

l'imagerie radiologique ostéo-articulaire "conventionnelle"

imagerie par projection =
représentation d'un volume (espace tri
dimensionnel) sur une image
(bidimensionnelle) mais en radiologie
standard , pas de perspective ni
d'ombrage !!!

par opposition à imagerie "en coupes"
(qui permet une représentation en
volume) !!!



D. Régent

quelles sont les **principales caractéristiques** de cette image de
la main de Madame Roentgen par rapport aux clichés actuels

- aspects **géométriques** : agrandissement , distorsion , loi des incidences tangentiellles
- aspects **"photographiques"** : densité , contraste , grain

décembre 1895
W. C. Roentgen



bases techniques

image latente

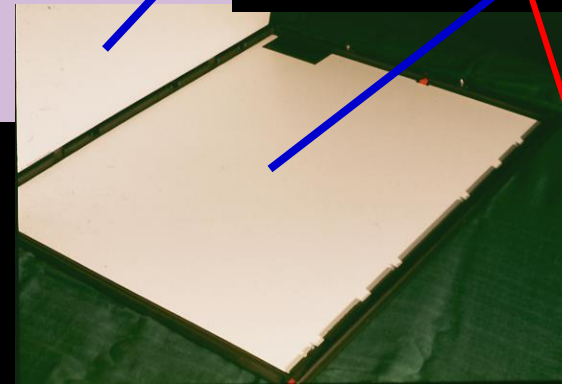
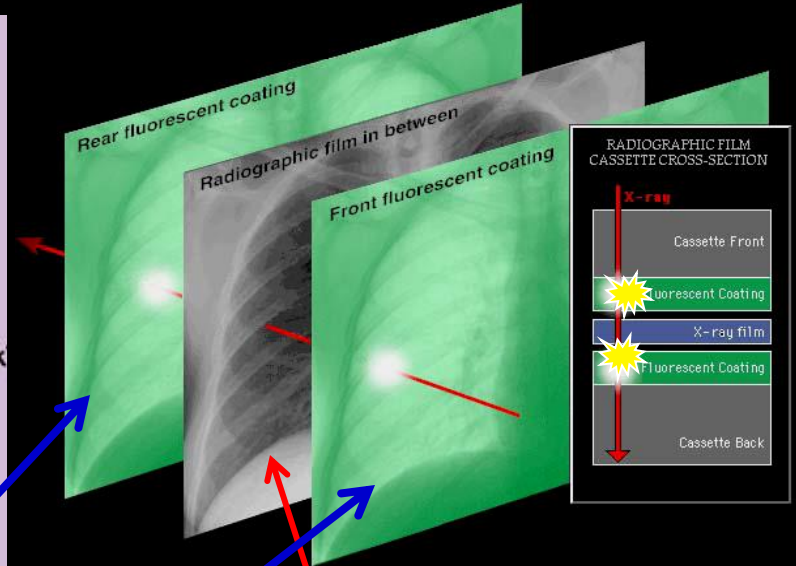
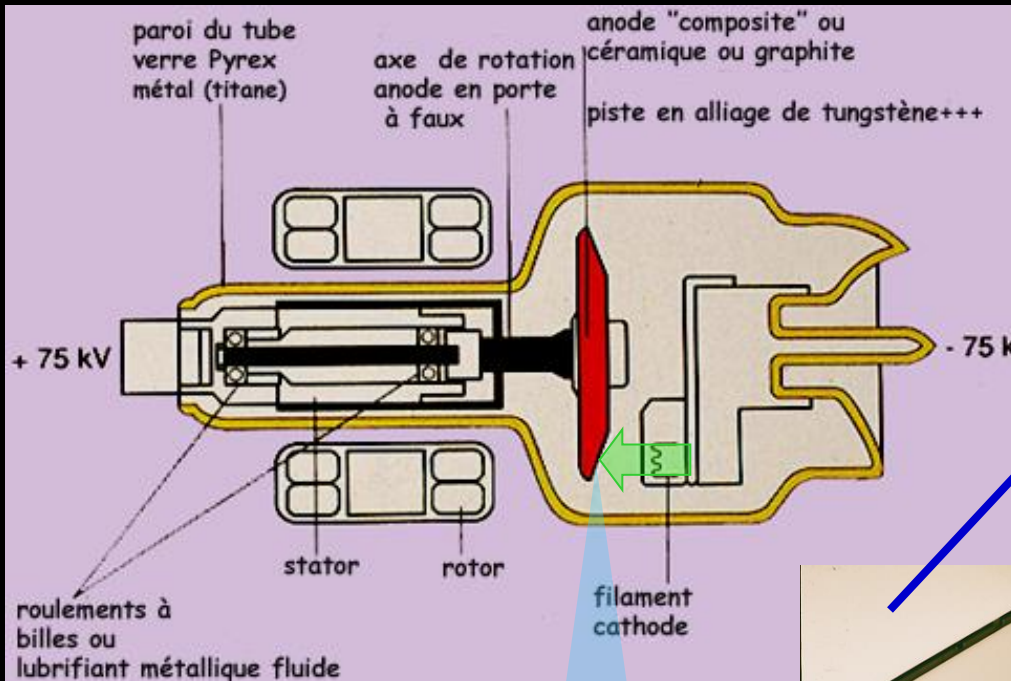
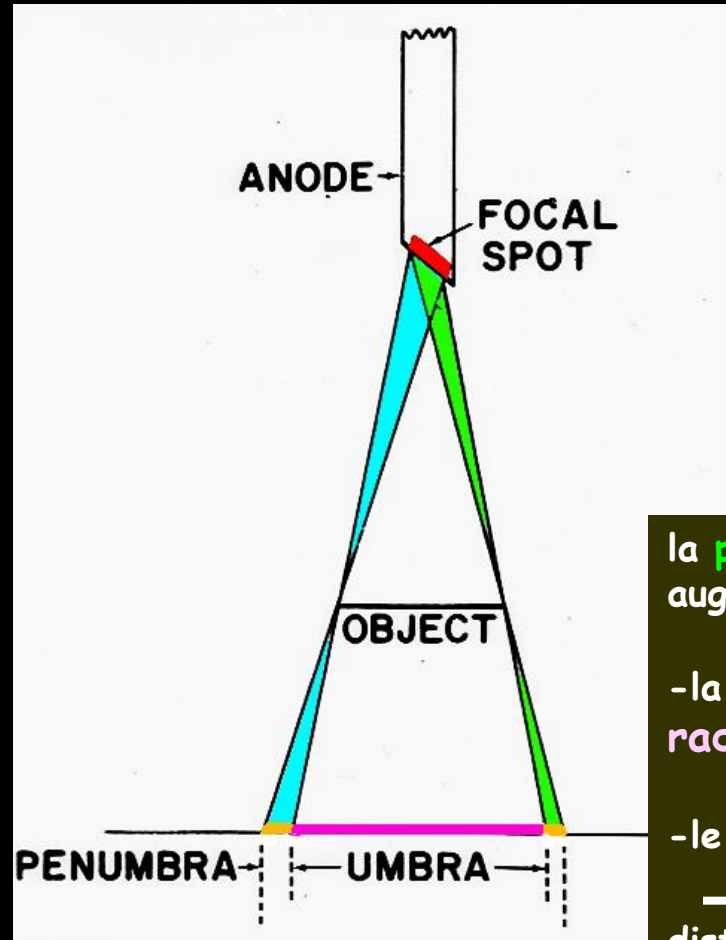
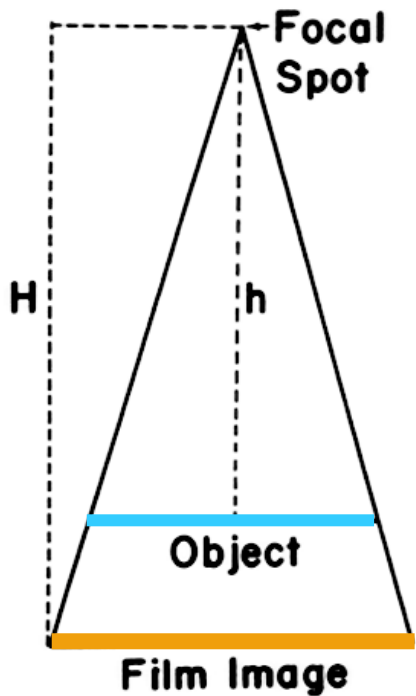


image radiante

image analogique
"photographique",
après traitement
(révélateur fixateur,
lavage+++)

facteurs de qualité "géométriques" de l'image

1 - l'agrandissement

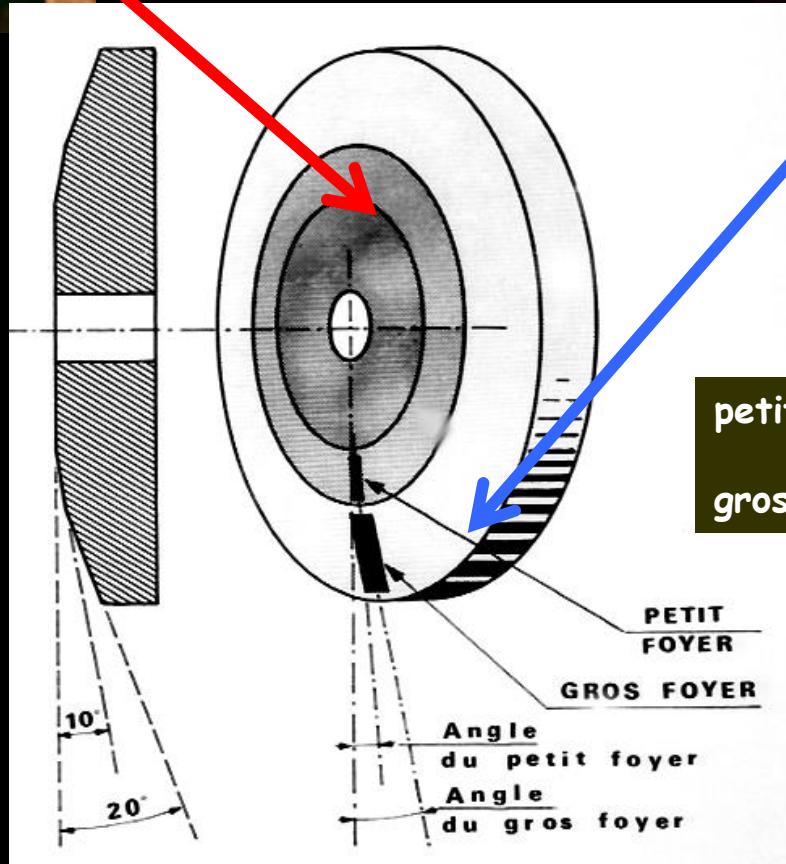
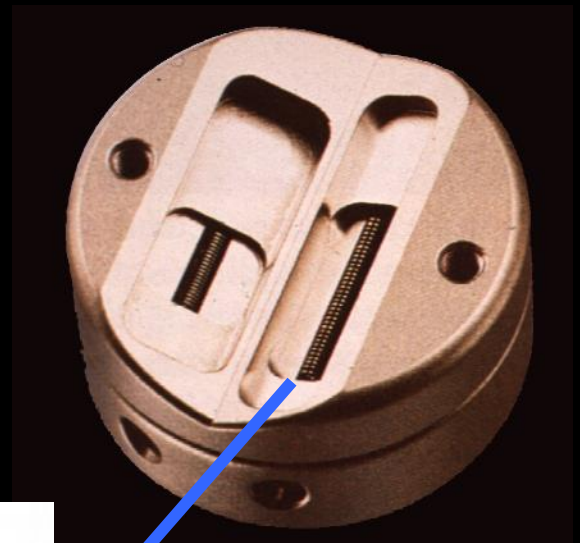
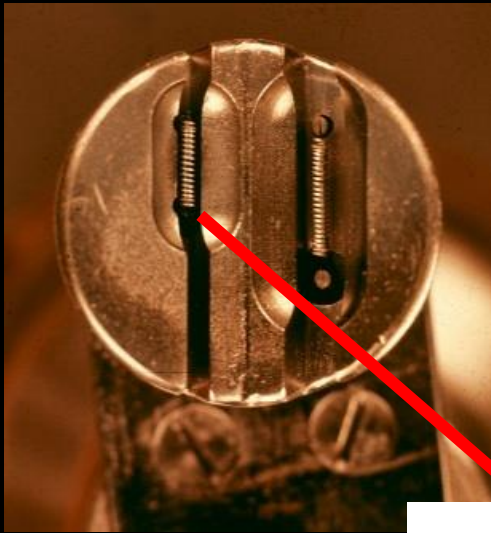


la **pénombre** ou **flou géométrique** augmente avec :

