

Research



Variations anatomiques des organes pelviens au cours de la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité des cancers de la prostate

Fatma Dhouib,  Nejla Fourati, Leila Farhat, Tarek Sahnoun, Wicem Siala, Mourad Hadj Slimene, Wafa Mnejja, Jamel Daoud

Corresponding author: Fatma Dhouib, Département d'Oncologie Radiothérapie, CHU Habib Bourguiba, Rue Al Firdaws, Sfax, Tunisie. dhouib.fat@gmail.com

Received: 02 Oct 2020 - **Accepted:** 21 Nov 2021 - **Published:** 18 May 2022

Keywords: Cancers prostatiques, modifications anatomiques, RCMI

Copyright: Fatma Dhouib et al. PAMJ - One Health (ISSN: 2707-2800). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution International 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Cite this article: Fatma Dhouib et al. Variations anatomiques des organes pelviens au cours de la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité des cancers de la prostate. PAMJ - One Health. 2022;8(3). 10.11604/pamj-oh.2022.8.3.26343

Available online at: <https://www.one-health.panafrican-med-journal.com/content/article/8/3/full>

Variations anatomiques des organes pelviens au cours de la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité des cancers de la prostate

Anatomical variations of pelvic organs in patients with prostate cancer receiving intensity modulated radiotherapy

Fatma Dhouiba^{1,2}, Nejla Fouratia^{1,2}, Leila Farhat^{1,2}, Tarek Sahnoun^{1,2}, Wicem Siala^{1,2}, Mourad Hadj Slimene^{2,3}, Wafa Mnejja^{1,2}, Jamel Daoud^{1,2}

¹Département d'Oncologie Radiothérapie, CHU Habib Bourguiba, Rue Al Firdaws, Sfax, Tunisie, ²Université de Sfax, Route de l'aéroport Km, Sfax, Tunisie, ³Département d'Urologie, CHU Habib Bourguiba, Rue Al Firdaws, Sfax, Tunisie

&Auteur correspondant

Fatma Dhouib, Département d'Oncologie Radiothérapie, CHU Habib Bourguiba, Rue Al Firdaws, Sfax, Tunisie

Résumé

Introduction: au cours de la radiothérapie, des variations anatomiques des organes pelviens inter et intra-fractions peuvent être observées. L'objectif de cette étude est d'évaluer ces variations au cours de la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI) des cancers de la prostate. **Méthodes:** dix patients ont été colligés dans cette étude. Cinq scanners dosimétriques hebdomadaires ont été refaits avec délimitation de la prostate et des organes pelviens (vessie et rectum). Les variations volumétriques de ces trois organes ainsi que le déplacement de l'isocentre de la prostate dans les trois axes de l'espace (X, Y, Z) ont été relevés. **Résultats:** une diminution moyenne significative du volume prostatique de $18,82\% \pm 3,87\%$ ($p=0,008$) a été retrouvée à la fin du traitement. Des variations volumétriques significatives et aléatoires ont été observées au niveau des organes à risque avec une amplitude plus importante au niveau de la vessie par rapport à celle du rectum ($-90,17 \text{ cc} \pm 151,56 \text{ cc}$ et de $-23,90 \text{ cc} \pm 35,42 \text{ cc}$, respectivement). Les changements du volume rectal ont été corrélés à un déplacement de l'isocentre de la prostate dans l'axe Y et l'axe Z avec une migration moyenne de $+1,90 \text{ mm} \pm 3,36 \text{ mm}$ et de $-0,78 \text{ mm} \pm 1,21 \text{ mm}$ respectivement. **Conclusion:** la variation volumétrique du rectum au cours de la RCMI des cancers la prostate a été accompagnée d'un déplacement significatif de la prostate dans les axes Y et Z ce qui pourrait la faire sortir en partie du volume planifié initialement.

English abstract

Introduction: during radiotherapy, interfractional and intrafractional anatomic variations in pelvic organs may be observed. The purpose of this study is to evaluate these variations in patients with prostate cancer receiving intensity-modulated radiotherapy (IMRT). **Methods:** ten patients were enrolled in this study. Five weekly dosimetry scans

were performed with delineation of prostate and pelvic organs (bladder and rectum). Volumetric variations of these three organs as well as prostate isocenter shift along the three axes of space (X, Y, Z) were recorded. **Results:** a significant mean decrease in prostate volume of $18.82\% \pm 3.87\%$ ($p=0.008$) was found at the end of treatment. Significant and random volumetric variations were detected in organs at risk with a higher amplitude at the level of the bladder compared to those of the rectum ($-90.17 \text{ cc} \pm 151.56 \text{ cc}$ and $-23.90 \text{ cc} \pm 35.42 \text{ cc}$, respectively). Changes in rectal volume were correlated with prostate isocenter shift along the Y and Z axes, with an average migration of $+1.90 \text{ mm} \pm 3.36 \text{ mm}$ and $-0.78 \text{ mm} \pm 1.21 \text{ mm}$, respectively. **Conclusion:** volumetric variation of the rectum in patients with prostate cancers receiving IMRT was accompanied by a significant displacement of the prostate along the Y and Z axes, which could cause partial deviation of the initially established prostate volume.

