

Bases techniques et sémiologiques de l'imagerie thoracique

imagerie **thoracique** # imagerie pulmonaire

imagerie anatomique statique , dynamique

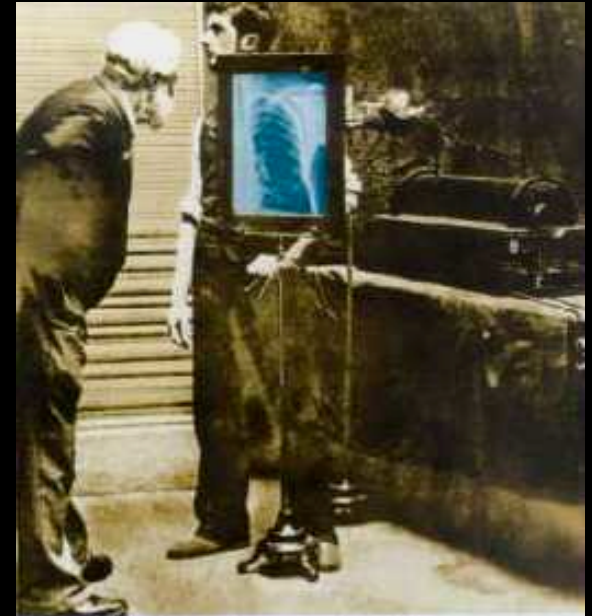
.par **projection** (conventionnelle) vs

;en **coupes** (CT, PET-CT, SPECT-CT, MR ,US ...)

imagerie röntgenienne vs non irradiante

endoscopie (fibroscopie optique; endoscopie virtuelle ..)

anatomie pathologique macro et microscopique. **LBA**

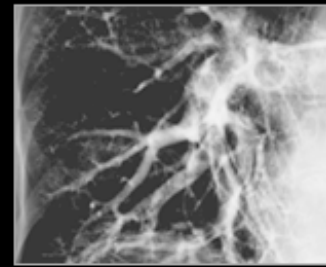


le cœur et les gros vaisseaux font partie du thorax! ! !

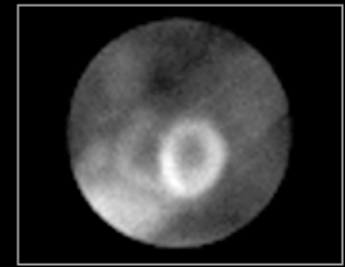
imagerie par projection



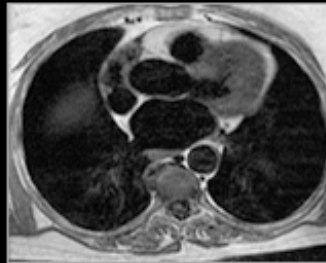
Radiography



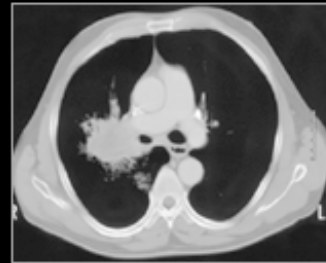
Angiography



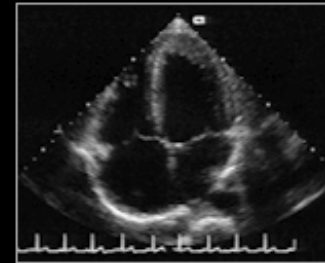
Planar Scintigraphy



Magnetic Resonance



Computed Tomography

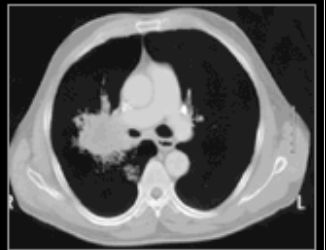


Echocardiography

imagerie en coupes



Radiography



Computed Tomography



PET /CT

imagerie avec radiations ionisantes "röntgenienne"



Magnetic Resonance



Echocardiography

imagerie non irradiante

nécessité d'une hiérarchisation des examens en fonction

des **problèmes cliniques et/ou thérapeutiques posés**

des **possibilités diagnostiques** (matériel et compétences)

et **thérapeutiques disponibles**

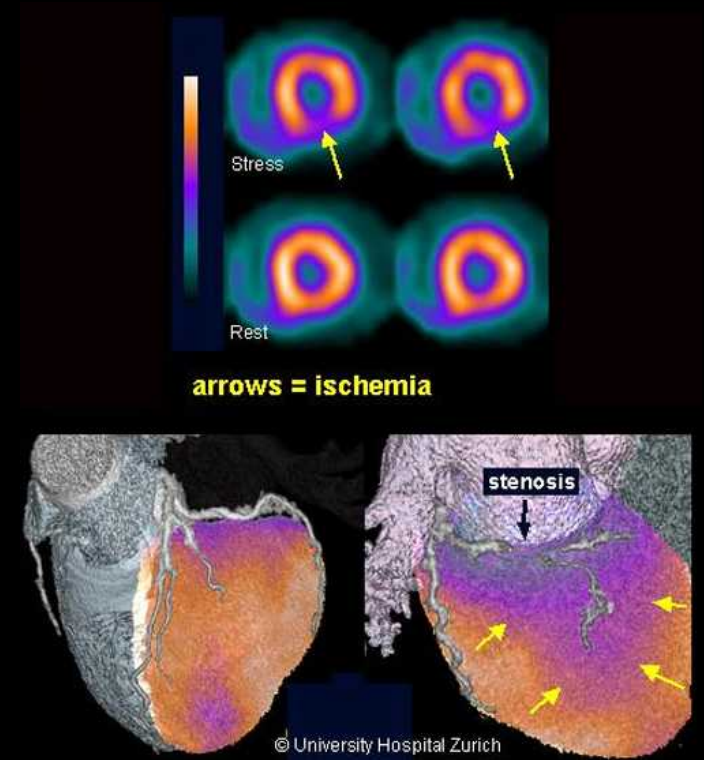
des qualités diagnostiques des méthodes utilisées (valeur statistique des tests, evidence-based medicine...????)

pour une **efficacité diagnostique** maximale ,

dans les délais les plus courts (**accessibilité des techniques diagnostiques et de ceux qui les maîtrisent !**)

au moindre coût

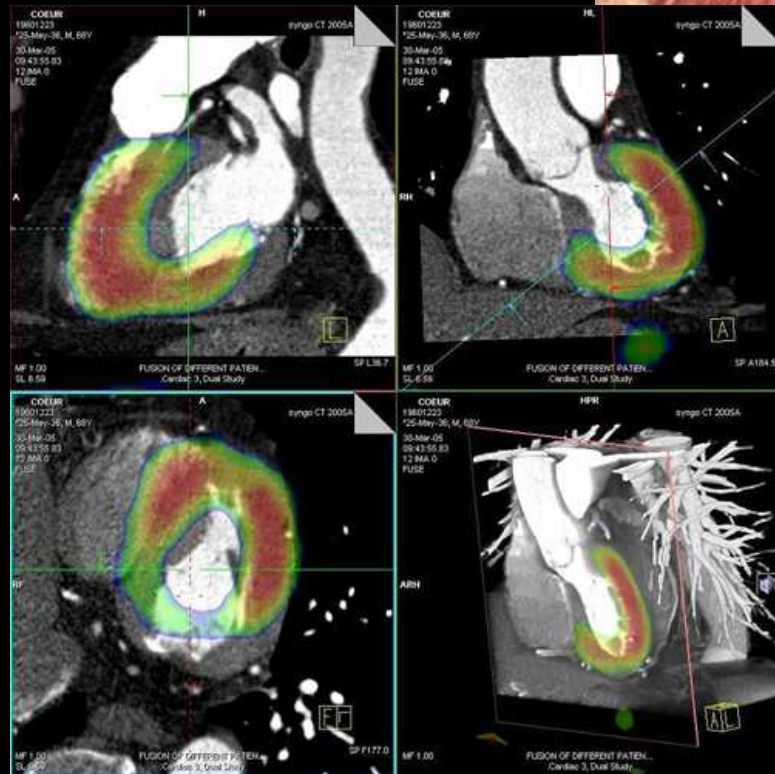
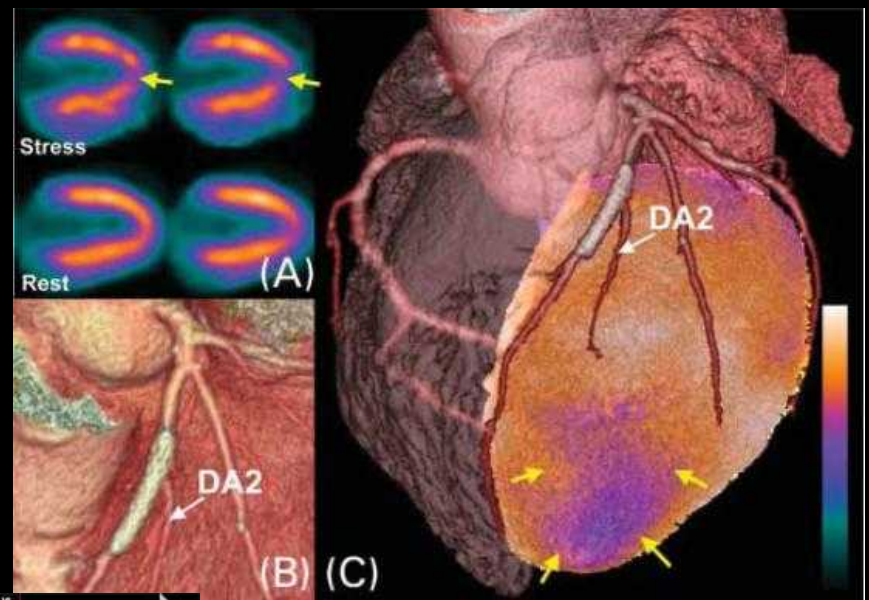
avec la meilleure **tolérance** possible pour le patient



imagerie "hybride" :

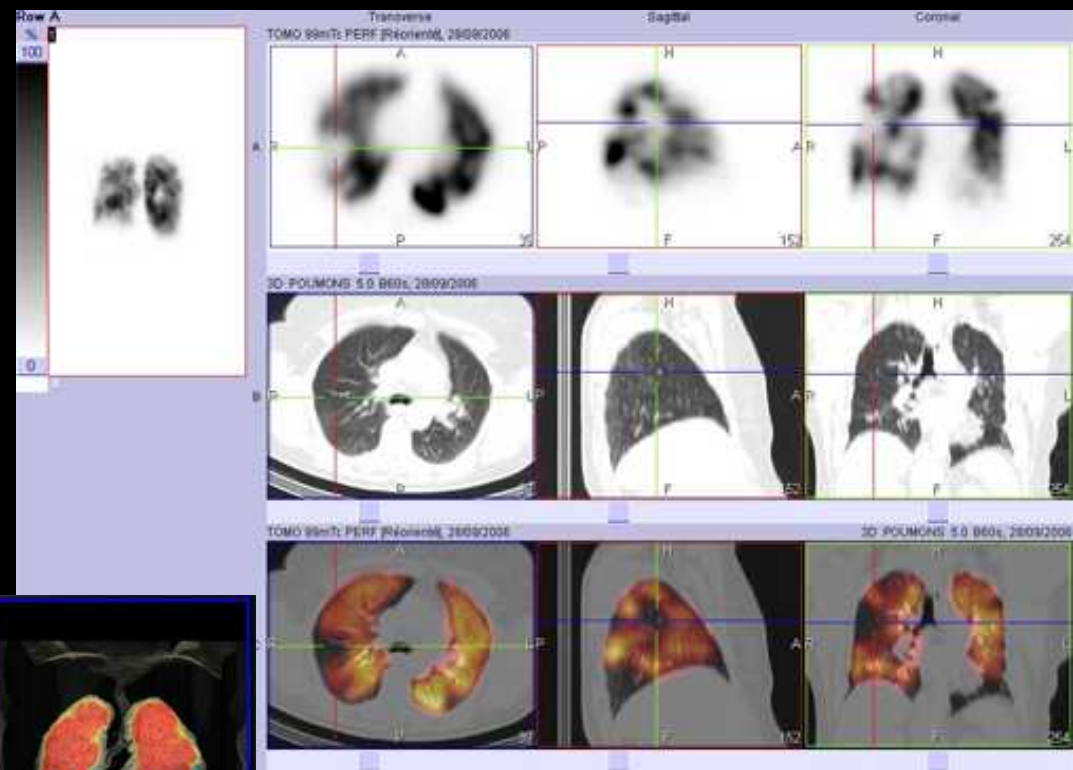
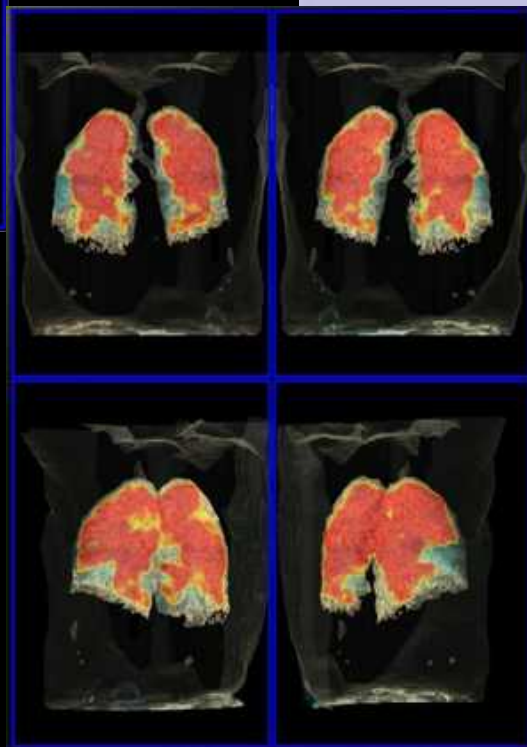
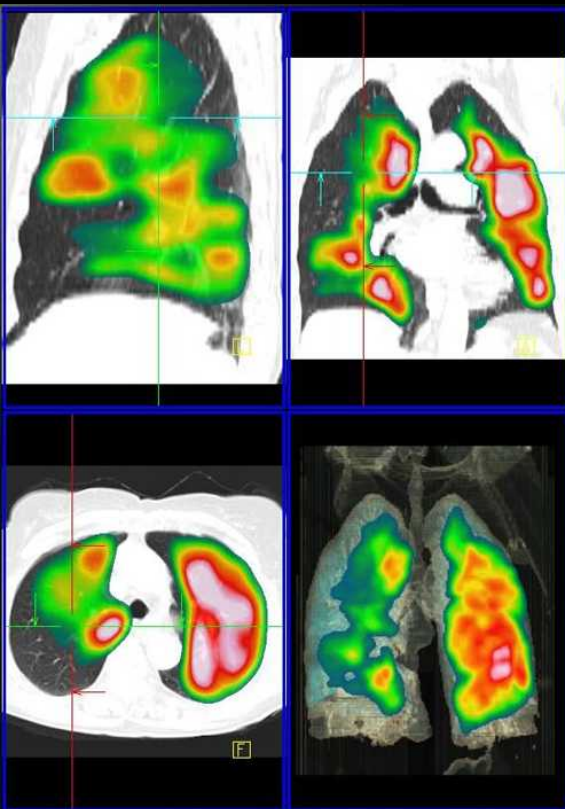
**SPECT CT = coroCT + SPECT
myocarde**

