



**MINISTÈRE
DU TRAVAIL
ET DES SOLIDARITÉS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Prévention du risque radon

**Guide pratique à destination des
employeurs et des acteurs de la
prévention du risque radon**

2^{ème} édition, mise à jour
Décembre 2025



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	5
Contexte	5
Définitions	6
Objectif du guide	7
1. LE RISQUE RADON	8
1.1 Qu'est-ce que le radon ?	8
1.2 Où trouve-t-on du radon ?	9
1.3 Quels risques sanitaires liés au radon ?	10
1.3.1 Exposition aux sources de rayonnements ionisants	10
1.3.2 Principal risque lié à l'exposition au radon : le cancer du poumon	10
2. DEMARCHE DE PREVENTION DU RISQUE RADON	12
2.1 Application des principes généraux de prévention (PGP)	12
2.2 Niveau de référence (NR)	13
2.3 Acteurs de la prévention du risque radon	14
2.4 Synthèse de la démarche de prévention	15
3. APPLICATION DE LA DEMARCHE DE PREVENTION	16
3.1 Evaluation du risque radon : analyse documentaire	16
3.1.1 Informations sur le potentiel d'exhalation du radon provenant du sol	16
3.1.2 Informations sur la qualité de la construction vis-à-vis du radon	17
3.1.3 Informations sur l'activité professionnelle et les conditions de travail	18
3.1.4 Informations sur des résultats existants de mesurage du radon	19
3.1.5 Suites à donner à l'évaluation du risque fondé sur l'analyse des informations disponibles	20
3.1.6 Synthèse de l'évaluation du risque radon	21
3.2 Mesurages du radon à l'issue de l'évaluation du risque	22
3.2.1 Mesurage du radon avec un appareil de mesure intégrée	22
3.2.2 Mesurage du radon dans un bâtiment à usage professionnel	23
3.2.3 Particularités du mesurage dans certains lieux de travail spécifiques en milieu souterrain	25
3.2.4 Mise à jour de l'évaluation des risques et fréquence des mesurages	26
3.2.5 Interprétation des résultats du mesurage	26
3.3 Mesures de réduction de l'exposition au radon	27
3.3.1 Mesures de réduction de l'exposition en agissant sur les conditions de travail	28
3.3.2 Mesures de réduction d'exposition via l'amélioration du renouvellement d'air et de l'étanchéité du bâtiment	28
3.3.3 Mesures de réduction dans un lieu de travail spécifique	30

3.4 Que faire lorsque les mesures de réduction sont inefficaces ou impossibles ?	30
4 DISPOSITIF RENFORCE	32
4.1 Désignation du CRP	32
4.2 Mise en œuvre des mesures de protection collective (lieu de travail)	32
4.2.1 Mise en place d'une « zone radon »	33
4.2.2. Possibilité de mise en œuvre d'une "zone radon" intermittente	34
4.3 Mise en œuvre des mesures de protection individuelle (travailleurs)	36
4.3.1 Evaluation individuelle de l'exposition d'un travailleur entrant en « zone radon »	36
4.3.2 Travailleurs surveillés	38
4.3.3 Travailleurs exposés	39
POUR ALLER PLUS LOIN	44
GLOSSAIRE	45
ANNEXES	46
Annexe 1 : Protocoles de mesurage du radon pour l'évaluation du risque	47
1A – Mesurage du radon dans un lieu de travail situé dans un bâtiment	49
1B – Mesurage du radon dans un lieu de travail spécifique en milieu souterrain	52
Annexe 2 : Exigences minimales pour les rapports de mesurage du radon	54
Annexe 3 : Liste des normes radon	60
Annexe 4 : Mesures de réduction : actions simples pour réduire le niveau de radon dans un bâtiment	61
Annexe 5 : Mesures de réduction : expertise radon	63
Annexe 6 : Mesures de réduction : travaux complexes dans un bâtiment	65
Annexe 7 : Notions de calcul de dose efficace due au radon	67
REMERCIEMENTS	69

Avant-propos

Le radon, classé par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) comme cancérogène pulmonaire certain pour l'homme (groupe I) depuis 1987, est un gaz radioactif naturel présent partout à la surface de la terre. Il constitue en France la principale source d'exposition naturelle aux rayonnements ionisants.

Les risques liés à l'exposition au radon, qui concernent aussi bien la population générale que les travailleurs, sont identifiés par le quatrième plan de santé au travail parmi les risques professionnels et environnementaux, nécessitant de faire converger les efforts de prévention par une approche partagée entre santé au travail et santé environnement.

Le renforcement des démarches de prévention du risque radon sur les lieux de travail constitue ainsi un axe prioritaire pour le Ministère du Travail, afin de mieux connaître ce risque et pouvoir prévenir l'exposition des travailleurs. Cette ambition sera reprise par le cinquième plan de santé au travail en cours d'élaboration.

La démarche de prévention des risques professionnels et de mise en œuvre des principes généraux de prévention appliquée au radon présente certaines particularités, en raison notamment de son origine naturelle et non liée à l'activité même de l'entreprise, tant en termes d'évaluation des risques que de mise en œuvre des mesures de prévention à mettre en place pour protéger les travailleurs, mais également du fait de la technicité des règles applicables dont l'appropriation peut paraître peu évidente.

Aussi il est nécessaire d'accompagner et appuyer les employeurs et les préveteurs dans la gestion de ce risque encore trop méconnu.

Telle est l'ambition du présent guide qui vise à déployer une meilleure information des entreprises sur le risque radon ainsi que sur la démarche de prévention de ce risque et sur les mesures de réduction du niveau d'exposition, notamment pour les entreprises ayant un risque plus accru (activités en milieu souterrain ou sur des territoires en zone à potentiel radon significatif).

Ce guide développe une démarche ordonnée et logique pour les employeurs et les acteurs de la prévention. Il met à jour et remplace le précédent guide, publié en septembre 2020, afin de tenir compte des évolutions réglementaires et du retour d'expérience et il est complété par un document Questions/Réponses qui détaille certains points de la démarche, aborde des cas particuliers et répond aux problématiques remontées du terrain.

Fruit d'un travail collectif piloté par la Direction générale du travail, et associant des représentants de l'ASNR, de l'INRS et du réseau des CARSAT, du ministère chargé de l'agriculture, ainsi que des services déconcentrés du ministère du travail, auxquels j'adresse mes plus vifs remerciements, ce guide permettra, je l'espère, une meilleure prise en compte du risque radon, afin d'en favoriser la prévention au bénéfice des travailleurs qui y sont exposés.

Le Directeur général du travail

Pierre RAMAIN

Introduction

Contexte

Le radon est un gaz radioactif naturel présent sur toute la surface de la terre. Il a pour origine l'uranium contenu en quantité variable suivant le type de roches dans la croûte terrestre. S'agissant d'un gaz, le radon va sortir du sol (exhalation) pour se retrouver dans l'air que l'on respire. Il va se diluer rapidement dans l'air extérieur (atmosphère). En revanche, dans l'air intérieur d'un lieu clos (bâtiment, ouvrage, cavité...), il va s'accumuler donnant lieu à des niveaux d'exposition très variables en fonction des caractéristiques du lieu et de son usage.

En France, il constitue la principale source d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population. Son caractère cancérogène pulmonaire certain pour l'homme, reconnu en 1987 par le centre international de recherche sur le cancer (CIRC), engendre un excès de risque de cancer du poumon qui est proportionnel au niveau d'exposition cumulé tout au long de la vie.

Le radon provenant du sol ou indirectement de l'eau ou de certains matériaux de construction est un risque d'origine naturelle mais il devient un risque professionnel lorsqu'il est présent à des niveaux élevés dans un lieu de travail. C'est pourquoi l'employeur doit l'inclure dans son évaluation des risques professionnels pour ses travailleurs. Comme il n'est pas possible de supprimer le radon dans un lieu de travail (un flux de gaz radon exhale en permanence du sol), il est nécessaire de veiller à réduire son niveau moyen au plus bas possible et, dans tous les cas, de le maintenir en dessous du niveau de référence réglementaire. Si cela n'est pas possible, l'employeur devra mettre en œuvre le dispositif renforcé pour la protection de ses travailleurs, similaire à celui prévu pour la protection contre les rayonnements ionisants (radioprotection). Toutefois, du fait de l'exposition permanente au radon indépendamment de l'activité professionnelle, certaines mesures de prévention pour ce risque diffèrent significativement de celles applicables aux rayonnements ionisants en général.

Définitions

Radon 222 : isotope du radon provenant de la chaîne de désintégration de l'uranium 238 présent dans la croûte terrestre.

Radon provenant du sol : radon produit directement par les roches du sol ou secondairement par l'eau circulant dans ces roches ou les matériaux extraits de ces roches. Il est aussi appelé radon géogénique ou radon environnemental.

Radon anthropique : radon produit par une activité humaine, en général industrielle, utilisant des matières premières contenant des quantités significatives d'uranium ou de thorium et générant des déchets potentiellement radioactifs notamment radifères (radium).

Lieux de travail spécifiques : ce sont des lieux où le radon est généralement plus présent et présentant pour les travailleurs un risque accru qu'il faut toujours évaluer et prévenir. La liste de ces lieux de travail est fixée à l'article 2 de l'arrêté du 30 juin 2021 relatif aux lieux de travail spécifiques pouvant exposer des travailleurs au radon. Il s'agit principalement de lieux situés en milieu souterrain, dans des cavités, galeries, ouvrages ou à proximité d'eau souterraine.

Locaux de travail spécifiques : ce sont des locaux dans des bâtiments dont les caractéristiques techniques ou l'utilisation vont permettre une accumulation accrue du radon. Ils sont donc à prendre en compte dans l'évaluation du risque radon (*nota : à ne pas confondre avec les locaux à pollution spécifique qui ont une définition réglementaire tout autre*).

Dans ce guide, on entend par « radon », l'isotope 222 du radon provenant du sol mais également ses produits de désintégration radioactive qui sont les principaux contributeurs du risque pour la santé.

L'exposition au radon d'origine anthropique est un risque à prévenir dans le cadre du dispositif général de prévention des risques liés aux rayonnements ionisants (les mesures spécifiques de ce guide ne s'appliquent pas au radon d'origine anthropique).

Objectif du guide

Ce guide a pour objectif d'aider les employeurs et les acteurs de la prévention (préventeurs) à mettre en œuvre la démarche graduée pour la prévention du risque radon. Il explique les dispositions particulières applicables pour le radon provenant du sol, prévues aux articles R. 4451-1 (4°) et suivants du code du travail et par les arrêtés d'application suivants :

- **arrêté du 30 juin 2021 relatif aux lieux de travail spécifiques pouvant exposer des travailleurs au radon ;**
- arrêté du 23 juin 2023 relatif aux modalités d'enregistrement et d'accès au système d'information et de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants « SISERI » ;
- arrêté du 16 novembre 2023 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants ;
- **arrêté du 15 mai 2024 relatif à la démarche de prévention du risque radon et à la mise en place d'une zone radon et des vérifications associées dans le cadre du dispositif renforcé pour la protection des travailleurs ;**
- arrêté du 6 août 2024 relatif à la formation des médecins du travail et des autres professionnels de santé au travail assurant le suivi individuel renforcé d'un travailleur exposé aux rayonnements ionisants et aux conditions de délivrance de l'agrément complémentaire des services de santé au travail.

Il prodigue aussi des recommandations techniques et de bonnes pratiques.

Les agents chargés du contrôle de ces dispositions (inspection du travail, inspection de la radioprotection) peuvent se servir de ce guide comme **interprétation de référence de la réglementation** étant donné qu'il est publié sur le site du ministère chargé du Travail.

Application au secteur public : Ce guide emploie le vocabulaire du secteur privé (employeur, travailleur, médecin du travail, préventeur...) comme le code du travail. Néanmoins, les dispositions du livre IV de la quatrième partie du code du travail étant aussi applicables au secteur public, il faut donc y adapter ce vocabulaire : chef d'établissement ou de service, agent, médecin de prévention, conseiller de prévention...

1. Le risque Radon

1.1 Qu'est-ce que le radon ?

Le radon est un gaz radioactif naturel ayant les propriétés des gaz nobles : invisible, inodore et chimiquement inerte. Il est produit par désintégration alpha du radium, provenant lui-même de la chaîne de désintégration radioactive de l'uranium contenu dans certains minéraux des sols. Il existe trois isotopes du radon (219, 220, 222) mais le radon 222 est le seul à avoir une période radioactive (demi-vie)¹ assez longue (3,8 jours) pour migrer jusqu'à la surface et y rester assez longtemps pour générer un risque pour la santé. En effet, le radon, en se désintégrant par émission alpha, produit des descendants solides, qui sont radioactifs : les polonium 214 et 218, le plomb 214 et le bismuth 214.

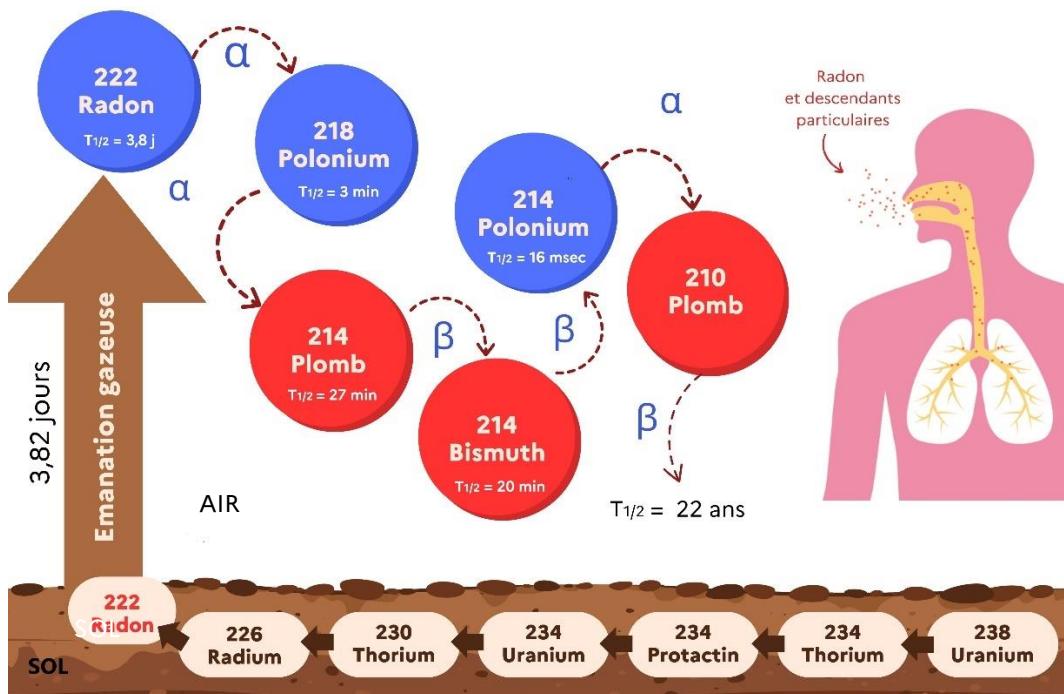


Figure 1 - Origine du radon (Source DGT)

¹ Période radioactive (demi-vie) : le temps nécessaire pour que la moitié des atomes se désintègrent naturellement. Elle est notée $T_{1/2}$.

1.2 Où trouve-t-on du radon ?

A la surface de la terre, le radon est toujours présent dans l'air ambiant mais à des teneurs variables dépendant des quatre principaux facteurs suivants :

- **Les facteurs géologiques** sont liés à la nature des sols dont la teneur en uranium (source du radon) et les caractéristiques particulières (porosité, failles...) permettent au radon de sortir des sols (exhaler) plus ou moins rapidement. La cartographie du potentiel radon des sols du territoire français (§ 3.1.1) est établie sur la base de ces facteurs géologiques.
- **Les facteurs atmosphériques** (pression, température, neige, pluie, vent...) ont des effets sur la variation du flux d'exhalation du radon des sols et sur sa dilution dans l'air extérieur et, par conséquent, sur son accumulation dans l'air intérieur des locaux au sein des espaces clos ou mal ventilés comme les bâtiments ou certains lieux de travail spécifiques.
- **La conception et la qualité du lieu de travail** vis-à-vis du radon (étanchéité et ventilation) ;
- **Les facteurs humains** plus complexes à appréhender, sont, en général, la cause principale d'une accumulation importante de radon dans les bâtiments. Ils sont liés à l'activité (machines particulières, travaux, maintenance...) et aux conditions de travail dans le lieu de travail (réglage et entretien des systèmes de ventilation, de chauffage ou de climatisation, ouverture des fenêtres ou portes, travail de jour, de nuit ou posté...).

Le radon étant un gaz radioactif présent dans l'air, son unité de mesure est exprimée en Becquerel² par mètre cube (Bq/m³) représentant l'activité volumique (Av) de ce gaz (appelée aussi dans la réglementation « concentration d'activité »).

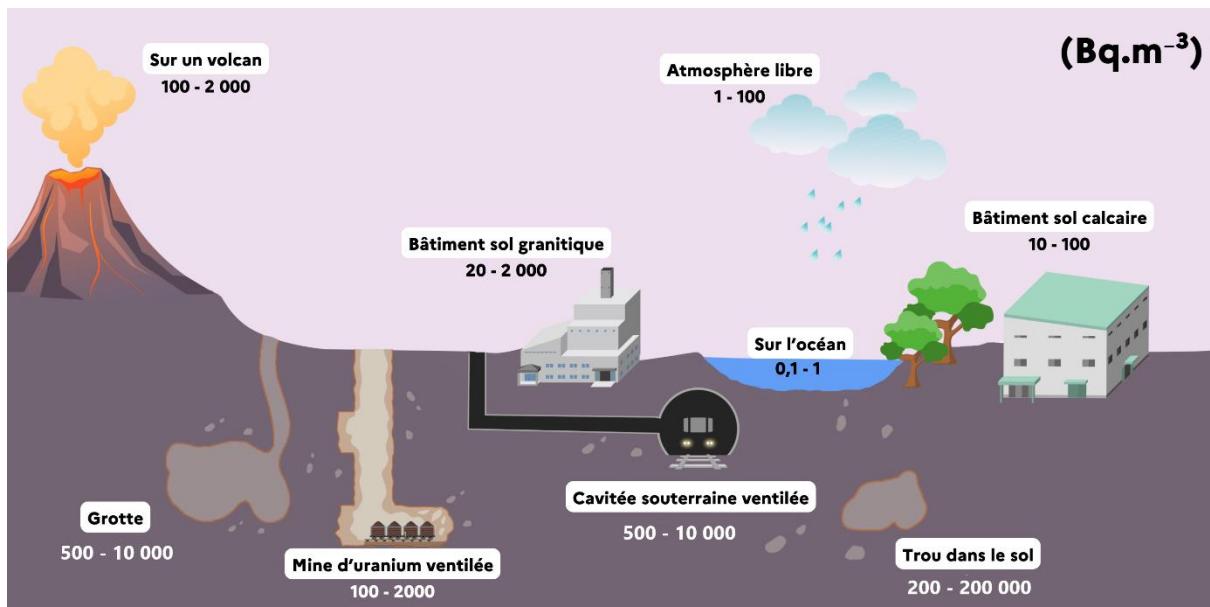


Figure 2 - radon dans l'environnement (Source DGT)

² Le Becquerel (Bq) correspond à une désintégration de noyau radioactif par seconde.

1.3 Quels risques sanitaires liés au radon ?

1.3.1 Exposition aux sources de rayonnements ionisants

L'exposition au radon constitue la première source d'exposition aux rayonnements ionisants pour la **population française** (§ figure 2). Cette exposition au radon varie en moyenne de 2 à 10 mSv/an³ en fonction des régions, en général faible dans les régions calcaires (ex : bassin parisien) et plus élevée dans les régions granitiques (ex : Massif Central). Le radon présente un enjeu de santé publique dans la mesure où l'ensemble de la population y est exposé, principalement dans l'habitat. Il peut par ailleurs devenir un risque professionnel pour les travailleurs sur leurs lieux de travail si l'exposition est importante.

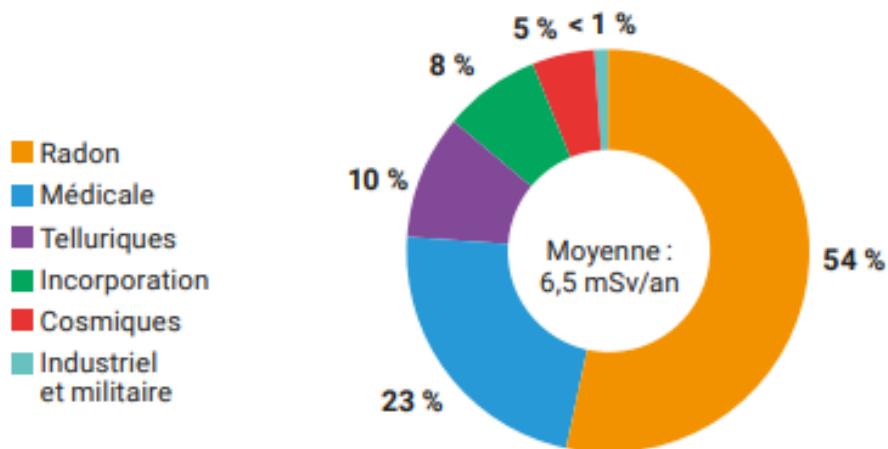


Figure 3 – Bilan 2020 de l'exposition moyenne de la population française (Source ASNR)

Important : Cette contribution importante du radon à l'exposition aux rayonnements ionisants de la population générale ne permet pas d'appliquer le système classique de radioprotection des travailleurs à l'exposition au radon. C'est pourquoi il a fallu adapter ce dispositif aux spécificités du risque radon, en introduisant notamment une valeur entrainant l'application du dispositif renforcé pour la protection des travailleurs. Celle-ci a été fixée à 6 mSv/an en dose efficace pendant les activités professionnelles exposant au radon, alors qu'elle n'est que de 1 mSv/an pour le dispositif renforcé pour les autres expositions professionnelles aux rayonnements ionisants.

1.3.2 Principal risque lié à l'exposition au radon : le cancer du poumon

En 1987, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'Organisation mondiale pour la santé (OMS) a classé le radon comme cancérogène pulmonaire certain pour l'homme (groupe I).

D'après la dernière étude⁴ de 2018 en France métropolitaine, environ **3 000 décès par cancer du poumon par an seraient attribuables au radon en France, soit environ 10 % des décès pour ce type de cancer**. De ce fait, le radon constitue la deuxième cause de cancer du poumon, derrière le tabagisme. A long terme, le risque de développer un cancer du poumon augmente avec le niveau d'exposition cumulé tout au long de la vie.

L'exposition combinée au radon et au tabac augmente de façon majeure l'excès de risque de développer un cancer du poumon. En fonction de la consommation tabagique, le risque est de 10 à 30⁵ fois plus important pour les fumeurs que pour les non-fumeurs.

³ Le Sievert (Sv) correspond à l'unité de la dose efficace (corps entier) utilisée pour l'estimation des effets stochastiques / aléatoires des rayonnements ionisants néfastes pour la santé (principalement l'excès de risque de cancer).

⁴ Ajrouche et al. Quantitative health impact of indoor radon in France. *Radiation and Environmental Biophysics* (2018) 57: 205-214

⁵ Etude Épidémiologie et facteurs de risque des cancers bronchiques primitifs d'après Vineis et al. 2004

Important : L'excès de risque de cancer du poumon attribuable au radon provient essentiellement de la désintégration de ses descendants radioactifs à vie courte (polonium 218 et 214, plomb 214 et bismuth 214). L'énergie délivrée par ces descendants est appelée « énergie alpha potentielle » (EAP). Elle est utilisée dans le calcul de la dose efficace due au radon (Cf. annexe 7).

Nota : Des études ont été réalisées sur des pathologies autres que le cancer pulmonaire comme la leucémie ou le cancer de l'estomac (dans ce dernier cas, en lien avec la consommation d'eau chargée en radon) mais les recherches scientifiques montrent des résultats discordants et sont non concluantes à la date de publication de ce guide. Des pathologies indirectes à cause des descendants à vie longue du radon (polonium 210 et plomb 210) sont aussi à l'étude.

