

Radon en milieu professionnel : démarche d'évaluation et de prévention

Romain MOUILLSEAUX

13èmes rencontres des Personnes Compétentes en Radioprotection

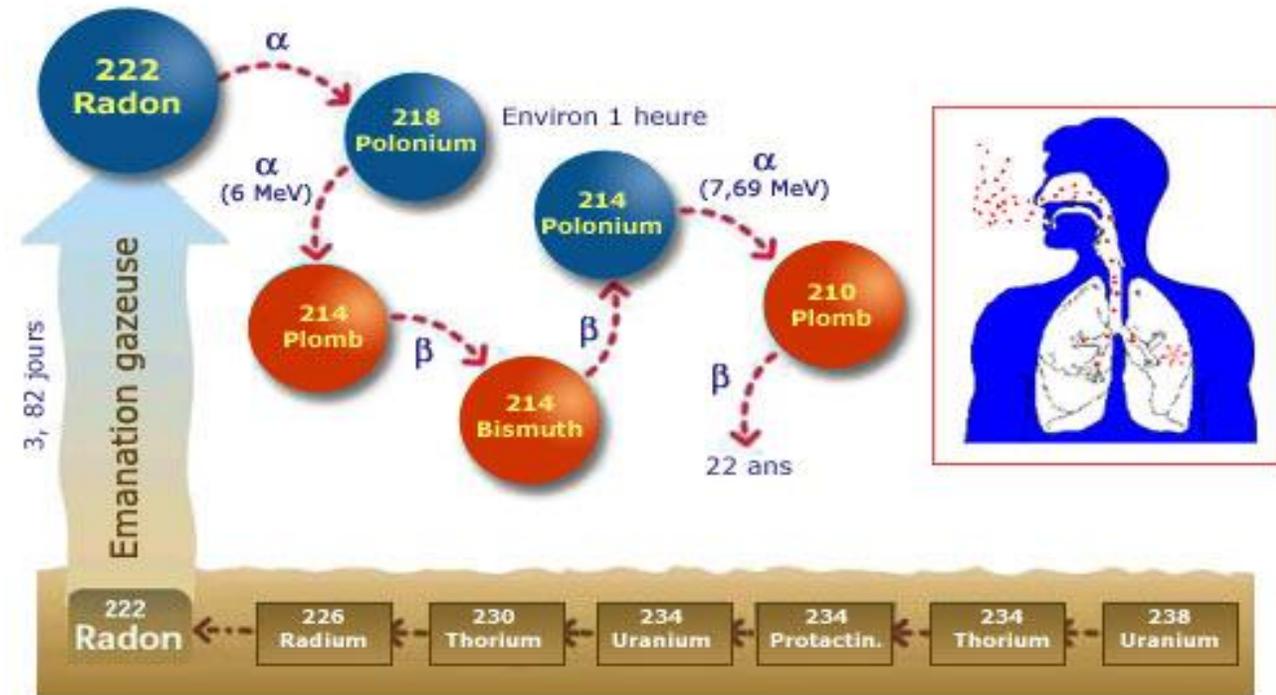
8-9 novembre 2022

 Notre métier,
rendre le vôtre plus sûr

www.inrs.fr

Origine et caractéristiques du radon

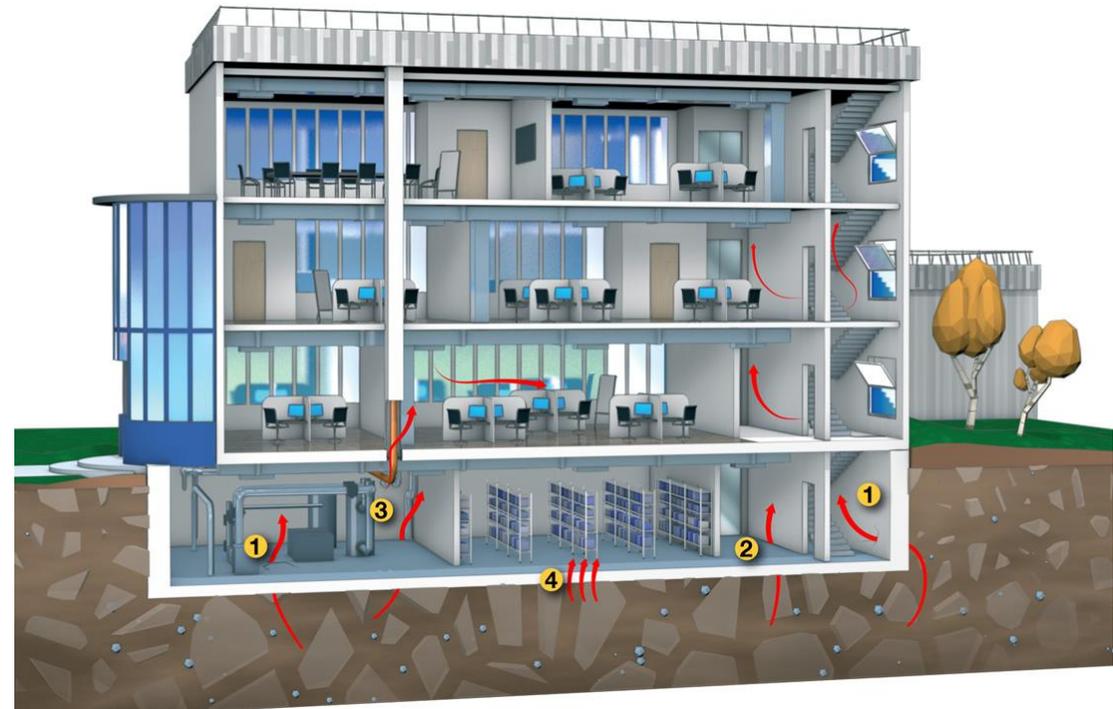
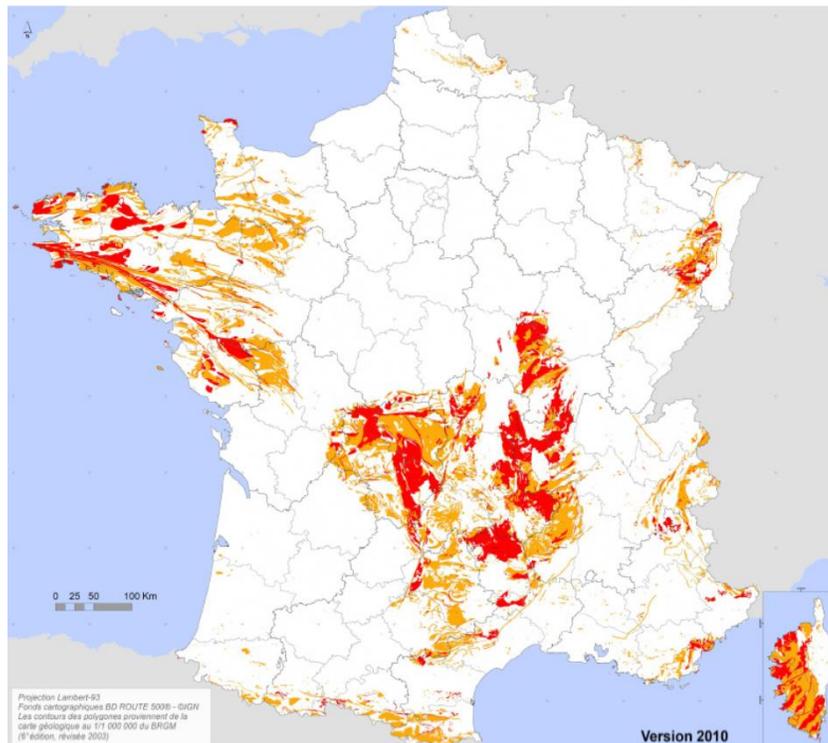
- Gaz radioactif (inerte)
- Produit de filiation de l'uranium 238
- Présent partout
- Provient essentiellement du sol
- Période de 3,82 jours
- Descendants radioactifs à vie courte
- Se quantifie en activité volumique dans l'air (Bq/m^3)
- Principale source d'exposition de la population Française



Source : IRSN

Variabilité

- En air intérieur, grande variété de situations en fonction de :
 - La nature du sous-sol géologique
 - Les conditions atmosphériques
 - Certaines caractéristiques du bâtiment (ventilation, interface avec le sol...)
 - Du mode d'occupation (aération, chauffage...)