image of the year 2006



SPECT CT et pathologie coronaire

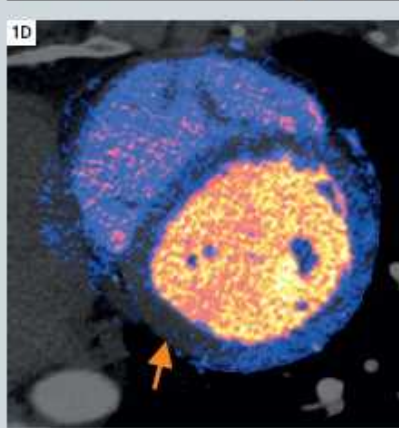
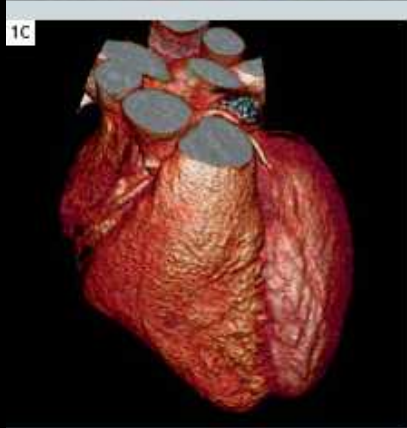
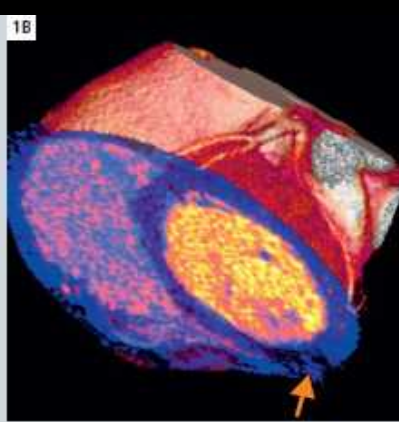
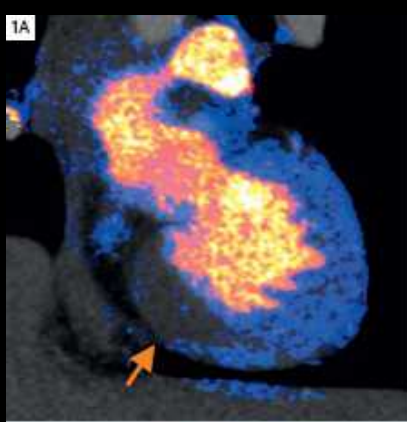
^{99m}Tc tétrofosmine ou Sestamibi



SPECT CT et embolie pulmonaire

mais on pourrait aussi faire un
angioCT pulmonaire suivi d'une étude
de perfusion pulmonaire !

Cf Toshiba One ; détecteur large
160 mm)

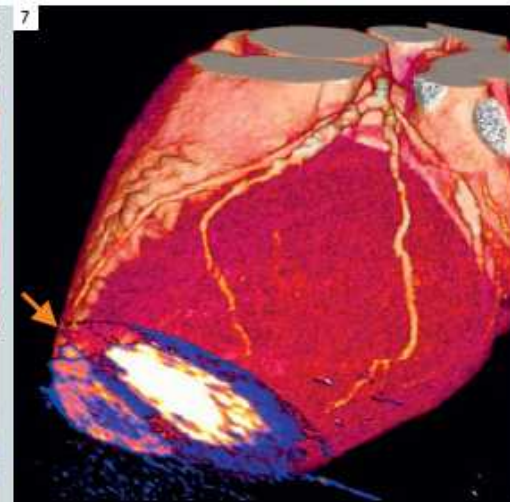
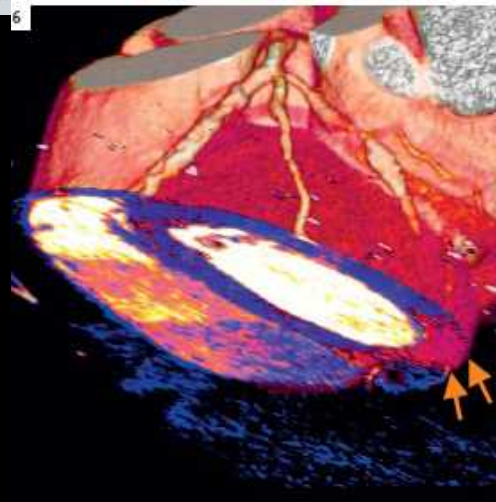


1 Heart with myocardium perfusion defect, examined with syngo Dual Energy Heart PBT.

explorations “all in one” coroCT
+perfusion myocardique sur scanner
cardiaque (cardio-pulmonaire !)
“dédié”
dans le bilan des “chest pain center”

Scanner Siemens flash bi-tube détecteur
40 mm

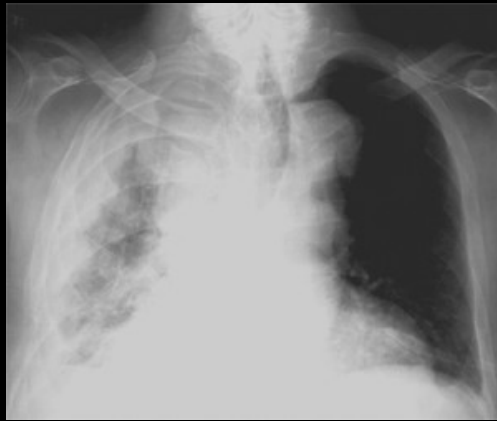
L’avenir dira si l’on doit s’orienter vers
des examens CT + scinti (PET ou SPECT
sur machines hybrides) ou des examens
“tout en un” sur scanners à haut
niveau de performance



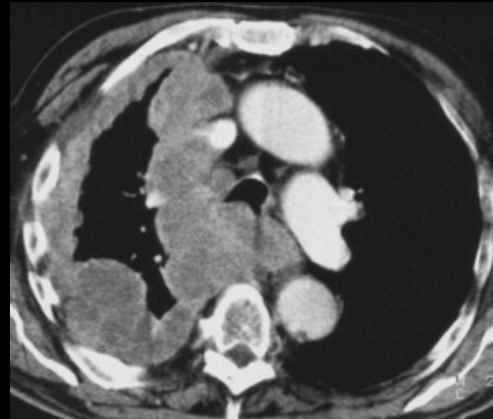
6 DECT reconstruction through the left ventricle, shown as 3D volume rendering describes Infero-basal myocardial Ischemia (arrows).

7 DECT reconstruction displayed as 3D volume rendering shows anterior myocardial blood pool defect.

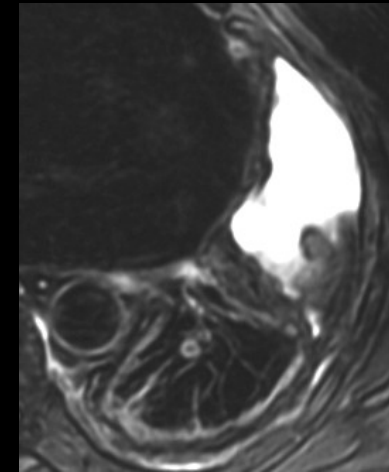
complémentarité des examens d'imagerie sans redondance !!!



RT



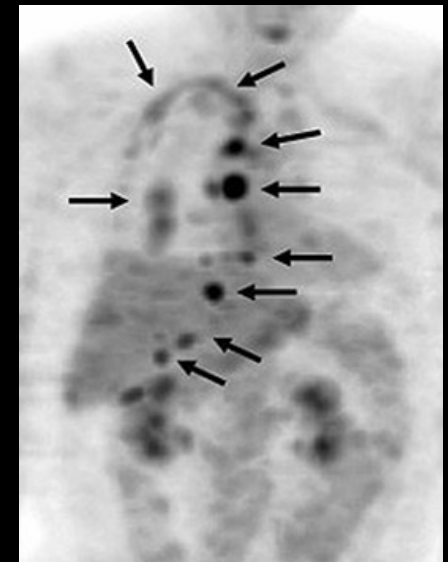
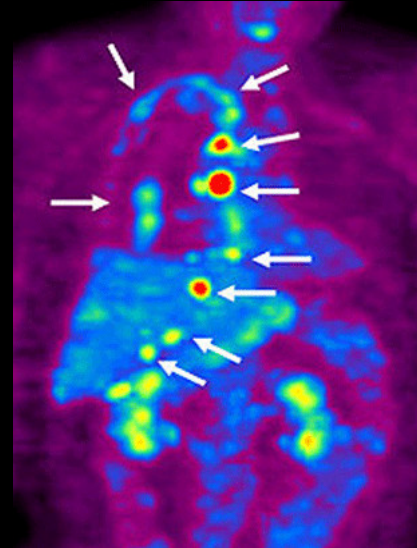
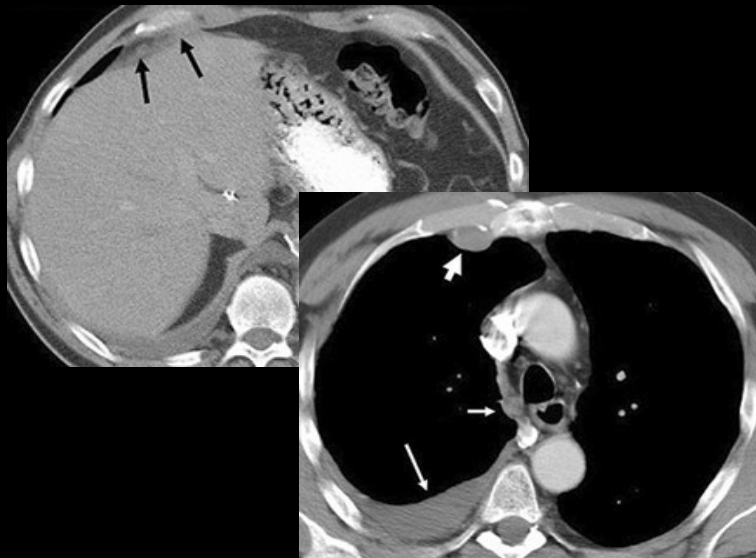
CT



IRM T2



mésothéliome pleural



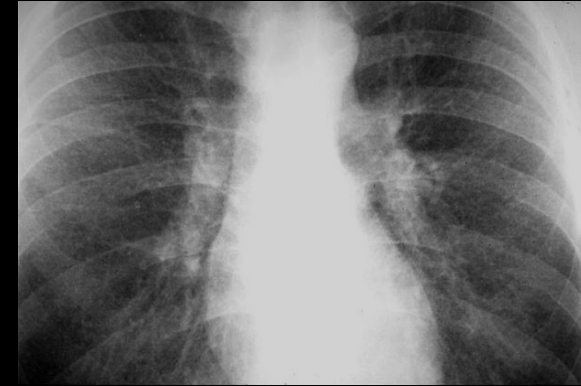
imagerie par projection le cliché thoracique



indications ? ? ? rôle en dépistage ? ? ?

numérisation

ERLM : clichés thoraciques au lit du malade +++
capteurs plans statiques ...portables ! !



