

Séminaire de mathématiques et leurs applications

5 octobre 2017

Florence Druil
École Centrale Paris, Paris

Titre: Modélisation Eulérienne et méthodes numériques pour la simulation d'écoulements diphasiques à phases séparées et phase dispersée.

Résumé: Dans un contexte industriel, l'utilisation de modèles diphasiques d'ordre réduit est nécessaire pour pouvoir effectuer des simulations numériques prédictives d'injection de combustible liquide dans les chambres de combustion automobiles et aéronautiques. Ces simulations aident à la conception d'équipements plus performants et moins polluants. Le processus d'atomisation du combustible, depuis sa sortie de l'injecteur sous un régime de phases séparées, jusqu'au brouillard de gouttelettes dispersées, est l'un des paramètres important de la qualité de la combustion. Aujourd'hui cependant, la prise en compte de toutes les échelles physiques impliquées dans ce processus nécessite une avancée majeure en termes de modélisation, de méthodes numériques et de calcul haute performance (HPC). Ces trois aspects sont abordés dans les travaux réalisés au laboratoire EM2C de CentraleSupélec et au laboratoire CMAP de l'École Polytechnique. En particulier, nous travaillons sur la dérivation de modèles de mélange Eulériens pour les écoulements à phases séparées, à partir du principe variationnel de Hamilton. Ces modèles prennent en compte des effets de pulsation de l'interface au niveau des sous-échelles et sont compatibles avec la description de milieux à bulles [1]. Nous travaillons également sur une généralisation de la description des interfaces à l'aide d'une statistique de leurs propriétés géométriques, ce qui permet de coupler les modèles de mélange pour phases séparées aux modèles cinétiques utilisés pour décrire la phase dispersée. Ces études de modélisation

sont validées à travers des comparaisons avec des mesures expérimentales ou des résultats de simulations directes. Le deuxième axe de recherche concerne le développement de schémas numériques de type volumes finis et solveurs de Riemann approchés. Une discrétisation des équations diphasiques et compatible avec le calcul haute performance est proposée et testée sur des configurations simples. Enfin, la stratégie de discrétisation comprend l'utilisation de maillages adaptatifs (AMR). Grâce à la bibliothèque p4est [2], le code AMR développé pour la résolution des équations diphasiques, CanoP, présente de très bonnes performances jusqu'à plusieurs milliers de coeurs [3]. Une première application d'écoulements interfaciaux a été étudiée. La généricité de CanoP permettra par la suite d'intégrer facilement de nouvelles applications, en particulier pour la simulation de l'injection liquide.

References:

[1] Drui, F., A. Larat, S. Kokh, and M. Massot. A hierarchy of simple hyperbolic two-fluid models for bubbly flows. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01349441>.

[2] Burstedde, C., L. C. Wilcox, and O. Ghattas (2011). p4est: Scalable algorithms for parallel adaptive mesh refinement on forests of octrees. *SIAM Journal on Scientific Computing* 33(3), 1103–1133.

[3] Drui, F., A. Fikl, P. Kestener, S. Kokh, A. Larat, V. L. Chenadec, and M. Massot (2016, March). Experimenting with the p4est library for amr simulations of two-phase flows. In E. Proceedings and Surveys (Eds.), *CEMRACS 2014 – Numerical Modeling of Plasmas*, Volume 53.