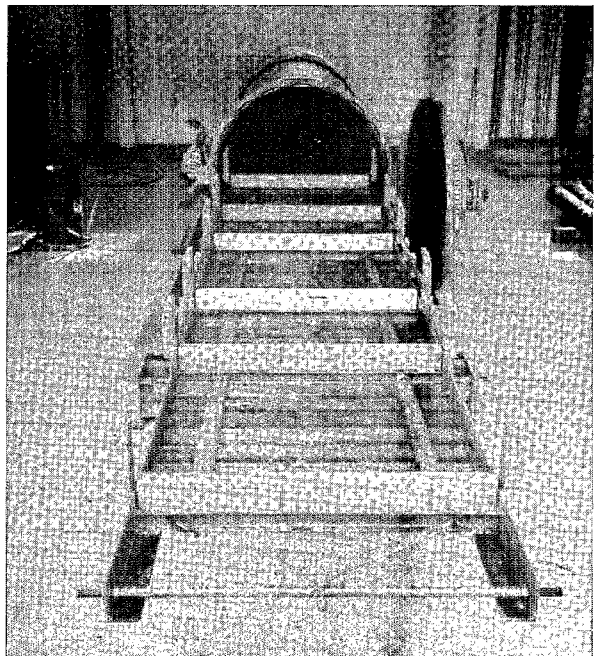
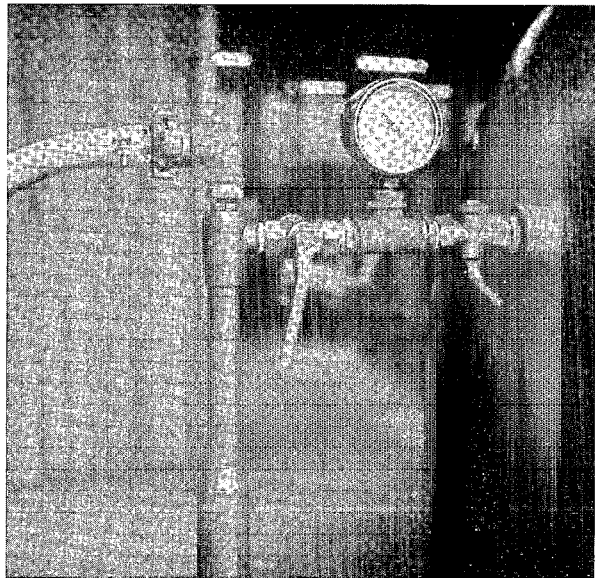
publics. Le système de pression (photo n° 16) est donc très simple. Une vanne, un manomètre, une deuxième vanne et un raccord rapide sont vissés dans l'ordre sur l'un des piquages prévus, un flexible reliant tout le système du compresseur.

L'air comprimé permet également de faire le vide par le biais d'un éjecteur d'air. Le système vide (photo n° 17) se présente donc de la façon suivante : une vanne, un manomètre, une deuxième vanne, l'éjecteur et un

Ci-dessous, de haut en bas :

PHOTO n° 17. — *Détail du système vide.*

PHOTO n° 18. — *Détail du chariot de chargement des bois. — Fond à claire-voie. — Cales de surélévation des bois.*



raccord rapide vissés dans l'ordre sur le second piquage prévu.

Une dernière précision est à apporter quant au chariot de chargement des bois. Celui-ci est pourvu d'un fond bois à claire-voie (photo n° 18) qui sert au brassage du produit de préservation lors de chaque rotation.

Enfin, six cales sont prévues pour surélever les bois à traiter en cas de charge incomplète du chariot (photo n° 18). Elles sont posées sur le chariot dans le plan de chaque arceau et évitent tout phénomène de flottaison pendant l'immersion de la charge.

