

TECHNO-FICHES

**100 FICHES
PRATIQUES**

MENUISERIE, AGENCEMENT ET ÉBÉNISTERIE

Matériaux • Machines • Conception • Fabrication

*Olivier Hamon
Vincent Roullat*

DUNOD

Crédits iconographiques

60.2, 60.3, 62.1, 64.2, 66.3, 68.3 : Nonthawit Doungsodsri/Timltv/Anna Mente/Vo-vidzha/WiP-Studio/Maanas/Shutterstock. Les figures 1.5, 5.1-5.2-5.3, 6.1-6.2, 7.1, 8.1, 9.1-9.2-9.3, 11.1, 12.1-12.2-12.3, 13.1-13.2, 14.1, 15.1, 16.1-16.2-16.3, 19.1, 20.1-20.2-20.3-20.4, 21.1, 22.1, 23.1-23.2, 24.1, 25-1, 27.1-27.2-27.3, 28.1-28.2, 32.1-32.2-32.3, 33.1-33.2, 40.1-40.2, 41.1, 44.1-44.2-44.3, 45.1-45.2, 46.1, 49.1, 50.1, 51.5, 55.1, 56.3, 57.1-57.2-57.3-57.4-57.5-57.6, 58.1, 59.1-59.2, 62.2, 67.1-67.2-67.3-67.4-67.5, 69.1, 70.1-70.2-70.3-70.4-70.5, 71.3, 72.1-72.2-72.3-72.4-72.5-72.6, 73.1-73.2, 74.1, 75.1, 77.2, 83.2-83.3-83.4-83.5-83.6, 84.1-84.2, 85.1-85.2-85.3-85.7-85.8-85.9, 86.3-86.4-86.6-86.7, 89.1-89.2, 91.1-91.3, 92.1-92.2-92.3-92.4-92.5, 93.1-93.2-93.4-93.5-93.6-93.7-93.8, 94.1-94.2-94.4, 95.1-95.2-95.3, 96.4, 97.1-92.2, 99.1-99.2-99.3-99.4, 100.1, 101.1, 102.1 et les figures des tableaux 17.1, 26.1, 28.2, 52.1-52.2-52.3-52.4-54.1, 56.1-56.2 sont extraites des tomes 1 à 3 de l'ouvrage *Technologie des métiers du bois*, Dunod, 2020. Les figures 60.1, 61.1, 66.1, 68.1 sont extraites du tome 2 de l'ouvrage *Dessin de construction du meuble*, Dunod, 2019.

Conception de la couverture : Élisabeth Riba

Direction artistique : Nicolas Wiel

Illustration de couverture : Donatas1205/shutterstock.com

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements



d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

© Dunod, 2022

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-083086-2

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 3352 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

TABLE DES MATIÈRES

PARTIE A

Le bois, notions de base

1. Classification botanique.....	2
2. Classification géographique.....	4
3. Écocertification.....	6
4. Propriétés physiques du bois.....	8
5. Propriétés mécaniques du bois.....	10
6. Défauts, champignons et insectes.....	12
7. Taux d'humidité dans le bois.....	14
8. Rétractabilité du bois.....	16
9. Séchage.....	20
10. Durabilité des bois.....	23
11. Traitement des bois.....	25

PARTIE B

Les dérivés du bois

12. Contreplaqué.....	30
13. Latté.....	32
14. Panneau OSB.....	33
15. Panneau de fibres.....	34
16. Panneau de particules.....	36
17. Stratifié.....	38
18. Formaldéhyde.....	41
19. Débit des dérivés du bois.....	43

PARTIE C

Le débit et les premières étapes de la transformation du bois massif

20. Débit commercial du bois.....	46
21. Classification qualitative du bois.....	48
22. Débit d'atelier.....	50
23. Corroyage des pièces.....	51
24. Signes d'établissement.....	52

PARTIE D

Le placage

25. Débit du placage.....	54
26. Différents motifs de placage.....	56
27. Méthode de coupe et de jointage.....	58
28. Méthode de collage du placage.....	60
29. Réalisation d'un frisage.....	61

PARTIE E

Les produits et leurs mises en œuvre

30. Différentes colles.....	64
31. Choix d'une colle.....	65
32. Collage.....	67
33. Collages particuliers.....	69
34. Abrasifs.....	70
35. Teintes à bois.....	72
36. Vernis.....	74
37. Cires et huiles de finition.....	76
38. Préparation des surfaces et ponçage.....	77
39. Application manuelle des produits de finition.....	78
40. Application au pistolet.....	79
41. Application d'un vernis gomme-laque au tampon.....	80
42. Composés organiques volatils (COV).....	81
43. Produits dangereux.....	82

PARTIE F

La gestion de production

44. Planification du projet – diagramme de Gantt.....	86
45. Optimisation de l'outil de production.....	89
46. Qualité – carte de contrôle.....	92
47. Normes et documents techniques unifiés (DTU).....	95

