

## Chapitre Physique N°5 La médecine nucléaire

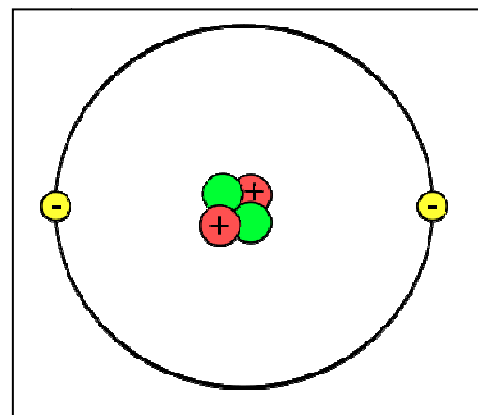
*La radioactivité trouve sa source au cœur de l'atome : le noyau. De quoi est composé le noyau d'un atome ? Les rayonnements radioactifs permettent de nombreuses applications au service de la médecine. Quelles sont ses applications*

*Cependant ces rayonnement sont dangereux pour la santé et nécessitent des précautions particulières. Quelles sont les précautions liées à l'usage des rayonnements radioactifs ?*

### I. L'atome \*\*\*\*\*

#### 1. Présentation de l'atome

- Un **atome** (dimension  $10^{-10}$  m) est constitué par :
  - **Un noyau** très petit de diamètre  $10^{-15}$  m  
Les particules du noyau sont les nucléons. (Protons + Neutrons)
  - **D'électrons** qui gravitent à l'extérieur du noyau.



Un atome est électriquement **NEUTRE**.

#### 2. Le noyau atomique

- Les particules contenues dans le noyau sont **les nucléons**. Il en existe deux types :
  - Les protons (chargés +)
  - Les neutrons, (charge nulle)
- Le noyau d'un élément X se symbolise :  ${}^A_ZX$

A s'appelle le nombre de masse : C'est le nombre total de nucléons

Z s'appelle le nombre de charge ou Numéro atomique : C'est le nombre de protons

A-Z est donc le nombre de neutrons.

- Définition d'un nucléide**  
Un nucléide est l'ensemble des atomes( et des ions qui en sont issus) possédant des noyaux identiques.  
(Atomes ayant le même A et même Z)

#### 3. Les isotopes

- Définition d'un isotope**  
Les isotopes sont des atomes dont le noyau ont le même nombre de charge Z mais un nombre de masse A différents.
- Exemples**
  - ${}^{12}_6C$  et  ${}^{14}_6C$  sont deux isotopes de l'élément carbone.  
Le carbone 12 contient 6 neutrons alors que le carbone 14 en contient 8.
  - ${}^1_1H$  ;  ${}^2_1H$  ;  ${}^3_1H$  sont trois isotopes de l'élément hydrogène.

#### 4. Emissions radioactives

La radioactivité est un phénomène nucléaire : elle ne concerne que les noyaux des atomes.

##### 1. Propriétés

Dans la nature, certains noyaux sont instables et se désintègrent en émettant des particules.

- Définition d'une désintégration

Une désintégration radioactive est une décomposition spontanée d'un noyau instable avec émission de particules.

- Propriétés des désintégrations

Les désintégrations radioactives sont :

→ Spontanée : Sans action ou aide extérieure

→ Inévitable : Rien de peut l'empêcher.

→ Aléatoire : On ne peut pas prédire l'instant exact où un noyau va se désintégrer.

##### 2. Lois de conservations (\*\*\*\*\*)

Au cours d'une réaction nucléaire, il y a conservation du nombre de masse A et du nombre de charge Z.

##### 3. Les différents types d'émissions radioactives (\*\*\*\*\*)

- Propriétés

Selon sa nature, un noyau radioactif se désintègre en émettant des particules différentes :

→ Rayonnement  $\alpha$  :

La particule émise est un noyau d'hélium noté  ${}^4_2\text{He}$  de charge +

→ Rayonnement  $\beta^-$  :

La particule  $\beta^-$  est un électron noté  ${}_{-1}^0e$  de charge -

→ Rayonnement  $\beta^+$  :

La particule  $\beta^+$  est un positon de charge + noté  ${}_{+1}^0e$

- Remarque

Quelle que soit la particule émise, elle est toujours accompagnée d'un rayonnement  $\gamma$ .  
(Rayonnement très énergétique constitué de photons)

#### 4. Radioactivité $\alpha$

L'équation générale de la désintégration  $\alpha$  est :



Exemple : Le polonium  ${}^{212}_{84}Po$  se désintègre en émettant une particule  $\alpha$ .

