

RadioProtection Cirkus

La gestion du risque Radon

Nom de l'auteur : Marc AMMERICH

N° chrono: DOC-FO-26_1

Version du : 07 Août 2019

Le portail de la RP pratique et opérationnelle www.rpcirkus.org - www.forum-rpcirkus.com

LA GESTION DU RISQUE RADON

SOMMAIRE

- Introduction
- Les sources d'exposition
- L'origine du radon
- Le risque lié à l'exposition au radon
- La mesure du radon
- Les évolutions réglementaires récentes
- La remédiation du radon





LA GESTION DU RISQUE RADON

- Introduction
- Les sources d'exposition
- L'origine du radon
- Le risque lié à l'exposition au radon
- La mesure du radon
- Les évolutions réglementaires récentes
- La remédiation du radon





La matière est faite d'atomes, la plupart du temps assemblés en molécules. Au cœur de ces atomes, se trouve un noyau,

10 000 à 100 000 fois plus petit.

La radioactivité est un phénomène qui se produit dans ce noyau au plus profond des atomes.

Le phénomène est difficile à observer : il a fallu attendre 1896 pour que soient décelés des rayonnements d'origine inconnue, émis par des sels d'uranium.



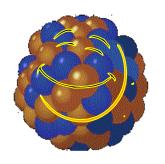


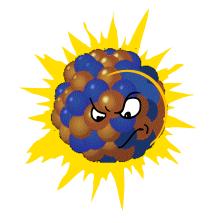
La radioactivité est le phénomène physique par lequel des noyaux atomiques instables (dits radionucléides ou radioisotopes), se transforment spontanément en d'autres atomes (désintégration) en émettant simultanément des particules de matière (électrons, noyaux d'hélium, neutrons, etc.) et de l'énergie (photons et énergie cinétique).





Atomes stables : constitution inchangée sans intervention extérieure





Atomes instables : transformation spontanée

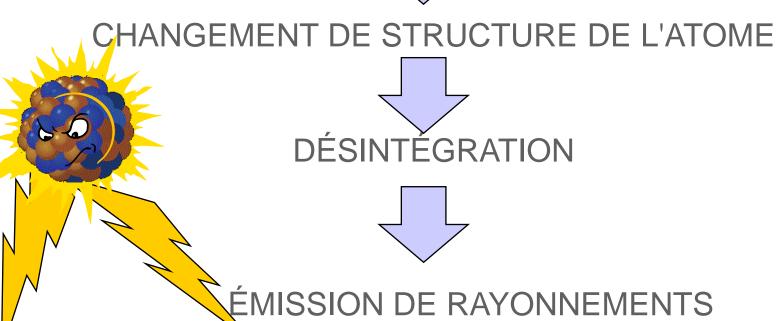






TRANSFORMATION SPONTANÉE





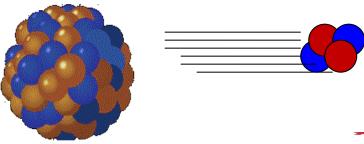




ÉNERGETIQUES

Emission d'un rayonnement alpha qui est l'association : 2 protons + 2 neutrons

Radioactivité concernant les atomes ayant trop de nucléons. Exemple : Radium symbole Ra Radon symbole Rn





Emission d'un rayonnement bêta qui est un électron

Radioactivité concernant les atomes ayant trop de neutrons. Exemple :







LA GESTION DU RISQUE RADON

- Introduction
- Les sources d'exposition
- L'origine du radon
- Le risque lié à l'exposition au radon
- La mesure du radon
- Les évolutions réglementaires récentes
- La remédiation du radon





Dans le tableau en fin de paragraphe, nous allons utiliser de nouvelles grandeurs et de nouvelles unités. Il est donc nécessaire de les définir.

Nous allons traduire l'effet des rayonnements sur l'être humain, sachant que ceux-ci laisse de l'énergie dans la matière vivante.





La dose absorbée : D

ENERGIE CEDEE A LA MATIERE

Les rayonnements ionisants qui cèdent une énergie de 1 Joule dans 1 kilogramme de matière délivrent

une dose de 1 Gray

Unité : le Gray

1 Gy = 1 J/kg

Louis Harold Gray



C'est une grandeur mesurable





LES GRANDEURS DE PROTECTION

La dose équivalente à l'organe : H

La grandeur de protection, dose équivalente, préconisée par l'ICRP, apporte une solution plus simple à l'estimation du risque. La relation de base s'écrit :

$$H_T = D_{T,R} \cdot W_R$$

H_T: dose équivalente dans le tissu, ou l'organe T

D_{T,R}: dose absorbée moyenne dans le tissu ou l'organe T

résultant du rayonnement de type R

w_R: facteur de pondération radiologique





1 kg de plomb

Dose équivalente

Dépend de la

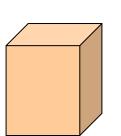
nature du

rayonnement

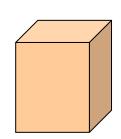
et de la

localisation du

dommage







1 kg de plumes







LES GRANDEURS DE PROTECTION

Elle s'exprime par la relation :

 $E = \sum H_{\rm T} . W_{\rm T}$

E: dose efficace

HT: dose équivalente relative à l'organe T

wT : facteur de pondération tissulaire de l'organe.

La dose équivalente et la dose efficace s'expriment en sievert (Sv).

Il conviendra donc de n'utiliser le sievert QUE dans le domaine des faibles doses.

Les valeurs numériques des facteurs de pondération tissulaires sont fixées par l'ICRP en fonction de critères biologiques relatifs aux organes critiques.





Unités pour la dose équivalente H et la dose efficace E :

le Sievert (Sv)

on utilise plutôt le mSv ou le μ Sv 1 Sv = 1 J/kg (!)

On peut définir aussi le débit de dose équivalente, qui est la dose équivalente par unité de temps.

Unité légale : le Sievert par seconde, mais ce n'est pas du tout pratique

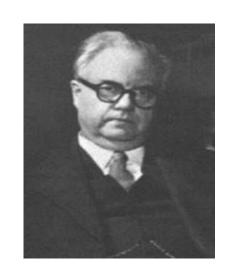
On utilise plutôt le mSv/h ou µ Sv/h





Rolf Sievert

Radiobiologiste suédois a eu l'idée d'exposer en laboratoire des cellules à une dose absorbée similaire (plutôt une faible dose) mais avec des rayonnements de nature différente.

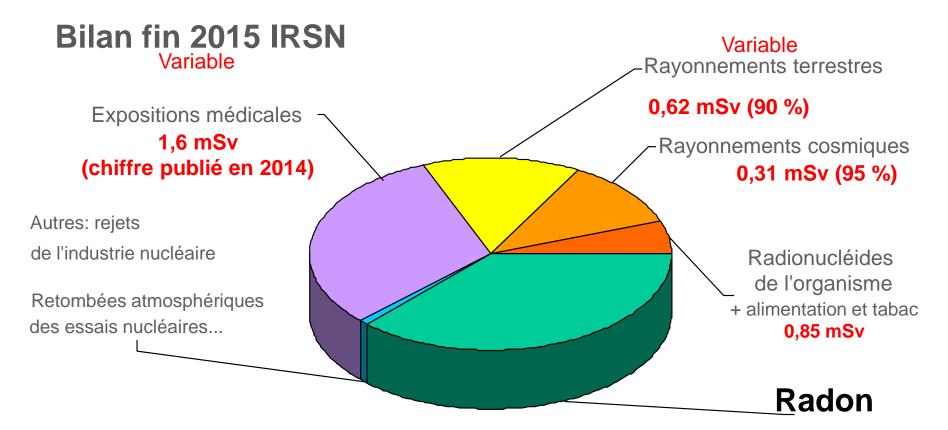


Il a constaté que pour les particules alpha il y avait 20 fois plus de décès cellulaires que pour les rayonnements bêta ou gamma. Il a donc émis l'hypothèse que la nuisance biologique des rayonnements n'était pas la même, au moins à faible dose.

De 1956 à 1962, il dirige l'ICRP, puis prend la direction de l'UNSCEAR (United Nations Commission on the Effects of Atomic Radiation) de 1958 à 1962.







