

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

**Romain MOUILLSEAUX**

**13èmes rencontres des Personnes Compétentes en Radioprotection**

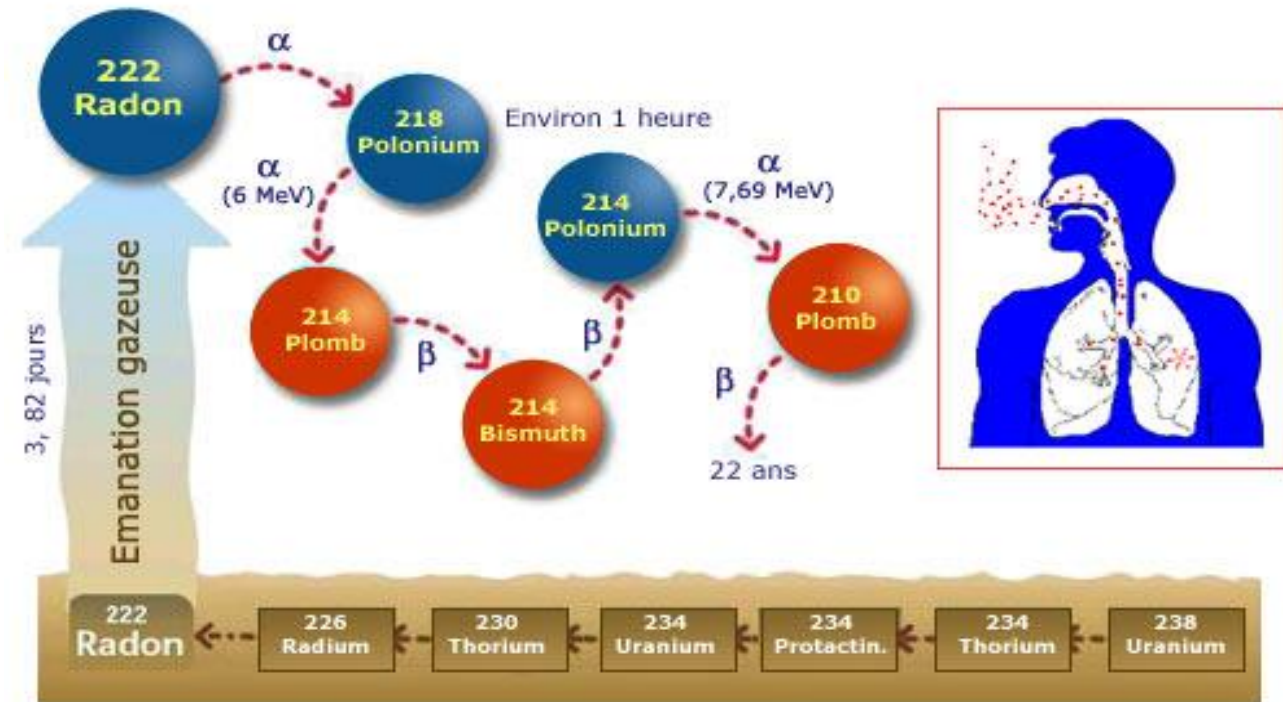
**8-9 novembre 2022**

 Notre métier,  
rendre le vôtre plus sûr

[www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

# Origine et caractéristiques du radon

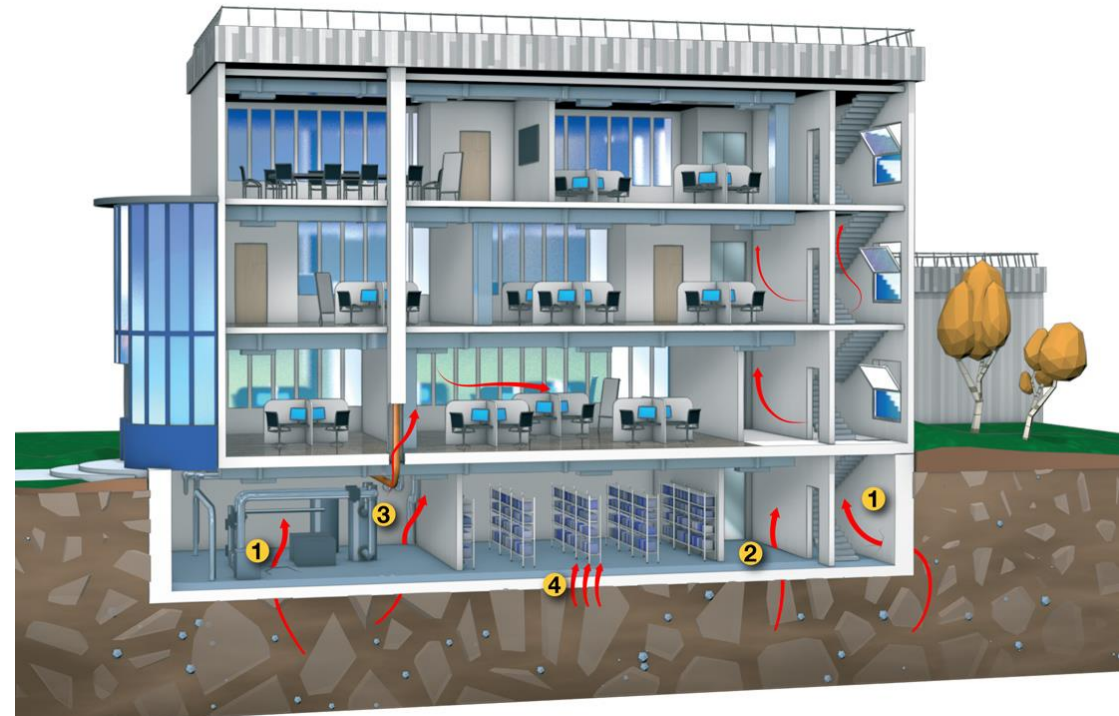
