

FOCUS

**EXPOSITION PROFESSIONNELLE
AUX RAYONNEMENTS IONISANTS
DANS LES SECTEURS DE LA
RADIOTHERAPIE EXTERNE ET DE
LA CURIETHERAPIE EN 2025**

CONTEXTE

Les activités de **radiothérapie externe** et de **curiethérapie** reposent sur l'utilisation de rayonnements ionisants à visée thérapeutique, principalement des rayonnements X et gamma. Elles reposent sur des modalités d'utilisation des rayonnements ionisants très différentes, ce qui peut se traduire par des niveaux d'exposition professionnelle et des besoins de surveillance dosimétrique distincts.

La **radiothérapie externe** consiste à délivrer les rayonnements depuis une source située à l'extérieur du patient. Les faisceaux de rayonnements sont produits par un accélérateur linéaire uniquement pendant la délivrance du traitement. Les professionnels quittent la salle d'irradiation avant l'émission du faisceau. En fonctionnement normal, aucune présence humaine n'est autorisée dans le bunker durant l'irradiation. En dehors des opérations de contrôle qualité ou de maintenance, les expositions professionnelles sont essentiellement liées à des situations incidentelles. Les doses individuelles enregistrées sont généralement très faibles, souvent inférieures au seuil d'enregistrement des dosimètres à lecture différée.

À l'inverse, la **curiethérapie** met en œuvre des sources radioactives scellées placées à proximité ou au contact de la tumeur. Les pratiques diffèrent selon la technique utilisée. Dans les procédures à haut débit de dose (HDR), les sources sont télécommandées et réintégrées automatiquement dans leur projecteur après le traitement, limitant fortement l'exposition des travailleurs. En revanche, certaines techniques, notamment celles utilisant des sources permanentes ou, plus rarement aujourd'hui, des sources manipulées manuellement, peuvent conduire les professionnels à intervenir à proximité immédiate des sources radioactives. Les phases de préparation, d'implantation, de retrait ou de gestion des sources sont alors susceptibles de générer des expositions, en particulier aux extrémités.

Ces différences de pratiques se traduisent par des enjeux de surveillance dosimétrique spécifiques. En **radiothérapie externe**, l'enjeu du suivi dosimétrique vise principalement à confirmer le faible niveau d'exposition des travailleurs en conditions normales d'exploitation et à détecter d'éventuelles situations inhabituelles, telles qu'une présence accidentelle en salle lors d'une irradiation. En **curiethérapie**, si les traitements à haut débit de dose reposent également sur l'absence de personnel dans la salle pendant l'irradiation, la surveillance revêt en plus un caractère opérationnel, notamment pour les professionnels impliqués dans la manipulation des sources, afin de détecter d'éventuelles expositions des

extrémités (ou du corps entier) et de s'assurer du respect des limites réglementaires.

Dans son rapport « La radioprotection des travailleurs : bilan 2025 », l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (ASNR) a fait évoluer la structuration de certains domaines d'activités afin de mieux distinguer les niveaux d'exposition lorsque les pratiques professionnelles sont susceptibles de différer significativement. Cette évolution a pour objectif de permettre une analyse plus fine des niveaux d'exposition, compte tenu de pratiques et de profils d'exposition différents. Ainsi, concernant le domaine médical, la curiethérapie a été pour la première fois distinguée de la radiothérapie externe « classique ».

Ce focus propose une analyse de l'exposition professionnelle dans ces deux secteurs d'activité.

Les résultats présentés sont issus du **Système d'Information de la Surveillance de l'Exposition professionnelle aux Rayonnements Ionisants (SISERI)**, dont la gestion est confiée à l'ASNR en application de l'article R. 4451-134 du code du travail). Ils concernent exclusivement les travailleurs classés en catégorie A ou B bénéficiant d'une surveillance dosimétrique individuelle (SDI) externe au moyen de dosimètres individuels à lecture différée. En effet, conformément aux articles R. 4451-64 et R. 4451-66 du code du travail, les résultats dosimétriques des travailleurs non classés ne sont plus transmis à SISERI.

Modalités de port des dosimètres

Les dosimètres individuels à lecture différée sont nominatifs et portés sur une période d'un à trois mois, sous les équipements de protection individuelle en cas de port. Ils mesurent l'exposition du corps entier (dosimètre poitrine). Lorsque l'exposition n'est pas homogène sur le corps, le port de dosimètres supplémentaires permet d'évaluer les doses équivalentes reçues par certaines parties du corps, comme les extrémités (dosimètre bague ou poignet) ou le cristallin. Les dosimètres sont analysés par des organismes de dosimétrie accrédités¹.

