

HAW901

Classements & produits bois pour la construction

Intervenant : C. Montero



Définition :

Bois d'oeuvre (B.O.) = Bois de service & bois de travail vs. Bois énergie (=bois de chauffage)

« qualités »

constructions *industrie & artisanat*

B.O.

B.I.

B.E.

Objectifs #1 :

- Connaitre le cadre réglementaire autour des produits bois

(D'une ressource à un matériau) ... d'un matériau à des produits...

Objectifs #2 :

- Connaitre les différents matériaux et produits dérivés des bois pour la construction
- Distinguer leurs caractéristiques et leurs usages

... d'un produit à des marchés.

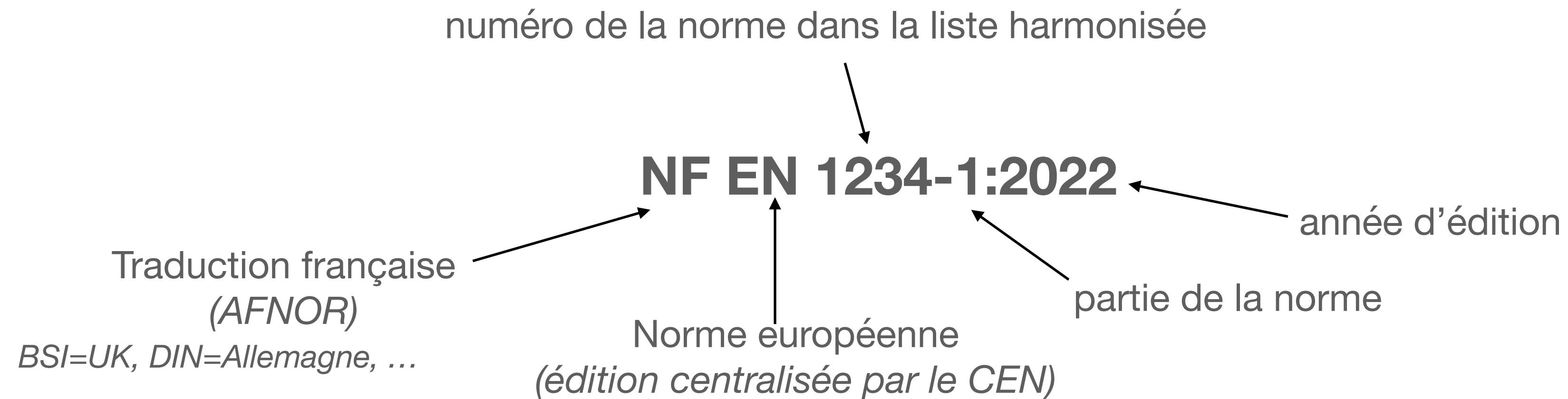
Règlement ou norme ?

Définitions : Norme vs. Réglementation ?

Réglementation = expression d'une loi dont l'application est **imposée**

Norme = application **volontaire**

Classement :



NF EN 1234-1:2022/A1

Object d'un amendement

NF EN 1234-1:2022+A1 = norme incluant son amendement

Pour des usages en structure, les propriétés mécaniques des bois doivent être estimées.

Estimer sans casser ?!



Grume



Classement qualitatif des bois ronds :

- Pour les essences résineux :
- NF EN 1927-1 = Epicéas & Sapins
 - NF EN 1927-2 = Pins
 - NF EN 1927-3 = Mélèzes & Douglas

- Pour les essences feuillues :
- NF EN 1316-1 = Chêne & Hêtre
 - NF EN 1316-2 = Peuplier

Mesures des singularités [NF EN 1310] et altérations biologiques [NF EN 1311]

Mesures des dimensions [NF EN 1309] & mesure du volume [NF EN 1312] !

Tableau 1 — Classement des épicéas et des sapins

Caractéristiques	Classes			
	A	B	C	D
nœuds				
adhérents, sains	exclus ^{a)}	≤ 4 cm	≤ 8 cm	permis
morts	exclus	≤ 3 cm	≤ 6 cm	permis
pourris	exclus	exclus	≤ 3 cm	permis
Poche des résine	exclue ^{a)}	1 par section	permise	permise
Taux de croissance	≤ 4 mm	≤ 7 mm	sans limite	sans limite
croissance				
Fils tors	≤ 3 cm/m	≤ 7 cm/m	≤ 10 cm/m	sans limite
Cœur excentré	≤ 10 %	≤ 15 %	sans limite	sans limite
Bois de réaction ^{b)}	exclu	≤ 10 %	≤ 33 %	sans limite
Courbure ^{c)}				
< 20 cm	pas d'exigence	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 3 cm/m
≥ 20 cm à < 35 cm	≤ 1 cm/m	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 3,5 cm/m
≥ 35 cm	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 2 cm/m	≤ 4,5 cm/m
décroissance ^{c)}				
< 20 cm	pas d'exigence	≤ 1,25 cm/m	≤ 2 cm/m	sans limite
≥ 20 cm à < 35 cm	sans limite	≤ 1,5 cm/m	≤ 2,5 cm/m	sans limite
≥ 35 cm	sans limite	≤ 2 cm/m	≤ 4 cm/m	sans limite
fentes				
Fentes de cœur				
(exceptées fentes de retrait) ^{c)}				
< 35 cm	exclues	exclues	≤ 1/2 Ø	permises
≥ 35 cm	≤ 1/4 Ø	≤ 1/4 Ø	≤ 1/2 Ø	permises
roulures ^{c)}				
< 35 cm	exclues	exclues	exclues	≤ 1/2 Ø
≥ 35 cm	exclues	≤ 1/4 Ø	≤ 1/3 Ø	≤ 1/2 Ø
Attaques d'insectes				
< 2 mm	exclues	exclues	exclues ^{d)}	permises
(e.g. <i>Trypodendron lineatum</i>)				
≥ 2 mm	exclues	exclues	exclues	Petite attaque permise
(e.g. <i>Sirex</i> , <i>Cerambycidae</i>)				
échauffure	exclue	exclue	Pour diamètre médian < 35 cm, permise en surface jusqu'à 10 % du diamètre médian Pour diamètre médian ≥ 35 cm permise en surface jusqu'à 20 % du diamètre médian	permise
pourriture	exclue	exclue	exclue ^{e)}	permise ^{f)}
discoloration	exclue	exclue	Permise dans la zone aubieuse ^{g)}	permise

Bois Massif

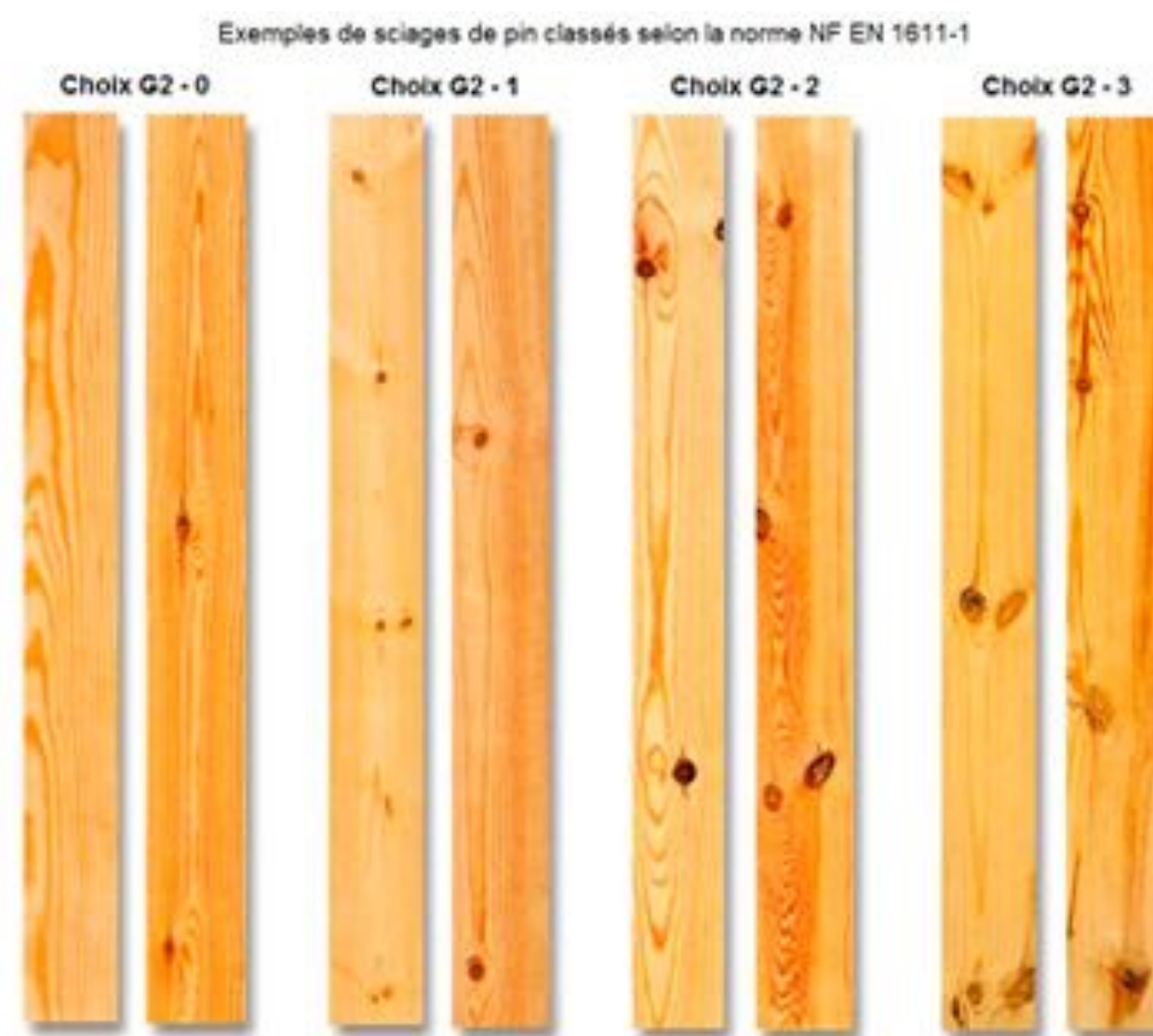
Classement d'aspect :



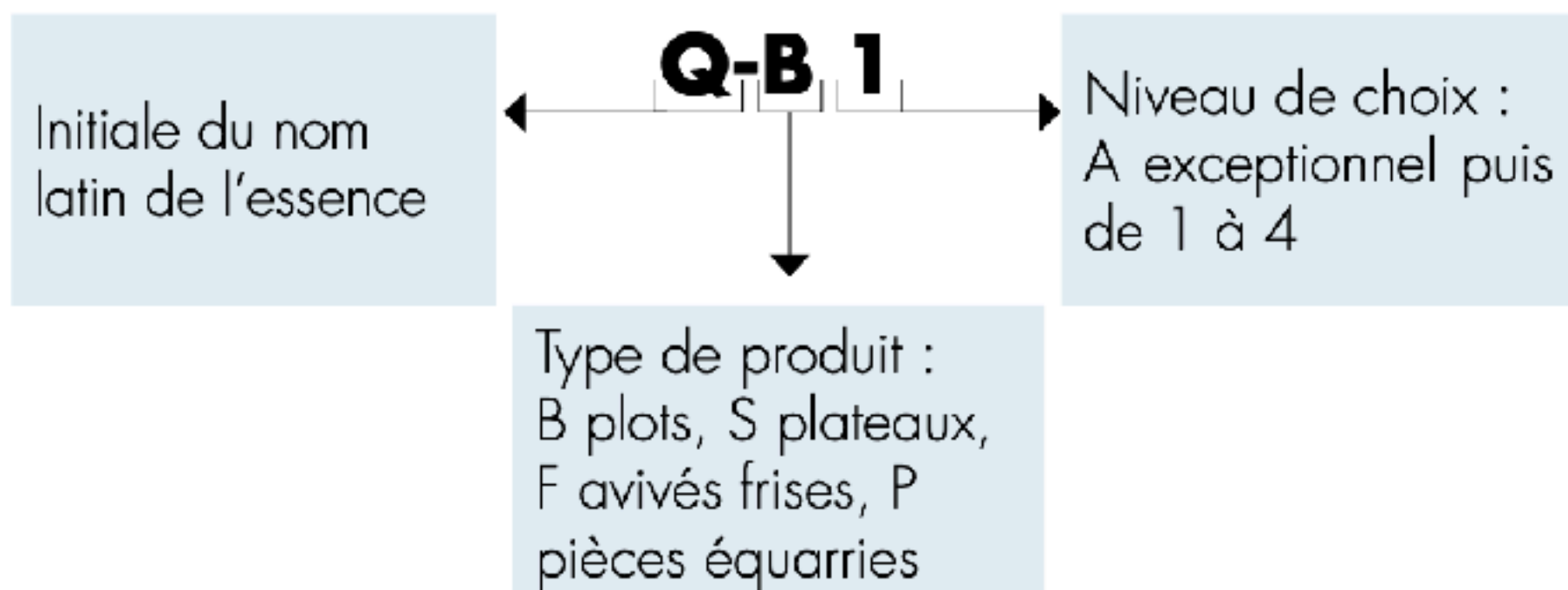
Débit en plot

Utilisé pour les usages **non structurels** où l'esthétique importe (agencement, menuiserie, parquets, revêtements, ...)