FICHE TECHNIQUE

Cylindre de traitement

longueur totale	: 5,50 m
diamètre	: 1,20 m
type de porte	: fermeture rapide par système à baïonnette
pression de travail	: 6 bars
vide	: 80 %
volume total	: 6.000 litres
volume réserve de produit	: 2.200 litres
chariot de chargement	: 5,17 m fixation diamétrale
capacité de charge	: volume utile : 2,8 m ³ bois ronds : 2 m ³ maximum

Compresseur d'air mono-étagé à vis

marque	: Ingersoll Rand
type	: P 100 WDA
débit d'air	: 2,8 m ³ /mn
source d'énergie	: gazoil

Ejecteur

mono-étagé avec silencieux	
vide obtenu	: 80 %

Treuil pneumatique

marque	: Liftair
effort de levage	: 600 kg

Fonctionnement : manuel

Encombrement de l'autoclave au sol :

11 m × 2,30 m

Poids total : environ 4 tonnes

L'appareil est conforme à la réglementation officielle française (vérification par le Service des Mines)

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Comme nous l'avons évoqué précédemment, le mode de fonctionnement de l'appareil est dérivé du procédé Bethell. Chaque cycle de traitement comporte trois étapes principales : **le vide initial, la pression et le vide final.**

Les phases successives d'une opération de traitement, schématisées par les figures n° 1 et 2, sont :

- le chargement du chariot et l'introduction du bois dans le cylindre de traitement,
- une période de vide initial de 30 minutes (intensité 80 %) ayant pour but d'éliminer au maximum l'air contenu dans les cellules du bois,
- la rotation d'un demi-tour du cylindre de traitement autour de son axe longitudinal, qui entraîne l'immersion de la charge de bois dans le produit de préservation,
- le retour en pression atmosphérique,
- une période de pression pendant une heure à 6 kg/cm²,

- le retour en pression atmosphérique,
- la rotation d'un demi-tour du cylindre de traitement jusqu'à sa position initiale ayant pour but de faire émerger la charge de bois du produit de préservation,
- une période de vide, dite de ressuyage, ayant pour objet d'enlever l'excès de produit encore sous pression dans le bois, d'éviter une exsudation trop importante des pièces en sortie d'autoclave, de limiter les pertes en produit et de préserver l'environnement,
- le retour en pression atmosphérique,
- la sortie du bois du cylindre de traitement et le déchargement du chariot.

Comme tout autoclave de traitement, l'appareil mis au point peut utiliser des produits de préservation salins solubles dans l'eau. Pour un certain nombre de raisons (efficacité fongicide et insecticide, notamment vis-à-vis

FIG. 1.

1. Chargement du cylindre.
2. Vide initial.
3. Rotation du cylindre et retour en pression atmosphérique.
4. Pression.
5. Retour en pression atmosphérique et rotation du cylindre.
6. Vide de ressuyage.
7. Retour en pression atmosphérique.
8. Déchargement du cylindre.

des termites, bonne fixation et rémanence dans le temps), c'est un produit de type chrome-cuivre-arsenic (C.C.A.) qui a été choisi préférentiellement.

Après chaque cycle de traitement, il est nécessaire de faire l'appoint en produit de préservation. Pour ce faire, nous avons imaginé un système simple, rapide et évitant les contacts manuels avec le biocide lui-même.

Le mélange prêt à l'emploi est préparé à partir d'un concentré liquide livré en fût de 55 litres (photo n° 19).

Une vanne à fermeture rapide, vissée sur la bonde du fût permet de prélever la quantité de concentré désirée. Le système proprement dit (photo 20) est constitué principalement de deux fûts : l'un de contenance 200 litres, correspondant à la réserve d'eau, l'autre de 55 litres représentant la cellule de dissolution dans laquelle on introduit la quantité de concentré nécessaire à la préparation de 200 litres de solution prête à l'emploi.

Le fût de dissolution est muni d'un système mélangeur approprié (figure 3). Les fûts de 200 et 55 litres sont reliés entre eux par un flexible. Une faible pression d'air (200 g/cm²), appliquée sur le fût de 200 litres permet, par l'intermédiaire d'une canne plongeante, de faire transiter l'eau au travers du fût de 55 litres où s'effectue le brassage jusqu'à l'autoclave.

