

# Le bois

## IV.1 Introduction

L'utilisation du bois par l'homme remonte à la nuit des temps. Il a accompagné l'humanité dans toutes les grandes étapes de son évolution. Matériau aux caractéristiques variables, présentant des singularités plus ou moins marquées, il se distingue sur ce plan des autres matériaux utilisés dans la construction : brique, ardoise, béton, acier, PVC, etc.

## IV.2 Intérêts du bois dans la construction

Le bois est un matériau qui présente de nombreux avantages.

Le bois est un matériau de construction **historique**, dont nous avons une très bonne connaissance des pathologies et des caractéristiques de durabilité. C'est une ressource **naturelle** et **renouvelable**, nécessitant peu de transformation (faible énergie grise) et pouvant être mise à disposition très rapidement.

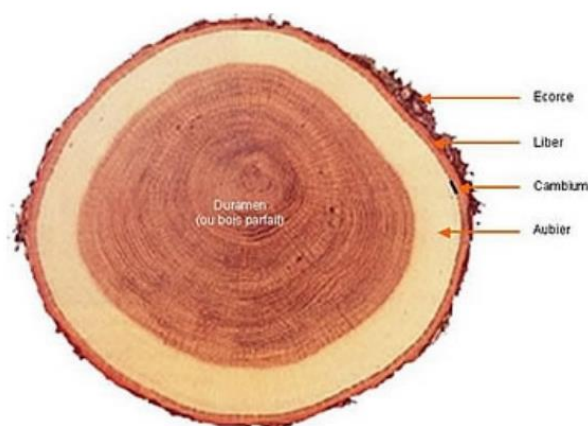
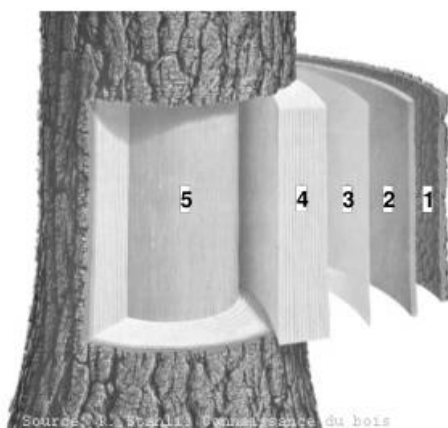
Le bois est sans contredit le matériau le plus **écologique** qui soit, qui permet de lutter contre l'effet de serre. Il possède de **bonnes caractéristiques** naturelles ne nécessitant pas de traitement particulier et/ou d'ajout d'autres matériaux (bonne résistance mécanique, faible conductivité thermique, bonne absorption acoustique, bonne résistance aux ambiances agressives, ...).

## IV.3 Origine et composition du bois.

Le bois a pour origine l'arbre et le matériau qui nous intéresse le plus particulièrement est celui tiré du tronc.

Le tronc comprend, de l'extérieur à l'intérieur d'un arbre, on trouve les composantes suivantes :

- ✓ **Le rhytidome (l'écorce)** : qui joue le rôle de protection vis à vis de l'extérieur,
- ✓ **Le liber** : qui sert au transport de la sève nourricière,
- ✓ **Le cambium** : qui est la couche de croissance formée par division tangentielle au printemps,
- ✓ **L'aubier** : qui sert au transport de la sève brute,
- ✓ **le bois de cœur ou duramen** : inactif et qui se durcit au cours du temps. C'est cette partie de l'arbre qui sera utilisée comme bois de construction.



## IV.4 Catégories du bois.

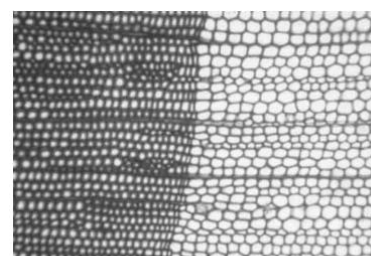
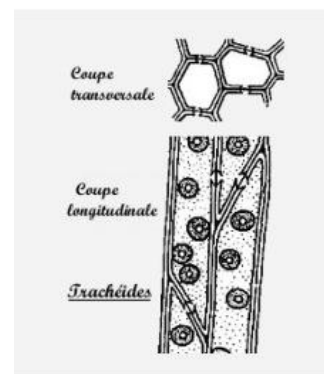
Au cours de l'évolution, le règne des plantes ligneuses formant des arbres s'est divisé en résineux (gymnospermae) plus anciens, et feuillus (angiospermae) plus jeunes et de structure plus complexe. Cette structure plus différenciée avec des cellules très spécifiques, permet aux feuillus de nous offrir des bois des plus denses aux plus légers, des plus durs aux plus mous, des plus sombres aux plus clairs.

