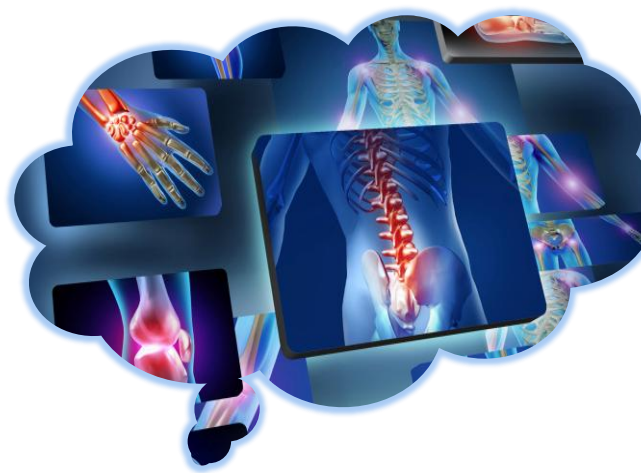




BIOPHYSIQUE 2 :



-Résumé basée sur le cours et les notes importantes prises durant les séances du Pr ACHAWA

-Fait Par : Saad BARAKA-

© : barsaad2004@gmail.com



RAYONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES &

RAYONNEMENTS CORPUSCULAIRES :

Les rayonnements peuvent être considérés comme une forme d'émission et de propagation de l'énergie, on distingue :

————→ **Selon leur nature:**

Les rayonnements électromagnétiques :	Les rayonnements corpusculaire :
<p>-Propagation d'une double vibration affectant un champ magnétique et un champ électrique (E et B sont perpendiculaires, en phase)</p> <p>$c = 3.10^8 \text{ m/s}$ et $\omega = 2 \pi \nu = 2 \pi / T$</p> <p>Théorie ondulatoire : Explique les propriétés de l'optique géométrique(insuffisante)</p> <p>Notion de photon : $E = h \nu$ et $h = 6,64.10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$</p> <p>————→ $E(\text{eV}) = 12400 / \lambda(\text{\AA})$ avec $1 \text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$.</p>	<p>formés de particules matérielles en mouvement : (neutrons, électrons, protons, particules α)</p> <p>-Energie au repos : $E_0 = m_0 c^2$ et $m = \frac{m(0)}{\sqrt{1-\beta^2}}$</p> <p>(Louis de Broglie)</p> <p>A Toute particule en mouvement de masse m et de vitesse v est associée une onde de longueur :</p> <p>$\lambda = h/mv$</p>

————→ **Selon leurs effets sur la matière biologique:**

Rayonnements ionisantes et non ionisantes :

Une particule est dite ionisante si son énergie **dépasse 13,6 eV** (**Hydrogène**)

-Pour un rayonnements électromagnétique :

Ionisants : $\lambda < 1000 \text{\AA}$: UV, X et γ

Non ionisants : $\lambda > 1000 \text{\AA}$: UV, Visible, IR, Ondes radio ...



INTERACTION DES RAYONNEMENTS AVEC LA MATIÈRE :

II-Interaction des rayonnements particuliers avec la matière:

1-Cas des particules chargées :

-Interaction avec un électron(plus fréquent) : (collision)

L'énergie ΔE cédée par la particule incidente est transférée à un e- de l'atome cible. Deux cas de peuvent se produire :

- $\Delta E \geq WL$: ionisation de l'atome cible
- $\Delta E < WL$: excitation de l'atome

Avec : $0 < \varphi < \pi/2$ (Angle de déviation) et $0 < \theta < \pi/2$ (Angle de projection)

Si le Choc est frontal : $\theta = 0$ alors $E'_{c1} = 0$ et $E_{c2} = E_{c1}$: Transfert d'énergie important

Si le Choc est éloigné : $\theta = \pi/2$ et $\theta = 0$ alors $E'_{c1} \approx E_{c1}$ et $E_{c2} \approx 0$: Transfert d'énergie faible

