

---

# Evaluation des performances de deux générateurs de scanners synthétiques à partir d'images CBCT pour les traitements ORL adaptatifs

Pauline Maury<sup>\*†1,2</sup>, Lucie Calmels<sup>1</sup>, Moritz Westermayer<sup>3,4,5</sup>, Cristina Veres<sup>2</sup>, Clara Leroy<sup>1</sup>, Hugo Rousseau<sup>1</sup>, Carennas Mezdad<sup>1</sup>, Lucas Dal Bosco<sup>1</sup>, France Nguyen Thanh-Vanb<sup>6</sup>, Marie-Claude Biston<sup>7</sup>, and Charlotte Robert<sup>‡1,2</sup>

<sup>1</sup>Service de Physique Médicale, Gustave Roussy, 94805 Villejuif – Gustave Roussy, Université Paris-Saclay – France

<sup>2</sup>Université Paris-Saclay, Gustave Roussy, Inserm, Molecular Radiotherapy and Therapeutic Innovation, 94800, Villejuif. – Gustave Roussy, Université Paris-Saclay – France

<sup>3</sup>Service de Physique médicale, Centre Léon Bérard, 28 rue Laennec, 69373 Lyon Cedex 08, France – CLB Centre Léon Bérard – France

<sup>4</sup>CREATIS, Equipe Tomoradio, CNRS UMR5220, Inserm U1044, INSA-Lyon, Université Lyon 1, Villeurbanne - France – Creatis, INSA Lyon – France

<sup>5</sup>Therapanacea, 7 bis Bd Bourdon, 75004 Paris – TheraPanacea – France

<sup>6</sup>Service de Radiothérapie, Gustave Roussy, 94805 Villejuif – Gustave Roussy, Université Paris-Saclay – France

<sup>7</sup>Service de Physique médicale, Centre Léon Bérard, 28 rue Laennec, 69373 Lyon Cedex 08, France – Centre Léon Bérard [Lyon] – France

## Résumé

Introduction: Ces dernières années, plusieurs solutions pour générer des CT synthétiques (sCT) à partir de CBCT ont été proposées dans le but d'implémenter des stratégies de radiothérapie adaptative offline. Tandis que certaines se basent sur un recalage déformable entre le CT de planification et le CBCT (méthode "DIR"), d'autres recourent à l'IA, en particulier via l'optimisation de réseaux de neurones profonds de type GAN. Avant d'envisager leur utilisation en routine, il convient d'évaluer leurs performances sur la robustesse du contournage des organes à risque (OAR), la qualité image ainsi que le calcul de dose.

Matériel et méthodes: Cette étude est basée sur une cohorte de 15 patients traités pour un cancer ORL pour lesquels un CBCT a été réalisé le même jour que le CT de replanification (rpCT). Les sCT ont été générés (i) par la méthode de "CBCT corrigé" du module adaptatif de Raystation v2023B et (ii) par AdaptBox, intégré dans Art-Plan (Therapanacea). Dans la première solution, les contours générés automatiquement par Annotate (Therapanacea) sur le rpCT sont déformés élastiquement de façon à être propagés sur le sCT. Dans le deuxième cas, le contournage des OARs est généré par Annotate directement sur le sCT. La précision du contournage sur les sCT a été évaluée pour les 2 modèles par un radiothérapeute sénior (1:acceptable, 2:corrections mineures, 3:corrections majeures, NE:non évaluable). Une approche

---

\*Intervenant

†Auteur correspondant: Pauline.MAURY@gustaveroussy.fr

‡Auteur correspondant: ch.robert@gustaveroussy.fr

quantitative a également été mise en œuvre, en calculant le Dice, la distance d’Hausdorff ainsi que la variation de volume des différents OARs. Pour évaluer la similarité, des métriques de qualité image ont été implémentées, parmi lesquelles l’indice de similarité structurelle (SSIM), l’erreur moyenne (ME), moyenne absolue (MAE), moyenne quadratique (MSE), sa racine carrée (RMSE) et le rapport signal/bruit (PSNR). Le calcul a été réalisé coupe par coupe puis moyenné, en considérant uniquement l’intersection avec le contour externe du sCT. Les codes développés ont été harmonisés en collaboration avec le centre Léon Bérard afin de valider les résultats.

Finalement, la robustesse du calcul de dose a été évaluée par gamma index avec les critères utilisés à Gustave Roussy (local, 3%, 2mm, TH=10%).

Les sCT ont été générés pour les deux solutions mais seule l’analyse avec Adaptbox a pour l’instant été réalisée.

Résultats: Pour la bouche, le larynx, les lèvres, la mandibule et les parotides, des modifications de contours (scores de 2 ou 3) sont nécessaires. Certaines structures (chiasma, nerfs optiques, moelle épinière, tronc cérébral) ne sont pas évaluables en raison de la qualité image dégradée du sCT. Les contours sont en général plus larges sur le sCT que le rpCT avec des variations maximales sur ces structures, déjà difficilement identifiables sur le rpCT. L’analyse des performances dans le contour externe conduit à des valeurs moyennes sur la cohorte globalement satisfaisantes :  $SSIM = 0,7 \pm 0,1$ ,  $ME = -14,2 \text{ UH} \pm 16,3$ ,  $RMSE = 181,0 \pm 44,6 \text{ UH}$ ,  $PSNR = 28,3 \text{ dB} \pm 1,5 \text{ dB}$ . En revanche, l’analyse par OAR met en évidence de grandes disparités, avec des structures critiques comme la mandibule, le larynx, la bouche et les lèvres. Cependant, au vue des profils d’UH réalisés, le problème semble davantage lié à la qualité du contourage qu’à une mauvaise assignation des UH sur le sCT. Enfin, le calcul de dose apparait robuste avec un taux de pass de  $98,1\% \pm 0,6\%$ .

Conclusions: Ces logiciels offrent des solutions utiles mais la qualité image des sCT demeure problématique et impacte considérablement les performances liées au contourage. Pour chacune des solutions, de nouveaux modèles ont été proposés (v2024B de Raystation et nouveau modèle H&N pour Therapanacea) qu’il conviendra d’évaluer pour voir si ces faiblesses peuvent être dépassées.

**Mots-Clés:** Radiothérapie adaptative, CT synthétiques, CBCT, intelligence artificielle, DIR, ORL