

Modélisation d'un plasma excité par fragments de fission

Maxime Lamotte ¹, Grégoire De Izarra ¹, Christian Jammes ¹

*¹ Commissariat à l'Energie Atomique, Laboratoire de Dosimétrie Capteurs et Instrumentation
13108 Saint-Paul-Lez-Durance*

Le projet de réacteur électrogène de quatrième génération à spectre rapide et caloporteur sodium liquide (ASTRID) inclut l'ensemble des contraintes d'exploitation renforcées apparues depuis quelques années et un objectif de disponibilité inédit. Les détecteurs de neutrons actuels, permettant le suivi de puissance du réacteur, sont basés sur l'ionisation d'un gaz rare par des ions énergétiques issus d'un dépôt d'uranium (chambre à fission). Ces capteurs actifs sont susceptibles de dégazer lentement sans possibilité d'estimer la pression résiduelle. Le CEA a initié une action de recherche et développement concernant les détecteurs optiques de neutrons dans un but de diagnostic et de détection: le Concept d'Instrumentation Gaz Luminescent (CIGAL).

Ces dispositifs sont constitués d'une cellule contenant un volume de gaz rares ainsi qu'un dépôt de matériau susceptible de réagir avec des neutrons incidents, typiquement du ^{10}B ou de ^{235}U . Lorsqu'un neutron réagit avec un atome du dépôt, des ions très énergétiques sont émis et traversent le volume de gaz rare, ionisant et excitant les atomes rencontrés. Ici, contrairement aux chambres à ionisation, on ne s'intéresse pas aux charges créées mais à la rapide désexcitation radiative du plasma pour suivre les neutrons en ligne. L'intérêt de ces dispositifs réside dans leur simplicité, aucune tension de polarisation n'est nécessaire pour leur opération, en outre, l'utilisation du signal photonique permet un diagnostic en ligne, notamment en terme de pression de chambre.

La modélisation de capteurs scintillants nécessite de décomposer l'ensemble des phénomènes : la création d'électrons primaires par un ion énergétique est basée sur le calcul du ralentissement de l'ion en utilisant le pouvoir d'arrêt ainsi que sur les sections efficaces de transfert d'énergie de Grizinsky. Ce spectre d'électron est fourni à une simulation type Monte-Carlo du gaz de remplissage afin d'obtenir les taux de réaction des différents niveaux d'excitation. Une estimation du spectre lumineux sera proposée par un code suivant un modèle collisionnel-radiatif, où les flux de neutrons incidents et les pressions de remplissage seront testées. Des expérimentations sur des réacteurs de recherches sont prévues afin de valider l'ensemble des modèles physiques retenus.

Année de thèse : 2020

Mots clés : Plasma Froid, Chambre à fission, Collisionnel-radiatif, Neutrons