

ROYAUME DU MAROC
MINISTRE DE LA SANTE
INSTITUT DE FORMATION AUX
CARRIERE DE LA SANTE
DE RABAT



ROYAUME DU MAROC
FORCES ARMEES ROYALE
ECOLE ROYALE DU SERVICE
DE SANTE MILITAIRE
DE RABAT

SECTION : TECH DE RADIOLOGIE

NIVEAU : TROISIEME ANNEE

COURS DE : LA MEDECINE NUCLEAIRE

ELABORE PAR : Mme N. A. BENRAISSE

www.ispits.net

INTRODUCTION

Les radiations sont utilisées des différentes méthodes médicales de diagnostic et de thérapeutique :

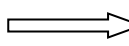
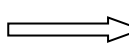
- ✓ Les RX employés :
 - Radiodiagnostic.
 - Radiothérapie.
- ✓ Les $R\beta$ et $R\gamma$: médecine nucléaire a visée diagnostic et thérapeutique.
- ✓ Les ultrason : vibration matérielles mécanique : Echographie.
- ✓ RMN : exploration du magnétisme du noyau.
- ✓ Autres Radiations :
 - Ondes monochromatiques : LASER.
 - Rayons ultraviolets : Stérilisation.

Le but de ce cours est d'explorer très sommairement les phénomènes physiques de rayons utilisés par la plupart des techniques d'imagerie médicale.

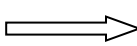
Autrefois le diagnostic  Symptômes

La découverte des RX et $R\gamma$ a permis de réaliser un vieux rêve : voire l'intérieure du corps humain.

Ainsi sont apparues :

- La radiologie (1914,1918).
- La médecine nucléaire (1939,1950).
- Ultrason  Echographie 1970.
- RMN  1980

Deuxième résolution de cette ensemble de technique : informatique

✓ Informatique  traitement informatique de l'image.

- 1937 : scanner.
- Gamma tomographie, caméra à positrons.
- RMN.

CHAPITRE I : LES RADIOELEMENTS

- ✓ En 1895 : Rentgen decouvre les RX.
- ✓ En 1896 : Bequeret decouvre que certaine miniraux emettent spontaniment des rayons qui comme les RX impressionnent les plaques photographiques. Il baptisa de nom RADIOACTIVITE.
- ✓ En 1934 : I et F July Curie decouverent la radioactivté artificielle.
- ✓ Les expériences fondamentales de Rutherford et ses collaborateurs sur lesz propriètes des substances radioactives et sur l'interaction des rayonnements avec la matière, sont à notre connaissance de la constitution de l'atome.

I - STRUCTURE ATOMIQUE :

L'atome est constitué par un noyau chargé (+) autour duquel gravitent les electrons (e-), le nombre des electrons de l'atome varie suivant l'element considéré, On le designe par (Z) numéro atomique de l'élément qui correspond à sa classification dans le tableau de **mandeliève** (1886), les electrons sont lié au noyau atomique par des forces d'interaction qui l'on assignent une trajectoire.

Sommerfeld En 1916 propose l'atome à orbites circulaire elleptique, alors que **Bohr** en 1913 avait proposé un modele à orbites circulaire que allons adopter comme schéma simplifie.

Atome de Bohr, les electrons gravitent autour de noyau sur des orbites dont les rayans ont des valeurs quantifiées.

$$r_n = n^2 \frac{\lambda}{k m z e^2} \quad \text{et} \quad \lambda = \frac{n h}{2\pi m v}$$

$$\left(\frac{1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}}{\text{---}} \text{---} \right)$$

- ✓ r_n : noyau de l'orbite de rangé n.
- ✓ n : nombre entière 1, 2, 3, ...
- ✓ m : masse $e^- = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$.
- ✓ e : charge $e^- = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- ✓ k : cte de proportionnalité = $\frac{1}{4} \pi e$
k = 1 dans C, G, S.
- ✓ λ : cte = $n / 2\pi$ avec h : cte de Planck = $6,62 \cdot 10^{-34} \text{ js}$
- ✓ z : numéro atomique des e^- .

Aux différents rayons d'orbites correspondants au différents énergies .l'énergie totale de l' e^- sur l'orbite :

$$n' : E_n = - \frac{k^2 m e^4 z^2}{2 n^2 h^2}$$

Cette énergie (E) est négative, il faut fournir de l'E à l' e^- pour l'arrachée du champ du noyau.

Pour déplacée un e^- vers un niveau supérieur il faut lui fournir de l'E : **l'atome est excité.**

Cette état est instable, l' e^- revient à sont niveau d'E initiale en rayonnant sous forme électro-magnétique son excès d'E : **c'est la phénomène d'émission.**

L'atome est suffisante pour lui arracher un e^- , il devient ion chargé positivement (+) : **c'est la phénomène d'ionisation.**

II – STRUCTURE DU NOYAU :

1 – constitution :

Le noyau est constitué par différentes particules élémentaires dans une représentation simplifiée on considère le noyau comme composé de nucléons.

a – Protons :

(z) c'est le noyau de l'atome d'H (Hydrogène).

$m_P = 1836 m_e$, sa charge électrique est positive (+) = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

b – neutrons :

(N) $m_N = m_P$, mais sa charge est nulle (0).

La neutralité de l'existence, le nombre de Protons sont égale le nombre d' e^- périphérique.

- ✓ Z : nombre d' e^- = nombre de Protons.
- ✓ N : nombre de neutrons = $A - Z$.
- ✓ A : $Z + N$ = nombre des nucléons.

C'est le nombre de masse il présente la masse du noyau = masse de l'atome.

2 – représentation du noyau :

Pour représenter le noyau d'un élément (X), appelé encore nucléide, On utilise la représentation : ${}^A_Z X^N$.

- ✓ $N = A - Z$.
- ✓ A : nombre de masse de l'élément.
- ✓ X : symbole chimique de l'élément.

Ex :



- ✓ 12 nucléons.
- ✓ 6 Protons.
- ✓ 6 Neutrons.

Cette représentation peut être appliquée aux particules élémentaires : ${}^0_1\text{N}$ Neutron, ${}^1_1\text{P}$ Proton, ${}^0_{-1}\text{e}$ électron.

3 – charge de noyau :

La charge globale = $+Z (e^-)$.

4 – masse de noyau :

La masse (M) de l'atome = M de noyau + $Z m_{e^-}$.

a – unité de masse atomique :

La masse molaire = la masse d'un mole

✓ 1 mole = N atomes

✓ N : nombre d'Avogadro = $6,033 \cdot 10^{23}$

Ex :

${}^{12}\text{C}$ à pour masse Molaire 12 g
 \implies Masse d'un atome de ${}^{12}\text{C} = (12 / N) \text{ g}$.

U. M. A :

C'est le 12^{eme} de la masse d'un atome de Carbone 12.

\implies U.M.A = $(1/12) \cdot 12 \text{ g/N} = 1,660565 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$.

Loi de la relativité :

Einstein : $E = m C^2$.

✓ $E = m C^2 = (1,66 \cdot 10^{-27}) (3 \cdot 10^8)^2$

✓ $= (1,66 \cdot 10^{-27}) (9 \cdot 10^{16}) / 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ eV}$.

✓ $= 931 \text{ MeV}$.

Equivalence masse énergie :

- ✓ $1 \text{ U.M.A} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg.}$
- ✓ $\phantom{1 \text{ U.M.A}} = 931 \text{ MeV.}$

masse Proton – Neutron :

- ✓ $m_N = 1,00866 \text{ UMA} = 939,550 \text{ MeV.}$
- ✓ $m_P = 1,00727 \text{ UMA} = 938,256 \text{ MeV.}$
- ✓ $m_N = m_P.$
- ✓ $m_n - m_P = 0,00139 \text{ UMA} = 1,294 \text{ MeV.}$
- ✓ $m_{e^-} = 0,511 \text{ MeV.}$

5 – Energie de liaison des noyaux :

Désignons sont :

- ✓ m_N : masse Neutron.
- ✓ m_P : masse Proton.

$M(A, Z)$ masse d'un noyau est toujours inférieure à la somme des masses des nucléons qui constituent la différence : Δm .

Somme des masses des nucléons moins (-) masse du noyau, s'appelle **défaut de masse**.

Les forces nucléaires :

Les forces qui unissent la cohabitation des nucléons à l'intérieure de noyau sont rendues possible grâce à l'équilibre qui existe entre les forces électrostatiques des Colomb et les forces nucléaire.

Les isotopes (z : cte) :

Les éléments ont des propriétés chimiques identiques mais différents par leurs nombres de masse A.

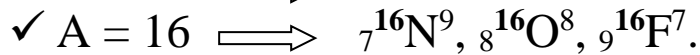
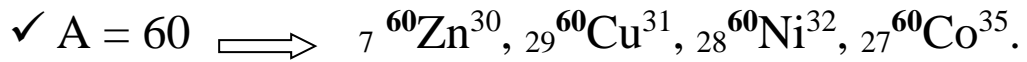
Deux proportions relatives dans un mélange est l'abondons isotopique :

- ✓ ${}_{19}\text{K}$ est un mélange : ${}_{19}^{93}\text{K}$, ${}_{19}^{40}\text{K}$, ${}_{19}^{41}\text{K}$.
- ✓ ${}_{1}^3\text{H}^2$ Tritium : isotope de l'Hydrogène.
- ✓ ${}_{1}^2\text{H}^1$ Dentrinum ; ${}_{1}^1\text{H}^0$ atome de l'Hydrogène.
- ✓ $Z = 3 \implies {}_3^6\text{Li}^3$, ${}_3^7\text{Li}^4$.

Les isobares (A : cte) :

On appelle isobare deux noyaux ayant le même nombre de masse : $A_1 = A_2$.

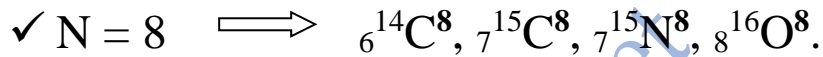
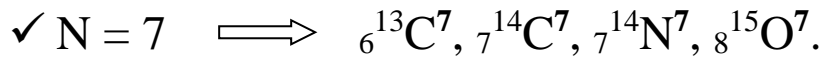
Ex :



Les isotones (N : cte) :

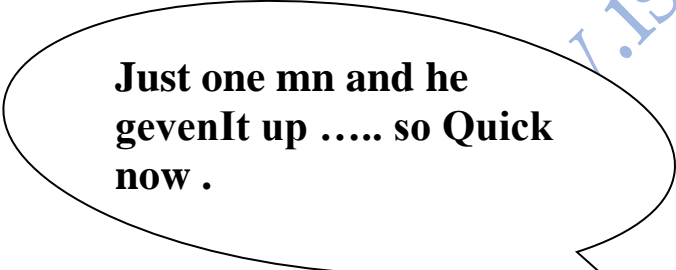
On appelle isotone deux noyaux ayant le même nombre de neutrons mais des nombres différents de protons.

Ex :



Les isomères :

Noyaux identiques mais à deux états d'énergie (E) différente.



**Just one mn and he
gevenIt up so Quick
now .**

????

CHAPITRE II : STABILITE ET INSTABILITE NUCLEAIRE

GENERALITE :

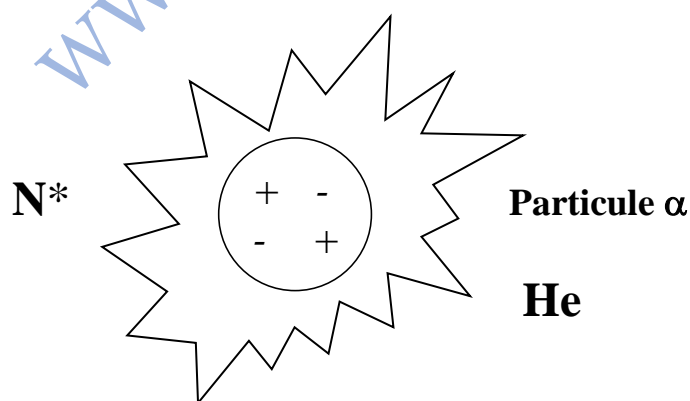
Les noyaux instables de certains atomes se transforment naturellement ils constituent les radioéléments naturels.

