



# AFTES GT 42

**RECOMMANDATION SUR LA PRISE EN COMPTE DU RADON  
À LA CONCEPTION ET À LA RÉALISATION  
DE TRAVAUX SOUTERRAINS :  
GUIDE PRATIQUE**



## COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

- Maîtres d'ouvrages
- Maîtres d'œuvre
- Entrepreneurs
- Coordonnateurs Sécurité et Protection de la Santé (CSPS)
- Organismes institutionnels ( ASN, IRSN, BRGM, INERIS )
- Fournisseurs de matériels et de prestations en métrologie du radon



## ORIGINE DU RADON

Le radon est gaz radioactif d'origine naturelle issu de la désintégration du radium lui-même descendant de l'uranium et du thorium présents dans la croûte terrestre.

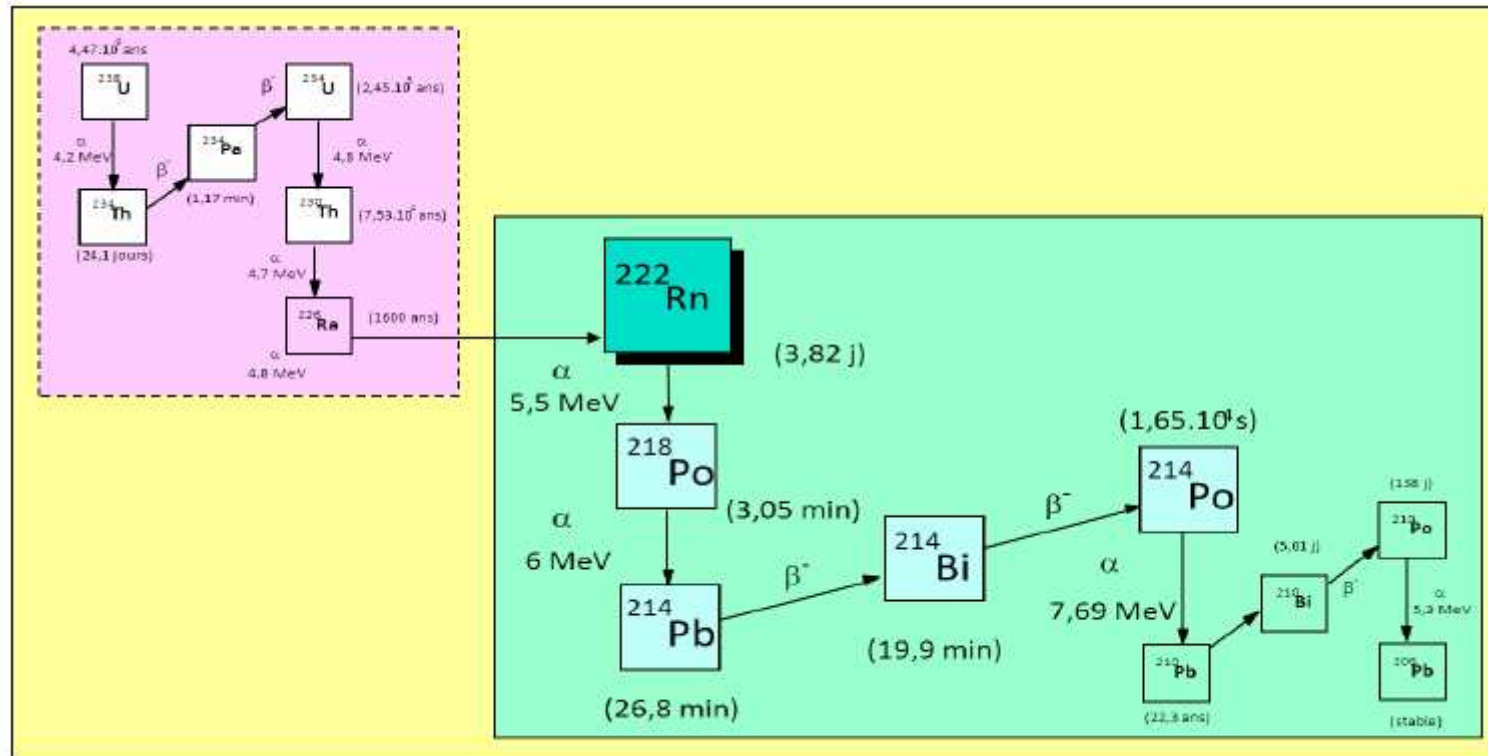
L'uranium étant présent dans les roches granitiques, métamorphiques, volcaniques et sédimentaires, on peut donc potentiellement en rencontrer partout; et non uniquement dans les roches granitiques comme on le croit souvent.