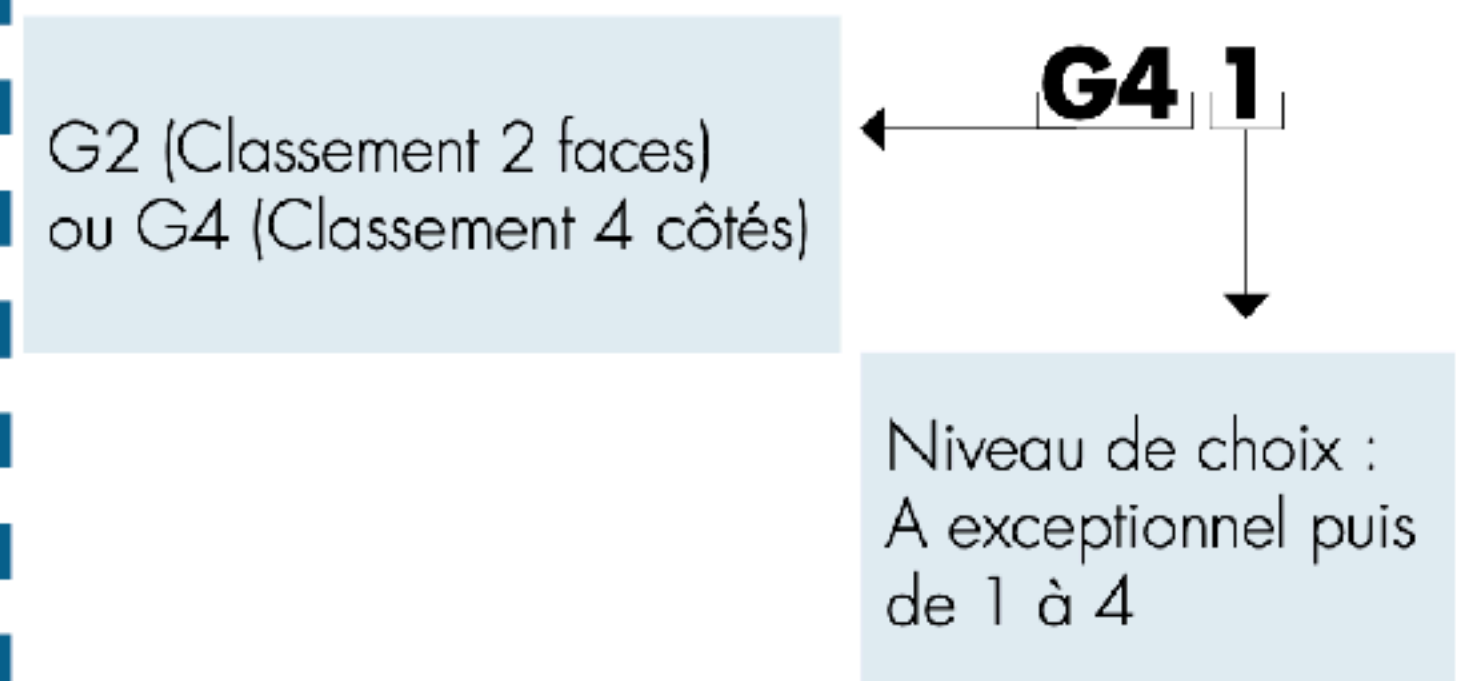
Recommandé pour les sciages où l'une des dimensions de section est inférieure à 30 mm



→ Feuillus



→ Résineux



prend en compte :

- Les nœuds : dimension et quantité
- La présence d'entre-écorce, de poches de résine
- Le bois de compression
- Les dégradations du bois
- Le flache, la moelle, les fentes, les déformations

Source : Fiche FNB, 2018, FichesC6-LDCDB_4pages.pdf

Détermination du volume des lots
[NF EN 1312]

Bois Massif

Classement d'aspect :



Débit en plot

Utilisé pour les usages **non structurels** où l'esthétique importe (agencement, menuiserie, parquets, revêtements, ...)

Recommandé pour les sciages où l'une des dimensions de section est inférieure à 30 mm

Critères feuillus :

- Chêne & Hêtre [NF EN 975-1]
- Peuplier [NF EN 975-2]

Critères résineux :

- Épicéas, Sapins, Pins, Douglas, Mélèzes [NF EN 1611-1]

> Noeuds (adhérents ou non, isolés), fentes (profilées, roulure, gélivure), fils (tors, pente), altérations (aubier, coeur, ...), pourriture, attaques d'insectes, ...

Bois Massif

Classement mécanique ...

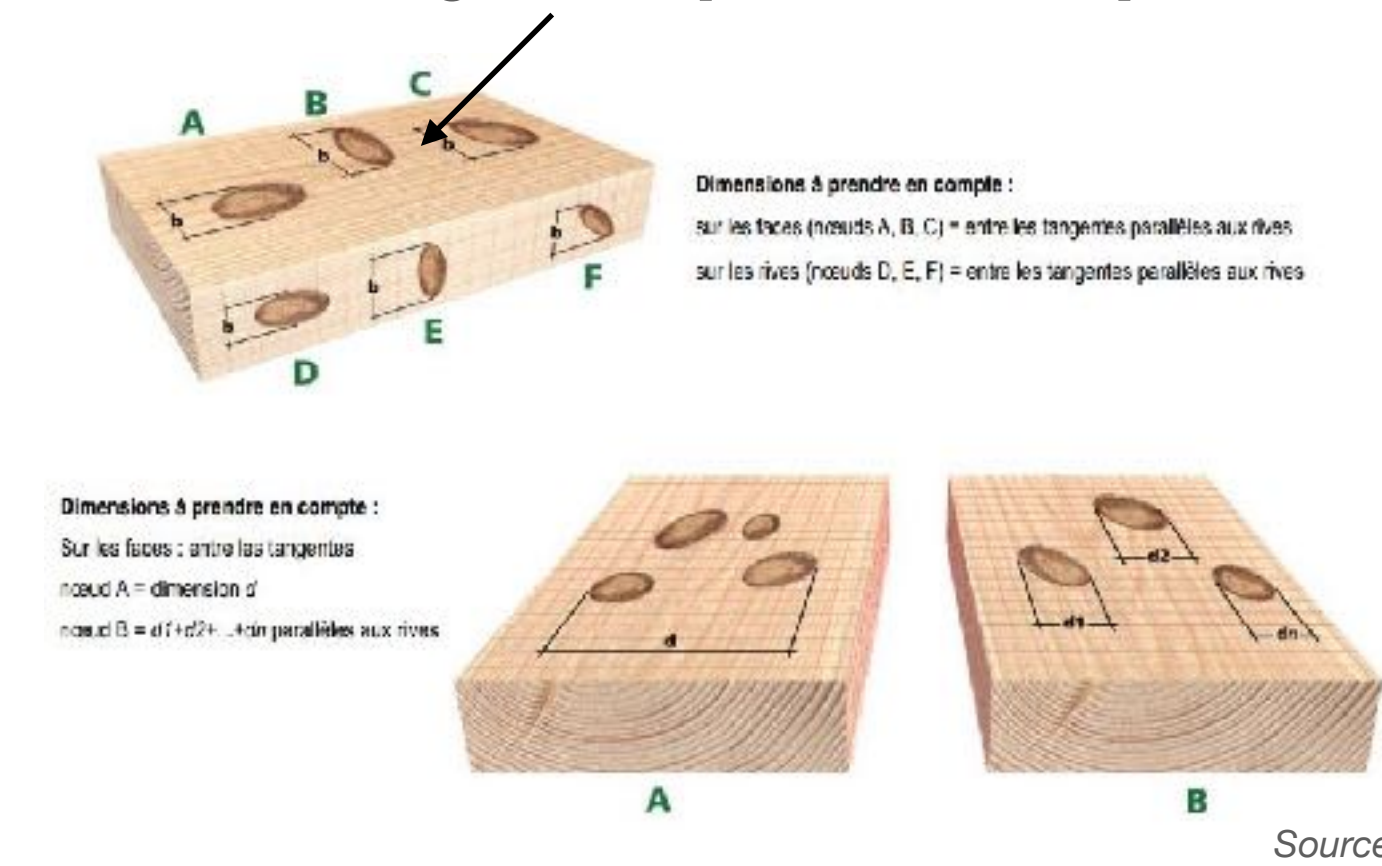


par méthode visuelle :

Classement visuel pour l'emploi des bois sciés résineux et feuillus [NF B 52-001-1]

Classement visuel pour les bois tropicaux de structure [NF EN 16737]

Mesure des singularités [NF EN 1309-3]



Humain ou machine :



Scanner 4 faces (Luxscan, Weinig)

Tableau 3 — Critères de classement visuel du Douglas

Classes Critères	ST-I ⁴⁾		ST-II		ST-III	
Largeur des cernes d'accroissement	≤ 6 mm	≤ 8 mm	≤ 6 mm	≤ 10 mm	≤ 8 mm	≤ 12 mm
Section (mm ²)	≤ 18 000	> 18 000	≤ 18 000	> 18 000	≤ 18 000	> 18 000
Diamètre des nœuds - Sur la face ¹⁾	Ø ≤ 30 mm et Ø ≤ 1/6 de l	Ø ≤ 40 mm et Ø ≤ 1/6 de l	Ø ≤ 50 mm et Ø ≤ 1/2 de l	Ø ≤ 70 mm et Ø ≤ 1/2 de l	Ø ≤ 100 mm et Ø ≤ 3/4 de l	Ø ≤ 130 mm et Ø ≤ 3/4 de l
- Sur la rive ²⁾	Ø ≤ 40 mm et Ø ≤ 2/3 de e	Ø ≤ 80 mm et Ø ≤ 2/3 de e	Ø ≤ 40 mm et Ø ≤ 2/3 de e	Ø ≤ 80 mm et Ø ≤ 2/3 de e	Ø ≤ 40 mm et Ø ≤ 2/3 de e	Ø ≤ 80 mm et Ø ≤ 2/3 de e
Fentes ^{3) 5)} - Traversantes - Non traversantes	Longueur ≤ deux fois la largeur de la pièce Longueur ≤ moitié de la longueur de la pièce				Longueur ≤ 600 mm Non limitée	
Grosse poche de résine	Non admise		Admise si < 80 mm			
Entre-écorce	Non admise					
Pente de fil (en fraction) - Locale - Générale	1:10 (10 %) 1:14 (7 %)		1:4 (25 %) 1:6 (17 %)			
Flaches - Longueur - Largeur	Non admises		< 1/3 de la longueur de la pièce et < 100 cm < 1/3 de l'épaisseur de la rive			
Altérations biologiques - Bleu - traces de gui - Piqûres noires - Echauffure	Admis Admises si elles apparaissent sur une seule face Non admise					
Déformation maximale en mm pour une longueur de 2 m - Flèche de face - Flèche de rive - Gauchissement	< 10 mm < 8 mm 1 mm/25 mm large				< 20 mm < 12 mm 2 mm/25 mm large	
Tuilage	Pas de restrictions					

Bois Massif Classement mécanique ... par méthode visuelle

Bois de structures - Classes de résistances -
Affectation des classes visuelles et des essences
[NF EN 1912]

Classement de résistance

Ex. Douglas ST-II -> C24

Classe de résistance	Pays publiant la norme de classement	Classe (voir Note 2)	Appellation commerciale des essences	Origine	Identification botanique (voir Tableau 3)	Commentaires
C24	France	ST-II	Épicéa et Sapin	France	1, 22	
		ST-II	Douglas	France	54	
		ST-II	Pins	France	39, 47	
		ST-II	Peuplier (voir note 1)	France	50	
		ST-II	Mélèze	France	15	

Bois Massif

Classement mécanique ...

par méthode physique :

[NF EN 14081-1 : généralités

-2 : essais initiaux

-3 : contrôles en usines

Cherchent à obtenir la masse volumique, le module d'élasticité, et résistance à rupture

Différentes technologies :

Vibratoire

Analyse de fréquence de résonance après impact



MicroTec viscan

Optique

Mesure masse volumique et distribution des noeuds par imagerie de surface ou rayons X



