

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR Annaba  
Faculté de Médecine:

Module : Radiologie  
Cours : 02

# Formation de l'image

2019/2020

DR BOUSSIADI

# Plan

## I. Introduction

## II. Bases physiques de la formation de l'image

- \*effet photoélectrique

- \*effet Compton

## III. Formation de l'image radiante

- \*contraste

- \* diffusion

## IV. Formation géométrique de l'image radiologique

## V. Qualité de l'image

## VI. Flous de l'image radiologique

## VII. Réduction des flous

## VIII. Formation photographique de l'image

## IX. Les différents types de détecteurs

## X. Conclusion

# I. INTRODUCTION

Le principe de la formation de l'image radiographique repose sur la capacité des rayons X à traverser la matière et subir une atténuation et une diffusion.

# II. BASES PHYSIQUES DE LA FORMATION DE L'IMAGE

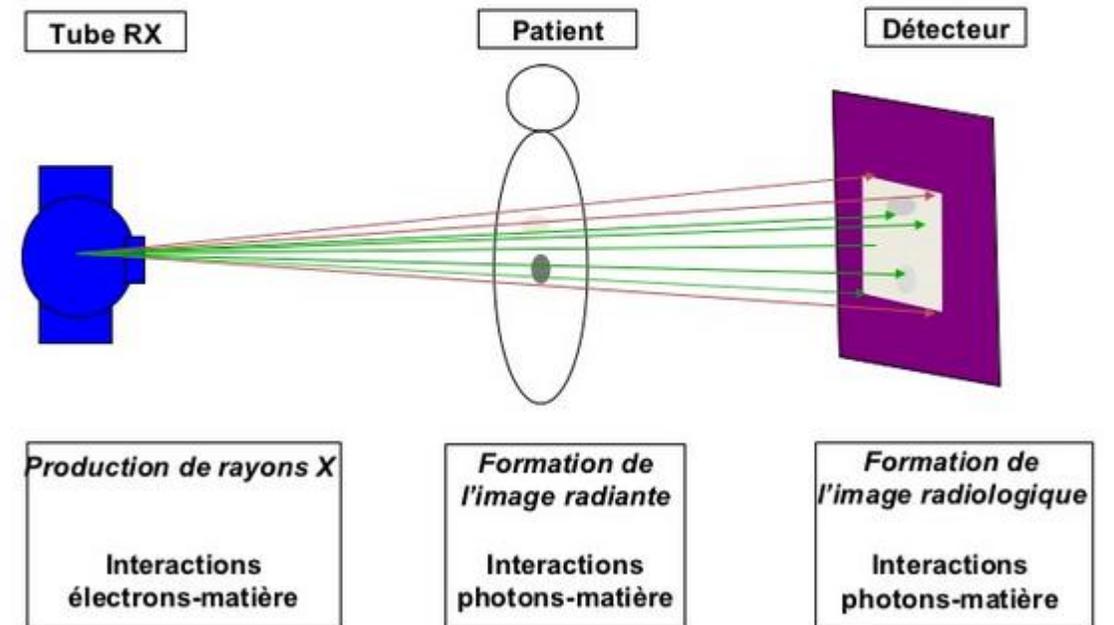
## Phénomènes physique de base

Clipper la diapositive

\*La source de RX= tube à RX= foyer radiogène

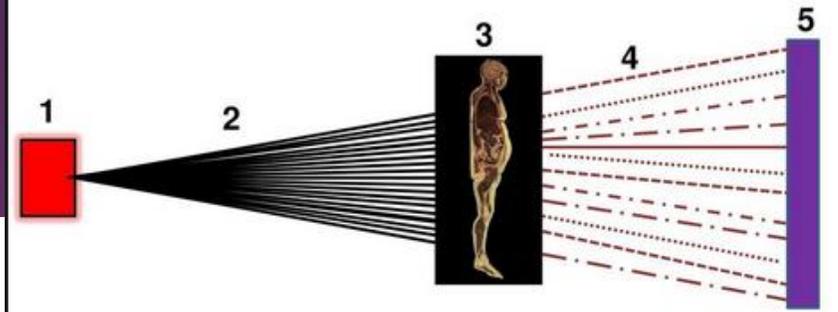
\*L'objet qui est une partie du corps

\*Le récepteur ou détecteur



# 2. BASES PHYSIQUES DE LA FORMATION DE L'IMAGE

## Formation de l'image radiologique+++



- 1- Tube de Coolidge produit un faisceau de RX
- 2- Faisceau incident et homogène de RX
- 3- Patient atténuant le faisceau de RX
- 4- Faisceau sortant (transmis) de RX hétérogène: image radiante
- 5- Appareil de détection reçoit le faisceau transmis

2010-1011

Pr. Malika CAOUI

11

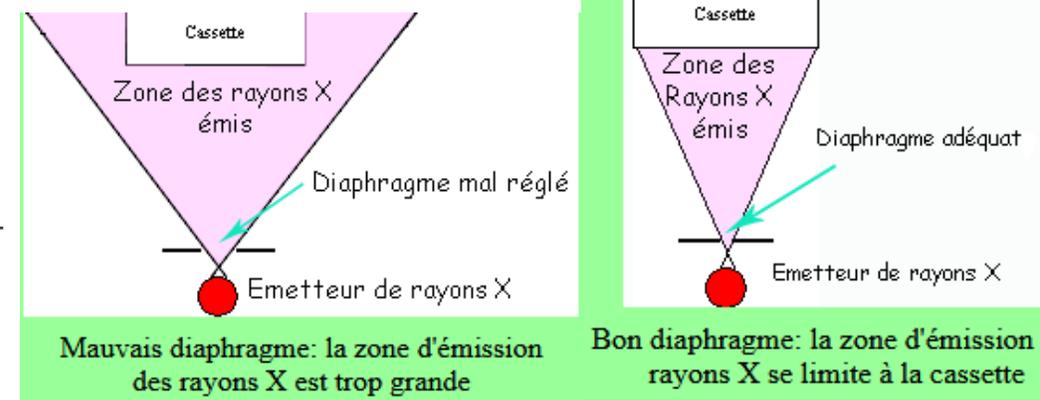
Le foyer radiogène émet un faisceau incident de RX:

Le faisceau de RX qui sort du tube est homogène, conique et se propageant en ligne droite.

