

Table des matières

Introduction générale	1
Partie 1 : La théorie	5
1 Endommagement, rupture	9
1.1 Un peu d'histoire	10
1.2 La mécanique de la rupture fragile	12
1.2.1 Contexte général	12
1.2.2 Concentration de contraintes en pointe de fissure	13
1.2.3 Seuil de propagation	16
1.2.4 Trajets de propagation	18
1.2.5 Conclusion	20
1.3 Importance du désordre matériel dans la rupture	21
1.3.1 Multifissuration	21
1.3.2 Interaction d'une macrofissure avec des défauts microscopiques	23
1.3.3 Endommagement	26
1.4 Conclusion	27
2 La percolation	29
2.1 Introduction	29
2.2 Les chemins dans un paysage : puis-je me rendre continûment de A à B ?	30
2.3 Les sites occupés	31
2.4 Statistique d'amas	33
2.5 Structures fractales	35
2.6 Propriétés de transport : conductivité électrique et rigidité mécanique	37
2.6.1 Exposants critiques de conductivité électrique	37
2.6.2 Comparaison avec l'approche classique de champ moyen	38
2.6.3 Percolation mécanique	39
2.7 Transition sol-gel dans les solutions de polymères	40
2.8 Retour aux circuits électriques : la conductance de conducteurs très désordonnés	42

2.9	Percolation d'invasion	43
2.10	Percolation sous gradient	43
2.11	Conclusion	45
3	Ondes et désordre	47
3.1	Introduction	47
3.2	Mouvement brownien d'un paquet d'onde : libre parcours moyen l	48
3.3	Tavelures : longueur de cohérence l^*	48
3.4	Désordre et moyenne d'ensemble	50
3.5	Champ moyen et intensité moyenne	51
3.6	Le cône de rétrodiffusion	52
3.7	Spectroscopie par diffusion des ondes	53
3.8	Localisation des ondes par le désordre	55
3.9	Imagerie en milieu désordonné	57
3.9.1	Miroir à retournement temporel	58
3.9.2	Imagerie passive ou la cohérence au milieu du brouhaha	58
3.9.3	Manipulation de front d'onde en milieu désordonné	61
3.10	Conclusion : vive le désordre!	62
	Partie 2 : Les matériaux granulaires	65
4	Les empilements granulaires	67
4.1	Introduction	67
4.2	Les empilements	68
4.2.1	Empilement ordonné, désordonné, aléatoire	69
4.2.2	Comment caractériser expérimentalement les empilements?	73
4.3	Les contacts et leur désordre	74
4.3.1	Le nombre de voisins et les contacts	74
4.3.2	Désordre de contact	76
4.4	La compaction	77
4.5	Des matériaux à base de milieux granulaires	78
4.5.1	Le frittage	78
4.5.2	Le béton	79
4.5.3	Les grès	81
4.6	Conclusion	82
5	Écoulements granulaires : comment coulent des grains	85
5.1	Qu'est-ce qu'un écoulement granulaire?	85
5.2	Quand coulent les grains? Seuil de mise en mouvement	88
5.3	Comment coulent des grains? Une description hydrodynamique	90

5.4	Les écoulements de milieux granulaires plus complexes	94
5.4.1	Milieux polydispersés	94
5.4.2	Milieux cohésifs	96
5.4.3	Milieux immergés	96
5.5	Conclusion	98
6	États d'équilibre, textures, et chaînes de force dans les milieux granulaires	101
6.1	Introduction	101
6.2	Frottement interne	102
6.3	Dilatance	107
6.4	Effet de la cohésion	108
6.5	Texture granulaire	110
6.5.1	Connectivité du réseau des contacts	110
6.5.2	Anisotropie de la texture	113
6.6	Réseaux de force	115
6.6.1	Hétérogénéité des forces	115
6.6.2	Anisotropie des forces	119
6.6.3	Broyage et rupture des grains	120
6.7	Conclusion	121
	Partie 3 : Des suspensions aux milieux poreux	123
7	Les milieux poreux	125
7.1	Introduction	125
7.2	Approches classiques des poreux	126
7.3	Écoulements monophasiques	129
7.3.1	Effets de seuil de percolation	129
7.3.2	Milieux à large distribution des tailles de pores	131
7.3.3	Milieux fracturés	131
7.4	Écoulements diphasiques	133
7.5	Dispersion et mélange	135
7.5.1	Dispersion et marche au hasard	135
7.5.2	Dispersion normale	137
7.5.3	Dispersion anormale	138
7.5.4	Écoulements de fluides réactifs	139
7.6	Conclusion	140
8	Suspensions	143
8.1	Introduction	143
8.2	Sédimentation	144
8.3	Écoulements de cisaillement et rhéologie	148
8.4	Conclusion	152

Partie 4 : Le temps des matériaux désordonnés	153
9 Les mousses liquides : évolution par diffusion gazeuse	155
9.1 Introduction	155
9.2 Règle de Plateau et structure d'une mousse	160
9.3 Diffusion du gaz	163
9.4 De quelles grandeurs géométriques dépend l'évolution du volume d'une bulle ?	164
9.5 Imagerie des mousses	164
9.6 Structure statique d'une mousse	166
9.7 Valeur des taux de croissance	166
9.8 Évolution globale d'une mousse	168
9.9 Régime invariant d'échelle	169
9.10 Influence du vieillissement sur le comportement mécanique . .	170
9.11 Conclusion	172
10 Grains et pâtes : structure, dynamique et écoulement des dispersions colloïdales	175
10.1 Les colloïdes entre chimie et physique	177
10.1.1 Quelques définitions	177
10.1.2 Diversité et richesse	178
10.1.3 Interactions	181
10.2 Diagramme de phase et structure	183
10.2.1 Cristallisation des suspensions	183
10.2.2 Transition vitreuse	185
10.2.3 Transition de blocage	186
10.2.4 Gels colloïdaux	188
10.3 Transition solide-liquide, écoulement, vieillissement	189
10.3.1 Le seuil d'écoulement	189
10.3.2 Écoulement, glissement, bandes de cisaillement	191
10.3.3 Phénomènes hors d'équilibre et vieillissement physique	194
11 Les verres	197
11.1 Introduction	197
11.2 Une brève histoire de verres	197
11.3 Qu'est-ce qu'un verre ?	199
11.3.1 Les états de la matière	199
11.3.2 Viscosité et dynamique d'écoulement	199
11.3.3 Le verre : une question de temps	200
11.3.4 Des verres partout !	201
11.4 Les propriétés des verres	203
11.5 Les grandes questions scientifiques	204
11.5.1 Pourquoi cette lenteur ?	204
11.5.2 Nature du mouvement des particules	205

11.5.3	Cristallisation et fragilité des verres	208
11.5.4	Vieillessement des verres	209
11.6	Conclusion	209
Annexes		
A	Mouvement brownien	211
B	Imageries	215
C	Capillarité	217
D	Mécanique	221
D.1	Solide	221
D.2	Liquide	223
D.3	Rhéologie	223
D.4	Tribologie	225
Index		227
Les contributeurs		229