

# Vos questions / nos réponses

## Exposition au radon : comment se fait l'évaluation du risque ?



La réponse du Dr Anne Bourdieu, département Études et assistance médicales de l'INRS.

Annule et remplace la question QR 138 qui portait le même titre.

**Médecin du travail, j'assure le suivi en santé au travail de salariés d'un magasin de vêtements de plusieurs étages. Existe-t-il un risque vis-à-vis du radon ? Si oui, quelle est la conduite à tenir ?**

1. Le terme radon renverra dans ce texte au gaz radon 222 d'origine géologique et présent dans l'air, ou à l'élément lui-même. Le terme de concentration correspondra à l'activité volumique moyennée sur l'année.

2. L'article R.4451-3 du Code du travail définit le niveau de référence comme « le niveau de la dose efficace, de la dose équivalente ou de la concentration d'activité au-dessus duquel, dans une situation d'exposition au radon ou dans une situation d'urgence radiologique, il est jugé inapproprié de permettre la survenance d'expositions de travailleurs aux rayonnements ionisants, même s'il ne s'agit pas d'une limite ne pouvant pas être dépassée ».

Le radon 222<sup>1</sup> est un gaz rare (inerte vis-à-vis des tissus biologiques), radioactif (émetteur alpha), d'origine naturelle puisqu'issu de la désintégration du radium 226, lui-même descendant de l'uranium 238 présent dans les sols et roches. Indétectable par les sens humains, il a la capacité de s'infiltrer via les anfractuosités du sol, les matériaux poreux, les interstices autour des canalisations... Il peut ainsi s'accumuler dans les espaces clos ou mal ventilés.

Sa concentration dans l'air varie en fonction de multiples facteurs [1], relevant notamment :

- de la nature géologique des sols (d'avantage produit à partir de sous-sols granitiques, volcaniques), de la présence de failles... ;
- des conditions climatiques (température, vent, hygrométrie...);
- d'une rythmicité saisonnière (exhalaison plus importante en automne-hiver);
- des caractéristiques du bâtiment (matériaux de construction, étanchéité entre sol et bâtiment, soubassement, ventilation...);
- du mode de vie des occupants (étage, aération, type de chauffage...).

En France, la concentration du radon dans l'air extérieur est de l'ordre de la dizaine de becquerels par m<sup>3</sup> (Bq.m<sup>-3</sup>) contre environ 70 Bq.m<sup>-3</sup> en moyenne en air intérieur [2]. Le radon constitue ainsi la principale source d'exposition aux rayonnements ionisants (RI) d'origine naturelle de la population française [3].

La demi-vie du radon est de 3,8 jours. Le danger provient essentiellement de certains de ses descendants solides radioactifs (par exemple le polonium 218 émetteur de particules alpha). Après inhalation du radon, le dépôt de

ses descendants dans l'appareil broncho-pulmonaire peut entraîner une contamination interne. De fait, depuis 1988, le radon est classé cancérigène avéré (groupe 1) par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) [4]. Des données épidémiologiques européennes attribuent à ce gaz approximativement 10 % des décès par cancer broncho-pulmonaire (CBP). En France, environ 3 000 décès annuels lui sont imputés. Le radon constitue donc un facteur de risque indépendant du CBP, 2<sup>e</sup> en termes d'importance après le tabac [2]. Le risque augmente avec sa concentration (de 16 % par 100 Bq.m<sup>-3</sup> d'activité), la durée d'exposition (donc la dose cumulée) et l'âge de début d'exposition [5, 6]. La co-exposition avec le tabac génère un excès de risque relatif situé entre l'addition et la multiplication des deux risques relatifs. Le rôle du radon a été suspecté dans les hémopathies malignes sans qu'une relation n'ait, pour l'heure, été établie avec certitude [7].

Dans le domaine professionnel, diverses dispositions portées par le décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 et reprises dans le Code du travail (CT) sont applicables depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2018. L'ensemble des sous-sols et rez-de-chaussée dans lesquels s'exerce une activité professionnelle, quel qu'en soit le type, doit être évalué pour le risque radon. D'autre part, le niveau de référence<sup>2</sup> a été abaissé à 300 Bq.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle (article R.4451-10 du CT).

**L'employeur doit réaliser son évaluation initiale à partir de plusieurs éléments :**

- la connaissance de la « zone à potentiel radon » des lieux de travail. Un arrêté du 27 juin 2018 et une carte interactive détaillent l'appartenance de chaque commune à l'une des trois zones « où l'exposition au radon est susceptible de porter atteinte à la santé des travailleurs » [8]. Si la zone 1 est considérée comme « à potentiel radon faible », la zone 2, elle, recouvre les « zones à potentiel radon faible mais sur lesquelles des

*facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments* » (présence de cavités sous le bâtiment par exemple). La zone 3, quant à elle, est définie comme « à *potentiel radon significatif* » ;

- la connaissance de données antérieures, par exemple le « *résultat d'éventuelles mesures de la concentration d'activité de radon dans l'air déjà réalisées* » (article R.4451-14, 6° du CT), des spécificités très localisées du sous-sol (terre battue, arguments pour la présence de radon anthropique<sup>3</sup>...);

- l'appartenance à « *certains lieux spécifiques de travail* », tel que mentionné à l'article R.4451-1 du CT. Un arrêté doit être pris pour lister ces lieux. Seront vraisemblablement visés les grottes à vocation touristique, les ouvrages miniers, les galeries techniques souterraines, les caves agricoles...

