

DÉVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU GEL DOSIMÈTRE EN VUE DE SON UTILISATION DANS LA RADIOTHÉRAPIE EXTERNE

S.Brahimi Moussa¹, W.Bellil², S.Zouaoui

¹ Laboratoire des Procédés énergétiques et nanotechnologie, Département de chimie, Faculté des sciences Université Blida1

² Laboratoire de physique théorique et interactions rayonnement-matière Département de physique Faculté des sciences, Université Blida1

¹ brahimi_sounila@univ-blida.dz

¹ b.sounila@gmail.com

L'objectif de ce travail est le développement d'un système de dosimétrie qui trouve ses applications aussi bien en radiothérapie externe qu'en radiothérapie métabolique comme vecteur permettant un ciblage plus performant des distributions des doses.

La détermination de la courbe d'étalonnage décrivant les performances de ce gel MAGIC-Glutaraldehyde comme dosimètre capable de traduire la distribution 3D de la dose d'irradiation a été réalisé en utilisant la tomodesitométrie par rayons X (CT-scan). Des irradiations allant de 2 à 12Gy ont été effectuées à l'aide d'un accélérateur linéaire au niveau du centre C.AC Franz Fanon de Blida. Une relation linéaire de ce gel a été établi et compare avec la droite d'étalonnage du dosimètre MAGIC. Il a été constaté que la meilleure linéarité correspond au gel MAGIC- glutaraldehyde. De ce résultat une étude structurale a été entreprise afin de donner plus d'information sur la structure de ce nouveau gel gel.

Mots clés : Gel MAGIC-Glutaraldehyde, RX, CT-Scan

I- Introduction :

La radiothérapie est l'utilisation des rayonnements ionisants dans le cadre du traitement du cancer. Au cours d'un traitement de radiothérapie il est important de faire correspondre le plus précisément possible, le volume irradié au volume de la tumeur sans endommager les tissus sains avoisinants. Au cours des vingt dernières années, des recherches intensives ont été entreprises afin de développer et de qualifier les dosimètres en gel polymère dans le but d'une utilisation clinique en mode routine. [1]. Le gel dosimètre dépend du processus de polymérisation sous rayonnement du monomère. La quantité du polymère formée pour une dose donnée est donc représentée par des particules polymérisées piégées dans les molécules de gélatine. La réaction de polymérisation induite par rayonnement est complexe et comprend de nombreux processus tels que la radiolyse de l'eau, la formation de radicaux, la croissance de la chaîne, la réticulation et la terminaison [2]

Un des auteurs Watanabe [3] a signalé que la précision de la dose mesurée par ces dosimètres dépend de la précision du signal d'origine enregistré à l'intérieur du milieu de gel polymère et de la précision de l'équation d'étalonnage [4].

C'est en 2020, une étude structurale du gel polymère MAGIC [5] a permis de donner des informations sur le signal d'origine du gel à savoir : le rôle important de la gélatine au début du processus de polymérisation et lorsqu'un réseau tridimensionnel réticulé faciliterait la fixation de P.M.A dans la matrice de gélatine qui empêcherait leur diffusion dans la solution. C'est à l'aide de ces informations nous avons entrepris cette étude pour améliorer la réticulation du gel afin de maximiser le signal obtenu par des images rayons X (CT-scan) pour un traitement par radiothérapie.

L'objectif de notre travail est de développer un nouveau système de dosimétrie plus performant que le gel polymère MAGIC (Methacrylic Acid in gelatin initiated by copper) nommé MAGIC1 en se basant sur la réticulation du gel et en utilisant la tomodesitométrie par rayons X (CT-scan) afin de pouvoir l'appliquer en dosimétrie lors de la simulation en 3D d'un traitement de radiothérapie.

II- Matériels et méthode:

II.1 Préparation des gels

Pour 100 ml de gel MAGIC on a suivi la procédure de Fong [6].

Pour 100 ml du MAGIC 1 nous avons mélangés 8% de gélatine, 67% d'eau d'ionisée et 3 ml de glutaraldéhyde puis on a procédé de la même manière que le gel MAGIC.

II.2 Irradiation

Le centre C.A.C de Blida possède un accélérateur linéaire de marque Varian de type clinac 2100, avec lequel nous avons irradiées les gels MAGIC et MAGIC1.

