

Sujet de stage SERMA / SERMA internship topic N° – Laboratoire/Laboratory :
Titre du stage

ÉVALUATION DES INCERTITUDES LIÉES AUX DONNÉES NUCLÉAIRES SUR DES CALCULS SOUS-CRITIQUES AVEC LE CODE MONTE-CARLO TRIPOLI-4®

Internship title

EVALUATION OF UNCERTAINTIES DUE TO NUCLEAR DATA ON A SUB-CRITICAL CONFIGURATION WITH THE TRIPOLI-4® MONTE CARLO CODE

Type de sujet / Topic type*

- *Vérification et validation de méthodes et de codes de calcul*

Contexte du stage

Dans un réacteur, lors de la phase d'approche sous-critique, « l'éveil » des chaînes de détection (instrumentation in-core ou ex-core) dépend des caractéristiques des sources de démarrage positionnées dans le cœur mais également du facteur d'amplification de ces sources. Ce facteur d'amplification dépend lui-même des propriétés neutroniques du cœur et du niveau de sous-criticité de celui-ci. Pour un niveau de sous-criticité donné correspondant à un état du cœur (concentration en bore, état d'irradiation, niveau d'insertion des barres par exemple), on calcule et on propage jusqu'aux détecteurs la distribution des sources correspondante.

Internship context

In a reactor, during the sub-critical approach phase, the “awakening” of the detection chains (in-core or ex-core instrumentation) depends on the characteristics of the starting sources positioned in the core but also on the amplification factor of these sources. This amplification factor itself depends on the neutronic properties of the core and of the sub-criticality level. For a given level of sub-criticality corresponding to a state of the core (boron concentration, irradiation state, level of bar insertion for example), the corresponding source distribution is calculated and propagated to the detectors.

Description du sujet du stage

Le stage consiste à analyser les erreurs dues aux données nucléaires sur les résultats calculés par le code Monte-Carlo TRIPOLI-4® dont les données sont issues d'un benchmark de la base ICSBEP (International Criticality Safety Benchmark Evaluation Project).

Pour cela, on utilisera deux approches:

- la méthode dite "Total Monte-Carlo", celle-ci commence par échantillonner des sections nucléaires perturbées représentatives des incertitudes sur leur connaissance (portées par des matrices dites de covariance). Ensuite une simulation avec chacune de ces sections perturbées est réalisée et enfin la variabilité des résultats est analysée.
- la deuxième méthode consiste à réaliser directement une simulation utilisant ces matrices de covariance (COMAC) dans TRIPOLI-4.

Une comparaison des résultats fournis par les deux approches sera effectuée et les éventuelles différences seront analysées.

Une deuxième partie du stage concerne l'estimation des intervalles de confiance.

Sur plusieurs types d'estimateurs (flux, taux de réaction, coefficient de multiplication), on étudiera la vitesse de convergence du théorème central limite. On caractérisera aussi le fonctionnement des estimateurs de normalité actuellement disponibles parmi les outils TRIPOLI-4.

En effet, selon la distribution réelle des estimateurs physiques des simulations TRIPOLI-4, la convergence du théorème central limite peut être plus ou moins rapide. La détermination de l'intervalle de confiance se faisant à partir d'une loi normale, sa détermination peut donc être faussée.

Internship topic description

The internship consists in analyzing the errors due to nuclear data on the results calculated by the Monte-Carlo code TRIPOLI-4® whose data are taken from a benchmark from the ICSBEP (International Criticality Safety Benchmark Evaluation Project) database.

For this, we will use two approaches:

- the so-called "Total Monte-Carlo" method will be used. This begins by sampling perturbed nuclear sections representative of the uncertainties in their knowledge (carried by so-called covariance matrices). A simulation is then carried out with these perturbed sections and finally the variability of the results is analyzed.
- the second method consists in directly performing a simulation using these covariance matrices (COMAC) in TRIPOLI-4.

A comparison of the results provided by the two approaches will be made and any differences will be analyzed.

A second part of the internship concerns the estimation of confidence intervals.

On several types of estimators (flux, reaction rates, multiplication coefficient), we will study the speed of convergence of the central limit theorem. We will also characterize the functioning of the normality estimators currently available among the TRIPOLI-4 tools.

Depending on the real distribution of the physical estimators in TRIPOLI-4 simulations, the convergence rate of the central limit theorem can be more or less important. Since the confidence interval is determined from a normal distribution, its determination may therefore be false.

Bibliographie - Références / Bibliography - References

- TRIPOLI-4 Project Team, "Tripoli-4 Version 11 User Guide", Saclay, 2020
- D.K. Hayes, "Zeus: Fast-spectrum critical Assemblies with an Iron-HEU Core surrounded by a copper Reflector", LANL, 1995
- T. Gomes-Ferreira, "Analyse des Incertitudes sur le Coefficient d'Amplification de Calculs sous-critiques à Source fixe avec le code Monte-Carlo TRIPOLI-4", 2020, INSN, Saclay
- https://en.wikipedia.org/wiki/Stein%27s_method

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

Non/No

Profil du stagiaire

Connaissances en physique des réacteurs et en informatique scientifique. Des bases en statistiques seraient appréciées.

Applicant profile

Knowledge of reactor physics and scientific computing. Basics in statistics would be appreciated.

Localisation du stage / Internship location

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Centre de Saclay

DEN/DANS/DM2S/SERMA – Bât. 470

91191 Gif-Sur-Yvette Cedex

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

Nom/Name : HUGOT Francois-Xavier

Prénom : François-Xavier

e-mail : francois-xavier.hugot@cea.fr

Téléphone : 01 69 08 18 65

Affiliation : DEN/DANS/DM2S/SERMA/LTSD

Nom : COCHET

Prénom : Sandrine

e-mail : sandrine.cochet@cea.fr

Téléphone : 01 69 08 78 83

Affiliation : DEN/DANS/DM2S/SERMA/LPEC