



HAL
open science

Réalisation d'une cavité Fabry-Pérot par inscription laser directe autour d'une fibre à coeur creux : vers des applications de refroidissement des atomes alcalins

Alain Abou Khalil, Michaël Berisset, Luna Gibert, Christophe Pierre, M J Milla, Thomas Billotte, Foued Amrani, Maciej Popenda, Frédéric Gérôme, Benoît Debord, et al.

► To cite this version:

Alain Abou Khalil, Michaël Berisset, Luna Gibert, Christophe Pierre, M J Milla, et al.. Réalisation d'une cavité Fabry-Pérot par inscription laser directe autour d'une fibre à coeur creux : vers des applications de refroidissement des atomes alcalins. Optique Normandie, SFO, Jul 2024, Rouen, France. pp.Post02. hal-04643349

HAL Id: hal-04643349

<https://hal.science/hal-04643349>

Submitted on 10 Jul 2024

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.

Réalisation d'une cavité Fabry-Pérot par inscription laser directe autour d'une fibre à cœur creux : vers des applications de refroidissement des atomes alcalins

Alain Abou Khalil ¹, Michaël Berisset ¹, Luna Gibert ¹, Christophe Pierre ¹, M.J. Milla ¹, Thomas Billotte ², Foued Amrani ³, Maciej Popena ³, Frédéric Gérôme ^{2,3}, Benoît Debord ^{2,3}, Fetah Benabid ^{2,3}, Marc Castaing ¹

1. ALPhANOV, 33400 Talence, France

2. GPPMM Group, XLIM Institute, CNRS UMR 7252, 87060, Limoges, France

3. GLOphotonics, 87060, Limoges, France

RESUME

Une nouvelle approche et une première étape ouvrant la voie à une cellule miniaturisée entièrement fibrée pour le refroidissement des atomes alcalins sont présentées. La cellule est constituée d'une fibre photonique à cœur creux placée entre deux fibres solides à maintien de polarisation (PM) fonctionnalisées avec des adaptateurs de mode ("Mode Field Adapters" en anglais, MFA) et des réseaux de Bragg de haute réflectivité inscrits par laser femtoseconde formant ainsi une cavité Fabry-Pérot.

MOTS-CLEFS : *Capteur quantiques ; Fibre photonique ; Réseaux de Bragg*

1. INTRODUCTION

Les capteurs quantiques offrent aujourd'hui des performances imbattables en termes de précision et de stabilité. Ils nécessitent néanmoins des architectures optiques complexes et l'utilisation d'enceintes sous vides afin que les atomes soient refroidis à des températures de l'ordre du microkelvin pour fonctionner et ne pas être perturbés par l'environnement. Dans ce papier, nous présentons une approche innovante pour réaliser un capteur quantique miniaturisé et entièrement fibré basé sur une cavité Fabry-Pérot (FP) inscrite par laser autour d'une fibre photonique à cœur creux de type Kagome Tubular Hybrid KTH ¹.

2. RESULTATS

Plusieurs méthodes ont été reportées pour la création d'une cavité Fabry-Pérot ^{2,3}. Dans ce papier, on utilise l'inscription laser directe, une technique qui permet d'inscrire directement des structures intra volumiques dans des matériaux transparents au moyen d'impulsions laser femtosecondes. Cette approche offre une grande flexibilité dans le contrôle des paramètres des réseaux de Bragg inscrits à façon à travers le polymère de la fibre.

