

Exercice 1 : Diagnostic différentiel par imagerie nucléaire (10 points)

1. Le noyau des atomes iode 123, noté ${}^{123}_{53}\text{I}$, compte :
 - 123 Nucléons (car le nombre de masse $A = 123$)
 - 53 Protons (car le numéro atomique $Z = 53$)
 - Et donc $123 - 53 = 70$ Neutrons.
2. Le nombre de masse $A = 123$ et le numéro atomique $Z = 53$
3. Deux isotopes d'un élément chimique sont deux noyaux de ce même élément chimique qui ont la même valeur de Z mais un nombre de masse A différent.

Un isotope de l'iode ${}^{123}_{53}\text{I}$ qui possède un nucléon de plus que ce noyau est donc ${}^{124}_{53}\text{I}$

4. L'équation de la désintégration est donc ${}^{123}_{53}\text{I} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^0_{+1}\text{e}$
Il s'agit d'une radioactivité β^+ car il y a émission d'un positon ${}^0_{+1}\text{e}$
5. L'équation de la désintégration est donc ${}^{123}_{53}\text{I} \rightarrow {}^{123}_{52}\text{Te} + {}^0_{+1}\text{e}$ en appliquant les lois de Soddy.

6. Pour répondre à cette question, il faut procéder à deux étapes :

- Dans les données, on dispose de la longueur d'onde λ des rayonnements émis lors de la désintégration de l'iode 123 : $\lambda = 7,8 \times 10^{-12}$ m.

Je peux en déduire la fréquence correspondante par la relation

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \times 10^8}{7,8 \times 10^{-12}} = 3,8 \times 10^{19} \text{ Hz}$$

- Dans les données, on indique le domaine des fréquences ν des rayonnements γ :
 $\nu > 10^{19}$ Hz.

Ayant trouvé $\nu = 3,8 \times 10^{19} \text{ Hz}$ valeur supérieure à la fréquence des rayonnements γ , on a donc bien montré que le rayonnement émis est du domaine du rayonnement γ .

7. D'après le **document 2**, «...chez les patients souffrant de la maladie à corps de Lewy, on observe une diminution significative de fixation de l'ioflupane par rapport aux patients souffrant de la maladie d'Alzheimer. »

Sur le cliché ci-dessus, on observe pour le patient A, deux fortes zones claires qui correspondent à une forte fixation de l'ioflupane.

Alors que pour le patient B il n'y a aucune zone claire donc aucune fixation de l'ioflupane.

On peut donc affirmer que :

- Le patient malade A est celui atteint de la maladie d'Alzheimer
- Le patient malade B est celui atteint de la maladie à corps de Lewy (DCL).

8. L'activité par unité de volume de la solution injectable vaut $74 \text{ MBq}\cdot\text{mL}^{-1}$, signifie finalement qu'un volume $V = 1 \text{ mL}$ de la solution injectable a une activité de 74 MBq .

Donc pour avoir une activité initiale du traceur à injecter de $A_0 = 185 \text{ MBq}$, il faut un volume initial

$$V_0 = \frac{185}{74} = 2,5 \text{ mL}$$

9. Voici une liste non-exhaustive de précautions à prendre. Il ne faut pas toutes les données, puisque dans l'énoncé, on demande de citer **UNE** précaution que doit prendre le personnel médical qui manipule l'Ioflupane :

- Utilisation d'enceintes plombées, de containers et de protège-seringues plombées ainsi que de gants lors de la protection à l'injection du radiopharmaceutique ;
- Utilisation d'écrans ou de tabliers plombés est souhaitable ;
- Les manipulateurs sont porteurs de leur dosifilm et/ou de leur dosimètre opérationnel ;

Remarques : Informations complémentaires pour vous-même et qu'il ne faut pas indiquer sur la copie... mais au cas où si la question avait été posée pour les précautions à répondre concernant la famille :