Scanner RX (GoldenEye, Microtech)
~7 m/s

Flexion

Fléchissement sous sollicitation



Ultrasons

Vitesse de propagation des ultrasons



Combinée



Compromis entre qualité de mesure vs. vitesse de mesure vs. implantation dans la ligne de sciage

Bois Massif Classement de résistance [NF EN 338]

Cxx : coniferous = plantes conifères → Résineux
Dxx : deciduous = plantes décidues → Feuillus

Tableau 1 — Classes de résistance des bois résineux en fonction des essais de flexion sur chant: valeurs de résistance, de rigidité et de masse volumique

	Classe	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Propriétés de résistance en N/mm²													
Flexion	$f_{m,0,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	7,2	8,5	10	11,5	13	14,5	16,5	19	22,5	26	30	33,5
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	24	25	27	29	30
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0
Cisaillement	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Propriétés de rigidité en kN/mm²													
Module d'élasticité moyen en flexion axiale	$E_{m,0,mean}$	7,0	8,0	9,0	9,5	10,0	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
Module d'élasticité caractéristique à 5% d'exclusion en flexion axiale	$E_{m,0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,1	10,7
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{m,90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Module de cisaillement moyen	G_{mean}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Masse volumique en kg/m³													
Masse volumique caractéristique à 5% d'exclusion	ρ_k	290	310	320	330	340	350	360	380	390	400	410	430
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	350	370	380	400	410	420	430	460	470	480	490	520

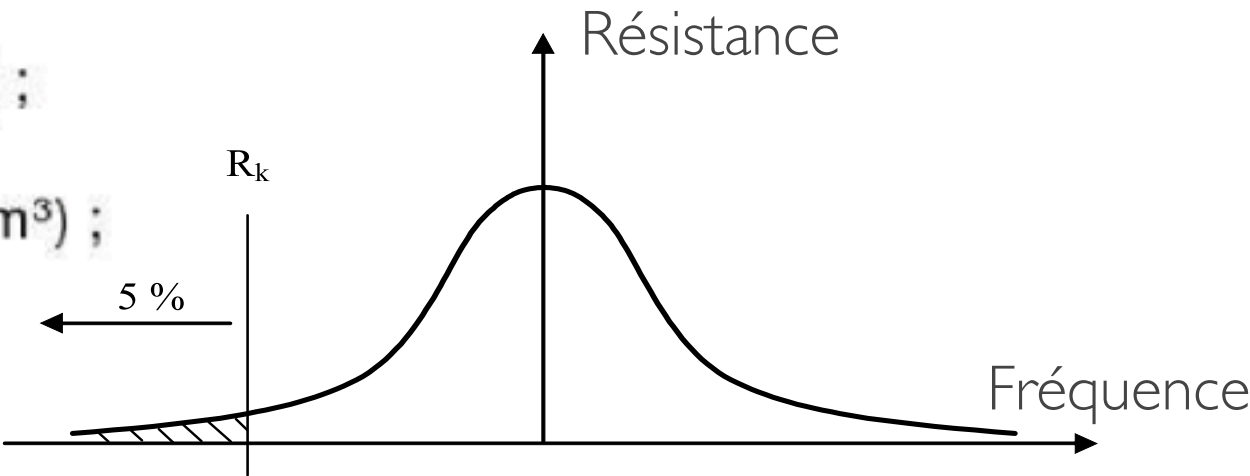
Bois Massif Classement de résistance [NF EN 338]

Cxx : coniferous = plantes conifères
Dxx : deciduous = plantes décidues → Feuillus → Résineux

Tableau 1 — Classes de résistance des bois résineux en fonction des essais de flexion sur chant: valeurs de résistance, de rigidité et de masse volumique

	Classe	C14
Propriétés de résistance en N/mm²		
Flexion	$f_{m,0,k}$	14
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	7,2
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,4
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	16
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2,0
Cisaillement	$f_{v,k}$	3,0
Propriétés de rigidité en kN/mm²		
Module d'élasticité moyen en flexion axiale	$E_{m,0,mean}$	7,0
Module d'élasticité caractéristique à 5% d'exclusion en flexion axiale	$E_{m,0,k}$	4,7
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{m,90,mean}$	0,23
Module de cisaillement moyen	G_{mean}	0,44
Masse volumique en kg/m³		
Masse volumique caractéristique à 5% d'exclusion	ρ_k	290
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	350

- $E_{m,0,mean}$ valeur caractéristique moyenne du module d'élasticité en flexion axiale (en kN/mm²) ;
- $E_{t,0,mean}$ valeur caractéristique moyenne du module d'élasticité en traction axiale (en kN/mm²) ;
- $E_{m,0,k}$ valeur caractéristique à 5 % d'exclusion du module d'élasticité en flexion axiale (en kN/mm²) ;
- $E_{t,0,k}$ valeur caractéristique à 5 % d'exclusion du module d'élasticité en traction axiale (en kN/mm²) ;
- $E_{m,90,mean}$ valeur caractéristique moyenne du module d'élasticité en flexion transversale (en kN/mm²) ;
- $E_{t,90,mean}$ valeur caractéristique moyenne du module d'élasticité en traction transversale (en kN/mm²) ;
- $f_{c,0,k}$ valeur caractéristique à 5 % d'exclusion de la résistance à la compression axiale (en N/mm²) ;
- $f_{c,90,k}$ valeur caractéristique à 5 % d'exclusion de la résistance à la compression transversale (en N/mm²) ;
- $f_{m,k}$ valeur caractéristique à 5 % d'exclusion de la résistance à la flexion (en N/mm²) ;
- $f_{t,0,k}$ valeur caractéristique à 5 % d'exclusion de la résistance à la traction axiale (en N/mm²) ;
- $f_{t,90,k}$ valeur caractéristique à 5 % d'exclusion de la résistance à la traction transversale (en N/mm²) ;
- $f_{v,k}$ valeur caractéristique à 5 % d'exclusion de la résistance au cisaillement (en N/mm²) ;
- G_{mean} valeur caractéristique moyenne du module de cisaillement (en kN/mm²) ;
- ρ_k valeur caractéristique à 5 % d'exclusion de la masse volumique (en kg/m³) ;



Bois Massif Classement de résistance [NF EN 338]

Cxx : coniferous = plantes conifères → Résineux
Dxx : deciduous = plantes décidues → Feuillus

Tableau 3 — Classes de résistance des bois feuillus en fonction des essais de flexion sur chant : valeurs de résistance, de rigidité et de masse volumique

	Classe	D18	D24	D27	D30	D35	D40	D45	D50	D55	D60	D65	D70	D75	D80
Propriétés de résistance en N/mm ²															
Flexion	$f_{m,0,k}$	18	24	27	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	11	14	16	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	18	21	22	24	25	27	29	30	32	33	35	36	37	38
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	4,8	4,9	5,1	5,3	5,4	5,5	5,8	6,2	6,6	10,5	11,3	12,0	12,8	13,5
Cisaillement	$f_{v,k}$	3,5	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0
Propriétés de rigidité en kN/mm ²															
Module d'élasticité moyen en flexion axiale	$E_{m,0,mean}$	9,5	10,0	10,5	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0	15,5	17,0	18,5	20,0	22,0	24,0
Module d'élasticité caractéristique à 5 % d'exclusion en flexion axiale	$E_{m,0,k}$	8,0	8,4	8,8	9,2	10,1	10,9	11,3	11,8	13,0	14,3	15,5	16,8	18,5	20,2
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{m,90,mean}$	0,64	0,67	0,70	0,73	0,80	0,87	0,90	0,93	1,03	1,13	1,23	1,33	1,47	1,60
Module de cisaillement moyen	G_{mean}	0,59	0,63	0,66	0,69	0,75	0,81	0,84	0,88	0,97	1,06	1,16	1,25	1,38	1,50
Masse volumique en kg/m ³															
Masse volumique caractéristique à 5% d'exclusion	ρ_k	475	485	510	530	540	550	580	620	660	700	750	800	850	900
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	570	580	610	640	650	660	700	740	790	840	900	960	1020	1080



Bois Massif

Classement de résistance [NF EN 338] vs. Classement visuel [NF B 52-001] / essences [NF EN 1912]

Essence	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D27	D30	D35	D40	D45	D50	...	D80
Epicea			ST3			ST2		ST1														
Sapin			ST3			ST2		ST1														
Mélèze			ST3			ST2	ST1															
Pin noir	ST4		ST3			ST2		ST1														
Pin sylvestre	ST4		ST3			ST2		ST1														
Douglas			ST3			ST2																
Epicea de Sitka			ST3			ST2																
Pin à crochets	ST4		ST3 ou ST2		ST1																	
Pin d'Alep	ST4		ST3			ST2																
Pin maritime	ST4		ST3			ST2																
Peuplier			ST3			ST2																
Châtaignier			ST3			ST2																
Chêne													3	2		1						
Hêtre													H4	H3			H2	H1				

+ ... d'autres essences à venir



Détermination des valeurs caractéristiques des propriétés mécaniques [NF EN 384]

Mesuré par essai NF EN 408

Équation valable pour		Classes C	Classes D
Essences		bois résineux	bois feuillus
Basée sur		flexion sur chant	flexion sur chant
Propriétés de résistance en N/mm²			
Flexion	$f_{m,k}$	donnée	donnée
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	$-3,07 + 0,73 * f_{m,k}$	$0,6 * f_{m,k}$
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,4	0,6
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	$4,3 * (f_{m,k})^{0,5}$	$4,3 * (f_{m,k})^{0,5}$
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	$0,007 * \rho_k$	$0,010 * \rho_k$ ou $0,015 * \rho_k$ si $\rho_k \geq 700 \text{ kg/m}^3$
Cisaillement	$f_{v,k}$	$f_{m,k} \leq 24 \text{ MPa} :$ $1,6 + 0,1 * f_{m,k}$ $f_{m,k} > 24 \text{ MPa} :$ 4,0	$f_{m,k} \leq 60 \text{ MPa} :$ $3,0 + 0,03 * f_{m,k}$ $f_{m,k} > 60 \text{ MPa} :$ 5,0
Propriétés de rigidité en kN/mm²			
Ⓐ) Module d'élasticité axial moyen	$E_{0,mean}$	donné	donné
Module d'élasticité axial caractéristique	$E_{0,k}$	$0,67 * E_{0,mean}$	$0,84 * E_{0,mean}$
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{90,mean}$	$E_{0,mean}/30$	$E_{0,mean}/15$
Module de cisaillement moyen	G_{mean}	$E_{0,mean}/16$	$E_{0,mean}/16$ Ⓐ)
Masse volumique en kg/m³			
Masse volumique caractéristique	ρ_k	donnée	donnée
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	$1,2 * \rho_k$	$1,2 * \rho_k$

Détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques [NF EN 408]

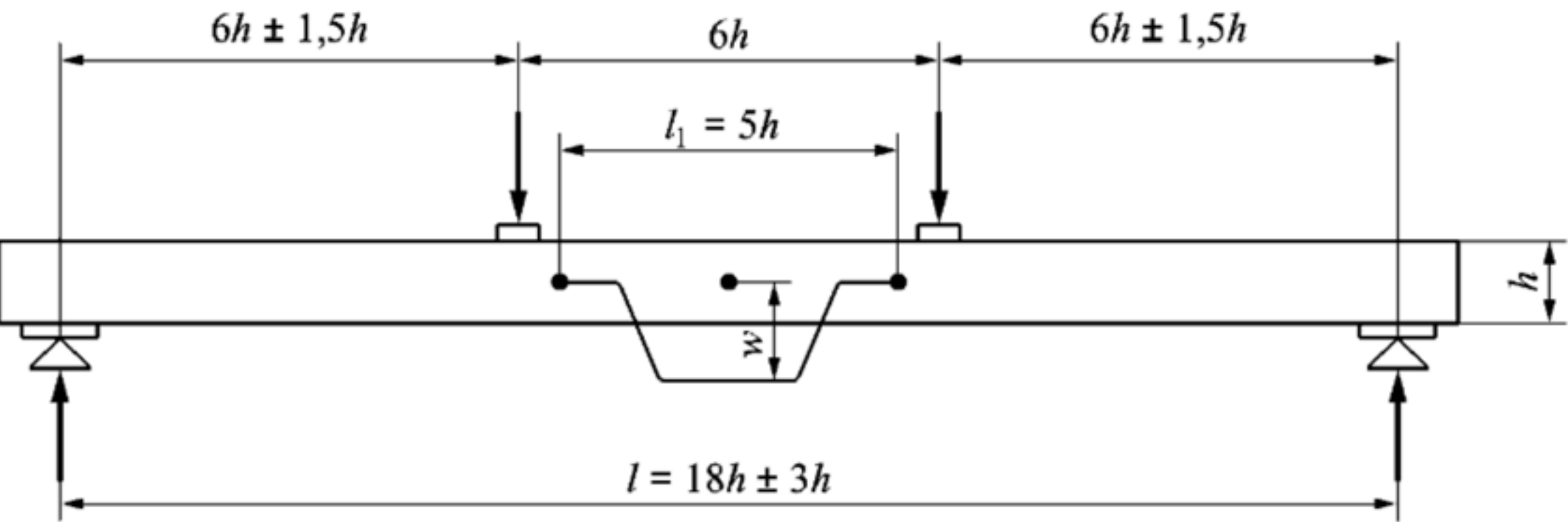


Figure 1 — Dispositif d'essai pour mesurer le module local d'élasticité en flexion

