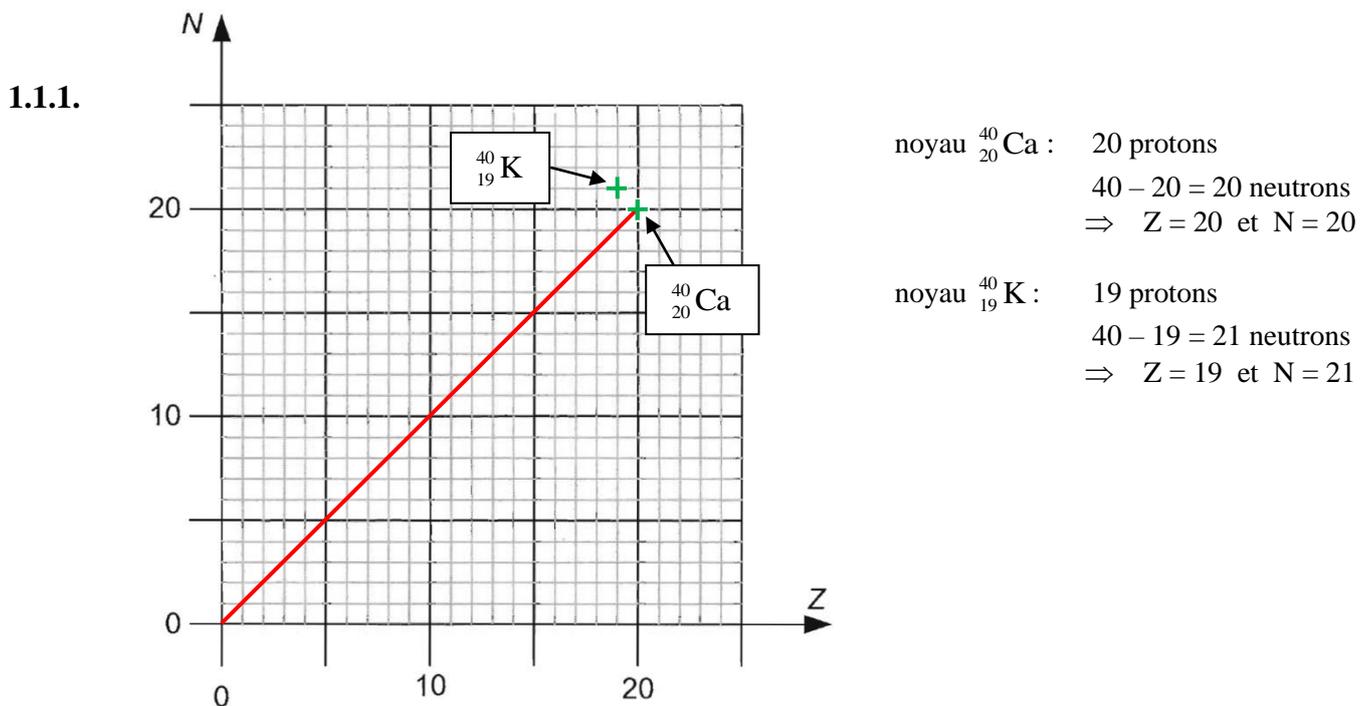


La Terre, une machine thermique (Bac - Métropole – juin 2008)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© <http://b.louchart.free.fr>

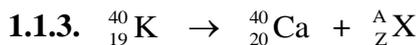
1. Transfert thermique et radioactivité du globe terrestre

1.1. Le potassium 40 et le diagramme (N,Z)



1.1.2. Le noyau ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ est situé sur la droite $N = Z \Rightarrow$ il est stable

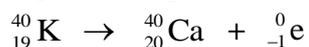
Le noyau ${}^{40}_{19}\text{K}$ n'est pas situé sur la droite $N = Z \Rightarrow$ il n'est pas stable



Lors d'une transformation nucléaire, il y a conservation :

- du nombre total de nucléons $\Rightarrow 40 = 40 + A \Rightarrow A = 0$
- de la charge électrique totale $\Rightarrow 19 = 20 + Z \Rightarrow Z = -1$

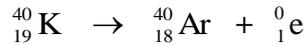
\Rightarrow la particule ${}^A_Z\text{X}$ formée est donc un électron ${}^0_{-1}\text{e}$: c'est de la radioactivité β^-



