

IMAGERIE MÉDICALE ET HYGIÈNE EN MILIEU HOSPITALIER

PARTIE A : La scintigraphie osseuse

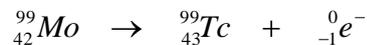
A.1. Désintégration du noyau radioactif utilisé pour la scintigraphie

A.1.1. D'après le document A1, le technétium 99m est un émetteur de rayons γ . On utilise une caméra sensible aux rayons γ , d'où le nom de gamma caméra.

1.2. Le nombre 42 correspond au nombre de charges c'est-à-dire au nombre de protons et 99 correspond au nombre de masse c'est-à-dire au nombre de nucléons. Ce noyau possède donc $99 - 42 = 57$ neutrons.

D'après le document A3, ce nucléide est radioactif car il se situe dans la zone des nucléides (coordonnées $N = 57$ et $Z = 42$) se désintégrant selon le mode β^- .

1.3 1.3.1



La particule émise est un électron. On a utilisé les lois de conservations du nombre de charge et du nombre de masse. (Conservation du nombre de masse : $99 = 99 + 0$ et conservation du nombre de charge : $42 = 43 - 1$)

1.3.2 Il y a émission d'un électron donc il s'agit d'une radioactivité de type β^- . Ceci est bien en accord avec le document A3 où ce type de nucléide est radioactif β^- .

1.3.3 D'après le document A3, ce nucléide se situe en dessous de la courbe de stabilité (coordonnées $N = 57$ et $Z = 43$) donc il se désintègre selon le mode β^- .

A.2. Rayonnement γ

A.2.1 A.2.1.1 Le rayonnement γ est une onde électromagnétique comme la lumière visible.

A.2.1.2

$$E = 141 \text{ keV} = 141 \times 10^3 \times 1,6 \times 10^{-19} = 2,26 \times 10^{-14} \text{ J}$$

A.2.1.3 On a la relation :

$$E = h \times \nu$$

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{2,26 \times 10^{-14}}{6,62 \times 10^{-34}} = 3,41 \times 10^{19} \text{ Hz}$$

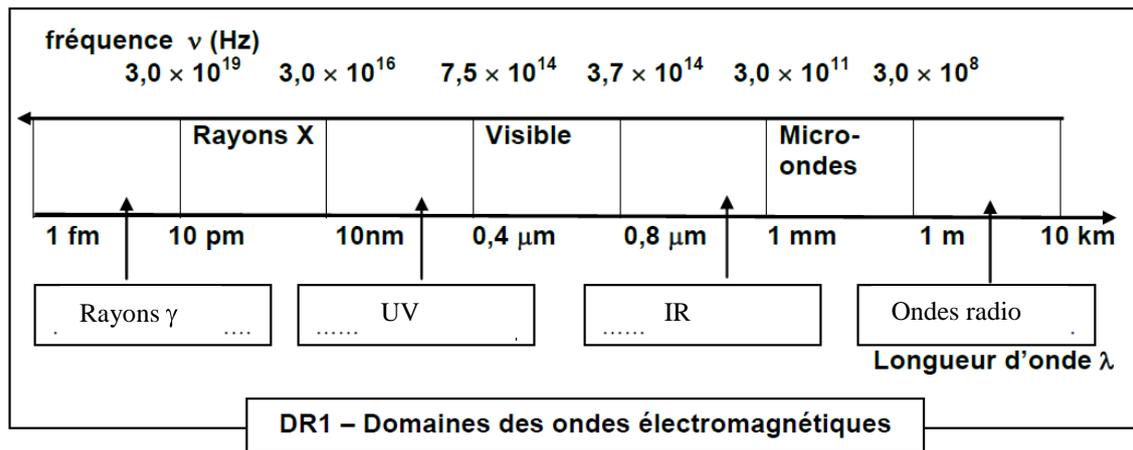
A.2.1.4 On a la relation :

$$c = \lambda \times \nu$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{3,41 \times 10^{19}} = 8,80 \times 10^{-12} \text{ m} = 8,80 \text{ pm}$$

A.2.2. Il s'agit du mot désexcitation car on étudie le rayonnement γ lorsque le noyau passe d'un état excité à l'état fondamental, stable. Il y a désexcitation.

A.2.3.



A.3. Décroissance radioactive

A.3.1. La demi-vie $t_{1/2}$ ou période radioactive est le temps au bout duquel la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon se sont désintégrés.

A.3.2. D'après le document A1 :

$$t_{1/2} = 6 \text{ h} = 6 \times 3600 = 21600 \text{ s}$$

A.3.3. D'après le document A5, le graphique qui illustre la loi de décroissance radioactive est le graphique (b) car la loi de décroissance radioactive est une loi de type exponentielle et c'est le seul graphique qui correspond à la définition du temps de demi-vie.