Key words: Prostate cancers, anatomical modifications, intensity-modulated radiotherapy

Introduction

La radiothérapie externe est l'une des principales options thérapeutiques du cancer localisé de la prostate quel que soit son groupe pronostique [1-3]. Le traitement des cancers de la prostate a fait l'objet de principaux progrès technologiques passant successivement de la radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle (RT3D) à la modulation d'intensité (RCMI) et plus récemment le guidage par l'image (IGRT). Ces techniques innovantes de haute précision géométrique ont permis un ciblage précis du volume à irradier tout en épargnant les tissus sains avoisinants. Ceci a rendu possible l'escalade de dose progressive au niveau de la prostate dont l'intérêt pronostique a été prouvé, sans majoration des effets secondaires aigus et tardifs [4-6]. Au cours du traitement par radiothérapie, des variations anatomiques des organes pelviens inter et intra-fractions peuvent

être observés. Ceci pourrait être susceptible d'altérer la couverture dosimétrique au niveau de la prostate et par conséquent le contrôle tumoral et/ou de majorer les doses aux organes à risque (OARs) et augmenter alors les toxicités et altérer la qualité de vie. L'IGRT a permis, grâce à des systèmes d'images volumiques en trois dimensions embarqués sur les accélérateurs linéaires (CBCT: Cone Beam Computed Tomography), de contrôler et corriger les erreurs liées aux variations volumétriques et aux mouvements des organes pelviens au cours des séances d'irradiation. Dans ce contexte nous proposons dans cette étude de quantifier les variations anatomiques au niveau de la prostate et des organes pelviens notamment la vessie et le rectum au cours du traitement par RCMI des cancers localisés de la prostate.

Méthodes

Patients: dix patients atteints d'un cancer localisé de la prostate au cours du traitement par RCMI au service d'oncologie-radiothérapie du centre hospitalo-universitaire Habib Bourguiba de Sfax, Tunisie, entre 2016 et 2017, ont été inclus dans notre étude. Tous les patients ont reçu une hormonothérapie par les analogues de LHRH, associée à la radiothérapie, dont la durée dépendait du groupe à risque (selon la classification NCCN 2014). L'âge moyen des patients était de 71,7 ans (57-84 ans). Un taux de PSA moyen, au moment du diagnostic, était de 16,7 ng/ml (5-43 ng/ml).

Première étape: planification initiale du traitement: une première étape de planification du traitement a été effectuée chez tous les patients en suivant la procédure adoptée dans notre institution et inspirée des recommandations des sociétés savantes [7,8]. Le scanner dosimétrique a été réalisé avec une vessie en semi-réplétion et un rectum vide si possible. La définition des volumes cibles (VC) ainsi que des OARs a été faite conformément aux recommandations du protocole GETUG-AFU

18 [7]. Les OARs délinéés ont été la paroi vésicale, la paroi rectale, les têtes et cols fémoraux, le canal anal, le bulbe pénien et l'intestin grêle (en cas d'irradiation ganglionnaire pelvienne). La délinéation a été faite par le même opérateur et validée par un deuxième pour minimiser les variations inter-observateurs. Tous les patients ont été traités selon une technique de RCMI par 5 faisceaux de photons X de 18 MV avec une technique de boost intégré (SIB) chez 9 patients et séquentielle chez le patient ayant eu une irradiation pelvienne. Dans le cadre de l'implémentation de la RCMI dans notre département, nous avons adopté une stratégie d'escalade de dose progressive avec une dose moyenne de 76,4 Gy (74-77,7 Gy). L'optimisation de la distribution de dose a été faite selon le principe de la planification inverse.

Deuxième étape: partie expérimentale: chacun des dix patients a eu, après consentement, une imagerie tomodensitométrique de surveillance (CTs) le dernier jour des 5 premières semaines durant la période du traitement sauf un seul patient qui a refusé de réaliser le dernier scanner. Les CT hebdomadaires ont été réalisées dans les 30 minutes précédant ou suivant la fraction de traitement, dans la même position et avec les mêmes moyens de contention que le scanner initial (CTi) et ceci afin d'éviter les potentielles sources de biais. Le plan zéro de référence du scanner de surveillance a été défini comme étant l'isocentre du plan de traitement initial. Nous avons procédé à la fusion des CTs avec les CTi à l'aide d'une fusion automatique initiale suivie d'un ajustement manuel afin de minimiser l'écart entre l'image fixe et l'image déformable. Nous avons délinéé pour chaque patient et sur les différents CTs la prostate seule comme VC et la vessie et le rectum comme OARs. Le contourage de la prostate seule a été fait sans marge additionnelle pour pouvoir par la suite étudier ses variations anatomiques. Pour les OARs, seul le rectum et la vessie ont été étudiés dans la mesure où ils sont les deux organes pelviens adjacents au VC et qui sont mobiles et peuvent subir des variations

anatomiques tout au long du traitement. Nous avons délinéé la totalité de ces deux structures comme étant des organes et non pas des parois conformément aux recommandations du RTOG pour faciliter l'interprétation des résultats. Dans un deuxième temps, nous avons procédé à se limiter à la délinéation de la partie du rectum en regard de la prostate.

Recueil des données: pour chaque patient et sur les différents CTs nous avons relevé les données suivantes: le volume initial (V_i), le nouveau volume de chaque structure (V_n) sur les différents CTs, la variation ($V_n - V_i$), l'écart relatif $(V_n - V_i)/V_i * 100$ et le déplacement du centre de masse de la prostate entre le CTi et chaque CTs dans les trois axes de l'espace: l'axe des X (latéro-médial), l'axe des Y (antéro-postérieur) et l'axe des Z (crânio-caudal). Les valeurs positives indiquaient un déplacement antérieur, supérieur ou droit.

Analyse statistique: pour les 10 patients, nous avons analysé 59 structures pour la prostate et 118 structures pour les OARs. L'analyse des données a été faite à l'aide du logiciel SPSS v20.0. Un test a été considéré statistiquement significatif pour une valeur de $p < 0,05$. Une corrélation statistiquement significative a été considérée comme nulle si le coefficient de corrélation « r » était égal à 0, faible si $0 < r < 0,5$, forte si $0,5 \leq r < 0,8$, très forte si $0,8 \leq r < 1$ et parfaite si $r = 1$.

