

INNOVATIONS 2023 EN RADIOTHÉRAPIE

L'introduction récente de l'accélérateur linéaire Ethos® doté d'intelligence artificielle dans notre service nous permet désormais d'offrir aux patients une adaptation continue et en temps réel de leur traitement de radiothérapie, basée sur l'anatomie quotidienne des patients.

En 2023, cette radiothérapie adaptative a été réalisée pour la première fois au monde en inspiration bloquée pour le traitement des lymphomes gastriques. Cette approche permet de réduire les marges d'irradiation tout en préservant les organes adjacents.

Un autre axe d'innovation concerne la radiothérapie stéréotaxique (SBRT) pour les tumeurs hépatiques accompagnée d'une assistance ventilatoire mécanique, constituant une alternative à la chirurgie pour certains cas sélectionnés. Depuis 2018, l'assistance ventilatoire non invasive, dénommée MANIV, a été adoptée, diminuant les marges d'irradiation et améliorant la qualité du traitement. En octobre 2023, les Cliniques universitaires Saint-Luc sont devenues le premier centre à intégrer la MANIV dans leur pratique clinique courante pour le traitement des tumeurs hépatiques.

La radiothérapie stéréotaxique peut également être proposée pour le cancer localisé de la prostate. Elle représente une alternative plus rapide et plus précise en comparaison à la radiothérapie traditionnelle. Les études montrent des taux de succès comparables avec moins d'effets secondaires, soulignant le potentiel de la SBRT pour le traitement du cancer de la prostate.

Enfin, un nombre croissant de patients sont traités par radiothérapie pour un cancer de la vessie. Ce traitement conservateur est une nouvelle alternative thérapeutique qui peut être proposée dans certaines conditions. Ceci permet d'éviter une cystectomie et d'offrir une meilleure qualité de vie aux patients. L'application de la radiothérapie adaptative tire dans cette indication son bénéfice maximal vu la variation rapide et fréquente du volume de la vessie en cours de traitement.

Toutes ces évolutions en radiothérapie sont en concordance avec la démarche de progrès et d'amélioration des soins de notre service, tant sur le plan oncologique qu'en terme de qualité de vie pour nos patients.

Sofie Heylen, Geneviève Van Ooteghem, Xavier Geets, Eléonore Longton**, Dario Di Perri**, Ad Vandermeulen*

* S. Heylen : Abstract

** D. Di Perri et E. Longton ont généralement participé à la rédaction de l'article.

Radiotherapy innovations in 2023

The recent introduction of the artificial intelligence-powered linear accelerator Ethos® in our department now allows us to offer patients continuous and real-time adaptation of their radiation therapy treatment based on the patients' daily anatomy.

In 2023, this adaptive radiotherapy was performed for the first time in the world in "breath-hold" to treat gastric lymphomas. This approach allows for a reduction of the irradiation margins while preserving adjacent organs.

Another area of innovation is stereotactic radiotherapy (SBRT) for liver tumors with mechanical ventilation assistance, which is an alternative to surgery for selected cases. Since 2018, non-invasive ventilation assistance, called MANIV, has been adopted, reducing irradiation margins and improving treatment quality. In October 2023, the Cliniques universitaires Saint-Luc became the first center to integrate MANIV into their routine clinical practice for treating liver tumors.

Stereotactic radiotherapy can also be offered for localized prostate cancer. It represents a faster and more precise alternative compared to traditional radiotherapy. Studies show comparable success rates with fewer side effects, highlighting the potential of SBRT for the treatment of prostate cancer.

Finally, an increasing number of patients are being treated with radiotherapy for bladder cancer. This conservative treatment is a new therapeutic alternative that can be offered under certain conditions. The application of adaptive radiotherapy in this indication is of maximum benefit due to the rapid and frequent variation in bladder volume during treatment. This makes it possible to avoid cystectomy and offer patients a better quality of life.

All these developments in radiotherapy align with our department's commitment to progress and improve patient care regarding oncological outcomes and quality of life.

KEYWORDS

Adaptive radiotherapy, artificial intelligence, stereotactic radiotherapy, mechanically assisted and non-invasive ventilation

SOMMAIRE

La radiothérapie adaptative en inspiration bloquée du lymphome gastrique
Xavier Geets

Radiothérapie stéréotaxique des tumeurs du foie : ventilation, précision, action !
Geneviève Van Ooteghem

Radiothérapie stéréotaxique pour le cancer prostatique localisé
Ad Vandermeulen

La radiothérapie (adaptative) pour le cancer de la vessie
Sofie Heylen

AFFILIATIONS

Cliniques universitaires Saint-Luc, Radiothérapie, B-1200 Bruxelles

CORRESPONDANCE

Dre Sofie Heylen
Cliniques universitaires Saint-Luc
Radiothérapie
Avenue Hippocrate 10
B-1200 Bruxelles

MOTS-CLÉS ▶ Radiothérapie adaptative, intelligence artificielle, radiothérapie stéréotaxique, assistance ventilatoire non invasive

LA RADIOTHÉRAPIE ADAPTATIVE EN INSPIRATION BLOQUÉE DU LYMPHOME GASTRIQUE

Xavier Geets

Le lymphome B de type MALT de l'estomac se développe à partir des tissus lymphoïdes associés à la muqueuse gastrique. Rare, ce lymphome indolent est le plus souvent associé à une gastrite à *Helicobacter Pylori*, dont l'inflammation et la stimulation immunitaire chroniques sont le terreau de son développement. Chez ces patients, l'éradication de l'*Helicobacter pylori* par antibiothérapie est le traitement de première intention. Néanmoins, en cas d'échec du traitement ou de récurrence (20-30%), ou lorsque l'*Helicobacter Pylori* n'est pas identifié (10% des cas), le traitement de choix reste la radiothérapie locale. Des faibles doses de radiothérapie, de l'ordre de 24 à 30 Gy, permettent en effet d'obtenir des taux de réponse complète de l'ordre de 98 à 100%, et une excellente survie sans récurrence à 5 ans.

