Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

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

Proposition de stage (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition : octobre 2017

Responsable du stage / *internship supervisor*: Remi GEIGER
Tél : 0140512208
Courriel / *mail*:
remi.geiger@obspm.fr

Nom du Laboratoire / *laboratory name*: SYRTE (Systèmes de Référence Temps-Espace)
Code d'identification : UMR 8630 Organisme : Observatoire de Paris
Site Internet / *web site*: https://syrte.obspm.fr/spip/science/iaci/
Adresse / *address:* 77, avenue Denfert Rochereau - 75014 Paris
Lieu du stage / *internship place*: 77, avenue Denfert Rochereau - 75014 Paris

Titre du stage / *internship title*: Interférométrie atomique de précision dans une cavité optique

Les capteurs inertiels à atomes froids offrent de nombreuses applications en physique fondamentale (tests des lois de la gravitation, astronomie gravitationnelle), en géosciences (mesures du champ de gravité ou de la rotation terrestres) et en navigation inertielle (centrales inertielles). Mieux répondre à ces applications requière le développement constant de ces capteurs pour améliorer leurs performances (sensibilité, exactitude, dynamique, encombrement, robustesse). Ce stage, qui pourra se poursuivre sur une thèse, vise à améliorer la sensibilité et l'exactitude des capteurs inertiels à atomes froids en mettant en œuvre de nouvelles techniques d'interférométrie atomique en cavité optique.

Le principe des capteurs à atomes froids repose sur la manipulation d'ondes de matière dans un interféromètre, de manière analogue à la manipulation d'ondes lumineuses dans un interféromètre optique. Les lames séparatrices et les miroirs pour les ondes atomiques sont réalisés à partir d'impulsions lumineuses impliquant deux lasers contrapropageants. Lors des impulsions, un atome absorbe un photon d'un des deux lasers et émet de manière stimulée un photon dans le second laser (transition à deux photons). Ce processus s'accompagne d'un transfert d'impulsion de la lumière à l'atome (vitesses de l'ordre du cm/s), qui permet de créer les bras de l'interféromètre atomique. La sensibilité de ces dispositifs est donnée par le transfert d'impulsion entre les champs lasers et l'atome, et augmente avec le nombre de photons échangés. Une voie d'amélioration de la sensibilité consiste donc à réaliser des séparatrices dites multi-photoniques, nécessitant un couplage entre l'atome et le rayonnement laser plus important (transitions à quatre, six, huit, … photons). La sensibilité et l'exactitude des interféromètres atomiques sont données par le niveau d'homogénéité de l'intensité et de la phase relative des deux lasers impliqués dans la transition.

Pour répondre aux contraintes d'intensité laser élevée et de bonne homogénéité de phase, l'utilisation d'une cavité optique résonante est envisagée, en exaltant la puissance lumineuse intra-cavité pour parvenir à des couplages atome-champs importants, et en contrôlant de manière interférométrique la phase du champ intra-cavité. Le gain apporté par une cavité optique pour l'interférométrie atomique nécessite toutefois de parvenir à des tailles de faisceaux résonants centimétriques, afin d'interroger des nuages d'atomes froids (température de l'ordre de 1 µK) dont la taille est de l'ordre d'un centimètre après un temps d'interrogation des atomes dans l'interféromètre de plusieurs centaines de milli-secondes. Obtenir de tels gros faisceaux résonants dans une cavité courte (50 cm) est un défi.

Une étude approfondie d'une géométrie de cavité optique adaptée à l'interférométrie atomique a déjà été effectuée, et de premières expériences ont été menées afin de valider les simulations numériques. Ce stage a pour objectif de poursuivre cette étude. Il a donc des composantes de modélisation (physique numérique, notamment simulations optiques) et expérimentales (travail sur la cavité optique). A plus long terme (thèse de doctorat), une fois le prototype validé, la cavité optique sera implémentée sur une expérience de gyromètre-accéléromètre du laboratoire SYRTE, qui représente l'état de l'art de la sensibilité des capteurs inertiels à atomes froids.

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

Si oui, financement de thèse envisagé/ *financial support for the PhD***: ANR or other contract, or doctoral school (EDPIF)**

Lumière, Matière, Interactions	**X**	Lasers, Optique, Matière	**X**

Fiche à transmettre (fichier pdf ***obligatoirement****) sur le site* *http://stages.master-omp.fr*