

Le Séchage.

CFA des MFR- 240 av André Lasquin -74700
SALLANCHES - HM

1.0 2 mai 2021

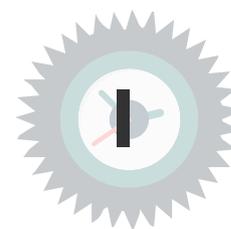


ATELIER

Table des matières

I - Principes	3
1. Hygroscopie du bois	3
1.1. Equilibre hygroscopique du bois.....	4
2. Le taux d'humidité.....	5
2.1. Classement des bois par rapport à leur taux d'humidité.....	6
2.2. Principe de séchage et facteur influant.....	7
3. Exercice : L'hygromètre.....	8
4. Exercice : Hygroscopie (par Jacques Chancel)	8
5. Exercice : Hygroscopie Définition.....	8
6. Exercice : Les taux d'hygrométrie suivant les emplois.....	8
7. Exercice : Point de saturation-Valeur	9
8. Exercice : L'équilibre hygroscopique-Facteurs	9
9. Exercice : Calcul du taux d'humidité.....	9
II - Les déformations.	10
1. Les variations dimensionnelles.....	10
1.1. Les déformations du bois au séchage selon le sens de débit.	10
III - Le séchage	13
1. Le séchage naturel ou à l'air.....	13
1.1. Les éléments naturels qui influencent le séchage.....	13
1.2. Les conditions d'un bon séchage :	13
2. Le séchage Artificiel	16
2.1. Séchoir cellule à haute température :	16
2.2. Séchoir cellule à basse température :	16
2.3. Séchoir sous vide :	17
3. Les défauts liés au séchage :	18
3.1. Séchage naturel :	18
4. Exercice : Le ressuyage.....	18
5. Exercice : Le temps de séchage à l'air	18
6. Exercice : Les facteurs d'un séchage à l'air	18
7. Exercice : Les séchoirs artificiels	19
8. Exercice : Les moyens de limitation des fentes en bout des planches.....	19

Principes



1. Hygroscopie du bois

Principe



Définition

Le bois est un matériau hygroscopique. Il est susceptible de perdre ou de reprendre de l'humidité en fonction de la température et surtout de l'humidité relative de l'air ambiant.

Taux d'humidité

La teneur en eau ou l'**humidité** est la quantité d'eau que renferme le bois, exprimée en % de son poids à l'état **anhydre**.

Au moment de l'abattage, le bois peut contenir plus d'eau que de matière-bois ; parfois deux fois plus dans certains peupliers. L'humidité est alors supérieure à 100%.

L'intérieur des cellules cellulaires d'un bois vert est rempli d'**eau libre**. Elle s'évacuera progressivement par évaporation, sans que le bois ne subisse de retrait ou de déformation : c'est la phase dite de "**ressuyage**".

Lorsque l'eau libre a entièrement disparu (point de saturation), il ne reste que l'**eau liée** qui imprègne les membranes des cellules. Le départ de cette eau liée entraîne des phénomènes de retrait et de déformation.

Le point de saturation

Le **point de saturation** des fibres, en dessous duquel se manifeste le "jeu du bois", est de l'ordre de 30 % pour toutes les essences.

Equilibre hygroscopique



Fondamental

Dans un milieu donné, en fonction de la température et de l'humidité de l'air ambiant, le bois se stabilise à une humidité d'équilibre, dite équilibre hygroscopique, qui est indépendant de l'essence du bois.

Sous le climat tempéré en France, l'équilibre hygroscopique du bois varie suivant qu'il est employé en intérieur ou en extérieur, et suivant la période de l'année (en hiver ou en été).

En extérieur

En été (ou pendant la période sèche) : les conditions atmosphériques sont de l'ordre de 20°C et 70 % d'humidité relative de l'air (HR), ce qui correspond à un équilibre hygroscopique du bois d'environ 13 %.

En hiver (ou pendant la période humide) : les conditions atmosphériques sont de l'ordre de 0 à 5°C et l'humidité relative de 85 %, ce qui correspond à un équilibre hygroscopique du bois de l'ordre de 19 %

L'humidité du bois à mettre en œuvre, pour que le jeu du bois soit minimal, devra se situer au milieu de la fourchette de variation, soit entre 15 et 16 %.

En intérieur

En été : les conditions atmosphériques sont voisines des conditions extérieures (20°C et 70 % d'humidité relative de l'air (HR)), ce qui correspond toujours à un équilibre hygroscopique du bois d'environ 13 %.