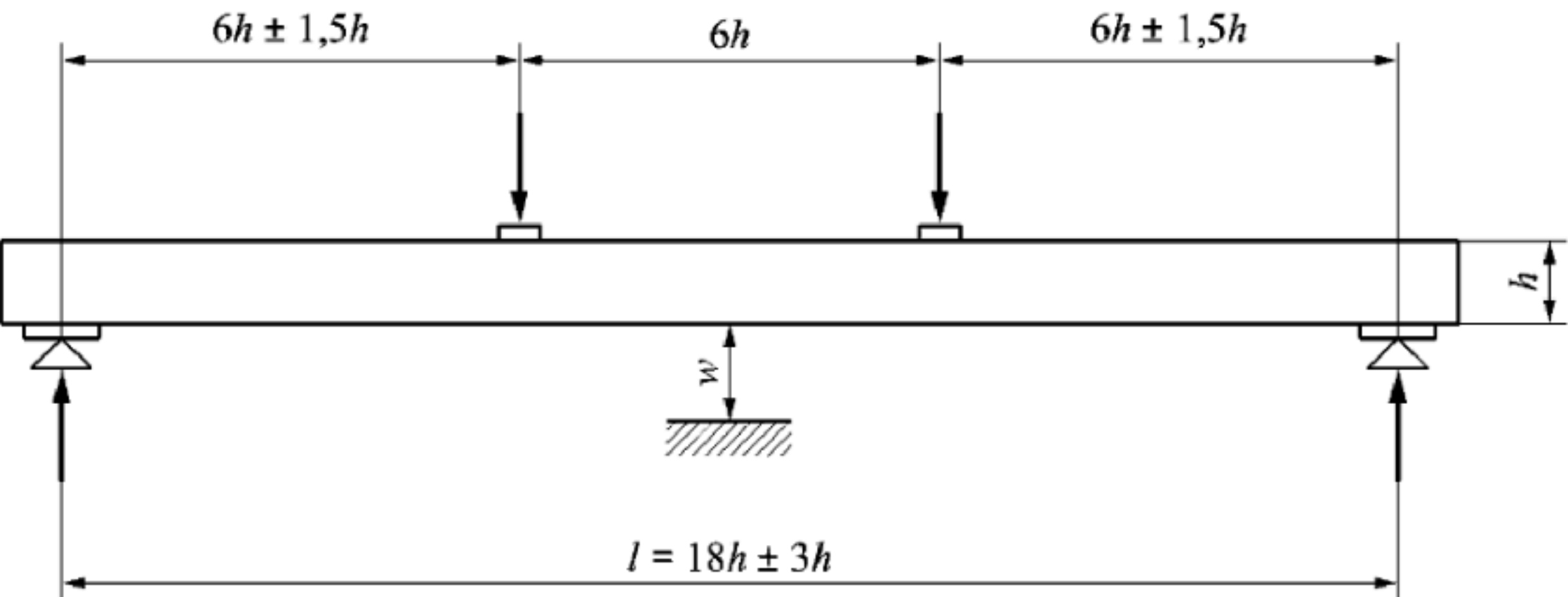


Figure 3 — Dispositif d'essai pour mesurer le module global d'élasticité en flexion

Méthodes statistiques de détermination [NF EN 14358]

- Niveaux de confiances
- Distribution des résultats

fractile	Avec distribution log-normale	Avec distribution normale
5-percentile	$m_k = \exp(\bar{y} - k_s(n)s_y)$ (5)	$m_k = \bar{y} - k_s(n)s_y$ (6)
95-percentile	$m_k = \exp(\bar{y} + k_s(n)s_y)$ (7)	$m_k = \bar{y} + k_s(n)s_y$ (8)

Sciages structurels ?

Oui

Non

Classement d'aspect des
sciages non structurels
[NF EN 1611]

Essais
[NF EN 408]

Méthodes statistiques de
détermination des valeurs
caractéristiques
[NF EN 14358]

Méthodes de classement mécanique [NF EN 14081]
ou visuel [NF B 52-001, NF EN 1912]

Lois de comportement
[NF EN 384]

Classes de résistance
[NF EN 338]

Marquage CE





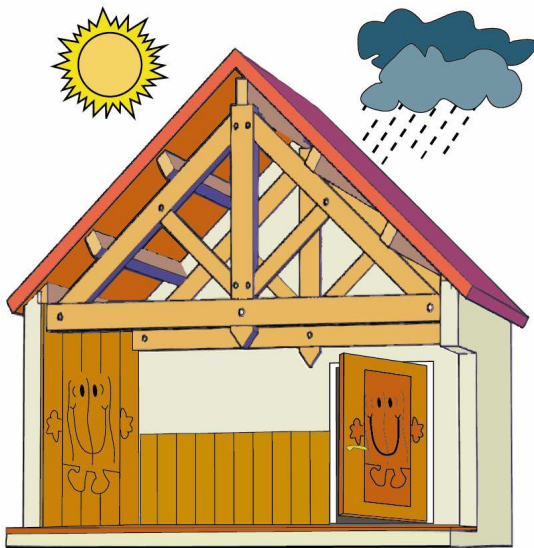
→ Marquage CE=Conforme aux Exigences
Directive Européenne 89/106/CEE « Matériaux de construction »

OBLIGATOIRE !

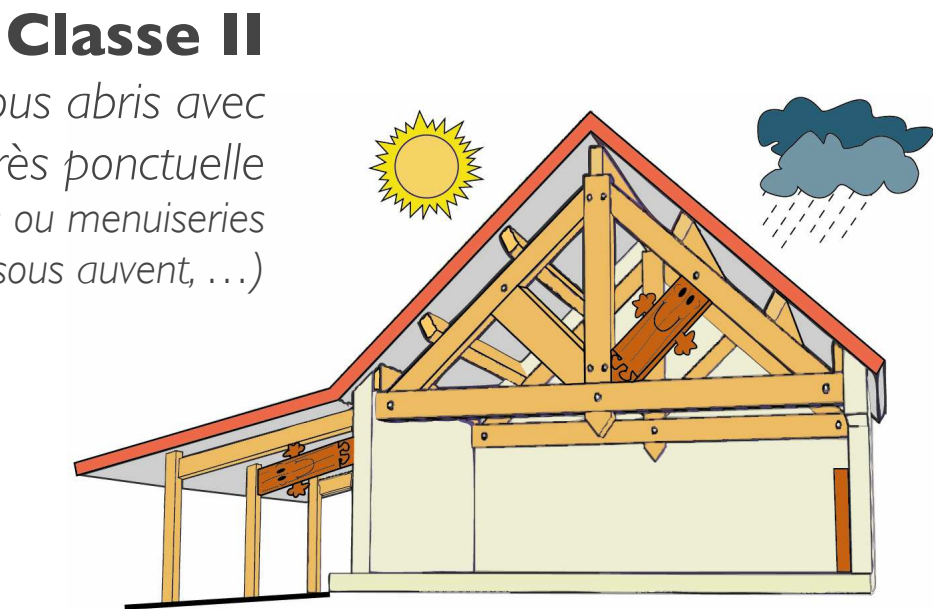
Au delà du classement, conformité de sécurité, santé publique, production... : démarche qualité.

Année : ☐ 12 ☐ 13 ☐ 14 ☐ 15 ☐ 16	
CE 1234	
SCIERIE XXXXXXXXXXXXX 88000 XXXXXXXXX Tél : XX XX XX XX XX - Fax : XX XX XX XX XX 0000 - ABC - 00000	
EN 14081 - 1 Bois de structure Norme de classement : EN 338 + NF B 52-001 C18 (ST-III) Frais de sciage Code Essence WPCA Norme de classement NF B 52-001 Réaction au feu D-S2, d0 Classe de durabilité naturelle 4 Traitement PT "Attest. CE 001"	

Classements d'emplois Exposition des bois à eau, soleil (UV), agents biologiques [NF EN 335]

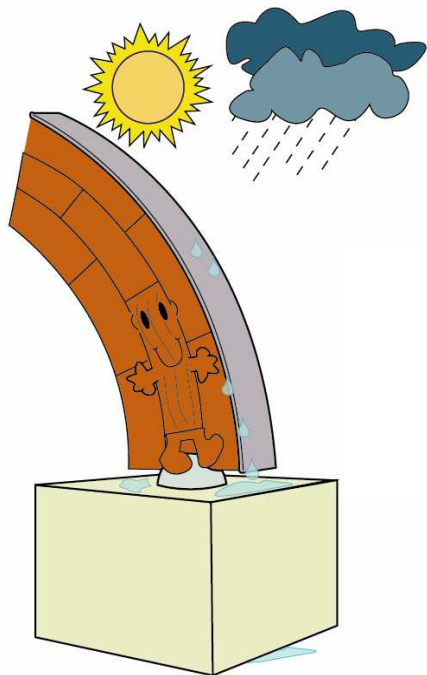
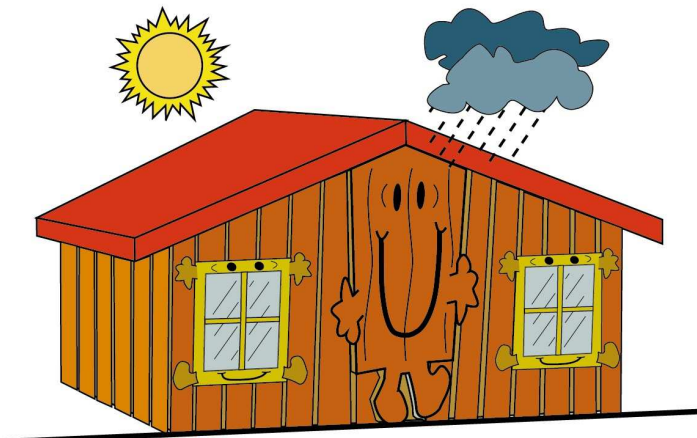


Classe I
bois toujours en intérieur sec
(lambbris, portes intérieures, parquets, ...)

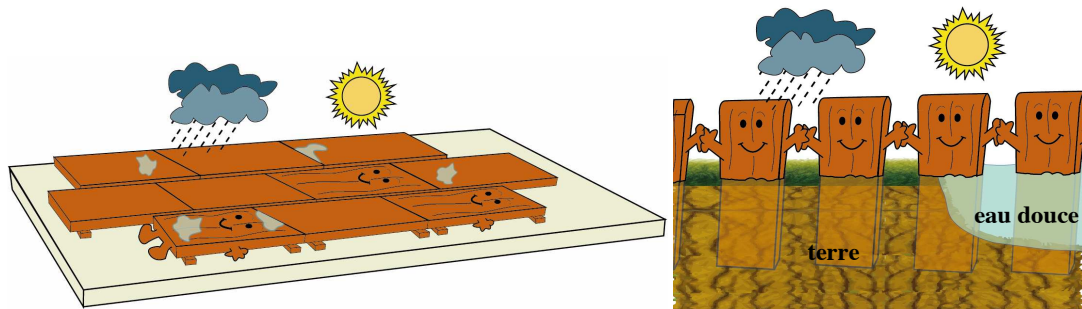


Classe II
bois en intérieur ou sous abris avec
humidification très ponctuelle
(charpentes, ossatures, bardages ou menuiseries
abritées sous auvent, ...)

