DES SOURCES DE LUMIÈRE QUANTIQUE POSITIONNÉES DE FAÇON CONTRÔLÉE DANS UN MATÉRIAU 2D

En excitant un matériau bidimensionnel avec le faisceau d'un microscope électronique, nos chercheurs et leurs collaborateurs ont mis au jour de nouvelles sources de photons uniques dans des matériaux cristallins.

Les sources de lumière joueront un rôle essentiel dans les technologies quantiques émergentes, et parmi elles, les sources de photons uniques dans des

matériaux cristallins. Dans ce contexte, en excitant un matériau bidimensionnel avec le faisceau d'un microscope électronique, des chercheurs ont mis au jour de nouvelles sources prometteuses pour la réalisation de dispositifs à grande échelle, dont les propriétés spectrales sont homogènes et dont l'arrangement spatial est contrôlé.

Les particules de lumière, les photons, permettent de véhiculer de l'information quantique à distance de façon très fidèle. Pour cette raison, les sources de photons uniques sont considérées comme une brique de base importante dans le cadre des technologies quantiques. L'intégration de telles sources dans une matrice solide permet d'envisager la réalisation de dispositifs à grande échelle. Dans ce contexte, de nouveaux matériaux bidimensionnels (au même titre que le graphène) sont considérés depuis quelques années comme très prometteurs. On trouve parmi eux le nitrure de bore hexagonal. C'est un matériau lamellaire transparent à partir duquel on peut envisager de créer des dispositifs miniatures contrôlés à l'échelle ultime de quelques couches atomiques. Il est connu pour contenir des « centres colorés », des défauts cristallins émetteurs de photons uniques. Ces centres colorés présentent néanmoins l'inconvénient d'avoir des longueurs d'onde d'émission et des positions aléatoires dans le cristal. Ces caractéristiques limitent leur utilisation pour l'information quantique, qui requiert des sources aux propriétés contrôlées et reproductibles.

Des physiciens du Groupe d'étude de la matière condensée (GEMaC, CNRS/Université Versailles St-Quentin-en-Yvelines), en partenariat avec le Laboratoire de physique de l'ENS (LPENS, CNRS/ENS Paris/Sorbonne Université/ Université de Paris) et le NIMS (Japon), ont démontré l'existence d'une nouvelle famille de centres colorés dans le nitrure de bore hexagonal. Ces sources de photons uniques ont l'avantage d'émettre toutes à des longueurs d'onde très proches, ce qui est une propriété rare. De plus, ces émetteurs sont créés de façon localisée, par l'interaction avec le faisceau d'un microscope électronique à balayage, ce qui permet de contrôler leur position à une échelle inférieure au micromètre. La prochaine étape est d'obtenir une seule source de photons par interaction avec le faisceau d'électrons. La voie sera alors ouverte à une intégration spatialement contrôlée de sources de photons uniques dans des dispositifs optiques tels que des guides d'onde ou des microcavités optiques : une nouvelle approche pour la réalisation de « puces quantiques » intégrées basées sur des photons uniques indiscernables. Ces travaux ont été publiés dans *Nature Communications*.

