

## Fabriquer en bois massif : anticiper les variations

**À** l'extérieur, en hiver, l'humidité augmente et la température baisse, la porte du garage ne s'ouvre plus, la fenêtre ferme mal... et pourtant les lames de plancher posées récemment dans une pièce de la maison ont rétréci ! Ces comportements sont propres au bois massif, quelle qu'en soit l'essence. En effet, le bois est un matériau hygroscopique : en fonction des conditions climatiques et de l'endroit où il se trouve, il absorbe de l'eau et en rejette. La fibre de bois gonfle, rétrécit, et on constate des variations de dimensions et de forme : ce phénomène s'appelle la rétractibilité. Je vous propose de le comprendre pour mieux mener vos réalisations.

Un des objectifs de fabrication des menuiseries industrielles en bois et parquet est de stabiliser les retraits et déformations dans le temps. Pour cela, on emploie des méthodes d'injections de produits, de traitements à hautes températures (thermo-traités), de micro-entures... Mais peut-on alors encore parler de « matériau naturel » ? D'autant qu'on peut agir autrement, à notre niveau, dans nos propres réalisations.

Le bois à l'état naturel reste un matériau vivant, perpétuellement sujet à variations de dimensions, de formes. Des variations que nous pouvons limiter en le séchant une fois débité, avant sa mise en œuvre, ou à défaut anticiper pour mieux les contrôler :

- en orientant les pièces constituant un ouvrage, lors de la phase primordiale de l'établissement par exemple ;
- en déterminant des « jeux » de fonctionnement tenant compte de ces variations au moment de la conception.

Pour y parvenir, nous avons à notre disposition des modèles de calculs sur la rétractibilité (retraits et gonflements des bois) et des comportements connus du bois suivant les types de débit sur quartier et sur dosse (tuilage, cintrage...).

### CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES ET PROPRIÉTÉS HYGROSCOPIQUES

Pour bien anticiper les retraits et gonflements du bois massif, commençons par observer ce matériau dans son aspect physique.

#### Anatomie succincte de l'arbre

Le matériau bois issu d'un arbre a trois caractéristiques primordiales :

- Il est **hétérogène** : il est constitué d'éléments de natures et de formes variées, les cellules.
- Il est **anisotrope** : il n'a pas les mêmes caractéristiques et comportements mécaniques et physiques dans ses trois dimensions. Ceux-ci dépendent des contraintes de sa croissance : bois en tension ou en compression, bois jeune ou bois parfait, fil perturbé ou non, défauts... Afin de faciliter



les études sur ces comportements physiques et mécaniques, on prend comme référence trois types de section :

- a) **Section transversale**, perpendiculaire au fût de l'arbre (tronc). Si vous avez déjà vu un arbre fraîchement abattu, vous pouvez facilement vous représenter une section transversale. Avec, en « bois de bout »,



1 Arbre abattu en section transversale



les cernes d'accroissement annuels qui correspondent à la matière ligneuse fabriquée par l'arbre au printemps et validée l'été (un cerne complet est donc une couche de printemps + une couche d'été).

- b) **Section tangentielle**, longitudinale, dans le sens du fil du bois, et « perpendiculaire » aux rayons médullaires centrés sur le cœur de la grume. Lors du débit de la grume « en plot » (débit courant), les dessins des faces des premiers plateaux obtenus en sont caractéristiques.
- c) **Section radiale**, là aussi longitudinale, et dans le sens du fil du bois, mais « parallèle » aux rayons. Cette section est visualisable sur les plateaux débités à proximité du cœur (avec pour le chêne et le hêtre, par exemple, une présence marquée de la « maille » : caractéristique des rayons médullaires sectionnés « tangentiellement »).

Le matériau bois est également **hygroscopique** : cela signifie que, **comme une éponge**, il est capable de perdre ou de reprendre de l'humidité en fonction de l'air ambiant. Il est donc directement dépendant de son environnement climatique, du lieu où il se trouve. Et cela est vrai qu'il soit transformé ou non ! **L'hygroscopie du bois influe directement sur sa densité, sa durabilité, sa résistance mécanique, sa conductivité électrique, phonique, thermique, et sur ses dimensions.**

N'oublions pas enfin que le bois massif est un matériau naturel issu d'une plante (l'arbre), ce qui implique que son comportement physique dépend aussi de caractéristiques **anatomiques**, avec des différences importantes entre les feuillus (chêne, hêtre...) et les résineux (sapin, épicéa...).

## COMMENT MESURER L'HUMIDITÉ DU BOIS ?

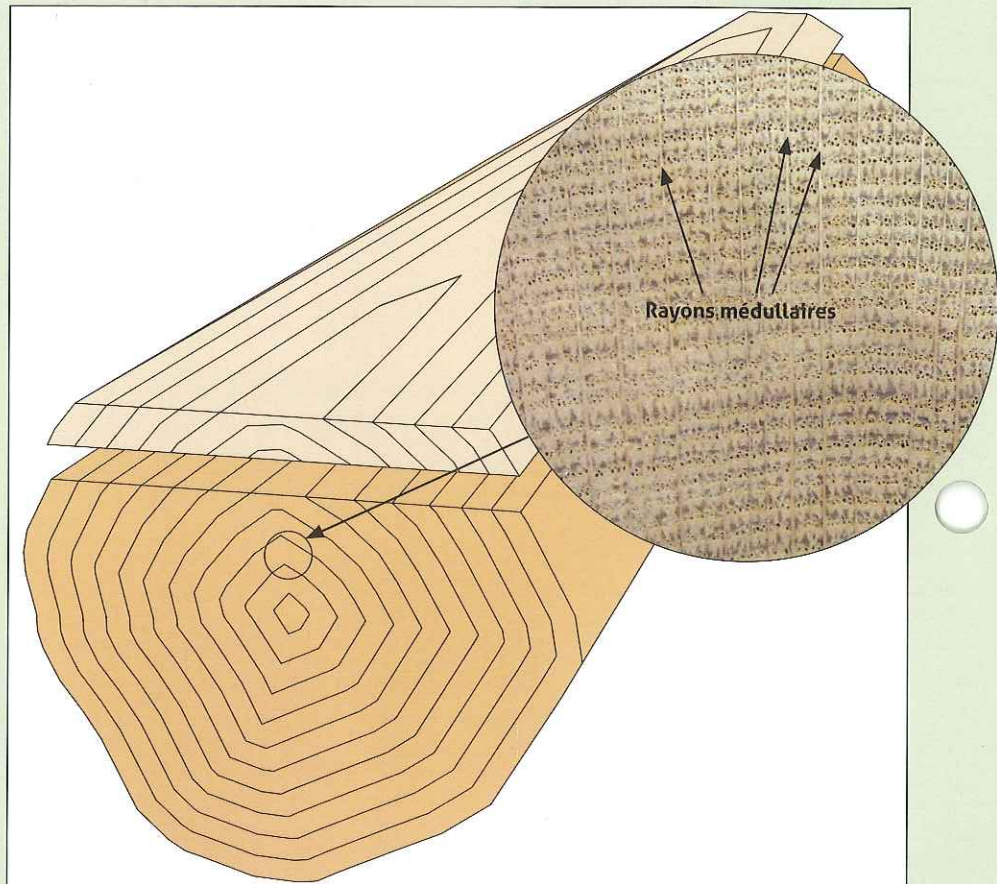
L'humidité d'un matériau est le rapport de la masse d'eau qu'il contient à sa masse « anhydre » (pourcentage minimal d'humidité). On peut mesurer le taux d'humidité d'une pièce de bois massif de deux façons différentes : soit par pesée (avec une méthode normalisée dont on se sert notamment en laboratoire, ou dans l'industrie du séchage artificiel du bois), soit à l'aide d'un appareil électrique appelé humidimètre (méthode plus rapide mais moins précise).

### Mesure par pesée

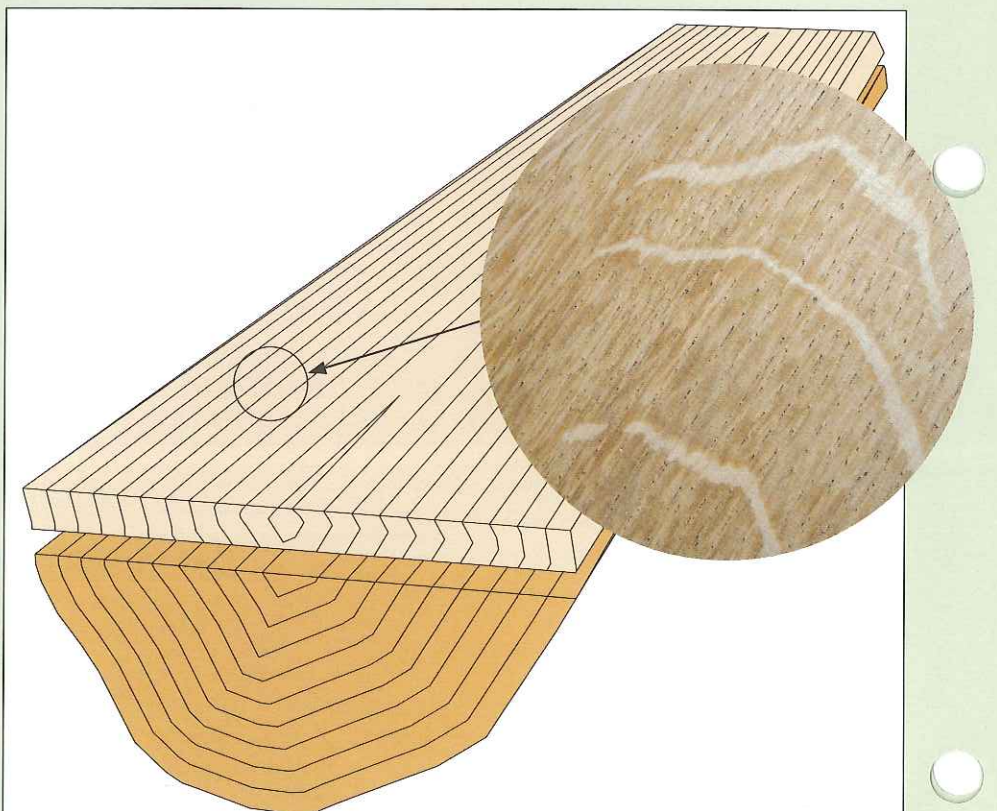
On détermine par pesées la diminution de masse d'un échantillon ou d'un lot de bois (dans ce cadre d'expérience, on parle