A.3.4 Le temps de demi-vie du technétium est de 6 h donc :

Au bout de 6 h, 50 % des noyaux se sont désintégrés

Au bout de 12 h, 75 % des noyaux se sont désintégrés (50 + 25)

Au bout de 18 h, 87,5 % des noyaux se sont désintégrés (50 + 25 + 12,5)

Au bout de 24 h, 93,75 % des noyaux se sont désintégrés (50 + 25 + 12,5 + 6,25)

Donc au bout de 25 h, 90 % des noyaux de technétium injectés se sont effectivement désintégrés.

On peut également utiliser une méthode graphique. 90 % des noyaux se désintègrent donc d'après la courbe (b) du document A5, sur les 1000 noyaux initialement présents, 900 se désintègrent donc il reste 100 noyaux radioactifs. La valeur de 100 noyaux est obtenue pour un temps de 20 h. Donc au bout de 25 h, 90 % des noyaux de technétium injectés se sont effectivement désintégrés.

A.4. Effet biologique et protection

A.4.1 L'énergie absorbée est : $E = 141 \times 10^3 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 1,5 \times 10^{13} \times 0,01 = 3,4 \times 10^{-3} \text{ J}$

A.4.2 On a la relation :

$$D = \frac{E}{m} = \frac{3,4 \times 10^{-3}}{70} = 4,9 \times 10^{-5} \text{ Gy}$$

A.4.3 La dose équivalente est :

$$H = F_Q \times D = 1 \times 4,9 \times 10^{-5} = 4,9 \times 10^{-5} \text{ Sv} = 4,9 \times 10^{-2} \text{ mSv}$$

A.4.4 Le technicien travaille pendant 7 h donc le débit de dose est :

$$4,9 \times 10^{-2} / 7 = 7 \times 10^{-3} \text{ mSv.h}^{-1} = 7 \text{ } \mu\text{Sv.h}^{-1}$$

Le technicien travaille dans la zone bleue car le débit dose est d'environ 2,5 à 7,5 $\mu\text{Sv.h}^{-1}$

A.4.5 Mesures de protection pour limiter les risques d'exposition :

- utiliser des écrans de protection (plomb, béton)
- se tenir éloigné de la source radioactive
- limiter la durée d'exposition à la source radioactive

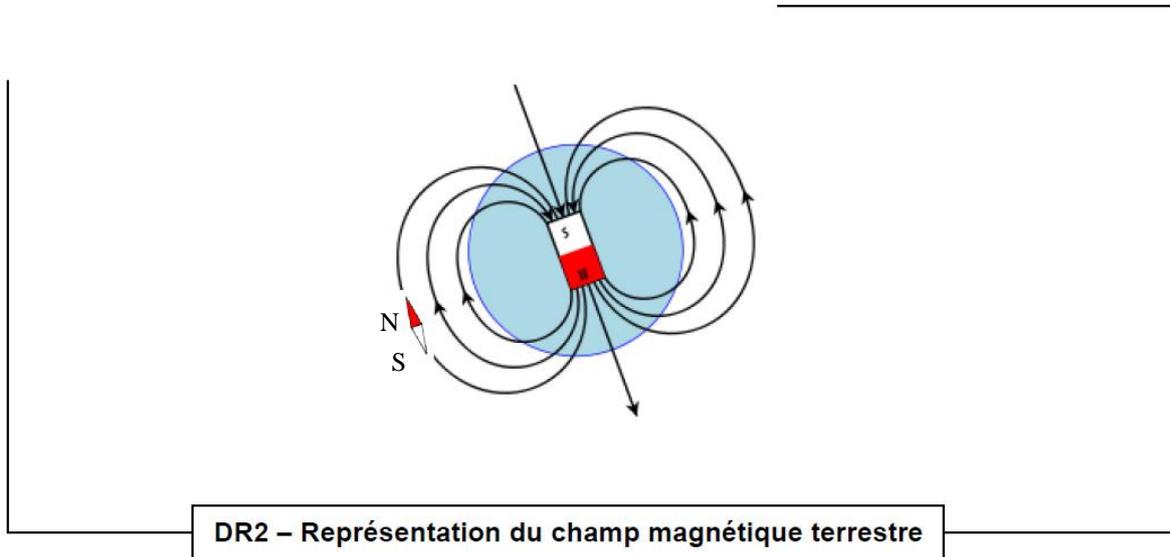
PARTIE B : L'imagerie par résonance magnétique

B.1. Les propriétés du champ magnétique terrestre

B.1.1. Le champ magnétique terrestre peut être mis en évidence à l'aide d'une boussole qui s'oriente selon la direction du champ magnétique terrestre ou à l'aide d'un teslamètre permettant de mesurer une valeur.

B.1.2. Les courbes représentées sur le document B1 sont les lignes de champ.

