

Transition de la turbulence d'ondes dans une plaque mince à la turbulence d'ondes dans une membrane élastique

Hassaini Roumaïssa & Mordant Nicolas

Université Grenoble Alpes, LEGI, CNRS F-38000 Grenoble, France
roumaïssa.hassaini@univ-grenoble-alpes.fr

La théorie de la turbulence faible (TTF) est une théorie statistique décrivant l'interaction d'un grand nombre d'ondes. Cette théorie a été appliquée dans un grand nombre de domaines tel que les ondes à la surface d'un fluide [1] ainsi que les ondes de flexion [2]. Pour les ondes dispersives, la TTF prédit l'évolution du spectre d'énergie. Pour des systèmes faiblement non-dispersifs et faiblement non-linéaires des événements extrêmes sont prédits et ont été observés dans de nombreux secteurs [3,4,5]. Nous nous intéressons à la transition de régimes faiblement non-linéaires dans un milieu où dispersion et non-dispersion sont en compétition, qu'est la plaque fine tendue, à un système exclusivement non-dispersif qu'est la membrane élastique. Nous essayons de répondre à la question de Newell et Rumpf[6] : est-ce qu'en tendant vers un système où la non-dispersion est prédominante, les interactions non-linéaires vont redistribuer l'énergie de manière isotrope ou va-t-elle se concentrer en ondes de choc ?

Dans la première partie de notre étude nous exposons des travaux expérimentaux permettant de reconstituer en temps et en espace la surface d'une plaque précontrainte grâce à la profilométrie par Transformée de Fourier[7]. Le terme non-dispersif est graduellement augmenté en modifiant la tension appliquée. Une comparaison avec des simulations numériques sera effectuée. En procédant à une analyse spatio-temporelle du spectre de Fourier de la déformation, un régime de turbulence d'ondes est clairement identifié suivant la relation de dispersion $\omega^2 = C^2 k^4 + \frac{T}{\rho h} k^2$. Dans la seconde partie de notre travail nous étudions numériquement le cas de la plaque précontrainte en fixant la valeur du terme non-dispersif et en diminuant la dispersion progressivement de sa valeur expérimentale jusqu'à être nulle, représentant le cas de la membrane. Nous présentons une turbulence d'ondes qui persiste même dans les cas purement non-dispersifs où aucun événement extrême n'a été observé et dont les spectres d'énergie respectent les pentes prédites par la TTF pour les deux régimes[8]. Durant cette transition un changement drastique de l'évolution de la non-linéarité est noté. Nous passons d'un système où la non-linéarité augmente à grande échelle pour la plaque tendue à un système où la non-linéarité augmente aux petites échelles pour la membrane élastique.

Références

1. Quentin Aubourg and Nicolas Mordant. Nonlocal resonances in weak turbulence of gravity-capillary waves. *Physical review letters*, 114(14) :144501, 2015.
2. Benjamin Miquel and Nicolas Mordant. Nonlinear dynamics of flexural wave turbulence. *Physical Review E*, 84(6) :066607, 2011.
3. Hermann A Haus. Optical fiber solitons, their properties and uses. *Proceedings of the IEEE*, 81(7) :970-983, 1993.
4. MQ Tran. Ion acoustic solitons in a plasma : A review of their experimental properties and related theories. *Physica Scripta*, 20(3-4) :317, 1979.
5. Roumaïssa Hassaini and Nicolas Mordant. Transition from weak wave turbulence to soliton gas. *Physical Review Fluids*, 2(9), 094803, 2017.
6. Alan C. Newell & Benno Rumpf. Wave turbulence. *Annual review of fluid mechanics*, 43, 59-78, 2011.
7. Pablo Javier Cobelli, Agnès Maurel, Vincent Pagneux, and Philippe Petitjeans. Global measurement of water waves by Fourier transform profilometry. *Experiments in fluids*, 46(6) :1037-1047, June 2009.
8. G. During, C. Josserand, & S. Rica. Weak turbulence for a vibrating plate : can one hear a Kolmogorov spectrum ?. *Physical review letters*, 97(2), 025503, 2006.