d'« éprouvette(s) ») après dessiccation (Photo 5). Puis on calcule en pourcentage le rapport entre cette diminution de masse constatée et la masse de l'éprouvette ou du

lot d'éprouvettes anhydres (déshydratées). Dans le cadre de notre expérience, pour rendre les échantillons anhydres, on leur fait passer un séjour prolongé dans une



2 Plateau prélevé en section tangentielle



3 Plateau prélevé en section radiale (sur quartier, ou encore sur maille)





4 Étuve ventilée de laboratoire



5 « Échantillons » en cours de séchage

étuve ventilée spécifique (Photos 4 et 5). La pesée en entrée et en sortie se fait alors avec une balance très précise (Photo 6).



6 Balance précise à 0,01 g permettant de peser à 0,5 % près

L'humidité  $H$  de chaque « échantillon » est alors exprimée en pourcentage à l'aide de la formule suivante :

$$H \% = \frac{(mH - m0)}{m0} \times 100$$

Où :

- $mH$  est la masse, en grammes, de l'échantillon avant dessiccation
- $m0$  est la masse, en grammes, de l'échantillon anhydre.

On indique le résultat à 0,1 % près. L'humidité du lot d'échantillons est égale à la moyenne arithmétique arrondie à 0,1 % des résultats obtenus sur chacune d'elles.

## Mesure électrique

C'est sur la même base de calcul que sont conçus les humidimètres. Ces appareils étalonnés en pourcentage d'humidité du bois donnent la valeur de l'humidité du bois



7 Mesure électrique, avec humidimètre

instantanément, en mesurant la constante diélectrique du matériau, qui varie avec son humidité. On plante deux électrodes dans le bois, au travers desquelles on fait passer un courant faible par le biais de l'humidimètre relié. D'après la conductivité du bois et son essence, l'appareil est en mesure de déterminer son pourcentage d'humidité : plus le bois est humide, plus il conduit le courant.

## ÉQUILIBRE HYGROSCOPIQUE DU BOIS

À une certaine température et à un certain taux d'humidité, le bois va perdre

ou absorber de l'eau et se stabiliser : c'est l'équilibre hygroscopique. À l'aide d'un diagramme, on peut facilement déterminer le taux d'humidité d'équilibre hygroscopique du bois en fonction du changement d'humidité de l'air et de sa température.

En théorie, dans un climat tempéré similaire à celui de la France à l'intérieur des terres :

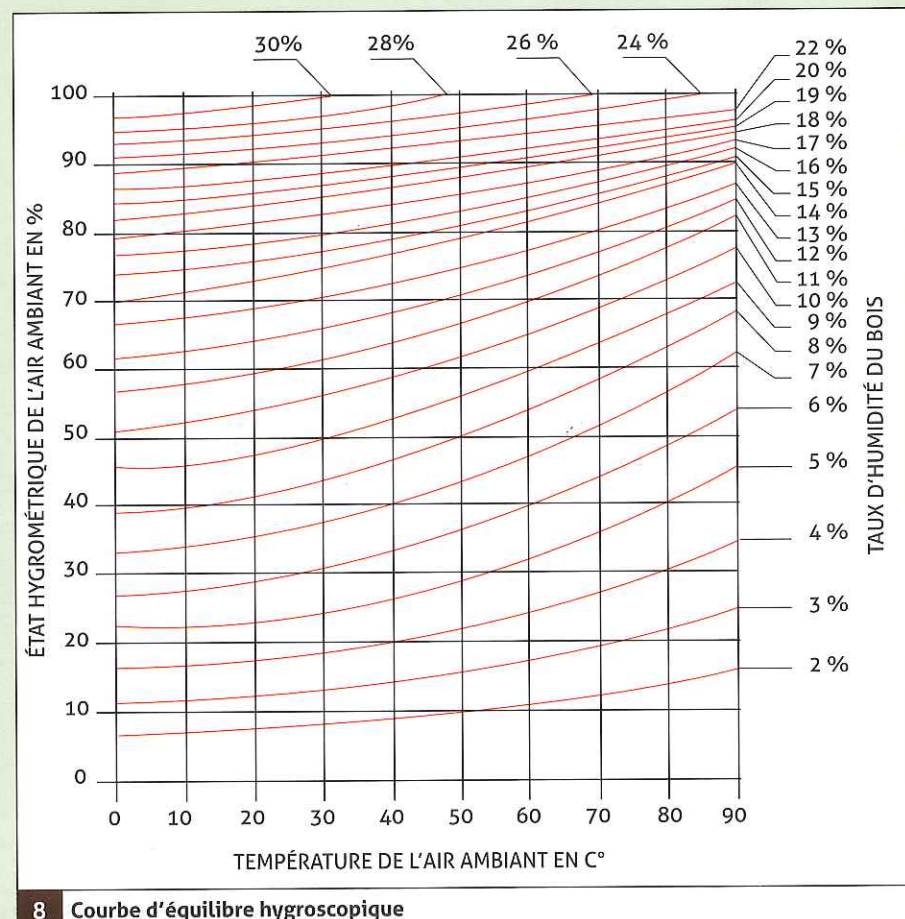
### • En extérieur :

Un ouvrage en bois (fenêtres, volets, bardages) verra son humidité tendre vers **13 % en été et vers 19 % en hiver**. Pour que le jeu du bois soit minimal, il faudra que son humidité se situe entre 15 à 16 %.

### • En intérieur :

Un bois d'une maison chauffée verra son humidité tendre vers **12 à 13 % en été** (comme en extérieur) et vers **7 % en hiver**. L'humidité moyenne des bois lors de la fabrication des ouvrages intérieurs (parquets, lambris, portes) doit donc être voisine de 10 %.

## Courbes d'humidité : mesures d'un état hygrométrique après stabilisation Fig. 8



8 Courbe d'équilibre hygroscopique



## ○ Lecture de la courbe d'équilibre hygroscopique

**Exemple :** pour une humidité de 70% (axe vertical) et une température d'air de 20°C (axe horizontal), le matériau est en équilibre hygroscopique aux alentours de 13%, il sera stable (ni gonflement, ni retrait).

## ○ Pourquoi ne travaille-t-on pas un bois fraîchement débité ?

Une fois abattu, on l'a vu, le bois va irrémédiablement entamer son processus de séchage jusqu'à un point d'équilibre hygroscopique lié au climat environnant. En passant par une phase plus ou moins importante de retrait. Sous peine de grosses déconvenues (déformations, variations dimensionnelles, fentes...), il est donc fortement déconseillé de commencer à travailler le bois avant d'avoir atteint ce point d'équilibre. Ou de s'en être rapproché le plus possible.

L'eau s'évapore d'abord en surface, ce qui veut dire qu'en réalisant par exemple une feuillure, nous créons deux nouvelles surfaces par lesquelles l'eau va s'évaporer à nouveau. Des essais sur le comportement de la géométrie d'une section ont été réalisés sur quelques « éprouvettes » en frêne et chêne et il en résulte que les directions des retraits sont bien différentes dans le sens tangentiel et radial, ce qui produit des déformations (Fig. 9).

Il est donc primordial d'amener le bois à son équilibre hygroscopique avant tout usinage. Mais aussi pour plusieurs facilités de façonnage, d'assemblage et de finition :

- limiter la rupture des fibres, l'arrachement ;
- couper la fibre facilement ;
- obtenir une vitesse d'avance correcte et uniforme ;
- une meilleure adhérence des collages ;
- faciliter la mise en œuvre de finitions (accrochage des vernis et peintures) ;
- limiter les attaques biologiques (champignons et/ou insectes).

## SÉCHAGE DU BOIS

Il existe deux types de séchage du bois : naturel et artificiel.

