

P8. REPONSE DES DEBITMETRES UTILISES EN RADIOPROTECTION POUR UNE SOURCE D'IODE 131

M.T. Guilhem ^{*1}, S. Laffont^{*2}, B.Aubert^{*3}, O. Caselles^{*4}, P. Fialdes⁵, A. Lisbona^{*6}, C. Touzery^{*7}.

*** Groupe de travail « Dosimétrie en Médecine Nucléaire », Société Française de Physique Médicale (SFPM)**

1- Service de médecine nucléaire, CHR Orléans,

2- Service de médecine nucléaire, Centre Eugène Marquis, Rennes,

3- Service de physique, Institut Gustave Roussy Villejuif,

4- Service de physique Centre CLaudius Regaud, Toulouse,

5- Service de médecine nucléaire, CHRU Lille,

6- Service de physique médicale, Centre René Gauducheau, Nantes,

7- Service de médecine nucléaire, Centre Georges François Leclerc, Dijon.

Introduction

Dans le cadre de la transposition de la directive européenne 97-43 [1], des groupes de travail ont été mis en place au niveau de la direction générale de la santé (DGS). Un de ces groupes¹ s'est plus particulièrement intéressé à la radioprotection de l'entourage des patients de médecine nucléaire et est à l'initiative d'une étude concernant les applications thérapeutiques à l'iode131. Dans ce contexte, nous avons réalisé une comparaison de la réponse des principaux débitmètres d'exposition actuellement utilisés pour le contrôle du débit de dose à proximité des patients lors d'une thérapie à l'iode131.

Matériel et méthode

Treize débitmètres, dont 7 modèles différents, ont été comparés quant à leur réponse pour une source ponctuelle d'iode 131 ($E_{\beta,max}$: 606 keV, E_{γ} : 360 keV, T : 8 j). Il s'agit d'appareils portatifs donnant une réponse en débit de dose ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$). Dix débitmètres utilisent un détecteur gazeux et 3 utilisent un scintillateur NaI(Tl). Leurs principales caractéristiques figurent dans le tableau I. Le test a consisté à réaliser une série de mesures du débit de dose (en $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$) à un mètre d'une source de petites dimensions, présentée sous forme liquide dans un flacon de verre ou sous forme de gélule. Les mesures ont été réalisées pour des activités voisines de 700 MBq, 300 MBq, 200 MBq, 100 MBq et 50 MBq. Avant chaque utilisation, l'activité de la source a été mesurée dans un activimètre régulièrement contrôlé. Le positionnement relatif de la source et du débitmètre est schématisé sur la figure 1 ; il a été strictement reproduit d'une fois sur l'autre. Dans ces conditions, une série de 12 mesures a été effectuée pour chaque valeur d'activité, sans modifier le dispositif ; le bruit de fond a été mesuré avant chaque série puis déduit des valeurs lues sur le débitmètre. Pour chaque série de mesure et pour chaque appareil, la valeur moyenne en $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{GBq}^{-1}$ et l'écart-type relatif associé (coefficient de variation de répétabilité des mesures) ont été calculés

¹ □ Groupe de travail de la DGS piloté par T. Kiffel (DGS) et M. Bourguignon (OPRI).

De plus, pour la source d'activité voisine de 300 MBq, la reproductibilité du placement du débitmètre par rapport à la source a été évaluée sur 30 mesures consécutives réalisées en déplaçant puis en repositionnant l'appareil avant chaque mesure.

Résultats et discussion

Les résultats des mesures ont été comparés à la valeur théorique du débit de dose dans le milieu, au point de mesure, soit $56,7 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{GBq}^{-1}$ [2]. Le tableau II regroupe les valeurs du débit de dose moyen mesuré, normalisé par rapport au débit de dose théorique dans le milieu, à un mètre. Les valeurs mesurées sont comprises entre -8% et $+48\%$ de la valeur théorique. Ces écarts peuvent en partie, être attribués au fait que les débitmètres testés ont été étalonnés (tableau I) avec des rayonnements d'énergies différentes de ceux émis par l'iode131. Cependant, pour un appareil à chambre d'ionisation et pour les 3 appareils avec scintillateur, on note une surestimation anormalement élevée du débit de dose puisqu'il sort du domaine de variation de réponse de $\pm 30\%$ généralement admis en radioprotection [3]. Entre les appareils d'un même modèle, les écarts vont de -7% à $+39\%$. Pour un même appareil, les écarts maxima sont de -8% et $+16\%$ sans qu'il soit établi de lien direct avec les niveaux d'activité.

Le tableau III rapporte les coefficients de variation de répétabilité des mesures obtenus pour les 5 gammes d'activité ainsi que les coefficients de variation de reproductibilité des mesures. Une dégradation de la répétabilité des mesures est notable sur la majorité des débitmètres lorsque l'activité de la source diminue. Pour une activité de 300MBq, les coefficients de variation de répétabilité sont compris entre 0,3 et 5,6 %, ceux de reproductibilité entre 0,7 et 9,4 %.

Conclusion

Pour la majorité des appareils étudiés, les variations observées dans la mesure du débit de dose pour une source d'iode 131 sont compatibles avec le domaine de variation de réponse de $\pm 30\%$ généralement admis en radioprotection. Toutefois, un appareil à chambre d'ionisation et les trois appareils à scintillateurs surestiment anormalement le débit de dose. Un contrôle régulier de la réponse des débitmètres d'exposition s'avère donc indispensable pour les différentes énergies et niveaux d'activité utilisés.

