

Emetteur : latitude uep (Laurence Forel)

Date : 22 janvier 2016

Destinataire : CCMR

Avertissement : cette note est élaborée à la suite de l'avis de l'autorité environnementale de Bourgogne Franche Comté sur le PLUIH de Matour et son évaluation environnementale, laquelle n'a pas évoqué le sujet du Radon. Elle pour objectif d'éclairer le lecteur sur la nature du risque afférent à ce gaz et comment le PLUI le prend en compte.

Cette note sera intégrée dans l'évaluation environnementale.

Qu'est-ce que le radon ?

(Source Wikipédia)

Le radon est un gaz radioactif le plus souvent d'origine naturelle provenant de la désintégration du radium, lui-même issu de la désintégration de l'uranium contenu dans la croûte terrestre.

Nota : La concentration en radon dans l'air s'exprime en becquerels par mètre cube (Bq/m³).

Le radon est présent partout à la surface de la Terre mais plus particulièrement dans les sous-sols granitiques et volcaniques.

Le radon est l'élément chimique de numéro atomique 86, de symbole Rn. C'est un gaz noble (ou gaz rare) radioactif, incolore, inodore et d'origine le plus souvent naturelle. C'est l'une des substances les plus denses capables de persister sous forme de gaz dans les conditions normales de température et de pression.

Le radon n'existe pas sous forme de corps stable et tous ses isotopes connus sont radioactifs. Son isotope le plus stable est le ²²²Rn, qui a une demi-vie de 3,8 jours et qui a été utilisé en radiothérapie jusque dans les années 1950. Son intense radioactivité a entravé son étude chimique approfondie, et seuls quelques-uns de ses composés sont bien connus.

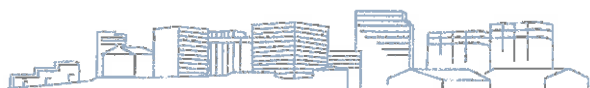
L'importance sanitaire du radon tient à sa radioactivité élevée et à ce qu'étant partout présent dans l'atmosphère, il est donc inhalé. Il est souvent le plus gros contributeur à la dose d'un individu pour la radioactivité naturelle, avec cependant de fortes disparités géographiques. Il est ainsi la principale source d'exposition naturelle des populations humaines et animales et de la partie aérienne des plantes aux rayonnements ionisants.

Caractéristiques physiques

Gaz chimiquement inerte, le radon est le plus « lourd » (le plus dense) des gaz rares (en ne prenant pas en compte l'ununoctium). Dans les conditions normales de température et de pression, le radon est un gaz monoatomique d'une masse volumique de : 9,73 kg/m³¹⁹.

C'est l'un des gaz les plus « lourds » (denses) à température ambiante, pratiquement 8 fois la densité de l'air.

À température et pression standard, le radon est incolore, mais lorsque la température est abaissée en dessous de son point de congélation (202 K ; -71 °C), il devient phosphorescent puis jaune si la température baisse encore et finalement rouge-orangé aux températures de l'air liquide (< -180 °C)²⁰. Quand il est dans un état condensé, le radon paraît également lumineux, à cause de l'intensité des radiations qu'il dégage. Il est dit « auto fluorescent ».



Caractéristiques radiologiques

Il existe 35 isotopes de radon connus jusqu'à ce jour, mais seuls 4 d'entre eux existent dans la nature, à l'état de trace, et seul le radon 222 a une demi-vie suffisante pour représenter un problème de radioprotection dans des cas extrêmes :

- L'isotope le plus fréquent (et relativement le plus « stable ») est le radon 222 qui est le produit (isotope-fils) de la désintégration du radium 226 de la série de l'uranium 238. Il a une demi-vie de 3,823 jours et émet des particules alpha.
- Le radon 220 est le principal produit de désintégration du radium 224 dans la chaîne de désintégration du thorium 232. Il fut pour cette raison appelé « thoron ». Il a une demi-vie de 55,6 secondes et émet aussi des rayons alpha.
- Le radon 219 est dérivé de l'actinium, il est appelé « actinon ». Il provient de la série de l'uranium 235. Il émet des particules alpha et a une demi-vie de 3,96 secondes.
- Le radon 218 est un produit très minoritaire (0,10 %) de la désintégration de l'astate 218 (désintégration β^-), lui-même produit très minoritaire (0,02 %) du polonium 218. Il appartient donc à la chaîne de désintégration de l'uranium 238, mais ne représente que 0,2 ppm de la radioactivité du radon 222. Il émet des particules alpha et a une demi-vie de 35 millisecondes.