## DIFFERENTS ISOTOPES DU RADON

Isotope	Famille radioactive	Importance relative dans le bilan radiologique	Période	Nom historique
$^{222}\text{Rn}$	$^{238}\text{U}$	50 %	3,82 jours	radon
$^{220}\text{Rn}$	$^{232}\text{Th}$	4 %	55,6 s	thoron
$^{219}\text{Rn}$	$^{235}\text{U}$	négligeable	3,92 s	actinon

# CHAÎNE DE DESINTEGRATION RADIOACTIVE



C'est le seul élément gazeux de la chaîne ; ses descendants radioactifs, fixés ou non sur les aérosols atmosphériques, se déposent dans les voies respiratoires.



## REGLEMENTATION

Depuis 2004, la législation et la réglementation qui en découlent, ont fixé certaines dispositions et seuils

- pour les lieux ouverts au public,
- et depuis 2008 dans les lieux de travail.

Les ouvrages souterrains en construction et les travaux neufs en souterrain n'entrent pas dans le périmètre de la réglementation actuelle.

En effet, un ouvrage en cours de réalisation n'a pas un volume et des conditions environnementales constantes.



## REGLEMENTATION

Pour la **réhabilitation ou l'entretien** d'ouvrages souterrains existants, la réglementation en vigueur s'applique lorsque le chantier est localisé dans une zone dite prioritaire. Sa définition se trouve sur les sites de l'IRSN et l'ASN : actuellement 31 départements sont concernés et sont à peu près calqués sur les affleurements des roches granitiques.

En dehors de ces zones prioritaires, la présente recommandation s'applique pour gérer **cet aléa géologique** supplémentaire dès la phase de faisabilité et de conception car les surcoûts potentiels peuvent être très importants (déplacement du projet, augmentation du diamètre de la galerie pour une ventilation renforcée).



# REGLEMENTATION

La recommandation recense les textes existants :

- Arrêté du 7 août 2008
- Code du travail
- Normes sur les mesures du radon
- Code de la santé publique
- Code de la sécurité sociale
- Textes de l'INRS





# REGLEMENTATION

Selon la réglementation : articles R.4451-12 et suivants du Code du Travail ;

- Moins de 1 mSv sur 12 mois consécutifs : non exposé
- Entre 1 mSv et 6 mSv : exposé catégorie B
- Entre 6 mSv et 20 mSv : exposé catégorie A
- Au-delà de 20 mSv : travail interdit



## LES SEUILS RETENUS PERMETTENT DE LIMITER LA DOSE RECUE

L'objet de la recommandation est de proposer des solutions pour limiter l'exposition des travailleurs lors des différentes phases du chantier.

Il a été choisi de retenir une **dose maximale ajoutée de 1 milli Sievert par an** ce qui évite de classer le personnel.

Si on ne peut descendre en-dessous de cette valeur, il faudra :

- soit classer le personnel,
- soit aménager le temps de travail (rotation des équipes par exemple).

L'exposition aux rayonnements ionisants est interdite aux femmes enceintes ou allaitantes ainsi qu'aux mineurs.



## LES SEUILS RETENUS

Les seuils retenus sont ceux de ceux de la réglementation pour les ouvrages souterrains en exploitation et les bâtiments recevant du public :

- Activité volumique de **400 Becquerel/m<sup>3</sup>** d'air

Les travailleurs sont déjà exposés et relèvent des articles R 4451-136 du code du travail.

- Activité volumique de **1 000 Becquerel/m<sup>3</sup>** d'air

Les travailleurs sont exposés et soumis à la réglementation relative au personnel exposé aux rayonnement ionisant article R4451-143 du code du travail.



