

ARTICLE

Mise en place d'un registre dosimétrique en scanographie

S. Fayolle¹, H. Miloudi^{1,*}, L. Gonzalez¹, I. Rousselle¹, A. Noel^{1,2}, S. Amir¹ et F. Dufay¹

¹ Pôle de physique médicale, C2i santé, cabinet de consultants en ingénierie de la santé, parc d'activités Saint-Jacques-II, 10, rue Paul-Langevin, 54320 Maxéville, France.

² Centre de recherche en automatique de Nancy (CRAN-UMR 7039), université de Lorraine, CNRS, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France.

Reçu le 10 novembre 2016 / Accepté le 27 janvier 2017

Résumé – Cette étude vise à proposer un registre dosimétrique en scanographie adulte qui distingue les scanners équipés ou non de la reconstruction itérative. Les examens d'intérêt sont ceux concernés par l'arrêté NRD du 24/10/2011 ainsi que sept autres examens fréquemment réalisés en routine clinique. Les données étudiées ont été recueillies au cours des années 2013 à 2016, sur 239 scanners de marques et modèles différents. Pour chaque examen, les 75^e et 25^e centiles ainsi que le coefficient de variation (CV) ont été déterminés à partir de la distribution des valeurs relevées pour l'indice de dose scanographique du volume (IDSV) et le produit dose longueur (PDL). Une comparaison avec les valeurs réglementaires figurant dans l'arrêté NRD de 2011 et celles issues du dernier bilan 2013–2015 de l'IRSN a été établie. L'accroissement du nombre de scanners équipés de la reconstruction itérative engendre une diminution des doses relatives aux examens NRD de l'ordre de 31 % pour l'IDSV et de 22 % pour le PDL (hors rachis lombaire). La prise en compte de cette spécificité technologique semble ainsi primordiale pour l'établissement du registre dosimétrique qui permet aux professionnels de santé de situer à tout moment leurs pratiques et de cibler les protocoles à optimiser.

Abstract – **A study to establish Dose Index Registry for CT scan examinations.** This article aims to provide a Dose Index Registry for CT scans in adults; they are distinguished between CT scanners with or without an iterative reconstruction system. CT scans of interest are those concerning to the national diagnostic reference levels (DRLs) order (24/10/2011) and seven other exams frequently realized in clinical practice. Data have been collected over the years 2013 to 2016, taking account 239 scanners from different brands and models. For each CT scan, 75th and 25th percentiles, as well as the coefficient of variation (CV) were determined from the distribution of values registered by the CTDIvol and the DLP. A comparison with regulatory values from the national DRLs order (2011) and those from the last IRSN balance sheet (2013–2015) has been established. Due to the increasing number of scanners equipped with an iterative reconstruction system, doses for the national DRLs exams have decreased by an average of 31% for the CTDIvol and 22% for the DLP (except lumbar spine). Taking account of this technological characteristic seems essential for the establishment of a Dose Index Registry allowing health professionals to situate, at each time, their practices and to identify protocols to optimize.

Keywords: CT scan / diagnostic reference levels (DRL) / dose / patient / itérative reconstruction

1 Introduction

La scanographie est l'une des techniques irradiantes de radiodiagnostic qui contribue le plus à la dose efficace collective et donc à l'augmentation potentielle du risque de cancer radio-induit pour le patient. Il est donc primordial de maîtriser l'exposition par l'application des principes de justification et d'optimisation. À cet effet, les niveaux de référence diagnostiques (NRD) constituent des indicateurs

dosimétriques permettant aux professionnels de santé de situer leurs pratiques en vue de trouver le meilleur compromis entre la dose délivrée et la qualité d'image. Cependant, les référentiels existants (*Journal officiel*, 2012; IRSN, 2016), basés sur des données nationales, ne sont pas mis à jour assez régulièrement, n'identifient pas les marques et modèles de scanners et ne tiennent pas compte des évolutions technologiques telles que la reconstruction itérative (RI) (*Willemink et al.*, 2013a,b). Enfin, ils ne concernent qu'un nombre limité de cinq examens : encéphale, thorax, thorax-abdomen-pelvis (TAP), abdomen-pelvis (AP) et rachis lombaire (RL).

