

## Une stratégie de sous-cyclage pour des méthodes de Volumes-Finis Lagrangiennes, appliquée à l'interaction fluide structure

**Teddy CHANTRAIT**, CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon - Bruyères-le-Châtel  
**Nicolas CHEVAUGEON**, Ecole Centrale Nantes, GeM, UMR CNRS 6183 - Nantes  
**Stéphane DEL PINO**, CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon - Bruyères-le-Châtel  
**Alexandre GANGLOFF**, CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon - Bruyères-le-Châtel  
**Emmanuel LABOURASSE**, CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon - Bruyères-le-Châtel

Nous nous intéressons aux effets d'une onde de souffle sur une structure déformable.

La simulation numérique de ce problème soulève de nombreuses difficultés, dues en particulier à son caractère multi-échelle en espace et en temps. La méthode monolithique consiste à résoudre le problème sur un seul domaine avec une méthode numérique unique. Le pas de temps est alors contraint par la plus grande vitesse d'onde dans l'ensemble du domaine. La méthode partitionnée consiste à découper la zone de simulation en plusieurs morceaux afin d'adapter la stratégie de résolution à la physique locale. Cette approche permet de choisir les méthodes numériques utilisées pour résoudre chaque problème. Nous utilisons les équations d'Euler pour modéliser le fluide et un modèle hyperélastique pour le solide. Les méthodes numériques sont basées sur les schémas Lagrangiens co-localisés GLACE [2] ou EUCCLHYD [6] dans le domaine fluide et issues de [1, 3, 4, 5] dans le domaine solide. Ces méthodes sont conservatives et entropiques.

Nous proposons une méthode partitionnée couplant ces méthodes et supportant un pas de temps local à chaque domaine. Nous utilisons des méthodes Arbitraire-Lagrange-Euler dans chacun des domaines de résolution, ce qui permet de conserver une interface lagrangienne entre les zones fluides et structures. Nous montrons comment résoudre le problème à la frontière de manière à conserver les propriétés des méthodes numériques. Une attention particulière est portée à la conservation (masse, quantité de mouvement, énergie totale).

Nous illustrons sur des exemples d'interaction fluide-structure, l'intérêt de la méthode.

- [1] W. Boscheri, R. Loubère, P.-H. Maire. *A 3D cell-centered ADER MOOD Finite Volume method for solving updated Lagrangian hyperelasticity on unstructured grids*. Journal of Computational Physics, **449**, 2022.
- [2] G. Carré, S. Del Pino, B. Després, E. Labourasse. *A cell-centered Lagrangian hydrodynamics scheme in arbitrary dimension*. J. Comp. Phys., **228(14)**, 5160–5183, 2009.
- [3] G. Georges. *Développement d'un schéma aux volumes finis centré lagrangien pour la résolution 3D des équations de l'hydrodynamique et de l'hyperélasticité*. Theses, Université de Bordeaux, 2016.
- [4] G. Kluth. *Analyse mathématique et numérique de systèmes hyperélastiques et introduction à la plasticité*. Ph.D. thesis, Université Pierre et Marie Curie, 2008.
- [5] G. Kluth, B. Després. *Discretization of hyperelasticity on unstructured mesh with a cell-centered Lagrangian scheme*. Journal of Computational Physics, **229(24)**, 9092–9118, 2010.
- [6] P.-H. Maire, R. Abgrall, J. Breil, J. Ovardia. *A cell-centered Lagrangian scheme for two-dimensional compressible flow problems*. SIAM Journal on Scientific Computing, **29(4)**, 1781–1824, 2007.