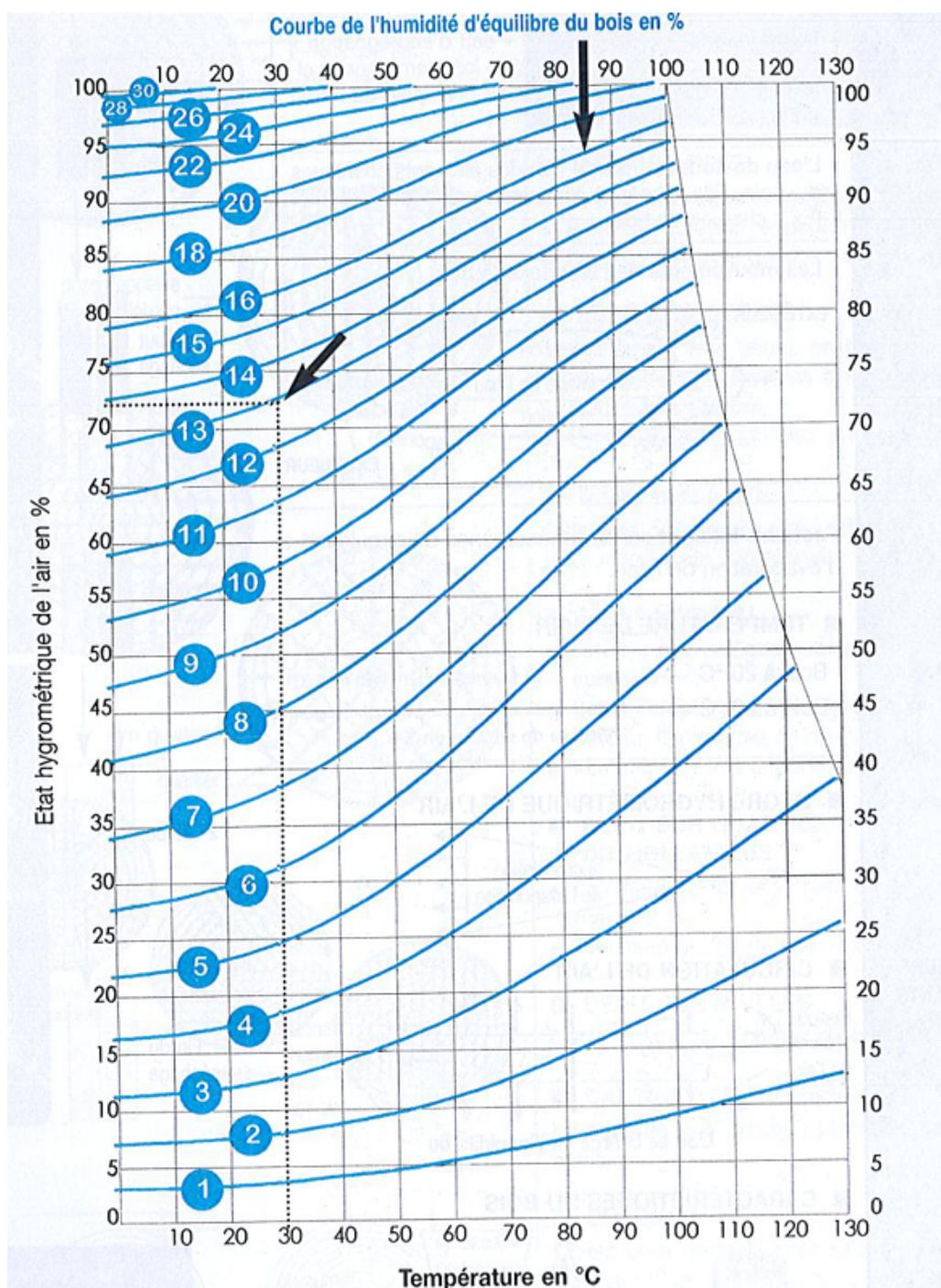
En hiver : le bois est situé à l'intérieur d'une maison chauffée avec une température moyenne de 20°C et 30 % HR, ce qui correspond à un équilibre hygroscopique du bois de l'ordre de 7 %.

L'humidité moyenne des bois à mettre en œuvre (parquets, lambris, portes, etc.) doit donc être voisine de 10 %.

1.1. Equilibre hygroscopique du bois



C'est le taux d'humidité auquel se stabilise le bois lorsqu'il est placé dans de l'air à un taux d'humidité et une température connu.



2. Le taux d'humidité.

Mesures par l'appareil :

Ce taux d'humidité est mesuré avec un appareil que l'on appelle hydromètre ou humidimètre. L'eau est conductrice d'électricité, plus il y aura d'eau dans le bois plus la résistance à son passage sera petite et inversement. C'est cette résistance que l'appareil mesure entre 2 électrodes.



Mesures par le calcul.



