

# Analyse et approximation numérique d'un modèle multiphasique compressible

**Khaled SALEH**, Université Claude Bernard Lyon 1.

Un écoulement multiphasique est un écoulement mettant en jeu des espèces qui se trouvent dans différents états de la matière (gazeux, liquide, solide) ou des espèces qui sont dans le même état mais aux propriétés chimiques différentes (mélanges liquide-liquide non miscibles par exemple). La simulation numérique de tels écoulements a de nombreuses applications industrielles: industrie pétrolière, industrie chimique, industrie nucléaire.

Dans l'industrie nucléaire, de nombreuses configurations industrielles font intervenir des écoulements multiphasiques. C'est le cas par exemple du phénomène de l'explosion de vapeur: suite à un défaut d'évacuation de chaleur dans le cur d'un réacteur, celui-ci peut entrer en fusion créant un magma métallique appelé corium, composé de combustible nucléaire et d'éléments fondus issus de la structure du cur. Lorsque les particules de corium entrent en contact avec l'eau du circuit primaire, originellement à l'état liquide, un phénomène d'évaporation violente de l'eau (flashing) peut se produire, s'accompagnant d'une augmentation soudaine de la pression et de la propagation d'ondes de choc et de détente pouvant endommager la structure du réacteur. La compréhension d'un tel phénomène nécessite de travailler avec des modèles d'écoulements compressibles faisant intervenir plus de trois phases.

Dans cet exposé, je considérerai un modèle dit multi-fluide introduit par Jean-Marc Hérard (EDF R&D) en 2007 pour le cas de 3 phases [1] puis en 2016 pour le cas plus général de  $N$  phases [2],  $N$  étant arbitraire. Pensé comme une extension du fameux modèle diphasique de Baer-Nunziato, le modèle à  $N$  phases consiste en  $N$  systèmes d'Euler couplés par des termes non conservatifs ainsi que des termes sources de relaxation dont le rôle est d'amener les phases en présence vers un équilibre mécanique et thermodynamique. Dans un premier temps, je présenterai les principales propriétés (hyperbolicité, inégalité d'entropie, symétrisabilité), puis je présenterai un schéma dit de relaxation à la Suliciu, pour l'approximation des solutions du modèle. Nous verrons que ce schéma permet une approximation relativement précise des solutions bien qu'il soit d'ordre 1. Nous verrons aussi qu'il vérifie au niveau discret des propriétés de stabilité similaires à celles du modèle continu: positivité des masses volumiques et des taux de présence statistiques des phases, inégalités d'entropie discrète. Ces travaux font l'objet d'une prépublication [3].

## Références

- [1] J.-M. Hérard. A three-phase flow model. *Math. and Comp. Modelling*, 45(56):732 – 755, 2007.
- [2] J.-M. Hérard. A class of compressible multiphase flow models. *Comptes Rendus Mathématique*, 354(9):954 – 959, 2016.
- [3] K. Saleh. A relaxation scheme for a hyperbolic multiphase flow model. Part I: barotropic eos. hal-01737681, 2018.