

---

# Fiabilité de la méthode de Madsen pour la dosimétrie rénale et médullaire du 177Lu-PSMA : une étude multicentrique

Laure Vergnaud\*<sup>†1,2</sup>, Jean Gasteuil<sup>3</sup>, Malick Koulibaly<sup>3</sup>, Louis Marage<sup>3</sup>, Renaud Schiappa<sup>4</sup>, Jean-Noël Badel<sup>5,6</sup>, Anne-Laure Giraudet<sup>5</sup>, Alicia Sanchez-Lajusticia<sup>7</sup>, Camilo Garcia<sup>8</sup>, Désirée Deandreis<sup>8</sup>, Yann Cras<sup>9</sup>, Nadège Anizan<sup>10</sup>, Paul Schwartz<sup>11</sup>, David Sarrut<sup>2</sup>, and Stéphanie Lamart<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR), Direction de la recherche et de l'expertise en santé/SDOS/LEDI, Fontenay-aux-Roses, France – Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (ASNR) – France

<sup>2</sup>Centre de Recherche en Acquisition et Traitement de l'Image pour la Santé – Université Jean Monnet [Saint-Etienne], Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale : U1206, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR5220 – France

<sup>3</sup>Service de médecine nucléaire, Centre Antoine Lacassagne, Université Côte d'Azur, Nice, France – Centre Antoine Lacassagne, Université Côte d'Azur – France

<sup>4</sup>Département d'épidémiologie, de biostatistique et des données de santé, Centre Antoine Lacassagne, Université Côte d'Azur, Nice, France – Centre Antoine Lacassagne, Université Côte d'Azur – France

<sup>5</sup>Service de médecine nucléaire LUMEN, Centre Léon Bérard, Lyon, France – Centre Léon Bérard, Lyon – France

<sup>6</sup>Centre de Recherche en Acquisition et Traitement de l'Image pour la Santé – Université Jean Monnet [Saint-Etienne], Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Centre National de la Recherche Scientifique, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Université Jean Monnet - Saint-Etienne, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale : U1206, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR5220 – France

<sup>7</sup>Service de médecine nucléaire LUMEN, Centre Léon Bérard, Lyon, France – Centre Léon Bérard, Lyon – France

<sup>8</sup>Service de médecine nucléaire, Gustave Roussy, Villejuif, France – Gustave Roussy – France

<sup>9</sup>Service de physique médicale, Gustave Roussy, Villejuif, France – Gustave Roussy – France

<sup>10</sup>Service de physique médicale, Institut Bergonié, Bordeaux, France – Institut Bergonié – France

<sup>11</sup>Service de médecine nucléaire, Institut Bergonié, Bordeaux, France – Institut Bergonié – France

## Résumé

*Introduction* : Cette étude multicentrique française vise à évaluer les performances de la méthode dosimétrique de Madsen (1) appliquée aux reins et à la moelle osseuse (MO),

---

\*Intervenant

†Auteur correspondant: laure.vergnaud@asn.fr

au sein de plusieurs cohortes de patients présentant des temps d'acquisition, des protocoles d'imagerie et des paramètres de reconstruction variés. Cette méthode est analysée en tenant compte de l'impact de la dose croisée ainsi que de l'utilisation du temps de demi-vie effectif issu du premier cycle (Teff\_C1) comparé à un temps de demi-vie effectif moyen populationnel (Teff\_pop).

*Matériel et méthodes* : Trente-neuf patients traités par  $^{177}\text{Lu}$ -PSMA ont été inclus, soit 63 cycles avec trois acquisitions SPECT/CT : 5 patients / 26 cycles du Centre Antoine Lacassagne, 14 / 14 du Centre Léon Bérard, et 20 / 23 de Gustave Roussy. Les reins (RG et RD) ont été segmentés sur le CT avec TotalSegmentator (2). La MO a été définie comme la partie saine des vertèbres lombaires L1 à L5. Son contour a été obtenu automatiquement en soustrayant le volume tumoral total (3) du contour anatomique des vertèbres. Les doses de référence ont été calculées à l'aide de simulations Monte-Carlo et d'un ajustement tri-exponentiel (4). Ces mêmes doses ont été estimées avec l'image à 24h selon trois variantes de la méthode de Madsen : la méthode originale utilisant un Teff\_pop (MadTeff\_pop), la méthode adaptée intégrant la dose croisée (MadDR\_Teff\_pop), et la méthode originale utilisant le Teff\_C1 du patient (MadTeff\_C1). Les comparaisons entre les doses estimées et celles de la méthode de référence ont été réalisées à l'aide du test de Wilcoxon et d'une analyse de Bland-Altman robuste (uniquement le cycle 1 pour les 2 premières méthodes).

*Résultats* : La méthode MadTeff\_pop présente des différences statistiquement significatives ( $p < 5\%$ ) par rapport à la référence. Pour les reins, les doses sont surestimées, avec un biais robuste (BR) de  $-0,43\text{Gy}$  pour RG et  $-0,46\text{Gy}$  pour RD. À l'inverse, pour la MO, une sous-estimation est observée (BR =  $+0,07\text{Gy}$  pour une dose médiane de  $0,22\text{Gy}$ ). La méthode MadDR\_Teff\_pop améliore les estimations de dose pour la MO : les différences avec la référence ne sont plus statistiquement significatives, avec des BR appartenant à  $(-0,004\text{Gy} ; 0,009\text{Gy})$ . En revanche, cette méthode n'améliore pas les estimations rénales. Des analyses préliminaires (8 patients) ne montrent pas de différence statistiquement significative entre l'utilisation du Teff\_C1 et celle du Teff\_pop, à l'exception des vertèbres L1 à L3 où les écarts de dose restent négligeables ( $-\text{BR} < 0,01\text{Gy}$ ).

*Conclusions* : La méthode de Madsen présente des différences cliniques et statistiquement significatives par rapport à la référence pour les reins. L'intégration de la dose croisée permet de réduire ces écarts pour la MO. Des résultats préliminaires montrent que l'utilisation du Teff\_C1 cycle fournit des doses similaires à celles obtenues avec le Teff\_pop.

## References

1. Madsen, MT *et al.* Technical Note: Single time point dose estimate for exponential clearance. *Med Phys* **45** (5), 2318-2324 (2018)
2. Wasserthal, J. *et al.* TotalSegmentator: robust segmentation of 104 anatomical structures in CT images. *Nature Communications* **14**, 525 (2023).
3. Rios-Sanchez, E. *et al.* Predicting PSA50 response to Lu-PSMA therapy using machine learning and automated total tumor volume. *EJNMMI Phys.* **12**, 95 (2025)
4. Vergnaud, L. *et al.* Patient-specific dosimetry adapted to variable number of SPECT-CT time-points per cycle for  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE therapy. *EJNMMI Phys.* **9**, 37 (2022)

**Mots-Clés**: Dosimétrie,  $^{177}\text{Lu}$ , PSMA, étude multicentrique, cancer de la prostate