

Proposition de sujet de thèse – 2019

Titre : Etude de l'influence de l'adsorption de molécules organiques à la surface de nanoparticules sur leurs comportements environnementaux

Co-directeurs : Lionel MAURIZI et Lucien SAVIOT

Axe(s) scientifique(s) : Nanosciences

Equipe(s) de recherche : BH2N

Contexte scientifique général, caractère innovant et impact global du sujet :

Contexte

Cette thèse sera réalisée au sein du laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB) dans l'équipe BH2N ((Bio-)hybrid nanoparticles & nanostructures). L'équipe d'accueil possède de fortes compétences en synthèses et caractérisations de nanoparticules hybrides utilisées dans diverses applications. Le laboratoire ICB possède par ailleurs tous les outils nécessaires à l'analyse des nanomatériaux *via* ses plateformes de caractérisations (spectroscopie Raman, spectrométrie photoélectronique X, diffraction des rayons X...) et de microscopies (électroniques à balayage, en transmission...).

Ce projet multidisciplinaire se fera en collaborations avec l'institut de chimie moléculaire de l'Université de Bourgogne (ICMUB) ainsi qu'avec l'Université de Genève (Suisse) pour étudier finement les molécules organiques interagissant avec la surface de nanoparticules. Enfin, pour les études d'impacts environnementaux des nanoparticules ce projet, l'Inserm et le Centre de lutte contre le cancer de la région Bourgogne George-François Leclerc (CGFL) apporteront leurs compétences en analyses biologiques.

Impact global du sujet et caractère innovant :

Le développement des nanoparticules a subi un développement fulgurant ces 15 dernières années dans différents domaines applicatifs tels que la catalyse, la création de nouveaux matériaux ou la médecine. La synthèse à grande échelle de ces nanoparticules ouvrent de nouvelles questions auxquelles très peu de groupes dans le monde s'intéressent réellement. Il est important de comprendre quels sont les impacts de la surface des nanoparticules sur leurs environnements. Ce projet, à la pointe de la nanoscience sera présenté dans le cadre de congrès internationaux et pourra donner lieu à des publications à fort facteur d'impact.

Mots clés :

Nanoparticules, chimie, modification de surface, hybrides organique/inorganique, couronne protéique, toxicité, internalisation cellulaire.

Objectif du projet :

L'idée de ce projet est de développer des nanoparticules par des méthodes reproductibles et d'étudier l'impact de leurs fonctionnalisations de surface sur l'adsorption de molécules organiques de types polymériques ou protéiques. L'influence de ces molécules sera ensuite corrélée aux comportements des nanoparticules en suspension et sur les environnements biologiques.

Travail proposé :

L'équipe d'accueil développe depuis plus de 10 ans des nanoparticules inorganiques qui sont fonctionnalisés pour améliorer leur stabilité colloïdale et leurs impacts sur l'environnement. Bien que cette fonctionnalisation de surface semble influencer les interactions environnementales des nanohybrides, il est admis aujourd'hui que cette surface réagit tout d'abord avec des molécules organiques des milieux dans lesquels les nanoparticules évoluent. Ces molécules adsorbées à la surface des nanoparticules, majoritairement des protéines sont appelées la couronne protéique. Elles peuvent modifier significativement les comportements des nanoparticules. Etudier la couronne protéique vise à ne plus subir les effets indésirables des nanoparticules sur l'environnement mais à les contrôler.

Dans le cadre de ce projet, plusieurs outils innovants pour synthétiser de manière reproductible et en grande quantité des nanoparticules inorganiques seront utilisés. Des nanoparticules d'or, d'argent, d'oxydes de silicium, et de titane (matériaux les plus utilisés dans la nanoscience) seront produites durant cette thèse à l'aide ces outils. La surface des nanoparticules sera ensuite fonctionnalisée soit directement lors de la synthèse soit post-synthèse avec des molécules organiques de type polymères, acides carboxyliques ou autres. La caractérisation de ces nanohybrides et de la reproductibilité des synthèses sera une étape primordiale pour la réalisation de ce projet afin de disposer d'une librairie de nanoparticules.

Les interactions entre ces nanoparticules et les molécules organiques seront ensuite étudiées. Les nanohybrides seront incubées dans différents milieux avec des protéines et les couronnes protéiques seront séparées et analysées à l'aide des outils présents au sein du laboratoire ICB (spectroscopie Raman, Infrarouge, RMN), de l'ICMUB et de l'Université de Genève (spectrométrie de masse). Le rôle de la chimie de surface sur l'adsorption moléculaire sera démontré.

Les comportements environnementaux des nanoparticules seront analysés en fonction de leurs surfaces et de la présence de molécules. Avec l'aide de l'Inserm et du CGFL, des tests d'internalisation cellulaire, de cytotoxicité seront effectués.

Connaissances et compétences requises :

Le candidat devra avoir un goût prononcé pour le travail en équipe au sein du laboratoire ICB et en collaboration avec les équipes de l'ICMUB et de l'Université de Genève sur un projet interdisciplinaire entre nanosciences, chimie organique et analyses biologiques. Le sujet de thèse sera principalement axé sur la synthèse de nanoparticules mais possèdera aussi un volet important sur l'analyse des protéines à leurs surfaces et leurs impacts sur les comportements environnementaux (Inserm et CGFL). Ainsi, le candidat devra avoir un profil chimie ou matériaux mais devra également montrer une curiosité pour les autres disciplines présentes dans ce projet (chimie organique et biologie dans une moindre mesure). La connaissance de certains des outils de caractérisations mentionnés dans le sujet est souhaitable. Par ailleurs, cette étude regroupant des partenaires de différentes cultures, une bonne maîtrise de l'anglais serait une compétence appréciée.

Débouchés, perspective de l'évolution du sujet après la thèse :

Les derniers docteurs issus de l'équipe BH2N se placent très vite, soit en France, soit à l'étranger dans des laboratoires renommés, la compétence interdisciplinaire chimie/physico-chimie/biologie étant très recherchée.

Financement envisagé :

Bourse ministérielle MENRT

Contact :

Dr. Lionel MAURIZI : lionel.maurizi@u-bourgogne.fr, 03 80 39 61 71

Dr. Lucien SAVIOT : lucien.saviot@u-bourgogne.fr, 03 80 39 61 42

Bâtiment Mirande, Aile C 4^e étage, bureau C408-A