

Statistiques spatiales en turbulence d'ondes de gravité

Eric Herbert¹, Nicolas Mordant², & Eric Falcon¹

¹ Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), Université Paris-Diderot, CNRS – UMR 7057
10 rue A. Domon et L. Duquet 75013 Paris, France

² Laboratoire de Physique Statistique, Ecole Normale Supérieure, CNRS – UMR 8550
24 rue Lhomond 75 005 Paris, France

`eric.herbert@univ-paris-diderot.fr ; nicolas.mordant@lps.ens.fr ; eric.falcon@univ-paris-diderot.fr`

La turbulence d'ondes étudie les propriétés statistiques et dynamiques d'un ensemble d'ondes en interaction non linéaire. Son domaine d'application s'étend des ondes internes ou de surface en océanographie aux ondes dans les plasmas astrophysiques en passant par les ondes de spins dans les solides. Contrairement à turbulence hydrodynamique, la théorie de la turbulence d'ondes permet d'obtenir des résultats analytiques exactes, tel que l'expression du spectre de puissance de l'amplitude des ondes [1]. Les études expérimentales en laboratoire sont pourtant peu nombreuses sur le sujet. Ces mesures sont majoritairement localisée en espace [2], tandis que les prédictions théoriques sont souvent relative à l'espace de Fourier. Un challenge important est donc d'accéder, comme récemment pour le cas d'ondes élastiques [3], à la mesure spatio-temporelles de l'amplitudes des ondes en régime turbulent.

Nous avons étudié la statistique spatiale de la turbulence d'ondes de gravité à la surface d'un fluide [4]. Une méthode optique basée sur la profilométrie par Transformée de Fourier [5] a été utilisée et permet d'accéder au champ de déformations des vagues sur une certaine zone spatiale au cours du temps. Nous avons ainsi obtenu, pour la première fois, la mesure de la relation de dispersion *non linéaire* des ondes de gravité qui met en évidence, outre la branche linéaire $\omega(k)$, l'apparition de branches secondaires $\omega(2k)$, $\omega(3k)$ lorsque l'intensité du forçage augmente. Ces branches secondaires proviennent des non linéarités des vagues engendrant des ondes de Stokes ou des singularités à la surface du fluide. Nous accédons aussi au spectre spatial des vagues au cours du temps, à la distribution de probabilité de l'amplitude des vagues à un nombre d'onde k donné, et les comparons aux prédictions théoriques.

Références

1. V. E. Zakharov, G. Falkovich & V. S. L'vov, *Kolmogorov Spectra of Turbulence I : Wave Turbulence* (Springer-Verlag, Berlin, 1992).
2. E. Falcon, C. Laroche & S. Fauve, Phys. Rev. Lett. **98**, 094503 (2007) ; F. Boyer & E. Falcon, Phys. Rev. Lett. **101**, 244502 (2008) ; N. Mordant, Phys. Rev. Lett. **100**, 234505 (2008)
3. P. Cobelli *et al.*, Phys. Rev. Lett. **103**, 204301 (2009)
4. E. Herbert, N. Mordant & E. Falcon, *Nonlinear dispersion relation and space statistics of gravity wave turbulence*, en préparation (2010)
5. M. Takeda & K. Mutoh, Appl. Opt. **22**, 3977 (1983) ; A. Maurel *et al.*, Appl. Opt. **48**, 380 (2009) ; P. Cobelli *et al.*, Exp. Fluids **46**, 1037 (2009)