

Evaluation d'acquisitions d'IRM durant le traitement de radiothérapie sur IRM-linac

Encadrants de stage :

Tuteur(s) : Anaïs Barateau, Physicienne médicale, PhD, Centre Eugène Marquis, Rennes
Valentin Septiers, Doctorant, LTSI, Université de Rennes

Contexte :

La radiothérapie (RT) externe est l'une des principales méthodes de traitement du cancer. Seule ou combinée avec une chirurgie, elle est impliquée dans le traitement de la majorité des cancers de la prostate. L'objectif de la RT est de délivrer, grâce à un accélérateur linéaire (Linac), une dose d'irradiation maximale à la tumeur, tout en limitant la dose reçue par les organes sains environnants, de façon à limiter le risque de toxicité.

Une nouvelle génération d'accélérateur de radiothérapie hybride, couplé à une IRM 1,5T a été financée par les Hospices Civils de Lyon (HCL) et installé au Centre Hospitalier Lyon Sud (IRM-Linac 1,5T Unity d'Elekta®) avec les premiers patients traités en juin 2021. Le CEM à Rennes a accueilli un équipement en tout point identique en décembre 2023. Ces équipements permettent la réalisation de séquences IRM avant, pendant et juste après la séance de radiothérapie par photons X. Classiquement, l'IRM-Linac est utilisé pour une adaptation quotidienne anatomique des volumes de traitements. Cet équipement a récemment permis la réalisation de séquences quantitatives IRM capables de mesurer des propriétés intrinsèques de la tumeur avec pour but final un traitement personnalisé pour chaque patient, adapté à la biologie de sa tumeur (par l'estimation de la diffusion, perfusion, hypoxie...).

Sujet et objectif de l'étude :

L'objectif est de quantifier l'évolution de tumeurs traitées par radiothérapie sur IRM-linac pour un suivi personnalisé des patients et d'investiguer l'effet immédiat des rayonnements.

- Dans une première partie du projet, il s'agira de prendre en main l'IRM associé au Unity et les différentes séquences déjà implémentées et optimisées.
- Dans la seconde partie du projet, des acquisitions sur patients seront menées, pendant le temps de l'adaptation du traitement et également avant/après la délivrance du faisceau de traitement. Les localisations anatomiques ciblées sont en premier lieu la prostate et de façon exploratoire les lésions abdominales.
- Dans une troisième partie, il s'agira d'étudier ces images acquises à l'aide de différents modèles mathématiques et extraire des caractéristiques quantitatives. Ainsi, il sera possible d'évaluer l'évolution de ces caractéristiques au cours de RT.

Parallèlement, au LTSI, un modèle radiobiologique, basé sur des jumeaux numériques, simulant la réponse de la tumeur à la radiothérapie [1] a été précédemment développé. Il est utilisé dans la prédiction de l'évolution tumorale et de la récurrence du cancer de la prostate. Les paramètres de ce modèle, ainsi que les jumeaux numériques, ont besoin d'être adaptés pour simuler le traitement de manière spécifique pour chaque patient. Un des mécanismes identifiés comme crucial est la diffusion de l'oxygène au niveau de la tumeur. Les acquisitions réalisées pourront donc être utilisées pour extraire des propriétés intrinsèques de la tumeur et aider à prédire la récurrence dans le cadre du cancer localisé de la prostate [2]. De plus, cette cohorte de patients pourra être utilisée dans l'adaptation et la validation du modèle grâce au suivi longitudinal pendant RT.

REFERENCES

- [1] Carlos Sosa-Marrero et al. "Towards a Reduced in Silico Model Predicting Biochemical Recurrence after Radiotherapy in Prostate Cancer". In: IEEE Transactions on Biomedical Engineering 68.9 (2021), pp. 2718–2729
- [2] Septiers, V. et al. (2026). A Data-Driven Approach to Optimise Parameters of a Computational Digital Twin Model in Response to SBRT on MR-Linac. In: Computational Mathematics Modeling in Cancer Analysis. CMMCA 2025.

Déroulement de l'étude :

- Étude bibliographique sur la thématique
- Prise en main de l'IRM liée au Unity et des séquences déjà implémentées
- Acquisitions IRM sur patients
- Extraction de caractéristiques IRM quantitatives via différents modèles mathématiques
- Evaluation longitudinale de ces caractéristiques

Le travail s'inscrit dans une collaboration entre le LTSI (Laboratoire du Traitement du Signal et de l'Image) et le centre Eugène Marquis de Rennes

Profil du candidat :

- Etudiant en master 2 de physique médicale ou imagerie médicale
- Rigoureux, autonome ayant une démarche scientifique ainsi que des capacités de synthèse
- Capacités d'adaptation à différents environnements de travail (travail d'équipe)
- Un certain intérêt pour la recherche
- Bon niveau d'anglais
- Des compétences de base en programmation (python)

CONTACT :

Anaïs Barateau : a.barateau@rennes.unicancer.fr

Valentin Septiers : valentin.septiers@univ-rennes.fr

LTSI (Laboratoire du Traitement du Signal et de l'Image)

Centre Eugène Marquis, Unité de Physique Médicale et de radioprotection