Bien qu'efficace, la radiothérapie de l'estomac est un véritable challenge technique. En effet, situé sous le diaphragme, l'estomac subit des mouvements cycliques importants lors de la respiration. De plus, la forme et le volume de l'estomac se modifient constamment en fonction de son degré de remplissage et de son péristaltisme. En radiothérapie conventionnelle, une large marge de sécurité est donc appliquée autour de l'estomac afin de garantir son irradiation adéquate malgré ces mouvements respiratoires et déformations quotidiennes. Cette irradiation large se fait au détriment des organes sains, tels que le cœur et les reins, dont l'exposition aux radiations ionisantes peut conduire sur le long terme à des cardiopathies ou néphropathies radiques, malheureusement irréversibles. Réduire la toxicité à long terme de la radiothérapie est donc un enjeu majeur, en particulier pour une maladie hautement curable et chez des patients dont l'espérance de vie est longue.

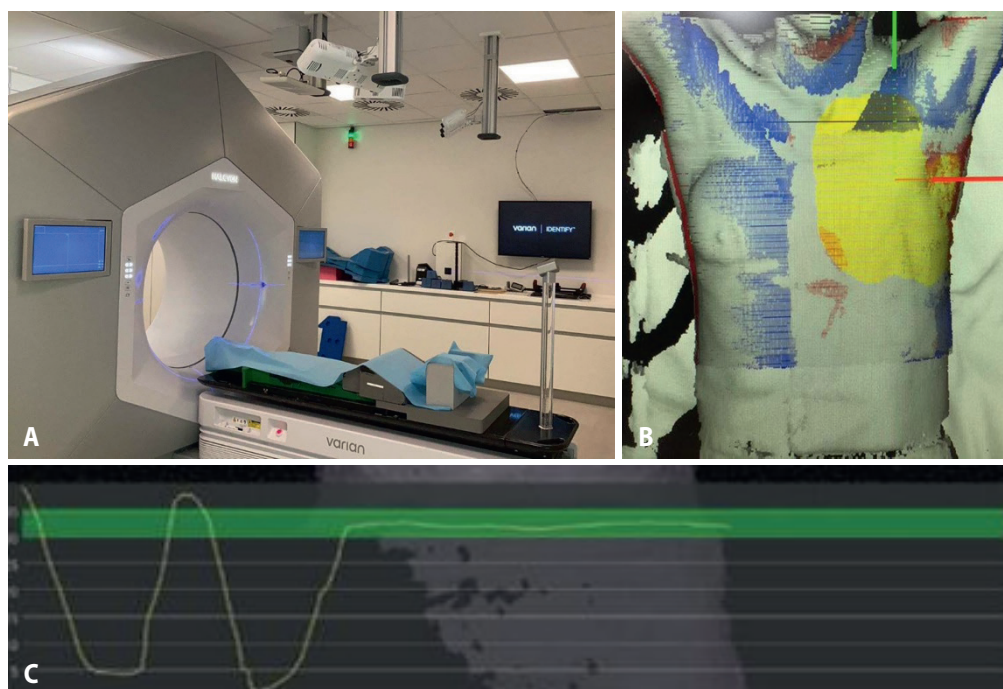
L'accélérateur linéaire Ethos® (Varian®) installé à Saint-Luc en 2021 offre une opportunité unique pour la prise en charge de ces patients. En effet, grâce à l'intelligence

artificielle et l'imagerie embarquée de haute qualité, l'Ethos® permet d'identifier à chaque séance de radiothérapie la position et la forme exacte de la cible et des organes de voisinage, et d'adapter la balistique d'irradiation à l'anatomie du jour. Ceci garantit une couverture de dose adéquate à la tumeur, tout en préservant de façon optimale les organes adjacents.

Nous avons donc implémenté **pour la première fois au monde** un protocole de radiothérapie adaptative pour ces lymphomes gastriques. Cette technique comporte deux volets. Le premier consiste à acquérir les images scanographiques et à délivrer le traitement lorsque le patient est en inspiration bloquée profonde. Pour ce faire, une imagerie surfacique (Identify® - Figure 1) installée dans la salle de traitement nous indique en temps réel lorsque le patient est en inspiration bloquée (apnées volontaires de 20 à 30 secondes), afin de synchroniser l'imagerie et l'irradiation. S'amender du mouvement respiratoire permet d'améliorer la qualité des images scanographiques (Figure 2), indispensable à la radiothérapie adaptative, et réduit considérablement les incertitudes de ciblage liées à la respiration lors de l'irradiation. Le second volet est la radiothérapie adaptative à proprement parler, durant laquelle l'intelligence artificielle va identifier avec précision les contours de l'estomac et des organes de voisinage sur l'imagerie du jour, et réoptimiser le traitement pour garantir un ciblage précis de l'estomac et une épargne maximale des organes que l'on souhaite préserver (Figure 3).