## LES SEUILS RETENUS PERMETTENT DE LIMITER LA DOSE RECUE

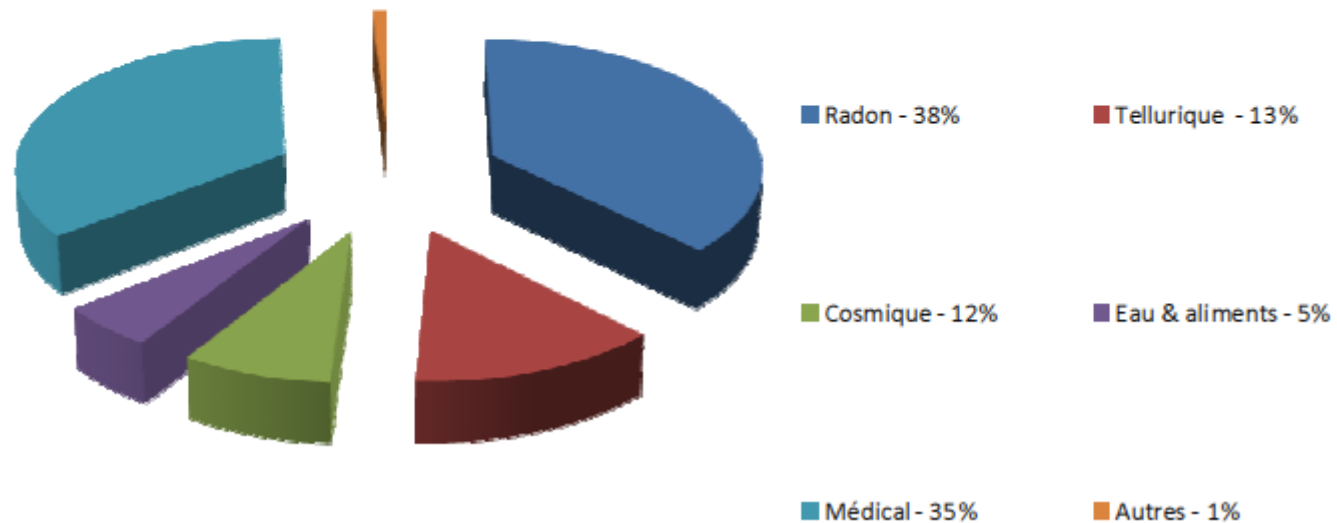
A titre d'exemple, avec des coefficients de conversion en mSv précisés dans la réglementation :

- Pour une activité volumique de 400 Bq/m<sup>3</sup>, avec une bonne ventilation, pour 150 heures de présence, la dose reçue peut être évaluée à 0,1 mSv.
- Pour une activité volumique de 400 Bq/m<sup>3</sup>, avec une très mauvaise ventilation, pour 150 heures de présence, la dose reçue peut être évaluée à 0,38 mSv.



