

# FORMATION DE L' IMAGE ET TUBE A RAYON X

PRINCIPES

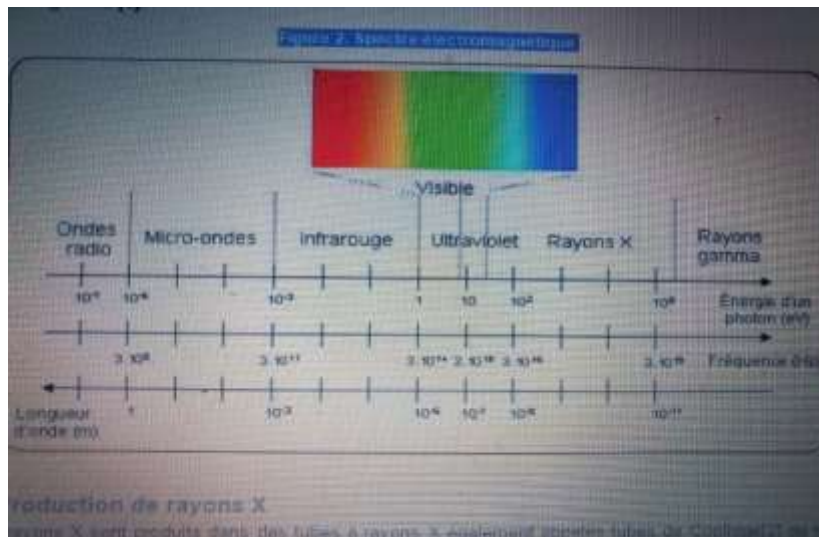
**La radiographie** est une technique permettant d'obtenir une représentation en 2D d'un objet à partir d'un faisceau de rayons x l'ayant traversé.

# La premiere radiographie au monde la main de MME ROENTGEN (22 dec 1895)



# Trois facteurs essentiels ala formation de l'image

- **Foyer radiogene**:F(le tube a rayon x)
- **L'objet radiographie**:O(zone anatomique).
- **Le recepteur**:R(le film ou autre procede electronique d'enregistrement de l'image obtenue support CD,USB ,,,)



- Les RX sont des ondes **electromagnetiques** comme les ondes radio et la lumiere visible ,
- Leur longueur d'onde sont comprises entre [10p-12m- 10p-8m]

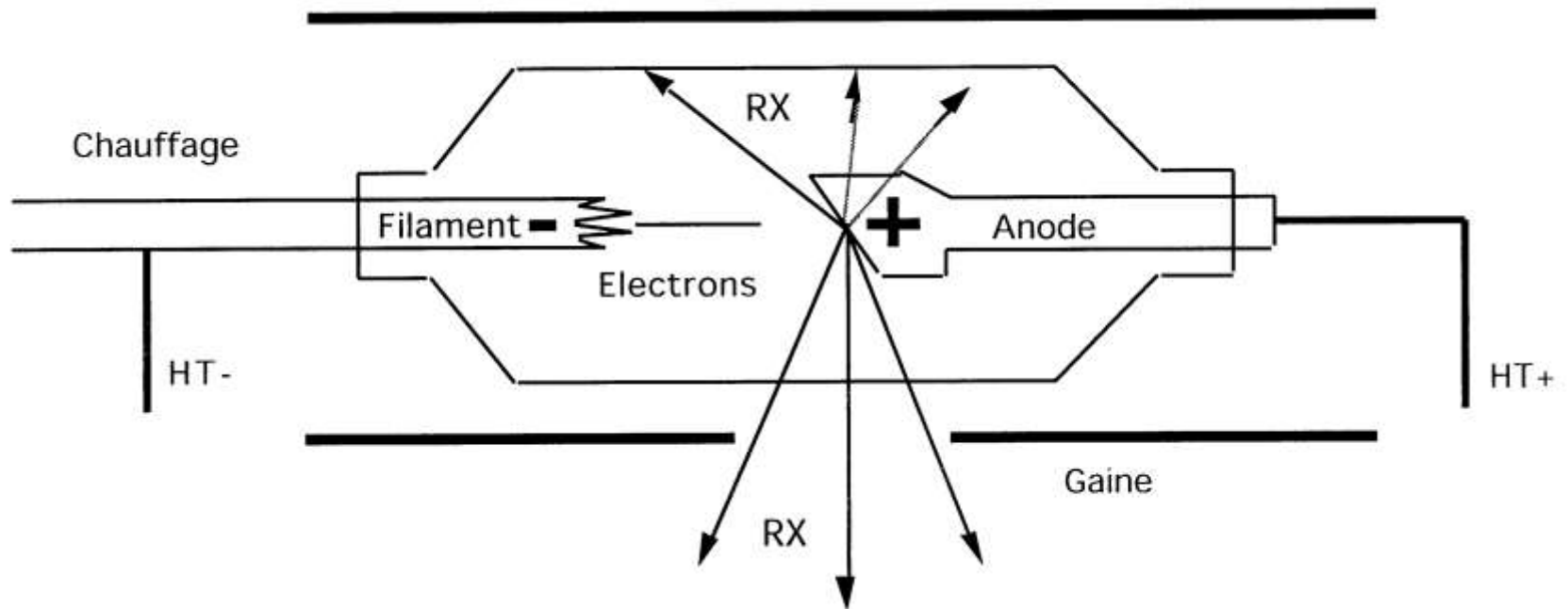
# PRINCIPALES PROPRIETES DES RAYONS X EN IMAGERIE MEDICALE

- Les RX **traversent la matière** en étant partiellement absorbés en fonction de la densité de celle-ci et de l'énergie du rayonnement,
- Les RX **affectent les émulsions photographiques** au même titre que la lumière,
- Les RX peuvent rendre **fluorescents** certains cristaux ou composés chimiques,
- Les RX peuvent **affecter ou détruire** les tissus vivants

