

La Balance du Watt

Gérard Genevès

*BNM-LNE/LAMA, 33 avenue du général Leclerc, 92 260 Fontenay aux Roses
gerard.geneves@lne.fr*

Résumé

Le kilogramme, dernière unité du système international encore définie par un artefact matériel unique, est l'objet de variations, liées aux interactions de sa surface avec le milieu environnant, dont on ne possède qu'une connaissance partielle.

La balance du watt est une voie possible pour raccorder cette grandeur à une quantité invariante: la constante de Planck.

Une conséquence de ce type de détermination pourrait être, à terme, la proposition d'une nouvelle définition de l'unité de masse.

Mots clés : kilogramme, balance du watt, constante fondamentale

Introduction

Le kilogramme est la seule unité de base du Système International (S.I.) encore définie par un artefact matériel. En regard des évolutions passées du S.I. et du peu de connaissance de la stabilité du prototype international, la définition en est insatisfaisante. Il serait préférable de lui substituer, à terme, une définition basée soit sur des propriétés atomiques, soit sur des constantes fondamentales. Parmi les diverses recherches en cours dans les laboratoires de métrologie, une des voies les plus prometteuse semble être celle de la balance du watt.

1. Principe

Son principe [1] consiste à effectuer la comparaison d'une puissance mécanique à une puissance électromagnétique. Elle résulte d'une mesure effectuée en deux étapes : une phase statique au cours de laquelle la force de Laplace s'exerçant sur un conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ d'induction est comparée au poids d'une masse étalon, et une phase dynamique où l'on détermine la tension induite au borne du même conducteur lorsqu'il est déplacé dans le même champ d'induction à vitesse connue. La détermination des grandeurs électriques par comparaisons à l'effet Josephson et à l'effet Hall quantique permet alors de relier l'unité de masse à la constante de Planck. Bien que le principe de l'expérience reste simple et direct, l'obtention d'une incertitude relative significative ($1 \cdot 10^{-8}$) suppose la mise en œuvre, au meilleurs niveau, de dispositifs relevant de divers champs de la physique.

2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental du Bureau National de Métrologie [2], en cours de développement, est prévu pour utiliser une masse étalon de 500g.

Il se différencie des balances déjà existant au NPL, au NIST et au METAS [3] par sa structure qui sera décrite au cours de la conférence.

Elle est composée d'un comparateur de masses à fléau à suspension flexible, spécifique à l'expérience, auquel est suspendu une bobine mobile, cet ensemble étant déplacé solidairement selon la verticale par un dispositif de guidage en translation à lames flexibles.

Un interféromètre hétérodyne, associé à une électronique haute fréquence, sera utilisé pour asservir la position et la vitesse de la bobine dans l'entrefer d'un circuit magnétique ($\Phi_{\text{entrefer}}=270$ mm) délivrant une induction radiale de l'ordre d'un tesla. Enfin, la connaissance de l'accélération de la pesanteur sera apportée par un gravimètre absolu à atomes froids

Conclusion

Le dispositif en cours de construction devrait permettre de raccorder le kilogramme à la constante de Planck avec une incertitude relative inférieure à 1.10^{-8} .

Un accord à ce niveau entre les différents laboratoires nationaux poursuivant ce type d'expérience pourrait être une condition préliminaire à l'élaboration d'une nouvelle définition de l'unité de masse.

Références bibliographiques

- [1] B.P. Kibble, « A measurement of the gyromagnetic ratio of the proton by the strong field method », Atomic masses and Fundamental constants 5, , ed. J.H. Sanders and A.H. Wapstra (New-York Plenum), pp.545-51, 1976.
- [2] F. Alves, M. Besbes, L. Chassagne, J. David, A. Gosset, P. Gournay, D. Holleville, P. Juncar, A. Landragin, M. Lecollinet, F. Pereira dos Santos, P. Pinot, S. Topçu, F. Villar, G. Genevès, « La balance du watt du BNM : état d 'avancement », 11^e Congrès International de Métrologie, 20-23 octobre 2003, Toulon, France.
- [3] A. Eichenberger, B. Jeckelmann, P. Richard, "Tracing Plank's constant to the kilogram by electromechanical methods", Metrologia, 40(2003), 356-365.