

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Faculté de médecine ZIANIA
Département de médecine dentaire

APPAREILS À RAYONS X

Cours d'Imagerie médicale / 3ème année

ANNEE UNIVERSITAIRE 2024/2025

Plan

- Introduction
- 1.Définition des rayons X
- 2.Installation d'un appareil à rayons X
 - 2.1. L'appareil à rayons X :
 - 2.2. Les appareils de mesure
 - 2.3. Protection électrique de l'appareillage
-
- 3.puissance et capacité thermique d'un tube à rayons X
 - 3.1. La puissance
 - 3.2. La capacité thermique
- 4.Paramètres électriques d'utilisation d'un appareil à rayons X
- 5. Application en pratique médicale
- Conclusion

- Introduction

L'application correcte des phénomènes ondulatoires a permis l'évolution de la médecine en explorant l'anatomie du corps humain. Parmi ces phénomènes on cite les rayons X qui depuis leurs découvertes par le professeur Wilhelm Conrad Röntgen, de nombreux changements et améliorations nous sont parvenus à travers les années, pour faire aujourd'hui de ce phénomène un moyen de diagnostic indispensable à la médecine moderne.

- 1. Définition des rayons X

Les rayons X sont des ondes électromagnétiques ayant une grande énergie, ce qui leur procure des caractéristiques particulières comme celles de traverser certains tissus. En associant ces caractéristiques avec un procédé d'enregistrement d'images, on obtient des clichés de l'intérieur de notre organisme qui va aider les personnels soignants à identifier les anomalies par le biais d'un équipement biomédical appelé la radiographie.

- 2. Installation d'un appareil à rayons X

- L'alimentation électrique est donnée par le courant de secteur dont il faut connaître les caractéristiques : -220 volts et plus rarement maintenant 110 volts : Fréquence de 50 périodes/seconde en Europe. Le branchement se fait par une prise de 5 ampères (220 volts) ou 10 ampères (110 volts).

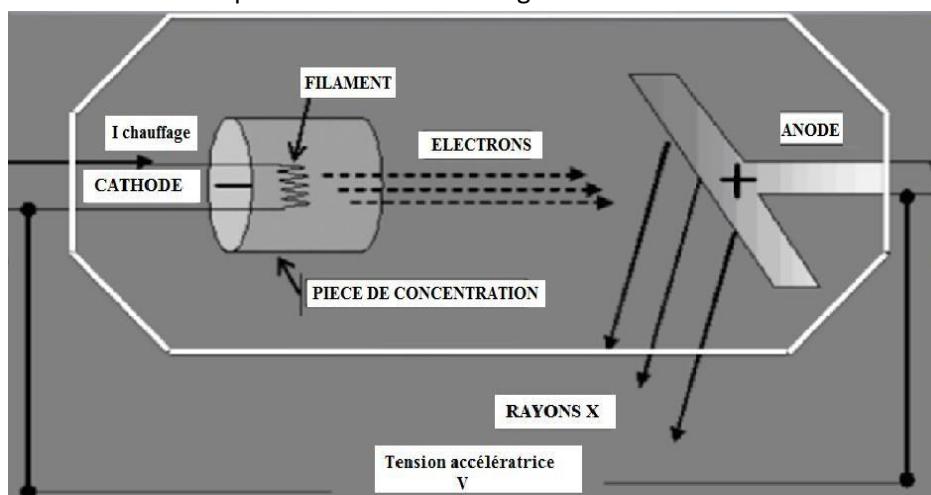
- - 2.1. Appareil à rayons X

- - 2.1.1. Tube à rayons X :

Le tube est composé de :

- Une cathode responsable de l'émission des électrons.
- Une anode qui est la source de production des rayons X.
- Une ampoule en verre assurant le vide et permettant l'évacuation de la chaleur qui sera produite lors de la production des rayons X .

Les différents composants d'un tube radiogène





Ampoule de verre de tube radiogène.

