
Conception et évaluation d'un modèle imprimé en 3D pour une préparation facilitée et robuste de fantômes radioactifs en médecine nucléaire : application à l'évaluation de la détection et de la quantification des systèmes TEP/TDM

Quentin Maronnier^{*1}, Sai Kiran Kumar Nalla², and Olivier Caselles¹

¹Institut Universitaire du Cancer de Toulouse - Oncopole – Oncopole Claudius Regaud - Institut Universitaire du Cancer de Toulouse – France

²Institut Universitaire du Cancer de Toulouse - Oncopole – Université Paul Sabatier - Toulouse III, Oncopole Claudius Regaud - Institut Universitaire du Cancer de Toulouse – France

Résumé

Introduction : Les études fantômes sont nécessaires à la calibration et l'évaluation des performances des systèmes d'imagerie. Cependant, en médecine nucléaire, les études expérimentales peuvent être affectées par l'introduction d'incertitudes liées à la manipulation de substance radioactive et la préparation du fantôme, comme la répétabilité ou la reproductibilité. Dans cette étude, nous testons un modèle expérimental créé par fabrication additive sur un système de Tomographie par Emission de Positons (TEP) couplée à un tomodensitomètre (TDM). Ce modèle repose sur des objets imprimés qui sont immergés dans un fantôme radioactif, visant à réduire les incertitudes associées aux expérimentations.

Matériel et méthodes : 36 cubes, de 4 cm de côté, ont été imprimés et forment des maillages perméables aux liquides. Parmi ces cubes, 9 sont totalement homogènes, tandis que les 27 autres renferment en leur centre une cible sphérique vide de tailles variables (1, 1,5 et 2 cm). De plus, parmi l'ensemble des cubes, 12 ont été imprimés avec une proportion de remplissage à 50%, 12 à 60%, et les 12 derniers à 70%. Ces taux de remplissage correspondent respectivement à des contrastes avec les cibles sphériques remplies de 2, 2,5 et 3,3. Pour chaque niveau de remplissage, nous explorons plusieurs tailles de maillage (10, 7 et 5 mm) afin de sélectionner la meilleure configuration assurant une perméabilité optimale tout en minimisant les bulles d'air dans le maillage. Les cubes sont répartis sur 4 niveaux dans un fantôme homogène, avec 9 cubes par niveau. Nous réalisons 5 séries de mesures (réparties sur 5 jours) au cours desquelles nous injectons dans le fantôme une activité équivalente de Fluor-18. Chaque série comprend 5 acquisitions consécutives. Nous avons évalué la robustesse du modèle proposé en mesurant et en comparant les Unités Hounsfield (UH) sur les images TDM ainsi que la quantification obtenue à partir des données TEP.

Résultats : D'après les images TDM, des bulles d'air sont présentes en faible quantité et disparaissent progressivement. Cette observation rejoint la tendance des valeurs d'UH reportées dans les cubes homogènes qui augmentent au fil des séries et se rapprochent de 0.

*Intervenant

De plus, nous avons déterminé que 5 mm était la configuration la plus appropriée. Celle-ci se confond visuellement avec l'eau sur les images TDM et les UH mesurées présentent les écarts-types associés les plus faibles : $-15,45 \pm 3,81$ UH (5mm), $-23,76 \pm 6,06$ UH (7mm) et $-19,98 \pm 8,33$ UH (10mm). En ce qui concerne la quantification en TEP des cibles sphériques, nous remarquons des écarts-types du même ordre entre les acquisitions consécutives au sein d'une même série et ceux reportés entre les différentes itérations expérimentales.

Conclusions : Le modèle expérimental offre une bonne robustesse tout en simplifiant la préparation du fantôme avec une seule injection de produit radioactif. Cette approche réduit également la durée et l'intensité de l'exposition de l'opérateur.

References

Mots-Clés: Expérimentation, Radioactivité, Fabrication additive, Performances