# LE TUBE A RAYON X(radiogene)

Le tube a rayon x est un circuit sous vide avec cathode et anode soumis a un courant de haute tension par l'intermediaire d'un generateur,

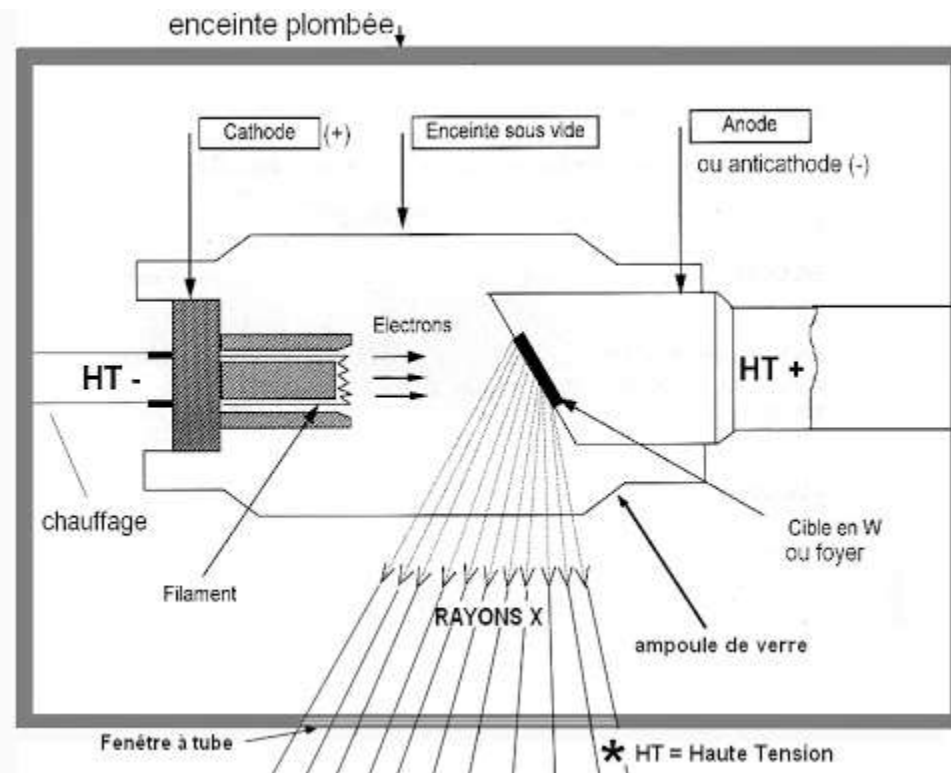
# Schema d'un tube a rx

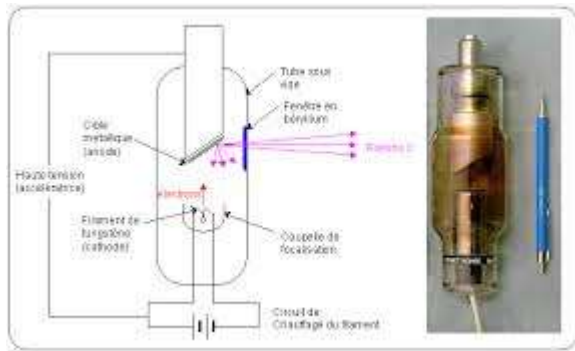


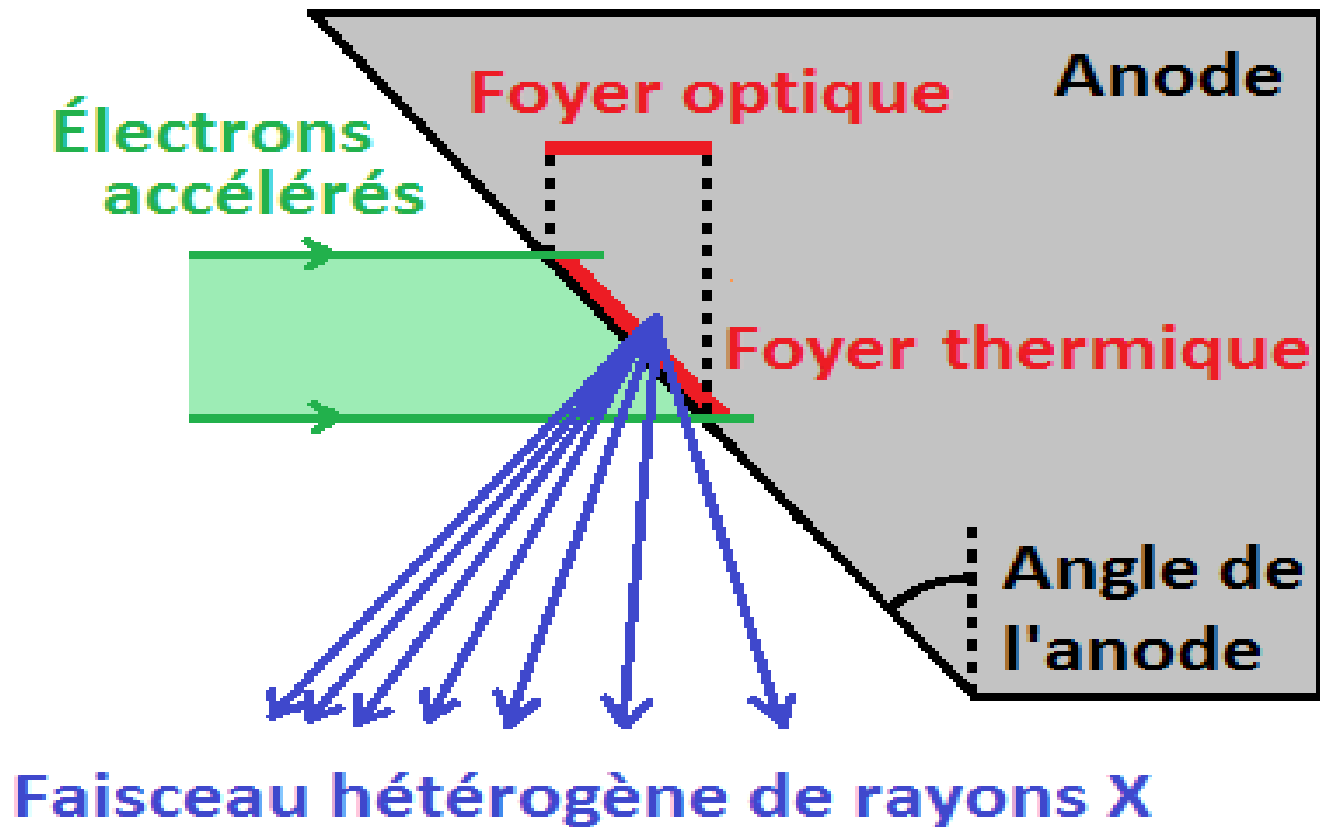


# Etapes de production des RX

- **Chauffage du filament** de la cathode qui libèrent des electrons,
- **Accélération des electrons** vers l'anode sous l'effet de la différence de potentiel entre les deux electrodes (anode et cathode),
- **Collision sur l'anode** avec transfert d'énergie sur l'anode,
- **Restitution par l'anode** d'une petite partie de l'énergie sous forme de RX le reste est transformée en chaleur





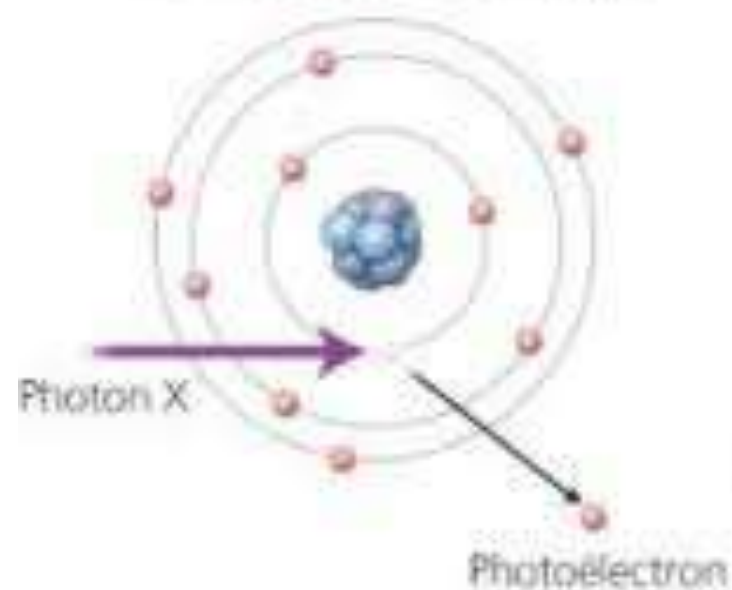


