



Institut de physique

Actualités scientifiques

Piéger et contrôler indépendamment la position de 30 atomes froids

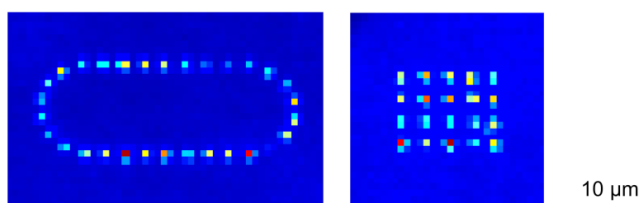
Juillet 2016

Des physiciens viennent de réaliser une nouvelle plateforme expérimentale pour des simulations quantiques mettant en œuvre plusieurs dizaines d'atomes froids et dont il est possible de programmer à volonté la géométrie.

Les physiciens savent aujourd'hui piéger, conserver et contrôler à l'unité ou en très petit nombre des systèmes quantiques tels que photons, ions, ou atomes. A présent, l'enjeu est de réaliser des systèmes constitués d'un plus grand nombre d'objets quantiques, contrôlés individuellement, disposés selon des géométries ajustables, et dont les interactions sont contrôlées. Plusieurs approches sont développées pour réaliser ces systèmes dénommés de manière générique "simulateurs quantiques". Les techniques de piégeage d'ions autorisent un contrôle inégalé de l'état quantique des particules individuelles, mais le nombre d'ions ne peut, à l'heure actuelle, dépasser la vingtaine. De surcroît, ceux-ci sont actuellement limités à une configuration linéaire. Avec les atomes ultrafroids piégés dans des potentiels lumineux périodiques, il est possible de disposer de plusieurs milliers de particules, mais le contrôle précis et individuel de leur position, de leur état et de leurs interactions est très délicat techniquement. Des physiciens du Laboratoire Charles Fabry (LCF, IOGS/CNRS/UPSud) viennent de réaliser un nouveau type de dispositif expérimental destiné à des atomes ultrafroids. Leur méthode de piégeage optique associe un contrôle individuel très fin de l'état des atomes, une grande flexibilité dans leur arrangement géométrique dans un plan et des interactions ajustables. Ils ont d'ores et déjà utilisé cette méthode avec une trentaine d'atomes, c'est-à-dire un nombre suffisamment élevé pour que les simulations numériques directes du système

soient assez difficiles pour que la simulation quantique expérimentale devienne nécessaire. Ce travail est publié dans la revue *Nature*.

Dans ce dispositif, le principe de piégeage des atomes est le même que pour les pincettes optiques ou les réseaux optiques d'atomes froids. La force exercée par une lumière sur des atomes déjà froids les conduit à se placer dans les zones d'intensité maximale ou minimale selon le désaccord de la fréquence lumineuse avec les atomes. Pour concevoir ce dispositif, les chercheurs ont utilisé les techniques d'optique diffractive pour contrôler très précisément la géométrie des maxima et minima de l'intensité lumineuse. Pour cela, ils ajustent le front d'onde de l'onde laser de piégeage avec un modulateur de phase plan dont ils programment les 500 000 pixels. Ils obtiennent ainsi une zone de piégeage carrée de 30 micromètres de côté dans laquelle ils positionnent jusqu'à trente pièges, d'une taille typique d'un micromètre et séparés les uns des autres de quelques micromètres. Ces pièges sont alors alimentés avec des atomes de rubidium refroidis par laser dans une zone qui entoure la zone de piégeage, la petite taille des pièges individuels assurant qu'ils ne sont occupés que par un seul atome. Il reste ensuite à faire interagir ces atomes. Une fois les micropièges remplis, tous les atomes sont portés vers un état très excité, dit "de Rydberg", au moyen d'une succession d'impulsions laser. Ces mêmes impulsions permettent de contrôler précisément l'état final des atomes. Les chercheurs ont alors observé directement l'effet de ces interactions en mesurant les corrélations spatiales entre atomes résultant de la forte interaction entre voisins. Comme l'excitation d'un atome dans un état de Rydberg inhibe l'excitation de ses plus proches voisins, cela conduit à créer un système très corrélé où les atomes ne sont pas indépendants les uns des autres, analogue quantique d'un liquide dense. Cette approche devrait pouvoir s'étendre à une centaine d'atomes et ainsi ouvrir de nouvelles perspectives à la "simulation quantique".



Deux exemples de matrices de pièges, chacun contenant un atome et un seul. La barre donne l'échelle des images.

En savoir plus

Tunable two-dimensional arrays of single Rydberg atoms for realizing quantum Ising models,

H. Labuhn, D. Barredo, S. Ravets, S. de Léséleuc, T. Macrì, T. Lahaye et A. Browaeys

Nature (2016)

Contact chercheur

Thierry Lahaye, chercheur CNRS

Informations complémentaires

Laboratoire Charles Fabry (LCF)



www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie

3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16

T 01 44 96 42 53

inp.com@cnrs.fr

www.cnrs.fr/inp