

# INTERNAT BLANC PHARMACIE

## EXERCICE 3

40 points

Clément OURGHANLIAN

Samedi 9 mars 2013

Trois examens sont prévus aujourd'hui dans le service de médecine nucléaire du CHU près de chez vous :

- Scintigraphie osseuse via un bisphosphonate marqué au technetium ( $^{99m}\text{Tc}$ -HDP)
- Traitement d'une hyperthyroïdie via une gélule d'iode ( $^{131}\text{I}$ )
- TEP-scan via du  $^{18}\text{F}$ FDG

### **Partie 1 – Scintigraphie osseuse**

1/ Le  $^{99m}\text{Tc}$  utilisé est obtenu par élution d'un générateur de Molybdène ( $^{99}_{42}\text{Mo}$ ) qui décroît en technetium par désintégration  $\beta$ -

- Donner l'équation de la désintégration et son principe général (succinct)

2/ L'activité d'un flacon de 5 mL de  $^{99m}\text{Tc}$ -HDP est de 944,2 MBq à 10h.

- Quelle était l'activité totale et l'activité volumique à 8h ?
- Quel volume faudra-t-il injecter à 12h ? (Posologie = 630 MBq)

3/ La période biologique du produit étant de 8,1h

- Quelle est la période effective ?

**Données :**  $T_p (^{99m}\text{Tc}) = 6,02\text{h}$

### **Partie 2 – Hyperthyroïdie**

1/ On veut administrer au patient 600 MBq d'iode 131 à 9h.

La gélule est commandée à une certaine activité, qu'elle doit atteindre à 12h (calibrage), mais l'administration se fait à 9h (avant calibrage).

- Quelle activité doit être commandée ?

2/ - Quel est le nombre de noyaux administrés ?

- À quelle masse cela correspond-il ?

**Données :**  $T_p (^{131}\text{I}) = 8 \text{ jours}$   
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$

### **Partie 3 – TEP scan**

1/ Le  $^{18}\text{F}$ FDG est placé dans une enceinte en plomb pour protéger le personnel et les patients.

- Quelle doit être l'épaisseur de l'enceinte pour atténuer 95% du flux énergétique ?

2/ Un préparateur placé à 1 m de l'enceinte reçoit 6,74  $\mu\text{Sv/h}$ .

- Quelle est la dose absorbée pendant 20 min à 1,5 m de l'enceinte ?

**Données :**  $CDA \text{ Plomb} = 0,40 \text{ cm}$   
Facteur de qualité  $Q = 1$  pour les rayonnements  $\beta$  et gamma.

# CORRECTION

# INTERNAT BLANC PHARMACIE

## EXERCICE 3 Radioactivité

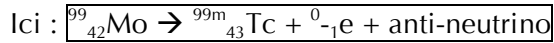
Clément OURGHANLIAN

Samedi 9 mars 2013



## Partie 1 – Scintigraphie osseuse

1/ Désintégration  $\beta^-$  = Excès de neutrons :  ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e + \text{anti-neutrino}$



2/ Activité totale à 8 heures

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \text{ avec } \lambda = \text{constante radioactive} = \frac{\text{Ln}2}{A} = \frac{\text{Ln}2}{6,02} = 0,115 \text{ h}^{-1}$$

$$\text{Soit } A_8 = A_{10} \cdot e^{\lambda t} = 944 \times e^{0,115 \times 2} = \boxed{1188 \text{ MBq}} \text{ à } t = 8 \text{ h}$$

Volume à injecter à 12 heures

$$\text{Soit } A_{12} = A_{10} \cdot e^{-\lambda t} = 944 \times e^{-0,115 \times 2} = 750,0 \text{ MBq à } t = 10 \text{ h ou } 150,0 \text{ MBq/mL}$$

$$630 \text{ MBq correspondent à } \frac{630}{150} = \boxed{4,2 \text{ mL}}$$

$$3/ \frac{1}{T_E} = \frac{1}{T_B} + \frac{1}{T_P} \quad \text{soit } T_E = \frac{1}{0,290} = \boxed{3,45 \text{ h}}$$

Avec  $T_E$  (période effective),  $T_P$  (période physique),  $T_B$  (période biologique)

## Partie 2 – Hyperthyroïdie

$$1/ A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t} \text{ avec } \lambda = \text{cste radioactive} = \frac{\text{Ln}2}{A} = \frac{\text{Ln}2}{8 \times 24 \times 3600} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ sec}^{-1} \text{ ou } 3,61 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$$

$$\text{Soit } A_{12} = A_9 \cdot e^{-\lambda t} = 600 \times e^{-3,61 \cdot 10^{-3} \times 3} = \boxed{593,5 \text{ MBq}} \text{ à commander}$$

2/  $A = \lambda N$  avec  $A$  = Activité,  $\lambda$  = cste radioactive et  $N$  = Nombre de noyaux

$$\text{Soit } N = A/\lambda = 600\,000\,000 / 1,00 \cdot 10^{-6} = \boxed{6 \cdot 10^{14} \text{ noyaux}}$$

Attention aux unités +++ !

$$N = \frac{m}{M} \times N_A \text{ avec } m = \text{masse}, M = \text{Masse molaire et } N_A = \text{Nb d'Avogadro}$$

$$\text{Soit } m = \boxed{1,31 \times 10^{-7} \text{ g}}$$

### Partie 3 – TEP scan

$$1/ \phi = \phi_0 \cdot e^{-\mu x} \text{ et CDA} = \frac{\text{Ln}2}{\mu} \text{ soit } \mu = 1,733 \text{ cm}^{-1}$$

$$X = -\frac{1}{\mu} \times \ln \frac{\phi}{\phi_0} = \boxed{1,73 \text{ cm}}$$

Avec  $\mu$  = coefficient d'atténuation linéaire,  $x$  = épaisseur  
 $\phi/\phi_0$  = pourcentage du flux s'échappant de l'enceinte  
CDA = Couche de demi-atténuation

2/ La dose reçue est inversement proportionnelle à l'inverse du carré de la distance :

$$\text{\AA } 1,5 \text{ m, le préparateur reçoit } \frac{6,75}{1,5 \times 1,5} = 3 \text{ } \mu\text{Sv/h (Débit de dose)}$$

L'unité de la dose absorbée (D) est le Gray (Gy). Pour l'obtenir il faut pondérer le débit de dose par le facteur de qualité Q (ici Q = 1).

$$\text{Soit } D = 3 \times \frac{20}{60} = \boxed{1 \text{ Gy}}$$