

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.