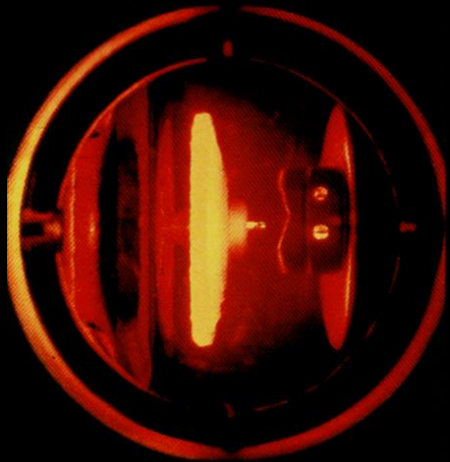
- la **taille du foyer du tube radiogène**

- le **rapport d'agrandissement** =

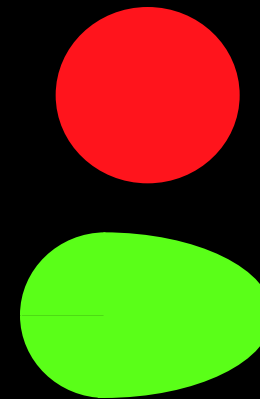
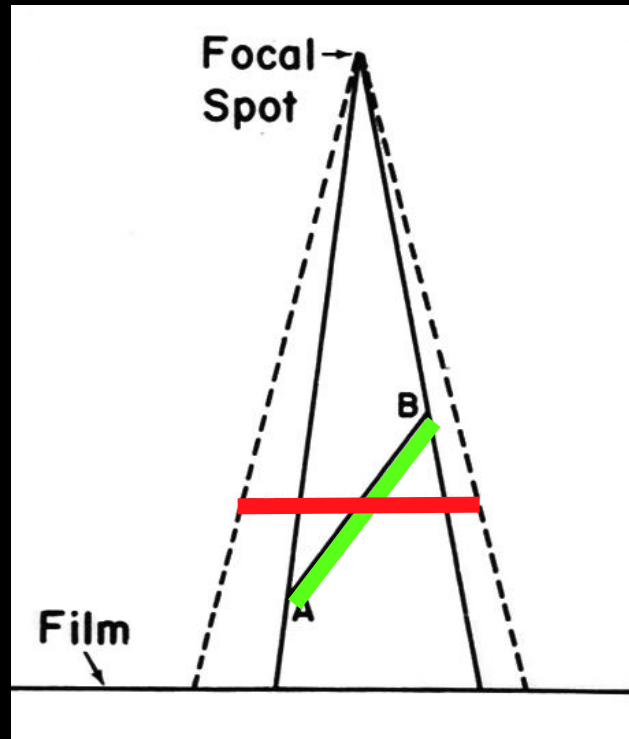
$\frac{\text{distance foyer-détecteur}}{\text{distance foyer-objet}}$

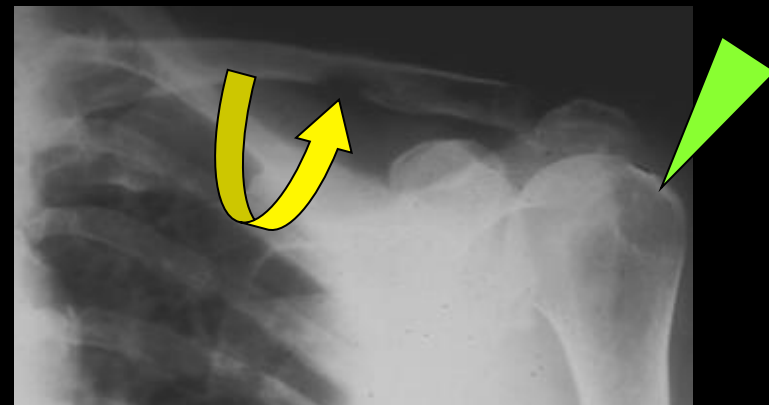
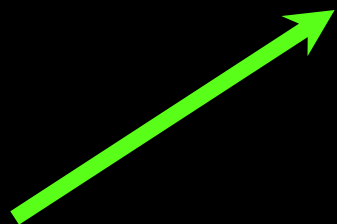
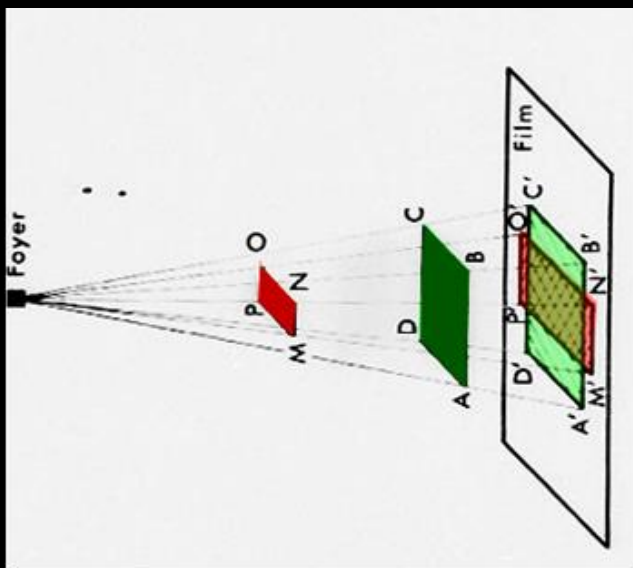
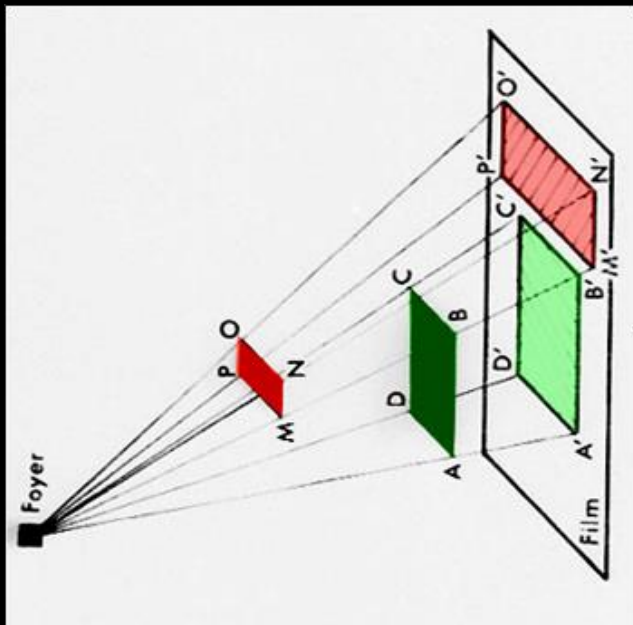


petit foyer 0,6 à 1 mm² , 30 kW
gros foyer 1,5 à 2 mm² , 100 kW



2.1a distorsion



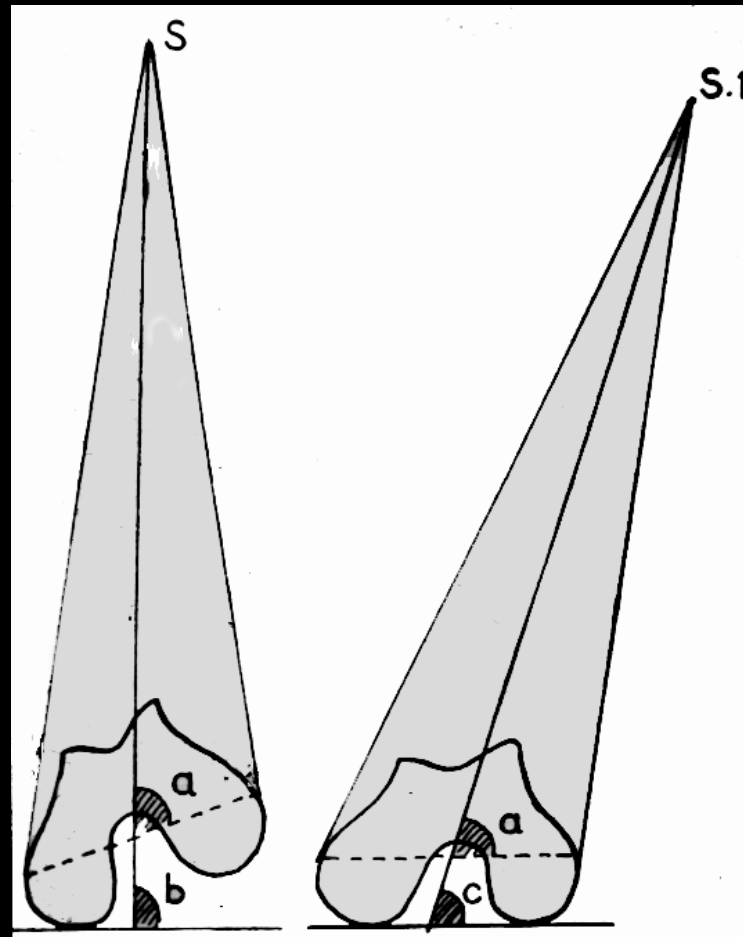


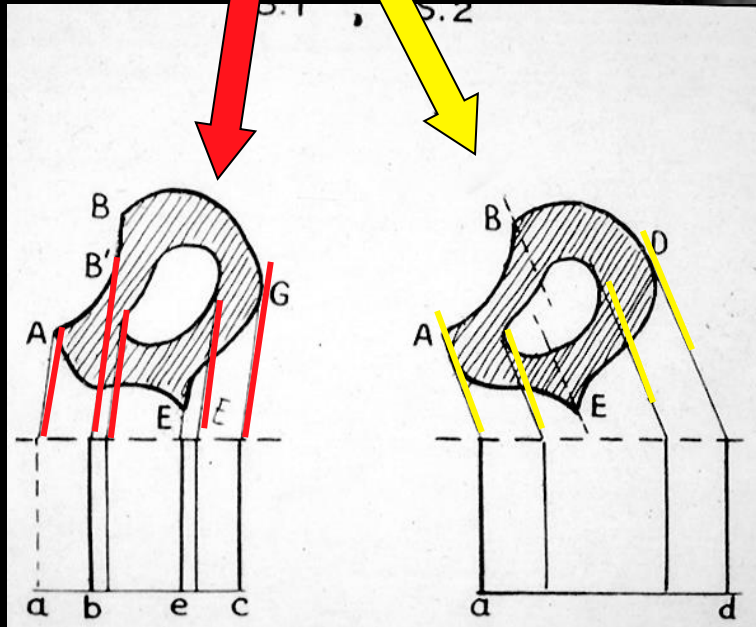
distorsion et exploration de la ceinture scapulaire