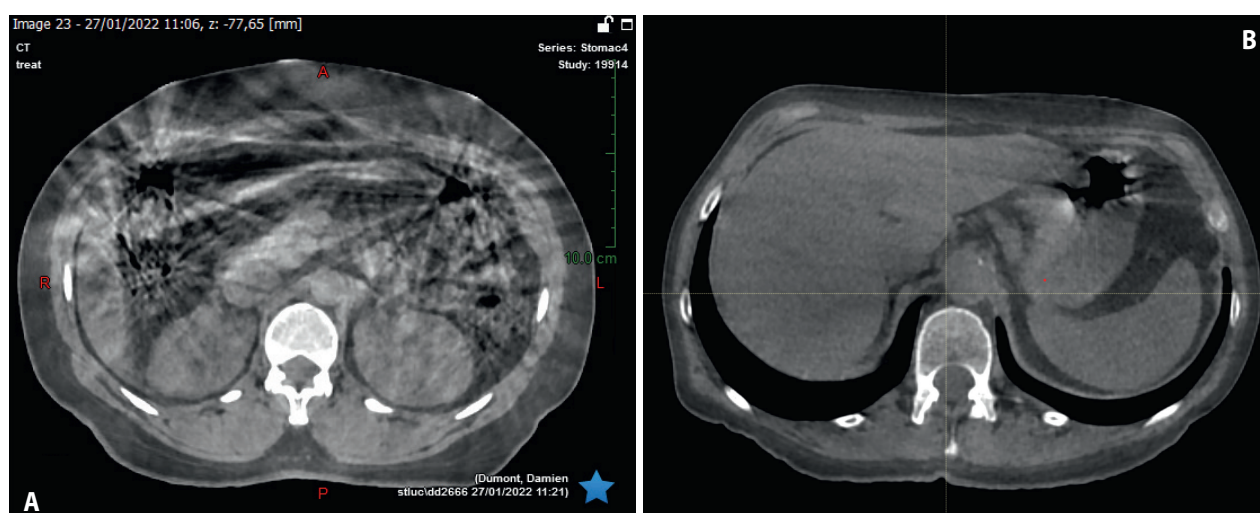
L'inspiration bloquée combinée à la radiothérapie adaptative nous permet ainsi de réduire considérablement les marges de sécurité appliquées autour de l'estomac, et donc le volume de tissus irradiés, directement corrélé à la toxicité. A ce jour, quatre patients ont pu bénéficier de ce traitement révolutionnaire. D'autres suivront, et les indications de cette technique seront progressivement étendues à d'autres cancers, pour le bien de nos patients!

FIGURE 1.



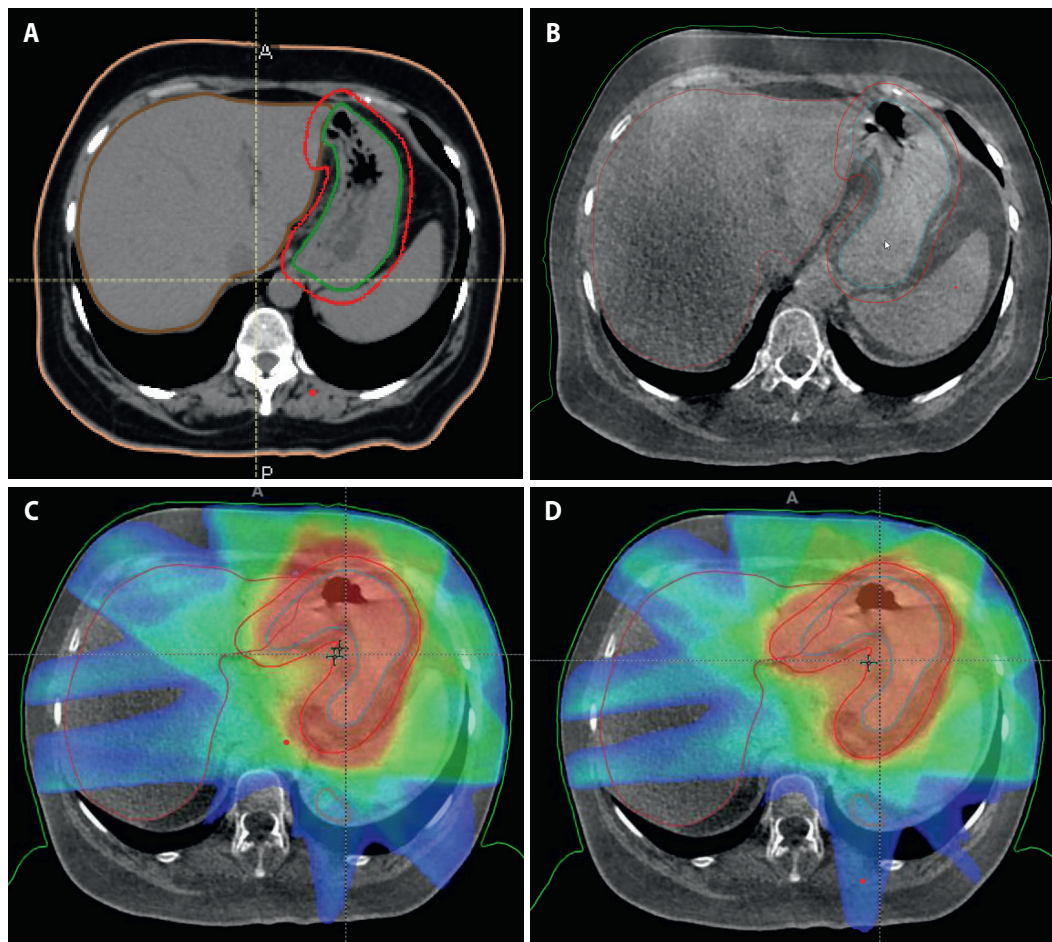
L'imagerie de surface (Identify[®]) est réalisée au moyen de 3 caméras (A) disposées autour de l'accélérateur. Elle permet de visualiser en temps réel la surface du patient (B) et de monitorer les apnées répétées du patient (C) durant l'acquisition des images scanographiques et la délivrance du traitement.

