

Cours S1 clinique

Le Tube à Rayons X

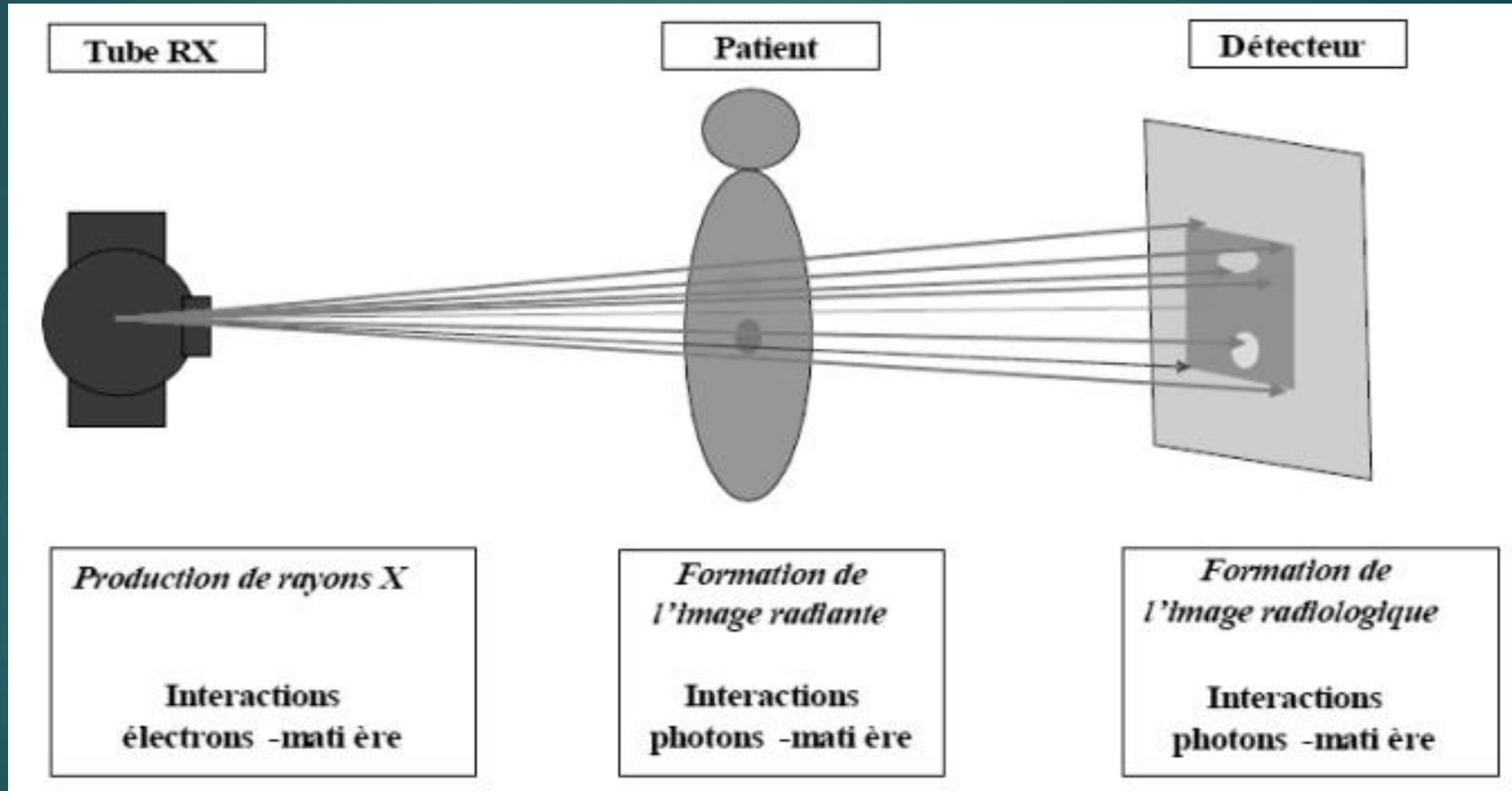
Dr. A. CHEIFA

2017

Plan

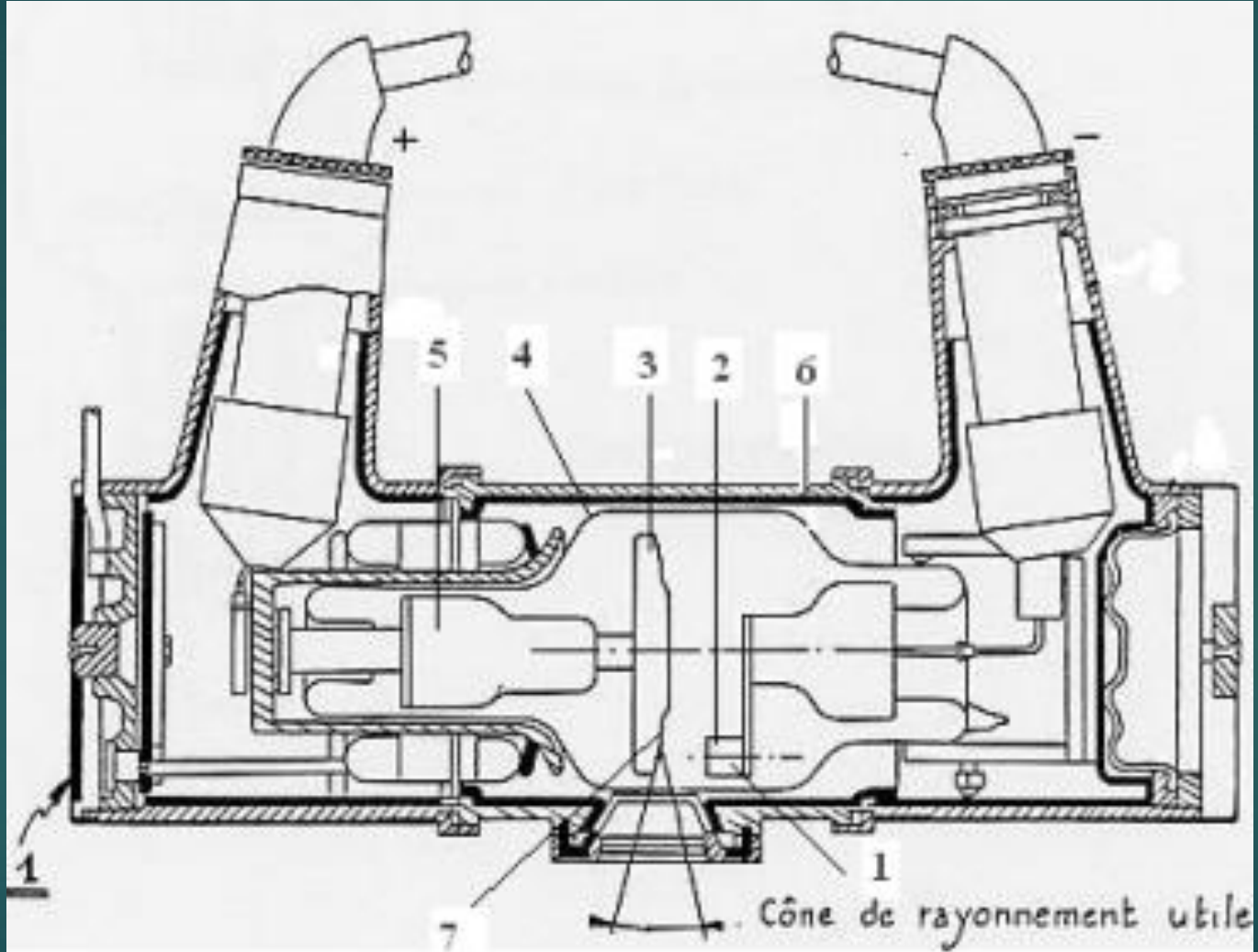
- ▶ Introduction
- ▶ Constituants et principes du Tube à rayons X
- ▶ Générateur Haute Tension
- ▶ Exemples d'application

