

---

**Les procédés d'élaboration  
et de transformation  
des métaux, céramiques  
et plastiques**

Maurice Reyne

*Hermes*

*Lavoisier*

---

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Introduction</b> . . . . .	11
1.1. Données de base . . . . .	12
<b>Chapitre 1. Les métaux</b> . . . . .	17
1.1. Les ferreux . . . . .	17
1.1.1. Le fer (Fe) . . . . .	17
1.1.2. La fonte . . . . .	17
1.1.3. Les aciers . . . . .	18
1.2. Les non ferreux . . . . .	20
1.2.1. L'aluminium (Al) . . . . .	20
1.2.2. Le cuivre (Cu) . . . . .	22
1.2.3. Le zinc (Zn) . . . . .	22
1.2.4. L'étain (Sn) . . . . .	22
1.2.5. Le plomb (Pb) . . . . .	23
1.3. Les autres métaux . . . . .	23
1.3.1. Les alliages courants . . . . .	23
1.3.2. Les métaux précieux . . . . .	24
1.3.3. Les terres rares et métalloïdes . . . . .	25
1.3.4. Les alliages de fonction . . . . .	27
1.4. L'élaboration des métaux . . . . .	29
1.4.1. La sidérurgie . . . . .	29
1.4.2. La métallurgie des non ferreux . . . . .	32
1.5. La transformation des métaux . . . . .	34
1.5.1. La fonderie . . . . .	35

6 Elaboration et transformation des matériaux

1.5.2. Le frittage (métallurgie des poudres) . . . . .	44
1.5.3. Le forgeage . . . . .	47
1.5.4. Le formage . . . . .	54
1.5.5. Le frettage. . . . .	62
1.5.6. Coupe de pièces épaisses . . . . .	63
1.5.7. Les fabrications spécifiques . . . . .	65
1.5.8. L'usinage . . . . .	68
1.5.9. Les traitements. . . . .	78
1.5.10. Les assemblages. . . . .	84
1.6. Exemples des matériaux et techniques utilisés en construction automobile. . . . .	97
1.6.1. Les matériaux utilisés . . . . .	97
1.6.2. Les techniques et produits constitutifs . . . . .	100
1.6.3. La réalisation automatisée de la coque portante . . . . .	101
1.6.4. Le traitement de la tôlerie . . . . .	102
1.6.5. Le recyclage de l'acier . . . . .	103
1.7. Les composites à matrice métalliques (CMM) . . . . .	103
1.7.1. Les matériaux de base . . . . .	104
1.7.2. Les procédés de transformation. . . . .	104

**Chapitre 2. Les céramiques . . . . . 107**

2.1. Les céramiques traditionnelles et techniques . . . . .	107
2.2. L'intérêt et les limites des céramiques . . . . .	108
2.3. Les procédés de transformation des céramiques . . . . .	111
2.3.1. Les traitements de surface . . . . .	114
2.4. Les applications des céramiques fonctionnelles . . . . .	115
2.5. Un exemple d'utilisation des céramiques en électronique . . . . .	117
2.6. Les composites à matrice céramique (CMC) . . . . .	120
2.6.1. Les matériaux de base . . . . .	121
2.6.2. Les procédés de transformation. . . . .	122
2.7. Le verre. . . . .	122
2.7.1. La typologie . . . . .	122
2.7.2. Les procédés de transformation des verres . . . . .	123
2.8. Le carbone. . . . .	129
2.8.1. Les composites carbone-carbone (CCC). . . . .	130
2.9. Le ciment et le béton . . . . .	132

