



**HAL**  
open science

## Design et caractérisation d'un résonateur optique à très fort facteur de qualité pour la génération microonde.

Aude Bouchier, Khaldoun Saleh, Pierre-Henri Merrer, Olivier Llopis

### ► To cite this version:

Aude Bouchier, Khaldoun Saleh, Pierre-Henri Merrer, Olivier Llopis. Design et caractérisation d'un résonateur optique à très fort facteur de qualité pour la génération microonde.. Journée du Club Optique Micro-ondes, Jun 2010, Toulouse, France. hal-00496893

**HAL Id: hal-00496893**

**<https://hal.science/hal-00496893>**

Submitted on 1 Jul 2010

**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.

# Design et caractérisation d'un résonateur optique à très fort facteur de qualité pour la génération microonde.

Aude Bouchier, Khaldoun Saleh, Pierre-Henri Merrer et Olivier Llopis  
LAAS-CNRS ; Toulouse University ; 7 avenue du Colonel Roche, F-31077 Toulouse, France  
Université de Toulouse; UPS, INSA, INP, ISAE; LAAS; F-31077 Toulouse, France

De nouveaux oscillateurs hyperfréquences à haute pureté spectrale sont basés sur les atouts de l'optique. Certains de ces oscillateurs optoélectroniques (OEO) utilisent des résonateurs optiques à très forts facteurs de qualité ( $Q_{opt}$ ) générant un peigne de fréquences optiques. Le battement de ces fréquences sur un photodétecteur donne potentiellement accès aux fréquences microondes du GHz au THz.

Nos résonateurs optiques sont des anneaux de fibre constitués de 2 coupleurs fibrés reliés par une fibre monomode. A partir d'une première démonstration d'un OEO à 10 GHz basé sur un anneau ayant un coefficient de qualité de  $10^8$  et de la mesure de son bruit de phase [1], nous avons réalisé une simulation du bruit blanc de phase de cet oscillateur et optimisé un nouvel anneau de fibre plus performant (fig.1) [2]. Cette modélisation est basée sur la théorie de Leeson [3] et prend en compte les caractéristiques physiques du résonateur optique, ainsi que le bruit induit par les autres composants optiques et électroniques de l'OEO. Ces simulations nous ont permis de voir l'influence des pertes du résonateur (coupleurs, soudures des fibres, etc...) sur le bruit blanc de phase de l'OEO et de montrer l'existence d'un compromis entre ce bruit et le facteur de qualité du résonateur. En effet, un résonateur optique ayant le meilleur facteur de qualité accessible compte tenu de ses pertes ne permet pas d'obtenir le bruit blanc de phase le plus faible possible pour l'OEO.

A partir de cette étude, nous avons conçu un anneau optimisé qui a été réalisé par la société IDIL. Nous avons donc caractérisé ce résonateur en mesurant son intervalle spectral libre (ISL) et son  $Q_{opt}$  à  $1,55 \mu\text{m}$ . Cet anneau de 20 m de long présente un ISL de 10 MHz mesuré en balayant la fréquence d'un laser à faible largeur spectrale. Une fois ce laser stabilisé sur une résonance de l'anneau, le battement de fréquences optiques généré par une photodiode est étudié avec un analyseur de réseau vectoriel dans le domaine microonde. Ceci permet une mesure très précise du facteur de qualité du résonateur, qui est ici de  $5 \cdot 10^9$  à  $1,55 \mu\text{m}$  (fig.2).

Nous présenterons donc la modélisation, le design et la caractérisation de ces résonateurs à très forts facteurs de qualité, ainsi que leur utilisation dans un OEO.

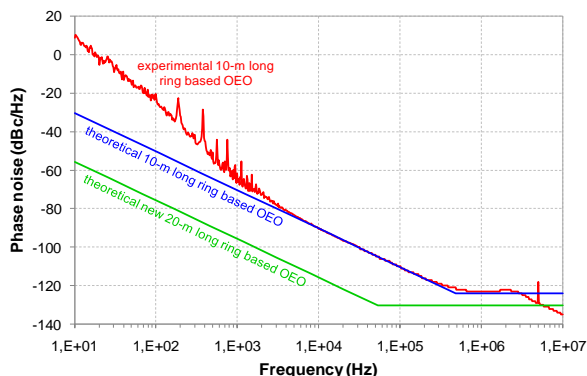


Fig 1. Bruit de phase simulé du premier OEO à 10 GHz (en bleu) comparé au résultat expérimental équivalent (en rouge) et prévision des performances du nouvel anneau (en vert).

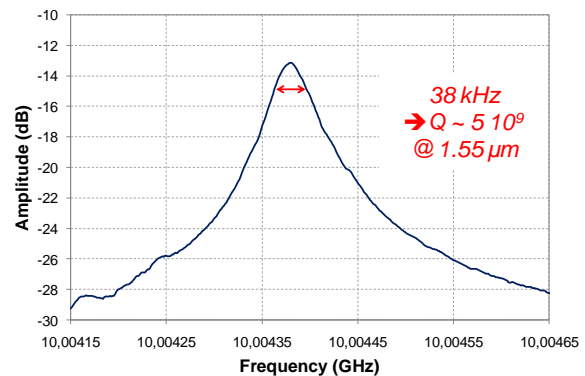


Fig. 2. Largeur du pic de résonance de l'anneau optimisé mesuré en stabilisant la fréquence du laser.

## Références :

- [1] P. H. Merrer, A. Bouchier, H. Brahimi, O. Llopis, and G. Cibiel : High-Q Optical Resonators for Stabilization of High Spectral Purity Microwave Oscillators, in proc. of the 2009 IEEE EFTF-IFCS, 2009, pp. 866–869.
- [2] A. Bouchier, P.H. Merrer, K. Saleh, O. Llopis and G. Cibiel : Theoretical and Experimental Study of the Phase Noise of Opto-Electronic Oscillators based on High Quality Factor Optical Resonators, IFCS 2010
- [3] D. Leeson, A simple model of feedback oscillator noise spectrum, in Proc. of the IEEE, vol. 54 (2), 1966, pp. 329–330.