

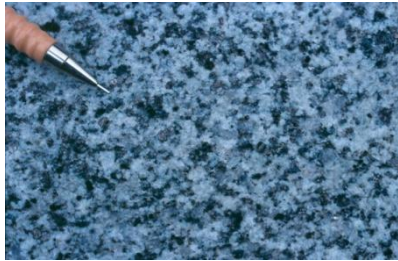
# Les experts en physique nucléaire

## 1. Granite

## 2. Chaleur

### 1- Granite

Les régions granitiques sont connues pour leur radioactivité naturelle supérieure à la moyenne. C'est le cas du massif d'Andorra-Montlluis.



Aspecte en mostra de mà de la granodiorita amb biotita que forma la major part del batòlit d'Andorra-Montlluis. És una roca de gra mitjà, composta per quars, feldspat potàssic, plagiòclasi i biotita. Pas de la Casa. (Foto: G. Alías)



<http://www.iea.ad/crecit/>

|   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
|  |  |       |  |  |
| quars   | feldspat potàssic   | plagiòclasi  | biotita  | zircó   |
| SiO <sub>2</sub>  | KAISi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>   | NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub><br>CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> | KMg <sub>3</sub> AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub><br>(OH,F,Cl) <sub>2</sub>       | ZrSiO <sub>4</sub>  |

Les zircons contiennent à l'état de trace <sup>235</sup>U, <sup>238</sup>U et <sup>232</sup>Th

a) Observation d'une lame mince de granite au microscope



Repérer les différents minéraux présents.

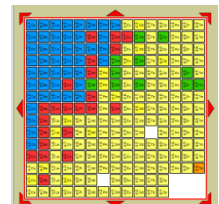
Repérer les inclusions de zircon.

b) Radioactivité



Quels sont les isotopes radioactifs correspondant aux éléments chimiques présents dans le granite ?

utiliser l'outil ci-contre :



*Nombre de charge Z :*

|    |    |    |   |    |    |    |    |   |    |    |    |
|----|----|----|---|----|----|----|----|---|----|----|----|
| Al | Si | K  | O | Mg | Ca | Na | Zr | F | Cl | U  | Th |
| 13 | 14 | 19 | 8 | 12 | 20 | 11 | 40 | 9 | 17 | 92 | 90 |

c) Peut-on détecter la radioactivité ?



Utiliser le C.R.A.B. pour tester les échantillons de granite (durée 500 s)

et comparer à un comptage à blanc.

Tester les autres échantillons.



## 2- Chaleur

Une faible partie de la chaleur interne la Terre est due au refroidissement du noyau qui actuellement, a une température de 4 200°C. C'est le résultat du processus d'accrétion qui a donné lieu à la formation de la Terre il y a 4,55 milliards d'années.

**Mais la chaleur dégagée par le globe est due essentiellement à la désintégration d'éléments radioactifs** qui produisent de la chaleur. Cela correspond à 90% de l'énergie dissipée.

### **Un premier calcul totalement irréaliste mais cependant intéressant !**

Supposons **un mètre cube de granite totalement isolé** (donc ne perdant pas de chaleur à l'extérieur).

Il s'agit de **calculer son élévation de température** hypothétique due à la chaleur produite par la désintégration radioactive de l'uranium depuis la solidification du granite du pluton d'Andorra-Montlouis il y a environ **300 millions d'années**.

#### **Données :**

Actuellement le granite contient en moyenne 11 g d'uranium  $^{238}\text{U}$  par  $\text{m}^3$ .

L'uranium 238 se désintègre en plomb  $^{206}\text{Pb}$  par une succession de 8 désintégrations  $\alpha$  et 6 désintégrations  $\beta^-$ .

Demi-vie globale est  $t_{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$  années ;

Constante radioactive  $\lambda = \ln 2 / t_{1/2} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1} = 4,9 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$

Nombre d'Avogadro :  $N_a = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Les énergies de liaison par nucléons (en MeV : 1 MeV =  $1,6 \cdot 10^{-13}$  J) des noyaux concernés sont :

|                       |                        |                 |
|-----------------------|------------------------|-----------------|
| $^{238}_{92}\text{U}$ | $^{206}_{82}\text{Pb}$ | $^4_2\text{He}$ |
| 7,6                   | 7,8                    | 7,1             |

La capacité thermique volumique moyenne du granite est  $C = 2 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-1}$

### **Un calcul un peu plus réaliste (?)**

En réutilisant les données et une partie des résultats précédents calculer la **puissance thermique P (en Watt) produite actuellement par 1 m<sup>3</sup> de ce granite** en tenant compte uniquement de l'uranium ;

**Quelle masse d'eau peut-on chauffer de 0 à 100 °C en une année** grâce à cette puissance thermique ? (capacité massique thermique de l'eau liquide :  $4,2 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ). **Même question pour un massif cubique de granite de 1 km de côté.**

