

Technologie des métiers du **bois**



TOME **1**

**Matériaux bois ■ Ouvrages
Produits et composants**

Olivier **HAMON**
Vincent **ROULLAT**

Avec des tests
d'auto-évaluation
corrigés

DUNOD

TECHNOLOGIE DES MÉTIERS DU BOIS

1 Matériaux bois • ouvrages • produits et composants

**Olivier HAMON
Vincent ROULLAT**

DUNOD

Tout le catalogue sur
www.dunod.com




Couverture : Matéo

Photos de couverture :

1^e et 2^e photos : © Comptoir mantais des bois ; 3^e et 4^e : © Hamon/Roullat

<p>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.</p> <p>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</p>	<p>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.</p> <p>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).</p>
--	--



© Dunod, Paris, 2012

ISBN 978-2-10-070388-3

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. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Table des matières suivant les différents métiers du bois	11
--	-----------

Partie 1 : Le bois

Chapitre 1 : Les forêts	17
1.1 Les forêts dans le monde	17
1.2 Les forêts en Europe	20
1.3 La forêt en France	22
1.4 L'exploitation forestière	29
1.5 L'écocertification.....	32
Chapitre 2 : L'arbre	39
2.1 La morphologie de l'arbre.....	40
2.2 La physiologie de l'arbre.....	42
2.3 Classification botanique, géographique et densité	46
Chapitre 3 : La structure du bois	51
3.1 Étude macroscopique	51
3.2 Étude microscopique.....	55
3.3 Constitution chimique du bois	58
3.4 Propriétés physiques	59
3.5 Propriétés mécaniques.....	62
Chapitre 4 : Défauts, champignons et parasites du bois	69
4.1 Les particularités de la structure	69
4.2 Les anomalies de croissance.....	70

4.3 Les blessures accidentelles	72
4.4 Les parasites végétaux.....	74
4.5 Les champignons.....	74
4.6 L'attaque des insectes.....	76
Chapitre 5 : Le débit des bois	81
5.1 Le débit du bois massif.....	82
5.2 La classification qualitative.....	88
5.3 Le débit du placage.....	91
Chapitre 6 : Séchage et traitement du bois	97
6.1 L'hygrométrie du bois	97
6.2 Les variations dimensionnelles du bois	103
6.3 Le séchage naturel du bois.....	107
6.4 Le séchage artificiel du bois.....	110
6.5 La durabilité des bois.....	116
6.6 Le traitement des bois	119
Chapitre 7 : Les dérivés	125
7.1 Les panneaux contreplaqué et latté	125
7.2 Le panneau OSB.....	128
7.3 Le panneau de particules	129
7.4 Le panneau de fibres.....	131
7.5 Le stratifié.....	134
7.6 Le formaldéhyde.....	135

Partie 2: Les ouvrages

Chapitre 8 : Les assemblages.....	143
8.1 Les assemblages, généralités.....	143
8.2 Les assemblages de rencontre.....	145
8.3 Les assemblages d'élargissement et d'épaississement	152
8.4 Les assemblages d'allongement.....	154
8.5 Les moulures.....	157

Chapitre 9 : Les ouvrages de menuiserie	161
9.1 Les menuiseries extérieures : les fermetures de propriété	161
9.2 Les menuiseries extérieures : les ouvertures de propriété	172
9.3 Les menuiseries intérieures.....	179
9.4 Les parquets	189
9.5 Les revêtements de sol stratifiés	193
9.6 Les revêtements de mur.....	194
9.7 Le mobilier d'agencement	197
Chapitre 10 : Les frisages	203
10.1 La marqueterie, généralités.....	203
10.2 Les raccords en fil	204
10.3 Les frisages en quatre feuilles	205
10.4 Les frisages à raccords multiples.....	207
10.5 Les jeux de fond.....	208

Partie 3 : Outillage et quincaillerie

Chapitre 11 : L'outillage manuel	215
11.1 Les établis	215
11.2 Les outils de traçage et de mesure	216
11.3 Les outils de serrage	219
11.4 Les outils de sciage.....	221
11.5 Les outils de frappe et les tournevis.....	224
11.6 Les outils de façonnage.....	226
11.7 Les outils de coupe	226
Chapitre 12 : La consolidation des ouvrages	235
12.1 Le clouage	235
12.2 Le vissage et le boulonnage	237
12.3 Le chevillage.....	240

Chapitre 13 : Les organes de rotation	245
13.1 Les ferrures de menuiserie du bâtiment	245
13.2 Les ferrures d'ameublement	248
Chapitre 14 : Les organes de condamnation et d'immobilisation	255
14.1 Les serrures et organes de menuiserie du bâtiment.....	255
14.2 Les serrures et organes d'ameublement.....	260
Chapitre 15 : Le coulissage des ouvrages	267
15.1 Le coulissage des tiroirs, systèmes traditionnels	267
15.2 Le coulissage des tiroirs, systèmes modernes	269
15.3 Le coulissage des portes.....	270
Chapitre 16 : Le système 32	275
16.1 Principes de base du système 32.....	275
16.2 Les composants du système 32.....	278

Partie 4: Les produits

Chapitre 17 : Les colles	283
17.1 Les différents types de collage et de colle.....	283
17.2 Préparation des bois.....	284
17.3 Résistances, principes d'adhésion.....	285
17.4 Propriétés des colles	286
17.5 Temps et températures.....	288
17.6 Influence des bois et des traitements sur le collage	289
Chapitre 18 : Les abrasifs	293
18.1 Composition d'un abrasif.....	293
18.2 Tailles des grains abrasifs	295
18.3 Méthode d'utilisation	296
Chapitre 19 : Les teintés	299
19.1 Préparation des bois.....	299
19.2 Les colorants naturels.....	300

19.3 Les colorants synthétiques	301
19.4 Colorations et décolorations chimiques	302
Chapitre 20 : Les produits de finition	305
20.1 La préparation des bois	305
20.2 La finition cirée	306
20.3 La finition huilée.....	308
20.4 La composition d'un vernis.....	311
20.5 Les vernis naturels.....	312
20.6 Les vernis synthétiques	314
20.7 Les composés organiques volatils (COV)	317
Corrigés des tests	321
Index	327

Table des matières suivant les différents métiers du bois

Chapitres et titres		Menuiserie	Agencement	Ébénisterie	
1	La forêt	1.1 Les forêts dans le monde 1.2 Les forêts en Europe 1.3 La forêt en France 1.4 L'exploitation forestière 1.5 Éco-certification	✓	✓	✓
2	L'arbre	2.1 La morphologie de l'arbre 2.2 La physiologie de l'arbre 2.3 La durée de vie de l'arbre 2.4 Classification botanique, géographique et densité	✓	✓	✓
3	La structure du bois	3.1 Étude macroscopique 3.2 Étude microscopique 3.3 Constitution chimique du bois 3.4 propriétés physiques 3.5 Propriétés mécaniques	✓	✓	✓
4	Anomalies des bois	4.1 Les particularités de structure 4.2 Les anomalies de croissance 4.3 Les blessures accidentelles 4.4 Les parasites végétaux 4.5 Les champignons 4.6 L'attaque des insectes	✓	✓	✓
5	Le débit des bois	5.1 Le débit du bois massif	✓	✓	✓
		5.2 La classification qualitative	✓	✓	
		5.3 Le débit du placage			✓
6	Séchage et traitement des bois	6.1 L'hygrométrie du bois 6.2 Les variations dimensionnelles du bois 6.3 Le séchage naturel du bois 6.4 Le séchage artificiel du bois	✓	✓	✓
		6.5 La durabilité des bois 6.6 Le traitement des bois	✓	✓	

Chapitres et titres			Menuiserie	Agencement	Ébénisterie
7	Les dérivés	7.1 Les panneaux contreplaqué et latté	✓	✓	✓
		7.2 Le panneau OSB	✓	✓	
		7.3 Le panneau de particules	✓	✓	✓
		7.4 Le panneau de fibres			
		7.5 Le stratifié	✓	✓	
		7.6 Le formaldéhyde	✓	✓	✓
8	Les assemblages	8.1 Les assemblages, généralités			
		8.2 Les assemblages de rencontre			
		8.3 Les assemblages d'élargissement et d'épaississement	✓	✓	✓
		8.4 Les assemblages d'allongement			
		8.5 Les moulures			
9	Les ouvrages de menuiserie	9.1 Les menuiseries extérieures : fermetures de propriété	✓		
		9.2 Les menuiseries extérieures : ouvertures de propriété			
		9.3 Les menuiseries intérieures			
		9.4 Les parquets	✓	✓	
		9.5 Les revêtements de sol stratifiés			
		9.6 Les revêtements de mur			
		9.7 Le mobilier d'agencement	✓	✓	✓
10	Les frisages	10.1 La marqueterie, généralités			
		10.2 Les raccords en fil			
		10.3 Les frisages en quatre feuilles			✓
		10.4 Les frisages à raccords multiples			
		10.5 Les jeux de fond			
11	L'outillage manuel	11.1 Les établis			
		11.2 Les outils de traçage et de mesure			
		11.3 Les outils de serrage			
		11.4 Les outils de sciage	✓	✓	✓
		11.5 Les outils de frappe et les tournevis			
		11.6 Les outils de façonnage			
		11.7 Les outils de coupe			
12	La consolidation des ouvrages	12.1 Le clouage	✓	✓	✓
		12.2 Le visage et le boulonnage			
		12.3 Le chevillage			
13	Les organes de rotation	13.1 Les ferrures de menuiserie du bâtiment	✓		
		13.2 Les ferrures d'ameublement	✓	✓	✓

Chapitres et titres		Menuiserie	Agencement	Ébénisterie	
14	Les organes de condamnation et d'immobilisation	14.1 Les serrures et organes de menuiserie du bâtiment	✓		
		14.2 Les serrures et organes d'ameublement	✓	✓	✓
15	Le coulissage des ouvrages	15.1 Le coulissage des tiroirs, systèmes traditionnels	✓	✓	✓
		15.2 Le coulissage des tiroirs, système modernes			
		15.3 Le coulissage des portes			
16	Le système 32	16.1 principes de base du système 32		✓	
		16.2 Les composants du système 32			
17	La colle	17.1 Les différents types de collage et de colle	✓	✓	✓
		17.2 Préparation des bois			
		17.3 Résistances, principes d'adhésion			
		17.4 Propriétés des colles			
		17.5 Temps et températures			
		17.6 Influence des bois et des traitements sur le collage			
18	Les abrasifs	18.1 Composition d'un abrasif	✓	✓	✓
		18.2 Tailles des grains abrasifs			
		18.3 Méthode d'utilisation			
19	Les teintés	19.1 Préparation des bois	✓	✓	✓
		19.2 Les colorants naturels			
		19.3 Les colorants synthétiques			
		19.4 Colorations et décolorations chimiques			
20	Les produits de finition	20.1 La préparation des bois	✓	✓	✓
		20.2 La finition cirée			
		20.3 La finition huilée			
		20.4 La composition d'un vernis			
		20.5 Les vernis naturels			
		20.6 Les vernis synthétiques			
		20.7 Les composés organiques volatils (COV)			



Partie 1

Le bois

Les forêts

chapitre 1

Le monde comprend environ 4 milliards d'hectares de forêts, dont 95 % sont des forêts naturelles et 5 % des plantations forestières. Cela représente environ un quart des surfaces émergées de notre planète. C'est en Europe (principalement en Russie) et en Amérique du Sud que se trouve le pourcentage le plus élevé de la superficie forestière (source FAO).

1.1 Les forêts dans le monde

Description des différents types de forêt

Forêt boréale (ou taïga) Très grande surface forestière, très uniforme, située principalement au pourtour du cercle polaire. Cette forêt est composée majoritairement de conifères (sapins, mélèzes, épicéas et pins) et de quelques feuillus.

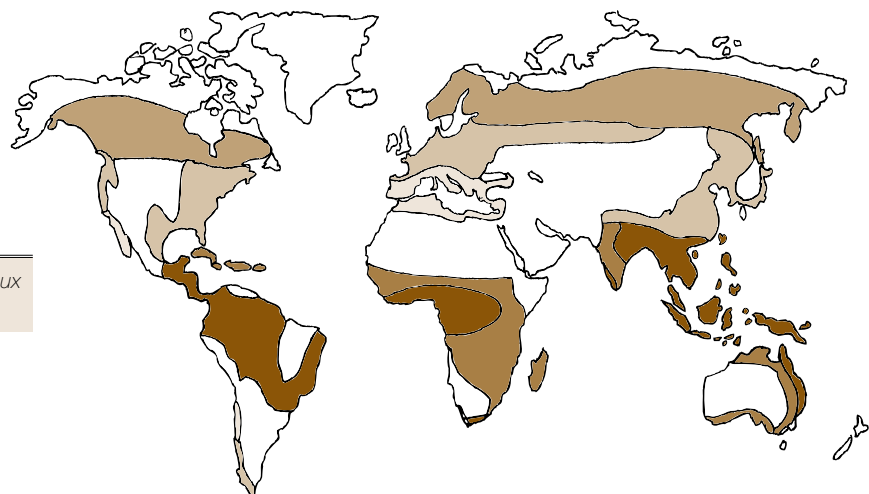


Figure 1.1 Répartition des principaux types de forêts dans le monde

- Forêt tropicale sèche
- Forêt tropicale humide
- Forêt boréale ou taïga
- Forêt tempérée
- Forêt méditerranéenne

Forêt tempérée Très marquée par l'activité humaine. Dans les plaines océaniques, les feuillus sont majoritaires. Dans les plaines continentales, c'est un mélange de feuillus et de résineux. En montagne, les résineux sont prédominants.

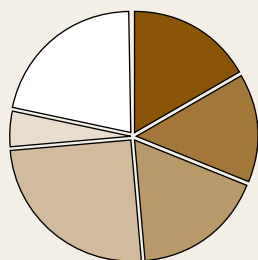
Forêt sub-tempérée (ou méditerranéenne) C'est un mélange de feuillus et de résineux à feuilles persistantes.

Forêt tropicale sèche Savanes tropicales plus ou moins boisées et forêts claires de feuillus.







Forêt tropicale humide Toujours verte et composée de plusieurs étages de végétaux, très grande richesse biologique. On y dénombre plus de 50 000 espèces d'arbres.

La superficie des forêts tempérées et boréales est approximativement équivalente à la superficie de forêts tropicales et subtropicales.

Superficies forestières par grande région en 2010 (source FAO)



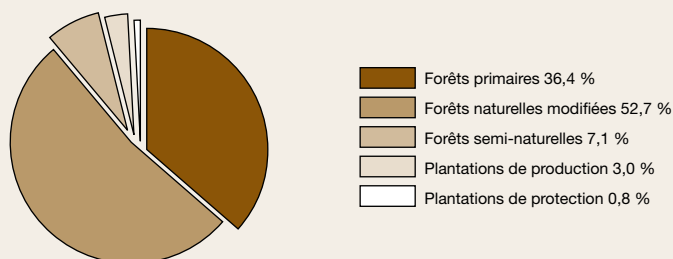
Superficie totale (2010) : 4 032 millions ha

	Afrique (674,5 millions ha) 16,7 %
	Asie (592,5 millions ha) 14,7 %
	Amérique du Nord et Amérique centrale (705 millions ha) 17,5 %
	Europe (1 005 millions ha) 25 %
	Océanie (191 millions ha) 4,7 %
	Amérique du Sud (864 millions ha) 21,5 %

Variation de la superficie forestière par grande région entre 2000 et 2010 (source FAO)

Région	Variation annuelle en milliers d'hectares	% de variation
Afrique	- 3 414	- 0,5 %
Asie	+ 2 235	+ 0,4 %
Amérique du Nord et Amérique centrale	- 10	+ 0 %
Europe	+ 676	+ 0,1 %
Océanie	- 700	- 0,4 %
Amérique du Sud	- 3 997	- 0,5 %

Caractéristiques des forêts du monde, 2005



Forêts primaires Elles sont composées d'espèces indigènes, sans signes d'activité humaine.

Forêts naturelles modifiées Elles sont composées d'espèces indigènes, avec des signes de l'activité humaine. Le renouvellement de ces forêts s'effectue naturellement.

Forêts semi-naturelles Elles sont cultivées et aménagées selon des besoins spécifiques.

Plantations de production Ces plantations sont composées d'espèces introduites ou indigènes. Le renouvellement se fait par semis ou à l'aide de plants. Ces plantations sont destinées à la production de bois.

Plantations de protection Ces plantations sont composées d'espèces introduites ou indigènes. Le renouvellement se fait par semis ou à l'aide de plants. Ces plantations ont pour but la protection des sols, des eaux et de la biodiversité.

Variation de la superficie forestière

L'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (**FAO**) estime qu'entre 1990 et 1995, la perte nette de la superficie forestière s'est élevée à 53,6 millions hectares. Ce chiffre est le résultat d'une baisse de 65,1 millions hectares dans les pays en développement et d'une hausse de 8,8 millions hectares dans les pays développés.

Cette déforestation est due à 2 causes principales :

- » **l'expansion** de l'agriculture de subsistance en Afrique et en Asie,
- » **les grands programmes de développement économique**, comprenant la réinstallation de population, l'extension de zones agricoles industrielles et des infrastructures, réalisés en Amérique latine et en Asie.

L'accroissement est dû :

- » **au boisement et au reboisement** de terres abandonnées par les agriculteurs dans plusieurs pays développés, ce qui compense largement la déforestation pour permettre l'expansion des villes et des infrastructures.

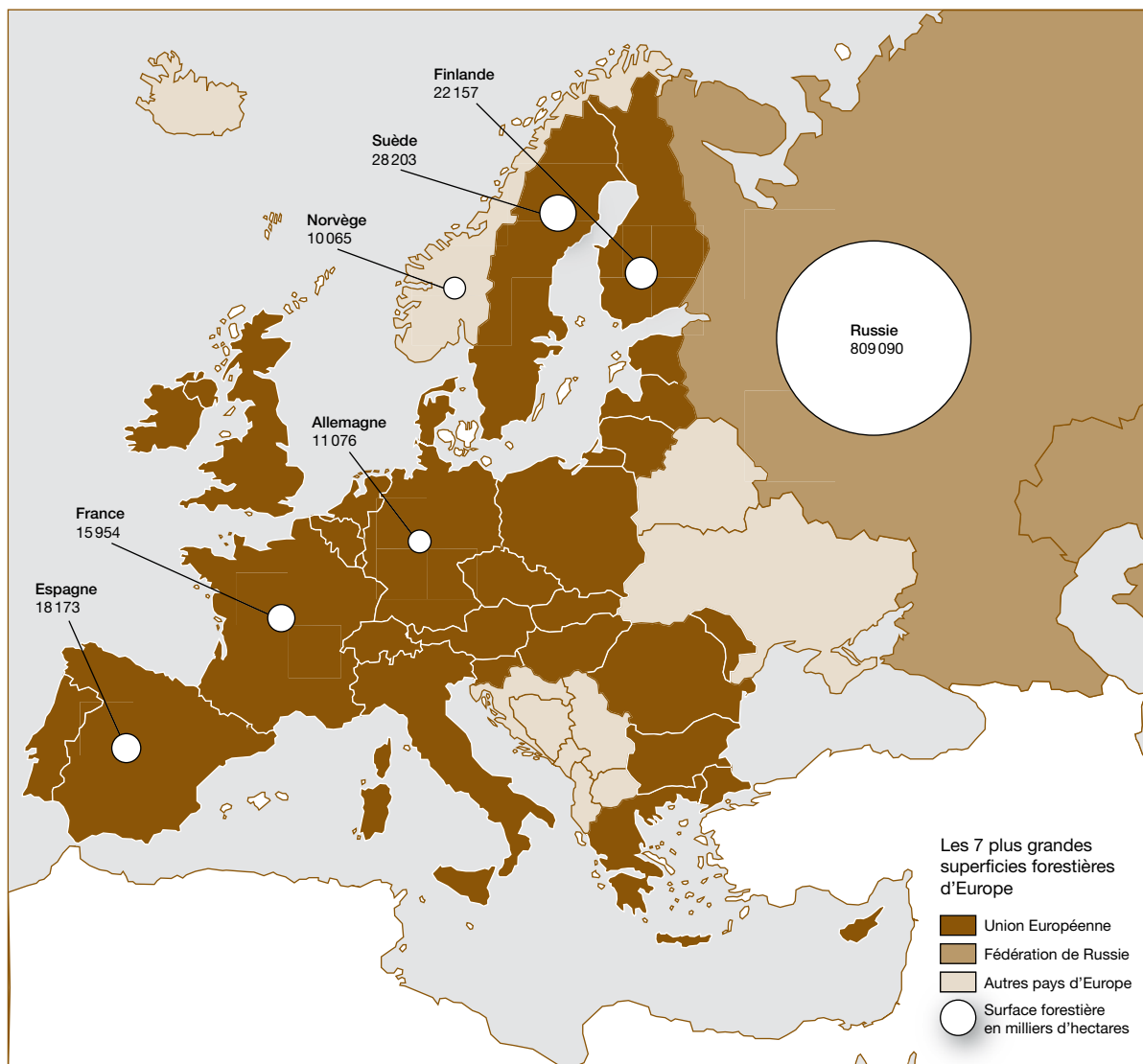
1.2 Les forêts en Europe

Près de 80 % de la superficie forestière européenne, soit 810 millions d'hectares, se situe en Russie. C'est la plus vaste superficie du monde.

Le reste de l'Europe ne possède que 20 % de cette surface, soit 196 millions d'hectares. Environ 70 % de ces forêts sont situées en Suède, Finlande, France et Allemagne.

La région est recouverte de différents types de forêts qui vont des forêts boréales, en passant par des forêts tempérées, au maquis méditerranéen.

Figure 1.2 Le couvert forestier européen



Environ 26 %, soit 261 millions d'hectares, de la superficie forestière est classée comme forêt primaire, la plus grande partie, environ 97 %, étant située en Russie.

En Europe, hors Russie, près de 10 % de la superficie forestière, soit 19,6 millions d'hectares, a été attribuée à la conservation de la diversité biologique. Cette superficie a doublé en 20 ans. Durant cette même période, 9 % de la superficie forestière de la région Europe a été consacrée à la protection des sols et des eaux (la plus grande part est attribuable à la Russie).

Augmentation de la superficie forestière en Europe

Entre 1990 et 2000, l'augmentation nette de la superficie annuelle était d'environ 900 000 hectares. Entre 2000 et 2010, l'augmentation nette de la superficie annuelle est passée à 700 000 hectares. Malgré ce ralentissement, l'Europe est la seule région à accroître sa superficie pendant toute la période 1990-2010.

Cette expansion de superficie entre 2000 et 2010 est due à un petit nombre de pays, avec au premier rang l'Espagne (près de 119 000 hectares par an), puis la Suède (81 500 hectares par an) et enfin l'Italie, la Norvège, la Bulgarie et la France.

L'accroissement de la superficie forestière est principalement dû à l'augmentation des plantations forestières et à l'expansion naturelle des forêts sur les terres agricoles abandonnées.

Les fonctions productives de la forêt européenne

Plus de la moitié de la superficie forestière est dédiée à la production, alors que dans le reste du monde la moyenne avoisine les 30 %.

Production de bois de feu, bois rond et de sciages, 2008 (source FAO)

Région	Bois de feu (milliers de m ³)	Bois rond industriel (milliers de m ³)	Sciages (milliers de m ³)
France	29 176	28 366	9 690
Europe	149 702	507 442	136 552
Monde	1 868 386	1 541 971	400 246

Production de panneaux, pâte à papier, papiers et cartons 2008 (source FAO)

Région	Panneaux dérivés du bois (milliers de m ³)	Pâte à papier (milliers de m ³)	Papiers et cartons (milliers de m ³)
France	6 168	2 220	9 420
Europe	77 484	50 377	112 719
Monde	268 788	193 146	389 237

Définitions

Bois rond Bois abattus ébranché, écimé, ayant été tronçonné ou non, excluant généralement les bois de feu, et destiné notamment à la réalisation d'équipements extérieurs.

Pâte à papier Matériau de base pour fabriquer le papier ou le carton.

L'Union européenne ne représente que 5 % de la superficie forestière mondiale, elle est pourtant un grand producteur de panneaux dérivés du bois, de papiers et de cartons.

L'UE représente 38 % des exportations et 37 % des importations mondiales des produits forestiers. Concernant ces produits, la Suède, la Finlande, l'Allemagne, la France et l'Autriche font partie des 10 principaux exportateurs mondiaux. L'Allemagne, le Royaume-Uni, la France, les Pays-Bas, l'Espagne, la Belgique et le Luxembourg sont parmi les 10 principaux importateurs.

1.3 La forêt en France

Possédant une superficie de 16,1 millions d'hectares, la forêt en France métropolitaine couvre environ 29 % du territoire. La forêt française représente environ 8 % de la surface forestière de l'Europe (hors Russie).

Les cinq régions les plus forestières sont :

- » la Corse (55 % de sa surface est couverte de forêts),
- » la Provence-Alpes-Côte d'Azur (48 %),
- » la Franche-Comté (44 %),
- » le Languedoc-Roussillon et l'Aquitaine (43 %).

Ces régions mis à part l'Aquitaine font partie d'un grand ensemble à l'est du pays qui représente environ 35 % de la surface forestière.

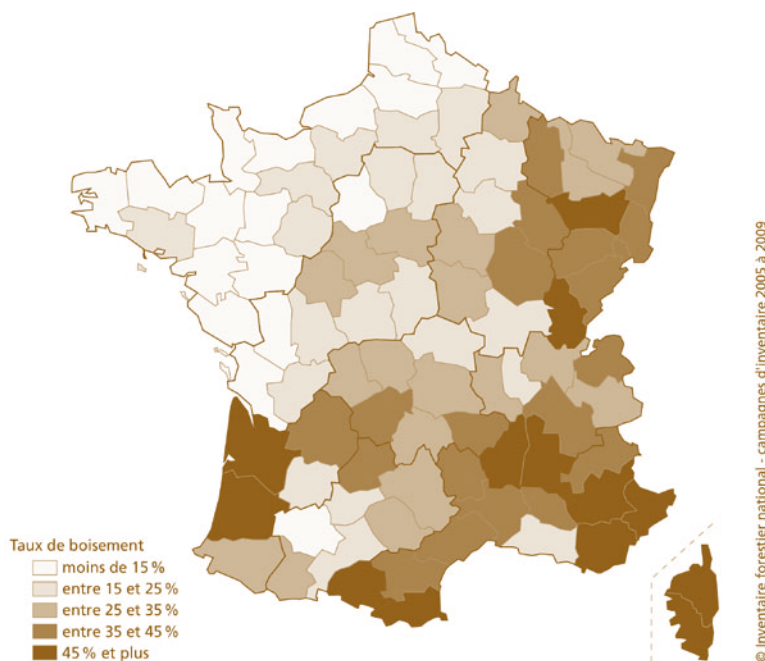
Les cinq régions les moins forestières sont :

- » le Nord-Pas-de-Calais (9 % de sa surface est couverte de forêts),
- » la Basse-Normandie (10 %),
- » le Pays-de-la-Loire (10 %),

- » la Bretagne (13 %),
- » le Poitou-Charentes (15 %).

Ces régions font partie d'un grand quart nord-ouest qui représente environ 15 % de la surface forestière.

Figure 1.3 Le taux de boisement par département



Plantations en progression

Chaque année en France, on plante environ 80 millions d'arbres, ce qui représente 30 000 hectares, l'équivalent de 3 fois la surface de Paris !

La surface forestière a pratiquement doublé depuis les années 1800.

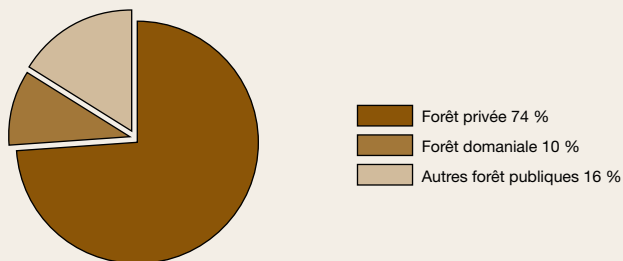
Les différents types de propriété

La forêt privée française représente 74 % de la superficie totale (11,69 millions d'hectares).

La forêt publique, gérée par l'**Office national des forêts** (ONF), se répartie en deux catégories :

- » la forêt domaniale (propriétés gérées par l'État français) qui couvre 10 % de la superficie totale (1,53 million d'hectares),
- » les autres forêts publiques, essentiellement communales, représentant 16 % de la superficie totale (2,49 millions d'hectares).

Répartition par types de propriété

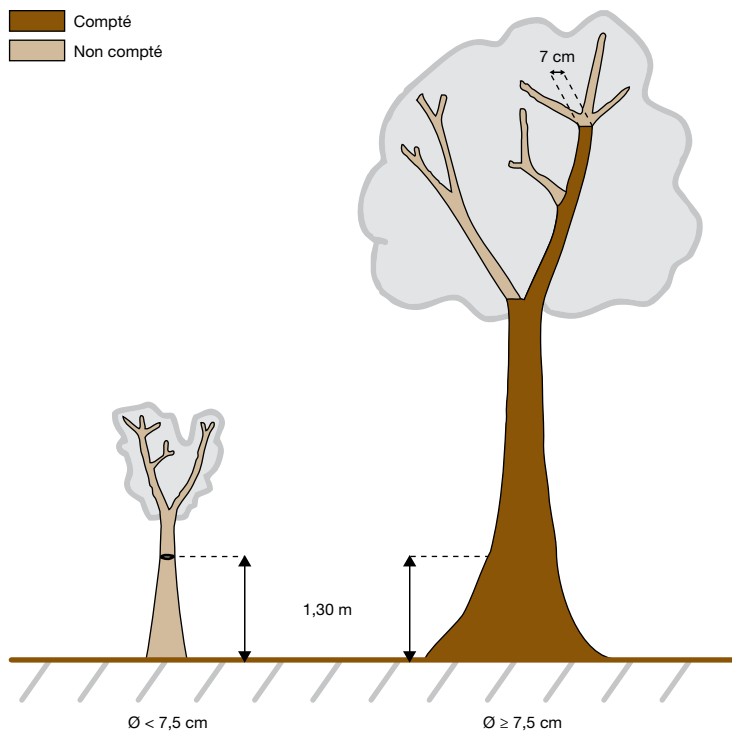


Le peuplement

La forêt française est composée majoritairement de feuillus (58 % de la superficie forestière). Les conifères sont plutôt présents dans les landes et dans les massifs montagneux. Les peuplements mixtes sont situés dans les zones de rencontre entre plaine et montagne.

L'**Inventaire forestier national** (IFN) recense environ 140 espèces d'arbres. Treize de ces essences représentent 80 % de la forêt française.

Figure 1.4 *Le volume sur pied*

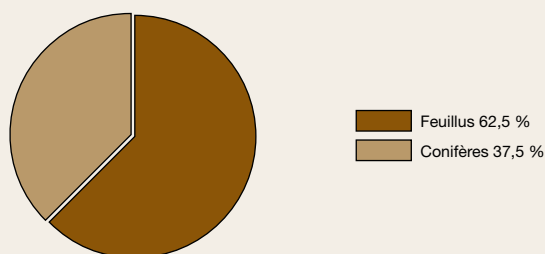


Volume sur pied et production brute annuelle

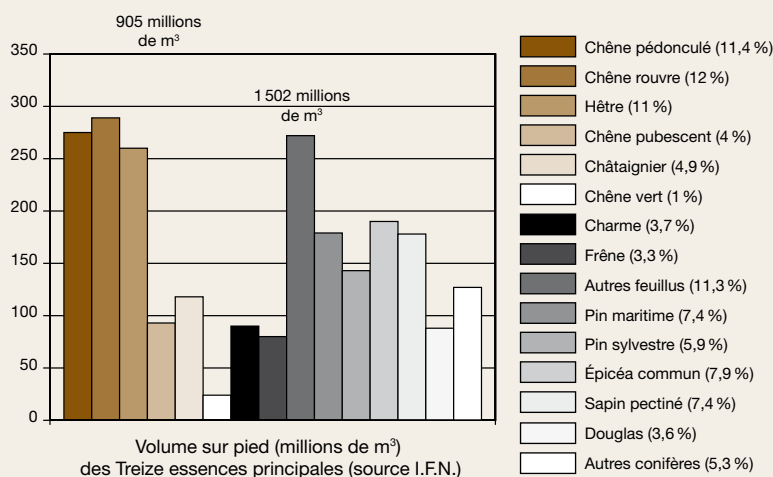
On définit **sur pied** les arbres situés en forêt, non abattus. On prend en compte, pour le calcul du volume sur pied, les arbres ayant un diamètre de plus de 7,5 cm à 1,30 m du sol. Pour ces arbres, le volume est pris de la souche jusqu'à 7 cm de diamètre. Il inclut l'écorce et une seule branche principale.

La production brute annuelle correspond à l'augmentation du volume produit par le bois sur pied en un an.

Volume sur pied par famille d'arbres



Volume sur pied des treize essences principales d'arbres



Ce qu'il faut retenir

Différents types de forêts

On peut distinguer 5 principaux types de forêt :

La forêt boréale ou taïga, la forêt tempérée, la forêt sub-tempérée ou méditerranéenne, la forêt tropicale sèche et la forêt tropicale humide.

Les caractéristiques des forêts du monde

Les forêts se classent en fonction de l'activité humaine qui y réside et des espèces qui les composent.

Forêts primaires : sans traces visibles de l'activité humaine. Espèces indigènes.

Forêts naturelles modifiées : peu de traces visibles de l'activité humaine. Espèces indigènes. Renouveau naturel.

Forêts semi-naturelles : cultivées et aménagées par l'Homme.

Plantations de production : destinées à la production de bois. Espèces indigènes et introduites. Renouveau artificiel (semis et plants).

Plantations de protection : plantations pour la protection des sols, des eaux et de la biodiversité. Espèces indigènes ou introduites. Renouveau artificiel.

Superficie forestière

L'Europe et l'Amérique du Sud sont les deux régions ayant les plus grandes surfaces forestières. Elles détiennent, à elles deux, 46,5 % de la superficie mondiale.

Variation de la superficie forestière

Deux principales causes de la diminution de la superficie forestière dans les pays en voie de développement :

- » expansion de l'agriculture de subsistance,
- » programme de développement des infrastructures économiques.

Cette perte est légèrement compensée dans les pays développés par le boisement ou le reboisement de terres abandonnées par l'agriculture.

La forêt en Europe

- » La Russie a la plus grande surface forestière au monde (810 millions d'hectares).
- » Le reste de l'Europe représente 5 % de la surface forestière mondiale.
- » 52 % de la surface forestière est consacrée à la production de produits ligneux (à base de bois).
- » L'UE est un grand producteur de produits dérivés du bois (panneaux, papiers et cartons).
- » La Suède, la Finlande, l'Allemagne, la France et l'Autriche font partie des 10 principaux exportateurs de produits forestiers.
- » L'Allemagne, le Royaume-Uni, la France, les Pays-Bas, l'Espagne, la Belgique et le Luxembourg sont parmi les 10 principaux importateurs mondiaux de produits forestiers.
- » L'Europe est la seule région du monde à accroître sa superficie pendant toute la période 1990-2010.

La forêt en France

16,1 millions d'hectares, couvrant environ 29 % du territoire.

Les régions forestières les plus boisées sont situées en Aquitaine et dans un grand ensemble à l'est du pays.

Les régions forestières les moins boisées font partie d'un grand quart nord-ouest du pays.

Les différents types de propriété

La forêt française est essentiellement privée.

- » La forêt privée représente 74 % de la superficie totale.
- » Les forêts domaniale et publique représentent 26 % de la superficie totale.

Le peuplement

La forêt française est composée majoritairement de feuillus.

L'IFN recense environ 140 espèces d'arbre.

Treize de ces essences représentent 80 % de la forêt française.

Les treize essences sont : le chêne pédonculé, le chêne rouvre, le hêtre, le chêne pubescent, le châtaigner, le chêne vert, le charme, le frêne, le pin maritime, le pin sylvestre, l'épicéa commun, le sapin pectiné et le douglas.

Testez vos connaissances



1. Quels sont les cinq principaux types de forêts dans le monde ?

-
-
-
-
-

2. La définition suivante caractérise quelle sorte de forêt : « Forêt présentant peu de traces visibles de l'activité humaine. Elle est composée d'espèces naturelles. Le renouvellement des espèces se fait naturellement. » :

- a forêts primaires
- b forêts naturelles modifiées
- c forêts semi-naturelles
- d plantations de production
- e plantations de protection

3. La déforestation, dans les pays en voie de développement est due :

- a à l'expansion de l'agriculture de subsistance
- b au boisement ou reboisement
- c au grand programme de développement économique
- d au réchauffement climatique

4. Durant la période comprise entre 1990 et 2010, la superficie forestière de l'Europe :

- a a diminué
- b a augmenté
- c n'a pas évolué

5. Quelles sont les deux régions françaises qui possèdent le meilleur taux de boisement ?

-
-

6. Quelles sont les deux régions françaises qui possèdent le taux de boisement le plus bas ?

-
-

7. En France, la forêt appartient majoritairement :

- a à l'État
- b à des particuliers ou des sociétés
- c aux collectivités territoriales

8. Citer cinq des treize essences principales en France :

- -
 -
 -
 -
-

1.4 L'exploitation forestière

Les sylviculteurs ont développé des techniques qui permettent de gérer la forêt et d'amener les arbres jusqu'au stade de la maturité.

Les différents peuplements

Le taillis simple

Après avoir abattu les arbres, les souches des feuillus qui restent fixées au sol donnent des rejets (les résineux ne donnent généralement pas de rejets). Ces rejets produisent des arbres de faibles dimensions. Coupés au ras du sol (coupe à blanc) tous les 12-15 ans pour le châtaigner ou 25-30 ans pour le chêne, ils sont utilisés comme bois de feu ou piquets.

Vocabulaire

Les expressions suivantes : **coupe rase**, **coupe à blanc** ou **coupe à blanc-étoc**, désignent l'abattage complet, au ras du sol, d'une parcelle forestière.

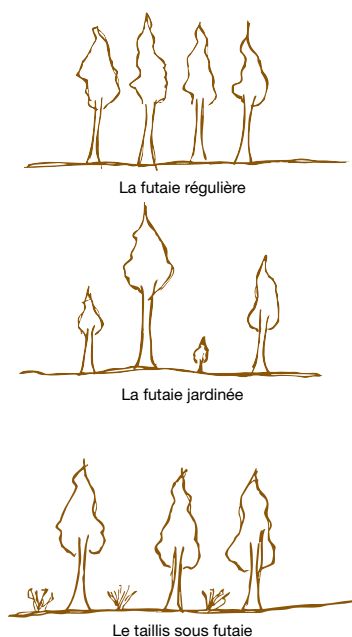


Figure 1.5 Taillis et futaie

La futaie régulière

Les arbres sont issus de semis ou de plants et ont le même âge. Les parcelles sont coupées à blanc de façon périodique en fonction des essences (exemple : tous les 120-150 ans pour les chênes). Ces bois sont élagués et fournissent des grumes d'industrie. Cette méthode date de l'époque de Colbert (dans les années 1670) qui voulut développer la production de bois pour la charpente maritime.

La futaie jardinée

C'est une futaie où l'on trouve des arbres aux âges différents. L'exploitation est partielle et constante, les arbres prélevés sont jugés matures. Cette méthode traditionnelle permet de protéger et d'éviter les érosions du sol. Cela permet d'avoir une futaie hétérogène et mélangée en essences et en classes d'âges, de conserver les bois morts, l'ensemble étant nécessaire à la biodiversité.

Le taillis sous futaie

C'est un mixte composé à la fois de futaies et de taillis.

Abattage des arbres

Généralement, l'abatage des arbres dits « matures » se fait lorsqu'ils n'accroissent plus que faiblement leur volume ou qu'ils sont atteints de défauts graves qui risquent de les faire dépérir. Pour un chêne : entre 120 et 150 ans ; un hêtre ou un sapin : entre 80 et 100 ans ; un peuplier ou un pin : entre 30 et 40 ans.

Semis et plants

Dans le cas du taillis, la régénération se fait par voie végétative.

Dans le cas d'une futaie, la régénération peut se faire naturellement ou artificiellement.

La méthode naturelle

Les graines ne sont pas sélectionnées, elles proviennent des arbres existant sur place et elles germent de façon naturelle.

Les méthodes artificielles

Le semis direct consiste à sélectionner des graines d'arbres ayant une meilleure croissance et une plus grande résistance aux maladies.

La plantation de plants qui sont cultivés en pépinière dans des godets, en sachets polyéthylène, sur un substrat artificiel ou encore en pleine terre. Le développement des futaies régulières et des coupes rases (coupe à blanc) au détriment du taillis, du taillis sous futaie et des futaies jardinées, conduisent à des aspects forestiers très artificiels (arbres alignés, monoculture de type peupleraie).

Ce qu'il faut retenir

Les différents peuplements

Il existe 4 principaux peuplements :

le taillis simple : rejets de souche donnant des arbres de faibles dimensions. Bois utilisés comme bois de feu ou piquets,

la futaie régulière : les arbres sont issus de semis et de plants et ont le même âge. Coupe à blanc périodique (120-150 ans pour un chêne). Ces arbres donnent des grumes d'industrie,

la futaie jardinée : les arbres ont des âges différents. L'exploitation est partielle et constante. Ces arbres donnent des grumes d'industrie. Cette méthode permet de protéger les sols et de maintenir une biodiversité,

le taillis sous futaie : c'est un mixte composé à la fois de futaies et de taillis.

Semis et plants

Dans le cas d'une futaie, la régénération peut se faire de manière naturelle ou artificielle.

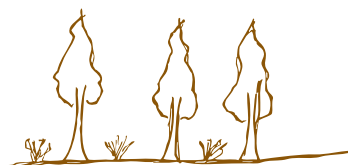
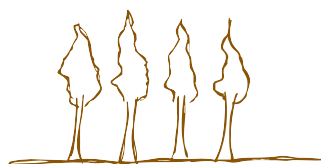
Méthode naturelle : Les graines sont issues des arbres sur place. Ces graines ne sont pas sélectionnées et germent naturellement.

Deux méthodes artificielles : le **semis direct** qui consiste à sélectionner des graines pour leur résistance et leur croissance ; la **plantation de plants** qui sont cultivés en pépinière.

Testez vos connaissances



9. Indiquez, sous chaque schéma, le type de peuplement :



10. Parmi les propositions proposées ci-dessous, entourez les deux méthodes de régénération artificielles :

- a Régénération végétative
- b Plantation de plants
- c Rejets de souche
- d Semis de graines

1.5 L'écocertification



© FSC International

Figure 1.6 Forêt certifiée

Depuis 1992 et le sommet de la Terre de Rio, le développement durable s'impose. La définition de ce concept est le suivant : « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ».

La gestion durable des forêts est la méthode retenue pour répondre à ce concept et l'écocertification fait partie de cette gestion.

Pourquoi créer une certification des bois ?

Environ 13 millions d'hectares de forêt tropicale disparaissent chaque année (source GIEC¹). Cette surexploitation entraîne des bouleversements aux niveaux écologique, climatique, économique et social.

La certification permet de limiter la déforestation des forêts primaires, de lutter contre les émissions de gaz à effet de serre (le carbone contenu

dans les arbres est rejeté dans l'atmosphère lorsqu'on le brûle). Mais cela permet aussi de combattre le commerce des bois importés illégalement, de maîtriser les ressources naturelles, de préserver l'environnement et d'aider au développement des pays émergents.

Aujourd'hui, **87 % des forêts certifiées se limitent aux forêts boréales et tempérées de l'hémisphère Nord et des pays développés**. En 2006, **270 millions d'hectares étaient gérés de façon durable, soit 7 % de la surface forestière mondiale** (3,9 milliards estimés par la FAO).

1. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution des climats



Figure 1.7 Logo FSC



Figure 1.8 Produit avec logo FSC

Les labels

Le but de la certification 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.

Il existe dans le monde plus de 50 labels relatifs à l'écocertification. Chaque label est structuré différemment et a ses propres critères.

Deux labels constituent une référence pour les professionnels.

Le label FSC (Forest Stewardship Council)

Le FSC est une organisation non gouvernementale, à but non lucratif et indépendante qui a été créée et soutenue par de grandes ONG (WWF, Greenpeace) et par des groupes de forestiers américains et scandinaves en 1993. Il repose sur 10 principes déclinés selon trois volets (économique, social et environnement).

La certification est établie pour une durée de cinq ans avec au minimum un contrôle annuel, ce dernier pouvant déboucher sur un retrait, une suspension ou des corrections à apporter.

Résumé des principes du FSC

Vérifier la légalité; respecter toutes les lois applicables

Démontrer à long terme les terres d'occupation et les droits d'utilisation

Respecter les droits des travailleurs, des peuples autochtones

Utiliser équitablement et partager les avantages

Réduire l'impact environnemental de l'exploitation forestière

Identifier et gérer de manière appropriée les zones qui nécessitent une protection particulière (par exemple des sites culturels ou sacrés, l'habitat des animaux ou des plantes en voie de disparition)

Source: site FSC international



Figure 1.9 Logo PEFC

Le label PEFC (Programme de reconnaissance des certifications forestières ou Pan-European Forest Council)

Créé en juillet 1998 à l'initiative de propriétaires forestiers de six pays européens, sa démarche à l'origine était de créer une certification de la forêt européenne, constituée principalement de propriétaires privés et de surfaces forestières très morcelées. Les industriels transformateurs ainsi que les usagers participent également au programme.

Ce label repose sur les 6 critères paneuropéens (qui concernent tous les états européens) dits critères d'Helsinki.



Figure 1.10 Produit avec logo PEFC

Chaque association nationale :

- » est composé de trois collèges (producteurs, transformateurs et partenaires du monde forestier),
- » définit un référentiel composé de principes et de recommandations.

Les 6 critères paneuropéens dits critères d'Helsinki

La capacité de renouvellement des forêts

Le maintien d'un bon état sanitaire

La satisfaction de la fonction de production de bois

Le respect de la biodiversité

La protection du sol et des eaux

Le maintien des fonctions d'agrément (accueil du public, paysage, etc.)

Source : site PEFC France

Ces labels ont pour objectif la bonne gestion des forêts. Ils donnent la garantie d'une traçabilité des bois, grâce à une chaîne de contrôle continue depuis la coupe des arbres jusqu'au produit fini.

Ces logos informent le consommateur que ces produits sont composés de matières provenant de forêts respectant les principes du développement durable :

- » la protection des ressources forestière,
- » un bénéfice social et économique pour les populations concernées.

Dans le monde forestier, la gestion durable a permis :

- » de ralentir la déforestation,
- » de lancer des programmes d'aménagement forestier et de plantation,
- » d'établir des règles communes pour préserver l'équilibre entre l'exploitation forestière, les loisirs et les exigences de l'écologie.

En France

5,2 millions d'hectares sont certifiés par le label PEFC, soit environ 32 % de la forêt française.

5 000 hectares sont certifiés par le label FSC, soit environ 0,03 % de la forêt française.

En France, une circulaire de 2005 du Premier ministre impose, à partir de 2007, l'achat d'au moins 50 % de produits certifiés dans les achats publics de bois.

Les autres principales écocertifications

- » **FSI (Sustainable Forestry Initiative)** : créée au États-Unis par l'American Forest and Paper Association. Elle inclut d'importantes conditions environnementales.
- » **MTCC (Malaysian Timber Council Certification)** : créée 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. MTCC coopère activement avec le FSC et le PEFC pour obtenir leur agrément.
- » **CERFLOR** : créée au Brésil par les groupes papetiers, autorisant l'utilisation d'arbres génétiquement modifiés.
- » **CSA (Système de l'association canadienne de normalisation)** : agréée par le PEFC EN 2005.
- » **SFI (Sustainable Forestry Initiative)** : créée en Amérique du Nord, également reconnue PEFC en 2005.
- » **ATFS (American Tree Farm System)**

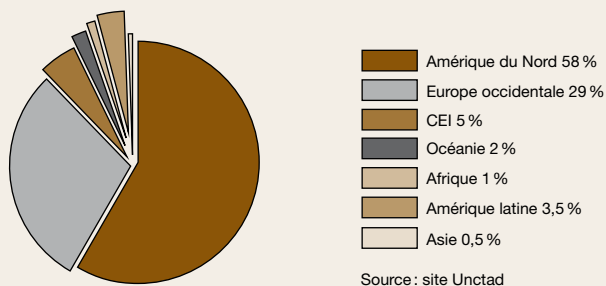
Normes ISO 14001

Norme de gestion écologique qui est applicable à tout organisme qui souhaite :

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

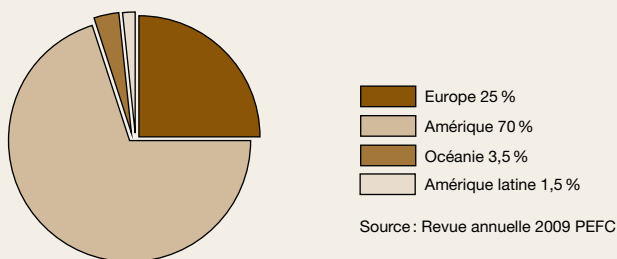
L'écocertification en chiffres

Répartition géographique des terres forestières certifiées (2005-2006)



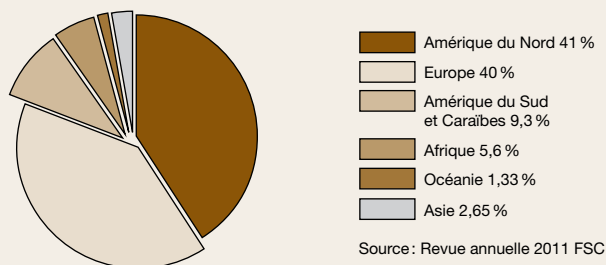
Note : la CEI représente l'Europe de l'Est, le Caucase et l'Asie centrale

Répartition géographique des forêts certifiées PEFC (2009)



Environ 223,5 millions hectares de forêts sont certifiés PEFC.

Répartition géographique des forêts certifiées FSC (2011)



Environ 131 millions hectares de forêts sont certifiés FSC.

Ce qu'il faut retenir

Pourquoi une écocertification ?

La certification permet de :

- » limiter la déforestation des forêts primaires,
- » lutter contre les émissions de gaz à effet de serre,
- » combattre le commerce des bois importés illégalement,
- » maîtriser les ressources naturelles,
- » préserver l'environnement,
- » aider au développement des pays émergents.

Les labels

Plus de 50 labels existent dans le monde.

Les deux principaux :

- » **Le label FSC**, créé en 1993 et soutenu par des ONG. Il repose sur 10 principes déclinés selon trois volets (économique, social et environnement). Environ 131 millions d'hectares de forêts sont certifiés FSC.
- » **Le label PEFC**, créé en 1998 sur l'initiative de propriétaires forestiers de six pays européens. Ce label repose sur les 6 critères paneuropéens dits critères d'Helsinki. Environ 223,5 millions d'hectares de forêts sont certifiés PEFC.

Aujourd'hui, 87 % des forêts certifiées se limitent aux forêts boréales et tempérées de l'hémisphère Nord et des pays développés.

En 2006, 270 millions d'hectares étaient gérés de façon durable, soit 7 % de la surface forestière mondiale (3,9 milliards estimés par la FAO).

Testez vos connaissances

11. La surface forestière mondiale gérée de façon durable en 2006 est de :

- a 3,9 milliards d'hectares
- b 500 millions d'hectares
- c 270 millions d'hectares

12. Près de 90 % des forêts certifiées sont situées :

- a dans l'hémisphère nord et dans les pays développés
- b dans l'hémisphère sud et dans les pays en voie de développement

13. Citer 5 labels de certification :

-
-
-
-
-

14. Quels sont les avantages de la certification :

- -
 -
 -
 -
-

L'arbre

Chapitre 2



Figure 2.1 *Arbre sur pied*

L'arbre, organisme vivant, est composé de deux grandes parties. Pour se nourrir et se développer, il a besoin de puiser dans le sol et dans l'atmosphère des substances brutes qu'il transforme et assimile.

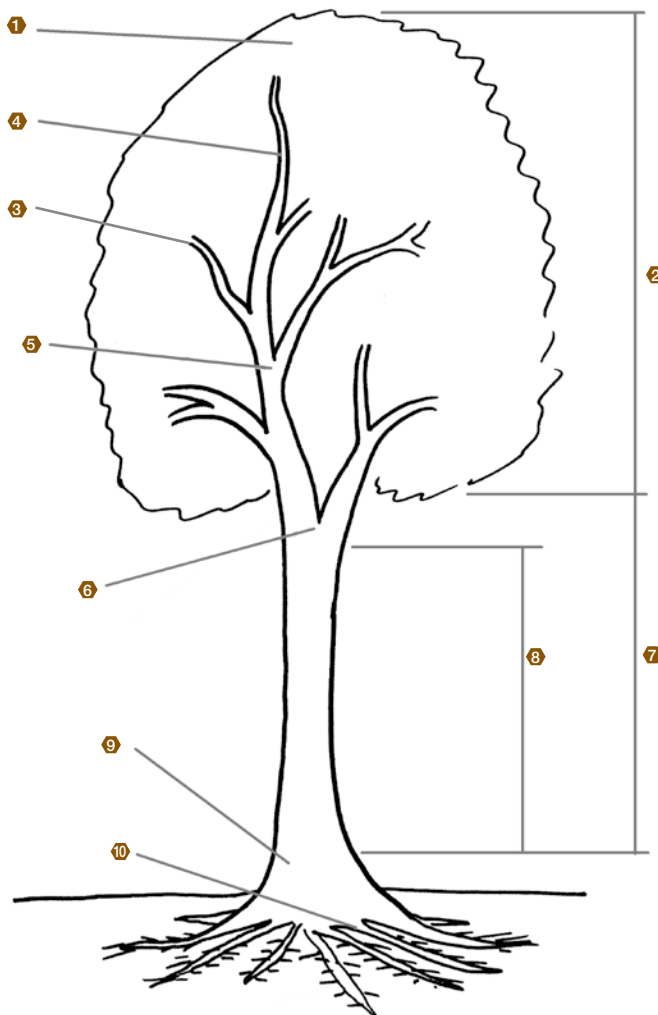
2.1 La morphologie de l'arbre

La partie aérienne de l'arbre

C'est la partie exploitable de l'arbre. L'ensemble est composé de :

- ❶ **la cime** : le sommet de la tige,
- ❷ **le houppier** : composé des branches, des rameaux et les feuilles,
- ❸ **le rameau** : l'extrémité des branches où on y trouve suivant la saison des bourgeons, des fleurs, des feuilles (ou des aiguilles) et des fruits,

Figure 2.2 Identification des différentes parties de l'arbre



❹ **la tige** : l'axe principal de l'arbre, allant du sol à la cime,

❺ **la coupelle** : branche de diamètre assez important qui permet un débit secondaire,

❻ **la fourche** : endroit où le fût se divise en deux tiges,

❼ **le tronc** : partie basse de la tige,

❽ **le fût** : partie de l'arbre dépourvue de branches comprise entre le niveau du sol et les premières branches (partie principale utilisée par les scieries pour les industries des métiers du bois),

❾ **la souche** : base du tronc,

❿ **les racines** : partie souterraine.

La partie souterraine de l'arbre

Cette partie est formée de racines, elles ont pour fonction de nourrir et de fixer l'arbre au sol.

Les racines sont :

- ❶ **pivotantes** lorsque la racine principale est verticale, comme pour le chêne ;
- ❷ **obliques**, c'est le cas des racines secondaires du hêtre,
- ❸ **traçantes** lorsqu'elles s'étalent horizontalement, comme chez l'épicéa.

Figure 2.3 Les différentes racines

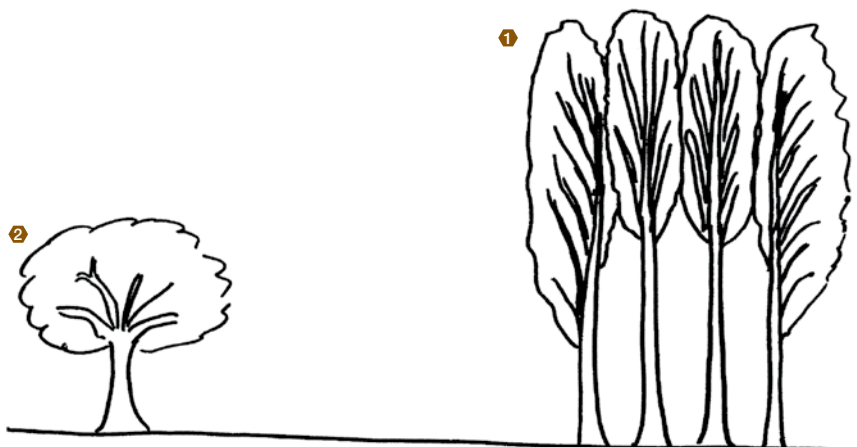


Les silhouettes

Pour une même essence de bois, la silhouette de l'arbre peut être totalement différente suivant le lieu où il a poussé.

❶ **En forêt**, où la recherche de lumière est importante, le tronc est long afin de ne pas subir l'ombre des autres arbres. Ceux qui poussent en lisière de forêt ont une forme asymétrique, car leur houppier est déporté vers la lumière. Pour les arbres du centre de la forêt qui ont un houppier situé très haut, le fût sera long, droit et sans branche.

Figure 2.4 Les différentes silhouettes



❷ **En plantation isolée**, l'arbre pousse plutôt en largeur afin d'avoir le maximum de feuillage exposé au soleil. Le tronc est court et le houppier très important. Le fût sera alors court, large et avec des grosses branches.

2.2 La physiologie de l'arbre

La vie de l'arbre

La vie de l'arbre se compose de trois phases.

- » **La respiration:** Le jour, l'arbre absorbe du gaz carbonique (ou dioxyde de carbone, CO_2) et de l'oxygène (O_2) qu'il rejette également. La nuit, l'arbre absorbe l'oxygène et rejette du gaz carbonique, mais en plus faible quantité que le jour.
- » **La nutrition:** Par les poils absorbants des racines, l'arbre puise de l'eau, des sels minéraux et des composés azotés d'où il tire la sève brute. Celle-ci monte des racines jusqu'aux feuilles, principalement par l'aubier.
- » **La transpiration:** L'eau absorbée est évaporée par les feuilles sous l'action des rayons du soleil. La transpiration est :
 - intense le jour,
 - ralentie la nuit,
 - importante pour les arbres à feuilles caduques,
 - moindre pour les arbres à feuilles persistantes.

La photosynthèse

L'eau, les sels minéraux et les composés azotés (la sève brute) puisés par les racines montent jusqu'aux feuilles, pour atteindre la chlorophylle.

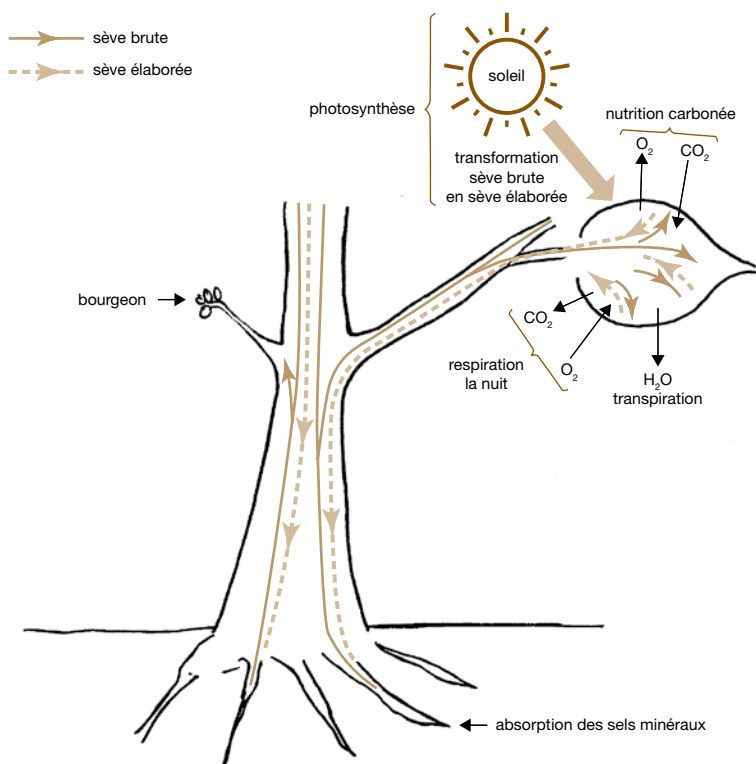
Sous l'action de la lumière, la feuille fixe et transforme dans le tissu chlorophyllien la sève brute en sève élaborée (contenant sucre, amidon, huile, etc.) pour devenir assimilable par l'arbre. Dans un même temps, les feuilles rejettent de l'oxygène. **Ce processus de transformation et d'échange est appelé la photosynthèse.**

La sève élaborée redescend en grande partie par le liber et assure la formation des cellules et des tissus nouveaux (le bois).

La sève élaborée circule :

- » de bas en haut, lors de la pousse des feuilles,
- » de haut en bas, le reste de l'année,
- » la circulation se fait verticalement dans les tubes du liber et transversalement dans les rayons médullaires du bois.

Figure 2.5 La photosynthèse



Variation suivant les saisons

Les fonctions citées précédemment ne se déroulent pas sur l'ensemble de l'année.

En automne et en hiver, l'arbre entre dans une phase de repos. Pour se protéger du froid et du gel, une partie de la sève élaborée (essentiellement l'amidon) est mise en réserve dans les cellules vivantes du bois pour servir au printemps lors du développement. Les feuilles ne sont donc plus alimentées, elles jaunissent puis tombent. Les résineux n'ont pas besoin de cette étape, car la résine qu'ils contiennent les protège. Elle leur permet de continuer à assurer la fonction chlorophyllienne indispensable pour leurs aiguilles.

Au printemps, la sève remonte des racines pour alimenter les bourgeons pour que l'arbre puisse recréer son feuillage.

La durée de vie de l'arbre

L'arbre est un être vivant qui suit les différentes étapes de la vie, de la naissance à la mort, en passant par la croissance, l'âge mur, et la vieillesse.

Au cours de sa jeunesse, il croît rapidement en hauteur, puis lorsqu'il atteint sa maturité, se développe en diamètre.

Les différents records

Le plus grand : un séquoia géant en Californie, qui mesure 113 m.

Le plus gros : un châtaignier en Italie, le tour de son tronc fait 57 m.

Le plus imposant : un banyan en Inde, ses branches couvrent une zone de 20 000 m².

Le plus vieux : un pin en Californie qui a environ 4 500 ans.

Ce qu'il faut retenir

La structure d'un arbre

- » Une partie aérienne comprenant essentiellement le fût (partie exploitable pour les métiers de l'ameublement) et le houppier.
- » Une autre souterraine constituée des racines qui permettent de nourrir et de fixer l'arbre.

L'arbre vie

Il absorbe et rejette de l'oxygène et du dioxyde de carbone.

L'eau absorbée est en partie évaporée sous l'action des rayons du soleil.

En plus de l'eau, il absorbe des sels minéraux et des composés azotés d'où il tire la sève brute.

La sève brute se transforme en sève élaborée

Sous l'action du soleil, la feuille fixe et transforme, dans le tissu chlorophyllien, la sève brute en sève élaborée.

Ces matières élaborées servent au développement de l'arbre et sont en partie stockées pour la nouvelle période végétative.

En fonction des saisons

Au printemps : la sève remonte et alimente les nouvelles feuilles et les nouveaux rameaux.

En été : la sève circule de bas en haut puis de haut en bas.

En automne : la sève redescend et est stockée dans les racines.

Testez vos connaissances



1. Quelle est la partie de l'arbre la plus exploitée pour réaliser des meubles :

- a le tronc
- b le fût
- c la tige

2. Quel est le type de plantation qui fournit un tronc d'arbre long et sans branche à l'industrie du bois :

- a en plantation isolé au milieu d'un champ
- b en forêt

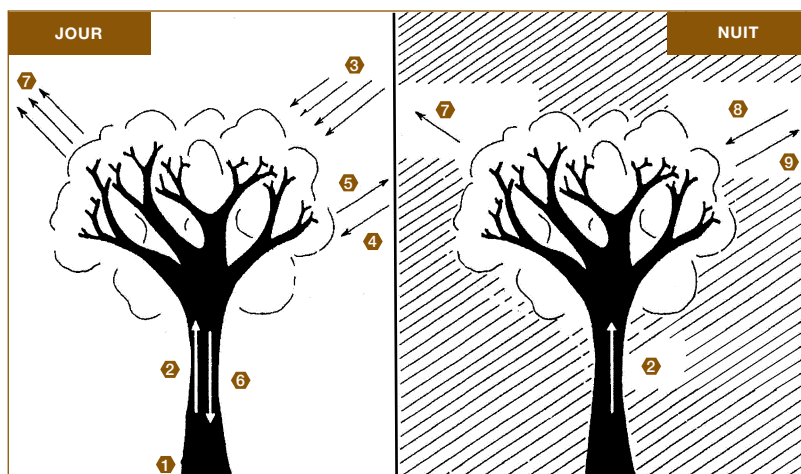
3. Quel phénomène est appelé la photosynthèse :

- a la montée et la descente de la sève
- b l'absorption de l'eau dans le sol jusqu'à la transpiration par les feuilles
- c la transformation des matières brutes dans le tissu chlorophyllien

4. Désignez les différents phénomènes qui constituent la vie de l'arbre :

(Indiquez les numéros correspondant au schéma suivant)

Figure 2.6 Évaluation formative



N°	Désignation	N°	Désignation
	Rejet d'oxygène		Sève brute
	Rayonnement solaire		Sève élaborée
	Absorption de gaz carbonique		Rejet de gaz carbonique
	Absorption d'eau et de sels minéraux		Absorption d'oxygène
	Évaporation de vapeur d'eau		

2.3 Classification botanique, géographique et densité

Classification botanique

Les essences courantes se classent en deux grands groupes :

Les résineux et les conifères (ou gymnospermes) : Les feuilles sont dites persistantes, ce qui signifie qu'elles ne tombent pas durant la période automnale et hivernale. Elles sont en forme d'aiguilles ou d'écaillés et les fruits sont coniques (pomme de pin). Cela représente environ 400 espèces. Ces essences poussent principalement sous des climats humides avec des hivers froids. Elles sont surtout présentes dans l'hémisphère Nord et en altitude. Quelques espèces se trouvent en zones plus chaudes.

Les feuillus (ou angiospermes) : Les feuilles sont dites caduques, ce qui signifie qu'elles tombent à la fin de la période végétative. Elles sont larges et à nervures ramifiées. Cela représente plusieurs milliers d'espèces, de qualités et d'aspects très variés. Elles poussent dans des régions tempérées, tropicales et équatoriales; quelques rares espèces (bouleau) vivent en forêts boréales.

Classification géographique

Bois du Nord (issus des forêts boréales ou taïga) : Bois provenant d'arbres résineux ayant poussé en Europe au-delà du 57° parallèle nord (Norvège, Suède, Finlande), ainsi qu'en Amérique du Nord.

Bois tropicaux : Bois provenant d'arbres ayant poussé sous un climat de type tropical ou équatorial.

Bois indigènes (issus des forêts tempérées) : Bois provenant d'arbres ayant poussé en Europe, sous le 57° parallèle (France).

Exemples de bois commerciaux

	Nom vulgaire	Provenance	Emplois	Densité
Bois tropicaux	Ébène de Macassar	Iles Célèbes	Agencement, ébénisterie, lutherie, marqueterie Utilisé en massif et en placage	1,05 à 1,25
	Teck	Thaïlande Indonésie Birmanie Viet-nam	Constructions intérieures, extérieures et navales Utilisé en massif et en placage	0,65 à 0,79
	iroko	Côte-d'Ivoire Cameroun Gabon Congo	Constructions extérieures et navales	0,65 à 0,79
	Sipo	Côte-d'Ivoire Cameroun Ghana	Menuiseries intérieures et extérieures Utilisé en massif et en placage	0,55 à 0,70
	Meranti	Malaisie Philippines Indonésie Bornéo	Menuiseries intérieures et extérieures	0,65 à 0,79
	Sapelli	Côte-d'Ivoire Cameroun	Menuiseries intérieures et extérieures Utilisé en massif et en placage	0,65 à 0,79
	Zebrano	Afrique centrale et Afrique de l'ouest (essentiellement Cameroun, Guinée et Gabon)	Agencement et ébénisterie Utilisé en massif et en placage	0,70 à 0,85
	Palissandre de Rio Palissandre des Indes	Brésil Inde	Agencement et ébénisterie Utilisé en massif et en placage	0,80 à 1,10

Feuillus			
Nom vulgaire	Provenance	Emplois	Densité
Chêne	Toutes les régions de plaine et de moyenne altitude	Menuiseries intérieures, ameublement, parquet, charpente et tonnellerie	0,65 à 0,79
Hêtre	Toutes les régions sauf Aquitaine, Beauce, Champagne et dans le sillon rhodanien ; localisé seulement en altitude en région méditerranéenne	Ameublement, menuiseries intérieures, parquet, pièces tournées, pièces cintrées et contreplaqués	0,65 à 0,79
Châtaigner	Bretagne, Limousin, Poitou, Massif central, Alpes (Isère), Pyrénées, Corse, à l'exclusion des terrains calcaires	Menuiseries intérieures et extérieures Ameublement, parquet, bardage et lambris	0,65 à 0,79
Peuplier	Planté dans toutes les régions de plaines et de vallées humides	Menuiseries intérieures, contreplaqués, emballages	0,40 à 0,50
Érable sycomore	Disséminé dans la plupart des régions, surtout présent dans les montagnes et les plateaux de l'est	Menuiseries intérieures, ameublement, ébénisterie, parquet, bois de cintrage et de tournage et instrument de musique à cordes. Utilisé en massif et en placage	0,50 à 0,64
Noyer	Limite ouest et sud-ouest du Massif Central, Dauphiné, Savoie... surtout sur les terrains calcaires.	Menuiseries intérieures, ameublement, ébénisterie, agencement et pièces tournées. Utilisé en massif et en placage.	0,65 à 0,79
Frêne	Disséminé dans toutes les régions (plaines, collines, basses montagnes), sauf dans le midi méditerranéen.	Menuiseries intérieures, parquet, ameublement, ébénisterie, agencement, pièces tournées, pièces cintrées pour sièges et manches d'outils frappants Utilisé en massif et en placage.	0,65 à 0,79
Aulne	Toutes régions avec un sol et suffisamment humide. Situé en plaine et en montagne. On le trouve le long des cours d'eau et zones humides. Assez rarement en forêt	Menuiseries intérieures, moulures, ameublement, emballages, pièces tournées et contreplaqués	0,50 à 0,55
Merisier	Toutes régions. Situé en plaine et colline	Agencement, menuiserie intérieure, ameublement ; ébénisterie, tournage Utilisé en massif et en placage.	0,50 à 0,64
Tilleul	Toutes régions. Situé en plaine et colline	Tournage, sculpture et ébénisterie Utilisé en massif et placage	0,45 à 0,55

Résineux				
	Nom vulgaire	Provenance	Emplois	Densité
Bois du Nord	Sapin	Suède Finlande Russie	Menuiseries intérieures, moulures, charpente, lambris et emballages	0,40 à 0,60
	Pin sylvestre	Suède Finlande Russie	Menuiseries intérieures et extérieures. Croisées et parquets	0,50 à 0,59
	Western Red Cedar	Canada	Menuiseries intérieures et extérieures	0,40 à 0,49
Bois indigènes	Pin maritime	Essentiellement dans les Landes et la Gironde; le long de la côte Atlantique, des Pyrénées à la Bretagne	Menuiseries intérieures et extérieures. Moulures, parquet, contreplaqués, lambris, agencement, ameublement, charpente et construction ossature bois	0,50 à 0,59
	Pin sylvestre	Dans les régions montagneuses et planté dans les plaines de l'Ouest et du Centre.	Menuiseries intérieures et extérieures. Moulures, parquet, lambris, ameublement, charpente et bardage	0,50 à 0,59
	Sapin	Dans les régions montagneuses	Menuiseries intérieures, moulures, charpente, lambris et emballages	0,40 à 0,60
	Épicéa	Vosges, Jura, Alpes du Nord, Massif Central et Pyrénéen	Menuiseries intérieures, charpente, contreplaqués, poteaux de lignes téléphoniques et électriques, moulures et lambris	0,40 à 0,55
	Douglas	Essence non indigène mais plantée dans le Morvan, le Beaujolais, le sud du Massif Central, la Bretagne, la Normandie, la Champagne, la Lorraine, L'Alsace, la Sologne, les Cévennes et au bord des Pyrénées	Menuiseries intérieures et extérieures. Charpente et bardage	0,50 à 0,59
	Mélèze	Savoie, Dauphiné et Haute-Provence. Planté sur des surfaces réduites en plaine	Menuiseries intérieures et extérieures. Parquet et bardage	0,60 à 0,69

Écologie, bois et CO₂

Le bois, grâce au soleil, absorbe du dioxyde de carbone (CO₂) et régurgite de l'oxygène. Lorsque l'on construit une maison en bois, le CO₂ stocké le restera pendant des années voire des siècles.

