

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2012)

Proposition de stage pour l'année 2011-2012 (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition : 04 octobre 2011

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	GUELLATI-KHELIFA	Prénom/ first name :	Saïda
Tél :	01 44 27 43 88	Fax :	01 44 27 38 45
Courriel / mail:	guellati@spectro.jussieu.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire Kastler Brossel			
Code d'identification :	UMR 8552	Organisme :	UPMC/CNRS/ENS
Site Internet / web site:	http://www.lkb.ens.fr/-Metrologie-Quantique-		
Adresse / address:	Case 74, Tour 13-23 , 4 place Jussieu		
Lieu du stage / internship place:	75252 Paris Cedex 05		

Titre du stage / : **Test de l'électrodynamique quantique par interférométrie atomique**

Résumé / summary

Parmi les 4 interactions fondamentales, l'interaction électromagnétique est celle qui joue le rôle le plus fondamental dans la physique de l'atome. Les forces électromagnétiques qui gouvernent l'atome sont décrites précisément dans le modèle de l'Electrodynamique Quantique (QED). Cette théorie a été formalisée il y a plus de 60 ans pour expliquer deux phénomènes : les déplacements de Lamb dans l'atome d'hydrogène et l'anomalie du rapport gyromagnétique de l'électron, phénomènes inexpliqués par les théories électromagnétiques admises jusque là. Aujourd'hui, alors que la QED a été intégrée dans le modèle standard, c'est toujours à l'aide de ces deux phénomènes que l'on teste de façon extrêmement précise la QED. Afin d'effectuer un test la QED, et en particulier celui de la mesure du rapport gyromagnétique de l'électron, il est nécessaire de connaître précisément l'intensité des interactions électromagnétiques, intensité caractérisée par la constante de structure fine, α . Au LKB, nous avons récemment réalisé une expérience nous permettant de déterminer α avec une incertitude relative de $6,6 \cdot 10^{-10}$ [1]. Cette valeur vient confirmer la mesure expérimentale de l'anomalie du rapport gyromagnétique de l'électron avec une précision inégalée, ce qui nous permet de réaliser un test sans précédent de l'Electrodynamique Quantique. Dans notre expérience la détermination de la constante de structure fine α est déduite de la mesure de la vitesse de recul v_r d'un atome qui absorbe un photon. Cette mesure est réalisée selon le principe suivant : nous sélectionnons, dans un nuage d'atomes froids, une fraction d'atomes dans une classe de vitesse sub-recul. Ces atomes sont accélérés de manière cohérente en leur communiquant un nombre très élevé de recul (environ $500 \times v_r$). La variation de vitesse ainsi induite est alors mesurée à l'aide d'un interféromètre atomique.

Pour améliorer la sensibilité de l'interféromètre atomique nous proposons d'utiliser des séparatrices à large transfert d'impulsions. Ainsi l'aire circonscrite par les trajets des deux ondes atomiques qui interfèrent serait sensiblement augmentée, ce qui confère à l'interféromètre atomique une plus grande sensibilité. Pour compenser nombreux effets systématiques, nous proposons une configuration qui permettrait de séparer symétriquement l'onde atomique.

L'objectif de ce stage est de réaliser le système laser qui permet de fabriquer deux paquets d'ondes atomiques cohérents, dans le même état interne et « symétriques » (centrés sur $-2\hbar k$ et $+2\hbar k$ (k étant le vecteur d'onde)).

Ce stage pourrait se prolonger sur une thèse, dans ce cas la suite du travail consisterait à :

- Réalisation d'un interféromètre atomique d'ordre élevé type Ramsey-Bordé (équivalent Mach-Zender en optique classique) et étude de ces performances ultimes.
- Mesure de la vitesse de recul en combinant l'interféromètre atomique d'ordre élevé avec les oscillations de Bloch dans un réseau optique.

[2] R. Bouchendira et al., *Phys. Rev. Lett.*, **106**, 080801 (2011)

[1] Cladé et al., *Phys. Rev. Lett.* **102**, 240402 (2009)

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: Oui

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