

Calcul de dépôts d'énergie dans une population de cellules en 3D en utilisant CPOP et Geant4

Lydia Maigne¹, Henri Payno¹, François Smekens¹, Giovanna Fois¹, Françoise Degoul², Éric Débiton²

¹ Laboratoire de Physique Corpusculaire, Pôle Physique pour la Santé et l'Environnement, UMR 6533 CNRS/IN2P3 - Université Blaise Pascal, Campus Universitaire des Cézeaux, 4, avenue Blaise Pascal, TSA 60026, CS 60026, 63178 - Aubière Cedex

² UMR 990 INSERM Imagerie Moléculaire et Thérapie Vectorisée - 58, rue Montalembert - BP 184 - 63005 Clermont-Ferrand

Contexte

L'irradiation de populations de cellules en 3D devient de plus en plus courante pour comprendre la radiobiologie associée à un tissu tumoral irradié. Dans le cadre d'une collaboration entre le Laboratoire de Physique Corpusculaire (LPC) et l'UMR INSERM 990, pour le projet PhysiCancer RACE, a été développé un outil de modélisation de populations de cellules, CPOP (cpop.in2p3.fr), qui, combiné avec Geant4 est capable de simuler les dépôts d'énergie dans différentes régions de la population de cellules ainsi qu'au sein des cellules, en présence ou non de nanoparticules.

Matériel et méthodes

Le projet concerne la simulation de l'irradiation de cellules de mélanome (SkMel28) en 3D en utilisant un irradiateur RX X-Rad320 en présence ou non de nanoparticules de Gadolinium. L'étude des populations de cellules de mélanome par microscopie confocale a permis d'identifier des populations de 550 μm de diamètres avec des cellules de diamètre $17,2 \pm 2,5 \mu\text{m}$ et des noyaux de diamètre $11,2 \pm 2,0 \mu\text{m}$. Cette population a pu être reproduite fidèlement avec l'outil CPOP. Les spectres en énergie des particules secondaires générées dans l'eau ont été simulés préalablement avec la plateforme GATE en utilisant la PhysicsList basse énergie Livermore de Geant4. Ces spectres en énergie ont ensuite été utilisés pour simuler au sein des populations de cellules les interactions des particules secondaires (en particulier les électrons).

Résultats

Nous avons pu récupérer les spectres en énergie des particules créées dans différentes régions de la population de cellules en 3D et les comparer aux spectres en énergie en présence de nanoparticules de Gadolinium.

Conclusion

CPOP est un outil de modélisation en C++, qui, combiné à Geant4, est capable de fournir des informations d'intérêt concernant les dépôts d'énergie dans les cellules, notamment en 3D. Il est envisagé d'intégrer CPOP à la plateforme GATE de manière à fournir un outil ergonomique pour les utilisateurs.