

EXposition des Professionnels de santé aux Rayonnements ionisants (étude EXPERTS) : Évolution en France entre 2009 et 2019

Contexte

Les professionnels de santé impliqués dans la gestion de l'imagerie par rayons X ou d'autres techniques entraînant une exposition aux rayonnements ionisants (RI), représentent le groupe des travailleurs les plus fréquemment exposés aux RI artificiels (WHO, n.d.)¹.

De plus, l'utilisation des RI en médecine se développe rapidement en raison de l'introduction de nouvelles pratiques diagnostiques et thérapeutiques dans certains domaines spécifiques comme la médecine nucléaire ou la radiologie interventionnelle. Ainsi, des différences substantielles entre les doses collectées peuvent être mises en évidence en fonction du poste qu'occupe le travailleur, et l'approche par une dose annuelle moyenne pour l'ensemble des travailleurs exposés dans un domaine, ici le domaine médical, doit être complétée par des études ciblées (IRSN, 2019)². Du fait que de nombreux professionnels de santé susceptibles d'être exposés aux RI bénéficient en France d'un suivi à l'aide d'un dosimètre personnel, équipement important pour s'assurer du respect des limites de dose réglementaires, une grande quantité de résultats dosimétriques est disponible à l'analyse.

La radioprotection fait partie des préoccupations des établissements de santé et nécessite de connaître le nombre de personnes exposées, les doses individuelles reçues et si des différences de doses existent en fonction des services et /ou des métiers exercés.

Les objectifs de l'étude EXPERTS pilotée par le Laboratoire d'épidémiologie des rayonnements ionisants de l'IRSN sont d'évaluer et de caractériser l'exposition aux RI des professionnels de santé en France au cours des dix dernières années, et également de préciser quelle perception du risque ont les professionnels exposés et leur recours aux équipements de radioprotection, individuels (EPI) ou collectifs (EPC) pour se protéger des RI.

Méthode

→ Sur qui porte l'étude ?

Tous les professionnels de santé de plus de 18 ans présents dans l'un des hôpitaux inclus dans l'étude et ayant bénéficié d'au moins un enregistrement dosimétrique dans la base SISERI (Système d'Information de la Surveillance de l'Exposition des travailleurs aux Rayonnements Ionisants) entre 2009 et 2019 ont été pris en compte.

Les hôpitaux participants à l'étude sont : trois hôpitaux de l'AP-HP (Hôpital Pitié-Salpêtrière, Hôpital Cochin et Hôpital Européen Georges Pompidou (HEGP)), le CHU de Bordeaux (Hôpital Pellegrin, Hôpital Saint-André, Groupe hospitalier Sud), et le CHU de Clermont Ferrand (Hôpital d'Estaing, Hôpital Gabriel-Montpied, Hôpital Louise Michel).

Tous les professionnels qui ont changé d'emploi, entraînant la fin de leur exposition aux RI, ou qui ont changé d'établissement entre 2009 et 2019 ont été exclus de l'étude.

→ Comment ont été recueillies et analysées les données ?

Les données socio-professionnelles et les données sur l'exposition externe passive (corps entier, extrémités, cristallin) des professionnels de santé inclus dans l'étude ont été extraites à partir de la base SISERI (Cf. Figure ci-dessous). Par l'intermédiaire des médecins du service de médecine du travail de chaque établissement, les données socio-professionnelles ont été complétées, consolidées et validées en utilisant un logiciel dédié aux services de santé au travail des hôpitaux (logiciel CHIMED©).