La SDI a notamment pour objectif de vérifier que le travailleur ne dépasse pas les valeurs limites annuelles d'exposition professionnelle (VLEP) fixées aux articles R. 4451-6 à R. 4451-9 du code du travail.

¹ Les accréditations sont disponibles sur le site internet du COFRAC : <https://www.cofrac.fr/> ou sur le site internet du Service d'accréditation suisse SAS (pour DOSILAB) : <https://www.sas.admin.ch/sas/fr/home.html>

LA REALITE DU TERRAIN

Imbrication des deux secteurs et limites de choix dans SISERI

En pratique, force est de constater que la radiothérapie externe et la curiethérapie sont étroitement liés sur le plan organisationnel : la curiethérapie est réglementairement rattachée à un service de radiothérapie externe, et certains professionnels exercent dans les deux secteurs avec un même dosimètre. Cette situation ne permet pas l'attribution précise des effectifs ainsi que des doses reçues dans l'un ou l'autre secteur. Les résultats présentés dans ce focus, qu'il s'agisse des effectifs ou des doses par secteur ou par profession, doivent donc être interprétés avec prudence : les deux activités ne peuvent pas être considérées comme complètement séparées, et **toute comparaison entre elles doit être faite avec prudence.**

Limites d'interprétation des doses efficaces moyennes

A partir des données de SISERI, les **doses efficaces moyennes** sont calculées sur l'ensemble des effectifs, alors même que la très grande majorité de ces effectifs a reçu une dose efficace ou équivalente inférieure au seuil d'enregistrement des dosimètres à lecture différée (0,1 mSv). **Lorsque la dose est inférieure au seuil d'enregistrement, c'est la valeur de zéro qui est retenue.**

L'analyse des résultats doit donc être conduite avec prudence, aussi bien pour ceux concernant l'exposition corps entier par secteur et par profession, que ceux concernant l'exposition des extrémités.

Une information importante : le pourcentage de travailleurs présentant une dose efficace ou équivalente inférieure au seuil d'enregistrement des dosimètres à lecture différée (0,1 mSv) est très élevé

- Pour le suivi dosimétrique individuel du corps entier : **92 % des travailleurs en radiothérapie externe** et **95 % en curiethérapie**
- Pour le suivi dosimétrique individuel des extrémités : **82 % des travailleurs en radiothérapie externe** et **74 % en curiethérapie**

QUELQUES CHIFFRES quand même

Surveillance dosimétrique individuelle du corps entier

Effectifs bénéficiant d'une SDI en 2025

La répartition des effectifs selon le classement en catégorie A ou B et selon le genre est présentée dans le Tableau 1 ci-après.

En 2025, l'effectif ayant bénéficié d'une SDI externe du corps entier s'élève à **5 197** travailleurs dans le secteur de la **radiothérapie externe** et à **334** travailleurs dans celui de la **curiethérapie**, soit une augmentation de **9 %** et de **7 %** respectivement par rapport à 2024. Cette hausse s'explique principalement par la transmission en 2025 de résultats concernant des travailleurs déjà enregistrés dans SISERI, mais dont les données n'avaient pas pu être exploitées en 2024 en raison de problèmes de qualité des données transmises par les organismes accrédités.

Tableau 1 : Effectifs suivis en 2025 – répartition en pourcentage selon le classement (catégorie A ou B) et le genre

	Radiothérapie externe	Curiethérapie
Effectif total	5 197	334
Catégorie B	99,6 % (5 176)	98,2 % (328)
Catégorie A	0,4 % (21)	1,8 % (6)
Femmes	65 %	76 %
Hommes	35 %	24 %

A la lecture de ce tableau, deux points méritent d'être soulignés. En premier lieu, la **quasi-totalité des travailleurs est classée en catégorie B dans les deux secteurs**, ce qui est cohérent avec les faibles niveaux d'exposition généralement observés en radiothérapie externe et en curiethérapie, la conception des installations garantissant une protection optimisée du personnel pendant les irradiations. Par ailleurs, ces deux secteurs sont également marqués par une **proportion de femmes nettement majoritaire : 65 % en radiothérapie externe et 76 % en curiethérapie.**

