



Décryptage des nouvelles exigences réglementaires concernant le radon sur les lieux de travail

Alain RANNOU (IRSN) et Hervé VISSEAUX (DGT)



SOMMAIRE

- 1. Evolutions réglementaires: les rayonnements ionisants dont le radon intégrés dans la démarche de prévention des risques professionnels**
- 2. Démarche de gestion du risque radon**
- 3. Surveillance dosimétrique des travailleurs exposés au radon**

1

Evolution réglementaires :

Les rayonnements ionisants dont le radon intégrés dans la démarche de prévention des risques professionnels

Une évolution réglementaire nécessaire et opportune

Pourquoi cette évolution du corpus réglementaire ?



Nécessité

Transposer la directive
2013/59/Euratom
avant le 6 février 2018

VLEP
cristallin

Rayonnements
d'origine
naturelle

Organisation
de la RP

Situation
d'urgence
radiologique

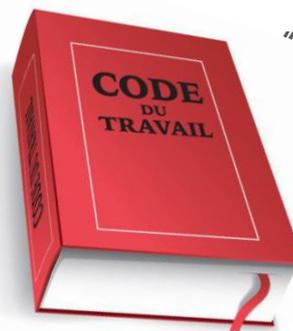


En opportunité

Prendre en compte le
retour d'expérience
& le contexte de
« simplification »

Simplifier

Harmoniser²



3 objectifs visés lors des travaux de transposition

fil rouge

1. **Renforcer l'effectivité** des mesures de prévention des risques pour les travailleurs ;
2. **Assurer une approche intégrée** de l'ensemble des risques professionnels pour en permettre une meilleure appropriation ;
3. **Mieux graduer les exigences** au regard de la nature et de l'ampleur du risque et **apporter la souplesse nécessaire** TPE/PME.

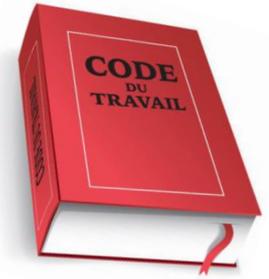
Vecteurs juridiques

- Une ordonnance n° 2016-128 du **10 février 2016**
- Deux décrets modifient le code du travail :
 - **Décret n° 2018-437** du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants ;
 - **Décret n° 2018-438** du 4 juin 2018 relatif à la protection contre les risques dus aux rayonnements ionisants auxquels sont soumis certains travailleurs
- Entrée en vigueur : **1^{er} juillet 2018**
- Dispositions transitoires : dosimétrie 2020, CRP (2021), contrôles/vérifications (2021), VLEP cristallin (2023).
- Instruction DGT/ASN n° 2018/229 du
- Dix arrêtés : attendus entre 2019 et 2021

Réduction du nombre de texte
d'application:
D'une 20^{aine} d'arrêtés et
décisions à 10 arrêtés

l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016

Article	Objectif de l'évolution législative	Observation
CT : L. 4451-1 modifié	<u>Articuler les principes de radioprotection avec les principes généraux de prévention du CT</u>	Finaliser l'intégration des dispositions RI engagée en 2013 dans le droit commun
CT : L. 4451-2 nouveau	<u>Autoriser le médecin du travail à échanger, sous conditions, certaines données médicales avec la PCR</u>	Consolidation du dispositif de transmission des données de dosimétrie interne, pour une pleine transposition des dispositions de l'article 44 de la directive.
CT : L. 4451-3 nouveau	<u>Assujettir la personne compétente en radioprotection (PCR) au secret professionnel dans le but de lui permettre de mieux s'acquitter de sa mission d'optimisation de la radioprotection</u>	
CT : L. 4451-4 modifié	Appeler les décrets d'application	Harmonisation rédactionnelle



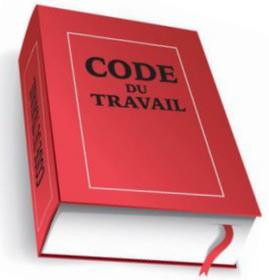
Les principales évolutions

Les principaux changements

1. Adoption d'une **approche graduée de gestion** du risque radiologique et harmonisation avec la gestion des autres risques professionnels (décorrélation des régimes administratifs);
2. Prise en compte des **expositions des travailleurs inférieures à 1 mSv/an** ;
3. **Abaissement de la limite cristallin (20 mSv/an)**;
- 4. Intégration du risque radon dans l'évaluation du risque ;**
5. Refonte de **l'organisation de la RP** : articulation CT / CSP ;
6. Réorganisation des « contrôles techniques », désormais **« vérifications »** ;
7. **Simplification du zonage**, avec des niveaux de référence mensuels, spécificités extrémité, cristallin et radon.
8. **Elargissement des accès** de la PCR à toutes les doses équivalentes et ouverture aux doses internes ;
9. Réorganisation des dispositions relatives **à l'urgence radiologique**

