



HAL
open science

Oscillateur paramétrique fibré à dérive de fréquence : performances et dynamique

Tristan Guezennec, Saïd Idlahcen, Laurent Provino, Adil Haboucha, Thomas
Godin, Ammar Hideur

► **To cite this version:**

Tristan Guezennec, Saïd Idlahcen, Laurent Provino, Adil Haboucha, Thomas Godin, et al.. Oscillateur paramétrique fibré à dérive de fréquence : performances et dynamique. Optique Normandie 2024, Société Française d'Optique, Jul 2024, Rouen, France. <hal-04663134>

HAL Id: hal-04663134

<https://hal.science/hal-04663134v1>

Submitted on 26 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.



HAL Authorization

OSCILLATEUR PARAMÉTRIQUE FIBRÉ À DÉRIVE DE FRÉQUENCE : PERFORMANCES ET DYNAMIQUE

Tristan Guezennec^{1,2}, Saïd Idlahcen², Laurent Provino¹, Adil Haboucha¹, Thomas Godin²,
Ammar Hideur²

¹ Photonics Bretagne, Lannion, France

² CORIA, UMR 6614 CNRS - INSA Rouen - Université de Rouen Normandie, Rouen, France

thomas.godin@coria.fr

RÉSUMÉ

Nous rapportons la réalisation d'un oscillateur paramétrique fibré à dérive de fréquence (FOPCPO) ainsi qu'une étude de ses performances en termes d'énergie, d'accordabilité et de stabilité. Le FOPCPO développé génère des impulsions signal autour de 810 nm avec des énergies atteignant 510 nJ à une fréquence de répétition de 1 MHz. Les impulsions idler, quant à elles centrées à 1410 nm, ont été comprimées à des durées inférieures à la picoseconde et leur dynamique a été capturée en utilisant la technique de transformée de Fourier dispersive.

MOTS-CLEFS : FOPCPO ; Oscillateurs Paramétriques ; Laser à fibre ; Optique non-linéaire

1. INTRODUCTION

Les sources paramétriques délivrant des impulsions courtes et de haute énergie représentent une technologie clé dans de nombreux domaines industriels et scientifiques. Particulièrement, la combinaison de ces sources avec le concept d'amplification à dérive de fréquences a permis l'obtention d'énergies dépassant le mJ dans des sources basées sur les non-linéarités d'ordre 2 dans les cristaux [1]. Le concept d'amplification paramétrique à dérive de fréquence (OPCPA) a été appliqué aux sources fibrées et a déjà permis l'obtention d'impulsions dépassant le μJ [2, 3] en utilisant le mélange à 4 ondes dégénéré. D'un autre côté, l'utilisation d'impulsions à dérive de fréquence dans des oscillateurs paramétriques fibrés (FOPCPO) se montre prometteuse pour la montée en énergie, tout en permettant une grande accordabilité et en s'affranchissant de sources *seed* extérieure [4]. Nos récents travaux [5] ont ainsi permis l'obtention d'impulsions atteignant le μJ d'énergie à un taux de répétition élevé (1 MHz) dans un FOPCPO en régime de dispersion normale, permettant de remplir les conditions nécessaires pour l'utilisation de ces sources dans un contexte d'imagerie Raman stimulée (SRS) [6]. L'objectif des travaux présentés ici est de confirmer le potentiel de ces sources en terme d'énergie, de durées d'impulsions et de stabilité.

2. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le FOPCPO, présenté sur la Fig. 1, est pompé par un laser CPA à fibre dopée ytterbium développé à Photonics Bretagne et délivrant des impulsions étirées à 500 ps (≈ 100 fs en limite de Fourier), centrées à 1036 nm, à une cadence de 968 kHz. Les impulsions de pompe sont injectées dans la cavité au travers d'un miroir dichroïque et le gain paramétrique est obtenu dans une fibre microstructurée air-silice développée à Photonics Bretagne (SUP5-125, Product Line Perfos®). La fibre, longue de 8 cm, présente un diamètre de cœur de 5 μm ($\gamma = 15 \text{ W}^{-1} \cdot \text{km}^{-1}$) et un zéro de dispersion à 1055 nm. Les extrémités de la fibre sont protégées par le collapsage des trous d'air préalablement à leur clivage, ce qui leur permet de résister aux puissances crêtes et moyennes importantes. La cavité est fermée par environ 200 m de fibre microstructurée air-silice à maintien de polarisation et à grande aire modale (ESM10-PM, Product Line Perfos®), présentant un diamètre de cœur de 10 μm , tout en assurant une propagation monomode sur une grande plage de longueurs d'onde. Cette fibre permet donc au FOPCPO d'ajuster son taux de répétition sur le laser de pompe, tout en assurant un bon recouvrement spatial des impulsions et une faible phase

paramétrique fibré à dérive de fréquence pour des applications nécessitant la production d'impulsions synchronisées, telles que l'imagerie ou la spectroscopie non-linéaires. Plus de détails concernant ces performances mais aussi l'analyse du bruit du FOPCPO via des mesures radiofréquence seront présentés lors de la conférence.