Ces transformations peuvent être obtenues à partir de noyaux produits dans le centre atomique appelé radioélément artificiel.

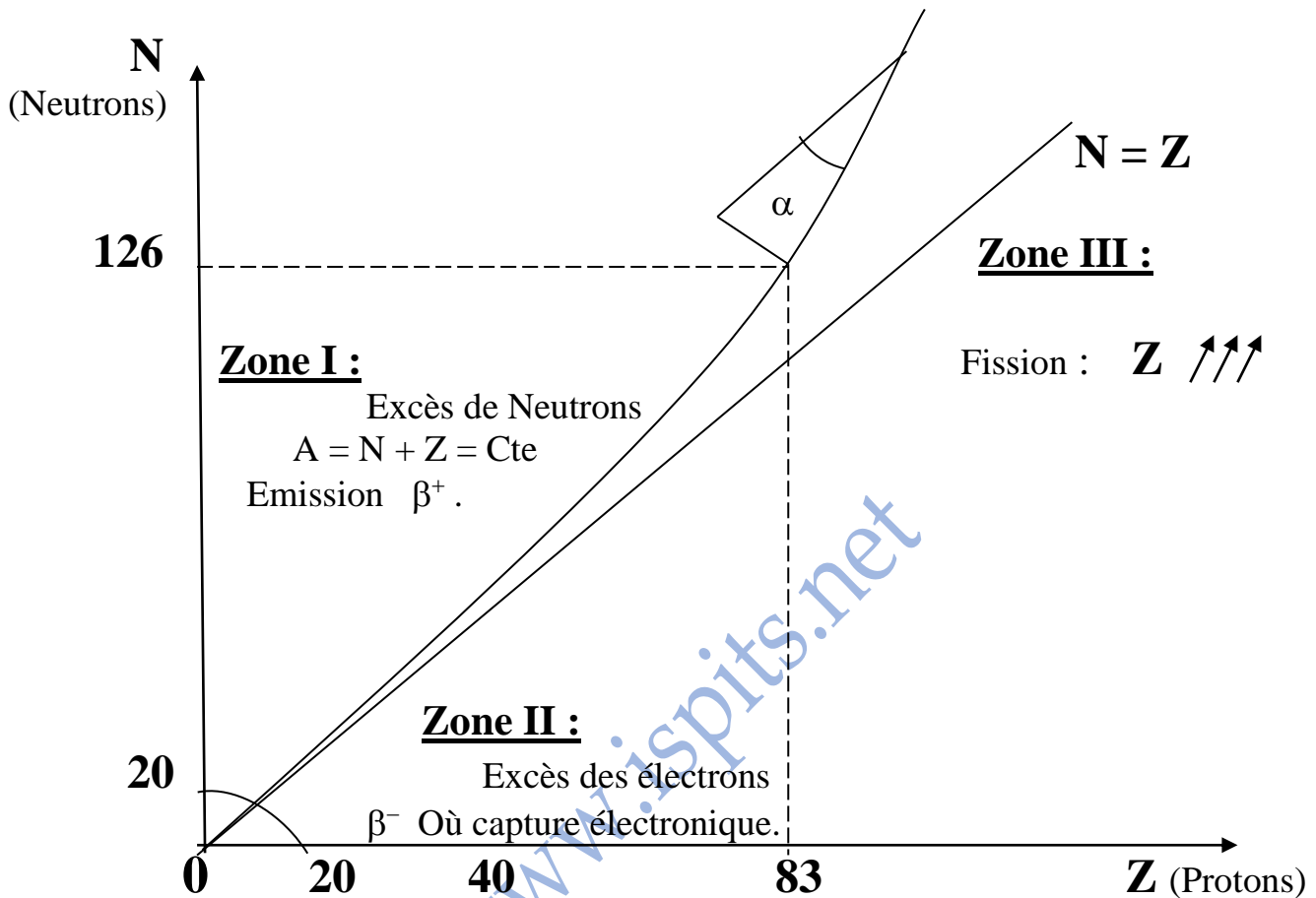
I – STABILITE :

Il existe 90 éléments naturels, sur ces 90 éléments ; 81 éléments sont stables. Si on ajoute à ces 81 éléments stables leurs isotopes stables, on trouve dans la nature 274 nucléides stables (51 instables).

Et en particulier jusque vers ($Z = 83$); 2 Neutrons et 2 Protons se réunissent à l'intérieur du noyau pour former un noyau d'Hélium qui se libère spontanément par des noyaux lourds instables suivant la réaction :



Si l'on porte ces nucléides stables sur un diagramme comportant en abscisse de nombre de Protons Z et en ordonnées, le nombre des Neutrons $N = A - Z$:



On constate que les nucléides se répartissent sur une courbe confondue avec la droite $N = Z$ pour les noyaux légers.

II – INSTABILITE :

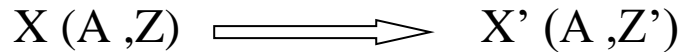
Il existe 51 radioéléments naturels, 43 ont ($83 < Z < 92$), 8 se trouvent dans la zone des Z stable (${}^3_1\text{H}$ et ${}^{14}_6\text{C}$) sont formés par les Neutrons des rayons cosmique agissant sur l'Azote (N) les radioéléments artificiel, pour les lesquels ($92 < Z < 105$) sont appelés les **Transuraniennes**.

La courbe de la stabilité définit dans le plan trois (3) Zones.

Les noyaux situés dans chacune de ces 3 zones, vont se transformer de façon à revenir sur la courbe de stabilité. Ces 3 zones correspondent à 3 types d'instabilité nucléaires.

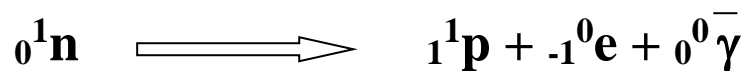
III – TRANSFORMATIONS RADIOACTIVES :

1 – transformations isobariques (A = Cte) :



Emission β^- :

excès de Neutrons, un noyau situé dans la **zone I** présente un excès de Neutrons, pour retrouver la stabilité ; il va transformer ses Neutrons en Protons suivant la réaction :



Il y a émission d'un rayonnement β^- et un antineutrino. Le nombre A reste constant.

Condition énergétique :

E maximal libérée au cours de la réaction nucléaire est ($E_{\max} = Q_{\beta^-}$) l'équation nucléaire correspondant à l'émission β^- est:



$$\checkmark Q_{\beta^-} = E_{\max} = E_i - E_f.$$

$$\checkmark Q_{\beta^-} = \{ M (A ,Z) - [M (A ,Z+1) + m_{e^-} + m_{\bar{\gamma}}] \} C^2.$$

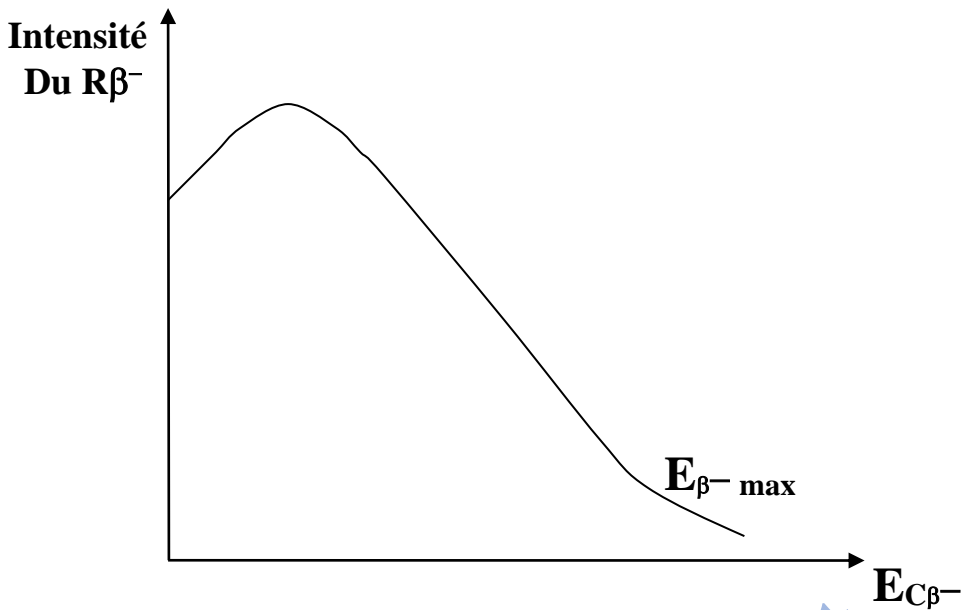
$$\checkmark \begin{cases} M (A ,Z) & = M (A ,Z) - Z m_{e^-}. \\ M (A ,Z+1) & = M (A ,Z+1) - (Z+1) m_{e^-}. \\ m_{\bar{\gamma}} & = 0. \end{cases}$$

$$\checkmark Q_{\beta^-} = \{ M (A ,Z) - M (A ,Z+1) \} C^2 > 0.$$

$$\begin{aligned} \longrightarrow & \text{Emission } \beta^- \text{ possible.} \\ Q_{\beta^-} > 0 & \longrightarrow \Delta M > 0. \end{aligned}$$

Q_{β^-} une fois libérée se trouve, partagée entre l' e^- et $\bar{\gamma}$, si celui-ci n'emporte par d'E, c'est la particule β^- qui emporte toute l'E. $Q_{\beta^- \max} = \Delta M C^2$.

Le spectre énergétique des particules β^- est un **spectre continu**.



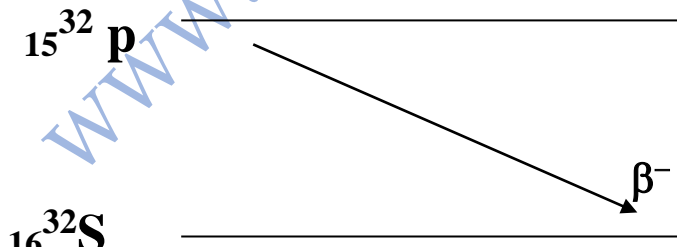
Ex :

Emetteurs β^- : $_{15}^{31}\text{P}$, $_{16}^{35}\text{S}$, $_{6}^{14}\text{C}$, $_{1}^3\text{H}$.



$T = 14,5 \text{ j.}$

$E_{\text{max}} = 1,70 \text{ MeV.}$

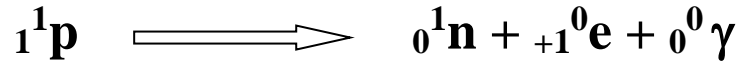


- ✓ $M _{15}^{32}\text{P} = 31,98403 \text{ UMA.}$
- ✓ $M _{16}^{32}\text{S} = 31,9822 \text{ UMA.}$
- ✓ $\Delta M = (0,00183 \text{ UMA.})$
- ✓ $\Delta MC^2 = (0,00183) 931.$
 $= 1,70 \text{ MeV.}$

Donc $E_{\beta^- \text{max}} = 1,70 \text{ MeV} \longrightarrow E_{\text{max e}^- \text{émis}} \text{ est de } 1,70 \text{ MeV.}$

Emission β^+ :

excès de Protons, un noyau situé dans la **zone II** présente un excès de Protons, pour retrouver la stabilité ; il va transformer ses Protons en Neutrons suivant la réaction :



L'équation nucléaire correspondant à l'émission β^+ est :



Il y a émission d'un rayonnement β^+ .

