

## BOIS MASSIFS STRUCTURAUX

### Définition :

#### Bois sciés :

Pièces de bois obtenues à partir de grumes ou de pièces de bois de plus fortes dimensions, par enlèvement de sciure ou de plaquettes dans le sens longitudinal, complété éventuellement par un tronçonnage et/ou un usinage supplémentaire en vue d'obtenir le niveau de précision requis.

#### Sciages structuraux :

Pièces de bois scié entrant dans la constitution d'un ouvrage et ayant comme fonction principale la résistance aux actions appliquées à cet ouvrage.



### Caractéristiques et dimensionnement :

#### Dimensions courantes :

- Largeur : de 15 à 200 mm
- Hauteur : de 25 à 300 mm
- Longueur : jusqu'à 6.00 m et plus

#### Classement structure :

L'utilisation d'un bois en usage structurel est conditionnée à la connaissance de ses propriétés mécaniques.

Ainsi le classement structure a pour but de proposer différentes classes où les bois seront triés en lots homogènes de même résistance en vue d'optimiser leur utilisation en construction.

Pour réaliser ce classement, deux méthodes existent :

- la méthode visuelle en observant les défauts et les singularités du bois, selon une norme de classement référencée (NF B 52-001 pour les résineux et le chêne français), qui permet de trier en classes visuelles. Les correspondances avec les classes mécaniques sont définies par la norme NF EN 1912

- la méthode par machine en mesurant directement les propriétés mécaniques du bois, selon la norme NF EN 519, qui permet de trier automatiquement en classes mécaniques définies par la norme NF EN 338

Le tableau suivant définit les classes de résistance mécaniques maximums atteintes pour les principales essences de bois utilisées en construction :

Essence de bois	Classes maxi.
Sapin - Epicéa - Mélèze	C 30
Douglas - Peuplier	C 24
Pins : sylvestre, maritime, noir, laricio	C 30
Western Red Cedar	C 18
Châtaignier	D30
Robinier – Chêne - Iroko	D35
Ipé	D 70
Bangkirai, Azobé	D 60
Moabi, Tatajoubá, Doussié, Merbau	D 50
Padouk, Makoré, Bilinga	D 40

#### Caractéristiques mécaniques pour le calcul :

Le dimensionnement des sciages structuraux se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir.

Pour l'utilisation des règles CB71, les contraintes admissibles à utiliser sont celles définies par la norme NF P 21-400.

Pour l'utilisation des règles EC5, les caractéristiques à utiliser sont celles définies par la norme NF EN 338.

Les contraintes, rigidités et masses volumiques sont données en fonction des paramètres suivants :

- essence de bois : résineux et peupliers, ou feuillus
- produits certifiés ou non
- humidité des bois à 15% maximum, au-delà il faut appliquer un coefficient réducteur (cf. CB71 ou EC5)

#### Correspondance entre unités de mesure :

- 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa = 10 daN/cm<sup>2</sup> = 10 bars
- 1 kN/mm<sup>2</sup> = 1 000 Mpa = 10 000 daN/cm<sup>2</sup>

Le tableau suivant indique la correspondance entre les classes mécaniques et les classes visuelles, en fonction des essences :

Essences	Classe visuelle selon NF B 52-001	Classe mécanique Selon NF EN 338
Sapin, Epicéa, Pins, Douglas, Peuplier, Mélèze	ST-I	C 30
	ST-II	C 24
	ST-III	C 18
Chêne	1	D35
	2	D30

