

Fontenay-aux-Roses, le 7 juin 2021

Monsieur le Directeur adjoint en charge de
la santé publique et environnementale
Agence Régionale de Santé Pays de Loire

AVIS IRSN N° 2021-00096

Objet : Détection de radon à un taux anormalement élevé dans un habitat individuel et évaluation sanitaire

Réf. :

- [1] Votre courrier du 7 avril 2021.
- [2] Propositions de protocoles de suivi médical pour les personnes exposées de manière prolongée à une concentration élevée de radon dans l'air dans une maison de Bessines-sur-Gartempe, construite sur des stériles et résidus de minerais d'uranium : Avis d'experts coordonné par l'Institut National du Cancer, 30 avril 2014.
- [3] Référentiel d'aide à la gestion sanitaires de situations d'exposition au radon (Saisine du 26 octobre 2015). Institut National du Cancer, 13 septembre 2016.

Monsieur le Directeur adjoint,

Par courrier rappelé en référence [1], vous avez sollicité le concours de l'IRSN pour la réalisation de mesures en continu de l'activité volumique du radon dans une habitation, située sur la commune de Sévremoine (49), afin de confirmer le taux de radon très élevé mesuré au cours de l'hiver 2021 dans cette maison (13 000 Bq.m⁻³ dans la pièce de vie principale). Vous avez également souhaité disposer d'une évaluation des risques sanitaires et de recommandations de mesures conservatoires de protection des occupants de cette maison. Enfin, vous avez questionné l'IRSN sur la pertinence d'une prise en charge médicale et demandé son appui pour la communication auprès des particuliers.

Le présent avis répond successivement aux différents points de votre demande.

1. Confirmation du taux élevé de radon dans cette habitation par des mesures en continu

Une équipe de l'IRSN est intervenue *in situ* les 13 et 14 avril pour la réalisation de mesures de radon en continu. Cette visite a permis de réaliser les principales observations suivantes¹ sur les caractéristiques de la maison et de son environnement. Les informations recueillies montrent qu'un certain nombre de conditions sont propices à une concentration du radon élevée dans les pièces de vie de la maison et notamment dans la pièce principale :

- Granite riche en uranium affleurant sur la parcelle ;
- L'habitation est une ancienne grange aménagée en 2008, bâtisse traditionnelle construite en pierres granitiques avec dallage sur terre-plein, sur un seul niveau ;
- Présence d'un mur en pierres granitiques apparentes dans le salon ;
- Présence d'une zone où le sol est à nu dans le salon ;
- Ventilation mécanique unique dans les toilettes, reliée à une bouche d'aération dans les salles d'eau des chambres, et en fonctionnement non continu ;
- Très faible aération par les occupants lors de la période de mesure du radon l'hiver dernier.

Des appareils de mesure en continu de l'activité volumique du radon dans l'air ont été mis en place dans l'entrée/bureau, la grande pièce de vie (salon/salle à manger/cuisine), les quatre chambres, la buanderie et un des garages de la maison. Ces mesures ont été réalisées sur 24 heures à partir de 13 heures le 13 avril 2021, conformément à la norme NF ISO 11665-5, au moyen de moniteurs de type AlphaGUARD (un moniteur par pièce). Un de ces appareils a été positionné à l'endroit où la mesure de radon a été effectuée l'hiver dernier dans la grande pièce de vie.

Les résultats de mesures en continu obtenus sur 24 heures (cf. tableau en annexe 1) montrent que les activités volumiques du radon sont de plusieurs milliers de Bq.m⁻³ dans l'ensemble des pièces de vie de la maison, sauf dans le garage et la buanderie où les valeurs sont bien plus faibles. La valeur maximale de 6 304 Bq.m⁻³ a été mesurée au cours de la nuit dans le salon, à l'endroit où le détecteur passif avait été posé l'hiver dernier. Les activités volumiques mesurées la nuit sont globalement plus élevées que celles mesurées dans la journée, hormis dans la buanderie et le garage. Ces résultats sont cohérents avec les observations faites sur le renouvellement de l'air des pièces.

