

Manipuler la lumière photon par photon

Pascale Senellart

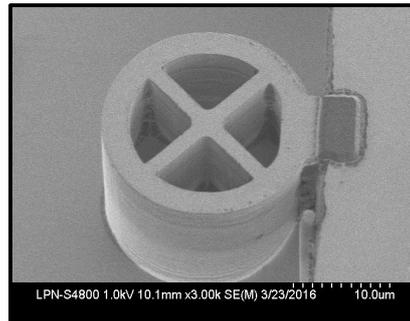
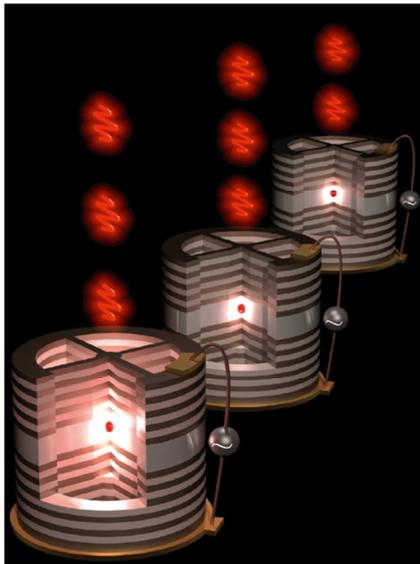
CNRS – Centre de Nanosciences et de Nanotechnologie

Avenue de la Vauve 91120 Palaiseau – France

Les états quantiques de la lumière ont un rôle important à jouer dans le développement de nouvelles technologies aux performances augmentées par les lois de la physique quantique. Il s'agit par exemple de développer des réseaux de communications dont la sécurité est garantie en encodant l'information sur un seul photon, de pousser les limites de sensibilité de capteurs optiques ou de développer les calculateurs quantiques de demain.

Générer des états quantiques de la lumière est un défi important. Ainsi pour générer des photons un par un, il faut être capable d'isoler et de piéger un seul atome, ce qui s'avère être expérimentalement très difficile. Une autre approche consiste à créer des atomes artificiels, tels des nanostructures à base de semiconducteurs, véritables « boîtes quantiques » dans lesquelles les électrons sont confinés à l'échelle nanométrique.

Nous expliquerons comment en utilisant les nanotechnologies de l'opto-électronique, nous sommes maintenant capables de créer et de contrôler des atomes artificiels semiconducteurs. Ces atomes peuvent être insérés dans des structures optiques de façon à obtenir des sources de photons uniques aux performances inégalées. Les photons générés par ces sources ont une très grande pureté quantique, caractéristique clé pour développer des relais quantiques ou pour implémenter des calculs quantiques. Ces mêmes objets permettent de manipuler la lumière photon par photon pour réaliser des portes logiques quantiques.



A gauche : Vue d'artiste de sources de photons uniques où une seule boîte quantique est placée au centre d'une microcavité optique.

Ci-dessus : Image au microscope électronique à balayage d'une source de photon unique. Le cercle extérieur du composant fait 20 microns de diamètre.

Quelques références :

- [1] *Near-optimal single-photon sources in the solid state*. *Nature Photonics* **10**, 340–345 (2016).
- [2] *High-performance semiconductor quantum-dot single-photon sources*, *Nature Nanotechnology* **12**, 1026 (2017)
- [3] *A solid-state single-photon filter*, *Nature Nanotechnology* **12**, 663 (2017).
- [4] *Generation of non-classical light in a photon-number superposition*, *arXiv:1810.05170*