Il est collimaté par un diaphragme (réduit l'irradiation et le rayonnement diffusé), donc améliore la qualité de l'image et assure la radioprotection.

Le faisceau homogène de RX traverse un milieu hétérogène et subit une atténuation (absorption, affaiblissement) fondée sur :

- La grande pénétration des RX dans les tissus traversés;
- Leur inégale absorption par divers constituants de l'organisme



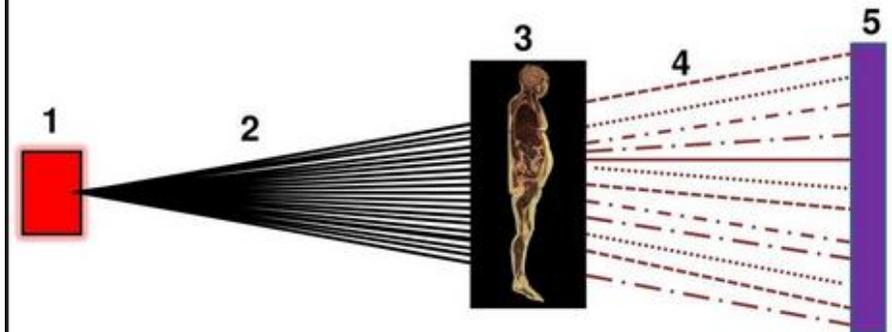
Mauvais diaphragme: la zone d'émission des rayons X est trop grande

Bon diaphragme: la zone d'émission des rayons X se limite à la cassette

## II. BASES PHYSIQUES DE LA FORMATION DE L'IMAGE

- ▶ Lorsqu'un faisceau de rayons X pénètre dans un milieu matériel, on constate une diminution progressive de son intensité. Cette diminution du nombre de photons, **l'atténuation du faisceau**, est due essentiellement à l'interaction des photons avec les électrons.
- ▶ dans un tel processus, l'énergie perdue se retrouve sous deux formes : une partie est absorbée par le milieu (effet photoélectrique). L'autre partie est diffusée et sort de la matière dans une direction différente de la direction du faisceau initial (effet Compton).
- ▶ Les phénomènes d'atténuation et d'absorption sont à l'origine des applications des rayons X dans le domaine médical.

### Formation de l'image radiologique+++

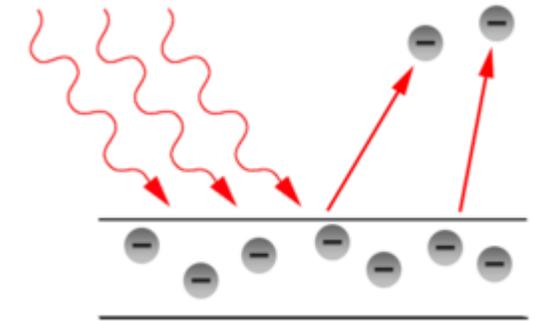
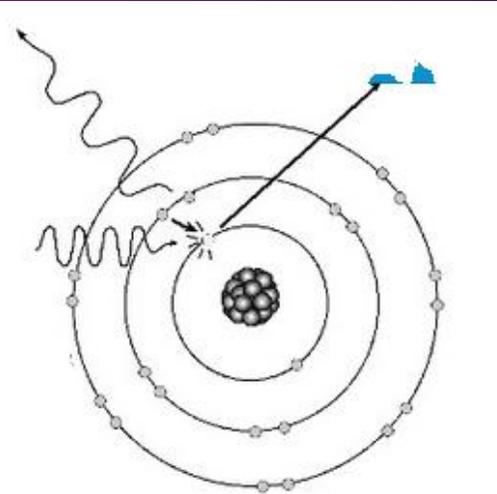


- 1- Tube de Coolidge produit un faisceau de RX
- 2- Faisceau incident et homogène de RX
- 3- Patient atténuant le faisceau de RX
- 4- Faisceau sortant (transmis) de RX hétérogène: image radiante
- 5- Appareil de détection reçoit le faisceau transmis

## 2. BASES PHYSIQUES DE LA FORMATION DE L'IMAGE

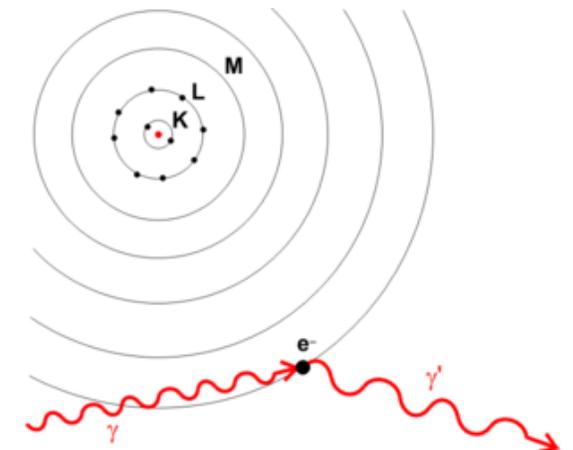
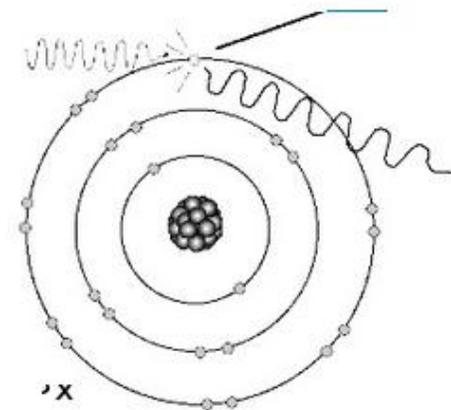
### ► Effet photoélectrique

