

Sujet : Approche combinatoire pour le calcul de configurations pénalisantes d'assemblages avec trous d'eau par résolution stochastique du transport des neutrons

Thématiques : physique ; mathématiques

Mots clés : Monte-Carlo, neutronique, calculs de sensibilité

Laboratoire IRSN : Laboratoire de neutronique (LN) – Fontenay-aux-Roses (92)

Description : Les méthodes de calculs usuellement employées pour la simulation des calculs de criticité d'assemblages ou de châteaux de transport peuvent conduire à des écarts significatifs lorsque les assemblages constitutifs présentent un nombre connu ou inconnu de crayons manquants. Ces configurations interviennent fréquemment dans les démonstrations de sûreté de l'exploitant, notamment lors de la fabrication, du transport et de l'entreposage des assemblages. Ce type de problème nécessite la mise au point d'une nouvelle méthode de calcul, qui doit être fondée sur l'utilisation de la méthode de Monte-Carlo en raison de la complexité des géométries en question. Or, pour ce type de calcul, la géométrie et les matériaux du problème doivent être spécifiés de manière précise et la prise en compte de crayons manquants dans un assemblage implique en théorie la réalisation d'un grand nombre de calculs visant à simuler l'ensemble des configurations possibles. Dans la plupart des cas, les positions et le nombre de crayons manquants dans un assemblage donné est a priori inconnu. Cela implique concrètement une combinatoire de configurations beaucoup trop importante pour pouvoir espérer obtenir des réponses robustes par une approche directe, d'autant plus que la simulation Monte-Carlo - qui fait très peu d'hypothèses pour la résolution de l'équation du transport - est coûteuse en temps de calcul. Une méthode de calcul alternative doit donc être développée.

L'approche proposée dans cette thèse consiste à utiliser des algorithmes d'optimisation combinatoire, permettant de parcourir l'espace des configurations possibles de manière optimisée afin d'identifier celles d'entre elles qui conduisent à une réactivité maximale. Ainsi, seul un sous-ensemble des configurations possibles est effectivement exploré et le nombre de simulations Monte Carlo est grandement diminué. S'il est permis d'espérer que l'emploi d'un algorithme d'optimisation aboutira à une réduction significative du nombre de configurations effectivement simulées pour identifier les configurations les plus réactives du problème étudié, il n'en reste pas moins que ce type de démarche nécessite tout de même de réaliser un grand nombre de simulations Monte-Carlo, et qu'il faut donc compléter cette stratégie par des gains en temps de calcul afin de pouvoir rendre cette approche effective dans un cadre d'expertise de criticité. Pour ce faire, la thèse propose dans un second temps l'utilisation, au sein de l'étape de calcul Monte-Carlo, de méthodes dites de sensibilité, permettant d'évaluer le gain en réactivité d'un système, lorsqu'une perturbation est effectuée sur ce dernier. Cette approche permettrait idéalement de ne réaliser qu'un seul calcul Monte-Carlo initial, et de considérer toutes les configurations à tester comme des perturbations de

cette première simulation. Comme les calculs perturbatifs (séries de Taylor, échantillons corrélés, IFP) présentent des figures de mérite très élevées, comparativement aux simulations complètes, cette approche devrait aboutir à des temps de simulation très réduits.

Compétences et diplôme demandés : Le candidat a une formation de grande école d'ingénieur et/ou un master universitaire en physique, avec idéalement une spécialisation en neutronique. Il doit être intéressé par les aspects concernant la sûreté, doit avoir le goût du travail en équipe et des problématiques multidisciplinaires. Il doit faire preuve de curiosité scientifique et d'un esprit critique. Une connaissance des langages de programmation C/C++, Python ou Fortran serait appréciée. Âge limite : 26 ans sauf dérogation.

Tuteur : Benjamin DECHENAU

Contact : Transmettre CV + lettre de motivation à Benjamin DECHENAU, 01 58 35 76 19, benjamin.dechenaux@irsn.fr

IRSN

PSN-EXP/SNC/LN

BP 17

92262 Fontenay-aux-Roses CEDEX