

Bistabilité optique et non-linéarité dans les réseaux résonnants en cavité (CRIGF)

F Renaud, Stéphane Calvez, Olivier Gauthier-Lafaye, Antoine Monmayrant, A.-L Fehrembach, E Popov

▶ **To cite this version:**

F Renaud, Stéphane Calvez, Olivier Gauthier-Lafaye, Antoine Monmayrant, A.-L Fehrembach, et al.. Bistabilité optique et non-linéarité dans les réseaux résonnants en cavité (CRIGF). Optique Dijon 2021 - Club nanophotonique, Jul 2021, Dijon, France. hal-03367061

HAL Id: hal-03367061
https://laas.hal.science/hal-03367061

Submitted on 6 Oct 2021

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.

BISTABILITÉ OPTIQUE ET NON-LINÉARITÉ DANS DES RÉSEAUX RÉSONNANTS EN CAVITÉ (CRIGF)

F. Renaud[1,2], S. Calvez[1], O. Gauthier-Lafaye[1], A. Monmayrant[1], A.-L. Fehrembach[2], E. Popov[3]

[1] *LAAS-CNRS, Université de Toulouse, CNRS, 7 avenue du colonel Roche, F-31400 Toulouse, France*

[2] *Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, Institut Fresnel, F-13013 Marseille, France*

[3] *Institut Universitaire de France, France*

francois.renaud@laas.fr

RÉSUMÉ

Les Cavity Resonator Integrated Grating Filters (CRIGFs) sont des filtres à réseaux résonnants en cavité, adressables depuis la surface avec des faisceaux fortement focalisés et présentant des résonances de fort facteur de qualité. Dans des CRIGFs spécialement conçus sur un guide d'onde en niobate de lithium nous observons une forte dépendance en puissance des résonances spectrales, de la génération d'harmonique ainsi qu'une bistabilité optique.

MOTS-CLEFS : *réseaux résonnants en cavité, optique nonlinéaire, bistabilité, LNOI*

1. INTRODUCTION

Les Cavity Resonator Integrated Grating Filters (CRIGFs) sont des filtres à réseaux résonnants de faible dimension (partie centrale typiquement de quelques λ à quelques dizaines de λ de côté) formant un résonateur à fort facteur de qualité, adressable depuis la surface à l'aide d'un faisceau fortement focalisé. Leur faible taille (quelques ~ 100 λ^3 de volume) et leur fort facteur de qualité en font une structure pertinente pour l'étude de phénomènes non-linéaires. En outre, ces composants exploitant des structurations à faible contraste d'indice, leur fabrication ne nécessite pas de structurer le cœur du guide d'onde et permet ainsi d'exploiter des matériaux non-linéaires durs et inertes [1].

Dans cette contribution, nous présenterons des CRIGFs fabriqués sur un guide fin de niobate de lithium sur oxyde (LNOI) fonctionnant autour de 1550 nm et leurs caractéristiques en régime linéaire et non-linaire. On rapportera notamment un accord thermo-optique de la résonance spectrale [2], de la génération de seconde harmonique [1] et des effets d'auto-échauffement conduisant à une bistabilité optique.

2. RESULTATS

Les CRIGFs sont fabriqués sur LNOI par post-structuration de couches supérieures de SiO_xN_y [1][2] formant un réseau central de couplage de 21 périodes encadré de miroirs DBR de 400 périodes. Lorsqu'ils sont excités par un faisceau focalisé de 9 µm de waist, ces dispositifs présentent une résonance avec un facteur de qualité ~1600 ainsi qu'une forte dépendance des spectres de réflexion avec la puissance de pompe (Fig. 1 gauche). Ces caractéristiques sont compatibles avec la génération d'un signal de seconde harmonique à la résonance comme l'atteste

la Fig. 1 milieu. De plus, comme pour d'autres résonateurs à fort coefficient de qualité [3], [4], on observe aussi la présence à forte puissance d'une nette bistabilité optique. Elle se traduit notamment par l'apparition d'un cycle d'hystérésis du spectre de seconde harmonique à forte puissance en fonction du sens de balayage en longueur d'onde (Fig. 1 milieu). De même, à longueur d'onde fixe, un cycle d'hystérésis apparaît sur le signal de seconde harmonique en fonction du sens de balayage en puissance (Fig. 1 droite).

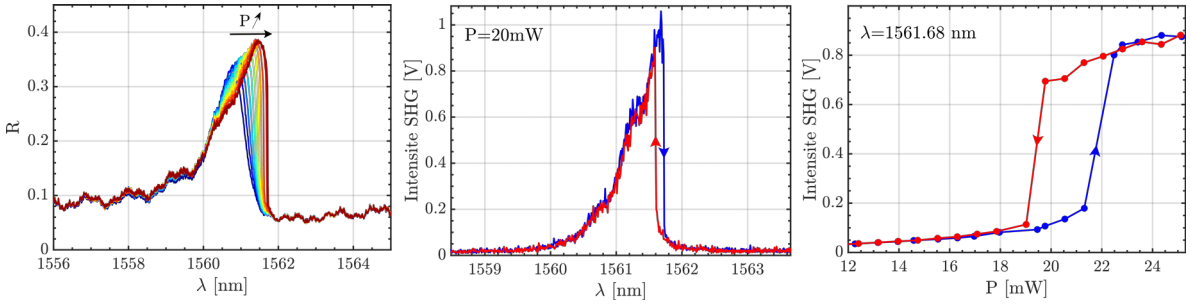


Fig. 1: Spectre de réflectivité linéaire en fonction de la puissance (gauche) ; Spectre de seconde harmonique à 20mW pour deux sens de balayage (milieu) ; Signal de seconde harmonique en fonction du sens de balayage de la puissance de pompe à λ=1561,68 nm (droite)

Durant la conférence, nous détaillerons les particularités de cette structure se plaçant entre les structures à cristaux photoniques et les réseaux résonnants de grande taille. Les avancées dans la conception et la compréhension de cette bistabilité, avec une attention particulière aux conditions d'accord de phase très particulières seront aussi détaillées.

RÉFÉRENCES

[1] F. Renaud, A. Monmayrant, S. Calvez, O. Gauthier-Lafaye, A.-L. Fehrembach, et E. Popov, « Second-harmonic-generation enhancement in cavity resonator integrated grating filters », *Opt. Lett.*, vol. 44, n° 21, p. 5198-5201, nov. 2019, doi: 10.1364/OL.44.005198.

[2] S. Calvez, A. Monmayrant, et O. Gauthier-Lafaye, « Thermally-tunable cavity resonator-integrated guided-mode resonance filters », *OSA Continuum*, vol. 2, n° 11, p. 3204, nov. 2019, doi: 10.1364/OSAC.2.003204.

[3] M. Brunstein *et al.*, « Thermo-optical dynamics in an optically pumped Photonic Crystal nano-cavity », *Opt. Express*, vol. 17, n° 19, p. 17118, sept. 2009, doi: 10.1364/OE.17.017118.

[4] A. Arbabi et L. L. Goddard, « Dynamics of Self-Heating in Microring Resonators », *IEEE Photonics J.*, vol. 4, n° 5, p. 1702-1711, oct. 2012, doi: 10.1109/JPHOT.2012.2214205.