Travaux Pratiques : Médecine nucléaire

La médecine nucléaire consiste à introduire des substances radioactives à l'intérieur d'un organisme vivant à des fins de diagnostic et de thérapeutique. L'histoire de la médecine nucléaire est étroitement liée à celle de la physique nucléaire. Dès 1903 fut reconnue l'action bénéfique des rayons du radium pour le traitement des tumeurs cancéreuses : c'était la naissance de la radiothérapie. Mais c'est principalement la découverte de la radioactivité artificielle en 1934 par Irène et Frédéric Joliot-Curie qui a mis à la disposition des médecins et des biologistes une grande variété d'isotopes radioactifs conduisant à l'établissement de diagnostics précis.

Document N°1/ Imagerie médicale

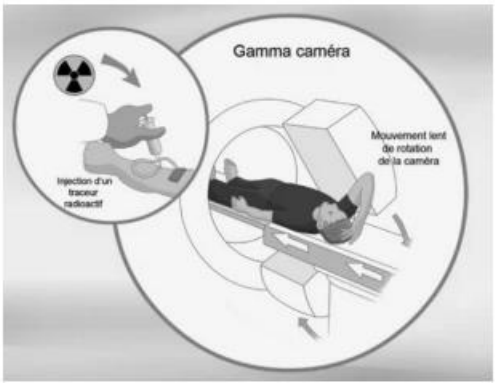
Deux grandes familles d'imagerie médicale sont nées au début du XXème siècle : la radiologie et la médecine nucléaire.

Radiographie « classique »	***Médecine nucléaire***
Source de rayons X externe au patient	*Traceur biologique faiblement radioactif et participant au fonctionnement des cellules ou organes visés*
Renseigne sur la forme, la taille de l'organe	*Renseigne sur le fonctionnement de l'organe visé.*

Document N°2/ Médecine nucléaire

Une gamma-caméra détecte le rayonnement γ issu de sources radioactives injectées à un patient, afin de fournir une image d'un organe.

Consulter le film sur la scintigraphie (3 min) http://acver.fr/zx9



Document N°3/ Utilisation du technétium 99 en médecine nucléaire

Actuellement, le technétium 99 est très utilisé en médecine nucléaire car il présente les avantages suivants :
- sa durée de vie est courte et réduit l'irradiation du patient tout en étant compatible avec la durée de l'examen ;
- il peut être associé à de nombreuses molécules, ce qui permet l'étude de nombreux organes ;
- il est moins coûteux que d'autres isotopes radioactifs ;
- et enfin il peut être facilement mis à la disposition des médecins.

1/ Expliquer brièvement, comment un traceur radioactif permet-il d'obtenir une image en 3D d'un organe ?

……..

……..

……..

……..

2/ Donner la représentation $^{A}_{Z}X$ du noyau de technétium 99 de numéro atomique 43 et de symbole Tc.

……..

3/ Le technétium 99 est un radioisotope, qui connaît une désintégration β^- aboutissant à la formation d'un noyau de ruthénium 99 de symbole Ru. Ecrire l'équation de désintégration du technétium 99.

……..

Document N°4/ Radioprotection par un écran

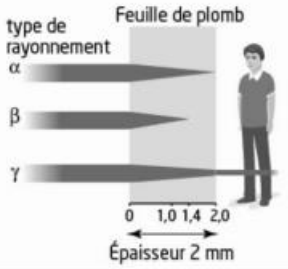
Les rayonnements utilisés en médecine nucléaire font partie des rayonnements ionisants qui altèrent les cellules vivantes. Un rayonnement ionisant est une émission constituée directement ou indirectement de particules ou de photons de haute énergie pouvant former des ions par interaction avec la matière.

Sources de rayonnements	Conditions de travail des intervenants
Réduction de l'intensité de la source, utilisation d'écrans, enceintes de confinements, etc.	Éloignement maximum des sources de rayonnements, réduction du temps d'exposition, etc.

▲ Recommandations de l'Autorité de sureté nucléaire (ASN) afin de réduire le risque dû aux rayonnements.

■ Parcours des différentes particules de même énergie dans différents matériaux :

	α	β	γ
Air	10 mm	8 350 mm	121×10^3 mm
Eau	10 mm	9,6 mm	142 mm
Plomb	2 mm	1,4 mm	13,6 mm



4/ Comment un médecin travaillant à proximité de sources radioactives se protège-t-il ?

……..
……..
……..

5/ Quels rayonnements sont les plus pénétrants ? Justifier.

……..
……..
……..

