

GESTION DU RISQUE LIÉ AU RADON

GUIDE À DESTINATION DES
EMPLOYEURS

Ce guide a été élaboré par :
l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et
la Direction générale du travail (DGT)

en collaboration avec :

Direction générale de la santé (DGS)
Direction de l'habitat, de l'urbanisme
et des paysages (DHUP)
Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
(IRSN)
Centre scientifique et technique du bâtiment
(CSTB)
Centre d'étude sur l'évaluation de la protection
dans le domaine nucléaire (CEPN)



Éditorial..... p.3

Introduction

1.1. Contexte p. 4
1.2. Objectifs du guide p. 4

Présentation du risque lié au radon

2.1. Qu'est-ce que le radon ? p. 5
2.2. Les zones réglementaires concernées par la gestion du risque lié au radon
en France p. 5
2.3. La propagation du radon et voies d'entrée dans les bâtiments et les lieux
de travail p. 5
2.4. Les risques sanitaires liés au radon p. 6

La gestion du risque radon pour les travailleurs

3.1. Organisation de la gestion du risque lié au radon p. 8
3.2. Mesure du radon dans les lieux de travail p. 9
3.3. Interprétation des résultats de mesure et actions à mettre en place p. 10
3.3.1. Tous les résultats de mesure sont inférieurs à 400 Bq.m⁻³ p. 10
3.3.2. Au moins une mesure réalisée sur le lieu de travail
est supérieure à 400 Bq.m⁻³ p. 10
3.3.3. Au moins une mesure réalisée sur le lieu de travail
est supérieure à 1 000 Bq.m⁻³ p. 11

Perspectives p.13

Lexique p. 14
Références p. 17
Fiche technique n°1 - DÉPISTAGE RADON p. 21
Fiche technique n°2- AGRÉMENTS p. 24
Fiche technique n°3- ACTIONS SIMPLES p. 25
Fiche technique n°4- DIAGNOSTIC TECHNIQUE p. 27
Fiche technique n°5- TRAVAUX DE REMÉDIATION p. 30
Fiche technique n°6- CONTRÔLE D'EFFICACITÉ DES SOLUTIONS TECHNIQUES p. 32
Fiche technique n°7- PERSONNE COMPÉTENTE EN RADIOPROTECTION p. 33

L'exposition au radon, gaz radioactif d'origine naturelle, constitue un enjeu sanitaire majeur au regard de son caractère cancérigène certain reconnu depuis 1987 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC).

La gestion de ce risque est devenue en conséquence une priorité nationale qui s'est traduite par l'inscription de cette problématique dans plusieurs plans (plan national santé-environnement, plan cancer, plan santé-travail) jusqu'à faire l'objet, depuis 2005, d'un plan particulier, le plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon.

La préservation de la santé des travailleurs, et à ce titre la prévention des cancers professionnels, est une préoccupation majeure de la politique de santé au travail et constitue une exigence de valeur constitutionnelle affirmée par le préambule de la Constitution de 1946.

Pour la mise en œuvre de cet objectif, le ministère chargé du travail a construit dès 2003 un dispositif réglementaire encadrant les situations d'expositions des travailleurs au radon. Dans la continuité du premier plan d'action pour la gestion du risque lié au radon établi pour la période 2005 à 2008, et le plan couvrant la période 2011 à 2015, en concertation avec l'Autorité de sûreté nucléaire, le ministère s'est, entre autres, donné comme objectif le développement d'un outil de sensibilisation et d'accompagnement des employeurs dans la mise en œuvre du dispositif réglementaire spécifique désormais complet afin de contribuer à son effectivité pour les travailleurs concernés.

Ce guide a également vocation à s'adresser aux représentants des salariés dans la connaissance de ce risque et dans la mise en œuvre de la réglementation applicable aux lieux de travail.

Enfin, il convient de souligner que la publication de ce guide intervient alors que les travaux de transposition en cours de la directive 2013/59/Euratom du Conseil vont intégrer une révision des modalités de la gestion de ce risque sur les lieux de travail en termes d'origine (environnemental ou anthropique), de niveaux (abaissement du niveau d'activité volumique en radon à 300 Bq.m⁻³) et des lieux de travail à considérer (notamment ceux situés en rez-de-chaussée). Ces évolutions permettront à terme de s'appuyer sur des dispositions réglementaires plus homogènes, et ainsi faciliter leur mise en œuvre, notamment par les TPE-PME conformément à l'une des orientations du 3^e plan santé travail (2016-2020).

Le directeur général du travail



Yves STRUILLLOU

**Le directeur général
de l'Autorité de sûreté nucléaire**



Olivier GUPTA

1.1 Contexte

Le radon est un gaz radioactif naturel. Celui-ci provient essentiellement des sols granitiques et volcaniques. Il se diffuse au travers des sols et parois des constructions et peut se concentrer dans des espaces clos mal ventilés. L'exposition au radon, qui constitue la principale source d'exposition naturelle aux rayonnements ionisants, engendre une augmentation du risque de cancer du poumon.

Afin de sensibiliser et aider les employeurs à la gestion de ce risque spécifique, le ministère chargé du travail a décidé, en concertation avec l'Autorité de sûreté nucléaire, le ministère chargé du logement et le ministère chargé de la santé, d'établir le présent « guide d'aide à la décision à destination des employeurs pour la gestion du risque lié au radon ».

1.2 Objectifs du guide

Ce guide d'aide à la décision précise les obligations des employeurs en termes de gestion du risque lié au radon auquel certains travailleurs sont susceptibles d'être exposés et apporte des recommandations n'ayant pas de valeurs réglementaires mais relevant davantage de « bonnes pratiques » dans le domaine de la prise en charge du risque lié au radon.

Le radon, produit en profondeur dans le sol et les roches, s'infiltré jusqu'à la surface par le biais de failles et de fissures ou de terrains poreux.

La présence de radon dans un bâtiment dépend de trois facteurs:

- la capacité des formations géologiques à émettre du radon. Les sols granitiques et volcaniques, contenant naturellement de grandes concentrations d'uranium, libèrent davantage de radon que les terrains sédimentaires;
- la faculté du radon à traverser rapidement les formations géologiques en fonction de leur porosité, de leur perméabilité et de leur fracturation;
- enfin, les caractéristiques des locaux (structure et état du soubassement, système de ventilation et de chauffage, étanchéité à l'air du bâtiment, etc.) ainsi que les habitudes de vie des occupants (cf. figure 3).

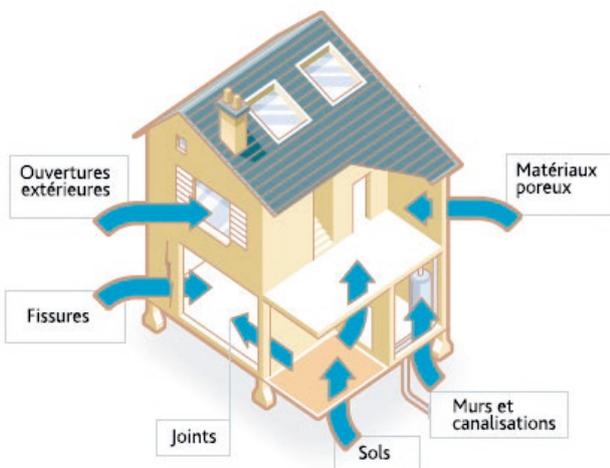


Figure 3. Voies d'entrée du radon dans un bâtiment (Source IRSN)

Au vu de la variabilité de ces facteurs, le niveau d'activité volumique du radon peut être très différent d'un bâtiment à un autre même s'ils sont mitoyens.

2.4 Les risques sanitaires liés au radon

Le radon constitue la principale source d'exposition naturelle aux rayonnements ionisants (cf. figure 4) et il est reconnu comme cancérigène pulmonaire certain par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) depuis 1987. L'exposition au radon est le second facteur de risque de cancer du poumon après le tabac.