B.1.3



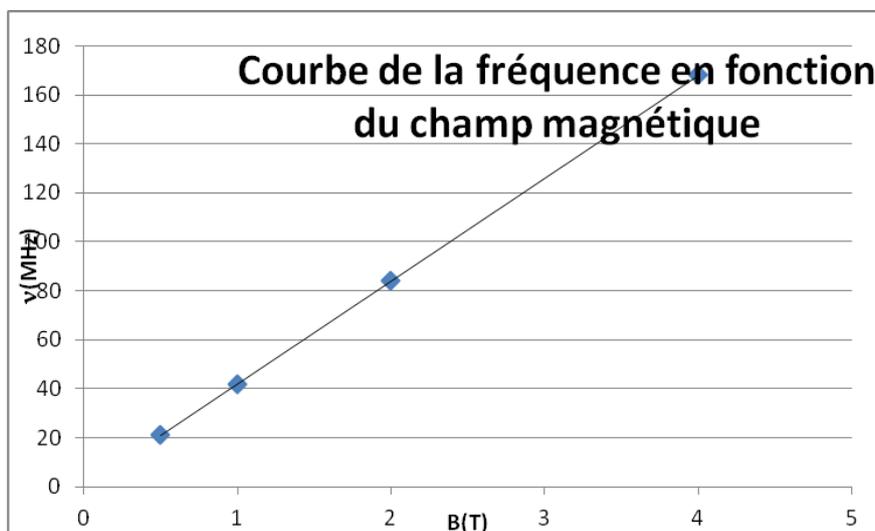
B.1.4 Les pôles magnétiques et géographiques ne correspondent pas.

B.1.5 Cette unité est le tesla et son symbole est T

B.2. Le principe de l'imagerie par résonance magnétique : IRM

B.2.1 On peut négliger le champ magnétique terrestre devant le champ magnétique créé par un aimant car le champ magnétique d'un aimant est de 50 mT et celui du champ magnétique terrestre est de 50 μ T.

B.2.2.



On obtient une droite qui passe par l'origine donc la fréquence ν est proportionnelle au champ magnétique B.

B.2.3 La fréquence est proportionnelle au champ magnétique. Pour 1 T on a 42 MHz donc pour 11,7 T on a $11,7 \times 42 = 491$ MHz. La fréquence utilisée par l'IRM est bien de 491 MHz.

B.2.4 On a la relation :

$$c = \lambda \times \nu$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{491 \times 10^6} = 0,61 \text{ m}$$

B.2.5 On a la relation :

$$E = h \times \nu = 6,62 \times 10^{-34} \times 491 \times 10^6 = 3,25 \times 10^{-25} \text{ J}$$

$$E = \frac{3,25 \times 10^{-25}}{1,6 \times 10^{-19}} = 2,03 \times 10^{-6} \text{ eV}$$

B.2.6 D'après le document B4, on utilise des électroaimants supraconducteurs car les conducteurs ont alors une résistance électrique nulle et il n'y a pas de pertes de chaleur par effet Joule.

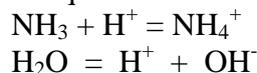
PARTIE C : l'ammoniaque, un produit nettoyant

C.1. Considérations acido-basiques

C.1.1. Une solution aqueuse est une solution pour la quelle le solvant utilisé est l'eau.

C.1.2. Une base est une espèce chimique capable de capter un ou plusieurs protons H^+ .

C.1.3 Les demi-équations sont :



L'équation modélisant la réaction de l'ammoniac avec l'eau est :



C.1.4 On a la relation :

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 1 \times 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

De plus :

$$[H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

C.1.5 Si on dilue cette solution aqueuse d'ammoniac, le pH de cette solution diminue. En effet, si on dilue cette solution, la concentration en ions OH^- diminue. Le produit ionique de l'eau étant constant, si la concentration en ions OH^- diminue alors celle en ions H_3O^+ augmente donc le pH de la solution diminue.

C.2. Dilution

C.2.1. Dans la solution B, la quantité de matière n d'ammoniac est de :

$$n = C_B \times V_B = 3 \times 10^{-2} \times 1 = 3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

On doit donc prélever un volume V_A de la solution A de :

$$V_A = \frac{n}{C_A} = \frac{3 \times 10^{-2}}{6} = 5 \times 10^{-3} \text{ L} = 5 \text{ mL}$$

C.2.2. Pour réaliser cette solution B, on utilise une fiole jaugée de 1 L et une pipette jaugée de 5 mL. A l'aide de la pipette jaugée de 5 mL on prélève 5 mL de la solution A que l'on place dans la fiole jaugée de 1 L. On ajoute de l'eau jusqu'au trait de jauge et on homogénéise.

C.2.3. Signification des pictogrammes

Ammoniaque $\text{NH}_3(\text{aq})$, M = 17,03 g/mol, d = 0,92		
		
Corrosif	Irritant, toxique	Dangereux pour l'environnement
Annexe C1 – Pictogrammes de l'ammoniaque		