

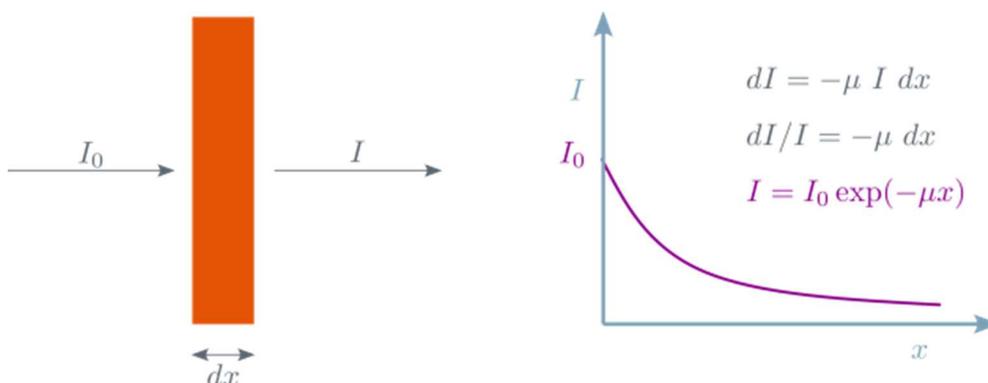
## LES RAYONS X

### II-1 Définition et propriétés :

Les rayons X sont un rayonnement électromagnétique (photons) comme les ondes radio, la lumière visible, ou les infra-rouge. Leurs longueurs d'ondes sont comprises approximativement entre 0,001 nanomètre et 10 nanomètres ( $10^{-12}$  m et  $10^{-8}$  m), correspondant à des fréquences de  $3 \cdot 10^{16}$  Hz à  $3 \cdot 10^{20}$  Hz. L'énergie de ces photons va d'une centaine d'ev (électron-volt), à environ un MeV<sup>1</sup>. C'est un rayonnement ionisant en médecine (imagerie médicale,...etc.) et dans l'industrie ( cristallographie).

Les rayons X ont été découverts en 1895 par le physicien allemand Wilhelm Röntgen, qui leur donna le nom habituel de l'inconnue en mathématiques, X.

- Comme tous les rayonnements, les RX peuvent être absorbés par la matière qu'ils traversent, on dit qu'ils sont atténués. Cette propriété est très importante car elle est à la base de l'imagerie médicale utilisant les RX.



$I_0$  et  $I$  représentent respectivement l'intensité du faisceau incident et du faisceau transmis.

$x$  est l'épaisseur du milieu traversé

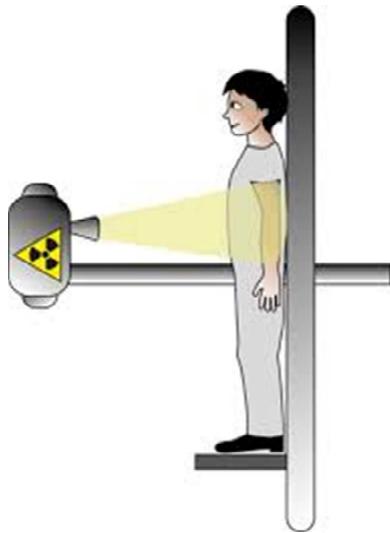
$\mu$  est le coefficient d'atténuation linéaire du milieu.

Le coefficient d'atténuation  $\mu$  dépend de la composition chimique des tissus traversés. Il est élevé pour l'os, moyen pour les tissus mous et faible pour la graisse. Les os contiennent en effet des sels minéraux (phosphore, calcium, magnésium) qui sont des éléments de numéro atomique plus élevés que les constituants principaux des tissus mous (oxygène, carbone, hydrogène, azote...). Leur densité est plus élevée, donc ils absorbent plus les rayons X.

## II-2 Applications des RX en médecine :

### II-2-1 La radiographie :

La radiographie est une technique d'imagerie qui utilise les RX pour visualiser un organe ou une partie du corps sur une pellicule photosensible. Par extension, le terme « radiographie » désigne également le cliché radiographique.