Avec T=Taux d'humidité

Mh= Masse Humide

Ma= Masse Anhydre

$$T = \frac{Mh - Ma}{Ma} \times 100$$

$$T = \frac{(Mh - Ma)}{Ma} \times 100$$

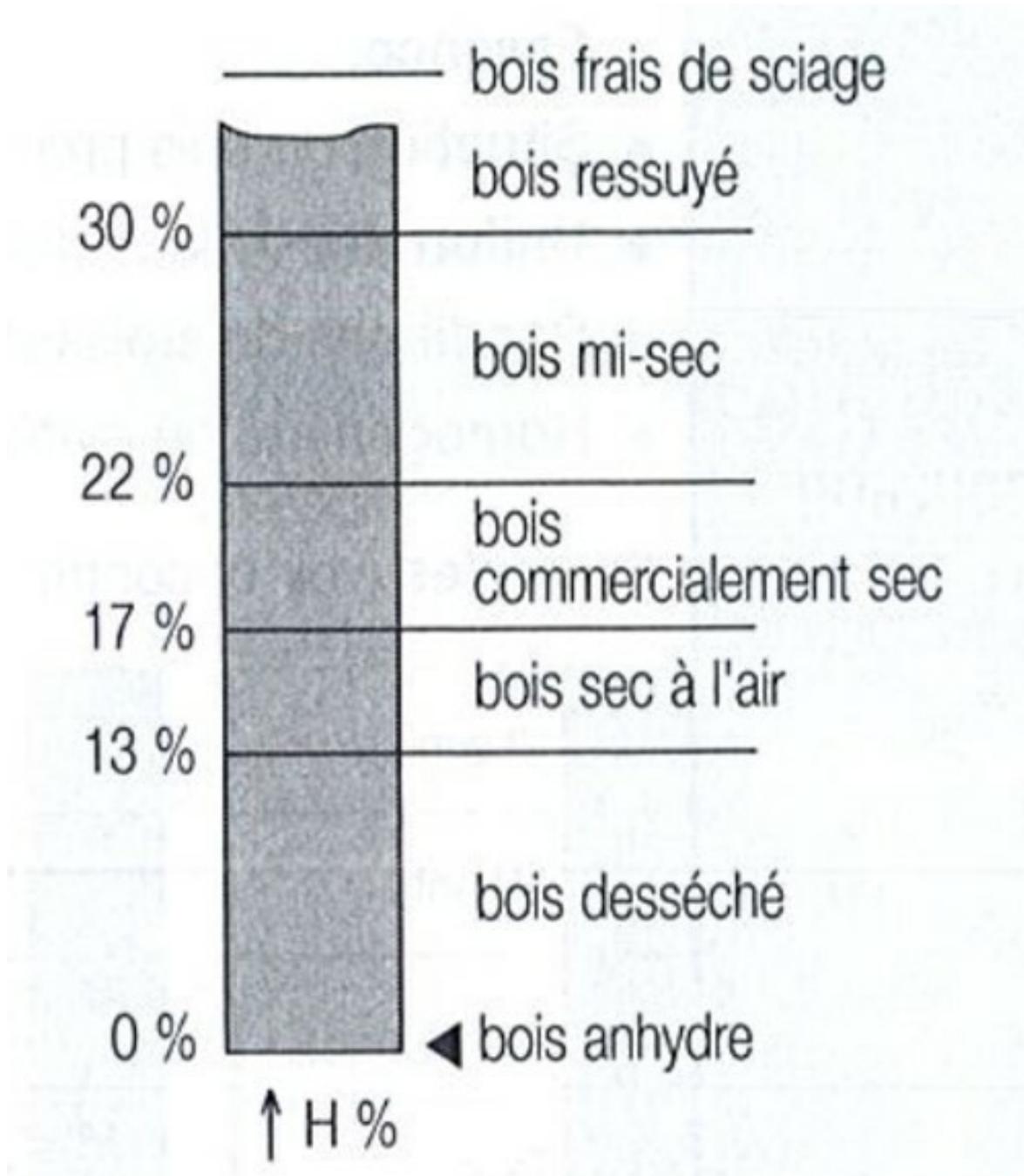
D'où

$$T = \frac{(Mh - Ma)}{Ma} \times 100$$

Avec T=Taux d'humidité Mh= Masse Humide Ma= Masse Anhydre

2.1. Classement des bois par rapport à leur taux d'humidité.

Taux à titre indicatif.



- 18 à 20% = Charpente
- 14 à 18% = Menuiserie ext
- 10 à 12% = Menuiserie int
- 10% = Mobilier
- 8% = Parquet

- chaud et + humide

+ chaud et - humide

2.2. Principe de séchage et facteur influant

Facteurs influents :

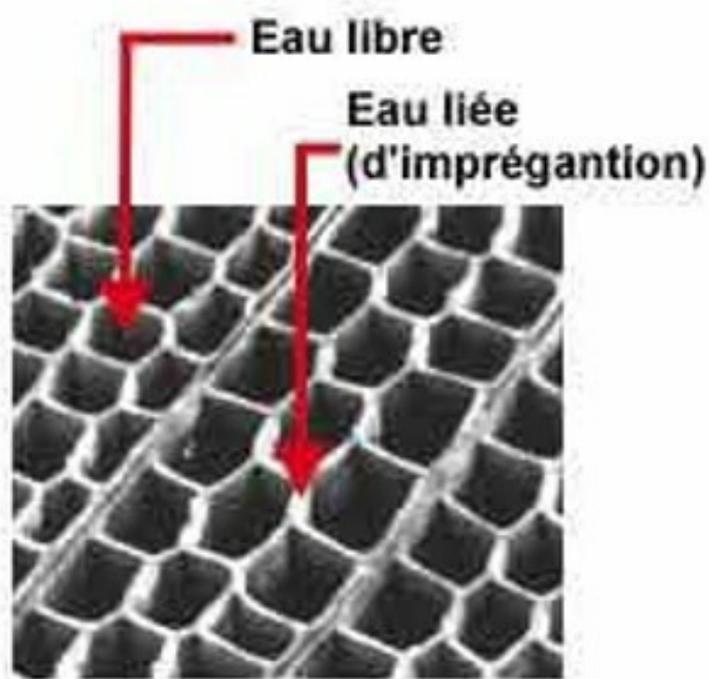
- Température de l'air
- Circulation de l'air
- Humidité de l'air

a) « Types » d'eau contenue dans le bois

Eau libre : remplit les vides cellulaires

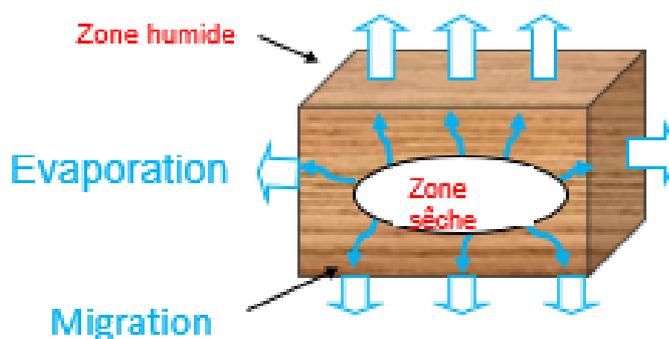
Eau liée ou d'imprégnation : dans les membranes cellulaires sa disparition provoque le retrait du bois.

Eau de constitution : élément du bois, ne disparaît qu'à la destruction du bois.



b) L'évaporation

L'évaporation de l'eau se faisant à la surface de la pièce, celle-ci va migrer d'une cellule à l'autre du centre vers la périphérie d'où une zone plus sèche au milieu de la pièce. C'est pourquoi après un séchage artificiel, il faut laisser le bois se « reposer » pour que l'humidité se répartisse dans toute la pièce.



i) DONC :



Remarque

Plus le taux d'humidité sera élevé, plus rapide sera la diminution et l'inversement. Rapide au départ et lente sur la fin.



Remarque

A dimension égale un bois de charpente (18%) coutera moins chère à sécher qu'un bois pour du parquet (8%).

3. Exercice : L'hygromètre

A qui sert l'appareil appelé hygromètre ?

- A mesurer le taux d'humidité contenu dans le l'air.
- A mesurer le taux de radiations contenu dans le bois.
- A mesurer le taux d'humidité contenu dans le bois.

4. Exercice : Hygroscopie (par Jacques Chancel)

Compléter le texte suivant :

La teneur en eau ou l'humidité est la quantité d'eau que renferme le bois, exprimée en % de son poids à l'état [] .

