

Doubles triades résonantes : when a daughter wave is engaged with two fiancés.

Sabine Ortiz¹, Jean Marc Chomaz² & Gaétan Lérissou²

¹ ENSTA-ParisTech

² LadHyX, École Polytechnique

sabine.ortiz-clerc@ensta-paristech.fr

Comprendre le mélange océanique est un ingrédient essentiel pour la prévision du climat. D'après Garret & Kunze [1], ce mélange résulterait du déferlement des ondes de gravité. Le processus de déferlement est précédé d'une phase de croissance lente d'une instabilité primaire à l'origine d'une augmentation progressive du cisaillement et de la pente des isopycnes. Cette instabilité est décrite par le mécanisme non-linéaire classique d'échange d'énergie entre une onde primaire de faible amplitude déstabilisée par deux ondes filles ([2] [3]) : la résonance triadique. Cette interaction résonante à trois ondes est effective lorsqu'une condition sur les nombres d'ondes et les fréquences correspondantes est respectée $\mathbf{k}_0 + \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2 = \mathbf{0}$ et $\omega_0 + \omega_1 + \omega_2 = 0$.

Ces conditions, associées à la relation de dispersion des ondes internes, engendrent le lieu des triades admissibles dans le plan. Lorsque les effets visqueux sont pris en compte [4], la comparaison des résultats théoriques [3] et de la simulation numérique directe [5] montrent des défauts aux croisements de certaines courbes de résonances. Ces croisements correspondent à des triades résonantes doubles impliquant l'onde de base et la même onde fille. Ce nouveau mécanisme à quatre ondes correspondant à deux triades résonantes telles que d'une part, $\mathbf{k}_0 + \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2 = \mathbf{0}$ et $\omega_0 + \omega_1 + \omega_2 = 0$ et d'autre part $-\mathbf{k}_0 + \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_3 = \mathbf{0}$ et $-\omega_0 + \omega_1 + \omega_3 = 0$ est développé ici en utilisant la théorie de McEwan & Plumb [4], qui outre l'influence de la viscosité étudient l'écart à la résonance. Le calcul asymptotique du taux de croissance au niveau des croisements montre une forte stabilisation à petit nombre de Froude, en excellent accord avec le calcul numérique [5] et non prédit par l'étude classique de résonance triadique [3].

Cette étude se généralise pour les ondes filles de grandes longueurs d'onde, les courbes de résonance des deux triades étant alors proches.

Ce nouveau mécanisme montre une influence forte sur la stabilité des ondes internes, et pourrait avoir un impact dans les transferts d'énergie aux grandes longueurs d'onde dans le cas de la turbulence d'onde.

Références

1. C. Garrett, E. Kunze : Internal Tide generation in the deep ocean. *Ann. Rev. of Fluid. Mech.* **39**,57 (2007)
2. O. Philipps : The dynamic of the upper ocean, 2nd edition, *Cambridge University Press* (1967)
3. C. R. Koudella, C. Staquet : Instability mechanisms of a two-dimensional progressive internal gravity wave. *J. Fluid Mech.* **548**,165 (2006)
4. A.D. McEwan, R.A. Plumb : Off-resonant amplification of finite internal wave-packets. *Dyn. of Atm. and Oc.* **2**, 83 (1977).
5. G. Lérissou, J.M. Chomaz : Global stability of internal gravity waves. under review at *Physical Review Fluid.*