

## Cavité Fabry-Perot ultra-stable en ULE de grande longueur

### Long ULE ultra-stable cavity

**Porteur(s) :** J. Lodewyck (SYRTE)

**Partenaire(s) :** Y. Kersalé (FEMTO-ST)

#### Résumé du projet en Français :

Le projet propose le développement d'une cavité Fabry-Perot de grande longueur ( $> 40$  cm) en ULE avec des miroirs en silice fondue dotés d'anneaux de compensation en ULE pour limiter les dérives thermiques, conçue à la longueur d'onde de  $1,55 \mu\text{m}$ . Ce développement, fondé sur l'expertise acquise par les laboratoires du Labex sur la conception de cavités ultra-stables, fournira à court terme un oscillateur local optique opérationnel pour les horloges à réseau optiques. La stabilité de fréquence sera transférée depuis  $1,55 \mu\text{m}$  vers les longueurs d'ondes des horloges optiques ( $1062$  nm et  $698$  nm) via un peigne de fréquences fibré. La possibilité d'une cavité avec trois accès optiques permettant d'asservir directement ces trois longueurs d'onde sera étudiée pour accélérer le caractère opérationnel de la source.

Au delà de l'application directe aux horloges optiques, l'oscillateur photonique ultra-stable pourra servir de référence pour les projets de SHB et de cavité cryogénique, à des fins de caractérisation. Il bénéficiera au projet REFIMEVE+ qui prévoit la dissémination de signaux ultra-stables par un lien optique fibré.

#### Abstract in English:

This project propose to develop a long ULE Fabry-Perot cavity (length  $> 40$  cm) with fused silica mirrors and ULE compensation ring to limit thermal drifts, at a wavelength of  $1.55 \mu\text{m}$ . This development, based on the expertise acquired by the Labex laboratories in designing ultra-stable cavities, will give an operational optical oscillator for optical lattice clocks. The frequency stability will be transferred from  $1.55 \mu\text{m}$  to the wavelength of optical clocks ( $1062$  nm and  $698$  nm) by a fiber frequency comb. The possibility of a cavity with three optical accesses to directly stabilize these three wavelength with by studies to enhance the operation of this source.

Beyond its direct application to optical clocks, this ultra stable photonic oscillator will be able to be used as a reference for SHB and cryogenic cavity projects, for characterization purposes. It will benefit to the REFIMEVE+ project, which will disseminate ultra-stable signals by optical fiber link.

#### Résultats marquants :

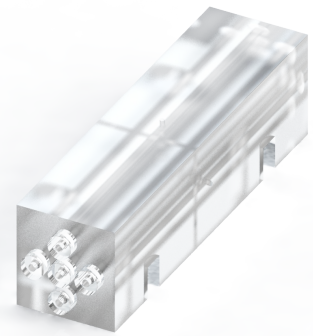
- La cavité a été conçue avec cinq accès optiques. Une simulation par éléments finis a été conduite pour minimiser l'impact des vibrations sur les cinq accès
- La cavité a été produite et assemblée, ainsi qu'un environnement ultra-vide pour l'accueillir
- Toutefois, le projet a été retardé par plusieurs problèmes : les traitement réfléchissants de plusieurs miroirs se sont avérés inadapté à la cavité, et l'assemblage des miroirs sur le substrat de la cavité a été plus difficile que prévu.
- Finalement, la cavité a été caractérisée, avec une finesse de 40000 sur les miroirs centraux, qui utilisent des traitement cristallins.

#### Highlights:

- The cavity has been designed with five optical accesses. A finite elements simulation has been conducted in order to minimize the impact of vibrations on the five accesses
- The cavity has been produced and assembled, as well as an ultra-high vacuum environment surrounding it.

- However, the project has been delayed by several problems : the high reflectivity coatings of several mirrors turned out to be inappropriate for the cavity, and the assembly of the mirrors on the cavity substrate was harder than expected.
- Finally, the cavity has been characterized, with a finesse of 40000 on the central mirrors, which use crystalline coatings.

Pictures with captions (curve, photo, scheme ...):



*FEM simulation of the cavity*