

# DÉTECTER LA PRÉSENCE DU RADON

## Objectifs :

- Connaître le fonctionnement d'un dispositif passif de mesure intégrée du radon
- Savoir que l'activité volumique du radon évolue dans le temps et dans l'espace
- Analyser et interpréter les résultats d'un dépistage de radon

## Fonctionnement d'un dispositif passif de mesure intégrée du radon

Des appareils permettent de mesurer le radon présent dans l'air ambiant. La détection est réalisée grâce à un film en polymère spécialement traité sur lequel chaque impact de particule alpha ( $\alpha$ ) laisse une trace microscopique. Le nombre d'impacts et la durée de la mesure permettent de quantifier l'activité volumique du radon.

## Doc 1. Exemples de dispositifs de mesure

de type fermé



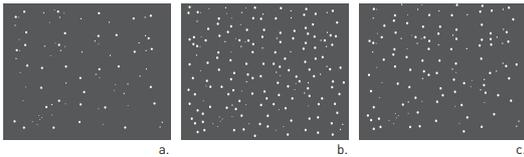
Crédit photo : Desirad

de type ouvert



L'activité volumique d'une substance radioactive permet de connaître la quantité de cette substance dans un volume d'air. Elle se mesure en becquerel par mètre cube ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ).  
**Exemple :** une activité volumique de radon 222 égale à  $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$  signifie que plus de 145 millions d'atomes de radon 222 sont contenus dans  $1 \text{ m}^3$  d'air.

## Doc 2. Résultats de trois mesures de radon sur une même durée, en trois endroits différents

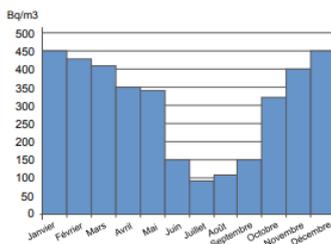


Il existe différentes sortes de mesure de l'activité volumique du radon :

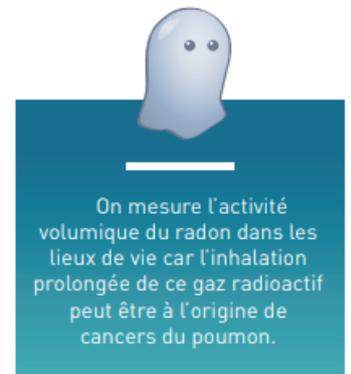
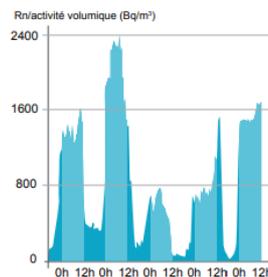
- Des mesures sur plusieurs mois pour obtenir une valeur représentative de la valeur moyenne annuelle ;
- Des mesures ponctuelles sur quelques secondes ou minutes qui donnent une « photographie » à un moment donné ;
- Des mesures en continu permettant de suivre l'évolution de la concentration de radon en fonction du temps.

## Résultats et conseils d'utilisation

### Doc 3. Exemple de variation de l'activité volumique mensuelle du radon sur une année dans un bâtiment



### Doc 4. Exemple de variation de l'activité volumique en radon sur quelques jours dans un bâtiment



## Doc 5. Remarques et conseils extraits du mode d'emploi d'un dispositif passif de mesure intégrée

La mesure du radon dans une habitation est simple à réaliser.

Voici les conseils à suivre :

- Procurez-vous un dispositif de mesure auprès d'un fournisseur figurant sur [www.asn.fr](http://www.asn.fr)
- Placez-le dans les pièces aux niveaux les plus bas occupés (séjour et chambre de préférence)
- Laissez-le pendant au moins 2 mois en période de chauffe (mi-septembre à fin avril)
- Le dispositif de mesure ne doit pas être posé sur ou à proximité :
  - d'une source de chaleur (radiateur, cheminée, appareil électrique, télévision, lumière solaire directe, etc.)
  - d'un point d'alimentation en eau (risque d'aspersion) ou d'un point de condensation
  - d'une source de projection de graisse
- Ne pas toucher, ni nettoyer, ni déplacer le dispositif pendant la période de mesure.

# Questions :



## Doc 2.

- a) Quel est le film qui a été le plus exposé aux particules alpha ( $\alpha$ ) ?  
Quelles conclusions tirez-vous de ces résultats ?