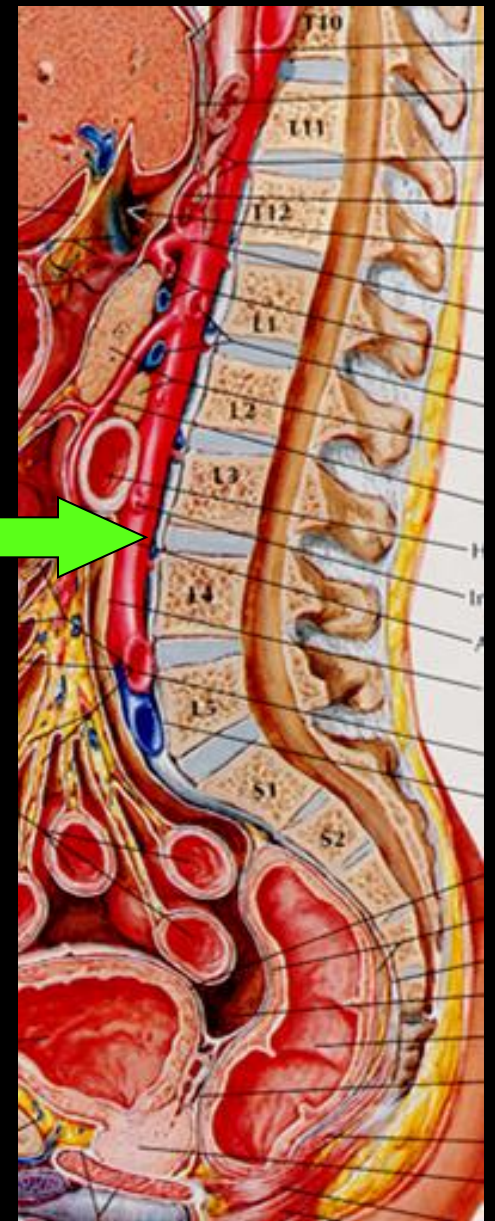
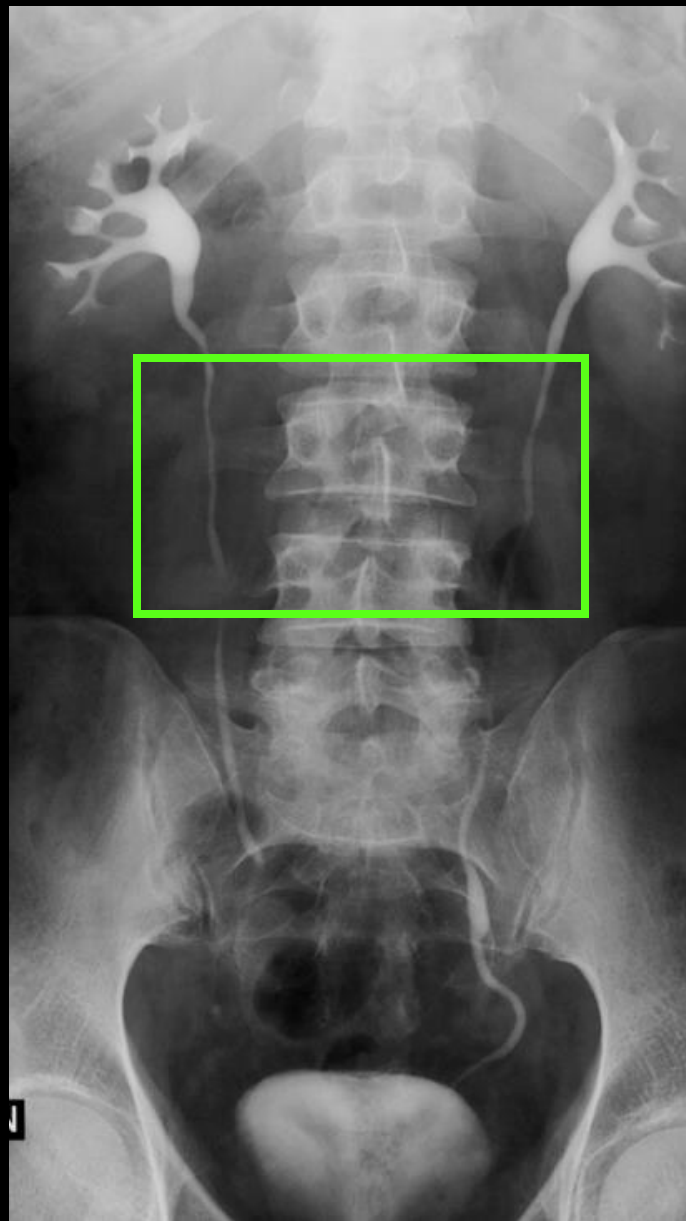
3.1a loi des incidences tangentielles (Henri TILLIER 1943)

une ligne prend naissance dans une image radiographique lorsque le rayon directeur aborde tangentiellment

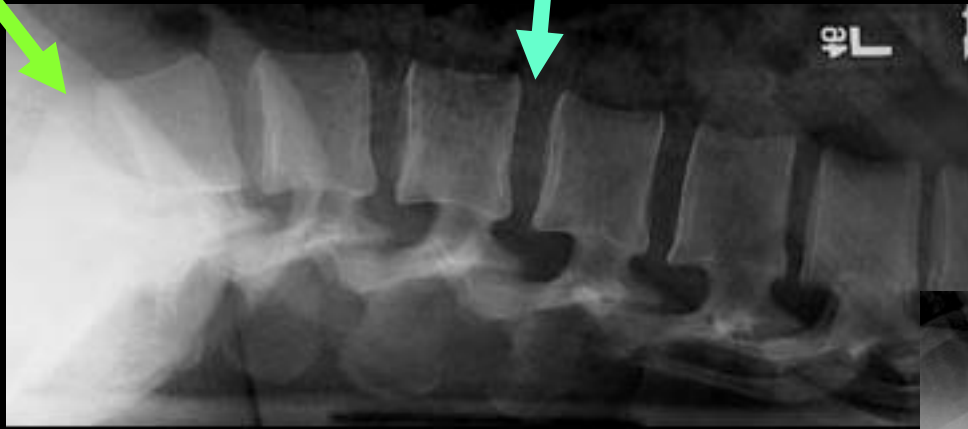
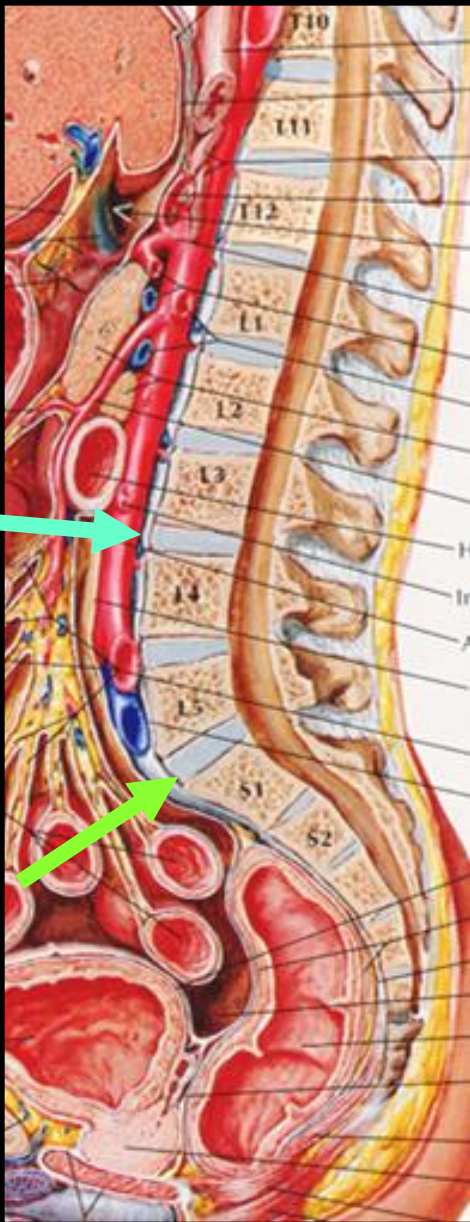
- . la surface d'une structure opaque aux rayons X
- . ou l'interface séparant 2 structures d'opacités différentes



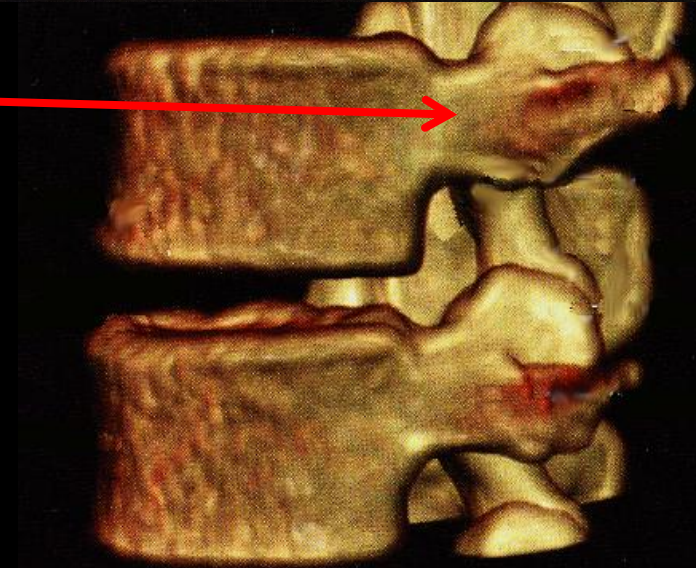
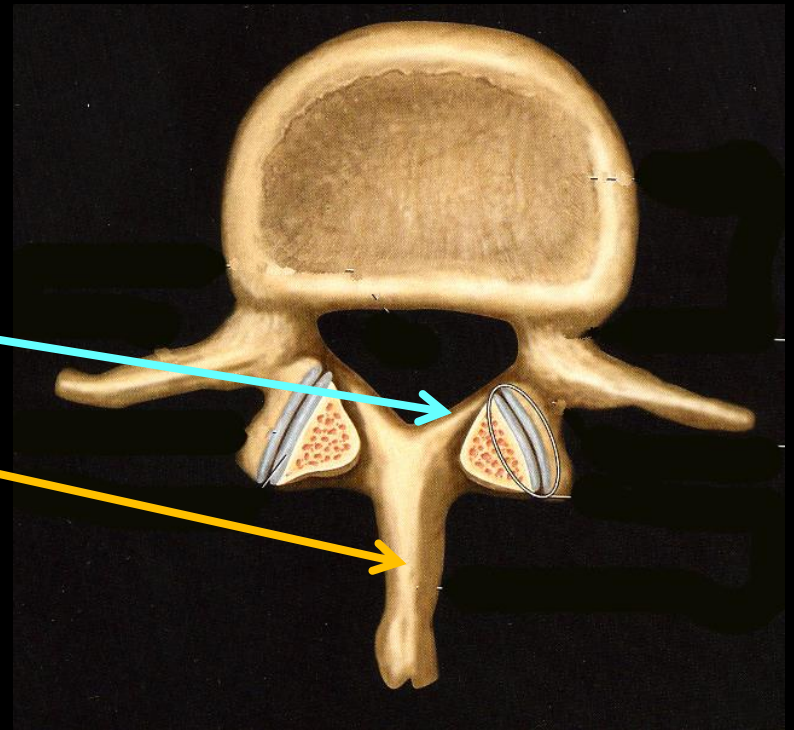
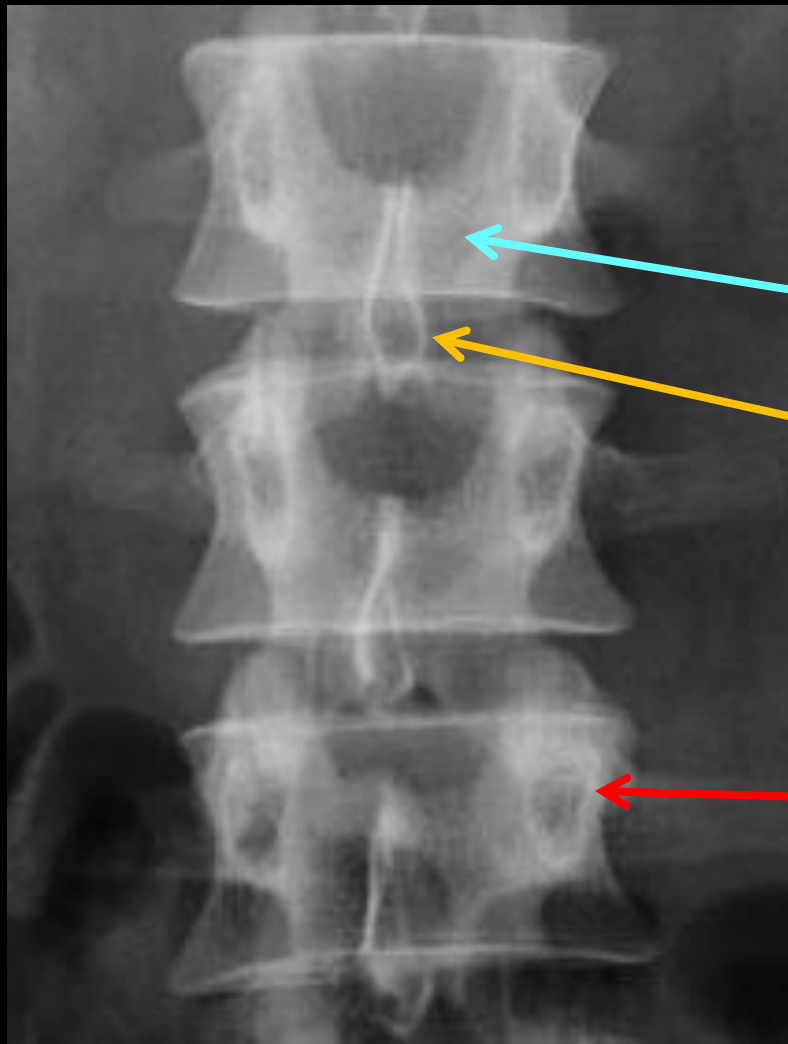