Son principe consiste à impressionner sur un film radiographique les différences de densité d'un organe. Un faisceau de rayons X produit par un tube à rayons X (cf. **La production** des rayons X) est émis en direction de la zone du corps humain à examiner et traverse le corps du patient. Comme les rayons X traversent la matière, le film radiographique peut garder l'impression et livrer l'image de notre anatomie interne. Au cours d'une

radiographie, les rayons vont rencontrer soit des tissus, soit des muscles ou encore des os.. Les rayons X traversent facilement les cavités de l'organisme contenant de l'air, les tissus mous, mais sont arrêtés par les os, les dents, etc. qui ont une densité plus importante. La plaque photographique, située face à la source de rayons X et derrière le sujet, sera donc fortement exposée en regard des tissus mous, et faiblement en regard des os et des tissus denses. En fonction de la densité de l'organe radiographié, le cliché sera plus ou moins noirci. Ainsi, les structures osseuses apparaissent en blanc et les organes qui, comme les poumons, contiennent beaucoup d'air laissent passer les rayons et apparaissent en noir ; entre ces deux extrêmes, toutes les nuances de gris existent.

Le faisceau de rayons X produit par un tube à rayons X est émis en direction de la zone du corps humain à examiner, son intensité est « modulée » par l'absorption différentielle des organes traversés. L'image est recueillie en sortie sur un détecteur (plaque photographique par exemple).



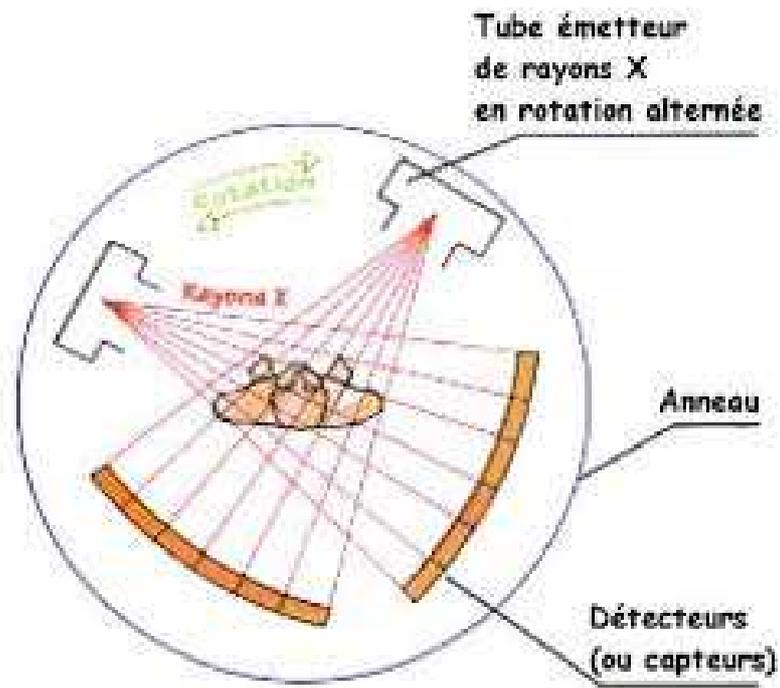
© Philips



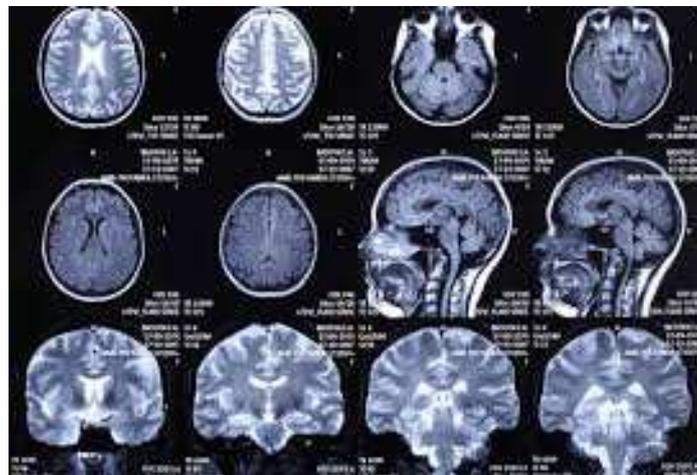
## II-2-2 Le scanner ( tomodensitomètre) :

