



Simulation numérique d'une bulle de Taylor : comparaison de deux méthodes avec l'expérience.

Alan BURLLOT, Guillaume BOIS et Ulrich BIEDER*

Laboratoire de modélisation et simulation en mécanique des fluides, CEA Paris-Saclay, France

La mécanique des fluides numérique (CFD) est aujourd'hui un outil indispensable dans l'élaboration, la conception, la validation et l'étude de dispositifs industriels. L'étude des écoulements diphasiques, notamment dans les réacteurs à eau pressurisée, est un enjeu majeur en particulier pour évaluer les risques liés au fonctionnement en régime bouillant. La simulation directe (DNS) et la CFD multiphasique (CMFD) [3] permettent d'effectuer des expériences numériques à différentes échelles pour étudier cette ébullition dans des configurations variées.

La DNS diphasique profite aujourd'hui de l'importante puissance de calcul à disposition. Au moyen d'un algorithme de capture d'interface, il est possible d'étudier l'évolution d'un écoulement impliquant deux fluides en suivant précisément l'interface les séparant. Ce type de simulation est réservé à des configurations simples. Moins gourmande en puissance de calcul, la CMFD permet l'étude de configuration plus complexe par une approche dite moyennée grâce aux équations RANS appliquées à chacun des fluides. Notre laboratoire (LMSF) dispose de deux outils de simulation, un pour la DNS (TrioCFD[1]) et un pour la CMFD (NeptuneCFD [2], co-développé avec EDF, Framatome et l'IRSN).

Dans le cadre d'une collaboration avec le Jožef Stefan Institute à Ljubljana en Slovénie, des mesures expérimentales sur l'écoulement d'une bulle de Taylor ont été effectuées¹. Ce type d'écoulement est présent dans des échangeurs de chaleur dit pulsés [4]. C'est également un cas d'étude intéressant pour la validation de méthode de capture d'interface. En effet, cela requiert la capture d'une grande interface ainsi que la gestion de la fragmentation à l'arrière de la bulle.

Dans ce contexte, le stage proposé vise à mettre en place les simulations numériques sur les deux outils TrioCFD et Neptune_CFD afin de les analyser et les comparer aux données expérimentales. L'objectif est de définir un cas de validation complet pour enrichir la base de validation des deux codes de calcul. La comparaison des deux approches numériques permettra également d'évaluer l'effet de la prise de moyennes dans la formulation RANS. Cette articulation de l'expérience, la simulation directe et la CMFD est une mise en pratique concrète d'une démarche de remontée d'information entre différents niveaux de modélisation, démarche au cœur des travaux du laboratoire.

- **Qualités requises** : Intérêt pour la simulation, sens physique et regard critique.
- **Compétences** : Simulation, mécanique des fluides, thermohydraulique, notions de turbulence et/ou sur les écoulements diphasiques.
- **Durée** : 6 mois, premier semestre 2020. Rémunération : en fonction de la formation, de 577 à 1300 €². Des thèses sont susceptibles d'être proposées dans le laboratoire.

* alan.burlot@cea.fr, guillaume.bois@cea.fr

¹ Voir un exemple sur cette vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=HTFylkr018U>

² Nous contacter pour obtenir le montant exact en fonction de votre formation

Références

- [1] P.-E. ANGELI, M.-A. PUSCAS, G. FAUCHET et A. CARTALADE. « [FVCA8 Benchmark for the Stokes and Navier–Stokes Equations with the TrioCFD Code—Benchmark Session](#) ». *Finite Volumes for Complex Applications VIII - Methods and Theoretical Aspects*. Sous la dir. de C. CANCÈS et P. OMNES. Cham : Springer International Publishing, 2017, p. 181–202.
- [2] A. GUELFY, D. BESTION, M. BOUCKER, P. BOUDIER, P. FILLION, M. GRANDOTTO, J.-M. HÉRARD, E. HERVIEU et P. PÉTURAUD. « [Neptune : a New Software Platform for Advanced Nuclear Thermal Hydraulics](#) ». *Nuclear Science and Engineering* 156.3 (2007), p. 281–324.
- [3] M. ISHII et T. HIBIKI. *Thermo-Fluid Dynamics of Two-Phase Flow*. Springer New York, 2011.
- [4] M. MARENGO et V. S. NIKOLAYEV. « Pulsating Heat Pipes : Experimental Analysis, Design and Applications ». *Encyclopedia of Two-Phase Heat Transfer and Flow IV*. World Scientific, 2018. Chap. Chapter 1, p. 1–62.