



French below!

Optimizing scientific results of the ACES/PHARAO space mission

Atomic Clock Ensemble in Space (ACES) is a joint ESA/CNES space mission whose main objective is an improved test of the gravitational redshift of clocks as predicted by Einstein's theory of general relativity (GR). The mission consists of a high performance cold-atom clock (called PHARAO and built in France with LTE expertise) onboard the international space station that is compared to ground clocks, thereby testing the prediction of GR at the 10^{-6} level. This will improve best previous tests using clocks onboard Galileo satellites [Delva 2018] or clocks on the Tokyo Sky-tree [Takamoto 2020] by an order of magnitude or more.

ACES was launched on April 21, 2025. It is still being commissioned, but already acquiring science data since October 2021. ACES is expected to enter science phase for a minimum duration of two years in 2026. LTE is strongly involved, from the conception of PHARAO to the detailed analysis of the raw data in order to extract the best possible estimate of the ground-space clock frequency difference and thus to check whether the GR prediction is correct. To do so the space clock is compared to ground clocks using a Microwave Link (MWL) and a pulsed optical link (ELT). At LTE we process the raw data of the MWL and generate science products [Meynadier 2018] from which the scientific results (GR test and other science objectives) can be obtained [Savalle2019, Enzer 2025]. The corresponding software has been developed at LTE over more than a decade.

We are looking for a highly motivated researcher (post-doc level) to carry out and optimize the final scientific data analysis, i.e. from science products to final scientific results. Indeed the data is affected by different types of noise and has large gaps (see [Savalle2019] for details) so the optimal statistical methods for its analysis are still to be found [Savalle2019, Enzer 2025]. On top of that, many systematic effects need to be taken into account, in the space clock itself, but also in the MWL, ground clocks and orbit determination. Optimizing these final analysis steps, applying them to the data and publishing the final results will be the main activity of the post-doc, additionally to contributing to the raw data processing on an operational basis.

The work will be carried out in the "Theory and Metrology" group at LTE, which has been strongly involved in ACES data simulation and data analysis over many years. Previous experience with scientific and instrumental data analysis is expected. A background in time/frequency metrology and/or cold atom physics (clocks and/or atom interferometers) would be a plus. Strong motivation to work on an exciting cutting-edge space mission is mandatory.

The position is initially for one year, starting as soon as possible, with the possibility of extension to two or more years.

For further information, contact Marc Lilley (marc.lilley@obspm.fr) and Peter Wolf (peter.wolf@obspm.fr). Applications should be made through the CNRS website <https://emploi.cnrs.fr/Offres/CDD/UMR8255-PETWOL-001/Default.aspx?lang=EN>.



Observatoire
de Paris

PSL



SORBONNE
UNIVERSITÉ



Université
de Lille

LABORATOIRE
NATIONAL
DE MÉTROLOGIE
ET D'ESSAIS

LNE



Optimiser les résultats scientifiques de la mission spatiale ACES/PHARAO

Atomic Clock Ensemble in Space (ACES) est une mission spatiale conjointe ESA/CNES dont l'objectif principal est un test amélioré du redshift gravitationnel des horloges tel que prédit par la théorie de la relativité générale d'Einstein (RG). La mission consiste d'une horloge à atomes froids de haute performance (appelée PHARAO et construite en France avec l'expertise du LTE) à bord de la station spatiale internationale et la comparera aux horloges au sol, testant ainsi la prédiction de la RG au niveau 10^{-6} . Cela améliorera les précédents tests utilisant des horloges à bord des satellites Galileo [[Delva 2018](#)] ou des horloges sur le Tokyo Sky-tree [[Takamoto 2020](#)] d'un ordre de grandeur ou plus.

Le lancement d'ACES a eu lieu le 21 Avril 2025. La recette en vol est encore en cours, mais des données scientifiques sont déjà collectés depuis Octobre 2025. La phase « science » débutera en 2026 pour une durée de minimum 2 ans. Le LTE est fortement impliqué, à tous les niveaux, de la conception de PHARAO jusqu'à l'analyse détaillée des données brutes afin d'extraire la meilleure estimation possible de l'écart de fréquence entre horloges sol et espace et ainsi vérifier si la prédiction de la RG est correcte. Pour ce faire, l'horloge spatiale est comparée aux horloges au sol à l'aide d'un lien micro-ondes (MWL) et d'un lien optique pulsée (ELT). Au LTE, nous traitons les données brutes du MWL [[Meynadier 2018](#)] et en extrayons les résultats scientifiques (test RG et autres objectifs scientifiques) [[Savalle 2019](#), [Enzer 2025](#)]. Le logiciel d'analyse a été développé au LTE sur plus d'une décennie.

Nous ouvrons un poste CDD de chercheur (niveau post-doc) pour implémenter et optimiser l'analyse de données scientifique finale. En effet, les données contiennent des différents types de bruit et sont affectées par des larges périodes de temps mort (voir [[Savalle 2019](#)] pour les détails) donc la méthode statistique optimale pour leur traitement reste à trouver [[Savalle 2019](#), [Enzer 2025](#)]. Par ailleurs, il faut tenir compte de nombreux effets systématiques dans l'horloge à bord, le lien MWL, les horloges sol et l'orbitographie. Optimiser la méthode d'analyse, l'appliquer aux données et publier les résultats sera l'activité principale du post-doc, mais il/elle devra aussi contribuer à l'analyse opérationnelle des données brutes.

Le travail aura lieu dans le groupe « Théorie et Métrologie » du LTE. De l'expérience en analyse de données scientifiques et instrumentales sera utile. Un background en métrologie temps/fréquence et/ou physique d'atomes froids peut être un atout. Une forte motivation pour travailler sur une mission spatiale de premier plan est essentielle.

Le poste est initialement pour an avec possibilité de prolongation à deux ans ou plus. Début dès que possible.

Pour plus d'informations, contactez Marc Lilley (marc.lilley@obspm.fr) ou Peter Wolf (peter.wolf@obspm.fr). Les candidatures doivent être déposées via le site Internet du CNRS. <https://emploi.cnrs.fr/Offres/CDD/UMR8255-PETWOL-001/Default.aspx>.