

Couplage entre deux émetteurs quantiques par guide d'onde plasmonique/dielectrique

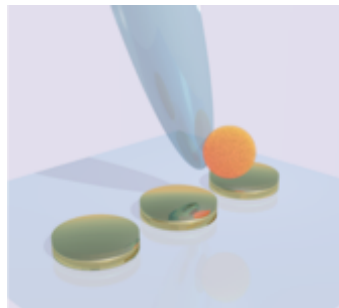
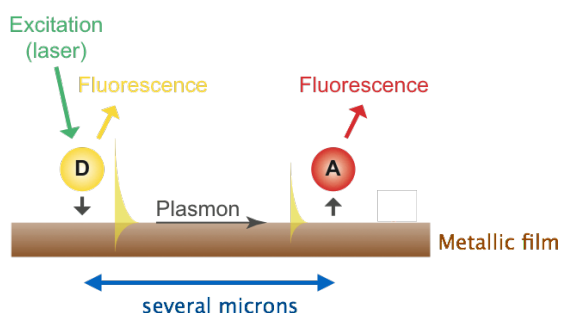
Laboratoire d'accueil : Institut LANGEVIN, ESPCI ParisTech, 1 rue Jussieu, 75005 PARIS

Encadrants : Valentina KRACHMALNICOFF, Yannick DE WILDE (HDR)

valentina.krachmalnicoff@espci.fr, yannick.dewilde@espci.fr

Un fluorophore, placé dans le vide dans son état excité, émet par fluorescence un rayonnement caractérisé par une certaine intensité, durée de vie, polarisation, diagramme de rayonnement. Ces propriétés d'émission de fluorescence dépendent fortement de l'environnement qui entoure l'émetteur. En particulier, les matériaux nanostructurés offrent la possibilité de modifier l'émission de fluorescence et permettent de manipuler l'interaction lumière-matière à des échelles sub-longueur d'onde. Dans ce cadre, les structures métalliques retiennent beaucoup d'attention car elles offrent la possibilité de confiner fortement le champ dans des volumes nanométriques, pour produire une exaltation accrue de l'interaction lumière-matière. Ces systèmes sont basés sur la création et l'exploitation de plasmons de surface, qui sont des excitations électromagnétiques associées à des ondes de densité de charge à la surface d'un matériau conducteur. Les dispositifs plasmoniques à l'échelle nanoscopique ont été développés dans des domaines très variés, allant de la détection de molécules uniques pour la biologie ou l'optique quantique, à l'étude et développement de nanoantennes très performantes, et au développement de capteurs et de cellules photovoltaïques [J. A. Schuller et al., *Nature Materials* 9, 193 (2010)].

Notre équipe a récemment mis en évidence qu'il est possible de réaliser un transfert d'énergie entre deux fluorophores situés à plusieurs microns de distance, par l'intermédiaire d'un plasmon de surface qui se propage à l'interface entre un film d'argent et une couche diélectrique [Bouchet et al. *Physical Review Letters* **116**, 037401 (2016), arxiv:1507.04235]. Un schéma de l'expérience est montré dans la figure ci-dessous (gauche). Afin d'étendre la portée de cette interaction sur des distances encore plus grandes, nous allons remplacer le support purement plasmonique par un guide d'onde hybride plasmonique/dielectrique. L'étude de ces structures et de leur interaction avec des fluorophores fera l'objet de la thèse. Des structures plasmoniques seront placées sur des nanofibres optiques (collaboration avec Q. Glorieux, Laboratoire Kastler Brossel, Ecole Normale Supérieure) ou sur des guides d'onde planaires (collaboration avec C. Couteau, Université Technologique de Troyes). Ces structures hybrides vont nous permettre de tirer partie d'une interaction lumière-matière accrue (avantage des structures plasmoniques) et d'une grande distance de propagation (guide d'onde). Les émetteurs fluorescents (quantum dots) seront placés en correspondance des structures plasmoniques avec une précision nanométrique. La réalisation de cette



À gauche :

Transfert d'énergie engendré par plasmon de surface.

À droite :

Dispositif de champ proche à pointe fluorescente pour le positionnement d'un fluorophore avec précision nanométrique.

partie de l'expérience s'appuiera sur l'utilisation d'un dispositif expérimental de dernière génération développé à l'Institut Langevin basé sur un microscope à force atomique qui présente un émetteur fluorescent collé à son extrémité [V. Krachmalnicoff et al. *Optics Express* **21**, 11536 (2013), D. Cao et al. *ACS Phot.* **2**, 89 (2015)]. Cette expérience ouvre des perspectives intéressantes pour observer des phénomènes d'émission collective entre fluorophores et, en perspective, d'états intriqués.

Mots clés : plasmonique, fluorescence, émetteur de photons uniques, champ proche optique, nanoantenne

Début de thèse : 1^{er} octobre 2016

Financement acquis : OUI