

OPTIMISATION DE LA PLANIFICATION DE TRAITEMENT EN MÉDECINE NUCLÉAIRE PAR DOSIMÉTRIE MONTE CARLO PERSONNALISÉE : APPLICATION À LA THÉRAPIE SIRT

Alice PETITGUILLAUME¹, Michela BERNARDINI²,
Claire de LABRIOLLE-VAYLET³, Didier FRANCK¹, Aurélie DESBRÉE¹

¹ Laboratoire d'Evaluation de la Dose Interne (LEDI),
Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), Fontenay-Aux-Roses
² Service de Médecine Nucléaire, Hôpital Européen Georges Pompidou (HEGP), Paris
³ Service de Médecine Nucléaire, Hôpital Trousseau, Paris,
UPMC, Univ Paris 06 Biophysics

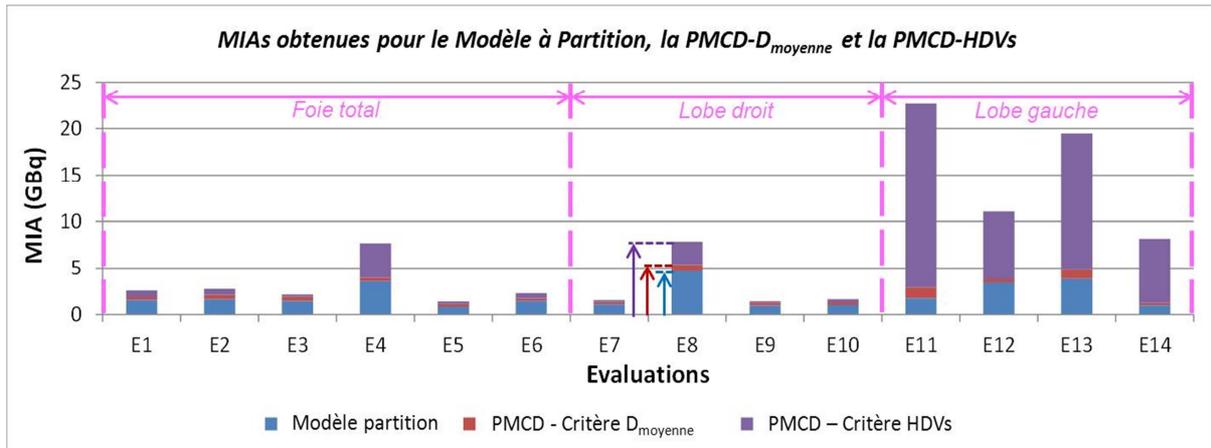
En médecine nucléaire thérapeutique, l'injection du radiopharmaceutique a pour but l'éradication des cellules cancéreuses. L'activité injectée étant élevée, une dosimétrie précise et personnalisée doit être réalisée afin de garantir que les doses absorbées reçues par les organes sains n'entraînent pas d'effets secondaires importants. Le logiciel OEDIPE, développé au laboratoire, permet, d'une part, de réaliser cette dosimétrie grâce à l'association de fantômes voxelisés modélisant le corps humain, de matrices tridimensionnelles décrivant la distribution spatiale de l'activité et du code de calcul Monte Carlo MCNPX et, d'autre part, d'en déduire l'activité maximale, respectant les critères de tolérance aux organes à risque (OARs), qu'il est possible d'injecter au patient.

La SIRT consiste en l'injection de microsphères chargées à l'yttrium-90 pour le traitement de cancers hépatiques. Actuellement, la planification du traitement s'effectue à partir d'une imagerie 3D réalisée après l'injection de ^{99m}Tc-MAA et repose sur le modèle à partition qui ne tient pas compte de l'hétérogénéité de répartition de l'activité.

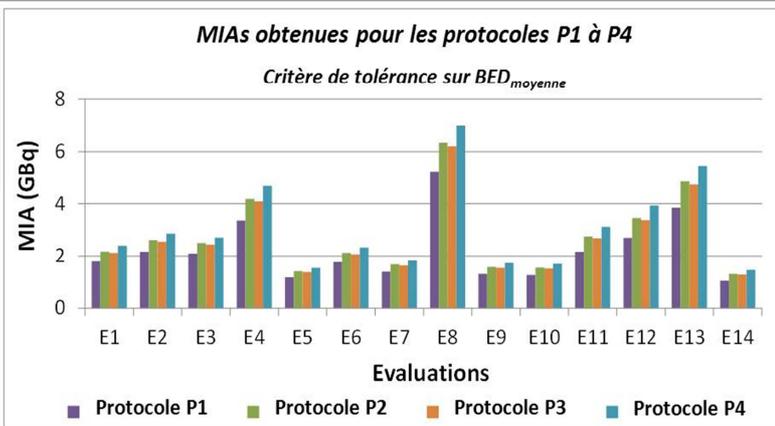
Dans ce contexte, une dosimétrie 3D personnalisée a été développée en collaboration avec l'Hôpital Européen Georges Pompidou (HEGP) et appliquée rétrospectivement à vingt cas cliniques. Tout d'abord, les doses absorbées moyennes aux organes, les courbes isodoses et les histogrammes dose-volume ont été obtenus pour chaque patient avant d'être utilisés pour déterminer l'activité maximale injectable (MIA) garantissant le respect des critères de tolérance aux OARs.

L'ajout d'un module « Radiobiologie » dans le logiciel OEDIPE a ensuite permis de calculer la distribution de la Dose Biologique Efficace (BED), qui permet de rendre compte des effets biologiques et de l'hétérogénéité du débit de dose, ainsi que les BED moyennes aux organes, les courbes iso-BED et les histogrammes BED-Volume. La MIA a alors été calculée à partir de la distribution de la BED pour des protocoles multi-injections.

Les résultats obtenus ont montré qu'il était possible d'augmenter l'activité injectée au patient et donc la dose à la tumeur tout en respectant les doses de tolérance aux OARs et ce, de façon personnalisée. La méthodologie développée peut être applicable pour d'autres types de radiopharmaceutiques.



Protocole P1: Injection unique
Protocole P2: 2 injections (1/2;1/2)
Protocole P3: 2 injections (2/3;1/3)
Protocole P4: 3 injections (1/3;1/3;1/3)



En haut: Activités maximales injectables pour les quatorze cas étudiés (E1 à E14), déterminées à l'aide du modèle à partition, de la dosimétrie 3D personnalisée (PMCD) avec critère de tolérance sur les doses moyennes (Critère $D_{moyenne}$: $D_{moy,Foie\ sain} < 30\ Gy$ et $D_{moy,poumons} < 30\ Gy$) et de la dosimétrie 3D personnalisée avec critère de tolérance sur les histogrammes dose-volume (Critère HDVs : $V_{30Gy} < 50\%$ pour le foie sain et $V_{20Gy} < 35\%$ pour les poumons).

En bas: Activités maximales injectables pour les quatorze cas étudiés (E1 à E14), déterminées à partir de la distribution de la Dose Biologique Efficace pour différents protocoles d'injection.