- Les rayons x:traversent la matiere et subissent 2 effets:
  - un effet photoelectrique:le rx est absorbe par la matiere ce qui permet d'obtenir le contraste.
  - un effet Compton: le RX est diffracte a l'origine du rayonnement diffuse.

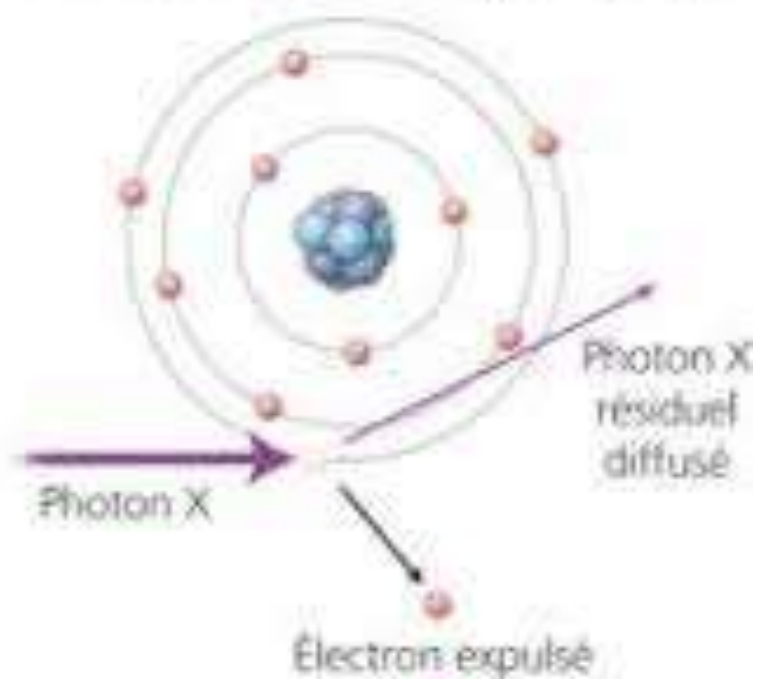
- **L'effet photo électrique**: se produit quand un Rx arrive au contact d'un électron d'une couche profonde avec suffisamment d'énergie pour l'éjecter
- Il y'a a un transfert de toute l'énergie a l'électron expulse, le photon est annihilé,
- La place laissée libre est remplacée par un électron d'une couche superficielle avec émission d'un rayonnement x de faible énergie
- Se produit avec des RX de faible énergie(70kv) responsable d'un bon contraste de l'image radiologique,

