

Charpentes en bois

Caractéristiques de matériaux

Tableau 1. — Conductivité thermique des bois et matériaux dérivés	Form. C 2 442-2
Tableau 2. — Caractéristiques mécaniques des bois et matériaux dérivés	— 2
Tableau 3. — Résistance des bois à la rupture	— 2
Tableau 4. — Contraintes admissibles pour les bois massifs et lamellés-collés, résineux, de catégorie II	— 3
Tableau 5. — Coefficients correcteurs pour le calcul des contraintes admissibles (bois résineux)	— 3
Tableau 6. — Coefficients correcteurs pour le calcul des sollicitations en flexion (bois massifs seulement)	— 3
Tableau 7. — Coefficients de fluage des bois massifs et lamellés-collés en fonction de la contrainte de travail et de la variation d'humidité, pour un taux d'humidité moyenne des bois de 15 %	— 3
Tableau 8. — Choix d'un type de colle en fonction des conditions d'exploitation	— 4
Tableau 9. — Écartements maximaux des appuis pour panneaux de particules du type CTB-H (en centimètres)	— 4
Tableau 10. — Charges admissibles par pointe ordinaire	— 5
Tableau 11. — Charges admissibles (en daN) pour les boulons dans les systèmes moisés	— 6
Tableau 12. — Dimensions des clous et charges admissibles par pointe au simple cisaillement (Pin d'Orégon)	— 7
Tableau 13. — Dimensions des clous et charges admissibles par pointe au double cisaillement (Pin d'Orégon)	— 7

On rappelle que $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ et que $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 0,1 \text{ hbar} = 0,102 \text{ kgf/mm}^2$.
 La connaissance des caractéristiques du bois et des matériaux employés dans les charpentes en bois est indispensable pour le calcul des structures portantes. Cet article vient à l'appui de l'article précédent [C 2 440], dans lequel sont étudiés les formes principales du bois, les différentes méthodes d'assemblage et les principaux types de charpentes.

Tableau 1 – Conductivité thermique des bois et matériaux dérivés

Nature des bois ou dérivés	Masse volumique (kg/m ³)	Conductivité thermique	
		(W · m ⁻¹ · K ⁻¹)	(kJ · m ⁻¹ · h ⁻¹ · K ⁻¹)
Bois massifs } Bois lourds }	800 à 1 000	0,29	1,045
Feuillus mi-lourds (Chêne, Hêtre, Frêne, etc.).....	650 à 800	0,23	0,836
Résineux mi-lourds (Pin sylvestre, Pin maritime)	500 à 600	0,15	0,543
Résineux légers (Sapin, Épicéa).....	400 à 500	0,12	0,418
Balsa	80 à 100	0,046	0,167

Tableau 2 – Caractéristiques mécaniques des bois et matériaux dérivés

Nature de la sollicitation	Direction	Observations
Traction	axiale et transversale	L'essai de traction axiale n'est pas normalisé
Compression	axiale et transversale	
Flexion statique	axiale	Essai au mouton pendule
Flexion dynamique	axiale	
Cisaillement	axiale	On distingue souvent selon le plan tangent ou radial
Fendage	transversale	En kg par cm linéaire
Dureté	transversale	Dureté Monnin (cf. NF B 52 001)

Tableau 3 – Résistance des bois à la rupture

Nature des essences et types de bois	Masse volumique (kg/m³)	Contraintes de rupture					Module d'élasticité longitudinale (MPa)
		Compression		Traction		Cisaillem. longitudinal (MPa)	
		axiale (MPa)	transversale (MPa)	axiale (MPa)	transversale (MPa)		
Résineux							
<i>légers</i> : Épicéa, Sapin, Spruce	400 à 500	30 à 40	5 à 7	} 100 à 120	2 à 3	3 à 6	8 à 12 000
<i>mi-lourds</i> : Pin d'Orégon	500 à 600	35 à 45	7 à 9				
<i>lourds</i> : Mélèze, Laricio de Corse, Pitchpin	600 à 700	40 à 60	10				
Feuillus							
<i>tendres</i> : Peuplier, Tilleul, Bouleau	400 à 550	25 à 35	8 à 9	} 80 à 120	2 à 3	4 à 6	8 à 12 000
<i>mi-durs</i> : Chêne, Hêtre, Érable, Acajou, Teck, Iroko	500 à 700	40 à 60	10 à 12				
<i>durs</i> : Chêne dur, Charme, Fruitiers	600 à 800	50 à 70	15 à 20	} 100 à 150	4 à 6	6 à 10	12 000 à 15 000
<i>très durs</i> (exotiques) : Bois de fer, Angélique, Azobé, Gaïac	> 800	> 60	> 25				

