

# Matière radioactive naturelle

Entreposage des minéraux radioactifs



UNIVERSITÉ  
LAVAL

Comité de radioprotection  
Service de sécurité et de prévention

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. Introduction .....</b>	<b>3</b>
1.1 Radioactivité naturelle .....	3
<b>2. Rayonnement et risques pour la santé.....</b>	<b>5</b>
2.1 Rayonnements.....	5
2.2 Risques à la santé.....	6
<b>3. Dose et limite .....</b>	<b>6</b>
3.1 Évaluation des doses.....	6
<b>4. Mesures de sécurité .....</b>	<b>7</b>
4.1 Diminuer l'exposition externe aux rayonnements .....	7
4.2 Éviter l'incorporation de poussières radioactives .....	8
<b>5. Secteur de la radioprotection.....</b>	<b>8</b>
<b>6. Référence figures .....</b>	<b>8</b>

## 1. INTRODUCTION

Des minéraux contenant différentes teneurs en éléments radioactifs naturels, comme des échantillons utilisés en recherche ou de minéraux particuliers faisant partie de collections, sont entreposés dans certains locaux de l'Université Laval.

Ce document vise à informer les personnes ayant sous leur responsabilité ces types de minéraux sur les risques liés à la radioactivité, et sur les mesures de sécurité à mettre en place afin de diminuer l'exposition au rayonnement.

### 1.1 Radioactivité naturelle

L'environnement renferme un certain nombre d'éléments naturellement radioactifs, appelés radionucléides. Certains radionucléides que l'on dit "primordiaux" sont présents dans le sol depuis la création de la terre, les principaux étant l'uranium-238, l'uranium-235, le thorium-232 et le potassium-40.

L'uranium-238, l'uranium-235 et le thorium-232 se transforment en produisant différents radionucléides les uns à la suite des autres, appelés descendants. Ces transformations sont également nommées "désintégrations" et chaque série de transformations est appelée "chaîne de désintégration" (Figures 1, 2 et 3).

Les désintégrations ont lieu jusqu'à l'apparition du dernier membre de la chaîne qui est, dans les trois cas, un isotope stable (non radioactif) de plomb.

La chaîne de l'uranium-238 comporte au total 14 éléments radioactifs, tous présents dans l'environnement : 13 métaux lourds (isotopes de l'uranium, thorium, radium, plomb, bismuth, polonium, etc.) et un gaz, le radon-222. Les chaînes de désintégration de l'uranium 235 et du thorium 232 présentent des caractéristiques similaires.

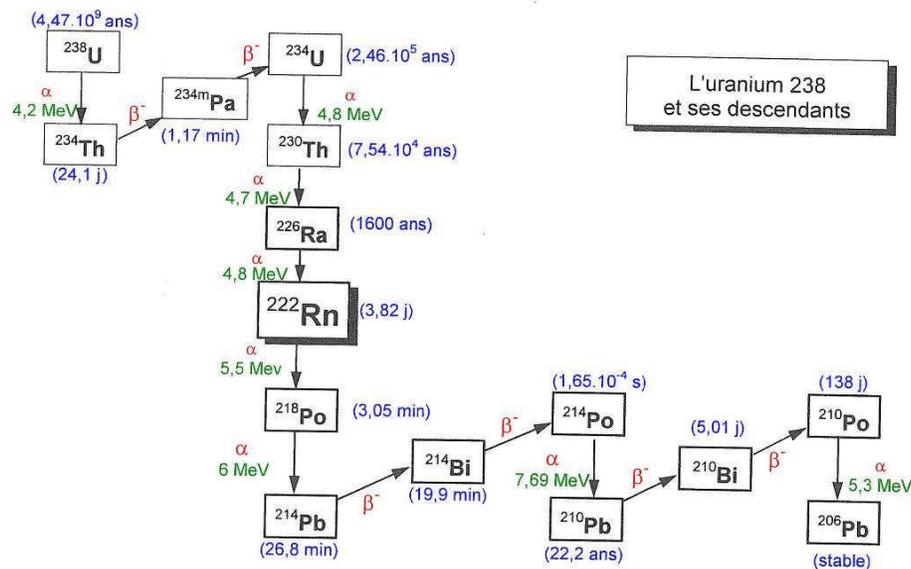


Figure 1: Chaîne de désintégration de l'uranium-238 (IRSN, 2008).