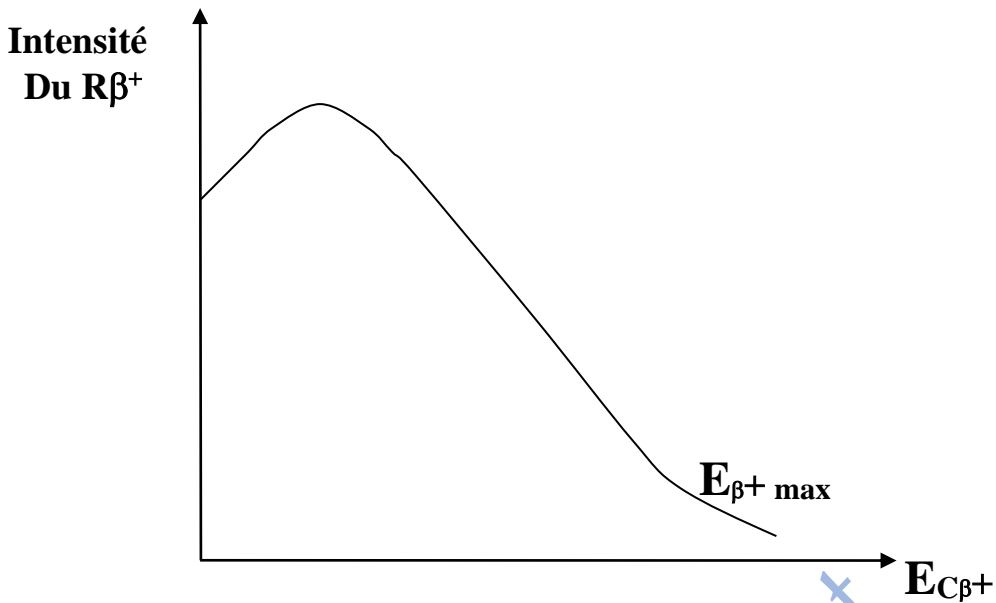
Condition énergétique :

D'un Neutrino :

- ✓ $Q_{\beta^+} = E_{\max} = E_i - E_f.$
- ✓ $Q_{\beta^+} = \{ M(A, Z) - [M(A, Z-1) + m_{e^+} + m_{\gamma}] \} C^2.$
- ✓ $\begin{cases} M(A, Z) = M(A, Z) - Z m_{e^-}. \\ M(A, Z+1) = M(A, Z-1) - (Z-1) m_{e^-}. \\ m_{\gamma} = 0 \text{ et } m_{e^-} = m_{e^+}. \end{cases}$
- ✓ $Q_{\beta^+} = \{ M(A, Z) - M(A, Z-1) - 2m_{e^-} \} C^2.$
- ✓ $m_{e^-} = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}.$
- ✓ $m_{e^-} C^2 = 9,109 \cdot 10^{-31} (3 \cdot 10^8)^2 = 0,511 \text{ MeV}.$
- ✓ $2m_{e^-} C^2 = 1,022 \text{ MeV}.$

Donc pour qu'il y a émission des rayonnements β^+ , il faut que $Q_{\beta^+} > 0 \implies \Delta M C^2 > 1,022 \text{ MeV}.$

Le spectre énergétique des particules β^+ est un **spectre continu**.

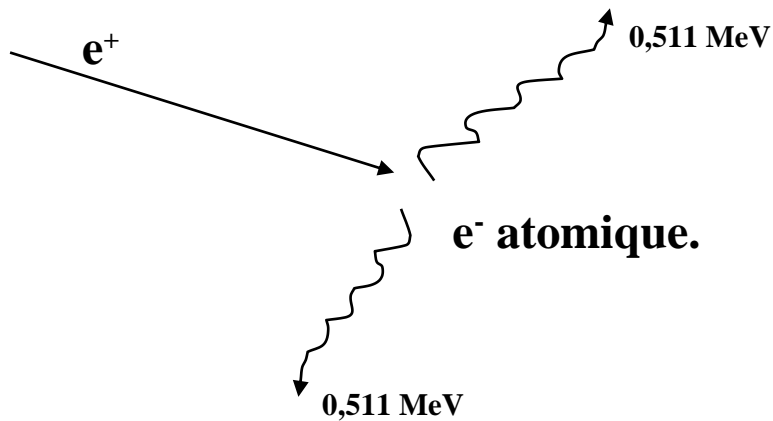


Effets secondaires :

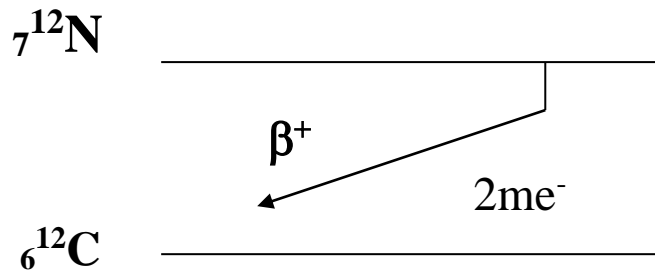
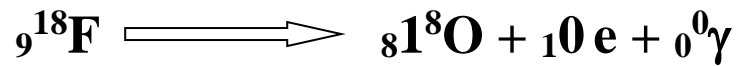
Les e^+ (${}_{+1}^0e$) ou Positron se propagent dans la matière on perdent leurs énergie, il sont instable lorsque il sont aux repos, ils rencontrent des e^- et il y a un henalation :



Il y a émission de 2 Protons γ de même énergie ; ($h\nu = 0,511 \text{ MeV}$), émis dans deux directions opposées.



Ex :



- ✓ $M {}_7^{12}\text{N} = 12,02278 \text{ UMA.}$
- ✓ $M {}_6^{12}\text{C} = 12,0038 \text{ UMA.}$
- ✓ $\Delta M = (0,018971 \text{ UMA.})$
- ✓ $\Delta MC^2 = (0,018971) 931.$

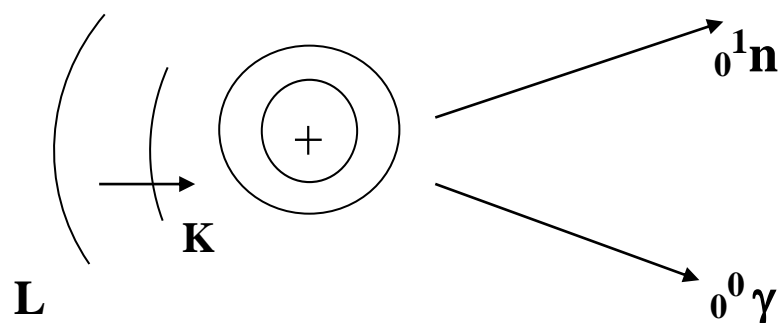
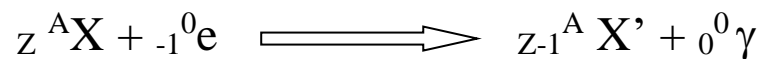
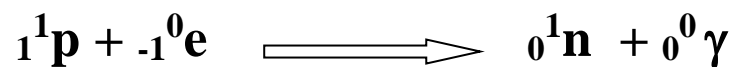
- ✓ $E_{\beta^+} = [((0,018971) \cdot 931) - 1,022]$
 $= 16,65 \text{ MeV.}$

Est bien supérieure à 1,022 MeV.

Capture électronique :

Excès de Protons, des noyaux ayant un excès de Protons peuvent se transformer par capture d'un électron, en générale de la couche K la plus centrale (couche L).

La réaction nucléaire s'écrit :



Condition énergétique :

$$\checkmark Q_{CE} = E_{\max} = E_i - E_f.$$

$$\checkmark Q_{CE} = M(A, Z) + m_e - [M(A, Z-1) + m_\gamma] C^2 - E_l.$$

$$\checkmark \begin{cases} M(A, Z) = M(A, Z) - Z m_e \\ M(A, Z-1) = M(A, Z-1) - (Z-1) m_e \\ m_\gamma = 0. \end{cases}$$

$$\checkmark Q_{CE} = \{M(A, Z) - M(A, Z-1)\} C^2 - E_l.$$

Pour que cette translativité puisse se produire, il est nécessaire que la différence des E entre l'état initial et l'état final soit supérieure à l'E de liaison E_l de l'électron, sur sont couche soit $\Delta M C^2 > E_l$.

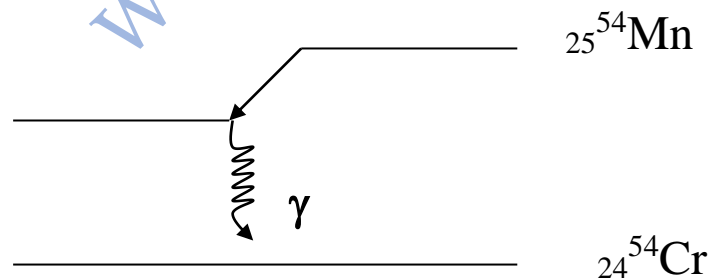
Donc :

$$Q_{CE} = \{M(A, Z) - M(A, Z-1)\} C^2 - E_l.$$

$$\Delta M C^2 > E_l \quad \Longrightarrow \quad C_E \text{ possible.}$$

$$E_l = E_{K^{+++}}, E_{L^{+++}}, E_{M^{+++}} \dots$$

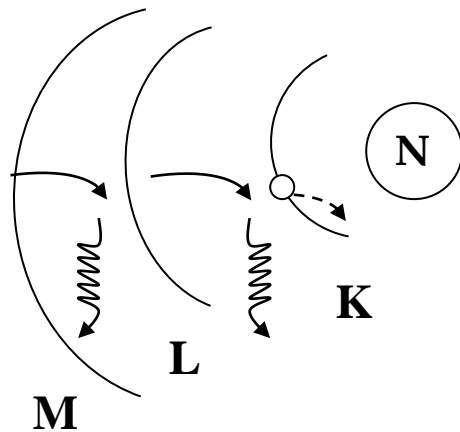
Ex :



Phénomènes secondaires de la C.E :

Après capture de l'électron atomique par le noyau, l'atome se trouve dans un état excité puisqu'il a perdu un électron. Sa désexcitation va s'effectuer selon deux compétitifs :

a – émission d'un rayonnement X (Z élevé) :

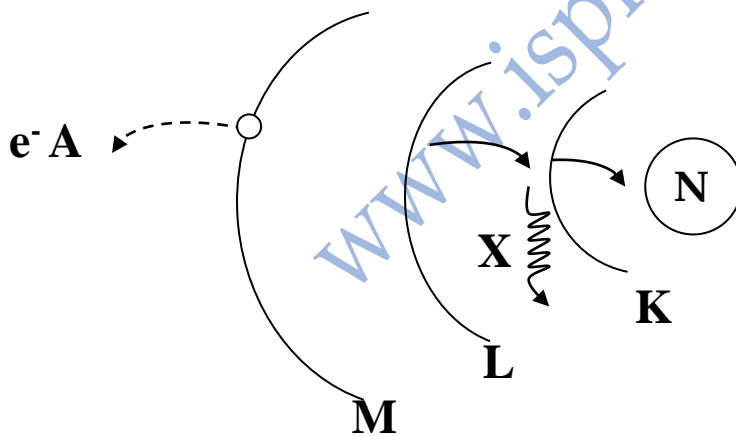


**La couche K
perde un e⁻**

La couche K comporte une vacance (un trou) qui sera comblé par un électron des couches supérieures : c'est le réarrangement électronique celui-ci abouti à une émission de RX.

