

## Solution exercice.1

### 1. Définir les mots suivants : centrage, incidence et netteté?

- = La netteté : l'image nette, sans flou, ses contours sont bien délimités.
- = Incidence : l'analyse anatomique impose une comparaison a des clichés pris dans une position définie de référence.
- = Centrage : l'image doit se trouver au centre d'un film de dimension minimale.

### 2. Proposez des solutions permettant de minimiser le flou lié à l'effet Compton ?

- a. diminuer le volume irradié, à l'aide d'un **diaphragme** ou de **localisateurs** sur le rayonnement primaire ou en comprimant la région explorée pour en diminuer l'épaisseur ;
- b. L'utilisation d'une grille anti diffusante permettant de sélectionner le rayonnement primaire par sa direction en arrêtant les rayons de direction différente. Elle est composée de fines lamelles de plomb séparées par un milieu transparent aux rayons x. Le faisceau primaire, passe à travers les lames de la grille, tandis que le rayonnement diffusé, de direction différente, est arrêté par les lamelles.
- c. Pour éviter que le rayonnement diffusé n'atteigne le manipulateur un écran plombé est utilisé.

### 3. Quelles sont les différents composants d'un film radiologique ?

Le film radiographique est formé :

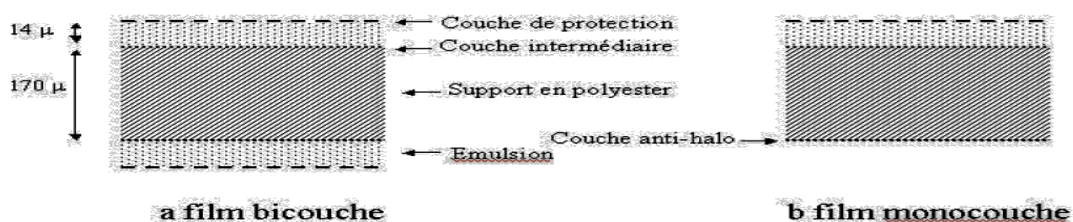
1. le support, constitué de tri acétate ou de polyester, épais de 200 microns environ ;
2. Couche intermédiaire assurant l'adhérence entre support et émulsion
3. l'émulsion : élément sensible au rayonnement X, elle est composée par un mélange de gélatine, de bromure d'argent, et de divers correcteurs, le gélatinobromure d'argent. Elle forme une couche d'une épaisseur très voisine de 30 microns.

-L'émulsion est habituellement distribuée sur les deux faces du film (film bicouche) ou sur une seule face (films monocouche).

*Les films monocouche* présentent du côté opposé à l'émulsion une couche antihalo opaque Pour éviter la réverbération du rayonnement. Il permet de fournir une meilleure résolution spatiale et sont utilisés en mammographie).

4. une couche protectrice superficielle : Elle est perméable aux liquides de traitement agissant sur l'émulsion tout en assurant une protection mécanique

Cependant, le film reste fragile. On évitera, les traces de doigts (fausses images de calcifications en mammographie). La conservation des films se fera au mieux à la verticale pour éviter l'écrasement de l'émulsion.



#### 4. Un radiologue souhaite effectuer un examen de radiopédiatrie

##### 4.1. Expliquez le principe de fonctionnement du détecteur utilisé pour réaliser ce type d'examen ?

##### Amplificateur de luminance- caméra TV

Ce type de détecteur n'est pas nouveau : c'est lui qui a permis dans les années 60 le développement de la radioscopie télévisée puis secondairement de l'angiographie numérisée.

##### a. Principe de fonctionnement de l'amplificateur de luminance

L'amplificateur est un tube électronique interposé entre deux écrans et soumis à une tension électrique. L'écran d'entrée reçoit l'image de faible luminescence des rayons X et la transforme en un flux d'électrons à l'intérieur du tube. La tension électrique appliquée au tube accélère les électrons, qui bombardent le deuxième écran avec une énergie supplémentaire. L'écran de sortie transforme le flux d'électrons en lumière visible, avec restitution de l'image et avec un gain de luminosité considérable. L'image radioscopique est alors retransmise sur un écran de télévision.

Le Système constitue de deux écrans convertisseurs et d'un tube à vide.

- Le tube à vide

Il permet l'accélération des électrons sans interactions. C'est un cylindre de 25 cm de diamètre et une longueur équivalente. Sa face antérieure est bombée pour résister à la pression de l'air . L'ensemble est protégé mécaniquement contre les chocs et contre les rayonnements X.