Scanner a pour origine : to scan (anglais) qui signifie scruter, balayer du regard. En médecine, il s'agit d'un appareil d'imagerie médicale, qui repose sur le même principe que la radiographie, mais qui restitue à la fin des images en 2d et 3d.



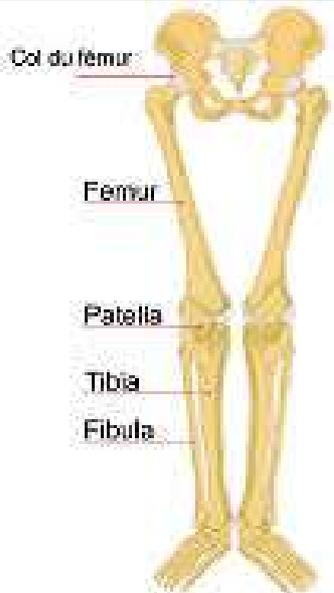
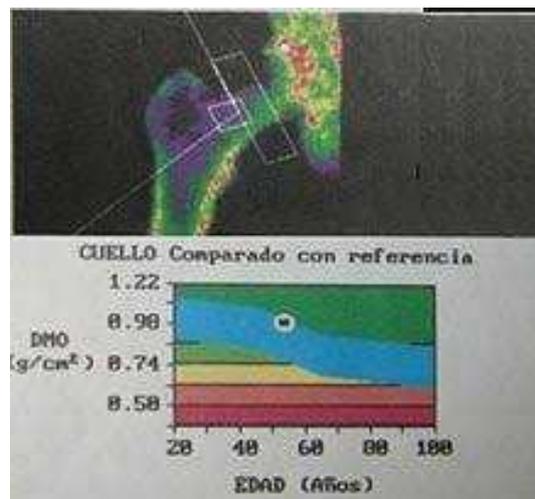


Voir vidéo.



### II-2-3 L'ostéodensitométrie :

C'est une modalité d'imagerie médicale qui permet de mesurer la densité de l'os, c'est-à-dire son contenu minéral. Ceci en utilisant la loi d'atténuation des RX.



Col du fémur

### II-2-4 La radiothérapie :

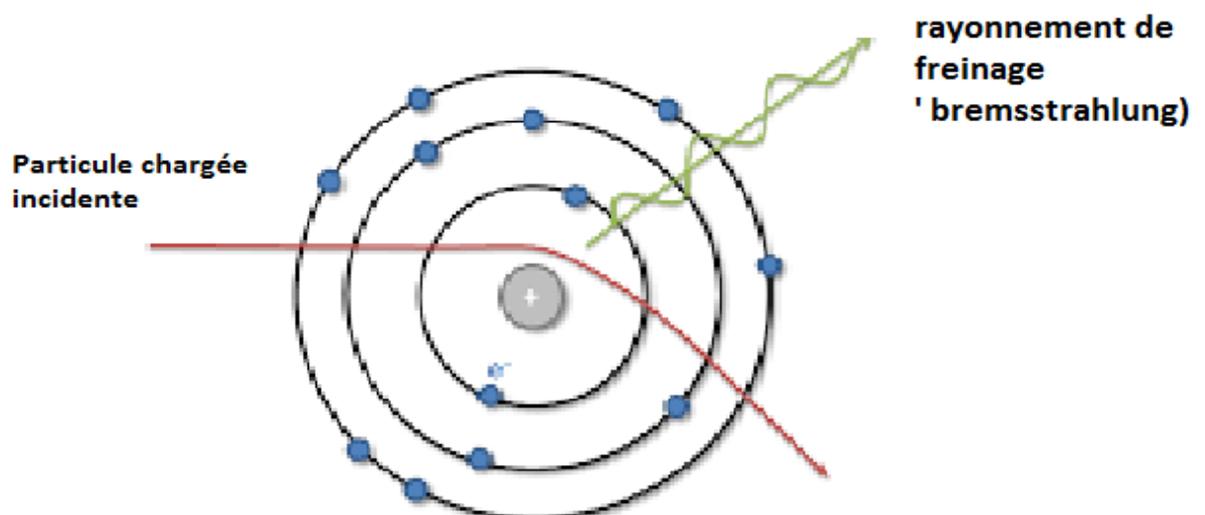
En bombardant les cellules cancéreuses avec des rayons X, on va modifier la composition de l'information génétique ( ADN) de ces cellules. Cette modification va permettre de limiter la reproduction des cellules responsables de la tumeur.

