



Analyse de sensibilité de simulations d'écoulements bouillants à l'aide de NEPTUNE-CFD par comparaison à une base de donnée expérimentale.

Alan BURLLOT et Guillaume BOIS*

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 dans les systèmes d'échange de chaleur (refroidissement de batterie, réacteurs à eau pressurisée, pile à combustible) est un enjeu majeur en particulier pour évaluer les risques liés au fonctionnement en régime bouillant. La CFD multiphasique (CMFD) permet d'effectuer des expériences numériques pour étudier cette ébullition dans des configurations variées en amont ou en complément d'études expérimentales.

Pour étudier les régimes d'écoulements diphasiques générés par l'ébullition, des outils de simulation à différentes échelles sont développés dans le service DEN/DANS/DM2S/STMF. Parmi eux, le code NEPTUNE-CFD [3] (co-développé avec les partenaires EDF, IRSN et FRAMATOME) permet de simuler un écoulement diphasique à l'échelle locale moyennée en temps (modélisation de type RANS) [4]. De nombreux modèles sont nécessaires pour représenter la turbulence, la topologie de l'écoulement, les transferts thermiques aux interfaces et en paroi, etc. Afin d'étendre le domaine d'étude des codes de CMFD, il est nécessaire de les valider au moyen d'expériences.

L'objectif du projet proposé est d'étudier le comportement des modèles locaux de NEPTUNE-CFD appliqués à des écoulements bouillants en tube, dans le cadre de simulations de l'expérience DEBORA [2] conduite au CEA. Nous disposons d'un ensemble de conditions expérimentales pour étudier d'une part les capacités de prédiction du jeu de modèles actuels, et d'autre part pour tenter de déterminer les modèles les plus influents dans les conditions où le code est mis en défaut et où les écarts simulation/expérience sont les plus importants.

Durant le stage, le travail consistera à utiliser le logiciel Uranie [1] (plateforme développée au STMF pour la supervision de code et les études de propagation d'incertitudes) afin d'automatiser le lancement de calcul (200 simulations) sur un supercalculateur. Un premier stage a permis de mettre en place les procédures de calcul et des outils d'analyse. Il a également permis de mettre en évidence les conditions d'écoulement les plus difficiles à reproduire et les modèles à étudier. Le présent stage permettra d'explorer la sensibilité des modèles actuels de NeptuneCFD (modèle de recondensation, de partitionnement de flux en paroi) et éventuellement de nouveaux modèles à implémenter. De nouveaux critères d'évaluation de l'écart simulation/expérience seront également testés.

Ces travaux s'inscrivent au cœur du travail de développement des outils de simulation de notre équipe. Alliant simulation, expérience et modélisation, ils permettront d'orienter et de défendre de futurs travaux de modélisation sur des cas de validation à effets séparés (par ex., influence de la position transverse du maximum de taux de vide, rôle de la sous-saturation, etc.).

- **Qualités requises :** Intérêt pour la simulation, sens physique et regard critique.

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

- **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 €¹. Des thèses sont susceptibles d'être proposées dans le laboratoire.

Références

- [1] J.-B. BLANCHARD, G. DAMBLIN, J.-M. MARTINEZ, G. ARNAUD et F. GAUDIER. « [The Uranie Platform : an Open-Source Software for Optimisation, Meta-Modelling and Uncertainty Analysis](#) ». *EPJ Nuclear Sciences & Technologies* 5 (2019), p. 4.
- [2] J. GUEGUEN. « [Contribution to the modelling of multidimensional high pressure boiling flows relative to pwr's thermal-hydraulic conditions](#) ». Theses. Université de Grenoble, 2013.
- [3] A. GUEIFI, 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.
- [4] M. ISHII et T. HIBIKI. *Thermo-Fluid Dynamics of Two-Phase Flow*. Springer New York, 2011.

¹Nous contacter pour obtenir le montant exact en fonction de votre formation