Un mètre cube de bois contient 1 tonne de CO₂.

Le dioxyde de carbone n'est rejeté dans l'atmosphère que lorsque le bois se décompose ou brûle.

Ce qu'il faut retenir

Classification botanique

Les résineux sont à feuilles persistantes, en forme d'aiguilles ou d'écailles. Son fruit est conique (pomme de pin).

Les feuillus sont à feuilles caduques, larges à nervures ramifiées. On trouve plusieurs milliers d'espèces, de qualités et d'aspects très variés.

Classification géographique

En France, les bois sont classés en fonction de leurs provenances géographiques :

- » **bois du Nord** : bois ayant poussé au-delà du 57° parallèle nord (Norvège, Suède, Finlande et Amérique du Nord),
- » **bois tropicaux** : bois provenant d'arbres ayant poussé sous un climat de type tropical ou équatorial,
- » **bois indigènes (issus des forêts tempérées)** : bois provenant d'arbres ayant poussé dans nos forêts françaises.



Testez vos connaissances



5. Quelles sont les deux grandes familles botaniques :

-
-

6. En France, quelles sont les principales classifications géographiques des bois :

-
-
-

7. En face de chaque essence indigène, indiquez s'il s'agit d'un feuillu ou d'un résineux :

- *Chêne* :
- *Sapin* :
- *Épicéa* :
- *Peuplier* :
- *Hêtre* :
- *Douglas* :
- *Frêne* :
- *Pin sylvestre* :
- *Châtaigner* :
- *Mélèze* :
- *Noyer* :

La structure du bois

chapitre 3

Le bois est un matériau naturel et vivant, de ce fait sa constitution est différente suivant les essences. Par contre, le tissu ligneux (la structure du bois) est identique pour chaque famille botanique. Les éléments qui composent le bois ne sont pas tous orientés dans la même direction (matériau anisotrope). Le bois varie en fonction du taux d'humidité et de la température ambiante. Son accroissement, son homogénéité, sa texture, peuvent être différents au sein d'une même espèce.

3.1 Étude macroscopique

L'étude macroscopique consiste à analyser la structure du bois à l'œil nu.

Les trois plans d'observation de la structure du bois

Ces éléments s'observent selon trois plans :

Le plan transversal

C'est le plan dit en **bois de bout**. Ce plan est perpendiculaire à l'axe de l'arbre.

On peut observer sur ce plan : les **cernes** annuels, les **pores** du bois (vaisseaux), les **canaux résinifères**, et les **rayons ligneux** ou **médullaires**.

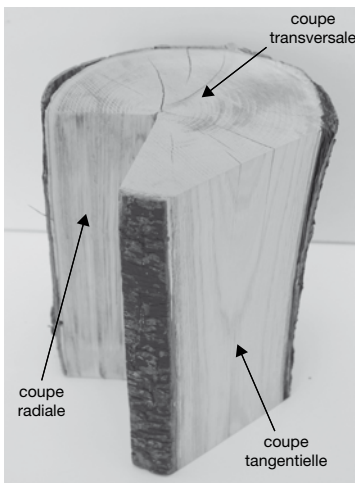


Figure 3.1 Coupe d'un tronc

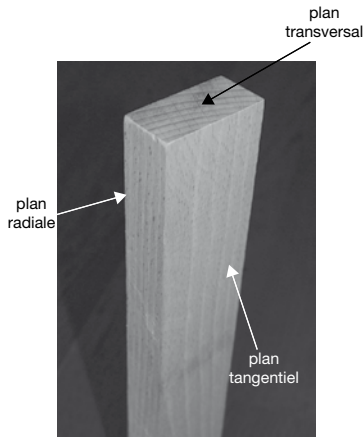


Figure 3.2 Les trois plans d'observation

Figure 3.3 Structure d'un tronc

Le plan radial

C'est le plan perpendiculaire aux cernes annuels.

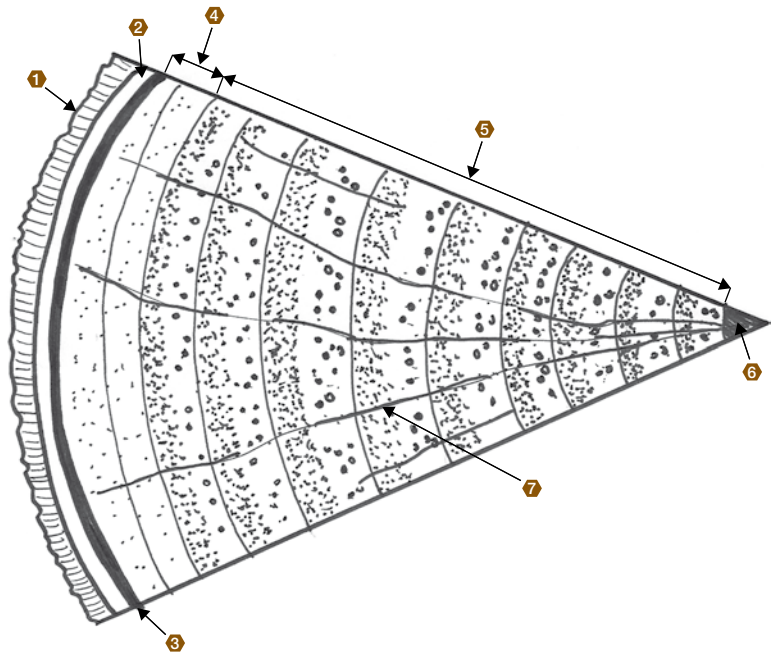
On peut observer sur ce plan : la **maillure** qui est propre à certaines essences de feuillus (chênes, hêtre, etc.).

Le plan tangentiel

C'est le plan tangentiel aux cernes annuels.

On peut observer sur ce plan : les rayons ligneux, les **poches de résine**, les canaux résinifères.

La structure



En partant de l'extérieur et en allant vers le centre de l'arbre, on observe :

❶ **l'écorce (ou suber)** : partie externe de l'arbre imprégnée d'une substance imperméable, la subérine, appelée également liège.

L'assise génératrice se décompose en 2 parties :

❷ **le liber** : partie vivante qui génère l'écorce vers l'extérieur. Ses vaisseaux permettent la circulation de la sève.

❸ **le cambium** : assise génératrice qui engendre l'aubier vers l'intérieur.

④ **l'aubier**: bois jeune formé de cellules partiellement vivantes et actives de l'arbre. La sève brute y circule et les matières nutritives s'y accumulent.

⑤ **le bois parfait ou duramen**: bois le plus ancien, formé de cellules mortes. Sa conservation est assurée par des gommés, des résines et des tanins qui imprègnent les cellules.

Remarques

- Dans certaines essences, l'aubier est à éliminer du fait de son aspect plus clair, des risques d'altération liés aux attaques biologiques (champignons, insectes xylophages) et de sa faible résistance.
- Quand le bois parfait est distinct de l'aubier par sa couleur plus foncée, on dit qu'il est duraminisé. On parle alors de duramen. C'est le cas par exemple du pin, du châtaigner, du chêne ou encore du douglas.

⑥ **le cœur**: au centre de l'arbre, tissu spongieux (moelle) qui se transforme en canal lors du vieillissement.

⑦ **les rayons ligneux (ou médullaire)**: lignes traversant les couches annuelles allant de l'intérieur vers l'extérieur. Elles permettent le maintien des cernes entre elles. Leur hauteur est variable suivant les essences.

Les cernes annuels

Les cernes d'accroissement s'observent sur le plan transversal.

Un cerne correspond à la quantité de bois produit par l'arbre pendant une année. La croissance de l'arbre se fait par l'aubier, donc le cerne le plus récent est à l'extérieur de l'arbre, et le plus ancien au niveau du cœur.

Figure 3.4 *Les cernes*



La largeur et la variation des cernes sont le reflet de la croissance de l'arbre.

Le nombre total des cernes d'accroissement formés par l'arbre n'existe qu'à sa base.

Les bois initial et final

Chaque cerne annuel est composé d'une partie de bois initial et une partie de bois final.

Le bois initial (ou bois de printemps):

Les vaisseaux conducteurs (pores) sont généralement plus nombreux et de forts diamètres. Le bois est plus clair et tendre.

Le bois final (ou bois d'été):

Les tissus de soutien sont généralement plus denses et plus colorés.

Les bois homogène et hétérogène

Bois homogène: Les bois initial et final sont d'aspect identique à l'œil nu (ex: le hêtre et le sycomore).

Bois hétérogène: Le bois initial est différencié du bois final par des vaisseaux conducteurs de fort diamètre. La zone poreuse est visible à l'œil nu (ex: le chêne).

Figure 3.5 Bois hétérogène à gauche et homogène à droite

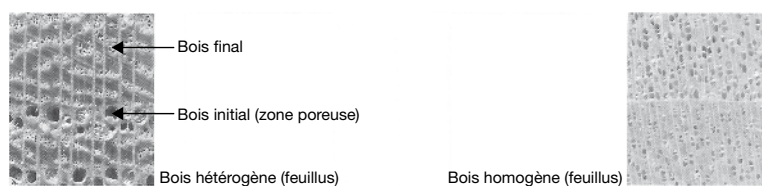
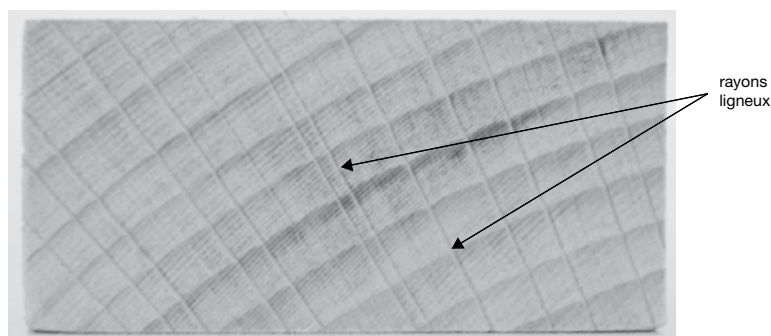


Figure 3.6 Les rayons ligneux



La texture

Elle dépend du rapport entre la largeur de la zone du bois final (bois d'été) et la largeur totale de la couche annuelle.

Formule de calcul: $T \% = \frac{\text{largeur du bois final}}{\text{largeur totale du cerne}} \times 100$

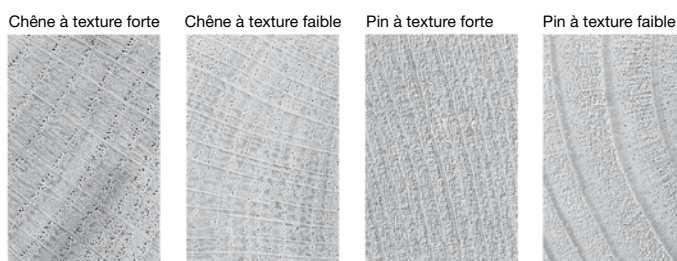
Remarques

Cela n'est mesurable que sur les résineux et sur les feuillus hétérogènes. La texture s'exprime en pourcentage.

Les conditions climatiques et la vitesse de croissance agissent sur la texture du bois :

- » **Texture forte** : La largeur de la zone de bois final est importante. Le bois est dur et nerveux.
- » **Texture faible** : La largeur de la zone poreuse (bois initial) est plus importante. Le bois est alors plus tendre et moins nerveux.

Figure 3.7 Textures de bois



Exemple

Une croissance rapide chez un feuillus augmente le bois final, son bois est plus dense, sa texture est forte. Au contraire, une croissance rapide chez un résineux entraîne des cernes annuels larges avec une forte partie de bois initial, son bois est moins dense, sa texture est faible.

3.2 Étude microscopique

L'étude microscopique fait apparaître les constituants suivants :

- » **pour les feuillus** : les vaisseaux, les fibres, les rayons ligneux,
- » **pour les résineux** : les fibres et les rayons.

Le plan ligneux

C'est la structure anatomique du bois. La structure et la composition des bois résineux sont différentes de celles des bois feuillus.

Les fibres et les trachéides

Les fibres (chez les feuillus) ou les trachéides verticales (chez les résineux), sont la structure de base du bois.

Ces fibres et trachéides :

- » représentent la majorité de la masse,
- » forment le tissu de soutien,
- » donnent le fil du bois,
- » permettent la conduction de la sève.

Figure 3.8 Structure anatomique des résineux

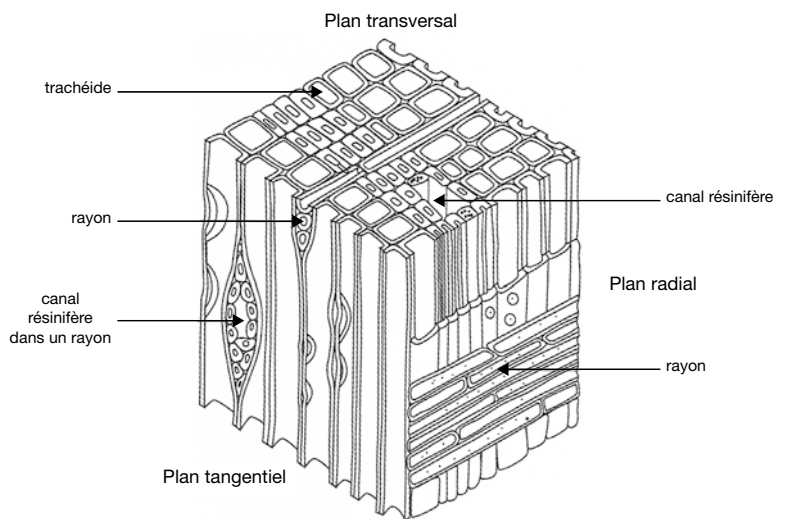
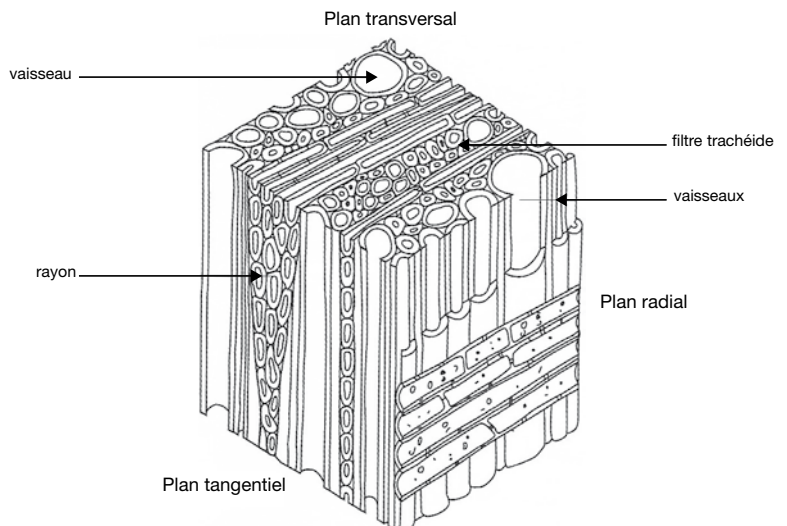


Figure 3.9 Structure anatomique des feuillus



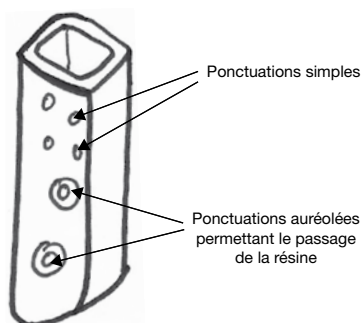


Figure 3.10 Détail des trachéides



Figure 3.11 Détail des fibres



Figure 3.12 Détail des vaisseaux

Les trachéides verticales : Elles sont présentes **chez les résineux**. Ces fibres sont disposées verticalement dans le sens de l'arbre et se terminent en biseaux allongés. Elles possèdent des ponctuations qui permettent la communication entre les trachéides.

- » Longueur : de 1,5 à 4,5 mm
- » Largeur : 20 à 60 μm

Les trachéides horizontales ou transversales : ces trachéides sont présentes **chez certains résineux** (pins, épicéa). Elles sont situées autour des rayons.

Les fibres librifformes : ces fibres sont présentes **chez les feuillus**. Elles sont disposées verticalement dans le sens de l'axe de l'arbre. Ces cellules sont plus évoluées que les trachéides. Elles sont extrêmement effilées et sont longues de 0,8 à 3 mm.

Les vaisseaux

Les vaisseaux ne sont présents que **chez les feuillus**.

- » C'est le tissu conducteur de la sève brute.
- » Ils sont appelés **pores** sur la coupe transversale.
- » Un vaisseau est constitué d'un ensemble de cellules communiquant par des perforations.

Ces cellules forment un ensemble tubulaire :

La sève brute monte des racines jusqu'aux feuilles à travers ces tubes.

Dans les feuillus hétérogènes, on peut observer que les gros vaisseaux sont disposés sur un ou plusieurs rangs dans le bois initial, alors que dans le bois final, les vaisseaux sont petits et isolés ou groupés.

Sur les feuillus homogènes, le diamètre des vaisseaux est à peu près constant. Il diminue faiblement et progressivement dans toute la largeur du cerne.

Les rayons ligneux

- » Les rayons ligneux sont des cellules qui constituent le tissu vivant du bois.
- » Ces rayons permettent de distribuer et de mettre en réserve la matière nutritive.

- » Ils sont présents chez les feuillus et les résineux.
- » Leur direction va de la moelle vers le liber.
- » Ils donnent généralement la maillure du bois.
- » Dans les tiges jeunes, ils sont appelés « médullaires ».

Les canaux résinifères

Ces canaux sont présents dans la majorité des résineux mais sont absents de certains, comme le sapin. Ces canaux peuvent être dans l'axe de l'arbre et verticaux, mais aussi partir du centre de l'arbre et être horizontaux. Ces canaux communiquent entre eux et forment un ensemble continu.

La résine

C'est la sécrétion de matières de conservation et de cicatrisation de l'arbre. Principalement produits par les résineux.

Il est à noter que quelques feuillus ont des éléments sécréteurs, tel que les tanins du chêne et du châtaigner.

3.3 Constitution chimique du bois

La composition chimique du bois est peu variable avec les essences. À l'état sec absolu (état anhydre), il se compose :

- » de carbone à 50 %,
- » d'oxygène à 42 %,
- » d'hydrogène à 6 %,
- » d'azote à 1 %,
- » et de cendres à 1 %.

Par contre, **la composition organique du bois** peut varier en fonction des essences. Elle est approximativement composée :

- » de cellulose à 50 %,
- » de lignine entre 20 et 30 %,
- » et pour le reste d'amidon, de sucre, de tanin, d'essences et d'huiles essentielles, de résines, d'oléorésines, de gommes et de sels minéraux.

La cellulose constituant les parois des cellules est un hydrate de carbone. La lignine est une matière colorée qui imprègne les parois des cellules constituant le duramen et leur donne la rigidité nécessaire au maintien. L'amidon est une matière de réserve, contenue dans l'aubier, utile à la reprise de la végétation printanière. Les sucres sont également des matières de réserve. Tous les autres composants sont des sécrétions plus ou moins liées à la vie de l'arbre.

L'industrie chimique utilise les bois pour l'obtention de produits divers.

Exemples : colorants, tanins, latex, gutta, térébenthine, camphre, essences diverses, cellulose (papier), charbon de bois, etc.

3.4 Propriétés physiques

Couleur

Les coloris des bois sont extrêmement variables selon les essences et même à l'intérieur d'une essence selon les types de veinages, la plus grande ou moins grande uniformité de la texture, les conditions de croissance et l'homogénéité du matériau. Ces coloris s'échelonnent dans la gamme des bruns, des rouges et des jaunes, mais certains sont violets (amarante, bois de violette), noirs (ébène) ou blancs (sycomore). Les couleurs sont plus vives et plus variées pour les bois tropicaux que pour ceux des régions tempérées, et plus « corsées » dans un bois à l'état vert qu'à l'état sec. La couleur du bois est mise en valeur et parfois accentuée avec la finition.

Odeur

Les odeurs dégagées par les bois sont plus ou moins prononcées en fonction des sécrétions produites (type résines), mais elles peuvent aussi être dues à une altération ou à l'état hygrométrique du bois.

Certains exotiques ont des parfums particuliers tels que le cèdre, le thuya, le santal, le bois de rose, le palissandre et le citronnier. Mais aussi certains bois indigènes comme le pêcher, l'amandier, le prunier, etc.

Grain

Avec la couleur et parfois l'odeur, c'est un élément caractéristique de l'identification rapide d'une essence par un professionnel.

Le grain est l'impression visuelle créée par le sectionnement de la structure du bois et principalement des vaisseaux. Ce grain dépend de l'essence du bois, de sa croissance, de sa texture, de l'orientation du débit.

Hygroscopicité

Les bois sont hygroscopiques, c'est-à-dire que leur teneur en humidité varie en fonction de la température ambiante et de l'état hygrométrique (degré d'humidité) de l'air.

L'équilibre hygroscopique du bois s'établit assez lentement et ne peut être stable que si la température et le degré hygrométrique du milieu sont constants.

Ces conditions étant très variables, on peut considérer que la teneur en humidité du bois varie constamment.

Rétractabilité

C'est la propriété qu'ont les bois à varier de dimensions lorsque le taux d'humidité varie.

On dit en général que le bois « bouge » ou « travaille » et, le plus souvent on ne considère que le « retrait » au séchage, dont les effets sont très apparents.

Conductibilité

Le bois est un isolant au point de vue phonique, thermique et électrique sous réserve d'un état sec pour cette dernière propriété.

Dans l'isolation phonique, le bois est très intéressant, l'absorption du son étant bien meilleure dans ce matériau que dans la maçonnerie par exemple.

Au point de vue thermique, on considère qu'une épaisseur de 25 mm joue le même rôle qu'une brique de 100 mm ou qu'un mur de béton de 200 mm.

Densité des bois

C'est le rapport entre le poids d'un volume de bois donné et le poids du même volume en eau.

Suivant les espèces et leur croissance, la structure cellulaire des bois est différente. La densité des bois est donc très variable (de 350 à 1 100 kg/m³) et avec des variations maximales, à l'intérieur de chaque espèce, de plus ou moins 15 %.

Étant donné que le bois est un matériau hygroscopique (sa masse varie en fonction de l'eau qu'il contient, donc varie en fonction du taux d'humidité), sa densité de référence est calculée avec un taux d'humidité de 12 %.

Par contre, pour toutes les essences, la densité réelle de la matière fibreuse est égale à 1,54.

Nota: la densité n'a pas d'unité.

Enfin, il existe une relation entre densité et dureté. Plus un bois est léger, plus il est tendre et plus un bois est lourd, plus il est dur.

Nota: la dureté des bois est exprimée suivant l'indice Chalais-Meudon (NF B 51-013).

Classement en fonction de la densité des bois

Densité à 15 % d'humidité		
Feuillus		
densité	classement	exemple
< 0,5	Très légers	peuplier
0,5 à 0,64	Légers	érable sycomore
0,65 à 0,79	Mi-lourds	chêne
0,8 à 1	lourds	charme
> 1	Très lourds	ébène
Résineux		
< 0,4	Très légers	sapin
0,4 à 0,49	Légers	western red cedar
0,5 à 0,59	Mi-lourds	douglas
0,6 à 0,69	lourds	mélèze

3.5 Propriétés mécaniques

Les pièces de bois réagissent aux interactions et aux contraintes extérieures. Ce sont les propriétés mécaniques.

Chaque essence de bois possède sa propre résistance mécanique. 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.

La compression

Axiale: bonne résistance dans cette direction

Transversale: résistance plus faible dans cette direction. Les fibres sont écrasées et la pièce est déformée.

Figure 3.13 Compression axiale

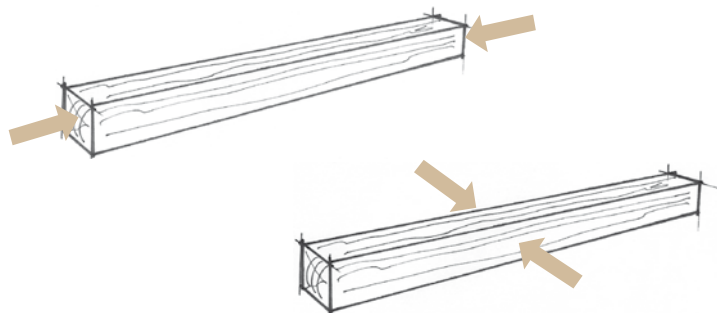


Figure 3.14 Compression transversale

La traction

Axiale: grande résistance dans cette direction. Très faible allongement des fibres.

Transversale: très mauvaise résistance. Rupture rapide, les fibres se décollent et la pièce se fend.

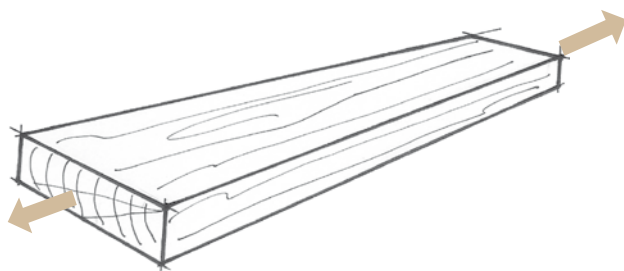


Figure 3.15 Traction axiale

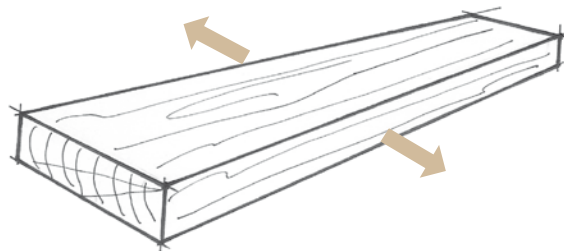


Figure 3.16 Traction transversale

Le cisaillement

Axial: Sollicitation à éviter dans cette direction. Rupture rapide, les fibres se décollent.

Transversal: bonne résistance dans ce sens. Les fibres se tassent faiblement.

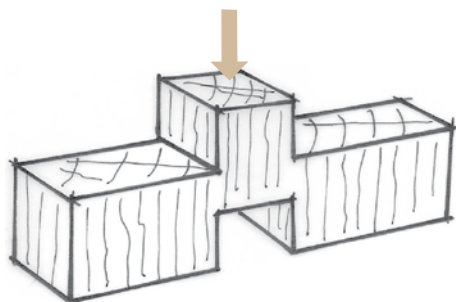


Figure 3.17 Cisaillement axial

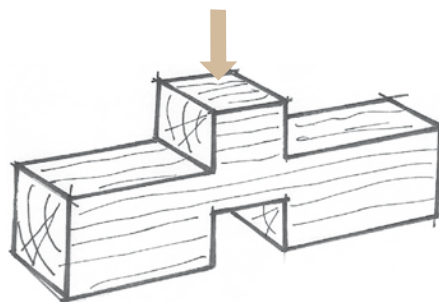


Figure 3.18 Cisaillement transversal

La flexion

Dans ce cas, utiliser une pièce rectangulaire sur chant. Constatations :

Face concave: les fibres sont comprimées.

Axe: fibre neutre.

Face convexe: les fibres sont tendues.

Figure 3.19 Flexion

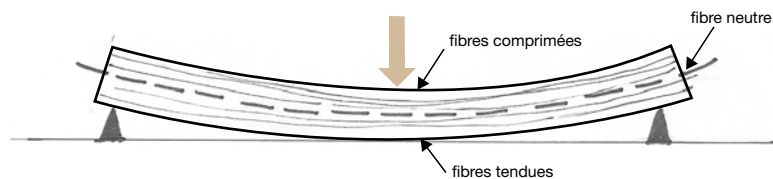


Figure 3.20 *Flambage*

Le flambage

Ce raccourcissement est dû à la compression dans l'axe. Plus la longueur d'une pièce augmente, plus la résistance diminue face à cette sollicitation.

On en tient compte dans les calculs de résistance quand la longueur est supérieure à 5 fois la largeur.

Ce qu'il faut retenir

Les trois plans d'observation

Transversal : Plan perpendiculaire à l'axe de l'arbre. Plan dit en « bois de bout ».

Radial : Plan perpendiculaire aux cernes annuels de l'arbre qui passe par l'axe du tronc.

Tangentiel : Plan parallèle aux cernes annuels.

La structure

En partant de l'extérieur et en allant vers le centre de l'arbre on observe : l'écorce (ou suber), le liber, le cambium, l'aubier, le bois parfait ou duramen (partie utilisée pour réaliser les pièces des ouvrages) et le cœur.

Les cernes annuels

Un cerne correspond à la quantité de bois produite en un an.

Il comprend : le bois initial et le bois final.

Pour connaître l'âge d'un arbre, il faut compter les cernes à la base de l'arbre.

Les bois initial et final

Le bois initial ou le bois de printemps est généralement composé de tissus plus nombreux et plus gros.

Le bois final ou bois d'été est généralement plus coloré et avec des tissus plus denses.

Les bois homogène et hétérogène

Dans un bois hétérogène, le bois initial est différencié par un tissu conducteur de fort diamètre.

Dans un bois homogène, les bois initial et final sont d'aspect identique.

La texture

Texture forte : La largeur la zone de bois final est importante. Le bois est dur et nerveux.

Texture faible : La largeur de la zone poreuse (bois initial) est plus importante. Le bois est alors plus tendre et moins nerveux.

Les fibres et trachéides

La structure de base des arbres est la fibre ou la trachéide verticale. Elle constitue la quasi-totalité de la masse, elle forme le tissu de soutien et elle donne le fil du bois.

Il existe des trachéides horizontales chez certains résineux.

Les vaisseaux

Ils ne sont présents que chez les feuillus.

Ils constituent le tissu conducteur de la sève brute.

Ils sont appelés « pores » sur la coupe transversale.

Un vaisseau est constitué de cellules communiquant par des perforations.

Les rayons ligneux

Ces rayons sont les cellules qui constituent le tissu vivant du bois

Ils permettent la mise en réserve et la distribution des matières nutritives.

Ils donnent généralement la mailure au bois.

Propriétés mécaniques

Les pièces de bois ont une bonne résistance en :

- » compression axiale,
- » traction axiale,
- » cisaillement transversal.

Les pièces de bois ont une résistance plus faible en :

- » compression transversale,
- » traction transversale,
- » cisaillement axial.

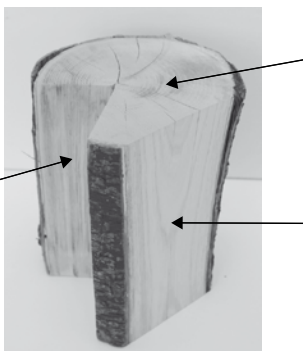
Dans le cas de la flexion, il faut utiliser une pièce rectangulaire sur chant.

Dans le cas du flambage, on en tient compte dans les calculs de résistance quand $L > 5 l$.

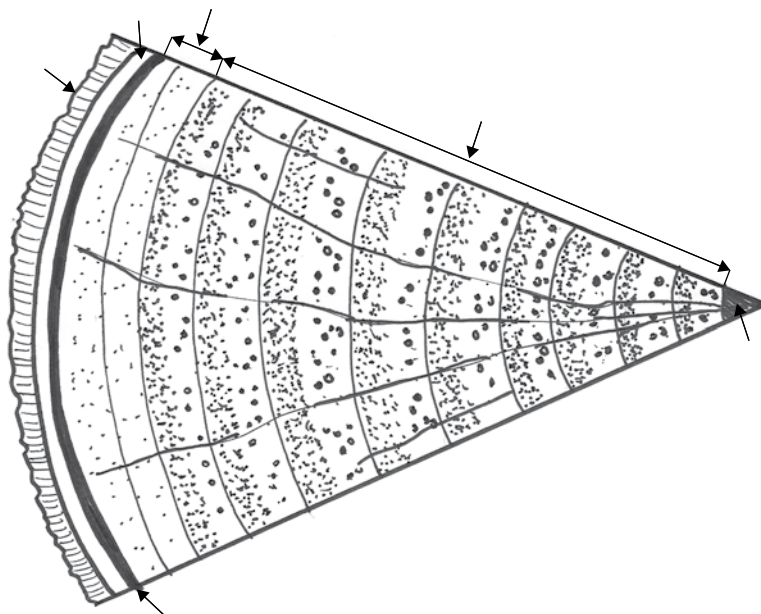
Testez vos connaissances



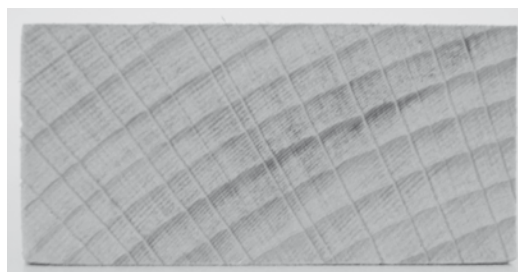
1. Indiquez en face de chaque flèche le plan d'observation correspondant :



2. Indiquez en face de chaque flèche les noms suivants : L'écorce, le liber, le cambium, l'aubier, le duramen, le cœur :



3. Repérez sur les photos la zone de bois initial, la zone de bois final et un rayon ligneux :



4. Pour un feuillu situé dans un peuplement serré et poussant dans un sol sec à une croissance lente, sa texture est :

- a faible
- b forte

5. Pour un résineux poussant sous un climat froid (type bois du Nord) à une croissance lente avec des cernes étroits, sa texture est :

- a faible
- b forte

6. La structure de base de l'arbre est :

- a le rayon ligneux
- b la fibre
- c le vaisseau

7. Le tissu conducteur de la sève brute est :

- a le rayon ligneux
- b la fibre
- c le vaisseau

8. La cellule permettant la mise en réserve et la distribution des matières nutritives est :

- a le rayon ligneux
- b la fibre
- c le vaisseau

Défauts, champignons et parasites du bois

chapitre 4

Le bois est un matériau vivant, il peut donc parfois posséder des défauts ou des anomalies qui nuisent à sa mise en œuvre. Il est aussi sujet aux attaques de champignons ou d'insectes, même après une mise en œuvre.

4.1 Les particularités de la structure

69

Aubier

L'aubier, plus ou moins distinct du bois parfait selon les essences, est plus vulnérable aux attaques des insectes et à la pourriture. Cette partie du bois est, en principe à proscrire de tout ouvrage.

Nœuds

Le nœud se présente de diverses façons. Il diminue la résistance et peut nuire à l'esthétique. Il doit être exclu le plus possible des ouvrages.

① Nœud vif ou sain

Il est plus ou moins important, mais bien adhérent à la structure.

② Nœud bouchon

Il est entouré d'écorce ou de bois altéré qui se détache facilement et devient, pour un débit parallèle à l'axe du tronc, le nœud cheville pour les résineux.

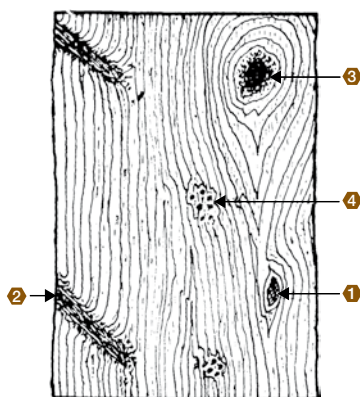


Figure 4.1 Nœuds

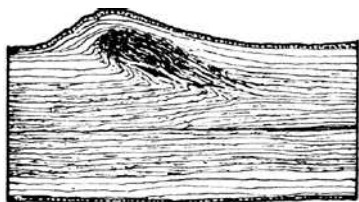


Figure 4.2 Nœud recouvert



Figure 4.3 Nœud gouttière

⑤ Nœud mort ou nœud noir

Il est produit par une branche morte et se désagrège facilement de la structure.

④ Nœud « œil de perdrix »

De petits diamètres, ces nœuds deviennent les nœuds « patte de chat » lorsqu'ils sont groupés. Ils peuvent donner un aspect esthétique intéressant.

⑤ Nœud recouvert ou nœud grisette

Il est entouré de bois pourri.

⑥ Nœud gouttière

Il a une forme de gouttière et, de par sa forme et par l'humidité qui y réside, peut amener la pourriture.

4.2 Les anomalies de croissance

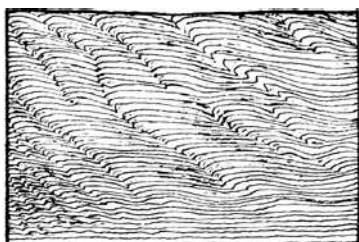


Figure 4.4 Fibres ondulées

Fibres ondulées

On retrouve cette anomalie dans certains bois vers l'attache inférieure des grosses branches (bois de compression). Ces bois sont recherchés en ébénisterie (placage ou massif) pour l'effet d'ondulation des fibres. Ces placages sont appelés **ondés** (frêne, sycomore, douka).

Contre-fil

Les fibres du bois ondulent et s'entrecroisent dans des sens opposés. On obtient malheureusement souvent de nombreux petits éclats lors du travail de ces bois. Par contre, cette ondulation donne des effets d'ombre suivant l'orientation de la lumière, ce qui en fait un intérêt esthétique très recherché en placage. Ces placages sont appelés **moirés** ou **pommelés** (acajou, avodire, douka...).



Figure 4.5 Loupe

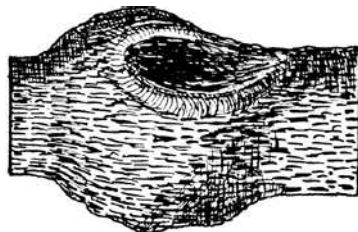


Figure 4.6 Chaudron

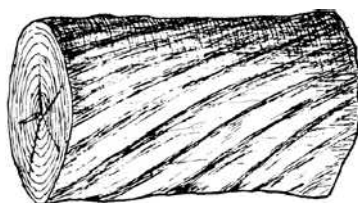


Figure 4.7 Fil tors

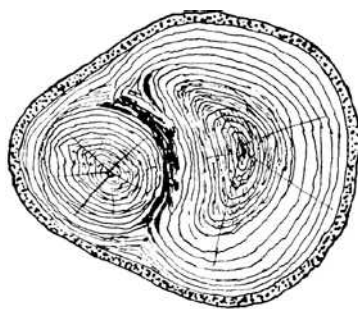


Figure 4.8 Entre-écorces

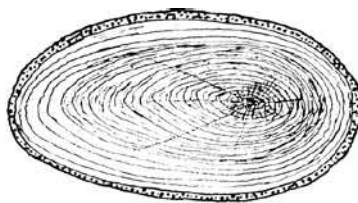


Figure 4.9 Cœur excentré

Broussins et loupes

Ce sont des tumeurs ou des excroissances du tronc, parfois très volumineuses. Ce type d'anomalie est à exclure des travaux en bois massif. Lorsque la loupe est saine, elle produit de très beaux placages d'ébénisterie (noyer, frêne, orme, amboine, thuya).

Ronce

La ronce est constituée par les jointures de la fourche ou de la souche. Ces parties de l'arbre ont les fibres parfois entremêlées. Ils ont un aspect esthétique intéressant, et produisent des placages recherchés (noyer, acajou).

Chaudron

C'est un renflement plus ou moins régulier et plus ou moins accentué du tronc. On y trouve généralement une ouverture donnant accès à un intérieur de tronc à bois pourri, noirâtre et cassant.

Fils tors

Les fils du bois poussent en spirale autour du cœur. Ce défaut est visible lorsque l'arbre est sur pied et rend le débit impossible.

Entre-écorce

Ce défaut est dû à l'accolement puis à la soudure de branches et du tronc, ce qui laisse par la suite des lamelles d'écorce dans le débit.

Tronc courbé, arbre méplat, cœur excentré

Ces défauts sont généralement constatés sur des arbres qui croissent sur des terrains en pente, de façon isolée, en montagne, en bordure de forêt ou dans les régions à vents dominants. On trouve alors des troncs présentant une courbure (utilisés autrefois en charpente navale), ayant une section méplate ou un cœur excentré. Ces bois sont peu homogènes ; lors du débit, les pièces ont tendance à se voiler, et le retrait longitudinal est anormal. On doit faire face à des difficultés de séchage et de travail des pièces.

4.3 Les blessures accidentelles

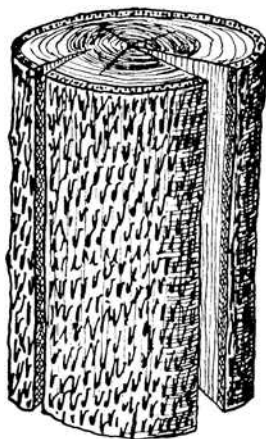


Figure 4.10 Gélivures

Gélivures (appelées aussi « coup d'hiver »)

Cette blessure est provoquée par des forts et rapides écarts de température créant des différences de tensions entre couches externes et internes, elles se manifestent par des fentes dans la longueur de l'arbre suivant les rayons ligneux, sur une partie ou sur toute la hauteur du tronc.

Fissures

Ces fentes ne sont plus dans la longueur de l'arbre mais sont perpendiculaires aux fibres. Elles sont dues généralement à un fort « coup de vent ». Les résineux sont souvent victimes de cette blessure, ce qui les empêche d'être utilisés en charpente.



Figure 4.11 Roulures

Roulures

Ce sont des fentes de séparation entre deux couches annuelles consécutives, sur toute ou sur une partie de la circonférence de l'arbre. Ces roulures sont dues soit par le vent sur les arbres possédant un grand houppier, soit par le soleil qui dilate les couches extérieures. Cela crée un important déchet au débit.

Cadranure

C'est une déshydratation du cœur qui crée des fentes en étoile depuis le centre de l'arbre. Le bois perd ses qualités mécaniques. Cette blessure se produit sur les arbres anciens et provoque des pertes importantes au débit.

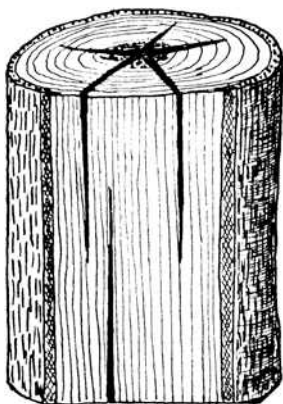


Figure 4.12 Cadranure

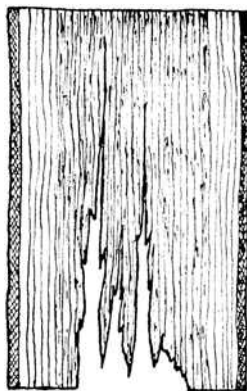


Figure 4.13 Arrachement à l'abattage

Fentes, fractures à l'abattage

Lorsqu'un arbre est mal abattu, une part des fibres internes non coupées peut être arrachée et rester adhérente à la culée (partie basse du tronc, zone d'abattage), provoquant une cavité plus ou moins importante à la base de la grume.

Frottures, blessures diverses

Ces blessures ont de nombreuses causes, par exemple des clous, fils de clôture barbelée, balles, éclats d'obus, mauvais élagage, blessures réalisées par des petits rongeurs, etc. Il reste toujours des traces de la cicatrisation de ces blessures dans la structure du bois et particulièrement un manque d'adhérence entre les couches successives. Dans certaines régions, les arbres sont passés au détecteur de métaux pour préserver les lames de la scierie.

Fentes de retrait ou gerces

Ce sont des fentes qui partent de la couche externe et vont vers le centre de l'arbre (plan radial). Elles sont dues à un séchage trop rapide d'un arbre abattu.

Lunure

Cette anomalie de croissance est appelée aussi double aubier. Elle se présente par la présence d'un ou plusieurs cernes, complets ou non, plus foncés ou plus clairs. C'est de l'aubier dont la transformation en bois parfait a été arrêtée ou compromise. C'est un défaut peu compromettant dans certaines essences, mais grave dans les essences dont l'aubier est inutilisable.

Coloration anormale

Lorsqu'il y a modification de la coloration dans la partie centrale de l'arbre, les bois du hêtre et du frêne perdent une partie de leurs qualités mécaniques, et le chêne perd son aspect normal.

Exemples : les cœurs rouges du chêne et du hêtre, le cœur noir du frêne.

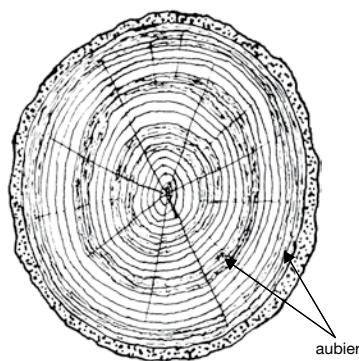


Figure 4.14 Lunure

4.4 Les parasites végétaux

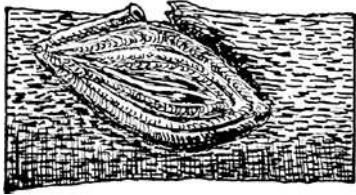


Figure 4.15 Chancres

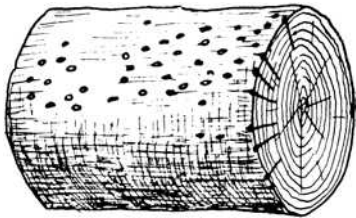


Figure 4.16 Gui

Chancres

Si la cicatrisation des blessures ne se fait pas ou mal, la plaie est infectée par des champignons parasites vivant sur l'arbre et provoquant des excroissances irrégulières qui se forment ; c'est le « chancre » qui peut entraîner la mort des jeunes sujets.

Gui

Plante toujours verte dont les racines puisent la nourriture dans la masse du bois, laissant comme trace une multitude de petits trous plus ou moins profonds. La prolifération du gui, essentiellement sur les chênes, sapins, peupliers et bois fruitiers, peut amener l'épuisement complet de l'arbre.

4.5 Les champignons

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

Bleuissement

- » **Champignons responsables:** *aurebasidium pullulans* et *sclerophoma pityophila*
- » **Conditions de développement:** sur les résineux en grume ou débités, mais aussi sur quelques feuillus
- » **Type d'altération:** dégâts esthétiques sans conséquences sur les propriétés physiques et mécaniques
- » **Aspect de l'altération:** bois « bleuté » en surface et en profondeur

Échauffure

- » **Champignons responsables :** *stereum purpureum* (chez les feuillus) ou *stereum sangilolentum* (chez les résineux)
- » **Conditions de développement :** sur le hêtre et le frêne et les résineux, après abattage, dans le bois de grume ou débités
- » **Type d'altération :** dégâts esthétiques et mécaniques
- » **Aspect de l'altération :** zones blanchâtres (feuillus) ; bandes de bois rougeâtres (résineux)

Pourriture cubique

Champignons responsables : *serpula lacrymans* **appelé aussi méréule** (essentiellement chez les résineux dans les habitations) ; *colophora puteana* (chez les résineux dans les lieux obscurs, type cave) ; *trametes trabea* (chez les résineux et les feuillus à l'air libre ou dans les maisons) et *lenzites sepiaria* (chez les résineux à l'air libre composant les menuiseries extérieures et les clotures)

Conditions de développement : dans les ouvrages intérieurs des habitations (charpentes, parquets, boiserie) qui sont exposés à un fort taux d'humidité ; dans des lieux confinés et obscurs

Type d'altération : dégâts esthétiques et mécaniques

Aspect de l'altération : découpage des bois en parallélépipèdes ; la matière devient semblable à un bois à demi carbonisé

La méréule

La méréule, qui est la plus commune, commence toujours ses attaques sur les résineux humides et peut s'étendre ensuite à tous les bois. La méréule se manifeste au début sous forme d'ouate épaisse et blanche.

Pourriture fibreuse

- » **Champignons responsables :** *phellinus megaloporus* (chez les feuillus) et *coriolus versicolor* (chez les feuillus principalement)
- » **Conditions de développement :** dans les lieux obscurs pour le *phellinus megaloporus* ou à l'extérieur pour le *coriolus versicolor*
- » **Type d'altération :** dégâts esthétiques et mécaniques
- » **Aspect de l'altération :** bois ramolli qui se décompose en petites fibres

4.6 L'attaque des insectes

Les insectes « mangeurs de bois » (insectes xylophages) sont extrêmement nombreux. Ces insectes se développent suivant un cycle et ce **sont les larves qui se nourrissent du bois et qu'y creusent des galeries.**

Cycle de développement

- 1 La femelle pond des œufs.
- 2 Les larves se développent. Elles creusent des galeries pour se nourrir. Elles restent dans le bois (de quelques mois à des années).
- 3 Transformation en nymphe puis en insecte adulte. Elles sortent du bois en laissant un trou de sortie.
- 4 Les insectes adultes vivent seulement quelques semaines, s'accouplent et pondent des œufs.

Tableau des principaux insectes xylophages

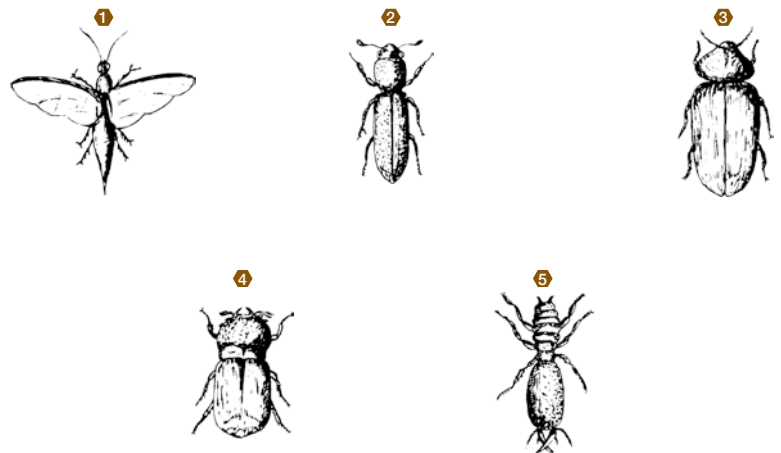


Figure 4.17 De gauche à droite :
Sirex, Lyctus, Vrillette, Bostryche capucin, Termites

Noms des insectes	Sirex (guêpe des bois) ①	Capricornes des maisons	Lyctus ②	Petite et grande vrillette ③
Description de l'insecte	Aspect proche du frelon. Son corps et jaune rayé de brun, de bleu pour les ailes à membranes de couleur fumée	Gris à brun noir, long et aplati, de longs élytres qui cachent les ailes. Deux protubérances sur le dos du thorax. Les antennes sont plus courtes que le corps	Son corps est en forme de cylindre allongé. De couleur rousse et brune. La tête est visible. Les antennes sont terminées par une petite boule	De couleur rousse et brune. De forme plus arrondie et plus trapue que le lyctus. Sa tête est cachée. Antennes se terminant par une massue en trois artilles
Stade de développement de l'insecte lorsqu'il dégrade le bois	Larve de couleur blanc-châtre. Longueur de 20 à 30 mm	Larve de couleur blanc-ivoire. La partie avant est élargie et aplatie. Mandibules brun sombre visibles. Longueur de 10 à 20 mm	Larve de forme arquée, poilue et de couleur blanc-crème. Longueur de 5 à 7 mm	Larve de forme arquée, poilue et de couleur blanc-crème. Longueur de 5 à 7 mm pour la petite vrillette et jusqu'à 11 mm pour la grande vrillette
Essences et conditions de développement	S'attaque aux grumes lorsque le bois est vert. Une fois que le bois est sec, l'insecte ne se reproduit plus	Dans les résineux uniquement. La durée de vie de l'insecte est en moyenne de 4 ans	Dans toutes les essences. Surtout présent en milieu humide et dans un espace confiné	Dans tous les bois, sauf les bois tropicaux. Pour la grosse vrillette, se développe dans les bois dégradés par les champignons. La durée de vie de l'insecte est d'environ 2 ans
Aspect de l'attaque	Galeries qui sont encombrées avec de la sciure assez grossière et fibreuse	Réseaux de galeries plutôt orientées dans la longueur. Ces galeries sont obstruées par de la farine de bois fortement tassée	De très nombreuses galeries comblées de sciures	Réseaux de galeries orientées en tous sens, communiquant entre elles. Une très fine épaisseur extérieure finit par se détacher
Répartition géographique	Toute la France	Toute la France	Toute la France	Toute la France
Types d'ouvrages concernés	Zone de stockage du bois	Charpente, plancher et support de plancher	Ouvrage de menuiserie, lambris et parquet	Petite vrillette : vieux meuble, ancienne charpente, plancher, veille structure en bois. Grande vrillette : bois de gros œuvre, ancienne charpente, plancher, veille structure en bois

Noms des insectes	Bostryche capucin 4	hespérophane	termites 5
Description de l'insecte	Une pronotum en forme de capuchon lui recouvre complètement la tête. Les antennes sont composées de 10 artilles. La plus grande partie de l'abdomen est rouge, le reste du corps est noir	Très proche du capricorne des maisons. Brun rouge à marrures blanchâtre	Termite ailé : de couleur noire, sa longueur est égale à la moitié de celle des ailes. Termite ouvrier : de couleur blanche, mais peut changer de couleur selon le bois mangé. Antennes rectilignes
Stade de développement de l'insecte lorsqu'il dégrade le bois	Larve de forme arquée et de couleur blanc-crème. Longueur de 10 à 14 mm	Larve de couleur blanc-ivoire. Longueur 25 à 30 mm	Larve de couleur blanc-crème et d'une longueur de 4 à 6 mm
Essences et conditions de développement	Sur les bois feuillus. La durée de vie de l'insecte est en moyenne de 1 an	Dans les résineux uniquement. La durée de vie de l'insecte est en moyenne de 4 ans	Dans les bois feuillus. Dans les endroits humides, même faiblement
Aspect de l'attaque	Renflements de la surface du bois par la vermoulure compactée dans les galeries sinueuses	Galeries dans le sens du fil du bois	Surface extérieure du bois respectée. Galeries sans sciures. Les cheminements sont cimentés avec de la terre mâchée
Répartition géographique	Toute la France	Centre et Sud de la France	Dans les zones où le risque existe
Types d'ouvrages concernés	Zone de stockage du bois		Charpente, souche d'arbre, menuiserie, meuble et parquet.

Ce qu'il faut retenir

Défauts de structure

L'aubier: bois jeune à proscrire des ouvrages car il est plus vulnérable aux attaques des insectes

Les nœuds: ils diminuent la résistance et nuisent à l'esthétique. Ils sont à proscrire le plus possible

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-écorces**) ou se présentent sous forme d'excroissance ou de renflement (**broussins, loupes, chaudron**). Ces défauts de croissance peuvent aussi être dus au terrain et aux conditions climatiques.

Blessures accidentelles

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

Elles peuvent aussi être dues à l'abattage de l'arbre ou à l'introduction d'objets (**éclats d'obus, fil de fer, etc.**).

Parasites végétaux

Deux principaux parasites :

Le chancre: champignon parasite qui infecte les blessures mal cicatrisées.

Le gui: plante dont les racines puisent la nourriture dans le bois et laissent 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 sont favorables. Les champignons provoquent **le bleuissement du bois** (dégâts esthétiques sans conséquence sur les propriétés physiques et mécaniques), **des échauffures** (dégâts esthétiques et mécaniques), de la pourriture cubique (dégâts esthétiques et mécaniques) ou **de la pourriture fibreuse** (dégâts esthétiques et mécaniques).

Attaque des insectes

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



Testez vos connaissances



1. Parmi ces anomalies de croissance, quelles sont celles qui sont utilisées en placage d'ébénisterie :

- a *chaudron*
- b *ronce*
- c *entre-écorce*
- d *loupe*
- e *tronc courbé*
- f *fibres ondulées*

2. Quels sont les défauts de structure qu'il faut « purger » du bois :

-
-

3. Quelle blessure s'appelle aussi « coup d'hiver » :

- a *cadranure*
- b *gélivure*
- c *fissure*
- d *roulure*

4. Quelle est la blessure qui est due à une déshydratation du cœur :

- a *cadranure*
- b *gélivure*
- c *fissure*
- d *roulure*

5. Quel est le type de pourriture provoqué par le mэрule :

- a *bleuissement*
- b *pourriture cubique*
- c *pourriture fibreuse*

6. À quel stade de développement les insectes xylophages provoquent-ils une dégradation du bois :

- a *insecte adulte*
- b *larve*
- c *nymphe*

Le débit des bois

chapitre 5

Lors de la réalisation d'un ouvrage, le bois nécessaire n'est pas directement prélevé dans la forêt par le menuisier ou l'ébéniste.

Le travail de l'exploitant forestier est de sélectionner l'arbre qui sera à maturité. Il est ensuite abattu par un bûcheron pour en prélever le fût, puis extrait de la forêt.

Le fût est maintenant appelé **la grume**. Suivant sa longueur, celui-ci peut être découpé en plusieurs tronçons :

- ❶ la partie inférieure est la **bille**,
- ❷ le tronçon plus court est le **billon**,
- ❸ la partie haute (souvent avec de nombreux départs de branches) est la **surbille**.

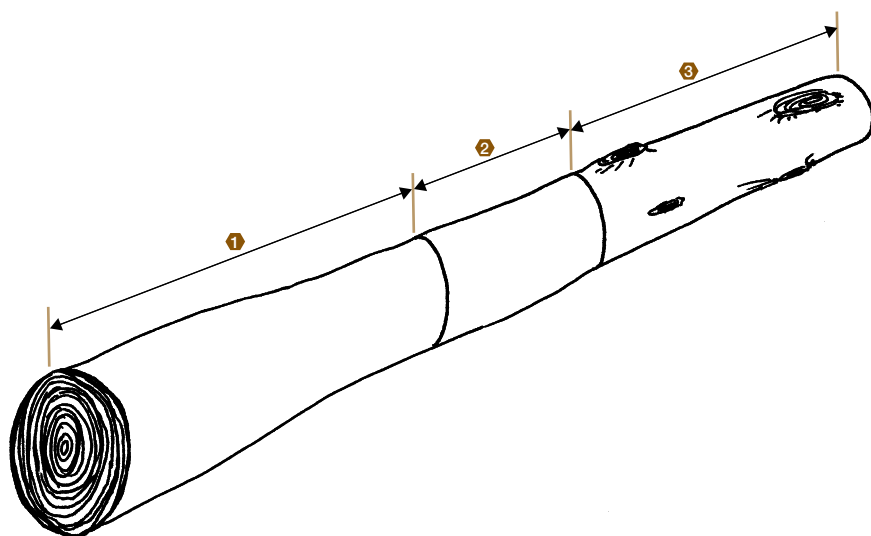


Figure 5.1 La grume

La bille est ensuite prédécoupée en scierie pour en faciliter le travail ; cette phase s'appelle alors le **débit**. Suivant l'utilisation envisagée, elle prendra des formes très diverses.

5.1 Le débit du bois massif

Selon la qualité des billes et les résultats à obtenir, le scieur choisit entre divers modes de débit.

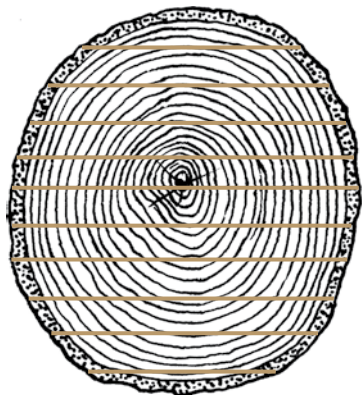


Figure 5.2 le débit en plot

Le débit en plot

C'est le débit le plus courant (surtout pour les feuillus), l'exécution est rapide et facile. Toutes les planches sont sciées selon le même plan longitudinal. On obtient alors des planches de différents types ; sur quartier ou sur dosse.

Sur quartier ou sur dosse

Suivant l'orientation de la planche dans la grume, le veinage prendra des aspects différents.

La planche est dite **sur quartier** lorsqu'elle est dans l'axe du cœur de l'arbre, et dite **sur dosse** lorsqu'elle est tangentielle. Les planches intermédiaires sont appelées *fausse dosses* ou *faux quartiers*.

Le bois sur quartier est généralement le plus recherché car il subit moins de déformation.

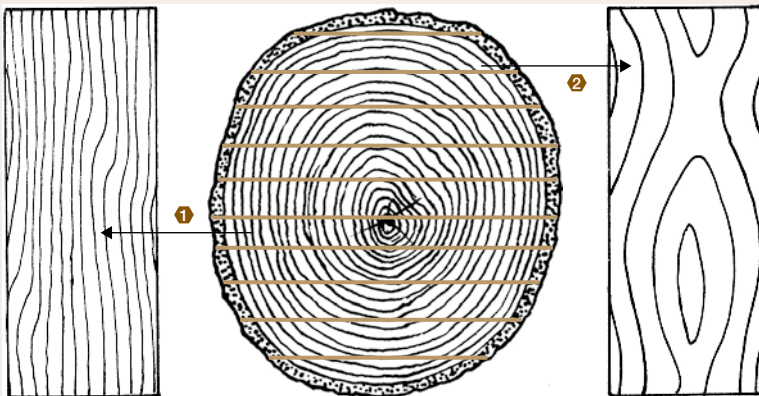


Figure 5.3 Le quartier et la dosse

- ❶ Sur quartier : l'aspect du veinage est droit (dit *de fil*).
- ❷ Sur dosse : l'aspect du veinage est flammé.



Figure 5.4 Le débit cantibey

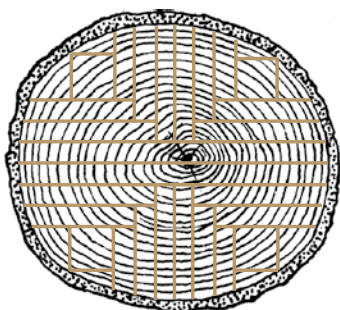


Figure 5.5 Le débit sur quartier

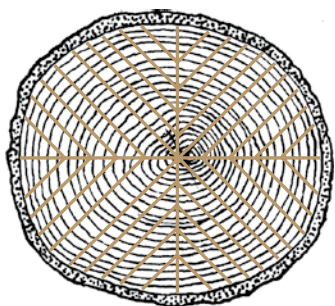


Figure 5.6 Le débit hollandais

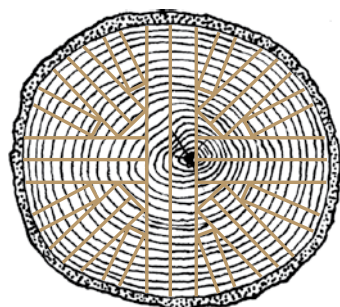


Figure 5.7 Le débit sur mailles



Les débits spécifiques

» Le débit cantibey

La majorité des planches sont sur dosse. Ce débit permet de supprimer le cœur de la grume, parfois zone de nombreux défauts. Par contre, les pièces étant sur dosse, elles risquent de se déformer.

» Le débit sur quartier

Ce débit est également appelé *débit moreau*, il donne des planches sur quartier et faux quartier. Il est obtenu par un sciage successif et perpendiculaire. Il y a peu de pertes de bois, mais la manipulation est très minutieuse.

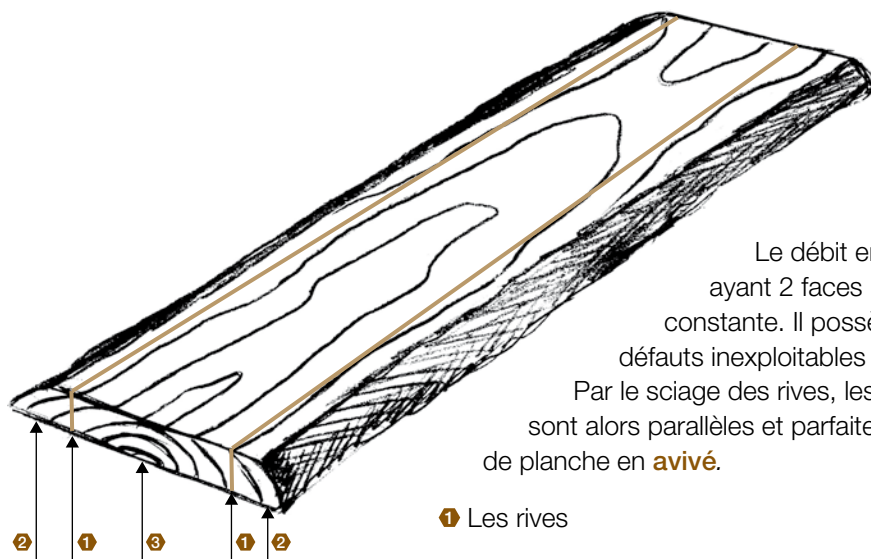
» Le débit hollandais

La majorité des planches sont sur quartier. Ce type de débit est relativement peu utilisé.

» Le débit sur mailles

Le sciage est parfait sur quartier. Il donne les produits les plus beaux et les plus stables. Par contre, il est difficile à exécuter et provoque beaucoup trop de déchets, et est donc très coûteux.

» Le débit avivé



Le débit en plot fournit des pièces ayant 2 faces planes et d'épaisseur constante. Il possède encore de nombreux défauts inexploitable comme la flache et l'aubier. Par le sciage des rives, les quatre faces de la planche sont alors parallèles et parfaitement droites; on parle alors de planche en **avivé**.

- ① Les rives
- ② Les flaches
- ③ La planche avivée

Figure 5.8 L'avivé



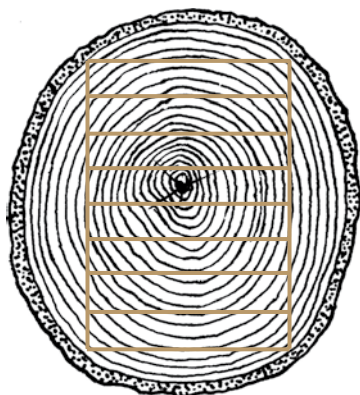


Figure 5.9 Le débit sur dosse

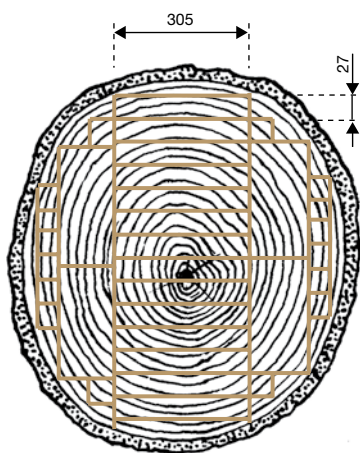


Figure 5.10 Le débit sur noyau

» Le débit sur dosse

Très utilisé pour les résineux, son inconvénient est qu'il occasionne beaucoup de pertes de bois.

Ce type de débit permet d'obtenir des planches en avivé. Pour les résineux, la section des pièces débitées respecte les normes des bois avivés (généralement destinés à la charpente, le basting, le chevron, etc.).

Suivant le diamètre de la bille, le type de débit peut être très variable.

Pour les grands diamètres, on utilise le débit sur noyau : ce débit est également appelé débit *quartelot*. Les grumes de très grands diamètres peuvent avoir plusieurs noyaux.

Exemple : débit sur noyau

Si l'on désire faire de la lorraine de **27 mm d'épaisseur sur 305 mm de large**, on pourra d'abord débiter dans la grume un noyau de 305 mm, Puis refendre ensuite ce noyau en planches de 27 mm d'épaisseur. La chute (appelée la dosse) est également exploitée pour des pièces de plus faible section.

Pour les petits diamètres, on utilise le débit petit bois : il est utilisé pour les résineux ayant un diamètre d'environ 25 cm.

Les épaisseurs commerciales

Quel que soit le type de débit, les épaisseurs des planches ou des avivés respectent toujours les mêmes dimensions.

» Épaisseurs courantes des plots :

Ces épaisseurs courantes sont restées conformes aux mesures anciennes.

Appellation	Feuillet	Planche			Plateau		
Épaisseurs des plots en mm	18	27	34	41	54	65	80

Il existe d'autres épaisseurs.

» **Les épaisseurs normalisées :**

Les normes B 53-001 à B 53-014 ont fixé des dimensions de débit :

Épaisseurs normalisées en mm	8	10	12	15	18	22	26	30	35	40	45	55	65	75	90	105	120
------------------------------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

» **Dimensions des avivés :**

Suivant les régions, les sections (longueur et épaisseur) des avivés sont très variables.

appellations	Dimensions en mm
Liteau	18×18 à 40×40
Lambourde	63×38
Chevron	63×75 à 50×100
solive	75×100
basting	50×150 à 63×175
Madrier	225×75 à 230×110
Poutre	150×150 ou 200×200
Volige	12×105
Planche	27×180
Lorraine	27×305 à 34×320

Ce qu'il faut retenir

Le débit des bois massifs

Le type de débit peut varier suivant les besoins, les essences des bois et leurs utilisations. Malgré tout, le débit le plus utilisé pour les bois feuillus est le débit en plot, et pour les résineux, les débits sur dosse. C'est pour cela que l'on trouve principalement les bois résineux sous forme d'avivés.

Quartier et dosse

Le débit en plot fournit des planches sur quartier et sur dosse. Le bois sur quartier est généralement le plus recherché car il subit moins de déformation. C'est pour cela que certains débits sont orientés dans ce sens-là (les débits sur quartier, hollandais et sur mailles).

Les épaisseurs commerciales

Les planches issues du débit en plot sont commercialisées suivant les épaisseurs 18, 27, 34, 41, 54, 65 et 80 mm.

Testez vos connaissances

1. Quel est le débit le plus utilisé pour les bois feuillus :

- a le débit sur dosse
- b le débit sur quartier
- c le débit en plot

2. Le débit sur dosse est-il un moyen d'obtenir des planches en avivés :

- a oui
- b non

3. Lors d'un débit en plot, comment appelle-t-on une pièce de 18 mm d'épaisseur :

•

4. Lors du débit d'un avivé, comment appelle-t-on une pièce de section 63x75 mm :

•

5.2 La classification qualitative

Le classement

Le classement des bois européens repose sur des critères visuels de la qualité des quatre faces de la pièce.

Les défauts pris en compte sont liés aux altérations d'aspect visuel et biologique du bois.

Les altérations d'aspect

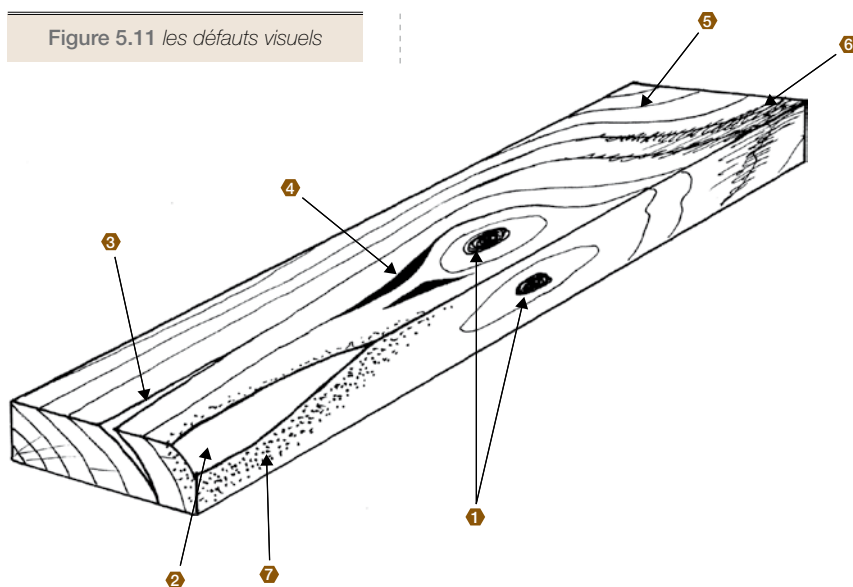
- ❶ **Les nœuds :** la taille du nœud (la taille retenue est la moyenne de tous les nœuds) et s'ils sont sains et adhérents au bois.
- ❷ **Le flache :** lorsque la pièce a été débitée sur le bord de la grume, il peut rester une portion visible de la surface ronde de l'arbre. Le critère sera sa longueur et sa largeur.
- ❸ **Les gerces et les fentes :** leur taille et leur nombre sont pris en compte.
- ❹ **Les poches de résine :** ce sont des cavités allongées qui contiennent de la résine. Leur longueur est prise en compte.
- ❺ **Le fil du bois :** la direction de la fibre par rapport à la pièce.

Les altérations biologiques

❻ **Les champignons :** les altérations sont dues au bleuissement ou à l'échauffure qui influe sur la résistance mécanique du bois.

❼ **Les insectes :** les dégâts provoqués par les insectes, notamment les trous et galeries creusés par les insectes ou leurs larves.

Figure 5.11 les défauts visuels



Les différents choix

Suivants les essences (feuillus ou résineux), les classifications des choix sont différentes. Malgré tout, elles suivent globalement le classement des résineux numérotés 0, 1, 2, 3, 4.

Les choix sont également repérés par le préfixe G2 ou G4 (G2 indique que les nœuds ont été pris en compte sur deux faces et G4 sur les quatre faces).