Sur un plan pratique, une instruction de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et de la Direction générale du travail (DGT) propose l'analyse suivante : « *lorsque le lieu de travail se situe dans une zone à potentiel radon faible (...) et que l'employeur n'a pas connaissance d'éléments laissant supposer une concentration d'activité de radon dans l'air supérieure au seuil [de 300 Bq.m<sup>-3</sup>] (...), le risque associé peut être négligé du point de vue de la radioprotection et l'employeur peut ne pas réaliser les mesurages* » [9].

**Si cette analyse documentaire conclut que le niveau de référence de 300 Bq.m<sup>-3</sup> peut être atteint ou dépassé, l'employeur est tenu de réaliser un mesurage de l'activité volumique du radon dans l'air sur les lieux de travail.**

Cette mesure intégrée est réalisée par des dispositifs passifs, facilement disponibles dans le commerce, et doit se faire dans des conditions garantissant la représentativité du mesurage. De fait, il est conseillé de laisser le dosimètre en place deux mois consécutifs entre octobre et mai.

Si la mesure est inférieure au niveau de référence, l'employeur a satisfait à ses obligations réglementaires.

**Si le résultat est supérieur à 300 Bq.m<sup>-3</sup>, il doit mettre en œuvre des mesures de réduction des risques selon deux axes :** diminuer les entrées de radon (étanchéité du bâtiment vis-à-vis des points d'entrée) et/ou en favoriser la dilution (renouvellement d'air des locaux).

**À l'issue de ces actions correctives, l'employeur doit procéder à un nouveau mesurage. Si les résultats montrent une concentration supérieure à 300 Bq.m<sup>-3</sup>, il a de nouvelles obligations.**

- Il doit communiquer les résultats des mesures à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

- Il doit identifier toute zone où les travailleurs sont susceptibles de recevoir une dose efficace (corps entier) en lien avec le radon, supérieure à 6 millisieverts par an (mSv/an) en considérant une occupation des locaux à temps plein (170 heures par mois). Pour passer d'une mesure d'activité volumique à une dose efficace, des coefficients issus de publications scientifiques de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) sont appliqués. En 2017, leurs modalités de détermination ont été modifiées [10]. Un arrêté appelé à l'article R.4451-12 du CT doit préciser les modalités de calcul des doses.

**Si l'évaluation conclut que la dose efficace exclusivement en lien avec l'exposition au radon peut être supérieure à 6 mSv/an, l'employeur doit :**

- désigner un **conseiller en radioprotection (CRP)** ;
- **délimiter une « zone radon »**, ce qui entraîne :
  - la mise en place d'une signalisation spécifique et appropriée,
  - la limitation d'accès,
  - l'évaluation individuelle de la dose reçue par tout travailleur accédant en zone radon,
  - la mise en œuvre de vérifications initiale et périodiques de l'activité volumique du radon dans l'air des lieux de travail.

L'évaluation individuelle de la dose se fait en tenant compte du temps de présence effectif du travailleur dans la zone radon. Si elle conclut que la dose efficace de 6 mSv/an peut être dépassée, l'employeur doit :

- **communiquer les résultats de l'évaluation individuelle** au médecin du travail ;
- mettre en place un **suivi individuel renforcé (SIR)** de l'état de santé des travailleurs. À noter qu'il n'y a pas de classement au titre de la dose liée exclusivement à l'exposition au radon. Néanmoins, la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) de 20 mSv sur 12 mois consécutifs pour la dose efficace s'applique. Il n'y a, pour l'heure, pas de recommandation concernant le contenu de ce SIR, le médecin du travail est libre de ses prescriptions. Les recommandations de bonne pratique pour le dépistage du CBP par scanner thoracique basse dose sont en cours d'expérimentation [11]. Par ailleurs, le travailleur peut être sensibilisé à l'intérêt de mettre en œuvre une surveillance médicale post-professionnelle en lien avec son exposition à des agents cancérigènes [12] ;
- mettre en œuvre une **surveillance dosimétrique individuelle, nominative et adaptée**. Certains paramètres radiologiques (caractéristiques des aérosols, homogénéité des concentrations...), les conditions de travail (contrainte physique, débit respiratoire), le type et

3. Le radon anthropique renvoie à l'intervention humaine, activités industrielles par exemple (exploitation du radium ou de l'uranium, présence de résidus miniers...).

la multiplicité éventuelle des lieux d'activités (modalités de ventilation) dictent le choix de la technique. Ainsi, dans un lieu de travail unique où les proportions relatives du radon et de ses descendants sont stables, la dose reçue par un travailleur peut être évaluée à partir des résultats de mesure d'un « dosimètre radon d'ambiance » passif, rapportés à la durée d'exposition. En cas de concentration inhomogène dans le local ou de lieux de travail multiples, le « dosimètre passif radon » doit être individuel. Si le facteur d'équilibre radiologique entre le radon et ses descendants n'est pas stable, le port d'un dosimètre individuel EAP (pour énergie alpha potentielle des descendants) s'impose. La fourniture et l'exploitation des dosimètres doivent être assurées par un organisme accrédité.

