

Analyse de convergence d'une méthode de pénalisation pour des écoulements à bulles compressibles

Matthieu HILLAIRET, IMAG, ANGUS, Univ Montpellier, Inria, CNRS - Montpellier
Fabien LESPAGNOL, IMAG, ANGUS, Univ Montpellier, Inria, CNRS - Montpellier
Nicolas SEGUIN, IMAG, ANGUS, Univ Montpellier, Inria, CNRS - Montpellier

Dans cet exposé, je présenterai un résultat d'existence de solutions faibles pour un modèle d'écoulements à bulles compressibles dérivé dans [1, 2]. La dynamique des bulles y est obtenue formellement comme la limite des équations de Navier–Stokes compressibles diphasiques lorsque la viscosité de cisaillement dans les bulles tend vers l'infini. Dans le cas de bulles sphériques, la vitesse du fluide dans les bulles se décompose alors en trois modes : translation, rotation et compression–dilatation. Le modèle limite couple ainsi les équations de Navier–Stokes compressibles à un système d'EDO décrivant la dynamique des bulles.

La preuve d'existence repose sur la théorie de Lions et Feireisl pour les fluides compressibles visqueux, combinée à l'ajout d'un terme de pénalisation permettant d'approcher la contrainte cinématique dans les domaines bulles. Cette approche permet ainsi dans le même temps de justifier la convergence d'un schéma de pénalisation pour le modèle fluide-bulles et ouvre la voie à une méthode numérique de type domaine fictif.

La principale nouveauté de ce travail provient des non-linéarités induites par la variation de volume des bulles, notamment dans les termes de convection et de pression des équations de Navier-Stokes, dont l'analyse nécessite des arguments de compacité adaptés au cadre compressible.

Les résultats présentés sont issus du preprint [3].

- [1] M. Hillairet, H. Mathis, N. Seguin. *Analysis of compressible bubbly flows. Part I : construction of a microscopic model*. ESAIM : Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 2023.
- [2] M. Hillairet, H. Mathis, N. Seguin. *Analysis of compressible bubbly flows. Part II : Derivation of a macroscopic model*. ESAIM : Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 2023.
- [3] F. Lespagnol, M. Hillairet. *Existence of solutions for an interaction problem between a bubble and a compressible viscous fluid*, 2026.