» **Choix 0 (G2 ou G4)**

- Deux sous-classes: le choix 0A (sans aucun nœud) et le choix 0B (avec des nœuds d'un diamètre inférieur à 20 mm).
- Sans aucune altération d'aspect et biologique.
- Ce choix est utilisé pour la menuiserie et l'ameublement.

» **Choix 1 (G2 ou G4)**

- Les nœuds sont inférieurs à 30 mm.
- Sans aucune altération biologique et une altération d'aspect réduit en nombre et en taille.

» **Choix 2 (G2 ou G4)**

- Les nœuds sont inférieurs à 45 mm.
- Sans aucune altération biologique et une altération d'aspect moyenne en nombre et en taille.
- Ce choix est utilisé pour la charpente traditionnelle.

» **Choix 3 (G2 ou G4)**

- Les nœuds ne sont pas limités en taille et peuvent être non adhérents.
- Toutes les altérations biologiques et les altérations d'aspect sont autorisées et mais limitées en taille.

» **Choix 4 (G2 ou G4)** (appelé parfois choix 3B)

- Les nœuds ne sont pas limités en taille et peuvent être non adhérents.
- Toutes les altérations biologiques et les altérations d'aspect sont autorisées sans limite.

Le classement structurel

C'est une classification du bois, principalement destinée aux résineux. Il permet d'identifier les bois ayant ou pas une bonne résistance mécanique.

Le classement visuel de la structure du bois est défini en 3 choix : ST-I, ST-II et ST-III. Il prend principalement en compte la largeur des cernes du bois, et la taille des nœuds.

Un classement de la résistance mécanique est utilisé pour le choix du bois de charpente, les appellations sont : C30, C24 et C18.

- » **ST-I**: la meilleure qualité structurelle, correspondant à la classe C30. Elle peut être préconisée pour la charpente en lamellé-collé.
- » **ST-II**: correspond à la classe C24, pour la charpente industrielle (fermettes).
- » **ST-III**: la plus faible en résistance, correspondant à la classe C18. Elle peut être préconisée pour la charpente traditionnelle.

Ce qu'il faut retenir

La classification

Suivant de nombreux critères d'aspect (nœud, gerce, etc.) et biologique (champignons et insectes), la qualité du bois résineux est classée du choix 0 (la meilleure) au choix 4.

Un classement de la qualité structurelle permet de définir sa résistance mécanique. Il est défini en 3 choix : ST-I (la meilleure qualité), ST-II et ST-III.



Testez vos connaissances



5. Dans la classification des résineux, quelle est la meilleure qualité :

- *choix...*

6. Un nœud de 35 mm de diamètre, visible sur une planche de résineux, impose le classement en choix :

- *choix...*

7. La classification ST-II est :

- a un classement de la qualité structurelle
- b un classement de la qualité d'aspect

5.3 Le débit du placage

Historique

Jusqu'au xix^e siècle, le **placage** est obtenu par sciage à la main.

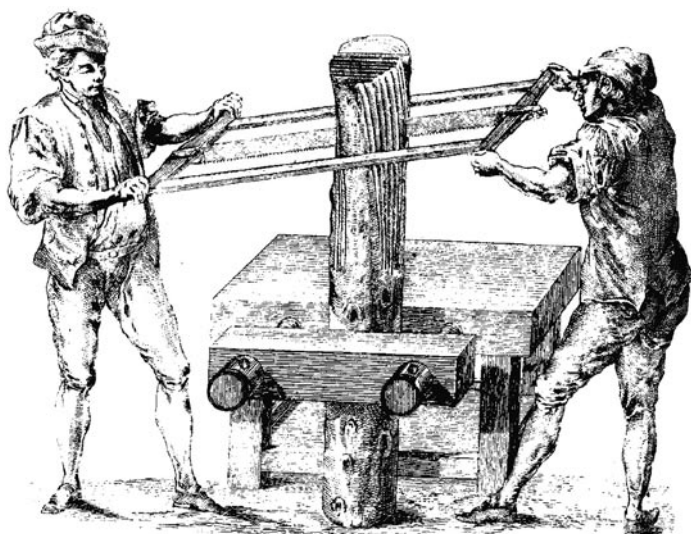


Figure 5.12 Scieurs à la presse

Les ouvriers spécialisés qui refendent le bois au $xviii^e$ siècle se nomment « scieurs à la presse ». Il y a une irrégularité dans l'épaisseur des feuilles et celles-ci présentent des aspérités. Les placages sont assez minces (1 à 2 mm), mais sont parfois si épais (3 à 5 mm) que l'ébéniste peut l'aplanir au rabot.

Le placage scié mécaniquement existe depuis le xiv^e siècle. Au $xviii^e$ siècle apparaît la technique du sciage avec la scie alternative au bois montant, les épaisseurs deviennent plus régulières ($12/10^e$ de millimètre) et les irrégularités disparaissent.

À partir de 1865, la technique du tranchage apparaît. Les trancheuses permettent d'obtenir un placage à prix plus faible, permettant une plus large utilisation.

Le placage tranché

Les **feuilles de placage** sont découpées par un couteau qui tranche la bille transversalement. Avant cela, le bois doit être ramolli par étuvage afin de faciliter le travail du couteau.

Figure 5.13 Trancheuse horizontale à bielles



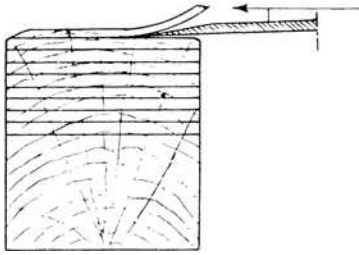


Figure 5.14 *Le tranchage*

Les billes sont alors ébouillantées ou réchauffées à la vapeur dans des cuves en acier. Le temps d'imprégnation varie suivant les essences, la qualité, ou la grosseur des billes (de 4 à 48 heures). **Le passage à l'étuve altère malheureusement les couleurs et la fibre du bois** (le bois est parfois légèrement arraché).

Le tranchage donne des feuilles successives dont le décalage des veinages est nul (car il n'y a pas de perte de matière entre chaque feuille). Cela permet la réalisation des raccords des frisages, utilisés en ébénisterie. Suivant les choix esthétiques, les placages peuvent être découpés sur dosse ou sur quartier.

Les dimensions des feuilles peuvent aller jusqu'à une longueur de 4,20 m et une largeur de 0,90 m. **Les épaisseurs sont de 6/10° ou de 9/10° de millimètre**, elles peuvent aller jusqu'à 30/10° mm.

Le placage scié

Le sciage mécanique au bois montant: une lame de scie est fixée sur un cadre, celui-ci est actionné horizontalement par une billette. Pendant le mouvement de sciage, la bille qui est fixée à un châssis, monte verticalement. La rencontre de la lame et de la bille permet de couper une fine épaisseur de bois.

Figure 5.15 *La scie au bois montant*



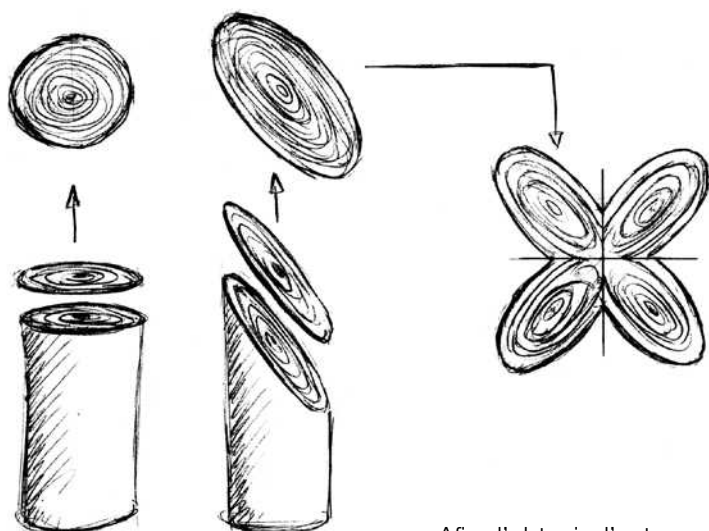


Figure 5.16 Placage en bois de bout et en saucisson

Pour le sciage, il n'est pas nécessaire d'étuver le bois avant le débit, donc **la couleur et la fibre restent identiques à celle du bois massif.**

Très coûteux (entre 5 et 10 fois plus cher que le placage tranché) car la lame de scie occasionne une perte de matière et la vitesse d'exécution est très lente (5 mètres par heure), il est encore utilisé pour la restauration de meuble ancien ou la fabrication haut de gamme.

L'épaisseur est d'environ 12/10^e mm.

Afin d'obtenir d'autres possibilités de motif de frisage, on utilise le débit des **placages en bois de bout ou en saucisson**. Ce type de débit était très utilisé pour la marqueterie du XVIII^e siècle. Exemple : avec quatre feuilles pour réaliser un frisage en aile de papillon.

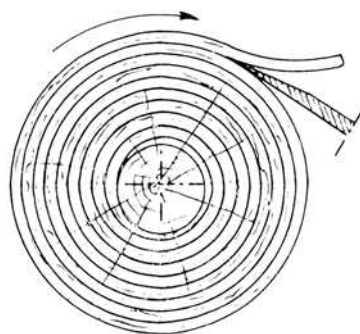


Figure 5.17 Le déroulage

Le placage déroulé

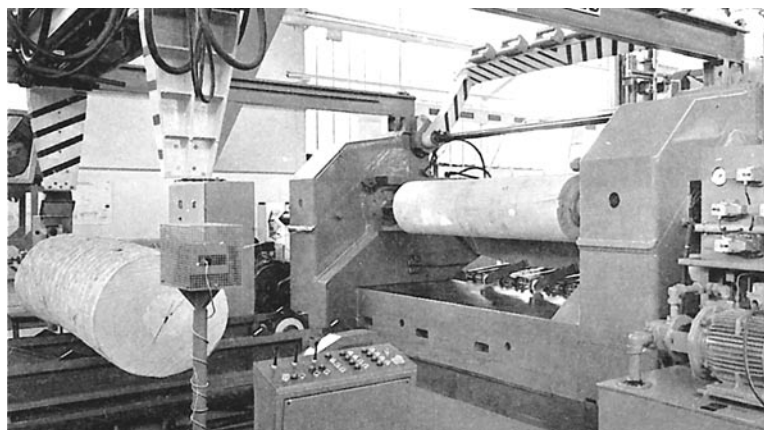
La bille est placée horizontalement entre deux axes. Le mouvement de rotation de la bille est synchronisé avec l'avancement d'un couteau, qui tranche la bille transversalement. Le placage est alors un long ruban discontinu.

Le déroulage continu est essentiellement utilisé pour l'obtention des feuilles de grandes dimensions, servant à **la confection des contreplaqués et des lattés.**

Les bois doivent également être étuvés avant le déroulage.

Les épaisseurs des feuilles vont de 5/10^e à 50/10^e mm.

Figure 5.18 Dérouleuse

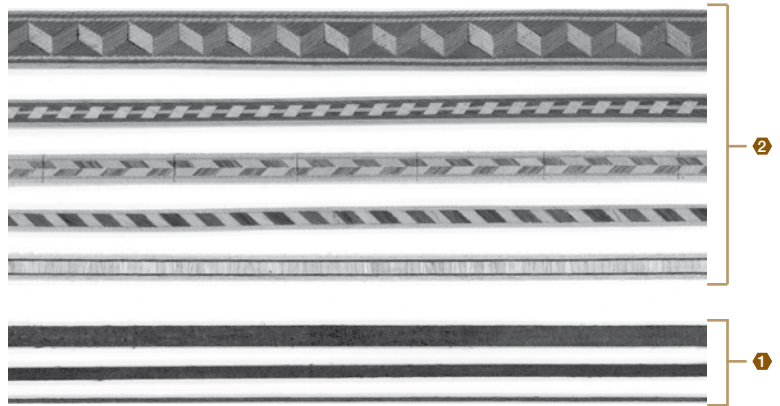


Les filets

Le filet est un placage découpé en bandes très étroites. C'est un élément décoratif, qui est soit intégré dans un frisage soit posé en incrustation.

Les filets sont commercialisés en longueur d'un mètre, mais peuvent être confectionnés par l'ébéniste. Il existe deux sortes de filets : les filets simples et les filets composés.

Figure 5.19 Les filets



❶ **Les filets simples** sont justes des placages recoupés suivant une mesure précise, allant de 5/10^e à 50/10^e mm de large. Les essences les plus courantes sont : le buis, le sycomore, le padouk, l'amarante et l'ébène, ou des bois teintés comme le sycomore ou les poiriers noir, rouge et vert. Ils peuvent être également en laiton, cuivre, étain et même en matière plastique pour le mobilier moderne.

❷ **Les filets composés** peuvent être de style ancien ou moderne suivant le dessin et les coloris utilisés pour sa composition. Les fabricants créent des filets pour chaque style de mobilier et d'époque.

Les placages teintés

Dans l'éventail des couleurs naturelles du bois, les teintés sont rarement très vives et le bleu n'existe pas. Pour augmenter le panel de couleur, le placage est parfois teinté.

Le placage est coloré par teinture naturelle ou chimique. La teinte peut être appliquée sur un placage tranché ou scié. Le sycomore est le bois le plus utilisé pour être teinté (sauf pour le poirier qui est teinté en noir pour imiter l'ébène). Autrefois, beaucoup d'ébénistes teintaient eux-mêmes leurs placages.

Employés depuis le ^{xv}^e siècle, c'est au ^{xviii}^e siècle que ces procédés sont largement utilisés. Malheureusement, les couleurs se sont altérées avec le temps, car les vernis anciens n'arrivaient pas à protéger le bois du rayonnement ultraviolet.

Ce qu'il faut retenir

Le placage tranché

Les feuilles de placage sont découpées par un couteau qui tranche la bille. La bille doit être ramollie par étuvage, ce qui altère les couleurs et la fibre du bois. Le tranchage donne des feuilles successives dont le décalage des veinages est nul. Les épaisseurs sont de 6/10^e ou de 9/10^e mm.

Le placage scié

Les feuilles de placage sont découpées par une lame de scie. Cette technique donne des placages de très bonne qualité mais très coûteux, car le sciage occasionne une perte de bois entre chaque feuille. Le sciage peut être en bois de bout ou en saucisson.

Le placage déroulé

Le déroulage continu est utilisé pour la confection des contreplaqués et des lattés.

Le filet

Le filet est un placage découpé en bandes très étroites. Il en existe deux sortes : les filets simples et les filets composés.

Le placage teinté

Afin d'obtenir un choix important de couleurs, les placages peuvent être teintés.

Testez vos connaissances

8. Quel est l'inconvénient majeur du placage tranché :

-

9. Quel est l'inconvénient majeur du placage scié :

-

10. Quel est le type de débit qui n'est pas utilisé en ébénisterie :

- a le placage tranché
 b le placage scié
 c le placage déroulé

11. Comment s'appelle la scie utilisée pour le débit du placage scié :

-

12. Quelle est l'essence de bois la plus utilisée pour obtenir du placage teinté :

a *le sycamore*

b *le hêtre*

c *le chêne*

Séchage et traitement du bois

chapitre 6

Le bois, lors de l'abattage et du débit, reste à un taux d'humidité encore élevé. Il est nécessaire de réduire de manière importante ce taux pour pouvoir le travailler. Ce processus peut être très long si on attend qu'il sèche naturellement ou beaucoup plus rapidement avec certaines machines.

Afin de maîtriser le séchage, il est indispensable de connaître la quantité d'eau contenue dans le bois avant et après le séchage. Même sec, le bois reste un matériau sensible aux variations hygrométriques de l'air. Il est donc intéressant de prévoir et de mesurer ces variations.

6.1 L'hygrométrie du bois

Le taux d'humidité dans le bois

» **Définition :**

Le taux d'humidité du bois (exprimé en %) est le rapport entre la masse d'eau contenue dans le bois et la masse du bois à l'état anhydre (totalement sec à 0 %).

Le taux d'humidité d'une bille de bois en Europe après abattage est d'environ 85 % pour un feuillu et d'environ 140 % pour un résineux.

» **Le taux d'humidité varie suivant :**

- l'essence de bois,
- les lieux et les conditions de croissance de l'arbre,
- les parties de l'arbre, le bois de cœur contenant moins d'eau que l'aubier,
- la température et l'état hygrométrique de l'air.

» **Calcul du taux d'humidité:**

Pour calculer le taux d'humidité on utilise la formule suivante :

$$H\% = 100 \times \frac{M_h - M_a}{M_a}$$

- $H\%$: taux d'humidité du bois, en %
- M_h : masse humide (fibre du bois + eau), en kg
- M_a : masse anhydre (fibre du bois), en kg
- $M_h - M_a = M_{eau}$: masse d'eau dans le bois, en kg

Pour retrouver la masse d'eau présente dans le bois, la formule devient :

$$M_{eau} = M_h - \frac{100 \times M_h}{H\% + 100}$$

Exemple

On a une bille de sapin de 250 kg à 120 % d'humidité. Quelle est la masse en eau et en fibre de cette bille ?

On applique la formule : $M_{eau} = M_h - ((100 \times M_h)/(H\% + 100))$

On a :

– M_h (masse humide ; fibre + eau) = **250** kg

– et $H\%$ (taux d'humidité) = **120** %

On obtient donc : $M_{eau} = 250 - ((100 \times 250)/(120 + 100)) = 136$ kg

On peut en déduire la masse de la fibre en utilisant la formule : $M_a = M_{eau} - M_h$

On a :

– M_h (masse humide ; fibre + eau) = 250 kg

– et M_{eau} (masse d'eau dans le bois) = 136 kg

On obtient donc : $M_a = 250 - 136 = 114$ kg

Donc la bille de sapin à 120 %, contient 136 kg d'eau et 114 kg de fibre bois.

Prenons maintenant la même bille mais à 12 % d'humidité, quelle sera alors la masse de cette bille ?

On applique la formule : $M_h = M_a + ((H\%/100) \times M_a)$

On a :

– M_a (masse anhydre ; fibre du bois) = **114** kg

– et $H\%$ (taux d'humidité) = **12** %

On obtient donc : $M_h = 114 + ((12/100) \times 114) = 128$ kg

Donc la même bille à 12 % aura une masse de 128 kg (eau + fibre bois).

On constate que la masse du bois peut être du simple au double suivant son taux d'humidité. Pour uniformiser les fiches techniques des essences, la **densité du bois est toujours donnée à 12 % d'humidité**.

La perte d'humidité

» **Lors du séchage du bois, la perte de l'eau commence par :**

- **la perte de l'eau libre** : à ce stade, le bois est à l'état vert et l'eau libre remplit les cellules. C'est la phase dite de **ressuyage**,
- **puis de l'eau de saturation** (appelée également *eau liée* ou *eau d'imprégnation*) : cette eau imprègne les parois des cellules. La perte débute à partir de 30 %, c'est **le point de saturation des fibres**. Puis le taux descend à un minimum de 13 % d'humidité. La perte de cette eau engendre la rétractation des fibres du bois,
- **enfin de l'eau de constitution** : c'est une partie intégrante des tissus. Elle ne disparaît pas lors du séchage, mais lors de la combustion du bois.
- Pour garantir une bonne qualité de mise en œuvre et de stabilité, la connaissance du taux d'humidité du bois est nécessaire.

L'hygrométrie du bois

Taux d'humidité du bois	Etat du bois
Supérieur à 30 %	Bois vert ou ressuyé
Entre 30 et 22 %	Bois mi-sec
Entre 22 et 17 %	Bois commercialement sec
Entre 17 et 13 %	Bois sec à l'air
Entre 13 et 0 %	Bois desséché
0 %	Bois anhydre

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

Lors de la fabrication, la teneur maximale 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 14250)

- **$H \% \leq 18 \%$** :
 - maisons à ossature en bois (DTU 31.2)
 - menuiserie extérieure
- **$H \% \leq 12 \%$** :
 - siège (NF D 61-010)
 - menuiserie intérieure, agencement, ébénisterie (de 8 à 12 %)

Les normes NF ou DTU

NF : Normes françaises

DTU : Documents techniques unifiés

Elles indiquent les taux limites d'humidité pour les bois mis en œuvre.

Le marquage CE

Les bois sont classés selon la norme NF B 52001 et le marquage CE indique si le classement a été fait sur des bois secs ou non.



Figure 6.1 Humidimètre à résistance électrique

Évaluation du taux d'humidité

» Mesure de la résistance électrique

Préconisés par la norme EN 13183-2, les humidimètres sont des appareils dont le principe de mesure utilise la plus ou moins grande conductibilité électrique du bois, selon son état hygrométrique. Plus il y a d'eau, plus le bois conduit le courant.

Pour cela, on plante deux électrodes dans le bois à une distance bien définie, puis l'humidimètre mesure la résistance électrique (les ohms), et affiche le pourcentage d'eau contenu dans le bois. Le système est très précis, mais marque le bois par les deux trous des électrodes.

Figure 6.2 Principe de la mesure d'humidité électrique

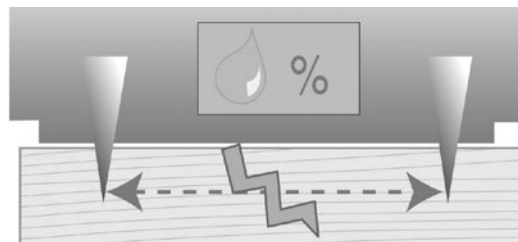




Figure 6.3 Humidimètre à mesure capacitive

» Mesure capacitive

L'humidimètre émet **un signal à haute fréquence**. Maintenu en contact avec la surface du bois, il interprète le taux de réflexion ou d'absorption d'un champ électrique, en fonction de la température et de l'humidité du bois. Il permet de faire des mesures en profondeur dans le bois (jusqu'à 40 mm) sans abîmer la surface.

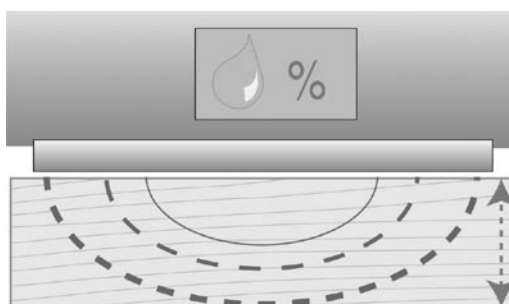


Figure 6.4 Principe de la mesure d'humidité

» Mesure par pesage

La mesure de l'humidité par pesage nécessite les opérations suivantes :

- le pesage de l'échantillon humide: cet échantillon doit être prélevé dans la masse du bois,
- la déshydratation complète de celui-ci, par séjour suffisant en étuve à 100 °C,
- le pesage de l'échantillon à l'état anhydre (à 0 % d'humidité).

La comparaison entre les deux poids donne la quantité d'eau présente dans l'échantillon humide. On utilise la formule suivante :

$$H\% = \frac{m_h - m_a}{m_a} \times 100$$

m_h : masse du bois humide

m_a : masse du bois anhydre

Ce procédé est précis, mais long et surtout détériore la planche lors du prélèvement de l'échantillon.

L'équilibre hygroscopique du bois

» **Définition:** C'est l'aptitude du bois à absorber l'humidité de l'air.

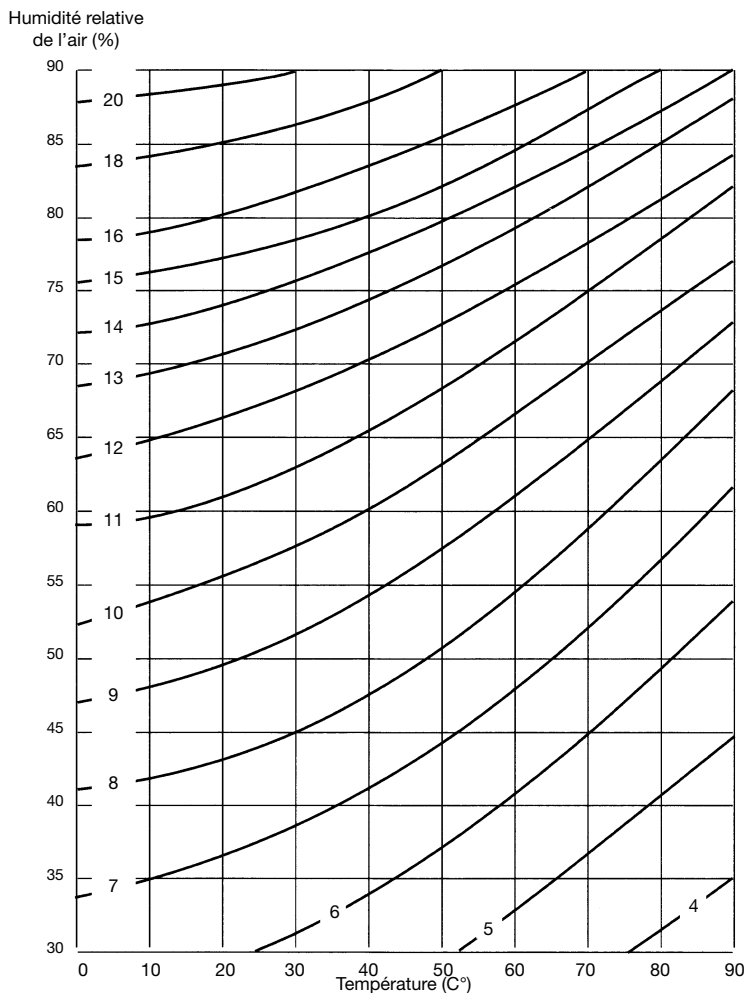
La teneur en humidité du bois varie sous l'influence de l'atmosphère (la température et l'état hygrométrique) dans lequel il se trouve. Cet équilibre s'établit assez lentement. C'est ce que l'on appelle **l'équilibre hygroscopique du bois**.

» **L'état hygrométrique de l'air en extérieur varie:**

- **en hiver:** les conditions atmosphériques extérieures sont en moyenne de 3 °C et 85 % d'humidité de l'air, ce qui correspond à un équilibre hygroscopique du bois d'environ 19 %,
- **en été:** elles sont de 20 °C et 70 % d'humidité, ce qui correspond à un équilibre d'environ 13 %.

Lors de ces variations d'hygrométrie, le bois gonfle en volume lorsqu'il prend de l'humidité et se rétracte lorsqu'il en perd.

Figure 6.5 Équilibre hygroscopique du bois



Ce tableau aide à savoir à quel taux d'humidité les pièces de bois atteindront leur équilibre hygrosopique, mais aussi quelles variables peuvent être modifiées pour conserver un taux satisfaisant.

Exemple

Avec une température de 20 °C et avec une humidité de l'air de 70 %, les pièces seront stables à un taux d'humidité de 13 %.

On pourra donc en intérieur soit modifier la température de l'air soit utiliser un déshumidificateur d'air afin de faire baisser le taux d'humidité du bois.

6.2 Les variations dimensionnelles du bois

103

Lors de la perte d'humidité en dessous de 30 %, le bois change de volume en se rétractant. On parle alors de **la rétractabilité du bois**. Suivant l'essence et le sens des fibres de la pièce, les variations sont très variées.

Les variations dimensionnelles peuvent être mesurées à l'aide d'un **coefficient de retrait**, afin de garantir une qualité constante des ouvrages fabriqués.

La rétractabilité du bois

Suivant **trois directions**, l'importance du retrait du bois au séchage est différente :

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

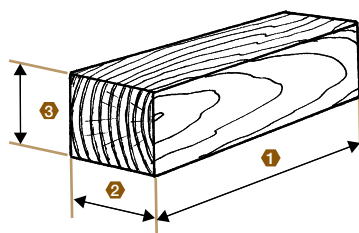
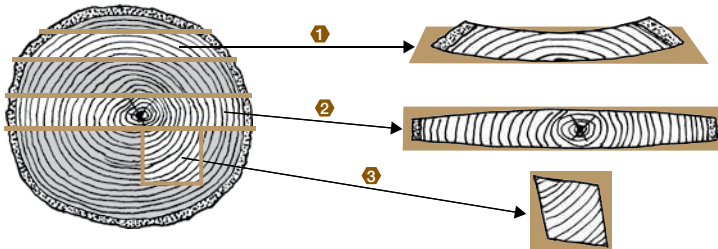


Figure 6.6 le sens des fibres

Le retrait du bois occasionne des déformations de la section du bois.

Les déformations sont différentes suivant l'endroit où le bois a été prélevé dans l'arbre. L'aubier (en périphérie de l'arbre), beaucoup plus riche en eau que le bois parfait (au centre de l'arbre) se retire plus vite et davantage que celui-ci ; cette différence provoque les déformations.

Figure 6.7 Déformations des pièces



❶ **Planche sur dosse** : la face la plus proche de l'aubier sèche d'avantage que l'autre. Cela crée des tensions internes qui se manifestent par la courbure de la planche (on dit alors qu'elle est *tuilée*).

❷ **Planche sur quartier** : les bords de la planche (l'aubier) deviennent plus minces que le centre, mais la planche reste plane. Les planches sur quartier sont les plus recherchées, car les pièces réalisées avec resteront toujours planes malgré les variations hygrométriques.

❸ **Section carrée sur fausse dosse** (ou faux quartier) : le bois se rétracte plus dans le sens des cernes (tangential) qu'en travers de celle-ci (radial), donc on obtient au séchage une section en forme de losange.

Le coefficient de retrait

À l'aide d'un coefficient, le retrait du bois est une **variation dimensionnelle** mesurable. Suivant le sens radial et tangential, les coefficients sont différents. Dans le sens axial, le retrait est si faible qu'il est rarement pris en compte.

- » Les coefficients sont donnés **en % de variation dimensionnelle pour 1 % de variation de l'humidité du bois**.
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** ou **peu stable** ou à **fort retrait**.

Exemple d'essences indigènes:

Essence	Coefficient de retrait radial	Coefficient de retrait tangentiel
Aulne	0,16 %	0,27 %
Bouleau	0,21 %	0,28 %
châtaignier	0,14 %	0,24 %
Chêne	0,20 %	0,32 %
Douglas	0,17 %	0,27 %
Epicéa	0,17 %	0,31 %
Erable	0,15 %	0,26 %
Frêne	0,19 %	0,32 %
Hêtre	0,21 %	0,41 %
Merisier	0,17 %	0,28 %
Noyer	0,21 %	0,28 %
Peuplier	0,15 %	0,28 %
Pin sylvestre	0,17 %	0,31 %
Sapin	0,14 %	0,31 %

Exemple

Une pièce de section 50×50 mm en chêne, avec 16 % d'humidité. Lors du séchage, elle descend à 10 %, quelle est alors la dimension de la pièce ?

- La pièce perd : 6 % d'humidité ($16 \% - 10 \% = 6 \%$)
- D'après le tableau précédant, le coefficient de retrait du chêne est :
 - dans le sens radial de 0,20 %,
 - et dans le sens tangentiel de 0,32 %
- Pour 6 % d'humidité, on a un pourcentage de retrait :
 - dans le sens radial : $6 \% \times 0,20 \% = 1,2 \%$
 - et dans le sens tangentiel : $6 \% \times 0,32 \% = 1,92 \%$
- La variation dimensionnelle de la section de la pièce (50×50 mm) est :
 - dans le sens radial : $(1,2 \% \times 50 \text{ mm})/100 = 0,6 \text{ mm}$
 - et dans le sens tangentiel : $(1,92 \% \times 50 \text{ mm})/100 = 0,96 \text{ mm}$
- Donc, la pièce mesure à 10 % d'humidité :
 - dans le sens radial : $50 \text{ mm} - 0,6 \text{ mm} = 49,4 \text{ mm}$
 - et dans le sens tangentiel : $50 \text{ mm} - 0,96 \text{ mm} = 49,04 \text{ mm}$

Il est donc conseillé, avant de commencer le travail d'une pièce, de vérifier son taux d'humidité afin de lui garantir une stabilité dimensionnelle.

Les variations hygrométriques du bois sont aussi importantes en se rétractant qu'en gonflant ; il est parfois nécessaire d'anticiper une augmentation des dimensions de la pièce.

Ce qu'il faut retenir

L'hygrométrie du bois

Le bois est un matériau hygroscopique : il perd ou reprend de l'humidité en fonction de la température et de l'humidité de l'air.

Pour connaître à quel moment le bois sera stable avec son environnement (c'est-à-dire *l'équilibre hygroscopique du bois*), il faut dans un premier temps mesurer l'humidité avec des humidimètres (ou par pesage), puis comparer sur le tableau le taux d'humidité du bois avec la température et l'humidité de l'air.

Les variations dimensionnelles du bois

Pendant le séchage, le changement d'humidité du bois entre le point de saturation des fibres (30 % d'humidité) et l'état anhydre (0 %) provoque des variations (des retraits) de volume et de dimensions, et également des déformations. Ces variations sont plus ou moins importantes suivant les trois directions principales : axiale, radiale et tangentielle.

Pour mesurer les variations dimensionnelles, on utilise le coefficient de retrait du sens radial et tangentiel. Les coefficients sont donnés en % de variation dimensionnelle pour 1 % de variation de l'humidité du bois.

Testez vos connaissances



1. Calculez la quantité d'eau présente dans une bille de bois de 100 kg à 50 % d'humidité :

•

2. Est-il possible d'avoir un bois ayant 140 % d'humidité :

a oui

b non

3. Avec une température de 20 °C, et avec une humidité de l'air de 85 %, à quel taux d'humidité une pièce de bois est stable :

•

4. Dans quel sens (par rapport aux fibres) les variations dimensionnelles du bois sont-elles les plus élevées :

- a dans le sens axial
- b dans le sens radial
- c dans le sens tangentiel

5. Quel est le type de planche le plus stable, donc le plus recherché :

- a les planches sur quartier
- b les planches sur dosse

6. Une pièce de bois a les propriétés suivantes : hêtre de section 120x24 mm, avec 20 % d'humidité (120 mm en sens tangentiel et 24 mm en sens radial). Lors du séchage, son humidité descend à 12 %. Calculez les nouvelles dimensions de la pièce (coefficient tangentiel 0,41 et radial 0,21) :

•

6.3 Le séchage naturel du bois

Le séchage du bois se fait par la circulation de l'eau du centre vers les surfaces, puis par l'évaporation en surface. Cette dernière dépend de la température, de l'état hygrométrique de l'air et de la circulation de cet air. Le séchage artificiel accélère l'évaporation en agissant sur ces paramètres.

Le séchage du bois améliore :

- » **sa stabilité dimensionnelle et structurelle** (retraits, fentes, déformations...),
- » **sa durabilité**,
- » **sa résistance aux moisissures et aux insectes** : ainsi, en dessous de **20 % d'humidité**, les champignons ne s'y développent pas,
- » **sa facilité de transformation** (usinage) **et de mise en œuvre** des produits (collage, application de finitions, etc.).

Le séchage

Après le sciage, les bois sont entreposés à l'air libre afin qu'ils sèchent naturellement. Les caractéristiques du séchage sont extrêmement variables d'une saison à l'autre, et même d'une journée à l'autre. Pour obtenir le meilleur résultat possible, il est primordial de bien empiler les planches.

» L'empilage traditionnel

Une condition essentielle d'un bon séchage est la bonne circulation de l'air autour et à l'intérieur de la pile. Des épingles (ou baguettes) sont intercalées entre les planches, pour les maintenir espacées.

Figure 6.8 *Empilage d'un plot*



Les épingles doivent être parfaitement alignées verticalement, afin d'éviter toute déformation.

Figure 6.9 *Empilage des avivés*



Les piles doivent être suffisamment espacées (0,50 m minimum entre deux piles). Et doivent être absolument protégées contre les intempéries et le soleil.

Cette méthode d'empilage est également utilisée pour le stockage du bois.

Les altérations

Des altérations peuvent apparaître au cours du séchage :

- altérations liées au séchage des fibres: le gauchissement (vrillage de la planche), les gerces et les fentes en bout,
- altérations liées aux champignons: les échauffures et les pourritures.

» Les altérations liées au séchage des fibres

Fentes en bout: L'évaporation de l'humidité se fait assez rapidement dans le sens de la longueur. On obtient donc un séchage particulièrement rapide aux extrémités de la planche. Ce retrait provoque parfois une fente qui a tendance à progresser dans le sens de la longueur.

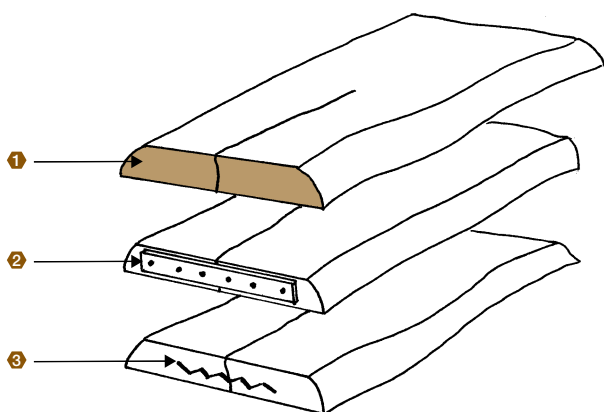


Figure 6.10 *Maintien des fentes*

On peut agir en retardant l'évaporation en bois de bout :

- 1 par de la peinture,
- 2 par un maintien avec une petite latte de bois clouée,
- 3 par un maintien avec des agrafes métalliques.



» Les altérations liées aux champignons

Les conditions pour voir apparaître des altérations qu'on appelle **échauffures** (très courantes chez le hêtre) sont les suivantes :

- humidité du bois entre 20 et 30 %,
- température entre 20 et 35 °C.

La vitesse de séchage

» La vitesse dépend de :

- **l'essence** : les bois durs sèchent lentement en comparaison des bois tendres et des bois résineux,
- **l'épaisseur et la largeur des planches** : plus la section est importante, plus le centre de la planche met du temps à sécher,
- **la saison** : la température et l'hygrométrie de l'air ambiant.

On peut estimer que des bois feuillus durs nécessitent 6 à 12 mois de séchage (suivant l'épaisseur). Pour un bois tendre ou résineux, il suffira de 3 à 5 mois.

Mais cela reste un **séchage à l'air**, c'est-à-dire **entre 15 et 20 % de taux d'humidité**, ce qui correspond à l'équilibre hygroscopique du bois avec l'air extérieur.

Préparation du bois avant l'usinage

Pour pouvoir réaliser un ouvrage de qualité en menuiserie intérieure ou en ébénisterie, il est conseillé d'utiliser des bois dont le taux hygrométrique est le plus proche du lieu où est destiné l'ouvrage. Pour cela, il est conseillé de faire sécher une seconde fois le bois en intérieur pour atteindre **un taux compris entre 8 et 12 %**.

6.4 Le séchage artificiel du bois

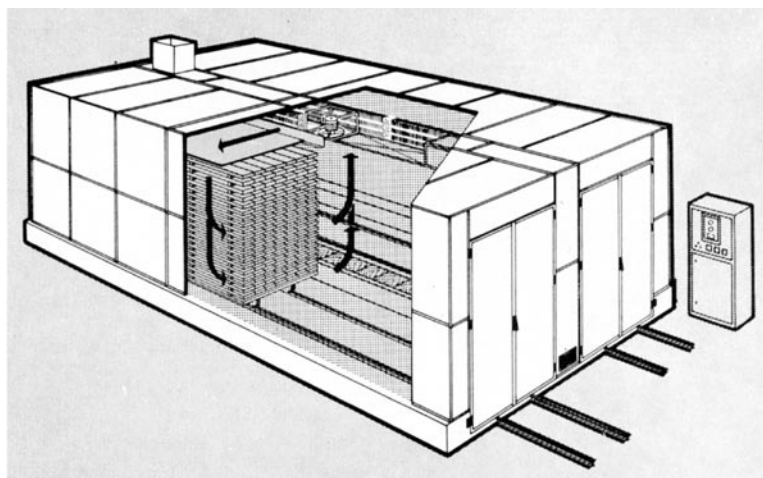
Le séchage artificiel est incontournable pour obtenir des taux d'humidité impossibles à atteindre avec le séchage à l'air libre.

Le séchage artificiel du bois se fait par convection. Cette technique repose sur deux principes : apport d'énergie et évacuation de l'humidité.

En 2005, seulement 13 % des feuillus et 5,5 % des résineux étaient séchés artificiellement en France. Cela est en partie dû à son prix de vente plus élevé que le séchage naturel.

Le séchoir à air chaud climatisé (ACC)

Figure 6.11 Séchoir ACC



Cet équipement est aussi appelé « **séchoir traditionnel** ». C'est le procédé le plus couramment utilisé.

Il permet un séchage du bois entre la température ambiante et 90 °C. L'évacuation de l'humidité du séchoir se fait par échanges d'air avec l'extérieur.

L'apport calorifique peut se faire directement par un brûleur ou indirectement par des batteries de chauffe alimentées par de l'eau chaude.

Le séchoir par déshumidification

Cet équipement est aussi appelé « **séchoir par pompe à chaleur** ». Les séchoirs par déshumidification n'exploitent que l'électricité comme source d'énergie.

Ce type de séchoir est équipé d'un groupe frigorifique comprenant :

- » **une batterie froide, l'évaporateur,**
- » **une batterie chaude, le condenseur.**

On trouve deux procédés pour les séchoirs par pompe à chaleur :

- » **à circuit fermé** : il n'existe aucun échange d'air avec l'extérieur,

- » **à circuit ouvert** : méthode traditionnelle, un échange d'air est effectué avec l'extérieur pour faire baisser la température dans le séchoir.

Les niveaux de température sont inférieurs à ceux des séchoirs à air chaud climatisé (ACC) et présentent donc des durées de séchage plus longues. Ces séchoirs sont mieux adaptés aux feuillus.

Le séchoir basse température

Préséchoir et Séchoir grande capacité et basse température (SGCBT)

- **Le préséchage** consiste en un début de séchage artificiel des bois depuis l'état vert jusqu'à une humidité finale comprise entre 20 et 30 %. Cette technique permet d'améliorer la qualité des bois avant le sciage, grâce à un séchage doux et contrôlé. Ce matériel est principalement utilisé pour les feuillus durs.
- **Le séchoir SGCBT** (Séchoir grande capacité et basse température) est adapté pour le séchage complet des essences résineuses, la capacité du séchoir peut atteindre 1600 m³ de bois. Les bois sont maintenus à une température de 30 à 40 °C pendant 10 à 20 jours selon le taux d'humidité recherché.

Le séchoir sous vide

Un séchoir sous vide est une enceinte hermétique dans laquelle on diminue la pression grâce à une pompe à vide. Ce sont les actions conjuguées de la pression et de la température qui vont accélérer la circulation de l'eau dans les bois et intensifier l'évaporation. Il est de 3 à 6 fois plus rapide que le séchage à air chaud climatisé (ACC).

Cet équipement est bien adapté au séchage des bois de grosse épaisseur, car il permet un séchage plus rapide du centre de la pièce.

L'enceinte extérieure est similaire à celle du séchoir haute fréquence.

Le séchoir haute fréquence

Figure 6.12 Le séchoir haute fréquence



Il s'agit de toute nouvelle technologie (commercialisée depuis 2004 par la société DRYWOOD) dont le procédé consiste à soumettre le bois à un champ électromagnétique dans une atmosphère humide et sous pression.

Sous l'effet d'un champ électrique alternatif HF, l'énergie rayonnée se transforme instantanément en chaleur au sein de l'eau contenue dans le bois. Le mécanisme de départ de l'humidité du bois est déclenché, accéléré et maîtrisé à l'aide d'une vapeur d'eau mise sous pression. Cette vapeur limite les risques d'altération (fentes, déformations) et présente deux points forts :

- » le séchage très rapide des feuillus et résineux, depuis l'état vert jusqu'à l'hygrométrie souhaitée (10 à 100 fois plus rapide que tous les procédés existants),
- » la faible consommation d'énergie.

Le séchoir solaire

Le séchoir solaire est un procédé en plein développement, car il exploite l'énergie solaire comme source de chaleur, ce qui en fait un système très écologique.

Le bâtiment est conçu sur le principe de la serre. L'enveloppe se compose d'une construction anticorrosion en aluminium, couverte par une enveloppe transparente et isolante en film polyéthylène à coussins d'air à 3 couches.

Afin de pouvoir utiliser de l'énergie supplémentaire (en condition nocturne ou défavorable), des échangeurs de chaleur sont installés.

Figure 6.13 Le séchoir solaire



Comparatif des procédés de séchoir

L'exemple ci-dessous est établi pour un séchage de bois résineux (épaisseur 140 mm), une humidité initiale de 45 % et une humidité finale de 18 %.

	Séchoir à air chaud climatisé	Séchoir sous vide + vapeur surchauffée	Séchoir haute fréquence
Durée des cycles de séchage	27 jours	6 ou 7 jours	1 demi-journée
Consommation énergétique (KWh/kg d'eau évacuée)	5,8 kWh/kg	2,5 à 3 kWh/kg	1,6 à 2,2 kWh/kg

Ce qu'il faut retenir

Le séchage naturel du bois

Le séchage naturel demande un empilage sur épingle rigoureux, afin de bien faire circuler l'air entre les planches. Le procédé est long car il dépend des conditions climatiques et ne peut en général pas descendre en dessous de 15 % d'humidité du bois. Lors du séchage, des altérations apparaissent parfois : des fentes en bout de planche ou des champignons. Pour qu'il puisse être mis en œuvre, le bois doit être abaissé entre 8 et 12 %.

Le séchage artificiel du bois

Le séchage artificiel est utilisé pour atteindre des taux d'humidité plus bas et un séchage plus rapide. Ce procédé réduit les déformations, les fentes et évite les champignons.

Les différents types de séchoir sont :

- » séchoir à air chaud climatisé (ACC),
- » séchoir par déshumidification,
- » séchoir sous vide,
- » séchoir basse température,
- » séchoir haute fréquence,
- » séchoir solaire.

Testez vos connaissances

7. Lors du séchage naturel du bois, quelle partie de la planche subit le plus d'altération :

- a le centre de la planche
b les bouts de la planche

8. Quelles pièces de bois servent à empiler les planches sans qu'elles se touchent :

•

9. Quel est le taux d'humidité obtenu lors du séchage naturel en extérieur :

- a entre 8 % et 12 %
b entre 12 % et 15 %
c entre 15 % et 20 %

10. Quel est le taux d'humidité recherché pour la mise en œuvre des bois dans l'industrie :

- a entre 4 % et 8 %
b entre 8 % et 12 %
c entre 12 % et 15 %

11. Quel type de séchoir artificiel est le plus écologique :

•

6.5 La durabilité des bois

Les bois mis en œuvre sont soumis à des risques d'altération liés aux attaques biologiques (champignons, insectes xylophages, termites, etc.). Chaque essence de bois possède sa propre sensibilité ou résistance à ces attaques. Ils sont donc naturellement adaptés à un usage; pour définir cet usage, il faut connaître :

- » **la classe du risque** encouru par le bois suivant le lieu,
- » sa résistance naturelle aux attaques (appelée **la durabilité**) propre à chaque essence,
- » et sa facilité **d'imprégnation** des produits de traitement dans les fibres de bois.

Les classes de risque

Selon le lieu où est destiné de l'ouvrage (intérieur, extérieur, lieu géographique spécifique), les risques d'attaques biologiques sont différents, et plus ou moins élevés. Le niveau de protection du bois doit donc être adapté, suivant la **norme EN 335**.

La classe de risque est parfois appelée **classe d'emploi**.

- » **Cinq classes de risques :**

Classes de risque		Risques	Destinations
1	Bois d'intérieur, dont l'humidité est toujours inférieure à 18 %.	Insectes, termites dans les régions infestées	Menuiserie d'intérieur, mobilier et agencement
2	Bois d'intérieur, dont l'humidité peut occasionnellement dépasser 18 % (sous forme de condensation)	Insectes, champignons de surface, termites dans les régions infestées	Charpente
3A	Bois soumis à des variations régulières et rapides d'humidité (supérieure à 20 %). Bois d'extérieur sans contact avec le sol, ni stagnation de l'eau	Insectes, champignons, pourritures, termites dans les régions infestées	Menuiserie extérieure (porte, fenêtre), bardages
3B	Identique au classement 3A, plus : une stagnation de l'eau	Plus : pourritures profondes	
4	Bois soumis à une humidité fréquente ou permanente, supérieure à 20 %. Bois d'extérieur en contact avec le sol, stagnation ou immersion dans l'eau.	Importante pourriture, insectes y compris termites	Clôture, poteau, etc.
5	Bois en contact avec l'eau de mer	Pourriture, térébrants marins	Aménagement en bord de mer (jetée et ponton) et pont de bateau

Les risques liés aux champignons et à la pourriture sont en relation avec le taux d'humidité du bois (apparition à partir de 22 %).

Les risques liés aux termites sont spécifiques à chaque département (les départements d'outre-mer ont des exigences particulières).

La durabilité naturelle du bois

Certains bois sont plus ou moins naturellement protégés contre les attaques biologiques, ils n'ont donc pas forcément besoin d'un traitement.

Exemple : le teck peut être utilisé en extérieur en classe de risque 4, sans aucun traitement, on dira donc que le teck est un bois *très durable*.

Suivant le type d'attaque biologique, plusieurs classements de durabilité naturelle du bois existent.

- » **La durabilité aux attaques des champignons** est définie en 5 classes, suivant la norme EN 350-2 :

Classe de durabilité	
1	Très durable
2	durable
3	moyennement durable
4	faiblement durable
5	non durable

Ce classement concerne uniquement la partie en duramen du bois, et non l'aubier (qui lui est automatiquement en classe de durabilité 5).

- » **La durabilité aux attaques des insectes xylophages** est définie en 2 classes :
 - classe D : durable,
 - classe S : sensible.

Chaque essence de bois a un classement spécifique suivant le type d'insecte (capricorne, vrillette et lyctus), et suivant sa nature (duramen ou aubier).

» **La durabilité aux attaques des termites et térébrants marins** est définie en 3 classes :

- classe D : durable,
- classe M : moyennement durable,
- classe S : sensible.

Toutes les essences de bois ont l'aubier sensible.

L'imprégnabilité du bois au traitement

Chaque essence de bois a une capacité plus ou moins importante d'absorption des produits de traitement.

L'imprégnabilité des essences de bois est définie en 4 classes, suivant la norme EN 350-2 :

Classe d'imprégnabilité	
1	imprégnable (facile à traiter)
2	moyennement imprégnable (assez facile à traiter)
3	peu imprégnable (difficile à traiter)
4	non imprégnable (impossible à traiter)

Pour chaque essence, deux classements sont possibles, suivant le duramen ou l'aubier. L'aubier est une partie de l'arbre plus tendre, donc plus perméable, il est en général en classe 1 ou 2.

Tableau récapitulatif de la durabilité

» **Exemple d'essences de bois** (sans traitement) :

Essences	Classes de durabilité (en duramen)			Utilisables en classe de risque	Classe d'imprégnabilité
	Champignons	Insectes	termites		
Châtaignier	2	D	S	4	4
Chêne	2 à 3	D	S	4	4
Douglas	3 à 4	D	S	2	4
Doussié	1	D	S	4	4
Epicéa	4	S	S	aucun	3 à 4

Essences	Classes de durabilité (en duramen)			Utilisables en classe de risque	Classe d'imprégnabilité
	Champignons	Insectes	termites		
Framiré	2 à 3	D	S	2	4
Frêne	5	D	S	aucun	2
Hêtre	5	S	S	aucun	1
Iroko	1 à 2	D	D	4	4
Méranti	3	D	M	3	4
Niangon	3	D	M	3	4
Okoumé	4	D	S	2	3
Peuplier	5	S	S	aucun	3
Pin sylvestre	3 à 4	D	S	3	3 à 4
Sapin	4	S	S	aucun	2 à 3
Sipo, sapelli	3	D	M	3	4
Teck	1	D	M	4	4

On constate que : _____

Le chêne est un bois durable :

- résistant aux champignons (2 à 3) et aux insectes (D),
- peut être utilisé en extérieur sans traitement (classe de risque 4),
- la fibre est impossible à traiter (classe d'imprégnabilité 4).

Le sapin est un bois faiblement durable :

- sensible aux champignons (4) et aux insectes (S),
- ne peut pas être exposé à l'humidité (même en intérieur),
- pour remédier à cela, il est possible de le traiter (2 à 3).

6.6 Le traitement des bois

Afin de remédier à la sensibilité de certaines essences aux attaques biologiques (champignons, insectes xylophages, termites, etc.), de nombreux **traitements préventifs** existent pour protéger le bois et lui permettre une plus large utilisation.

Lorsque l'attaque biologique intervient alors que l'ouvrage est ancien ou déjà mis en œuvre, il est encore possible d'intervenir sous la forme d'un **traitement curatif**.

Le choix du traitement

Le choix du traitement dépend du classement envisagé avec le bois :

Classe de risque ciblée	Type de traitement utilisé	Profondeur de pénétration du produit
1	Badigeonnage d'un produit ayant une fonction insecticide, voire fongicide (classe 2) Pulvérisation sur la surface du bois Trempage du bois	Bois traité superficiellement, sur une profondeur de 3 mm
2		
3A	Pour une faible exposition à l'eau : Trempage du bois	Bois traité superficiellement, sur une profondeur de 3 mm
3B	Pour une forte exposition (stagnation de l'eau) : Traitement par autoclave	Bois traité en semi-profondeur, de 6 mm et plus.
4	Traitement autoclave vide et pression	Bois traité dans toute la masse. Le bois doit être facilement imprégnable
5		

Les méthodes de traitement

» Le badigeonnage

Le badigeonnage se fait au pinceau ou à la brosse. Cette méthode est longue, et est utilisée pour des rattrapages lors de la mise à nu du bois (entaille, coupe, etc.), ou pour des petites surfaces en traitement préventif ou curatif.

» Le trempage court

Le bois est immergé en pile dans un bac. La durée de trempage dépend des essences et de la profondeur d'imprégnation désirée.

» La pulvérisation

Résultat similaire au trempage, sauf que le produit est pulvérisé sur le bois lors de son passage dans un tunnel.

» L'imprégnation par autoclave

Le système autoclave se décline sous plusieurs méthodes, mais qui fonctionnent toutes sous le même principe : créer le vide pour favoriser l'imprégnation des fibres jusqu'au centre du bois.

La méthode la plus aboutie est l'**autoclave par vide et pression**. Le bois est traité dans un autoclave relié à une cuve de stockage du produit, à une pompe à vide et à une pompe à pression. On obtient une imprégnation totale du bois, quelle que soit l'essence traitée.

Figure 6.14 Cuve de traitement autoclave

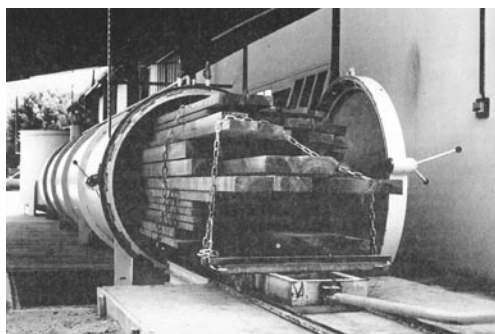
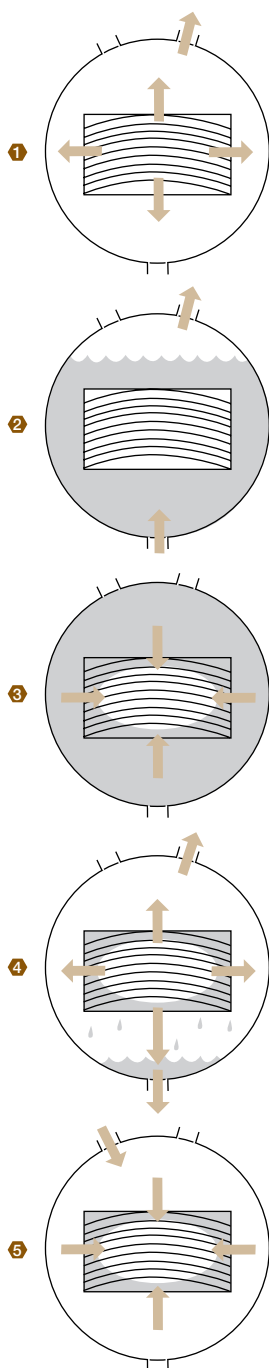


Figure 6.15 Processus de l'autoclave vide et pression



Le processus de l'autoclave est :

- ❶ Vide initial (0,1 bar) pour extraire du bois l'humidité résiduelle
- ❷ Remplissage du tunnel avec le produit de traitement
- ❸ Montée en pression (>12 bar) pour faire entrer le produit dans le bois
- ❹ Vide final, pour enlever le surplus de produit
- ❺ Séchage : fixation du produit dans le bois

» **Oléo-thermique**

Ce traitement est une technique récente, respectueux de l'environnement, car il est à base d'huiles végétales (lin, etc.) chauffées à basse température (120 °C). Les huiles chaudes pénètrent dans le bois à la place de l'eau qui s'est évaporée. Ce type de traitement se caractérise par des phases de séchage (160 °C) et de traitements. La pénétration du traitement dans le bois est de 2 à 3 mm.

Par ce type de traitement, le bois devient hydrophobe et devient moins sensible aux attaques biologiques.

» **Traitement thermique, appelé THT (Traitement haute température) ou « bois rectifié »**

Ce traitement est une technique récente. Le principe est de chauffer le bois progressivement jusqu'à haute température (190 °C) sous atmosphère inerte (azote), durant 25 à 50 heures. À la sortie, le bois est « cuit », il est d'une couleur brune très foncée. Le traitement rend la fibre moins riche en nutriments pour les insectes, donc moins attractive. Le résultat est écologique car il n'y a aucun apport de produit.

Dans toute son épaisseur, le traitement améliore les propriétés du bois : une plus grande résistance aux intempéries ainsi qu'une augmentation de la longévité et de la stabilité dimensionnelle (moins de déformation). Il abaisse le taux d'humidité d'équilibre du bois à 6 % (dans les mêmes conditions, un résineux non traité est à 12 %).

Ce type de traitement est conçu pour des bois d'extérieur (bardage extérieur, en terrasse).

Les produits de traitement

Les produits contiennent tous :

- des substances actives fongicides et insecticides,
- des liquides favorisant la pénétration des substances dans le bois (eau, solvants organiques),
- des agents de fixation.

» Les produits hydrodispersibles

Le produit est à base d'huiles en émulsion dans l'eau. Ce sont les produits les plus couramment utilisés pour le traitement du bois par les charpentiers. Ils répondent aux exigences des classes de risque 1 et 2.

» Les produits en solvants organiques

Les solvants sont des dérivés du pétrole (white-spirit, etc.) qui représente 90 % des produits. Ils dégagent des odeurs et des produits volatils pendant leur évaporation. Ils sont également **utilisés pour le traitement curatif** des bois du fait de leur efficacité spécifique à cette application. Leur utilisation doit se faire dans le cadre d'un processus parfaitement contrôlé afin d'éviter des risques pour la santé de l'homme.

» Les produits à base de sels hydrosolubles

Ils sont appliqués uniquement par autoclave, ils permettent à certaines essences d'atteindre les exigences des classes de risques 3, 4 et 5.

En particulier, on trouve le **traitement Cuivre Chrome Arsenic (CCA) ou Bore (CCB)**. Ce produit existe depuis les années 30. Ce mélange de cuivre (fongicide), de chrome (fixateur) et d'arsenic ou de bore (insecticide) est très utilisé pour traiter les résineux. On reconnaît les bois traités par leur couleur verdâtre due au cuivre. Ces composants, très toxiques (l'arsenic est un poison et le chrome est cancérigène), ont des impacts négatifs sur l'environnement. Ils sont interdits pour les airs de jeu pour enfant.

Les méthodes de traitement suivant les produits utilisés

traitements	produits	Classe de risque
Badigeonnage	Organiques	1 et 2
Aspersion	Organiques hydrodispersables	1 et 2
Trempage	Organiques hydrodispersables	1, 2 et 3
Autoclave	Organiques	1 à 3B
	Sels hydrosolubles	1 à 4

Respect de l'environnement

La plupart des composants chimiques des produits sont dangereux pour la santé et l'environnement. Les expositions importantes peuvent conduire à des intoxications graves, les expositions régulières même à faible dose peuvent entraîner des maladies.

Aujourd'hui, avec le développement et la recherche de la chimie, la composition et les méthodes d'imprégnation progressent. Il y a sur le marché des nouveaux produits à base de composés organiques biodégradables. Ils garantissent un plus faible impact sur l'environnement. L'efficacité de ces produits et l'absence de toxicité bénéficient de la **certification CTB-P+**.

123

Ce qu'il faut retenir

La durabilité et l'imprégnabilité du bois

La résistance du duramen aux attaques biologiques est variable selon les essences, alors que celle de l'aubier n'a aucune résistance. Selon les conditions d'humidité du lieu où est destiné l'ouvrage, les risques d'attaques biologiques sont plus ou moins élevés. Pour cela, un classement des risques est établi. Le niveau de protection du bois doit donc être adapté à ce classement.

Lorsque la durabilité naturelle est insuffisante, l'application d'un traitement préventif peut assurer la protection nécessaire, à condition que la pénétration des produits de traitement dans la fibre du bois soit suffisante. L'imprégnabilité du bois est variable selon les essences.

Les méthodes de traitement

Les méthodes varient suivant la profondeur recherchée d'imprégnation du produit, cela dépend du classement des risques envisagés pour l'utilisation.

Les méthodes utilisées sont :

- » le badigeonnage : au pinceau ou à la brosse,
- » le trempage court : le bois est plongé dans une cuve,
- » la pulvérisation : le produit est projeté sur le bois dans un tunnel,

- » l'autoclave : le produit rentre au centre du bois par des cycles de pression et de vide,
- » l'oléo-thermique : écologique car le traitement est à base d'huile végétale,
- » le traitement thermique : également écologique, le bois est juste chauffé à haute température.

Les produits de traitement

Les produits contiennent des substances fongicides et insecticides, mais également des solvants (ou de l'eau) pour favoriser la pénétration, ainsi que des agents de fixation.

Les produits utilisés sont :

- » les produits hydrodispersables,
- » les produits en solvants organiques,
- » les produits à base de sels hydrosolubles (CCA et CCB).

La plupart des composants chimiques des produits sont dangereux pour la santé et l'environnement. Aujourd'hui, la composition et les méthodes d'imprégnation progressent. L'efficacité de ces nouveaux produits et l'absence de toxicité bénéficient de la certification CTB-P+.



Testez vos connaissances



124

12. Suivant le classement des risques, est-il possible d'utiliser en extérieur un bois destiné à la classe 2 :

- a oui
- b non

13. Est-il possible d'utiliser un bois en extérieur et immergé dans l'eau, sans aucun traitement :

- a oui
- b non

14. Suivant le classement de durabilité au champignon, quel bois est le plus protégé :

- a un bois classé 1
- b un bois classé 4

15. Quel est l'avantage d'un bois déclaré facilement imprégnable :

-

16. Quelle est la méthode utilisée pour traiter un bois destiné à la classe de risque 4 :

-

17. Quel est l'inconvénient majeur du produit de traitement CCA :

-

18. Parmi les méthodes de traitement écologiques suivantes, quelle est la plus performante :

- a l'oléo-thermique
- b le traitement thermique

Les dérivés

chapitre 7

Le bois massif est très sensible aux variations hydrométriques. Pour remédier à cela, on utilise des panneaux dérivés, très stables à la fois en dimension et en déformation. Les dérivés sont très employés, car leur coût est plus faible que celui du bois massif. Ils sont plus faciles et plus rapides à mettre en œuvre, car les dérivés sont des produits déjà semi-finis.

7.1 Les panneaux contreplaqué et latté

125

7 - Les dérivés

Ce sont des panneaux réalisés à partir de bois massif déroulé et découpé.



Figure 7.1 Le contreplaqué

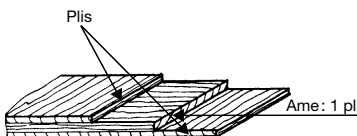


Figure 7.2 Schéma de confection d'un contreplaqué

Le contreplaqué

La fabrication des contreplaqués existe depuis la moitié du XIX^e siècle. La fabrication industrielle débute en 1912 en France, pour l'aviation militaire.

Le contreplaqué est un panneau constitué par la superposition croisée de couches de placage déroulé. **Ces plis sont toujours en nombres impairs et croisés à 90°.** Les plis peuvent être en pin, en bouleau, en hêtre, mais principalement en peuplier ou en okoumé. Ils ont une épaisseur comprise entre **0,8 et 3 mm.**

Les plis sont collés avec des résines thermodurcissables. La composition peut varier en fonction de la classe du panneau souhaité.

Les variations dimensionnelles (retrait volumique total) du contreplaqué sont de 0,15 % dans le sens de la longueur et de la largeur, et de 4 % en épaisseur. La masse volumique est d'environ 500 kg/m³.

Stabilité des panneaux

Lors d'un changement hydrométrique, on constate une variation dimensionnelle des fibres du bois. C'est le croisement des fibres qui stabilise le panneau, car l'âme (le pli central) retient la fibre des plis supérieur et inférieur. C'est le nombre impair des plis qui limite la déformation, l'équilibre des plis se fait autour de l'âme.

Ce phénomène est identique pour tous les types de panneau. Lors de l'ajout d'une couche décorative à la surface d'un panneau (placage, stratifié, etc.), il est fortement recommandé d'équilibrer les deux faces du panneau, en collant le même matériau.

Cette action s'appelle **le contrebalancement**.

» Dimensions des panneaux commercialisés

• Épaisseurs :

Nombre de plis	3	5	7	9	13
Épaisseur en millimètres	3, 4, 5, 6	8, 10, 12	15, 18	22, 25	30

• **Formats** : 2500 × 1220 mm ou 3100 × 1530 mm. Le fil apparent du pli extérieur est dans le sens de la longueur.

» Classement

Les contreplaqués sont définis dans la norme NF EN 636. Suivant le choix de la colle et de l'essence de bois utilisée, le contreplaqué peut avoir une meilleure résistance à l'humidité.

• **classe 1, milieu sec** : utilisé en intérieur à l'abri de l'humidité,

• **classe 2, milieu humide** : utilisé en intérieur avec une humidité maximale de 85 %, ou en extérieur mais abrité,

• **classe 3, milieu extérieur** : nommé **CTB-X**, utilisé en extérieur aux intempéries même prolongées.

» Contreplaqués spécifiques

• **Le contreplaqué souple cintrable** : le pli central (l'âme) est très mince et en bois dur, alors que les plis extérieurs sont épais et en bois tendre, ce qui permet une grande souplesse dans le sens de l'âme. Ce panneau est conçu pour réaliser des pièces cintrées.

• **Le contreplaqué ignifugé M1 et M2** : le bois est traité pour lui permettre de résister un certain temps au feu. Ce traitement est fragile à l'eau et nuit à l'adhérence des colles et des produits de finition.

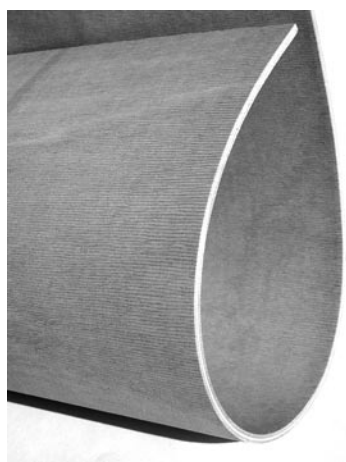


Figure 7.3 Contreplaqué cintrable



Figure 7.4 Réalisation en contreplaqué standard et cintrable

- **Le contreplaqué de coffrage CTB-C:** un traitement à base de résine rend la surface du panneau très dure et lisse. Il est donc très résistant à l'eau. Il est utilisé pour le coffrage du béton.
- **Le contreplaqué marine:** conçu pour la construction navale, très résistant à l'eau et l'abrasion.
- **Le lamibois (LVL):** panneau dont tous les plis sont dans le même sens, ce qui lui permet d'avoir une très bonne résistance mécanique dans le sens des plis.
- **Le contreplaqué de bouleau:** dit de carrosserie ou d'aviation. Les plis sont en très fine épaisseur, ce qui permet d'avoir des contreplaqués de seulement 1 mm d'épaisseur en trois plis et très résistant.

Le latté



Figure 7.5 Le latté

Appelé également le contreplaqué latté, sa conception est identique au contreplaqué sauf que le pli central (l'âme) est constitué d'une multitude de lattes juxtaposées.

Les lattes sont en peuplier ou en résineux, ont une largeur comprise entre 7 et 30 mm et sont collées entre elles à plat-joint. Uniquement deux plis de placage sont croisés à 90° avec les lattes.

Ce procédé lui permet d'avoir une excellente résistance mécanique dans le sens des lattes et un faible poids.

Le latté est sensible à l'eau, il est exclusivement réservé à l'ébénisterie et la menuiserie d'agencement.

» Dimensions des panneaux commercialisés

- **Épaisseurs:** 15, 19, 22, 25 et 30 mm
- **Formats:** 2 500 × 1 220 mm ou 3 100 (ou 3 050) × 1 530 mm. Le fil apparent du pli extérieur est dans le sens de la largeur, car les lattes sont orientées dans le sens de la longueur.

» Autres types de latté

- **Le contreplaqué panneauté:** Lorsque les lattes sont très larges (plus de 30 mm) ou d'une seule pièce.
- **Le contreplaqué lamellé:** Lorsque les lattes sont très étroites (moins de 30 mm).
- **Le contreplaqué et le latté plaqués:** les faces sont recouvertes d'un placage de bois à but décoratif. Le panneau support peut être de classe 1, 2 ou 3.

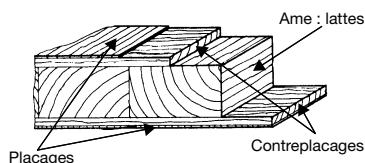


Figure 7.6 Schéma de confection d'un latté

7.2 Le panneau OSB



Figure 7.7 Le panneau OSB

L'**OSB (Oriented Strand Board)** est un panneau à lamelles minces longues et orientées. La fabrication industrielle débute à la fin des années 60 aux États-Unis et en 1986 en France.

La fabrication de l'OSB utilise exclusivement du bois frais de coupe. En Europe, ce sont les résineux qui sont le plus souvent employés. L'addition d'une autre essence (bouleau, peuplier) est courante, mais en faible proportion.

Le bois est tranché en fines lamelles de 0,6 à 0,8 mm d'épaisseur, puis elles sont séchées et triées en deux catégories :

- les plus fines servent à composer l'âme du panneau pour lui donnent sa cohésion,
- les plus larges servent à composer les deux couches extérieures du panneau. Elles sont disposées parallèlement à la longueur du panneau, ce qui lui procure sa grande résistance mécanique.

Les lamelles sont ensuite encollées avec des résines liquides à base de mélamine-urée-phénol-formol. La composition peut varier en fonction de la classe du panneau souhaité.

Les variations dimensionnelles de l'OSB sont de 0,2 % dans le sens de la longueur, de 0,3 % en largeur et de 6 % en épaisseur. La masse volumique est d'environ 650 kg/m³.

» Dimensions des panneaux commercialisés

- **Épaisseurs** : 8, 10, 12, 15, 18 et 22 mm
- **Formats** : 2500 × 1250 mm, 5000 × 1250 mm et 5000 × 2500 mm

Pour l'utilisation de l'OSB en plancher ou en support de couverture, les dimensions sont différentes et les rives sont usinées avec deux rainures et deux languettes.

» Classement

Les panneaux OSB sont définis dans la norme NF EN 300. Quatre types de panneaux sont déterminés :

- **OSB 1** : panneau pour l'agencement intérieur, utilisé en milieu sec,

- **OSB 2**: panneau travaillant (plancher, étagère, emballage) utilisé en milieu sec,
- **OSB 3**: panneau travaillant (plancher, support de couverture, contreventement de constructions bois, poutre en I, emballage) utilisé en milieu humide,
- **OSB 4**: panneau travaillant sous contrainte élevée (construction de maison ossature bois), utilisé en milieu humide.

7.3 Le panneau de particules

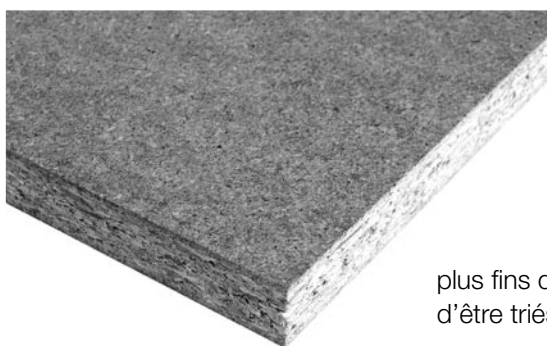


Figure 7.8 Le panneau de particules

Appelés également **agglomérés**, les panneaux de particules sont fabriqués à partir de rondins et de produits provenant de l'industrie de la première transformation du bois (déchets et chutes lors du débit des bois). La fabrication industrielle du panneau de particules débute en 1950.

