

---

# Dosimètre à 6 scintillateurs pour la dosimétrie in vivo des traitements de Curiethérapie HDR

Mathieu Gonod<sup>\*1</sup>, Miguel Sanchez<sup>2</sup>, Carlos Chacon<sup>2</sup>, Vage Karakhanyan<sup>2</sup>, Clément Eustache<sup>2</sup>, Samir Laskri<sup>3</sup>, Julien Crouzilles<sup>3</sup>, Jean François Vinchant<sup>3</sup>, Léone Aubignac<sup>1</sup>, and Thierry Grosjean<sup>†</sup>

<sup>1</sup>Service de physique médicale [Centre Georges-François Leclerc] – Centre Régional de Lutte contre le cancer Georges-François Leclerc [Dijon] – France

<sup>2</sup>Franche-Comté Électronique Mécanique, Thermique et Optique - Sciences et Technologies (UMR 6174) – CNRS – France

<sup>3</sup>SEDI-ATI Fibres optiques - Evry Courcouronnes - France – entreprise privé – France

## Résumé

*Introduction :* La dosimétrie in vivo (DIV) suscite un intérêt croissant pour la vérification de l'administration du traitement dans le cadre de la curiethérapie HDR. Les méthodes à résolution temporelle, y compris le suivi de la source, permettent de détecter les erreurs de traitement en temps réel et de réduire au minimum les incertitudes expérimentales. Les architectures multi-sondes de la DIV sont prometteuses pour la détermination simultanée de la dose à la tumeur ciblée et aux tissus sains environnants, tout en améliorant la précision des mesures. Cependant, la plupart des dosimètres multisondes développés jusqu'à présent souffrent de problèmes de compacité ou s'appuient sur des traitements de signaux complexes après la délivrance.

Nous présentons un nouveau concept de détecteur à scintillateur multisonde compact et démontrons son applicabilité à la curiethérapie HDR. Le système à sept fibres et 6 sondes que nous avons fabriqué est suffisamment étroit pour être inséré dans une aiguille de curiethérapie ou dans un cathéter.

*Méthodes :* Notre système de détection à sondes multiples résulte de la mise en œuvre parallèle de six scintillateurs inorganiques miniaturisés (Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb) à l'extrémité d'un faisceau de sept fibres, une fibre étant laissée nue pour évaluer le filtrage de l'effet Cerenkov.

Le système résultant, d'un diamètre inférieur à 320 microns, est testé avec un projecteur de source MicroSelectron 9.14 Ci Ir-192 HDR, dans un fantôme d'eau. Les signaux de détection des six sondes sont lus simultanément par une caméra sCMOS (à une vitesse de 0,06 s). La caméra est couplée à un filtre chromatique pour annuler le signal Cerenkov induit dans les fibres lors de l'exposition. En mettant en œuvre un réseau aperiodique de six cellules scintillantes le long de l'axe du faisceau, nous déterminons d'abord la gamme d'espacements inter-sondes conduisant à une précision optimale du suivi de la source (première méthode de suivi). Ensuite, trois algorithmes différents de suivi de la source impliquant toutes les sondes scintillantes sont testés et comparés. Quatre méthodes d'analyses ont évalué les positions

---

\*Intervenant

†Auteur correspondant: thierry.grosjean@univ-fcomte.fr

d'arrêt à partir des mesures de dose en les comparants au plan de traitement. Le temps d'arrêt est également déterminé et comparé au plan de traitement

*Résultats* : L'espace optimal entre les sondes pour un suivi précis de la source se situe entre 15 et 35 mm. L'algorithme de détection optimal consiste à additionner les signaux de lecture de toutes les sondes de détection. Dans ce cas, l'erreur par rapport aux positions d'arrêt prévues est de  $0,01 \pm 0,14$  mm et de  $0,02 \pm 0,29$  mm pour des espacements entre les axes de la source et du détecteur de 5,5 et 40 mm, respectivement. En utilisant cette approche, les écarts moyens par rapport au temps de séjour prévu sont de  $-0,006 \pm 0,009$  s et de  $-0,008 \pm 0,058$  s, pour des espacements entre les axes de la source et de la sonde de 5,5 et 20 mm, respectivement.

*Conclusions* : Notre dosimètre Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb à six sondes couplé à une caméra sCMOS peut effectuer une vérification du traitement résolue dans le temps en curiethérapie HDR. Ce système de détection à haute résolution spatiale et temporelle (0,25 mm et 0,06 s, respectivement) fournit des informations d'une précision inégalée sur l'administration du traitement.

**Mots-Clés:** Scintillateur, DIV, Dosimétrie, vivo, Curie, Curiethérapie, Brachytherapy