Les résultats confirment que les activités volumiques du radon mesurées dans le salon sont très élevées, supérieures à celles mesurées dans les autres pièces de la maison. La moyenne des activités volumiques mesurées d'environ 3 000 Bq.m⁻³ est inférieure à celle de 13 000 Bq.m⁻³ mesurée en hiver, au même endroit, par mesure intégrée sur trois mois. L'écart observé s'explique par des conditions de mesures très différentes (durée de mesure, saison, conditions météorologiques) et la modification du comportement des occupants concernant l'aération des pièces.

A titre complémentaire, des informations sur le niveau de radioactivité gamma ambiante ont été acquises par des mesures radiométriques réalisées en extérieur et à l'intérieur de l'habitation. Les résultats de mesure indiquent globalement des valeurs assez homogènes dans les pièces de l'habitation, du même ordre de grandeur que celles effectuées en extérieur et restent représentatives de celles observées dans les régions caractérisées par des granitoïdes riches en uranium.

¹ Cette visite n'avait pas pour objectif de réaliser une expertise du bâtiment. Les quelques observations reportées ici ont vocation à aider à l'interprétation des niveaux de radon mesurés dans les différentes pièces de la maison.

2. Evaluation des risques sanitaires

A partir des études épidémiologiques menées chez des mineurs d'uranium et au sein de populations exposées au radon dans l'habitat, le cancer du poumon est aujourd'hui le seul effet scientifiquement établi associé à une exposition au radon.

L'excès de risque de décès par cancer du poumon a été estimé pour des profils-types d'occupants de la maison en prenant en compte les données suivantes :

- une estimation des concentrations moyennes annuelles en radon dans les principales pièces de vie de l'habitation (cf. annexe 1) ;
- la probabilité de décès par cancer du poumon jusqu'à l'âge de 75 ans dans la population française (comprenant des fumeurs et des non-fumeurs) ; elle est de l'ordre de 3,6 % chez l'homme et 1,4 % chez la femme en 2012. D'après les taux de mortalité par cancer du poumon d'individus n'ayant jamais fumé, issus de l'étude américaine « *Cancer Prevention Study II* », la probabilité de décès par cancer du poumon jusqu'à l'âge de 75 ans pour une personne n'ayant jamais fumé est estimée à 0,36 % chez l'homme et 0,37 % chez la femme ;
- un modèle de risque dérivé de l'étude européenne (publiée en 2005) sur le risque de cancer du poumon associé au radon dans les habitations montrant un excès de risque relatif de décès par cancer du poumon de 0,16 pour une exposition à une concentration moyenne de 100 Bq/m³ dans l'habitat pendant 25 ans.

L'évaluation de risque (estimation du risque relatif « vie entière », jusqu'à l'âge de 75 ans) réalisée sur la base d'hypothèses conservatives conduit aux résultats suivants pour les profils-types d'occupants de la maison :

- les adultes, résidents actuels, ont un risque estimé de l'ordre de 1,8 ;
- le nourrisson et les enfants scolarisés, résidents actuels, ont un risque estimé inférieur à 1,01 (respectivement 1,4 et 2,5 sous l'hypothèse conservative d'un excès de risque constant après exposition durant l'enfance) ;
- les adultes, anciens résidents pendant 10 ans, ont un risque variant de 1,7 à 4,5 selon l'âge au moment de leur exposition ;
- les enfants scolarisés, anciens résidents pendant 10 ans, ont un risque estimé de 1,2 (4,5 sous l'hypothèse conservative d'un excès de risque constant après exposition durant l'enfance).

Il est à noter que tous les calculs d'évaluation des risques reposent sur des taux de base de décès par cancer du poumon d'individus n'ayant pas fumé. En conséquence, ces évaluations sont faites en excluant toute habitude tabagique dont il est rappelé qu'elle joue un rôle fortement aggravant dans le risque de survenue du cancer du poumon. A titre de repère, le risque relatif associé à un tabagisme régulier est estimé à environ 10.

