



Transformations nucléaires

1^{ère} partie : « Plus de 1500 isotopes différents ! »

Objectifs

- Déterminer, à partir d'un diagramme (N,Z), les isotopes radioactifs d'un élément.
- Utiliser des données et les lois de conservation pour écrire l'équation d'une réaction nucléaire et identifier le type de radioactivité.

Le professeur va vous transmettre un lien pour faire cette activité sur PC (ou téléphone).

Notez les codes pour accéder à la correction de votre copie Code exercice

Code copie

2^{ème} partie : « Physique et médecine »

Objectifs

- Citer quelques applications de la radioactivité dans le domaine médical.
- Citer des méthodes de protection contre les rayonnements ionisants et des facteurs d'influence de ces protections.

Document n°1 : Imagerie médicale

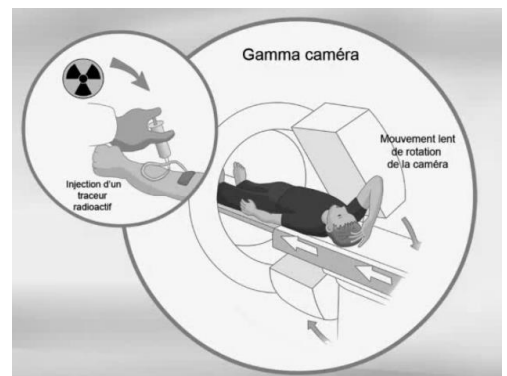
Deux grandes familles d'imagerie médicale sont nées au début du XX^{ème} siècle : la radiologie et la médecine nucléaire.

| 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) <https://edurl.fr/scinti>



Q1. Donner la représentation A_ZX d'un isotope du technétium 99 de numéro atomique 43. Puis définir le terme isotope.

Q2. Expliquer brièvement, comment un traceur radioactif permet-il d'obtenir une image en 3D d'un organe ?

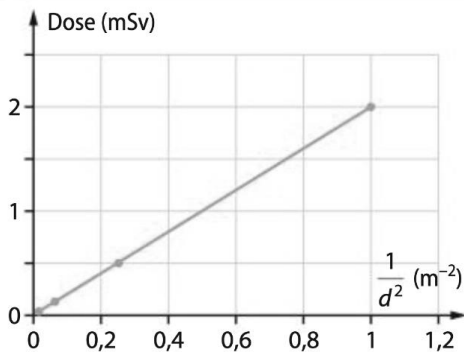
Document n°3 Radioprotection par un écran

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. |

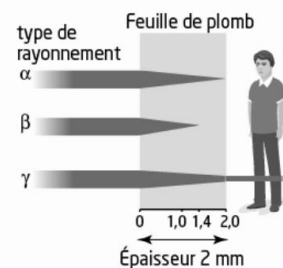
▲ Recommandations de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) afin de réduire le risque dû aux rayonnements.



Dose de radioactivité (en milliSievert) en fonction de l'inverse du carré de la distance d de la source radioactive

■ 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 |



Q3. Comment un médecin travaillant à proximité de sources radioactives se protège-t-il ?

Q4. Quels rayonnements sont les plus pénétrants ? Justifier.

Document n°4 Marie Curie, la radiologie et la guerre

En 1914, Marie Curie est une femme de science de renommée internationale. Elle a à son actif deux prix Nobel : le prix Nobel de Physique reçu en 1903 aux côtés de Pierre Curie et d'Henri Becquerel pour ses découvertes sur la radioactivité et le prix Nobel de Chimie reçu en 1911 pour la découverte de nouveaux éléments : le radium et le polonium. A la tête de l'Institut du Radium depuis 1909, enseignante à la Sorbonne, elle est en 1914 une personnalité scientifique reconnue.

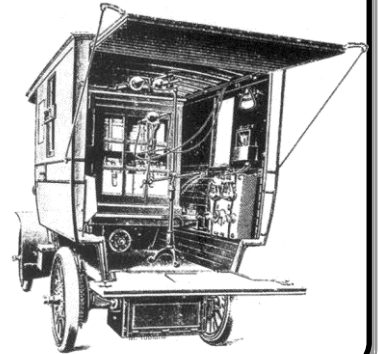
Marie Curie constate que très peu d'hôpitaux disposent d'appareils à rayons X et de médecins formés à leur utilisation. Or, en temps de guerre ces appareils revêtent une importance toute particulière, permettant de repérer des fractures et de localiser balles et éclats d'obus avant toute chirurgie.