* Auteur de correspondance : hanane.miloudi.hm@gmail.com

Si les examens scanographiques ne représentent que 10,4 % du nombre d'actes radiologiques réalisés, ils contribuent à eux seuls à 71,3 % de la dose efficace collective (IRSN, 2014, 2016). De plus, leur accroissement a entraîné une augmentation de la dose efficace individuelle moyenne de 20 % entre 2007 et 2012 (IRSN, 2014, 2016) après une augmentation de 57 % entre 2002 et 2007 (IRSN, 2010). Ces doses peuvent engendrer l'apparition d'effets stochastiques chez les patients, à plus ou moins long terme après l'exposition (Schmidt, 2012 ; Walsh *et al.*, 2014). À l'heure actuelle en France, les seuls référentiels dosimétriques existants sont l'arrêté NRD du 24/10/2011 (Journal officiel, 2012) et le dernier bilan 2013–2015 rédigé par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) (IRSN, 2016).

Ce travail vise à proposer aux professionnels de santé (radiologues, manipulateurs en électroradiologie médicale [MERM] et médecins) un registre de dose en scanographie, chez l'adulte, qui établit une distinction des scanners équipés ou non d'un algorithme de RI de première génération. Au total, 12 examens fréquemment réalisés en routine clinique sont concernés par cette étude.

2 Matériel et méthodes

Le recueil des données a été réalisé de janvier 2013 à juin 2016 sur des patients adultes, par quatre médecins, sans considération de taille ni de poids. Deux cent vingt et un établissements français appartenant au secteur public (59 %) ou privé (41 %) (centres hospitaliers, centres hospitaliers universitaires, cliniques, cabinets et services de radiologie) et 239 scanners de marques et modèles différents ont été concernés constituant ainsi un échantillon représentatif avec près de 20 % du parc installé (ASN, 2015). Ainsi, l'ensemble des fabricants de scanners présents sur le marché est représenté (GE Healthcare, Philips, Siemens, Toshiba et Hitachi).

Douze examens ont été considérés, à savoir les cinq examens retenus pour les NRD (encéphale, thorax, TAP, AP et rachis lombaire) et sept autres examens fréquemment réalisés en routine clinique (sinus, rochers, dentascanner, troncs supra-aortiques [TSA], rachis cervical, arthroscanner d'épaule et scanopelvimétrie). Les données concernent uniquement des adultes et ont été recueillies en termes d'indice de dose scanographique du volume (IDSV) et de produit dose longueur (PDL) puisque ces indicateurs dosimétriques sont ceux utilisés en scanographie pour caractériser les doses délivrées aux patients (SFPMP, 2014). L'IDSV représente la dose moyenne délivrée dans le volume et dépend des paramètres d'acquisition choisis et le PDL intègre en plus la longueur exposée. Les relevés ont été réalisés pour une acquisition unique (une seule hélice) de façon à pouvoir établir des comparaisons avec les référentiels actuels. Pour chaque type d'examen, le fantôme associé pour la détermination de l'IDSV et du PDL a été précisé (tête ou corps). Ces données ont été recueillies à partir du rapport de dose relatif à un examen.

Pour un examen défini, seules les données des établissements présentant au minimum trois patients pour les examens hors NRD et quatre pour les examens NRD ont été conservées. Le but était d'améliorer la représentativité statistique en incluant un maximum d'établissements, afin de rendre compte des pratiques à l'échelle nationale.