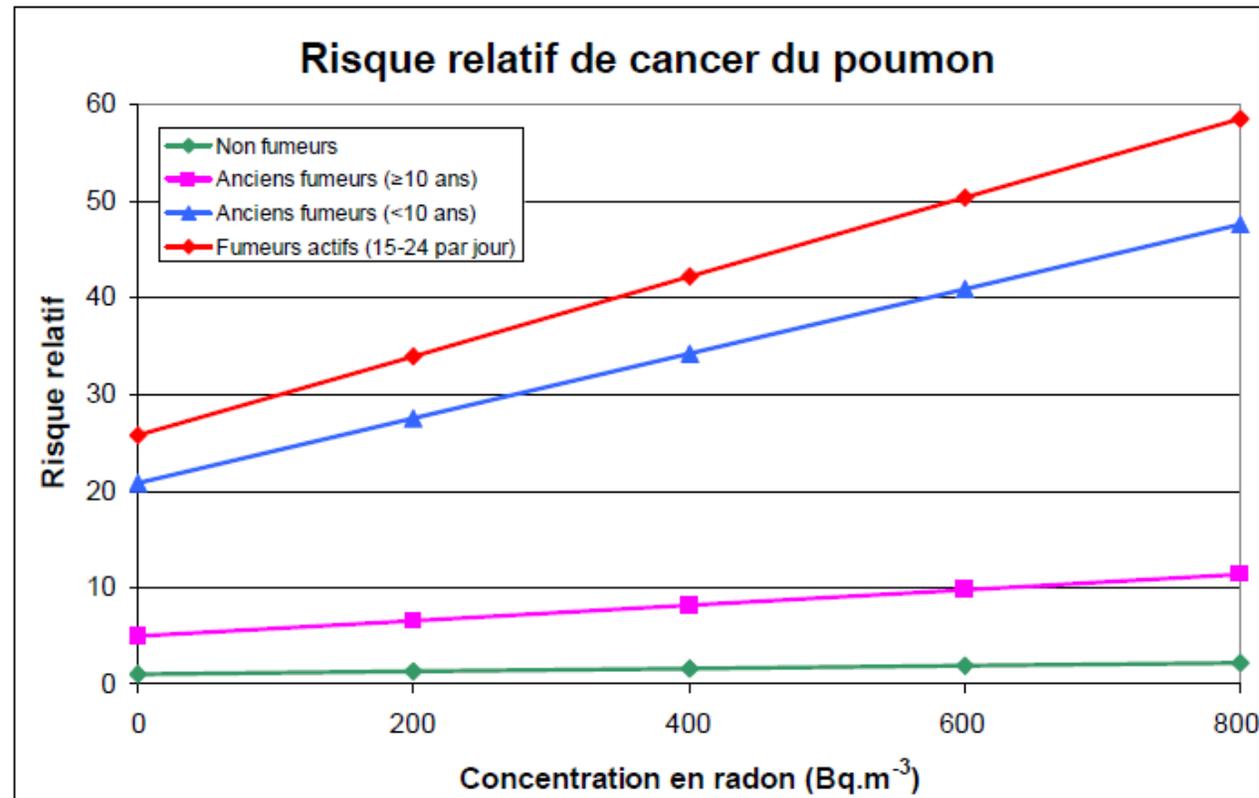


Effets sur la santé

- Inhalation du radon et ses descendants : Exposition interne
- Plus de 90 % de la dose reçue est délivrée au poumon
- Classé cancérigène pulmonaire certain (Groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer depuis 1987
- Augmentation du risque relatif \approx 10 % à 15 % par 100 Bq/m³
- Fractions attribuables au radon (environ 10 %)
 - Incidence : 4000 nouveaux cas/an
 - Mortalité : 3000 morts/an

Effets sur la santé

- Effets conjoints du radon et du tabac



Darby et coll. Scand J Work Environ Health 2006

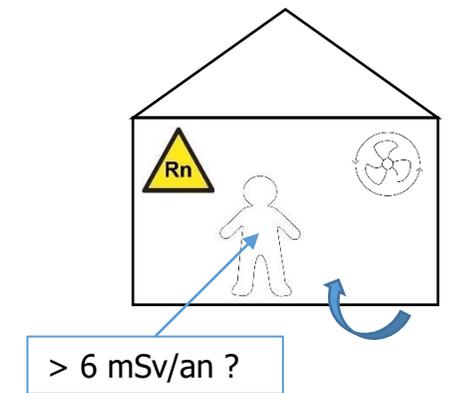
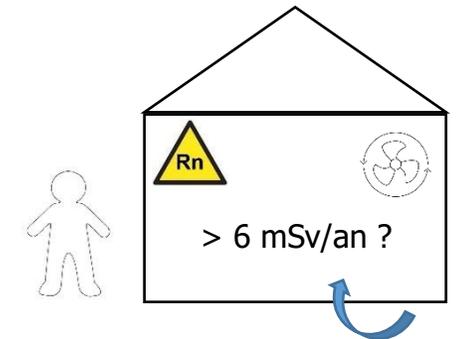
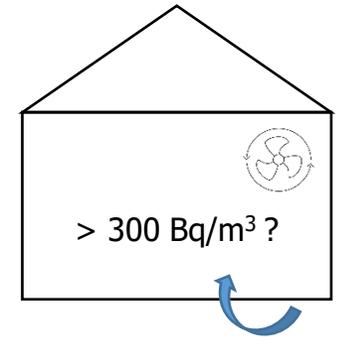
Evaluation des risques liés à l'exposition au radon

- Obligatoire au titre du Code du travail depuis le 1^{er} juillet 2018
- Niveau de référence (NR) :
 - Niveau jugée inappropriée
 - 300 Bq/m³ en moyenne annuelle
- Distinction opérationnelle :
 - Locaux de travail situés au rez-de-chaussée et sous-sol de bâtiments
 - Lieux de travail spécifiques : cavités souterraines, ouvrages enterrés... (Arrêté du 30 juin 2021 relatif aux lieux de travail spécifiques radon)