A -La cathode:

- C'est un filament en spirale composé généralement de Tungstène et de trace de Thorium est amenée à très haute tension et émet des électrons par thermo-émission (source d'électrons). Ces électrons sont accélérés par différence de potentiel et projetés vers l'anode.
- La cathode constitue la partie négative du tube.
- Les tubes à rayons X actuels ont des filaments à faible inertie qui permettent une mise à température rapide, qui permettent donc d'obtenir plus rapidement une radiographie après une scopie. Ce temps de préparation, qui est une caractéristique importante, est de l'ordre de 0,5 sec à 2 sec.
- La longueur du filament est importante car elle détermine, avec la pente de l'anode, une des dimensions de l'image de la source de rayons x. l'autre dimension est déterminée par le diamètre du bobinage ou filament.
- **Le flux électronique :** l'intensité des électrons augmentant avec la température de chauffage du filament, le débit du tube (sa puissance) sera fonction de la température du filament.
- **Focalisation du flux électronique :** afin d'obtenir une meilleure focalisation des électrons et d'éviter la déformation du filament, les filaments sont placés dans une petite cuve métallique.

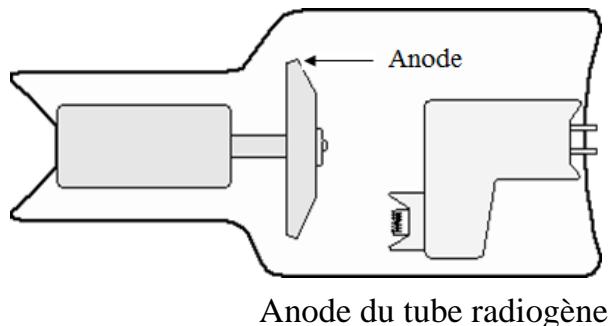
B -L'anode:

Aussi appelée « **cible ou anticathode** » correspond à la partie positive du tube.

Lorsque les électrons entrent en contact avec cette dernière, leur énergie cinétique est transformée en énergie électromagnétique donc en rayonnement X.

La taille de l'anode varie entre 75 - 90 – 120 mm. Plus la surface de piste est augmentée plus la puissance augmente.

Elle assure le freinage des électrons accélérés et émet, par le foyer, des rayons x.



La surface de bombardement des électrons sur l'anode s'appelle le *foyer* et sa taille est un élément déterminant de la finesse de l'image.

Il existe deux types d'anode :

Anode fixe : En cuivre (bon conducteur de chaleur)

Anode tournante : Equipe les tubes de moyenne et de forte puissance

La pente d'anode :

C'est l'angle que fait l'anode avec l'axe du faisceau perpendiculairement à la trajectoire des électrons provenant de la cathode. Varie entre 10 et 20°.

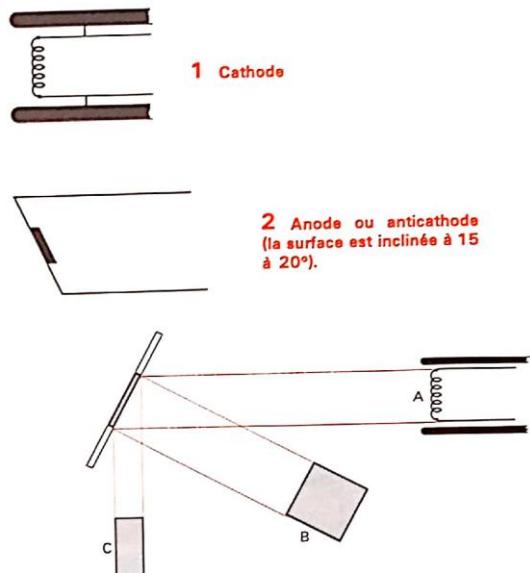
Le foyer:

- Le foyer réel ou « foyer thermique » est la surface sur laquelle vient frapper les électrons émis par le filament de la cathode. Ses dimensions sont rectangulaires.

Le foyer « apparent » est la source de rayons X vue dans la direction du rayonnement et perpendiculaire à l'axe du tube. C'est un carré.

L'anode est constituée de matériaux qui supportent les hautes températures,

Elle sert de cible aux électrons, elle est constituée de tungstène ou d'alliage tungstène-rhénium. C'est ce métal qui présente le meilleur spectre d'utilisation des rayons X.



3 Schéma de foyer thermique et de foyer optique d'une anode fixe.
A. Flux électronique.
B. Foyer thermique.
C. Foyer optique beaucoup plus petit (c'est la zone de répartition spatiale maximale de l'énergie X).

C - Enveloppes de protection :

Le tube radiogène est entouré de plusieurs enveloppes de protection permettant d'assurer une protection électrique, thermique et mécanique du tube tout en assurant la protection des utilisateurs contre les rayonnements de fuite.