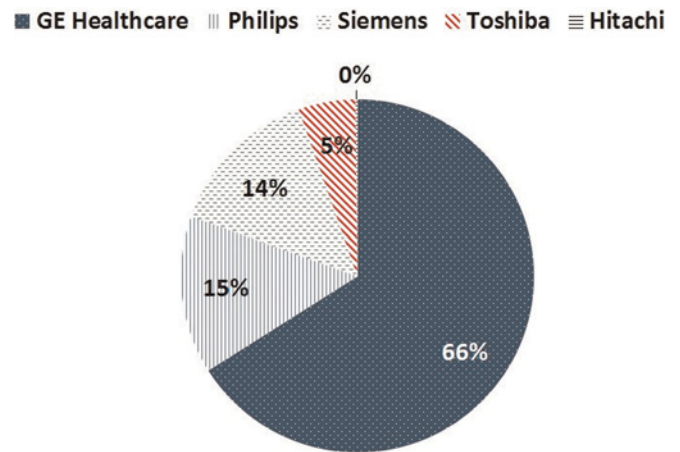


Fig. 1. Répartition des scanners par fabricant pour la période 2013–2016.

Fig. 1. Distribution of CT scanners by manufacturer during the period 2013–2016.

Pour chaque examen, l'IDSV moyen et le PDL moyen de chaque établissement ont été déterminés afin que leur contribution soit identique. À partir de ces données, les 75^e et 25^e centiles ont été déterminés. La dispersion a été caractérisée par l'intermédiaire du coefficient de variation (CV), rapport entre l'écart-type et la moyenne. Celui-ci a été évalué pour l'IDSV des scanners avec RI et sans RI afin de s'affranchir de l'influence de la longueur qui relève plus de la justification. De plus, les PDL du registre proposé ont été arrondis à 5 mGy.cm près afin que la méthodologie suivie soit identique à celle utilisée par l'IRSN lors de l'analyse des recueils NRD.

Pour les cinq examens NRD, les données dosimétriques du registre ont été comparées avec celles de l'arrêté NRD du 24/10/2011 puis avec celles du bilan IRSN 2013–2015. Ces comparaisons ont été réalisées en termes de 75^e centiles et la distinction relative à la RI n'a pas été prise en compte.

Enfin, un recueil d'information concernant la génération du scanner a également été réalisé de 2011 à 2016 afin de représenter l'évolution de la répartition des scanners équipés ou non de la RI.

3 Résultats

Afin de rendre compte de la répartition actuelle des scanners par fabricant sur l'ensemble de l'étude, la Figure 1 a été établie. On constate que la marque GE Healthcare représente plus de la moitié des scanners présents dans l'étude (66 %).

Sur la Figure 2, la classification des données par période a permis de rendre compte de l'évolution technologique du parc de scanners sur le territoire français. L'augmentation de la part de scanners équipés de la RI s'élève à 48 points de pourcentage entre 2011 et 2016 (25 % des scanners étaient équipés en 2011–2012 contre 73 % en 2013–2016).

Les examens figurant dans l'arrêté NRD du 24/10/2011 ont d'abord été considérés. Le Tableau 1 présente les valeurs dosimétriques proposées en termes d'IDSV et de PDL, en distinguant les scanners équipés ou non de la RI. Les sept

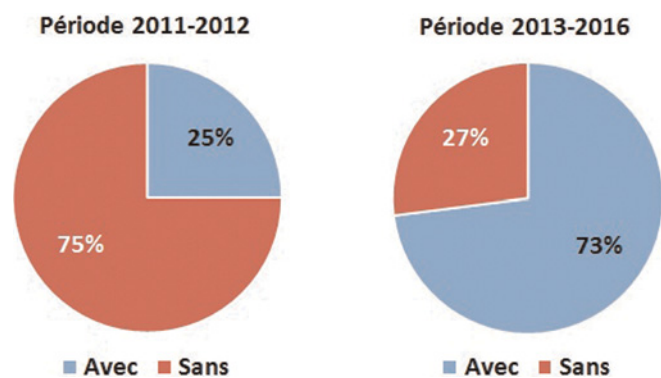


Fig. 2. Répartition des scanners avec et sans reconstruction itérative sur les périodes 2011–2012 et 2013–2016.