FIGURE 2. Imagerie par Cone-Beam CT (CBCT) en respiration libre (A) et en apnée (B).



On note une amélioration significative de la qualité de l'image, principalement par suppression des artéfacts de mouvement liés à la respiration

FIGURE 3. Procédure de la radiothérapie adaptative.



Le CT scanner de planification (figure A) est utilisé lors de l'étape de préparation du traitement, sur lequel l'estomac (contour vert) et sa marge de sécurité (contour rouge) sont représentés. Lors du traitement, un CBCT est acquis (figure B), sur lequel l'intelligence artificielle identifie la forme et la position réelles de l'estomac et des organes à risque lors du traitement. La dose est ensuite réoptimisée durant la séance de radiothérapie afin de garantir une couverture optimale de la cible (figure D) par rapport à la dose initialement planifiée (figure C).

RADIOTHÉRAPIE STÉRÉOTAXIQUE DES TUMEURS DU FOIE : VENTILATION, PRÉCISION, ACTION !

Geneviève Van Ooteghem

Introduction

La prise en charge radicale et curative des cancers du foie (hépatocarcinomes) ou des métastases hépatiques d'origine colorectales peut être envisagée de différentes manières aujourd'hui. Bien que la chirurgie reste le premier choix thérapeutique, lorsque cette dernière ne

peut être proposée au patient, la prise en charge peut également être relayée à la « toolbox » de l'équipe multidisciplinaire de notre institution, dont la radiothérapie (RT) stéréotaxique fait partie (1, 2).

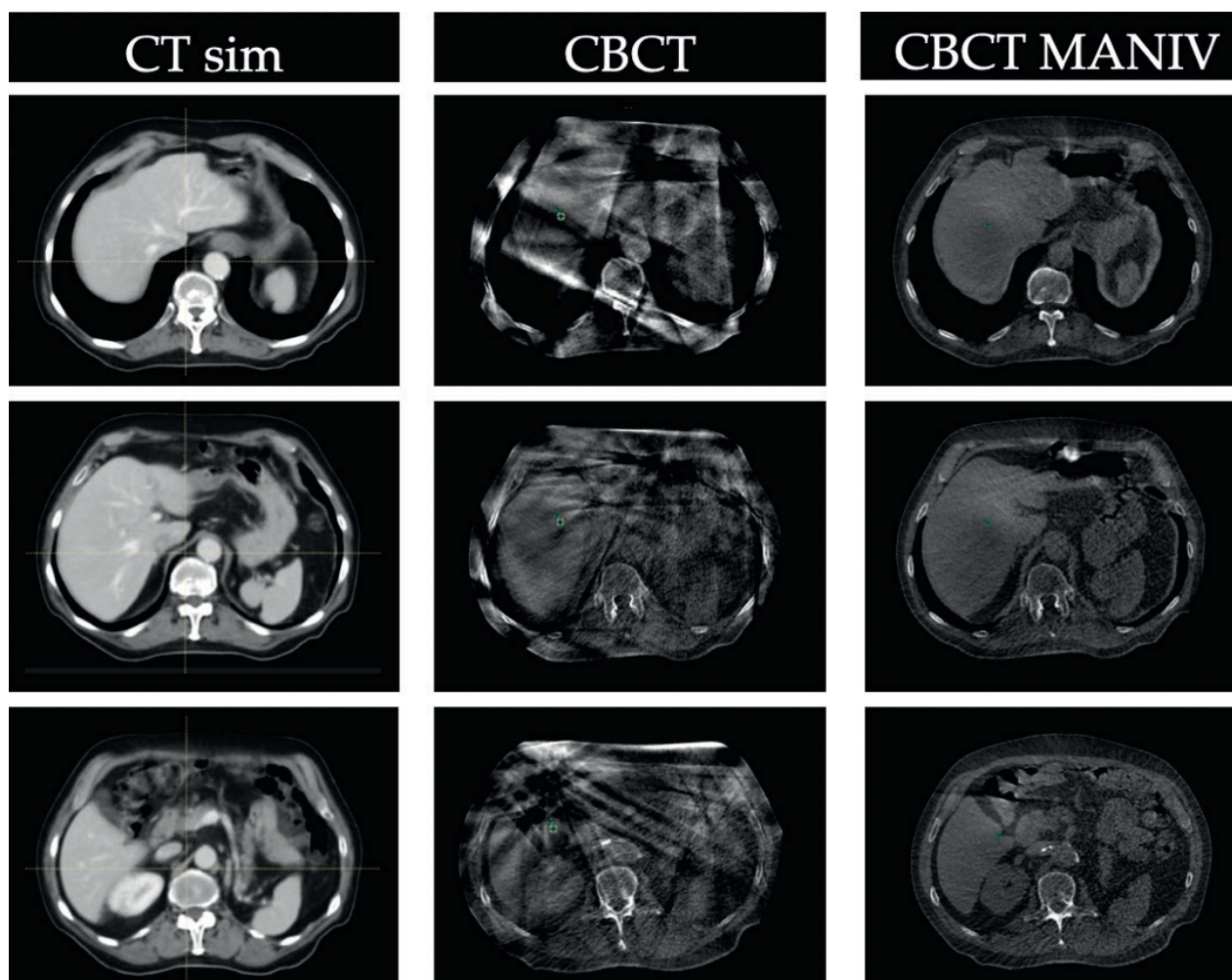
La radiothérapie stéréotaxique et le mouvement respiratoire

La radiothérapie est dite stéréotaxique quand elle délivre de très hauts niveaux de doses ablatives (6 à 20 Gy par fraction, contre 2 Gy par fraction dans un traitement de RT conventionnelle) sur cancers localisés des volumes modérés. Ceci requiert donc un très haut niveau de précision.

