

Photo Châtelain — C. T. F. T.

Séchoir traditionnel à température et humidité contrôlées et ventilation forcée.

LE SÉCHAGE DES BOIS TROPICAUX

par Ch. SALES

*Ingénieur à la Division d'Essais et Emplois des Bois,
Centre Technique Forestier Tropical*

SUMMARY

THE DRYING OF TROPICAL WOODS

The first part of this article deals with the characteristics of different methods of artificial drying : forced ventilation drying at controlled temperature and humidity, vacuum drying, drying in so-called « Dutch » chambers, drying by dehumidification, and solar drying.

The author then indicates various means of controlling the operations so as to avoid internal stresses and strains.

Lastly, he emphasizes the necessity of a correct choice of the method of drying adopted. In most cases it depends on the geographical location of the firm and the volume of wood to be handled.

(1) La première partie de cette étude a été publiée dans le n° 184, p. 61.

EL SECADO DE LAS MADERAS TROPICALES

La primera parte de este artículo ha sido consagrada a las características de los distintos métodos de secado artificial, ya se trate de secado con temperatura y humedad controladas y ventilación forzada, de secado por aplicación del vacío, de secado en cámara denominada « holandesa », de secado por deshumidificación o bien de secado solar.

Acto seguido, el autor indica diversos medios para controlar las operaciones, con objeto de evitar la creación de tensiones internas y evitar las deformaciones.

Finalmente, se insiste acerca de la necesidad de optar con todo conocimiento de causa por el método de secado que se debe utilizar. En la mayor parte de los casos ello depende de la situación geográfica de la empresa y de los volúmenes de madera que han de ser tratados.

LE SÉCHAGE ARTIFICIEL

Il a pour but de réduire le temps consacré au séchage et de permettre d'obtenir des humidités finales ne dépendant plus des conditions climatiques du lieu dans lequel il est pratiqué.

Les différentes techniques utilisées peuvent être divisées en deux groupes :

— les techniques haute température (séchage à air chaud et humide, par le vide, etc...),

— les techniques basse température (chambre chaude, séchage par déshumidification, séchage solaire, etc...).

Le séchage à température et humidité contrôlées et ventilation forcée (à air chaud et humide).

Il fait intervenir le facteur température pour faciliter la circulation de l'eau dans le bois, mais pas la pression de l'air.

LE MATÉRIEL.

Dans ce procédé, des ventilateurs placés sur le côté ou au-dessus du bois dirigent l'air sur des batteries de chauffe ou aérothermes dans lesquelles circule de l'eau chaude ou de la vapeur ou sur des batteries électriques (voir fig. 19).

L'air ainsi réchauffé au contact des ailettes de ces batteries passe sur le bois qu'il porte à une température de 40 à 80 °C et auquel il prend l'humidité dégagée en surface. L'air chargé de cette humidité,

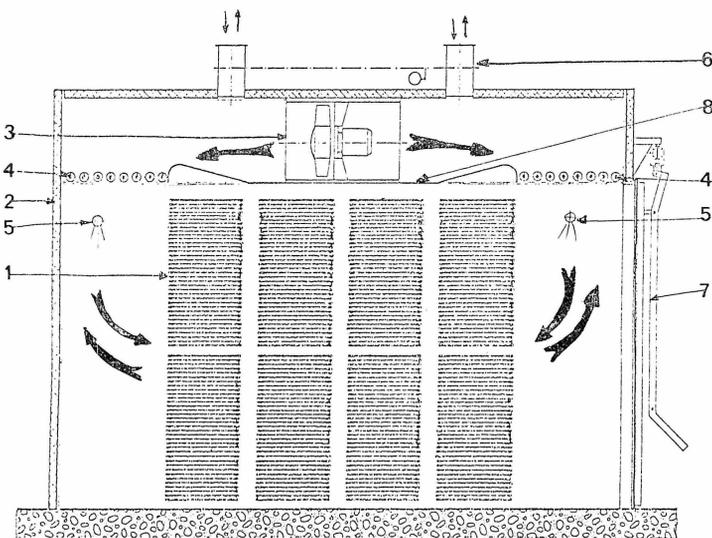
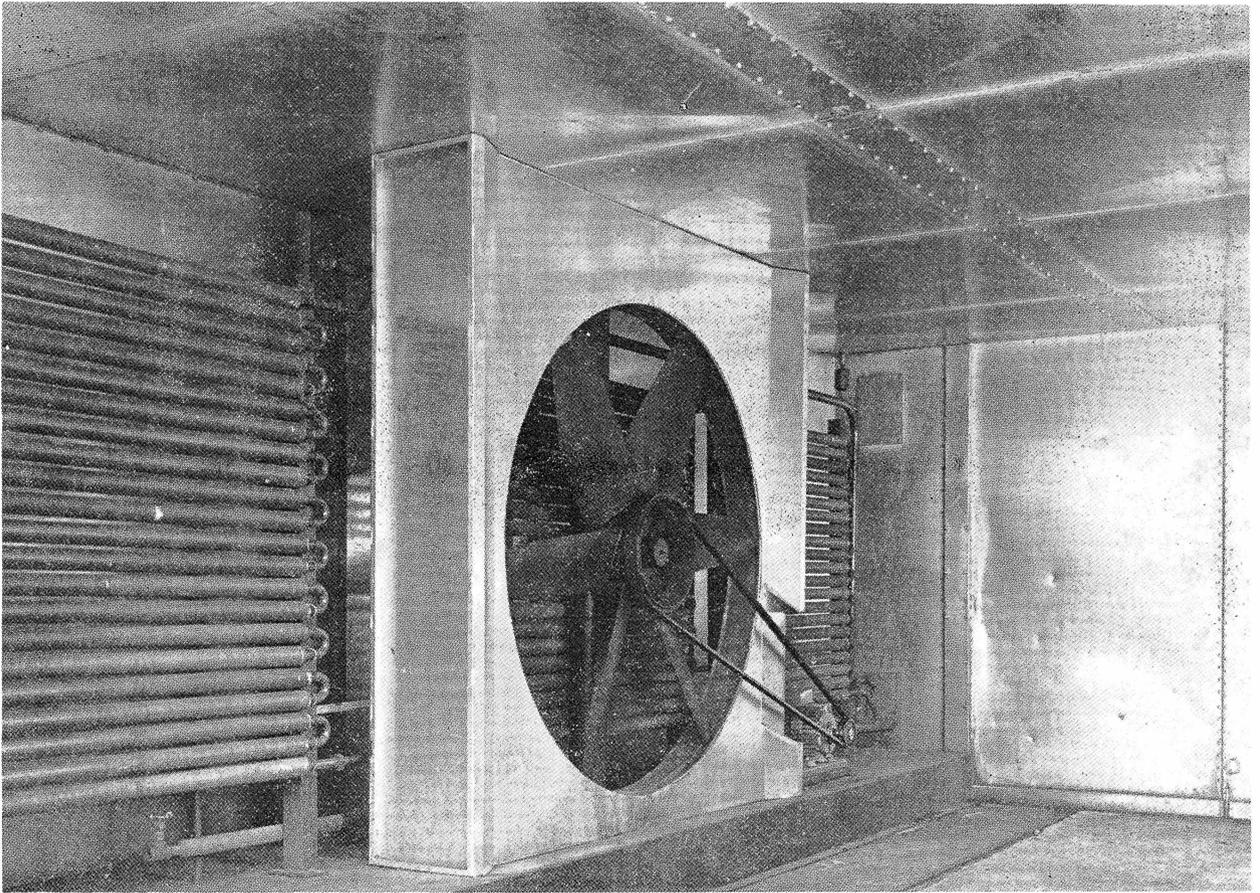


FIG. 19. — Schéma de séchoir traditionnel à ventilation supérieure réversible.

1. — Piles de bois.
2. — Cellule maçonnée ou préfabriquée.
3. — Ventilateur axial réversible.
4. — Batteries de chauffe.
5. — Rampe d'humidification.
6. — Cheminées d'évacuation et d'entrée d'air.
7. — Porte coulissante à décrochement.
8. — Faux plafond.

D'après F. More-Chevalier et P. Joly.



Séchoir S. P. O. C., de type traditionnel.

repris par les ventilateurs, est en partie évacué à l'extérieur de la cellule tandis qu'on y introduit une quantité équivalente d'air frais.

Ce nouveau mélange qui a perdu son humidité et s'est refroidi passe à nouveau sur les batteries de chauffe. Un dispositif d'humidification permet à tout moment de réintroduire de la vapeur d'eau dans la cellule si l'air est trop sec et risque de causer des dommages au bois (fentes, cémentation, etc...) par un séchage superficiel trop rapide.

La conduite du séchage peut être manuelle ou automatique.

Les deux types de séchoir les plus répandus sont les séchoirs à cases et les séchoirs tunnels.

LA CONDUITE DU SÉCHAGE AVEC CE TYPE DE MATÉRIEL.

La technique consiste à utiliser :

1) *Un air chaud et humide.*

La température de l'air influe sur la rapidité du séchage, mais elle doit convenir à l'essence à déshumidifier et être adaptée au stade du séchage.

En effet, une température trop élevée, au début des opérations, favorise les gerces, les fentes externes et internes (collapse) du bois.

Une température élevée (60 à 80 °C), convient aux bois tendres (résineux), plus basse (40 à 50 °C), convient aux bois durs.

L'humidité de l'air doit être surveillée attentivement pour que soit écarté tout risque d'un séchage défectueux du bois.

On utilise un état hygrométrique de l'air très élevé au début du séchage, ensuite moindre et progressivement diminué.

2) *La circulation de l'air.*

L'air remplit deux fonctions importantes : il apporte les calories nécessaires au chauffage du bois et il évacue l'humidité.

La vitesse du déplacement de l'air est à relier à son état hygrométrique.

Les dégâts du bois sont évités si la vitesse est :

- faible avec un état hygrométrique relative-ment bas,
- élevée, avec un état hygrométrique important.

La vitesse de l'air est de l'ordre de :

- 0,75 à 1,00 m/s pour les bois durs,
- 1,00 à 1,50 m/s pour les bois tendres.

Ce qui explique qu'il soit possible de diminuer, en fin de séchage la vitesse de circulation de l'air

afin de réduire la consommation énergétique sans pour cela ralentir la vitesse de séchage.

Par ailleurs, on constate que la largeur des piles de bois freine le déplacement de l'air.

Les bois sont plus secs à l'entrée de l'air qu'à sa sortie.

