

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2010)

Proposition de stage pour l'année 2011-2012 (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition :

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	Gleyzes	Prénom/ first name :	Sébastien
Tél :	01 44 32 33 60	Fax :	
Courriel / mail:	gleyzes@lkb.ens.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire Kastler Brossel			
Code d'identification :	UMR 8552	Organisme :	
Site Internet / web site:	www.cqed.org		
Adresse / address:	24 Rue Lhomond, 75005 Paris		
Lieu du stage / internship place:	Département de physique de l'ENS		

Titre du stage / internship title: Atomes et photons en cavité: rétroaction quantique, chat de Schrödinger et non-localité

Résumé / summary

Une cavité supraconductrice permet de stocker un champ microonde de quelques photons sans dissipation pendant une fraction de seconde. Le couplage de ce champ à des atomes de Rydberg "circulaires" pris un par un permet la réalisation de nombreuses expériences de pensées proposées par les fondateurs de la physique quantique pour illustrer ses aspects les moins intuitifs. Notre dispositif réalise un système quantique conceptuellement très simple permettant la mise en œuvre d'expériences fondamentales pour la compréhension de la logique quantique dans un système microscopique très bien contrôlé. Grâce à la réalisation de miroirs supraconducteurs exceptionnels permettant de stocker un photon pendant 0.13 s, nous sommes parvenus, pour la première fois, à compter des photons sans les détruire en les observant avec un jet d'atomes. En mesurant le déplacement lumineux des niveaux d'énergie de l'atome induit par le champ piégé dans la cavité, on réalise expérimentalement une mesure quantique non-destructive quasi-idéale du nombre de photons. Après la mesure, l'état du champ est projeté sur un état de Fock où le nombre de photons est parfaitement défini. Partant d'un état quasi-classique du champ (état cohérent), nous avons ainsi pu préparer dans la cavité des états nombre jusqu'à $n=7$. Ce processus de préparation, basé sur une mesure quantique, est intrinsèquement aléatoire. Pour aller plus loin, nous avons développé un algorithme de rétroaction quantique permettant de façon déterministe un état de Fock $|n_0\rangle$ dans la cavité. Après chaque détection atomique, nous utilisons l'information de la mesure pour rétroagir en temps réel sur le champ, en commandant une source micro-onde externe qui va venir amplifier ou atténuer l'intensité du champ dans la cavité, afin de forcer la convergence vers un état de Fock prédéterminé.

Le sujet du stage s'inscrit dans cette thématique. Il s'agira dans un premier temps d'optimiser l'algorithme de rétroaction, en essayant par exemple d'implémenter des méthodes de mesure adaptative permettant de détecter plus vite les sauts quantiques de la lumière. Dans un second temps, nous souhaitons utiliser ces méthodes de préparation et de mesure d'états non-classiques du champ pour étudier des états intriqués nouveaux, délocalisés entre deux cavités distinctes. Le but à terme est la préparation d'une "paire EPR (Einstein-Podolski-Rosen) de chats de Schrödinger", un état où l'on s'attend à voir la non-localité quantique se manifester à une échelle mésoscopique.

Le sujet proposé est essentiellement expérimental. Il consistera d'une part à optimiser l'algorithme de rétroaction quantique, et d'autre part à préparer et caractériser une seconde cavité supraconductrice. Pour cela l'étudiant en stage devra se familiariser avec diverses techniques: cryogénie, acquisition et contrôle temps réel, excitation laser d'atomes de Rydberg, spectroscopie micro-onde, pulvérisation/étude de couches minces.

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : oui

Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: AR, DGA ou ERC

Lasers et matière	oui	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	oui
Optique de la science à la technologie	oui	Physique des plasmas	non

Fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>