Fig. 2. Distribution of CT scanners with and without an iterative reconstruction system during the period 2011–2012 et 2013–2016.

autres examens choisis, ne figurant pas dans l'arrêté NRD, ont ensuite été étudiés. Les résultats sont présentés dans le [Tableau 2](#).

Afin d'analyser la dispersion des données, les CV figurant dans les [Tableaux 1](#) et [2](#) ont été considérés. Ainsi, pour les scanners avec RI, la dispersion est en moyenne de 24 % pour les examens NRD et de 34 % pour les examens hors NRD. Pour les scanners sans RI, la dispersion est en moyenne de 25 % pour les examens NRD et de 40 % pour les examens hors NRD.

La comparaison entre le registre proposé et les valeurs des deux référentiels est illustrée dans le [Tableau 3](#). Par rapport aux données dosimétriques figurant dans l'arrêté NRD du 24/10/2011, les 75^e centiles du registre sont inférieurs en moyenne de 31 % pour l'IDSV et de 22 % pour le PDL. Seul le 75^e centile du PDL pour le rachis lombaire est supérieur de 25 % à la valeur NRD. Par rapport aux données de l'IRSN recueillies de 2013 à 2015, les 75^e centiles du registre sont inférieurs ou similaires (en moyenne –2 % de différence pour l'IDSV et –4 % pour le PDL), sauf pour le rachis lombaire où les valeurs sont supérieures de 6 % pour l'IDSV et de 11 % pour le PDL.

Enfin, la comparaison des 75^e centiles de l'IDSV du [Tableau 1](#) avec les données de l'arrêté NRD met en évidence une diminution moyenne de 19 % pour les scanners sans RI et de 37 % pour les scanners avec RI. La même comparaison en termes de PDL n'a pas été réalisée afin de s'affranchir de la longueur exposée.

4 Discussion

Les [Tableaux 1](#) et [2](#) proposent ainsi un registre de dose pour 12 examens scanographiques réalisés chez l'adulte, qui distingue les scanners équipés ou non de la RI. Ce registre permet donc aux professionnels de santé de situer leurs pratiques dosimétriques pour un plus grand nombre d'examen et par rapport à une génération équivalente de scanners à la leur (avec ou sans RI de première génération). Ils pourront de ce

Tableau 1. Registre dosimétrique proposé pour les examens NRD, pour les scanners équipés ou non de la reconstruction itérative.

Table 1. Dose Index Registry proposed for the national diagnostic reference levels (DRLs) exams. Dosimetric data from CT scanners with and without an iterative reconstruction system.

| Scanner sans reconstruction itérative | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------|---|-------------------------|-------------------------|
| Type d'examen | Nombre de sites | IDSV (mGy) | | CV (%) | Variation IDSV 75 ^e centile – Arrêté NRD (%) | PDL (mGy.cm) | |
| | | 75 ^e centile | 25 ^e centile | | | 75 ^e centile | 25 ^e centile |
| Encéphale ^a | 31 | 52 | 43 | 16 | –20 | 950 | 760 |
| Thorax ^b | 30 | 12 | 9 | 24 | –17 | 480 | 320 |
| TAP ^b | 17 | 15 | 10 | 27 | –26 | 1 010 | 655 |
| AP ^b | 30 | 15 | 10 | 26 | –14 | 690 | 490 |
| Rachis lombaire ^b | 30 | 38 | 24 | 30 | –16 | 910 | 640 |
| Scanner avec reconstruction itérative | | | | | | | |
| Type d'examen | Nombre de sites | IDSV (mGy) | | CV (%) | Variation IDSV 75 ^e centile – Arrêté NRD (%) | PDL (mGy.cm) | |
| | | 75 ^e centile | 25 ^e centile | | | 75 ^e centile | 25 ^e centile |
| Encéphale ^a | 80 | 42 | 35 | 16 | –35 | 770 | 630 |
| Thorax ^b | 77 | 8 | 6 | 28 | –44 | 330 | 230 |
| TAP ^b | 62 | 11 | 8 | 24 | –45 | 800 | 520 |
| AP ^b | 87 | 12 | 9 | 24 | –30 | 575 | 385 |
| Rachis lombaire ^b | 86 | 31 | 21 | 27 | –32 | 810 | 590 |

NRD : niveaux de référence diagnostiques ; IDSV : indice de dose scanographique du volume ; CV : coefficient de variation ; PDL : produit dose longueur ; TAP : thorax-abdomen-pelvis ; AP : abdomen-pelvis.

