

Test du décalage vers le rouge gravitationnel de la mission ACES-PHARAO: évaluation de l'incertitude attendu

E. Savalle¹, C. Guerlin^{1,2}, F. Meynadier¹, P. Delva¹, C. Le Poncin-Laffite¹, P. Laurent¹
P. Wolf¹

¹SYRTE, Observatoire de Paris, PSL Université Paris, CNRS, Sorbonne Université, UPMC
Univ. Paris 06, LNE

²Laboratoire Kastler Brossel, ENS-PSL Université Paris, CNRS, Sorbonne Université, Col-
lège de France

Email: Etienne.Savalle@obspm.fr

La mission ACES-PHARAO a pour objectif de placer la première horloge à atomes froids à bord de la Station Spatiale Internationale (ISS). Cette mission permettra de réaliser des tests de physique fondamentale, de comparer des horloges à l'échelle internationale ou d'étudier l'ionosphère.

Le SYRTE a été choisi comme centre d'analyse des données et a déjà développé de nombreux logiciels de modélisation, de simulation et d'analyse. Ceux ci prennent en compte tous les effets relativistes prévus (tels que le délai atmosphérique, l'effet Doppler, les bruits de mesure...) et sont en accord [1] avec les contraintes imposées à la mission.

Ici, nous nous intéressons au test du décalage vers le rouge gravitationnel. Les possibles écarts à la Relativité Générale sont traités dans un cadre théorique faisant intervenir un paramètre de violation α dont l'incertitude est évaluée dans des conditions réalistes. La simulation se base sur fichier d'orbitographie de l'ISS d'une douzaine de jours. Nous avons également intégré un réseau de laboratoires de métrologie impliqués dans la mission et qui permettront de comparer l'horloge PHARAO aux horloges au sol. Toutes ces données prennent en compte l'ensemble des bruits attendus durant la mission. A l'aide de différentes méthodes d'analyse statistique, nous obtenons l'incertitude dans différentes configurations.

Finalement, la dégradation de la détermination de l'orbite de l'ISS a permis d'évaluer l'impact d'une erreur de positionnement de l'horloge PHARAO sur les résultats du test du décalage vers le rouge gravitationnel. Les contraintes obtenues par Duchayne et al. [2] s'avèrent sur-estimées puisqu'une dégradation sensible de l'orbitographie ne modifie pas la valeur de l'incertitude du paramètre α , ce que nous expliquons essentiellement par l'intégration à long terme des 20 jours de données.

Références

[1] F. Meynadier et al. *Atomic Clock Ensemble in Space (ACES) data analysis*, Classical and Quantum Gravity, accepted. arXiv: 1709.06491, (2017).

[2] Duchayne, L.; Mercier, F. & P.Wolf, *Orbit determination for next generation space clocks* Astronomy and Astrophysics, **504**, 653-661, (2009).