



2 SUJETS DE THÈSES FINANÇÉS SUR LES MÉTAMATERIAUX AUTO-ASSEMBLÉS

Centre de Recherche Paul Pascal – Bordeaux

Les métamatériaux au Centre de Recherche Paul Pascal

Les activités de recherche du Centre de Recherche Paul Pascal, laboratoire du CNRS associé à l'Université Bordeaux 1, relèvent principalement des sciences de la matière molle et des matériaux, depuis la synthèse chimique jusqu'à la physique, et de l'expérience à la théorie. Le laboratoire a récemment initié une activité sur les « métamatériaux » : ces matériaux nouveaux possèdent des propriétés extraordinaires en termes de propagation des ondes électromagnétiques, comme un indice de réfraction négatif, ou des propriétés de magnétisme artificiel, et sont susceptibles de mener à des applications extrêmement prometteuses en optique (super-lentilles...), nanofabrication, stockage de données, télécommunications ou furtivité (cf. la très médiatisée « cape d'invisibilité »). Un des obstacles majeurs au développement de métamatériaux fonctionnant dans le domaine des fréquences optiques réside dans leur fabrication qui requiert de maîtriser finement l'assemblage de structures résonantes à l'échelle de quelques dizaines de nanomètres. Les travaux au Centre de Recherche Paul Pascal sont centrés sur la formation de métamatériaux par des techniques d'auto-assemblage de nanoparticules d'architecture contrôlée, soit en empilements denses (sujet de thèse 1), soit au moyen de matrices structurantes (sujet de thèse 2). Ce projet fortement multidisciplinaire fait intervenir des partenaires dans le domaine de la nanochimie, de la science des matériaux, de l'électromagnétisme et de l'optique, et de la modélisation, aussi bien en Aquitaine qu'au niveau national ou européen (projet METACHEM coordonné par notre équipe). Nous recrutons pour octobre 2009 deux étudiant(e)s en thèse.

Sujet 1 : Films structurés de nanoparticules plasmoniques

Fabrication par dépôt de Langmuir-Blodgett, études structurales et études optiques de films nanostructurés de particules plasmoniques.

Compétences : Physicien ou physico-chimiste expérimentateur/trice

Contact : Philippe Barois, <http://www.crpp-bordeaux.cnrs.fr/spip.php?article530>

email : barois@crpp-bordeaux.cnrs.fr

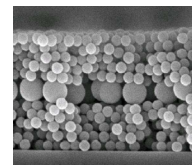
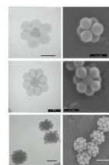
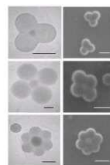
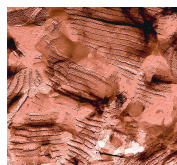
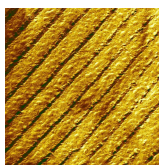
Sujet 2 : Nanocomposites anisotropes et propriétés optiques

Fabrication de composites copolymères à blocs / nanoparticules plasmoniques, études structurales et optiques.

Compétences : Physicien/ne ou physico-chimiste expérimentateur/trice

Contact : Virginie Ponsinet/Frédéric Nallet, <http://www.crpp-bordeaux.cnrs.fr/spip.php?article534>

email : ponsinet@crpp-bordeaux.cnrs.fr / nallet@crpp-bordeaux.cnrs.fr



Ces sujets de thèse, ainsi que d'autres du Centre de Recherche Paul Pascal, sont en ligne sur le site : <http://www.crpp-bordeaux.cnrs.fr> à la rubrique « Emplois / Stages ».

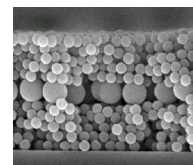
Nous sollicitons des candidatures d'étudiants issus des écoles doctorales de chimie et physique, de Bordeaux et d'ailleurs, et nous leur proposons de venir visiter le site et rencontrer les chercheurs. Si vous êtes intéressé par un ou plusieurs sujet(s), merci de vous manifester en décrivant les raisons de votre intérêt auprès du contact indiqué.

Proposition pour thèse 2009-2012

Films structurés de nanoparticules plasmoniques

Directeur de thèse : Philippe Barois

barois@crpp-bordeaux.cnrs.fr Tél 05 56 84 56 69



Collaborations extérieures : Giuseppe Strangi, UNICAL - Università degli studi della Calabria, Sasha Grigorenko, Université de Manchester (GB)

Dans le cadre d'un projet européen METACHEM et en collaboration avec des théoriciens des métamatériaux, nous nous proposons de fabriquer des films nanostructurés de nanoparticules métalliques afin de cibler des propriétés électromagnétiques nouvelles.

Les films denses organisés de nanoparticules plasmoniques en interaction ont été identifiés comme un modèle possible de **métamatériaux** fonctionnant dans le domaine de la lumière visible. Les propriétés électromagnétiques attendues sont des valeurs extrêmes de la permittivité diélectrique et de la perméabilité magnétique aux fréquences optiques (e.g. magnétisme optique artificiel, indices de réfraction négatifs, ...). Ces propriétés dépendent de la morphologie des nanoparticules (taille, nature des matériaux, géométrie cœur-écorce) et de leur organisation collective (ordre cristallin, distance entre objets).