Objectifs par étape de l'évaluation

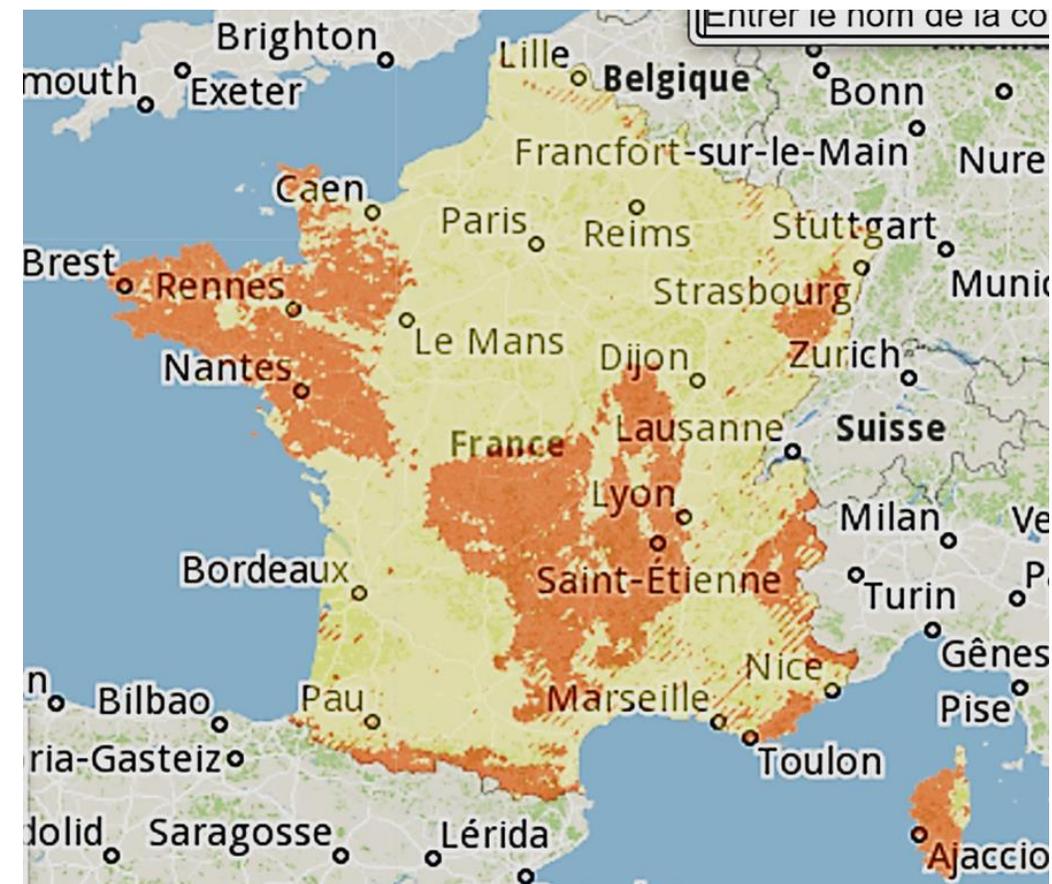
- Déterminer si le niveau de référence de 300 Bq/m^3 est susceptible d'être dépassé sur le lieu de travail
- Déterminer les mesures et moyens de prévention à mettre en œuvre
- Déterminer si une zone radon doit être délimitée en cas de dépassement persistant du NR
- Déterminer si le travailleur doit faire l'objet de mesures de prévention individuelles



Zones à potentiel radon

- Arrêté du 27 juin 2018
 - Zone 1 : potentiel radon faible
 - Zone 2 : potentiel radon faible mais facteurs géologiques particuliers pouvant faciliter le transfert du radon vers les bâtiments
 - Zone 3 : potentiel radon significatif
- Croisement campagne nationale de mesure

Pourcentage des bâtiments dépassant	100 Bq/m ³	300 Bq/m ³
Zone 1	20 %	< 2 %
Zone 3	> 40 %	> 10 %



<https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.X6FyaGhKiUk>

Sources d'informations autres que les zones à potentiel radon

- Carte interactive portail Géorisques (Cavités, sites et sols pollués)
- Base de données MIMAUSA
- Caractéristiques du bâti (soubassement, labels...)
- Caractéristiques de la ventilation (naturelle, mécanique, respect de la réglementation assainissement...)
- Informations sur les bâtiments alentour (pour décider de réaliser un mesurage)
- Résultats de mesurages déjà réalisés (établissements recevant du public...)

Critères défavorables au niveau des locaux

- Locaux confinés ou rarement occupés (salles d'archives...)
- Sol en terre battue (sous-sol, vide sanitaire...)
- Locaux en dépression (laboratoires...)
- Présence de sources de chaleur (chaufferies, buanderies...)
- Passage de gaines techniques (locaux techniques...)
- Présence d'eau en quantité importante (galeries techniques...)

Recommandations pratiques pour les bâtiments

- Zone 1

Mesurage recommandé si un ou plusieurs critères défavorables sont présents au niveau des locaux (locaux peu ou pas ventilés, terre battue, sources de chaleur, gaines techniques, mesurages antérieurs...)

