



La détermination de l'âge de la Terre a commencé vers le XVI^e siècle, on l'estimait alors autour de 5000 ans. Au XIX^e siècle, des scientifiques admettaient un âge d'environ 100 millions d'années. La découverte de la radioactivité, par H. Becquerel en 1896, bouleversa toutes les données connues. La datation à l'uranium - plomb permet de déterminer assez précisément l'âge de la Terre. Nous proposons de comprendre cette technique de datation.

1- Étude de la famille uranium 238 – plomb 206

Le noyau d'uranium 238, naturellement radioactif, se transforme en un noyau de plomb 206, stable, par une série de désintégrations successives. Nous allons étudier ce processus.

On ne tiendra pas compte de l'émission γ .

1-1- Dans la première étape, un noyau d'uranium ${}^{238}_{92}\text{U}$ subit une radioactivité α . Le noyau fils est du thorium (symbole Th).

1-1-1. Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ?

1-1-2. Écrire l'équation de la réaction nucléaire en précisant les règles utilisées.

1-2- Dans la deuxième étape, le noyau de thorium 234 se transforme en un noyau de protactinium ${}^{234}_{91}\text{Pa}$.

L'équation de la réaction nucléaire est : ${}^{234}_{90}\text{Pa} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} + {}^0_{-1}e$

Préciser, en justifiant, le type de radioactivité correspondant à cette transformation.

1-3- L'équation globale du processus de transformation d'un noyau d'uranium 238 en un noyau de plomb 206 est : ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + a. {}^4_2\text{He} + b. {}^0_{-1}e$

Déterminer, en justifiant, le nombre de désintégrations α et β^- de ce processus.

2- Géochronologie

On a constaté d'une part, que les minéraux d'une même couche géologique, donc du même âge, contiennent de l'uranium 238 et du plomb 206 en proportions remarquablement constantes, et d'autre part que la quantité de plomb dans un minéral augmente proportionnellement à son âge relatif.

Si on mesure la quantité de plomb 206 dans un échantillon de roche ancienne, en considérant qu'il n'y en avait pas initialement, on peut déterminer l'âge du minéral à partir de la courbe de décroissance radioactive du nombre de noyaux d'uranium 238.

Étudions un échantillon de roche ancienne dont l'âge, noté t_{Terre} , correspond à celui de la Terre.

2-1- On considère la courbe de décroissance radioactive du nombre $N_U(t)$ de noyaux d'uranium 238 dans un échantillon de roche ancienne (voir ci-contre).

2-1-1- Indiquer la quantité initiale $N_U(0)$ de noyaux d'uranium de cet échantillon.

2-1-2- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ de l'uranium 238 ; En déduire la valeur de sa constante de radioactivité λ .

2-1-3- Donner l'expression de $N_U(t)$, nombre de noyaux radioactifs présents dans cet échantillon à la date t , en fonction de $N_U(0)$. Calculer le nombre de noyaux d'uranium 238 qui restent dans cet échantillon roche à la

date $t_1 = 1,5 \cdot 10^9$ années. Vérifier graphiquement votre résultat.

2-1-4- Définir et déterminer graphiquement le temps de demi-vie $t_{1/2}$ de l'uranium 238. Vérifier la cohérence avec la constante de temps.

2-2- La quantité de plomb mesurée dans la roche à la date t_{Terre} , notée $N_{\text{pb}}(t_{\text{Terre}})$, est égale à $2,4 \cdot 10^{12}$ atomes.

2-2-1- Établir la relation entre $N_U(t_{\text{Terre}})$, $N_U(0)$ et $N_{\text{pb}}(t_{\text{Terre}})$.

2-2-2- Calculer la quantité $N_U(t_{\text{Terre}})$ de noyaux d'uranium.

2-2-3- Déterminer l'âge t_{Terre} de la Terre.