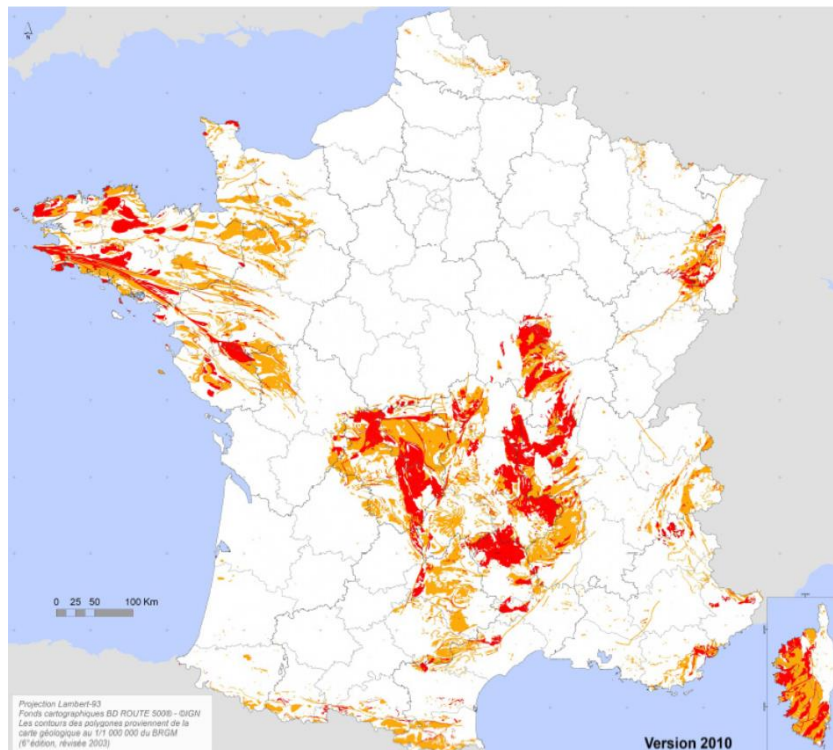
- Gaz radioactif (inerte)
- Produit de filiation de l'uranium 238
- Présent partout
- Provient essentiellement du sol
- Période de 3,82 jours
- Descendants radioactifs à vie courte
- Se quantifie en activité volumique dans l'air ( $\text{Bq/m}^3$ )
- Principale source d'exposition de la population Française



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...)

