



*Séance solennelle de l'Académie des sciences / 22 novembre 2011
Discours des nouveaux Membres sous la coupole de l'Institut de France*

Chimie des matériaux hybrides : une source d'inspiration, d'intégration et d'évolution

Clément Sanchez

Messieurs les Président et Vice-président de l'Académie des sciences

Madame et Monsieur les secrétaires perpétuels,

Mes chers confrères et collègues,

Mesdames, Messieurs,

Je suis très honoré de prononcer ce discours dans ce lieu prestigieux dont les gardiennes sont la connaissance, la multidisciplinarité et l'excellence. Je souhaite exprimer ma très sincère gratitude à celles et ceux d'entre vous qui m'ont accompagné dans cette nomination, ainsi qu'à ma famille et à mes proches.

Mes remerciements vont également aux collègues audacieux qui tout comme nous se sont engagés avec ardeur au début des années 1980 dans cette voie de recherche risquée qui était à l'époque considérée comme marginale. La prise de risque, est un acte essentiel de la vie du chercheur. Permettez moi de vous rappeler ces quelques mots du grand biologiste F. Jacob : « *L'imprévisible est dans la nature même de l'entreprise scientifique. Si ce que l'on va trouver est vraiment nouveau, Alors c'est par définition quelque chose d'inconnu à l'avance.* ».

Dans le monde vivant, la nature est souvent amenée à hybrider les composantes organiques et minérales pour créer des nanocomposites très performants; les coquillages, les carapaces des crustacés, les os, les métallo-enzymes, sont quelques exemples bien connus de composés organo-minéraux. Les matériaux hybrides fabriqués par « mère nature » représentent à la fois un modèle, et une source d'inspiration inépuisable. L'école de la nature est passionnante et j'en suis un élève assidu.

Mon champ d'investigation est celui de la chimie des matériaux hybrides, des solides issus de la

mixité entre des composantes minérales et organiques ou biologiques. Une mixité qui débute à une toute petite échelle, la molécule, et se répercute jusqu'à l'objet, le matériau utile à l'humain. C'est cette idée de mélange intime permettant de générer un composé, un matériau nouveau, une espèce nouvelle, en mariant la beauté, la robustesse, la hiérarchie structurale et fonctionnelle, l'intelligence adaptative des matériaux du monde organique ou biologique et ceux du monde minéral qui sous-tend la notion d'hybridation.

Ma passion scientifique est centrée sur la compréhension des mécanismes de formation des matériaux et systèmes hybrides, afin d'aboutir à une véritable construction raisonnée et efficace de ces édifices complexes. Mais un matériau ne correspond pas simplement à un composé, ni à une composition chimique. En effet, la même composition chimique SiO_2 dénommée silice, est le constituant principal de nombreux matériaux dont les structures finales et les fonctionnalités sont très différentes : le sable, les cristaux de quartz, le verre à vitre, les élégantes frustules protectrices des micro-algues planctoniques nommée diatomées. En effet, Les propriétés finales des matériaux et leur robustesse dépendent fortement de la qualité du couplage entre leur chimie et leur procédé d'élaboration. Il y a de « véritables défis scientifiques » cachés derrière la compréhension de ces processus et cette science m'intéresse aussi. Sa compréhension et sa modélisation s'appuient sur l'utilisation et la mise au point de méthodes physiques de caractérisation, modernes et performantes utilisant diverses sources de rayonnement. En particulier, mieux comprendre ces systèmes complexes pour maîtriser leur construction nécessite de concevoir et de mettre en place des expériences de suivi *in situ* qui permettent d'analyser tous les états de la matière, depuis l'état initial, la molécule ou le composé, jusqu'à l'état final le matériau. Ces techniques de caractérisation qui peuvent sembler quelque fois lourdes en moyens et lourdes à mettre en place sont incontournables pour nous permettre d'avancer sur le chemin de la connaissance.

L'un des grands défis, dans lequel nous sommes engagés, concerne l'élaboration raisonnée de matériaux hybrides bio-inspirés présentant des structures hiérarchiques, dans lesquelles des fonctionnalités différentes et variées sont positionnées avec précision aux différentes échelles. Ces stratégies, intégrant une chimie douce hybride, la chimie supramoléculaire, la physico-chimie au sens large *avec ses composantes matière molle, et ses aspects dynamiques et diffusionnels* et l'ingénierie des procédés, sont à la base d'un fort courant de recherche et de pensée qui donne naissance à une chimie dite « intégrative ». Cette école nourrit une branche innovante de la science des matériaux et devrait permettre, via de véritables morphogénèses chimiques, de développer une chimie non-linéaire des matériaux ; en utilisant ou piégeant des structures dissipatives, en élaborant avec plus de systématique des matériaux hybrides en système ouvert ou sous de multiples sollicitations combinées, photochimiques et électriques par exemple !

Nous sommes en 2011, Année internationale de la chimie, une science qui est ludique pour

qui sait l'apprécier !

Pour être un peu provocateur, je dirai que tout est chimie : nous-mêmes et notre environnement ! La chimie est en fait la science de l'assemblage des atomes. Ainsi, les édifices les plus complexes, y compris ceux des organismes vivants, relèvent quelque part de cette discipline! D'un autre point de vue, la chimie est duale. En effet, elle soulève nombre de questions fondamentales et elle apporte aussi des réponses qui se concrétisent souvent par des applications qui font partie de notre quotidien. Dans ce contexte et puisque nous devons en permanence répondre au sempiternel « à quoi cela sert ? », aujourd'hui la chimie des matériaux hybrides, véritable corne d'abondance nourrie par la créativité des chimistes impacte positivement des domaines extraordinairement variés. Par exemple celui de la santé (médicaments, implants et prothèses, imagerie médicale, vecteurs thérapeutiques), celui des cosmétiques, ceux du textile, de l'emballage, de la construction, de l'isolation, de l'automobile, des revêtements fonctionnels.

Le domaine des hautes technologies (micro-optique, et microélectronique), et celui de l'énergie tirent aussi avantage de l'hybridation des matériaux. Les sciences environnementales bénéficient déjà de la mise au point de matériaux hybrides dans des domaines comme ceux concernant les capteurs, la catalyse, la purification, la séparation...

Je suis convaincu que les chimistes, à la fois architectes et maçons de la matière, sauront concevoir et élaborer des matériaux originaux pour apporter encore plus de réponses innovantes aux préoccupations sociétales, actuelles et futures. Ils rendront « accessibles d'inaccessibles étoiles ». Le futur verra la naissance de matériaux hybrides encore plus originaux, auto-réparables, plus facilement recyclables et pourquoi pas un jour auto-répliquables.

La chimie des matériaux hybrides est une véritable source d'inspiration et d'intégration. Mais, « l'hybridation », n'est elle pas aussi, un moteur de l'évolution ?

Chers confrères et collègues, chers amis, mesdames messieurs, Je vous remercie pour votre attention.