HAL
open science

Génération de doublets d'impulsions picosecondes à très haut débit

Anastasiia Sheveleva, Christophe Finot

To cite this version:

Anastasiia Sheveleva, Christophe Finot. Génération de doublets d'impulsions picosecondes à très haut débit. COLOQ (COnférence sur les Lasers et l'Optique Quantique), Optique Dijon 2021, Jul 2021, Dijon, France. hal-03247323

HAL Id: hal-03247323

https://hal.science/hal-03247323v1

Submitted on 9 Nov 2023

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.

GENERATION DE DOUBLETS D'IMPULSIONS PICOSECONDES A TRES HAUT DEBIT

Anastasiia Sheveleva et Christophe Finot

Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne
UMR 6303 CNRS-Université de Bourgogne-Franche-Comté, Dijon, France

christophe.finot@u-bourgogne.fr

RÉSUMÉ

Nous présentons deux techniques expérimentales en mesure de générer des paires d'impulsions à des débits de plusieurs GHz. Les deux méthodes exploitent la remise en forme introduite par la combinaison des effets dispersifs et non-linéaires dans une fibre optique. La première approche exploite la dynamique d'une impulsion super-gaussienne dans une fibre à dispersion anormale alors que la seconde repose sur une fibre à dispersion normale.

MOTS-CLEFS : *doublets d'impulsions ultra-brèves ; optique non-linéaire fibrée*

1. INTRODUCTION

La génération de doublets d'impulsions optiques de durée temporelle de l'ordre de la picoseconde demeure délicate. En effet, les limites en bande passante des dispositifs optoélectroniques empêchent leur génération directe. Il est alors indispensable de trouver des solutions tout optique. Si les lasers à fibre peuvent émettre des doublets d'impulsions, leur cadence reste souvent de l'ordre de quelques dizaines de MHz. Pour atteindre des taux de répétition de plusieurs GHz, l'optique non-linéaire fibrée offre différentes possibilités et des approches comme la hache optique [1], le recours à des impulsions triangulaires [2] ou bien encore la compression de solitons d'ordre supérieur ont pu être explorés.

Nous présentons dans cette contribution deux nouveaux montages nous permettant de générer des doublets. Le premier repose sur l'évolution d'une impulsion super-gaussienne dans une fibre à dispersion anormale [3]. La seconde stratégie exploite une modulation temporelle de phase façonnée spectralement, élargie par auto-modulation de phase avant d'être recomprimée [4]. Dans les deux cas, des durées de quelques picosecondes seulement sont obtenues.

2. MONTAGES ET RESULTATS EXPERIMENTAUX

La première solution que nous mettons en œuvre s'appuie sur le montage optique détaillé panneau (a1). L'utilisation d'un modulateur d'intensité permet de découper une onde super-gaussienne de 42 ps qui évolue ensuite non-linéairement dans une fibre optique à dispersion anormale. Pour éviter les perturbations liées à la rétrodiffusion Brillouin, une série d'isolateurs optiques est employée. En sortie de fibre (panneaux b), la caractérisation en intensité et phase révèle l'émergence de deux impulsions quasiment gaussiennes de 4.3 ps, en phase et séparées de 15.2 ps. Le taux de répétition de ces doublets est de 2 GHz et les profils obtenus peuvent se reproduire quantitativement par l'utilisation de l'équation de Schrödinger non-linéaire. Des pistes qualitatives d'explication sont à trouver du côté de la dynamique de solitons sur fond continu [5].

Notre second montage (a2) implique une première étape de mise en forme spectrale en intensité et phase d'un ensemble de raies spectrales générées par une modulation de phase sinusoïdale à 40 GHz. En effet, en choisissant une combinaison adéquate de 4 raies, il est possible de générer un doublet d'impulsions (panneau c1). Ce train de doublets est ensuite amplifié et injecté dans une fibre hautement non-linéaire à dispersion désormais normale (longueur 1 km, puissance injectée 27 dBm) où il acquiert par auto-modulation de phase une dérive de fréquence quasi-

linéaire. Un dernier filtre programmable permet d'ajuster une phase quadratique spectrale permettant de recomprimer les impulsions. Il en résulte des doublets d'impulsions identiques, de durée 1.2 ps séparées de 8.2 ps. Les impulsions sont clairement distinctes et présentent un niveau de piédestaux très bas.