FIGURE 1

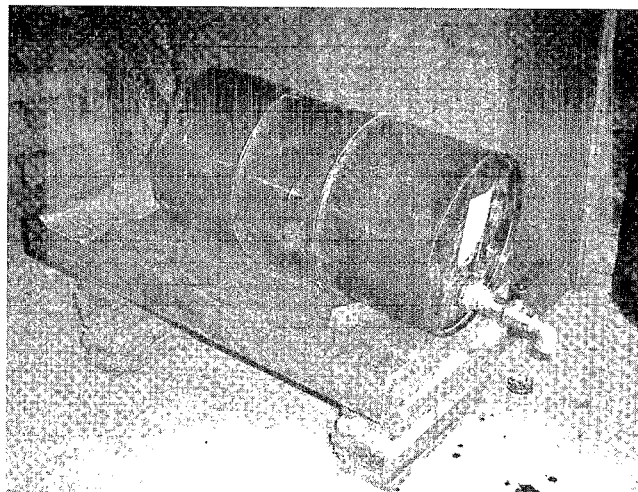
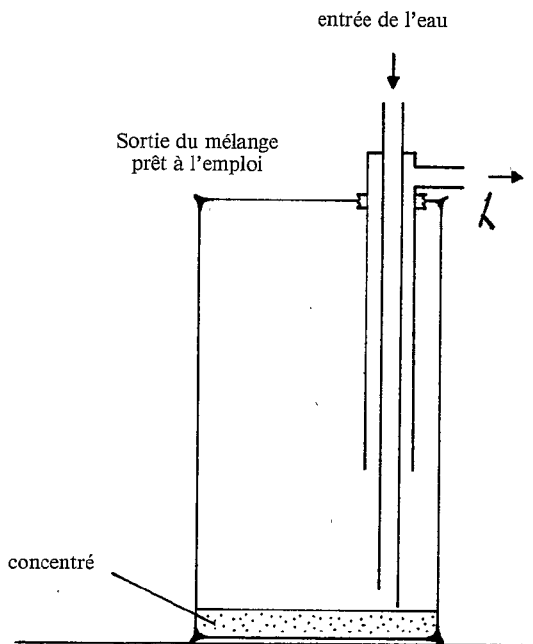