### Propriétés des bois massifs RESINEUX et PEUPLIER définies par NF P 21-400, pour calculs avec CB 71 :

Symbole	Désignation	Unité	Produits non certifiés					Produits certifiés						
			C18	C22	C24	C27	C30	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
$\sigma_f$	Contrainte de flexion	N/mm <sup>2</sup>	8.0	10.0	11.0	12.0	13.2	8.5	10.5	11.5	13.0	14.3	16.7	19.0
$\sigma$	Contrainte de traction axiale	N/mm <sup>2</sup>	5.0	6.0	6.5	7.0	8.0	5.2	6.2	6.7	7.6	8.6	10.0	11.4
$\sigma_t$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	0.13	0.2	0.2	0.2	0.2	0.13	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$\sigma'$	Contrainte de compression axiale	N/mm <sup>2</sup>	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.4	11.9	12.4
$\sigma'_t$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	2.1	2.2	2.3	2.5	2.5	2.3	2.4	2.5	2.7	2.7	2.9	3.0
$\tau$	Contrainte de Cisaillement	N/mm <sup>2</sup>	0.9	1.1	1.1	1.2	1.3	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7
$E_f$	Module axiale	kN/mm <sup>2</sup>	8.0	9.0	10.0	10.5	11.0	9.0	10.0	11.0	11.5	12.0	13.0	14.0
$E_G$	Module de cisaillement	kN/mm <sup>2</sup>	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.56	0.63	0.68	0.75	0.75	0.80	0.88
$\rho_m$	Masse volumique moyenne	kg/m <sup>3</sup>	380	410	420	450	460	380	410	420	450	460	480	500

Les classes C35 et C40 ne peuvent s'obtenir que dans un classement machine et sous certification.

Propriétés des bois massifs FEUILLUS définies par NF P 21-400, pour calculs avec CB 71 :

Symbole	Désignation	Unité	Produits non certifiés							Produits certifiés					
			D30	D35	D40	D50	D60	D70	D30	D35	D40	D50	D60	D70	
$\sigma_f$	Contrainte de flexion	N/mm <sup>2</sup>	13.2	15.4	17.6	22.0	26.4	30.8	14.3	16.7	19.0	23.8	28.6	33.3	
$\sigma$	Contrainte de traction axiale	N/mm <sup>2</sup>	7.9	9.2	10.5	13.2	15.8	18.5	8.6	10.0	11.4	14.3	17.1	20.0	
$\sigma_t$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	
$\sigma'$	Contrainte de compression axiale	N/mm <sup>2</sup>	10.1	11.0	11.4	12.7	14.1	14.9	11.0	11.9	12.4	13.8	15.2	16.2	
$\sigma'_t$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	3.5	3.7	3.9	4.3	4.6	4.9	3.8	4.0	4.2	4.6	5.0	6.4	
$\tau$	Contrainte de Cisaillement	N/mm <sup>2</sup>	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	1.4	1.6	1.8	2.2	2.5	2.9	
$E_f$	Module axiale	kN/mm <sup>2</sup>	9.0	9.5	10.0	12.5	15.0	18.0	10.0	10.0	11.0	14.0	17.0	20.0	
$E_G$	Module de cisaillement	kN/mm <sup>2</sup>	0.55	0.60	0.65	0.80	0.95	1.10	0.60	0.65	0.70	0.88	1.06	1.25	
$\rho_m$	Masse volumique moyenne	kg/m <sup>3</sup>	640	670	700	780	840	1080	640	670	700	780	840	1080	

Propriétés caractéristiques des bois massifs RESINEUX définies par NF EN 338, pour calculs avec EC5 :