La RT stéréotaxique des tumeurs hépatiques (cancers primitifs ou métastases) relève d'un niveau de complexité plus important en raison de la respiration. La respiration induit en effet un mouvement sur le foie, qui est localisé juste au-dessous du muscle respiratoire principal, le diaphragme! Ce mouvement, qui peut parfois être de 2 à 3 cm, altère la qualité des images nécessaires à la vérification de la précision pendant les traitements, mais

impose surtout d'irradier inutilement un large volume « occupé » par la tumeur pendant les cycles respiratoires (Figure 1). Nous utilisons donc des marges d'irradiations de 8 à 15 mm, afin de bien couvrir la tumeur. Ces marges sont adaptées de manière individuelle à la respiration de chaque patient. Mais ces marges peuvent parfois entraîner de la toxicité sur le foie lui-même (risque de dysfonction hépatique), ou sur les organes à proximité, comme le duodénum (risque d'ulcère), le colon (douleur et ulcère), le rein (dysfonction), la paroi thoracique (douleurs neuropathiques) ou simplement réfuter le patient à la radiothérapie si on anticipe une toxicité délétère pour le patient.

FIGURE 1. Amélioration de la qualité des images et de la précision grâce aux apnées et MANIV.



Comparaison entre les images de préparation au traitement lors du scanner de simulation (CT sim) et les images disponibles en respiration libre pendant un traitement de radiothérapie (CBCT) et le même patient en apnée grâce à MANIV (CBCT MANIV).

La ventilation non-invasive en radiothérapie

Depuis 2018, le service de radiothérapie des Cliniques universitaires Saint Luc développe une technique innovante qui utilise des respirateurs pour délivrer une ventilation de manière tout à fait non-invasive, donc sans sédation, sur les patients (Figure 2 & 3) (3, 4). Cette technique est appelée MANIV « Mechanically assisted and non-invasive ventilation ». Une des actions de MANIV est de permettre des apnées répétées d'une durée de 20 à 30 secondes sans aucun effort du patient. Qui plus est, cette technique permet de figer le foie en apnée, facilitant ainsi l'irradiation. De plus, MANIV garantit la reproductibilité de ces apnées, et ainsi la précision du traitement. MANIV permet donc de faire fi du mouvement respiratoire, réduire les marges d'irradiation, réduire la toxicité de la radiothérapie, et offrir ce traitement à davantage de patients (5). Cette technique a déjà été utilisée chez des patients âgés de 35 à 92 ans, qu'ils aient ou non des antécédents ou co-morbidités respiratoires. La cirrhose ou la bronchite chronique ne sont en rien des contre-indications à cette technique, par exemple. Aujourd'hui, grâce à MANIV, les marges d'imprécision liées à la respiration sont réduites d'un facteur 2 (5 mm de marge résiduelle contre 8 à 15 mm). Aucune complication liée à MANIV n'a été observée. Sa tolérance est excellente.

FIGURE 2. Installation du respirateur et du patient en salle de radiothérapie.



FIGURE 3. Notre équipe de radiothérapie aux Cliniques universitaires Saint-Luc.



De gauche à droite : Pr Michael Parkes, physiologiste et expert en techniques de ventilation (Universiteit van Amsterdam), Pr Geneviève Van Ooteghem, radiothérapeute spécialisée dans les cancers digestifs, Francisca Neves et Enrique Alavrez Moreno, 2 technologues en radiothérapie.

MANIV disponible en routine depuis 2023 pour les tumeurs du foie !

Depuis octobre 2023, nous sommes le seul centre à proposer cette technique en routine clinique pour l'irradiation à visée curative des hépatocarcinomes ou des métastases d'origine colorectales. MANIV nous permet d'améliorer la qualité de nos traitements, et facilite l'accès

à la radiothérapie stéréotaxique à davantage de patients, qui jusqu'alors étaient parfois exclus de toute possibilité thérapeutique locale. Prochainement, cette technique sera proposée pour l'irradiation stéréotaxique des cancers du pancréas.

RÉFÉRENCES

1. Cervantes, A., *et al.* Metastatic colorectal cancer: ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol.* 2023; 34(1): 10-32.
2. Cheng, P.L., *et al.* Comparison of local ablative therapies, including radiofrequency ablation, microwave ablation, stereotactic ablative radiotherapy, and particle radiotherapy, for inoperable hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Exp Hematol Oncol.* 2023; 12(1): 37.
3. Van Ooteghem, G., *et al.* Mechanically-assisted non-invasive ventilation: A step forward to modulate and to improve the reproducibility of breathing-related motion in radiation therapy. *Radiother Oncol.* 2019; 133: 132-139.
4. Van Ooteghem, G., *et al.*, Mechanically-assisted and non-invasive ventilation for radiation therapy: A safe technique to regularize and modulate internal tumour motion. *Radiother Oncol.* 2019; 141: 283-291.
5. Vander Veken, L., *et al.* Voluntary versus mechanically-induced deep inspiration breath-hold for left breast cancer: A randomized controlled trial. *Radiother Oncol.* 2023; 183: 109598.

