

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

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

## Proposition de stage (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition :

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>			
Nom / name:	HILICO	Prénom/ first name :	Laurent
Tél :	01 44 27 60 79	Fax :	01 44 27 38 45
Courriel / mail:	hilico@spectro.jussieu.fr		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b> Laboratoire Kastler Brossel			
Code d'identification :	UMR 8552	Organisme :	CNRS - UPMC
Site Internet / web site:	http://www.lkb.upmc.fr/-Metrologie-de-la-molecule-H-_2-		
Adresse / address:	T12-T13, 4 place Jussieu, 75252 Paris		
Lieu du stage / internship place:	T12-T13, 4 place Jussieu, 75252 Paris		

### Titre du stage / internship title: **Source laser à 313 nm pour refroidir des ions Be<sup>+</sup> piégés**

Les **ions piégés** constituent un système quantique quasi idéal, maintenu pendant de longues durées dans un environnement protégé des perturbations extérieures ; ce qui est très favorable pour des applications concernant l'information quantique ou la métrologie ultra précise des constantes fondamentales. Deux ingrédients très importants dans ce type d'expérience sont le contrôle de l'état quantique *interne* des ions, et le refroidissement par laser (contrôle du mouvement *externe*). Les laboratoires européens contribuant à ce domaine sont fédérés autour de l'action COST-IOTA <http://www.cost-iota.org/>, <http://www.uni-siegen.de/qo2012/home/>.

Notre projet consiste à mesurer le rapport des masses du proton et de l'électron (actuellement connu à quelques  $10^{-10}$  près), par spectroscopie vibrationnelle à 2 photons sans effet Doppler d'ions H<sub>2</sub><sup>+</sup> piégés. En première approximation, les fréquences de vibration de H<sub>2</sub><sup>+</sup> sont celles d'un oscillateur harmonique, de masse égale à la masse réduite des deux noyaux (ici  $m_p/2$ ). Exprimées en unités atomiques (c'est-à-dire en unités de la constante de Rydberg, connue à quelques  $10^{-12}$  près), elles sont proportionnelles à  $(m_e/m_p)^{1/2}$ . La mesure d'une fréquence de transition vibrationnelle, et sa comparaison avec les prédictions théoriques, permet donc de remonter au rapport des masses [1,2,3].

La **spectroscopie par logique quantique** [4] a permis aux horloges optiques de franchir le seuil de stabilité de  $10^{-17}$ . Elle peut être appliquée au couple d'ion Be<sup>+</sup>/H<sub>2</sub><sup>+</sup> pour améliorer la détermination de  $m_e/m_p$  et à terme mesurer les possibles dérives de cette constante fondamentale.

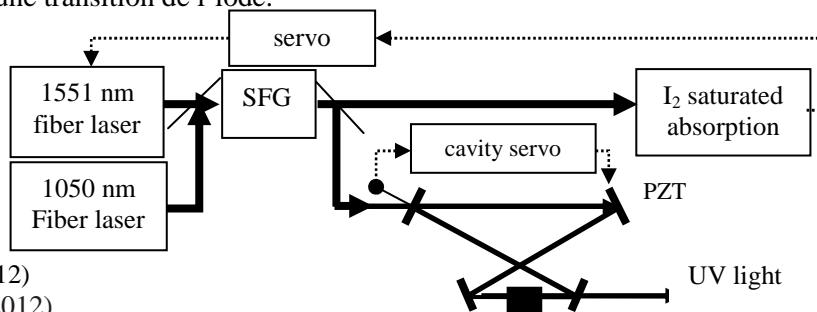
Le stage portera sur le **développement d'une source laser continue à 313 nm** pour le refroidissement d'ions Be<sup>+</sup> utilisant la méthode du NIST [5].

- Somme en fréquence de deux lasers à fibre infrarouge à 1550 et 1051 nm dans un cristal PPLN pour obtenir de la lumière rouge à 626 nm.
- Doublage de fréquence du 626 nm en cavité pour obtenir 313 nm
- Stabilisation de la fréquence du laser sur une transition de l'iode.

Membres permanents du groupe  
Jean-Philippe Karr, Albane Douillet, Laurent Hilico  
Doctorant : Vu-Quang Tran

#### Références

- [1] J.-Ph. Karr & al., Phys. Rev. A **79**, 012501 (2009)  
 [2] J.-Ph. Karr & al., Appl Phys B **107**,1043–1052 (2012)  
 [3] U. Bressel, & al. Phys. Rev. Lett. **108**, 183003 (2012)  
 [4] T. Rosenband & al., Science **319**, 1808 (2008)  
 [5] A.C.Wilson & al. Appl Phys B **105**, 741–748 (2011)



Rémunération pour M2 : OUI

**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: Bourse ministère**

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

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