- Zone 2

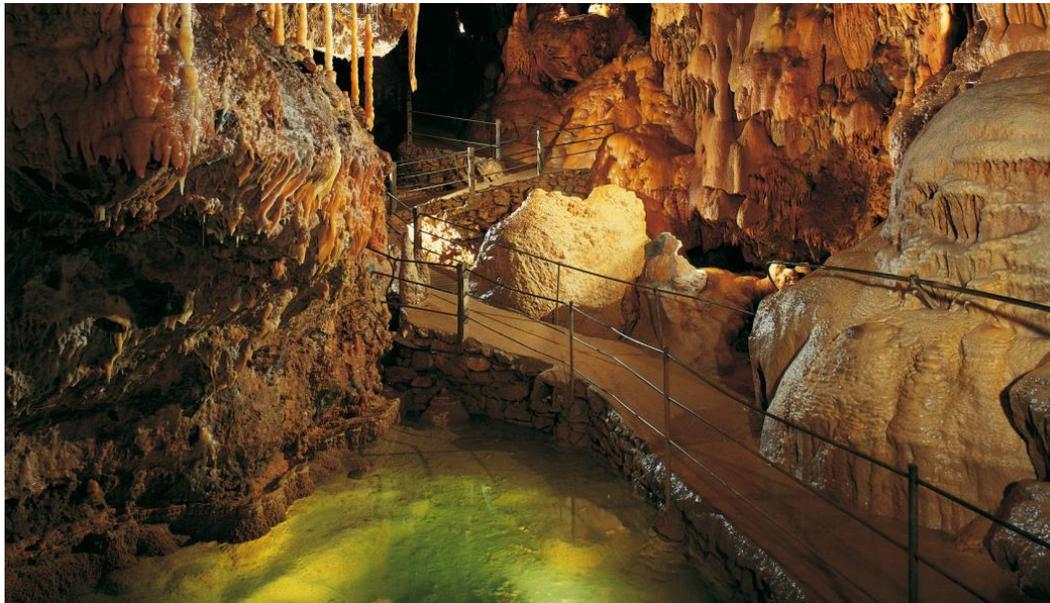
Mesurage recommandé si un ou plusieurs facteurs défavorables sont présents au niveau des locaux ou localement au niveau des sols (cavités, failles...)

- Zone 3

Mesurage recommandé sauf si d'autres éléments de l'analyse documentaire mettent en évidence l'inutilité de le réaliser (résultats de mesurages antérieurs, labellisation du bâtiment...)

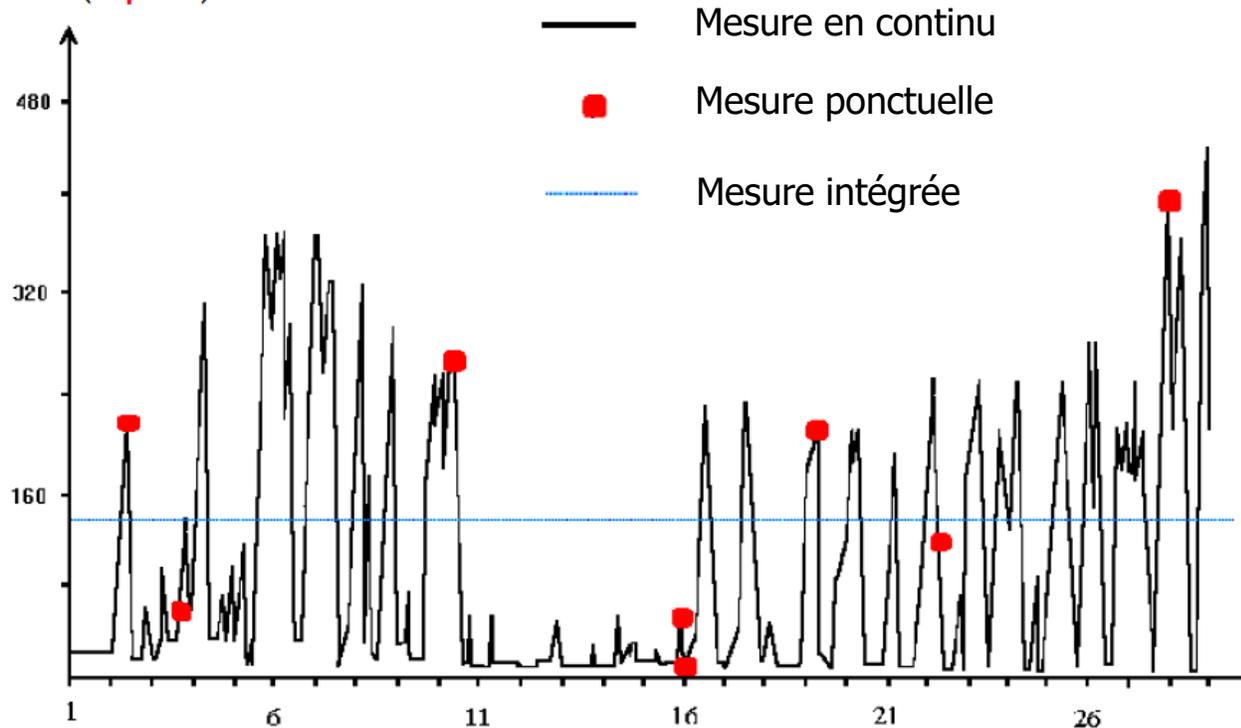
Evaluation dans les lieux spécifiques

- Ne tient pas compte de la cartographie
- Repose essentiellement sur l'analyse de l'efficacité du renouvellement d'air