sarcoïdose

intérêts de la numérisation des clichés thoraciques

transfert et archivage ++

lecture sur écran (soft copy) +++ / films (hard copy)

homogénéité de la qualité (contraste et densité moyenne)

le futur de l'imagerie thoracique par projection

acquisitions en double énergie

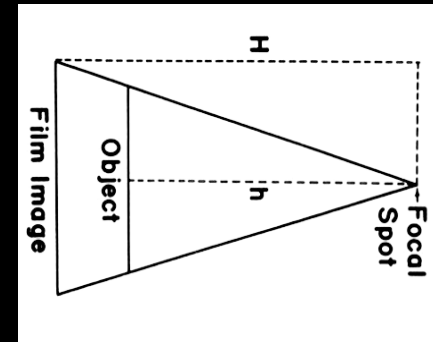
tomosynthèse en imagerie thoracique

quelques notions de base de technique

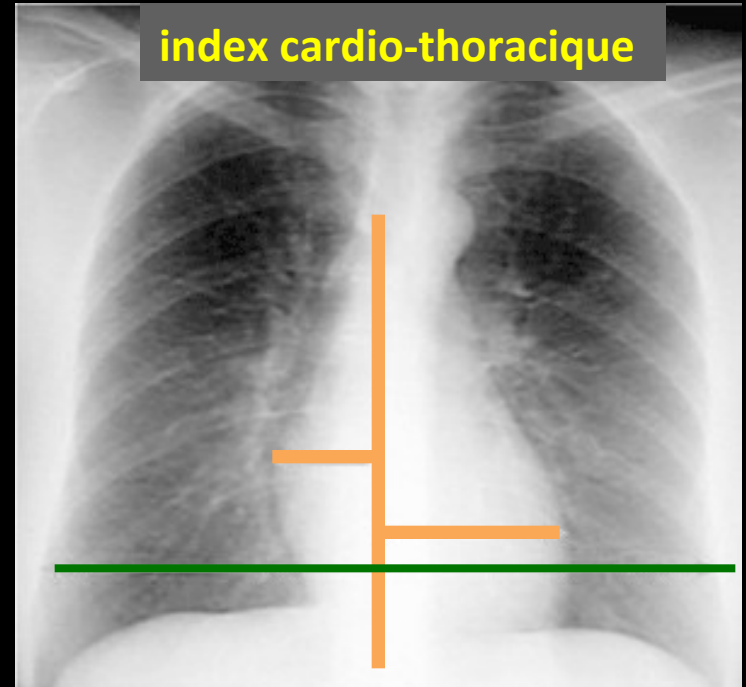
l'agrandissement est un élément majeur en imagerie par projection

l'imagerie thoracique est une intégration permanente des données pulmonaires et cardio-vasculaires !!

évaluez la taille du cœur

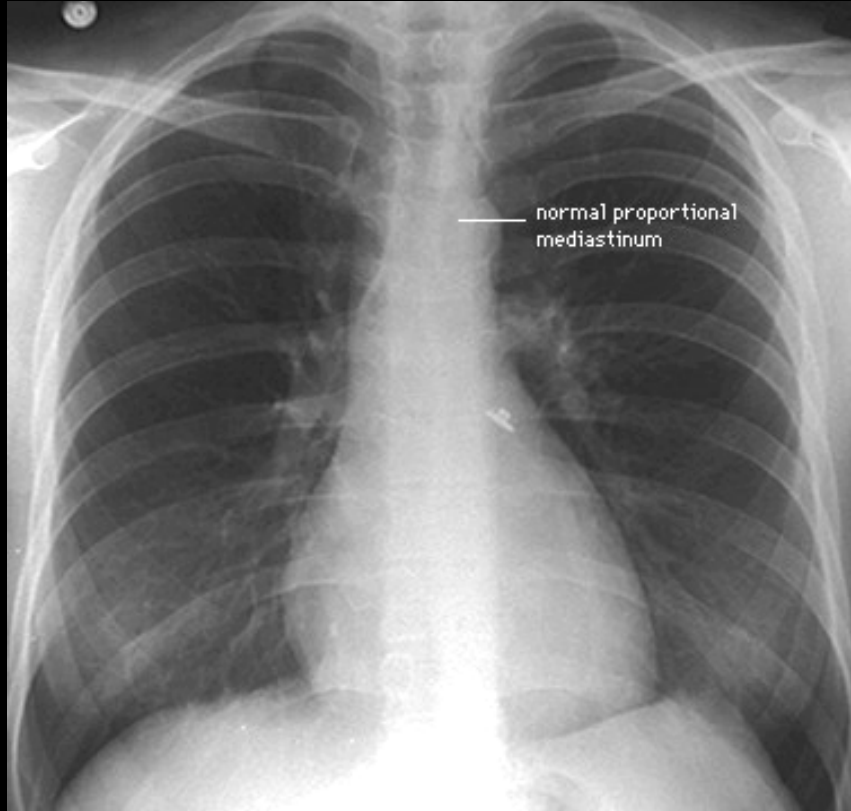


index cardio-thoracique

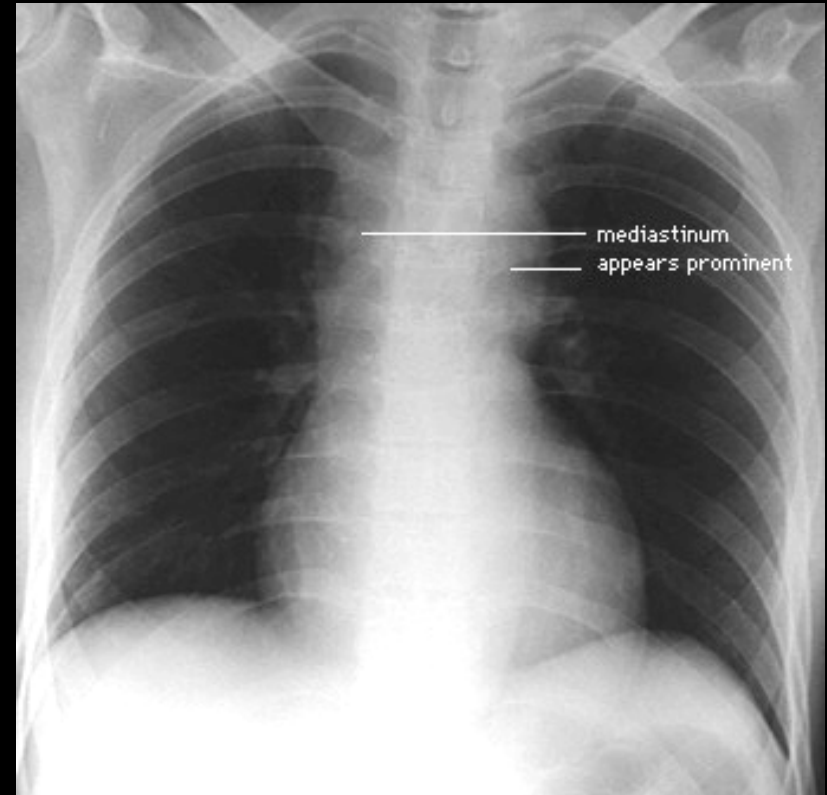


. l'appréciation de la taille du cœur repose sur l'index cardio-thoracique : $ICT \sim 0.55$, mais celui-ci n'est mesurable que dans les conditions de réalisation normale de l'examen (sujet en station verticale ; télé radiologie 1,80m ; incidence postéro antérieure horizontale ; inspiration complète ; épaules dégagées; centrage correct)

importance de la direction du rayon directeur

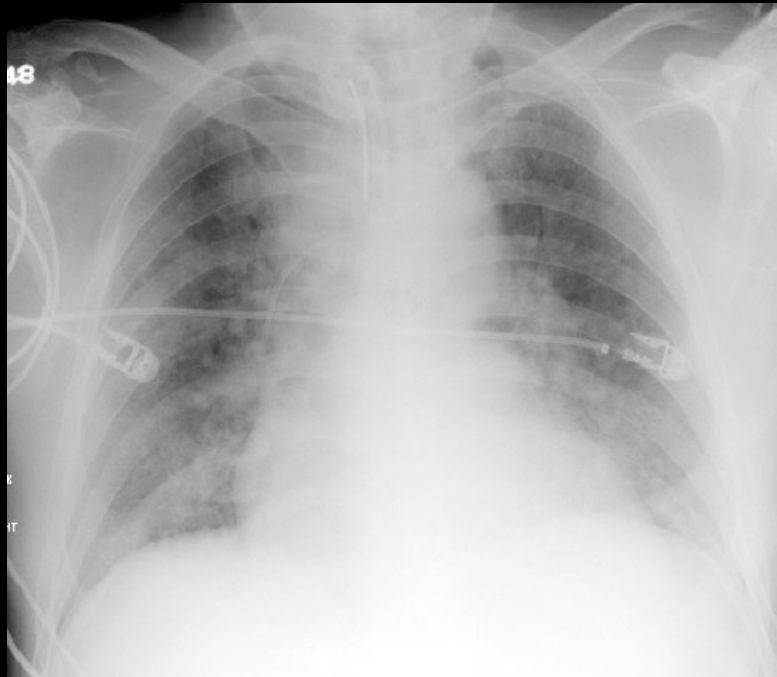


**station verticale
RD postéro-antérieur**

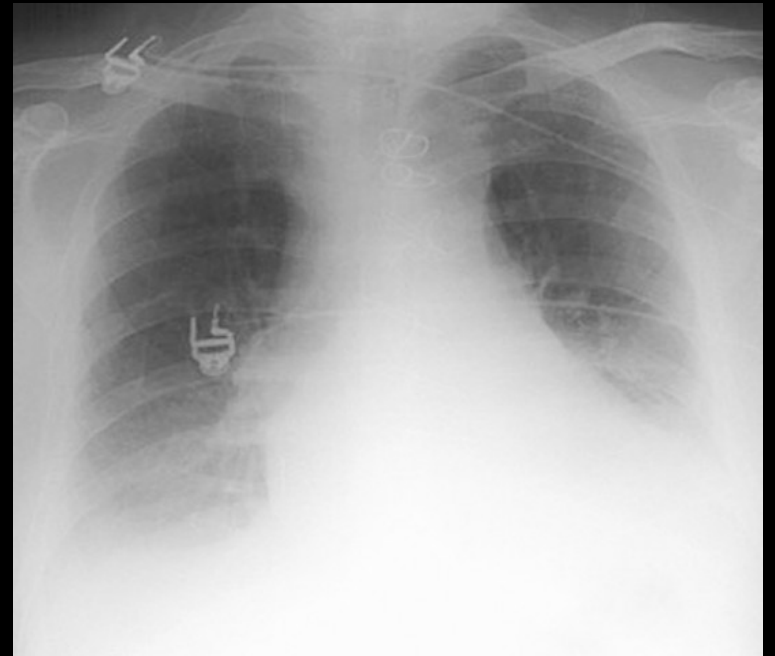


**décubitus
RD antéro-postérieur
cliché '' au lit du malade''**

**élargissement du médiastin supérieur
augmentation de l'ICT**



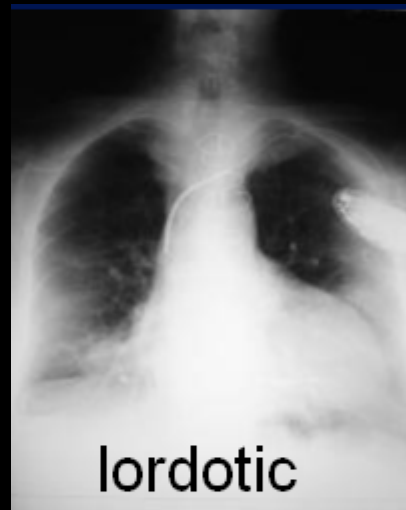
cliché de thorax "au lit du malade"
pas d'évaluation possible de l'ICT !!!
aspect toujours élargi du médiastin et du cœur