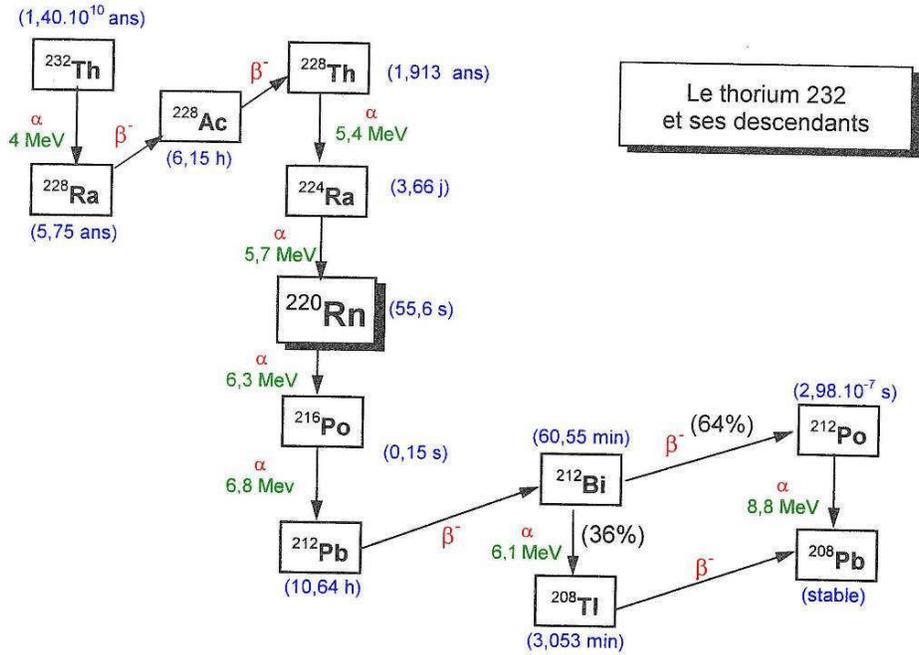


Figure 2: Chaîne de désintégration du thorium-232 (IRSN, 2008).

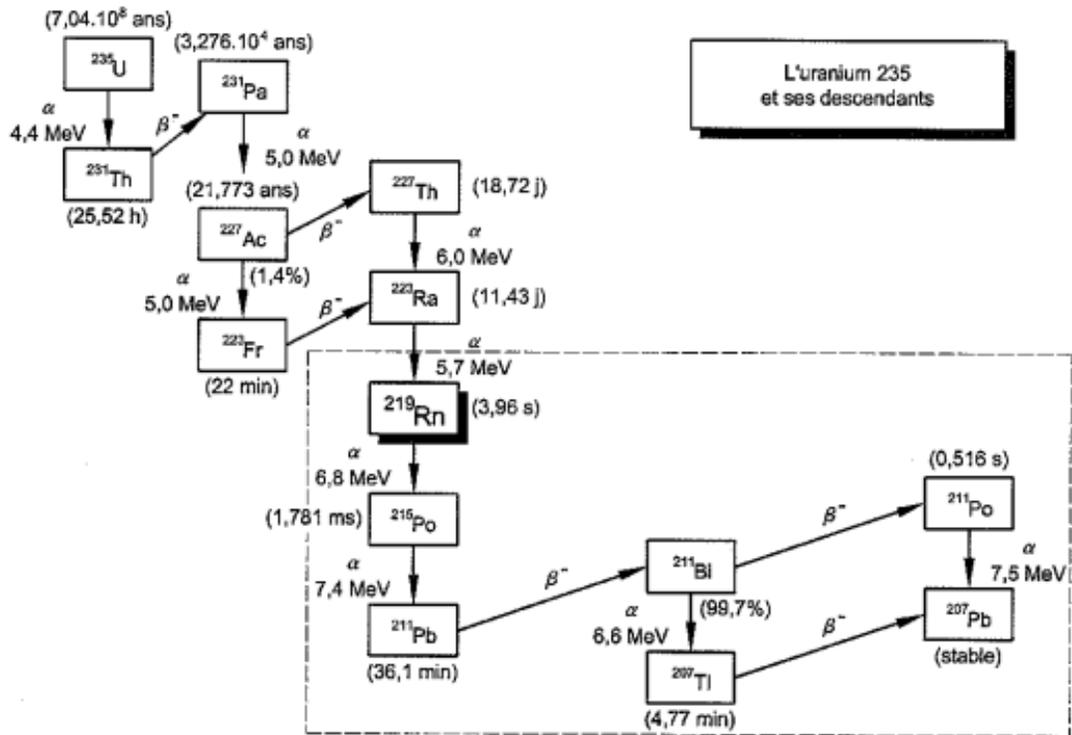


Figure 3: Chaîne de désintégration du thorium-232 (IRSN, 2008).

## 2. RAYONNEMENT ET RQUES POUR LA SANTÉ

### 2.1 Rayonnements

Ces radionucléides naturels émettent en se désintégrant des particules **alpha** ou **bêta**, et dans certains cas, des rayonnements **gamma** (voir l'encadré).