2. Démarche de prévention du risque radon

2.1 Application des principes généraux de prévention (PGP)

Le radon engendre un risque professionnel lorsqu'il s'accumule à des niveaux élevés dans les lieux de travail. C'est pourquoi il appartient à l'employeur de prévenir ce risque dans le cadre de son obligation d'assurer la sécurité et de protéger la santé des travailleurs (art. L. 4121-1 du CT). Comme pour tous les autres risques professionnels, l'employeur met en œuvre les mesures nécessaires en appliquant les principes généraux de prévention des risques professionnels (art. L. 4121-2 du CT).

Pour ce faire, l'employeur commence par réaliser une évaluation du risque radon, en général en associant le « **préventeur** » qu'il a désigné (salarié compétent mentionné à l'article L. 4644-1 du code du travail, intervenant en prévention des risques professionnels (IPRP), agent ou conseiller de prévention pour le secteur public...).

Nota : Ce préventeur peut être un conseiller en radioprotection, si l'employeur en a déjà désigné un pour prévenir des risques aux autres sources de rayonnements ionisants.

Il faut avoir à l'esprit que le radon ne peut pas être éliminé car il a une origine environnementale alors que la plupart des autres risques professionnels sont liés à l'activité. Le radon sera donc toujours présent dans l'air intérieur d'un lieu de travail mais il est possible, dans la plupart des cas, de réduire sa concentration d'activité dans un bâtiment jusqu'à un niveau aussi bas que raisonnablement possible. En revanche, les mesures de réduction du niveau de radon peuvent être beaucoup plus difficiles à mettre en œuvre dans un lieu de travail spécifique.

Le radon est l'un des polluants de l'air intérieur dont il faut se préoccuper pour réduire l'exposition radiologique des travailleurs aussi bas que raisonnablement possible tout en faisant attention aux effets indésirables que certaines actions de réduction peuvent entraîner sur d'autres risques ou sur l'efficacité énergétique du bâtiment.

Tout employeur est dans l'obligation de procéder à une évaluation du risque radon dans les lieux de travail concernés. Il convient d'identifier les lieux de travail susceptibles d'exposer les travailleurs au radon. Ainsi, les lieux de travail situés en sous-sol ou en rez-de-chaussée des bâtiments (art. R. 4451-1 du CT) et les lieux de travail spécifiques (art. R. 4451-4 du CT) comme des cavités souterraines (carrières, mines, grottes, caves agricoles...) ou des ouvrages enterrés (barrages, égouts, tunnels...) doivent faire l'objet d'une évaluation de ce risque (cf. § 3.1).

Cette évaluation vise à déterminer si la concentration de radon dans le lieu de travail est susceptible d'atteindre ou de dépasser le niveau de référence (NR) (cf. § 2.2), auquel cas il convient de réaliser les mesurages nécessaires, dans les conditions prévues au § 3.2.2.

2.2 Niveau de référence (NR)

Afin de faciliter la démarche de prévention du risque pour l'employeur, le législateur a fixé un niveau de référence (NR) à partir duquel il est jugé inapproprié d'être exposé au radon. Ce niveau de référence permet un niveau de gestion harmonisé en France pour toute situation d'exposition dans un lieu intérieur. Il est fixé à 300 Bq/m³ dans trois codes :

- le **code de la santé publique** (CSP) dans le cadre de la gestion des risques sanitaires, notamment dans certains établissements recevant du public (ERP) ;
- le **code de l'environnement** (CE) dans le cadre de la qualité de l'air intérieur, ainsi que celui de la prévention des risques naturels dans l'habitat par l'information obligatoire des acquéreurs et locataires de biens immobiliers (IAL) sur ce risque, téléchargeable sur le site Géorisques (<https://www.georisques.gouv.fr/>) ;
- le **code du travail** (CT) dans le cadre de la prévention des risques professionnels pour les lieux de travail faisant l'objet du présent guide.

Cependant, la démarche de gestion (CSP) ou de prévention (CT) de ce risque n'est pas la même en fonction du public concerné (population ou travailleurs) et de la responsabilité des acteurs concernés (exploitants, propriétaires ou employeurs). Il convient de respecter l'ensemble des dispositions de chacune des réglementations applicables, de façon distincte et complémentaire.

L'article R. 4451-10 du CT fixe une activité volumique de radon de **300 Bq/m³ en moyenne annuelle**, comme NR dans un lieu de travail. A défaut de pouvoir éviter l'exposition des travailleurs au risque radon au-dessus du NR et par application des PGP, l'employeur est tenu de mettre en œuvre toutes les mesures permettant de réduire l'exposition des travailleurs aussi bas que raisonnablement possible, à la fois d'un point de vue d'amélioration continue de la prévention et techniquement acceptable d'un point de vue économique.

Si l'exposition d'un ou de plusieurs travailleurs dépasse le NR, l'employeur doit mettre en œuvre le dispositif renforcé de radioprotection (cf. chapitre 4 du présent guide).

Nota : le considérant 22 de la directive 2013/59/Euratom précise que des constatations épidémiologiques récentes démontrent une augmentation statistiquement significative du risque de cancer du poumon résultant d'une exposition prolongée au radon à l'intérieur des bâtiments à partir d'un niveau de 100 Bq/m³. Au titre des PGP, l'employeur reste tenu de réduire autant que possible le risque auquel les travailleurs sont exposés, même si ce niveau est inférieur au NR.

2.3 Acteurs de la prévention du risque radon

L'article R. 4451-13 du CT prévoit que l'employeur évalue les risques résultant de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, en sollicitant le concours d'un « **préveneur** » qui peut être le salarié mentionné au I de l'article L. 4644-1 du CT ou, s'il l'a déjà désigné, du conseiller en radioprotection (CRP). Le salarié mentionné au I de l'article L. 4644-1 du CT est :

- Un salarié compétent, désigné par l'employeur, pour s'occuper des activités de protection et de prévention des risques professionnels dans l'entreprise ;
- A défaut, un intervenant en prévention des risques professionnels (IPRP), enregistré auprès de la DREETS ou appartenant au service de prévention et de santé au travail interentreprises auquel l'employeur adhère.

Il convient que l'employeur privilégie un « préveneur » ayant une compétence sur le risque radon.

Par ailleurs, l'employeur peut s'appuyer sur les membres du comité social et économique (CSE), qui ont des attributions en matière de santé et de sécurité des travailleurs, conformément aux articles [L. 2312-6](#) et [L. 2312-9 du CT](#).

L'employeur peut également faire appel aux services de prévention des caisses d'assurance retraite et de santé au travail (CARSAT) ou aux services de prévention des caisses locales de mutualité sociale agricole (MSA), pour l'accompagner sur ce risque.

Les employeurs et les préveneurs ont la possibilité de se renseigner sur le risque radon en consultant les sites internet des acteurs suivants :

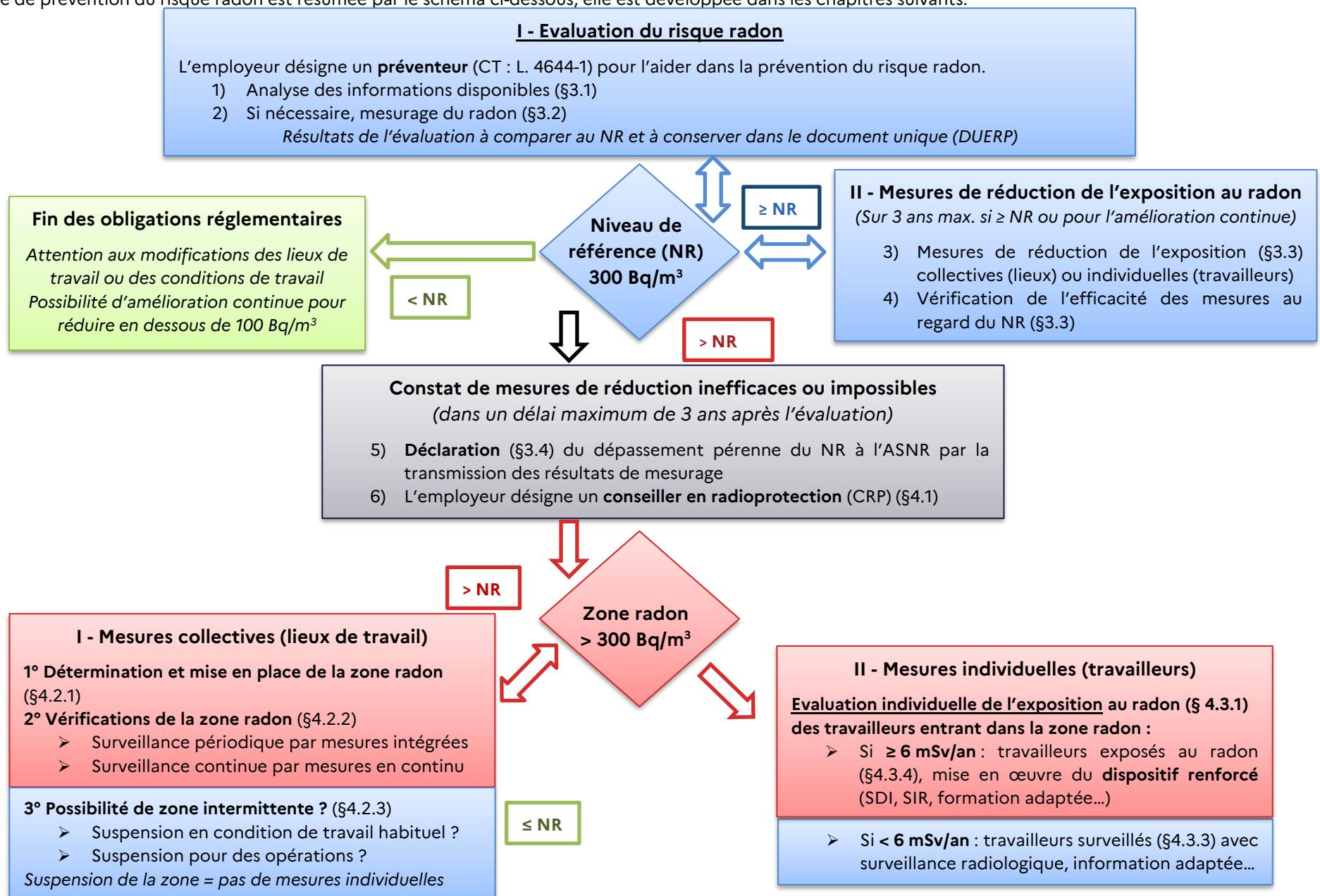
- **Au niveau national** et en fonction du secteur d'activité :
 - L'institut national de recherche et de sécurité (INRS) ;
 - L'organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBTP) ;
 - L'autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASN) qui peut être sollicitée sur des cas complexes ou des situations exceptionnelles.
 - Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) qui peut effectuer des diagnostics techniques du bâtiment et apporter des conseils en matière de solutions techniques pour réduire le niveau de radon.
- **Au niveau régional** pour des informations plus précises, les DREETS et notamment le plan régional de santé au travail (PRST) qui peut prévoir des actions concrètes sur le risque radon. Pour les régions les plus concernées, un accompagnement dans la démarche de prévention et des actions spécifiques sont possibles.

Lorsque l'employeur ne parvient pas à réduire l'exposition des travailleurs en dessous du niveau de référence ou qu'il est impossible de réaliser des mesures de réduction, notamment dans certains lieux de travail spécifiques, il doit désigner un conseiller en radioprotection (art. R. 4451-112 du CT) pour l'aider à mettre en œuvre le dispositif renforcé (Cf. chapitre 4 du présent guide).

Il est possible pour le CRP et sous couvert de l'employeur, de faire appel à un OCR pour la mise en œuvre des mesures et moyens de prévention.

2.4 Synthèse de la démarche de prévention

La démarche de prévention du risque radon est résumée par le schéma ci-dessous, elle est développée dans les chapitres suivants.



3. Application de la démarche de prévention

Pour prévenir l'exposition des travailleurs au radon, l'employeur est tenu de procéder à une évaluation des risques. L'objectif, précisé à l'article R. 4451-13 du CT, est de s'assurer que le niveau de référence de 300 Bq/m³ pour le radon, fixé à l'article R. 4451-10 du CT, n'est pas susceptible d'être dépassé. Dans le cas, où cette évaluation révèle un risque de dépassement du NR, l'employeur est tenu de réaliser des mesurages du radon (R. 4451-15 du CT). Les résultats de ces mesurages détermineront alors les mesures de réduction à mettre en place, détaillées au § 3.3.

3.1 Evaluation du risque radon : analyse documentaire

Afin de déterminer si un lieu de travail est susceptible de dépasser le NR, l'employeur procède à une évaluation des risques, pour laquelle il doit prendre en considération les éléments énoncés à l'article R. 4451-14 du CT au travers d'une analyse documentaire. Cette analyse doit prendre en compte les informations suivantes :

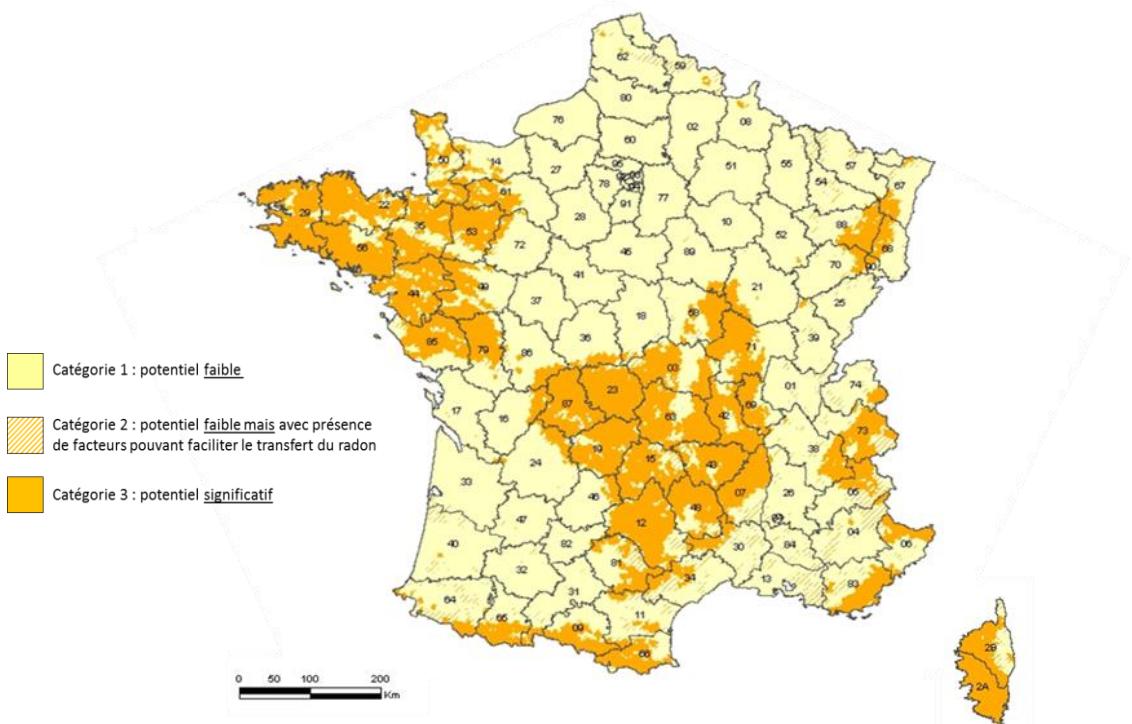
1. Le potentiel d'exhalation du radon du sol sous le lieu de travail ; (cf. §3.1.1)
2. La qualité de la construction vis-à-vis du radon ; (cf. §3.1.2)
3. L'activité professionnelle et les conditions de travail ; (cf. §3.1.3)
4. Les résultats antérieurs de mesurage du radon (s'il y en a). (cf. §3.1.4)

Pour les lieux de travail spécifiques listés à l'article 2 de l'arrêté du 30 juin 2021, présentant des particularités, il est nécessaire d'adapter l'évaluation du risque radon. A ce titre, l'article 3 de ce même arrêté précise que :

- **La cartographie du potentiel d'exhalation du radon à la surface du sol, mentionnée au 6° de l'article R. 4451-14 du CT, ne peut pas être utilisée pour les lieux de travail spécifiques. En effet, situés principalement en milieu souterrain ou semi-enterrés, la présence de radon dans ces lieux ne dépend pas de son exhalation à la surface mais d'autres facteurs propres aux caractéristiques du lieu ;**
- **L'évaluation du risque doit principalement se fonder sur l'analyse de l'aération naturelle ou du système de ventilation présent dans le lieu de travail spécifique.**

3.1.1 Informations sur le potentiel d'exhalation du radon provenant du sol

Une cartographie à l'échelle communale du potentiel d'exhalation du radon provenant du sol a été fixée réglementairement par l'arrêté du 27 juin 2018 portant délimitation des zones à potentiel radon du territoire français. Celle-ci distingue trois catégories en fonction de ce potentiel (faible, variable, significatif). Il est possible de connaître précisément la catégorie d'une commune en consultant l'arrêté du 27 juin 2018 ou en entrant son nom sur le site <https://www.georisques.gouv.fr>.



Le 6° de l'article R. 4451-14 du CT demande de prendre en compte cette cartographie, dans le cadre de l'évaluation du risque pour des **lieux de travail situés dans des bâtiments**. Ce zonage territorial est construit en prenant en compte les flux d'exhalation du radon sortant du sol ainsi que d'autres facteurs (Exemple : pour la catégorie 2, les désordres géologiques comme les cavités souterraines...).

Pour l'évaluation du risque, les trois catégories du potentiel d'exhalation du radon des sols fournissent les informations suivantes :

- **Catégorie 1** (potentiel faible) : il n'est généralement pas nécessaire de procéder à un mesurage du radon sauf si d'autres éléments de l'évaluation (points 2, 3 ou 4 du §3.1) sont susceptibles de remettre en cause cette estimation.
- **Catégorie 2** (potentiel variable) : à titre d'information, il est possible de se renseigner plus précisément au niveau cadastral (plan communal de sauvegarde, site : www.georisques.gouv.fr, histoire du site...) pour savoir si un ou plusieurs facteurs aggravants (cavités, failles, sources d'eau souterraine...) peuvent favoriser une accumulation importante du radon dans le lieu de travail. Dans tous les cas, la cartographie ayant pris en compte un facteur aggravant, il est recommandé de procéder à un mesurage du radon, sauf si d'autres éléments de l'évaluation (points 2, 3 ou 4 du §3.1) mettent en évidence l'inutilité de réaliser un mesurage.
- **Catégorie 3** (potentiel significatif) : les lieux de travail relevant de cette catégorie présentent un risque important de dépassement du niveau de référence fixé à 300 Bq/m³. Ainsi, il est vivement recommandé de procéder à un mesurage du radon sauf si d'autres éléments de l'évaluation (points 2, 3 ou 4 du §3.1) mettent en évidence l'inutilité de le réaliser.

Toutefois, la connaissance de la catégorie du potentiel radon dans laquelle se situe le lieu de travail ne suffit pas pour l'évaluation du risque, elle ne constitue qu'un des éléments à prendre en compte. Bien que moins nombreux qu'en catégorie 3, les dépassements du NR en catégorie 1 sont tout à fait possibles. Il est ainsi très important de tenir compte de l'ensemble des critères d'évaluation.

3.1.2 Informations sur la qualité de la construction vis-à-vis du radon

La bonne qualité de la construction vis-à-vis du radon dépend principalement :

- de l'étanchéité de l'interface sol-bâtiment afin de limiter l'entrée du radon dans le lieu de travail ;
- d'un système de ventilation permettant un taux de renouvellement de l'air suffisant afin d'éviter l'accumulation du radon dans les locaux de travail.

L'application des règles relatives à l'aération, à la ventilation et à l'assainissement des locaux de travail (art. R. 4222-1 et suivants du CT) est de la responsabilité de l'employeur. Elles permettent généralement d'assurer, si elles sont respectées, des niveaux de radon inférieurs au NR. En parallèle, l'employeur peut vérifier l'étanchéité sol-bâtiment et entreprendre des travaux, afin d'abaisser davantage le niveau de radon.

Nota : Pour les lieux de travail dans des bâtiments, on utilise le terme de « **bâtiment à usage professionnel** » dans le code du travail et dans le code de la construction et de l'habitation.

Bien qu'il n'existe pas de disposition réglementaire en matière de construction visant spécifiquement le radon, les règles générales s'appliquant à la construction, la rénovation et la maintenance des **bâtiments à usage professionnel** (art. L. 112-2 et L. 134-13 du code de la construction et de l'habitation (CCH)) précisent que les obligations en matière de santé et de sécurité de l'employeur doivent être respectées par le constructeur (maître d'ouvrage, maître d'œuvre...). Par conséquent, le radon doit être pris en compte dans la conception et la construction des bâtiments à usage professionnel.



Campus des métiers de Brest © cyberarchi.com



Zone industrielle d'Epône © Figaro Immobilier



AIST 87 – construction HQE © Sébastien

Figure 5 - Exemples de lieux de travail à faible concentration en radon

3.1.3 Informations sur l'activité professionnelle et les conditions de travail

L'activité professionnelle et les conditions de travail sont à prendre en compte dans l'évaluation du risque. Dans certaines situations, elles peuvent accroître l'accumulation du radon, par exemple :

- Les activités dans des « **locaux de travail spécifiques** » disposant d'équipements ou d'un confinement favorisant l'accumulation ou le drainage du radon, y compris dans les locaux fréquentés exclusivement par des entreprises extérieures ;
- Les **conditions de travail particulières** comme le travail de nuit⁶, les opérations (travaux, maintenance...) en milieu souterrain ou espace confiné pouvant exposer les travailleurs de manière plus importante.

⁶ La nuit, il y a souvent plus de radon dans les bâtiments qu'en journée, à la fois à cause du gradient thermique entre extérieur et l'intérieur, et de la réduction d'activité (fermeture des portes, potentiellement arrêt de certaines ventilations...) Tout dépend, si le travail de nuit est réalisé dans les mêmes conditions qu'en journée.

Ainsi, la forte concentration de radon dans certains locaux de travail peut notamment être favorisée par les éléments suivants :

- un confinement (accumulation du radon),
- une source de chaleur (convection du radon),
- une utilisation d'eau en quantité importante (dégazage du radon de l'eau),
- une forte dépression (drainage du radon du sol),
- le passage de nombreuses canalisations ou câbles,
- un sol en terre battue (terrain naturel),
- l'absence de système de ventilation...

Les locaux présentant un ou plusieurs de ces critères sont à identifier et à prendre en compte dans le cadre de l'évaluation des risques. Ce sont généralement les salles d'archives, les locaux techniques ou informatiques, les chaufferies, les cuisines, les buanderies... En outre, ces types de locaux se situent souvent en sous-sol de bâtiments. Si l'analyse de ces locaux conclut à des lacunes importantes d'étanchéité ou de ventilation, il sera souvent nécessaire de réaliser un mesurage du radon même si le lieu de travail se situe dans une commune en catégorie 1 ou 2.

Ne pas confondre : Un **lieu de travail spécifique** (cavité ou galerie souterraine, ouvrage semi-enterré, établissement thermal...) avec un **local de travail spécifique** (local technique, local informatique, buanderie, cuisine, archives...) qui est toujours dans un bâtiment, même si, dans les deux cas, le radon va s'y accumuler plus facilement.

En cas d'intervention d'entreprises extérieures en zone radon, et conformément aux articles R. 4512-5 et suivants du CT, les chefs de l'entreprise utilisatrice (EU) et de l'entreprise extérieure (EE) procèdent à une inspection commune préalable des lieux de travail, à l'issue de laquelle un plan de prévention est rédigé afin de préciser les mesures de prévention à mettre en œuvre face aux risques identifiés. Si un risque d'exposition des travailleurs au radon est identifié à l'issue de l'évaluation, ce dernier doit figurer au sein de ce plan, indépendamment du niveau de concentration mesuré. En effet, le radon fait partie des rayonnements ionisants mentionnés au 1^o de l'arrêté du 19 mars 1993 fixant la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

Important : Le radon provenant du sol ne constitue pas une « pollution spécifique » au sens de l'article R. 4222-3 du CT, produit par l'activité, c'est un polluant qui est partout présent dans l'air et dont l'accumulation peut être augmentée par l'activité. Un niveau de radon élevé dans un local ne peut pas conduire à le qualifier de « local à pollution spécifique » sur ce seul critère (radon).

