

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2012)

Proposition de stage pour l'année 2011-2012 (**ne pas dépasser 1 page**)

Date de la proposition :

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>			
Nom / name:	Pereira Dos Santos	Prénom/ first name :	Franck
Tél :	01 40 51 23 86	Fax :	01 43 25 55 42
Courriel / mail:	<a href="mailto:Franck.pereira@obspm.fr">Franck.pereira@obspm.fr</a>		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> SYRTE			
Code d'identification :	UMR 8630	Organisme :	Observatoire de Paris
Site Internet / web site:	<a href="http://syрте.obspm.fr/tfc/capteurs_inertiels/">http://syрте.obspm.fr/tfc/capteurs_inertiels/</a>		
Adresse / address:	61 av de l'Observatoire 75014 PARIS		
Lieu du stage / internship place:	Observatoire de Paris		

**Titre du stage / internship title:** DES PAQUETS D'ONDE LARGEMENT SEPARES DANS UN INTERFEROMETRE A ATOMES PIEGES

Résumé / summary

Le but de notre expérience est de réaliser, à l'aide de techniques d'interférométrie atomique, des mesures de précision de l'interaction atome-surface, et de tester des interactions de type QED (Van der Waals, Casimir-Polder) et de type gravitationnelle (modification par un potentiel type Yukawa) avec une excellente sensibilité. Ces mesures permettront de tester la validité des théories sous jacentes, aux échelles de distance courte (de l'ordre du  $\mu\text{m}$ ), et d'explorer dans ces limites d'éventuelles violations de ces lois. Le principe de l'expérience consiste à piéger des atomes froids dans un réseau optique vertical au voisinage d'une surface, et au moyen d'un interféromètre atomique, de réaliser une mesure du potentiel vu par les atomes en fonction de la distance atome-surface (voir [1] pour plus de détail). L'interféromètre est créé en plaçant, à l'aide d'impulsions lumineuses Raman, les atomes dans une superposition de deux paquets d'onde localisés dans deux puits adjacents, puis en les laissant évoluer, et enfin en recombinaison les deux paquets d'onde. Le signal d'interférence permet de mesurer la différence de phase accumulée par les paquets d'onde atomique. Ce déphasage est proportionnel à la différence d'énergie entre les puits, qui révèle entre autre le gradient du potentiel d'interaction atome-surface.

Le but du stage consistera à étudier la possibilité d'augmenter la séparation spatiale entre les deux paquets d'onde partiels afin d'améliorer la sensibilité de l'interféromètre. Dans un dispositif expérimental préliminaire, dans lequel la surface d'intérêt était placée loin des atomes, nous avons démontré qu'il était possible de réaliser à l'aide d'un interféromètre de type Ramsey une mesure de la fréquence de Bloch, qui correspond à la différence d'énergie potentielle de pesanteur entre les deux puits voisins [2]. Des transitions jusqu'au dixième puits voisins ont été observées, ce qui correspond à une séparation de seulement  $2.7 \mu\text{m}$ . La sensibilité relative sur la mesure de la fréquence de Bloch, et donc de l'accélération de la pesanteur est actuellement au mieux de l'ordre de  $2 \cdot 10^{-5}$  sur une seconde, limitée par le bruit de détection, le temps de vie des atomes dans le réseau, mais aussi la faible séparation des paquets d'onde. Nous envisageons d'augmenter cette séparation à l'aide 1) d'une séquence de pulses Raman permettant le transport des paquets d'onde partiels dans le réseau en escaladant l'échelle des états de Wannier-Stark ou bien 2) à l'aide de réseaux en mouvement, qui permettront de transporter de façon sélective vers le haut ou vers le bas, mais simultanément, deux paquets d'onde partiels différant initialement par leur état d'impulsion.

[1] Wolf P., et al., Phys. Rev. A75, 063608, (2007).

[2] Q. Beaufils et al., Phys. Rev. Lett. 106, 213002 (2011)

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

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

Lasers et matière	<b>OUI</b>	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	<b>OUI</b>
Optique de la science à la technologie		Plasmas : de l'espace au laboratoire	