

Projet « Balance du watt »

“Watt balance” project

1. Introduction

Le projet français de balance du watt a pour but de raccorder l'unité de masse à une constante fondamentale (la constante de Planck), en comparant une puissance d'origine mécanique à une puissance d'origine électromagnétique déterminée à partir de mesures de tension et de résistances par comparaison à l'effet Josephson et l'effet Hall quantique.

Au début de l'année 2004, les nouveaux locaux destinés à accueillir l'expérience sur le site du Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE), à Trappes, ont été investis et aménagés. Une partie des équipements constituant le dispositif expérimental y ont été transférés et ont permis de poursuivre la construction du dispositif.

Le développement des éléments dont le principe a été validé en 2003 a été poursuivi, de façon à pouvoir être intégrés dans le dispositif final et de permettre son fonctionnement selon les méthodes retenues.

2. Système de guidage et comparateur de force

Le système de guidage (fig. 1) en translation garantissant la rectitude du déplacement de l'équipage mobile a été équipé de nouvelles lames flexibles dont les caractéristiques permettront l'utilisation d'un système de compensation, conçu au cours de l'exercice, en vue de réduire les efforts de l'actionneur qui génèrera la translation à vitesse constante pendant la phase dynamique.

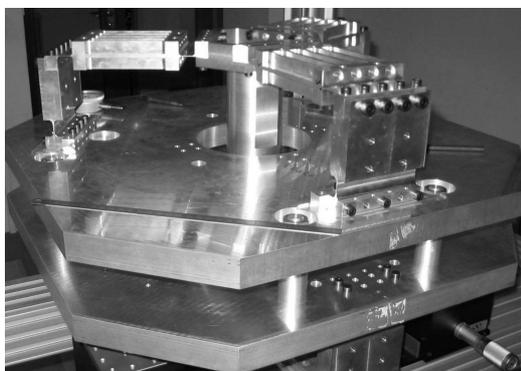


Fig. 1. - Système de guidage par éléments flexibles.

Destiné à prendre place sous le système de guidage, un nouveau fléau à suspension à lames flexibles et ses

accessoires ont été fabriqués et l'étude d'une méthode d'asservissement de sa position pendant la phase statique a été initiée.

3. Etalons de masse

Conjointement, l'étude de divers matériaux susceptibles d'être utilisés pour constituer les masses de référence de la balance du watt a été poursuivie dans le cadre du projet Euromet 734. Des études comparatives avec le platine iridié (alliage de référence) ont montré que les alliages d'or platiné ne pouvaient être sélectionnés en raison de leur faible dureté, mais que l'utilisation de l'iridium pouvait être envisagée.

4. Asservissement en vitesse et inclinométrie

Le dispositif original de contrôle de vitesse par interférométrie a évolué vers une configuration verticale qui sera la sienne dans le dispositif définitif, la première phase de l'étude de l'interféromètre ayant fait l'objet de la soutenance d'une thèse en fin d'année.

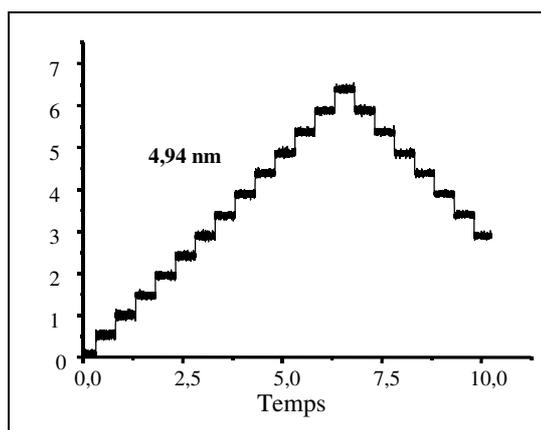


Fig. 2. - Pas de déplacement de l'interféromètre.

Les dispositifs optiques contribuent aussi à la qualité des alignements avec la poursuite de la réalisation d'un inclinomètre qui, associé à l'effet Faraday, permettra de positionner le champ du circuit magnétique dans le plan horizontal.