EXPOSITION EN FRANCE: 2,5 à 4,5 mSv

soit 6 à 10 µSv/jour

70 % naturelle – 30 % médicale





0,54 à 3,15 mSv Max : 20 mSv localement

LA GESTION DU RISQUE RADON

- Introduction
- Les sources d'exposition
- L'origine du radon
- Le risque lié à l'exposition au radon
- La mesure du radon
- Les évolutions réglementaires récentes
- La remédiation du radon





Exposition aux rayonnements venant du sol

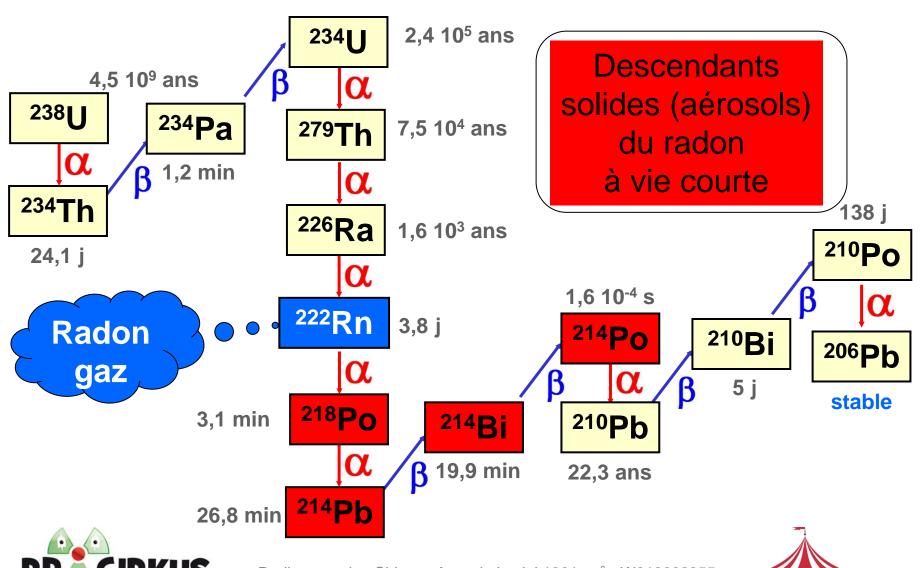
La croûte terrestre contient des radionucléides dits «primordiaux», présents depuis la création de la Terre et de périodes radioactives suffisamment longues devant l'âge de celle-ci pour y subsister en quantité importante. Ces radionucléides sont :

- > l'uranium-235 (²³⁵U)
- > l'uranium-238 (238U)
- > le thorium-232 (232Th)

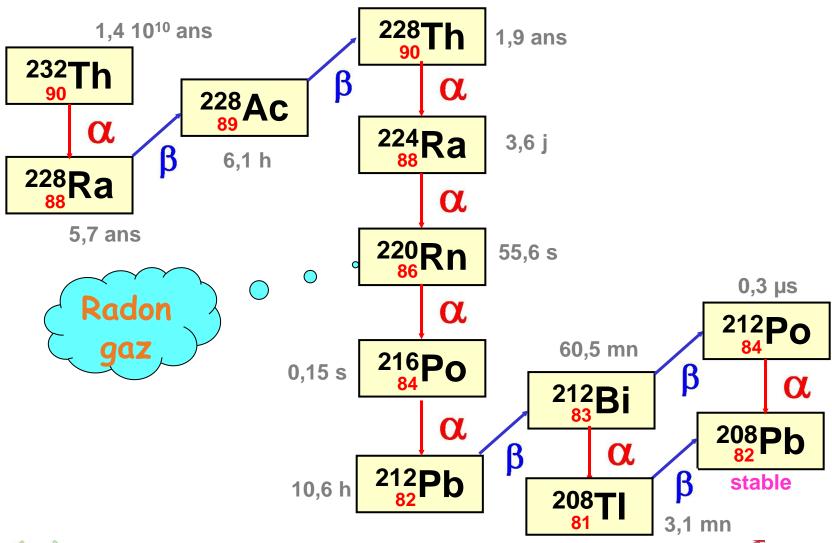
qui, en se désintégrant, donnent naissance à autant de familles de radionucléides naturels.





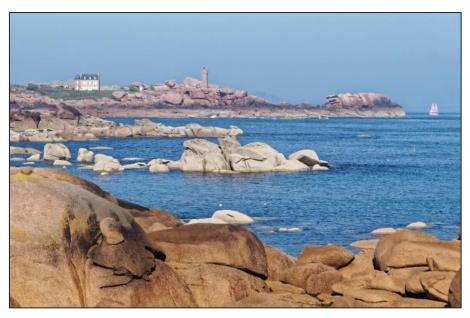


Le portail de la RP pratique et opérationnelle o





ÉMANATIONS GAZEUSES DES FAMILLES RADIOACTIVES NATURELLES : L'EXPOSITION AUX RADONS



dose annuelle VARIABLE Selon les régions

RADON Issu des milieux granitiques





Bien que présent en quantité infinitésimale dans l'atmosphère, le radon est un gaz radioactif.

Les cartes qui sont présentées à la suite, vont vous donner la répartition des zones à potentiel radon.

La première carte découle des cartes géologiques.

La deuxième carte donnait la répartition par départements. La troisième carte plus récente a fait l'analyse au niveau des communes.





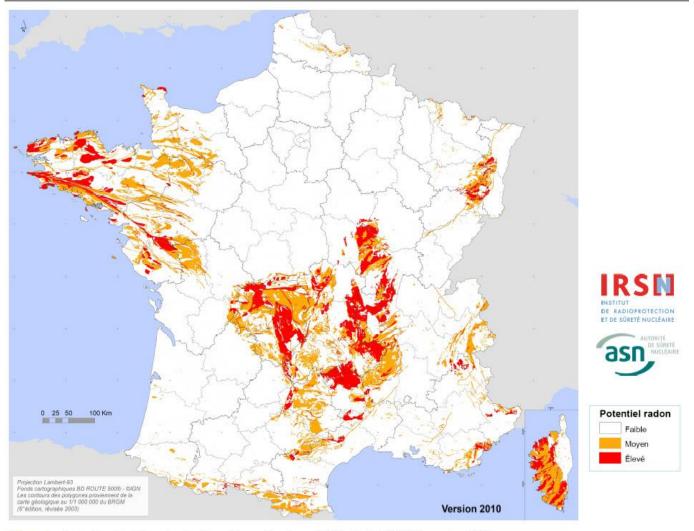
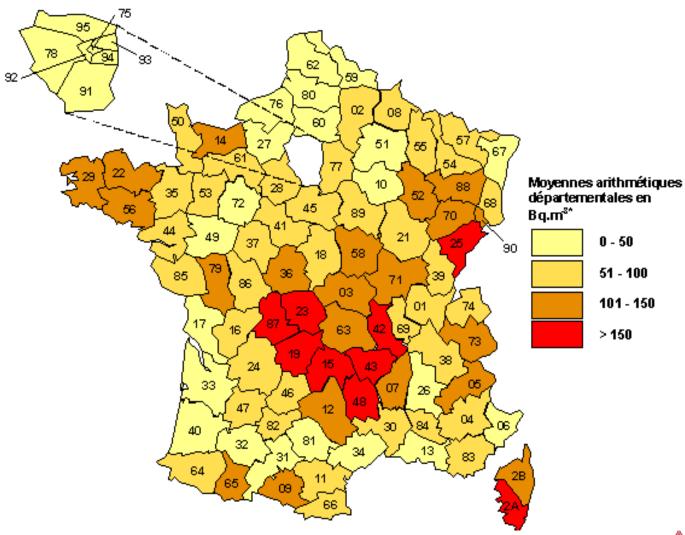


Figure 1 : Carte du potentiel radon des formations géologiques à l'échelle 1:1 000 000, version 2010

