

Chapitre 10 : Médecine nucléaire.

1) Rappels sur les noyaux atomiques.

a) Structure du noyau.

Définition

Le **noyau** d'un atome est constitué de **nucléons** qui sont de deux types :

- les **neutrons** : électriquement neutres (comme leur nom l'indique)
- les **protons** : de charge électrique positive $+e$

Représentation symbolique du noyau : A_ZX

- **Z** est appelé **numéro atomique** : il correspond au nombre de **protons** contenus dans le noyau.
- **A** est appelé **nombre de masse** : il correspond au nombre de **nucléons** contenus dans le noyau.
- On déduit le nombre de neutrons par : $N=A-Z$

b) Nucléide.

Définition

On appelle **nucléide** l'ensemble des atomes ayant des noyaux identiques (même **Z**, même **A**).

c) Isotopes.

Définition

Un élément chimique est caractérisé par son numéro atomique **Z**.

On appelle **isotopes** des **nucléides** ayant le **même numéro atomique Z**, mais des **nombre de masse A différents**.

Ex :

2) Qu'est ce que la radioactivité ?

a) Définition.

Définition

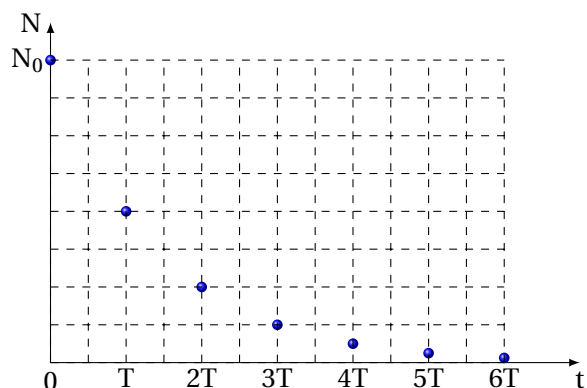
La radioactivité correspond à la **désintégration spontanée et aléatoire** de noyaux instables, accompagnée de **l'émission de particules** et d'un **rayonnement γ** .

b) Période radioactive ou demi-vie.

Définition

La **période** d'un élément radioactif est le temps au bout duquel la **moitié** des noyaux d'atomes radioactifs se sont désintégrés.

| Dates | Nombre de noyaux |
|-------|------------------|
| 0 | N_0 |
| T | $N_0/2$ |
| 2T | $N_0/4$ |
| 3T | $N_0/8$ |
| 4T | $N_0/16$ |
| 5T | $N_0/32$ |
| nT | $N_0/2^n$ |



c) Activité.

Définition

L'**activité A** d'une source radioactive est le **nombre de désintégrations par unité de temps**.

L'unité d'activité est le becquerel (Bq) $1\text{Bq} = 1\text{désintégration/s}$

Propriété

Au bout d'un temps égal à environ **20 fois la période** du radioélément, l'échantillon est considéré **inactif**.

3) Différents types d'émission.

La désintégration d'un noyau se traduit par l'équation :

$$\begin{array}{ccccc} {}^A_ZX & \longrightarrow & {}^{A'}_{Z'}X' & + & {}^a_zp \\ \text{noyau père} & & \text{noyau fils} & & \text{particule chargée} \end{array}$$
a) Lois de conservation.**Propriété**

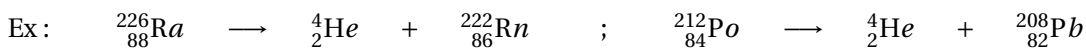
Au cours de cette désintégration il y a :

- conservation du nombre de nucléons, soit $A = A' + a$
- conservation du nombre de charge, soit $Z = Z' + z$

b) Radioactivité α .**Définition**

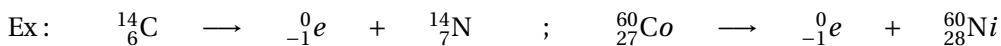
Elle correspond à la production d'un noyau d'hélium ${}_2^4\text{He}$.

Équation de la désintégration α : ${}_Z^AX \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{Z-2}^{A-4}Y$

**c) Radioactivité β^- .****Définition**

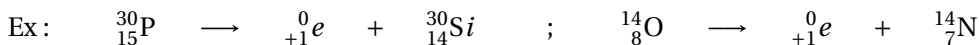
Elle correspond à la production d'un électron e^- .