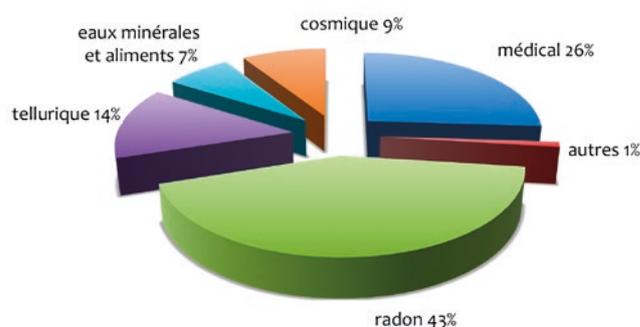


Figure 4. Sources d'exposition aux rayonnements ionisants de la population française (moyenne annuelle) Source IRSN (2011)

Ainsi, d'après l'Institut de veille sanitaire (InVS), entre 5 et 12 % des cancers du poumon sont attribuables à une exposition au radon domestique en France. De plus l'exposition conjointe radon-tabac se traduit par un risque accru du cancer du poumon d'un facteur 25.

Dans le domaine de la gestion du risque, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié en 2009 un manuel² sur l'exposition au radon dans une perspective de santé publique. Elle préconise un niveau de référence pour l'habitat de 100 Bq.m^{-3} , tout en admettant que dans certains pays le niveau de 300 Bq.m^{-3} puisse être retenu dans un premier temps.

2. Organisation mondiale de la santé (OMS) : WHO handbook on indoor radon: a public health perspective, 2009

La Commission internationale de protection radiologique (CIPR), qui émet des recommandations sur la gestion du risque radiologique, en publie également sur l'évaluation du risque lié au radon. Les dernières datent de 2010 (Publication 115) mais de nouvelles recommandations concernant la gestion de ce risque devraient prochainement être publiées.

Elle considère l'exposition domestique au radon comme une situation d'exposition existante. Pour ce type de situation, les principes applicables sont la justification du programme de protection et l'optimisation des actions engagées pour assurer cette protection, la règle d'optimisation étant de maintenir les doses aussi basses que raisonnablement possible compte tenu des facteurs économiques et sociétaux.

Quelques outils utiles de sensibilisation à la gestion du radon

- Autorité de sûreté nucléaire (ASN) : www.asn.fr/index.php/S-informer/Publications/La-revue-Controle/Dossiers-de-Controle-2003/Controle-n-153-le-radon-evaluation-et-gestion-du-risque
- Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) : Brochure le radon www.irsn.fr/FR/base_de_connaissances/Environnement/radioactivite-environnement/radon/Pages/1-que-faut-il-savoir-sur-le-radon.aspx
- Direction générale du travail : www.travailler-mieux.gouv.fr
- Société française de radioprotection (SFRP) : <http://www.sfrp.asso.fr/spip.php?rubrique28>
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) : <http://ese.cstb.fr/radon>
- Observatoire de la qualité de l'air intérieur : www.oqai.fr
- Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages : www.developpement-durable.gouv.fr/-Radon,889-.html
- Ministère des affaires sociales et de la santé : Briand E. Guide de gestion de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public. Paris (Fra) : Direction générale de la santé, août 2010, 78 p. Disponible sur : www.sante-sports.gouv.fr

3.1 Organisation de la gestion du risque lié au radon

Quelle que soit la nature du risque, il appartient à l'employeur de le supprimer ou le réduire afin d'assurer la sécurité des travailleurs et de protéger leur santé. Pour ce faire, après l'évaluation des risques, consignée dans le document unique³, l'employeur doit prendre les mesures nécessaires et les mettre en œuvre conformément aux principes généraux de prévention fixés par le code du travail (Art. L. 4121-1 et suivants du CT).

L'employeur associe le Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) ou le délégué du personnel aux démarches qu'il entreprend pour évaluer les risques professionnels (Art. R. 4121-1 et suivants du CT).

Concernant le risque lié au radon, des dispositions spécifiques sont prévues par le code du travail (Art. R. 4451-136 et suivants du CT) compte tenu de :

- la situation géographique de l'activité exercée (départements réglementairement identifiés cf. § 2.2);
- l'environnement dans lequel l'activité est exercée (lieu souterrain bâti ou non, établissements thermaux);
- la nature de l'activité professionnelle.

En pratique, l'employeur doit mettre en œuvre des mesures de prévention spécifiques liées au risque radon dès lors qu'il a identifié des travailleurs exerçant au moins une heure par jour dans des lieux souterrains⁴, situés dans les zones géographiques réglementairement identifiées, l'une des activités suivantes :

- entretien et surveillance de voies de circulation, d'aires de stationnement;

- entretien, conduite et surveillance de matériels roulants ou de véhicules;
- manutention et approvisionnement de marchandises ou de matériels;
- activités hôtelières et de restauration;
- entretien et organisation de visites de lieux à vocation touristique, culturelle ou scientifique;
- maintenance d'ouvrage de bâtiment et de génie civil ainsi que de leurs équipements;
- activités professionnelles exercées dans des établissements ouverts au public visés à l'article R. 1333-15 du code de la santé publique.

Outre les activités précitées, sont également concernées les activités professionnelles exercées dans des établissements thermaux.

Pour l'application de ces dispositions, il convient de considérer que les activités professionnelles exercées par un ou plusieurs travailleurs en continu ou discontinu doivent avoir une durée cumulée égale à au moins 200 heures par an (cf. figure 5).



Figure 5. Critères d'évaluation de la durée de l'activité

Par exemple, entrent dans le champ d'application les situations suivantes : 1 salarié travaillant 2 heures par jour pendant 6 mois, 8 salariés travaillant ½ heure par jour chacun pendant au moins trois mois...⁵

3. Défini aux articles R. 4121-1 et suivants du code du travail, le document unique (DU) constitue une obligation pour l'employeur depuis 2001. Il transcrit les résultats de l'évaluation des risques professionnels. Dans le cadre de la gestion du risque lié au radon le document unique devra contenir les résultats de mesure de l'activité volumique en radon dans les lieux concernés. Dans le cas où les résultats de mesure seraient supérieurs à 400 Bq.m⁻³ il doit également faire mention de l'évaluation des risques pour les travailleurs, et le cas échéant des actions mises en place pour réduire le niveau d'activité volumique des lieux concernés (actions sur le bâtiment) et pour réduire l'exposition des travailleurs (aménagement du poste de travail...), la nécessité de classement des travailleurs en travailleur exposé aux rayonnements ionisants, etc.

4. L'expression « lieux souterrains » désigne, au sens du code du travail, des bâtiments souterrains, des cavités naturelles ou anthropiques et des ouvrages souterrains.

5. Circulaire DGT/ASN n° 4 du 21 avril 2010 relative aux mesures de prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants (point 2.1.2).

3.2 Mesure du radon dans les lieux de travail

L'employeur fait procéder à des mesures de l'activité volumique en radon, communément appelées « dépistage » en faisant appel, soit à un organisme agréé⁶ par l'Autorité de sûreté nucléaire soit à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)⁷.

Quel que soit le résultat de ces mesures, l'employeur doit les répéter tous les cinq ans et, le cas échéant, chaque fois que sont réalisés des travaux modifiant la ventilation des lieux ou l'étanchéité des locaux au radon.

Comment s'organise l'intervention de l'organisme agréé ?

