

ARTICLE

## Traitement à l'iode 131 pour cancer de la thyroïde : estimation des doses de radiation reçues par les proches et des temps de restriction de contact

L. Hjiyej A.<sup>1,\*</sup>, H. Aschawa<sup>2</sup>, I. Mellouki<sup>3</sup> et W. Anwar<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Service de Biophysique, faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Hassan II, Casablanca, Maroc.

<sup>2</sup> Service de Médecine Nucléaire, Chu Ibn Rochd Casablanca, Maroc.

<sup>3</sup> Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Hassan II, Casablanca, Maroc.

<sup>4</sup> Service d'Histologie, faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Hassan II, Casablanca, Maroc.

Reçu le 17 avril 2018 / Accepté le 18 janvier 2019

**Résumé** – Les patients atteints de cancer de la thyroïde et qui sont traités à l'iode radioactif sont une source potentielle d'exposition aux rayonnements chez leur entourage. Cette étude a porté sur 82 cas de cancers différenciés de la thyroïde traités par chirurgie complète, qui ont reçu, chacun 3,7 GBq d'iode 131 et ont été hospitalisés pendant en moyenne 72 h. Nous avons estimé par le calcul, les doses délivrées par ces patients selon différentes situations imaginées de la vie quotidienne, au cas où ils ne respecteraient pas les périodes de restriction recommandées par la CIPR. Le calcul se basait sur la mesure des débits de dose des patients, 15 min après la prise du radionucléide et au moment de quitter l'hôpital. Les doses cumulées par les proches étaient en moyenne de 802,42  $\mu\text{Sv}$  pour des durées de contact entre 3 et 5 jours sans restriction. Par ailleurs, nos résultats ont montré que les périodes de restriction de contact avec les proches, telles qu'elles sont préconisées par la CIPR pour les débits à la sortie, supérieures à 10  $\mu\text{Sv/h}$ , semblent trop longues et gèneraient à être réduites pour le confort des patients et celui de leurs proches.

**Mots clés** : cancer de la thyroïde / iode 131 / dose de rayonnement / proches / temps de restriction

**Abstract – Iodine-131 therapy for thyroid cancers: estimation of radiation doses received by relatives and contact restriction times.** Thyroid cancer patients treated with radioiodine are potential source of radiation exposure for other individuals. This study included 82 thyroid cancer patients treated by complete surgery; each of them received 3.7 GBq of iodine-131 and stayed in hospital for nearly 72 h. We calculated cumulative radiation doses received by relatives, according to proposed situations, in case of non-compliance with ICRP recommendations. The calculation was based on measurement of dose rates in patient, 15 min after taking the radionuclide and at discharge. The mean radiation dose delivered to relatives during 3 to 5 days after discharge was 802.42  $\mu\text{Sv}$ . Furthermore, our results showed that restriction periods contact with relatives, as recommended by the ICRP for rates upper than 10  $\mu\text{Sv/h}$  at discharge appears too long and should be reduced for the well-being of patients and their relatives.

**Keywords:** thyroid cancer / Iodine-131 / radiation dose / relatives / restriction times

Le traitement à l'iode 131 est indiqué chez les patients atteints de carcinome de la thyroïde, après thyroïdectomie totale (Cooper, 2006 ; Pacini *et al.*, 2006) et hyperthyroïdie (Bernard, 2014). Le traitement est en général administré par voie orale dans le but d'éliminer les reliquats thyroïdiens éventuellement laissés en place après la chirurgie. Le traitement s'effectue généralement dans le cadre d'une hospitalisation pour éviter tout risque d'exposition pour l'entourage du patient. À la fin du séjour à l'hôpital, l'activité

résiduelle chez le patient ne doit pas excéder les niveaux prédéfinis par la commission internationale de protection radiologique (CIPR). Pour plus de précautions, il est recommandé de compléter ce séjour avec une période où le patient doit restreindre au minimum les contacts avec ses proches. En cas de non-respect des consignes de radioprotection, chose qui arrive sous certaines conditions socio-économiques, pour certains modes de vie de famille ou par manque de moyens logistiques, il est intéressant d'évaluer les risques d'exposition encourus par les proches des patients.