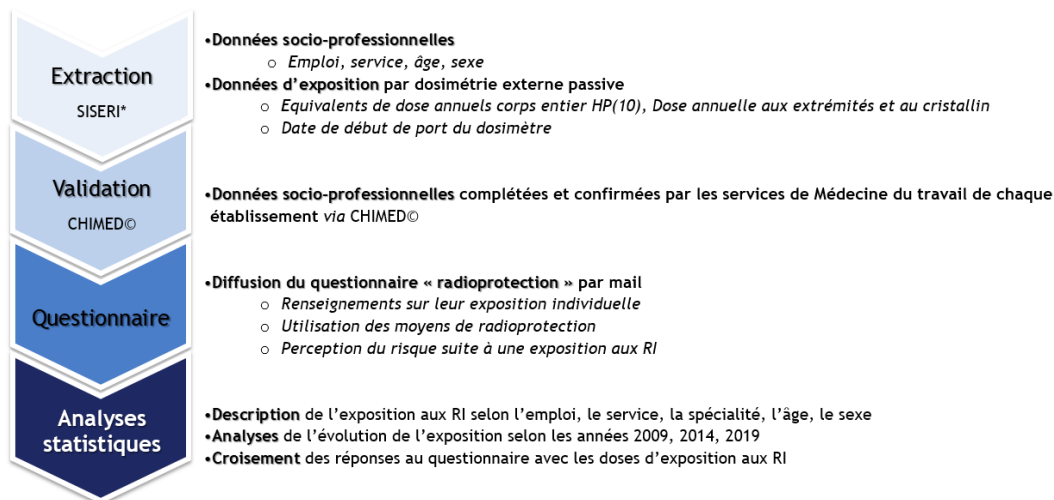
¹ WHO, n.d. Ionizing radiation, health effects and protective measures [WWW Document]. URL <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures> (accessed 3.20.20).

² IRSN, 2019. Bilan 2018 des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants en France. Une attention particulière portée sur certaines activités : démantèlement, sous-traitance, radiologie interventionnelle.

En parallèle, un lien vers un questionnaire en ligne a été envoyé par mail à tous les professionnels concernés. Ce questionnaire a été construit d'après les données de la littérature : il comporte une partie sur l'exposition propre de chaque professionnel (procédures pratiquées, durée d'exposition, etc.), une partie sur les équipements de radioprotection utilisés, et enfin une partie sur les connaissances et la perception du risque face aux RI.

Après recueil des données, des analyses statistiques ont été réalisées : description des doses par sexe, âge, métier/spécialité, et services pour chaque année entre 2009 et 2019 ; analyse de l'évolution temporelle individuelle des doses entre 2009 et 2019 ; étude des réponses au questionnaire.

Méthode appliquée dans l'étude EXPERTS



Description de la population EXPERTS

Au total, 1458 professionnels de santé de l'AP-HP, Bordeaux et Clermont-Ferrand ont été pris en compte dans l'étude.

Les professionnels étaient âgés de 39,8 ans en moyenne en 2009 (min=19 ; max=64).

La proportion hommes-femmes était similaire selon les sites hospitaliers, soit environ 59% de femmes et 41% d'hommes.

Sur l'ensemble de la population d'étude, les corps de métiers les plus représentés étaient les infirmiers (30%), les manipulateurs en électroradiologie (28%), et les médecins (27%), avec quelques différences de proportion selon les sites hospitaliers.

Enfin, les services de radiologie conventionnelle/scannographie, chirurgie (neurochirurgie, orthodontie, thoracotomie, urologie, vasculaire et viscéral), anesthésie-réanimation, cardiologie, et médecine nucléaire représentaient respectivement 27%, 25%, 12%, 8%, et 8% de l'échantillon EXPERTS.

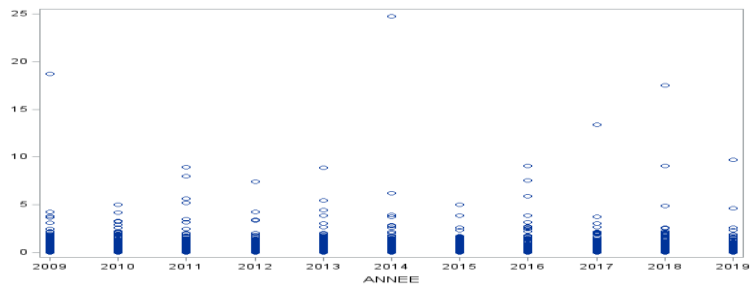
Description de l'exposition corps entier ($H_p(10)$)

→ Analyse globale

Tout établissement confondu, une diminution statistiquement significative de la dose annuelle moyenne de 0,008 mSv/an ($p < 10^{-3}$) est observée sur la période 2009-2019 pour l'ensemble de la population d'étude. D'après la Figure ci-dessous, seules 16 doses corps entier $H_p(10)^3$ étaient supérieures à 5 mSv pendant la période d'étude, avec un seul dépassement de la dose limite de 20 mSv, en 2014, confirmé par le médecin du travail.