## Doc 3.

- a) Quelle est la période de l'année la plus judicieuse pour utiliser un dispositif passif de mesure intégrée du radon ?  
b) Proposez une hypothèse pour expliquer les variations d'activités volumiques annuelles du radon.

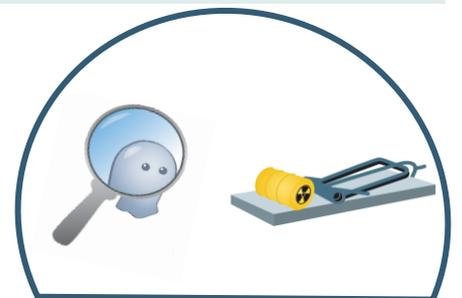
## Doc 4.

- a) Comment évolue l'activité volumique journalière du radon dans un bâtiment ? Comment expliquer ces résultats ?

## Doc 5.

- a) Justifiez les recommandations 3 et 4.  
b) Quelles seraient les pièces où il serait pertinent de poser un dispositif passif de mesure intégrée du radon pour les bâtiments suivants :

Un établissement scolaire | Un internat | Une habitation | Une entreprise



# LA FORMATION DU RADON

## Objectifs :

- Connaître l'origine du radon
- Connaître les propriétés physiques et chimiques du radon
- Acquérir les connaissances essentielles sur les phénomènes de rayonnement liés à la radioactivité du radon

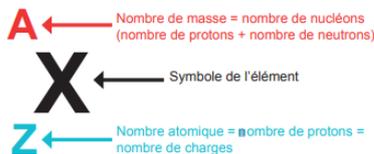
## Le radon, un gaz rare

### Doc 1. Propriétés physiques du radon

Le radon est un gaz naturel inerte chimiquement qui appartient à la famille des gaz nobles plus couramment appelés gaz rares comme l'hélium, le néon, etc. Comme tous les gaz rares, le radon est inodore, incolore et sans saveur. Il est soluble dans l'eau.

Sa densité est 7,5 fois celle de l'air ce qui en fait l'un des gaz les plus denses. Il est brassé dans l'air ambiant et se répartit donc de manière homogène dans une pièce.

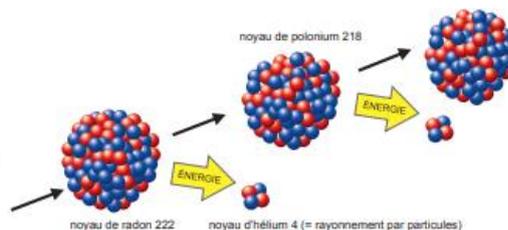
### Doc 2. Représentation symbolique du noyau de l'atome



## Le radon, un gaz radioactif

### Doc 3. Propriétés radioactives du radon

Le radon est un gaz radioactif naturel qui se désintègre spontanément pour devenir un autre élément lui aussi radioactif [le polonium 218]. Lors de cette désintégration un noyau d'hélium est projeté avec beaucoup d'énergie (rayonnement alpha).



### Doc 4. La chaîne de désintégration de l'uranium 238

| Radio-isotope     | Rayonnements               | Demi-vie<br>ordre de grandeur    |
|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Uranium 238       | $\alpha$                   | 4,5 milliards d'années           |
| Thorium 234       | $\beta$ et $\gamma$        | 24 jours                         |
| Protactinium 234m | $\beta$ et $\gamma$        | 6,7 heures                       |
| Uranium 234       | $\alpha$ et $\gamma$       | 240 000 années                   |
| Thorium 230       | $\alpha$ et $\gamma$       | 75 000 années                    |
| Radium 226        | $\alpha$ et $\gamma$       | 1 600 années                     |
| <b>Radon 222</b>  | <b><math>\alpha</math></b> | <b>3,8 jours</b>                 |
| Polonium 218      | $\alpha$                   | 3,1 minutes                      |
| Plomb 214         | $\beta$ et $\gamma$        | 27 minutes                       |
| Bismuth 214       | $\beta$ et $\gamma$        | 20 minutes                       |
| Polonium 214      | $\alpha$                   | 0,16 milliseconde ( $10^{-3}$ s) |
| Plomb 210         | $\beta$ et $\gamma$        | 22,3 années                      |
| Bismuth 210       | $\beta$ et $\gamma$        | 5 jours                          |
| Polonium 210      | $\alpha$                   | 138,5 jours                      |
| Plomb 206         | stable                     |                                  |

Légende :

- état gazeux
- état solide

Comme le radon, certains éléments sont dits radioactifs parce que leurs noyaux sont instables. Ceux-ci se désintègrent spontanément en se transformant en un autre élément chimique qui peut être radioactif ou stable et en émettant des rayonnements ionisants. Ceux-ci peuvent être soit une émission de particules alpha ( $\alpha$ ) et bêta ( $\beta$ ) soit un rayonnement électromagnétique gamma ( $\gamma$ ) de même nature que la lumière. Tous ces rayonnements propagent de l'énergie.