Introduction



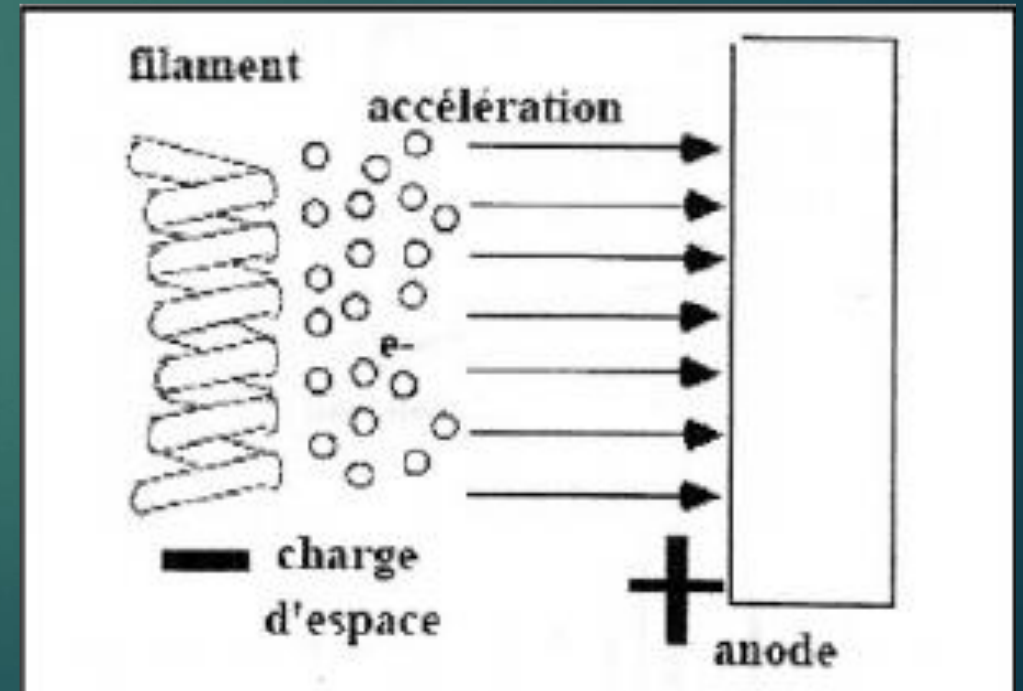
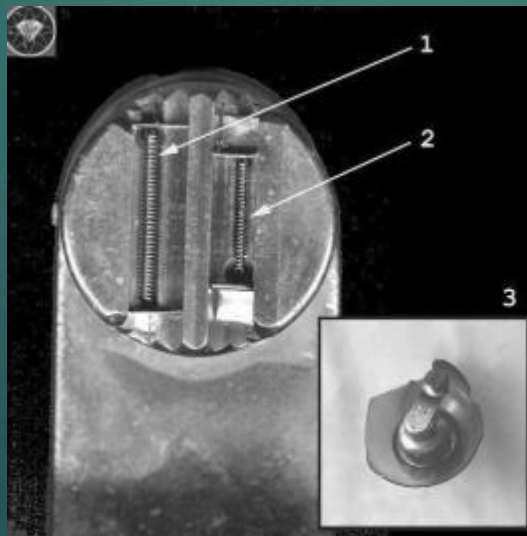
Constituants et Principes du Tube à rayons X

- ▶ Éléments constitutifs :
 - 1. Cathode
 - 2. Pièce de concentration
 - 3. Anode
 - Tube à anode fixe
 - Tube à anode tournante
 - Foyers radiologiques
 - 4. Ampoule
 - 5. Système de refroidissement
 - 6. Gaine de plomb



► La Cathode :

- Pôle négatif du tube
- Constituée d'un filament de Tungstène en forme de spirale
- Production du nuage d'électrons
 - Sous l'effet d'une haute température (2000°C) produit par le générateur et d'un champ électrique
 - Effet Thermo-électronique
- On retrouve souvent deux filaments:
 - Un pour le petit foyer
 - Un pour le grand foyer



► Pièce de concentration :

- Focalise les électrons produits par le filament vers l'anode => cible de petite taille
- Évite qu'ils se dispersent dans toutes les directions
- Focalisation réalisée par deux plaques de métal chargées négativement
- Améliore le rendement de production du faisceau RX
- Son profil détermine les trajectoires des électrons et permet la convergence des électrons vers le foyer de l'anode

