

## Matériaux Inorganiques et Hybrides Bio-inspirés.

Clément SANCHEZ

*Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris – CNRS - UPMC*

Depuis plus d'une vingtaine d'années, les méthodes d'élaboration de nanomatériaux inorganiques ou hybrides reposant sur «la Chimie Douce» suscitent un très fort intérêt aussi bien dans le monde universitaire qu'industriel. Ces méthodes de synthèse mettent en jeu des réactions de « polymérisation » au sens large s'effectuant à température ambiante, à partir de précurseurs moléculaires ou nanoparticulaires. Ces conditions sont exactement celles dans lesquelles de nombreuses réactions de la chimie organique et organométallique, de la chimie supramoléculaire ou de la chimie des polymères et de la biologie sont réalisées. Aujourd'hui, les chimistes des matériaux s'inspirent des matériaux fonctionnels peuplant le monde vivant. Leurs démarches, biomimétiques ou bio-inspirées ouvrent de nouvelles stratégies permettant de générer simultanément dans un même matériau, et sur plusieurs échelles de taille, des composantes organiques, biologiques et des composantes minérales afin d'aboutir à de véritables hybrides ou nano-composites organo-minéraux. Combiner en un seul matériau les propriétés de certaines molécules organiques ou biologiques et celles des composés minéraux est donc devenu un objectif réalisable. L'intérêt porté à ces matériaux hybrides multifonctionnels est non seulement associé à leurs propriétés physiques et chimiques, mais également aux grandes possibilités de couplage qu'offre l'état colloïdal fluide avec la physico-chimie des systèmes biologiques et des fluides complexes. Ce couplage entre la chimie douce et les nombreux procédés de mise en forme (trempage, pulvérisation, spin-coating, extrusion, microémulsions, nanolithographie, impression jet d'encre, etc...) permet d'élaborer aisément des matériaux inorganiques ou hybrides sous la forme de films minces ou de revêtements épais, et de fibres, mais aussi de générer des poudres, des mousses et des monolithes hybrides...

Ces approches transversales où ingénierie moléculaire et procédés ingénieux sont synergiquement couplés recouvrent les stratégies de synthèses bio-inspirées dans lesquelles l'intégration de ces différents domaines de compétence permet au chimiste d'élaborer des systèmes complexes de formes variées avec une parfaite maîtrise aux différentes échelles de la taille, la composition la fonctionnalité, et de la morphologie. La réalisation d'architectures hiérarchiques complexes implique des modes de synthèse transversaux et illustre bien le rôle central de la « Chimie Intégrative » dans le domaine des matériaux avancés. C'est dans ce contexte que se développe, au carrefour de « la chimie dans tous ces états », de la physique, de la biologie et de la science des matériaux, le champ nouveau d'investigation concernant les matériaux inorganiques et hybrides bio-inspirés.

Ces stratégies basées sur un codage de plus en plus précis, sont en train de donner naissance à une « chimie vectorielle » assemblant des édifices variés (nanoparticules, clusters, nanocomposites hybrides) dans des architectures hiérarchisées et fonctionnelles de plus en plus complexes qui ouvriront sans aucun doute un jour la porte à des matériaux encore plus originaux, miniaturisés, recyclables, respectueux de l'environnement, économes en énergie, très fiables et peu coûteux.

Aujourd'hui en terme d'applications, certains hybrides ou nanocomposites sont déjà très utilisés dans l'élaboration de revêtements fonctionnels, dans les domaines de la micro-optique, de la micro-électronique, de la photonique, de l'automobile, du textile, de l'emballage, de la construction et de l'isolation thermique et phonique, de l'énergie et des sciences environnementales (capteurs et biocapteurs, la catalyse et la biocatalyse, la séparation, et les membranes sélectives).