

Le soliton de Peregrine comme structure universelle de la compression d'impulsion dans les fibres optiques

Alexey Tikan¹, Cyril Billet², Alexander Tovbis³, Gennady El⁴, Marco Bertola^{5,6}, Goëry Genty⁷, François Gustave¹, Thibaut Sylvestre², Stéphane Randoux¹, John M. Dudley² & Pierre Suret¹

¹ Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et molécules, UMR-CNRS 8523, Université de Lille, France

² Institut FEMTO-ST, CNRS Université Bourgogne-Franche-Comté UMR 6174, 25030 Besançon, France

³ University of Central Florida, Department of Mathematics, USA

⁴ Centre for Nonlinear Mathematics and Applications, Loughborough University, Department of Mathematical Sciences, Loughborough, LE11 3TU, UK

⁵ Department of Mathematics, Concordia University, H3G 1M8, Montreal, Canada

⁶ Area of Mathematics, SISSA, via Bonomea 265, Italy

⁷ Tampere University of Technology, Department of Physics, Optics Laboratory, FI-33101 Tampere, Finland

Pierre.Suret@univ-lille1.fr

Le soliton de Peregrine est une solution exacte de l'équation de Schrödinger non linéaire à une dimension en régime focalisant. Cette solution, caractérisée par un fond continu non nul, apparaît comme un cas limite de l'instabilité modulationnelle. Sur le plan expérimental, il est possible de générer le soliton de Peregrine à partir de la propagation d'une onde plane modulée dans une fibre optique [1]. Récemment cette structure a été observée au cours de la propagation d'ondes partiellement cohérentes dans une fibre optique [2].

Par ailleurs, il a été démontré mathématiquement que cette structure apparaissait de façon universelle au cours de la propagation d'une impulsion dans la limite semi-classique de l'équation de Schrödinger non linéaire[3]. Dans ce cas, les conditions aux limites sont nulles et la convergence vers le soliton de Peregrine se fait quand la non-linéarité tend vers l'infini (ou quand la dispersion tend vers zéro). Dans ce contexte, l'émergence du soliton de Peregrine apparaît comme la régularisation de la divergence du gradient de la phase en absence de dispersion.

Dans ce poster, nous présentons une étude expérimentale qui illustre ce théorème [4]. Dans deux dispositifs expérimentaux différents, nous propageons des impulsions voisines des solutions N-soliton dans des fibres optiques en régime de dispersion anormale. A l'aide de dispositifs de détection rapide (en particulier échantillonnage optique et FROG), nous montrons qu'au point de compression maximale, la structure locale de l'impulsion est effectivement très proche de celle du soliton de Peregrine. En particulier nous observons le saut de phase de π (de part et d'autre du zéro d'intensité) caractéristique du point de compression maximum. Les simulations numériques de l'équation de Schrödinger non linéaire décrivent quantitativement les expériences. Nous montrons que le phénomène persiste pour de grandes zones de paramètres et apparaît typiquement dès que $N > 2$.

Références

1. B. KIBLER, J. FATOME, C. FINOT, G. MILLOT, F. DIAS, G. GENTY, N. AKHMEDIEV, AND J. M. DUDLEY, The Peregrine soliton in nonlinear fibre optics. *Nature Physics* **6**, 790 (2010)
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. M. BERTOLA AND A. TOVBIS Universality for the Focusing Nonlinear Schrödinger Equation at the Gradient Catastrophe Point : Rational Breathers and Poles of the Tritronquée Solution to Painlevé I. *Communications on Pure and Applied Mathematics* **66**, 678, (2012)
4. A. TIKAN, C. BILLET, G. EL, A. TOVBIS, M. BERTOLA, T. SYLVESTRE, F. GUSTAVE, S. RANDOUX, G. GENTY, P. SURET, J. M. DUDLEY, Universal Peregrine soliton structure in nonlinear pulse compression in optical fiber. arXiv :1701.08527, (2017)