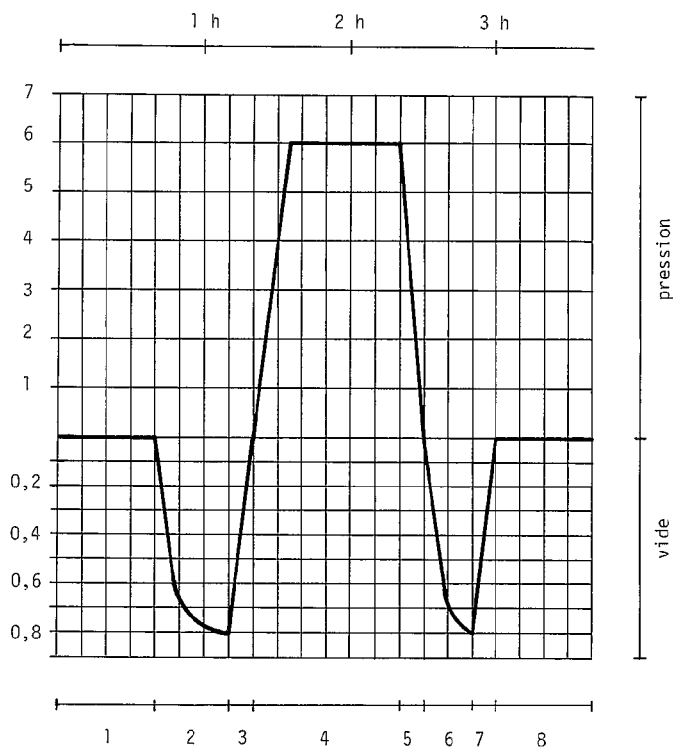
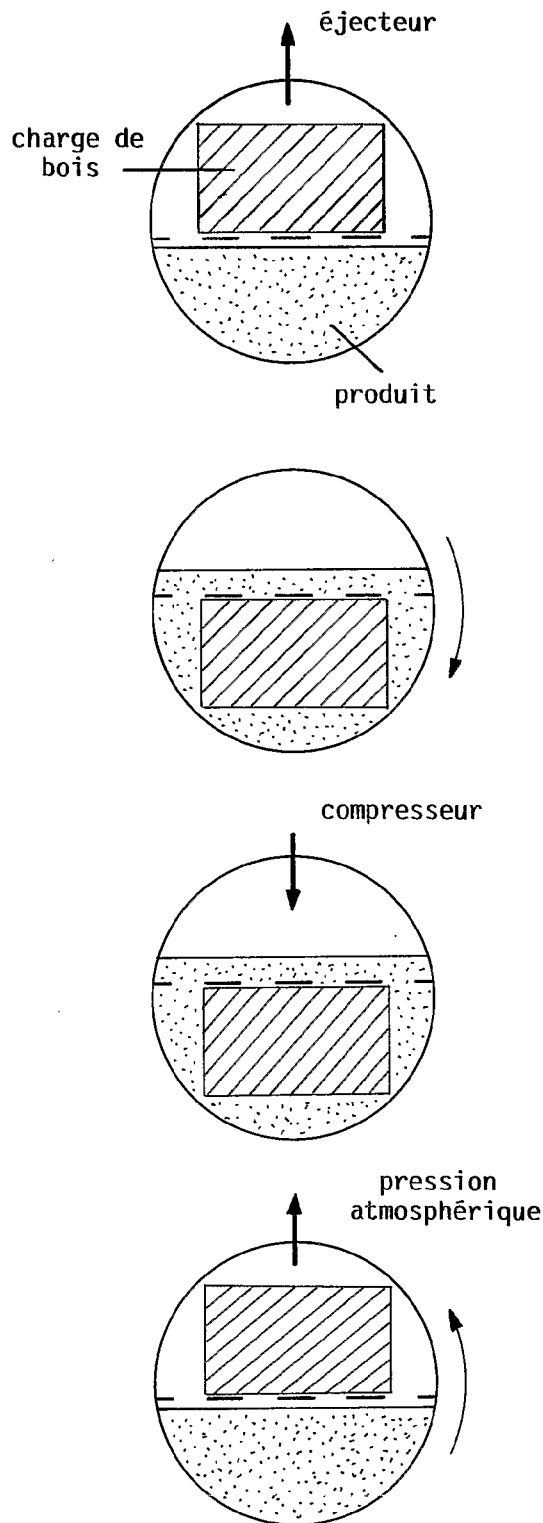


