

# Multiplier les canaux d'information quantique

Des physiciens ont réussi à intriquer trois particules sur plus de deux dimensions. Ils ouvrent la voie à de nouveaux protocoles de cryptographie quantique.

**U**n nouveau protocole de cryptographie quantique vient de voir le jour. Il permet à trois personnes d'un même réseau d'échanger une information secrète inviolable (ce qui avait déjà été fait), mais aussi de partager en parallèle une seconde information cachée entre deux personnes de ce réseau. Pour y parvenir, l'équipe d'Anton Zeilinger et de Mehul Malik, de l'université de Vienne, a créé au préalable le tout premier système quantique composé de trois photons placés dans des états intriqués à trois dimensions (1). De quoi augmenter considéra-

blement la masse d'information portée par les systèmes quantiques.

«Jusqu'à présent, les physiciens procédaient de deux manières pour augmenter la quantité d'information portée par des photons», explique Julien Laurat, physicien au laboratoire Kastler Brossel, à Paris. Soit ils augmentaient la dimensionnalité (le nombre de dimensions) de ces photons, soit ils augmentaient le nombre de photons intriqués. Dans son expérience, l'équipe autrichienne a augmenté ces deux paramètres à la fois.»

Des particules sont dites «intriquées» lorsqu'elles ne peuvent

plus être considérées comme indépendantes. Quelle que soit la distance qui les sépare, une mesure réalisée sur l'une modifie instantanément l'état des autres.

## INFINITÉ DE DIMENSIONS

Cette propriété permet des échanges d'information sécurisés sur de longues distances. Or plus le nombre de particules intriquées est important, plus elles peuvent transmettre d'information.

Toutefois, elles ont tendance à perdre leurs propriétés quantiques lorsqu'elles sont trop nombreuses. D'où l'intérêt

d'augmenter aussi leur dimensionnalité. Traditionnellement, l'état d'un photon est défini par sa polarisation qui peut être horizontale ou verticale, encodant l'information 0 ou 1. «Ces orientations définissent un espace de dimension 2 qui limite la quantité d'information qu'un photon peut transporter», précise Julien Laurat. Dans cette nouvelle étude, l'information est encodée sur une propriété spatiale du photon qui possède une infinité de dimensions: le moment angulaire. Toutes ces dimensions potentielles sont autant de canaux de communication en parallèle autorisant un multiplexage de l'information quantique.»

Sur un plan fondamental, le système à trois dimensions mis au point par l'équipe autrichienne pourrait aboutir à de nouveaux tests des fondements de la mécanique quantique.

Gautier Cariou

(1) M. Malik et al., *Nature Photonics*, doi:10.1038/nphoton.2016.12, 2016.

**Alain Aspect**, de l'Institut d'optique de Palaiseau, parvient pour la première fois à placer **2 photons** dans des états intriqués à **2 dimensions**.



1982

**Anton Zeilinger**, de l'université de Vienne, réalise la première intrication quantique avec **2 photons** placés dans des états intriqués à **3 dimensions**.



2002

**Mehul Malik**, de l'université de Vienne, place **3 photons** dans des états intriqués à **3 dimensions**, ouvrant la voie à de nouveaux tests de la mécanique quantique.



2016

Sources: A. Aspect et al., *Phys. Rev. Lett.*, 49, 91, 1982. — A. Vaziri et al., *Phys. Rev. Lett.*, 89, 240401, 2002. — M. Malik et al., *Nature Photonics*, doi:10.1038/nphoton.2016.12, 2016.