Absorption totale de l'énergie du photon incident après interaction avec un  $e^-$  de l'atome.

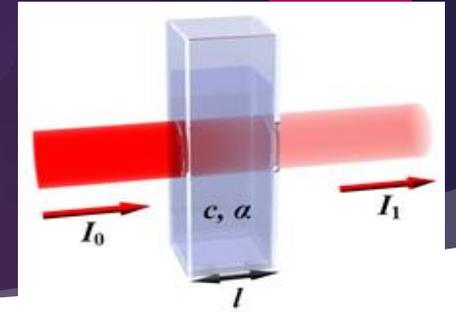


### ► Effet Compton

Absorption partielle de l'énergie et diffusion du photon incident sur un  $e^-$  peu lié de l'atome.



# III. Formation de l'image radiante



## Notion de Contraste Radiologique

- ▶ Le faisceau homogène ( $I_0$ ) est inégalement atténué par l'organisme et sort hétérogène avec des intensités différentes  $I_1$  et  $I_2$  suivant les milieux traversés.
- ▶ Pour quantifier cette différence : notion de *contraste radiologique*

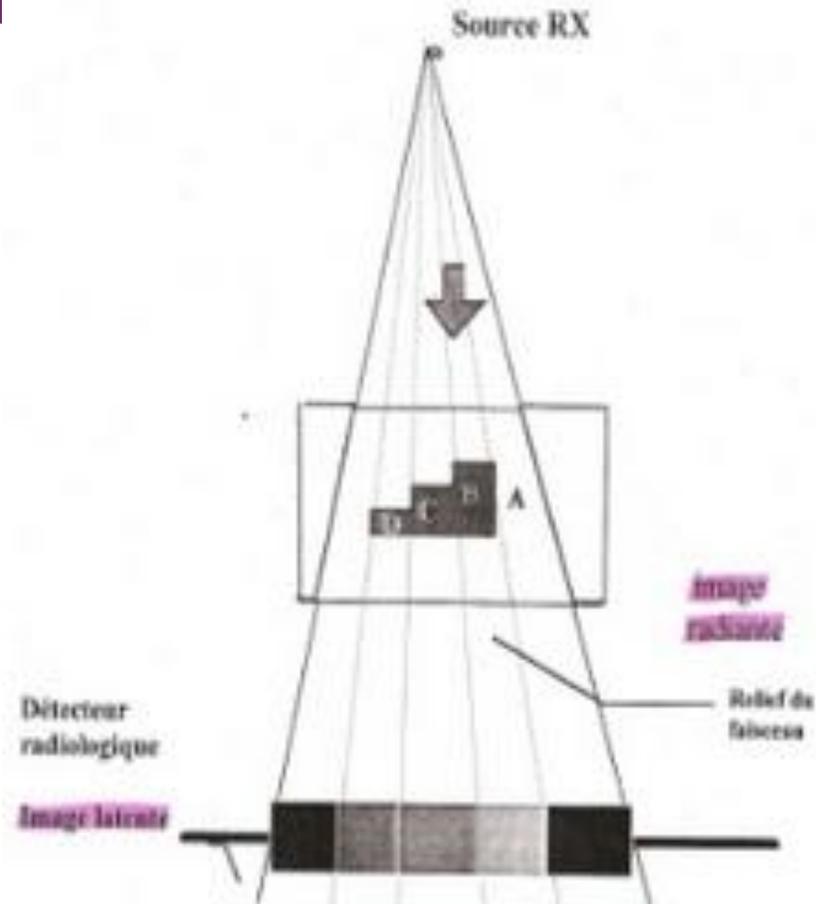


Le contraste correspond aux différences d'intensité du noircissement de l'image.

# III. Formation de l'image radiante

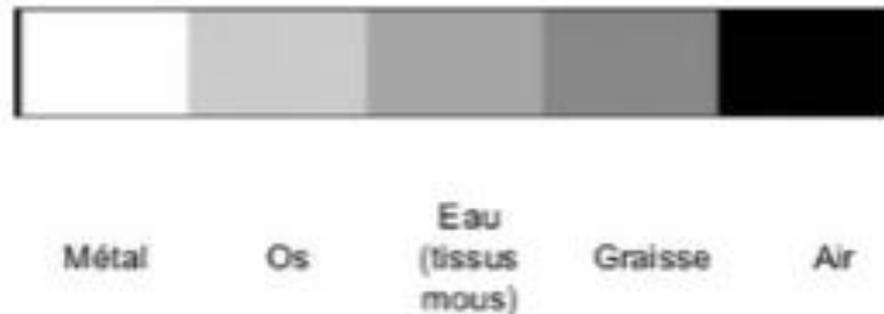
Trois évènements peuvent se produire :

- 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.