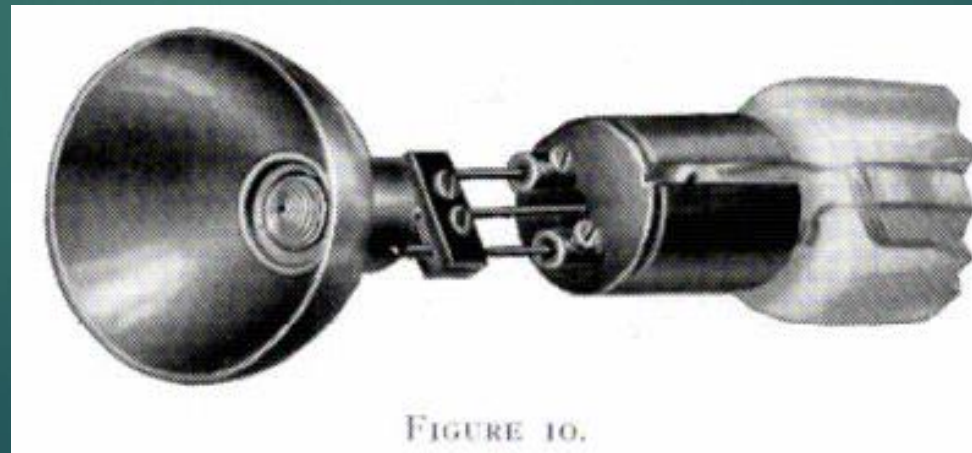


FIGURE 10.

► L'Anode

– Pôle Positif du tube correspondant à la Cible.

Anode inclinée de 10 à 17 °

– Le matériau qui compose l'anode doit répondre à des exigences :

- Z élevé pour ↑ la probabilité d'interaction des noyaux des atomes avec les électrons

- Caractéristiques thermiques particulières

- 99 % d'énergie sous forme de chaleur

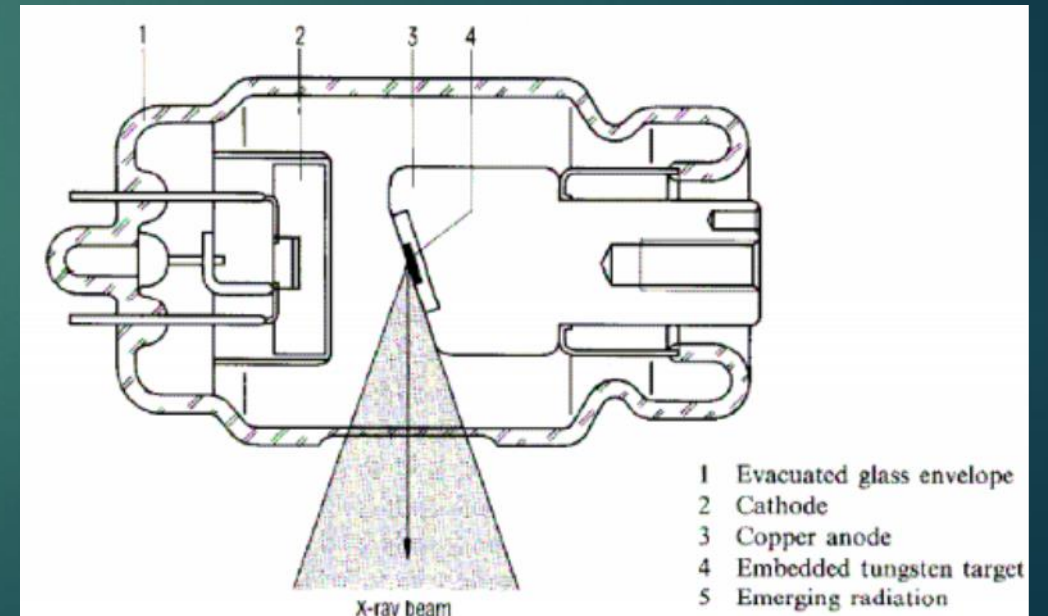
– Cible en Tungstène en radiologie

- Z = 74

- Température de fusion élevée

– Production du faisceau RX :