PARTIE G

Le confort de l'habitat

48. Bois et sécurité incendie.....	100
49. Confort thermique.....	102
50. Confort acoustique.....	106

PARTIE H

La conception des ouvrages

51. Ouvrages en bois massif – principes de construction.....	110
52. Ouvrages en bois massif – assemblages.....	112
53. Caissons – principes de construction	116
54. Caissons – assemblages	118
55. Caissons – système 32	119
56. Caissons – composants du système 32.....	120
57. Conception des pièces et des panneaux cintrés	123
58. Conception d'un moule.....	126
59. Moulage par dépression.....	127
60. Escaliers – généralités et caractéristiques.....	128
61. Escaliers – traçage escalier balance.....	130
62. Parquets en bois massif	132
63. Parquet massif – choix des essences.....	134
64. Revêtements de sol stratifiés	135
65. Classement d'usage.....	136
66. Mise en œuvre des parquets et sols stratifiés	138
67. Agencement d'une cuisine.....	140
68. Ergonomie dans l'ameublement et l'agencement.....	142
69. Relevé de mesures sur chantier	144
70. Différents relevés sur chantier	146
71. Référentiels de pose	148
72. Pose d'un ouvrage d'agencement	150
73. Fixation des ouvrages	152

PARTIE I

L'atelier et les machines-outils

74. Ergonomie du poste de travail	156
75. Manutention des charges.....	158
76. Poussières de bois	160
77. Exposition au bruit.....	162
78. Équipements de protection individuelle (EPI)	164
79. Règles de sécurité sur les machines à bois	166
80. Règles de sécurité sur les chantiers	169
81. Choix et implantation des machines.....	170
82. Systèmes d'aspiration	173
83. Scie à ruban	174
84. Usinage à la scie à ruban	177
85. Scie circulaire	179
86. Usinage à la scie circulaire.....	182
87. Scie à panneau	184
88. Dégauchisseuse	185

89. Usinage à la dégauchisseuse	186
90. Raboteuse	187
91. Usinage à la raboteuse	188
92. Toupie	189
93. Outils de toupie	191
94. Usinage à la toupie	194
95. Montage d'usinage toupie	197
96. Mortaiseuse à mèche	199
97. Usinage à la mortaiseuse à mèche	202
98. Usinage avec une lamelleuse	205
99. Outils de coupe	207
100. Paramètres d'usinage	209
101. Paramètres influents sur l'état de surface	212
102. Maintenance des machines-outils	215
Index	217

PARTIE A

LE BOIS, NOTIONS DE BASE

Le bois est un matériau qui a une constitution différente en fonction de sa classification botanique, de son essence et de son origine géographique. Chaque essence a ses propres propriétés physiques et mécaniques. Le bois est sensible aux variations d'humidité, aux insectes et aux champignons.

Il convient d'anticiper son comportement, sa résistance mécanique dans la mise en œuvre des ouvrages et d'apporter les traitements préventifs nécessaires à sa durabilité en fonction de son domaine d'emploi.

1. CLASSIFICATION BOTANIQUE

Les résineux et les conifères (gymnospermes)

Leurs feuilles, dites persistantes, sont en forme d'aiguilles ou d'écaillés. Leurs fruits sont coniques (pommes de pin). On recense environ 400 espèces de résineux et conifères, qui poussent principalement sous des climats humides avec des hivers froids, et sont surtout présentes dans l'hémisphère nord et en altitude. Quelques-unes existent en zones plus chaudes.

Tableau 1.1 Principaux bois résineux indigènes utilisés en menuiserie et agencement

Nom	Masse volumique à 12 % (kg/m ³)	Propriétés mécaniques et physiques	Façonnage
Mélèze	600	Résistance variable. Très fissile. Résistance moyenne aux chocs.	Facile à travailler. Encrassement possible par la résine. Collage difficile. Moyennement durable.
Douglas	540	Bois tendre. Bonne résistance à la compression, à la flexion et à la traction.	Facile à scier, désaffûtant. Bois hétérogène qui influe sur la qualité de surface. Assez durable.
Pin sylvestre	530	Résistance variable. Moyennement stable. Relativement nerveux. Assez fissile.	Facile à travailler. Collage difficile si le bois est très résineux. Non durable.
Pin maritime	510	Faible résistance. Moyennement nerveux. Moins élastique que le pin sylvestre.	Facile à travailler. Encrassement possible par la résine. Collage difficile si le bois est très résineux. Duramen durable.
Épicéa	450	Bois tendre. Faible résistance. Très fissile.	Facile à travailler, désaffûtant. Non durable.
Sapin	450	Bois tendre. Faible résistance. Très fissile.	Très facile à travailler. Risque d'arrachement des fibres. Collage très facile avec tous types de colles. Non durable.

