

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

TECHNOLOGIE des **MÉTIER**S du **BOIS**

TOME 3

3^e édition

Techniques et documents
de fabrication • Agencement
Gestion de production

DUNOD

Conception graphique de la couverture : Pierre-André Gualino
Illustrations de couverture (de gauche à droite) : photology1971/stock.adobe.com,
Anna/stock.adobe.com, Studio Harmony/stock.adobe.com, BillionPhotos.com/stock.adobe.com

© Dunod, 2013, 2016, 2020
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-081595-1

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	8
---	---

Partie 1 : Techniques de fabrication

Chapitre 1 : Les pièces et panneaux cintrés et plaqués	13
1.1 La conception et la réalisation d'une pièce cintrée	13
1.2 La méthode de plaque d'une pièce cintrée	18
1.3 La conception d'un panneau cintré.....	24
1.4 La conception d'un moule	28
1.5 La conception et le placage d'une surface galbée	34
Chapitre 2 : Les montages d'usinage.....	39
2.1 Généralités	39
2.2 L'isostatisme	41
2.3 La mise en position d'une pièce	42
2.4 Le maintien en position d'une pièce.....	46
2.5 La conception des montages d'usinage	53

Partie 2: Techniques de pose d'un ouvrage

Chapitre 3 : Le relevé de mesures	63
3.1 La prise de mesures générales d'une pièce ou d'un local	63
3.2 Le relevé des plans horizontaux, des plans verticaux et des baies	66
3.3 Le relevé d'angles, de pentes et des formes.....	69
3.4 Le relevé des niveaux et de l'aplomb	72
3.5 Relevés divers	73

Chapitre 4 : Les tracés de chantier	77
4.1 Distribution et implantation	77
4.2 Le tracé d'implantation	78
4.3 Le traçage du trait de niveau	83
Chapitre 5 : La fixation des ouvrages	89
5.1 Identification des supports	89
5.2 Les types de liaison	90
5.3 Les sollicitations des organes de fixation	92
5.4 Autres facteurs de choix	93
Chapitre complémentaire A : La pause des ouvrages de menuiserie	WEB
à retrouver sur www.dunod.com	

Partie 3 : Confort de l'habitat

Chapitre 6 : Le confort thermique	99
6.1 La réglementation thermique	99
6.2 L'isolation thermique	103
Chapitre 7 : Le confort acoustique	113
7.1 La réglementation acoustique	113
7.2 Le son	117
7.3 L'isolation acoustique	119
7.4 La correction acoustique	120
Chapitre 8 : La ventilation	127
8.1 La dégradation de l'air dans les logements	127
8.2 Les systèmes de ventilation	129
8.3 Les différents systèmes de ventilation mécanique contrôlée	130

Chapitre 9 : L'éclairage des locaux	135
9.1 La lumière.....	135
9.2 L'éclairage des locaux	137
9.3 Les différents types d'éclairage et sources lumineuses artificielles	138
9.4 Les niveaux d'éclairement	141
Chapitre 10 : L'étanchéité des menuiseries extérieures	147
10.1 Principes et solutions.....	147
10.2 Exemples sur une croisée extérieure.....	148
10.3 Les produits d'étanchéité	149
Chapitre 11 : Le bois et la sécurité incendie	153
11.1 La tenue au feu du bois	153
11.2 Réaction et résistance au feu.....	154
11.3 Harmonisation européenne et Euroclasses	157
Chapitre 12 : L'ergonomie	163
12.1 Les proportions et les mensurations de l'être humain	164
12.2 Les dimensions de passage	165
12.3 L'agencement des cuisines.....	168

Partie 4 : Communication technique

Chapitre 13 : Les documents de fabrication	177
13.1 Le bureau d'études et le bureau des méthodes	177
13.2 Le dossier de fabrication	180
13.3 Le contrat de phase	181
13.4 Notions d'isostatisme	184
13.5 La symbolisation des appuis et des maintiens en position	186
13.6 Les principaux croquis de phase	187
13.7 Les tolérances dimensionnelles	190
13.8 La cotation fonctionnelle.....	193
13.9 La fiche suiveuse	196

Chapitre 14: Les documents d'ordonnancement.....	205
14.1 Sujet d'études	205
14.2 Le processus de fabrication.....	208
14.3 L'analyse de fabrication	212
14.4 Le planning des phases.....	215
14.5 La gamme d'usinage.....	218
Chapitre 15: Les normes	227
15.1 La normalisation	227
15.2 Standards, normes et réglementations	228
15.3 L'organisation de la normalisation	229
15.4 Les différents documents normatifs	230
15.5 Les documents techniques unifiés (DTU)	233