II.3 Tomodesitométrie CT scanning

Le centre C.AC de Blida a bénéficié d'une installation d'un scanner dédié à la radiothérapie de marque Philips et de type Big Bore. Il est relié au système de planification de traitement via un système réseau



Figure 1: Méthode de préparation du gel dosimètre

III- Résultats et discussion:

III.1 Caractérisation structurale et dosimétrique

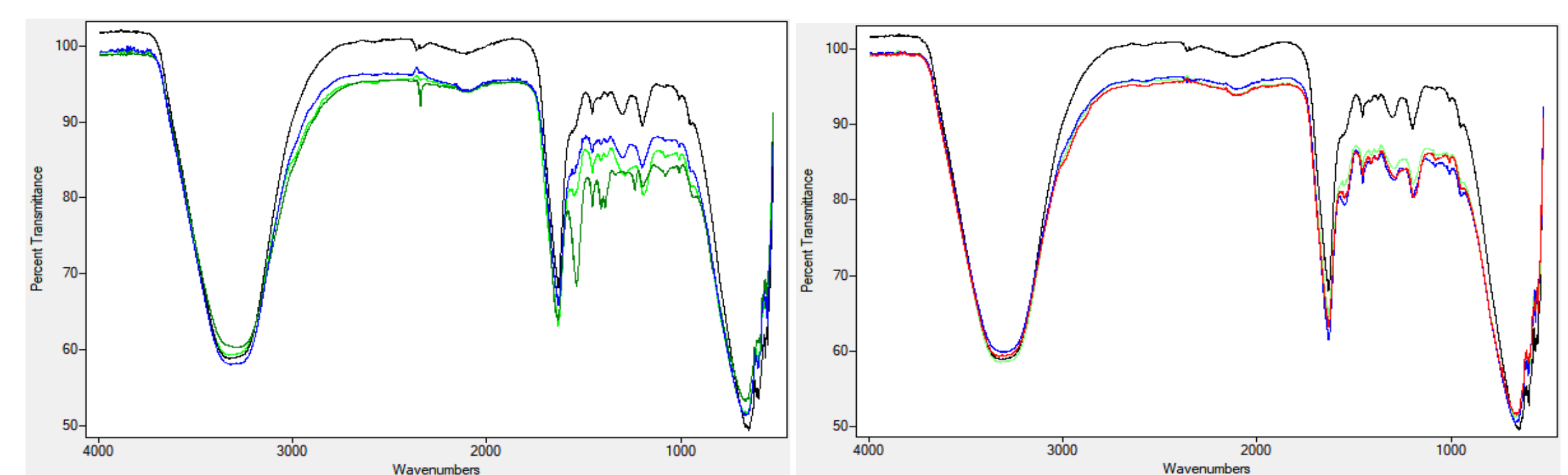


Figure 2: Spectre IRTF du gel MAGIC irradié à 0, 2, 6 et 10 Gy dans la région 600-4000 cm⁻¹
Spectre IRTF du gel MAGIC1 irradié à 0, 2, 6 et 10 Gy dans la région 600-4000 cm⁻¹