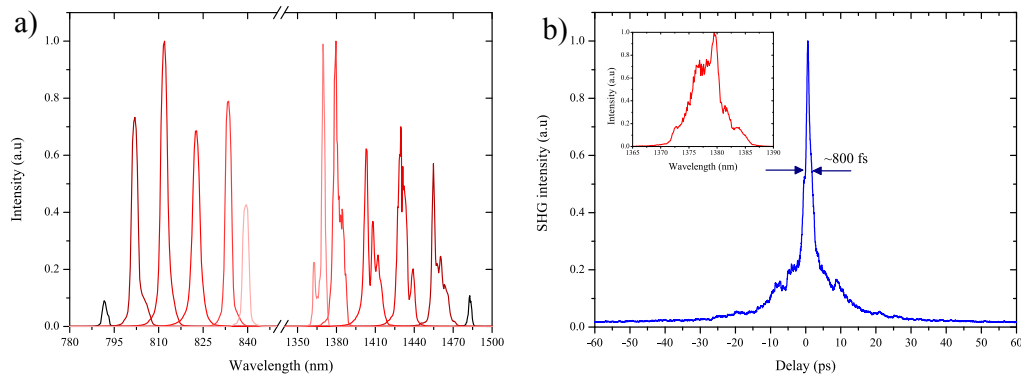


FIGURE 2 : a) Accordabilité du FOPCPO : idler et signal. b) Trace d'autocorrélation après compression de l'idler. Insert : Spectre correspondant.

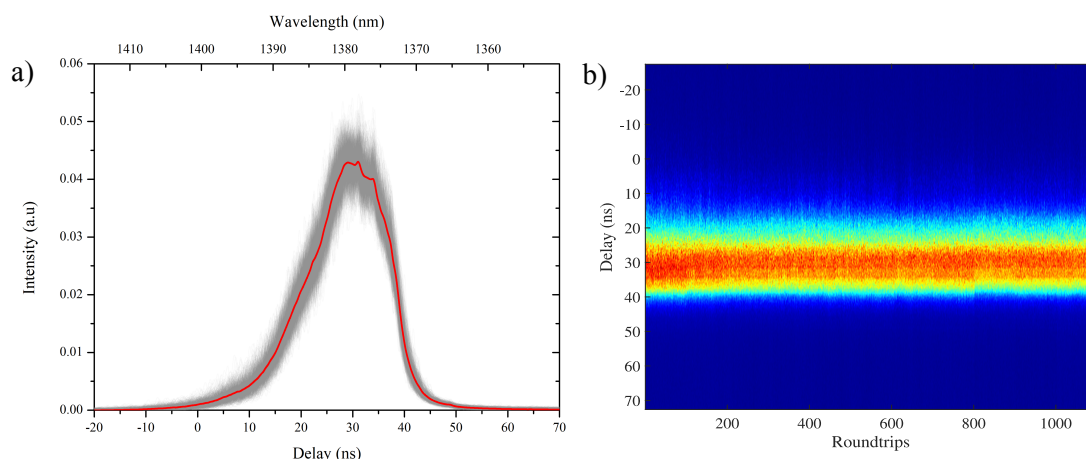


FIGURE 3 : a) Superposition (gris) et moyenne (rouge) de 1100 impulsions enregistrées par transformée de Fourier dispersive. b) Représentation de l'évolution de ces mêmes impulsions au cours du temps.

RÉFÉRENCES

- [1] A. Dubietis and A. Matijošius, "Table-top optical parametric chirped pulse amplifiers : past and present," *Opto-Electronic Advances*, vol. 6, pp.220046-220046, 2023
- [2] P. Morin, *et al.*, "μJ-level Raman-assisted fiber optical parametric chirped-pulse amplification," *Opt. Lett.*, vol. 43(19), pp. 4683-4686, 2018.
- [3] L. Lafargue, *et al.*, "All-polarization maintaining and high-energy fiber optical parametric chirped-pulse amplification system using a solid core photonic hybrid fiber," *Opt. Lett.*, vol. 47(17), pp. 4347-4350, 2022.
- [4] R. Becheker, *et al.*, "High-energy normal-dispersion fiber optical parametric chirped-pulse oscillator," *Opt. Lett.*, vol. 45, pp. 6398-6401, 2020.
- [5] T. Guezennec, *et al.*, "μJ-level normal-dispersion fiber optical chirped-pulse parametric oscillator," *Journal of the European Optical Society-Rapid Publications*, doi : 10.1051/jeos/2024006 (accepted)
- [6] T. Gottschall, *et al.*, "Fiber-based light sources for biomedical application of coherent anti-Stokes Raman scattering microscopy," *Laser & Photonics Reviews*, vol. 9(5), pp. 435-451 (2015)