Il est entouré d'une ampoule généralement composée de verre ou d'une combinaison de verre et de métal ou de céramique et de métal qui a pour fonction d'assurer une isolation électrique, d'évacuer la chaleur produite et d'assurer un vide aussi parfait que possible.

L'ampoule baigne dans de l'huile, qui participe au système de refroidissement. Le tout est enfermé dans une gaine métallique.

L'enveloppe protectrice laisse échapper les rayons X par une fenêtre de sortie. Les rayons X sont les moins énergétiques, qui ne contribueront pas à la formation de l'image, mais qui pourront avoir des effets biologiques, sont éliminés par un filtre d'aluminium : on parle de durcissement du faisceau, car l'énergie moyenne du faisceau de rayons X augmente après filtration.

La taille du faisceau de rayons X est ensuite ajusté par l'utilisation de diaphragmes.

Un faisceau lumineux permet de simuler la position du faisceau de rayons X avant la prise du cliché radiographique.

D - La gaine :

Le tube à rayons X, pour des raisons de sécurité, est installé à l'intérieur d'une gaine qu'il fixe mécaniquement avec précision pour définir un axe du faisceau X précis et permettre la fixation du collimateur.

La gaine permet une isolation électrique du tube et elle est reliée à la terre ; elle facilite le raccordement des câbles haute tension blindés pour l'anode et la cathode.

L'isolant utilisé est de l'huile de haute qualité qui doit aussi évacuer les calories de l'anode vers la gaine.

Rôle de la gaine : double

- Protection mécanique de l'enveloppe du tube (verre ou métal).
- Surtout protection du personnel contre le rayonnement de fuite.

2.1.2. Un cône centreur lui est adapté, il matérialise l'axe du rayonnement principal.

2.1.3 Un diaphragme plombé limite le cône d'émission des rayons X.

2.1.4. Un transformateur qui élève la tension du secteur à la valeur désirée (entre 40 et 65 kilovolts habituellement) aux bornes du tube.

2.1.5. Un circuit annexe avec abaissement de la tension pour alimenter l'incandescence réglable de la cathode.

- L'utilisation d'un appareillage ne sera bonne que si la tension du secteur a été vérifiée à 110 ou 220 volts, sinon tous les autres réglages (pénétration, intensité) seraient faussés.

La plupart des appareils actuels sont munis d'un correcteur incorporé.

2.2. Les appareils de mesure

1) Un voltmètre sur le circuit de l'alimentation primaire du tube, il en mesure la différence de potentiel, c'est-à-dire la vitesse des thermo-électrons pris dans le champ électrique dont dépend la plus ou moins grande pénétration des rayons X :
a) les mesures sont faites en kilovolts de 45-65 kV ;
b) leur puissance est inversement proportionnelle à leur longueur d'onde.

2) Un milliampèremètre : il mesure la quantité de thermo-électrons émis par le fil incandescent de la cathode ; plus le fil est chauffé, plus il est émis de thermo-électrons et plus l'intensité est grande, les mesures sont faites en milli ampères (mA).

3) Une minuterie : elle va déterminer le temps de pose, c'est-à-dire le temps de passage des rayons X.

2.3. Protection électrique de l'appareillage

1) Mise à la terre du circuit de haute tension.

2) Un disjoncteur sur le circuit primaire de haute tension: c'est un dispositif électromagnétique de rupture automatique en cas de tension trop élevée.

3. Puissance et capacité thermique d'un tube à rayons X

3.1. La puissance

La puissance est le produit: Tension x Intensité pendant un temps déterminé. Des abaques fournies par le constructeur donnent les limites de charge d'utilisation. •

3.2. La capacité thermique

La capacité thermique. Elle s'exprime en unités de chaleur et permet de calculer le rythme d'utilisation d'un tube. Si cela n'est pas respecté, le tube risque d'être détruit par augmentation de la chaleur et par cratérisation du foyer (c'est-à-dire perte du caractère plan de la pastille de tungstène de l'anticathode, d'où altération du foyer optique).

