



JCOM 2022  
FEMTO-ST-ENSMM  
Besançon  
13 juin 2022



## Oscillateurs optoélectroniques multi-GHz très bas-bruit : Résultats et applications embarquées.

Edgar Fernandes, Benjamin Rudin, Florian Emaury  
*Menhir Photonics AG, 8152 Glattbrugg (Zurich), Suisse*

Les lasers ultrarapides sont les éléments essentiels en métrologie des fréquences et électronique ultra-rapide. Toutefois, les applications industrielles requièrent une maturité des instruments lasers supérieure à celle actuellement disponible. C'est pour répondre à ce besoin que Menhir Photonics développe et propose des oscillateurs optoélectroniques à 1.5  $\mu\text{m}$  robustes et faciles d'utilisation, avec des taux de répétition de l'ordre du GHz. Le laser en question, le MENHIR-1550, démontre des propriétés de bruit extrêmement bas, une stabilité passive accrue ainsi qu'une très longue durée de vie, permettant d'apporter des éléments photoniques robustes et fiables dans les domaines de l'électronique ultra-rapide de demain.

Une des applications de métrologie optique, la spectroscopie optique, utilise couramment des systèmes interférométriques basés sur des lasers à cascade (QCLs), ou bien la spectroscopie à transformée de Fourier (FTS). Ces méthodes présentent des limitations tant dans la bande spectrale accessible, ou la vitesse d'acquisition à haute résolution, respectivement. Les peignes de fréquence optique (OFC) [1] proposent des méthodes spectroscopiques de haute résolution, à large couverture spectrale et des vitesses d'acquisition supérieures.

Nous présentons des résultats récents sur un système de peigne de fréquence modulaire et évolutif, basé sur le MENHIR-1550 avec un taux de répétition de 1 GHz [2]. La démonstration se base sur la disponibilité commerciale de modules de photonique intégrée réalisant la détection de la fréquence d'enveloppe du train d'impulsions femtoseconde.

L'importante réduction de taille des lasers femtoseconde avec l'augmentation de la cadence ouvre l'horizon de systèmes de peignes avec des espacements de l'ordre de la dizaine de GHz pour des applications embarquées, terrestrielles mais aussi dans l'espace. Les lasers de Menhir Photonics ont montré leur compatibilité pour les spécifications de missions spatiales (vibrations, irradiations, ...) [3]. Cela permet d'envisager des applications dans des domaines qui ont besoin de l'apport de la photonique comme par exemple la génération hyperfréquence très-bas bruit, la spectroscopie à double peignes ou simplement des oscillateurs de références pour la communication optique, tout cela déporté sur des satellites.

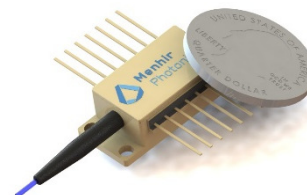
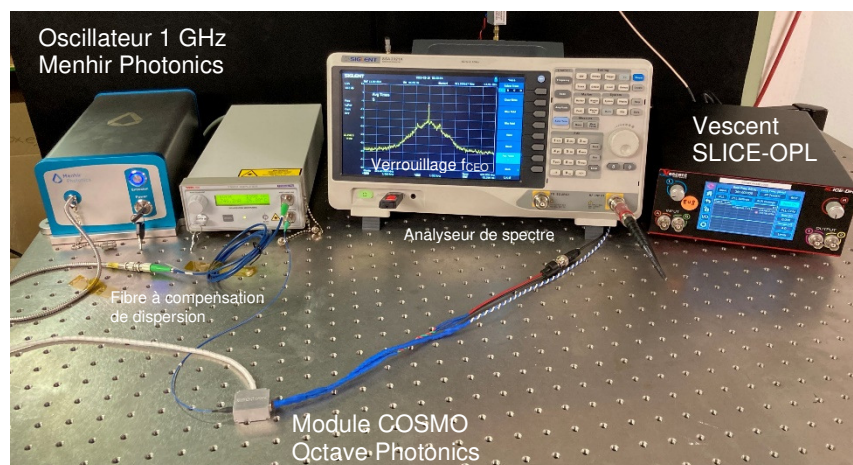


Figure 1 – (Gauche) Photo du système de stabilisation de la fréquence d'enveloppe du train d'impulsion du laser femtoseconde. Cette installation modulaire est facile à mettre en service et prend très peu de place. (Droite) Vue d'artiste d'un prototype de laser femtoseconde à blocage de modes avec un taux de répétition de 10 GHz.

#### Références :

- [1] D. M. B. Lesko, A. J. Lind, N. Hoghooghi, A. Kowligy, H. Timmers, P. Sekhar, B. Rudin, F. Emaury, G. B. Rieker, S. A. Diddams, Fully phase-stabilized 1 GHz turnkey frequency comb at 1.56  $\mu\text{m}$ , OSA Continuum 3, 2070 (2020)
- [2] Simplified offset stabilization of a low-noise 1 GHz oscillator, [https://vescent.com/ch/amfile/file/download/file/35/product/195/SpaceTech project website](https://vescent.com/ch/amfile/file/download/file/35/product/195/SpaceTech%20project%20website)
- [3] LEMON DIAL Project, <https://lemon-dial-project.eu/>