- L'écran primaire

Il se décompose en deux parties accolées.

- Une couche sensible aux RX, convertissant les photons X (20 à 120 keV) en photons lumineux (1,5 à 3 keV).
- Une photocathode qui, sous l'action des photons lumineux, libère par effet photo-électrique des électrons dont l'énergie propre est faible.

- L'écran secondaire

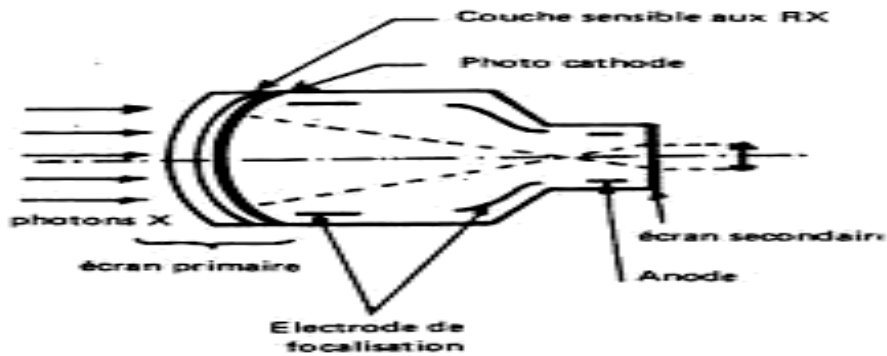
Situé à l'extrémité opposée du tube, il recueille les électrons accélérés et les convertit en photons lumineux.

- Le groupe d'électrodes

Il assure deux fonctions.

- L'accélération des électrons qui acquièrent une énergie correspondant à la différence de potentiel (30 kV).
- La focalisation de ces électrons : ceux-ci sont émis par une surface de 22 cm de diamètre et sont projetés sur l'écran secondaire mesurant 2 à 3 cm de diamètre en conservant l'image de l'écran primaire.

-L'image finale est transmise sur un écran de télévision



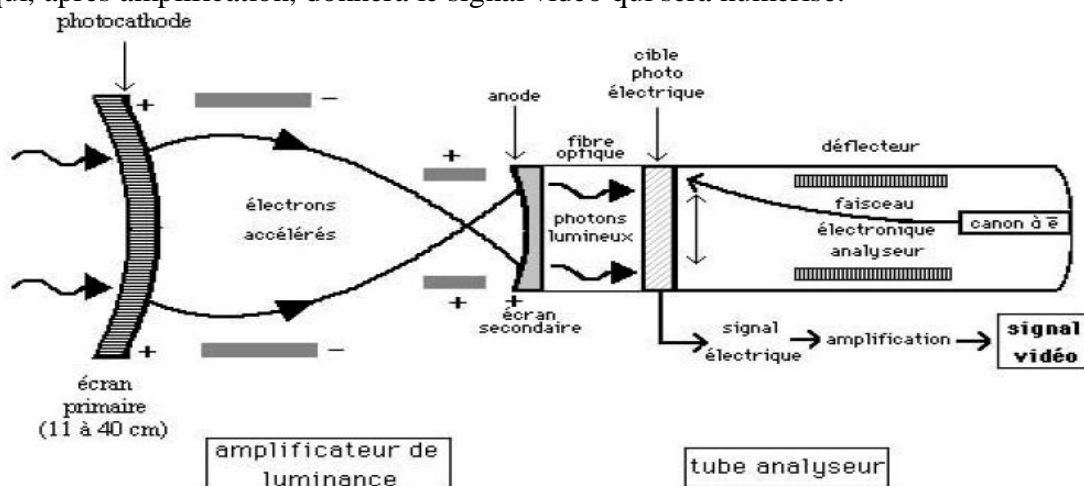
Amplificateur de luminance

b. Caméra de Télévision

Elle va analyser l'image dynamique de l'amplificateur de luminance à l'aide d'un tube analyseur d'image qui reçoit l'image lumineuse par l'intermédiaire d'un système de fibres optiques.

Le tube analyseur d'image est une enceinte où règne le vide dans laquelle un faisceau d'électrons émis par un filament, focalisé par un canon d'électrons et dirigé par un enroulement déflecteur va venir balayer une cible photoconductrice de nature variable en fonction du type de tube.

