



Développement de méthodes statistiques pour la validation des outils de simulation de réacteurs nucléaires

DER/SESI/LEMS

Les codes de simulation dédiés à l'étude du comportement des réacteurs nucléaires dépendent de paramètres (physiques ou de modélisation) entachés d'incertitude. L'utilisation de ces simulateurs à des fins prédictives exige une validation rigoureuse à travers des comparaisons avec des résultats expérimentaux, également entachés d'incertitude. Ce stage porte sur le développement et l'évaluation de nouvelles approches statistiques pour la validation des simulateurs, prenant en compte les différentes sources d'incertitudes.

Ce stage s'inscrit dans le cadre de la démarche de Vérification, Validation et Quantification des Incertitudes (VVQI) des simulateurs utilisés pour modéliser et prédire les phénomènes physiques au sein des réacteurs nucléaires. L'objectif est de proposer des méthodes et critères statistiques en support à la validation de ces simulateurs.

L'enjeu principal consiste à quantifier et analyser de manière rigoureuse le niveau de concordance entre les résultats de simulation (sorties du code) et les données expérimentales disponibles, et de renforcer ainsi la confiance dans les codes de simulation. De plus, il est essentiel de prendre en compte dans cette validation différentes sources d'incertitudes : les incertitudes entachant certains paramètres en entrée de simulateurs (variables physiques ou paramètres de modélisation) et les incertitudes des résultats expérimentaux (incertitudes de mesure).

Des métriques et critères de validation existent déjà pour des quantités scalaires ou vectorielles. L'enjeu du stage sera de proposer des critères pour des données fonctionnelles. En effet, les sorties générées par les codes de calcul utilisés peuvent être des séries temporelles ou spatio-temporelles. Leur comparaison avec des courbes

expérimentales requiert l'extension des méthodes actuelles à ce type de données. Les travaux de stage consisteront à développer et étudier diverses méthodes statistiques pour l'analyse de données fonctionnelles, afin d'établir des critères quantitatifs de validation robustes.

Plusieurs approches seront envisagées, notamment l'Analyse en Composantes Principales (ACP) pour la réduction de dimension et l'utilisation de méthodes basées sur la notion de profondeur statistique. L'objectif ultime sera de mettre en œuvre ces approches sur un cas test simulant des transitoires thermohydrauliques en situation accidentelle sur un réacteur nucléaire.

Références :

A. Marrel, H. Velardo, A. Bouloré. *Likelihood and depth-based criteria for validation of numerical simulators, from comparison with experimental data*, A paraître dans International Journal for Uncertainty Quantification 2023. (<https://cea.hal.science/cea-04020960/>)

■ Formation souhaitée :

Diplôme d'ingénieur/M2

Ingénieur généraliste/Mathématiques appliquées/Statistiques

■ Durée du stage :

6 mois

■ Méthode/logiciel(s) :

Python, Méthodes statistiques avancées

■ Mots clés :

Validation de code, Méthodes statistiques

■ Possibilité de thèse :

Non

■ Contact :

VELARDO Héloïse

Heloise.velardo@cea.fr