L'analyse des résultats a été réalisée de deux manières différentes selon la structure: pour les variations anatomiques de la prostate, la comparaison a été faite pour chaque volume de contrôle par rapport au volume initial et au volume de contrôle précédent, séparément, permettant ainsi de suivre l'évolution du volume prostatique dans le temps. Pour la variation volumétrique des OARs, nous avons opté plutôt pour une comparaison globale des variations entre le CTi et les différents CTs indépendamment de la date de leur réalisation. Cette stratégie nous a permis une meilleure analyse statistique en augmentant l'échantillon (49 observations).

Résultats

Variations volumétriques

Variations volumétriques de la prostate: une diminution moyenne du volume prostatique de $9,88 \text{ cc} \pm 2,79 \text{ cc}$ ($18,82\% \pm 3,87\%$) a été constatée à la fin du traitement, soit $-0,26 \text{ cc} \pm 0,07 \text{ cc}$ par jour ($0,50\% \pm 0,10\%$ par jour). La réduction du volume prostatique tout au long du traitement a été significative pour les dix patients mais variable d'un patient à un autre et d'un scanner à un autre chez le même patient. L'amplitude de la réduction du volume a été plus importante chez les patients avec un volume prostatique initial $> 40 \text{ cc}$ et pendant la première semaine du traitement (Figure 1).

Variations volumétriques des OARs: des modifications aléatoires des volumes vésical et rectal, ont été observées chez tous les patients durant la RCMI (Figure 2, Figure 3).

Pour le rectum: la variation globale moyenne du volume en totalité au cours du traitement a été de $-23,90 \text{ cc} \pm 35,42 \text{ cc}$ soit un pourcentage de $-17,67\% \pm 28,79\%$ ($p < 10^{-3}$). Pour la partie du rectum située en regard de la prostate, nous avons noté une diminution moyenne de $9,56 \text{ cc} \pm 18,18 \text{ cc}$ soit un pourcentage de $-11,25\% \pm 33,37\%$ ($p = 0,003$) (Tableau 1).

Pour la vessie: la variation globale moyenne du volume au cours du traitement a été de $-90,17 \text{ cc} \pm 151,56 \text{ cc}$ soit un pourcentage de $-19,49\% \pm 61,66\%$ ($p = 10^{-3}$).

Déplacements géométriques: une migration moyenne supra millimétrique de l'isocentre de la prostate vers l'avant, de $+1,90 \text{ mm} \pm 3,36 \text{ mm}$, a été observée dans l'axe des Y. Le Tableau 2 montre les variations globales de l'isocentre de la prostate dans les 3 axes (X, Y et Z) tout au long de la période d'irradiation des 10 patients. Une forte corrélation significative ($r = -0,65$; $p < 10^{-3}$) a été constatée entre la variation positionnelle de la prostate dans l'axe des Y et la variation

volumétrique du rectum au cours de l'irradiation. En étudiant la partie du rectum en regard de la prostate la corrélation était également significative ($r = -0,56$; $p = <10^{-3}$). Cependant, il n'y avait aucune corrélation entre les modifications volumétriques de la vessie et les variations positionnelles de la prostate.

Discussion

La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité constitue une évolution technologique majeure dans l'arsenal thérapeutique des cancers de la prostate. Elle a permis de réduire les toxicités liées à la radiothérapie grâce au fort gradient de dose entre le volume à traiter et les organes à protéger tout autour [9]. Ce gain en terme de toxicité a permis une escalade de dose au niveau de la prostate ce qui a amélioré d'une façon significative le taux de contrôle local et biochimique de la maladie [10,11]. La RCMI est devenue donc, une technique de choix pour le traitement des cancers localisés de la prostate [12]. En raison de la localisation anatomique de la prostate (au niveau de la partie inférieure de la vessie et devant le rectum), la réplétion physiologique de ces deux organes peut entraîner des variations aléatoires de sa position ainsi que de sa forme. Ceci pourrait modifier la dosimétrie planifiée au cours du traitement ce qui risquerait d'influencer aussi bien le contrôle local que les toxicités. Dans cette étude, une diminution moyenne significative du volume prostatique a été retrouvée à la fin du traitement. Des variations volumétriques significatives et aléatoires ont été observées au niveau des organes à risque avec une amplitude plus importante au niveau de la vessie par rapport à celle du rectum. Les changements du volume rectal ont été corrélés à un déplacement de l'isocentre de la prostate dans l'axe Y et l'axe Z.

Variations volumétriques des organes pelviens au cours de la RCMI: au cours de la RCMI des cancers de la prostate, nous avons constaté une réduction moyenne du volume prostatique statistiquement

significative de 9,88 cc (-18,82%) à la fin du traitement, soit -0,26 cc par jour (0,50% par jour). Nos résultats sont concordants à ceux rapportés dans la littérature. En effet, selon Frank *et al.* le taux de réduction moyenne du volume prostatique était de -11,5% (4,9cc) à la fin du traitement soit 0,7% à 3,5% par semaine dans 53% des cas (N =15 patients) [13]. Des résultats similaires ont été rapportés par Roeske *et al.* et Tinger *et al.* traduisant une variation du volume prostatique de 15% et de 3% à 11% respectivement [14,15]. Cependant, pour Liu et Wu. la variation du volume de la prostate a été non statistiquement significative pour la moitié des patients de leur série (-0,22 cc \pm 0,24 cc/jour, soit -0,10% \pm 0,10% par jour). Pour la 2e moitié, le volume prostatique a diminué d'une façon significative tout au long du traitement (-0,18 cc \pm 0,10 cc/jour ou -0.39% \pm 0,25% par jour) [16] (Tableau 3). Dans notre série, on a remarqué, en plus, que l'amplitude de la réduction du volume a été plus importante chez les patients ayant un volume prostatique initial 40 cc et pendant la première semaine du traitement qui pourrait être expliquée par les phénomènes inflammatoires cliniques qui apparaissent après la première semaine d'irradiation.

