

INTERNSHIP PROPOSAL

(One page maximum)

Laboratory name: **Laboratoire Charles Fabry**
CNRS identification code: **UMR 8501**
Internship director's surname: **Rosa Tualle-Brouri**
e-mail: **rosa.tualle-brouri@institutoptique.fr** Phone number: **01 64 53 33 83**
Web page: <http://www.lcf.institutoptique.fr/>
Internship location: **LCF, IOGS, 2 avenue Augustin Fresnel, 91127 Palaiseau cedex**

Thesis possibility after internship: YES
Funding: **Bourse Ecole Doctorale EDOM**

Optimisation d'une source de photons uniques

L'utilisation en optique quantique de protocoles *hybrides*, exploitant la double nature corpusculaire et ondulatoire de la lumière, pourrait ouvrir de très nombreuses perspectives dans le domaine de l'information quantique, avec notamment la possibilité à terme de réaliser un ordinateur quantique qui ne fonctionnerait qu'avec la lumière. Plus précisément, il est possible de générer des états quantiques très complexes de la lumière^[1,2] en partant de photons uniques et en mesurant des quadratures du champ électromagnétique par un procédé interférométrique que l'on appelle *mesure homodyne*. Les mesures homodynes sont extrêmement intéressantes car, tout en utilisant des détecteurs relativement standards, elles peuvent atteindre une très grande efficacité. La difficulté principale pour la mise en œuvre de ces protocoles est de disposer d'une source de photons uniques qui soit brillante (i.e. avec un taux d'émission élevé), et qui émette des photons de grande pureté dans un mode optique bien contrôlé, afin de pouvoir effectuer des mesures interférométriques avec ces photons uniques.

Nous disposons déjà d'une telle source au laboratoire^[3], capable d'émettre des photons uniques à 250kHz avec une fidélité de l'ordre de 90%. Pour intéressantes qu'elles soient, ces performances sont encore trop limitées pour certaines applications. Cette source utilise l'émission de paires de photons par fluorescence paramétrique, qui est un effet non-linéaire du deuxième ordre. Son principe repose sur la génération conditionnelle : si on détecte l'un des photons de la paire, alors on peut disposer de l'autre photon de la paire comme d'un photon unique. La fluorescence paramétrique émet sur un spectre relativement large, et un filtrage spectral étroit est nécessaire dans la voie de conditionnement (là où l'un des photon de la paire est détecté) pour disposer au final d'un photon pur (de bonne fidélité avec un photon idéal) et dans un mode optique bien contrôlé. Cependant, ce filtrage diminue fortement le taux d'émission de la source, et n'est pas parfait : ce filtre doit laisser passer une bande spectrale encore relativement large si l'on veut conserver un taux d'émission conséquent. Plusieurs études^[4] ont déjà montré la possibilité d'éliminer ce filtrage en le remplaçant par un choix adéquat des modes optiques et du cristal non-linéaire impliqués dans l'émission paramétrique. L'objet du travail proposé est d'étudier la possibilité d'adapter ce type de fonctionnement sans filtre à notre dispositif expérimental. Ce sujet est avant tout expérimental, mais a aussi une composante théorique qui pourra s'avérer utile en cas de reconfinement.

1: NJP 16(5) 053001 (2014); **2:** Opt. Expr. 22 (24), pp. 30357-30367 (2014); **3:** Opt. Expr. 27 (3), pp. 3113-3120 (2019); **4:** Phys. Rev. Lett. 100, 133601 (2008).

Please, indicate which speciality(ies) seem(s) to be more adapted to the subject:

Condensed Matter Physics: NO Soft Matter and Biological Physics: NO
Quantum Physics: YES Theoretical Physics: NO