PHOTO n° 19. — Fût de produit concentré.

FIG. 3. — Mélangeur (mis au point par la Société XYLOCHIMIE).

FIGURE 2



1) Chargement du cylindre

La charge de bois et le produit sont introduits à l'intérieur de l'autoclave, et la porte est fermée.

2) Vide initial

- Les vannes arrêt de pression et de vidange sont fermées.
- Ouverture de la vanne arrêt du vide et extraction de l'air par l'éjecteur (vide : 80 %).

3) Immersion du bois

- Fermeture de la vanne arrêt vide.
- Rotation de l'autoclave (1/2 tour selon son axe longitudinal).

4) Pression

- Passage à la pression atmosphérique par ouverture de la vanne arrêt pression.
- Mise en pression (jusqu'à 6 bars pendant 1 h).
- Fermeture de la vanne arrêt pression.

5) Emerision des bois

- Arrêt compresseur.
- Passage à pression atmosphérique par ouverture de la vanne arrêt vide.
- Rotation 1/2 tour jusqu'à position initiale.

6) Vide de ressuyage et retour en pression atmosphérique

- Les vannes arrêt de pression et de vidange sont fermées.
- Ouverture de la vanne arrêt du vide et extraction de l'air par l'éjecteur (vide : 80 %).

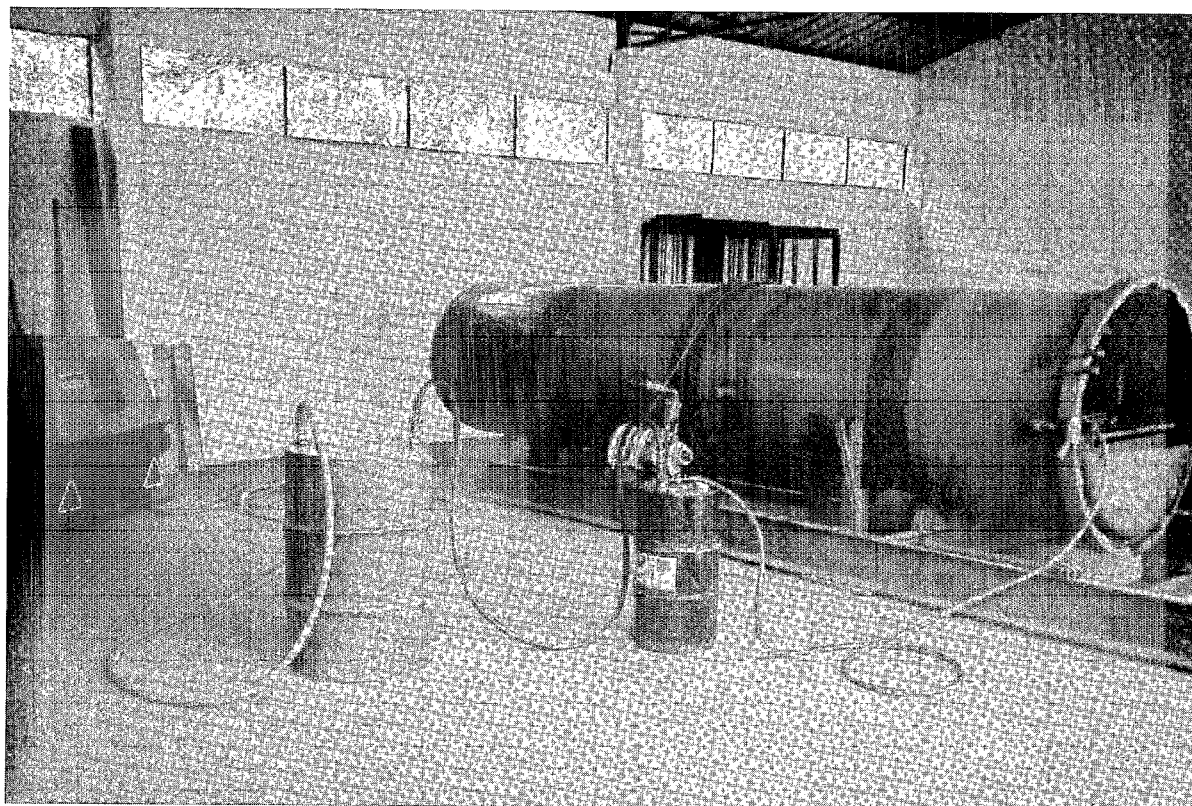


PHOTO n° 20. — Vue d'ensemble du système de préparation de la solution de traitement.

PREMIERS RÉSULTATS OBTENUS

L'autoclave permet de traiter à chaque cycle environ 30 perches de diamètre moyen compris entre 9 et 15 cm et de longueur 5,20 m, ce qui correspond globalement à 1,5 m³ de bois ronds.

Les essais préliminaires ont été effectués au Burkina Faso sur des perches d'*Eucalyptus camaldulensis* provenant de plantations.

Un certain nombre de perches ont fait l'objet de mesures précises en vue de l'évaluation des absorptions en produit de préservation et de la détermination du coût du traitement.