Au moment de l'abattage, le bois peut contenir plus d'eau que de matière-bois ; parfois deux fois plus dans certains peupliers. L'humidité est alors supérieure à 100%.

L'intérieur des cellules cellulaires d'un bois vert est rempli d' [] . Elle s'évacuera progressivement par évaporation, sans que le bois ne subisse de retrait ou de déformation : c'est la phase dite de " [] " .

Lorsque l'eau libre a entièrement disparu (point de []), il ne reste que l' [] qui imprègne les membranes des cellules. Le départ de cette eau liée entraîne des phénomènes de [] et de [] .

5. Exercice : Hygroscopie Définition.

Compléter le texte suivant :

C'est le taux d' [] auquel se stabilise le bois lorsqu'il est placé dans de l' [] à un [] et une [] connu.

6. Exercice : Les taux d'hygrométrie suivant les emplois.

- 10%
- 14% à 18 %
- 18% à 22%
- 10% à 12%

Menuiseries intérieures.	Mobilier	Charpente	Menuiseries extérieures
--------------------------	----------	-----------	-------------------------

7. Exercice : Point de saturation-Valeur

Vers quelle valeur en pourcentage se situe le point de saturation du bois ?

- 200%
- 100%
- 0%
- 30%

8. Exercice : L'équilibre hygroscopique-Facteurs

Dans un milieu donné, en fonction de quelles facteurs de l'air ambiant, le bois se stabilise t-il à une humidité d'équilibre ?

- L'essence de bois et sa densité.
- La température et l'humidité de l'air.
- De la couleur du papier peint et de ceux des yeux de la patronne.
- De la température de la mer et de la teneur et CO² du bois.

9. Exercice : Calcul du taux d'humidité.

Calculer le taux d'humidité d'un bois pour :

Masse humide = 1,250 kg

masse anhydre = 0,850 kg

Utiliser la formule suivante :

$$T = \frac{(Mh - Ma)}{Ma} * 100$$

En sachant que :

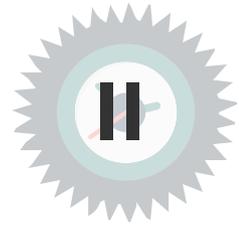
T=Taux d'humidité

Mh= Masse Humide

Ma= Masse Anhydre

Chercher la valeur de: T= ?

Les déformations.

