

Sommaire

Auteurs.....	V
Préface.....	XIII
Abréviations et acronymes.....	XV

Chapitre 1

Fondamentaux :

Introduction à la mécanique des polymères (Julie Brun, Alba Marcellan)

1. Les matériaux polymères : une histoire de savoir-faire	3
2. Le dimensionnement : notions de raideur et de complaisance	4
3. Contrainte et déformation en tant que scalaires	6
4. Notion et propriétés des tenseurs des contraintes et des déformations	7
5. La relation entre contrainte et déformation : cas de l'élasticité linéaire (loi de Hooke) à trois dimensions	10

6. Comportements mécaniques idéaux	13
6.1. Élasticités linéaire et non linéaire.....	13
6.2. Plasticité (élasto-plasticité).....	14
6.3. Viscosité (viscoélasticité).....	15
6.4. Comportement endommageable.....	15
7. Des cas idéaux aux comportements expérimentaux...	16
8. Conclusions	18
Annexe 1.1 Exercices et solutions	20

Chapitre 2

Élasticité caoutchoutique

1. Conceptualisation de la macromolécule : conformation, entropie et énergie élastique (Thierry Hamaide, Guillaume Sudre, Dominique Hourdet)	25
1.1. Conceptualisation de la macromolécule.....	26
1.2. Chaîne idéale gaussienne.....	27
1.3. Autres modèles.....	33
1.4. Rayon de giration.....	35
1.5. Entropie d'une chaîne et énergie élastique.....	36
1.6. Vers la chaîne réelle.....	38
2. Élasticité caoutchoutique à $T \gg T_g$; aspects moléculaires (Renaud Rinaldi, Laurent Chazeau)	40
2.1. Introduction.....	40
2.2. Élasticité caoutchoutique et classes de matériaux associées.....	41
2.3. Propriétés physiques des élastomères.....	44

2.4. Concepts thermodynamiques associés au comportement élastique.....	47
2.5. Origines physiques de l'élasticité entropique.....	50
2.6. Conclusion et perspectives	63
3. Modélisation de la réponse élastique des élastomères : approche de l'ingénieur mécanicien (Erwan Verron)	65
3.1. Introduction.....	65
3.2. Qu'est-ce que la mécanique des milieux continus ?	66
3.3. Quels sont les outils de la MMC ?	67
3.4. Comment modéliser l'élasticité caoutchoutique avec ces outils ?.....	74
3.5. Comment passer de la loi à des modèles ?	76
3.6. Conclusion	78
Annexe 2.1 Approche vectorielle de la distance moyenne entre extrémités	83
Annexe 2.2 Écart-type et distance moyenne	83
Annexe 2.3 Second coefficient du Viriel et volume exclu	84

Chapitre 3

Viscoélasticité dans le domaine de la transition vitreuse

1. La transition vitreuse (Hélène Montes, François Lequeux)	87
1.1. Introduction.....	87
1.2. Image simple de la transition vitreuse	88
1.3. Dynamique des mouvements de type α	89
1.4. Superposition fréquence/température et mouvements α comme mouvements de base au-dessus de la transition vitreuse.....	92

1.5. Le modèle d'Eyring et le volume d'activation.....	94
1.6. Échelles de temps et transition vitreuse.....	96
1.7. Fluage et vieillissement, les expériences de Struik.....	98
1.8. Les hétérogénéités dynamiques	100
1.9. Conséquences pour les élastomères renforcés.....	102
1.10. Conclusion.....	103
2. Caractérisation de la relaxation mécanique principale : DMA (Noëlle Billon)	103
<hr/>	
2.1. Introduction.....	103
2.2. Analyse mécanique à oscillation forcée.....	104
2.3. Analyse mécanique par DMA. Aspects expérimentaux	107
3. Les viscoélasticités grandes déformations autour de T_g en pratique (Noëlle Billon)	110
<hr/>	
3.1. Introduction.....	111
3.2. Déformation et polymères.....	112
3.3. Comportement mécanique et polymères.....	114
3.4. Superposition temps-température	123
3.5. Conclusions	126
4. Approche phénoménologique de la viscoélasticité linéaire (Fabrice Détrez)	127
<hr/>	
4.1. Les différents états de la matière condensée : liquide, solide et matière molle	128
4.2. Schémas rhéologiques.....	130
4.3. Modèle de Zener ou <i>Standard Linear Solid (SLS) model</i>	132
4.4. Validité des modèles	148
4.5. Formulation fonctionnelle de la viscoélasticité linéaire	153

Annexe 3.1 Données complémentaires du paragraphe 3.4	163
Annexe 3.2 Détails des calculs de la réponse temporelle du modèle de Zener à un chargement cyclique de charges - décharges	163
Annexe 3.3. Rappel des propriétés usuelles de la transformée de Laplace	171

Chapitre 4

Polymères semi-cristallins

1. Processus de déformation des polymères semi-cristallins. Effets de mise en œuvre (Jean-Marc Haudin)	175
1.1. Microstructure des polymères semi-cristallins	175
1.2. Morphologies semi-cristallines dans les procédés.....	180
1.3. Mécanismes de déformation des polymères semi-cristallins.....	183
1.4. Endommagement des polymères semi-cristallins : la cavitation	197
1.5. Effets de mise en forme.....	201
1.6. Conclusion	204
2. Quelques aspects de la mécanique des polymères semi-cristallins (Sylvie Castagnet)	205
2.1. Introduction.....	206
2.2. Principales contributions au comportement mécanique : mécanismes et enjeux pour la modélisation macroscopique	209
2.3. Intérêts et limites des modèles mécaniques multi-échelles.....	229
2.4. Quelques idées à retenir... ..	235

Chapitre 5

Vers des matériaux fonctionnels

1. Couplage thermomécanique accompagnant la déformation des polymères pour aller vers des matériaux fonctionnels (André Chrysochoos)	247
<hr/>	
1.1. Introduction.....	247
1.2. Cadre thermomécanique.....	248
1.3. Quelques exemples d'application.....	259
1.4. Conclusion.....	271
2. Renforcement des élastomères (Jean-Charles Majesté)	272
<hr/>	
2.1. Introduction.....	272
2.2. Caractéristiques des charges usuelles.....	273
2.3. Les différents mécanismes de renforcement.....	278
2.4. L'effet Payne.....	296
2.5. L'effet Mullins.....	300
2.6. Élastomères sous écoulement élongationnel.....	304
2.7. Conclusion.....	307
3. Matériaux composites « modernes », les ingrédients du succès (Sébastien Joannès)	308
<hr/>	
3.1. Introduction.....	308
3.2. Les fibres, une forme extraordinaire de matière.....	310
3.3. Un duo à trois.....	313
3.4. Un comportement anisotrope.....	314
3.5. Conclusion.....	317
Annexe 5.1 Lexique et définitions	322
<hr/>	
Index.....	327