5. Circuit magnétique

Pour ce dernier, on dispose maintenant de la couronne d'aimants SmCo qui en sera l'élément principal. Le processus de caractérisation des matériaux doux et de modélisation des effets des forces magnétiques et de magnétostriction a été poursuivi et a permis une première évaluation des corrections à apporter aux cotes d'usinage de l'entrefer pour obtenir le profil de champ magnétique souhaité. Ces calculs devraient conduire rapidement à l'usinage final du circuit et à son montage.

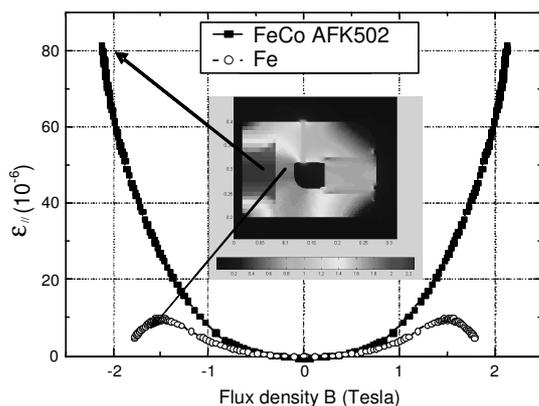


Fig. 3. - Etude des phénomènes de magnétostriction.

6. Références électriques

Les références électriques ont été mises en place dans les nouveaux locaux. La caractérisation de la référence de tension de la balance du watt, dont l'élément central est un réseau de jonctions Josephson programmable, a été poursuivie en collaboration avec la PTB. Les premiers résultats montrent que les performances sont adaptées au bon fonctionnement de l'expérience. Afin de compléter cette référence, une coopération avec le NPL a débuté, pour réaliser une source de polarisation rapide. A cela s'ajoute l'étude d'une source de courant programmable faible bruit qui délivrera le courant qui traversera la

bobine mobile et qui sera asservi de façon à assurer l'horizontalité du fléau du comparateur pendant la phase statique de l'expérience.

7. Gravimétrie

Plusieurs points du gravimètre à atomes froids ont fait l'objet de progrès importants. Un piège magnéto-optique à trois dimensions a été obtenu pendant l'été 2004 dans l'enceinte à vide provisoire. Depuis, cette enceinte a été modifiée, afin de changer le système de pompage du PMO 2D, et de pouvoir agréger les nouveaux éléments mécaniques qui ont été réalisés : supports de l'enceinte, de la zone de détection, blindage magnétiques ...

Une source de référence hyperfréquence provisoire a été développée, par multiplication du signal de distribution à très bas bruit de phase (100 MHz) disponible au LNE-SYRTE. Elle a été utilisée pour réaliser l'asservissement de phase des faisceaux Raman. Le système de contrôle des fréquences des lasers et de la séquence temporelle du gravimètre est opérationnel.

Enfin, en collaboration avec l'Institut de Physique du Globe de Paris, les premières mesures de variations temporelles de g sur le site de Trappes ont débuté.

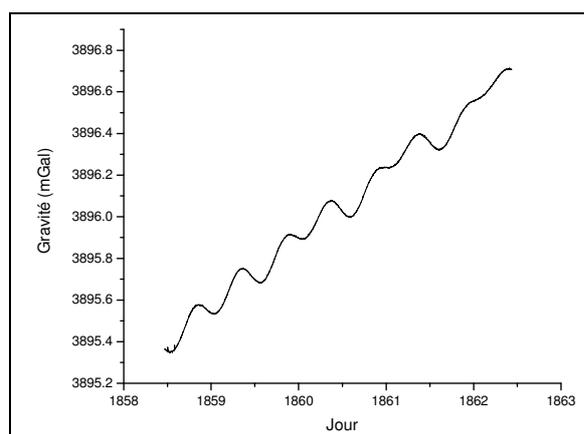


Fig. 4 - Mesures d'une modulation : les marées lunisolaires.