Ces radiations alpha, bêta et gamma sont des “rayonnements ionisants”. C’est-à-dire des rayonnements qui sont suffisamment énergétiques pour ioniser les atomes (pour arracher des électrons aux atomes) qui composent la matière. À titre de comparaison, les rayonnements non ionisants, comme la lumière visible, les infrarouges ou les radiofréquences, ne possèdent pas assez d’énergie pour endommager les atomes.

#### Alpha

Les particules alpha sont des particules de haute énergie constituées de deux protons et deux neutrons.

À cause de leur masse élevée qui permet une plus grande interaction avec les électrons, comparativement aux autres types de rayonnements ionisants, la totalité de l’énergie des particules alpha est dissipée par ionisation sur une très courte distance, soit sur quelques micromètres ( $\mu\text{m}$ ) de matières solides ou quelques centimètres (cm) d’air. Par conséquent, les particules alpha ne pénètrent pas l’épiderme ou les couches superficielles des organismes vivants. Le risque d’exposition par la peau pour le vivant est négligeable.

En revanche, les radionucléides émetteurs alpha sont particulièrement nocifs s’ils sont incorporés à l’intérieur d’un organisme (par ingestion ou inhalation de poussières de minerais par exemple), puisque la particule alpha émise transfère alors la totalité de son énergie aux cellules voisines du site de dépôt du radionucléide, par exemple dans le système digestif ou dans les poumons.

#### Bêta

Les particules bêta sont des électrons de haute énergie. Leurs énergies sont toutefois inférieures aux énergies des particules alpha. Les électrons étant des particules légères, les particules bêta possèdent un pouvoir de pénétration supérieur à celui des particules alpha (elles transfèrent leur énergie sur une plus grande distance).

Selon leur énergie, ces particules peuvent parcourir 2 m dans l’air et pénétrer à des profondeurs de plusieurs millimètres (mm) dans la peau. La meilleure protection contre ces particules est de conserver les minéraux derrière une vitrine en verre ou en plexiglas.

#### Gamma

Le rayonnement gamma est composé de photons très énergétiques. Les photons étant des particules sans masse ni charge, ils interagissent moins facilement avec la matière que les particules alpha et bêta. Ils sont de loin les rayonnements les plus pénétrants, c’est-à-dire qu’ils peuvent parcourir plusieurs dizaines de mètres dans l’air et peuvent pénétrer en profondeur dans la matière (tissus organiques, eau, air, etc.).

Les rayons gamma peuvent ainsi entraîner une exposition des organes internes même si les radionucléides émetteurs sont situés loin de l’organisme. Une partie des rayons gamma traversent toutefois le corps humain de part en part sans qu’il y ait interaction.

L’intensité des photons gamma est atténuée par d’importantes épaisseurs de matériaux denses tels que le plomb et le béton.

## 2.2 Risques à la santé

Les effets dus à l'exposition d'un organisme au rayonnement ionisant sont variables et dépendent de la dose reçue. Il est toutefois démontré que, à la suite de l'exposition des cellules biologiques au rayonnement, des lésions dans l'ADN (acide désoxyribonucléique, une macromolécule présente dans le noyau des cellules et qui constitue leur matériel génétique), peuvent survenir.

Une lésion de l'ADN peut mener à une mutation dans la cellule et ultérieurement, selon le type de cellules touchées, mener à la formation d'un cancer ou causer une anomalie génétique.

L'utilisation non sécuritaire de matériaux radioactifs dans notre environnement de travail peut mener à une augmentation des doses reçues et par conséquent, augmenter les risques à la santé.

## 3. DOSE ET LIMITE

Pour prévoir les effets biologiques (et les prévenir) qui peuvent découler de l'exposition au rayonnement, il faut évaluer la quantité d'énergie qui est déposée dans un organe ou tissu, c'est-à-dire évaluer la dose reçue. La dose tient compte du type de rayonnement (alpha, bêta ou gamma), de son énergie et des organes qui sont exposés.

Les doses délivrées par le rayonnement ionisant s'expriment en Sievert (Sv). La dose reçue par les personnes exposées aux substances nucléaires réglementées ne doit pas dépasser, pour une exposition désignée comme étant "au corps entier" (versus ciblée à un organe ou à des tissus comme les mains ou le cristallin), la limite indiquée par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

Limite de dose annuelle au corps entier : **1 mSv**

Cette limite a été choisie pour prévenir les effets à long terme, ce qui inclut les risques de développer un cancer. Cette limite exclut le rayonnement de fond et les doses reçues dans le cadre d'un diagnostic ou d'un traitement médical.

Les minerais qui ne sont pas utilisés pour leurs propriétés de rayonnement et dont la quantité est inférieure à 10 kg d'uranium ou de thorium ne sont pas réglementés par la CCSN : la Commission indique toutefois que le principe de radioprotection ALARA doit s'appliquer en tout temps.