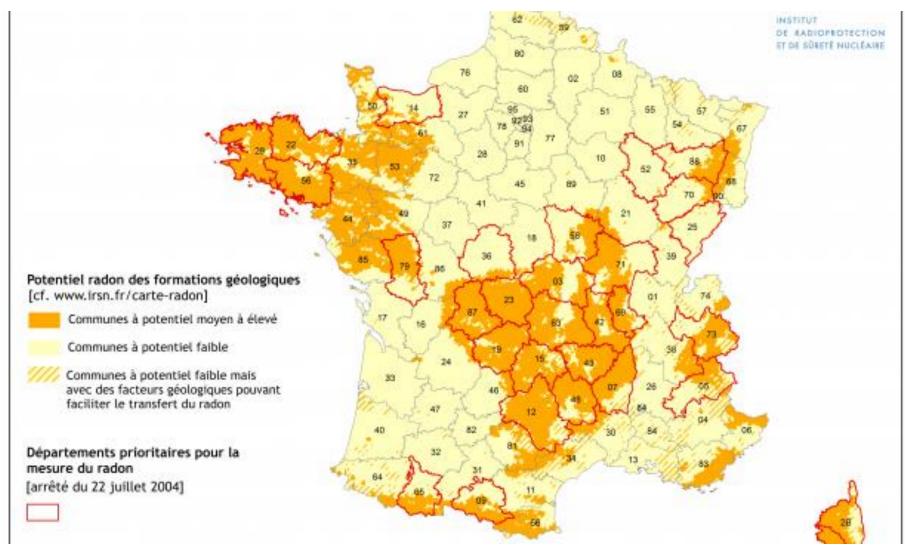
















LA GESTION DU RISQUE RADON

- Introduction
- Les sources d'exposition
- L'origine du radon
- Le risque lié à l'exposition au radon
- La mesure du radon
- Les évolutions réglementaires récentes
- La remédiation du radon





Une fois inhalé, le radon continue sa décroissance radioactive à l'intérieur des poumons. Ses descendants solides irradient les cellules les plus sensibles des bronches.

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) a reconnu en 1987 le radon comme cancérigène pulmonaire humain.





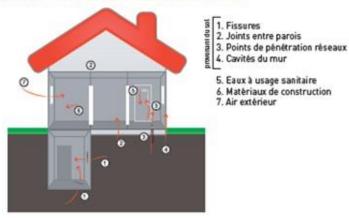
Le radon présente la particularité d'être le plus dense de tous les gaz. Dans des locaux fermés, il reste au niveau du sol et s'accumule dans les espaces clos comme les maisons et notamment dans les caves.

La vigilance s'impose dans les habitations, mais le radon est une source d'exposition naturelle sur laquelle l'homme peut agir.



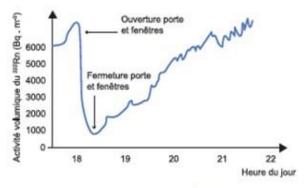


Doc 2. Les voies d'entrées du radon dans un bâtiment



Doc 3. Exemple d'évolution de l'activité volumique du radon dans une maison

L'activité d'un corps radioactif se mesure en becquerel (Bq). Un Bq est égal à une désintégration par seconde au sein de ce corps. Exemple : un morceau de granite de 125 q a une activité volumique d'environ 1 000 Bq.



LE RADON DANS LES BÂTIMENTS

EXPOSITION AU RADON

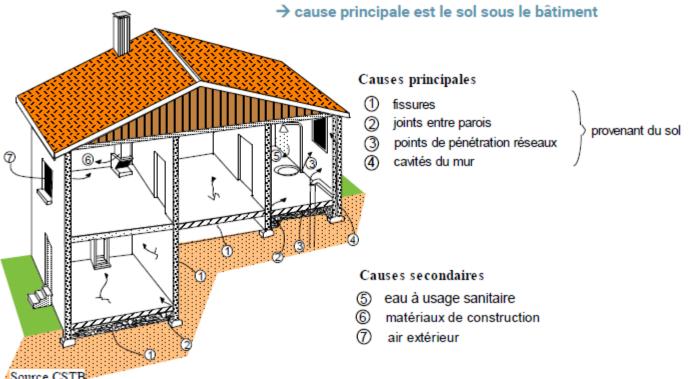






Entrée du radon dans un bâtiment

Niveau important de radon dans un bâtiment (plusieurs centaines de Bq/m³)



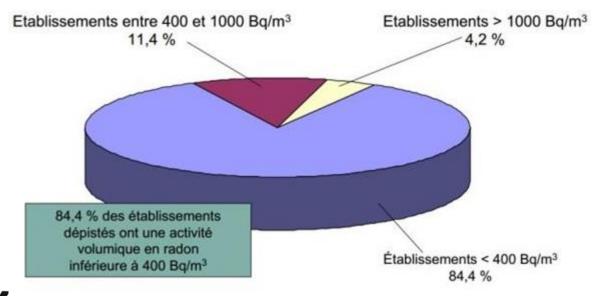




Bilan 2010 des contrôles de l'ASN par rapport à l'exposition au radon dans les établissements recevant du public.

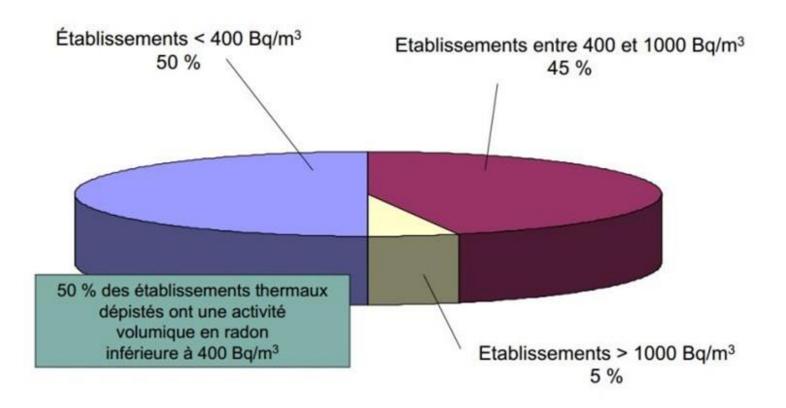
Au total 8811 établissements dépistés dont :

- > 5187 établissements d'enseignements,
- > 3584 établissements sanitaires et sociaux,
- 20 établissements thermaux,
- 20 établissements pénitentiaires.





Bilan 2010 des contrôles de l'ASN par rapport à l'exposition au radon dans les établissements recevant du public.







Aujourd'hui il est admis que :

Etre exposé à une activité volumique de 300 Bq/m³ pendant 7000 heures dans un lieu clos donne une dose efficace engagée (dose interne à l'organisme entier) de 5 mSv

Ce ratio va être probablement multiplié par 2 ou 3 avec la publication de janvier 2018 de la commission internationale de protection radiologique CIPR (OIR 3).

Des diagnostics chez les particuliers sont aussi à l'étude.





Pour une activité sédentaire en intérieur et une durée de travail de 2000h/an :

Activité volumique (Bq/m³)	Dose efficace (mSv/an)	Coefficients de dose utilisés
400	2,6	CIPR 65 (coefficients en vigueur actuellement en France)
950	6	
300	4	CIPR 137 (nouveaux coefficients qui seront repris ultérieurement dans la réglementation)
450	6	





Coefficient par défaut: 12 mSv/WLM (3.4 mSv par mJ h m³) Dans les bâtiments: 7.5 x 10⁻⁶ mSv/h.Bq.m⁻³ (F équilibre = 0.4)

La dose correspondant à 300 Bq m⁻³ est de:

4 mSv pour un temps d'expo de 2000 h (année de travail).

6 mSv correspondrait à 450 Bq.m⁻³ en activité volumique.

14 mSv pour un temps d'expo de 7000 h (année en résidentiel) – Soit un facteur multiplicatif légèrement inférieur à 3

17,5 mSv pour un temps d'expo de 8760h (année totale) Le tableau suivant donne les correspondances pour 2000 h de travail.



Petite explication concernant la notion de WLM L'exposition des mineurs au radon est mesurée en working level months (WLM), c'est-à-dire le produit du nombre de mois de travail (170 h) par l'activité ambiante quand elle est mesurée en WL.

En pratique, le working level équivaut à une activité volumique du radon de 12 000 Bq/m³, et 1 WLM correspond à peu près à l'exposition pendant un an à une atmosphère où l'activité du radon serait de 230 Bq/m³. La conversion entre ces deux unités est difficile, car nécessitant la connaissance précise des facteurs d'incertitude.





Il est également important de signaler que le risque lié à l'exposition au radon peut être aggravé avec d'autres facteurs comme le tabac! Le tabagisme actif provoque 90 % des cancers du poumon.

L'association tabagisme + radon multiplie par trois le risque de développer un cancer du poumon (Catelinois, 2007).