Pour obtenir un séchage homogène des piles on pourra le faire circuler :

— dans une seule direction, lorsque les piles de bois sont étroites (1,50 m),

— alternativement dans deux directions, lorsqu'elles mesurent plus de 2 m de large.

L'inversion du sens de circulation pourra se faire manuellement, toutes les 24 h, ou automatiquement, toutes les heures environ.

3) Le séchage du bois.

Au cours du séchage, le bois placé dans de bonnes conditions perd rapidement de son humidité.

D'abord, il sèche en surface, et un gradient d'humidité s'établit de la partie centrale du bois vers les zones périphériques. Cela donne naissance à des tensions qui peuvent provoquer des fentes et des déformations lorsque la conduite de l'opération est imparfaite.

En fin de séchage, le degré d'humidité du bois en surface est bas tandis qu'au centre, il reste encore élevé.

Cette mauvaise répartition de l'humidité ne permet pas d'utiliser les débits immédiatement. Mis en œuvre dans de telles conditions, ils « joueraient », changeraient de dimensions et tendraient à se déformer.

Pour éviter cela, il est recommandé de laisser l'humidité du bois *s'équilibrer* uniformément dans toute sa masse après un séjour plus ou moins long, soit en le stockant à l'air libre afin qu'il reprenne de l'humidité en surface, soit en le laissant dans le séchoir, où l'on réhumidifie grâce à un taux d'humidité élevé les couches externes pendant quelques heures. Ceci afin de supprimer les tensions internes. C'est le *conditionnement* du bois.

QUELQUES EXEMPLES PRATIQUES.

Dans ce mode de séchage on peut choisir à tout instant la température et l'humidité de l'air. En fait, à chaque état hygrométrique du bois correspond un état particulier de l'air. Cette relation, fonction de l'espèce, a donné naissance aux tables de séchage bien connues des utilisateurs.

Ainsi à chaque espèce correspond une table de séchage propre. Toutefois, des bois à comportement relativement voisin peuvent être regroupés et ce principe a conduit à établir 7 tables fondamentales auxquelles peuvent pratiquement être rattachées la plupart des espèces commercialement utilisées.

TABLE N° 1

Humidité des bois (%)	Température thermomètre		Etat hygrométrique (approximatif) (%)
	sec	humide	
Vert	35	30,5	70
60	38	30,5	60
40	41	31	50
30	43,5	31,5	40
20	48,5	34	35
15	60	40,5	30

TABLE N° 2

Humidité des bois (%)	Température thermomètre		Etat hygrométrique (approximatif) (%)
	sec	humide	
Vert	40,5	38	85
40	42	38,5	80
30	43,5	39	75
25	46	40,5	70
20	54,5	46	60
15	60	47,5	50

TABLE N° 3

Humidité des bois (%)	Température thermomètre		Etat hygrométrique (approximatif) (%)
	sec	humide	
Vert	40,5	38	85
60	42	38,5	80
40	43,5	39	75
35	45	39,5	70
30	46	39,5	65
25	51,5	43	60
20	60	47,5	50
15	65,5	49	40

TABLE N° 4

Humidité des bois (%)	Température thermomètre		Etat hygrométrique (approximatif) (%)
	sec	humide	
Vert	54	47,5	70
50	57	48	60
50	61	48	50
30	65,5	49	40
20	76,5	53	30

TABLE N° 5

Humidité des bois (%)	Température thermomètre		Etat hygrométrique (approximatif) (%)
	sec	humide	
Vert	48,5	46	85
60	50	46	80
40	51,5	46,5	75
30	54,5	47	65
25	60	49	55
20	68	53	45
15	76,5	58	40

TABLE N° 6

Humidité des bois (%)	Température thermomètre		Etat hygrométrique (approximatif) (%)
	sec	humide	
Vert	48,5	44	75
60	50	44	70
40	54	45	60
30	58	45,5	50
25	60	46	45
20	68	51	40
15	76,5	58	40

TABLE N° 7

Humidité des bois (%)	Température thermomètre		Etat hygrométrique (approximatif) (%)
	sec	humide	
Vert	57	53	80
50	60	54,5	75
40	64	55,5	65
30	68	56,5	55
20	76	57	40

Acajou	<i>Khaya ivorensis</i> et <i>K. anthotheca</i>	6
Aiélé	<i>Canarium schweinfurthii</i>	7
Ako	<i>Antiaris africana</i>	1
Akossika	<i>Scottelia</i> sp.	5
Amarante	<i>Peltogyne pubescens</i>	5
Aniégré	<i>Aningeria robusta</i> et <i>A. altissima</i>	5
Avodiré	<i>Turraeanthus africana</i>	5
Azobé	<i>Lophira alata</i>	2
Balsa	<i>Ochroma lagopus</i>	4
Bété	<i>Mansonia altissima</i>	7
Bilinga-Badi	<i>Nauclea trillesii</i>	5
Bossé	<i>Guarea cedrata</i>	5
Dabéma	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	1
Dibétou	<i>Lovoa trichilioides</i>	5
Doussié	<i>Azalia bipindensis</i>	5
Ekop Evène	<i>Brachystegia mildbraedii</i>	5
Emien	<i>Alstonia congensis</i> et <i>A. boonei</i>	7
Framiré	<i>Terminalia ivorensis</i>	3
Fromager	<i>Ceiba pentandra</i>	4
Gaïac	<i>Guaiacum officinale</i>	2
Grignon franc	<i>Ocotea rubra</i>	5
Iloba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	3
Iroko	<i>Chlorophora excelsa</i>	5
Kosipo	<i>Entandrophragma candollei</i>	1
Kotibé	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	5
Lauan ou Méranti	<i>Shorea</i> sp.	6
Limba ou Fraké	<i>Terminalia superba</i>	4
Lohonfé	<i>Celtis</i> sp.	7
Makoré	<i>Tieghmella heckelii</i> et <i>T. africana</i>	4
Mengkulang	<i>Heritiera</i> sp.	7
Movingui	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	6
Niangon	<i>Tarrietia utilis</i> et <i>densiflora</i>	5
Okoumé	<i>Aucoumea klaineana</i>	5
Padouk	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	4

Samba ou Obeche	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	4
Sapelli ou Aboudikro	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	1
Sipo ou Utile	<i>Entandrophragma utile</i>	1
Tali	<i>Erythrophloeum ivorense</i>	3
Teck	<i>Tectona grandis</i>	1
Tiama	<i>Entandrophragma angolense</i>	1
Zingana	<i>Microberlinia brazzavillensis</i>	2

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE CETTE MÉTHODE.

Ce mode de séchage, s'il est très rentable au niveau de l'investissement et du coût du m³ séché pour les grosses productions, nécessite des lots suffisamment homogènes. Il ne permet pas le mélange d'épaisseurs et ne tolère le mélange d'essences que si celles-ci peuvent être séchées avec la même table. De plus, il demande pour sa conduite un personnel relativement expérimenté.

Par contre, il est rapide et comme tous les traitements haute température, entraîne la destruction des larves ainsi que la dégradation des huiles, résines et hydrocarbures divers à plus de 55 °C.

Quelques durées de séchage (essais C. T. F. T.).

Elles sont très variables selon les espèces, l'épaisseur, et les humidités (finales et initiales) des sciages. Elles peuvent être d'environ 24 h pour des sciages minces d'espèces faciles à sécher, mais elles peuvent atteindre plusieurs semaines pour les fortes épaisseurs d'espèces difficiles à sécher

(4 semaines maximum en moyenne pour des bois ressuyés). D'une façon générale, on considère très approximativement que la durée augmente proportionnellement au carré de l'épaisseur.

Ainsi, pour la même espèce, une épaisseur de 54 mm peut mettre 4 fois plus de temps qu'une épaisseur de 27 mm.

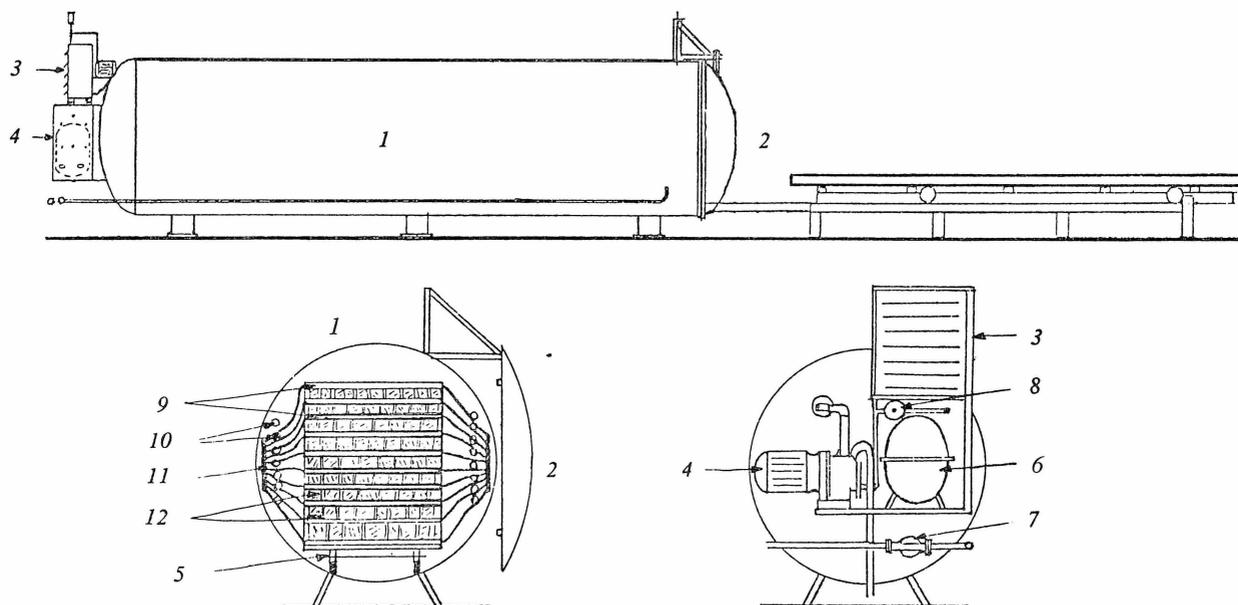
Le séchage par le vide.

Comme pour le séchage à air chaud et humide, il s'agit d'un séchage haute température qui réunit, de plus, le second critère essentiel à l'augmentation de la vitesse de circulation de l'eau dans le bois : **le vide partiel.**

LE MATÉRIEL.