10 Arrêtés / calendrier prévisionnel

	Objet des arrêtés	Date prévisionnelle
1	Organisation de la radioprotection	Prioritaire : publication visée 2em semestre 2019 pour une entrée en application au 1 ^{er} janvier 2020 avec complément important pour l'encadrement des organismes compétents en radioprotection (OCR) Un arrêté spécifique complémentaire concernant les pôles de compétence en radioprotection (en INB) est prévu au 2 ^{ème} semestre 2019
2 et 3	Dosimétrie et Dosimétrie en situation d'urgence radiologique	Prioritaire : publication visée à l'été 2019 pour une entrée en application en janvier 2020
4	Zonage	toilettage et publication visée 3eme semestre 2019
5	Vérification (<i>ancien contrôle</i>)	Prioritaire : Publication fin 2019, profond travail, bien avancé
6	Certification EE/ETT	Publication visée 2020 : toilettage prévue pour fin 2019
7	Formation des MT	Publication visée 2020 : travaux initiés
8	Lieux spécifiques Radon	Publication visée fin 2019
9	CAMARI	Publication 2020 : toilettage
10	Appareil de radiologie industrielle	Publication 2020
11	Règles d'installation des générateurs de rayons X	Publication 2020



**Adopter une approche graduée
de l'évaluation du risque RI et l'articuler avec le droit commun**

Evaluation des risques

- Adopter une approche graduée de l'évaluation des risques homogène avec celle retenue pour les autres risques

1. **Documentaire**, dans une

Régimes administratifs,
sources/exemption,
cartographie radon

2. **Par mesurage**, si l'existence d'un risque est probable d'atteindre ou dépasser les limites de référence (1 mSv, 15 mSv, 50 mSv/an ou 300 Bq/m³ radon),

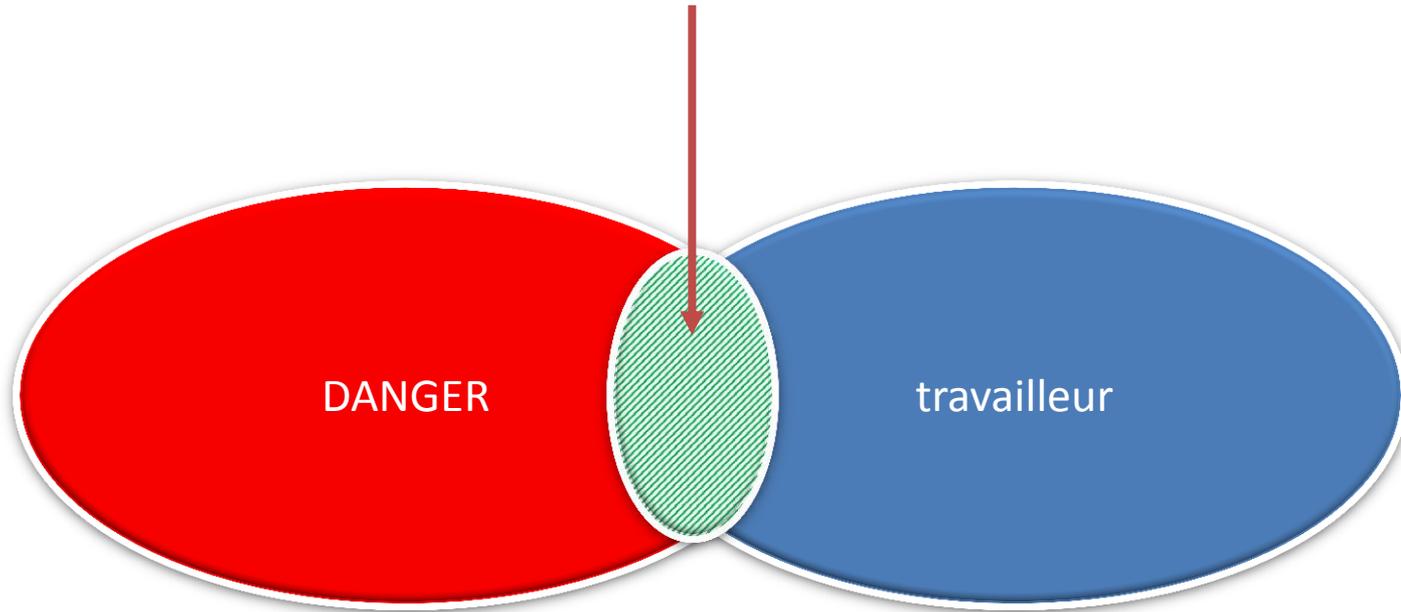
Auto-mesurages possibles

3. **Mise en œuvre des mesures de prévention**, selon les résultats des mesurages qui confirment ou infirment l'existence d'un risque. On rentre dans le dispositif renforcé

