

## Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

**Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)**

### Proposition de stage

Date de la proposition :

**Responsable du stage / internship supervisor:**

Nom / name:	Bouchoule	Prénom/ first name :	Isabelle
Tél :	01 64 53 33 38	Fax :	
Courriel / mail:	Isabelle.bouchoule@institutoptique.fr		

**Nom du Laboratoire / laboratory name:** Laboratoire Charles Fabry

Code d'identification : UMR 8501

Organisme : Institut d'Optique/CNRS

Site Internet : [www.lcf.institutoptique.fr/Groupes-de-recherche/Optique-atomique/Experiences/Puce-atomique](http://www.lcf.institutoptique.fr/Groupes-de-recherche/Optique-atomique/Experiences/Puce-atomique)

Adresse / address: 1 avenue Augustin Fresnel, 91127 Palaiseau Cedex

Lieu du stage / internship place: Institut d'Optique

**Titre du stage / internship title: Etude de la dynamique hors équilibre de gaz de Bose uni-dimensionnels**

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. Les gaz quantiques sont des gaz dans lesquels la longueur d'onde de de Broglie est supérieure à la distance inter-particule moyenne, de sorte que la nature quantique des composants joue un rôle très important. En particulier, la physique diffère beaucoup selon la nature bosonique ou fermionique des atomes. La présence d'intrication quantique dans ces gaz, en particulier en présence d'interactions entre atomes, rend leur description théorique extrêmement ardue, les études expérimentales sont donc primordiales. Une particularité importante des nuages d'atomes ultra-froids est leur très faible couplage à l'environnement. Ceci permet d'aborder l'étude de la dynamique hors équilibre de systèmes quantiques complexes isolés, un sujet très peu exploré qui suscite de nombreuses interrogations théoriques. Pour amener le système dans un état hors équilibre, une procédure consiste à modifier rapidement un paramètre du système. L'évolution ultérieure peut ensuite être étudiée. Le système relaxe-t-il vers une nouvelle situation d'équilibre ? Comment les fonctions de corrélations évoluent-elles ? Ces questions suscitent un nombre important de travaux théoriques et expérimentaux depuis quelques années. Dans l'expérience de puce atomique du laboratoire Charles-Fabry, nous participons à cet effort. Ainsi, nous avons récemment mis en évidence le phénomène de réflexion du nuage sur lui-même lorsque le mode de compression du nuage est excité.

Sur notre expérience, des atomes de Rubidium, qui sont des Bosons, sont confinés dans des pièges magnétiques réalisés par des courants électriques circulant dans des micro-fils déposés à la surface d'une puce. En approchant les atomes à quelques microns des fils, des confinements magnétiques très importants peuvent être réalisés. Des géométries de piégeage très anisotropes sont naturellement réalisées, les atomes étant guidés le long d'un micro-fil par un confinement transverse très important le confinement longitudinal étant beaucoup plus faible. Avec les forts confinements transverses que nous réalisons, nous atteignons le régime uni-dimensionnel où les degrés de liberté transverses sont gelés. Nous étudions ainsi sur notre expérience des gaz de Bosons unidimensionnels. Dans la description réduite unidimensionnelle du gaz, la force des interactions entre atomes dépend à la fois de la longueur de diffusion, caractérisant les interactions entre atomes dans le monde tridimensionnel, et du confinement transverse. Un avantage offert par notre expérience est la possibilité de modifier, de façon indépendante, le confinement transverse et le confinement longitudinal. En modifiant le confinement transverse, nous pouvons modifier la force des interactions du gaz unidimensionnel. Nous pouvons ainsi, en effectuant une modification rapide du confinement transverse, augmenter les interactions suffisamment rapidement pour que le gaz n'ait pas le temps de s'adapter. Nous pouvons donc ainsi générer une situation hors d'équilibre. Nous proposons d'étudier l'évolution du système après cette mise hors équilibre. Pour cela, nous utiliserons les diagnostics que nous avons développé sur notre expérience. D'une part, en utilisant des images en absorption, nous mesurons la distribution de densité, ainsi que les fluctuations de densité, qui renseignent sur le régime dans lequel le gaz se trouve. D'autre part, nous utilisons une lentille magnétique pour imager le nuage dans l'espace des impulsions. Nous pouvons alors mesurer la distribution d'impulsion et ses fluctuations. Ces diagnostics nous permettront de suivre la dynamique du gaz.

Lors du stage, l'étudiant travaillera sur l'expérience, en équipe avec le doctorant actuel. Il participera à la prise de données ainsi qu'à l'analyse des données.

**Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Non**

**Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD:**

Lumière, Matière, Interactions OUI

Lasers, Optique, Matière OUI