# III. Formation de l'image radiante

Les différences d'atténuation entre les régions sont responsables des différences de niveau de gris de l'image radiologique. Le différentiel d'atténuation est lié à la densité des objets et aux numéro atomique des atomes constituants.



L'introduction de produits de contraste radiographiques ou l'utilisation d'autres méthodes d'imagerie, permettent d'améliorer la résolution en contraste.

# IV. Formation géométrique de l'image radiologique

Trois facteurs sont indispensables à la formation d'une image radiologique :

- le foyer radiogène (F), quasi ponctuel, source du faisceau de RX ;
- l'objet radiographie (O), dont on veut former une image, habituellement région anatomique, mais que l'on assimilera à un objet géométrique ;
- le récepteur (R), film le plus souvent, mais progressivement remplacé par des détecteurs

# IV. Formation géométrique de l'image radiologique

## Les règles de la formation de l'image

L'image radiologique est l'ombre projetée de l'objet, elle obéit à des règles géométriques simples:

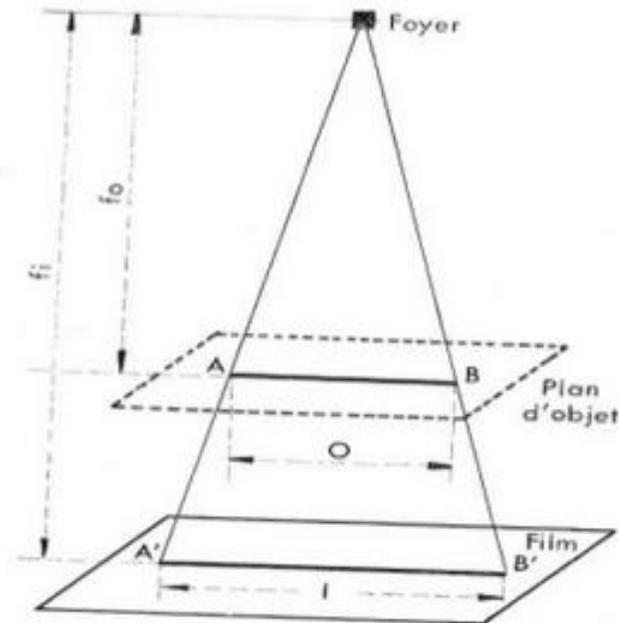
- ▶ **Projection conique (agrandissement) :**
- ▶ **Déformation-distorsion**
- ▶ **3eme règle: Loi de confusion des plans**
- ▶ **4eme règle: Loi des tangences**

# IV .Formation géométrique de l'image radiologique

## Les règles de la formation de l'image

### Première règle

- **L'agrandissement** : la projection forme une ombre qui est plus grande que l'objet, les dimensions de l'image augmentent quand l'objet s'éloigne du film, cela est dû à la forme de cône du faisceau. (la projection conique)



$$I = O \times \left( \frac{f_i}{f_o} \right)$$

$f_i$  = distance foyer film

$f_o$  = distance foyer objet

Mais en général :

**objet anatomique** = plusieurs plans + ou - éloignés

donc agrandissements  $\neq$

# 4, Formation géométrique de l'image radiologique

## Les règles de la formation de l'image

### 2eme règle

#### ► Déformation-distorsion

Les différents détails d'un objet sont agrandis par projection mais inégalement. Les parties les plus éloignées du film seront les plus agrandies d'où déformation de l'image.

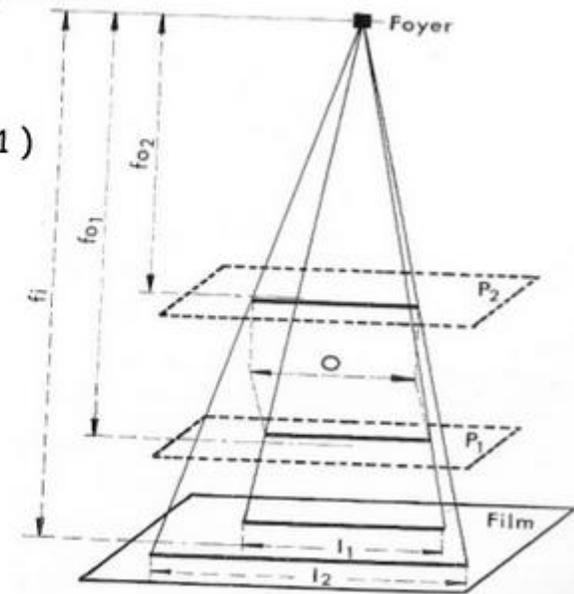
### Formation géométrique de l'image - 2° règle

2 objets égaux (o) à des distances différentes du détecteur et du foyer forment des images inégales. Le plus éloigné du détecteur donne l'image la plus grande.

