2007/09 Polynésie EXERCICE 3 : Le radon et ses effets néfastes (4 points)

Voici un extrait d'un article du journal Ouest-France du 18 septembre 2006 à propos du radon 222 :

« Ce gaz radioactif, inodore et incolore, issu des entrailles de la Terre, est la deuxième cause d'apparition du cancer du poumon, après le tabac.
[…]
Qu'est-ce que le radon ? C'est un gaz radioactif, sans odeur ni couleur, présent à l'état naturel. Il est issu de la désintégration 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 Bq/m^3 et le seuil d'alerte de 1000 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 : Le tableau ci-dessous donne le nom, le symbole et le numéro atomique de quelques éléments.

Z	92	91	90	89	88	87	86	85
Symbole	U	Pa	Th	Ac	Ra	Fr	Rn	At
Nom	uranium	proactinium	thorium	actinium	radium	francium	radon	astate

Le radon dont il est question dans le texte est le radon 222.

1. De l'uranium 238 au radon 222

1.1. Écrire le symbole et donner la composition d'un noyau d'uranium 238.

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. Montrer qu'il s'agit d'une radioactivité α.

1.3. Le thorium 234 est radioactif β^-.

1.3.1 Écrire l'équation de cette désintégration.

1.3.2. Le noyau fils crée est lui-même émetteur β^- formant ainsi de l'uranium 234. Montrer qu'une série de désintégrations α de l'uranium 234 conduit bien au radon 222.

1.3.3. Commenter alors la phrase « *Quelques notions de chimie : l'uranium 238 se transforme en thorium, puis en radium et enfin en radon* ».

2. Mesure de l'activité due au radon 222

Pour mesurer la concentration en radon dans une pièce, on prélève 120 mL 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 α qu'on attribuera au seul radon 222. La durée de chaque comptage est $\Delta t = 500$ s.

2.1. La première mesure donne un nombre de désintégrations $n_{d0} = 68$ désintégrations pendant Δt. On recommence aussitôt une autre mesure, le résultat est $n_{d1} = 78$ désintégrations. Quel caractère de la désintégration radioactive est responsable de cet écart ?

2.2. On poursuit les mesures sur plusieurs jours, toujours avec la même durée de comptage, les résultats sont les suivants :

n_d	73	59	51	41	36	30	23	20	16	14
Date (en jours)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tracer sur papier millimétré **à rendre avec la copie**, la courbe donnant $n_d = f(t)$.
On choisira comme échelles : 1 cm $\leftrightarrow$ 0,5 jour et 1 cm $\leftrightarrow$ 5 désintégrations.

2.3. Déterminer à l'aide du graphique la demi-vie $t_{1/2}$ du radon 222.

2.4. La durée de comptage Δt est-elle adaptée à l'étude du radon 222 ?

2.5. Déterminer l'activité de l'échantillon à la date t = 0, c'est-à-dire lors du prélèvement.

2.6. La concentration en radon 222 dans la pièce où l'on a effectué le prélèvement est-elle dangereuse ?