³ $H_p(10)$: Equivalent de dose individuel à 10 mm de profondeur, utilisé pour estimer la dose efficace

Distribution des doses Hp(10) pour chaque année d'étude (mSv)

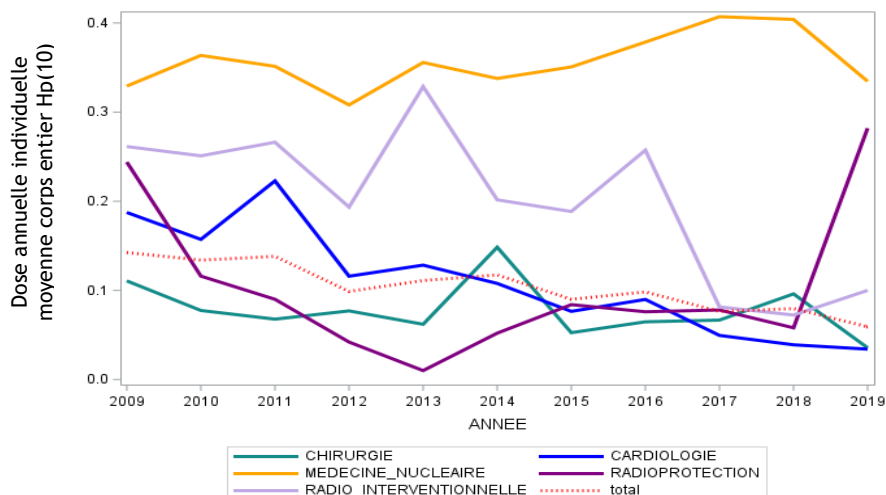


→ **Analyse par service**

En termes de dose annuelle individuelle, les services dans lesquels les travailleurs sont les plus exposés pour la période 2009-2019 sont les services de médecine nucléaire (moyenne = 0,36 mSv ; max = 2,82 mSv), de radiologie interventionnelle (moyenne = 0,20 mSv ; max = 9,05 mSv), de cardiologie (moyenne = 0,11 mSv ; max = 5,65 mSv), les techniciens en radioprotection (moyenne = 0,10 mSv ; max = 1,10 mSv), et les services de chirurgie (moyenne = 0,08 mSv ; max = 24,74 mSv), activité pour laquelle le dépassement de la limite réglementaire a été enregistré en 2014.

L'évolution de l'exposition aux RI entre 2009 et 2019 est donnée sur la Figure ci-dessous pour chacun des types de services et pour l'ensemble des services de l'étude (« total »).

Evolution de l'exposition par service (2009-2019)

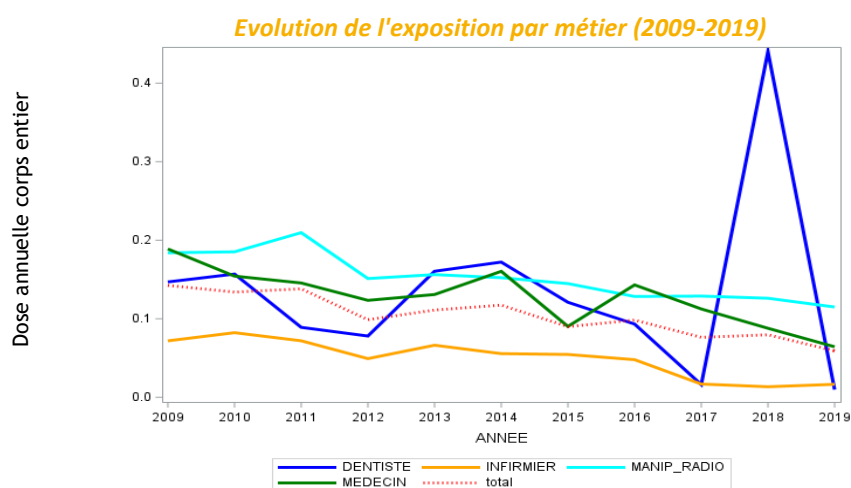


L'exposition des travailleurs des services de médecine nucléaire reste stable au fil du temps, avec une dose moyenne annuelle comprise entre 0,3 et 0,4 mSv, la plus élevée parmi tous les services étudiés. Les travailleurs des services de radiologie interventionnelle ont vu leur exposition diminuer sur la période d'étude, avec une diminution statistiquement significative moyenne annuelle de 0,02 mSv/an ($p < 10^{-3}$), la plus importante parmi tous les services étudiés. Une diminution statistiquement significative de l'exposition de 0,02 mSv/an ($p < 10^{-3}$) a également été notée dans les services de cardiologie. Enfin, l'exposition dans les services de chirurgie est restée relativement stable sur la période d'étude.