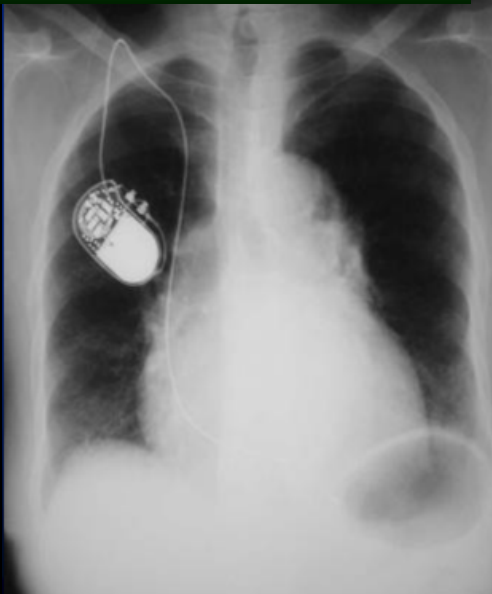
**RD postéro-
antérieur**



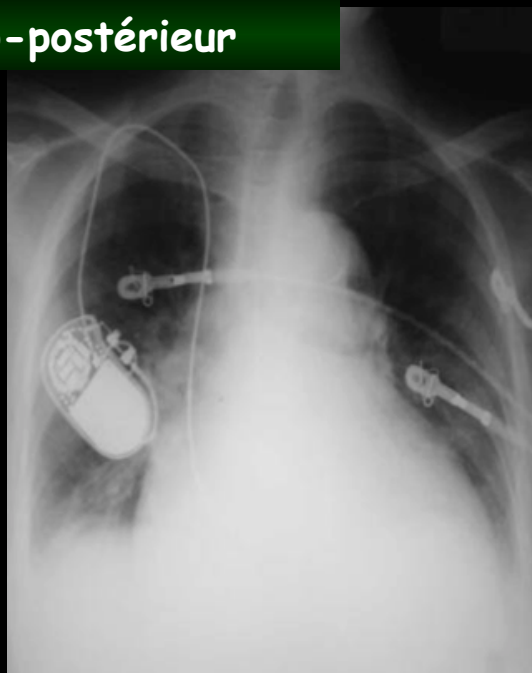
**RD antéro-
postérieur**



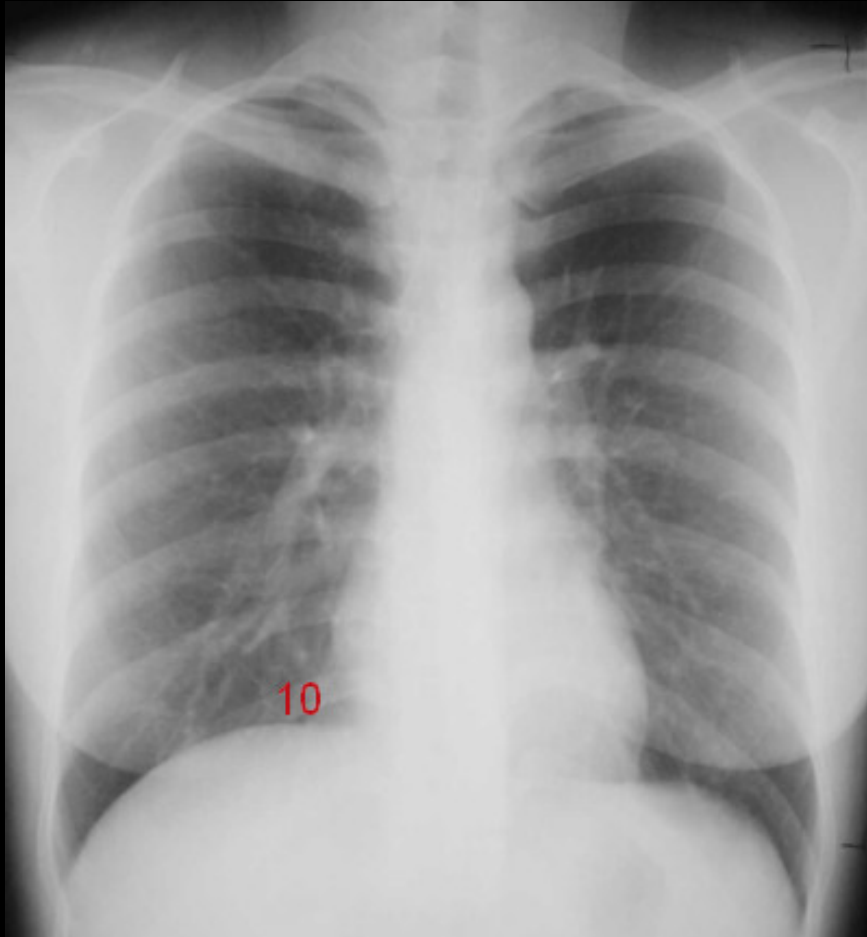
RD postéro antérieur



RD antéro-postérieur

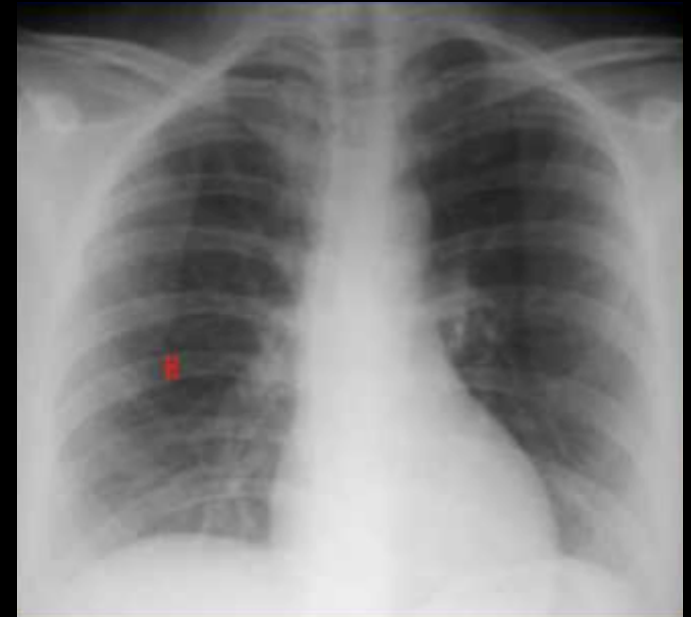


l'ICT est très influencé par le degré d'inspiration

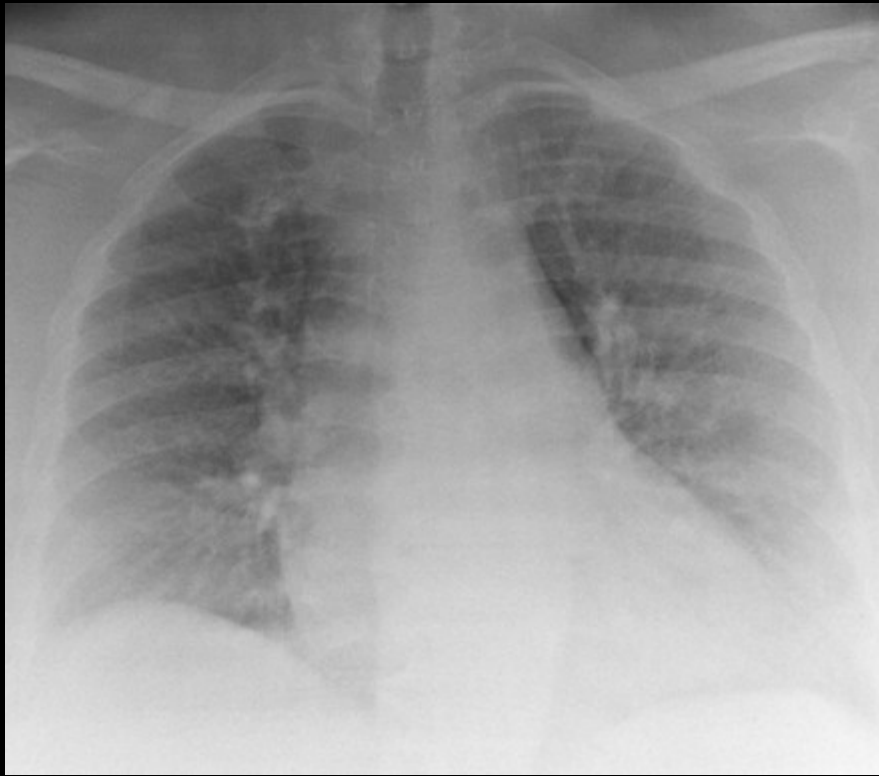


inspiration correcte ????

comptez les côtes (à partir des arcs postérieurs)

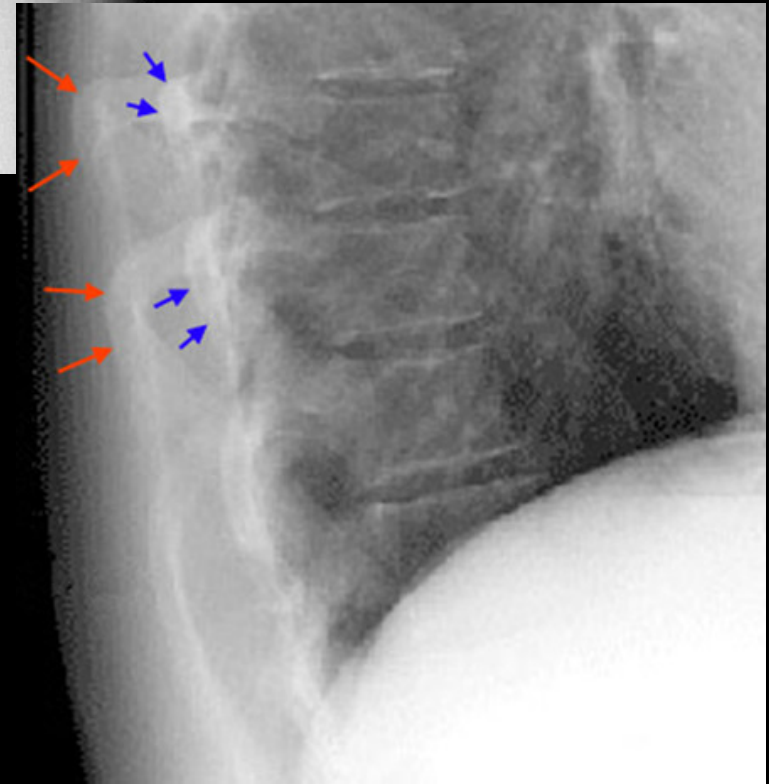
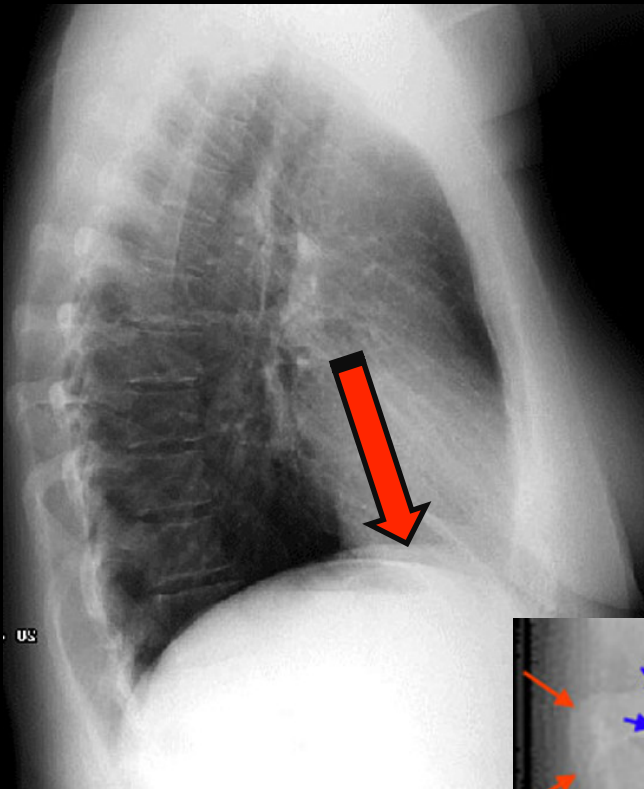


même patient à une minute d'intervalle !!



**2 clichés de thorax "au lit du malade" à 30 minutes d' intervalle chez un sujet dyspnéique et obèse
Les améliorations techniques (centrage , inspiration, exposition , respect de la distance focale ...) ont fait disparaître les images d' œdème aigu cardiogénique sans traitement !**

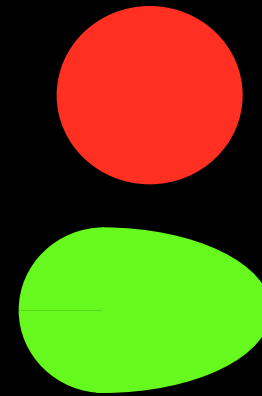
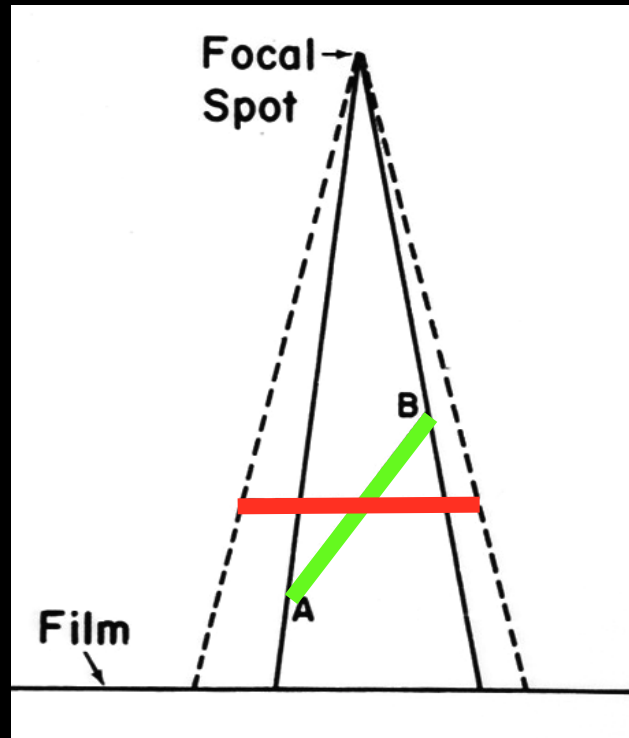
*Recent advances in chest radiography
Mc Adams et coll.
Radiology, 2006, 241:663-83*



