



ATTENTION: sous embargo jusqu'au 13 octobre 2017, 11h00, heure locale

Un seul photon révèle l'intrication de 16 millions d'atomes

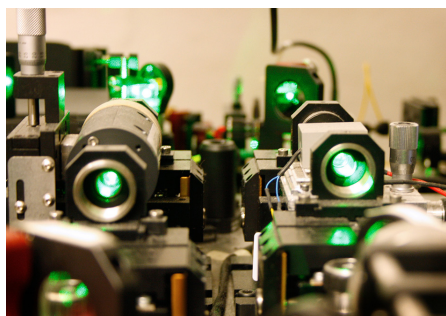
Des chercheurs de l'UNIGE démontrent l'intrication de 16 millions d'atomes au sein d'un cristal traversé par un unique photon, confirmant la théorie sur laquelle reposent les réseaux quantiques de l'avenir.

La théorie quantique le prédit sans équivoque : un grand nombre d'atomes peuvent être intriqués, liés entre eux par une relation quantique très forte, même dans une structure macroscopique. Mais les preuves expérimentales faisaient jusqu'ici largement défaut, même si des progrès récents ont permis de montrer l'intrication de 2900 atomes. En repensant le traitement des données issues de leurs observations, des chercheurs de l'Université de Genève (UNIGE) ont changé d'échelle, prouvant l'intrication de 16 millions d'atomes au sein d'un cristal d'un centimètre de côté. Une recherche à découvrir dans la revue *Nature Communications*.

Les lois de la physique quantique permettent aujourd'hui d'émettre des signaux dont toute interception par un tiers est aussitôt détectée. Cette propriété est essentielle pour la protection des données et plus spécifiquement pour l'industrie du cryptage, qui peut désormais garantir à ses clients que leurs messages n'ont pas été lus en chemin. Encore faut-il que ces signaux puissent voyager sur de longues distances grâce à des relais un peu particuliers, des répéteurs quantiques. Ce sont des cristaux dont les atomes sont intriqués, unis par une relation quantique très forte. Lorsqu'un photon pénètre ce petit bloc de cristal enrichi d'atomes de terre rare et refroidi à 270 degrés sous zéro, trois degrés à peine au-dessus du zéro absolu, il crée cette intrication entre les millions d'atomes qu'il traverse. La théorie le prédit sans équivoque et le phénomène se produit bien, puisque le cristal remplit sa fonction et réémet sans la lire l'information qu'il a reçue, sous forme d'un photon unique.

L'analyse de la lumière, clé de voûte de la recherche

Il est relativement facile d'intriquer deux particules, la scission d'un photon génère par exemple deux photons intriqués, aux propriétés et au comportement identiques. « Mais il est impossible d'observer directement un phénomène d'intrication entre plusieurs millions d'atomes tant la masse de données qu'il faudrait collecter et analyser est importante », explique Florian Fröwis, chercheur au sein du Groupe de physique appliquée de la Faculté des sciences de l'UNIGE. Avec ses collaborateurs, il a donc choisi une voie indirecte, se demandant d'abord quelles mesures il était possible de réaliser, puis, parmi toutes celles-ci, lesquelles étaient pertinentes. Les chercheurs se sont penchés sur les caractéristiques de la lumière réémise par le cristal, analysant ses propriétés statistiques et les probabilités qui les accompagnent, en traquant deux indices majeurs : que la lumière soit réé-



© UNIGE

Vue partielle de la source de photons uniques. Ceux-ci seront ensuite stockés dans la mémoire quantique, afin de générer de l'intrication parmi un grand nombre d'atomes dans la mémoire.

Illustrations haute définition

mise dans une seule direction plutôt que de rayonner à partir du cristal, et que l'émission soit constituée d'un photon unique. C'est ainsi qu'ils ont pu démontrer l'intrication de 16 millions d'atomes, là où les observations précédentes plafonnaient à quelques milliers. A noter qu'une recherche parallèle, menée par des scientifiques de l'Université de Calgary, au Canada, démontre elle aussi l'intrication entre de nombreux groupes d'atomes. « Nous n'avons pas changé les lois de la physique », souligne Mikael Afzelius, du Groupe de physique appliquée du Professeur Nicolas Gisin. « Ce qui a changé, c'est la façon de traiter ce flux de données. »

L'intrication des particules est un prérequis pour la révolution quantique qui s'annonce, et qui touchera aussi bien les volumes de données circulant sur les réseaux du futur que la puissance et le mode de fonctionnement des ordinateurs quantiques. Tout repose en effet sur la relation qui existe entre deux particules au niveau quantique, une relation bien plus forte que les simples corrélations que nous proposons les lois de la physique classique.

Deux chaussettes dans le monde quantique

Difficile à saisir, le concept d'intrication peut être illustré par deux chaussettes. Imaginons un physicien qui porterait toujours deux chaussettes de couleurs différentes. Lorsqu'on voit une chaussette rouge à sa cheville droite, on apprend aussitôt quelque chose à propos de la gauche : elle n'est pas rouge. Il y a une corrélation entre les deux chaussettes, un phénomène somme toute assez banal et tout à fait intuitif. Lorsqu'on bascule dans le monde de la physique quantique, une nouvelle forme de corrélation, infiniment plus forte et plus mystérieuse, apparaît : l'intrication. Prenons deux physiciens, chacun dans son laboratoire, situés à grande distance l'un de l'autre. Ils disposent d'une particule quantique, par exemple un photon. Si ces deux photons sont dans un état intriqué, ils vont observer des corrélations quantiques nonlocales, un phénomène inexplicable par la physique classique. Ils constateront en effet que la polarisation des photons est toujours opposée, comme dans les chaussettes dans l'exemple ci-dessus, et surtout que le photon n'a pas de polarisation intrinsèque. La polarisation mesurée pour chaque photon est donc totalement aléatoire, et fondamentalement indéterminée avant la mesure. On a affaire à un phénomène aléatoire se déroulant simultanément à deux endroits distants. C'est le mystère des corrélations quantiques.

contact

Florian Fröwis

+41 22 3790 534

Florian.Froewis@unige.ch

UNIVERSITÉ DE GENÈVE Service de communication

24 rue du Général-Dufour
CH-1211 Genève 4

Tél. +41 22 379 77 17

media@unige.ch
www.unige.ch

A lire

Professeur à la Faculté des sciences de l'UNIGE, Nicolas Gisin dévoile dans son ouvrage les secrets de l'intrication :

Nicolas Gisin, **L'Impensable Hasard: Non-localité, téléportation et autres merveilles quantiques**, Odile Jacob, 2012.