- L'effet Compton: se produit qd un RX est a proximite d'un electron peripherique,
- L'energie du RX est transmise a l'electron qui s'echappe en emettant une energie cinetique,
- Le reste de l'energie se retrouve sous forme de RX de direction differente et d'energie moindre,
- Il survient qd on utilise des energies elevees(100kv)est responsable de rayonnement diffuse contre lequel il faut se proteger(blouse plombee) et donne un mauvais contraste sur le film

A. Effect photoélectrique



B. Effect de diffusion (Compton)



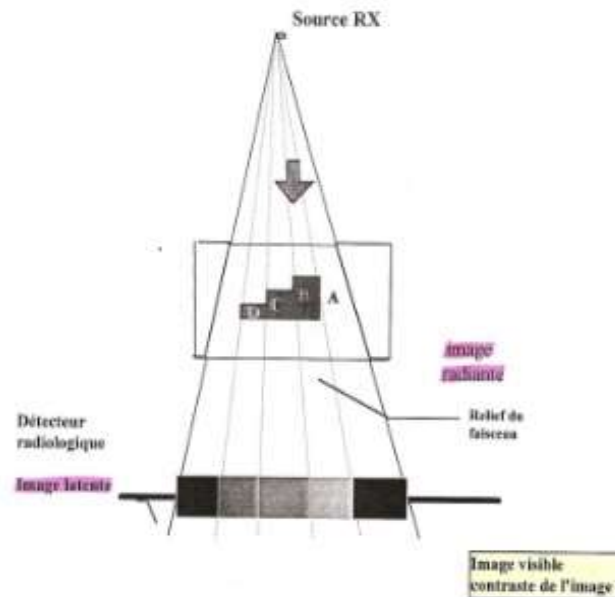


## Formation de l'image radiante

Le faisceau de rayons X est progressivement atténué lors de son passage à travers la matière.

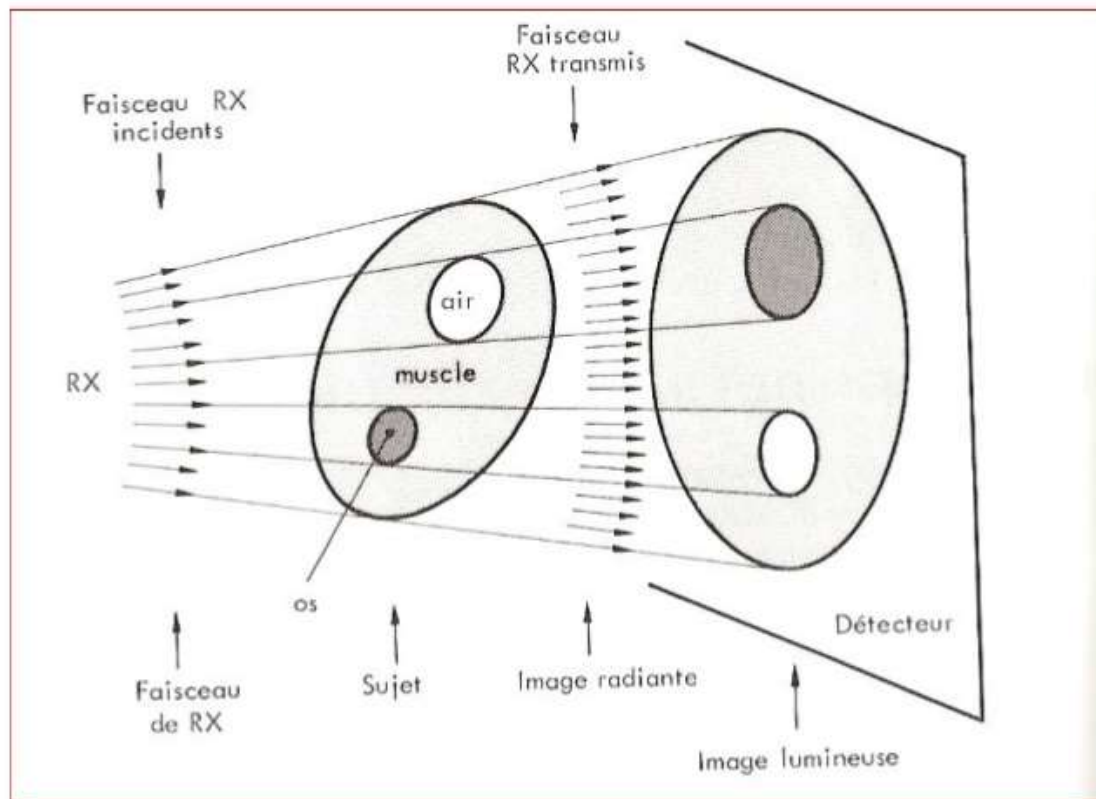
Trois évènements peuvent se produire :

- les rayons x traversent sans être affectés : ces rayons forment les parties les plus noires de l'image radiographique (A)
- les rayons x sont arrêtés : la proportion de rayons x arrêtés conditionne le niveau de gris visibles sur l'image radiographique (B,C et D)
- les rayons x sont déviés et forment le rayonnement diffusé qui forme un voile uniforme sur l'image radiographique et a des conséquences sur la radioprotection.