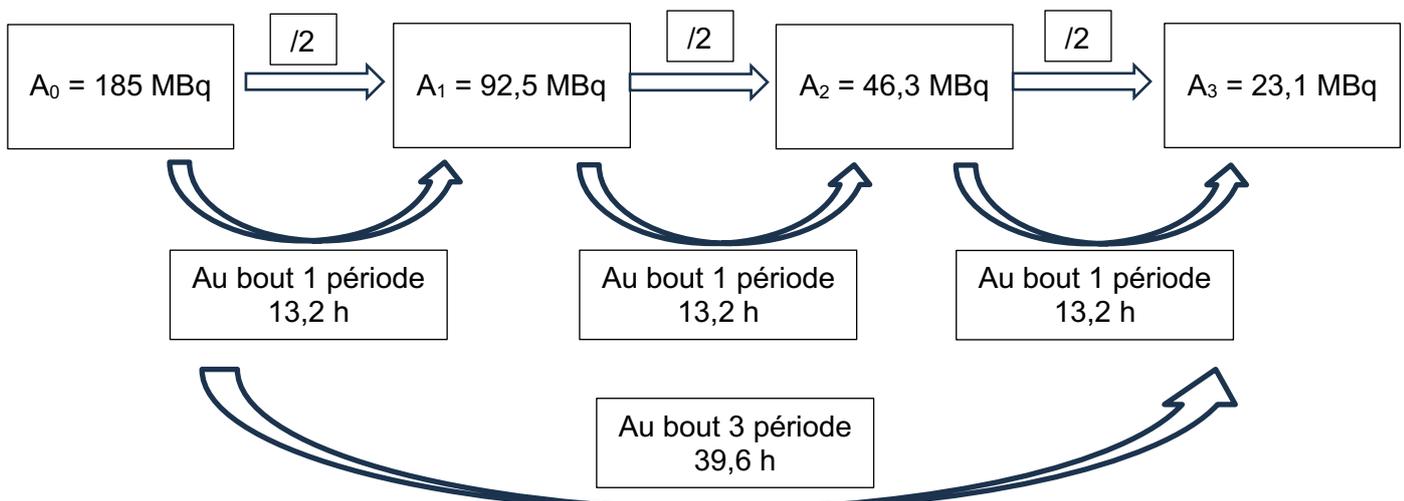
- Les mesures de protection de la famille et du patient sont minimales, compte tenu de l'activité injectée et de l'énergie de l'iode 123 ;
- Il est toutefois important de faire uriner le patient dans le service avant son départ
- De lui conseiller d'éviter des contacts rapprochés et prolongés avec les proches, notamment avec les enfants très jeunes, durant les premières 24 heures.
- L'allaitement est définitivement arrêté.

10. La période radioactive (ou demi-vie) de l'iode 123 vaut 13,2 heures est le temps nécessaire pour qu'une population N de noyaux radioactifs voit sa population divisée par 2. Ce qui revient à dire que c'est le temps nécessaire pour qu'une activité soit divisée par 2.

11. Au bout de trois périodes, l'activité sera donc divisée par $2^3 = 8$

Ce qui revient donc à une activité $A = \frac{A_0}{8} = \frac{185}{8} = 23,1 \text{ MBq}$

Autre méthode « moins académique ».



12.....

Pour information de la gestion des déchets :

- Les flacons, cotons, gants ayant servi à l'injection sont stockés en container fermé jusqu'à la décroissance de la radioactivité.
- L'aiguille ayant servi à l'injection doit être éliminée dans un récupérateur d'aiguilles.

Exercice 2 : Exposition aux nitrites et risque de cancer colorectal (10 points)

Partie A : Les nitrites dans la charcuterie, facteur de risque du cancer colorectal

1. La DJA est la quantité d'une substance qu'un individu peut ingérer chaque jour, sans risque pour sa santé³. Elle est habituellement exprimée en mg de substance par kg de poids corporel et par jour. La consommation maximale est donc, de fait, beaucoup plus faible pour un nourrisson que pour un individu adulte.
2. D'après le document 1, « les charcutiers français limitent son utilisation (les nitrites) à 120 mg maximum par kilogramme (donc 1 000 g) de charcuterie ».

Donc en appliquant un produit en croix, on obtient la masse maximale d'ions nitrite que peut contenir 50 g de charcuterie française :

$$m_{max} = \frac{50 \times 120}{1000} = 6 \text{ mg}$$

3. On donne la dose journalière admissible d'ions nitrite $NO_2^- = 0,07 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Donc pour un adulte de 70 kg cela signifie une masse maximale admissible $m_{Adm} = 70 \times 0,07 = 4,9 \text{ mg}$.

La consommation journalière de 50 g de charcuterie française apporte 6 mg de nitrite (voir question précédente). Valeur supérieure à la masse maximale admissible de 4,9 mg

Il y a donc un risque pour un adulte de 70 kg à consommer chaque jour 50 g de charcuterie.

Partie B : Dosage des ions nitrite dans une eau

4. La longueur d'onde à laquelle l'absorbance est mesurée doit correspondre à la longueur d'onde du maximum d'absorbance. C'est-à-dire la longueur d'onde de la couleur complémentaire de la coloration de la solution.

On m'indique que « l'ajout d'un réactif de diazotation en excès conduit à la formation d'un produit rose ».

Le vert est la couleur complémentaire du rose

Le vert a des longueurs d'onde comprises entre 510 et 560 nm.

5. Je dispose dans le document 2, d'une courbe étalon qui fait apparaître une relation de proportionnalité entre l'absorbance mesurée et la concentration de la solution.

