

Sujet de stage : Modélisation des tailles de bulles par remontée d'échelle sur l'expérience DYNAS

Durée : 6 mois

Démarrage : dès que possible en 2022

Lieu : CEA-Saclay, site de Saclay

Laboratoire d'accueil : DES/ISAS/DM2S/STMF/LMES

Futurs encadrants ou contacts :

Florian GUILLOU, SMTF/LMES (mail : florian.guillou@cea.fr)

Diplôme préparé : Master-2 recherche ou élève ingénieur de 3^{ème} année ayant un goût prononcé pour la recherche, thermohydraulique, échelle système, CFD, modélisation

Possibilité de poursuite en thèse : non

Mots-clés : CATHARE 3, Neptune_CFD, DYNAS, downcomer, frottement interfacial, taille de bulle

Contexte

Le code CATHARE 3 est un code de thermohydraulique à l'échelle système développé au CEA et principalement utilisé pour les études de sûreté des réacteurs nucléaires. Dans certains scénarii d'accident de perte de refroidissement primaire (APRP), la prédiction de la dynamique de remplissage de la cuve par les systèmes d'injection d'urgence est primordiale. Or il peut se produire des écoulements complexes dans la descente annulaire de la cuve (transitions entre différents régimes diphasiques, contre-courants avec effets 3D, entrainement de gouttes, condensation, asymétrie de chauffe des parois...) difficiles à simuler avec précision. Le frottement entre l'eau froide injectée et la vapeur issue du cœur du réacteur notamment, constitue un des termes prépondérants durant cette phase de l'accident.

Afin d'améliorer ce modèle de frottement interfacial), les essais DYNAS¹ ont été simulés. Il a alors été remarqué qu'une diminution de la taille des bulles dans le modèle pouvait conduire à une amélioration significative des résultats. Cependant le manque de mesures expérimentales (connaissance des taux de vide uniquement) rend délicat le développement d'une correction (risque d'introduire des compensations d'erreurs). Néanmoins, le code de CFD diphasique Neptune_CFD² pourrait permettre de fournir les grandeurs physiques manquantes s'il arrive à prédire les taux de vide expérimentaux de façon satisfaisante.

Objectifs

On se propose d'améliorer la modélisation du frottement interfacial dans CATHARE 3 pour les transitoires de remplissage / renoyage des accidents APRP, par modification du modèle de diamètre de bulle. On utilisera à la fois des données d'expériences analytiques avec une section d'essai de grand

¹ Essais réalisés par KAERI. Il s'agit de mesures de taux de vide sur une géométrie de section rectangulaire de 1,45 x 0,11 m et d'une hauteur de 1,43 pour 20 configurations différentes d'injection d'eau/air (débits respectifs et positions des entrées / sorties).

² Code CFD développé par un consortium EDF-Framatome-CEA-IRSN.

diamètre hydraulique, des essais DYNAS et le post-traitement des grandeurs d'intérêt des calculs CFD pour dimensionner et calibrer cette correction du modèle.

Déroulement envisagé :

- Compréhension du système 6-équations de CATHARE, et notamment de son modèle de frottement interfacial et ses hypothèses intrinsèques.
- Etude bibliographique sur les régimes d'écoulement à bulles et les mécanismes de fragmentation des bulles.
- Prise en main de CATHARE 3 et de Neptune_CFD, réalisation de simulations DYNAS de référence.
- Analyse théorique de l'effet d'une limitation du diamètre des bulles sur la prédiction du frottement interfacial sur des scripts autonomes en python.
- Implémentation d'une (ou plusieurs) correction(s) du modèle de CATHARE 3 et tests sur les configurations DYNAS.
- Post-traitement et comparaison des résultats vis-à-vis de l'expérience et de l'échelle CFD.
- Choix de la meilleure correction du diamètre, qui devra ensuite être validée sur l'ensemble de la base de test CATHARE et faire l'objet d'une analyse de quantification d'incertitude (hors stage).