Mesurage du radon dans l'air intérieur

Activité volumique
 ^{222}Rn ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$)



- Mesure en continu
- Mesure ponctuelle
- - - Mesure intégrée

Temps (j)



Appareil de mesure en continu



Kit de mesure ponctuelle



Détecteur solide de traces nucléaires (DSTN)

Mesurage dans le cadre de l'évaluation des risques

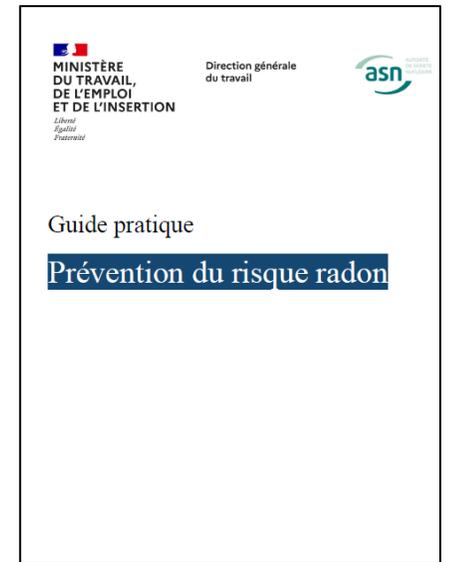
- Dispositif de mesure intégrée
- Auto-mesurage possible
- Analyse par un laboratoire accrédité
- Modalités de mesurage décrites dans l'annexe 1 du guide de la DGT
- Organismes extérieurs (OCR, organismes agréés radon, CARSAT...)



Détecteur solide de traces nucléaires (DSTN)
fermé

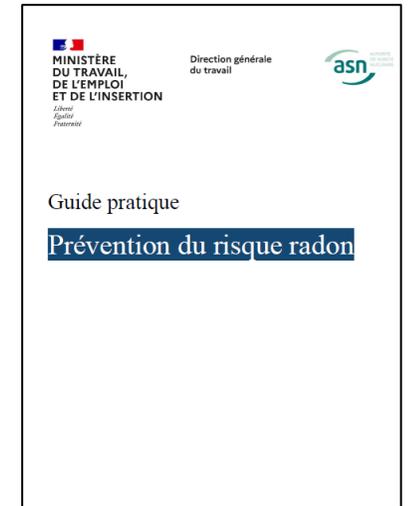


Détecteur solide de traces nucléaires (DSTN)
ouvert



Mesurage dans le cadre de l'évaluation des risques

- Locaux dans un bâtiment
 - Période de présence
 - 2 mois au moins en période hivernale ou de chauffage
 - Tous les 200 m²
 - Au moins 2 détecteurs si < 200 m²
 - Au plus près des postes de travail
- Lieux de travail spécifique en milieu souterrain
 - Période de présence
 - 2 mois au moins en période hivernale et en période estivale (moyenne)
 - Tous les 200 m² dans les grandes cavités
 - Tous les 500 m dans les galeries, tunnels...



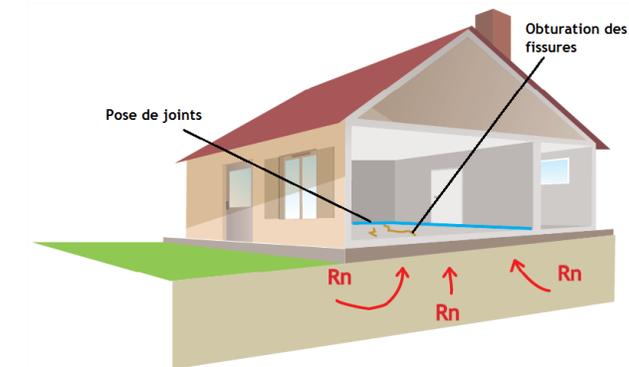
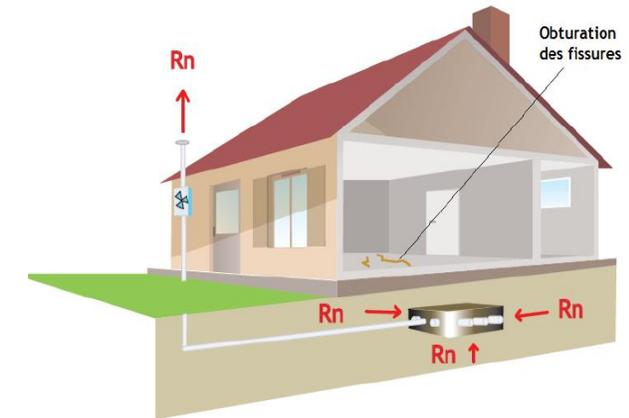
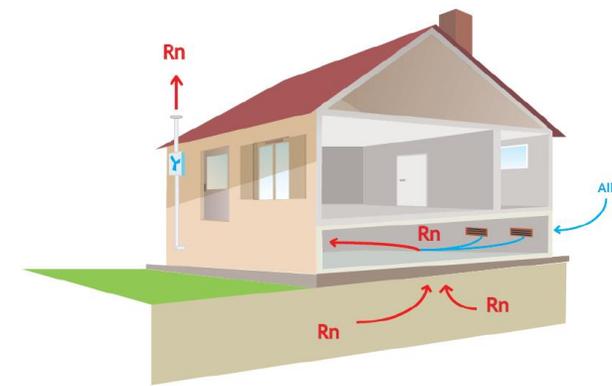
**Guide DGT :
Annexe 1**