L'intervention de l'organisme agréé se décompose conformément aux étapes suivantes :

- Une **visite préalable du site abritant les locaux de travail** potentiellement concernés doit être réalisée par l'organisme agréé, accompagné d'une personne connaissant l'établissement. Les éléments à caractère administratif et technique sont tenus à la disposition de l'organisme, notamment les plans des locaux.
- La **pose des dispositifs de mesure**⁸ (fiche technique n°1)
- Le **retrait de ces dispositifs après la période d'exposition** (au minimum de deux mois)

La visite préalable et la pose des dispositifs de mesure peuvent être réalisées au cours d'une même journée. Les dispositifs de mesures sont retirés par l'organisme agréé à l'issue de la période d'exposition.

Durant ces opérations de mesure, l'activité professionnelle exercée dans les locaux concernés doit demeurer représentative des situations de travail habituelles. L'employeur informe en ce sens les travailleurs sur la base des préconisations faites à ce titre par l'organisme agréé. À l'issue de son intervention, l'organisme agréé fournit à l'employeur un rapport indiquant le contexte dans lequel les dépistages dans les locaux concernés ont été réalisés, ainsi que les exigences réglementaires correspondantes. Lorsqu'un des résultats de mesure est supérieur à 400 Bq.m^{-3} , le rapport est accompagné d'une note d'information technique⁹ définissant les actions à mettre en œuvre.



Figure 6. Exemples de dispositifs de mesure fermés

6. Selon l'article R. 1333-15 du code de la santé publique, ces mesures doivent être réalisées par l'IRSN ou un organisme agréé par l'ASN.

7. La liste des organismes agréés est disponible à l'adresse suivante :

www.asn.fr/index.php/Les-actions-de-l-ASN/La-reglementation/Bulletin-Officiel-de-l-ASN/Agrements-d-organismes

8. Dans le cas d'une atmosphère spécifique (atmosphère empoussiérée, à fort taux d'humidité, très ventilée...), un dispositif de mesure fermé doit être utilisé.

9. La note d'information technique est disponible à l'adresse suivante :

www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000259364&categorieLien=cid

3.3 Interprétation des résultats de mesure et actions à mettre en place

L'employeur, sur la base du rapport qui lui a été remis par l'organisme agréé, détermine les actions à mettre en œuvre pour répondre aux exigences réglementaires, en concertation avec le CHSCT ou les délégués du personnel dans le respect des principes fixés réglementairement.

Trois situations sont à considérer :

- tous les résultats de mesures sont inférieurs à 400 Bq.m^{-3} ;
- au moins une mesure effectuée sur le lieu de travail est supérieure à 400 Bq.m^{-3} ;
- au moins une mesure effectuée sur le lieu de travail est supérieure à 1000 Bq.m^{-3} .

Les activités volumiques de 400 et de 1000 Bq.m^{-3} sont dénommées ci-après « niveaux de référence ».

3.3.1 Tous les résultats de mesure sont inférieurs à 400 Bq.m^{-3}

L'employeur n'est pas tenu réglementairement de mettre en place des actions correctives particulières. En revanche, **au regard de l'abaissement probable de ce niveau d'activité volumique en radon dans les prochaines années**, compte tenu notamment de l'évolution des connaissances scientifiques, l'employeur s'attachera à examiner la possibilité de réduire l'exposition des travailleurs à un niveau aussi bas que raisonnablement possible par des actions, même simples (aération, ventilation...).

3.3.2 Au moins une mesure réalisée sur le lieu de travail est supérieure à 400 Bq.m^{-3}

Lorsque les mesures effectuées révèlent un niveau d'activité volumique en radon supérieur à 400 Bq.m^{-3} , l'employeur s'interroge sur la pertinence de la localisation des postes de travail concernés dans des lieux souterrains en application des principes généraux de prévention. Si le poste de travail ne peut être déplacé, l'employeur met en œuvre une ou des actions d'ordre technique pour réduire le niveau d'activité volumique de radon en dessous de 400 Bq.m^{-3} . L'employeur décide du choix de l'action ou des actions à mettre en œuvre en fonction de sa connaissance des améliorations possibles sur le lieu de travail concerné.

Ces actions d'ordre technique peuvent être :

- des actions simples (fiche technique n°3) telles que la vérification de l'état de la ventilation, l'amélioration ou le rétablissement de l'aération naturelle, le bouchage de trous ou fissures apparentes...
- un diagnostic technique (fiche technique n°4) des bâtiments et ouvrages dans lesquels sont exercées les activités professionnelles concernées,
- des investigations complémentaires¹⁰ (fiches techniques n°2 et 4) afin d'identifier la source ainsi que les voies d'entrée et de transfert du radon dans les bâtiments et ouvrages,
- la réalisation de travaux de remédiation (fiche technique n°5)

À la suite de ces actions techniques, l'employeur fait procéder à de nouvelles mesures d'activité volumique en radon par un organisme agréé pour contrôler l'efficacité (fiche technique n°6) des actions mises en œuvre et il assure le maintien en l'état des locaux.

10. Les investigations complémentaires sont définies dans la norme ISO 11665-8:2012. Elles sont destinées à déterminer plus précisément la source, les voies d'entrée et de transfert du radon dans le bâtiment afin d'apporter des éléments pour la définition des travaux de remédiation. Les investigations complémentaires, réalisées par un organisme agréé, nécessitent la mise en œuvre de plusieurs techniques de mesure à l'intérieur du bâtiment, et si nécessaire, à l'extérieur.

Si malgré la mise en place des diverses actions techniques citées ci-dessus, le niveau d'activité volumique en radon reste compris entre 400 et 1 000 Bq.m⁻³, l'employeur s'interroge sur la nécessité de maintenir le poste de travail dans ce lieu souterrain et, si le poste ne peut être déplacé, il met en œuvre :

- des **moyens organisationnels** afin de réduire l'exposition des travailleurs aussi bas que raisonnablement possible, notamment en déplaçant, en aménageant les postes de travail ou en changeant l'organisation du travail pour limiter le temps de présence dans les lieux concernés;

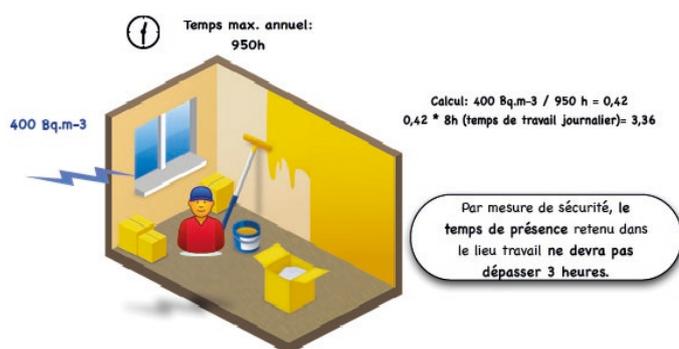


Figure 7. Calcul du temps de présence journalier maximal dans un local présentant un niveau d'activité volumique de 400 Bq.m⁻³

- au moins une fois par an, **une mesure de l'activité volumique moyenne annuelle de radon** dans les lieux concernés par un organisme agréé.

i Lorsque le temps de travail ne peut être réduit, il est préconisé de se référer aux dispositions relevant des niveaux d'activité volumique supérieurs à 1 000 Bq.m⁻³.

Rappel: au titre des dispositions générales (Art. R. 4141-1 du CT), l'employeur intégrera dans la formation des travailleurs au poste de travail des informations relatives au risque lié au radon et à sa prévention. Celle-ci devra être renouvelée en tant que de besoin.

3.3.3 Au moins une mesure réalisée sur le lieu de travail est supérieure à 1 000 Bq.m⁻³

Si malgré la mise en place des diverses actions techniques citées ci-dessus, le niveau d'activité volumique en radon est supérieur à 1 000 Bq.m⁻³, l'employeur met alors en œuvre ce qui est prévu pour les mesures d'activité volumique comprises entre 400 et 1 000 Bq.m⁻³ auquel s'ajoutent les dispositions spécifiques applicables aux travailleurs exposés. (Art. R. 4451-143 du CT).