Les bois sont fragmentés en fins copeaux (beaucoup plus fins que les panneaux OSB) puis séchés à l'air chaud, avant d'être triés en deux catégories (panneau trois couches) :

- les plus fines servent à composer les deux couches extérieures du panneau, pour lui donner un aspect lisse.
- les plus larges servent à composer l'âme du panneau pour lui donner sa résistance.

Les lamelles sont orientées dans tous les sens. Ensuite, elles sont encollées avec des résines liquides à base d'urée-formol. La composition peut varier en fonction de la classe du panneau souhaité.

Les variations dimensionnelles du panneau de particules sont de 0,3 % dans les deux sens (longueur et largeur) et de 6 % en épaisseur. La masse volumique est d'environ 700 kg/m³.

» Dimensions des panneaux commercialisés

- **Épaisseurs**: 6, 8, 10, 12, 15, 19, 22, 25 et 30 mm
- **Formats**: 3050 × 1850 mm, 4100 × 1850 mm et 2800 × 2070 mm.

Pour l'utilisation du panneau de particules en plancher, les dimensions sont différentes et les rives sont usinées avec deux rainures et deux languettes.

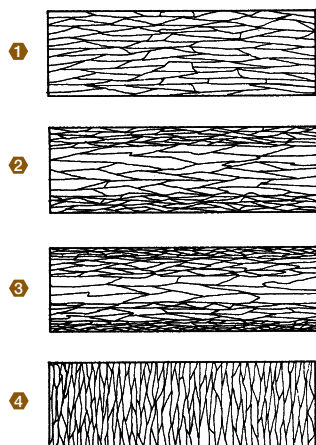


Figure 7.9 Types de panneau de particules

» Types de panneau

Il existe plusieurs types de conformation (couche de particules) des panneaux. Les plus courants sont :

- ❶ **monocouche** : panneau homogène dont les particules sont toutes du même gabarit,
- ❷ **trois couches** : Les deux couches externes sont formées des particules les plus fines, et la couche interne des plus grosses,
- ❸ **multicouche** : Les particules sont réparties sur cinq à sept couches, étant de plus en plus fines de l'intérieur vers l'extérieur,
- ❹ **extrudé** : panneau de forte épaisseur (jusqu'à 70 mm) dont les particules sont perpendiculaires aux faces. Afin de limiter le poids, des évidements tubulaires sont souvent présents.

» Classement

Les panneaux de particules sont définis dans la norme NF EN 312. Six types de panneaux sont déterminés :

- **P1** : panneau pour l'usage général, utilisé en milieu sec,
- **P2** : panneau pour l'agencement et le mobilier, utilisé en milieu sec,
- **P3** : panneau pour l'agencement intérieur exposé à l'humidité (salle de bain),
- **P4** : appelé **CTB-S**, panneau travaillant (plancher et cloison), également pour l'agencement et le mobilier. Mais utilisé en milieu sec,
- **P5** : appelé **CTB-H**, panneau travaillant (plancher, cloison, support de couverture), également pour l'agencement. Utilisé en milieu humide, la marque CTB-H est matérialisée par un marquage à l'encre verte,
- **ignifugé M1 et M2** : les particules de bois sont traitées au cours de la fabrication du panneau, lui permettant de résister un certain temps au feu,
- **le panneau de particules plaqué** : les faces sont recouvertes d'un placage de bois à but décoratif.

Les panneaux de particules ne peuvent pas être utilisés en milieu humide confiné ou en exposition directe aux intempéries.

» Le panneau mélaminé



Figure 7.10 Panneaux mélaminés

Les panneaux de particules surfacés mélaminés (PPSM) possèdent en surface une couche résistante et décorative. Ils sont constitués d'un panneau et de plusieurs feuilles de papier (imprimé du décor) imprégnées de résines thermodurcissables.

Les panneaux de particules mélaminés sont définis dans la norme NF B 54-113. Le revêtement mélaminé doit être résistant aux produits domestiques courants : alimentaires (chaud et froid) et de nettoyage (eau de javel, produit vaisselle, etc.).

Ils sont très utilisés en agencement pour les particuliers, les magasins, les bureaux, et en fabrication de mobilier bon marché (grande distribution, vente en kit). Afin de répondre à toutes les attentes esthétiques de la clientèle, une très grande variété de décors existe :

ton uni, aspect bois, pierre, métal et tissus. Il existe également des variétés de texture : mat, brillant, granité et avec les reliefs des bois. Suivant les modes et les tendances, des nouveaux modèles apparaissent régulièrement.

7.4 Le panneau de fibres



Figure 7.11 Panneaux de fibres MDF

Ce type de panneau est assez récent, la première fabrication industrielle débute en 1965 aux États-Unis et en 1986 en France. Plusieurs types de densité des fibres existent :

- tendre (SB),
- médium (MDF),
- et dur (HB).

Mais l'utilisation est la commercialisation du panneau **MDF (Medium Density Fiberboard)** est en constante expansion. Avec de nouvelles innovations telles que le médium teinté dans la masse, il est de plus en plus utilisé en agencement et en fabrication de mobilier.

Le panneau de fibres médium MDF

Le MDF est fabriqué par le procédé dit « à sec » : les billons de bois sont fragmentés en plaquettes. Puis, sous l'action de la vapeur

d'eau qui ramollit le bois, les plaquettes sont défibrées par des broyeurs. Les fibres de bois obtenues sont d'environ 1,5 mm.

Dans ce procédé, la cohésion du panneau est obtenue par collage des fibres avec des résines thermodurcissables. L'encollage des fibres est effectué par pulvérisation de la colle sous haute pression en fines gouttelettes.

Les fibres très humides (de vapeur et de colle) passent ensuite à grande vitesse dans un séchoir.

Puis c'est le pressage à chaud de la matière fibreuse, dont l'épaisseur (avant pressage) est de 15 à 20 fois celle du panneau final.

Les variations dimensionnelles du panneau de fibres sont de 0,3 % dans le sens de la longueur et de largeur et de 6 % en épaisseur. La masse volumique est d'environ 750 kg/m³.

» **Dimensions des panneaux MDF standards commercialisés**

• **Épaisseurs**: 3, 5, 6, 10, 12, 16, 19, 22, 25, 30, **35, 40, 45 et 50 mm**

• **Formats**: 2800 × 1850 mm, 3700 × 1850 mm et 2800 × 2070 mm

» **Types de panneau MDF**

Les panneaux MDF bruts sont définis dans la norme NF EN 316 et EN 622-1.

• **MDF standard**: usage courant en milieu sec, très utilisé en agencement et en fabrication de meuble.

• **MDF-LA**: panneau travaillant en milieu sec, utilisé en intérieur pour des éléments porteurs (plancher, étagère, plan de travail).

• **MDF-HLS**: panneau travaillant en milieu humide, utilisé en intérieur ou sous abri pour des éléments porteurs (lames de sol stratifiées pour salle de bain).

• **MDF haute densité HDF**: panneau avec une forte quantité de colle et de fibres, lui procurant une très grande résistance mécanique et une bonne qualité de finition à l'usinage. Très utilisé dans la fabrication des lames de sol stratifiées. La masse volumique est de 900 kg/m³.

• **MDF light LDF**: la masse volumique est de 600 kg/m³. Il existe en *ultra light* à 500 kg/m³. Utilisé lorsque le poids est un critère important (mobilier de caravane) ou pour faciliter la manutention (décors de théâtre, mobilier de magasin).

• **MDF ignifugé M1 et M2**: les fibres de bois sont traitées au cours de la fabrication du panneau.

- **MDF cintrable** : panneau standard dont une face est striée de rainures parallèles et régulières, lui procurant une très grande souplesse dans le sens des rainures. Ce panneau est conçu pour réaliser des pièces cintrées.

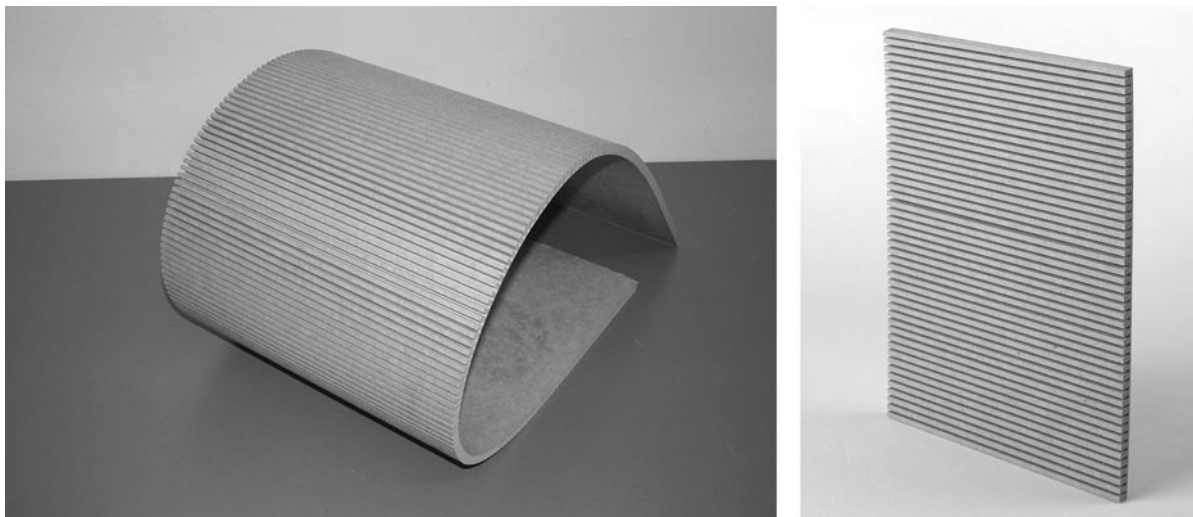


Figure 7.12 MDF cintrable

- **MDF teinté dans la masse** : la teinte dans la masse est obtenue grâce à un liant à base de résine colorée développée spécifiquement à cet effet. Une résistance mécanique 30 % supérieurs au MDF standard, pour un usage intérieur en milieu humide. Apparus en 2004, ces panneaux permettent des réalisations autrefois impossibles (sculpture en bas-relief), car quelque soit l'usinage, le panneau a la même couleur. ils ont donc été très vite utilisés par les créateurs en mobilier et en agencement. Les couleurs disponibles sont : rouge, noire, jaune, verte, bleue, marron, orange, grise et violette. Cette gamme de couleur est en constante progression et le panneau peut même être teinté sur commande. Existe en cintrable.

Figure 7.13 Chaise longue en MDF teinté : noir cintrable pour l'assise et rouge pour le piétement



- **Panneau de fibres plaqué** : les faces sont recouvertes d'un placage de bois à but décoratif.
- **MDF mélaminé** : procédé et utilisation identiques au panneau de particules mélaminé.

» **Panneaux de fibres tendres et durs**

Ils sont fabriqués par le procédé dit « humide » : le procédé de fabrication est identique à celui du MDF sauf que les fibres ne sont pas liées entre elles par une colle (donc une réduction des émanations de formaldéhyde), mais mises sous forme de pâte puis essorées et pressées à chaud (pour les panneaux durs). Lors de ce séchage, les fibres se lient entre elles et créent une cohésion du panneau par feutrage.

- **Le panneau de fibres tendres (SB)** : la masse volumique est d'environ 250 kg/m³. Les épaisseurs des panneaux varient de 8 à 30 mm. Ce type de panneau est utilisé comme panneau isolant au bruit d'impact (sous couche de revêtement de sol) et en isolant thermique.
- **Le panneau de fibres dures (HB)** : la masse volumique est d'environ 1000 kg/m³. Les épaisseurs des panneaux varient de 2 à 6 mm. Ce type de panneau possède une face lisse et une face tramée. Il est utilisé comme parement préfabriqué de porte plane, mais également (avec une face laquée blanche), comme fond de meuble (type caisson de cuisine).

7.5 Le stratifié

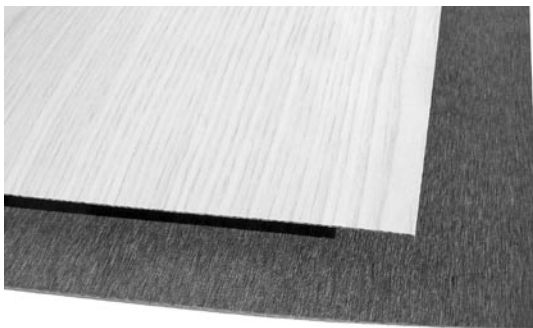


Figure 7.14 Le stratifié ;
faces recto et verso

Le stratifié est un fin revêtement décoratif de surface.

Le stratifié est fabriqué à base de plusieurs feuilles de papier kraft imprégnées de résine phénolique. En surface est ajoutée une feuille de papier sur laquelle est imprimé le décor, puis une surface transparente de protection. L'ensemble est pressé à haute température et ne dépasse pas 1,3 mm d'épaisseur.

Le stratifié est un matériau très cassant, il doit être obligatoirement collé sur un support. Tous les types de

panneau peuvent être utilisés comme support, mais c'est principalement le panneau de particules qui est retenu. Pour la stabilité du panneau, il est recommandé de coller du stratifié sur les deux faces.

» **Les stratifiés sont extrêmement résistants :**

- **aux produits domestiques et alimentaires** (chaud, jusqu'à 180 °C),
- **aux produits de nettoyage** (eau de javel, produit de vaisselle, etc.),
- **à l'abrasion** (usure, rayure et choc),
- **à la lumière** (rayonnement UV).

» **Types de stratifié**

- **Standard**
- **Ignifugé M1 et M2**
- **Postformable à chaud** : pour le coller en courbe sur un support.
- **Stratifié teinté dans la masse** : la résine est colorée, permettant ainsi d'obtenir des finitions identiques sur le chant et sur la face apparente.

Afin de répondre à toutes les attentes esthétiques de la clientèle, une très grande variété de décors existe. Les gammes de couleurs et de textures sont en général identiques à celle des panneaux de particules mélaminés (même fabricant).

7.6 Le formaldéhyde

Également appelé méthanal ou aldéhyde formique, le formaldéhyde est un gaz très présent dans notre environnement :

- » **soit d'origine naturellement,**
- » **soit d'origine combustible,**
- » **soit dans la composition de nombreux produits.**

Il rentre dans la fabrication des colles ; sous forme aqueuse (appelée formol), la majorité des panneaux dérivés sont collés à base de résines urée-formol ou mélamine-urée-formol, et dégagent donc des émanations de formaldéhyde dans l'atmosphère. Les plus forts émetteurs sont les panneaux de particules, de fibres et OSB non revêtus.

Nocivité du formaldéhyde

Tous ces produits sont présents dans notre habitat. Cet espace clos accroît la quantité de formaldéhyde présente dans l'air :

- » le seuil de perception de ce gaz est détecté par les personnes autour de **1 ppm** (partie par million présente dans l'air),
- » à partir de 0,3 ppm, certains individus peuvent ressentir des irritations aux yeux, au nez et à la gorge, et à partir de 5 ppm, à la trachée et aux bronches. Lors d'une exposition prolongée, des maux de tête, de la fatigue et des troubles du sommeil peuvent avoir lieu.

Le formaldéhyde peut provoquer des allergies :

- » en contact direct d'un matériau contenant du formaldéhyde, des allergies cutanées de type eczéma,
- » sous forme de vapeurs qui peuvent favoriser le développement de l'asthme.

Le formaldéhyde peut provoquer des cancers : le formaldéhyde a été classé en 2005 comme « cancérogène certain » par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC).

Protection des individus

Le ministère du travail (circulaire du 12/07/1993) a fixé **la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) à 0,5 ppm et la valeur limite d'exposition à court terme (VLCT) à 1 ppm**. Il appartient au chef d'établissement de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé des travailleurs (article L230-2 du code du travail).

Protection par réduction des valeurs présentes dans l'air :

- » l'installation d'une hotte aspirante au-dessus de la source d'émission de formaldéhyde et de son confinement permet de minimiser sa diffusion dans l'environnement de travail,
- » la ventilation générale dans les zones de stockage des panneaux permet de dissiper le formaldéhyde qui pourrait se libérer.

Équipements de protection individuelle :

- » protection oculaire : lunette fermée ou visière,
- » protection cutanée : gants et vêtements,
- » protection respiratoire : masque avec cartouche filtrante de type B et P3.

Le classement

Pour répondre aux attentes environnementales et de santé publique, la réduction du formol de nombreux composants est recherchée. Les fabricants des colles et des panneaux progressent sur la composition et sur la réduction de colle utilisée. Suite à des analyses d'échantillons, les panneaux sont classés suivant leurs teneurs et leurs émissions de formaldéhyde.

- » **La norme EN-13986 détermine un classement des panneaux suivant leurs teneurs en formaldéhyde :**
 - **les panneaux E2** contiennent 8 à 30 mg de formaldéhyde pour 100 g de panneau,
 - **les panneaux E1** contiennent une teneur inférieure à 8 mg, équivalent à une émission maximale de 0,1 ppm. **La classe E1 est le minimum obligatoire en France** depuis 2006,
 - **les panneaux E0,5** contiennent une teneur inférieure à 4 mg (pour les particules et OSB) ou à 5 mg (pour les MDF),
 - **les panneaux F4** contiennent une teneur inférieure ou égale à 0,3 mg/l.
- » **La certification CTB Air + est une certification française correspondant à la norme EN-13986 :** classe E1 ou E0,5 ou F4.
- » **La certification CARB P2** (California Air Resources Board) fixe une exigence des panneaux suivant leurs émissions de formaldéhyde.
- » **les panneaux CARB Phase2 :** mis en application depuis le 1^{er} janvier 2011, l'émission est limitée à 0,09 ppm pour les panneaux de particules et à 0,11 ppm pour les MDF (le 1^{er} janvier 2012 : 0,13 ppm pour les MDF minces).

Ces taux sont revus à la baisse régulièrement afin de pousser les industrielles à réduire leurs taux. Il faut savoir que le taux de 0 ppm est impossible car la fibre de bois contient naturellement du formaldéhyde.

Ce qu'il faut retenir

Les dérivés sont des panneaux à base de bois transformé sous des formes très diverses :

- » **le contreplaqué** : panneau constitué par la superposition croisée de couches de placage. Ces plis sont toujours en nombres impairs,
- » **le latté** : identique au contreplaqué sauf que le pli central est constitué d'une multitude de lattes juxtaposées,
- » **le panneau OSB** : panneau à lamelles orientées. Le bois est tranché en fines lamelles. Très grande résistance mécanique,
- » **le panneau de particules** : appelé également **aggloméré**, le panneau est constitué d'un mélange de fins copeaux et de colle,
- » **le panneau de fibres** : le MDF est fabriqué à base de bois broyé pour obtenir des fibres, et de la colle,
- » **le stratifié** : fin revêtement décoratif de surface. Il est fabriqué à base de plusieurs feuilles de papier kraft imprégnées de résine.

Les panneaux sont disponibles souvent en plusieurs types :

- » pour un milieu sec,
- » pour un milieu humide,
- » pour l'extérieur, exposés aux intempéries,
- » pour panneaux travaillants (exposés à la charge, planchers),
- » ignifugés M1 et M2,
- » recouverts d'un décor : mélaminé ou placage,
- » panneaux souples afin d'être cintré (contreplaqué et MDF).

Les panneaux peuvent cumuler plusieurs types ; par exemple, l'OSB 3 est un panneau travaillant en milieu humide. Quelle que soit la situation, un panneau existe.

D'autres sont très spécifiques :

- » le stratifié (revêtement décoratif),
- » MDF teinté dans la masse,
- » MDF à forte densité (HDF) ou light (LDF).

Le formaldéhyde :

C'est le problème majeur des panneaux dérivés, car ils sont pour une très grande majorité collés avec des colles contenant du formol. Ce formol dégage des vapeurs de formaldéhyde, irritantes, parfois allergisantes et cancérigènes (à forte dose et sur une longue période).

Les fabricants progressent sur la composition et sur la réduction de colle utilisée. Cela aboutit à un classement des panneaux suivant leur taux d'émission.

Testez vos connaissances



1. Quelle est la différence entre un contreplaqué et un latté :

-

2. Les plis du contreplaqué sont toujours :

- a en nombre impair et croisés à 90°
- b en nombre impair et collés dans le même sens
- c en nombre pair et croisés à 90°

3. Quel type de panneau OSB est adapté au milieu humide :

- a OSB 1
- b OSB 3

4. À quel milieu sont destinés les panneaux CTB-H :

-

5. Quelle est la caractéristique physique du MDF cintrable :

-

6. Quels sont les avantages d'un panneau de particules recouvert d'un stratifié par rapport à un panneau mélaminé :

-

7. Quelle est la forme aqueuse du formaldéhyde :

- a le formal
- b le déhyde
- c le formol

8. Quelle valeur limite (VME) de formaldéhyde est tolérée sur un poste de travail :

- a 5 ppm
- b 0,05 ppm
- c 0,5 ppm

Partie 2

Les ouvrages

Les assemblages

chapitre 8

Dans les métiers du bois, nous sommes souvent confrontés à des clients qui représentent l'ouvrage par un simple croquis. Il nous incombe alors de réaliser les plans et de déterminer le type d'assemblage le mieux approprié, tout **en conservant l'esthétique et en garantissant la solidité de l'ouvrage** à fabriquer.

8.1 Les assemblages, généralités

143

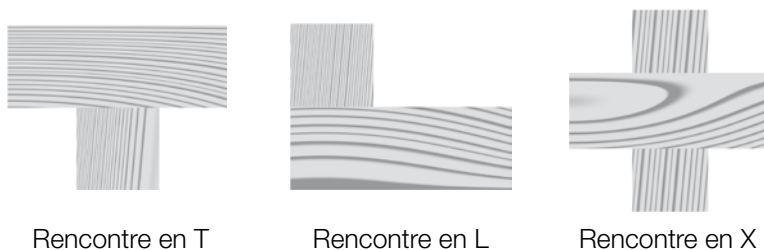
Lors de l'assemblage de deux pièces, l'orientation de la fibre du bois détermine le choix de l'assemblage. Les assemblages, appelés également **liaisons**, peuvent être classés en trois familles :

- » les assemblages de rencontre,
- » les assemblages d'élargissement et d'épaississement,
- » les assemblages d'allongement.

Les assemblages de rencontre

Les fibres du bois des pièces ne sont pas dans le même sens, elles peuvent se rencontrer sous la forme d'un **T**, d'un **L** ou d'un **X**, l'angle est souvent à 90° mais peut être aussi oblique.

Figure 8.1 Types de rencontre



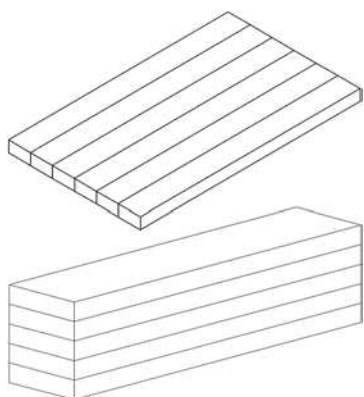


Figure 8.2 Assemblages d'élargissement et d'épaissement

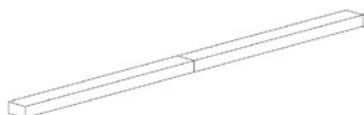


Figure 8.3 Assemblage d'allongement

Les différents assemblages sont :

- » les tenons et mortaises,
- » les enfourchements,
- » les assemblages à mi-bois,
- » les assemblages par tourillon et par lamelle,
- » les assemblages à coupe d'onglet,
- » les assemblages par queue-d'aronde,
- » par vis, pointe ou vis de rappel.

Les assemblages d'élargissement et d'épaissement

Les pièces de bois sont assemblées avec leurs fibres dans le même sens. Les pièces sont soit côte à côte pour être plus larges (élargissement), soit superposées pour être plus épaisses (épaissement).

Les différents assemblages sont :

- » les assemblages à plat joint,
- » les assemblages par embrèvement,
- » les assemblages par tourillons ou lamelle,
- » par vis, pointe ou ferrure d'assemblage.

Les assemblages d'allongement

Les pièces sont assemblées bout à bout afin d'obtenir une plus grande longueur.

Les différents assemblages sont :

- » les assemblages spécifiques (exemple : le trait de Jupiter),
- » les entures,
- » les assemblages par embrèvement,
- » les assemblages par tourillons ou par clé.

8.2 Les assemblages de rencontre

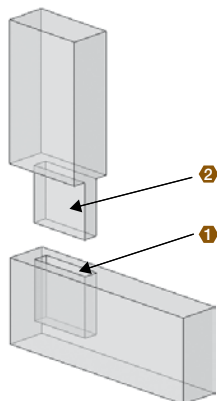


Figure 8.4 Le tenon et la mortaise

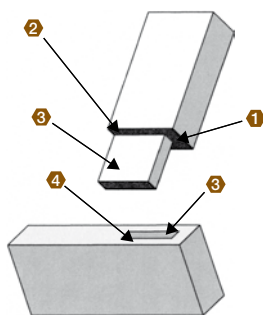


Figure 8.5 Terminologie des différentes parties du tenon et de la mortaise

- ❶ L'épaulement ❸ La joue
- ❷ L'arasement ❹ L'about

Les tenons et mortaises

Ces assemblages sont des liaisons de rencontre en T ou en L. Ce sont des assemblages traditionnels pour la fabrication d'une structure en bois massif.

L'assemblage comprend deux pièces :

- ❶ la pièce femelle : celle portant la mortaise,
- ❷ la pièce mâle : celle portant le tenon.

Lors de la réalisation de la mortaise, sa largeur dépend de celle de l'outil utilisé (le bédane ou l'outil de la mortaiseuse). Puis on peut réaliser le tenon, qui lui doit être ajusté sur la largeur de la mortaise.

La largeur de la mortaise correspond au tiers de l'épaisseur de la pièce (cette valeur est arrondie suivant la largeur des outils, souvent de nombre pair : 6, 8, 10, etc.). La longueur du tenon est toujours inférieure à la profondeur de la mortaise, cette différence laisse un espace nécessaire pour la colle, et permet de conserver l'arasement en contact lors des variations dimensionnelles du bois.

Pour des raisons d'esthétique, on évite de faire déboucher la mortaise de l'autre côté de la pièce, on dit alors qu'elle est **borgne**. Dans le cas contraire, on dit que la mortaise est **traversante ou débouchant**.

Le chevillage

Autrefois les assemblages à tenon et mortaise étaient « verrouillés » par l'ajout des chevilles en bois. Elles traversaient perpendiculairement les joues de la mortaise et le tenon. Aujourd'hui, les chevilles peuvent être métalliques, mais les assemblages sont généralement maintenus en place par l'effet de la colle. Le chevillage en bois est encore employé en charpente traditionnelle.

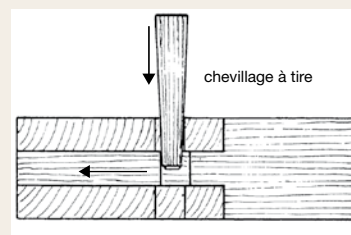


Figure 8.6 Le chevillage

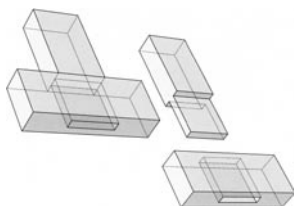


Figure 8.7

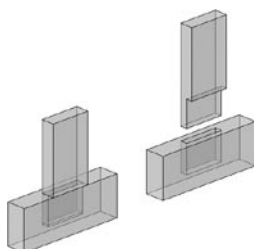


Figure 8.8

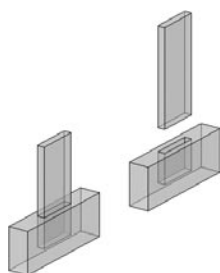


Figure 8.9

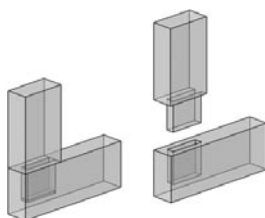


Figure 8.10

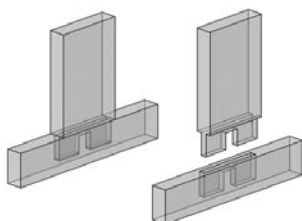


Figure 8.11

Tenon et mortaise débouchant (fig. 8.7)

- » Rencontre en T ou en L, débouchant ou non.
- » Les deux pièces ont une épaisseur identique.

Tenon bâtard et mortaise (fig. 8.8)

- » Rencontre en T ou en L, débouchant ou non.
- » La pièce mâle est moins épaisse, le tenon possède un arasement uniquement d'un seul côté.

Tenon et mortaise à vif (fig. 8.9)

- » Rencontre en T ou en L, rarement débouchant.
- » La pièce mâle est beaucoup moins épaisse, le tenon ne possède aucun arasement.

Tenon et mortaise avec épaulement (fig. 8.10)

- » Rencontre en L, rarement débouchant.
- » L'épaulement doit mesurer au minimum 8 mm, il permet de conserver les deux abouts de la mortaise. En son absence, l'assemblage devient alors un enfourchement.
- » Il est possible de pratiquer un renfort de cet épaulement, afin de retrouver le maximum de résistance en torsion.

Tenon et mortaise avec épaulement central (fig. 8.11)

- » Rencontre en T ou en L, non débouchant.
- » Lorsque la pièce mâle a un tenon d'une largeur importante, la pièce femelle est alors affaiblie par une trop grande mortaise. Pour la renforcer, on maintient les joues de la mortaise avec un épaulement central.

Doubles tenons et mortaises (fig. 8.12)

- » Rencontre en T ou en L, débouchant ou non.
- » Les pièces ont une épaisseur importante et identique.
- » La largeur des mortaises correspond au cinquième de l'épaisseur de la pièce.

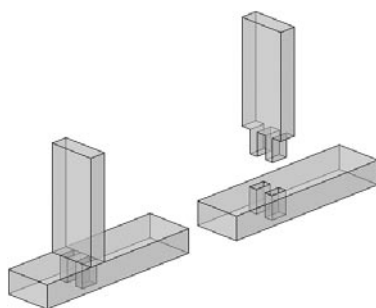


Figure 8.12

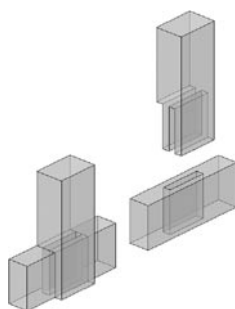


Figure 8.13

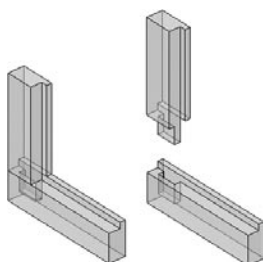


Figure 8.14

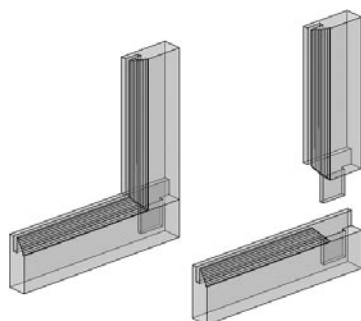


Figure 8.15

Tenon et mortaise avec flottage extérieur (fig. 8.13)

- » Rencontre en T ou en L, débouchant ou non.
- » La pièce mâle est plus épaisse que l'autre.
- » La partie située sur l'extérieur s'appelle le flottage.

Tenon et mortaise avec raccord de profil

- » **Le raccord d'une feuillure** (fig. 8.14), un arasement est plus en avant que l'autre, il est dit en « **avancement d'arasement** ».
- » **Le raccord des moulures par coupe d'onglet** (fig. 8.15) est obtenu par un avancement de l'arasement de la valeur de la rainure ; les deux moulures sont reliées entre elles par une coupe d'onglet (deux pentes à 45°). La rainure est alignée sur la mortaise.
- » **Le raccord des moulures par contre-profil** (fig. 8.16) est obtenu par la réalisation dans l'arasement de la forme en négatif de la moulure. Le raccord de ses deux formes (moulure et contre-profil) donne l'aspect d'une coupe d'onglet.

Remarque

Le **tenon** est parfois remplacé par une simple languette, collée dans la rainure.

Cet **assemblage** est très utilisé dans la fabrication industrielle car il est très rapide à exécuter.

Tenon et mortaise avec flottage d'onglet (fig. 8.17)

- » Cet assemblage relativement complexe associe la résistance du tenon mortaise et l'esthétique de la coupe d'onglet.

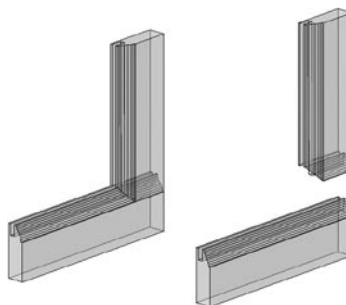


Figure 8.16

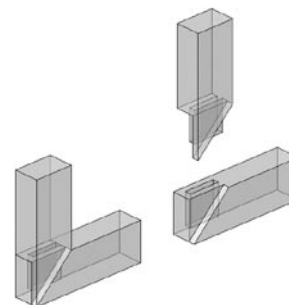


Figure 8.17

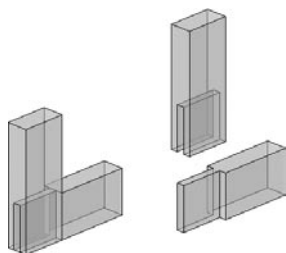


Figure 8.18

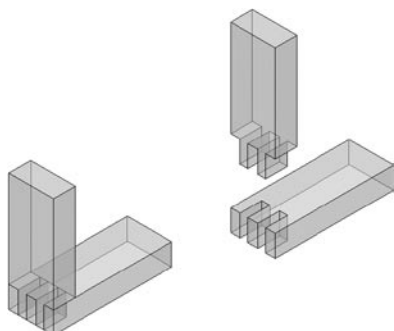


Figure 8.19

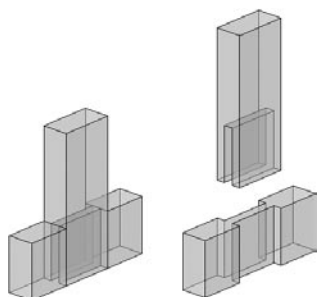


Figure 8.20

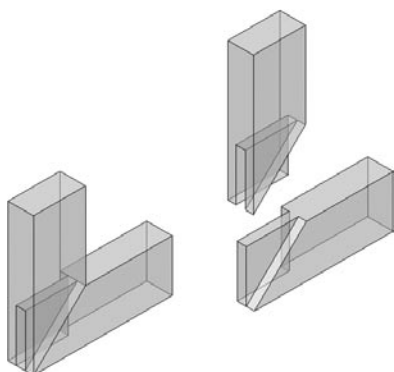


Figure 8.21

Les assemblages par enfournement

L'enfournement est un assemblage rapide à réaliser, le maintien de cet assemblage est assuré par la colle.

Enfournement en L (fig. 8.18)

- » Les pièces ont une épaisseur identique.
- » Les largeurs des entailles correspondent au tiers de l'épaisseur des pièces.

Enfournement double en L (fig. 8.19)

- » Les pièces ont une épaisseur importante et identique.
- » Les largeurs des entailles correspondent au cinquième de l'épaisseur des pièces.
- » Lorsque les pièces sont larges et d'épaisseur faible, on peut parler de **queues droites**.

Enfournement en T (fig. 8.20)

- » Les pièces peuvent avoir une épaisseur et une largeur différentes.

Enfournement avec flottage d'onglet (fig. 8.21)

- » Cet assemblage associe la résistance de l'enfournement et l'esthétique de la coupe d'onglet.
- » De nombreuses variantes existent pour ce type d'assemblage.

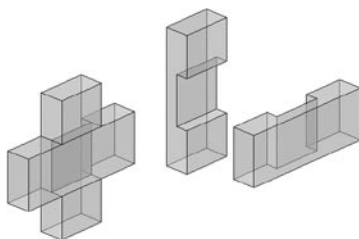


Figure 8.22

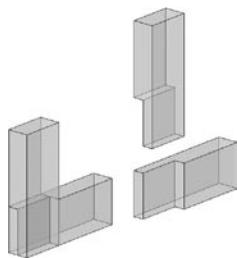


Figure 8.23

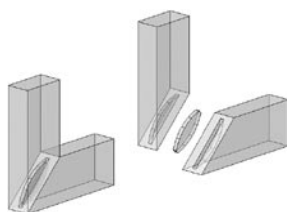


Figure 8.24

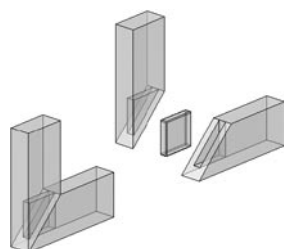


Figure 8.25

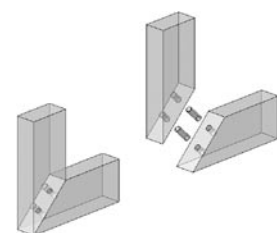


Figure 8.26

Les assemblages à mi-bois

Les assemblages à mi-bois sont très rapides à exécuter ; ils consistent simplement en la réalisation d'une entaille de la moitié de l'épaisseur sur chacune des pièces. Pour la tenue de cet assemblage, la qualité des entailles est essentielle, car pour un collage de qualité, il est indispensable d'avoir un contact parfait entre les pièces.

Assemblage à mi-bois en X (fig. 8.22)

- » La profondeur des entailles **correspond à la moitié de l'épaisseur des pièces.**
- » Elles peuvent être assemblées suivant un angle oblique, on l'appelle alors **Croix de Saint-André.**

Assemblage à mi-bois en L (fig. 8.23)

- » Aucune résistance mécanique. L'assemblage ne tient que par le collage.

Les assemblages à coupe d'onglet

L'assemblage à coupe d'onglet est uniquement une liaison de rencontre en L. Le choix de cet assemblage est principalement esthétique. La liaison des pièces est généralement assurée par l'apport d'une pièce d'assemblage (tourillon, lamelle, clé, etc.).

Coupe d'onglet par clé (fig. 8.24)

- » Également appelé **pigeon, faux tenon** ou encore **tenon rapporté**. Le faux tenon est, lui, posé perpendiculairement à la coupe d'onglet.

Coupe d'onglet par lamelle (fig. 8.25)

- » Assemblage très rapide à exécuter, la lamelle est posée avec une machine portative spécifique

Coupe d'onglet par tourillon (fig. 8.26)

- » Assemblage rapide à exécuter, nécessitant uniquement des perçages.
- » Un espace entre le bout du tourillon et le fond du perçage est nécessaire pour laisser une place à la colle.

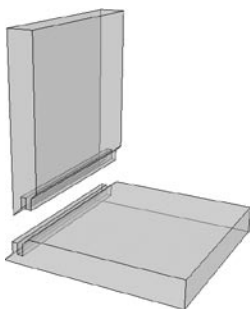


Figure 8.27

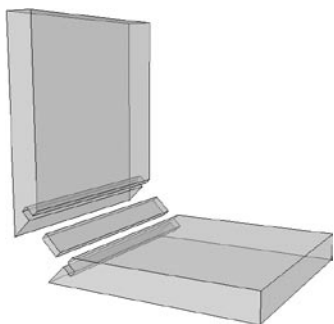


Figure 8.28

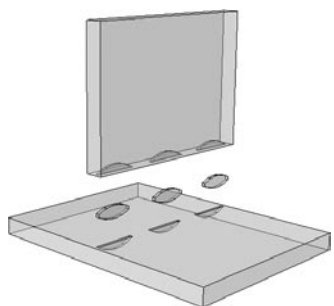


Figure 8.29

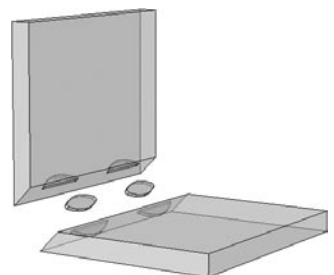


Figure 8.30

Les assemblages de pièces larges ou de panneaux dérivés

Les assemblages sont orientés dans le sens de la longueur des liaisons.

Assemblage de panneau par rainure et languette avec flottage d'onglet (fig. 8.27)

- » Appelé également **assemblage à onglet verrouillé**.
- » L'assemblage est réalisé à la toupie avec le même outil et le même réglage, pour les deux pièces.

Assemblage de panneau par languette rapportée (fig. 8.28)

- » L'assemblage à languette rapportée est également appelé **assemblage à fausse languette**.
- » Cet assemblage est rapide à exécuter. La languette est souvent réalisée en contreplaqué.

Assemblage de panneau par lamelle (fig. 8.29 et 8.30)

- » Assemblage de rencontre en L ou en T.

Assemblage de panneau par tourillon (fig. 8.31 et 8.32)

- » Assemblage de rencontre en L ou en T.

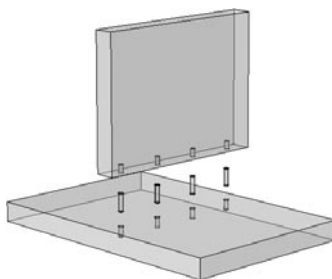


Figure 8.31

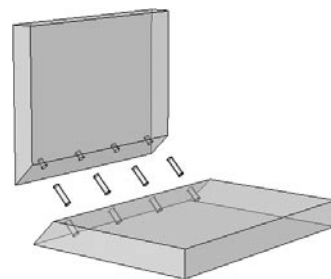


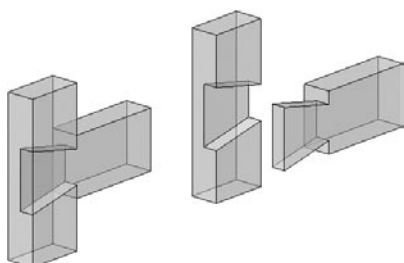
Figure 8.32

Les assemblages à queue-d'aronde

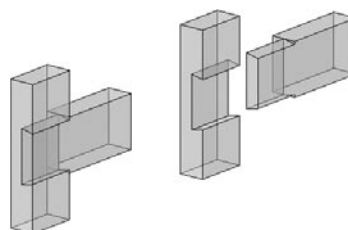
Assemblage traditionnel, la présence des pentes assure un très bon maintien des pièces entre elles. La pente de la queue-d'aronde est de 78° . Cet angle correspond à la diagonale d'un rectangle ayant un rapport de 1 sur 5.

Cet assemblage est très résistant, car par simple effet mécanique, les pentes de la queue se coincent naturellement dans son entaille.

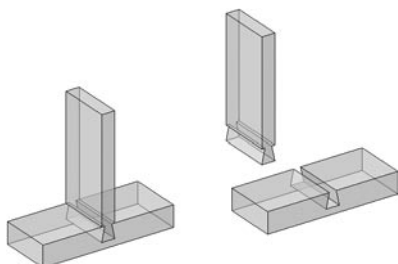
Assemblage à queue-d'aronde sur le plat (fig. 8.33)



Assemblage à queue-d'aronde sur chant (fig. 8.34)



Assemblage à queue-d'aronde sur la largeur de la pièce (fig. 8.35)



Assemblage à queue-d'aronde en L, débouchant (fig. 8.36)

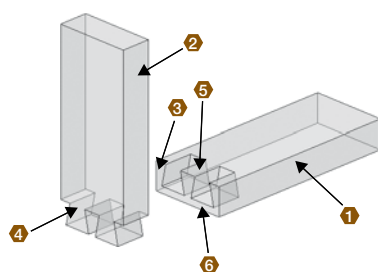
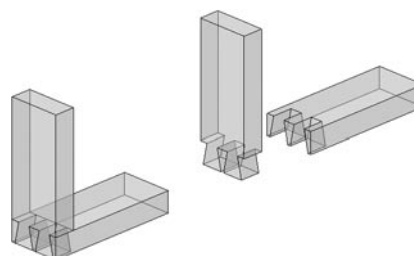


Figure 8.37 Assemblage à queue-d'aronde en L, recouverte

Assemblage à queues-d'aronde en L, recouvertes

- ❶ Partie femelle (sur un tiroir, c'est la façade)
- ❷ Partie mâle (sur un tiroir, c'est le côté)
- ❸ La joue
- ❹ La queue
- ❺ Le tenon (ou interqueue)
- ❻ Le recouvrement

Les queues-d'aronde peuvent également être recouvertes sur les deux faces par une épaisseur de bois ajustée à coupe d'onglet.

Tiroir traditionnel à queues-d'aronde recouvertes

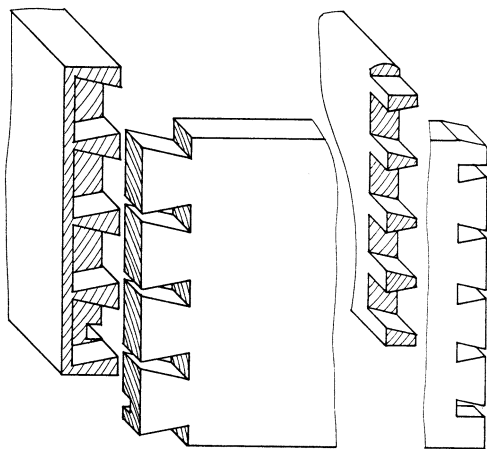


Figure 8.38 Tiroir à queues-d'aronde

- » Cet assemblage est très approprié pour la conception d'un tiroir traditionnel ; pour cela, on oriente les pentes des queues-d'aronde dans le sens de traction du tiroir. La pièce femelle est la façade du tiroir, il est donc nécessaire de cacher le bout de la queue-d'aronde. Pour cela, on conserve une épaisseur de bois d'environ 5 mm, appelée **recouvrement**.
- » Lorsque la pièce atteint une certaine largeur, on augmente le nombre de queues et on obtient alors un tenon entre les queues (appelé également **interqueue**).
- » Cet assemblage est très long à réaliser manuellement, néanmoins, il peut également être réalisé à l'aide d'une machine spécifique.

8.3 Les assemblages d'élargissement et d'épaississement

Les pièces de bois sont assemblées dans le sens des fibres. Il est toujours préférable, pour obtenir une pièce large ou épaisse, de la réaliser par association de plusieurs pièces, plutôt qu'avec une seule pièce, car les déformations liées au changement hydrométrique du bois seront nettement réduites.

Les assemblages à plat joint

Dans le sens des fibres du bois, la colle a un très bon pouvoir d'accroche. Il est donc possible de maintenir deux pièces entre elles uniquement par l'effet du collage. Pour cela, il faut :

- » Une surface des pièces très planes ; pas de vrillage et des ondes d'usinage de faible dimension.
- » Absence de produit ou de trace, pouvant réduire l'imprégnation de la colle dans le bois.
- » Vérifier la capacité de l'essence de bois choisit, à absorber les produits de collage. L'imprégnabilité des essences des bois est définie en 4 classes, suivant la norme EN 350-2.

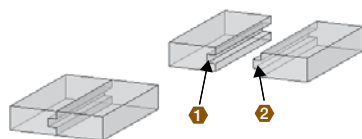


Figure 8.39 Embrèvement à rainure et languette

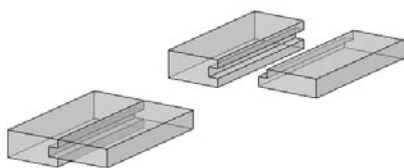
Embrèvement à rainure et languette

❶ Partie femelle : la rainure

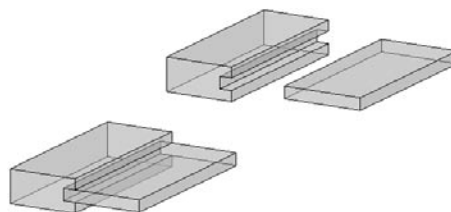
❷ Partie mâle : la languette

- » Un espace entre la rainure et la languette est nécessaire pour laisser une place à la colle et pour absorber les variations dimensionnelles du bois.

Embrèvement bâtard (fig. 8.40)

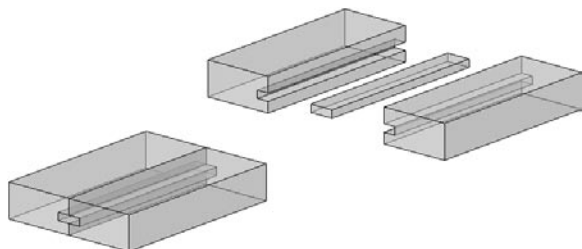


Embrèvement à vif (fig. 8.41)



- » Utilisé pour assembler un panneau de fine épaisseur dans un cadre, ou pour le fond d'un tiroir avec les côtés.

Embrèvement à languette rapportée (fig. 8.42)



Embrèvement à double rainure et languette (fig. 8.43)

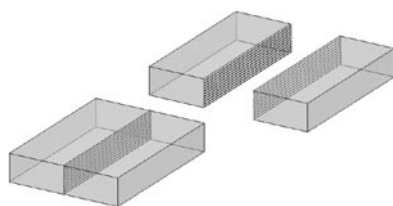
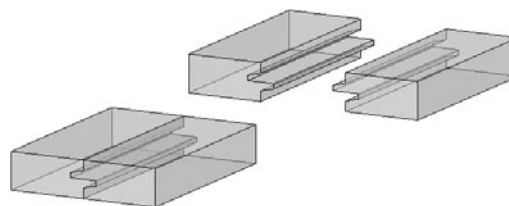


Figure 8.44 Embrèvement à denture

Embrèvement à denture (fig. 8.44)

- » Appelé également **assemblage en dents de scie** ou **entures multiples**.

Remarque

Les assemblages par tourillon et par lamelle peuvent également être utilisés.

8.4 Les assemblages d'allongement

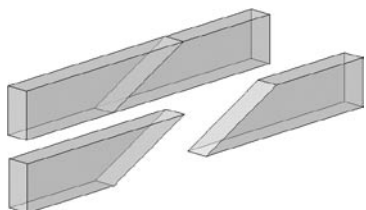


Figure 8.45 Enture en sifflet à plat joint

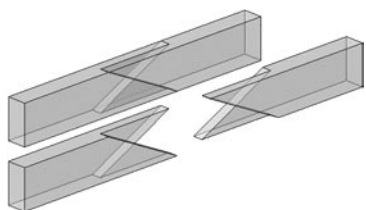


Figure 8.46 Enture en sifflet à mi-bois

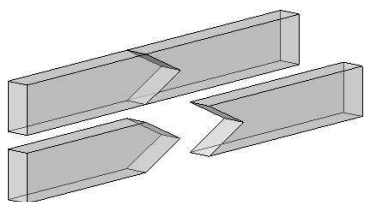


Figure 8.47 Enture en double sifflet

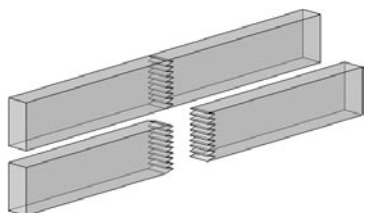


Figure 8.48 Enture multiple

Les pièces sont assemblées bout à bout, leurs fibres sont orientées dans le même sens. Cela permet d'obtenir des pièces de plus **grande longueur**, ou pour assembler des **pièces cintrées**. Ces assemblages sont couramment appelés **enture**.

Enture en sifflet

- » La coupe dite **en sifflet** consiste à faire deux coupes biaisées longues, pour que le contact entre les deux pièces soit le plus possible dans le sens du fil du bois, ceci, afin d'augmenter la surface de contact de la colle et de favoriser son adhérence. C'est un assemblage très utilisé en restauration de meuble. Exemple : la partie basse d'un pied qui doit être remplacé car il est trop abîmé.
- » **Les entures en sifflet** (fig. 8.45) peuvent être à plat-joint ou renforcées ; par tourillon, par tenon rapporté (ou clé), ou par lamelle.
- » **L'enture en sifflet à mi-bois** (fig. 8.46) est faite de deux coupes biaisées se contrariant, renforcées par le collage des plats du mi-bois.
- » **L'enture en double sifflet** (fig. 8.47), par sa forme en V, porte l'intérêt que les pièces ne peuvent pas *glisser* entre elles.

Assemblage par enture multiple (fig. 8.48)

- » Assemblage rapide à réaliser, par profilage à la toupie. Très utilisé en charpente moderne.

Assemblage par embrèvement ou enfourchement

- » Les pièces peuvent être assemblées par enfourchement (simple, double, ou multiple), par rainure et languette, ou par languette rapportée.

Assemblage par tourillons ou par clé

- » Les pièces sont en contact en bois de bout, l'utilisation d'une pièce d'assemblage est obligatoire. Cela peut être par tourillon, par tenon rapporté (ou clé), ou par lamelle.

Ce qu'il faut retenir

Les assemblages sont réalisés par enlèvement de matière, permettant l'association de deux pièces différentes, quelle que soit l'orientation du veinage. Par souci de rapidité d'exécution et d'économie de matière, les pièces sont parfois assemblées à l'aide d'une pièce rapportée : tourillon, lamelle, languette ou tenon rapporté, vis, pointe ; ou par ferrure d'assemblage.

Choix d'un assemblage

Pour un même cas de figure, il existe une multitude d'assemblages disponibles. Lors de la conception de l'ouvrage, le choix de l'assemblage se fait selon les critères suivants :

- » sa rapidité d'exécution (donc son coût de revient),
- » son apparence esthétique,
- » sa résistance mécanique.

Les assemblages spécifiques pour les ouvrages en bois massif

Certains assemblages ne peuvent pas être utilisés pour assembler des panneaux dérivés. Ces assemblages exclusifs au bois massif sont :

- » les assemblages à tenon et mortaise et les enfourchements,
- » les assemblages à mi-bois,
- » les assemblages à queue-d'aronde,
- » les assemblages d'allongement.

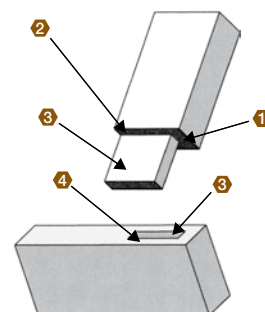
Testez vos connaissances

1. Nommez les différentes parties d'un tenon et d'une mortaise :

- 1
- 2
- 3
- 4

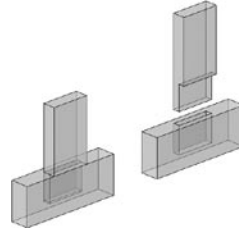
2. Décrivez la méthode pour définir la largeur d'une mortaise :

-



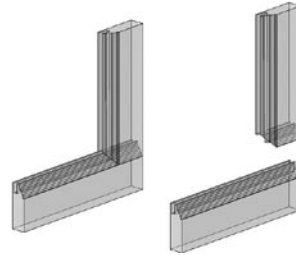
3. Nommez l'assemblage suivant :

-



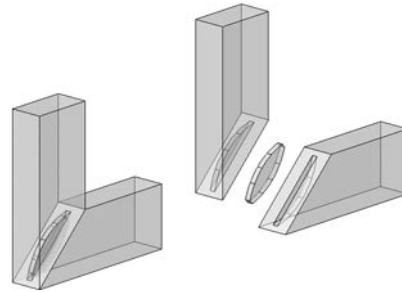
4. Nommez l'assemblage suivant :

-



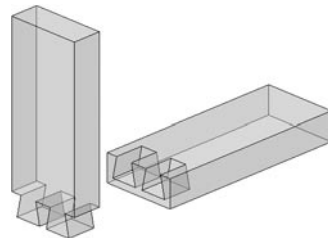
5. Nommez l'assemblage suivant :

-



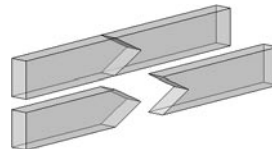
6. Nommez l'assemblage suivant :

-



7. Nommez l'assemblage suivant :

-



8.5 Les moulures

Les moulures sont des ornements en creux ou en saillie qui contribuent à la décoration générale d'un ouvrage.

On appelle **le profil de la moulure** la vue de la section perpendiculaire de cette moulure.

Les moulures sont dessinées avec des formes géométriques simples ; une portion de l'arc d'un cercle, une pente, un angle droit, ou deux arcs de cercle opposés se raccordant.

Les moulures sont généralement exécutées avec la toupie ou une défonceuse portable.

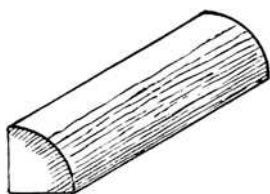


Figure 8.49 *Le quart-de-rond*

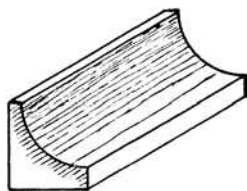


Figure 8.50 *Le congé*

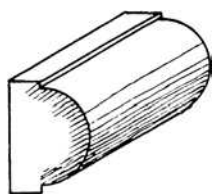


Figure 8.51 *Le boudin*

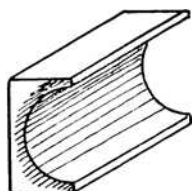


Figure 8.52 *La gorge*

Portion d'arc de cercle

Le quart-de-rond

- » La forme est un quart de cercle convexe.

Le congé

- » La forme est un quart de cercle concave.

Le boudin

- » La forme est un demi-cercle convexe.
- » Appelé également **tore**. Lorsqu'il est de petites dimensions, il s'appelle **baguette** ou **astragale**.

La gorge

- » La forme est un demi-cercle concave.

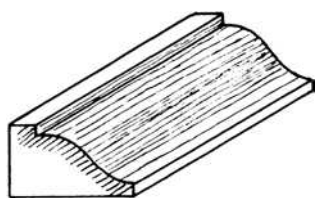


Figure 8.53 La doucine

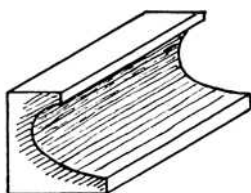


Figure 8.56 La scotie

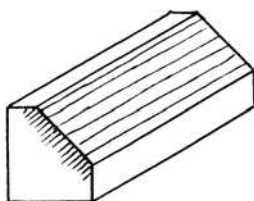


Figure 8.57 Le chanfrein

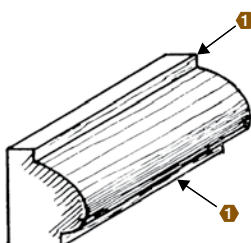


Figure 8.58 Le carré

Deux arcs de cercle

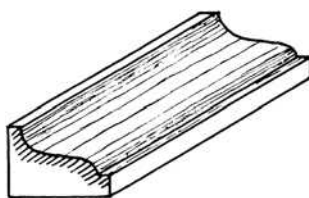


Figure 8.54 Le talon

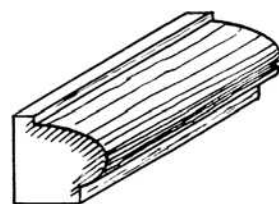


Figure 8.55 Le bec-de-corbin

La doucine

- » La forme est l'association de deux arcs de cercle tournant dans des sens opposés.

Le talon

- » La forme est identique à la doucine, sauf que les arcs de cercle sont dans l'autre sens.

Le bec-de-corbin

- » La forme est l'association de deux arcs de cercle tournant dans le même sens, mais de rayons différents.
- » Lorsque celui-ci est moins allongé, il s'appelle alors **bouvement**.

La scotie

- » La forme est identique au bec-de-corbin, sauf qu'elle est concave.

Pente et angle droit

Le chanfrein

- » La pente est généralement de 45°.

Le carré

- » Cette moulure possède deux **carrés** ❶. Un carré est une petite feuillure à but ornemental.

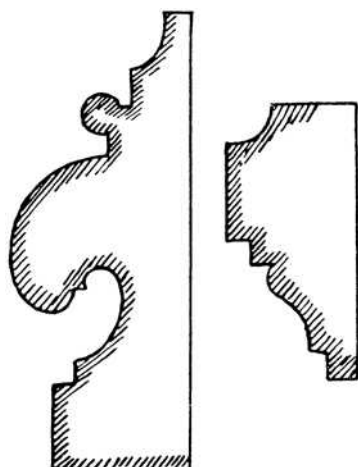


Figure 8.59 Moulures composées

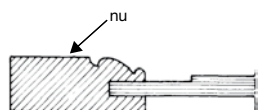


Figure 8.60 Moulure petit cadre

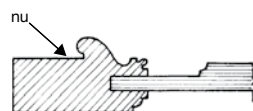


Figure 8.61 Moulure grand cadre

Moulures composées

Ces moulures simples peuvent être associées entre elles pour former des moulures composées (voire très complexes). Suivant les styles des meubles, les combinaisons varient.

Moulures, « grand cadre » et « petit cadre »

Moulure **petit cadre** signifie que la moulure ne dépasse pas l'épaisseur du cadre.

Moulure **grand cadre** signifie que la moulure est en saillie par rapport au parement du cadre.

Ce qu'il faut retenir

Les moulures sont dessinées avec des formes géométriques simples : une portion de l'arc d'un cercle, une pente, un angle droit, ou deux arcs de cercle opposés se raccordant (douce).

Les moulures composées sont l'association de plusieurs moulures, afin d'obtenir une forme plus complexe.

Choix d'une moulure

Le choix d'une moulure est uniquement fait sur un critère esthétique, souvent lié au style du meuble. Il ne faut pas oublier que dans certains cas, elles sont assez longues à réaliser.



Testez vos connaissances

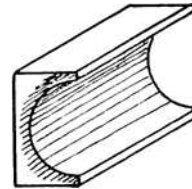


8. Nommez deux moulures fondées sur un quart de cercle :

-
-

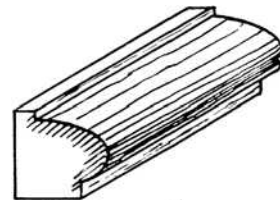
9. Nommez la moulure suivante :

-



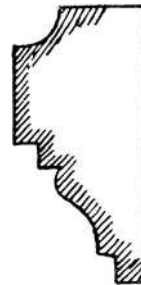
10. Nommez la moulure suivante :

-



11. Nommez, du haut vers le bas,
les moulures composant la moulure suivante :

-
-
-



Les ouvrages de menuiserie

chapitre 9

Les ouvrages de menuiserie se répartissent en trois grandes familles :

- » **les menuiseries extérieures** qui se divisent en deux sous-catégories :
 - **les fermetures de propriété** avec les portails, les portes de garage, les bâtis, les portes d'entrée, les portes secondaires et les volets,
 - **les ouvertures de propriété** avec les portes-fenêtres et les fenêtres,
- » **les menuiseries intérieures** avec les ouvrages suivants : **huisseries, portes palières, portes de séparation intérieures et escaliers,**
- » **les ouvrages d'agencement** avec les ouvrages suivants : parquet, revêtements de murs et mobilier d'agencement.

La liste des ouvrages que nous présenterons dans ce chapitre n'est pas exhaustive. Cependant, ils sont couramment fabriqués ou mis en œuvre en menuiserie.

9.1 Les menuiseries extérieures : les fermetures de propriété

Les portails et les portillons

Ces ouvrages ont pour fonction la clôture des propriétés. Le portail permet aux véhicules d'accéder à la propriété, et le portillon est destiné aux personnes.

Conditions à remplir:

- » être mobile,
- » interdire l'accès aux personnes, véhicules, animaux extérieurs à la propriété,
- » permettre le passage des personnes, des véhicules, d'objets,
- » être manœuvrable facilement,
- » assurer la sécurité des biens,
- » résister à la pluie, au soleil et aux chocs,
- » être esthétique.

Il existe de nombreux modèles de portails et de portillons. On trouve des portails à deux battants ou coulissants. Ils peuvent être motorisés ou non. Ils sont réalisés principalement en bois, en acier, en PVC, ou en aluminium.

Figure 9.1 Portail



Les portes de garage

Ces ouvrages ont pour fonction la fermeture des garages.

Conditions à remplir:

- » être mobile,
- » permettre le passage des personnes, des véhicules, des objets,
- » être manœuvrable facilement,
- » assurer la sécurité des biens,
- » résister aux intempéries et aux chocs.

Les portes basculantes : elles s'ouvrent verticalement et se logent sous le plafond. Possibilité de motoriser la porte.

Les portes sectionnelles : le tablier est divisé en panneaux de faible hauteur ; il coulisse entre deux rails verticaux, puis horizontaux. La porte se loge sous le plafond ce qui permet un gain de place. Possibilité de motoriser la porte.

Les portes coulissantes : elles sont guidées au sol par des sabots et au plafond par un rail en métal. Les panneaux sont articulés entre eux par des charnières. Une fois ouvertes, ces portes se logent contre un mur et elles laissent le passage complètement dégagé. L'un des vantaux s'ouvre à la manière d'un portillon.

Les portes à la française : elles sont composées de deux battants. Elles sont ferrées sur des gonds et elles s'ouvrent vers l'extérieur entraînant un encombrement sur l'extérieur. Possibilité de motoriser la porte.

Les portes à enroulement : les lames qui constituent la porte viennent s'enrouler autour d'un axe situé au dessus de la porte, ce qui permet d'avoir un espace complètement dégagé.

Ces portes sont fabriquées dans les trois matériaux suivants : bois, acier, PVC. Toutes ces portes peuvent intégrer un portillon et des hublots avec ou sans grille.

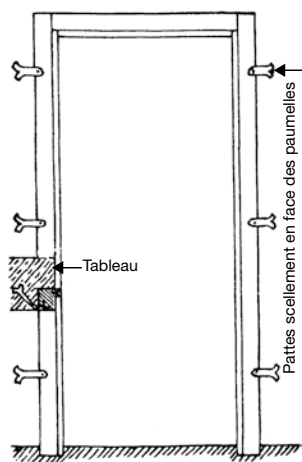


Figure 9.2 Bâti

Les bâtis

Ces ouvrages ont pour fonction de délimiter les ouvertures et permettre la pose d'éléments mobiles (portes d'entrée, fenêtres, portes-fenêtres).

C'est une menuiserie intérieure ou extérieure qui s'intègre dans une baie réalisée **dans les murs porteurs**. Ils sont fixés dans des réservations brutes.

Vocabulaire

Baie : ouverture pratiquée dans une façade de mur ou dans une charpente, destinée à recevoir un bâti de porte, de fenêtre ou de lucarne.

Les portes d'entrée

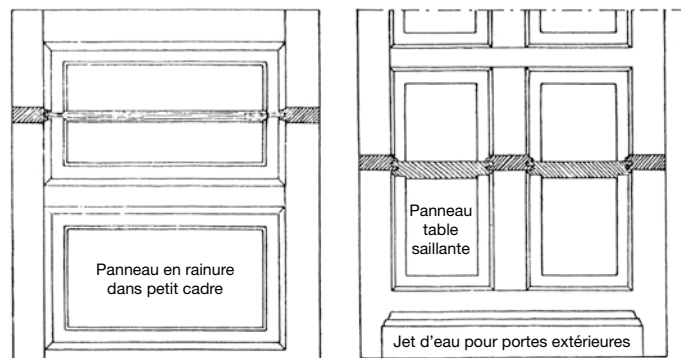
Ces ouvrages ont pour fonction la fermeture de l'entrée principale de la maison ou de l'immeuble.

Conditions à remplir:

- » être mobile,
- » permettre le passage des personnes,
- » assurer l'aération du local,
- » assurer l'isolation acoustique,
- » assurer l'isolation thermique,
- » résister à la pluie, au soleil et aux chocs,
- » assurer la sécurité des biens,
- » être esthétique.

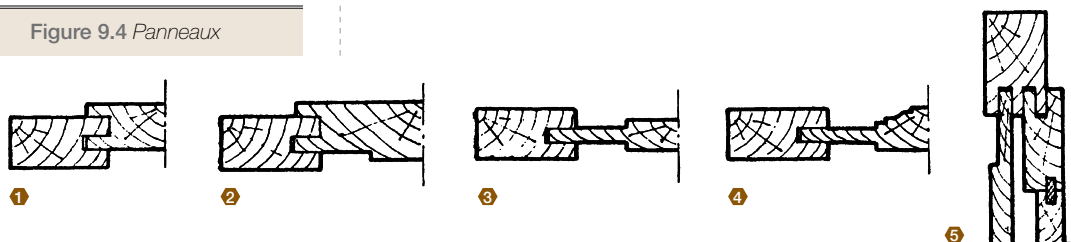
Les différents types sont définis ci-après.

Figure 9.3 Porte à panneau



Les portes à panneaux: Ces ouvrages se composent d'un cadre mouluré dans lequel les panneaux sont assemblés en rainure. Ces portes peuvent être installées à l'intérieur ou à l'extérieur. Dans ce dernier cas, elles sont assemblées de façon à éviter que l'eau s'infilte dans les joints et les rainures. Les panneaux qui servent de remplissage sont généralement en bois massif. Ils s'assemblent à table saillante ❶, à table saillante à plate bande ❷, à plate bande deux parements ❸, à plate bande moulurée ❹, à tablier (pour les portes cochères) ❺.

Figure 9.4 Panneaux



Les moulures

Les moulures petit cadre : elles sont prises dans l'épaisseur du cadre. Elles peuvent être à un parement ❶, à deux parements ❷ ou vitrées à parclose ❸.

Figure 9.5 Les moulures petit cadre



Les moulures grand cadre : elles sont en saillie du cadre. Elles peuvent être soit embrevées sur le cadre, soit tirées dans la masse. Elles peuvent être à un parement ❹, à deux parements ❺ ou vitrées à parclose ❻.

Figure 9.6 Les moulures grand cadre



Nota : on peut avoir une face grand cadre et l'autre face petit cadre ❼.

Figure 9.7 Les moulures une face grand cadre, l'autre face petit cadre



Les portes vitrées : elles se composent de montants et traverses, d'une seule vitre ou des plusieurs carreaux séparés par des petits bois. En fonction de la hauteur de la vitre, la partie basse de la porte peut être complétée par des panneaux. Ces portes peuvent être équipées d'une grille ou d'un volet de protection.

Les portes tierces : elles se composent d'une porte simple (pleine ou vitrée) et d'une partie supplémentaire, semi-fixe correspondant au tiers de la porte.

Les portes blindées : ce sont des portes pleines renforcées par une tôle de blindage en acier ou des portes vitrées qui possèdent un vitrage antieffraction (type verre feuilleté composée de deux verres collés avec entre ces deux éléments un film plastique). Généralement, sur ces portes, on trouve des organes de quincaillerie de sécurité (serrure trois points, barillet de sécurité, renforts de fiches).

Les matériaux utilisés pour ces portes sont le bois massif, le PVC, l'acier et l'aluminium.

Les dimensions des portes extérieures

HNB, LNB, HNP, LNP

Figure 9.8 Hauteur et largeur nominales de baie

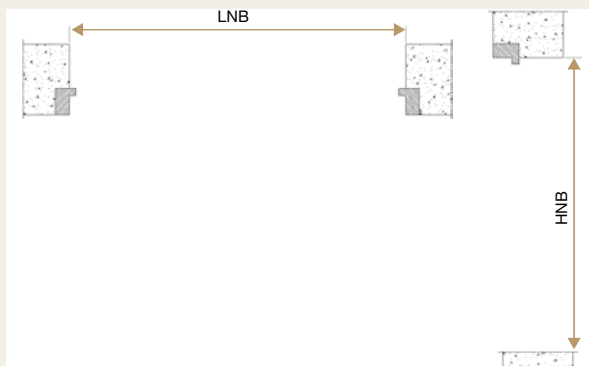
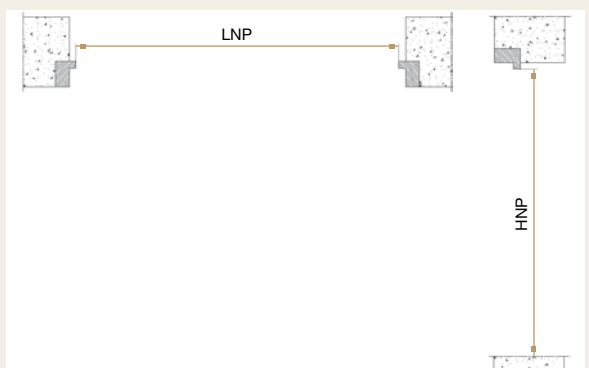


Figure 9.9 Hauteur et largeur nominales de passage



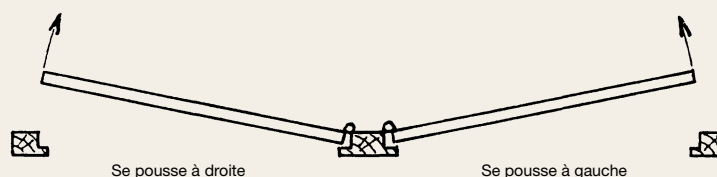
Hauteur nominale de baie et Largeur nominale de baie : ces dimensions sont la hauteur **HNB** et la largeur **LNB** du tableau extérieur, c'est-à-dire la hauteur de la baie du sol au linteau (cas pour une porte) ou de l'appui au linteau (cas pour une fenêtre) et la largeur entre deux jambages.

Hauteur nominale de passage et largeur nominale de passage : ces dimensions sont la hauteur **HNP** comprise entre le sol et la traverse du bâti et la largeur **LNP** comprise entre les montants du bâti.