Le bois est placé dans un autoclave cylindrique (voir fig. 20), dans lequel on fait un vide primaire (60 à 70 mm de mercure). L'action du vide favorise l'évaporation de l'eau à basse température et les temps de séchage sont généralement très courts. En

Fig. 20.



- 1 - Cuve cylindrique
- 2 - Porte
- 3 - Radiateur de refroidissement de l'eau circulant dans les tubes de condensation.
- 4 - Pompe à vide
- 5 - Wagonnet de chargement
- 6 - Vase d'expansion

- 7 - Pompe de circulation d'eau chaude
- 8 - Pompe de circulation d'eau froide
- 9 - Plaques chauffantes
- 10 - Tubes de condensation
- 11 - Tuyaux de raccordement des plaques à la chaudière
- 12 - Bois

outre, et comme pour le procédé traditionnel, il faut apporter de la chaleur au bois. Pour cela deux principes sont utilisés :

1) Le bois est disposé en lits sur des plaques chauffantes dans lesquelles circule de l'eau chaude. La chaleur se transmet donc par conduction au contact des plaques, chaque lit de planches étant pris entre deux plaques.

2) Le bois est empilé et baguetté sur un chariot. Il n'y a pas de plaque chauffante. On applique des cycles successifs de vide et de chauffage à la pression atmosphérique.

LA CONDUITE DU SÉCHAGE.

Dans le premier cas (séchoir par plaques chauffantes), le bois est porté à haute température (60 °C environ) et le vide primaire de 60 à 70 mm de mercure est maintenu pendant toute l'opération.

Dans le second cas, le chauffage du bois est assuré par de l'air à la pression atmosphérique, lui-même chauffé à plus de 60 °C. Dans un premier temps, on porte la température du bois à 60 °C en moyenne avec un état hygrométrique de l'air très élevé (air saturé). Le but de l'opération est d'élever la

température du bois, mais non de le sécher. L'opération de pompage est ensuite effectuée jusqu'à une pression limite d'environ 60 mm de mercure. Pendant cette phase, l'évaporation de l'eau à la surface des bois produit un refroidissement de leur zone superficielle. La migration de l'eau est ainsi facilitée. Ce premier cycle prend fin lorsque la température au cœur des pièces a baissé d'un certain nombre de degrés. L'arrêt est commandé par une sonde placée dans une pièce témoin. Le pompage cesse et le chauffage est alors remis en action pour un nouveau cycle.

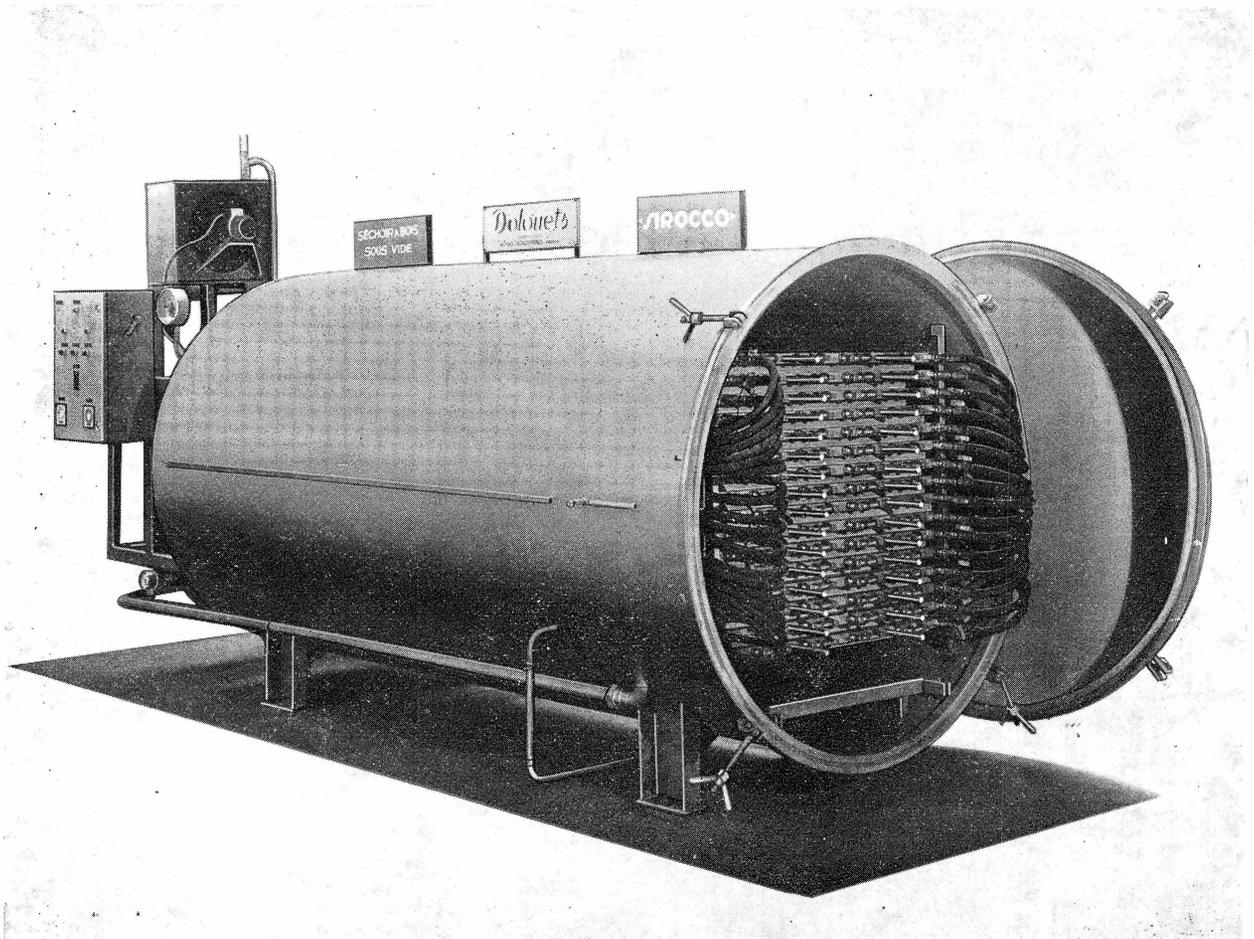
Comme indiqué, ci-dessus, le séchage est donc une succession de cycles dont la durée varie suivant l'espèce et l'épaisseur des bois.

La durée d'un cycle complet est généralement comprise entre 2 et 4 h sans tenir compte du premier cycle qui est plus long.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS.

Il s'agit du plus rapide des séchages artificiels, la méthode peut permettre de diminuer de moitié la durée du séchage par rapport au séchage traditionnel à air chaud et humide (20 h pour amener du

Matériel DOLOUETS utilisant la technique de séchage par le vide.



Bahia de 40 mm d'épaisseur et de 30 % d'humidité initiale à 9 % d'humidité finale).

En outre, dans le système par cycle, il se produit un rééquilibrage en fin de chaque réchauffage

FIG. 21.

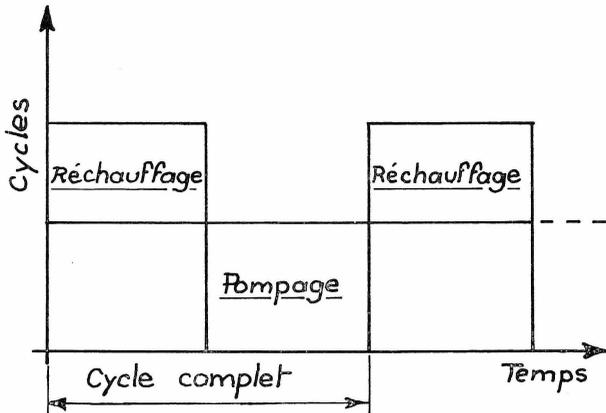
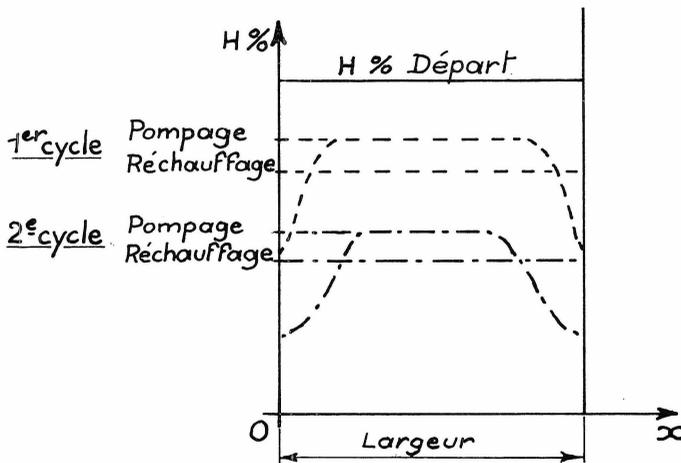


FIG. 22.



(voir fig. 22) ce qui entraîne une faible gradient d'humidité entre parties externes et parties internes des pièces.

De ce fait, le risque de voir apparaître des défauts (fentes et déformations) au cours du séchage, est moins grand. En outre, l'installation est livrée prête à fonctionner. D'une façon générale, la technique semble très intéressante pour le séchage des bois difficiles et de forte épaisseur.

Par contre, le mélange de pièces d'espèces ou d'épaisseurs différentes semble totalement à exclure. Par ailleurs, ce mode de séchage semble être un assez gros consommateur d'énergie et la capacité maximum d'un caisson ne peut excéder 10 m³. A première vue, cette capacité paraît faible pour certaines entreprises, mais elle peut être en partie compensée par la rapidité des opérations.

Le séchage en chambre chaude dite « hollandaise ».

Il fait intervenir le facteur température mais à un niveau relativement bas. La circulation de l'air est naturelle. L'avantage de ces séchoirs est d'être très simples de fonctionnement et de pouvoir être construits par le futur utilisateur.

LE MATÉRIEL.