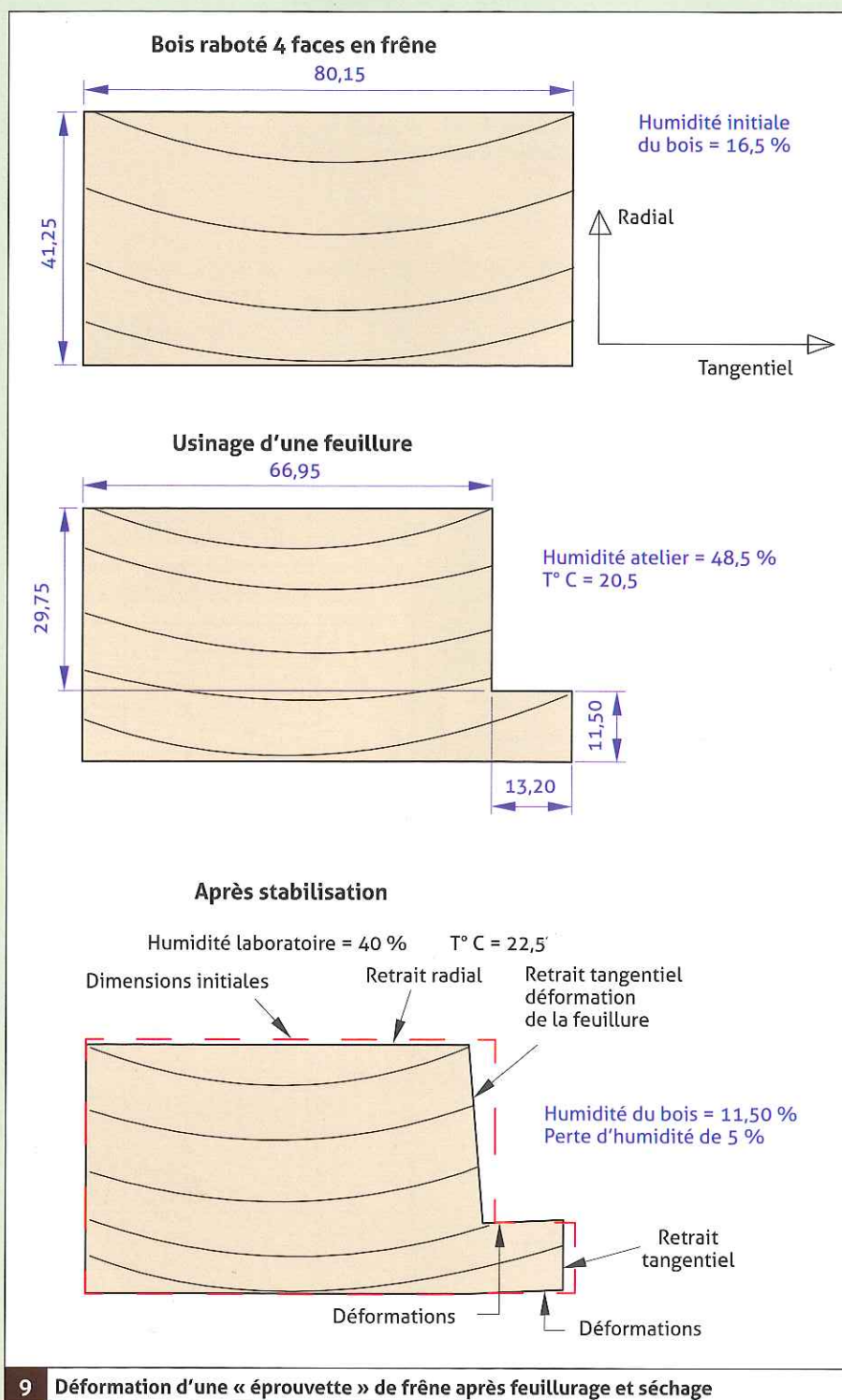
### Le séchage naturel

Le séchage naturel, à l'air libre, est encore très souvent employé dans l'industrie du bois (et parfois combiné avec un procédé

de séchage artificiel). Les bois « en plots » et avivés sont simplement empilés à l'horizontale. Afin que l'air puisse circuler correctement à travers ces piles de bois, il faut respecter certaines contraintes, notamment en intercalant entre chaque plateau des tasseaux appelés « épingles ». Ces épingles doivent répondre à des caractéristiques précises : épaisseur, alignement, bois neutre (surtout pas en chêne par exemple, qui est un bois tannique et qui laissera des taches profondes à l'endroit des épingles)...

La durée du séchage naturel varie, pour une essence et une épaisseur données. Les

Anciens disent par exemple : « dans les chênes, il faut un an d'empilage par centimètre d'épaisseur pour avoir un bois sec à cœur. » Elle varie également en fonction du climat, et donc avec la période d'empilage. **L'équilibre hygroscopique du bois sous le climat français est compris entre 13% et 19%. Ces valeurs sont trop élevées pour des bois destinés à un usage intérieur dans un habitat chauffé.** Du temps de nos ancêtres, une fois le séchage naturel arrivé à son terme, avant mise en œuvre, le bois était idéalement stocké pendant quelque temps dans son futur lieu de résidence. Une pratique







Après sciage, les billes sont reconstituées et soumises à un séchage naturel

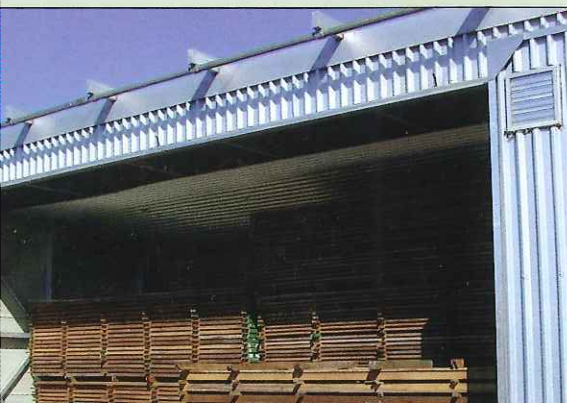
ément simple à mettre en œuvre  
hui mais qui a toujours du sens.  
séchage naturel présente quelques  
nients. L'hygrométrie de l'air n'est  
risée. Des fentes en bout peuvent  
nt apparaître. En outre, à l'air libre,  
plusieurs mois de l'année, la tem-  
est favorable au développement  
pignons (au dessus de 20% d'hu-  
u bois). Par sa lenteur, le séchage  
exige aussi d'avoir à disposition  
longue durée de grandes surfaces  
age (Photo 10).

## Séchage artificiel

utilise des cellules pour mener le  
artificiel. Ce sont en général des  
ifs préfabriqués vendus par un  
cteur et appelés « séchoirs ». Ces

cellules sont principalement de deux  
types : séchoir à air chaud climatisé (Pho-  
to 11) et séchoir sous vide (Photo 12). Le  
séchage artificiel a l'avantage de permettre  
une maîtrise de la circulation de l'air, de  
l'humidité, de la température et, dans cer-  
tains cas (séchage sous vide), de la régula-  
tion de la pression atmosphérique.

L'homogénéité du séchage dépend  
principalement d'une bonne circulation  
du flux d'air à travers les billes de bois  
(épingles...). Le bois étant le plus souvent  
séché par convection, il est nécessaire de  
donner à l'air un mouvement forcé à l'aide  
de ventilateurs. Cet air, dont on détermine  
et fixe des conditions hygrométriques et de  
température (conditions non maîtrisables  
au cours du séchage naturel) est ensuite  
orienté sur les piles afin d'assurer un trans-  
fert de chaleur et d'humidité.



## LE COMPORTEMENT DU BOIS EXPOSÉ AU SÉCHAGE EST DIRECTEMENT LIÉ À UN DE SES ÉLÉMENTS ESSENTIELS : L'EAU

### Les différentes eaux dans le bois

Plusieurs types d'eau circulent dans les bois massifs quelle qu'en soit l'essence ou la densité :

- **L'eau libre** occupe les vides cellulaires. Elle s'évapore en premier au cours du séchage, sans conséquence néfaste pour le bois. Une fois cette eau disparue, on dit que l'humidité du bois est au « point de saturation » des fibres (environ 30% d'humidité, 50% pour certaines essences comme le palissandre ou certains chênes).

- **L'eau liée** (ou d'imprégnation) est intégrée à la fibre. Elle commence à s'évaporer une fois l'eau libre évacuée : c'est le début du retrait.

- **L'eau de constitution** fait chimiquement partie du matériau bois. Elle ne disparaît que si l'on brûle le bois.

### Circulation de l'eau dans les bois massifs lors du séchage

Le rapport entre l'humidité à cœur et en surface s'appelle le « gradient d'humidité ». Il renseigne sur les tensions qu'il peut



avoir à l'intérieur d'une pièce de bois. Ce sont ces tensions internes dues à l'évaporation de l'eau (gradient trop important), qui provoquent des accidents de séchage (déformations, fentes, pourrissement...) ou favorisent l'implantation d'éléments perturbateurs (insectes xylophages, champignons...). L'évaporation de l'eau doit donc être constante et uniforme, afin de créer une capillarité avec un gradient le plus petit possible.

**Attention :** un séchage artificiel mal mené, trop rapide, fait apparaître un « glaçage » de la surface du bois, que l'on appelle la « céméntation » : il empêche la migration de l'eau vers l'extérieur. Le bois se retrouve alors sec en surface, et garde son humidité interne ; apparaît alors un gradient d'humidité trop élevé qui va générer des tensions dans le bois. Ces tensions sont dangereuses lors des opérations de débit qui vont les libérer (phénomène de coincement de lames et de rejet du bois). En fonction de leurs sections, les pièces débitées vont se déformer. Elles seront alors corroyées, profilées et assemblées. Et en fonction de ces usinages, elles vont poursuivre leur séchage avec de nouvelles contraintes, au travers des parties fraîchement « déglacées », et se déformer à nouveau...

