

Une fibre optique pour stopper la lumière

Paris, le 13 mai 2015. En plongeant une fibre optique dans un nuage d'atomes froids, des physiciens du laboratoire Kastler Brossel (UPMC/CNRS/ENS/Collège de France) ont ralenti, arrêté, puis relancé un faisceau lumineux se propageant au cœur de la fibre. Ce dispositif constitue la première réalisation fibrée d'une mémoire optique. Ce travail a été publié le 7 mai 2015 dans la revue *Physical Review Letters* et fait l'objet d'un « Highlight » par l'éditeur.

Depuis plusieurs années, les physiciens parviennent à ralentir très fortement la lumière, et même à la stopper complètement pour enregistrer l'information qu'elle porte. Ces mémoires optiques reposent sur une interaction contrôlée entre un faisceau lumineux et des atomes. La mise en œuvre nécessite des montages optiques complexes à base de miroirs, lentilles et autres éléments optiques qui se prêtent mal à des systèmes complexes de communication. Pour la première fois, des chercheurs du laboratoire Kastler Brossel à l'université Pierre et Marie Curie (UPMC/CNRS/ENS/CdF) viennent de réaliser une telle mémoire directement intégrée dans une fibre optique, un composant au cœur de nos réseaux de télécommunications. Ce dispositif est un nouvel ingrédient pour le développement d'un futur réseau de communication quantique dans lequel l'information pourra être transportée et synchronisée entre plusieurs nœuds distants.

Pour réaliser ce dispositif, les chercheurs ont utilisé une fibre optique commerciale qu'ils ont chauffée et étirée sur quelques centimètres, jusqu'à obtenir une nanofibre avec un diamètre de 400 nanomètres, plus petit que la longueur d'onde de la lumière. Ils ont ensuite refroidi par laser des atomes de césium et superposé le nuage ainsi obtenu avec cette zone étirée. Lorsque la lumière atteint cette région, une grande partie de l'énergie circule autour de la fibre – on parle d'onde évanescente – et elle peut alors interagir avec les atomes environnants. En utilisant la technique dite de transparence induite électromagnétiquement qui permet de contrôler les propriétés du milieu atomique par un laser additionnel, les chercheurs ont drastiquement ralenti la lumière par un facteur 3 000 puis l'ont arrêtée complètement. Cette méthode est connue en espace libre mais est combinée pour la première fois avec une fibre optique.

L'information portée par la lumière est transférée aux atomes sous la forme d'une excitation collective, une large superposition quantique. Les quelques 2 000 atomes impliqués dans le processus peuvent ensuite émettre de nouveau la lumière après un temps de mémoire programmable pouvant atteindre cinq microsecondes. La lumière reprend alors son chemin et ressuscite ainsi l'information initiale. Sans cet arrêt imposé, la lumière aurait parcouru dans le même temps plus d'un kilomètre !

Les physiciens ont également montré que des impulsions lumineuses contenant un seul photon pouvaient être stockées et relues avec un large rapport signal sur bruit, un ingrédient central pour l'utilisation de ce système comme mémoire quantique pour des réseaux à grande distance. Dans cette réalisation fibrée, 10% du signal est relu, une performance prometteuse déjà proche des valeurs obtenues en espace libre.

Référence :

B. Gouraud, D. Maxein, A. Nicolas, O. Morin and J. Laurat, **Demonstration of a memory for tightly guided light in an optical nanofiber**, Physical Review Letters 114, 180503 (2015). ([lien](#))

Fait l'objet d'un «Highlight» (PRL Editors' Suggestion) et d'un Synopsis ([ici](#)) dans la revue Physics de l'American Physical Society.

Disponible sur la base d'archives ouvertes arXiv (<http://arxiv.org/abs/1502.01458>)

Contact chercheur : Julien Laurat, professeur UPMC et membre de l'Institut universitaire de France. Julien.laurat@upmc.fr

Contact presse: Claire de Thoisy-Méchin, 01 44 27 23 24 – 06 74 03 40 19
claire.de_thoisy-mechin@upmc.fr



Arrêter la lumière dans une fibre optique. Des atomes froids de césium sont piégés au voisinage d'une fibre optique qui a été étirée dans une région de quelques centimètres. En arrivant dans cette zone, la lumière guidée est ralentie et l'information qu'elle porte est transférée aux atomes. Plus tard, à la demande, la lumière est réémise dans la fibre et peut se propager vers un nouveau nœud du réseau. (Crédit : Julia Fraud – www.juliafraud.com / Laboratoire Kastler Brossel)