Tableau 4 – Contraintes admissibles pour les bois massifs et lamellés-collés, résineux, de catégorie II (1)

Sollicitation	Contrainte admissible $\bar{\sigma}$ (MPa)		Limite élastique conventionnelle (MPa)		Module d'élasticité (MPa)
	massif	lamellé-collé	massif	lamellé-collé	
Compression axiale.....	10,3	11,3	15,4	16,9	11 200
Traction axiale	8,7	9,6	19,5	21,6	10 300
Flexion statique	10,9	12	19	22,7	11 500 (2)
Traction transversale	0,7	0,7	1,05	1,05	340
(plans de collage)		(0,6)		(0,9)	
Cisaillement axial	1,3	1,3	1,95	1,95	
(plans de collage)		(1,2)		(1,8)	
Compression transversale.....	2,2	2,2	3,3	3,3	700

(1) Taux d'humidité moyenne : 15 %.

(2) Dans le cas où la déformation par effort tranchant n'est pas calculée séparément, on utilisera un module de flexion forfaitaire de 9 800 MPa.

Tableau 5 – Coefficients correcteurs pour le calcul des contraintes admissibles (bois résineux)

Sollicitation	Taux d'humidité (%)								
	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	> 30
Compression, cisaillement, traction transv.....	1,30	1,20	1,10	1	0,90	0,80	0,70	0,60	0,40
Flexion, traction axiale.....	1,15	1,10	1,05	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,70

Tableau 6 – Coefficients correcteurs pour le calcul des sollicitations en flexion (bois massifs seulement)

Hauteur (cm)	30	26	23	20	18	15	11	8	6	5	4	3	2
Coefficient.....	0,80	0,85	0,90	0,93	0,96	1	1,1	1,2	1,3	1,45	1,6	1,8	2

Tableau 7 – Coefficient de fluage des bois massifs et lamellés-collés en fonction de la contrainte de travail et de la variation d'humidité, pour un taux d'humidité moyenne des bois de 15 %

Contrainte de travail sous l'effet des charges de longue durée	Variation totale d'humidité du bois dans les conditions d'exploitation du bâtiment			
	0 %	5 %	10 %	15 %
$0,2\bar{\sigma}$ (1)	1	1	1	1
$0,4\bar{\sigma}$	1,2	1,33	1,5	1,75
$0,5\bar{\sigma}$	1,3	1,5	1,75	2,1
$0,8\bar{\sigma}$	1,55	2	2,5	3,25
$\bar{\sigma}$	1,75	2,33	3,1	4

(1) $\bar{\sigma}$ est la contrainte admissible (cf. [C 2 440, § 2.1])

Tableau 8 – Choix d'un type de colle en fonction des conditions d'exploitation

Conditions d'exploitation	Emploi en intérieur taux d'humidité de stabilisation des bois toujours < 18 %	Emploi en atmosphère humide taux d'humidité des bois ≥ 18 %	Exposition aux intempéries ou atmosphère contenant des produits chimiques
Température normale (2)	Résorcine-formol ou Résorcine-phénol-formol Urée-formol (joint épais) Caséine Mélamine-formol ou Mélamine-phénol-formol	Résorcine-formol ou Résorcine-phénol-formol Urée-formol (joint épais) (1) Mélamine-formol ou Mélamine-phénol-formol	Résorcine-formol ou Résorcine-phénol-formol
Température élevée (3)	Résorcine-formol ou Résorcine-phénol-formol Caséine Mélamine-formol ou Mélamine-phénol-formol	Résorcine-formol ou Résorcine-phénol-formol Mélamine-formol ou Mélamine-phénol-formol	Résorcine-formol ou Résorcine-phénol-formol

(1) Les colles urée-formol soumises à une forte humidité ne doivent être utilisées, pour la fabrication des charpentes dont la durée de vie prévue est supérieure à dix ans, que sur références et avis techniques favorables du fabricant de colles.

(2) La température de l'air au voisinage de la charpente lamellée-collée ne dépasse pas en service 30 °C pendant des périodes de plusieurs heures consécutives.

(3) La température de l'air au voisinage de la charpente lamellée-collée dépasse 30 °C pendant des périodes de plusieurs heures consécutives ; c'est un cas courant dans les combles fermés non ventilés où l'on atteint 50 à 60 °C pendant l'été.

