

Contribution des interactions non-résonnantes dans la dynamique d'évolution de champs de vagues océaniques

Michel Benoit

Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors-Equilibre (Irphe, UMR 7342) & Ecole Centrale Marseille, 49 rue Frédéric Joliot-Curie, BP 146, 13384 Marseille Cedex 13, France
 benoit@irphe.univ-mrs.fr

Les champs de vagues de gravité à la surface des océans évoluent sous les effets combinés de plusieurs mécanismes physiques, parmi lesquels les interactions vague-vague non-linéaires jouent un rôle prépondérant. Ces interactions transfèrent de l'énergie entre composantes au sein du spectre d'énergie et permettent notamment d'expliquer la forme de la répartition de cette énergie suivant les fréquences et les directions de propagation. En domaine océanique, les interactions dominantes sont des interactions résonnantes au 3ème ordre, entre quadruplets de composantes de vagues, et l'évolution du spectre de vagues est régie par une équation cinétique, établie par Hasselmann [4] et Zakharov [6]. L'équation cinétique possède un certain nombre de propriétés intéressantes, dont l'existence de solutions auto-similaires et de cascades vers les petites et grandes longueurs d'onde de vagues, que l'on peut étudier dans le cadre de la théorie de la turbulence d'ondes ou turbulence faible (e.g. [2]).

Dans l'objectif d'obtenir des modélisations plus complètes et plus précises pour les états de mer, on souhaite prendre en compte les interactions non-résonnantes -quasi-résonnantes en pratique- à 4 ondes. Un formalisme mathématique a été proposé récemment pour prendre en compte ces interactions non-résonnantes dans un cadre statistique par Annenkov et Shrira [1] (Generalized Kinetic Equation, GKE) et Gramstad et Stiassnie [3] (Phase Averaged Equation, PAE).

Afin d'isoler les contributions non-résonnantes nous nous limitons ici à des trains de vagues monodirectionnels, étant donné que dans ce cas les interactions résonnantes à 4 ondes n'interviennent pas. Les modélisations (stochastiques) proposées par [1] et [3] sont comparées à des simulations à résolution de phase (déterministes) fondées sur une approche potentielle complètement non-linéaire (utilisant une méthode spectrale d'ordre élevé, HOS [5]). Nous étudions et comparons les dynamiques d'évolution du spectre de vagues à différentes échelles de temps (i.e. sur des durées allant de quelques périodes de vagues à 1000 périodes), dans le but de mettre en évidence les potentialités et limitations des approches GKE-PAE. Différentes situations sont considérées en faisant varier la profondeur d'eau relative, la cambrure initiale du champ de vagues, ainsi que la forme du spectre de vague initial, incluant des formes arbitraires.

Références

1. Annenkov, S.Y. and Shrira, V.I. (2006) Role of non-resonant interactions in the evolution of nonlinear random water wave fields. *J. Fluid Mech.*, 561, 181–207
2. Badulin S.I., Pushkarev A.N., Resio D.T, and Zakharov V.E. (2005) Self-similarity of wind-driven seas. *Nonl. Proc. Geophys.*, 12, 891–946
3. Gramstad, O. and Stiassnie, M. (2013) Phase averaged equation for water waves. *J. Fluid Mech.*, 718, 280–303
4. Hasselmann, K. (1962) On the non-linear energy transfer in a gravity-wave spectrum Part 1. General theory. *J. Fluid Mech.*, 12, 491–500
5. West, B.J., Brueckner, K.A., Janda, R.S., Milder, D.M. and Milton, R.L. (1987) A new numerical method for surface hydrodynamics. *J. Geophys. Res.*, 92(C11), 11,803–11,824
6. Zakharov, V.E. (1968) Stability of periodic waves of finite amplitude on the surface of a deep fluid. *J. Appl. Mech. Tech. Phys.*, 9, 190–194