

## Sujet radioactivité concours blanc octobre 2024 – Solène MARIE – Nicolas HUANG

Une quantité importante de carcinomes prostatiques surexpriment des antigènes membranaires spécifiques de la prostate (PSMA). Leur traitement par radiothérapie interne vectorisée au [<sup>177</sup>Lu]PSMA nécessite un examen préliminaire au PSMA marqué au gallium-68 (<sup>68</sup>Ga).

Le gallium-68 est produit avec un générateur de germanium-68/gallium-68 (<sup>68</sup>Ge/<sup>68</sup>Ga) et décroît avec une demi-vie de 68 minutes pour donner du zinc-68 stable. Le gallium-68 décroît comme suit :

- 89 % par émission de positon d'une énergie moyenne de 836 keV,
- 10 % par capture d'électrons orbitaux.

### Données :

Constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Équivalent énergétique de l'unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 1 \text{ uma} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Masse d'un électron :  $m_e = 0,511 \text{ MeV}/c^2$

Numéro atomique des éléments :

Z	30	31
Symbole	Zn	Ga
Nom	Zinc	Gallium
Masse atomique (u)	67,924845	67,927980

### Question 1 :

Écrire l'équation de désintégration par émission de positon du gallium-68.

Quel rayonnement secondaire permet la détection du positon ? Comment ce rayonnement secondaire est-il créé ?

### Question 2 :

Calculer l'énergie cinétique maximale (en keV) emportée par l'émission de positon. Le spectre d'émission des positons est-il continu, et pourquoi ?

Question 3 : Une trousse contient 25 µg de PSMA par flacon. Afin de réaliser le radiomarquage au gallium-68, on effectue une élution du générateur  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$  avec 5 mL de HCl 0,1 M permettant d'obtenir 1,20 GBq de gallium-68. L'intégralité de l'éluat obtenu est injectée dans le flacon.

- a) Calculer l'activité volumique de l'éluat.
- b) Calculer le pH de l'éluat.
- c) Calculer la masse totale de gallium-68 présente dans le flacon.
- d) Calculer l'activité en  $[^{68}\text{Ga}]\text{PSMA}$  obtenue, sachant que le rendement de marquage est de 98 % et que le gallium-68 est en excès.

Question 4 : Cette solution de  $[^{68}\text{Ga}]\text{PSMA}$  est ensuite dispensée pour injection à un patient de 75 kg une heure après le radiomarquage au gallium-68. L'activité à administrer est de 2,0 MBq/kg.

- a) Calculer l'activité à administrer au patient.
- b) Calculer l'activité de la solution de  $[^{68}\text{Ga}]\text{PSMA}$  au moment de la dispensation.
- c) Calculer l'activité volumique de la solution de  $[^{68}\text{Ga}]\text{PSMA}$  au moment de la dispensation.
- d) Calculer le volume de  $[^{68}\text{Ga}]\text{PSMA}$  injecté au patient.
- e) Calculer (en ng) la masse de PSMA totale (marqué et non marqué) injectée au patient.

Question 5 : La dose de rayonnement efficace de la solution de  $[^{68}\text{Ga}]\text{PSMA}$  est de 0,022 mSv/MBq. Calculer la dose efficace reçue par le patient.

Question 6 : Compte tenu de la demi-vie biologique du  $[^{68}\text{Ga}]\text{PSMA}$  de 4,4 heures, calculer la demi-vie effective du  $[^{68}\text{Ga}]\text{PSMA}$ .