\*Auteur de correspondance : [lamia\\_hjiyej@hotmail.com](mailto:lamia_hjiyej@hotmail.com)

Le but de cette étude est d'évaluer ces risques, en calculant les doses que recevraient les proches du patient s'il ne respectait pas les règles d'éloignement recommandées. Ces doses ont été comparées à la contrainte de dose proposée et approuvée par la CIPR (ICRP Publication 103, 2007), pour permettre d'élaborer des propositions par rapport aux périodes de restriction de contact que doivent respecter ces patients après hospitalisation. L'évaluation expérimentale de cet impact dosimétrique est fondée sur des situations d'exposition supposées, dans lesquelles le patient serait susceptible de se retrouver à sa sortie de l'hôpital.

## 1 Matériels et méthodes

Cette étude prospective a inclus 82 cas de cancers différenciés de la thyroïde, traités par chirurgie complète. Les patients ont été hospitalisés au service de médecine nucléaire du CHU Ibn Rochd de Casablanca en chambres protégées pendant une durée moyenne de  $72,26 \pm 0,33$  h (allant de 70,15 à 73,5 h). L'étude s'est déroulée pendant la période s'étalant du 31-10-2016 au 21-02-2017. Tous les patients avaient reçu un traitement complémentaire par iode 131 à la dose de 3,7 GBq.

### 1.1 Appareil de mesure

Les mesures des débits de dose ( $\dot{D}$ ) ont été réalisées par un radiomètre de marque Saphymo de type 6150 AD6/H Geiger Muller interne ZP 1200 dont la sensibilité est de 5500 impulsions par  $\mu\text{Sv}$ , la gamme de mesure comprise entre 0,5  $\mu\text{Sv/h}$  et 10 mSv/h et la gamme d'énergie entre 80 keV et 1,3 MeV.

### 1.2 Mesures de débits de doses relevées sur les patients

Quinze minutes après ingestion de l'iode 131, une première mesure du débit de dose correspondant au débit de dose initial ( $\dot{D}_0$ ) a été prise à une distance de 1 m du patient. Une deuxième prise de mesure du débit de dose ( $\dot{D}_s$ ) à 1 m du patient a été réalisée à sa sortie de l'hôpital.

### 1.3 Calculs de débit et de dose

La demi-vie effective ( $T_{\text{eff}}$ ) propre à chaque patient a été déduite de l'équation de décroissance de débit de dose en utilisant, pour chaque patient, son propre  $\dot{D}_s$  et en tenant compte de la durée  $t$  (heure) de son séjour à l'hôpital.

$$\dot{D}_s = \dot{D}_0 e^{-\left(\frac{1}{T_{\text{eff}}}\right) \ln(2)t},$$

$$T_{\text{eff}} = \frac{\ln 2}{\ln \frac{\dot{D}_0}{\dot{D}_s}} t. \quad (1)$$

Afin d'évaluer l'impact dosimétrique de l'iode ingéré par le patient, nous avons estimé par calcul, la dose  $D$  qu'il était susceptible de délivrer à son entourage suite à une durée  $T$  de contact et la dose cumulée  $D_c$  résultant d'expositions répétées sur des jours successifs, pour les mêmes durées d'exposition quotidiennes.

- La dose  $D$ , reçue pendant une durée d'exposition  $T$ , exprimée en heure, a été estimée en tenant compte du débit de dose émis par le patient le jour  $j$ , de la durée d'exposition  $T$  et de la distance de mesure  $d$  (1 m dans notre étude)

$$D = \frac{1}{d^2} \dot{D}_j T.$$

- Les doses cumulées ( $D_c$ ) correspondaient à la somme des doses reçues successivement sur plusieurs jours selon une situation d'exposition donnée :

$$D_c = \sum_{j=1}^n \dot{D}_j T,$$

$\dot{D}_j$  étant le débit de dose du patient au jour  $j$  (en heures) par rapport à un débit initial  $\dot{D}_i$  :

$$\dot{D}_j = \dot{D}_i e^{-\left(\frac{1}{T_{\text{eff}}}\right) \ln(2)j}.$$

$$\text{Donc : } D_c = \sum_{j=1}^n \dot{D}_i e^{-\left(\frac{1}{T_{\text{eff}}}\right) \ln(2)j} T.$$