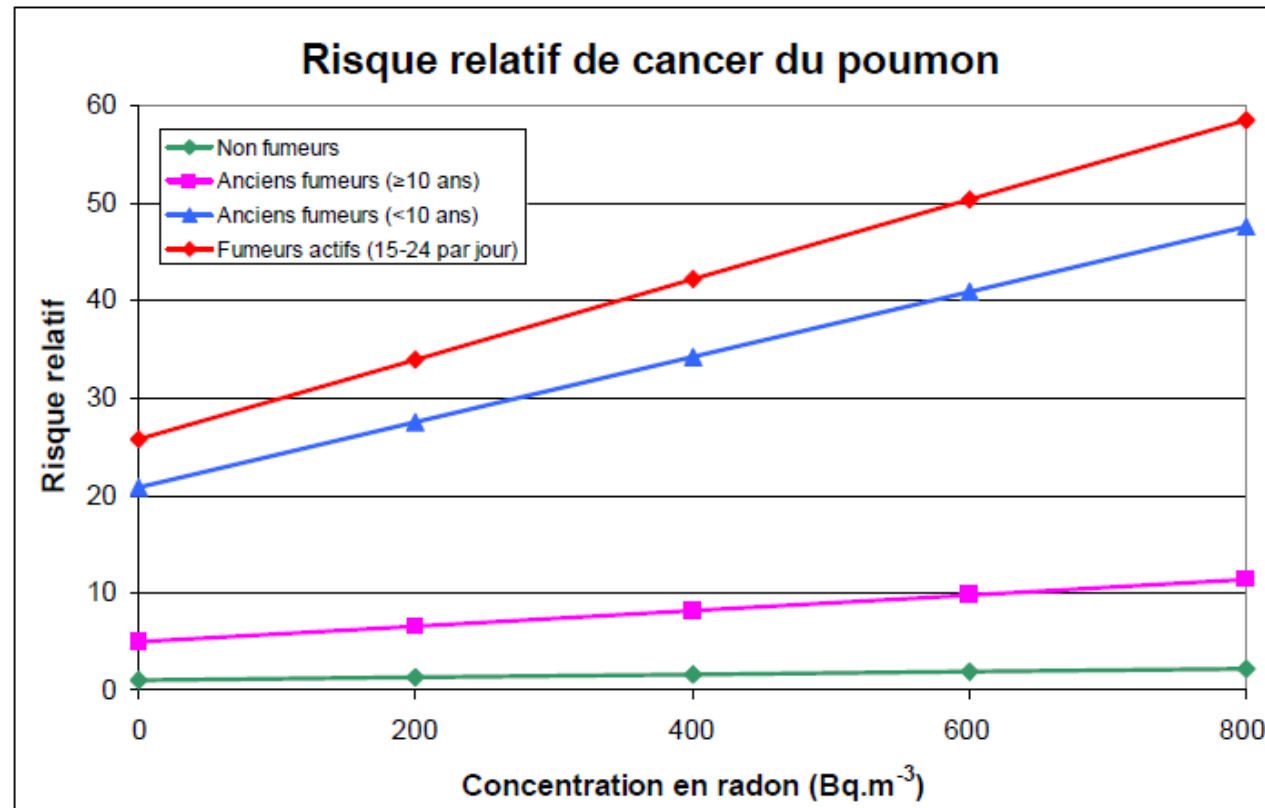


## Effets sur la santé

- 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/m<sup>3</sup>
- 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

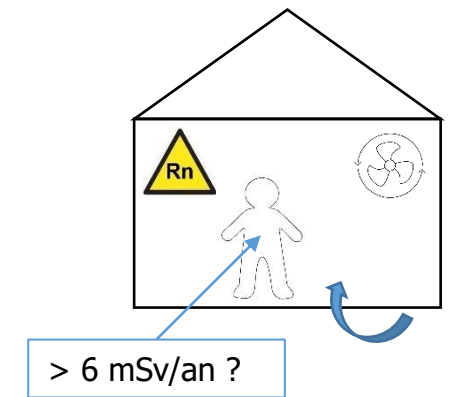
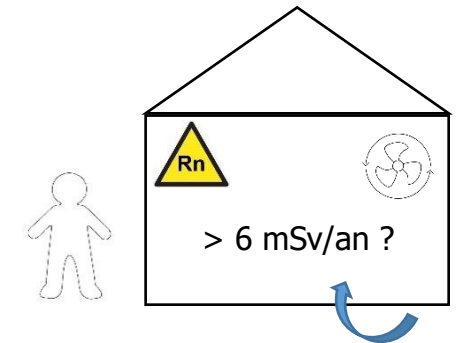
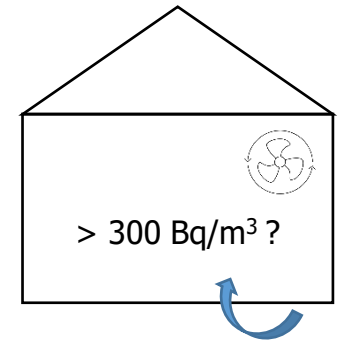
# Evaluation des risques liés à l'exposition au radon