Étant d'une faible durée de vie (sa demi-vie est de 3,8 jours) le radon 222 est un gaz extrêmement radioactif. Son activité massique est de $5,73 \times 10^{15}$ Bq/g

Le radon dans l'environnement

Niveaux mesurés

Les taux de radon observés dans la nature sont si faibles qu'on ne le détecte pas par des analyses chimiques classiques, mais par sa radioactivité.

1000 Bq/m³ d'air (concentration largement supérieure à ce qui est habituellement observé) traduirait une présence de 0,17 picogramme de radon par mètre cube — soit une concentration molaire de l'ordre d'un millionième de millionième de millionième — alors qu'une concentration relative de l'ordre du millionième est déjà très difficile à détecter. Hors contexte de guerre atomique ou accidentel (Tchernobyl, Fukushima...), toute la radioactivité aéroportée de l'atmosphère terrestre n'est due qu'à quelques dizaines de grammes de radon²¹. Un air chargé en radon ne change donc pas de composition observable ni de propriétés physico-chimiques (le changement porte sur des « traces de traces de traces »), mais se charge d'une qualité radioactive qui semble venir de nulle part.

Cette faible teneur de l'air en radon est due à sa rapide décomposition radioactive, mais il est en permanence remplacé par un flux de radon libéré par les roches, les mines (d'uranium et de charbon notamment) ou les eaux naturelles qui les traversent.

Formation du flux de radon naturel

Le radon est spontanément surtout présent dans les régions granitiques, volcaniques et uranifères. En France, les régions riches en radon sont la Bretagne, le Massif central, les Vosges et la Corse.

Le radon se forme par désintégration du radium dans la chaîne de désintégration radioactive de l'uranium et du thorium naturellement contenus dans les roches ou le sol (ou déplacés par l'Homme lors de certaines activités industrielles ou minières). Ces deux métaux sont présents dans la croûte terrestre depuis sa formation, et leurs isotopes les plus communs ont une très longue demi-vie (4,5 milliards d'années). L'uranium et le thorium continueront donc à naturellement produire un flux naturel de radon, pour des milliards d'années, à des concentrations voisines de celles que nous connaissons.

Au moment de sa formation par désintégration, chaque atome de radium est expulsé de sa matrice (grain du matériau), avec une énergie cinétique (ou « énergie de recul ») qui lui permet, dans un minéral de densité moyenne de parcourir de 20 à 70 nm²². S'il est proche de la surface d'une



roche ou dans un grain fin, il peut se déplacer par diffusion et passer dans l'air ou dans l'eau, mais ce processus étant lent, et le radon ayant une assez courte demi-vie, seul le radon formé en surface des phases solides atteindra l'air ou l'eau avant de se désintégrer. L'eau, (chaude et acide notamment) peut aussi solubiliser la roche et se charger de radon²². Dans les sols les plus communs, selon l'INERIS, 10 à 50 % du radon s'échappe du grain où il est produit et passe dans les pores et éventuellement l'air ou l'eau interstitielle

Le coefficient d'Oswald (dit coefficient de Bunsen quand il concerne l'eau), est le rapport (alfa) de l'activité volumique du radon dans l'eau sur l'activité volumique du radon dans l'air à une température donnée : Ce coefficient α est une fonction décroissante de la température de l'eau T (°C) :

$$\alpha = 0,105 + 0,403 \exp (-0,0502 T)$$

À 20 °C, α est ainsi égal à 0,245.