Un faisceau de rx d'intensité homogène traverse le sujet à examiner, il subit des atténuations non homogènes dues aux différences d'épaisseur et à la composition des structures (os, muscles, air,,,) )

Cette interaction avec l'objet  
produit une image de  
rayonnement ou **image**  
**radiante**



- **L' IMAGE RADIANTE** est la distribution de l'intensité du faisceau transmis selon le degré d'atténuation, c'est une image non visible spontanément
- **L'ATTENUATION**: quand le Rx pénètre la matière, il existe une diminution progressive des photons qui le constitue, et qui est variable selon les numéros atomiques des différents constituants de la matière(os, tissus mous,,,)et l'épaisseur à traverser

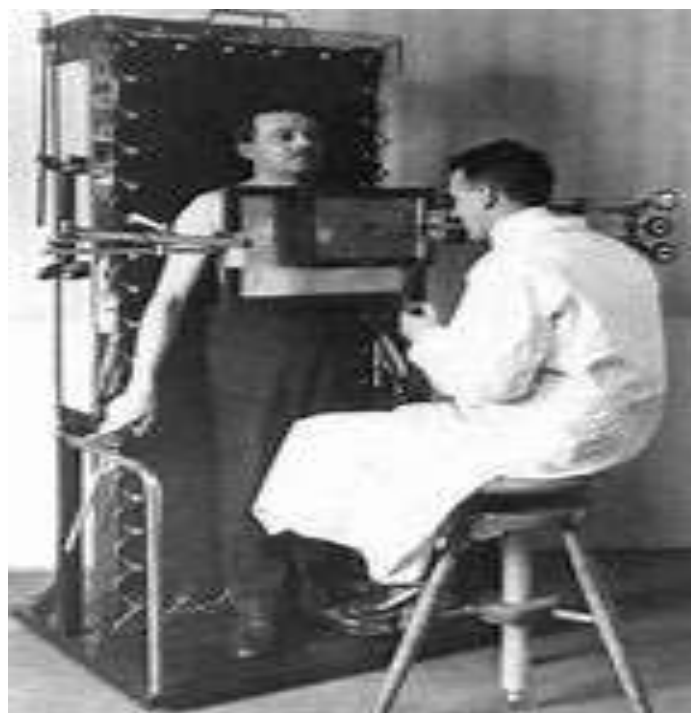
# Transformation de l'image radiante en image lumineuse

Cette image radiante est rendue **perceptible** sous forme: **d'image lumineuse accessible a l'observateur** grâce a la capacité que détiennent certaines substances **d'émettre de la lumière sous l'effet du rayonnement**(radioscopie, écrans renforçateurs ,écrans phosphores)et **d'image graphique** (film radiologique)

**Ecran luminescent ou radioscopie**; c'est un écran constitué d'une fine couche cristalline de sulfure de zinc collée sur une couche mince, absorbe les RX et les transforme en une image lumineuse visible et qui est une réplique fidèle de l'image radiante,









- **Amplificateur de luminance** (**'de brillance**), c'est un appareil de radiologie dédié, à l'interventionnel qui permet de voir les images en temps réel,
- Il permet **la détection et l'amplification de faible intensité de lumière** puis les transforme en signal électronique pour être vue sur un écran,



# L'enregistrement de l'image

# La radiographie analogique:le film argentique

Nécessite un film radiographique ,une cassette a écrans renforçateur (**couple Ecran-film**) et le développement humide,  
L'image apparait sur le film grâce a une reaction photochimique

- Le film peu sensible a l'action des rx ,ceux ci doivent être transformés en rayonnement lumineux et c'est le rôle des écrans renforçateurs autour du film dans les cassettes radiographiques.
- Ces écrans sont composés de terre rare qui absorbe les rx et émettent une lumière verte

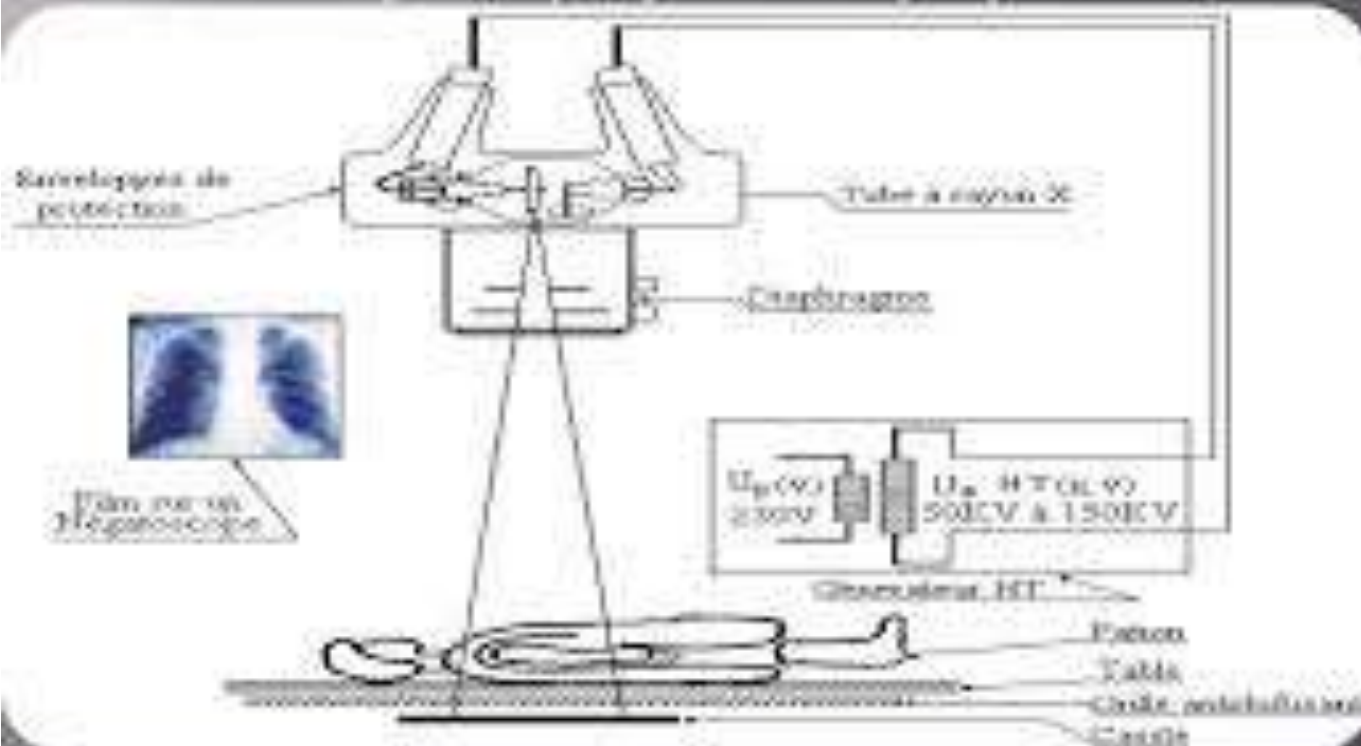


## Appareillage





L'installation de radiologie est composée par les éléments principaux suivants :

