

# Une méthode lagrangienne actualisée pour l'interaction fluide structure en dynamique rapide de matériaux hyperplastiques.

T. Chantrait<sup>1,2</sup>, A. Gangloff<sup>1</sup>, E. Labourasse<sup>1,2</sup>, C. Serraille<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France ;

<sup>2</sup> Université Paris-Saclay, CEA DAM DIF, Laboratoire en Informatique Haute Performance pour le Calcul et la simulation, 91297 Arpajon, France

**Résumé** — Un cadre de calcul pour la modélisation et la simulation de modèles de plasticité (parfaite ou avec écrouissage) au sein de matériaux dont le comportement élastique est décrit par un potentiel hyperélastique est proposé. Il est également mis en œuvre dans un contexte d'interaction fluide structure en présence conjointe de discontinuités et de grandes déformations. Ce cadre repose sur une approche thermodynamique rigoureuse intégrant des comportements fluide et solide. La plasticité est introduite par une décomposition multiplicative du gradient de déformation afin de représenter la déformation plastique et la déformation (hyper)élastique. L'énergie interne est traitée comme un potentiel dépendant de la densité, de l'entropie et de la déformation élastique, garantissant ainsi la croissance de l'entropie durant le processus plastique et/ou en présence de chocs. La méthode numérique repose sur une stratégie à base de volumes finis, adaptés pour les approches lagrangiennes [1, 2, 3, 4] et préservant la croissance de l'entropie au niveau semi-discret. La conservation de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie totale, ainsi que le comportement entropique du processus plastique, sont maintenus au niveau entièrement discrétisé. La variable interne du modèle de plasticité est suivie et calculée par un algorithme de retour radial. La méthode est étendue à une précision du second ordre en espace et en temps. De plus un pas de temps local [5] est mis en œuvre réduisant ainsi les coûts de calcul tout en préservant les propriétés intrinsèques du schéma.

## Références

- [1] Gilles Carré, Stéphane Del Pino, Bruno Després, and Emmanuel Labourasse. A cell-centered lagrangian hydrodynamics scheme on general unstructured meshes in arbitrary dimension. *Journal of Computational Physics*, 228(14):5160–5183, 2009.
- [2] Maire Pierre-Henri, Remi Abgrall, Jérôme Breil, Raphaël Loubère, and Bernard Rebourcet. A nominally second-order cell-centered lagrangian scheme for simulating elastic-plastic flows on two-dimensional unstructured grids. *Rapport de recherche RR-7975, INRIA*, 2012.
- [3] Gilles Kluth and Bruno Després. Discretization of hyperelasticity on unstructured mesh with a cell-centered lagrangian scheme. *Journal of Computational Physics*, 229(24):9092–9118, 2010.
- [4] Gabriel Georges, Jérôme Breil, and Pierre-Henri Maire. A 3d gcl compatible cell-centered lagrangian scheme for solving gas dynamics equations. *Journal of Computational Physics*, 305:921–941, 2016.
- [5] Teddy Chantrait, Nicolas Chevaugéon, Stéphane Del Pino, Alexandre Gangloff, and Emmanuel Labourasse. Subcycling strategy for finite-volume updated-lagrangian methods applied to fluid–structure interaction. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 126(11):e70051, 2025.