

---

# Modélisation bayésienne pour l'évaluation des marges PTV en radiothérapie – étude de faisabilité

Mohammed Bensiali<sup>\*†1,2</sup>, Sophie Capdeville<sup>2</sup>, Julie Desrousseaux<sup>2</sup>, and Jean-Marc Nigoul<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Service de Radiothérapie – Centre Hospitalier Emile Roux [Le Puy-en-Velay] – France

<sup>2</sup>Service de Radioprotection et Physique Médicale – Hôpital de la Timone [CHU - APHM] – France

## Résumé

*Introduction :* La définition des marges PTV représente un enjeu central en radiothérapie, visant à assurer une couverture fiable du CTV tout en minimisant l'exposition des tissus sains. Les approches conventionnelles (1) demeurent limitées, car elles reposent sur des hypothèses simplifiées et des modèles statistiques rigides. De plus, elles ne permettent ni d'intégrer les spécificités du protocole d'imagerie, ni d'estimer le niveau de couverture dans le cas des marges personnalisées. Pour dépasser ces limites, nous proposons une approche fondée sur un réseau bayésien (2), permettant une modélisation probabiliste des incertitudes, et offrant ainsi une alternative robuste.

*Matériel et méthodes :* Le réseau bayésien développé (sur Python) intègre plusieurs sources d'incertitude, telles que la délinéation, le positionnement, le recalage des images, la précision de mouvement table/lames, les mouvements intra-fractionnels, ainsi que d'autres incertitudes. Le modèle fournit en sortie une distribution de probabilité de la position du CTV traité, à partir de laquelle on peut définir la fenêtre de couverture souhaitée pour établir des marges PTV anisotropes. Une étude de faisabilité a été menée sur une cohorte de 231 patients (VMAT/VERSAHD) répartis entre les localisations ORL, crâne, thorax et prostate. Les distributions des entrées du réseau ont été dérivées d'une analyse rétrospective des données cliniques et machines collectées sur une période d'un an. Par ailleurs, les marges PTV actuellement utilisées dans le service (crâne/ORL : 3 mm, thorax : 5 mm et la prostate 7 mm) ont été introduites dans le réseau afin d'en estimer la couverture réelle.

*Résultats :* L'analyse des marges PTV actuelles du service révèle une couverture inégale selon les directions. En supéro-inférieur, elle atteint 88 % (crâne), 82 % (ORL), 85 % (thorax), 84 % (prostate), contre > 90 % en latéral et antéro-postérieur. Pour garantir 95 % de couverture, les marges recommandées par le réseau : crâne - 4 mm (sup), 3,5 mm (lat/ant) ; ORL - 5 mm (sup), 3,5 mm (lat), 4,5 mm (ant) ; thorax - 8,5 mm (sup), 9 mm (lat), 6 mm (ant) ; prostate - 10 mm (sup), 4 mm (lat), 6 mm (ant). Ces résultats confirment la capacité du modèle à proposer des marges directionnelles mieux adaptées aux incertitudes réelles observées en clinique.

*Conclusions :* Le réseau bayésien développé permet d'ajuster dynamiquement et directionnellement les marges PTV à partir de données cliniques, et a démontré son efficacité pour une estimation précise. Des travaux sont en cours pour en valider la robustesse sur une cohorte élargie. Son adaptabilité aux protocoles d'imagerie constitue un levier pertinent pour

---

\*Intervenant

†Auteur correspondant: mohammed.bensiali@ch-lepuy.fr

optimiser le compromis entre dose d'imagerie et la couverture tumorale.

## References

1. Van Herk, M. (2004, January). Errors and margins in radiotherapy. In *Seminars in radiation oncology* (Vol. 14, No. 1, pp. 52-64). WB Saunders.
2. Pearl, J. (2014). *Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference*. Elsevier.

**Mots-Clés:** marges, réseau bayésien, dosimétrie, statistique, probabilité, planification, radiothérapie