
Résumé

Dans le cadre de l'étude expérimentale des états quantiques intriqués de particules uniques, il est nécessaire de développer des systèmes compacts, robustes et polyvalents. Motivés par la miniaturisation, la stabilité et la flexibilité apportées par les fibres optiques, nous présentons deux expériences où les fibres optiques servent d'interfaces pour piéger des atomes uniques et collecter les photons uniques émis.

Dans un premier temps, en combinant une fibre optique monomode avec une lentille asphérique, un faisceau dipolaire permet de piéger un atome de rubidium unique par blocage collisionnel. Le refroidissement et le taux de pertes par collisions assistées par la lumière dans le piège dipolaire sont augmentés via une modulation de l'intensité du faisceau dipolaire dont l'effet sur la durée de vie de l'atome est expliqué. Une source fibrée de photons uniques à la demande est obtenue avec ce dispositif, produisant des photons dans un mode spatial et temporel à priori bien défini.

Dans un second temps, nous présentons la conception d'une expérience couplant optimalement une chaîne d'atomes uniques piégés à une cavité Fabry-Pérot fibrée combinée avec une lentille à forte ouverture numérique pour imager et adresser les atomes individuellement. Un dispositif d'ablation laser de précision submicrométrique est alors construit pour réaliser et analyser *in situ* les formes de miroirs voulues à l'extrémité des fibres optiques. Nous présentons ensuite les cavités fibrées doublement résonantes avec une biréfringence contrôlée réalisées. Nous décrivons également le système expérimental construit pour la production rapide d'un nuage d'atomes froids et leur transport vers la cavité.

Mots-clés : Atomes froids uniques, Pince optique fibrée, Photons uniques, Électrodynamique quantique en cavité, Cavité fibrée, Ablation laser

Abstract :

The experimental study of entangled quantum states of single particle ensembles requires development of compact, robust and versatile systems. Motivated by miniaturization, stability et flexibility provided by optical fibers as light wave-guides, we present two experiments where optical fibers are used as interfaces for single atoms trapping and single photons collection into their guided modes.

The first experiment combines a singlemode fiber with an aspherical lens to produce a dipolar beam in which we trap a single rubidium atom by collisional blockade. This fiber-pigtailed optical tweezer is a simple, compact and versatile tool for single cold atom production. Cooling and light-assisted collisional loss rate in the dipole trap are increased by modulating the dipole beam intensity. The modulation and beam polarization effects on atom lifetime are presented and explained. With this setup, we realized a triggered single photon source, whose photons have *a priori* well defined spatial and spectral mode due to the optical fiber and the atomic transition.

In a second part, we present the design of an experiment which optimally couples a trapped single atom register to a fiber Fabry-Pérot cavity and where a high numerical aperture lens allows for individual imaging and addressing. A sub-micron precision laser ablation setup is built to create and to analyze *in situ* desired mirror shapes on optical fiber end faces. Then, we present the produced double resonant fiber cavities with controlled birefringence. Eventually, we describe the created experimental setup for fast cold atom cloud production and transport towards the cavity.

Keywords : Single cold atoms, Fiber-pigtailed optical tweezer, Single photons, Cavity quantum electrodynamics, Fiber cavity, Laser ablation