

Marc Carrega
Vincent Verney et coll.



MATIÈRES PLASTIQUES

Propriétés, mise en forme et applications
industrielles des matériaux polymères

4^e ÉDITION

DUNOD



TABLE DES MATIÈRES

A

Présentation générale des matériaux polymères

Introduction et plan	3
1 • Nature, structure et choix des matériaux polymères	5
1.1 La chaîne macromoléculaire	5
1.2 Thermoplastiques et thermodurcissables	12
1.3 Polymères amorphes et polymères semi-cristallins	13
1.4 Élasticité et viscoélasticité	17
1.5 Vieillissement physique	23
1.6 Matériaux complexes industriels	27
1.7 Choix d'un polymère, position des problèmes	31
1.8 Qualités et défauts des différentes classes de matériaux	33
1.9 Démarche de choix	35
2 • Propriétés des matériaux polymères	43
2.1 Propriétés mécaniques	43
2.2 Propriétés physiques	52
2.3 Propriétés chimiques	58
3 • Mise en forme des polymères thermoplastiques	63
3.1 Caractéristiques de la mise en œuvre des polymères thermoplastiques	63
3.2 Les grands procédés de mise en œuvre des polymères	77

3.3 Extrusion de film à plat	92
3.4 Injection	109
4 • Matériaux polymères et environnement	123
4.1 Introduction	123
4.2 Conception et environnement : écoconception	124
4.3 Usage, durée de vie, durabilité	130
4.4 Fin de vie, recyclage	133
4.5 Bibliographie	137
5 • Polymères biosourcés, biopolymères	139
5.1 Notions de vocabulaire	139
5.2 Les sources naturelles pour les polymères biosourcés	139
5.3 Les polymères naturels	141
5.4 Les fibres biosourcées	146
5.5 Les polymères obtenus par fermentation	147
5.6 Les polymères biosourcés identiques aux polymères pétrosourcés	148
5.7 Les polymères biosourcés originaux	159
5.8 La biocompatibilité	163
5.9 La mesure de la quantité de produits biosourcés	163
5.10 Et ensuite ?	163

B

Polymères de grande diffusion

6 • Polyoléfines	167
6.1 Polyéthylènes : notions de base	167
6.2 Polyéthylènes : propriétés d'usage	172
6.3 Polyéthylènes : mise en œuvre	181
6.4 Normalisation	186
6.5 Polyéthylènes : applications, évolution, commercialisation	187
6.6 Polypropylènes : notions de base	190

6.7 Polypropylènes : propriétés d'usage	193
6.8 Polypropylènes : mise en œuvre	197
6.9 Normalisation	203
6.10 Polypropylènes : applications, évolution, commercialisation	204
7 • Polychlorure de vinyle	207
7.1 Définition et notions de base	207
7.2 Normalisation	208
7.3 Propriétés d'usage – Mise en œuvre	208
7.4 Applications	213
7.5 Commercialisation	213
7.6 Bibliographie	214
8 • Polymères styréniques	215
8.1 Polystyrènes standard et choc	215
8.2 Copolymères ABS	226
9 • Poly(méthacrylate de méthyle) et copolymères de poly(méthacrylate de méthyle)	235
9.1 Définition et notions de base	235
9.2 Propriétés d'usage	238
9.3 Propriétés de mise en œuvre	243
9.4 Applications et marchés	245
9.5 Commercialisation	246
9.6 Bibliographie	247
10 • Polyuréthanes	249
10.1 Définition et notions de base	249
10.2 Normalisation	250
10.3 Propriétés d'usage – mise en œuvre	251
10.4 Applications	256
10.5 Précautions d'emploi	257
10.6 Aspects environnementaux	257

10.7 Production et commercialisation	258
10.8 Bibliographie	258
11 • Résines thermodurcissables	259
11.1 Polyesters insaturés (UP)	259
11.2 Phénoplastes (PF)	265
11.3 Aminoplastes	272
11.4 Polyépoxydes (époxy)	277