Pour les OARs, la variation globale moyenne du volume rectal dans notre étude était de -23,90 cc (-17,67%). L'amplitude était plus importante pour la vessie atteignant -90,17 cc (-19,49%). Ces variations ont été variables d'un patient à un autre pour les 2 organes et aléatoire chez le même patient. Ceci a été dans le même sens que les résultats de Tinger *et al.* qui ont constaté des écarts allant de 15% à 40% pour le volume de la vessie et de 6% à 28% pour le volume rectal. Ces variations volumétriques ont été également variables d'un patient à un autre [15]. Plus récemment, Chen *et al.* ont constaté, à travers leur étude menée sur 19 patients, que la variation du volume vésical au cours du traitement a été plus importante que celle du rectum avec une variation du volume normalisé à l'OAR correspondant sur le scanner de planification de 0,13-0,58 pour la vessie et de 0,12-0,50 pour le

rectum [17]. Par ailleurs, d'autres études ont pu démontrer des tendances volumétriques tout au long du traitement. En effet, Lebesque *et al.* ont observé une diminution de 6% et 4% par semaine du volume du rectum et de la vessie, respectivement [18]. De même, Crook *et al.* ont noté une diminution moyenne du diamètre du rectum de 15 mm après 40 Gy [19]. Engels *et al.* ont pu individualiser deux groupes de patients: ceux ayant un rectum dit « stable » dont la variation volumétrique moyenne du rectum a été de $6,6 \text{ cc} \pm 2,1 \text{ cc}$ et les patients ayant un rectum « instable » (ballonnements et/ou des flatulences quotidiens) dont la variation volumétrique moyenne du rectum a été plus importante, de $9,5 \text{ cc} \pm 3,7 \text{ cc}$ [20] (Tableau 3).

Impact géométrique des variations anatomiques:

les variations volumétriques aléatoires observées au niveau des organes pelviens auraient-elles un impact sur la position de la prostate? En effet, un déplacement moyen de l'isocentre de la prostate a été dans notre étude de $+1,90 \text{ mm} \pm 3,36 \text{ mm}$, $-0,78 \text{ mm} \pm 1,21 \text{ mm}$ et $-0,11 \text{ mm} \pm 0,46 \text{ mm}$ respectivement dans les directions antéro-postérieure (AP), supéro-inférieure (SI) et latérale (LR). Zelefsky *et al.* ont observé également un déplacement moyen du centre de masse de la prostate pour tous les patients (N=61) de $1,2 \text{ mm} \pm 2,9 \text{ mm}$, $0,5 \text{ mm} \pm 3,3 \text{ mm}$ et $0,6 \text{ mm} \pm 0,8 \text{ mm}$ respectivement dans les directions AP, SI et LR [21]. De même, les variations positionnelles de la prostate étaient plus importantes dans la direction AP que dans les autres directions pour Song *et al.* [22] (Tableau 4). Les premières études qui se sont intéressées à étudier les mouvements internes des organes pelviens ont montré que le changement de la position de la prostate au cours du traitement était largement influencé par les modifications du remplissage physiologique de la vessie et du rectum [23,14]. D'autres études ont par la suite montré que la modification du volume rectal a un impact plus important sur le mouvement de la prostate que la variation du volume de la vessie [21,24]. Engels *et al.* ont constaté que les déplacements prostatiques dans

la direction AP étaient plus importants chez les patients ayant un rectum « instable » que chez ceux ayant un rectum « stable » ($p < 0,01$) [20]. De même, dans notre étude, une corrélation statistiquement significative a été retrouvée entre la variation positionnelle de la prostate (dans l'axe Y ainsi que dans l'axe Z) et la variation volumétrique du rectum au cours de l'irradiation. L'augmentation du volume du rectum a été associée à un déplacement moyen postérieur de la prostate. Ces mêmes résultats ont été retenus en étudiant uniquement le segment du rectum situé en regard de la prostate. Il semble que les variations positionnelles de la prostate au cours du traitement ne dépendraient pas uniquement des variations volumétriques du rectum. D'autres facteurs pourraient être impliqués dont le déplacement de la paroi antérieure du rectum qui est en contact avec la prostate.

Impact clinique des variations anatomiques:

les variations positionnelles de la prostate en rapport avec les modifications anatomiques du rectum pourraient-elles impacter et modifier la dosimétrie initialement planifiée? En effet, deux essais randomisés de phase III évaluant une escalade de dose pour le traitement des cancers localisés de la prostate ont démontré qu'une distension rectale lors de la planification initiale du traitement a été responsable d'une diminution du contrôle biochimique et clinique à 5 ans de 15 à 29%. Cependant le risque de rectite post-radique de grade 2 a été moins élevé [25,26]. Pour tenir compte des modifications anatomiques au cours du traitement, il serait alors nécessaire d'augmenter d'avantage les marges du volume cible prévisionnel (PTV) par rapport au volume cible anatomoclinique (CTV) ce qui risquerait de majorer les toxicités au niveau des OARs. Le contrôle des changements anatomiques observés au niveau des organes pelviens au cours du traitement est rendu aujourd'hui possible grâce aux nouvelles techniques de radiothérapie notamment celle guidée par l'image (IGRT) afin de corriger les éventuelles modifications anatomiques et réduire les marges du PTV offrant

ainsi une meilleure protection des OARs. L'intérêt de l'IGRT dans le traitement des cancers de la prostate a été démontré par les travaux de Zelefsky *et al.* avec une réduction significative des toxicités génito-urinaires tardives de grade ≥ 2 de 10% ($p= 0,02$) et une augmentation significative des taux de contrôle biochimique de 19,3% passant de 77.7% à 97% ($p= 0,05$) [27].