Partie 5: Gestion de production et CFAO

Chapitre 16: La gestion de l'ordonnancement	239
16.1 Généralités sur la gestion de production.....	239
16.2 La méthode PERT	242
16.3 Le diagramme de Gantt.....	253
Chapitre 17: Les coûts de fabrication	263
17.1 Les coûts des matières premières et des produits	263
17.2 Les coûts de la main-d'œuvre	265
17.3 Le prix de vente.....	267
17.4 Le seuil de rentabilité	268
Chapitre 18: La qualité.....	275
18.1 Définition et généralités.....	275
18.2 La carte de contrôle	276
18.3 Le diagramme de Pareto	283
18.4 Le diagramme de causes et effets	287

Chapitre 19 : La gestion des stocks	293
19.1 Généralités sur la gestion des stocks.....	293
19.2 La méthode de gestion des stocks.....	295
Chapitre 20 : La maintenance	301
20.1 Généralités	301
20.2 La maintenance corrective.....	303
20.3 La maintenance préventive	305
Chapitre 21 : CFAO et commande numérique	309
21.1 Les logiciels CFAO.....	309
21.2 Le centre d'usinage à commande numérique	313
Corrigés des tests	319
Index.....	333
Crédits photographiques.....	336



Rendez-vous sur le site **www.dunod.com** pour télécharger des tutoriels (documents et vidéos) permettant d'approfondir vos connaissances et de découvrir comment utiliser les machines-outils.

Au fil des pages, le logo , accompagné d'un numéro, marque l'emplacement d'un tuto lié au paragraphe correspondant.

Table des matières suivant les différents métiers du bois

Chapitres et titres			Menuiserie	Agencement	Ébénisterie
1	Les pièces et panneaux cintrés et plaqués	1.1 La conception et la réalisation d'une pièce cintrée	✓	✓	✓
		1.2 La méthode de plaque d'une pièce cintrée			✓
		1.3 La conception d'un panneau cintré 1.4 La conception d'un moule	✓	✓	✓
		1.5 La conception et le placage d'une surface galbée			✓
2	Les montages d'usinage	2.1 Généralités 2.2 L'isostatisme 2.3 La mise en position d'une pièce 2.4 Le maintien en position d'une pièce 2.5 La conception des montages d'usinage	✓	✓	✓
3	Le relevé de mesure	3.1 La prise de mesures générales d'une pièce ou d'un local 3.2 Le relevé des plans horizontaux, des plans verticaux et des baies 3.3 Le relevé d'angles, de pentes et des formes 3.4 Le relevé des niveaux et de l'aplomb 3.5 Relevés divers	✓	✓	
4	Les tracés de chantier	4.1 Distribution et implantation 4.2 Le tracé d'implantation 4.3 Le traçage du trait de niveau	✓	✓	
5	La fixation des ouvrages	5.1 L'identification des supports 5.2 Les types de liaison 5.3 Les sollicitations des organes de fixation 5.4 Autres facteurs de choix	✓	✓	
6	Le confort thermique	6.1 La réglementation thermique 6.2 L'isolation thermique	✓	✓	