^a Fantôme tête.

^b Fantôme corps.

Tableau 2. Registre dosimétrique proposé pour les examens hors NRD, pour les scanners munis ou non de la reconstruction itérative.
Table 2. Dose Index Registry proposed for other exams frequently realized in clinical practice. Dosimetric data from CT scanners with and without an iterative reconstruction system.

| Scanner sans reconstruction itérative | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
| Type d'examen | Nombre de sites | IDSV (mGy) | | CV (%) | PDL (mGy.cm) | |
| | | 75 ^e centile | 25 ^e centile | | 75 ^e centile | 25 ^e centile |
| Sinus ^a | 29 | 13 | 9 | 34 | 185 | 115 |
| Rochers ^a | 20 | 140 | 73 | 51 | 755 | 475 |
| Dentascanner ^a | 18 | 68 | 31 | 55 | 460 | 230 |
| TSA ^b | 8 | 18 | 10 | 49 | 635 | 355 |
| Rachis cervical ^b | 16 | 26 | 19 | 34 | 615 | 415 |
| Arthroscanner d'épaule ^b | 11 | 78 | 31 | 47 | 1 025 | 435 |
| Scanopelvimétrie ^b | 8 | 1,0 | 1,0 | 8 | 35 | 30 |
| Scanner avec reconstruction itérative | | | | | | |
| Type d'examen | Nombre de sites | IDSV (mGy) | | CV (%) | PDL (mGy.cm) | |
| | | 75 ^e centile | 25 ^e centile | | 75 ^e centile | 25 ^e centile |
| Sinus ^a | 65 | 8 | 6 | 26 | 110 | 80 |
| Rochers ^a | 69 | 99 | 75 | 30 | 660 | 495 |
| Dentascanner ^a | 80 | 49 | 24 | 50 | 365 | 195 |
| TSA ^b | 28 | 11 | 8 | 31 | 405 | 275 |
| Rachis cervical ^b | 71 | 29 | 17 | 34 | 620 | 350 |
| Arthroscanner d'épaule ^b | 56 | 50 | 26 | 43 | 695 | 430 |
| Scanopelvimétrie ^b | 33 | 1,0 | 0,7 | 26 | 35 | 20 |

NRD : niveaux de référence diagnostiques ; IDSV : indice de dose scanographique du volume ; CV : coefficient de variation ; PDL : produit dose longueur ; TSA : troncs supra-aortiques.

^a Fantôme tête.

^b Fantôme corps.

fait cibler les protocoles à optimiser et connaître la marge de progression atteignable en termes de doses. Les fantômes considérés lors de la mise en place du registre (tête ou corps) ont été précisés de façon à ce que les comparaisons établies par les professionnels de santé puissent être réalisées à fantômes équivalents.

D'après l'interprétation des CV des Tableaux 1 et 2, nous constatons que les examens hors NRD présentent une dispersion d'IDSV plus importante par rapport aux examens NRD (en moyenne 10 % pour les scanners avec RI et 15 % pour les scanners sans RI). Ceci illustre une disparité plus importante des doses délivrées par les différents établissements pour les examens hors NRD. En effet, en l'absence de référentiel, l'optimisation est plus difficile à réaliser et ne permet pas de standardiser les pratiques. Ces examens nécessiteraient donc un important travail d'optimisation afin de tendre vers des pratiques nationales plus homogènes, comme c'est le cas des examens NRD.

