
Etude de la production des neutrons secondaires auprès des accélérateurs

DIRECTEUR DE THESE : DANIEL HUSSON

CO-ENCADRANT : NICOLAS ARBOR

INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN, 27, RUE DU LOESS, 67037

STRASBOURG

TEL : 03 88 10 64 87 ; E-MAIL : DANIEL.HUSSON@IPHC.CNRS.FR

Les neutrons sont parmi les principaux rayonnements secondaires produits auprès des accélérateurs de particules, aussi bien par réactions nucléaires inélastiques (protons, ions) que par réactions photo-nucléaires (γ, n). Les neutrons posent ainsi d'importants problèmes de radioprotection, en particulier auprès des accélérateurs de particules utilisés pour la recherche fondamentale (CERN, GSI, ...) ou les applications médicales (hadronthérapie), ainsi qu'auprès des accélérateurs linéaires d'électrons permettant la production de rayons X de haute-énergie pour les applications industrielles (stérilisation) et médicales (radiothérapie). Les principaux risques portent à la fois sur la dose de rayonnement reçue par les personnes exposées aux neutrons et sur l'activation des pièces d'accélérateurs.

Le groupe DeSIs (Dosimétrie Simulation Instrumentation) de l'Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC) de Strasbourg est impliqué depuis plusieurs années sur la problématique des neutrons secondaires auprès des accélérateurs de particules. Cette thèse s'inscrit dans la continuité de ces activités, qui associent les développements de nouveaux systèmes de détection (instrumentation nucléaire) et de codes de calcul d'interactions rayonnement-matière (simulation Monte Carlo). Le groupe DeSIs travaille en particulier à la mise au point d'un nouveau capteur miniaturisé multi-particules (photons, protons, alpha, neutrons) de type CMOS et d'un télescope à protons de recul pixélisé permettant la reconstruction en temps-réel du spectre en énergie neutronique.

Le sujet de cette thèse portera sur la mise au point d'un système de caractérisation des neutrons secondaires auprès des accélérateurs (capteurs CMOS multi-particules, spectromètre neutrons). L'étudiant sera ainsi amené à travailler en parallèle sur l'instrumentation nucléaire et sur les codes de simulation Monte Carlo. Il bénéficiera des collaborations scientifiques du groupe DeSIs pour réaliser des tests sous faisceau des différents détecteurs auprès de plusieurs installations (centres de radio et proton thérapie, ligne micro-faisceau AIFIRA (CENBG), ligne d'irradiation Cyrcé (IPHC)). Une fois que le système expérimental aura été caractérisé (résolution en énergie, efficacité de détection, ...), il pourra être utilisé pour tester expérimentalement les différents modèles nucléaires de production de neutrons implémentés dans les principaux codes de calcul Monte Carlo tels que Geant4 et MCNP (section efficace, spectrométrie, distribution angulaire). La validation expérimentale (flux de neutrons, distribution angulaire, spectre en énergie) du modèle nucléaire à sélectionner en fonction du type d'accélérateur (particules, énergie) permettra d'améliorer la précision des calculs Monte Carlo pour l'étude de la production des neutrons secondaires auprès des différentes installations.