

INVESTIGATION OF THE APPLICABILITY OF THE LATTICE BOLTZMANN METHOD TO FREE-SURFACE HYDRODYNAMIC PROBLEMS IN MARINE ENGINEERING

Résumé

La simulation numérique des écoulements à surface libre pour les applications du génie maritime est un problème qui présente de grands défis dans le domaine de la dynamique des fluides numérique (CFD). On propose dans cette thèse une solution, qui consiste à utiliser la méthode de Boltzmann sur réseau régularisée (RLBM) avec un modèle de surface libre basé sur le volume-de-fluide (VOF), et on étudie sa faisabilité et sa fiabilité.

Les connaissances théoriques de la méthode de Boltzmann sur réseau (LBM) sont présentées dans un premier temps, sur la base d'un développement polynomial d'Hermite et d'une analyse de Chapman-Enskog. De cette perspective, l'idée de la RLBM se résume comme étant la régularisation d'Hermite des fonctions de distribution. Dans les cas tests suivants du vortex de Taylor-Green et de la cavité entraînée, il est vérifié que la RLBM possède une précision de second ordre et une stabilité améliorée.

On a alors ensuite implémenté le modèle de surface libre dans la RLBM. Sur la simulation d'une onde de gravité visqueuse stationnaire et d'un écoulement de dambreak, il est montré que la régularisation stabilise fortement le calcul en réduisant les oscillations de pression, ce qui est très bénéfique pour obtenir des écoulements à surface libre précis, et que la RLBM n'introduit pas non plus de dissipation numérique supplémentaire.

De plus, une nouvelle méthode de reconstruction des fonctions de distribution à la surface libre est proposée. Le modèle proposé est ainsi plus consistant avec la RLBM, ce qui offre un moyen efficace pour simuler des écoulements à surface libre à un grand nombre de Reynolds en génie maritime.

Mots-clés : génie maritime, LBM, surface libre, régularisation