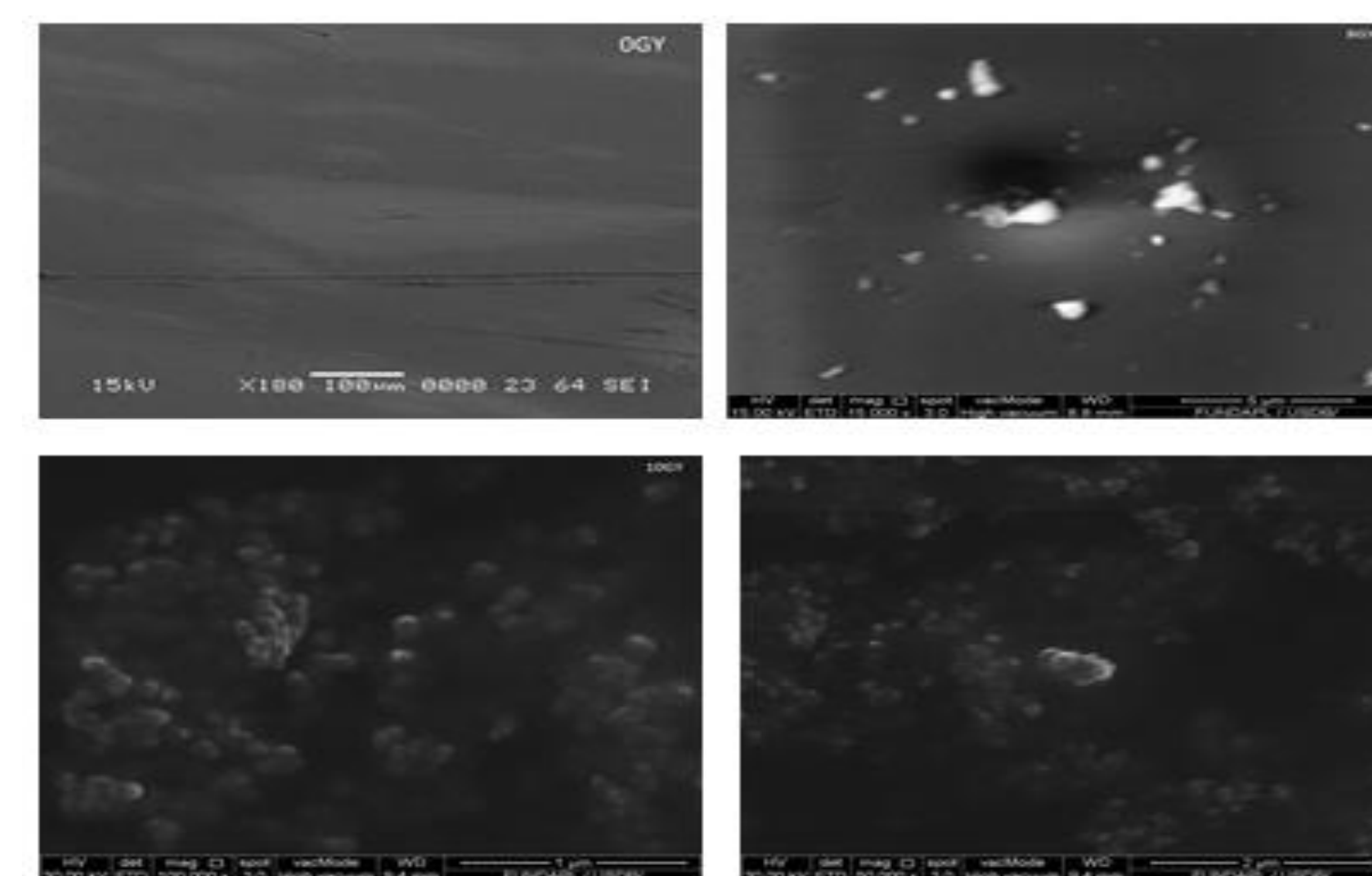


Figure3: a,b,c et d: Particules polymérisées dans le gel MAGIC 1 irradié à 0,8 et 10 Gy