Le flux naturel de radon est normalement piégé dans la roche qui lui donne naissance, et sa demi-vie très courte (de l'ordre de quatre jours) interdit une accumulation au sens propre du terme. Cependant, son caractère gazeux le rend potentiellement mobile. Les activités humaines (mines et combustion du charbon, certaines sécheresses induites par l'homme) peuvent augmenter la libération de radon, et les constructions humaines peuvent l'aspirer et lui permettre de stagner localement, conduisant à des concentrations importantes. Une bonne ventilation est alors nécessaire. Le radon se trouve ainsi en concentration importante dans les mines souterraines et parfois dans les caves (dans certaines zones minières ou granitiques). Il peut aussi être trouvé dans certaines eaux de source et sources chaudes²³.

Le radon dégaze du sol en quantités plus ou moins importantes²⁴. On peut mesurer sa radioactivité ou tenter d'en faire une mesure quantitative²⁵. Le niveau de radon dans l'air est habituellement plus faible en zone urbaine qu'en zone rurale, en raison de sols plus imperméabilisés.

La concentration du radon dans l'atmosphère est si faible que des eaux naturellement riches en radon le perdent au contact de l'air. De ce fait, les nappes d'eaux souterraines, en contact direct avec les roches où le radon est produit, sont plus chargées en radon que les eaux de surface. De même, dans les sols, la zone saturée en eau a une concentration plus forte que la zone aérée, en contact indirect avec l'atmosphère

2 Les effets du radon

(Source : développement-durable.gouv.fr)

Effets sur la santé

Une exposition régulière durant de nombreuses années, à des concentrations excessives de radon accroît le risque de développer un cancer du poumon. Cet accroissement du risque est proportionnel au temps d'exposition et à sa concentration dans l'air respiré.

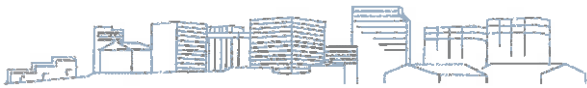
En cas d'exposition simultanée à la fumée de cigarette et au radon, le risque de développer un cancer du poumon est majoré.

Risques d'exposition

L'exposition au radon se fait par voie respiratoire. Le radon provient du sol et se trouve, par effet de confinement, à des concentrations plus élevées à l'intérieur des bâtiments qu'à l'extérieur. Les particules du radon sont alors inhalées avec l'air respiré et se déposent dans le poumon.

La présence de radon dans les bâtiments résulte de nombreux paramètres et plus particulièrement :

- des caractéristiques propres au sol sous-jacent (concentration dans le sol, perméabilité et humidité du sol, présence de fissures ou de fractures dans la roche sous-jacente),
- des caractéristiques propres au bâtiment (procédé de construction, fissuration de la surface en contact avec le sol, système d'aération, etc.),
- du comportement des occupants vis-à-vis de l'aération des locaux.



Dans une moindre mesure, le radon peut également provenir de l'air extérieur, de matériaux de construction très spécifiques et de l'eau à usage domestique (dégazage de l'eau provenant de nappes souterraines en terrain granitique).

Moyens de prévention

Des techniques visent à diminuer la présence de radon dans les bâtiments. Leurs principes consistent d'une part à empêcher le radon de pénétrer à l'intérieur du bâtiment, et d'autre part, à évacuer le radon présent.

- Empêcher le radon d'entrer dans le bâtiment :

Il est pour cela essentiel de s'assurer de l'étanchéité à l'air mais aussi à l'eau entre le bâtiment et son sous-sol. Cette imperméabilité concerne principalement les joints entre le sol et les murs, mais il est également important de veiller à obturer les passages autour des gaines et au niveau des fissures du plancher et du mur.

- Évacuer le radon présent :

Une bonne aération du bâtiment peut permettre d'évacuer le radon, il convient donc de s'assurer que le bâtiment possède un système d'aération qui fonctionne et assure un renouvellement d'air suffisant.