Ces dispositions consistent en (cf. fiches de la circulaire DGT/ASN):

- la désignation d'une personne compétente en radioprotection (PCR) (fiche technique n°7) ayant bénéficié d'une formation spécifique;
- les conditions d'emploi et de suivi des travailleurs exposés (classement des travailleurs, information, formation au poste de travail, fiche d'exposition);
- la surveillance individuelle des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (suivi dosimétrique);
- le suivi médical des travailleurs (absence de contre-indication médicale, surveillance médicale renforcée)..

Les travailleurs exercent les activités citées dans l'art.2 de l'arrêté du 07/08/08 pendant au moins 1h par jour dans des lieux souterrains

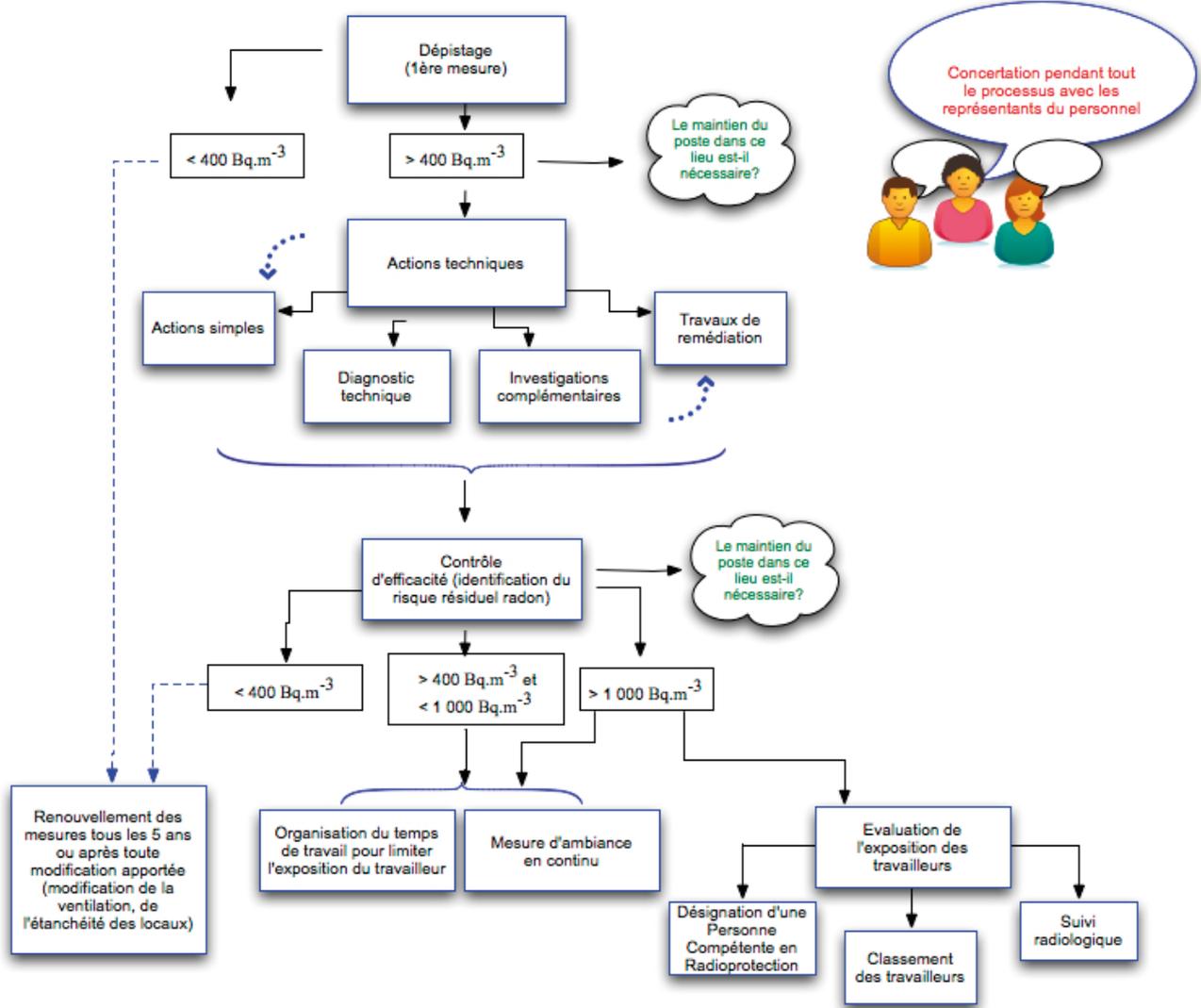


Diagramme de la gestion du risque lié au radon pour les travailleurs



4. PERSPECTIVES

Au regard des nouveaux critères prévus par la directive 2013/59/EURATOM (abaissement du niveau d'activité volumique en radon à 300 Bq.m^{-3} et extension du champ d'application aux lieux de travail situés en rez-de-chaussée) dont la transposition doit intervenir au plus tard le 6 février 2018, l'employeur doit s'attacher à examiner la possibilité de réduire l'exposition en deçà de 300 Bq.m^{-3} .

Activité volumique : il s'agit de l'activité par unité de volume d'air. L'activité volumique s'exprime en becquerels par mètre cube ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$). Le terme « concentration » est également employé dans certains documents.

Bâtiment : partie d'immeuble bâti présentant une homogénéité de structure et séparé du reste de l'immeuble bâti, soit par un joint de rupture, soit par un isolement¹.

Becquerel (Bq) : le becquerel est l'unité d'activité d'une source radioactive. $1 \text{ Bq} = 1$ désintégration radioactive par seconde. Le « becquerel par mètre cube » est l'unité de mesure du niveau d'activité volumique du radon. On associe (par abus de langage) cette activité volumique à une concentration.

Dépistage : le dépistage est une action qui consiste à déterminer les valeurs moyennes annuelles de l'activité volumique du radon dans un bâtiment (voir fiche diagnostic technique).

Détecteur radon : un détecteur radon est un appareil qui mesure le niveau d'activité volumique en radon dans l'air de la pièce dans laquelle il est posé. Le dosimètre fonctionne comme un film photographique ou selon le principe de la thermoluminescence. Le type de dosimètre utilisé est un dosimètre dit passif, c'est-à-dire à lecture différée. Pour que le résultat soit comparable aux niveaux de référence réglementaires, il faut que la mesure soit représentative de la valeur moyenne annuelle, il est donc préconisé de réaliser une mesure dite intégrée, c'est-à-dire de déposer les dosimètres dans les pièces (situées dans les niveaux occupés les plus bas du bâtiment) sur une durée d'au moins 2 mois durant la période hivernale (moment où les pièces sont chauffées et plus confinées). La période de mesurage est la période comprise entre le 15 septembre d'une année et le 30 avril de l'année suivante.

Diagnostic technique : un diagnostic technique consiste à réaliser des opérations d'investigations pour identifier les causes de présence de radon dans le bâtiment concerné mis en évidence lors d'un dépistage et à donner les éléments nécessaires au choix de techniques de remédiation pérennes adaptées (voir fiche diagnostic technique).

Donneur d'ordre : personne privée ou publique qui passe une commande auprès d'une autre. Le donneur d'ordre peut notamment être : un propriétaire, un gestionnaire patrimonial, un maître d'ouvrage.

Immeuble bâti : bien constitué d'un ensemble stable de composants de la construction destiné à héberger une activité humaine.

Interface sol-bâtiment : surface de contact entre le sol et le bâtiment. L'interface sol-bâtiment peut être constituée par exemple :
- d'un sol en terre battue ;

1. Un isolement est la distance entre deux bâtiments définie notamment selon les règles de sécurité incendie.

- d'un dallage sur terre-plein;
- d'une dalle ou d'un plancher sur vide sanitaire, sur vide technique, sur sous-sol, sur cave;
- de murs enterrés ou semi-enterrés en contact avec le terrain.

