

## Antennes optiques: Contrôler l'émission de lumière avec des nanoparticules métalliques

Nicolas Bonod,<sup>1,\*</sup> Brice Rolly,<sup>1</sup> Brian Stout,<sup>1</sup> Sebastien Bidault<sup>2</sup>

1. Institut Fresnel, CNRS, Aix-Marseille Université, Ecole Centrale Marseille, Domaine Universitaire de Saint Jérôme, 13397 Marseille Cedex 20, France

2. Institut Langevin, CNRS, ESPCI Paris Tech, 10 rue Vauquelin, 75005 Paris, France

\* nicolas.bonod@fresnel.fr

Lorsqu'elles sont excitées en champ proche par une source de lumière quantique, les antennes optiques permettent (i) de diminuer le temps de désexcitation de ces émetteurs, et donc d'augmenter le nombre de photons par unité de temps, mais également (ii) de rediriger le rayonnement émis dans un angle d'ouverture étroit, permettant de collecter ces photons avec une grande efficacité [1-2]. Cette dernière propriété est d'une importance capitale et sera le sujet de cet exposé.

Nous montrerons tout d'abord qu'une particule métallique couplée à un émetteur dipolaire peut modifier fortement le diagramme de rayonnement. Par exemple, lorsqu'un émetteur est situé à 30 nm du centre d'une particule sphérique d'argent, 85% de son rayonnement à 600 nm est émis dans un seul demi-espace. Mais nous mettrons en évidence un phénomène nouveau: lorsque cette distance augmente de 6nm, 50% seulement de l'énergie est diffusée dans ce demi-espace, le rayonnement est alors symétrique.

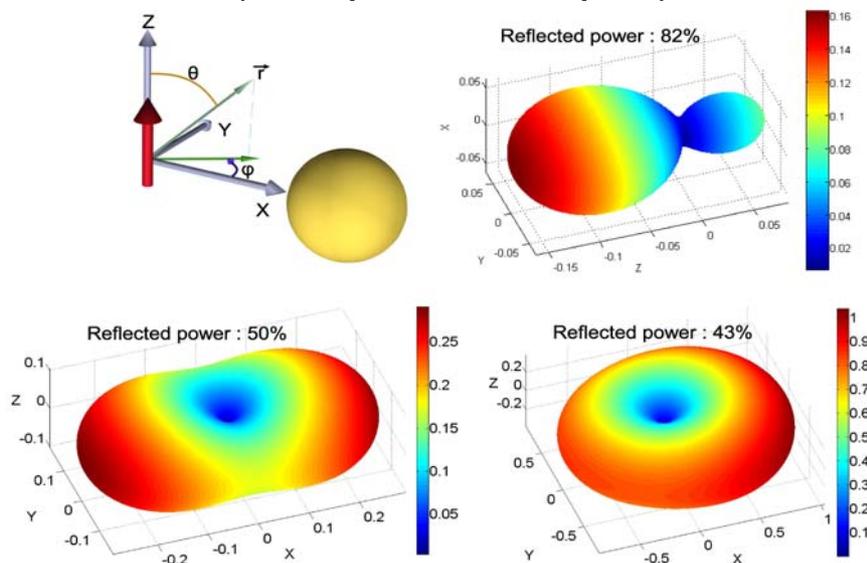


Diagramme de rayonnement d'un émetteur dipolaire situé à une distance de 30 nm, 36 nm, et 76 nm du centre d'une particulaire métallique dipolaire.  $\lambda_0=600$  nm, milieu environnant d'indice  $n=1.5$ .

Nous démontrerons que cette symétrie résulte d'une opposition de phase entre le dipôle émetteur (molécule fluorescente, boîte quantique) et le dipôle induit (particule). Puis nous montrerons que cette phase dépend de 3 termes: (1) la phase de la polarisabilité de la particule, (2) la phase due à la propagation en champ lointain, et (3) la phase due au couplage en champ proche des 2 dipôles. Nous étudierons l'évolution des 2 derniers termes en fonction de la distance et montrerons le rôle crucial joué par le terme de champ proche. Nous expliquerons alors la raison pour laquelle une modification de 5 nm de la distance émetteur-particule modifie si fortement le diagramme de rayonnement [3-4].

### Références

- [1] G. Curto et al., "Unidirectional emission of a quantum dot coupled to a nanoantenna," *Science* **329**, 930–933 (2010)
- [2] A. Devilez, B. Stout, N. Bonod, "Compact Metallo-dielectric Optical Antenna For Ultra Directional and Enhanced Radiative Emission," *ACS Nano* **4**, 3390–3396 (2010)
- [3] N. Bonod, A. Devilez, B. Rolly, S. Bidault, B. Stout, "Ultrapact and unidirectional metallic antennas," *Phys. Rev. B* **82**, 115429 (2010).
- [4] B. Rolly, B. Stout, S. Bidault, N. Bonod, "Crucial role of the emitter-particle distance on the directivity of optical antenna," submitted.