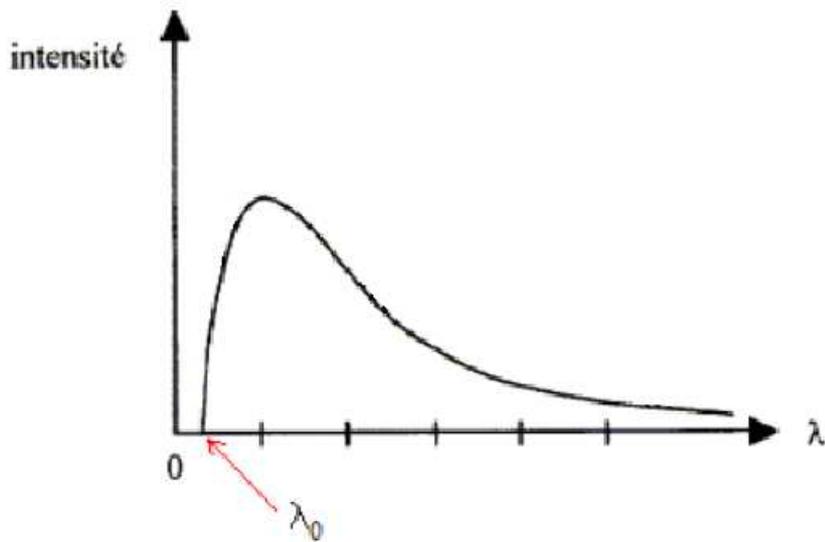
### II-3 Production des RX:

Les RX peuvent être produits par trois procédés différents :