Lieu souterrain : espace couvert dont le plafond se situe en dessous du niveau du sol et dont au moins une des parois verticales est totalement en contact avec le terrain. Cette définition s'applique à l'ensemble des locaux constitutifs d'un même lieu.

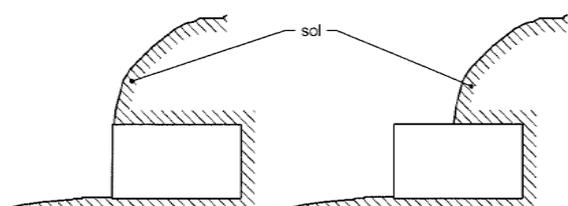


Figure B.1 — Schémas représentant des bâtiments souterrains

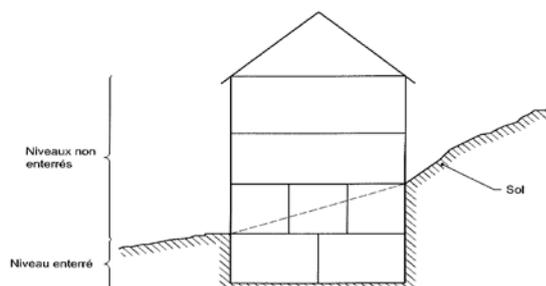


Figure B.2 — Schéma représentant un niveau enterré d'un bâtiment

Pièce occupée : pièce dans laquelle au moins une personne est présente au moins 1 heure par jour

Remédiation : les actions de remédiation sont les moyens techniques mis en œuvre dans un bâtiment existant afin de réduire la présence du radon (voir fiches Actions simples et Travaux de remédiation)

Source de radon : origines de la présence du radon dans le bâtiment. Dans les bâtiments, la source de radon prépondérante est en général le sol sous-jacent. Dans certains cas, les matériaux de construction, l'air extérieur, l'eau du robinet et même le gaz de ville peuvent participer à l'augmentation de l'activité volumique du radon.

Voies d'entrée et de transfert du radon : passages empruntés par le radon pour pénétrer dans le bâtiment et s'y déplacer d'un volume à l'autre.

L'entrée du radon dans un bâtiment ne se fait pas de façon uniforme sur toute son enveloppe. Il existe des voies préférentielles d'entrée du radon telles que les fissures dans l'interface sol-bâtiment. Les voies d'entrée et de transfert du radon d'un volume à l'autre du bâtiment sont généralement les passages de canalisation, les escaliers, les portes, etc.

Zone homogène : zone dont les caractéristiques (nature des murs, du sol, du sous-sol, des fondations, niveau du bâtiment, ventilation, ouvrants, température, etc.) vis-à-vis de la pénétration du radon et de sa répartition à l'intérieur des volumes de cette zone, sont identiques ou très voisines.

Une zone homogène peut comporter une ou plusieurs pièces à l'intérieur d'un bâtiment et elle est principalement définie sur la base des critères suivants:

- même type d'interface sol-bâtiment;
- même régime de ventilation (pas de système de ventilation, ventilation naturelle, ventilation mécanique, etc.);
- même niveau de température.

Recommandations internationales :

Commission internationale de protection radiologique (CIPR): Protection contre le radon 222 dans l'habitat et dans les lieux de travail, CIPR Publication 65. Ann. CIPR23 (2), 1993.

Commission internationale de protection radiologique (CIPR), Statement on Radon, Approuvé par la Commission en novembre 2009, Référence 00/902/09.

Organisation mondiale de la santé (OMS): WHO handbook on indoor radon: a public health perspective, 2009.

Textes réglementaires :

Code de la santé publique, titre III: prévention des risques sanitaires liés à l'environnement et au travail, chapitre III: rayonnements ionisants, section I: mesures générales de protection de la population contre les rayonnements ionisants: articles R. 1333-15 et R. 1333-16.

Code du travail, quatrième partie, santé et sécurité au travail, titre V: prévention des risques d'exposition aux rayonnements; chapitre Ier: prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, section 7: règles applicables en cas d'exposition professionnelle liée à la radioactivité naturelle, article R. 4451-136, R. 4451-139.

Décret n° 2002-46 du 4 avril 2002 du ministère de l'emploi et de la solidarité relatif à la protection générale des personnes contre les rayonnements ionisants. L'article 43-10 précise que les mesures de niveau d'activité en radon doivent être réalisées par un organisme agréé.

Arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public, JORF n° 185 du 11 août 2004.

Arrêté du 7 août 2008 relatif à la gestion du risque lié au radon dans les lieux de travail, JORF du 2 septembre 2008.

Arrêté du 30 janvier 2015 désignant l'Autorité de sûreté nucléaire comme organisme chargé du recueil des résultats des mesures du radon réalisées par les organismes agréés.

Avis de la DGSNR et du ministère des solidarités, de la santé et de la famille relatif à la note d'information technique définissant les actions à mettre en oeuvre sur les bâtiments pour la gestion du risque lié au radon pris en application de l'article 9 de l'arrêté du 22 juillet 2004 relatif aux modalités de gestion du risque lié au radon dans les lieux ouverts au public, JORF n° 44 du 22 février 2005.

Autorité de sûreté nucléaire (ASN); dossier radon: www.asn.fr/index.php/Haut-de-page/Professionnels/L-accreditation-et-l-agrementd-organismes/Radon.

Décision n° 2008-DC-0110 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 26 septembre 2008 relative à la gestion du risque lié au radon dans les lieux de travail.

Décision n° 2009-DC-0134 modifiée de l'Autorité de sûreté nucléaire du 7 avril 2009 fixant les critères d'agrément des organismes habilités à procéder aux mesures de l'activité volumique du radon, la liste détaillée des informations à joindre à la demande d'agrément et les modalités de délivrance, de contrôle et de retrait de l'agrément.

Décision n° 2009-DC-0136 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 7 avril 2009 relative aux objectifs, à la durée et au contenu des programmes de formation des personnes qui réalisent les mesures d'activité volumique du radon.

Décision n° 2009-DC-0506 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 9 avril 2015 relative aux conditions suivant lesquelles il est procédé à la mesure de l'activité du radon.

Décision n° 2009-DC-0507 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 9 avril 2015 relative aux règles techniques de transmission des résultats de mesure du radon réalisées par les organismes agréés et aux modalités d'accès à ces résultats.

Circulaire DGT/ASN n° 04 du 21 avril 2010 relative aux mesures de prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants.

Normes :

NF ISO 11665-1 – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air : radon 222 – Partie 1 : origine du radon et de ses descendants à vie courte et méthodes de mesure associés. Octobre 2012.

NF ISO 11665-2 – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air : radon 222 – Partie 2 : méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'énergie alpha potentielle volumique moyenne de ses descendants à vie courte. Octobre 2012.

NF ISO 11665-3 – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air : radon 222 – Partie 3 : méthode de mesure ponctuelle de l'énergie alpha potentielle volumique de ses descendants à vie courte. Octobre 2012.

NF ISO 11665-4 – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air : radon 222 – Partie 4 : méthode de mesure intégrée pour la détermination de l'activité volumique moyenne du radon avec un prélèvement passif et une analyse en différé. Octobre 2012.

NF ISO 11665-5 – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air : radon 222 – Partie 5 : méthode de mesure en continu de l'activité volumique. Octobre 2012.

NF ISO 11665-6 – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air : radon 222 – Partie 6 : méthode de mesure ponctuelle de l'activité volumique. Octobre 2012.

NF ISO 11665-7 – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air: radon 222 – Partie 7: méthode d'estimation du flux surfacique d'exhalation par la méthode d'accumulation. Octobre 2012.

NF ISO 11665-8 – Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air: radon 222 – Partie 8: méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans le bâtiment. Janvier 2013.

