

## Notions de Radioactivité Relatives à l'Uranium dans les Roches

par Gregory Kennedy, Ph.D.  
École Polytechnique de Montréal

23 mai 2002

La quantité de radioactivité, l'activité, s'exprime en becquerels (Bq):  
1 Bq = 1 désintégration par seconde

L'activité (A) d'un radionuclide est proportionnelle au nombre (N) d'atomes radioactifs:

$$A = \lambda N \quad \lambda \text{ est la constante de désintégration}$$

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2} = 0.693 / T_{1/2}$$

Dans les roches, 99.28% de l'uranium est constitué de l'isotope U-238.

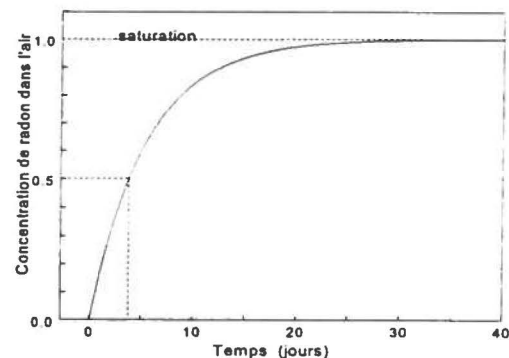
La demie-vie de l'U-238 est de 4.51 milliards d'années. L'activité d'U-238 par gramme d'uranium est donnée par la formule:  $A = 12.2 \text{ kBq} / \text{g}$

Dans une roche qui a 1000 ppm d'uranium, l'activité de l'U-238 est de 12.2 Bq / gramme de roche.

Quand le noyau de l'atome d'U-238 se désintègre, il émet une particule  $\alpha$  pour devenir le Th-234. À son tour, le Th-234 se désintègre pour continuer la chaîne de 14 désintégrations successives qui termine par le Pb-206, qui est stable. Dans la chaîne de 14 désintégrations, il y a l'émission de 8 particules  $\alpha$  et de 6 particules  $\beta$ . Dans les roches, les 14 membres de la chaîne sont normalement en équilibre, c'est à dire ils ont tous la même activité.

Le septième membre de la chaîne est le Rn-222. Le radon est un gaz inerte; il peut donc quitter la roche, surtout s'il s'agit de roche broyée. Si une quantité significative de radon quitte la roche, l'équilibre est brisé; les sept membres de la chaîne qui suivent le radon auront moins d'activité dans la roche que les six premiers membres. Le radon qui émane peut être respiré; aussi, les sept membres de la chaîne qui suivent le radon, des solides, collent à des particules de poussière dans l'air et peuvent se loger dans les poumons.

Si on imagine un volume d'air en contact avec une masse de roche riche en uranium, un puits de mine par exemple, le radon s'accumule dans cet air. La concentration de radon dans l'air sera normalement faible si il y a un bon système de ventilation. Mais si on arrête la ventilation brusquement, la concentration de radon dans l'air augmente pour atteindre un niveau de saturation,  $C_s$ , après quelques jours. La concentration de radon dans l'air varie avec le temps selon la relation suivante:  $C = C_s (1 - \exp(-\lambda t))$  où  $\lambda$  est la constante de désintégration du Rn-222. On voit cette relation dans le graphique. La concentration de radon dans l'air, C, en Bq/m<sup>3</sup>, atteint 0.5  $C_s$  après 3.8 jours, la demie-vie du Rn-222; elle atteint 0.75  $C_s$  après 7.6 jours, 0.875  $C_s$  après 11.4 jours, 0.999  $C_s$  après 38 jours, etc. La quantité de radon émanée par la roche dépend de la concentration d'uranium dans la roche, de la mobilité du radon dans la roche, et de la surface de roche exposée. La concentration du radon dans l'air à saturation,  $C_s$ , est égale à de la quantité de radon qui a été émanée et qui ne s'est pas encore désintégrée, divisée par le volume d'air.



À la fermeture d'une mine, les pompes s'arrêtent et l'eau envahit les galeries. Cette eau expulse l'air de la mine (effet de piston). L'air qui sort a une concentration de radon de  $C_s$ , qui est plus élevée que la concentration qui existe quand la mine opère avec un système de ventilation. Cependant, la quantité totale de radon qui sort de la mine chaque jour par l'effet de piston est beaucoup inférieure à la quantité qui est expulsée chaque jour par le système de ventilation quand la mine est en opération.

### Disintegration Series of Uranium 238

(Principal members only; isotopes constituting less than 0.2 per cent of the decay products are omitted)

Uranium 238 [ $4.51 \times 10^9$ y]

$\alpha$

Thorium 234 [24.10d]

$\beta$

Protactinium 234 [1.14m]

$\beta$

Uranium 234 [ $2.48 \times 10^5$ y]

$\alpha$

Thorium 230 [ $8.0 \times 10^4$ y]

$\alpha$

Radium 226 [1,622y]

$\alpha$

Radon 222 [3.825d]

$\alpha$

Polonium 218 [3.05m]

$\alpha$

Lead 214 [26.8m]

$\beta$

Bismuth 214 [19.7m]

$\beta$

Polonium 214 [ $1.50 \times 10^{-4}$ s]

$\alpha$

Lead 210 [22y]

$\beta$

Bismuth 210 [5.02d]

$\beta$

Polonium 210 [138d]

$\alpha$

Lead 206 [stable]