

Interactions non-linéaires à trois ondes des vagues gravito-capillaires en dehors de la résonance.

Michael Berhanu¹, Annette Cazaubiel¹, Florence Haudin^{1,2,3} & Eric Falcon¹

¹ Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), Université Paris Diderot, CNRS UMR 7057, Paris,

² Institut Langevin, Laboratoire Ondes et Images, LOA, UMR CNRS 7587-ESPCI, Paris

³ Laboratoire Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes (PMMH), UMR CNRS

7636-ESPCI-UMPC-UPD, Paris

`michael.berhanu@univ-paris-diderot.fr`

Les interactions résonantes à trois ondes, constituent un mécanisme non-linéaire classique d'échange d'énergie entre échelles, dans les systèmes où des ondes se propagent [1]. Les trois ondes considérées (1, 2, 3) doivent alors satisfaire les conditions de résonance : $\mathbf{k}_1 \pm \mathbf{k}_2 \pm \mathbf{k}_3 = \mathbf{0}$ et $f_1 \pm f_2 \pm f_3 = 0$, avec \mathbf{k}_i et f_i le nombre d'onde et la fréquence de l'onde i , ces deux grandeurs étant reliées par la relation de dispersion des ondes, $\omega = 2\pi f = D(k)$.

Nous avons précédemment étudié expérimentalement le phénomène d'interaction à trois ondes pour des vagues gravito-capillaires, en considérant deux trains d'ondes de fréquence f_1 et f_2 se croisant avec un angle α_{12} réglable dans une cuve fermée remplie d'eau [2,3]. Nous détectons l'onde fille produite par l'interaction des deux ondes mères à la fréquence $f_3 = f_1 + f_2$. Pour satisfaire la condition de résonance en \mathbf{k} et la relation de dispersion, l'angle α_{12} doit être ajusté. Dans ce cas, on vérifie expérimentalement à l'aide des spectres spatio-temporels de hauteur de vagues $S_h(\omega, k_x, k_y)$, la condition $\mathbf{k}_3 = \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2$. De plus l'amplitude de l'onde fille, plus faible, est en accord raisonnable avec un modèle prenant en compte la dissipation visqueuse [3].

En revanche, de manière plus surprenante, nous observons expérimentalement l'interaction à trois ondes, même lorsque l'angle α_{12} entre les deux trains d'ondes, ne permet pas *a priori* de vérifier la condition de résonance au vu de la relation de dispersion. Dans ce cas, le spectre à la fréquence $f_3 = f_1 + f_2$ de l'onde fille $S_h(\omega_3, k_x, k_y)$ est plus complexe, avec un maximum qui vérifie à la précision des mesures $\mathbf{k}_3 = \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2$, mais légèrement en dehors de la relation de dispersion, c'est à dire $D(k_3 = \|\mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2\|) \neq f_3$. Pour expliquer ce phénomène d'interaction en dehors du cas résonant classique, nous envisageons et discutons plusieurs mécanismes possibles, qui pourraient avoir des conséquences importantes dans l'interprétation des expériences de turbulence d'ondes.

Références

1. A. D. CRAIK, *Wave Interactions and Fluid Flows*. Cambridge University Press, Cambridge (1986).
2. MICHAEL BERHANU, ANNETTE CAZAUBIEL, LUC DEIKE, TIMOTHÉE JAMIN & ERIC FALCON, Étude expérimentale des interactions à trois ondes des vagues capillaires, *Compte rendu des rencontres du non-linéaire* (2015).
3. FLORENCE HAUDIN, ANNETTE CAZAUBIEL, LUC DEIKE, TIMOTHÉE JAMIN, ERIC FALCON & MICHAEL BERHANU, Experimental study of three-wave interactions among capillary-gravity surface waves, *Phys. Rev. E* **93** 043110 (2016).