- Obligatoire au titre du Code du travail depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2018
- Niveau de référence (NR) :
  - Niveau jugée inappropriée
  - 300 Bq/m<sup>3</sup> 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

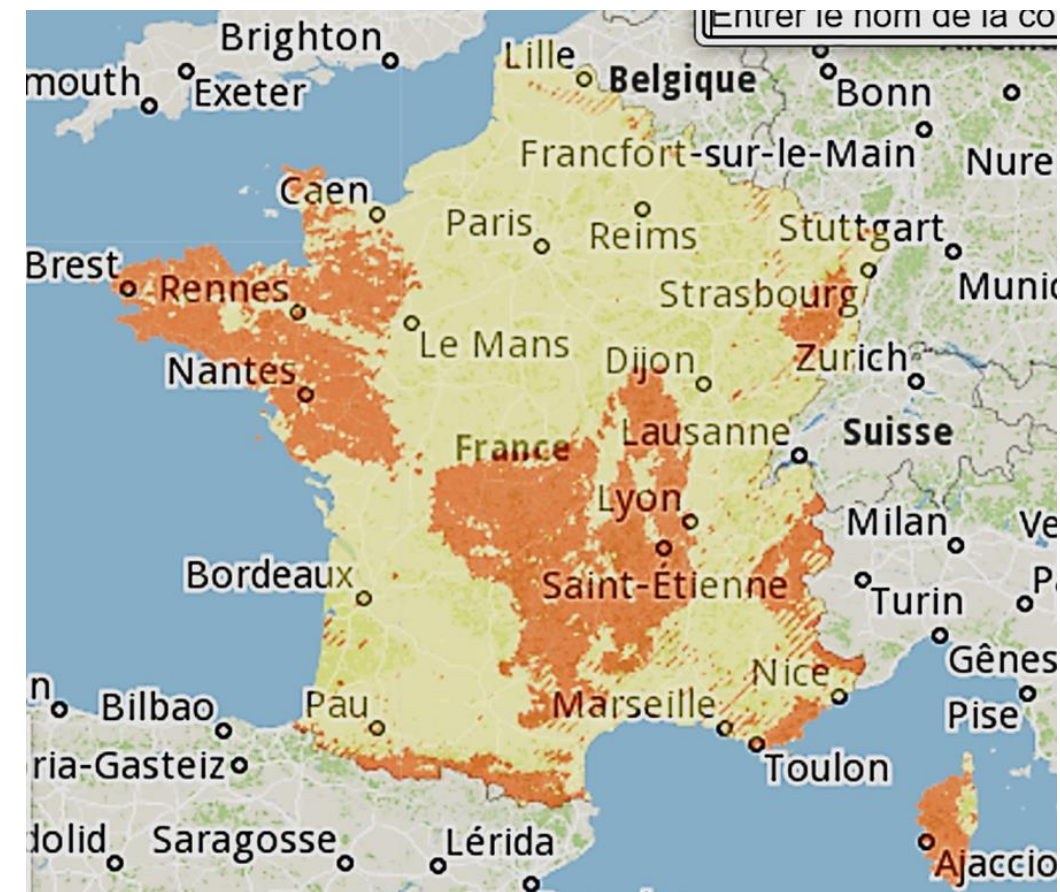
- Déterminer si le niveau de référence de  $300 \text{ Bq/m}^3$  est susceptible d'être dépassé sur le lieu de travail
- Déterminer les mesures et moyens de prévention à mettre en œuvre
- Déterminer si une zone radon doit être délimitée en cas de dépassement persistant du NR
- Déterminer si le travailleur 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 <sup>3</sup>	300 Bq/m <sup>3</sup>
Zone 1	20 %	< 2 %
Zone 3	> 40 %	> 10 %



