

## Soutenance de thèse de Julien Le Gouët

7 février 2008 (14h) – amphithéâtre de l'IAP / Observatoire de Paris

### **Etude des performances d'un gravimètre absolu à atomes froids : sensibilité limite et exactitude préliminaire**

L'interférométrie atomique est appliquée à la mesure absolue de l'accélération de pesanteur, afin de fournir une mesure exacte de **g** à l'expérience de balance du watt réalisée au LNE. La source atomique est obtenue à partir d'un nuage d'atomes froids de Rubidium 87. Deux faisceaux lasers contra-propageants verticaux sont utilisés pour réaliser des transitions Raman stimulées, qui permettent de séparer et faire interférer les paquets d'onde. Lors des transitions, la différence de phase entre les lasers est imprimée sur la phase des atomes en chute libre. Le déphasage atomique entre les deux chemins verticaux est alors sensible à l'accélération des atomes et permet d'accéder à une valeur exacte de **g**. Cette thèse est d'abord consacrée à l'étude des sources de bruit affectant la sensibilité de la mesure. Nous détaillons notamment la contribution du bruit de phase dû à la propagation des lasers dans le schéma conventionnel de faisceaux Raman rétro-réfléchis. Une partie importante de mon travail a ensuite consisté à étudier et réduire la contribution des vibrations, source principale de bruit de phase. A partir de la mesure d'un sismomètre, nous réduisons de près d'un facteur 3 la contribution des vibrations par deux méthodes différentes. Nous montrons qu'un traitement numérique du signal délivré par notre sismomètre permet de réduire encore ce bruit d'un facteur 3 quand l'expérience n'est pas isolée des vibrations du sol. La meilleure sensibilité mesurée, dans les conditions d'environnement optimales, est de  $1,4 \cdot 10^{-8} \text{ g/Hz}^{1/2}$ . Par ailleurs, l'étude de l'exactitude de la mesure occupe une part importante de la thèse. Bien que l'enceinte à vide utilisée ne soit que provisoire, nous avons entrepris le recensement des effets systématiques. Parmi les biais étudiés, nous distinguons ceux qui dépendent de l'orientation, vers le haut ou vers le bas, du vecteur d'onde effectif associé à la transition Raman. Nous définissons ainsi une méthode de mesures différentielles, et les limites de cette méthode. D'après deux comparaisons avec des gravimètres absolus basés sur une technique éprouvée d'interférométrie optique, notre mesure présente un biais résiduel de  $16 \cdot 10^{-9} \text{ g}$ . Le montage actuel provisoire n'a cependant pas permis d'évaluer exactement l'effet Sagnac résiduel, ni l'effet des aberrations des faisceaux Raman.

#### **Composition du jury :**

J.F. ROCH : Rapporteur  
O. GORCEIX : Rapporteur  
F. PEREIRA DOS SANTOS : Examineur  
A. PETERS : Examineur  
C. WESTBROOK : Examineur  
P. TUCKEY : Directeur de thèse

#### **Laboratoire national de métrologie et d'essais**

Établissement public à caractère industriel et commercial • Siège social : 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 • Tél. : 01 40 43 37 00  
Fax : 01 40 43 37 37 • E-mail : [info@lne.fr](mailto:info@lne.fr) • Internet : [www.lne.fr](http://www.lne.fr) • Siret : 313 320 244 00012 • NAF : 743 B • TVA : FR 92 313 320 244  
Barclays Paris Centrale IBAN : FR76 3058 8600 0149 7267 4010 170 BIC : BARCFRPP