- Interaction avec le noyau de l'atome cible (Freinage)

-Si l'électron est très loin du noyau :

-**Pas d'impact** : $E_{c1} = E_{c2}$ et $h \cdot \nu = 0$ (Energie de rayonnement de freinage, de photon)

-Si l'électron est très proche du noyau :

-L'électron change la trajectoire \longrightarrow déviation important

-donc il est vraiment freiné par le noyau

- $E_{c1} - E_{c2} = h\nu$

- $h\nu = E_{c1}$, rayonnement de freinage avec énergie maximale

REMARQUE :

Cette technique de freinage est applique pour produire des rayons X pour faire des scanners radiographie

a-Pouvoir d'arrêt du milieu :

-C'est la quantité d'énergie disposée dans le milieu en s'interagissant que ca soit par collision ou freinage.

Pouvoir d'arrêt par collision $S_c = \Delta E / \Delta x$

Pouvoir d'arrêt par freinage $S_f = \Delta E / \Delta x$



D'où $S = S_c + S_f$

S_f est **proportionnel** à Z^2 , densité en noyaux du milieu et l'énergie des particules incidentes. Il est **inversement proportionnel** à la masse de la particule incidente

b-Transfert d'énergie linéique : $TEL = K e^2 nZ / v^2$ ou $TEL = D.L.I \times w$

nZ : nombre d'électrons par unité de volume

V : vitesse de l'électron ($TEL \sim S_c$)

- Dans l'eau, TEL est de l'ordre de **0,25 KeV. μm^{-1}** pour des énergies > 1 MeV

-(DLI) le nombre de paires d'ions créées par la particule incidente par unité de longueur de la trajectoire

W_i : **énergie moyenne** transférée pour chaque ionisation

Portée = $E(\text{Kev}) / 200$

c)-parcours d'électron :

$R = E(\text{Mev}) / 2$, vraie si $E > 0,3$ MeV.

2-Cas des particules lourdes:

- (alpha, protons)

- sont utilisés en radiothérapie (-Ces particules alpha sont captées par les cellules tumeurs de prostate → Disparition de la tumeur)

- Masse élevée → Énergie ↗ → Pouvoir d'arrêt ↗

Exemple :

- Pour un alpha qui a $E = 4.3 \text{ MeV}$ et $R = 50 \mu m$ → $TEL = 4300 / 50 = 86 \text{ Kev} / \mu m$

- On peut déduire que dans une petite trajectoire il y a une grande énergie d'où **UNE BONNE IONISATION.**

→ ⚠ Parcours des particules lourdes : $P = E(\text{MeV}) / 1500$ (On divise sur 1500 car ces particules ne vont pas loin)



III -Interaction des photons X ET γ avec la matière :

Effet :	A propos :
Photoélectrique :	<p>-L'interaction d'un photon incidents avec un électron des couches profonds de la matière (bien liés a l'orbite) avec transfert de la totalité d'énergie du photon incidents dans la matière . d'où :</p> <p>. L'énergie du photoélectron est : $E_c = h\nu - W_k$</p> <p>Ec sera absorbée dans le milieu par collision et freinage → Place vacante qui sera occupée par un électron périphérique (couche L ou M), Ce déplacement du périphérique au l'interne induit l'apparition d'un rayonnements de fluorescents de nature Rayon X, parfois :</p> <ul style="list-style-type: none">- Ce photon de fluorescence passe a la périphérique devenant un électron Auger → Augmentation de l'énergie absorbée dans matière $E = E_a + E_d$ <p style="text-align: center;">absorbée diffusée</p> <p>l'effet photoélectrique = processus d'absorption vraie</p>
COMPTON :	<p>-Une interaction d'un photon avec un électron faiblement lié (facile à arracher), comparable a la collision :</p> $E_c = E (1 - 1/\alpha)$ <p>-Si le choc est tangentiel : Transfert d'énergie très faible, pas de diviation, d'où $E = E'$, $\theta = 0$, $\cos\theta = 1$, $\alpha = 1$ et $E_c = 0$</p> <p>-Si le choc est frontal : Transfert d'une grande énergie, le photon incident est rétrodiffusé,</p> $\theta = 180^\circ, \cos\theta = -1, \alpha = 1 + 2E/mc^2$ $E' = E \times \frac{mc^2}{2E + mc^2} \quad E_c = E \times \frac{2E}{2E + mc^2}$