Par exemple l'uranium 238 est à l'origine d'une chaîne de désintégration appelée aussi désintégration en cascade, où chaîne radioactive, ou encore filiation radioactive.

Des "atomes isotopes" sont des atomes ayant le même numéro atomique (même nombre de protons) Z, mais des nombres de masse A différents. Ex : uranium 238 et uranium 234.

On appelle demi-vie, le temps au bout duquel la moitié des atomes d'un élément radioactif s'est désintégrée. Par exemple, la demi-vie du radon est de 3,8 jours.

Les éléments les plus connus (seulement 110 environ) sont représentés dans le tableau de classification périodique des éléments. Ils y sont classés par numéro atomique croissant.

L'unité d'énergie adaptée à l'échelle de l'atome est l'électronvolt [eV]. C'est une très petite unité. Par exemple, la désintégration du radon libère 5,4 millions d'électrons volts [MeV].

# Questions :



## Doc 1.

- a) Quelles sont les propriétés physiques du radon qui rendent sa détection difficile ?

## Doc 2.

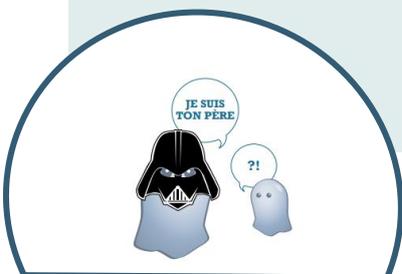
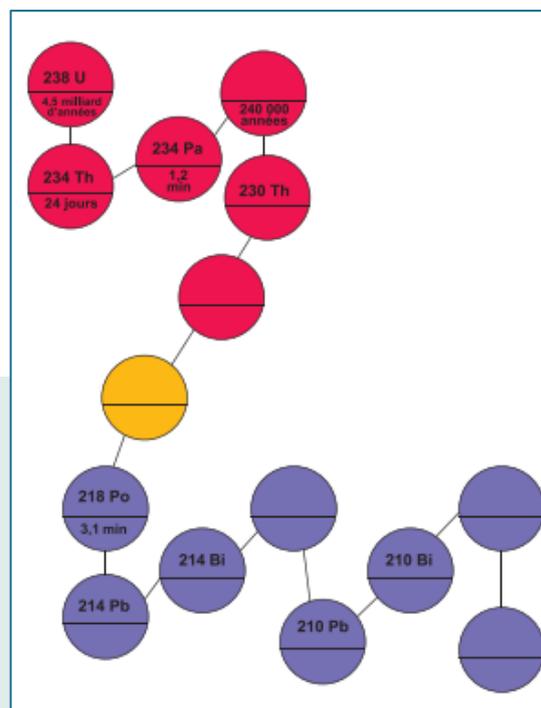
- a) Trouvez le radon dans le tableau périodique des éléments (tableau de Mendeleïev). Écrivez sa représentation symbolique en précisant son numéro atomique et son nombre de masse.

## Doc 3.

- a) En vous inspirant de ce document, représentez et expliquez la désintégration du radium 226 et du polonium 210.  
b) En vous aidant du tableau périodique des éléments, trouvez le nom du troisième élément représenté sur le schéma.

## Doc 4.

- a) Complétez le schéma ci-contre à partir des informations de ce tableau.  
b) Quel est l'élément à l'origine de cette chaîne de désintégration ? Quelle est sa demi-vie ? Quelle conséquence cette durée de demi-vie a-t-elle sur la présence du radon dans l'air ambiant ?  
c) Combien faut-il de descendants radioactifs à l'uranium 238 pour aboutir au plomb 206 non radioactif (stable) ?  
d) Expliquez d'où vient la différence de nombre de masse entre l'uranium 238 et le plomb 206 ?