Limites: la présente étude pourrait être limitée en termes d'applicabilité et de généralisation en raison du petit nombre de participants. En raison de la petite taille de l'échantillon, les résultats de cette étude peuvent ne pas être représentatifs du nombre total de patients irradiés pour des cancers localisés de la prostate.

Conclusion

La prostate diminue de volume au cours de la RCMI. L'amplitude de la réduction était plus importante chez les patients avec un volume prostatique initial > 40 cc et pendant la première semaine du traitement. Pour les OARs, les variations volumétriques sont aléatoires au cours du temps et plus importantes pour la vessie que pour le rectum. Les modifications anatomiques du rectum au cours de l'irradiation est accompagnée d'un déplacement significatif de la prostate dans les axes Y et Z ce qui pourrait la faire sortir en partie du volume planifié initialement. Il serait alors intéressant d'étudier l'impact dosimétrique de ces modifications anatomiques aussi bien sur la couverture du volume cible que sur les contraintes de dose aux OARs notamment le rectum et la vessie.

Etat des connaissances sur le sujet

- *La RCMI est devenue une technique de choix pour le traitement des cancers localisés de la prostate.*
- *Au cours de la RCMI, des variations anatomiques des organes pelviens inter et intra-fractions peuvent être observés.*

Contribution de notre étude à la connaissance

- *La prostate diminue de volume au cours de la RCMI avec une amplitude plus importante chez les patients avec un volume prostatique initial > 40 cc et pendant la première semaine du traitement.*
- *Les variations volumétriques des organes à risque sont aléatoires au cours de la RCMI.*
- *Les modifications anatomiques du rectum au cours de l'irradiation sont accompagnées d'un déplacement significatif de la prostate dans les axes Y et Z ce qui pourrait la faire sortir en partie du volume planifié initialement.*

Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit

Tableaux et figures

Tableau 1: variations volumétriques du rectum au cours de la RCMI selon deux méthodes de délimitation

Tableau 2: variations en mm de l'isocentre de la prostate au cours de la RCMI

Tableau 3: variations volumétriques des organes pelviens selon les résultats des principales études

Tableau 4: variations positionnelles de la prostate selon les résultats des principales études

Figure 1: variation hebdomadaire du volume de la prostate au cours de la RCMI

Figure 2: variation hebdomadaire du volume rectal (a) et du volume vésical (b) au cours de la RCMI

Figure 3: exemple de variation volumétrique du rectum (a) et de la vessie (b) au cours de la RCMI

Références

1. Chen L, Li Q, Wang Y, Zhang Y, Ma X. Comparison on efficacy of radical prostatectomy versus external beam radiotherapy for the treatment of localized prostate cancer. *Oncotarget*. 2017;8(45): 79854-63. **PubMed** | **Google Scholar**
2. Aizer AA, Yu JB, Colberg JW, McKeon AM, Decker RH, Peschel RE. Radical prostatectomy vs. intensity-modulated radiation therapy in the management of localized prostate adenocarcinoma. *Radiother Oncol*. 2009;93(2): 185-91. **PubMed** | **Google Scholar**
3. Merino T, San Francisco IF, Rojas PA, Bettoli P, Zúñiga Á, Besa P. Intensity-modulated radiotherapy versus radical prostatectomy in patients with localized prostate cancer: long-term follow-up. *BMC Cancer*. 2013;13: 530. **PubMed** | **Google Scholar**
4. Beckendorf V, Guerif S, Le Prisé E, Cosset JM, Bognoux A, Chauvet B *et al*. 70 Gy Versus 80 Gy in Localized Prostate Cancer: 5-Year Results of GETUG 06 Randomized Trial. *Int J Radiat Oncol*. 2011;80(4): 1056-63. **PubMed** | **Google Scholar**
5. Dearnaley DP, Jovic G, Syndikus I, Khoo V, Cowan RA, Graham JD *et al*. Escalated-dose versus control-dose conformal radiotherapy for prostate cancer: long-term results from the MRC RT01 randomised controlled trial. *Lancet Oncol*. 2014;15(4): 464-73. **PubMed** | **Google Scholar**
6. Zietman AL, DeSilvio ML, Slater JD, Rossi CJ, Miller DW, Adams JA *et al*. Comparison of conventional-dose vs high-dose conformal radiation therapy in clinically localized adenocarcinoma of the prostate. *JAMA*. 2005 Sep 14;294(10): 1233-9. **PubMed** | **Google Scholar**
7. Etude de phase III comparant une irradiation à la dose de 80 Gy à une irradiation de 70 Gy dans les cancers de prostate du groupe défavorable en association avec une hormonothérapie longue. 2011: 6(16).
8. Ortholan C, Estivalet S, Barillot I, Costa A, Gérard JP, SFRO. Guide des procédures de radiothérapie externe. *Cancer/Radiothérapie*. 2007;11(6-7): 329-330. **PubMed** | **Google Scholar**
9. Yu T, Zhang Q, Zheng T, Shi H, Liu Y, Feng S *et al*. The effectiveness of intensity modulated radiation therapy versus three-dimensional radiation therapy in prostate cancer: a meta-analysis of the literatures. *PLoS One*. 2016: 11(5): e0154499. **PubMed** | **Google Scholar**
10. Viani GA, Stefano EJ, Luis Alfonso S. Higher-than-conventional radiation doses in localized prostate cancer treatment: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Int J Radiation Oncology Biol. Phys* 2009;74(5): 1405-18. **PubMed** | **Google Scholar**
11. Hou Z, Li G, Bai S. High dose versus conventional dose in external beam radiotherapy of prostate cancer: a meta-analysis of long-term follow-up. *J Cancer Res Clin Oncol*. 2015;141(6): 1063-7. **PubMed** | **Google Scholar**
12. Zelefsky MJ, Fuks Z, Hunt M, Yamada Y, Marion C, Ling CC *et al*. High-dose intensity modulated radiation therapy for prostate cancer: early toxicity and biochemical outcome in 772 patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2002;53(5): 1111-6. **PubMed** | **Google Scholar**
13. Frank Sj, Kudchadker Rj, Kuban Da, De Crevoisier R, Lee AK, Cheung RM *et al*. A volumetric trend analysis of the prostate and seminal vesicles during a course of intensity-modulated radiation therapy. *Am J Clin Oncol*. 2010; 33(2): 173-7. **PubMed** | **Google Scholar**