$$I_2 = O \times (f_i / f_{o2}) > I_1 = O \times (f_i / f_{o1})$$

$$\text{car } f_{o2} < f_{o1}$$

⇒ Déformations

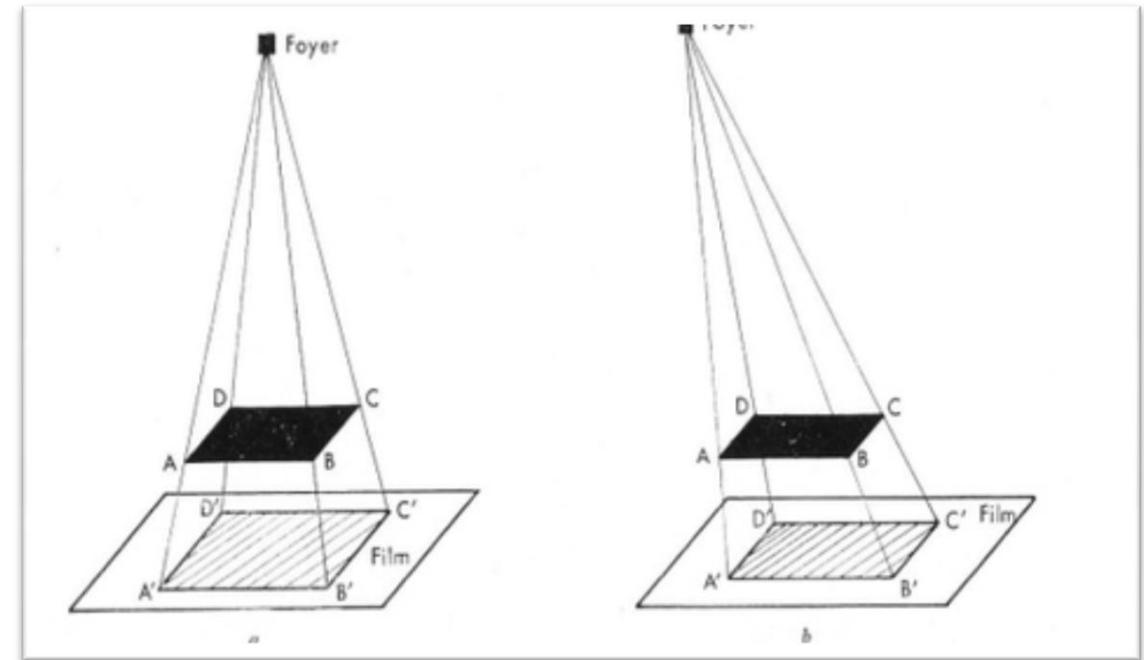


## 2eme règle: Déformation-distorsion

Les différents détails d'un objet sont agrandis par projection mais inégalement. Les parties les plus éloignées du film seront les plus agrandies d'où déformation de l'image.

\*Un objet parallèle au film est agrandi mais non déformé, la forme est respectée même si la projection est oblique.

\*Un objet dont le principal plan est oblique par rapport au film est déformé par la projection



# 4, Formation géométrique de l'image radiologique

## Les règles de la formation de l'image

### ► 3eme règle: Loi de confusion des plans

Deux objets superposés suivant la direction du rayonnement forment une ombre composite, dans laquelle les détails de chacun des deux objets se confondent, ils ne sont distingués que par les différences d'opacités propres à chacun d'eux. (Os > muscle > graisse > air).

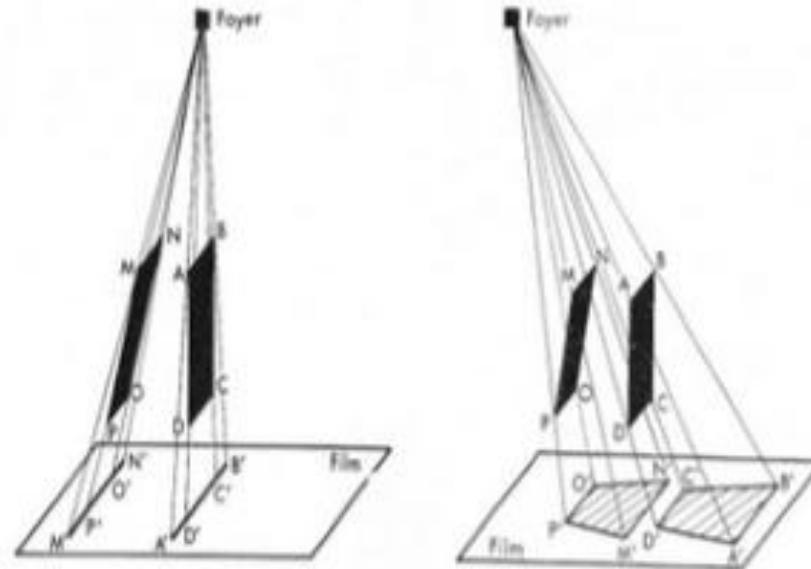
# IV. Formation géométrique de l'image radiologique

## Les règles de la formation de l'image

### 4eme règle: Loi des tangences ►

Lorsqu'un rayon aborde tangentiellement la surface d'un objet opaque ou la surface séparant deux objets d'opacités différentes, il donne naissance à une image dite «de bord»

- 1 objet disposé perpendiculairement au plan du film, ou + exactement dans le sens de propagation des rayons donne une ombre (linéaire) à peine discernable.
- Pour rendre visible un tel objet, il faut faire une projection légèrement oblique, l'objet donne alors une ombre très déformée mais interprétable.



# V. QUALITE D'IMAGE



Elle se jugera sur plusieurs paramètres :

- ▶ **Netteté** : l'image doit être nette, sans flou, ses contours doivent être bien délimités.
- ▶ **Contraste** : les différences d'intensité dans le noircissement du film permettent de reconnaître les structures que l'on souhaite étudier.
- ▶ **Incidence** : l'analyse anatomique impose une comparaison a des clichés pris dans une position définie de référence.
- ▶ **Centrage** : l'image utile doit se trouver au centre d'un film de dimension minimale.
- ▶ **Conformité aux règles de présentation** : l'identification du malade, du côté ou des conditions de réalisation obéit à des règles administratives (identité, côté) ou de tradition locale (position de l'étiquette, enveloppe).



