

Propriétés statistiques d'ondes non linéaires unidirectionnelles : comparaison expérimentale entre hydrodynamique et optique

Pierre Suret¹, Rebecca El Koussaifi¹, Alexey Tikan¹, Clément Evain¹, Christophe Szwej¹, Serge Bielawski¹, Miguel Onorato² & Stéphane Randoux¹

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

² Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Torino, 10125 Torino, Italy

Pierre.Suret@univ-lille1.fr

Les fibres optiques fournissent un extraordinaire laboratoire de la Physique des ondes unidirectionnelles et en particulier des effets combinés du mélange à quatre ondes et de la dispersion. La difficulté principale de ces études réside dans le fait que les échelles de temps typiques sont extrêmement courtes (inférieures à la picoseconde). Dans la première partie de cet exposé nous présenterons les progrès récents des techniques expérimentales qui permettent désormais à la fois des mesures statistiques et des observations instantanées de la dynamique d'ondes partiellement cohérentes en propagation dans une fibre optique [1,2].

Dans une seconde partie, nous présenterons une comparaison précise entre la statistique d'ondes se propageant dans une fibre optique (monomode) et dans un canal unidirectionnel. Plus précisément, nous avons reproduit dans une fibre optique un équivalent d'une expérience réalisée avec des ondes de gravité aléatoires en eau profonde [3]. Dans les deux cas la propagation est dominée par des interactions non linéaires d'ordre trois non résonantes. Les conditions initiales sont caractérisées par un spectre JONSWAP et par une statistique gaussienne. A chaque position L dans le canal et dans la fibre, la propagation est caractérisée par un nombre de longueur non linéaire L/L_{NL} et un nombre de longueur linéaire L/L_L . En optique L/L_{NL} dépend de la puissance optique moyenne alors qu'en hydrodynamique ce paramètre dépend de la hauteur significative des vagues. Dans les deux expériences, L/L_L peut être ajustée par la largeur du spectre initial.

Alors que les systèmes physiques sont très différents, nous montrons que l'évolution du kurtosis de l'enveloppe des ondes en fonction de la distance de propagation normalisée L/L_{NL} est quantitativement comparable. Nous comparons ces résultats expérimentaux à des simulations numériques et nous discutons des différences qui émergent à petite et grande distance de propagation.

Références

1. P. WALCZAK, S. RANDOUX, S. AND P. SURET, Optical rogue waves in integrable turbulence. *Phys. Rev. Lett.* **114**, 143903, (2015)
2. P. SURET, R. EL KOUSSAIFI, A. TIKAN, C. EVAIN, S. RANDOUX, C. SZWEJ AND S. BIELAWSKI, Single-shot observation of optical rogue waves in integrable turbulence using time microscopy. *Nat. Commun.* **7**, 13136, (2016)
3. M. ONORATO, A.R. OSBORNE, AND M. SERIO, Observation of strongly non-Gaussian statistics for random sea surface gravity waves in wave flume experiments. *Phys. Lett. E*, **70**, (2004)