**ALARA** (*As Low As Reasonably Achievable*) : mettre en place toutes les dispositions afin de réduire au plus faible niveau possible la dose aux individus, en tenant compte des facteurs économiques et sociaux.

En respectant les limites de doses et en appliquant le principe ALARA (en respectant les mesures de sécurité en place), il est sécuritaire d'utiliser des minerais d'éléments radioactifs dans le cadre du travail.

### 3.1 Évaluation des doses

Pour évaluer les doses, le secteur de la radioprotection de l'Université effectue des mesures sur place, dans l'environnement immédiat des matières radioactives. Selon les débits de doses mesurés et selon le type d'utilisation des matières, le secteur de la radioprotection peut recommander la mise en place de mesures de sécurité et fournir des dosimètres individuels, qui sont portés par les utilisateurs et qui sont changés tous les 3 mois.

Dans l'exemple du tableau suivant, si un utilisateur travaille avec un minerai d'éléments radioactifs à quelques reprises dans l'année, les mesures de sécurité présentées à la section 4 sont suffisantes.

En revanche, si l'utilisateur travaille avec le minerai quotidiennement ou quelques heures à plusieurs heures tous les mois, le secteur de la radioprotection va recommander le port du dosimètre afin de s'assurer que les limites annuelles ne seront pas dépassées.

Tableau 1. Exemple de minerai comportant des éléments radioactifs et dont le débit de dose au contact est de 400 µSv/h

Débit de dose		Doses				
		après 1 min	après 30 min	après 1 h	après 10 min par jour pendant 1 mois	après 10 min par jour pendant 1 an
à 10 cm	30 µSv/h	0,5 µSv	15 µSv	30 µSv	150 µSv	1825 µSv
à 30 cm	8 µSv/h	0,1 µSv	4 µSv	8 µSv	40 µSv	487 µSv

Note : le bruit de fond environnemental naturel se situe entre 0,07 et 0,09 µSv/h.

## 4. MESURES DE SÉCURITÉ

### 4.1 Diminuer l'exposition externe aux rayonnements

**Exposition externe** - L'exposition externe résulte de l'exposition au rayonnement provenant d'une source présente à l'extérieur du corps. Les rayons gamma et les particules bêta de hautes énergies sont des radiations qui voyagent à travers la matière (ex. l'air) et qui présentent un danger d'exposition externe.

#### Limiter le temps de présence auprès des minéraux

Le fait de diminuer la durée d'exposition entraîne directement une diminution de la dose de rayonnement reçue. Il faut diminuer au maximum la durée de son exposition aux rayonnements.

#### Augmenter la distance entre les minéraux et le poste de travail

L'intensité des rayonnements gamma diminue en fonction du carré de la distance et elle diminue de façon encore plus abrupte pour les particules bêta : la distance représente ainsi une bonne mesure de protection contre le rayonnement.

Il est important de maintenir une distance significative avec certaines sources de rayonnement d'activité plus élevée.

#### Si les deux premiers points s'appliquent difficilement : mettre en place des blindages

Lorsque la diminution du temps d'exposition et une augmentation de la distance ne suffisent pas à diminuer suffisamment l'exposition, il faut mettre en place les écrans protecteurs appropriés autour de la source (verre, plexiglas, plomb, etc., selon le type de rayonnement).

## 4.2 Éviter l'incorporation de poussières radioactives

**Exposition interne** - L'exposition interne résulte de l'incorporation de radionucléides à l'intérieur du corps par inhalation de poussières ou de gaz, par ingestion ou par absorption par la peau.

- Conserver les minéraux dans un contenant
- Ne pas briser, casser, percer les minéraux à moins de porter un masque retenant les poussières
- Ne pas les entreposer ou les manipuler dans un lieu où l'on mange
- Porter un sarrau et des gants jetables pour les manipulations et se laver les mains après l'opération

## 5. SECTEUR DE LA RADIOPROTECTION

Communiquer avec le secteur de la radioprotection de l'Université à [Radioprotection@ssp.ulaval.ca](mailto:Radioprotection@ssp.ulaval.ca) pour l'évaluation du rayonnement produit par des échantillons, pour l'évaluation des doses pouvant être reçues dans le cadre du travail et pour connaître les méthodes de sécurité à mettre en place.

## 6. RÉFÉRENCE FIGURES

IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) et INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques) 2008, *Le radon, synthèse des connaissances et résultats des premières investigations en environnement minier*

[https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports\\_expertise/Documents/environnement/IRSN\\_INERIS\\_RapportRadon\\_09032009.pdf](https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN_INERIS_RapportRadon_09032009.pdf)