## RETRAIT DU BOIS

La Fig. 13 représente schématiquement une fibre en cours de séchage. L'eau libre s'évapore et n'occasionne aucun retrait, mais une fois le « point de saturation » atteint, dès que l'eau liée commence à s'évaporer (à partir de 30% d'humidité), la fibre rétrécit : c'est le début du « retrait total ».

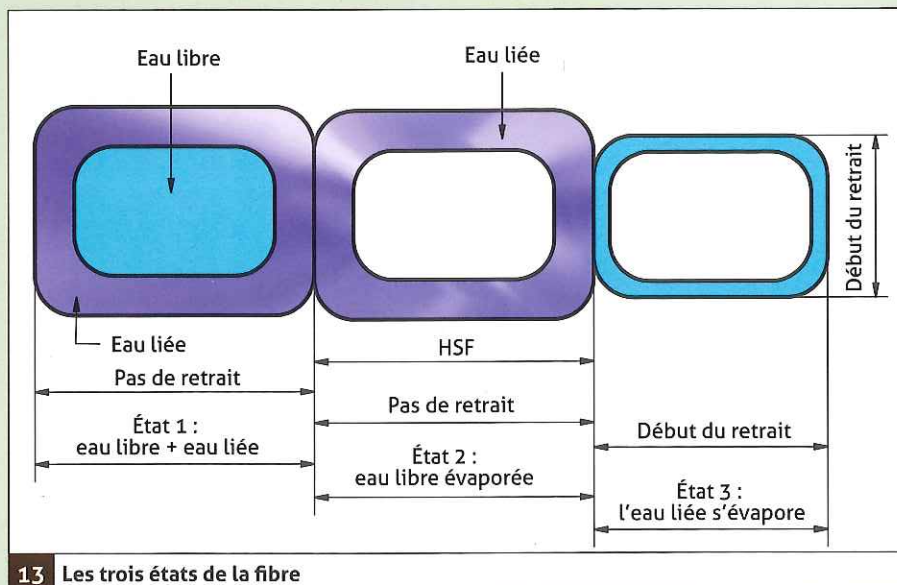
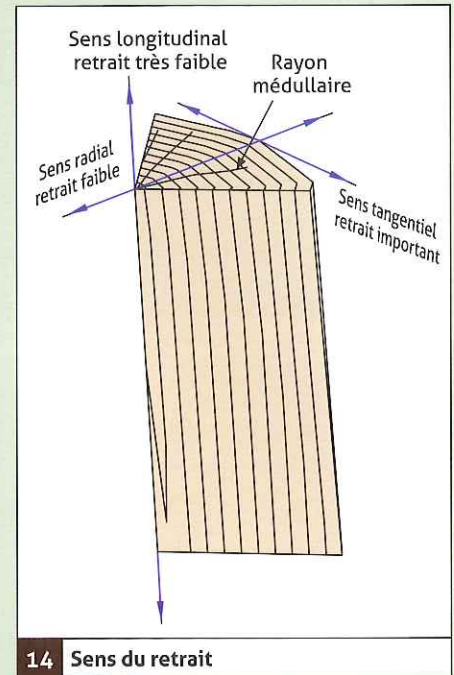


Tableau 1 : ordre de grandeur des retraits totaux de quelques essences			
Essences	Retrait tangentiel total (%)	Retrait radial total (%)	Retrait volumique total (%)
<b>Feuillus européens</b>			
Hêtre	12	6	18
Chêne	10	5	15
Orme	9	5	14
Frêne	8	6	14
Châtaigner	8	4	12
Charme	11,5	7	18,5
Bouleau	9	6	15
Noyer	7,5	5,5	13
Merisier	10	5	15
Peuplier	9	5	14
Aulne	7	5	12
Érable	8	4	12
Tilleul	9	5,5	14,5
<b>Résineux</b>			
Sapin	8	4	12
Épicéa	9	4	13
Pin maritime	8	5	13
Pin sylvestre	8	5	13
Douglas	7	4	11
Mélèze	9	5	14
Pitchpin	8	5	13
<b>Feuillus tropicaux</b>			
Okoumé	6,5	4	10,5
Niangon	8	4	12
Sipo	6	5	11
Iroko	6	4	10
Doussié	5	3	8
Teck	6	3	9
Azobé	11	8	19

La rétractibilité du bois est très fortement anisotrope : c'est dans le sens tangentiel que le retrait est le plus important, car les parois de cellules sont plus épaisses dans le sens tangentiel que dans le sens radial. Le bois est également soumis à un retrait longitudinal (ou axial), mais celui-ci est très faible, de l'ordre de 0,2% à 0,3%, et est donc négligé.



## Le retrait d'une pièce de bois suivant son prélèvement dans la bille

Nous l'avons dit : c'est une fois l'eau libre évaporée, une fois le point d'humidité à saturation des fibres (HSF) atteint, que le bois commence à se rétracter. Ce retrait est proportionnel à la perte d'humidité. Il est aussi, nous l'avons vu, plus marqué dans certains sens que dans d'autres.

Cette « anisotropie » du bois (caractéristiques différentes dans les trois dimensions) a pour conséquence que, lors du séchage, le bois se déforme. En raison de la courbure des cernes d'accroissement, un plateau débité sur dosse a sa face orientée vers l'extérieur plus tangentielle que sa face orientée vers le cœur : lors du séchage, la face orientée vers l'extérieur se rétractera davantage que l'autre (on dit en langage de menuisier que le bois « tire à cœur », Photo 15).

De même, un avivé débité de telle façon que l'une de ses diagonales soit tangentielle et l'autre radiale verra sa diagonale tangentielle se rétracter au séchage deux





15 En séchant, le bois « tire à cœur »

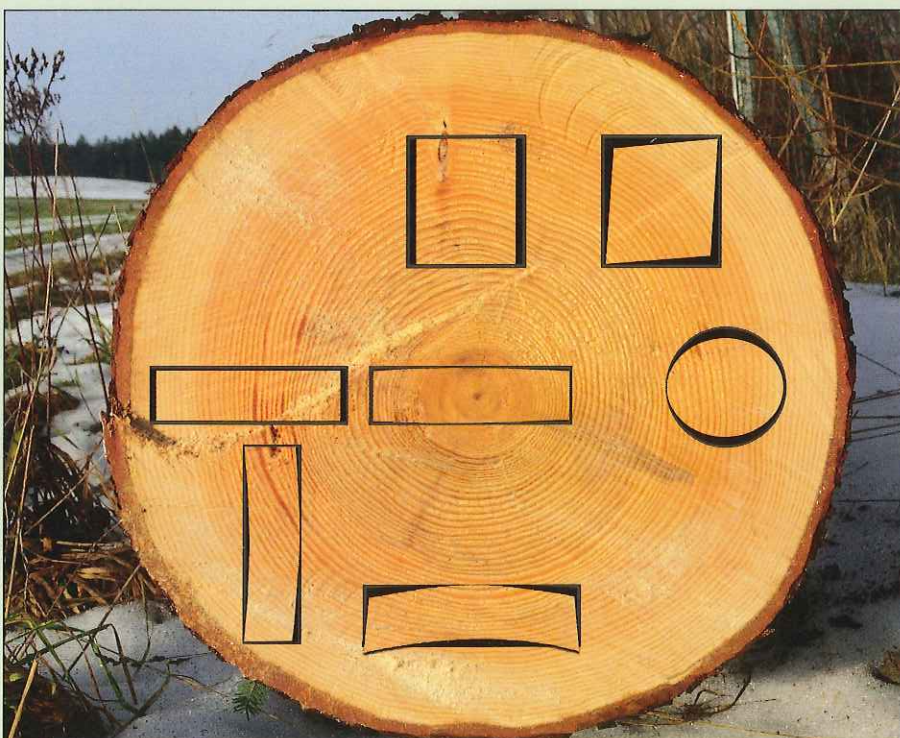
fois plus que sa diagonale radiale. La Fig. 16 ci-dessous représente schématiquement des déformations dues à l'origine du prélèvement des pièces dans la bille..

Mais il faut aussi tenir compte du caractère hétérogène de l'arbre, tant sur son diamètre que sur sa longueur. Lors du débit, une pièce de bois peut ainsi avoir en ses deux extrémités et en son centre des caractéristiques complètement différentes ! Au séchage apparaîtront alors des déformations de cintrage ou de gauchissement. Ceci met en lumière l'importance du type de sciage et de sa qualité.

Ces déformations sont cependant totalement indépendantes de la façon dont est séché le bois : elles ne dépendent que des caractéristiques anatomiques du bois et de son débit (compte non tenu des conditions de stockage).

