

**Proposition de stage de Master 2 Recherche  
Ecole doctorale de Physique et Nanophysique  
Master Nanophysique, Nanocomposants, Nanomesure**

***Optique de champ proche et plasmonique  
sur des structures nanométriques auto-assemblées***

Renaud Péchou – CEMES – Groupe Nanosciences GNS

La réalisation de systèmes permettant le confinement, la propagation et le guidage de la lumière à des dimensions sub-longueur d'onde est un des nombreux défis technologiques que doit relever le champ des nanosciences. Les applications potentielles de tels dispositifs couvrent un très vaste domaine qui s'étend des télécommunications à la bio-ingénierie. Pour accéder à ce confinement extrême et dépasser les limites imposées par la diffraction, les physiciens utilisent aujourd'hui les champs évanescents confinés au voisinage des surfaces pour propager l'information. Les premiers systèmes métalliques ou diélectriques permettant une mise en forme contrôlée de ces champs évanescents ont été réalisés ces dernières années en utilisant les procédés classiques de nanolithographie hérités de la microtechnologie, les dimensions caractéristiques des structures réalisées étant alors de l'ordre de la centaine de nanomètres. Ces études ont montré qu'il était possible, sur des structures métalliques, d'améliorer le confinement, le guidage de la lumière, et même d'amplifier le signal, en mettant à profit l'excitation collective du gaz d'électrons (plasmon) des nanostructures. Un nouveau champ d'investigation s'est alors ouvert et développé : la plasmonique. Des dispositifs élémentaires sont réalisés (pistes, miroirs, beam-splitters, interféromètres, ...) en utilisant des structures artificielles dans lesquelles les matériaux utilisés et les dimensions mises en jeu sont soigneusement optimisés. Dans un souci de plus forte intégration, l'effort porte aujourd'hui sur la diminution en taille des systèmes. Dans ce cadre général, une nouvelle approche, dite "bottom-up", fait l'objet de nos études au CEMES. Elle consiste à utiliser les propriétés d'auto-assemblage de nanoparticules d'or de 13 nm de diamètre afin de réaliser des réseaux branchés de chaînes permettant le confinement et le guidage du champ évanescent sur des pistes de dimensions toujours plus réduites. Le groupe Nanosciences (GNS) maîtrise aujourd'hui l'élaboration de ce type d'objets et possède des outils de calcul permettant de simuler les cartographies de champ proche attendues au voisinage de ces objets. L'arrivée au laboratoire début 2009 d'un nouveau microscope à champ proche optique de type PSTM permettra de cartographier en champ proche les champs plasmoniques sur ces nanostructures afin d'optimiser leurs architectures.

Le stage proposé est un stage *expérimental* au cours duquel l'étudiant(e) mettra en pratique les méthodes d'élaboration de réseaux de nanoparticules métalliques et réalisera des cartographies de champ proche optique au voisinage de ces objets à l'aide d'un microscope à effet tunnel photonique PSTM. Les résultats expérimentaux pourront être mis en parallèle avec les images simulées par les théoriciens du groupe.

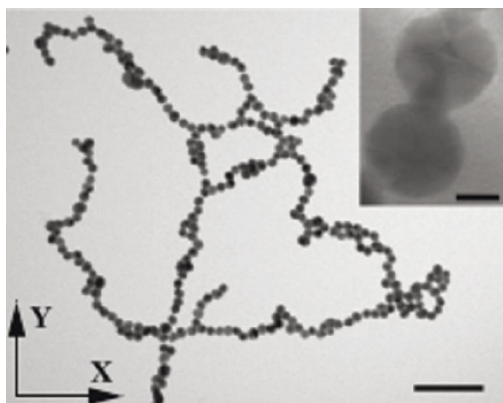
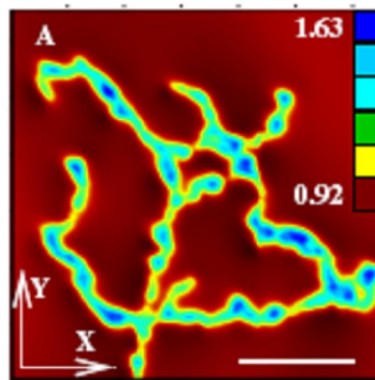


Image TEM d'un réseau branché de nanoparticules d'or (barre d'échelle : 5 nm)



Cartographie de champ proche calculée au-dessus du réseau branché ( $z = 25$  nm,  $\lambda = 520$  nm)

Références :

- R. Péchou, F. Ajustron, G. Seine, R. Coratger, C. Maurel, J. Beauvillain, *Appl. Surf. Sci.* **225** (2004) 332
- C. Girard, E. Dujardin, M. Li, S. Mann, *Phys. Rev. Lett.* **97** (2006) 100801
- F. Bonell, A. Sanchot, E. Dujardin, R. Péchou, C. Girard, M. Li, S. Mann, soumis à *J. Chem. Phys.*

Contact :

Renaud Péchou ([pechou@cemes.fr](mailto:pechou@cemes.fr))  
Groupe Nanosciences, CEMES / CNRS UPR 8011  
29 rue Jeanne Marvig – BP 94347 – 31055 Toulouse Cedex 4  
Tel. : 05 62 25 78 95