



Institut de physique

Actualités scientifiques

Filterer la lumière photon par photon

Octobre 2017

En utilisant un atome artificiel capable de bloquer ou de laisser passer un à un les photons d'un laser, des chercheurs du CNRS, en collaboration avec l'Université du Queensland, ont réalisé un pas important vers le développement de portes logiques optiques quantiques déterministes.

Les photons, grains de lumière sans masse, sont des porteurs idéaux de l'information quantique car ils peuvent se propager sur de longues distances sans perdre leur cohérence. En revanche, il est difficile de mettre au point des portes logiques (porte ET, porte OU...) à deux photons car ils n'interagissent pas entre eux dans le vide. Aujourd'hui, la seule solution est d'utiliser l'interférence quantique de photons identiques. Cependant, ces portes ne fonctionnent pas de façon déterministe, mais probabiliste. Elles donnent le résultat escompté qu'une fois de temps en temps, ce qui implique une sélection à posteriori des événements favorables.

Réaliser des portes quantiques efficaces à deux photons, sur le modèle des portes électroniques classiques, permettrait d'améliorer considérablement les performances des microprocesseurs quantiques. Pour cela, il faut un milieu optique sensible à la présence d'un photon unique. Un atome unique est un tel milieu : un seul photon peut faire

basculer l'atome d'un état où il absorbe la lumière (0) vers un état où il la transmet (1), reproduisant le bit du langage binaire. Mais faire en sorte qu'un photon interagisse avec un seul atome est très difficile. La plupart du temps, il passera sans « voir » l'atome.

Pour remédier à cela, les chercheurs du CNRS ont utilisé des atomes artificiels, des boîtes quantiques semi-conductrices, constituées de quelques dizaines de milliers d'atomes mais se comportant comme un seul. Cet atome artificiel a été placé dans une microcavité optique. Les caractéristiques physiques (forme des miroirs) de cette cavité, sculptée en utilisant les technologies de la microélectronique, ont été calculées pour sélectionner un photon d'une longueur d'onde bien précise. Dans la cavité, l'atome ne pourra ainsi émettre ou absorber que ce type de photon.

Si, en utilisant un laser, on envoie un photon de la bonne fréquence dans la cavité, il va forcément interagir avec l'atome. Il sera absorbé. Puis, l'atome va se désexciter et renvoyer le photon dans la direction d'où il venait. Il n'y aura alors rien en sortie de la cavité (0). Si l'on envoie deux photons, le premier sera absorbé, et l'atome excité laissera passer le deuxième qui apparaîtra en sortie (1). Les deux photons interagissent ainsi entre eux via leur interaction avec l'atome, puisque la capture de l'un conditionne le passage de l'autre. Ce résultat, publié dans *Nature Nanotechnology*, constitue un pas important vers le développement de portes logiques quantiques à deux photons efficaces.

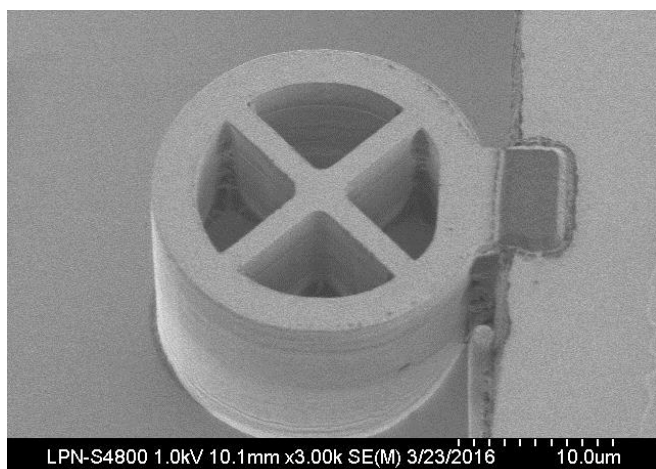


Image de la microcavité

En savoir plus

A solid-state single-photon filter

L. De Santis, C. Anton, B. Reznichenko, N. Somaschi, G. Coppola, J. Senellart, C. Gomez, A. Lemaître, I. Sagnes, A. G. White, L. Lanco, A. Auffeves et P. Senellart

Nature Nanotechnologies (2017), doi:10.1038/nnano.2017.85

Lire l'article sur le base d'archives ouvertes [arXiv](#)

Contact chercheur

Pascale Sennelart, Loïc Lanco - Centre de nanosciences et de nanotechnologies
Alexia Auffeves - Institut Néel

Informations complémentaires

Institut Néel (laboratoire CNRS associé à Grenoble INP et Univ. Grenoble Alpes)

Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N, laboratoire CNRS, UPSud, Univ. Paris Saclay associé à l'Univ. Paris Diderot)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16
T 01 44 96 42 53
inp.com@cnrs.fr
www.cnrs.fr/inp

Illustration du bandeau : © Emmanuel Perrin/CNRS Photothèque