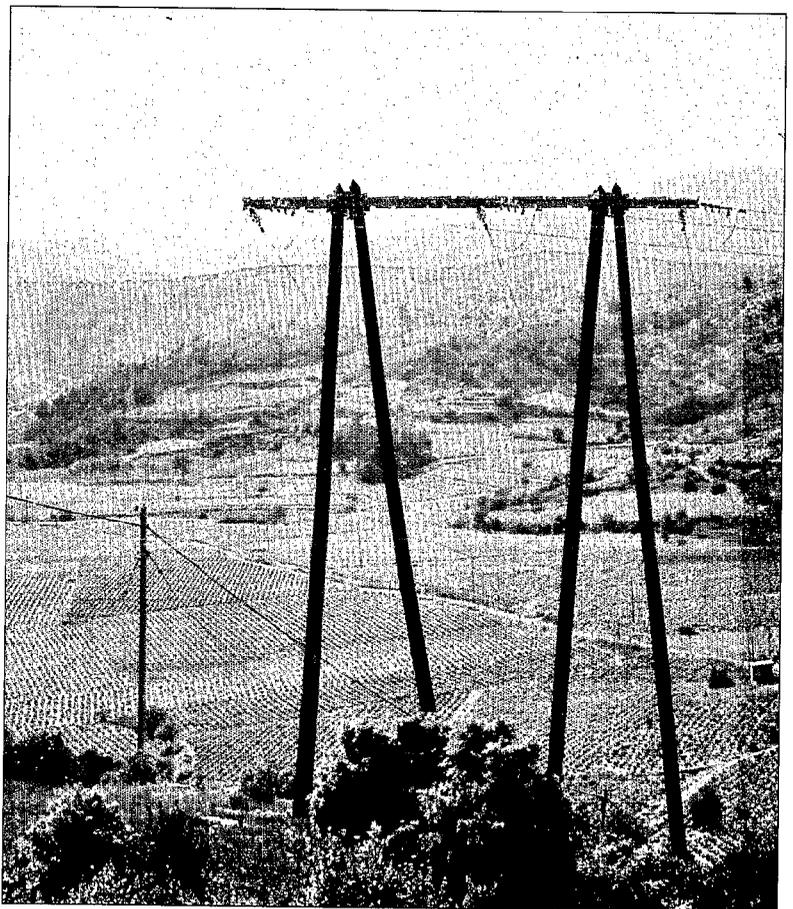


## **UNITÉ DE FABRICATION DE POTEAUX**

**L'**ONUUDI a publié récemment un ouvrage intitulé « Pour entreprendre dans l'industrie du bois », regroupant un certain nombre de fiches concernant les activités du bois.

*Ont collaboré à ces fiches : le CIRAD-Forêt, le CENTRE TECHNIQUE DU BOIS ET DE L'AMEUBLEMENT, ainsi que le CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER.*

Nous avons sélectionné deux de ces fiches pour les lecteurs de **BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES** : l'une sur le « choix d'une unité de sciage mobile ou semi-mobile », parue dans le n° 236, l'autre sur une « unité de fabrication de poteaux », présentée ici.



**Portique en service : l'une des multiples utilisations du bois.**

*Pylon in service : one of the many timber uses.*

# PRÉSENTATION

## Nature de l'activité

Les bois ronds sont utilisés de par le monde pour de multiples usages (poteaux supports de lignes aériennes, bois de mines, piquets de clôture, aires de jeux, perches diverses pour constructions rurales...). Ils sont caractérisés par le fait qu'ils sont tous issus d'un tronc d'arbre plus ou moins gros et plus ou moins long et que, par conséquent, ils comprennent à la périphérie une zone aubieuse d'épaisseur variable qui peut poser des problèmes de conservation du matériau dans le temps s'il n'est pas correctement traité. Il faut cependant souligner que l'on ne demandera pas les mêmes performances mécaniques ni les mêmes durées de service à un poteau électrique ou à un étai de mine qu'à un piquet de clôture, ne serait-ce qu'en raison des difficultés et du coût de remplacement éventuel.