# VI. FLOUS DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

Les contours de l'image doivent être nets, parfaitement délimités. Une ligne précise sépare les zones **opaques des zones claires**. L'absence de netteté est **le flou**, on les résume à cinq causes principales :

- ▶ **Flou géométrique :**
- ▶ **Flou cinétique ou de mouvement :**
- ▶ **Flou diffus :**
- ▶ **Flou du récepteur, films et écrans :**
- ▶ **Flou de forme :**

## VI. FLOUS DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

- ▶ **Flou géométrique** : Se forme sur le contour de l'objet une pénombre de densité décroissante, il est dû au fait que le foyer d'émission des rayons X n'est pas ponctuel et que l'objet n'est pas directement au contact du récepteur.

## VI. FLOUS DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

- ▶ **Flou cinétique ou de mouvement** : Il peut être causé par les mouvements incontrôlés du patient, mais aussi et surtout par les mouvements propres aux différents organes.

## VI. FLOUS DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

- ▶ **Flou diffus** : Due au rayonnement secondaire émis par l'objet radiographié.

## VI. FLOUS DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

- ▶ **Flou du récepteur, films et écrans** : Ce flou est dû à l'épaisseur non négligeable de l'émulsion du film et des écrans renforçateur.

## VI. FLOUS DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

- ▶ **Flou de forme** : Le contour parfaitement défini d'un objet produira une image plus nette qu'un objet au contour imprécis.

# VII. Réduction des flous

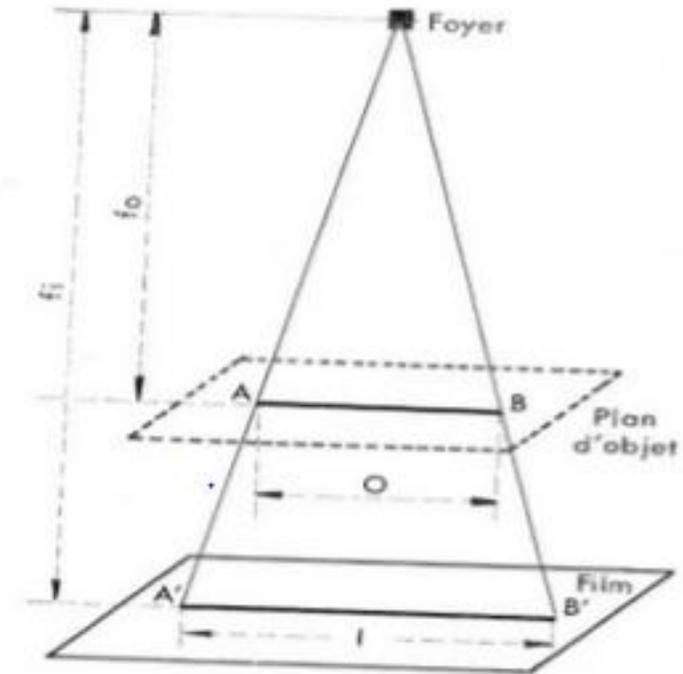
Ainsi pour améliorer la qualité de l'image finale il faudra diminuer les flous :

► **Géométrique :**

Utiliser un foyer petit

Distance objet - récepteur petite

Distance foyer - objet grande



# VII. Réduction des flous

## **Cinétique :**

- ▶ Contention
- ▶ Temps de pose bas
- ▶ Ou en utilisant un foyer plus puissant : le flou géométrique sera augmenté
- ▶ Diminuer la distance foyer-objet au dépends du flou géométrique

## VII. Réduction des flous

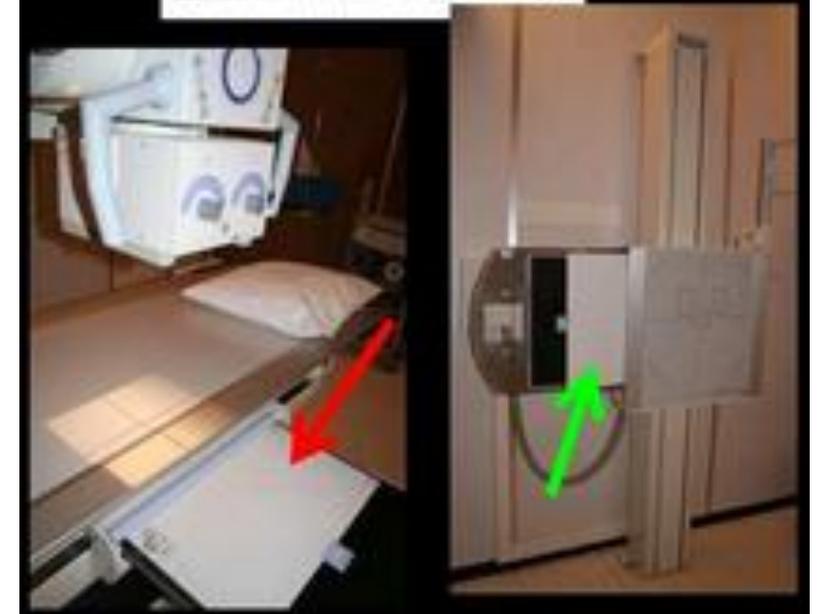
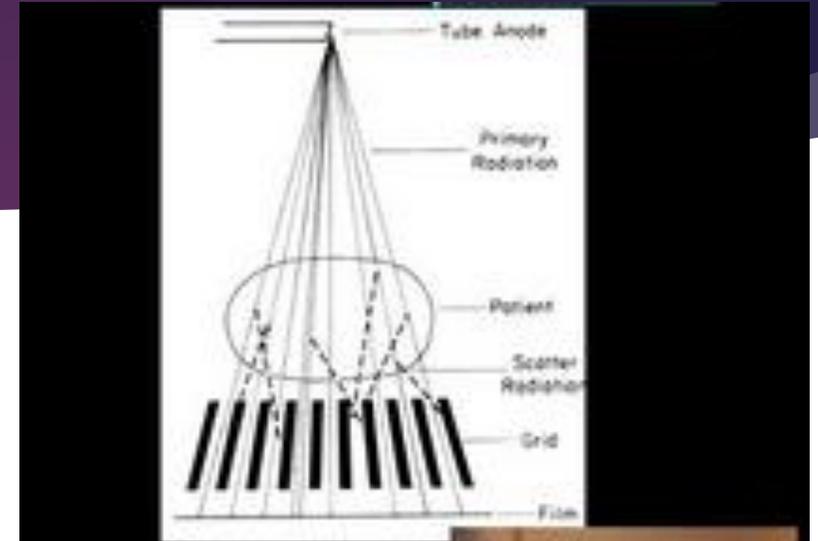
### **d'écran :**

