



# RADIOACTIVITÉ :

## I-INTRODUCTION :

### 1)-Définition :

-Phénomène physique **permet la stabilisation** des noyaux instables (radioactifs) d'une **manière aléatoire** en émettant des rayonnements

## II-CONSTITUTION DU NOYAU :

-Formée par des nucléons soit des neutrons (négativement) et des protons (positivement), Diamètre Atome =  $10^{-10}$  m; Diamètre Noyau =  $10^{-15}$  m

-**Les neutrons** : Instable se transforme spontanément en antineutrino  $\bar{\nu}$

- **Les protons** : Très stable mais dans certaines conditions se transforme :  
neutrino  $\nu$

-**Noyau** :  $X_Z^A$

A : nombre de masse  $A = Z + N$

Z : numéro atomique

X : symbole de l'élément chimique

## III- FAMILLES NUCLEAIRES :

FAMILLE :	Caractéristique :
Isobares :	$A = \text{constant et } Z \neq$
Isotones :	$N = \text{constant et } Z \neq$
Isomères :	noyaux identiques mais états d'énergies différentes

## IV-COHESION DU NOYAU :

-Cette cohésion est assurée par **des forces et de l'énergie** :

### a)-les forces :

-**Forces Nucléaires attractives** :

Assure l'attraction des nucléons quelque soit leurs charges :  $R=10^{-12}$  cm

-**Forces Nucléaires répulsives** :

-Eviter que les nucléons ne rentre les un dans les autres:  $R=0.5 \times 10^{-13}$  cm

-**Forces répulsives électrostatiques** : repousse les protons



## b) L'énergie :

**Énergie de masse du noyau < somme des énergies de masse des nucléons**

**L:** Energie de liaison du noyau : représente l'énergie nécessaire pour dissocier un noyau en ses nucléons constitutifs.

————→ E liaison + E du noyau = E des nucléons

$$L = (N m_n + Z m_p - M(X_Z^A))c^2 \quad \text{et} \quad L = \Delta m c^2$$

**\*L/A \*** c'est l'énergie de liaison moyenne assurée pour la cohésion du noyau

## V-ETAT RADIOACTIF :

L'état d'un noyau instable qui cherche sa stabilité qui **dépend** du :

a) La taille du noyau

b) La proportion en protons et neutrons

c) Le niveau d'énergie du noyau

-Un noyau sera instable si écart de a, b et ou c des normes

————→ Ces transformations radioactives :

Spontanées, Inéluctables, Aléatoires, Indépendantes des paramètres usuels, la combinaison chimique

### 1)-Loi de transformation :

-Conservation de la quantité de mouvement

-Conservation de l'énergie :  $E_d \geq 0$

-Conservation de nombre de nucléons

-Conservation de la charge électrique

### 2)- loi de décroissance :

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

- $\lambda$  : la probabilité de la désintégration d'un noyau radioactifs ,ne dépend ni d'état physiques ni d'états chimiques ni de l'âge d'atome .

- Période T, demi-vie : Temps nécessaire pour la désintégration de la moitié d'échantillon :  $T = \ln 2 / \lambda$ ;  $T = 0,693 / \lambda$

### 3)-Activité :

-Taux de désintégration par unité du temps, c'est le nombre qui se désintègre au cours de temps.  $a = a_0 \times e^{-\lambda t}$  et  $m = \frac{a \times T \times A}{\ln(2) \times N}$

**Unité d'activité :**

1 MBq =  $10^6$ Bq / 1GBq =  $10^9$ Bq / Ci :  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq / 1mCi =  $3,7 \cdot 10^7$  Bq

1μCi =  $3,7 \cdot 10^4$  Bq

**Bq :Unité désintégration par seconde**



### 5)-Période totale ou effective :

-La **période effective**, est fonction de la période radioactive et de la période biologique, qui correspond au temps au bout duquel l'activité dans l'organisme aura été divisé par deux

-La **période biologique** est le temps au bout duquel la moitié d'une quantité ingérée ou inhalée a été éliminée de l'organisme, ou par des processus purement biologiques.

