

Spécialité de Master “Optique, Matière, Plasmas”

Stage de recherche

Proposition de stage

Date de la proposition : 12/11/2015

Responsable du stage:			
Nom/name :	Bouchoule	Prénom/firstname	Isabelle
Tel :	01 64 53 33 38	fax :	
Courriel/Mail :	isabelle.bouchoule@institutoptique.fr		
Nom du laboratoire: Laboratoire Charles Fabry			
Code d'identification :	UMR8501	Organisme :	Institut d'Optique
Site internet :	https://www.lcf.institutoptique.fr/Groupes-de-recherche/Optique-atomique/Experiences/Puce-atomique		
Adresse :	Institut d'Optique, 2 av. Augustin Fresnel, 91 127 Palaiseau Cedex		
Lieu du stage :	Institut d'Optique		

Titre du stage : Sélection spatiale d'une partie d'un nuage d'atomes ultra-froids.

Les expériences d'atomes froids permettent d'obtenir des gaz d'atomes dégénérés très dilués et aux paramètres très bien contrôlés, réalisant des systèmes modèles des gaz quantiques. Ainsi ces expériences sont de véritables simulateurs quantiques. En particulier, sur l'expérience de puce atomique du laboratoire Charles Fabry, les gaz de Bosons unidimensionnels sont étudiés. L'excellent accord des mesures avec les prédictions du modèle de Lieb-Liniger de Bosons unidimensionnels avec des interactions ponctuelle ont validé l'utilisation de cette expérience comme simulateur quantique. La physique de ces gaz est très différente du cas tridimensionnel. En particulier, le phénomène de condensation de Bose Einstein n'a pas lieu et les fluctuations et les interactions entre atomes ont un rôle accru. Ainsi, contrairement au cas tridimensionnel, le rôle des interactions est d'autant plus fort que la densité est faible et un régime de fortes corrélations entre atomes, appelé régime de fermionisation, peut être obtenu. Nous abordons maintenant sur notre expérience des problématiques nouvelles. Ainsi nous installons un potentiel périodique, qui permettra d'étudier la physique de la transition superfluide/isolant de Mott. Nous étudions aussi la dynamique hors équilibre.

Le gaz quantique est décrit par ses fonction de corrélations et il est important de pouvoir les sonder. Dans notre expérience, nous avons mis au point une méthode, qui utilise une lentille magnétique pour les atomes, pour observer le gaz dans l'espace des impulsions. Ainsi, la distribution d'impulsion, qui est la transformée de Fourier de la fonction de corrélation à un corps, a été étudiée. Nous avons aussi récemment mesuré des corrélations à deux corps dans l'espace des impulsions. L'étude du gaz dans l'espace des impulsions est un atout important pour l'étude de la dynamique hors équilibre. Ainsi, elle nous a permis récemment de mettre en évidence le phénomène de réflexion du gaz sur lui-même. La mesure dans l'espace des impulsions sera aussi cruciale pour l'étude de la transition de Mott, qui se caractérise par une modification de la distribution d'impulsion.

La mesure de la distribution d'impulsion est effectuée sur l'intégralité du nuage et l'information sur la position initiale des atomes est perdue. Or le nuage atomique est en général inhomogène : le gaz est confiné longitudinalement dans un potentiel variant lentement, généralement harmonique, et la densité atomique varie le long du nuage. Les différentes zones du nuage explorent alors différents régimes et la distribution d'impulsion varie d'une zone du nuage à l'autre. Par exemple, en présence d'un potentiel périodique, le centre du nuage peut être dans la phase localisée de la transition de Mott alors que les bords du nuage sont dans la phase délocalisée. La mesure de la distribution d'impulsion globale mélange les informations et est difficilement exploitable. Pour remédier à ce problème, il serait très utile de pouvoir n'effectuer la mesure de la distribution d'impulsion que sur une zone choisie du nuage.

L'objectif du stage sera de mettre en place le système optique qui permettra d'effectuer une sélection spatiale d'une partie du nuage atomique. L'idée est d'éclairer les atomes que nous voulons enlever avec un faisceau de sélection qui effectue un pompage optique vers un état hyperfin dans lequel les atomes sont insensibles au faisceau imageur. L'étudiant(e) étudiera les paramètres physiques pertinents pour réaliser cette sélection. Il travaillera ensuite à la mise en oeuvre expérimentale de cette technique. La mise en forme spatiale du faisceau de sélection sera effectuée avec une matrice de micro-miroirs, programmable par ordinateur. Plus généralement, l'étudiant(e) sera intégré à l'équipe et il participera, avec l'étudiant actuellement en thèse, au travail sur l'expérience de puce atomique.

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? : Non

Si oui, financement envisagé :

Laser, optique, matière :	×	Lumière, Matière, Interactions	×
Plasma : de l'espace au laboratoire			