La destruction prématurée de ces bois ronds peut être le fait :

- de l'action d'organismes de destruction biologique du bois (champignons de pourriture, termites...)
- du feu (feux de brousse ou de forêt)
- du vent (uniquement pour les poteaux supports de lignes).

La présente fiche sera consacrée aux poteaux proprement dits, étant bien entendu que les techniques utilisées peuvent également s'appliquer aux bois ronds de plus petites dimensions.

## Alternatives

### □ Matières premières

#### ● Les essences

Le choix des essences est déterminé principalement en fonction :

- . des possibilités d'approvisionnement locales,

- . des propriétés mécaniques nécessaires,

- . de la rectitude et du défilement des fûts,

- . des possibilités de traitement.

En ce qui concerne l'approvisionnement, il y a lieu de souligner que, dans le cas d'une unité de production industrielle, il est nécessaire de prélever les poteaux soit dans des forêts homogènes naturelles (résineux d'Amérique du Nord, taïga, eucalyptus d'Australie...) soit dans des forêts homogènes artificielles (plantations...).

#### ● Les produits de préservation

Ils doivent être efficaces contre les agents de dégradation biologique (champignons de pourriture et éventuellement termites) et être rémanents, c'est-à-dire bien fixés dans le bois. Le produit d'imprégnation sera :

- . soit une créosote fluide obéissant à une spécification telle que celle décrite dans la norme française NF C 67-100 (annexe VI) ou celle de l'American Wood Preservers Association (Standard P2) ou à leur équivalent parmi d'autres spécifications définissant les créosotes pour l'imprégnation des poteaux,

- . soit des solutions en phase aqueuse de sels complexes (par exemple du type chrome-cuivre-arsenic) qui devront satisfaire aux critères de qualité en vigueur dans le pays (par exemple produits reconnus aptes au traitement des bois de classe de risques 4 en France et en Europe).

### □ Produits finaux

En fonction des lignes aériennes à soutenir (téléphoniques, électriques basse, moyenne ou haute tension), la nature et les dimensions des supports sont très variables, la longueur pouvant être comprise entre 6,25 m (diamètre à la base de l'ordre de 15 cm) pour un poteau téléphonique et 22 m (diamètre à la base : 40 cm) pour les montants des portiques de lignes haute tension.

Les spécifications nationales ou les clauses techniques particulières définissent les différents poteaux par les caractéristiques suivantes :

- . le type du poteau,
- . l'essence de bois,
- . la hauteur totale (H) exprimée en mètres,
- . la hauteur utile (h) représentant la distance entre la zone d'encastrement dans le sol et le sommet (en général  $h = 0,1 H + 0,50$  m),
- . le diamètre minimal à 1 mètre de la base (D), exprimé en cm,
- . le diamètre minimal au sommet (d), exprimé en cm,
- . leur résistance mécanique minimale.

En outre un certain nombre de caractéristiques, telles que le mode de traitement choisi, la rectitude et le défilement du fût, la qualité du bois (absence de défauts tels que roulures, gélivures...), est précisé.

### □ Technologies

Elles dépendent principalement de l'option de traitement retenue :

- traitement de poteaux fraîchement abattus (en sève)
- ou traitement des bois à l'état sec.

Pour un certain nombre de raisons, dont la principale est la nécessité d'une organisation rigoureuse et souvent difficile dans l'approvisionnement et dans le stockage des poteaux frais d'abattage, la première option est quasiment abandonnée et ne sera donc pas développée. En outre, le traitement de poteaux frais d'abattage est considéré comme un risque de pollution de l'environnement.

#### ● Préparation et séchage des bois

Les poteaux bruts arrivant sur l'unité de fabrication sont stockés, écorcés et planés dès que possible, soit manuellement, soit mécaniquement. Ils sont ensuite empilés en grilles pour leur stockage et leur séchage jusqu'à une humidité maximale de 25 %.