NF ISO 13164 -1 – Qualité de l'eau – radon 222 – Partie 1: Principes généraux. Janvier 2014

NF ISO 13164 -2 – Qualité de l'eau – radon 222 – Partie 2: Méthode d'essai par spectrométrie gamma. Novembre 2013

NF ISO 13164 -3 – Qualité de l'eau – radon 222 – Partie 3: Méthode d'essai par émanométrie. Novembre 2013.

NF M60-772 – Energie nucléaire Mesure de la radioactivité dans l'environnement – Air – Le radon 222 dans les cavités et ouvrages souterrains: méthodologie appliquée au dépistage.

Norme AFNOR NF X 46-040: Traitement du radon dans les immeubles bâtis - Référentiel de diagnostic technique relatif à la présence de radon dans les immeubles bâtis, définit les missions et la méthodologie du diagnostic technique.

Guides :

Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), *Le radon dans les bâtiments : guide pour la remédiation dans les constructions existantes et la prévention dans les constructions neuves*, CSTB novembre 2008.

Office fédéral de santé publique, *Manuel Suisse du Radon*, janvier 2000. Société française de radioprotection (SFRP), *Plaquette le Radon 222 et l'environnement*, mai 2012

Institut national contre le cancer (INCa), *Radon et Cancer (fiche repère)*, octobre 2011

Sites Internet :

Les sites internet des ministères de la santé, de la construction, de l'écologie et du travail.

Autorité de sûreté nucléaire (ASN) : www.asn.fr

Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) : www.cstb.fr et <http://ese.cstb.fr/radon>

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN):
www.irsn.fr

Les sites internet des agences régionales de santé.

LE DÉPISTAGE RADON OU MESURE DE L'ACTIVITÉ VOLUMIQUE DU RADON

La propagation du radon dans le sol et son infiltration dans les bâtiments et lieux souterrains¹ sont des processus très complexes. Il n'est donc pas possible d'identifier les bâtiments à forte concentration en radon uniquement sur la typologie du bâtiment, les informations géologiques et le mode de vie des occupants. Seul un dépistage permet d'estimer « l'activité volumique moyenne annuelle » d'un bâtiment souterrain, d'une cavité ou d'un ouvrage souterrain afin de la comparer le cas échéant aux valeurs de référence réglementaires et ainsi conditionner les actions à entreprendre.

Ce dépistage doit être réalisé soit par un organisme agréé (niveau I option A pour tous bâtiments, y compris les bâtiments souterrains et les établissements thermaux et niveau I option B pour les cavités et ouvrages souterrains), soit par l'IRSN.

Ainsi, afin d'évaluer la valeur moyenne annuelle du niveau d'activité volumique en radon et ne pas le sous-évaluer, il est nécessaire² de :

- réaliser une mesure en période hivernale et de chauffe pour au moins la moitié de la durée de mesure. La période de mesurage est la période comprise entre le 15 septembre d'une année et le 30 avril de l'année suivante. Cette période de mesure peut être adaptée dans le cas d'activité professionnelle. Cette adaptation devra être justifiée par l'organisme agréé.
- laisser les dispositifs de mesure en place pendant une durée d'au moins 2 mois dans les lieux ouverts au public. Les mesures doivent être réalisées pendant une période où le nombre de jours consécutifs d'inoccupation n'excède pas 20 % de la période retenue.

Remarque : pour les cavités et ouvrages souterrains, deux périodes (période estivale et hivernale) de mesure sont nécessaires pour réaliser le dépistage.

Ces mesures sont réalisées à l'aide d'un détecteur radon (voir figures). Le détecteur radon est un appareil qui mesure l'activité volumique du radon dans l'air. Le détecteur fonctionne comme un film photographique. Le type de détecteur utilisé est un détecteur dit passif et à lecture différée.



Détecteur radon ouvert



Détecteur radon fermé

1. Selon le code du travail, l'expression « lieux souterrains » désigne les bâtiments souterrains, les cavités naturelles ou anthropiques et les ouvrages souterrains.

2. Selon la norme AFNOR ISO 11665-8 Mesurage de la radioactivité dans l'environnement – Air : Radon 222.



Détecteur fermé



Détecteur fermé

Le dépistage radon dans un bâtiment suppose un protocole en quatre phases :

- **une visite préalable du bâtiment ou des lieux de travail concernés (cavités ou ouvrages souterrains)** pour identifier les secteurs concernés par la présence de personnes ou par une activité professionnelle³, de dimensionner le dépistage à mettre en œuvre, d'appréhender les paramètres nécessaires à la définition des zones homogènes⁴ des bâtiments ou des lieux souterrains.
- **le choix d'implantation des dispositifs de mesure**
 - pour déterminer et sélectionner les zones homogènes du bâtiment ou du lieu souterrain
 - pour déterminer le nombre de détecteurs à placer
 - pour déterminer les lieux de pose des détecteurs
- **la pose et dépose de ces dispositifs**
- **l'expression et l'interprétation des résultats de mesure**

Le choix d'implantation des dispositifs de mesure

Une fois les zones homogènes définies, un détecteur est implanté par zone homogène retenue avec un minimum de deux par bâtiment ou lieux de travail concernés (cavités ou ouvrages souterrains).

Si une zone homogène présente une longueur de grande dimension par rapport à sa largeur et sa hauteur (zoner homogène de type linéaire – cas des tunnels, galeries...), un détecteur est implanté tous les 500 m sur la longueur de la zone concernée.

Sinon un dispositif est implanté par unité de surface au sol de 200 m² dans la zone homogène.

La pose du détecteur

Le détecteur doit être placé sur une surface dégagée à une hauteur comprise entre 1 et 2 mètres du sol, dans les conditions suivante⁵:

- un espace libre d'au moins 20 cm doit être compris autour du détecteur ;

3. Selon le code du travail, la notion d'occupation est définie selon les critères suivants: « somme des activités professionnelles, visées par l'arrêté du 7 août 2008, exercées une heure par jour ouvré, en continu ou discontinu, pour un même travailleur ou non, équivalent à 200 heures par an ».

4. Une zone homogène est une zone dont les caractéristiques vis-à-vis de la pénétration du radon et de sa répartition à l'intérieur des volumes (ventilation naturelle, gradient thermique, ventilation forcée) sont identiques ou très voisines.

5. Norme NF ISO 11665-8 Mesurage de la radioactivité dans l'environnement - Air : Radon 222.

- le détecteur ne doit pas être posé:
 - sur ou à proximité d'une source de chaleur (radiateur, cheminée, appareil électrique, lumière solaire directe, etc.);
 - à proximité d'un point d'alimentation d'eau;
 - à proximité d'une fenêtre;
 - à proximité d'une source de projection de graisse;
- l'emplacement du détecteur est choisi de telle sorte que le détecteur soit en sécurité durant son exposition et que les conditions de pose ne soient pas modifiées pendant la mesure, pour une quelconque raison (chute d'objet, aspersion d'eau, intervention des techniciens de surface...);
- des recommandations doivent être faites aux travailleurs de l'établissement pour éviter la dégradation des conditions d'exposition du détecteur.

L'expression et l'interprétation des résultats

Pour chaque bâtiment ou lieu souterrain, un niveau d'activité volumique est attribué par zone homogène. Cette valeur est calculée de la façon suivante:

- si l'ensemble des résultats de mesure de la zone homogène se recourent (c'est-à-dire lorsque la plus petite valeur d'activité volumique + la valeur d'incertitude est au moins égale à la plus grande valeur d'activité volumique), la moyenne des résultats de mesure sera attribuée.
- si tel n'est pas le cas, alors la valeur d'activité volumique la plus élevée sera attribuée à la zone homogène.