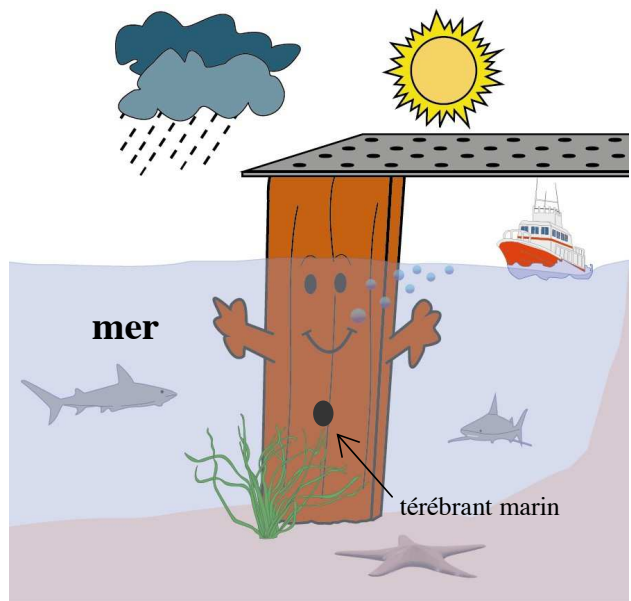
Classe III.1
bois extérieur hors sol, humidification
fréquente sur des périodes courtes
(quelques jours) séchage complet et rapide
avant réhumidification
(bardages en climat modérés peu exposés et bien
drainés, menuiseries extérieures en climat sec ou
modéré)



Classe III.2
bois extérieur hors sol, humidification très
fréquente sur des périodes significatives
(quelques semaines) séchage complet mais
lent avant réhumidification
(bardages, menuiseries, éléments structuels en
conditions relativement exposées et moyennement
drainantes, menuiseries extérieures en climat
humide)



Classe IV
bois en extérieur en contact récurrent avec
le sol et/ou l'eau voire immergé en eau
douce (piquets ou poteaux plantés en terre,
solivage de terrasse, ...)



Classe V
bois en immersion dans l'eau de mer (pieds
de ponton, jetée en milieu marin)



Correspondance avec
Classe de service EC5

Classe de service selon l'EN 1995-1-1	Classe d'emploi correspondante possible selon l'EN 335:2012
Classe de service 1	Classe d'emploi 1
Classe de service 2	Classe d'emploi 1 Classe d'emploi 2 si l'élément est dans une situation où il est susceptible d'être soumis à une humidification occasionnelle, par exemple par condensation
Classe de service 3	Classe d'emploi 2 Classe d'emploi 3 ou plus en cas d'usage en extérieur

Classements d'emplois vs. Classe de durabilité !

Chaque essence à ses caractéristiques de durabilité [NF EN 350]

- Echantillonnage des bois
- Méthodes d'essai

Classes de durabilité face à :

- Champignon lignicoles
- Coléoptères xylophages
- Termites
- Térébrants marins
- Attaques fongiques (basidiomycètes, pourriture molle, sol, ...)

- + Vocabulaire [NF EN 1001],
- + Efficacité vs. naturelle/conférée [NF EN 113]

[NF EN 460]

S=Non durable, M=Moyenne durable, D=durable

N°	Nom scientifique	Code selon l'EN 13556	Nom commun	Origine	Masse volumique / kg/m³ à 12 % de MC	Durabilité du bois parfait				Imprégnabilité		Largeur de l'aubier	Autres données/informations, le cas échéant
						Champignons	Hylo-trupes	Ano-bium	Termites	Bois parfait	Aubier		
1	<i>Abies alba</i> Mill. (syn. <i>Abies pectinata</i>) <i>A. excelsior</i> Franco [= <i>A. grandis</i> (Dougl.) Lindl.] <i>A. procera</i> Rehde	ABAL ABGR APGR	E : Fir F : Sapin D : Tanne, Weißtanne	Europe du Nord	440-460-480	4 (4)	S	S	S	2-3	2v	x	Sujet au bleuissement Non résistant aux xylophages marins
2	<i>Agathis damara</i> (A.B. Lambe) <i>L. C. Rich</i> [= <i>A. alba</i> Foxw] <i>A. australis</i> (D.Don.) Salisb. <i>A. sp.pl.</i>	AGDM AGAS	X : Agathis E : Kauri F : Agathis D : Agathis	Australie Nouvelle-Zélande Malaisie Papouasie Nouvelle-Guinée	430-490-550	3-4	D	D	S	3	n/d	x	Sujet au bleuissement Non résistant aux xylophages marins
3	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) O. Ktze.	ARAN	X : Pino do Parana E : Parana Pine F : Pin de Parana D : Brasilkiefer	Brésil	500-540-600	4-5	D	D	S	2	1	b	Sujet au bleuissement Non résistant aux xylophages marins
4	<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	CCDC	E : Incense cedar F : Libocèdre D : Kalifornische Bleistiftzeder	Amérique du Nord		1-2	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	
5	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carr. <i>C. deodara</i> (D. Don) G. Don <i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti	CDDX	E : Cedar F : Cèdre D : Echte Zeder	Afrique, Asie		1-2	D	D	M	3	n/d	n/d	Non résistant aux xylophages marins

Mesure de teneur en eau

Classement / essai, valeurs caractéristiques

Durabilité

Eau



Détermination par méthode de dessiccation [NF EN 13183-1]



Détermination par méthode de électrique par résistance [NF EN 13183-2]



Détermination par méthode capacitive [NF EN 13183-3]



NF EN 384 : corrections des résistances, modules et masses volumiques suivant teneur en eau

$u_{ref} = 12\%$

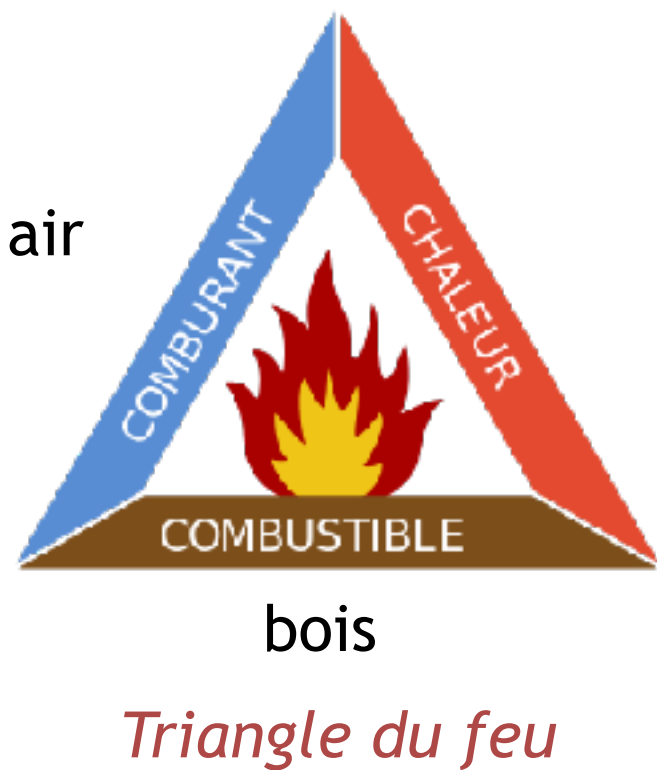
$$f_{c,0} = f_{c,0}(u)(1 + 0,03(u - u_{ref}))$$

$$E_0 = E_0(u)(1 + 0,01(u - u_{ref}))$$

$$\rho = \rho(u)(1 - 0,005(u - u_{ref}))$$

Résistance au feu : **Ouvrage = f{(matériaux + assemblages).architecture + équipements}(temps , usagers)**

- OUI le bois brûle ... !
 - C'est un combustible. Comme tout les autres matériaux de construction, suivant le niveau de température.
- La construction bois ne déroge pas à la loi !
 - La réglementation sur la sécurité incendie est la même pour toutes les constructions (maçonnées, métalliques, bétons, ...) par type de bâtiment (habitation, bureaux, ...)
> **temps de résistances définis.**
- Le bois à une bonne tenue mécanique au feu
 - 10x moins de transmission de chaleur que le béton, 250x moins que l'acier.
 - n'explose pas mais se consume
 - préserve sa capacité portante durant carbonisation.
 - > temps d'intervention pour les évacuations & pompiers, pas de surcôte assurance



Ne pas confondre réaction au feu et résistance au feu !

CLASSES SELON NF EN 13501-1			EXIGENCE
A1	-	-	Incombustible
A2	s1	d0	M0
A2	s1	d1	M1
A2	s2 s3	d0 d1	
B	s1 s2 s3	d0 d1	
C	s1 s2 s3	d0 d1	M2
D	s1 s2 s3	d0 d1	M3
			M4 (non gouttant)
Toutes classes autres que E-d2 et F			M4

Le degré l'inflammabilité et la contribution à la propagation du feu :

- A1: Aucune contribution au feu
- A2: Contribution extrêmement limitée au feu
- B: Contribution très limitée au feu
- C: Contribution limitée au feu
- D: Contribution acceptable au feu
- E: Réaction acceptable au feu
- F: Déclassé par l'essai a la petite flamme

La production de fumée lors de l'incendie :

- s1: Faible émission de fumée
- s2: Émission moyenne de fumée
- s3: Fort développement de la fumée ou développement de la fumée non testé

La projection de débris enflammés.

- d0: Pas de gouttelettes enflammées
- d1: chute limitée de gouttelettes enflammées (max.10 secondes)
- d2: chute illimitée de gouttelettes enflammées

M0 = pas d'inflammation effective à l'essai par rayonnement ou bien il répond aux conditions du classement M1 au brûleur électrique; son pouvoir calorifique supérieur (PCS) est inférieur ou égal à 2,5 MJ/kg (600 Kcal/kg).

Bois Massifs

Un matériau réagit au feu vs. Une structure résiste au feu

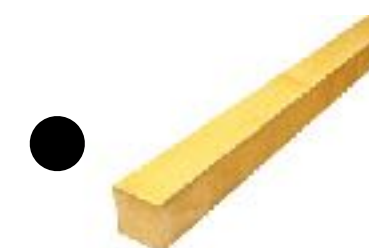
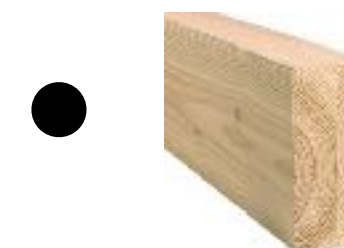
*Matériaux
mais surtout
conception*

Ex. M4 au sol, M2 en vertical et M1 au plafond.

Produits bois

	NLT	•				
	CLT	•				
	BLC	•				
	BMR	•		•		
	BMA	•				• 
	BRS	•			• 	
	BBS	•			• 	
	OSB	•				• 
	CP	•			• 	
	PP	•	• 	• 		
	...					

-
-
-
-
-
-
-
-
-



...

Scié

- Poutres en bois massif
- Bois massif accolés sous forme de poutres
Bois massif accolés, bois massif reconstitué, lamellé-collés, ...
- Bois massif accolés sous forme de panneaux
Panneaux bois massifs (à isolant ou non), panneaux contre -collés, ...

Tranché ou déroulé

- Bois déroulé accolés sous forme de panneaux
Contre-plaqué, moulé, ...

Broyés ou déchiquetés

- Panneaux composites fibres de bois + liant
OSB, particules, médium, bois plastiques, ...

Produits bois sciés : Bois Massif

Bois Brut Séché & Bois Raboté Séché



Madriers rabotés en Epicéa C24 classe 2



Chevrans rabotés en Douglas (C24) classe 3b



Chevrans rabotés en Pin C24 classe 4 (imprégnation autoclave)

Principales caractéristiques
classement structurel
classement d'aspects
dimensions limités par l'arbre

Dimensions * (en mm) en longueur de 3m à 6m (standard 4 ou 5 m)



Pas de sciage standard
mais dimensions préférentielles
[NF EN 1313]

vs. débit sur liste (sciages à
dimensions données)

Sections pour
u_{ref} = 20%



Bois sans finition de surface (brut) > charpente

Bois avec finition de surface (rabotage) > agencement



Tableau A.5 — Dimensions préférentielles complémentaires en France

Épaisseur en mm	Largeur en mm																	
	61	63	73	75	98	100	112	115	122	125	146	150	156	160	171	175	195	200
37	XX		XX				XX								XX		XX	XX
38		X		X				X								X		X
49							XX						XX					
50								X						X				
61			XX										XX					
63				X										X				
73					XX													
75						X												
98							XX								XX			
100								X								X		
112							XX											
115								X										
122									XX		XX							
125										X		X						
146												XX						
150													X					
195																	XX	
200																		X
219																		XX
225																		

X : Dimensions préférentielles complémentaires pour du bois vert.

XX : Dimensions préférentielles complémentaires à 20 % d'humidité.

NF EN 1313-1 : résineux

Produits bois sciés : Bois Aboutés & Reconstitués

BMA

Principales caractéristiques

similaire au bois massif constitutif NF EN 338
grandes longueurs (couramment 13 m)

Bois classés suivant NF EN 14081-1

Généralement ~C24, D-s2-d0

Etat de surface : raboté & chanfreiné



Entures



BMR

Intérêt du produit

- Précision et stabilité dimensionnelle
- larges sections et grandes longueurs
- Standardisation
- Humidité 14%

+ purge & aboutage



Produits bois sciés : Bois Lamellé-Collé

Historique

Créé en 1906 en Allemagne

Description du produit

Éléments de bois massif, généralement des résineux (épicéa, sapin, pin, douglas) calibrés et séchés à 12 %, pré-assemblés par collage puis superposés.