Nous avons considéré que la durée d'exposition  $T$  est la même chaque jour d'une situation donnée. La relation précédente devient :

$$D_c = T \dot{D}_i \sum_{j=1}^n e^{-\left(\frac{1}{T_{\text{eff}}}\right) \ln(2)j}, \quad (2)$$

- La durée  $H$  nécessaire pour qu'un débit de dose passe d'une valeur initiale  $\dot{D}_i$  à une valeur finale  $\dot{D}_f$  peut être déduite de l'équation de décroissance de la radioactivité :

$$H = \ln \frac{\dot{D}_i}{\dot{D}_f} \frac{T_{\text{eff}}}{\ln 2}. \quad (3)$$

### 1.4 Descriptif des situations

Parmi les personnes qui passent le plus de temps aux côtés du patient à sa sortie de l'hôpital, nous nous sommes intéressés aux conjoints, aux jeunes enfants et aux collègues de travail. Nous avons donc suggéré trois situations d'exposition possibles :

- situation 1 : le patient se trouve à proximité de son conjoint pour une durée d'exposition estimée à 10 h chaque jour (8 h de sommeil et 2 h de contact pendant la journée) ;

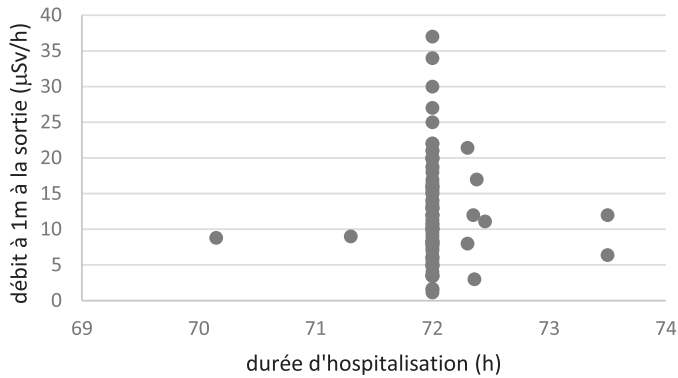
- situation 2 : une patiente est susceptible de passer en moyenne 18 h auprès de son enfant en bas âge, dont 8 h de sommeil et 10 h en journée.

Pour les deux premières situations, on calculera la dose cumulée sur trois jours ;

- situation 3 : exposition du collègue de bureau pour une durée de 8 h pendant 5 jours successifs.

### 1.5 Analyse statistique

Les données ont été analysées par le Logiciel Epi info 7. Les résultats ont été exprimés par la moyenne et l'écart type.



**Fig. 1.** Débits de doses des patients à la sortie de l'hôpital.

**Fig. 1.** Dose rates of patients at hospital discharge.

## 2 Résultats

La moyenne des débits de doses initiaux mesurés 15 min après la prise de l'iode radioactif était de  $112,45 \pm 23,2 \mu\text{Sv/h}$ . Pour simplifier le calcul, cette valeur moyenne a été utilisée dans la formule (1) pour calculer les  $T_{\text{eff}}$  propres pour tous les patients.

Les débits de doses mesurés à la sortie à 1 m des patients, étaient compris entre 1,16 et  $37 \mu\text{Sv/h}$  avec une moyenne de  $12,40 \pm 7,20 \mu\text{Sv/h}$ . Ils sont représentés dans la figure 1, en fonction des durées de séjour des patients à l'hôpital.

Nous avons réparti ces débits de dose à la sortie en rapport avec les périodes de restriction de contact à respecter recommandées par la CIPR et nous avons calculé, pour chaque gamme de valeurs, le débit de dose que le patient était censé avoir à la fin de la période de restriction qui lui était recommandée. Ces résultats sont présentés dans le tableau 1.