Il convient par ailleurs de rappeler que la démarche d'évaluation des risques repose sur des calculs faisant intervenir de nombreux paramètres. Les résultats fournis sont donc associés à des incertitudes, inhérentes à cette démarche. Par ailleurs, les études épidémiologiques visent à fournir une quantification du risque à l'échelle de population constituée d'individus dont la diversité des caractéristiques n'est pas entièrement décrite, soumis à des niveaux d'exposition variés. **Ceci implique que l'usage des modèles issus de ces études pour évaluer le risque d'un individu particulier est à prendre avec précaution.**

3. Recommandations

Les résultats des mesures en continu réalisées dans les pièces de vie de l'habitation ont confirmé que les activités volumiques du radon sont très élevées et de l'ordre de plusieurs milliers de Bq.m³. Les caractéristiques de la maison favorisent l'entrée du radon provenant du sol (dalle sur terre-plein, ouverture dans le sol du salon) et pénalisent le renouvellement de l'air intérieur (ventilation vraisemblablement insuffisante). Des actions correctives sont recommandées afin d'abaisser les concentrations en radon et limiter le risque d'exposition des occupants de cette habitation. Une expertise complémentaire plus précise devrait permettre de déterminer les

actions correctives les plus appropriées en complément de l'aération journalière sur une durée raisonnable adoptée d'ores et déjà par les occupants.

Les évaluations de risque ont été réalisées en considérant que les occupants actuels étaient exposés jusqu'à la fin de l'année 2021 aux concentrations élevées mesurées. La durée supplémentaire de six mois d'exposition aux concentrations actuelles qui a été prise en compte dans les calculs modifie le risque relatif « vie entière » de cancer du poumon d'environ 1,7 (valeur correspondant à l'hypothèse où les personnes ne seraient aujourd'hui plus exposées) à 1,8 (valeur correspondant à l'hypothèse où l'exposition actuelle cesse fin 2021), ce qui constitue une augmentation modérée. L'IRSN recommande toutefois que les travaux de remédiation soient engagés dans les meilleurs délais pour réduire les niveaux de concentration dans cette maison. Sans attendre, il est également recommandé que les occupants aèrent régulièrement les pièces (ouverture des fenêtres).

Au-delà de ces recommandations à court terme, pour limiter l'augmentation du risque de cancer du poumon, l'IRSN recommande d'éviter :

- tout tabagisme – première cause de cancer du poumon – compte tenu des effets combinés du radon et du tabac ;
- de manière générale, l'exposition respiratoire à des composés irritants ou à des toxiques.

Enfin, s'agissant de recommandations concernant la prise en charge médicale des personnes exposées au radon, l'IRSN rappelle qu'un groupe d'experts réunis par l'Institut National du Cancer dans le cadre de l'exposition à une forte concentration au radon dans une maison de Bessines-sur-Gartempe (87) avait fourni un avis en 2014 [2]. Dans cet avis, les experts préconisaient de ne pas mettre en place de suivi particulier pour les personnes ayant un risque relatif « vie entière » estimé inférieur à 2 par rapport à la population générale. Pour les personnes ayant un risque relatif « vie entière » entre 2 et 10, la pratique d'un scanner thoracique faible dose de façon annuelle pouvait être envisagée au cas par cas, après une discussion personnalisée avec un pneumologue référent en tenant compte des facteurs de risque du cancer pulmonaire (tabagisme, intensité de l'exposition au radon domestique dans leur résidence principale...), de l'âge, et de la volonté éclairée de la personne qui sera informée des potentiels bénéfices et des potentiels risques de cet examen. Compte tenu des hypothèses qui avaient été intégrées dans les estimations de l'exposition cumulée au radon et de risque induit de cancer ainsi que des incertitudes liées au manque de certaines données dans la littérature médicale et scientifique, l'avis d'experts précisait qu'il ne pouvait s'appliquer qu'aux habitants permanents et enfants accueillis à domicile dans la maison de Bessines-sur-Gartempe. Ultérieurement, dans un avis rendu en septembre 2016 [3], l'Institut National du Cancer a estimé qu'en l'état actuel des connaissances, il n'est pas recommandé de proposer un suivi par imagerie (y compris un scanner thoracique faible dose) aux personnes exposées au radon, quels que soient leur statut tabagique, leur âge et leur durée d'exposition.

