

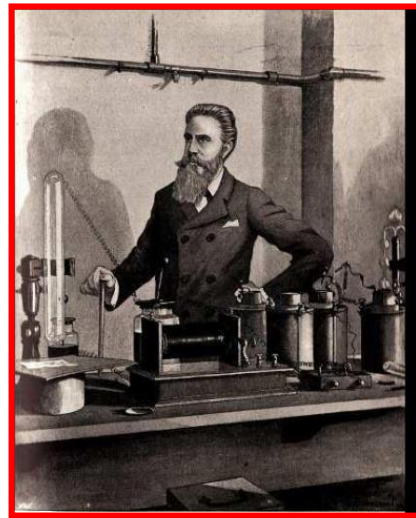
TUBE RADIOGENE

1895

Découverte des rayons X

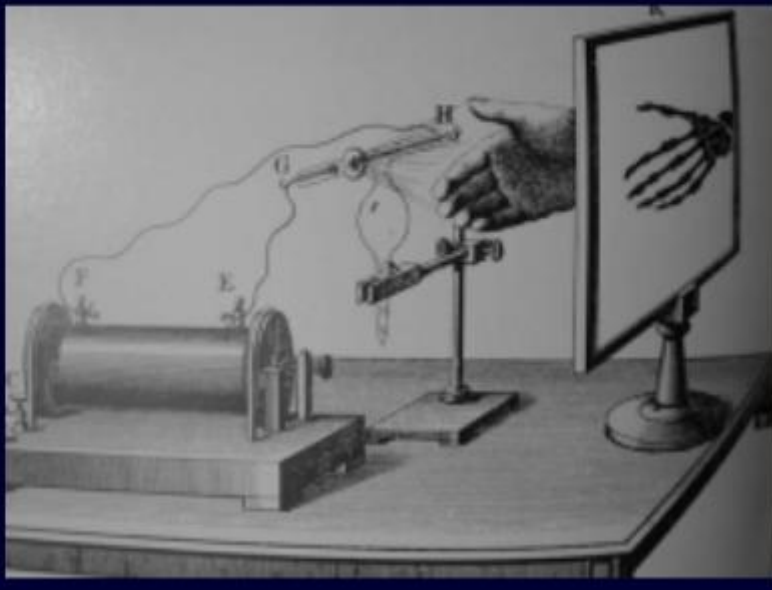


MAIN DE MADAME RONTGEN



W. RONTGEN

1895 Roentgen découvre le rayon X



En1916 :

Invention par W.COOLIDGE DU TUBE RADIOGENE

En 1920 :

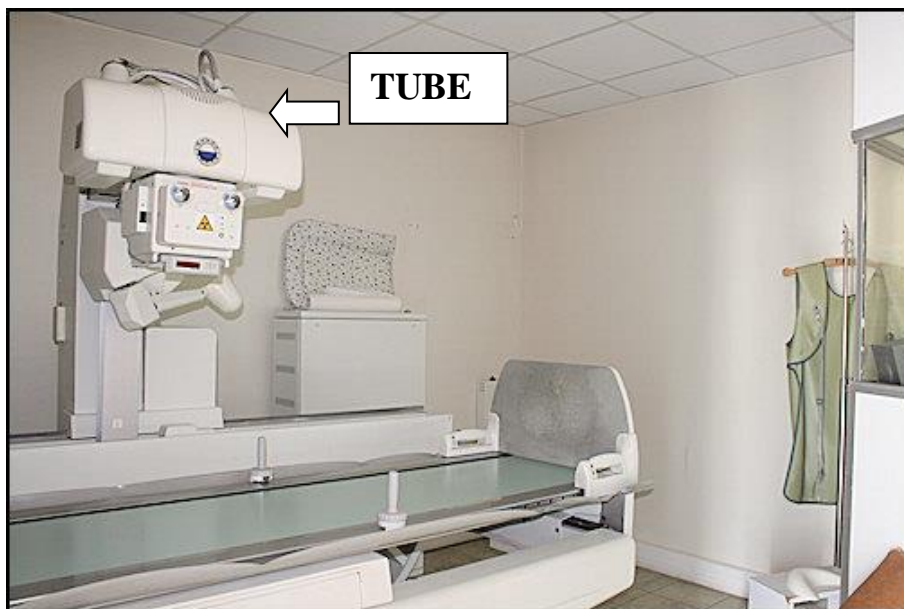
Fabrication des premiers modèles de TUBE COOLIDGE

