

Turbulence d'ondes en hypergravité

A. Cazaubiel¹, S. Mawet², A. Darras², G. Grojean², J. W. A. van Loon^{3,4}, S. Dorbolo² & Eric Falcon¹

¹ Université de Paris, Université Paris Diderot, MSC, UMR 7057 CNRS, F-75 013 Paris, France

² GRASP, Département de Physique B5, Université de Liège - B-4000 Liège, Belgium

³ Gravity Simulation Laboratory, ESTEC, ESA, Noordwijk, The Netherlands

⁴ ACTA, University of Amsterdam, The Netherlands

`annette.cazaubiel@univ-paris-diderot.fr`

La turbulence d'ondes concerne l'étude des propriétés dynamiques et statistiques d'un ensemble d'ondes aléatoires en interaction non linéaire. Ce phénomène, omniprésent dans la Nature, se rencontre dans de nombreuses situations : ondes de surface en océanographie, ondes internes en géophysique, ondes d'Alfvén dans les plasmas astrophysiques, ondes optiques ou ondes de spins dans les solides [1].

Nous étudions ici la turbulence d'ondes gravito-capillaires à la surface d'un fluide en hypergravité. En utilisant la centrifugeuse de grand diamètre de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), l'accélération effective de la gravité peut être contrôlée et atteindre jusqu'à 20 fois la gravité terrestre. La fréquence de transition entre les régimes de turbulence d'ondes de gravité et de capillarité est alors augmentée d'une décade. Une telle extension de la zone inertielle nous permet ainsi de mieux étudier en laboratoire le régime de turbulence d'ondes de gravité, encore mal compris. Le spectre de l'amplitude des ondes montre alors, dans chaque régime, une loi de puissance de l'échelle, dont l'exposant est trouvé indépendant du niveau de gravité et de la cambrure des ondes. Comme attendu par la théorie de turbulence faible, nous observons expérimentalement une séparation entre les temps caractéristiques de propagation linéaire, des interactions non linéaires et de dissipation. Cependant, les temps non linéaire et dissipatif sont trouvés être indépendants du niveau de gravité et de l'échelle considérée. Nous montrons alors qu'il est nécessaire de prendre en compte le rôle des modes propres grandes échelles du bassin (permettant un transfert d'énergie cumulatif à travers les échelles en plus du transfert usuel par interactions non linéaires entre ondes) afin de mieux décrire les expériences de laboratoire de turbulence d'ondes de gravité.

Ces expériences sont complémentaires de celles réalisées lors de campagnes de vols paraboliques au sein de l'Airbus Zéro-g [2] ou à bord de la Station Spatiale Internationale (ISS) [3] pour observer la turbulence d'ondes purement capillaires sans l'influence de la gravité.

Nous remercions l'ESA pour l'accès au LDC (Large-Diameter Centrifuge) à travers l'offre CORA-GBF-2018. Nous remercions M. Mélard pour son support technique sur le dispositif expérimental. Ce travail a été en partie soutenu par l'ANR DYSTURB (project No. ANR-17-CE30-0004) et par le FNRS.

Références

1. S. Nazarenko *Wave Turbulence*, (Lecture Notes in Physics Vol. 825, Springer, Berlin, 2010)
2. C. Falcón, E. Falcon, U. Bortolozzo and S. Fauve, Capillary wave turbulence on a spherical fluid surface in zero gravity, *EPL (Europhysics Letters)* **86**, 14002 (2009) ;
3. M. Berhanu, E. Falcon and S. Fauve, Wave turbulence in microgravity, in *Report to COSPAR (World Committee for Space Research)*, CNES Ed., p. 66 - 67 (2018)