Pour donner quelques chiffres sur les cancers dus au tabac Institut Curie chiffres 2017:

En France, 78 000 décès sont liés au tabac, dont 44 000 sont des décès par cancers (**33 000 H et 11 000 F**). Le tabac est le premier facteur de risque de cancers.





Le risque encouru par un fumeur de développer un cancer lié au tabac dépend de 3 facteurs (INCa, 2011) :

- > la consommation moyenne de tabac
- la durée du tabagisme
- > l'âge de début du tabagisme





LA GESTION DU RISQUE RADON

- Introduction
- Les sources d'exposition
- L'origine du radon
- Le risque lié à l'exposition au radon
- La mesure du radon
- Les évolutions réglementaires récentes
- La remédiation du radon





Il existe différents types de mesure du radon

La mesure ponctuelle : cette mesure consiste à faire un prélèvement sur une courte durée (inférieure à une heure), en un point donné et faire une analyse (par exemple un comptage) presque simultanément ou après un court délai.

La mesure intégrée : cette mesure consiste à réaliser une accumulation au cours du temps, de traces laissées sur une émulsion ressemblant à un film photographique. Ces traces sont dues au rayonnement alpha émis par le radon (ou ses descendants) quand il se désintègre. En général la mesure est réalisée sur deux mois. Une analyse pour compter le nombre de traces est effectuée à l'issue de la période de mesure.

Ci-dessous des exemples de dispositifs passifs de mesure intégrée du radon pour évaluer l'activité volumique,









Enfin la mesure en continu : La mesure est effectuée de façon continue pour mesurer directement l'activité volumique. Cette mesure est souvent optimale quand l'activité volumique en radon est importante.

Cela permet de suivre l'évolution temporelle de l'activité volumique du radon, Il faut alors que la durée de la mesure soit adaptée.

Ci-dessous des exemples de dispositifs permettant de faire une mesure en continu du radon pour évaluer l'activité volumique.











Pour mesurer du radon dans un bâtiment il est nécessaire de mesurer l'activité volumique dans l'air (en Bq,m⁻³) dans les pièces occupées du bâtiment. Pour cela, on utilise des "dosimètres". On réalise alors une mesure dite "intégrée".

Pour que le résultat soit comparable au niveau de référence, il faut que la mesure soit représentative de la valeur moyenne annuelle (intégrée sur au moins deux mois). Le dosimètre est un appareil qui mesure la concentration de radon présente dans la pièce, pendant toute la période où il y a été déposé.





Son principe est le même que celui d'un appareil photographique. Les particules alpha émises par le radon heurtent le film du dosimètre. Leurs impacts sur le film sont ensuite révélés grâce à un procédé chimique. Enfin, un micro-ordinateur associé à un microscope équipé d'une caméra permet de reconnaître et de compter les traces des particules alpha du radon.





La mesure du radon est régie par des normes AFNOR. La méthode de dépistage des concentrations de radon dans un bâtiment est décrite dans la norme AFNOR NF M60-771.

Il est nécessaire de faire les mesures à minima au rez-dechaussée et parfois au sous-sol des bâtiments.

Comme le radon est plus dense que l'air, sa concentration est généralement plus élevée au sous-sol qu'aux étages supérieurs. Mais cela peut être différent selon le type de construction.





C'est pourquoi le niveau mesuré varie souvent selon l'emplacement du détecteur. Pour obtenir des résultats d'analyse qui représentent bien les niveaux de radon dans les aires occupées normalement, c'est-à-dire les pièces du logement où une personne passe vraisemblablement plusieurs heures par jour, il faut préférablement faire l'analyse à ces endroits.

En moyenne, la pièce où les gens passent le plus de temps dans leur logement est la chambre à coucher, la nuit, lorsque le niveau de radon à l'intérieur est en général le plus élevé.





On doit tenir le détecteur éloigné des occupants du logement et éviter de le déplacer pendant la période d'analyse, mais il ne faut pas le placer dans une petite aire fermée comme une armoire ou un placard.

Le meilleur endroit où placer le détecteur est près d'un mur intérieur.

Pour avoir un résultat cohérent, chaque détecteur devrait se trouver à une hauteur comprise entre 1 et 2 m, dans la zone de respiration générale. Pour que l'air circule normalement autour du détecteur, il faut le placer à au moins 50 cm du plancher et à au moins 20 cm du plafond.





LA GESTION DU RISQUE RADON

- Introduction
- Les sources d'exposition
- L'origine du radon
- Le risque lié à l'exposition au radon
- La mesure du radon
- Les évolutions réglementaires récentes
- La remédiation du radon





L'ordonnance du 11 février 2016

Concerne la protection du public et des travailleur





Section 4 – Réduction de l'exposition de la population au radon

Article. L. 1333-22

Les propriétaires ou exploitants de certaines catégories d'immeubles bâtis situés dans les zones à potentiel radon où l'exposition au radon est susceptible de porter atteinte à la santé mettent en œuvre une surveillance de cette exposition.





«Au-dessus de certains niveaux d'activité volumique en radon, les propriétaires ou à défaut les exploitants sont tenus de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour réduire l'exposition et préserver la santé des personnes.

«Les catégories d'immeubles bâtis, les modalités de surveillance et les niveaux d'activité volumique susmentionnés sont définis par voie réglementaire. Les zones à potentiel radon sont définies par arrêté des ministres chargés de la radioprotection, du travail et de la construction.





Article. L. 1333-23

Les organismes intervenant dans la surveillance du radon sont habilités :

- 1° A réaliser les mesures d'activité volumique du radon dans les immeubles bâtis ;
- 2° A procéder à l'analyse des mesures d'activité volumique du radon.

Ces organismes transmettent les résultats de mesure pouvant être utiles à la surveillance nationale de l'exposition de la population au radon, dans les cas et conditions prévus par voie réglementaire, à un organisme désigné par les ministres chargés de la radioprotection et du travail.





Les conditions d'habilitation des organismes et de transmission des résultats de mesure sont définies par voie réglementaire.

Adaptation de l'article. L. 1333-24

Un certains nombre de personnes peuvent procéder, dans les conditions fixées, au contrôle de l'application des dispositions de l'article L. 1333-22. Ils informent l'Autorité de sûreté nucléaire des résultats de leurs contrôles.





Le code de la santé publique Protection du public

Décret n° 2018-434 du 04/06/2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire

Modifications du Code de la Santé Publique





Section 2 – Protection contre l'exposition à des sources naturelles de rayonnements ionisants

Réduction de l'exposition au Radon





- « Sous-section 1 « Réduction de l'exposition au radon
- « Paragraphe 1er « Dispositions générales

Article R. 1333-28

Pour l'application des articles L. 221-7 du code de l'environnement et L. 1333-3 du présent code, le niveau de référence de l'activité volumique moyenne annuelle en radon est fixé à 300 Bq.m⁻³ dans les immeubles bâtis.

Un arrêté pris après avis du Haut conseil de la santé publique, précise les informations et recommandations sanitaires à diffuser, par les autorités ou organismes qu'il désigne, aux personnes concernées par le risque radon.





En reprenant la conversion de l'activité volumique en millisievert pour une présence de 2000 h :

Activité volumique (Bq/m³)	Dose efficace (mSv/an)	Coefficients de dose utilisés
400	2,6	CIPR 65 (coefficients en vigueur actuellement en France)
950	6	
300	4	CIPR 137 (nouveaux coefficients qui seront repris ultérieurement dans la réglementation)
450	6	





Dans les bâtiments: (F équilibre = 0.4)

La dose correspondant à 300 Bq m⁻³ est de:

4 mSv pour un temps d'expo de 2000 h (année de travail).

6 mSv correspondrait à 450 Bq.m⁻³ en activité volumique.