### IV.4.1 Résineux (à feuilles persistantes).

L'anatomie des bois résineux se distingue dans son principe même de celle des feuillus. Le tissu fondamental est constitué de cellules nommées trachéides.

Elles possèdent en plus un système de canaux résinifères, avec des canaux axiaux (parallèles aux fibres) et des canaux radiaux (situés dans les rayons ligneux).

Quelques-uns des bois résineux (ex. épicéa, pin, mélèze, arole, sapin, épinette, pin blanc)



Coupe transversale de bois de pin à la limite de deux cernes

### IV.4.2 Feuillus (à feuilles caduques).

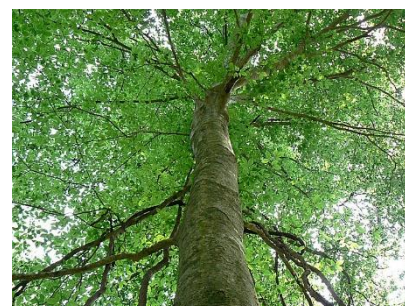
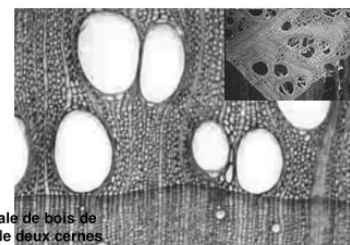
Les cellules longitudinales se sont spécialisées en éléments vasculaires et en fibres qui constituent le tissu de soutien.

On retrouve entre autres dans cette catégorie :

le chêne, le frêne, l'érable et le.

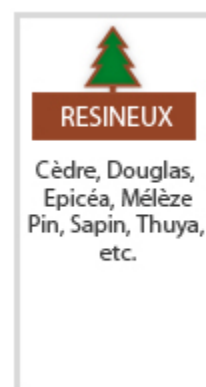


Chêne



Hêtre

Bois	Caractéristiques		
	Durabilité (résistance à la décomposition)	Résistance (Force)	Couleur
<b>Bois tendres</b>			
Pin	Passable	Faible	Blanc
Sapin	Faible	Moyenne	Blanc
Épinette	Faible	Moyenne	Blanc
Cèdre	Grande	Très faible	Brun
<b>Bois durs</b>			
Érable	Faible	Très forte	Brun pâle
Chêne	Grande	Très forte	Brun pâle
Frêne	Moyenne	Moyenne	Blanc
Hêtre	Grande	Forte	Blanc



## IV.5 Propriétés du bois.

### IV.5.1 Propriétés Physiques.

La structure du bois est influencée par l'eau qui imprègne plus ou moins le bois agissant sur sa consistance et son gonflement. Ceci est dû à la nature hydrophile de la matière qui le constitue essentiellement (cellulose).

#### IV.5.1.1 Matériau hygroscopique

Le bois est un matériau hygroscopique, c'est-à-dire qu'il est avide d'eau et réagit en fonction de l'humidité de l'air ambiant. Cette propriété est intéressante pour certains aspects constructifs. Par exemple, comme le bois n'est pas une barrière à la vapeur d'eau, des parois en bois permettent à l'habitation de respirer.

#### IV.5.1.2 Masse volumique et dureté

La masse volumique (ou densité) des bois est très variable entre 100 kg/m<sup>3</sup> et 1500 kg/m<sup>3</sup> selon l'essence considérée et avec son humidité (matériau hygroscopique). L'humidité de référence est de 12%.

Une corrélation étroite existe entre la masse volumique et la dureté (tableau) : les bois les plus denses sont les plus durs et les bois les plus légers sont les plus tendres.

L'échelle de dureté des bois est exprimée en indice Chalais- Meudon (selon la norme NF B 51-013). *La dureté (nombre sans unité) est égale à l'inverse de la flèche de pénétration de la génératrice d'un cylindre d'acier imprimé sous une charge de 1000 N par centimètre de largeur l'éprouvette.*

Classes de densité et de dureté	Densité	Dureté (Chalais-Meudon)	Essences
Bois très lourds et très durs	0,85	9	Azobé, ipé
Bois lourds et durs	0,70 - 0,85	5 - 9	Charme, movingui, chêne dur
Bois mi-lourds et mi-durs	0,56 - 0,70	2,5 - 5	Niangon, iroko, châtaigner, chêne tendre, pins
Bois légers et tendres	0,45 - 0,55	1,25 - 2,5	Framiré, douglas, épicéa, sapin, pins
Bois très légers et très tendres	0,45	1,25	Western red cedar, séquoia, peuplier

#### IV.5.1.3 Propriétés thermiques

Le bois comme tous les matériaux se dilate lorsque sa température augmente. Son coefficient de dilatation thermique est de  $5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  dans la direction longitudinale et il est 10 fois plus élevé dans les directions radiale et tangentielle.

