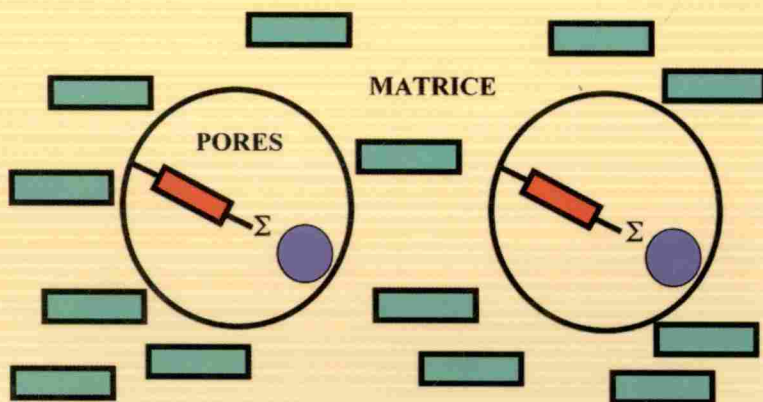


Robert Corriu - Nguyễn Trong Anh

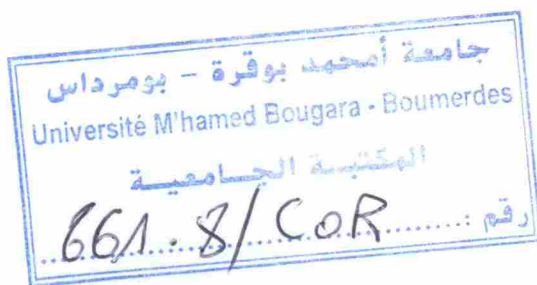
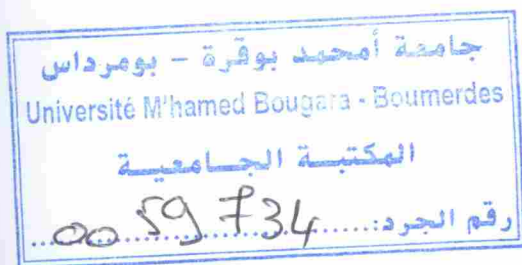
Chimie moléculaire, sol-gel et nanomatériaux





Chimie moléculaire, sol-gel et nanomatériaux

Robert Corriu et Nguyễn Trong Anh



5 exp



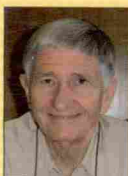
Table des matières

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- tériels 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



Robert
Corriu



Nguyễn
Trong Anh

Robert Corriu est Professeur Émérite à l'université de Montpellier II. Il est membre de l'Académie des sciences, de l'Académie des technologies et membre étranger de l'Académie polonaise des sciences. Il a obtenu des distinctions françaises : prix Sue et prix Lebel et européennes : prix Wacker, Humboldt, Wittig Grignard, Max Planck, japonaises (JSPS) et américaines : prix Kipping. Il a travaillé dans le domaine de la chimie organométallique puis dans le domaine des matériaux. Il s'intéresse au développement de la chimie moléculaire susceptible de présenter une organisation de la matière en termes de propriétés utilisables.

Nguyễn Trong Anh a été directeur de recherche au CNRS et professeur de chimie à l'École Polytechnique. Expérimentateur de formation, il s'est ensuite orienté vers la chimie théorique appliquée et a travaillé sur des problèmes de stéréochimie et de mécanismes réactionnels en chimie organique. Il est auteur de plusieurs ouvrages, dont « *Les règles de Woodward-Hoffmann* » (Édiscience, Paris 1971) traduit en quatre langues.

Cet ouvrage se situe dans une des perspectives du développement de la chimie dans le cadre des nanosciences. Il a pour objet de présenter les avancées dans la conception et le développement de nouveaux matériaux devenus possibles grâce aux méthodes de polymérisation minérale (sol-gel). Ces nouveaux types de matériaux sont en mesure d'ouvrir de larges possibilités de coopération entre chimistes et physiciens.

Le public visé se situe au niveau des chercheurs débutants qui abordent le domaine des matériaux obtenus par sol-gel. Il est également susceptible d'intéresser des chercheurs plus avancés car il apporte un éclairage différent de celui des ouvrages existants en mettant l'accent sur l'apport de la chimie moléculaire et le contrôle cinétique auquel le sol-gel est soumis.

Illustration de couverture :

*Coupe d'un matériau mésoporeux de structure hexagonale
présentant toutes les possibilités de fonctionnalisation.*

Σ = fonction • Rectangles rouges = espaceurs • Ronds violets = molécule, ions, particules...
• Rectangles verts = entités moléculaires fixées à la matrice.