DEPUIS CETTE DATE DE NOMBREUSES EVOLUTIONS ONT EU LIEU.

TUBE RADIOGENE A ANODE TOURNANTE



AMPOULE EN VERRE



Premier point à retenir

- Un tube radiogène ne fonctionne pas tout seul
- Il doit être relié à un :
 - Générateur de haute tension (environ 100 kV)
 - Générateur secondaire de basse tension
 - Système de refroidissement.

PLAN

I / INTRODUCTION ET HISTORIQUE**II / DESCRIPTION DU TUBE COOLIDGE / SCHEMA DU TUBE****1/Définition****2/Description des principaux constituants du tube : ELECTRODES****3/Fonctionnement du tube : production des RX****4/ Accessoires du tube****III/USURE DU TUBE****IV/ ILLUSTRATIONS**

1/Décrire le principe de fonctionnement du Tube à RX

2/Savoir reconnaître un tube radiogène et la production des RX

3/Connaître les composants de la table de radiologie standard

I/ INTRODUCTION ET HISTORIQUE

-1895 : Découverte de rayons X par W. RONTGEN à Würzburg en Allemagne.

Il conclut à l'existence d'un rayonnement X ayant comme propriétés de :

- Traverser la matière.
- Impressionner les émulsions photosensibles.
- Provoquer la fluorescence de certaines substances.

Selon la nature des tissus traversés, les rayons X seront plus ou moins atténués et donneront au final une image radiologique contrastée

-1916 : Invention du tube à Rayon X par W. D COOLIDGE

-1920 : Fabrication des premiers modèles tube COOLIDGE

-Depuis de nombreuses évolutions ont eu lieu et différents types de tube sont retrouvés actuellement avec le développement technologique

II / DESCRIPTION DU TUBE COOLIDGE

1- Tube COOLIDGE (invention en 1916 par Coolidge)

- Dispositif, constitué d'une ampoule de verre où règne un vide absolu.

- Comprend :

1 / Deux électrodes

-Un filament de tungstène qui constitue la cathode (électrode négative)

-Une plaque d'un alliage de métaux de nombre atomique Z élevé dite anode (électrode positive).

Ce pôle positif est la cible du flux d'électrons (faisceau cathodique) émanant du pôle négatif.

2/ Un système de refroidissement :

Indispensable (beaucoup de chaleur)

Le tube radiogène constitué d'une cathode et d'une anode, est entouré par des enveloppes de protection.

