

SUJET DE THESE

ELEMENTS D'UN REPETEUR QUANTIQUE

Au cours des dix dernières années, les communications quantiques ont ouvert un champ de possibilités inaccessible aux communications classiques. Le meilleur exemple en est la distribution quantique de clé avec une sécurité inconditionnelle, réalisé dans plusieurs laboratoires. Le prochain défi à relever est celui des communications à longue distance pour lesquelles on est limité par les pertes. Les premières solutions proposées ont été les relais quantiques, qui projettent des photons produits indépendamment par les deux interlocuteurs dans un état intriqué. Une solution plus élaborée est celle du répéteur quantique, qui associe le relais à une mémoire quantique. On peut alors multiplier le nombre de tronçons pour augmenter la distance parcourue.

Les systèmes atomiques dans lesquels on peut stocker un qubit ne sont réceptifs que sur une très faible largeur spectrale, centrée sur des longueurs d'onde de l'ordre de 800nm. Il en résulte deux difficultés : d'une part, ces longueurs d'onde ne correspondent pas à celles que l'on sait propager avec peu de pertes sur fibre optique, d'autre part les sources de photons uniques réalisées jusqu'à présent produisent des largeurs de raies de quatre à six ordres de grandeur trop élevées pour permettre un stockage efficace.

Nous nous intéressons à deux éléments, dont la réussite est décisive pour la fonction de répéteur quantique : la réalisation de sources de photons intriqués sur une faible largeur spectrale aux longueurs d'onde "télécom" et la réalisation d'interfaces de changement de longueur d'onde conservant toutes les propriétés quantiques du qubit pour son stockage dans la mémoire.

Le sujet fait appel à l'optique non linéaire et à l'optique quantique. Il comportera une partie de modélisation et de calculs et une importante partie expérimentale. Le travail consistera en une optimisation des éléments de base (source et interface) pour la gestion de la mémoire quantique, de type mémoire à écho de photons, étudiée en parallèle dans un laboratoire partenaire. On travaillera par exemple sur les interactions non linéaires en régime impulsif nanoseconde et le filtrage des signaux parasites pour maximiser le nombre de photons par seconde sur une largeur spectrale donnée, l'indiscernabilité des chemins pour 2 polarisations orthogonales et la minimisation des pertes pour conserver l'état intriqué. L'objectif final sera de tester le stockage et la restitution d'un photon et de vérifier la conservation de l'intrication avec l'autre photon de la paire.

Directeur de thèse : Isabelle ZAQUINE

Courriel : isabelle.zaquine@telecom-paristech.fr

Tél : 01 45 81 78 39

Laboratoire de Traitement et Communication de l'Information (LTCI) du CNRS

Institut TELECOM / Télécom ParisTech

ENST, 46 rue Barrault 75013 Paris