Evaluation des risques liés à l'exposition au radon

- Si résultat de la mesure $\leq 300 \text{ Bq/m}^3$ en moyenne annuelle : fin des obligations réglementaires
- Si résultat de la mesure $> 300 \text{ Bq/m}^3$ en moyenne annuelle : obligation de mise en place de mesures de prévention, selon deux axes
 - Renouvellement de l'air
 - Étanchéité des bâtiments vis-à-vis des points d'entrée du radon
- 2^{ème} mesurage à l'issue des actions de remédiation/prévention

Les moyens de prévention

- Traitement du soubassement
 - Ventilation
 - Système de dépressurisation des sols
- Etanchéité de l'interface sol/bâtiment
 - Etanchement des voies d'entrée
 - > Fissures dans les planchers et murs
 - > Passages de canalisations
 - Membrane anti-radon
- Renouvellement de l'air intérieur
 - Aération régulière
 - Vérification de l'efficacité de la ventilation existante
 - Mise en place d'une ventilation mécanique adaptée



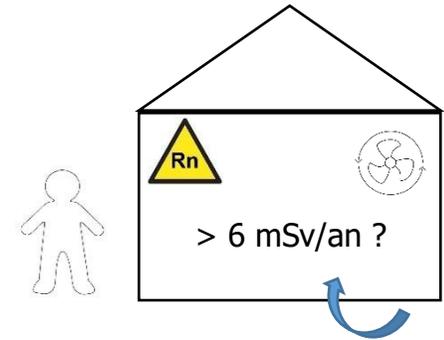
Source : fiches Remédiation IRSN

Diagnostic technique

- Concentration $> 600-1000 \text{ Bq/m}^3$ ou dépassement persistant du niveau de référence
- Diagnostic technique du bâtiment recommandé
 - Norme NF X46-040
 - Identifier les causes précises
 - Orienter vers les solutions adaptées
 - Mesurages complémentaires (identification des voies d'entrée...)

Dispositions en cas de dépassement persistant du NR

- Communication des résultats à l'IRSN
 - radontravailleurs@irsn.fr
- Existence d'une zone radon ?
 - Évaluation de la dose susceptible d'être reçue sur 12 mois
 - Occupation des locaux/lieux à temps plein (2 000 heures par an)
 - Facteur de conversion F_c qui dépend du lieu de travail
 - Bâtiments : Activité volumique en Bq/m^3 (résultat de l'évaluation)
 - Lieux spécifiques : EAPv (mesurage spécifique)
- Délimitation d'une zone radon si la dose efficace peut dépasser 6 mSv sur 12 mois consécutifs



Calcul de dose

$$E \text{ (Sv/an)} = EAP_v \text{ (J/m}^3\text{)} \times T \text{ (h/an)} \times F_c \text{ (Sv/J.h.m}^{-3}\text{)}$$

Avec $F_c = 1,4$ Sv par $J.h.m^{-3}$ pour les lieux de travail (Arrêté du 1^{er} septembre 2003)

Calcul à partir de l'activité volumique (AV)

$$EAP_v \text{ (J/m}^3\text{)} = AV \text{ (Bq/m}^3\text{)} \times 5,56.10^{-9} \text{ (J.Bq}^{-1}\text{)} \times F_{eq}$$

<i>Tableau 2.3.2 : facteurs d'équilibre dans des lieux de travail</i>	<i>Facteur d'équilibre moyen</i>
Secteur tertiaires avec système de ventilation (bureaux...)	F = 0,4
Cavités souterraines avec ventilation mécanique (mines...)	F = 0,2
Cavités souterraines avec aération naturelle (grottes...)	F = 0,4
Ateliers, locaux techniques avec empoussièrément important	F = 0,8

$$E \text{ (Sv/an)} = AV \text{ (Bq/m}^3\text{)} \times 5,56.10^{-9} \text{ (J.Bq}^{-1}\text{)} \times F_{eq} \times T \text{ (h/an)} \times F_c$$

Calcul de dose

- Facteurs de conversion CIPR 134 (Non applicables à ce jour)

Type de lieu de travail	F_{eq}	F_c (Sv/J.h.m-3)
Tous les lieux de travail	0,2-0,8	1,4
Bâtiment activité sédentaire	0,4	3
Bâtiment activité majoritairement non sédentaire	0,4	6
Lieux spécifiques	0,4	6

