

Nom.....Prénom.....

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

Le diagnostic de la maladie à corps de Lewy peut être confirmé par un examen utilisant l'imagerie médicale : la scintigraphie cérébrale à l'ioflupane.

Document 1 : Principe général de la scintigraphie

La scintigraphie est une méthode d'examen utilisée en imagerie médicale pour observer le fonctionnement d'un organe ou détecter des tumeurs. Une faible dose de traceur radioactif spécifique à l'organe à explorer est administrée au patient.

L'élément radioactif fixé sur l'organe à explorer se désintègre en émettant des rayonnements γ (gamma) qui permettent d'obtenir des images à l'aide de caméras spécifiques.

Document 2 : La scintigraphie cérébrale à l'ioflupane

L'ioflupane est une molécule qui contient de l'iode $^{123}_{53}\text{I}$, un isotope radioactif de l'iode. Injecté au patient dans le cas d'une scintigraphie cérébrale, ce traceur radioactif se lie de manière spécifique à des structures responsables du transport de la dopamine. 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.

1. Donner la composition d'un noyau d'iode 123.
2. Quelle est la valeur du nombre de masse de l'iode 123 ? et du numéro atomique ? Justifier vos réponses.
3. Dans le texte du document 2, on indique qu'il s'agit d'«*un isotope radioactif*». Préciser ce que signifie un isotope.
Pour exemple, donner la représentation symbolique de l'isotope de l'iode qui contient un nucléon en plus que l'iode 123.
4. L'équation de la désintégration de l'iode 123 est $^{123}_{53}\text{I} \rightarrow ^A_Z\text{X} + ^0_{+1}\text{e}$
Identifier le type de désintégration que subit l'iode 123. Justifier votre réponse en indiquant le nom de la particule émise.
5. Recopier l'équation de la désintégration et compléter en faisant apparaître les valeurs de A, Z et le symbole X.
Justifier en rappelant le nom de la loi utilisée pour établir l'équation de la désintégration.

Donnée :

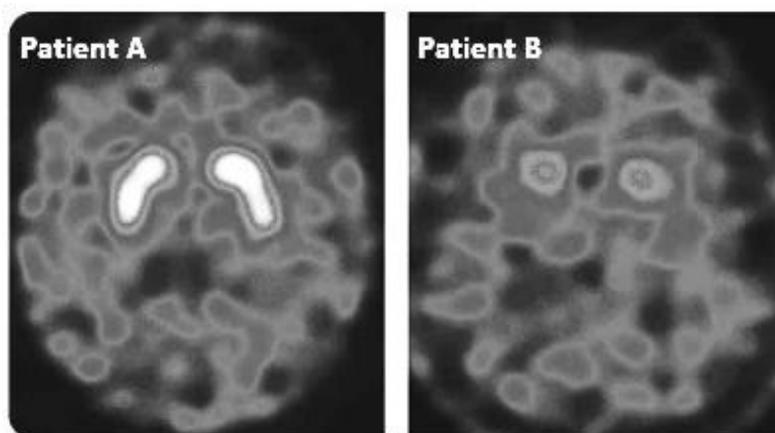
Z	52	53	54
Symbole	Te	I	Xe

6. Justifier par un calcul que les rayonnements émis lors de la désintégration de l'iode 123 sont effectivement des rayonnements γ (gamma).

Données :

- Longueur d'onde λ des rayonnements émis lors de la désintégration de l'iode 123 :
 $\lambda = 7,8 \times 10^{-12}$ m.
- Domaine des fréquences ν des rayonnements γ : $\nu > 10^{19}$ Hz.
- Célérité c des ondes électromagnétiques dans l'air : $c = 3,0 \times 10^8$ m·s⁻¹.