Marie Curie trouve alors la forme que prendrait son engagement :

« Ayant voulu, comme tant d'autres, me mettre au service de la Défense nationale dans les années que nous venons de traverser, je me suis aussitôt orientée du côté de la radiologie »

Marie est convaincue qu'il ne faut pas déplacer les blessés mais qu'il faut transporter des appareils vers le front. Elle décide de créer des unités radiologiques mobiles en équipant des voitures avec le matériel nécessaire. Elle récupère plus de 200 véhicules.

D'après <https://buclermont.hypotheses.org/1932>



Document n°5 Absorption des rayons X.

Une radiographie aux rayons X fait apparaître des surfaces claires ou sombres en fonction de la nature des tissus traversés et de l'absorption du rayonnement.

L'absorption d'un milieu peut s'évaluer en comparant φ_0 la puissance surfacique entrant dans le milieu à φ la puissance surfacique sortant du milieu ; la puissance surfacique est la puissance par unité de surface, elle s'exprime en $W \cdot m^{-2}$.

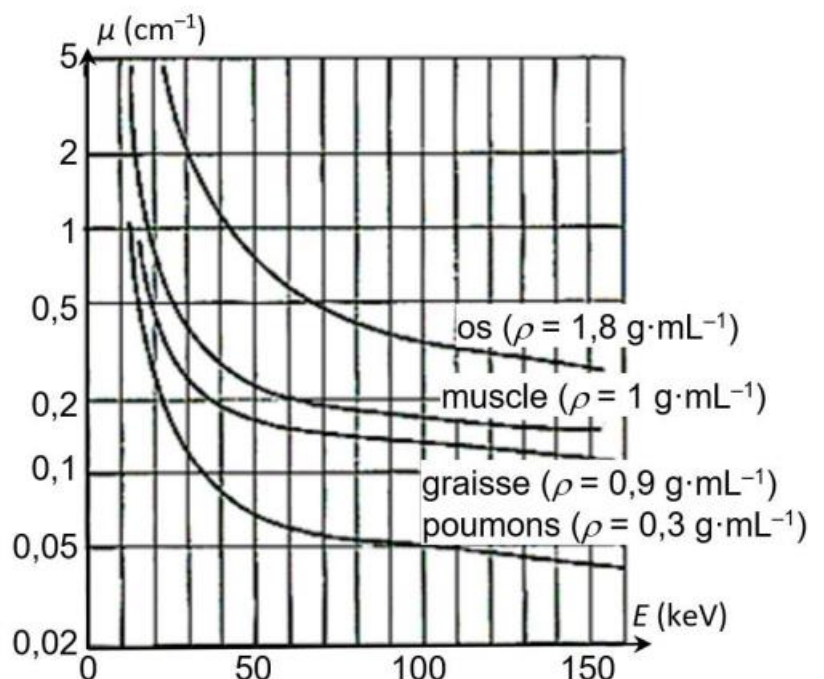
La couche de demi-absorption (ou CDA) d'un tissu correspond à l'épaisseur (exprimée en cm) pour laquelle la moitié de la puissance surfacique incidente φ_0 des rayons X a été absorbée.

Elle permet de définir le coefficient d'absorption μ d'un tissu, par la relation :

$$\mu = \frac{\ln(2)}{CDA} \text{ avec } \mu \text{ en cm}^{-1}.$$

où \ln est le logarithme népérien

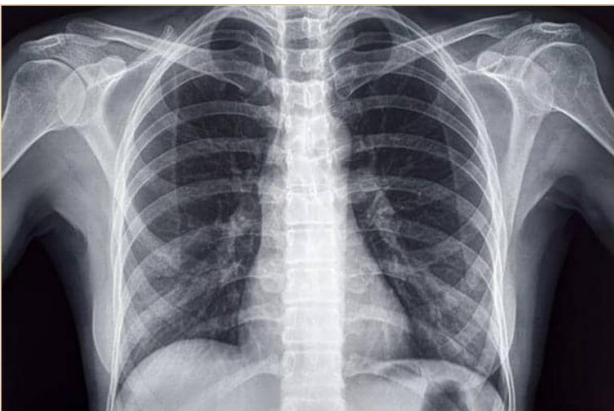
La figure ci-contre montre l'évolution du coefficient d'absorption μ pour divers tissus de masses volumiques ρ différentes, en fonction de l'énergie E du photon associé au rayonnement X.



Q5. Analyser qualitativement l'influence de la masse volumique des tissus traversés sur la valeur du coefficient d'absorption μ . Même question sur l'influence de l'énergie des photons sur ce coefficient d'absorption μ .

Q6. Calculer, puis comparer la CDA d'un os à celle des poumons pour $E = 70 \text{ keV}$. Comment peut-on interpréter ces valeurs ?

Q7. En quoi ces valeurs sont-elles en accord avec les teintes de cette radiographie ?



Les zones sombres de la radiographie ont reçu beaucoup de rayons X