RADIOTHÉRAPIE STÉRÉOTAXIQUE POUR LE CANCER PROSTATIQUE LOCALISÉ

Ad Vandermeulen

Le cancer de la prostate est le cancer le plus fréquemment diagnostiqué chez l'homme en Europe et est associé à une morbidité et une mortalité substantielle. La chirurgie et la radiothérapie sont deux modalités de traitement curatif efficaces pour les patients atteints de cancer de la prostate (1). Le choix entre ces 2 modalités de traitement est déterminé par des facteurs spécifiques au patient et à la tumeur. Bien que les progrès dans le traitement aient considérablement amélioré les taux de survie, la quête de thérapies moins invasives et plus efficaces se poursuit. Dans ce contexte, la radiothérapie stéréotaxique (SBRT) a émergé comme une option de traitement prometteuse pour le cancer prostatique localisé.

Radiothérapie Conventiennelle vs Radiothérapie Stéréotaxique

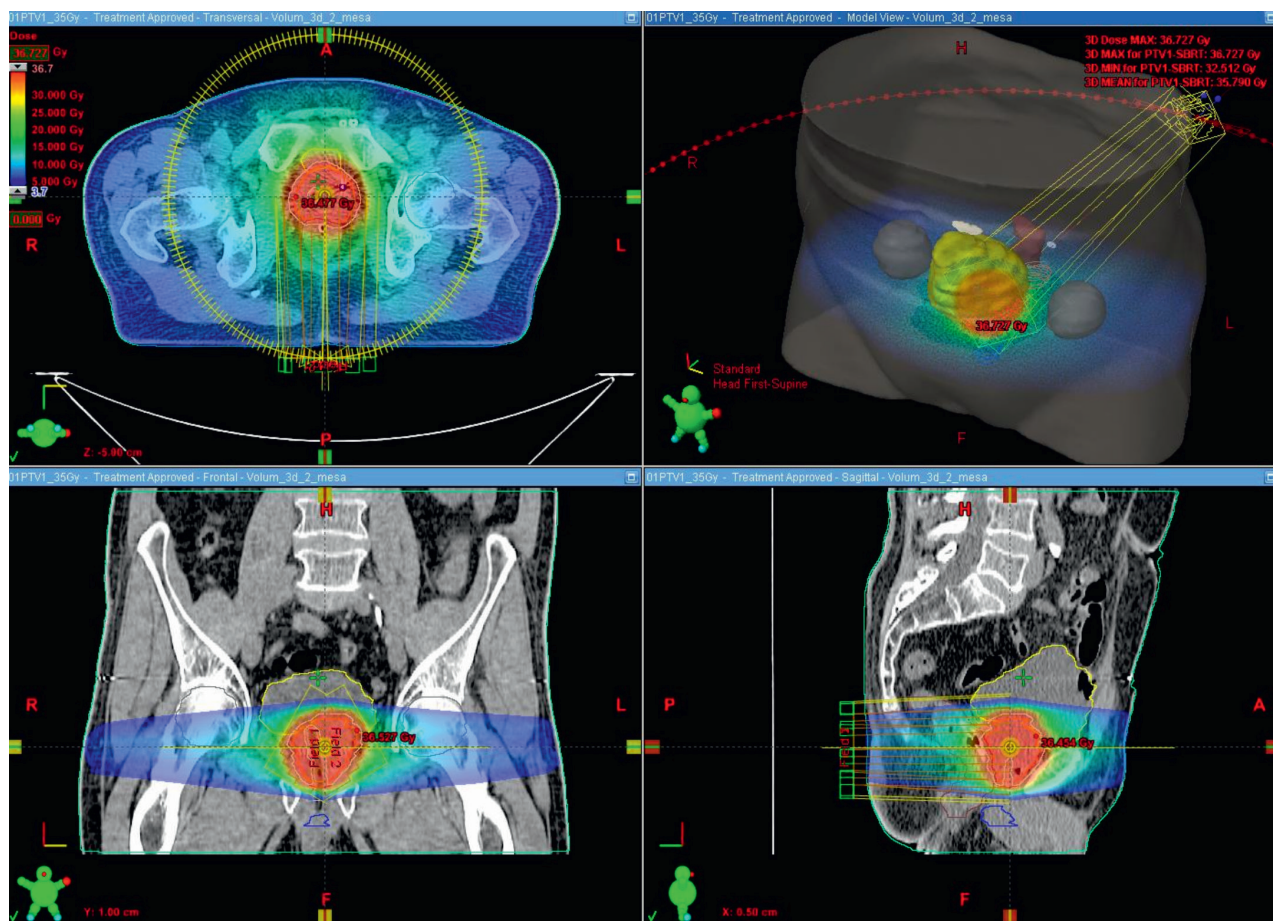
La radiothérapie conventionnelle pour le cancer prostatique localisé implique généralement l'administration de radiation sur 4 à 6 semaines (20 à 30 séances), avec des

fractions quotidiennes ciblant la prostate et les tissus environnants. Cette approche vise à éliminer les cellules cancéreuses tout en minimisant les dommages aux tissus sains. Cependant, la durée prolongée du traitement peut être difficile pour les patients.

La SBRT, en revanche, est une forme plus précise et ciblée de radiothérapie. Elle implique l'administration de doses plus élevées de radiation délivrées en moins de sessions, en réalisant le traitement en seulement quelques jours. Le terme «stéréotaxique» fait référence au ciblage précis des tumeurs à l'aide de coordonnées tridimensionnelles, permettant une précision extrême dans l'administration de la radiation. Cette précision est facilitée par des techniques d'imagerie avancées telles que l'IRM ou les scanners CT. (Figure 1)

La radiothérapie conventionnelle est déjà très efficace et bien tolérée chez les personnes atteintes de cancer de la prostate. Mais pour les patients, avoir ce traitement administré aussi efficacement en cinq jours plutôt qu'en quatre semaines a d'énormes implications, notamment en terme de qualité de vie.