# LE RADON EN FRANCE

## Objectifs :

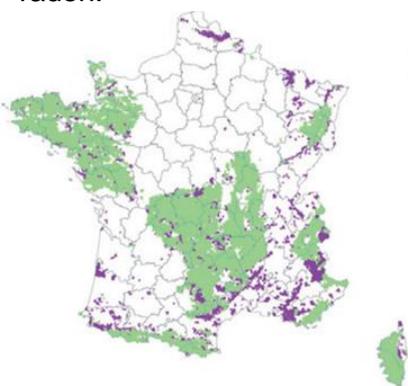
- ❑ Connaître en France les zones géographiques les plus exposées au radon
- ❑ Identifier les relations en l'activité volumique du radon en France et les caractéristiques géologiques de son sous-sol

## Le radon en France

Le radon est issu de la désintégration de l'uranium présent dans la croûte terrestre. Nous le trouvons partout à la surface de la terre, dans le sol et le sous-sol. Il est en plus forte concentration dans les roches granitiques, par exemple.

### Doc 1. Carte du potentiel radon en relation avec des formations géologiques et certaines caractéristiques du sous-sol (source ASN et IRSN 2010)

Le territoire national est divisé en trois zones à potentiel radon définies en fonction de la capacité du sol à émettre du radon.



- ❑ **Zone 1 : Zones à potentiel radon faible**  
 Localisées sur les formations géologiques présentant des teneurs en uranium les plus faibles telles que les formations calcaires, sableuses et argileuses des grands bassins sédimentaires et des formations volcaniques basaltiques
- **Zone 2 : Zones à potentiel radon faible** localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles **mais** sur lesquelles des **facteurs géologiques particuliers** (failles, ouvrages miniers souterrains ou sites hydrothermaux) peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments
- **Zone 3 : Zones à potentiel radon significatif**  
 Localisées au moins en partie sur des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations. Les formations concernées sont majoritairement granitiques mais elle peuvent aussi concerner certaines formations volcaniques et également certains grès et schistes noirs.

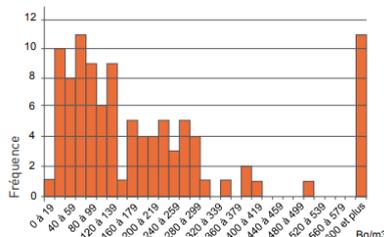
## Exemples d'activités volumiques du radon

### Doc 2. Distribution des activités volumiques du radon dans les habitations de deux départements français (Atlas du radon, IRSN 2000)

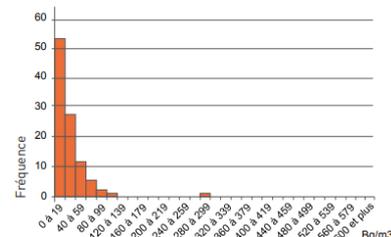


Pour connaître le potentiel radon d'une commune, consultez les sites de l'ASN [www.asn.fr](http://www.asn.fr) ou de l'IRSN [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr)

Distribution de l'activité volumique du radon dans le département de la Lozère sur 158 mesures (de très nombreuses communes sont en zone potentiel radon 3)



Distribution de l'activité volumique du radon dans le département des Landes sur 102 mesures (la plupart des communes sont en zone potentiel radon 1)



Fréquence : nombre d'observations d'un événement

Carte IGN n° 31 au 1/100 000  
 1 km  
 0 - 30 Bq/m³    90 - 120 Bq/m³  
 30 - 60 Bq/m³    120 - 150 Bq/m³  
 60 - 90 Bq/m³    150 - 250 Bq/m³



L'ASN et l'IRSN ont réalisé une carte qui permet d'évaluer le potentiel radon de chaque commune française : [www.irsn.fr/carte-radon](http://www.irsn.fr/carte-radon)

### Doc 3. L'activité volumique du radon dans l'air le long d'un tronçon de route de la Haute-Saône d'une vingtaine de km (IRSN)

# Questions :



## Doc 1.

a) D'après ce document, quels sont les principaux paramètres qui influent sur la concentration en radon ?

## Doc 2.

a) Les deux départements sont-ils concernés par le radon ?

b) Dans lequel le risque est-il le plus fort ? Cela signifie-t-il pour autant qu'il n'y a aucun risque dans le département le moins concerné ? Justifiez les réponses.

## Doc 3.

a) Quelle relation entre la nature du sous-sol et la concentration du radon montrent ces cartes ?