Écrans à grains fins ,leur sensibilité est diminuée, il faudra augmenter soit :

- ▶ Le temps de pose :flou cinétique augmenté
- ▶ La puissance du foyer :flou géométrique élevé
- ▶ Supprimer les écrans renforçateurs

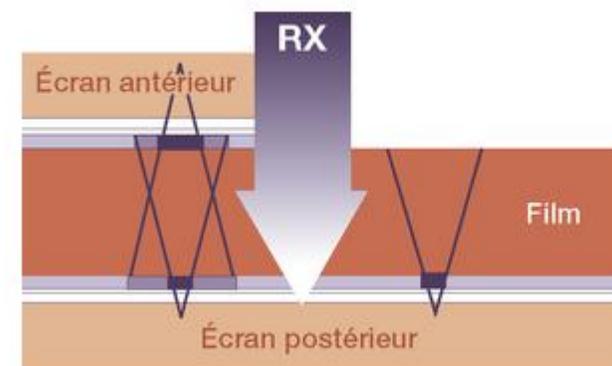
# VII. Réduction des flous

**Diffusés** : ce flou est diminué par le diaphragme, la compression et la grille anti diffusante



# VIII. LA FORMATION PHOTOGRAPHIQUE DE L'IMAGE

- ▶ Une émulsion photographique est constituée essentiellement de cristaux de bromure d'argent enrobé dans la gélatine et répartie sur un support en acétate de cellulose.
- ▶ Sous l'action directe des rayons X, il se produit une excitation du BrAg qui devient apte à subir l'action réductrice du révélateur.
- ▶ Le BrAg se décompose ainsi en libérant de l'argent métallique opaque à la lumière provoquant le noircissement du film.
- ▶ L'image latente se forme soumise au développement automatique par des produits chimiques, devient visible.
- ▶ La faible épaisseur de la couche sensible du film n'entraîne qu'une absorption minimale de photons X, d'où l'intérêt **des écrans renforçateurs** qui permet une absorption de quantité importante de RX.



# VIII. LA FORMATION PHOTOGRAPHIQUE DE L'IMAGE

## *Le film radiologique*

C'est une émulsion de bromure d'argent enrobé dans la gélatine et répartie sur un support en acétate de cellulose.

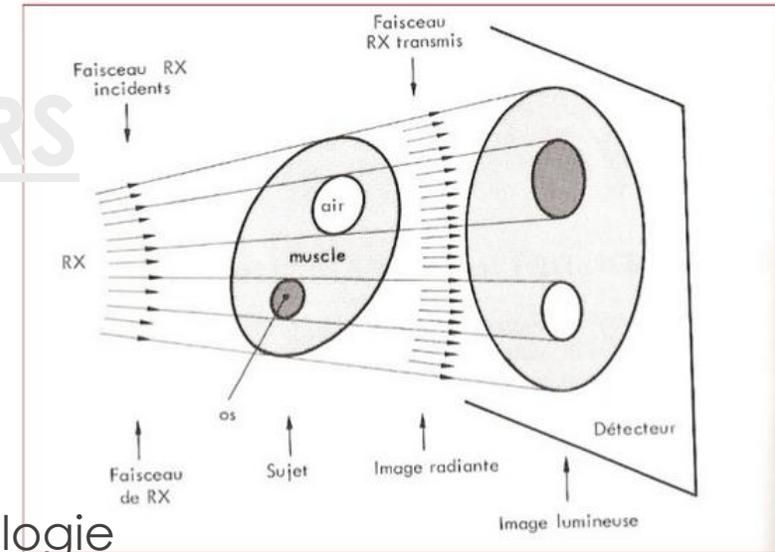
### ***Action des rayons X***

Lorsque le rayonnement X frappe les cristaux de bromure d'argent, il se forme une image latente, non visible par l'œil nu, suite à l'excitation du bromure d'argent qui devient apte à subir l'action réductrice du révélateur.

### ***Le développement***

L'image latente se forme, soumise au développement automatique par des produits chimiques ou par reprographe laser, devient visible.

# IX. LES DIFFERENTS TYPES DE DETECTEURS



- ▶ **Le film photographique** : constitue le détecteur classique en radiologie
- ▶ **Les détecteurs dynamiques** :
- ▶ **les détecteurs numériques**

# IX. LES DIFFERENTS TYPES DE DETECTEURS

## Les systèmes de récepteurs

Ils convertissent l'image radiante invisible en une image visible.

