
Systeme intelligent pour la radioprotection des neutrons aupres des accelerateurs

DIRECTEURS DE THESE : NICOLAS ARBOR, MARIE VANSTALLE

INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN, 7, RUE DU LOESS, 67037 STRASBOURG
TEL : 03 88 10 64 27 ; 03 88 10 64 50

E-MAIL : NICOLAS.ARBOR@IPHC.CNRS.FR, MARIE.VANSTALLE@IPHC.CNRS.FR

Les neutrons sont parmi les principaux rayonnements secondaires produits aupres des accelerateurs, aussi bien par reactions nucleaires inelastiques (protons, ions) que par reactions photo-nucleaires (γ, n). Les neutrons posent ainsi d'importants problemes de radioprotection, en particulier dans le cas des accelerateurs de particules utilises pour les applications medicales (production de radio-isotopes, hadrontherapie), industrielles (sterilisation, polymérisation) ou de recherche. Les principaux risques portent sur la dose de rayonnement recue par le personnel des installations, et le risque de cancer radio-induit associe, ainsi que sur la possibilite d'activation du materiel expose aux neutrons.

Le groupe DeSIs (Dosimetrie Simulation Instrumentation) de l'Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC) de Strasbourg est implique depuis plusieurs annees sur la problematique des neutrons secondaires. Il a mis au point une instrumentation specifique a la caracterisation des champs neutroniques aupres des accelerateurs : un spectrometre neutron compact (Telescope a Protons de Recul) pour la reconstruction en temps reel du spectre en energie des neutrons rapides [1], et des detecteurs de neutrons thermiques et rapides miniaturises (CMOS) pour le comptage en differents points d'une salle ou dans un fantome anthropomorphe [2,3]. L'equipe s'interesse egalement a la validation des modeles nucleaires utilises dans les codes Monte Carlo d'interaction rayonnement-matiere (Geant4, GATE, MCNP) pour simuler la production des neutrons dans les differents contextes d'applications.

La these s'inscrit dans la continuite de ces activites, qui associent instrumentation nucleaire et modelisation numerique Monte Carlo. Le travail principal portera sur la mise au point d'un systeme intelligent de radioprotection des neutrons. Ce systeme associera une instrumentation innovante, permettant un controle en temps-reel des distributions spatiales et energetiques des flux neutroniques, et des algorithmes d'apprentissage d'automatique (intelligence artificielle) pour estimer les risques associes aux interactions neutron-matiere. Les algorithmes developpes seront prealablement entraignes sur des bases de donnees produites par simulation Monte Carlo, afin de pouvoir estimer les parametres d'interet pour la radioprotection a partir des donnees experimentales fournies par l'instrumentation. Les developpements beneficieront des collaborations diversifiees de l'equipe DeSIs avec des partenaires dans le domaine academique, medical et industriel.

[1] R. Combe, N. Arbor, S. Higuere, D. Husson, « Experimental characterization of a fast, pixelated CMOS sensor and design of a Recoil-Proton Telescope for neutron spectrometry », Nuclear Instrument and Methods in Physics Research A 929 (2019)

[2] N. Arbor et al., "Real-time detection of fast and thermal neutrons in radiotherapy with CMOS sensors", Physics in Medicine and Biology, 62(5) (2018)

[3] N. Arbor, S. Higuere, D. Husson, « Micro-scale characterization of a CMOS-based neutron detector for in-phantom measurements in radiation therapy », Nuclear Instrument and Methods A 888 (2018)