## ● Procédés d'imprégnation

Le choix du procédé d'imprégnation se fera en fonction de l'imprégnabilité des bois. On emploiera :

Pour les essences imprégnables tel le pin :

- soit le procédé Rüping à la créosote ou aux sels,

- soit le procédé Bethell à la créosote ou aux sels.

Pour les essences moyennement ou extrêmement résistantes à l'imprégnation comme le sapin ou l'épicéa :

- soit le procédé Estrade suivi du procédé Bethell à la créosote ou aux sels,

- soit le procédé par séchage fendillement suivi du procédé Bethell à la créosote ou aux sels,

- soit le procédé Bethell aux sels suivi du créosotage au pied.

### Procédé Rüping

ou procédé à cellules vides

Après l'introduction des poteaux dans le cylindre de traitement et la fermeture de ce dernier, les opérations se déroulent de la manière suivante :

- application dans le cylindre de traitement d'une pression d'air comprise entre 2 et 4 x 10<sup>5</sup> Pa pendant une quinzaine de minutes,

- remplissage du cylindre par le produit de préservation à pression constante (le cylindre d'alimentation ayant été au préalable mis à la même pression que le cylindre de traitement),

- isolation du cylindre de traitement et application d'une surpression de l'ordre de 6 à 8 x 10<sup>5</sup> Pa et maintien de la pression jusqu'à obtention du refus,

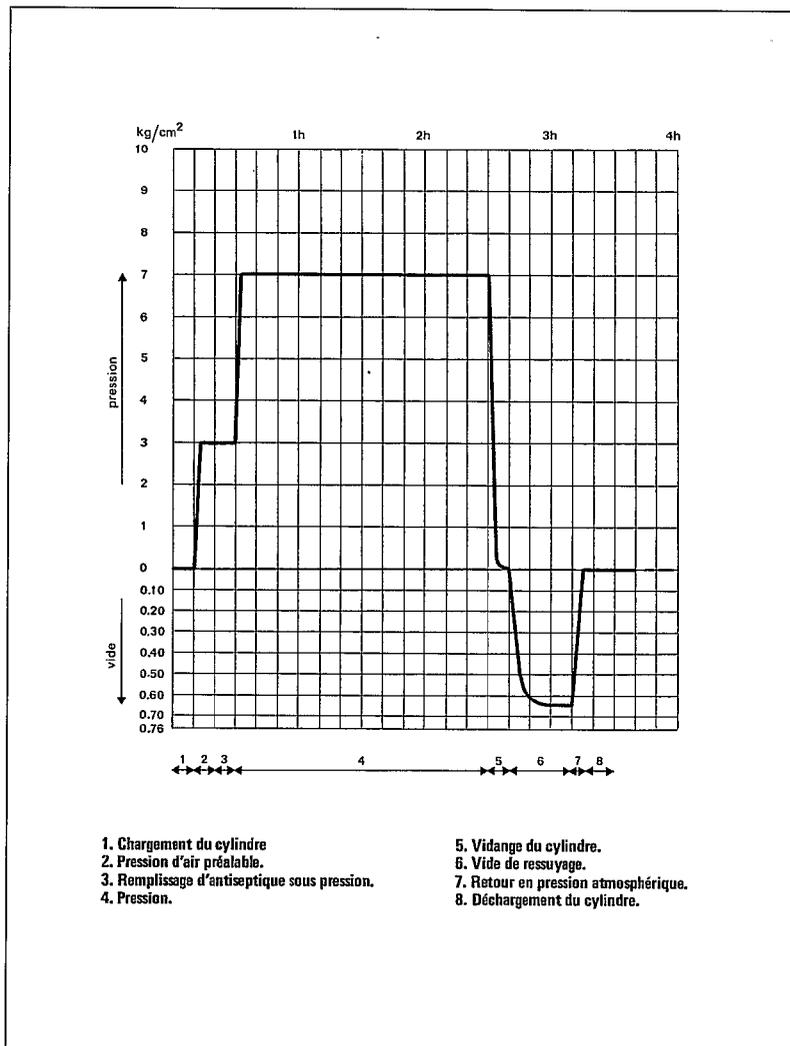
- vidange du cylindre et retour en pression atmosphérique,

- application d'un vide final jusqu'à l'obtention d'une pression résiduelle de 0,3 x 10<sup>5</sup> Pa dans le cylindre de traitement pendant 30 minutes environ,

- retour en pression atmosphérique et sortie des bois imprégnés.

