

PAES – Tut'entrée 2011-2012 BIOPHYSIQUE DES RADIATIONS Rayons X

Force de Coulomb : $F = \frac{k \cdot q \cdot q'}{x^2}$

Si l'une des charges est immobile et l'autre en mouvement, les 2 charges sont déviées en se partageant l'énergie incidente.

Arrêt par collision :

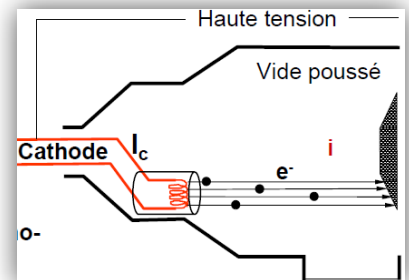
- Si E_c (énergie cinétique de l' e^- incident) $> |W_i|$ électron d'une matière cible \Rightarrow **ionisation**.
- Si E_c (énergie cinétique de l' e^- incident) $= \Delta W_i$ électron d'une matière cible \Rightarrow **excitation**.
- Si E_c (énergie cinétique de l' e^- incident) $< \Delta W_i$ électron d'une matière cible \Rightarrow **vibration + chaleur**.
- Retour à l'état fondamental \Rightarrow émission d'un photon de fluorescence, $h\nu$ quantifié \Rightarrow spectre de raie.
- Le photon est un rayon X caractéristique de la cible.

Arrêt par freinage :

- Accélération centripète de l'électron incident qui produit un rayonnement $h\nu$ compris entre 0 et E_c , $h\nu$ non quantifié \Rightarrow spectre continu.

Production des rayons X :

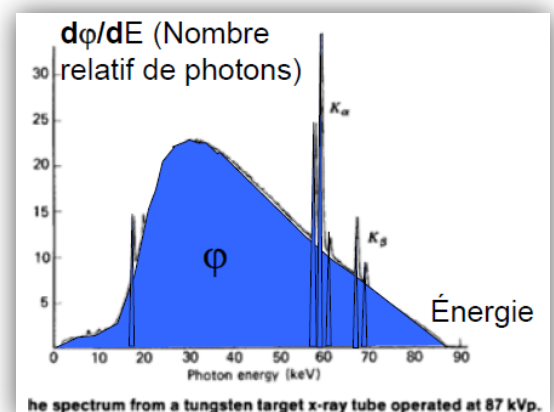
- Les rayons X sont des photons produits par l'interaction des électrons avec la matière.
- **Cathode** = filament de tungstène dans lequel circule I_c le **courant de chauffage** (0,5 à 1 A) = émetteur d' e^- à partir de 1200°C (émission thermo-électronique).
- **Courant anodique** i = flux d' e^- entre cathode et anode (traversant le tube).
- **Haute tension** accélératrice des électrons $U = 50$ à 150 kV, responsable de l'énergie cinétique E_{c_e} de chaque électron.
- $E_{c_e}(\text{eV}) = U(\text{V})$
- **Anode** = cible = lieu de l'interaction électrons / matière ; probabilité d'interaction $\propto Z$; forte production de chaleur \Rightarrow alliage + anode tournante.
- **Flux énergétique** Φ = puissance rayonnée (Watt ou photon/s).



Spectre énergétique : représentation graphique de la distribution énergétique d'un rayonnement.

Spectre des rayons X :

- Composante continue \leftrightarrow *rayonnement de freinage*.
- Raies \leftrightarrow *photons X caractéristiques de fluorescence (lors du réarrangement)*.
- Φ = surface sous la courbe $= \frac{k_i Z U^2}{2}$
- Affaissement de début de courbe \leftrightarrow *auto-absorption dans la cible des rayons X de faible énergie*.

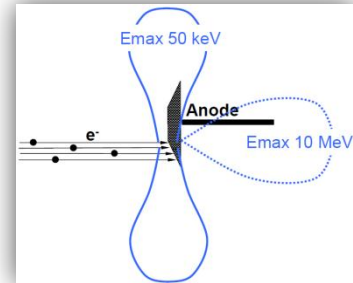


Caractéristiques d'exposition :

- Un filtre métallique absorbe les photos de faible énergie inutiles pour l'imagerie.
- Rendement d'une tube à rayons X :
 - **Puissance consommée** : $P = Ui$
 - **Puissance rayonnée** : $\Phi = \frac{kiZU^2}{2}$
 - **Rendement d'un tube à rayons X** : $r = \frac{\Phi}{P} = \frac{kiZU^2}{2iU} = \frac{k}{2}ZU = KZU$ avec $K=k/2$
 - ⇒ Le rendement est seulement de quelques % (chaleur) ; il dépend de Z (⇒ utilisation du tungstène $_{74}W$).

Paramètres tubes :

- On peut faire varier U (kilovoltage) et i (milliampérage).
- Si $i \nearrow \Rightarrow \Phi \nearrow \Rightarrow$ le flux de rayons X \nearrow sans modification des caractéristiques énergétiques ; la répartition spatiale de l'émission de rayons X est indicatrice d'intensité.
- Si $U \nearrow \Rightarrow \Phi \nearrow$ et $E_{\max} = U \nearrow \Rightarrow$ les rayons X sont plus pénétrants.
- L'imagerie utilisant les rayons X est une imagerie dite « par transmission ».
- **Flux par unité de surface = débit de fluence** = $F = F_0 e^{-\mu x} \Rightarrow$ la transmission des rayons X est inversement proportionnelle à μ (coefficient d'atténuation linéique) et à x .



Interaction des rayons X avec les tissus :

- Effet **photo-électrique** et diffusion **Compton**.
- Contrastes naturels : principalement Ca.
- Contrastes artificiels : principalement l'iode I ($Z=53$)
- Quand $Z \nearrow$, le **contraste** \nearrow (⇒ d'où le choix de l'iode comme produit de contraste).



Tube de Crookes (= ancêtre du tube à rayons X) :

- $A P_{atm} \Rightarrow$ pas de phénomène observable.
- $A P_{atm} 10^{-2} \Rightarrow$ décharges électriques, dues aux ionisations/excitations des molécules du gaz (principe des néons), car plus d'espace entre les molécules d'air.
- $A P_{atm} 10^{-5} \Rightarrow$ on ne voit plus de décharges, mais apparition d'une fluorescence verte et au fond du tube de l'ombre de l'anode \Rightarrow quelquechose se propage, ce sont les électrons. La fluorescence verte est due aux raies caractéristiques du verre.