→ Analyse par métier

L'analyse par métier de la moyenne d'exposition annuelle montre que les manipulateurs en électroradiologie (moyenne = 0,15 mSv ; max = 8,97 mSv), les chirurgiens-dentistes (moyenne = 0,13 mSv ; max = 17,50 mSv) et les médecins (moyenne = 0,13 mSv ; max = 24,74 mSv) sont les plus exposés parmi tous les corps de métier représentés dans l'étude.

Globalement, l'ensemble des métiers a vu la moyenne d'exposition diminuer pendant la période d'étude (Cf. Figure ci-dessous). L'exposition des manipulateurs en électroradiologie affiche une légère baisse sur la période d'étude, mais reste située entre 0,15 et 0,20 mSv. La diminution la plus importante a été observée chez les dentistes avec une diminution de 0,014 mSv/an ($p = 0,01$), et chez les médecins avec une diminution de 0,013 mSv/an ($p = 0,07$). A noter qu'un pic d'exposition des chirurgiens-dentistes a été observé en 2018, ceci étant dû uniquement à un travailleur dont l'exposition annuelle s'est élevée à 17,5 mSv, alors que tous les autres chirurgiens-dentistes avaient une exposition proche de zéro cette année-là.



Description de l'exposition corps entier ($H_p(10)$) selon les hôpitaux inclus dans l'étude

→ Analyse globale

L'évolution des moyennes d'exposition de 2009 à 2019 par site sont données sur la Figure de gauche ci-dessous.

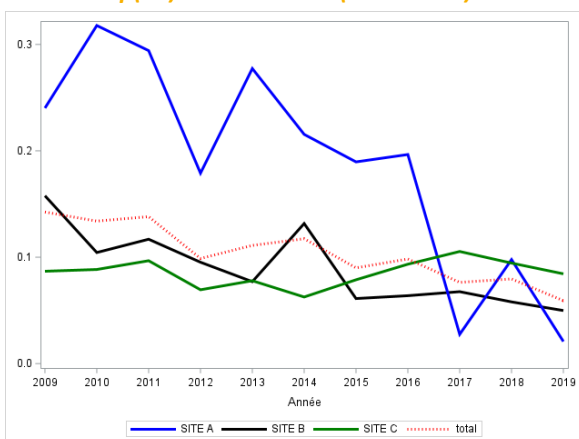
Des différences peuvent ainsi être observées entre les sites participants à l'étude⁴ : l'exposition sur le site A était très largement supérieure à celle des sites B et C avant 2016, mais a affiché une nette diminution de 0,03mSv/an ($p < 10^{-3}$), jusqu'à une exposition inférieure aux autres sites en 2017 et 2019.

L'exposition moyenne sur le site B a également diminué régulièrement entre 2009 et 2019 de 0,009 mSv/an ($p < 10^{-3}$), tandis que celle du site C est restée faible et stable (+0,001 mSv/an, $p = 0,53$) ; c'est d'ailleurs sur ce site que l'exposition est en moyenne la plus faible sur les dix années d'étude (moyenne = 0,09mSv ; max = 8,00).

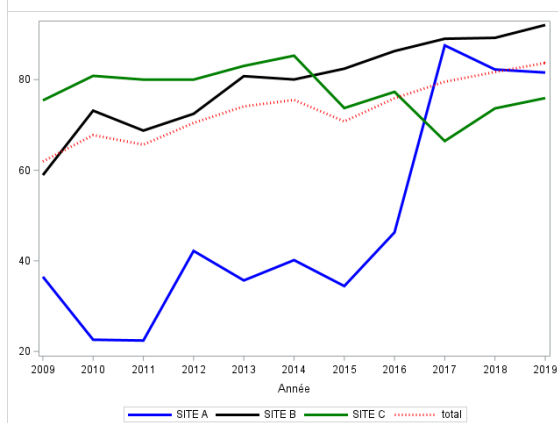
A noter également que le pourcentage de doses nulles (ou inférieures au seuil d'enregistrement) a également augmenté pendant la période d'étude sur les sites A et B, tandis qu'il est resté relativement stable au sein du site C (Figure de droite ci-dessous). Ces pourcentages expliquent notamment la diminution de l'exposition moyenne des travailleurs inclus dans l'étude. Deux raisons pourraient être avancées pour expliquer ce phénomène : une diminution réelle de l'exposition ou un port plus fréquent du dosimètre sous les équipements de protections individuelles (EPI) ou un port moins assidu du dosimètre au cours du temps. Cette dernière raison semble peu probable dans la mesure où l'habitude des travailleurs à porter ou non leur dosimètre est supposée constante dans le temps.

