

## **Sujet de stage : Discrétisation conservative du modèle à 4 équations sur grille décalée**

**Durée :** 6 mois

**Démarrage :** Mars ou Avril 2022

**Lieu :** CEA-Saclay, site de Saclay

**Laboratoire d'accueil :** DES/ISAS/DM2S/STMF/LMEC

**Futurs encadrants ou contacts :**

Michael Ndjinga, STMF/LMEC (mail : [michael.ndjinga@cea.fr](mailto:michael.ndjinga@cea.fr))

Yannick Gorsse, STMF/LMEC (mail : [yannick.gorsse@cea.fr](mailto:yannick.gorsse@cea.fr))

**Diplôme préparé :** Bac+5 – Master 2 / Diplôme École d'ingénieurs

**Possibilité de poursuite en thèse :** oui

**Mots-clés :** Analyse numérique, mécanique des fluides, équations aux dérivées partielles, programmation scientifique

### **Contexte**

Le Service de Thermohydraulique et de Mécanique des Fluides (STMF) réalise des modélisations, étudie les algorithmes numériques, développe des logiciels de simulation et mène des études et recherches fondamentales en mécanique des fluides et en thermohydraulique.

La simulation des écoulements diphasiques, intervenant dans les circuits de réacteurs nucléaires et autres applications, s'effectue grâce à différents modèles d'écoulements diphasiques. Ces modèles comportent des équations de conservation de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie pour chacune des phases liquide et vapeur couplées par des lois de fermeture. Les méthodes numériques employées au STMF sont en majorité sur des discrétisations de type « décalées » et s'appuient sur une forme non conservative des modèles. Cette approche standard ne permet malheureusement pas de répondre complètement aux besoins du code de thermohydraulique coeur FLICA5.

### **Objectifs**

Le travail proposé consiste à étudier et tester numériquement le comportement d'une nouvelle classe de méthodes numériques, toujours sur grilles décalées, mais s'appuyant sur une formulation conservative du modèle. Il faudra en particulier comparer les variantes de cette nouvelle classe, en particulier sur le modèle diphasique à quatre équations, dans des configurations d'intérêt pour la sûreté nucléaire (écoulements bouillants). Un intérêt particulier sera donné aux simulations en dimension deux et trois d'espace, et aux comparaisons avec les approches actuelles s'appuyant sur la formulation non conservative.

### **Environnement de travail**

Le stage se déroulera au centre CEA de Saclay au sein du Laboratoire de Modélisation à l'Echelle Composant (LMEC), une équipe pluridisciplinaire mêlant mathématiciens, physiciens et informaticiens. Il s'appuiera sur des travaux précédents au STMF à savoir une thèse (K. Ait Ameer, novembre 2020)

ayant posé les bases de conception générale de la méthode, et un stage (C. Mounier, février 2021) ayant précisé la méthode numérique dans le cas du modèle diphasique à quatre équations. D'autres stagiaires et doctorants travailleront sur des sujets similaires au LMEC, et les interactions seront encouragées.

### **Compétences requises ou souhaitées**

Bases d'analyse numérique : stabilité, convergence, systèmes linéaires

Bases d'équations aux dérivées partielles : équation de Poisson, équation d'advection

Idéalement notions de mécanique des fluides

Idéalement notions de C, C++ ou python

### **Profil recherché**

Etudiant/étudiante en école d'ingénieur ou en master 2 ayant une dominante en mathématiques appliquées, intéressé par la simulation numérique de problèmes issus de la physique.

Rigueur d'analyse et curiosité scientifique pluridisciplinaire essentiels. Goût pour le travail en équipe et la communication scientifique seraient appréciés.