

Sujet de Master 2 Recherche

Nanoplasmonique auto-assemblée: Sculpter la lumière à 10 nm près.

Contact: Erik Dujardin (dujardin@cemes.fr, 05 62 25 78 38), Christian Girard (girard@cemes.fr, 05 62 25 78 13)

Groupe NanoSciences - CEMES – CNRS UPR 8011
BP 94347 – 29 rue Jeanne Marvig – 31055 TOULOUSE Cedex 4

Sujet 2/3 expérimental et 1/3 théorique. Possibilité de poursuivre en thèse. Ce projet propose d'étudier les propriétés optiques en champ proche et lointain de nanostructures plasmoniques colloïdales isolées ou auto-assemblées en réseaux. Le stage comportera trois parties: (i) la préparation d'échantillons par dépôt de nano-bâtonnets, nanofils ou chaînes de nanoparticules d'or; (ii) la caractérisation indirecte du champ proche optique par photomigration moléculaire; (iii) la simulation des phénomènes observés par l'approche des dipôles couplés.

Parmi les défis technologiques actuels figurent en bonne place ceux du confinement et du guidage de la lumière à des dimensions nanométriques inférieures à la longueur d'onde utilisée. Ces défis sous-tendent les nouvelles approches des techniques de stockage et transfert d'informations par voie optique aussi bien dans les domaines des télécommunications que dans le secteur des capteurs en biotechnologies. Les méthodes lithographiques permettent de préparer des structures diélectriques ou métalliques capables de confiner et guider la lumière avec des résolutions spatiales latérales d'environ 100-200 nm sur quelques micromètres de distance. Toutefois, la structuration de films métalliques polycristallins est à la fois limitée en résolution spatiale et sujette à une forte dissipation.

A l'inverse, les colloïdes métalliques offrent spontanément des tailles caractéristiques de quelques nanomètres et une excellente cristallinité. Le défi réside en leur organisation en architectures d'ordre supérieur permettant de réaliser un guidage le long d'un substrat.[1] Dans ce contexte, l'auto-assemblage de nanoparticules métalliques offrent un intérêt nouveau dans la préparation simple de structures à la fois plus complexes et dix fois plus fines dont les études préliminaires montrent qu'elles sont potentiellement capables d'assurer le guidage de la lumière jusqu'à une molécule chromophore unique.[2] Par ailleurs, une meilleure compréhension des mécanismes du confinement de la lumière dans des nanostructures permettra une ingénierie plus efficace des systèmes nano-optiques et aura des répercussions en optique (guide sub-longueur d'onde), en chimie (synthèse photochimique localisée, capteurs) ou en biologie (capteurs).

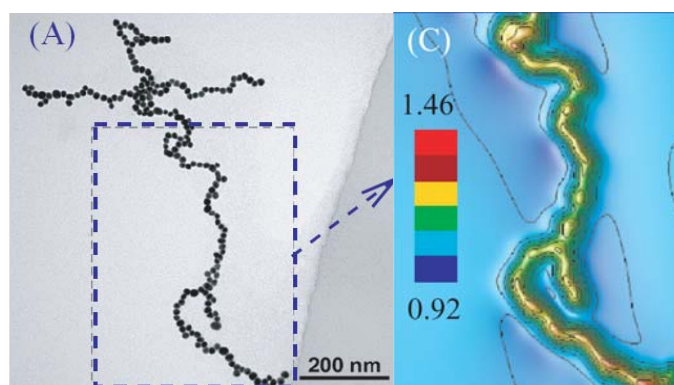


Figure: (A) Cliché de microscopie électronique à transmission d'un fragment de réseau de chaîne de nanoparticules d'or. (C) Carte d'intensité normalisée du champ électromagnétique à 30 nm au-dessus du réseau de chaînes dont le mode plasmonique transverse est excité en réflexion totale interne.

Au cours de ce stage, l'étudiant(e) **déposera les colloïdes métalliques sur des substrats appropriés** puis contrôlera la morphologie des dépôts obtenus par **microscopies à champ proche (STM, AFM) et microscopie électronique à balayage (MEB)**. [3] Il/elle caractérisera la **cartographie du champ électromagnétique exalté** les plasmons de surface par diverses méthodes – y compris par photoluminescence à deux photons (collaboration R. Quidant, ICFO Barcelone) et photomigration moléculaire - de ces structures à très haute résolution. Un formalisme DDA sera utilisé pour **simuler et interpréter les images optiques** expérimentales. [4]

Quelques références (fournies sur demande) :

- 1 - C. Girard, *Rep. Prog. Phys.*, **68**, 1883-1933 (2005). (<http://dx.doi.org/>)
- 2 - C. Girard, E. Dujardin, *J. Opt. Phys. A*, S73-S86 (2005). (<http://dx.doi.org/>)
- 3 - Lin, S., Li, M., Dujardin, E., Girard, C. and Mann, S. *Adv. Mater.*, **17**, 2553-2559 (2005). (<http://dx.doi.org/>)
- 4 - C. Girard, E. Dujardin, M. Li, S. Mann, *Phys. Rev. Lett.*, **97**, 100801 (2006) (<http://dx.doi.org/>)
- 5 - F. Bonell, A. Sanchot, E. Dujardin, R. Péchou, C. Girard, M. Li, S. Mann. *J. Chem. Phys.*, **2009**, **130**, 034702. (<http://dx.doi.org/>)