L'analyse des résultats doit être réalisée selon les trois cas de figure suivants:

- si tous les résultats des zones homogènes sont inférieurs à 400 Bq.m^{-3} .
- si au moins un des résultats d'une zone homogène est supérieur à 400 Bq.m^{-3} .
- si au moins un des résultats d'une zone homogène est supérieur à 1000 Bq.m^{-3} , les actions correctives à mettre en place étant fonction du niveau d'activité volumique mesuré.

LES AGRÉMENTS POUR LA MESURE DU RADON

Les mesures de l'activité volumique du radon doivent être réalisées par des organismes agréés par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

La décision de l'ASN n° 2009-DC-134 fixe les critères d'agrément pour les organismes habilités selon les lieux dépistés. Il existe ainsi trois niveaux :

- **Mesure de dépistage : niveau 1 option A.** Il est exigé pour la réalisation du dépistage du radon, ainsi que des contrôles d'efficacité et de pérennité des techniques de remédiation, dans des bâtiments, y compris les bâtiments souterrains et les établissements thermaux.
- **Mesure de dépistage : niveau 1 option B.** Il est exigé pour la réalisation du dépistage du radon, ainsi que des contrôles d'efficacité et de pérennité des techniques de remédiation, dans des cavités et des ouvrages souterrains.
- **Mesures complémentaires : niveau 2.** Il est recommandé pour des bâtiments de grande surface au sol avec des soubassements complexes. Ces investigations complémentaires par des mesures d'activité volumique en radon permettent d'identifier les sources, les voies d'entrée et de transfert du radon dans tout bâtiment, y compris les bâtiments souterrains et les établissements thermaux, ainsi que dans des cavités et des ouvrages souterrains.

Les investigations complémentaires doivent être mises en place en cas de dépassement du seuil de 1000 Bq.m^{-3} et lorsque les travaux, suite à un diagnostic technique du bâtiment, n'ont pas permis de réduire les concentrations en radon en dessous du seuil de 400 Bq.m^{-3} .

ACTIONS SIMPLES POUR RÉDUIRE LE NIVEAU D'ACTIVITÉ VOLUMIQUE DU RADON DANS UN BÂTIMENT

Lorsqu'au moins une mesure d'activité volumique en radon est supérieure à 400 Bq.m⁻³, il est nécessaire de mettre en œuvre des actions simples dans le bâtiment pour abaisser la concentration en radon en dessous du seuil de 400 Bq.m⁻³.

Ces actions simples concernent l'aération et l'étanchéité du bâtiment.

Aération

- Aérer régulièrement les pièces/locaux les plus utilisé(e)s – au moins une fois par jour – (particulièrement celles situées dans les étages inférieurs).
- Vérifier l'état de la ventilation et rectifier les dysfonctionnements éventuels (obturation des bouches ou grilles d'aération existantes, encrassement, défaillance des ventilateurs, etc.). Si une ventilation mécanique est installée, il faut veiller à l'entretenir régulièrement afin que les entrées et sorties d'air ne soient pas obstruées.
- Vérifier également que les portes d'entrées soient bien détalonnées.
- Améliorer ou rétablir l'aération naturelle du soubassement (ouverture des aérations du vide sanitaire ou communiquant avec la cave).

Étanchements

- Réaliser des étanchements pour limiter les entrées de radon dans le bâtiment (portes extérieures, entrées de canalisation, etc.). Exemple : boucher les fissures au sol, refaire les joints autour de tuyaux d'évacuation s'ils sont usés.



(Source CETE)

De telles actions peuvent permettre d'abaisser de manière suffisante la concentration en radon, à un moindre coût. Le choix des actions simples à mettre en œuvre se fait à partir d'une inspection visuelle du bâtiment afin de déterminer les éventuels dysfonctionnements et les actions les plus appropriées, compte tenu des caractéristiques du bâtiment : voies d'entrée du radon dans le bâtiment, obturation des voies de ventilation naturelle du soubassement, moyens de ventilation.

Ces actions peuvent suffire, notamment lorsque la concentration en radon dans le bâtiment est située entre 400 et 1000 Bq.m⁻³. Cependant, selon les cas, elles peuvent ne pas garder toute leur efficacité au cours du temps. Il conviendra alors de réaliser un diagnostic technique du bâtiment et des travaux de remédiation (voir fiches diagnostic technique et travaux de remédiation).

LE DIAGNOSTIC TECHNIQUE RADON

Qu'est ce qu'un diagnostic technique radon ?

Le diagnostic technique d'un bâtiment (norme AFNOR NF X 46-040) correspond à une inspection méthodique du bâtiment et de son environnement immédiat de façon à pouvoir d'une part, définir les causes de la présence de radon dans le bâtiment et d'autre part à donner les éléments nécessaires à l'élaboration de travaux de remédiation pour lutter contre la présence de radon.

Ce diagnostic technique doit intégrer :

- des informations générales sur le bâtiment et son environnement : année de construction, type de bâtiment et constitution, surface au sol, nombre de niveaux, réhabilitations éventuelles ;
- une description du soubassement : types et constitution du soubassement, surface au sol et état d'étanchement de chaque type de soubassement (dallage sur terre-plein, vide sanitaire, cave), identification des voies potentielles d'entrée du radon par l'interface sol-bâtiment (porte de cave, trappes, réseaux fluides) ;
- une description du système de ventilation et une évaluation du niveau d'aération des espaces de vie du bâtiment ;
- une description des systèmes du bâtiment (chauffage, chauffe-eau...).

Selon le bâtiment rencontré et notamment dans le cas de bâtiments de grande surface au sol et/ou avec des soubassements complexes, des mesures complémentaires¹ (mesures ponctuelles ou en continu d'activité volumique en radon, flux d'exhalation des matériaux...) pourront être menées afin d'aider à identifier les voies d'entrées du radon ainsi que les sources (matériaux de construction, eau). Des évaluations plus précises du renouvellement d'air du bâtiment pourront également être entreprises.

À la suite de son diagnostic, le diagnostiqueur conclut aux voies d'entrée du radon dans le bâtiment et à travers sa description du bâtiment, il donne des éléments nécessaires à l'élaboration des travaux de remédiation (soubassement, ventilation...).

1. Ces mesures ou investigations complémentaires doivent être réalisées par un organisme agréé de Niveau N2 par l'Autorité de sûreté nucléaire (voir la fiche Agrément).

Par ailleurs, des tests de faisabilité de mise en dépression de soubassement peuvent être réalisés lorsque cette solution semble appropriée au cas rencontré.

Informations nécessaires au diagnostic technique radon

Afin de pouvoir réaliser le diagnostic technique radon du bâtiment, le diagnostiqueur aura besoin des informations suivantes :

- les résultats de mesures d'activité volumique en radon réalisées dans le cadre du dépistage,
- les conditions climatiques : type de climat de la région (océanique, continental...) et exposition au vent,
- la géologie : nature du sol sous-jacent et adjacent au bâtiment,
- l'historique de l'immeuble bâti et de son environnement :
 - historique du site : anciennes constructions, aménagements ou activités pouvant avoir un impact sur les conclusions du diagnostic technique,
 - réhabilitations, rénovations, extensions du ou des bâtiments concernés,
- le type et disposition du ou des bâtiments concernés
 - type de bâtiment ; année de construction, usage du bâtiment (habitat individuel ou collectif ou autre usage), bâtiment isolé ou mitoyen,
 - mode constructif : structure du bâtiment, matériaux et produits constitutifs, type de soubassement,
 - nature des composants de l'enveloppe : murs extérieurs, baies, toitures,
 - disposition du bâtiment : nombre de niveaux, agencement et utilisation des différentes pièces, présence de cave,
- les équipements : identification de tout équipement pouvant avoir un impact sur les conclusions du diagnostic technique (système de ventilation, type de chauffage...),
- les voiries et réseaux divers (entrées potentielles du radon dans le bâtiment),
- les conditions particulières : exploitation particulière et/ou pathologie identifiée du bâtiment (c'est-à-dire ses faiblesses comme l'existence de moisissures, fissures...), contraintes d'hygiène et de sécurité liées aux différentes réglementations applicables aux parties du bâtiment concerné et à son environnement.