Ce système de séchage utilise le principe de la circulation naturelle de l'air chaud. Il n'y

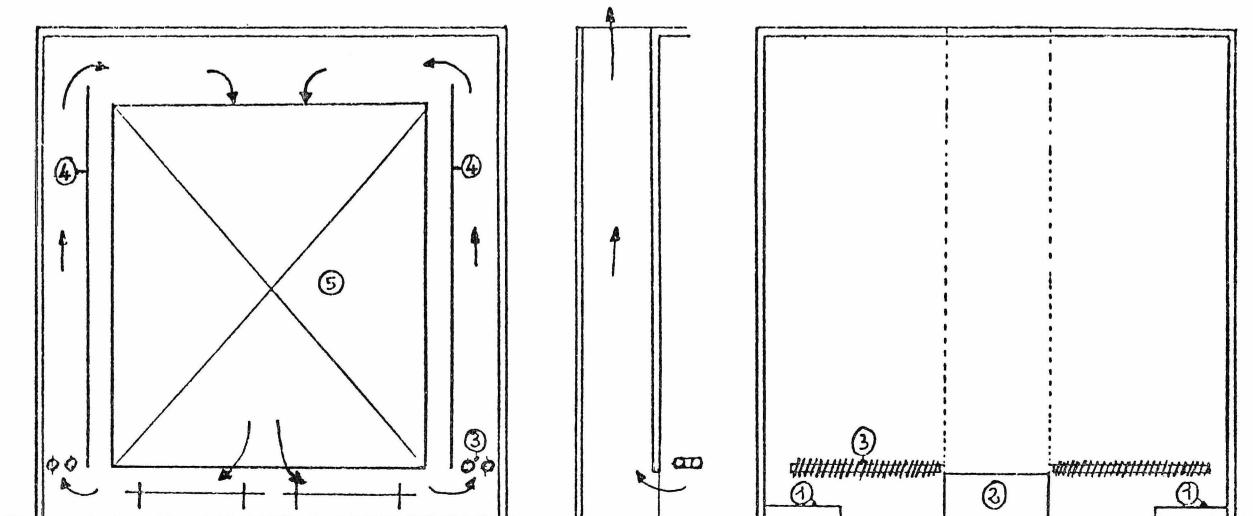
FIG. 23.

Coupe transversale schématique d'une chambre chaude.

- 1. — Trappe d'entrée d'air.
- 2. — Trappe réglable d'évacuation d'air humide par la cheminée.
- 3. — Radiateurs.
- 4. — Double paroi.
- 5. — Pile de bois.

Coupe de la cheminée.

Vue intérieure arrière d'une chambre chaude.



a donc pas de ventilateurs et la vitesse de l'air à travers les planches est très faible.

Le bois est placé dans une chambre très bien isolée et étanche à la vapeur. Des radiateurs dans lesquels circule de l'eau chaude ou de la vapeur sont placés en partie basse tout autour de la chambre (voir fig. 23). Une double paroi crée une sorte de caisson par lequel l'air chauffé monte remplir les parties hautes de la cellule puis redescend sur le bois. Au contact de ce dernier l'air se refroidit, se charge d'humidité, redescend au centre de la cellule puis remonte à nouveau sur les côtés en passant sur les radiateurs ce qui entraîne une circulation naturelle.

Des trappes judicieusement placées permettent d'évacuer une partie de l'air humide par une cheminée et de faire rentrer de l'air frais de l'extérieur.

Une régulation automatique de ces trappes et de la température de la chambre est possible.

L'empilage doit être réalisé d'une façon particulière pour favoriser la circulation naturelle.

Les températures de séchage sont basses (35 à 40 °C).

La chambre chaude n'est en fait qu'un cas particulier du séchoir traditionnel, nous l'avons cependant distinguée par le fait qu'on utilise une circulation naturelle de l'air et non une circulation forcée.

LA CONDUITE DU SÉCHAGE.

Ce type de séchage n'étant qu'un cas particulier du séchoir traditionnel à air chaud et humide, se conduira sensiblement de la même façon. Toutefois, étant donné le peu de latitude dont l'utilisateur dispose sur la température et l'humidité de l'air, les modifications de réglage seront peu nombreuses.

Le plus souvent le séchage démarrera vers 35 °C pour se terminer à une température voisine de 45 °C. L'humidité de l'air étant fournie par l'évaporation de l'eau contenue dans le bois, son taux pourra être abaissé par l'ouverture des trappes d'évacuation.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS.

La circulation de l'air dans le sens vertical n'est pas très favorable au séchage des bois avivés ou en plots. Le séchage est assez long.

Par contre, cette technique qui ne demande pas de personnel particulièrement qualifié présente un certain nombre d'avantages :

- cellules de forte capacité,
- possibilité sous certaines conditions de mélanger espèces et épaisseurs différentes,
- faible consommation énergétique.

Les séchoirs à bois à déshumidification.

Tout comme les chambres chaudes ce sont des séchoirs basses températures fonctionnant généralement en circuit fermé, c'est-à-dire que le taux d'humidité de l'air n'est pas abaissé par entrée d'air non saturé extérieur, mais par déshumidification par condensation de la vapeur d'eau de l'air recyclé.

En outre, ces cellules sont généralement équipées d'un système de ventilation forcée.

LE MATÉRIEL.

Le séchage par déshumidification se fait dans une cellule thermiquement isolée et étanche. L'élément actif est constitué par un appareil de déshumidification qui suivant le cas est soit à l'intérieur de cette cellule, soit à l'extérieur (voir fig. 24).

L'appareil comprend :

- un groupe frigorifique, constitué par un compresseur de fluide réfrigérant,
- un évaporateur, élément froid, qui refroidit l'air chaud et humide après passage sur le bois et provoque la condensation de l'eau de cet air,
- un condensateur qui réchauffe l'air refroidi et asséché après son passage sur l'évaporateur,
- un détendeur du fluide réfrigérant,
- un écoulement de l'eau extraite de l'air au niveau de l'évaporateur,
- un ventilateur,

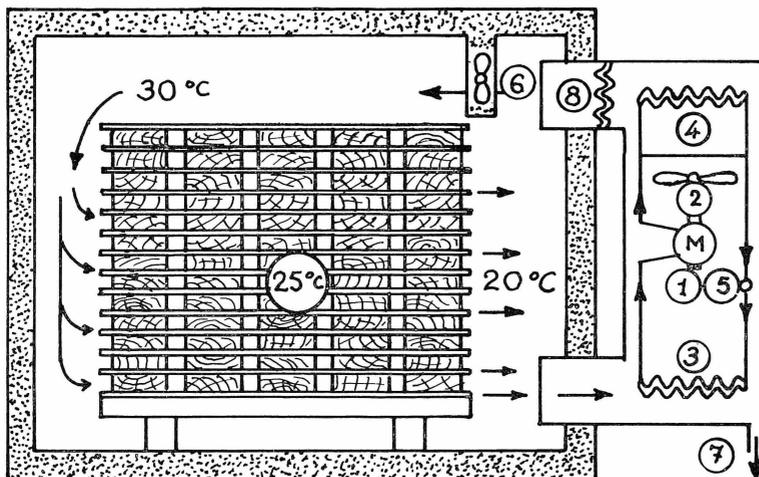
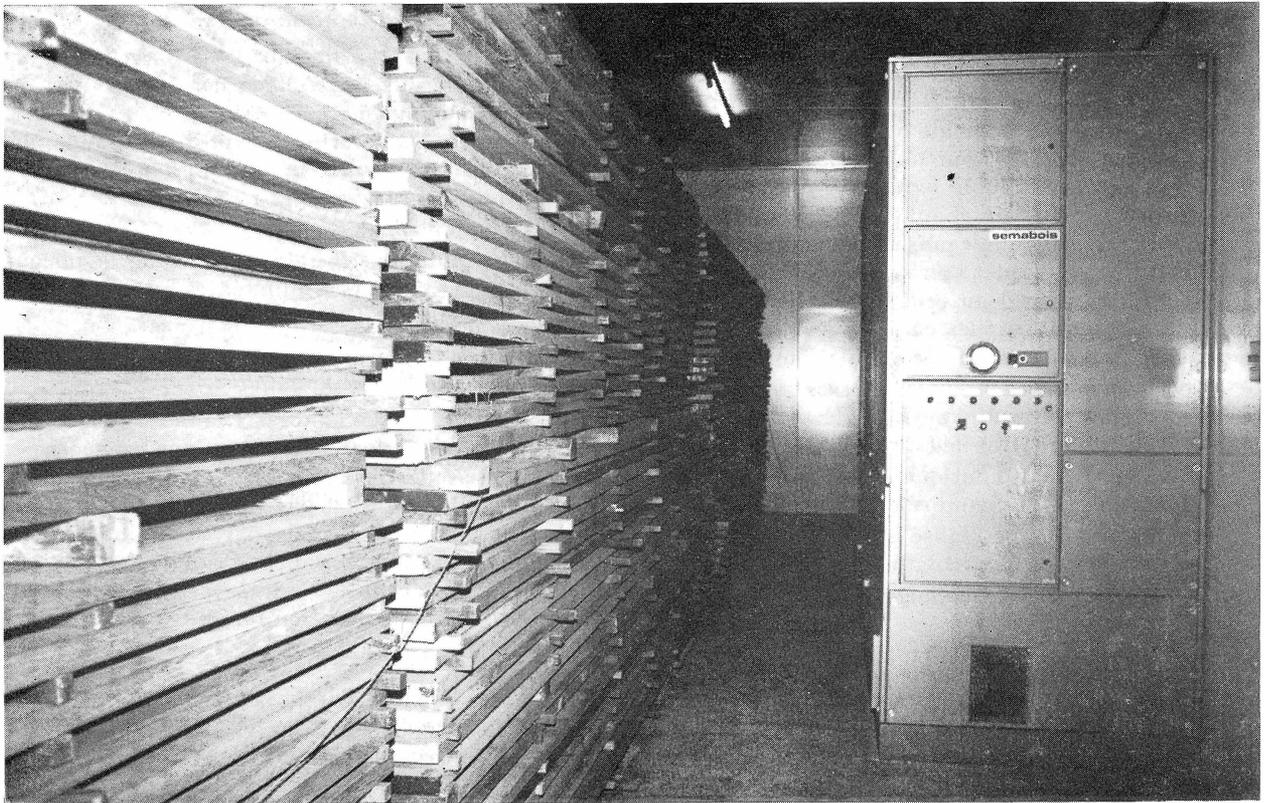


FIG. 24. — Coupe transversale d'un séchoir à déshumidification.

1. — Compresseur de fluide frigorigène.
2. — Ventilateur de circulation d'air à l'intérieur de l'appareil de déshumidification.
3. — Evaporateur (élément froid de l'appareil) : refroidissement de l'air chaud et humide et condensation de l'eau qu'il contient.
4. — Condensateur (élément chaud de l'appareil) : chauffage de l'air froid et sec.
5. — Détendeur de fluide frigorigène.
6. — Ventilateur de reprise et de circulation d'air dans la cellule de séchage.
7. — Ecoulement de l'eau extraite des bois.
8. — Résistance électrique de chauffage utilisée si nécessaire.

d'après JOLY (P.) et MORE-CHEVALIER (F.)



