

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

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

## Proposition de stage

Date de la proposition : 29/10/2013

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>	
Nom/Name : <b>Luigi DE SARLO &amp; Sébastien BIZE</b>	
Tél : 01 40 51 21 05	
Courriel / mail: luigi.de-sarlo@obspm.fr	
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name: SYRTE – Système de références Temps et Espace</b>	
Code d'identification : UMR 8630	Organisme : Obs de Paris – CNRS – LNE – UPMC
Site Internet / web site: <a href="http://syрте.obspm.fr/fop/">syрте.obspm.fr/fop/</a>	
Adresse / address: 61 avenue de l'Observatoire, 75014 PARIS	
Lieu du stage / internship place: Paris	

### Titre du stage / internship title:

#### **Etude quantique du mouvement 3D des atomes en piège périodique et gravitationnel dans une horloge atomique de nouvelle génération**

Le SYRTE développe une horloge optique à atomes de mercure neutre de nouvelle génération utilisant un réseau optique dipolaire. Les atomes sont refroidis par laser et confinés dans un réseau de pièges dipolaires formé par une onde laser stationnaire dont la longueur d'onde est choisie pour ne pas perturber la fréquence de la transition horloge. L'utilisation de cette méthode combinée à la très faible sensibilité du mercure au rayonnement thermique permet d'envisager des exactitudes ultimes inférieures à  $10^{-18}$ . L'horloge Hg est intégrée à l'ensemble d'horloge du SYRTE comprenant également des fontaines atomiques de Rb et de Cs et des horloges à réseau optique Sr. Cet ensemble d'horloges ultra précises est et sera utilisé pour tester la stabilité des constantes fondamentales, pour mesurer le déplacement gravitationnel vers le rouge dans le cadre de la mission spatiale PHARAO/ACES, pour réaliser des comparaisons à très longue distance avec des partenaires européens via des liens fibrés et pour réaliser des échelles de temps ultra performantes dont l'échelle de temps atomique internationale. Avec des exactitudes inférieures à  $10^{-18}$ , de nouvelles applications sont envisageables comme la cartographie du potentiel de gravitation à partir de mesures du déplacement gravitationnel vers le rouge.

*Objectifs du stage :* En présence de la gravité et du potentiel de piégeage du réseau optique, les états de mouvement externe (fonctions d'onde) des atomes prennent une forme non-triviale (états de type Wannier-Stark) dont l'impact sur les performances ultimes de l'horloge restent à étudier, tant théoriquement qu'expérimentalement. Par ailleurs, mieux comprendre et modéliser le mouvement externe des atomes confinés permettra aussi d'envisager de nouveaux processus de refroidissement des atomes piégés et de mieux comprendre l'effet des interactions. Au cours de ce stage, on modélisera le spectre et les fonctions d'onde des atomes dans le réseau optique en allant au-delà de l'existant, notamment en incluant le mouvement transverse quantifié et en considérant les états de Wannier-Stark excités. On étudiera les effets sur la transition horloge et les manières de réduire ces effets en considérant notamment des formes alternatives de potentiels de piégeage.

**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: à discuter**

Lasers, Optique, Matière	<b>x</b>	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	<b>x</b>
Plasmas : de l'espace au laboratoire			