14 mSv pour un temps d'expo de 7000 h (année en résidentiel) – Soit un facteur multiplicatif légèrement inférieur à 3

17,5 mSv pour un temps d'expo de 8760h (année totale)





Article R. 1333-29

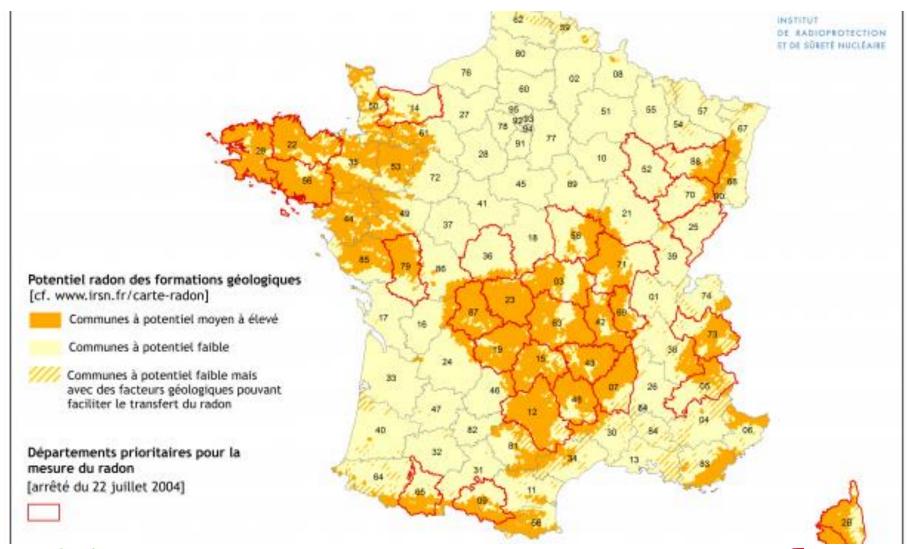
Le territoire national est divisé en trois zones à potentiel radon définies en fonction des flux d'exhalation du radon des sols :

- > Zone 1 : zones à potentiel radon faible
- ➤ Zone 2 : zones à potentiel radon faible mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments
- > Zone 3 : zones à potentiel radon significatif

La liste des communes réparties entre ces trois zones est fixée par l'arrêté du 27 juin 2018.











Article R. 1333-30

- I. Le mesurage de l'activité volumique en radon est réalisé à partir de dispositifs passifs de mesure intégrée du radon dans les conditions garantissant la représentativité du mesurage.
- II. L'analyse de ces dispositifs passifs de mesure intégrée du radon est réalisée par des organismes accrédités par le COFRAC ou par un autre organisme membre de la Coopération européenne pour l'accréditation et ayant signé les accords de reconnaissance mutuelle multilatéraux.





Dans le cadre de la procédure d'accréditation, ces organismes participent, à leur frais, au moins une fois tous les trois ans à des essais d'intercomparaisons organisés par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.

Les organismes accrédités établissent des rapports d'analyses qu'ils transmettent aux commanditaires dans un délai maximum de deux mois après réception des appareils de mesure intégrée du radon.





«Paragraphe 2 « Gestion du radon dans les établissements recevant du public

Article D. 1333-32

Les établissements recevant du public auxquels s'appliquent les dispositions suivantes sont :

« 1°) Les établissements d'enseignement, y compris les bâtiments d'internat ; (établissements scolaires)

« 2°) Les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans ; (crèches, halte-garderies)







« 3°) Les établissements sanitaires, sociaux et médicosociaux avec capacité d'hébergement parmi :

« a) Les établissements de santé et les hôpitaux des armées ;

« b) Les établissements prenant en charge la prévention, des mineurs et des majeurs de moins de vingt et un ans, les établissements pour les handicapés, les établissements ou services mettant en œuvre les mesures éducatives ordonnées par l'autorité judiciaire, les maisons de retraite et EPADH.









- « 4°) Les établissements thermaux ;
- « 5°) Les établissements pénitentiaires.









Article R. 1333-33

- I. Le propriétaire ou, si une convention le prévoit, l'exploitant d'établissements recevant du public défini auparavant fait procéder au mesurage de l'activité volumique en radon :
- «1°) Dans les zones 3;
- « 2°) Dans les zones 1 et 2, lorsque les résultats de mesurages existants dans ces établissements dépassent le niveau de référence.
- II. Le mesurage de l'activité volumique en radon est réalisé par les organismes désignés. Il est renouvelé tous les dix ans et après que sont réalisés des travaux modifiant significativement la ventilation ou l'étanchéité du bâtiment.





« Le délai de dix ans court à partir de la date de réception par le propriétaire ou, le cas échéant, par l'exploitant des résultats des derniers mesurages de l'activité volumique en radon effectués dans l'établissement.

« III. – Dès lors que les résultats du mesurage de l'activité volumique en radon réalisé lors de deux campagnes de mesurage successives sont tous inférieurs à 100 Bq/m³, le propriétaire ou, le cas échéant, l'exploitant n'est plus soumis à l'obligation de faire procéder à un mesurage décennal jusqu'à la réalisation de travaux mentionnés au II.





Article R. 1333-34

I. – Lorsqu'au moins un résultat des mesurages de l'activité volumique en radon dépasse 300 Bq.m-³ le propriétaire ou, le cas échéant, l'exploitant met en œuvre des actions correctives visant à améliorer l'étanchéité du bâtiment visà-vis des points d'entrée du radon ou le renouvellement d'air des locaux. Il fait vérifier l'efficacité de ces actions par un mesurage de l'activité volumique en radon.





II. – Lorsque l'activité volumique en radon reste supérieure ou égale au niveau de référence à l'issue des actions correctives ainsi que dans les situations le justifiant, définies par l'arrêté prévu au III, le propriétaire ou, le cas échéant, l'exploitant fait réaliser toute expertise nécessaire pour identifier les causes de la présence de radon, en s'appuyant au besoin sur des mesurages supplémentaires, et met en œuvre des travaux visant à maintenir l'exposition des personnes au radon en dessous du niveau de référence.





- « Il fait vérifier l'efficacité de ces travaux par un mesurage de l'activité volumique en radon.
- III. Les mesurages mentionnés au I et II sont réalisés au plus tard dans les 36 mois suivant la réception des résultats du mesurage initial réalisé.
- « Un arrêté des ministres chargés de la radioprotection et de la construction précise la nature des actions mentionnées au I et au II à mettre en œuvre en cas de dépassement du niveau de référence.





Article R. 1333-35

I. – Lorsque des mesurages d'activité volumique en radon ont été réalisés, le propriétaire ou, le cas échéant, l'exploitant tient à jour un registre (article R. 123-51 du code de la construction et de l'habitation) et y annexe les deux derniers rapports d'intervention En l'absence de ce registre dans l'établissement, il conserve ces rapports.





Ces documents sont tenus à la disposition :

- 1°) Des inspecteurs de la radioprotection mentionnés à l'article L. 1333-29;
- 2°) Des agents mentionnés à l'article L. 1333-24;
- 3°) Des agents ou services mentionnés au premier alinéa de l'article L. 1312-1, et au troisième alinéa de l'article L. 1422-1;
- 4°) Des inspecteurs d'hygiène et sécurité;
- 5°) Des agents relevant des services de prévention des organismes de sécurité sociale ;
- 6°) De l'organisme de prévention du bâtiment et des travaux publics ;





- 7°) Des agents de contrôle de l'inspection du travail mentionnés à l'article L. 8112-1 du code du travail et des services de santé au travail ;
- 8°) Des commissions de sécurité;
- 9°) Du comité social et économique.
- « En cas de changement de propriétaire, ils sont transmis au nouveau propriétaire.





II. – Le propriétaire ou, le cas échéant, l'exploitant informe, dans un délai d'un mois suivant la réception des rapports, les personnes qui fréquentent l'établissement des résultats des mesurages réalisés au regard du niveau de référence de 300 Bq.m⁻³. L'arrêté mentionné (III article R. 1333-34) précise les modalités de diffusion de cette information par voie d'affichage.

III. – En cas de réalisation d'une expertise mentionnée (Il article R. 1333-34), le propriétaire ou, le cas échéant, l'exploitant informe le représentant de l'Etat dans le département des résultats dans un délai d'un mois suivant leur réception.





Article R. 1333-36

- I L'IRSN ou des organismes agréés par l'ASN réalisent dans les établissements mentionnés à l'article D. 1333-32 :
- 1°) Les prestations de mesurages de l'activité volumique en radon mentionnées à l'article R. 1333-33;
- 2°) Les prestations de contrôle de l'efficacité des actions correctives et des travaux prévues à l'article R. 1333-34;
- 3°) Les prestations de mesurages supplémentaires permettant d'identifier la ou les sources et les voies d'entrée et de transfert du radon dans le bâtiment prévues à l'article R. 1333-34.