- Interactions électrons matière



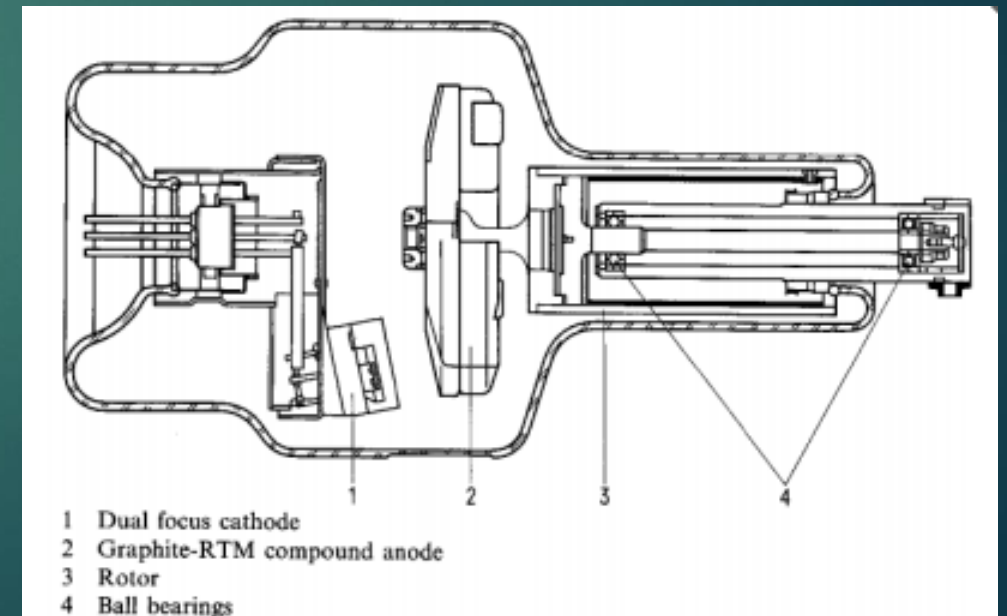
– Tube à anode Fixe:

- Plaque de Tungstène sertie dans un cylindre biseauté de cuivre

– Tube à anode Tournante:

=> Dissipe la chaleur produite une

1. une possibilité d'augmentation de la puissance du générateur.
2. augmentation de la quantité de rayons X produits.
3. Diminution de la taille du foyer aux faibles puissances et d'améliorer ainsi la finesse de l'image .

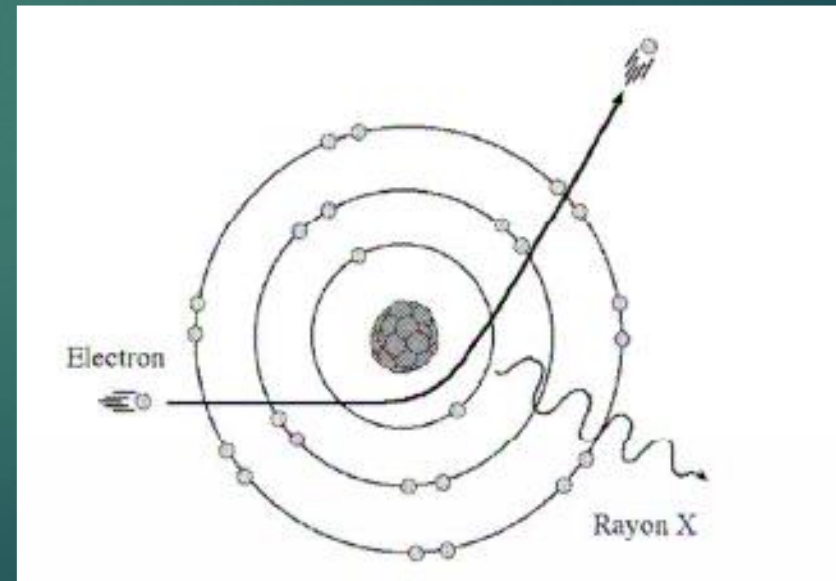
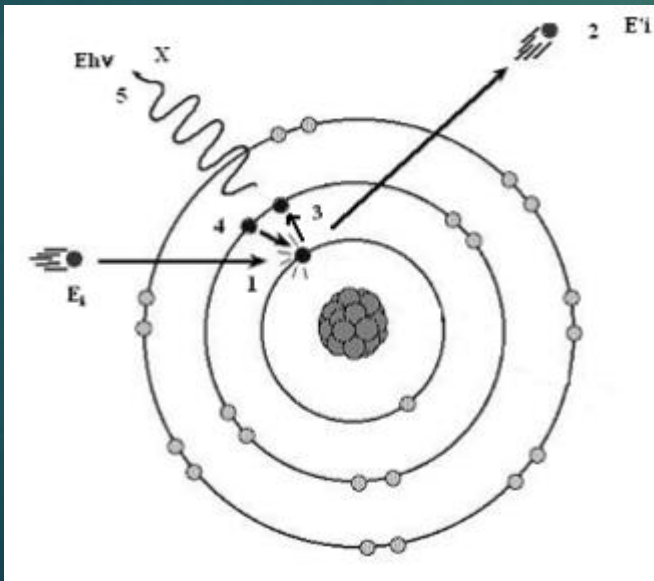


