

Table des matières

Préface	5
1 Chimie moléculaire et nanosciences	13
1 Introduction	13
2 Cadre et origine des nanosciences. Les approches « Top Down » et « Bottom Up »	15
3 La mutation chimique : d'une science de découverte à une science de création	16
4 Fibres de carbone et fibres céramiques : les « ancêtres » des nanomatériaux	21
4.1 Fibres de carbone	22
4.2 Fibres céramiques SiC, Si ₃ N ₄	24
5 Conclusions	28
2 Les nano-objets	31
1 Introduction	31
2 Présentation de nano-objets	32
3 Synthèse des nano-objets	37
4 Le nano-objet : entrée dans les nanosciences	37
5 Le nano-objet et l'exploration du nanomonde	38
3 Introduction à la chimie des matériaux	41
1 Généralités	41
1.1 La différence entre matériaux et produits chimiques	42
1.2 Quelques exemples de mise en forme et d'usage	43
2 Matériaux minéraux : cristaux et verres	44
3 Matériaux hybrides organique - inorganique sous contrôle thermodynamique	45
3.1 Matériaux moléculaires cristallisés	45
3.2 Les matériaux issus de la synthèse hydrothermale	46
4 Matériaux céramiques issus des polymères organo-métalliques	48

5	Matériaux polymères inorganiques (procédé sol-gel)	52
5.1	Polymérisation minérale : introduction	52
5.2	Caractéristiques physiques du solide obtenu	61
5.3	Contrôle de la texture des matériaux	66
5.4	La RMN du solide : un outil précieux	74
6	Polymérisation minérale et chimie moléculaire	78
7	Silice et chimie moléculaire : un duo de rêve	78
7.1	Ouverture sur la chimie des autres oxydes	79
7.2	Généralisation à d'autres types de combinaisons	80
4	Du nano-objet au nanomatériau	87
1	Les différents types de nanomatériaux	87
2	La polymérisation minérale, une voie d'accès majeure aux nanomatériaux	89
3	Les matériaux nanocomposites	90
3.1	Nanocomposites dans les matrices de silice	90
3.2	Développement prévisible des nanocomposites	91
3.3	Présentation de nouvelles matrices possibles	92
4	Les matériaux greffés	94
4.1	Généralités : les avantages du support solide	94
4.2	Les matériaux greffés : quelques généralités	96
5	Séparation sélective	97
6	Matériaux obtenus par polycondensation des trialkoxysilanes monosubstitués	101
7	Synthèse multi-étapes – Les réactions en cascades	102
5	Les matériaux nanostructurés	109
1	Généralités	109
2	Synthèse des nanomatériaux hybrides	110
2.1	Généralités	110
2.2	Pourquoi silicium et silice ?	112
2.3	Principales méthodes de silylation. Quelques exemples de synthèses	113
3	Les matériaux hybrides nanostructurés	119
3.1	Présentation des matériaux	119
3.2	Description des matériaux hybrides nanostructurés	119
3.3	Quelques caractéristiques	123
4	Contrôle cinétique de la texture des matériaux nanostructurés	123
5	Auto-organisation supramoléculaire induite par liaisons hydrogènes	124
6	Auto-organisation supramoléculaire induite par les liaisons faibles, type van der Waals	126
6.1	Que peut-on entendre par auto-organisation ?	126
6.2	Comportement chimique et auto-organisation	128

6.3	Étude de l'auto-organisation	132
6.4	Généralisation du phénomène d'auto-organisation	137
6.5	Étude des systèmes tétraédriques	140
6.6	Contrôle cinétique de l'auto-organisation	142
6.7	Quelques réflexions sur l'auto-organisation observée	145
7	Matériaux lamellaires	148
8	Perspectives	152
8.1	Généralités	152
8.2	Propriétés dues à l'existence des nano-objets	153
8.3	Influence de l'auto-organisation sur le mode de coordination dans le solide	154
8.4	La coordination dans le solide : un champ d'expérimentation nouveau	156
9	Quelques perspectives de développement	157
9.1	Préparation de nanomatériaux à partir de nano-objets	157
9.2	Utilisation des hybrides nanostructurés comme matrices de ma- tériaux nanocomposites	158
9.3	Inclusion des systèmes hybrides dans les matrices différentes de SiO ₂	159
9.4	Fonctionnalisation des matrices	160
6	La chimie sur la voie des nanomatériaux interactifs	165
1	Introduction	165
2	Les matériaux « adaptatifs » (Smart Materials)	166
3	Sur la voie des matériaux interactifs - Définitions	168
4	Les matériaux mésoporeux	168
4.1	Présentation	168
4.2	Quelques exemples de silices mésoporeuses	169
5	Fonctionnalisation des pores	171
5.1	Fonctionnalisation par greffage	171
5.2	Fonctionnalisation par synthèse directe	172
6	Fonctionnalisation de la charpente	176
6.1	Présentation des P.M.O.S. (ou Periodic Mesoporous Organosilica)176	
6.2	Perspectives et défis ouverts par ces matériaux	177
7	Importance de la fonctionnalisation et des analyses pondérales	180
8	Sur la voie des nanomatériaux interactifs	182
8.1	Exemples de fonctionnalisation conjointe de la charpente et des pores	182
8.2	Un acide et une base à l'échelle nanométrique	187
9	Accès à de nouvelles matrices	188
10	Sur la voie des applications biologiques	189
11	Conclusions	190

7	Perspectives et enjeux	195
1	Généralités	195
2	Développements prévisibles	196