Couplage partitionné fluide-structure à l'échelle locale avec grille mobile pour des transitoires non-linéaires

Antonin LEPREVOST, DES/DM2S/STMF/LMSF - CEA-Saclay
Maria Adela PUSCAS, DES/DM2S/STMF/LMSF - CEA-Saclay
Vincent FAUCHER, DES/CAD/DTN - CEA-Cadarache

Cette contribution traite des méthodes de couplage entre un écoulement incompressible et des structures déformables. En particulier, on s'intéresse aux algorithmes et aux schémas numériques entre un solveur fluide et un solveur solide. Une des applications majeures de ce travail est l'étude des transitoires pour des structures immergées soumis à un tremblement de terre.
Le modélisation utilisée est celle des équations de Navier-Stokes en formulation ALE (Arbitrary Lagrangian-Eulerian [4]) couplée à un modèle de structure non linéaire. Pour résoudre le problème couplé, nous utilisons une approche partitionnée, c'est-à-dire que chaque équation est résolue avec un solveur spécifique (Europlexus [2] pour la partie structure et TrioCFD [3] pour le fluide).
Avec ce travail, nous essayons de comprendre deux phénomènes physiques importants. D'une part, l'amortissement des caractéristiques vibratoires induites par le fluide entourant la structure immergée. Et, d'autre part, l'effet de la présence d'un fluide dense sur les forces générées par l'impact entre deux structures immergées.
Afin de comprendre ces phénomènes, nous travaillons sur plusieurs aspects de l'interaction fluide-structure :

— Premièrement, nous développons différents algorithmes de couplage. L'un d'entre eux est un couplage explicite, les autres sont des couplages implicites ou semi-implicites. Pour une mise en œuvre efficace de ces couplages, on doit utiliser une multi-échelle en temps.
— Deuxièmement, nous utilisons différentes techniques de mouvements de grille. Les grandes déformations ayant des impacts importants sur la déformation de la grille fluide, les méthodes utilisées doivent donc permettre de garder une grille exploitable pour le solveur fluide.
— Troisièmement, nous effectuons un travail théorique sur les conditions CFL spécifiques au couplage en fonction de la méthode choisie. Lorsque la densité du fluide et celle de la structure son proche, le problème de stabilité majeur rencontré est celui de la masse ajoutée [1].

Pour valider nos travaux et mettre en évidence les problèmes de stabilité spécifiques à l'interaction fluide-structure on compare nos résultats à plusieurs benchmarks de la littérature [5].

[1] P. Causin, J.-F. Gerbeau, F. Nobile. *Added-mass effect in the design of partitioned algorithms for fluid-structure problems.* report, INRIA, 2004.

[2] CEA. *Europlexus code, http ://www-epx.cea.fr/.*

[3] CEA. *Triocfd code, https ://triocfd.cea.fr/.*

[4] J. Donea, A. Huerta, A. Rodrıguez-Ferran. *Chapter 14 Arbitrary Lagrangian–Eulerian Methods.* p. 25.

[5] S. Turek, J. Hron, M. Razzaq, H. Wobker, M. Schäfer. *Numerical Benchmarking of Fluid-Structure Interaction : A Comparison of Different Discretization and Solution Approaches.* In *Lecture Notes in Computational Science and Engineering*, vol. 73, pp. 413–424, 2010. doi :10.1007/978-3-642-14206-215. Journal Abbreviation : Lecture Notes in Computational Science and Engineering.

Contact : `antonin.leprevost@cea.fr`