Dimensions hauteur × Largeur (en mm) des portes d'entrée	
Passage (HNP et LNP)	En tableau (HNB et LNB)
2 000 × 800	2 030 × 860
2 000 × 900	2 030 × 960
2 150 × 800	2 180 × 860
2 150 × 900	2 180 × 960

Le sens d'ouverture des portes

Figure 9.10 Sens d'ouverture des portes



Le sens d'ouverture se détermine en poussant la porte depuis l'extérieur vers l'intérieur. Deux sens d'ouvertures existent, appelés **main gauche** et **main droite**. Une porte est dite main droite lorsque, placé dans le sens de l'ouverture (en poussant), les paumelles sont situées à droite et la poignée à gauche de la porte. L'ouverture main gauche se réalise dans les conditions inverses.

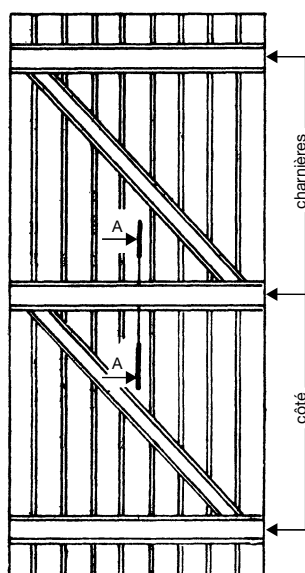


Figure 9.11 Portes à lames sur barres et écharpes



Figure 9.12 Barre à queue

Les portes secondaires

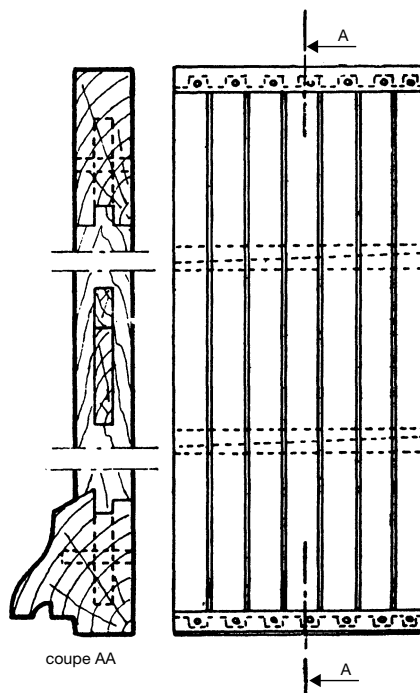
Les portes à lames: Ces portes ne comportent pas d'ossature, elles sont constituées de lames assemblées avec :

- » des barres et des écharpes qui maintiennent l'équerrage. Dans ce cas, les lames sont soit clouées soit vissées sur les barres,
- » des barres à queues qui permettent de réaliser un ensemble très solide sans clouage et sans écharpes.

Les portes à lames sur cadre menuisé: sur ces portes, les barres sont remplacées par un cadre menuisé assemblé à tenon et mortaise. Les panneaux sont constitués de lames prises en rainure, en feuillure ou simplement clouées sur le cadre.

Les portes sur clefs avec emboîtures: les lames sont assemblées à rainures et languettes et comportent à leurs extrémités des tenons afin de s'assembler dans une traverse (emboîture) haute et basse munie d'un jet d'eau. Pour maintenir cet assemblage, les lames sont chevillées. Des clefs en chêne remplacent les traverses intermédiaires et traversent toute la largeur de la porte par des mortaises débouchantes réalisées dans chaque lame. Les clefs sont de forme conique et s'enfoncent par paire, en sens contraire, ce qui permet d'obtenir un serrage efficace.

Figure 9.13 Porte sur clefs
avec emboîture



Les portes à « claire-voie » : certaines portes sont dites à « claire-voie », ce qui veut dire que les lames qui composent la porte ne sont pas jointives mais espacées. Ceci permet l'aération du local. Ces portes sont utilisées pour les caves, les portes d'annexe, etc.

Les volets

Ces ouvrages ont pour fonction de protéger les fenêtres et les portes-fenêtres de toute effraction, de faire de l'ombre durant les périodes chaudes et de protéger des regards depuis l'extérieur du bâtiment.

Conditions à remplir :

- » être mobile,
- » protéger de la pluie, du soleil et des regards extérieurs,
- » résister à la pluie, au soleil et aux chocs,
- » assurer la sécurité des biens,
- » être esthétique.

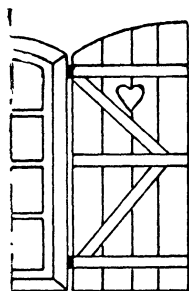


Figure 9.14 Contrevent

Contrevent : on désigne sous ce nom un volet constitué de lames de 20 à 24 mm d'épaisseur, renforcé de barres de 70 × 32 mm et d'une écharpe ou d'emboîtures. Les barres, qu'elles soient

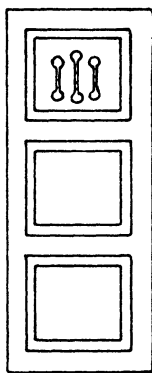


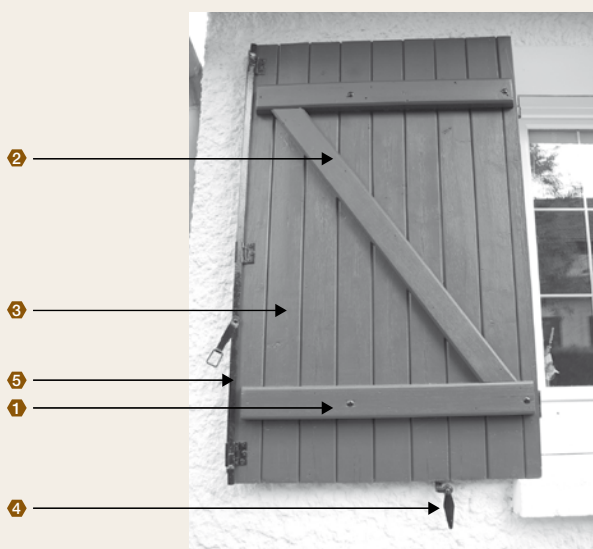
Figure 9.15 Volets

ordinaires ou à queues, doivent être situées à l'intérieur de la baie lorsque le contrevent est fermé. Cet ouvrage est ferré sur des gonds qui sont scellés dans le mur. La partie supérieure peut être agrémentée par un découpage permettant de laisser passer un peu de lumière. La fermeture est assurée par une barre basculante ou un simple crochet.

Volets : ces ouvrages sont constitués d'un cadre (section d'environ 80 × 32 mm), de panneaux à table saillante en chêne ou en sapin (épaisseur 24 mm). La partie supérieure peut être agrémentée par un découpage. Le joint de fermeture peut être soit à feuillure soit à gueule-de-loup. Ils se ferment comme les contrevents et se ferment au moyen d'une barre ou d'une espagnolette.

Figure 9.16 Vocabulaire des volets

- ❶ Barre
- ❷ Écharpe
- ❸ Lame
- ❹ Arrêt
- ❺ Espagnolette ou crémone



Volets brisés : le volet est divisé en parties verticales égales, appelées **brisures** ou **feuilles**, qui sont assemblées entre elles :

- » soit à **feuillure** avec des charnières rectangulaires,
- » soit à **noix ronde** avec des charnières spéciales coudées.

Chaque vantail est composé de deux ou trois brisures. Ces volets sont constitués de lames renforcées par une emboîture à chaque extrémité. En ce qui concerne les brisures, les volets se ferment sur une **tapée** ou sur les dormants prévus plus épais (on prévoit dans ce cas un maximum de deux brisures). Ils s'ouvrent en tableau et lorsqu'ils sont repliés, ils ne doivent pas dépasser le bord de la façade.

Calcul des brisures

Dans le cas d'un assemblage à feuilure :

- ❶ Déterminer le nombre de brisures
- ❷ Déterminer la largeur d'une tapée en comptant 25 mm par brisure.
- ❸ Déterminer la largeur d'une brisure :

On applique la formule : $B = (L + 10 \text{ mm} - 2T)/N$

B = brisures ; L = largeur de baie entre tableaux ;

T = largeur d'une tapée ; N = nombre de brisures.

Nota : les 10 mm ajoutés à la largeur de baie sont prévus pour le joint de fermeture.

Exemple : Pour une largeur de baie entre tableaux de 830 mm, nous désirons des volets brisés composés de 2 brisures par vantail (soit 4 brisures pour les deux vantaux).

Calcul de la largeur d'une tapée :

$$2 \times 25 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

Calcul de la largeur d'une brisure :

$$B = (830 + 10 - 2 \times 50)/4$$

$$B = (840 - 100)/4$$

$$B = 740/4$$

$$B = 185 \text{ mm}$$

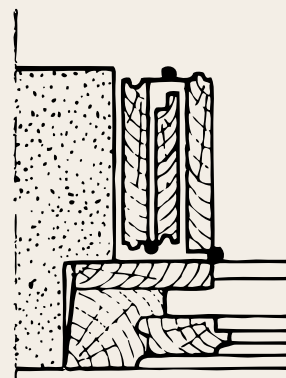


Figure 9.17a

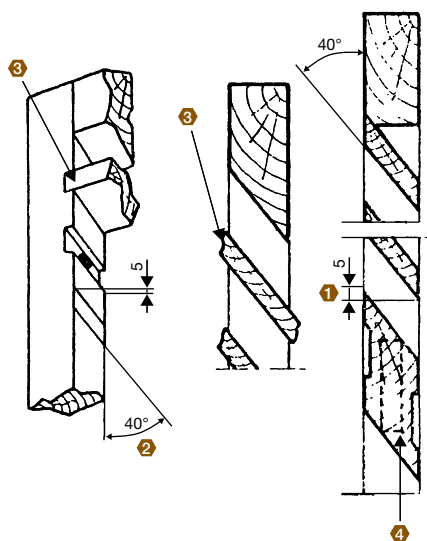


Figure 9.17b Détails d'une persienne

Persiennes

Ce sont des volets dont les panneaux sont remplacés par des lames horizontales inclinées. Ces lames permettent de faire obstacle aux rayons du soleil et à la pluie. Ce type de volet assure une bonne aération et une certaine vision à l'extérieur. Elles sont ferrées généralement de la même manière que les volets et comportent de nombreuses variantes.

Les persiennes ordinaires : composées de lames de 8 à 12 mm d'épaisseur, elles sont séparées par des écartements réguliers. Les lames se recouvrent mutuellement de 5 à 6 mm ❶. Afin de recevoir les lames, les montants du cadre sont entaillés suivant un angle de 40° ❷ et de telle façon que la pente soit dirigée vers l'extérieur de l'habitat, lorsque les persiennes sont en position fermée. Les lames sont maintenues, à chaque extrémité, par un tourillon de 10 mm. Ces lames peuvent soit affleurer le cadre ❸ soit être en saillie. ❹ Une traverse intermédiaire peut être prévue en fonction de la hauteur de la persienne.

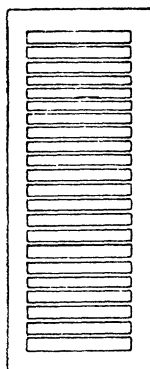


Figure 9.18 Persienne ordinaire

Pourquoi un angle à 40°?

Avantages:

- Écartement plus important que pour un angle à 45°, on obtient ainsi plus d'aération.
- Les épaulements sont plus larges entre les lames et sont donc plus solides.
- La vue du dehors se trouve dirigée vers le plafond de la pièce.

Inconvénient:

- Les entailles pratiquées dans les montants sont en travers fil et le coin de ces entailles est plus cassant.

Les volets-persiennes: ce sont des volets constitués d'un ou de deux panneaux dans leur partie basse, et de persiennes dans la partie haute. De conception très solide, ils sont utilisés pour clore les fenêtres du rez-de-chaussée. La partie pleine occupe le tiers ou les deux tiers de la hauteur totale.

Les persiennes à lames mobiles: pour permettre un réglage du passage de l'air et de la lumière, on utilise parfois des lames mobiles.

Les persiennes brisées: la conception et le ferrage restent les mêmes que pour des volets brisés.

Les persiennes américaines: elles sont composées de lames aux bords arrondis. Les entailles dans les montants sont réalisées soit à la mortaiseuse à mèche soit à l'aide d'une défonceuse. Les lames sont inclinées à 30° du fait de l'arrondi réalisé sur leurs chants et permettent ainsi un recouvrement acceptable. Les lames sont en retrait du cadre et elles n'ont pas besoin de tourillon pour éviter de glisser.

Les volets roulants

Ils sont composés de lamelles de bois horizontales, en aluminium ou en plastique, articulées les unes aux autres. Ces lames étroites s'enroulent sur un axe horizontal situé en haut de la fenêtre et à l'intérieur d'un coffre, commandé par manivelle, chaîne, câble, engrenages et peuvent être motorisées. Des glissières métalliques, en bois ou en plastique sont posées de chaque côté de la baie, en tableau et guident le rideau. Il est à noter que le coffre d'enroulement peut se situer selon les cas et les épaisseurs de murs, au-dessus de la baie, à l'intérieur ou à l'extérieur de la fenêtre ou de la porte, ou même en applique à l'extérieur du mur.



Figure 9.19 Volet roulant

Pour les grandes ouvertures de magasins d'entrepôt, etc., il existe des volets roulants entièrement métalliques, commandés électriquement ou manuellement.

9.2 Les menuiseries extérieures : les ouvertures de propriété

Les portes-fenêtres

Ces ouvrages font partie des portes d'extérieur secondaires. Ils sont utilisés pour accéder depuis la maison au jardin, à une terrasse ou à un balcon.

Conditions à remplir :

- » être mobile,
- » permettre le passage des personnes,
- » permettre le passage de la lumière,
- » assurer l'isolation acoustique,
- » assurer l'isolation thermique,
- » résister à la pluie, au soleil et aux chocs,
- » être étanche à l'air et à l'eau,
- » assurer la sécurité des biens,
- » être esthétique.

Les portes-fenêtres se composent comme les portes vitrées d'une seule vitre ou des plusieurs carreaux. Elles sont composées de deux vantaux mobiles.



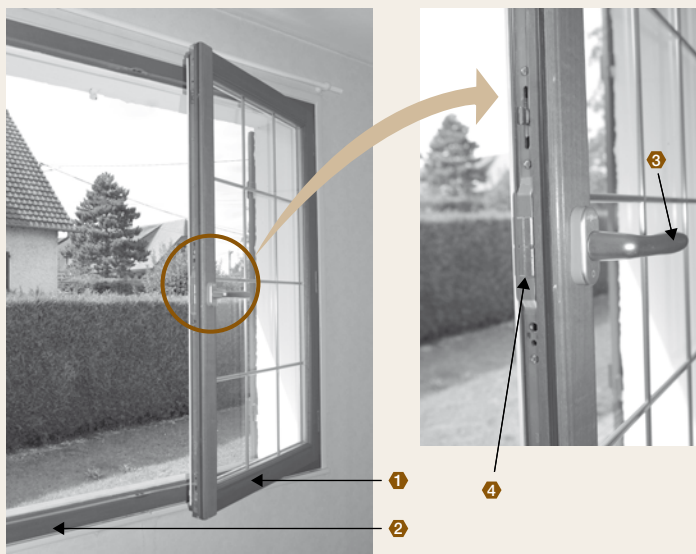
Figure 9.20 Porte-fenêtre

Les fenêtres

Ces ouvrages sont aussi appelés croisées (voir vocabulaire), ils ont pour fonctions principales de permettre le passage de la lumière et l'aération des locaux.

Figure 9.22 Vocabulaire de la fenêtre

- ❶ Vantail
- ❷ Bâti
- ❸ Poignée
- ❹ Crémone encastrée

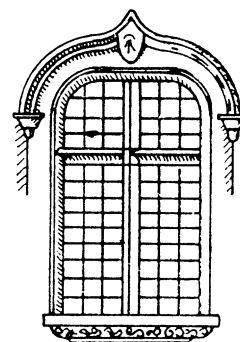


Matériaux employés : essentiellement les bois exotiques et le PVC pour leur durabilité et leur facilité d'entretien.

Vocabulaire

Croisée : ce terme désignait autrefois les meneaux en bois ou en pierre qui divisaient en plusieurs parties une baie. C'est devenu depuis l'ensemble des pièces de bois constituant une fenêtre.

Figure 9.23 Croisée



Châssis : partie vitrée et mobile de la fenêtre et permettant de fermer une ouverture.

Conditions à remplir:

- » être mobile,
- » assurer l'isolation acoustique,
- » assurer l'isolation thermique,
- » assurer la sécurité des biens,
- » résister à la pluie, au soleil et aux chocs,
- » être étanche à l'air et à l'eau.

Il existe de nombreux types de fenêtres, les principaux sont les suivantes.

Les fenêtres à mouvement simple:

- » ❶ **La fenêtre à la française** est composée de deux ou plusieurs châssis effectuant un mouvement de rotation vertical vers l'intérieur.
- » ❷ **La fenêtre à châssis basculant** est composée d'un châssis basculant effectuant une rotation horizontale autour d'un axe situé au milieu du châssis.
- » Il existe aussi, dans cette catégorie, **la fenêtre dite « à soufflet »** ❸ qui est composée d'un châssis effectuant une rotation horizontale, vers l'intérieur, autour d'un axe situé à la base du châssis.
- » ❹ **La fenêtre à châssis pivotant** est composée d'un châssis effectuant un mouvement de rotation vertical autour d'un axe situé au milieu du châssis.
- » ❺ **La fenêtre à châssis coulissant** est composée de deux châssis coulissant horizontalement, vers la gauche ou vers la droite.
- » Il existe aussi, dans cette catégorie, **la fenêtre dite « à guillotine »** ❻ qui est composée de deux châssis coulissant verticalement, vers le bas ou vers le haut.

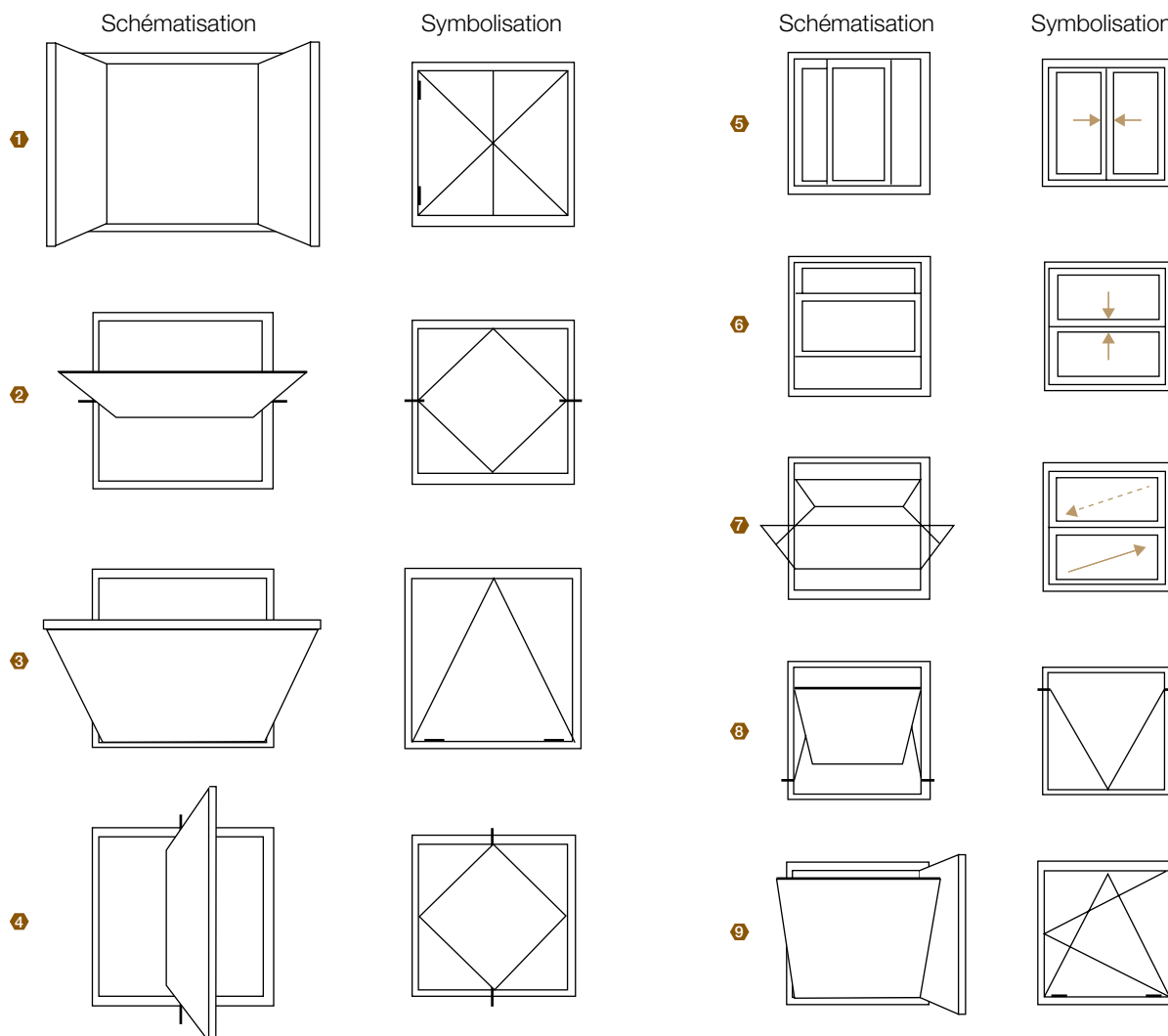


Figure 9.21 Les différents types de fenêtres

Les fenêtres à mouvements multiples

La fenêtre à châssis basculant :

- » **7** La fenêtre dite à « l'australienne » composée de deux châssis effectuant à la fois un mouvement de rotation horizontal et un mouvement de translation soit vers l'intérieur soit vers l'extérieur.
- » **8** La fenêtre dite à « l'italienne » composée d'un châssis effectuant à la fois un mouvement de rotation horizontal ou vertical et un mouvement de translation vers l'extérieur.
- » **9** La fenêtre à châssis oscillo-battant est composée d'un ou de deux châssis combinant l'ouverture à la française et à soufflet.

Ce qu'il faut retenir

Les portails et les portillons

Ils permettent la clôture des propriétés. L'accès se fait par le portail pour les véhicules et par le portillon pour les piétons.

Les portes de garage

- » Porte basculante : elle se relève et vient se loger sous le plafond.
- » Porte sectionnelle : le tablier est sectionné en panneaux de faible hauteur ; elle se relève et vient se loger sous le plafond.
- » Porte coulissante : elle coulisse à l'aide d'un rail et de sabots. Elle se loge contre un mur. L'un des vantaux sert de portillon.
- » Porte à la française : elle est composée de deux battants ferrés sur des gonds.
- » Porte à enroulement : les lames étroites de la porte s'enroulent à l'intérieur d'un coffre.

Certaines de ces portes peuvent être motorisées.

Les bâtis

C'est une menuiserie intérieure ou extérieure qui s'intègre dans une baie réalisée **dans un mur porteur**. le bâti est fixé dans des réservations brutes.

Les portes d'entrée

- » Porte à panneaux : porte pleine composée d'un cadre menuisé et de panneaux.
- » Porte vitrée : porte constituée d'un cadre menuisé, d'une seule vitre plus ou moins grande ou de plusieurs carreaux séparés par des petits bois. La porte peut être complétée par des panneaux en partie basse.
- » Porte tierce : porte simple complétée par un vantail semi-fixe correspondant au tiers de la porte.
- » Porte blindée : porte pleine recevant une tôle de blindage et des éléments de quincaillerie de sécurité.

Les portes secondaires

- » Porte à lames : porte constituée de lames et renforcée soit par des barres et des écharpes, soit par des barres à queue.
- » Porte à lames sur cadre menuisé : les lames sont prises en rainures, en feuillures ou simplement clouées sur un cadre.
- » Porte sur clefs avec emboîtures : les lames sont assemblées à leurs extrémités dans une emboîture. Des clefs de forme conique traversent les lames sur toute la largeur de la porte, afin de remplacer les traverses intermédiaires.
- » Porte à claire-voie : les lames sur ces portes ne sont pas jointives mais espacées.

Les volets

- » Contrevent : volet simple constitué de lames, renforcé par des barres et des écharpes.
- » Volet : constitué d'un cadre menuisé et de panneaux à table saillante.

- » Volet brisé : divisé en parties égales appelées « brisures » ou « feuilles » qui sont assemblées entre elles.

Les persiennes

- » Persienne ordinaire : composée d'un cadre menuisé dans lequel des lames de faible épaisseur viennent s'assembler. Les écarts entre chaque lame sont réguliers. L'inclinaison des lames est de 40°.
- » Volet-persienne : volet constitué d'un ou de deux panneaux dans leur partie basse et de persiennes dans la partie haute.
- » Persienne américaine : composée d'un cadre menuisé dans lequel des lames, aux bords arrondis, viennent s'assembler. Les écarts entre chaque lame sont réguliers. L'inclinaison des lames est de 30°.

Il existe aussi des persiennes à lames mobiles et des persiennes brisées.

Les volets roulant

Ils sont composés de lamelles horizontales en bois, aluminium ou plastique, articulées les unes aux autres. Ces lames étroites s'enroulent sur un axe horizontal situé en haut de la fenêtre et à l'intérieur d'un coffre.

Les portes-fenêtres

Les portes-fenêtres se composent comme les portes vitrées d'une seule vitre ou des plusieurs carreaux. Elles sont composées de deux vantaux mobiles.

Les fenêtres

Il existe différents types de fenêtres. On les classe suivant deux types de mouvements :

- » **les fenêtres à mouvement simple** : la fenêtre à la française, la fenêtre à châssis basculant, la fenêtre dite « à soufflet », la fenêtre à châssis coulissant, la fenêtre dite « à guillotine ».
- » **les fenêtres à mouvement multiple** : la fenêtre dite « à l'australienne », la fenêtre dite « à l'italienne », la fenêtre à châssis oscillo-battant.



Testez vos connaissances



1. Quels sont les différents types de porte d'entrée :

-
-
-
-

2. La définition suivante caractérise quel type d'ouvrage : « ouvrage ayant pour fonction de délimiter les ouvertures et de permettre la pose d'éléments mobiles » :

- a porte d'entrée
- b bâti
- c volet
- c persienne

3. Une porte est dite à main gauche lorsque :

- a les paumelles sont à droite et la poignée à gauche
- b les paumelles sont à gauche et la poignée à droite

4. Calculez les brisures d'un volet. On donne une largeur de baie entre tableaux de 930 mm, nous désirons des volets brisés composés de 2 brisures par vantail (soit 4 brisures pour les deux vantaux) :

4.a Calcul de la largeur d'une tapée :

-

4.b Calcul de la largeur d'une brisure :

-

5. Quel est le type de persienne qui est composé d'un ou deux panneaux dans leur partie basse et de persiennes dans la partie haute :

- a persiennes ordinaires
- b volets-persiennes
- c persiennes américaines

6. Noter deux types de fenêtre à mouvement simple :

-
-

7. Noter deux types de fenêtre à mouvement multiple :

-
-

9.3 Les menuiseries intérieures

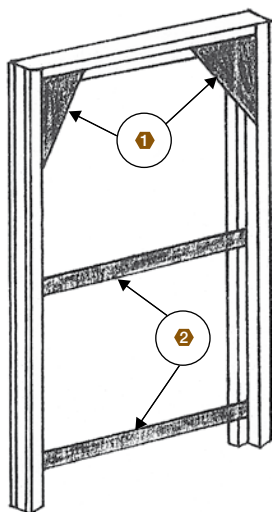


Figure 9.24 Huisserie

Les huisseries

Ces ouvrages ont pour fonction de délimiter les ouvertures des pièces et de permettre la pose d'éléments mobiles.

C'est une menuiserie intérieure qui s'intègre dans les murs de refend (**non porteurs**) et aux cloisons grâce à la feuillure réalisée sur l'extérieur des montants.

- ❶ Goussets d'équerrage
- ❷ Barre d'écartement

Portes palières

Ces ouvrages ont pour fonction la fermeture de l'entrée d'un appartement donnant sur un palier.

Conditions à remplir:

- » être mobile,
- » permettre le passage de personnes et d'objets,
- » résister au feu,
- » assurer l'isolation acoustique,
- » assurer l'isolation thermique,
- » assurer la sécurité des biens,
- » être esthétique.

Les différents types:

Les portes à panneaux: de conception identique aux portes extérieures.

Les portes blindées: ce sont des portes pleines renforcées par une tôle de blindage en acier et munies d'une serrure de sécurité (type 3 points). Elles peuvent être équipées d'une chaîne de sécurité et d'un judas qui permet la vue sur le palier.

Portes de séparation intérieure

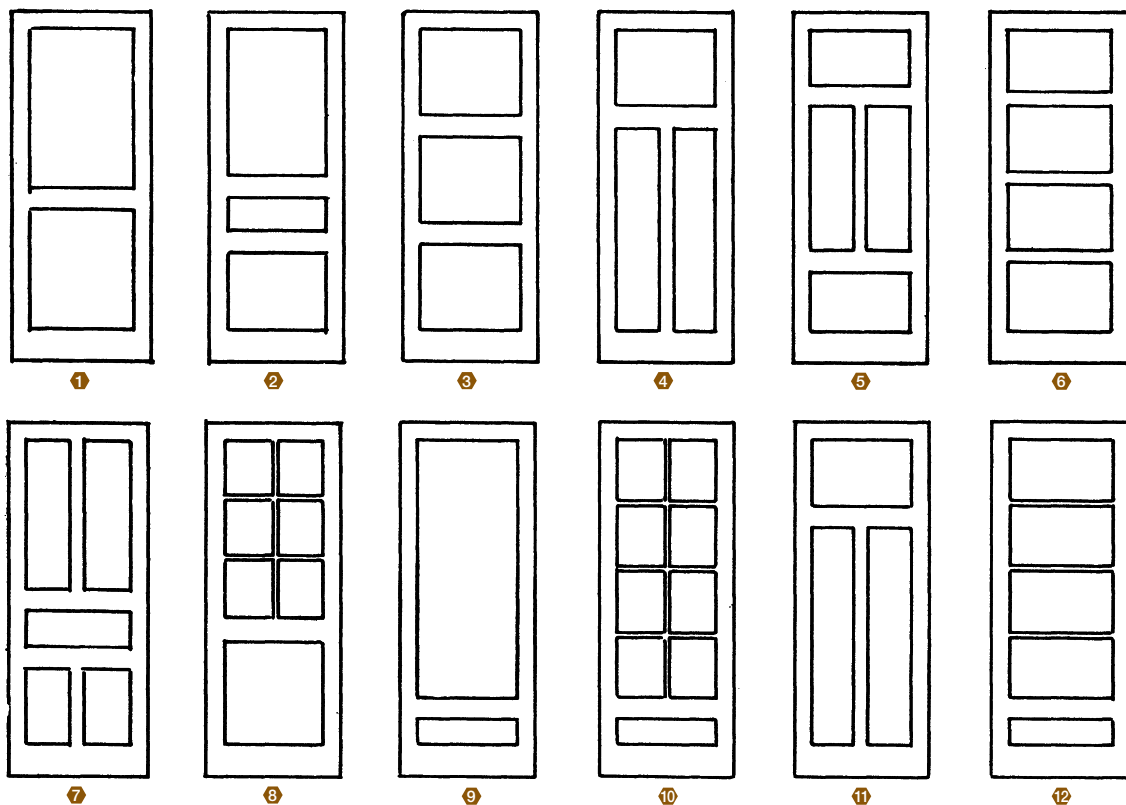
Ces ouvrages ont pour fonction la séparation des différentes pièces de l'habitation. Elles sont de conception plus légère que les portes extérieures.

Conditions à remplir :

- » être mobile,
- » permettre le passage de personnes et d'objets,
- » permettre, dans le cas d'une porte vitrée, le passage de la lumière, mais sans permettre une vue directe sur la pièce,
- » assurer l'intimité des lieux,
- » protéger des odeurs (exemple : odeurs de cuisine),
- » assurer l'isolation acoustique,
- » étanche aux poussières,
- » être esthétique.

Figure 9.25 Modèles de portes pleines (1 à 6) et portes vitrées (7 à 12)

Les différents types :



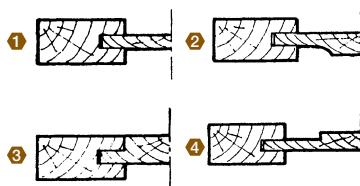
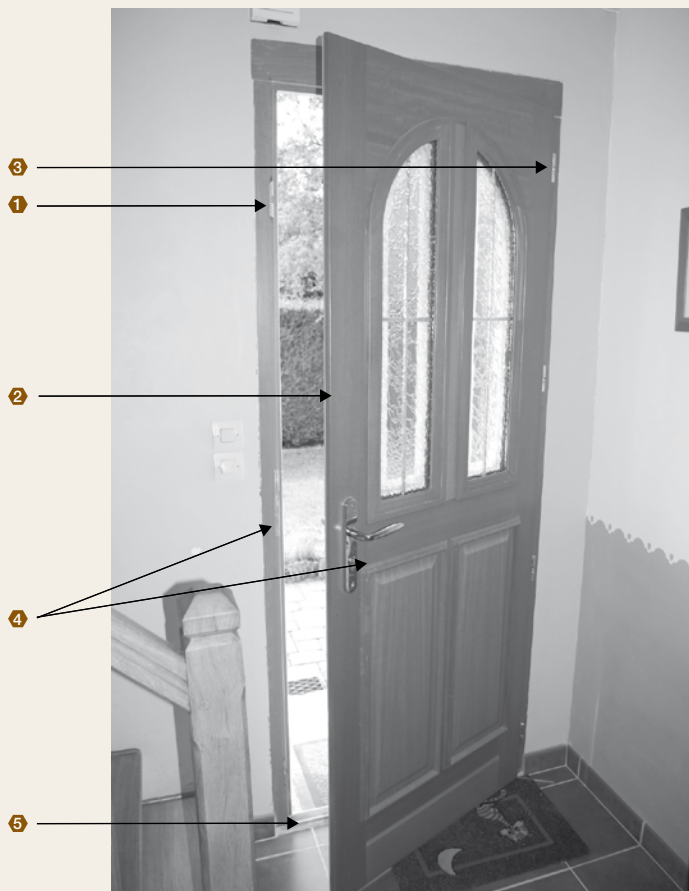


Figure 9.26 Encastrement des panneaux

Les portes à panneaux et les portes vitrées : les panneaux s'assemblent de la même manière que les portes à panneaux extérieures mais ils peuvent aussi être assemblés à vif **1**, mis au mollet **2**, arasés d'un ou de deux parements **3**, à plate bande un parement **4**.

Figure 9.27 Vocabulaire de la porte



- 1 Bâti
- 2 Porte
- 3 Paumelles
- 4 Serrure de sûreté
- 5 Barre de seuil

Les portes planes : ces portes n'ont ni cadre visible, ni moulures. Elles sont revêtues sur leurs faces extérieures d'un simple panneau dérivé du bois.

Une porte plane se compose :

- » d'un cadre formé de deux montants et de deux traverses assemblés par divers moyens simples. Les essences utilisées

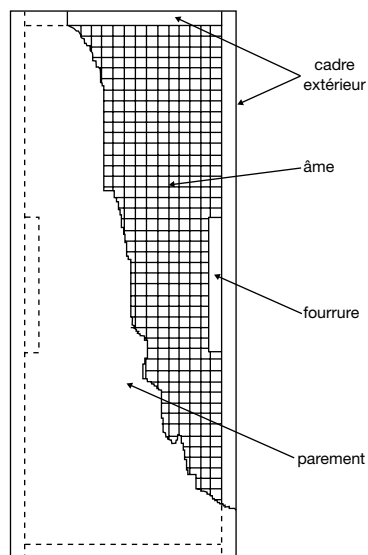


Figure 9.28 Détail d'une porte plane

sont peu nerveuses (type sapin ou okoumé). La largeur des bois varie de 30 à 50 mm,

- » de deux fourrures de 450 à 500 mm collées sur chaque montant de rive afin de permettre le mortaisage de la serrure à larder,
- » d'une âme qui peut être lattée, lamellée, contreplaquée, agglomérée, alvéolée en carton,
- » de deux faces constituées soit par un contreplaqué de 5 mm au minimum, soit par un panneau de fibres de bois, soit encore par deux placages contrecollés à fil croisés, le placage extérieur ayant son fil parallèle aux montants.

Ces portes sont très utilisées dans le secteur du bâtiment, elles existent en version pleine ou vitrée.

Ces portes sont rangées en quatre catégories :

- » les portes à peindre,
- » les portes dites **à bois apparent**,
- » les portes dites **d'ébénisterie**,
- » les portes à parements spéciaux (plastifié, stratifié ou métallique).

Ces portes peuvent être résistantes au feu (porte coupe-feu). Elles peuvent aussi être isothermes en insérant une âme en polystyrène entre les parois.

Les portes postformées : elles sont composées en panneaux de fibres de bois avec une âme alvéolaire. Elles peuvent comme les portes planes être isothermes.

Les dimensions normalisées
des portes intérieures

Hors tout		Passage	
Hauteur	2040	Hauteur	2025
Largeur	630 – 730 – 830 – 930	Largeur	600 – 700 – 800 – 900
Vantail complémentaire	2040 × 430	Vantail complémentaire	2025 × 400
Épaisseur des portes			40 mm

Les portes peuvent être composées de deux vantaux de même largeur ou composées d'un vantail standard et d'un vantail de 430 mm (exemple vantail de 830 + vantail de 430).

Escaliers

Ces ouvrages, constitués de gradins successifs, ont pour fonction de relier deux plans horizontaux situés à différentes hauteurs.

Conditions à remplir:

- » permettre de monter ou descendre de façon confortable,
- » être stable durant son utilisation,
- » assurer la sécurité des personnes,
- » être durable,
- » être esthétique.

Les différents types d'escaliers:

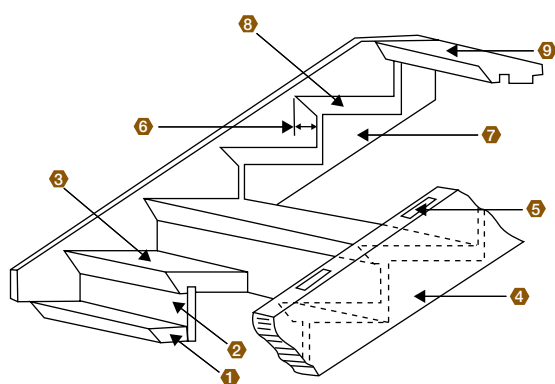


Figure 9.29 Escalier à la française

- ❶ Avant-marche : 1^{er} palier
- ❷ Contremarche
- ❸ Marche
- ❹ Limon de rampe
- ❺ Mortaise de balustrade
- ❻ Recouvrement
- ❼ Limon de mur
- ❽ Entaillage
- ❾ Marche palière 2^e palier

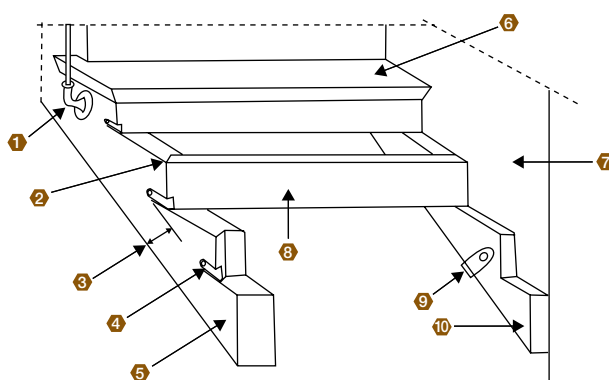


Figure 9.30 Escalier à l'anglaise

- ❶ Col de cygne
- ❷ Coupe à 45°
- ❸ Épaulement
- ❹ Encastrement
- ❺ Limon à crémaillère
- ❻ Marche
- ❼ Mur de cage
- ❽ Contremarche
- ❾ Patte corbeau
- ❿ Crémaillère

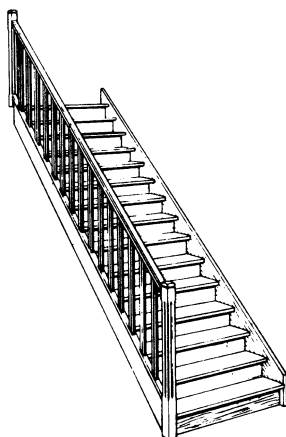


Figure 9.31 Escalier droit

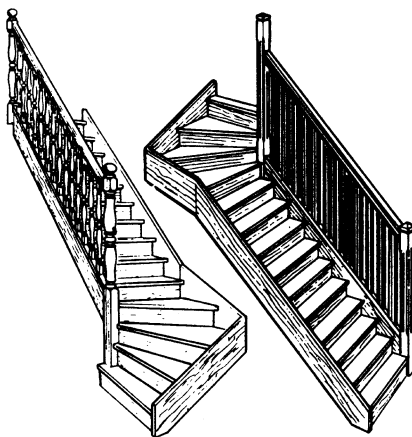


Figure 9.32 Escalier à quartier tournant



Figure 9.33 Escalier circulaire

Escalier à la française : les escaliers sont dits « à la française » lorsque les limons sont de largeur constante et que les marches et les contremarches sont entaillées dans ceux-ci.

Escalier à l'anglaise : les escaliers sont dits « à l'anglaise », lorsque les limons sont découpés en forme de crémaillère et que les marches et contremarches sont fixées dessus.

Échelle de meunier : c'est le plus simple des escaliers, il est utilisé pour accéder à un grenier, à une cave ou à tous les endroits dissimulés. Il ne comporte pas de contremarches. Il comporte deux limons dans lesquels on réalise des entailles pour recevoir les marches. Le nez de marche peut être mouluré ou non.

Escalier droit : cet escalier se diffère de l'échelle de meunier par l'ajout de contremarches.

Escalier circulaire : cet escalier, appelé aussi « à vis » ou « hélicoïdal », est constitué d'un poteau dans lequel viennent s'encaster les marches et les contremarches. Il peut être intégré dans une cage carrée, dans un angle ou librement dans la pièce. Son encombrement au sol est réduit, ce qui permet un gain de place.

Escalier à quartier tournant : cet escalier peut être à un quartier tournant haut ou bas ou à deux quartiers tournants. Il permet de limiter le recul de l'escalier dans la pièce.

Escalier à palier de repos : employé lorsque la différence de hauteur, entre les deux plans horizontaux, nécessite plus de 20 marches. Le palier permet un « repos » confortable lors de la montée ou de la descente.

Escalier à limon central : l'escalier ne possède qu'un seul limon placé dans l'axe des marches. Il ne possède pas de contre-

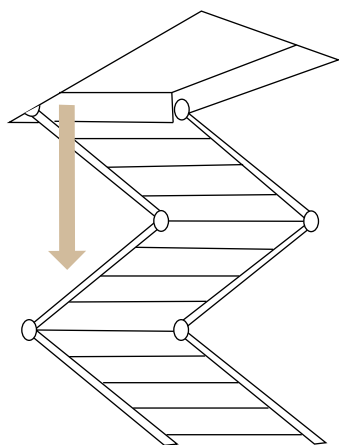


Figure 9.34 Escalier escamotable

marche, ce qui permet de dégager de la lumière dans la pièce et d'avoir un côté très esthétique.

Escalier escamotable: les escaliers escamotables, coulissants ou pliants, sont utilisés pour un emploi occasionnel, essentiellement pour desservir les combles. Ils se replient à l'intérieur d'une trappe pratiquée dans le plafond. Leur faible encombrement permet une utilisation sur les paliers d'étage.

Vocabulaire

Balancement: c'est l'opération qui consiste à tracer les marches situées dans une courbe afin de déterminer les collets et les queues de chaque marche.

Balustre: suite de barreaux carrés ou tournés, placés entre la main courante et le limon.

Cage: maçonnerie ou murs en pans de bois entourant un escalier.

Collet: largeur la plus étroite d'une marche balancée.

Crémaillère: c'est un limon découpé suivant le profil inférieur des marches.

Échappée: hauteur nécessaire pour passer le plafond. Cette hauteur est prise d'un nez de marche jusqu'au plafond.

Emmarchement: longueur utile des marches.

Giron: distance horizontale entre deux nez de marche.

Ligne de foulée: ligne, tracée lors de l'épure ou du plan, au milieu du limon: pièce de bois principale dans laquelle s'entaille les marches et les contremarches. On trouve le limon de mur ou le limon de rampe de l'escalier lorsque celui-ci fait moins de 1 mètre de large et à 50 centimètres de la rampe (coté intérieur) si l'escalier fait plus de 1 mètre de large. On indique sur la ligne de foulée, par une flèche, le sens de la montée.

Main courante: partie supérieure d'une rampe sur laquelle on s'appuie pour monter ou descendre.

Queue: largeur la plus grande d'une marche balancée.

Rampant: c'est la pente de l'escalier.

Rampe: c'est l'ensemble composé d'une main courante et de balustres.

Trémie: espace ouvert dans un plancher.

Volée: suite ininterrompue de marches.

Figure 9.35 Vocabulaire de la marche

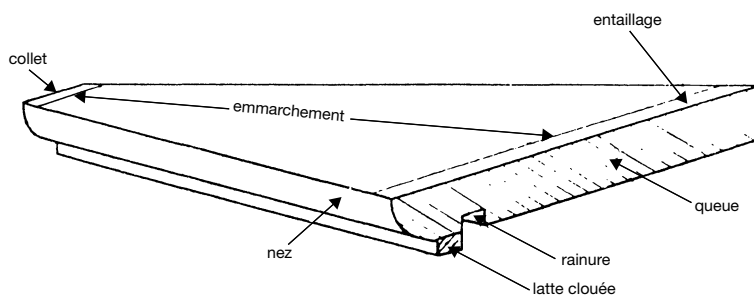
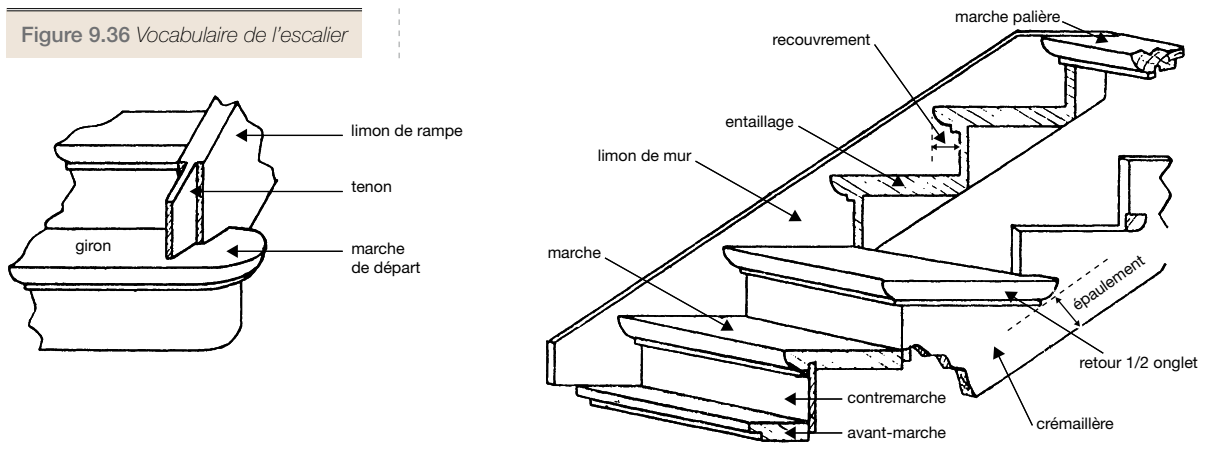


Figure 9.36 Vocabulaire de l'escalier



Caractéristiques techniques

• Le module

Lorsqu'une personne marche sur un plan horizontal, la longueur moyenne de son pas est de 63 centimètres. Plus le plan est incliné, plus le pas est court.

Pour les escaliers, on considère qu'un pas normal correspond à deux hauteurs de marche + une largeur de marche (un giron).

On obtient donc le **module dit « de Blondel¹ »** :

$$2H + G = M$$

M = module (distance comprise entre 58 et 64 cm)

H = hauteur de marche (en cm)

G = giron (en cm)

• Classement d'usage des escaliers

On distingue 3 classes d'usage d'escalier en fonction du rapport **H/G**.

Escalier raide : $1 \leq H/G$

Escalier courant : $1 < H/G \leq 0,78$

Escalier confortable : $0,78 > H/G$

• Dimensions :

La hauteur maximale des marches est de **210 mm**.

La marche de départ peut avoir ± 35 mm de haut par rapport aux autres marches.

L'échappée doit être au moins de **1,90 m** et d'au moins **2,20 m** dans les lieux publics.

L'embranchement est au minimum de **70 cm**.

Concernant le garde-corps : même si l'escalier est pris entre deux parois, une main courante est obligatoire. La distance maximale entre deux balustres est de 11 cm.

Pour une rampe comportant des vides entre des éléments parallèles à la pente : le vide mesuré perpendiculairement à la pente ne doit pas être supérieur à 15 cm.

1. Module attribué à J.F. Blondel architecte français (1705-1775)

Ce qu'il faut retenir

Huisserie

C'est une menuiserie intérieure qui s'intègre dans une baie réalisée **dans un mur non porteur ou dans une cloison** et qui a pour fonction de délimiter les ouvertures et de permettre la pose d'éléments mobiles.

Porte palière

Elle permet la fermeture d'un appartement donnant sur un palier.

On trouve :

- » des portes palières à panneaux,
- » des portes palières blindées.

Porte de séparation intérieure

Les différents types :

- » porte à panneaux,
- » porte vitrée,
- » porte plane : n'a ni cadre visible, ni moulures ; revêtue sur ses faces extérieures par un simple panneau dérivé du bois.

Dimensions normalisées des portes d'intérieur

- » Hauteur hors tout : 2040 mm
- » Largeur hors tout : 630 – 730 – 830 – 930 mm
- » Hauteur de passage : 2025 mm
- » Largeur de passage : 600 – 700 – 800 – 900 mm
- » Épaisseur des portes : 40 mm

Escalier

Les différents types :

- » Escalier à la française : composé de limons de largeur constante dans lesquels les marches et les contremarches viennent s'encastrent.
- » Escalier à l'anglaise : les limons sont découpés en forme de crémaillère et les marches et contremarches sont fixées dessus.
- » Échelle de meunier : comporte deux limons dans lesquels on réalise des entailles pour recevoir les marches. Pas de contremarches.
- » Escalier droit : échelle de meunier à laquelle on ajoute des contremarches.
- » Escalier circulaire : dans le poteau central viennent s'encastrent les marches et les contremarches.
- » Escalier à quartier tournant : peut être à un quartier tournant haut ou bas ou à deux quartiers tournants. Permet de limiter le recul de l'escalier dans la pièce.
- » Escalier à palier de repos : lorsque l'escalier nécessite plus de 20 marches, on y intègre un palier de repos.
- » Escalier à limon central : composé d'un seul limon placé dans l'axe des marches. Ne possède pas de contremarches.
- » Escalier escamotable : escalier repliable, utilisé pour un emploi occasionnel, pour desservir des combles.



Testez vos connaissances



8. Les huisseries s'intègrent dans :

- a les murs de refends et les cloisons
- b les murs porteurs

9. Indiquez les dimensions (hauteur x largeur) de passage pour une porte de 2040 x 930 mm :

•

10. Indiquez les dimensions (hauteur x largeur) hors tout pour une porte de 2025 x 600 mm :

•

11. Quelles sont les portes qui n'ont ni cadre visible ni moulures, et qui sont revêtues sur leurs faces extérieures par un simple panneau dérivé du bois :

- a les portes pleines
- b les portes planes
- c les portes à panneaux
- d les portes vitrées

12. Quel type d'escalier doit-on installer lorsqu'il y a plus de 20 marches pour franchir deux niveaux :

- a escalier droit
- b escalier à quartier tournant
- c escalier à palier de repos
- d escalier escamotable

13. Quel type d'escalier peut-on utiliser pour limiter le recul de l'escalier dans la pièce :

- a escalier droit
- b escalier à quartier tournant
- c escalier à palier de repos
- d escalier escamotable

14. Notez la formule qui permet de déterminer le module d'un d'escalier :

•

15. Quelle est la classe d'usage pour un escalier dont le rapport H/G est inférieur à 0,78 :

- a escalier raide
- b escalier courant
- c escalier confortable

9.4 Les parquets

Le terme parquet s'applique au revêtement de sols en bois ou à base de bois dont le parement a au moins 2,5 mm d'épaisseur (norme NF EN 13-756). Le parquet peut être cloué, collé, ou laissé flottant (non fixé au support).

Conditions à remplir:

- » résister aux chocs et aux poinçonnements,
- » résister à l'usure,
- » être durable,
- » apporter un complément d'isolation phonique,
- » être esthétique.

Parquets en bois massifs

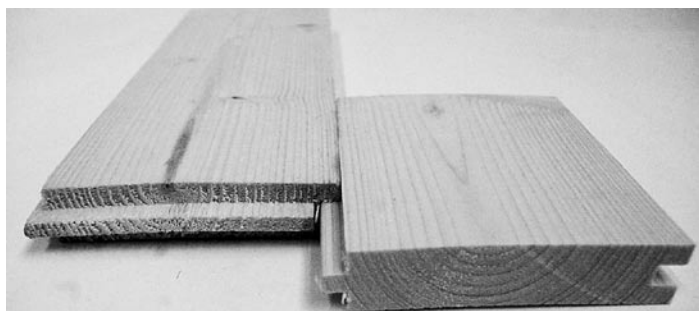


Figure 9.37 Lame en bois massif

- **Lame en bois massifs**: pièce de bois d'épaisseur régulière à rainure et languette afin de permettre l'assemblage entre les différentes lames. Les lames sont soit clouées sur lambourdes soit collées sur le sol.

- **Parquets contrecollés**: ensemble composé d'une ou de plusieurs lames d'au minimum 2,5 mm d'épaisseur. Ce

parement est collé sur un support qui peut être un élément en bois (latté) ou un dérivé du bois (MDF, panneau de particules, contre-plaqué, etc.). Ce parquet possède un contre-balancement en massif ou en dérivé du bois. Ce parquet à rainure et languette est à pose flottante.



Figure 9.38 Parquet contrecollé

- **Parquet à chants plats (mosaïques)**: parement composé de lamelles rectangulaires à plat en bois massif et peu épaisses (environ 10 mm). L'ensemble forme un motif géométrique. Ce panneau est assemblé sur un filet de nylon. L'ensemble est collé.

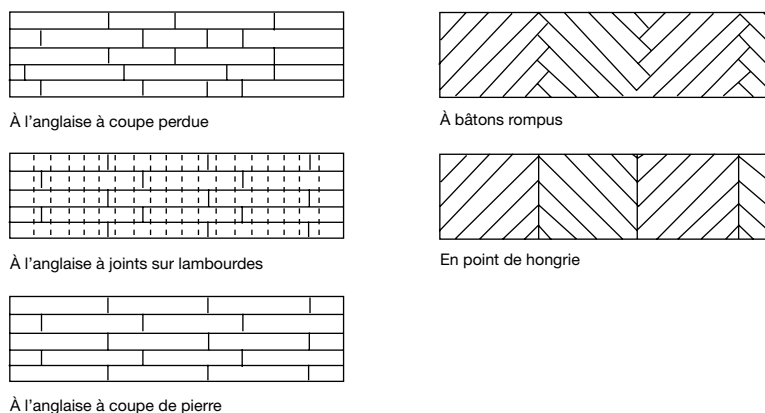
Nota: Certains supports sont hydrofuges pour les pièces humides.

- **Parquet en bois de bout:** panneau composé de lamelles rectangulaires à plat dont le parement est en bois de bout. Ce panneau est assemblé sur un filet de nylon.
- **Lamelles sur chant:** panneau composé de lamelles rectangulaires sur chant afin de former un parquet assez épais. Ce panneau est assemblé sur un filet de nylon.

Les décors normalisés

- **À l'anglaise à coupe perdue:** les lames sont disposées parallèlement, la jonction aux extrémités est faite au hasard en fonction de la longueur des lames.
- **À l'anglaise à joints sur lambourdes:** les lames sont disposées parallèlement, la jonction aux extrémités s'effectue sur les lambourdes. Les lames sont de longueur égale.
- **À l'anglaise à coupe de pierre:** les lames sont disposées parallèlement, la jonction aux extrémités se fait de façon régulière 1 rang sur deux. Les lames sont de longueur égale.
- **À bâtons rompus:** les lames sont disposées perpendiculairement entre elles suivant un angle à 45° par rapport aux parois et/ou aux lambourdes. Elles sont de mêmes dimensions et les extrémités sont coupées à angle droit. La jonction s'effectue sur les lambourdes.
- **En point de Hongrie:** les lames sont coupées aux extrémités suivant un angle de 45° ou de 60° . Elles sont de longueur égale et forment des travées parallèles.

Figure 9.39 Décors normalisés



Finitions

La finition du parquet doit être adaptée en fonction du trafic et de l'usure. Les parquets peuvent être vernis, encaustiqués ou huilés.

Suivant le type de parquet, un certain nombre d'essences sont utilisables.

Parquets	Essences				
	chêne	châtaigner	hêtre	résineux	Bois tropicaux
Massifs	X	X	X	X	X
Mosaïques	X	X			X
A coller	X				X
Contrecollés	X	X			X
En bois de bout	X			X	X
Lames sur chant	X	X			X

Classes de dureté des essences de bois

Classe de dureté	Essences
A (dureté Brinell entre 10 et 20 N/mm²)	aulne, épicéa, pin sylvestre, sapin
B (dureté Brinell entre 20 et 30 N/mm²)	bouleau, bossé, châtaigner, mélèze, merisier, noyer, pin maritime, sipo, teck
C (dureté Brinell entre 30 et 40 N/mm²)	afromosia, angélique, charme, chêne, érable, eucalyptus, frêne, hêtre, iroko, makoré, moabi, movingui, orme
D (dureté Brinell > 40 N/mm²)	cabreuva, doussié, ipé, jatoba, merbau, wengé

Classements d'usage

• Classement UPEC

En France, sous le contrôle du **Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB)**, il a été établi le classement UPEC qui détermine le classement d'usage des revêtements de sol. Ce classement intègre les conditions d'usage en matière :

- » **d'usure (U)** : on y adjoint un des indices suivants : 2, 2s, 3, 3s ou 4,
- » **de poinçonnement statique ou dynamique (P)** : on y adjoint un des indices suivants : 2, 3, 3, 4 ou 4s,
- » **de présence d'eau accidentelle ou régulière (E)** : on y adjoint un des indices suivants : 1, 2 ou 3,
- » **d'attaques de produits chimiques (C)** : on y adjoint un des indices suivants : 0, 1, 2 ou 3.

Le cahier 3509 du **CSTB** indique pour chaque type de local le classement **UPEC** minimal exigé pour le revêtement de sol.

• **La norme européenne NF EN 685** identifie également des classes d'usage en fonction de la nature des locaux affectée d'un niveau d'utilisation. Ces classes sont identifiées par un nombre et/ou un symbole.

Le chiffre des dizaines correspond à la nature du local :

- » 2 : domestique
- » 3 : commercial,
- » 4 : industriel.

Le chiffre des unités correspond à l'intensité du trafic :

- » 1 : modéré,
- » 2 : général,
- » 3 : élevé,
- » 4 : très élevé.

Le CSTB et le **Centre technique du bois et de l'ameublement (CTBA)** ont établi un lien entre le classement d'usage européen défini dans la norme EN 685 et repris pour les parquets dans la norme XP B 53 669, et le classement **UPEC** piloté par le **CSTB**.

Les parquets sont toujours classés E₁ et C₀ (classement **UPEC**).

Le tableau suivant donne la clef de passage de l'un à l'autre système.

Classement du local	Classement européen	Classement UPEC
Domestique modéré	21	U ₂ P ₂
Domestique général	22	U _{2S} P ₂
Domestique élevé	23	U _{2S} P ₃
Commercial modéré	31	U ₃ P ₂
Commercial général	32	U ₃ P ₃
Commercial élevé	33	U _{3S} P ₃

Niveau d'utilisation

Suivant la norme **XP B 53-669**, le tableau suivant indique les classes d'usage des parquets en fonction de l'épaisseur de la couche d'usure et de la dureté de l'essence de bois.

Classement d'usage norme européenne (NF EN 685) selon XP B 53-669

Épaisseur de la couche d'usure e (en mm)	Classe de dureté			
	A	B	C	D
$2.5 \leq e < 3.2$	21	21	23	31
$3.2 \leq e < 4.5$	21	22	31	33
$4.5 \leq e < 7$	22	23	33	34
$e \geq 7$	22	31	34	41

9.5 Les revêtements de sol stratifiés



Figure 9.40 Revêtement de sols stratifiés

Ces revêtements de sols sont des lames dont le parement est constitué d'un *overlay* (résine) transparent résistant à l'usure, d'une feuille de papiers décor et de plusieurs feuilles imprégnées d'une résine thermodurcissable (la mélamine). L'âme qui constitue le support est généralement constituée d'un panneau de particules, d'un panneau de fibres de moyenne densité (MDF) ou encore d'un panneau de fibres de haute densité (HDF). Le contre-parement est constitué de feuilles de papier imprégnées de résines ou d'un placage bois. Ce contre-parement sert à contrebalancer et à stabiliser le produit. En outre, ces lames peuvent intégrer en contre-parement un isolant phonique.

Nota: Certaines âmes sont hydrofuges pour les pièces humides.

Finitions:

Ces revêtements de sol stratifiés sont livrés finis. D'un entretien simple, ils résistent à la plupart des produits chimiques ménagers et des solvants organiques (white-spirit, acétone, etc.).

Classements d'usage:

Ils sont soumis aux mêmes classements d'usage que les parquets.

9.6 Les revêtements de mur

Ces ouvrages, appelés **lambris** en menuiserie ou **boiseries** en ébénisterie, servent à revêtir les murs de certaines pièces dans les maisons ou les appartements de particuliers. On trouve aussi des lambris modernes ou « habillages muraux » dans les hôtels, commerces, collectivité, etc., pour habiller, rectifier les imperfections des murs ou pour servir de support aux rayonnages.

Conditions à remplir:

- » décorer et protéger un mur,
- » résister aux chocs et à l'usure,
- » être durable,
- » assurer une isolation phonique et thermique,
- » être esthétique.

Les différents types sont décrits ci-après.

Les lambris traditionnels

Les lambris sont nommés en fonction de leur hauteur :

- » **Lambris de soubassement**, de 0,40 m à 0,60 m ;
- » **Lambris d'appui**, de 0,70 m à 1,50 m ;
- » **Lambris de hauteur**, de toute la hauteur de la pièce.

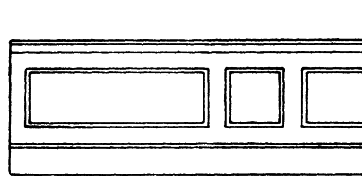


Figure 9.41 Lambris de soubassement

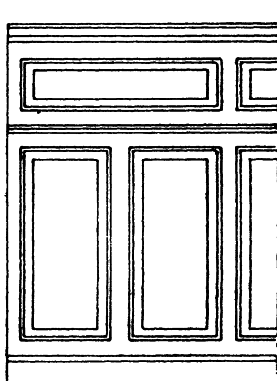


Figure 9.42 Lambris d'appui

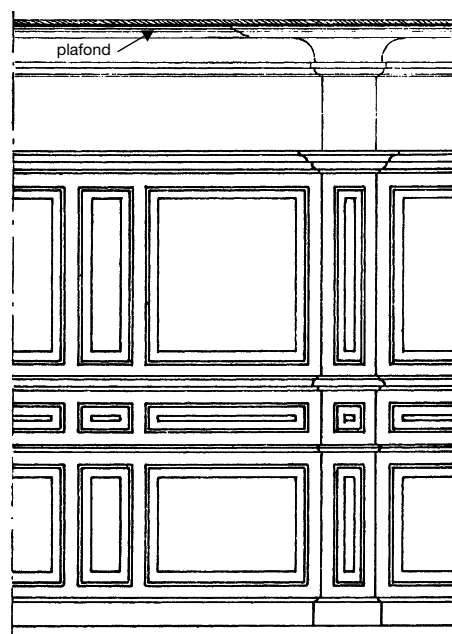


Figure 9.43 Lambris de hauteur

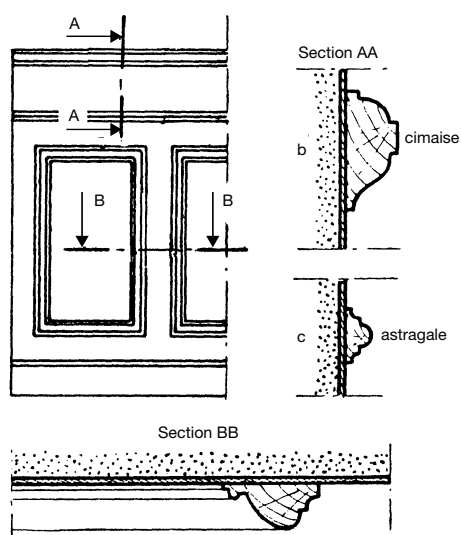
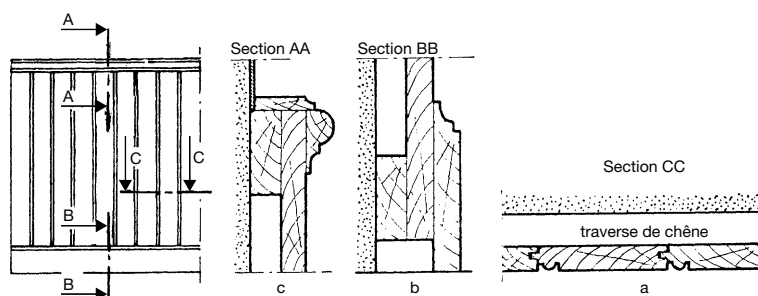


Figure 9.44 Faux lambris

Figure 9.45 En bois de fil



Les lambris peuvent être réalisés de trois manières différentes :

- **En faux lambris** : on imite les panneaux composant un lambris à l'aide de baguettes moulurées clouées sur le mur. L'espace entre deux moulures simule les montants ou les traverses. Une plinthe et une cimaise viennent compléter l'ouvrage. L'ensemble est peint.
- **En bois de fil** : on réalise ce lambris à l'aide de lames de bois, que l'on appelle **frise**, ayant une largeur comprise entre 90 et 100 mm et une épaisseur d'environ 20 mm. Afin de permettre un assemblage entre les frises, celles-ci sont rainées et moulurées. Elles sont clouées sur 3 tasseaux fixés aux murs. On complète l'ouvrage avec une cimaise, qui dissimule le bois de bout, et une plinthe. Cet ouvrage n'est jamais plus haut qu'un lambris d'appui et il est situé dans les pièces secondaires.

- **Assemblés**: on réalise ce lambris à l'aide d'un cadre et de panneaux qui sont assemblés de façon traditionnelle. Le cadre est décoré avec des molures à grand cadre ou à petit cadre. Une cymaise sépare la partie basse (jusqu'à la hauteur d'appui) de la partie haute et une corniche couronne le tout. Le lambris peut se fixer à l'aide de patte à scellement ou vissé sur des tasseaux scellés au mur, en face des traverses et des montants.

Les panneaux d'agencement

Ces habillages sont généralement réalisés avec des panneaux dérivés du bois (panneaux de fibres, panneaux de particules, etc.) revêtus d'un décor (papier décor mélaminé, stratifié, placage d'essences fines, etc.).

Ils couvrent toute la hauteur de la pièce ou sont au moins à la même hauteur que le mobilier mural (cas des magasins possédant une grande hauteur sous plafond).

Ces panneaux peuvent prendre différentes formes (à deux faces lisses, ajourés, etc.), être usinés sur le parement (moulurés, rainés, etc.). Ces usinages sont en fonction de l'esthétisme recherché et/ou des appareils et/ou de la quincaillerie à y intégrer (appareillages électriques, profils aluminium ou métallique, etc.).

La pose de ces ouvrages s'effectue soit en vissant les panneaux sur des tasseaux, soit en utilisant des ossatures bois (composées de montants et traverses), de tasseaux profilés, des crémaillères métalliques, ou tout autre système de quincaillerie qui permet que le panneau reste amovible après sa pose.

Le jointage des panneaux

Les panneaux sont jointés :

- » **bord à bord** (dans ce cas, les chants sont à protéger soit par une bande de chant mélaminé ou pvc, soit par un chant aluminium),
- » **à l'aide de fausses languettes** cachées ou apparentes protégées par un stratifié,
- » **à l'aide d'un profil métallique.**

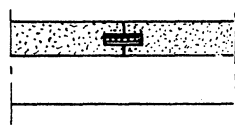


Figure 9.46 Jointage à fausses languettes cachées

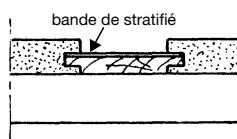


Figure 9.47 Jointage à fausses languettes apparentes

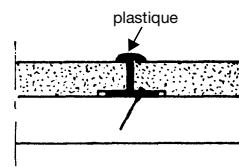


Figure 9.48 Jointage avec profil

Les lambris à frises étroites

Réalisés en bois massif, lisses ou moulurés, les panneaux peuvent aussi dans l'habitat être utilisés pour constituer des lambris. Dans le commerce, on les trouve essentiellement en pin ou dans d'autres essences indigènes ou exotiques. Leurs largeurs peuvent varier entre 40 et 70 mm. Ils comportent une languette et une rainure afin de s'assembler entre eux. Ils se clouent sur une ossature bois scellée au mur.

9.7 Le mobilier d'agencement

Ces ouvrages sont nombreux et divers de par leurs formes et leurs fonctions qui sont étudiées suivant leurs utilisations.

Conditions à remplir:

- » être fonctionnel,
- » être résistant aux chocs et à l'usure,
- » être ergonomique,
- » être adapté aux usages,
- » être esthétique.

Les rayonnages linéaires

• **Tablette sur crémaillères**: ouvrage simple constitué de crémaillères avec consoles et tablettes en dérivés du bois, en bois massif ou en verre. Dans le cas de tablettes en dérivés du bois, il faudra, en fonction du poids, éviter d'utiliser une trop grande longueur et prévoir des épaisseurs suffisantes. Elles pourront éventuellement être renforcées par des traverses en bois massif. Les crémaillères permettent le réglage, en hauteur, des tablettes.

• **Rayonnages métalliques**: meuble métallique, fabriqué en série et vendu par des sociétés spécialisées. On les trouve dans les magasins de grande distribution. Ces meubles sont équipés de tablettes, gradins, supports blisters, etc., qui permettent de s'adapter aux produits présentés.

• **Mobilier mural**: Il peut être constitué de bois, dérivés de bois, de métal ou d'autres matériaux. Ces meubles sont étudiés en



Figure 9.49 Tablettes sur crémaillères

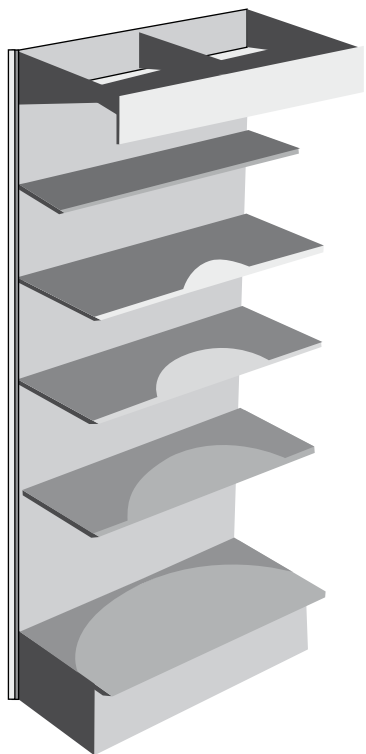


Figure 9.50 Mobilier mural

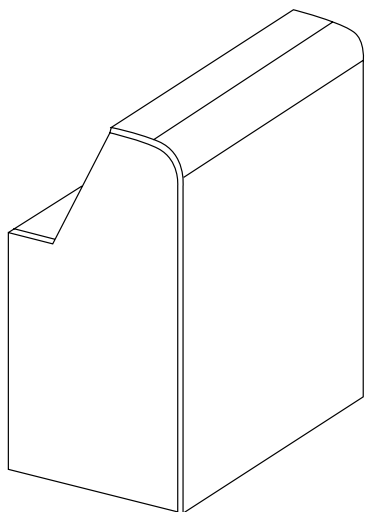


Figure 9.51 Comptoir d'accueil

Figure 9.52 Comptoir vitrine

fonction des produits présentés (livres, CD, vêtements, papeterie, etc.). Ils peuvent aussi intégrer des vitrines de présentation permettant de sécuriser les produits, des profils permettant d'installer des consoles (pour recevoir des tablettes en verre, des cintres de vêtements, etc.), des bras, des supports divers.

Il existe aussi toutes sortes de rayonnages linéaires adaptés en fonction des activités des magasins (panière pour les boulangers, présentoirs à lunettes pour les opticiens, etc.)