Le dispositif renforcé

- 1. Mise en place d'une organisation de la radioprotection (PCR, OCR, pôle de compétence en INB)*
- 2. Délimitation du zonage (identification du danger)*
- 3. vérification de l'efficacité des mesures de protection collective (vérification initiales et périodiques)*
- 4. Evaluation du risque pour le travailleur: évaluation individuelle pour les travailleurs accédant aux zones délimitées*
- 5. Suivi de l'état de santé*

Evaluation individuelle du risque



ZONAGE

Ce qu'il faut retenir :

	Accès aux zones délimitées			Surveillance dosimétrique et suivi médical		
	Zones surveillées 	Zones contrôlées et zone d'opération  	Zone radon  Radon	Suivi médical spécifique RI	Dosimétrie passive	Dosimétrie opérationnelle 
Travailleurs classés en catégorie A ou B	Classement vaut autorisation	Classement vaut autorisation- >Zone jaune	Pas de classement	Cat A: oui annuelle Cat B: SIR droit commun	oui	Oui pour accéder en zones contrôlées et zones d'opération
Travailleurs non classés	Autorisation nécessaire de l'employeur	Autorisation nécessaire	Autorisation nécessaire	Non pas obligatoire ----- Seulement si exposition radon > 6mSv/an	Pas obligatoire * ----- Seulement si exposition radon > 6mSv/an	Oui pour accéder en zones contrôlées et zones d'opération

- Dans tous les cas évaluation de l'exposition individuelle pour les travailleurs accédant en zones
- Spécificité cristallin : classement en B si \rightarrow 15 mSv/an
-  Pour l'accès en zone orange et rouge pour les travailleurs classés sous conditions (enregistrements et autorisations individuelles)
- * mais l'employeur doit s'assurer du respect des limites
- Transmission à SISERI de la dosimétrie de référence

Transmission à SISERI les données de la dosimétrie opérationnelle porté par les travailleurs accédant en zones contrôlées dans les zones orange et rouge, à moins que l'employeur ne décide de la comptabilisation par l'employeur.

2

Démarche de gestion du risque radon

Entrée dans le dispositif réglementaire

- Le risque radon sur un lieu de travail doit être géré lorsque l'exposition au radon est **susceptible de porter atteinte à la santé des travailleurs**, c'est-à-dire en pratique lorsque le niveau de référence de l'activité volumique moyenne annuelle en radon, fixé à 300 Bq.m^{-3} dans les immeubles bâtis, est atteint ou dépassé
- « **Niveau de référence pour le radon** : un niveau d'activité volumique en radon dans l'air intérieur, pour un espace clos donné, au-dessus duquel il est jugé inapproprié de permettre l'exposition des personnes, même s'il ne s'agit pas d'une limite ne pouvant pas être dépassée » (Art. R. 221-29-II du Code de l'environnement)

→ La démarche de gestion du risque radon commence par une évaluation des risques d'atteindre ou de dépasser le niveau de 300 Bq/m^3 en moyenne annuelle