## PROCÉDÉ RÜPING

RÜPING PROCESS



### Procédé Bethell

ou procédé à cellules pleines

Après l'introduction des poteaux dans le cylindre de traitement et la fermeture de ce dernier, les opérations se déroulent de la manière suivante :

- application d'un vide initial jusqu'à l'obtention d'une pression résiduelle de 0,2 x 10<sup>5</sup> Pa maintenue pendant 30 à 60 minutes,

- remplissage du cylindre par le produit de préservation, le vide étant maintenu à la valeur indiquée précédemment,

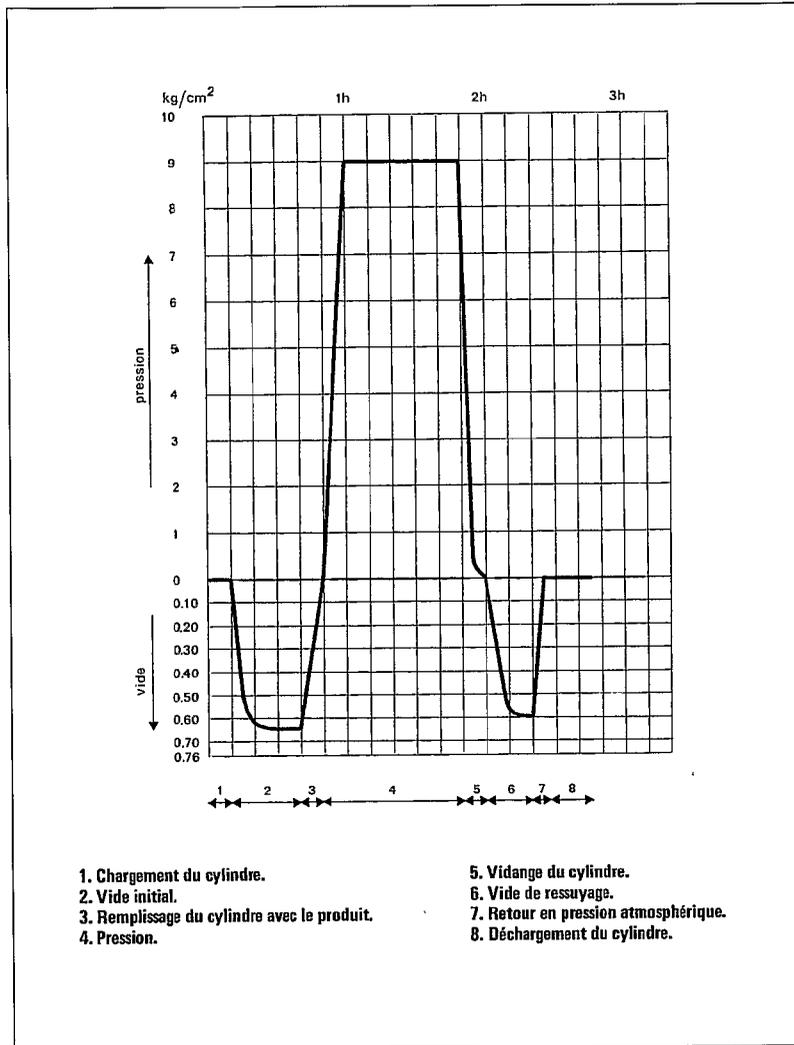
- application progressive d'une pression à l'intérieur du cylindre de traitement jusqu'à la valeur de 8 à 12 x 10<sup>5</sup> Pa et maintien de cette pression pendant le temps nécessaire à l'obtention de l'imprégnation à refus,

- retour en pression atmosphérique dans le cylindre d'imprégnation et vidange du produit qui est renvoyé dans la cuve de stockage,

- application d'un vide final jusqu'à l'obtention d'une pression résiduelle de 0,2 x 10<sup>5</sup> Pa maintenue pendant 30 minutes environ,

- retour en pression atmosphérique et sortie des bois imprégnés.