## Masse volumique et densité

La masse volumique a une forte influence sur le séchage. Un bois de masse volumique élevé est en effet constitué



16 Déformations suivant l'origine du prélèvement de la pièce

de cellules à parois épaisses et aux vides cellulaires de faible diamètre. La masse volumique du bois est exprimée en kilogrammes par mètre cube ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Elle ne prend de sens qu'en précisant la valeur du taux d'humidité, car elle dépend de deux paramètres qui varient avec l'humidité de l'air : MH (masse à l'humidité du matériau) et VH (volume à la même humidité).

$$\text{Masse volumique} = \frac{\text{MH}}{\text{VH}}$$

La densité est le rapport de la masse volumique ramenée à un corps de référence : l'eau. Elle s'exprime sans unité.

$$\frac{\text{Masse volumique}}{1 \text{ m}^3 \text{ d' eau} = 1\,000 \text{ litres}}$$

Prenons un exemple : un bois de masse volumique  $750 \text{ kg}/\text{m}^3$  a une densité de 0,75.

Tableau 2 : masses volumiques et densités		
Essences feuillues	Masse volumique à 15 % d'humidité, en $\text{kg}/\text{m}^3$	Densité
Hêtre	705	0,705
Chêne	685	0,685
Orme	690	0,690
Frêne	715	0,715
Châtaigner	635	0,735
Charme	825	0,825
Bouleau	645	0,645
Noyer	685	0,685
Merisier	665	0,665
Peuplier	425	0,425
Aulne	540	0,540
Érable	565	0,565
Tilleul	520	0,520
Essences résineuses		
Sapin	465	0,465
Épicéa	435	0,435
Pin maritime	590	0,590
Pin sylvestre	595	0,595
Douglas	485	0,485
Mélèze	625	0,625
Pitchpin	665	0,665
Essences tropicales		
Okoumé	455	0,455
Niangon	730	0,730
Sipo	705	0,705
Iroko	740	0,740
Doussié	770	0,770
Teck	690	0,690
Azobé	1030	1,03

© alho07 - Fotolia.com



**Remarque :** il existe une corrélation entre la densité d'une essence et sa rétractibilité. Ce tableau des densités et le précédent consacré au retrait montrent bien que les essences à forte densité ont un retrait volumique très important (azobé : densité 1,03 - retrait volumique total de 19%).

## Calcul du retrait dans le sens tangentiel et radial (modèle)

### ◊ Calcul du retrait

Dès que le bois, en séchant, atteint son point d'humidité à saturation des fibres (HSF) soit environ 30%, la fibre perd de son eau : c'est le début du retrait quelle que soit l'essence. On peut le calculer, via quelques formules. Pour une substance donnée, la vaporisation ou changement de phase liquide à gaz (ou vapeur) s'effectue à une température bien déterminée, qui dépend de la pression à laquelle s'effectue la transformation. Quel est le pourcentage d'évaporation d'eau d'un échantillon donné, c'est-à-dire de l'humidité initiale (Hi) à l'humidité finale (Hf) quand le matériau se met à l'équilibre hygroscopique, se stabilise ? Établissons ce rapport, qui nous donne la **différentielle de retrait** ( $\Delta R$ ) :

$$(H_i - H_f) / 100 = \Delta R \text{ (delta R)}$$

En fonction d'essais de laboratoire sur les retraits volumiques cités plus haut, le tableau N°1 donne des ordres de grandeur des retraits totaux des principales essences de bois.

Le retrait commence en dessous de l'humidité à saturation des fibres (HSF), qui peut varier entre 30% et 50% sur certaines essences. Il est calculé grâce à un coefficient applicable sur la perte d'humidité.

- Calcul du coefficient de retrait dans le sens tangentiel (CRT) :  $RT / HSF = CRT$

- Calcul du coefficient de retrait dans le sens radial (CRr) :  $RT / HSF = CRr$

Le retrait total d'un bois (RT) (ou son gonflement) dans un sens donné est calculé par le produit de sa dimension dans ce sens multiplié par  $\Delta R$  et multiplié par le coefficient de retrait dans le même sens. Soit :

$$\text{Retrait total} = [\text{largeur ou épaisseur}] \times \Delta R \times [CRT \text{ ou } CRr]$$

### ◊ Un exemple parlant

Comme il n'est pas toujours simple de concrétiser des formules mathématiques, prenons un exemple. Considérons une pièce de bois en hêtre de section 100 x 36 mm avec un taux d'humidité mesuré de 21% à l'état initial (Hi). Elle présente après passage en séchoir un taux d'humidité descendu à 9% (Hf). Nous allons calculer son retrait total en largeur et en épaisseur. Pour cela, commençons par déterminer, d'après l'orientation des cernes, le sens tangentiel et le sens radial. Sur la pièce de bois de la Fig. 17 : sens radial = largeur ; sens tangentiel = épaisseur.

Hêtre : retrait total dans le sens tangentiel = 12% ; retrait total dans le sens radial = 6% (Tableau 1)

Pour cette essence, considérons une humidité à saturation des fibres (HSF) de 30%.

- Calcul de  $\Delta R$  :

$$(H_i - H_f) \div 100 = (18 - 9) \div 100 = 0,09$$

- Calcul du coefficient de retrait dans le sens tangentiel et radial :

$$CRT = \text{retrait total tangentiel} \div HSF = 12 \div 30 = 0,4$$

$$CRr = \text{retrait total radial} \div HSF = 6 \div 30 = 0,2$$

- Retrait total radial, en largeur :

$$100 \times 0,09 \times 0,2 = 1,80 \text{ mm}$$

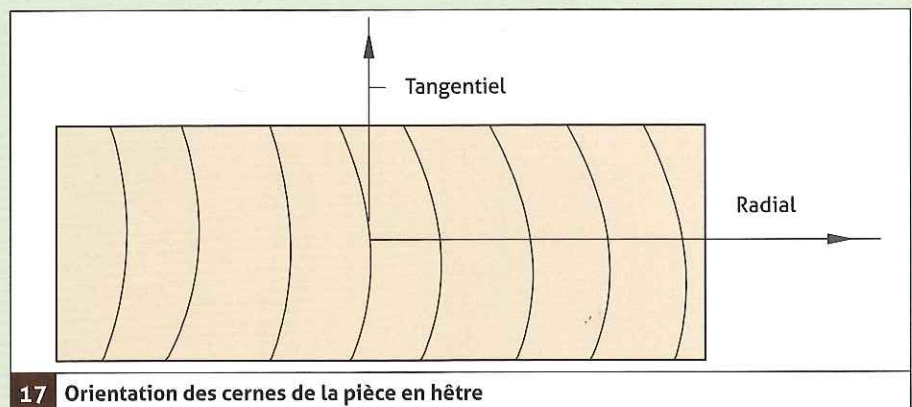
Retrait total tangentiel, en épaisseur :

$$36 \times 0,09 \times 0,4 = 1,29 \text{ mm}$$

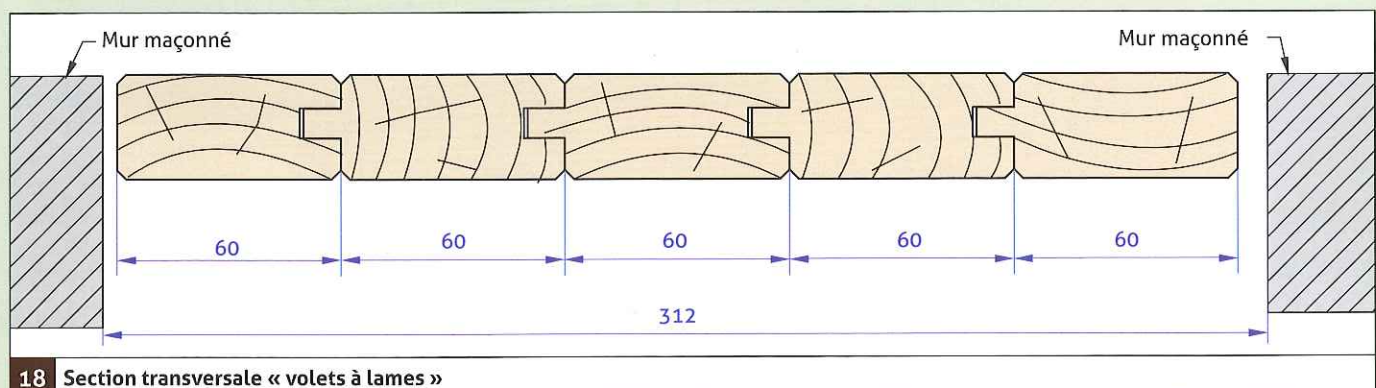
## APPLICATION DE LA MÉTHODE DE CALCUL DU RETRAIT

Nous venons de voir longuement la théorie, il est temps de passer un peu à la pratique ! Appliquons les principes et formules à un cas concret : **des volets battants à lames**.

Les dimensions « L.N.B. » (largeur nominale de baie) en maçonnerie sont-elles suffisamment grandes pour accueillir des vantaux de volets battants à lames, en été comme en hiver, sans être obligé de rectifier la largeur au rabot quand ceux-ci ont gonflé ? Voyez la section horizontale d'un vantail, représentée Fig. 18. Supposons en hiver une température  $T = 10^\circ\text{C}$ , une humidité relative de l'air  $H_r = 90\%$ . En été, une température  $T = 30^\circ\text{C}$  et une humidité



17 Orientation des cernes de la pièce en hêtre



18 Section transversale « volets à lames »



relative de l'air  $H_r = 57\%$ . Avec ce que nous avons vu sur le retrait et les déformations, nous pouvons formuler plusieurs hypothèses et cela requiert un petit calcul.

