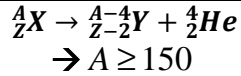


### Emission $\alpha$



#### Energie disponible :

En Masse Nucléaire :

$$\frac{Ed}{c^2} = M({}^A_Z X) - [M({}^{A-4}_{Z-2} Y) + M({}^4_2 He)]$$

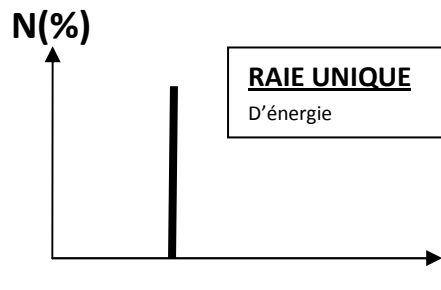
Atomique :  $\frac{Ed}{c^2} = M({}^A_Z X) - [M({}^{A-4}_{Z-2} Y) + M({}^4_2 He)]$

Répartition de l'énergie disponible en énergies cinétiques:

$$Ed = E_\alpha + E_Y$$

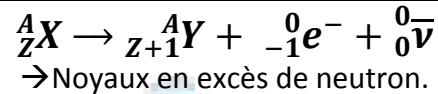
$$\rightarrow Ec_\alpha = Ed \times \frac{m_Y}{m_Y + m_{He}}$$

$$\rightarrow Ec_Y = Ed \times \frac{m_{He}}{m_Y + m_{He}}$$



$\rightarrow$  Irradiation superficielle

### Emission $\beta^-$



#### Energie disponible :

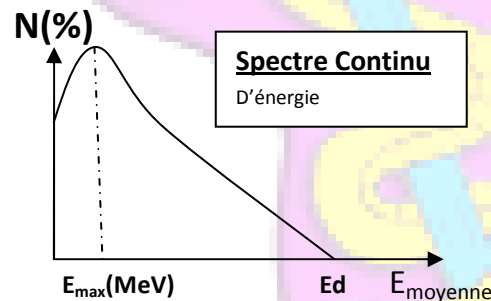
En Masse Nucléaire :

$$\frac{Ed}{c^2} = M({}^A_Z X) - [M({}^A_{Z+1} Y) + m_{e^-}]$$

Atomique :  $\frac{Ed}{c^2} = M({}^A_Z X) - M({}^A_{Z+1} Y)$

Répartition :  $Ed = Ec_{\beta^-} + Ec_{\bar{\nu}}$

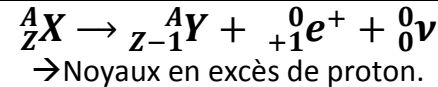
L'Ed se répartit de manière aléatoire entre l'antineutrino et l'électron.



$\rightarrow$  Thérapie métabolique :

- Métastases osseuses (antalgiques)
- Traitement des cancers de la thyroïde
- Hyperthyroïdie
- Datation  $^{14}C$

### Emission $\beta^+$



Compétition avec capture électronique.

#### Energie disponible :

En Masse Nucléaire :

$$\frac{Ed}{c^2} = M({}^A_Z X) - [M({}^A_{Z-1} Y) + m_{e^+}]$$

Atomique :  $\frac{Ed}{c^2} = M({}^A_Z X) - M({}^A_{Z-1} Y) - 2m_e$

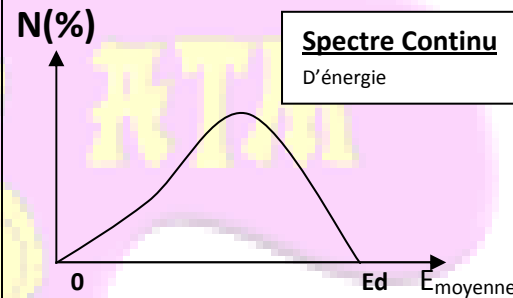
Si et seulement si :

$$[M({}^A_Z X) - M({}^A_{Z-1} Y)]c^2 \geq 1,02 MeV (\geq 2m_e \cdot c^2)$$

$\rightarrow$  Radioactivité  $\beta^+$  + capture électronique.