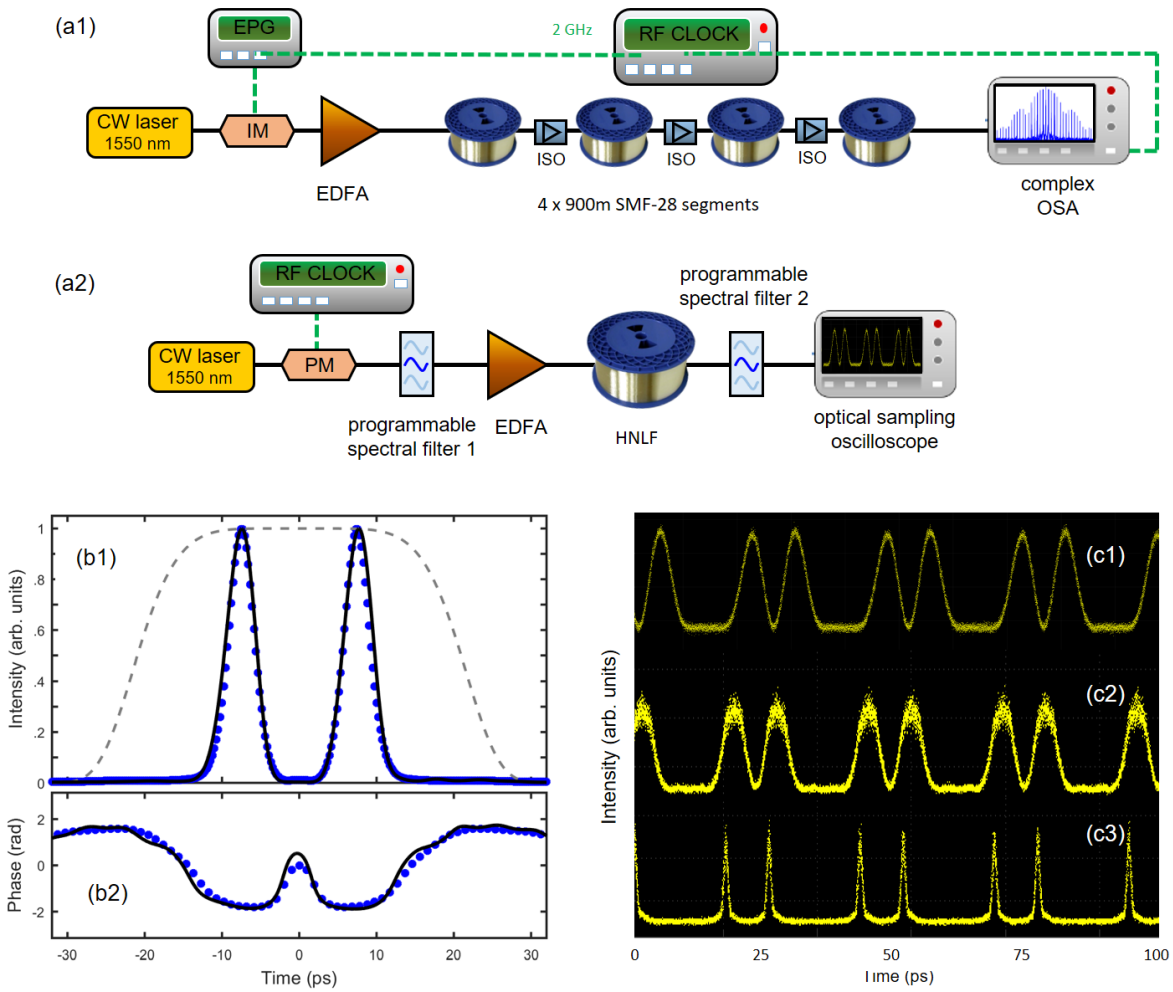

Fig. 1 : (a) Montages expérimentaux employés. (b) Résultats expérimentaux obtenus à partir du montage 1 : les profils temporels d'intensité et de phase (respectivement b1 et b2) obtenus après propagation non-linéaire (cercles bleus) sont comparés aux résultats des simulations numériques (lignes noires) et à l'impulsion initiale (tirets gris). (c) Evolution d'un doublet : (c1) après mise en forme linéaire d'une modulation de phase sinusoïdale, (c2) après propagation non-linéaire et (c3) après l'ajout d'une phase spectrale quadratique.

RÉFÉRENCES

[1] L. Helczynski, D. Anderson, M. Lisak, and H. Sunnerud, "Chirp-induced splitting of pulses in optical fibers," J. Opt. Soc. Am. B **19**, 448-453 (2002).

[2] N. Verscheure and C. Finot, "Pulse doubling and wavelength conversion through triangular nonlinear pulse reshaping," Electron. Lett. **47**, 1194-1196 (2011).

[3] C. Finot, "Optical pulse doublet resulting from the nonlinear splitting of a super-Gaussian pulse," Laser Phys. Lett. **17**, 025103 (2020).

[4] W. J. Tomlinson, R. H. Stolen, and C. V. Shank, "Compression of optical pulses chirped by self-phase modulation in fibers," J. Opt. Soc. Am. B **1**, 139-149 (1984).

[5] F. Audo, B. Kibler, J. Fatome, and C. Finot, "Experimental observation of the emergence of Peregrine-like events in focusing dam break flows," Opt. Lett. **43**, 2864-2867 (2018).