Symbole	Désignation	Unité	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm <sup>2</sup>	14	16	18	22	24	27	30	35	40
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm <sup>2</sup>	8	10	11	13	14	16	18	21	24
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm <sup>2</sup>	16	17	18	20	21	22	23	25	26
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	2.0	2.2	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
$f_{v,k}$	Contrainte de Cisaillement	N/mm <sup>2</sup>	1.7	1.8	2.0	2.4	2.5	2.8	3.0	3.4	3.8
$E_{0,mean}$	Module moyen axiale	kN/mm <sup>2</sup>	7	8	9	10	11	11.5	12	13	14
$E_{0,05}$	Module axiale au 5 <sup>ème</sup> percentile	kN/mm <sup>2</sup>	4.7	5.4	6.0	6.7	7.4	7.7	8.0	8.7	9.4
$E_{90,mean}$	Module moyen transversal	kN/mm <sup>2</sup>	0.23	0.27	0.30	0.33	0.37	0.38	0.40	0.43	0.47
$G_{mean}$	Module de cisaillement	kN/mm <sup>2</sup>	0.44	0.50	0.56	0.63	0.69	0.72	0.75	0.81	0.88
$\rho_k$	Masse volumique caractéristique	kg/m <sup>3</sup>	290	310	320	340	350	370	380	400	420
$\rho_{mean}$	Masse volumique moyenne	kg/m <sup>3</sup>	350	370	380	410	420	450	460	480	500

Propriétés caractéristiques des bois massifs FEUILLUS définies par NF EN 338, pour calculs avec EC5 :

Symbole	Désignation	Unité	D30	D35	D40	D50	D60	D70
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm <sup>2</sup>	30	35	40	50	60	70
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm <sup>2</sup>	18	21	24	30	36	42
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm <sup>2</sup>	23	25	26	29	32	34
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	8.0	8.4	8.8	9.7	10.5	13.5
$f_{v,k}$	Contrainte de Cisaillement	N/mm <sup>2</sup>	3.0	3.4	3.8	4.6	5.3	6.0
$E_{0,mean}$	Module moyen axiale	kN/mm <sup>2</sup>	10	10	11	14	17	20
$E_{0,05}$	Module axiale au 5 <sup>ème</sup> percentile	kN/mm <sup>2</sup>	8.0	8.7	9.4	11.8	14.3	16.8
$E_{90,mean}$	Module moyen transversal	kN/mm <sup>2</sup>	0.64	0.69	0.75	0.93	1.13	1.33
$G_{mean}$	Module de cisaillement	kN/mm <sup>2</sup>	0.60	0.65	0.70	0.88	1.06	1.25
$\rho_k$	Masse volumique caractéristique	kg/m <sup>3</sup>	530	560	590	650	700	900
$\rho_{mean}$	Masse volumique moyenne	kg/m <sup>3</sup>	640	670	700	780	840	1080

Sections courantes :

Le tableau suivant indique les sections courantes et normalisées pour les bois résineux :

Largeur (mm) Epaisseur (mm)	27	40	63	75	100	115	125	150	160	175	200	225
15												
18												
22												
27												
32												
38					X		X	X				
50					X		X	X		X	X	X
63					X		X	X		X		
75								X		X	X	X
100											X	
115												
125												
150												
200												
225												

X Sections standardisées norme européenne

Sections standardisées

### Classement d'aspect :

Pour les principales essences de bois utilisées en France, il existe des classements d'aspects des bois en sortie de scierie (avivés, plots, etc).

Ces classements se font en observant les défauts et les singularités du bois :

- Nœuds : dimension, quantité, qualité, localisation
- Entre écorce, Pente de fil
- Poches de résine (résineux)
- Discolorations, échauffures
- Piqûres d'insectes
- Flaches, Fentes
- Déformations

Ce classement ne donne d'indication pour utilisation des bois en structure.

### Euroclasses :

La norme harmonisée NF EN 14081 indique la classe de performance conventionnelle en réaction au feu pour les bois massifs structuraux<sup>a</sup>, qui se décompose ainsi :

- Référence de qualité du produit : norme produit
- Masse volumique moyenne minimale<sup>b</sup> :  $\rho_m$ , en kg/m<sup>3</sup>
- Épaisseur hors tout minimale : Ep, en mm
- Classe de réaction au feu (hors revêtements de sol)

Type de bois	$\rho_m$ kg/m <sup>3</sup>	Ep mm	Classe
Bois de structure à section rectangulaire façonné par sciage, rabotage ou autre méthode, ou à section ronde, classé par machine ou visuellement, conformes à la norme NF EN 14081	350	22	<b>D-s2,d0</b>

<sup>a</sup> : S'applique à toutes les essences couvertes par la norme.

