

## **SCAR : un outil de création d'abaques de DED gamma et neutron pour géométrie réaliste à l'aide de MCNP**

**Antoine Blanc, Jérémie Herbreteau**

Orano Projets, 23 Pl. de Wicklow, 78180 Montigny-le-Bretonneux  
antoine.blanc@orano.group

Dans les premières phases d'un projet de l'industrie nucléaire, les données d'entrée évoluent régulièrement : les métiers de conception adaptent les procédés chimiques et/ou mécaniques en fonction du retour des expérimentations et de la faisabilité technique et économique des solutions envisagées. En conséquence, les termes sources radioactifs associés à ces procédés évoluent aux grés de ces modifications : géométrie, localisation, composition isotopique, forme physico-chimique.

Du point de vue de la radioprotection, chaque nouvelle configuration va définir de nouvelles contraintes en lien avec la réglementation de la sûreté nucléaire : épaisseur de protections radiologiques, distance entre les équipements et les opérateurs, etc.

Face à la multitude de configurations possibles lors de ces phases amont des projets, la réactivité est un élément prépondérant : les ingénieurs en calculs de radioprotection doivent être en mesure de fournir des résultats dans des délais suffisamment court afin de permettre une rapide évaluation de l'impact de nouvelles configurations en termes de coût et de contraintes d'exploitation. Un compromis est donc nécessaire entre précision sur le résultat et temps de calcul. De plus, il ne serait pas économiquement viable de modéliser de manière précise chaque configuration, des simplifications sont nécessaires.

C'est pourquoi, lors de ces phases, les ingénieurs en calculs de radioprotection établissent des abaques présentant les valeurs de DED unitaires derrière différentes épaisseurs pour divers matériaux de protection. Ces abaques vont permettre de disposer quasi instantanément de l'épaisseur minimale d'un matériau nécessaire au respect d'un critère de DED, pour une configuration de la source donnée.

Les codes de calculs historiques fournissent des abaques de DED pour des géométries de sources abstraites enveloppes de la réalité : point, ligne infinie et massif semi-infini. Cependant, certaines sources, notamment celles présentant une forte auto-atténuation, ne sont pas bien représentées par ces géométries. Ce choix de modélisation entraîne généralement une surestimation du DED et, par conséquent, peut amener à écarter une solution pourtant faisable.

Nous avons ainsi développé, chez Orano Projets, SCAR (**S**cript de **C**réation d'**A**baques de **R**adioprotection), un outil de création d'abaques pour géométries réalistes (pavé, cylindre, sphère) basé sur le code de transport probabiliste MCNP6.1.

SCAR permet de calculer automatiquement, pour une source donnée (géométrie, composition, densité, type de particule source et spectre d'émission) et un matériau de protection donné, les DED derrière plusieurs épaisseurs distinctes de protection et à différentes distances de la protection.

L'utilisation de SCAR est particulièrement adaptée aux études du cycle du combustible dans lesquelles les sources radioactives sont dans la majorité de cas sous forme de cuves de liquide

ou de colis de déchets solides. Les codes de calculs historiques ne permettaient pas de disposer d'abaques suffisamment précis pour ces géométries de sources présentant beaucoup d'auto-absorption.

L'utilisation de MCNP6.1, code de référence en radioprotection, permet en outre une plus grande confiance dans les résultats obtenus derrière de faible ou de très forte épaisseur de protections, là où les codes déterministes d'atténuation en ligne droite avec facteur d'accumulation atteignent généralement leurs limites.

En contrepartie, le temps nécessaire à la création d'un abaque avec SCAR est plus important qu'avec les codes historiques mais reste raisonnable. Par exemple, générer un abaque de DED ( $\sigma < 5\%$ ) pour une source de type colis standard de déchets vitrifiés (CSD-V) pour 40 épaisseurs de béton variant de 0 à 200 cm par pas de 5 cm prend environ 10 minutes (calcul sur 8 CPU @ 3.0GHz).

Enfin, les sorties de l'outil SCAR ont été pensées de manière à pouvoir générer une base de données d'abaques de DED. Une amélioration envisagée de SCAR est d'appliquer des algorithmes d'apprentissage machine sur cette base de données afin de mettre à disposition d'utilisateurs novices un outil présentant instantanément des approximations de DED pour une configuration donnée.