Les feuillus (angiospermes)

Leur feuillage est caduque : il tombe à la fin de la période végétative. Leurs feuilles sont larges, à nervures ramifiées. Les feuillus représentent plusieurs milliers d'espèces, de qualités et d'aspects très variés, qui poussent dans des régions tempérées, tropicales et équatoriales ; quelques rares espèces (bouleaux) poussent dans les forêts boréales.

Tableau 1.2 Principaux bois feuillus indigènes utilisés en menuiserie et agencement

Nom	Masse volumique à 12 % (kg/m ³)	Propriétés mécaniques et physiques	Façonnage
Frêne	720	Bois dur. Très bonne résistance à la traction et à la flexion. Peu fissile.	Facile à travailler. Bois absorbant, utiliser des colles à haute viscosité. Non durable.
Chêne	710	Bois mi-dur à dur. Bons comportements à la compression et à la flexion. Assez résilient. Bois nerveux. Moyennement fissile.	Besoin de puissance pour les bois les plus nerveux. Bois dense et acide. Se tache facilement avec des colles alcalines. Durable.
Hêtre	680	Bois mi-dur. Parfois nerveux. Bonne résistance en compression. Peu fissile.	Facile à travailler. Se cintre bien. Peu durable. Facile à teinter. Collage : risque de cémentation, forte pression de serrage nécessaire. Non durable.
Châtaignier	620	Bois mi-dur à dur. Assez bonnes propriétés mécaniques.	Facile à travailler. Se cintre bien. Bois dense et acide. Se tache facilement avec des colles alcalines. Très durable aux intempéries.
Merisier	610	Bois mi-dur, moyennement stable. Bonnes propriétés mécaniques.	Facile à travailler. Se cintre et se colle bien. Non durable.
Aulne	530	Bois tendre. Résistance mécanique moyenne.	Facile à usiner. Collage très facile avec tous types de colles. Non durable.
Peuplier	460	Bois très tendre. Moyennement stable. Résistance mécanique faible.	Usage assez difficile (peluchage). Collage : bois absorbant, risque de poches d'humidité. Non durable.

2. CLASSIFICATION GÉOGRAPHIQUE

Bois du nord (forêts boréales ou taïga)

Ce type de bois provient d'**arbres résineux** ayant poussé en Europe au-delà du 57^e parallèle nord (Norvège, Suède, Finlande et Amérique du Nord).

La saison de croissance y est plus courte à cause du climat rigoureux, ce qui confère au bois une texture très serrée et donc une meilleure qualité mécanique.

On y trouve principalement les essences suivantes :

- sapin ;
- pin sylvestre ;
- mélèze de Sibérie ;
- Western Red Cedar (Canada).

Bois indigènes (forêts tempérées)

Ce type de bois provient d'**arbres feuillus et résineux** ayant poussé en Europe, sous le 57^e parallèle (France).

Nous retrouvons dans les tableaux 1.1 et 1.2 les principales essences indigènes utilisées en menuiserie et agencement.

Les principaux bois feuillus indigènes utilisés en **ameublement de luxe et ébénisterie** sont :

- merisier ;
- noyer ;
- poirier alisier ;
- orme ;
- olivier.

Bois tropicaux

Ce type de bois provient d'**arbres feuillus et résineux** ayant poussé sous un climat de type tropical ou équatorial (Afrique, Amérique du Sud et Asie centrale).

Tableau 2.1 Principaux bois tropicaux utilisés en agencement et ébénisterie

Origine	Esence	Emplois	Densité
Afrique	Iroko	Menuiserie intérieure et extérieure, agencement, parquets. Mobiliers en ébénisterie.	0,65
	Sipo	Menuiserie intérieure et extérieure, agencement. Mobiliers en ébénisterie. Utilisé en massif et en placage.	0,62
	Sapelli	Menuiserie intérieure et extérieure, agencement, parquets. Mobiliers en ébénisterie. Utilisé en massif et en placage.	0,69
	Doussié	Menuiserie intérieure et extérieure. Mobiliers en ébénisterie. Utilisé en massif et en placage.	0,80
	Framiré	Menuiserie intérieure et extérieure. Mobiliers en ébénisterie. Utilisé en massif et en placage.	0,50
	Movingui	Menuiserie intérieure et extérieure. Escaliers, parquets et ébénisterie.	0,73
	Niangon	Menuiserie intérieure et extérieure. Parquets, mobiliers en ébénisterie.	0,70
	Okoume	Menuiserie intérieure, moulures, lambris, contreplaqué.	0,44
Asie Océanie	Ramin	Menuiserie intérieure, moulures, lambris, parquets, contreplaqué.	0,66
	Meranti	Menuiserie intérieure, ameublement. Mobiliers en ébénisterie. Utilisé en massif et en placage.	0,68
	Eucalyptus	Menuiserie intérieure, ameublement. Mobiliers en ébénisterie. Utilisé en massif et en placage.	0,65
	Teck	Mobiliers, agencement, ébénisterie. Construction navale. Utilisé en massif et en placage.	0,67
Amérique du Sud	Ipe	Menuiserie extérieure et intérieure, parquets. Mobiliers en ébénisterie. Construction navale. Utilisé en massif et en placage	1,04
	Angelim	Charpente, menuiserie extérieure et intérieure, ameublement. Mobiliers en ébénisterie. Utilisé en massif et en placage.	0,80
	Amarante	Mobiliers en ébénisterie, sculpture. Utilisé en massif et en placage.	0,80