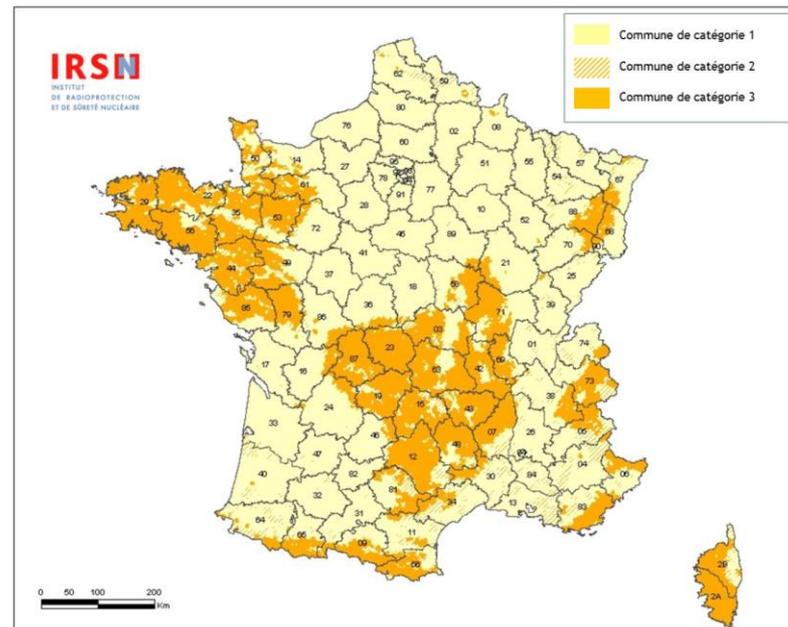
Evaluation des risques

- En première approche, une **analyse documentaire** permet de juger s'il faut ou non envisager un mesurage de radon dans les lieux de travail
- L'employeur sollicite à cette fin le **salarie compétent** pour les activités de protection et de prévention des risques professionnels de l'entreprise ou, s'il l'a déjà désigné, le conseiller en radioprotection (CRP)
- Sont visés notamment :
 - d'une part, les **activités professionnelles exercées au sous-sol ou au rez-de-chaussée** de bâtiments situés dans les zones où l'exposition au radon est susceptible de porter atteinte à la santé des travailleurs définies en application de l'article L. 1333-22 du code de la santé publique (4° de l'Art. R. 4451-1 du code du travail),
 - d'autre part, les **lieux de travail spécifiques** dont la liste est fixée par arrêté.

Analyse documentaire (1)

Activités professionnelles exercées au sous-sol ou au rez-de-chaussée de bâtiments:

→ La démarche d'évaluation des risques consiste en premier lieu à identifier, parmi les 3 zones de la cartographie du potentiel radon établie par l'IRSN (www.irsn.fr/carte-radon), celle dans laquelle se trouve la commune du lieu de travail.



Analyse documentaire (2)

1) Le lieu de travail se situe dans une **commune de la zone 1** (potentiel radon faible):

- L'employeur dispose d'information laissant à penser qu'une concentration supérieure au niveau de référence de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle sur le lieu de travail est possible

Exemples d'information

- Une concentration ponctuelle > 300 Bq/m³ mesurée sur ce lieu de travail
 - Une concentration moyenne annuelle > 300 Bq/m³ mesurée dans un autre bâtiment de la commune
- un mesurage est recommandé
- Dans le cas contraire, le risque associé peut être négligé du point de vue de la radioprotection et l'employeur peut ne pas réaliser de mesurage

Analyse documentaire (3)

- 2) Le lieu de travail se situe dans une **commune de la zone 2** (zones à potentiel radon faible mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments)
ou dans une **commune de la zone 3** (potentiel radon significatif)

La proportion de bâtiments susceptibles de présenter des concentrations en radon élevées - donc susceptibles dépasser les 300 Bq/m^3 – est plus importante dans ces zones.

→ Le mesurage est vivement recommandé.

Analyse documentaire (4)

Lieux de travail spécifiques

→ Au-delà des lieux de travail concernés du fait de leur localisation géographique, certains lieux de travail sont susceptibles de présenter des niveaux de concentration supérieurs au niveau de référence du fait de leurs caractéristiques ou des activités qui y sont effectuées :

- Des **cavités souterraines d'origine naturelle**, telles que les grottes à vocation touristique et culturelle
- Des **cavités souterraines d'origine anthropique**, telles que les ouvrages miniers souterrains ou les carrières souterraines, et les grottes touristiques
- Des lieux souterrains ayant des caractéristiques qui peuvent se rapprocher de celles des cavités souterraines (contact direct avec la roche, faible renouvellement d'air), comme les caves agricoles en particulier (fromages, vin, champignons)

Peuvent également être concernés:

