
TABLE DES MATIERES

Notations et Symboles.....	XI
Avant-propos	XV
I. GENERALITES	1
1. Mouvements laminaires de cisaillement, contraintes de cisaillement	3
1.1. Mouvements laminaires de cisaillement (<i>p. 3</i>).	
1.2. Contraintes de cisaillement (<i>shear stress</i>) (<i>p. 4</i>).	
1.3. Exemples de mouvements laminaires de cisaillement. Hypothèse de la couche limite (<i>p. 5</i>).	
2. Déformation et vitesse de cisaillement (<i>shear strain and rate</i>)	6
2.1. Déformation de cisaillement ϵ (<i>shear strain</i>) (<i>p. 7</i>).	
2.2. Vitesse de cisaillement $\dot{\epsilon}$ (<i>shear rate</i>) (<i>p. 9</i>).	
3. Equation rhéologique d'état, rhéogrammes	10
3.1. Equation rhéologique d'état (<i>p. 10</i>).	
3.2. Rhéogrammes (<i>p. 10</i>).	
4. Viscosités	11
4.1. Viscosité dynamique (<i>p. 11</i>). 4.2. Viscosité cinématique (<i>p. 12</i>). 4.3. Viscosités relative, spécifique, intrinsèque (<i>p. 13</i>).	
5. Limites du régime laminaire. Nombre de Reynolds	13
 Annexe I	
Contraintes normales dans un mouvement de cisaillement simple	15
Références bibliographiques	16

II. VISCOELASTICITE LINEAIRE	17
1. Définitions générales.....	19
1.1. Comportement linéaire : principe de superposition de Boltzmann (p. 19). 1.2. Fonctions de fluage et de relaxation (<i>creep and relaxation functions</i>) (p. 20). 1.3. Comportements solide et liquide (p. 22).	
2. Modèles viscoélastiques élémentaires.....	23
2.1. Solide élastique parfait (p. 23). 2.2. Liquide visqueux newtonien (p. 24). 2.3. Lois d'association en série et en parallèle (p. 26). 2.4. Solide de Kelvin-Voigt (p. 26). 2.5. Liquide de Maxwell (p. 29).	
3. Comportement viscoélastique général : modèles de Kelvin-Voigt et de Maxwell généralisés.....	31
3.1. Modèle de Kelvin-Voigt généralisé (p. 32). 3.2. Modèle de Maxwell généralisé (p. 35).	
4. Matériau viscoélastique linéaire soumis à des contrainte et déformation sinusoïdales.....	41
5. Puissances dissipée et stockée dans une expérience oscillatoire.....	47
 Annexes II	
A. Formes générales de l'équation rhéologique des matériaux linéaires.....	49
B. Déformations de traction, de compression ou de dilatation volumique : loi de Hooke.....	51
C. Analyse mathématique d'Inokuchi.....	54
Références bibliographiques.....	56
 III. TYPOLOGIE DES DIFFERENTS MODES D'ECOULEMENT	59
1. Les liquides linéaires.....	61
2. Les liquides non newtoniens (ou non linéaires).....	64
2.1. Généralités (p. 65). 2.2. Les liquides fluidifiants (<i>shear softening, thinning</i>) (p. 65). 2.3. Les liquides épaississants (<i>shear thickening</i>) (p. 73). 2.4. Ecoulement généralisé (p. 74). 2.5. Les liquides plastiques (p. 75).	
3. Les déformations permanentes (d'écoulement) dans les solides.....	80
3.1. Les déformations plastiques (p. 80). 3.2. Les déformations "de fluage" des solides (p. 81).	
4. Variation du comportement rhéologique d'écoulement avec le temps.....	83
4.1. Cas des liquides : la thixotropie (p. 83). 4.2. Cas des solides (p. 87).	
Références bibliographiques citées.....	89
Références bibliographiques générales.....	90

