Réduire les CQ pré-traitement patient en s'appuyant sur la MSP, les indices de complexité et le scripting

Laurent Bartolucci*¹, Anthony Richert¹, Halima Elazhar¹, Delphine Jarnet¹, Claudine Niederst¹, Florence Arbor¹, Nicolas Dehaynin¹, and Philippe Meyer¹

¹Institut de Cancérologie Strasbourg-Europe – Institut de Cancérologie de Strasbourg Europe – France

Résumé

Introduction : Le contrôle de qualité pré-traitement patient (DQA) est essentiel pour garantir la précision des traitements en radiothérapie. Toutefois, sa réalisation systématique représente une charge quotidienne conséquente. Réduire le nombre de DQA tout en maintenant un niveau de sécurité optimal permettrait de focaliser les efforts sur les cas les plus complexes ou à risque. Cette étude présente la méthode appliquée par l'ICANS pour y parvenir, en s'appuyant sur la Maîtrise Statistique des Procédés (MSP), les indices de complexité et le scripting.

Matériel et méthodes : L'étude a été menée sur un accélérateur de type TrueBeam STX (Varian Medical Systems) équipé d'un imageur AS1200, dont la capacité de mesure a été validée en amont. L'échantillon analysé comprend 557 patients traités entre janvier et août 2024. Pour chaque patient, un DQA a été réalisé et 26 critères d'analyse γ -index variant du 3%/3mm global au 1.5%/1mm local ont été extraits et analysés de manière automatisée à l'aide d'un script C# exploitant l'API de Portal Dosimetry. Une analyse de corrélation de Spearman a été effectuée entre ces critères et la complexité des plans de traitement, définie par plusieurs combinaisons des indices MCSv (Modulation Complexity Score applied to VMAT – Masi, 2013) et SAS (Small Aperture Score – Crowe, 2014). La distribution des valeurs de DQA a été modélisée afin d'identifier la loi de distribution la plus représentative et d'établir des limites de contrôle et d'action optimales selon les principes de la MSP. Une analyse ROC a été réalisée pour évaluer la performance du modèle et déterminer un seuil de complexité permettant de prédire la conformité d'un DQA aux limites de contrôle. Afin de valider ce modèle, un second échantillon de 267 patients a été utilisé.

Résultats : La corrélation la plus significative a été observée entre l'indice γ -index 3%/1.5mm local et la combinaison $(1-MCSv)*SAS7.5mm$, avec une corrélation forte de -0.66 ($p < 0.001$). L'analyse de distribution a révélé que la loi Beta représentait le mieux les données, avec une différence moyenne de 4%, tandis que l'application de la loi normale entraînait une différence moyenne de 31%. Pour définir les limites de tolérance, nous avons utilisé une approche inspirée de la loi normale en déterminant les centiles équivalents à $\pm 2\sigma$ (95%) et $\pm 3\sigma$ (99.7%) dans la distribution Beta ajustée, conduisant à établir nos limites de contrôle et d'action. L'analyse de la courbe ROC a permis d'observer une excellente performance de discrimination du modèle (AUC = 0.90). Elle a permis d'identifier un seuil de complexité de 0.164, en-dessous duquel 100% des DQA se situent dans la limite de contrôle (aucun faux négatif). L'application de ce seuil avec une marge additionnelle de 20% permettrait une réduction théorique de 49% des DQA tout en maintenant un niveau de sécurité optimal. Le choix de

*Intervenant

ce seuil a été testé avec succès sur l'échantillon de validation, sans aucun faux négatif observé. En pratique, un script clinique intégré à Eclipse a été implémenté pour guider les utilisateurs dans la prise de décision quant à la nécessité de réaliser un DQA ou non en fonction de la complexité du plan.

Conclusions : L'approche développée dans cette étude permet de réduire significativement à l'ICANS la charge des DQA sur notre TrueBeam STX. L'intégration de la MSP et des indices de complexité offre une stratégie robuste et reproductible permettant de prédire de façon fiable la conformité des DQA, tout en garantissant une surveillance efficace des traitements complexes. L'implémentation d'un script Eclipse pour guider les utilisateurs permet par ailleurs une prise de décision simple et efficace en dosimétrie.

Mots-Clés: CQ prétraitement patient (DQA), Indices de complexité, MSP, Scripting