Cependant, la conductibilité thermique est modérée, elle dépend de l'espèce, de la masse volumique, de l'humidité et de la température.

#### IV.5.1.4 Propriétés acoustiques

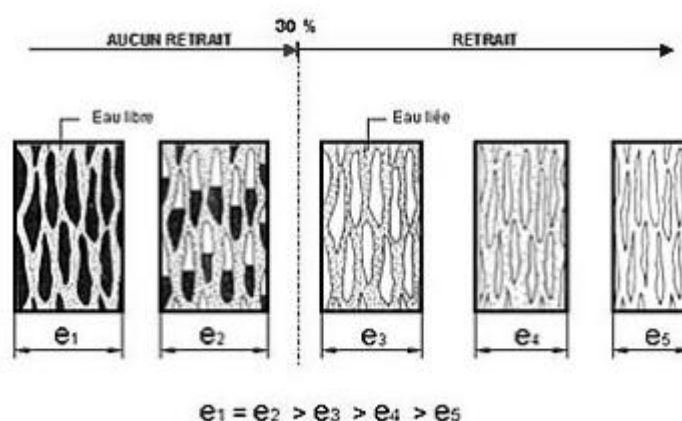
L'indice d'affaiblissement acoustique étant proportionnelle à la masse des matériaux composant la paroi, le bois n'est pas a priori un bon isolant acoustique contre la transmission aérienne des bruits. Par contre, sa porosité lui confère de bonnes caractéristiques d'absorption des sons lorsqu'il est utilisé en revêtement des parois (mur ou sol).

Le bois conduit bien le son (2 à 17 fois plus que l'air).

#### IV.5.1.5 Rétractabilité :

Elle est la fonction qu'il a de varier en dimensions et en volume lorsque son état d'humidité varie entre certaines limites comprises entre l'état anhydre et l'état de saturation des tissus celluloses.

Lorsque l'eau libre a entièrement disparu, 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 des fibres, en dessous duquel se manifeste le "jeu du bois", est de l'ordre de 30 % pour toutes les essences.



- ☛  $H > 30\%$  Constructions en contact avec l'eau : pilotis, ponts, portes d'écluses.
- ☛  $25\% < H < 30\%$  Constructions en milieu très humide ou fréquemment exposées à la pluie.
- ☛  $20\% < H < 25\%$  Constructions non couvertes, non abritées : échafaudages, pylônes
- ☛  $17\% < H < 20\%$  Constructions couvertes en locaux largement ouverts (hangar par exemple)
- ☛  $H < 17\%$  Constructions en local couvert, clos, éventuellement chauffé.

#### IV.5.2 Propriétés Chimiques.

La résistance du bois aux agressions de nature chimique, que ce soit des sels, de acides ou des bases, est très bonne. C'est la raison pour laquelle le bois est beaucoup utilisé dans les hangars de stockage de produits chimiques et les piscines.

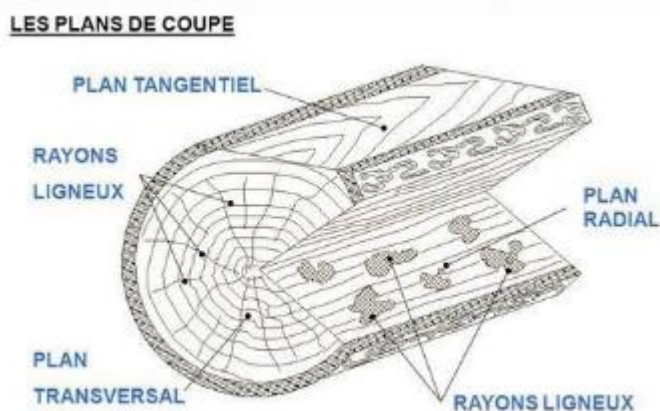
Dans un milieu acide, le bois commence à se détériorer pour un  $\text{pH} \leq 2$  (le béton et l'acier commence à  $\text{pH} \leq 4$ ). Dans l'eau de Mer, le bois est moins bien conservé que dans l'eau du fleuve.

Par contre, le bois est particulièrement sensible à l'attaque des insectes xylophages (termites) ou des champignons (pourrissement). Il est nécessaire de prévoir un traitement adapté en fonction de l'essence et de l'exposition potentielle aux insectes et/ou aux champignons.

On peut aussi utiliser selon les cas, des badigeons au goudron ou au fluorure de sodium qui possèdent des propriétés antiseptiques (combattent la pourriture) remarquables.

#### IV.5.3 Propriétés mécaniques.

Le bois matériau hétérogène et anisotrope, offre des résistances mécaniques différentes en fonction de la direction de l'effort par rapport à la section transversale, radiale ou tangentielle. Elles varient avec l'espèce (texture, densité, humidité); dans une même espèce avec l'âge, les conditions d'exposition, de croissance et de voisinage et dans un même individu avec l'emplacement du prélèvement (cœur, aubier, etc.).



