Amérique du sud 2003 **Le Radon: un danger méconnu** **(4 points)**

Calculatrice autorisée

L'une des principales sources d'exposition de l'homme aux rayonnements ionisants est un élément radioactif naturel, désigné par les scientifiques sous le nom de "radon 222".

Cet isotope du radon appartient à la filiation radioactive de"l'uranium 238". Il se désintègre lui-même en émettant des particules α (alpha). Sa demi-vie est de 3,8 jours. On ne l'observerait pas dans notre environnement s'il ne s'en formait pas en permanence.

Le radon est le seul des descendants de l'uranium à être gazeux, ce qui lui permet de passer dans l'atmosphère en s'échappant des roches du sous-sol. Il peut donc s'infiltrer dans la moindre fissure des constructions et s'accumuler dans les pièces non aérées, comme les caves et les sous-sols.

On estime qu'en France, le radon est responsable de 34% de l'exposition totale de la population à la radioactivité. Cette exposition varie beaucoup d'un endroit à l'autre: on a mesuré, par exemple, quelques dizaines de becquerels par mètre cube à Paris et quelques centaines en Lozère. Les sols granitiques, plus riches en uranium, libèrent davantage de radon que les sols sédimentaires.

Au danger du radon s'ajoute celui de ses descendants solides qui, inhalés avec lui sous forme de poussières, émettent des rayonnements ionisants. Ainsi, le radon, associé à d'autres facteurs comme le tabac, serait lié à 185 cas de décès par cancer du poumon en Bretagne !

La première parade contre le radon est une bonne ventilation. D'autre part, des normes sont définies, en particulier dans la construction, pour limiter les risques d'exposition : ainsi l'Union Européenne préconise la mise en place d'actions correctives lorsque l'activité volumique moyenne dépasse 400 becquerels par mètre cube.

D'après des informations de l'Institut de protection et de sécurité nucléaire

Données :

Le tableau suivant donne le numéro atomique, le symbole et le nom de quelques éléments chimiques.

Z	83	84	85	86	87	88	89
Symbole	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac
Nom	bismuth	polonium	astate	radon	francium	radium	actinium

1. La désintégration du « radon 222 »

1.1. Donner la composition du noyau de l'isotope $^{222}_{86}\text{Rn}$ du radon.

1.2. En vous servant des informations du texte encadré et de l'extrait de classification périodique, écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondant à la désintégration du « radon 222 ». On rappellera les lois de conservation utilisées et l'on supposera que le noyau fils n'est pas produit dans un état excité.

1.3. Expliquer brièvement pourquoi l'état gazeux du radon le rend dangereux.

2. Qualité de l'air dans une cave.

Un technicien est chargé de vérifier la qualité de l'air contenu dans une cave.

2.1. *Pour cela, après avoir réalisé le vide dans une fiole, le technicien prélève, dans cette fiole, le gaz contenu dans la cave d'une habitation. La fiole est introduite dans un appareil qui compte un nombre d'événements proportionnel au nombre de noyaux désintégrés.*

On supposera que le seul gaz radioactif contenu dans la fiole est le « radon 222 ». Le temps de comptage est fixé à 50 s. L'opération de comptage est répétée 20 fois successivement et l'ensemble dure moins d'une heure. Les résultats, ramenés à une seconde, sont regroupés dans le tableau suivant:

Mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n = *nombre d'événements détectés par seconde*	5	8	9	1	12	8	14	9	12	4
Mesure n°	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n = *nombre d'événements détectés par seconde*	9	8	6	9	10	4	9	8	10	6

2.1.1. *Le temps de demi-vie du radon est très supérieur à la durée de l'expérience.*
Pourquoi le nombre d'événements détectés par seconde varie-t-il ?

2.1.2. Calculer la moyenne $\overline{n}$ et l'écart-type σ de cette série de mesures.

2.2. *On montre que l'activité moyenne* $\overline{A}$ *de ce gaz, exprimée en becquerels par mètre cube (Bq.m^{-3}), est proportionnelle à* $\overline{n}$ *:*

$\overline{A} = k \times \overline{n}$ *avec* $k = 80$ *k est un coefficient qui dépend de l'appareillage utilisé.*

2.2.1. Calculer l'activité moyenne du gaz prélevé en Bq.m^{-3}.

2.2.2. Après cette étude, quelles vont être les conclusions du technicien sur la qualité de l'air dans la cave, d'après le texte en début d'énoncé ?

3. Détermination du temps de demi-vie du radon 222

Avec le même prélèvement dans la fiole, le technicien veut déterminer le temps de demi-vie du « radon 222 ». Pour cela il reproduit les mêmes opérations que précédemment, toutes les 50 heures, sur une durée totale de plus de 200 heures. Il calcule l'activité moyenne du gaz par mètre cube aux dates considérées. Il trace la courbe $\ln \overline{A} = f(t)$

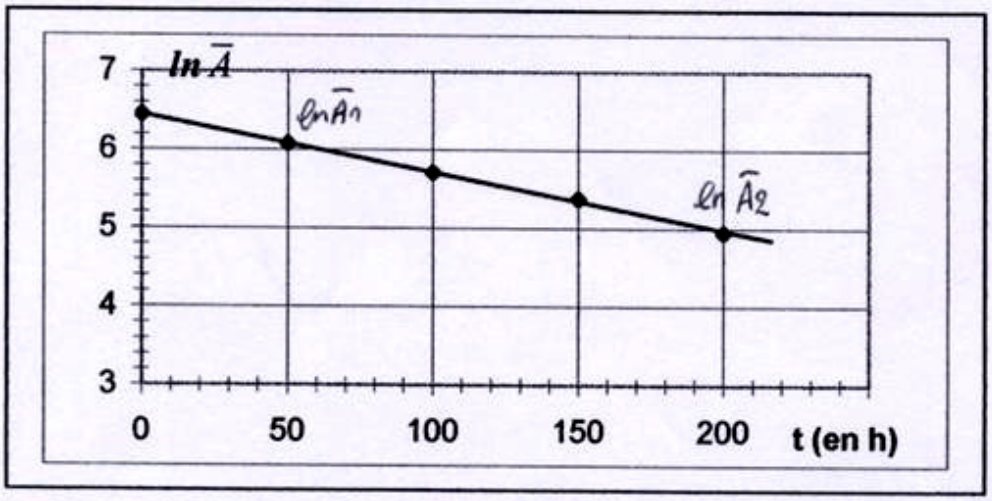


Figure 1

3.1. *La loi de décroissance radioactive s'applique à l'activité moyenne :*
$\overline{A} = \overline{A}_0 \times e^{-\lambda \times t}$ *dans lesquelles λ est la constante radioactive du « radon 222 ».*

3.1.1. Justifier l'allure de la courbe tracée.

3.1.2. En déduire la valeur de la constante radioactive λ du « radon 222 » en h^{-1}.

3.2. *De la constante radioactive au temps de demi-vie.*

3.2.1. Définir en une phrase le temps de demi-vie $t_{1/2}$ du radon.

3.2.2. Donner la relation entre le temps de demi-vie $t_{1/2}$ et la constante radioactive λ.

3.2.3. Calculer le temps demi-vie $t_{1/2}$ du radon 222

3.2.4. Comparer cette valeur à celle donnée dans le texte encadré.