

Source de paires de photons fibrée basée sur la fluorescence paramétrique

Anh Tuan Nguyen¹, Kien Phan Huy⁴, Edouard Brainis¹, Marc Haelterman¹, Philippe Emplit¹, Costantino Corbari², Albert Canagasabay², Morten Ibsen², Peter Kazansky², Olivier Deparis³, Andrei Fotiadi³, Patrice Mégret³, et Serge Massar⁴

Résumé

Objectif : Concevoir et réaliser une **source de paires de photons** utilisable dans des expériences de **communication quantique** (cryptographie quantique, téléportation quantique, non localité quantique,...).

Piste étudiée : La génération de paire de photons jumeaux par **fluorescence paramétrique** dans une **fibre optique** en silice périodiquement polée.

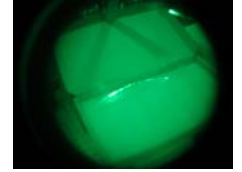
Expériences réalisées : **Mesure de coïncidences** des paires de photons (corrélations temporelles) et mise en évidence de la **nature bosonique** du photon (expérience de Hong-Ou-Mandel)

Fibre optique *Twin-Hole* périodiquement polée



Fibre *Twin-Hole*

- Diamètre de la fibre 125 μm
- Diamètre du cœur 3/3.3 μm
- Distance entre les trous 10 \pm 1 μm
- Distance cœur-trou 1.7 μm
- Coupure 1.121/1.198 μm
- Ouverture numérique 0.27 \pm 0.01

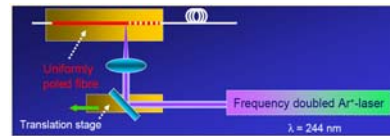
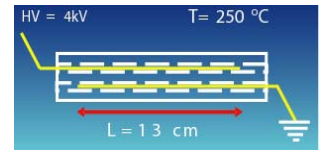


Poling uniforme

(création de la non linéarité)

- Température 250 $^{\circ}\text{C}$
- Voltage 4 kV

$$\chi^{(2)} = 3\chi^{(3)}E_{dc}$$



Effaçage périodique par UV

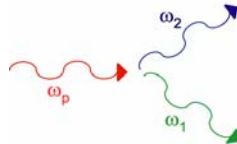
(Choix de ω_1 et ω_2)

- Période du poling 42.4 μm
- Longueur de la partie périodiquement polée 8 cm

Fluorescence paramétrique

Annihilation d'un photon de pompe
&
Création d'une paire de photons

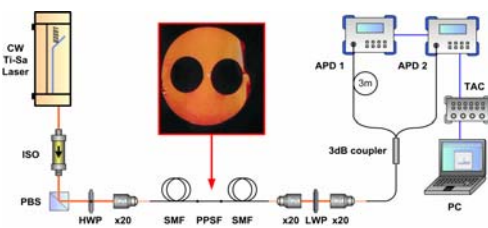
$$\omega_p = \omega_1 + \omega_2$$



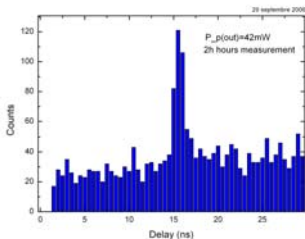
Cas dégénéré $\omega_1 = \omega_2$ \rightarrow Source de photons jumeaux

Mesure de coïncidences

(Corrélations temporelles)



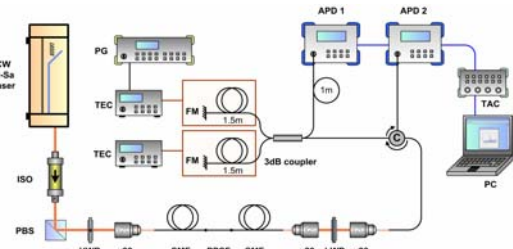
But : Démontrer que les 2 photons détectés furent créés simultanément, autrement dit en paires



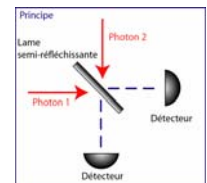
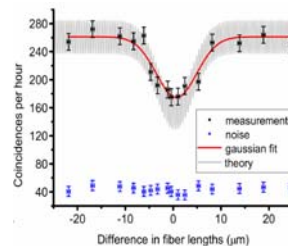
- Longueur d'onde des paires de photons 1556 nm
- Taux de création des paires de photons 146 MHz
- Largeur spectrale des paires de photons 17 THz

Nature bosonique du photon

(Expérience de Hong-Ou-Mandel)



But : Démontrer le caractère indiscernable et bosonique des deux photons d'une paire



- Largeur du Dip 8.4 μm
- Visibilité du Dip 40 %

Conclusion et perspectives : Nous avons conçu et réalisé une **source de paires de photons** dans la gamme de longueur d'onde actuellement utilisée en télécommunication optique. Cette source étant **fibrée**, son utilisation dans les systèmes de télécommunication optique, déjà installés et également fibrés, s'avère relativement aisée. Les prochains développements concernent l'amélioration de cette source en vue de produire des **paires de photons enchevêtrées**. Ces paires de photons enchevêtrées permettraient de réaliser des expériences de **non localité quantique**, de **téléportation quantique**,...

Remerciements : Ce projet est supportée par le **Fond pour la formation à la Recherche dans l'Industrie et l'Agriculture (FRIA)**, par le **Pole d'Attraction Interuniversitaire** de la Politique Scientifique Fédérale et par le **Projet européen QAP**. Les auteurs remercient également Freddy Clavie pour son aide inestimable et son soutien permanent.

¹Service d'Optique et Acoustique, Université libre de Bruxelles, Av. F. D. Roosevelt 50, B-1050 Bruxelles, Belgium

²Optoelectronics Research Centre, University of Southampton, Southampton Hampshire SO17 1BJ, United Kingdom

³Service d'Electromagnétisme et de Télécommunications, Faculté Polytechnique de Mons, 31 Boulevard Dolez, B-7000 Mons, Belgium

⁴Laboratoire d'Information Quantique, Université Libre de Bruxelles, Avenue F. D. Roosevelt 50, 1050 Bruxelles, Belgium

E-mail : annguyen@ulb.ac.be