En observant la section transversale de la Fig. 18, on note que, sur certaines lames, les cernes sont perpendiculaires aux faces et d'autres parallèles : trois lames parallèles aux faces et deux lames perpendiculaires à ces mêmes faces. **Il faut donc déterminer le gonflement de chaque lame en fonction de son orientation !** Voici le détail des calculs :

Hiver  $H_r = 90\%$  et température =  $10^\circ\text{C}$  soit humidité d'équilibre  $21\%$  (voir courbe Fig. 9). C'est notre état initial  $H_i$ .

Été  $H_r = 57\%$  et température =  $30^\circ\text{C}$  soit humidité d'équilibre  $10\%$  (Fig. 9). C'est l'état d'humidité finale  $H_f$ .

Sur le tableau des retraits totaux (Tableau 1), pour le chêne, nous avons : retrait radial  $5\%$ , retrait tangentiel  $10\%$ , nous prendrons l'humidité à saturation des fibres (HSF) =  $30\%$ . Appliquons la formule développée plus haut :

Retrait total ou gonflement = largeur  $\times \Delta R \times CR_{t_{\text{tangentiel}}}$  ou  $CR_{r_{\text{radial}}}$

$\Delta R = H_i - H_f \div 100$  soit  $(21 - 10) \div 100 = 0,11$

$CR = CR_t \div HSF$  soit  $10 \div 30 = 0,33$

$CR_r \div HSF = 5 \div 30 = 0,16$

Gonflement d'une lame dans le sens tangentiel :

largeur  $\times \Delta R \times CR_t = 60 \times 0,11 \times 0,33 = 2,178 \text{ mm}$

Gonflement d'une lame dans le sens radial : largeur  $\times \Delta R \times CR_r = 60 \times 0,11 \times 0,16 = 1,056 \text{ mm}$

Il y a 3 lames dans le sens tangentiel, soit  $3 \times 2,178 = 6,534 \text{ mm}$

Il y a 2 lames dans le sens radial, soit  $2 \times 1,056 = 2,112 \text{ mm}$

Somme des gonflements :  $6,534 + 2,112 = 8,646 \text{ mm}$

Largeur totale de gonflement :

$(60 \times 5) + 8,646 = 308,646 \text{ mm}$

La réservation de  $312 \text{ mm}$  prévue est donc amplement suffisante pour des variations dimensionnelles dans ce genre de volets.

Il faut aussi garder en tête que le **choix des débits sur quartier ou dosse influe directement sur le comportement du matériau et suivant sa destination.**

## HUMIDITÉ DU BOIS ET UTILISATION

Fort des connaissances sur le retrait du bois, les différents acteurs du domaine ont

**Tableau 3 : recommandations relatives à l'humidité des bois suivant sa destination**

HUMIDITÉ (%)	CONSTRUCTION			AMEUBLEMENT
	Charpente	Menuiserie	Parquet	
22	Fermettes	Extérieure	Contrecollé, suivant les cas	[ Marque de qualité NF-Meuble et NF-Siège ]
20				
18				
16				
14	Lamellée-collée	Intérieure	Traditionnel	
12	Traditionnelle, combles habitables (mezzanine...)			
10				
8				

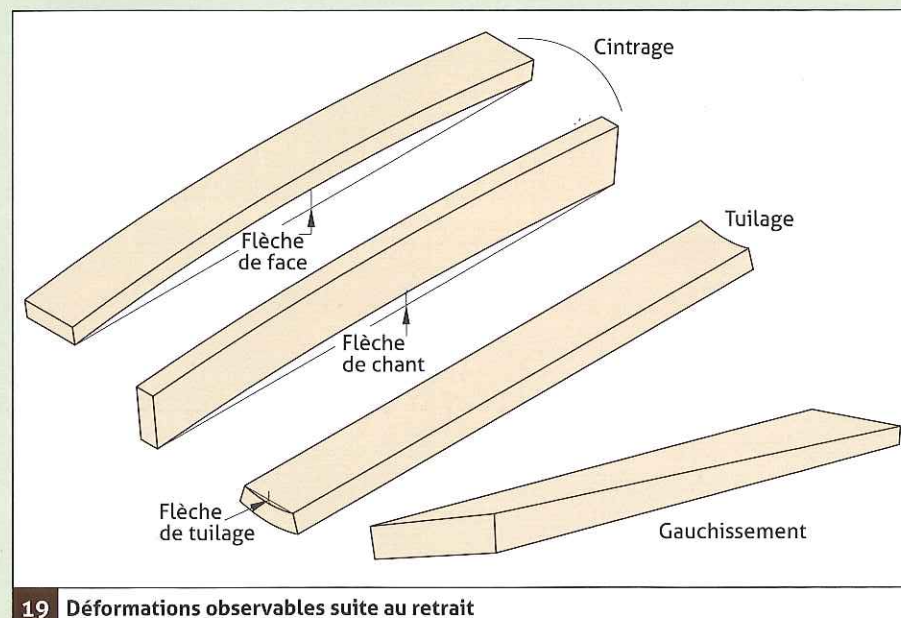
établi un pourcentage moyen d'humidité du bois en fonction de sa destination.

## ANTICIPEZ LES VARIATIONS DE VOS PIÈCES DE BOIS !

Les variations dimensionnelles, les déformations (Fig. 20) et les fentes peuvent être induites par le sciage (différents débits, qualité), le séchage (naturel ou artificiel), ou encore par la pousse (tourmentée ou non) ou l'essence de l'arbre. On l'a vu : elles sont malgré tout essentiellement dues au retrait ou au gonflement du bois lorsqu'il perd ou reprend de l'humidité.

Cela même si le séchage a bien été mené, atteignant un taux d'humidité présumé correct, suivant les taux théoriques préconisés en amont dans cet article.

Selon son lieu de stockage ou de mise en œuvre, le bois va généralement reprendre de l'humidité (grange, garage, atelier... des lieux aux caractéristiques atmosphériques aléatoires !). **Dans la plupart des configurations, le bois, une fois livré dans son environnement définitif, va avoir tendance à réduire encore son taux d'humidité pour atteindre son point d'équilibre hygroscopique. Il poursuit son séchage (cas du bois séché à l'air libre), ou « ressuie », en subissant certainement à nouveau quelques variations de formes et de dimensions.**



**19 Déformations observables suite au retrait**



Il est donc indispensable de tenir compte de ces déformations probables, fonctions du débit en grande partie, pour positionner les pièces de bois dans un ouvrage.

## De l'importance du choix du bois selon son débit

Nous en avons parlé précédemment : un plateau de bois « sur quartier » (Fig. 3, Photo 20) subira moins de variations, qu'un autre « sur dosse » (Fig. 2, Photo 20). C'est donc ce plateau sur quartier qu'il faut privilégier pour tirer les pièces longues et larges (un montant de porte par exemple), les pièces de structure, qui ont besoin d'un maximum de stabilité. Les pièces de petite section seront, elles, sans grandes conséquences prélevées dans les plateaux proches de la dosse.



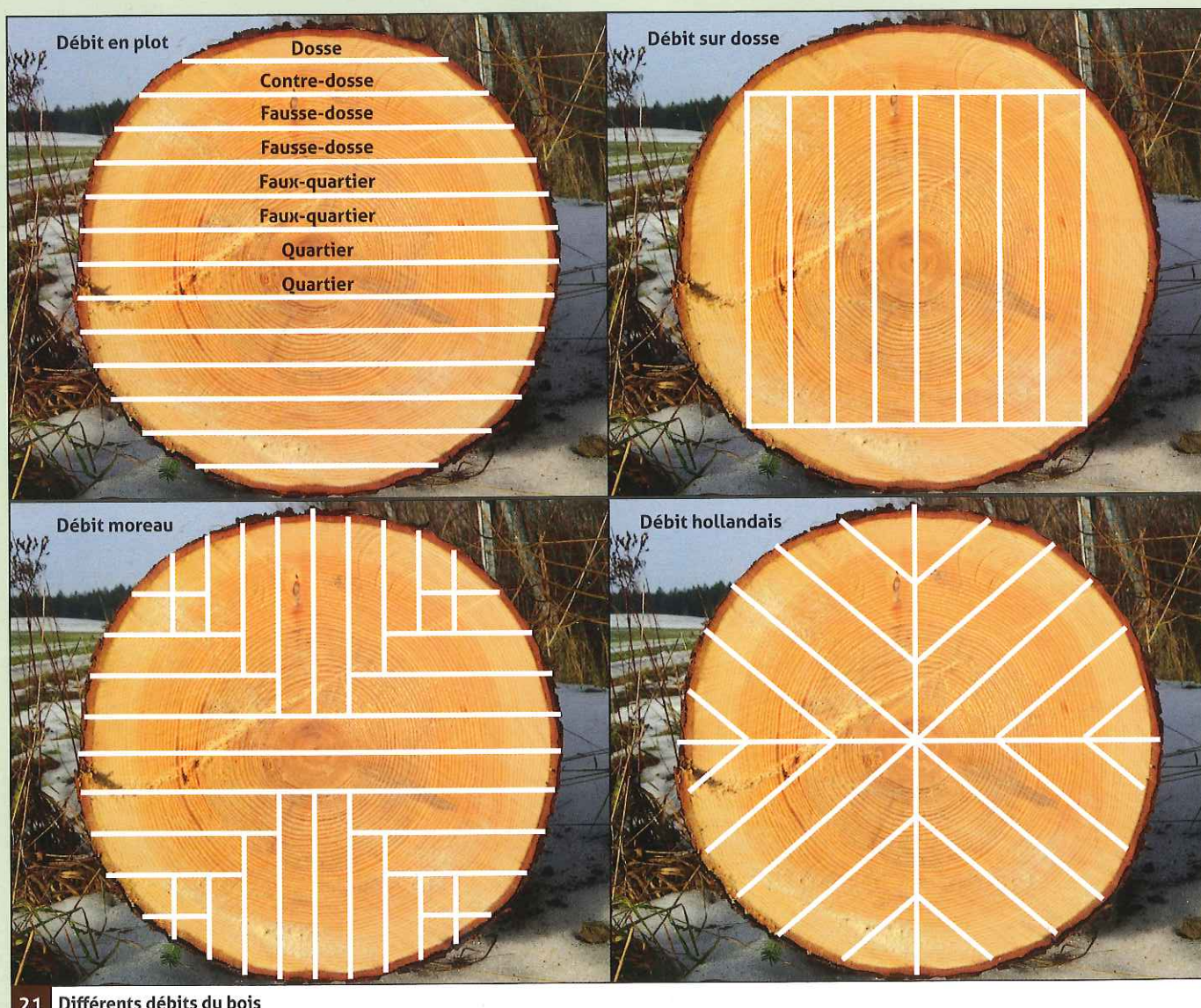
20 Sur quartier ? sur dosse ?