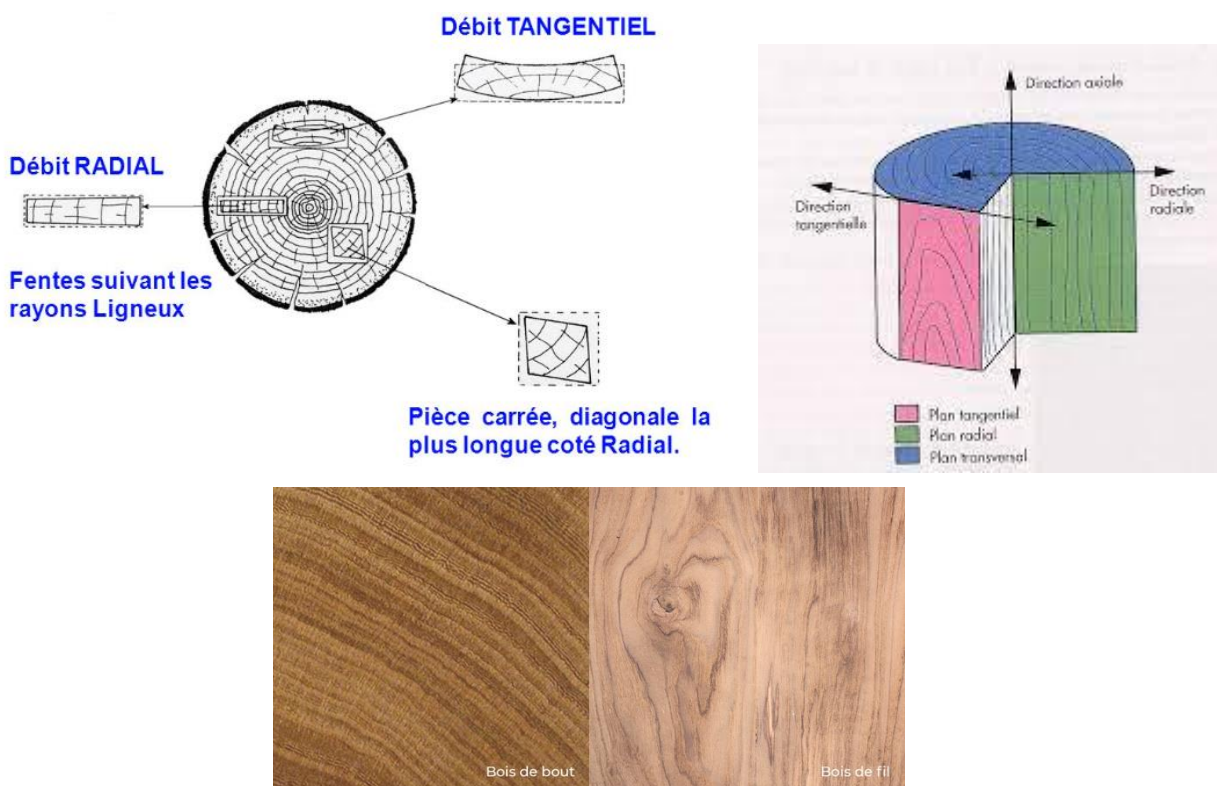
Le bois se comporte dans la direction axiale comme une matière fibreuse, résistante, tenace, rigide et dure. Par contre, dans la direction tangentielle, le bois se comporte comme une matière plastique, déformable et de résistance relativement faible. De plus, en testant le bois à la traction, à la compression, au poinçonnement, au cisaillement, on trouve des différences capitales selon la direction des efforts.



On rencontre en outre, une très grande dispersion dans les résultats (du simple au double parfois) pour une même direction d'efforts, dans un même individu, selon en particulier la densité du bois qui demeure la caractéristique prédominante.

Les résistances à la traction sont 2 à 4 fois plus grandes qu'à la compression. Dans les calculs de construction en bois, il faut prendre un grand coefficient de sécurité (ex. : 6 pour les constructions permanentes et 3 pour les constructions provisoires).

Sa résistance est très forte dans le sens longitudinal et peut se fendre aisément dans le sens radial. Ces propriétés permettent de choisir le type de découpe selon l'utilisation souhaitée.



Les tableaux suivants indiquent les contraintes admissibles pour les feuillus et les résineux, suivant l'eurocode 5.