<https://www.irs.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

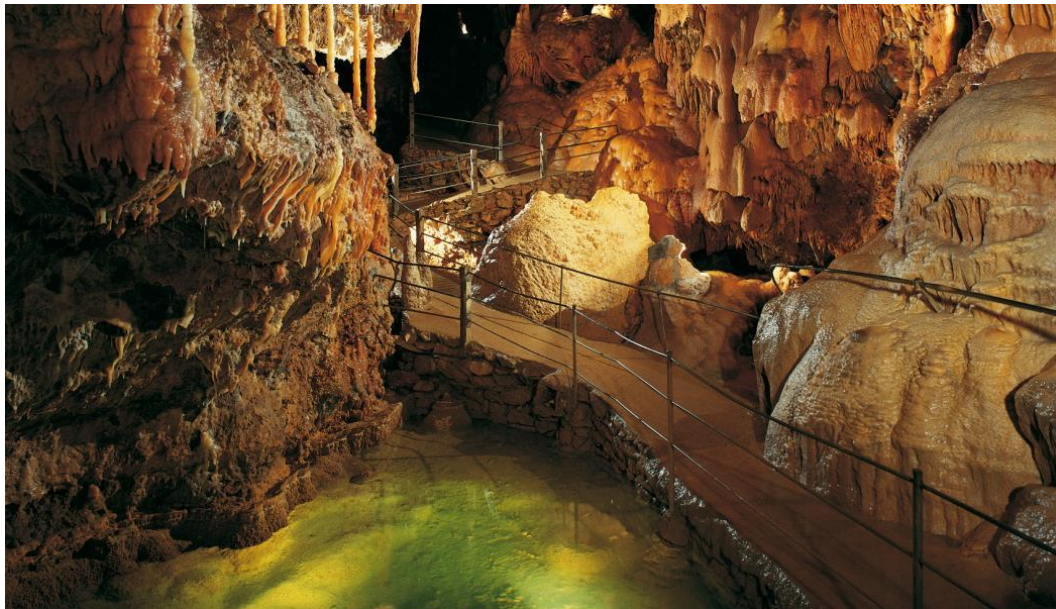
Mesurage recommandé si un ou plusieurs facteurs défavorables sont présents au niveau des locaux ou localement au niveau des sols (cavités, failles...)

- 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...)

