

Titre du stage / Internship title

VALIDATION DU CODE MONTE-CARLO TRIPOLI-4®: ANALYSE DES EXPÉRIENCES D'EXCURSIONS DE RÉACTIVITÉ DANS LE RÉACTEUR E RECHERCHE SPERT III E-CORE

VALIDATION OF THE MONTE CARLO CODE TRIPOLI-4®: ANALYSIS OF THE REACTIVITY EXCURSIONS IN THE SPERT III E-CORE RESEARCH REACTOR

Type de sujet / Topic type

- Vérification et validation de méthodes et de codes de calcul ; benchmarking ; modélisation / Verification and validation of methods and computational codes ; benchmarking ; modeling

Contexte du stage

Le CEA développe le code Monte-Carlo de transport de particules TRIPOLI-4®, qui est utilisé en tant que méthode de calcul *de référence* vis-à-vis des solveurs déterministes, plus rapides mais introduisant des approximations. Dans le cadre du projet européen H2020 McSAFE (<http://www.mcSAFE-h2020.eu>, [1]), le SERMA a récemment perfectionné des nouvelles fonctionnalités dans TRIPOLI-4® afin de réaliser des simulations cinétiques : transport de neutrons en conditions non-stationnaires, avec prise en compte explicite des précurseurs [2]. En parallèle, des nouveaux algorithmes permettant le calcul de la période asymptotique du réacteur ainsi que sa sensibilité aux données nucléaires (sections efficaces, spectres, rendements de fission, etc.) ont été également implémentés dans le code, afin de caractériser sans approximations des paramètres-clé pour la sûreté nucléaire et pour le pilotage du réacteur [3, 4].

Internship context

CEA is in charge of developing the Monte-Carlo particle transport code TRIPOLI-4®, which is used as a reference calculation method for deterministic solvers, which are faster but introduce approximations. As part of the European H2020 McSAFE project (<http://www.mcSAFE-h2020.eu>, [1]), SERMA recently conceived new functionalities in TRIPOLI-4® in order to carry out kinetic simulations: transport of neutrons in non-stationary conditions, explicitly taking into account precursors [2]. In parallel, new algorithms allowing the calculation of the asymptotic reactor period as well as its sensitivity with respect to nuclear data (cross sections, spectra, fission yields, etc.) were also implemented in the code, in order to characterize – without introducing approximations – some key parameters for nuclear safety and for reactor control [3, 4].

Description du sujet du stage

L'objectif du stage est de valider ces nouvelles fonctionnalités du code TRIPOLI-4® sur la base des données expérimentales relatives aux excursions de puissance du réacteur SPERT III E-core, un des rares à avoir été conçu et testé pour ce genre d'expériences [5, 6]. Le travail de stage sera articulé autour des thématiques suivantes :

1. Analyse et perfectionnement du modèle du réacteur SPERT III, précédemment réalisé au SERMA [5]. Ensuite, simulation à l'aide de TRIPOLI-4® des expériences d'excursions de réactivité en conditions « cold zero power » et « hot zero power » et estimation des valeurs de période asymptotique. Ces valeurs seront comparées aux mesures existantes [6] afin de valider les nouvelles fonctionnalités du code. Des comparaisons avec des calculs cinétiques de référence seront également réalisées.

2. Dans un second temps, le travail se focalisera sur l'analyse de sensibilité de la période du réacteur par rapport aux données nucléaires : toujours à l'aide des nouvelles fonctionnalités de TRIPOLI-4® [4], l'étudiant(e) déterminera les principaux contributeurs aux incertitudes sur la période du réacteur.

Internship topic description

The goal of the internship is to validate these new functionalities of TRIPOLI-4® based on the experimental data related to the power excursions of the SPERT III E-core reactor, one of the few to have been designed and tested for this kind of experiments [5, 6]. The internship work will be structured around the following items:

1. Analysis and improvement of the model of the SPERT III reactor, previously created at SERMA [5]. Then, use TRIPOLI-4® to simulate the reactivity excursion experiments under "cold zero power" and "hot zero power" conditions and estimate the asymptotic period. These values will be compared with existing measurements [6] in order to validate the new functionalities of the code. Comparisons with reference kinetic calculations will also be made.
2. Then, the work will focus on the sensitivity analysis of the reactor period with respect to the nuclear data: using the new functionalities of TRIPOLI-4® [4], the student will determine the main contributors to the uncertainties of the reactor period.

Bibliographie - Références / Bibliography - References

- [1] McSAFE : <https://cordis.europa.eu/project/id/755097/fr>
- [2] M. Faucher, D. Mancusi, and A. Zoia, New kinetic simulation capabilities for Tripoli-4: Methods and applications, Ann Nucl Energy, volume 120, pp. 74–88 (2018).
- [3] A. Zoia, E. Brun, F. Damian, F. Malvagi, Monte Carlo methods for reactor period calculations, Annals of Nuclear Energy 75, 627 (2015).
- [4] A. Jinaphanh, A. Zoia, Sensitivity and perturbation calculations for time-eigenvalues using the Generalized Iterated Fission Probability, Ann. Nucl. Energy 133, 678-687 (2019).
- [5] Zoia, A., Brun, E., Reactor physics analysis of the SPERT III E-Core with Tripoli-4, Ann. Nucl. Energy 90, 71 – 82 (2016).
- [6] McCardell, R. K., Herborn, D. I., Houghtaling, J. E., 1969. Reactivity accident test results and analyses for the SPERT III E-core - Tech. Rep. IDO-17281

Ouverture éventuelle sur un sujet de thèse / Possible opening on a thesis proposal

Non/No

Profil du stagiaire/ Applicant profile

Master 2 ou 3^{ème} année école d'ingénieur : connaissances en physique des réacteurs et en informatique scientifique (environnement Linux, langage Python, LaTeX)

Master of Science or Engineering diploma : knowledge in reactor physics and scientific computing (Linux OS, Python, LaTeX)

Localisation du stage / Internship location

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Centre de Saclay
DES/ISAS/DM2S/SERMA – Bât. 470
91191 Gif-Sur-Yvette Cedex

Personne(s) contact(s) / Contact person(s)

Nom : JINAPHANH
Prénom : Alexis
e-mail : alexis.jinaphanh@cea.fr
Téléphone : +33(0)1 69 08 XXXX
Affiliation : DES/ISAS/DM2S/SERMA/LTSD

Nom : ZOIA
Prénom : Andrea
e-mail : andrea.zoia@cea.fr
Téléphone : +33(0)1 69 08 79 76
Affiliation : DES/ISAS/DM2S/SERMA/LTSD