3.1.4 Informations sur des résultats existants de mesurage du radon

L'article R. 4451-14 6^o du CT dispose que l'employeur prend en considération le résultat d'éventuelles mesures de la concentration d'activité de radon dans l'air déjà réalisées. Il doit en outre s'assurer, qu'aucune modification importante susceptible d'influer sur la concentration de radon n'a eu lieu depuis la réalisation de ces mesurages.

L'évaluation des risques ne peut pas se fonder uniquement sur des mesurages réalisés dans des lieux situés à proximité du lieu de travail concerné. En effet, chaque lieu a ses propres caractéristiques (cf. points 2 et 3 du §3.1) et doit être traité comme un cas unique.

Enfin, il est tout à fait possible de tenir compte des mesurages du radon effectués selon les dispositions du code de la santé publique (CSP), notamment pour les établissements recevant du public (ERP). Si ces mesurages réglementaires prévus aux articles D. 1333-32 à R. 1333-36 du CSP ont déjà été effectués, et que ces résultats sont représentatifs d'une exposition professionnelle à tous les postes de travail, alors il n'est pas forcément nécessaire de réaliser un nouveau mesurage du radon. Il convient toutefois de ne pas oublier les locaux occupés exclusivement par les travailleurs et, notamment, les « locaux de travail spécifiques », comme les locaux techniques souvent en sous-sol, qui n'entrent pas dans le périmètre du mesurage réglementaire prévu par le CSP (car inaccessibles au public). Dans tous les cas il est souhaitable de créer une synergie entre le mesurage ERP (CSP) et l'évaluation du risque professionnel (CT).

3.1.5 Suites à donner à l'évaluation du risque fondé sur l'analyse des informations disponibles

En premier lieu, les résultats de l'évaluation des risques sont à consigner dans le document unique d'évaluation des risques prévu l'article R. 4121-1 du CT et sous une forme permettant sa consultation pour au moins 10 ans.

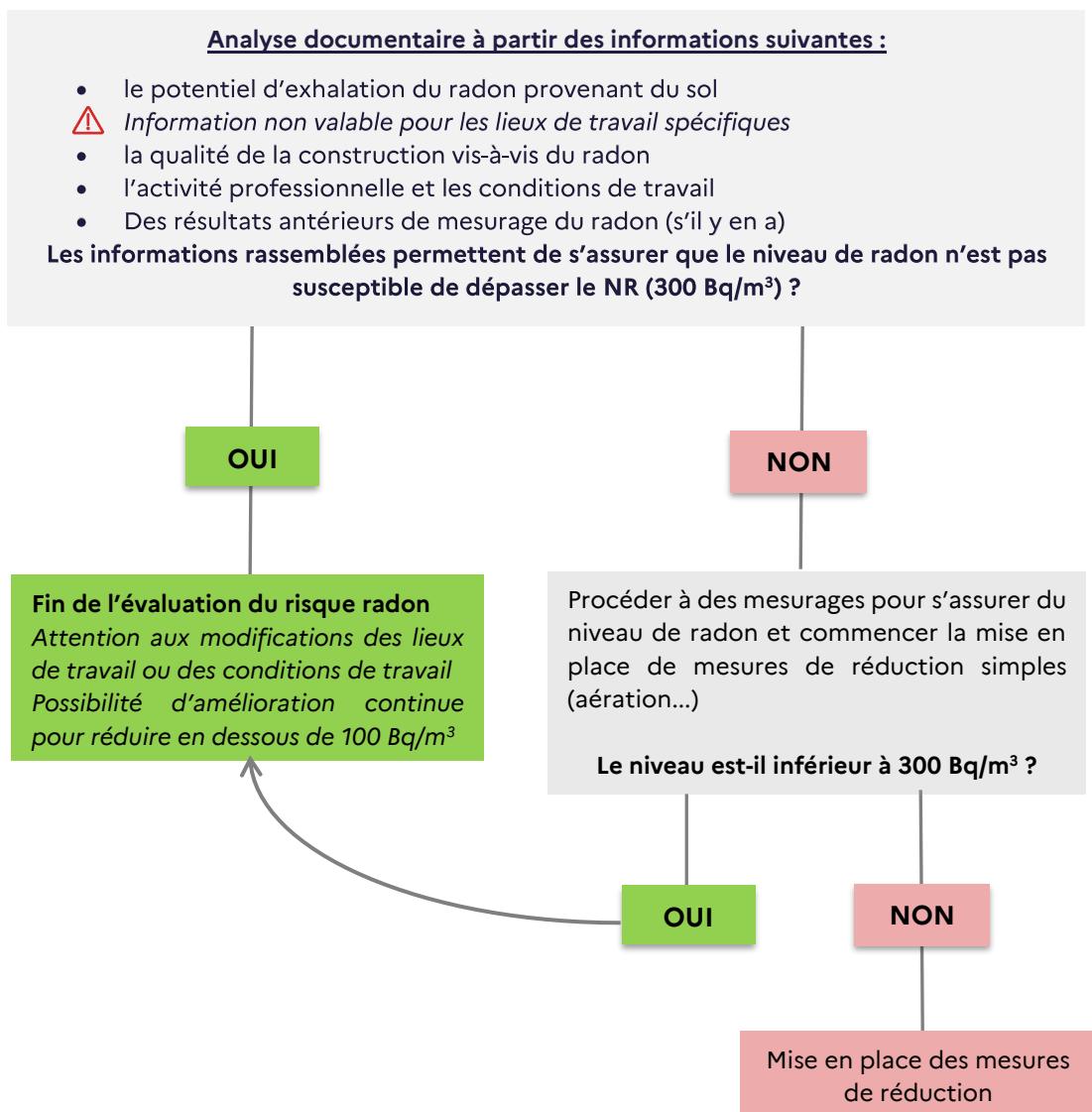
Lorsque les résultats de l'évaluation des risques mettent en évidence que l'exposition est susceptible d'atteindre ou de dépasser le NR, l'employeur met en œuvre des mesures de réduction (R. 4451-18) et procède à la réalisation de mesurages du radon pour s'assurer du niveau exact de radon (R. 4451-15 du CT).

Chaque lieu de travail est particulier et doit donc être évalué au cas par cas. Les exemples ci-dessous permettent de donner quelques indications au lecteur sur l'interprétation des éléments recueillis.

Exemples de situations complexes :

- Si le lieu de travail est situé dans une commune de catégorie 1 mais que les ateliers du service technique sont en sous-sol du bâtiment et qu'il n'y a pas de système de ventilation dans ces ateliers où débouchent de nombreuses canalisations ou câbles, alors il est recommandé de procéder à un mesurage du radon au moins dans ces ateliers en sous-sol.
- Si le lieu de travail est constitué de bureaux au 1^{er} étage d'un bâtiment dans une commune en catégorie 2 mais qu'un local informatique en sous-sol peut aussi être occupé ponctuellement par un travailleur d'une entreprise extérieure, il est recommandé de procéder à un mesurage dans ce local informatique. Si le résultat de mesure dans ce local en sous-sol met en évidence un niveau de radon largement supérieur au NR et qu'une gaine technique (câbles, canalisations...) conduit au bureau du 1^{er} étage, il est nécessaire dans une deuxième étape de mesurer aussi ce bureau.
- Si le lieu de travail est situé dans une commune de catégorie 3 mais qu'il a été construit selon des critères du label HQE (haute qualité environnementale), il n'est pas nécessaire de réaliser des mesurages du radon (au cas par cas selon les éléments à disposition).

3.1.6 Synthèse de l'évaluation du risque radon



3.2 Mesurages du radon à l'issue de l'évaluation du risque

L'article R. 4451-15 du CT dispose que l'employeur doit procéder à un mesurage du radon sur le lieu de travail lorsque les résultats de l'évaluation des risques mettent en évidence que le niveau de radon est susceptible d'y atteindre ou d'y dépasser le NR de 300 Bq/m³ en activité volumique moyenne annuelle.

Comme le **niveau de référence est une moyenne annuelle**, il convient d'utiliser un appareil qui peut mesurer le radon sur plusieurs mois, afin que les résultats des mesurages soient représentatifs avant de les comparer au NR (article 2 de l'arrêté du 15 mai 2024⁷). En théorie, il faudrait laisser le détecteur mesurer sur une période d'un an pour pouvoir comparer le résultat au NR. En pratique, compte tenu des difficultés de réalisation (risque de perte, vol, détérioration ou déplacement du détecteur, conditions de travail incompatibles...), deux mois peuvent suffire, si la période de mesure est bien représentative des conditions de travail (cf. §3.2.2).

Ces mesurages peuvent être réalisés par l'employeur avec l'aide de son préventeur (salarié compétent, ingénieur HSE, conseiller de prévention, intervenant en prévention de risques professionnels...) ou un conseiller en radioprotection (art. R. 4451-112 du CT), conformément à l'article R. 4451-123 du CT, s'il en a désigné un (cf. protocole de mesurage en annexe 1).

Si l'employeur ne dispose pas des ressources ou des compétences en interne, il peut faire appel à un intervenant extérieur qualifié.

Pour les aider dans ces démarches, les employeurs de TPE peuvent par ailleurs faire appel aux services de prévention des caisses d'assurance retraite et de santé au travail (CARSAT) pour le régime général et aux services de prévention des caisses locales de la MSA pour le régime agricole.

Attention : L'employeur peut faire appel aux organismes agréés dans le cadre des dispositions du code de la santé publique (CSP) pour le mesurage du radon dans les établissements recevant du public (art. R. 1333-36 du CSP). Cet organisme devra toutefois bien effectuer ces mesurages selon les règles posées par le code du travail.

3.2.1 Mesurage du radon avec un appareil de mesure intégrée

3.2.1.1 Type d'appareil à utiliser

L'article 2 de l'arrêté du 15 mai 2024 exige, pour réaliser le mesurage du radon dans le cadre de l'évaluation des risques, l'utilisation d'appareils de **mesure intégrée du radon** à lecture différée, appelés « détecteurs » dans la suite de ce guide.

Ces détecteurs doivent être **fournis et exploités par le même organisme accrédité (OA « laboratoire »)**. La liste des OA « laboratoires » est présente sur le site internet de l'ASNR. Seuls ces OA peuvent fournir les détecteurs demandés par la réglementation. Cela évite les intermédiaires avec des conditions de stockage des détecteurs non maîtrisées ainsi que l'utilisation d'autres types d'appareils qui n'auront pas la même qualité de mesure.

Ces OA « laboratoires » doivent fournir à l'utilisateur du détecteur une notice d'utilisation et lui demander de **remplir un questionnaire répondant aux exigences de l'arrêté du 26 octobre 2020** relatif à la communication à l'ASNR des résultats de l'analyse des dispositifs de mesure intégrée du radon et des données associées.

Les informations demandées par le questionnaire sont *a minima* : le numéro des détecteurs, la date de pose et de dépôse des détecteurs, la catégorie du lieu (bâtiment à usage professionnel ou lieu de travail spécifique), le nom de la commune et son code postal. Sans ces informations, l'OA « laboratoire » ne pourra pas transmettre le résultat de la mesure.

⁷ Arrêté du 15 mai 2024 relatif à la démarche de prévention du risque radon et à la mise en place d'une zone radon et des vérifications associées dans le cadre du dispositif renforcé pour la protection des travailleurs



Détecteur « ouvert »

Détecteur « fermé »

Figure 5 - Exemples de dispositifs de mesure intégrée du radon de type DSTN

Il est recommandé de mesurer le radon sur une période de 2 mois au minimum pour disposer d'une activité volumique moyenne annuelle représentative et comparer le résultat ainsi obtenu au NR. Dans l'appareil, le film (LR115 ou CR39) enregistre les désintégrations alpha du radon pendant toute la durée de la mesure.

Dans ces conditions, il n'est pas nécessaire de tenir compte des incertitudes de mesure puisque le résultat est considéré comme représentatif d'une moyenne annuelle (cf. annexe 1).

En pratique : le détecteur de type « fermé » est recommandé lorsque l'atmosphère du lieu de travail est humide ou empoussiérée. Dans tous les cas, il est nécessaire d'utiliser le même type de détecteur pour l'ensemble des mesurages dans un même lieu de travail.

3.2.1.2 Conservation des résultats de mesurage du radon

Les résultats de mesurage du radon obtenus pour l'évaluation du risque doivent être conservés dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP), sous une forme susceptible d'en permettre la consultation pour une période d'au moins dix ans (art. R. 4451-16 du CT). De plus, le DUERP doit, depuis 2022, être conservé pendant 40 ans.

En complément, en vertu de l'article R4451-17 du CT, l'employeur communique les résultats de l'évaluation des risques et des mesurages au service de prévention et de santé au travail (SPST) et au comité social et économique (CSE), en particulier lorsqu'ils sont mis à jour.

3.2.2 Mesurage du radon dans un bâtiment à usage professionnel

Dans le cadre du mesurage du radon dans un bâtiment à usage professionnel, il convient de prendre en compte des points suivants :

- **La saison** : dans les bâtiments à usage professionnel, il est recommandé de procéder au mesurage **pendant la période froide** (de septembre à avril en France métropolitaine). Pendant cette période, les fenêtres sont généralement ouvertes moins fréquemment et le chauffage fonctionne ce qui augmente la dépression naturelle des bâtiments drainant ainsi plus de radon des sols. En outre, la réalisation de ces mesurages dès le début de la période froide (septembre) permet de réaliser les éventuels mesurages complémentaires au cours de la même saison. En effet, lorsqu'un mesurage révèle un dépassement du niveau de référence dans un lieu de travail, il est recommandé d'étendre l'évaluation du risque radon dans les lieux de travail situés à l'étage supérieur.

Toutefois, dans le cas où la période froide ne coïncide pas avec une présence effective, ponctuelle ou régulière de travailleurs dans les lieux investigués (par exemple, si le lieu de travail ne fonctionne qu'en été (activités saisonnières), alors il est nécessaire de procéder au mesurage pendant la période d'ouverture.

Important : Il peut s'avérer nécessaire d'adapter la période et la durée du mesurage aux particularités du lieu de travail, de l'activité professionnelle ou des conditions de travail. En tout état de cause, le radon doit être mesuré au poste de travail ou au plus proche de ce dernier.

- **Le nombre d'appareils à utiliser :** Pour évaluer le nombre de détecteurs à utiliser dans le cadre d'un mesurage du radon dans un lieu de travail, il convient d'étudier les plans des locaux de travail et d'obtenir, auprès des services techniques, les informations suivantes :
 - ✓ la surface au sol du lieu de travail (au minimum sous-sol et rez-de-chaussée) ;
 - ✓ le nombre de locaux de travail ainsi que leur fréquentation (présence ponctuelle, régulière ou permanente, de travailleurs) ;
 - ✓ les résultats des mesurages radon déjà réalisés dans certains locaux (cf. réglementation du CSP pour les ERP).

Il convient également d'identifier :

- ✓ les locaux ayant les mêmes caractéristiques techniques (ventilation, chauffage, climatisation, interface avec le sol...) et les mêmes activités professionnelles sur le même niveau ;
- ✓ les locaux de travail spécifiques « radon » (au moins en sous-sol).

Si l'employeur fait appel à un intervenant extérieur pour réaliser ces mesurages, une visite préalable peut s'avérer nécessaire en fonction de la complexité du lieu de travail (cf. annexe 2 qui précise le nombre de détecteurs à poser).

Important : Le protocole de mesurage est détaillé en **annexe 1** et deux exemples sont fournis en **annexe 2**.

En pratique : un détecteur radon est placé dans un local de travail représentatif d'un ensemble de locaux de travail ayant les mêmes caractéristiques techniques (ventilation, chauffage, interface avec le sol...) ainsi que la même activité professionnelle et des conditions de travail similaires ; il est placé si possible au plus proche d'un poste de travail. En cas de doute sur un ensemble de locaux similaires, des détecteurs supplémentaires peuvent être implantés (coût très faible dans le cadre de l'auto-mesurage). Néanmoins, pour un premier mesurage, il est excessif de placer un détecteur dans chaque local de travail.

Exemples : Deux cas à l'opposé l'un de l'autre sont présentés ci-dessous :

Cas 1 : Lieu de travail situé dans une commune de catégorie 3, comprenant le sous-sol et le rez-de-chaussée d'un bâtiment ancien présentant des dalles au sol fissurées et un système de ventilation ne permettant pas un taux de renouvellement d'air satisfaisant :

=> Il est recommandé de placer au moins un détecteur tous les 200 m²(annexe 1B) dans les locaux où les temps de présence des travailleurs sont les plus importants, en n'oubliant pas de prendre en compte les « locaux de travail spécifiques » qui sont les plus souvent utilisés. Quelques mesurages peuvent aussi être réalisés au 1^{er} étage dans les locaux de travail où des gaines ou colonnes techniques remontent des étages inférieurs, ainsi que dans des locaux présentant des sources de chaleur importantes ou des systèmes de ventilation en forte dépression (cf. locaux de travail spécifiques).

Cas 2 : Lieu de travail situé dans une commune de catégorie 1, principalement en rez-de-chaussée ou étages dans un bâtiment ancien ayant néanmoins quelques locaux en sous-sol, dont des locaux techniques (informatique, chaufferie...), des sanitaires et le bureau des services techniques où la ventilation est une VMC simple flux par extraction (dépression) sans entrée d'air extérieur :

=> Il est recommandé de placer *a minima* 2 détecteurs radon dans les locaux de travail situés au sous-sol du bâtiment, dont un dans le bureau des services techniques et au moins un dans un local technique où des travailleurs peuvent se rendre régulièrement.

3.2.3 Particularités du mesurage dans certains lieux de travail spécifiques en milieu souterrain

Dans des lieux de travail spécifiques en milieu souterrain, dont la liste est fixée dans l'arrêté du 30 juin 2021 (tels que les mines et carrières comportant des installations souterraines accessibles aux travailleurs, les grottes, les musées miniers, les caves à vins, les caves à fromages, les champignonnières, les entrepôts souterrains, les installations de stockage de déchets...), et lorsque l'évaluation des risques met en évidence que l'exposition des travailleurs est susceptible d'atteindre ou de dépasser le niveau de référence, le mesurage du radon doit en outre, selon l'article 3 II dudit arrêté, intégrer les particularités du lieu comme la présence d'humidité (eau souterraine), le confinement (absence de ventilation), les variations saisonnières dans les environnements naturels, l'empoussièlement (ateliers)...

Pour les lieux en milieu souterrain, il est fortement recommandé de faire réaliser les mesurages du radon par un professionnel qualifié en technique de mesurage du radon (cf. annexe : détecteur fermé). Si l'employeur ne dispose pas de professionnel qualifié en interne (PCR), il est nécessaire de faire appel à un intervenant extérieur compétent en radon, voire l'ASNR pour des cas complexes dans lesquels ceux-ci ne seraient pas capables de réaliser le mesurage.

Le milieu souterrain (ex : cavités et galeries) ne répond pas aux mêmes conditions d'accumulation du radon que les constructions (bâtiments ou ouvrages). Les facteurs environnementaux, en particulier météorologiques tels que le gradient⁸ de pression et le gradient thermique ou saisonniers (été/hiver), exercent une influence beaucoup plus importante sur les milieux souterrains. Il est recommandé de procéder à un double mesurage du radon, l'un pendant la période hivernale et l'autre pendant la période estivale, (sauf si les travailleurs ne sont présents que pendant l'une de ces deux périodes).

Le mesurage du radon dans un lieu de travail spécifique situé en milieu souterrain est soumis à des modalités particulières. Il est nécessaire de prendre en compte :

- ✓ le nombre total ou, s'il n'est pas connu, approximatif de cavités ou de galeries souterraines ;
- ✓ le nombre précis de cavités ou de galeries souterraines où des travailleurs sont présents régulièrement ou ponctuellement ;
- ✓ le type d'aération naturelle ou de système de ventilation pour une même section de cavités ou de galeries souterraines ;
- ✓ dans le cas d'une industrie extractive ou d'une opération de longue durée (chantier souterrain), la puissance du système de ventilation, le taux d'empoussièlement et les autres polluants de l'air ;
- ✓ dans le cas d'une opération (chantier, maintenance...), sa durée.

Les informations recueillies permettront de déterminer le nombre de détecteurs nécessaires pour le mesurage du radon dans les cavités et galeries qui sont occupées régulièrement par des travailleurs. Il est préconisé de placer au moins un détecteur tous les 200 m² dans les cavités et au moins un tous les 500 mètres linéaires dans les galeries (grande longueur par rapport à la hauteur). Les détecteurs doivent être placés au plus proche des postes de travail si ceux-ci sont fixes. La période de mesurage est choisie par rapport au temps de présence le plus important des travailleurs.

Il est à noter toutefois qu'il est impossible de mesurer le radon dans les millions de kilomètres de galeries souterraines présentes sur le territoire, notamment sous les grandes villes. La surveillance de l'activité volumique du radon dans toutes les cavités et galeries souterraines où sont susceptibles d'intervenir ponctuellement des travailleurs n'étant pas réalisable, l'article 4 de l'arrêté du 30 juin 2021 permet à l'employeur d'équiper ses travailleurs d'un dispositif d'alerte (appareil électronique de mesure en continu à lecture directe) capable de les alerter d'un niveau de radon important.

⁸ Le gradient de température correspond à la variation de la température en fonction de l'altitude et le gradient de pression définit la variation de la pression atmosphérique en fonction de la distance



Figure 6 - Exemple d'un travailleur en milieu souterrain portant un dispositif opérationnel à la ceinture (Source Bertin)

3.2.4 Mise à jour de l'évaluation des risques et fréquence des mesurages

Le DUERP doit être actualisé au moins tous les ans dans les entreprises d'au moins onze salariés, en cas de modification importante des conditions de travail affectant la santé des travailleurs ou lorsqu'une information supplémentaire portée à la connaissance de l'employeur le justifie (art. R. 4121-2 du CT). Ainsi, il est nécessaire de s'interroger régulièrement sur la survenue de modifications impactant les facteurs de variation du radon (ex : modification du système de ventilation ou de chauffage ou travaux d'aménagement de nouveaux locaux, vieillissement de la construction) et donc sur la nécessité de procéder à un nouveau mesurage.

Dans le cas où des mesurages ont été réalisés, ceux-ci doivent être consultables pour une période d'au moins dix ans (art R. 4451-16 du CT). L'intégralité du DUERP et ses versions antérieures sont eux conservés pour une durée de 40 ans (R. 4121-4 CT).

Ces dispositions permettent d'assurer la traçabilité des expositions des travailleurs. Cette traçabilité est également complétée par la conservation du dossier médical individuel, incluant les résultats du suivi dosimétrique, pendant cinquante ans à compter de la fin de l'activité professionnelle impliquant une exposition aux rayonnements ionisants (R4451-83 CT).

3.2.5 Interprétation des résultats du mesurage

Une fois les résultats des mesurages connus, ces derniers sont à comparer au NR (300 Bq/m^3). L'analyse des résultats issus de la méthodologie de pose des détecteurs est présentée en annexe au travers de cas concrets.

Si les résultats du mesurage révèlent un **niveau inférieur au NR**, la réglementation ne prévoit pas de disposition particulière. Toutefois, en vertu des principes généraux de prévention, l'employeur est tenu d'abaisser le niveau de radon plus bas que possible. Pour cela, il convient de mettre en place des mesures de réduction détaillées ci-dessous au §3.3.

En revanche, quand le niveau de radon mesuré atteint ou dépasse le NR, la mise en place des mesures de réduction est soumise à des obligations supplémentaires, précisées à l'article 3 de l'arrêté du 15 mai 2024.

Ainsi, dans le cas où le niveau de radon est supérieur à 300 Bq/m^3 , l'employeur doit, en plus d'appliquer sans délai les mesures de réduction prévues à l'article R. 4451-18 du CT

- établir un plan d'actions et en assurer la traçabilité,
- ramener le niveau de radon à un niveau inférieur au NR dans un délai de 3 ans.

Dans le cas où le niveau de radon est supérieur à 1000 Bq/m^3 en moyenne annuelle, l'employeur dispose de 12 mois à compter de la date à laquelle il a connaissance de ce niveau élevé pour le ramener à un niveau inférieur ou égal à 1000 Bq/m^3 en moyenne annuelle et de 24 mois supplémentaires pour le ramener sous le NR (300 Bq/m^3 en moyenne annuelle).