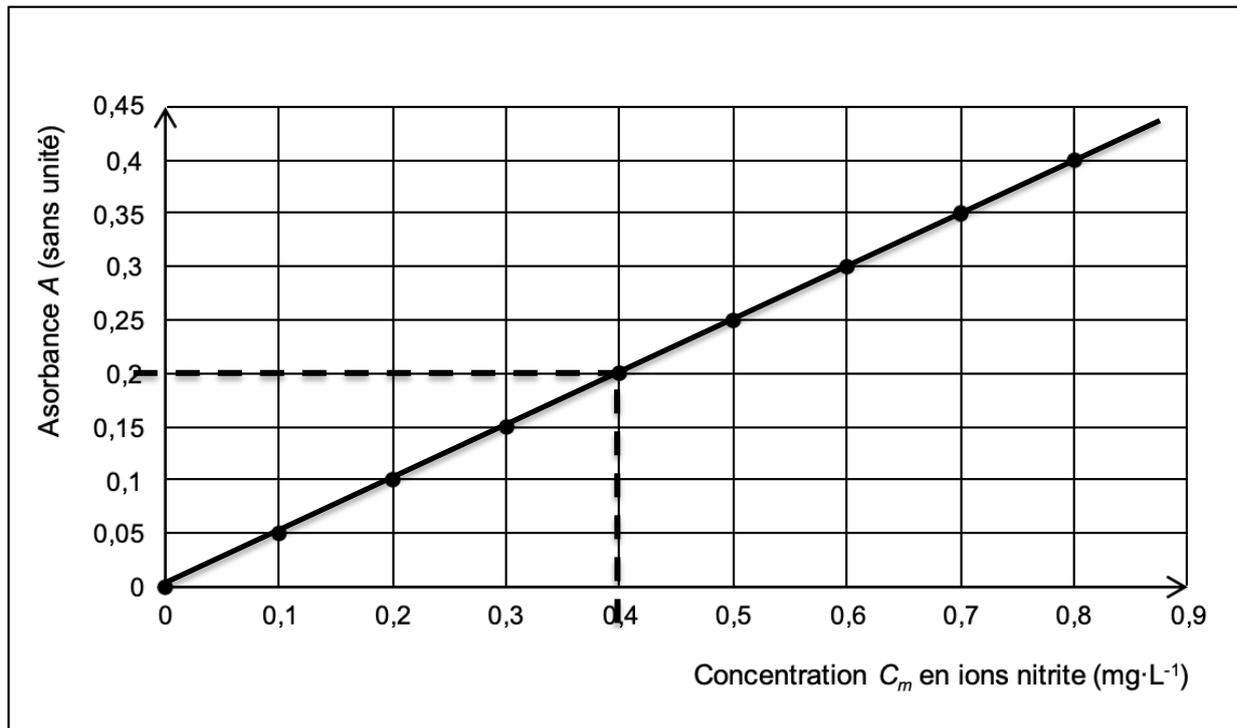
Je reporte sur l'axe des ordonnées la valeur de l'absorbance de l'eau de la nappe phréatique à la longueur d'onde choisie vaut : $A = 0,2$.

J'en déduit une concentration en ions nitrite $C_m = 0,4 \text{ mg/L}$.

D'après le texte d'introduction « la teneur en ions nitrite dans l'eau destinée à la consommation humaine est strictement réglementée et ne doit pas dépasser 0,10 milligramme par litre d'eau après traitement »

Ayant une concentration en ions nitrite de 0,4 mg/L supérieure à la réglementation, cette eau est non potable.

Document 2 : Représentation de l'absorbance de chaque solution en fonction de la concentration en masse C_m en ions nitrite des solutions aqueuses



6. Pour déterminer la concentration C en quantité de matière d'une solution d'ions nitrate NO_3^- de concentration en masse $C_m = 1,0 \text{ mg.L}^{-1} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ g/L}$, j'applique la relation $C_m = C \times M$ ce qui donne

$$C = \frac{C_m}{M} = \frac{1,0 \times 10^{-3}}{62,0} = 1,6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

Avec $M_{(NO_3^-)} = M_N + 3 \times M_O = 14 + 3 \times 16 = 62,0 \text{ g/mol}$

7. On en déduit la concentration en quantité de matière d'azote est $C = 1,6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ car les ions nitrate ont pour formule NO_3^- : il apparaît 1 Azote N pour un ion NO_3^-

Et donc une concentration en masse en azote

$$C_m = C \times M = 1,6 \times 10^{-5} \times 14,0 = 0,226 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1} = 0,226 \text{ mg.L}^{-1} \text{ en élément azote.}$$

8. Les ions nitrate NO_3^- et nitrite NO_2^- contiennent le même nombre d'atome d'azote.

Donc sans calcul, une concentration en masse d'un milligramme par litre ($1,0 \text{ mg.L}^{-1}$) en ions nitrite NO_2^- est équivalente à une concentration en masse d'un milligramme par litre en ions nitrate NO_3^- donc équivalente à une concentration en masse en élément azote égale à $0,226 \text{ mg.L}^{-1}$.