14. Roeske JC, Forman JD, Mesina CF, He T, Pelizzari CA, Fontenla E *et al.* Evaluation of changes in the size and location of the prostate, seminal vesicles, bladder, and rectum during a course of external beam radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1995;33(5): 1321-9. **PubMed** | **Google Scholar**
15. Tinger J, Michalski M, Cheng A, Low DA, Zhu R, Bosch WR *et al.* A critical evaluation of the planning target volume for 3-D conformal radiotherapy of prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1998 Aug 1;42(1): 213-21. **PubMed** | **Google Scholar**
16. Liu H and Wu Q. A “rolling average” multiple adaptive planning method to compensate for target volume changes in image-guided radiotherapy of prostate cancer. *Journal of Applied Clinical Medical Physics.* 2012;13(1): 124-37. **PubMed** | **Google Scholar**
17. Chen Z, Yang Z, Wang J, Hu W. Dosimetric impact of different bladder and rectum filling during prostate cancer radiotherapy. *Radiation Oncology.* 2016;11: 103. **PubMed** | **Google Scholar**
18. Lebesque JV, Bruce AM, Kroes AP, Touw A, Shouman RT, Van Herk M. Variation in volumes, dose-volume histograms, and estimated normal tissue complication probabilities of rectum and bladder during conformal radiotherapy of t3 prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1995 Dec 1;33(5): 1109-19. **PubMed** | **Google Scholar**
19. Crook JM, Raymond Y, Salhani D, Yang H, Esche B. Prostate motion during standard radiotherapy as assessed by fiducial markers. *Radiother Oncol.* 1995 Oct;37(1): 35-42. **PubMed** | **Google Scholar**
20. Engels B, Tournel K, Soete G, Storme G. Assessment of rectal distention in radiotherapy of prostate cancer using daily megavoltage CT image guidance. *Radiother Oncol.* 2009 Mar;90(3): 377-81. **PubMed** | **Google Scholar**
21. Zelefsky MJ, Fuks Z, Happersett L, Lee HJ, Ling CC, Burman CM. Clinical experience with intensity modulated radiation therapy (IMRT) in prostate cancer. *Radiother Oncol.* 2000;55(3): 241-9. **PubMed** | **Google Scholar**
22. Song W, Schaly B, Bauman G, Battista J, and Van Dyk J. Image-guided adaptive radiation therapy (IGART): radiobiological and dose escalation considerations for localized carcinoma of the prostate. *Med Phys.* 2005;32(7): 2193-203. **PubMed** | **Google Scholar**
23. Ten Haken RK, Forman JD, Heimbürger DK, Gerhardsson A, Mcshan DL, Perez-Tamayo C *et al.* Treatment planning issues related to prostate movement in response to differential filling of the rectum and bladder. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1991;20(6): 1317-24. **PubMed** | **Google Scholar**
24. Dawson LA, Mah K, Franssen E, Morton G. Target position variability throughout prostate radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1998;42(5): 1155-61. **PubMed** | **Google Scholar**
25. De Crevoisier R, Tucker SL, Dong L, Mohan R, Cheung R, Cox JD *et al.* Increased risk of biochemical and local failure in patients with distended rectum on the planning CT for prostate cancer radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2005 Jul 15;62(4): 965-73. **PubMed** | **Google Scholar**
26. Heemsbergen WD, Hoogeman MS, Witte MG, Peeters ST, Incrocci L, Lebesque JV. Increased risk of biochemical and clinical failure for prostate patients with a large rectum at radiotherapy planning: results from the Dutch trial of 68 Gy versus 78 Gy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2007 Apr 1;67(5): 1418-24. **PubMed** | **Google Scholar**

27. Zelefsky MJ, Kollmeier M, Cox B, Fidaleo A, Sperling D, Pei X *et al.* Improved clinical outcomes with high-dose image guided radiotherapy compared with non-IGRT for the treatment of clinically localized prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2012 Sep 1;84(1): 125-9S. **PubMed** | **Google Scholar**

Tableau 1: variations volumétriques du rectum au cours de la RCMi selon deux méthodes de délinéation

Méthode de délinéation	Variation de volume (cc)		Pourcentage de variation (%)		P
	Médiane [extrêmes]	Moyenne ± écart type	Médiane [extrêmes]	Moyenne ± écart type	
Totalité du rectum selon les recommandations du «RTOG»	-11,10 [-103,80, 39,80]	-23,90 ± 35,42	-17,42 [-68,69,51,46]	-17,67 ± 28,79	<10-3
Partie du rectum en regard de la prostate	-5,60 [-50,60 ; 24,90]	-9,56 ± 18,18	-12,71 [-60,96 ; 72,59]	-11,25 ± 33,37	0,003