L'employeur doit s'assurer qu'une **information appropriée** (voire une formation en cas de classement lié à une autre source de RI) est bien délivrée à tout travailleur accédant en zone radon, notamment concernant les effets sur la santé d'un tabagisme éventuellement associé (article R.4451-58 du CT). Pour mémoire, 75 % des CBP qui sont attribués au radon surviennent chez des fumeurs. Il est également utile de souligner, à l'occasion du suivi en santé au travail par exemple, la forte décroissance du risque de CBP après la fin de l'exposition au radon [6].

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 | **PAILLARD JC, ROUDIER C, AUBERT L, VACQUIER B** - Les niveaux de radon et leurs déterminants dans les logements de France métropolitaine continentale. Institut de veille sanitaire (InVS), 2014 (<http://invs.santepubliquefrance.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Environnement-et-sante/2014/Les-niveaux-de-radon-et-leurs-determinants-dans-les-logements-de-France-metropolitaine-continentale>).
- 2 | **AJROUCHE R, ROUDIER C, CLÉRO E, IELSCH G ET AL.** - Quantitative health impact of indoor radon in France. *Radiat Environ Biophys.* 2018 ; 57 (3) : 205-14.
- 3 | L'exposition à la radioactivité en France. IRSN, 2016 ([www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/exposition-population/exposition-population-france-metropole/Documents/IRSN\\_Infographie-Exposition-population\\_201609.pdf](http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Sante/exposition-population/exposition-population-france-metropole/Documents/IRSN_Infographie-Exposition-population_201609.pdf)).
- 4 | Man-made mineral fibres and radon. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 43. IARC, 1988 ([https://monographs.](https://monographs.iarc.fr/iarc-monographs-on-the-evaluation-of-carcinogenic-risks-to-humans-78/)

[iarc.fr/iarc-monographs-on-the-evaluation-of-carcinogenic-risks-to-humans-78/](https://monographs.iarc.fr/iarc-monographs-on-the-evaluation-of-carcinogenic-risks-to-humans-78/)).

- 5 | **AJROUCHE R, IELSCH G, CLÉRO E, ROUDIER C ET AL.** - Quantitative Health Risk Assessment of Indoor Radon: a Systematic Review. *Radiat Prot Dosimetry.* 2017 ; 177 (1-2) : 69-77.
- 6 | Référentiel radon d'aide à la gestion sanitaire de situations d'exposition à des concentrations élevées de radon. Rapport PRP-HOM/2016-00003. IRSN, 2018 ([www.irsn.fr/FR/expertise/rapports\\_expertise/radioprotection-homme/Pages/Rapports-referentiel-radon-gestion-sanitaire-exposition-concentrations-elevees-de-radon.aspx#.XNQXSkiOLyc](http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/radioprotection-homme/Pages/Rapports-referentiel-radon-gestion-sanitaire-exposition-concentrations-elevees-de-radon.aspx#.XNQXSkiOLyc)).
- 7 | Note explicative de l'IRSN concernant les nouveaux coefficients de dose pour le radon recommandés par la CIPR dans sa Publication 137. Rapport PSE-SANTE/2018-00002. IRSN, 2018 ([www.irsn.fr/FR/expertise/rapports\\_expertise/radioprotection-homme/Pages/IRSN-PSE-SANTE-2018-00002\\_CIPR-137-coefficients-dose-radon.aspx#.XNQX\\_U1OLyc](http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/radioprotection-homme/Pages/IRSN-PSE-SANTE-2018-00002_CIPR-137-coefficients-dose-radon.aspx#.XNQX_U1OLyc)).
- 8 | Le radon. Connaître le potentiel radon de ma commune. IRSN, 2018 ([www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.XIVQVChKg2w](http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.XIVQVChKg2w)).
- 9 | Instruction n° DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018 relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants. (Chapitre Ier du titre V du livre IV de la quatrième partie du code du travail). In: Legifrance. Ministère chargé du travail, 2018 (<http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&r=44047>).
- 10 | **PAQUET F, BAILEY MR, LEGGETT RW, LIPSZTEIN J ET AL.** - ICRP Publication 137: Occupational intakes of radionuclides. Part 3. *Ann ICRP.* 2017 ; 46 (3-4) : 1-486.
- 11 | Surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérigènes pulmonaires. Octobre 2015. Pratiques et métiers TM 36. *Réf Santé Trav.* 2016 ; 145 : 65-110.
- 12 | **CHAPOUTHIER-GUILLON A** - Droit en pratique. La surveillance médicale post-professionnelle. *Trav Sécur.* 2015 ; 757 : 52-53.