

INTERNSHIP PROPOSAL

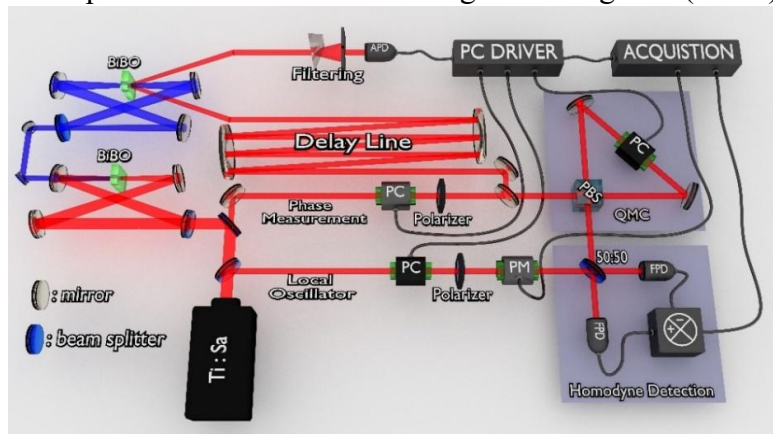
Laboratory name: **Laboratoire Charles Fabry**
CNRS identification code: **UMR 8501**
Internship director's surname: **Rosa Tualle-Brouri**
e-mail: rosa.tualle-brouri@institutoptique.fr Phone number: **01 64 53 33 83**
Internship location: **LCFIO, 2 Av. Augustin Fresnel, Palaiseau**

Thesis possibility after internship: **YES/NO**
Funding: **YES/NO** If YES, which type of funding: EDOM, PEPR

Plateforme versatile pour la manipulation d'états quantiques photoniques

Parmi toutes les plateformes actuellement étudiées pour développer un ordinateur quantique, les solutions tout-optique présentent l'avantage de pouvoir facilement déplacer l'information quantique d'un point à un autre de la structure. Cet aspect est essentiel pour permettre la *scalabilité*, à savoir la capacité de passer à l'échelle. En effet, pour mettre en œuvre des ordinateurs munis de millions de qubits, il faudra pouvoir effectuer des opérations sur des *qubits* distants, et dans ce cadre le transfert de l'information quantique d'un point à un autre de l'espace devient incontournable. Il existe maintenant des propositions théoriques de protocoles¹ pour implémenter efficacement sur des états photoniques toutes les portes logiques nécessaires au calcul quantique. Ces protocoles nécessitent la génération d'états quantiques complexes, les états GKP², mais dont la synthèse pourrait s'effectuer avec une succession d'opérations simples : croisements d'impulsions lumineuses sur des séparatrices, et mesures sur certaines d'entre elles. Que ce soit pour générer ces états ou, ensuite, pour implémenter des portes quantiques, il est nécessaire de pouvoir appliquer ces opérations simples sur des impulsions lumineuses en suivant des protocoles de complexité arbitraire. Pour limiter les pertes optiques, qui peuvent dégrader fortement les performances pour l'information quantique, nous cherchons à développer une solution tout-optique en espace libre.

Nous avons déjà développé une source de photons uniques haute cadence³, ainsi qu'une cavité optique de très haute finesse jouant le rôle de mémoire quantique et capable de stocker et de restituer ces photons à la demande⁴. Nous sommes par ailleurs parvenus à générer des états *chat de Schrödinger* optiques avec un taux de génération⁵ et une amplitude⁶ à la pointe de l'état de l'art (voir schéma du dispositif expérimental ci-contre). Pour développer des protocoles plus complexes, notre objectif est d'utiliser le multiplexage temporel en stockant les impulsions dans une cavité de grande longueur (~60m), et en y prélevant les impulsions



que l'on veut manipuler. Cette plateforme versatile permettrait ainsi d'implémenter en temps réel des protocoles arbitraires et évolutifs. L'objet de ce stage sera de participer au montage de cette cavité longue, et de caractériser son asservissement en phase, avant de tester ses performances pour la génération d'états quantiques.

1: [Phys. Rev. Lett. 123](#), 200502 (2019); **2:** [Phys. Rev. A 64](#), 012310 (2001); **3:** [Opt. Expr. 27 \(3\)](#), pp. 3113-3120 (2019); **4:** [Phys. Rev. Lett. 122](#), 210501 (2019); **5:** [Phys. Rev. Lett. 133](#), 173603 (2024); **6:** [Phys. Rev. X 16](#), 031047 (2026)

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