Tableau 9 – Écartements maximaux des appuis pour panneaux de particules du type CTB-H (en centimètres)

Module de flexion (MPa)	Épaisseur (mm)	Couverture			Plancher 175 daN/m ²
		100 daN/m ²	150 daN/m ²	200 daN/m ²	
3 000	16	73	64	58	50 57 65
	19	87	76	69	
	22	101	88	80	
	25	114	110	91	
2 500	30	129	113	102	74
2 000	35	140	122	111	80
	40	160	140	127	85
	45	180	157	143	90
1 500	50	181	158	144	104

Tableau 10 – Charges admissibles par pointe ordinaire

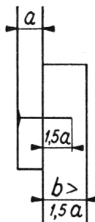
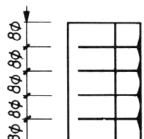
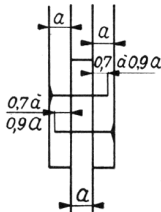
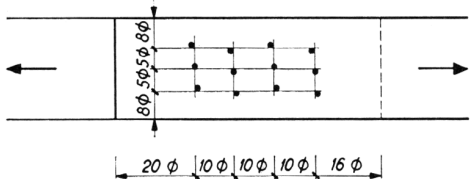
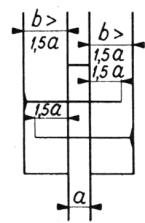
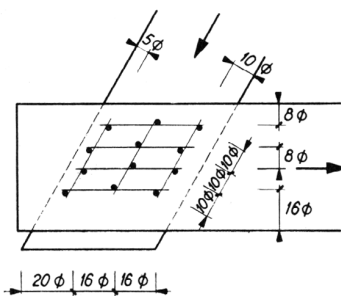
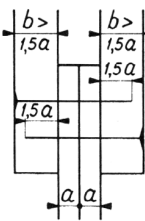

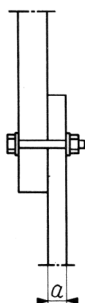
	a (mm)	Pointes longueur-jauge	\varnothing (mm)	Charges (daN)	Répartition des pointes	
Simple cisaillement : bois mince cloué sur bois plus épais 	20	50-16 60-16 70-17	2,7 2,7 3,0	20 25 35		
	27	60-16 70-17 80-18	2,7 3,0 3,4	35 40 45		
	35	80-18 90-19 100-20	3,4 3,9 4,4	50 60 70		
	50	100-20 110-21 125-22	4,4 4,9 5,4	80 90 100		
	65	125-22 140-23 160-24	5,4 5,9 6,4	110 130 150		
	75	140-23 160-24 180-25	5,9 6,4 7,0	140 160 180		
Cisaillement symétrique : 3 bois de même épaisseur 	20	50-16 60-16	2,7 2,7	35 45		
	27	70-17 80-18	3,0 3,4	60 75		
	35	90-19 100-20	3,9 4,4	90 110		
	50	125-22 140-23	5,4 5,9	140 160		
	65	160-24 180-24	6,4 6,4	190 220		
	75	180-24 200-25	6,4 7,0	240 280		
	a (mm)	b (mm)	Pointes longueur-jauge	\varnothing (mm)	Charges (daN)	Répartition des pointes
Double cisaillement : bois mince entre 2 bois épais, éléments parallèles ou biais 	15	22	60-16	2,7	60	
	18	27	70-17	3,0	80	
	22	35	90-19	3,9	110	
	27	40	100-20	4,4	140	
	35	55	140-23	5,9	200	
	50	75	180-25	7,0	300	
Triple cisaillement : 2 bois minces entre 2 bois épais, éléments biais juxtapo- sés (pointes longues et fines) 	15	24	70-16	2,7	80	
	18	27	80-17	3,0	100	
	22	35	100-19	3,9	150	
	27	40	125-21	4,9	200	
	35	55	180-23	5,9	260	

Tableau 11 – Charges admissibles pour les boulons dans les systèmes moisés

Simple cisaillement

	Bois le plus mince.....	$a = 20 \text{ mm}$					$a = 27 \text{ mm}$					$a = 35 \text{ mm}$				
	Ø du boulon (mm)	8	10	12	14	16	8	10	12	14	16	8	10	12	14	16
	Charges admissibles. (daN)	90	105	120	140	160	105	130	160	185	210	120	150	180	210	240
	Bois le plus mince.....	$a = 50 \text{ mm}$					$a = 65 \text{ mm}$					$a \geq 75 \text{ mm}$				
	Ø du boulon (mm)	10	12	14	16	18	10	12	14	16	18	12	14	16	18	20
	Charges admissibles. (daN)	180	215	240	290	320	200	240	290	340	380	260	300	350	400	440

