

Modélisation d'écoulements diphasiques à l'aide d'une approche deux-échelles et d'un modèle réduit de gouttes oscillantes polydispersées

Arthur LOISON, CMAP - Palaiseau **Samuel KOKH**, CEA - Saclay
Teddy PICHARD, CMAP - Palaiseau **Marc MASSOT**, CMAP - Palaiseau

Dans le contexte de la simulation d'écoulements diphasiques compressibles à phases séparées et dispersées *i.e.* un brouillard de gouttes, les simulations numériques directes (DNS) par suivi d'interface ont un coût prohibitif pour certaines applications industrielles du fait de leur caractère multi-échelle. Les modèles multi-fluides "deux échelles" à interface diffuse ont un coût calcul plus accessible tout en conservant un caractère prédictif sous réserve d'une modélisation adaptée des phénomènes de la sous-échelle *i.e.* en-deçà d'une certaine longueur caractéristique.

Étant données les énergies potentielles et cinétiques correspondant aux phénomènes grande et sous-échelle, le principe de moindre action (SAP) [3, 4] et le second principe de la thermodynamique permettent la dérivation d'un système d'équations cohérent pour l'impulsion et l'énergie à chacune des deux échelles. Pour décrire les phénomènes de la sous-échelle, plusieurs travaux (voir e.g. [2, 1]) ont montré la pertinence de quantités géométriques telles que la densité d'aire interfaciale ou de courbures moyennées. Parmi les plus simples de ces phénomènes, l'oscillation incompressible des gouttes est fortement lié à ces quantités géométriques et est donc le point de départ de la construction de notre modèle sous-échelle.

Dans ce travail [5], nous proposons un modèle d'écoulement diphasique à deux-échelles exprimée à l'aide de variables géométriques. Tout d'abord, les variables géométriques nécessaires à la description du modèle sont identifiées à l'aide de post-traitement de DNS et de résultats de la géométrie différentielle. Ensuite, la sous-échelle est modélisée par un brouillard de gouttes et décrite par une distribution statistique de ces gouttes dont les moments sont alors reliés aux variables géométriques. Des fermetures de monodispersion et polydispersion en taille de gouttes sont alors proposées pour la dynamique sous-échelle. Enfin, les énergies de l'écoulement sont exprimées en fonction de ces fermetures pour dériver le modèle deux-échelle à l'aide du SAP et du second principe de la thermodynamique.

- [1] P. Cordesse, R. Di Battista, Q. Chevalier, L. Matuszewski, T. Ménard, S. Kokh, M. Massot. *A diffuse interface approach for disperse two-phase flows involving dual-scale kinematics of droplet deformation based on geometrical variables*. ESAIM : Proceedings and Surveys, **69**, 24–46, 2020. doi :10.1051/proc/202069024.
- [2] D. A. Drew. *Evolution of Geometric Statistics*. SIAM Journal on Applied Mathematics, **50(3)**, 649–666, 1990. doi :10.1137/0150038.
- [3] F. Drui, A. Larat, S. Kokh, M. Massot. *Small-scale kinematics of two-phase flows : identifying relaxation processes in separated- and disperse-phase flow models*. Journal of Fluid Mechanics, **876**, 326–355, 2019. doi :10.1017/jfm.2019.538.
- [4] S. Gavriluk, H. Gouin. *A new form of governing equations of fluids arising from Hamilton's principle*. International Journal of Engineering Science, p. 26, 1999.
- [5] A. Loison, T. Pichard, S. Kokh, M. Massot. *Two-phase flow reduced-order model : a two-scale model of polydisperse oscillating droplets*. In preparation.