

Ébullition transitoire lors d'un RIA : étude expérimentale depuis des conditions analytiques à des conditions réacteur

Thématiques : Sciences de l'ingénieur

Lieu de thèse : Laboratoire Incertitudes et modélisation des accidents de refroidissement (LIMAR)
- Cadarache (13), Pittsburgh University - USA, L'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT)
- Toulouse (31), INL - Idaho Falls USA

Date de début : octobre 2020

Contact : pierre.ruyer@irsn.fr

Compétences recherchées

- Master 2 recherche option mécanique des fluides/ énergétique
- Habilitation américaine à réaliser une thèse
- Age limite : 26 ans sauf dérogation

Sujet de thèse

La gaine d'un crayon combustible d'une centrale nucléaire est la première barrière de confinement des radioéléments. Lors d'un accident de réactivité (RIA), cette gaine est sollicitée par un pulse de puissance. Son échauffement rapide pourrait compromettre son intégrité mais est compensé par le refroidissement par ébullition de l'eau qui l'entoure. Des expériences des années 2000 ont montré que les transferts thermiques sont affectés par la rapidité du transitoire mais n'ont pas apporté une réelle compréhension de ce phénomène. Cette compréhension repose sur une caractérisation fine de la thermique de la paroi et de l'ébullition en regard. L'instrumentation en conditions de RIA (hautes pression et température) n'est pas accessible actuellement, mais des résultats plus académiques ont révélé des phénomènes spécifiques.

L'objectif principal de cette thèse est d'analyser la phénoménologie de l'ébullition transitoire dans diverses configurations s'approchant des conditions d'intérêt. La thèse sera réalisée en cotutelle entre les Universités de Toulouse et de Pittsburgh et sera divisée en 3 séjours de 16 mois (durée totale 4 ans) dans 3 laboratoires différents. 1ère période à Pittsburgh University : ébullition transitoire de l'eau à hautes pression et température Les expériences d'ébullition en vase de l'eau pour des chauffages transitoires rapides ont jusqu'alors été limitées à des conditions de basse pression.

Le doctorant conduira des expériences d'ébullition transitoire sur des petits éléments chauffants dans une enceinte haute pression. Les mesures conjointes de puissance déposée et de température permettront d'étudier l'efficacité des transferts thermiques. 2ème période à l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse : mécanismes fondamentaux de l'ébullition transitoire convective.

Le doctorant utilisera une installation expérimentale dédiée à la caractérisation fine de l'ébullition transitoire sur une paroi métallique cylindrique immergée dans un écoulement bouillant de HFE7000. L'analyse de bases de données d'essais passés sera complétée par l'étude de chauffages transitoires menant directement à de l'ébullition en film. 3ème période à l'Idaho National Laboratory : ébullition transitoire autour d'un crayon en conditions représentatives d'un réacteur Une boucle d'essai hautes pression et température contenant un crayon chauffé électriquement permet de s'approcher du cas réacteur. Des mesures de vaporisation, de température et des observations par caméra rapide seront utilisées et les résultats seront interprétés à l'aune des résultats obtenus lors des périodes précédentes.