**Remarque :** nous n'avons pas évoqué le sujet au cours de cet article, mais il existe d'autres formes de débits (en plot, hollandais...) prenant plus en compte le caractère anisotrope du bois. Ils sont hélas très peu

pratiqués, car très onéreux. Le débit courant est le débit « sur plot ».

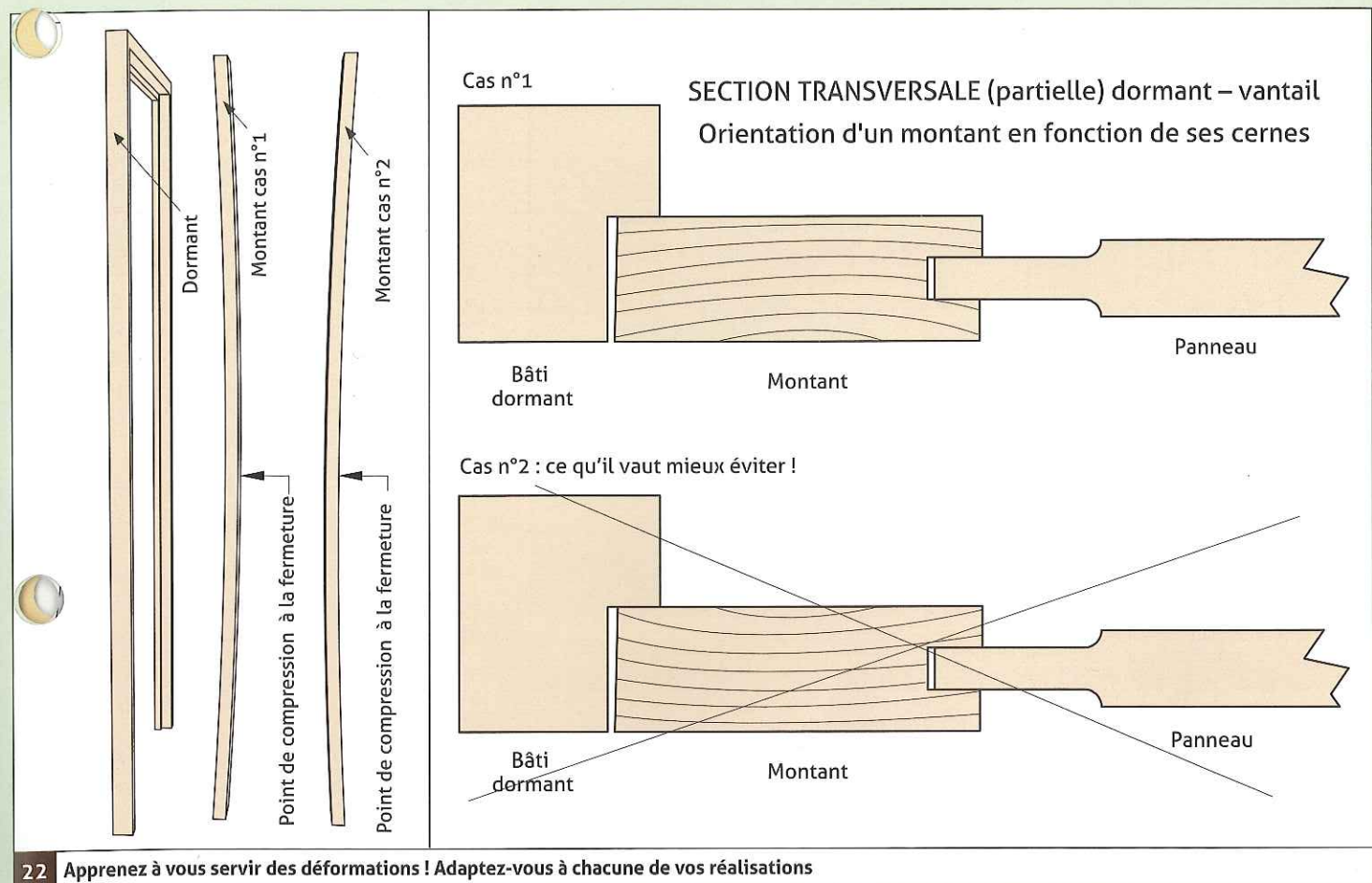
Si vous n'avez pas d'autre choix que de prélever vos pièces dans un plateau sur faux quartier ou sur fausse-dosse, observez leur orientation vis-à-vis du cœur de la grume, sachant que le bois « tire à cœur » en séchant (c'est également à prendre en compte dans le sens longitudinal !) (Photo 20). Et orientez les pièces dans votre ouvrage de manière à ce que leurs déformations probables soient en cohérence avec sa conception (phase de l'établissement).

Pour une porte intérieure par exemple, arrangez-vous pour vous servir de la déformation potentielle (un bois qui sèche tire à cœur !) : pour notre montant de porte, l'éventuelle flèche d'une déformation en longueur est à prendre en compte, l'enclenchement du pêne de la serrure permettra de redresser le montant qui



21 Différents débits du bois





22 Apprenez à vous servir des déformations ! Adaptez-vous à chacune de vos réalisations

la supporte, tout en amenant en compression le haut et le bas de la porte au contact de la feuillure du dormant. Il en assurera ainsi une bonne étanchéité (Fig. 22, cas n°1).

**Remarque :** sur deux montants débités, on privilégiera l'utilisation du moins « stable » pour le côté ferrage : les éventuelles déformations seront alors contrariées. Dans le cas où la pièce serait positionnée à l'inverse, pêne enclenché, avec la mise en route du chauffage central, la porte finira sûrement par bailler en haut et en bas... (Fig. 22, cas n°2).

Le bardage sera lui intentionnellement descendu à un taux d'hygrométrie supérieur à celui de son équilibre hygroscopique présumé afin de poursuivre son séchage une fois en place : c'est pour cette raison qu'on le pose toujours cœur au soleil (et parfois même fraîchement débité, sans séchage complémentaire), de façon à orienter le tuilage dans le bon sens et à maintenir une étanchéité correcte. Dans nos climats tempérés, en cas de longue période d'exposition aux eaux de pluie, la tendance ira alors modérément à l'inverse, mais le bois (ventilé !) finira toujours par « ressuyer » et continuera de remplir sa fonction. Ces déformations peuvent être si fortes que, si vous ne prêtez alors pas attention à

l'orientation du cœur (surtout dans le cas de bardage non profilé), après une bonne pluie suivie d'une belle éclaircie ensoleillée, vous verrez des lames se déclouer une à une par la force du tuilage ... Cela vaut aussi pour les tavaillons (Photos 23 et 24,

généralement aussi fraîchement débités) ou les bardeaux de bois, plus encore s'ils sont sciés et non fendus.