3. ÉCOCERTIFICATION

Environ 13 millions d'hectares de forêt tropicale disparaissent chaque année. La gestion durable des forêts s'efforce de répondre à ce phénomène. L'éco-certification permet de limiter la déforestation, mais aussi de combattre le commerce illégal des bois, de maîtriser les ressources naturelles et d'aider au développement des pays émergents.

Les labels

Le but de la certification par des labels est de prouver la mise en œuvre d'une gestion durable de la forêt. C'est une démarche volontaire de la part de l'exploitant forestier. **Les labels garantissent la traçabilité des bois, grâce à une chaîne de contrôle continue depuis la coupe des arbres jusqu'au produit fini.** Il existe dans le monde plus de 50 labels relatifs à l'éco-certification.

Chaque label est structuré différemment et a ses propres critères. Mais ils reposent tous sur :

- une protection durable des ressources forestières et de l'environnement ;
- un bénéfice social et économique pour les populations locales concernées.

Deux labels constituent une référence pour les professionnels et les consommateurs en France :

Le label FSC

La **FSC (Forest Stewardship Council)** est une organisation non gouvernementale créée et soutenue par de grandes ONG (World Wide Fund for Nature, Greenpeace). La certification est établie pour une durée de cinq ans avec au moins un contrôle annuel. Elle repose sur dix principes déclinés selon trois volets (économique, social et environnemental).



Figure 3.1

Le label PEFC

Créé en juillet 1998 sur l'initiative de propriétaires forestiers de six pays européens, le label **PEFC (Programme européen de forêts certifiées ou Pan European Forest Certification)** était, à l'origine, une certification de la forêt européenne.

En 2021, 330 millions d'hectares sont certifiés PEFC dans 55 pays (dont huit millions en France).



Figure 3.2

Les logos des labels informent le consommateur qu'un produit est composé de bois provenant de forêts respectant les principes du développement durable.

Les autres principaux labels

- **FSI (*Sustainable Forestry Initiative*)** : créé aux États-Unis par l'American Forest and Paper Association. Il inclut d'importantes conditions environnementales.
- **MTCC (*Malaysian Timber Council Certification*)** : créé par les exploitants forestiers sans garanties sur plusieurs critères (protection de la biodiversité). 4,62 millions d'hectares de forêt naturelle de production sont déjà certifiés. Il coopère activement avec le FSC et le PEFC pour obtenir leur agrément.
- **CERFLOR** : créé au Brésil par les groupes papetiers, autorisant l'utilisation d'arbres génétiquement modifiés.
- **CSA (*Système de l'Association canadienne de normalisation*)** : agréé par le PEFC en 2005.
- **SFI (*Sustainable Forestry Initiative*)** : créé en Amérique du Nord, également reconnu PEFC en 2005.
- **ATFS (*American Tree Farm System*)**.

Norme ISO 14001

Il s'agit d'une norme de gestion écologique applicable à tout organisme souhaitant :

- établir, mettre en œuvre, tenir à jour et améliorer une politique environnementale ;
- s'assurer de sa conformité avec la politique environnementale établie ;
- démontrer sa conformité à la présente norme internationale.

4. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU BOIS

Chaque essence de bois possède ses propres caractéristiques physiques, qui permettent de l'identifier et sur lesquelles il faut s'appuyer pour le façonner.

Propriétés physiques

Couleur : les coloris des bois sont extrêmement variables selon les essences et même à l'intérieur d'une essence en fonction du type de veinage, de l'uniformité de la texture, des conditions de croissance et d'homogénéité du matériau.

Odeur : certaines essences exotiques dégagent des parfums particuliers tels que le cèdre, le thuya, le santal, le bois de rose, le palissandre et le citronnier. C'est aussi le cas de certains bois indigènes comme le pêcher, l'amandier ou le prunier.

Grain : c'est un élément caractéristique de l'identification rapide d'une essence par un professionnel.

Hygroscopicité : la teneur en humidité, dans le bois, varie en fonction de la température ambiante et du degré d'humidité de l'air.