PROCÉDÉ BETHELL  
BETHELL PROCESS



Procédé Estrade

Les poteaux secs à l'air (humidité inférieure à 25 %) sont introduits dans un four spécialement conçu dans lequel ils sont soumis à un courant d'air sec et chaud d'un débit approprié, circulant autour des bois à une température comprise entre 80 et 100 °C. Ce choc thermique a pour but de provoquer le fendillement ainsi l'aptitude du bois à absorber le produit de préservation

et de provoquer, avant le traitement proprement dit, l'ouverture des fentes qui pourraient se produire plus tard dans les poteaux en service. La durée de l'opération ne doit pas être inférieure à 48 heures, la température restant constante entre 80 et 100 °C et doit être prolongée si nécessaire pour obtenir un fendillement aussi complet que possible.

A la sortie du four, les poteaux sont immédiatement traités selon le procédé Bethell à la créosote.

Procédé par séchage et fendillement

Ce procédé ne doit pas être confondu avec le procédé Estrade. Il concerne des bois ronds de petites dimensions (diamètre de 14 à 18 cm à 1 mètre de la base du poteau) que l'on veut ménager, par exemple pour éviter l'éclatement. Il se différencie du procédé Estrade par la durée du séjour dans les fours (de 15 heures ou plus au lieu de 48 heures ou plus), la température de l'air étant toujours de 80 à 100 °C.

A l'issue du passage au four, les poteaux sont traités selon le procédé Bethell soit immédiatement si le produit utilisé est la créosote, soit après refroidissement dans le cas d'utilisation de sels hydrosolubles.

Dans ce qui précède, les durées des phases de vide et de pression et leurs intensités sont données à titre indicatif. Elles doivent toujours être adaptées en fonction de l'essence considérée.

Quel que soit le procédé choisi, les produits seront utilisés :

- . pour la créosote à une température comprise entre 85 et 95 °C,
- . pour les solutions aqueuses de produits salins à la température ambiante, étant bien entendu qu'en dessous d'une température ambiante inférieure à 5 °C, le traitement des bois est déconseillé.

● Traitement complémentaire de la base

Pour les poteaux d'essences moyennement à extrêmement résistantes à l'imprégnation traitées selon le procédé Bethell avec des sels, un traitement complémentaire du pied à la créosote peut s'imposer. Ce renforcement du traitement peut également s'envisager pour les poteaux d'essences imprégnables traitées aux sels lorsque le client recherche une sécurité accrue ou une performance additionnelle telle que l'hydrofugation conférée par la créosote.

Le créosotage du pied des poteaux est, parmi les procédés spéciaux, le plus courant. Il requiert un appareil spécial, l'autoclave basculant.

Les poteaux, commercialement secs à l'air, sont introduits dans l'autoclave qui, après avoir été fermé, est placé en position verticale, de telle sorte que les pieds des poteaux se trouvent dans la partie basse.

La créosote (une créosote lourde telle que définie dans l'annexe VII de la norme française NF C 67-100 ou équivalent) préalablement chauffée à 90 °C est introduite dans l'autoclave jusqu'à un niveau correspondant à la longueur de la partie à injecter (zone correspondant à la partie enterrée, au collet et à une zone de 40 à 50 cm au-dessus du sol).

La communication est alors fermée avec le réservoir d'alimentation et on introduit, dans l'autoclave, la quantité exacte de créosote à injecter. On isole alors l'autoclave. L'air est ensuite comprimé dans l'autoclave jusqu'à ce que le liquide soit ramené à son niveau primitif. Le liquide restant est renvoyé dans le réservoir d'alimentation. Un éventuel vide final peut être appliqué avant la remise à l'horizontale de l'autoclave et la sortie des bois. La longueur de la partie à injecter étant fonction de la longueur totale des poteaux, les charges devront être homogènes (même essence et même longueur).

