

Réseau élémentaire de communications quantiques.

La cryptographie quantique offre un niveau de sécurité impossible à atteindre avec des moyens classiques. Pour conserver le même niveau de sécurité sur de longues distances, il faut s'affranchir des pertes et donc réaliser la fonction de "répéteur quantique", basée sur l'utilisation de paires de photons intriqués.

Ces états remarquables sont par définition non factorisables en états des photons individuels ; l'intrication conduit à des résultats de mesure qui, bien qu'aléatoires sur chaque photon pris séparément, révèlent une corrélation totale entre les deux photons de la paire, quelle que soit la distance qui les sépare.

Le sujet de stage proposé ici, s'inscrit dans le cadre d'un projet financé par l'ANR pour 3 ans à partir de 2009 sur un embryon de réseau de communications quantiques, comportant une source de paires de photons intriqués en polarisation à 1550 nm, une mémoire quantique et une interface de changement de longueur d'onde pour transférer le bit quantique d'information d'un photon télécom à un photon que l'on sait stocker dans la mémoire. Les laboratoires partenaires sont le Laboratoire Aimé Cotton à Orsay (LAC) et le Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC) à Nice.

Les mémoires envisagées dans l'état de l'art actuel imposent des contraintes fortes sur la source en termes de largeur spectrale et aucune source n'a été réalisée jusqu'à présent aux longueurs d'onde télécom, bien que de nombreux laboratoires s'y intéressent. Une première version de cette source à faible largeur spectrale (de l'ordre de 40MHz) est en cours de mise au point dans notre laboratoire, basée sur la fluorescence paramétrique dans un cristal de PPLN massif.

Afin de tester la compatibilité de cette source avec la mémoire quantique élaborée au LAC, une interface de changement de longueur d'onde, basée sur le phénomène non-linéaire de fréquence somme doit également être mise au point. Elle ne doit pas modifier la largeur spectrale du photon et les contraintes spectrales se reportent donc sur la pompe de cette interface, utilisant un oscillateur paramétrique optique. Le protocole de stockage du bit quantique doit être précisément mis au point, et il exige la réalisation de plusieurs signaux synchronisés et cohérents avec le photon à stocker.

Le test final consistera à vérifier que pour une paire de photons intriqués en polarisation à 1550 nm, l'un des deux photons peut être changé de longueur d'onde par l'interface, stocké dans la mémoire puis restitué, tout en ayant conservé l'intrication avec l'autre photon de la paire.

Bien que nécessitant quelques développements théoriques assez simples, le sujet est principalement expérimental et il fait appel à l'optique sous toutes ses formes (classique, fibrée, non linéaire et quantique).

Contacts : isabelle.zaquine@telecom-paristech.fr, eleni.diamanti@telecom-paristech.fr