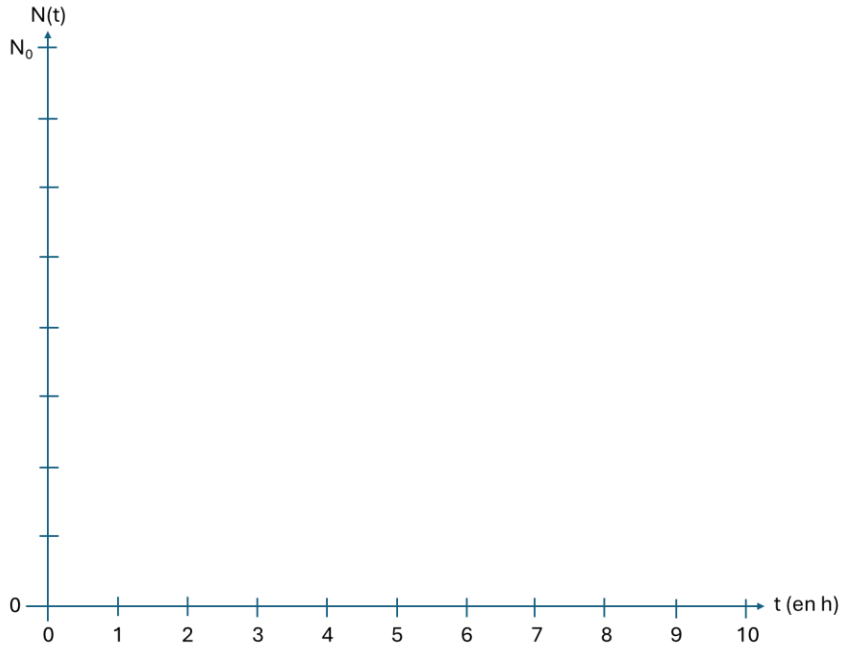
Document N°5/ Scintigraphie osseuse à l'aide du technétium 99

Un patient va subir une scintigraphie osseuse. Cet examen se déroule en deux temps :
- l'injection intraveineuse d'un produit appelé diphosphonate marqué au technétium 99, ce produit se fixe préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette (sa captation est maximale au bout de trois heures).
- Le technétium 99 produit est ensuite détecté par une gamma-caméra. Celle-ci fournit une image du squelette appelée scintigraphie où peuvent apparaître des zones fortement colorées indiquant une inflammation, un abcès ou une métastase.

Un mardi à 14h, une infirmière injecte au patient une dose de technétium 99 d'activité A_0 = 555 MBq, ce qui correspond à un nombre de noyaux initiale égale à $N_0 = 1{,}7 \times 10^{13}$ noyaux. Le temps de demi-vie du technétium 99 est $t_{1/2}$ = 6,0 heures.

Le nombre N(t) de noyaux radioactifs de technétium 99 présents dans la dose injectée au patient suit une loi de décroissance exponentielle :$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda . t}$. La relation entre la constante radioactive λ et le temps de demi-vie $t_{1/2}$ est : $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$.

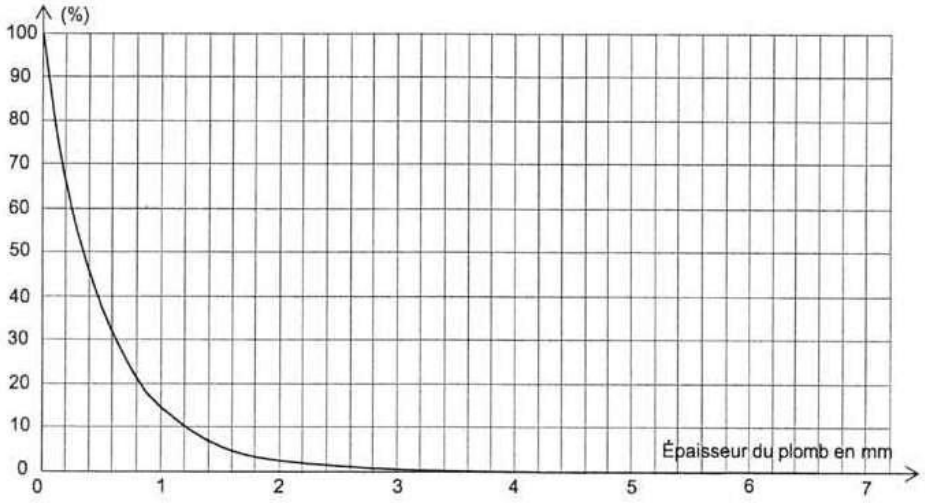
6/ Tracer l'évolution du nombre de noyaux de technicium 99 au cours du temps en calculant le nombre de noyaux radioactifs encore présents au bout de 2, 4, 6, 8 et 10h.



7/ À la fin de l'examen, l'activité du patient est égale à 63% de sa valeur mesurée à 14h, juste après l'injection. À quelle heure se termine l'examen ?

……..
……..
……..
……..
……..
……..

8/ La dose injectée au patient le mardi à 14h a été préparée par l'infirmière le mardi matin à 8h. Pour se protéger du rayonnement γ produit par le technétium 99, l'infirmière a utilisé, lors de l'injection de la dose au patient, un protège-seringue d'une épaisseur de 5 mm de plomb. La couche de demi-atténuation d'un matériau est l'épaisseur de ce matériau capable d'arrêter 50% du rayonnement ionisant. Le graphe ci-dessous représente le pourcentage de rayonnement γ produit par le technétium 99 transmis à l'extérieur en fonction de l'épaisseur de plomb.



À l'aide du graphe, déterminer la valeur de la couche de demi-atténuation du plomb pour le rayonnement gamma produit par le technétium 99.

……..
……..