

# Observation d'une cascade de quasi-résonances entre ondes de gravité à la surface d'un fluide

F. Bonnefoy<sup>1</sup>, F. Haudin<sup>2</sup>, G. Michel<sup>3</sup>, B. Semin<sup>3</sup>,  
T. Humbert<sup>4</sup>, S. Aumaître<sup>4</sup>, M. Berhanu<sup>2</sup> & E. Falcon<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ecole Centrale de Nantes, LHEEA, UMR 6598 CNRS, Nantes

<sup>2</sup> Université Paris Diderot, MSC, UMR 7057 CNRS, Paris

<sup>3</sup> Ecole Normale Supérieure, LPS, UMR 8550 CNRS, Paris

<sup>4</sup> Univ. Paris-Scalay, CEA-Saclay, SPEC, DRF, UMR 3680 CNRS, Gif-sur-Yvette

`felicien.bonnefoy@ec-nantes.fr`

Nous étudions les interactions non-linéaires à quatre vagues au moyen d'expériences d'ondes de gravité dans un bassin de houle. Nous générons pour cela une houle bi-chromatique dont nous contrôlons indépendamment la cambrure et la fréquence des 2 composantes ainsi que l'angle entre leurs directions. Ces deux ondes mères interagissent non-linéairement et donnent naissance à une onde fille résonante dont les propriétés sont pleinement caractérisées : taux de croissance, courbe angulaire de réponse résonante et verrouillage de phase entre ondes [1]. Tous nos résultats obtenus à faible cambrure sont en accord quantitatif, sans paramètre ajustable, avec la théorie des interactions résonantes à quatre ondes de Longuet-Higgins [2]. Nos expériences étendent ainsi fortement les mesures faites jusqu'à présent dans une configuration de vagues colinéaires [3] ou perpendiculaires [4].

Nous présentons, ici, les premières analyses des résultats obtenus à cambrures de vagues plus fortes. Notamment, nous observons l'apparition d'ondes filles secondaires provenant de l'interaction à quatre vagues entre les ondes mères et les ondes *filles* primaires précédemment créées. Ces ondes filles secondaires interagissent alors non-linéairement avec les ondes mères pour engendrer des ondes filles tertiaires, et ainsi de suite. Une cascade d'interactions quasi-résonantes est alors observée, les ondes filles engendrées pouvant être issues à la fois d'un quartet résonant et d'un quartet différent non-résonant. Un modèle théorique, basé sur l'équation de Zakharov [5] permet d'expliquer quantitativement ces observations.

## Références

- [1] BONNEFOY, F., HAUDIN, F., MICHEL, G., SEMIN, B. AND HUMBERT, T., AUMAÎTRE, S., BERHANU, M. & FALCON, E. 2016 Observation of resonant interactions among gravity surface waves. *J. Fluid Mech.* **805**,
- [2] LONGUET-HIGGINS, M. S. 1962 Resonant interactions between two trains of gravity waves. *J. Fluid Mech.* **12**, 321–32,
- [3] LAKE, B. & YUEN, H. 1977 A note on some nonlinear water-wave experiments and the comparison of data with theory. *J. Fluid Mech.* **83**, 75–81; SU, M.-Y., BERGIN, M., MARLER, P. & MYRICK, R. 1982 Experiments on nonlinear instabilities and evolution of steep gravity-wave trains. *J. Fluid Mech.* **124**, 45–72; SHEMER, L. & CHAMESSE, M. 1999 Experiments on nonlinear gravity-capillary waves. *J. Fluid Mech.* **380**, 205–232; TULIN, M. P. & WASEDA, T. 1999 Laboratory observations of wave group evolution, including breaking effects. *J. Fluid Mech.* **378**, 197–232.
- [4] LONGUET-HIGGINS, M. S. & SMITH, N. D. 1966 An experiment on third-order resonant wave interactions. *J. Fluid Mech.* **25**, 417–435; MCGOLDRICK, L. F., PHILLIOS, O. M., HUANG, N. E. & HODGSON, T. H. 1966 Measurements of third-order resonant wave interactions. *J. Fluid Mech.* **25**, 437–456; TOMITA, H. 1989 Theoretical and experimental investigations of interaction among deep-water gravity waves. *Rep. Ship Res. Inst.* **26**, 251–350.
- [5] ZAKHAROV, V. 1968 Stability of periodic waves of finite amplitude on a surface of a deep fluid. *J. Appl. Mech. Tech. Phys.* **2**, 190–198.