

INTEGRATION ET VERIFICATION DE NOUVEAUX MODELES PHYSIQUES DANS GEANT4-DNA POUR LA SIMULATION DES ELECTRONS DE BASSE ENERGIE

J. Bordes^{1,2}, M.-C. Bordage^{1,2}, M. Bardiès^{1,2}, S. Incerti^{3,3}

¹ INSERM, UMR 1037, CRCT, F-31000 Toulouse, France

² Univ. Toulouse III-Paul Sabatier, UMR 1037, CRCT, F-31000 Toulouse, France

³ CNRS, IN2P3, CENBG, UMR 5797, F-33170 Gradignan, France

⁴ Univ. Bordeaux, CENBG, UMR 5797, F-33170 Gradignan, France

Les électrons de basse énergie (électrons Auger par exemple) jouent un rôle radiobiologique majeur aux échelles cellulaire et subcellulaire. En effet, ils provoquent des dépôts d'énergie fortement localisés. Pour comprendre et prédire les effets de telles radiations à l'échelle microscopique, les codes de simulation Monte-Carlo « détaillés » ont été développés. La précision de la répartition de la dose absorbée ainsi calculée est limitée par le réalisme des sections efficaces d'interaction introduites. Ces données, pour les électrons de faible énergie sont très peu nombreuses à cause de difficultés expérimentales et limitées au milieu 'eau'. L'extension Geant4-DNA¹ du logiciel Geant4 permet de simuler le transport des électrons de faible énergie (jusqu'à environ 10 eV). Les utilisateurs de ce logiciel ne disposent que d'un seul modèle de sections efficaces par défaut, pour les processus d'excitation et d'ionisation, sur cette gamme d'énergie. Nous avons intégré un nouvel ensemble de sections efficaces de collision électronique pour l'ionisation, l'excitation et la diffusion élastique disponibles pour la gamme entre 10 eV et 250 keV. Ces données proviennent du code de simulation Monte-Carlo, CPA100², considéré comme une référence en microdosimétrie. Cette nouvelle version, appelée « Geant4-DNA-CPA100 », donnera aux utilisateurs de Geant4-DNA la possibilité de procéder à des simulations avec des sections efficaces alternatives, plus proches des rares données expérimentales pour les électrons dans cette gamme d'énergie.

Avant de pouvoir être délivré en open source, il est nécessaire de vérifier la validité du code « Geant4-DNA-CPA100 » implémenté avec les sections efficaces de CPA100. Pour cela, nous avons procédé à plusieurs tests avec « Geant4-DNA-CPA100 » et CPA100. Nous avons aussi réalisé les mêmes tests avec Geant4-DNA pour estimer l'impact des sections efficaces sur les résultats tels que le nombre d'interactions de chaque type, les ranges et les 'dose point kernels'. Nous avons d'abord testé chacun des trois processus d'interaction indépendamment, puis deux par deux et enfin les trois simultanément. Pour tous les paramètres testés, nous trouvons un bon accord entre les résultats obtenus avec « Geant4-DNA-CPA100 » et CPA100 sur toute la gamme d'énergie explorée. Aussi nous constatons des divergences entre « Geant4-DNA-CPA100 » et Geant4-DNA.

Les prochaines étapes consisteront à intégrer de nouvelles sections efficaces pour les processus physiques de très basse énergie, ainsi que les sections efficaces pour les bases de l'ADN. Cela nécessitera alors un nouveau travail de vérification. Enfin, cette nouvelle version de Geant4-DNA sera utilisée pour étudier la microdosimétrie associée à des expériences d'irradiation cellulaire par des émetteurs Auger.

¹Incet S *et al.* (2010), *Med. Phys.*, 37, 4692-708

²Terrissol M and Beaudré A (1990), *Radiat. Prot. Dosim.*, 31, 175-7