Rétractabilité : chaque essence de bois varie plus ou moins dimensionnellement lorsque son taux d'humidité évolue. Les variations s'effectuent dans les sens axial (sens de la longueur), radial (sens des rayons du bois) et tangentiel (perpendiculaire aux rayons du bois).

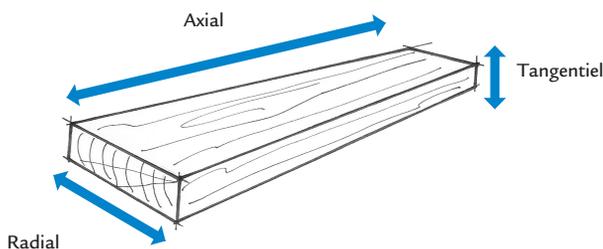


Figure 4.1 Rétractabilité

Conductibilité : le bois est un isolant phonique, thermique et électrique, sous réserve d'un état sec pour cette dernière propriété.

Tableau 4.1 Coefficient de conductivité thermique du bois

Matériau	Coefficient lambda (λ) en W/m.K
Hêtre, chêne	0,20
Sapin, pin	0,13
Panneau de fibres (Masse volumique : $500 < \rho < 700 \text{ kg/m}^3$)	0,14
Contreplaqué (Masse volumique : $400 < \rho < 600 \text{ kg/m}^3$)	0,15

Densité des bois : rapport entre le poids d'un volume de bois donné et le poids du même volume en eau. La densité n'a pas d'unité.

Tableau 4.2 Densité à 12 % d'humidité du bois

Feuillus		
Densité	Classement	Exemple
< 0,5	Très léger	Balsa
0,5 à 0,64	Léger	Peuplier
0,65 à 0,79	Mi-lourd	Chêne
0,8 à 1	Lourd	Merbau
> 1	Très lourd	Ipé
Résineux		
< 0,4	Très léger	Western Red Cedar
0,4 à 0,49	Léger	Sapin
0,5 à 0,59	Mi-lourd	Douglas
0,6 à 0,69	Lourd	Mélèze

5. PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU BOIS

Chaque essence de bois possède ses propres caractéristiques mécaniques. Lors de son utilisation, la pièce de bois peut être soumise à des efforts particuliers et suivant des axes spécifiques. Il est donc indispensable de connaître la limite du bois à ces efforts.

Les pièces de bois ont une **bonne résistance** en :

- compression axiale ;
- traction axiale ;
- cisaillement tangentiel.

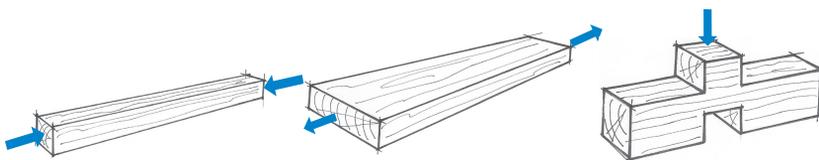


Figure 5.1 De gauche à droite : compression axiale, traction axiale, cisaillement tangentiel

Les pièces de bois ont une **résistance plus faible** en :

- compression transversale ;
- traction transversale ;
- cisaillement axial.

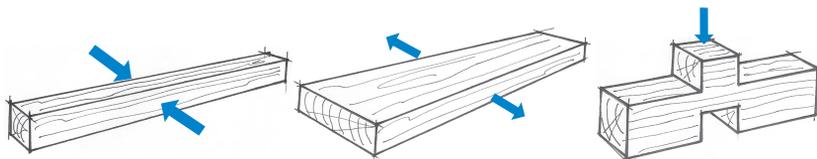


Figure 5.2 De gauche à droite : compression transversale, traction transversale, cisaillement axial

Dans le cas de la **flexion**, il faut utiliser une pièce rectangulaire sur chant. On constate alors que :

- **sur la face concave**, les fibres sont comprimées ;
- **sur l'axe**, les fibres sont neutres ;
- **sur la face convexe**, les fibres sont tendues.

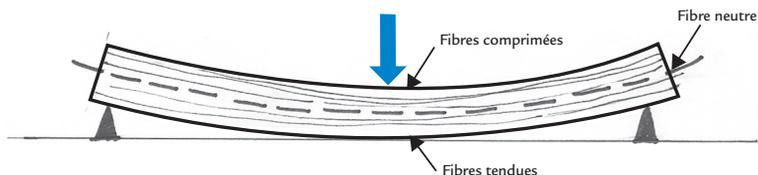


Figure 5.3 Fibres neutres

LE FLAMBAGE

C'est un raccourcissement dû à la compression dans l'axe. Plus la longueur d'une pièce augmente, plus la résistance diminue à cette sollicitation. On en tient compte dans les calculs de résistance quand $L > 5 l$.