En cas d'impossibilité de mise en place des mesures de réduction, l'employeur met en place le dispositif renforcé dans les plus brefs délais (article 3 de l'arrêté du 15 mai 2024).

Pour un travailleur présent à temps complet dans ce lieu, un niveau de radon supérieur à 1 000 Bq/m³ peut entraîner une exposition supérieure à la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) de 20 mSv/an en dose efficace (art. R. 4451-6 du CT). Pour éviter de dépasser cette VLEP annuelle, il est nécessaire de réaliser des mesures effectives et pérennes de réduction de ces fortes concentrations en radon dans l'année suivant leur découverte.

Dans la mesure où un tel niveau de risque a été identifié, l'employeur doit informer les travailleurs et mettre en place une organisation du travail visant à réduire la durée et la fréquence des expositions dans l'attente des travaux de réduction.

Enfin, si en dépit des mesures de réduction mises en place, le niveau de radon demeure supérieur au NR après trois années, alors il convient de mettre en place le dispositif renforcé ("zone radon"), dont les modalités de mise en œuvre sont développées au chapitre 4 de ce guide.

Pour un niveau supérieur à 1 000 Bq/m³, si la mise en place de solutions techniques effectives et pérennes pour réduire le risque ne peut pas être réalisée à court terme (*dans les douze mois qui suivent*) et que les modifications des conditions de travail ne permettent pas de réduire significativement l'exposition, il est recommandé de mettre en œuvre le dispositif renforcé pour la protection des travailleurs. L'employeur pourra toujours, par la suite, chercher à réduire le risque sur le long terme afin de sortir du dispositif renforcé.

L'ordre d'application des PGP prévoit de mettre en œuvre des mesures de réduction de l'exposition, pour éviter de rentrer dans le dispositif de protection renforcé. Des mesures de réduction efficaces permettront, dans la majorité des cas, de revenir en dessous du NR et donc de ne pas entrer dans le dispositif de protection renforcé.

3.3 Mesures de réduction de l'exposition au radon

L'article R. 4451-18 –II du CT indique les types de mesures possibles permettant de réduire l'exposition aux rayonnements ionisants. Pour le radon, il convient de retenir les types d'actions énoncées au 1^o et 5^o de l'article, soit :

- La mise en œuvre d'autres procédés de travail n'exposant pas le travailleur ou réduisant son exposition (§3.3.1)
- L'amélioration de l'étanchéité du bâtiment vis-à-vis des points d'entrée du radon ou le renouvellement d'air des locaux. Pour les lieux de travail spécifiques, les mesures de réduction étant à adapter au cas par cas selon la spécificité du lieu (art. 5 de l'arrêté du 15 mai 2024), elles seront développées au §3.3.

La première étape pour l'employeur, aidé de son préventeur, est **d'informer les travailleurs concernés** par un potentiel risque d'exposition au radon ainsi que **les représentants du personnel** (membres du CSE, de la CSSCT ou de la FSSCT dans le secteur public). Cela leur permettra de réfléchir ensemble à des solutions pouvant être apportées rapidement, les actions portant sur les lieux de travail affectant la plupart du temps les conditions de travail.

Rappel : L'employeur communique les résultats de l'évaluation des risques et des mesurages aux professionnels de santé mentionnés au premier alinéa de l'article L. 4624-1 du code du travail (SPST) et au comité social et économique (CSE), en particulier lorsqu'ils sont mis à jour au titre de l'article R. 4121-2 du même code dans le document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP).

3.3.1 Mesures de réduction de l'exposition en agissant sur les conditions de travail

L'article R. 4451-18-II-1° du CT prévoit, pour réduire l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, la mise en œuvre d'autres procédés de travail n'exposant pas ou entraînant une exposition moindre. Ces mesures visent à agir sur les conditions de travail et peuvent souvent être effectuées très rapidement, contrairement aux solutions techniques qui peuvent prendre du temps à être concrétisées.

En cas d'atteinte ou de dépassement du NR de 300 Bq/m³, plusieurs actions concrètes à mettre en place, à **court terme**, sont possibles. Celles-ci portent notamment sur la modification des conditions de travail via des mesures organisationnelles telles que :

- Déplacer temporairement les travailleurs dans un autre lieu ou local, dont le niveau de radon est inférieur au NR, si les activités exercées le permettent. Cela permet « d'éliminer » le risque d'exposition pour les travailleurs, conformément au premier principe général de prévention, et de réfléchir sereinement à la meilleure solution technique possible, le cas échéant dans un cadre d'amélioration plus large que le seul risque radon (amélioration de la qualité de l'air, rénovation...);
- En cas de fortes expositions, réduire le temps de présence des travailleurs exposés en faisant, par exemple, intervenir plus de travailleurs.
- Quand cela est possible, aérer régulièrement le lieu concerné (via les portes et fenêtres) en tenant compte de la température (art. R. 4213-7 du CT).

3.3.2 Mesures de réduction d'exposition via l'amélioration du renouvellement d'air et de l'étanchéité du bâtiment

L'article R. 4451-18-II 5° du CT prévoit des actions spécifiques au radon, à savoir l'amélioration de l'étanchéité du bâtiment vis-à-vis des points d'entrée du radon ou le renouvellement d'air des locaux pour abaisser la concentration en radon et l'évacuer. Ces deux types de mesures peuvent être combinés.

Avant la mise en place des mesures de réduction, il convient de bien analyser le lieu de travail afin d'appliquer les mesures les plus adaptées à la situation. Cette analyse vise à rechercher les causes possibles d'une accumulation importante de radon et éventuellement permettre la mise en œuvre d'« actions simples » pour la réduire, qui découlent le plus souvent du bon sens et sont peu coûteuses. L'employeur peut faire appel à ses propres services techniques, s'il en a, ou à un prestataire professionnel du BTP, *a minima* informé sur la gestion du risque radon.

Ces actions simples, détaillées en **annexe 4**, consistent principalement à :

- vérifier l'état du système de ventilation (article R. 4222-1 du CT) et corriger les éventuels dysfonctionnements (obturation d'entrée ou de sortie d'air, encrassement, défaillance ou arrêt volontaire du système de ventilation...);
- réaliser des étanchements de l'enveloppe du bâtiment en contact avec le terrain ainsi que des voies de transfert entre les sous-sols et les parties occupées du bâtiment (portes, passages de canalisation...) ; améliorer ou rétablir l'aération naturelle du soubassement lorsqu'elle existe (cas des aérations du vide sanitaire ou de cave obturées ou obstruées).

Les dépassements du niveau de référence (NR) de quelques centaines de Becquerels par mètre cube sont souvent liés au non-respect des règles en matière de ventilation des locaux de travail.

Important : il convient de vérifier la mise en conformité du système de ventilation en prenant soin d'éviter d'augmenter la mise en dépression du lieu de travail car cela peut drainer encore plus de radon venant du sol sous-jacent. En effet, les ventilations mécaniques par extraction simple flux sont à dimensionner avec précision car, mal dimensionnées ou mal installées, elles peuvent contribuer à augmenter la concentration en radon. Dans ce cas, une ventilation naturelle est parfois préférable tout en veillant à l'efficacité énergétique, voire une ventilation mécanique à double flux qui nécessite toutefois un dimensionnement et un coût plus important.

Dans les situations où l'exposition au radon persiste, il est recommandé de procéder à une **expertise** approfondie de la problématique pour identifier les causes de la présence de radon, avant de se lancer dans des travaux qui pourraient être complexes et coûteux, et dont l'efficacité n'est pas garantie. Cette expertise est détaillée en **annexe 5**. Elle comprend un diagnostic technique du lieu de travail s'il est situé dans un bâtiment, ainsi que des investigations complémentaires éventuelles (audit de la ventilation, identification des sources, voies d'entrée et de transfert, etc.) pour bien comprendre le comportement du radon. Elle est réalisée par des professionnels compétents, connaissant les normes applicables en matière de construction et de mesurages du radon et capables d'en adapter certaines aux particularités du lieu et des conditions de travail.

La partie diagnostic de l'expertise des bâtiments comprend :

- ✓ des informations générales sur le bâtiment et son environnement : année de construction, type et constitution du bâtiment, surface au sol, nombre de niveaux, réhabilitations éventuelles, type d'ouvrants extérieurs... ;
- ✓ une description du soubassement : type et constitution du soubassement, surface au sol et état d'étanchement de chaque type de soubassement (dallage sur terre-plein, vide sanitaire, cave), identification de voies potentielles d'entrée et de transfert du radon par l'interface sol-bâtiment (porte de cave, trappes, passage des réseaux...) ;
- ✓ une description du système de ventilation et une évaluation qualitative du niveau d'aération des locaux de travail, une identification d'absence ou d'insuffisance du taux de renouvellement de l'air ;
- ✓ une description des équipements du bâtiment exerçant une influence sur la concentration d'activité du radon (chauffage, chauffe-eau, climatisation...).

Il est parfois nécessaire de compléter ce diagnostic technique par des investigations complémentaires, qui sont très utiles pour préconiser des travaux adaptés et précis pour une situation donnée, limitant ainsi les travaux surdimensionnés et par conséquent, plus coûteux, voire inefficaces si les travaux n'ont pas pris en compte une voie principale d'entrée du radon :

- une vérification du système de ventilation (mesures de débits ou de dépression, vérification du bon fonctionnement des différents composants du système...), notamment dans le cas de bâtiments et/ou de systèmes complexes ;
- une recherche et une identification des sources et des voies d'entrée et de transfert du radon dans le bâtiment. Ces recherches sont à faire réaliser par des professionnels disposant de tout le matériel de mesurage nécessaire (appareils de mesure du radon en continu, ponctuelle). Si le préveteur de l'employeur ne possède pas le matériel nécessaire, il est recommandé de faire appel à un organisme agréé de niveau 2⁹ par l'ASNR pour la mesure du radon dans les ERP. Pour les cas les plus complexes dans lesquels les organismes ne seraient pas en mesure de réaliser la prestation, notamment dans des lieux de travail spécifiques, il est possible de s'adresser à l'ASNR.

D'autres investigations complémentaires peuvent être menées en fonction de la complexité de la situation comme les conditions environnementales (pression, température, humidité...), le comportement du radon (EAP, facteur d'équilibre...) etc.

Lorsque le diagnostic technique et les mesurages complémentaires sont réalisés et leurs résultats analysés pour comprendre les causes de l'accumulation de radon dans le lieu de travail, il est possible de préconiser les solutions techniques les plus pertinentes et adaptées à la situation. Il est alors vivement recommandé de les hiérarchiser avec un bilan coûts/avantages.

Les solutions techniques sont bien connues et détaillées dans des documents à destination des professionnels du BTP. L'ASNR et le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) ont publié en 2023 un guide de recommandations pour la protection des bâtiments neufs et existants vis-à-vis du radon qui est téléchargeable gratuitement sur le site de l'ASNR : [ici](#).

⁹ le niveau 2 (réalisation des 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 du code de la santé publique).

Un guide technique¹⁰ du CSTB (payant) reprend de manière détaillée, avec des exemples pratiques, les solutions techniques les plus utilisées.

D'autres guides relatifs aux solutions techniques de réduction du radon sont téléchargeables gratuitement sur les sites Internet d'instances officielles francophones (Suisse : OFSP, Belgique : AFCN, Canada : Santé Canada).

La difficulté consiste à mettre en œuvre les bonnes actions de réduction en adéquation avec le niveau de radon mesuré, le lieu de travail et les conditions de travail. Certaines actions peuvent être efficaces dans un cas mais avoir un effet moins efficace, nul ou même contraire dans un autre cas.

La mise en œuvre des mesures de réduction, que ce soit celles relatives à l'aération, à la ventilation et à l'assainissement des locaux de travail (article R. 4222-1 et suivants du CT), ou à l'étanchéité de l'interface sol-bâtiment, sont de la responsabilité de l'employeur. Elles permettent généralement d'assurer, si elles sont respectées, des niveaux de radon inférieurs au NR. Toutefois, dans le cas où des travaux d'amélioration de l'étanchéité de l'interface sol-bâtiment sont à envisager et si l'employeur n'est pas le propriétaire du bâtiment, alors il reviendra à l'employeur de se rapprocher du propriétaire des locaux pour l'engagement de ce type de travaux. Il n'en sera pas pour autant dégagé de son obligation de préserver la santé des travailleurs affectés dans les locaux.

Nota : Les actions préventives définies en phase de conception sont beaucoup moins coûteuses et sont plus faciles à mettre en place lors de la construction que des mesures de réduction réalisées une fois le lieu de travail en exploitation.

3.3.3 Mesures de réduction dans un lieu de travail spécifique

L'article 3 de l'arrêté du 15 mai 2024 prévoit que pour un lieu de travail spécifique, les mesures de réduction de l'exposition sont à adapter au cas par cas selon les spécificités du type de lieu.

Les lieux de travail spécifiques peuvent être regroupés en deux grandes catégories :

- les lieux de travail spécifiques où il existe des règles de construction prenant en compte une ventilation mécanique ou son absence, si volonté de confinement ;
- les lieux de travail spécifiques où seule la ventilation naturelle existe.

La principale mesure technique sur laquelle il est possible d'agir, dans la plupart des lieux de travail spécifiques, est la **ventilation**.

Néanmoins, dans certains lieux en milieu souterrain, (ex : les cavités naturelles, les lieux nécessitant un confinement ou une ventilation particulière), il ne sera pas possible d'agir sur la ventilation sans générer d'autres risques plus importants pour la sécurité du lieu (effondrement...) ou la réalisation de l'activité (agricole, extractive...), voire sans manquer aux obligations fixées par la réglementation spécifique à ces lieux (confinement...). Dans ces lieux, seules les mesures de réduction de l'exposition des travailleurs concernés en agissant sur leurs conditions de travail (§ 3.3.2) seront à mettre en œuvre. En revanche, la mise en place d'une « zone radon » et l'application du dispositif renforcé pour la protection des travailleurs (cf. chapitre 4) s'imposeront.

3.4 Que faire lorsque les mesures de réduction sont inefficaces ou impossibles ?

L'article 3 de l'arrêté du 15 mai 2024 fixe à l'employeur **un délai maximum de trois ans** pour mettre en place des mesures pérennes de réduction du niveau de radon en deçà du NR de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle. Si ce délai est dépassé ou que l'employeur estime être dans l'impossibilité technique d'atteindre cet objectif, il applique le dispositif renforcé (cf. chapitre 4 du guide).

¹⁰ Guide technique du CSTB : Radon et sols pollués : protection des bâtiments (2021)

Dans un premier temps, lorsque la concentration en radon dépasse toujours le NR en dépit des mesures de réduction ou en cas d'impossibilité de mettre en place ces mesures, l'employeur communique les résultats des mesurages à l'ASNR selon les modalités qui sont consultables sur son site internet. Il s'agit d'une déclaration réglementaire obligatoire conformément à l'article R. 4451-17 du code du travail.

Pour toute information complémentaire, s'adresser à l'ASNR : RadonTravailleurs@asnr.fr

Dans un second temps, l'employeur devra mettre en place une « zone radon » dans les lieux, espaces ou locaux dépassant le niveau de référence. Il doit pour cela, désigner un conseiller en radioprotection (CRP) pour l'assister dans la prévention de ce risque et la mise en œuvre d'une organisation de la radioprotection (cf. § 4.1).

Important : L'employeur doit mettre en place toutes les mesures réalisables de réduction de l'exposition pour ne pas avoir à mettre en œuvre le dispositif renforcé. Néanmoins dans certains cas, notamment dans certains lieux de travail spécifiques, le dispositif renforcé ne pourra pas être évité.

4 Dispositif renforcé

L'article R. 4451-22 du CT prévoit que l'employeur identifie toute zone où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à un niveau de radon dépassant le NR (300 Bq/m³ en moyenne annuelle). Cette zone est désignée "zone radon" (article R. 4451-23 3^e du CT) et doit être mise en place, lorsqu'il n'est pas possible de réduire cette concentration de manière pérenne (impossibilité de mettre en place des mesures de réduction ou de ramener le niveau de radon sous le NR dans un délai de trois ans).

Les modalités de mise en place de la « zone radon » sont précisées par l'arrêté du 15 mai 2024 relatif à la démarche de prévention du risque radon et des vérifications associées dans le cadre du dispositif renforcé pour la protection des travailleurs.

Dès lors qu'une « zone radon » est identifiée dans un lieu de travail, l'article R. 4451-111 du CT appelle également l'employeur à mettre en place une organisation de la radioprotection, nécessitant notamment la désignation d'un conseiller en radioprotection (CRP, qui peut être une PCR ou un OCR), pour la mise en œuvre des mesures et des moyens de prévention.

Enfin, l'employeur limite l'accès à la « zone radon » et procède à une évaluation individuelle de l'exposition de tous les travailleurs devant y accéder. Cette évaluation permet de déterminer si des travailleurs sont susceptibles d'être exposés à une dose efficace supérieure à 6 mSv/an, dose à partir de laquelle les travailleurs doivent faire l'objet d'une surveillance individuelle renforcée (cf. §4.3).

4.1 Désignation du CRP

En application de l'article R. 4451-112 du CT, l'employeur **désigne** officiellement, dans un document écrit, un conseiller en radioprotection (CRP) qui peut être :

- une personne compétente en radioprotection (PCR), salariée (ou agent) de l'établissement ou, à défaut, de l'entreprise, disposant d'un certificat à jour ;
- un organisme compétent en radioprotection (OCR) disposant d'une certification à jour ;
- un pôle de compétences en radioprotection (PC-RP), uniquement dans les établissements comprenant au moins une installation nucléaire de base.

Le conseiller en radioprotection dispose d'un certificat prouvant l'acquis des compétences spécifiques nécessaires pour réaliser ses missions, énumérées à l'article R. 4451-123 du CT.

Avant de désigner comme CRP une personne physique ou morale, l'employeur doit s'assurer de ses compétences techniques. Il doit également s'assurer que celui-ci dispose des moyens matériels de mesurage du radon qui peuvent être très coûteux, notamment pour la mesure en continu, afin de pouvoir effectuer correctement certaines de ses missions. L'employeur peut désigner plusieurs personnes physiques ou morales pour se partager les missions du CRP en fonction de leurs moyens et compétences. Dans ce cas, le document d'organisation et les notes de désignation devront indiquer les missions de chaque personne physique ou morale constituant le « CRP ».

4.2 Mise en œuvre des mesures de protection collective (lieu de travail)

L'employeur met en place une « zone radon » (4.2.1), ou s'il en a la possibilité une « zone radon intermittente » (4.2.2). La « zone radon intermittente » est une nouveauté introduite par l'arrêté du 15 mai 2024 qui permet de ne pas entrer dans le dispositif renforcé. Elle est toutefois soumise à de strictes conditions.

4.2.1 Mise en place d'une « zone radon »

La première étape dans la mise en place de la « zone radon » est la communication à l'ASNR des résultats des mesurages demeurant supérieurs à 300 Bq/m³ malgré la mise en place de mesures de réduction, ou si de telles mesures sont impossibles à mettre en œuvre.

L'employeur procède avec le concours du conseiller en radioprotection mentionné qu'il a préalablement désigné, à la détermination de la « zone radon » dans toute la partie du lieu de travail dépassant le niveau de référence, soit 300 Bq/m³.

4.2.1.1. La délimitation d'une « zone radon »

L'article 4 de l'arrêté du 15 mai 2024 indique que la délimitation de la « zone radon » coïncide nécessairement avec les parois du lieu ou des locaux de travail concernés. Le radon étant un gaz et ses descendants radioactifs à vie courte se retrouvant dans l'air, il est nécessaire de délimiter la zone par espace de travail clos ou non.

Dans un bâtiment, on peut considérer que l'unité de base est le local de travail. La concentration du radon dans l'air d'un local est approximativement homogène, sauf si le local est très grand ou s'il y a plusieurs activités différentes dans le même local.

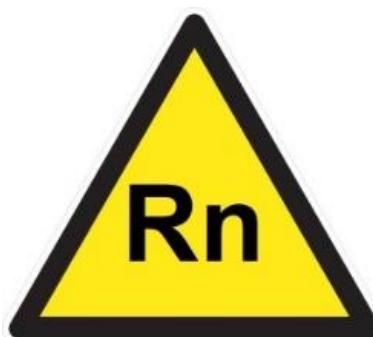
Dans certaines situations, il peut s'avérer plus pratique de considérer comme « zone radon » un ensemble de locaux, un niveau entier comme un sous-sol de bâtiment ou même l'ensemble d'un lieu de travail spécifique en milieu souterrain. Si cette décision impose l'application des dispositions du système renforcé sur une plus grande zone, elle permettra aussi de ne pas devoir procéder à des mesurages supplémentaires.

Cela est particulièrement utile dans un lieu de travail spécifique où il paraît inapproprié de mesurer, par exemple, chaque cavité et galerie souterraine pour délimiter précisément la « zone radon » alors que la présence des travailleurs n'est que ponctuelle.

A titre exceptionnel, lorsqu'il s'agit de demandes particulières, l'ASNR pourrait être contactée dans la situation de rendre un service utile pour le public ou pour des cas complexes.

L'article 6 et l'annexe de l'arrêté du 15 mai 2024 précisent la signalétique à utiliser pour une « zone radon ». Elle est spécifique au risque radon tout en respectant les règles générales de signalétique de l'arrêté du 4 novembre 1993 relatif à la signalisation de sécurité et de santé au travail. Les dispositions de droit commun de l'arrêté du 4 novembre 1993 s'appliquent à la signalétique du risque radon, sans préjudice des dispositions spécifiques de l'arrêté du 15 mai 2024.

Le panneau de signalisation suivant est fixé d'une manière visible à l'entrée d'une « zone radon », généralement sur la ou les portes d'accès ou à défaut sur les murs ou parois :



Dans les bâtiments à usage professionnel, une fiche d'information sur le risque radon accompagnée d'un schéma précisant notamment les limites de la « zone radon » et les consignes de sécurité à respecter pour y accéder, sont affichés de manière visible à côté du panneau de signalisation.

4.2.1.2. Première vérification

L'article 5 de l'arrêté du 15 mai 2024 précise les modalités de vérification associées à la « zone radon ». Lorsque l'employeur, avec l'aide de son CRP (ou d'un intervenant spécialisé sous sa supervision) a délimité une zone radon sur le lieu de travail, il procède à une **première vérification**, avant le démarrage de l'activité professionnelle dans la zone. Elle a pour objectif de s'assurer que cette zone a été délimitée grâce à des mesurages adaptés, à la fois dans la zone elle-même et dans les lieux attenants.

Cette première vérification peut dans un premier temps être effectuée avec des appareils de mesure en continu mais devra être confirmée par des appareils de mesures intégrées du radon, dans les mêmes conditions que le mesurage réalisé à l'issue de l'évaluation des risques et détaillé dans ce guide au §3.2.1. Les résultats de ce mesurage doivent être représentatifs de la moyenne annuelle du niveau de radon dans le lieu de travail.

4.2.1.3. Les vérifications périodiques

Une fois la délimitation de la « zone radon » confirmée par la première vérification, l'employeur établit, toujours avec le concours de son CRP, un programme de vérifications périodiques, afin de s'assurer de l'efficacité des mesures de prévention mises en place, à la fois dans la zone délimitée et dans les zones attenantes. Ces vérifications périodiques peuvent être réalisées par un intervenant spécialisé, supervisé par le CRP.

Les mesures effectuées dans le cadre de ces vérifications sont réalisées avec un **appareil de mesure intégrée du radon**.

Ce **programme de vérifications périodiques** justifie la méthode de mesurage et les périodicités retenues. Il est consigné dans un document accessible aux agents de contrôle, aux préventeurs et au CSE. Il peut être joint au document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) pour éviter la multiplication de ce type de documents.

La périodicité et les modalités de ces vérifications sont prévues à l'article 5 de l'arrêté du 15 mai 2024. Elles vont dépendre principalement du niveau de radon retenu pour considérer la zone :

- Inférieur à 1 000 Bq/m³ en moyenne annuelle : à minima une fois tous les 5 ans ;
- Supérieur à 1 000 Bq/m³ en moyenne annuelle : une fois par an.