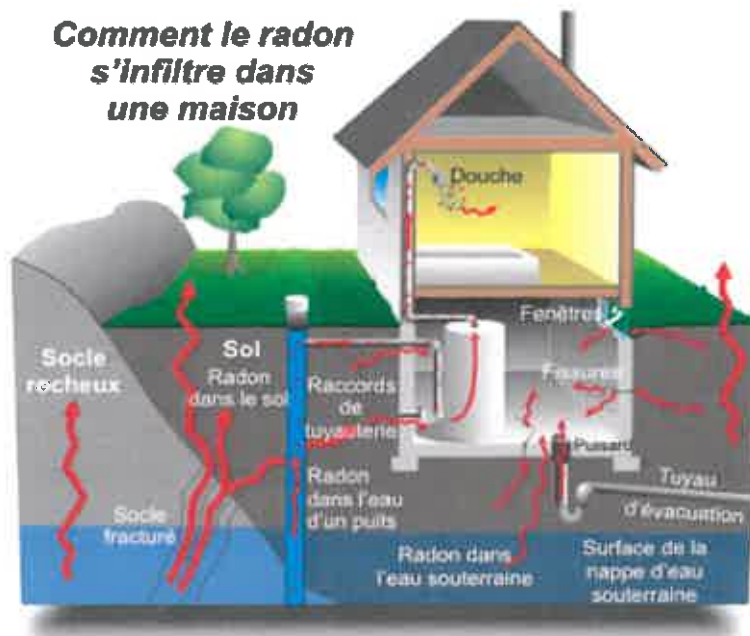
Il est important également de traiter le soubassement du bâtiment (vide sanitaire, cave, dallage sur terre-plein, etc.) en le ventilant (mécaniquement ou naturellement).

3 Radon et habitations

(Source : laradioactivité.com)

Les concentrations de radon dans les habitations en France

Comment le radon s'infiltré dans une maison



Entrées du radon dans une habitation

Les voies d'infiltration du radon dans une maison sont multiples. La principale voie est le sol sur lequel le bâtiment est construit. Le radon s'accumule de préférence dans des endroits clos et peu ventilés comme les caves et dans les maisons modernes les vides sanitaires. L'eau ayant séjourné dans des nappes souterraines est une voie de transfert secondaire (cette eau restitue une partie



du radon dissous).

@IRES/IN2P3

Le radon, qui émerge surtout des sous-sols, se dilue rapidement dans l'atmosphère dès qu'il atteint la surface du sol. Mais il n'en va pas de même lorsqu'il s'infiltré à travers les pores et les fissures jusqu'aux caves et pièces d'habitations des maisons calfeutrées. Piégé, il peut alors s'y accumuler et atteindre des concentrations importantes. Le radon étant un élément cancérigène, il s'agit de réduire ces concentrations et d'en limiter le risque.

Le radon présent dans l'air d'une habitation provient essentiellement des matériaux de construction et du sol. La contribution des matériaux de construction ne dépasse généralement pas quelques dizaines de becquerels par mètre cube (Bq/m³). Par contre, le sol de l'habitation est la source de concentrations de radon pouvant atteindre quelques centaines de Bq/m³.

La concentration varie en fortement d'une région à l'autre, en fonction de la nature géologique du sous-sol. Le granit et le schiste en contiennent plus, les sols sédimentaires moins. A l'intérieur d'une même zone géologique, la concentration varie aussi fortement d'une maison à l'autre. Des conditions locales comme la nature du sol sous la maison, peuvent engendrer des concentrations élevées. Enfin, la concentration en radon varie au cours de la journée (plus élevée le matin), d'une saison à l'autre (plus élevée en hiver) et en fonction des conditions météorologiques.

La principale source d'infiltrations est le sol sur lequel le bâtiment est construit. Plus on s'éloigne de la source de ces infiltrations (de la cave dans les maisons anciennes), plus la concentration diminue. Le bâtiment est généralement construit en dépression par rapport au sol, ce qui favorise le transfert du radon du sol vers le bâtiment. Il existe des voies préférentielles d'infiltration.

Les infiltrations dépendent des caractéristiques de la construction du bâtiment (sur sous-sol, terre-plein ou vide sanitaire), de la séparation plus ou moins efficace entre le sol et le bâtiment (terre battue, plancher, dalle en béton), des défauts d'étanchéité à l'air du bâtiment (fissures et porosité des murs et sols, défauts des joints). Les voies de transfert entre les différents niveaux (passage de canalisations, escalier,...) constituent aussi des voies de transfert.