Caractéristique du noyau finale : l'E de ce photon X émis est : $E_X = E_K - E_L$.

b – électron Auger :



L'électron de transition X peut a son tour interagir avec un électron périphérique qui se trouve ainsi libre : **électron Auger.**

2 – Transformation par partition :

a – excès de Protons et de Neutrons :

Les noyaux qu'ils sont dans la Zone III ($Z > 83$) vont essayer d'évoluer vers la Zone de stabilité :

- ✓ En principe : $M(A, Z) = Zm_p + (Z-1)m_n$.
- ✓ En réalité : $M(A, Z) = Zm_p + (Z-1)m_n - \Delta M$.
- ✓ $\Delta M = [Zm_p + (A-Z)m_n] - M(A, Z)$.

Ce défaut de masse, correspond à l'énergie qu'il faudrait fournir au noyau pour le (casser) en ses différentes constituants (nucléons) C à D à l'énergie de liaison total.

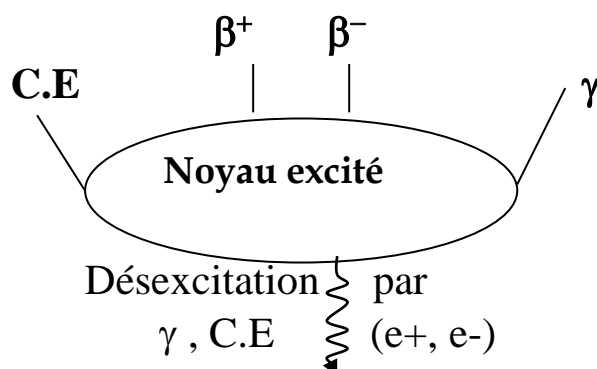
E_L des nucléons dans le noyau : $E_L = \Delta MC^2$.

b – Fission spontanée :

Cause : instabilité des noyaux lourds une consigne :



c – désexcitation électromagnétique des noyaux :



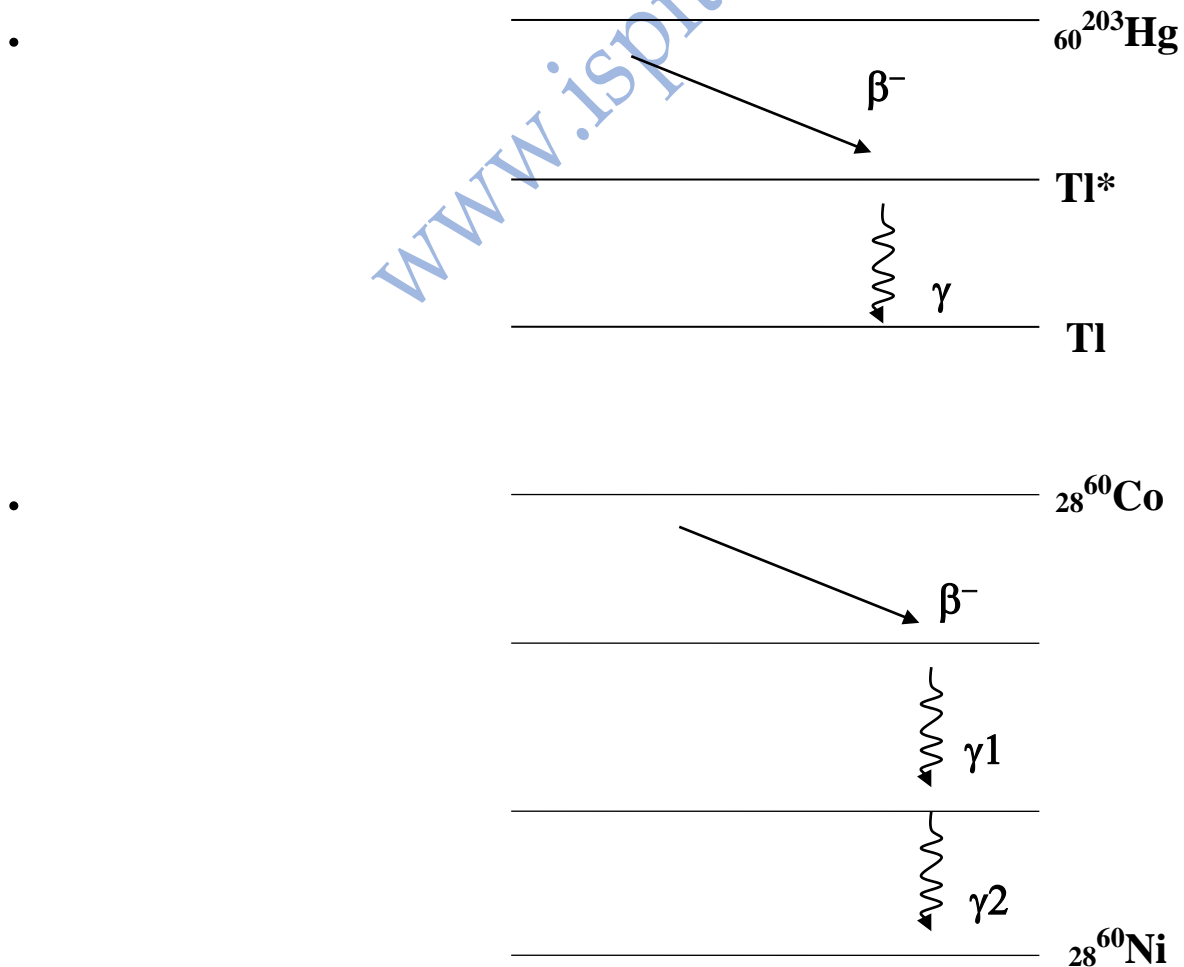
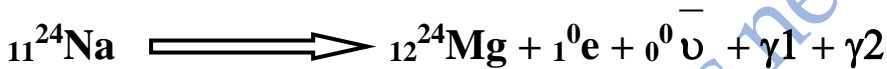
Emission γ :

Il peut accompagner tous les types d'émission que venons, de voir lorsque un noyau, après une transformation à été laissé dans une état excité, il va revenir à l'état fondamental en émettant un Ryt γ ou plusieurs γ sont émis, ils sont caractéristiques de la transformation. L'émission γ peut être instantanée et suivre la premier transformation à qq fractions de microseconde mais elle peut être retardée. Dans ce cas on a isomérie.

$$(E_i)^* \longrightarrow (E_f) \xrightarrow{\text{photon}} E_\gamma = h \lambda.$$

Ex :

La ${}_{11}^{24}\text{Na}$ se transforme par émission β^- à chaque particule β^- émise ayant une E_{\max} de 1,39 MeV succède l'émission de deux photons γ ayant des E respectives de 1,37 2,57 MeV.



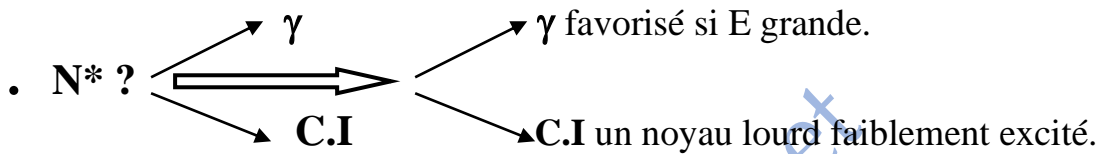
Conversion interne :

C'est le processus de désintégration du noyau qui entre en compétition avec l'émission Gamma : un noyau dans un état d'E excité E_i se désexcite vers un état d' E_f en transmettant directement l'E ($E_i - E_f$) à un électron de cortège atomique, cet électron est ainsi libéré de sa couche.

$n \{n = k + \dots\}$: si l'E ($E_i - E_f$) $> E_l$ }
de l'e- ; l'e- emporte alors une $E_c : (E_i - E_f) - E_l$.

Phénomènes secondaires :

Compétition :



- Emission R.X.
- Emission électron Auger.

Emission de paire interne :

✓ $N^* : E > 1,022 \text{ MeV}$.

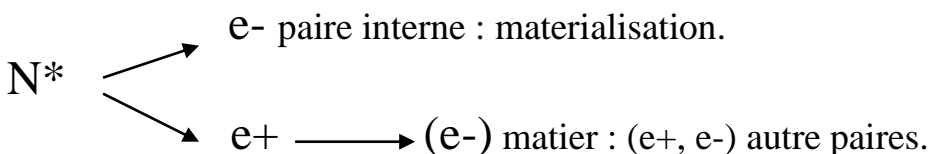
Noyau desexcité par matérialisation, création d'une paire interne (e^+ , e^-).
(1,022 MeV) E emportée par la paire = $E - 1,022 \text{ MeV}$.

$N^* E \longrightarrow$ désexcitation (e^+ , e^-).

$E_{e^-} + E_{e^+} = E - 1,022 \text{ MeV}$.

Phénomène secondaire :

✓ $E > 1,022 \text{ MeV}$.



CHAPITRE III: CINÉTIQUE DES TRANSFORMATIONS RADIOACTIVES :

I – CONSTANTE RADIOACTIVE :

Il est impossible de prévoir à quel moment un noyau radioactif va se transformer car il s'agit d'un phénomène aléatoire, par contre il est possible de déterminer la probabilité qu'il va se transformer pendant l'unité de temps. Cette probabilité s'appelle la constante radioactive : λ ; elle est caractéristique du noyau constitué, elle est indépendante des conditions physiques, chimiques et de l'âge de l'atome.

II – DECROISSANCE RADIOACTIVE :

Expression du nombre d'atomes en fonction de temps à l'instant (t) : N(t) : le nombre d'atomes (noyaux) instables entre t et t + dt : dN se distinguent tel que : dN : $\lambda N + dt$.

$$\checkmark \quad dN / dt + \lambda N = 0$$

N(t) est solution de l'équation différentielle $dN / dt = -\lambda N$. avec $\lambda = \text{Cte}$ radioactive.

$$\checkmark \quad \int dN / N = - \int \lambda dt \implies \ln(N) = -\lambda t + c .$$

$$\checkmark \quad \text{Si } t = 0 ; \text{ on a } N = N_0 \implies \ln(N/N_0) = -\lambda t .$$

$$\checkmark \implies (N/N_0) = e^{-\lambda t} \implies N = N_0 e^{-\lambda t} .$$

$$\checkmark \quad \text{Donc } N(t) = N_0 e^{-\lambda t} .$$

III – PERIODE = DEMI (1/2) VIE = T :