Toutefois, si la situation le permet, le III de l'article 5 de l'arrêté du 15 mai 2024, permet de remplacer le programme de vérifications périodiques par un mesurage en continu du radon, lors de la présence des travailleurs dans la zone.

En effet, dans des conditions stables (bâtiment, poste fixe), l'utilisation d'appareils de mesure intégrée du radon, moins coûteuse, pourra être suffisante mais elle ne fournira pas autant d'informations que l'utilisation d'appareils de mesure en continu. Les appareils de mesure en continu permettent en effet de disposer d'une vérification permanente de la concentration de radon dans la zone et simplifient le programme de surveillance. Néanmoins, il ne faut pas oublier de vérifier périodiquement la performance de ces appareils électroniques qui peuvent dériver plus ou moins rapidement en fonction de l'environnement (Cf. *vérification de la performance de mesure des instruments : art. 16 et 17 de l'arrêté du 23 octobre 2020*).

4.2.2. Possibilité de mise en œuvre d'une "zone radon" intermittente

Lorsque les mesures de prévention mises en place permettent de réduire la concentration en dessous du NR durant la période de présence effective des travailleurs, il est possible de délimiter une « zone radon intermittente » (article R. 4451-23 du CT et article 7 de l'arrêté du 15 mai 2024).

La « zone radon intermittente » consiste à suspendre la « zone radon » lorsque des travailleurs y sont présents, que ce soit lors d'opérations (travaux, maintenance, chantier...) ou pour y exercer une activité

professionnelle régulière (activité tertiaire, poste de travail fixe...). Cette suspension temporaire permet de s'affranchir de la mise en œuvre des dispositions relatives à l'accès en « zone radon » (évaluation individuelle, autorisation d'accès...). Toutefois elle nécessite une **information des travailleurs** et la mise en place d'une **surveillance radiologique en continu** visant à s'assurer que la concentration de radon reste en permanence inférieure à 300 Bq/m³ lorsque les travailleurs sont présents.

La suspension de la « zone radon » est possible lorsque les trois conditions suivantes sont réunies :

Condition 1 : L'employeur connaît les conditions d'aération ou de ventilation de la « zone radon » ou toute autre condition adaptée à la situation mises en place pour l'opération permettant de réduire la concentration d'activité du radon à un niveau inférieur à 300 Bq/m³.

Condition 2 : En fonction de l'étendue de la « zone radon » et de l'opération, un ou plusieurs appareils de mesure en continu permettant une lecture directe du niveau de radon sont mis en fonctionnement au plus près de l'opération, afin de vérifier que la condition 1 est bien respectée.

Condition 3 : Le conseiller en radioprotection ou, sous sa supervision, un intervenant spécialisé qualifié en mesurage du radon, est présent avant le début de l'opération et vérifie ponctuellement pendant l'opération que les conditions 1 et 2 sont respectées.

Préalablement à la mise en place de la zone radon intermittente, l'employeur doit donc avoir désigné un CRP maîtrisant le mesurage en continu du radon et disposant d'au moins un appareil de mesure en continu. Le CRP peut également former un intervenant spécialisé pour effectuer le mesurage du radon et la surveillance de la « zone radon intermittente » sous sa supervision.

Pour connaître les conditions, souvent techniques, liées à la ventilation, permettant d'abaisser le niveau de radon en continu à un niveau inférieur à 300 Bq/m³ pendant la présence de travailleurs dans la zone ou partie de zone, des études préliminaires doivent être effectuées pour bien analyser les fluctuations du radon dans le temps (cycle jour/nuit, occupation, inoccupation...) au sein de la zone en tenant compte de plusieurs paramètres : système de ventilation, chauffage, maintien des portes ou fenêtres ouvertes... Ces études sont réalisées avec un ou plusieurs appareils de mesure en continu du radon en fonction de l'étendue de la zone radon ou des opérations qui peuvent y être réalisées à certains points. C'est seulement une fois ces conditions connues, maîtrisées et reproductibles, qu'il est possible de valider une "zone radon" intermittente afin que l'employeur puisse en autoriser la suspension lorsque ces conditions sont réunies.

Nota : Dans certains cas, l'occupation des lieux peut suffire à réduire le niveau de radon en dessous de 300 Bq/m³ (ouverture des portes, des fenêtres, aération...). En effet l'inactivité, la fermeture de l'établissement (nuit, vacances...) ou les réductions d'énergie (arrêt de la ventilation) peuvent être la cause d'une accumulation de radon qui, en moyenne annuelle, vont contribuer au dépassement du NR.

Signalisation d'une « zone radon intermittente » :

L'article 7 de l'arrêté du 15 mai 2024 précise qu'il est nécessaire d'informer, par un affichage visible et lisible, une « zone radon intermittente », ainsi que les conditions permettant de suspendre la zone. L'annexe de l'arrêté recommande la signalétique suivante :



4.3 Mise en œuvre des mesures de protection individuelle (travailleurs)

Tout travailleur devant accéder à la « zone radon » fait préalablement l'objet d'une évaluation individuelle de l'exposition au radon (cf. § 4.3.1) conformément à l'article 8 de l'arrêté du 15 mai 2024 et à l'article R. 4451-53 du CT. Cette évaluation a pour objectif de permettre à l'employeur de déterminer le type de surveillance à mettre en œuvre selon le niveau d'exposition du **travailleur**, notamment à partir du calcul de la dose efficace liée au radon que le travailleur est susceptible de recevoir sur douze mois. Si le résultat de ce calcul est **inférieur à 6 millisieverts** (mSv) par an, le travailleur est **surveillé** et l'employeur devra mettre en place une surveillance radiologique (cf. §4.3.2). En revanche, si le calcul de la dose efficace due au radon met en évidence que le travailleur est susceptible d'être exposé à une dose **supérieure à 6 mSv/an**, alors le travailleur est considéré comme **exposé** et bénéficie d'un suivi individuel renforcé. Ce dernier devra recevoir une formation appropriée et fera l'objet d'une surveillance dosimétrique individuelle et d'un suivi renforcé (cf. §4.3.3).

Important : ne pas confondre l'évaluation du risque radon (approche collective pour le lieu de travail, à comparer au niveau de référence de 300 Bq/m³) avec l'évaluation individuelle de l'exposition d'un travailleur (approche individuelle à comparer à la valeur de 6 mSv sur 12 mois glissants).

4.3.1 Evaluation individuelle de l'exposition d'un travailleur entrant en « zone radon »

L'évaluation individuelle de l'exposition au radon (**EIE Rn**) doit être réalisée pour tous les travailleurs devant intervenir dans une zone radon (qui n'est pas suspendue grâce à l'intermittence), préalablement à leur affectation au poste de travail (art. R. 4451-52 du CT). Elle repose principalement sur le calcul de la dose radon en prenant en compte les conditions de travail et le temps de présence effectif du travailleur dans la zone. La surveillance dépendra du résultat de ce calcul de la dose efficace due uniquement au radon qu'il conviendra de comparer à la valeur de 6 mSv sur douze mois glissants (art. R. 4451-54 du CT).

Nota : l'évaluation individuelle de l'exposition était anciennement appelée « étude du poste de travail » et ses résultats reportés sur la « fiche d'exposition individuelle » (FEI). Cette fiche et cette étude n'existent plus réglementairement.

Il est nécessaire que cette évaluation individuelle préalable soit consignée par l'employeur sous une forme susceptible d'en permettre la **consultation pendant une période d'au moins dix ans** (art. R. 4451-53 du CT). Concernant le risque radon, le document d'évaluation de l'exposition individuelle comporte les éléments suivants :

1. les conditions et nature de travail (sédentaire, pénibilité, autres risques...) et l'activité réalisée dans la "zone radon" (tertiaire, industriel, chantier, travaux, interventions...);
2. les caractéristiques des rayonnements ionisants auxquels le travailleur est susceptible d'être exposé ;
3. la fréquence des expositions et le temps de présence prévisionnel en heures majorées dans la ou les "zone(s) radon" sur 12 mois glissants ;
4. le niveau de radon en moyenne annuelle (Bq/m³) dans la ou les "zones radon" où le travailleur doit se rendre ;
5. la dose efficace due au radon calculée grâce aux informations recueillies aux 1., 2., 3. et 4. ;
6. le type de surveillance pour le travailleur en fonction de la susceptibilité de dépassement de la dose efficace de 6 mSv due au radon sur 12 mois glissants :
 - ✓ **surveillance radiologique** (absence de dépassement) => **travailleur surveillé** (dose évaluée inférieure ou égale à 6 mSv sur 12 mois glissants)
 - ✓ **surveillance dosimétrique individuelle** (dépassement possible) => **travailleur exposé au risque radon** (dose évaluée supérieure à 6 mSv sur 12 mois glissants) dans le cadre d'un suivi individuel renforcé (SIR radon).

Important : cette évaluation individuelle doit être transmise au médecin du travail qui donne un avis à l'employeur sur le choix de la surveillance à mettre en œuvre. Chaque travailleur a par ailleurs accès à l'évaluation le concernant.

L'employeur réalise cette évaluation individuelle avec le concours du CRP, qui, dans le cadre de ses missions (art. R. 4451-123 du CT), a les compétences pour le faire. A défaut, elle est réalisée par un intervenant spécialisé qualifié en mesurage du radon. Dans ce cas, le CRP doit émettre un avis auprès de l'employeur sur la qualité de l'évaluation et le choix de la surveillance à mettre en œuvre.

➤ **Focus sur les modalités d'évaluation individuelle :**

Le CRP ou l'intervenant spécialisé qualifié en mesurage du radon réalisant cette évaluation individuelle doit maîtriser le calcul de la dose efficace due au radon (annexe 7).

L'INRS a développé, en partenariat avec l'ASNR, un outil recommandé pour évaluer **la dose prévisionnelle** des travailleurs en « zone radon », accessible à l'adresse suivante :

<https://www.inrs.fr/publications/outils/Radon/outilRadon.html>

Le CRP, ou l'intervenant spécialisé qualifié en mesurage du radon réalisant cette évaluation individuelle, doit tenir compte des éventuelles autres expositions aux rayonnements ionisants.

En effet, la VLEP de 20 mSv/an en dose efficace (art. R. 4451-6 du CT) est applicable à l'ensemble des expositions aux rayonnements ionisants, radon provenant du sol compris. C'est pourquoi il faut tenir compte des deux évaluations (travailleur classé hors radon et travailleur exposé au radon) en additionnant les résultats des doses efficaces évaluées (rayonnements ionisants (RI) hors radon + radon) et en comparant la somme obtenue à la VLEP (20 mSv/an). Celle-ci ne doit pas être dépassée.

En revanche, si un travailleur est exposé à d'autres types de RI que le radon, sa dose efficace due au radon ne doit pas être prise en compte pour le classement en catégorie A ou B du travailleur (art. R. 4451-57 du CT). Les deux systèmes sont indépendants.

Exemples de résultats d'une évaluation individuelle :

- **Cas simple** : Un chercheur travaille 25% de son temps dans un laboratoire où le système de ventilation réglementaire crée une forte dépression drainant le radon et nécessitant la mise en place d'une « zone radon » avec un niveau moyen de 650 Bq/m³. Le temps de travail moyen sur 12 mois glissants est estimé à 450 heures mais pour plus de sécurité, en tenant compte d'heures supplémentaires possibles, il est majoré à 500 heures. Le chercheur travaillant souvent debout dans le laboratoire en manipulant des produits chimiques, parfois sous sorbonne, ses conditions de travail nécessitent une certaine activité physique. Le CRP utilise l'outil de l'INRS, validé par l'ASNR. Il saisit le type d'activité (non sédentaire), le niveau de radon (650) et le nombre d'heures prévisionnelles majorées (500). Le résultat s'affiche : 4,34 mSv/an. Même en arrondissant à 5 mSv/an, l'exposition du chercheur reste inférieure à 6 mSv/an : ce résultat de l'évaluation individuelle permet de proposer à l'employeur de mettre en place une surveillance radiologique (travailleur surveillé). Par ailleurs, ce laboratoire est régulièrement utilisé par des chercheurs, étudiants, stagiaires... dépendant d'autres employeurs. C'est pourquoi, un appareil de mesure en continu du radon est installé pour assurer une surveillance radiologique et des vérifications en continu de la zone.
- **Cas complexe** : Un technicien en maintenance de chauffage intervient dans de nombreuses chaufferies de clients. Dans le cadre des plans de prévention réalisés préalablement aux interventions entre cette entreprise extérieure (EE) et les entreprises utilisatrices (EU), le préventeur identifie que son technicien doit intervenir dans 3 EU où la chaufferie est une « zone radon », impossible à rendre intermittente. Les interventions du technicien prennent entre 30 minutes et 1 heure au maximum. Le temps est majoré à 1 heure pour toutes ces interventions. Le nombre d'interventions dans chacune de ces EU est d'une fois par semaine. Cela donne donc 52 heures sur 12 mois pour chacune de ces EU. Après échange avec les préventeurs des 3 EU, le préventeur de l'EE obtient les niveaux moyens annuels des 3 zones radon, respectivement 1 400 Bq/m³, 900 Bq/m³ et 2100 Bq/m³. Avec ces informations, le préventeur peut utiliser l'outil

de l'INRS en additionnant les trois résultats et en considérant les interventions nécessitant une activité physique (non sédentaire). Le résultat est l'addition de $0,97 + 0,62 + 1,46 = 3 \text{ mSv/an}$. Le résultat de l'évaluation individuelle permet de proposer à l'employeur de mettre en place une surveillance radiologique (travailleur surveillé). Elle se traduit par la mise à disposition d'un détecteur électronique de mesure en continu si le préventeur n'a pas eu les évaluations de toutes les EU et, comme les variations de radon peuvent être importantes sur de courtes durées, mieux vaut renforcer la surveillance, pour, au cas où, modifier le résultat de l'évaluation individuelle.

Repère : pour un travailleur exposé au radon, intervenant principalement (à partir de 1 500 heures par an) pour des travaux de maintenance (activité physique, non sédentaire) dont la « zone radon » a un niveau moyen de radon à $1\,000 \text{ Bq/m}^3$, son évaluation prévisionnelle de dose conduit à un résultat proche de la VLEP de 20 mSv/an (art. R. 4451-6 du CT). Dès lors, l'employeur devra définir les mesures nécessaires lui permettant de s'assurer que la VLEP ne sera pas réellement dépassée.

Pour les travailleurs agricoles, le radon peut être fortement présent dans certaines exploitations agricoles souterraines (champignonnières, caves à vins, caves à fromage...). Au-delà d'un niveau de radon de 300 Bq/m^3 , il est nécessaire d'y mettre en place une "zone radon" dans la mesure où modifier la ventilation altère presque inévitablement la production (fromages, champignons...). Pour l'évaluation individuelle de l'exposition des travailleurs agricoles, les préventeurs doivent faire attention au nombre d'heures réellement travaillées. En effet, si le salarié agricole ne dépasse généralement pas les 2 000 heures, le travailleur indépendant peut largement être au-delà. Les travailleurs indépendants étant soumis aux mêmes règles que les travailleurs salariés en matière d'exposition aux rayonnements ionisants (art. R. 4451-35 du CT), il convient de rester vigilant à ne pas dépasser la VLEP de 20 mSv/an (art. R. 4451-6 du CT).

Il est possible de procéder à des mesurages complémentaires pour affiner l'évaluation individuelle de l'exposition au radon :

- 1- Via des mesures en continu afin de vérifier la concentration d'activité de radon pendant la présence effective des travailleurs sur un temps représentatif (au moins une journée sur plusieurs périodes), lorsque la « zone radon » a été établie uniquement grâce à des résultats de mesure intégrée (moyenne sur plus de deux mois).
- 2- Via une analyse de poste en plaçant un détecteur actif à lecture différée individuel sur le travailleur le plus présent dans la zone pendant un mois. Les résultats de ces études permettent de connaître plus précisément l'exposition réelle des travailleurs puisqu'elles n'intègrent pas les résultats des mesurages effectués pendant les jours de fermeture de l'établissement ou en l'absence de travailleurs dans la zone.

4.3.2 Travailleurs surveillés

Lorsque le résultat de l'évaluation individuelle de l'exposition au radon, sur douze mois glissants, d'un travailleur devant entrer dans une ou plusieurs "zones radon", **ne met pas en évidence un risque de dépassement de 6 mSv** en dose efficace due au radon provenant du sol alors ce travailleur est considéré (après avis du CRP et du médecin du travail) comme un « **travailleur surveillé** ». (R. 4451-32)

4.3.2.1 Information du travailleur

Un « travailleur surveillé » doit, à minima, disposer d'une information sur les risques d'exposition au radon avant d'entrer en « zone radon ».

Cette information, dont les dispositions générales sont précisées à l'article R. 4141-1 du CT et les dispositions spécifiques à l'article R. 4451-58 du CT, porte *a minima* sur :

- l'origine naturelle du radon et sa transformation en particules solides radioactives ;
- les effets potentiels sur la santé et les interactions avec le tabagisme ;
- les moyens de prévention (protection, surveillance...) de l'exposition au radon ;
- les liens entre concentration d'activité du radon dans l'air et dose efficace pour un travailleur.

Il est recommandé que cette information soit dispensée par le CRP et qu'un document signé par le salarié atteste de sa bonne compréhension. Cette information peut également être dispensée par un organisme de formation compétent en radon.

Nota : il est également possible de faire bénéficier le travailleur surveillé d'une formation « radon » ou « RI ».

4.3.2.2 Surveillance radiologique

La surveillance radiologique (SR) doit être mise en place par l'employeur pour tous les travailleurs (surveillés ou exposés) entrant dans une « zone radon » (art. R. 4451-32 du CT). Elle fait partie de la démarche générale de prévention des risques professionnels.

La SR est une surveillance préventive et d'alerte avant tout **collective** et qu'il est recommandé de réaliser en zone avec des **appareils de mesure en continu du radon**. Il est important que le travailleur puisse avoir accès visuellement au niveau de radon auquel il est exposé lorsqu'il est présent dans la zone ou qu'il en soit informé lorsqu'il quitte la zone. Les informations relatives au temps de présence (entrée/sortie) et niveau moyen en radon pendant le temps de présence sont à tracer.

Dans certaines situations, (par exemple de nombreux changements de lieux pour un travailleur) l'employeur, après avis de son CRP ou de son préventeur, peut décider d'utiliser des appareils individuels adaptés (appareils de mesure en continu ou détecteurs à lecture différée).

En cas d'utilisation de détecteurs actifs à lecture différée mesurant le radon et ses descendants à vie courte fournis individuellement, l'utilisation de ces derniers ne doit pas être confondue avec l'utilisation des mêmes détecteurs dans le cadre de la surveillance dosimétrique individuelle (SDI). Les résultats des détecteurs utilisés dans le cadre de la surveillance radiologique ne sont pas transmis à SISERI, dans la mesure où elles constituent des données de prévention et non de santé.

En cas d'intervention d'entreprises extérieures, la surveillance radiologique peut être réalisée par l'entreprise utilisatrice.

Les résultats de la SR sont conservés (R4121-1-1 du code du travail), dans l'établissement ou dans l'entreprise, afin que le préventeur ou le CRP puisse les analyser pour améliorer les mesures de prévention contre ce risque, et qu'ils puissent être portés à la connaissance des travailleurs concernés.

Dans les lieux de travail spécifiques, il est souvent difficile de mettre en place une surveillance radiologique d'ambiance en raison des conditions environnementales particulières, notamment en milieu souterrain (humidité, température, empoussièvement, confinement...) qui peuvent altérer les appareils électroniques de mesure ou en fausser les résultats. **Le CRP devra donc vérifier ou faire vérifier régulièrement le bon fonctionnement et la performance de mesurage de ses appareils.**

Dans le cas de travailleurs intervenant dans de nombreux lieux de travail spécifiques, notamment pour des travaux d'entretien ou de maintenance, l'article 4 de l'arrêté du 30 juin 2021 précise qu'en l'absence d'autres dispositifs de surveillance, il est nécessaire d'utiliser un appareil électronique de mesure en continu du radon à lecture directe (cf. §3.2.3). Cet appareil doit être adapté à des mesures de courte durée (entre 1 à 10 min) puisque les travailleurs ne restent pas nécessairement longtemps dans un même lieu.

4.3.3 Travailleurs exposés

Lorsque le résultat de l'EIE au radon sur douze mois glissants met en évidence un risque de dépassement de 6 mSv (sur 12 mois glissants) en dose efficace due au radon provenant du sol (art. R. 4451-64 du CT), le travailleur est alors considéré comme un « **travailleur exposé au radon** ».

L'employeur doit alors mettre en place *a minima* :

- une formation préalable à toute entrée en "zone radon" du travailleur,
- la mise en place d'une surveillance dosimétrique individuelle (SDI) réalisée par un organisme accrédité (OA SDI radon),

- la mise en œuvre d'un suivi individuel renforcé (SIR Radon) par un médecin du travail formé.

4.3.3.1 Formation du travailleur

Les travailleurs disposant d'une SDI reçoivent une formation sur le risque radon pour pouvoir accéder à la « zone radon ».

Cette formation, dont les dispositions générales sont précisées à l'article R. 4141-1 du CT est identique à celle des travailleurs surveillés (4.3.2.1)

Il est nécessaire d'y ajouter une formation pratique sur le port des appareils utilisés dans le cadre de la SDI, ainsi que ceux utilisés plus largement dans le cadre de la surveillance radiologique, ainsi que, si nécessaire, sur les équipements de protection individuelle (EPI).

Cette formation peut être dispensée par le CRP ou le médecin du travail préalablement formés sur le risque radon, ou un organisme de formation (OF) professionnelle certifié Qualiopi. Cette formation, prise en charge par l'employeur, est à renouveler au moins tous les trois ans (art. R. 4451-59 du CT).

4.3.3.2 Surveillance dosimétrique individuelle (SDI)

Les travailleurs exposés au radon bénéficient d'une surveillance dosimétrique individuelle (SDI) assurée par leur employeur (article R. 4451-64 du CT) dans le cadre du suivi individuel renforcé (SIR). Elle a pour objectif de s'assurer du respect de la VLEP de 20 mSv/an sur 12 mois consécutifs en dose efficace, en additionnant l'ensemble des doses reçues liées à des expositions professionnelles à différents rayonnements ionisants éventuellement, ainsi que d'aider à la mise en œuvre par le CRP de mesures pratiques de réduction de cette dose (cf. contrainte de dose).

Rappel : l'exposition au radon est une exposition interne qui s'évalue grâce à des détecteurs actifs à lecture différée mesurant le radon et ses descendants dans l'air ambiant. Le calcul de la dose efficace due au radon et son enregistrement dans SISERI relèvent de la responsabilité du médecin du travail dans le cadre du SIR (cf. § 4.3.3.3) comme pour toutes les autres expositions internes aux rayonnements ionisants.

Les modalités de surveillance dosimétrique individuelle ont été mises à jour en partie dans l'arrêté du 23 juin 2023 relatif aux modalités d'enregistrement et d'accès au système d'information et de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants « SISERI » et modifiant l'arrêté du 26 juin 2019 relatif à la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants.

Il est utile de préciser la recommandation suivante dans le choix de la "dosimétrie" pour la SDI des travailleurs exposés au radon : pour la SDI des travailleurs exposés au radon, il est actuellement demandé d'utiliser **des détecteurs actifs à lecture différée** (appareil externe au corps et adapté à la mesure du radon et de ses descendants (art. R. 4451-65 du CT)). Ces détecteurs donnent donc un résultat exprimé en J/m³(joule par mètre cube). Le terme "actif" signifie qu'il dispose d'un système permettant d'aspirer l'air ambiant et d'en mesurer l'activité volumique en radon dès que le travailleur entre dans la "zone radon".

La fourniture de ces détecteurs actifs et leur exploitation sont assurées par un organisme accrédité (OA « SDI Radon ») (art. R. 4451-65 et R. 4451-73 du CT).

Nota : la liste des organismes accrédités pour la SDI est disponible sur le site internet du ministère chargé du travail.