# EXPOSITION NATURELLE AUX RAYONS IONISANTS

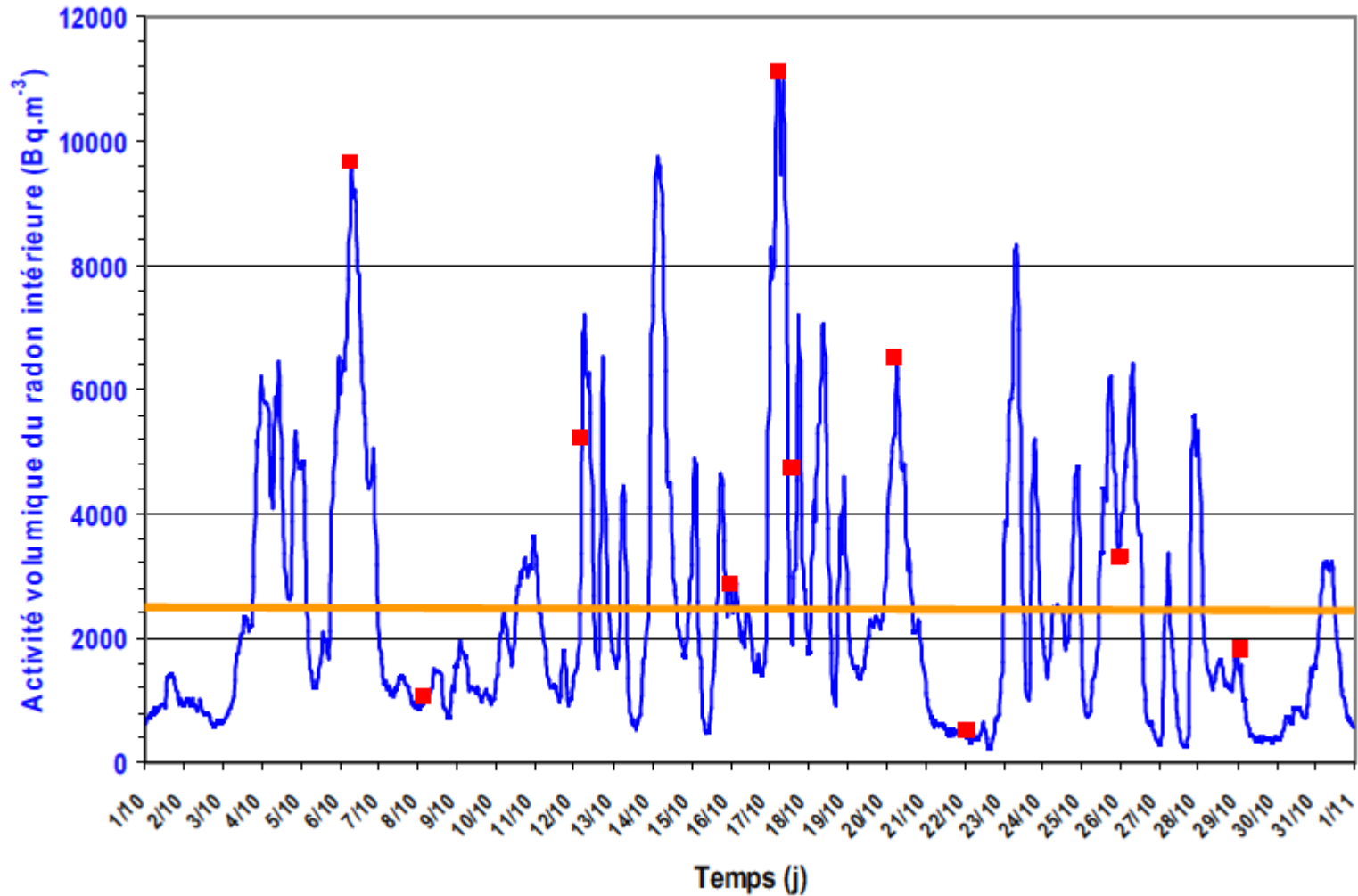
Exposition moyenne de la population française  
Contribution des diverses sources  
Dose efficace moyenne annuelle pour 1 individu : 3,7 mSv  
(source IRSN)



# Activité volumique moyenne dans différents contextes environnementaux



## Illustration graphique des différents types de mesures du radon (source IRSN)





# IDENTIFICATION ET EVALUATION DU RISQUE RADON

Pour chaque projet, au vu de la connaissance géologique, le potentiel radon est classé :

- **Négligeable** : il n'y a pas de référence géologique à une présence de radon problématique pouvant influencer sur le projet.
- **Probable** : il y a des situations géologiques avec présence potentielle de radon pouvant influencer sur le projet ; des reconnaissances doivent être menées.
- **Avéré** : la présence de radon est avérée sur l'emprise du projet et doit être prise en compte dans sa définition.





## Les moyens d'évaluation, en phase de faisabilité, de l'aléa géologique lié au radon

En l'absence d'ouvrages souterrains pré-existants :

- Caractérisation radiologique par spectrométrie gamma , des radionucléides des chaînes naturelles de l'Uranium et du Thorium, sur des **échantillons de roches représentatives du massif.**
- Caractérisation radiologique des eaux souterraines ou résurgentes, avec analyse de l'activité volumique du radium 226 par émanométrie; et de l'activité du radon 222 dissous dans l'eau par dégazage ou spectrométrie gamma en Bq/l.
- Mesures en continu de l'activité volumique du radon 222, en Bq/m<sup>3</sup> dans l'air de sondages représentatifs du massif traversé, à l'aide d'appareils autonomes placés dans les sondages selon un protocole défini.