Données : Hg ( Z=80 ) ; Tl ( Z=81 ) ; Pb ( Z=82 ) ; Bi ( Z= 83 ) ; At (Z=85 ) ; Rn (Z=86)



#### 5. Radioactivité $\beta^-$



Exemple : Ecrire la réaction de désintégration  $\beta^-$  du carbone 14 :  ${}^{14}_6C$

Données : B ( Z=5 ) ; C ( Z=6 ) ; N ( Z=7 ) ; O ( Z= 8 )

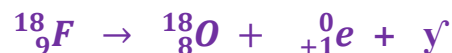


#### 6. Radioactivité $\beta^+$



Exemple : Ecrire la réaction de désintégration  $\beta^+$  du fluor :  ${}^{18}_9F$

Données : N ( Z=7 ) ; O ( Z= 8 ) ; F (Z=9) ; Ne ( Z=10)



#### 7. Radioactivité $\gamma$

- **Remarque 1**

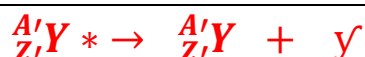
On appelle Noyau Père, le noyau de départ qui va se désintégrer.

On appelle Noyau Fils, le noyau émis suite à la désintégration radioactive du noyau père.

- **Propriété du Noyau fils émis par désintégration**

**Au cours d'une désintégration , le noyau fils est toujours produit dans un état excité  ${}^{A'}_{Z'}Y^*$  \* (Avec un surplus d'énergie.)**

**Ils libèrent leur énergie sous forme de rayonnement  $\gamma$  pour revenir à l'état fondamental. (Etat d'énergie minimale)**



- **Remarque 2 (\*\*\*\*\*)**

Le rayonnement  $\gamma$  est constitué de photons d'énergie  $E = h \cdot \nu$

## 5. Activité radioactive

- A comprendre

Dans un échantillon de matière radioactive, les noyaux se désintègrent au cours du temps : donc leur nombre diminue.

- Définition (\*\*\*\*\*)

L'activité  $A$  d'un échantillon radioactif est égale au nombre moyen de désintégration par seconde. Elle s'exprime en becquerels (Bq)

❖ Voir tableau du livre p 58

<u>Source radioactive</u>	<u>Activité (Bq par kg)</u>
Lait	80
Pomme de terre	150
Granite	1000

## 6. La demie vie ou période

- Définition (\*\*\*\*\*)

La demi-vie  $t_{1/2}$  ou Période  $T$  d'un échantillon radioactif est la durée au bout de laquelle l'Activité initiale est divisée par deux.

❖ Voir tableau du livre p 59

<u>Élément radioactif</u>	<u>Période (T) ou Demi-vie (<math>t_{1/2}</math>)</u>
Polonium 212	$3 \times 10^{-7}$ s
Sodium 24	15 Heures
Radon 222	3.8 jours
Césium 137	30 ans
Carbone 14	5 570 ans

- A comprendre

On note  $A_0$  : l'Activité initiale mesurée à un instant pris comme origine du temps, c'est à dire  $t=0$ .

- Au bout de 1 demi-vie :  $A_1 = A_0 / 2$
- Au bout de 2 ..... :  $A_2 = A_1 / 2 = A_0 / 4$
- Au bout de 3..... :  $A_3 = A_0 / 8$
- Au bout de n demi-vie :  $A_n = A_0 / 2^n$

- Remarque

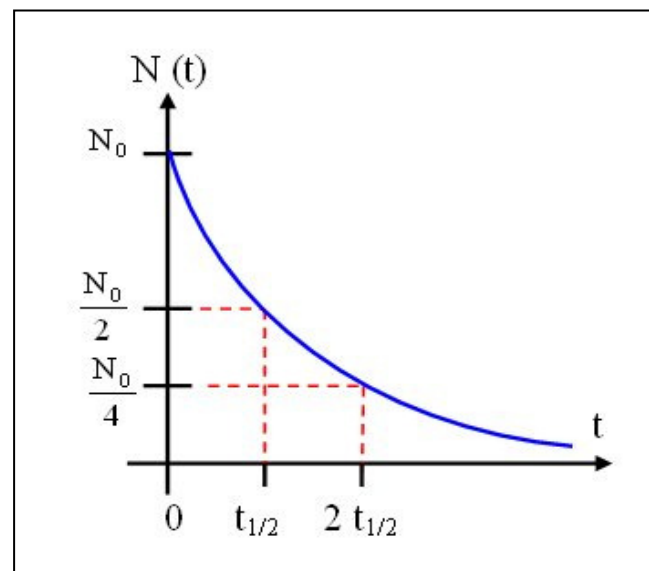
L'activité  $A(t)$  d'un échantillon étant le nombre d'atomes qui se désintègre par seconde

→ Si  $N_0$  est le nombre d'atome à  $t=0$

Alors au bout de une période  $T$ , il restera  $N_1 = N_0 / 2$

- Propriété

On considère que l'activité  $A$  d'un échantillon radioactif est nulle au bout de 20 demi-vies.