Figure 5.4 Flambage

Tableau 5.1 Exemples de propriétés mécaniques d'essences de bois indigènes

Nom	Frêne	Chêne	Hêtre	Peuplier	Mélèze	Douglas	Sapin
Contrainte de rupture de compression axiale (MPa)	51	58	58	33	53	55	46
Contrainte de rupture de traction axiale (MPa)	145	100	117	72	101	93	86
Contrainte de rupture de flexion parallèle (MPa)	113	97	107	65	93	85	68
Module d'élasticité longitudinal en flexion (MPa)	12 900	12 500	14 300	8 800	12 500	12 100	12 200

6. DÉFAUTS, CHAMPIGNONS ET INSECTES

Le bois peut posséder des anomalies, qui sont liées soit à sa croissance, soit à l'attaque de parasites végétaux ou d'insectes.

Ces défauts et ces dégradations peuvent nuire à la mise en œuvre du matériau dans les différents ouvrages.

Défauts de structure

L'aubier : c'est le bois jeune de l'arbre. Il est à purger des ouvrages car il est plus vulnérable aux attaques des insectes. L'aubier est plus ou moins distinct suivant les essences.

Les nœuds : ils diminuent la résistance et nuisent à l'esthétique. Ils sont à exclure le plus possible des ouvrages. Les nœuds sont de natures diverses : **nœuds vifs** ①, **nœuds bouchons** ②, **nœuds morts** ③, **nœuds « œil-de-perdrix »** ④.

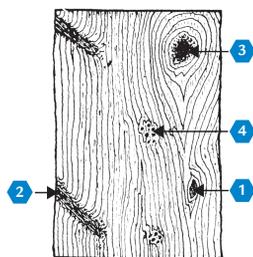


Figure 6.1 Les nœuds du bois

Anomalies de croissance

Le bois étant un matériau vivant, il peut posséder des défauts liés à sa croissance. Ces anomalies se situent généralement aux jointures des branches et du tronc (**fibres ondulées**, **ronces** et **entre-écorce**) ou se présentent sous forme d'excroissances ou de renflements (**broussins**, **loupes**, **chaudrons**). Ces défauts de croissance peuvent aussi être dus au terrain et aux conditions climatiques.

Blessures accidentelles

Les blessures sont dues aux conditions climatiques, à des écarts de températures (**gélivures**, **fissures**, **roulures**, **cadrannures**, **fentes**, **gerces**) ou à un arrêt de la transformation de l'aubier en bois parfait (**lunure**).

Elles peuvent aussi être provoquées par l'action humaine : abattage de l'arbre, contact avec des objets (**éclats d'obus**, **fils de fer...**).

Parasites végétaux

Deux principaux parasites existent :

- **le chancre** : maladie infectant les blessures mal cicatrisées ;
- **le gui** : plante puisant sa nourriture dans le bois par les racines, y forant une multitude de petits trous.

Champignons

Les pourritures sont toujours provoquées par des champignons microscopiques qui se propagent et se multiplient quand les conditions de température et d'humidité s'y prêtent.

Les champignons provoquent le **bleuissement du bois** (dégâts esthétiques sans conséquences sur les propriétés physiques et mécaniques), des **échauffures** (dégâts esthétiques et mécaniques), une **pourriture cubique** (dégâts esthétiques et mécaniques) ou une **pourriture fibreuse** (dégâts esthétiques et mécaniques).

Attaques d'insectes

Les **insectes xylophages** sont extrêmement nombreux. Ils se développent suivant un cycle et ce sont **leurs larves** qui se nourrissent du bois et y creusent des galeries.

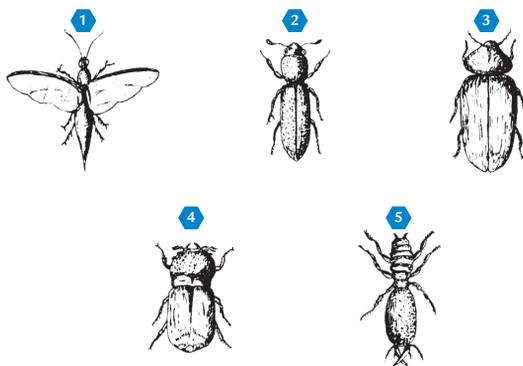


Figure 6.2 Exemple d'insectes xylophages : 1 sirex, 2 lyctus, 3 vrillette, 4 bostryche capucin, 5 termite

7. TAUX D'HUMIDITÉ DANS LE BOIS

Le bois est un matériau sensible aux variations hygrométriques. Par conséquent il convient d'anticiper ces variations dans la mise en œuvre des ouvrages.