Vous trouverez en annexe 2 des éléments d'information complémentaires sur l'état des connaissances sur les effets du radon sur la santé.

L'IRSN se tient à la disposition de vos services pour la communication de l'ensemble des résultats de son expertise auprès des personnes concernées.

Pour le Directeur général et par délégation,
Alain RANNOU
Directeur adjoint de la santé

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00096 DU 7 JUIN 2021**Résultats des mesures en continu de l'activité volumique du radon réalisées les 13 et 14 avril 2021 sur 24h**

Activité volumique du radon (Bq.m⁻³)	Moyenne sur 24 h	Valeur maximale
Entrée/Bureau	2201	4992
Salon/cuisine/Salle à manger	3077	6304
Chambre 1	1245	2368
Chambre 2	1598	3200
Chambre 3	1112	2208
Chambre 4	1473	3824
Buanderie	198	512
Garage 2	93	213

Niveaux moyens de concentration en radon retenus pour l'évaluation des risques (Bq.m⁻³)

Pièces considérées	Concentration en été (6 mois)	Concentration en hiver (6 mois)	Concentration moyenne annuelle
Salon-cuisine	3 000 ^(a)	13 000 ^(b)	8 000
Chambres	2 000 ^(c)	8 700 ^(d)	5 350

^(a) Valeur moyenne mesurée par l'IRSN

^(b) Mesure réalisée par les propriétaires au cours de l'hiver 2021

^(c) Valeur moyenne de nuit dans les chambres à partir des mesures de l'IRSN

^(d) Valeur hivernale dans les chambres, estimée à partir de la moyenne retenue pour l'été et en adoptant le même rapport été-hiver que celui observé pour le salon-cuisine

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00096 DU 7 JUIN 2021

Etat des connaissances sur les effets du radon sur la santé

Sur le plan scientifique, les études épidémiologiques menées sur des mineurs d'uranium et en population générale (exposition au radon dans l'habitat) ont montré que :

- le cancer du poumon est aujourd'hui le seul risque reconnu de l'exposition au radon. L'excès de risque croît avec l'exposition cumulée, il commence 5 ans après le début de l'exposition. Après la fin de l'exposition, il décroît pour devenir proche de zéro au bout de 30 ans ;
- en cas de tabagisme actif, le risque relatif de l'action combinée du radon et du tabac se situe entre l'addition et la multiplication des risques des deux facteurs considérés séparément ;
- chez l'adulte, les données disponibles ne permettent pas d'affirmer de lien entre l'exposition au radon et d'autres pathologies cancéreuses ou non cancéreuses ;
- chez l'enfant, l'hypothèse d'un risque de leucémie associé au radon est évoquée dans la littérature mais ce risque n'est pas confirmé.

Il n'y a pas aujourd'hui d'étude épidémiologique permettant d'estimer le risque de cancer du poumon après exposition au radon durant l'enfance, il est ainsi considéré comme étant équivalent à celui de l'adulte. Toutefois, chez l'enfant, une décroissance du risque au-delà de 30 ans après la fin de l'exposition n'est pas démontrée.

Le cancer du poumon est un cancer fréquent dans la population française. Il n'apparaît qu'au-delà de 35 ans, puis augmente fortement avec l'âge.

Le tabagisme est le principal facteur de risque du cancer du poumon. La probabilité de survenue d'un cancer du poumon est multipliée par un facteur de l'ordre de 10 à 30 entre un fumeur et un non-fumeur.