## Types d'unités possibles

On peut retenir deux types d'unités en fonction de leur taille respective et de la gamme de produits.

**Unité A :** (en zone tropicale — essences imprégnables)

. 5 000 m<sup>3</sup> de poteaux électriques par an de longueur variant entre 8 et 15 m.

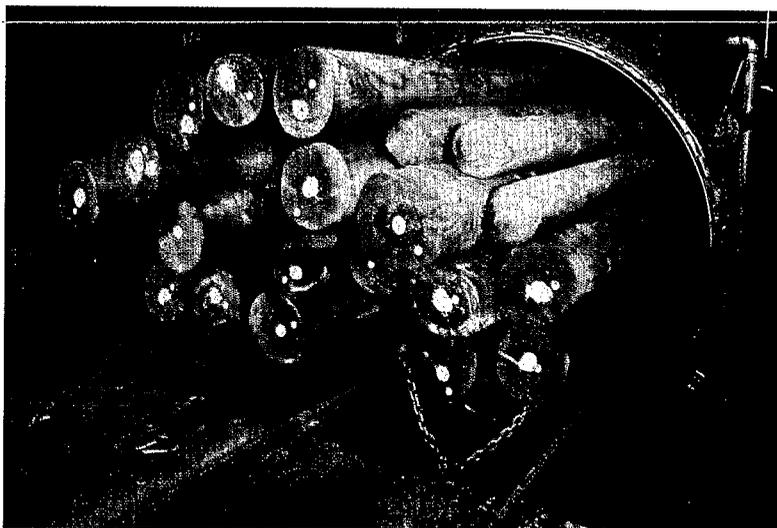
**Unité B :** (en zone tempérée — essences plus ou moins imprégnables)

. 4 000 m<sup>3</sup> de poteaux téléphoniques par an, de longueur variant entre 6,25 et 10 m.

. 7 500 m<sup>3</sup> de poteaux électriques par an, de longueur variant entre 8 et 20 m.

Ces deux unités ont des points communs qui sont :

- un parc de stockage des poteaux



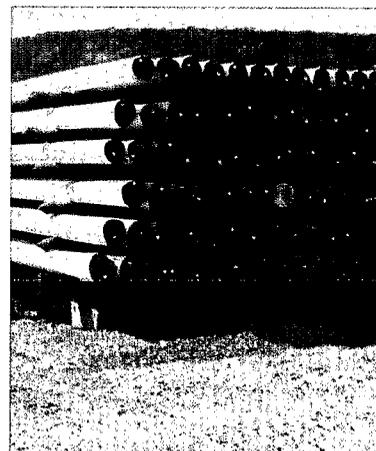
Sortie des poteaux après opération d'imprégnation aux sels C.C.A.

*Unloading of poles from the vessel after treatment (C.C.A. salts).*

- un atelier ou une aire d'écorçage
- un atelier ou une aire de planage
- une aire de séchage
- un atelier d'imprégnation par injection en autoclave
- une aire de stockage des poteaux traités
- et, comme dans toute entreprise, des ateliers d'entretien.

Poteaux mis en grille après planage et perforation par séchage naturel.

*Drying of poles (ventilated poles).*



## ■ FICHE TECHNICO-ÉCONOMIQUE

### Description de l'unité

#### □ Produits fabriqués

UNITÉS	A	B
Produits	poteaux électriques (E)	poteaux téléphoniques (T) poteaux électriques (E)
Production annuelle (250 j. environ)	E : 14 000	T : 28 000 E : 21 000