L'eau dans le bois

L'humidité est présente dans le bois sous la forme :

- **d'eau libre**, contenue dans les vides à l'intérieur des cellules lorsque le taux d'humidité dans le bois est supérieur à 30 % ;
- **d'eau de saturation** (appelée également eau liée ou eau d'imprégnation), qui imprègne les parois des cellules. Lorsque le taux d'humidité passe en dessous de 30 %, cette eau de saturation diminue. La perte ou la reprise en humidité des parois des cellules crée les variations dimensionnelles ;
- **d'eau de constitution** : elle est une partie intégrante des tissus et ne disparaît pas lors du séchage, mais lors de la combustion du bois.

Le taux de 30 % d'humidité correspond au **point de saturation des fibres**. Le séchage naturel permet d'abaisser le taux d'humidité aux alentours de 15 %.

Les degrés d'humidité en fonction de la destination de l'ouvrage

Lors de la fabrication, la teneur en humidité du bois ne doit pas excéder 22 % (NF EN 14250).

$H \% \leq 22 \%$:

- Charpente et escalier en bois (DTU 31.1).
- Charpente industrielle (EN 14 250).

$H \% \leq 18 \%$:

- Maison à ossature en bois (DTU 31.2).
- Menuiserie extérieure.

$H \% \leq 12 \%$:

- Siège (NF D 61-010).
- Menuiserie intérieure, agencement, ébénisterie (de 10 à 12 %).

Équilibre hygroscopique du bois

Le tableau de la figure 7.1 permet de savoir vers quel taux d'humidité tend le bois lorsqu'il est placé dans des conditions de température et d'humidité relatives à l'air. C'est ce que l'on appelle **l'équilibre hygroscopique du bois**. Cet équilibre s'établit assez lentement.

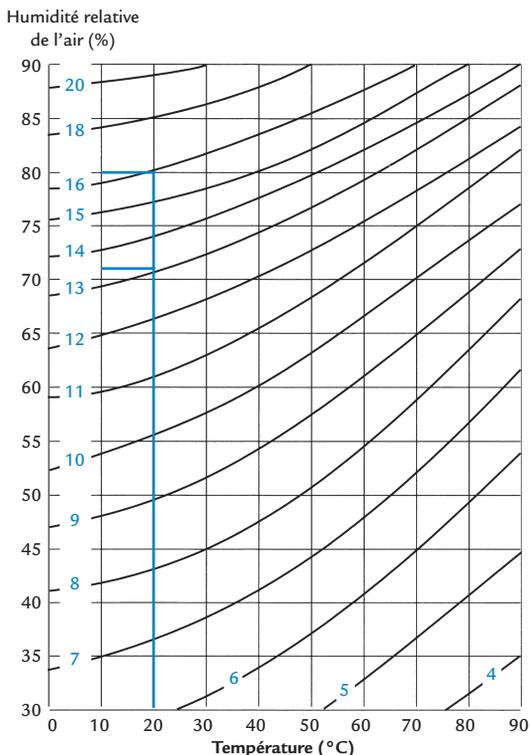


Figure 7.1 Courbe hygroscopique

Ce tableau permet d'identifier les variables qui peuvent être modifiées (température ou HR) pour conserver un taux d'humidité satisfaisant.

EXEMPLES

Avec une température de 20 °C et une humidité relative de l'air de 71 %, les pièces seront stables à un taux d'humidité de 13 %.

Avec une température de 20 °C et une humidité relative de l'air de 80 %, les pièces seront stables à un taux d'humidité de 16 %.

8. RÉTRACTABILITÉ DU BOIS

Lors de la perte de l'eau de saturation (en dessous de 30 % d'humidité), le bois se rétracte en se déformant. On parle de rétractabilité du bois.

Ces variations dimensionnelles peuvent être mesurées à l'aide d'un coefficient de retrait pour garantir une bonne qualité de mise en œuvre des ouvrages.

La rétractabilité du bois

Le bois se rétracte suivant trois directions :

- **en sens axial** : dans le sens de l'axe de l'arbre. Le retrait est pratiquement négligeable ;
- **en sens radial** : dans le sens transversal par rapport aux cernes. Le retrait représente entre 2 et 8 % de la largeur des planches, suivant les essences ;
- **en sens tangentiel** : dans le même sens que les cernes. Le retrait tangentiel est 1,2 à 3 fois supérieur à la valeur du retrait radial, suivant les essences.

Comme ce retrait s'effectue de façon différente suivant les directions, la perte de volume peut s'accompagner de déformations suivant l'endroit où le bois est prélevé dans l'arbre.

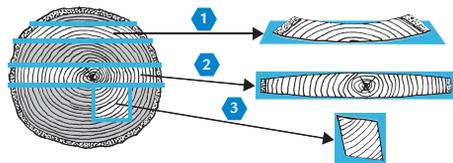


Figure 8.1 Déformations du bois lors de la rétractation

- 1 **Planche sur dosse** : la face la plus proche de l'aubier sèche davantage que l'autre. Cela crée des tensions internes qui se manifestent par la courbure de la planche (tuilage).
- 2 **Planche sur quartier** : les bords de la planche (l'aubier) deviennent plus minces que le centre, mais elle reste plane. Les planches sur quartier sont les plus recherchées car elles donnent des pièces qui resteront toujours planes malgré les variations hygrométriques.
- 3 **Section carrée sur fausse dosse** (ou faux quartier) : le bois se rétracte plus dans le sens des cernes (tangentiel) qu'en travers de celle-ci (radial), donc, au séchage, on obtient une section en forme de losange.

