

Mise en œuvre d'un système d'intrication de paires de photons dans le domaine fréquentiel

Ismael Mbodji¹, Laurent Olislager², Eric Woodhead³, Kien P. Huy¹, Serge Massar³ et Jean M. Merolla¹

¹ Institut FEMTO-ST, UMR 6174 CNRS – Université de Franche-Comté, 32 avenue de l'Observatoire, 25044 BESANCON Cedex

² Service OPERA-Photonique, CP 194/5, Université Libre de Bruxelles, Avenue F.D Roosevelt 50, B-1050 Brussels, Belgium

³ Service OPERA-Photonique, CP 194/5, Université Libre de Bruxelles, Avenue F.D Roosevelt 50, B-1050 Brussels, Belgium

ismael.mbodji@univ-fcomte.fr

L'intrication est un des aspects les plus fascinants de la mécanique quantique. Cette propriété est largement utilisée dans la distribution de clés quantiques et dans la manipulation de photons enchevêtrés en énergie-temps ou polarisation [1]. Cependant, les systèmes qui utilisent ces types d'enchevêtrement mettent souvent en œuvre des interféromètres de Mah-Zehnder déséquilibrés de plusieurs centimètres, dont la robustesse et la stabilité sont primordiales. C'est la raison pour laquelle, nous proposons une autre façon de faire en considérant ces états intriqués dans le domaine fréquentiel. Ainsi, nous suggérons l'utilisation de modulateurs de phase électro-optiques pour remplacer les interféromètres. Pour ce faire, on génère 2 photons par conversion paramétrique à 1547.736 à l'aide d'une source laser émettant un signal dit de pompe à 773.86 nm. Pour chaque photon, le cristal de PPLN a une probabilité de produire une paire de photons intriqués qui seront directement envoyés à un coupleur 50/50. Avec une probabilité de $\frac{1}{2}$, ces photons arrivent sur les modulateurs électro-optiques (MP₁, MP₂) auxquels on applique des signaux RF de fréquence $\Omega=25$ GHz. Ces signaux sont contrôlés en amplitude aux moyens d'atténuateurs variables et en phase grâce aux modulateurs (I, Q). Les filtres passe-bande (3 GHz) sélectifs associés aux photodiodes à avalanche (D₁, D₂) permettent de mesurer les coïncidences.

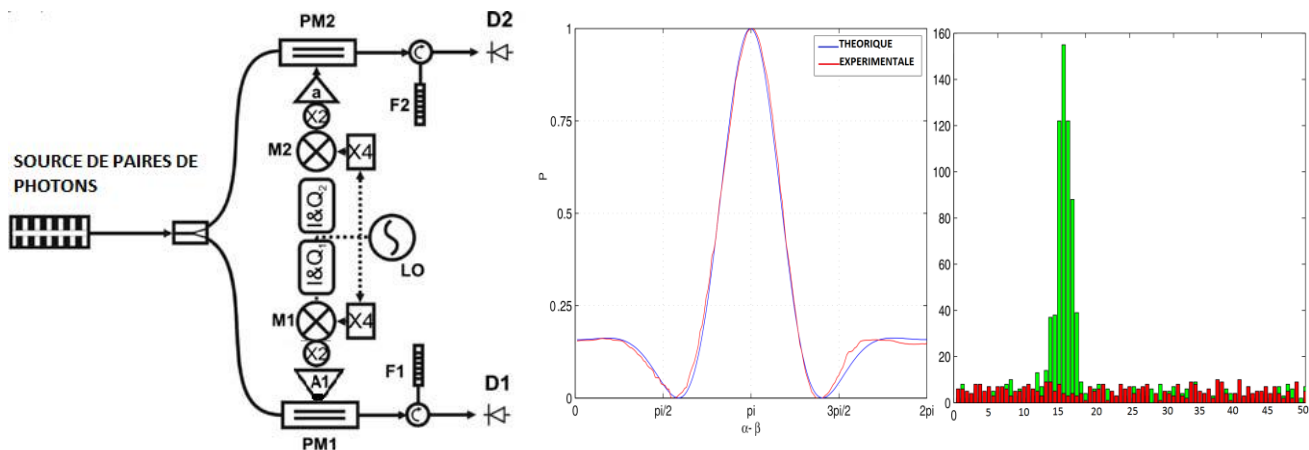


Figure 1 a) Schéma expérimental du démonstrateur b) Mesures de coïncidences.

En optimisant les paramètres d'amplitudes et de phase de l'oscillateur local, nous avons obtenu des interférences quantiques avec une visibilité brute de $99.17\% \pm 0.11$ et une nette violation du Clauser-Horne 74(CH74) de 2.4 ± 0.021 . Ainsi, nous montrons ici une technique de manipulation de paires de photons efficace, indispensable pour la distribution de clés quantiques [2].

Références

- [1] J. Brendel, N. Gisin, W. Tittel, et H. Zbinden "Pulsed Energy-Time Entangled Twin-Photon Source for quantum communication," Phys. Rev. Lett., vol. 82, no 82, p. 2594, 1999.
- [2] M. Bloch, S. W. Mc Laughlin, J.M Merolla, F. Patois, "Frequency-coded quantum key distribution" Optics Letters, 32, 301, (2007)