

CHIMIE

IUT - Techniciens - Ingénieurs

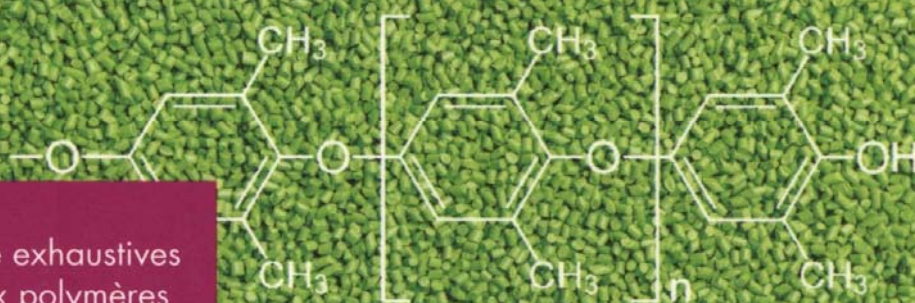
SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Introduction aux matériaux polymères

Rémi Deterre, Bernard Lestriez

2^e édition

- Notions de base exhaustives sur les matériaux polymères
- Nombreux schémas clairs et pédagogiques
- Contribution originale du chapitre sur le collage



Lavoisier
TEC & DOC

Table des matières

Sigles et abréviations	V
Préface	VII

Chapitre 1

Rappels sur les matériaux	3
1. Différents états de la matière	3
2. Caractérisation mécanique simple des solides	4
2.1. Comportement élastique : déformation et contrainte	4
2.2. Module élastique de divers matériaux	9
3. Origine physique du module des matériaux	10
3.1. Forces interatomiques	10
3.2. Liaisons ou interactions	11
3.3. Origines physiques du module d'Young	12
4. Types d'organisation des liaisons dans les matériaux	13
4.1. Matériaux « atomiques »	13
4.2. Matériaux « moléculaires »	15
4.3. Illustration	16
4.4. Classement des solides par l'ordre d'empilement des atomes.	17
5. Solides moléculaires : introduction à la spécificité des matériaux moléculaires	19
6. Conclusion	22

Chapitre 2

Matériaux macromoléculaires	23
1. Longueur de la macromolécule	23
1.1. Du matériau moléculaire au matériau macromoléculaire : synthèse ..	24
1.2. Définitions à propos de la longueur des macromolécules	29
1.3. Propriétés en fonction de la longueur	32
1.4. Désordre conformationnel	39

2.	Nature des liaisons entre les macromolécules	41
2.1.	Liaisons faibles.	41
2.2.	Liaisons fortes	42
3.	Nature de la macromolécule	45
3.1.	Homogénéité de composition sur la chaîne macromoléculaire . . .	45
3.2.	Homogénéité dans la disposition des groupements latéraux	47
4.	Renforcement des polymères	48
4.1.	Polymères autorenforcés	49
5.	Composites fibreux, particuliers ou cellulaires.	52
5.1.	Introduction.	52
5.2.	Composites fibreux	52
5.3.	Composites particuliers.	52
5.4.	Composites cellulaires.	53
6.	Classement des matériaux macromoléculaires.	54
6.1.	Constantes de modules.	54
6.2.	Classement des valeurs des T_g et T_f en fonction de la nature des macromolécules	57
7.	Conclusion.	63

Chapitre 3

Propriétés des polymères	65
1. Propriétés économiques	65
1.1. Masse volumique.	65
1.2. Masse volumique des polymères en fonction du taux de charges	67
1.3. Prix et disponibilité des polymères	67
1.4. Classement du prix en fonction du tonnage et des propriétés	68
1.5. Facteurs de développement.	71
1.6. Historique des polymères commerciaux	72
1.7. Importance économique des polymères par rapport aux autres matériaux	73
1.8. Prix de revient des objets finis	74
1.9. Intervenants de la filière professionnelle des polymères.	75
1.10. Polymères et environnement	76
2. Propriétés mécaniques.	80
2.1. Introduction : analogie entre la sollicitation mécanique et thermique	80
2.2. Module d'élasticité en traction	82
2.3. Analogie entre l'effet de la température et le temps	83
2.4. Viscoélasticité	85
2.5. Contrainte de traction et allongement rupture	93
2.6. Influence de la vitesse de sollicitation et résistance aux chocs	99
2.7. Compromis entre la rigidité et la tenue aux chocs.	101
2.8. Variation des propriétés mécaniques en fonction de la composition	103