Comme on peut le constater, ces débits de doses atteints en fin de période de restriction ne sont pas les mêmes pour les différentes catégories de patients : plus le débit à la sortie est élevé plus la période de restriction à observer est longue et les débits atteints sont plus faibles. Néanmoins, tous ces débits sont censés être sans danger pour l'entourage du patient et en particulier le plus élevé parmi eux, soit  $0,35 \mu\text{Sv/h}$ . De ce fait, on pourrait appliquer ce même débit de dose pour les autres catégories aussi, et homogénéiser ainsi les niveaux de débits atteints, tout en en raccourcissant les périodes de restriction de contact. Nous nous sommes donc proposés d'estimer par le calcul la durée nécessaire, à chacune des catégories de patients, pour atteindre ce même débit. Pour ce calcul, nous avons utilisé  $0,35 \mu\text{Sv/h}$  comme  $D_f$  à atteindre et le débit à la sortie de l'hôpital comme  $\dot{D}_i$ , dans la formule (3) qui devient :

$$H = \ln \frac{\dot{D}_i T_{\text{eff}}}{0,35 \ln 2}.$$

Le résultat de ce calcul est consigné dans la dernière colonne du tableau 1.

Les estimations de doses de rayonnements cumulées (en  $\mu\text{Sv}$ ) pour les trois situations d'exposition, sont résumées dans les tableaux 2 et 3. Dans le cas de non-respect des recommandations de restriction, le débit de dose  $\dot{D}_i$  dans la

formule (2) est considéré comme étant le débit à la sortie de l'hôpital. Dans le cas où la durée de restriction a été respectée, le débit de dose  $\dot{D}_i$  dans la formule (2) est considéré comme étant le débit qui coïncide avec la fin de la période de restriction de contact (voir Tab. 1 pour les débits à la fin de cette période).

## 3 Discussion

Les débits de dose, mesurés à 1 m, en fin de séjour à l'hôpital (Fig. 1) étaient en moyenne de  $12,40 \pm 7,20 \mu\text{Sv/h}$  et présentaient une grande disparité des valeurs allant de 1,16 à  $37 \mu\text{Sv/h}$ . Ceci peut s'expliquer par le volume plus ou moins important du reliquat thyroïdien laissé en place après la chirurgie, ou par l'existence de foyers métastatiques fixant en rapport avec le type histologique du carcinome. La variabilité de la période biologique, d'un individu à un autre, peut également être responsable de cette diversité. Cette variabilité entre individus peut être physiologique ou en rapport avec des processus pathologiques qui influencent la biocinétique du radionucléide (Zhang *et al.*, 2017).

Par ailleurs, tous les patients ont quitté l'hôpital avec des débits de doses, inférieurs à  $40 \mu\text{Sv/h}$ , donc conformes au seuil recommandé par les autorités compétentes (Commission Européenne, 1999). La durée de séjour à l'hôpital qui était en moyenne de 72 h était donc suffisante pour faire baisser l'activité du radionucléide ingéré par le patient à un niveau raisonnable. Durée qu'il est recommandé de prolonger par une restriction des contacts avec l'entourage une fois à l'extérieur, afin de permettre de compléter le processus. En effet, l'estimation de ces débits par le calcul a conduit à des valeurs de débit très faibles, qui ne présenteraient pas de danger aux proches des patients (Tab. 1).

Dans les situations d'exposition que nous avons envisagé, en cas de non-respect des recommandations (Tab. 2), la moyenne des doses cumulées, toutes catégories confondues, est de  $802,42 \mu\text{Sv}$ . Bien que cette moyenne globale soit relativement élevée, les doses cumulées reçues par les proches du patient dépassaient la contrainte de dose consignée par la CIPR pour le public ( $1 \text{ mSv/an}$ ), seulement quand le débit à la sortie du patient était proche ou supérieur à  $20 \mu\text{Sv/h}$ .

Ce résultat pris dans sa globalité pourrait amener à conclure au fait que le non-respect des consignes de restriction de contact dans les situations que nous avons décrites n'aurait que peu de conséquences pour l'entourage du patient. Mais en analysant les résultats de plus près, on peut relever certains cas où les principes de précaution doivent être rigoureusement suivis.