Séchoir SEMABOIS utilisant le procédé dit de « déshumidification ».

— une résistance pour chauffer l'air si nécessaire.

LA CONDUITE DU SÉCHAGE.

D'une façon générale, la conduite du séchage est peu différente de celle utilisée pour les chambres chaudes.

Principe de fonctionnement : L'air qui circule dans la cellule se charge d'humidité au contact du bois. Il passe alors sur le groupe frigorifique constitué par l'évaporateur (relié au compresseur et au détenteur de fluide réfrigérant) où il est brusquement refroidi : il perd grâce à cet abaissement de température une grande partie de l'eau qu'il contient qui se condense et est évacuée. L'air ainsi refroidi et beaucoup plus sec après ce passage sur le groupe frigorifique est envoyé sur le condenseur où il est réchauffé (pour accroître sa capacité à capter l'humidité du bois) puis réinjecté dans la cellule.

L'avantage de cette méthode est de ne pas exiger de température élevée ; le déshumidification de l'air et le séchage du bois se font à des températures ne dépassant pas 30 °C-35 °C dans la plupart des installations.

Lorsqu'un lot de bois, introduit dans la cellule de séchage, est à une température basse, il faut en premier lieu en élever la température grâce à la batterie de chauffe accessoire (8) constituée par des résistances électriques.

La cellule est soit construite par l'utilisateur, suivant les instructions du fabricant de l'appareil de déshumidification, soit préfabriquée.

QUELQUES RÉSULTATS PRATIQUES.

La durée du séchage dépend :

— de l'essence du bois : comme indiqué dans le tableau suivant les essences peuvent être classées

Tableau de classement de quelques essences :

Les diverses essences peuvent se diviser en 4 groupes, suivant leurs aptitudes au séchage :

- * Groupe 1 : Bois à séchage rapide.
- * Groupe 2 : Bois à séchage normal.
- * Groupe 3 : Bois à séchage lent.
- * Groupe 4 : Bois à séchage délicat.

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Abura	Acacia	Afrormosia	Eucalyptus
Bahia	Acajou	Azobé	
Balsa	Bossé	Baboén	
Limba	Bouleau	Homba	
Obeche	Ebène	Kotibé	
Palissandre	Framiré	Lauan	
Samba	Iroko	Makoré	
	Méranti	Niangon	
	Okoumé	Teck	
	Ramin		
	Sapelli		
	Sipo		

en quatre groupes suivant leur facilité de séchage,

- de l'humidité de départ,
- de l'humidité finale souhaitée,
- de l'épaisseur des bois,
- du volume à sécher,
- du volume de la cellule,
- de la puissance frigorifique de déshumidification.

Un graphique permet de connaître le temps moyen de séchage : il indique le nombre de jours en fonction de la différence d'humidité (c'est-à-dire humidité initiale moins humidité finale) qui doit être obtenue. Le temps de séchage est indiqué par la droite qui correspond au groupe de bois auquel appartient l'essence à sécher.

Ce graphique a été construit à partir de valeurs observées pour des plots de 30 mm. Si un séchage à effectuer porte sur des pièces d'une autre épaisseur il faut appliquer le facteur de correction : épaisseur (mm)/30.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS.

Comme tous les systèmes à basse température, le séchage par déshumidification est lent. Toutefois, il semble légèrement plus rapide que la chambre chaude. Par ailleurs, il n'est pas recommandé de sécher des bois trop verts car, si la quantité d'eau à extraire en début de séchage est trop importante, on prend le risque de faciliter sur certains bois sensibles le développement de champignons de pourriture. Il est toujours préférable de sécher des bois préalablement ressuyés.

Le prix de revient du séchage est relativement faible, toutefois, le coût d'entretien de ces appareils assez délicats est élevé et leur durée de vie est plus limitée.

Dans ces conditions, les avantages essentiels de ce type de séchoir semblent être :

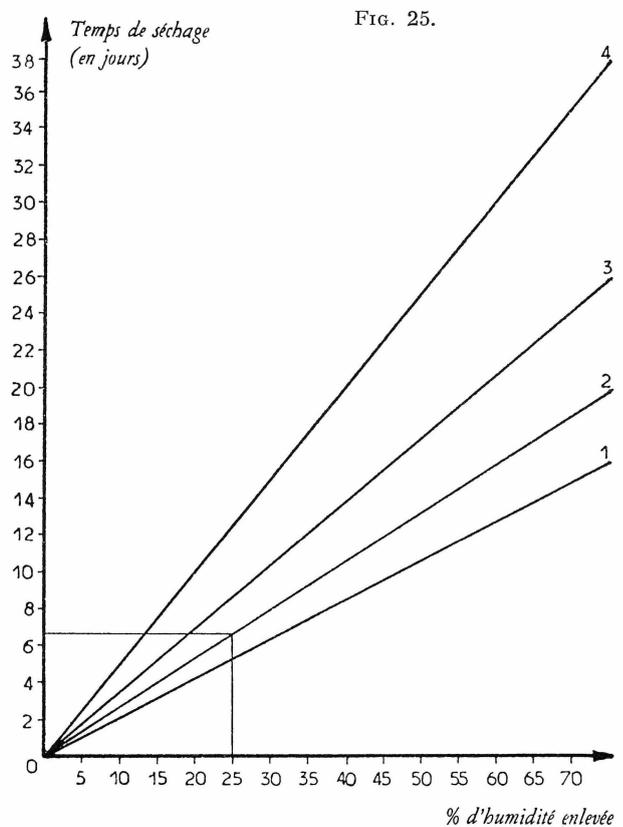
- une très grande capacité,
- des réglages simples ne demandant aucun personnel spécialement qualifié,
- la possibilité de mélanger épaisseurs et espèces dans une certaine mesure,
- une circulation de l'air horizontale compatible avec le séchage des bois en grande largeur (plots, aivés, etc...).

Les séchoirs solaires.

Bien que ce mode de séchage ne soit pas encore industriellement répandu, les conditions économiques et la nécessité de développer des techniques simples ne demandant pas une haute industrialisation des procédés nous amènent à l'évoquer ici.

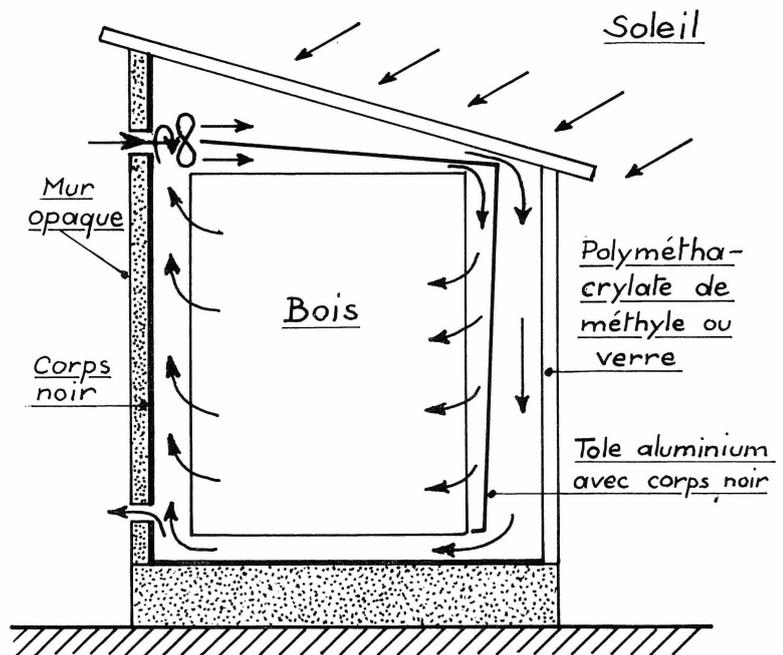
LE MATÉRIEL.

Le séchoir se compose d'une cellule à parois transparentes, laissant passer le rayonne-



ment solaire à l'exception de la face qui n'est jamais exposée au soleil (face nord dans l'hémisphère nord) et qui est constituée d'un mur opaque (voir fig. 26). Un ventilateur assure la circulation

FIG. 26.



de l'air et un réglage d'ouverture permet de contrôler avec plus ou moins de précision la température de l'air.

LA CONDUITE DU SÉCHAGE.

Le séchage se conduirait de la même façon qu'un séchoir traditionnel, mais il n'est plus possible dans ce cas de travailler en température constante (alternance nuit-jour) et chaque cycle, ou opération, doit être programmé au coup par coup.

Les températures atteintes à l'intérieur de la cellule peuvent être élevées (de l'ordre de 60 à 70 °C), grâce au principe de l'effet « serre » appelé aussi piège à infrarouges.

Le rayonnement solaire est une onde électromagnétique de longueur d'onde variant entre 0,2 et 3 μ . Le rayonnement visible se situe entre 0,4 et 0,8 μ . Le verre ou le polyméthacrylate de méthyle sont des substances perméables aux ondes électromagnétiques dans les longueurs d'onde du rayonnement solaire. Celui-ci traverse donc les parois transparentes et réchauffe les matériaux situés à l'intérieur de la cellule (bois, mur opaque, pièces métalliques, etc...). Plus un corps est de couleur foncée et plus il constitue une substance absorbante et conservatrice de la chaleur. Ces corps chauffés réémettent un rayonnement électromagnétique invisible, dans le lointain infrarouge (3 à 30 μ de longueur d'onde), mais la substance transparente des parois n'est plus perméable à de telles longueurs d'ondes. Les rayons réémis dans ces

circonstances sont réfléchis et s'ajoutent au rayonnement incident : c'est le piège à infrarouges.

RÉSULTATS ET PERSPECTIVES.

Ce mode de séchage est bien sûr plus lent que tous les autres procédés en raison de son fonctionnement discontinu (alternance nuit-jour). Il convient de considérer avant tout le séchage solaire comme une accélération du séchage à l'air. Toutefois, il est possible de constituer une réserve de chaleur qui permet de maintenir une température relativement élevée pendant une partie de la nuit. Cette réserve peut être constituée, par exemple, par un lit de galets que l'air chaud, produit dans la journée par le rayonnement solaire, réchauffe progressivement. Ce matériau présente une inertie thermique relativement importante et est susceptible de restituer ensuite les calories emmagasinées.

