

Modélisation et tests d'une source de neutrons basée sur l'accélérateur IPHI

Spécialité Neutronique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DPhN/LENA](#)

Candidature avant le 13/07/2020

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [DROUART Antoine](#)

+33 1 69 08 73 52

antoine.drouart@cea.fr

Résumé

Réalisation d'une simulation de la source compacte de neutrons IPHI-neutrons en vue de son optimisation et participation aux tests de l'installation

Sujet détaillé

Les faisceaux de neutrons sont utilisés pour de nombreuses applications en science des matériaux, en ingénierie, en archéologie ou dans l'étude d'œuvres d'art, domaines pour lesquels ils sont complémentaires à d'autres analyses non-destructives, comme la radiographie X. Ces faisceaux sont traditionnellement fournis par des réacteurs nucléaires de recherche et des sources de spallation. Aujourd'hui une grande partie des réacteurs arrivent en fin de vie Ainsi le réacteur de recherche Orphée a-t-il fermé en octobre 2019. Pour pallier à la diminution du temps de faisceau de neutrons disponible, de nouvelles sources alternatives sont en cours de développement. Ces dernières, appelées CANS (Compact Accelerator Neutron Sources) produisent des neutrons lors de réactions nucléaires de particules chargées sur une cible. Ces nouvelles installations ont l'avantage d'être moins chères et plus souples que les réacteurs nucléaires. Toutefois, compte tenu de leur moindre puissance par rapport aux réacteurs, les flux de neutrons y sont moins importants. C'est pourquoi il est nécessaire d'optimiser au maximum ces installations et donc d'être capable de modéliser leur fonctionnement, depuis la production des neutrons primaires jusqu'à leur utilisation finale. Un CANS est en cours de développement au CEA-Saclay (des tests et des mesures sont en cours) auprès de l'installation IPHI-neutrons avec pour objectif à plus long terme de développer la source SONATE. Aujourd'hui un faisceau de protons de 3 MeV, délivré par l'accélérateur IPHI, est envoyé sur une cible de béryllium solide. Les neutrons produits sont alors ralentis à l'aide d'un bloc de polyéthylène placé autour de la cible, puis sont extraits. Ce sujet de stage propose de participer à la simulation d'un CANS avec l'outil de simulation Geant4 (C++), dans le cadre du projet de développement IPHI-neutrons et plus spécifiquement en vue de l'optimisation de son modérateur/réflécteur pour maximiser le flux de neutrons au niveau de l'échantillon étudié. Le modérateur permet de réduire l'énergie des neutrons, produits à $E > 100 \text{keV}$, de manière à obtenir un flux de neutrons thermiques ($E \sim 25 \text{meV}$), voire froids ($E \sim 3 \text{meV}$). Ces simulations s'appuieront sur des tests et des mesures réalisés sur l'installation IPHI-neutrons, auxquels l'étudiant pourra participer. Des connaissances en neutronique, en physique expérimentales et en programmation (C++) sont un plus.

Ce stage pourra se poursuivre par une thèse déjà financée.

Mots clés

simulations, tests expérimentaux

Compétences

- Connaissances de base en physique nucléaire expérimentale - Simulations Monte-Carlo

Logiciels

- C++, Python - skill in GEANT4 is a plus

Simulations and tests of a neutron source based on the IPHI accelerator

Summary

Realization of a simulation of the compact neutron source IPHI-neutrons for its optimization and participation in the tests of the installation

Full description

Neutron beams are used for many applications in materials science, engineering, archaeology or the study of works of art, where they complement other non-destructive analyses, such as X-ray imaging. These beams are traditionally supplied by nuclear research reactors and spallation sources. Today a large proportion of reactors are reaching the end of their life cycle. For example, the Orphée research reactor will be closed in October 2019. To compensate for the decrease in the available neutron beam time, new alternative sources are being developed. These, called CANS (Compact Accelerator Neutron Sources), produce neutrons during nuclear reactions of charged particles on a target. These new facilities have the advantage of being cheaper and more flexible than nuclear reactors. However, due to their lower power compared to reactors, neutron fluxes are lower. This is why it is necessary to optimise these facilities as much as possible and therefore to be able to model their operation from the production of primary neutrons to their final use. A CANS is being developed at CEA-Saclay (tests and measurements are underway) at the IPHI-neutrons facility with the longer-term objective of developing the SONATE source. Today a 3 MeV proton beam, delivered by the IPHI accelerator, is sent to a solid beryllium target. The neutrons produced are then slowed down using a polyethylene block placed around the target and extracted.

This internship topic proposes to participate in the simulation of a CANS with the Geant4 simulation tool (C++), as part of the IPHI-neutrons development project and more specifically for the optimization of its moderator/reflector to maximize the neutron flux at the level of the sample studied. The moderator makes it possible to reduce the energy of the neutrons, produced at $E > 100\text{keV}$, in order to obtain a thermal ($E \sim 25\text{meV}$) or even cold ($E \sim 3\text{meV}$) neutron flux. These simulations will be based on tests and measurements carried out on the IPHI-neutrons facility, in which the student will be able to participate. Knowledge in neutronics, experimental physics and programming (C++) is a plus. This internship may be continued with a previously funded thesis.

Keywords

simulations, experimental tests

Skills

- Basic knowledge of experimental nuclear physics - Monte-Carlo simulations -

Softwares

- C++, Python - skill in GEANT4 is a plus