La concentration dans une habitation varie selon l'occupation et les modes de vie de ses habitants. Plus la ventilation est forte et efficace, moins il y a de risques d'avoir de grandes concentrations de radon dans l'habitation. Les moyens pour diminuer les concentrations élevées sont simples : aérer et ventiler les maisons, les sous-sols et les vides sanitaires ; améliorer l'étanchéité des murs et des planchers.

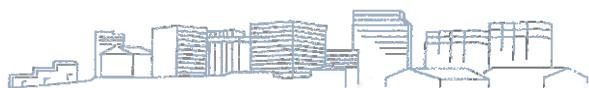
4 La cartographie du potentiel radon

(Source : IRSN)

Le radon est présent en tout point du territoire et sa concentration dans les bâtiments est très variable: de quelques becquerels par mètre-cube (Bq.m⁻³) à plusieurs milliers becquerels par mètre-cube.

Parmi les facteurs influençant les niveaux de concentrations mesurées dans les bâtiments, la teneur en uranium des terrains sous-jacents est l'un des plus déterminants. Elle détermine le potentiel radon des formations géologiques : sur une zone géographique donnée, plus le potentiel est important, plus la probabilité de présence de radon à des niveaux élevés dans les bâtiments est forte.

La connaissance des caractéristiques des formations géologiques sur le territoire, et en particulier de leur concentration en uranium, rend ainsi possible l'établissement d'une cartographie des zones sur lesquelles la présence de radon à des concentrations élevées dans les bâtiments est la plus probable. Ce travail a été réalisé par l'IRSN à la demande de l'Autorité de Sûreté Nucléaire et a permis d'établir une cartographie du potentiel radon des formations géologiques du territoire métropolitain et de la France de l'Outre-Mer.