Le faisceau électronique balaye la cible ligne par ligne et joue le rôle d'une électrode baladeuse : il va déposer sur la cible une charge électrique qui varie dans le temps comme la résistance en chaque point de la cible : la différence de potentiel de sortie reproduit les variations de luminance des différents points de l'image de l'écran secondaire : c'est ce signal qui, après amplification, donnera le signal vidéo qui sera numérisé.



Caméra de Télévision

**Solution exercice.2**

1. Pourquoi l'imagerie tomographique est importante par rapport à l'imagerie planaire ?

- Permettre d'obtenir une image 3D au lieu de 2D
- Obtenir pour la zone étudiée des images de coupes fines sous différents angles.
- Excellente qualité des images
- Doses d'irradiation impliquées sont réduites.

- Localise mieux un organe par rapport à un autre et détecte mieux les anomalies

## 2. Soit les figures 1, 2 et 3 présentées ci -dessous

### 2.1. Que représentent les figures 1 et 2 ? Et expliquer leurs contenus ?

- La Fig 1 présente le **sinogramme**
  - le sinogramme est La sommation de tous les profils de densité ou projection qui correspond à l'ensemble des signaux électriques fourni par la totalité des détecteurs pour différents angles de rotation en fonction des coefficients d'atténuations
- la Fig .2. **Présente la phase de la rétroprojection** dans la formation de l'image scanographique
  - Les projections sont échantillonnées et numérisées. Ces données converties ou données brutes ont des valeurs numériques avec une adresse spatiale. Ces projections sont puis rétro projetées sur la matrice de reconstruction.

### 2.2. Expliquer comment vous pouvez visualiser que les tissus mous (figure.3) à partir de la figure 1 et 2?

À partir des valeurs d'atténuation mesurées par chaque détecteur (figure.2) l'ordinateur calcule la **densité de chaque pixel de la matrice**. Ces calculs complexes reposent sur un principe simple : connaissant la somme des chiffres d'une matrice selon tous ses axes (rangées, colonnes et diagonales), on peut en déduire tous les chiffres contenus dans la matrice (**coefficient d'atténuation**).

-En représente chaque valeur d'atténuation ou densité calculé dans la matrice par une certaine valeur dans l'échelle des niveaux gris pour obtenir l'image. Cette opération s'effectue par l'utilisation d'**Échelle Hounsfield** : Les coefficients de densité des différents tissus sont exprimés en unités Hounsfield UH. L'éventail varie de -1000 à +1000. Avec le choix d'une valeur de zéro pour l'eau, -1000 pour l'air et +1000 pour les os.

- pour que le médecin puisse visualiser que les poumons, on utilise une **fenêtre de densité**. Les 2000 niveaux de densité ne peuvent être vus simultanément sur l'écran cela conduit à étudier l'information par tranche. D'où l'intérêt du choix de la fenêtre d'étude. La fenêtre correspond à l'intervalle d'unité Hounsfield qui va être affiché à l'écran. Deux Paramètres définissent la fenêtre utile de densités.

\* le niveau (level) : valeur centrale des densités visualisées

\* la largeur de la fenêtre (windows): détermine le nombre de niveaux de densité (Intervalle de densité choisi, dans lequel seront représentés l'ensemble des NG visibles par l'œil sur l'écran.) Expliquez comment les tubes à RX doivent être fabriqués pour réaliser des images scanographiques de bonne qualité ?

## 3. Expliquez comment les tubes à RX doivent être fabriqués pour réaliser des images scanographiques de bonne qualité ?

Les scanners modernes fonctionnent en mode spiralé (multi-barrettes) avec une extrême rapidité d'acquisition. Les tubes doivent être extrêmement performants. En effet ils doivent être capables

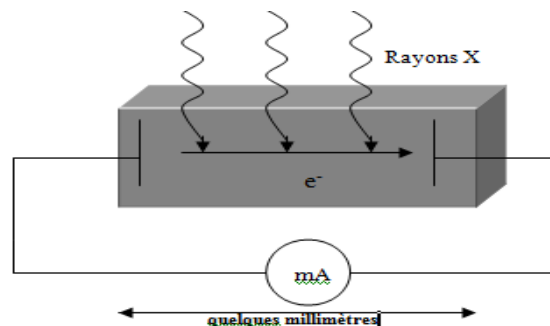
- D'absorber de fortes contraintes thermiques d'où la nécessité d'une capacité calorifique élevée (exprimée en unités chaleur UC). les tubes les plus performants utilisés à l'heure actuelle ont des capacités calorifiques de l'ordre de 5.0 à 7.0 MUC (MUC : Million Unités de Chaleur ; une Unité de Chaleur = l'énergie qu'il faut pour élever d'un degré la température d'un gramme d'eau).
- Ils sont à anode tournante, avec émission continue.
- Ils doivent en outre supporter les contraintes mécaniques de la force centrifuge des statifs de dernière génération dont la vitesse de rotation est de 0,5 seconde pour 360°.