D'après la comparaison avec l'arrêté NRD en vigueur, une réévaluation à la baisse des NRD est à prévoir. Seul le 75^e centile proposé pour le rachis lombaire en termes de PDL est supérieur à celui de l'arrêté NRD. Ce point est lié à une pratique clinique qui a évolué avec l'exploration d'étages vertébraux supplémentaires par rapport à ce qui

avait été retenu comme bonne pratique au moment de l'établissement des NRD. Cet indicateur dosimétrique devrait être revu à la hausse dans le prochain arrêté NRD (IRSN, 2016).

La comparaison dosimétrique entre le registre et le bilan IRSN 2013–2015 met en évidence une bonne représentativité de la pratique nationale du registre proposé. Pour le rachis lombaire, la différence observée – valeurs d'IDSV et de PDL supérieures à celles du bilan IRSN – pourrait s'expliquer par une sélection des patients par les établissements dans les recueils transmis à l'IRSN afin de réduire leur écart au PDL en vigueur. Dans la mesure où aucune sélection de poids et de taille n'a été réalisée lors de cette étude, les doses s'en trouvent donc quelque peu augmentées.

Enfin, la comparaison du registre avec l'arrêté NRD (Tab. 1) et la hausse conséquente dans le temps du nombre de scanners avec RI (Fig. 2) illustrent l'apport de cette évolution technologique dans la réduction des doses délivrées au patient à l'échelle nationale. Le potentiel de réduction de dose par rapport aux NRD est ainsi plus important pour le scanner avec RI que pour ceux sans RI. Dans le cadre d'une démarche d'optimisation des examens NRD, il semble donc pertinent de fixer pour l'IDSV les objectifs dosimétriques minimums suivants : –20 % pour les scanners sans RI et –40 % pour les scanners équipés de RI.

Tableau 3. Données dosimétriques relatives au registre, à l'arrêté du 24/10/2011 et au bilan 2013–2015 de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) pour les examens NRD.

Table 3. *Dosimetric data related to the Dose Index Registry, the national diagnostic reference levels (DRLs) order (24/10/2011) and the last IRSN balance sheet (2013–2015).*

| Type d'examen | IDSV (75 ^e centile) (mGy) | | | | |
|-----------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Arrêté NRD du 24/10/2011 | Bilan IRSN 2013–2015 | Registre dosimétrique | Variation registre – Arrêté NRD (%) | Variation registre – Bilan IRSN (%) |
| Encéphale | 65 | 46 | 46 | –29 | 0 |
| Thorax | 15 | 10 | 10 | –33 | 0 |
| TAP | 20 | 13 | 12 | –40 | –8 |
| AP | 17 | 13 | 13 | –24 | 0 |
| Rachis lombaire | 45 | 31 | 33 | –27 | +6 |

| Type d'examen | PDL (75 ^e centile) (mGy.cm) | | | | |
|-----------------|--|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Arrêté NRD du 24/10/2011 | Bilan IRSN 2013–2015 | Registre dosimétrique | Variation registre – Arrêté NRD (%) | Variation registre – Bilan IRSN (%) |
| Encéphale | 1 050 | 870 | 830 | –21 | –5 |
| Thorax | 475 | 365 | 370 | –22 | +1 |
| TAP | 1 000 | 845 | 820 | –18 | –3 |
| AP | 800 | 655 | 595 | –26 | –9 |
| Rachis lombaire | 700 | 790 | 875 | +25 | +11 |

NRD : niveaux de référence diagnostiques ; IDSV : indice de dose scanographique du volume ; CV : coefficient de variation ; PDL : produit dose longueur ; TAP : thorax-abdomen-pelvis ; AP : abdomen-pelvis.

De plus, la prise en compte de cette spécificité technologique lors de l'établissement d'un registre dosimétrique s'avère primordiale. Avec l'arrivée des algorithmes de RI de deuxième génération, il faudra même probablement, à l'avenir, être en mesure de distinguer les différents types de RI.