Les comptoirs

- **Comptoir d'accueil** : ce mobilier est essentiellement destiné à recevoir le public dans une banque, un magasin, une société, etc. Ce n'est pas un lieu de vente, mais un comptoir qui permet de renseigner le public ou d'effectuer des opérations administratives. Les comptoirs sont de formes et de décors variés.

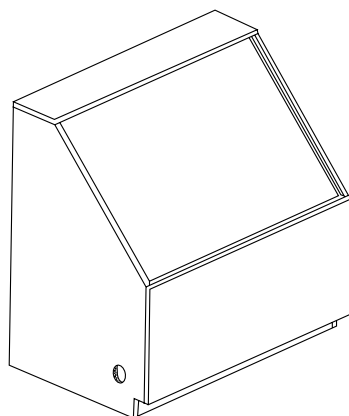
Les matériaux utilisés sont essentiellement les dérivés du bois ; ils sont stratifiés, plaqués, mélaminés. Les ossatures sont en bois massif et intègrent des matériaux de synthèse (type corian), du verre, du PVC, etc.

Ces comptoirs doivent comporter une zone accessible aux personnes handicapées.

- **Comptoir caisse ou de vente** : comptoir destiné à la vente, il doit permettre l'encaissement et donc être adapté au matériel de caisse et informatique. Les surfaces doivent être particulièrement résistantes, c'est pourquoi elles sont généralement réalisées en panneaux stratifiés.

Comme les comptoirs d'accueil, ils ont des formes, des décors, des matériaux variés et doivent aussi être accessibles aux personnes handicapées.

- **Comptoir vitrine** : les comptoirs vitrines sont destinés à la présentation des produits mais aussi dans certains cas à la conservation des produits (en boulangerie, boucherie, etc.) ; ils doivent alors être équipés de présentoirs, plaques alimentaires et de systèmes réfrigérants. Ce type de vitrine est fabriqué par des sociétés spécialisées. Une autre fonction de ces comptoirs vitrines est d'éviter un accès direct des produits par les clients.



Ce qu'il faut retenir

Les parquets

On trouve divers parquets en bois massifs :

- » Lames en bois massif : pièces de bois calibrées et usinées permettant l'assemblage entre les différentes lames.
- » Parquets mosaïques : panneaux composés de lamelles rectangulaires à plat en bois massifs. Ensemble assemblé sur un filet nylon.
- » Parquets contrecollés : composés d'un parement bois, d'une âme en bois ou en dérivé de bois et d'un contre-balancement en massif ou en dérivé de bois.
- » Parquets en bois de bout : panneaux identiques au parquet mosaïque, mais les lamelles sont en bois de bout.
- » Lamelles sur chant : panneaux composés de lamelles sur chant. L'ensemble est assemblé sur un filet nylon.

Les décors normalisés

À l'anglaise à coupe perdue ; à l'anglaise à joint sur lambourdes ; à l'anglaise à coupe de pierre ; à bâtons rompus et en point de Hongrie.

Classement d'usage

On trouve le classement UPEC qui intègre les conditions d'usage en fonction :

- » de l'usure (U),
- » du poinçonnement statique ou dynamique (P),
- » de présence d'eau accidentelle ou régulière (E),
- » d'attaques de produits chimiques (C).

On trouve également le classement européen qui intègre les conditions d'usage en fonction :

- » de la nature du local (chiffre des dizaines),
- » de l'intensité du trafic (chiffre des unités).

Les revêtements de sols stratifiés

Ce revêtement est constitué d'un *overlay*, de feuilles de papier décors, d'une âme en dérivé de bois et en contre-parement d'un contre-balancement constitué de feuilles de papier ou de placage bois.

Les lambris traditionnels

Suivant la hauteur, on désigne les lambris traditionnels sous le nom de :

- » lambris de soubassement, de 0,40 m à 0,60 m,
- » lambris d'appui, de 0,70 m à 1,50 m,
- » lambris de hauteur, de toute la hauteur de la pièce.

Les lambris traditionnels sont réalisés :

- » en faux lambris : on imite les lambris à l'aide de baguettes moulurées,
- » en bois de fil : on réalise le lambris à l'aide de lames de bois que l'on appelle « frise ». Cet ouvrage n'est jamais plus haut qu'un lambris d'appui et est situé dans les pièces secondaires,

- » assemblés: réalisés à l'aide d'un cadre menuisé et de panneaux. L'ensemble est décoré de moulures. Ces lambris comportent une cymaise qui sépare la partie basse de la partie haute. Une corniche couronne le tout.

Les panneaux d'agencement

Ces habillages sont généralement réalisés avec des panneaux dérivés du bois (panneaux de fibres, panneaux de particules, etc.) revêtus d'un décor (papier décor mélaminé, stratifié, placage d'essences fines, etc.). L'ensemble est fixé sur une ossature (en bois ou en métal) ou à l'aide de quincaillerie.

Les lambris à frises étroites

Les lames étroites sont assemblées par rainures et languettes, souvent commercialisées en résineux.

Le mobilier d'agencement

Les rayonnages linéaires

On trouve dans cette catégorie :

- » tablette sur crémaillères : mobilier simple composé de tablettes (bois, verre, etc.) et de crémaillères métalliques permettant le réglage des tablettes.
- » rayonnages métalliques : essentiellement utilisés dans les magasins de grande distribution. Ils sont adaptés aux produits présentés.
- » mobiliers muraux : constitués de bois, métal ou autres matériaux et adaptés aux produits qu'ils présentent.

Les comptoirs

On trouve dans cette catégorie :

- » comptoirs d'accueil : comptoir permettant l'accueil du public,
- » comptoirs caisse ou de vente : comptoir destiné à la vente,
- » comptoirs vitrine : comptoir destiné à protéger, à conserver (comptoir réfrigérant) les produits présentés.

Testez vos connaissances



16. La définition suivante caractérise quel type d'ouvrage : « revêtement de sols en bois ou à base de bois dont le parement a au moins 2, 5 mm d'épaisseur » :

- a *le parquet*
 b *le revêtement de sol stratifié*

17. Quels sont les cinq décors normalisés :

-
-
-
-
-

18. Dans le classement européen, à quoi correspond le chiffre des dizaines :

- a *à la présence d'eau*
 b *à l'intensité du trafic*
 c *à l'attaque de produits chimiques*
 d *à la nature du local*

19. Dans le classement européen, à quoi correspond le chiffre des unités :

- a *à la présence d'eau*
 b *à l'intensité du trafic*
 c *à l'attaque de produits chimiques*
 d *à la nature du local*

20. Sous quel nom est désigné un lambris traditionnel compris entre 0,70 m et 1,50 m de haut :

- a *lambris de soubassement*
 b *lambris d'appui*
 c *lambris de hauteur*

21. Quel type de lambris traditionnel est réalisé à l'aide d'un cadre menuisé et de panneaux :

- a *en faux lambris*
 b *le lambris en bois de fil*
 c *le lambris assemblé*

Les frisages

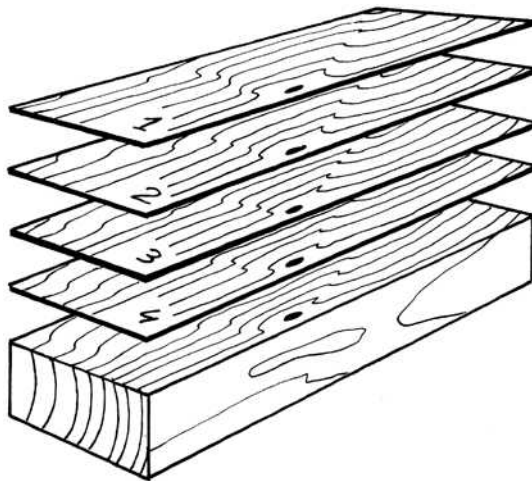
chapitre 10

On appelle **frisage** un ensemble de feuilles de placage qui, assemblées entre elle forme un motif décoratif.

10.1 La marqueterie, généralités

Les motifs de marqueterie réalisés par l'ébéniste sont faits par des raccords rectilignes entre les feuilles. Lorsqu'elles sont en courbe (exemple: un dessin floral), le placage est alors découpé et monté par un marqueteur. Le marqueteur devient alors un sous-traitant de l'ébéniste, qui collera sur son ouvrage la marqueterie préparée.

Figure 10.1 *Les veinages successifs*



Les feuilles de placage sont tranchées (ou sciées) successivement dans la même bille de bois. Les feuilles de placage ont donc des dessins de veinage similaires et qui se suivent d'une feuille à l'autre. Pour conserver cette suite, les feuilles sont numérotées en suivant l'ordre de la coupe.

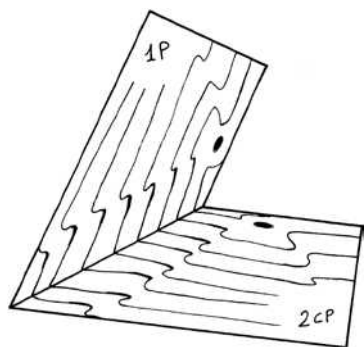


Figure 10.2 Le raccord d'un veinage

① P : placage en parement

② CP : placage en contre-parement

Le principe décoratif d'un frisage est de raccorder les veinages des feuilles pour obtenir des symétries entre les feuilles par rapport à l'axe du joint. Pour ce faire, une feuille est mise sur sa face – appelée **parement** – et l'autre à l'envers – appelée **contre-parement**.

Placage sur dosse

Le raccord de frisage est possible uniquement avec un placage débité sur quartier. Le placage sur dosse possède un décalage des veinages souvent trop important d'une feuille à l'autre.

10.2 Les raccords en fil

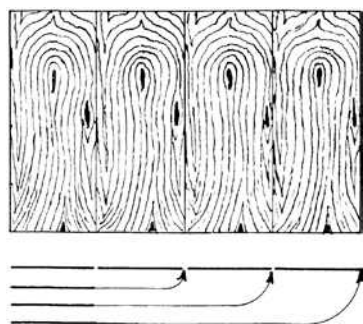


Figure 10.3 Frisage au développé

Suivant la largeur du panneau à recouvrir de placage, il est souvent nécessaire de raccorder plusieurs feuilles de placage entre elles, dans le sens du fil du bois. Pour ce faire, deux méthodes d'élargissement sont possibles, décrites ci-après.

Frisage au développé

- » Les feuilles sont positionnées côte à côte avec la même face visible (en parement) et dans l'ordre de numérotation.

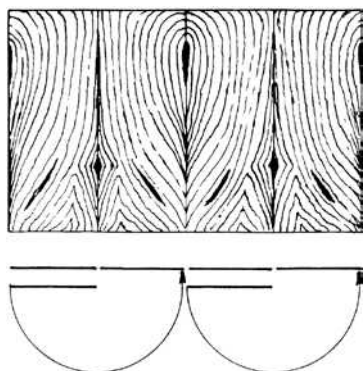


Figure 10.4 Frisage au raccord

Frisage au raccord

- » Les feuilles de placage sont *ouvertes*, c'est-à-dire qu'une feuille sur deux est retournée et sa face visible est alors le contre-parement. Ceci permet de créer un motif symétrique et un raccord des fils du bois entre les feuilles.

10.3 Les frisages en quatre feuilles

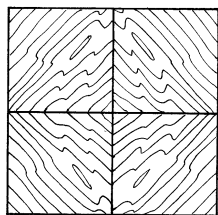


Figure 10.5 Le frisage en carré

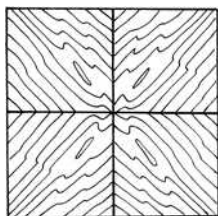


Figure 10.6 Le frisage en fougère

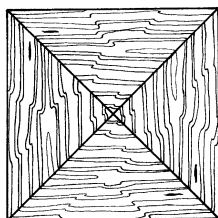


Figure 10.7 Le frisage en pointe de diamant

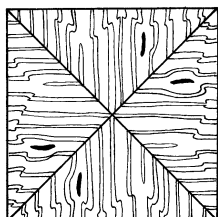


Figure 10.8 Le frisage en croix

Les raccords en quatre feuilles de placage sont traditionnels et ont été utilisés dans de nombreux styles. Ils sont la base de la plupart des motifs plus complexes.

Le frisage en carré

- » Les joints entre les feuilles passent par le milieu des côtés (les axes du frisage).
- » L'orientation du veinage forme un carré autour du centre du frisage.
- » Si l'orientation du veinage n'est pas à 45° par rapport au raccord, le frisage devient «un frisage en losange».

Le frisage en fougère

- » Les joints entre les feuilles passent par les axes du frisage.
- » Le veinage est orienté vers le centre du frisage.

Le frisage en pointe de diamant

- » Les joints entre les feuilles passent par les angles du frisage (les diagonales).
- » Le veinage tourne autour du centre, et il est parallèle au bord du frisage.

Le frisage en croix

- » Les joints entre les feuilles passent par les angles du frisage.
- » Le veinage est orienté vers le centre du frisage et est perpendiculaire au bord du frisage.

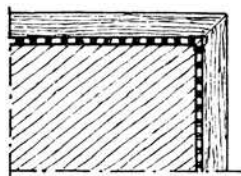


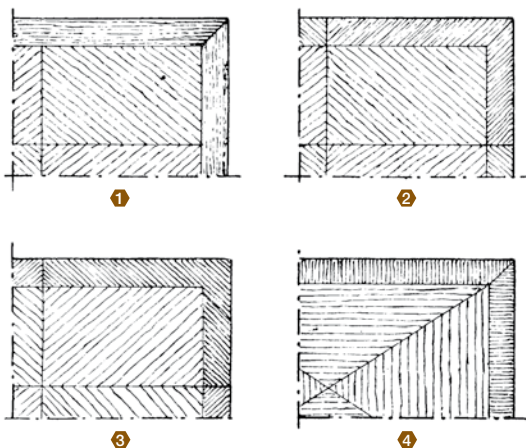
Figure 10.9 La frise et le filet

Figure 10.10 Les frises

Les frises

Les frisages sont traditionnellement accompagnés d'un encadrement composé d'un **filet** et d'une bande extérieure (appelée **frise**).

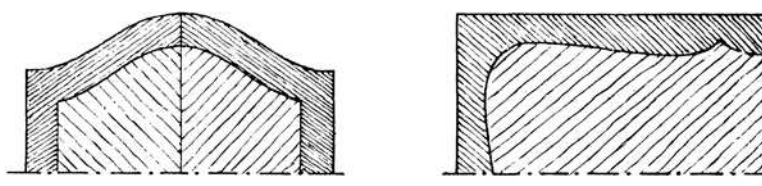
Ces frises ont une orientation du veinage particulière :



- ❶ Frise en fil raccordée à coupe d'onglet
- ❷ Frise en fougère raccordée sur les axes
- ❸ Frise en carré raccordée sur les axes
- ❹ Frise en bois de travers raccordée à coupe d'onglet

Les frises sont parfois **chantournées** (découpés en courbe).

Figure 10.11 Frises chantournées



10.4 Les frisages à raccords multiples

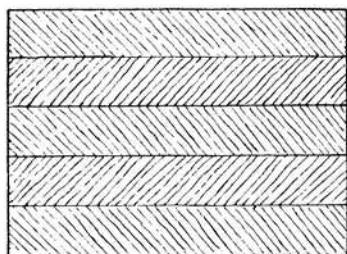


Figure 10.12 Le frisage en chevrons

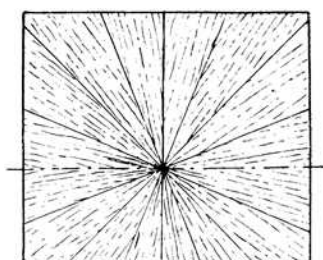


Figure 10.13 Le frisage en soleil

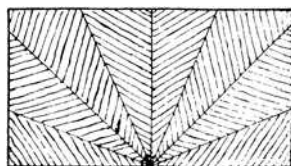


Figure 10.14 Le frisage en éventail à bâtons rompus

Le nombre de feuille est très variable, suivant la qualité esthétique du frisage recherchée.

Le frisage en chevrons

- » Appelé également « à bâtons rompus ».
- » Des bandes de placage (coupé à 45° par rapport au fil du bois), sont assemblées alternativement en parement et en contre-parement.
- » Les numéros des feuilles se suivent, donc le raccord entre celles-ci est obtenu.

Le frisage en soleil

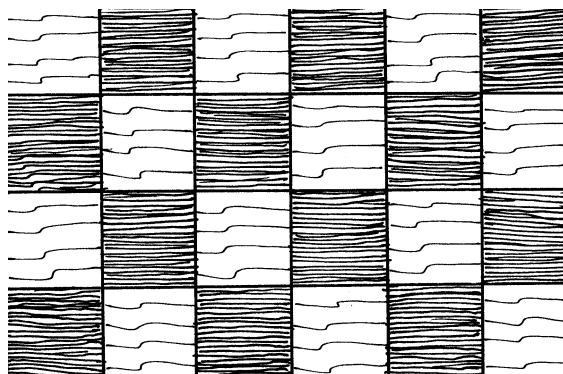
- » La surface est divisée suivant des droites rayonnant depuis le centre du frisage. Le nombre de feuilles de placage est un multiple de 8.
- » Le fil est orienté dans le sens de la hauteur de chaque triangle. Les feuilles peuvent être raccordées entre elles « au raccord » ou « au développé ».
- » Lorsque le centre du frisage est sur le bord, il devient un « frisage en éventail » ; on a alors l'équivalent d'un demi-frisage en soleil.
- » Appelé également « soleil en fougère », ce frisage (fig. 10.14) est un mélange entre un frisage en chevron et un frisage en éventail.

10.5 Les jeux de fond

Appelés également « mosaïques », ces frisages sont à base d'une forme géométrique qui est multipliée et assemblée, pour obtenir un motif complexe formant une mosaïque.

Le frisage en damier

Figure 10.15 *Le frisage en damier*



- » C'est un assemblage alternatif de carrés avec deux essences de bois différents. Suivant le nombre de cases, le frisage est soit un damier, soit un échiquier.

Le frisage en losanges alternés

- » C'est un assemblage alternatif de losanges (à 60°) avec deux orientations de fil de bois différents.
- » Des filets très divers peuvent être intercalés entre les losanges.

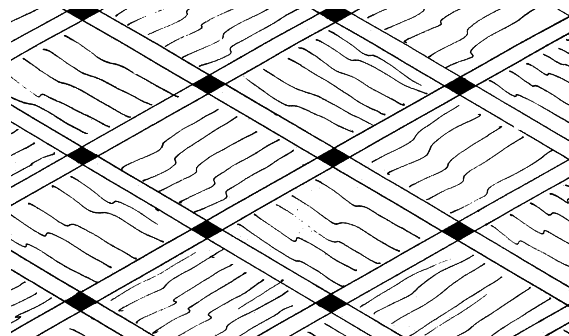
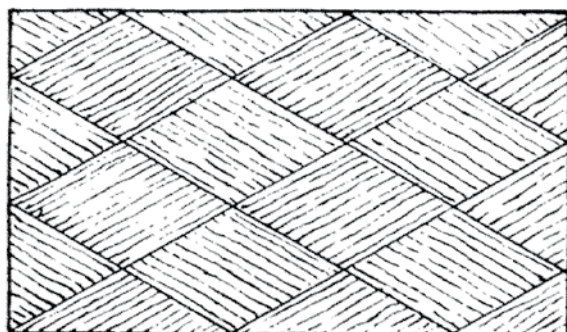


Figure 10.16 *Le frisage en losanges alternés*

Les frisages en jeux de cube

- » Le cube est l'assemblage de trois losanges parfaitement identiques. Ces cubes s'imbriquent parfaitement les un dans les autres pour former un fond en mosaïques.
- » Le tracé du motif est une superposition de traits verticaux passant par le croisement de traits à 60° (dans les deux sens).

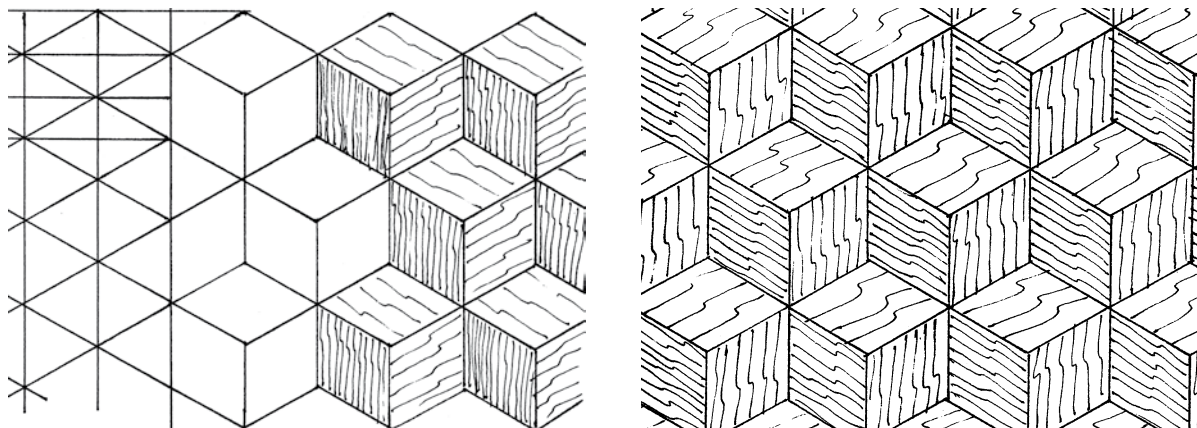


Figure 10.17 *Les frisages en jeux de cube*

Autres motifs

Il existe de nombreux autres motifs traditionnels souvent beaucoup plus complexes, mais ils s'appuient sur des motifs classiques simples.

Le nombre et le style de motif sont illimités, car les possibilités de création le sont également.

Ce qu'il faut retenir

Les principes d'un frisage traditionnel

- » Utiliser les feuilles de placage qui se suivent dans le paquet afin d'avoir des motifs identiques et symétriques.
- » Raccorder le veinage entre deux feuilles.
- » Obtenir la symétrie d'un frisage par l'ouverture des feuilles par rapport au joint de raccord.
- » Accompagner le frisage d'un filet et d'une frise ; celle-ci peut avoir une orientation du veinage particulier.

Les motifs classiques, en quatre feuilles

- » Frisages en fougère et en carré : les joints entre les feuilles passent par les axes du frisage.
- » Frisages en pointe de diamant et en croix : les joints entre les feuilles passent par les angles du frisage.

Les motifs classiques, plus élaborés

- » Frisage en chevrons.
- » Frisages en soleil, en éventail, ou à bâtons rompus : les motifs sont divisés suivant des droites rayonnant depuis le centre des frisages.
- » Frisages en damier, en losanges alternés et jeux de cube : les motifs à base de carré et de losange.

Testez vos connaissances



1. Décrivez la méthode pour conserver les feuilles de placage dans l'ordre du débit :

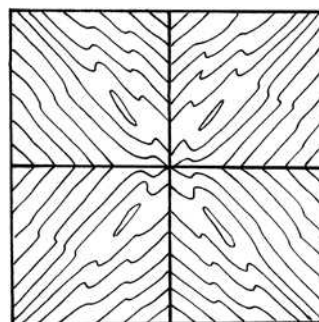
-

2. Décrivez la méthode pour raccorder les veinages de deux successives :

-

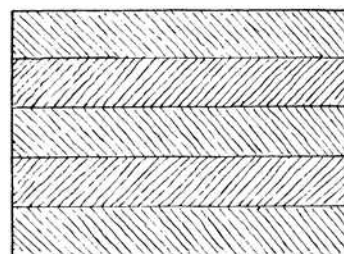
3. Nommez le frisage suivant :

-



4. Nommez les deux appellations du frisage suivant :

-
-



5. Désignez la forme géométrique composant le frisage en jeux de cube :

-

6. Désignez la différence entre un frisage en soleil et en éventail :

- a le frisage en soleil est l'équivalent d'un demi-frisage en éventail
- b le frisage en éventail est l'équivalent d'un demi-frisage en soleil

Partie 3

Outillage et quincaillerie

L'outillage manuel

chapitre 11

11.1 Les établis

La différence entre l'établi du menuisier et celui de l'ébéniste vient exclusivement du type de presse.

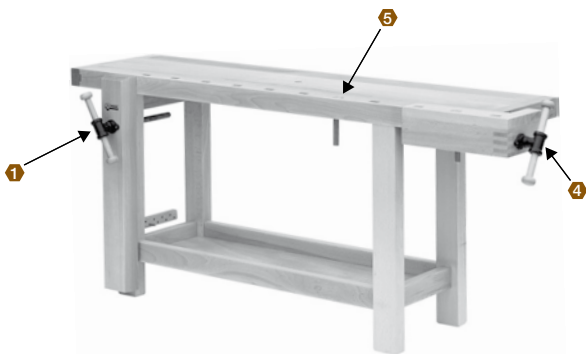


Figure 11.1 L'établi avec presse verticale « à vis »

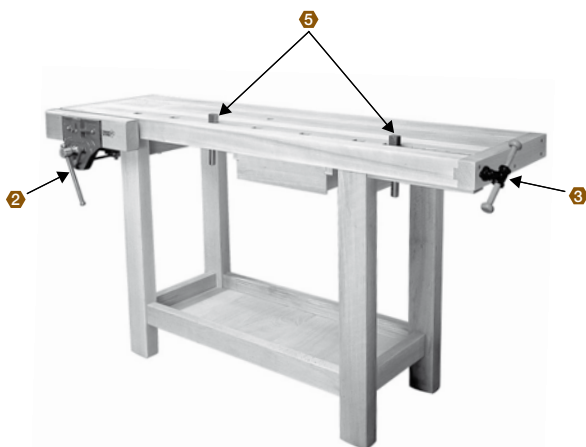


Figure 11.2 L'établi avec presse horizontale « rapide »

Les presses d'établi

» **Les presses avant** permettent un serrage vertical des pièces.

❶ **La presse avant verticale « à vis »** : système à vis avec une crémaillère en partie basse. Utiliser en menuiserie.

❷ **La presse avant horizontale « d'ébéniste »** : existe à vis ou avec le système dit « rapide ».

» **Les presses arrière** permettent un serrage horizontal des pièces, à plat sur l'établi.

❸ **La presse arrière à chariot**. Lorsque l'on tourne la manivelle, l'écrou mobile se déplace le long d'une vis pour rapprocher les deux mors.

❹ **La presse arrière à bloc coulissant**. Le bloc coulisse sur deux rails en acier. Appelé également « presse parisienne » ou « presse en bout ».

❺ **Les mors**.

Figure 11.3 *Le valet*



Figure 11.4 *Le valet par serrage à came*

Les valets



Ils permettent le serrage d'une pièce au milieu de l'établi, de manière rapide.

- » Le serrage du valet ordinaire s'effectue en frappant avec un maillet.
- » Le serrage du valet s'effectue en tournant la came.

11.2 Les outils de traçage et de mesure

216



Figure 11.5 *Le mètre ruban*

Le mètre ruban

Permet la mesure de petites ou de très grandes dimensions. La longueur des rubans va de 2 à 10 mètres.



Figure 11.6 *Le mètre pliant*

Le mètre pliant

Existe en 1 ou 2 mètres de long, ils peuvent être en métal, en plastique ou en bois.



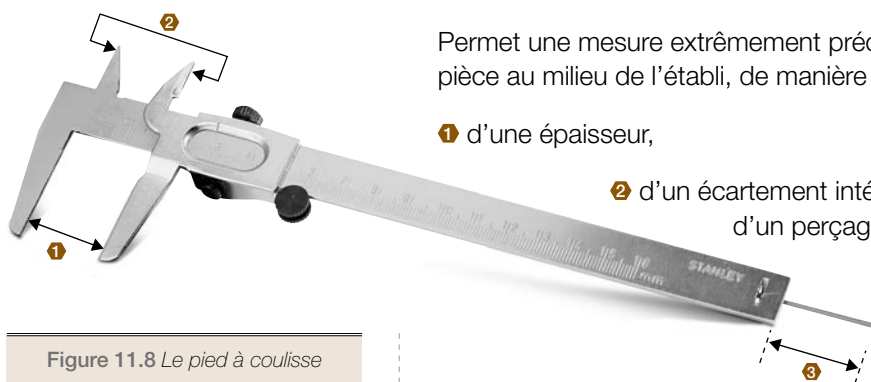
Figure 11.7 *Le réglet*

Le réglet

Permet une mesure précise des petites dimensions.

Le pied à coulisse

Permet une mesure extrêmement précise. Il permet le serrage de pièce au milieu de l'établi, de manière rapide, ou la mesure :



❶ d'une épaisseur,

❷ d'un écartement intérieur (exemple : le diamètre d'un perçage),

❸ ou d'une profondeur.

Existe avec un affichage numérique de la mesure.

Figure 11.8 Le pied à coulisse

Les équerres



Figure 11.9 L'équerre à 90°

» **Équerre à 90°** : Outil de référence pour tracer un angle à 90°, dit « angle droit ».

» **Équerre à 45°** : Outil pour tracer un angle à 45°, dit « d'onglet ».

» **Équerre à angles multiples** : Cette équerre permet le tracer les angles les plus couramment utilisés : 90°, 60°, 45° et 30°.

» **Fausse équerre** : Appelée également « sauterelle ». Par son réglage de sa lame mobile et son verrouillage manuel, elle permet le tracé d'un angle quelconque.

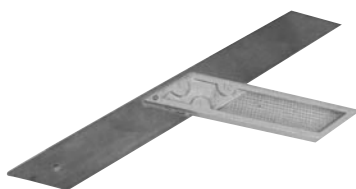


Figure 11.10 L'équerre à 45°

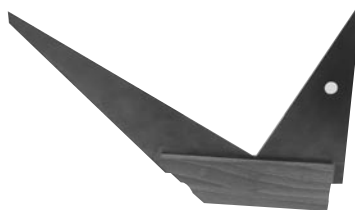


Figure 11.11 Équerre à angles multiples



Figure 11.12 La fausse équerre

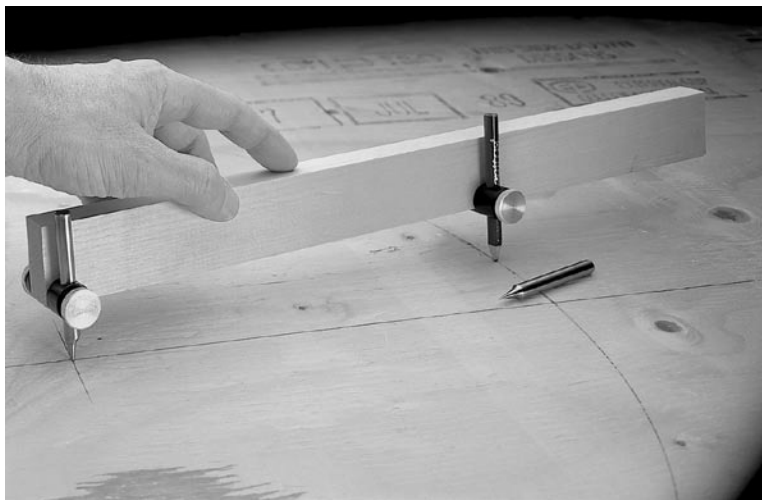
Les compas

» Le compas trace la pièce par la pointe dite « sèche » qui marque le bois d'une fine rayure. Il existe aussi des compas avec un support pour crayon. Le maintien de l'ouverture du compas peut être assuré de plusieurs manières.



Figure 11.13 Le compas à pointe sèche

Figure 11.14 *Le compas à verge*



» Le compas à verge permet le tracer de grands rayons.

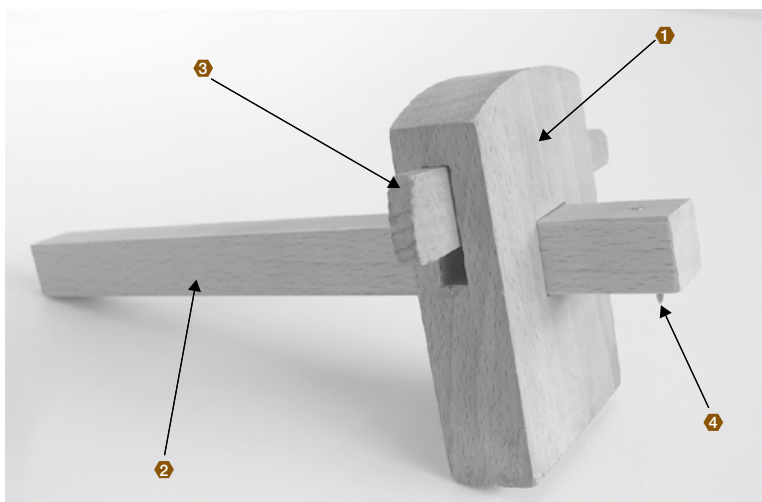
Le trusquin

Le trusquin est un outil de traçage à pointe « sèche ». Il permet, en faisant glisser le plateau sur un chant ou sur une face, d'en tracer des parallèles.

- 1 Le plateau
- 2 La tige
- 3 La clé
- 4 La pointe de traçage

Parfois, la clé est remplacée par une vis de serrage.

Figure 11.15 *Le trusquin*



La pointe à tracer



Figure 11.16 La pointe à tracer

La pointe à tracer est également un outil de traçage à pointe « sèche ». D'un côté, la pointe est droite pour être utilisée le long d'une règle ou d'une équerre, et de l'autre côté courbée pour les endroits inaccessibles.



Figure 11.17 La pointe carrée

Pointe carrée

La pointe carrée permet de marquer un point précis, comme le centre d'un perçage.

11.3 Les outils de serrage

219

La presse à manche



Figure 11.18 La presse à manche



Le serrage de cette presse est « à vis ».

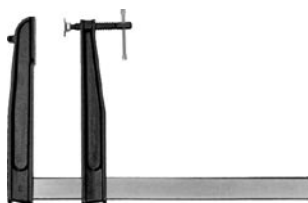


Figure 11.19 La presse de grande saillie



La **presse de grande saillie**, dite également de « longue portée », peut aller jusqu'à 60 cm de saillie. Très utile pour serrer le centre d'un grand panneau.



Figure 11.20 *Le serre-joint à pompe*



Figure 11.21 *La presse rapide (à levier)*

Les serre-joints à pompe

Le système « à pompe » permet une plus grande force de serrage au serre-joint. Il existe aussi en grande saillie.

La presse rapide (à levier)

Très pratique pour le serrage de pièce sur l'établi, car extrêmement rapide à serrer, et d'une seule main.

Le serre-joint dormant

Très utilisé pour le serrage de panneaux, d'alaises ou de châssis.

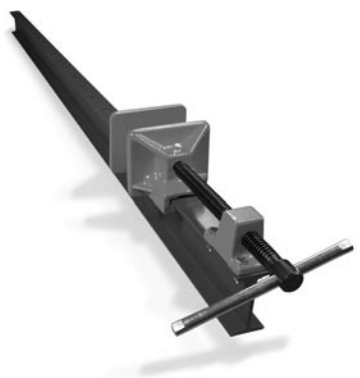


Figure 11.22 *Le serre-joint dormant*





Figure 11.23 Les presses à cadre

Les presses à cadre

Dans ce système, en tournant la presse, on réduit la longueur de la sangle. Cette action effectue un serrage circulaire sur les pièces. Suivant les cales utilisées, on peut serrer des cadres, des chaises et des formes cintrées.

Il existe aussi avec une sangle en nylon ou une lamelle en acier (appelé « feuillard »).



Figure 11.24 La presse pour chant trois points

Les presses pour chant

- » **Presse à trois points**: Les deux vis latérales serrent le panneau, tandis que la centrale serre le chant du panneau.
- » **Presse autobloquante**: La presse est munie d'un système de serrage autobloquant grâce à deux patins recouverts de caoutchouc. Puis la vis centrale peut serrer le chant de la pièce.



Figure 11.25 La presse pour chant autobloquante



221

11 - L'outillage manuel

11.4 Les outils de sciage

La scie égoïne



Figure 11.26 La scie égoïne

Le type de denture varie :

- » suivant le matériau à couper,
- » suivant le sens de coupe (en « fil » ou en « travers fil » du bois),
- » et suivant la finesse de coupe (débit ou coupe d'assemblage).

Figure 11.27 La denture
d'une scie égoïne

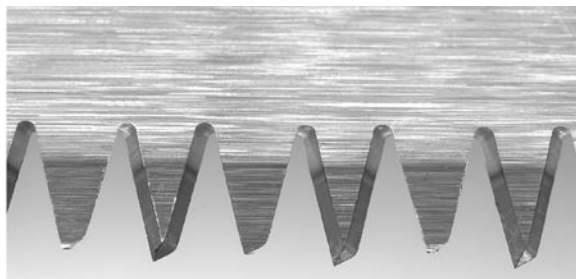


Figure 11.28 La scie à guichet

La scie à guichet

Très utile pour le chantournement (coupe en courbe) et les parties difficiles d'accès.

La scie à cadre

La scie à cadre est une scie traditionnelle possédant l'avantage d'avoir sa lame en tension. Ce qui permet d'avoir la lame toujours bien droite et rigide pendant le sciage.

- Sur les scies traditionnelles à corde, on trouve :

❶ la lame de scie,

❷ le sommier,

❸ les bras,

❹ la corde,

❺ la clé : lorsqu'on la tourne, la corde se torsade et la tension augmente.

D'autres systèmes par tendeur métallique existent à la place de la corde et de la clé.

Figure 11.29 La scie à cadre

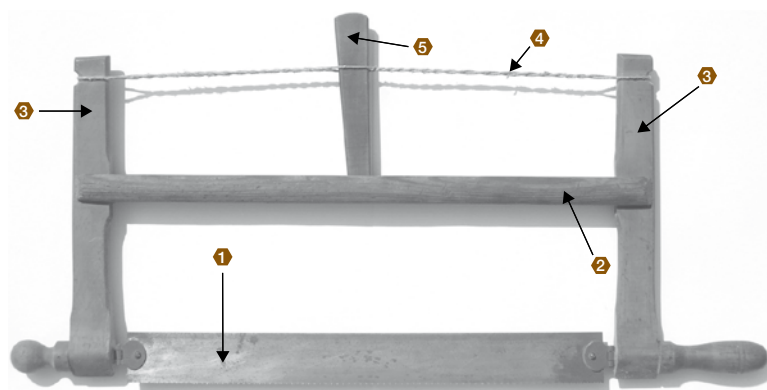




Figure 11.30 Les scies à dos

• La taille de la denture varie suivant le sens de coupe :

- » la grande denture, qui s'appelle **la scie à tenon** (pour une coupe dans le sens du fil du bois),
- » une denture plus fine : **la scie à araser** (coupe en travers fil),
- » ou une lame étroite : **la scie à chantourner**.

La scie à dos

Ce sont des scies destinées pour des petites coupes fines et précises. Le dos de la lame est rigidifié par un profil en U.

La scie sterling

Également appelée **scie à araser**. La poignée est déportée pour permettre des coupes au ras de la surface de la pièce (coupe en « arasement »).

Figure 11.31 La scie sterling



223

La scie japonaise



Figure 11.32 La scie japonaise

C'est une scie destinée à de petites coupes fines et précises. La particularité de la scie japonaise est le sens d'orientation de la

denture : le sciage se fait en tirant, et non en poussant comme les scies occidentales. L'avantage est que par la traction, la lame se tend au moment de la coupe.



Figure 11.33 La scie à placage

La scie à placage

C'est une scie destinée à la coupe droite du placage. La lame permet un sciage dans les deux sens.



Figure 11.34 La scie bockfil

La scie bockfil

Appelée aussi **scie à chantourner à main**, elle est destinée à des pièces de très faible épaisseur, en coupes chantournées, fines et précises. Elle est très utilisée pour la découpe en marqueterie.



Figure 11.35 La boîte à coupe

La boîte à coupe

Système de guidage pour le sciage, aux angles les plus couramment utilisés (90° et 45°).



Figure 11.36 Le maillet

11.5 Les outils de frappe et les tournevis

Le maillet

Utilisé pour frapper sur les ciseaux et les pièces.



Figure 11.37 *Le marteau*

Le marteau

Utilisé pour enfoncer les pointes.



Figure 11.38 *Le chasse-pointes*

Le chasse-pointes

Utilisé avec un marteau, il permet d'enfoncer la tête de la pointe plus profondément que la surface de la pièce.



Figure 11.39 *Le marteau à plaquer*

Le marteau à plaquer

Ce marteau est uniquement destiné au travail du placage. Il permet de chasser les excès de colle présents sous le placage et de l'aplanir.

Les tournevis

Suivant les vis, l'extrémité du tournevis est adaptée.

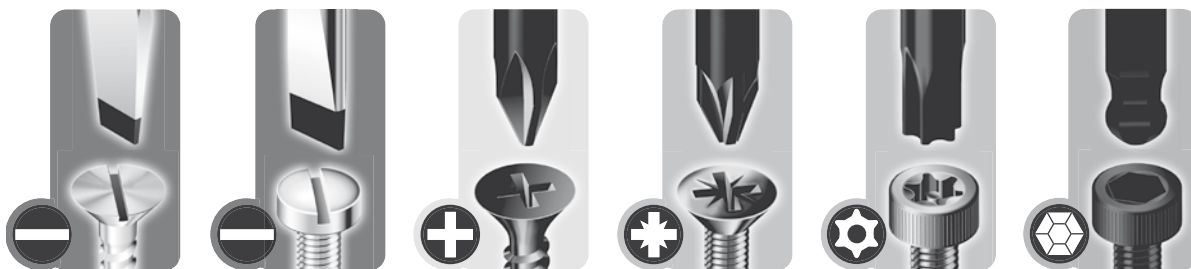


Figure 11.40 *Les tournevis*

11.6 Les outils de façonnage

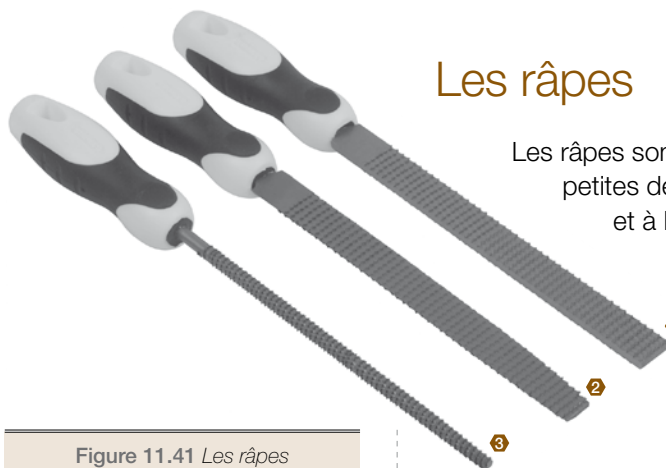


Figure 11.41 Les râpes

Les râpes

Les râpes sont recouvertes de piqûres, formant de très petites dents tranchantes. Elles servent au façonnage et à la reprise des parties courbes.

- ❶ Râpe plate
- ❷ Râpe demi-ronde
- ❸ Râpe ronde (appelé également « queue de rat »)



Figure 11.42 Les râpes piquées main

Les râpes piquées main sont des outils de grande qualité, et contiennent des piqûres qui sont réalisées à la main artisanalement. La qualité du mordant des piqûres et leur finesse permettent un travail de finition.



Figure 11.43 Les rifloirs

Les rifloirs sont des petites râpes piquées main, de formes très variées, destinés à la sculpture ou à la retouche des parties galbées.

11.7 Les outils de coupe

Les rabots et varlopes



Figure 11.44 Rabot traditionnel en bois



Figure 11.45 Rabot métallique



Figure 11.46 Varlope traditionnelle en bois

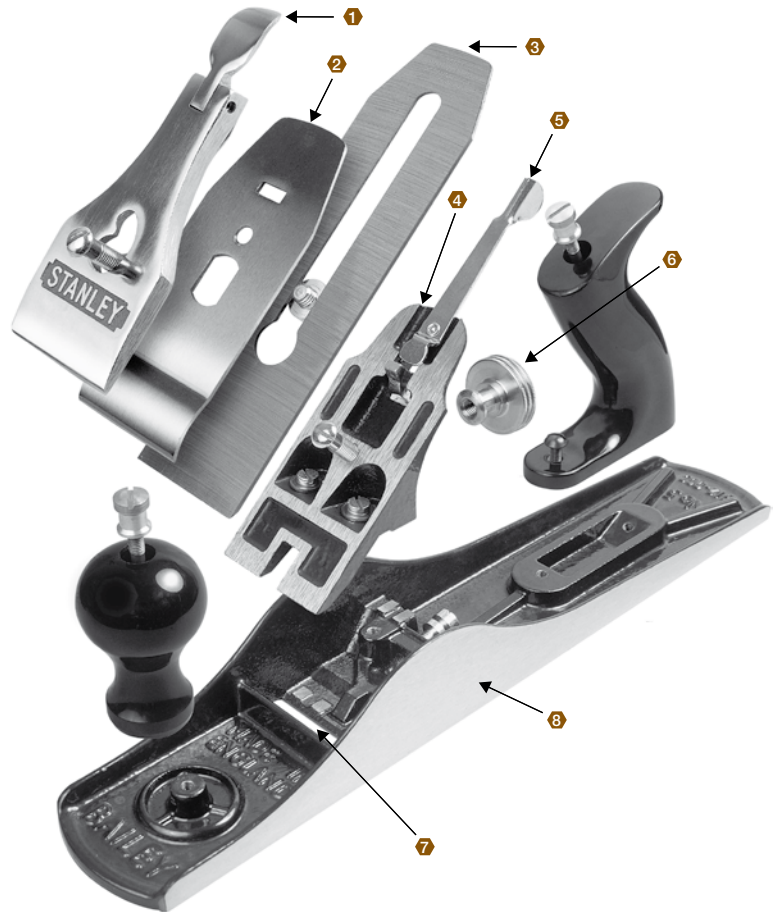


Figure 11.47 Varlope métallique

Suivant la longueur de l'outil, l'appellation change : la petite taille est **un rabot** et la plus grande est **une varlope**. Des tailles intermédiaires appelées **demi-varlopes** complètent la gamme.

Le rabot et la varlope métallique sont des outils plus récents que le rabot en bois. Les nombreux systèmes de réglage du fer (la lame tranchante) les rendent beaucoup plus faciles à l'usage.

Figure 11.48 *Détail d'un rabot*



- ❶ Pièce de maintien du fer, avec levier de serrage
- ❷ Le contre-fer : permet une meilleure coupe du fer
- ❸ Le fer : c'est la lame tranchant le bois
- ❹ Le chariot : permet le réglage de la « lumière »
- ❺ Levier de réglage de l'inclinaison du fer
- ❻ Vis de réglage de l'avance du fer
- ❼ La lumière : ouverture entre le fer et la semelle
- ❽ Le fût avec la semelle (la surface de glisse) qui se poursuit sur les deux côtés du fût



Figure 11.49 Rabot à recaler

Le rabot à recaler

Le petit rabot possède une inclinaison de la lame permettant le travail en bois de bout. Il tient dans la paume de la main, également appelé **rabot de paume**.

La boîte à recaler

C'est un système de guidage pour le sciage et pour le rabotage d'une pièce en bois de bout, aux angles les plus couramment utilisés (90° et 45°).

Figure 11.50 La boîte à recaler



Figure 11.51 Le rabot à dents

Le rabot à dents

Rabot destiné à strier la surface d'une pièce ou d'un panneau, afin de l'aplanir et de favoriser l'adhérence de la colle.

La lame du rabot, est striée de nombreuses nervures, destinées à arracher la fibre du bois.

Le guillaume

Le guillaume est un rabot très étroit dont le fer coupe sur toute la largeur du fût. Utiliser pour la retouche d'assemblage et pour les parties difficiles d'accès.

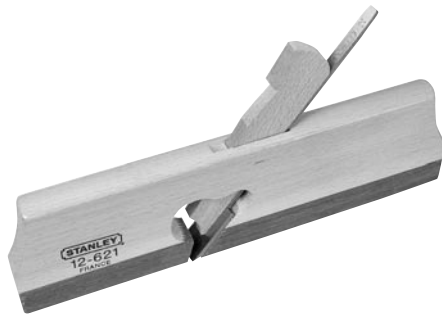


Figure 11.52 *Le guillaume en bois*



Figure 11.53 *Le guillaume métallique*

La wastringue

Outil ancien existant en bois ou en métal, elle est très utilisée pour le façonnage ou la retouche de pièces cintrées (convexes ou concaves) ou galbées.

Il existe de nombreuses formes de cintrage des wastringues, suivant leur utilisation.

Figure 11.54 *Les wastringues*



La guimbarde

La guimbarde est un outil ancien, permettant de retoucher la surface plate du fond d'une entaille.

Figure 11.55 La guimbarde



230



Figure 11.56 Le racloir



Figure 11.57 L'affiloir

Le racloir et l'affiloir

Le racloir est un outil de finition ; il possède des fins rebords tranchants en métal (appelés **files**), relevés sur les chants. Ces tranchants font de très fins copeaux de bois, assurant ainsi une finition des surfaces avant le ponçage.

L'affûtage des tranchants du racloir se fait avec un outil spécifique appelé **affiloir**.

L'affiloir est une tige triangulaire, dont la surface est polie et les angles arrondis.

Le ciseau à bois

Le ciseau est l'outil de base du travail du bois, il permet de couper la matière à l'aide d'une pression de la main ou d'un maillet.

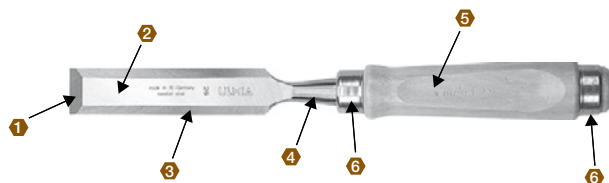
Le ciseau est un outil d'entaillage, d'assemblage, de ferrage, d'incrustation, ou de décoration.

Il existe de nombreuses largeurs, allant de 2 à 40 mm.

Figure 11.58 Les ciseaux



Figure 11.59 Description d'un ciseau à bois



❶ **Le biseau** : il se termine par le tranchant (c'est la partie coupant le bois)

❷ **La planche** : c'est le dessous du ciseau (elle doit toujours rester parfaitement plate)

❸ **Les chanfreins** (non présents sur les ciseaux de menuisier).

❹ **L'embase** : elle se poursuit par une pointe à l'intérieur du manche en bois (appelée **la soie**).

❺ **Le manche** : en bois ou en plastique.

❻ **Les viroles** : le manche en bois est protégé par deux cercles en métal (évitant l'éclatement du bois des coups de maillet).



Figure 11.60 *Le bédane*

Le bédane

Le bédane est un ciseau très épais qui gagne en résistance en comparaison des autres ciseaux. Il est utilisé pour la réalisation ou la retouche des mortaises.



Figure 11.61 *Les gouges*

La gouge

Les gouges sont des outils de sculpture. Suivant les besoins, de nombreuses formes existent ; plus ou moins creuses, coudées ou contre-coudées, et en burin (en forme de V).

Ce qu'il faut retenir

Chaque étape d'une fabrication peut nécessiter un outil spécifique. Suivant le type de fabrication (artisanale ou industrielle), la spécificité de l'ouvrage à réaliser ou du métier exercer, le choix de l'outil le mieux adapté se fait à partir d'un panel existant très vaste.

Outils anciens qui sont encore utilisés de nos jours, principalement par les ébénistes :

- » la scie à placage, le marteau à plaquer, la scie bockfil, les wastringes, les guimbardes, les rifloirs et les gouges.

Outils les plus courants, très utilisés dans tous les métiers du bois :

- » l'établi et les serre-joints à vis ou à pompe,
- » pour les outils de traçage et de mesure : l'équerre à 90°, la fausse équerre, le trusquin, le mètre ruban, le réglelet et le pied à coulisse,
- » pour les outils de sciage : la scie égoïne et la scie à dos,
- » pour les outils de coupe : les ciseaux à bois, le rabot et le guillaume métallique,
- » et pour compléter : le maillet, le marteau, les tournevis et les râpes.

233

Testez vos connaissances



1. Nommez l'outil suivant :

-



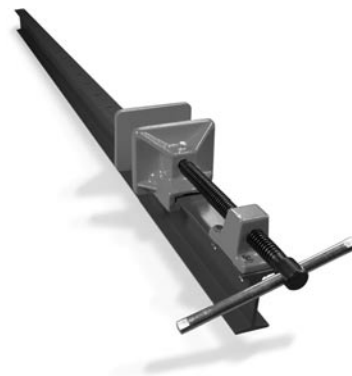
2. Nommez l'outil suivant :

-

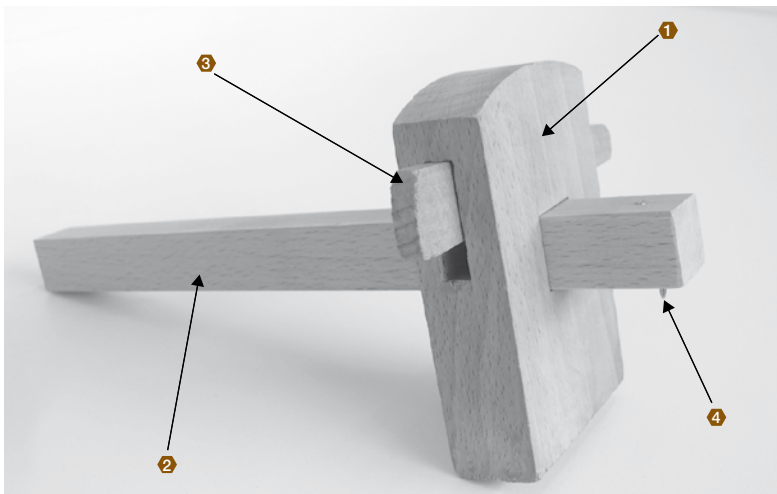


3. Nommez l'outil suivant :

-



4. Nommez les différentes parties d'un trusquin :



1

2

3

4

5. Quelle est la fonction d'un valet :

- a il permet le serrage d'une pièce au milieu de l'établi
- b il permet de porter une pièce trop grande
- c il permet de tracer des angles quelconques

6. Quelle est la fonction d'un pied à coulisse :

- a il permet le serrage d'une pièce au bout de l'établi
- b il permet la mesure d'une dimension de manière très précise (au 1/10^e mm)
- c il permet le serrage des pièces lors du collage d'un panneau

7. Quelle est la différence entre une scie japonaise et une scie occidentale :

- a la scie japonaise s'utilise en poussant et la scie occidentale en tirant
- b la scie japonaise s'utilise en tirant et la scie occidentale en poussant

8. Quelle est la différence entre un ciseau à bois et un bédane :

•

9. Quel outil permet de relever le fil du racloir lors de son affûtage :

- a le rifloir
- b l'affiloir
- c la guimbarde

10. Quel outil permet de tracer des cercles de grand diamètre :

- a la pointe à tracer
- b le compas pointe sèche
- c le compas à verge

La consolidation des ouvrages

chapitre 12

Divers éléments de quincaillerie ont pour fonction d'assurer :

- » le maintien en position fixe d'un ouvrage ou d'une partie d'un ouvrage sur un support,
- » la réunion de deux pièces d'un ouvrage,
- » la consolidation des assemblages.

Les quincailleries utilisées sont :

- » les pointes,
- » les vis (à bois ou VBA),
- » les boulons et les chevilles (bois ou métal).

12.1 Le clouage

C'est une méthode simple pour permettre la réunion de pièces au moyen de pointes, tiges métalliques cylindriques pointues à une extrémité et munies de têtes de différentes formes à l'autre extrémité.

Les pointes sont enfoncées par force dans le bois, ce qui implique qu'elles doivent être appropriées en diamètre et en longueur au travail à effectuer et aux épaisseurs à réunir.

Désignation d'une pointe

Les pointes sont caractérisées:

» par deux chiffres:

- leur longueur, exprimée en mm,
- leur diamètre, exprimé en dixième de millimètre ou par un numéro dit de la Jauge de Paris;

Équivalence Jauge de Paris
en 1/10 de millimètre

Numéros	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	17
1/10 mm	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	27	30	34

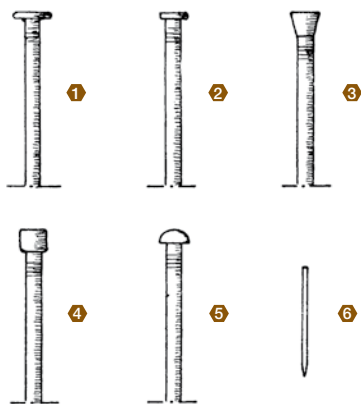


Figure 12.1 les différents types de pointe

» par le type de tête:

- 1 tête plate,
- 2 tête bâtarde,
- 3 tête conique,
- 4 tête homme: qui permet de chasser la pointe quand on désire la dissimuler dans le bois,
- 5 tête ronde: quand celle-ci doit rester apparente,
- 6 sans tête: pour les pointes à placage;

» par la composition et le traitement de la surface.

Usages particuliers

Pour les usages particuliers tels que la décoration, la pose de fil d'acier, de grillage ou la pose de tapisserie, on utilise:

- 7 les clous forgés (décoration),
- 8 les cavaliers (pose de grillage),
- 9 les semences et clous de tapisserie (pose de tapisserie).

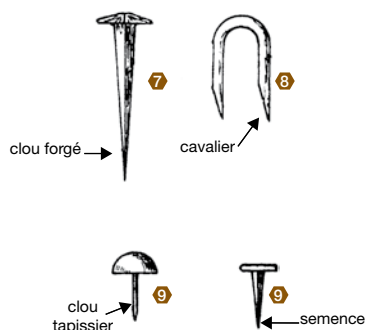


Figure 12.2 Usages particuliers

Règles de clouage

- » On cloue toujours de la pièce mince vers la pièce épaisse.
- » On cloue du bois tendre sur du bois dur.
- » La longueur de la pointe doit être au minimum 1,5 fois plus grande que la pièce plus mince de l'assemblage (on recommande une hauteur de 2,5 fois plus grande).

- » Le diamètre maximum recommandé est de 1/10^e de l'épaisseur de la pièce la plus mince.
- » Une pointe tient toujours mieux lorsqu'elle est enfoncée perpendiculairement aux fibres du bois plutôt que parallèlement à ces fibres.
- » Une pointe a une meilleure résistance à l'arrachement lorsqu'elle est clouée inclinée. Alternativement de la gauche vers la droite.
- » On augmente la résistance du clouage en utilisant des pointes de section carrées, torsadées ou crantées.
- » Pour éviter la fente des pièces minces ou en bois dur, on peut émousser ou supprimer à la tenaille les extrémités des pointes.

Outillages

Pour enfoncer les pointes, on utilise un marteau en rapport avec la longueur et le diamètre des pointes.

Il est parfois nécessaire d'enfoncer la tête de la pointe plus profondément que la surface de la pièce. Cette opération s'appelle **chasser la pointe**. Pour ce faire, on doit utiliser un chasse-pointe adapté au diamètre de la pointe.

Pour arracher une pointe, on utilise une tenaille. Dans ce cas, il faut interposer entre l'outil et la pièce une cale de bois afin d'éviter de marquer le bois.

12.2 Le vissage et le boulonnage

Les vis sont des tiges cylindriques munies d'une part d'un filetage hélicoïdal spécial, conique, qui se ménage un emplacement dans la matière par compression des fibres, et d'autre part d'une tête de différentes formes qui permet sa mise en place.

Les vis sont utilisées pour la fixation des pièces entre elles chaque fois qu'un autre procédé ne peut présenter les mêmes avantages de solidité, facilité et rapidité d'exécution.

Elles permettent aussi des démontages et des montages des pièces fixées. Elles servent également à fixer les diverses quincailleries sur les bois.

Désignation d'une vis

Les vis sont caractérisées par :

- » la forme de leur tête,
- » la forme de leur empreinte de vissage,
- » leur longueur,
- » le diamètre du collet,
- » leur composition, leur traitement de la surface,
- » le type de matériau à visser.

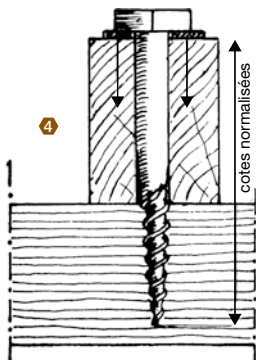
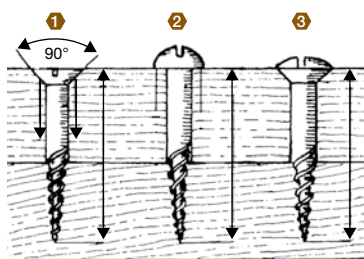


Figure 12.3 Vis à bois



Figure 12.4 Vis VBA

Les différents types de vis

• Les vis à bois

Elles sont composées d'une tête de différentes formes, d'un collet et d'un filetage.

❶ **Vis à tête fraisée** : utilisée en menuiserie courante pour les ferrures de rotation. Leur diamètre varie de 1,6 à 8 mm.

❷ **Vis à tête ronde** : utilisée pour la fixation d'organes à saisir (poignée de porte). La tête après vissage est apparente. Leur diamètre varie de 1,6 à 8 mm.

❸ **Vis à tête fraisée bombée ou tête « goutte de suif »** : utilisée pour la fixation d'organes de quincaillerie. Leur diamètre varie de 1,6 à 6 mm.

❹ **Vis à tête hexagonale ou tirefond à bois** : employée pour les vissages en force. Pour son vissage, elle nécessite une clef plate ou à tête hexagonale. Leur diamètre varie de 5 à 16 mm.

Les empreintes : Les vis à têtes fraisées, à têtes rondes et à têtes fraisées bombées peuvent avoir une empreinte cruciforme ou fendue.

• Les Vis à bois et aggloméré (VBA)

Elles offrent une résistance supérieure à l'arrachement de 30 % par rapport à une vis classique. Son filetage est sur toute ou partie de la longueur de la vis (vis de charpente).

❺ **Vis à tête fraisée** : elle s'utilise en menuiserie pour tous les types de bois (dérivés du bois et massifs). Leur diamètre varie de 3 à 8 mm.

❻ **Vis à tête cylindrique** : utilisé pour la fixation des organes de quincaillerie.

Figure 12.5 Les différentes empreintes pour vis à bois et VBA



Les empreintes: Les vis à têtes fraisées et à têtes cylindriques peuvent avoir une empreinte cruciforme, torx et pozidriv.

Règles de vissage

- » On visse de la pièce mince vers la pièce épaisse.
- » On visse du bois tendre sur du bois dur.
- » La longueur de la vis doit être au minimum 1,5 fois plus grande que la pièce la plus mince de l'assemblage.

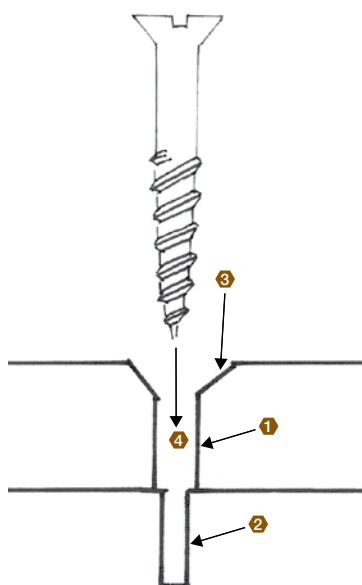


Figure 12.6

Méthode de perçage

- ❶ Percer la pièce à fixer au diamètre de la vis.
 - ❷ Percer sur la pièce qui doit recevoir la pointe filetée de la vis un avant-trou d'un diamètre inférieur à celui de la vis (- 1 mm).
- Nota:** Dans le cas de bois très tendre ou de vis de faible longueur, on se contente de percer un petit trou à la pointe à ferrer.
- ❸ Fraisier le logement de la tête de vis (uniquement pour les têtes fraisées).
 - ❹ Placer et tourner la vis.

Nota: on peut suiffer ou paraffiner le filetage de la vis pour faciliter la pénétration.

Outillages

Pour enfoncer les vis, il faut utiliser des tournevis adaptés à la force appropriée aux vis à mettre en place et aux empreintes des vis.

Les visseuses portatives sont parfaites pour la pose de nombreuses vis. De plus, ces machines peuvent être réglées à la force appropriée aux vis à mettre en place.

1



2



3



Figure 12.7 Différents boulons

Les boulons

Les boulons sont constitués d'une tête et d'une tige cylindrique filetée. Le filetage peut être partiel ou complet. Le boulon est complété par un écrou qui permet d'assurer le serrage.

Ils permettent l'assemblage de pièces de charpente, d'ouvrage de menuiserie et d'organes de quincaillerie.

Les différents types de boulon :

❶ **Boulon poêlier** : tête ronde large, empreinte fente en croix. Le filetage est situé sur toute la longueur. Il sert à la fixation d'organes de quincaillerie. Son diamètre varie de 4 à 10 mm et sa longueur de 10 à 60 mm.

❷ **Boulon Japy** : boulon tête bombée avec collet carré. Il est utilisé pour les menuiseries lourdes. Son diamètre varie de 5 à 12 mm et sa longueur de 30 à 300 mm.

❸ **Boulon de charpente** : tête carrée, sans empreinte. Le filetage est partiel sur la longueur du boulon. Il est utilisé pour les assemblages de charpente. Son diamètre varie de 12 à 22 mm et sa longueur de 140 à 600 mm.

Règles de boulonnage :

Le perçage des pièces s'effectue au diamètre du boulon.

L'axe de perçage doit être situé au minimum à 1/3 de la largeur de la pièce.

La distance entre le perçage et l'extrémité d'une pièce doit être comprise entre 6 à 10 fois le diamètre du boulon.

12.3 Le chevillage

Cette technique a l'avantage d'être facilement réalisable, solide et de permettre parfois le démontage ultérieur de l'ouvrage. Elle n'est efficace que si elle est exécutée avec soin. Le chevillage est surtout pratique pour les menuiseries extérieures, pour les grands ouvrages et chaque fois qu'un autre procédé de fixation est difficilement applicable (chantiers, charpentes, etc.).



Figure 12.8 Différents types de chevilles

Désignation d'une cheville

Les différents types de chevilles :

- » cheville en bois à section carrée (menuiserie)
- » cheville en bois ronde conique (ébénisterie)
- » cheville en bois ronde à pans coupés (charpente)
- » cheville métallique :
 - elles sont en forme d'étoile,
 - les chevilles métalliques existent dans les longueurs suivantes : 15, 19, 21, 25, 29, 32, 38, 45, 55, 65 mm.

Règles de chevillage

- » La longueur d'une cheville en bois doit être environ deux fois plus grande que les pièces à assembler.
- » En général, la section du petit bout de la cheville en bois doit être inscrite dans le diamètre de la mèche utilisée pour réaliser le perçage. La section du gros bout doit être circonscrite au diamètre de la mèche.
- » L'emplacement des chevilles doit être adapté à la situation (voir ci-après).

Emplacements des chevilles

La longueur d'une cheville métallique est déterminée par le calcul suivant :

$$L = e - e/6$$

L = longueur de la cheville

e = épaisseur de la pièce

Exemple

Pour une pièce de bois de 24 mm d'épaisseur, la longueur de la cheville métallique sera :

$$L = 24 - (24/6)$$

$$L = 24 - 4$$

$$L = 20 \text{ mm}$$

Donc, on prendra une cheville normalisée se rapprochant le plus possible de cette longueur (exemple : 19 mm).

Figure 12.9 Chevillage pour mortaise débouchante

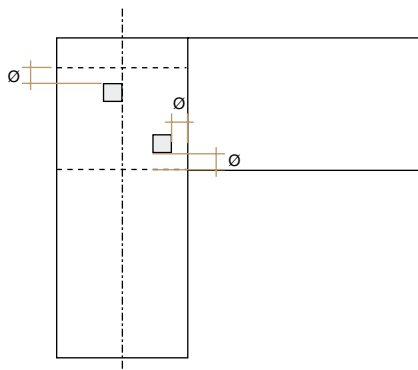


Figure 12.10 Chevillage pour mortaise borgne

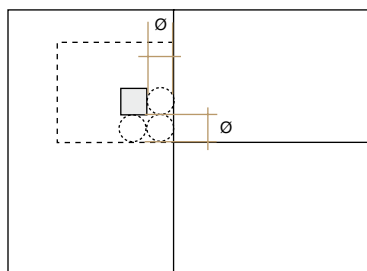


Figure 12.11 Chevillage d'une traverse intermédiaire

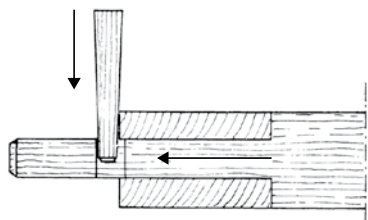
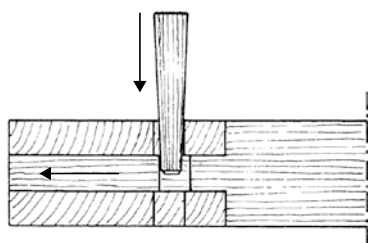
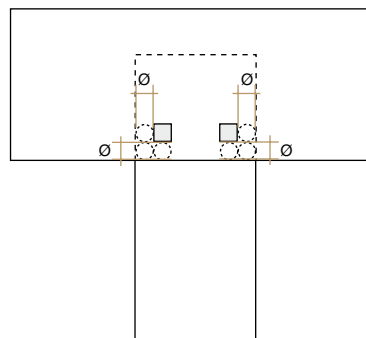


Figure 12.12 Chevillage à tire

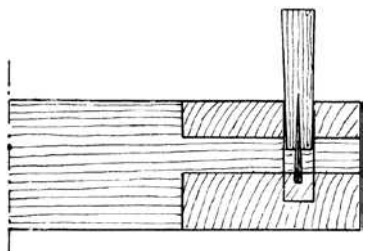


Figure 12.13 Chevillage coincé

Méthodes de chevillage

• Le chevillage simple

- 1 L'ouvrage est assemblé et serré à l'aide serre-joints.
- 2 Les trous sont percés à l'aide d'une mèche et d'une perceuse.
- 3 La cheville est enfoncée au marteau.
- 4 La cheville est arasée à la scie à cheville ou à la scie *sterling*.

• Le chevillage à tire

- 1 L'assemblage est monté et on procède au perçage de la première joue de la mortaise jusqu'à ce que la pointe centrale de la mèche pénètre dans le tenon.
- 2 On démonte l'assemblage puis on continue le perçage de la deuxième joue de la mortaise.
- 3 On procède au perçage du tenon en décalant le centre de perçage vers l'arasement.
- 4 On remonte l'assemblage et la pose des chevilles.

Nota : cette méthode évite d'utiliser des outils de serrage.

En charpente, le chevillage à tire peut se faire en dehors de la mortaise.

• Le chevillage coincé

Ce chevillage se pratique lorsque la cheville doit être enfoncée dans un **trou borgne**.

- 1 L'assemblage est monté et serré.
- 2 Le trou de cheville est percé, au-delà du tenon.

- ③ La cheville est ajustée, fendue et munie d'un coin.
- ④ La cheville est enfoncée, le coin écarte la cheville qui force de plus en plus dans son logement et qui assure la rigidité de l'assemblage.

Nota : les chevilles coincées ne sont pas démontables.

Outillages

- » Mèche à bois : en fonction du diamètre à percer
- » Perceuse portative
- » Scie à cheville ou scie *sterling* : pour araser les chevilles

Ce qu'il faut retenir

Le clouage

Méthode simple permettant la réunion de deux pièces.

Les pointes se caractérisent par leur longueur et par leur diamètre.

Les différents types de tête :

Tête plate, tête bâtarde, tête conique, tête homme, tête ronde, sans tête.

Le vissage et le boulonnage

Les vis sont munies d'un filetage hélicoïdal et d'une tête de différentes formes. Les vis sont utilisées pour réunir des pièces entre elles et permettent des démontages et des montages aisés.

Les vis se caractérisent par la forme de leur tête, leur filetage, la forme de leur empreinte, leur longueur, le diamètre du collet, leur composition et leur traitement de surface.

Les différents types de vis :

Vis à tête fraisée à bois, vis à tête ronde à bois, vis à tête fraisée bombée à bois, vis à tête fraisée VBA et vis à tête hexagonale ou tirefond à bois.

Les vis peuvent avoir une empreinte cruciforme ou fendue.

Les différents types de boulons :

Boulon poêlier, boulon Japy et boulon de charpente.

Le chevillage

Facilement réalisable, solide, insensible aux variations hygrométriques et permet parfois le démontage ultérieur de l'ouvrage.

Les différents types de chevilles :

Chevilles en bois à section carrée (menuiserie), ronde conique (ébénisterie), à pans coupés (charpente) et chevilles métalliques en forme d'étoile.

Méthodes de chevillage

Trois méthodes de chevillage sont possibles :

Le chevillage simple, à tire et coincé.