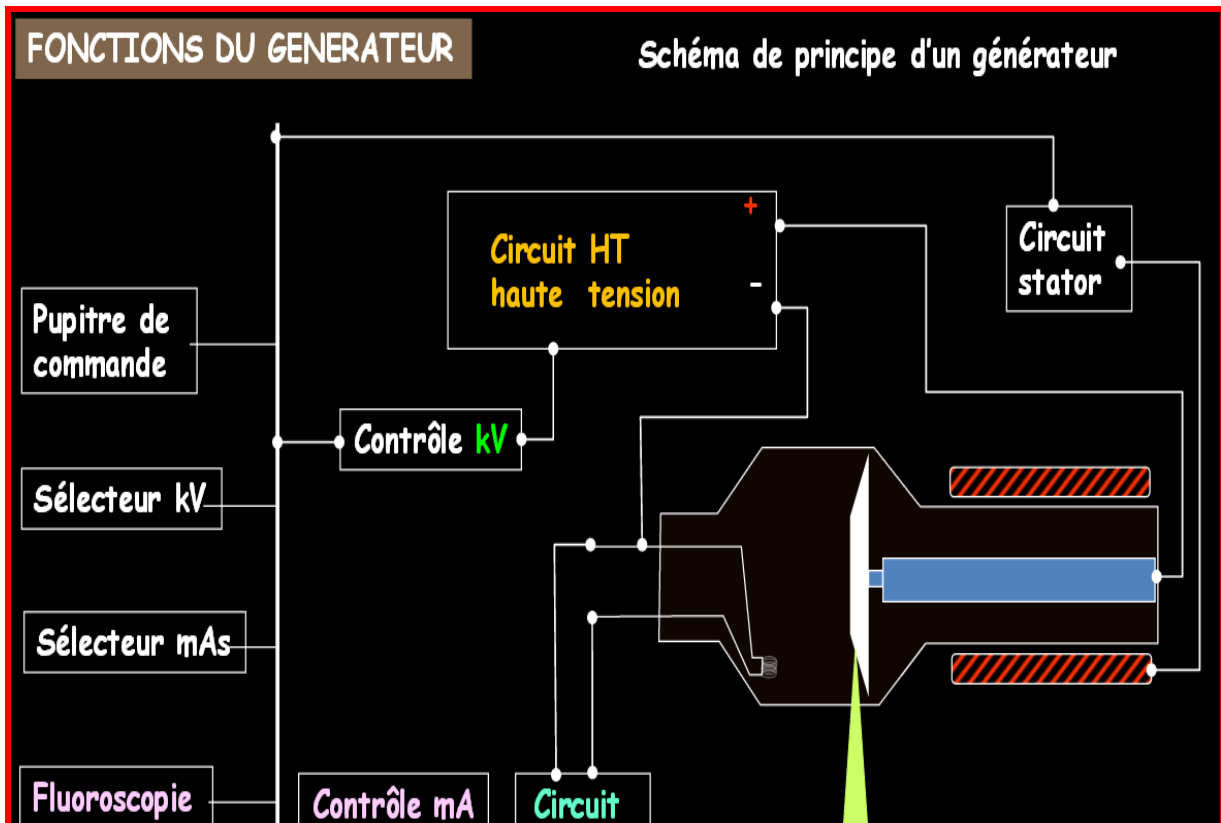
2-Deux générateurs : indispensables au fonctionnement du tube.

Deux circuits alimentent le tube

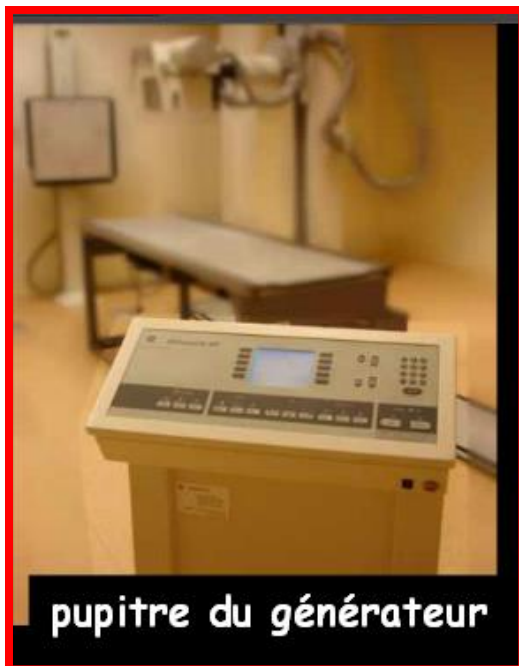
-Circuit à basse tension :10 à 12 V chauffer le filament et libérer les électrons

- Circuit à haute tension 50 à 150KV 50 à500 mA : accélérant les électrons émis

Ces courants sont produits par des transformateurs connectés au tube radiogène.