⁴ Les sites ont été anonymisés dans la suite de l'étude et sont dénommés site A, B et C

Evolution de la moyenne d'exposition Hp(10) selon les sites (2009-2019)



Evolution du pourcentage de doses Hp(10) nulles selon les sites (2009-2019)



Analyse des réponses au questionnaire

Le questionnaire a été envoyé à 1 268 travailleurs inclus dans l'étude (l'envoi des questionnaires aux agents de l'HEGP a été réalisé début mars 2022) et les réponses sont encore en cours d'analyse. 293 réponses ont été obtenues, soit un taux de participation de 23%.

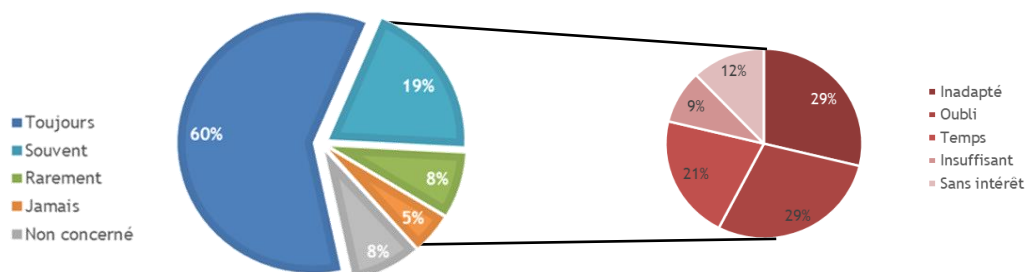
Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les répondants et les non-répondants au questionnaire vis-à-vis des niveaux d'exposition, de l'âge, du sexe, et du site.

En revanche, des différences ont été notées selon le métier et selon le service d'appartenance : les taux de réponse les plus élevés concernent les ingénieurs, les pharmaciens, les techniciens et les agents en radioprotection, ou travaillant dans les laboratoires, tandis que les taux de réponse les plus faibles concernent les chirurgiens-dentistes, les aides-soignants, et les agents évoluant dans le service de cardiologie.

→ Port du dosimètre

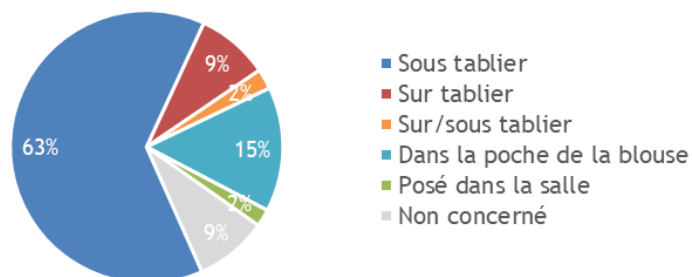
Parmi les répondants, 60% déclarent toujours porter leur dosimètre, 19% déclarent le porter souvent, et 13% rarement ou jamais (Cf. Figure ci-dessous). Les raisons évoquées pour le non-port du dosimètre sont principalement liées au fait qu'il serait inadapté (tombe facilement, peur de le perdre), qu'il est oublié, que les agents manquent de temps pour le mettre (lieu de rangement pas toujours bien situé par rapport aux salles de travail), qu'ils sont en nombre insuffisant ou considérés sans intérêt par le travailleur.

Port du dosimètre et raisons de non-port le cas échéant



Le dosimètre est porté pour 63% des répondants sous le tablier de protection, ou pour 15% des répondants dans la poche de la blouse. Quelques agents le portent sur le tablier (9%), ou alternativement dessus et dessous (2%), tandis que 2% le posent dans la salle dans laquelle ils travaillent (Cf. Figure ci-dessous).