$$0 \leq \varphi \leq \pi/2 \text{ et } 0 \leq \theta \leq \pi$$

Ce processus se produit pour des photons très énergétiques passant à proximité d'un noyau.

- **Condition** : $E = h\nu > 2 \times 511 \text{ KeV (1,022 MeV)}$ et passe proche du noyau

- Après sa disparition donne sa naissance à 2 particules l'une chargée négativement β^- et une positivement β^+

Matérialisation (Création de paires) :

Devenir de β^- :

interagir avec collision et freinage

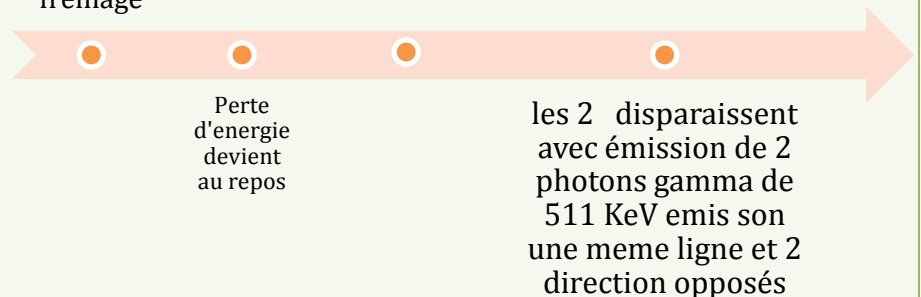
se retrouve au repos



Devenir de β^+ :

Interagir par collision et freinage

rencontre un électron négatif (reaction d'annihilation) :



NB :

Réaction d'annihilation : permet de faire l'imagerie métabolique et montre les modifications dans le corps humaines avant que devienne visible en scanners ...

- Si on détecte ces 2 photons gamma permettent de faire la tomographie par émission des positrons (cours imagerie médical)

LOI GENERALE D'ATTENUATION :

1)-Définition :

-Exprime la variation du nombre des photons N en fonction de l'épaisseur x traversée par le rayonnement (X et gamma)

$$N = N_0 e^{-\mu x}$$

2)-Couche de demi atténuation CDA :

-C'est l'épaisseur que doit avoir l'écran pour que le nombre de photons, transmis soit la moitié des photons incidents.

$$N(\text{CDA}) = N = N_0 e^{-\mu \text{CDA}} = N_0/2 \Rightarrow \text{CDA} = \ln 2 / \mu$$

$$x = n \text{ CDA}, N = N_0 / 2^n$$

$$x = 2 \text{ CDA}, N = N_0 / 2^2 = N_0 / 4$$

3)-Probabilité d'interaction relative à chaque effet :

Contribution des 3 phénomènes à l'atténuation

τ , coefficient d'atténuation relatif à l'effet photoélectrique

$$\text{EPE} : \tau/\rho \cong kZ^3/E^3$$

σ , coefficient d'atténuation relatif à l'effet Compton

$$\text{EC} : \sigma/\rho \cong 1/E$$

π , coefficient d'atténuation relatif à l'effet de matérialisation

$$\text{ECP} : \pi/\rho \cong kEZ^2$$

CONCLUSION:

-L'effet Compton prédomine à moyenne E et faible Z.

-L'effet photoélectrique prédomine à basse E et pour grand Z.

-L'effet de création de paires prédomine à hautes E et grand Z.