C'est le temps T, ou bout duquel le nombre d'atomes va diminuer de moitié

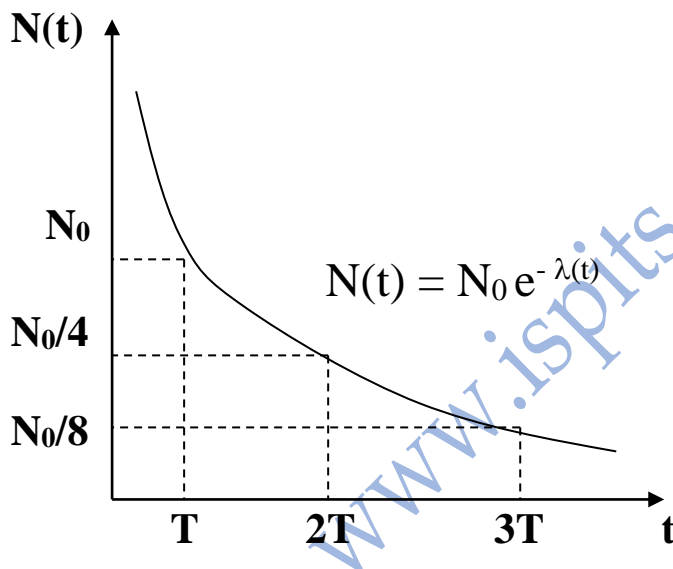
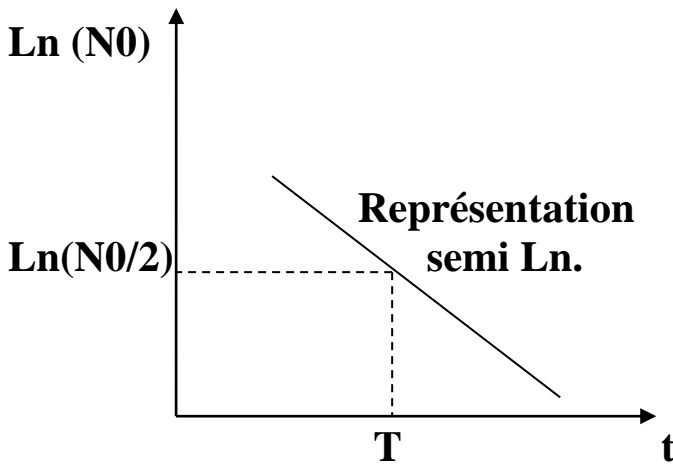
$$\checkmark \quad (N(t) / N_0) = 1/2 \implies N(t) = N_0 / 2 .$$

$$\checkmark \quad N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 / 2 \implies 1/2 = e^{-\lambda t} .$$

$$\checkmark \implies 2 = e^{\lambda t} \implies \ln(2) = \lambda t .$$

$$\checkmark \implies T = \lambda \ln(2) = 0,693 / \lambda .$$

IV – REPRESENTATION GRAPHIQUE :



Remarque :

La période biologique : c'est le temps nécessaire pour que soit éliminé naturellement la moitié de la quantité d'un radioélément absorbé par voie quelconque ; dont va diminué en fonction : un période physique , deux périodes biologiques.

✓ Période effective : $1/ T_{\text{eff}} = (1/ T_{\text{bio}}) + (1/ T_{\text{ph}})$.

Ex :

✓ ^{131}I : $T_{\text{ph}} : 8\text{js}$; $T_{\text{bio}} = 138\text{js}$,et $T_{\text{eff}} = 7,6\text{js}$.

✓ ^{131}Cs : $T_{\text{ph}} : 30\text{js}$; $T_{\text{bio}} = 70\text{js}$.

V – L'ACTIVITE:

C'est le nombre de désintégration par unité de temps émis par un ensemble de noyaux. Pour N noyau, de constante radioactive λ , le nombre de désintégrations par unité de temps est :

$$\begin{aligned} \checkmark \quad d N (t) / d (t) &= - \lambda N (t). \\ \checkmark \quad A (t) &= \lambda N (t). \end{aligned}$$

L'activité est donc proportionnelle au nombre de noyaux et la constante radioactive.elle décroît exponentiellement comme : N (t)

$$\checkmark \quad A (t) = A_0 e^{-\lambda(t)}.$$

1 – Unités :

- ✓ Curie : unité classique Ci
: activité de 1 g de Radium.
 $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ d.p.s}$
- ✓ Actuellement (1975) : Becquerel : Bq.
Unité légale.
 $1 \text{ Bq} = 1 \text{ d.p.s}$
- ✓ $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$.

2 – Activité spécifique :

C'est le rapport de l'activité de l'échantillon à l'instant (t) par sa masse :

$$\begin{aligned} \checkmark \quad a (t) &= A (t) / m . \\ &\left\{ \begin{array}{l} \text{Ci / g} \\ \text{Bq / Kg ; Ci / mol.} \end{array} \right. \end{aligned}$$

3 – Vie moyenne :

$$\checkmark \quad \tau = 1 / \lambda \longrightarrow \text{s}$$

**4 – Calcul de la masse d'un échantillon radioactif
D'activité A^* \longrightarrow m Z :**

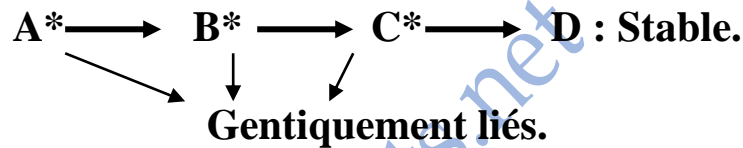
✓ $A^* = \lambda N.$

✓ ${}_Z^A X \longrightarrow \begin{cases} A = \mathcal{M}. \\ m \longrightarrow N = A^* / \lambda. \end{cases}$

✓ $m \mathcal{M} = A^* (A / \lambda) = N.$

✓ $\longrightarrow m = (\text{activité} / \mathcal{M}) \cdot N$

VI – FILIATION RADIOACTIVES :



1 - Cas d'un élément en filiation :

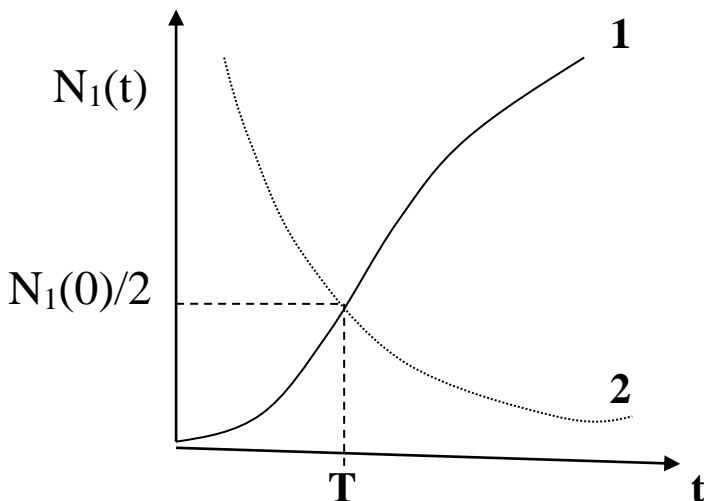
✓ $N^* \longrightarrow 1^* \longrightarrow 2 \text{ stable.}$

✓ $N_1(0) ; N_1(t)$

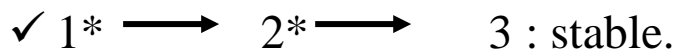
✓ $N_2(0) ; N_2(t)$

✓ $N_1(t) = N_1(0) e^{-\lambda(t)}.$

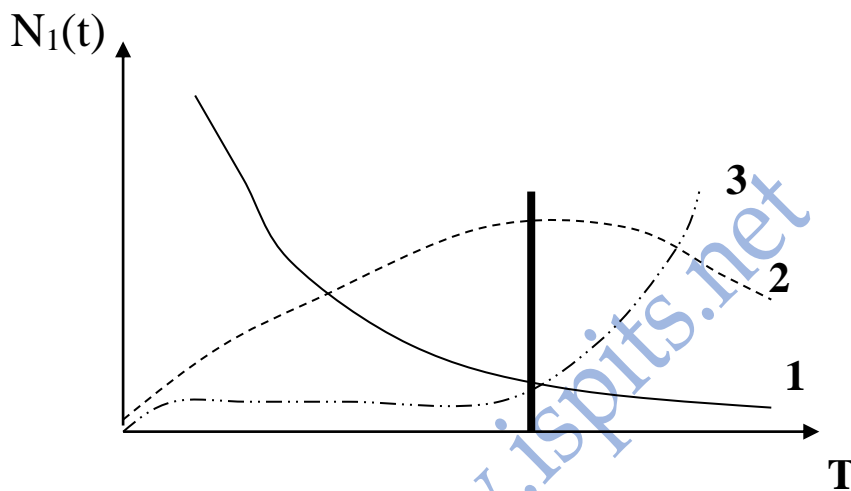
✓ $N_2(t) = N_2(0) + N_1(0) (1 - e^{-\lambda(t)}).$



2 – cas de deux éléments en filiation :



Cte	λ_1	λ_1	$\lambda_3 = 0$
N₀	$N_1(0)$	$N_2(0)$	$N_3(0)$
N(t)	$N_1(t)$	$N_2(t)$	$N_3(t)$



Ex important :

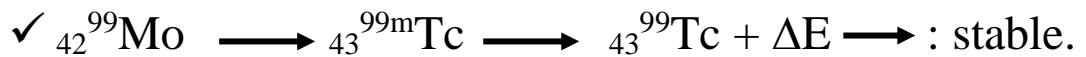


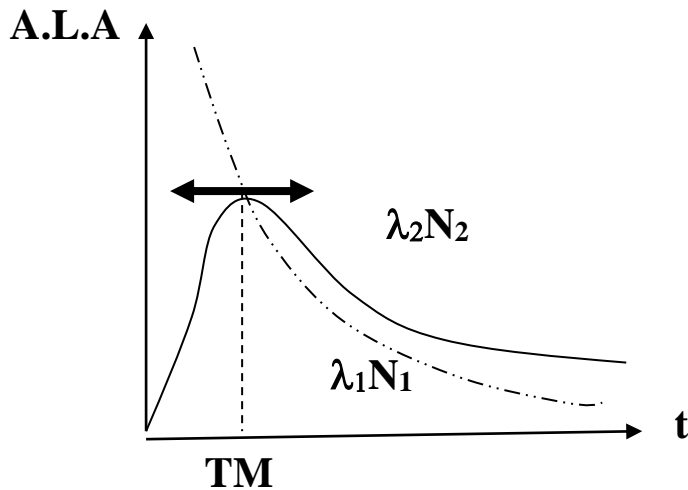
$T_1 = 67 \text{ hs} ; \quad T_2 = 6 \text{ hs.}$

$T_1 \gg T_2 \longrightarrow T_2 \text{ décroit avec } T_1.$

$A_1 / A_2 = \text{Cte} : \text{equilibre de regime.}$

N.B :





L'activité des deux graphiques est parallèle un par un, c'est le principe des : **générateurs isotopiques.**

Générateur isotopique :

C'est un système composé de deux radionucléides ; le père à de longue période (T), génère le fils dans la période est beaucoup plus faible.

L'ensemble constitue une paire en équilibre radioactif ($A_1/A_2 = Cte$). L'activité de l'ensemble (père et fils) décroît alors avec la période de père et le principe constitue à séparer le père du fils, en générale par simple élutions des générateurs. Tc ou l'élution permet d'avoir le ${}_{43}^{99m}\text{Tc}$ qui une fois élué va décroît selon sa propre période (T) = 6 heures.

IF I SHOULD EVER BY CHANCE

**If I should ever by chance grow rich
I'll codham, cockridden, and childerditch,
Each years first violets, white and lonely,
The first primroses and orchises-
She must find them befor I do, that is
But if she finds a blossom on furze
Without rent they shall all for ever be hers,
Whenever I am sufficiently rich:**

Edward Thomas

CHAPITRE IV : LA DETECTION DES RAYONS IONISANTS :

Résulte de l'interaction entre ce R.X et un milieu matériel appelé détecteur.

La détection de particules chargées ou de photons utilisera l'un des deux modes possibles d'interaction : l'ionisation ou l'excitation.