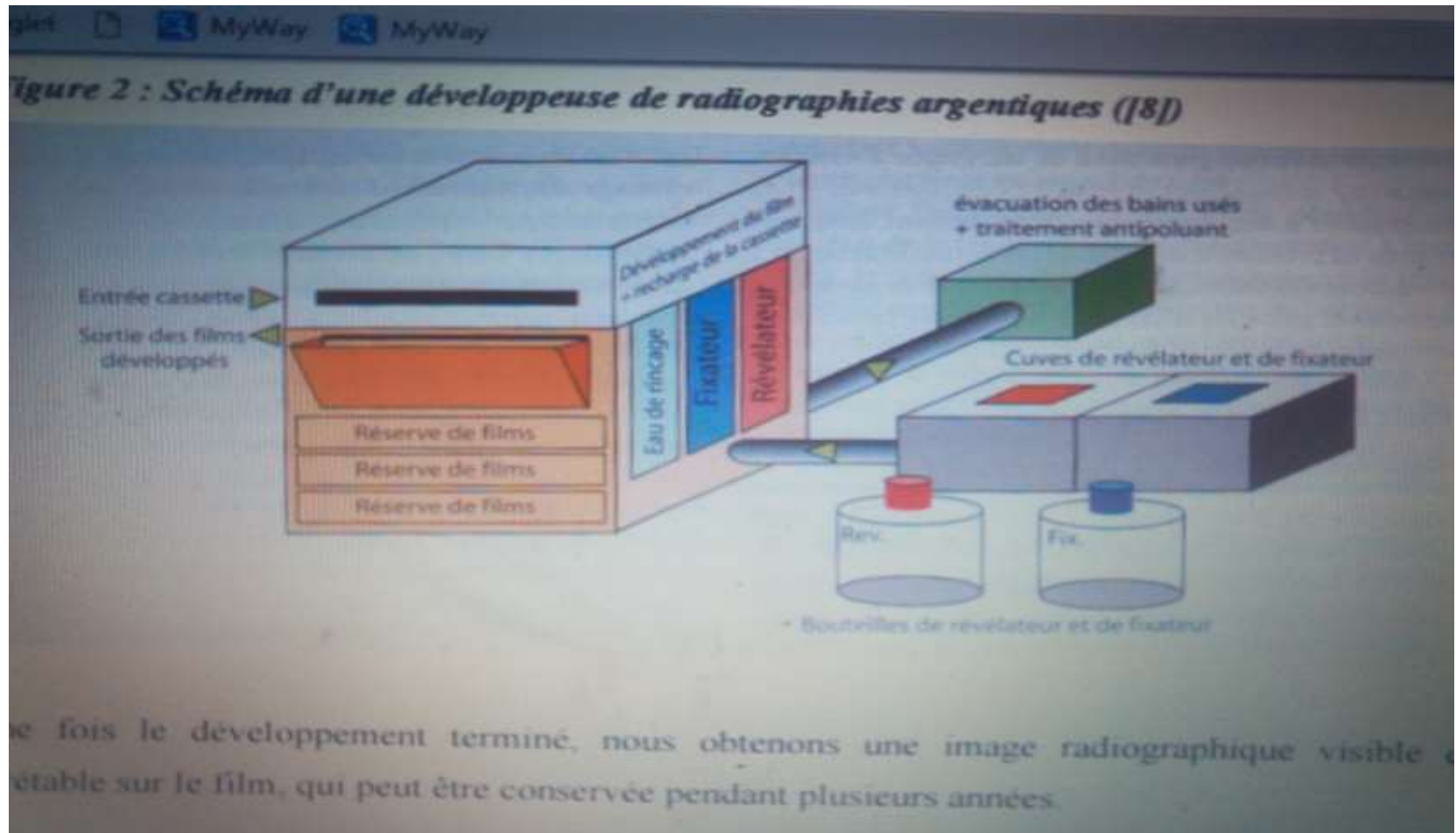


Est aussi  
 > l'appareil de commande  
 > La chambre noire et le développement.

- Le film est recouvert d'une emulsion contenant des cristaux d'iodobromure d'argent.
- L'énergie transmise par la lumière verte sur les cristaux provoque la libération d'électrons par les ions de bromures et la formation d'un atome d'argent.
- Ces réactions forment l'image latente sur le film

- Le développement du film passe par trois étapes:
- -développement par un révélateur c'est un réducteur qui transforme les ions d'argent en atome d'argent métallique noir visible sur le film.
- -le fixage par un fixateur sert à dissoudre les cristaux d'iodobromure non réduits .
- -le rinçage enlever le surplus de fixateur et séchage.

# Schema d'une developpeuse de film argentique





# Radiographie numérique

- Après passage des rx a travers l'objet l'image de rayonnement créée sera détectée par un récepteur qui transformera le signal analogique en signal numérique.
- Il existe 2 systèmes de numérisation:
- - CR: radiographie computerisée.
- -DR: radiographie numérisée( digitale)

- Nécessite:
- -un générateur de ht avec un tube a rx.
- -cassettes ce sont des plaques stimulables contenant un écran a scintillateur photo simulable a mémoires écrans sont aussi appelés écrans radio luminescents a mémoire(ERLM)ou tout simplement écrans phosphores.