C'est le cas notamment de la patiente en situation 2 (Tab. 2) qui, à partir d'un débit de dose à la sortie de l'hôpital de  $5 \mu\text{Sv/h}$ , est susceptible de délivrer à son enfant des doses très proches, sinon supérieures à la dose annuelle recommandée pour un jeune enfant ( $0,3 \text{ mSv/an}$ ), en seulement 3 jours. On peut citer aussi le cas d'un adulte qui quitte l'hôpital avec un débit de dose à partir de  $10 \mu\text{Sv/h}$ . Sa partenaire pourrait accumuler en moyenne  $623,07 \mu\text{Sv}$  ce qui représente les deux tiers de la dose recommandée pour une adulte hors grossesse ( $1 \text{ mSv/an}$ ) et dépasse le seuil recommandé par la CIPR si la partenaire était enceinte ( $0,3 \text{ mSv/an}$ ).

L'instauration d'une période de restriction, n'est donc pas fortuite, au contraire elle est nécessaire pour minimiser

**Tableau 1.** Débits de doses mesurés en fin d'hospitalisation et débits de doses calculés correspondant à la fin de la période de restriction.  
**Table 1.** Measured dose rates at discharge and dose rates calculated according to restriction period end.

	$\dot{D}$ mesuré à la sortie ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Période recommandée	$\dot{D}$ estimé par calcul, à la fin de la période recommandée ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Durées moyennes pour atteindre un $\dot{D} = 0,35$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A: $\dot{D} < 3$	1,47 ± 0,27	24 h	0,35 ± 0,08	–
B: $3 < \dot{D} < 5$	3,83 ± 0,69	4 jours	0,044 ± 0,019	50,77 h
C: $5 < \dot{D} < 10$	7,41 ± 1,37	1 semaine	0,014 ± 0,0074	80,44 h
D: $10 < \dot{D} < 20$	13,66 ± 2,82	2 semaines	0,0012 ± 0,0013	125,15 h
E: $\dot{D} > 20$	26,46 ± 8,81	3 semaines	0,0144 ± 0,046	203,48 h

**Tableau 2.** Doses de radiation cumulées, reçues par les proches, selon les situations envisagées, en cas de non-respect des recommandations de la CIPR.

**Table 2.** Cumulative radiation doses received by relatives, calculated according to proposed situations, in case of non-compliance with ICRP recommendations.

Gamme de $\dot{D}$ à la sortie ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$D_c$ moyenne ( $\mu\text{Sv}$ ) Situation 1 <sup>a</sup>	$D_c$ moyenne ( $\mu\text{Sv}$ ) Situation 2 <sup>b</sup>	$D_c$ moyenne ( $\mu\text{Sv}$ ) Situation 3 <sup>c</sup>	Moyenne globale des $D_c$ toutes catégories confondues
$\dot{D} < 3$	3,39 ± 1,29	6,10 ± 2,32	0,15 ± 0,07	
$3 < \dot{D} < 5$	29,68 ± 12,55	53,42 ± 22,59	2,60 ± 1,43	
$5 < \dot{D} < 10$	137,86 ± 53,88	248,15 ± 96,98	18,69 ± 8,96	802,42 ( $\mu\text{Sv}$ )
$10 < \dot{D} < 20$	623,07 ± 321,70	1121,53 ± 579,05	130,04 ± 85,26	
$\dot{D} > 20$	2932,61 ± 2059,00	5278,07 ± 3706,20	929,68 ± 835,02	

<sup>a</sup> 3 jours de contact, patient avec conjoint.

<sup>b</sup> 3 jours de contact, patient avec jeune enfant.

<sup>c</sup> 5 jours de contact, patient avec collègue de travail.

<sup>a</sup> 3 days of contact, patient with spouse; <sup>b</sup> 3 days of contact, patient with young children; <sup>c</sup> 5 days of contact, patient with coworker.

**Tableau 3.** Doses de radiation cumulées reçues par les proches, calculées selon les situations proposées, après la fin de la période de restriction de contact recommandée.

**Table 3.** Cumulative radiation doses received by relatives, calculated according to the proposed situations, after recommended contact restriction period end.