**Tableau : Contraintes caractéristiques des bois massifs (résineux et peuplier).**

Classe	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
Propriétés de résistance en MPa									
Flexion	14	16	18	22	24	27	30	35	40
Traction axiale	8	10	11	13	14	16	18	21	24
Traction perpendiculaire	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Compression axiale	16	17	18	20	21	22	23	23	26
Compression perpendiculaire	2	2,2	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
Cisaillement	1,7	1,8	2	2,4	2,5	2,8	3	3,4	3,8

**Tableau : Contraintes caractéristiques des bois massifs (feuillus)**

Classe	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Propriétés de résistance en MPa						
Flexion	30	35	40	50	60	70
Traction axiale	18	21	24	30	36	42
Traction perpendiculaire	0,8	0,8	0,9	1	1,1	1,4
Compression axiale	23	25	26	29	32	34
Compression perpendiculaire	8	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Cisaillement	3	3,4	3,8	4,6	5,3	6

**Tableau : Caractéristiques mécaniques de quelques essences**

Ces valeurs moyennes (en MPa) sont obtenues par essais en laboratoire sur des échantillons de bois. Ces essais sont effectués dans le sens longitudinal du bois.

Essence	Module d'élasticité	Compression	Traction	Flexion	Cisaillement
Épicéa	11 000	43	90	66	6,7
Pins	12 000	47	104	87	10,0
Mélèze	13 800	55	107	99	9,0
Hêtre	16 000	62	135	105	10,0
Chêne	13 000	54	90	91	11,0

#### Comparaison entre le bois, l'acier et le béton

Les caractéristiques physiques et mécaniques du bois en comparaison aux deux autres matériaux classiquement utilisés en Génie Civil, à savoir l'acier et le béton sont données dans le Tableau suivant :

Matériau	$g$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_t$ [MPa]	$\sigma_c$ [MPa]	$E$ [MPa]
Béton	24	3	40	30 000
Acier	77	500	500	210 000
Bois	6	40	30	10 000

#### IV.5.4 Résistance des structures bois au feu

Bien que le bois soit un matériau combustible, les structures en bois ont un bon comportement au feu. Ceci s'explique principalement par les propriétés suivantes :

- ✓ lorsque le bois brûle, la formation d'une couche de bois carbonisé protège le cœur des éléments, la conductivité thermique de cette couche étant 5 fois plus faible que celle du bois.
- ✓ l'élévation de température due à l'incendie n'entraîne que très peu de perte de résistance du bois (contrairement à l'acier qui passe d'un comportement élastique à un comportement plastique).
- ✓ l'eau liée contenu dans le bois joue un rôle de temporisateur puisque le bois ne s'enflamme que si  $H = 0\%$ .

#### IV.6 Utilisation du bois

Le bois a toujours été utilisé dans la construction. Depuis quelques années, il s'impose comme le fer de lance des matériaux renouvelables et biosourcés (c'est-à-dire fabriqués à partir de matières d'origine biologique).

Les essences utilisées pour la fabrication des charpentes et des murs bois sont nombreuses. Elles sont le plus souvent en résineux : sapin, épicéa, pin maritime et parfois feuillus : chêne. **Plusieurs critères entrent en jeu : les facilités d'approvisionnement, le prix, les critères d'emploi et les propriétés mécaniques du bois, l'esthétique recherché.**

Les éléments en bois généralement utilisés en construction sont :

#### IV.6.1 Matériaux ronds.

Généralement utilisés pour le transport de l'énergie électrique (longueur = 6,5 à 18 m; épaisseur = 20 à 32 cm) et comme traverses pour les chemins de fer (longueur = 2,7 à 5,4 m; épaisseur = 24 cm).

L'humidité ne doit pas dépasser 25% pour les rondins employés pour les éléments portants des maisons et les tabliers des ponts. Pour les pieux et palplanches, elle peut être quelconque.



#### IV.6.2 Bois de sciage(massif).

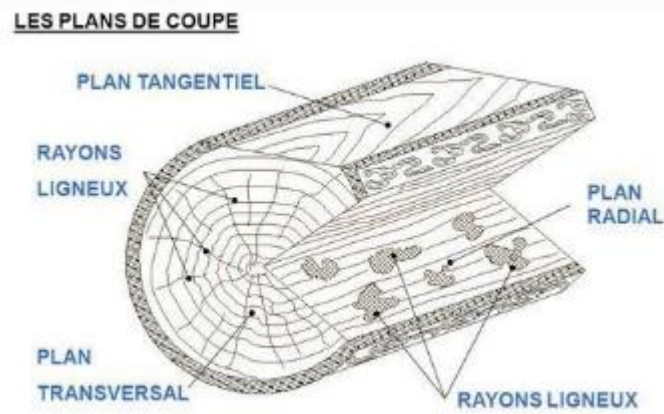
Le bois utilisé pour le sciage doit être de haute qualité et libre de toutes anomalies. Les bois sciés se subdivisent en :

- Planches avec un rapport larg./épais >2, 27x100, 27x150 mm,
- Bastaings avec le rapport larg./épais > 2, 63x180, 50x150 mm
- Madriers 75x225, 100x225mm,
- Poutres 120x120 ou 200x200 mm.