## Les moyens d'évaluation, en phase de faisabilité, de l'aléa géologique lié au radon

En présence d'ouvrages souterrains pré-existants :

- Mesures ponctuelles de l'activité volumique du radon  $^{222}$  à l'aide de fioles scintillantes, dans l'air ambiant des galeries.



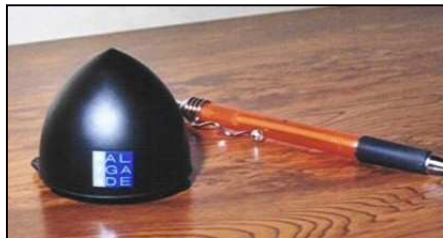
- Mesures en continu de l'activité volumique du radon dans l'air ambiant, pendant 10 jours.



## Les moyens d'évaluation, en phase de faisabilité, de l'aléa géologique lié au radon

En présence d'ouvrages souterrains pré-existants :

- Mesures intégrées de l'activité volumique du radon  $^{222}$  à l'aide dosimètres passifs placés à postes fixes pendant une période d'au moins deux mois.





## Les moyens d'évaluation, en phase de faisabilité, de l'aléa géologique lié au radon

### En présence d'ouvrages souterrains pré-existants :

- Mesures de flux d'exhalations surfacique du radon 222, en Bq/m<sup>2</sup>/S sur les parois de la galerie.
- Mesures ponctuelles du débit de photons à la paroi, à l'aide d'un scintillomètre portatif de prospection permettant de mesurer des variations du débit de photons gamma; en coups/ seconde



## REDUCTION DU RISQUE EN PHASE TRAVAUX

- Aménagement de la ventilation : augmenter le débit, éviter les zones mortes.
- Captage et canalisation des venues d'eau jusqu'à l'extérieur de la galerie par conduites pour éviter le dégazage en galerie.
- Mise en place d'un revêtement provisoire de type béton projeté.
- Mise en place du revêtement définitif à l'avancement.
- Mesures organisationnelles : limitation du temps de présence, etc...
- Traitement des failles et des fractures à l'avancement par injection
- Prévoir une zone en surpression (sas) pour les locaux en galerie (réfectoire, atelier).
- Utilisation d'un tunnelier avec pose de voussoirs à l'avancement



## La recommandation décrit les **OBLIGATIONS ET RÔLE DES ACTEURS**

- 1) Le Maître d'Ouvrage en phase de faisabilité et en phase de conception.
- 2) Le CSPS en phase de conception et de réalisation.
- 3) Le Maître d'Œuvre en phase de conception et de réalisation.
- 4) Les Entreprises exécutantes en phase de qualification et de réalisation.



## CREATION D'UN COMITE TECHNIQUE dans le cas de potentiel radon avéré

Il est composé des membres suivants :

- La maîtrise d'œuvre,
- Le CSPS,
- La ou les entreprises,
- Un spécialiste du radon,
- Il peut être élargi à d'autres intervenants selon la situation.

Il élabore un plan d'action.

**Tout le personnel des acteurs d'un chantier  
doit être informé et formé au risque radon et  
doit se soumettre aux obligations définies par le Comité Technique**



# LA GESTION DU RISQUE

## LES PLANS D'ACTION (modèles fournis en annexe)

1) Pour une activité volumique comprise entre **400 et 1 000 Bq/m<sup>3</sup>**

- Un axe basé sur les moyens organisationnels
- Un axe basé sur les moyens techniques

2) Pour une activité volumique supérieure à **1 000 Bq/m<sup>3</sup>**

- Complément basé sur les moyens organisationnels
- Complément basé sur les moyens techniques

3) Prévoir la possibilité d' une situation dégradée : Par exemple panne de ventilation et l'utilisation d'une ventilation de secours voire le recours aux appareils respiratoires isolants (ARI).





# LA RECOMMANDATION COMPORTE

1) Un logigramme intitulé :

«Gestion du Radon lors d'un projet de construction d'un ouvrage souterrain»

2) Un glossaire :

Activité, Dose, sigles.....