Table des matières	IX
IV. PRINCIPE ET DESCRIPTION DES PRINCIPAUX RHEOMETRES	93
IV.1. Rhéomètres à régime permanent.....	95
1. Rhéomètres de type Couette	96
1.1. Rhéomètres plans à translation (<i>p. 96</i>). 1.2. Rhéomètres rotatifs cylindriques (<i>p. 98</i>). 1.3. Rhéomètres rotatifs à cône/plateau (<i>p. 113</i>).	
2. Rhéomètres de type Poiseuille	116
2.1. Principe de fonctionnement (<i>p. 116</i>). 2.2. Equations générales (<i>p. 117</i>). 2.3. Liquide newtonien, loi de Poiseuille, applications (<i>p. 119</i>). 2.4. Domaines d'utilisation et corrections (<i>p. 122</i>).	
3. Viscosimètres à chute de billes	124
IV.2. Rhéomètres à régime transitoire.....	127
1. Rhéomètres à fluage	128
1.1. Définitions (<i>p. 128</i>). 1.2. Principe et équations de fonctionnement (<i>p. 128</i>). 1.3. Avantages et limites des rhéomètres à fluage (<i>p. 132</i>).	
2. Rhéomètres à relaxation	134
IV.3. Rhéomètres dynamiques (ou oscillants).....	137
1. Les rhéomètres à oscillations forcées	138
1.1. Cas où l'on mesure forces et déplacements (<i>p. 138</i>).	
1.2. Cas où l'on mesure les déplacements (<i>p. 145</i>).	
2. Les rhéomètres utilisés à la résonance	146
3. Les appareils à oscillations libres	147
3.1. Principe et équations (<i>p. 147</i>).	
3.2. Les appareils et leurs utilisations (<i>p. 149</i>).	
4. Avantages et limites des rhéomètres dynamiques	150
 Annexes IV	
A. Contrainte et vitesse de cisaillement dans un rhéomètre à cône/plateau	151
B. Principaux rhéomètres rotatifs (distribués en France, 1990)	154
C. Rhéomètres de type Poiseuille	159
D. Déformation et contrainte de cisaillement d'un matériau linéaire dans un rhéomètre plateau/plateau	163
Références bibliographiques citées	165
Références bibliographiques générales	166

V. COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE ET STRUCTURE MICROSCOPIQUE	167
V.1. Théories moléculaires de la viscoélasticité linéaire des polymères.....	169
1. Elasticités instantanée et retardée : origines microscopiques.....	170
2. Modèles théoriques moléculaires.....	174
2.1. Polymères en solution diluée (<i>p. 174</i>). 2.2. Polymères non dilués (<i>p. 186</i>).	
3. Principe de superposition temps-température. Equation WLF.....	193
3.1. Présentation de la méthode : courbe maîtresse (<i>p. 194</i>). 3.2. Bases théoriques du principe de superposition temps- température. Loi des états correspondants (<i>p. 195</i>). 3.3. Equation WLF (WILLIAMS, LANDEL, FERRY) (<i>p. 198</i>).	
V.2. Les théories de l'écoulement.....	201
1. Les théories de l'écoulement gazeux.....	202
1.1. Viscosité du gaz parfait dans la théorie cinétique (<i>p. 202</i>). 1.2. Variation de la viscosité avec la température (<i>p. 204</i>). 1.3. Variation de la viscosité avec la pression (<i>p. 205</i>).	
2. Les théories de l'écoulement des liquides purs.....	206
2.1. Cas des molécules quelconques (<i>p. 206</i>). 2.2. Cas des liquides associés par liaison hydrogène (<i>p. 213</i>). 2.3. Cas des polymères liquides (<i>p. 215</i>).	
3. Les théories de l'écoulement des dispersions et des solutions macromoléculaires.....	220
3.1. Influence de la forme des particules dispersées (<i>p. 220</i>). 3.2. Influence d'autres facteurs (<i>p. 228</i>).	
4. Les théories de l'écoulement dans les solides.....	232
4.1. Les déformations d'écoulement dans les solides cristallins (<i>p. 232</i>). 4.2. L'écoulement des solides amorphes (<i>p.</i> <i>240</i>).	
Annexes V	
A. Structure de la matière : définitions et propriétés.....	247
B. Statistique conformationnelle des chaînes macromoléculaires linéaires flexibles.....	253
C. Distribution des orientations d'une molécule linéaire rigide (modèle de Kirkwood-Auer) dans une expérience de fluage.....	257
Références bibliographiques citées.....	259
Références bibliographiques générales.....	262
INDEX.....	265