Répartition :  $Ed = Ec_{\beta^+} + Ec_\nu$

L'Ed se répartit de manière aléatoire entre le neutrino et le positon.



Quand le positon a épuisé son  $Ec \rightarrow$  se dématérialise avec un  $e^-$  :

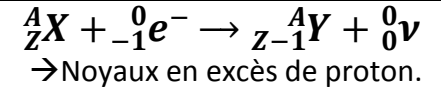
$\Rightarrow$  **2 photons de 511KeV émis à 180°**

$\rightarrow$  Tomographie par Emission de Positons.

Diagnostics des tumeurs.

Ex : Etude du métabolisme du glucose dans le cancer

### Capture électronique



Compétition avec  $\beta^+$ .

#### Energie disponible :

En masse Nucléaire :

$$\frac{Ed}{c^2} = [M({}^A_Z X) + m_{e^-} - M({}^A_{Z-1} Y)] - \frac{E_k^i}{c^2}$$

Atomique :  $\frac{Ed}{c^2} = [M({}^A_Z X) - M({}^A_{Z-1} Y)] - \frac{E_k^i}{c^2}$

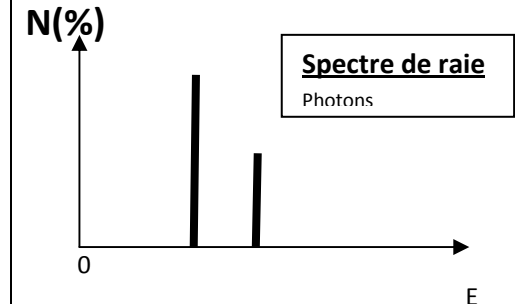
Si et seulement si :

$$[M({}^A_Z X) - M({}^A_{Z-1} Y)]c^2 \leq 1,02 MeV$$

$\rightarrow$  Capture électronique **uniquement.**

Après capture électronique  $\rightarrow$  Atome instable

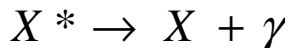
- $\rightarrow$  Emission de photons de fluorescence.
- $\rightarrow$  Effet Auger.



$\rightarrow$  Caractérise l'atome subissant la capture électronique.

$\rightarrow$  Dosages hormonaux en radio-immunologie (Désintégration de l'iode  $^{125}I$ ).

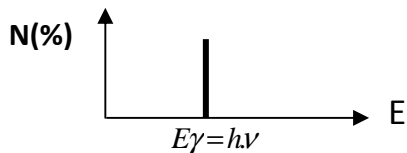
## Emission $\gamma$



→ A la suite d'une désintégration  $\beta^-$  photons  $\gamma$  émis ont un spectre de raies caractéristique du noyau.

### Energie disponible :

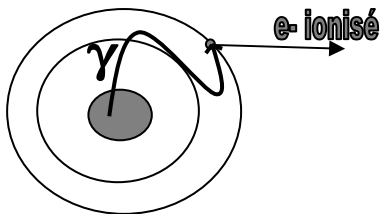
Pour le photon:  $\frac{Ed}{c^2} = M({}_Z^AX^*) - M({}_Z^AX)$



## Conversion Interne

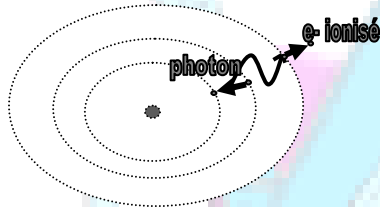
C'est une variante de l'émission  $\gamma$  :

Le réarrangement au sein du noyau provoque l'émission d'un photon  $\gamma$  qui va ioniser un électron.



## Effet Auger

Un photon est émis par le réagencement électronique et va ioniser un électron plus périphérique du nuage électronique.

