

Master 2 :

Caractérisation de détecteurs de neutrons en SiC dans des champs neutroniques de référence et étude de leur capacité spectrométrique

Lieu :	Cadarache (Bouches du Rhône)
Unité :	PSE-SANTE/SDOS/LMDN
Durée :	4 à 6 mois
Date de disponibilité :	2021

L'IRSN, Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) – dont les missions sont désormais définies par la Loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (TECV) – est l'expert public national des risques nucléaires et radiologiques. L'IRSN concourt aux politiques publiques en matière de sûreté nucléaire et de protection de la santé et de l'environnement au regard des rayonnements ionisants. Organisme de recherche et d'expertise, il agit en concertation avec tous les acteurs concernés par ces politiques, tout en veillant à son indépendance de jugement.

Thématique :

Les conditions physiques auprès du coeur d'un réacteur nucléaire, voire aux alentours, exigent que les capteurs tels que les détecteurs neutroniques résistent aux températures élevées (500°C voire au-delà) et aux forts niveaux de flux de rayonnement (quelques 10^{13} à 10^{15} $\text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) et de débit de dose. Les propriétés du Si, matériau semi-conducteur le plus répandu, ne permettent pas son utilisation en de telles conditions.

Le carbure de silicium (SiC) est l'un des matériaux semi-conducteurs les plus attractifs pour la détection neutronique en milieu nucléaire. Grâce à ses propriétés remarquables, telles qu'une énergie seuil de déplacement élevée (22-35 eV), une grande bande d'énergie interdite (3,27eV) et une conductibilité thermique similaire à celle du cuivre (4,9 W / cm.K), le SiC peut fonctionner dans des environnements difficiles (haute température, forte pression et débit de dose élevé) sans système de refroidissement.

Les travaux collaboratifs de R&D conduits depuis une dizaine d'années entre le CEA Cadarache (IRESNE/DER) à l'origine de l'action « détection des neutrons au moyen du SiC » et l'équipe IRM-PV (IM2NP), au sein du laboratoire commun LIMMEX – Laboratoire d'Instrumentation et de Mesures en Milieux Extrêmes – et plus récemment de l'Institut des Sciences de la Fusion et de l'Instrumentation en environnements Nucléaires (ISFIN), ont démontré, outre la capacité de tels capteurs en SiC de détecter des neutrons thermiques grâce à l'implantation d'un convertisseur ad-hoc, leur très bonne stabilité de détection pour les neutrons rapides, à la fois en température (jusqu'à 500°C, cf. figure 1) et sous flux neutronique de 14 MeV (3×10^7 $\text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$).

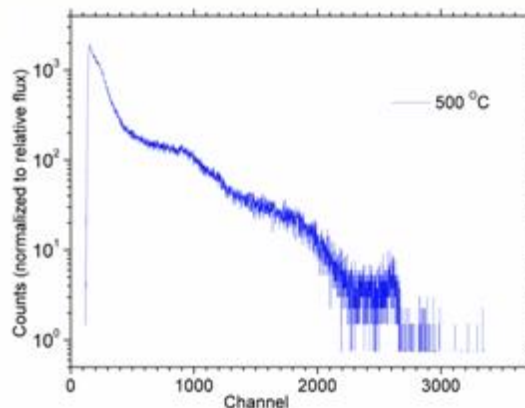


Figure 1. Spectre de neutrons rapides à 500°C mesuré avec un détecteur en SiC

Le laboratoire de micro-irradiation, de métrologie et de dosimétrie des neutrons de l'IRSN (LMDN) exploite différentes installations de référence produisant des champs neutroniques et développe des spectromètres neutrons adaptés aux champs neutroniques rencontrés aux postes de travail. Le développement de nouvelles installations produisant des champs intenses, pulsés, de haute énergie amène le LMDN à rechercher de nouvelles méthodes de spectrométrie parmi lesquelles les détecteurs SiC sont une solution à étudier.

Pour avancer tant sur la connaissance de la réponse des détecteurs SiC en fonction de l'énergie des neutrons que sur la possibilité qu'offriraient ces détecteurs pour remonter à l'énergie des neutrons incidents, il est nécessaire d'étudier l'évolution de la réponse de ces détecteurs en fonction de l'énergie de ces neutrons. Cette étude est possible dans les champs monoénergétiques de l'installation AMANDE, fondée autour d'un accélérateur d'ions, sur une plage en énergie allant de 500 keV à 20 MeV.

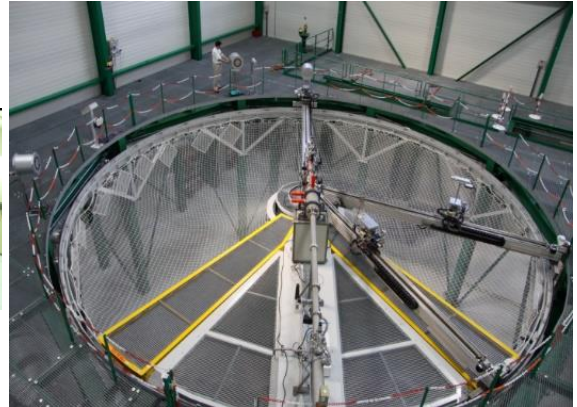


Figure 2. Installation AMANDE (à gauche l'accélérateur Tandetron de 2 MV, à droite le hall expérimental de 400 m²)

Missions :

Le stage proposé est ainsi articulé autour des objectifs suivants :

- la mise au point du détecteur de neutrons à base de SiC : contacts, boîtier, électronique de conditionnement et d'acquisition ;
- la mise en oeuvre de campagnes de mesure sur l'installation AMANDE, dans des champs de neutrons monoénergétiques ;
- l'étude de la possibilité de remonter à la distribution en énergie des neutrons, à partir de l'analyse des signaux des détecteurs en fonction de l'énergie.

Le premier objectif du stage, d'une durée de 1 à 2 mois, sera réalisé au sein des équipes IRMPV et MCI de l'IM2NP sur le site de St. Jérôme de l'université d'Aix Marseille ; le reste du stage se déroulant à l'IRSN, sur le site de Cadarache, avec des visites régulières.

Intérêt du stage :

Au travers de ce stage, l'étudiant participera à la préparation d'un détecteur novateur SiC et à la réalisation d'une campagne d'irradiation de ce détecteur par des neutrons sur une installation de référence. Il participera ensuite à l'analyse des données et à l'étude des performances spectrométriques du détecteur. Des opportunités de continuer en thèse à l'IRSN, sur d'autres sujets liant instrumentation et simulation, seront proposées à l'issue du stage, après évaluation et sélection des candidats.

Personne à contacter :

Vincent GRESSIER – IRSN/PSE-SANTE/SDOS/LMDN – Site de Cadarache – Bât. 159 - B.P.3 – 13115 Saint-Paul-Lez-Durance CEDEX – 04 42 19 95 52 – vincent.gressier@irsn.fr