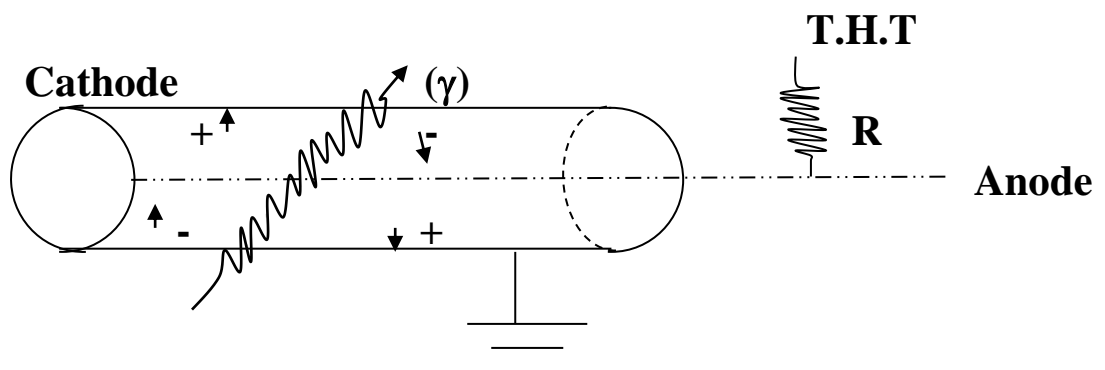
Les effets les plus utilisés sont :

- ✓ Ionisation des gaz.
 - Ionisation des solides (semi conducteurs).
 - Emulsions photographiques.
- ✓ Détecteur d'excitation :
 - Applicateur de luminance.
 - Détecteur de scintillation.
- ✓ Détecteur chimique.
- ✓ Création des défauts de structure par irradiation.
- ✓ élévation de température.

I – LES DETECTEURS D'IONISATION :

Mésure d'une charge électrique produite par le rayonnement (dans un gaz ou un solide).

1 – les détecteurs à Gaz :



Normalement quelque soit d.d.p : aucun courant ne travers la chambre. L'enceinte de gaz, il y a interaction entre le Ryt ionisant et les molécules de gaz.

Production d'un nombre :

✓ D'ions positives (+) attiré par la cathode.

✓ Electrons attiré par l'anode.

⇒ Courant électrique :

ce courant électrique dépend de la d.d.p. entre les électrons :

a) – Si la difference de potentiel (d.d.p) $< 100 \text{ V}$: pas de courant électrique les électrons ne sont pas suffisamment accélérés et ce recombinent avec les ions positives.

b) – $100 \text{ V} < \text{d.d.p} < 200 \text{ V}$; chambre d'ionisation (régime d'ionisation Iaire recombinaison nul).

Utilisation :

✓ Actvimètre (med nucleaire, Radiothérapie).

✓ Détecteurs de Scanner :démension reduits (30mm/ 0,5mm)
ces détecteurs denombrent les particules en mesurent leur E.

c) – $300 \text{ V} < \text{d.d.p} < 1000 \text{ V}$; régime proportionnelle, le champ électrique est intens
→ les électrons, les ions positives acquisent que E_c telle qu'ils induisent des ionisations IIaire.

Utilisation :

✓ Etudes des R.X, R. γ , de faible E.

d) – $\text{d.d.p} > 1100 \text{ V}$; ionisation Iaire → ionisation IIaire → ionisation IIIaire
⇒ Avalanche d'ions multipliés.

En chaine = avalanche de TAWNSEND.

L'impulsion électrique recueillie est très intens, la charge collecte indépendant de l'ionisation initiale c'est la régime :

✓ Geiger Muller.

2 – les détecteurs à semi (1/2) conducteur :

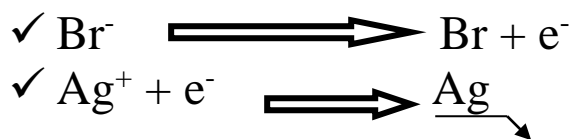
Chambre d'ionisation (solide) milieu semi-conducteur Silicium, Germanium.

Interet :

Très bon résolution en E en particulier les rayonnement γ .

3 – Les emulsions photographiques :

Le plus utiliser est le film photographique aux cristaux de Bromeur d'Argent Br Ag^+ .



- Détection de l'image radiante.
- Dosimétrie.
- Autoradiographie : localisation d'un radioélément dans un tissu..

II – LES DETECTEURS D'EXCITATION :

1 – Amplificateur de luminance :

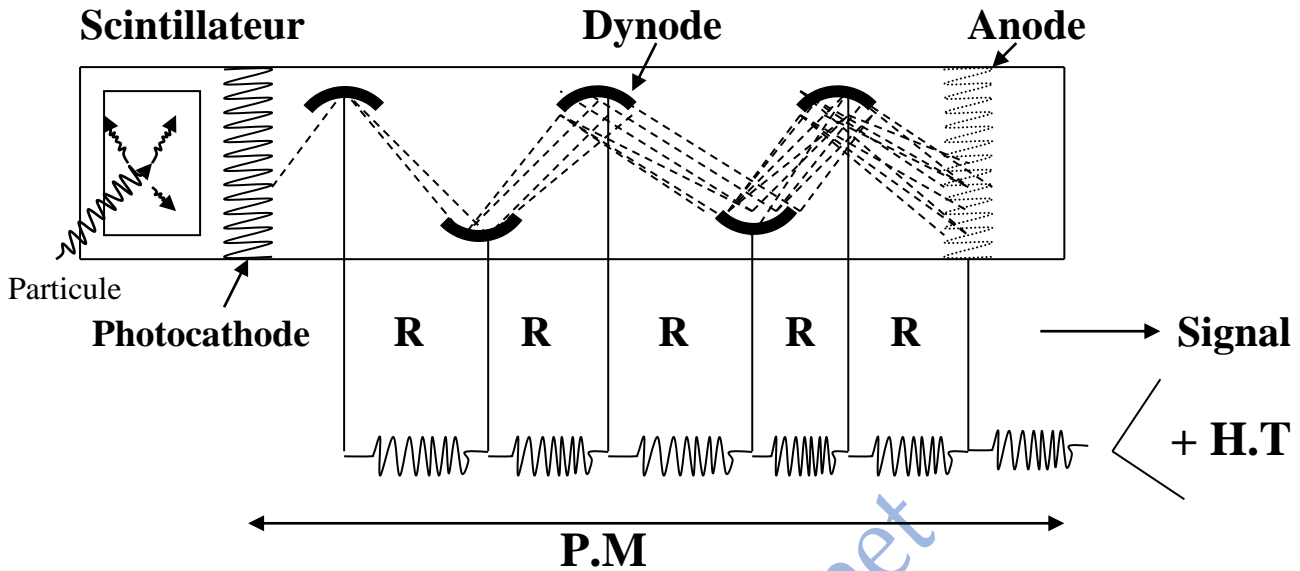
$\text{RX} \xrightarrow{\text{Photon}} \text{écran Iaire} \xrightarrow{\text{électron}} \text{photons lumineux} \xrightarrow{\text{absorbé}} \text{photocathode}$
 $\text{électrons accélérés} \xrightarrow{\text{écran IIaire (luminance est multiplié par 5 à 1500)}} \text{écran IIaire}$

2 – Détecteur à Scintillation Rayonnements : X, γ , β :

Utilisent la propriété de certaine substance, d'émettre des photons visible ou non visible lorsqu'elles sont soumises à l'action des rayonnements ionisants (R.I).

A – DETECTEUR A SCINTILLATION :

Comprend a un Scintillateur, photomultiplicateur, une électronique associe...



✓ Le P.M : $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Photocathode.} \\ - \text{Dynodes.} \\ - \text{Anode.} \end{array} \right.$

✓ Signal \longrightarrow traité dans un circuit pré-emplificateur
 \longrightarrow Aplificateur \longrightarrow dispositif de comptage.

1 – Scintillateur :

Convertit le rayonnement incident en photon lumineux (U.V).

- ✓ Scintillateurs miniraux : I Na – I K....activés au Thalium (Tl) pour la détection γ .
- ✓ Scintillateur organique : monocristaux d'antiacène pour la détection β .
- ✓ Scintillateur liquide : solution deluée de composés flueréscents pour la détection des β de faible E ($_1^3\text{H}$).

a – Fonctionnement :

a – 1) Cas des particules chargées ; α , β ...absorption (par excitation ; ionisation) et desexcitation simultanée en photon lumineux = Scintillation.

a – 2) Cas de photon X, γ : (X, γ) absorption par le Scintillateur \longrightarrow mise en mouvement d'un électron IIaire par (excitation, ionisation) \longrightarrow desexcitation \Longrightarrow Scintillation.

b – Carracteristiques d'un Scintillateur :

- ✓ Efficacité de détection élevé .
- ✓ Rendement lumineux : \nearrow = bonne transparence du détecteur.
- ✓ Linéarité : Scintillation = E du Ryt incident.
- ✓ Spectre d'émission doit être adapté au spectre d'absorption de la photocathode (INa activé au Thalium).
- ✓ La constante de temps de fluorescence (t), la plus bréf possible afin d'avoir un T.C très élevé.

2 – Le Photomultiplicateur (P.M) :

Le Scintillateur est compli optiquement au P.M celui-ci convertit un signal lumineux en signal électrique ; il comprend :

a – une optique électronique d'entré a la photocathode qui transforme les photons lumineux issus du Scintillateur en électrons.

b – un multiplicateur d'électrons (Dynodes) issus de la photocathode.

c – une Anode recuelle les électrons issus de dernière dynode et les transforme en impulsions.

3 – Electronique associée :

Préamplificateur, amplificateur, dispositif de comptage ...

N.B :

Le signal recueilli dépend de l'E à l'électron cédée par la particule incidente.

- Si le photon incident cède toute son E à l'électron de Scintillateur (effet photoélectrique) \longrightarrow amplitude du signal est grand = caractéristique Ryt γ .
- Si le photon incident cède une partie de son E à l'électron (effet Compton) \longrightarrow Signal recueilli est moindre.

B – CARACTERISTIQUES GENERALE :

1 – Temps mort :

Après avoir délivré une impulsion, il se produit un temps T.M au bout duquel le compteur délivrera à nouveau une deuxième impulsion :

✓ Si T.M \downarrow \implies T.C \uparrow .

2 – Mouvement propre :

- ✓ Gênant causé par :
- ✓ Bruit de fond de l'appareil (B.F).
- ✓ Radioactivité ambiante (40K).
- ✓ Rayonnement cosmique.
- ✓ Rendement : 20% - 60% +++++ (G.M : 1%).

C – CONDITIONS DE DETECTION :

a – Réglage de Pic Photoélectrique :

Selon l'E de radioélément : pour le ^{99m}Tc l'E est de 140 KeV.

Le pic photoélectrique que le Scintillateur de Gamma caméra doit être réglé de telle manière à accepter une fenêtre énergétique de 140 KeV (+ ou -) 10% \longrightarrow 126 à 154 KeV

b – Le collimateur :

C'est un élément essentiel du fonctionnement de la Gamma caméra à Scintillation. Il joue un rôle analogue d'un objectif en photographie, c'est lui qui assure la correspondance entre chaque point objet et son image analogue. Il détermine le champ de vision de détecteur, sa résolution spatiale, sa sensibilité.

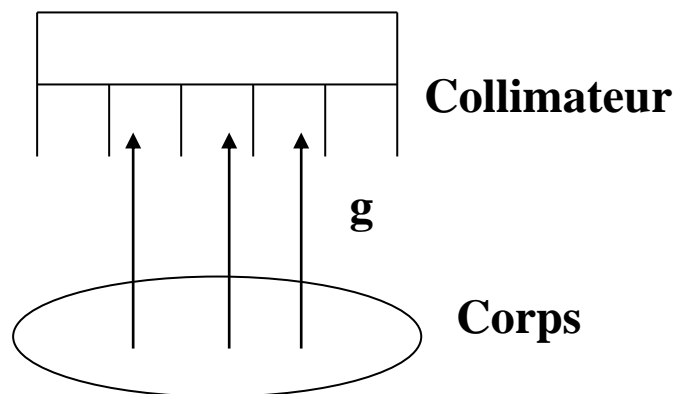
La résolution spatiale : est le pouvoir de séparation (distance minimale deux lignes pour qu'elle soit distingué).