- -un lecteur a balayage laser de ces ecrans.
- -une station informatique avec visualisation et traitement de l'image.
- -un reprogaphe: pour imprimer les radiographies obtenues





Cassettes ERLM



Lecteur  
Cassettes ERLM



Reprographe

- C'est une methode indirecte d'obtention de l'image .dans un premier temps l'image latente est enregistree sur la plaque stimulable avant d'etre lue par un laser dans le lecteur(numeriseur) et enregistree sur l'ordinateur .
- Nous passons donc d'un signal analogique a un signal numerique.

- Ensuite le signal est amplifié et converti en signal numérique avec des valeurs binaires qui correspondent à une nuance de gris pour chaque pixel.
- Ensuite grâce à un traitement informatique l'image apparaît sur l'écran de l'ordinateur.

# LE SYSTÈME DR

- Il s'agit d'obtenir une image numérique directement sur l'écran d'ordinateur ,nécessite
- -un générateur
- -source de rx
- -détecteur a numérisation directe(capteurs)
- Station informatique avec logiciel de traitement d'image.
- reprographe

# Table numerique



# CAPTEURS PLANS



- les detecteurs a numerisations directes sont des capteurs plans ressemblant a une cassette de la radiologie conventionnelle mais ils sont directement relies a l'ecran d'ordinateurs.,,
- Les charges electriques sont converties en donnees numeriques par un systeme de matrices





# Les règles de la formation de l'image géométrique

- 1<sup>ère</sup> règle : l'agrandissement; la projection donne une ombre plus grande que l'objet,

Les dimensions de l'objet augmentent quand il est près du foyer de RX et diminuent quand il est loin

- 2<sup>ème</sup> règle: déformation les parties les plus éloignées du film seront plus agrandies que les parties les plus proches,
- Il faut en tenir compte pour l'interprétation

- 3<sup>ème</sup> règle: un objet parallèle au film est agrandi non déformé,
- 4<sup>ème</sup> règle; un objet dont le principal plan est oblique par rapport au film est déformé par la projection,
- 5<sup>ème</sup> règle: objet disposé perpendiculairement par rapport au film donne une image linéaire

- 6<sup>ème</sup> règle: 02 objets superposés donne une ombre composite dans laquelle les détails de chacun des deux objets se confondent et ne sont distingués que par les différences d'opacité propre à chacun d'eux

# Les criteres de qualitede l'image;

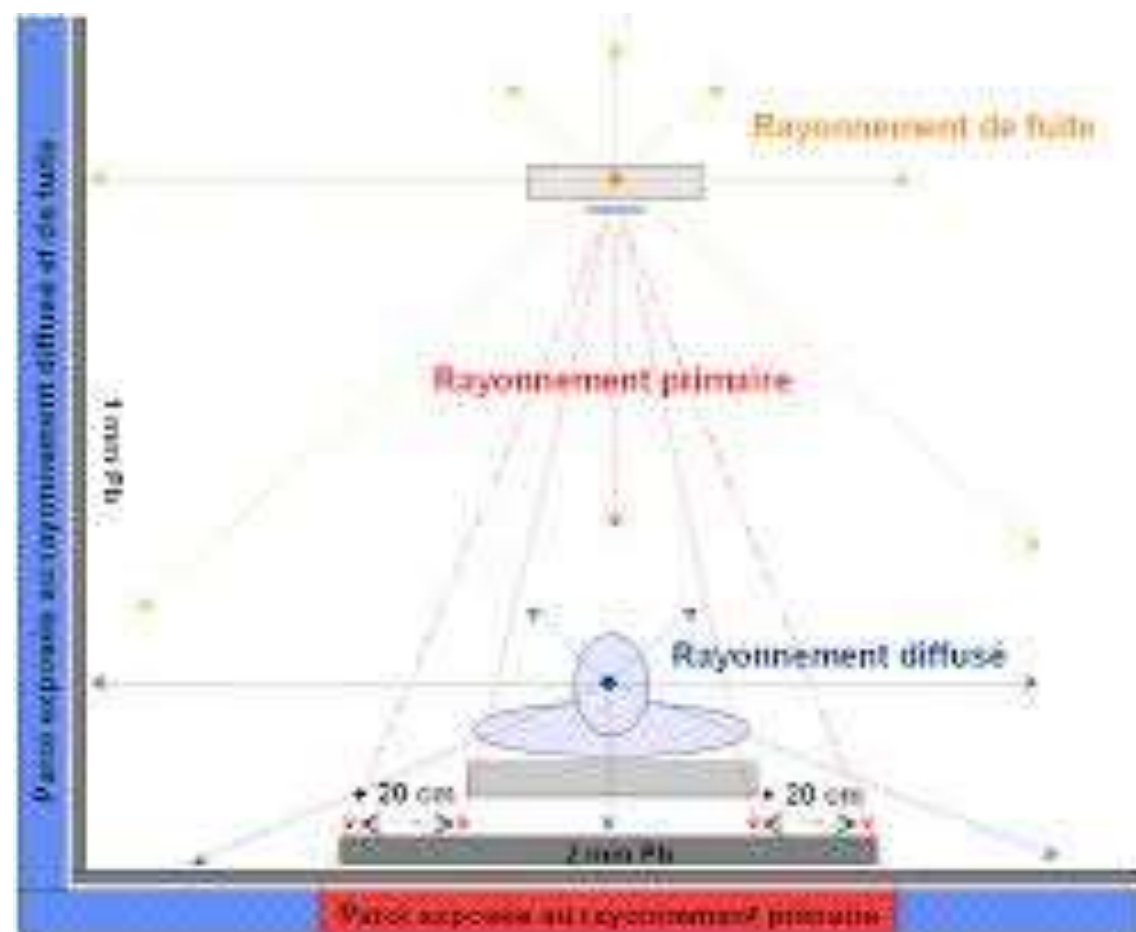
- **La définition**: netteté des contours de l'image
- **Le contraste**; les contrastes d'intensite donc la différence de le noircissement entre deux régions voisines sur le film( structures anatomiques a étudier, ),
- **La résolution** ;la capacité d'un système radiologique de distinguer deux objets l'un de l'autre
- **L'incidence** ou la position de référence ( incidence de face ,de profil ,,, )
- **Centrage**: image bien au centre du film,
- **Conformité aux règles de présentation** (identification du malade ,position ,date ,étiquette,, )

