

# Création d'un peigne de fréquences de longueur d'onde centrale accordable à partir d'ondes continues

Benoit Barviau, Christophe Finot, Julien Fatome et Guy Millot

Institut Carnot de Bourgogne (ICB), Dept OMR, UMR CNRS 5209  
Université de Bourgogne, 9 avenue Alain Savary 21038 Dijon  
benoit.barviau@u-bourgogne.fr

La réalisation de sources lasers centrées autour de longueurs d'ondes difficilement accessibles par les lasers traditionnels présente un intérêt scientifique et commercial indéniable. L'effet Raman cascadié est une méthode fréquemment retenue pour générer de nouvelles fréquences à partir d'une onde continue et atteindre ces gammes de fréquences éloignées. Toutefois l'espacement entre les raies est fixé à 13.2 THz par la réponse de la silice. Il est moins courant d'utiliser le décalage Raman intrapulse [1] parce qu'il nécessite initialement une impulsion subpicoseconde [2]. Pour cette impulsion, la conversion spectrale d'énergie se fait de façon continue, améliorant ainsi l'accordabilité. Pour pouvoir combiner les avantages des deux techniques précédentes, l'onde incidente continue et l'accordabilité, l'enjeu est donc de convertir les signaux initiaux en impulsions femtosecondes.

Deux méthodes ont donc été envisagées pour générer les impulsions : la compression non-linéaire d'un battement sinusoïdal [2] et l'instabilité modulationnelle (IM) induite. Dans la première configuration, les deux ondes injectées dans la fibre sont de puissances égales, alors que dans le cas de l'IM, l'onde pompe contient la majeure partie de la puissance, l'onde stimulante étant située à la fréquence à laquelle le gain d'IM est maximum. Dans les deux configurations, les deux ondes de fréquence  $\omega_1$  et  $\omega_2$  vont subir le mélange à quatre ondes multiple et créer de nouvelles composantes spectrales. Le spectre généré sera composé de pics aux fréquences  $\omega_1 \pm n(\omega_2 - \omega_1)$ ,  $n$  entier. Ce spectre de raies est associé temporellement à un train d'impulsions de durée moyenne inférieure à  $2\pi/5(\omega_2 - \omega_1)$ . Avec des durées aussi courtes, l'effet Raman intrapulse va alors pouvoir transférer efficacement l'énergie de façon continue d'harmonique en harmonique, des hautes vers les basses fréquences [1][3]. Expérimentalement, en injectant des ondes aux fréquences des télécommunications (autour de 1550 nm) dans une fibre hautement non linéaire, nous avons obtenu des spectres dont les raies s'épalaient de 1500 nm à 1700 nm, avec un intervalle spectral pouvant varier entre 10 nm et 30 nm suivant la méthode mise en jeu. Nous avons ainsi pu mesurer des décalages allant jusqu'à 130 nm après 900 m de propagation.

Pour décrire qualitativement les effets mis en jeu, seuls la dispersion d'ordre 2, la non linéarité et l'effet Raman intrapulse sont nécessaires. Néanmoins si l'on désire se rapprocher davantage des observations expérimentales, nous avons pu vérifier qu'il était nécessaire de considérer l'équation de Schrödinger sous sa forme généralisée, en incluant notamment le terme de dispersion d'ordre 3. L'impact du bruit apparaît également prédominant.

Une analyse théorique incluant ces phénomènes nous permettra d'affiner l'interprétation des résultats expérimentaux et d'en juger les atouts et les limitations, notamment en terme d'écart en fréquence, de décalage maximum et de rapport signal sur bruit.

## Références

1. F.M.MITSCHKE AND L.F.MOLLENAUER // J.P.GORDON, Discovery//Theory of the soliton self-frequency shift, *OPTICS LETTERS*, **11** (10), 659-664 (1986).
2. J.FATOME ET AL., 20-GHz-to-1-THz Repetition Rate Pulse Sources Based on Multiple Four-Wave Mixing in Optical Fibers, *IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS*, **42** (10), 1038-1046 (2006).
3. P.V.MAMYSHEV ET AL., Generation of a high-repetition-rate train of practically noninteracting solitons by using the induced modulational instability and Raman self-scattering effects, *OPTICS LETTERS*, **15** (23), 1365-1367 (1990).