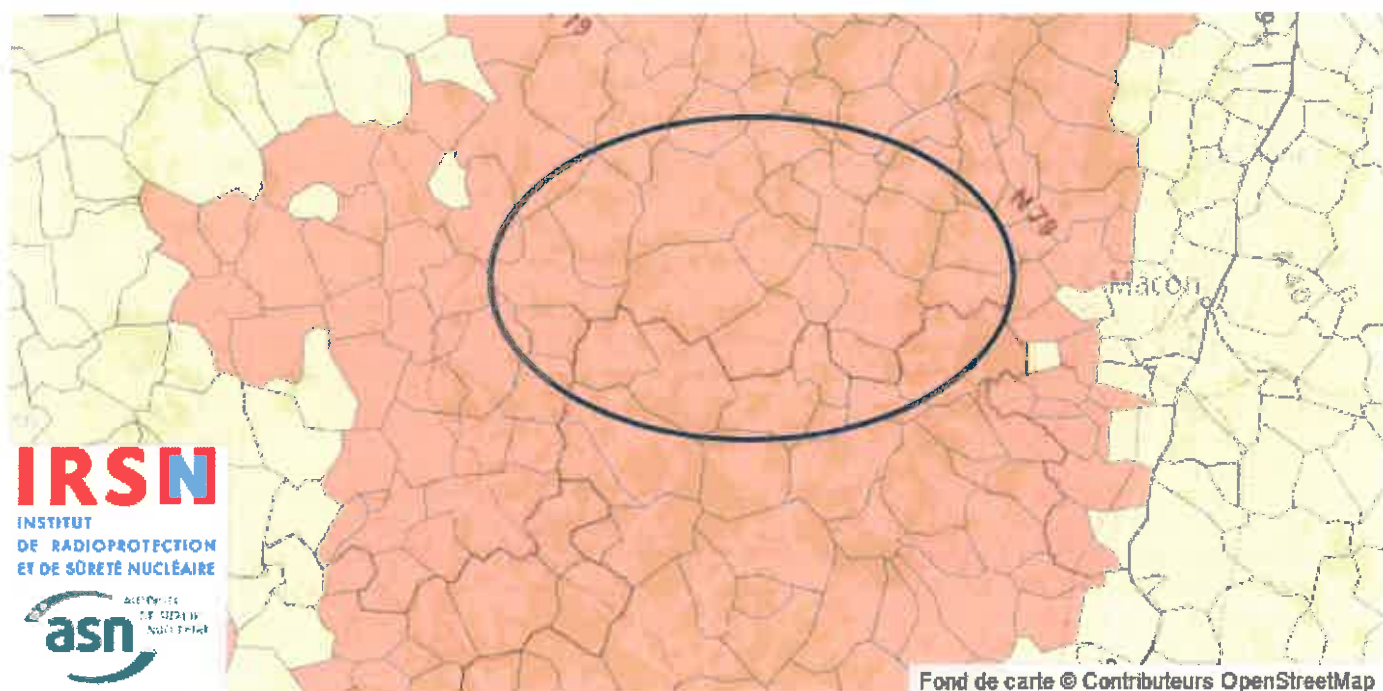


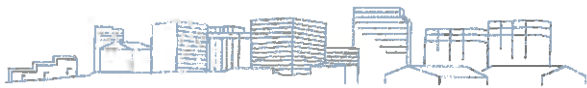
Les communes à potentiel moyen ou élevé

Ce sont celles localisées sur les formations géologiques présentant des teneurs en uranium les plus élevées. Les formations concernées sont notamment celles constitutives des grands massifs granitiques français (massif armoricain, massif central, Guyane française...), certaines formations volcaniques (massif central, Polynésie française, Mayotte...) mais également certains grès et schistes noirs.

Dans les communes à potentiel radon moyen ou élevé, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que dans le reste du territoire. Les résultats de la campagne en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments de ces communes dépassent 100 Bq.m⁻³ et plus de 6% dépassent 400 Bq.m⁻³.

L'ensemble des communes de la CCMR entre dans cette catégorie :





5 Le PLUIH de la CCMR et la prise en compte du risque potentiel d'exposition au radon

Rappel

Avant de mesurer les incidences du PLUI de la CCMR sur le Radon, on rappellera que le PLUI est un document réglementaire qui a pour objet d'encadrer les autorisations d'urbanisme sur le plan des seules règles d'urbanisme.

Les incidences du PLUIH sur le risque potentiel d'exposition au radon :

Problématique	Moyens d'actions du PLUI	Incidence du PLUI
Source du radon : sources naturelles géologiques	Etant donné que : <ul style="list-style-type: none">- Le champ d'intervention du PLUI est l'urbanisme et non la structure géologique de la planète, issue d'évolutions intervenues depuis 4,55 milliards d'années.- le PLUI s'inscrit à un horizon de 12 ans qui ne permet pas d'intégrer des orientations efficaces à l'échelle des temps géologiques. Le PLUI ne dispose pas des outils permettant d'influencer les émissions de gaz terrestre dont le Radon.	aucune
Propagation dans l'atmosphère	Le champ d'intervention du PLUI étant l'urbanisme et non les phénomènes atmosphériques issus notamment de la mécanique des fluides, de la rotation de la terre et des influences des planètes, le PLUI ne dispose pas des outils réglementaires pour gérer la vitesse, l'origine, la direction, la puissance des vents et des masses d'air.	aucune
L'étanchéité des constructions (les joints entre le sol et les murs, obturation des passages autour des gaines et au niveau des fissures des planchers et murs)	Le champ d'intervention du PLUI étant l'urbanisme et non la construction qui reste de la responsabilité du constructeur, le PLUI ne peut imposer de procédés de construction.	aucune
Les usages de lieux : aération et ventilation des locaux	Le champ d'intervention du PLUI étant l'urbanisme et non le mode d'occupation des lieux qui relève de la liberté personnelle des occupants, le PLUI ne peut ni imposer des systèmes de ventilation, ni instituer des durées minimales d'ouverture des fenêtres et des portes.	aucune

En conclusion : le PLUIH n'a aucune incidence sur le risque potentiel d'exposition au radon des populations.