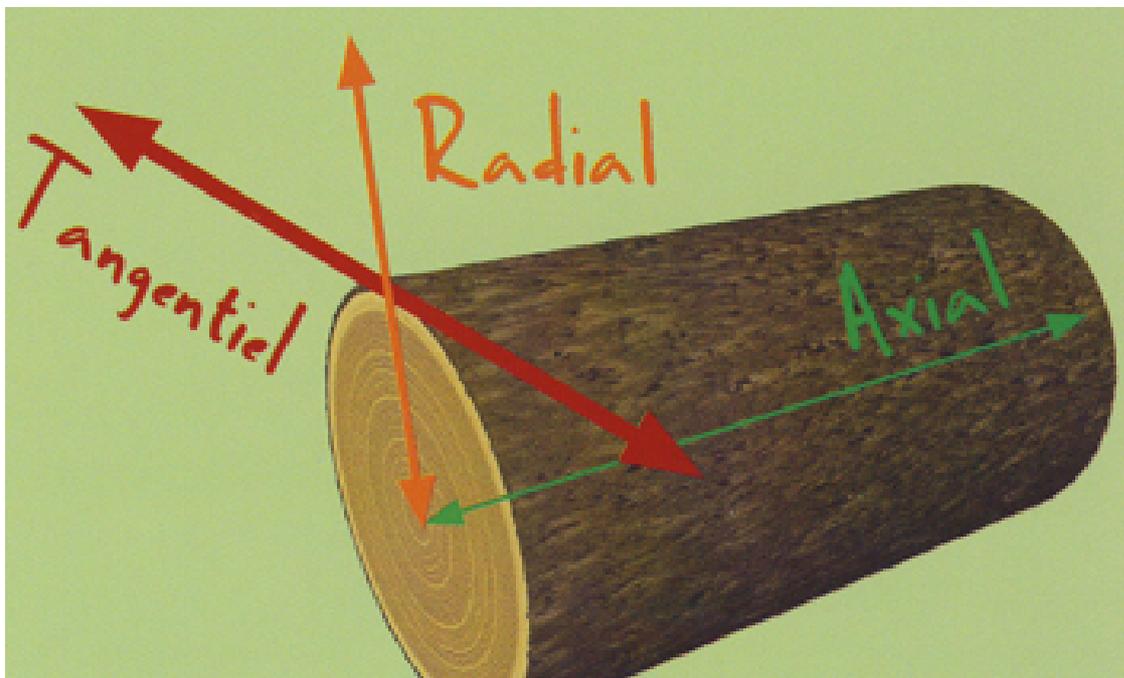


1. Les variations dimensionnelles

Anisotrope



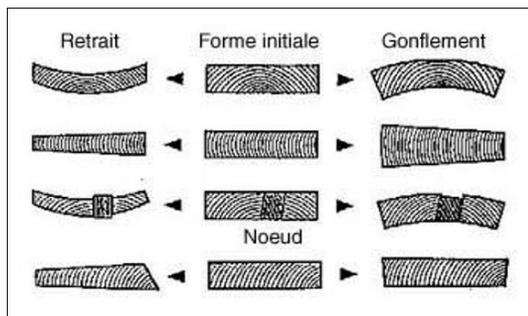
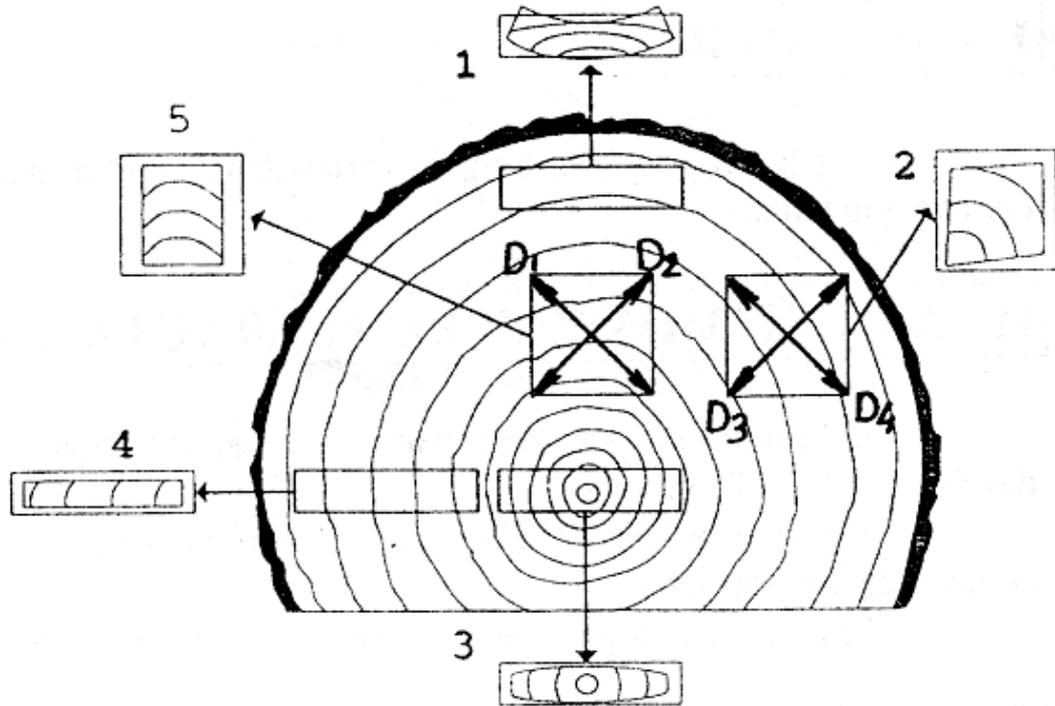
Le bois est un matériau anisotrope (il n'a pas les mêmes propriétés selon les axes). Il ne faut pas fixer les axes par rapport à la pièce mais par rapport à sa position dans la bille



1.1. Les déformations du bois au séchage selon le sens de débit.

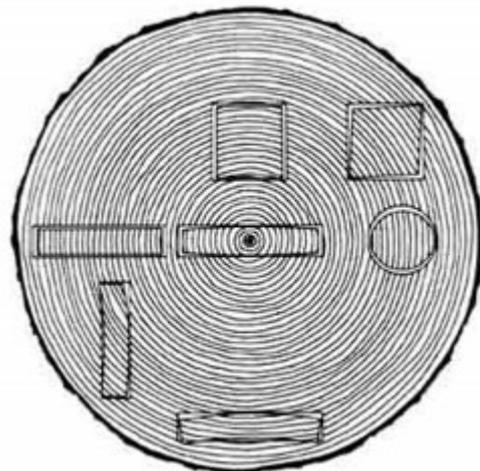
DEFORMATIONS

1. Planche sur dosse se cintre toujours et tire au cœur.
2. Chevron carré sur faux quartier devient losangique car ses diagonales sont : D4 tangentielle et D3 radiale.
3. Planche sur quartier de cœur aura ses bords plus minces que le cœur mais ne cintre pas. Si le cœur est sur une face, il y aura une fente.
4. Planche sur quartier se rétracte mais ne se déforme pas.
5. Un chevron carré sur quartier ne se déforme pas, ses diagonales D1 et D2 sont de même sens : faux quartier.



Retrait des pièces suivant la direction

Retrait du bois selon le débit



a) Donc :

Suivant l'emplacement dans la bille le retrait et la déformations seront du plus important au quasi-nul pour le sens longitudinal.

 **Fondamental**

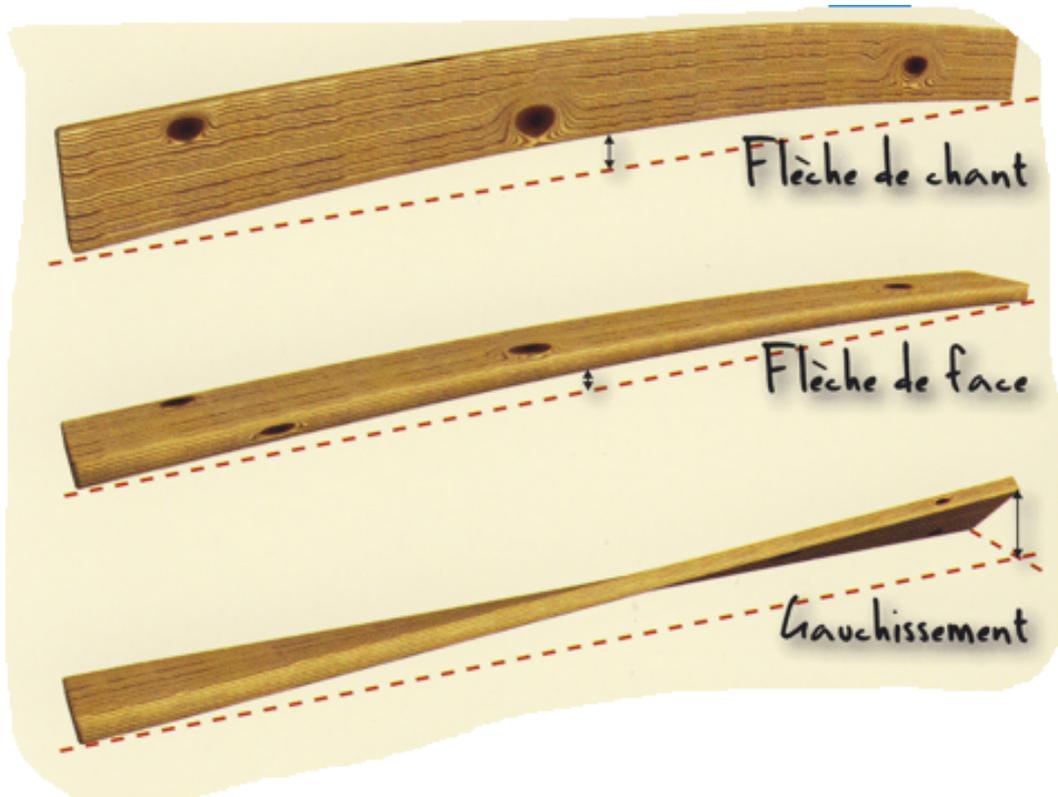
- Tangentiel= débit sur dosses et en plot (Retrait , déformations importants)
- Radial=Débit sur quartier (Retrait , déformations moindre)
- Longitudinal ou axial (Retrait , déformations très faible)