**Note :** la société Ambiance Bois, avec une mise en œuvre spécifique et l'orientation du cœur inversée, se sert de la déformation

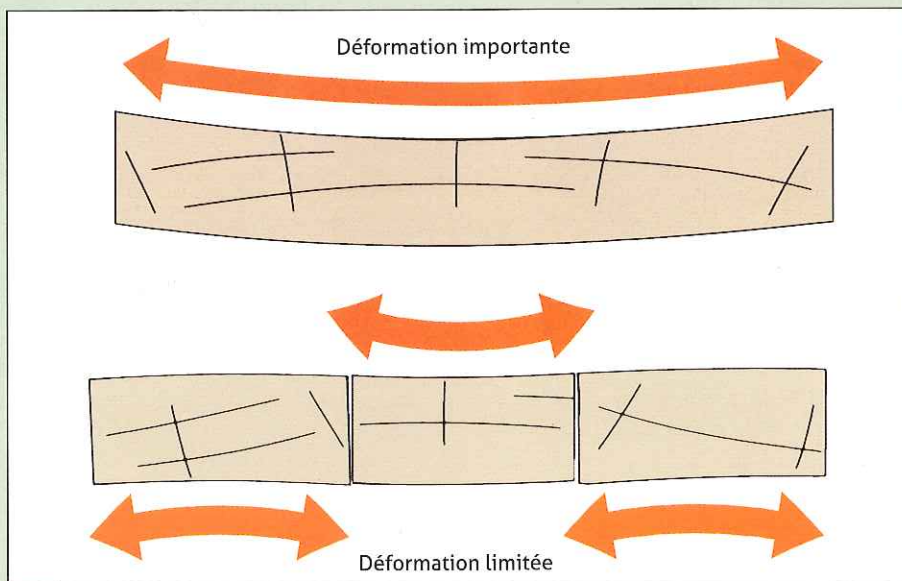


23 Tavaillons de mélèze sciés fraîchement posés

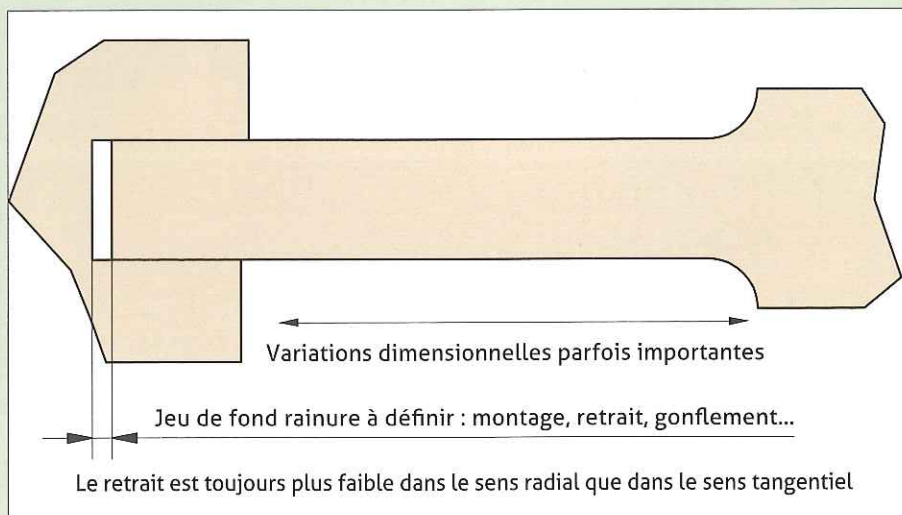




24 Comportements de tavaillons (4 ans plus tard !), exposés à la pluie



25 Déformations des panneaux



26 Jeu nécessaire en fond de rainure

provoquée par le tuilage pour canaliser l'eau (voir « Carnet d'Adresses », p. 44).

C'est également valable en **charpente**, où les pannes sont si possible orientées le cœur vers le faîtage, de façon à orienter la flèche en compensation de la future charge.

## Adapter sa conception

Avec l'expérience, les caractéristiques propres au bois ont amené les industriels, artisans et amateurs à **respecter certaines règles de conception et de mise en œuvre** :

- **refendre les plateaux de bois**, même si c'est pour les reconstituer par la suite (par collage) : les tensions de la matière sont ainsi limitées (c'est le principe de base du lamellé-collé !).

- **alterner le cœur des pièces constituant de larges panneaux** (plateau de table...) et limiter leurs largeurs, afin que les déformations se contrarient et s'annulent (Fig. 25).

- **embrever librement un panneau en rainure dans un cadre** (panneaux de porte...) On peut alors se permettre d'utiliser du bois issu de plateau « sur dosse » et laisser primer l'esthétique de son veinage en le reconstituant après corroyage (pas d'obligation d'alterner l'orientation du cœur). Le tout est de bien le laisser libre en rainure et de prévoir un jeu de fonctionnement correct prenant en compte les gonflements et retrait potentiels (Fig. 26) ! Inversement, un panneau collé en rainure viendrait très certainement à fendre. **À cet égard, pour éviter tout collage même accidentel des panneaux, certains paraffinent leurs quatre angles.** Malgré tout, et je suis sûr que vous l'avez vous-même constaté, les panneaux de bon nombre de portes viennent à fendre, collés en rainure par les couches renouvelées de peinture ou de vernis.

- Le fil du bois des panneaux est généralement orienté à la verticale dans l'ouvrage (surtout quand il s'agit de panneaux de dimensions conséquentes !), afin d'éviter dans le temps l'apparition d'un jour disgracieux dans sa partie haute (Photo 27)

**Remarque :** en général, la profondeur de rainure varie de 13 à 15 mm pour des panneaux massifs et environ de 8 à 10 mm pour des panneaux dérivés du bois.

- **les fonds de tiroirs en massif**, dont l'orientation du « fil » est généralement parallèle à la façade, sont maintenus en rainure... sauf au niveau de la face arrière du tiroir, décalée à cet effet, sous laquelle ils passent librement avec une surcote en prévision d'un retrait potentiel (Fig. 28).





27 Défaut lié à l'orientation du fil du panneau : à l'horizontale

- **laisser un jeu de fonctionnement** de 8-10 mm sur la périphérie quand on pose un parquet ou un lambris. Un parquet sec (8-10% d'humidité), posé sans joint périphérique dans une pièce d'atmosphère plus humide peut se relever de plusieurs centimètres au milieu de la pièce.

- **protéger l'ouvrage par une finition** : si, avec le temps, c'est l'esthétique de la finition qui a fini par primer, c'était à l'origine surtout un moyen de rendre le bois hermétique, afin de le protéger des variations hygrométriques... tout du moins une technique pour qu'il y soit moins sensible.

**Remarque** : une porte extérieure aura besoin d'une finition isolante lui permettant de subir modérément les variations climatiques d'un côté, et l'ambiance climatisée de l'autre côté. À l'inverse, pour un portail constamment exposé aux intempéries, il vaut mieux envisager une

finition hygroscopique (= respirante : le bois conservera ses caractéristiques « d'éponge »). Ce sera ici un avantage car, avec une peinture trop hermétique, l'eau parviendrait toujours à entrer (en bois de bout), mais pas forcément à ressortir, et le bois se mettrait à pourrir irrémédiablement sous la couche de peinture.

Cette liste n'est pas exhaustive ! D'autres solutions existent en fonction du type d'ouvrage (meubles, escaliers...).

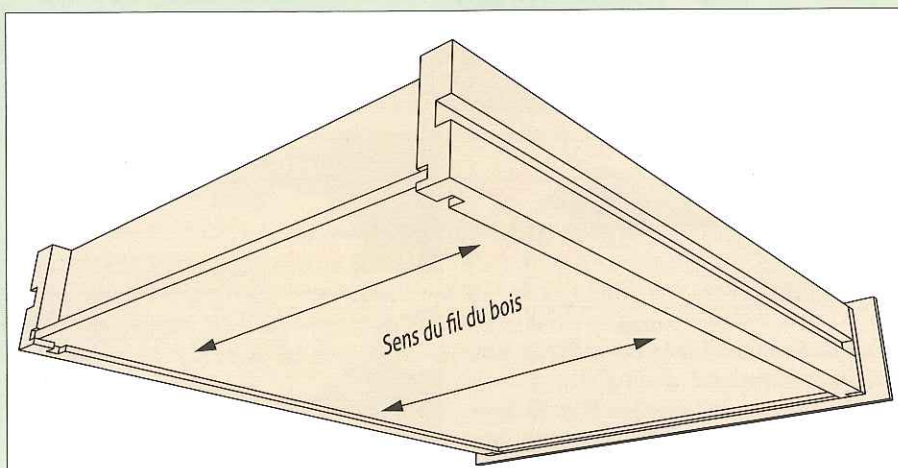
## CONCLUSION

Nous avons démontré que le bois massif est un matériau naturel, hétérogène, hygroscopique et anisotrope. Autant de spécificités à prendre en compte dans nos réalisations. Avant toute chose, il faut choisir un bois sec, avec une humidité

adaptée à sa destination, sinon le sécher afin qu'il puisse atteindre son taux d'équilibre hygroscopique de façon à éviter au maximum les retraits, gonflements, déformations, risques biologiques... Quand le bois est destiné à des travaux extérieurs, le séchage naturel peut suffire. Par contre pour des usages intérieurs, il est conseillé de pratiquer le séchage artificiel.

Pourtant, les caractéristiques du futur environnement d'un ouvrage en bois ne sont pas toujours mesurables, sans compter sur les changements de destination, les déménagements, les saisons... Aussi, à la suite d'un séchage optimisé au mieux, même si nous ne pouvons pas éliminer les variations du bois, nous pouvons les anticiper pour les dissimuler. Certains s'y emploient autrement, en mettant en œuvre des dérivés du bois : contreplaqués, lattés, lamifiés... Des produits qui peuvent d'ailleurs nous rendre bien des services, aussi bien d'un point de vue technique qu'esthétique.

Reste que la règle d'or est de **ne jamais oublier que le bois travaille toujours**. C'est à nous de le prendre en considération dans la conception de nos ouvrages, en allant jusqu'à nous servir de ses caractéristiques particulières (pour sa mise en forme par exemple...). C'est à nous de nous adapter ! J'espère que ce Dossier vous aura aidé à y voir plus clair pour y parvenir. ■



28 Gérer les phénomènes de retrait : cas de fond de tiroir en massif