Chapitres et titres			Menuiserie	Agencement	Ébénisterie
7	Le confort acoustique	7.1 La réglementation acoustique 7.2 Le son 7.3 L'isolation acoustique 7.4 La correction acoustique	✓	✓	
8	La ventilation	8.1 La dégradation de l'air dans les logements 8.2 Les systèmes de ventilation 8.3 Les différents systèmes de ventilation mécanique contrôlée	✓	✓	
9	L'éclairage des locaux	9.1 La lumière 9.2 L'éclairage des locaux 9.3 Les différents types d'éclairage et les différentes sources lumineuses artificielles 9.4 Les niveaux d'éclairement	✓	✓	
10	L'étanchéité des menuiseries extérieures	10.1 Principes et solutions 10.2 Exemples sur une croisée extérieure 10.3 Les produits d'étanchéité	✓	✓	
11	Le bois et la sécurité incendie	11.1 La tenue au feu du bois 11.2 Réaction et résistance au feu 11.3 Harmonisation européenne et Euroclasses	✓	✓	
12	L'ergonomie	12.1 Les proportions et les mensurations de l'être humain 12.2 Les dimensions de passage 12.3 L'agencement des cuisines	✓	✓	✓
13	Les documents de fabrication	13.1 Le bureau d'études et le bureau des méthodes 13.2 Le dossier de fabrication 13.3 Le contrat de phase 13.4 Notions d'isostatisme 13.5 La symbolisation des appuis et des maintiens en position 13.6 Les principaux croquis de phase 13.7 Les tolérances dimensionnelles 13.8 La cotation fonctionnelle 13.9 La fiche suiveuse	✓	✓	✓
14	Les documents d'ordonnement	14.1 Sujet d'études 14.2 Le processus de fabrication 14.3 L'analyse de fabrication 14.4 Le planning des phases 14.5 La gamme d'usinage	✓	✓	✓
15	Les normes	15.1 La normalisation 15.2 Standards, normes et réglementations 15.3 L'organisation de la normalisation 15.4 Les différents documents normatifs 15.5 Les documents techniques unifiés (DTU)	✓	✓	✓

Chapitres et titres			Menuiserie	Agencement	Ébénisterie
16	La gestion de l'ordonnement	16.1 Généralités sur la gestion de production 16.2 La méthode PERT 16.3 Le diagramme de Gantt	✓	✓	✓
17	Les coûts de fabrication	17.1 Les coûts des matières premières et des produits 17.2 Les coûts de la main d'œuvre 17.3 Le prix de vente 17.4 Le seuil de rentabilité	✓	✓	✓
18	La qualité	18.1 Définition et généralités 18.2 La carte de contrôle 18.3 Le diagramme de Pareto 18.4 Le diagramme de causes et effets	✓	✓	✓
19	La gestion des stocks	19.1 Généralités sur la gestion des stocks 19.2 La méthode de gestion des stocks	✓	✓	✓
20	La maintenance	20.1 Généralités 20.2 La maintenance corrective 20.3 La maintenance préventive	✓	✓	✓
21	CFAO et commande numérique	21.1 Les logiciels CFAO 21.2 Le centre d'usinage à commande numérique	✓	✓	✓

Partie 1

Techniques de fabrication

Les pièces et panneaux cintrés et plaqués

chapitre 1



Figure 1.1 Pièce cintrée

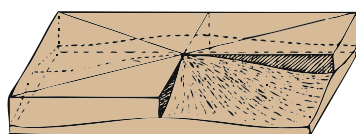


Figure 1.2 Pièce galbée

De nombreux ouvrages de style ancien ou contemporain possèdent des formes courbes. Les pièces qui les constituent sont **cintrées** (courbe sur un seul plan) ou **galbées** (courbe sur plusieurs plans). La réalisation de ces pièces peut s'avérer parfois longue.

Les pièces galbées sont particulièrement complexes à réaliser. Leur fabrication nécessite une reprise de la forme avec des outils manuels.

Les pièces et les panneaux cintrés, suivant leurs formes et surtout leurs dimensions, ne sont pas conçus et réalisés de la même manière. Il faut adapter les matériaux et la méthode suivant les situations.

1.1 La conception et la réalisation d'une pièce cintrée



Figure 1.3 Pièce capable

Pièce en bois massif découpée

La pièce est simplement découpée dans un volume de bois plus important, appelé **pièce capable** (figure 1.3), formant un parallélépipède autour de la pièce finie. Cette méthode est utilisée lorsque la pièce est de faible largeur, par exemple pour des façades de tiroir ou des traverses. À condition qu'elle ait un rayon de courbure assez faible par rapport à l'orientation des fibres du bois.