Les résultats techniques obtenus, regroupés dans le tableau ci-après, montrent une bonne homogénéité dans les rétentions en produit de préservation ; une absorption moyenne d'environ 14 kg de produit par mètre cube d'aubier laisse présager, en outre, un niveau de protection satisfaisant.

Le coût de traitement d'une perche moyenne au Burkina Faso (longueur : 5 mètres, diamètre au gros bout : 15 cm, diamètre au fin bout : 8 cm), c'est-à-dire dont le volume d'aubier est égal à 0,034 m³, a été évalué sur les bases suivantes :

- coût total de l'appareil : 12 millions CFA environ (départ France)*, le compresseur d'air coûtant à lui

seul environ 3 millions CFA ;

- amortissement du matériel sur 10 ans, à raison de deux cycles de traitement par jour pendant 200 jours par an.
- prix du produit : 1.500 CFA le kilogramme (rendu Ouagadougou) ;

Le coût du traitement peut être décomposé comme suit :

• produit	: 718 CFA	78 %
• gasoil	: 22 CFA	2 %
• main-d'œuvre	: 76 CFA	8 %
• amortissement du matériel	: 104 CFA	11 %
total ...	920 CFA/perche	100 %

On peut noter ici que le poste « amortissement du matériel » est sans commune mesure avec le poste « fonctionnement » (produit de préservation, gasoil et main-d'œuvre) qui représente 89 % du coût total du traitement.

* Coût du prototype réalisé par le C.T.F.T. en 1986, mais ne préjugant pas du prix d'un modèle identique réalisé par un industriel.

RÉSULTATS DES ESSAIS D'IMPRÉGNATION EFFECTUÉS AVEC L'AUTOCLAVE

N° des perches	Diamètre moyen des perches (cm)		Absorption brute (kg)	Produit (CCA) absorbé (kg)	Volume d'aubier (m ³)	Produit (CCA) absorbé par l'aubier (kg/m ³)
	extérieur	bois parfait				
1	11,00	6,50	10,50	0,525	0,031	16,90
2	10,00	5,50	11,00	0,550	0,027	19,60
3	8,75	5,00	7,00	0,350	0,020	17,50
4	11,00	6,50	7,50	0,375	0,031	12,10
5	10,50	5,50	10,00	0,500	0,031	16,10
6	10,50	7,00	5,30	0,265	0,024	11,00
7	9,75	4,50	9,20	0,460	0,029	15,90
8	9,50	7,00	4,80	0,240	0,016	15,00
9	15,00	10,00	6,00	0,300	0,049	6,10
10	15,50	10,00	16,50	0,825	0,055	15,00
11	14,50	9,50	13,50	0,675	0,047	14,40
12	13,50	8,50	10,30	0,515	0,043	11,90
moyennes	11,60	7,10			0,034	14,30

CONCLUSION

La valorisation des bois ronds issus de plantations d'Eucalyptus ou d'autres essences à durabilité naturelle et imprégnabilité médiocres nécessite obligatoirement l'emploi de techniques de préservation élaborées mettant en œuvre un matériel d'imprégnation très coûteux pour les pays africains. Ce problème d'investissement est par là-même un obstacle à l'utilisation optimale du matériau bois comme bois d'œuvre et de service. L'étude effectuée a permis d'envisager la mise sur le marché d'un autre type de matériel de traitement du bois, performant, moins onéreux que les systèmes industriels, donc plus accessible aux Pays en Voie de Développement. Elle a également montré que le coût du traitement est très

largement dépendant du prix du produit et qu'une « politique » de préservation doit être menée, d'une part par l'information de l'utilisateur final (le coût supplémentaire du traitement est largement compensé par une durée de service du bois bien plus longue), d'autre part par l'aide financière d'organismes nationaux ou internationaux.

Dans le cas du Burkina Faso, cette opération de développement a été particulièrement appréciée.

Il reste cependant, aux responsables locaux, une tâche encore bien lourde : faire passer la préservation du bois dans les mœurs locales.