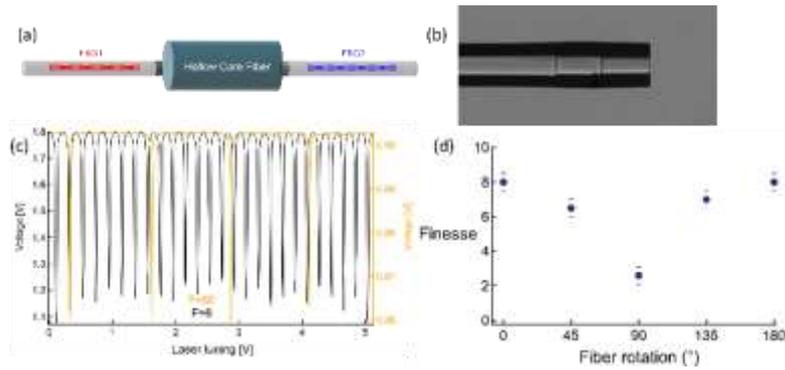


Figure 1 : (a) La cavité FP#2 formée par les réseaux de Bragg et la fibre KTH (b) Vue de dessus d'un MFA (c) Le signal réfléchi de la cavité Fabry-Pérot, orange FP#1 et noir FP#2 (d) Variation de la Finesse en fonction de la rotation de la fibre PM.

Deux réseaux de Bragg à haute réflectivité ont été inscrits dans une fibre PM pour obtenir une cavité FP monolithique (FP#1). Ensuite, deux MFAs ont été réalisés aux extrémités de la fibre (Figure 1.b) pour obtenir une meilleure adaptation modale entre la fibre KTH et la fibre solide. La fibre KTH a ensuite été placée entre les deux réseaux pour former une nouvelle cavité FP (FP#2) (Figure 1.a). Les signaux réfléchis des deux cavités sont représentés sur la Figure 1.c. De plus, une étude sur l'influence de la rotation des barreaux de contraintes de la fibre PM en fonction de la finesse est présentée sur la Figure 1.d.

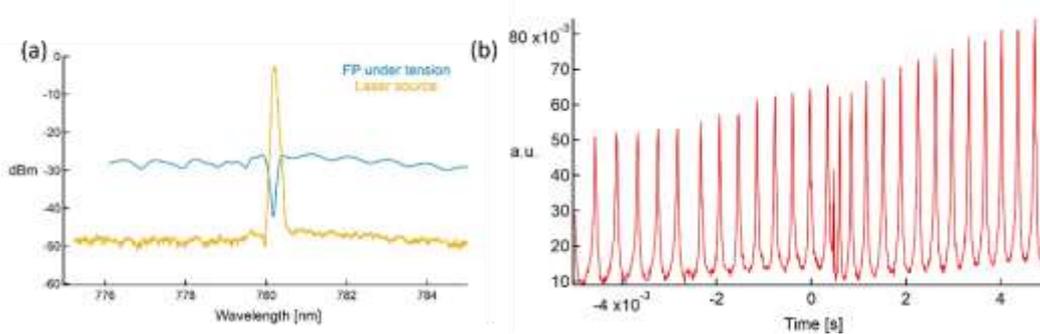


Figure 2 : (a) Caractérisation de la cavité FP à 780 nm (b) Signal de transmission de la cavité Fabry-Pérot à 780 nm.

Après avoir validé la procédure à 1550 nm, une cavité FP monolithique a été réalisée à 780 nm (une des longueurs d'onde d'absorption des atomes de Rubidium) par inscription laser directe comme représenté sur la Figure 2.

CONCLUSION

Ces résultats constituent la première étape menant au développement d'une cellule photonique à cœur creux. L'inscription laser a permis la fonctionnalisation de la fibre solide en inscrivant les réseaux de Bragg formant la cavité FP.

RÉFÉRENCES

1. F. Amrani, J. H. Osório, F. Delahaye, F. Giovanardi, L. Vincetti, B. Debord, F. Gérôme, and F. Benabid, "Low-loss single-mode hybrid-lattice hollow-core photonic-crystal fibre," *Light Sci Appl* **10**, 7 (2021).
2. M. Ding, M. Komanec, D. Suslov, D. Dousek, S. Zvánovec, E. R. N. Fokoua, T. D. Bradley, F. Poletti, D. J. Richardson, and R. Slavík, "Long-Length and Thermally Stable High-Finesse Fabry-Perot Interferometers Made of Hollow Core Optical Fiber," *Journal of Lightwave Technology* **38**, 2423–2427 (2020).
3. Y. Zhao, R. Lv, Y. Ying, and Q. Wang, "Hollow-core photonic crystal fiber Fabry-Pérot sensor for magnetic field measurement based on magnetic fluid," *Opt Laser Technol* **44**, 899–902 (2012).