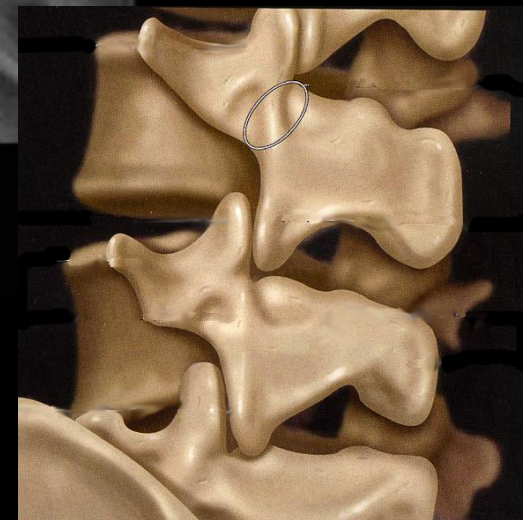
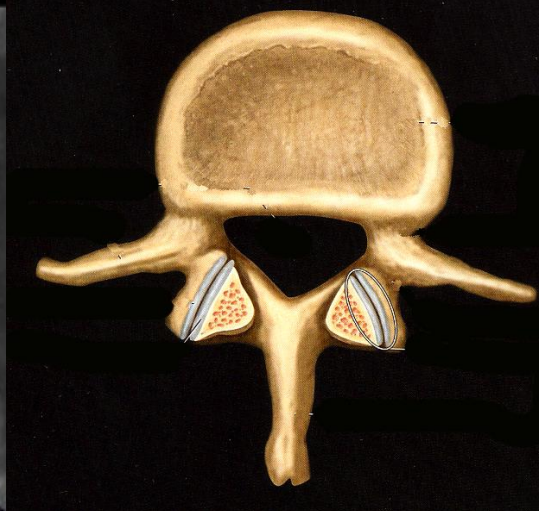
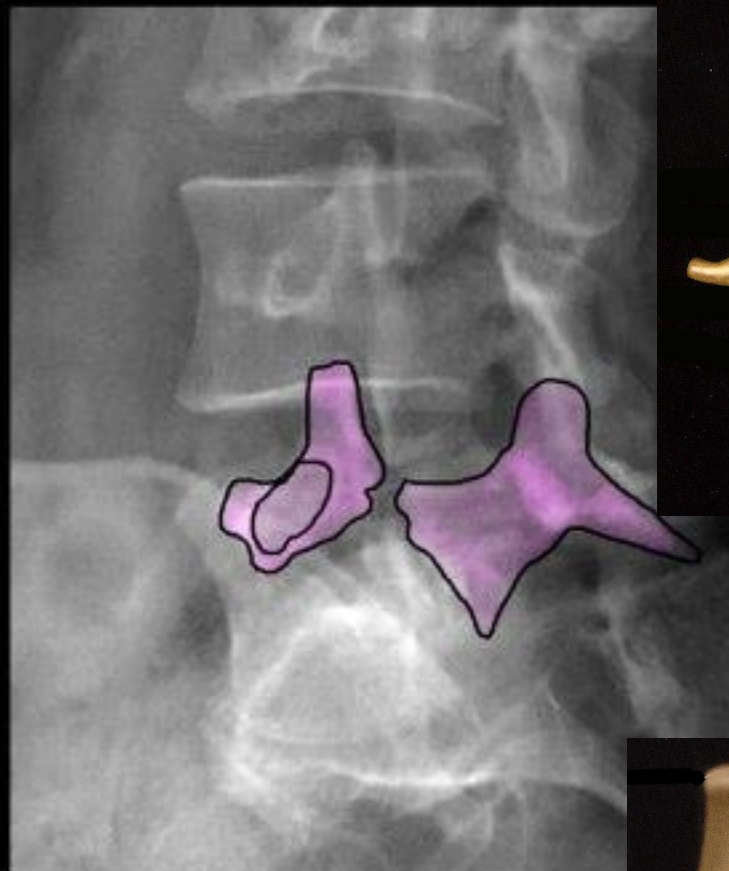
nécessité d'une incidence oblique pour explorer L5 - S1 et la corps de L5 et/ou le sacrum



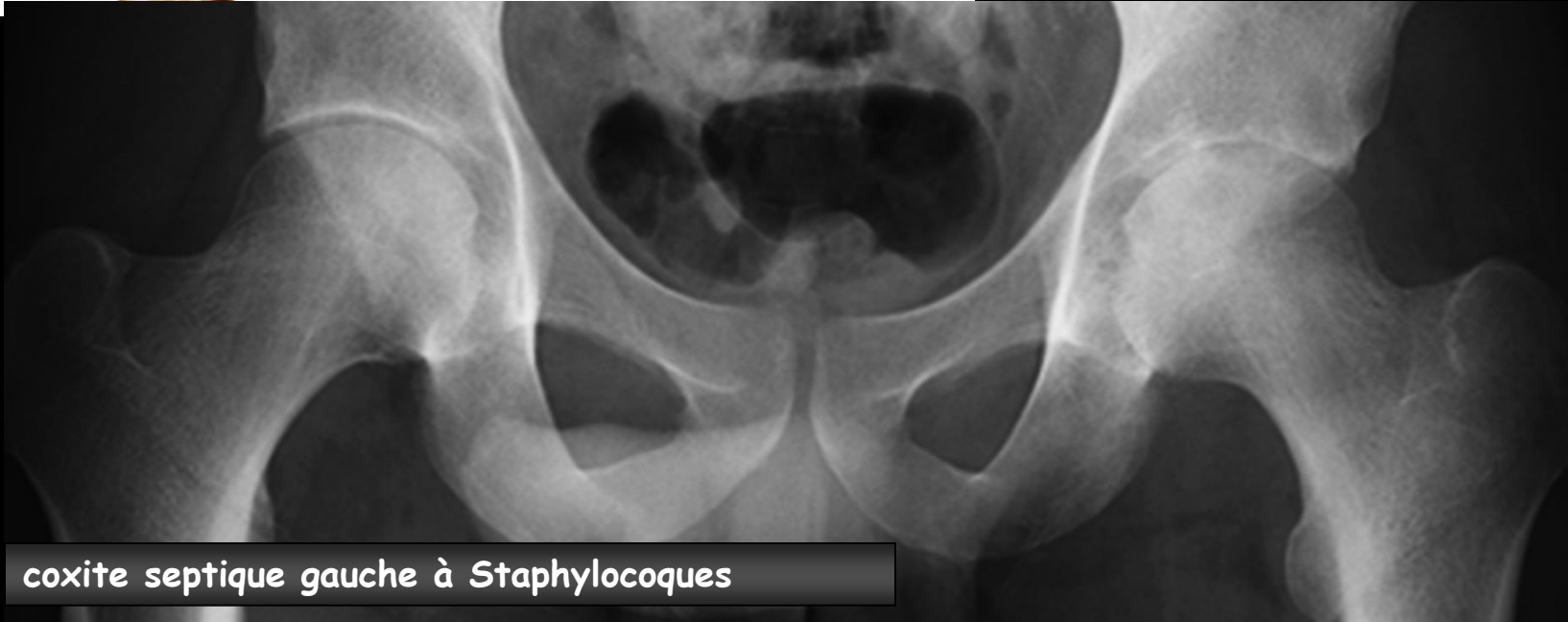
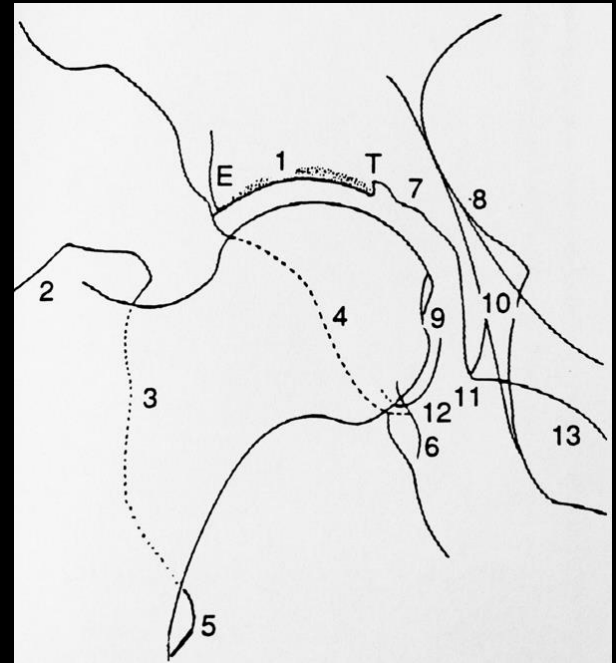
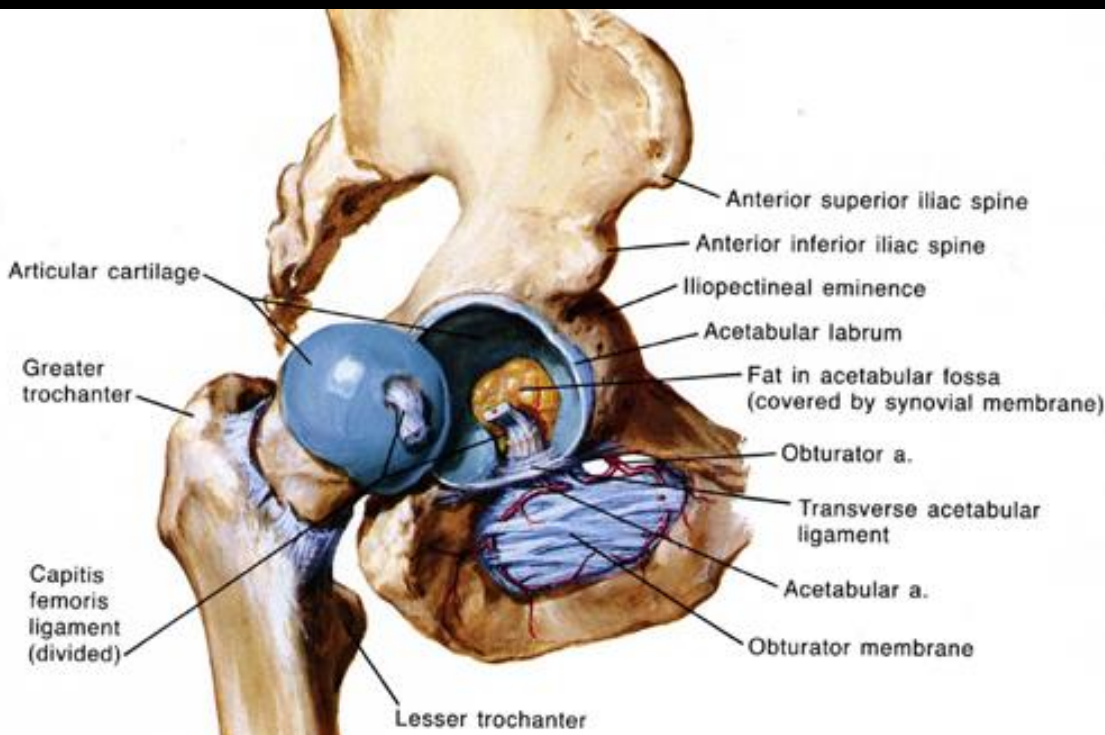
nécessité d'une incidence oblique pour explorer L5 - S1 et L5 de face