- Des établissements thermaux,
- des galeries techniques souterraines

Mesurages

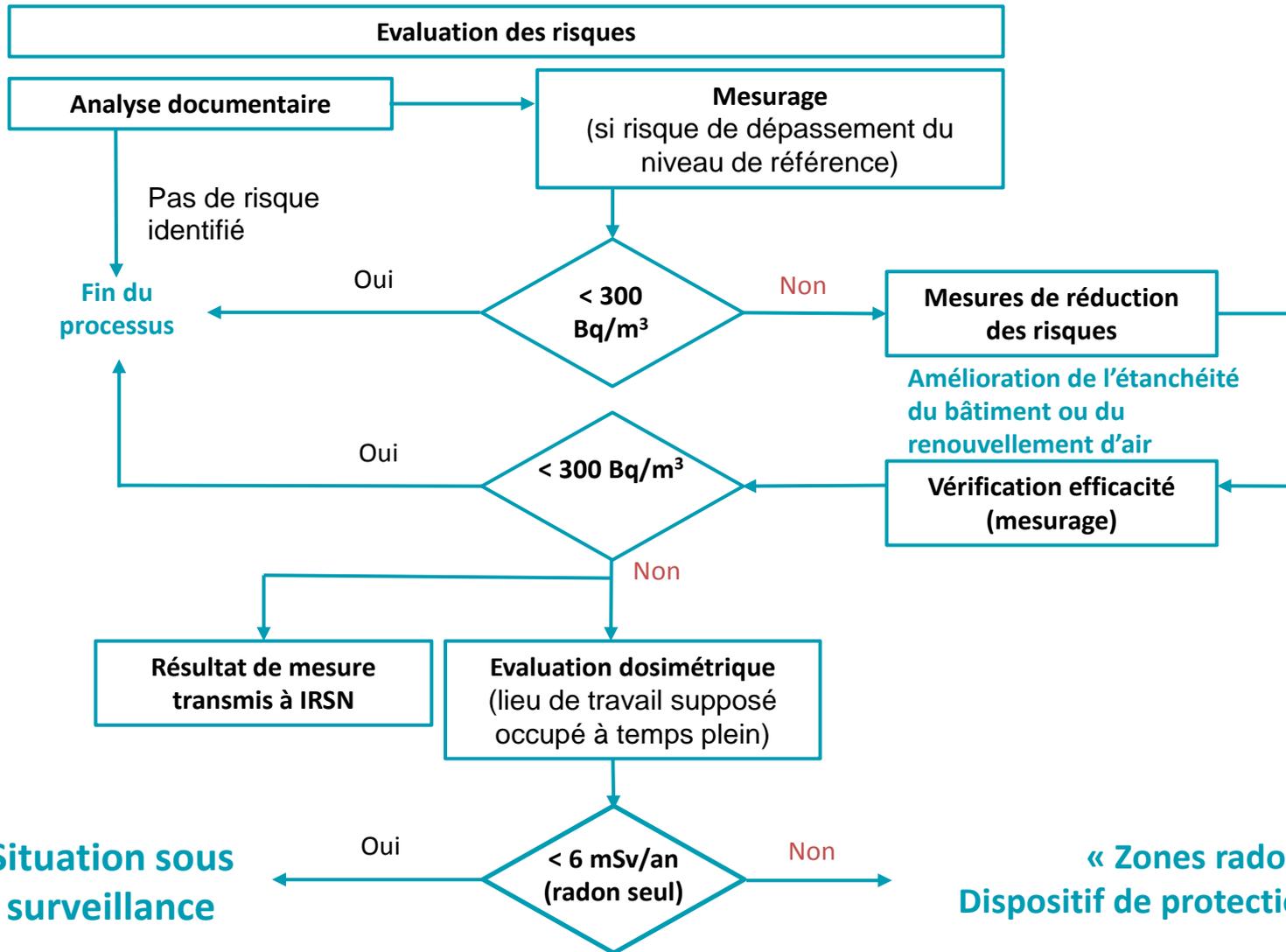
Quelle que soit la zone à potentiel radon dans laquelle se trouve la commune du lieu de travail, l'employeur peut très bien s'affranchir de l'analyse documentaire et procéder directement à des mesurages

- Résultat du mesurage plus sûr que celui de l'analyse documentaire
- Coût du mesurage relativement modique

L'employeur peut réaliser lui-même les mesurages à l'aide de dispositifs de mesure intégrée du radon fournis par un organisme accrédité (« automesurage ») ou faire appel à un organisme compétent

Cf. guide de mesure du radon dans l'air des lieux de travail (à venir !)

Les résultats de l'évaluation des risques sont consignés dans le document unique d'évaluation des risques (Art. R. 4451-16).



Identification des « zones radon »

Les zones où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des doses efficaces supérieures à 6 mSv/an sont désignées « zones radon » (Art. R. 4451-23)

Le calcul de la dose efficace E est le suivant :

- $E \text{ (mSv)} = C \text{ (Bq/m}^3\text{)} \times 2000 \text{ (h)} \times CD \text{ (mSv par Bq.h.m}^{-3}\text{)}$
où C est la concentration moyenne annuelle en radon et CD le coefficient de dose (soit $3,11 \cdot 10^{-6}$ mSv par Bq.h.m⁻³ selon la réglementation en vigueur)

Exemples :

1) La concentration dans un local est de 1170 Bq/m³, la dose efficace pour 2000 heures de présence est égale à $1170 \text{ Bq.m}^{-3} \times 2000 \text{ h} \times 3,11 \cdot 10^{-6} \text{ mSv}/(\text{Bq.h.m}^{-3}) = 7,25 \text{ mSv/an}$

→ le local est délimité « zone radon »

2) La concentration dans un local est de 300 Bq/m³, la dose efficace pour 2000 heures de présence est égale à $300 \text{ Bq.m}^{-3} \times 2000 \text{ h} \times 3,11 \cdot 10^{-6} \text{ mSv}/(\text{Bq.h.m}^{-3}) = 1,9 \text{ mSv/an}$

→ le local n'est pas délimité « zone radon »

« zones radon »

(Art. 4451-23 à 25)

