

# Régime faiblement non linéaire de la turbulence intégrable : expérience et nouvelle approche théorique

Rebecca El Koussaifi<sup>1</sup>, Miguel Onorato<sup>2</sup>, Pierre Suret<sup>2</sup> & Stephane Randoux<sup>2</sup>

Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et molécules, UMR-CNRS 8523, Université de Lille, France  
Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Torino, 10125 Torino, Italy  
`rebecca.el-koussaifi@ed.univ-lille1.fr`

La turbulence intégrable apparait lorsque des ondes partiellement cohérentes se propagent dans un système décrit par une équation intégrable telle que l'équation de Schrödinger non linéaire à une dimension [1]. Plusieurs expériences récentes ont montré qu'il était possible d'étudier la turbulence intégrable dans les fibres optiques[2]. On considère généralement que l'élargissement spectral est beaucoup plus important en régime focalisant qu'en régime défocalisant car l'instabilité modulationnelle crée naturellement de nouvelles composantes spectrales [3]. Cependant, il été démontré théoriquement et expérimentalement qu'un élargissement spectral par mélange à quatre ondes non résonnant existe également en dispersion normale (régime défocalisant)[4].

On compare ici l'élargissement spectral d'une onde partiellement cohérente en propagation dans des fibres optiques en régime de dispersion normal et anormal. Nous travaillons en régime faiblement non linéaire afin que les bandes spectrales de l'instabilités modulationnelles tombent à l'intérieur du spectre initial.

Nous montrons expérimentalement qu'il existe un régime où l'élargissement spectral est strictement identique en régime focalisant et défocalisant. Les spectres expérimentaux sont quantitativement reproduits par la simulation numérique de l'équation de Schrodinger non linéaire. Ce résultat est en accord avec une approche théorique basée sur la théorie cinétique des ondes[5]. Nous proposons par ailleurs une nouvelle approche théorique basée sur une transformation canonique de l'équation de Schrödinger non linéaire.

## Références

1. V. E. ZAKHAROV, Turbulence in Integrable Systems, *Stud. Appl. Math.* **122**, 219-234, (2009)
2. P. SURET, R. EL KOUSSAIFI, A. TIKAN, C. EVAIN, S. RANDOUX, C. SZWAJ AND S. BIELAWSKI, Single-shot observation of optical rogue waves in integrable turbulence using time microscopy. *Nat. Commun.* **7**, 13136, (2016)
3. GOVIND P. AGRAWAL, Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, Oxford, England , 5th Edition 2013.
4. B. BARVIAU, S. RANDOUX ET P. SURET, Spectral broadening of a multimode continuous-wave optical field propagating in the normal dispersion regime of a fiber, *Opt. Lett.*, **31**, (2006).
5. P. SURET, A. PICOZZI, S. RANDOUX, Wave turbulence in integrable systems : nonlinear propagation of incoherent optical waves in single-mode fibers, *Opt. Express*, **19**, (2011).