
Évaluation des performances de détection des lésions d'un algorithme de segmentation automatique du volume tumoral par apprentissage profond sur les images TEP/TDM au 68Ga-PSMA

Alexandre Ghazi^{*1}, Mathis Maurel-Audry¹, Olivier Saut², Paul Schwartz¹, Marie Meyer¹, and Nadège Anizan^{†‡1}

¹Institut Bergonié [Bordeaux] – Unicancer – France

²Institut de Mathématiques de Bordeaux – Université de Bordeaux, Institut polytechnique de Bordeaux, Centre National de la Recherche Scientifique – France

Résumé

Introduction : L'évaluation de la réponse thérapeutique sur la TEP au 68Ga-PSMA dans le cancer de prostate métastatique résistant à la castration (mCRPC) repose aujourd'hui essentiellement sur les critères PCWG4 (1) et sur les critères RECIP 1.0 (2) basés sur la variation du volume tumoral total (VTT) et l'apparition ou la disparition de lésions. L'automatisation de la segmentation permet une évaluation plus reproductible de l'évolution du VTT. L'objectif de ce travail est d'évaluer les performances d'un algorithme de segmentation automatique par apprentissage profond.

Matériel et méthodes : L'algorithme de segmentation du VTT repose sur l'entraînement du modèle de réseau de neurone convolutif nnU-Net (3) par validation croisée sur 5 sous-ensembles. L'algorithme a été entraîné avec les images TEP/TDM au 68Ga-PSMA de 24 patients et les VTT segmentés manuellement par un médecin nucléaire expert. Le modèle a ensuite été évalué pour 20 autres patients de cette même cohorte. Pour chaque patient la prédiction du VTT par nnU-Net a été revue par un second médecin nucléaire et corrigée manuellement si nécessaire. Les performances de l'algorithme ont été évaluées par sa capacité à détecter et segmenter chaque lésion avec le calcul de la sensibilité lésionnelle et l'analyse des faux positifs. Les segmentations automatiques et corrigées du VTT ont été ensuite comparées à l'aide des indices de Dice et de Jaccard et leur concordance évaluée par une analyse de Bland-Altman.

Résultats : L'analyse a été réalisée sur 1076 lésions. La sensibilité globale par lésion était de 84,6 %. Elle était particulièrement élevée pour les atteintes ganglionnaires (87,7 %), pulmonaires (87,5 %), osseuses (87,4 %) et hépatiques (80,0 %). Elle était plus faible pour les métastases péritonéales (64,3 %), pleurales (61,5 %), musculaires (36,0 %), et pour les lésions intra-prostatiques (58,3 %). Des faux positifs ont été retrouvés chez 30% des patients (vessie, voies urinaires supérieures, tube digestif, au niveau hépatique ou vasculaire). La concordance entre les segmentations automatiques et corrigées était satisfaisante avec une

^{*}Auteur correspondant: a.ghazi@bordeaux.unicancer.fr

[†]Intervenant

[‡]Auteur correspondant: n.anizan@bordeaux.unicancer.fr

valeur médiane à 86,0 % pour l'indice de Dice et à 75,4 % pour l'indice de Jaccard. Après exclusion d'un outlier, l'analyse de Bland-Altman retrouvait un biais de -96 cc. La prédiction du VTT par le modèle nnU-Net est sous-estimée en comparaison de la segmentation corrigée.

Conclusions : Cet algorithme présente une bonne sensibilité pour la détection des localisations métastatiques les plus fréquentes (os, ganglion, foie), mais des performances limitées pour les localisations plus rares (plèvre, péritoine) ainsi que pour les lésions intra-prostatiques du fait du peu de cas présents dans le jeu de données d'entraînement. Un réentraînement de l'algorithme à partir des nouvelles segmentations corrigées du VTT sera réalisé et les nouvelles performances évaluées. Cet outil de segmentation automatique sera par la suite utilisé pour évaluer la réponse au traitement par ^{177}Lu -PSMA selon les critères RECIP 1.0 ou par l'exploitation des paramètres radiomics.

Références :

- 1- Armstrong AJ, Morris MJ, Abida W, et al. *Trial Design and Objectives for Patients With Prostate Cancer: Recommendations From the Prostate Cancer Working Group 4*. **Journal of Clinical Oncology**. Published online February 26, 2026. doi:10.1200/JCO-25-02834
- 2- Gafita A, Djaileb L, Rauscher I, et al. *Response Evaluation Criteria in PSMA PET/CT (RECIP 1.0) in Metastatic Castration-resistant Prostate Cancer*. **Radiology**. 2023;308(1):e222148
- 3- Isensee F, Jaeger PF, Kohl SAA, Petersen J, Maier-Hein KH. *nnU-Net: a self-configuring method for deep learning-based biomedical image segmentation*. **Nature Methods**. 2021;18(2):203-211

Mots-Clés: Volume tumoral total, Segmentation automatique, TEP, ^{68}Ga PSMA, Performances