

Génération de triplets de photons dans les cristaux ou les guides d'onde à propriétés optiques non linéaires du troisième ordre

Benoît Boulanger
Institut Néel – CNRS Université Grenoble Alpes

Il y a aujourd'hui un besoin croissant de lumière cohérente aux propriétés statistiques particulières adaptées à l'information quantique, qu'il s'agisse de cryptographie (sécurisation télécom) ou de l'ordinateur quantique. L'optique non linéaire est le moyen privilégié pour synthétiser une telle lumière. L'émission de paires de photons par un processus paramétrique du second ordre (un photon se divise en deux photons d'énergie moindre) a permis une première révolution dans ce domaine. Le nouvel horizon aujourd'hui est la génération de triplets (un photon se divise en trois).

En effet, d'un point de vue quantique, la génération de triplets de photons (TPG) est le moyen le plus direct de produire de purs états quantiques de la lumière dont la statistique va au-delà de la statistique gaussienne habituelle associée à des sources laser ou des générateurs de paires de photons. La naissance simultanée de trois photons est par exemple à l'origine des propriétés quantiques intrinsèques à trois corps telles que l'intrication quantique de Greenberger-Horne-Zeilinger (GHZ).

Nous avons fait la première démonstration expérimentale de triplets de photons en accord de phase dans un cristal de KTiOPO_4 (KTP) massif pompé à 532 nm. Il a été nécessaire de stimuler le processus non linéaire en utilisant deux photons incidents à 1665 nm polarisés perpendiculairement l'un à l'autre. Des tentatives réalisées avant notre travail s'étaient soldées par des échecs, essentiellement du fait de la faible amplitude de la susceptibilité électrique du troisième ordre, mais surtout du fait de l'impossibilité de décrire les processus correspondants par une simple analogie avec les interactions non linéaires du second ordre. Nous travaillons maintenant sur la TPG spontanée autour de 1500 nm dans une configuration guidée basée sur des fibres de SiO_2 dopées avec GeO_2 ainsi que des guides arêtes taillés dans des cristaux de KTP ou de TiO_2 .

La théorie classique et quantique de la TPG sera présentée, ainsi que les derniers résultats expérimentaux en insistant sur les aspects matériaux, qu'il s'agisse de cristaux ou de milieux amorphes, de milieux volumiques ou de guides.