Résultats dosimétriques par secteur

Les résultats détaillés par catégorie sont présentés dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Dose efficace moyenne par secteur et par classement (catégorie A ou B), et répartition des effectifs par niveau d'exposition et par secteur

	Radiothérapie externe	Curiethérapie
Dose efficace moyenne	0,03 mSv	0,01 mSv
Dose efficace moyenne (Femmes)	0,04 mSv	0,01 mSv
Dose efficace moyenne (Hommes)	0,03 mSv	0,02 mSv
Dépassement de VLEP (20 mSv)	Aucun	Aucun

La dose efficace moyenne calculée pour l'ensemble des travailleurs s'élève à 0,03 mSv en radiothérapie externe et à 0,01 mSv en curiethérapie. Ces valeurs sont très nettement inférieures au seuil de 1 mSv prévu à l'article R. 4451-57 du code du travail pour le classement des travailleurs.

En radiothérapie externe et en curiethérapie, les doses efficaces moyennes sont globalement équivalentes entre les femmes et les hommes.

Le saviez-vous ?

En curiethérapie à haut débit, la radioprotection des travailleurs repose avant tout sur la conception des installations. Les séances d'irradiation se déroulent dans une salle classée en zone rouge interdite d'accès, ce qui permet d'assurer la protection du personnel. Les équipements de protection individuelle (EPI), comme les tabliers plombés, ne constituent pas un moyen de protection adapté dans ce contexte, leur efficacité étant insuffisante vis-à-vis des rayonnements gamma de haute énergie émis notamment par l'iridium 192 ou le cobalt 60.

Résultats dosimétriques par profession

Au sein d'un même secteur d'activité, des disparités existent entre les différentes professions, en lien notamment avec la nature des tâches réalisées et le temps passé à proximité des sources de rayonnements ionisants. Les doses efficaces moyennes par profession sont présentées à la Figure 1 ci-après.

Les manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM), qui représentent 52 % des professionnels en radiothérapie externe (2 718 travailleurs) et 11 % en curiethérapie (37 travailleurs), constituent la profession la plus exposée dans les deux secteurs. Leur dose efficace moyenne s'élève à 0,04 mSv en radiothérapie externe et à 0,06 mSv en curiethérapie, soit, dans ce dernier cas, une valeur six fois supérieure à la moyenne du secteur (0,01 mSv).

Ce résultat s'explique par le rôle central des MERM dans la réalisation des actes, qui les amène à intervenir fréquemment à proximité des équipements. En curiethérapie, leur exposition est liée à la mise en place et à la vérification du positionnement des applicateurs. A titre d'exemple, pour la curiethérapie de haut débit de dose (HDR), le projecteur de source est dans la salle (en position protégée), et l'exposition est certes minime, mais non négligeable.

Quatre événements significatifs de radioprotection (ESR) concernant les travailleurs ont été déclarés à l'ASNR en 2025, tous dans le secteur de la radiothérapie externe, aucun ne concernant la curiethérapie. Parmi ces événements, deux sont liés à l'exposition accidentelle de dosimètres individuels, consécutive à un oubli ou à la perte du dosimètre dans une salle d'exposition. Les deux autres événements concernent l'exposition accidentelle de travailleurs et sont dus au non-respect des procédures professionnelles en vigueur (l'un présent en bunker lors d'une irradiation et l'autre exposé lors du lancement d'un scanner)

Aucun travailleur n'a dépassé la VLEP de 20 mSv pour la dose efficace sur douze mois consécutifs.