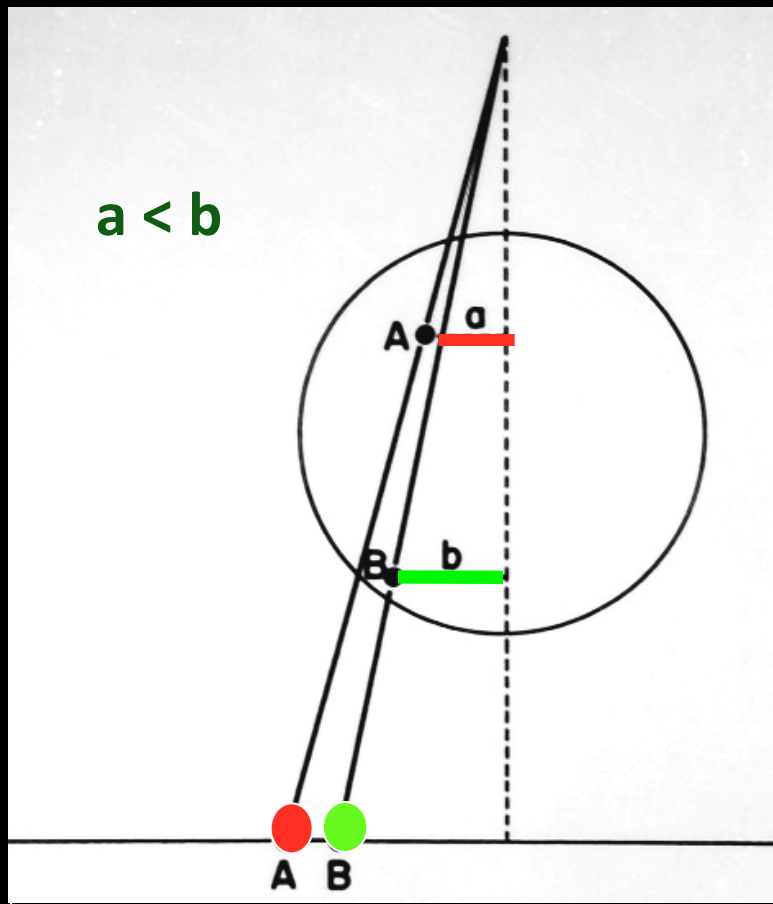
Sur l' incidence de profil gauche ; les images des 2 champs pulmonaires sont superposés .
L' agrandissement du cœur est minimal. L' hémicoupe G " disparaît " au contact du cœur (signe de la silhouette

les arcs costaux gauches (bleus) sont plus nets et moins agrandis que les droits (rouges)

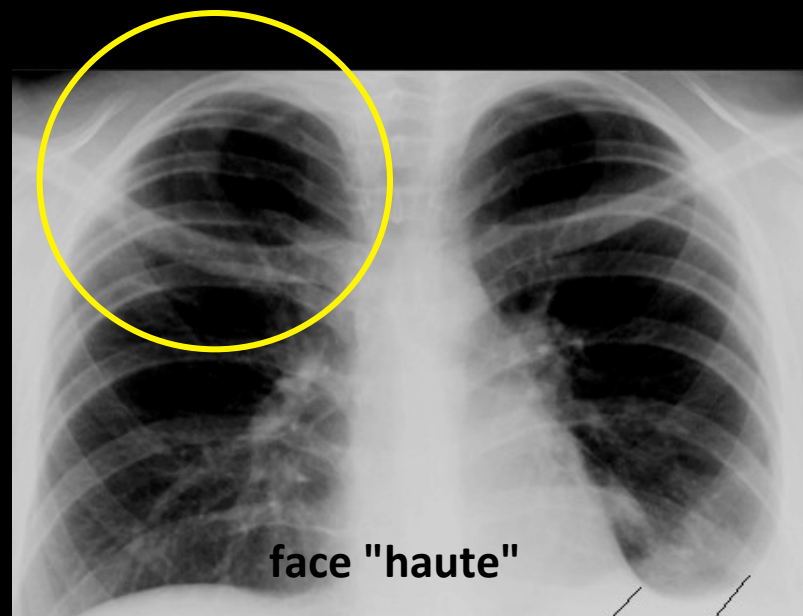
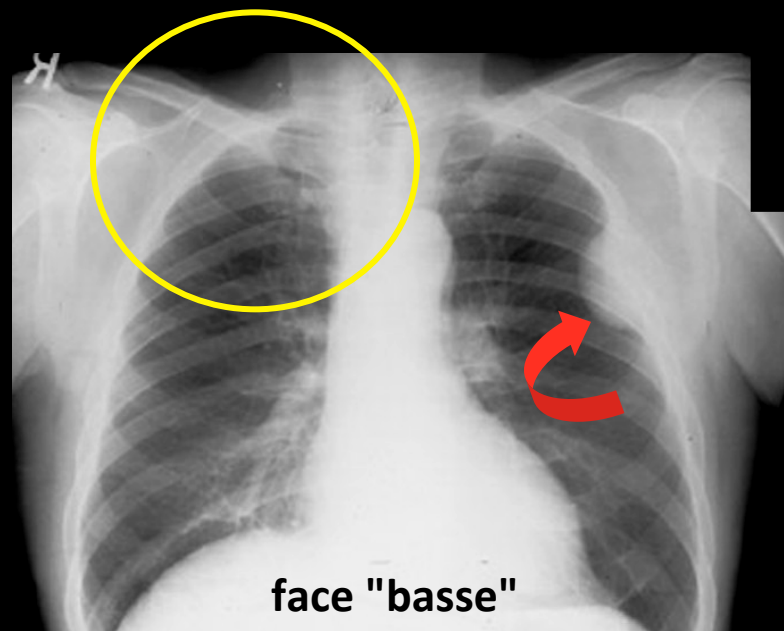
importance de l'orientation du rayon directeur : la distorsion

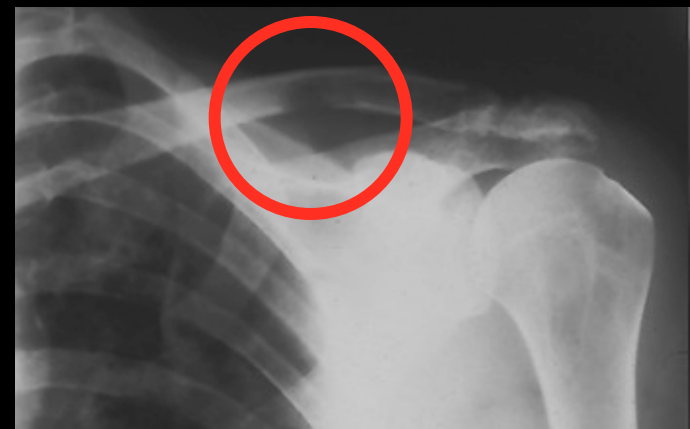
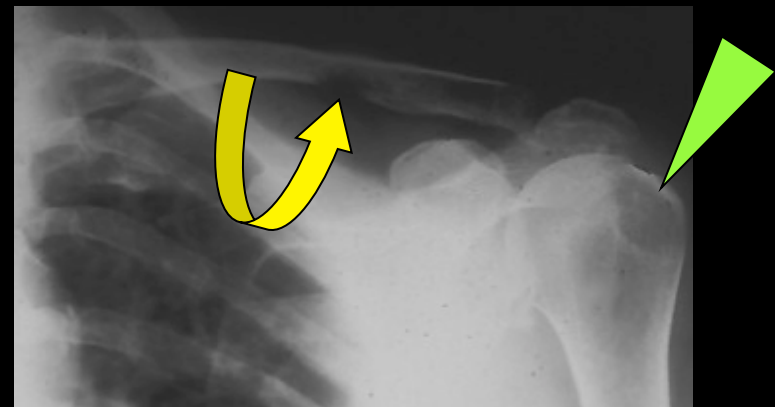
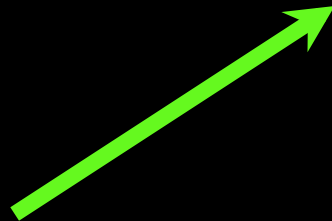
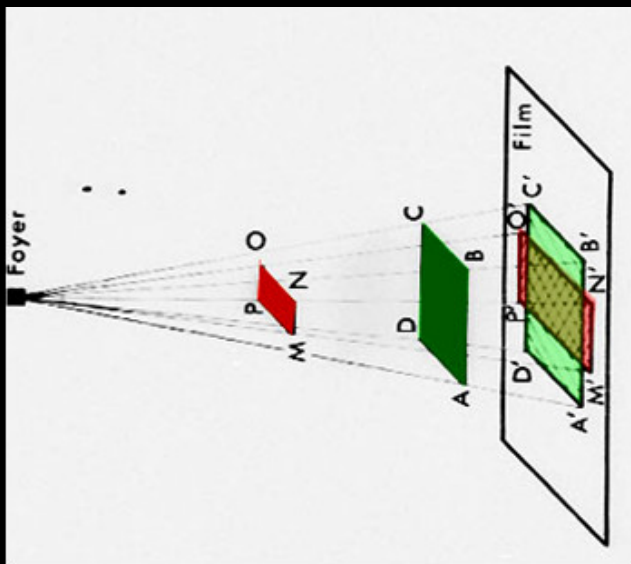
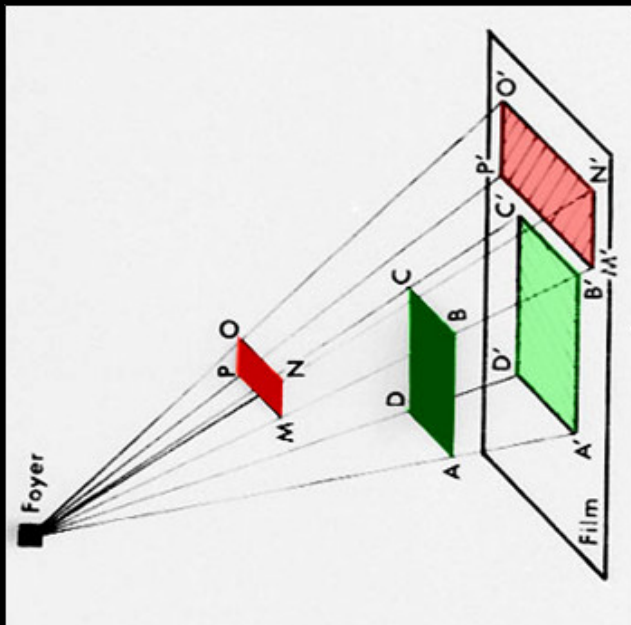


distorsion



distorsion et
"dégagement" des
apex pulmonaires





distorsion et exploration de
la ceinture scapulaire



**la distorsion dans tous
ses états !!!**

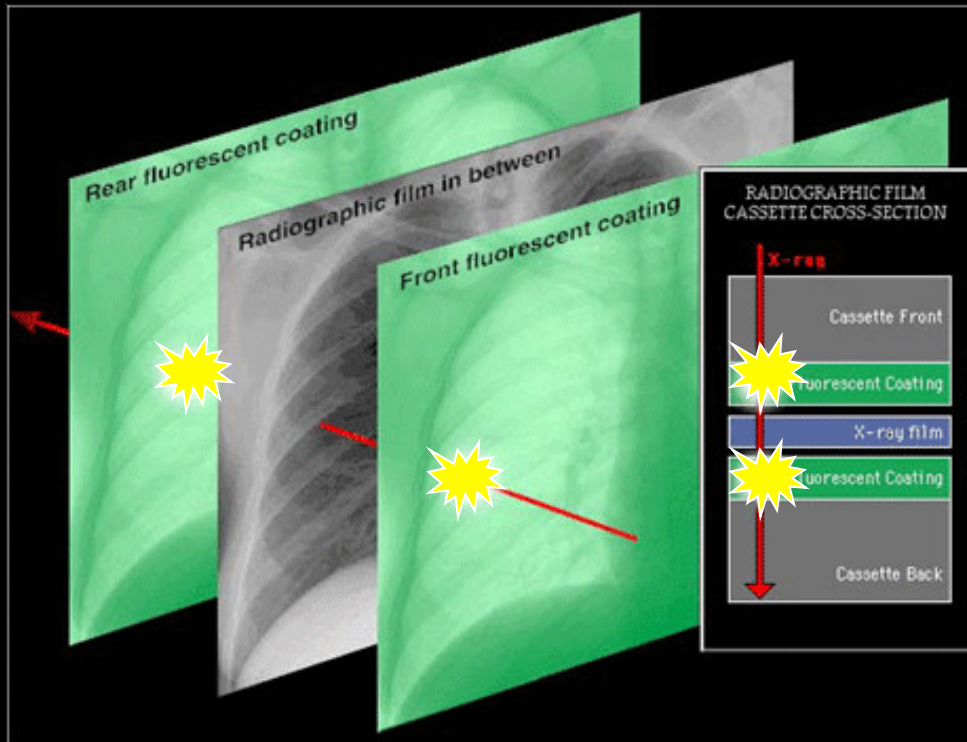


incidences complémentaires en radiographie thoracique

- **cliché en expiration** :
petit pneumothorax ;
course de l'hémi coupole diaphragmatique < 4 cm dans l'emphysème
- cliché en latéro-cubitus RD horizontal : confirmation d'un petit épanchement liquidien libre de la grade cavité pleurale



radiographie "conventionnelle" sur films (hard copy)



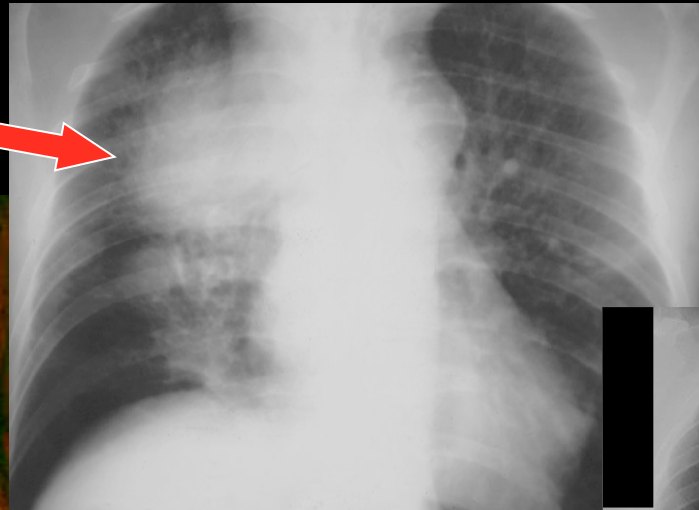
mucoviscidose

imagerie analogique qui est figée dans ses dimensions ,
son contraste et sa densité moyenne;

la qualité et la quantité d'informations perceptibles dépendent
des conditions d'éclairement du film (négatoscope, lumière d'ambiance)...

