

Radiothérapie : prédiction et contrôle de la dose au patient

Bénédicte POUMAREDE

Aujourd'hui, avec 300 000 nouveaux cas par an, le cancer est une priorité nationale. La radiothérapie, utilisée seule ou en complément de la chirurgie, reste l'une des techniques les plus efficaces pour son traitement. La chance de guérison est d'autant plus grande que la dose de rayonnements ionisants délivrée est élevée et conforme à la tumeur. Il faut cependant veiller à limiter la dose reçue par les organes à risque afin de ne pas provoquer de complication conduisant à des séquelles irréversibles. Pour répondre à ce problème complexe, on assiste à une forte évolution des technologies et une personnalisation des traitements, le tout en conservant une exigence de précision, de qualité et de sécurité.

Tout traitement par radiothérapie nécessite une préparation et un calcul scientifique qui se font en plusieurs étapes. La première est l'utilisation de l'imagerie numérique pour la modélisation virtuelle du patient et la localisation de la tumeur et celle des organes à risque. La deuxième étape consiste à effectuer une simulation tridimensionnelle du traitement (balistique des faisceaux). La troisième étape est le calcul de la distribution de la dose dans le corps du patient. La validation de cette dernière étape de simulation permet d'engager la réalisation du traitement.

Trois thématiques ont été abordées dans le cadre du projet de ressourcement Carnot OPTIDOSE, l'objectif principal étant l'optimisation et le contrôle de la dose délivrée au patient afin d'augmenter ses chances de guérison.

La première innovation concerne l'optimisation rapide du plan de traitement. En effet, de nouvelles méthodes de calculs de la dose, basées sur l'utilisation de méthodes d'apprentissage, ont été développées. Les résultats obtenus permettent d'envisager leur utilisation pour l'optimisation des plans de traitements. Le logiciel de planification sera alors capable de réaliser une optimisation, non seulement de la balistique des faisceaux, mais aussi de la dose à délivrer.

Une deuxième solution innovante pour répondre à l'exigence de précision lors des calculs de la dose à délivrer est l'introduction de méthodes Monte Carlo dans les codes de planification. L'utilisation de codes Monte Carlo, prenant en compte l'ensemble de la physique des interactions du rayonnement avec la matière, permet d'atteindre la valeur de la dose déposée dans le patient avec la précision requise par la radiothérapie. Cependant, la contrepartie de cette précision était la lenteur des calculs, qui rendait jusqu'à très récemment inutilisables de tels codes en routine clinique. L'innovation a porté ici sur la réduction drastique du temps de calcul nécessaire pour atteindre la précision requise et ceci grâce à l'optimisation du code et à l'utilisation d'une architecture de calcul adaptée. L'objectif initial de réduire ces temps de calcul d'un facteur 100 a été largement atteint et les codes développés et validés permettent d'obtenir un calcul de dose précis (2 %) dans un temps compatible avec les contraintes cliniques (10 minutes).

Enfin, la possibilité dans un avenir proche de reconstruire la dose réellement reçue par le patient lors des séances de radiothérapie sera un gage de qualité de traitement. Les études menées dans ce projet proposent d'utiliser les informations fournies par des détecteurs EPID pour reconstruire la dose délivrée au patient lors de chaque séance de traitement. Ces avancées permettront alors un contrôle de la dose réellement délivrée.