chaque limite ou ligne apparaissant sur l'image radiographique correspond à une surface ou une interface abordée tangentiellement sur une longueur suffisante par le rayon directeur, dans cette incidence et avec un centrage et une éventuelle obliquité



la lyse isthmique (solution de continuité de l'isthme ou pars interarticularis de l'arc postérieur crée le collier du **petit chien de Madame Lachapelle** sur les incidences de $\frac{3}{4}$ du rachis lombaire



coxite septique gauche à Staphylocoques

Titre **L'Algérie médicale, n°4**

Référence **F. Fontana**

Date de parution **1943**

Numéro d'inventaire **1603**

Cote **Per - 610 ALG**

Commentaire ou 4e de couv. **L'Algérie médicale n°4 datée du 7 août 1943**

Sommaire

ARTICLES ORIGINAUX. Pages

'Raymond KEHL. - L'Endocrinologie : Aperçus biologiques, médicaux et sociaux 105

H. TILLIER. - Les lois de l'optique radiologique 113

Médecin Lt-Colonel JALET. - Note relative à l'utilisation de la technique dite "radiophotographie" » 121

Henri Tillier électroradiologiste des Hôpitaux d'Alger a publié son livre ,véritable bible de la lecture intelligente de la radiologie par projection en 1947 ; le JAMA lui rend hommage dès1948 par l'analyse de cet ouvrage H Tillier mérite d'être mieux connu des radiologues français et doit être considéré comme un vrai "grand ancien" dans ce domaine .

JAMA[®]

The Journal of the American Medical Association

SEARCH:

Welcome | [My Account](#) | [E-mail Alerts](#) |

[Home](#) | [Current Issue](#) | [Past Issues](#) | [Topic Collections](#) | [CME](#) | [Multimedia](#) | [Subscribe](#) | [Physician Jobs](#) | [For Authors](#) | [Help](#) | [About JAMA](#)

JAMA. 1948;137(18):1638. doi: 10.1001/jama.1948.02890520070031

Anatomie radiologique normale: Optique radiologique et dépistage des erreurs de lecture des clichés



Pr. Henri TILLIER (Radio.)

[« SHOW](#)

Since this article does not have an abstract, we have provided the first 150 words of the full text.

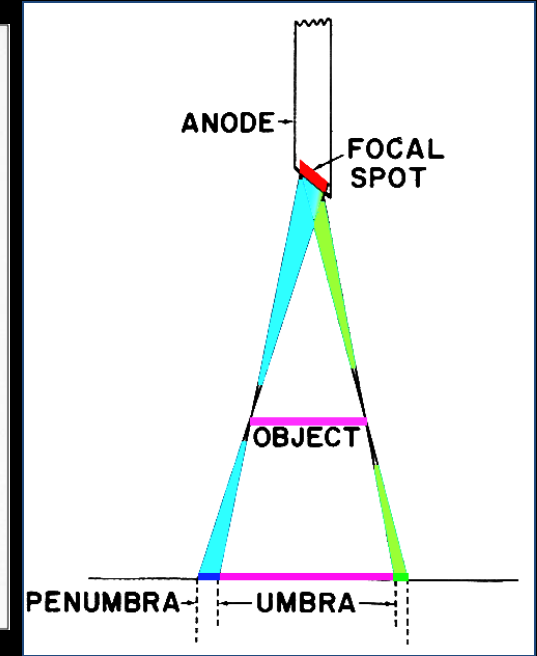
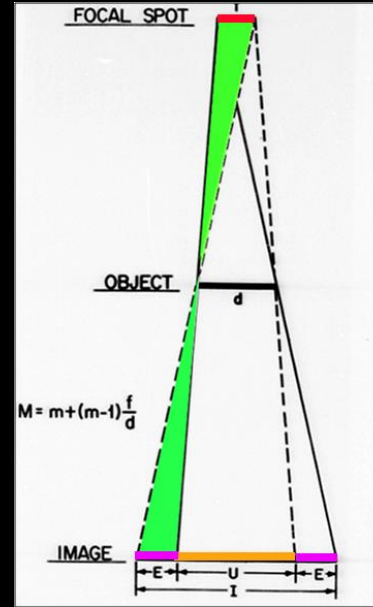
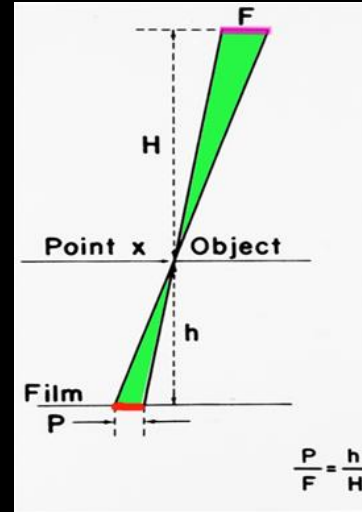
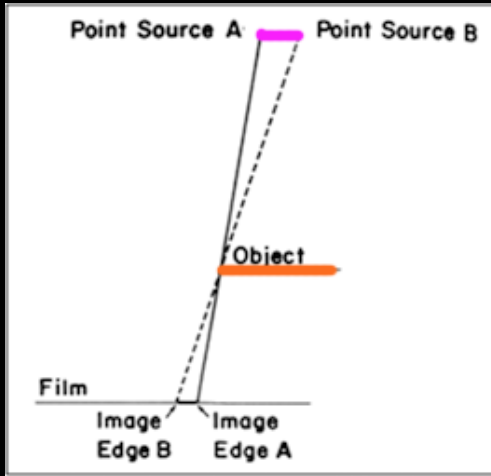
Par Henry Tillier, électro-radiologiste des hôpitaux d'Alger, Alger. Paper. Price, 600 francs. Pp. 233, with 350 illustrations. G. Doin & Cie, 8 Place de l'Odéon, Paris 6e, 1947.

EXCERPT

This book is not intended to be an all-inclusive atlas. It does not attempt to give the detailed technics for taking roentgenograms for various parts of the body. The illustrations are nearly all line drawings which do portray clearly the contours of normal bones. The authors emphasize particularly that different degrees of rotation of an extremity or a part of an extremity may produce marked differences in the shadows cast by the bones which are being studied.

Although the greater part of the text is concerned with the bones and joints, roentgenologic anatomy of the gastrointestinal and thoracic organs is also included.

loi de combinaison des flous en imagerie radiographique par projection



1. flou géométrique F_g

= f (taille du foyer)

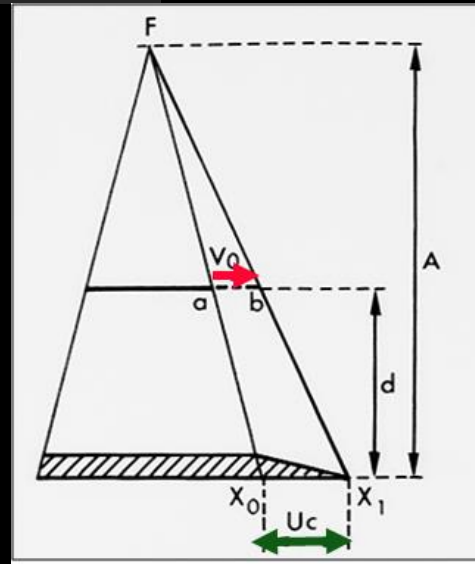
= f (rapport d'agrandissement)

2. flou cinétique F_c

le flou cinétique est directement proportionnel au rapport d'agrandissement +++

causes possibles :

- déplacement de la structure examinée
contention
diminution du temps de pose +++
- déplacement du tube pendant l'exposition



flou morphologique F_m

particulièrement important pour l'appréciation (et la mesure) du **diamètre des vaisseaux en angiographie**

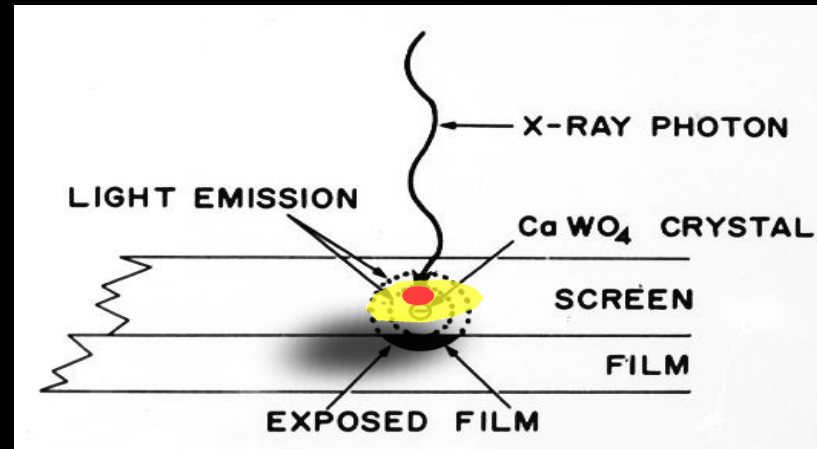
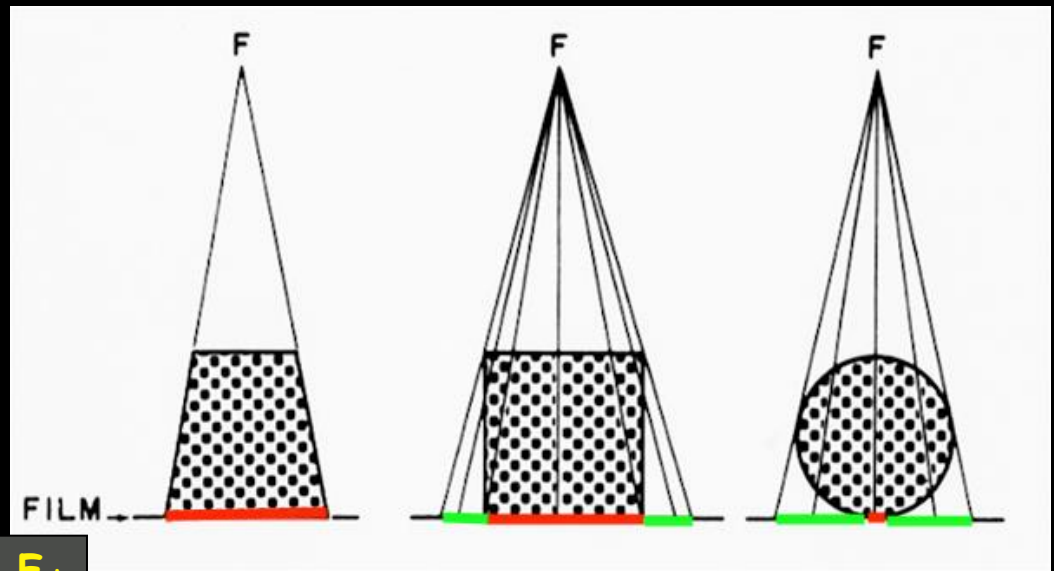
le diamètre apparent est **modifié par le fenêtrage**