Tableau 2: variations en mm de l'isocentre de la prostate au cours de la RCMi

Axe des X		Axe de Y		Axe des Z	
Médiane [extrêmes] (mm)	Moyenne ± écart type (mm)	Médiane [extrêmes] (mm)	Moyenne ± écart type (mm)	Médiane [extrêmes] (mm)	Moyenne ± écart type (mm)
-0,10 [-1,30; 0,90]	-0,11 ± 0,46	+1,50 [-8,20; 8,80]	+1,90 ± 3,36	-0,50 [-3,90; 1,60]	-0,78 ± 1,21

Tableau 3: variations volumétriques des organes pelviens selon les résultats des principales études

Organes	Etudes	Variations volumétriques au cours de la RCMI
Prostate	Liu et Wu	-0,22 cc ± 0,24 cc / jour (-0,10% ± 0,10% par jour): 50% des cas -0,18 cc ± 0,10 cc / jour (-0,39% ± 0,25% par jour): 50% des cas
	Frank <i>et al.</i>	-4,9cc (-11,5%) à la fin du traitement
	Roeske <i>et al.</i>	Variation moyenne : 15%
	Tinger <i>et al.</i>	Variation moyenne : 3%-11%
	Notre étude	9,88 cc ± 2,79 cc (18,82% ± 3,87%) à la fin du traitement -0,26 cc ± 0,07 cc par jour (0,50% ± 0,10% par jour)
Organes à risque	Tinger <i>et al.</i>	Rectum : 6% - 28%; vessie : 15% - 40%
	Lebesque <i>et al.</i>	Rectum : - 6% par semaine; vessie : - 4% par semaine
	Engels <i>et al.</i>	Rectum «stable» : variation moyenne : 6,6 cc ±2,1cc rectum «instable» : variation moyenne : 9,5 cc ±3,7cc
	Notre étude	Rectum : variation moyenne : -23,90 cc ± 35,42 cc (-17,67% ± 28,79%); vessie : variation moyenne : -90,17 cc ± 151,56 cc (-19,49% ± 61,66 %)

Tableau 4: variations positionnelles de la prostate selon les résultats des principales études

Etudes	Variation moyenne de la position de la prostate au cours de la RCMI (mm)		
	Axe des X (latéral)	Axe des Y (antéro-postérieur)	Axe des Z (crânio-caudal)
Zelefsky <i>et al.</i>	0,6±0,8	1,2±2,9	0,5±3,3
Song <i>et al.</i>	-0,4 ±0,6	3,3±3,7	0,9±2
Notre étude	-0,11±0,46	+1,90±3,36	-0,78±1,21