La principale limite de cette étude est le nombre restreint de données impactant la robustesse de la statistique. Cependant, le recueil des données par un physicien médical a été privilégié afin de ne pas induire de biais dû à une sélection des patients. De plus, il a été choisi de rendre compte des pratiques à l'échelle nationale et donc de considérer un maximum d'établissements plutôt que de multiplier le nombre de données par site. Précisons que l'examen TAP présentait beaucoup moins de données que les quatre autres examens NRD dans la mesure où les établissements ne réalisent pas tous les TAP en une seule hélice (thorax–abdomen au temps artériel puis abdomen–pelvis au temps portal). De façon à améliorer la robustesse de la statistique pour les examens hors NRD, il serait par ailleurs intéressant de mettre à jour les données de ce registre en ajoutant celles collectées chaque année. L'utilisation de logiciel de gestion de dose patient (Dose Archiving and Communication System [DACs]) pourrait également être une alternative à ce problème en permettant de recueillir une multitude de données à distance. Cependant, cela diminuerait drastiquement le nombre d'établissements participant à l'étude puisque à l'heure actuelle les établissements équipés de DACs sont minoritaires.

L'absence d'évaluation de qualité d'image constitue également une limite à cette étude. Ce paramètre étant difficile à évaluer pour chaque patient, la résolution de cette limite s'avère complexe.

Cette étude a été limitée à l'apport de la RI à la réduction de l'exposition. Toutefois, ce registre permettrait d'aller plus loin en étudiant les différences d'exposition, si elles existent, en fonction des différentes marques et différents modèles de scanners et en évaluant la réduction de dose promise avec l'arrivée des nouvelles générations de RI.

5 Conclusion

Cette étude a permis d'établir un registre dosimétrique illustrant les pratiques récentes pour 12 examens scanographiques chez l'adulte et distinguant les scanners équipés ou non de la RI. La prise en compte de cette spécificité technologique a été jugée primordiale dans la mesure où elle affecte les doses grâce à l'utilisation d'algorithmes de RI de premières générations. Ainsi, en palliant l'absence de mise à jour régulière des NRD, ce registre dosimétrique permet aux professionnels de santé de mieux situer leurs pratiques en temps réel et de cibler les protocoles à optimiser.

Références

- ASN. 2015. Bilan des inspections des installations de scanographie réalisées en 2015.
- IRSN. 2010. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2007. Rapport IRSN-InVS 2010.
- IRSN. 2014. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2012. Rapport PRP-HOM n° 2014-6.

- IRSN. 2016. Analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire. Bilan 2013–2015. PRP-HOM/2016-00006.
- Journal officiel de la République française. 2012. Arrêté du 24 octobre 2011 relatif aux niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire.
- Schmidt CW. 2012. CT scans: balancing health risks and medical benefits. *Environ. Health Perspect.* 120: A118–A121.
- SFPM. 2014. Dosimétrie des explorations diagnostiques en radiologie. Rapport SFPM n° 30.
- Walsh L, Shore R, Auvinen A, Jung T, Wakeford R. 2014. Risks from CT scans-what do recent studies tell us? *J. Radiol. Prot.* 34: E1–E5.
- Willeminck MJ, Jong PA, Leiner T, Heer LM, Nievelstein RAJ, Budde RPJ, *et al.* (2013a). Iterative reconstruction techniques for computed tomography part 1: technical principles. *Eur. Radiol.* 23: 1623–1631.
- Willeminck MJ, Leiner T, Jong PA, Heer LM, Nievelstein RAJ, Schilham AMR, *et al.* (2013b). Iterative reconstruction techniques for computed tomography part 2: initial results in dose reduction and image quality. *Eur. Radiol.* 23: 1632–1642.

Citation de l'article : Fayolle S, Miloudi H, Gonzalez L, Rousselle I, Noel A, Amir S, Dufay F. 2017. Mise en place d'un registre dosimétrique en scanographie. *Radioprotection* 52(1): 51–56.