Exemples

Arrêté 1^{er} septembre 2003

Activité volumique (Bq/m ³)	Bureau $F_{eq}=0,4$ (mSv/an)
300	1,875
~960	6
~3215	20

CIPR 134

Activité volumique (Bq/m ³)	Activité sédentaire (mSv/an)
300	4
450	6
1500	20

CIPR 134

Activité volumique (Bq/m ³)	Activité non sédentaire (mSv/an)
225	6
300	8
750	20

Calculatrice Radon

Evaluer la dose efficace liée à l'exposition au radon en milieu professionnel

La calculatrice Radon permet de calculer la dose efficace due à l'exposition au radon en milieu professionnel à partir de l'activité volumique ou de l'énergie alpha potentielle volumique. Elle prend en compte le type de lieu de travail et les facteurs de conversion réglementaires associés.

Saisir ses données

Lieu de travail

Activité volumique de radon Bq/m³ [Saisir l'EAPv](#)

Vos données

Lieu de travail :

Lieu de travail dans un bâtiment où les travailleurs ont une activité sédentaire

Activité volumique de radon :
750 Bq/m³

[Modifier vos données](#)



Identifier une zone radon

Evaluation faite en prenant en compte une occupation permanente du lieu de travail (2 000 h par an).

10,01 mSv/an



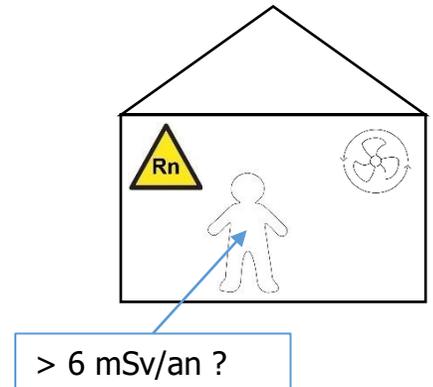
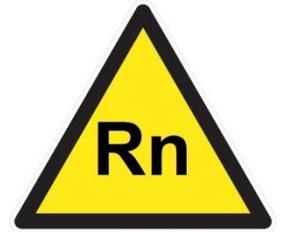
La délimitation d'une zone radon est obligatoire

L'employeur doit :

- désigner un conseiller en radioprotection ;
- procéder à une **évaluation individuelle** de la dose reçue par les travailleurs susceptibles d'accéder à cette zone et délivrer une autorisation d'accès sur la base du résultat de cette évaluation ;
- s'assurer que chaque travailleur reçoive une information appropriée ;
- mettre en place les vérifications initiales et périodiques réglementaires du lieu de travail (zone radon et lieux de travail attenants).

Dispositions en cas de zone radon

- Désignation d'un conseiller en radioprotection (CRP)
 - Niveau 1 secteur « rayonnements d'origine naturelle »
 - Niveau 2 de préférence sources non scellées
 - OCR
- Signalisation
- Vérifications initiale et périodiques
- Évaluation individuelle préalable de la dose
- Autorisation de l'employeur
- Information sur le risque
- Actions de prévention complémentaires

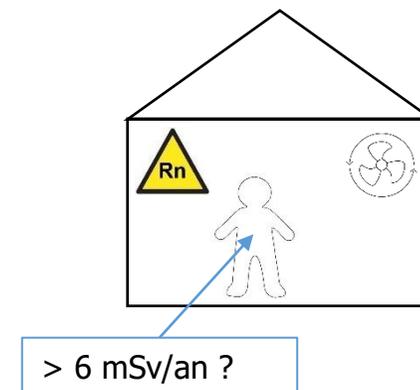


Evaluation individuelle de l'exposition au radon

- Évaluation réalisée pour tout travailleur accédant en zone radon
- Mêmes bases de calcul que la zone radon
 - Type de lieu de travail
 - Résultat du mesurage radon gaz ou EAPv
- Sauf :
 - Temps de présence effectif (T_{eff})

$$E = AV \times 5,56 \cdot 10^{-9} \times F_{\text{eq}} \times T_{\text{eff}} \text{ (h/an)} \times F_c$$

$$E = EAP_v \times T_{\text{eff}} \text{ (h/an)} \times F_c$$



Mesures individuelles

- Si la dose individuelle évaluée peut dépasser 6 mSv sur 12 mois consécutifs
- Pas de classement au titre de l'exposition au radon uniquement
- Mêmes exigences que pour un travailleur en catégorie B :
 - Surveillance dosimétrique individuelle adaptée
 - > Dosimétrie d'ambiance radon gaz
 - > Dosimétrie individuelle radon gaz
 - > Dosimétrie individuelle EAPv
 - Suivi individuel renforcé de l'état de santé (SIR)
 - Formation triennale du travailleur
- Si travailleur classé, ajout de la dose radon
- VLE : 20 mSv/an



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

Merci de votre attention



www.inrs.fr

YouTube