flou de détection ou flou d'écran F_d

directement lié au FI (facteur d'intensification)

minimum pour les écrans fins (lents ou detail) FI 50

maximum pour les écrans rapides (ou fast) FI 400



$$\text{flou résultant} = \sqrt{F_g^2 + F_d^2 + F_m^2 + F_c^2}$$

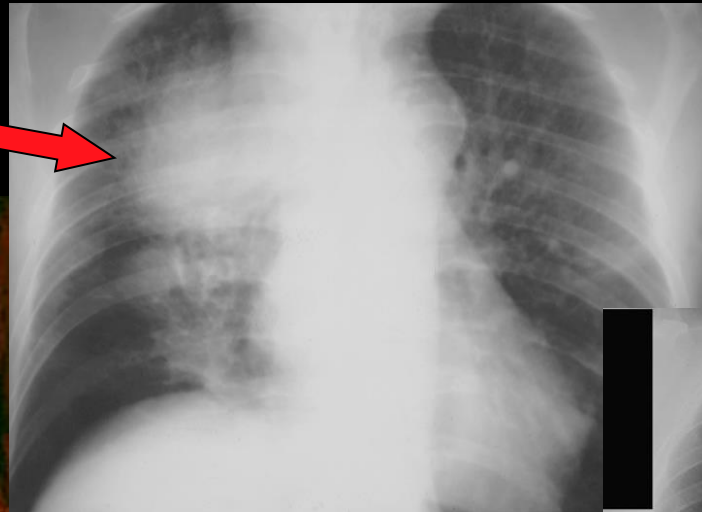
F_g = flou géométrique
 F_d = flou de détection
 F_m = flou morphologique
 F_c = flou cinétique

facteurs de qualité "photographiques" de l'image

densité (photographique \approx noircissement moyen)

contraste

opacité

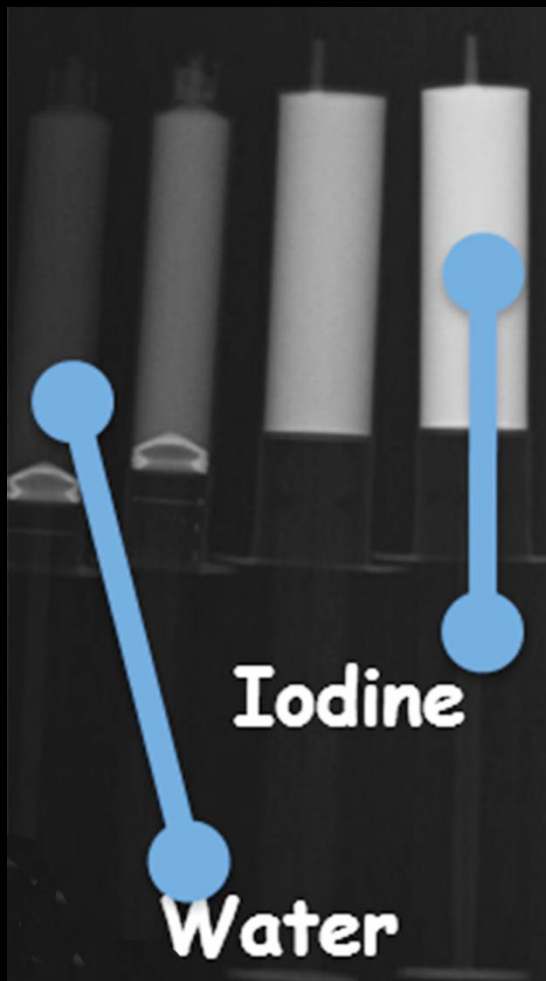


hyperclarté

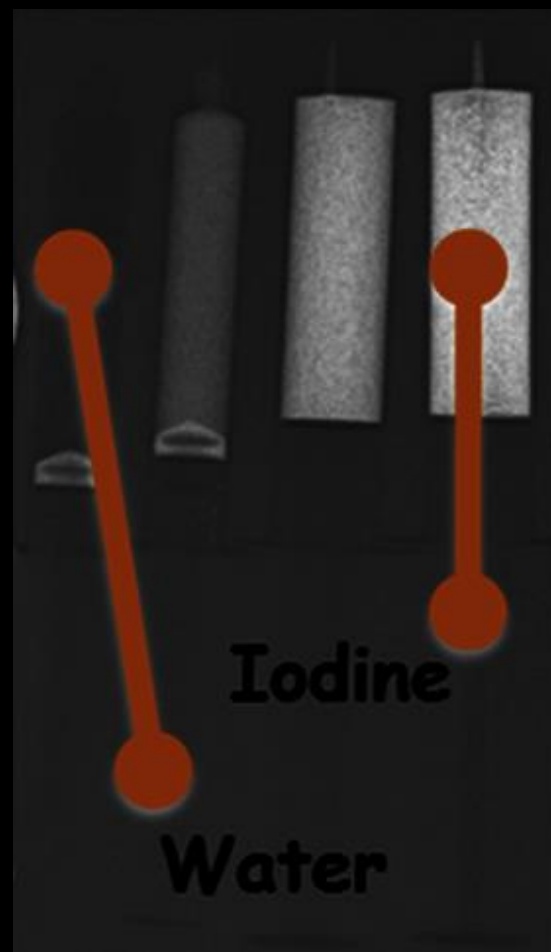


opacités et hyperclartés parenchymateuses pulmonaires

kVp élevé > 100 kV



kVp modéré 60-70 kV



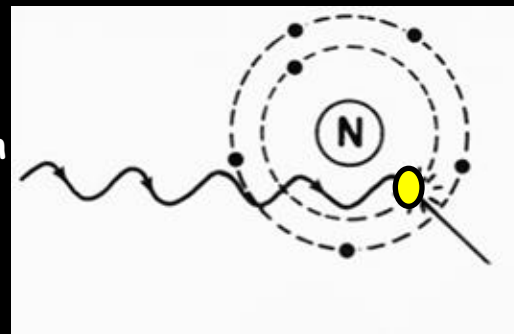
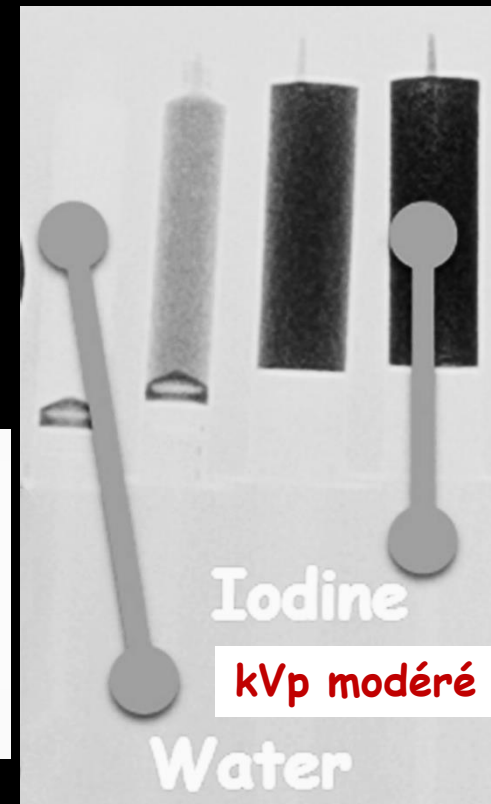
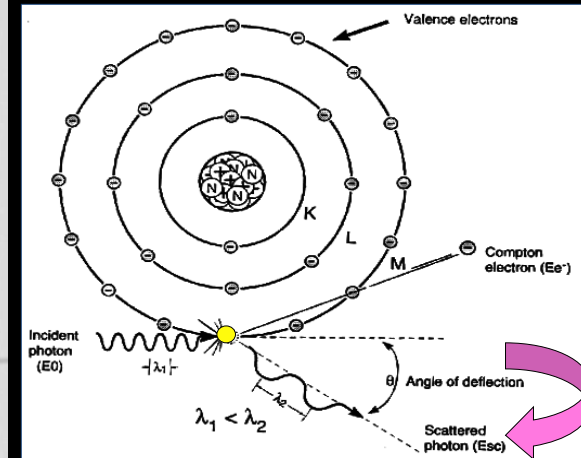
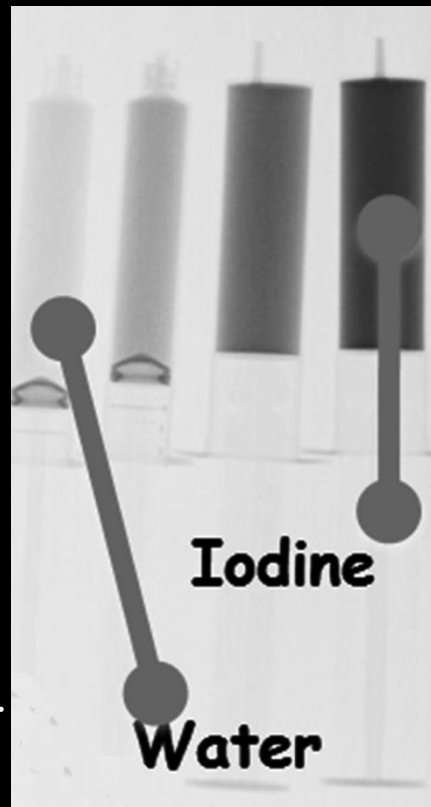
1 - le contraste

le **kilovoltage (kV)** est le **facteur essentiel du contraste** des images ; c'est pourquoi il est le premier élément à déterminer

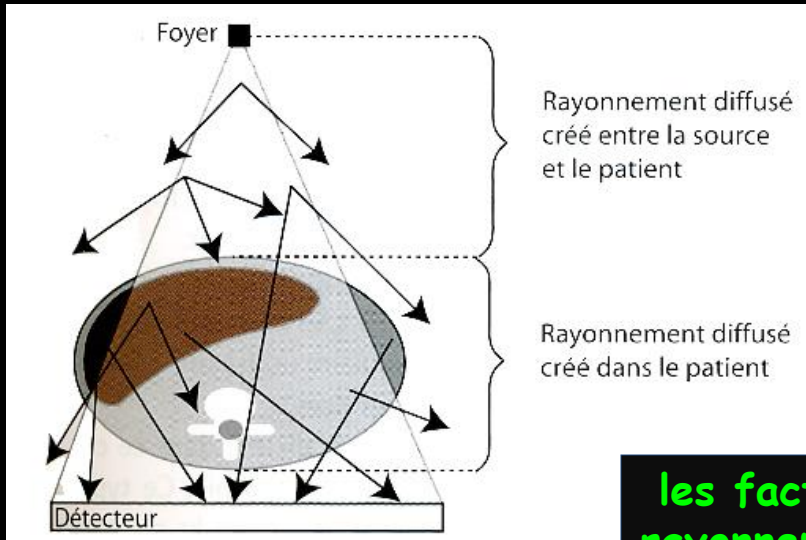
-un **kilovoltage élevé (100 kV)** privilégie les **interactions de type Compton** ; c'est la densité électronique des absorbeurs qui est l'élément essentiel , les tissus mous (Z faible) et les absorbeurs de Z élevé (Ca essentiellement) ont un μ proche .