Le coefficient de retrait

Il exprime en **pourcentage** la **variation dimensionnelle du bois** pour une **variation de 1 % d'humidité**.

Exemple : lorsque l'humidité du chêne varie de 1 %, les dimensions des pièces varient de 0,20 % (dans le sens radial).

Le bois varie en dimension uniquement entre 30 % et 0 % de son humidité. Donc, il peut varier au maximum de 30 fois son coefficient.

Plus le coefficient est élevé, plus on dit que le bois est **nerveux, peu stable** ou à **fort retrait**.

Tableau 8.1 Exemples de coefficients de retrait pour des essences indigènes

Essence	Coefficient de retrait radial	Coefficient de retrait tangentiel	Coefficient de retrait volumétrique (R+T)
Chêne	0,17 %	0,32 %	0,49 %
Douglas	0,17 %	0,27 %	0,44 %
Épicéa	0,17 %	0,31 %	0,58 %
Frêne	0,19 %	0,32 %	0,51 %
Hêtre	0,21 %	0,41 %	0,62 %
Merisier	0,17 %	0,28 %	0,45 %
Pin sylvestre	0,17 %	0,31 %	0,48 %
Sapin	0,14 %	0,31 %	0,45 %

Calcul du retrait du bois

Le retrait se calcule à l'aide des formules suivantes :

$$\text{Retrait radial (Rr) : } Rr = \frac{r \times L \times \Delta H \%}{100}$$

$$\text{Retrait tangentiel (Rt) : } Rt = \frac{t \times L \times \Delta H \%}{100}$$

- **r** = coefficient de retrait radial en % ;
- **t** = coefficient de retrait tangentiel en % ;
- **L** = dimensions (radiale ou tangentielle) de la pièce de bois en millimètres ;
- **Δ H %** = écart entre l'humidité initiale et l'humidité finale.

Exemple de calcul du retrait

On réalise des volets sur barre en sapin. Sachant que :

- le taux d'humidité du bois lors de la fabrication est de 13 % ;
- la largeur de la lame est de 100 mm ;
- l'épaisseur de la lame est de 24 mm ;
- le débit est sur quartier ;
- le taux d'humidité du bois en hiver est de 18 % ;
- le taux d'humidité du bois en été est de 10 %.

Afin d'éviter des retouches éventuelles, il nous faut tenir compte du gonflement du volet en période humide et du retrait en période sèche.

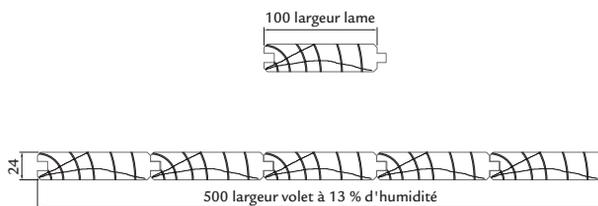


Figure 8.2 Lame de volet

Calcul de la valeur de gonflement, en période humide

Dans le **sens radial** :

$$Rr = \frac{0,14 \times 100 \times (18 - 13)}{100}$$

$$Rr = 0,7 \text{ mm}$$

Largeur finale de la lame à 18 % d'humidité : $100 + 0,7 = 100,07 \text{ mm}$.

Dans le **sens tangentiel** :

$$Rt = \frac{0,31 \times 24 \times (18 - 13)}{100}$$

$$Rt = 0,372 \text{ mm}$$

L'épaisseur finale de la lame à 18 % d'humidité : $24 + 0,37 = 24,037 \text{ mm}$

La largeur du volet en période humide est montrée en Figure 8.3.



Figure 8.3 Largeur volet en période humide

Calcul de la valeur du retrait, en période sèche

Dans le **sens radial** :

$$Rr = \frac{0,14 \times 100 \times (13 - 10)}{100}$$

$$Rr = 0,42 \text{ mm}$$

Largeur finale de la lame à 10 % d'humidité : $100 - 0,42 = 99,58 \text{ mm}$.

Dans le **sens tangentiel** :

$$Rt = \frac{0,31 \times 24 \times (13 - 10)}{100}$$

$$Rt = 0,223 \text{ mm}$$

L'épaisseur finale de la lame à 10 % d'humidité : $100 - 0,223 = 23,78 \text{ mm}$

La largeur du volet en période humide est montrée en Figure 8.4.



Figure 8.4 Largeur volet en période sèche