D'où l'importance du débit :

Dosse=> Panneaux ou petites pièces

Quartier => Ossature (Montants et Traverses)

Pour la stabilité dans le temps et pour l'esthétisme.



b) Variations dimensionnelles

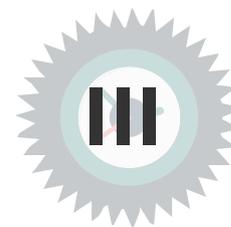
Négligeable dans le sens longitudinal. Retrait en % pour une variation de 1% d'humidité.

Tableau de variations dimensionnelles

	BOIS TENDRES	BOIS DURS
SENS RADIAL	0.10 à 0.15 %	0.15 à 0.20 %
SENS TANGENTIEL	0.20 à 0.30 %	0.30 à 0.40 %

Négligeable dans le sens longitudinal. Retrait en % pour une variation de 1% d'humidité.

Le séchage



1. Le séchage naturel ou à l'air

- Le séchage naturel à l'air libre est encore très souvent pratiqué dans l'industrie du bois :
- Soit comme seul moyen de séchage.
- Soit combiné avec un procédé de séchage artificiel.

Un des buts du séchage naturel est de faire évaporer une partie de l'eau contenue dans le bois : c'est le procédé le plus simple et le plus ancien.

1.1. Les éléments naturels qui influencent le séchage

L'ACTION DU VENT

C'est comme pour le linge, plus il y a de vent, plus le séchage est rapide.

Le séchage est obtenu par un apport de chaleur transmis par l'air qui passe sur la surface du bois.

Il faut que l'air puisse traverser la pile de bois et cela grâce aux liteaux d'empilage qui favorisent la circulation de l'air entre les planches, pour évacuer l'humidité qui provoque toujours des attaques de champignons.

L'HUMIDITE DE L'AIR : Hr

-C'est l'élément naturel le plus important que l'on subit : on ne peut pas le faire varier. - -On le contrôle avec un hygromètre. - -A l'extérieur, à l'intérieur, elle varie de 40 à 90 % selon saisons, régions. - -Il ne faut pas stocker le bois à sécher (chauffage ou planches) ou usiné (meubles, parquets...) dans un endroit : -Trop humide : attaques champignons -Trop sec : déformations, fentes...

LA TEMPERATURE : T°

•Son action est importante sur l'évaporation de l'eau du bois par l'apport de chaleur naturelle.

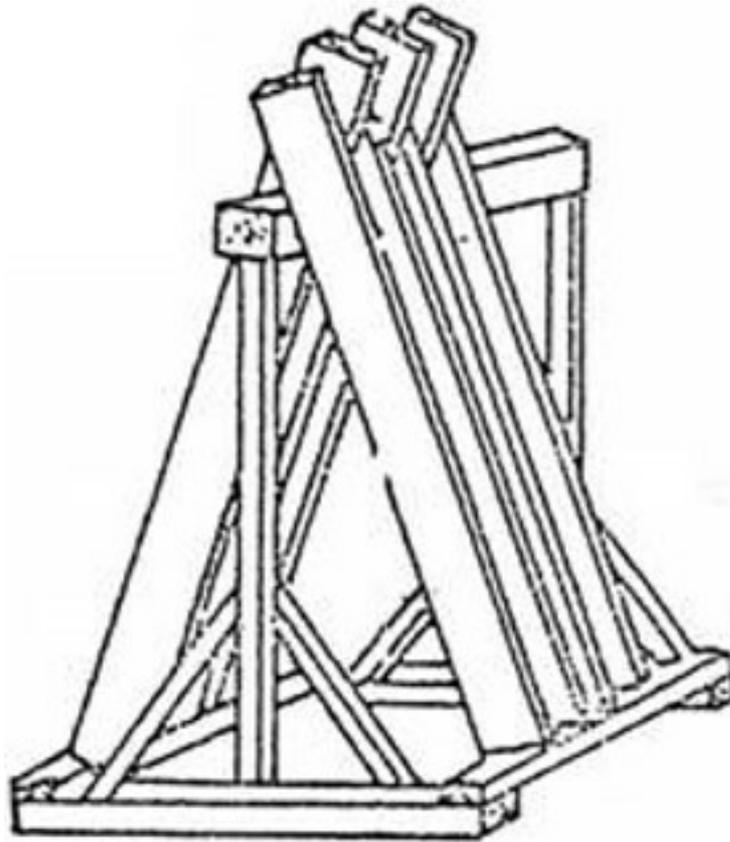
•On ne peut pas agir sur cet élément naturel, mais il faut limiter son action lorsqu'elle est néfaste : l'excès de soleil provoque des fentes et des déformations. •Il faut couvrir les piles de bois lorsque le stockage est long.

1.2. Les conditions d'un bon séchage :

Il est nécessaire d'y veiller scrupuleusement.

a) Le ressuyage.