SCHEMA REPRESENTANT LE TUBE RADIOGENE RELIE AUX DEUX GENERATEURS



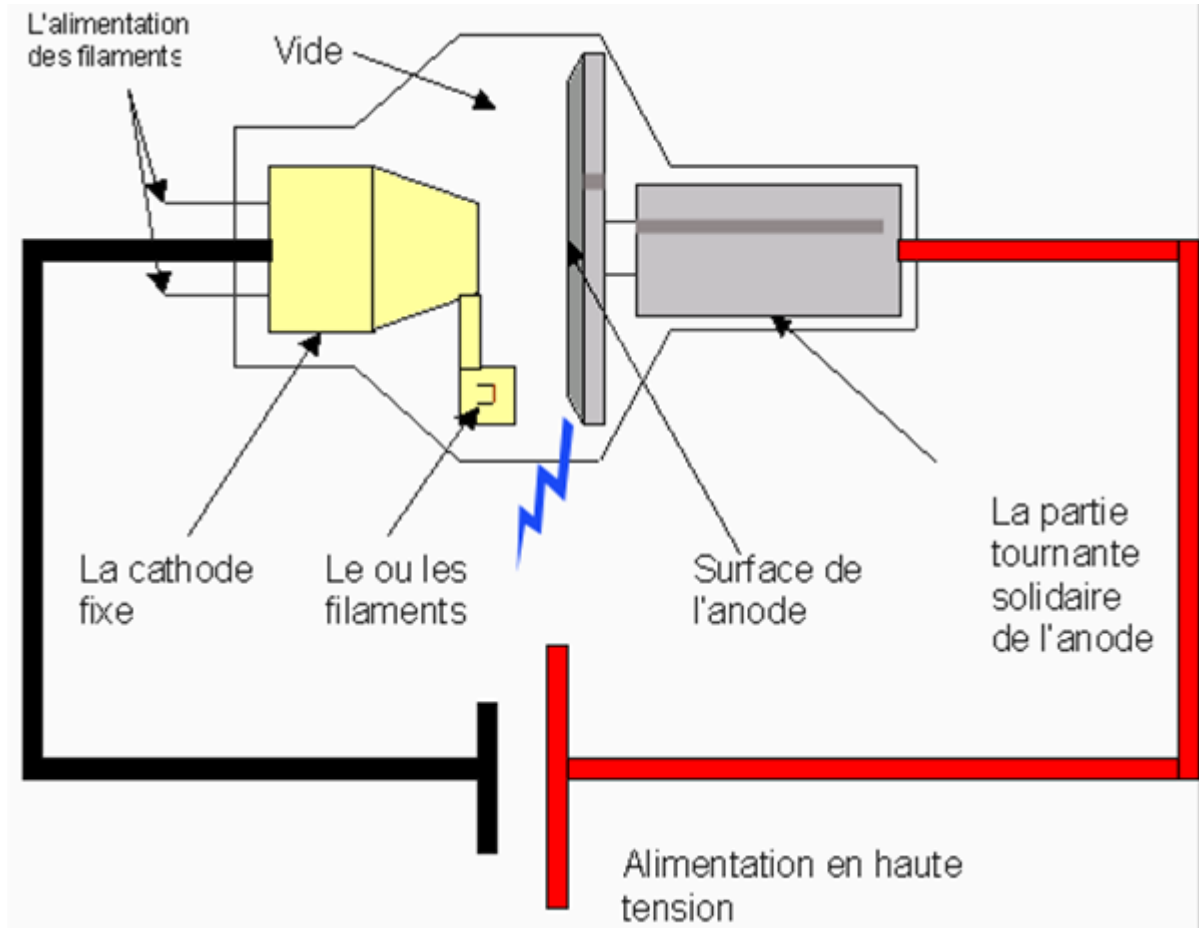
CONSTANTES +++

1-TENSION (KV)

2 -INTENSITE DU COURANT EN
Milliampère (mA)

3 -TEMPS DE POSE EN SECONDE
(S)

3/ SCHEMA DU TUBE ET SES COMPOSANTS



SCHEMA DU TUBE RADIOGENE

Tube :

Ampoule en verre où règne un vide absolu contenant deux électrodes électronique arrivant sur l'anode.

