

Modélisation de l'évacuation de puissance résiduelle lors du transitoire de vidange du circuit combustible d'un réacteur à sels fondus de génération IV

CONTEXTE TECHNIQUE

Le CNRS est impliqué dans des travaux de R&D visant à développer un réacteur nucléaire de quatrième génération dont le caloporteur est un sel fondu (RSF). Dans ce concept de réacteur, particulièrement innovant, le combustible nucléaire qui est le siège des réactions de fission est dissout dans le caloporteur. Ainsi, la notion d'accident grave qui est généralement définie, pour les autres concepts de réacteurs par la fusion du combustible solide qui entraîne la perte de géométrie du cœur est à revisiter. Les scénarios d'accidents graves définis pour les concepts de réacteurs associés à des cœurs solides sont étudiés afin d'aboutir à un dimensionnement du confinement assez robuste pour éviter des rejets de produits de fission inacceptables. Ceci implique de préserver l'intégrité du confinement dans des situations hypothétiques pour lesquelles il peut subir des sollicitations thermiques ou mécaniques importantes alors que le combustible n'est plus confiné dans la région du cœur. Par ailleurs, au CEA (Département d'Etudes des Réacteurs à Cadarache), dans le cadre d'activités de pré-conception consacrées à d'autres concepts de réacteurs de génération IV, la modélisation des effets physiques importants pour la conception et la sûreté est réalisée avec des outils physiques paramétrables à court temps d'exécution. En conséquence, le stage proposé portant sur la réalisation d'un tel outil paramétrable dédié au transitoire de vidange du circuit combustible sur un RSF, d'une durée de 6 mois, sera en partie réalisé au CNRS (environ 2 mois) et par la suite au CEA (environ 4 mois). La première période réalisée à Grenoble aura pour objectif de familiariser l'étudiant(e) avec le concept de RSF concerné et les études d'accidents déjà réalisées. La deuxième partie du stage visera à réaliser le travail de modélisation en bénéficiant de l'expertise du CEA dans le domaine des modélisations thermohydrauliques analytiques appliquées aux accidents graves de réacteurs.

TRAVAIL A REALISER

Après une période de bibliographie qui permettra à l'étudiant(e) de s'approprier la conception et les études dédiées aux RSF réalisées au CNRS, un scénario de vidange d'urgence survenant lors d'un accident en cours de chargement du réacteur devra être défini afin de disposer de conditions aux limites (température et nature (mousse métallique, sel inerte,...) des parois du réservoir de vidange, débit et nature du gaz de refroidissement du réservoir de vidange) et de conditions initiales pertinentes pour la réalisation du transitoire (température et puissance du sel combustible, débit, etc.). Une fois ces conditions identifiées, le(a) stagiaire devra écrire les équations de bilan de masse et d'énergie nécessaires à l'évaluation de la puissance évacuée par le gaz de refroidissement du réservoir. Ainsi, après résolution de ces équations de bilan, il sera possible de simuler l'évolution de la température du sel combustible, du sel inerte protégeant les tubes de refroidissement du réservoir ainsi que la température de ses parois. Des études paramétriques pourront être réalisées afin d'étudier la sensibilité du transitoire de vidange aux paramètres de conceptions et aux hypothèses relatives au déroulement du scénario. Des spécifications du système de refroidissement du sel seront déduites de ces résultats.

N.B : Le cas échéant, le stage pourra constituer un préalable à une thèse de Doctorat sur le thème de l'étude d'un accident de réactivité dans un réacteur à sels fondus.

ENCADREMENT

Encadrement CNRS : Elsa MERLE, Daniel HEUER (LPSC, Université Grenoble Alpes)

Contact :

Encadrement CEA : Frédéric BERTRAND et Nathalie MARIE (DEN/DER/SESI).

Contact : frederic.bertrand@cea.fr ; nathalie.marie@cea.fr

COMPETENCES ET OUTILS

Compétences : thermohydraulique, physique des réacteurs

Outils : Matlab

DUREE

6 mois