

Schéma faible Mach à interface raide pour les écoulements diphasiques dilatables

Nicolas GRENIER, LISN, CNRS, Université Paris-Saclay - Orsay
Ziqiang ZOU, MDLS, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay - Saclay
Christian TENAUD, EM2C, CNRS, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay - Gif-sur-Yvette
Edouard AUDIT, MDLS, CEA, CNRS, Université Paris-Saclay - Saclay

Les écoulements à deux phases non miscibles avec changement de phase sont rencontrés dans un large éventail des processus tels que le refroidissement et les échangeurs de chaleur. Un solveur numérique précis et stable est alors nécessaire pour prédire le comportement des fluides. Ces écoulements contiennent une phase liquide et une phase gazeuse séparées par une interface. L'interface est de type discontinuité de contact sans mélange et reste raide. La méthode retenue ici pour prédire le mouvement de l'interface est la méthode Level-Set [5].

Bien que dans la phase liquide le nombre de Mach soit généralement très faible, chaque phase de l'écoulement diphasique est décrite par un solveur compressible appelé schéma numérique de type Lagrange-Projection tout régime. L'objectif principal est de traiter les écoulements dilatables (principalement le gaz) et l'idée clé est de découpler l'acoustique et le transport, puis de modifier le flux numérique dans l'approximation acoustique afin d'obtenir une erreur de troncature uniforme en termes de nombre de Mach [1]. Dans le sous-système acoustique, une solution approchée du problème de Riemann tient compte des effets capillaires et du changement de phase. La tension de surface est traitée comme une condition de saut de pression à l'interface avec un schéma à l'équilibre, tandis que le transfert de masse est traité comme le saut de vitesse normale à travers l'interface. Sur la base de l'énergie nette à travers l'interface, nous pouvons dériver le taux de transfert de masse et déterminer le saut de vitesse [4]. Pour éviter d'avoir des cellules de mélange et pour maintenir l'interface raide, la stratégie Ghost Fluid [3] est appliquée pour le couplage à l'interface.

Lorsque la vitesse de déplacement du fluide est faible par rapport à la vitesse du son, il faut procéder à la correction bas Mach, pour conserver la précision d'un solveur de Riemann de type Godunov. Le rapport des amplitudes de perturbations de pression entre les deux phases peut être extrêmement élevé, car les propriétés du fluide peuvent varier considérablement d'une phase à l'autre au travers de l'interface raide. Les systèmes classiques à faible Mach [6, 2] souffrent de certains problèmes de déstabilisation en présence de grands ratios de densité et/ou de vitesse du son à travers l'interface. Dans ce travail, nous proposons une nouvelle correction stable à faible Mach qui prend en compte le rapport de densité et donne une prévision stable avec une CFL adéquate. Des résultats numériques sur des cas tests classiques seront présentés et permettront de démontrer la capacité et l'efficacité de la nouvelle approche proposée.

- [1] C. Chalons, M. Girardin, S. Kohk. *Communications in Computational Physics*, **20**.
- [2] C. Chalons, M. Girardin, S. Kohk. *Journal of Computational Physics*, **335**, 885.
- [3] R. P. Fedkiw, B. Merriman, S. Osher. *Journal of computational physics*, **152**.
- [4] C. R. Kharangate, I. Mudawar. *Int. J. Heat Mass Tran.*, **108**, 1164.
- [5] S. Osher, J. A. Sethian. *Journal of computational physics*, **79(1)**, 12.
- [6] S. Peluchon, G. Gallice, L. Mieussens. *Journal of Computational Physics*, **339**, 328.