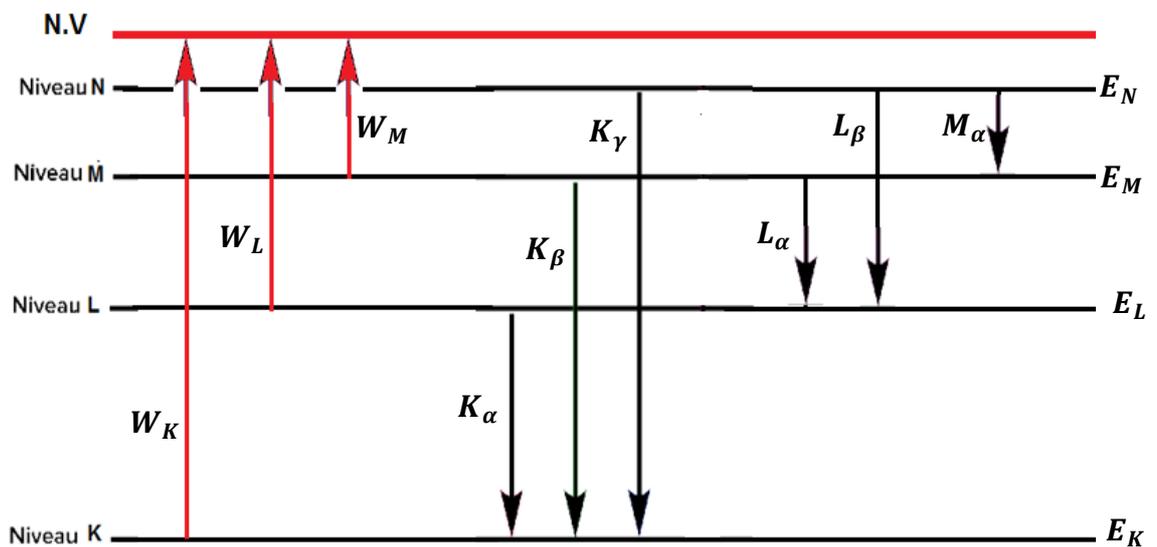
---

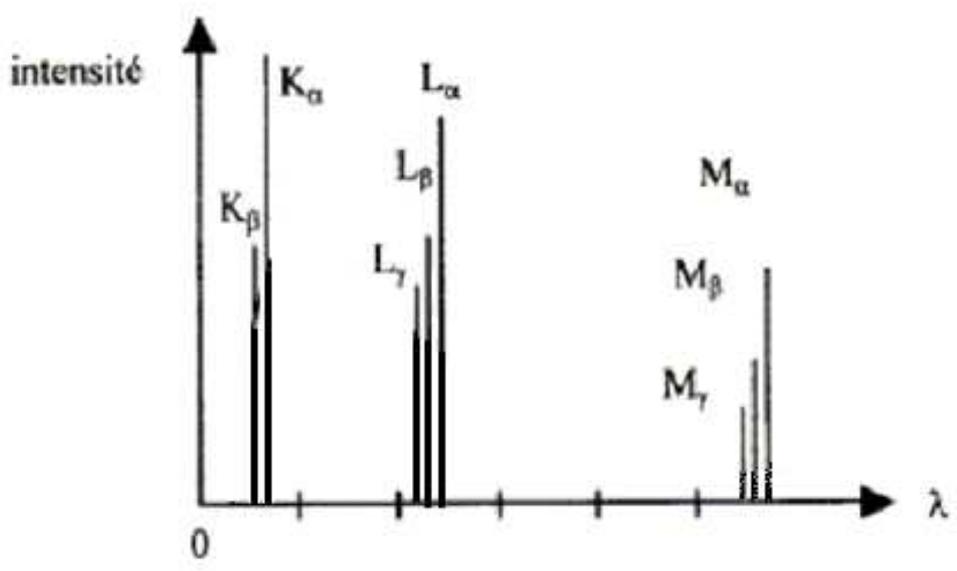
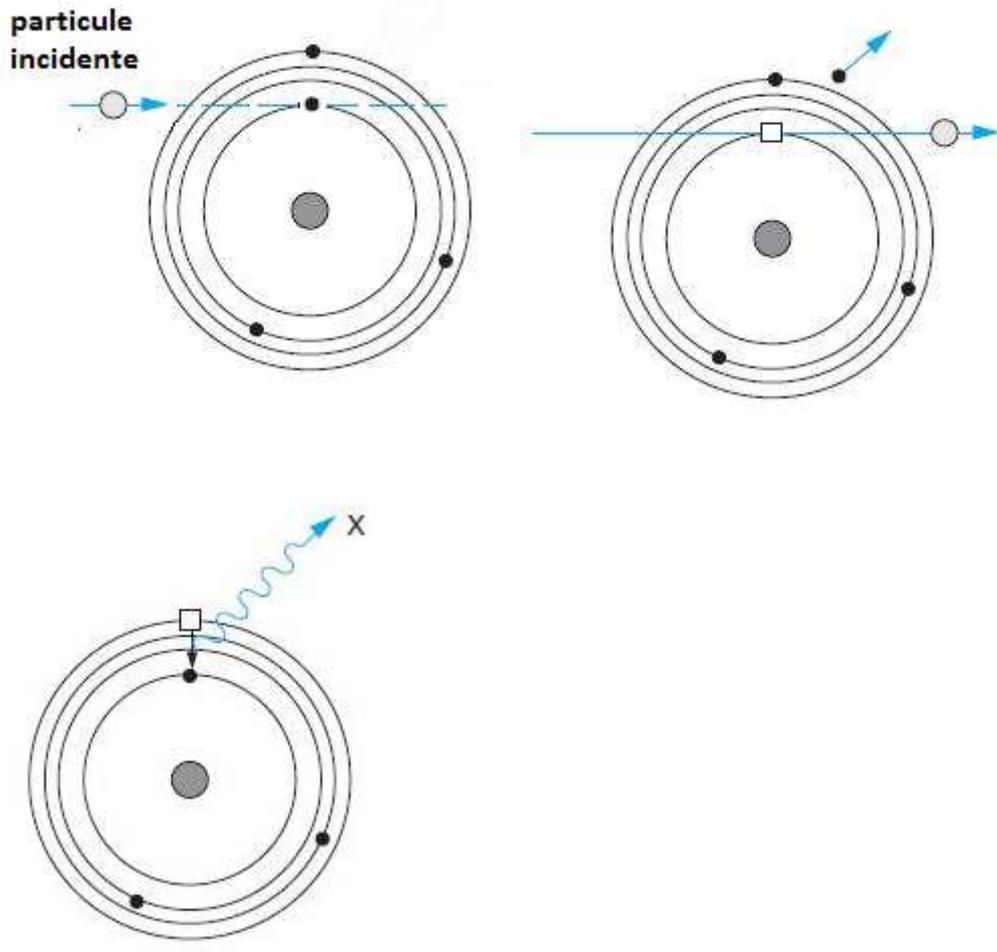
1. le freinage d'électrons par les atomes d'une cible bombardée par ces électrons, provoque l'émission d'un rayonnement dont le spectre est continu (rayonnement de freinage ou Bremsstrahlung) et dont une partie appartient au domaine des rayons X.