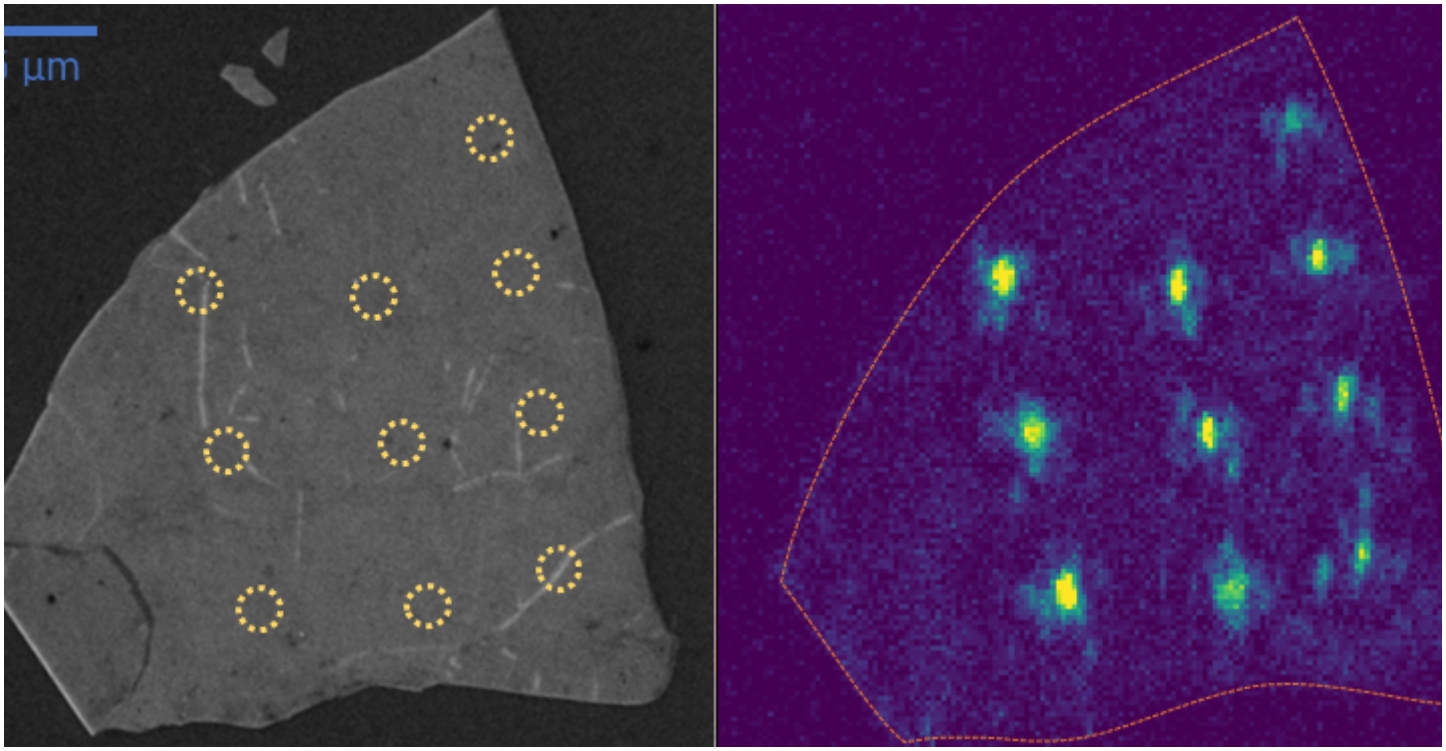

Figure : à gauche, image réalisée avec un microscope électronique d'un feuillet de nitrure de bore hexagonal de 60 nanomètres d'épaisseur. Les cercles indiquent les positions choisies pour activer des émetteurs quantiques. À droite, cartographie réalisée avec un microscope confocal de la luminescence du feuillet. Les zones en jaune indiquent une émission de lumière par les centres colorés. Il y a environ 15 émetteurs par impact du faisceau électronique.
© A. Delteil, GEMaC

Position-controlled quantum emitters with reproducible emission wavelength in hexagonal boron nitride. C. Fournier, A. Plaud, S. Roux, A. Pierret, M. Rosticher, K. Watanabe, T. Taniguchi, S. Buil, X. Quelin, J. Barjon, J.-P. Hermier et A. Delteil, *Nature Communications* **12**, 3779, Publié le 18 juin 2021.
DOI : 10.1038/s41467-021-24019-6
Article disponible sur les bases d'archives ouvertes hal et arxiv

Contact :
Aymeric Delteil, Chargé de recherche CNRS aymeric.delteil@uvsq.fr

Voir l'actu INP

Voir également le fait marquant sur *Photoniques*, la revue de la Société française d'optique