<sup>b</sup> : Montage selon NF EN 13238.

### Propriétés thermiques :

Le tableau suivant indique, en l'absence de données normatives propres aux bois massifs reconstitués, les différentes propriétés physiques des bois massifs, telles que définies par le fascicule 2/5 des règles Th-U :

- Masse volumique moyenne :  $\rho_n$  (kg/m<sup>3</sup>)
- Conductivité thermique :  $\lambda$  (W/m.°K)
- Capacité thermique massique : Cp (J/Kg.°K)
- Coefficient de résistance à la vapeur d'eau :  $\mu$  (humide et sec)

Essences	$\rho_n$ kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ W/m.°K	Cp J/Kg.°K	$\mu$	
				humide	sec
Feuillus très lourds	>1000	0,29	1600	50	200
Feuillus lourds	>865 ≤1000	0,23	1600	50	200
Feuillus mi-lourds	>650 ≤865	0,18	1600	50	200
Feuillus légers	>500 ≤650	0,15	1600	50	200
Feuillus très légers	>230 ≤500	0,13	1600	20	50
Balsa	≤230	0,057	1600	20	50
Résineux très lourd	>700	0,23	1600	20	50
Résineux lourds	>600 ≤700	0,18	1600	20	50
Résineux mi-lourds	>500 ≤600	0,15	1600	20	50
Résineux légers	≤500	0,13	1600	20	50

### Fabrication :

#### Etapes de fabrication :

- Ecorçage,
- Débit,
- Tri,
- Séchage, et Préservation éventuelle.

### Références normatives :

#### Normes actuelles :

- **NF EN 14081 (NF P 21-500) : Structures en bois - Bois de structure de section rectangulaire classé selon la résistance**
- NF EN 338 (NF P 21-353) : Bois de structure - Classes de résistance
- NF EN 519 (NF P 21-359) : Bois de structure - Classement - Spécifications pour les bois classés par machine pour sa résistance et les machines à classer
- NF EN 844 (NF B 53-601) : Bois ronds et bois sciés – Terminologie
- NF EN 975 (NF B 53-621) : Bois sciés - Classement d'aspect des bois feuillus
- NF EN 1611-1 (NF B 53-622) : Bois sciés - Classement d'aspect des bois résineux
- NF EN 1313 (NF B 53-624) : Bois ronds et bois sciés - Ecarts admissibles et dimensions préférentielles
- NF EN 1912 (NF P 21-395) : Structures en bois - Classes de résistance - Affection des classes visuelles et des essences
- NF B 52-001 : Règles d'utilisation du bois dans les constructions – Classement visuel pour l'emploi en structure des principales essences résineuses et feuillues
- NF B 53-520 : Bois - Sciages de bois résineux - Classement d'aspect - Définition des choix
- NF P 21-400 : Bois de structure et produits à base de bois - Classe de résistance et contraintes admissibles associées
- NF EN 335 : Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définition des classes d'emploi
- NF EN 350 : Durabilité des bois et des matériaux dérivés du bois - Durabilité naturelle du bois massif
- NF EN 351 : Durabilité des bois et des matériaux dérivés du bois - Bois massif traité avec produit de préservation
- NF EN 460 : Durabilité des bois et des matériaux dérivés du bois – Guide d'exigences de durabilité du bois pour son utilisation selon les classes d'emploi.
- PrNF EN 15228 (P21-600PR) : Bois de structure - Bois de structure traité avec un produit de préservation contre les attaques biologiques
- NF P 21-701 : CB 71 - Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
- NF EN 1995 (NF P 21-711) : EC 5 - Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
- Les DTU ouvrages en bois ou dérivés



### Principales spécifications et recommandations :

#### Séchage :

En fonction de la destination des bois (charpente, murs ossatures bois, etc.), ceux-ci devront présenter un taux d'humidité qui permette une fabrication et une mise en œuvre correcte ainsi qu'une bonne stabilité dimensionnelle dans le temps.