Les normes B53-001 à B 53-014 définissent les dimensions des bois de sciage du commerce considérés secs à l'air.

Epaisseurs normalisées des bois de sciage	
Nom des débits	Epaisseur en mm
Feuillet	8 – 10 – 12 – 15 – 18
Planche	22 – 26 – 30 – 35 – 40 – 45
Plateau	55 – 65 – 75 – 90 – 105 – 120





### IV.6.3 Bois massif abouté

Bois de structure à section rectangulaire avec aboutage (collage bout à bout) à entures multiples, collées. Essences utilisées : l'épicéa, le pin, le douglas, le mélèze, le sapin (bois résineux).

Dimensions courantes

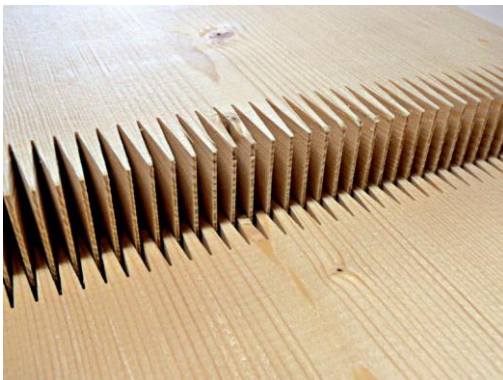
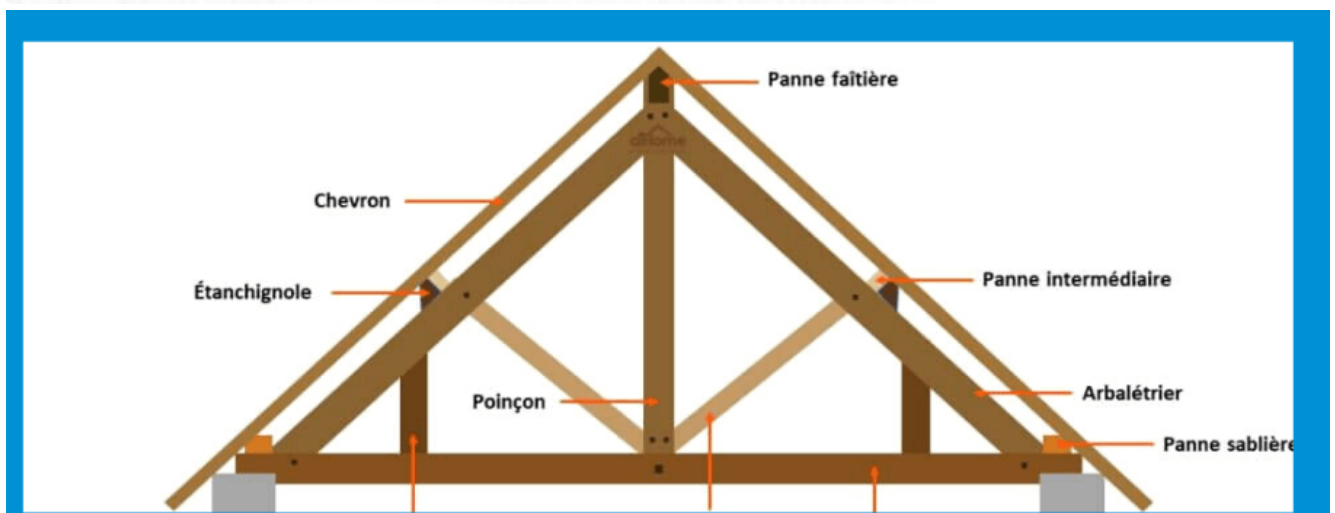
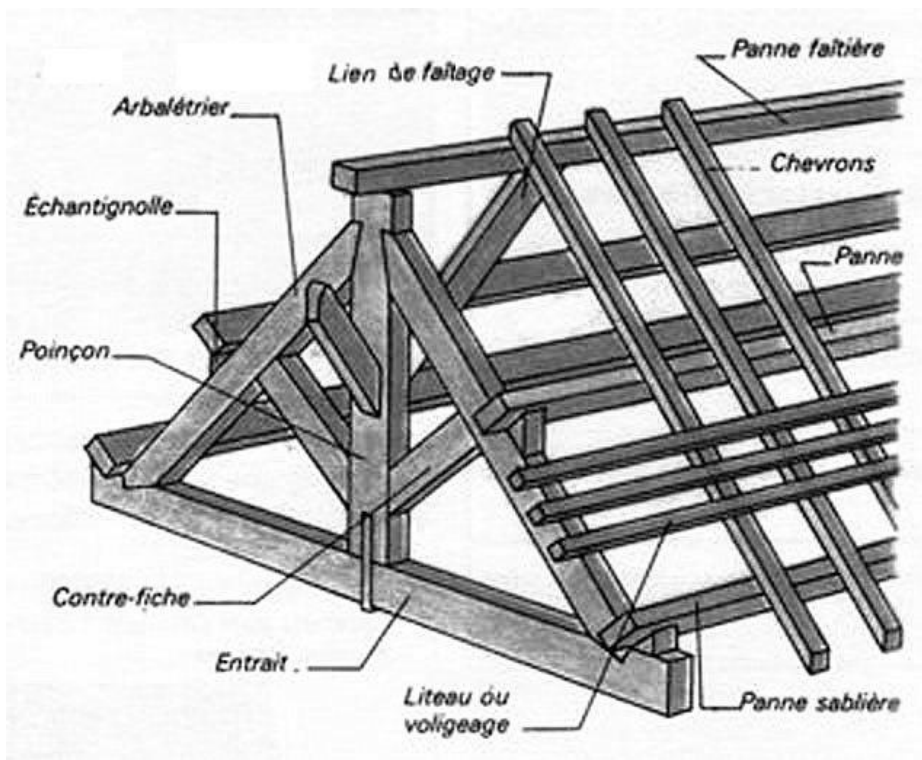
- Largeur : 40 à 140 mm
- Hauteur : 60 à 240 mm
- Longueur : jusqu'à 15m

