

Simulation numérique de l'ablation : étude du couplage fluide/solide.

Simon PELUCHON, CEA/CESTA

Gérard GALLICE, CEA/CESTA

Luc MIEUSSENS, Institut de Mathématiques de Bordeaux

Lors de la rentrée atmosphérique d'un corps, celui-ci subit un échauffement dû aux frottements des gaz présents dans l'atmosphère. La conversion de l'énergie cinétique en énergie thermique conduit à une augmentation brutale de la température de l'engin. Cette élévation de température entraîne une dégradation physico-chimique du bouclier thermique, conduisant ainsi à une récession de la paroi. La simulation de tels phénomènes nécessite de coupler un code de calcul de mécanique des fluides pour résoudre les équations de Navier-Stokes compressible avec un code de thermique pour la partie solide. Dans l'étude présentée ici, les méthodes numériques utilisées reposent sur des méthodes volumes finis pour les équations de Navier-Stokes et celle de la chaleur. Le couplage est quant à lui effectué à partir des bilans de masse et d'énergie à la paroi. Quelques travaux [1][2][3] envisagent un couplage fort entre les deux parties, mais généralement le couplage est effectué de manière faible. L'objectif est ici d'étudier théoriquement et numériquement le couplage fort entre les parties fluide et solide. Pour ce faire, nous avons étudié différents algorithmes de couplage dont une méthode de couplage fort basée sur un point fixe sur la température de paroi. Une analyse théorique, effectuée tant au niveau continu que discret, permet de mettre en évidence que cet algorithme de point fixe converge sous condition sur le pas de temps. On détermine également les différentes constantes de contraction suivant la manière d'effectuer algorithmiquement le couplage. Des simulations numériques permettent d'étudier l'influence du couplage fort pour l'ablation d'un corps en rentrée hypersonique.

Références

- [1] BIRKEN, P., ET AL., *On coupling schemes for heat transfer in FSI applications*, Proceedings of the International Workshop on Fluid-Structure Interaction: Theory, Numerics and Applications Herrsching, 2009.
- [2] KUNTZ, DAVID W., BASIL HASSAN, AND DONALD L. POTTER, *Predictions of ablating hypersonic vehicles using an iterative coupled fluid/thermal approach*, Journal of thermophysics and Heat Transfer 15.2, 129-139, 2001.
- [3] RADENAC EMMANUEL, GRESSIER JÉRÉMIE, MILLAN PIERRE, *Methodology of numerical coupling for transient conjugate heat transfer*, Computers & Fluids, vol. 100, pp. 95-107, 2014.

Simon PELUCHON, CEA/CESTA, 15 avenue des Sablières - CS 60001 - 33116 Le Barp cedex
simon.peluchon@cea.fr

Gérard GALLICE, CEA/CESTA, 15 avenue des Sablières - CS 60001 - 33116 Le Barp cedex
gerard.gallice@cea.fr

Luc MIEUSSENS, Univ. Bordeaux, IMB, UMR 5251, F-33400 Talence, France
luc.mieussens@math.u-bordeaux1.fr