

Événements rares et statistique non gaussienne dans un laser Raman à fibre

Stéphane Randoux & Pierre Suret

Laboratoire PHLAM - bât. P5- Université des Sciences et Technologies de Lille - 59655 Villeneuve d'Ascq
stephane.randoux@univ-lille1.fr

Les lasers Raman à fibre sont des sources délivrant un rayonnement partiellement cohérent (non monochromatique) fortement multimode. Le processus de formation de leur spectre optique résulte de l'interaction non linéaire (essentiellement due à l'effet Kerr) entre typiquement 10^5 à 10^8 modes. La physique fortement multimode de ce laser est aujourd'hui fréquemment modélisée à partir d'une équation de type Ginzburg-Landau et un traitement statistique, basé sur la théorie cinétique des ondes, a été appliqué à ce modèle dans le but de décrire la formation du spectre d'un laser Raman oscillant dans une cavité de finesse élevée [1].

Dans ce travail, nous examinons les aspects statistiques plutôt que les aspects spectraux de la formation du spectre optique du laser [2,3]. À l'aide d'un filtre optique de largeur spectrale (~ 5 GHz) beaucoup plus étroite que la largeur du spectre optique du laser Raman (~ 300 GHz), nous montrons que les propriétés statistiques du champ Stokes diffèrent fortement selon la région spectrale de filtrage. Lorsque la longueur d'onde centrale du filtre optique coïncide avec la longueur d'onde centrale du laser, la statistique du champ Stokes est gaussienne. En revanche, un filtrage effectué dans les ailes du spectre montre que la statistique du champ n'est plus gaussienne [4]. Ceci se traduit par l'apparition dans le domaine temporel d'événements rares ("rogue-like waves") d'intensité crête un ordre de grandeur plus élevée que l'intensité moyenne [4].

Les expériences de filtrage ainsi réalisées dans le domaine de l'optique peuvent être mises en relation avec des expériences de filtrage similaires effectuées sur des signaux enregistrés dans des expériences d'hydrodynamique [5]. Des travaux théoriques sont actuellement en cours pour tenter de déterminer si les comportements statistiques observés peuvent être décrits dans le cadre de la théorie de la turbulence faible [6].

Références

1. S. A. Babin, D. V. Churkin, A. E. Ismagulov, S. I. Kablukov, and E. V. Podivilov, "Four-wave-mixing-induced turbulent spectral broadening in a long Raman fiber laser," *J. Opt. Soc. Am. B* **24**, 1729 (2007).
2. S. Randoux, N. Dalloz and P. Suret, "Intracavity changes in the field statistics of Raman fiber lasers," *Opt. Lett.* **36**, 790–792 (2011).
3. D. V. Churkin, O. A. Gorbunov, and S. V. Smirnov, "Extreme value statistics in Raman fiber lasers," *Opt. Lett.* **36**, 3617–3619 (2011).
4. S. Randoux and P. Suret, "Experimental evidence of extreme value statistics in Raman fiber lasers," *Opt. Lett.* **37**, 500–502 (2012).
5. P. Dennissenko, S. Lukaschuck, S. Nazarenko "Gravity wave turbulence in a laboratory flume" *Phys. Rev. Lett.* **99**, 014501 (2007)
6. S. Dyachenko, A. C. Newell, A. Pushkarev, and V. E. Zakharov "Optical turbulence : weak turbulence, condensates and collapsing filaments in the nonlinear Schrodinger equation," *Physica D* **57**, 96–160 (1992).