

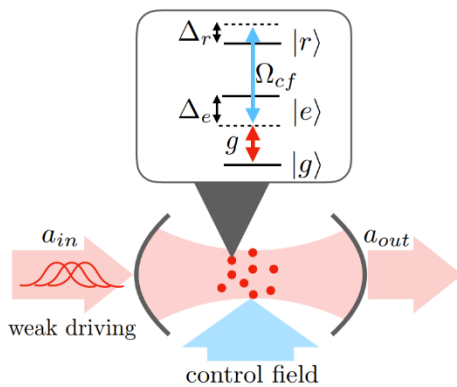
Stage de M2 : Dynamique d'une cavité optique non-linéaire pour l'information quantique

Laboratoire Collisions Agrégats Réactivité
Équipe Théorie

Encadrants: Étienne BRION & Mohamed Aziz BOUCHENE

contact : etienne.brion@irsamc.ups-tlse.fr

L'existence d'états quantiques intriqués est à l'origine de la puissance des protocoles d'information quantique – calcul, cryptographie ou simulation quantiques [1]. En pratique, l'intrication de deux particules porteuses d'information, deux *bits quantiques*, est réalisée par le biais d'une interaction physique, contrôlée par l'opérateur. Dans le cas de deux photons, cette interaction ne peut être qu'indirecte, effectivement induite par propagation dans un milieu optique fortement non-linéaire [2].



L'objet de ce stage est l'étude théorique d'un dispositif optique non-linéaire (représenté schématiquement ci-contre et réalisé expérimentalement à l'Institut d'Optique – Palaiseau) composé d'un nuage d'atomes froids en forte interaction dipôle-dipôle, piégé au sein d'une cavité optique [3]. L'ensemble constitue une plateforme permettant, notamment, la réalisation de portes quantiques photoniques [4].

Le travail demandé consistera à simuler numériquement le comportement dynamique de ce dispositif soumis à une impulsion lumineuse à quelques photons. Ce calcul présente un double intérêt: il permettra de valider les approximations utilisées dans les traitements analytiques précédents, en même temps qu'il mettra en évidence de nouveaux phénomènes intéressants dans le régime transitoire.

Ce stage requiert une bonne connaissance de la mécanique quantique, des notions d'optique quantique et de dynamique des systèmes quantiques ouverts seraient utiles. Des aptitudes et un goût pour la programmation scientifique (Matlab, C) sont nécessaires.

Références bibliographiques

- [1] M. A. Nielsen & I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press (2010).
- [2] D. E. Chang, V. Vuletić & M. D. Lukin, *Quantum nonlinear optics – photon by photon*, Nat. Phot. **8**, 685 (2014).
- [3] A. Grankin, E. Brion, E. Bimbard, R. Boddeda, I. Usmani, A. Ourjoumtsev et P. Grangier, *Quantum statistics of light transmitted through an intracavity Rydberg medium*, New J. Phys. **16**, 043020 (2014).
- [4] S. Das, A. Grankin, I. Iakoupov, E. Brion, J. Borregaard, R. Boddeda, I. Usmani, A. Ourjoumtsev, P. Grangier et A. S. Sørensen, *Photonic controlled-phase gates through Rydberg blockade in optical cavities*, Phys. Rev. A **93**, 040303 (R) (2016).