Testez vos connaissances



1. On cloue toujours (entourez les bonnes réponses) :

- a une pièce épaisse sur une pièce mince
- b un bois tendre sur un bois dur
- c un bois dur sur un bois tendre
- d une pièce mince sur une pièce épaisse

2. La longueur d'une vis est :

- a de la même longueur que la pièce la plus mince
- b au moins 1,5 fois plus longue que la pièce la plus mince
- c au moins 4 fois plus longue que la pièce la plus mince

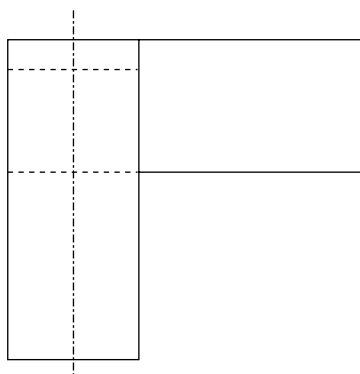
3. On souhaite visser deux panneaux de particules entre eux. Quel type de vis peut-on utiliser :

- a vis à tête fraisée à bois
- b vis à tête ronde à bois
- c vis à tête fraisée VBA

4. On souhaite cheviller un assemblage à tenon et mortaise avec des chevilles métalliques. L'ensemble mesure 30 mm d'épaisseur. Déterminez la longueur de cheville à utiliser (longueurs types de cheville : 15, 19, 21, 25, 29, 32, 38, 45, 55, 65) :

•

5. Dessinez correctement sur le schéma ci dessous l'emplacement des chevilles :



Les organes de rotation

chapitre 13

Un organe de rotation permet d'assurer une liaison entre un élément mobile (**ouvrant**) et un élément fixe (**dormant**) et de permettre la mise en mouvement (**rotation**) de l'ouvrant.

La rotation des ouvrants courants en menuiserie du bâtiment et en ameublement (ébénisterie et agencement) est assurée par différentes ferrures.

Dans la catégorie *ferrure de menuiserie*, on trouve les pentures, les fiches et les paumelles.

Dans la catégorie *ferrure d'ameublement*, on trouve les charnières traditionnelles, les charnières invisibles, les fiches et les pivots.

13.1 Les ferrures de menuiserie du bâtiment

En menuiserie du bâtiment, les organes de rotations peuvent porter les mêmes noms que ceux d'ameublement. Mais ils n'ont pas forcément les mêmes formes et sont généralement plus robustes.

Les pentures

Elles sont employées pour le ferrage des menuiseries sur barre ou à cadre. Elles sont fixées à l'aide de vis ou de boulons et peuvent se dégondrer.

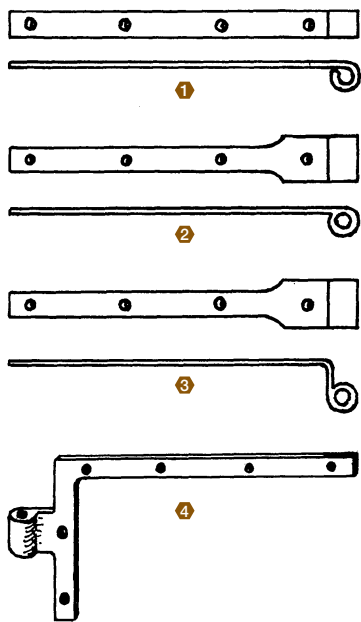


Figure 13.1 Les différents types de penture



Figure 13.2 Les gonds



Figure 13.3 Une fiche

Figure 13.4 Vocabulaire des paumelles

On distingue :

- ❶ les pentures ordinaires à nœud roulé : pour les ouvrages courants,
- ❷ les pentures renforcées à nœud forgé : pour les ouvrages lourds,
- ❸ les pentures à talon à nœud forgé : permettant de rabattre les ouvrants contre le mur, lorsqu'il est ferré sur le tableau.
- ❹ les pentures coudées à nœud forgé : permettant de renforcer l'équerrage de l'ouvrage.

Les pentures sont soutenues par des gonds qui peuvent être des gonds à sceller ❺, à pointe ❻, à patte, à visser ❼.

Les fiches de menuiserie

Elles sont utilisées pour le ferrage des fenêtres et sont en tôle roulée. Elles sont réalisées en deux parties. Chaque partie est constituée d'un demi-nœud et d'une lame. Elles s'articulent autour d'un axe. Ces fiches ont une main et elles se dégondent.

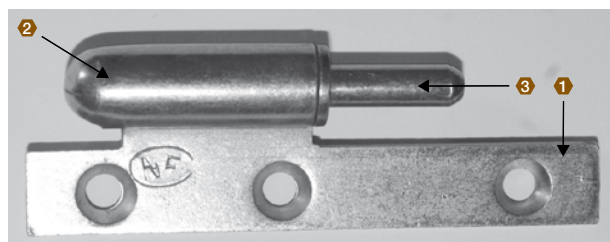
Les lames sont mortaisées et vissées dans le montant du dormant et dans l'ouvrant.

On trouve de très nombreux modèles de fiches à pattes ou à visser (à nœuds à vases, à nœuds plats courts, etc.) permettant d'offrir un large choix technique.

Les paumelles

Ce sont des ferrures de rotation qui ont l'avantage de se dégondent pour déposer les ouvrants sans les dévisser.

Les paumelles sont composées de deux branches. Chaque branche comporte une lame ❶ et un demi-nœud ❷. la branche mâle comporte une broche ou axe ❸, permettant la rotation de la paumelle. Elle est fixée sur le dormant la branche femelle sur la porte.



Tout comme les fiches, il en existe de très nombreux modèles (à nœuds ronds, à vases, à nœuds plats, à contre-coudées, etc.) qui permettent d'apporter des solutions techniques appropriées aux ouvrages.

• Conception des paumelles

- » **Les paumelles roulées** : chaque branche est découpée dans de la tôle d'acier épaisse et le nœud est roulé. Elles sont utilisées pour les ouvrages de menuiserie courants.
- » **Les paumelles soudées** : le nœud est soudé électriquement sur la patte pour former la branche. Le type renforcé est utilisé pour les menuiseries lourdes.

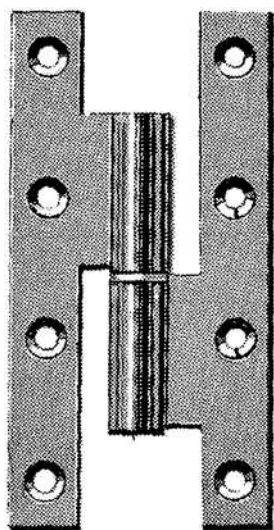


Figure 13.5 Paumelle roulée

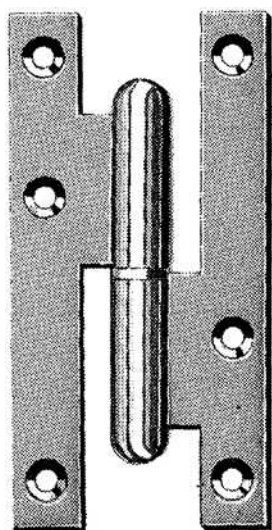


Figure 13.6 Paumelle soudée

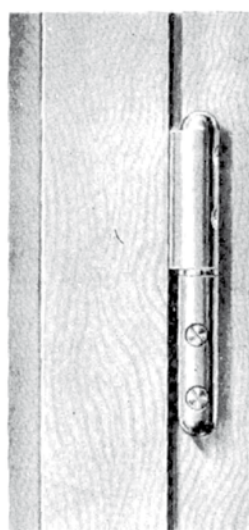


Figure 13.7 Paumelle sans patte

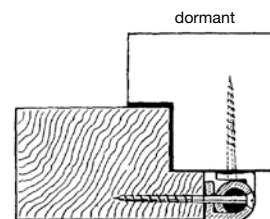


Figure 13.8 Paumelle invisible

- » **Les paumelles sans pattes** : le nœud comporte un plat et des trous, permettant de visser la paumelle directement sur le bois. On les utilise pour les ouvrages de menuiserie légers.
- » **Les paumelles invisibles** : elles sont constituées de pattes qui se vissent dans les chants de l'ouvrant et du dormant. Le boîtier est dissimulé lui aussi dans les chants, ce qui permet de cacher l'organe de rotation. Ces paumelles n'ont pas de main, elles peuvent être montées indifféremment à droite comme à gauche, on dit alors qu'elles sont **universelles**.

Main des paumelles



Elle est dite **main droite** lorsque, tenant la paumelle dans la position de montage (fraisages vers soi), après l'avoir ouverte à deux mains, on tient dans la main droite la branche mâle. Dans le cas contraire, elle est dite **main gauche**.

13.2 Les ferrures d'ameublement

248

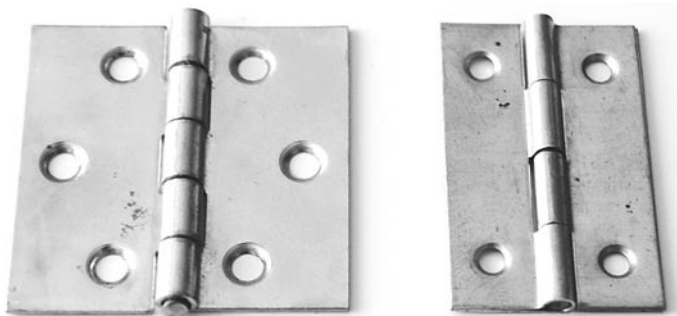
Elles sont extrêmement diverses. Elles varient selon les genres de rotation, les positions relatives des pièces à déplacer, leurs fonctions à remplir. Les ferrures les plus courantes sont décrites ci-après.

Les charnières

Elles sont composées le plus souvent de deux plaques métalliques en tôle roulée ou en laiton étiré et soudé, articulées sur une broche centrale. Elles n'ont pas de main. Elles peuvent équiper des portes affleurantes ou à recouvrement. Elles ne sont pas dégonnables, ce qui ne permet pas de séparer les parties ferrées.

Elles existent sous différents types.

Figure 13.10 Charnière ordinaire



- **Charnière ordinaire ou renforcée:** utilisée pour les ouvrants de meubles. Leurs dimensions sont celles de la charnière ouverte (Hauteur × Largeur). Elles existent en acier laitonné, nickelé ou en laiton.

Figure 13.11 Charnière à piano



- **Charnière à piano**: elle permet de fixer l'ouvrant sur toute sa longueur. Elle se vend en longueur de deux mètres.

- **Charnière ronde à double axe**: elle est destinée aux abatants car les deux axes permettent après la rotation de ne pas avoir le nœud qui dépasse de la surface des panneaux.

Charnière à boules: l'axe comporte une boule terminale, mobile, permettant d'accéder à l'axe et de le chasser. L'autre boule est indépendante et fixe. Ces charnières ont une main car il faut placer la boule mobile vers le haut.

Charnière à ressort: un ressort intégré à la charnière permet de refermer automatiquement la porte. Il existe un modèle simple et un modèle double qui permet de pousser indifféremment la porte dans les deux sens. Ces charnières équipent les portes des salles publiques.

Les charnières invisibles: ces charnières *modernes* permettent de dissimuler l'organe de rotation à l'intérieur du meuble. Elles équipent la plupart du mobilier fonctionnel (meubles de cuisine, de salle de bain, bibliothèques, etc.).

Il existe un grand nombre de types de charnières invisibles qui offrent de nombreuses possibilités d'applications.

On citera deux modèles très courants :

- » **Les charnières invisibles standards à ouverture de 110°**: elles sont disponibles suivant 3 coudures différentes :
 - coudure 0 mm (droit) : elles permettent une pose en applique des portes,
 - coudure 9,5 mm (coudée) : elles permettent une pose en applique partielle des portes,

- coudure 16 mm (coudée haute): elles permettent une pose affleurante des portes par rapport aux côtés.



Figure 13.12 Charnière invisible à ouverture de 110° et coudure 0 mm



Figure 13.13 Charnière invisible à coudure 16 mm

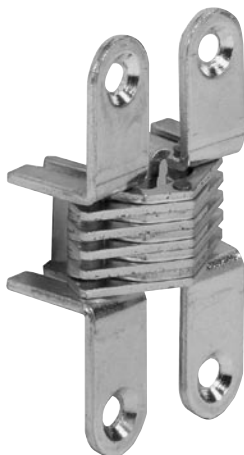


Figure 13.14 Charnière invisible à encastrer

Avantages de ces charnières:

Elles sont dites « universelles » car elles n'ont pas de main. Elles permettent un réglage des portes sur trois axes (hauteur, profondeur et latéral).

- » **Les charnières invisibles à encastrer:** elles permettent une pose affleurante. Elles s'encastrent dans le chant d'un montant et dans le chant de la porte, ce qui permet de dissimuler complètement la charnière.

Les pivots

Ils assurent la rotation d'abattants et de portes diverses, à chants droits et parallèles. Entaillés dans l'épaisseur de ces pièces, ils ne sont pas visibles, sauf exception (pivots coudés).

On distingue :

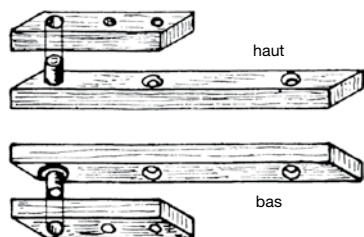


Figure 13.15 Pivot ordinaire

- **Les pivots ordinaires:** de dimensions et de forces diverses en fonction des portes à ferrer. Les plaquettes porte-pivot, plus longues, sont à entailler dans l'élément mobile, tandis que les autres se fixent dans la carcasse du meuble. Ce type de pivot demande un usinage particulier et long à réaliser. Une gorge doit être réalisée dans la partie fixe, afin de permettre la rotation de la porte ou de l'abattant.

- **Les pivots dits d'abattant, ou à arrêt:** de conceptions diverses, ils sont constitués de telle façon qu'ils contribuent à arrêter l'abattant ferré en position horizontale. Pour un petit

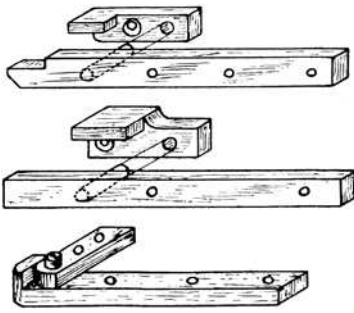


Figure 13.16 Pivot à arrêt

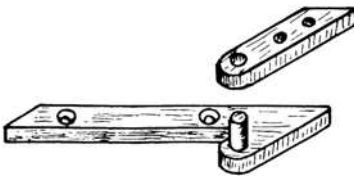


Figure 13.17 Pivot coudé

Figure 13.18 Fiche à lacets

abattant, il peut suffire au maintien de celui-ci. Les grands abattants nécessitent l'emploi d'un compas d'arrêt.

- **Les pivots coudés**: simples ou doubles, ils permettent les rotations de portes dans les mêmes conditions que les charnières, les paumelles ou les fiches. Ils sont légèrement visibles et, de ce fait sont réalisés en cuivre, cuivre nickelé ou chromé.

Les fiches d'ameublement

Elles sont constituées d'un cylindre qui peut être très long et d'un fort diamètre. Leurs extrémités sont tournées et constituent un motif décoratif. Elles conviennent particulièrement à certains meubles de style ou rustiques.

On distingue :

- **Les fiches à lacets**: constituées d'une seule partie comprenant le cylindre, deux tiges filetées (les **lacets**) et de deux lames juxtaposées. La fixation de ce type de fiche se fait à l'aide des lacets qui sont boulonnés sur le bâti et des deux lames qui sont mortaisées et vissées dans la porte. Ces fiches peuvent être égales à la hauteur de la porte.





Figure 13.19 Fiche à entailler

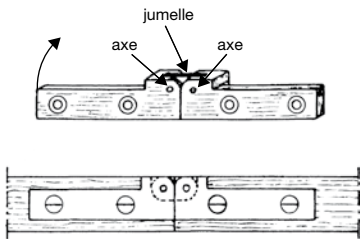


Figure 13.20 Briquet à entailler en bout

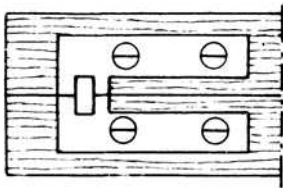


Figure 13.21 Briquet à entailler sur chant

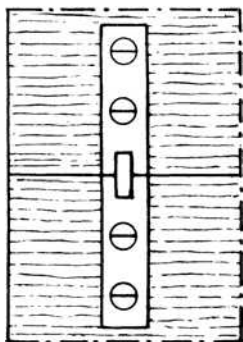


Figure 13.22 Briquet à entailler sur plat

- **Les fiches à larder**: elles se composent en deux parties avec un axe. Les lames sont mortaisées et vissées dans le montant du meuble (partie mâle) et dans la porte (partie femelle).
- **Les fiches à entailler**: comme les fiches à larder, elles sont constituées de deux parties. Leurs lames sont entaillées dans le montant de l'ossature et dans le chant de la porte.

Les compas

Ce sont des ferrures composées, le plus souvent, de deux pièces principales articulées.

On distingue principalement :

- » les compas d'articulation : organes de rotation avec arrêt,
- » les compas d'abattants : organes de soutien.

• Les compas d'articulation

Dans cette catégorie de compas, on trouve principalement **les briquets**: ils sont traditionnellement utilisés pour la rotation des plateaux des tables de jeux. Ces compas comportent un axe dans chaque tige et ont une ou deux pièces de réunion en acier (jumelles).

Lors de la rotation, les deux parties du briquet viennent en contact et arrêtent le mouvement.

On distingue :

- » le briquet à entailler en bout (fig. 13.20),
- » le briquet à entailler sur chant (fig. 13.21),
- » le briquet à entailler sur plat (fig. 13.22).

• Les compas d'abattants

Ils sont de dimensions et de forces variables selon les utilisations. Leurs branches sont souvent de longueurs égales mais peuvent aussi être de longueurs inégales selon les nécessités et les dispositions intérieures des meubles.

Les extrémités de ces pièces sont munies de pièces articulées permettant une fixation solide par vis. L'articulation des deux branches comporte souvent un arrêt.

Dans cette catégorie de compas, on trouve :

- » le compas à arrêt,
- » le compas à coulisseau,
- » le compas à coulisseau vertical,
- » le compas à frein.



Figure 13.23 *Compas à arrêt*



Figure 13.24 *Compas à coulisseau vertical*



Figure 13.25 *Compas à frein*

Ce qu'il faut retenir

Fonction d'un organe de rotation

Il permet d'assurer une liaison entre un élément mobile (ouvrant) et un élément fixe (dormant) et de permettre la mise en mouvement (rotation) de l'ouvrant.

Choix d'un organe de rotation

Il se fera en fonction :

- **de la position de l'ouvrant par rapport à la partie fixe :**
 - » en retrait,
 - » en applique,
 - » en applique partielle,
 - » affleurante,
 - » en feuillure,
 - » etc.,

- **des matériaux composants la partie fixe et la partie mobile :**

- » métal (partie fixe) et bois (partie mobile),
- » bois (partie fixe) et verre (partie mobile),
- » maçonnerie (partie fixe) et bois (partie mobile),
- » bois (partie fixe) et bois (partie mobile),
- » etc.,

- **de la résistance mécanique,**

- **des conditions d'utilisation :**

- » dégonflable ou non,
- » angle d'ouverture,
- » etc.,

- **des possibilités de réglages,**

- **de l'esthétique et de son coût,**

- **de la main,**

- **des facilités de mise en œuvre.**

Testez vos connaissances



1. Quelle ferrure sert au ferrage des menuiseries sur barre :

-

2. Après avoir ouvert une paumelle à deux mains, on tient dans la main gauche la branche mâle. Quelle est la main de la paumelle :

- a main gauche
- b main droite

3. On souhaite installer une charnière invisible en applique partielle. Quel type de coudure doit-on employer :

- a coudure 0 mm (droit)
- b coudure 9,5 mm (coudée)
- c coudure 16 mm (coudée haute)

4. Quelle sorte de charnière permet de ferrer l'ouvrant sur toute sa longueur :

-

5. Dans quelle catégorie classe-t-on les briquets :

- a compas d'articulation
- b compas d'abattant

Les organes de condamnation et d'immobilisation

chapitre 14

En menuiserie du bâtiment ou en ameublement, les ouvrants reçoivent divers organes d'immobilisation ou de condamnation afin de les maintenir en position fermée.

14.1 Les serrures et organes de menuiserie du bâtiment

255

Les serrures

Elles sont installées sur les portes d'entrée, palières ou sur les portes de séparation intérieures. En menuiserie du bâtiment, on trouve deux principales catégories de serrure :

- » **en applique** : se vissant sur le parement de la porte,
- » **à larder** : se logeant dans une mortaise située sur le chant vertical.

Vocabulaire

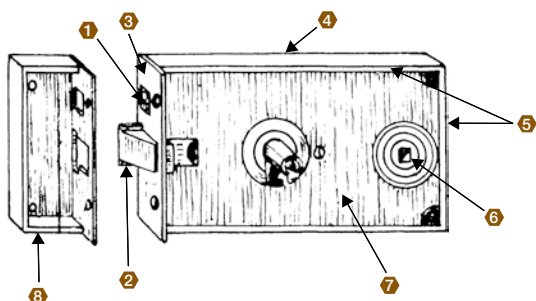


Figure 14.1 Vocabulaire des serrures en applique

• Serrure en applique

- | | |
|--------------------------|------------|
| 1 Pêne dormant | 5 Cloison |
| 2 Pêne demi-tour | 6 Fouillot |
| 3 Têtière | 7 Foncet |
| 4 Palâtre (face opposée) | 8 Gâche |

Le foncet est une plaque de tôle vissée recouvrant le mécanisme.

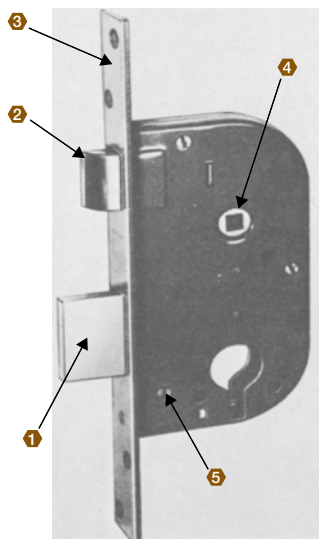


Figure 14.2 Vocabulaire des serrures à larder

• Serrure à larder

- 1 Pêne dormant
- 2 Pêne demi-tour
- 3 Têtière
- 4 Fouillot
- 5 Coffre

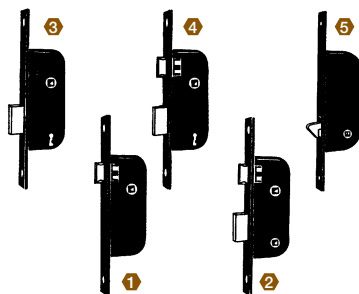


Figure 14.3 Modèles de serrures à larder

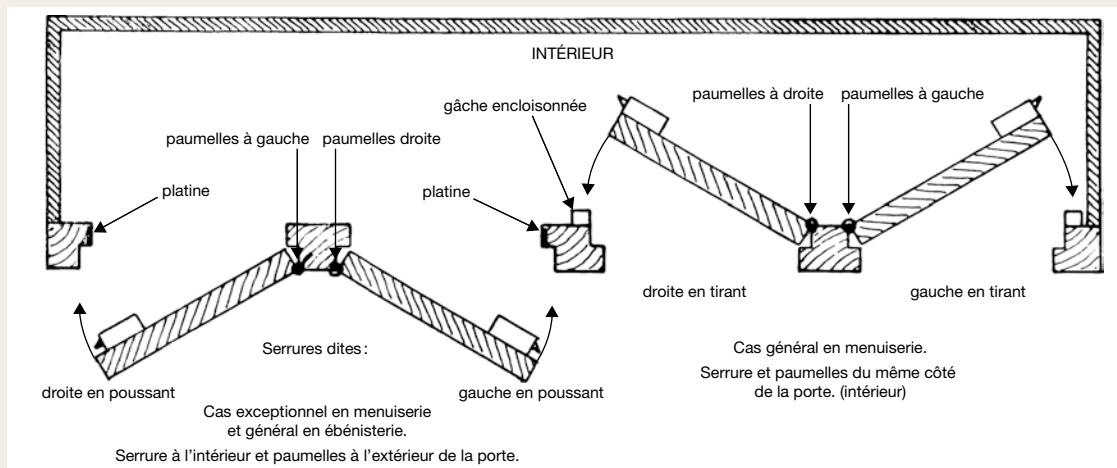
En applique	
Pose : horizontale ou verticale	
À bec-de-cane	
À pêne dormant	
À pêne dormant et demi-tour	
À crémone en applique	
À larder	
Pose : verticale	
À bec-de-cane 1	
À bec-de-cane à condamnation 2	
À pêne dormant 3	
À pêne dormant et demi-tour 4	
À bec-de-cane à mentonnet 5	
À crémone encastrée	

Main et sens des serrures

Les serrures en applique

Il faut se placer du côté de la serrure (intérieur de l'appartement) pour déterminer la main ou le sens d'une serrure en applique.

Figure 14.4 Main et sens des serrures



Si la serrure se présente à droite de la porte, il s'agit d'une **serrure à droite**. Si la serrure se présente à gauche de la porte, il s'agit d'une **serrure à gauche**.

S'il faut tirer pour ouvrir la porte, la serrure est dite **en tirant** (cas général en menuiserie). Dans le cas où il faut pousser pour ouvrir la porte, la serrure est dite **en poussant** (cas exceptionnel en menuiserie).

Les serrures à larder

Il faut se placer du côté visible des paumelles. Si la serrure se pose du côté gauche de la porte, la serrure est dite **à gauche**, et inversement pour une serrure dite **à droite**.

Nota : certains modèles sont à main réversible par inversion du bec-de-cane.

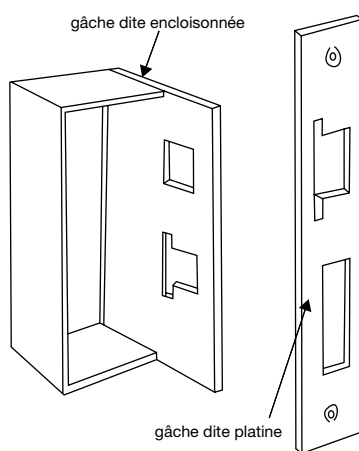


Figure 14.5 Gâches

Le mécanisme des serrures

Le mécanisme des serrures peut être :

- » **ordinaire**, c'est-à-dire que la clé n'assure pas une protection très efficace (elle est facilement copiable),
- » **à gorges** : le mécanisme est composé de flasques de bronze qui ne sont mobiles que lorsqu'elles coïncident avec les encoches de la clé,
- » **de sûreté** : le mécanisme comporte des nervures et des encoches difficilement copiables.

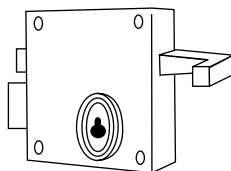
La gâche

Complétant la serrure, elle s'entaille et se visse dans le dormant. Les pènes viennent s'y loger lorsque la porte est condamnée. On trouve la gâche à encloisonner pour les serrures en applique ou la gâche simple dite « platine » pour les serrures à larder.

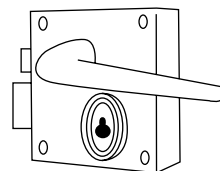
Types d'ouvertures

L'ouverture peut s'effectuer soit :

- » par tirage,
- » par poignée.



à tirage



à poignée

Figure 14.6 Types d'ouvertures

Figure 14.7 Poignées

La garniture



La garniture de porte est composée d'une poignée, d'une rosace et d'une entrée de clé.

La poignée peut être :

- » un bouton rond (à gauche),
- » une béquille (à droite),
- » une poignée soudée sur plaque (au centre).

La rosace

Elle sert à masquer le trou de passage des poignées. Elles peuvent être de différentes formes et elles sont assorties aux poignées.

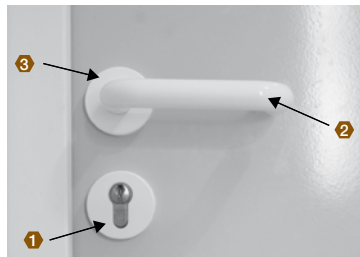


Figure 14.8 Modèle de rosace

- ❶ Entrée de clé
- ❷ Béquille
- ❸ Rosace

Les entrées de clé

Elles masquent le trou de passage de la clé ou du canon. Elles peuvent être de différentes formes et elles sont assorties au reste de la garniture.

Nota : lorsque la rosace et l'entrée de clé sont réunies, l'ensemble prend le nom de plaque.

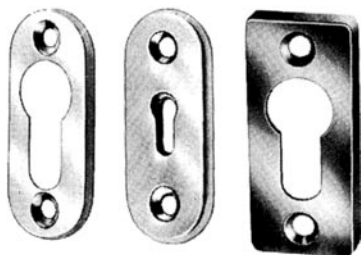


Figure 14.9 Modèles d'entrées de clé



Fermetures diverses

• Les verrous ordinaires

Le verrou est posé en applique sur la porte en applique à l'intérieur de l'appartement. Le pêne est actionné à la main et s'engage dans une gâche posée, elle aussi, en applique. C'est un organe de sûreté complémentaire.

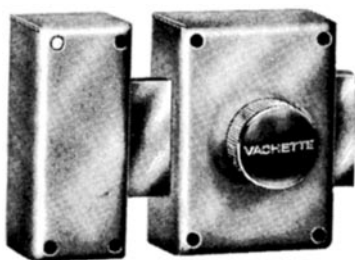


Figure 14.10 Verrou ordinaire

• Les ferme-portes

Ces appareils, communément appelés *groom*, permettent de refermer les portes après le passage d'une personne. Ils sont très utilisés pour les portes coupe-feu qui doivent être maintenues fermées.

On trouve divers modèles de ferme-portes :

- » **à ressort,**
- » **à tringles,**
- » **à bras,** se posant en applique ou encastré et utilisant diverses technologies (à bain d'huile, à came et contre-piston, à pignons et crémaillères, etc.).

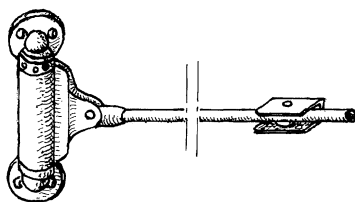


Figure 14.11 Ferme-porte à tringles



Figure 14.12 Ferme-porte à bras

• Fermeture anti-panique

Système de fermeture employé pour les issues de secours. Il est composé de deux plaques de fermeture dont une est équipée d'un pêne demi-tour et d'une serrure à cylindre (permettant la condamnation de la porte par l'extérieur) et d'une barre reliant les deux plaques. Ce type de fermeture permet lors des mouvements de panique de décondamner la porte en appuyant simplement sur la barre.

Figure 14.13 Fermeture anti-panique





Figure 14.14
Crémone
en applique

Figure 14.15
Espagnolette

• Crémone

Elle assure la fermeture des châssis ouvrants et notamment des croisées, à l'aide du déplacement vertical simultané des deux tringles qui pénètrent en haut et en bas dans des gâches fixées sur le dormant.

Deux modèles :

- » **en applique** avec des tiges de crémones rondes ou demi-rondes. Ces modèles d'aspect rustique sont de plus en plus délaissés et restent utilisés dans le cas de rénovation,
- » **encastré** : sur les croisées « modernes », les crémones sont conçues de telle façon que le mécanisme est encastré dans le montant à gueule-de-loup. Seule la poignée – ou le bouton – est apparente. Ce modèle est le plus employé.

• Espagnolette

Elle a la même fonction que la crémone mais la tringle est animée d'un mouvement de rotation qui permet le blocage des ouvrants dans les dormants à l'aide des crochets qui terminent les tringles.

14.2 Les serrures et organes d'ameublement

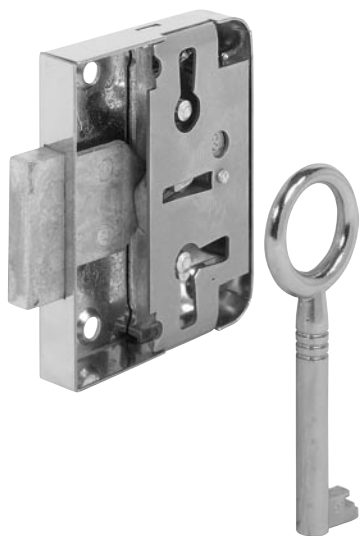


Figure 14.16 Serrure en applique

On trouve des ferrures de condamnation similaires à celles de menuiserie du bâtiment. Elles sont de plus petites tailles et moins robustes. Elles s'adaptent sur des ouvrants de conceptions plus légères.

Les serrures

Elles sont de plusieurs types :

- » **les serrures en applique** : à visser sur le contre-parement de la porte,
- » **les serrures à enclouonner** : ce sont des serrures destinées à être à l'intérieur d'un volume (meuble). Elles sont fixées en contreparement des portes,
- » **les serrures à espagnolette** : elles sont composées d'une serrure à enclouonner commandant deux tringles qui sont



Figure 14.17 Serrure à enclouonner



Figure 14.18 Serrure à espagnolette



Figure 14.19 Serrure à larder



Figure 14.21 Serrure à barillet

animées d'un mouvement de rotation assurant le blocage des ouvrants à l'aide des crochets qui terminent ces tringles. Ces serrures sont généralement utilisées pour les portes de placard. Grâce à leurs trois points de fixation (haut, central et bas), elles contribuent à éviter que ces portes se déforment,

- » **les serrures à larder** : à insérer dans une mortaise située dans un montant,
- » **les serrures à entailler** : ces serrures s'entaillent sur plat pour affleurer le contre-parement des portes et des tiroirs,
- » **les serrures à barillet** : ces serrures ne nécessitent qu'un simple perçage dans la porte pour pouvoir faire passer le barillet. Elles sont généralement équipées d'une came qui permet la condamnation.

Il existe bien d'autres modèles de serrures pour l'ameublement adaptés aux différents travaux d'agencement ou d'ébénisterie. On trouve des serrures pour les portes coulissantes, pour les abatants, pour des portes en verre, etc. Pour le choix d'une serrure, il est nécessaire de se référer aux caractéristiques techniques décrites dans les catalogues des fournisseurs.

Figure 14.20 Serrure à entailler



Poignées, boutons et entrée de serrure

Ces fournitures sont extrêmement diverses de par leur fabrication, leur aspect et leur matière qui varie du fer forgé ou du fer découpé (recevant une finition chromée, au laiton poli, dorée) à la matière plastique, en passant par du bronze ciselé, de l'aluminium, etc. Les fabricants spécialisés présentent une gamme très étendue de modèles de styles différents, au design du moment et permettant presque toujours un choix judicieux.



Figure 14.22 Modèle de poignée



Figure 14.23 Modèle de bouton



Figure 14.24 Modèles d'entrée de serrure

Les loqueteaux

Quand les portes n'ont pas besoin d'être condamnées mais simplement immobilisées, on utilise de préférence des loqueteaux.

Les loqueteaux sont de forme et de force très diverses suivant les usages. Mais dans tous les cas, la partie mobile est dégagée de la partie fixe par un simple effort de traction.

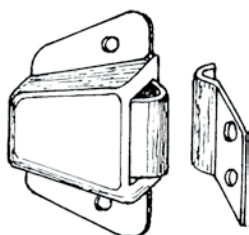


Figure 14.25 Loqueteau à pêne

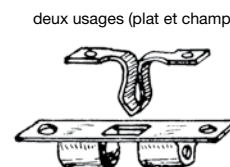
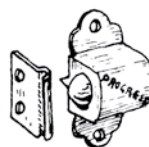
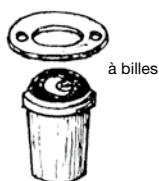


Figure 14.26 Loqueteau à bille



Figure 14.27 Loqueteau magnétique



Figure 14.28 Loqueteau à pression

On trouve :

- » **les loqueteaux à billes ou à pènes** : le maintien de la partie mobile s'effectue soit à l'aide d'un **pêne** ou d'une bille qui sont montés sur ressort et qui s'engagent dans une **gâche** fixée sur la partie fixe,
- » **les loqueteaux magnétiques** : ils sont composés d'une contreplaque en acier fixée sur la partie fixe, et d'un aimant fixé sur la partie mobile. les deux parties du loqueteau sont simplement attirées par l'effet de l'aimant. La force du loqueteau doit être proportionnée en fonction de la grandeur de l'ouvrant à immobiliser. Ces loqueteaux se posent en applique mais certains modèles peuvent être encastrés,
- » **les loqueteaux à pression (ou push-lock)** : l'ouverture s'effectue par une simple pression sur la porte, ce qui déclenche le dégagement du pêne de sa gâche. Ce système permet de ne pas avoir de bouton de porte ou de poignée en façade. Ce type de loqueteau est utilisé lorsque l'on souhaite *épurer* un meuble de toute quincaillerie apparente, ou de dissimuler des ouvertures.

Ce qu'il faut retenir

Fonction d'un organe d'immobilisation ou de condamnation

Il permet d'assurer la fermeture des ouvrants.

Choix d'un organe

Il se fera en fonction :

- **du type d'ouvrage :**

- » porte d'entrée ou palière
- » fenêtre
- » porte de meuble
- » tiroir
- » etc.

- **du type de fermeture :**

- » immobilisation simple (maintien en position)
- » condamnation à clé (sécurité des biens et des personnes)

- **du type d'ouvrant :**

- » **porte battante**
- » **porte coulissante**
- » **abattant**
- » **etc.**

- **de la position de l'ouvrant par rapport à la partie fixe :**

- » en retrait
- » en applique
- » affleurant

- **du matériau composant l'ouvrant :**

- » bois
- » métal
- » verre
- » etc.

- **de la résistance mécanique de l'organe,**

- **de la main,**

- **des facilités de mise en œuvre,**

- **de l'esthétique et de son coût.**

Testez vos connaissances



1. Une serrure en applique se présentant sur le côté gauche de la porte est une serrure :

- a à droite
- b à gauche

2. Lorsqu'il faut pour tirer la porte pour l'ouvrir, quel est le sens d'une serrure en applique :

- a en tirant
- b en poussant

3. Quel est l'organe de condamnation qui permet de refermer les portes après le passage des personnes :

-

4. On souhaite maintenir en position fermée une porte sans poignée ou bouton apparent et sans la condamner à clé. Quel type d'organe peut-on utiliser :

- a serrure à larder
- b loqueteau à pêne
- c serrure à entailler
- d serrure à espagnolette
- e loqueteau à pression

5. Quel type d'organe de condamnation peut-on utiliser pour un tiroir :

- a serrure à larder
- b loqueteau à pêne
- c serrure à entailler
- d serrure à espagnolette
- e loqueteau à pression

6. Quel type d'organe de condamnation permet de maintenir une porte avec trois points de fixation :

- a serrure à larder
- b loqueteau à pêne
- c serrure à entailler
- d serrure à espagnolette
- e loqueteau à pression

Le coulissage des ouvrages

chapitre 15

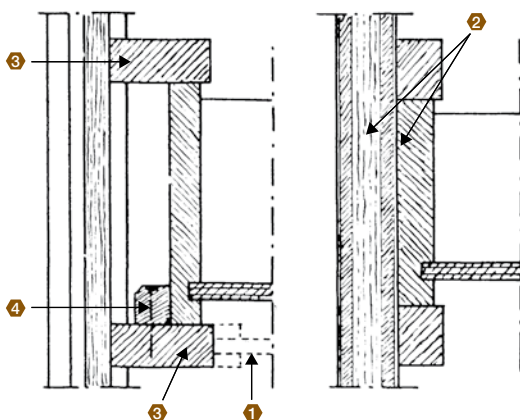
Afin de permettre la translation d'un sous-ensemble (tiroir, porte, tablette, etc.) d'un ouvrage, on peut utiliser :

- » des systèmes traditionnels composés de coulisseaux en bois,
- » des composants modernes de translation (coulisses métalliques à galets, à billes, etc.) à intégrer ou à fixer dans les portes, les tiroirs, etc.

15.1 Le coulissage des tiroirs, systèmes traditionnels

Les tiroirs doivent être *dirigés* en hauteur et en largeur de façon à obtenir un fonctionnement correct et sans jeu excessif.

Figure 15.1 Guidage latéral



Tiroirs en carcasse

Ces tiroirs sont pris entre les montants et les traverses de la **carcasse** du meuble.

Le coulissage en hauteur de ces tiroirs est assuré par des **coulisseaux** qui sont rapportés sur les côtés ou les séparations des meubles (3). Ces coulisseaux doivent être assez larges pour que les côtés portent complètement dessus. Si ces coulisseaux sont rainurés en vue de recevoir un faux fond, le côté du tiroir doit porter en dehors de la rainure (1, les pointillés). Le coulisseau supérieur peut être remplacé par le dessus du meuble ou le dessus d'une ossature.

Le guidage latéral peut se faire à l'aide :

- » de petites pièces appelées **conduits** ④, rapportées sur les coulisseaux inférieurs,
- » **des côtés du meuble** ②. ce procédé doit être évité car d'une part les surfaces de frottement, sur les côtés du tiroir, sont trop importantes, et d'autre part si les côtés *bougent*, cela entraîne un dysfonctionnement du coulissage.

Tiroirs suspendus

On désigne sous ce terme les tiroirs qui ne sont pas maintenus en hauteur entre deux coulisseaux du fait de l'impossibilité de rapporter ces pièces (ex : tiroir de bureau), ou du cas où le tiroir coulisse entre deux côtés de meuble à l'aide de coulisseaux embrevés dans ces côtés.

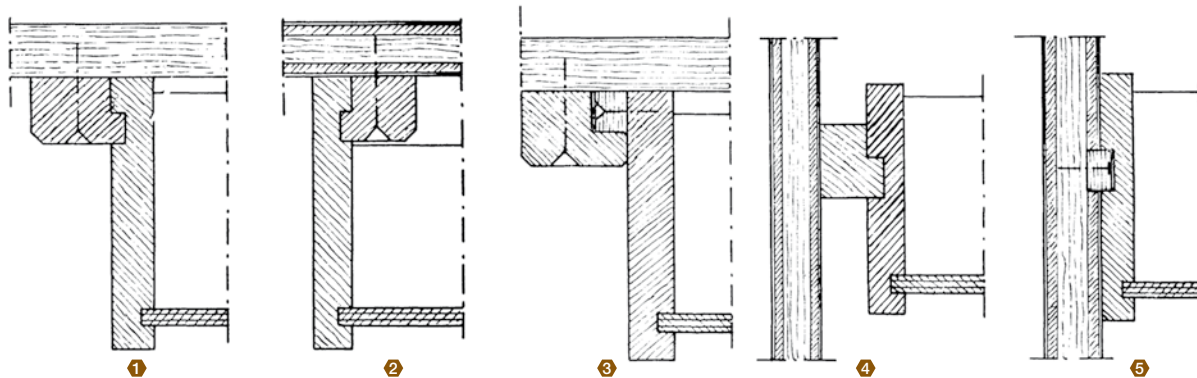


Figure 15.2 Coulisseaux

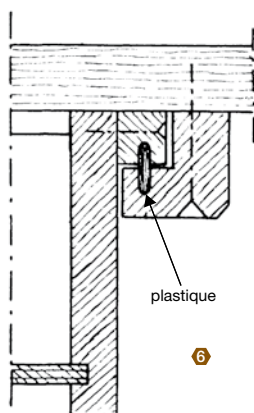


Figure 15.3 Glissière en plastique

On trouve deux types de coulisseaux :

- » **coulisseaux munis d'une languette bâtarde** : ils sont fixés par collage ou par vissage sous un dessus de meuble ou contre les côtés. Ils assurent à la fois le maintien vertical et latéral du tiroir tout en lui assurant son guidage horizontal ①, ②, ③ et ④. Ces coulisseaux peuvent être posés soit à l'extérieur soit à l'intérieur du tiroir ① et ②. Le tiroir est rainuré sur ses côtés afin de permettre l'embranchement des coulisseaux,
- » **coulisseaux embrevés** ⑤ : ce sont de simples coulisseaux rectangulaires qui sont embrevés et fixés contre les côtés du meuble. Le tiroir est rainuré sur ces côtés afin de permettre l'embranchement des coulisseaux.

Les glissières en plastique ⑥ : elles sont composées d'un rail à encasturer de force en rainure dans le coulisseau bois et d'une glissière à fixer sur le tiroir.

15.2 Le coulissage des tiroirs, systèmes modernes



Figure 15.4 Rail de guidage



Figure 15.5 Coulisse à galets



Figure 15.6 Coulisse à billes

Les coulisses métalliques ou plastiques

Ces coulisses sont de modèles et de forces diverses. On distingue plusieurs catégories :

- » **les rails de guidage** : ils sont en plastique et servent de surface de glissement,
- » **les coulisses à galets** : les roulements sont constitués par des galets qui peuvent être en nylon, en nylon sur roulement à billes, en galets en acier à enveloppe nylon sur roulement à billes ou équipés de galets silencieux. Ce type de coulisse permet de séparer aisément le tiroir en décrochant simplement les rails du tiroir des rails de corps (fixés sur le meuble),
- » **les coulisses à billes** : les roulements sont constitués par des billes en acier ou en plastique dans des cages à billes. Les coulisses à billes peuvent être invisibles lorsqu'elles peuvent se monter sous les tiroirs. Sur certains modèles, il est possible de séparer le tiroir des rails de corps à l'aide d'un levier de séparation ou lorsque le tiroir est enfiché sur les coulisses à l'aide de tourillons.

Modes de montage :

- » **Sur les tiroirs** : en applique sur le côté, sur le côté en rainure, à plat, suspendu et sous le tiroir.
- » **Sur les tablettes** : sur le chant, sous la tablette, suspendu et à plat sous la tablette.

Type de sortie : Les coulisses peuvent être :

- » à **sortie partielle** (une partie du tiroir ne sort pas du meuble),
- » à **sortie totale** (permet d'accéder à l'ensemble du tiroir). La coulisse possède alors trois parties distinctes : deux parties solidaires (les rails de corps) et une partie amovible (le rail de tiroir).

Longueur des coulisses : Elle est en fonction des tiroirs et des tablettes. Elle varie en général de 300 à 800 mm, mais on peut

trouver aussi des modèles qui vont jusqu'à 1 500 mm de long pour des tiroirs spéciaux.

La capacité de charge: Les coulisses sont de forces différentes. Pour les coulisses à galets, la capacité de charge varie de 25 kg à 100 kg ; pour les coulisses à billes, cette capacité varie en général de 30 à 160 kg mais on trouve aussi des coulisses à billes ayant une capacité de 10 kg comme certains modèles pouvant supporter jusqu'à 220 kg par paire.

Avantages: Les perçages de fixation de ces coulisses sont fondés sur le « système 32 » (voir chapitre 16), ce qui permet de prévoir les perçages dans les côtés de meuble afin de faciliter une mise en œuvre simple. Ces coulisses peuvent être soumises à une grande fréquence d'utilisation et ne sont pas sujettes aux déformations comme les coulisseaux en bois.

15.3 Le coulissage des portes

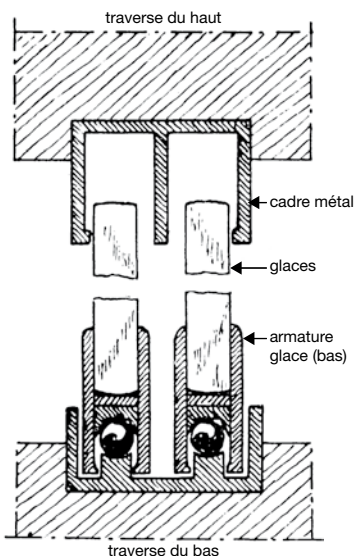


Figure 15.7 Chemins de roulement à billes pour les portes en verre

Les portes de meubles

On utilise des systèmes coulissants pour les portes lorsque l'on désire un roulement très doux ou lorsqu'on cherche à éviter une usure trop rapide des parties coulissantes. On utilise fréquemment des portes coulissantes dans des vitrines de présentation de magasin à la place de portes battantes (équipé d'organes de rotation) afin d'éviter que les portes ne débordent sur les zones de passage ou de service et ne gênent le passage des clients ou du personnel.

On peut employer notamment :

- » **les chemins de roulement à billes pour les portes en verre :** composés d'un cadre métallique fixé sur la traverse haute et les montants d'un meuble, d'un double rail fixé sur la traverse basse et de patins à billes. La partie basse des verres est prise dans une armature, ce qui leur permet de coulisser sur des patins à billes,
- » **les glissières plastiques pour les portes en verre :** ou en bois à insérer en rainure dans les traverses du meuble. La matière plastique permet un coulissage aisé et un usage prolongé,

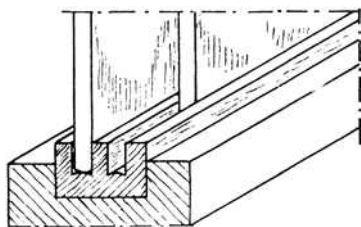


Figure 15.8 Glissières plastiques

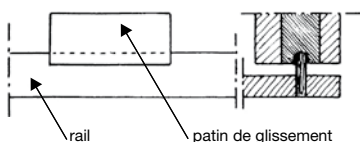


Figure 15.9 Rails plastiques pour les portes en bois

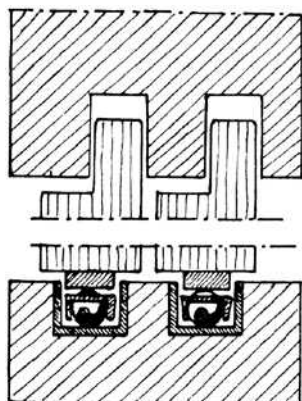


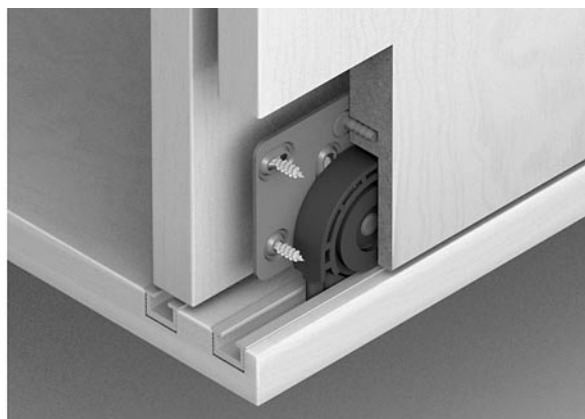
Figure 15.10 Chemins de roulement pour portes en bois

- » **les rails plastiques pour les portes en bois** : ils sont embrevés en rainure dans la traverse basse du meuble sur lesquels couissent des patins glissières en nylon, fixés par paires, sur le chant inférieur des portes,
- » **les chemins de roulement pour portes en bois** : deux rails en aluminium ou en plastique sont embrevés en rainure dans la traverse basse du meuble. Le coulisage des portes s'effectue à l'aide de chariots mobiles à billes qui sont insérés dans le rail et de patins de glissement qui sont fixés dans le chant inférieur des portes,
- » **les roulements divers pour portes en bois** : à chemins à billes, à galet métalliques ou à nylon. Ils s'encastrent par paire dans la partie basse de chaque porte et roulent sur ou dans un rail qui est fixé sur la traverse inférieure du meuble.

Pour tous ces systèmes, la partie haute de la porte peut être guidée :

- » **par un rail de guidage** en plastique ou en aluminium qui est fixé en applique ou en rainure dans la traverse haute. La partie haute de la porte s'embrève dans ce rail soit à vif, soit à l'aide de taquets de glissement qui s'encastrent par paire dans la porte,
- » **par une rainure**, réalisée dans la traverse haute du meuble. Pour se faire, on réalise une languette bâtarde sur le chant supérieur de la porte afin que celle-ci puisse s'embréver dans les rainures.

Figure 15.11 Roulements divers pour portes en bois



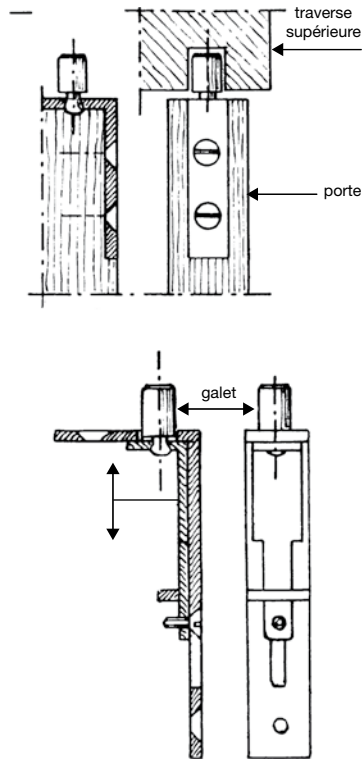


Figure 15.12 Pose et dépose des portes coulissantes

Pose et dépose des portes coulissantes

Les portes coulissantes doivent être facilement posées ou déposées de leurs glissières. Souvent, un jeu vertical suffisant est prévu dans le rail de guidage (fixé sur la traverse haute) pour pouvoir dégager la porte du rail de roulement (fixé sur la traverse basse) et être ensuite extrait de la carcasse du meuble.

Si tel n'est pas le cas, le rail de guidage doit être amovible de la carcasse du meuble, ou bien les portes doivent être munies de taquets de glissements fixes, facilement démontables, ou de galets escamotables.

Les portes suspendues

Ce système est généralement employé pour les portes de placards. Il existe un nombre important de modèles en fonction des dimensions des portes et de leurs poids.

Les portes sont équipées en partie haute de deux chariots à galets, par porte, qui coulisent sur ou dans un rail fixé au plafond ou sur un bâti. Le guidage des portes s'effectue, en partie basse, par un rail de guidage qui est fixé au sol et à l'aide soit de roulements à galets qui se fixent ou s'encastrent dans les portes, soit de taquets de glissement encastrés dans les portes.

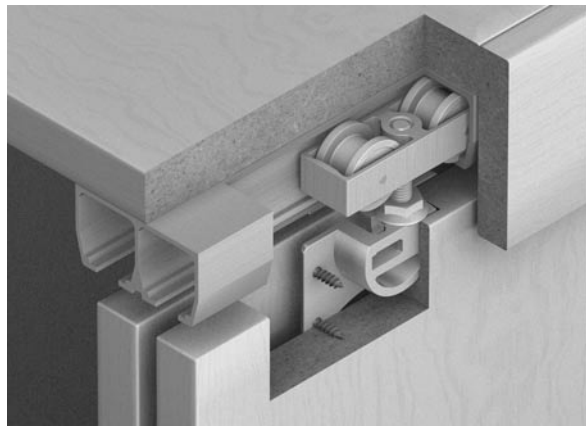
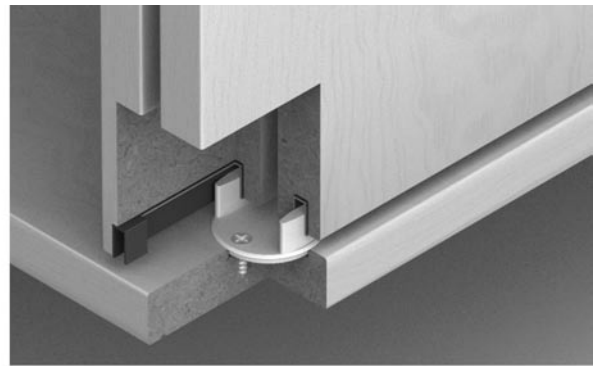


Figure 15.13 Composants pour portes suspendues



Ce qu'il faut retenir

Fonction d'un organe de coulissage

Permettre la translation d'un sous-ensemble (porte, tiroir, tablette, etc.) et d'assurer une liaison entre l'élément mobile et un élément fixe.

Systèmes de coulissage

Systèmes traditionnels : on utilise des coulisseaux en bois pour les tiroirs en carcasse ou suspendus qui permettent le positionnement en hauteur et le guidage latéral de ces tiroirs. Ces systèmes sont surtout utilisés pour les meubles de type ébénisterie.

Systèmes modernes : on utilise des coulisses métalliques à galets ou à billes, des roulements et des chemins de roulement divers, etc., qui permettent de positionner en hauteur et de diriger les tiroirs ou les portes. Ces composants sont surtout utilisés dans le mobilier fonctionnel et le mobilier de série.

Choix d'un organe de coulissage

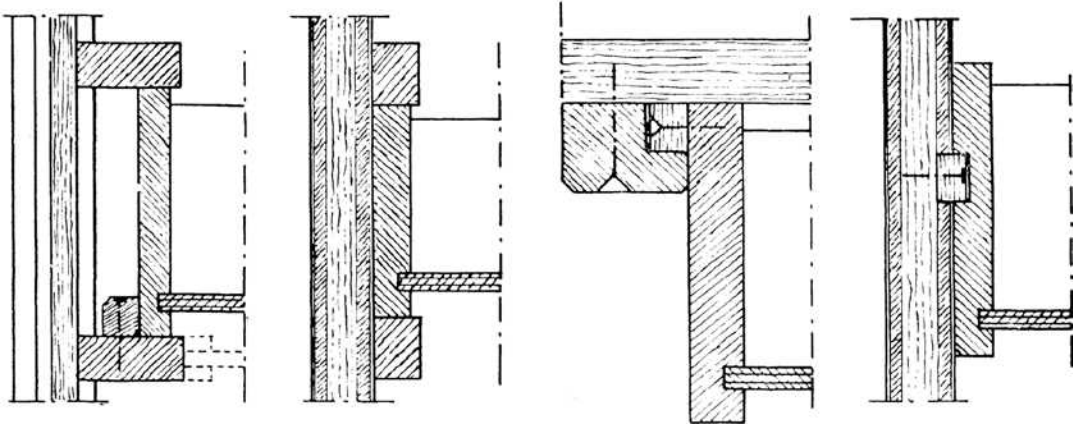
Le choix se fera aussi en fonction :

- **des critères esthétiques :**
 - » visible ou pas lors de l'ouverture du tiroir
 - » bois, métallique ou plastique
- **du mode de montage de la partie mobile :**
 - » sur le côté
 - » suspendu
 - » à plat
 - » sur chant
- **des matériaux composants la partie mobile :**
 - » bois
 - » métal
 - » verre
- **des conditions d'utilisation :**
 - » fréquence d'ouverture et risques d'usure
 - » accessibilité au volume de rangement
 - » etc.
- **de la résistance mécanique des organes,**
- **des possibilités de réglages de ces organes,**
- **des facilités de mise en œuvre,**
- **du coût des composants.**

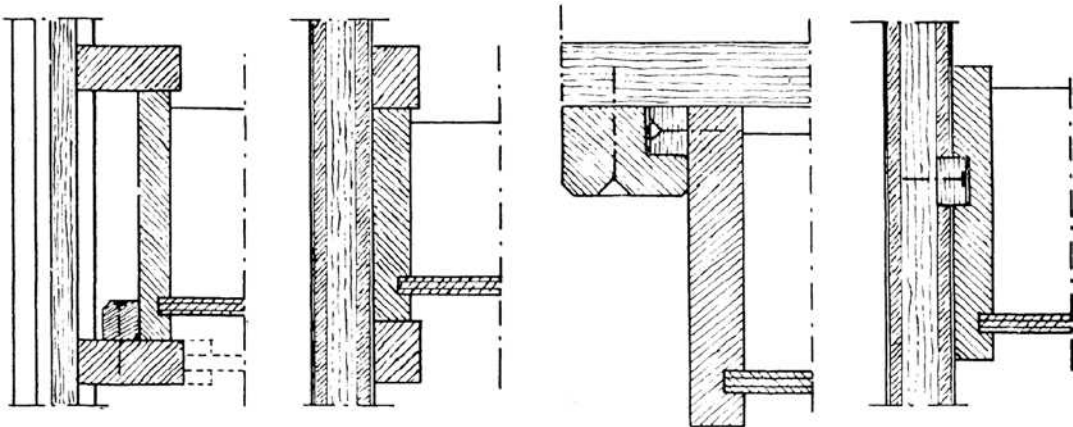
Testez vos connaissances



1. Parmi ces quatre figures, quelles sont celles qui représentent le coulissage d'un tiroir en carcasse :



2. Parmi ces quatre figures, quelles sont celles qui représentent le coulissage d'un tiroir suspendu :



3. Nommez les 3 catégories principales de coulisses « modernes » :

-
-
-

4. Quels sont les systèmes coulissants que l'on peut employer pour faire coulisser des portes en verre :

-
-

Le système 32

chapitre 16

Le mobilier *moderne* est fondé sur un concept appelé **système 32**. Ce système permet la fabrication en série du mobilier de type cuisine, salle de bain, mobilier de séjour, etc. Ces meubles fabriqués en panneaux dérivés du bois sont équipés d'organes de quincaillerie qui permettent un montage aisé et rapide.

16.1 Principes de base du système 32

275

16 - Le système 32

Le système 32 est fondé sur un **entraxe de perçages de 32 mm** (en référence au pouce, unité de mesure anglo-saxonne) qui correspond à l'entraxe des mèches sur les perceuses multibroches et aux entraxes des perçages des quincailleries dites « modernes » (plaques de charnières invisibles, coulisses métalliques à sortie totale ou partielle, équerres d'assemblages, compas d'abattants, etc.). Ce procédé permet :

- » de concevoir des meubles sur un multiple de 32 mm,
- » d'intégrer des quincailleries aisément,
- » d'intervertir les quincailleries,
- » de diminuer les temps et les coûts de fabrication.

Entraxe _____

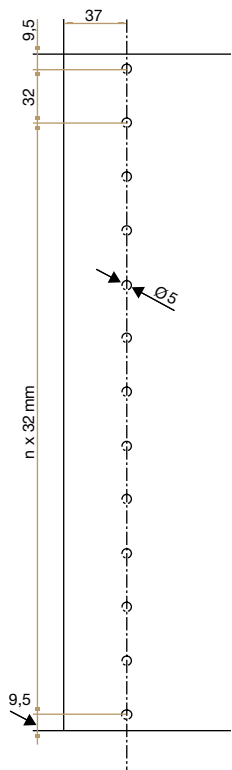
L'entraxe est la distance entre deux centres de perçage.

Caractéristiques techniques à respecter

- » **Pour la pose des charnières et des coulisses:** prévoir une rangée de perçages sur toute la hauteur du meuble. La distance de l'axe doit être à 37 mm du chant vertical du panneau.
- » **Symétrie:** des perçages haut et bas et des perçages situés à 37 mm des chants verticaux.
- » **Les diamètres utilisés:**
 - diamètre 5 mm pour les taquets, les charnières, les coulisses, les goujons, les vis de fixation de quincaillerie et les vis d'assemblage,
 - diamètre 6 et 8 mm pour les tourillons,
 - diamètre 7 mm (dans les côtés de meuble) pour le collet des vis d'assemblages.

Nota: Les profondeurs sont en fonction des quincailleries.

Figure 16.1 Axe de perçage des charnières et des coulisses



Recherche de la hauteur et de la largeur d'un meuble à l'aide du système 32

On souhaite obtenir un meuble ayant une hauteur proche de **850 mm** et une largeur d'environ **600 mm** (type meuble bas de cuisine). Ce meuble sera réalisé en panneau de **19 mm**.

• On définit la hauteur du meuble à l'aide de la formule suivante :

$$H = 32 \times n + 2 \times A$$

H = hauteur du meuble

n = multiple de 32 mm

A = distance équivalente à la moitié de l'épaisseur du panneau employé dans la construction du meuble (dans notre exemple **A** = 9,5 mm).

❶ On doit rechercher un nombre entier (**n**) qui correspond au nombre maximal de perçages espacés de 32 mm que l'on peut réaliser dans la hauteur de ce meuble.

Recherche de **n** :

$$n = (H - 2 \times A) / 32$$

$$n = (850 - 2 \times 9,5) / 32$$

$$n = 25,96$$

On choisit donc pour **n** la valeur la plus proche, soit : **26**.

❷ On applique la formule de la hauteur :

$$H = 32 \times n + 2 \times A$$

$$H = 32 \times 26 + 2 \times 9,5$$

$$H = 851 \text{ mm}$$

• On définit la largeur du meuble à l'aide de la formule suivante :

$$L = 32 \times n + 2 \times 37$$

L = largeur meuble

n = multiple de 32 mm

❶ Recherche de **n** :

$$n = (L - 2 \times 37) / 32$$

$$n = (600 - 74) / 32$$

$$n = 16,43$$

On choisit donc pour **n** la valeur la plus proche soit : **16**.

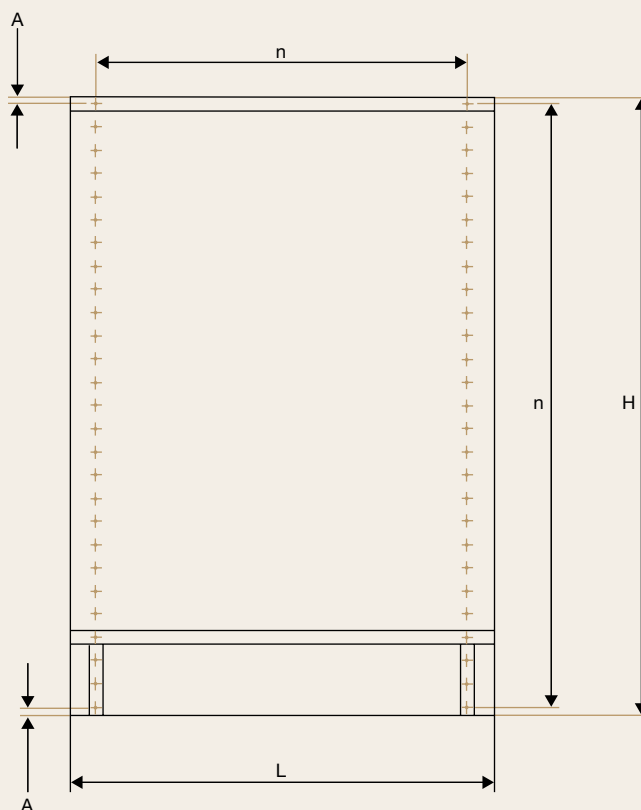
❷ On applique la formule de la largeur :

$$L = 32 \times n + 2 \times 37$$

$$L = 32 \times 16 + 74$$

$$L = 586 \text{ mm}$$

En conclusion, avec le système 32, notre meuble mesurera 851 mm en hauteur et 586 mm en profondeur.



16.2 Les composants du système 32



Figure 16.3 Excentriques



Figure 16.4 Goujon



Figure 16.5 Goujon articulé

Nous présenterons ci-dessous quelques exemples (les plus courants) de composants.

Ferrures d'assemblage à excentrique

- » **Les boîtiers excentriques de diamètre 25 ou 15 mm** : ils permettent le verrouillage de l'assemblage,
- » **Les boîtiers excentriques pour tablette amovible** : ils permettent de verrouiller les tablettes amovibles sur des goujons

Les goujons

- » **Les goujons d'assemblage** : fixés dans les côtés du meuble et permettant l'assemblage à excentriques. Ils peuvent se visser directement dans les panneaux ou dans des inserts.
- » **Les goujons articulés** : ils permettent d'obtenir des assemblages d'angle. Ils peuvent se visser directement dans les panneaux, dans des inserts ou être reliés par deux boîtiers excentriques.

Les inserts



Ils sont en plastique ou en laiton et permettent de visser les goujons.

Figure 16.6 Inserts



Figure 16.7 Vis d'assemblage



Figure 16.8 Vis de liaison



Figure 16.9 Taquet plat



Figure 16.10 Douille



Figure 16.11 Taquet cylindrique avec collerette



Figure 16.12 Taquet équerre



Figure 16.13 Taquet pour tablette en verre

Les vis

- » **Les vis d'assemblage** : elles sont constituées d'une tête fraisée, d'un collet et d'un filetage (étudié pour l'assemblage sur chant). Les panneaux doivent être préalablement percés car les vis, de par leur forme (non conique) et leur extrémité plate, ne peuvent pas *forer* le panneau.
- » **Les vis de liaison** : elles sont constituées d'une vis métallique et d'une douille en métal ou en plastique. Cet ensemble, plus ou moins long, permet de réunir deux meubles ensemble.

Les taquets

Ils permettent la pose des tablettes amovibles en bois ou en verres.

On trouve :

- » **Taquet plat** : pouvant s'insérer directement dans le panneau ou dans une douille.
- » **Taquet cylindrique** : avec ou sans collerette.
- » **Taquet équerre** : avec ou sans ergots (permettant le maintien en position de la tablette)
- » **Taquet pour tablette en verre** : muni d'une ventouse ou d'un support en plastique transparent.

Autres éléments

Enfin, Il existe également tous les composants permettant la rotation des ouvrants – **charnières invisibles** – et la translation des tiroirs ou des tablettes – **coulisses** – que nous avons évoqués dans les chapitres 13 et 15.

Ce qu'il faut retenir

Principes du système 32

Les meubles sont construits sur un **entraxe** de perçages de **32 mm**, qui correspond à l'entraxe des quincailleries dites « modernes » et à l'entraxe de perçage de certaines machines destinées à la fabrication de série.

Cela permet d'intégrer des quincailleries aisément, d'intervertir les quincailleries, de diminuer les temps de fabrication et donc de limiter les coûts de fabrication.

Les calculs de hauteur et de largeur de ces meubles de série sont fondés sur cet entraxe.

Les composants du système 32

Ils sont nombreux et adaptés aux types d'assemblages recherchés et aux produits à installer (portes en bois ou en verre, tablettes en bois ou en verre, abattants, etc.)

On trouve parmi ces composants : les boîtiers excentriques avec goujon et les vis d'assemblage qui permettent la solidarisation de deux éléments, des taquets de tablettes, des charnières invisibles permettant la rotation des ouvrants, des coulisses télescopiques permettant la translation des tiroirs ou tablettes, etc.

Ces composants ont l'avantage d'être facilement installés, désinstallés ou remplacés par d'autres.

Testez vos connaissances

1. On souhaite obtenir un meuble fondé sur le système 32 et ayant une hauteur de **2000 mm** et une largeur de **400 mm** (de type meuble colonne de salle de bain). Ce meuble sera réalisé en panneaux de **19 mm**.

Calculez à l'aide des formules suivantes la hauteur exacte et la largeur exacte de ce meuble :

$$H = 32 \times n + 2 \times A$$

$$L = 32 \times n + 2 \times 37$$

•



Partie 4

Les produits

Les colles

chapitre 17

Le collage a pour fonction de mettre en contact deux pièces de bois de façon durable. Ce procédé peut être utilisé seul ou en complément d'un assemblage de type tenon et mortaise. La colle devra résister aux efforts physiques et/ou mécaniques auxquels elle sera soumise.

À chaque type de collage, d'ouvrage et de matériaux correspond une colle bien déterminée. Il sera nécessaire d'en connaître leurs propriétés et leurs conditions de mise en œuvre.

283

17.1 Les différents types de collage et de colle

17 - Les colles

Types de collages

Nous pouvons les répartir en trois grandes familles :

- » **les collages structurels** qui permettent d'obtenir des matériaux dérivés du bois (les panneaux de particules, de fibres, etc.) et les poutres en lamellées-collées,
- » **les collages semi-structurels** qui permettent de maintenir en contact des pièces d'un ouvrage (exemple : maintien d'un cadre assemblé à tenons et mortaises),
- » **les collages non structurels** qui permettent une mise en œuvre des produits ne constituant pas la structure même de l'ouvrage (exemple : un placage sur un support).

Les différents types de colle

Nous pouvons les répartir en trois grandes catégories.

» **Les colles naturelles :**

- **colle forte :** faite à partir d'un mélange de colle d'os et de colle de nerfs de bœuf,
- **colle de peau :** faite à partir de peau de lapin,
- **colle de poisson :** fait à partir de déchets de poissons,
- **colle caséine :** faite à base de lait caillé mélangé avec de la chaux vive.

» **Les colles thermodurcissables :**

- **colle aminoplaste** (urée-formol, colle mélamine),
- **colle phénoplaste** (résorcine, phénol-formol),
- **colle époxyde,**
- **colle polyuréthane.**

» **Les colles thermoplastiques :**

- **colle vinylique,**
- **colle caoutchouc** naturel ou synthétique (colle polychloroprène appelée « néoprène »),
- **colle thermofusible** (*hot melt*).

17.2 Préparation des bois

Afin d'obtenir un collage de bonne qualité, il est nécessaire de s'assurer que les surfaces à encoller sont planes, propres, dépoussiérées et qu'elles n'ont pas de zone d'arrachement ou d'écrasement de fibres. Les bois bruts de sciage n'ont pas de surfaces planes suffisantes pour obtenir un collage satisfaisant.

Il est important d'effectuer le collage à un taux d'humidité pratiquement similaire à celui de l'ouvrage dans son lieu de destination.

L'humidité contenue dans le bois joue sur le temps de prise, le temps de serrage et la qualité du collage.