4. Paramètres électriques d'utilisation d'un appareil à rayons X

Ce sont :

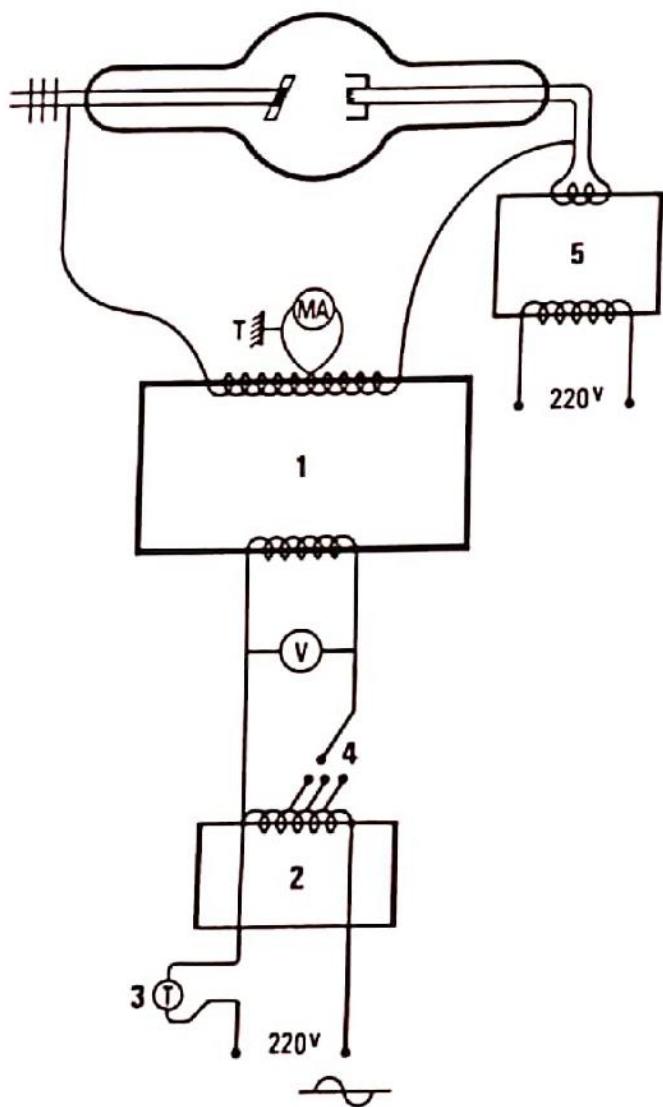
- 1) L'intensité, que l'on règle par le chauffage du filament de 3) Le temps déterminé par la minuterie. La cathode.
- 2) Le voltage par réglage sur le circuit primaire du transformateur, il détermine la vitesse des électrons et donc la puissance des photons X et leur longueur d'onde.
- 3) le temps déterminé par la minutrie.

Actuellement, il existe une législation internationale d'homologation des appareils de RX mis en vente : c'est-à-dire qu'ils doivent satisfaire aux normes de protection.

-Emplacement et utilisation d'un appareil de radiographie dentaire: il peut niquer des rayons X être incorporé au fauteuil dentaire, ou être mobile sur pied, ou être mural, mais toujours il doit être maniable et articulé sur bras porteur souple pour réaliser facilement et sans effort les différentes incidences dentaires.

- L'installation doit prévoir un écran plombé protecteur, pour la personne qui prend le cliché : écran éloigné au maximum (loi du carré des distances), la minuterie est reliée au générateur par un long fil souple.

- D'autre part, il est recommandé d'installer une protection plombée, légère sur bras articulé pour recouvrir la région cervicale et thoracique haute du patient. - Enfin, un négatoscope à puissance variable avec loupe prend place dans la salle d'examen.



4 Schéma d'un tube de RX.

1. Transformateur, élévateur de tension.

2 et 4. Autotransformateur, réglage du voltage aux bornes du primaire.

3. T. = Minuterie.

5. Réglage de l'intensité: le filament de la cathode chauffé par un circuit annexe abaisseur de tension.

5. Application en pratique médicale

- Radiographie standard du squelette osseux
- Radiographie pulmonaire
- Radiographie de l'abdomen sans préparation
- Mammographie
- Examen spécialisé
- Tomodensitométrie
- Radiothérapie
- Angiographie

Conclusion

- Le tube radiogène est constitué d'une cathode et d'une anode entouré par des enveloppes de protection.
- La cathode est la source des électrons.
- Les électrons sont accélérés entre la cathode et l'anode par une forte différence de potentiel.
- L'anode est la cible des électrons et le lieu de production des rayons X s'appelle le foyer.
- Des diaphragmes permettent d'ajuster la taille du champ radiographique.
- Un faisceau lumineux simule la position et la taille du faisceau de rayons X avant la prise de radiographies.

