

Mesures exploratoires et simulations numériques des neutrons diffusés utilisant les sources neutroniques de référence de l'irradiateur Van Gogh et un débitmètre d'ambiance étalon

- **Durée du stage :** 6 mois
- **Date de disponibilité :** à partir de février 2024
- **Niveau d'étude :** Master 2 en physique nucléaire
- **Affectation :** IRSN/PSE-SANTE/SDOS/LMDN, Cadarache (Bouches-du-Rhône)
- **Tuteur :** Quentin Ducasse

Contexte :

L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire est un acteur de premier plan dans les domaines des activités nucléaires et de la radioprotection, à la fois centre de recherche et pôle d'expertise pluridisciplinaire rassemblant 1 800 personnes. L'Institut opère sous la tutelle conjointe des ministres chargés de la Défense, de l'Environnement, de l'Industrie, de la Recherche et de la Santé.

Notre laboratoire (Laboratoire de Micro-irradiation, de métrologie et de Dosimétrie des Neutrons : LMDN) appartient au pôle SANTE de l'IRSN. L'une de ses missions est la production de champs neutroniques de référence, utilisés pour la dosimétrie ou la R&D. En particulier, notre irradiateur Van Gogh, au sein de l'installation CEZANE, met à disposition des sources neutroniques conformes aux normes ISO (AmBe, 252Cf et 252Cf modérée) pour des activités d'étalonnage accréditées par le COFRAC, ainsi que pour des applications en irradiation et en spectrométrie impliquant une variété de détecteurs neutrons et de dosimètres.

Les procédures d'étalonnage s'appuient sur des normes ISO spécifiques, permettant l'extraction de coefficients d'étalonnage de grandeurs dosimétriques pour chaque détecteur d'intérêt. L'exactitude de ces valeurs, ainsi que l'incertitude associée, dépendent de manière significative de la capacité à déterminer et soustraire la contribution au signal total émanant des neutrons diffusés. La méthode du cône d'ombre représente la méthode de référence incontournable pour la mesure des neutrons diffusés, en particulier pour les débitmètres d'ambiance à forme sphérique, conformément à la norme ISO 8529-2. L'un des défis majeurs de ces mesures réside dans l'appréciation quantitative et qualitative des neutrons diffusés, en identifiant avec précision leurs origines, qu'elles proviennent des parois, du sol ou des structures environnantes. La compréhension de la physique des neutrons diffusés dans un contexte expérimental, ainsi que leur quantification rigoureuse, revêtent une importance capitale dans le domaine de la métrologie des neutrons. Cette expertise est essentielle pour maîtriser les incertitudes de mesure et pour l'avancement des spectromètres neutrons.

Intérêt du stage :

Les missions confiées au candidat sélectionné comprennent une dimension multifacette, englobant une série de responsabilités stimulantes au sein de notre laboratoire. Cette expérience de stage s'articulera autour de trois axes principaux :

1. Phase expérimentale et mesures métrologiques

Le candidat sera impliqué dans la réalisation de mesures précises à l'aide d'un débitmètre étalon, en utilisant notre banc d'étalonnage doté des trois sources neutroniques de référence disponibles (AmBe, ^{252}Cf et ^{252}Cf modérée).

2. Simulations numériques et interprétation

Une compétence cruciale à développer au cours de ce stage sera l'utilisation du code de calcul de transport des neutrons MCNP (Monte Carlo N-Particle). Le candidat devra s'immerger dans des simulations numériques pour interpréter les données expérimentales. Cette démarche visera à valider les résultats expérimentaux par une approche complémentaire de simulation. En parallèle, le candidat sera potentiellement amené à modéliser les différentes contributions des neutrons diffusés, proposant ainsi des solutions innovantes à comparer avec des mesures similaires réalisées dans d'autres installations comme cité dans la littérature spécialisée.

3. Développement de routines d'analyse et de visualisation

Une autre dimension importante de ce stage sera le développement de compétences en programmation. Le stockage, l'analyse, et la visualisation des données et des résultats seront effectués grâce à la création de routines dédiées. Les langages de programmation C++ et Python seront utilisés pour cette tâche. Cette compétence essentielle favorisera l'efficacité dans le traitement de données et contribuera à la rigueur scientifique des résultats obtenus.

Ce stage représente une opportunité idéale d'apporter une contribution significative à la recherche en physique nucléaire tout en acquérant une expérience précieuse en expérimentation, simulation numérique et programmation pour la R&D. Les compétences acquises dans le domaine des mesures nucléaires, ainsi que la maîtrise du code MCNP, reconnu comme une référence mondiale dans le domaine des études de recherche et industrielles sur le transport de particules, seront des atouts majeurs pour le développement professionnel du candidat.

Profil recherché :

Le candidat souhaité est un stagiaire de niveau Master ou école d'ingénieur qui présente une combinaison spécifique de compétences et d'aptitudes :

- Notions de physique nucléaire expérimentale
- Notions de codes de transport de particules Monte Carlo (une expérience récente sur MCNP serait un avantage)
- Informatique scientifique, code de programmation (C++ / python)

Le candidat devra faire preuve de curiosité et d'engagement pour l'utilisation et la maîtrise du code MCNP.

Personne à contacter :

M. Quentin DUCASSE – IRSN/PSE-SANTE/SDOS/LMDN – Site de Cadarache – Bât. 159 - B.P.3 – 13115 Saint-Paul-Lez-Durance CEDEX – 04 42 25 91 44 – quentin.ducasse@irsn.fr