Les images cérébrales obtenues par scintigraphie à l'ioflupane pour deux malades sont données ci-dessous :



Donnée : les zones claires correspondent à une forte fixation de l'ioflupane

7. À l'aide du **document 2**, déterminer en justifiant lequel des deux patients malades (A ou B) est atteint de la maladie à corps de Lewy (DCL) et celui atteint de la maladie d'Alzheimer.
8. Pour réaliser ces images, l'activité initiale du traceur à injecter doit valoir $A_0 = 185 \text{ MBq}$. Sachant que l'activité par unité de volume de la solution injectable vaut $74 \text{ MBq}\cdot\text{mL}^{-1}$, déterminer le volume V de solution de traceur à injecter aux patients.
9. Citer une précaution que doit prendre le personnel médical qui manipule l'ioflupane.
10. La période radioactive (ou demi-vie) de l'iode 123 vaut 13,2 heures.
Définir la notion de période radioactive (ou demi-vie)
11. Déterminer l'activité de l'échantillon radioactif au bout de 39,6 heures soit trois périodes radioactives.
12. À la suite des examens, l'hôpital dispose de cuves d'entreposage qui permettent de stocker et de contrôler les rejets liquides qui seront envoyés vers le réseau d'assainissement après avoir vérifié que leur activité volumique est inférieure à $10 \text{ Bq}\cdot\text{L}^{-1}$. (Source IRSN)

En supposant que l'on retrouve dans les cuves d'entreposage de l'ioflupane en quantité telle que l'activité soit au-dessus de la norme de $10 \text{ Bq}\cdot\text{L}^{-1}$, proposer une stratégie que l'hôpital peut mettre en œuvre pour obtenir des rejets conformes à la norme.

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

Document 1 : Utilisation des nitrites en charcuterie

Pour conserver les viandes, la salaison est utilisée depuis plus de 5000 ans. La présence de salpêtre (nitrate de potassium) dans le sel améliore encore la conservation. En effet, les ions nitrate NO_3^- se transforment lentement en ions nitrite NO_2^- qui empêchent le développement de bactéries, notamment celles qui sont responsables du botulisme et de la salmonellose.

L'utilisation des nitrites dans la charcuterie est cependant très réglementée. Les charcutiers français limitent son utilisation à 120 mg maximum par kilogramme de charcuterie

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans un rapport paru en 2015, indique que la consommation journalière de plus de 50 g de charcuterie augmente le risque d'avoir un cancer colorectal.

1. Définir la dose journalière admissible (DJA).
2. Calculer la masse maximale d'ions nitrite que peut contenir 50 g de charcuterie française.
3. Montrer que la consommation journalière de 50 g de charcuterie française présente un risque pour un adulte de 70 kg.

Donnée : Dose journalière admissible d'ions nitrite $NO_2^- = 0,07 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Partie B : Dosage des ions nitrite dans une eau

La teneur en ions nitrite dans l'eau destinée à la consommation humaine est, elle aussi, strictement réglementée et ne doit pas dépasser 0,10 milligramme par litre d'eau après traitement. Pour contrôler la conformité d'une eau, on opte pour le dosage par étalonnage spectrophotométrique des ions nitrite.

On dispose d'une gamme de solutions aqueuses dont la concentration en masse C_m des ions nitrite est connue. Les solutions aqueuses contenant des ions nitrite sont incolores. L'ajout d'un réactif de diazotation en excès conduit à la formation d'un produit rose. Pour une longueur d'onde appropriée, on mesure l'absorbance A de chaque solution, ce qui conduit à la courbe d'étalonnage représentée dans le **document 2 (EN ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE)**

4. Préciser un critère à prendre en compte pour choisir la longueur d'onde à laquelle l'absorbance est mesurée.

On prélève l'eau d'une nappe phréatique à laquelle on ajoute le réactif de diazotation selon le même protocole que pour les solutions ayant servi à l'étalonnage. L'absorbance de l'eau de la nappe phréatique à la longueur d'onde choisie vaut : $A = 0,2$.