2.9.1. L'élaboration . . . . .	133
2.9.2. Les applications . . . . .	133
<b>Chapitre 3. Les autres matériaux de grande consommation . .</b>	<b>137</b>
3.1. Le bois . . . . .	137
3.2. Le papier . . . . .	140
3.2.1. Les impressions en continu . . . . .	142
3.3. Le carton . . . . .	144
3.3.1. Le carton ondulé . . . . .	144
3.4. Le liège . . . . .	147
3.5. Le cuir . . . . .	147
<b>Chapitre 4. Les textiles. . . . .</b>	<b>149</b>
4.1. La typologie . . . . .	149
4.2. L'élaboration . . . . .	150
4.3. Les procédés de transformation . . . . .	151
4.3.1. Le tissage (chaîne et trame) . . . . .	151
4.3.2. Le tricotage (mailles) . . . . .	152
4.3.3. L'assemblage . . . . .	153
4.3.4. Le découpage . . . . .	153
4.3.5. Les non-tissés (ou feutre) . . . . .	154
4.3.6. Fibres . . . . .	154
4.3.7. Les armures tissées à fibres longues . . . . .	156
4.3.8. Les armures non tissées (dites « mat ») . . . . .	156
<b>Chapitre 5. Les élastomères . . . . .</b>	<b>157</b>
5.1. Les caoutchoucs vulcanisants . . . . .	157
5.2. Les élastomères thermoplastiques . . . . .	159
<b>Chapitre 6. Les matériaux de synthèse . . . . .</b>	<b>163</b>
6.1. Les matières plastiques . . . . .	163
6.1.1. Les thermoplastiques (TP) et les thermodurcissables (TD) . . . . .	164
6.1.2. Les symboles distinctifs . . . . .	166

## 8 Elaboration et transformation des matériaux

6.1.3. Les facteurs de développement . . . . .	166
6.1.4. Les propriétés spécifiques . . . . .	167
6.1.5. Les applications essentielles . . . . .	168
6.2. L'élaboration des plastiques . . . . .	170
6.2.1. La classification des plastiques . . . . .	172
6.3. Les procédés de transformation des plastiques . . . . .	174
6.3.1. Avec un polymère thermoplastique . . . . .	175
6.3.2. Avec des poudres ou résines thermodurcissables . . . . .	177
6.3.3. Pour réaliser des alvéolaires (mousses) . . . . .	178
6.4. Les assemblages des plastiques . . . . .	178
6.4.1. Les indémontables . . . . .	179
6.4.2. Les démontables . . . . .	184
6.5. Les traitements des plastiques . . . . .	185
6.5.1. Les dépôts de plastiques sur métal (plastage) . . . . .	185
6.5.2. Les dépôts métalliques sur plastiques . . . . .	187
6.6. Les impressions sur plastiques . . . . .	189
6.6.1. Les impressions localisées . . . . .	191
6.6.2. Les décorations de surface . . . . .	195
6.6.3. Le recyclage . . . . .	199
6.6.4. Les grandes applications des plastiques et concurrence avec les autres matériaux . . . . .	202
<b>Chapitre 7. Les composites . . . . .</b>	<b>205</b>
7.1. Les composites de synthèse (à matrice plastique) . . . . .	205
7.1.1. La définition des composites . . . . .	206
7.1.2. Le système « composites » . . . . .	207
7.1.3. La classification des composites . . . . .	209
7.1.4. Applications essentielles des composites . . . . .	212
7.2. La transformation des composites . . . . .	213
7.2.1. Les composites thermodurcissables (CTD) . . . . .	213
7.2.2. Les composites thermoplastiques (CTP) . . . . .	217
7.3. La découpe des composites . . . . .	220
7.3.1. Procédé mécanique . . . . .	220
7.3.2. Le jet d'eau HP . . . . .	221
7.3.3. Le laser . . . . .	222

7.4. Les assemblages des composites . . . . .	222
7.4.1. L'aspect de surface . . . . .	223
7.4.2. Le recyclage . . . . .	223
7.4.3. Les grandes applications des composites . . . . .	224
7.5. Exemple d'emploi des composites dans la construction aéronautique . . . . .	224
<b>Chapitre 8. Les nanomatériaux et nanotechnologies . . . . .</b>	<b>229</b>
8.1. Données générales . . . . .	230
8.2. La préparation des nanomatériaux . . . . .	232
8.3. Les procédés de fabrication de nano-objets ou de nanomatériaux. . . . .	233
8.4. Les applications déjà existantes . . . . .	233
<b>Chapitre 9. Prospective . . . . .</b>	<b>237</b>
<b>Glossaire . . . . .</b>	<b>241</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>245</b>