FIGURE 1. Dosimétrie d'une radiothérapie stéréotaxique sur la prostate.



Dans les études, lors du suivi à cinq ans, les patients traités par SBRT présentaient un taux de réussite biochimique similaire à ceux traités par radiothérapie conventionnelle, à 96% contre 95%. Les effets secondaires n'étaient pas significativement différents entre les deux groupes, à 5,5% (SBRT) et 3,2% (radiothérapie conventionnel) (2).

Perspectives futures

Actuellement, les indications, basées sur des caractéristiques spécifiques du patient et du cancer, sont encore assez limitées. À l'avenir, la SBRT devrait être utilisée pour de plus en plus de patients. Grâce à la radiothérapie adaptative, il sera possible d'affiner la précision de l'irradiation et de minimiser les effets secondaires (3). Des études sont également en cours pour voir si le nombre de fractions peut être encore réduit.

Conclusion

La radiothérapie stéréotaxique représente une avancée significative dans le traitement du cancer prostatique localisé, offrant une alternative aussi efficace que la radiothérapie conventionnelle, grâce au respect de conditions très strictes de précision. Les avantages d'une durée de traitement plus courte, d'une précision accrue et d'une amélioration de la qualité de vie soulignent le potentiel de la SBRT pour révolutionner les soins du cancer de la prostate. La recherche et les progrès technologiques se poursuivent, l'avenir est prometteur et permettra d'affiner et d'individualiser les approches thérapeutiques pour les patients atteints d'un cancer de la prostate localisé.

RÉFÉRENCES

1. Van As N *et al.*, PACE-A: An international phase 3 randomised controlled trial (RCT) comparing stereotactic body radiotherapy (SBRT) to surgery for localised prostate cancer (LPCa)-Primary endpoint analysis. *JCO.* 2023; 41, 298-298. DOI:10.1200/JCO.2023.41.6_suppl.298
2. 5-year outcomes from PACE B: an international phase III randomized controlled trial comparing stereotactic body radiotherapy (SBRT) vs. conventionally fractionated or moderately hypofractionated external beam radiotherapy for localized prostate cancer. Presented at the American Society for Radiation Oncology (ASTRO) Annual Meeting. October 2, 2023. San Diego, California. LBA 03
3. Kishan AU, Ma TM, Lamb JM, *et al.* Magnetic Resonance Imaging-Guided vs Computed Tomography-Guided Stereotactic Body Radiotherapy for Prostate Cancer: The MIRAGE Randomized Clinical Trial. *JAMA Oncol.*2023;9(3):365-373. doi:10.1001/jamaoncol.2022.6558

LA RADIOTHÉRAPIE (ADAPTATIVE) POUR LE CANCER DE LA VESSIE

Sofie Heylen

En Belgique, en 2021, 2096 hommes ont eu un nouveau diagnostic de cancer de la vessie, contre 573 femmes, à un âge moyen au moment du diagnostic de 74 ans (1).

Le cancer de la vessie est divisé en deux catégories : le cancer de la vessie non infiltrant le muscle (NMIBC), traité par résection locale suivie d'installations, et le cancer de la vessie infiltrant le muscle (MIBC). Ce dernier nécessite un traitement plus invasif par cystectomie radicale avec curage lymphatique et création d'une néo-vessie par stomie dite de Bricker, avec ou sans chimiothérapie néoadjuvante. Or, vivre avec une stomie a un impact négatif sur la qualité de vie des patients. Une alternative moins connue à ce traitement, mais néanmoins validée par la littérature, est le traitement trimodal qui comprend une résection endoscopique transurétrale maximale de la tumeur vésicale, suivie d'une radio-chimiothérapie concomitante. La radiothérapie a pour objectif d'éradiquer toutes les cellules tumorales résiduelles (au niveau macro- et microscopique). La chimiothérapie (Mitomycine-5FU, Cisplatine, Gemcitabine) est utilisée à visée radiosensibilisante pour rendre la radiothérapie plus efficace (2). Suite à ce traitement, le patient peut développer des effets secondaires principalement au niveau urinaire et digestif, qui nécessitent parfois une prise en charge médicamenteuse afin de les soulager (3). Le gros avantage de ce traitement est certainement que le patient conserve sa vessie. La décision quant à savoir si un patient est un candidat pour un traitement préservant la vessie est habituellement prise lors des concertations oncologiques multidisciplinaires, qui tient également compte des souhaits du patient.

Avant tout traitement de radiothérapie, une séance de préparation, appelée la « simulation », est nécessairement effectuée. Cette séance de simulation permet d'acquiescer un

