



Institut de physique
Résultat scientifique

Préserver l'intrication quantique de la diffusion

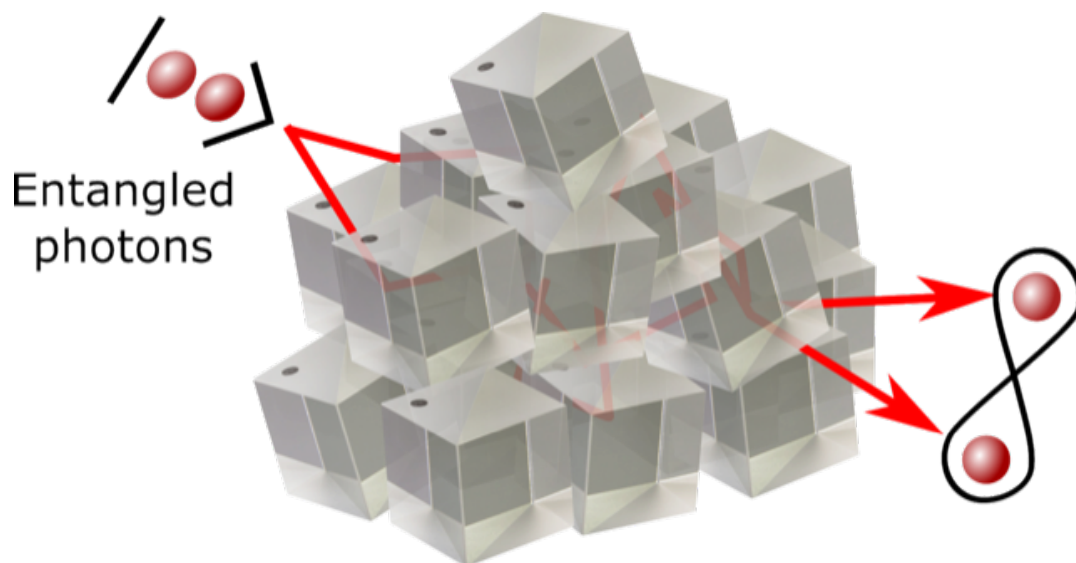
Des chercheurs ont mis au point une méthode pour préserver l'intrication quantique entre des paires de photons se propageant à travers des milieux diffusants.

L'intrication quantique est une propriété fascinante de la mécanique quantique qui maintient un lien étroit entre deux particules quelle que soit la distance qui les sépare. Elle sera sans nul doute à la base de nombreuses technologies de demain, comme des microscopes performants, des calculateurs efficaces ou des systèmes de communication ultra-sécurisés. Cependant, l'intrication est une propriété fragile et très sensible à son environnement. En optique, elle est ainsi particulièrement affectée par le phénomène de diffusion. Par exemple, lorsque des paires de photons intriqués se propagent à travers un milieu qui diffuse la lumière, comme un tissu biologique ou une couche d'atmosphère turbulente, les photons se séparent et sont déviés aléatoirement dans toutes les directions. Ces multiples déviations détériorent l'intrication qui lie les photons, la rendant inutilisable en pratique.

Pour limiter le plus possible ce phénomène de dégradation, des physiciens de l'Institut des Nanosciences de Paris (INSP, CNRS / Sorbonne Université), du Laboratoire Kastler Brossel (LKB, CNRS / Collège de France / ENS – PSL / Sorbonne Université) et de l'Université de Glasgow ont eu l'idée d'adapter des dispositifs de manipulations d'ondes électromagnétiques dans le régime classique (conçus pour l'imagerie et la microscopie) aux situations où les photons en entrée sont intriqués par paires. Les physiciens ont ainsi construit une expérience dans laquelle des paires de photons intriqués sont générées à l'aide d'un laser et d'un cristal non-linéaire. Elles sont ensuite envoyées en direction d'une couche de Parafilm jouant le rôle de milieu diffusant. Après propagation dans le milieu, les photons qui en sortent sont détectés par une caméra ultra-sensible et un algorithme de traitement d'images permet de mesurer l'intrication. À cause du milieu diffusant, les chercheurs ont constaté que l'intrication quantique devenait indétectable en sortie, et donc inutilisable en pratique. En effet, les deux photons d'une même paire se séparent et se propagent dans des directions aléatoires à cause des inhomogénéités... et perdent ce faisant leurs corrélations. En adaptant à leur expérience des méthodes de contrôle d'onde optique classique, ils ont pu façonner les corrélations quantiques entre les paires avant qu'elles n'entrent dans le milieu et ainsi compenser exactement la perte des corrélations induite par la diffusion. Ce traitement conduit à restaurer l'intrication quantique à la sortie de milieu, et permet de préserver son potentiel d'utilisation.

Cette technique peut s'avérer très utile pour développer des dispositifs d'imagerie ou de communication quantiques. En effet, parce qu'ils ne sont jamais parfaits, la présence inévitable de diffusion ou d'aberrations optiques a tendance à dégrader la qualité de l'intrication dans tout système exploitant la lumière, ce qui constitue actuellement l'un des verrous au développement industriel de technologies quantiques fondées sur l'utilisation de photons. En préservant les corrélations spatiales beaucoup plus efficacement, on peut alors améliorer substantiellement la performance de ces systèmes et faire ainsi un pas vers l'exploitation technologique de cette caractéristique quantique exceptionnelle, dont beaucoup s'accordent à dire que les potentialités sont immenses et restent encore largement à développer. Ce travail est publié dans la revue *Physical Review X Quantum*.





Disordered media

Légende : Vue artistique de paires de photons intriqués se propageant dans un milieu diffusant.
Crédit : Baptiste Courme, Patrick Cameron, Daniele Faccio, Sylvain Gigan, and Hugo Defienne

Références

Manipulation and certification of high-dimensional entanglement through a scattering medium, Baptiste Courme, Patrick Cameron, Daniele Faccio, Sylvain Gigan, and Hugo Defienne, *Physical Review X Quantum*, paru le 19 janvier 2022.
DOI: [10.1103/PRXQuantum.4.010308](https://doi.org/10.1103/PRXQuantum.4.010308)
Archives ouvertes [arXiv](https://arxiv.org/abs/2112.12541)

Contacts

Hugo Defienne | Chargé de recherche au CNRS | INSP | defienne@insp.jussieu.fr
Communication INP-CNRS | inp.com@cnrs.fr