Le procédé ne semble pas très avantageux pour le séchage des résineux pour lesquels il semble plus rationnel de procéder à un ressuyage à l'air puis à un séchage final selon les méthodes conventionnelles. Par contre, pour les feuillus, la réduction des temps de séchage a été très sensible par rapport au séchage à l'air. La rentabilité d'un tel procédé dépend bien sûr beaucoup des conditions d'ensoleillement. Ces conditions devraient amener les séchoirs solaires à se développer dans des régions à climat assez favorable et le peu de moyens financiers que nécessitent aussi bien sa construction que son fonctionnement sont bien sûr un atout primordial.

DIFFICULTÉS DE SÉCHAGE ET MOYENS DE CONTRÔLE

TENSIONS INTERNES DÉVELOPPÉES PAR LE SÉCHAGE

Ces tensions internes nuisibles à une bonne utilisation ultérieure du bois sont dues à une inégale répartition de l'humidité dans l'épaisseur.

Des expériences effectuées dans ce domaine, il ressort que les parties externes sont en tension au début du séchage puis ces tensions décroissent jusqu'à s'annuler et s'inversent en fin de séchage, les parties externes étant alors en compression et les parties internes en tension.

Des pièces présentant une telle répartition de tensions internes sont susceptibles de subir à l'usinage des déformations importantes et extrêmement gênantes d'où la nécessité d'appliquer un traitement d'équilibrage afin de les annuler en fin de séchage.

On peut les mettre en évidence, particulièrement en fin d'opération, au moyen d'éprouvettes spéciales, dites « éprouvettes en fourche » (fig. 27).

Ces éprouvettes montrent l'influence d'un éventuel séchage sous contrainte sur le retrait du bois et les déformations qui en découlent. En effet, le fait de charger lourdement des piles de séchage à leur partie supérieure devrait permettre de diminuer considérablement les déformations. En outre, on peut éviter ou limiter de cette façon les déformations dites « en tuile » qui se produisent avec des bois présentant des retraits tangentiel et radial très dissemblables en raison de la différence de retrait entre les faces opposées d'une même pièce (voir fig. 28).

DÉFORMATIONS OU DÉGÂTS DUS A UN SÉCHAGE MAL CONDUIT

Les dégâts consistent principalement en fentes ou gerces de surface. Sur les faces, elles sont dues à une circulation trop importante de l'air, entraînant

une dessiccation trop rapide, ainsi qu'à l'action intense du soleil en séchage naturel.

En bout, elles sont provoquées par la vitesse de cir-

culation de l'eau très élevée dans le sens axial, entraînant une dessiccation rapide des extrémités. On peut tenter d'y remédier en recouvrant les extrémités d'un produit antifente (peinture caoutchouc, par exemple) qui empêche l'évaporation de l'eau par les extrémités. Toutefois, l'efficacité de ce procédé n'est pas démontrée de façon très nette. Lorsque les fentes existent avant séchage certains clouent une planchette ou mettent des eses. Cette façon de faire est rarement efficace et l'on peut se demander si cela ne provoque pas souvent des dégâts supplémentaires.

Si les fentes sont internes, elles sont nommées « collapses ». Invisibles extérieurement, elles sont accompagnées d'un affaiblissement des cellules du bois et d'un retrait local important, caractérisé par la dissociation des fibres.

D'une façon générale, au cours du séchage il se développe beaucoup plus de fentes radialement que tangentiellement. On voit immédiatement l'intérêt que l'on aurait à ne débiter les bois que sur quartier afin d'éviter la formation de fentes trop dégradantes pour les sciages (voir fig. 28).

En outre, l'opération de séchage en elle-même, qui provoque un gradient d'humidité dans les pièces, est génératrice de tensions internes qui peuvent plus ou moins aggraver l'effet de celles existant déjà dans le bois avant séchage et dues aux contraintes de croissance.

Les déformations peuvent être dues à une mauvaise conformation des piles (épingles mal disposées ou d'inégale épaisseur) ou à un séchage trop rapide ayant entraîné des phénomènes du type de ceux illustrés à la figure 29. Toutefois, pour certains bois présentant une différence très importante entre retrait radial et retrait tangentiel, l'application d'une table lente n'est pas suffisante mais nécessite aussi la mise sous charge de la pile pendant le séchage.

REMARQUE : on considère, en général que lorsque le rapport, retrait tangentiel sur retrait radial, est supérieur à 2, les risques de déformation sont importants.

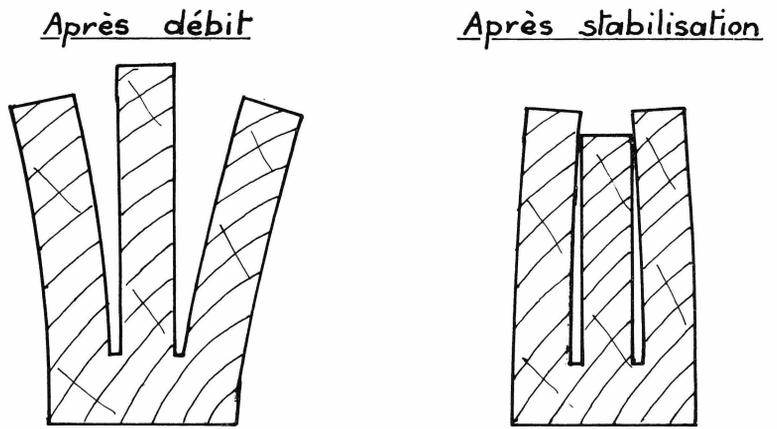


FIG. 27.

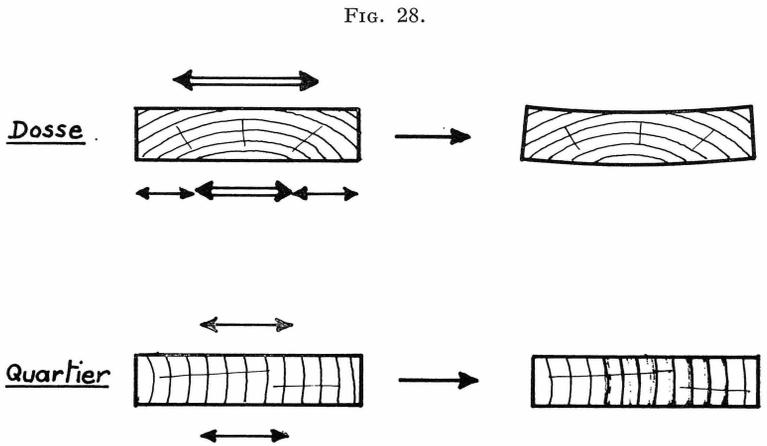


FIG. 28.

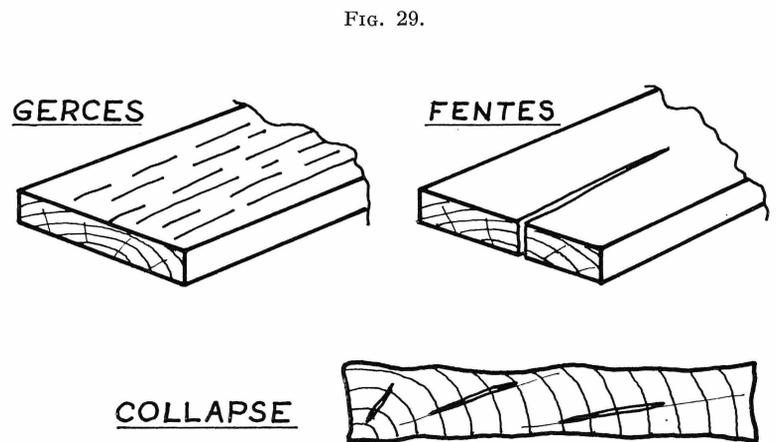


FIG. 29.

LES MOYENS DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DU SÉCHAGE ET LE CONDITIONNEMENT DES BOIS

Nous venons d'analyser les conséquences graves que peut avoir sur l'utilisation ultérieure des bois une mauvaise répartition d'humidité en fin de séchage.

Pour cela, il convient, non seulement, de contrôler l'humidité du bois en cours de séchage, mais aussi sa répartition en fin de traitement. Deux techniques sont couramment employées :

— La technique de la pesée qui permet de mesurer le taux moyen d'humidité d'un échantillon donné. Il s'agit de la méthode la plus sûre et la plus précise. Si l'on veut l'utiliser pour la mesure de la répartition de l'humidité à l'intérieur d'une pièce, il convient de procéder à un débit en lamelles successives, comme indiqué figure 30, et de mesurer le taux moyen pour chaque « couronne ».

On mesure ainsi le taux moyen d'humidité de chaque zone (A, B et C).

— La technique de mesure de la résistivité au bois. En effet, la résistance électrique d'un bois varie avec son taux d'humidité et aussi, mais à un degré moindre, avec sa température. La figure 31

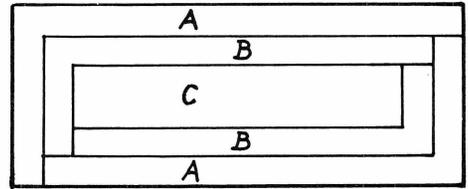


FIG. 30. — On mesure ainsi le taux d'humidité de chaque zone A, B, C.

donne la variation moyenne de résistance électrique d'un bois en fonction de son taux d'humidité.

On constatera, qu'au dessous de 40 %, de faibles variations d'humidité entraînent d'importantes variations de résistance d'où une précision remarquable dans la mesure. Par contre, le phénomène inverse se produit au-dessus de 40 % ce qui laisse à penser que la plage d'utilisation des appareils de contrôle de ce type se situera plutôt entre 0 et 40 %.

En pratique, l'opération consiste à enfoncez deux électrodes dans le bois et à mesurer la résistance électrique entre ces deux électrodes. Les appareils commerciaux préalablement étalonnés donnent directement l'humidité. La dernière génération de ce type de contrôleur permet de connaître la profondeur de pénétration des électrodes et de tenir compte de la nature de l'espèce et de la température du bois.

Si les contrôles effectués en fin de séchage montrent qu'il existe une mauvaise répartition de l'humidité dans les pièces, il faut, impérativement, avant tout usinage, procéder à un conditionnement du bois :

— Soit en séchoir, par un cycle de réchauffage avec taux d'humidité élevé (90 % si possible). Dans ces conditions, les parties externes ne sèchent plus et même se réhumidifient au contact d'un air quasiment saturé pendant que l'eau des parties internes migre vers les zones externes. Généralement, la durée moyenne de réchauffage varie entre 12 et 24 h.

