

Proposition de stage de M2 avec possibilité de poursuite en thèse de doctorat

Stage de M2 (6 mois) : Test de la relativité restreinte par une mesure de grande exactitude de l'effet Sagnac pour les ondes de matière

Sujet de doctorat (3 ans) : Développement d'un nouveau dispositif de gyromètre-accéléromètre à atomes froids ultra-sensible

Laboratoire : SYRTE - Observatoire de Paris, 77 avenue Denfert Rochereau, 75014 Paris, France

Encadrant : Remi GEIGER, remi.geiger@obspm.fr ; +33(0)1.40.51.22.08

Site internet : <https://syрте.obspm.fr/spip/science/iaci/>

Résumé : 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). Le fonctionnement de ces capteurs repose sur l'interférométrie atomique mettant à profit des superpositions entre états quantiques d'impulsions différentes d'un atome. Ces superpositions d'états sont obtenues à l'aide de transitions optiques à deux (ou plusieurs) photons communiquant une impulsion à l'atome et jouant le rôle de lames séparatrices et de miroirs pour les ondes de matière. Le SYRTE est un laboratoire pionnier du domaine, reconnu mondialement pour son expertise en métrologie de ces capteurs quantiques, leur utilisation pour différentes applications, et leur transfert technologique.

Ce stage a pour objectif de poursuivre le développement de l'expérience de gyromètre-accéléromètre à atomes froids du SYRTE et de l'utiliser pour conduire un test de l'effet Sagnac (apparition d'un déphasage dans un interféromètre possédant une aire physique et mis en rotation) pour les ondes de matière, avec une exactitude inégalée (2 ordres de grandeur meilleure que les expériences précédentes). Le stage mêlera des aspects d'instrumentation visant à améliorer la stabilité du gyromètre et des aspects de modélisation pour comprendre les effets systématiques de la mesure (compréhension fine de l'interaction lumière-matière responsable de la création de l'interféromètre). L'adéquation entre calculs théoriques et données expérimentales sera mise à l'épreuve durant le stage.

Dans le cas d'une poursuite en thèse, vous travaillerez au développement d'une nouvelle expérience de gyromètre-accéléromètre à atomes ultra-froids double axe permettant d'atteindre une stabilité de 10^{-12} rad/s pour les mesures de rotation, représentant une amélioration de deux ordres de grandeur par rapport au niveau actuel. Parvenir à un tel niveau de sensibilité constituerait, entre autre, une révolution dans le domaine de la sismologie, en offrant la possibilité de connaître la vitesse locale des ondes sismiques et leur direction de propagation. L'utilisation de cet instrument pour la physique fondamentale est également étudiée ; vous travaillerez notamment à un test des modèles de décohérence gravitationnelle par interférométrie atomique (décohérence d'une superposition d'état par couplage à un champ de gravité local), en lien avec les théoriciens de l'équipe du SYRTE et une équipe internationale.

Mots clés : interférométrie atomique, capteur inertiel, atomes froids, tests de physique fondamentale.

Compétences nécessaires : optique et laser, instrumentation, physique atomique.

Bibliographie : [D. Savoie et al, Science Advances, eaau7948 \(2018\)](#); [I. Dutta et al, Phys. Rev. Lett. 116, 183003 \(2016\)](#).