Nous proposons de fabriquer ces films ordonnés de façon semi dirigée par dépôt de Langmuir-Blodgett à partir de nanoparticules à cœur métallique et écorce hydrophobe fabriquées au CRPP par l'équipe du professeur Serge Ravaine (disponibles dès à présent ou en cours de synthèse).

Le premier travail consistera à contrôler l'épandage sur l'eau et le transfert sur substrat de monocouches de nanoparticules. Le montage de diffraction des rayons X du CRPP sera adapté pour faire de la diffraction de surface sur l'eau (GIXS) avant et pendant le processus de transfert. Une expérimentation sur synchrotron pourra être nécessaire pour une caractérisation plus complète.

Les films multicouches secs ainsi préparés seront caractérisés en diffraction et réflectivité X (sur un montage 4-cercles).

Les propriétés optiques de ces films seront mesurées au CRPP (par absorption, interférométrie et ellipsométrie). Les mesures fines de paramètres électromagnétiques seront réalisées en collaboration avec l'équipe de Manchester.

Une grande diversité de matériaux pourra être préparée à partir de nanoparticules de formes plus complexes (non sphériques, à écorce de silice, à écorce fonctionnalisée), de mélanges de particules, ou par des séquences de dépôt non homogènes. L'adjonction de sondes fluorescentes pourra être testée et analysée en collaboration avec l'Université de la Calabre.

Le doctorant sera intégré à l'équipe « métamatériaux » de Bordeaux comprenant des théoriciens, des physiciens et des chimistes ainsi qu'au consortium METACHEM comprenant des chercheurs de 7 pays européens.

Formation et compétences requises :

Typiquement : physicien aimant l'expérimentation et les modélisations associées ou physico-chimiste.

Financement : Allocation ministère BQR attribuée par la présidence de l'université Bordeaux1

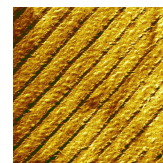
Mots clés : films de Langmuir et Langmuir-Blodgett, films minces nanostructurés, nanoparticules, interfaces, diffusion de rayonnement X, mesures optiques, métamatériaux.

Proposition pour thèse 2009-2012

Nanocomposites anisotropes et propriétés optiques

Directeur(trice) (s) de thèse : Virginie Ponsinet, Frédéric Nallet
ponsinet@crpp-bordeaux.cnrs.fr nallet@crpp-bordeaux.cnrs.fr

Tél : 05 56 84 56 25 / 05 56 84 56 83



Collaborations extérieures : Christophe Craeye, UCL - Université Catholique de Louvain ; Filippo Capolino, UNISI - Università degli studi di Siena

Dans le cadre d'un projet européen METACHEM et en collaboration avec des théoriciens des métamatériaux, nous nous intéressons à des matériaux composites artificiels, dont les propriétés électromagnétiques, inédites en comparaison des matériaux naturels, sont induites par une structuration du milieu à une échelle plus petite que la longueur d'onde de l'onde lumineuse qui les traverse. Dans ce cadre, les composites de nanoparticules métalliques et de copolymères à blocs présentent les particularités intéressantes d'être anisotropes et périodiques.

La formulation de tels composites a été un de nos sujets d'étude des dernières années. Le cas spécifique de nanoparticules d'or a été abordé récemment au cours d'un stage de M2 et constituera une partie d'une thèse actuellement en cours (2008-2011).

Dans ce nouveau sujet, une première partie poursuivra et développera la formulation des nanocomposites. En parallèle, nous nous proposons de développer les méthodes de fabrication permettant d'obtenir des échantillons alignés de grande dimension. L'alignement des structures de copolymères à blocs –qui est une des difficultés de leur mise en œuvre dans des systèmes fonctionnels- a été étudié par de nombreuses équipes. Nous nous sommes intéressés récemment à l'influence de la présence de solvant lors de la mise en forme du film. Ces travaux doivent être poursuivis et développés en prenant en compte en particulier l'influence de la présence de nanoparticules dans les structures et le choix de la méthode de dépôt des échantillons sur le substrat-support.

Les techniques utilisées incluront l'AFM, les mesures d'angle de contact, l'ellipsométrie, la diffusion et la réflectivité des rayons X. Le travail comprendra également (avec l'aide d'opticiens bordelais ou du réseau METACHEM) l'étude au moins préliminaire de propriétés optiques spécifiques des échantillons obtenus : guidage sub-lambda pour super-lentille et/ou réfraction négative.

Formation (Physique, Chimie...) et compétences (expérimentateur, théoricien...) requises : physico-chimiste expérimentateur/trice (Masters Colloïdes, Polymères, Milieux Dispersés).

Financement : Allocation du Conseil Régional d'Aquitaine

Mots clés : fluides complexes, copolymères à blocs, nanoparticules, microséparation de phase, métamatériaux.