Particularités

- » **Bois cimentés** : ces bois, dont la surface est devenue plus dure, entraînent un mauvais mouillage par la colle. Il est nécessaire de les poncer ou de les racler dans le sens du fil avant l'encollage.
- » **Bois carbonisé en surface** : les bois légèrement brûlés lors de l'usinage entraînent des difficultés d'adhérence et un mauvais mouillage par la colle. Il est donc nécessaire de poncer ou de racler ces bois et d'augmenter la pression lors du serrage.
- » **Bois gras, contenant de la résine** : certains bois gras comme le niangon ou contenant de la résine comme le pin peuvent être séchés à une température supérieure à 70 °C, puis poncés et collés à la suite ou collés à la colle résorcine. Les bois gras peuvent aussi être dégraissés (avec de l'acétone par exemple) avant d'être collés.

17.3 Résistances, principes d'adhésion

Résistances

• Résistance mécanique

Le joint de colle est soumis aux efforts de cisaillement et de traction que subissent les pièces et les ouvrages, mais aussi aux sollicitations qu'entraînent les variations d'humidité, créant des gonflements et des retraites.

Il est à noter qu'en bois de bout, la présence de vaisseaux ou de trachéides entraîne une plus grande porosité, ce qui rend difficile le collage aux extrémités des pièces.

• Résistances physiques

Le joint de colle peut être soumis aux agents chimiques extérieurs, au vieillissement, aux microorganismes (bactéries, champignons) et au feu. Tous ces phénomènes peuvent entraîner la détérioration du joint.

Principes d'adhésion

Trois principes d'adhésion des colles existent :

- » **par refroidissement** : pour les colles thermofusibles et les colles animales (os, colles fortes, hot melt, etc.),
- » **par évaporation des solvants** : pour les colles caséines, vinyliques, colles de poisson et polychloroprènes,
- » **par réaction chimique** : pour les colles aminoplastes, polyuréthanes, phénoplastes et époxydes.

17.4 Propriétés des colles

colle	emplois	localisation	avantages	inconvénients
Colle forte	Ébénisterie Travaux de placage Assemblages	Intérieur	Possibilité de reprise Épaisseur des joints sans conséquences sur les propriétés mécaniques des assemblages Réversibilité de la colle par réchauffement Non abrasif	Utilisation uniquement à l'état chaud Temps de préparation long (chauffer la colle au bain-marie) Faible résistance à l'humidité Sensible aux attaques biologiques
Colle de poisson	Ébénisterie Travaux de placage Assemblages	Intérieur	Colle souple Très bonne tenue sur les bois et les métaux. Non abrasif	Temps de séchage long Faible résistance à l'humidité Prix élevé Sensible aux attaques biologiques
Colle à la caséine	Bois très résineux	Intérieur	Collage à froid, pas de vieillissement à la chaleur sèche	Attaquable par les microorganismes Peut tacher les bois
Colle urée-formol	<ul style="list-style-type: none"> • Pour joints minces (<25/100): Charpentes lamellées collées Menuiseries extérieures Escaliers Charpentes navales • Pour joints épais (>25/100): Panneaux de particules Contreplaqués Travaux de plaques • Pour joints minces en menuiserie 	Extérieur abrité (urée-formol améliorée) Intérieur (urée-formol ordinaire)	Bonne tenue à l'eau et à l'humidité Colle modifiable Tenue aux intempéries améliorée avec mélamine ou résorcine	Sensible à la température > 70 °C en longue durée Abrasive Tenue restreinte aux intempéries Prise lente à froid

colle	emplois	localisation	avantages	inconvénients
Colle résorcine	Charpentes lamellées collées Charpentes navales Collages extérieurs	Extérieur pur	Tenue aux basses températures Tenue aux intempéries Durable Tenue au feu Grande résistance aux produits chimiques Supporte l'humidité au moment du collage à froid Possibilité de collage de matériaux divers à froid ou à chaud	Joint de couleur foncé Abrasive Sensible à la température lors de la mise en œuvre
Colle vinylique mono-composante	Assemblages de menuiserie et d'ébénisterie Stratifiés Parquets mosaïques	Intérieur	Prête à l'emploi Grande durée de vie en pot Mise en œuvre facile Non abrasive Différentes formulations possibles Nettoyage facile Peut se travailler à des températures basses Réversibilité de la colle	Sensible à l'humidité usinages précis mauvaise tenue aux solvants Sujets aux déformations sous charge
Colle vinylique à deux composants	Assemblages de menuiserie et d'ébénisterie	Extérieur abrité	Grande durée de vie en pot Non abrasive Bonne tenue à l'eau et à l'humidité Temps de prise court Mise en œuvre facile	Sujets aux déformations sous charge permanente Collage parfait après 2-4 semaines Ne convient pas aux Charpentes lamellées collées
Colle époxyde	Convient à presque toutes les surfaces	Extérieur pur	Aucun retrait Bonne tenue aux intempéries Durable	Adhérence inférieure à celle des urée-formol
Colle thermofusible	Chants	Intérieur	Prise rapide sans solvant Possibilité d'assemblage de matériaux lisses et imperméables Possibilité d'employer des matériaux préencollés	Tenue moyenne au froid et à la chaleur
Colle polychloroprène appelée aussi néoprène	Stratifiés Revêtements de sol des panneaux muraux	Extérieur abrité Intérieur	Prise pratiquement immédiate Possibilité de collage par pression manuelle, sans moyen de serrage	Tenue moyenne à la chaleur Très sujet à la déformation Demande une bonne technique de mise en œuvre

La **colle vinylique**, appelée également **colle blanche** à cause de sa couleur, reste la colle de prédilection la plus utilisée de nos jours pour les ouvrages d'intérieur, car sa mise en œuvre est facile et elle a un bon pouvoir collant.

17.5 Temps et températures

Temps

- » **Temps de gommage**: pour les colles polychloroprènes, on doit appliquer la colle sur les deux surfaces à assembler. Il faut un temps nécessaire entre l'application de la colle sur les surfaces et la mise en contact des matériaux afin de permettre l'évaporation des solvants.
- » **Temps d'assemblage ouvert**: c'est le temps dont on dispose entre l'application de la colle et la mise en contact des matériaux. Durant ce temps, la colle garde son pouvoir mouillant pour permettre un bon collage.
- » **Temps d'assemblage fermé**: c'est le temps dont on dispose pour effectuer la mise sous presse.

Température

- » **Point de craie**: pour les colles vinyliques, c'est la température en dessous de laquelle le joint de colle ne forme plus un film continu.
- » **Point de rosée**: pour les colles polychloroprènes, c'est la température en dessous de laquelle il se forme une condensation, lors de l'évaporation des solvants en surface de la colle. Cette condensation empêche la soudure des matériaux lors de la mise en contact.
- » **La température dans les ateliers**: sur ce point, il faut se référer aux conditions de mise en œuvre des colles prescrites par les fabricants. Une température trop basse peut ralentir la polymérisation des colles et une température trop élevée peut réduire le temps d'utilisation des colles bi-composantes.
- » le collage des placages peut être accéléré avec un système de chauffage intégré dans la presse.

17.6 Influence des bois et des traitements sur le collage

Bois acides

L'acidité contenue dans certains bois, comme le western red cedar, ralentit la prise de la colle résorcine. Afin de coller avec ce type de colle, il faut que le bois ait un taux d'humidité compris entre 6 et 12 % et il est nécessaire d'augmenter le temps de serrage. A contrario, l'acidité d'un bois peut augmenter la prise des colles urée-formol.

Bois denses

Lorsque les bois ont une densité supérieure à 0,70, le collage s'effectue lentement et on risque d'obtenir un joint de mauvaise qualité. On devra strier avec un rabot à dents les faces à encoller (pour permettre l'adhérence de la colle), effectuer un double encollage, augmenter le temps de serrage et avoir une pression plus forte.

Bois poreux

Pour ces bois qui absorbent très facilement la colle, il convient d'utiliser une colle très visqueuse ou d'effectuer un double encollage.

Bois traités

En fonction de la destination de l'ouvrage et donc de sa classe de risque biologique, il faudra s'assurer de la compatibilité de la colle avec le produit de traitement. (Pour plus d'information sur la classe de risque, voir la partie 6.5).

colles	Classe de risque biologique		
	1 et 2	3	4
PVAC (acétate de polyvinyle)			
Urée-formol			
Urée-formol améliorée			
Résorcine			
Traitement à effectuer			
Avant collage		Par autoclave	Par autoclave
Après collage	Traitement de surface	Par trempage	

Bois ignifugés

Les ouvrages collés peuvent avoir comme lieu de destination des bâtiments recevant du public. Il faut donc que la colle soit la mieux adaptée à la chaleur et au feu.

Les colles thermodurcissables sont par définition très bien adaptées, ainsi que les colles à base de phénol (phénol-formol, résorcine) qui ont une meilleure résistance au feu que le bois.

L'ignifugation peut s'effectuer :

- » **avant le collage** : dans ce cas, il faut s'assurer que la colle est compatible avec le produit d'ignifugation,
- » **par le collage** : on ne peut l'appliquer que pour des placages de faibles épaisseurs où la colle assure l'ignifugation,
- » **après le collage** : dans le cas d'une ignifugation par autoclave, il faut s'assurer que la colle peut subir ce traitement.

Ce qu'il faut retenir

Types de collages

On peut distinguer 3 grandes familles : les collages structurels, les collages semi-structurels et les collages non structurels.

Les différents types de colle

On peut distinguer 3 grandes catégories : les colles naturelles (colle d'os et nerfs de bœuf, de peau de lapin, de poisson et de lait), les colles thermodurcissables et les colles thermoplastiques.

Préparation des bois

Pour obtenir un collage de bonne qualité, il faut préparer les bois de façon qu'ils soient plans, propres et dépolisés. Dans le cas de bois cémentés ou carbonisés, il conviendra de les poncer et d'augmenter la pression lors du serrage. Lorsque les bois sont gras ou contiennent de la résine, ils peuvent être séchés à une température supérieure à 70 °C, puis poncés et collés à la suite.

Résistances

Mécanique : les joints de colle sont soumis aux efforts de cisaillement, de traction et aux tensions dues aux variations d'humidité.

Physique : les joints de colle peuvent être soumis aux agents chimiques, au vieillissement et aux microorganismes.

Principes d'adhésion

On peut distinguer 3 principes : par refroidissement, par évaporation des solvants et par réaction chimique.

Propriétés des colles

Chaque colle est employée en fonction de ses spécificités techniques et en fonction de la destination de l'ouvrage.

Temps

On dispose d'un laps de temps pour appliquer la colle et mettre en contact les matériaux (temps d'assemblage ouvert) et on dispose d'un laps de temps pour mettre sous pression ces matériaux (temps d'assemblage fermé).

Pour les colles polychloroprènes, on dispose d'un temps de gommage qui correspond au temps nécessaire à l'évaporation des solvants.

Températures

En fonction de la colle employée, il faut respecter des conditions de température permettant leur mise en œuvre.

Influence des bois et des traitements sur le collage

Afin d'obtenir un collage satisfaisant, il faut tenir compte de l'acidité, de la densité et la porosité des bois.

En fonction du traitement (de surface, par trempage, par autoclave) contre les risques biologiques que reçoivent les bois, il faut choisir un type de colle (PVAC, urée-formol, urée-formol améliorée ou résorcine) et une mise en œuvre.

Pour les bois ignifugés, on utilisera de préférence des colles thermodurcissables ou des colles à base de phénol.

Testez vos connaissances

1. Entourez dans la liste deux colles naturelles :

- a colle de poisson
- b urée-formol
- c néoprène
- d résorcine
- e caséine
- f vinylique

2. Entourez dans la liste deux colles thermodurcissables :

- a colle de poisson
- b urée-formol
- c néoprène
- d résorcine
- e caséine
- f vinylique

3. Entourez dans la liste deux colles thermoplastiques :

- a colle de poisson
- b urée-formol
- c néoprène
- d résorcine
- e caséine
- f vinylique

4. Citez les trois principes d'adhésion :

-
-
-

5. La définition suivante définit quel type de temps d'assemblage : « c'est le temps que l'on dispose pour effectuer la mise sous presse » :

- a temps d'assemblage ouvert
- b temps d'assemblage fermé

6. Donnez la définition du temps de gommage :

-

Les abrasifs

chapitre 18

La finition d'un ouvrage passe impérativement par un ponçage du bois. Le ponçage permet d'enlever tous les défauts de surface telle que les ondes d'usinage, les petits éclats, les rayures, les traces de crayon, etc.

Historique

Alors que le ponçage des bois était autrefois réalisé avec de la peau de requin, le papier de verre apparaît en Chine au XIII^e siècle. Dès le XVII^e siècle, des papiers à base de verre et de sable sont employés. En 1833 apparut la première fabrication industrielle de papier de verre, à Londres, et en 1834, la fabrication de papier abrasif à base de sable, aux États-Unis.

293

18 - Les abrasifs

18.1 Composition d'un abrasif

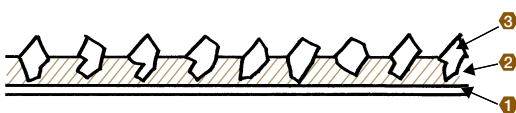


Figure 18.1 Composition d'un abrasif

- ❶ Le support
- ❷ Le liant
- ❸ Le grain abrasif

Natures des supports

Suivant l'usage (manuel ou mécanique) et la qualité, le support peut être :

- » **en papier** : souple ou rigide, appelé parfois **papier de verre**, il convient à la finition manuelle. On désigne le grammage du papier par une lettre : de A (le plus léger) à F,
- » **en toile** : en coton ou synthétique, souple ou rigide. On désigne l'épaisseur de la toile par une lettre : J (souple), X, Y et W (le plus épais),
- » **en papier et toile** : utilisé pour le ponçage sur machine, car très résistant au déchirement,

- » **en fibre** : utilisé pour le ponçage sur machine, intensif et prolongé.

Natures des liants

Le liant sert à fixer le grain abrasif sur le support. Suivant l'usage et la qualité, le liant peut être :

- » **de la colle naturelle** : souple et économique, sensible à l'humidité et à la chaleur,
- » **de la colle synthétique thermodurcissable** : résiste à l'échauffement d'un travail intensif,
- » **une couche de colle composée** : le liant est composé de deux couches de colle de nature différente.

Natures des grains abrasifs

Les grains utilisés pour le travail du bois sont :

grenat : d'origine naturelle, utilisation manuelle et économique pour bois tendre,

corindon : c'est la pierre naturelle la plus dure après le diamant (sur l'échelle de Mohs). Cette roche peut être mélangée avec d'autres minéraux pour former **l'émeri**. Cette roche est utilisée depuis l'Antiquité, notamment en Grèce, en Turquie et en Chine, taillée comme meules pour les moulins à blé. Le corindon est encore utilisé pour le travail du bois et du métal, également en meule pour l'affutage des outils,

oxyde d'aluminium : utilisation très courante pour tous les bois, même durs,

oxyde de zirconium : utilisé pour les abrasifs sur machine,

carbure de silicium : pour une utilisation intensive. Disponible dans une large gamme de tailles de grain,

agrégat : grain composé d'un aggloméré de plusieurs grains différents.

18.2 Tailles des grains abrasifs

Les grains de grande taille permettent de retirer rapidement de la matière, tandis que les grains plus fins servent à la finition.

La numérotation la plus employée pour la taille des grains est celle de l'ISO 6344 ou FEPA (elles sont identiques).

Le préfixe « P » correspond au nombre de grains au pouce linéaire. Donc, **plus le nombre P est grand, plus le grain est petit.**

Étape de travail	Nomenclature ISO ou FEPA	Taille des grains en microns (µm)
Très grossier	P24	764
	P30	642
	P36	538
Grossier	P40	425
	P50	336
	P60	269
	P80	201
Travail du bois	P100	162
	P120	125
Finition du bois brut	P150	100
	P180	82
	P220	68
Finition du bois verni	P240	59
	P280	52
	P320	46
	P360	41
	P400	35
	P500	30
	P600	26
	P800	22
	P1000	18
P1200	15	

Suivant leurs utilisations, les abrasifs sont vendus sous plusieurs formats :

- » feuilles de papier : ponçage manuel,
- » rouleaux en toile : ponçage manuel,
- » disques : pour ponceuse orbitale et lapidaire,
- » ruban continu : pour ponceuse à bande large et portable.

18.3 Méthode d'utilisation

Lors du travail traditionnel et artisanal du bois, **le raclage est une étape préalable au ponçage**, pour supprimer les défauts majeurs de surface.

L'état de la surface du bois doit être la plus lisse possible. Plusieurs étapes sont donc nécessaires, **en utilisant successivement des abrasifs de plus en plus fins**.

Lors du ponçage d'une surface plane, le papier abrasif doit être maintenu par un support appelé **calle à poncer**. celle-ci permet un ponçage uniforme de la surface.

Le ponçage doit être dans le même sens que les fibres du bois.

Ce qu'il faut retenir

Composition d'un abrasif

Un abrasif est constitué d'un support (papier ou toile), d'un liant (naturel ou synthétique, et des grains abrasifs.

Taille des grains

La taille des grains est définie par un nombre et commençant par P. Plus ce nombre est grand, plus le grain est petit.

Méthode d'utilisation

- » Utiliser successivement des abrasifs de plus en plus fins.
- » Poncer le bois dans le sens des fibres (avec une cale à poncer).



Testez vos connaissances



1. Suivant l'abrasif, une lettre indique le type de support. Nommez le support correspondant à la lettre C :

- a support en papier
- b support en toile
- c support en papier et toile

2. Quel est le minéral composant l'émeri :

- a le grenat
- b le corindon
- c le carbure de silicium

3. Quel est le papier abrasif le plus fin des deux :

- a P100
- b P220

4. Indiquez sous quel format est disponible l'abrasif pour le travail manuel :

- a en feuille de papier
- b en disque

5. Nommez l'outil indispensable pour un ponçage manuel d'une surface plane :

-
-

Les teintés

chapitre 19

Les teintés sont des produits permettant la modification de la couleur apparente du bois. On les utilise dans plusieurs cas :

- » pour uniformiser la teinte naturelle du bois, qui parfois varie d'un arbre à l'autre, et même d'une partie de l'arbre à l'autre (l'aubier est souvent plus clair que le duramen),
- » pour imiter un bois précieux quand le bois utilisé est moins onéreux,
- » pour obtenir une couleur qui n'existe pas naturellement,
- » en restauration de meuble ancien, lorsqu'une pièce neuve est rajoutée, pour lui donner un aspect identique au bois ancien.

299

19 - Les teintés

19.1 Préparation des bois

Le ponçage

Les bois doivent être préparés avant l'application du produit, c'est-à-dire raclés (en travail artisanal), puis poncés avec un abrasif d'un grain de plus en plus fin (voir chapitre 18).

Le mordantage

Chaque essence de bois a une capacité plus ou moins importante d'absorption des produits de finition. Un autre produit est parfois appliqué avant la teinte, afin de favoriser l'imprégnation et l'accroche de la teinte. Cela crée un **mordant** au bois et son application s'appelle le **mordantage**. Les principaux produits utilisés sont l'**alun** sous forme de cristaux solubles dans l'eau et l'**acide pyrogallique**.

La levée du pore

Les colorants utilisés sont parfois dissous **dans de l'eau**, ils peuvent provoquer la **levée du pore** (petites fibres de bois) après son application. Après cela, un ponçage risquerait d'enlever la fine couche de bois ayant reçu cette teinte. Il est donc conseillé avant cela d'humidifier le bois pour faire lever les fibres, puis de faire le dernier ponçage avec un grain abrasif très fin.

Règle générale

Les teintes doivent être appliquées sur un bois **nu, propre, sec, dépourvu et sans trace d'anciennes finitions.**

19.2 Les colorants naturels

300

Les teintes naturelles sont à base de colorant issu soit des minéraux, soit des végétaux.

Colorants d'origine minérale

Ils sont sous forme de poudre, généralement à base d'oxyde métallique : Terre de Sienne, extrait de Cassel, d'ocre jaune, etc.

Il est possible de mélanger ces poudres entre elles afin d'obtenir la couleur recherchée. Elles sont dissoutes dans l'eau, puis appliquées directement sur le bois.

- » **Extrait de Cassel** : il permet d'obtenir des tons bruns anciens sur tous les bois.

Colorants d'origine végétale

- » **L'acajoutine** : c'est un tanin naturel qui est soluble dans l'eau. Elle permet d'unifier et de rehausser les tons des différents bois. Elle donne une teinte rouge variable suivant sa concentration.
- » **Le brou de noix** : issu de la cosse verte entourant la noix, il est soluble dans l'eau. Teinte brune variable suivant sa concentration.
- » **Bitume de Judée** : C'est un pigment organique, dissous dans l'essence de térébenthine ou l'essence minérale. Il peut être

ajouté à l'encaustique. Il permet d'obtenir un ton de chêne foncé.

- » **La chicorée** : issue de la racine de chicorée. Elle est dissoute dans l'eau par ébullition. Teinte allant du jaune d'or au brun clair, suivant sa concentration.
- » **Extrait de campêche** : dissoute dans l'eau par ébullition. Teinte rougeâtre.
- » **Orcanette** : racine dissoute dans de l'huile ou de la térébenthine. Elle donne une teinte rouge.
- » **Poudre de bois** : provient du bois de Santal, du gaiac, ou du bois du Brésil. Elle est dissoute dans l'eau par ébullition.

Des autres colorants existent, mais sont assez peu utilisés.

19.3 Les colorants synthétiques

301

Les colorants synthétiques

Ces colorants sont de plus en plus utilisés actuellement, pour leurs performances et leur facilité d'emploi. Ils progressent et de nouveaux produits font leur apparition.

Une gamme de couleurs importante permet de répondre à tous les besoins.

Ils sont solubles, souvent dans **de l'eau ou de l'alcool**, parfois à **l'essence de térébenthine ou au white-spirit**. Ils sont parfois additionnés directement avec le vernis ou les encaustiques (les cires). Des produits supplémentaires sont ajoutés au mélange pour favoriser le mordant.

- » **Fuchsine** : colorant en poudre, soluble à l'eau ou à l'alcool. Ces teintes sont mordantes, et donnent une grande gamme de coloris.
- » **Noir chimique** : teinte noir à l'eau, utilisée pour la teinture noire des meubles Napoléon III.
- » **Teinte à l'alcool** : teinte à base de métallifères en solution alcoolique. Produit avec une pénétration forte et régulière dans le bois et un séchage rapide. Elle ne fait pas lever le pore du bois.

- » **Teinte hydrosoluble**: teinte à l'eau, donnant des tons profonds. Rehausse et réchauffe la couleur et met en valeur le veinage du bois. Possibilité de reprise de la couleur, facile à uniformiser, à foncer, ou à éclaircir. Non sensible au solvant des vernis.

19.4 Colorations et décolorations chimiques

Ces produits agissent par réaction chimique avec le tanin naturel des bois, soit en les rehaussant (coloration) soit en les supprimant (décoloration).

Certaines essences de bois réagissent mieux que d'autres à ces produits, car ils sont plus riches en tanin. Ce sont essentiellement le chêne, le châtaignier, l'acajou, le palissandre, et les arbres fruitiers (merisier, noyer).

302

Colorations chimiques des bois

- » **l'ammoniaque ou l'alcali**: donne une teinte foncée (gris brun) au chêne et au châtaignier. Utilisé sous forme d'évaporation naturelle en chambre close,
- » **bichromate et carbonate de soude**: donne une teinte gris brun au chêne et au châtaignier, et accentue les acajous,
- » **lait de chaux**: unifie et rougit les acajous et les fruitiers,
- » **acides chlorhydrique et sulfurique**: accentue les tanins.

Décolorations chimiques des bois

- » **Acide oxalique**: appelé couramment **sel d'oseille**, il détruit le tanin des bois et permet également de le détacher. Également utilisé pour supprimer des taches sur le bois. À la fin de la décoloration, **le bois doit être soigneusement rincé.**
- » **Eau oxygénée**: la décoloration des bois à l'eau oxygénée est le procédé de blanchiment le plus efficace et le plus utilisé. L'eau oxygénée est employée seule ou en mélange (eau oxygénée de 130 volumes à 90 % + ammoniaques à 10 %).

Il ne faut jamais utiliser ce procédé par-dessus ou avant un vernis polyuréthane (réaction chimique).

- » **Les résineux ne se décolorent pas** mais se blanchissent à l'eau de javel.

Attention

Certains produits sont très toxiques et corrosifs, tels que les acides, l'eau oxygène et l'ammoniaque. Il est fortement recommandé :

- d'utiliser des gants, des lunettes de protection, des vêtements et un masque de protection,
- d'assurer une bonne ventilation du lieu de travail,
- de stocker ces produits dans un lieu adapté.

Méthodes d'application

Suivant la surface à traiter et suivant l'outillage disponible, les différentes méthodes d'application des teintes sont :

Méthodes manuelles :

- au pinceau,
- à l'éponge,
- avec de la « mèche » (fibre de coton).

Méthodes mécaniques :

- par projection, au pistolet dans une cabine à vernir,
- par rideau, par rouleau ou par projection par des machines spécialisées,
- teinté dans la masse par trempage pour la coloration des placages.

Après la mise en teinte du bois :

Il est indispensable de le protéger par un produit de finition (cire, huile ou vernis, voir chapitre 20).

Ce qu'il faut retenir

Les teintures permettent depuis longtemps de modifier, d'uniformiser ou d'imiter la couleur des bois. Elles sont composées d'un colorant (naturel ou synthétique) dissous dans un solvant (de l'eau, de l'alcool, de l'essence de térébenthine ou du white-spirit). Il existe trois types de colorant :

- » traditionnellement, les teintures sont réalisées à base de colorants naturels, d'origine végétale ou minérale,
- » des colorants synthétiques permettent aujourd'hui d'obtenir une plus grande gamme de couleurs et une meilleure facilité d'emploi,
- » il est également possible de teindre le bois par réaction chimique avec le tanin. Cette réaction peut rehausser ou décolorer la couleur naturelle du bois. Attention, ces produits sont généralement dangereux.

Testez vos connaissances



304

1. Nommez l'étape suivante du ponçage, permettant une meilleure accroche de la teinte :

-

2. Nommez le solvant qui provoque la « levée le pore » :

- a l'eau
- b l'alcool
- c l'essence de térébenthine

3. Nommez trois exemples de colorant naturel d'origine végétale :

-
-
-

4. Quel colorant synthétique (en poudre) est soluble à l'eau ou à l'alcool :

-

5. Lors de la décoloration du bois, quelle est la substance du bois qui est modifiée :

-

6. Quel est l'acide contenu dans le « sel d'oseille » :

-

Les produits de finition

chapitre 20

La finition d'un ouvrage est une étape importante de la fabrication, elle protège et embellit le bois. De nombreux produits existent pour la finition.

20.1 La préparation des bois

305

Les bois difficiles à vernir

Chaque essence de bois a une capacité plus ou moins importante d'absorption des produits de finition (voir chapitre 6 : l'imprégnabilité du bois).

- » **Les bois gras** : certaines essences de bois peuvent être sujettes à des remontées de matières grasses qui réduisent ou empêchent l'adhésion du vernis. Pour éviter cela, il faut vernir le bois aussitôt après le ponçage, ou dégraisser le bois avec un solvant. Les principaux bois concernés sont le merbau, le doussié, le niangon et le teck.
- » **Les bois résineux** : certaines essences de résineux contiennent des poches de résine. Sous l'effet de la chaleur, celles-ci peuvent couler à l'extérieur du bois et détériorer le vernis. Les principaux bois concernés sont le pin maritime, le pin sylvestre, le sapin, et l'épicéa.

Le décapage

Cette étape est indispensable uniquement lors de la restauration d'un meuble déjà verni. Elle consiste à appliquer un produit permettant de dissoudre tous les vernis, afin de les enlever par grattage.

Le ponçage

Les bois doivent être préparés avant l'application du produit, c'est-à-dire **raclés** (travail artisanal), puis poncés avec un abrasif **d'un grain de plus en plus fin** (voir chapitre 18).

La levée du pore

Certains produits de finition peuvent provoquer la **levée du pore** (voir chapitre 19). Dans le cadre d'un travail artisanal, il est conseillé d'humidifier le bois pour faire lever le pore, puis de faire le dernier ponçage avec un grain abrasif très fin.

Règles générales

Si une mise en teinte ou une décoloration du bois est envisagée, elle doit se faire avant l'application du produit de finition (cire, huile ou vernis).

Les produits de finition doivent être appliqués sur un bois nu, propre, sec, dépoussiéré et sans trace d'anciennes finitions.

20.2 La finition cirée

Finition traditionnelle des **meubles anciens et rustiques**, le cirage conserve l'aspect naturel du bois brut, avec un brillant discret. La cire un **produit fragile qui est sensible à l'eau**; elle nécessite un entretien régulier.

La cire

- **Les cires utilisées sont :**

- » **la cire d'abeille** : cire animale de couleur jaune issue de l'extraction du miel. Elle est la plus traditionnelle et donne des cires d'excellente qualité,
- » **la cire de carnauba** : cire végétale issue du palmier. Elle durcit et améliore le brillant de la cire d'abeille,
- » **la cire minérale** : en particulier, **l'ozokérite** est une cire minérale à base d'hydrocarbure fossilisée et raffinée. elle est colorée pour être utilisée en remplacement de la cire d'abeille, car elle est moins coûteuse,

» **la cire synthétique** : à partir de 1940, l'ozokérite est régulièrement remplacée par **la paraffine**, issue de la distillation des goudrons de pétrole. Dissoute dans du benzène, la paraffine forme une cire très bon marché, mais de basse qualité.

• **La cire est dissoute dans un solvant :**

- » **essence de térébenthine** : c'est une huile essentielle obtenue par purification et par distillation de la résine de pin. Liquide incolore, c'est un très bon solvant pour la cire d'abeille. C'est aussi un **produit toxique et hautement inflammable**. La réaction de l'essence de térébenthine avec de l'acide nitrique est violente, le mélange étant hypergolique (c'est-à-dire auto-inflammable),
- » **dérivés de pétrole** : le white-spirit ou des essences (issues du pétrole) peuvent être utilisés en solvant.

L'encaustique

La cire est principalement utilisée sous forme de pâte ou liquide, par un ajout plus ou moins important de solvant. L'encaustique est commercialisée de couleur naturelle ou teintée.

Suivant les fabricants, cette préparation peut s'appeler **cire** ou **encaustique**, et à défaut dit « des antiquaires ».

Bâton de cire à boucher

Destiné au rebouchage des meubles cirés : fentes, trous ou éclats. Une large gamme de couleurs existe suivant les essences de bois.

Le ciré rempli

Afin d'améliorer le rendu, avant la cire, il est recommandé de remplir le pore du bois. Traditionnellement, on utilise de la poudre de pierre ponce. De nos jours, pour protéger au mieux le bois, on applique soit un **Sealer**, soit un **bouche-pores** soit encore un **fond dur**.

Autres

Il existe d'autres procédés, anciens, qui ne sont plus utilisés autre part que pour la restauration ou la copie de meubles anciens.

Méthodes d'application

La cire peut être appliquée soit :

- avec un pinceau,
- avec un chiffon,
- avec de la « mèche » (fibre de coton).

Après le séchage complet de la cire, le brillant sera obtenu par un lustrage, soit :

- avec un chiffon de laine,
- avec une brosse douce,
- avec un feutre de lustrage sur machine.

Attention, l'encaustique contient des solvants inflammables.

20.3 La finition huilée

L'huile nourrit, patine et protège tous les bois bruts. Elle assure une protection contre les insectes et les champignons. Les bois huilés **résistent aux taches et à l'eau**.

L'huile conserve l'aspect et le touché naturel du bois brut. Il est possible de teinter les huiles. C'est un produit qui nécessite un entretien régulier.

L'huile de lin

L'huile de lin est une huile de couleur jaune d'or, tirée des graines mûres du lin cultivé. **C'est l'huile la plus utilisée dans l'ameublement**. Elle doit être associée à un siccatif, sinon elle ne sèche pas et le bois reste gras. Le diluant traditionnel est l'essence de térébenthine.

L'huile de tung

L'huile de tung est une huile obtenue par pressage des graines de la noix de l'arbre de tung. Également appelée **huile de bois**, **huile de bois de chine** ou **huile d'abrasin**, cette huile a l'avantage de boucher les pores du bois et d'apporter une bonne résistance à

l'eau. Cependant, elle est très longue à sécher ; l'ajout de siccatif favorise le durcissement de l'huile.

La plupart des huiles de tung sont vendues mélangées avec des essences pour les rendre plus faciles à travailler. Le diluant est l'essence de térébenthine ou l'essence dérivé du pétrole.

Autres huiles

De nombreuses huiles sont commercialisées. Elles sont utilisées seules ou constituées d'une association d'huiles avec d'autres produits.

» **Leurs compositions varient, elles associent :**

- l'huile de lin,
- l'huile de bois de chine (Tung),
- l'huile de soja,
- l'huile de ricin,
- l'huile de carthame,
- la résine de colophane,
- des résines synthétiques,
- l'essence de térébenthine ou de l'essence dérivée du pétrole,
- un siccatif sans plomb,
- un antioxydant.

» **Les différentes appellations sont :**

- **l'huile dure de lin** (huile de lin + résine siccativante),
- **l'huile dure scandinave** (huile de tung + résine siccativante),
- **l'huile pour meuble, pour plan de travail, ou pour parquet,**
- **l'huile de teck** ou **huile pour bois exotiques** : c'est une appellation commerciale. Le teck ne produisant pas d'huile, elle est composée d'un mélange d'huiles végétales, de résine synthétiques et d'une teinte, le tout dilué au white-spirit. Utilisée pour les bois exotiques de couleur rouge ou brune (teck, niangon, palissandre, etc.) et conçue pour l'extérieur, elle évite le grisaillement du bois au soleil.

Vernis gras

Vernis à base d'huile et de vernis divers, dilué dans de l'essence de térébenthine. De nombreuses préparations existent suivant la destination.

Méthodes d'application

Attention : l'huile est un produit inflammable.

La cire peut être appliquée soit :

- avec un pinceau,
- avec un chiffon,
- avec une éponge,
- avec de la « mèche ».

Pour une meilleure pénétration dans le bois :

Il est conseillé pour certaines huiles de les rendre plus fluides. Pour cela, il faut faire chauffer l'huile à 60 °C, en utilisant la méthode du bain-marie.

Ce qu'il faut retenir

Préparation des bois

Les produits de finition doivent être appliqués sur un bois nu, propre, sec, dépolvé et sans trace d'anciennes finitions. Le bois doit être poncé le plus finement possible.

Attention, les bois « gras » acceptent mal le vernis.

La finition cirée

Finition traditionnelle des meubles anciens et rustiques. C'est un produit fragile qui est sensible à l'eau. La cire la plus utilisée est la cire d'abeille, dissoute à l'essence de térébenthine, elle donne une encaustique de qualité.

La finition huilée

L'huile nourrit et protège les bois bruts. Les bois huilés résistent aux taches et à l'eau. Les huiles les plus utilisées sont l'huile de lin, l'huile traditionnelle de l'ameublement et l'huile de tung.

Testez vos connaissances



1. Quels les types de bois ont des difficultés au vernissage :

-
-

2. Laquelle de ces cires est synthétique :

- a la cire de carnauba
 b la cire d'ozokérite
 c la cire de paraffine

3. Quel solvant est issu de la résine de pin :

-

4. Quelle est l'autre appellation de « l'huile de bois » :

- a l'huile de ricin
 b l'huile de tung
 c l'huile de carthame

5. Quelle est l'origine du terme « huile de teck » :

- a c'est une huile extraite du teck
 b c'est uniquement une appellation commerciale

20.4 La composition d'un vernis

Le vernis

Le vernis est un produit transparent qui **protège le bois** en crée un film de surface. On dit qu'il est **filmogène**. Suivant le type de vernis, il protège des UV, des rayures, des chocs, des taches, des produits ménagers, de l'eau, des insectes et des champignons.

Les vernis **mettent en valeur le veinage et rehaussent la couleur** naturelle du bois. Ils sont parfois vendus teintés, d'aspect ciré, mats, satinés ou brillants.

Composition d'un vernis

Le vernis est un produit liquide, composé de :

- » **un liant** : c'est une résine naturelle ou synthétique qui forme la pellicule protectrice du vernis,
- » **un solvant** : liquide permettant la dilution du liant (eau, alcool, huile, térébenthine, essence et autres dérivés du pétrole). Il favorise l'imprégnation du vernis,
- » **un diluant** : liquide parfois identique au solvant. il permet de contrôler la fluidité du vernis pour faciliter son application et sert aussi de produit pour le nettoyage des outils. Il s'évapore lors du séchage,
- » **un plastifiant** : il donne au vernis sa souplesse et son adhérence au bois.

20.5 Les vernis naturels

Les liants utilisés pour ces vernis sont d'origine naturelle. De nos jours, ils ne sont plus utilisés sauf en restauration ou pour la copie de meubles anciens. Ils sont plus fragiles et plus longs à réaliser que les vernis modernes à base de résine synthétique.

La gomme-laque

C'est une gomme végétale provenant de l'Inde. Elle est issue de la sécrétion du ficus au contact des piqûres d'une cochenille (puceron), qui se cristallise sur les branches. Suivant son niveau d'épuration, la couleur varie : brune, orange, blonde ou blanche.

- » **Elle est commercialisée :**
 - en paillette :
 - prête à l'emploi : appelée **vernis gomme-laque**, la gomme-laque étant diluée dans de **l'alcool à vernir**.
- » **Suivant sa couleur, elle s'appelle :** platina, blonde, brune, blanche, brute ou sticklac, éléphant, fine orange, cerise.

Bâton de gomme-laque

Destiné au rebouchage des fentes, trous ou éclats. Il existe une large gamme de couleurs qui peuvent être mélangées entre elles. Il s'applique sur le bois en le chauffant afin de le liquéfier.

Matine cellulosique

Vernis de finition à base de gomme-laque et de vernis cellulosique. La matine possède une facilité de pose du produit et offre une meilleure résistance de la surface.

Autres gommages et résines naturelles

De nombreuses gommages et résines sont employées seules ou mélangées à la gomme-laque. Elles sont solubles à l'eau ou à l'alcool, voire les deux.

On trouve :

- **benjoin** : résine tirée du styrax benzoïn dryander (Asie méridionale),
- **colophane des landes** : tirée de la résine de pin des landes,
- **copal** : gomme semi-fossile, provenant du Congo ou de Manille,
- **Élémi** : gomme tirée de la résine du Canarium (famille d'arbres tropicaux), provenant du Brésil, du Mexique ou de Manille,
- **myrrhe** : gomme résine tirée de l'arbre à myrrhe (ou balsamier), provenant de d'Arabie, d'Éthiopie ou de Nubie,
- **sandaraque** : résine tirée du cyprès de l'Atlas, provenant d'Afrique du Nord,
- **laque végétale japonaise** : résine extraite du tronc de l'arbre urushi, plus connu sous le nom de Sumac. Résine donnant une laque très ancienne de couleur rouge ou noire, appelée **laque de chine**. Déjà imité au XVIII^e siècle par le vernis **Martin**.

Méthodes d'application

Le vernissage d'un vernis gomme-laque est souvent appelé **vernissage au tampon**, du fait de son mode d'application. Il est long et très difficile à réaliser. Le **tampon** est constitué d'une toile enfermant une boule de mèche de coton, de la taille d'un œuf, pour tenir dans la paume de la main. Ce tampon est imprégné d'alcool à vernir et de vernis gomme-laque.

Attention : l'alcool à vernir est un produit très inflammable.

20.6 Les vernis synthétiques

Les liants utilisés pour ces vernis sont à base de résine synthétique. Ils ont apparu et ont progressé durant le xx^e siècle. De nos jours, ils sont encore sans cesse améliorés dans le but de réduire la quantité des solvants organiques.

Certains vernis sont :

- » **mono-composants** : prêts à l'emploi,
- » **bi-composants** : nécessitent le mélange d'une résine et d'un catalyseur avant l'application du vernis. La préparation doit respecter un dosage rigoureux. Le mélange ne peut pas être conservé. Par contre, les vernis bi-composants sont souvent plus durs et plus résistants.

Les solvants sont :

- » **à base de solvant organique** : dérivé du pétrole, diluant spécifique au vernis ou au white-spirit. Nocif pour l'environnement et par inhalation pour l'homme,
- » **en phase aqueuse** : le diluant est de l'eau. Le vernis est dit **hydrosoluble** ; cependant il reste toujours une proportion, même faible, de solvant organique.

Tous ces vernis sont déclinés en finition :

- » **naturelle ou teintée,**
- » **d'aspect ciré, mat, satiné ou brillant.**

Les différents vernis synthétiques

Vernis	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
cellulosique	Vernis mono-composant. Il est le plus ancien vernis synthétique utilisé en ameublement, apparaissant en 1920	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation et application simple • Séchage rapide • Pose facile par tous les procédés 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible résistance aux produits d'entretien • Résistance mécanique moyenne • Diluant et solvant organique
acrylique	Vernis mono-composant hydrodiluable : le diluant et le solvant sont à base d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Application possible au pinceau • Très faible émission de solvant organique • Nettoyage des outils à l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance aux produits d'entretien et chimiques moyenne
polyuréthane	Vernis bi-composant ou mono-composant. Parfois associés : acrylique polyuréthane. Existe en phase aqueuse (à l'eau)	<ul style="list-style-type: none"> • Très bon pouvoir garnissant du bois • Excellente résistance mécanique et chimique • Bonne souplesse • Utilisable en extérieur • Résiste aux UV 	<ul style="list-style-type: none"> • Très couteux • Bi-composant : préparation du mélange, qui ne peut pas être conservé
polyester	Vernis bi-composant. Vernis industriel, donnant un aspect brillant et très couvrant	<ul style="list-style-type: none"> • Excellent pouvoir garnissant du bois • Très bonne résistance chimique • Très bonne transparence 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragile au choc • Difficile à appliquer • Préparation du mélange, qui ne peut pas être conservé • Diluant et solvant organique
alkyde	Vernis mono-composant. Évolution des vernis polyesters. Parfois associés : alkyde acrylique (à l'eau) et alkyde uréthane. L'alkyde existe en phase aqueuse	<ul style="list-style-type: none"> • Application possible au pinceau • Bonne résistance mécanique et chimique • Utilisable en extérieur • Résiste aux UV 	<ul style="list-style-type: none"> • Certains sont en solvant organique (white-spirit)
urée-formol	Vernis bi-composant ou mono-composant (appelé « pré-catalysé »). Vernis très dur et manquant de souplesse	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne résistance mécanique et chimique • Prix modéré 	<ul style="list-style-type: none"> • Bi-composant : préparation du mélange • Pré-catalysé : résistance au choc plus faible et moins garnissant • Contient du formaldéhyde • Diluant et solvant organique

Vernis spécifiques

- » **Le bouche-pores** : produit épais et transparent, destiné à remplir les pores du bois. Essentiellement à base de liant cellulosique, il doit être appliqué avant le vernis.
- » **Le vernis de fond** : appelé également **sealer** ou **fond dur**, il est destiné à remplir les pores du bois et sert de primaire d'accrochage au vernis. Les vernis de fond existent dans toute la gamme des liants synthétiques.
- » **La céruse** : produit en pâte, opaque et de couleur (souvent blanche), remplissant le veinage du bois afin de le rehausser.
- » **La laque** : vernis opaques chargé de colorant. Le vernis de fond de la laque s'appelle un **apprêt**. Les apprêts existent dans toute la gamme des liants naturels et synthétiques.
- » **La lasure** : vernis destiné à l'extérieur, elle résiste mieux aux insectes, aux champignons, à l'eau, aux UV, et également aux variations de température et d'hydrométrie. La lasure teintée donne une meilleure résistance au rayonnement solaire.
- » **Le vitrificateur** : vernis spécifiques pour les surfaces devant résister à l'usure et aux produits d'entretien, comme les parquets et les escaliers. Les vitrificateurs sont à base de polyuréthane ou d'urée-formol.

D'autres produits existent, ils sont souvent l'association de plusieurs produits différents :

- » **la cire et les résines** (naturelles ou synthétiques),
- » **l'huile et les résines** (naturelles ou synthétiques).

Méthodes d'application

Attention : les solvants et diluants organiques sont des produits inflammables et toxiques.

Les vernis peuvent être appliqués soit :

- manuellement avec un pinceau ou une brosse,
- par pulvérisation au pistolet,
- par machine à rideau ou à cylindre,
- par trempage.

20.7 Les composés organiques volatils (COV)

La famille des **Composés organiques volatils (COV)** regroupe de nombreux produits aux caractéristiques très variables. Ce sont des gaz et des vapeurs qui **contiennent du carbone**. Ils entrent dans la composition de nombreux produits : carburants automobiles, peintures, encres, colles, détachants, cosmétiques et solvants.

Des produits nocifs

Ils ont un impact direct sur la santé humaine (toxique ou cancérigène).

Ils interviennent dans le processus de formation de la pollution atmosphérique. Les polluants se fixent dans la troposphère (entre 7 et 10 km d'altitude) et participent au réchauffement climatique par effet de serre.



Figure 20.1 Écolabel européen

Écolabel européen

Créé en 1992, l'écolabel européen est un label écologique officiel européen. Il n'est pas obligatoire, mais il est utilisable dans tous les pays membres de l'Union européenne. Il est délivré en France, par l'AFNOR.

Le label **EU Ecolabel FR/07/011**, garantit :

- » **une teneur réduite** en Substances organiques volatiles (SOV) et en Composés organiques volatils (COV), l'absence de métaux lourds et de substances classées dangereuses pour la santé ou l'environnement,
- » **des critères de qualité** en termes de pouvoir masquant, de résistance à l'eau et à l'usure, et d'adhérence.

Directives européennes

- » **La directive européenne n° 2004/42/CE du 21 avril 2004**

Elle impose une valeur limite de COV des peintures et des vernis.

Depuis le 1^{er} janvier 2010, dans la catégorie « vernis et lasures intérieurs/extérieurs », elle impose :

- pour les vernis **à base aqueuse : limitation à 130 g/litre,**
- pour les vernis **à base solvant : limitation à 400 g/litre.**

» **La directive n° 2010/79/UE du 19 novembre 2010**

La directive indique que la teneur en COV d'un diluant qui entre dans la formulation d'un produit doit être inférieure à 15 % de sa masse (moins de 150 g/litre), et ne pas contenir de diluant réactif. Les États membres doivent adopter et publier, au plus tard le 10 juin 2012, les dispositions législatives et réglementaires nécessaires pour se conformer à cette directive.

La directive européenne impose et l'écolabel incite les fabricants des produits à développer les vernis en phase aqueuse.

Ce qu'il faut retenir

Les vernis

Le vernis est un produit transparent et filmogène. Il protège des UV, des rayures, des chocs, des taches, des produits ménagers, de l'eau, des insectes et des champignons.

Il met en valeur le veinage et rehausse la couleur naturelle du bois.

Composition d'un vernis

- » Un liant : une résine naturelle ou synthétique.
- » Un solvant : liquide permettant la dilution du liant.
- » Un diluant : liquide permettant de contrôler la fluidité du vernis.
- » Un plastifiant.

Vernis naturels

Les gommes et résines d'origine naturelle sont encore utilisées en restauration ou en copie de meuble ancien. La plus utilisée est la gomme-laque, appliquée par la méthode dite « au tampon ».

Vernis synthétique

Les vernis sont : cellulosique, acrylique, polyuréthane, polyester, alkyde et urée-formol. Il existe de nombreuses déclinaisons, afin de s'adapter à tous les besoins. Ils peuvent être mono-composants (prêt à l'emploi) ou bi-composants (résine + catalyseur). Les solvants sont soit organiques (dérivés du pétrole) soit en phase aqueuse (eau).

Composés organiques volatils (COV)

Les solvants organiques sont dangereux pour l'homme et l'environnement, en conséquence, les vernis en phase aqueuse sont de plus en plus développés.

- » L'écolabel européen garantit au consommateur une qualité du produit et un respect de l'environnement.
- » La directive européenne impose aux fabricants une teneur maximale en COV.



Testez vos connaissances



6. Quel diluant est utilisé pour le vernis gomme-laque :

-

7. Quel est l'usage d'un bâton de gomme-laque :

- a il sert à la composition du vernis gomme-laque
- b il sert au rebouchage des fissures et des trous

8. Quel est l'inconvénient des vernis synthétiques bi-composants :

- a vernis de moins bonne qualité que les vernis mono-composants
- b vernis plus difficiles à appliquer que les vernis mono-composants
- c vernis plus difficiles à préparer que les vernis mono-composants

9. Quel est le plus ancien vernis synthétique en ameublement :

-

10. Quel vernis synthétique est destiné à un usage en extérieur :

-

11. Quel vernis synthétique a une bonne résistance mécanique, une bonne souplesse, et une bonne résistance aux UV :

-

12. Quel composant principal retrouve-t-on dans les produits classés COV :

-

13. Indiquez la teneur maximale en COV imposée par la directive européenne du 19 novembre 2010 :

-

Corrigés des tests

Chapitre 1

1. Forêt boréale ou taïga, forêt tempérée, forêt sub-tempérée ou méditerranéenne, forêt tropicale sèche, forêt tropicale humide
2. b
3. a et c
4. b
5. La Corse, La Provence-Alpes-Côte d'Azur
6. le Nord-Pas-de-Calais, la Basse-Normandie ou les Pays-de-la-Loire
7. b
8. Chêne, châtaigner, hêtre, frêne, pin maritime
9. En haut : la futaie régulière ; au milieu : la futaie jardinée ; en bas : le taillis sous futaie
10. b et d
11. c
12. a
13. FSC, PEFC, FSI, CERFLOR, MTCC
14. Limiter la déforestation des forêts primaires, lutter contre les émissions de gaz à effet de serre, combattre le commerce des bois importés illégalement, maîtriser les ressources naturelles, préserver l'environnement, aider au développement des pays émergents

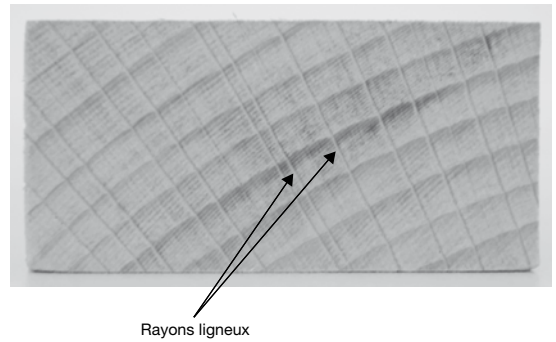
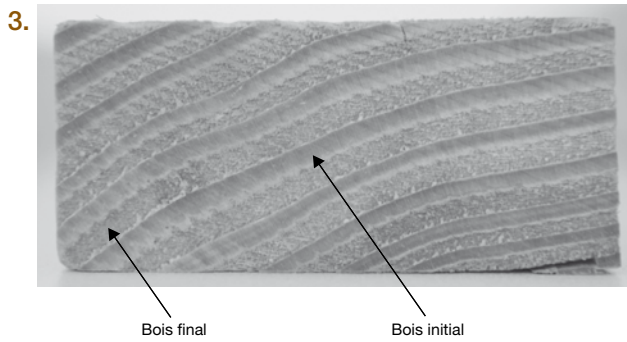
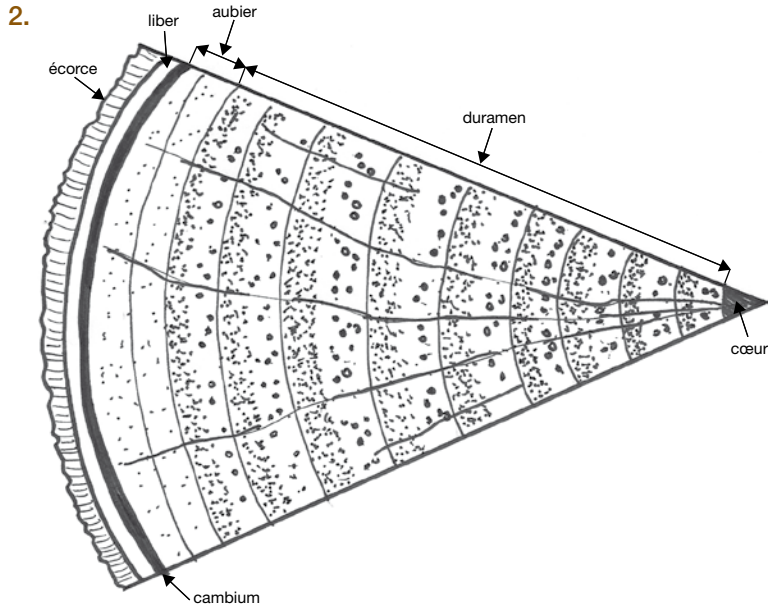
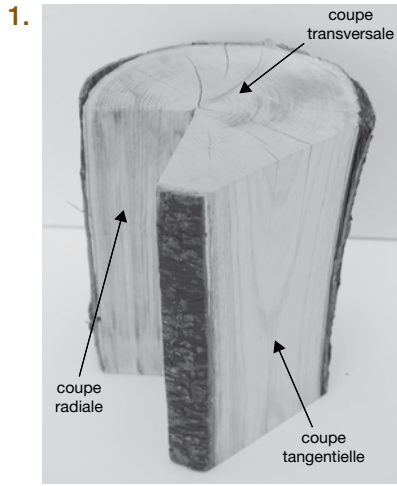
Chapitre 2

1. b
2. b
3. c
- 4.

N°	Désignation
5	Rejet d'oxygène
3	Rayonnement solaire
4	Absorption de gaz carbonique
1	Absorption d'eau et des sels minéraux
7	Évaporation de vapeur d'eau
2	Sève brute
6	Sève élaborée
9	Rejet de gaz carbonique
8	Absorption d'oxygène

5. Feuillus, résineux
6. Bois du nord, bois tropicaux, bois indigènes
7. Chêne → feuillus
Sapin → résineux
Épicéa → résineux
Peuplier → feuillus
Hêtre → feuillus
Douglas → résineux
Frêne → feuillus
Pin sylvestre → résineux
Châtaigner → feuillus
Mélèze → résineux
Noyer → feuillus

Chapitre 3



- 4. a
- 5. b
- 6. b
- 7. c
- 8. a

Chapitre 4

1. b, d et f
2. L'aubier et les nœuds
3. b
4. a
5. b
6. b

Chapitre 5

1. c
2. a
3. Un feuillet
4. Un chevron
5. Choix 0
6. Choix 2
7. a
8. L'altération de la couleur du bois
9. Un prix de vente très élevé
10. c
11. La scie au bois montant
12. a

Chapitre 6

1. 33,3 kg d'eau
2. a
3. 18 % d'humidité
4. c
5. a
6. La pièce mesure 116,1 mm × 23,6 mm

7. b
8. Les épingles
9. c
10. b
11. Le séchoir solaire
12. b
13. a
14. a

15. Les produits de traitement entrent plus facilement dans les fibres du bois
16. Le système autoclave vide et pression
17. Le produit contient de l'arsenic qui est un poison très toxique
18. b

Chapitre 7

1. L'âme du latté est constituée de latte
2. a
3. b
4. Un panneau de particules pour milieu humide
5. Le panneau est strié de rainures parallèles
6. Le panneau stratifié est plus résistant au choc que le panneau mélaminé
7. c
8. c

Chapitre 8

1. ① L'épaulement, ② L'arasement, ③ Les joues, ④ Les abouts
2. La largeur de mortaise correspond au tiers de l'épaisseur de la pièce

3. Tenon et mortaise bâtard non débouchant
4. Tenon et mortaise avec raccord de moulure par contre-profil
5. Coupe d'onglet par lamelle
6. Assemblage à queue-d'aronde recouverte (en L)
7. Enture en double sifflet
8. Le quart-de-rond, le congé
9. La gorge
10. Le bec de corbin
11. Le congé, le carré, la doucine

Chapitre 9

1. Portes à panneaux, portes vitrées, portes tierces, portes blindées
2. b
3. b
- 4a. $2 \times 25 = 50$ mm
- 4b. $B = (930 + 10 - 2 \times 50)/4 = (940 - 100)/4 = 840/4 = 210$ mm
5. b
6. À la française, à châssis basculant
7. À l'australienne, à l'italienne
8. a
9. 2025×900
10. 2040×630
11. b
12. c
13. b
14. $2H + G = M$

15. c

16. a

17. À l'anglaise à coupe perdue, à l'anglaise à joint sur lambourdes, à l'anglaise à coupe de pierre, à bâtons rompus, en point de Hongrie.

18. d

19. b

20. b

21. c

Chapitre 10

1. La numérotation des feuilles suivant l'ordre de débit du placage
2. L'une des deux feuilles doit être « ouverte » en contre-parement
3. Le frisage en fougère
4. Le frisage en chevrons, le frisage à bâtons rompus
5. Le losange (à 60°)
6. b

Chapitre 11

1. Le guillaume métallique
2. La scie à guichet
3. Le serre-joint dormant
4. ❶ Le plateau, ❷ La tige, ❸ La clé, ❹ La pointe de traçage
5. a
6. b
7. b

8. Le bédane est plus épais que le ciseau et il est utilisé uniquement pour le travail de la mortaise

9. b

10. c

Chapitre 12

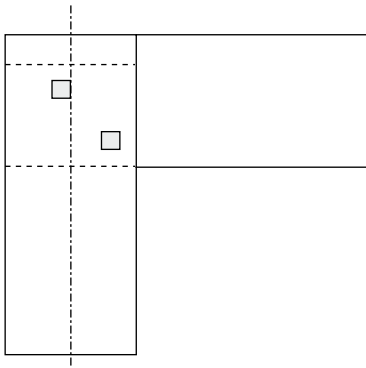
1. b et d

2. b

3. c

4. $L = 30 - 30/6 = 30 - 5 = 25$ mm. On choisira une cheville normalisée de 25 mm

5.



Chapitre 13

1. Une peinture

2. a

3. b

4. Une charnière à piano

5. a

Chapitre 14

1. b

2. a

3. Le ferme-porte

4. e

5. c

6. d

Chapitre 15

1. ① et ②

2. ③ et ④

3. Les rails de guidage, les coulisses à galets, les coulisses à billes

4. Les glissières plastiques, Les chemins de roulement à billes

Chapitre 16

1. Calculs pour la hauteur

① Recherche de n :

$$n = (H - 2 \times A)/32$$

$$n = (2000 - 2 \times 9,5)/32$$

$$n = (2000 - 19)/32$$

$$n = 1968/32$$

$$n = 61,5$$

On choisit donc pour n la valeur la plus proche soit : **62**.

② On applique la formule de la hauteur :

$$H = 32 \times n + 2 \times A$$

$$H = 32 \times 62 + 2 \times 9,5$$

$$H = 1984 + 19$$

$$H = 2003 \text{ mm}$$

2. Calculs pour la largeur

① Recherche de **n** :

$$n = (L - 2 \times 37)/32$$

$$n = (400 - 74)/32$$

$$n = 326/32$$

$$n = 10,18$$

On choisit donc pour **n** la valeur la plus proche soit : **10**.

② On applique la formule de la largeur :

$$L = 32 \times n + 2 \times 37$$

$$L = 32 \times 10 + 74$$

$$L = 320 + 74$$

$$L = 394 \text{ mm}$$

Chapitre 17

1. a et e

2. b et d

3. c et f

4. Par refroidissement, par évaporation des solvants, par réaction chimique

5. b

6. Pour les colles polychloroprènes, on doit appliquer la colle sur les deux surfaces à assembler. Il faut un temps nécessaire entre l'application de la colle sur les surfaces et la mise en contact des matériaux afin de permettre l'évaporation des solvants.

Chapitre 18

1. a

2. b

3. b

4. a

5. Papier de verre

Chapitre 19

1. Le mordantage

2. a

3. Réponses possibles : l'acajoutine, le brou de noix, le bitume de Judée, la chicorée, l'extrait de campêche, l'orcanette, les poudres de bois

4. La fuchsine

5. Le tanin

6. L'acide oxalique

Chapitre 20

1. Les bois gras, les bois résineux

2. c

3. L'essence de térébenthine

4. b

5. b

6. L'alcool à vernir

7. b

8. c

9. Le vernis cellulosique

10. La lasure

11. Le vernis polyuréthane

12. Le carbone

13. Moins de 150 g/litre de produit

A battage 73

- abrasif 293
- abrasion 293
- acajoutine 300
- acide oxalique 302
- acrylique (vernis) 315
- affiloir 230
- aggloméré 129
- alcali 302
- alcool à vernir 312
- aldéhyde formique 135
- alkyde (vernis) 315
- altération
 - biologique 88
 - daspect 88
- ameublement
 - ferrure 248
- angiosperme 46
- anomalie de croissance 70
- arasement 145
- arbre
 - morphologie 40
 - vie 42
- assemblage 143
 - à coupe d'onglet 149
 - à mi-bois 149
 - à queue-d'aronde 151
 - d'allongement 154
 - d'élargissement et d'apaisse-
ment 152
 - d'élargissement et d'épaisse-
ment 144
 - de rencontre 143, 145
 - par enfourchement 148
- autoclave 120
- avivé 84
 - sections 86

B aie 163

- bâti 163
- bédane 232
- bi-composant (vernis) 314
- bille 81
- billon 81
- blessure du bois 72
- bois
 - anomalie 70
 - blessure 72
 - couleur 59
 - défaut 69
 - durabilité 116
 - gras 305
 - pore 300, 306
 - préparation 299, 305
 - propriétés mécaniques 62
 - propriétés physiques 59
 - rétractabilité 103
 - séchage 107
 - structure 52
 - taux d'humidité 97
 - traitement 119
- bois rectifié 120
- bouche-pores 316
- boulonnage 240
- briquet 252
- broussin 71

C adranure 72

- cage 185
- cellulosique (vernis) 315
- cerne 53
- céruse 316
- champignon 74
- chanfrein 158
- charnière 248
- châssis 173
- chaudron 71

- chevillage 240
- cire 306
 - d'abeille 306
- ciseau à bois 230
- classe de dimprégnabilité 118
- classe de durabilité 117
- classe de risque 116
- classification 88
- classification botanique des bois 46
- classification géographique des bois 46
- clouage 235
- coefficient de retrait 103
- collage
 - température 285
 - temps 284
- colle 283
 - naturelle 284
 - propriétés 286
 - thermodurcissable 284
 - thermoplastique 284
- colorant 300
- coloration
 - chimique 302
- compas 217, 252
- composés organiques volatils COV 317
- comptoir 198
- conductibilité 60
- congé 157
- conifère 46
- contrebalancement 126
- contre-fil 70
- contre-parement 203, 204
- contreplaqué 125
 - cintrable 126
- contre-profil 147
- corindon 294
- coulissage 267

coulisseau 268
 coupe d'onglet 149
 croisée 173
 CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment) 192
 CTBA (Centre technique du bois et de lameublement) 192
 CTB-H 130
 CTB-S 130
 CTB-X 126

Débit 81

— avivé 84
 — en plot 82
 — sur dosse 85
 décapage 305
 décoloration
 — chimique 302
 diluant 312
 dimensions normalisées (porte)
 182
 dosse 82
 doucine 158
 durabilité 116

Eau

— de constitution 99
 — de saturation 99
 — libre 99
 écocertification 32
 ecolabel européen 317
 embrèvement 153
 émeri 294
 empilage 108
 encaustique 307
 enfourchement 148
 entre-écorce 71
 enture 154
 épaisseur commerciale 85
 épaulement 145
 épingle 108
 équerre 217
 équilibre hygroscopique 102
 escalier 183
 — caractéristiques techniques
 186
 essence de térébenthine 300, 307
 établi 215

Fenêtre 174

ferrure
 — d'ameublement 248
 — d'assemblage à excentrique 278
 — de menuiserie 245
 feuillus 46
 fibre 56
 — ondulée 70
 fiche
 — dameublement 251
 — de menuiserie 246
 filet 94
 filmogène 311
 fil tors 71
 finition 305
 fissure 72
 flache 88
 flottage 147
 fond dur 316
 forêt
 — du monde 17
 — européenne 20
 — française 22
 formaldéhyde 135
 formol 135
 frisage 203
 — au développé 204
 — au raccord 204
 — en chevrons 207
 — en damier 208
 — en quatre feuilles 205
 — en soleil 207
 FSC (Forest stewardship council) 33
 fuchsine 301
 futaie 29

Gélivure 72

gerce 73, 88
 gomme-laque 312
 gouge 232
 goujon 278
 grain 60
 grain abrasif 295
 grand cadre 159
 grenat 294
 grume 81
 guillaume 229
 guimbarde 230
 gymnospermes
 — 46

HNB 166

HNP 166
 huile 308
 — de bois de chine 308
 — de lin 308
 — de teck 309
 — de tung 308
 huisserie 179
 humidimètre 100
 humidité 97
 hydrosoluble (vernis) 314
 hygrométrie 97
 hygroscopicité 60

Insectes xylophages 76
 insert 278

Label 33

— FSC (Forest stewardship council) 33
 — PEFC (Pan-European Forest Certification) 33
 lambris 194
 lamelle 150
 lamibois 126
 languette 153
 laque de chine 313
 lasure 316
 latté 127
 levée du pore 300, 306
 liaison 143
 liant 312
 ligneux (plan) 55
 LNB 166
 LNP 166
 loqueteau 262
 loupe 71
 lunure 73

Maillet 224

main
 — paumelle 248
 — serrure 256
 marqueterie 203
 marteau 225
 matine 313
 MDF (Medium Density Fiberboard)
 131

mélaminé 131
 menuiserie 161
 — ferrure 245
 mérule 75
 mètre (outil) 216
 mi-bois 149
 mobilier d'agencement
 — comptoir 198
 — rayonnage linéaire 197
 moiré 70
 mono-composant (vernis) 314
 mordantage 299
 mortaise 145
 moulure 157, 165

Nœud 69, 88
 norme 35

Oléo-thermique 120
 ondé 70
 organe
 — d'ameublement 260
 — de condamnation 255
 — de coulissage 267
 — de menuiserie 255
 OSB (Oriented Strand Board) 128
 ouvrage
 — consolidation 235
 — de menuiserie 161

Panneau 125
 — de fibres 131
 — de particules 129
 — de particules CTB-H et CTB-S 130
 — de particules mélaminé 131
 — OSB 128
 — stabilité 126
 papier
 — abrasif 293
 — de verre 293
 paraffine 307
 parasites végétaux 74
 parement 203, 204
 parquet 189
 — classement d'usage 192
 — décors normalisés 190
 paumelle 246

PEFC (Pan-European Forest Certification) 33
 peinture 245
 persienne 170
 petit cadre 159
 photosynthèse 42
 pivot 250
 placage 91
 — déroulé 93
 — loupe 71
 — moiré 70
 — ondé 70
 — pommelé 70
 — ronce 71
 — scié 92
 — teinté 94
 — tranché 91
 planche
 — débit 82
 — épaisseur 85
 plan ligneux 55
 plastifiant 312
 plat joint 152
 poignée 262
 polyester (vernis) 315
 polyuréthane (vernis) 315
 ponçage 293, 299, 306
 pore 300, 306
 portail 161
 porte 270
 — de garage 162
 — dentrée 164
 — dimensions normalisées 182
 — intérieure de séparation 180
 — palière 179
 — secondaire 167
 porte-fenêtre 172
 portillon 161
 préparation du bois 299, 305
 presse 219
 presse détabli 215
 propriétés mécaniques du bois 62
 propriétés physiques du bois 59

Quartier 82
 queue-d'aronde 151

Rabot 226, 228
 raccord de veinage 203
 racleage 296

racloir 230
 rainure 153
 râpe 226
 rayon ligneux 57
 rayonnage linéaire 197
 Régénération naturelle et artificiel-
 les 30
 résineux 46
 ressuyage 99
 rétractabilité 60, 103
 retrait 103
 revêtement de mur 194
 — lambris 194
 revêtement de sol
 — parquet 189
 — stratifié 193
 rifloir 226
 ronce 71
 roulure 72

Scie 221
 séchage 97, 107
 séchoir à bois 110
 sel d'oseille 302
 serre-joint 219
 serrure
 — ameublement 260
 — menuiserie 255
 solvant 312
 stratifié 134, 193
 structure du bois 52
 — défaut 69
 substances organiques volatiles (SOV) 317
 surbille 81
 système « 32 » 275

Taillis 29
 taquet 279
 taux d'humidité 97, 102
 teinte 299
 — à l'alcool 301
 — hydrosoluble 302
 température
 — de collage 288
 temps
 — de collage 288
 — de séchage 110
 tenon 145
 texture 54

- tiroir 267
- tourillon 150
- tournevis 225
- traçage 216
- trachéide 56
- traitement
 - CCA 122
 - CCB 122
 - du bois 119
 - par autoclave 120
 - par trempage 120
 - thermique THT 120
- trémie 185
- trusquin 218
- types de forêt 17
- U**rée-formol (vernis) 315
- V**aisseau 57
- valet 216
- varlope 226
- VBA (vis à bois et aggloméré) 238
- veinage 203
- vernis 311
 - au tampon 314
 - gomme-laque 312
- Martin 313
- synthétique 314
- vernissage 305
- vie de l'arbre 42
- vis 279
- vissage 237
- vitricateur 316
- volée 185
- volet 168
 - persienne 170
 - roulant 171
- W**astrique 229

Crédits photographiques

Fig. 1.3 © Inventaire forestier national – campagnes d’inventaire 2005 à 2009.
Fig. 1.6 © Mayumi Terao – istock.com – FSC International. **Fig. 1.7 et 1.8** FSC International. **Fig. 1.9** © PEFC. **Fig. 1.10** © PEFC. **Fig. 3.5, 3.7 à 3.9** © Éric Guillot/FCBA. **Fig 4.1 à 4.17** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig. 5.2 (photo) et 5.8 (photo)** © Comptoir mantais des bois. **Fig. 5.13, 5.14** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig. 5.15** Photo Les fils de Georges. **Fig. 5.17, 5.18** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig. 6.1** © Stanley. **Fig 6.2, 6.4** © HM Diffusion. **Fig. 6.5** © CTBA. **Fig. 6.8 à 6.10** © Comptoir mantais des bois. **Fig. 6.12** © Drywood. **Fig. 6.13** © Thermo-system. **Fig. 7.2** Dessin X. Hosch © Dunod. **Fig. 7.4** © Plysol. **Fig. 7.6, 7.9** Dessin X. Hosch © Dunod. **Fig. 7.12 et 7.13** © Finsa. **Fig. 8.6** Photo Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig.8.38** Dessin X. Hosch © Dunod. **Fig 8.49 à 8.61** Photos Trillat/Ampeau, © Dunod. **Fig. 9.2 et 9.3** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig. 9.4 à 9.7, 9.10 à 9.15, 9.17a et b, 9.18, 9.23, 9.25, 9.26** C. Riollot © Dunod. **Fig 9.31 à 9.33** © Lapeyre. **Fig. 9.35, 9.36, 9.41 à 9.48** C. Riollot © Dunod. **Fig. 10.3, 10.4, 10.9 à 10.14, 10.16 gauche** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig. 11.1 et 11.2** © Établis François. **Fig. 11.3 et 11.4** © HM Diffusion. **Fig. 11.5 à 11.9, 11.13, 11.16, 11.26 à 11.28, 11.30 à 11.32, 11.34 à 11.38, 11.40, 11.41, 11.44, 11.45, 11.48, 11.49, 11.52, 11.53, 11.58** © Stanley. **Fig. 11.12, 11.14, 11.47, 11.54, 11.55, 11.57** Avec l’aimable autorisation de Lee Valley Tools. **Fig. 11.46, 11.57, 11.59, 11.60** © Ulmia. **Fig. 11.18 à 11.25** © Bessey-SER. **Fig. 12.1 à 12.3, 12.12, 12.13** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig. 13.1, 13.2, 13.5 à 13.7** C. Riollot © Dunod. **Fig. 13.15 à 13.17, 13.20 à 13.22** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig 13.8, 13.11, 13.14, 13.24, 13.25** Photo : Häfele. **Fig. 14.1, 14.2, 14.4, 14.14, 14.15, 14.25, 14.26** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig. 14.3, 14.7, 14.9 à 14.11** C. Riollot © Dunod. **Fig 14.12, 14.13, 14.16, 14.18, 14.19, 14.21 à 14.24, 14.28** Photo : Häfele. **Fig. 15.1 à 15.3, 15.7 à 15.10, 15.12, 15.14** Photos Trillat/Ampeau © Dunod. **Fig 15.4 à 15.6, 15.11, 15.13** Photo : Häfele. **Fig 16.5, 16.10 à 16.12** Photo : Häfele. **Fig. 20.1** www.ecolabel.eu.

Toutes les images non mentionnées dans ces pages appartiennent à leur auteur respectif. Nous avons fait tout ce qui était en notre pouvoir pour obtenir les autorisations de reproduction nécessaires pour cet ouvrage. Toute omission qui nous sera signalée se verra rectifiée dans la prochaine édition.

conception
réalisation
mise en page

PCA



44405 Rezé cedex

