DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **22 février 2023**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame COSTEA Madalina-Liana**

Titre de la thèse : *« Stratégies adaptatives basées sur l'intelligence artificielle pour la radiothérapie du cancer de la tête et du cou »*

Résumé

Les techniques de radiothérapie à modulation d'intensité avec des distributions de dose hautement conformes sont la norme pour la radiothérapie (RT) des tumeurs HN. Pour être délivré en toute sécurité, le positionnement précis du patient et le contourage correct des volumes cibles et des organes-à-risque (OAR) sont nécessaires. Le contourage manuel est réalisé à partir d'images tomodensitométrie (CT) et prend généralement 2-3 heures pour un médecin qualifié. De plus, la planification manuelle du traitement est complexe et la qualité du plan dépend de l'expérience du planificateur.

La radiothérapie guidée par l'image permet de surveiller les évolutions de la tumeur et des tissus normaux pendant le traitement. Pour faciliter la RT adaptative (ART), des solutions d'intelligence artificielle (IA) ont été explorées.

L'objectif de la thèse était d'étudier différentes solutions pour améliorer le flux de travail de traitement des patients HN et permettre l'ART. Nous avons considéré la segmentation automatique (AS) des images CT, la planification automatique (auto-planning), et la génération d'images CT synthétiques (sCT) à partir d'images de tomodensitométrie conique (CBCT) du jour.

Au premier, un algorithme d'optimisation multicritères (MCO) a priori pour l'auto-planning basé sur l'élaboration d'une "wish-list" a été évalué et comparé à la planification manuelle. Il a été conclu que des plans d'arcthérapie volumétrique (VMAT) de haute qualité peuvent être générés avec une "wish-list" robuste d'objectifs et de contraintes de dose. De plus, l'épargne des OAR était supérieure à celle des plans optimisés manuellement.

Le deuxième objectif était d'évaluer et de comparer les performances de six méthodes différentes pour l'AS des OAR et niveaux ganglionnaires (CTVn) sur les images CT. De plus, l'auto-planning a été utilisé pour évaluer l'impact dosimétrique de l'utilisation des contours d'AS. Quatre méthodes basées sur une bibliothèque d'atlas (ABAS) et deux solutions d'apprentissage profond (DL) ont été étudiées et comparées pour 14 OAR et 3 niveaux CTVn. L'une des solutions DL a été entraînée avec les données monocentriques et l'autre était une solution commerciale entraînée avec des données

multicentriques. Les résultats ont montré que les solutions DL avaient les meilleures performances sur la majorité des structures considérées. La solution DL monocentrique a été plus performante pour les OAR, par contre la DL multicentrique était meilleure pour les CTVn. De surcroît, l'étude dosimétrique a démontré un impact négatif seulement pour les plans génères avec des contours AS pour les CTVn.

Le dernier objectif était d'étudier différentes méthodes pour la génération des images sCT à partir d'images CBCT. Une solution DL a été étudiée et comparée à d'autres méthodes: correspondance entre nombres Hounsfield de CBCT et densités électronique (HU-ED), affectation de densités (DAM) et recalage élastique entre l'image CT et CBCT (DIR). En rapport avec l'image CT, la précision des nombres HU a été analysée sur la base de l'erreur moyenne (ME) et de l'erreur absolue moyenne (MAE). La précision du calcul de la dose a été évaluée en comparant les distributions de dose calculées sur le CT aux doses calculées sur les sCT. Les résultats ont montré que la méthode DIR était la plus précise, suivie de DL, DAM et HU-ED.

En conclusion, pour la tâche de contourage, les solutions DL étaient les plus intéressantes. L'algorithme d'auto-planning basé sur la "wish-list" produit des plans de haute qualité, mais le temps de calcul est trop important pour être intégré dans l'ART. Enfin, les solutions DIR et DL peuvent offrir une génération rapide d'images sCT à partir d'images CBCT, ce qui permet d'effectuer des calculs de dose sur l'anatomie du jour. L'intervention humaine n'est pas encore à négliger, mais les aspects étudiés dans cette thèse sont des points clés pour l'ART des patients HN.