Empilage vertical pour ressuyage (->30%)



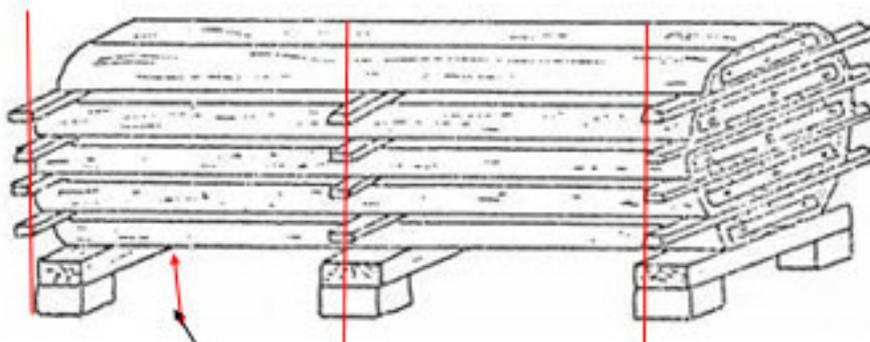
Il permet d'enlever rapidement l'eau des canaux.

b) L'empilage

Empilage horizontal pour stockage et séchage :

- Alignement des tasseaux
- Rehausser du sol

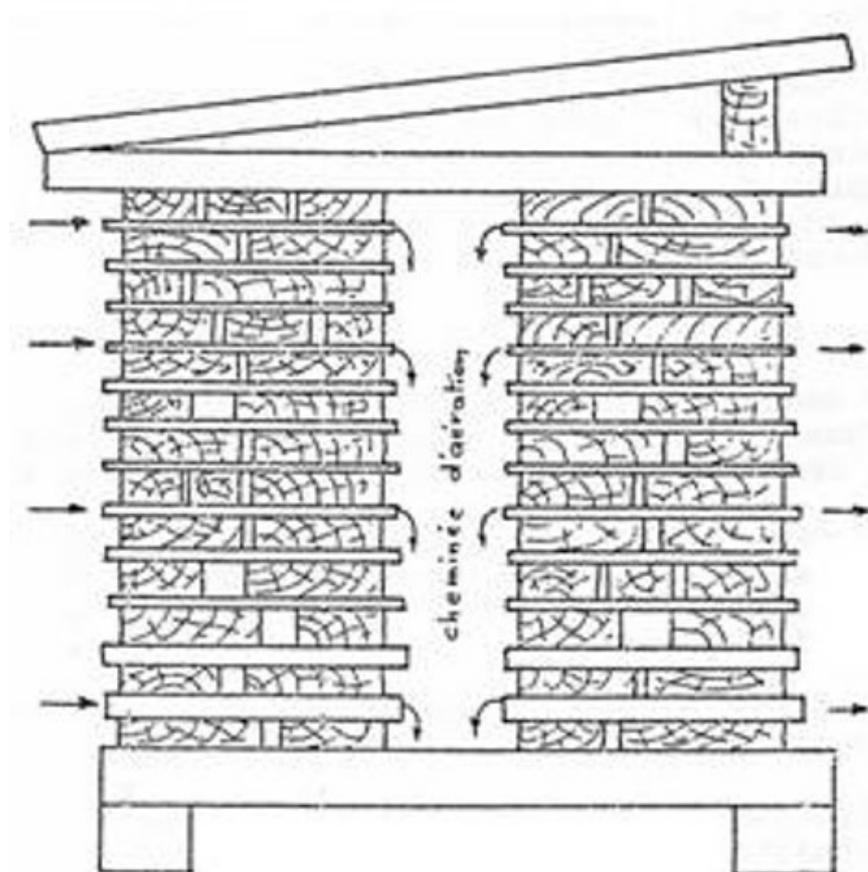
Alignement des tasseaux et chantiers

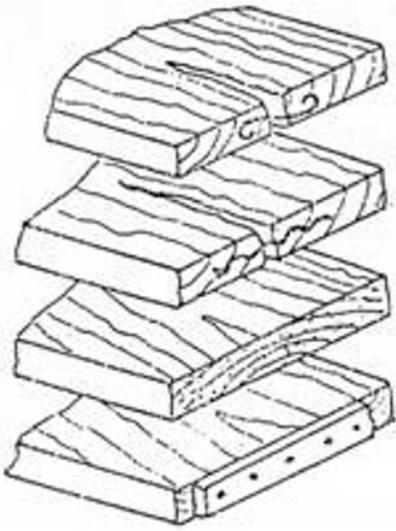


Décalé du sol (40 cm)

c) Le lieux de stockage

Celui ci doit être au vent dominant, bien ventilé, éviter la proximité du sol, et protégé de la pluie.





Protéger les extrémités pour limiter au maximum les fentes des planches.

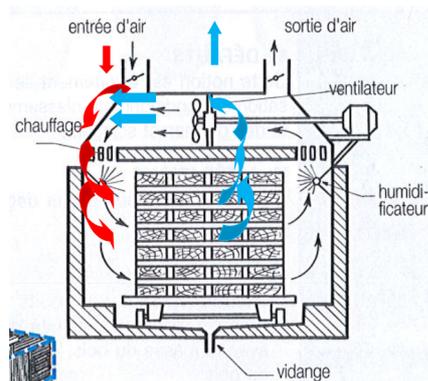
- Crocodile
- Liteaux
- peinture
- S métallique

2. Le séchage Artificiel

Il existe de nombreux modes de séchage artificiel

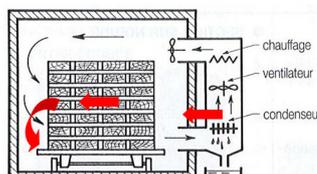
2.1. Séchoir cellule à haute température :

L'air entre dans le séchoir où il est chauffé et humidifié pour éviter les risques de détériorations (dû à une chute trop brutal du taux d'humidité). Il passe dans le bois en se chargeant d'humidité puis ressort à l'extérieur. Pour reparti le séchage on inverse par moment le sens de circulation de l'air. Système de moins en moins utilisé à cause du coup énergétique.