Le rayonnement diffusé est très important quantitativement +++ ; le contraste est modéré

-un **kilovoltage moyen (≤ 70 kV)** privilégie les **absorptions par effet photoélectrique avec les absorbeurs de Z élevé** .Le contraste est maximal (de même que la dose "déposée" au sein du segment corporel examiné !!!) . Le rayonnement diffusé est minime .



le rayonnement diffusé représente **50 à 90 % du nombre total de photons sortant du patient** et arrivant sur le détecteur en haute tension . Il est responsable d'une perte de contraste (car il "noie" les images des faibles densités)



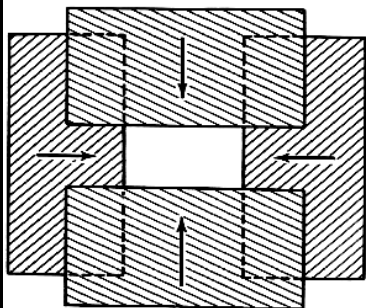
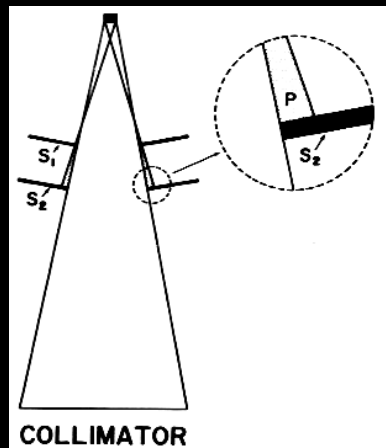
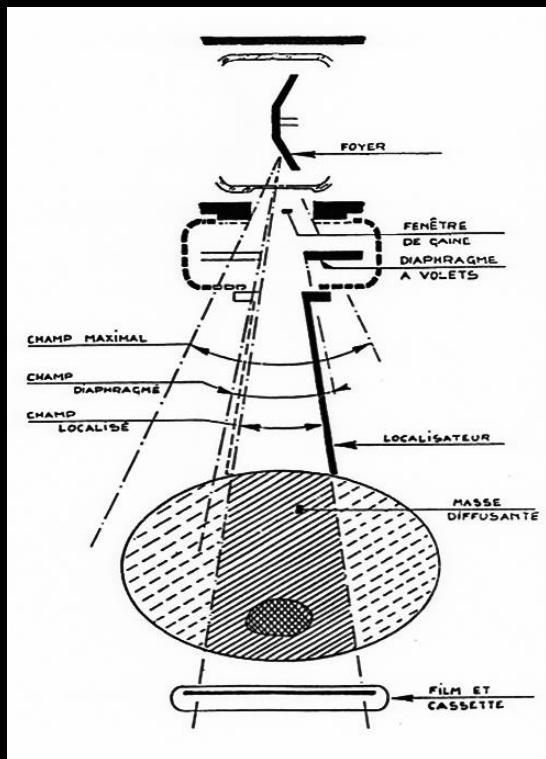
les facteurs déterminant la production du rayonnement diffusé sont :

-le kilovoltage (kVp) et le type d'absorbeur principal (faible Z moyen, tissus mous +++)

-le volume exploré ++++ cad

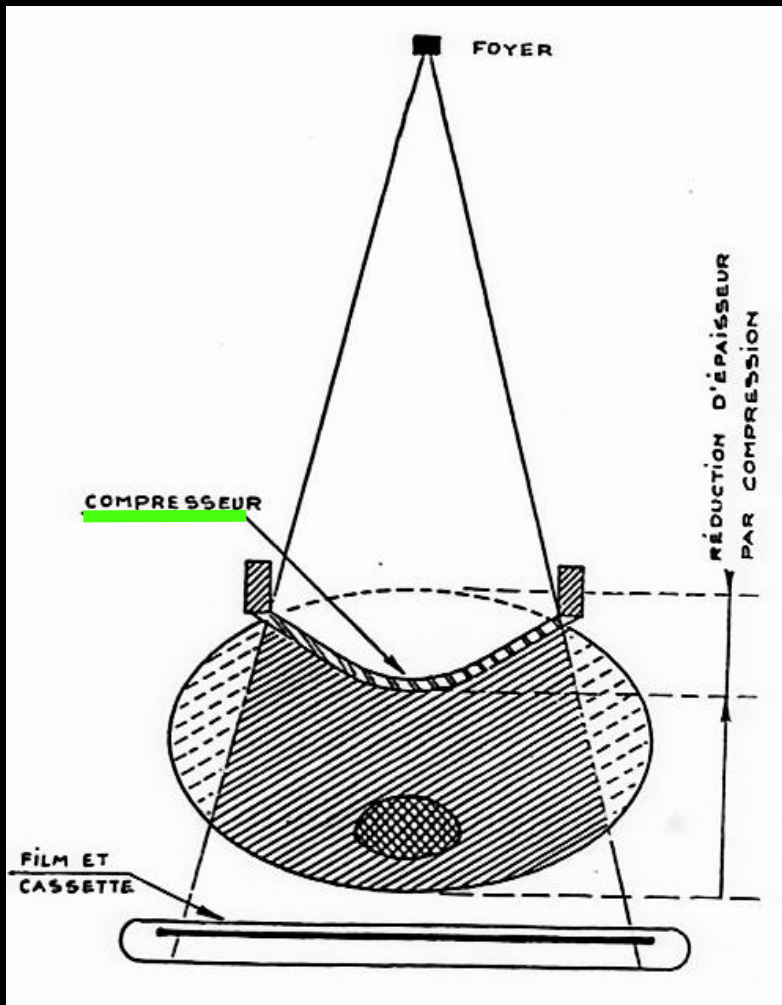
.la surface irradiée (collimation du faisceau +++)

.l'épaisseur du segment corporel examiné (compression +++)



collimation par
diaphragme à
volets plombés

matérialisée par
le faisceau
lumineux projeté
et le laser de
centrage



La compression abdominale **réduit l'épaisseur du segment corporel** (et contribue à la contention) ; elle homogénéise cette épaisseur +++

vessie pneumatique ("ballon gonflable")



palpateur-séparateur de Hotzknecht-Jacobson.

sangle de contention (et de compression abdominale !!!!)

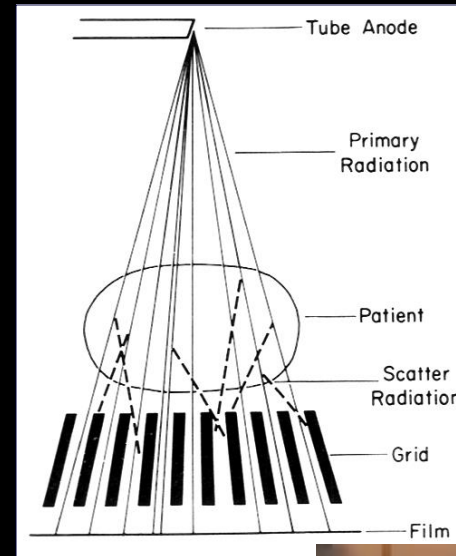
il faut ensuite limiter la quantité de rayonnement diffusé parvenant au détecteur

2 techniques

- grilles "anti diffusantes" ou plutôt "anti-diffusé" !
- technique de l' "air gap"

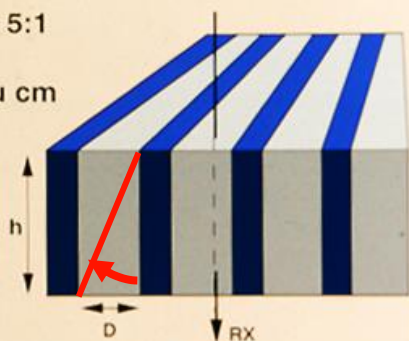
contrairement aux techniques précédentes qui contribuaient à la limitation des doses d'exposition des patients , ces techniques ont un prix à payer sur le plan de l'irradiation .

c'est leur rôle majeur dans l'amélioration de la qualité de l'image : amélioration du contraste qui permet une visualisation beaucoup plus précise des petites structures à faible contraste propre qui justifie leur emploi



Rapport de grille : 4:1 ou 5:1
Grilles mobiles
30 / 50 paires de lames au cm
Focalisation

$$R = \frac{h}{D}$$



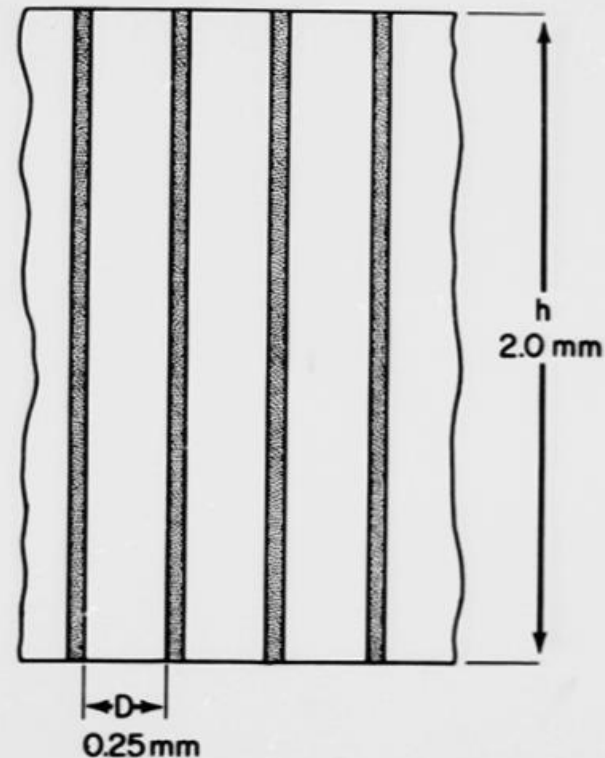
Augmentation qualité image 30 / 50 %
Dose X 2 à 2,7

le rapport de grille donne:

- une idée du niveau de performance de la grille pour l'amélioration du contraste

- un indice de la tolérance de la grille aux erreurs de distance focale

le nombre de lames/unité de longueur de la grille (pouces ou cm) détermine la visibilité de l'image de la grille sur les clichés



$$r = \frac{h}{D} = \frac{2.0}{0.25} = 8$$

r - GRID RATIO

h - HEIGHT OF LEAD STRIPS

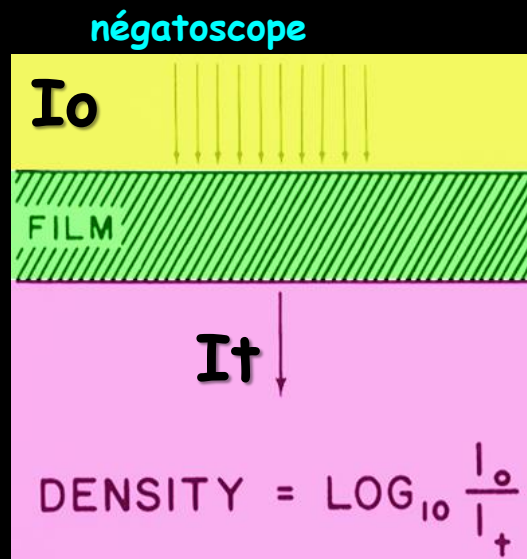
D - DISTANCE BETWEEN LEAD STRIPS

2 - la densité photographique (noircissement)

-la **courbe sensitométrique** est la représentation graphique de la réponse du couple écran film à l'exposition aux rayons X , les films étant destinés à être lus par transparence , sur un négatoscope (lightbox)



observateur



la densité optique d'un film radiographique lu sur un négatoscope = $\text{Log}_{10} I_o / I_t$

I_t = intensité lumineuse transmise par le film

I_o = intensité lumineuse reçue par le film (émise par le négatoscope ou le rétroprojecteur)

