

de l'uranium 238. On peut le trouver partout à la surface de la Terre, principalement dans les régions granitiques. Quelques notions de chimie : l'uranium 238 se transforme en thorium, puis en radium et enfin en radon.[...]

**Comment mesure-t-on sa concentration ?**

On la calcule en Becquerel (Bq) par mètre cube d'air (unité de mesure de la radioactivité). Le seuil de précaution est de  $400 \text{ Bq/m}^3$  et le seuil d'alerte de  $1000 \text{ Bq/m}^3$ . [...]

**Pourquoi est-il dangereux ?**

Radioactif, le radon laisse des traces parfois indélébiles dans l'organisme. Son inhalation augmente le risque de contracter un cancer. »

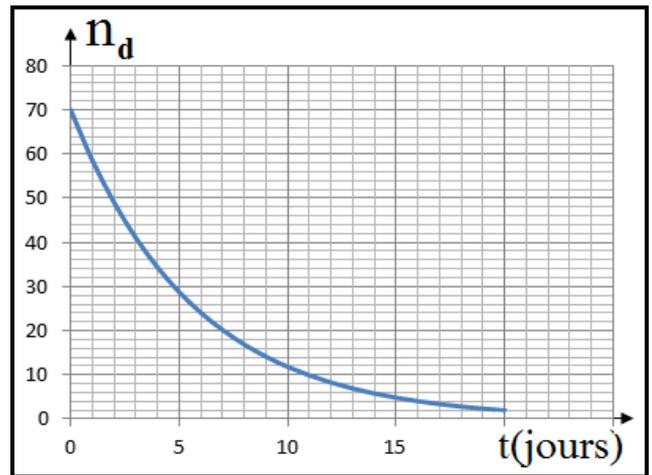
**Données :** Extrait de la classification périodique.  
 uranium<sub>92</sub>U ; proactinium<sub>91</sub>Pa ; thorium<sub>90</sub>Th ; actinium<sub>89</sub>Ac ; radium<sub>88</sub>Ra ; francium<sub>87</sub>Fr ;  
 radon<sub>86</sub>Rn ; astate<sub>85</sub>At .

**1. De l'uranium 238 au radon 222**

- 1.1. Donner la composition d'un noyau d'uranium 238. (0,75pt)
- 1.2. L'uranium 238 présent dans le granit se désintègre naturellement. En vous aidant du texte et des données, écrire l'équation de désintégration. Quelle est la nature de cette radioactivité ? (0,75pt)
- 1.3. Le thorium 234 est radioactif  $\beta^-$ .
- 1.3.1 Écrire l'équation de cette désintégration. (0,75pt)
- 1.3.2. Le noyau fils crée est lui-même émetteur  $\beta^-$  formant ainsi de l'uranium 234. Montrer qu'une série de désintégrations  $\alpha$  de l'uranium 234 conduit bien au radon 222. (0,75pt)

**2. Mesure de l'activité due au radon 222**

Pour mesurer la concentration en radon dans une pièce, on prélève 120mL d'air qu'on place dans une fiole où l'on a préalablement réalisé un vide partiel. La fiole est ensuite placée dans un détecteur qui compte le nombre total  $n_d$  de désintégrations  $\alpha$  qu'on attribuera au seul radon 222. La durée de chaque comptage est  $\Delta t=500 \text{ s}$ . On poursuit les mesures sur plusieurs jours, toujours avec la même durée de comptage, les résultats sont représentés sur le graphe  $n_d=f(t)$  ci-contre :



- 2.1. Définir le terme: l'activité d'une source radioactive. (0,75pt)
- 2.2. Déterminer à l'aide du graphique la demi-vie  $t_{1/2}$  du radon 222. (0,75pt)
- 2.3. Déterminer l'activité de l'échantillon à la date  $t = 0$ , c'est-à-dire lors du prélèvement. (0,75pt)
- 2.4. La concentration en radon 222 dans la pièce où l'on a effectué le prélèvement est-elle dangereuse ? (0,75pt)