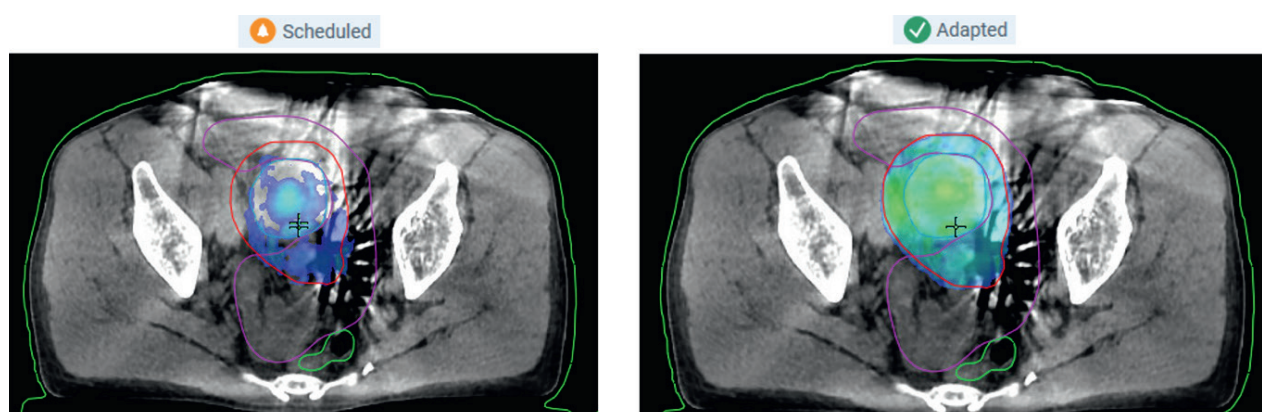
scanner du patient installé dans une position stable et reproductible, qui sera conservée tout au long du traitement. Ce scanner permet de délimiter l'organe cible (la vessie) ainsi que tous les organes à risque localisés à proximité (rectum, sigmoïde, côlon, intestin grêle, têtes fémorales). Sur base de ce scanner, un plan de traitement est ensuite préparé afin d'assurer qu'une dose spécifique sera bien délivrée à la vessie, tout en préservant autant que possible les organes à risque. Dans le cadre du traitement trimodal du cancer de la vessie, une dose de 55 Gy en 20 fractions est recommandée. Pour les patients pour lesquels une série de 20 séances n'est pas possible, un schéma palliatif peut être proposé, administrant 36 Gy en 6 fractions, une fois par semaine. Cela permet d'obtenir un bon contrôle local sans effets secondaires prononcés du traitement (4).

En radiothérapie classique, le plan de traitement est délivré tel quel à chaque session sans tenir compte des variations anatomiques quotidiennes possibles. Or, la vessie est un organe qui peut changer de volume rapidement, que ce soit d'une séance à une autre ou pendant une même séance. Il en va de même pour la position de l'intestin grêle qui souvent repose sur le dôme de la vessie. Or l'intestin grêle est particulièrement sensible aux hautes doses de radiothérapie. L'absence d'adaptation du plan de traitement à ces variations anatomiques quotidiennes pourrait donc mener à moins bien couvrir la vessie, si elle devait être plus volumineuse que prévu, ou irradier davantage l'intestin grêle (et donc induire plus de toxicité) en cas inverse. La radiothérapie adaptative vient en réponse à cette problématique. Grâce à l'intelligence artificielle, tous les volumes (vessie, intestin grêle, ...) sont adaptés à l'anatomie du jour du patient. Un nouveau plan est ensuite immédiatement recalculé et délivré. L'utilisation de la

radiothérapie adaptative nous permet ainsi de traiter la vessie de manière beaucoup plus précise tout en préservant mieux l'intestin environnant. (Figure 1) Depuis octobre 2021, le service de radiothérapie des Cliniques universitaires Saint Luc s'est équipé d'une machine dédiée à la radiothérapie adaptative principalement pour le traitement de patients atteints de cancer de la prostate. En 2023, à St. Luc, 34 patients atteints de cancer de la vessie ont été traités par radiothérapie, et nous nous attendons à ce que ce nombre augmente à l'avenir.

En conclusion, la radiothérapie dans le cancer de la vessie montre un intérêt grandissant dans la prise en charge curative des patients, permettant d'éviter la chirurgie de cystectomie. Elle nécessite cependant une prise en charge spécifique sous réserve d'une toxicité qui peut également altérer le confort des patients (entérite ou cystite radique). C'est pourquoi la radiothérapie adaptative se positionne comme un atout majeur dans le traitement de ces patients, offrant la possibilité de mieux cibler la vessie, mieux protéger les organes sains.

FIGURE 1. Comparaison de la dosimétrie au niveau de la vessie entre le plan préalablement établi et le plan adaptatif.



RÉFÉRENCES

1. Chiffres du Registre du cancer belge.
2. Swinton M, Mariam NGB, Tan JL, Murphy K, Elumalai T, Soni M, *et al.* Bladder-Sparing Treatment With Radical Dose Radiotherapy Is an Effective Alternative to Radical Cystectomy in Patients With Clinically Node-Positive Nonmetastatic Bladder Cancer. *J Clin Oncol.* 2023 Sep 20;41(27):4406-4415. doi: 10.1200/JCO.23.00725. Epub 2023 Jul 21. PMID: 37478391.
3. Huddart R, Hafeez S, Omar A, Alonzi R, Birtle A, Cheung KC, *et al.* Acute Toxicity of Hypofractionated and Conventionally Fractionated (Chemo) Radiotherapy Regimens for Bladder Cancer: An Exploratory Analysis from the RAIDER Trial. *Clin Oncol (R Coll Radiol).* 2023 Sep;35(9):586-597. doi: 10.1016/j.clon.2023.05.002. Epub 2023 May 9. PMID: 37225552.
4. Huddart R, Hafeez S, Lewis R, McNair H, Syndikus I, Henry A, *et al.*; HYBRID Investigators. Clinical Outcomes of a Randomized Trial of Adaptive Plan-of-the-Day Treatment in Patients Receiving Ultra-hypofractionated Weekly Radiation Therapy for Bladder Cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2021 Jun 1;110(2):412-424. doi: 10.1016/j.ijrobp.2020.11.068. Epub 2020 Dec 11. PMID: 33316362; PMCID: PMC8114997.