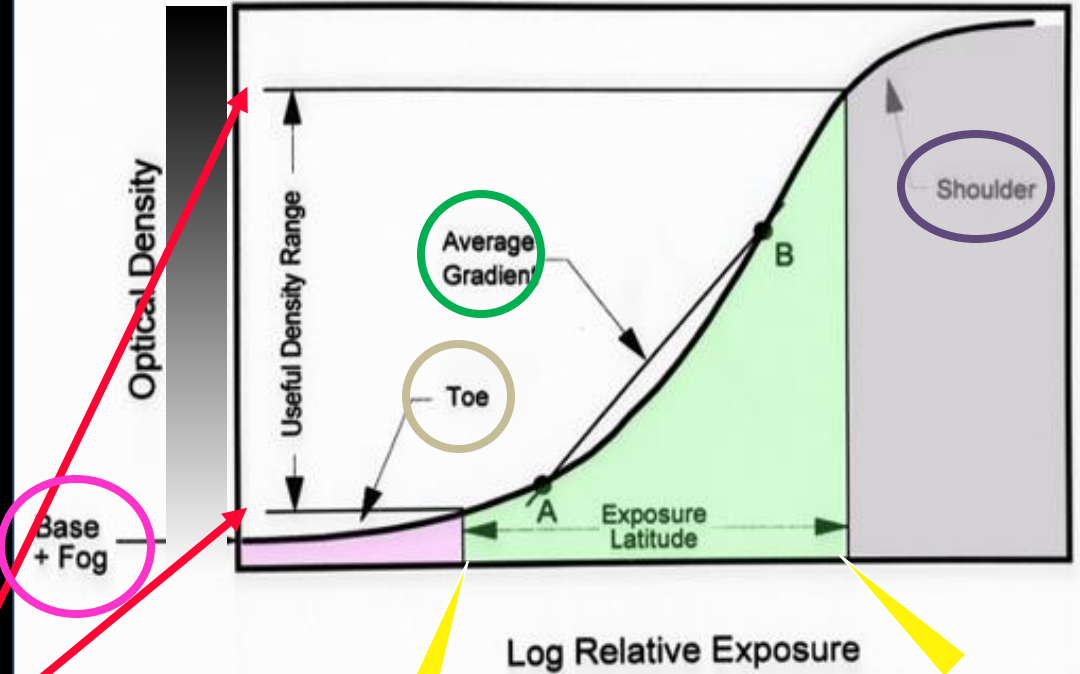
surveillez la qualité de I_o !!!



la **courbe sensitométrique** est la représentation graphique des variations :

densité optique = f(exposition)

elle est propre à chaque type de détecteur ; dans le cas d'un couple écrans renforçateurs-films elle a l'allure sigmoïde classique

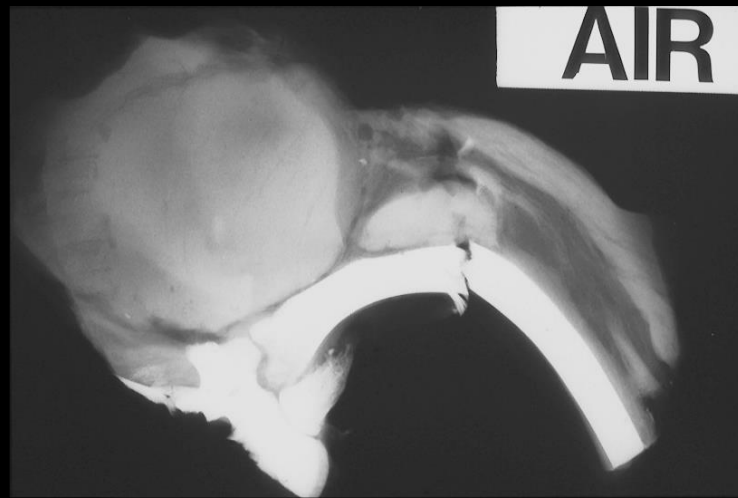


fenêtre de lecture

latitude d'exposition

fenêtre de lecture : densités optiques de 0,2 à 2,2
latitude d'exposition: écart des expositions maxi → infos lisibles

densité optique du support + voile de base
pied de courbe (zone de sous-exposition)
partie rectiligne (zone de proportionnalité) ; pente = gamma
épaule de la courbe (zone de surexposition)



les éléments du «contraste propre» et de l'environnement déterminent l'apparence des différents éléments anatomiques sur l'image

3 - le bruit

avec l'accroissement de rapidité des écrans renforçateurs aux "terres rares" , les doses d'exposition nécessaires sont réduites et le nombre de photons nécessaire également. De ce fait le niveau de bruit quantique augmente et ce "bruit" devient visible sous forme de "grain" dans l'image . Il en résulte également une perte de résolution en contraste (pour les objets à faible contraste propre) .Le problème est identique et encore majoré avec les ERLM et les capteurs plans et constitue la rançon des techniques "low dose"

le **bruit quantique** est la source principale du bruit visible

il est lié au **caractère aléatoire du débit de photons X** et s'exprime numériquement par:

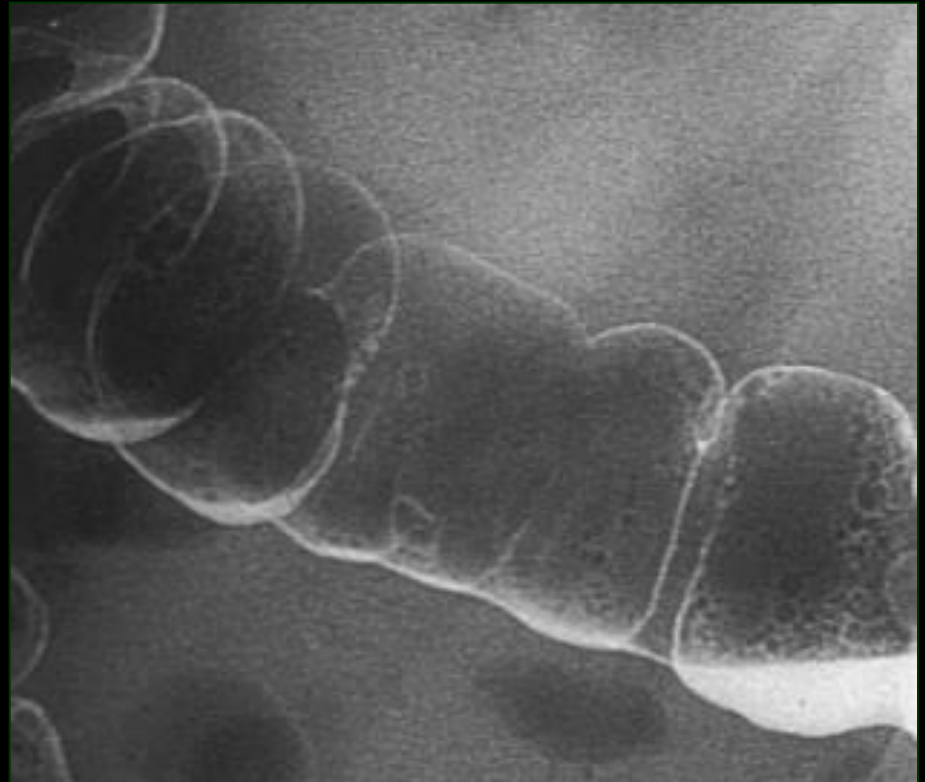
$$\pm\sqrt{N} / N$$

N étant le flux de photons X pour un kVp et un produit mAs donnés

si $N = 100$ $\sqrt{N} = 10$ bruit 10/100

si $N = 10^4$ $\sqrt{N} = 10^2$ bruit 1/1000

la seule solution **pour diminuer le bruit** est d'**augmenter N** c'est-à-dire l'**exposition**



images et perceptions psycho-sensorielles



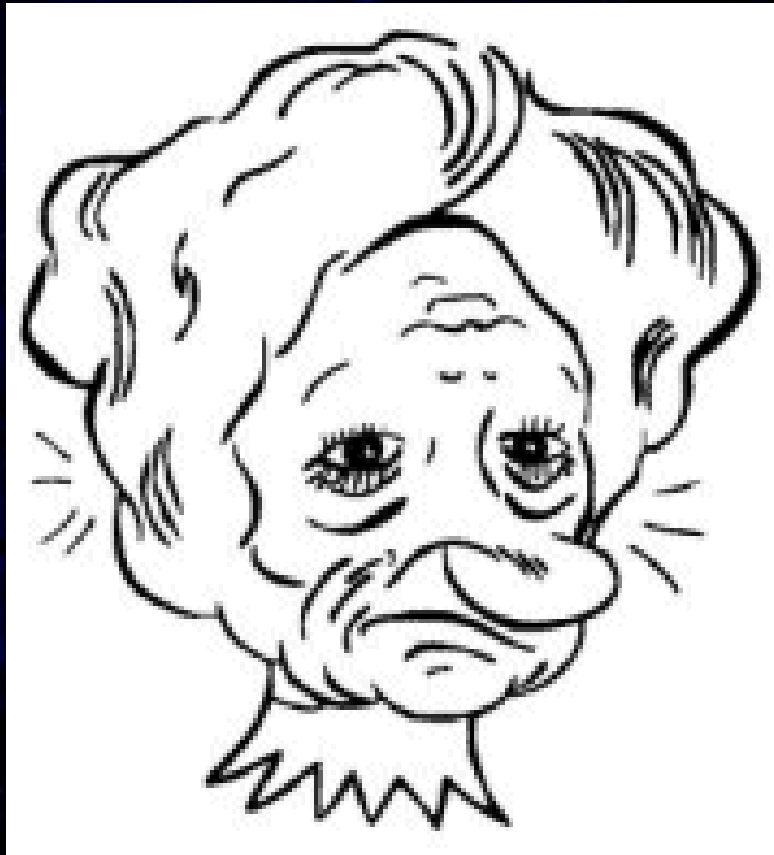
S. Dalí, « L'image disparaît », 1938



W.E Hill, « My wife and my mother-in-law », 1915



R. Shepard, « Terra subterranea »





Good / evil



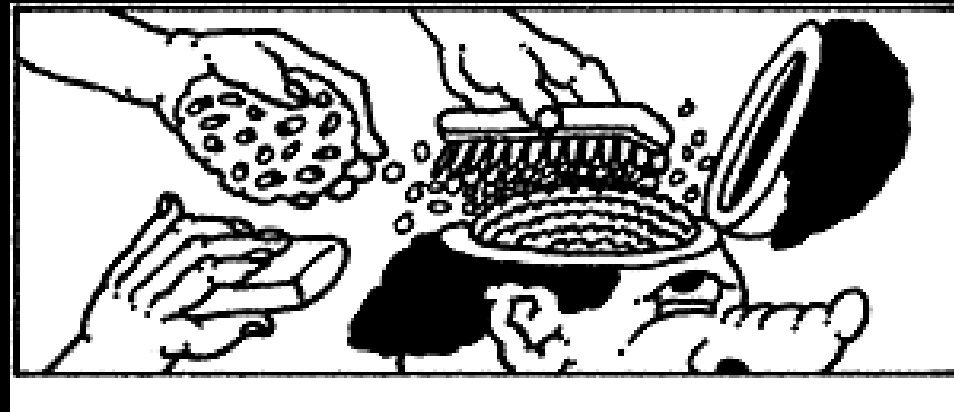
Illusion / optical



Teach / learn



Me / You



Olny srmat poelpe can raed tihs.

I cdnuolt blveiee taht I cluod aulacly uesdnatnrd waht I was rdanieg. The phaonmneal pweor of the hmuan mnid, aoccdrnig to a rscheearch at Cmabrigde Uinervtisy, it deosn't mtttaer in waht oredr the ltteers in a wrod are, the olny iprmoatnt tihng is taht the frist and lsat ltteer be in the rghit pclae. The rset can be a taotl mses and you can sitll raed it wouthit a porbelm. Tihs is bcuseae the huamn mnid deos not raed ervey lteter by istlef, but the wrod as a wlohe. Amzanig huh? yaeh and I awlyas tghuhot slpeling was ipmorantt! if you can raed tihs psas it on !!