

Stabilisation d'un peigne de fréquence sur une référence hybride

Stabilization of a frequency comb on a hybrid reference

Porteur(s) : A. Amy, O. Lopez (LPL)

Partenaire(s) : P.-E. Pottie, R. Le Targat (SYRTE)

Résumé du projet en Français :

Pour ses expériences de spectroscopie moléculaire à ultra haute résolution, entre autres pour la recherche d'un effet de violation de la parité dans les molécules, le LPL développe des techniques de stabilisation de lasers émettant dans le moyen infrarouge (MIR) vers 10 μm , à l'état de l'art international. Le LPL a développé une nouvelle technique de stabilisation de lasers MIR qui utilise à la fois un lien optique fibré et un laser femtoseconde. Le principe est de stabiliser le laser MIR sur un oscillateur ultra-stable émettant à 1.55 μm développé au SYRTE, contrôlé en fréquence par rapport aux étalons primaires du SYRTE, et transféré du SYRTE au LPL par lien optique fibré. Toutefois, le signal arrivant par lien optique est dégradé à haute fréquence par le bruit de propagation dans la fibre qui n'est compensé que dans une bande passante limitée et avec une amplitude de réjection également limitée.

Le but de cette étude est donc de résoudre ce problème en développant un nouvel oscillateur local au LPL dont la stabilité long terme et l'exactitude seront toujours contrôlées grâce au signal de référence arrivant du SYRTE par le lien optique mais dont le bruit pour des fréquences supérieures à quelques Hz sera réduit par asservissement sur une cavité Fabry-Perot ultra-stable.

Abstract in English:

For high-resolution molecular spectroscopy and especially the search of parity violation in molecules, LPL is developing a new technique of laser frequency stabilisation in the mid-infrared (MIR) around 10 μm . This state-of-the-art technique is using both an optical fiber link and an optical frequency comb. The MIR laser is stabilised on an optical frequency comb, itself stabilised onto an ultrastable laser signal at 1.55 μm generated at Syrte, where it is controlled with primary standards, and disseminated to LPL through a noise-compensated optical fiber link. However the stability of the laser signal transmitted by optical fiber is slightly degraded at high Fourier frequency due to the limited rejection of the fiber propagation noise.

With this project, we will develop an optical local oscillator at LPL which will be used for the comb stabilisation. This local oscillator will be stabilised against the ultrastable signal transmitted from Syrte in order to benefit from its accuracy and long-term stability. Moreover, it will also be stabilised for Fourier frequencies above a few Hz against an ultrastable Fabry-Perot cavity in order to improve its short-term stability. This way, we will obtain a very robust and reliable reference signal for all our spectroscopy measurements.

Résultats marquants :

Analyse de la stabilité d'un laser à cascade quantique à mieux que le Hz.

Highlights:

Study of the limit of a Quantum cascade Laser stabilisation scheme at the sub-Hz level.

Publications and communications linked with the funded project:

Peer-reviewed articles:

B. Argence, B. Chanteau, O. Lopez, D. Nicolodi, M. Abgrall, C. Chardonnet, C. Daussy, B. Darquié, Y. Le Coq and A. Amy-Klein, "Quantum cascade laser frequency stabilization at the sub-Hz-level," Nature Photonics 9, pp. 456-460 (2015) <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01091617v1>

Proceedings:

B. Argence, B. Chanteau, O. Lopez, D. Nicolodi, M. Abgrall, C. Chardonnet, C. Daussy, B. Darquié, Y. Le Coq and A. Amy-Klein, "Quantum cascade laser stabilization at sub-Hz-level by use of a frequency comb and an optical link", Proceedings of the Conference on Quantum Sensing and Nanophotonic Devices XII, Photonics West 2015 OPTO Conference, San Francisco, USA (7-12 February 2015), Proceedings of SPIE 9370, Quantum Sensing and Nanophotonic Devices XII, 937011 (2015).

Invited talks:

B. Argence, B. Chanteau, O. Lopez, D. Nicolodi, M. Abgrall, C. Chardonnet, C. Daussy, B. Darquié, Y. Le Coq, A. Amy-Klein, Quantum Cascade Laser stabilization at sub-Hz-level by use of a frequency comb and an optical link, Photonics West 2015 OPTO Conference, 7-12 février 2015, San Francisco, USA
Rosa Santagata, Bérengère Argence, Dang Bao An Tran, Matthieu Pierens, Daniele Nicolodi, Michel Abgrall, Sean Tokunaga, Christian Chardonnet, Paul-Eric Pottie, Olivier Lopez, Christophe Daussy, Yann Le Coq, Benoît Darquié, Anne Amy-Klein, Des peignes de fréquence pour la spectroscopie moléculaire de précision, Optique Bordeaux 2016, PAMO, Bordeaux, France, 4-7 juillet 2016
A. Amy-Klein, Mid-IR applications for metrology, Summer School NanoTech Tera-Mir, Porquerolles, France, 29 August - 1 September, 2016

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

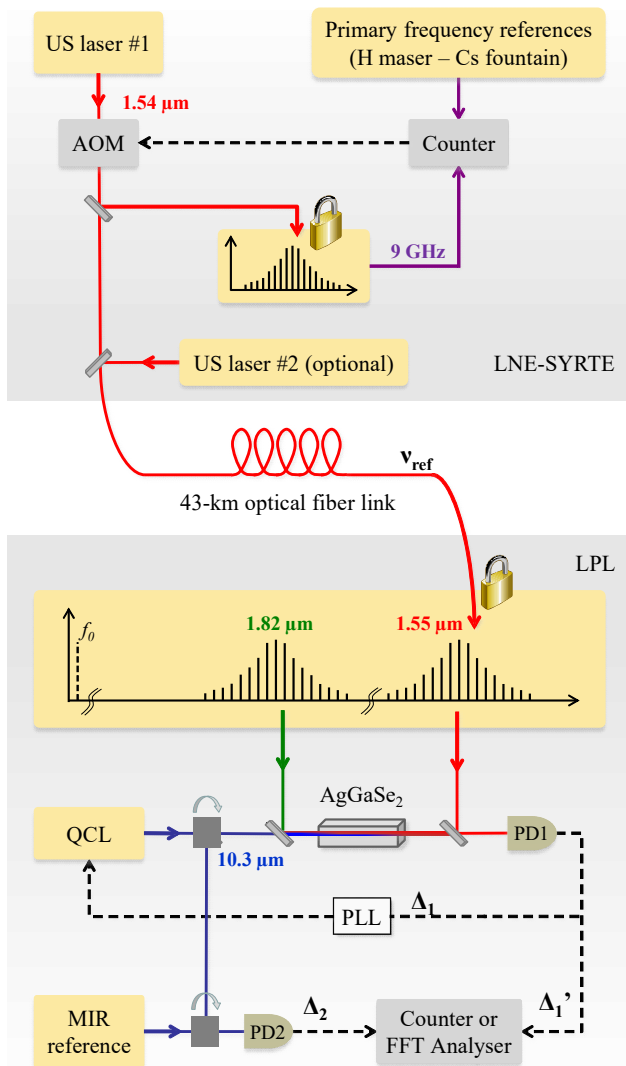


Figure caption: experimental setup used to frequency to study the frequency stability of a quantum cascade laser a the sub-Hz level

Légende : dispositif expérimental utilisé pour analyser la stabilité en fréquence d'un laser à cascade quantique à mieux que 1 Hz