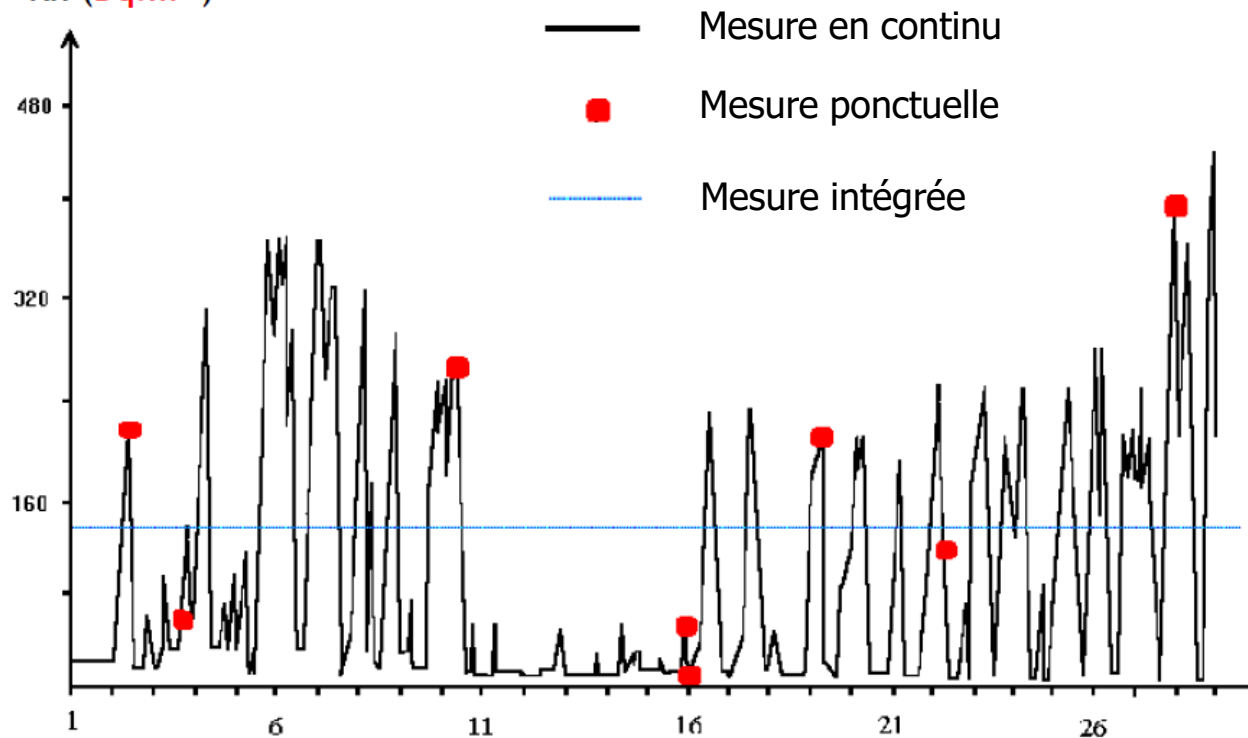
# Evaluation dans les lieux spécifiques

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



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

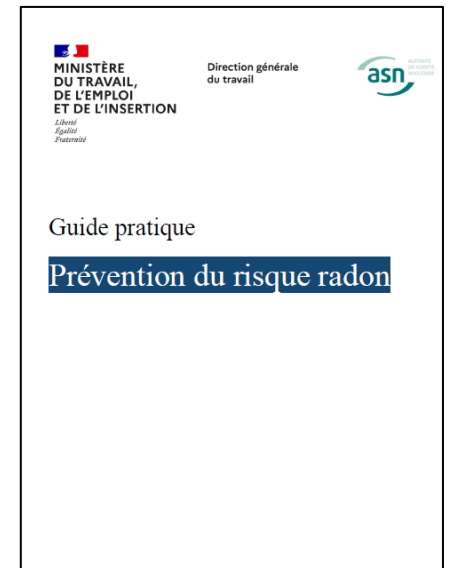
- Dispositif de mesure intégrée
- Auto-mesurage possible
- Analyse par un laboratoire accrédité
- Modalités de mesurage décrites dans l'annexe 1 du guide de la DGT
- Organismes extérieurs (OCR, organismes agréés radon, CARSAT...)



Détecteur solide de traces nucléaires (DSTN)  
fermé

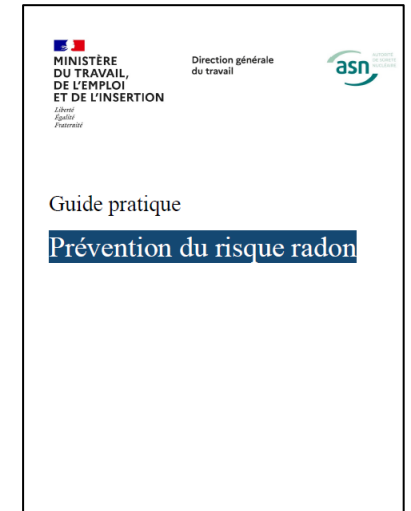


Détecteur solide de traces nucléaires (DSTN)  
ouvert



# 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 m<sup>2</sup>
  - Au moins 2 détecteurs si < 200 m<sup>2</sup>
  - 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 m<sup>2</sup> dans les grandes cavités
  - Tous les 500 m dans les galeries, tunnels...