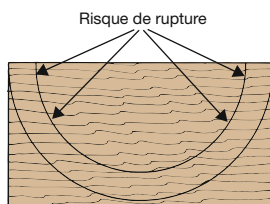


Figure 1.4 Pièce cintrée
avec risque de rupture

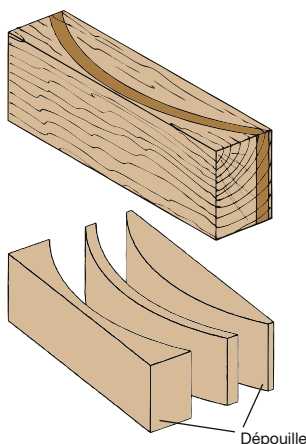


Figure 1.5 Pièce massive, avec
dépouille

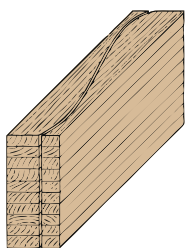


Figure 1.6 Pièce massive lamellée,
avec dépouille

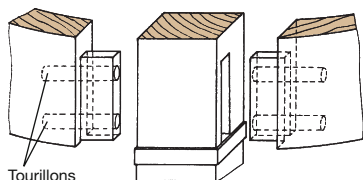


Figure 1.7 Renfort de tenon
par tourillons

Si le fil du bois est trop en travers de la pièce, on a un risque plus ou moins important de rupture des fibres à ce niveau (figure 1.4).

La découpe est réalisée à la scie à ruban, les faces sont ensuite reprises :

- » soit avec des outils manuels : râpes, rifloirs, wastringue... ;
- » soit avec des outils mécaniques : calibrage à la toupie.

La réalisation peut être effectuée intégralement avec un centre d'usinage (3 ou 5 axes).

L'obtention de cette pièce, par **chantournement** dans une pièce de bois **capable** (plus épais), engendre **une chute de bois** (figure 1.5) appelée **dépouille**, d'un volume parfois très important, ce qui n'est pas économique.

Pièce plaquée

Si la pièce est ensuite plaquée, la chute a l'avantage d'avoir exactement la forme inverse de la pièce. Elle sert alors de cale en forme pour le collage du placage.

Lorsque la pièce est de taille plus importante, et afin d'obtenir le volume capable, il est indispensable de constituer le bloc de bois par un collage à plat joint de plusieurs pièces (figure 1.6).

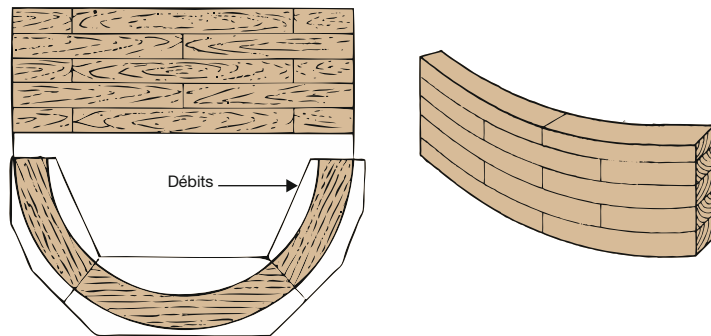
Renforcement des tenons

Les traverses cintrées possèdent généralement des tenons à leurs extrémités. Avec l'orientation de la fibre du bois, ces tenons se retrouvent alors affaiblis, pouvant aller jusqu'à la rupture. Pour les renforcer, des trous sont percés dans l'épaisseur du tenon, avec une profondeur minimale de deux fois la longueur du tenon. Puis des tourillons y sont collés, et ensuite les tenons sont exécutés (figure 1.7).

Pièces massives cintrées avec assemblage

Pour la réalisation d'une pièce de plus grande longueur ou avec un rayon de courbure plus important, il est nécessaire de la constituer avec plusieurs petites pièces. Cela afin de limiter les déformations et d'augmenter la résistance mécanique de la pièce. Plusieurs méthodes sont envisageables.

Figure 1.8 Assemblée en coupe de pierre



Pour conserver **la fibre du bois dans le sens de la courbe** de la pièce, la courbe est **fractionnée en plusieurs sections**. Ces sections sont assemblées par collage à plat joint (sans assemblage), en les chevauchant les uns par rapport aux autres, du type **coupe de pierre**.

Figure 1.9 Façade de tiroir assemblée



Une fois l'ensemble collé, il forme le volume capable de la future pièce cintrée, prête à être calibrée.

Cette méthode est utilisée pour des pièces de faible largeur (façade de tiroir ou traverse).

• Pièce massive assemblée avec le fil du bois en travers ou en long

La méthode est utilisée pour les pièces de moyenne ou de grande dimension en bois massif (exemple : panneau de porte). La fibre du bois est orientée en travers ou en long par rapport à la courbure du cintre.

Pour assembler ce type de pièce, l'assemblage peut être à plat joint ou par embrèvement (exemples : simple ou double rainure et languette, languette rapportée, enture multiple...).

