



**COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 2 MARS 2016**

**Attention ! Sous embargo jusqu'au 7 mars 2016, à 17h (heure française)**

## Une nouvelle source de lumière quantique

**Une nouvelle source de photons uniques ultra-brillante, 15 fois plus brillante que les sources usuelles et émettant des photons indiscernables à 99,5% les uns des autres, a été mise au point par des chercheurs du CNRS, de l'université Paris Diderot et de l'université Paris-Sud<sup>1</sup>. Cette prouesse a été rendue possible grâce au positionnement, avec une précision nanométrique, d'une boîte quantique<sup>2</sup> dans une microcavité optique. Un contrôle électrique permet en outre de réduire le « bruit » autour des boîtes quantiques, bruit qui rend habituellement les photons différents les uns des autres. Obtenus en collaboration avec des chercheurs de Brisbane (Australie), ces résultats permettront de réaliser des calculs quantiques d'une complexité sans précédent, premier pas vers la création d'ordinateurs quantiques. Ils sont publiés dans *Nature Photonics* le 7 mars 2016.**

Le domaine de l'information quantique est un enjeu majeur pour l'économie à venir, les ordinateurs quantiques pouvant, théoriquement, être des centaines de millions fois plus rapides que les ordinateurs classiques. De nombreux systèmes sont explorés aujourd'hui pour développer ces futures technologies quantiques : atomes, ions, photons, etc. Les technologies quantiques optiques, qui utilisent la lumière comme vecteur de l'information quantique, ont connu des succès remarquables ces dernières années, tels que la communication de clés cryptographiques ou la téléportation quantique sur des centaines de kilomètres.

Cependant, les sources de photons disponibles aujourd'hui ne sont pas suffisamment efficaces pour utiliser l'information quantique à grande échelle. Ces sources doivent permettre l'émission d'un seul et unique photon par impulsion lumineuse, ce que l'on appelle la brillance, et il est nécessaire que chacun de ces photons soient parfaitement identiques à ceux précédemment émis, c'est-à-dire qu'ils soient indiscernables les uns des autres. Alors que le premier frein a été levé grâce à l'utilisation de boîtes quantiques, qui permettent l'émission d'un seul photon par impulsion lumineuse, aucune technologie ne permettait, jusqu'à aujourd'hui, l'émission de photons parfaitement identiques à des rendements suffisants pour une utilisation en optique quantique.

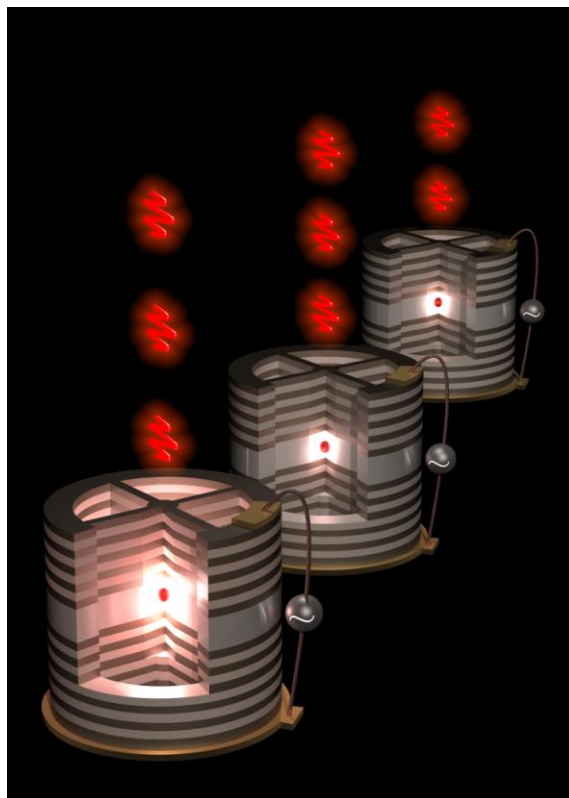
<sup>1</sup> Les laboratoires français impliqués sont le Laboratoire de photonique et nanostructures (LPN-CNRS) et l'Institut Néel (CNRS). Des doctorants de l'université Paris-Sud et de l'université Grenoble Alpes ont contribué à cette étude. Pascale Senellart est également enseignante à l'École polytechnique.

<sup>2</sup> Les boîtes quantiques sont des nano cristaux de matériau semi-conducteur dont les dimensions sont typiquement de 20 nanomètres (soit 20 milliardièmes de mètres). De par leur taille, elles se comportent comme un puit de potentiel qui confine les porteurs de charge dans les trois dimensions de l'espace, soit quelques dizaines de nanomètres dans un semi-conducteur. Ce confinement donne aux boîtes quantiques des propriétés proches de celles d'un atome unique.



Le principal défi pour les chercheurs a été de réduire le « bruit » autour de la boîte quantique, tout en obtenant une forte brillance, qui limite habituellement l'indiscernabilité des photons. Les scientifiques ont donc positionné, avec une précision nanométrique, une boîte quantique dans une microcavité optique, une sorte de pilier micrométrique confinant la lumière. L'application d'une tension sur la microcavité permet de supprimer toute fluctuation électronique qui rendrait les photons émis discernables. En collaboration avec l'équipe du Pr. Andrew White à Brisbane (Australie), ils ont pu comparer ces nouvelles sources aux sources usuelles. Ils démontrent que ces sources de photons uniques indiscernables à 99,5% sont environ 15 fois plus brillantes que les sources usuelles : un photon unique indiscernable est collecté toutes les 6 impulsions excitatrices, contre 100 impulsions pour les sources lumineuses utilisées aujourd'hui. Par ailleurs, le processus de fabrication utilisé est le seul, à ce jour, à être parfaitement contrôlé et reproductible.

Ce résultat, attendu depuis longtemps par la communauté internationale, devrait donner un nouveau souffle aux technologies quantiques optiques grâce auxquelles des milliers de photons tous identiques pourront être manipulés pour réaliser des calculs quantiques d'une complexité sans précédent, un premier pas vers la création d'ordinateurs quantiques.



*Cette image représente plusieurs sources de photons uniques : représentée par un point rouge au centre de la cavité, la boîte quantique semi-conductrice (de taille nanométrique) est insérée au centre de la cavité qui consiste en un pilier de  $3\ \mu\text{m}$  connecté à un cadre circulaire par des guides de  $1.3\ \mu\text{m}$  de large. Grâce à la tension électrique appliquée sur la cavité, la longueur d'onde des photons émis peut être accordée et le bruit de charge totalement supprimé.*

*© Niccolo Somaschi – Laboratoire de photonique et de nanostructures (CNRS)*



---

### **Bibliographie**

**Near Optimal Single Photon Sources in the Solid State.** Niccolo Somaschi, Valérian Giesz, Lorenzo de Santis, Juan Carlos Loredó, Marcelo Almeida, Gaston Hornecker, Simone Luca Portalupi, Thomas Grange, Carlos Anton, Justin Demory, Carmen Gomez, Isabelle Sagnes, Norberto Daniel Kimura, Aristide Lemaître, Alexia Auffèves, Andrew G. White, Loïc Lanco et Pascale Senellart, *Nature Photonics*, le 7 mars 2016. DOI:10.1038/Nphoton.2016.23.

---

### **Contacts**

**Chercheur CNRS** | Pascale Senellart | T 01 69 63 61 96 | [pascale.senellart@lpn.cnrs.fr](mailto:pascale.senellart@lpn.cnrs.fr)

**Presse CNRS** | Alexiane Agullo | T 01 44 96 43 90 | [alexiane.agullo@cnrs-dir.fr](mailto:alexiane.agullo@cnrs-dir.fr)