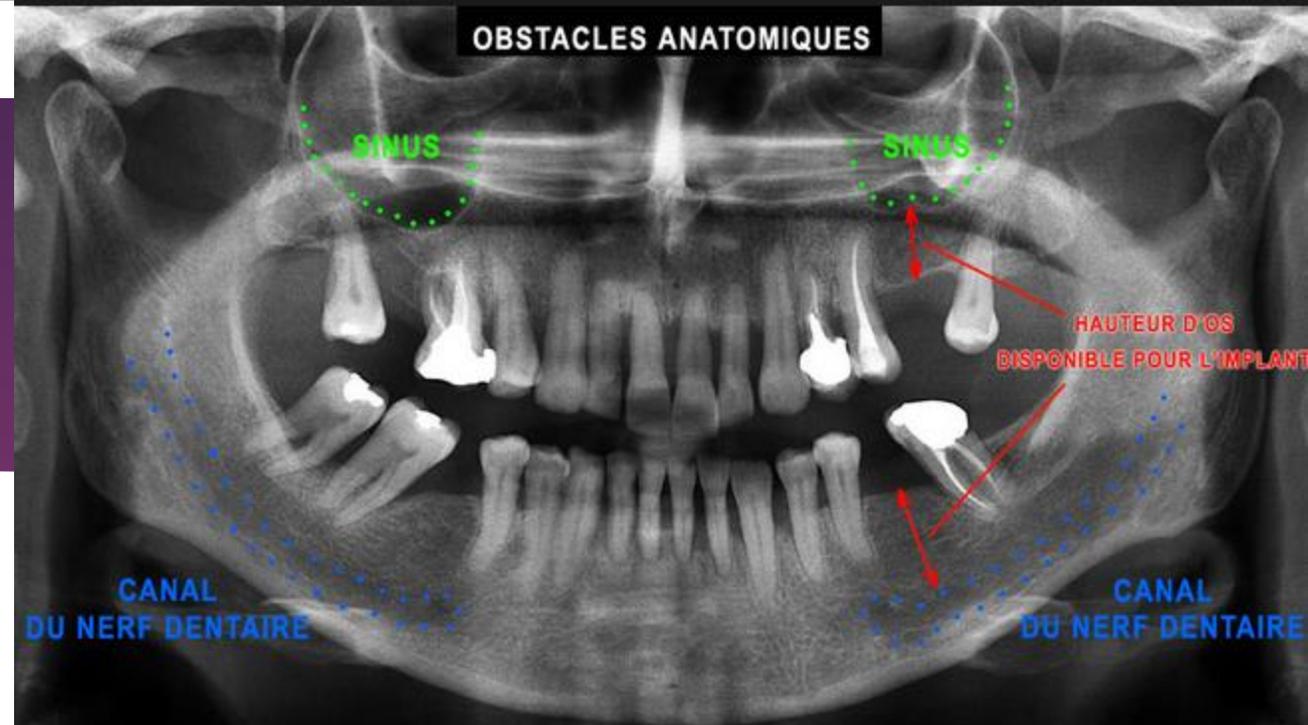
- Détecteurs statiques écran-film fournissant une image sur film: image figée
- Détecteurs dynamiques : permettent une étude cinétique; permet de visualiser l'image en temps réel : cœur-
- Détecteurs numériques :
  - l'image numérique: révolution de l'imagerie ou le détecteur sensible aux RX a remplacé le film

# Terminologie de base en radiologie

L'information contenue dans l'image radiographique varie selon la nature du tissu traversé.

Quatre tonalités (densités) fondamentales: **os, muscle, graisse, air**

- Opacité = zone de forte densité = (blanche)
- Clarté = zone de moindre densité : (sombre ou noire)
- **Structure dense** (Z élevé), comme l'os, atténue (absorbe) beaucoup le RX, et s'exprime en blanc: « radiopaque »
- **Structure aérique** (Z faible), comme les poumons, atténue peu le RX et apparaît sombre ou noire: « clarté »
- **Structure intermédiaire**: tissus mous peu contrastés



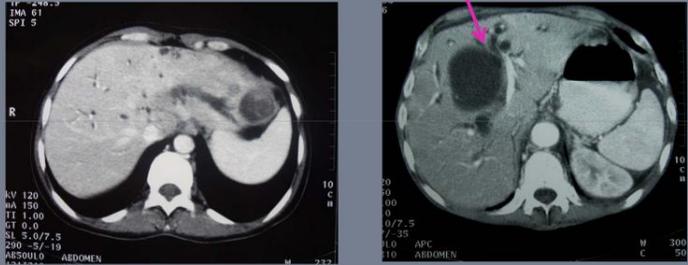
# CONCLUSION

- ▶ La formation de l'image radiologique repose sur la capacité des rayons X a traversé la matière et subir une atténuation et une diffusion et obéit aux règles simples de la géométrie.
- ▶ L'image radiologique doit être nette et bien contrastée .

pe.sfrnet.org/Data/ModuleConsultationPoster/pdf/2009/1/5ed2f3c5-7714-48b7-8...

## 2-Tomodensitométrie

1. Elle peut mettre en évidence directement la communication bilio-kystique se traduisant par une interruption de la paroi kystique à proximité d'un canal biliaire dilaté .



Technical details for the left scan: 10 240.0, IMA 01, SPI 5, R, kV 120, mA 350, IT 1.00, GT 0.0, SL 5.0/7.5, 290 -5/-19, ABDOMEN, 10 C #.

Technical details for the right scan: 10 240.0, IMA 01, SPI 5, R, kV 120, mA 350, IT 1.00, GT 0.0, SL 5.0/7.5, 290 -5/-19, ABDOMEN, 10 C #.

FR 19:28 29/11/2018