- II. Les conditions d'agrément des organismes mentionnés au I sont fixées par une décision de l'ASN, homologuée. Cette décision définit :
- 1°) La liste détaillée des informations à joindre à la demande d'agrément ;
- 2°) Les modalités de délivrance, de contrôle et de retrait de l'agrément ;
- 3°) Les critères d'agrément des organismes ;
- 4°) Les objectifs, la durée et le contenu des programmes de formation des personnes qui réalisent les mesurages ;





5°) Les méthodes selon lesquelles ces organismes procèdent à ces mesurages.

Le silence gardé par l'Autorité de sûreté nucléaire pendant plus de six mois sur cette demande d'agrément vaut rejet de la demande.

III. – Pour l'analyse des dispositifs passifs de mesure intégrée du radon, les organismes mentionnés au I font appel aux organismes mentionnés à l'article R. 1333-30.





IV. — Pour chacune des prestations, les organismes établissent un rapport d'intervention qu'ils transmettent au propriétaire ou, le cas échéant, à l'exploitant dans un délai maximum de deux mois suivant la réception du rapport d'analyse mentionné à l'article R. 1333-30. Ce rapport est assorti de la mention du niveau de référence 300 Bq.m⁻³ et accompagné d'une fiche d'information en cas de dépassement de ce niveau.

V. – L'IRSN et les organismes agréés transmettent les résultats des mesurages réalisés dans ces établissements à l'ASN. Une décision de cette Autorité, homologuée par arrêté, définit la nature des données et les modalités de leur transmission.





Le Code de l'environnement

Décret n° 2018-434 du 04/06/2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire

Modifications du Code de l'environnement





Gestion du radon dans l'habitat privé

Section 3 : Information des acquéreurs et des locataires de biens immobiliers sur les risques naturels et technologiques majeurs, les risques miniers et la pollution des sols

Article R. 125-23

- I.- L'obligation d'information prévue au I de l'article L. 125-5 s'applique, dans chacune des communes dont la liste est arrêtée par le préfet en application du III du même article, pour les biens immobiliers situés :
- 5°) Dans les zones à potentiel radon de niveau 3 définies à l'article R. 1333-29 du code de la santé publique.





II.- L'obligation d'information prévue à l'article L. 125-7 s'applique, dans chacune des communes dont la liste est arrêtée par le préfet, pour les terrains répertoriés en secteurs d'information sur les sols prévus à l'article L. 125-6.





Article R. 125-24

- I.- Pour chacune des communes concernées, le préfet arrête:
- 2°) La liste des documents auxquels le vendeur ou le bailleur peut se référer :
- e) Dans les zones à potentiel radon de niveau 3 définies à l'article R. 1333-29, la fiche d'information sur le risque radon, téléchargeable sur le site officiel http://www.georisques.gouv.fr/sites/default/files/2018-fiche%20d_information_sur_le_risque_potentiel_radon_DH_UP-DGS-DGPR_102018_v3.pdf
- 3°) La liste des secteurs d'information sur les sols prévus à l'article L. 125-6, précisant les parcelles concernées.



Le code du travail Protection des travailleurs

Décret n° 2018-437 et 438 du 04/06/2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants et

relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants auxquels sont soumis certains travailleurs





Section 3 «Valeurs limites et niveau de référence Sous-section 2 : Niveau de référence pour le radon

Article R. 4451-10

Le niveau de référence de la concentration d'activité du radon dans l'air est de 300 becquerels par mètre cube en moyenne annuelle.





Section 4 «Evaluation des risques Article R. 4451-13

L'employeur évalue les risques résultant de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants en sollicitant le concours du salarié mentionné au I de l'article L. 4644-1 ou, s'il l'a déjà désigné, du conseiller en radioprotection.

Cette évaluation a notamment pour objectif:

2°) De constater si, dans une situation donnée, le niveau de référence pour le radon de 300 Bq.m⁻³ est susceptible d'être dépassé.





Article R. 4451-14

Lorsqu'il procède à l'évaluation des risques, l'employeur prend notamment en considération:

6°) Le niveau de référence pour le radon de 300 Bq.m⁻³ ainsi que le potentiel **radon** des zones mentionnées à l'article R. 1333-29 du code de la santé publique et le résultat d'éventuelles mesures de la concentration d'activité de radon dans l'air déjà réalisées;





Complément

On parle dans le 6°) des zones dans lesquelles il faut réaliser des mesures.

Si dans la zone 3 les mesures sont **indispensables**, elles peuvent être faites dans les zones 1 et 2. Dans la zone 1, l'instruction DGT/ASN mentionne le point suivant :

De même, lorsque le lieu de travail se situe dans une zone à potentiel radon faible mentionnée à l'article R. 1333-29 du code de la santé publique et que l'employeur n'a pas connaissance d'élément laissant supposer une concentration d'activité de radon dans l'air supérieur au seuil fixé à l'article R. 4451-15, le risque associé peut être négligé du point de vue de la radioprotection et l'employeur peut ne pas réaliser les mesurages précités.



Complément

Les activités professionnelles exercées au sous-sol ou au rezde-chaussée de bâtiments situés dans les zones où l'exposition au radon est susceptible de porter atteinte à la santé des travailleurs définies en application de l'article L. 1333-22 du code de la santé publique ainsi que dans certains lieux spécifiques de travail.





Article R. 4451-15

- I. L'employeur procède à des mesurages sur le lieu de travail lorsque les résultats de l'évaluation des risques mettent en évidence que l'exposition est susceptible d'atteindre ou de dépasser l'un des niveaux suivants:
- 4°) Pour la concentration d'activité du radon dans l'air pour les activités professionnelles mentionnées au 4° de l'article R. 4451-1 :

300 becquerels par mètre cube en moyenne annuelle.

Il faudra donc inclure les évaluations des exposition dues au radon dans le document unique.





Article R. 4451-17

II. – Lorsqu'en dépit des mesures de prévention mises en œuvre en application de la section 5 du présent chapitre, la concentration d'activité du **radon** dans l'air demeure supérieure 300 Bq.m⁻³, l'employeur communique les résultats de ces mesurages à l'IRSN selon les modalités définies par cet Institut.





Section 5 «Mesures et moyens de prévention Sous-section 1 : Mesures de protection collective

Article R. 4451-18

- I. L'employeur met en œuvre les mesures de réduction des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants lorsque les résultats de l'évaluation des risques mettent en évidence que l'exposition des travailleurs est susceptible d'atteindre ou de dépasser 300 Bq.m⁻³.
- «II. Les mesures mentionnées au I se fondent notamment sur:
- «5°) L'amélioration de l'étanchéité du bâtiment vis-à-vis des points d'entrée du **radon** ou le renouvellement d'air des locaux;





Sous-section 2 : Aménagement du lieu de travail

Paragraphe 1er «Délimitation et signalisation

Article R. 4451-22

L'employeur identifie toute zone où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des niveaux de rayonnements ionisants dépassant:

- «1°) Pour l'organisme entier, évalués à partir de la dose efficace : 0,08 millisievert par mois;
- «2°) Pour les extrémités ou la peau, évalués à partir de la dose équivalente : 4 millisieverts par mois;
- «3°) Pour la concentration d'activité du radon dans l'air, évaluée en dose efficace : 6 millisieverts par an.





Concernant la délimitation, le tri secteur ne semble pas être la signalisation souhaitée par les entreprises pouvant être concernées.

Pour l'instant il n'y a aucune signalisation définie. Il est usuel de définir un danger avec un triangle jaune et un signe noir, A titre d'exemples :









On pourrait envisager







Pour en revenir au calcul des 6 mSv, la question est la suivante : doit-on prendre les valeurs actuelles de la CIPR 65 ou doit-on prendre les nouvelles valeurs de la CIPR 137 ? Pour reprendre une nouvelle fois les éléments :

Activité volumique (Bq/m³)	Dose efficace (mSv/an)	Coefficients de dose utilisés
400	2,6	CIPR 65 (coefficients en vigueur
950	6	actuellement en France)
300	4	CIPR 137 (nouveaux coefficients qui seront repris ultérieurement dans la réglementation)
450	6	

La dose correspondant à 300 Bq m⁻³ est de:

4 mSv pour un temps d'expo de 2000 h (année de travail).

6 mSv correspondrait à 450 Bq.m⁻³ en activité volumique.