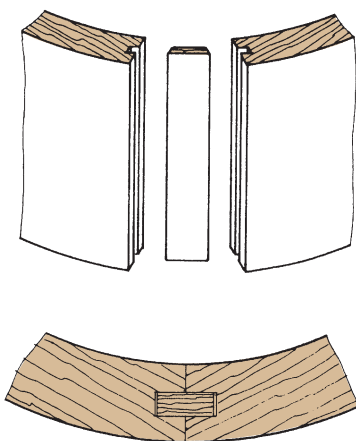


Figure 1.10 Pièce assemblée par embrèvement

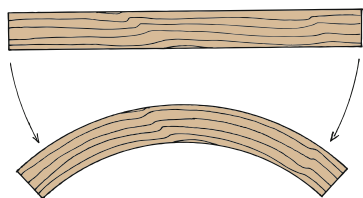


Figure 1.11 Pièce cintrée dans le sens des fibres

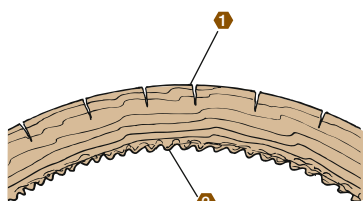


Figure 1.12 Compression et extension des fibres

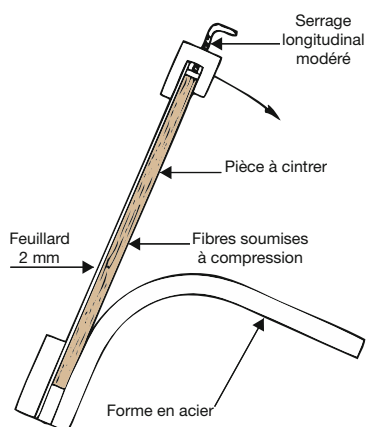


Figure 1.13 Méthode de cintrage avec feuilard



Figure 1.14 Chaise n°14 de Thonet 1859

Pièce massive cintrée à chaud

• Pièce massive cintrée dans le sens des fibres

Le cintrage d'une pièce massive **dans le sens des fibres du bois** est assez difficile (figure 1.11), car le bois est très résistant dans le sens longitudinal. L'avantage d'un tel résultat est que la pièce conserve toute sa résistance mécanique, du fait que la fibre du bois reste intégralement dans le sens de la pièce.

Pour obtenir la forme cintrée, le procédé consiste à cintrer à chaud une pièce à l'origine plane (en bois massif). Pour cela, on rend la pièce momentanément souple en le traitant par immersion en eau bouillante ou par autoclave avec de la vapeur surchauffée. Ensuite elle est placée sur un calibre et maintenue en forme par serrage pendant le temps du séchage.

Cette méthode exige un équipement et un savoir-faire très particulier.

Les limites de la courbure sont proportionnelles à l'épaisseur de la pièce : plus la pièce est épaisse, moins il est possible de la cintrer. Les fibres du bois n'étant pas extensibles à l'infini, il y a des risques de « claquage » (figure 1.12) : certaines fibres se trouvant en extension ① (à l'extérieur de la courbe) alors que d'autres sont en compression ② (à l'intérieur de la courbe).

Pour éviter le claquage des fibres, **un feuilard** (une lamelle de métal) et une vis de serrage compriment les fibres avant le cintrage (figure 1.13). Les bois les plus aptes au cintrage sont le frêne, le hêtre et le noyer blanc.

Cette technique a été perfectionnée et développée à un niveau industriel durant le XIX^e siècle par **Michael Thonet**.

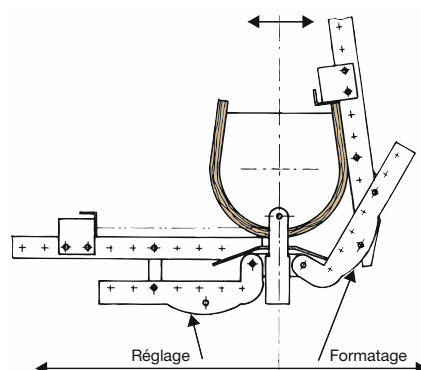
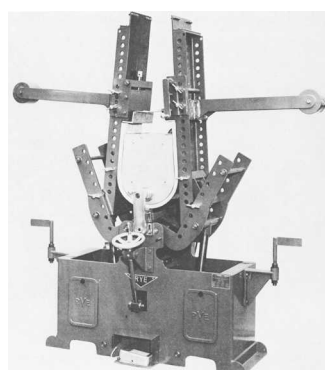


Figure 1.15 Machine de cintrage