

## EXERCICE 1 (6 points)

(Physique-Chimie et Mathématiques)

### Risque de contamination radioactive des bécasses

L'explosion d'un réacteur de la centrale nucléaire de Tchernobyl en 1986 a entraîné le rejet massif dans l'atmosphère de substances radioactives, dont le césium 134 et le césium 137.

1. Justifier que les atomes de césium  $^{134}_{55}\text{Cs}$  et  $^{137}_{55}\text{Cs}$  sont des isotopes du césium.
2. Donner la composition du noyau de césium  $^{137}_{55}\text{Cs}$ .

En 1986, la communauté européenne de l'énergie atomique EURATOM, fixait des valeurs limites de contamination radioactive pour protéger la population. Ainsi, elle définissait l'activité maximale associée aux radioéléments qu'une personne pouvait ingérer sans risque pendant un an à l'aide de la Limite Annuelle d'Incorporation, notée LAI. Pour l'ensemble du césium 134 et du césium 137, la LAI était fixée à 300000 becquerels par an ( $\text{Bq}\cdot\text{an}^{-1}$ ).

Les bécasses se nourrissent de vers de terre susceptibles d'accumuler le césium présent dans le sol. On estimait que la viande de bécasse contaminée au césium peu après l'explosion, en 1986, présentait une activité d'environ 5000 becquerels par kilogramme de viande ( $5000 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

On cherche à savoir si la consommation de viande de bécasse présentait un risque sanitaire à cette époque.

3. Déterminer la masse de viande de bécasse qu'il aurait fallu consommer en un an pour atteindre la LAI en vigueur à l'époque de l'explosion.
4. Commenter ce résultat sachant que la consommation moyenne de gibier en France est estimée à  $1 \text{ kg}\cdot\text{an}^{-1}$ .

Les progrès de la science et l'amélioration des connaissances sur les rayonnements radioactifs ont conduit EURATOM à ne plus définir les limites d'ingestion en becquerel par an mais en becquerel par kilogramme d'aliment consommé. Le règlement EURATOM 2026/52 fixe aujourd'hui cette limite à  $1250 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

5. Justifier qu'une bécasse contaminée en 1986 serait considérée comme impropre à la consommation au regard de la norme actuelle.

Lors de la désintégration du césium  $^{134}_{55}\text{Cs}$ , il se forme du baryum  $^{134}_{56}\text{Ba}$ .

6. Déterminer la particule émise lors de la désintégration radioactive du  $^{134}_{55}\text{Cs}$ .

Dans le **DOCUMENT RÉPONSE EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, le graphe représente l'évolution de l'activité massique d'un échantillon radioactif de césium 134 (c'est-à-dire l'activité de l'échantillon divisée par sa masse) mesurée au cours du temps.

7. Définir le temps de demi-vie du césium 134.

8. Déterminer graphiquement, sur le **DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE**, le temps de demi-vie du césium 134. Les traits de construction devront apparaître sur le **DOCUMENT RÉPONSE**.
9. [Mathématiques] L'activité massique de l'échantillon radioactif peut être modélisée par la fonction  $A$  définie sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  par :
- $$A(t) = 5 e^{-0,315 t}$$
- Le temps  $t$  est exprimé en année et l'activité massique  $A(t)$  est exprimée en milliers de becquerel par kilogramme.  
On admet que  $A$  est dérivable sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  et on note  $A'$  sa fonction dérivée.
- a) Vérifier que  $A'(t) = -1,575 e^{-0,315 t}$ .
- b) En déduire le sens de variation de la fonction  $A$  sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ .
10. [Mathématiques] Résoudre l'équation  $A(t) = 1,25$  dans l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ . On donnera une valeur arrondie à  $10^{-1}$ .
11. En déduire le temps nécessaire pour que l'échantillon de viande de Bécasse atteigne la limite de  $1250 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$  fixée par EURATOM.
12. Vérifier graphiquement sur le **DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE**, que la durée au terme de laquelle la contamination de la bécasse devient conforme aux normes EURATOM actuelles est en accord avec le résultat de la question précédente.
13. Conclure si une bécasse contaminée en 1986 lors de l'accident de nucléaire de Tchernobyl pouvait être consommée sans risque au terme de sa vie estimée à 4 ans en moyenne, selon le National Biodiversity Data Center (Irlande).

# ANNEXE

## DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

### EXERCICE 1 QUESTIONS 8 et 12