Figure 8 - Exemple d'un détecteur individuel actif mesurant l'EAPV (Source Algade)

Durée et période de port d'un détecteur actif à lecture différée :

Les dispositions pour les dosimètres à lecture différée s'appliquent à ces détecteurs (cf. annexe IV de l'arrêté du 26 juin 2019). Le détecteur se porte uniquement lorsque le travailleur exposé est présent dans une "zone radon" et il peut être utilisé pendant une période allant de 1 à 3 mois (cf. arrêté du 23 juin 2023). Néanmoins, compte tenu des conditions de travail et des niveaux de radon souvent élevés dans les lieux de travail spécifiques, il est recommandé de fixer une période d'utilisation d'un mois, afin de pouvoir adapter les mesures de prévention plus rapidement en cas de dépassement des niveaux attendus.

4.3.3.3 Suivi individuel renforcé (SIR)

Les travailleurs exposés au radon bénéficient d'un suivi individuel renforcé (SIR) de leur état de santé par un médecin du travail formé sur ce risque (cf. arrêté du 6 août 2024 ; module b « travailleurs exposés au radon provenant du sol » complémentaire à la formation spécifique de catégorie 2).

Important : si les mesures de prévention (réduction de la concentration du radon dans l'air intérieur) sont correctement mises en place par les employeurs, le « SIR radon » ne devrait concerner que quelques centaines de travailleurs exposés au radon, principalement dans des lieux de travail spécifiques en milieu souterrain où il n'est pas possible de réduire leur exposition.

Le médecin du travail devant mettre en place un suivi individuel renforcé (SIR) pour un travailleur « exposé au radon » doit, au préalable, avoir obtenu communication de certaines informations par l'employeur :

- Les résultats de l'évaluation des risques et des mesurages et leur mise à jour (art. R. 4451-17 du CT) ;
- Les coordonnées du CRP ;
- Les conditions de travail ;
- Le cas échéant, des informations sur le comportement du radon dans le lieu de travail spécifique en milieu souterrain ;
- Les mesures de protection collective envisagés ;
- Le résultat de l'évaluation individuelle de l'exposition pour chaque travailleur concerné (art. R. 4451-54 du CT) ;
- Les équipements de protection individuelle éventuellement envisagés ou mis à disposition des travailleurs (art. R. 4451-56 du CT) ;
- Les modalités techniques envisagées concernant la surveillance de la dosimétrie individuelle.

Pour calculer la dose efficace due au radon d'un travailleur exposé, le médecin du travail dispose de l'évaluation individuelle de l'exposition au radon (EIE Rn) que l'employeur lui a transmise préalablement à la mise en place du SIR, en général par le biais du CRP, ainsi que de tous les résultats de la SDI saisis dans SISERI. Un échange d'informations entre l'employeur et le médecin du travail doit être réalisé en vue de la mise en place du circuit d'échange avec SISERI sur les résultats de cette surveillance dosimétrique.

Sur la base de ces informations, le médecin du travail met en place un SIR qui comprend (cf. arrêté du 26 juin 2019) :

- La constitution d'un dossier médical spécial qui sera conservé jusqu'au moment où le travailleur atteint l'âge de 75 ans et, en tout état de cause, pendant au moins 50 ans après la fin de la période d'exposition ;
- Un examen médical d'aptitude, renouvelé au maximum tous les 4 ans, donnant lieu à un avis d'aptitude conforme à l'annexe 3 de l'arrêté modifié du 16 octobre 2017 fixant le modèle d'avis d'aptitude, d'avis d'inaptitude, d'attestation de suivi individuel de l'état de santé et de proposition de mesures d'aménagement de poste ;
- Un entretien intermédiaire effectué par un professionnel de santé, au plus tard 2 ans après l'examen médical d'aptitude, donnant lieu à l'émission d'une attestation de suivi conforme à l'annexe 1 de l'arrêté du 16 octobre 2017 fixant le modèle d'avis d'aptitude, d'avis d'inaptitude, d'attestation de suivi individuel de l'état de santé et de proposition de mesures d'aménagement de poste.

Les professionnels de santé seront particulièrement attentifs à identifier les situations de risque augmenté, notamment par cumul et potentialisation des effets cancérogènes du radon par l'existence :

- d'autres facteurs personnels (tabagisme, exposition au radon dans l'habitat...);
- d'autres expositions professionnelles concomitantes (poussières, produits chimiques...);
- d'antécédents médicaux ;

et à délivrer aux travailleurs une information adaptée (sevrage tabagique à conseiller notamment).

De manière générale, aucune recommandation spécifique au radon n'a été émise. Toutefois, il existe une recommandation au label INCa-HAS intitulée « *surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérogènes pulmonaires* », publiée en octobre 2015, dont le médecin du travail pourra s'inspirer (*disponible sur le site de la HAS : [ici](#)*).

Dans le cadre d'un SIR uniquement lié à l'exposition au radon, sans exposition interne à d'autres radionucléides, la prescription d'examens anthroporadiométriques ou d'analyses radiotoxicologiques n'est pas indiquée. La numération de la formule sanguine (NFS) n'a pas d'intérêt non plus.

Cas de la femme enceinte et/ou en âge de procréer et/ou allaitante

Concernant les **femmes en âge de procréer et/ou enceintes**, une information spécifique leur sera délivrée, comme pour tous les risques liés aux rayonnements ionisants. Cependant, le risque radon est principalement centré sur le caractère cancérogène au niveau pulmonaire. Les doses délivrées au fœtus sont alors extrêmement minimes, et le discours doit, par conséquent, être rassurant vis-à-vis de la grossesse. L'attention des intéressées doit cependant être attirée sur le fait que réglementairement (art. R. 4152-7 CT), les **femmes allaitantes** ne doivent pas être exposées à un risque de contamination interne, et donc doivent être exclues de tout accès aux « zones radon ».

Cas d'une situation incidentelle :

En cas d'incident ou de situation exceptionnelle conduisant à une très forte exposition du travailleur (>10 000 Bq.m⁻³), l'employeur prend immédiatement des mesures pour procéder à l'évaluation de la dose reçue par le travailleur et la comparer à la valeur limite d'exposition professionnelle mentionnée à l'article R. 4451-6 du code du travail.

En cas de dépassement de la valeur limite d'exposition professionnelle, l'employeur applique les dispositions prévues aux articles R. 4451-79 à R. 4451-81 du code du travail, en lien avec son CRP et le médecin du travail et après éventuel rapprochement avec l'ASNR pour les situations complexes.

4.3.3.4 Equipements de protection individuelle (EPI)

En fonction du résultat de l'évaluation des risques, et en cas d'insuffisance de réduction de l'exposition avec les mesures de protection collective, l'analyse de l'intérêt du port d'un équipement de protection individuelle (appareil de protection des voies respiratoires) est réalisée par le CRP qui devra donner son avis à l'employeur, sans oublier l'avis du médecin du travail.

Dans le cadre du risque radon, les masques conseillés sont les masques FFP2 et FFP3. Les masques FFP3 présentent une protection légèrement supérieure.

Il convient de rappeler que, dans la plupart des cas, l'activité volumique de radon peut être réduite en-dessous du niveau de référence et la mise à disposition d'EPI ne sera donc pas nécessaire. Elle pourra en revanche être envisagée pour protéger des travailleurs exposés dans les "zones radon" où le niveau d'exposition peut être très élevé, notamment si l'atmosphère est particulièrement empoussiérée ou confinée.

Rappel : le risque lié à l'inhalation du radon repose principalement sur ses descendants solides à vie courte. Ceux-ci peuvent se fixer sur les aérosols dans l'air ambiant ou rester libres et, de fait, être partiellement stoppés par la protection respiratoire individuelle.

Si à l'issue de l'évaluation des risques, l'employeur fait le choix de fournir des protections respiratoires aux travailleurs, le médecin du travail émettra une recommandation sur la durée maximale pendant laquelle elles pourront être portées de manière ininterrompue (art. R. 4451-56 du CT).

Le niveau de l'activité volumique en radon au-delà duquel ce port du masque est requis doit être identifié, en tenant compte de la durée de travail considérée.

Toutefois, **en aucun cas le port d'un EPI ne permet de dispenser l'employeur de mettre en place une SDI et un SIR.**

Remarque : La durée maximale de port avant la perte d'efficacité et la date limite de péremption figurent dans la notice d'utilisation.

L'avis du médecin du travail est nécessaire avant tout port d'appareil de protection respiratoire par un travailleur, même sur courtes durées.

Attention : le port d'un appareil respiratoire ne doit pas être pris en compte dans le calcul de dose efficace par le médecin du travail. En effet, celui-ci peut toujours être mal porté (non adapté à la morphologie du visage, présence de barbe, non ajusté...) ou non fonctionnel (en mauvais état, mal stocké, souillé, saturé...). Par conséquent, il y a trop d'incertitudes pour qu'on puisse en tenir compte dans le calcul de la dose efficace. C'est donc un plus qui peut réduire le risque pour le travailleur exposé mais qui n'est pas pris en compte dans le calcul de dose par le médecin du travail.

Pour aller plus loin

Références réglementaires :

- arrêté du 30 juin 2021 relatif aux lieux de travail spécifiques pouvant exposer des travailleurs au radon ;
- arrêté du 23 juin 2023 relatif aux modalités d'enregistrement et d'accès au système d'information et de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants « SISERI » ;
- arrêté du 16 novembre 2023 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants ;
- arrêté du 15 mai 2024 relatif à la démarche de prévention du risque radon et à la mise en place d'une zone radon et des vérifications associées dans le cadre du dispositif renforcé pour la protection des travailleurs ;
- arrêté du 6 août 2024 relatif à la formation des médecins du travail et des autres professionnels de santé au travail assurant le suivi individuel renforcé d'un travailleur exposé aux rayonnements ionisants et aux conditions de délivrance de l'agrément complémentaire des services de santé au travail.

En ligne :

- de l'INRS : [Radon en milieu de travail. Ce qu'il faut retenir - Risques - INRS](#)
- de l'ASNR : [Risque radon : un accompagnement des professionnels dans la mesure | Repères](#)
- du ministère du Travail : [La prévention des risques liés au radon | Travail-emploi.gouv.fr](#)
- ...

Glossaire

ARS : Agence régionale de santé

ASN : Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection

Bq : Becquerel

CARSAT : Caisses d'assurance retraite et de la santé au travail

CIRC : Centre international de recherche sur le cancer

COFRAC : Comité français d'accréditation

CRP : Conseiller en radioprotection

CRP-PCR : Conseiller en radioprotection Personne compétente en radioprotection

CSE : Comité social et économique

CSP : Code de la santé publique

CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment

CT : Code du travail

DGPR : Direction générale de la prévention des risques

DGS : Direction générale de la santé

DGT : Direction générale du travail

DMST : Dossier médical en santé au travail

DREETS : Direction régionale de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités

DSTN : DéTECTeur solide de traces nucléaires (communément appelé détecteur)

EAP : Energie alpha potentielle

EIE Rn : Evaluation de l'exposition individuelle au radon

ERP : Etablissement recevant du public

F : Facteur d'équilibre

INRS : Institut national de recherche et de sécurité

IPRP : Intervenant en prévention des risques professionnels

NR : Niveau de référence

OA « laboratoire » : Organisme accrédité pour fournir et exploiter des détecteurs pour le mesurage du radon

OVA « radon » : Organisme accrédité au titre du Code du Travail avec une spécialité radon pour les mesurages et les vérifications

OA « SDI radon » : Organisme accrédité CT pour réaliser la surveillance dosimétrique individuelle de travailleurs exposés au radon et le transfert des résultats à SISERI

OCR : Organisme compétent en radioprotection

OMS : Organisation mondiale de la santé

OPPBTP : Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics

PNAR : Plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon

PCR : Personne compétente en radioprotection

PGP : Principe généraux de prévention

PST : Plan santé au travail

PRST : Plan régional de santé au travail

SDI : Surveillance dosimétrique individuelle

SDS : Système de dépressurisation des sols

SIR : Suivi individuel renforcé

SPF : Santé publique France

SPST : Service de prévention et de santé au travail

SR : Surveillance radiologique

Sv : Sievert

TPE : Très petites entreprises

VLEP : Valeur limite d'exposition professionnelle

Annexes

Annexe 1 : Protocole de mesurage du radon pour l'évaluation du risque

1A – Mesurage du radon dans un lieu de travail situé dans un bâtiment

1B – Mesurage du radon dans un lieu de travail spécifique en milieu souterrain

Annexe 2 : Exigences minimales pour les rapports de mesurage du radon

Annexe 3 : Liste des normes radon

Annexe 4 : Mesure de réduction : actions simples pour réduire le niveau de radon dans un bâtiment

Annexe 5 : Mesure de réduction : expertise radon

Annexe 6 : Mesure de réduction : travaux complexes dans un bâtiment

Annexe 7 : notions de calcul de dose efficace due au radon

Annexe 1 : Protocoles de mesurage du radon pour l'évaluation du risque

L'objectif du mesurage dans le cadre de l'évaluation du risque est de vérifier l'absence de dépassement du niveau de référence (NR : 300 Bq/m³ en moyenne annuelle). Le périmètre du protocole de mesurage doit ainsi comprendre à la fois les locaux fréquentés régulièrement par les travailleurs et ceux fréquentés plus ponctuellement, sans oublier les travailleurs d'entreprises extérieures effectuant, par exemple, des opérations de maintenance ou d'entretien des équipements.

Par ailleurs, une attention particulière doit être portée aux « locaux de travail spécifiques ». Ces locaux vont permettre l'accumulation du radon et, par conséquent, les concentrations en radon y sont plus élevées à cause de leur configuration (confinement, dépression, présence de terre battue, passage de canalisations ou câbles en provenance du sol...) ou de l'activité professionnelle s'y déroulant (présence d'équipements modifiant significativement la pression, la température ou la ventilation...).

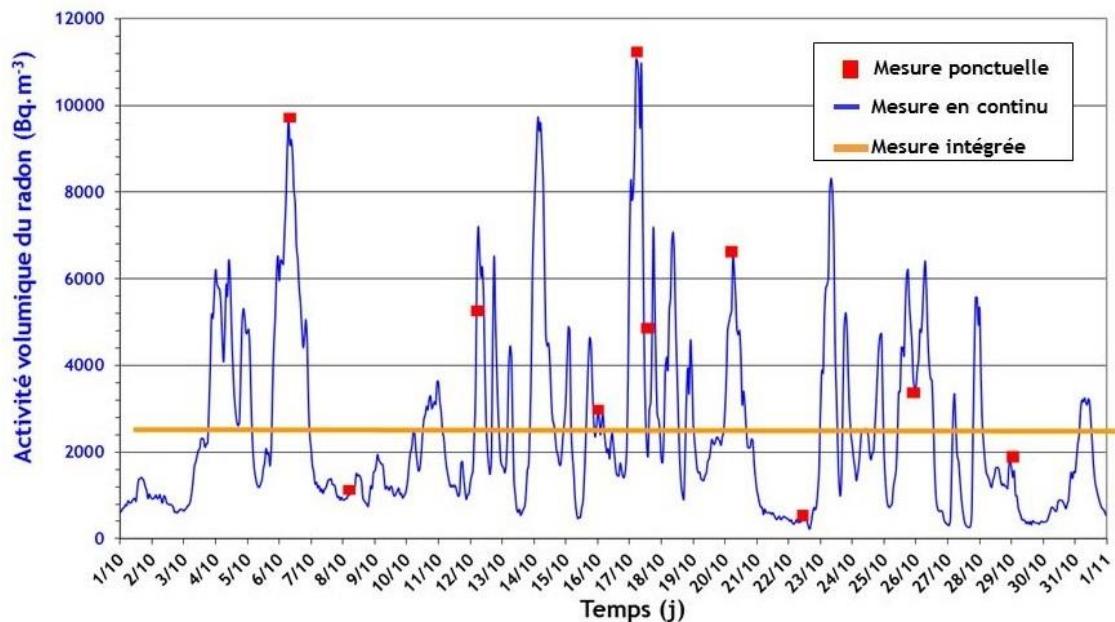
Le mesurage du radon s'effectue à l'aide d'appareils de mesure intégrée du radon à lecture différée, appelés « détecteurs ». Leur prix est de quelques dizaines d'euros, analyse comprise. Conformément à l'article 2 de l'arrêté du 15 mai 2024, ces détecteurs sont **fournis et exploités** par un organisme accrédité (OA « laboratoire ») mentionné à l'article R. 1333-30 du code de la santé publique (CSP). Ce ne sont pas des appareils électroniques. La mesure se fonde exclusivement sur le comptage des traces laissées par la désintégration du radon sur le film (LR115 ou CR39) présent dans l'appareil. Ils sont dits « passifs » car ils laissent diffuser le radon dans l'appareil jusqu'au détecteur sans pompe aspirante (il n'y en a pas besoin compte tenu du temps de comptage très long).

L'OA « laboratoire » demande plusieurs informations à retourner avec le détecteur, afin de respecter l'arrêté du 26 octobre 2020 relatif à la communication à l'ASNR des résultats de l'analyse des dispositifs de mesure intégrée du radon et des données associées.

La mesure intégrée du radon doit répondre à la norme de mesurage 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 (NF ISO 11665-4, cf. annexe 3).

Dans les pages suivantes, les annexes 1A et 1B permettent de distinguer les particularités applicables à un lieu de travail dans un bâtiment (2A) de celles applicables à un lieu de travail spécifique en milieu souterrain (2B) et décrivent le protocole de pose sur la base de la norme de mesurage des bâtiments et des cavités souterraines (NF ISO 11665-8 et NF M 60-772, voir annexes 2 et 3) en tenant compte des spécificités de l'activité professionnelle et des conditions de travail.

Les 3 techniques de mesurage du radon sont représentées sur le graphique (source : ASNR) ci-dessous :
(seule la mesure intégrée est autorisée dans le cadre de l'évaluation du risque)



1A – Mesurage du radon dans un lieu de travail situé dans un bâtiment

I - Durée et période de mesurage

La durée du mesurage est de deux mois minimum pendant une présence effective de travailleurs, qu'elle soit régulière ou ponctuelle suivant les locaux mesurés. Il est nécessaire de réaliser ce mesurage pendant la période hivernale ou de chauffage afin de garantir une évaluation maximisée du risque radon.

Les conditions de travail et l'activité professionnelle sont à prendre en compte : elles peuvent conduire à modifier la durée ou la période de mesurage.

II – Protocole de mesurage

Dans un lieu de travail situé dans un bâtiment du secteur tertiaire, le détecteur « ouvert » peut être utilisé. En revanche, dans les locaux de travail dont l'atmosphère est empoussiérée ou très humide, le détecteur « fermé » est obligatoire. Dans tous les cas, il convient d'utiliser le même type de détecteur pour l'ensemble des mesures effectuées dans un même lieu de travail.

Les éléments suivants sont à prendre en compte pour le nombre et l'emplacement des détecteurs dans les locaux du lieu de travail :

1. en présence d'un seul grand local dans le lieu de travail, il est nécessaire de placer les détecteurs à proximité des postes de travail les plus représentatifs ;
2. si le lieu de travail comprend un sous-sol où des travailleurs peuvent se rendre, même occasionnellement, des mesurages doivent y être réalisés (c'est en général dans les sous-sols que s'accumule le plus le radon) ;
3. en l'absence de sous-sol, les mesurages sont à réaliser au rez-de-chaussée du lieu de travail, dans des locaux représentatifs de postes de travail réguliers mais aussi dans des locaux où la présence de travailleurs est plus occasionnelle, en particulier les « locaux de travail spécifiques » (plus confinés, mal ventilés...) ;
4. dans certains cas, il peut être pertinent de réaliser quelques mesurages à l'étage supérieur en présence de locaux pouvant drainer le radon des étages inférieurs du fait d'une activité professionnelle particulière (entraînant par exemple une dépression importante ou une chaleur accrue) ou de la présence de gaines techniques en grand nombre provenant des étages inférieurs.

Le nombre de détecteurs à planter dépend de la superficie du lieu de travail, du type et des similitudes des locaux présents ainsi que des conditions de travail (*voir tableau ci-après*).

Lors de la pose des détecteurs, il est recommandé :

- de placer les détecteurs entre 1 m et 2 m du sol, en laissant un espace libre autour d'eux afin que la mesure soit représentative de l'atmosphère du local ;
- de veiller à ce que le détecteur demeure éloigné de toute source de chaleur, de zones de passage, d'une bouche de ventilation, d'ouvrants et de tout risque d'aspersion d'eau ;
- d'informer les personnes travaillant dans les locaux (y compris le personnel d'entretien) de la présence des détecteurs afin d'éviter tout dommage ou déplacement pendant la durée d'exposition.

Le détecteur doit être mis en position de mesurage (ex : « On », pour ouvrir le clapet permettant à l'air d'entrer dans l'appareil jusqu'au détecteur) au moment de la pose (se référer à la notice d'utilisation fournie avec les détecteurs) et ne doit plus changer de position pendant toute la durée du mesurage.

Une fois la pose effectuée, il convient d'établir un plan d'implantation des détecteurs avec leur numéro (*voir exemple en annexe 3*). Il est aussi souhaitable de prendre des photographies pour bien identifier leurs emplacements.

Nota : s'il existe déjà des résultats disponibles dans un ERP dans le cadre des dispositions du CSP, ils sont à prendre en compte avec d'éviter de refaire certains mesurages déjà effectués. Il suffit d'éventuellement les compléter.

Tableau 1A : recommandations pour le nombre de détecteurs en fonction de la surface.

Superficie au sol¹¹ du lieu de travail	Estimation du nombre de détecteurs	Exemples de lieux de travail
Inférieure à 200 m² Plusieurs locaux de travail	Au moins 2, mais en général entre 3 à 5 suivant le nombre et le type de locaux.	Bureaux, cabinets dentaires ou de radiologie...
Inférieure à 200 m² Un seul grand espace de travail	Au moins 2 à placer au plus proche des postes de travail.	Magasins, commerces...
Entre 200 et 1000 m² Plusieurs locaux de travail	Au moins 1 par ensemble de locaux contigus ayant des caractéristiques de température, ventilation, nature du sol et interface sol-bâtiment similaires et au moins 1 dans un « local de travail spécifique » ¹² s'il en existe. Pour les grands locaux de plus de 200 m ² , au moins 1 par unité de surface de 200 m ² à placer au plus proche d'un poste de travail.	Ateliers, banques, hôtels, bâtiments publics...
Entre 200 et 1000 m² Un seul grand espace de travail	Au moins 1 par unité de surface de 200 m ² à placer au plus proche d'un poste de travail.	Bureaux en plateaux ouverts (open-space), supermarchés, entrepôts, usines...
Supérieure à 1000 m² Plusieurs locaux de travail	Au moins 1 par ensemble de locaux contigus ayant des caractéristiques de température, ventilation, nature du sol et interface sol-bâtiment similaires et au moins 1 dans un « local de travail spécifique », s'il en existe. Au moins 1 par unité de surface de 400 m ² à placer au plus proche d'un poste de travail.	Hôpitaux, écoles, centres commerciaux, grands bâtiments...
Supérieure à 1000 m² Un seul grand espace de travail	Au moins 1 par unité de surface de 400 m ² à placer au plus proche d'un poste de travail.	Grands entrepôts, grandes usines, parkings, hypermarchés...

III – Envoi des détecteurs à l'OA « laboratoire » en fin de mesurage

A la fin de la période de mesurage, les détecteurs doivent être mis en position d'arrêt de mesurage (ex : OFF pour le fermer) et retournés à l'OA « laboratoire » pour analyse le plus rapidement possible (se référer à la notice d'utilisation fournie avec les détecteurs). Il est essentiel de bien préciser les dates de pose et de dépôt de chaque détecteur sur le document retourné ainsi que de renseigner les éléments demandés par l'OA « laboratoire » pour l'analyse des détecteurs.

¹¹ La surface au sol correspond à l'emprise au sol d'un bâtiment (RdC), et non à la surface totale du bâtiment. Néanmoins il faut aussi prendre en compte les sous-sols, s'il y en a, et parfois le 1er étage.

¹² Exemple de locaux de travail spécifiques : locaux techniques, informatiques, archives, chafferie, buanderie...

IV - Exploitation des résultats et document de synthèse

Après traitement des détecteurs, le laboratoire fournit un rapport d'analyse avec les résultats associés à chaque détecteur :

- Lorsque le lieu est composé d'un seul grand espace ($> 200 \text{ m}^2$), les incertitudes des résultats de mesure précisées dans le tableau récapitulatif vont permettre une comparaison avec le NR ;
- lorsqu'elles se recoupent, retenir un niveau moyen unique pour tout le lieu de travail ;
- lorsqu'elles ne se recoupent pas, conserver le résultat le plus élevé du grand espace.

