

Modèle de Boussinesq en hydrodynamique cotière

A. Ouahsine⁽¹⁾, P. Sergent⁽²⁾, M. Khouane ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université de Technologie de Compiègne, Laboratoire Roberval,

⁽²⁾ Cerema Eau Mer et Fleuves, 60280 MARGNY-LES-COMPIEGNE

Ces dernières décennies, de nombreux modèles de type Boussinesq ont été développés et se sont imposés comme un outil performant et couramment utilisé par la communauté scientifique en hydrodynamique côtière. A l'origine, ces modèles se limitaient à de faibles non-linéarité et dispersion des ondes de surface, ce qui leur conférait un domaine de validité limité aux vagues de hautes fréquences et aux eaux peu profondes (ex. modèle PEREGRINE, 1967). Ensuite de nombreux modèles ont été développés et ont permis en effet de s'affranchir de ces difficultés liées à la non-linéarité et à la dispersion des vagues à faibles profondeurs, mais au prix d'un accroissement de la complexité numérique, due à la résolution de dérivées spatiales d'ordre supérieure à 3 dans les modèles développés (voir NWOGU (1993), GOBBI et al. (2000), MADSEN et al. (2002), etc...) .

Dans ce cotexte, nous avons développé un nouveau type de modèle de Boussinesq, basée sur une approche spectrale, en décomposant les composantes horizontales de la vitesse sur une série de fonctions ne dépendant que de z. Le fondement théorique du nouveau modèle consiste à décomposer les composantes de la vitesse et la pression non-hydrostatique sur une série de fonctions dépendant uniquement de z.

Le choix des fonctions constituant les séries n'est pas limité. Nous privilégions cependant les Polynômes de Legendre qui fournissent le meilleur compromis : précision, simplicité et temps de calcul. Nous avons enfin constaté que le comportement de notre modèle face aux non-linéarités et au shoaling tend à se rapprocher implicitement de la théorie de Stokes lorsque l'on augmente le nombre N de fonctions. Pour une seule fonction, nous retrouvons le modèle de Peregrine (1967). Cet artifice mathématique permet d'améliorer le comportement dispersif et non linéaire du modèle en étendant son domaine de validité fréquentiel et également son aptitude à faire face au shoaling linéaire et aux fortes pentes.

Le modèle a tout d'abord été validé par des tests physiques en laboratoire en considérant les expériences classiques de DINGEMANS (1994) étudiant la propagation de vagues régulières au-dessus d'une barre trapézoïdale immergée. Les résultats numériques obtenus démontrent une excellente capacité du modèle à reproduire les effets de shoaling, les interactions fortement non-linéaires, ainsi que la génération puis la propagation d'harmoniques d'ordre élevé après la barre.

Le modèle de houle de Boussinesq étendu est ensuite appliqué à l'étude de la morphodynamique d'une plage réelle, microtidale et à barre, qui a fait l'objet de suivis bathymétriques précis ainsi que pour le climat de houle, de vent et de niveaux d'eau, sur le secteur de Rousty, delta du Rhône. Cette plage à double barres a été choisie car elle montre peu de variations longitudinales, ce qui est idéal pour utiliser un modèle 2DV

RÉFÉRENCES

1. **Meftah K.** (1998) « Modélisation tridimensionnelle de l'hydrodynamique et du transport par suspension », Thèse de l'Université de Technologie de Compiègne, UTC
2. Peregrine D.H. (1967) «Long waves on a beach », J. of Fluid Mech., vol. 27, p 815-827
3. Dingemans M.W. (1994) «Comparison of computations with Boussinesq-like models and laboratory measurements », Mast-G8M note, Project 1
4. **Ouahsine A.**, Smaoui H., **Meftah K.**, **Sergent P.**, Sabatier F.(2012), 'Numerical study of coastal sandbar migration, by hydro-morphodynamical coupling'. J. Env Fluid Mechanics' . Vol13, 2 pp 169-187
5. **Meftah K.**, **Sergent P.**, **Ouahsine A** (2005) 'Modélisation du déferlement de la houle avec un modèle de Boussinesq: application au mouvement des barres sableuses. XVIIème C. Fr. Méc., Troyes, 2005.
6. **Ouahsine A.**, **Sergent P.** and Hadji S. (2008). 'Modelling of Non-Linear Waves by an Extended Boussinesq Model'. Journal of Eng. Applications of Comput. Fluid Mech. Vol. 2, No.1, pp. 11–21.
7. **Meftah K**, **Sergent P**, Gomi P, 2004. Linear Analysis of a new type of extended Boussinesq model. Coastal Engineering, vol. 51, p. 185-206
- 8.