2.9. Comparaison des propriétés mécaniques des polymères et des autres matériaux	107
3. Propriétés thermiques	109
3.1. Dilatation thermique	109
3.2. Tenue thermique à court terme : température de fléchissement sous charge.	110
3.3. Tenue thermique à long terme : profil d'endurance thermique	111
3.4. Capacité calorifique	113
3.5. Conductivité thermique	113
3.6. Diffusivité thermique	114
4. Propriétés optiques	114
4.1. Absorption et diffusion des rayonnements	114
4.2. Transparence et opacité	118
4.3. Matité et brillance des polymères	118
4.4. Couleur des polymères	118
5. Propriétés électriques	120
6. Propriétés chimiques	122
6.1. Solubilité – plastification	122
6.2. Tenue à l'oxygène	123
6.3. Tenue aux agents chimiques	125
7. Identification sommaire des polymères	126
7.1. Rigidité apparente, toucher	126
7.2. Odeur	126
7.3. Aspect visuel	126
7.4. Bruit	127
7.5. Masse volumique.	127
7.6. Essai de combustion	127
7.7. Tenue aux solvants	127
7.8. Essai Beilstein.	127
8. Conclusion.	129

Chapitre 4

Propriétés de mise en œuvre	131
1. Introduction	131
2. Propriétés thermodynamiques	133
2.1. Variation du volume spécifique en fonction de la température ...	133
2.2. Variation du volume spécifique en fonction de la pression.	135
2.3. Évolution du volume spécifique lors de la mise en œuvre.	136
2.4. Retrait.	136
3. Propriétés rhéologiques.	136
3.1. Introduction.	136
3.2. Définition de la vitesse de cisaillement.	137
3.3. Équilibre des forces.	138
3.4. Viscosité	140

4.	Extrudabilité et injectabilité des polymères.	154
4.1.	Ordre de grandeur du temps de cycle.	154
4.2.	Extrudabilité	155
4.3.	Moulabilité.	158
5.	Influence de la mise en œuvre sur les propriétés des pièces	175
5.1.	Influence de la mise en œuvre sur les propriétés dimensionnelles des objets moulés	176
5.2.	Influence de la température d'injection et du temps de séjour . . .	186
5.3.	Influence de la température du moule	189
5.4.	Dégradation lors de la mise en œuvre	191
6.	Conclusion.	191

Chapitre 5

Application des polymères au collage.	193	
1.	Pourquoi la très grande majorité des adhésifs sont-ils des polymères ? .	193
2.	Étalement de l'adhésif : rôle des liaisons faibles et de la viscosité.	195
2.1.	Notion de tension (énergie) de surface (interface)	197
2.2.	Mouillage d'un solide par un liquide.	197
2.3.	Vitesse du mouillage et de l'imprégnation d'un solide par un liquide	199
3.	Quelles liaisons fortes et durables à l'interface adhésif/substrat ?	199
4.	Nécessité des traitements de surface	201
5.	Résistance mécanique des assemblages collés.	202
5.1.	Influence de la construction géométrique de l'assemblage	202
5.2.	Influence des liaisons à l'interface adhésif/substrat.	208
5.3.	Interfaces avec des polymères amorphes vitreux ou semi-cristallins . .	209
5.4.	Interfaces avec réseaux thermodurs vitreux	214
5.5.	Interfaces avec élastomères et polymères mous.	217
6.	Prise des d'adhésifs et grandes familles d'adhésifs	219
6.1.	AMOP à base thermoplastique et élastomère	220
6.2.	AMOC.	221
7.	Exemple de choix d'un adhésif : étude du cas de l'assemblage d'un manche au bol d'une cafetière.	227
8.	Conclusion.	230
Bibliographie	235	

Annexe 1

Compléments au chapitre sur le collage.	237	
1.	Énergie de surface	237
2.	Calcul de Volkersen	240
3.	Base de données pour le choix d'un type d'adhésif	243

Annexe 2

Méthodes de caractérisation des polymères	251
1. Rappels thermodynamiques	251
2. Viscosimétrie	254
3. Chromatographie d'exclusion stérique	256

Annexe 3

Caractérisations des polymères non obligatoirement solubles ...	259
1. Résonance magnétique nucléaire (RMN)	259
2. Absorption Infrarouge	261
3. Diffraction de rayons X	263
Index détaillé des appellations courantes des polymères	265
Index	269