

# 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 : 09/10/2012

<b>Responsable du stage / internship supervisor:</b>			
Nom / name:	KARR	Prénom/ first name :	Jean-Philippe
Tél :	01 44 27 60 79	Fax :	01 44 27 38 45
Courriel / mail:	karr@spectro.jussieu.fr		
<b>Nom du Laboratoire / laboratory name:</b>			
Code d'identification :	UMR 8552	Organisme :	Laboratoire Kastler Brossel
Site Internet / web site:	<a href="http://www.lkb.upmc.fr/">http://www.lkb.upmc.fr/</a>		
Adresse / address:	4 place Jussieu, Case 74, 75252 Paris Cedex 05		
Lieu du stage / internship place:	LKB, Jussieu, Tour 12-13, 2 <sup>ème</sup> étage		

<b>Titre du stage / internship title:</b>
<b>Un ion moléculaire pour sonder le rayonnement du corps noir</b>
<p>Les horloges atomiques les plus précises atteignent aujourd'hui des exactitudes meilleures que <math>10^{-17}</math>. Elles utilisent une transition d'un ion unique (<math>Al^+</math>) piégé et refroidi sympathiquement, via l'interaction coulombienne, par un ion lui-même refroidi par laser (<math>Mg^+</math> ou <math>Be^+</math>) [1]. L'état de l'ion « horloge » <math>Al^+</math> est détecté en le recopiant sur celui de l'ion refroidi par laser grâce à des opérations de logique quantique effectuées par des impulsions laser [2].</p> <p>L'une des contributions les plus importantes au budget d'incertitude de ces horloges provient du très faible déplacement de la fréquence de transition sous l'effet du rayonnement du corps noir émis par les matériaux environnant le piège à ions. Ce déplacement a pu être estimé (et donc corrigé en grande partie) en évaluant la polarisabilité dynamique des états initial et final de la transition d'horloge. Une estimation plus précise permettrait d'améliorer encore l'exactitude de ces horloges, vers la barre des <math>10^{-18}</math>.</p> <p>L'objectif du stage est d'explorer théoriquement une nouvelle possibilité pour améliorer cette estimation. Il s'agit de réaliser, dans le même piège, la spectroscopie d'un ion <math>Al^+</math> et d'un ion moléculaire <math>HD^+</math>, et de comparer les déplacements des deux transitions sous l'effet d'un laser infrarouge jouant le rôle d'un rayonnement de corps noir très amplifié (par exemple un laser à <math>CO_2</math>, le spectre du rayonnement de corps noir à 300K étant centré autour de <math>10 \mu m</math>). L'ion <math>HD^+</math> présente deux avantages pour une telle calibration :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- étant un système simple, ses propriétés sont calculables avec une très grande précision ;</li><li>- étant un ion moléculaire, il possède des transitions ro-vibrationnelles dans la région des <math>10 \mu m</math>, éventuellement en quasi résonance avec la raie laser, ce qui exalte sa polarisabilité et donc le déplacement de fréquence à mesurer.</li></ul> <p>Le travail consistera à écrire un programme permettant de calculer précisément la polarisabilité dynamique de l'ion <math>HD^+</math> (ou d'autres systèmes à trois corps), en s'appuyant sur les codes développés dans l'équipe pour résoudre le problème quantique à trois corps (voir par exemple [3]). On en tirera les ordres de grandeur pour conclure sur la faisabilité et l'intérêt de cette idée pour le futur des horloges optiques.</p> <p>[1] T. Rosenband et al., Phys. Rev. Lett. <b>98</b>, 220801 (2007) et Science <b>319</b>, 1808 (2008) ; C.W. Chou et al., Phys. Rev. Lett. <b>104</b>, 070802 (2010). [2] P.O. Schimdt et al., Spectroscopy using quantum logic, Science <b>309</b>, 749 (2005). [3] J.-Ph. Karr et L. Hilico, Phys. Rev. Lett. <b>109</b>, 103401 (2012).</p>

<b>Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui</b>			
<b>Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: Bourse ministère</b>			
Lasers et matière	X	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	X
Optique de la science à la technologie	X	Plasmas : de l'espace au laboratoire	X

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