### Humidité de mise en œuvre et classes d'emploi (classe de risques d'attaques biologiques, cf. fiche 51.01) :

Selon sa fonction et sa localisation dans la construction, l'élément en bois doit être mis en œuvre à un taux d'humidité d'équilibre, et utilisable dans des conditions correspondant à une classe d'emploi définie :

Élément de construction	Taux d'humidité	Classe d'emploi
Parquets, meubles	10 %	1
Revêtements intérieurs	12 %	1
Charpentes intérieures, éléments de toiture abrités	22 %	2
Ossature bois	18 %	2 – 3
Menuiseries intérieures	13 %	1
Menuiseries extérieures	15 %	3
Revêtements extérieurs	18 %	2 à 4
Charpentes extérieures, bandeaux	22 %	3 – 4
Clôtures, poteaux, passerelles extérieures, caillebotis	22 %	4
Jetées, pontons sur mer	30 %	5*

\* la classe 5 n'est pas une simple aggravation de la classe 4, mais caractérise une attaque différente.

### Appellation commerciale :

Commercialement, en fonction de sa teneur en humidité, le bois porte différentes appellations :

- Bois anhydre : bois qui ne contient plus du tout d'humidité (H% = 0%)
- Bois sec à l'air : bois scié ayant une teneur en humidité sensiblement en équilibre avec les conditions atmosphériques naturelles environnantes (13% < H% < 17%)
- Bois commercialement sec : Bois scié ayant une teneur en humidité suffisamment basse pour éviter des colorations, des moisissures et toutes dégradations par les champignons pendant le transport (17% < H% < 22%)
- Bois vert : bois scié n'ayant subi aucun séchage (H% > 30%)

### Durabilité et préservation du bois :

Les essences de bois sont utilisables soit sans traitement mais purgée d'aubier si elles possèdent une durabilité naturelle suffisante face aux attaques biologiques (insectes et champignons), soit en appliquant un traitement de préservation adaptée, en fonction de la classe d'emploi et des propriétés physiques (imprégnabilité, taux de pénétration, etc) de l'essence.

Le tableau suivant indique pour les essences de bois les plus utilisées en France dans la construction bois, la classe d'emploi maximum pouvant être atteinte **Avec traitement** de préservation adapté, ou **Sans traitement** mais en purgeant l'aubier du bois, et la résistance naturelle de l'essence à l'attaque de **Termites** :

Essence de bois	Avec traitement	Sans traitement	Termites
Châtaignier		3	Moyenne
Chêne	4	3	Non
Douglas	3	3	Non
Epicéa	3		Non
Mélèze	3	3	Non
Pin sylvestre	5	3	Non
Pin maritime	5	3	Non
Robinier		4	Bonne
Sapin	3		Non
Western Red Cedar	3	3	Non
Ipé, Doussié, Merbau, Moabi, Padouk		4	Bonne
Azobé, Iroko		3	Bonne

### Tolérances dimensionnelles :

Pour les bois sciés résineux, l'humidité de référence pour la mesure des dimensions est de 20%.

Les écarts admissibles par rapport aux dimensions cibles des sections doivent être les suivants, à l'humidité de référence :

- Épaisseurs et largeurs < 100 mm : +3 mm/ -1 mm
- Épaisseurs et largeurs > 100 mm : +4 mm/ -2 mm

La norme ne définit aucune tolérance sur la longueur des pièces, il y aura donc intérêt à fixer ces tolérances de manière contractuelle.

### Utilisations possibles :

Afin d'optimiser l'utilisation des sciages classés, les utilisations possibles en structure des différentes classes sont indiquées dans le tableau suivant :

Type de structure	ST-I C30	ST-II C24	ST-III C18
Charpente traditionnelle			
Charpente industrielle			
Charpente lamellée collée			
Ossature bois			

### Marquage CE :

Chaque composant structurel de la construction classé et mis sur le marché au sein de l'Europe devra avoir une attestation de conformité, selon la directive communautaire sur les produits de la construction (DPC n° 89-106), et qui sera matérialisée par le marquage CE.