- Les « zones radon » doivent être délimitées par des moyens adaptés
- Cette délimitation est consignée dans le document unique d'évaluation des risques
- Leur accès doit être limité
- Elles font l'objet d'une signalisation spécifique

Exemples de signalisation*



** Il n'existe à ce jour pas de panneau de signalisation normalisée*

Actions à mener en cas de présence de « zones radon » dans les lieux de travail

La présence de « zones radon » dans des lieux de travail entraîne la mise en place d'un **dispositif de protection renforcé**

- Limitation des accès à ces zones
- Désignation d'un conseiller en RP
- Vérification initiale (mesures par un organisme accrédité OAc ou agréé OAg) et périodique (par le Conseiller en RP) de la concentration en radon dans ces zones
- Evaluation individuelle des doses pour tout travailleur accédant en "zone radon"
- Suivi dosimétrique individuel (par OAc) si > 6 mSv/an
- Formation / information
- ~~Travailleur classé~~
- Application de la limite de dose de 20 mSv/an
- Ajout de la dose radon à celle reçue par ailleurs si travailleur classé
- **Suivi individuel renforcé de l'état de santé du travailleur**

Evaluation individuelle de dose

- Réalisée pour tout travailleur accédant en « zone radon »
- L'évaluation individuelle consiste à calculer la dose efficace exclusivement liée au radon que le travailleur est susceptible de recevoir sur douze mois consécutifs dans le cadre de l'exercice de ses activités professionnelles

Le calcul de la dose efficace E est le suivant :

- $E \text{ (mSv)} = C \text{ (Bq/m}^3) \times T \text{ (h)} \times CD \text{ (mSv par Bq.h.m}^{-3})$
où C est la concentration moyenne annuelle en radon et CD le coefficient de dose (soit $3,11 \cdot 10^{-6}$ mSv par Bq.h.m⁻³ selon la réglementation en vigueur)

Exemple :

- La concentration en radon dans un local de travail est de 1170 Bq.m^{-3} . De ce fait, le local est classé « zone radon » (cf. planche n° 12) . Le travailleur considéré est supposé être présent 1200 heures par an dans ce local. Sa dose efficace prévisionnelle annuelle est égale à $1170 \text{ Bq.m}^{-3} \times 1200 \text{ h} \times 3,11 \cdot 10^{-6} \text{ mSv}/(\text{Bq.h.m}^{-3}) = 4,4 \text{ mSv/an}$
- Sa dose prévisionnelle étant inférieure à 6 mSv/an, le travailleur ne nécessite pas de suivi dosimétrique individuel

Points importants à retenir

- L'objectif premier de l'employeur doit être de **limiter l'exposition des travailleurs**, ceci au niveau le plus bas raisonnablement possible
- Lorsque le niveau de référence de 300 Bq/m³ de radon en moyenne annuelle est atteint ou dépassé, des **mesures simples (étanchéité, ventilation)** permettent de réduire efficacement la concentration en radon
- En complément de ces mesures, notamment lorsque leur efficacité n'est pas suffisante, l'employeur doit mettre en place une **organisation du travail** visant à réduire la durée et l'intensité des expositions, en particulier au moyen du contrôle des accès aux « zones radon »
- Si ces mesures de réduction ne suffisent toujours pas, des **travaux plus lourds** (traitement de l'interface sol-bâtiment) doivent être envisagés.
- **La situation nécessitant de mettre en place le dispositif de protection renforcé devrait être considérée comme une exception.**

3

Surveillance dosimétrique

Objectifs de la dosimétrie

- Réduire l'exposition du travailleur au niveau le plus bas raisonnablement possible
- S'assurer du respect des valeurs limites

Principes généraux

(Art. R. 4451-65)

- Surveillance dosimétrique individuelle liée à l'exposition au radon réalisée au moyen de dosimètres à lecture différée
- Fourniture des dosimètres et leur exploitation assurées par un organisme de dosimétrie accrédité (OAc)

Remarque : des mesurages de concentration de radon dans l'air effectués à l'aide d'appareils électroniques (type chambre d'ionisation ou semi-conducteur) peuvent être mis à profit à la mise en place du suivi dosimétrique individuel et par la suite pour contribuer à répondre au premier objectif (optimisation)

Techniques de mesure intégrée

Radon
Concentration
C (Bq/m³)

Détecteurs de traces



Détecteurs à électret



Facteur d'équilibre

$$F = \frac{\text{EAP}}{C \times 5,54,10^{-9}}$$

Domaine de variation

$$\approx [0,2 - 0,8]$$

Typiquement :

- Bureau : 0,4
- Mine ventilée : 0,2
- Grotte touristique : 0,4

Descendants du radon
Concentration en
énergie alpha
potentielle
EAP (Bq/m³)



Modalités de surveillance

2 questions à se poser :

- Le facteur d'équilibre entre le radon et ses descendants est-il suffisamment constant ?