Lors du diagnostic technique, le diagnostiqueur devra être accompagné d'un membre des services techniques ayant une bonne connaissance du bâtiment et de sa maintenance.

La visite sur le site comporte deux étapes :

- **une étape de reconnaissance des parties de bâtiment et de l'environnement concernés consistant à :**

- s'assurer de la cohérence des informations préalablement recueillies ;
- recueillir des compléments éventuels ;
- valider le périmètre d'intervention ;
- s'assurer que tous les lieux concernés par le diagnostic technique seront rendus accessibles pour l'inspection technique du bâtiment.

- **une étape d'inspection technique réalisée dans toutes les parties de l'immeuble bâti inscrites dans le périmètre d'intervention afin d'analyser :**

- le type de constitution du soubassement et du plancher bas ;
- l'étanchéité à l'air du plancher bas, transferts potentiels venant du sol ;
- le transport du radon par les voiries et réseaux divers ;
- la caractérisation des murs porteurs en contact avec le sol ;
- le renouvellement d'air du bâtiment ;
- les équipements ;
- la dépression potentielle de l'immeuble bâti ;
- les actions complémentaires : il est possible que le diagnostiqueur demande au propriétaire du bâtiment d'avoir accès à une partie de bâtiment, nécessitant pour cela un percement ou une réouverture d'accès condamné. S'il n'y a pas possibilité d'entrer dans une pièce pour une quelconque raison, le diagnostiqueur se devra de le mentionner dans son rapport.

LES TRAVAUX DE REMÉDIATION POUR RÉDUIRE LE NIVEAU DE RADON

Les travaux de remédiation doivent être mis en œuvre à partir des préconisations suite au diagnostic technique du bâtiment (Voir fiche diagnostic technique) et aux investigations complémentaires (Voir fiche agréments) si elles ont été réalisées. L'approche consiste ainsi à réaliser une combinaison judicieuse des différents points évoqués ci-dessous en tenant compte de l'état initial de la situation : niveau de dépistage du radon, caractéristiques du bâtiment et de son environnement.

D'une manière générale, les solutions mises en place font appel aux deux principes suivants :

- limiter l'entrée du radon dans le bâtiment,
- « diluer » la concentration en radon dans le bâtiment.

On peut également classer ces travaux en trois grandes familles de techniques :

- **Assurer l'étanchéité du bâtiment vis-à-vis des entrées de radon**

Il est nécessaire d'assurer l'étanchéité à l'air entre le bâtiment et son sous-sol (interface sol-bâtiment). Pour cela les techniques consistent à l'étanchement des points singuliers entre le soubassement et les espaces occupés, c'est-à-dire les canalisations, portes, trappes, etc. Les travaux peuvent également correspondre à des traitements de surfaces (sols, murs enterrés) ou à la couverture de sols en terre battue (exemple : réalisation d'une dalle sur un sol en terre battue).

Ces techniques d'étanchement seules ne sont généralement pas suffisantes pour réduire efficacement les concentrations en radon dans le bâtiment. Néanmoins elles constituent un préalable essentiel à l'efficacité d'autres solutions mises en œuvre en parallèle.

- **Augmenter le renouvellement de l'air intérieur pour « diluer » le radon**

Il est important d'assurer une bonne ventilation des locaux (mécanique ou naturelle). Parmi les techniques utilisées, la ventilation mécanique contrôlée (VMC) par insufflation est intéressante car, sans augmenter la dilution du radon, cette technique va permettre de lutter contre la dépression naturelle du bâtiment, cause principale de l'entrée du radon dans le bâtiment, grâce à l'insufflation mécanique d'air dans les pièces concernées. Cette technique n'est cependant pas préconisée dans le cas de forte production d'humidité dans les bâtiments car elle exacerbe potentiellement les risques de condensation en paroi.

Ces techniques sont limitées notamment du fait des contraintes de plus en plus fortes en termes d'efficacité énergétique et de confort thermique.

- **Traiter le soubassement (vide sanitaire, cave, dallage sur terre-plein) pour réduire l'entrée du radon aux étages supérieurs occupés du bâtiment**

Ces techniques consistent soit à ventiler le soubassement naturellement ou mécaniquement, soit à le mettre légèrement en dépression par rapport aux espaces habités par extraction mécanique si cela est possible par un système de dépressurisation des sols (S.D.S.).

LE CONTRÔLE D'EFFICACITÉ DES SOLUTIONS TECHNIQUES

Le contrôle de l'efficacité des solutions techniques est effectué par la réalisation d'un nouveau dépistage avec redéfinition des zones homogènes. Ce nouveau dépistage doit être reconduit dans l'ensemble du bâtiment et non pas uniquement dans les volumes et/ou les zones présentant les valeurs d'activité volumique du radon les plus élevées.

Toute modification apportée au bâtiment est susceptible d'avoir un impact sur les transferts du radon et ainsi engendrer une augmentation des valeurs d'activité volumique dans une partie de la structure précédemment non impactée.

Remarque: Dans le cas où une remédiation a été mise en œuvre, un suivi dans le temps du bon fonctionnement de la technique de remédiation peut être nécessaire.

LA PERSONNE COMPÉTENTE EN RADIOPROTECTION (PCR)

La personne compétente en radioprotection (PCR), intervenant comme conseiller de l'employeur sur l'ensemble des questions relatives à la radioprotection, doit être désignée lorsque la présence, la manipulation, l'utilisation ou le stockage d'une source radioactive scellée ou non scellée ou d'un générateur électrique de rayonnements ionisants entraîne un risque d'exposition pour les travailleurs de l'établissement ainsi que pour ceux des entreprises extérieures ou les travailleurs non salariés intervenant dans cet établissement (art. R. 4451-103 du code du travail).

Il est rappelé que le risque d'exposition visé ci-dessus doit résulter soit d'activités nucléaires soumises à un régime d'autorisation ou de déclaration en application de l'article L. 1333-4 du code de la santé publique, soit d'activités visées à la section VII concernant l'exposition aux rayonnements d'origine naturelle lorsque les mesures de prévention prévues à la dite section ne permettent pas de réduire l'exposition en dessous des niveaux mentionnés à cette même section (art. R. 4451-2 du code du travail).

En cas de co-activité, cette obligation s'applique également au chef de l'entreprise extérieure intervenant pour le compte de l'entreprise utilisatrice dès lors que le risque dû aux rayonnements ionisants ne peut être écarté. Sont notamment concernées par cette obligation les activités de maintenance ou d'entretien des installations (travaux de peinture, d'électricité, de ménage ...).

Conditions de désignation

Conformément à l'article R. 4451-103 du code du travail, l'employeur désigne au moins une personne compétente en radioprotection. Par la conjonction des obligations d'indépendance et de confidentialité des doses, l'employeur ne peut se désigner comme PCR. En effet, en application de l'article R. 4451-114 du code du travail, la PCR doit pouvoir exercer ces missions en toute indépendance, notamment vis-à-vis des services de production. En outre, en application de l'article R. 4451-70 du code du travail, l'employeur ne peut avoir connaissance des résultats de la dosimétrie passive sous une forme nominative. Néanmoins, lorsque ces deux principes d'indépendance et de confidentialité des doses ne peuvent trouver à s'appliquer au sein d'une entreprise en raison de son effectif réduit, il est admis que l'employeur se désigne PCR dans les conditions prévues aux articles R. 4451-103 et suivants du code du travail. Cf. circulaire DGT/ASN n°4 du 21 avril 2010 relative aux mesures de prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants (fiche 8 §1.1).