La résolution en E c'est la capacité des détecteurs à séparé deux E voisines.

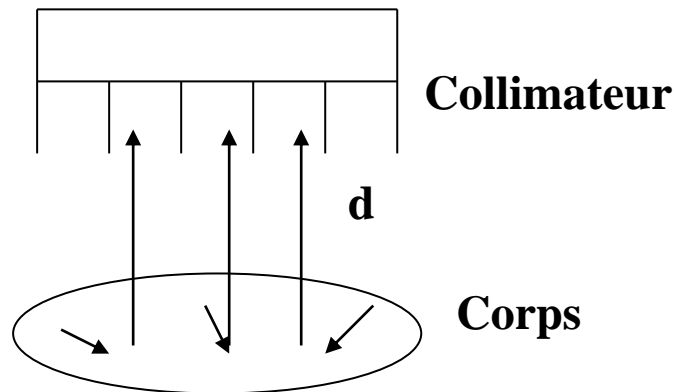
Ex de collimateur :

Le collimateur a trous parallèles se constitué d'une grille de plombe définissant les trous de section et de hauteur déterminé séparé par un paroi du plomb appel SEPTA et d'épaisseur également fine, cette épaisseur doit être adapté à l'E de rayonnement Gamma émis de façon à pouvoir absorbé une fraction importante des photons présentant un trajectoire oblique par rapport à l'axe des trous (canaux) à la sortie des cristaux vont restées trois composantes de rayonnement incident :

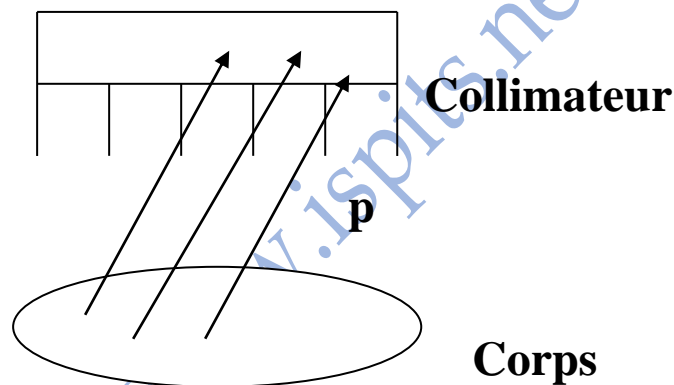
1 – la composante géométrique (g) émis dont l'axe des trous (canaux) :



2 – La composante diffusé, dont la source (d) est se trouvant également dans l'axe des canaux :



3 – La composante de la pénétration (p) septale :



Pour une bonne qualité de l'image ; la composante géométrique doit être la plus importante. Les composantes (p et d) constitue un bruit de fond qui diminué la qualité de l'image.

c – caractéristiques d'un collimateur :

L'efficacité géométrique (sensibilité) est le rapport de flux de photons transmis et le flux de photons émis.

$$\checkmark \text{ Eff géo} = \text{flux ph Tr} / \text{flux ph Emis.}$$

Augmente rapidement avec l'augmentation de la section des canaux et diminue quand l'épaisseur de SEPTA augmente.

La résolution spatiale traduit l'aptitude du collimateur à séparer les images de deux sources ponctuelles.

Par exemple cette résolution spatiale est de 6 mm pour une source ponctuel situé à 10 Cm dans l'aire, en générale l'efficacité géométrique varie en sens opposé par rapport à la résolution spatiale.

La résolution spatiale diminue quand la distance augmente entre la source et le collimateur, quand la distance entre les sections augmente.

D – PRINCIPAUX TYPES :

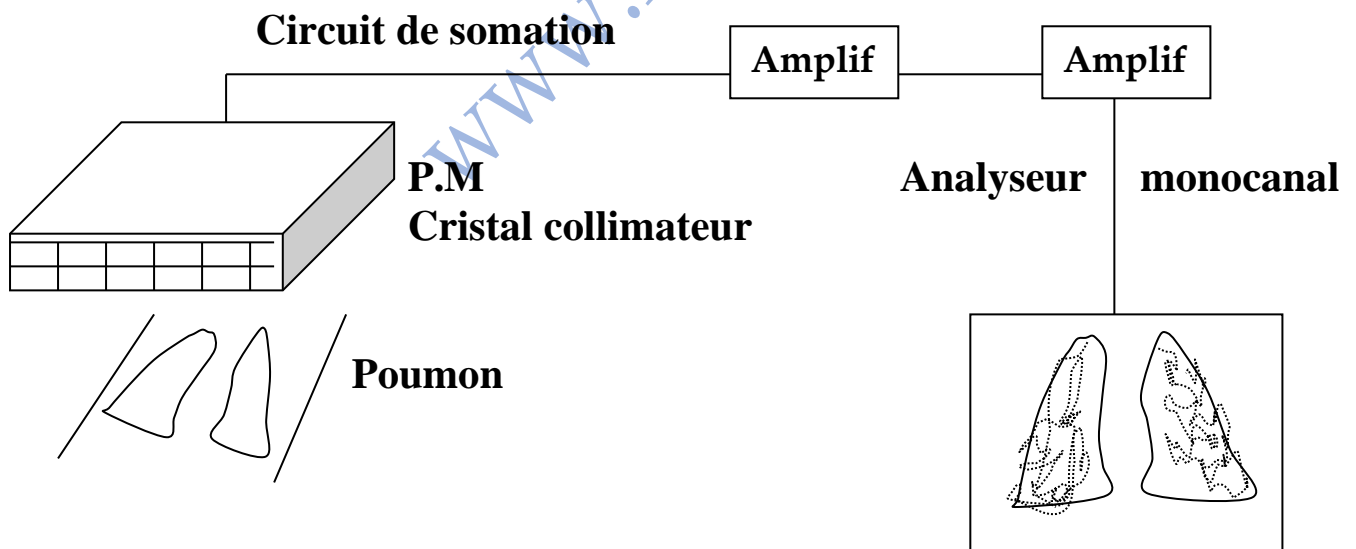
1 – Compteur corps entier :

- ✓ Exposition interne : hygiène atomique.
- ✓ Clinique humaine : étude métabolique.

2 – Scintigraphie à balayage :

Détection de la R* point par point reproduit = taille organe.

3 – Gamma caméra :



5 – Gamma caméra à positrons :

Des radioéléments détectés sont des émetteurs de positrons : β^+ :

✓ ^{11}C (2 mm), ^{13}N (10 mm), ^{18}F (2 h), ^{15}O (2 mm).

Les détecteurs sont placés sur un anneau autour du patient (photon γ de 511KeV à 180°).


III – DETECTEURS CHIMIQUES :

Mettent à profil de réactions d'oxydoréduction provoquées par les R.I ces détecteurs sont très employés comme dosimètres en radiologie : mesuré des doses absorbées très élevées.

IV – APPAREILS FONGES SUR LA MESURE DES DEFAUTS DE STRUCTURES :

1 – Les thermoluminescents :

Mesure de la dose de contact (bagues....).

✓ R.I \rightarrow  \Rightarrow défaut de structure stable
 \rightarrow Chauffage \Rightarrow disparition des défaut avec
émission de photon lumineux.

Ex :

✓ F Li (Fluorure de Lithium) ou F_2Cu \rightarrow mesur des doses d'exposition.

2 – Les radio-luminescents :

3 – Détecteur de transparence :

V – LES CALORIMETRES :

La désintégration d'une R.E \longrightarrow libération d'E = chaleur qu'on mesure dans un bloc de plomb.

CHAPITRE V : LA MEDECINE NUCLEAIRE :

Est une spécialité médicale dont les domaines d'application s'élargissent de jour en jour. Elle regroupe trois domaines d'activité :

- ✓ La M.N : technique d'imagerie fonctionnelle ;
Scintigraphie ou Tomoscintigraphie.
- ✓ La M.N : technique de radioanalyse.
- ✓ La M.N : technique de radiothérapie interne ou radiothérapie métabolique.

A – APPROCHE A LA MEDECINE NUCLEAIRE DIAGNOSTIC :

INTRODUCTION :

La Scintigraphie consiste à visualiser par la détection externe, la répartition dans un organe d'atomes émetteurs Gamma couplé ou non à une molécule spécifique.

C'est une technique :

- ✓ Simple le plus souvent moins I.R*.
- ✓ Peu invasive.
- ✓ Imagemorphologique mais surtout fonctionnelle (avantage par rapport à la radiologie) : visualise l'organe sans plusieurs incidences et permet de suivre au cours du temps les variations de l'activité de la M.N.

Les images sont des images d'émission :

Injection N.R* (absorption inhalation) \longrightarrow se fixe sur un organe : émission de Ryt Gamma \longrightarrow détecté par un scintillation solide \longrightarrow image = Scintigraphie.

La Scintigraphie est une méthode d'imagerie utilisant les émetteurs Gamma permettant une étude morpho- fonctionnelles de l'organe.

- ✓ Scintigraphie plan.
- ✓ TomoscintigraphieCaméra à positrons.

I – LES CRITERES DE CHOIX D'UN TACEUR :

Toujours utilisé en très faible quantité pondérale les isotopes radioactifs ont par nature le même comportement physico- chimique et biologique que l'élément stable de même Z (N.A). ces radio-isotopes : traceurs = indicateurs.

a – atomes ou ions constitutifs d'une molécule.

Ex :

- ✓ ^{123}I ou (^{131}I) → utilisé directement par la thyroïde.
- ✓ ^{45}Ca → tissu osseuse.
- ✓ ^{59}Fe → synthèse de G.R.

Ces atomes ont un comportement biologique à la molécule stable.

b – parfois l'isotope injecté est de nature différente mais son métabolisme est le même que l'élément stable étudié.

Ex :

- ✓ ^{201}Tl présente le même cinétique d'une corporation myocardique que le K.
- ✓ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ couplé mais non métabolisé comme l'iode par la thyroïde.

c – l'isotope radioactif est fixé à une molécule plus complexe spécifique de l'organe :

- ✓ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ fixé {
 - H..M.D.P. → Scintigraphie osseuse.
 - Microsphère A.I.B. → Sc pulmonaire.

L'administration d'un traceur pour une exploration médicale (in vivo) résulte d'un choix portant sur trois critères principaux :

- ✓ Les critères métaboliques.
- ✓ L'intérêt physiologique ou physiopathologique de la molécule marquée.
- ✓ Les caractéristiques physiques de l'isotope utilisé ($T_{1/2}$, E) le risque dosimétrique d'entraîne son emploi.

1 – Les critères métabolique :

Idialement un traceur devrait être :

- ✓ Capté rapidement et sélectivement dans le seul tissu étudié.
- ✓ Concentré de façon importante et stable pendant toute la durée de l'examen.
- ✓ Éliminé de l'organisme immédiatement à la fin de l'examen.

2 – Les critères physico-chimiques :

a – une émission Gamma pour que la détection se fasse de façon externe.

b – une absence d'émission Bêta associée pour diminuer l'irradiation.

c – une période T suffisamment longue pour correspondre aux phénomènes étudiés.

Mais assez courte pour réduire au minimum l'irradiation du patient.

Ex :

- ✓ La présence de (^{123}I) dans la solution de (^{131}I , 13 hs).
- ✓ Préfère à (^{131}I , T : 8 js + β^-).
- ✓ (^{123}I , T : 3 hs) préfère à (^{131}I , T : 8 js + β^-).

d – une E adaptée aux détecteurs (70 à 400 KeV pour les Gamma caméra classique).

e – une pureté radiochimique élevé.