Utilisations

- Poutres
- Lamelles de lamellé-collé
- Membrures de poutres en I
- Chevrons

Avantages

- Grandes portées possibles
- Préfabrication
- Economie de matières
- Possibilité de travailler en dimensions standardisées et avec des éléments découpés sur mesure en atelier



#### IV.6.4 Panneaux massifs à plis croisés (contre-collés ou contre-cloués)

- Composés de planches collées ou clouées entre elles en couches croisées à angle droit.
- Les panneaux comptent 3, 5 ou 7 couches de planches de bois massif.

Dimensions courantes

- Epaisseur : de 50 à 800 mm
- Largeur : de 62,5 à 480 cm
- Longueur : jusqu'à 24 m

#### Utilisations

- Structure
- Toiture
- Plancher

#### Avantages

- Grace aux plis croisés, ce type de produit offre des performances mécaniques élevées, dues à la répartition des charges dans toute la structure.
- Couramment préfabriqué et découpe en atelier sur base des plans d'exécution informatisés, permet une très grande précision
- Rapidité de mise en œuvre
- Utilisable pour des bâtiments de grande taille et hauteur (une structure entièrement réalisée à l'aide de ces éléments est possible).

### IV.6.5 Bois massif reconstitué ou contre-collé

- Eléments linéaires reconstitués par collage de lames de bois de grande épaisseur aboutées ou non.
- Les éléments se composent de 2 à 5 lames d'épaisseur de 45 à 80 mm.
- Essences utilisées : l'épicéa, le douglas, le pin, le mélèze et le sapin.

#### Dimensions courantes

- Section maximale : 260 x 320 mm
- Longueur : en théorie infinie

#### Utilisations

- Bois empilés
- Ossature bois
- Poteau-poutres
- Poteaux
- Poutres
- Plancher
- Grandes portées

### IV.6.6 Bois Lamellé-collé

- Elément de structure formé par l'aboutage et le collage de lamelles de bois dont l'épaisseur est inférieure ou égale à 45 mm, avec fil parallèle.
- Les lamelles, en bois massif, sont de classe mécaniques identique ou différente.
- La teneur en colle est inférieure à 3% par m<sup>3</sup>.

- Essences utilisées : le sapin, l'épicéa, le pin, le douglas, le mélèze, le chêne, le châtaignier.

### Dimensions courantes

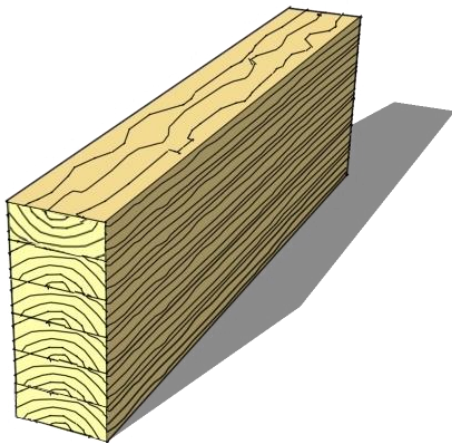
- Largeur : 60 à 210 mm
- Hauteur : 100 à 200 mm
- Longueur : jusqu'à 150m

### Utilisations

- Poutres à section et à inertie variables (comprenant les arcs et les portiques)
- Grandes portées