Il faut d'ailleurs prendre attention à l'article R, 1333-24 du code de la santé publique :

Article R. 1333-24

Pour le calcul des doses efficaces et des doses équivalentes, un arrêté définit, :

- « 3°) Les valeurs de doses efficaces engagées par unité d'activité incorporée, pour chaque radionucléide ingéré ou inhalé.
- « Les facteurs de pondération, les valeurs de coefficient de conversion pour les expositions externes aux rayonnements ionisants, les valeurs de doses efficaces engagées par unité d'activité incorporée prennent en compte les valeurs publiées et actualisées par la Commission internationale de protection radiologique.

Article R. 4451-23

- I. Ces zones sont désignées:
- 3°) Au titre de la concentration d'activité dans l'air du **radon**, «zone radon».

Article R. 4451-24

 I. – L'employeur délimite, par des moyens adaptés, les zones surveillée, contrôlées ou radon qu'il a identifiées et en limite l'accès.





« Paragraphe 4 «Conditions et modalités d'accès

Article R. 4451-32

Les travailleurs ne faisant pas l'objet d'un classement peuvent accéder à une zone surveillée bleue ou contrôlée verte ainsi qu'à une zone radon sous réserve d'y être autorisé par l'employeur sur la base de l'évaluation individuelle du risque dû aux rayonnements ionisants prévue à l'article R. 4451-52.

Nota: il n'y aura pas de classement des travailleurs au titre de l'exposition au radon.





Section 6 «Vérification de l'efficacité des moyens de prévention

Sous-section 2 «Vérification des lieux de travail et des véhicules utilisés lors d'opérations d'acheminement de substances radioactives

Paragraphe 1er «Vérification initiale





Article R. 4451-44

- I. A la mise en service de l'installation et à l'issue de toute modification importante des méthodes et des conditions de travail susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs, l'employeur procède, au moyen de mesurages, dans les zones délimitées au titre de l'article R. 4451-24, à la vérification initiale :....
- «3°) De la concentration d'activité du radon dans l'air, lorsque la zone est délimitée au titre du radon.





Section 7 «Conditions d'emploi des travailleurs Sous-section 1 «Evaluation individuelle de l'exposition aux rayonnements ionisants

Article R. 4451-53

Cette évaluation individuelle préalable, consignée par l'employeur sous une forme susceptible d'en permettre la consultation dans une période d'au moins dix ans, comporte les informations suivantes:...

5°) La dose efficace exclusivement liée au radon que le travailleur est susceptible de recevoir sur les douze mois consécutifs à venir dans le cadre de l'exercice des activités professionnelles.





Article R. 4451-54

L'employeur communique l'évaluation individuelle préalable au médecin du travail lorsqu'il ... établit que le travailleur est susceptible de recevoir dans le cadre de l'exercice des activités professionnelles une dose efficace supérieure à 6 millisievert exclusivement liée à l'exposition au radon.





Section 8 «Information et formation des travailleurs Sous-section 1 «Dispositions générales

Article R. 4451-58

«III. – Cette information et cette formation portent, notamment, sur:

2°) Les effets sur la santé pouvant résulter d'une exposition aux rayonnements ionisants, le cas échéant, sur l'incidence du tabagisme lors d'une exposition au **radon**;





Section 9 «Surveillance de l'exposition individuelle des travailleurs

Sous-section 1 «Surveillance dosimétrique individuelle

Article R. 4451-65

I. – La surveillance dosimétrique individuelle liée à l'exposition externe ou l'exposition au radon est réalisée au moyen de dosimètres à lecture différée adaptés.





Section 10 «Suivi de l'état de santé des travailleurs Sous-section 1 «Modalités spécifiques du suivi individuel renforcé

Article R. 4451-82

Le suivi individuel renforcé des travailleurs ...faisant l'objet d'un suivi individuel de l'exposition au **radon** prévu à l'article R. 4451-65 est assuré dans les conditions prévues aux articles R. 4624-22 à R. 4624-28.





Section 14 «Missions de l'IRSN Sous-section 2 «Appui technique

Article R. 4451-131

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire est chargé de:

1°) Définir les modalités de communication des résultats des mesurages de la concentration d'activité du **radon** dans l'air prévue au II de l'article R. 4451-17;





LA GESTION DU RISQUE RADON

- Introduction
- Les sources d'exposition
- L'origine du radon
- Le risque lié à l'exposition au radon
- La mesure du radon
- Les évolutions réglementaires récentes
- La remédiation du radon





Un remerciement particulier à : Monsieur Bernard COLLIGNAN

et au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment pour les éléments liés à la remédiation.

CSTB le futur en construction

Vous trouverez d'autres éléments sur : www.cstb.fr





Deux principes:

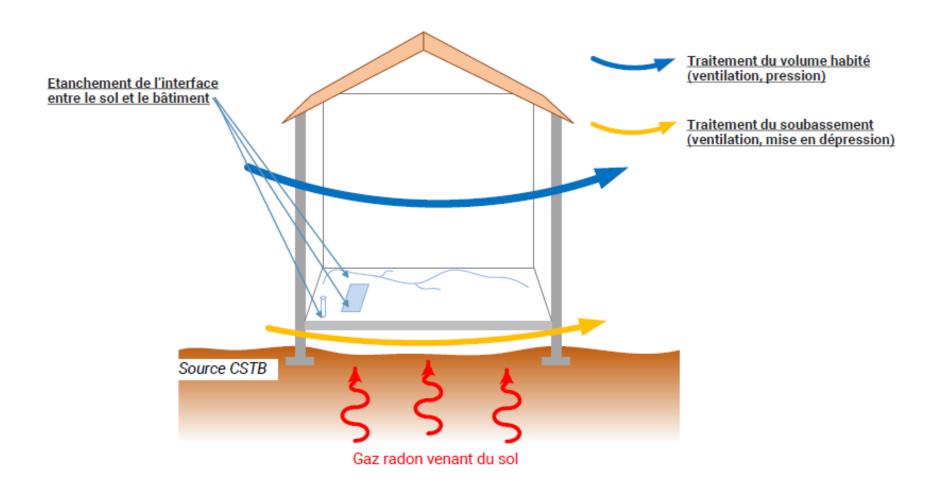
- > Eviter l'entrée du radon dans le bâtiment
- Diluer la présence de radon dans le bâtiment

Trois types ou «familles» de solutions:

- Etanchement de l'interface sol-bâtiment
- > Traitement des volumes habités (ventilation, pression)
- > Traitement des soubassements (ventilation, pression)



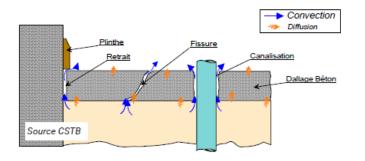


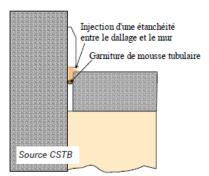


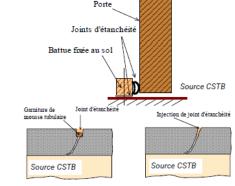




Obturation des points d'entrée Fissures, passages de réseaux (VRD), trappes, tours de portes, anciens conduits, ...