Faisceau d'électron : constitue ce qu'on appelle le **rayonnement cathodique**.

POURQUOI FAUTIL UN VIDE PARFAIT ?

-**VIDE PARFAIT** : doit être le plus poussé possible car il faut **la maîtrise du flux d'é**

-**Vitesse des électrons** est fonction de la tension (voltage :kV)

-**Nombre d'électron /unité de temps** est fonction de l'intensité (mA)

-**Section du faisceau d'électron** = f (diamètre et longueur du filament)

2/ ELECTRODES : PRINCIPAUX CONSTITUANTS

2- 1 / CATHODE

– C'est l'électrode négative et, est la source des électrons (élément fournissant les électrons) par **effet thermo-ionique**.

-Elle est composée le plus souvent par un filament de **TUNGSTENE** en forme de spirale qui est chauffé à haute température par un courant de basse tension, mais de haute intensité, dans un vide très poussé, libère des électrons.

Ce courant est stabilisé pour éviter les variations d'émission d'électron.

L'émission est proportionnelle à la:

- Surface du filament
- Température qui est elle-même proportionnelle au carré de l'intensité.
-

Les électrons sont accélérés entre la cathode et l'anode par une forte différence de potentiel, délivrée par le générateur.

- une **d.d.p** très élevée entre les deux électrodes, est créée et ainsi il s'établit un champ électrique intense à l'intérieur du tube.

- Les électrons émis en un faisceau dit cathodique sont entraînés à grande vitesse de la cathode sur l'anode sous l'influence de ce champ électrostatique

-La cathode est enchassée dans une électrode de focalisation qui se trouve au même potentiel que le filament et qui a pour effet de :

- Repousser les électrons émis
- Empêcher les déformations du filament dues aux charges positives.

- Usure de la cathode :

La cathode travaille dans le vide mais va présenter une usure se traduisant par un phénomène d'évaporation qui va entraîner :

- Une perte de rendement
- Au maximum une détérioration du tube par court-circuit.

2- 2 / ANODE

-Electrode positive, constituée d'un métal lourd de Z élevé du
TUNGSTENE/ MOBYDBENE/ RHENIUM.

Ces matériaux ont un **pouvoir réfractaire** élevé leur permettant de supporter des températures élevées.

-Elle est constituée d'une pastille en **tungstène**, de surface **unie et dure** et enchâssée dans **un bloc de cuivre qui lutte contre son échauffement** par une meilleure diffusion de la chaleur.

Elle est la cible des électrons et le lieu de production des rayons X.

La zone de bombardement des électrons sur l'anode s'appelle : **foyer**

La surface de l'anode est oblique par rapport à la direction du faisceau d'électrons de manière à permettre à davantage de rayons X de pouvoir sortir du tube.

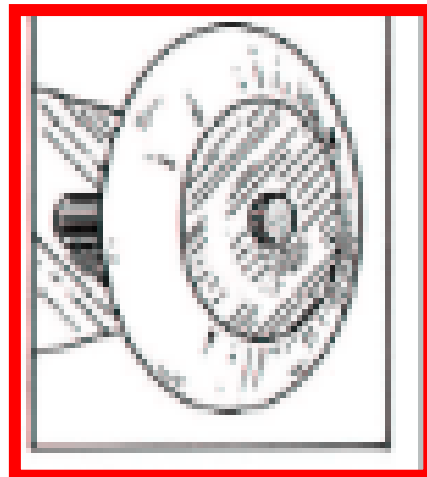
Types d'anode :

-Anode fixe

Equipe les appareils de faible puissance

-Anode tournante

- Son intérêt est de permettre un renouvellement constant de la surface de l'anode placée sous l'impact du faisceau d'électron.
- Le foyer est renouvelé constamment
- C'est le type le plus utilisé.



