

Exercice 9 (D'après bac STL Biotechnologie Polynésie Juin 2015)

L'utilisation du fluor 18 en tomographie.

Données : symbole du noyau de fluor 18 : ${}^{18}_9F$

$h = 6,626 \times 10^{-34}$ S.I.

$c = 2,998 \times 10^8$ S.I.

Énergie du rayonnement gamma considéré : $E_\gamma = 8,190 \times 10^{-14}$ S.I.

- 1 Donner la composition d'un noyau de fluor 18.
- 2 Donner la définition de noyaux radioactifs et de leur demi-vie.

On a réalisé deux doses D1 et D2 de fluorodesoxyglucose contenant du fluor 18 radioactif pour deux patients qui doivent faire un examen dans deux salles différentes le matin même.

- 3 À l'aide de l'annexe A4 déterminer la demi-vie du fluor 18.
- 4 Déterminer le temps au bout duquel le nombre de noyaux de la dose D1 est divisé par 8.

L'équation de désintégration du fluor 18 peut s'écrire : ${}^{18}_9F \rightarrow {}^{18}_8O + {}^A_ZX$

- 5 En appliquant les lois de conservation, déterminer A et Z.
- 6 Donner le nom et le symbole de la particule X émise. En déduire le type de radioactivité que subit le noyau de fluor 18.

Lors de cette désintégration, le fluor se transforme en oxygène. Le traceur radioactif (le fluorodesoxyglucose) devient alors une molécule de glucose. Il peut être absorbé par les cellules saines.

- 7 À l'aide de l'annexe A3, comment force-t-on le processus d'élimination de la substance du corps humain ?
- 8 Citer l'unité de mesure de l'équivalent dose.

Lors de la fabrication du fluor radioactif 18, il est nécessaire pour protéger le personnel de prévoir une épaisseur de plomb autour de l'automate utilisé. Cet écran a une épaisseur de 10,0 cm. La loi d'absorption du rayonnement est $I = I_0 \cdot e^{(-\mu \cdot x)}$, où I_0 représente l'intensité du faisceau initial, I celle après traversée de l'écran et x l'épaisseur de l'écran en mètres. Le coefficient μ a pour valeur $46,2 \text{ m}^{-1}$ pour le plomb et pour le rayonnement gamma utilisé en imagerie médicale.

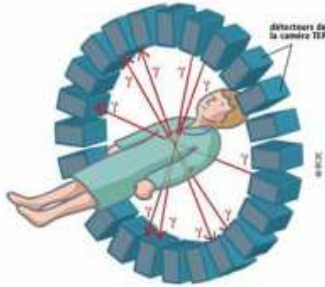
- 9 À l'aide de la loi d'absorption ci-dessus, montrer qu'une épaisseur de plomb de 10,0 cm est suffisante pour diviser l'intensité du faisceau incident par un facteur 100 environ.

On rappelle que la longueur d'onde d'un photon est liée à son énergie par la relation : $E = \frac{hc}{\lambda}$

- 10 Que représentent E, c et λ dans cette formule ? Préciser leur unité.
- 11 Pour le rayonnement d'énergie $E_\gamma = 8,190 \times 10^{-14}$ S.I., calculer la valeur de λ .

Étape de la synthèse du traceur radioactif

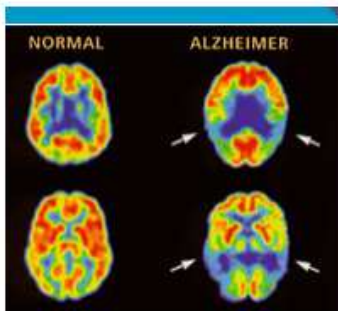
On réalise cette opération en mélangeant le traceur radioactif à une solution d'hydroxyde de sodium concentrée ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$). La solution obtenue étant très basique, on la neutralise d'un point de vue acido-basique avant de l'injecter au patient. Cette opération est réalisée par ajout d'un acide de formule $\text{HA}_{(aq)}$. Le pH que l'on cherche à obtenir avant d'administrer la substance est celui du pH sanguin soit 7,4. Le contrôle qualité permet entre autre de vérifier la valeur du pH du produit à injecter.



Sources Images
<http://www.fecyt.es/especiales/alzheimer/diagnostico.htm>
<http://www.tetes-chercheuses.fr>

Dangers de l'examen

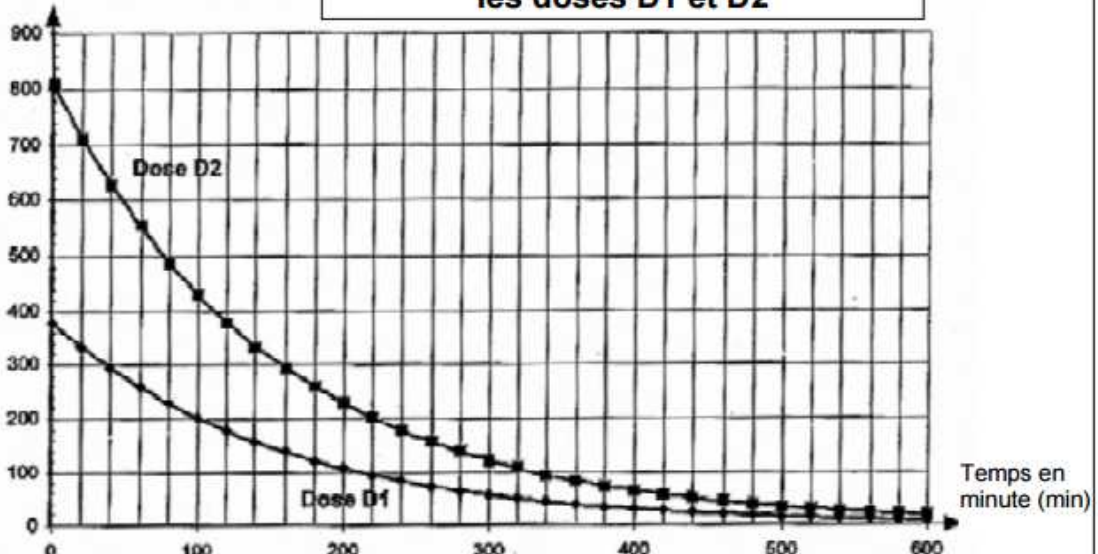
En raison de l'activité radioactive du traceur, l'examen TEP n'est pas sans risque. Il est interdit aux femmes enceintes et aux mères allaitantes. Des précautions de confinement sont à prendre pendant environ 12 heures, temps moyen pour que la plus grande partie de la radioactivité ait disparu. À l'issue de l'examen, les patients doivent boire de l'eau pour éliminer les traces de traceur. L'activité injectée est fonction du poids du patient varie de 180 à 300 MBq. Pour un individu adulte à qui l'on injecte 300 MBq de FDG, l'équivalent dose reçu sera de 5,7 mSv (l'irradiation naturelle est en moyenne, en France, de l'ordre de 2,4 mSv/an).



Annexe A3 - Quelques étapes de la tomographie par émission de positon dans le diagnostic de la maladie d'Alzheimer

Évolution du nombre de noyaux de fluor 18 en fonction du temps dans les doses D1 et D2

Nombre de noyaux de fluor 18
($\times 10^{19}$ Noyaux)



Annexe A4 – Évolution du nombre de noyaux en fonction du temps.