— Soit en stockant un certain temps à l'air les bois séchés artificiellement. L'opération demande plus de temps qu'un réchauffage artificiel mais se pratique souvent inconsciemment dans

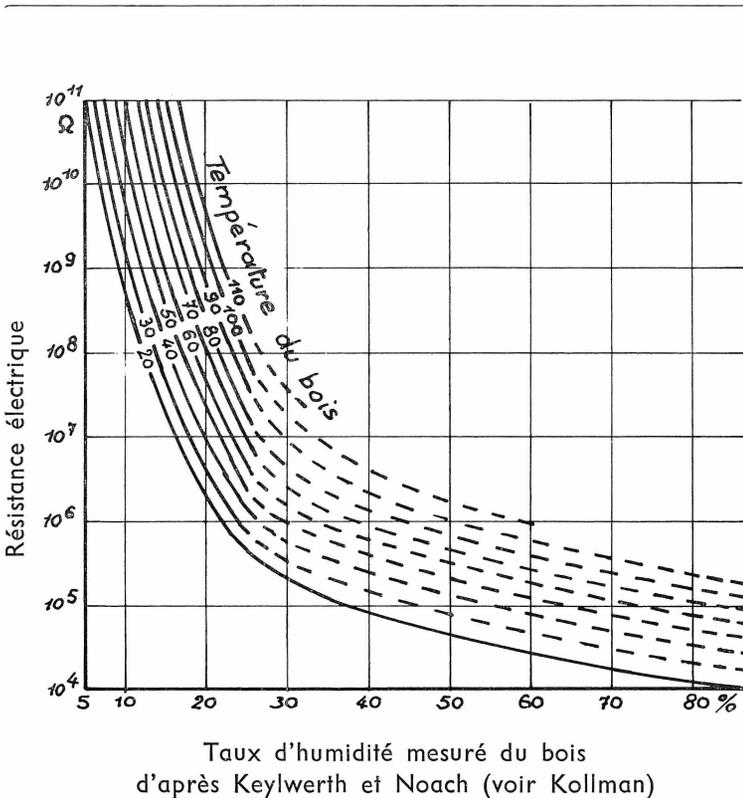


FIG. 31.

les ateliers en raison du temps qui s'écoule le plus souvent entre la fin du séchage et l'introduction en fabrication des pièces séchées artificiellement.

Quoi qu'il en soit, ces deux opérations ont pour but essentiel d'annuler les tensions qui subsistent après tout séchage.

LE CHOIX D'UN SÉCHOIR

Le grand nombre de techniques, présentées par chaque constructeur sous leur aspect le plus séduisant, n'est pas pour rendre aisé le choix de l'utilisateur convaincu de la nécessité d'investir dans une installation de séchage.

En effet, chaque procédé apparaît souvent, *a priori*, comme le plus économique et le plus productif. Les arguments ne manquent pas pour le démontrer et ce, de façon semble-t-il objective. Or s'il est vrai que tout séchoir à bois, de quelque type qu'il soit, peut sécher n'importe quel lot, il est bien clair qu'il ne peut trouver son rendement maximal dans tous les cas.

Pour cela, il est conseillé, afin de mieux guider le

choix, d'analyser point par point les critères suivants :

- 1) Production à assurer.
- 2) Types d'essences à traiter.
- 3) Epaisseur des bois.
- 4) Humidités initiales des bois.
- 5) Humidités finales des bois.
- 6) Forme et quantité d'énergie disponibles ou forme d'énergie imposée.
- 7) Temps de séchage.
- 8) Fiabilité présumée du matériel.
- 9) Qualité des produits séchés en relation avec leur utilisation ultérieure.
- 10) Place disponible pour l'installation.

* * *

Le futur utilisateur cherchera donc à investir dans l'installation qui, répondant techniquement le mieux à son problème, permettra d'obtenir le prix de revient du m³ séché le plus bas possible.

Ainsi, il se devra d'analyser chaque critère pour chaque procédé sous l'angle de la rentabilité sachant que les éléments d'un prix de revient sont les suivants :

- coûts énergétiques,
- amortissements et intérêts,
- terrains (surfaces occupées),
- taxes, services, assurances,
- surveillance et contrôles, manutention (main-d'œuvre),

- entretien et réparations,
- pertes de matière.

Le choix définitif sera fait en fonction des résultats de l'analyse de ces critères en prenant bien en compte leur poids respectif.

Il est, en effet, très intéressant de remarquer que chaque cas spécifique attribue une importance différente à un même critère : par exemple un industriel installé en zone urbaine peut se voir obligé d'utiliser l'énergie électrique qui conditionne le choix d'un procédé particulier (problème des fumées sur l'environnement). De la même façon un industriel possédant des locaux exigus se verra dans l'obligation d'opter pour une solution entraînant une occupation d'espace minimale.

CRITÈRE PRODUCTION

La classification en 3 catégories telle qu'elle est définie ci-dessous est bien sûr tout à fait arbitraire.

Les fortes productions (plus de 500 m³ à sécher par mois) nécessitent des cellules très volumineuses pour assurer une bonne rentabilité de l'opération.

La technique dite « sous-vide » se trouve pour l'instant éliminée car elle ne permet de réaliser que des enceintes d'un volume utile maximum de

12 à 15 m³ de bois. Même en tenant compte des temps de séchage très courts, il faudrait envisager de très nombreuses unités pour réaliser ces grosses productions : l'investissement deviendrait très lourd, les manutentions très importantes.

Seules les techniques dites traditionnelles ou par chambre chaude peuvent apporter, pour les grosses productions une solution rentable au niveau de l'investissement et du coût du m³ séché.

De toute façon, quel que soit le mode de séchage envisagé lorsqu'il s'agit de chambre chaude ou de séchoirs par déshumidification, on limitera, avec sagesse, la taille des cellules à des volumes de l'ordre de 100 à 150 m³ utiles. En effet, il pourra être moins coûteux et surtout plus pratique de disposer de 2 à 3 cellules.

Pour les productions moyennes (500 à 25 m³/mois) le critère n'admet aucune exclusive. Tous les procédés peuvent convenir avec une réserve pour les chambres chaudes dont sauf cas particulier, 100 m³

utiles constituent la limite inférieure de réalisation.

Enfin, dans le cas de petites productions (moins de 25 m³/mois) le procédé par chambre chaude devient techniquement et économiquement sans intérêt. La technique traditionnelle peut être employée dans certains cas de même que la technique sous vide. Ce domaine est également celui des systèmes utilisant le principe de la pompe à chaleur qui met à la disposition de l'artisan un appareil peu onéreux et d'une utilisation simple.

CRITÈRE ESSENCE DE BOIS

Les bois feuillus peuvent être techniquement séchés par tous les procédés proposés. Les résultats sont comparables si l'on observe pour chaque procédé les règles élémentaires de bonne conduite des appareils ou si ces derniers sont munis de régulations bien conçues. Le procédé par déshumidification qui par sa technologie impose une conduite très peu agressive (basse température) a pu apparaître comme le meilleur pour les bois délicats. Toutefois, ils peuvent tous apporter d'excellents résultats.

Les bois résineux et quelques feuillus très tendres du fait de leur structure et de leur faible densité supportent très bien des températures élevées sans effet sur la qualité du séchage. Les temps de séchage très courts obtenus par le procédé dit traditionnel (température du séchage jusqu'à 80 °C) le rendent alors obligatoire. Dans ce cas, la rapidité

de séchage que garantit l'utilisation du principe « sous vide » perd de son intérêt compte tenu des rendements obtenus par le procédé traditionnel. Les procédés à basse température (déshumidification, chambre chaude), ne sont pas d'une rentabilité élevée (faibles productions pour de grosses cellules) et placent souvent les bois dans des conditions très propices au développement de champignons (bleuissement). Ceci est pratiquement inévitable lorsque les bois sont introduits initialement très humides.

Quel que soit le procédé, il est toujours possible de mélanger dans une cellule de séchage des essences présentant des caractéristiques de séchage voisines. Il est bien certain que les procédés à séchage lent laissent une plus grande latitude à ce sujet.

CRITÈRE HUMIDITÉ INITIALE

Les procédés permettant le séchage rentable de bois initialement très humides sont les procédés à basse température et plus particulièrement la déshumidification qui par l'utilisation de la pompe à chaleur permet d'obtenir un excellent rendement thermique dans la plage d'humidité supérieure, et s'applique de façon rentable au séchage en plots.

Les autres procédés dont le rendement thermique

est inférieur imposent une importante dépense d'énergie pour évacuer les grosses quantités d'humidité qu'un ressuyage sur parc peut éliminer à peu de frais et assez rapidement (voir séchage à l'air).

Tous les procédés permettent le séchage de bois initialement ressuyés. Toutefois, il est toujours déconseillé de sécher des bois d'humidités initiales très différentes.

CRITÈRES HUMIDITÉ FINALE

Sachant que les derniers % d'humidité sont les plus difficiles à extraire (eau liée) et que la température est le facteur essentiel qui conditionne la vitesse de migration de l'eau dans le bois (si la pression est constante), on conçoit que les procédés à basse température soient d'une efficacité plus limitée pour ramener les bois à de très basses humidités (8-10 %). Le procédé dit traditionnel apporte sans aucun doute une solution intéressante à ce problème.

De même, la vitesse de migration de l'eau dans

le bois croît fortement lorsque la pression de l'air diminue. Les séchoirs sous vide permettent un séchage rapide jusqu'à de très basses humidités.

Ainsi apparaît une complémentarité réalisable entre certains procédés. Par exemple, il serait possible de concevoir des installations utilisant des séchoirs par déshumidification pour ressuyer les bois, puis des séchoirs dits sous vide pour obtenir une humidité basse de 8 à 10 % (fabrication de meubles par exemple).

CRITÈRE ÉPAISSEUR ET FORME DES PIÈCES

Les bois de fortes épaisseurs sont très difficiles à sécher : on se heurte toujours à la contradiction qualité-rapidité.

L'apparition du procédé sous vide peut apporter une réponse positive à ce problème bien que cette technique encore peu développée n'offre pas un recul suffisant pour juger des résultats obtenus.

Les procédés à séchage lent permettent un certain

mélange d'épaisseurs voisines. Les procédés à séchage rapide (traditionnel essentiellement) le permettent beaucoup moins. Cependant, l'état actuel de recherches en séchage sous vide semble montrer que le facteur épaisseur a beaucoup moins d'importance que pour les autres procédés.

Du point de vue de la forme des pièces, les chambres chaudes seront exclues pour les plots et surtout conseillées pour des pièces de section carrée.

CRITÈRE ÉNERGIE DISPONIBLE

L'industrie du bois est productrice d'importantes quantités de déchets qui peuvent être utilisées, soit comme combustible, soit comme matière première pour la fabrication de matériaux agglomérés ou autres.

