

Stabilité non-linéaire d'un couplage faible entre une méthode particulière et un solide rigide.

Clément DUFOUR, Ecole Centrale Nantes, LHEEA - Nantes, France

La méthode ISPH soulève des problèmes mathématiques théoriques intéressants ainsi que des difficultés considérables en matière de convergence et de stabilité. L'analyse de la méthode repose aujourd'hui essentiellement sur des expériences numériques limitées, malgré des résultats mathématiques établis aux débuts de la méthode [1, 2]. La méthode ISPH bénéficierait donc d'une analyse numérique plus rigoureuse.

En particulier, la simulation d'interaction fluide-structure impliquant des structures légères immergées dans des fluides denses est un problème reconnu dans la littérature. Notamment en raison de l'instabilité de masse ajoutée liée au traitement explicite des conditions aux limites d'interface dans les schémas de couplage partitionnés [3]. Dans le cadre de la méthode d'*Incompressible Smoothed Particle Hydrodynamics* (ISPH) couplée explicitement à un corps rigide, ces instabilités ont été observées pour de faibles rapports de densité solide/fluide ou pour des corps géométriquement minces. Bien qu'un couplage implicite des schémas puissent résoudre ces instabilités, cela augmenterait considérablement le coût de calcul d'une méthode déjà coûteuse.

En suivant l'approche proposée par Burman et Fernandez [4] et Degroote et al. [5], ce travail propose la stabilisation d'un couplage explicite entre la méthode ISPH et un solide rigide. Une analyse de stabilité du système couplé ISPH/corps rigide est ensuite réalisée. Les conditions d'apparitions de l'instabilité sont étudiées et analysées. Plus précisément, la stabilité non linéaire est démontrée dans des configurations simplifiées et les erreurs introduites par le terme de stabilisation sont quantifiées. De plus, à la connaissance des auteurs, ce travail constitue la première analyse formelle des erreurs de la méthode ISPH.

- [1] S. Mas-Gallic and P. A. Raviart. A particle method for first-order symmetric systems. *Numerische Mathematik*, 51(3) :323–352, May 1987.
- [2] Jean-Paul Vila. Méthodes particulières régularisées. Développements récents et nouvelles applications. *ESAIM : Proceedings*, 3 :131–146, 1998.
- [3] P. Causin, J.F. Gerbeau, and F. Nobile. Added-mass effect in the design of partitioned algorithms for fluid-structure problems. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 194(42-44) :4506–4527, October 2005.
- [4] Erik Burman and Miguel A. Fernández. Stabilization of explicit coupling in fluid-structure interaction involving fluid incompressibility. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 198(5-8) :766–784, January 2009.
- [5] Joris Degroote, Abigail Swillens, Peter Bruggeman, Robby Haelterman, Patrick Segers, and Jan Vierendeels. Simulation of fluid-structure interaction with the interface artificial compressibility method. *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*, 26(3-4) :276–289, March 2010.