

Offre de stage de L3 : Déplacement rapide d'une pince optique pour la manipulation d'atomes individuels

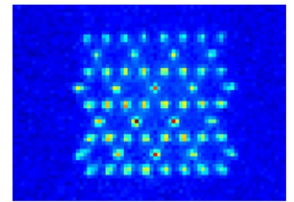
Groupe *Optique Quantique*, Laboratoire Charles Fabry, Institut d'Optique,
91 120 Palaiseau, France

Date de stage : juillet 2015

Contexte scientifique

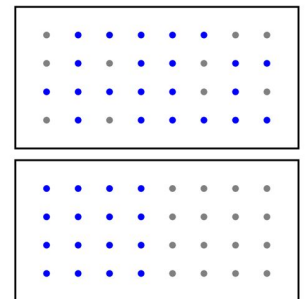
Depuis 2011, nous développons un dispositif expérimental destiné à la simulation quantique (c'est-à-dire à la réalisation expérimentale de systèmes quantiques à N corps, bien contrôlés, reproduisant des Hamiltoniens pertinents en physique de la matière condensée). Pour cela, nous utilisons des atomes individuels refroidis par laser, piégés dans des matrices bidimensionnelles de pièges optiques micrométriques, et interagissant *via* une très forte interaction dipolaire électrique lorsqu'ils sont portés dans des états de nombre quantique principal élevé, dits états de Rydberg.

À l'heure actuelle, nous avons (i) étudié en grand détail les différents types d'interactions entre *deux* atomes de Rydberg [1, 2, 3, 4] (ii) démontré la création de matrices 2D, de géométrie arbitraire, contenant jusqu'à une centaine de pièges [5]. La figure ci-contre montre par exemple un réseau dit *kagome*, intéressant pour la simulation du magnétisme quantique. Cependant, le mécanisme de chargement des micropièges par un atome individuel est intrinsèquement non-déterministe : chaque piège a une probabilité 1/2 d'être rempli, ce qui conduit à la présence de $N/2$ lacunes en moyenne dans une matrice de N pièges.



Objet du stage

Nous allons explorer une voie possible pour s'affranchir de ce problème, en réarrangeant une matrice désordonnée à l'aide d'un faisceau piège *mobile* qui permet de transporter des atomes d'un piège occupé à une lacune. En répétant le processus, il doit donc être possible, en partant d'une grande matrice désordonnée contenant $2N$ pièges (haut de la figure ci-contre), de créer une matrice de N pièges tous remplis (bas de la figure).



Notre groupe a déjà étudié dans le passé le transport d'un atome unique à l'aide d'une pince optique mobile [6]. Le but du stage sera d'améliorer la vitesse de transport d'un site à un autre en utilisant pour cela deux déflecteurs acousto-optique croisés, déjà présents sur le dispositif [7], et de vérifier, sur un système minimal de deux pièges, que l'extraction, le transport, et le transfert de l'atome ne conduisent pas à un chauffage trop important. Si le test est concluant et que le temps imparti le permet, un premier essai de réarrangement le long d'une chaîne 1D sera effectué.

Le stagiaire sera amené d'une part, lors des tests préliminaires, à acquérir des compétences en optique (lasers, modulateurs acousto-optiques), en électronique (radiofréquences, générateurs arbitraires de fonctions, pilotage d'instruments par ordinateur), et, d'autre part, lors des tests sur des atomes, à travailler sur un dispositif expérimental complexe utilisant des atomes froids piégés individuellement.

Contact

Thierry Lahaye : thierry.lahaye@institutoptique.fr.

Références

- [1] L. Béguin *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 263201 (2013) ([arXiv:1302.4262](https://arxiv.org/abs/1302.4262)).
- [2] D. Barredo *et al.*, Phys. Rev. Lett. **112**, 183002 (2014) ([arXiv:1402.4077](https://arxiv.org/abs/1402.4077)).
- [3] S. Ravets *et al.*, Nature Phys. **10**, 914 (2014) ([arXiv:1405.7804](https://arxiv.org/abs/1405.7804)).
- [4] D. Barredo *et al.*, soumis à Phys. Rev. Lett. ([arXiv:1408.1055](https://arxiv.org/abs/1408.1055)).
- [5] F. Nogrette *et al.*, Phys. Rev. X **4**, 021034 (2014) ([arXiv:1402.5329](https://arxiv.org/abs/1402.5329)).
- [6] J. Beugnon *et al.*, Nature Phys. **3**, 696 (2007) ([arXiv:0705.0312](https://arxiv.org/abs/0705.0312)).
- [7] H. Labuhn *et al.*, Phys. Rev. A **90**, 023415 (2014) ([arXiv:1406.5080](https://arxiv.org/abs/1406.5080)).