Sémantique et facteurs photographiques de qualité de l'image en radiographie thoracique

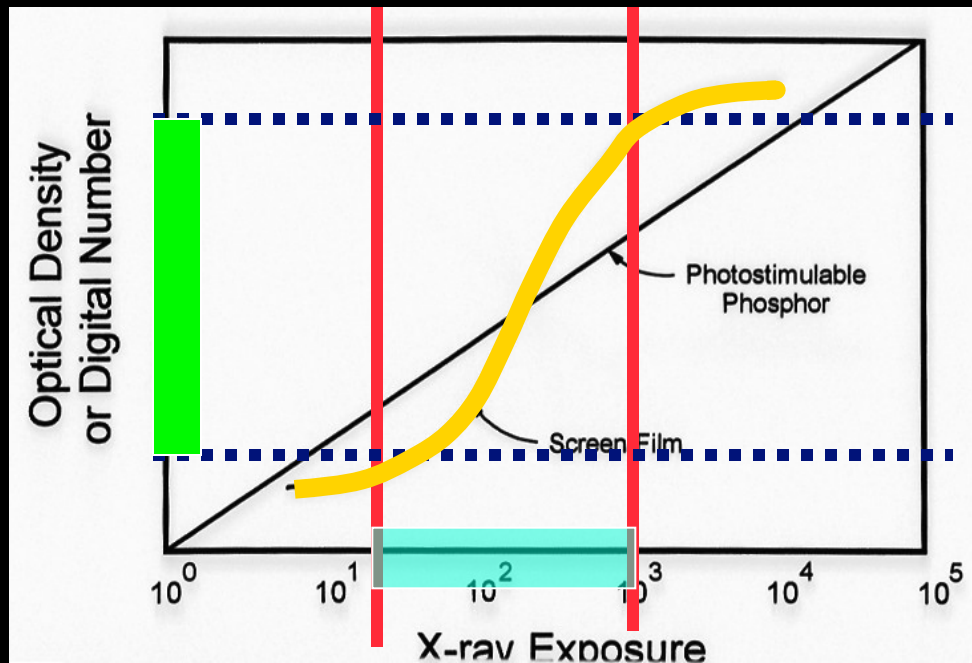
opacité



hyperclarté



opacités et hyperclartés parenchymateuses
pulmonaires



contraste

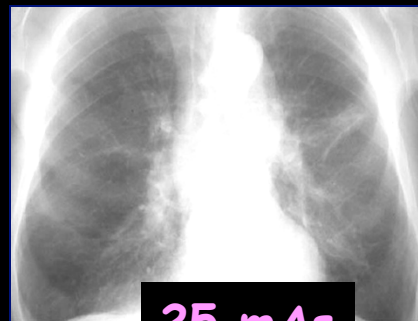


contraste
modéré
cliché HT
>100 kV

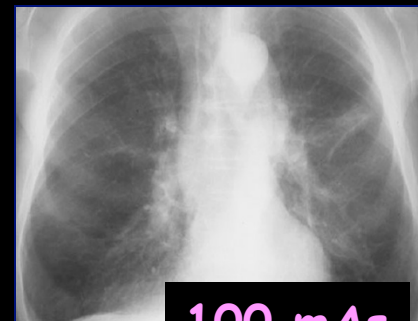


contraste
maximal
cliché
moyenne T
70 kV

densité



25 mAs



100 mAs



200 mAs

radiographie "conventionnelle" numérisée

ERLM écrans radioluminescents à mémoire = CR (computed radiography)



plaques'' = ERLM ("cassettes")



lecteur de plaques



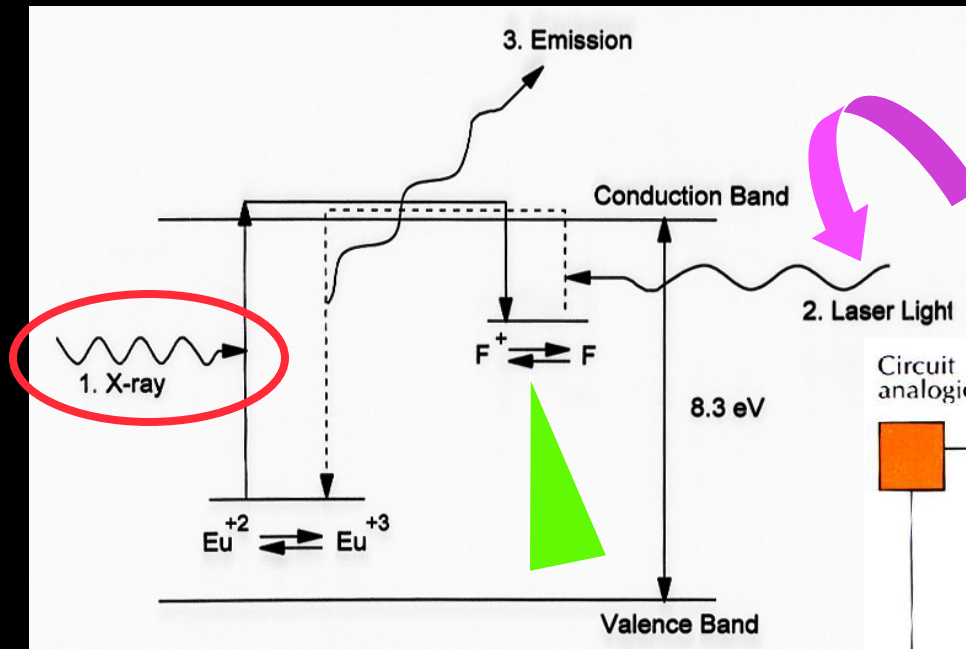
reprographie (films = hard copy)



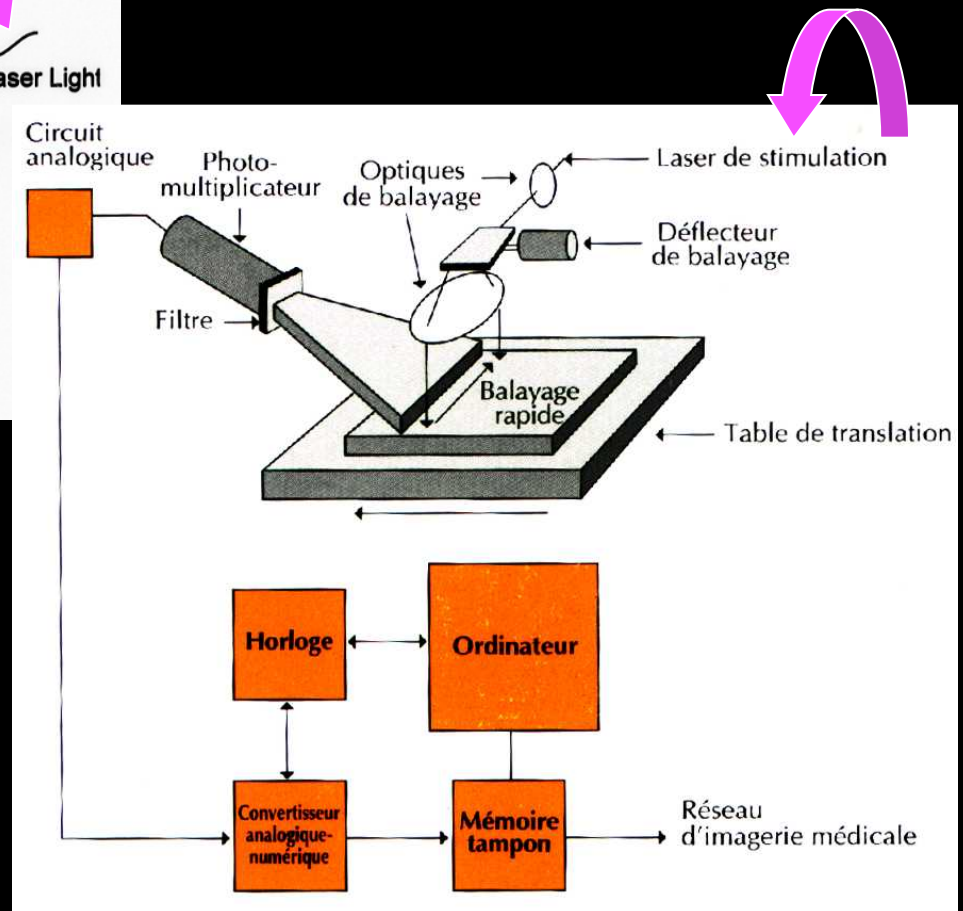
visualisation sur écran = soft copy

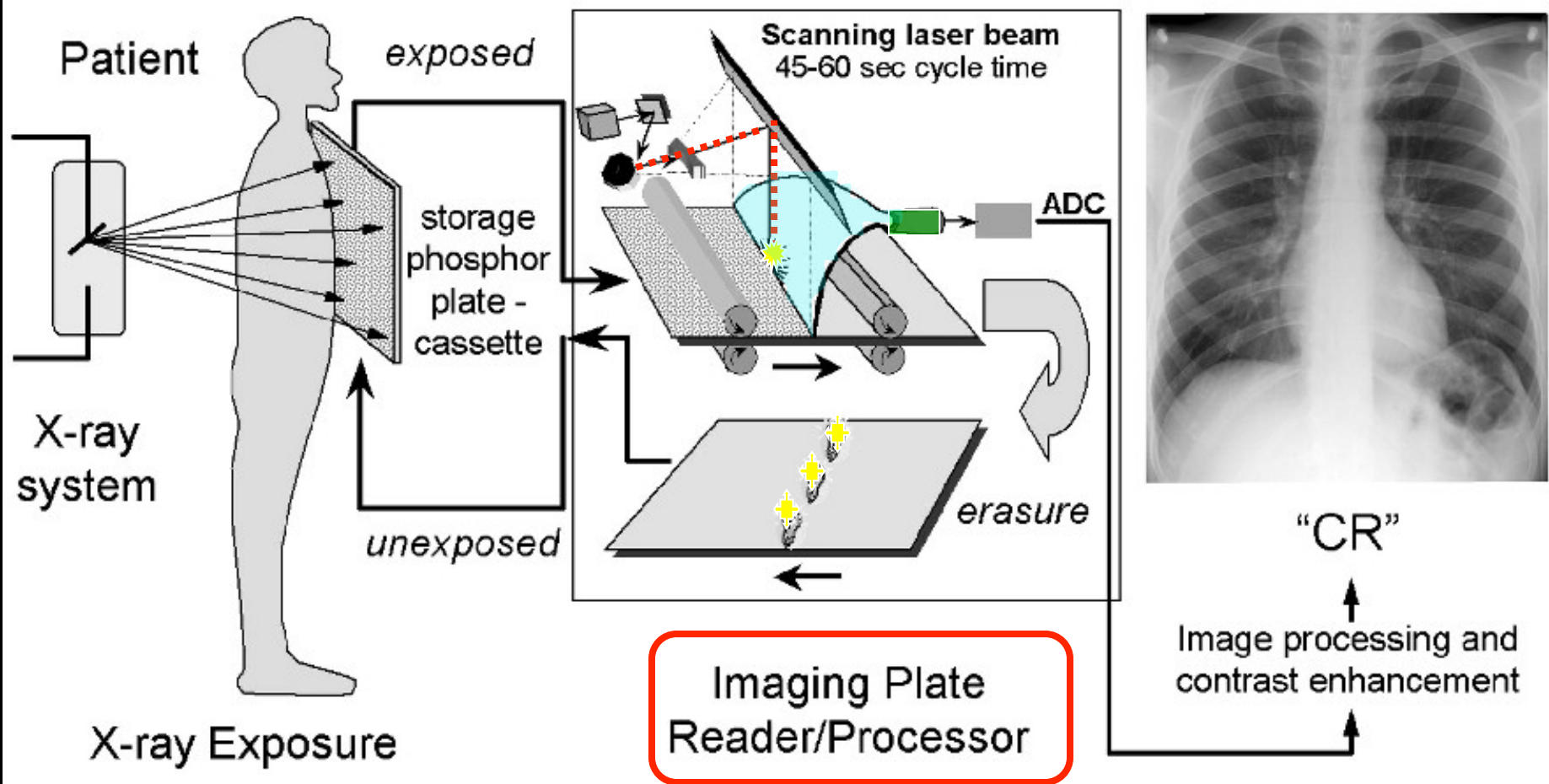
+++++ écrans cathodiques "portrait"
HR 2K x 2K

ERLM écrans radioluminescents à mémoire (plaques au phosphore ...) = CR (computed radiography)



codage densité sur 12 bits
image 2K x 2K et 15 Mo !
/image thoracique
compression pour archivage