Gamme de $\dot{D}$ à la sortie ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$D_c$ moyenne ( $\mu\text{Sv}$ ) Situation 1 <sup>a</sup>	$D_c$ moyenne ( $\mu\text{Sv}$ ) Situation 2 <sup>b</sup>	$D_c$ moyenne ( $\mu\text{Sv}$ ) Situation 3 <sup>c</sup>
$\dot{D} < 3$	0,81 ± 0,35	1,46 ± 0,62	0,04 ± 0,02
$3 < \dot{D} < 5$	0,36 ± 0,24	0,64 ± 0,44	0,03 ± 0,03
$5 < \dot{D} < 10$	0,29 ± 0,19	0,52 ± 0,35	0,04 ± 0,03
$10 < \dot{D} < 20$	0,069 ± 0,10	0,12 ± 0,18	0,02 ± 0,02
$\dot{D} > 20$	0,42 ± 0,95	0,76 ± 1,76	0,16 ± 0

<sup>a</sup> 3 jours de contact, patient avec conjoint.

<sup>b</sup> 3 jours de contact, patient avec jeune enfant.

<sup>c</sup> 5 jours de contact, patient avec collègue de travail.

<sup>a</sup> 3 days of contact, patient with spouse; <sup>b</sup> 3 days of contact, patient with young children; <sup>c</sup> 5 days of contact, patient with coworker.

l'exposition des proches pendant les jours qui suivent immédiatement la sortie de l'hôpital, là où les débits de doses sont encore relativement élevés. En effet, ceci peut être constaté par des mesures directes sur les proches du patient qui, dans des conditions similaires à celles de notre étude et en respectant les consignes de radioprotection (Remy et al., 2012), ont reçu de

faibles doses de l'ordre de 51  $\mu\text{Sv}$  en 7 jours. Et bien entendu, si le patient ne reprend des contacts normaux avec ses proches qu'au terme de la période conseillée, les doses qu'il est susceptible de délivrer à son entourage seraient très significativement plus faibles. C'est ce que montrent les résultats exposés dans le tableau 3, qui présente les doses qu'auraient accumulées les proches du patient dans les 3 situations de notre étude, après la fin de la période de restriction de contact.

Cependant, les durées de ces périodes de restriction de contact nous semblent disproportionnées, elles ne permettent pas d'aboutir à des débits de doses équivalents pour toutes les catégories de patients. Après calcul (Tab. 1), il s'avère que tous les patients pourraient atteindre un même débit de dose en fin de restriction, égal à 0,35  $\mu\text{Sv/h}$ , pour des durées plus courtes que celles préconisées par la CIPR. En particulier, pour les patients qui ont les débits les plus élevés à la sortie de l'hôpital, cette durée n'excède pas 8,5 jours au lieu des 2 ou 3 semaines, qui certes leur permettent d'atteindre un débit de dose beaucoup plus faible, mais est-il justifié ?

Compte tenu de ces résultats, il apparaît que les périodes d'éloignement supplémentaires après hospitalisation sont sans doute un peu excessives pour les débits de doses à la sortie les plus élevés et gagneraient à être réduites pour le confort des patients et pour celui de leurs proches. Ces résultats sont en concordance avec des études antérieures conduites avec des fantômes adultes et infantiles qui mimaient la géométrie du corps humain (Leslie et al., 2002).

Bien entendu, les valeurs calculées dans cette étude sont juste à titre indicatif. Les situations envisagées s'écartant un

peu de la réalité, elles considèrent le seul paramètre de la proximité, par conséquent, seulement la contamination par l'expiration ou l'exposition au rayonnement à une distance de 1 m, qui raisonnablement, est plus réduite dans la réalité, que ce soit dans le contexte familial ou dans celui du travail. Mais, il y a un gain de précision en utilisant la  $T_{\text{eff}}$  propre à chaque patient dans l'équation de décroissance, plutôt qu'une valeur moyenne ou seulement la demi-vie physique ( $T_P$ ) de l'iode 131. L'utilisation d'une valeur moyenne de la  $T_{\text{eff}}$  pour tous les calculs éliminerait la spécificité du patient car elle tient compte d'une composante biologique variable entre individus qu'il ne faut pas négliger si on veut être précis. Surtout que chez les patients ayant subi une thyroïdectomie totale la demi-vie effective moyenne est plus longue que la normale à cause d'une excrétion rénale retardée de  $^{131}\text{I}$  (Remy *et al.*, 2008). Quant à l'utilisation de la  $T_P$  qui est plus courte que la demi-vie biologique (8,04 jours contre 3 jours), elle conduit à des valeurs de débit de dose plus élevées quand elle est utilisée seule dans l'équation de décroissance (Markou et Chatzopoulos, 2004 ; Van Dyke *et al.*, 2015 ; Bessières *et al.*, 2017), suggérant des périodes de restriction de contact plus longues, renforçant ainsi la sécurité pour l'entourage mais diminuant le confort pour le patient.