– Foyers radiologiques :

° Surface de formation des RX sur l'anode

° 3 types de foyers (\neq du foyer physique) :

- Foyer électronique : Zone de collision du faisceau d'électrons avec la cible de Tungstène
- Foyer optique ou géométrique : surface apparente d'émission des RX, vu au niveau des détecteurs
- Foyer thermique : Zone sur laquelle le faisceau électronique se répartit en réalité au cours du temps sur l'anode tournante, et qui est échauffé



- La production des rayons X est très inefficace puisque le rendement dans les tubes radiogènes de radiodiagnostic est d'environ 1%.
- Une grande quantité de chaleur est produite en même temps que les rayons X.
- L'anode est généralement composée de tungstène car le tungstène a un numéro atomique élevé ($Z=74$), qui favorise le rendement, mais aussi une température de fusion élevée (3410 degrés).
- La surchauffe de l'anode limite la puissance électrique (kW) utilisable pour produire les rayons X.

► L'Ampoule :

- Isole l'anode de l'extérieur
- Vide très poussé à l'intérieur
 - Empêche interaction du faisceau d'e- avec les atomes constituant l'air ambiant
- Doit résister aux chocs thermiques provoqués par l'anode
- Constituée de verre :
 - Bon isolant électrique
 - Laisse passer le rayonnement thermique
 - Soudure facile avec le métal des électrodes

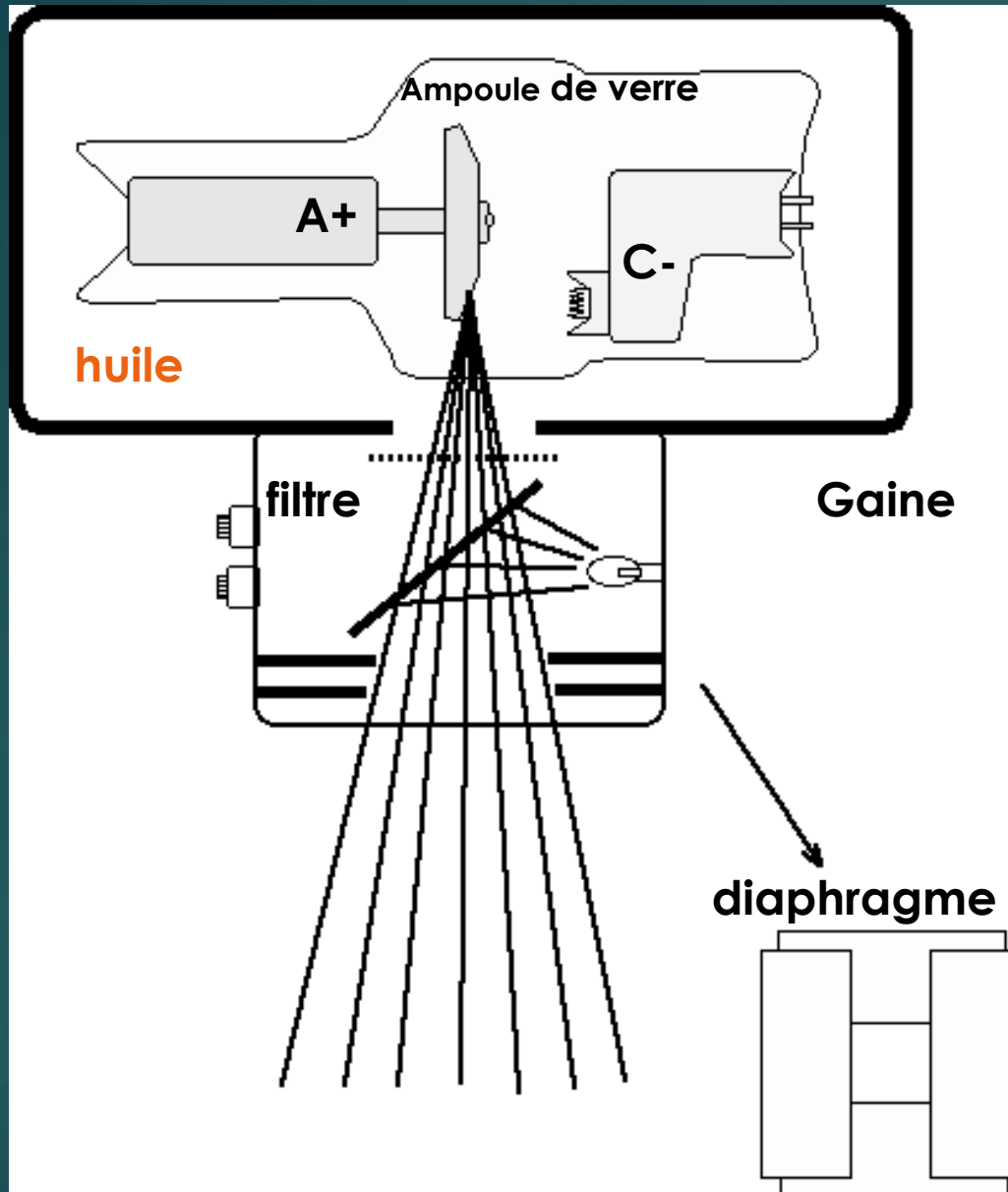
▶ Le système de refroidissement :