$$\frac{1}{T_{effective}} = \frac{1}{T_{physique}} + \frac{1}{T_{biologique}}$$

## VI-PRINCIPALES TRANSFORMATIONS RADIOACTIVES :

Transformation :	A propos :
<b>Emission <math>\alpha</math> :</b>	<p>Intéresse les éléments qui se trouve au <b>dessus de la zone de stabilité</b> : atomes très lourds (<b><math>A &gt; 150</math> / <math>Z &gt; 82</math></b>)</p> <p>Le spectre d'émission de <b>raie unique</b> et <b>discontinu</b></p> <p><b>Cas1</b> : -Les noyaux a l'état fondamental -les alpha ont les mêmes énergie → <b>Les <math>\alpha</math> sont mono énergétiques</b></p> <p><b>Cas2</b> : -Les noyaux ne sont pas tous à l'état fondamental. -les alpha ont des énergies différentes. → <b>Les <math>\alpha</math> Spectre à plusieurs raies</b></p>
<b>Émission <math>\beta^-</math> :</b>	<p>-Concerne un <b>excès de neutrons</b> dans le noyau → D'où le noyau perd un neutron et gagne d'un proton en plus .</p> <p>-Spectre d'énergie est <b>continu</b></p> <p>-L'énergie est répartie entre <math>\beta^-</math> qui est positive et de l'anti neutrino</p> <p><b>.Transformation isobarique</b></p>
<b>Emission <math>\beta^+</math> :</b>	<p>-Concerne un <b>excès de protons</b> dans le noyau → D'où le noyau perd un proton et gagne un neutron en plus</p> <p>Spectre d'énergie <b>continu</b>,</p> <p><b>-Transformation isobarique</b></p>
<b>Capture électronique :</b>	<p>-Quand le noyau a <b>un excès de protons</b> mais l'énergie est pas suffisante pour qu'il puisse émet un positron. → Donc il y a pas un émission d'un positron mais il est remplacée par un émission gamma ou par <b>électron Auger</b> .</p> <p><b>-Transformation isobarique</b></p>



<b>Emission <math>\gamma</math> :</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-C'est l'excès d'énergie du noyau qui est incapable de l'émettre sous forme d'une particule</li><li>-la transformation est isomériques</li><li>-un spectre discontinu.</li><li>-Quand Il y a un délai important <math>&gt;0,1s</math> entre l'émission de la particule et du rayonnements <math>\gamma</math>, le noyau est métastable.</li></ul>
<b>Conversion interne :</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-<b>Transfert d'énergie excédentaire</b> du noyau a un des électrons orbitaux <math>\longrightarrow</math> <b>Expulsion d'électron.</b></li><li>-Par émission des rayon X ou électron Auger :CI si noyau lourd faiblement excité.</li><li>-Par émission <math>\gamma</math>:Si l'énergie est grand</li></ul>
<b>Emission de paire interne :</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Noyau* : <math>E \geq 1,022 \text{ MeV}</math></li><li>• Désexcitation = création de paire (<math>e^+</math>, <math>e^-</math>)</li><li>• <math>E_{e^-} + E_{e^+} = E^* - 1,022</math></li><li>• Se fait par <b>réaction d'annihilation</b> ou excitation et ionisation des atomes</li></ul>
<b>Fission :</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-<b>Fragmentation des noyaux très lourds</b> , Les réactions de fission s'accompagnent souvent d'émission de neutrons(dans les réacteurs nucléaire par émission de <math>\beta^-</math>)</li></ul>

## VII- FILIATIONS RADIOACTIVES :

### 1)-Définition :

-un enchaînement d'émission de radioactivité successive jusqu'au l'obtention d'un noyau stable (noyau a demi vie courte)

### 2)-Filiation simple :

$$X^* \rightarrow X' \pm \text{particule} \pm h\nu \quad N_2 = N_0 (1 - e^{-\lambda_2 t}) \quad \text{et} \quad N_1 = N_0 \cdot e^{-\lambda_1 t}$$

Avec :  $N_1 = N^* = N(\text{restant})$  et  $N_2 = N' = N(\text{désintégrées})$

$$A_2(t) = A_1(t) \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \left( 1 - e^{(\lambda_1 - \lambda_2)t} \right)$$

### Remarque :

Le temps est maximum quand :  $N_1 = N_2$ , l'équilibre idéal

$$t_m = \frac{\ln\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

### → Cas particuliers :

a)- Quand la période du père est très inférieure à celle du fils :  $\lambda_1 \gg \lambda_2$ ,  $T_1 \ll T_2$  d'où  $X^*$  décroît avec sa propre période  $a_2 \rightarrow Ke^{-\lambda_2 t}$

b)- **l'équilibre de régime** : Quand la période du père est supérieure à celle du fils (10 fois) :  $\lambda_1 < \lambda_2$ ,  $T_1 > T_2$ , (à un ordre près), d'où Le noyau  $X_2$  décroît avec la période de  $X_1$

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} = Cte$$

c)- **l'équilibre séculaire** : Quand la période du père est très supérieur à la période du fils (par plusieurs années) :  $\lambda_1 \ll \lambda_2$ ,  $T_1 \gg T_2$  : l'activité du fils devient avec le temps égale à celle du père