Ex :

- ✓ Présence ^{204}Tl dans solution ^{201}Tl .
- ✓ Présence ^{124}I dans flacon ^{123}I .

f – produit steril si injectio inta-veineuse (I.V).

g – une facilité de marquage de mollécule avec la radioscope (en générale qq mn avnt l'utilisation).

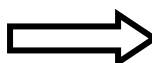
h – une grande disponibilité, mode de production et $T_{1/2}$. Si $T_{1/2}$ est très faible (mn à qq hs) le produit doit être obtenu localement par :

- ✓ Générateur portatif (^{99}Tc).
- ✓ Cyclotron implanté dans le site hospitalier : cout très élevé.

Toutes ces conditions ne sont que rarement réunies en pratique c'est le $^{99\text{m}}\text{Tc}$ qui est l'isotope le plus utiliser :

- ✓ En solution $^{99\text{m}}\text{Tc O}_4^-$

}	- Thyroïde.
	- Cerveau.

 Sert à marquer de nombreuses molécules :

- ✓ H.M.D.P. $^{99\text{m}}\text{Tc} \rightarrow \text{Os}$.
- ✓ Microsphère d'albumine.
- ✓ Tc \rightarrow Poumon.
- ✓ G.R $^{99\text{m}}\text{Tc} \rightarrow$ examen cardiovasculaire.

C'est un isotope de choix :

- ✓ Courte période : 6 heures.
- ✓ E adapté : 140 KeV.
- ✓ Emission Gamma pur.
- ✓ Facilement disponible (Générateur).

N.B :

Les isotopes des éléments constitutifs des molécules organiques sont :

- ✓ ^{11}C \longrightarrow $T_{1/2} = 2 \text{ mn.}$
- ✓ ^{13}N \longrightarrow $T_{1/2} = 10 \text{ mn.}$
- ✓ ^{15}O \longrightarrow $T_{1/2} = 2 \text{ mn.}$

Les émetteurs Béta plus (β^+) de positrons de très courte période, qui nécessitent un cyclotron médicale à proximité et une Gamma caméra à positrons. Celle-ci va détecter les rayons Gamma d'annihilation du positron ; 511 KeV.

II – APPAREILLAGE UTILISE EN IMAGERIE SCINTIGRAPHIQUE :

Scintigraphie à balayage \longrightarrow Gamma caméra (S.E.P.T.A) ou (T.E.M.P).

- ✓ Simple tete.
- ✓ Double tete.
- ✓ Triple tete.

\longrightarrow Tomoscintigraphie :

Gamma caméra à positrons ; I.E.P. ou P.E.T. actuellement :

- PET Scan : Scanner + PET cout plus élevé.
- TEDC : Tomographie d'émission avec détection de coincidence (1998) : Gamma caméra à deux tetes. + cristale épais + système électronique de détection de coincidence.

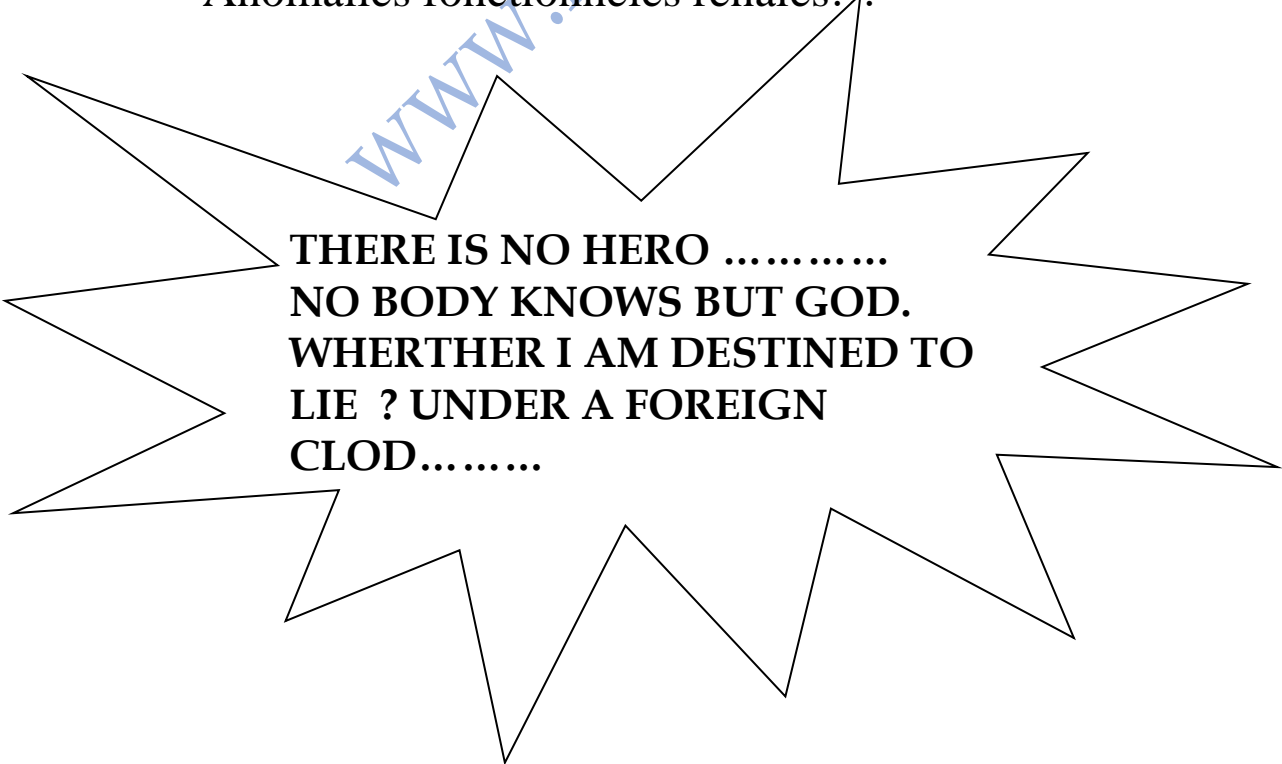
III – INDICATONS :

La M.N est une technique d'imagerie fonctionnelle, ce qui la distingue des techniques d'imagerie d'avantage morphologique :

- ✓ Radiodiagnostic.
- ✓ Scanner.
- ✓ I.R.M.
- ✓ Echographie.

La M.N explore la totalité des organes.
Les examens sont notamment indiqués pour :

- ✓ Nodules Thyroïdiennes.
- ✓ Metastases osseuses.
- ✓ Ischimie (infarctus du myocarde).
- ✓ Perfusion cérébrale.
- ✓ Anomalies fonctionnelles rénales..



**THERE IS NO HERO
NO BODY KNOWS BUT GOD.
WHETHER I AM DESTINED TO
LIE ? UNDER A FOREIGN
CLOD.....**

IV – LES PRINCIPALES EXPLORATIONS ISOTOPIQUES :

ORGANE	TRACEUR	INDICATION
Thyroïde	<ul style="list-style-type: none"> - $^{99m}\text{Tc O}_4^-$ Pertechnitate. - ^{123}I - ^{131}I 	<ul style="list-style-type: none"> - Nodule. - Goitre. - Dysfonctionnement.
Parathyroïdes	<ul style="list-style-type: none"> - ^{201}Tl - Isonitrels. - ^{99m}Tc 	<ul style="list-style-type: none"> - ectopie. - Adénome
Squelette	<ul style="list-style-type: none"> - H.M.D.P - ^{99m}Tc 	<ul style="list-style-type: none"> - oncologie. - Rhumatologie. - Médecine de sport.
Cœur , Myocarde	<ul style="list-style-type: none"> - ^{201}Tl - Isonitrels. - ^{99m}Tc 	<ul style="list-style-type: none"> - insuffisance coronaire. - Infarctus.
Perfusion pul	<ul style="list-style-type: none"> - Macro-agrégats d'albumine humaine marqués. - ^{99m}Tc 	<ul style="list-style-type: none"> - Embolie
Ventilation Pul	<ul style="list-style-type: none"> - Aérosols. - ^{99m}Tc - Krypton. 	<ul style="list-style-type: none"> - Embolie.
Rein	<ul style="list-style-type: none"> - D.M.S.A. - D.T.P.A. - Mag 3. - ^{99m}Tc 	<ul style="list-style-type: none"> - insuffisance rénale. - Malformation. - H.T.

B – APPROCHE A LA RADIOTHERAPIE INTERNE **/ METABOLIQUE :**

I – PRINCIPE :

Produit radioactif émetteur Béta moins (β^-), le Ryt (β^-) est composé des électrons de haut E. et qui libèrent leur E sur une distance de qq mm seulement :
L'irradiation reste confinée locale et ponctuelle :
Il s'agit d'une irradiation sélective.

II – RADIOFARMACEUTIQUES :

- ✓ ^{131}I : traitement (TTT) du cancer de la thyroïde.
- ✓ ^{32}P : traitement de la polyglobulie.
- ✓ ^{153}Sm : traitement de la métastases osseuses : cancer du sein / prostate.

Traitement de la maladie (pathologie) bénigne :

✓ ^{131}I \longrightarrow Hyperthyroïdie.

- ✓ ^{90}Y (Yttrium) 2,7 js
 - ✓ ^{186}Re (Rhenium) 3,7 js
 - ✓ ^{169}Er (Erbium) 9,4 js
- } Rhumatologie

III – PRESCRIPYIVES D’AVENIR :

a – Radio-immunothérapie :

1 – Zevalin ^{90}Y dans le traitement du lymphome malin non Hodgkinien ;
(autorisation de mise sur le marché le : février 2002 aux U.S.A.)

2 – Plusieurs études sont en cours de validation....

IV – GESTES PRATIQUES LORS LA REALISATION DE LA SCINTIGRAPHIE :

- ✓ Le contrôle de la qualité (physicien).
- ✓ Verification de Pic photoélectrique.
- ✓ Choix de collemateur.
- ✓ Verification de l’identification du malade (B.M).
- ✓ Lieu de l’injection.
- ✓ Moment de l’injection.
- ✓ Explication au malade le déroulement du l’examen.
- ✓ Emplacement du patient sur la table.
- ✓ Suivé le protocole de l’examen.
- ✓ Verification des images.

ANNEX : EXAMENS DE FIN D'ETUDE

MATIERE : LA MEDECINE NUCLEAIRE

EXAMEN N° : I

- 1 – l'intérêt de l'émission Gamma (γ) en médecine nucléaire ?**
- 2 – Donner le principe de fonctionnement de la Gamma caméra ?**
- 3 – Qu'est ce que l'émission Beta moins :**
 - Equation nucléaire ?**
 - Énergie maximale des électrons Beta moins ?**
 - Spectre ?**

EXAMEN N° : II

- 1 – Les bases physiques de l'imagerie en Médecine Nucléaire ?**
- 2 – Les caractéristiques physiques du Scintillateur et du Collimateur ?**
- 3 – Décrivez brièvement :**
 - La Capture Electronique ?**
 - La Conversion Interne ?**

EXAMEN N° : III

- 1 – Quelles sont les propriétés des émetteurs Béta plus (β^+) utilisés en Médecine Nucléaire ?**
- 2 – Détailler les caractéristiques techniques d'un Scintillateur ?**

EXAMEN N° : IV

- 1 – La transformation radioactive Béta moins (β^-) :
 - Equation nucléaire ?
 - Conditions énergétiques ?
 - Spectre du rayonnement Béta moins (β^-) ?
 - Énergie maximale des électrons émis ?
- 2 – Quelle est l'utilité du rayonnement Béta moins (β^-) en Médecine Nucléaire ?

EXAMEN N° : V

- 1 – Décrivez brièvement l'application thérapeutique des radio éléments dans la Médecine Nucléaire ?
- 2 – Donnez les bases physiques de l'imagerie en Médecine Nucléaire ?

