

Olivier Sandre  
Laboratoire Liquides Ioniques et Interfaces Chargées (LI2C)  
UMR 7612 CNRS / Université Paris 6 / ESPCI  
Auto-assemblage de nanoparticules magnétiques et de copolymères:  
Gels, Minigels, Vésicules et Coacervats Magnétiques

Actuellement les recherches s'intensifient sur des matériaux nanocomposites 'mous' qui allient les propriétés d'une matrice polymère (faible module élastique, sensibilité au milieu, à la température, ...) avec celles de nanoparticules inorganiques aux propriétés physiques particulières (catalytiques, optiques, magnétiques..). Ainsi les industriels ont-ils commencé à réfléchir aux possibilités apportées par de tels matériaux : colle chargée en nanoparticules magnétiques qui sèche par un chauffage inductif modéré et se dégrade dans un champ magnétique plus fort (pour le démontage des pièces automobiles en fin de vie), des élastomères dont le module serait ajustable par un champ magnétique (pour des applications anti-vibratoires), des films minces guidant la lumière visible ou les micro-ondes (pour la réalisation d'éléments optiques, d'antennes),... Des applications biomédicales sont aussi visées, par exemple dans le domaine du 'drug delivery' qui nécessite des objets de taille typiquement 200 nm, dispersables dans le sang, et pouvant libérer une substance suite à un stimulus magnétique. Dans ce séminaire on présentera quelques systèmes de type 'nanocomposites magnétiques' qui ont en commun d'être préparés en jouant sur les différentes interactions disponibles entre des polymères soit complètement hydrophiles, soit auto-associatifs dans l'eau, et les nanoparticules magnétiques dont les suspensions stables dans l'eau ou d'autres solvants sont appelées 'ferrofluides'. Le cas d'une simple adsorption des chaînes sur les nanoparticules sera illustré par des exemples d'hydrogels à base de polyacrylamide, emprisonnant les nanoparticules de manière plus ou moins efficace selon la salinité. La recherche d'hydrogels à la fois magnétiques et thermosensibles a conduit à la réalisation de réseaux semi-interpénétrés de poly-N-isopropylacrylamide (polymère à LCST) et de chaînes hydrophiles complexantes pour l'oxyde de fer. La version 'dispersée' de ce type de réseaux sera présentée avec des minigels magnétiques dont on étudie les mêmes propriétés (gonflement, thermosensibilité, ...) que leur équivalent 'bulk'. Puis on s'intéressera à d'autres objets dispersés mettant en jeu des interactions plus fortes entre les nanoparticules et des copolymères di-blocs : d'une part l'interaction hydrophobe avec des di-blocs amphiphiles à structure 'rod-coil' formant des vésicules (collaboration avec Sébastien Lecommandoux de l'ENSCP Bordeaux) ; d'autre part l'interaction électrostatique avec des diblocs totalement hydrophiles neutres-chargés formant des coacervats (micro-phase dispersée sous forme d'agrégats mixtes de taille limitée) en présence de nanoparticules de charge opposée (collaboration avec Jean-François Berret, MSC Paris 7). Pour ces différents systèmes, ce sont à la fois des mesures de diffusion des neutrons et des images de (Cryo)TEM qui permettent de vérifier que les structures à l'échelle obtenues par auto-assemblage correspondent à l'idée que s'en faisait le physico-chimiste au moment de la formulation.