
Entraînement d'un modèle de machine learning sur des plans d'optimisation multicritères pour la génération automatique de plans de traitement.

Célia Petitjean^{*†1,2}, Gwenaëlle Sidorski³, Jocelyne Mazurier⁴, Xavier Franceries⁵, Jeremy Camilleri⁶, Susanna Adera³, Nicolas Mathy⁷, Vincent Connord⁶, Jeremy Betend⁴, Fanny Solinhac⁴, Olivier Gallocher⁸, Guillaume Jannoray⁹, Gaëlle Jimenez⁸, Baptiste Pichon⁸, Baptiste Pinel⁸, and Igor Latorzeff⁴

¹Service radiothérapie, Clinique Pasteur – Groupe ORION Garonne – France

²Centre de Recherche en Cancérologie de Toulouse – Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale - INSERM – France

³Service radiothérapie, Clinique Pasteur – Groupe ORION Garonne – France

⁴Service radiothérapie, Clinique Pasteur – Groupe ORION Garonne – France

⁵Centre de Recherche en Cancérologie de Toulouse – Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale - INSERM – France

⁶Service radiothérapie, Clinique Pasteur – Groupe ORION Garonne – France

⁷Service radiothérapie, Clinique Pasteur – Groupe ORION Garonne – France

⁸Service radiothérapie, Clinique Pasteur – Groupe ORION Garonne – France

⁹Service radiothérapie, Clinique Pasteur – Groupe ORION Garonne – France

Résumé

Introduction : Dans notre service, les plans de traitement encéphale in toto (WB pour "whole brain") sont générés via le TPS RayStation (RS, RaySearch®) et l'optimisation multicritères (MCO) avec un temps de plus d'1h. L'algorithme de machine learning (ML), déjà utilisé pour les pelvis, a été étudié pour générer rapidement des plans similaires au MCO.

Matériel et méthodes : Le WB est traité en 4 arcs de 6MV en VMAT par les accélérateurs Novalis ou Halcyon (Varian®), avec un fractionnement de 10 séances de 3Gy. L'algorithme MCO trouve des compromis entre des objectifs de doses contradictoires. Les plans obtenus sont rendus délivrables par un algorithme de "mimicking" pendant une optimisation classique supplémentaire.

Une base de données (BdD) est nécessaire pour obtenir un modèle ML à partir duquel l'algorithme génère des distributions de doses *a priori* correspondant aux attendus cliniques et rendues délivrables par mimicking. Le module *Raymachine* (RS) permet d'ajuster le modèle en modifiant manuellement les paramètres de prédiction et/ou de mimicking. Afin d'étudier l'influence de la qualité de cette BdD, notre modèle a été entraîné sur 65 plans WB issus d'optimisation MCO. Trois catégories de plans ont été obtenues : MLb (plans de prédiction issus directement du modèle), MLaj (plans de prédiction avec ajustement de la

*Intervenant

†Auteur correspondant: cpetitjean@clinique-pasteur.com

prédiction) et ML (plans délivrables).

Deux études ont été menées : l'étude A pour évaluer l'influence de la qualité de la BdD et l'étude B pour comparer les plans issus du MCO et du ML. La comparaison des plans utilise les indices de conformité (quantifie la couverture du volume cible) et d'homogénéité (adéquation de la dose aux contours), en plus de l'analyse des HDV. Pour une vue globale de la qualité du plan, l'indice de qualité de plan (PQI) a été étudié, prenant en considération la conformité et la préservation des tissus sains (HC et P) et la couverture du volume cible (TC).

$$PQI = ((1-HC)^2 + (1-TC)^2 + (1-P)^2)^{1/2}$$

Résultats : Le Tableau 1 relève la moyenne des indices dosimétriques obtenus, tous les plans respectant les contraintes cliniques. Dans l'étude A, l'entraînement du modèle ML par des plans MCO ne suffit pas, un ajustement des paramètres de prédiction est nécessaire pour obtenir des résultats équivalents aux plans MCO. De plus, le mimicking dégrade ces indices (ML < MLaj) ne permettant pas d'atteindre les performances du MCO (étude B, ML < MCO). Cependant, le ML permet de générer des plans cliniquement acceptables bien plus rapidement (22 min en moyenne) que le MCO (94 min).

	étude A		étude B		
	idéal	MLb	MLaj	ML	MCO
Homogénéité (H)	0	-0.008	-0.055	-0.036	0.046
Conformité (CN)	-0.8 à 1	-0.885	-0.939	-0.860	-0.934
Qualité de plans (PQI)	0	0.685	0.678	0.690	0.679

Tableau 1 : Indices dosimétriques moyens pour les plans générés

Conclusions : L'ajustement du modèle MLb est une étape indispensable, permettant d'obtenir des plans MLaj proches des MCO de la BdD. Sous certaines conditions (ajustement et optimisation supplémentaire), le ML offre une qualité de plans équivalente au MCO avec un gain de temps d'un facteur 4.

Mots-Clés: machine learning, MCO, WB