Afin de conserver ces résultats, il convient de rédiger un document de synthèse des mesures effectuées (cf. modèle type en annexe 3) joint au document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) en application de l'article R. 4451-16 du code du travail afin d'être consultable pendant une période d'au moins dix ans. Il contient un tableau récapitulatif des locaux objets de l'évaluation avec le résultat de mesure en Bq/m^3 (activité volumique) correspondant, pouvant ainsi être comparé au niveau de référence (NR) fixé à $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. Il n'est pas nécessaire de tenir compte de la valeur de l'incertitude (notée +/- dans les rapports d'analyse) pour comparer au NR, si la période de mesurage est supérieure à deux mois (moyenne de mesurage dans un grand espace). Tout dépassement du NR doit être clairement mentionné.

1B – Mesurage du radon dans un lieu de travail spécifique en milieu souterrain

- **Cavité souterraine** (grotte, mine, carrière, galerie, cavité agricole...)
- **Ouvrage enterré ou semi-enterré** (barrage, tunnel, métro, égout, installation...)

Si pour des employeurs et leurs préveteurs, certaines étapes de ce protocole apparaissent complexes à mettre en œuvre, il est nécessaire de former un « préveteur » ou de faire appel à un organisme compétent en radon pour la réalisation de ces mesurages

I - Durée et période de mesurage

Il est recommandé de réaliser deux campagnes de mesurages du radon pour tenir compte des variations saisonnières de l'activité volumique dans les cavités ou ouvrages souterrains : l'une lors d'une période représentative des conditions climatiques hivernales et l'autre lors d'une période représentative des conditions climatiques estivales, sauf si les conditions de travail ou l'activité professionnelle ne le permettent pas (activités saisonnières, activités de maintenance ou d'entretien...).

La durée du mesurage est d'au moins deux mois pendant une présence effective des travailleurs dans le lieu de travail spécifique en milieu souterrain, sauf si les conditions de travail ou l'activité professionnelle ne le permettent pas (chantier d'une durée d'un mois, activités de maintenance ou d'entretien courtes...).

II – Protocole de mesurage

Dans le lieu de travail spécifique en milieu souterrain, il est recommandé d'utiliser un détecteur « fermé ». Si deux campagnes de mesurages sont réalisées (été et hiver), les détecteurs doivent être posés au même endroit. Le même type de détecteur doit être utilisé pour l'ensemble des mesures effectuées dans la cavité ou l'ouvrage et pour les deux campagnes de mesure.

Les éléments suivants sont à prendre en compte pour déterminer le nombre et l'emplacement des détecteurs dans un lieu de travail spécifique en milieu souterrain :

- Si la surface au sol du lieu de travail spécifique est inférieure à 200 m²:
 - o poser au moins 2 détecteurs au plus proche des postes de travail.
- Si elle est supérieure à 200 m² :
 - o identifier d'abord les volumes de travail dans lesquels la source potentielle de radon, l'interface avec le terrain encaissant, le degré d'échange avec l'atmosphère extérieure, le niveau de température et le régime de ventilation ou d'aération sont similaires,
 - o puis poser au moins 1 détecteur par unité de surface de 200 m² par « volume de travail similaire » ou tous les 500 mètres linéaires si le lieu présente de grandes longueurs par rapport à la hauteur (tunnels, galeries, égouts...).

Les détecteurs doivent être positionnés préférentiellement à un emplacement où la présence de radon à des concentrations élevées est la plus susceptible de porter atteinte à la santé des travailleurs (le long du parcours effectué par un guide touristique ; représentatif de l'air respiré par les travailleurs...).

Lors de la pose des détecteurs, il est recommandé autant que possible :

- de placer les détecteurs entre 1 m et 2 m du sol, en laissant un espace libre autour d'eux afin que la mesure soit représentative de l'atmosphère du volume de travail concerné ;
- de veiller à ce que le détecteur demeure éloigné de toute source de chaleur, de bouche de ventilation et de tout risque d'aspersion d'eau ;
- d'informer les personnes travaillant dans ces lieux de la présence des détecteurs afin d'éviter tout dommage ou déplacement pendant la durée d'exposition.

Le détecteur doit être mis en position de mesurage (ex : « On » pour ouvrir le clapet permettant au film d'être en contact avec l'air) au moment de la pose (se référer à la notice d'utilisation fournie avec les détecteurs) et ne doit plus changer de position pendant toute la durée du mesurage.

Une fois la pose effectuée, il convient d'établir un plan d'implantation des détecteurs avec leur numéro (voir exemple en annexe 2). Il est aussi souhaitable de prendre des photos pour bien identifier leurs emplacements.

III – Envoi des détecteurs à l'OA « laboratoire » en fin de mesurage

A la fin de la période de mesurage, les détecteurs doivent être mis en position d'arrêt de mesurage (ex : Off pour le fermer) et retournés à l'OA « laboratoire » pour analyse le plus rapidement possible (se référer à la notice d'utilisation fournie avec les détecteurs). Il est essentiel de bien préciser les dates de pose et de dépose de chaque détecteur sur le document retourné ainsi que de renseigner les éléments demandés par l'OA « laboratoire » pour l'analyse des détecteurs.

IV - Exploitation des résultats et document de synthèse

Après traitement des détecteurs, l'OA « laboratoire » fournit un rapport d'analyse avec les résultats associés à chaque détecteur.

Afin de conserver ces résultats, il convient de rédiger un document de synthèse des mesures effectuées (**cf. modèle type en annexe 2**) joint au document unique d'évaluation des risques professionnels (DUERP) par application de l'article R. 4451-16 du code du travail afin d'être consultable pendant une période d'au moins dix ans. Il contient un tableau récapitulatif des locaux dépistés avec les résultats de mesure associés en Bq/m³ (activité volumique) pouvant ainsi être comparés au niveau de référence (NR) fixé à 300 Bq/m³ en moyenne annuelle.

Lorsque le lieu est composé d'un seul grand espace (> 200 m²), les incertitudes des résultats de mesure précisées dans le tableau récapitulatif vont permettre, avant comparaison au NR :

- lorsqu'elles se recoupent, de retenir un niveau moyen unique pour tout le lieu de travail ;
- lorsqu'elles ne se recoupent pas, de conserver le résultat le plus élevé du grand espace.

Il n'est pas nécessaire de tenir compte de la valeur de l'incertitude (notée +/- dans les rapports d'analyse) pour comparer au NR, si la période de mesurage est supérieure à deux mois, d'autant plus s'il s'agit d'une moyenne de plusieurs résultats dans un grand espace. Si deux campagnes ont été respectivement réalisées en été et en hiver, la moyenne des 2 résultats de mesure est à considérer (cf exemple 2 de l'annexe 2).

Tout dépassement du NR doit être clairement mentionné.

Modalités particulières dans certains lieux de travail spécifiques

L'arrêté du 30 juin 2021 ouvre certaines possibilités, notamment dans ses articles 3 et 4, pour prévenir le risque radon de travailleurs intervenants dans le cadre d'opérations dans de nombreux lieux de travail spécifiques. En effet, il est impossible de mesurer tous les lieux souterrains de France et mieux vaut, dans ce cas, agir directement lorsque les travailleurs sont présents dans le lieu avec des appareils de mesure en continu du radon.

Dans certaines conditions de travail (travail ponctuel, postes de travail mobiles...) ou activités professionnelles (activités de maintenance et d'entretien de courtes durées, chantiers d'un mois...), il n'est pas nécessaire de réaliser ces mesurages d'ambiance sur le long terme afin de comparer les résultats avec la valeur en moyenne annuelle du niveau de référence.

D'autres techniques existent pour alerter et prévenir les travailleurs d'un risque d'exposition au radon.

Les deux techniques sont :

- **Pour un chantier souterrain de quelques jours à quelques mois** : l'utilisation d'appareils de mesure en continu du radon qui vont permettre de suivre l'exposition des travailleurs, et si besoin, de prendre rapidement des mesures pour modifier le système de ventilation (si possible) pour maintenir la concentration du radon en dessous du NR.
- **Pour des interventions ponctuelles de maintenance ou d'entretien** : l'utilisation d'appareils à lecture directe qui alertent les travailleurs quand la concentration dépasse la valeur de précaution de 1 000 Bq/m³, leur permettant ainsi d'aérer ou de ventiler avant d'intervenir en prenant en compte le risque radon ou, si ce n'est pas possible, de modifier les conditions de travail.

Annexe 2 : Exigences minimales pour les rapports de mesurage du radon

DOCUMENT DE SYNTHESE DU MESURAGE DU RADON

- **Informations générales :**

Cadre réglementaire	Evaluation du risque radon (code du travail)
Nom de l'entreprise ou de l'établissement	Société X
Adresse	
Code postal et commune	
Dates de pose et de dépose des détecteurs	
Nom de la personne en charge du mesurage	

- Plan des locaux indiquant l'implantation des détecteurs avec leur numéro de référence :
- Référence du rapport d'analyse (*rappor t d'essai à insérer dans le document*) du laboratoire accrédité XXXXXX (nom)
- Récapitulatif et exploitation des mesures

Nom du lieu	Niveau (étage)	Local dépisté	Descriptif des locaux (ventilation, chauffage, interface avec le sol...) ; (photographies souhaitables)	N° du détecteur	Activité volumique (Bq/m ³)

Conclusion et suites à donner :

- Les activités volumiques en radon mesurées dans les locaux de ce lieu de travail sont toutes inférieures au niveau de référence de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle.

Nota : tant qu'il n'y a pas de modification importante du lieu de travail relative au système de ventilation ou à l'aménagement des locaux, il n'y a pas besoin d'effectuer un nouveau mesurage.

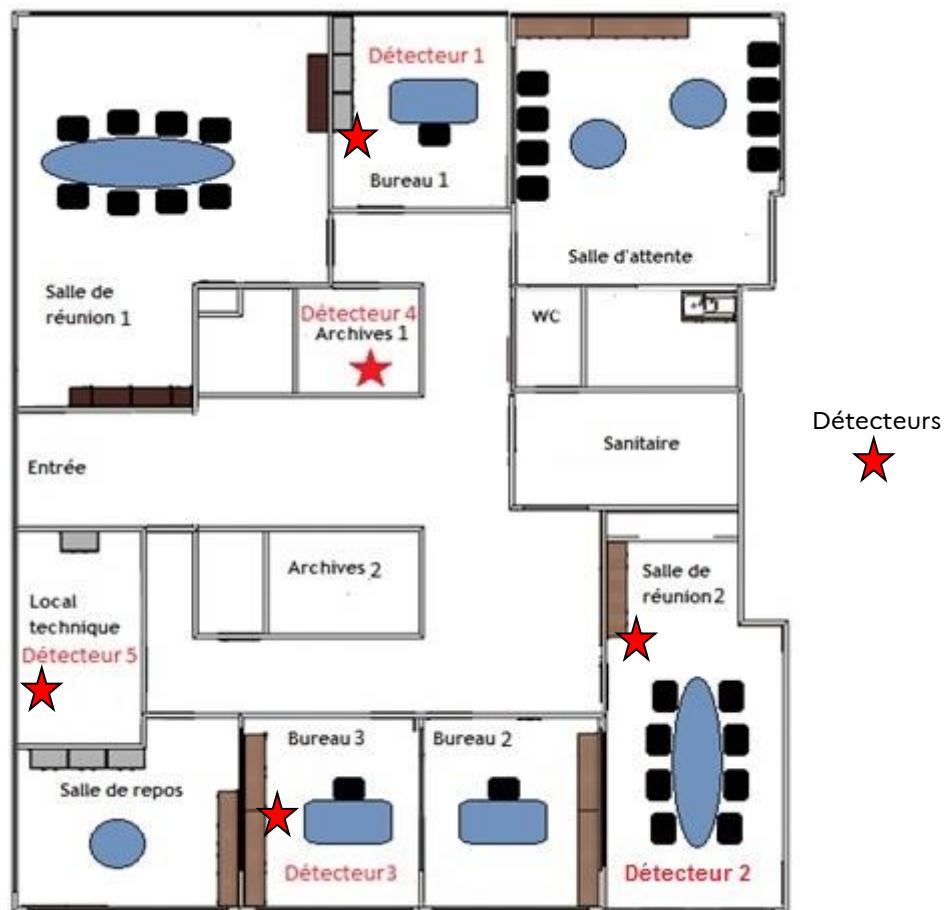
- Au moins une activité volumique en radon mesurée dans ce lieu de travail atteint le niveau de référence de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle. Il convient de mettre en œuvre les mesures de réduction du risque radon, dans les locaux concernés, en améliorant l'étanchéité notamment à l'interface sol-bâtiment et en augmentant le taux de renouvellement d'air dans les locaux, conformément à l'article R. 4451-18 du code du travail. S'il n'est pas possible de mettre en œuvre des mesures de réduction ou si elles restent inefficaces, il convient de poursuivre l'évaluation du risque pour mettre en place, le cas échéant, un dispositif renforcé pour la protection des travailleurs, avec l'aide d'un conseiller en radioprotection.

Exemple 1 : DOCUMENT DE SYNTHESE pour un lieu de travail dans un bâtiment

▪ Informations générales

Cadre réglementaire	Evaluation du risque radon (code du travail)
Nom de l'entreprise ou de l'établissement	Société X
Adresse (numéro, type et nom de voie)	12 rue de l'église
Code postal et commune	14100 Lisieux
Dates de pose et de dépose des détecteurs	15 novembre 2018 au 5 février 2019
Nom de la personne en charge du mesurage	M. Jean-Patrick Durant

▪ Plan des locaux indiquant l'implantation des détecteurs avec leur numéro de référence :



Descriptif à titre informatif (pouvant être inclus dans le document de synthèse)

Le lieu de travail représente moins de 200 m² et ne dispose que d'un seul niveau occupé par des travailleurs, ici le rez-de-chaussée.

En suivant le protocole de pose mentionné dans l'annexe 2, l'employeur fait le choix de poser 5 détecteurs : 3 dans des locaux occupés régulièrement par des travailleurs, à savoir les 2 bureaux et 1 salle de réunion, et 2 dans des locaux à présence ponctuelle, notamment par des travailleurs d'entreprise extérieure, plutôt peu ou pas ventilés, à savoir : les archives 1 et le local technique. En effet, un technicien

en maintenance passe régulièrement dans le local technique, de même qu'un archiviste dans le local nommé « archives 1 ». L'employeur considère qu'avec ces 5 mesures, il aura un mesurage représentatif de son lieu de travail.

Dans ce cas, chaque résultat de mesurage doit être comparé au NR.

- **Référence du rapport d'analyse** (rapport à joindre à la fiche) : **rapport de mesure n° (numéro) du (jour) (mois) (année) du laboratoire accrédité (nom)**
- **Récapitulatif et exploitation des mesures :**

Nom du lieu	Niveau (étage)	Local dépisté	Descriptif des locaux (ventilation, chauffage, interface avec le sol...)	N° du détecteur	Activité volumique (Bq/m ³)
Société X dans bâtiment Y	REZ-DE-CHAUSSÉE	Bureau 1	Locaux avec chauffage, dallage béton au sol sur terre-plein, pas de climatisation, aération naturelle	1	354
		Salle de réunion 2		2	120
		Bureau 3		3	280
		Archives 1		4	210
		Local technique		5	250

- **Conclusion et suites à donner :**

Les activités volumiques en radon mesurées dans les locaux de travail de ce lieu sont toutes inférieures au niveau de référence de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle.

Nota : Tant qu'il n'y a pas de modification importante du lieu de travail relative au système de ventilation ou à l'aménagement des locaux, il n'y a pas besoin d'effectuer un nouveau mesurage radon.

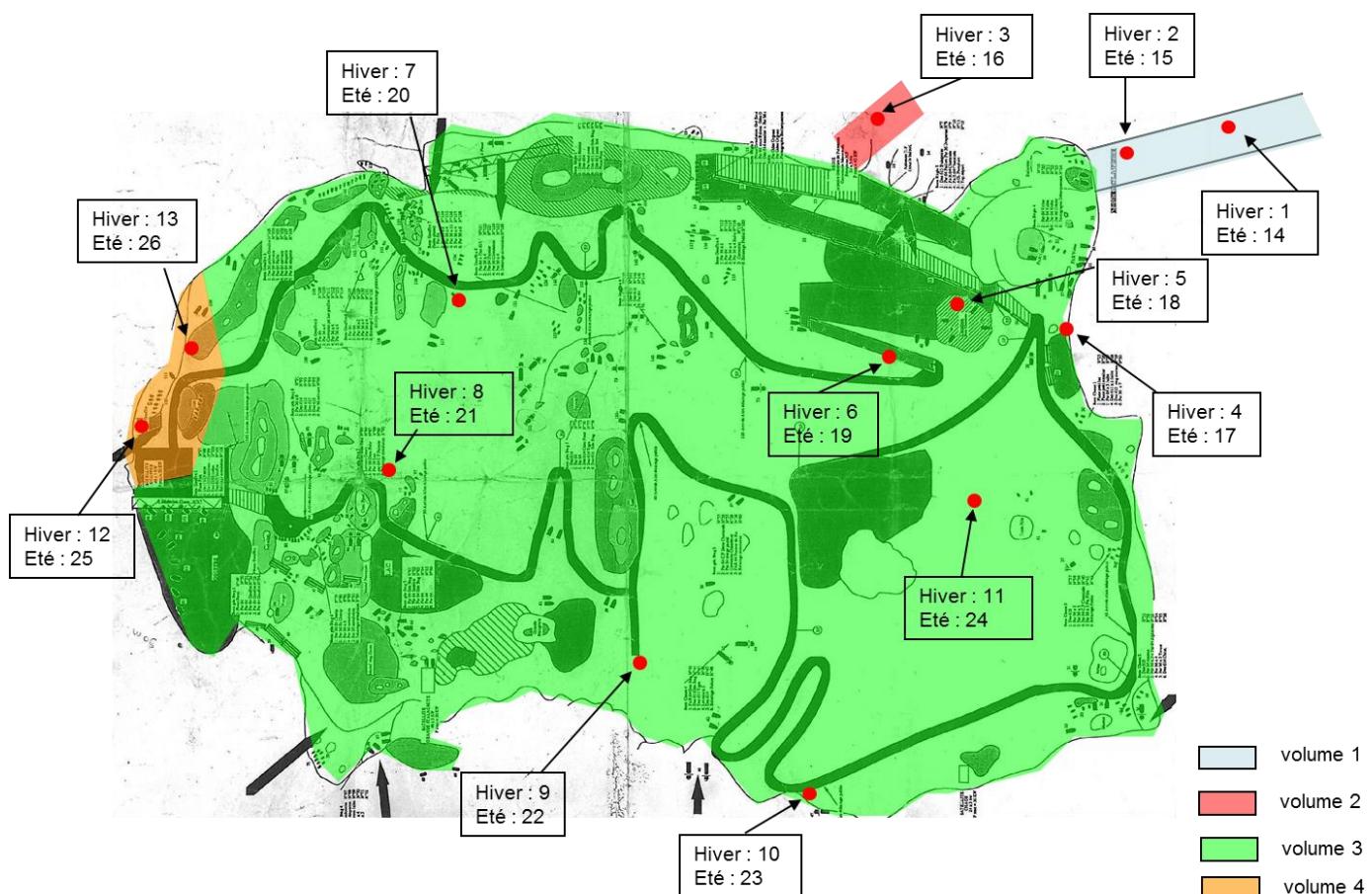
Au moins une activité volumique en radon mesurée dans ce lieu de travail atteint le niveau de référence de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle. Il convient de mettre en œuvre les mesures de réduction du risque radon, dans les locaux concernés, en améliorant l'étanchéité notamment à l'interface sol-bâtiment et en augmentant le taux de renouvellement d'air dans les locaux, conformément à l'article R. 4451-18 du code du travail. S'il n'est pas possible de mettre en œuvre des mesures de réduction ou si elles restent inefficaces, il convient de poursuivre l'évaluation du risque pour mettre en place, le cas échéant, un dispositif renforcé pour la protection des travailleurs, avec l'aide d'un conseiller en radioprotection.

Exemple 2 : DOCUMENT DE SYNTHESE pour un lieu spécifique de travail dans une cavité souterraine

- Informations générales :

Cadre réglementaire	Evaluation du risque radon (code du travail)
Nom du lieu spécifique de travail	Cavité X
Adresse	12 rue de l'église
Code postal et commune	14100 Lisieux
Dates de pose et de dépose des détecteurs lors des deux campagnes de mesure	Campagne hiver : 15/11/2018 au 05/02/2019 Campagne été : 25/06/2019 au 30/09/2019
Nom de la personne en charge du mesurage	M. Jean-Patrick Durant

- Plan de la cavité indiquant l'implantation des détecteurs avec leur numéro :



Descriptif à titre informatif (pouvant être inclus dans le document de synthèse)

Quatre volumes ont été identifiés dans cette cavité : un tunnel d'accès de 1 000 m linéaires (volume 1), un local technique de 10 m² (volume 2), une cavité principale de 1 500 m² (volume 3) et une zone particulière de 400 m² où de l'eau stagnante est présente (volume 4). Dans cet exemple, tous les volumes sont occupés par des travailleurs.

Conformément au protocole de pose mentionné dans cette fiche, l'employeur décide de placer :

- 2 détecteurs dans le volume 1, ce qui correspond à 1 détecteur tous les 500 m linéaires ;
- 1 détecteur dans le volume 2, car la surface au sol est inférieure à 200 m² ;

- 8 détecteurs dans la cavité principale (volume 3) : 1 détecteur par unité de surface de 200 m², placés de préférence uniformément sur la surface totale et le long du parcours de la visite ;
- 2 détecteurs dans la zone particulière (volume 4), ce qui correspond à 1 détecteur tous les 200 m².

- Référence du rapport d'analyse (*rapport à joindre à la fiche*) du laboratoire accrédité XXXXX (nom) :

- Campagne d'hiver : rapport de mesure n°2019-026 du 26 février 2019
- Campagne d'été : rapport de mesure n°2019-058 du 5 octobre 2019

- Récapitulatif et exploitation des mesures :

Volumes dépistés	Descriptif des volumes (source potentielle de radon, interface avec le terrain encaissant, degré d'échange avec l'atmosphère extérieure, niveau de température et régime de ventilation ou d'aération)	N° des détecteurs	Activité volumique (Bq/m ³)	Résultat par volume (Bq/m ³)	Moyenne annuelle (Bq/m ³) pouvant être comparée au NR
Volume 1 Tunnel d'accès	Local avec dalle béton sur terre-plein en forte pente, aération naturelle, roche encaissante sur les murs, pas de fenêtres, pas de chauffage, présence d'un escalier.	Hiver : 1 2 Eté : 14 15	230 +/- 25 160 +/- 18 250 +/- 25 280 +/- 30	Hiver : 230 * Eté : 265	247
Volume 2 Local technique	Local sur dalle béton sur terre-plein, isolé de la cavité par une porte fermée, aucune aération ni ventilation, pas de fenêtres, chauffage 17°C.	Hiver : 3 Eté : 16	142 +/- 12 188 +/- 17	Hiver : 142 Eté : 188	165
Volume 3 Cavité principale	Sur roche encaissante, nombreuses concrétions, aération naturelle par cheminée débouchant, température stable à 12°C.	Hiver : 4 5 6 7 8 9 10 11 Eté : 17 18 19 20 21 22 23 24	245 +/- 35 270 +/- 36 880 +/- 80 650 +/- 60 990 +/- 85 950 +/- 75 560 +/- 40 650 +/- 60 290 +/- 33 320 +/- 40 1020 +/- 90 980 +/- 85 1200 +/- 115 1350 +/- 120 860 +/- 75 790 +/- 60	Hiver : 990 Eté : 1350	1 170
Volume 4	Sur roche encaissante, aération naturelle par cheminée débouchant,	Hiver :		Hiver :	520

Volumes dépistés	Descriptif des volumes (source potentielle de radon, interface avec le terrain encaissant, degré d'échange avec l'atmosphère extérieure, niveau de température et régime de ventilation ou d'aération)	N° des détecteurs	Activité volumique (Bq/m ³)	Résultat par volume (Bq/m ³)	Moyenne annuelle (Bq/m ³) pouvant être comparée au NR
Zone particulière	température stable à 12°C, située en bordure du gouffre au point le plus bas de la cavité, présence d'eau stagnante.	12 13 Eté : 25 26	320 +/- 30 430 +/- 40 560 +/- 50 660 +/- 65	430 Eté : 610	

▪ Conclusion et suites à donner :

- Les activités volumiques en radon mesurées dans les volumes occupés de ce lieu de travail sont toutes inférieures au niveau de référence de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle.