Les répartitions des tâches à réaliser en fonction des systèmes d'attestation de conformité sont les suivantes :

Systèmes d'attestation	Certificatif				Déclaratif	
	1+	1	2+	2	3	4
<b>Evaluation du produit</b>						
Essai de type initial	ORN	ORN	FAB	FAB	ORN	FAB
Essai sur échantillon par sondage	ORN	ORN*	FAB*			
<b>Contrôle production en usine (FPC)</b>						
	FAB	FAB	FAB	FAB	FAB	FAB
<b>Evaluation du contrôle de la production en usine</b>						
Inspection initiale	ORN	ORN	ORN	ORN		
Surveillance continue	ORN	ORN	ORN	ORN		

ORN : Organisme notifié (d'essais, d'inspection ou de certification)

FAB : Fabricant

\* : Non obligatoire

Les bois massifs structuraux nécessiteront un système d'Attestation de Conformité de niveau 2+, selon les exigences de la norme européenne harmonisée NF EN 14081. Tous les bois massifs structuraux mis sur le marché à partir du 02/08/2007 devront être marqués CE.

### Système certification qualité :

#### CTB Sawn Timber :

Certification de produits de sciages résineux et feuillus

Caractéristiques certifiées :

- Classement d'aspect
- Précision du sciage
- Caractéristiques mécaniques pour les bois de structure (optionnel)
- Humidité des bois pour les bois secs (optionnel)
- Dimensions et tolérances
- Homogénéité du séchage

### Acquis environnementaux :

#### Données environnementales :

Le format des données environnementales, que peut fournir sur demande le fabricant d'un produit de construction, doit respecter la norme NF P 01-010.

#### Eco-certification :

Le bois utilisé peut être un bois " éco-certié " selon le référentiel PEFC ou FSC, garantissant qu'une proportion ou la totalité des bois utilisés sont issues d'une forêt gérée durablement.

**Usinage :**

Lors de l'usinage, les opérateurs doivent être protégés pour éviter l'inhalation de poussières de bois (Code du travail).

**Déchets de bois :**

Les déchets de bois générés lors de la mise en œuvre et lors de la fin de vie du composant doivent être :

- considérés comme des DIB (Déchets Industriels Banals) s'ils ne contiennent pas de métaux ou de composés organochlorés ; ils peuvent être éliminés en décharge de classe 2 ou valorisés dans la filière panneau de particules ou transformés en combustible bois.
- incinérés dans un incinérateur de déchets ou éliminés en décharge de classe 1 s'ils contiennent des métaux ou des composés organochlorés.

**Organisations professionnelles :****FNB**

Fédération Nationale du Bois

6 rue François 1<sup>er</sup>

75008 PARIS

Tél. 01.56.69.52.00

Fax. : 01.56.69.52.09

Messagerie électronique : [infos@fnbois.com](mailto:infos@fnbois.com)

Site internet : [www.fnbois.com](http://www.fnbois.com)

**ATIBT**

Association Technique Internationale des Bois Tropicaux

6, avenue de Saint-Mandé

75012 PARIS

Tél. 01.43.42.42.00

Fax. 01.43.42.55.22

Messagerie électronique : [atibt@compuserve.com](mailto:atibt@compuserve.com)

**LE COMMERCE DU BOIS**

6, avenue de Saint-Mandé

75012 PARIS

Tél. 01.44.75.58.58

Fax. 01.44.75.54.00

Messagerie électronique : [lecommercedubois@wanadoo.fr](mailto:lecommercedubois@wanadoo.fr)

Site internet : [www.lecommercedubois.fr](http://www.lecommercedubois.fr)

