

Caractérisation des distributions statistiques des grandeurs calculées par les simulations Monte-Carlo critiques du transport des neutrons dans un milieu fissile

Lieu :	Fontenay-aux-Roses
Unité :	Laboratoire de Neutronique (LN) du Service de Neutronique et des risques de Criticité (SNC)
Durée :	6 mois
Date de disponibilité :	Mars 2020

L'IRSN, Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) - dont les missions sont désormais définies par la Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (TECV) - est l'expert public national des risques nucléaires et radiologiques. L'IRSN concourt aux politiques publiques en matière de sûreté nucléaire et de protection de la santé et de l'environnement au regard des rayonnements ionisants. Organisme de recherche et d'expertise, il agit en concertation avec tous les acteurs concernés par ces politiques, tout en veillant à son indépendance de jugement.

Thématique :

Le Service de Neutronique et des risques de Criticité (SNC) est en charge de l'expertise de sûreté en criticité des installations du cycle du combustible nucléaire. Dans le cadre de ses missions, il participe activement aux études de recherche et développement dans les domaines de la neutronique et des risques de criticité. Intervenant en soutien à l'expertise, le Laboratoire de Neutronique (LN) a ainsi notamment pour mission de développer les méthodes et outils de calculs nécessaires pour permettre d'assurer un niveau d'expertise de pointe dans les domaines concernés.

Contexte :

La description théorique de la dynamique de la population de neutrons évoluant dans un milieu fissile se dérive de l'équation de Boltzmann critique, qui permet une description précise de la population moyenne des neutrons dans le milieu. Dans certains cas, il a cependant pu être démontré que cette description moyennée n'est pas suffisante pour permettre une compréhension précise de la richesse des phénomènes pouvant se produire dans un système aussi complexe qu'un réacteur nucléaire, ni même dans les simulations Monte-Carlo qui essaient de reproduire le comportement de tels systèmes.

Dans ce contexte, il a par exemple été démontré que les fluctuations de la population de neutrons autour de leur valeur moyenne peuvent être responsables de phénomènes d'agrégation de la population de neutrons dans les simulations Monte Carlo. Lorsque ce phénomène se produit, la simulation perd potentiellement son caractère prédictif et aucun test de convergence de la simulation ne permet à l'heure actuelle d'avertir l'utilisateur.

L'étude théorique du processus stochastique sous-jacent à la simulation est une des voies possibles permettant l'exploration de ces phénomènes de fluctuation et d'agrégation. A ce titre, il devrait être possible de déduire de tels modèles des observables permettant de caractériser la formation d'amas de neutrons au cours de la simulation. Une piste possible consisterait à dériver du modèle théorique des lois d'échelle pour les queues de distribution statistiques données par la simulation pour les observables standards, tel que le coefficient de multiplication du système.

Caractérisation des distributions statistiques des grandeurs calculées par les simulations Monte-Carlo critiques du transport des neutrons dans un milieu fissile

Missions :

A partir de la donnée d'un modèle de processus stochastique associé à la propagation et aux interactions des neutrons au sein d'un milieu fissile, le stagiaire devra s'appuyer sur la littérature existante pour dériver une théorie des champs associée, en utilisant le formalisme et la méthode des intégrales de chemin.

Une fois ce formalisme établi, en se basant sur une approche perturbative et la méthode des diagrammes de Feynman, l'étudiant aura en charge de calculer les observables notables du système étudié (comportement de la population moyenne de neutrons, variance, fonctions de corrélation).

Si le temps le permet, l'étudiant pourra aller jusqu'à l'étude des lois d'échelles caractérisant le système pour reconstruire les exposants critiques du processus associé au phénomène de criticité dans un milieu fissile.

Le sujet de stage ne pourra en aucun cas donner suite à une poursuite en thèse.

Profil :

Niveau d'étude : stage de Master 2 (Université) ou stage de fin d'études d'école d'ingénieur.

Compétences en théorie quantique des champs (niveau M2), appétence pour la physique théorique, quelques notions de neutronique seraient un plus.

Intérêt du stage :

Ce stage permettra à l'étudiant de se familiariser avec la théorie des processus stochastiques, d'approfondir ses connaissances théoriques (intégrales de chemin, théorie des champs, etc.) et d'appliquer les connaissances acquises dans un contexte de physique statistique original et innovant.

Personne à contacter :

Benjamin DECHENAUX
benjamin.dechenaux@irsn.fr
Tel : 01.58.35.76.19