Traitement de chape, du mur enterré, recouvrement des sols en terre-battue









Ventilation des bâtiments

Objectifs:

Contribuer à une bonne Qualité d'Air Intérieur (QAI)

-Eviter la détérioration de structure du bâtiment et ses composants (présence d'humidité, de moisissures)

Moyens:

- -Extraction des polluants produits à l'intérieur (vapeur d'eau, COV, odeurs, ...)
- -Apport d'air extérieur efficace

Les exigences réglementaires dépendent de l'usage du bâtiment





Dans l'habitat : exigence sur les débits extraits dimensionnés la présence d'H₂O (arrêté du 24 mars 1982)

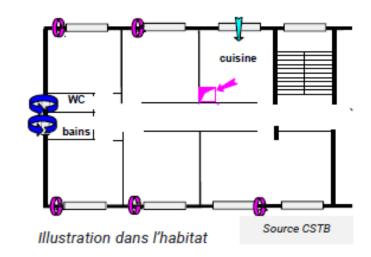
Dans le non résidentiel : exigences sur l'apport d'air extérieur dimensionnés la présence de CO (RSDT)

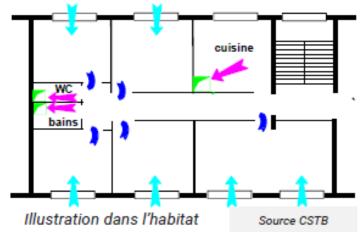




Ventilation par pièces séparées Apport d'air extérieur et extraction d'air intérieur dans la même pièce

Ventilation par balayage Apport d'air extérieur dans les pièces de vie, transferts par grille de transit ou détalonnement de portes, extraction d'air intérieur dans les pièces techniques)

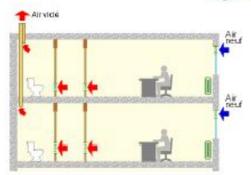








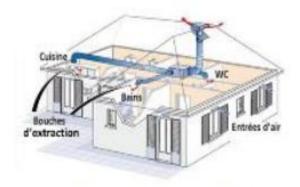
Systèmes de ventilation



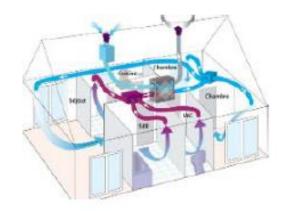
Système de ventilation naturelle



Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) par insufflation



Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) par extraction



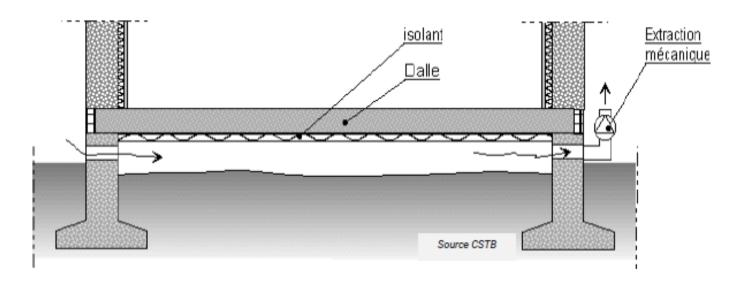
Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) double flux





Dilution par ventilation de l'interface (cave, sous-sol, ou vide sanitaire)

Naturelle, par extraction ou insufflation mécanique



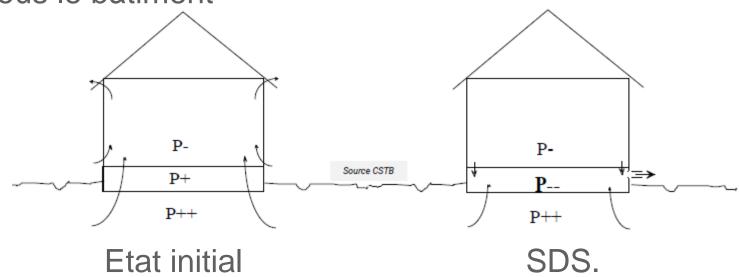
exemple d'un vide sanitaire ventilé par extraction mécanique (principe de balayage, éviter les zones mortes)





Système de mise en Dépression du Sol (SDS)

sous le bâtiment



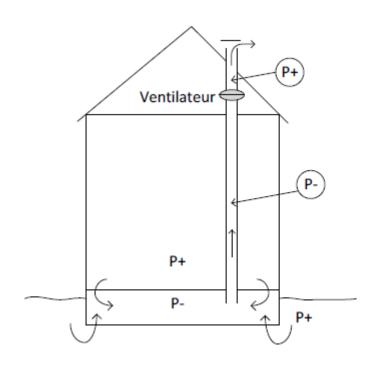
Mettre le soubassement en dépression au plus faible débit

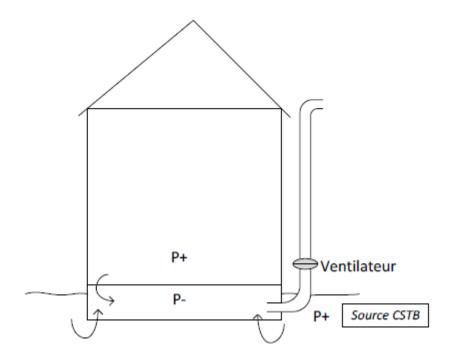
étanchement adapté du soubassement





Système de mise en Dépression du Sol (SDS)

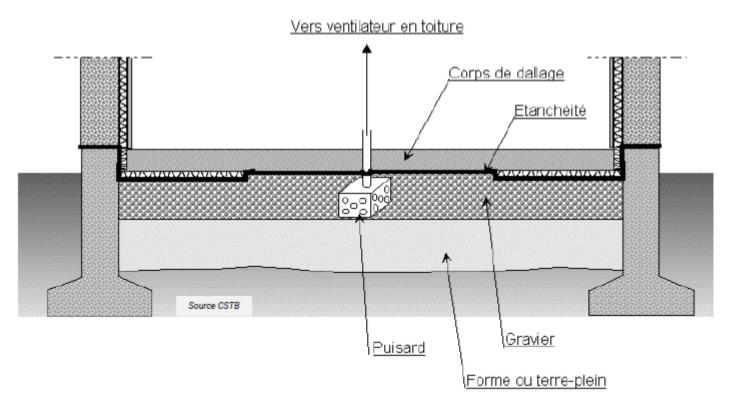








SDS Dallage sur terre-plein







Contraintes et risques associés /usage, typologie de bâtiment, environnement :

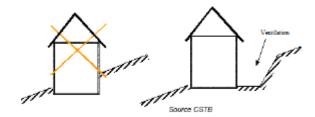
- Pertes énergétiques
- Risque de gel
- Risque de refoulement
- Membrane et drainage de l'eau
- > Efficacité et pérennité d'une solution technique





Bonnes pratiques

> Éviter les remblais, les murs enterrés, les sous-sols



- Limiter les réseaux à travers l'interface sol / bâtiment
- Sceller l'interface sol / bâtiment et réseaux
- Prévenir les fissures dans les dalles
- Ventilation pertinente du bâtiment
- Limiter la dépressurisation intérieure (configuration du bâtiment, systèmes, ...)

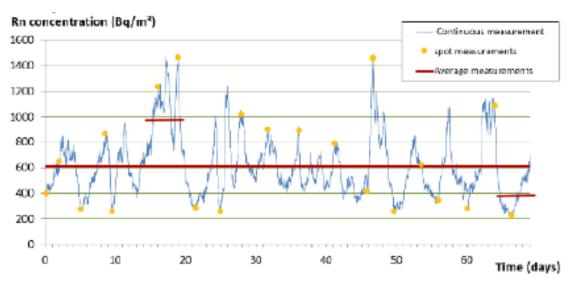
La concentration intérieure de radon résulte nombreux paramètres :

- Potentiel au sol (nature, perméabilité)
- Caractéristiques du bâtiment (géométrie, fondation, systèmes, ...)
- Conditions météorologiques (température, vent)
- Comportement des occupants





La concentration est très variable au fil du temps



- Évaluation du risque de radon fondée sur la concentration moyenne dans l'air intérieur
- Difficultés de comparer une mesure donnée à valeur moyenne





Considérations sur le diagnostic technique du bâtiment

Exemple d'observations de terrain :



Fissures sous la moquette vraisemblablement liées au fonctionnement d'un système de chauffage par le sol

Ancien système de chauffage « presque oublié »
Initialement non identifié
Rappel à l'occasion d'une discussion sur le bâtiment et son système de chauffage





Exemple d'observations de terrain :





Séjour au dessus d'une cave Dalle béton avec plancher bois dessus Conduit de cheminée retiré à l'occasion d'une rénovation



Vue intérieure du boisseau Traversée de la dalle connectée à la lame d'air sous le plancher bois



POUR RÉSUMER

Le radon est devenu un sujet important en terme de santé publique. Il est nécessaire de faire un certains nombre de diagnostics dans les établissements qui reçoivent du public, les lieux de travail, et dans certains cas dans l'habitat privé.

Le radon provient de la désintégration des produits radioactifs naturels et émane du sous-sol. Des travaux de remédiation seront nécessaire si l'on dépasse la valeur de référence de 300 Bq.m⁻³.





POUR RÉSUMER

Les mesures peuvent être réalisées directement ou confiées à une organisme agréé.

Les travaux de remédiation devront être confiés à des professionnels ayant l'expérience de ce type de chantier. Le CSTB ou la FFB sont des interlocuteurs à questionner en cas de doute.

Merci de votre attention!