Caractéristiques de l'anode tournante

- L'aspect morphologique de la pastille est un **disque** dont le diamètre en pratique de **70mm à 125 mm**.

Ce dernier est limité par des phénomènes mécaniques.

- La vitesse de rotation du disque qui varie **3000trs/mn à 11000trs/mn**.

- Usure de l'anode

-L'usure est due à la dilacération des couches superficielles par les électrons au niveau de l'impact.

-Elle devient rugueuse et peut se créer de véritables cratères.

Ceci entraîne :

- 1) Un rendement du tube qui est diminué
- 2) La zone d'ombre de l'anode augmente

1-DIAMETRE DE L'ANODE = 75mm à 125mm

2 -VITESSE DE ROTATION= 3000trs/mn à 11000trs/mn

3- ANODE ROTATIVE :

-ELECTRODE(+)

**-FOYER DE L'ANODE CONSTAMMENT
RENOUVELLE**

-Si du RHENIUM est ajouté au tungstène, l'érosion électronique de l'anode est beaucoup plus lente.

TUBE

-Un filament en tungstène chauffé par un courant à basse tension appelé cathode et une anode (pôle positif) portée à une haute tension.

-Production d'un faisceau cathodique d'électrons par :

EFFET THERMO-IONIQUE.

-Attraction des électrons vers l'anode (anti-cathode) portée à haute tension.

3/ CARACTERISTIQUES DU TUBE A RX**3- 1 / PUISSANCE DU TUBE**

W : Puissance électrique supportée par le tube

W = V x I où **V** : ddp entre les 2 électrodes , **I** : intensité du courant

3 -2 / DIMENSION DU FOYER

Source de RX à partir de l'anode, sa surface doit être la plus petite qui soit pour diminuer au maximum le flou géométrique.

3-3 / RENDEMENT DU TUBE

Rapport : puissance RX / puissance électrique supportée par le tube à RX
Dénominateur : puissance des RX donc le rendement est directement proportionnel au numéro atomique (Z) et à la tension (KV)

3-4/ SYSTEME DE REFROIDISSEMENT

Refroidissement du tube indispensable à son bon fonctionnement

3-5-ENVELOPPES DE PROTECTION

Tube radiogène entouré de plusieurs **enveloppes de protection**

Permettant :

- 1) Assurer une protection :
 - Electrique : isolation électrique
 - Thermique
 - Mécanique
- 2) Assurer la protection des utilisateurs contre les rayonnements de fuite et prévenir la dispersion des rayons X émis.

4 / PRODUCTION DES RAYONS X

Que se passe-t-il au contact du point d'impact de l'anode par le faisceau cathodique ?

Une décélération brutale des électrons lors de leur arrivée sur l'anode et ils sont arrêtés brutalement en un seul point d'impact de l'anode.

L'énergie cinétique $E_c = eU$: elle se transforme en chaleur 99% et **1% de RX uniquement est produit.**

PLUS LA TENSION EST ELEVEE, PLUS L'ENERGIE DE CHAQUE PHOTON EST ELEVEE.

EN QUOI CONSISTE LE RAYONNEMENT X DE FREINAGE =

BREMSSTRAHLUNG ?

-L'électron incident chargé négativement arrive sur la cible (le point d'impact de l'anode) et en s'approchant du noyau d'un atome de la cible, il est dévié de sa trajectoire par celui-ci du fait de sa charge positive qui exerce son attraction .