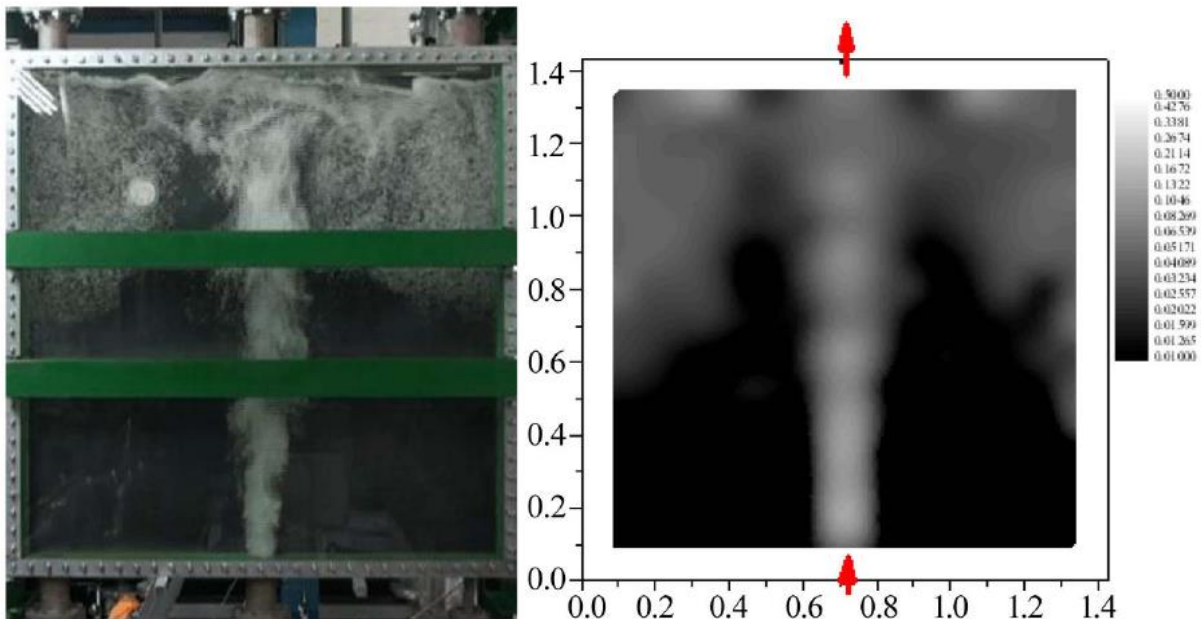


Figure 1: Illustration d'un essai DYNAS et des mesures de taux de vide par impédance (moyennées) [1]

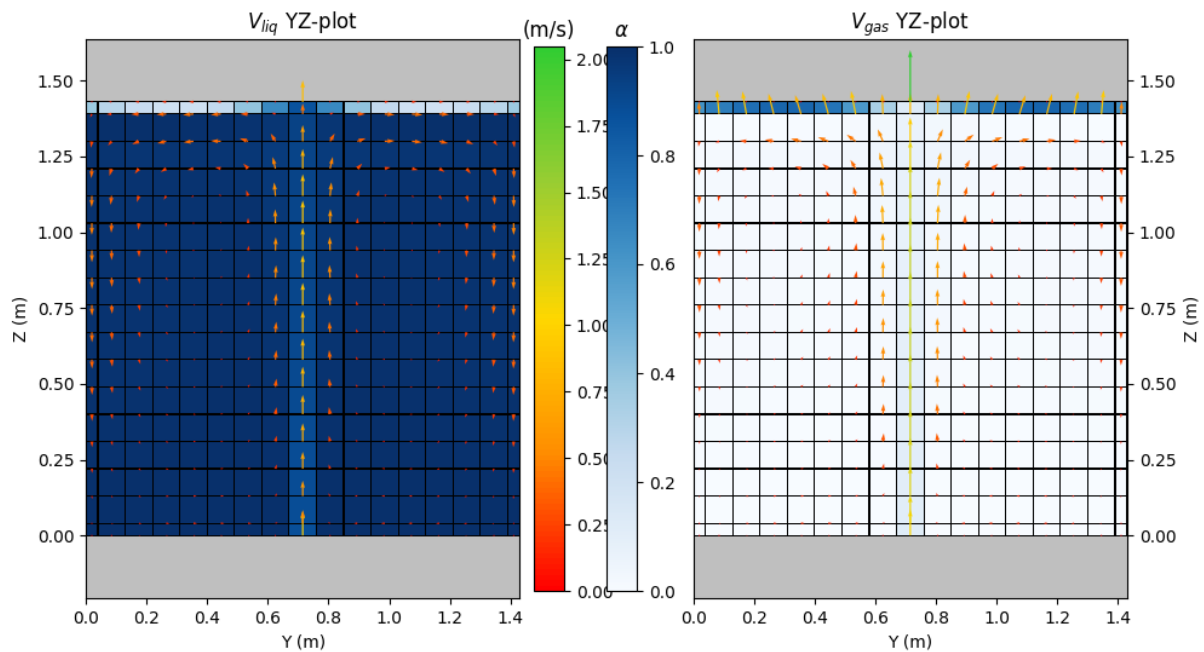


Figure 2: Champs de vitesse et de taux de vide d'un essai DYNAS simulés par CATHARE 3.

Références :

1. A Two-Dimensional Void Profile Measurement in DYNAS having a 2D slab test section, D.J. Euh et al, Korean Nucl. Society Spring Meeting, 2010
2. Site officiel CATHARE 3 : <https://cathare.cea.fr>
3. Recent advances in modelling and validation of nuclear thermal-hydraulics applications with NEPTUNE CFD, M. Guingo et al., ICAPP, 2015

Environnement de travail

Le stage se déroulera au centre CEA de Saclay au sein du Laboratoire de Modélisation à l'Echelle Système (LMES).

Compétences requises ou souhaitées

- Utilisation de LINUX
- Qualités rédactionnelles
- Analyse physique
- Maîtrise de l'anglais écrit

Profil recherché

Master-2 recherche ou élève ingénieur de 3^{ème} année ayant un goût prononcé pour la recherche, thermohydraulique, échelle système, CFD, modélisation