□ Choix technologiques

OPÉRATIONS UNITAIRES	ALTERNATIVES TECHNOLOGIQUES	UNITÉ A	UNITÉ B
Réception, mise à longueur et stockage des poteaux bruts	Décharge des camions par le transporteur (pinces) Chariot transporteur	Décharge des camions par le transporteur  1 chariot	Décharge des camions par le transporteur  2 chariots
Ecorçage (1)	Ecorçage par écorceuse annulaire et matériel annexe Ecorçage manuel	Ecorceuses manuelles	1 écorceuse annulaire et matériel annexe
Planage époinçage (1)	Planage mécanique Planage manuel Epointage mécanique Epointage manuel	Planeuses manuelles  Tronçonneuses ou planeuses	1 planeuse mécanique  1 époinçeuse mécanique
Séchage (2)	Artificiel Naturel en grilles	Naturel en grilles	Naturel en grilles
Traitement (3)	Essences imprégnables Essences moyennement ou extrêmement réfractaires à l'imprégnation	Bethell/sels	Rüping/crésote ou sels ● Bethell/sels + traitement complémentaire du pied à la créosote ● Estrade + Bethell/crésote ou sels
Stockage des poteaux traités (4)		oui	oui

Notes relatives au tableau ci-dessus

(1) L'écorçage, comme son nom l'indique, est l'opération qui a pour objet d'enlever l'écorce, alors que le planage a pour but d'enlever le liber et les rugosités du fût.

(2) Immédiatement après le planage, les poteaux sont empilés en grille pour leur stockage et pour faciliter leur séchage. Lorsqu'il y a plusieurs plans superposés, les plans sont séparés par des poteaux ou

des longrines de bois sain et écorcé, les longrines inférieures reposant toujours sur des tasseaux en bois injecté ou des dés en béton. Il est nécessaire que le sol soit tenu en bon état de propreté. Le traitement doit être pratiqué sur des poteaux présentant une humidité inférieure à 25 %.

(3) L'unité B doit disposer de :  
 . 1 autoclave pour les sels, de longueur 16 m et de diamètre 2 m  
 . 1 autoclave pour la créosote, de longueur 21 m et de diamètre 2 m

. 1 autoclave basculant, de longueur 10 m et de diamètre 2 m.

L'unité A ne nécessitera qu'un autoclave pour les sels, de longueur 16 m et de diamètre 2 m.

(4) Après traitement, les poteaux seront stockés en grilles. Cette période de stockage permet aux poteaux de sécher (dans le cas d'un traitement aux sels) ou de ressuyer (dans le cas d'un traitement à la créosote).

## Eléments d'analyse économique de l'unité

### Investissement

	UNITÉ A	UNITÉ B
	Prix FOB indicatif US \$	Prix FOB indicatif US \$
Chariot(s) transporteur(s)	100 000	200 000
Atelier d'écorçage	p.m.*	120 000
Atelier de planage et époutage (matériel + bâtiment)	p.m.*	325 000
Grue à pince (pour constitution des piles de séchage)	135 000	135 000
Unité de traitement (matériel + bâtiment)	310 000	1 400 000
<b>Total matériels</b>	<b>545 000</b>	<b>2 180 000</b>
<b>Bâtiments</b>		
● Surface des bâtiments	350 m <sup>2</sup>	2 000 m <sup>2</sup>
● Surface de terrain minimale	40 000 m <sup>2</sup>	100 000 m <sup>2</sup>
Autres coûts d'investissement à prévoir :		
● Génie civil, raccordement et installation électrique, locaux divers, matériel de stockage des produits, petit matériel...	170 000	240 000
● Equipement antipollution	170 000	500 000
Ordre de grandeur de l'investissement	1 200 000	4 000 000

\* Pour mémoire.

### Fonctionnement

	UNITÉ A	UNITÉ B
Personnel total	15	20
Puissance installée	100 kVA	300 kVA
Consommations annuelles		
● bois (poteaux)	5 000 m <sup>3</sup>	11 500 m <sup>3</sup>
● produits d'imprégnation :		
– créosote	—	500 t
– sels	50 t	50 t
● gasoil	20 000 l	55 000 l
● eau	2 000 m <sup>3</sup>	9 000 m <sup>3</sup>

## FACTEURS-CLÉS DU SUCCÈS DU PROJET

### Approvisionnement

S'assurer d'un stock suffisant de poteaux sur parc particulièrement dans les zones tropicales où l'exploitation peut être très difficile en saison des pluies. Prévoir quatre mois de stock.

