

Proposition de stage - 2024-2025

Titre : Impact des données nucléaires sur la sûreté des réacteurs à sels fondus

Equipe à Subatech :

<http://www-subatech.in2p3.fr/fr/recherche/equipes/sen/recherche/simulations-reacteurs-et-puissance-residuelle>

Ces travaux sont réalisés en collaboration avec le groupe MSFR du LPSC Grenoble

<https://lpsc.in2p3.fr/index.php/fr/groupe-de-physique/msfr/presentation>

Tuteur:

Lydie Giot - Enseignant Chercheur

Laboratoire SUBATECH, Institut Mines Telecom Atlantique

Adresse : 4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes Cedex 3, FRANCE

Tel : 00 33 +2 51 85 86 66

Email : giot@subatech.in2p3.fr

Contexte :

Les Réacteurs nucléaires à Sels Fondus (RSF) ont un grand potentiel en termes de sûreté et de flexibilité. Il s'agit de réacteurs dont le combustible est dissous dans un mélange de sels fondus (liquide), jouant le rôle de caloporteur. Le sel circule dans le circuit combustible au travers d'une zone appelée « cœur » où il est rendu critique par géométrie, produisant ainsi de la chaleur, qu'il restitue en traversant un échangeur de chaleur, permettant ainsi de valoriser l'énergie produite, soit sous forme de chaleur (rôle calogène), soit sous forme d'électricité (rôle électrogène). Ce type de réacteur se caractérise par son comportement intrinsèquement stable, et sa versatilité (choix du cycle, choix du spectre neutronique, choix du sel, etc.) et donc la polyvalence de ses applications (réacteur électrogène sur une gamme allant de la petite à la très grosse puissance, incinérateur de déchets à forte activité et à vie longue par transmutation, etc.). Ces qualités étant recherchées dans le contexte nucléaire actuel, les Réacteurs à Sels Fondus suscite un fort regain d'intérêt en France et à l'international avec aussi l'émergence de nouveaux acteurs tels que les startups.

L'identification et l'amélioration de la compréhension des phénomènes liés à la sûreté des concepts RSF associée à leur modélisation est un enjeu important de R&D pour combler le gap entre les concepts proposés et un déploiement industriel tout en répondant aux exigences des référentiels de sûreté. Dans cette optique, l'évaluation et l'amélioration des capacités prédictives des outils de modélisation et des données nucléaires qui sont utilisées constitue un axe de R&D important.

Sujet de stage :

Le sujet de stage proposé ici s'inscrit dans l'évaluation de la sûreté des Réacteurs à Sels Fondus et les liens avec les données nucléaires et les incertitudes associées. Dans le cadre du projet européen APRENDE (Addressing PRiorities of Evaluated Nuclear Data in Europe), le stagiaire contribuera aux études de sensibilité sur les paramètres liés à la réactivité (k_{eff} , β_{eff} , coefficients de contre-réaction Doppler et de densité)

en perturbant certaines données nucléaires (ex : sections efficaces de fission, capture, diffusion élastique ou nombre moyen de neutrons émis) avec le code de transport SERPENT2. Deux concepts de Réacteurs à Sels Fondus électrogènes de 3GWth seront étudiés : le MSFR de référence (sel fluoré, cycle Th/U) et le MSFR-CI (sel chlorure, cycle U/Pu). Les incertitudes obtenues à partir des profils de sensibilité avec le code SERPENT2 (approche S/U) seront comparés aux résultats obtenus via une approche Monte-Carlo avec le code COCONUST développé par A. Laureau au LPSC.

La seconde partie du stage sera axée sur le développement du code COCODRILO. Le code COCODRILO est un ensemble de scripts python couplés au code de transport et d'évolution SERPENT2 (utilisé pour des pulses de fission, assemblages ou des cœurs de réacteurs) et des bibliothèques de données nucléaires qui permet en utilisant la méthode Monte Carlo de calculer l'impact des incertitudes des données nucléaires (décroissance, rendement de fission) sur le calcul de la puissance résiduelle. Le/la stagiaire travaillera en particulier sur l'implémentation de différentes matrices de covariance associées aux rendements de fission et lois d'échantillonnage.

Compétences développées :

- Modélisation et simulation
- Physique nucléaire et des réacteurs
- Programmation en PYTHON pour l'extraction et l'analyse des résultats
- Code de simulation : SERPENT2
- Utilisation d'une ferme de calcul

Profil :

- Étudiant en école d'ingénieur (A3) ou de Master 2 ayant déjà des connaissances en physique nucléaire, physique des réacteurs simulation numériques, méthodes Monte Carlo
- Stage de 4 à 6 mois
- La maîtrise des outils informatiques (Linux...), de la logique des langages de programmation seront très fortement appréciés.
- Intérêt certain pour la programmation nécessaire.

Possibilité de poursuivre en thèse sur ce sujet, financement garanti (déjà acquis)