Le marché des déchets n'est pas assez organisé, ni assez stable pour que l'on puisse penser tirer un profit durable de leur vente (sauf dans des cas particuliers si l'on est à proximité d'une unité de production susceptible de les utiliser).

Bien souvent le seul moyen de s'en débarrasser est leur emploi comme combustible dans une chaudière : cet impératif incite à choisir les procédés utilisant la vapeur ou l'eau chaude et exclut pour l'instant ceux utilisant l'électricité.

Le choix n'est pas simple et trop de facteurs particuliers interfèrent. Ils rendent inutile toute étude

théorique tendant à prouver qu'un type d'énergie est toujours à préconiser plutôt qu'un autre.

En particulier à l'heure des économies d'énergie, des solutions très positives sont à rechercher dans l'utilisation d'énergies naturelles (sources chaudes thermales, énergie solaire, etc...).

Les temps de séchage peuvent être un facteur déterminant du choix de procédé. Ils conditionnent en effet les temps d'immobilisation de la matière première, ce qui a une incidence certaine sur les délais de fabrication et ce d'autant que les stocks sont de plus en plus réduits.

Il est difficile de tracer une ligne générale de choix : c'est seulement l'analyse de la production, les modalités de l'approvisionnement, les perspectives de développement à moyen et long terme qui sont à prendre en compte pour une décision.

CRITÈRE TEMPS DE SÉCHAGE

Les temps de séchage des bois varient, pour un procédé donné, en fonction de très nombreux facteurs qu'il est bien souvent difficile de tous maîtriser.

Ce sont essentiellement :

- l'espèce et sa provenance,
- l'épaisseur,
- l'humidité initiale,
- l'humidité finale,
- le type de débit (quartier ou dosse),
- la conduite des opérations,
- la saison en cas de ressuyage à l'air préalable.

Il est impossible pour un constructeur de donner une indication précise compte tenu des variations de ces divers facteurs au sein d'un même lot. Un temps, ne peut être proposé objectivement qu'avec une forte incertitude.

Toutefois, il semble intéressant de donner dans divers cas particuliers, et à titre indicatif, les rap-

ports entre les temps de séchage obtenus par les divers procédés (d'après F. MORE-CHEVALIER et P. JOLY).

Pour les bois résineux, et feuillus tendres, le rapport entre temps de séchage obtenus par le procédé traditionnel et les procédés dits « lents » est d'environ :

- de 1 à 4, de tombant de scie à 15-17 %,
- de 1 à 6, de tombant de scie à 10 %,
- de 1 à 10, de ressuyé à 9-10 %.

Pour les bois feuillus durs et délicats, ce même rapport devient :

- de 1 à 1,5 dans le 1^{er} cas,
- de 1 à 2 dans le 2^e cas,
- de 1 à 3 dans le 3^e cas.

Pour les bois mi-durs, les valeurs sont intermédiaires entre ces extrêmes.

Pour les bois durs et mi-durs, les rapports entre

temps de séchage réalisés par le procédé sous-vide et les autres sont très variables suivant les épaisseurs. Il semble que les écarts de temps de séchage pour les diverses épaisseurs soient beaucoup moins importants qu'ils ne le sont dans les autres procédés.

Ainsi, si le rapport entre temps de séchage obtenu par le procédé sous-vide et celui obtenu par la technique traditionnelle est de 1 à 3 pour un bois dur de 27 mm, il sera de 1 à 5 pour du 60 mm et de 1 à 7 pour du 80 mm selon F. MORE-CHEVALIER et P. JOLY.

CRITÈRE FIABILITÉ PRÉSUMÉE DU MATÉRIEL

Plus un matériel est complexe et fait appel à une technologie délicate, plus il est susceptible de tomber en panne et cela surtout s'il travaille dans des conditions difficiles. Inversement, plus un matériel est simple de conception et de fabrication plus il est généralement fiable.

Les séchoirs traditionnels sont des appareils qui appartiennent à cette dernière catégorie et dont la durée de vie est longue. Il en est de même des chambres chaudes.

Les séchoirs par déshumidification utilisent une

technique plus élaborée qui par nature même est plus sujette à des pannes le plus souvent bénignes. Il ne faut alors pas négliger l'importance de l'entretien et des contrats correspondants.

Quel que soit le type de séchoir choisi, la durée de vie du matériel sera toujours fonction de l'entretien.

Il n'y a pas encore d'informations suffisantes pour préjuger de la fiabilité des séchoirs dits « sous vide ». Elle semble variable selon les constructeurs qui utilisent des conceptions différentes de réalisation et de fonctionnement.

CRITÈRE QUALITÉ DES PRODUITS SÉCHÉS EN RELATION AVEC LEUR UTILISATION ULTÉRIEURE

Tous les types d'appareils, bien utilisés, fournissent une bonne qualité des produits séchés.

Les divers utilisateurs de séchoirs n'ont pas les mêmes exigences s'ils sont directement utilisateurs des bois secs ou simplement vendeurs à d'autres utilisateurs. Dans ce dernier cas, la présentation du produit séché devient un facteur important. Ainsi,

certains défauts de séchage peu graves (coloration, légères fentes en bout) qui n'ont aucune incidence sur la qualité des produits finis peuvent en diminuer de façon sensible la valeur marchande.

Dans ce cas, on pourra parfois donner la préférence aux procédés lents qui garantissent une meilleure présentation des bois séchés.

CRITÈRE PLACE DISPONIBLE

Ce dernier critère apparemment mineur peut décider du choix pour les petites et moyennes entreprises.

Les procédés rapides occupent moins de surface au sol que les procédés lents pour la quantité de bois à sécher dans un intervalle de temps donné.

CONCLUSION

Le séchage est une opération complexe dont les résultats ont une influence directe sur le fonctionnement de l'entreprise. Il convient donc de ne pas mésestimer l'importance de cette étape de la transformation du matériau bois qui peut entraîner de lourdes conséquences des points de vue tant technique que financier.

D'une façon générale, le séchage à l'air est supposé peu coûteux et il l'est effectivement en lui-même. Toutefois, il demande des stocks importants et une immobilisation de capitaux pendant de longues périodes. En fait, si l'on fait intervenir pour

chaque mode de séchage le coût des intérêts du capital immobilisé, le séchage naturel devient économiquement beaucoup moins intéressant. Des calculs précis effectués en 1974 puis actualisés en 1976 montrèrent que le prix de revient d'un séchage artificiel était, d'une façon générale, en moyenne inférieur à celui du séchage naturel à l'air. Toutefois, une telle appréciation n'est valable que pour une création d'entreprise en zone industrielle aménagée en France. Pour une société existant déjà, la localisation, les conditions climatiques (zone tempérée, pays tropicaux), l'infrastructure, les terrains dispo-

nibles et leur coût, sont autant de facteurs extrêmement variables qui peuvent renverser totalement les données du problème. En outre, ce résultat ne tient pas compte des pratiques spéculatives sur les achats de matière première. Dans ces conditions, le bois sur chantier peut entraîner un certain profit à condition d'être parfaitement bien stocké sans risque de dépréciation.

Malgré cela, l'industriel cherchera, dans la situation économique présente, à limiter les risques financiers, en particulier en limitant les capitaux immobilisés. Généralement, la nécessité d'un séchage artificiel du matériau bois pour l'obtention d'un produit fini de qualité n'est plus à démontrer dans la plupart des cas.

Du point de vue technique, les différentes possibilités présentées actuellement sur le marché devraient permettre à tout industriel désireux d'investir dans une telle installation, de s'équiper d'une façon parfaitement rationnelle, avec une rentabilité optimale.

Il est cependant très important de bien se rendre compte que le poste séchage est, le plus souvent, lourd de conséquences (en cas de mauvais choix) sur la productivité de l'entreprise. En effet, il constitue une étape intermédiaire entre les première

et deuxième transformations qui, elles, sont effectuées à partir de matériels non utilisés à plein temps. Il est donc toujours possible d'augmenter la production des unités de transformation dans de très courts délais, sans investissement supplémentaire, par une simple organisation en 2 ou 3 tours de travail journaliers. Par contre, une installation de séchage artificiel ne permet pas ce genre de pratique. En effet, elle est, le plus souvent, conçue au plus juste afin de rentabiliser au maximum l'investissement coûteux qu'elle représente. Elle est prévue pour travailler en continu, nuit et jour ; sa productivité fixée au départ, fonction de la taille des équipements et de la nature du bois à sécher, n'est absolument pas extensible. L'industriel doit savoir que la capacité fixée, *a priori*, conditionne, en aval, toute sa production. Dépasser ces limites, nécessitera obligatoirement de nouveaux investissements. Il est donc indispensable de s'assurer que l'installation choisie permettra bien de sécher les quantités de bois désirées et, surtout, répondra effectivement aux besoins à court et moyen termes. Dans ces conditions, un choix bien orienté entraînera rapidement une augmentation de la production en qualité et en quantité. Cela se traduira par des résultats, tant techniques que financiers, extrêmement positifs.

BIBLIOGRAPHIE

- CENTRE TECHNIQUE DU BOIS. — Bulletin d'information n° 81.
CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Fiches techniques et résultats de recherches et d'études.
DALOIS (C.) (C. T. F. T.). — Manuel de sciage et d'affûtage.
EULACIA (H.), HEURTEMATTE (J.), MERCIER (J.), VAN HAUWAERT (P.). — Technologie, Menuiserie de bâtiment. — Agencement et Mobilier, tome 1.
JOLY (P.) et MORE-CHEVALIER (F.). — *Revue du Bois et de ses Applications*. Octobre 1978.
KOLLMAN-COTE. — Principles of Wood Science and Technology (tome I), Springer Verlag (Anglais).

- LAURENT (D.), PECCOZ (M.), RIVIÈRE (R.), RAUGERON (M.). — Projet de fin d'études (E. S. B.), mai 1974.
QUEMERE (Y.), ALEON (D.) (C. T. B.). — Circulation de fluides dans le bois. Méthode d'observation de l'eau dans le bois.
VILLIERE (A.). — Le séchage des bois, Dunod (Français).
VILLIERE (A.). — Etude théorique et comparative des prix de revient des bois séchés à l'air ou au séchoir. *Bois et Forêts des Tropiques* n° 119, 1968.
VILLIERE (A.). — L'emploi des appareils frigorifiques pour le séchage des bois. *Bois et Forêts des Tropiques* n° 155, 1974.