5. Découper et coller le document 2.

Justifier le caractère potable ou non potable de cette eau. Bien faire apparaître la méthode

Si la teneur en ion nitrite NO_2^- dans l'eau potable est réglementée, celle des ions nitrate NO_3^- l'est également en raison de leur capacité à se transformer en ions nitrite. Ainsi, pour tenir compte des deux sources possibles de pollution, les concentrations en ions nitrate et nitrite dans l'eau peuvent être exprimées sous forme de concentration en masse en élément azote.

6. Déterminer la concentration en quantité de matière d'une solution d'ions nitrate NO_3^- de concentration en masse $1,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

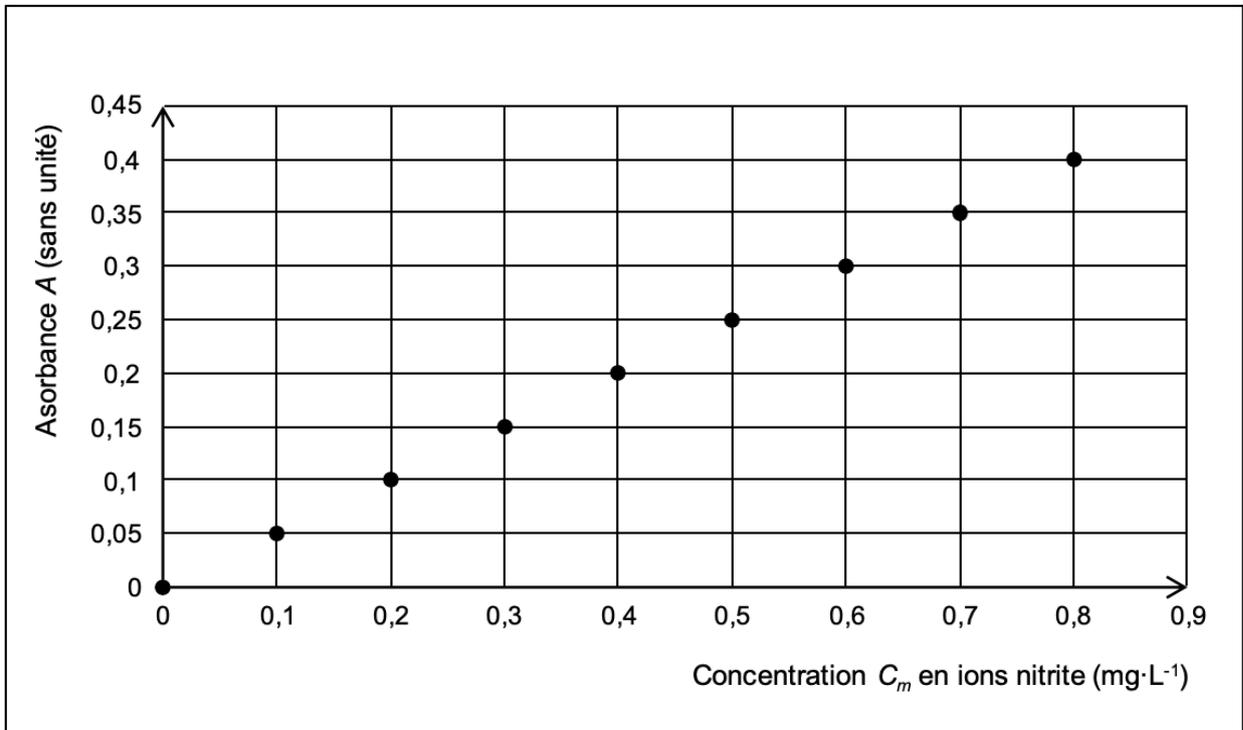
Données : Masses molaires atomiques $M(\text{N}) = 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

7. En déduire que la concentration en masse en élément azote est égale à $0,226 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en élément azote.
8. Indiquer sans calcul si une concentration en masse d'un milligramme par litre ($1,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) en ions nitrite NO_2^- est équivalente à une concentration en masse en élément azote inférieure, supérieure ou égale à $0,226 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Justifier qualitativement la réponse.

Nom.....Prénom.....

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

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



Nom.....Prénom.....

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

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

