

Proposition de sujet de stage Année 2016-2017

Nom du Laboratoire : Institut Lumière Matière (UMR 5306)

Responsable du Laboratoire : Ph. Dugourd

Groupe ou Equipe : Agrégats et Nanostructures (responsable : Emmanuel COTTANCIN)

Responsables de stage : Christophe BONNET

Adresse, téléphone, e-mail : ILM-Bât. A.Kastler-43 Bd du 11 Novembre 1918-69622

Villeurbanne Cedex ;

Christophe BONNET: tel : 04 72 44 81 78 ; courriel : christophe.bonnet@univ-lyon1.fr

Emmanuel COTTANCIN : tel : 04 72 44 83 58 ; courriel : emmanuel.cottancin@univ-lyon1.fr

Autres Membres de l'équipe d'encadrement : Michel Pellarin, Marie-Ange Lebeault, Jean Lermé.

Intitulé du stage : Nano-antennes pour sonder la chiralité

Résumé du travail demandé :

Depuis plusieurs années, l'équipe « Agrégats et Nanostructures » étudie les propriétés optiques de nano-objets métalliques individuels présentant une résonance dite résonance plasmon de surface localisée (RPSL), se traduisant par une absorption et une diffusion exaltées. Cette résonance, qui se situe dans les domaines UV-visible-IR, dépend fortement de la morphologie du nano-objet étudié (taille, forme, composition) mais aussi du milieu environnant. Ainsi, en étudiant la RPSL d'une nano-antenne, il est possible d'utiliser cette résonance comme une sonde locale de l'environnement à l'échelle de la nanoparticule.

L'équipe d'accueil a pour cela développé des techniques de spectroscopie ultra-sensibles basées sur la spectroscopie à modulation spatiale (SMS), utilisant une détection synchrone. Ces montages permettent de réaliser des mesures en transmission, diffusion ou réflexion sur des assemblées d'agrégats de taille inférieure à 10 nm ou sur des nano-objets individuels de quelques dizaines de nanomètres sur une gamme spectrale allant de 400 nm à 1500 nm. Ce dispositif, associé à la microscopie électronique, a été utilisé pour caractériser la réponse de divers nano-objets (sphères et cubes - individuels ou en dimères-, bipyramides ou disques) dans différents environnements contrôlés (gaz réactifs ou liquides).

Dans ce contexte, une des thématiques de l'équipe, en collaboration avec l'équipe "Matériaux Fonctionnels et Photonique" de l'iLM, est de réaliser un montage permettant de sonder la chiralité de l'environnement. La chiralité est une propriété essentielle des molécules, intervenant dans de nombreux mécanismes biologiques touchant le vivant. Une des méthodes permettant de caractériser cette chiralité est l'étude en optique du dichroïsme circulaire (DC) - i.e. une molécule chirale, selon sa nature (droite ou gauche), va présenter une différence d'absorption selon la polarisation de la lumière incidente (circulaire droite ou gauche). Ce DC reste relativement faible (typiquement de l'ordre de 10^{-3} à 10^{-5}). Or, au voisinage d'une nanoparticule métallique excitée à sa RPSL, il existe une exaltation du champ électromagnétique qui peut amplifier la polarisabilité et donc le DC des molécules environnant la nanoparticule. L'amplification de la réponse chirale de molécules en présence de nanoparticules métalliques, prédite théoriquement et observée qualitativement sur des ensembles, n'est pas totalement comprise et quantifiée et reste un challenge.

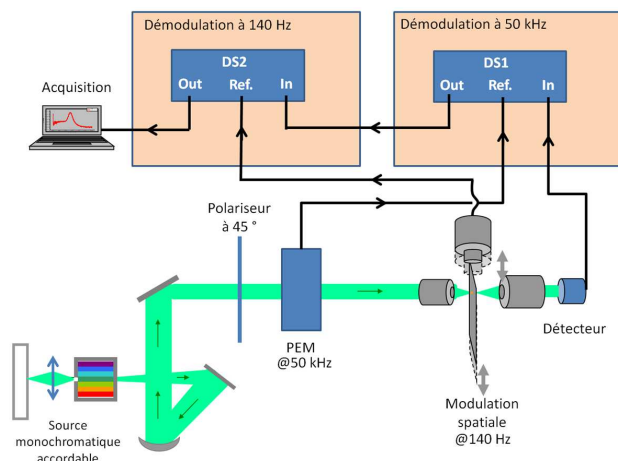


Fig. 1 : Montage Expérimental combinant SMS et Modulation de Polarisation (PEM : Photo-Elastomètre, DS : Détection synchrone)

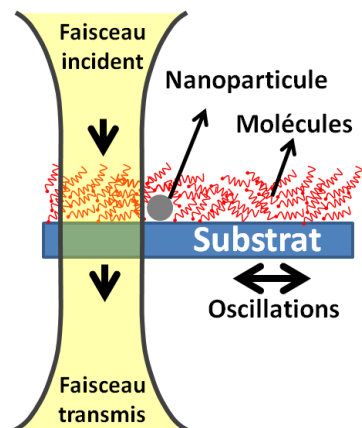


Fig. 2 : Schéma de principe des échantillons étudiés

Récemment, notre équipe a développé une mesure de dichroïsme par modulation de polarisation combinée avec la technique SMS (cf. Fig. 1). Les premiers résultats obtenus sur nano-objets uniques sont très encourageants et ont permis de réaliser la réponse dichroïque intrinsèque de nanosphères individuelles ou en dimères.

Le but du stage proposé sera donc d'étudier la réponse optique de nanoparticules uniques en présence de molécules chirales.

D'une part, le stage portera sur la réalisation et l'étude d'échantillons de nanoparticules métalliques où un dépôt par technique PLD (Plasma Laser Deposition) de molécules chirales sera réalisé avec une épaisseur contrôlée (cf. Fig. 2). L'étudiant(e) participera au développement expérimental de la technique et à ses améliorations pour obtenir une sensibilité maximale. En particulier, différentes géométries de détection pourront être utilisées pour réaliser ces mesures.

D'autre part, outre l'aspect expérimental, l'étudiant(e) pourra être amené(e) à réaliser des calculs (théorie de Mie, simulations numériques par éléments finis) pour interpréter les mesures réalisées et/ou optimiser le design des nano-antennes en lien avec leur réponse optique. Par ailleurs des analyses morphologiques en microscopie (MET, MEB et AFM) seront réalisées en parallèle des mesures optiques pour permettre une confrontation fine des résultats expérimentaux aux simulations.

Indication d'ouverture vers un sujet de thèse : oui (type de financement : bourse MENRT)

Ce stage s'inscrit clairement vers la poursuite d'une thèse portant sur la réalisation de nano-sondes locales grâce aux modifications de la RPSL. Le sujet de thèse pourra comporter des volets expérimentaux et/ ou théoriques, non seulement sur le montage expérimental utilisé lors du stage mais aussi sur les autres installations de l'équipe.