

Evaluation de la dosimétrie autour des cylindres de transports d'hexafluorure d'uranium

Christopher Filosa¹, Renaud Crinon¹, Fabrice Hoareau¹, Elisa Farkas¹, L. Idoux¹, Eric Jarlegan², Marianne Delfaud²

[1] EDF R&D, 7 boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau

[2] EDF DCN, 1 Place Pleyel, 93200 Saint-Denis

Christopher.filosa@edf.fr

Une des spécificités de la gestion du cycle combustible nucléaire français réside dans la valorisation de ce combustible nucléaire à l'issue de sa fin du cycle en réacteur. Le combustible usé est retraité dans les usines de la Hague où les matières valorisables, telles que l'uranium de retraitement et le plutonium, sont séparées des déchets, comprenant les actinides mineurs et les produits de fission. L'uranium de retraitement (URT) ainsi séparé à l'issue de ce processus peut être converti et enrichi pour être réutilisé sous forme d'URE (uranium de retraitement enrichi) dans les réacteurs du parc. EDF possède un stock conséquent d'URT (sous forme U_3O_8) qui s'accroît tous les ans. Actuellement, seules les quatre tranches de Cruas (900MWe) sont en mesure de recevoir des recharges à base d'URE, mais certains réacteurs 1300MWe devraient également bientôt être en mesure de produire de l'électricité à base de combustible URE. L'utilisation du combustible à base d'URE permet une diminution des besoins en extraction des mines et ouvre des perspectives de diversification et de sécurisation de l'approvisionnement en combustible pour le parc nucléaire français.

L'URT en sortie de la Hague est stocké dans des fûts facilement transportables, sous forme stable d' U_3O_8 , une matière solide, incombustible, insoluble et non corrosive. Il doit être ensuite converti sous forme d'hexafluorure d'uranium (UF_6) pour pouvoir être enrichi. L' UF_6 se présente sous forme solide à température ambiante et est transporté dans des emballages spécifiques de transport. Il est ensuite chauffé pour se sublimer en phase gazeuse, puis oxydé et refroidi pour obtenir une poudre d' UO_2 qui servira à former les pastilles de combustibles d'URE. Après « émission » de l' UF_6 par chauffage, les cylindres vidangés doivent être transportés pour être à nouveau utilisés. Une partie de l' UF_6 présent dans les cylindres, le « pied de cuve », ne peut être extrait sans pompage poussé ni rinçage lors de la phase d'« émission ». Cet UF_6 résiduel se mélange et réagit avec différents produits de corrosion sur l'acier de l'intérieur du cylindre et peut amener à la formation d'un « fond solide » dans lequel des descendants de l' ^{232}U , notamment le ^{208}Tl , émettent des raies gamma jusqu'à 2.6 MeV. Ce terme source résiduel peut être à l'origine de point chaud radiologiques avec des DeD de l'ordre du millisievert au contact. La date d'évacuation des cylindres de transport vidangés est conditionnée par la valeur du DeD au point chaud (inférieur à 2 mSv/h au contact, et inférieur à 100 μ Sv/h à 1 mètre), sous coque de protection.

Pour répondre au besoin de la Division Combustible Nucléaire (DCN) d'EDF de maîtriser cette date, l'outil EDAC, pour Evaluation de la Dosimétrie Autour des Cylindres, a été développé et maintenu par EDF R&D. L'outil EDAC utilise une méthode de calcul rapide et précise du débit d'équivalent de dose. Le calcul de la composition isotopique du combustible, de la puissance

résiduelle, de l'activité et du terme source neutron et gamma émis par la matière combustible dans le cylindre est réalisé grâce à un modèle d'évolution temporelle se basant sur des calculs DARWIN-PEPIN2. Le modèle de propagation de la source gamma vers les points de mesure du débit d'équivalent de dose s'appuie sur le code Monte-Carlo TRIPOLI-4 pour les calculs de référence. Une méthode utilisant des matrices d'importance créées avec TRIPOLI-4 permet enfin de calculer très rapidement (environ 2 secondes) le débit d'équivalent de dose sans avoir à chaque fois à recalculer la propagation des sources avec le code Monte-Carlo, très consommateur de temps de calcul.

L'objectif de cette présentation est d'exposer les caractéristiques et les performances d'EDAC, ainsi que les développements que EDF R&D a réalisés en termes de modélisation et de mesures expérimentales. Plusieurs campagnes de mesures à l'usine de fabrication du combustible de FRAMATOME à Romans-sur-Isère, ont été réalisées afin de pouvoir recalibrer les calculs d'EDAC vis-à-vis des données expérimentales. Les mesures de spectrométrie et de DeD gamma et neutron ont été réalisées grâce à un spectromètre gamma FALCON5000, un spectromètre neutron DIAMON et un radiamètre gamma FH40-GL-10.