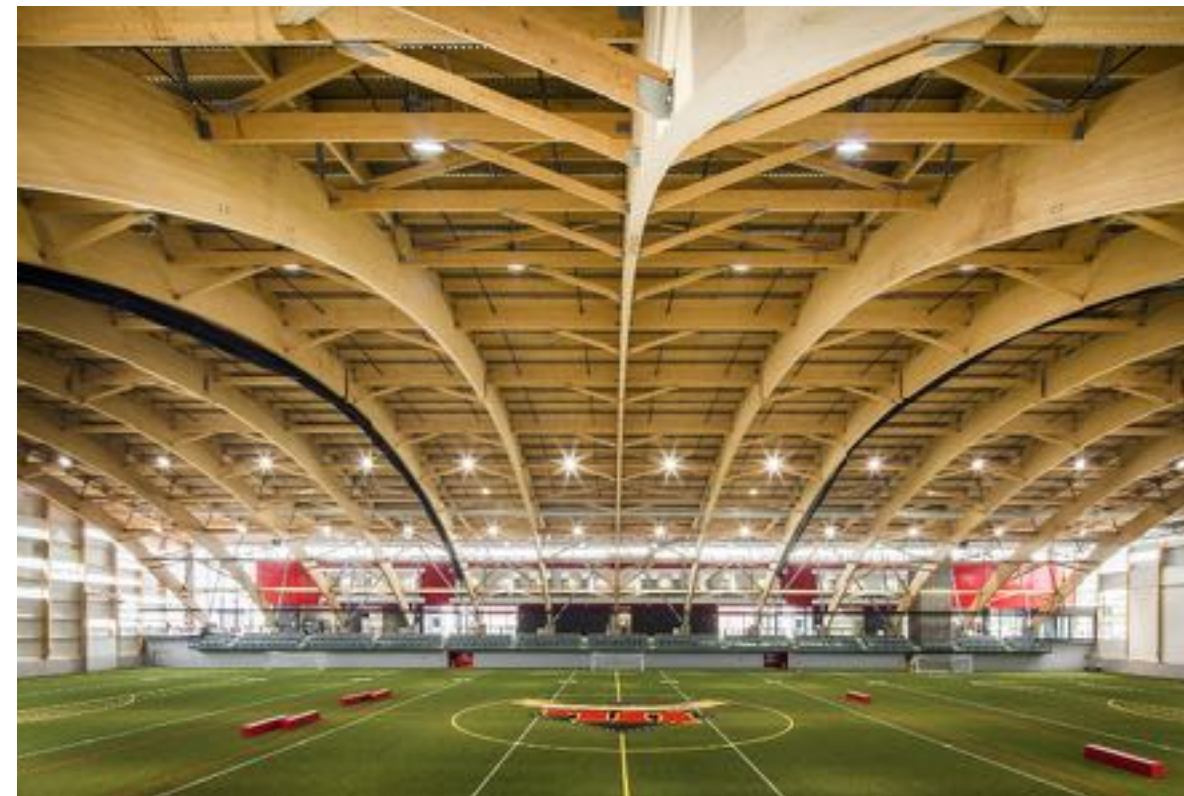
Lamelles de 33 ou 45 mm d'épaisseur en poutres droites, en fonction du rayon de courbure pour les poutres courbes.

Utilisation de colles différentes selon la destination.

Caractéristiques physiques

Celles du bois massif :

- réaction au feu : 4 cm par face et par heure
- densité : 450 kg/m³
- classes de risque : possibilité d'avoir du lamellé-collé traité classe 3



Stade Telus (Canada, 2011) 13 arches de 2x32 m portique à 3 articulations



King Abdulaziz Center, Hess Timber



Charpente des verrières en lamellé-collé feuilleté de mélèze, Fondation Vuitton Paris 2013



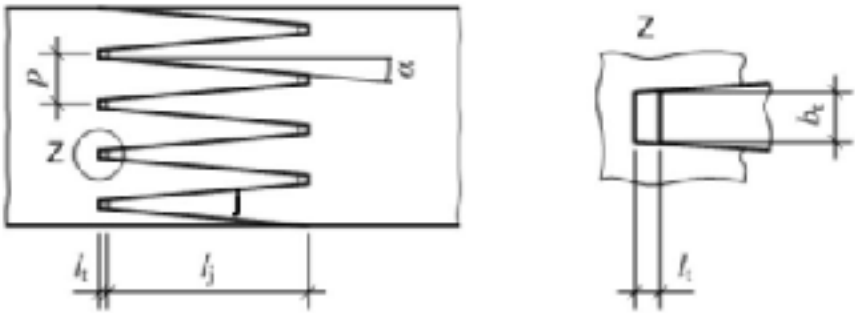
Barres taillées par CNC pour platines d'assemblages

Exigences de production & classes de résistances: NF EN 14080

- Qualité des lames
- Entures [NF EN 15497]
- Colles et fabrication (temps d'ouverture/fermeture, niveaux de pressions ...)
- Classes de résistances

Tableau 5 — Propriétés caractéristiques de résistance et de rigidité en N/mm² et masses volumiques en kg/m³ pour le bois lamellé-collé homogène

Propriété	Symbole	Classe de résistance du bois lamellé-collé						
		GL 20h	GL 22h	GL 24h	GL 26h	GL 28h	GL 30h	GL 32h
Résistance à la flexion	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Résistance à la traction	$f_{t,0,g,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,4	24	25,6
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Résistance à la compression	$f_{c,0,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Résistance au cisaillement (cisaillement et torsion)	$f_{v,g,k}$	3,5						
Résistance au cisaillement roulant	$f_{r,g,k}$	1,2						
Module d'élasticité	$E_{0,g,moyen}$	8 400	10 500	11 500	12 100	12 600	13 600	14 200
	$E_{0,g,05}$	7 000	8 800	9 600	10 100	10 500	11 300	11 800
	$E_{90,g,moyen}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Module de cisaillement	$G_{g,moyen}$	650						
	$G_{g,05}$	540						
Module de cisaillement roulant	$G_{r,g,moyen}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Masse volumique	$\rho_{g,k}$	340	370	385	405	425	430	440
	$\rho_{g,moyen}$	370	410	420	445	460	480	490



Légende
 l_j longueur d'enture
 p pas
 α angle d'enture
 l_t jeu en fond d'enture
 b_t largeur de pointe

Figure 3 — Profil type d'un aboutage à entures multiples

GLXXh vs. GLXXc

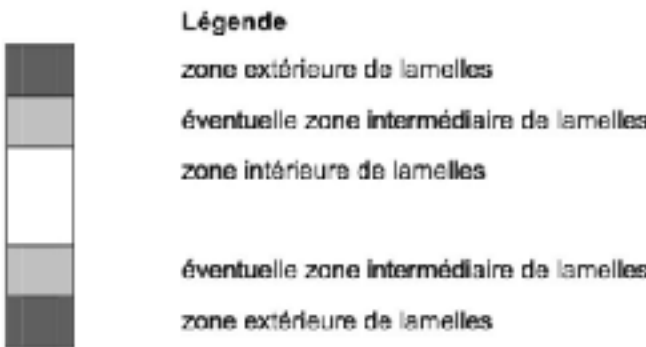
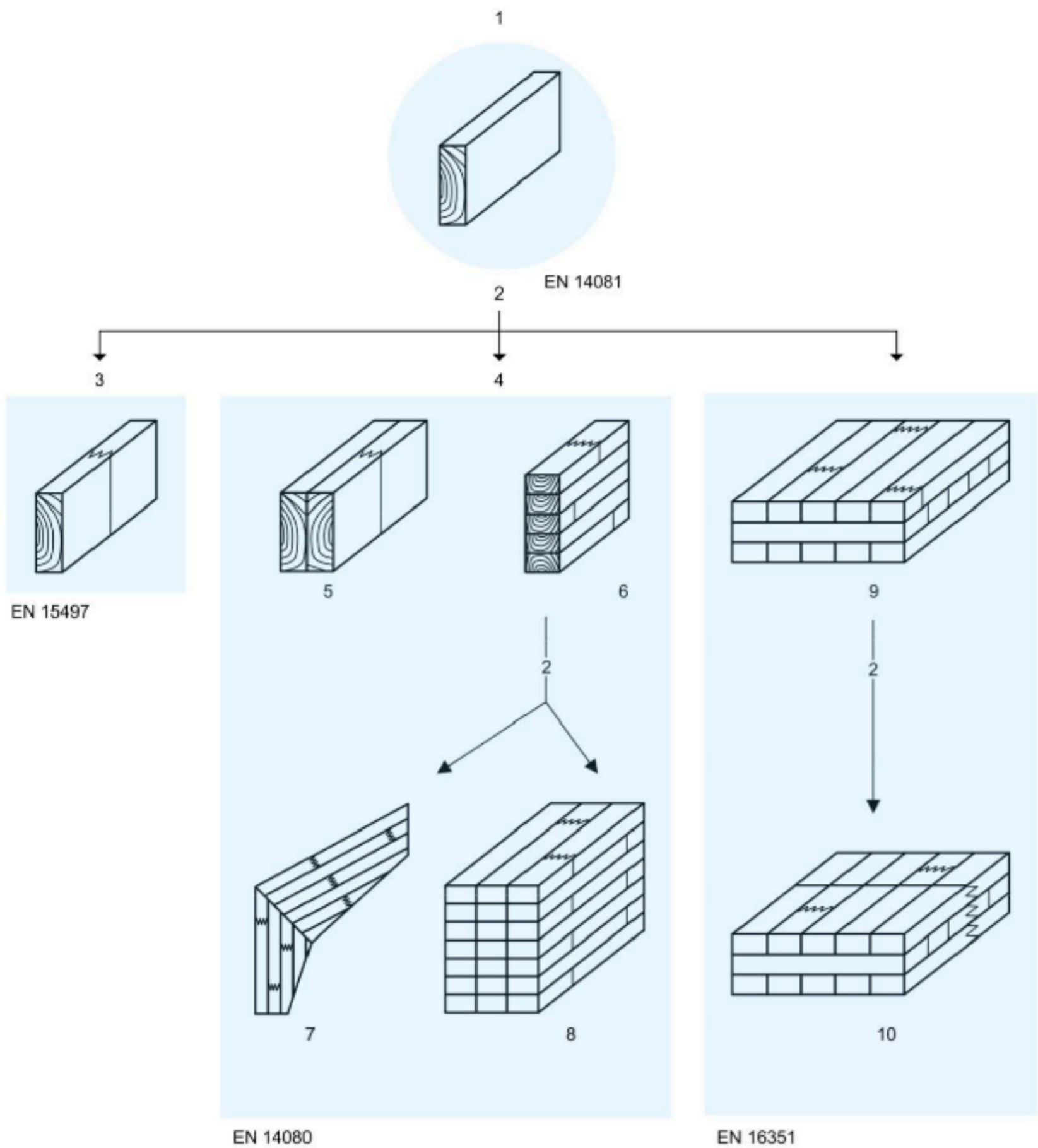