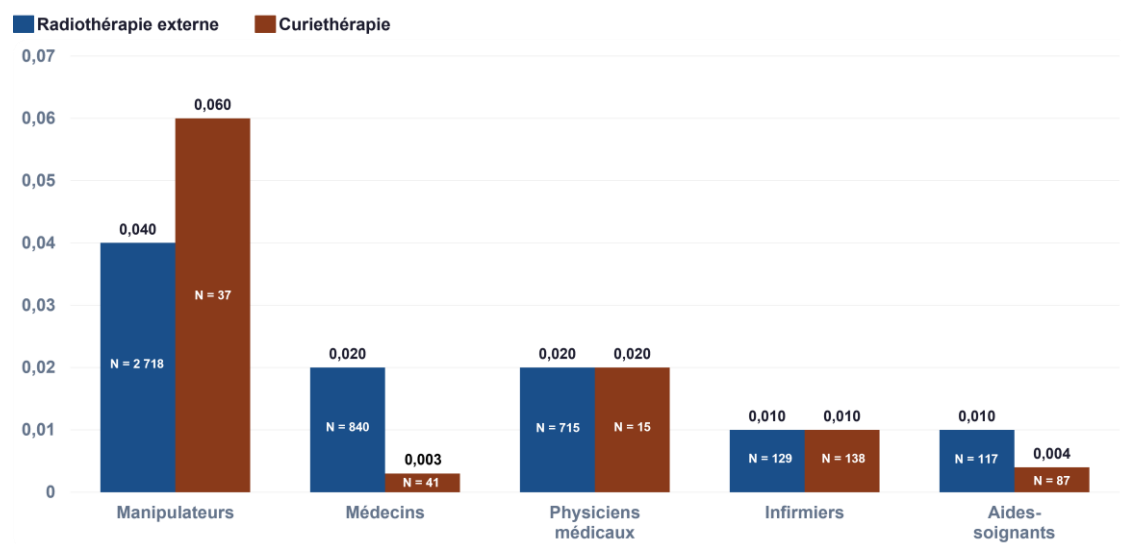


Figure 1 : Dose efficace moyenne par profession dans le secteur de la radiothérapie externe et celui de la curiethérapie en 2025

Surveillance dosimétrique individuelle des extrémités

Le Tableau 3 ci-après présente les résultats de la SDI des extrémités en radiothérapie externe et en curiethérapie.

Tableau 3 : Répartition par secteur, des effectifs, de la dose équivalente moyenne aux extrémités et des effectifs par niveau d'exposition

	Radiothérapie externe	Curiethérapie
Effectif total	324	23
Dose équivalente moyenne (mSv)	1,46	2,28
Dépassement de VLEP (500 mSv)	Aucun	Aucun

En 2025, 324 travailleurs enregistrés dans le secteur de la radiothérapie externe (soit 6,2 % des travailleurs bénéficiant d'un suivi de l'exposition corps entier en radiothérapie externe) et 23 travailleurs enregistrés dans le secteur de la curiethérapie (soit 6,8 % des travailleurs bénéficiant d'un suivi de l'exposition corps entier en curiethérapie) ont bénéficié d'un suivi de l'exposition aux extrémités au moyen de dosimètres bague.

La dose équivalente moyenne aux extrémités s'élève à 1,46 mSv pour les travailleurs enregistrés dans le secteur de la radiothérapie externe et à 2,28 mSv pour les travailleurs enregistrés dans le secteur de la curiethérapie.

L'enregistrement de doses aux extrémités pour des travailleurs enregistrés dans SISERI dans le secteur d'activité de la radiothérapie externe n'est pas imputable à cette activité en tant que telle : elle résulte d'un choix d'attribution des secteurs dans SISERI, ces travailleurs portant vraisemblablement leur dosimètre bague en lien

avec leurs activités de curiethérapie tout en étant rattachés administrativement à la radiothérapie externe dans SISERI.

CONCLUSION

Les niveaux d'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants sont très faibles pour la radiothérapie externe et la curiethérapie, tant pour le corps entier que pour les extrémités, conclusion accentuée par le fait que les doses sont inférieures au seuil d'enregistrement des dosimètres et donc considérées comme nulles.

L'ASNR a fait évoluer, en 2025, la nomenclature de SISERI en séparant les secteurs de la radiothérapie externe et de la curiethérapie, dans l'objectif de permettre une analyse plus fine des niveaux d'exposition associés. Si, au départ, cet objectif était louable, les limites liées à la réalité du terrain (une grande part des travailleurs exerçant dans les deux secteurs) et les doses qui sont pour la plupart inférieures au seuil d'enregistrement des dosimètres, ne permettent pas aujourd'hui de comparaison entre les deux secteurs.

Enfin, le suivi dosimétrique des extrémités pour des travailleurs enregistrés dans le secteur de la radiothérapie externe montre la préoccupation des employeurs de considérer les situations où ce personnel intervient également en curiethérapie. Les quatre cas d'évènements déclarés en radiothérapie externe en 2025 rappellent toutefois que la culture de la radioprotection doit rester un objectif permanent dans ces deux secteurs.

