
Les fontaines atomiques au BNM-SYRTE

I. Maksimovic*, M. Abgrall, J. Grünert, F. Pereira Dos Santos, H. Marion, S. Zhang, S. Bize, C. Vian, P. Rosenbuch, D. Chambon, P. Lemonde, G. Santarelli, P. Laurent et A. Clairon

BNM-SYRTE, Observatoire de Paris, 61 Avenue de l'Observatoire, 75014 Paris, France

**ivan.maksimovic@obspm.fr*

Commissions des auteurs : A

Résumé

Le BNM-SYRTE dispose de trois fontaines atomiques (FO1, FO2 et FOM). Ces trois horloges à atomes froids ont été évaluées à un niveau d'exactitude relative de fréquence de 8.10^{-16} .

Elles contribuent à la réalisation de différents tests de physique fondamentales (comme la recherche d'une éventuelle variation de constantes fondamentales), à l'élaboration du TAI (Temps Atomique International) ainsi qu'à des comparaisons internationales d'étalons primaires de fréquences. Nous discuterons les résultats récemment obtenus avec nos fontaines.

Nous présenterons également les avancées du projet spatial PHARAO dans lequel le laboratoire est fortement impliqué.

Mots clés : *métrologie des fréquences, horloges atomiques, atomes froids, Temps Atomique International.*

Le laboratoire a construit trois horloges à atomes froids (FO1, FO2 et FOM). Ces fontaines ont été évaluées à un niveau d'exactitude relative de fréquence de 8.10^{-16} .

FO1 (premier étalon à atomes froids conçu en 1995) a été profondément modifiée récemment afin d'accroître, entre autre, sa stabilité de fréquence. Fin 2003, les premiers signaux ont été obtenus. FO2 est une fontaine double pouvant fonctionner avec deux atomes différents (césium ou rubidium). Pilotée par un oscillateur cryogénique, sa stabilité de fréquence atteint le palier du bruit de projection quantique. Elle vaut dans ce cas $2.10^{-14} \tau^{-1/2}$.

Enfin, FOM est une fontaine mobile issue d'un prototype d'horloge spatiale testé en zéro gravité. Elle a été transportée plusieurs fois en Allemagne pour des comparaisons de fréquences et des mesures de fréquence de transitions optiques.

FO2 et FOM ont été récemment raccordées au TAI (Temps Atomique International). Au cours du premier semestre 2003, ces deux fontaines ont données lieu à quatre étalonnages du maser à hydrogène.

Parallèlement, le laboratoire est impliqué dans le projet PHARAO (Projet d'Horloge A Refroidissement d'Atomes en Orbite) financé par le CNES. Il suit actuellement le développement des sous-systèmes de l'horloge développées par les industriels. La livraison du modèle d'ingénierie est prévue pour fin 2004. L'ensemble sera évalué au CNES à Toulouse à l'aide de l'horloge mobile du laboratoire.

Résultats récents obtenus avec les horloges du BNM-SYRTE

Les fréquences fondamentales de structure hyperfine du ^{133}Cs et du rubidium ^{87}Rb ont été comparées ces cinq dernières années. Cela a permis d'établir une limite supérieure sur une possible variation temporelle de la constante de structure fine α et du facteur gyromagnétique du proton. Cette limite supérieure sur la variation relative de α (de l'ordre de $7 \cdot 10^{-16}$ par an) améliore d'un facteur 20 les précédentes mesures.

La FOM a aussi permis une série de mesure absolue de la fréquence de la transition 1S-2S de l'atome d'hydrogène au MPQ (Max-Planck-Institut für Quantenoptik) à Garching (Allemagne).

Une campagne de comparaison de fréquence de 2 mois a eu lieu en décembre 2002 avec la fontaine allemande CSF1 de la PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) à Brunswick. La fontaine mobile a été transportée sur place et des comparaisons avec FO2 par lien GPS ont été réalisées.

Une campagne de mesures à la fois GPS (Global Positioning System) et TWSTFT (Two-way Satellite Time and Frequency Transfer) a été entreprise en juillet 2003 pour confronter les résultats obtenus en décembre 2002.

Un résumé de ces comparaisons sera présenté lors de ces journées scientifiques.