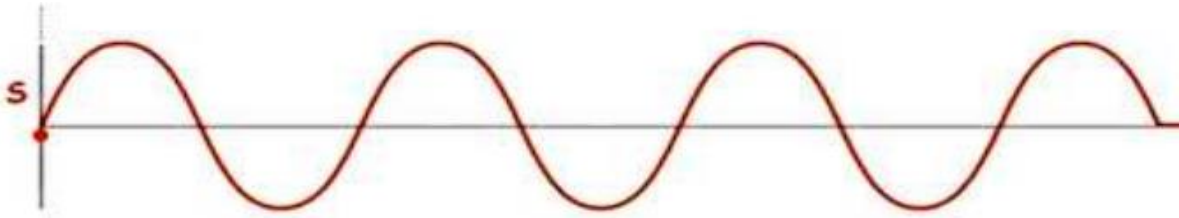
Ainsi, l'électron est ralenti, et l'**énergie de freinage** est dégagée sous forme d'un **photon X** ou de chaleur si l'énergie est faible.

Par ailleurs, l'électron continue sa course sur une autre trajectoire ayant été dévié par le freinage jusqu'à l'atome suivant où il produit un autre photon X.

En somme, nous obtenons la transformation de l'énergie cinétique des électrons en **1% de photons X** et **99% en chaleur** au point d'impact de l'anode.

C'EST QUOI LE RAYONNEMENT X ?

Découvert en 1895 PAR WILHELM ROENTGEN,
C'est une **onde électromagnétique** composée de photons de **5 picomètres à 10 nanomètres**
-Il est utilisé en : cristallographie et imagerie médicale



Une onde est caractérisée par :

- Sa fréquence en Hertz (HZ) : nombre de cycle par seconde
- Sa longueur λ : distance entre 2 maximum
- Sa vitesse de propagation V en m /s

$$\lambda = V / F$$

Onde électromagnétique

Elle est produite par la décélération d'électrons hors du noyau atomique

Onde longueur d'onde

$\lambda = 5\text{pm à } 10\text{nm}$ - Fréquence F - C :vitesse de la lumière

Corpuscule

Photon d'énergie E : $E = hF$ (h constante de Planck)

4/ ACCESSOIRES DU TUBE RADIOGENE

4-1/GAINE :

- Protéger le tube en isolant et le refroidissement
- Arrêter le rayonnement parasite
- Limiter le faisceau de RX par une ouverture carrée dite fenêtre au niveau du foyer de l'anode.

4-2/ DIAPHRAGME :

Il est solidaire à la fenêtre à l'extérieur de la gaine , permettant de varier son ouverture.

Deux types : Diaphragme : simple(4 lames) et multiple(diaphragmes superposés permettant de limiter le **faisceau des RX avec précision et le faisceau diffusé.**

4-3/ CENTREUR LUMINEUX

Système optique qui objective les limites du faisceau.

Un dispositif central permet de faire coïncider le rayon directeur avec la zone à radiographier .

4-4/ FILTRE

Il est placé à la sortie du tube, il élimine les RX mous et homogénéise le faisceau.

-60 à 120 >> 2mm d'aluminium

> 120 KV > 0,2 à 3 mm de cuivre et 1 mm d'aluminium

III / DETERIORATION OU USURE DU TUBE RADIOGENE

- Le rendement est diminué selon l'importance de l'usure
- Arrêt total du fonctionnement du tube à l'extrême
- La chaleur constitue un grand problème en dépit du système perfectionné de refroidissement.

Par conséquent, différents problèmes émergent :

- Dépassement de la capacité d'anode et sa destruction.
- Température et capacité de la gaine augmentées.
- Vieillessement du verre avec craquement de l'ampoule.
- Vieillessement du filament de tungstène ; cathode
- Charge élevée appliquée au tube

IV / ILLUSTRATIONS

- TYPE D'EQUIPEMENT (FIXE ET MOBILE) ET SALLE DE RADIOGRAPHIE
- CLICHES RADIOGRAPHIQUES OBTENUS AVEC TUBE DE RX

TABLE DE RADIODIAGNOSTIC

INSTALLATIONS FIXE DANS LA SALLE DE RX



APPAREIL MOBILE



**TUBE RADIOGENE
ET ACCESSOIRES :
CENTREUR LUMINEUX**

EQUIPEMENT MOBILE (clichés pris au chevet du malade)



CLICHES DE RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE