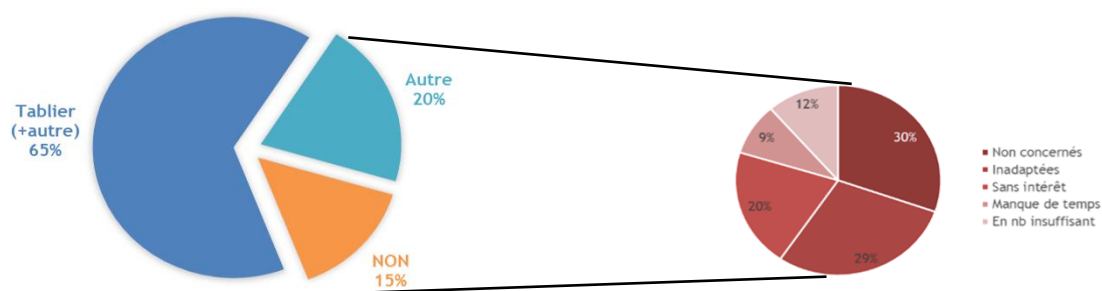
Position du port du dosimètre



→ Moyens de radioprotection

Pour 65% des répondants, un tablier (souvent accompagné d'un autre moyen de protection) est *a minima* utilisé, tandis que 20% utilisent soit un paravent, soit des lunettes, soit des gants, ou seulement le respect d'une distance minimale à la source de RI, tandis que 15% ne portent aucun moyen de protection (Cf. Figure ci-dessous). Parmi les agents qui ne portent pas ou peu de protections, un tiers se sent non concerné car pas ou peu exposé, un tiers juge les moyens de protection inadaptés (lourdeur du tablier principalement), tandis que le dernier tiers juge les protections sans intérêt, en nombre insuffisant ou incompatible avec le temps dont il dispose pour effectuer les opérations concernées.

Moyens de protection contre les RI et raisons de non-port



➔ Connaissances vis-à-vis d'une exposition aux RI

Réponses aux questions sur les connaissances en radioprotections et la perception du risque*

Questions	Réponses	Site A	Site B	Site C	Total
1. Vous considérez-vous exposé(e) aux rayonnements ionisants ?					
	Oui	41 (67.21)	104 (77.61)	64 (65.31)	209 (71.33)
	Non	20 (32.79)	30 (22.39)	34 (34.69)	84 (28.67)
2. Vous estimez-vous suffisamment informé(e) des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants ?					
	Oui	49 (80.33)	110 (82.09)	81 (82.65)	240 (81.91)
	Non	12 (19.67)	24 (17.91)	17 (17.35)	53 (18.09)
3. Estimez-vous que les expositions aux rayonnements ionisants que vous recevez au cours de votre activité professionnelle sont :					
	A risque certain mais acceptable	29 (47.54)	56 (41.79)	41 (41.84)	126 (43)
	A risque négligeable	20 (32.79)	58 (43.28)	47 (47.96)	125 (42.66)
	Sans aucun risque	5 (8.2)	9 (6.72)	6 (6.12)	20 (6.83)
	Très à risque	6 (9.84)	8 (5.97)	3 (3.06)	17 (5.8)
	Ne sait pas	1 (1.64)	3 (2.24)	1 (1.02)	5 (1.71)
4. Avez-vous suivi des formations ou des mises-à-niveau en radioprotection des travailleurs?					
	Oui, fréquemment	37 (60.66)	77 (57.46)	57 (58.16)	171 (58.36)
	Oui, rarement	22 (36.07)	49 (36.57)	36 (36.73)	107 (36.52)
	Non, jamais	2 (3.28)	8 (5.97)	5 (5.1)	15 (5.12)
5. Souhaitez-vous recevoir prochainement une formation en radioprotection ?					
	Oui	15 (24.59)	34 (25.37)	27 (27.55)	76 (25.94)
	Non	46 (75.41)	100 (74.63)	71 (72.45)	217 (74.06)
6. Quel est le patient le plus sensible aux rayonnements ionisants ?					
	JUSTE **	8 (13.11)	26 (19.4)	17(17.35)	51 (17.41)
	FAUX **	53 (86.89)	108 (80.6)	81(82.65)	242 (82.59)
7. Quel est le tissu le plus susceptible de présenter des lésions liées aux rayonnements ionisants ?					
	JUSTE **	26 (42.62)	76 (56.72)	43(43.88)	145 (49.49)
	FAUX **	11 (18.03)	21 (15.67)	22(22.45)	54 (18.43)
	Ne sait pas	24 (39.34)	37 (27.61)	33(33.67)	94 (32.08)
8. Quelles maladies peuvent être le résultat d'une lésion stochastique due aux radiations ionisantes ?					
	JUSTE **	12 (19.67)	31 (23.13)	27(27.55)	70 (23.89)
	PARTIELLEMENT JUSTE	13 (21.31)	27 (20.15)	20(20.41)	60 (20.48)
	FAUX **	29 (47.54)	64 (47.76)	41(41.84)	134 (45.73)
	Ne sait pas	7 (11.48)	12 (8.96)	10 (10.2)	29 (9.9)
9. Comment décrire le concept "d'optimisation de la dose" ?					
	JUSTE **	27 (44.26)	50 (37.31)	36(36.73)	113 (38.57)
	PARTIELLEMENT JUSTE	22 (36.07)	62 (46.27)	38(38.78)	122 (41.64)
	FAUX **	12 (19.67)	22 (16.42)	24(24.49)	58 (19.8)
10. Quelle est la dose efficace moyenne de radiation d'une radiographie pulmonaire ?					
	JUSTE **	19 (31.15)	51 (38.06)	44 (44.9)	114 (38.91)
	FAUX **	42 (68.85)	83 (61.94)	54 (55.1)	179 (61.09)

*: les chiffres entre parenthèses sont exprimés en % **: JUSTE = réponse juste
FAUX = réponse fausse

Concernant le regard que les travailleurs ont vis-à-vis de leur propre exposition (questions 1 à 5 du Tableau ci-dessus), 71% se considèrent exposés aux RI, 82% s'estiment suffisamment informés des risques liés au RI, 86% jugent leur exposition à risque acceptable/négligeable et 6% très à risque, tandis que 26% souhaiteraient recevoir prochainement une formation en radioprotection.

Concernant les connaissances vis-à-vis d'une exposition aux RI (questions 6 à 10 du Tableau ci-dessus), seulement 40% de bonnes réponses ont été obtenues sur les 5 questions posées avec quelques différences selon les centres.

Enseignements

L'analyse des résultats de dosimétrie corps entier pour l'échantillon de travailleurs inclus dans l'étude EXPERTS montre que :

- les travailleurs du secteur de la santé sont relativement peu exposés, avec une seule alerte de dépassement de la limite réglementaire recensée ;
- leur exposition diminue d'année en année sur la période d'étude quel que soit le métier ;
- cette diminution s'explique notamment par une nette augmentation du nombre de doses nulles ou inférieures au seuil d'enregistrement ;
- les raisons les plus vraisemblables pour expliquer ces évolutions sont une meilleure utilisation des matériels et application des méthodes de radioprotection, une meilleure ergonomie des équipements utilisés, et une recherche d'optimisation des doses délivrées au patient ;
- l'exposition dans les services de médecine nucléaire reste cependant la plus élevée et stable dans le temps, tandis que l'exposition dans les autres services tend à diminuer ;
- des variations de l'exposition sont mises en évidence selon le site hospitalier, évoquant un rapport différent à la radioprotection ;
- le port du dosimètre n'est pas systématique, même s'il est porté toujours ou souvent par 79 % des répondants au questionnaire. Les raisons du défaut de port sont principalement l'aspect inadapté du dosimètre aux activités, l'oubli ou le manque de temps ;
- les moyens de protection sont utilisés par 85 % des agents répondants, dont une très grande majorité utilisent un tablier et/ou un paravent ;
- plusieurs agents ont cependant fait part du caractère inadapté des tabliers et des lunettes plombées, ceux-ci étant jugés trop lourds ou peu accessibles (rangés à un endroit peu pratique) ;
- les réponses aux questions sur les effets des RI font écho à un manque de connaissances des risques liés à ce type d'exposition.

A noter que seuls les professionnels ayant accepté de répondre au questionnaire (23 %) ont permis de dresser ces conclusions - les résultats de cette étude sont ainsi à prendre en compte avec prudence en raison d'un possible biais de représentation liés à la non-réponse d'une partie importante de la population de l'étude.