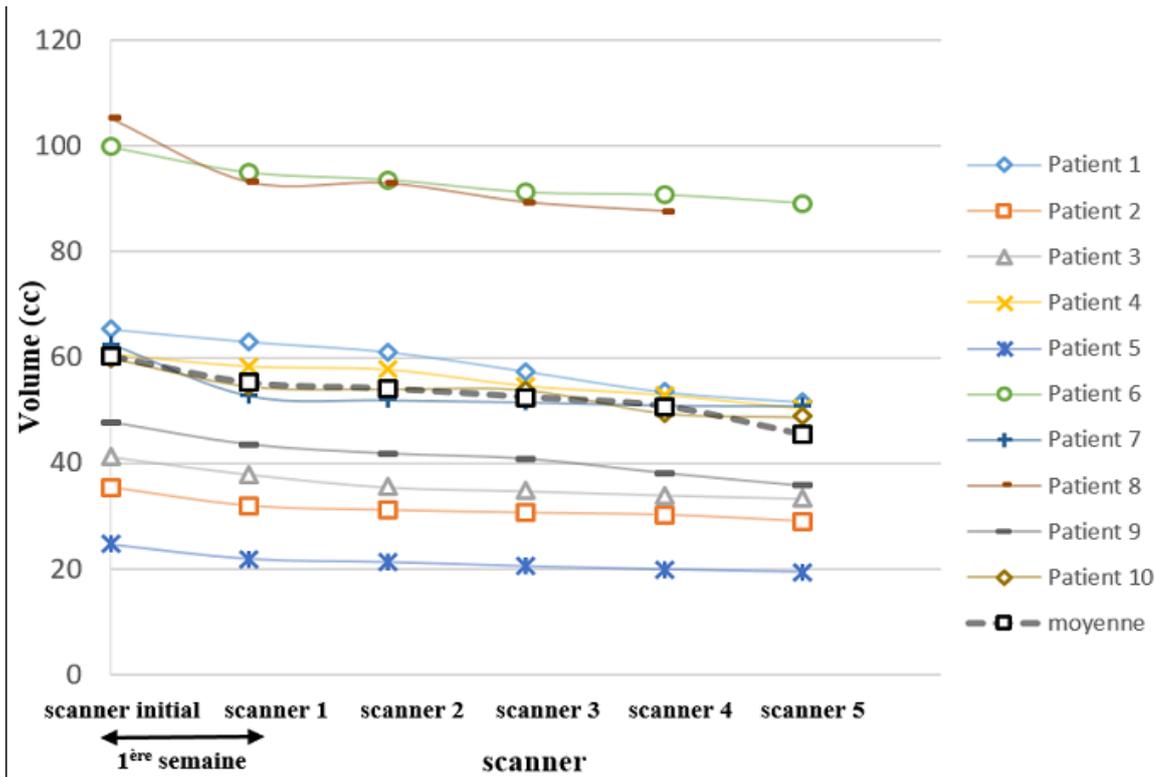


Figure 1: variation hebdomadaire du volume de la prostate au cours de la RCMI

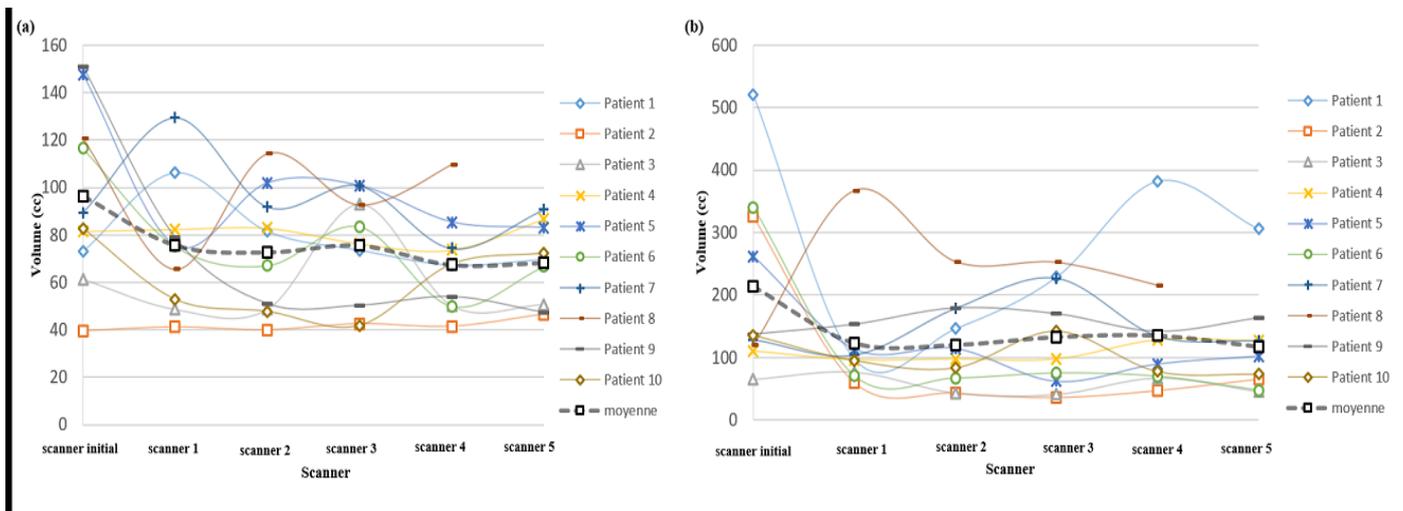


Figure 2: variation hebdomadaire du volume rectal (a) et du volume vésical (b) au cours de la RCMI

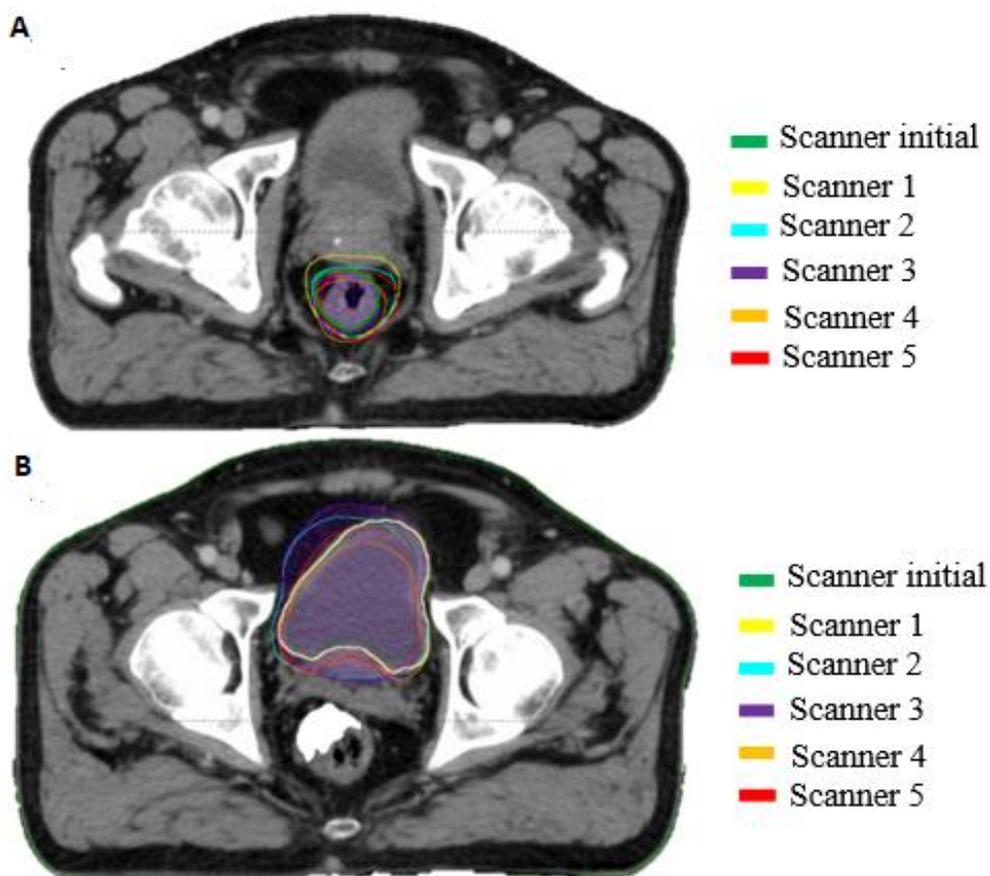


Figure 3: exemple de variation volumétrique du rectum (a) et de la vessie (b) au cours de la RCMi