### Avantages

- Permet de couvrir de très grandes portées : solution intéressante économe en matière (limitation du nombre d'appuis intermédiaires)
- Grâce au faible nombre d'appuis nécessaires, ces éléments permettent de réaliser des espaces ouverts et très flexibles en termes d'aménagement
- Stabilité dimensionnelle et mécaniques élevée
- Facilité de découpe à l'aide d'appareils de sciage adaptés



### IV.6.7 Contre-plaqué.

Le **contreplaqué** ou plus précisément **panneau contreplaqué** (en Belgique, **multiplex** ; en anglais, *plywood*) est un **panneau** à base de **bois** obtenu par collage de couches adjacentes à fils croisés, normalement des **placages**, habituellement à angles droits<sup>1,2</sup>. Le contreplaqué est composé de plusieurs couches de **placages**, appelées plis, en nombre impair. L'épaisseur d'un panneau varie entre 1 mm et 50 mm.

Les panneaux de **contreplaqué** sont élaborés à partir de collage de feuilles de bois consécutives. Cette technique permet d'obtenir différentes épaisseurs, allant de 3 mm à 40 mm. Le contreplaqué est une matière facile à travailler, autant pour le perçage que pour la découpe. Il est également léger et très résistant avec un aspect propre. Le contreplaqué peut être vernis ou peint pour redonner du peps à ses arrêtes rayées qui sont de plus en plus en vogue. Les bois les plus utilisés pour sa fabrication sont le hêtre, le peuplier ainsi que l'okoumé. Le teck, le bambou ou encore le pain marin peuvent aussi servir à sa fabrication. Ce bois de milieu de gamme, est fait pour durer. Il est adapté au mobilier d'intérieur *design* de par sa multifonctionnalité. Il est classé suivant son utilisation : intérieur humide et extérieur ainsi qu'intérieur sec.



Types de contreplaqué

- Contreplaqué d'intérieur
- Contreplaqué d'ébénisterie (A sur A, A sur B)
- Contreplaqué d'extérieur
- Contreplaqué de qualité coffrage
- Contreplaqué ayant un bon comportement à l'humidité
- Contreplaqué ignifugé, lutte contre l'incendie
- Contreplaqué cintrable (5, 7, 15 mm)

### IV.6.8 Bois MDF (MEDIUM)

Le Medium Density Fiberboard, abrégé MDF et également appelé Medium est un type de bois conçu à base de fibres de bois collées entre elles et compressées. Avec le bois massif, cette variété de panneaux est très dense, et donc très lourd. Elle se rapproche de l'aggloméré, par son procédé de fabrication. Avec un coût un peu plus élevé, le **MDF** dispose d'une surface plus lisse et est également esthétique. Vous n'aurez aucun mal à le vernir ou à le peindre selon vos goûts. En ce qui concerne le vissage et la découpe sur le MDF, il sera net et facile. Sachez tout de même que ce type de panneau absorbe certains types de peinture et peut gonfler au



contact de l'eau, il existe par contre des panneaux hydrofugés. Le MDF est idéal pour réaliser des meubles d'intérieur de par sa résistance. Son poids reste son inconvénient.



#### IV.6.9 Bois aggloméré

L'aggloméré est un type de bois construit à partir de fibres ou de particules de bois, l'ensemble étant lié par une colle et pressé à chaud. C'est le panneau de bois le plus utilisé pour effectuer des travaux ne nécessitant aucun aspect esthétique. L'aggloméré affiche, en effet, des tranches irrégulières non-lisses et inesthétiques. Il est également peu résistant et peut éclater lors du perçage ou du vissage. L'aggloméré est aussi sujet au bombement à la flexion. Toutefois, son prix est très intéressant si vous souhaitez concevoir un meuble pas très esthétique. Il existe des panneaux agglomérés en hydrofugé sur le marché, ce dernier préserve de l'humidité.



#### IV.6.10 Mélaminé ou Stratifié

Les panneaux mélaminés ou stratifiés résultent du collage d'un panneau aggloméré par-dessus lequel est ajoutée une couche décorative. La différence entre le mélaminé et le stratifié réside justement dans le procédé de collage de la couche supérieure décorative, mais ils sont pratiquement semblables. En plus de faciliter son entretien, cette couche décorative apporte du style à ce type de panneau. Sa résistance, est par ailleurs la même que celle de l'aggloméré, c'est-à-dire qu'il est probable qu'il se bombe, se casse ou encore se déforme lors des diverses manipulations. Pour avoir beau un rendu, il faut également investir dans la couche décorative, afin de cacher les aspects bruts et disgracieux ainsi que rugueux de l'aggloméré. Le **panneau mélaminé** est un matériau un peu plus difficile à travailler, si vous souhaitez conserver son côté esthétique. Il exige de bons outils, du temps et un minimum d'adresse pour éviter de l'abîmer. C'est tout de même le type de panneau le plus utilisé par les grandes marques de fabrication bon marché.