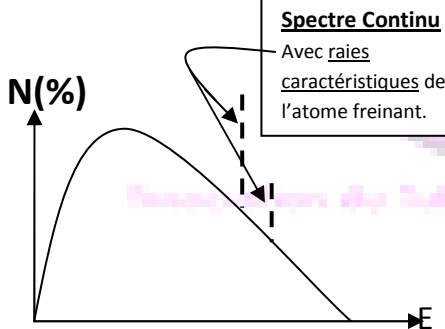


## Rayonnement de Freinage

Un électron, possédant une énergie cinétique du fait de sa vitesse, est freiné ou s'arrête lors de son passage à proximité d'un noyau.



Il en résulte **l'émission d'un photon X d'énergie inférieure ou égale** à celle de l'électron incident.



## Loi de désintégration

### Loi de décroissance radioactive

$$\lambda = \frac{dN}{N dt} \rightarrow N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot dt}$$

$\lambda$  : probabilité de désintégration du noyau (tps<sup>-1</sup>)

### Temps de demi-vie :

$$T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} \rightarrow N(t) = \frac{N_0}{2^{t/T_{1/2}}}$$

### Activité Radioactive

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

En Becquerel : désintégration.s<sup>-1</sup>

## Interaction avec particules

• **Lourdes** (He et protons) : → Trajet Rectiligne. Forte probabilité d'interaction avec la matière donc vite atténuée.

• **Légères** (e<sup>-</sup>, e<sup>+</sup>) : → Trajet « Brisé » Plus faible probabilité d'interaction avec la matière.

**Portée :**  $L(cm) = \frac{E(MeV)}{2}$

• **Neutrons** : → Trajet Rectiligne  
- **rapides** (E > 1MeV) : très ionisants  
- **thermiques/lents** (E < 1MeV) : utilisés en médecine pour produire  $\beta^+$ .

## Interaction Ray<sup>nt</sup>/matière

### Loi de probabilité d'atténuation

$$\mu = \frac{dN}{N dx} \rightarrow N(x) = N_0 \cdot e^{-\mu \cdot dx}$$

$\mu$  : coefficient linéique d'atténuation (m<sup>-1</sup>)

### La couche de demi-atténuation :

$$CDA = \frac{\ln(2)}{\mu} \rightarrow N(x) = \frac{N_0}{2^{x/CDA}}$$

### • Effet Photoélectrique :

Le photon est absorbé et son énergie entièrement utilisée pour ioniser un électron. **Prédominant pour E<sub>v</sub> < 50keV**

### Probabilité d'atténuation par effet photoélectrique :

$$\mu_{PE} = k \cdot \rho \cdot \frac{Z^3}{E^3}$$

### Contraste en Radiographie.

### • Effet Compton (Diffusion Inélastique) :

un Photon cède partiellement son énergie à un électron qui est de ce fait ionisé.

### Prédominant pour E<sub>v</sub> > 50keV

### Flou en radiographie.

### • Création de Paires :

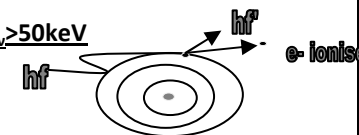
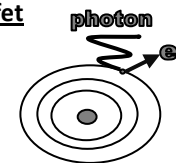
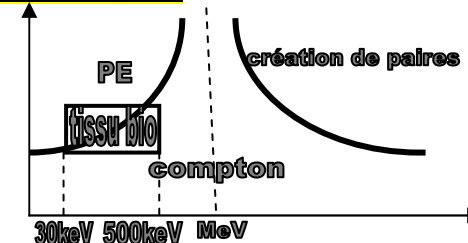
Photon  $\gamma \rightarrow e^- + e^+$  émis à 180°

E<sub>v</sub> > 1,022 MeV

### • Thomson-Rayleigh (Diffusion Élastique) :

Changement de trajectoire du photon sans perte d'énergie.

### Flou en radiographie.





Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier