

Spécialité de Master “Optique, Matière, Plasmas”

Stage de recherche

Proposition de stage

Date de la proposition : 30/10/2017

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 : Modification de la constante de couplage dans des gaz de Bosons unidimensionnels.

Les expériences d'atomes froids, grâce au grand contrôle des paramètres qu'elles permettent, sont des plateformes idéales pour étudier les systèmes modèles de la physique des gaz quantiques. Le travail de notre équipe est centré sur une expérience d'atomes froids utilisant une puce atomique pour confiner des atomes dans des micro-pièges magnétiques. Des géométries très allongées aux confinements transverses suffisamment forts pour geler la dynamique transverse sont réalisables avec cette technologie et notre équipe s'est spécialisée dans l'étude des gaz de Bosons unidimensionnels. Nous nous intéressons à la dynamique hors équilibre dans ces systèmes. La dynamique hors équilibre des systèmes quantiques à N corps isolés est un sujet en pleine effervescence. En particulier, la question de la relaxation dans ces systèmes est étudiée. Sur notre expérience, nous avons récemment étudié la dynamique engendrée par une modification rapide de la force des interactions. Dans une approche linéarisée les modes collectifs de faible énergie sont des phonons, les variables conjuguées étant la fluctuation de densité et la phase. La modification de la force des interactions produit un état comprimé pour chacun des modes collectifs, l'énergie n'étant plus également répartie entre les deux variables conjuguées. Il s'ensuit une oscillation de l'énergie dans chaque mode, c'est à dire de la largeur de la distribution de chaque variable. Nous avons mis en évidence expérimentalement ce phénomène de respiration. Différents modes contribuent aux oscillations observées et le déphasage entre modes produit un amortissement des oscillations observées. A temps plus longs, on s'attend à ce que des couplages non-linéaires entre modes introduisent un amortissement des oscillations de chaque mode. Les temps caractéristiques ne sont cependant pas connus, et la dépendance en les différents paramètres n'a pas été élucidée. Lors de ce stage, l'étudiant étudiera cet amortissement. Pour cela, il effectuera notamment des calculs basés sur l'équation de Schrödinger non-linéaire. Sur l'expérience, l'amortissement des modes peut être sondé en étudiant la réapparition des oscillations à temps long. Cette réapparition, prédite par le modèle linéarisé, est due à la nature discrète du spectre des modes collectifs et au fait que les fréquences sont quasiment équidistantes. Après avoir étudié théoriquement les paramètres pertinents pour l'observation de ce retour des oscillations, et si ces paramètres sont réalistes, l'étudiant prendra part aux expériences qui permettront d'étudier ce phénomène.

Sur le plan théorique, le travail pourra être poursuivi en étudiant le rôle de l'intégrabilité du modèle. En effet, le gaz de Bosons unidimensionnels avec des interactions ponctuelles répulsives est un cas très particulier des systèmes quantiques à N corps car le système est intégrable, c'est-à-dire qu'il possède un nombre infini de degrés de liberté. La dynamique est donc très contrainte et le système peut ne pas relaxer vers un état d'équilibre thermodynamique après une modification de la constante de couplage. Les modes collectifs ne sont cependant pas les quantités conservées du modèle. Une relaxation de chaque mode et un équilibre entre modes peut a priori se produire. Il est cependant possible que des états hors d'équilibre de grande durée de vie subsistent dans lesquels les modes de faibles et de grande énergie ne soient pas thermalisés entre eux. De façon plus prospective, l'étudiant cherchera à identifier les expériences qui permettront de mettre en évidence le caractère intégrable du système.

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			