Figure 7 — Exemple de combinaison de lamelles d'un bois lamellé-collé panac



Produits bois sciés : Bois Lamellé-Croisé

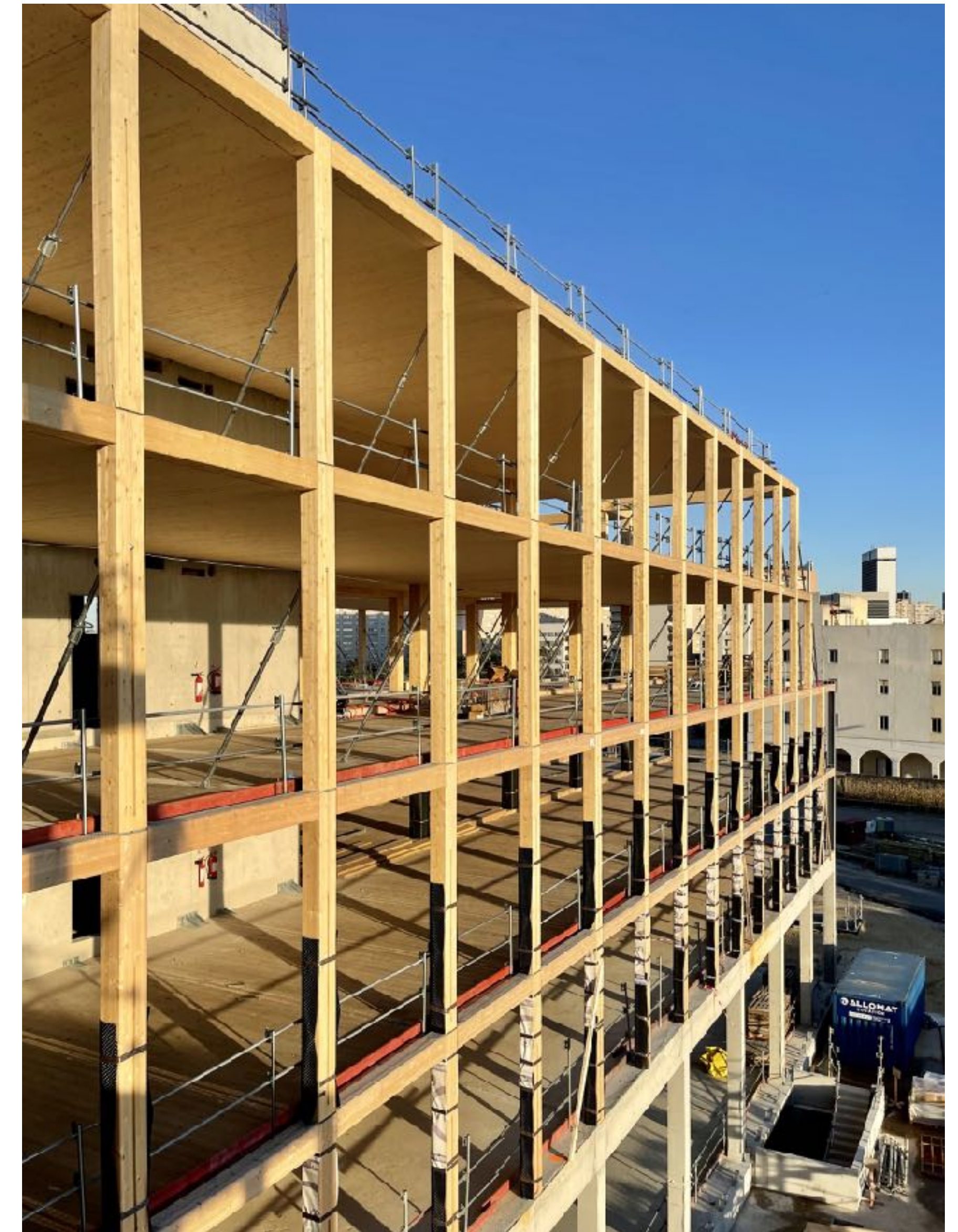
Intérêt du produit

- Précision et stabilité dimensionnelle
- larges sections et grandes dimensions
- hautes performances mécaniques
- produit sur mesure (rapidité du chantier)
- Mur, planchers, toiture

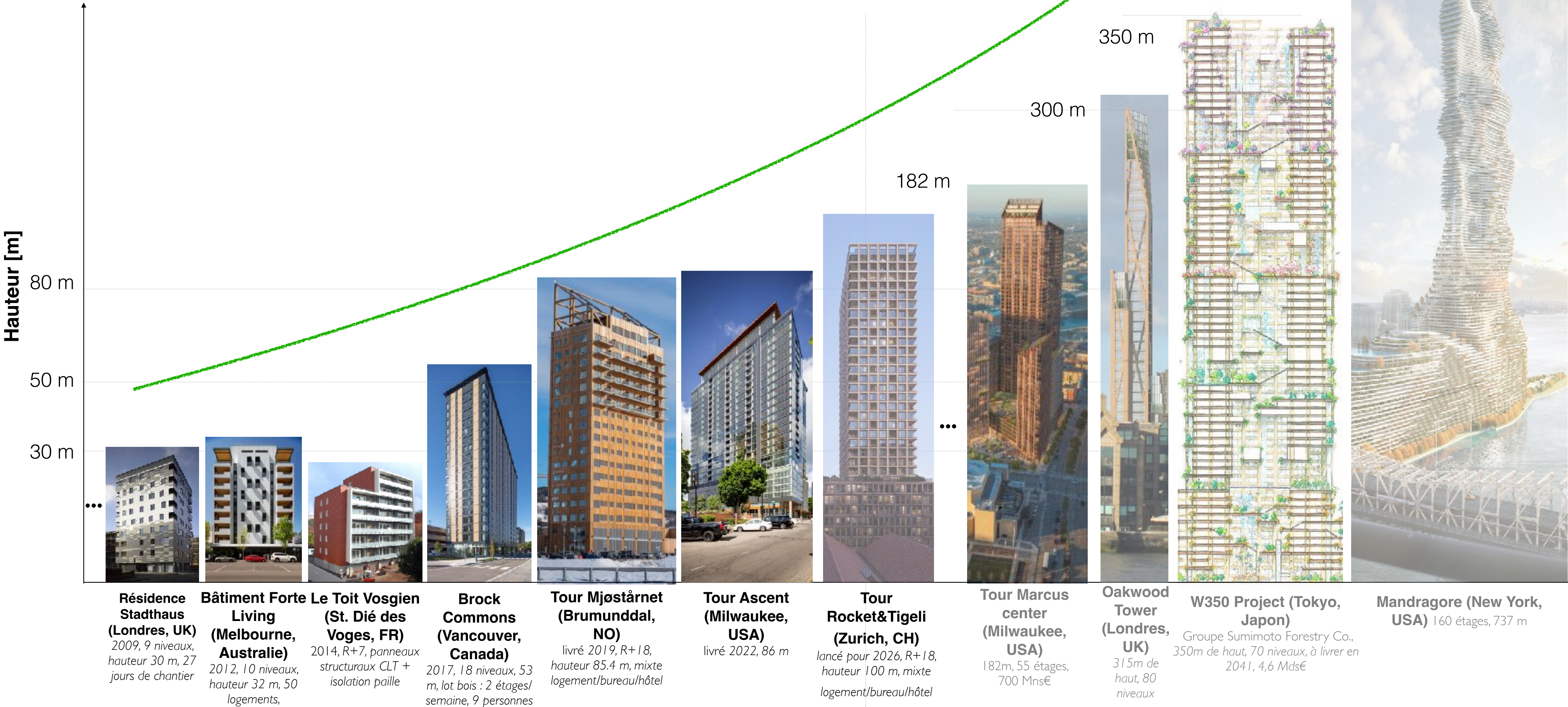
Caractérisation mécanique stratifiée type plaque



126 000 m2 bureaux Arboretum, Nanterre



Produits bois sciés : Bois Lamellé-Croisé



Exigences de production : NF EN 16351

- (Voir BLC) +
- Collage des chants vs. ouvertures des chants (jeu entre les lamelles) / rainures des lamelles
- Méthodes d'échantillonnages et d'essais
- Indices harmonisés

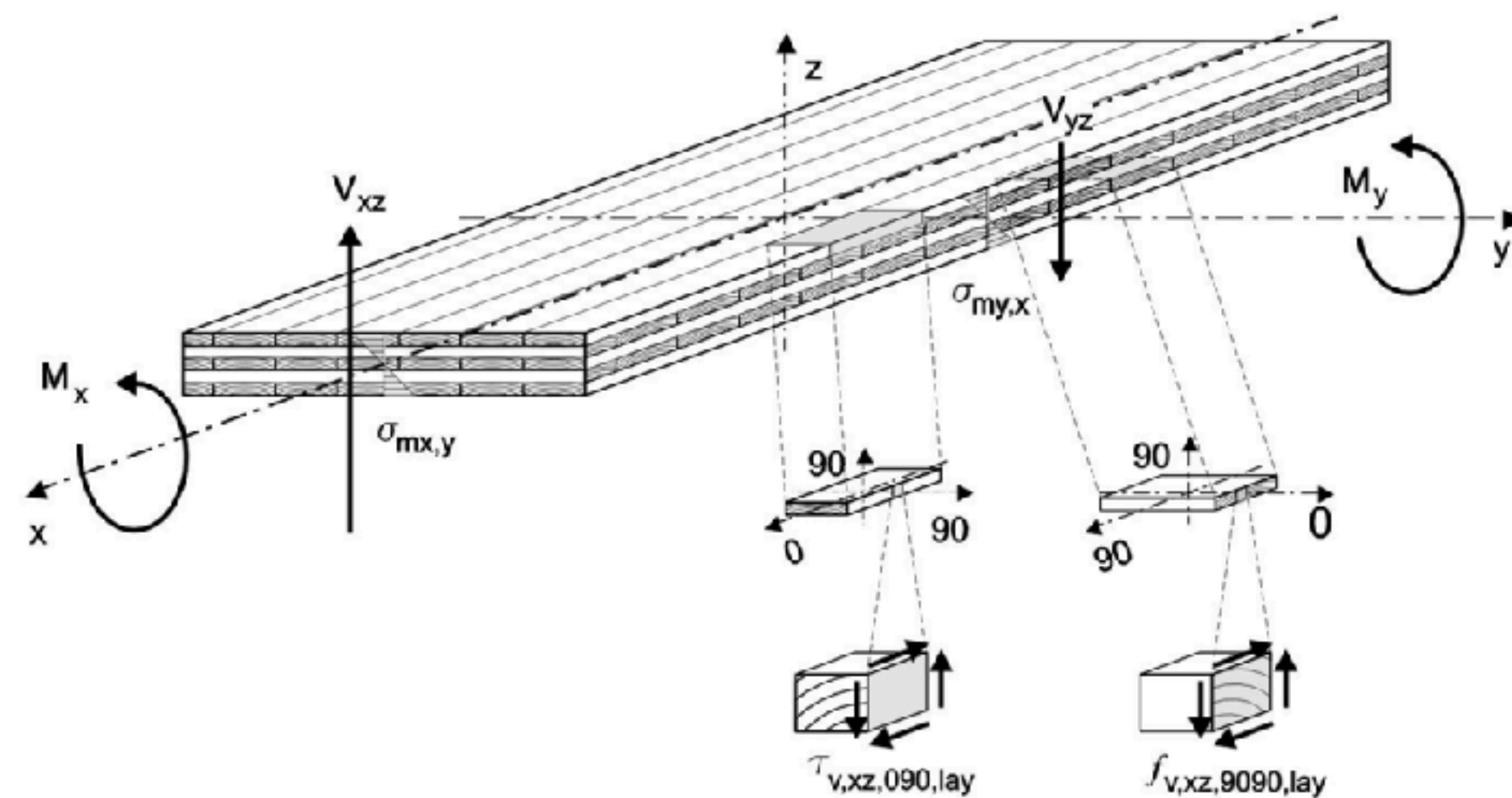
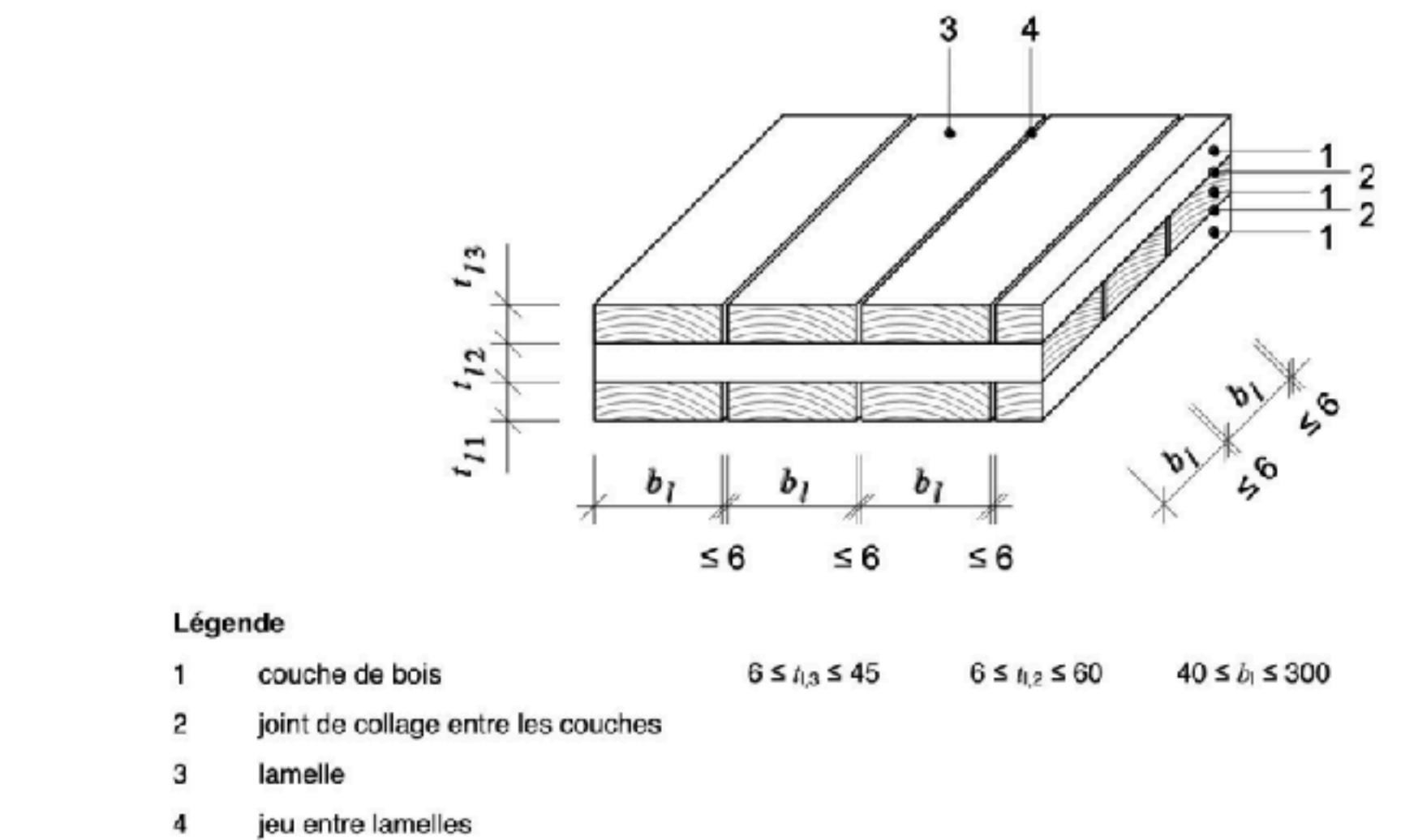


Figure F.1 — Indices pour les forces, les moments et les résistances d'un bois lamellé croisé avec des charges perpendiculaires au plan



Caractéristiques produits
> Avis techniques



Rupture par cisaillement roulant

Innovations ?