**EXERCICE 3 (6pts)**

**35min**

**Données**  
 - les masses  
 particules:  $m({}_0^1n) = 1,00866\mu$  ;  $m({}_1^1p) = 1,00728\mu$  ;  
 noyaux :  $m({}_{92}^{235}\text{U}) = 234,9942\mu$  ;  $m({}_{54}^{138}\text{Xe}) = 138,8892\mu$  ;  $m({}_{38}^{94}\text{Sr}) = 93,8945\mu$  ;  $m({}_1^2\text{H}) = 2,01355\mu$   
 - Energie de liaison :  $E_l({}_1^3\text{H}) = 8,48\text{MeV}$  ;  $E_l({}_2^4\text{He}) = 28,3\text{MeV}$   
 - Les unités :  $1\mu = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg} = 931,5\text{MeV}/c^2$  ;  $1\text{MeV} = 1,60 \times 10^{-13} \text{ J}$  ;  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

## 1- Fission nucléaire

Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Actuellement ces centrales utilisent la chaleur libérée par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue le "combustible nucléaire". Cette chaleur transforme de l'eau en vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne un alternateur produisant l'électricité.

○ Certains produits de fission sont des noyaux radioactifs à forte activité et dont la demi-vie peut être très longue.

○ Le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron peut produire un noyau de strontium et un noyau de xénon selon l'équation suivante :  ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + {}_{54}^A\text{Xe} + 3{}_0^1\text{n}$

**1-1- Déterminer les valeurs des nombres A et Z. (0,5pt)**

**1-2- Calculer en MeV l'énergie libérée par cette réaction de fission. (0,75pt)**

**1-3- Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ? (0,75pt)**

## 2- Fusion nucléaire

Pour obtenir une réaction de fusion, il faut rapprocher suffisamment deux noyaux qui se repoussent, puisqu'ils sont tous deux chargés positivement. Une certaine énergie est donc indispensable pour franchir cette barrière et arriver dans la zone, très proche du noyau, où se manifestent les forces nucléaires capables de l'emporter sur la répulsion électrostatique.

○ La réaction de fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium et le tritium. C'est sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée.

La demi-vie du tritium consommé au cours de cette réaction n'est que de 15 ans.

○ De plus il y a très peu de déchets radioactifs générés par la fusion et l'essentiel est retenu dans les structures de l'installation ; 90 % d'entre eux sont de faible ou moyenne activité.

Le deutérium de symbole  ${}^2_1\text{H}$  et le tritium de symbole  ${}^3_1\text{H}$  sont deux isotopes de l'hydrogène.

**2-1- Définir le terme de noyaux isotopes. (0,5pt)**

**2-2- Calculer, en MeV l'énergie de liaison  $E_l$  ( ${}^2_1\text{H}$ ) de noyau de deutérium  ${}^2_1\text{H}$  (0,75pt)**

**2-3- La courbe d'Aston représente l'opposé de l'énergie de liaison par nucléon ( $-E_l/A$ ) des différents noyaux en fonction du nombre de nucléons (A).**

*Sur la courbe Indiquer clairement dans quel domaine se trouvent les noyaux susceptibles de donner une réaction de fusion. (0,75pt)*

**2-4- La réaction nucléaire entre un noyau de Deutérium et un noyau de Tritium est :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{X}$**   
*. Préciser la nature du noyau  ${}^A_Z\text{X}$ . (0,5pt)*

**2-5- Montrer que l'énergie libérée au cours de cette réaction de fusion est de 17,6 MeV. Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ? (0,75pt)**

**3- Le projet ITER s'installera prochainement sur le site de Cadarache en France. L'objectif de ce projet est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par fusion des atomes. Conclure sur l'intérêt du projet ITER en indiquant les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires. (0,75pt)**