En conclusion, les débits de doses délivrés par les patients à la fin de l'hospitalisation, toutes catégories confondues, respectent les consignes de contrainte de dose recommandée par la CIPR. Cependant, il serait souhaitable d'accorder un intérêt plus grand aux patients sortant présentant des  $D > 10 \mu\text{Sv}$ , au cas où ils seraient dans l'impossibilité de respecter des règles de radioprotection. Cette tâche incombe au médecin nucléaire et au biophysicien qui adapteront la durée de restriction de contact en tenant compte de la particularité du mode de vie de chaque patient. Par ailleurs, nos résultats ont montré que les périodes de restriction de contact avec les proches, telles qu'elles sont préconisées par la CIPR pour les débits à la sortie, supérieures à  $10 \mu\text{Sv/h}$ , sont trop longues et gagneraient à être réduites pour le confort des patients et celui de leurs proches.

## Références

- Bernard D *et al.* 2014. Radioiodine therapy in benign thyroid disorders. Evaluation of French nuclear medicine practices. *Ann. d'Endocrinol.* 75: 241–246.
- Bessières I, Vrigneaudab JM, Toubeaub M, Cochetb A, Dygai-Cochetb I. 2017. Radioprotection de l'entourage des patients traités à l'iode 131 pour des cancers différenciés de la thyroïde : comparaison de deux méthodes d'estimation des temps de restriction de contact. *Méd. Nucl.* 41: 397–40.
- Commission Européenne. 1999. Radioprotection 97. Radioprotection à la suite d'une thérapie à l'iode 131. Disponible sur [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/097\\_fr.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/097_fr.pdf).
- Cooper DS *et al.* 2006. Management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid* 16: 109–142.
- ICRP Publication 103. 2007. Recommandations de la Commission Internationale de la Protection Radiologique. Disponible sur [http://www.icrp.org/docs/P103\\_French.pdf](http://www.icrp.org/docs/P103_French.pdf).
- Leslie WD, Havelock J, Palser R, Abrams DN. 2002. Large-body radiation doses following radioiodine therapy. *Nucl. Med. Commun.* 23: 1091–7.
- Markou P, Chatzopoulos D. 2004. Isolation period prediction in patients with differentiated thyroid carcinoma treated after thyroidectomy by radioiodine-131. *Hell J. Nucl. Med.* 7: 195–8.
- Pacini F, Schlumberger M, Dralle H, Elisei R, Smit JW, Wiersinga W. 2006. European consensus for the management of patients with differentiated thyroid carcinoma of the follicular epithelium. *Eur. J. Endocrinol.* 154: 787–803.
- Remy H *et al.* 2008.  $^{131}\text{I}$  effective half-life and dosimetry in thyroid cancer patients. *J. Nucl. Med.* 49: 1445–50.
- Remy H *et al.* 2012. Thyroid cancer patients treated with  $^{131}\text{I}$ : radiation dose to relatives after discharge from the hospital. *Thyroid* 22: 59–63.
- Van Dyke M, Punja M, Hall MJ, Kazzi Z. 2015. Evaluation of toxicological hazards from medical radioiodine administration. *J. Med. Toxicol.* 11: 96–101.
- Zhang R, Zhang G, Wang R, Tan J, He Y, Meng Z. 2017. Prediction of thyroidal  $^{131}\text{I}$  effective half-life in patients with Graves' disease. *Oncotarget* 8: 80934–80940.

**Citation de l'article :** Hjiyej A. L., Aschawa H, Mellouki I, Anwar W. 2019. Traitement à l'iode 131 pour cancer de la thyroïde : estimation des doses de radiation reçues par les proches et des temps de restriction de contact. *Radioprotection* 54(1): 55–59