### Technologie et matériel

Prévoir du matériel robuste et très bien adapté. En particulier dans les zones tropicales, il est préférable d'investir dans des machines aussi rustiques que possible. Prévoir des pièces détachées et un bon entretien du matériel. Il ne faut pas non plus oublier l'aspect sûreté et environnement ; il est donc nécessaire de prendre les mesures pour éviter la pollution de la nappe phréatique par les égouttures et celle de l'atmosphère en cas de risque d'incendie des poteaux traités.

### Personnel

Prévoir du personnel compétent notamment au niveau de l'atelier de traitement.

### Contrôle qualité

- à la réception des poteaux bruts,
- au moment de l'écorçage et du planage,
- avant traitement (réception éventuelle par le client),
- au moment du traitement, s'assurer que l'humidité des bois soit inférieure à 25 % et que, dans le cas d'un traitement par le procédé Bethell, le refus a bien été obtenu.

### Distribution et commercialisation

Compte tenu de la fluctuation des marchés, il faut veiller à ne produire que les quantités prévues et éviter

des stocks trop importants (immobilisation de capitaux). Il faut s'assurer que les transporteurs accepteront de charger sur les camions des bois traités, en particulier ceux ayant fait l'objet d'un traitement à la créosote.

## Financement

En plus du financement des investissements, il faut prévoir un fonds de roulement pour le financement des stocks de poteaux avant traitement (période de séchage), des stocks de poteaux traités ainsi que ceux de produits de traitement. Ce fonds de roulement peut être estimé à 350 000 US \$ dans les cas A et 850 000 US \$ dans le cas B.

## ACTIVITÉS INDUITES

Le volume des déchets sur le site de l'unité peut être très important notamment si l'écorçage n'est pas effectué en forêt. Ces déchets, écorces et copeaux produits lors du planage peuvent être utilisés pour l'alimentation des chaudières de l'unité.

Par ailleurs, l'atelier d'imprégnation peut servir à traiter des bois autres que les poteaux (bois de mine, bois d'aires de jeux, débits...).

*Nous remercions la Société IMPRELORRAINE d'avoir bien voulu nous prêter les photographies qui illustrent cet article.*

# Professionnels du Bois l'ONU met à votre service un guide de process et une banque de données

## LE GUIDE : UN OUTIL POUR LA PRISE DE DÉCISIONS

Il comprend :

- Des fiches d'orientation

Elles permettent au décideur d'avoir une vue synthétique des activités industrielles de première et de deuxième transformation, des caractéristiques principales des essences et des contraintes techniques liées à leur utilisation.

- Des fiches guides de projet

Pour chaque activité industrielle, des fiches guides présentent des modèles d'unités de production et fournissent des

éléments techniques et économiques utiles à la préparation des études de faisabilité.

## LA BANQUE DE DONNÉES : UN CHOIX DE PARTENAIRES

Après avoir identifié leurs projets, les promoteurs peuvent avoir accès à un fichier d'entreprises françaises du bois intéressées par des actions de coopération industrielle avec les pays d'Asie, d'Amérique Latine, d'Afrique et d'Europe centrale et orientale.

Ce programme est financé par le Gouvernement français et mené en liaison avec le Ministère de l'Agriculture dans le cadre de sa coopération multilatérale par le biais de l'ONU.



**Pour consulter le guide, prendre contact localement avec :**

- le Représentant résident du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) ;
- le Représentant de l'ONU ;
- le Conseiller commercial près l'Ambassade de France.

**Pour avoir accès à la banque de données, s'adresser aux services suivants :**

- Siège de l'ONU : Division de l'Investissement industriel, Centre international de Vienne, B.P. 300, A-1400 Vienne (Autriche).
- Le Service de l'ONU en France : 118, rue de Vaugirard, 75006 Paris.

Tél. : (33.1) 45 44 38 02.  
Télécopie : (33.1) 45 48 72 55.