

# Emergence de structures optiques extrêmes par amplification fibrée basée sur une pompe partiellement cohérente

Kamal Hammani<sup>1</sup>, Christophe Finot<sup>1</sup>, John M. Dudley<sup>2</sup> & Guy Millot<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut Carnot de Bourgogne, UMR 5209 CNRS-Université de Bourgogne, 21078 Dijon Cedex, FRANCE

<sup>2</sup> Institut FEMTO-ST, UMR 6174 CNRS-Université de Franche-Comté, Besançon, FRANCE

kamal.hammani@u-bourgogne.fr

Il existe, dans la nature, un grand nombre de phénomènes extrêmes aux conséquences parfois dramatiques. C'est pourquoi de nombreux chercheurs à travers le monde les étudient activement dans des domaines allant de la biologie à l'économie. En hydrodynamique, si le tsunami est maintenant connu et relativement bien compris, d'autres événements extrêmes restent encore mystérieux et incompris. C'est en particulier le cas pour les vagues scélérates dont la puissance destructrice peut anéantir des navires. Or leur grande rareté limite fortement toute étude en milieu naturel. Pour progresser dans l'étude statistique de ces événements déviant fortement d'une distribution Gaussienne, il s'avère extrêmement intéressant de pouvoir disposer de systèmes physiques analogues permettant de reproduire en laboratoire un comportement similaire. Les récentes recherches initiées par Solli et al. [1] apportent une réponse à ce besoin : lors de la génération de supercontinuum dans les fibres optiques, des impulsions lumineuses rares peuvent émerger et se détacher très significativement du comportement moyen. L'appellation "ondes scélérates optiques" a alors été choisie pour qualifier un tel comportement.

Les études fructueuses menées dans les supercontinuum générés dans les fibres à dispersion anormale [2] ont ouvert la porte à des études plus générales des statistiques des fluctuations dans un système optique. Il est en effet essentiel d'élargir les conditions étudiées afin de déterminer l'origine et l'universalité de ces comportements. Dans ce contexte, nous avons mené deux études basées sur l'amplification fibrée d'un signal. Nous avons ainsi mis en oeuvre deux processus physiques générant un gain quasi-instantané : l'amplification Raman et l'amplification paramétrique. Dans les deux configurations, le gain est apporté par une pompe partiellement cohérente.

Concernant l'amplification Raman, nous avons mis en évidence que, moyennant un pompage copropagatif dans une fibre présentant une faible différence de vitesses de groupe entre la pompe et le signal, il est possible d'enregistrer des fluctuations notables des puissances crêtes du signal amplifié. Ce comportement tire son origine dans le transfert exponentiel des fluctuations d'intensité de la pompe vers le signal amplifié [3]. Dans la configuration étudiant l'amplification paramétrique, l'instabilité modulationnelle incohérente influence fortement l'émergence de fluctuations extrêmes.

Nous présenterons pour les deux systèmes étudiés des résultats expérimentaux obtenus à partir d'équipements usuels des télécommunications optiques. L'utilisation d'un signal initial continu nous a permis de mettre qualitativement en évidence la génération de structures scélérates. Ces résultats ont pu être complétés par des mesures quantitatives enregistrées à partir d'un signal initial impulsionnel. Des simulations numériques basées sur l'équation de Schrödinger non-linéaire ont confirmé ces résultats. Nous discuterons également des stratégies qui permettent d'isoler ces événements rares et intenses.

## Références

1. D.R. SOLLI, C. COPERS, P. KOONATH, B. JALALI, Optical rogue waves, *Nature*, **450**, 1057 (2007).
2. J.M.DUDLEY, G. GENTY, B.J. EGGLETON, Maîtrise des vagues optiques extrêmes, *Rencontres du non-linéaire*, **2008**, 37-41.
3. K.HAMMANI, C.FINOT, J.M. DUDLEY, G. MILLOT, Optical rogue-wave-like extreme value fluctuations in fiber Raman amplifiers, *Opt. Express*, **16**, 16467-16474 (2008).