

Statistique des événements extrêmes en turbulence intégrable

Thibault Congy¹, Gennady El¹, Stéphane Randoux², Giacomo Roberti¹, Pierre Suret², Alexander Tovbis³

¹ Department of Mathematics, Physics and Electrical Engineering, Northumbria University, Newcastle upon Tyne NE1 8ST, UK

² Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules, UMR-CNRS 8523, Université de Lille, Cité Scientifique, 59655 Villeneuve d’Ascq Cedex, France

³ Department of Mathematics, University of Central Florida, Orlando, Florida 32816, USA

thibault.congy@northumbria.ac.uk

La turbulence intégrable est le cadre idéal pour décrire les ondes non linéaires aléatoires gouvernées par des dynamiques dites intégrables, telle que l’équation de Schrödinger non linéaire dans le régime d’interaction attractive :

$$i \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + 2|\psi|^2 \psi = 0. \quad (1)$$

Le gaz de solitons, correspondant à un ensemble stochastique de solitons en interaction (Figure 1), constitue une des réalisations fondamentales de la turbulence intégrable [1]. Nous examinons dans ce travail la probabilité d’événements extrêmes dans un gaz de solitons pour l’équation (1) en calculant analytiquement le kurtosis du champ d’onde $\psi(x, t)$.

La théorie est illustrée par deux exemples physiques de gaz de solitons dense. Nous calculons premièrement le kurtosis pour le développement asymptotique de l’instabilité modulationnelle de l’équation (1) induite par du bruit, qui peut être modélisée par un gaz de solitons “états liés” [2]. Nous généralisons ensuite ce résultat au problème de l’évolution des ondes partiellement cohérentes, correspondant à des conditions initiales aléatoires où l’amplitude $|\psi|$ varie lentement. Pour chaque exemple, l’accord entre le calcul analytique de la kurtosis et la valeur obtenue avec l’implémentation numérique du problème [2,3] est très bon.

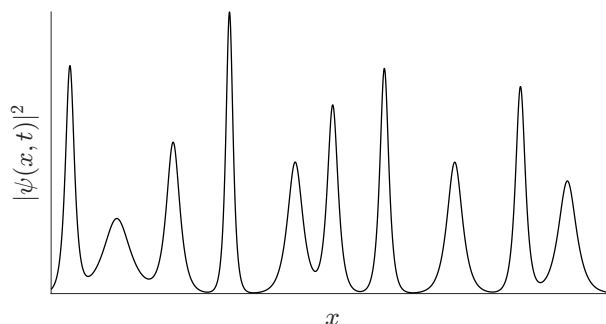


Figure 1. Réalisation typique d’un gaz de solitons pour l’équation (1).

Références

1. G. A. EL, Soliton gas in integrable dispersive hydrodynamics, *J. Stat. Mech.*, **2021**, 114001 (2021).
2. A. GELASH, D. AGAFONTSEV, V. ZAKHAROV, G. EL, S. RANDOUX & P. SURET, Bound State Soliton Gas Dynamics Underlying the Spontaneous Modulational Instability, *Phys. Rev. Lett.*, **123**, 234102 (2019).
3. D. S. AGAFONTSEV, S. RANDOUX & P. SURET, Extreme rogue wave generation from narrowband partially coherent waves, *Phys. Rev. E*, **103**, 032209 (2021).