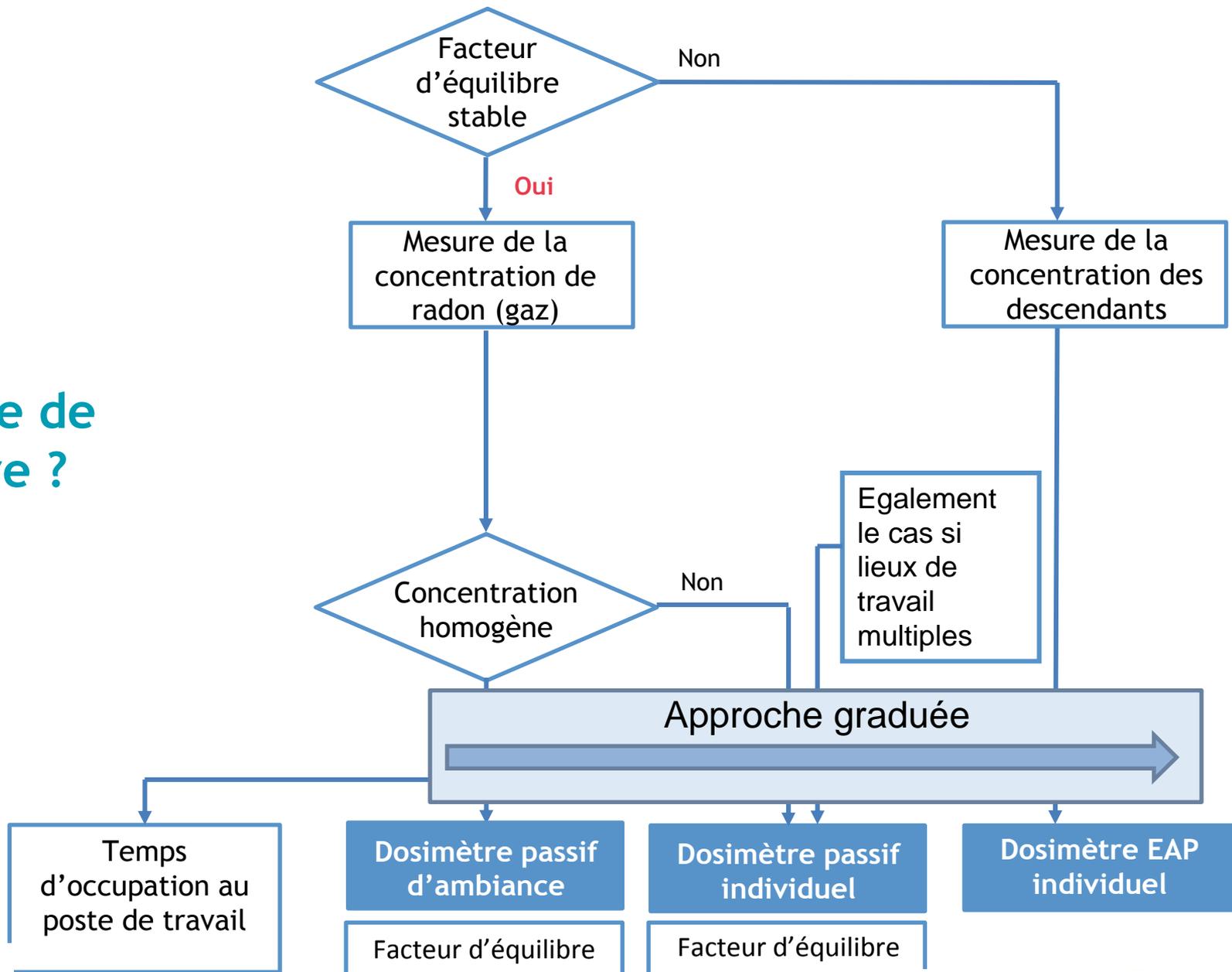
C'est *a priori* vrai lorsque les conditions de ventilation et d'empoussièrement sont relativement constantes

- Dans ce cas : la mesure du radon (gaz) est appropriée
- Sinon : la mesure des descendants (énergie alpha potentielle volumique) est requise
- Un dosimètre d'ambiance permet-il de réaliser une mesure représentative de l'exposition du travailleur ?

C'est *a priori* vrai lorsque la concentration en radon sur le lieu de travail est homogène

- Dans ce cas : un dosimètre d'ambiance placé dans le lieu de travail peut être utilisé
- Sinon: le port d'un dosimètre individuel est requis

Quel type de dosimètre ?



