

CONTRIBUTION AU DEVELOPPEMENT DE LA METHODE PFEM (PARTICLE-FEM)

(Responsable : MarcoLucio.Cerquaglia@ulg.ac.be)

Dans le cadre de la simulation numérique de milieux continus en grandes transformations (grandes déformations et grands déplacements) différents problèmes peuvent se présenter.

Dans le cas des solides, l'approche lagrangienne (le domaine est « transporté » par la solution), qui est la plus souvent utilisée notamment s'appuyant sur la méthode des éléments finis (FE), peut amener à une distorsion excessive des éléments, ce qui a des conséquences sur la précision de la solution.

En ce qui concerne les fluides, on utilise plutôt une approche eulérienne (le domaine reste fixe et la solution évolue à l'intérieur de celui-ci) : cette façon de faire permet de traiter naturellement les grandes transformations, sauf dans les cas d'écoulements à surface libre ou les cas de problèmes d'interaction fluide-structure.

Pour essayer de surmonter ces deux types de problèmes, des méthodes dites « sans maillage » (« meshless » ou « particle methods » en anglais) ont été développées, dans un premier temps dans le domaine de l'astrophysique (SPH¹), et ensuite étendues aussi au monde de la dynamique des solides et des fluides.

Une des méthodes « meshless » les plus récentes est la méthode PFEM (Particle-FEM)² qui, comme son nom l'indique, essaye de résoudre les problèmes typiques des méthodes sans-maillage tout en gardant une formulation proche de celle des éléments finis, en recréant constamment un maillage de façon rapide et robuste. Cette technique est maintenant en train d'être implémentée au sein du service MN²L.

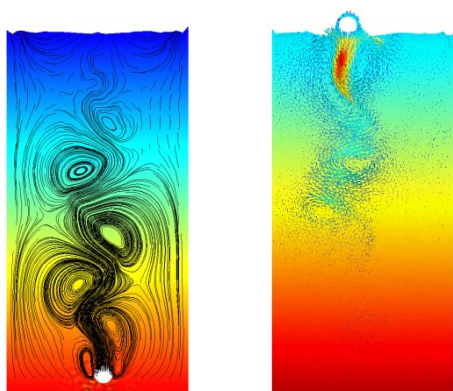


Fig 1: PFEM, chute et montée d'une sphère creuse dans un réservoir à surface libre

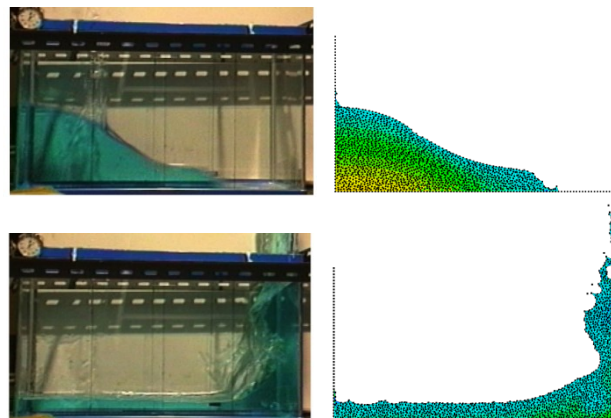


Fig 2: PFEM, écoulement d'une colonne d'eau dans un réservoir rigide

Ce TFE permettrait donc d'aborder plusieurs thèmes, en fonction des envies de l'étudiant, comme :

- Le couplage du code fluide PFEM avec le solveur « solide » Metafor
- L'analyse de cas de la littérature (ou de nouveaux cas) au travers de la méthode PFEM
- L'application de la méthode à des nouveaux problèmes, selon les passions de l'étudiant
- Des améliorations diverses de la méthode (contact, formulations, etc...)
- L'extension au 3D du code 2D existant

Requis : Goût pour la programmation (Matlab/C++/Python) et/ou passion pour la simulation numérique de problèmes complexes.

Intérêt : ce TFE permet de se plonger dans une des méthodes de modélisation numérique parmi les plus nouvelles et avancées : il y a donc beaucoup de place pour la créativité et l'expérimentation!

¹ J.J. Monaghan and R.A. Gingold. Smoothed particle hydrodynamics: theory and application to non-spherical stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 181, pages 375–389, 1977.

² Oñate, Idelsohn, Del Pin, Aubry. The particle finite element method. An overview. *International Journal of Computational Methods*, Vol. 1 No. 2, 267–307, 2004