



Calcul en dosimétrie avec le code TRIPOLI-4[®] pour le facteur S en médecine nucléaire

Yi-Kang Lee¹, Margaux Langlois¹

¹Université Paris-Saclay, CEA, Service d'Études des Réacteurs et de Mathématiques Appliquées
91191 Gif-sur-Yvette, France
Mail : yi-kang.lee@cea

Le Service d'Études des Réacteurs et de Mathématiques Appliquées (SERMA), du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), pilote le développement, la validation et la maintenance de codes de calculs déterministes et stochastiques pour la simulation du transport de particules dans diverses applications de l'industrie nucléaire. Le code TRIPOLI-4[®]* [1-2], l'un d'entre eux, permet de simuler le transport de neutrons, photons, électrons et positrons dans la matière par la méthode de Monte-Carlo.

Les quatre domaines d'application du code TRIPOLI-4[®] sont la radioprotection, la sûreté-criticité, la physique du cœur des réacteurs et l'instrumentation nucléaire. TRIPOLI-4[®] permet dans ces différents domaines d'estimer des valeurs moyennes des grandeurs physiques d'intérêt (flux, courant, débit d'équivalent de dose, Keff, taux de réaction, bilan neutronique du milieu fissile, dépôt d'énergie dans la matière, etc., et leur intervalle de confiance associé), validées par des benchmarks et des expériences.

Dans le domaine de la radioprotection, le code TRIPOLI-4[®] a été utilisé et validé pour le dimensionnement de protections radiologiques, les études de contournement de protection et de fuite de rayonnements ainsi que pour les applications dosimétriques visant à estimer les doses absorbées neutron et photon D, les débits d'équivalent de dose individuels Hp(10) et débits d'équivalent de dose ambiants H*(10).

Récemment, des fantômes mathématiques issus de MIRD (Medical Internal Radiation Dose) et des fantômes voxélisés de la CIPR 110 ont été modélisés avec le code TRIPOLI-4[®] [3-4]. Pour alléger la manipulation des dizaines de millions de voxels des fantômes, une option 'PHANTOM' a été introduite dans TRIPOLI-4[®] qui permet de faciliter leur utilisation dans des scénarios d'irradiations diverses [5-7].

De nouveaux radionucléides en médecine nucléaire et en radiothérapie interne vectorisée sont en utilisation croissante [8]. Cependant, les valeurs du facteur S (dose moyenne dans un organe cible par unité d'activité cumulée dans un organe source, Gy/Bq-s) publiées présentent des désaccords [9-10]. Dans cette étude, nous allons directement calculer le facteur S avec TRIPOLI-4[®] en utilisant les fantômes CIPR 110. Les radionucléides ¹³¹I, ¹⁷⁷Lu, et ⁹⁰Y ont été pris en compte dans des organes pour comparer avec des valeurs publiées. Les incertitudes des données et leurs impacts sur les résultats seront discutés.

Références

- [1] E. Brun et al., Annals of Nuclear Energy Vol. 82 pp. 151-160, **2015**.
- [2] F.-X. Hugot and Y.-K. Lee, Prog. Nucl. Sci. Technol., 2, pp. 851-854, **2011**.
- [3] International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 110. Elsevier **2009**.
- [4] Y.-K. Lee, J. of Nucl. Eng. and Radiation Science, 6(4): 041105, **2020**.
- [5] Y.-K. Lee et al., ANS M&C 2021, Raleigh, NC, Oct. 3-7, **2021**.
- [6] Y.-K. Lee, F.-X. Hugot, Y. Jin, 13ème Congrès National de Radioprotection, 14-18, juin **2021**.
- [7] Y.-K. Lee and F.-X. Hugot, 14th Int. Conf. on Radiation Shielding, Sep. 25- 29, **2022**.
- [8] Avis IRSN n°2021-00175 du 29 octobre **2021**.
- [9] M. Chauvin et al., The Journal of Nuclear Medicine, 61, 1514, **2020**.
- [10] M. Andersson et al., Radiation Physics and Chemistry, 193, 109957, **2022**.

* TRIPOLI-4[®] est un "Registered trademark" du CEA. Nous remercions EDF pour le co-financement du code.