1.2. Autre désintégration du potassium 40

1.2.1. Il y a émission d'un positon ${}^0_1\text{e} \Rightarrow$ c'est de la radioactivité β^+

1.2.2. On considère la fission d'un noyau de potassium 40 :



variation de masse du système :

$$\begin{aligned}\Delta m &= m({}^{40}_{18}\text{Ar}) + m({}^0_1\text{e}) - m({}^{40}_{19}\text{K}) \\ &= 6,635913 \times 10^{-26} + 9,1 \times 10^{-31} - 6,636182 \times 10^{-26} \\ &= -1,78 \times 10^{-30} \text{ kg}\end{aligned}$$

variation d'énergie du système :

$$\begin{aligned}\Delta E &= \Delta m \times c^2 \\ &= -1,78 \times 10^{-30} \times (3,0 \times 10^8)^2 \\ &= -1,6 \times 10^{-13} \text{ J} \\ &= -\frac{1,6 \times 10^{-13}}{1,6 \times 10^{-19}} \text{ eV} \\ &= -1,0 \times 10^6 \text{ eV} \\ &= -1,0 \text{ MeV}\end{aligned}$$

Donc l'énergie libérée est : $E_{\text{libérée}} = 1,0 \text{ MeV}$

2. Evolution temporelle et dynamique interne du globe terrestre

2.1. La désintégration d'un noyau radioactif est :

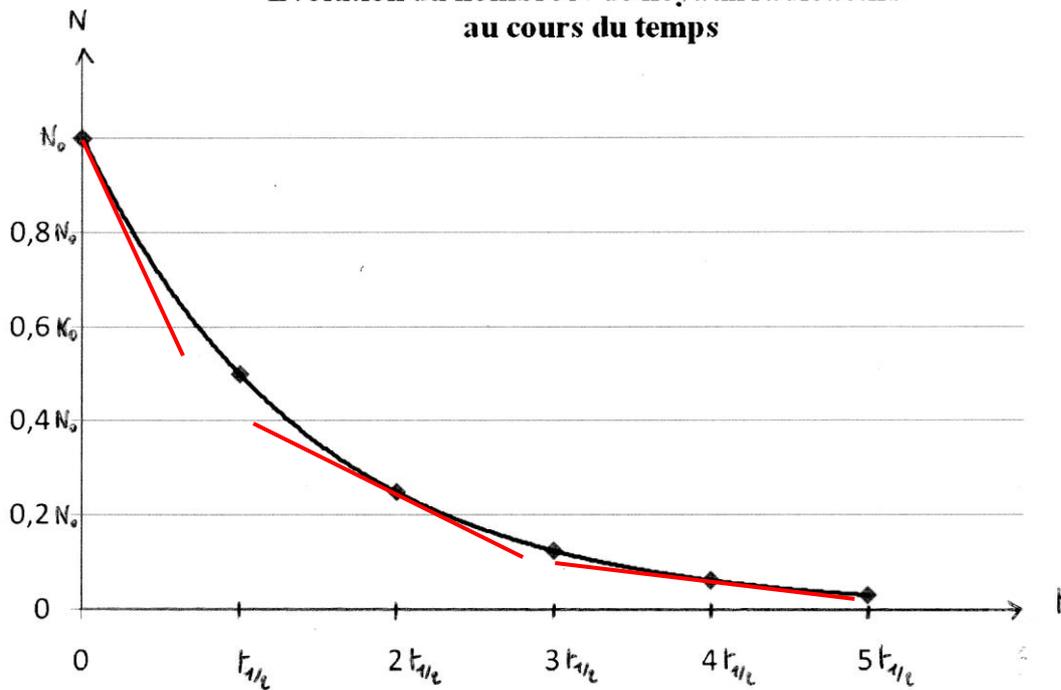
- spontanée (b)
- aléatoire (c)

2.2.1. $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

λ s'exprime en s^{-1}

$$\begin{aligned}2.2.2. \quad N(t_{1/2}) &= \frac{N_0}{2} & ; & \quad N(4 t_{1/2}) = \frac{N_0}{16} \\ N(2 t_{1/2}) &= \frac{N_0}{4} & ; & \quad N(5 t_{1/2}) = \frac{N_0}{32} \\ N(3 t_{1/2}) &= \frac{N_0}{8}\end{aligned}$$

**Evolution du nombre N de noyaux radioactifs
au cours du temps**



- 2.2.3.** D'après le graphique, la valeur absolue du coefficient directeur de la tangente à la courbe est maximale à $t = 0$ s.
 \Rightarrow la décroissance est la plus rapide à $t = 0$ s.

2.3. D'après la question 2.2.2., $N(2 t_{1/2}) = \frac{N_0}{4}$

\Rightarrow les trois quarts des noyaux radioactifs se sont désintégrés au bout d'une durée
 $\Delta t = 2 t_{1/2} = 2 \times 4,5 = 9,0$ milliards d'années

- 2.4.** La croissance des continents explique une diminution plus rapide du nombre de noyaux radioactifs dans le manteau (*réponse b*).
 En effet, dans le texte, il est indiqué que le matériel continental de la croûte terrestre "*intégra, au fur et à mesure de sa formation, une quantité croissante d'uranium, de thorium et potassium, appauvrissant ainsi le manteau en noyaux radioactifs*"