Choix du système de surveillance

Différentes situations types ont été considérées par la Commission internationale de protection radiologique (publication 137)

	Activité sédentaire en intérieur (type bureau)	Mines	Activité intense en intérieur	Grottes touristiques
Facteur d'équilibre	0,4	0,2	0,4	0,4



Recommandée



: Autre technique appropriée



Non appropriée

¹ Recommandée en cas de poste de travail en différents lieux

Dosimètre d'ambiance de mesure du radon

- Mesure de l'activité volumique de radon 222
- Mise en place à un endroit du poste de travail choisi de façon à permettre une mesure représentative du risque d'inhalation des travailleurs concernés
- Résultat de la mesure exprimé en termes d'exposition intégrée ($\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$) en prenant en compte les heures de travail effectives du travailleur sur la période d'exposition du dosimètre
- Calcul de la dose en appliquant le coefficient de dose approprié

Dosimètre individuel de mesure du radon

- Mesure de l'activité volumique de radon 222
- Le dosimètre est individuel et nominatif. L'identification du travailleur exclut toute équivoque
- Il est porté de façon à permettre une mesure représentative du risque d'inhalation du travailleur concerné
- Hors du temps de port, entreposage du dosimètre en un endroit doté d'un dosimètre témoin (lequel fait l'objet de la même procédure d'exploitation que les autres dosimètres)
- Le résultat de la mesure, après déduction de l'exposition mesurée par le dosimètre témoin est exprimé en termes d'exposition intégrée (Bq.h.m^{-3}) en prenant en compte les heures de travail effectives du travailleur sur la période d'exposition du dosimètre.
- Calcul de la dose en appliquant le coefficient de dose approprié

Dosimètre individuel de mesure des descendants

- Mesure de l'énergie alpha potentielle des descendants à vie courte du radon 222
- Résultat de la mesure exprimé en termes d'exposition intégrée ($J.h.m^{-3}$)
- Dose calculée en appliquant le coefficient de dose approprié

Périodicité de port du dosimètre

- La période durant laquelle le dosimètre doit être porté, est déterminée par l'employeur en fonction de la nature, de l'intensité de l'exposition et des caractéristiques techniques des dosimètres.
- En tout état de cause, la périodicité retenue permet de s'assurer du respect des valeurs limites d'exposition (20 mSv/an) et du niveau de référence (300 Bq/m³) et n'est pas supérieure à trois mois.

Restitution des résultats

- La restitution des résultats est individuelle et nominative.
- La plus petite dose calculée à partir de la mesure ne peut être supérieure à 0,25 mSv.
- Toute valeur inférieure à la limite d'enregistrement du dosimètre est considérée comme nulle et transmise comme telle à SISERI.
- Les résultats des doses des travailleurs sont exprimés après déduction de l'exposition mesurée par le dosimètre témoin correspondant et sont transmis à SISERI par les organismes de dosimétrie accrédités

Suivi de l'état de santé des travailleurs

Les travailleurs faisant l'objet d'un suivi individuel de l'exposition au radon bénéficient d'un suivi individuel renforcé (Art. R. 4451-82 à Art. R. 4451-84)

- **Examen d'aptitude** effectué par le médecin du travail qui a notamment pour objet de:
 - s'assurer que le travailleur est médicalement apte au poste de travail
 - proposer éventuellement les adaptations du poste ou l'affectation à d'autres postes
 - informer le travailleur sur les risques des expositions au poste de travail et le suivi médical nécessaire
 - sensibiliser le travailleur sur les moyens de prévention à mettre en œuvre
- **Dossier médical** du travailleur complété par:
 - l'évaluation individuelle des l'exposition transmise par l'employeur
 - les résultats du suivi dosimétrique individuel, ainsi que la dose efficace
 - le cas échéant, les expositions ayant conduit à un dépassement de la limite de dose de 20 mSv/an

Catégories particulières de travailleurs

☐ Femmes enceintes

En cas de grossesse, l'exposition de l'enfant à naître - pendant le temps qui s'écoule entre la déclaration de la grossesse et le moment de l'accouchement - doit être maintenue aussi faible que raisonnablement possible et ne pas dépasser 1 mSv

En pratique, l'exposition du fœtus est beaucoup plus faible que celle de la femme enceinte : A titre indicatif, la dose de 1 mSv pour l'enfant à naître est atteinte pour dans le cas d'une travailleuse qui serait exposée durant toute sa grossesse à 8000 Bq/m³

☐ Jeunes âgés de quinze ans au moins et de moins de dix-huit ans

Leur exposition ne doit pas dépasser 6 mSv sur douze mois consécutifs (Art. R. 4451-8)

En pratique, ils ne devraient pas être autorisés à occuper un poste de travail permanent en « zone radon »



Merci de votre attention !