# les flous

- **le flou geometrique**: Il est lie a la disposition géométriques des éléments concourant a la formation de l'image : taille du foyer, agrandissement, decalage par rapport au rayon directeur,
- **Le flou cinetique**: lie au mouvement du patient , battements cardiaques,,
- **Le flou d'ecran** : lie a l'epaisseur des cassettes ou détérioration de l'un de ses constituants,
- **Le flou de forme** : lie a la forme de l'objet et variation d'epaisseur

# Rayonnement diffuse

- Le rayonnement diffuse : tout corps traverse par les RX devient émetteur d'un rayonnement diffuse, aussi bien le patient que l'air traverse les écrans le dispositif radiologique,,,,,
- Ce rayonnement se propage dans toutes les directions entraine une diminution de la qualité de l'image car ils sont impressionnés sur le film comme les rayonnement atténues,

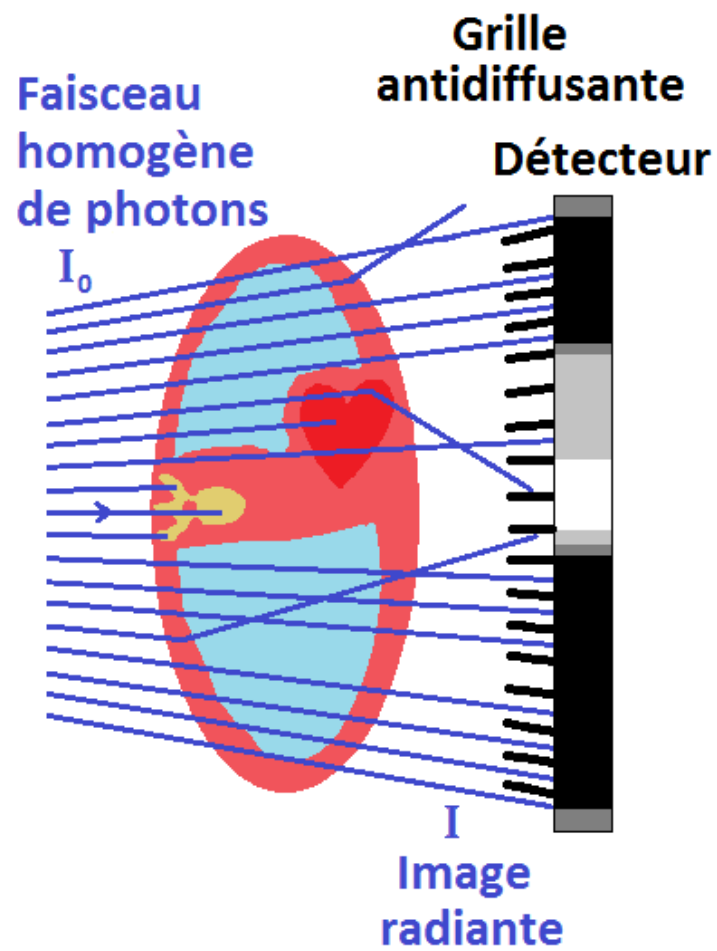




# Moyens de lutte contre le rayonnement diffuse

- Moyens de lutte contre les rayonnements diffuses:
- **Les diaphragmes**; sont des volets de plomb montés sur tube à RX permettant de réduire la largeur du faisceau de RX donc les rayons diffusés,
- **Les grilles anti diffusantes**; interposées entre le malade et la cassette contenant le film, elles sont formées par des lames de plomb fines parallèles séparées par des feuilles d'aluminium,

Les grilles animées d'un mouvement oscillant pendant l'émission de RX par le tube s'appellent **POTTER BUCKY** (c'est un mouvement rapide lui permettant de ne pas être visible sur le cliché)





Tonalites aerique ,  
Tonalite graisseuse,  
Tonalitehydrique,  
Tonalite calcique

# Les facteurs d'exposition radiographiques

- Ils déterminent la visibilité des structures anatomiques sur une radiographie,
- Ils affectent la dose d'irradiation par le patient, ce sont des facteurs operateur dépendant,
- Deux principaux facteurs:  
milliampères/seconde:mas et les kilovolts:  
kV,

- **MAS(l'intensite)**:responsable de la quantité de RX produit lors d'une exposition,
- Le mas est un terme électrique c'est le taux d'electron circulant par seconde dans le tube le temps est la duree d'exposition,
- La quantité de rayon x qui atteignent le film determine la noirceur global de l'image

- **KV(la tension)**:contrôle la puissance de pénétration et la qualité des RX,
- Il contrôle le contraste cad la différence entre les zones claires et sombres sur la radiographie

- Exemple 1:mammographie,etude des tissus mous contraste élevé nécessaire donc on utilise de faible kv 40kv,
- Exemple 2:thorax bon contraste spontané tissus air faible pour l'os donc kv élevés 120kv

# conclusion

- La formation de l'image radiologique analogique ou numérique dépend de différents facteurs,
- L'atténuation du RX dépend de l'épaisseur de l'objet de sa densité du numéro atomique  $z$  des atomes qui le compose et de l'énergie des RX,
- Remplir les critères de qualité de l'image ,
- Et savoir équilibrer entre les mas et les kv pour minimiser les irradiations