

PRECISION (cPt atomic clock with REduCed lIght Shift contributIOn)

PRECISION - cPt atomic clock with REduCed lIght Shift contributIOn

Porteur(s) : R. Boudot (FEMTO-ST)

Partenaire(s) : S. Guerandel (SYRTE), T. Zanon-Willette (LERMA)

Résumé du projet en Français :

L'objectif du projet PRECISION, associant les partenaires FEMTO-ST, SYRTE et LERMA, concerne l'étude et l'amélioration des performances de stabilité de fréquence moyen et long terme des horloges atomiques CPT de haute-performance. Ces horloges démontrent à ce jour des performances de stabilité de l'ordre de $2-3 \cdot 10^{-13} \tau^{-1/2}$ jusque 100 s, comparables aux performances des meilleures horloges à cellule. Les performances des horloges CPT sont cependant limitées pour des temps d'intégration supérieurs à 100 s, essentiellement par des phénomènes de déplacement lumineux.

L'amélioration des performances de stabilité moyen-long terme des horloges CPT est une étape incontournable à franchir pour rendre possible leur intérêt et leur déploiement dans des applications industrielles.

Nous proposons en ce sens, suite à la réalisation d'un budget de bruit moyen terme détaillé évaluant les contributions majeures, différentes pistes d'étude pour tacler ce point-clé. Ces dernières sont en particulier le recours à une technique d'interrogation pulsée type Ramsey-CPT, une stabilisation de puissance laser de haute performance en mode pulsé, la mise en place de séquences Ramsey-CPT composites dédiées inspirées des techniques de spectroscopie Hyper-Ramsey (soutien de T. Zanon-Willette (UPMC)) ou le test de techniques de détection différentielles permettant de réduire grandement le fond continu associé à la détection du signal CPT.

Ces études seront menées expérimentalement, dans le cadre du projet PRECISION sur l'horloge CPT « pushpull » à FEMTO-ST. Des investigations sur la mise en place de séquences composites dédiées applicables aux horloges CPT seront menées par T. Zanon-Willette (UPMC).

Abstract in English:

The objective of the PRECISION project, involving FEMTO-ST, SYRTE and LERMA, concerns the study and improvement of mid-term and long-term fractional frequency stability performances of high-performing coherent population trapping (CPT) vapor cell atomic clocks. To date, these clocks demonstrate short-term stability performances at the level of $2-3 \cdot 10^{-13} \tau^{-1/2}$ up to 100 s, limited for $\tau > 100$ by laser-induced frequency shift effects.

The improvement of CPT clocks mid-term stability performances is an unavoidable step to allow their interest and deployment in real-world industrial applications.

In that sense, following a detailed mid-term noise budget of the clock performances, several avenues will be investigated to tackle this key-point. We propose the implementation of a Ramsey-like pulsed interrogation technique to detect Ramsey-CPT fringes, the development of a high-performance laser power stabilization system in the pulsed regime, the investigation of specific composite Ramsey pulse sequences inspired from Hyper Ramsey spectroscopy (help from T. Zanon-Willette (UPMC)) and the test of dedicated differential detection techniques to reduce the background associated to the clock signal.

In the frame of the PRECISION project, experimental studies will be pursued on the "push-pull" CPT clock available in FEMTO-ST. Investigations on dedicated composite Ramsey-CPT sequences to kill or reduce light shift contributions in CPT clocks will be led by T. Zanon-Willette (UPMC).