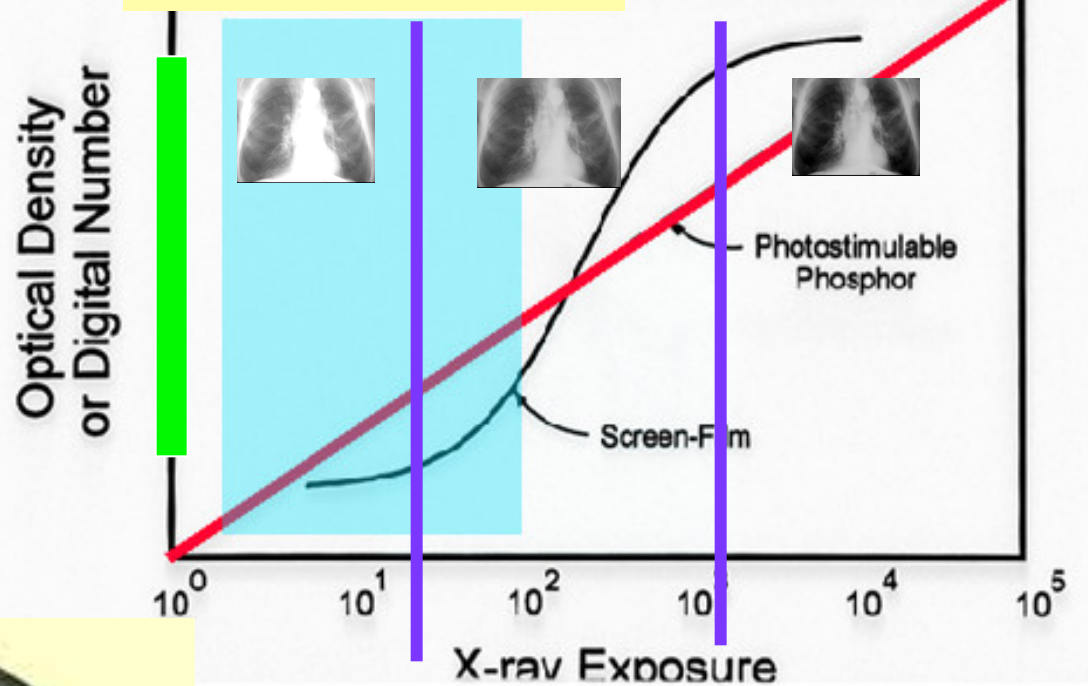
Système CR "dédié" thorax pour installation "haut-débit"

CR computed radiology ; numérisation indirecte ; ERLM , écrans à mémoire , plaques photo stimulables

l'accès à l'image nécessite le **traitement du système de détection (plaques) dans un appareil de lecture (lecteur de plaques)**

Quels sont les avantages des ERLM par rapport aux couples écrans renforceurs-films "traditionnels" ?

sous exposition



la dynamique des ERLM est linéaire ; leur latitude d'exposition est beaucoup plus étendue que celle des films radiographiques !!!

seul l'examen à l'écran (soft film) permet l'exploitation complète de cette dynamique de l'image, sous réserve qu'on modifie de façon appropriée la fenêtre de visualisation et les autres apports : agrandissement, inversion des densités ...etc ... !!!

L'intérêt essentiel des ERLM est outre leur **transportabilité**, leur **adaptabilité** sur le plan des formats de cassettes, leur facilité d'intégration aux systèmes traditionnels de radiologie par projection et leur excellent rapport coût-efficacité .

Leur champ d'application indiscuté est la réalisation des **clichés en dehors du service de radiologie (radiographie thoracique au lit du malade++++)** et l'imagerie ostéo-articulaire des petites articulations

Par rapport aux capteurs ils ont l'inconvénient de nécessiter la manipulation des cassettes et du temps de lecture ,ce qui diminue le débit d'examens et éloigne le manipulateur du patient

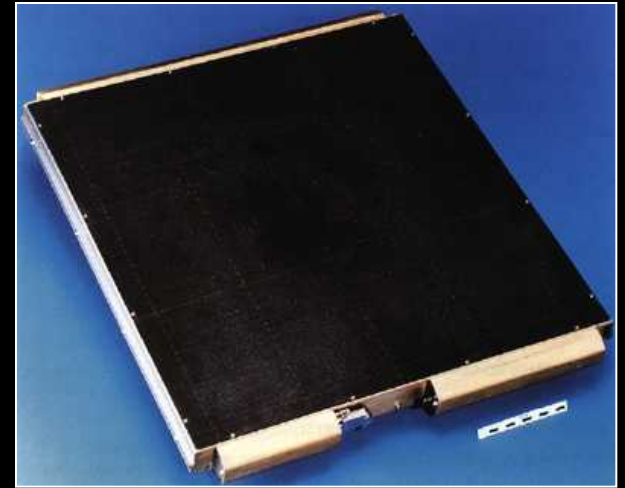
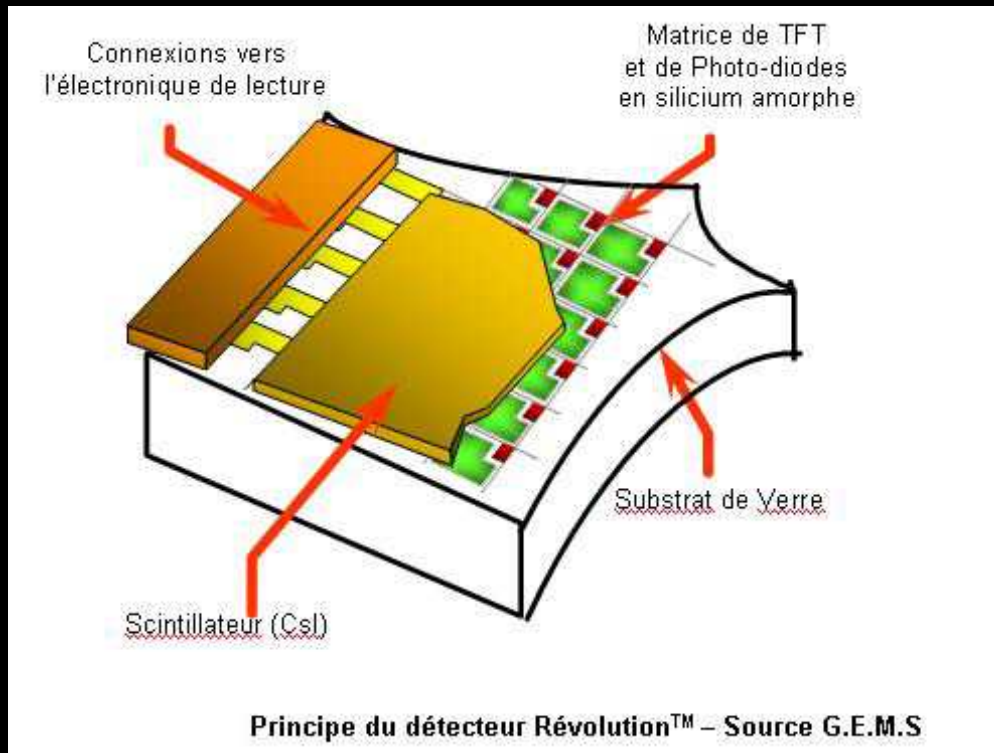


CORDLESS MOBILE CR SCANNER

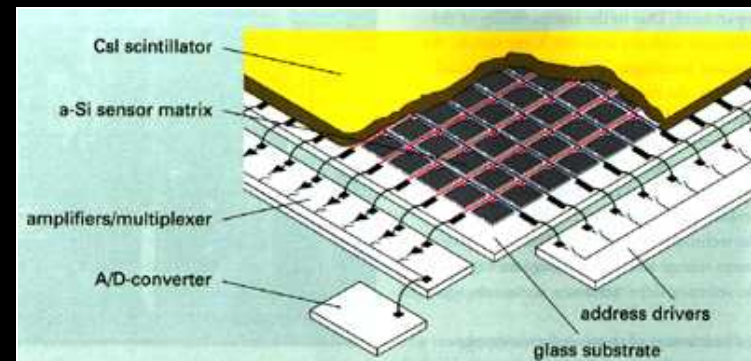
Orex Computed Radiography

The Orex ZR is a mobile CR scanner on wheels that can move freely within a medical institution without external power or network connections. The system features a 4.5-hour battery life, and Wi-Fi networking capabilities. The company also plans to introduce scalable CR PACS solutions this year as well.

Les capteurs plans = DR (digital radiography)



Capteurs plans "grand format"
indirects ; conversion des photons X
en lumière (scintillateur) puis
"mesure" de la lumière sur des
diodes en silicium amorphe



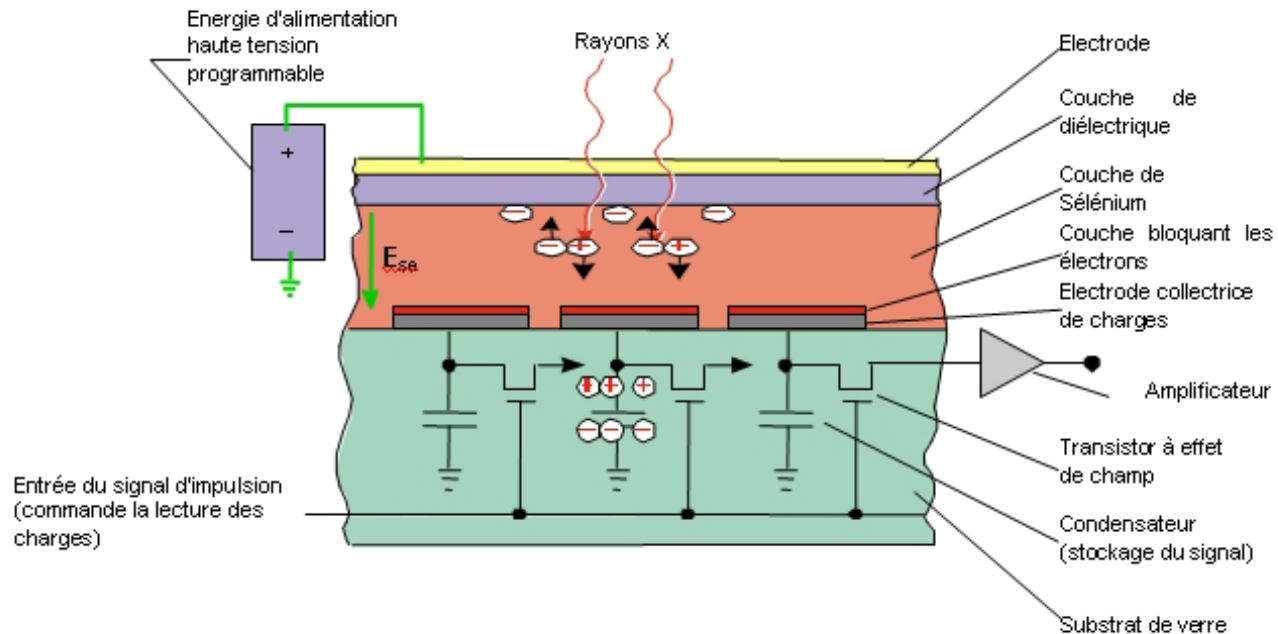
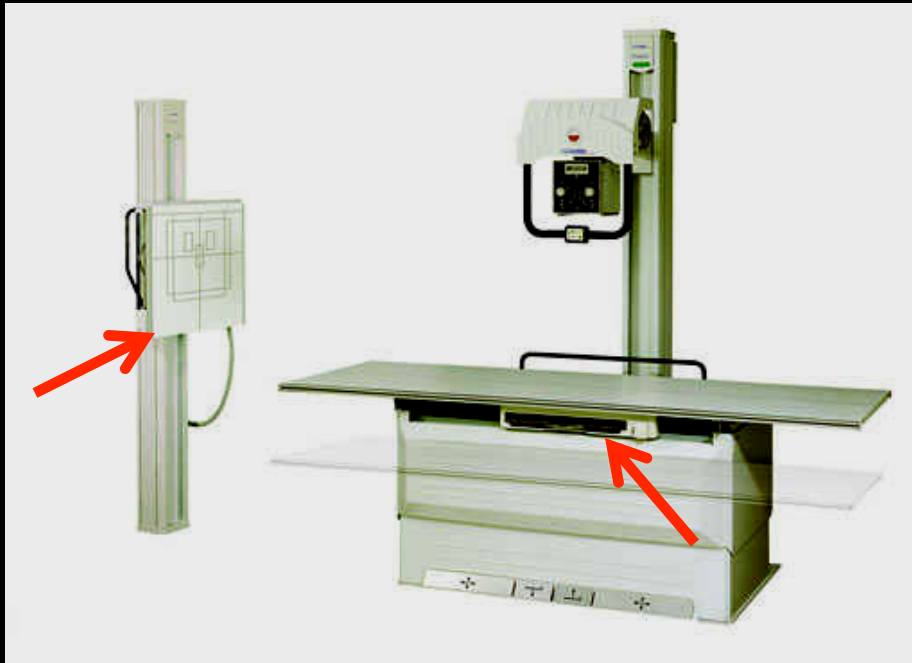


Schéma de fonctionnement du capteur DirectView

Capteurs plans
 "grand format",
 directs ; action
 directe des
 photons X sur le
 semi-conducteur
 (sélénium amorphe)







you can
Canon

DR anywhere

With portable Flat Panel Detectors

Digital Radiography
X-ray image in two seconds



CXDI-50G

Large area (35cmx43cm) portable detector for all kinds of table and wallstand as well as bedside imaging.