**Guide DGT :  
Annexe 1**

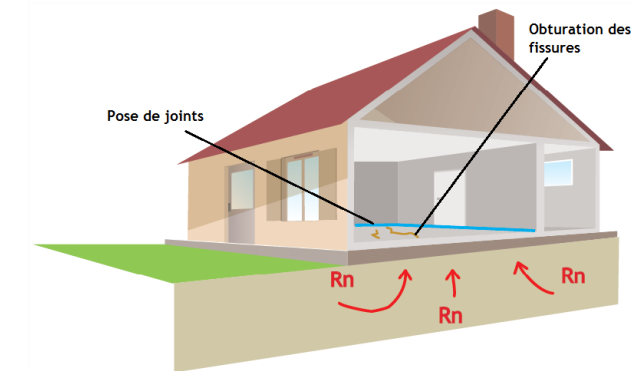
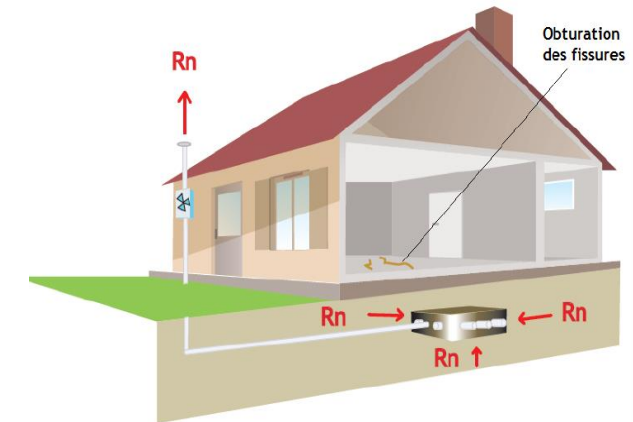
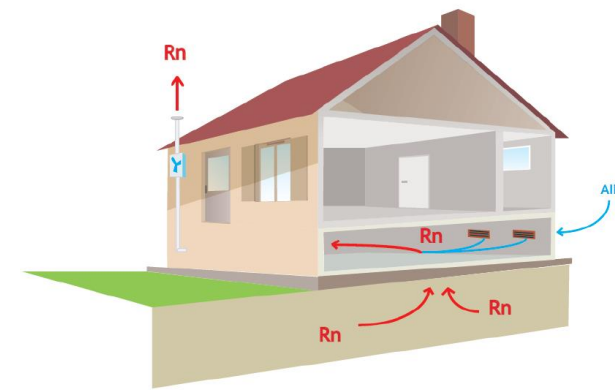
# Evaluation des risques liés à l'exposition au radon

- 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<sup>ème</sup> 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



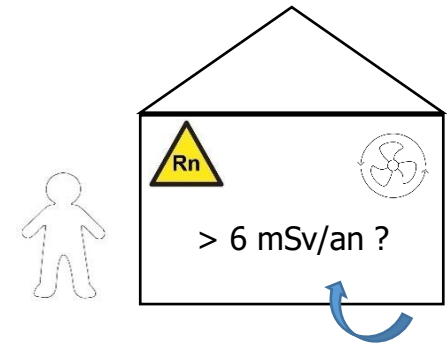
Source : fiches Remédiation IRSN

## 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](mailto: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<sup>er</sup> 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	<b>0,4</b>	<b>3</b>
Bâtiment activité majoritairement non sédentaire	<b>0,4</b>	<b>6</b>
Lieux spécifiques	<b>0,4</b>	<b>6</b>

## Exemples

Arrêté 1<sup>er</sup> septembre 2003

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

CIPR 134

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

CIPR 134

Activité volumique (Bq/m <sup>3</sup> )	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/m<sup>3</sup> [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/m<sup>3</sup>

[Modifier vos données](#)



#### Identifier une zone radon

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

**10,01 mSv/an**



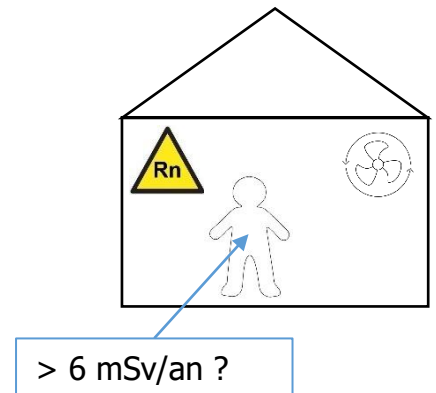
#### La délimitation d'une zone radon est obligatoire

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

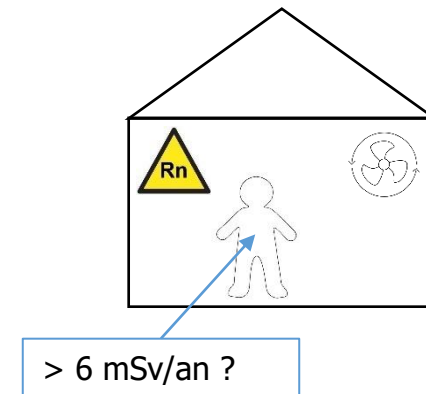


# Evaluation individuelle de l'exposition au radon

- 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 ( $T_{\text{eff}}$ )

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

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





## 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](http://www.inrs.fr)

YouTube