Équation de la désintégration β^- : ${}_Z^AX \longrightarrow {}_{-1}^0e + {}_{Z+1}^AY$

**d) Radioactivité β^+ .****Définition**

Elle correspond à la production d'un positron e^+ .

Équation de la désintégration β^+ : ${}_Z^AX \longrightarrow {}_{+1}^0e + {}_{Z-1}^AY$

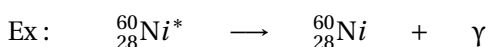
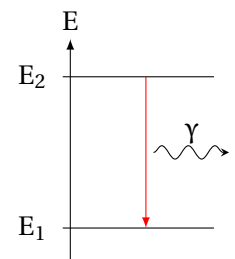
**e) Radioactivité γ .****Définition**

Elle correspond à la production d'un rayonnement électromagnétique γ .

Équation de la désintégration γ : ${}_Z^AX \longrightarrow {}_Z^AX^* + \gamma$

Propriété

Les radioactivités α et β s'accompagnent de la production de noyaux fils instables ou excités ; ces noyaux ont une énergie supérieure à celle de l'**état fondamental**. Le retour d'un noyau excité à l'état fondamental s'accompagne de la libération d'énergie sous forme d'un rayonnement électromagnétique γ de très courte longueur d'onde ($\lambda < 10^{-13} \text{ m}$).

**4) Dangers de la radioactivité.**

Particules et rayonnement sont tous très dangereux pour l'être humain.

- particules α : peu pénétrantes (arrêtées par quelques cm d'air) mais très ionisantes
- particules β : peu ionisantes mais pénétrantes (arrêtées par quelques mm d'aluminium)
- rayons γ : peu ionisants mais très pénétrants (arrêtés par écrans de plomb ou de béton)

a) Effets biologiques.

L'irradiation ou la contamination de l'organisme humain peut entraîner :

- des problèmes somatiques (maaises, vomissements, diarrhées ...)
- des atteintes oculaires (cataracte) et cutanées (brûlures, lésions avec risques de cancer)
- des problèmes sanguins (modification de la formule sanguine et risques de leucémie)
- des atteintes à la fonction reproductrice (stérilité, mort ou malformations de l'embryon)
- des effets génétiques (mutations du patrimoine héréditaire)

b) Dose radioactive.**Définition**

C'est l'énergie absorbée par l'unité de masse de matière irradiée. Elle se mesure en gray (Gy)

Dose
(Gy)

$$D = \frac{E}{m}$$

Énergie (J)

Masse (kg)

c) Équivalent de dose.

Pour une même dose absorbée, certains rayonnements sont plus nocifs que d'autres : l'ED traduit cette nocivité sur le corps humain.

Définition

L'équivalent de dose résulte du produit de la dose absorbée D par un facteur de qualité FQ.

Équivalent
de dose (Sv)

$$ED = D \times FQ$$

Dose (Gy)

Facteur de
qualité

d) Protection.

En France l'irradiation naturelle est de 15 mSv/an ; cette radioactivité est due au rayonnement cosmique (Soleil, étoiles) et au rayonnement de la Terre (roches).

Pour le public, il ne faut pas que les irradiations externes dépassent 5 mSv/an.

La protection aux rayonnements peut être assurée par :

- la réduction du temps d'exposition (le danger est proportionnel à la durée) ;
- l'éloignement de la source (le danger est inversement proportionnel au carré de la distance) ;
- la mise en place d'écrans de protection (béton, eau, feuilles de plomb).

5) Applications médicales.**a) Scintigraphie.**

Cette méthode d'examen est utilisée pour observer un organe et détecter les tumeurs. Un traceur radioactif (^{131}I , ^{99}Tc , ...) est administré **à très faible dose et se fixe sur l'organe à examiner**. En se désactivant, ce radioélément émet des rayons γ que l'on détecte avec un compteur.

On obtient alors une image en fausses couleurs.

b) Radiothérapie.

Ces méthodes **agressives** sont utilisées pour détruire certaines tumeurs cancéreuses :

- par injection dans l'organisme de radioéléments (^{131}I , ...) émetteurs β^-
- par irradiation externe de la tumeur avec des rayons γ (bombe au cobalt ^{60}Co).