**Chapitre Physique N°5 : La médecine nucléaire**  
**Suite du cours**

**7. Les effets de la radioactivité (Au programme)**

**a) Pouvoir ionisant et pénétrant**

**Les rayonnements radioactifs transportent de l'énergie.**

**Rappel: Le rayonnement  $\gamma$  émis lors des désintégration est constitué de photons d'énergie  $E = h \cdot \nu$**

- **Les particules  $\alpha$**  sont très **ionisantes** (capables d'arracher des électrons aux atomes qu'elles rencontrent) mais **peu pénétrantes** .  
→ **Elles sont arrêtées par quelques cm d'une feuille de papier**
- **Les particules  $\beta$**  (Positron ou Electron) sont **peu ionisantes** mais **plus pénétrantes**.  
→ **Elles sont arrêtées par quelques mm d'aluminium**
- **Les rayons  $\gamma$**  sont **peu ionisants** mais **très pénétrants**. Ils peuvent atteindre les couches profondes de l'organisme et produire les mêmes effets que les rayons X (brûlure, cancer, ect).  
→ **Ils sont arrêtés par des écrans de plomb ou de béton.**

**b) Effets biologiques des rayonnements ionisants**

- On parle **d'irradiation** lorsque le corps reçoit un rayonnement radioactif provenant de l'extérieur.
- On parle **de contamination** lorsque des éléments radioactifs pénètrent dans le corps par la respiration ou l'ingestion
- **Définition de la dose absorbée**

**Définition de l'équivalent de dose**

La dose absorbée  $D$  ne tient pas compte de la nature du rayonnement. Or, pour une même dose, tous les rayonnements n'ont pas les mêmes effets sur le corps : Les particules  $\alpha$  produisent des effets 20 fois plus importants que les rayonnements  $\alpha$  et  $\beta$ . Pour en tenir compte, on définit **l'équivalent de dose** :  $ED$

c) Les moyens de protections (Au programme)

❖ Voir livre p 61 {Paragraphe C}

**A Retenir**

- Pour se protéger du rayonnement  $\gamma$ , il faut utiliser des protections à base de **Plomb**
- Pour le rayonnement  $\beta$ , des **feuilles minces d'aluminium, plexiglas** ou en **plastique** suffisent.

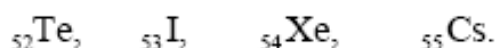
Dans tous les cas :

- L'éloignement avec la source radioactive est conseillé.
- La limitation du temps d'exposition avec la source radioactive.

d) Applications à la médecine (Au programme)→ Activité documentaire manuel p 67 + Questions*Applications de la radioactivité dans le domaine médical*e) Exercice d'application (Extrait Sujet Bac)RADIOACTIVITE

L'iode existe sous plusieurs formes isotopiques comme  $^{131}_{53}\text{I}$ , nucléide radioactif utilisé en médecine comme traceur et  $^{127}_{53}\text{I}$ , non radioactif.

1. Donner la composition des noyaux  $^{131}_{53}\text{I}$  et  $^{127}_{53}\text{I}$ . (préciser les nombres de protons et de neutrons).
2. Définir des isotopes.
3. Rappeler les lois de conservation appliquées pour écrire une équation de désintégration radioactive.
4. Écrire l'équation de désintégration nucléaire de type  $\beta^-$  du nucléide  $^{131}_{53}\text{I}$  (émission d'un électron) en vous aidant des données suivantes :



5. La période ou demi-vie de l'iode 131 est  $T = 8$  jours.

- 5.1 Définir la période radioactive.

- 5.2 L'échantillon d'iode étudié a une masse  $m_0 = 8 \cdot 10^{-3}$  g à l'instant  $t = 0$ .

- a) Calculer la masse  $m$  d'iode 131 qui restera à la date  $t = 16$  jours correspondant à 2 périodes.
- b) Au bout de combien de temps peut-on considérer le radioélément comme inactif ?

