

**CLASSE :** Terminale

**EXERCICE 2 :** 5 points

**VOIE :**  Générale

**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE

**DURÉE DE L'EXERCICE :** 0h53

**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui « type collègue »

**EXERCICE 2 Combustible MOX pour limiter les déchets radioactifs**

**Q.1.**

Composition du noyau d'uranium  $^{235}_{92}\text{U}$  :

- 92 protons
- $235 - 92 = 143$  neutrons

**Q.2.**

Des noyaux isotopes possèdent le même nombre de protons  $Z$  et un nombre de neutrons  $N$  différents. Le noyau radioactif isotope de l'uranium 235 est l'uranium 238 :  $^{238}_{92}\text{U}$ .

**Q.3.**

Au bout de 7 demie vie, plus de 99% des atomes radioactifs se sont désintégrés.

Pour le plutonium 239 :  $7 t_{1/2} = 7 \times 24\,110 = 1,68 \times 10^5 \text{ ans}$

Au bout de cent soixante-huit mille ans il reste moins de 1% des atomes initialement présents.

Or la Terre est âgée de 4,5 milliards d'années.

Ainsi, il ne reste plus de plutonium 239 à l'état naturel.

L'uranium 238 à une demie vie de 4,5 milliards années soit l'âge de la Terre. Il reste donc la moitié des noyaux d'uranium 238 initialement présents à l'origine de la Terre.

**Q.4.**

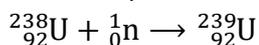


Cette réaction de fission a besoin d'un neutron. Or trois neutrons sont produits. Ils pourront à leur tour causer une réaction de fission.

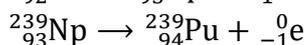
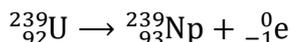
C'est pourquoi ce type de réaction nucléaire peut être qualifié de réaction en chaîne.

**Q.5.**

Le plutonium 239 contenu dans le combustible utilisé est issu des noyaux d'uranium 238 qui, par capture d'un neutron, peuvent se transformer en uranium 239 :



L'uranium 239 peut ensuite subir deux désintégrations  $\beta^-$  successives conduisant au plutonium 239.



**Q.6.**



Cette désintégration crée un noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  : c'est une désintégration alpha.

**Q.7.**

$t_{1/2}$  est la durée au bout de laquelle le nombre de noyau radioactif (ou l'activité) a été divisée par 2.

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$$

Or

$$N(t_{1/2}) = N_0 \times e^{-\lambda t_{1/2}}$$

Ainsi

$$N_0 \times e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$$

$$e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$$

$$\ln(e^{-\lambda t_{1/2}}) = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$-\lambda t_{1/2} = -\ln(2)$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{24\,110 \times 365,25 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$\lambda = 9,1 \times 10^{-13} \text{ s}^{-1}$$

**Q.8.**

Calculons l'activité massique du MOX (l'activité massique est l'activité rapporté à 1 g d'échantillon) :

$$A = \lambda \times N$$

Or

$$n = \frac{N}{N_a}$$

$$\frac{N}{N_a} = n$$

$$N = n \times N_a$$

D'où

$$A = \lambda \times n \times N_a$$

Or

$$n = \frac{m}{M}$$

D'où

$$A = \lambda \times \frac{m}{M} \times N_a$$

$$A = 9,1 \times 10^{-13} \times \frac{1}{239} \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$A = 2,3 \times 10^9 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$$

$A > 10^6 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$  : c'est une Haute activité massique à vie longue (demi-vie  $24\,110 > 31$  ans), il n'y a pas encore de filière opérationnelle (stockage réversible profond à l'étude) d'où l'intérêt de réutiliser le plutonium 239 pour faire du MOX.