C

Polymères techniques et de spécialités

12 • Polyamides	287
12.1 Définition et notions de base	287
12.2 Propriétés physiques	288
12.3 Classification des polyamides	289
12.4 Polyamides de types 6 et 66	290
12.5 Polyéther-bloc-amides (PEBA) (cf. 29.3.5)	305
12.6 Polyamides 11 et 12	310
12.7 Polyamides semi-aromatiques semi-cristallins	323
12.8 Polyamides transparents	329
12.9 Polyamide 46	335
12.10 Polyamides d'origine renouvelable et biotechnologie	345
13 • Polyacétals	347
13.1 Définition et notions de base	347
13.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	348
13.3 Applications	353
13.4 Commercialisation	355
13.5 Bibliographie	356

14 • Polycarbonates	357
14.1 Définition et notions de base	357
14.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	358
14.3 Applications	366
14.4 Commercialisation	367
14.5 Bibliographie	368
15 • Polyesters thermoplastiques	369
15.1 Définition et notions de base	369
15.2 Aspects environnementaux	371
15.3 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	372
15.4 Applications	378
15.5 Commercialisation	379
15.6 Bibliographie	379
16 • Polyphénylène oxyde modifié	381
16.1 Définition et notions de base	381
16.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	382
16.3 Applications	387
16.4 Commercialisation	388
16.5 Bibliographie	388
17 • Polysulfones	389
17.1 Définition et notions de base	389
17.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	390
17.3 Applications	396
17.4 Commercialisation	397
18 • Polysulfures de phénylène (PPS)	399
18.1 Définition et notions de base	399
18.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	399
18.3 Applications	404

18.4 Commercialisation	405
18.5 Bibliographie	405
19 • Polyéthercétones	407
19.1 Définition et notions de base	407
19.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	408
19.3 Propriétés des fibres de PEEK	414
19.4 Applications	415
19.5 Commercialisation	417
20 • Polyétherimide	419
20.1 Définition et notions de base	419
20.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	420
20.3 Applications	421
20.4 Commercialisation	422
21 • Polyimides	423
21.1 Polyimides de type 1	423
21.2 Polyimides de type 2 : New TPI	426
21.3 Films polyimides	433
22 • Polyamideimides	437
22.1 Définition et notions de base	437
22.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	437
22.3 Applications	442
22.4 Commercialisation	443
23 • Polybismaléimide	445
23.1 Définition et notion de base	445
23.2 Propriétés d'usage et de mise en œuvre	446
23.3 Applications	449
23.4 Commercialisation	451

24 • (Co)Polymères fluorés	453
24.1 Introduction	453
24.2 Synthèse et homopolymérisation de monomères fluorés	454
24.3 Propriétés des polymères fluorés	464
24.4 Applications	476
24.5 Conclusion	489
24.6 Bibliographie	491
25 • Silicones	495
25.1 Définition et notions de base	495
25.2 Propriétés physico-chimiques des polydiméthylsiloxanes [4]	498
25.3 Propriétés d'usage	500
25.4 Conclusion	508
25.5 Bibliographie	509
26 • Alliages de polymères	511
26.1 Définition et notions de base	511
26.2 Mélanges de polymères	511
26.3 Exemples d'alliages	512
26.4 Alliages polypropylène-polyamide et polyoléfine-polyamide	513
26.5 Alliages polyéthylène-polyamide	518
26.6 Alliages PPO-polyamide	519
26.7 Alliages polycarbonate-polyesters	522
26.8 Alliages de polysulfones	526
26.9 Alliages ABS/polycarbonate	529
26.10 Autres références d'alliages commerciaux	535
26.11 Bibliographie	535
27 • Polymères et fibrilles	537
27.1 Définition et notions générales	537
27.2 Polymères cristaux liquides	539
27.3 Bibliographie	550

D

Autres matériaux polymères

28 • Colles et adhésifs	553
28.1 Colle ou adhésif	554
28.2 Différents types de produits	557
28.3 Applications et mise en œuvre	562
28.4 Bibliographie	564
29 • Caoutchouc naturel et élastomères	565
29.1 Notions générales	565
29.2 Caoutchoucs réticulables	577
29.3 Caoutchoucs thermoplastiques	608
29.4 Guide de choix d'un matériau caoutchoutique	617
29.5 Adresses utiles	624
30 • Polymères alvéolaires	625
30.1 Mousses	626
30.2 Allégés structuraux ou mousses à peau intégrale	670
30.3 Mousses syntactiques	676
30.4 Bibliographie	679
Sigles usuels	680
Liste des sites Internet des principaux producteurs	682
Index	685