– Permet à la chaleur produite et transmise par l'anode de s'évacuer et de limiter l'élévation thermique du tube

- Rendement électromagnétique est très inefficace => 1%
- 99 % de l'énergie initiale est transformée en chaleur

► La Gaine de plomb:

- Enveloppe de métal doublée intérieurement de plomb qui entoure le tube
- Présence d'une fenêtre de sortie des RX
 - Axe de la pente de l'anode
 - Présence de filtres => RX de basses E
- Rôle :
 - Éliminer le rayonnement de fuite créé par l'anode RX ne se dirigeant pas vers la fenêtre de sortie
 - Permet d'évacuer la chaleur transmise par l'huile de refroidissement
 - Protection mécanique et électrique



L'enveloppe protectrice laisse échapper les rayons X par une fenêtre de sortie.

Les rayons X 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.



► Un appareil de radiologie est constitué:

1.d'un tube radiogène

2.d'un générateur de haute
tension.

3.d'une console de contrôle

Composantes du générateur HT :

Fonctions du Générateur HT

- Élever la tension de 220V ou 380 V en une HT de 25 à 140 kV
 - TRANSFORMATEUR
- Abaisser l'intensité du courant à des valeurs de l'ordre du mA
 - TRANSFORMATEUR
- Transformer le courant alternatif en courant continu
 - REDRESSEUR
- Déterminer le temps d'application de la HT
 - MINUTEUR
- Assurer la sécurité du tube (éviter les phénomènes de surchauffe)

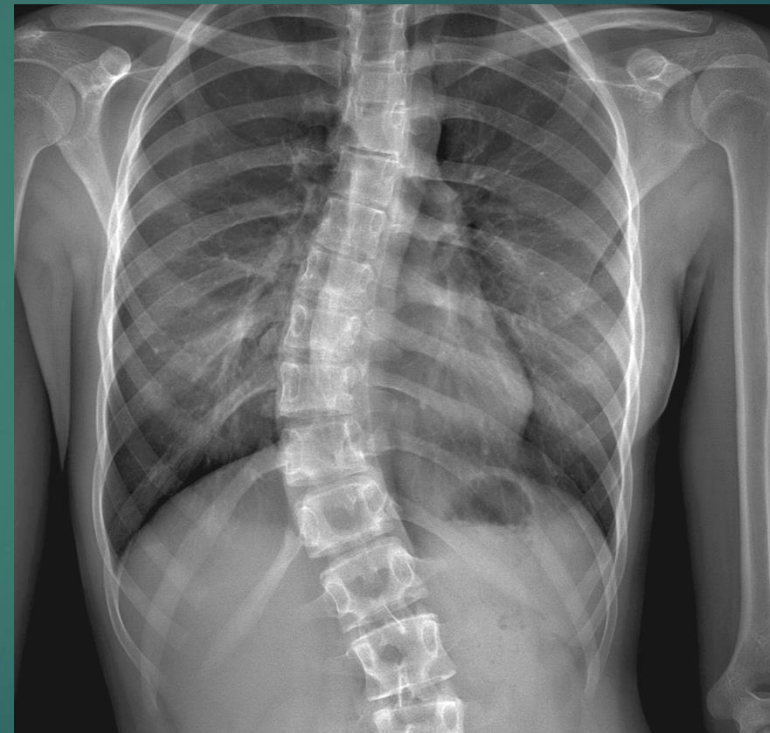
Exemples d'application en imagerie médicale

