

Proposition de stage M1/M2 pour l'année 2011-2012

GRAVIMETRE A ONDES DE MATIERE COHERENTE

Responsable du stage /internship supervisor			
Nom/name :	Pereira Dos Santos	Prénom/first name	Franck
Tél :	+1 40 51 23 86	Fax : +1 43 25 55 42	
Courriel/mail :	franck.pereira@obspm.fr		
Nom du Laboratoire / Laboratory name : SYRTE			
Code d'identification: UMR8630	Organisme : Observatoire de Paris/UPMC		
Site Internet/web site :	http://syrte.obspm.fr/tfc/capteurs_inertiels/		
Adresse/ address :	61 av de l'observatoire 75014 PARIS		
Lieu du stage/ Internship place:	LNE (Trappes, Yvelines) - Observatoire de Paris		

Résumé/summary

Le SYRTE développe un gravimètre atomique dont le principe de fonctionnement repose sur des techniques d'interférométrie atomique. Ce développement s'inscrit dans le cadre de la participation du SYRTE au projet de balance du watt du Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE), qui participe à l'effort de la communauté internationale de redéfinition de l'unité de masse, le kilogramme, basée encore aujourd'hui sur un artefact matériel. Dans cette balance, on équilibre le poids s'exerçant sur une masse de référence à l'aide d'une force électrique, ce qui permet in fine de faire le lien entre la masse et la constante de Planck. L'objectif du projet du LNE est de réaliser une mesure de la constante de Planck au niveau de 10^{-8} en valeur relative, ce qui permettrait d'envisager de redéfinir l'unité de masse, en fixant simplement la valeur numérique de la constante de Planck dans le nouveau système d'unités.

Le gravimètre développé par le SYRTE permet de mesurer l'accélération de la pesanteur avec une excellente sensibilité, et devrait surpasser en terme d'exactitude les performances des meilleurs gravimètres absolus «classiques», dont l'exactitude relative est de quelques 10^{-9} g. L'interféromètre est réalisé à l'aide d'une séquence d'impulsions laser appliquées sur un nuage d'atomes froids de ^{87}Rb en chute libre. La sensibilité actuelle sur la mesure de g est de 2×10^{-8} g sur 1s, comparable à l'état de l'art en gravimétrie absolue (limitée par les vibrations parasites). Les études des effets systématiques ont montré les limites imposées par le premier dispositif construit au laboratoire, et qui sont principalement liées à un contrôle insuffisant des effets de trajectoires transverses : accélération de Coriolis et influence des aberrations optiques. Un nouveau dispositif a été réalisé et est en cours d'évaluation. Les expériences préliminaires montrent que les biais jusqu'alors limitant ont été considérablement réduits. L'exactitude de la mesure est actuellement estimée à 5×10^{-9} g, toujours limitée par les effets d'aberrations des fronts d'onde des lasers. Il est cependant possible de réduire ces effets systématiques en utilisant une source d'atomes plus froids, obtenue en mettant en oeuvre des techniques de refroidissement plus performantes que celles que nous avons utilisées jusqu'à maintenant.

Le but du stage consistera à réaliser l'interféromètre en utilisant comme source atomique un condensat de Bose-Einstein, qui présente l'intérêt d'être mieux défini en vitesse et en position. Ce condensat sera obtenu par refroidissement évaporatif dans un piège optique généré par un laser à fibre de puissance à $1.5 \mu\text{m}$. Le travail portera notamment sur l'optimisation de la phase de préparation du condensat, qu'on souhaite aussi courte que possible afin de ne pas diminuer dramatiquement le taux de répétition de la mesure, et sur l'étude du gain attendu en terme de contrôle des paramètres de trajectoires (stabilité de vitesse transverse, fluctuations de position initiale). L'inconvénient majeur attendu avec un condensat réside dans les effets d'interaction entre les atomes, qui peuvent induire des biais significatifs sur la mesure de gravité, qui pourront être étudiés de façon précise, dans l'environnement extrêmement bien contrôlé de notre instrument.

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