Nota : Tant qu'il n'y a pas de modification importante du lieu de travail notamment relative au système de ventilation ou à l'aménagement des locaux, il n'y a pas besoin d'effectuer un nouveau mesurage radon.

- Au moins une activité volumique en radon mesurée dans ce lieu de travail atteint le niveau de référence de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle. Il convient de mettre en œuvre les mesures de réduction du risque radon, dans les volumes concernés, en améliorant l'étanchéité notamment à l'interface sol-bâtiment et en augmentant le taux de renouvellement d'air dans les locaux, conformément à l'article R. 4451-18 du code du travail. S'il n'est pas possible de mettre en œuvre des mesures de réduction ou si elles restent inefficaces, il convient de poursuivre l'évaluation du risque pour mettre en place, le cas échéant, un dispositif renforcé pour la protection des travailleurs, avec l'aide d'un conseiller en radioprotection.

Annexe 3 : Liste des normes radon

Les normes ci-dessous ne sont pas datées. En vue de leur utilisation, il est recommandé de se référer à la version la plus récente.

NF EN ISO 11665-1 - Mesurage 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 associées - Mesurage 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 associées.

NF EN ISO 11665-2 - Mesurage 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 - Mesurage 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.

NF EN ISO 11665-3 - Mesurage 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.

NF ISO 11665-4 - Mesurage 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.

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

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

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

NF ISO 11665-8 - Mesurage de la radioactivité dans l'environnement – Air : radon 222 - Partie 8 : méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments.

Attention : Cette norme peut servir de base pour un lieu de travail dans des « bâtiments » mais elle doit être adaptée aux conditions de travail, locaux spécifiques et à l'activité professionnelle.

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

Attention : Cette norme peut être appliquée à un lieu de travail spécifique dans une cavité ou ouvrage souterrain mais elle doit être adaptée aux conditions de travail et à l'activité professionnelle dans chaque situation.

NF X46-040 prévue en 2025 - Traitement du radon dans les immeubles bâtis - Référentiel de diagnostic technique relatif à la présence de radon dans les immeubles bâtis - Mission et méthodologie.

Attention : Cette norme peut être appliquée à un lieu de travail dans un bâtiment et non dans un lieu de travail spécifique. Il est aussi nécessaire de prendre en compte les conditions de travail et l'activité professionnelle.

Annexe 4 : Mesures de réduction : actions simples pour réduire le niveau de radon dans un bâtiment

Aération naturelle :

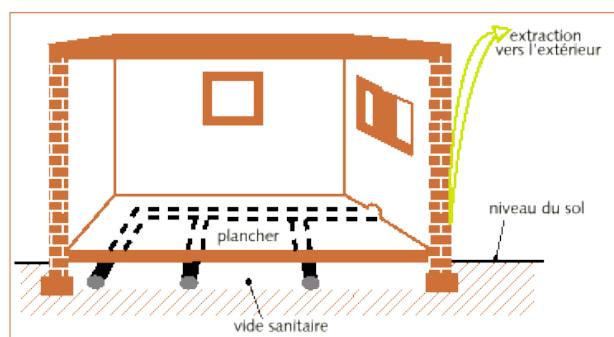
- Aérer régulièrement les locaux lorsque cela est possible.

Système de ventilation :

- Vérifier l'état de la ventilation et rectifier les dysfonctionnements éventuels (obturation des bouches ou grilles d'aération existantes, encrassement, défaillance des ventilateurs...). 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. C'est l'occasion de vérifier si les dispositions du code du travail prévues à l'article R. 4222-1 en matière de renouvellement d'air sont respectées. En effet, l'article R. 4222-1 du code du travail prévoit que, dans les locaux fermés où les travailleurs sont appelés à séjourner, l'air soit renouvelé de façon à maintenir un état de pureté de l'atmosphère propre à préserver la santé des travailleurs. Cela inclut le radon.
- Vérifier également que les portes soient bien détalonnées.
- Améliorer ou rétablir l'aération naturelle du soubassement, en particulier les aérations du vide sanitaire ou de la cave, si présents.

Exemple : système de ventilation du vide sanitaire

Source : ASNR



- Vérifier la conformité aux dispositions du code du travail en matière de débit minimal d'air neuf par occupant dans les locaux de travail (art. R. 4222-1 et suivants du CT), notamment l'article R. 4222-6 applicable dans les locaux à pollution non-spécifique :

Lorsque l'aération est assurée par ventilation mécanique, le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé dans le tableau suivant :

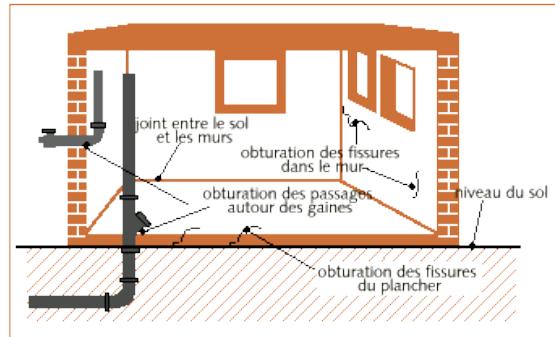
Désignation des locaux	Débit min. d'air neuf par occupant
Bureaux, locaux sans travail physique	25 m ³ /h
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30 m ³ /h
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45 m ³ /h
Autres ateliers et locaux	60 m ³ /h

Etanchements :

- 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... Les étanchements sont à réaliser systématiquement. Ils améliorent l'efficacité des autres mesures de réduction associées.

Exemple : obturation des fissures et trous

Source : ASNR



Annexe 5 : Mesures de réduction : expertise radon

A - Qu'est-ce qu'une expertise radon ?

Une « expertise radon » est vivement recommandée lorsque la situation est complexe, en particulier quand le niveau de radon est très élevé. L'employeur peut faire réaliser cette expertise par ses propres services s'ils en ont la compétence et les moyens matériels ou, plus certainement, par des organismes compétents en radon.

L'expertise mentionnée au II de l'article R. 1333-34 du code de santé publique dans le cadre des dispositions relatives à la gestion du risque radon dans les établissements recevant du public (ERP) est similaire à celle recommandée dans ce guide mais nécessite quelques adaptations concernant, notamment, les conditions de travail et l'activité professionnelle exercée.

En pratique : l'expertise décrite ci-dessous est préconisée pour un lieu de travail dans un bâtiment.

B - Contenu d'une expertise radon (à adapter à la situation)

1 – Diagnostic technique du bâtiment contenant :

- 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, type d'ouvrants extérieurs... ;
- une description du soubassement : type 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, passage des réseaux...) ;
- une description du système de ventilation lorsqu'il existe et une évaluation qualitative du niveau d'aération des espaces de vie du bâtiment ;
- une description des systèmes du bâtiment (chauffage, chauffe-eau, climatisation...).

Le diagnostic technique d'un bâtiment pour le radon est détaillé dans la norme AFNOR NF X 46-040 relative au traitement du radon dans les immeubles bâtis (Référentiel de diagnostic technique relatif à la présence de radon dans les immeubles bâtis - Mission et méthodologie) mais il est nécessaire de l'adapter aux particularités d'un lieu de travail dont, notamment, l'activité professionnelle (machines ou équipements de travail particuliers pouvant influer sur les concentrations de radon : pression, température, empoussièvement, humidité, ventilation...) et les conditions de travail (travail de nuit, travail saisonnier, présence des travailleurs...).

2 – Investigations complémentaires

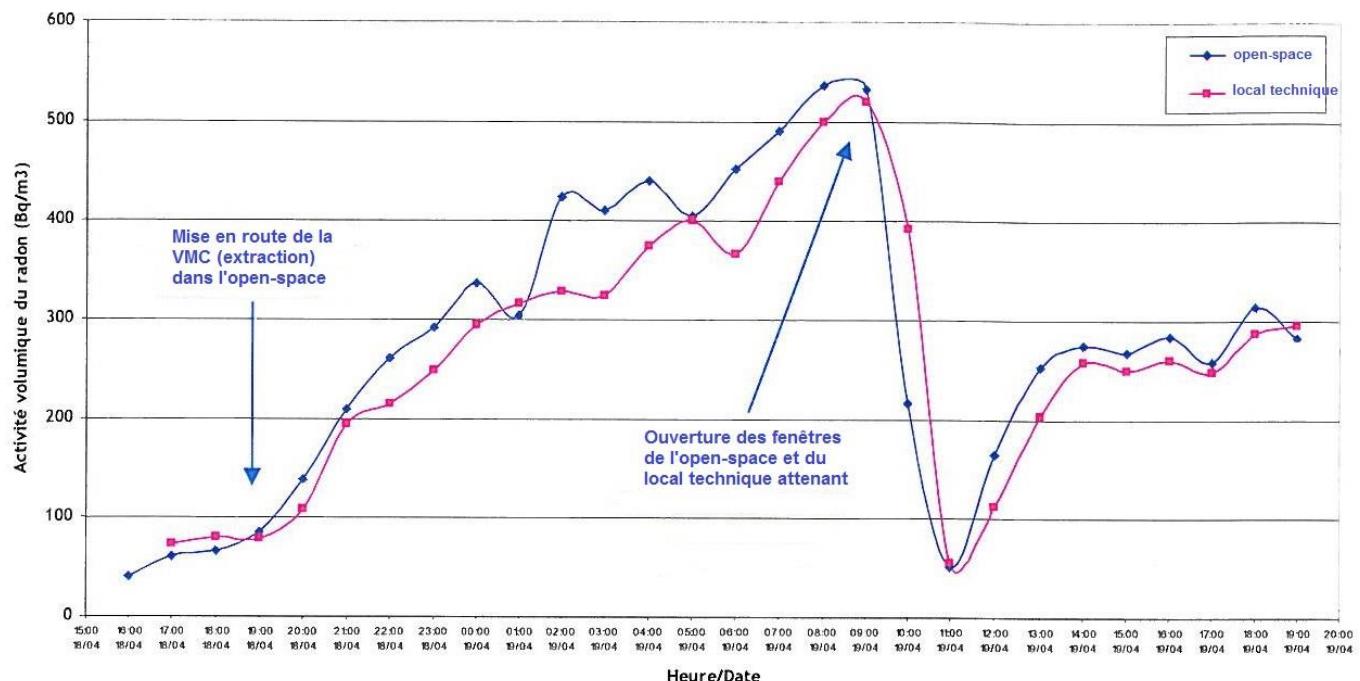
Suivant l'importance de la problématique radon dans un lieu de travail, il peut être recommandé de réaliser des investigations complémentaires se fondant sur des débits d'air (taux de renouvellement), des mesurages supplémentaires du radon, des analyses sur des matériaux de construction ou des prélèvements d'eau, des vérifications d'équipements spécifiques... Ces investigations visent à mieux cerner la problématique afin de préconiser des travaux adaptés pour y remédier (éviter le surdimensionnement et les coûts élevés).

- Audit de la ventilation

Il s'agit de vérifier la conception et le bon fonctionnement du système de ventilation (mesures de débits ou de dépression, vérification du bon fonctionnement des différents composants du système...), notamment dans le cas de bâtiments et/ou de systèmes complexes. En effet, la concentration élevée de radon est souvent due à un problème de ventilation.

- Identification et vérification des sources, voies d'entrée et de transfert du radon

Lors de cette investigation complémentaire, une identification des sources, voies d'entrée ou de transfert du radon est réalisée. Suivant leur nombre et l'importance des niveaux de radon mesurés, il est recommandé de vérifier si ces « points critiques » sont réellement des voies d'entrée du radon par un mesurage localisé sur ces points précis, avec des appareils de mesure ponctuelle du radon. Cette étape est très importante pour le dimensionnement des travaux.



Exemple de mesure en continu du radon mettant en évidence l'inefficacité d'un système de ventilation
(source : étude ASNR)

3 – Préconisations hiérarchisées de travaux de réduction du risque

Une fois tous les éléments (1 et 2) recueillis, il est possible de préconiser des travaux de réduction du risque adaptés à la situation, en tenant compte d'un bilan coût/avantage présentant différentes solutions de réduction du risque avec leurs éventuelles contraintes à long terme (entretien, surveillance...), ainsi que leur impact sur l'efficacité énergétique et les autres polluants de l'air (qualité de l'air intérieur).

Annexe 6 : Mesures de réduction : travaux complexes dans un bâtiment

Les travaux pour réduire l'exposition des travailleurs au radon ne peuvent être mis en œuvre qu'à partir des préconisations issues de l'expertise radon. Ils seront ainsi adaptés à **chaque situation qui est un cas unique**.

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

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

Il est fortement recommandé de mettre en place une combinaison de ces deux principes afin d'augmenter l'efficacité de la réduction et en général de diminuer les coûts.

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

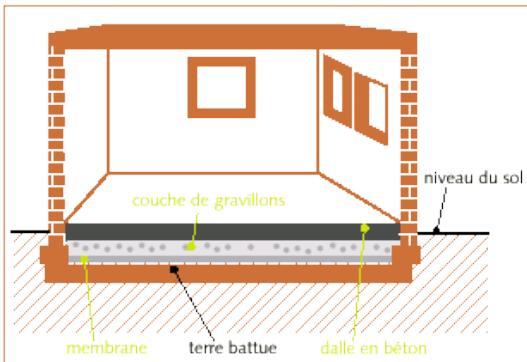
1 - Assurer l'étanchéité de l'interface entre le sol et le lieu de travail vis-à-vis des entrées de radon

Il est nécessaire d'assurer l'étanchéité à l'air de l'interface sol-bâtiment. Pour cela, les techniques consistent à :

- l'étanchement de points singuliers entre le soubassement et les espaces occupés. Ces points singuliers sont les arrivées de canalisations ou câbles, les portes ou trappes, les galeries techniques...
- 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 seules ne sont généralement pas suffisantes pour réduire efficacement les fortes concentrations en radon ($> 1\,000 \text{ Bq/m}^3$). Néanmoins, elles constituent un préalable essentiel pour l'efficacité d'autres solutions mises en œuvre en parallèle.

Exemple 1 : étanchéité de l'interface avec le sol
(Source : ASNR)

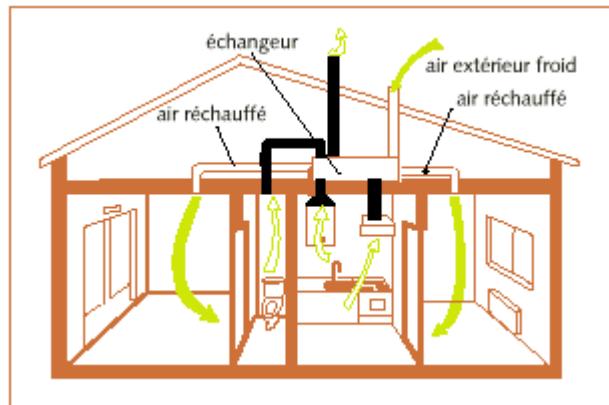


2 - Augmenter le renouvellement de l'air intérieur pour « diluer » le radon

Il est important de rétablir une bonne ventilation des locaux (mécanique ou naturelle). Pour cela, il existe des systèmes de ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux ou double flux. Dans le but d'éviter d'augmenter la dépression naturelle d'un bâtiment, il est plutôt préconisé d'utiliser une VMC par insufflation plutôt que par extraction simple (à dimensionner en fonction des entrées d'air neuf). Cette technique n'est pas préconisée dans les locaux à production d'humidité (buanderie, cuisine...).

Plus sûrement, la VMC double flux, même si elle est beaucoup plus coûteuse à l'installation et à l'entretien, permet de maîtriser les flux d'air en créant une légère surpression ($< 10 \%$) dans certains locaux. Elle peut aussi être dotée d'un préchauffage de l'air neuf afin d'éviter les pertes thermiques tout en luttant efficacement contre tous les autres polluants de l'air intérieur. En effet, les mesures de réduction basées sur la ventilation doivent aussi prendre en compte l'efficacité énergétique et le confort thermique.

Exemple 2 : système de ventilation double flux
Source : ASNR



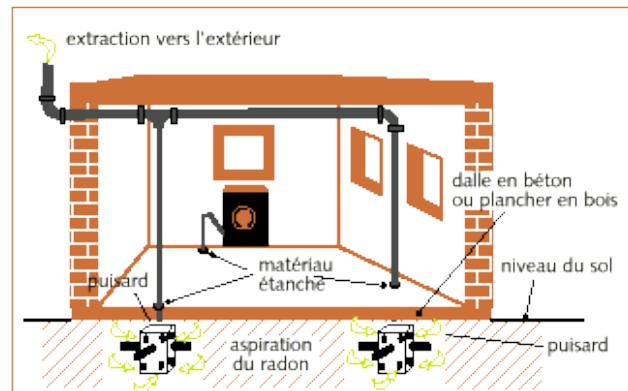
3 - Traiter le soubassement (vide sanitaire, cave, locaux techniques, dallage sur terre-plein) pour réduire l'entrée du radon dans le lieu de travail

Il existe plusieurs techniques :

- ventiler le soubassement naturellement ou mécaniquement,
- augmenter la dépression du soubassement pour drainer le radon et l'évacuer avant son entrée dans le lieu de travail.

Le système de dépressurisation du sol (S.D.S.) est reconnu pour être la meilleure technique de réduction du radon. Néanmoins, il peut être très coûteux et engendrer des dégâts collatéraux dans les constructions existantes. En revanche, son prix est négligeable dans le cadre de nouvelles constructions.

Exemple 3 : système de dépressurisation du sol (S.D.S.)
(Source : ASNR)



Annexe 7 : Notions de calcul de dose efficace due au radon

Rappel : un outil pour évaluer la dose efficace prévisionnelle due au radon est disponible sur le site internet de l'INRS (élaboré en collaboration avec l'ASNR) : [Outil d'évaluation en zone radon de la dose prévisionnelle des travailleurs](#)

Néanmoins, il est nécessaire, notamment pour le calcul de dose des travailleurs exposés au radon faisant l'objet d'une SDI dans le cadre d'un SIR Radon, de réaliser ce calcul en disposant d'informations complémentaires plus précises (heures de travail réelles annuelles pour chaque travailleur dans chaque zone radon, et si besoin EAPv (énergie alpha potentielle volumique) ou F (facteur d'équilibre)..

Méthode de calcul de la dose efficace due au radon

L'arrêté du 16 novembre 2023 précise dans son annexe III la méthode à utiliser pour calculer la dose efficace engagée résultant de l'inhalation des descendants du radon 222.

Toutefois, il faut bien prendre en compte la méthode de mesurage utilisée, car la formule de calcul est différente suivant que l'appareil mesure le gaz radon (Bq/m^3) ou l'énergie alpha potentielle volumique (J/m^3) des descendants à vie courte du radon.

Important : la dose efficace due au radon est une dose **interne** ce qui la qualifie de donnée de santé confidentielle, sous couvert du médecin du travail, lorsqu'elle est liée nominativement à un travailleur dans le cadre de son SIR.

Les deux formules sont les suivantes :

1) Méthode par mesurage de l'EAPv des descendants du radon :

$$E_{\text{interne}} = Cd_{\text{radon 222}} \times EAPV_{\text{radon 222}} \times T$$

Ou :

E_{interne} est la dose efficace engagée résultant de l'inhalation des descendants du radon 222 exprimée en sievert (Sv) ;

$Cd_{\text{radon 222}}$ est le coefficient de dose applicable pour les descendants du radon 222 ($\text{Sv}/(\text{J} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^3)$) ;

$EAPV_{\text{radon 222}}$ est l'énergie alpha potentielle volumique des descendants du radon 222 (J/m^3) ;

T est le temps d'exposition en heures (h).

2) Méthode par mesurage de l'activité volumique du radon 222 gaz :

$$E_{\text{interne}} = Cd_{\text{radon 222}} \times F \times AV_{\text{radon 222}} \times 5,56 \cdot 10^{-9} \times T$$

Ou :

E_{interne} est la dose efficace engagée résultant de l'inhalation des descendants du radon 222 exprimée en sievert (Sv) ;

$Cd_{\text{radon 222}}$ est le coefficient de dose applicable pour les descendants du radon 222 ($\text{Sv}/(\text{J} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^3)$) ;

F est le facteur d'équilibre ;

$AV_{\text{radon 222}}$ est l'activité volumique du radon 222 (Bq/m^3) ;

$5,56 \cdot 10^{-9}$ est l'énergie alpha potentielle volumique des descendants du radon 222 pour un becquerel de radon 222 en équilibre avec ses descendants (J/Bq) ;

T est le temps d'exposition en heures (h).

État des connaissances sur le coefficient de dose à appliquer au sein des grottes touristiques

1.La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) recommande l'utilisation du coefficient de dose de $6 \text{ mSv}/\text{mJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}$ pour les grottes, sur la base des publications internationales. De plus, la Commission européenne a pris position en faveur de l'usage par les États membres de tous les coefficients de dose qui figurent dans les publications de la CIPR.

2.Une étude expérimentale a été menée par l'ASNR pour acquérir les données de mesure permettant de calculer les coefficients de dose adaptés aux conditions spécifiques des grottes touristiques françaises. Deux grottes ont été étudiées. Celles-ci ont été choisies à partir d'une analyse des données disponibles, en sélectionnant, d'une part, une grotte présentant de fortes disparités saisonnières et une faible variabilité spatiale de la teneur en radon et, d'autre part, une grotte dans laquelle la variabilité saisonnière est faible et la variabilité spatiale est élevée. Deux méthodes de calcul ont été utilisées. Les résultats aboutissent tous à des valeurs variant autour de 6 mSv/mJ.m⁻³.h. Ces valeurs sont concordantes avec celle qui est recommandée par la CIPR.

Remerciements

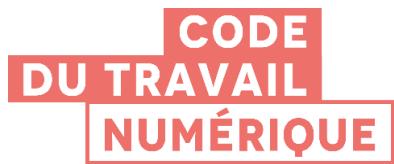
Ont contribué à la rédaction de ce guide :

Coordination : Cécile DESSAUD et Hélène LOHOU (DGT)

Contribution : Christine BELFAN-COPIN (DGT), Yann BILLARAND (ASNR), Nathalie BLANC (DREETS-ARA), Fanny BROUANT (ASNR), Marie-Lise CARTON-ZITO (DGT), Jérôme CAUËT (MASA), Virginie CHRESTIA-CABANNE (DGT), Ludivine DELALET (DREETS-GE), Laurent DESTACAMP (ASNR), Dominique FONTAINE (DREETS-NORM), Marie-Laetitia FOURNIE (DREETS-OC), Aude GENIAUX (ASNR), Gilliane GIROD (DREETS-BFC), Géraldine IELSCH (ASNR), Anne JEGOUZO (ASNR), Eric LACAVALERIE (DGT), Pierre LAURENT (CARSAT Centre-Ouest), Maud MALEK (DREETS-NA); Christian MAMPOUYA (DREETS-OC), Grégory MENEC (DREETS-PDL), Nicolas MICHEL (ASNR), Romain MOUILLSEAUX (INRS), Francois PAQUET (ASNR), Corine PIRON (DGT), Cécile RIBOLI (DGT), Florence ROBERT (DREETS-BRET), Manuella TAVARES (DREETS-ARA), Caroline VIGNAUD (ASNR), le réseau préveteurs INRS/CARSAT, le réseau correspondants radon DGT/DREETS et DGT/DDETS.

Ce guide est à destination des employeurs et de leurs préventeurs pour les aider à mettre en œuvre la démarche de prévention du risque d'exposition professionnelle au radon en appliquant les principes généraux de prévention pour réduire le risque en dessous du niveau de référence et, le cas échéant, en mettant en œuvre le dispositif renforcé pour la protection des travailleurs exposés au radon. Ce guide comprend des annexes pratiques avec des exemples afin d'être très opérationnel dans l'accompagnement à la prévention de ce risque professionnel.

Ce guide est complété par un questions/réponses.



code.travail.gouv.fr