- ▶ Radiographie standard du squelette osseux
- ▶ Radiographie pulmonaire
- ▶ Examen spécialisé
- ▶ Tomodensitometrie

Radiographie standard



Rachis lombaire de face



TLT



Examen spécialisé



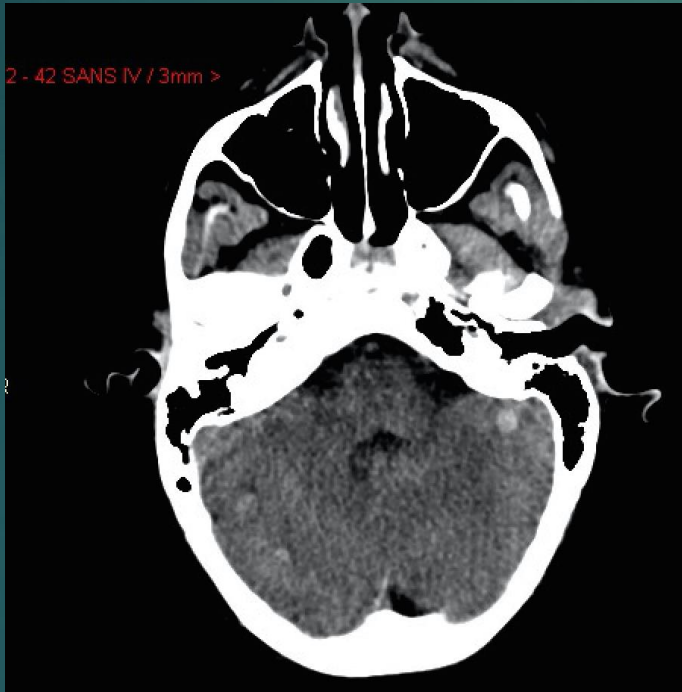
UIV



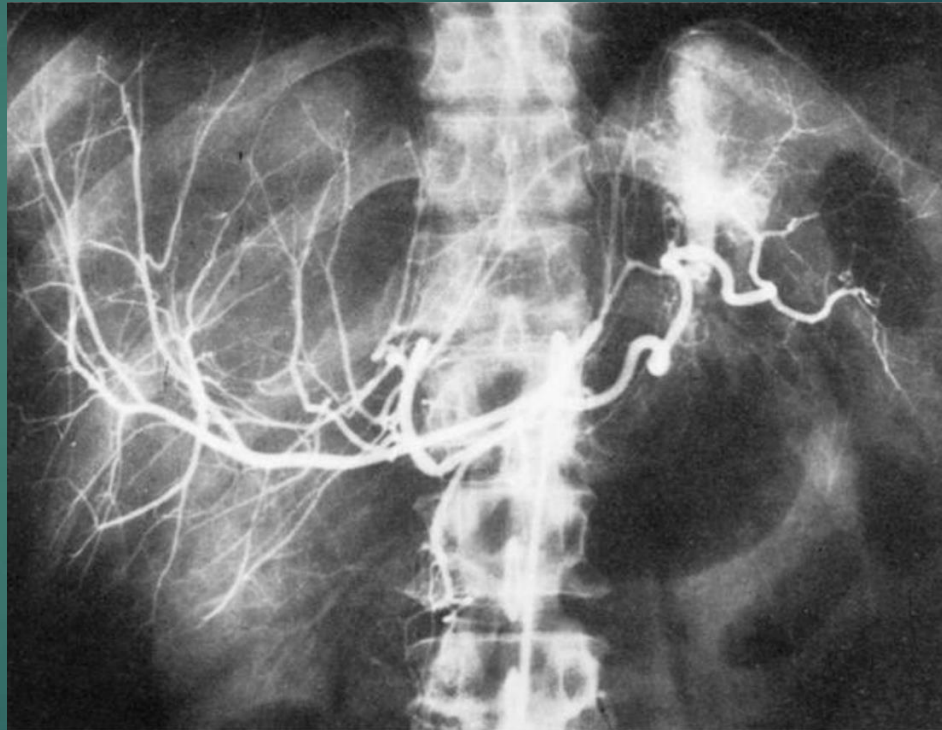
Lavement baryté



Transit du grêle



TDM



ANGIOGRAPHIE