

Application of the SPH method in turbulent free-surface flow for simulation of debris accumulation during flood events

Auteur : Santoro, Luca

Promoteur(s) : Archambeau, Pierre

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil physicien, à finalité approfondie

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <https://github.com/Rivlow/Master-thesis-free-surface-turbulent-flow-SPH>; <http://hdl.handle.net/2268.2>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

Sciences Appliquées

Département d'Hydraulique en ingénierie environnementale et civile (HECE)

Mémoire de master soumis en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Ingénierie Physique

**Application de la méthode SPH dans l'écoulement turbulent à surface libre pour
la simulation de l'accumulation de débris lors d'événements de crue**

par Luca Santoro

Promoteur et co-promoteur :

Prof. Ass. P. ARCHAMBEAU

Prof. Ass. S. ERPICUM

Membres du jury :

Prof. Ass. R. BOMAN

Dr. Ir. L. GOFFIN

Les crues constituent un aléa naturel récurrent nécessitant une prédiction précise des forces hydrodynamiques sur les structures et des accumulations de débris. Ce mémoire évalue la capacité de la méthode SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics), via l'implémentation logicielle SPLisHSPlasH, à simuler des écoulements turbulents tridimensionnels à surface libre avec corps rigides dynamiques.

La méthodologie constitue une validation systématique par configurations progressivement complexes. D'abord, le comportement turbulent est isolé et analysé dans une conduite bidimensionnelle avec un nombre de Reynolds $Re = 1.7 \times 10^7$, où le profil de vitesse numérique correspond à la solution analytique des Équations Hydrauliques Généralisées. Ensuite, les caractéristiques d'écoulement à surface libre sont examinées dans un canal horizontal ($Re = 1.8 \times 10^5$) avec un obstacle parabolique, capturant correctement le phénomène de ressaut hydraulique et la distribution des pertes de charge, malgré des instabilités de pression locales inhérentes à la SPH.

La validation finale intègre les deux phénomènes dans une configuration de pont à l'échelle laboratoire ($Re = 1.5 \times 10^4$) avec sept rondins de bois flottants. La simulation reproduit avec succès la formation d'obstacle à l'entrée du pont, avec des comportements distincts entre écoulements en charge et à surface libre. L'analyse quantitative révèle des prédictions précises des pertes de charge et des distributions d'écoulement, sous réserve que la taille des particules reste inférieure au cinquième de la dimension caractéristique des corps rigides pour assurer la stabilité numérique.

Bien que certaines limites existent, notamment concernant le calcul local des pressions et le réglage manuel des paramètres physiques, cette étude démontre que SPLisHSPlasH peut simuler efficacement des phénomènes hydrauliques complexes pertinents pour l'ingénierie des crues. Son développement continu et sa capacité à gérer les interactions fluide-structure en font un outil précieux pour les analyses en hydraulique, encourageant une utilisation plus systématique dans le domaine.