Mendrisio Pavillon, iBois, EPFL (CH)



Charnière en treillis, Art&Build

Produits bois sciés : Bois Lamellé-Croisé Nervuré

Innovations ? « Planchers en panneaux nervurés bois »

ex.Système Azurtech (Mathis)

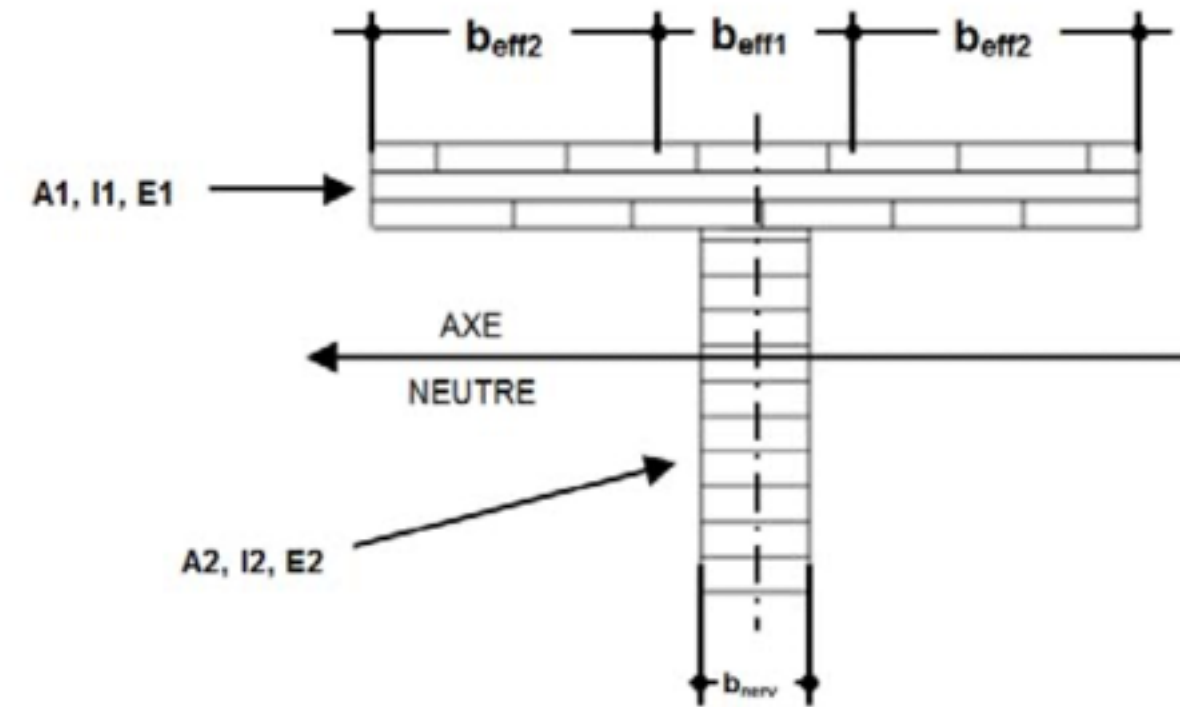
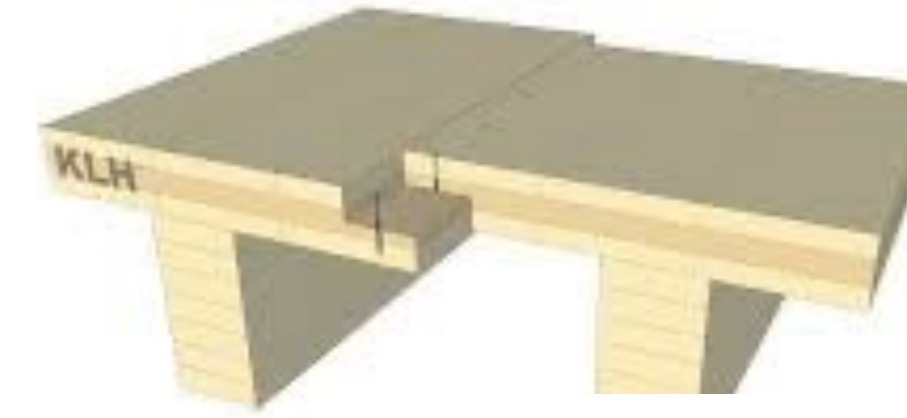


Figure 1 Section partielle d'un panneau DALBOIS AZURTEC



Caractéristiques produits
> Avis techniques

Produits bois déchiquetés : OSB

Panneaux à lamelles minces, longues et orientées = OSB

NF EN 300

Matelas de lamelles orientées & compressé

- OSB/1 : voile non travaillant > agencement intérieur sec uniquement & meubles
- OSB/2 : voile travaillant milieu sec > cloisons, planchers, parois murales
- OSB/3 voile travaillant qui peut être en milieu humide > salles de bains.
- OSB/4 travaillant sous contraintes humides > panneaux de toiture, protections de chantiers, parois murales et planchers

Critère :

- épaisseur : 6, 8, 12, 15 18, 22 mm
- Largeur souvent 122 cm ou 62,5 cm & hauteur 169 cm ou 244cm
- classe #1|2|3|4
- bords : droits ou rainurés (4RL=4 bords rainurés é languettes)
- Sans formaldéhydes, anti-termite ?
- Feu B-s2 d0



Panneau OSB 4RL

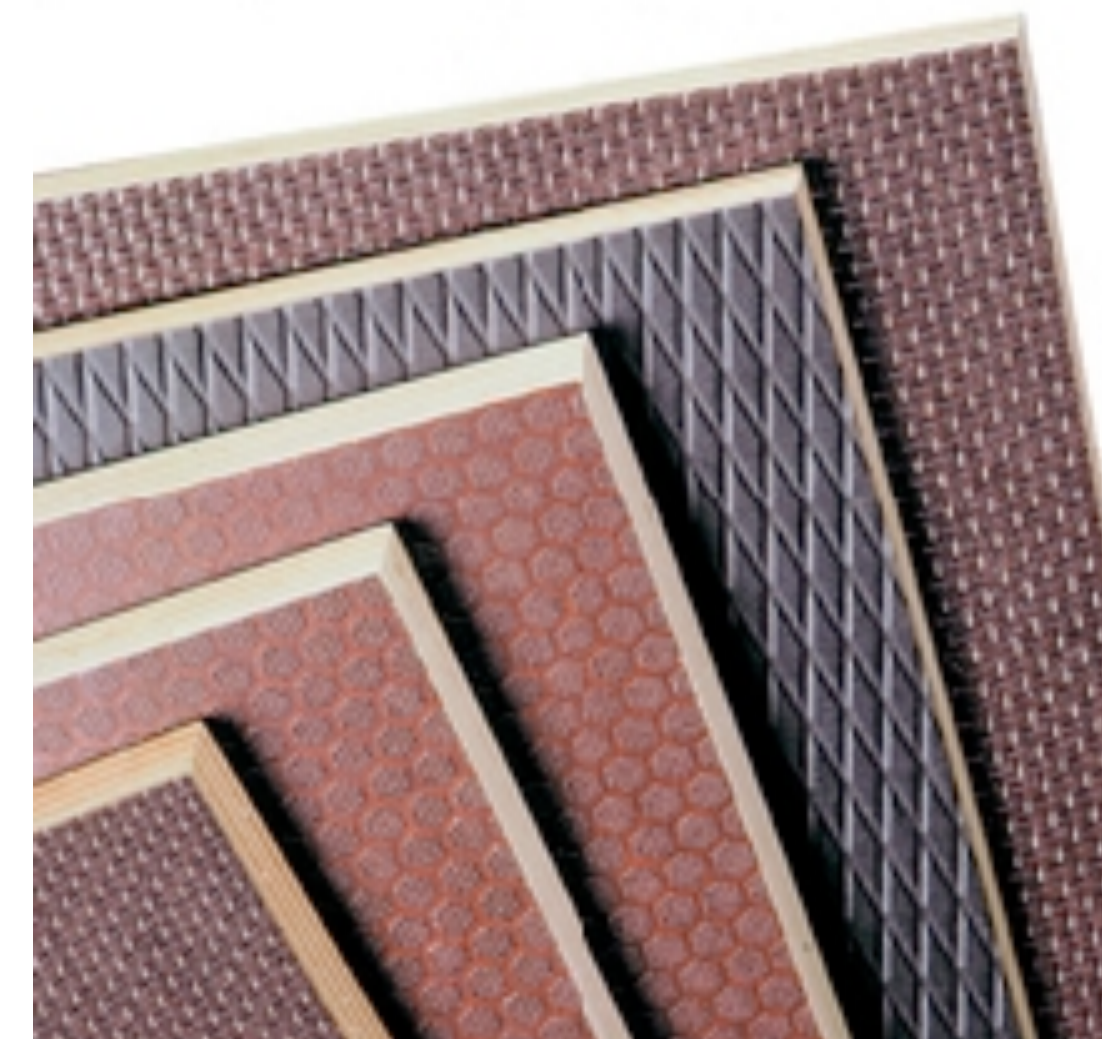


Ouvrage à ossature en bois

Produits bois déroulé : Contre-plaqué

Plaques issues de déroulage à collage croisé

- Grande diversité d'épaisseurs et nombre de couches
- Plutôt pour des usages visibles
- Existe en version classique ou cintrage (ratio d'orientation des plaques différent)
- Existe en finition texturée (fonctionnalisation)
- Grande diversité d'essences : peuplier, pin, bouleau, okoumé,...
- NF EN 313 (classification), 314 (essai), 315 (tolérances), NF EN 636 (exigences)



Panneaux de Particules (=aggloméré)

Définitions [NF EN 319], exigences [NF EN 312], essais [NF EN 321]

Usages en revêtements de sols, murs ou plafonds



Panneau aggloméré hydro

Produits bois déchiquetés : Panneau de fibres

NF EN 622

Panneaux rigides (MDF =medium)



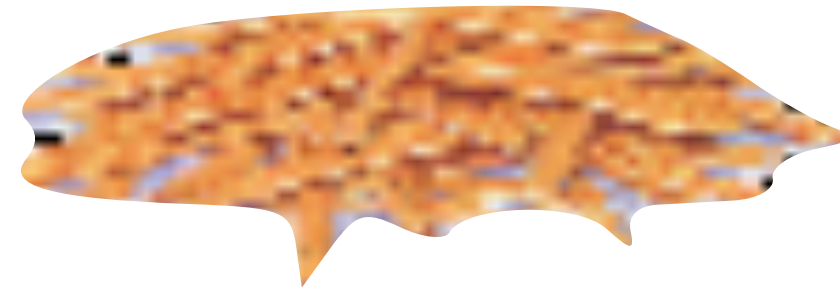
Panneaux isolants



- Fibres de bois
- Laines de bois semi-rigides
- Laines de bois souples

Produits bois déchiquetés : Poutres defibrées

PSL (Parallel Strand Lumber) & LSL (Laminated Strand Lumber)



Produits bois sectoriels



Poutres composites



Panneaux ignifugés

HAW901

Classements & produits bois pour la construction

Intervenant : C. Montero

Resp. UE : C. Montero & N.Le Moigne

?