Double cisaillement

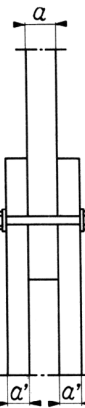
	Bois int. et ext.....	$a = 20 \text{ mm}$ $a' \geq 13 \text{ mm}$					$a = 27 \text{ mm}$ $a' \geq 18 \text{ mm}$					$a = 35 \text{ mm}$ $a' \geq 23 \text{ mm}$				
	Ø du boulon (mm)	8	10	12	14	16	8	10	12	14	16	8	10	12	14	16
	Charges admissibles. (daN)	230	260	300	350	400	260	330	400	460	520	300	375	450	525	600
	Bois int. et ext.....	$a = 50 \text{ mm}$ $a' \geq 33 \text{ mm}$					$a = 65 \text{ mm}$ $a' \geq 42 \text{ mm}$					$a = 75 \text{ mm}$ $a' \geq 50 \text{ mm}$				
	Ø du boulon (mm)	10	12	14	16	18	10	12	14	16	18	12	14	16	18	20
	Charges admissibles. (daN)	450	540	600	720	800	510	600	720	850	950	660	750	880	1 000	1 110
	Bois int. et ext.....	$a = 90 \text{ mm}$ $a' \geq 60 \text{ mm}$					$a = 105 \text{ mm}$ $a' \geq 65 \text{ mm}$					$a \geq 120 \text{ mm}$ $a' \geq 75 \text{ mm}$				
	Ø du boulon (mm)	14	16	18	20	22	16	18	20	22	24	16	18	20	22	24
	Charges admissibles. (daN)	840	960	1 080	1 200	1 320	1 040	1 160	1 300	1 430	1 620	1 100	1 250	1 380	1 520	1 720

Tableau 12 – Dimensions des clous et charges admissibles par pointe au simple cisaillement (Pin d'Orégon)

Épaisseur des éléments assemblés (mm)	Gousset en contreplaqué de 10 mm					Gousset en contreplaqué de 15 mm					Gousset en contreplaqué de 20 mm				
	Pointes				Charge (daN)	Pointes				Charge (daN)	Pointes				Charge (daN)
	ordinaires		torsadées			ordinaires		torsadées			ordinaires		torsadées		
	Dia- mètre (mm)	Jauge	Lon- gueur (mm)	Diamètre ou côté (mm)		Diam- ètre (mm)	Jauge	Lon- gueur (mm)	Diamètre ou côté (mm)		Dia- mètre (mm)	Jauge	Lon- gueur (mm)	Diamètre ou côté (mm)	
40	2,7	16	45		30	2,7	16	50	3,3	35	2,7	16	50	3,3	35
50	2,7	16	50	3,3	35	2,7	16	60	4,2	40	2,7	16	60	4,2	45
65	3	17	70	5,2	40	3	17	70	5,2	45	3,4	18	80	6,6	55
75	3,4	18	80	6,6	45	3,4	18	80	6,6	50	3,9	19	90	8,7	60

Tableau 13 – Dimensions des clous et charges admissibles par pointe au double cisaillement (Pin d'Orégon)

Épaisseur des éléments assemblés (mm)	Gousset en contreplaqué de 15 mm					Gousset en contreplaqué de 20 mm					Gousset en contreplaqué de 25 mm				
	Pointes				Charge (daN)	Pointes				Charge (daN)	Pointes				Charge (daN)
	ordinaires		torsadées			ordinaires		torsadées			ordinaires		torsadées		
	Dia- mètre (mm)	Jauge	Lon- gueur (mm)	Diamètre ou côté (mm)		Dia- mètre (mm)	Jauge	Lon- gueur (mm)	Diamètre ou côté (mm)		Dia- mètre (mm)	Jauge	Lon- gueur (mm)	Diamètre ou côté (mm)	
27	2,7	16	50	3,3	60	2,7	16	60	3,3	65	3	17	70	4,2	80
32	2,7	16	60	4,2	70	3	17	70	4,2	75	3,4	18	80	6,6	85
40	3,4	18	80	6,6	80	3,4	18	80	6,6	90	3,9	19	90	8,7	90
50	4,4	20	100	11,0	100	4,4	20	100	11,0	132	4,9	21	110	13,7	150
65	5,4	22	125	16,6	122	5,4	22	125	16,6	162	5,9	23	140	19,7	230
75	5,9	23	140	19,7	133	5,9	23	140	19,7	177	6,4	24	160	23,1	250