

Maîtrise des «vagues optiques extrêmes»

John M. Dudley¹, Goëry Genty², & Benjamin. J. Eggleton³

¹ Institut FEMTO-ST, UMR 6174 CNRS-Université de Franche-Comté, 25030 Besançon, France

² Tampere University of Technology, Department of Physics, Optics Laboratory, FIN-33101 Tampere, Finland

³ Centre for Ultra-high-Bandwidth Devices & Optical Systems (CUDOS), School of Physics,
University of Sydney, NSW 2006, Australia

john.dudley@univ-fcomte.fr

Suite aux expériences réalisées par Ranka *et al.* en 2000 [1] la génération de spectres optiques à bande ultralarge dans les fibres à cristaux photoniques a fait l'objet d'intenses recherches [2]. La teneur en bruit de ces spectres « supercontinuum » a fait l'objet d'une attention particulière. Bien qu'initialement orientées vers la détermination de critères relatifs à la génération de supercontinuum stable par des impulsions femtosecondes, les recherches se sont progressivement étendues à toute la plage des différents régimes, des impulsions picosecondes jusqu'à l'émission continue. Ces études poussées ont alors permis d'établir et d'analyser les différents mécanismes impliqués dans le transfert du bruit initial des impulsions aux supercontinua.

Dans ce contexte, une avancée hautement significative vient d'être rapportée par Solli *et al.* qui sont parvenus à quantifier précisément les fluctuations statistiques d'un supercontinuum généré par des impulsions picosecondes [3]. Même si des études antérieures avaient déjà fait état des variations de la position spectrale des solitons Raman dans des spectres supercontinua, Solli *et al.* ont utilisés une nouvelle technique expérimentale afin de montrer que certaines de ces variations peuvent se traduire par un nombre restreint d'événements que l'on peut qualifier de « scélérats » par analogie avec le vocabulaire utilisé en hydrodynamique [4]. En effet, ces événements rares sont associés à des solitons possédant une très grande amplitude. De plus, les expériences décrites par Solli *et al.* ayant été réalisées dans un contexte où l'instabilité de modulation joue un rôle crucial pour le développement du supercontinuum, il a été possible d'établir une correspondance entre ces solitons optiques extrêmes et les vagues scélébrates rencontrées en hydrodynamique et dont l'origine est également liée à l'instabilité de modulation [5,6] .

Bien qu'une analyse plus poussée serait nécessaire pour établir un lien certain entre les vagues extrêmes du domaine de l'optique et celles du domaine hydrodynamique, notre objectif ici est de prolonger l'étude faite par Solli *et al.* afin d'examiner en détail des possibilités technologiques photoniques qui permettraient d'exploiter ou même de « maîtriser » les vagues extrêmes. Plus précisément, par le biais de simulations numériques basées sur la résolution de l'équation non linéaire de Schrödinger, nous étudions les dynamiques d'évolution de ces vagues extrêmes et démontrons qu'il est effectivement possible en pratique et par des techniques photoniques courantes de supprimer, voire de favoriser, la génération de vagues optiques extrêmes.

Références

1. J. K. Ranka, R. S. Windeler, and A. J. Stentz, "Visible continuum generation in air-silica microstructure optical fibers with anomalous dispersion at 800 nm," *Opt. Lett.* **25**, 25-27 (2000).
2. J. M. Dudley, G. Genty, and S. Coen, "Supercontinuum generation in photonic crystal fiber" *Rev. Mod. Phys.* **78**, 1135-1184 (2006).
3. D. R. Solli, C. Ropers, P. Koonath, and B. Jalali, "Optical rogue waves" *Nature* **450**, 1054-1058 (2007)
4. M. Hopkin, "Sea snapshots will map frequency of freak waves", *Nature* **430**, 492 (2004)
5. A. I. Dyachenko and V. E. Zakharov, "Modulation instability of stokes wave implies a freak wave", *JETP Lett.*, **81**, 255-259 (2005).
6. M. Onorato, A. R. Osborne, and M. Serio, "Modulational instability in crossing sea states : A possible mechanism for the formation of freak waves" *Phys. Rev. Lett.* **96**, 014503 (2006).