

Titre : Simulation d'écoulements trans-aortiques par les méthodes SPH et LBM couplées aux Éléments Finis - Application à l'évaluation virtuelle personnalisée pour l'implantation transcathéter d'une valve aortique

Mot clés : Finite-Element Method, Lattice Boltzmann Method, Immersed boundary Method, Smoothed Particles Hydrodynamics, Interaction Fluide-Structure, mécanique des fluides, mécanique des solides, matériaux hyper-élastiques

Résumé : Cette thèse se focalise sur la modélisation des écoulements trans-aortique et l'interaction fluide-structure de ces écoulements avec une valve tricuspide déformable. Deux méthodes fluides ont été retenues, la Méthode Lattice Boltzmann (LBM) et la méthode Smoothed Particles Hydrodynamics (SPH), pour le couplage avec une méthode solide, la méthode des Elements-Finis (FEM). Un intérêt particulier est apporté aux conditions aux bords. Des comparaisons de précisions, de stabilité et de performance ont montré

l'avantage de la LBM pour modéliser ce type d'écoulements. Même si la méthode SPH est particulièrement adaptée aux couplages fluide-structure, sa précision ainsi que son manque de performance ne permettent pas d'atteindre les objectifs posés pour ce manuscrit. Au contraire, la LBM a montré une meilleure capacité dans l'estimation des conditions limites, une stabilité et une robustesse satisfaisante ainsi que des performances compatibles avec les objectifs fixés dans ce manuscrit.

Title: Simulation of transaortic flows using Smoothed Particle Hydrodynamics and Lattice Boltzmann methods coupled with Finite Element method - Application to personalized virtual transcatheter aortic valve assessment

Keywords: Finite-Element Method, Lattice Boltzmann Method, Immersed boundary Method, Smoothed Particles Hydrodynamics, Fluid-Structure Interaction, fluid mechanics, solid mechanics, hyper-elastic material models

Abstract: This thesis focuses on the modelling of trans-aortic flows and the fluid-structure interaction of these flows with a deformable tricuspoid valve. Two fluid methods have been retained, the LBM and the SPH method, for coupling with a solid method, FEM. Particular attention is paid to edge conditions. Comparisons of accuracy, stability and performance have shown the advantage of LBM for modelling this type

of flow. Although the SPH method is particularly well suited to fluid-structure couplings, its accuracy and lack of performance do not allow the objectives of this manuscript to be achieved. On the contrary, the LBM showed a better ability to estimate boundary conditions, satisfactory stability and robustness, and performance compatible with the objectives set in this manuscript.