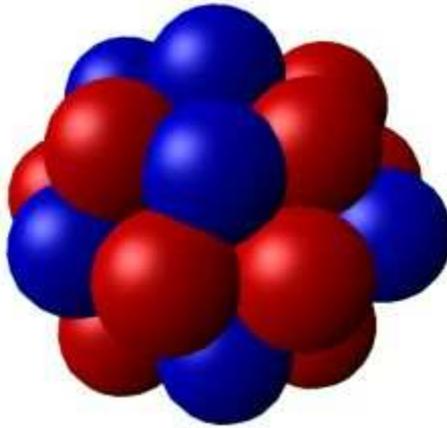


2. Par des changements d'orbite d'électrons provenant des couches électroniques ; les rayons X sont produits par des transitions électroniques faisant intervenir les couches internes, proches du noyau ; l'excitation donnant la transition peut être provoquée par un bombardement de particules (électrons, ions,..)





3. Par une source radioactive : la désintégration de certains isotopes produit des rayons X. Cela permet d'avoir des sources compactes, mais la production de rayons X est peu stable et n'est pas maîtrisable.



### Production X :

Les rayons X sont produits dans des tubes à rayons X également appelés tubes de Coolidge[2] ou tubes à cathode chaude (figure 3). Le principe est le suivant : des électrons émis par une cathode (un filament, le plus souvent en tungstène, chauffé par le passage d'un courant électrique) sont accélérés par une différence de potentiel élevée (de 10 à 150 kV) en direction d'une cible constituée d'une anode en métal (en tungstène également) [2]. Les rayons X sont émis par la cible selon deux mécanismes :

- le freinage des électrons par les atomes de la cible crée un rayonnement continu (rayonnement de freinage ou Bremsstrahlung) dont une partie dans le domaine des rayons X ;
- les électrons accélérés ont une énergie suffisante pour exciter certains des atomes de la cible, en perturbant leurs couches électroniques internes. Ces atomes excités émettent des rayons X en retournant à leur état fondamental.

Une faible portion, 1% environ de l'énergie cinétique cédée par les électrons est rayonnée sous forme de rayons X, les 99 % restants sont convertis en énergie thermique.