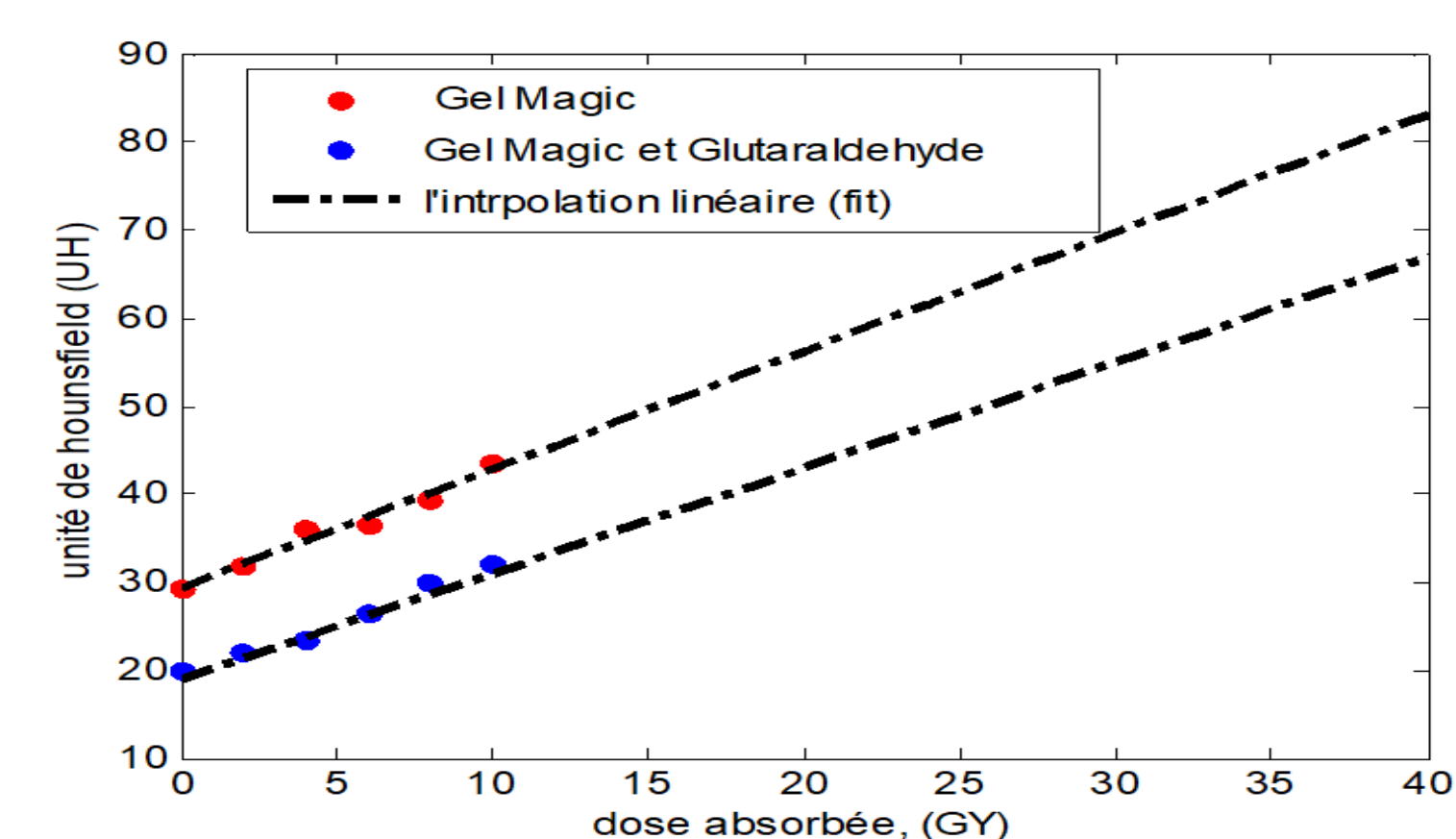


Figure4: Courbe d'étalonnage du MAGIC et MAGIC1

Conclusion

L'analyse IRTF a mis en évidence l'effet des rayons gamma sur les principaux groupements fonctionnels du gel polymère MAGIC1 et l'identification de certains groupements actifs tels que les groupes hydroxyle, carboxylate et amine. Cet effet a été observé avec une corrélation de 90% avec le gel polymère MAGIC.

La taille des particules polymérisées de (210nm-280nm) dans le gel MAGIC1 irradié aux rayons gamma et celles obtenues en utilisant le gel MAGIC (294nm) sont en bon accord avec Heather et Gore [68] en utilisant un gel MAGIC 2 (270-334nm).

Nous remarquons que la pente du gel MAGIC1 est inférieure à celle du MAGIC Elle s'approche du zéro par rapport à celle du MAGIC donc c'est une droite qui est plus proche de la linéarité.

De ces résultats on peut conclure que le MAGIC1 est plus stable que le MAGIC

Références

- Schreiner, L.J., "Reviewing three dimensional dosimetry: basics and utilization as presented over 17 Years of DosGel and IC3Ddose". 9th International Conference on 3D Radiation Dosimetry. J. Phys.: Conf. Series 847. (2017)
- Kenan R.P, K.A.Richardson, J.Zhong, M.J.Maryanski and J.C. Gore, "The effects of cross-link Density and chemical Exchange on magnetization transfer in polyacrylamide gels", Journal of magnetic resonance, Series B? vol.110, pp.267-277, (1996)
- Watanabe, Y. and Warrington, L.: "Three-dimensional radiation dosimetry using polymer gel and solid radiochromic polymer: from basics to clinical applications". W. J. Radiol. 9, 112-125. (2017)
- Watanabe, Y. and Warrington, L.: "Three-dimensional radiation dosimetry using polymer gel and solid radiochromic polymer: from basics to clinical applications". W. J. Radiol. 9, 112-125. (2017)
- Brahimi Moussa, S.; Benamar M.EL.A., Lounis Mokrani Z. "characterization of the chemical and structural modification induced by gamma rays on the MAGIC polymer." Radiation physics and chemistry 2020
- Fong P M, Keil D C, Does M D and Gore J C : "Polymer gels for magnetic resonance imaging of radiation dose distributions at normal room atmosphere" Phys. Med. Biol. 46, 3105-13 (2001).