- Une autre caractéristique importante est **la résolution spatiale**, qui, dans certaines conditions d'acquisition sera limitée par la taille du foyer (La surface de bombardement des électrons sur l'anode): ceci implique la conception de tubes multi-foyers (petit pour l'acquisition en mode haute résolution spatiale et plus grand pour l'acquisition en mode haute résolution de contraste).
4. Expliquer le principe de fonctionnement des détecteurs utilisés en tomodynamométrie ?

Les détecteurs permettent la transformation des photons X en signal électrique et l'on distingue deux types de détecteurs :

#### a. Chambres d'ionisation au xénon

Les propriétés du xénon sont à la base du détecteur. En effet sous l'action des rayons, les électrons sont excités et produisent un courant électrique. C'est ce signal que l'on récupère, signaux proportionnels à l'atténuation du corps traversé

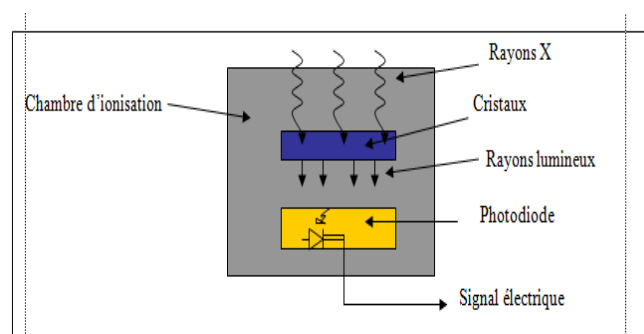


Détecteur au Xénon

#### b. Détecteur solide

Aujourd'hui tous les scanners sont équipés de détecteurs solides, ils sont parfois nommés incorrectement semiconducteurs. ces détecteurs permettent de maximiser l'efficacité de détection et par conséquent la résolution en contraste par quantité de dose délivrée au patient.

Ce détecteur est composé de cristaux placés dans une chambre d'ionisation. Ces cristaux recevant des rayons X, les convertissent en une énergie lumineuse qui est proportionnelle à l'intensité du faisceau reçu. Une photo diode récupère cette intensité lumineuse et la convertie en signaux électriques (fig.4).



détecteur Solide

### Solution exercice 3

#### 1. Expliquer l'allure de la figure?

**R1.** La figure.1 représente le spectre continu des RX. Il correspond au rayonnement de freinage dû à l'interaction des e- incidents avec les noyaux des atomes cibles.

- Le spectre décroît vers les hautes énergies
- Les photons de faible énergie sont les plus nombreux.
- Entre  $E = 0$  et  $E_{max}$  où  $E_{max}$  déterminée par tension d'accélération
- L'électron incident peut perdre toute son énergie cinétique  $E_{cin}$  en une fois, ce qui donne une limite supérieure à la fréquence du photon émis.

#### 2. Expliquez comment le courant généré par le filament et la tension générée par le générateur influent sur la qualité et la quantité des rayons X générés par le tube à RX

##### R.2.

\* L'intensité  $I$  parcourant le filament est directement proportionnelle à la quantité d'électrons incidents par unité de temps et donc à l'intensité du faisceau X

\* d'après le spectre continu, la tension d'accélération détermine à la fois la quantité et l'énergie maximum des rayons X.

#### 3. Comment l'anode doit être construite pour qu'elle produise les RX ?

**R3.** L'anode doit avoir :

- Une grande puissance et surface de production des rayons X de petite taille.
- Être suffisamment dense
- Être bonne conductrice thermique.

#### 4. Qu'elle est l'utilité d'utiliser deux foyers dans l'anode tournante ?

- ❖ **R4. Petit foyer :** pour l'acquisition en mode haute résolution spatiale et le **grand foyer** pour l'acquisition en mode haute résolution de contraste.