



**HAL**  
open science

## Oscillateur optoélectronique couplé

Jérémy Maxin, Grégoire Pillet, Mickael Faugeron, Frederic van Dijk, Loïc Morvan, Olivier Llopis, Daniel Dolfi

► **To cite this version:**

Jérémy Maxin, Grégoire Pillet, Mickael Faugeron, Frederic van Dijk, Loïc Morvan, et al.. Oscillateur optoélectronique couplé. Journée du Club optique Micro-onde (JCOM), Jun 2013, Paris, France. hal-00849955

**HAL Id: hal-00849955**

**<https://hal.science/hal-00849955>**

Submitted on 1 Aug 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Oscillateur optoélectronique couplé

Jérémy Maxin<sup>1</sup>, Grégoire Pillet<sup>1</sup>, Mickael Faugeron<sup>2</sup>, Frédéric Van Dijk<sup>2</sup>, Loïc Morvan<sup>1</sup>, Olivier Llopis<sup>3</sup>, Daniel Dolfi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Thales Research and Technology France - Campus Polytechnique 1 Avenue Augustin Fresnel – 91767 Palaiseau Cedex.

<sup>2</sup>III-V Labs - Campus Polytechnique – 1 avenue Augustin Fresnel – 91767 Palaiseau Cedex.

<sup>3</sup>CNRS, LAAS, Université de Toulouse - 7 Avenue du Colonel Roche - 31077 Toulouse.

Nous présentons la réalisation d'un oscillateur optoélectronique couplé – de l'anglais Coupled Opto-Electronic Oscillator (COEO) [1]. Cette architecture, présentée Fig. 1, est similaire à celle d'un laser à verrouillage de modes régénératif [2] : le signal de mise en phase des modes du laser est généré à partir du battement entre deux modes adjacents du peigne de fréquence. Cette boucle de contre-réaction forme une seconde cavité optoélectronique également résonante. L'implémentation de cet oscillateur avec de « longs » retards optiques équivalent à de « grands » facteurs de qualité permet la génération de signaux hyperfréquences très stables et directement modulés sur porteuse optique. Le COEO est ainsi un candidat intéressant pour de nombreuses applications, de la transmission de signaux microondes sur de longues distances à la distribution et au traitement des signaux dans les systèmes radars [3].

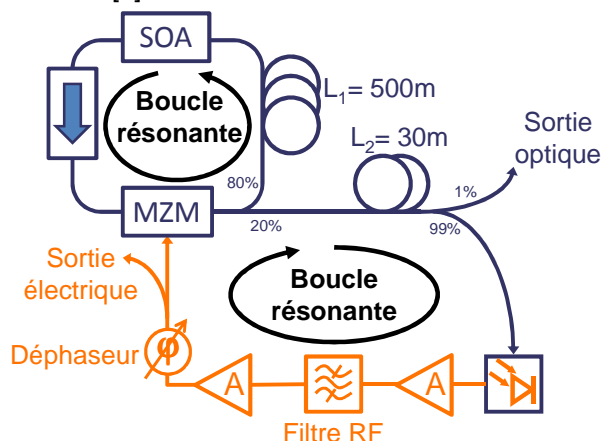


Figure 1. Schéma de l'oscillateur. MZM : modulateur Mach Zehnder, SOA : amplificateur optique à semi-conducteur, A : amplificateur microonde.

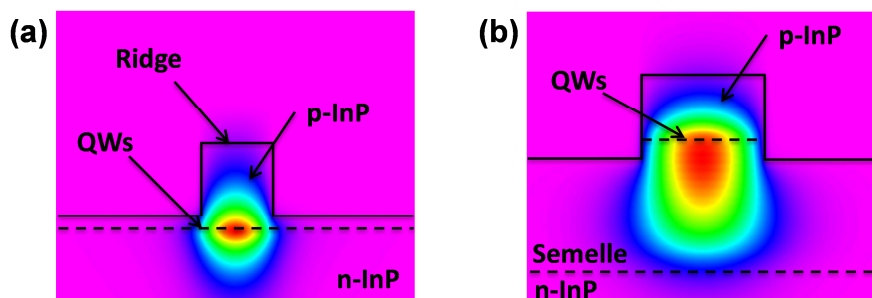


Figure 2. Schéma de structure d'un SOA traditionnels(a) et d'un SOA de forte puissance (b).

La cavité optique est formée autour d'un amplificateur optique à semi-conducteurs (SOA) de forte puissance. Cette forte puissance de saturation est obtenue par réduction des pertes internes du SOA grâce à une forte diminution du recouvrement du mode propre optique avec les zones présentant le plus de pertes – i.e. les zones dopées p (Fig. 2). Ces SOA spécifiques offrent ainsi des performances en puissance et en bruit supérieures aux SOA traditionnels. Le SOA utilisé dans l'oscillateur fait 2 mm de long et présente un gain petit signal d'environ 12 dB. La cavité est complétée d'un modulateur d'intensité en LiNbO<sub>3</sub> permettant la mise en phase des modes, d'un isolateur assurant la propagation unidirectionnelle des ondes dans la cavité, d'un coupleur 80-20 et de 500 m de fibre à dispersion décalée. Le couplage entre les composants fibrés et le guide d'onde du SOA est fait pas deux fibres micro-lentillées. Deux contrôleurs de polarisation, non représentés sur le schéma et placés de part et d'autre du SOA, permettent d'aligner les axes de polarisation des différents éléments.