2.2. Séchoir cellule à basse température :

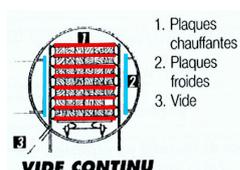
La vapeur contenu dans l'air se transforme en eau sur le condenseur. L'air s'assèche, est réchauffé et recircule dans la cellule, d'où économie d'énergie par recyclage de l'air.



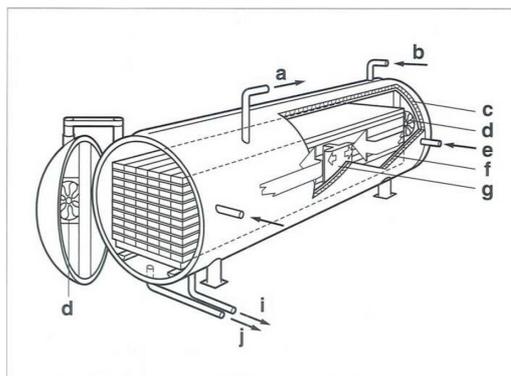
2.3. Séchoir sous vide :

Même principe de plaque chaude et froide pour la déshumidification de l'air, la ventilation est remplacé par l'action du vide, qui force l'eau à sortir du bois plus rapidement.

Le séchage sous vide permet d'obtenir des temps de séchage deux à cinq fois plus courts que le séchage naturel.



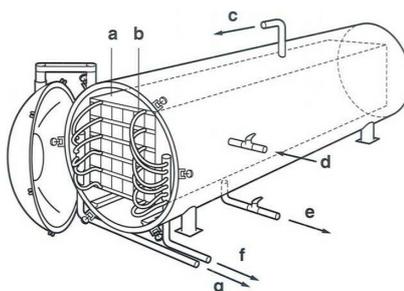
a) Autres séchoirs sous vide



Description du séchoir

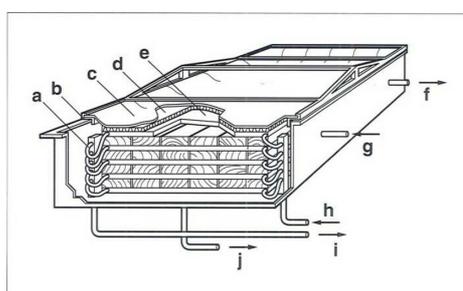
La cellule du séchoir contenant le bois est une cuve cylindrique horizontale constituée de tôle en acier munie d'une porte hémisphérique (fig. 11) ■ La forme particulière de cette cuve lui permet, lorsqu'on fait le vide à l'intérieur, de résister à la pression atmosphérique extérieure

Séchoir sous vide discontinu, a. vers la pompe à vide ; b. entrée eau chaude ; c. isolant thermique ; d. ventilateur ; e. entrée de vapeur ; f. couche d'eau chaude ; g. déflecteur ; h. mise à la pression atmosphérique ; i. sortie eau chaude ; j. évacuation des condensats.



L'empilage s'effectue sur baguettes, comme dans un séchoir traditionnel. La circulation de l'air chaud peut être naturelle ou activée par un ventilateur placé en bout de cuve. Des sondes d'humidité et de température sont enfoncées dans les planches

Séchoir sous vide continu à plaques, a. plaque chauffante ; b. flexibles, circuit d'eau chaude ; c. vers la pompe à vide ; d. remise à la pression atmosphérique ; e. évacuation des condensats ; f. arrivée d'eau chaude ; g. sortie d'eau chaude.



Le bois est disposé entre deux plaques dans lesquelles circule de l'eau chaude. Ces plaques sont reliées à la chaudière par des tuyaux de caoutchouc.

Séchoir «presse» sous vide continu, a. flexibles, circuit d'eau chaude ; b. joint d'étanchéité ; c. couvercle de toile en caoutchouc ; d. isolant ; e. plaque chauffante ; f. vers la pompe à vide ; g. remise à la pression atmosphérique ; h. arrivée d'eau chaude ; i. sortie d'eau chaude ; j. évacuation des condensats

3. Les défauts liés au séchage :

3.1. Séchage naturel :

- Déformation, voilage
- Fentes
- Colorations = point noir, bleu...etc

a) Séchage artificiel :

- Cémentation (crouste superficielle qui empêche l'eau de sortir)
- Collapsus (Aspect du bois en tôle ondulé)
- Fentes et déformations

4. Exercice : Le ressuyage.

Qu'est le **ressuyage**.

- Lorsque l'on fini d'essuyer la vaisselle à la main au sortie du lave-vaisselle.
- C'est lorsque que l'on stock la bille sur des chantier (grosse cale de bois)
- Il permet d'enlever rapidement l'eau des canaux. (Stockage en position verticale)

5. Exercice : Le temps de séchage à l'air

Quelle est la durée moyenne d'un **séchage à l'air** (Mesuré sur la moitié de l'épaisseur des planches de bois)

- 2 centimètres par an.
- 1 centimètres par an.
- 3 centimètres par an.
- 4 centimètres par an.

6. Exercice : Les facteurs d'un séchage à l'air

Quelles sont les éléments naturels qui influencent le séchage à l'air ?

- La température de l'air
- L'âge du capitaine
- L'action du vent
- les hausses de prix de l'électricité.

- La couleur des tôles du toit.
- L'humidité de l'air.

7. Exercice : Les séchoirs artificiels

Sélectionner les types de séchoir artificiel pour le bois.

- Séchoir cellule à haute température
- Séchoir cellule à basse température
- Séchoir extensible mural et pliant.
- Séchoir à houblon.
- Séchoir à moyenne température.
- Séchoir sous vide

8. Exercice : Les moyens de limitation des fentes en bout des planches.

Par quelle moyens, peut on limiter les fentes en **bout des planches** ?

- Par un liteau cloué.
- Par un charnière cloué.
- Avec un élastique cloué.
- Avec de la peinture.
- par un « S » métallique.
- Par un « crocodile » (plaque métallique ondulée).