Bibliographie :

[1] Directive 97/43/Euratom du Conseil du 30 juin 1997 relative à la protection sanitaire des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants lors d'expositions à des fins médicales, remplaçant la directive 84/466/Euratom. J.O. des Communautés Européennes du 9/7/97.

[2] H. Wasserman and W. Groenewald, Air Kerma constants for radionuclides. Eur. J ; Nucl. Med. (1988), 14 : 569-571.

[3] CEI 61525. Instrumentation pour la radioprotection – Mesure des équivalents de dose individuels Hp(10) et Hp(0,07) pour les rayonnements X, gamma et bêta – Dosimètre à lecture directe d'équivalent de dose et/ou de débit d'équivalent de dose, 1998.

Tableau I : Principales caractéristiques (d'après documentation commerciale) des 7 modèles de débitmètres testés(C.I. : chambre d'ionisation, C.P. : compteur proportionnel, G.M. : Geiger – Muller).

Appareil (nom commercial)	BABYLINE	RAMDA / IC10X	LB1230 / LB1236	FH40	PRM301	RADIAGEM	FIELDSPEC
Détecteur, mode de fonctionnement	Gaz, C.I., V=515cm ³	Gaz, C.I., V=500cm ³	Gaz, C.P.	Gaz, C.P.	Gaz, G.M.	Gaz, G.M.	Scintillateur NaI(Tl) + gaz (G.M.)
Gamme d'énergie	8 keV à 10 MeV	> 10 keV	30 keV à 1,2 MeV	30 keV à 1,3 MeV* ou à 3 MeV*	50 keV à 1,25 MeV	30 keV à 2 MeV	25 keV à 2,5 MeV
Gammes de mesure en débit de dose	10 µSv/h à 1 Sv/h	1 µSv/h à 250 mSv/h	10 nSv/h à 10 mSv/h	10 nSv/h à 1 Sv/h	0,1 µSv/h à 2 mSv/h	0,1 µSv/h à 100 mSv/h	1 nSv/h à 10 Sv/h
Source d'étalonnage	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs

* :variable suivant modèle

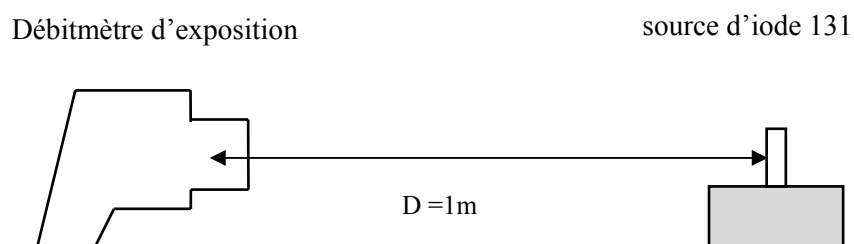


Figure 1 : Dispositif de mesure du débit de dose à 1m de la source. La source est placée sur l'axe du détecteur (le centre du volume de détection est aligné sur la même horizontale que le centre du volume source) sur un support en polystyrène. La distance est mesurée avec une précision souhaitée de +/- 5mm (exemple de dispositif avec une Babyline).

Tableau II : Débit de dose moyen mesuré à 1m, rapporté à la valeur théorique du débit de dose, à 1m, dans le milieu ($56,7 \mu\text{Sv.h}^{-1}.\text{GBq}^{-1}$ [2]) pour 5 niveaux d'activité et pour les 13 débitmètres testés.

A en MBq	700	300	200	100	50
Babyline -1	1,02	1,09	0,93	0,94	0,98
Babyline -2	1,09	1,13	1,15	1,09	1,16
Babyline -3	1,07	1,09	1,00	0,98	1,08
Babyline- 4	1,28	1,30	1,30	1,39	1,34
Ramda	1,15	1,16	1,12	1,02	0,92
LB1230/LB1236	1,00	0,96	1,00	1,03	1,08
FH40-1	1,02	1,03	1,05	1,00	1,06
FH40-2	0,99	1,00	0,92	1,00	1,11
PRM301	1,19	1,22	1,08	1,15	1,22
Radiagem	1,24	1,26	1,16	1,18	1,28
Fieldspec-1	1,36	1,32	1,28	1,27	1,25
Fieldspec-2	1,42	1,38	1,48	1,36	1,25
Fieldspec-3	1,39	1,29	1,31	1,28	1,24

Tableau III : Coefficients de variation (en %) de répétabilité et de reproductibilité pour les 13 débitmètres testés. La répétabilité a été évaluée pour 5 niveaux d'activité.

A en MBq	Répétabilité					Reproductibilité
	700	300	200	100	50	300
Babyline -1	1,9	2,5	2,3	4,0	5,7	
Babyline -2	1,6	3,6	4,6	3,9	7,5	2,3
Babyline-3	2,0	3,5	9,5	2,0	8,7	2,4
Babyline-4	0,9	1,8	1,6	3,0	4,4	2,4
Ramda	1,9	1,8	2,6	5,9	6,6	2,3
LB1230/LB1236	3,4	3,0	2,9	2,0	5,8	3,5
FH40-1	3,3	3,7	2,9	4,2	3,1	3,4
FH40-2	3,0	5,6	10,4	9,5	13,9	3,5
PRM301	3,4	8,0	8,3	13,2	18,2	9,4
Radiagem	4,8	4,9	9,1	9,8	10,2	3,3
Fieldspec-1	0,9	0,3	0,4	0,4	1,0	
Fieldspec-2	1,3	0,7	1,0	1,2	7,7	
Fieldspec-3	0,6	1,1	0,6	0,6	0,5	0,7