Dans la cavité optoélectronique, le signal optique en sortie du coupleur 20% est retardé par 30 m de fibre monomode standard avant d'être détecté par une photodiode rapide. Le signal microonde est ensuite amplifié, injecté dans un filtre RF ( $f = 10.45$  GHz,  $BW = 15$  MHz) puis sur le modulateur. Un déphaseur permet d'accorder précisément la fréquence de résonance de la boucle sur celle du filtre. L'oscillation d'une unique fréquence et la suppression des modes secondaires est obtenue par effet Vernier entre les deux cavités : les modes qui ne satisfont les conditions d'oscillation que d'une seule cavité sont fortement atténués par l'effet de filtrage de l'autre cavité.

Nous mesurons une puissance microonde de 7 dBm en sortie de cavité optoélectronique pour une puissance optique moyenne d'environ 5 mW en entrée de photodiode. Le bruit de phase de l'oscillateur est mesuré avec un banc commercial (Europtest PN9000) précédé d'un montage de descente en fréquence (Fig. 3 (a)). La mesure est également faite pour un générateur Agilent E8251A similaire à celui du dispositif de descente en fréquence afin d'estimer le plancher de mesure. Les résultats sont présentés Fig. 3 (b). Une densité spectrale de puissance de bruit de phase de -62 dBc/Hz est mesurée à 10 Hz de la porteuse optique et de -110 dBc/Hz à 1 kHz de la porteuse. Au-delà de 1 kHz de la porteuse, notre mesure est limitée par le bruit du générateur Agilent. Les pics autour de 200 et 700 Hz sont dus à des instabilités dans la cavité optique.

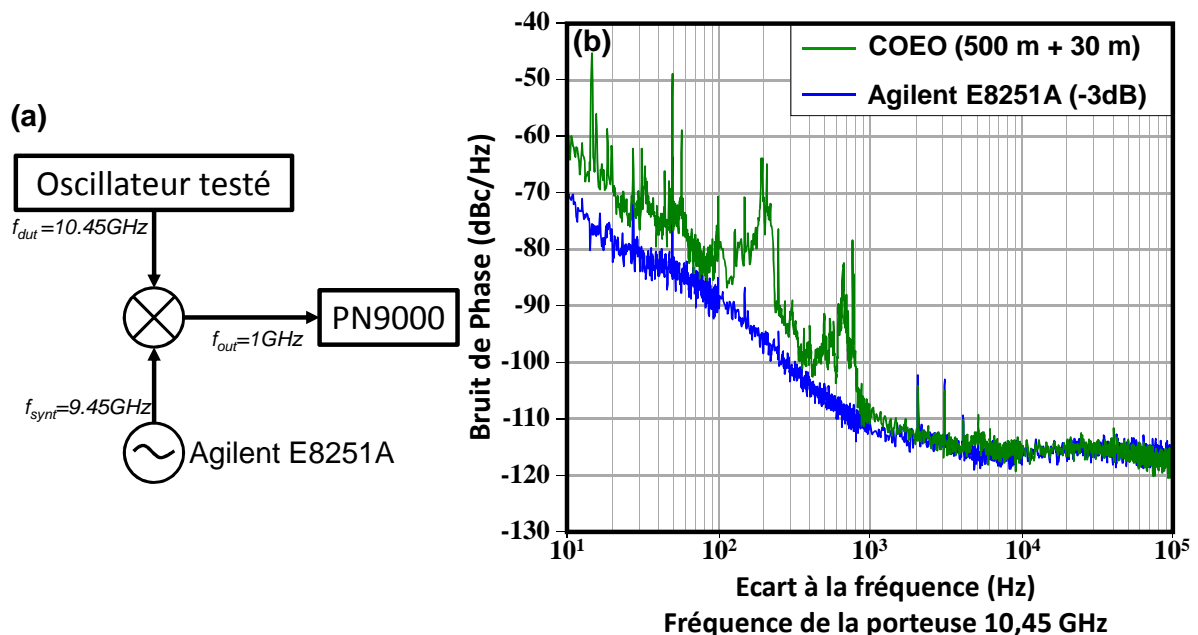


Figure 3. (a) Banc de mesure du bruit de phase. (b) Densité spectral de bruit de phase de l'oscillateur (courbe verte) et d'un générateur Agilent E8251A (courbe bleue).

Ces résultats sont très prometteurs dans l'optique de générer des signaux très faible bruit. Une étude plus poussée de la cavité optique va être faite afin d'améliorer sa stabilité et ainsi diminuer le bruit basse fréquence de l'oscillateur. L'utilisation de SOA plus longs devrait également permettre d'améliorer sa pureté spectrale.

#### Référence :

- [1] X. S. Yao, and L. Maleki, "Dual microwave and optical oscillator," Opt. Lett., vol.22, no.24, pp.1867-1869, 1997.
- [2] G. R. Huggett, "Mode-locking of CW lasers by regenerative RF feedback," Appl. Phys. Lett., vol.13, no.5, pp.186-187, 1968.
- [3] A. J. Seeds and K. J. Williams, "Microwave photonics," J. Lightw. Technol., vol. 24, pp.4628, 2006