CXDI-31

Lightweight and compact high definition portable detector (24cm x 30cm) with 100 micron pixel pitch. Ideal for paediatric and orthopaedic imaging.

See it in action now at the
RSNA 2004 HALL A South Building
Booth number 4500

www.canon-europe.com/medical
medical.x-ray@canon-europe.com



you can
Canon

MobileDR

DR anywhere
X-ray image in three seconds



00:00:03

X-ray image
in 3 seconds

The new Mobile DR system with Canon technology incorporates the ultra-fast CXDI-50G Digital Radiography system into a compact, lightweight mobile X-ray unit that can be packed away for rapid transport to any situation where instant X-ray imaging is required.

Manufacturer or Provider	Product Family	Size (cm)	Pixel Pitch (μm)	X-ray Absorbing Material*
CR				
Agfa Healthcare	CR 25.0, 75.0, DX-S	36×43	≥ 100	Ba halide
Eastman Kodak	Directview CR	35×43	≥ 97	Ba halide
Fujifilm Medical	Clearview, Velocity, SmartCR, XG5000	35×43 , 43×43	≥ 100	Ba halide
Konica Minolta	XpressCR, IQue CR	35×43	175	Ba halide
Orex	PcCR 1417 ACL, ACLxy	35×43	100	Ba halide
Philips Medical Systems	Compano, Corado, Cosima X	35×43	≥ 100	Ba halide
Indirect flat panel				
GE/Perkin Elmer	Revolution XQ/i, XR/d	41×41	200	CsI (Tl), undisclosed thickness
Trixell	Pixium 4600TM; Siemens: Thorax/Vertix/Multix FD, Axiom Aristos; Philips: Digital Diagnost Infimed and Listem; Stingray Quantum: Q-RAD (CsI), QV (CsI)	43×43	143	CsI (Tl), $\sim 550 \mu\text{m}$ thick
Canon	Canon: CXDI; Agfa: ADR Thorax; Quantum: Q-RAD (GOS), QV (GOS); Siemens: Axiom Multix M	43×43	160	$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ (Tb), $\sim 200 \mu\text{m}$ thick
Direct flat panel				
Direct Ray	Hologic: Epex, Radex; Eastman Kodak: DirectViewDR; DEL: EPEX, RADEX	35×43	139	Amorphous Se, $\sim 500 \mu\text{m}$ thick
Anrad	Toshiba: DynaDirect	35×35	150	Amorphous Se, $\sim 1000 \mu\text{m}$ thick
Edge Medical	Quix DR systems	43×43	120	Amorphous Se, undisclosed thickness
CCD- and CMOS-based†				
SwissRay	ddR	35×43	167	CsI, undisclosed doping
Wuestec	DX2000	35×43	120	$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ (Tb)
Imaging Dynamics	Xplorer	43×43	108	$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ (Tb)
Oy ImixAB	Imix 2000	40×40	200	$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ (Eu)
Delft Diagnostic Imaging	Thorascan	44×44	162	CsI(Tl), $\sim 500 \mu\text{m}$ thick
Cares Built	Cares Built: Clarity 7000; Lodox: Statscan	43×43	60	$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ (Tb)
Star V-Ray	Tradix 4000	43×43	140	$\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$ (Tb)

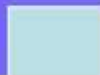
La radiographie thoracique “ en double énergie”



Low energy image

Tissue Bone

3



8



High energy image

Tissue Bone

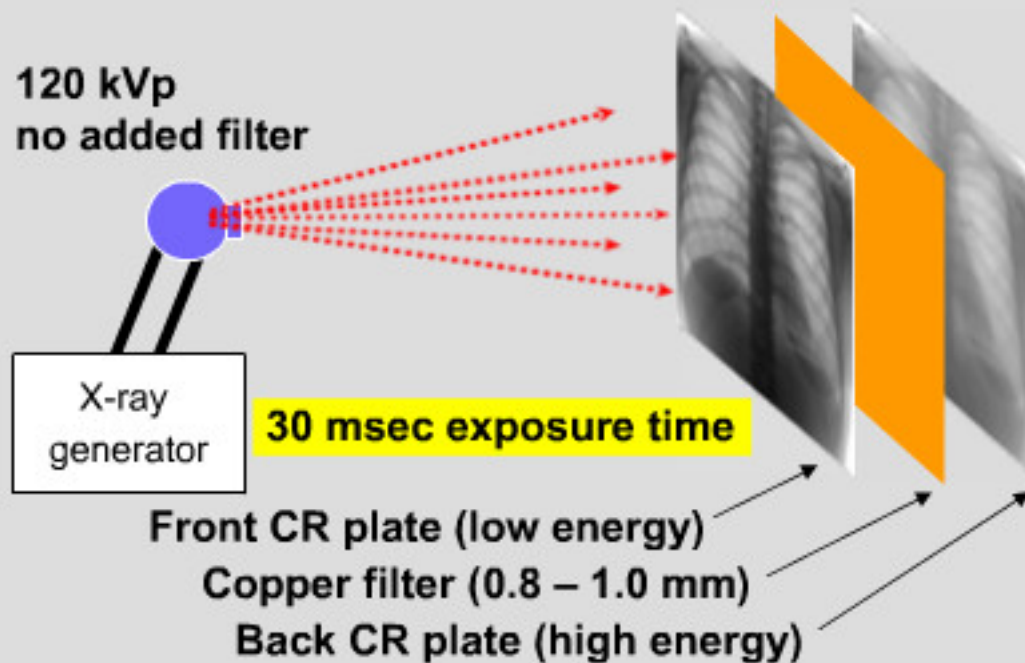
2



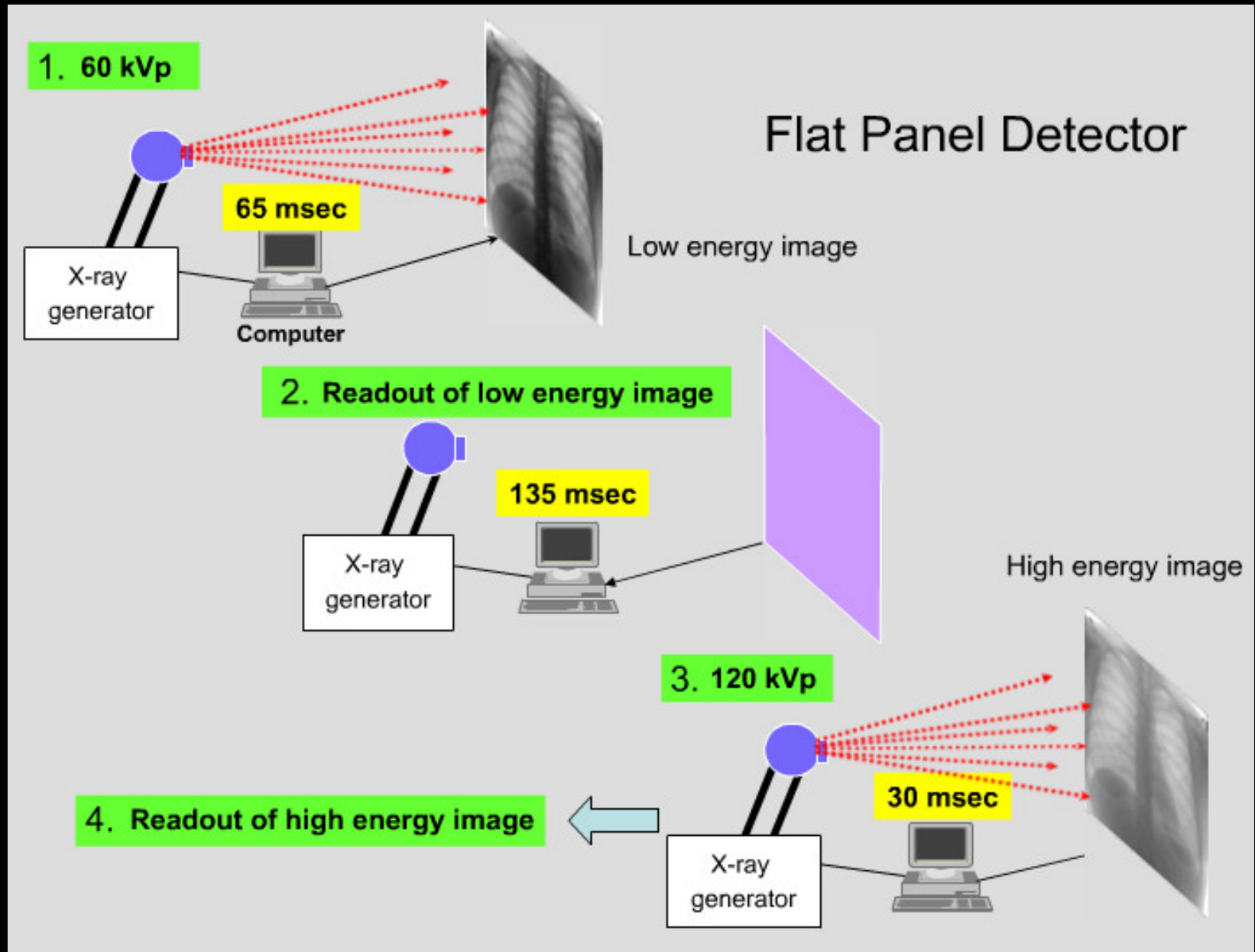
4

radiographie thoracique “ en double énergie ” avec des ERLM (CR)

Sandwich “Passive” Detector



radiographie thoracique “ en double énergie” avec des capteurs plans (DR)



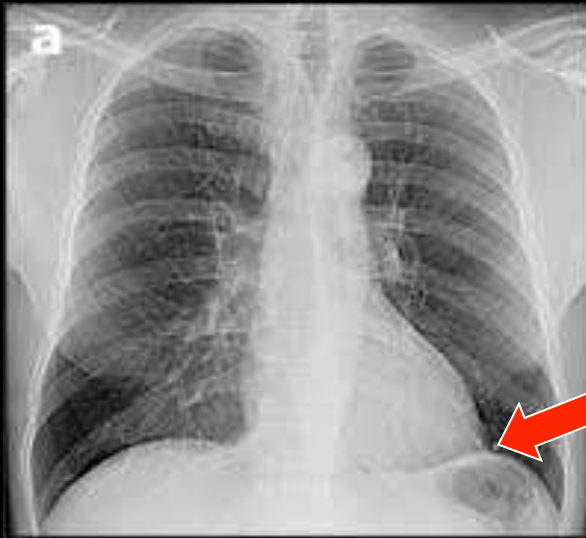


image standard



image "tissus mous"

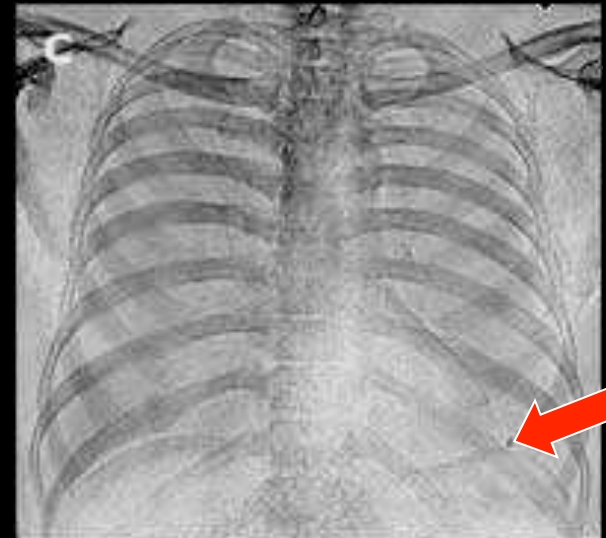
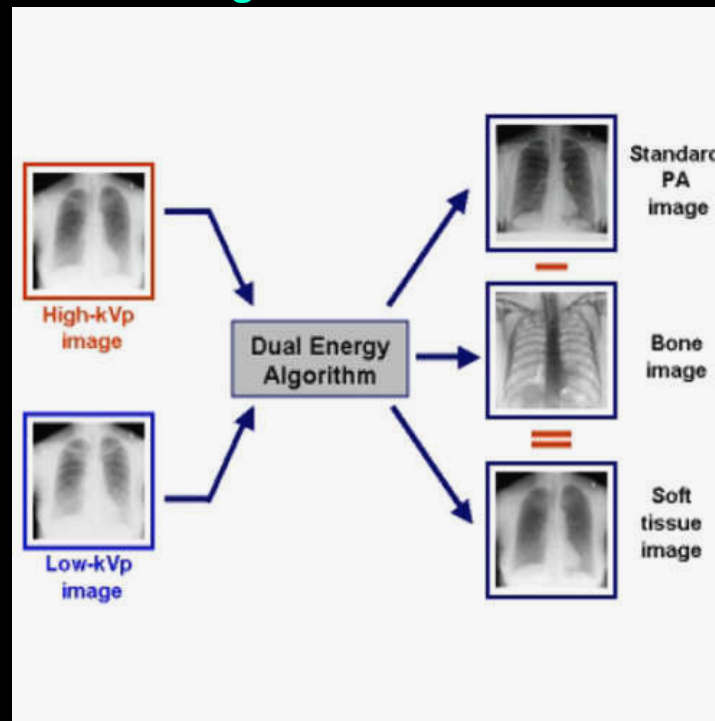
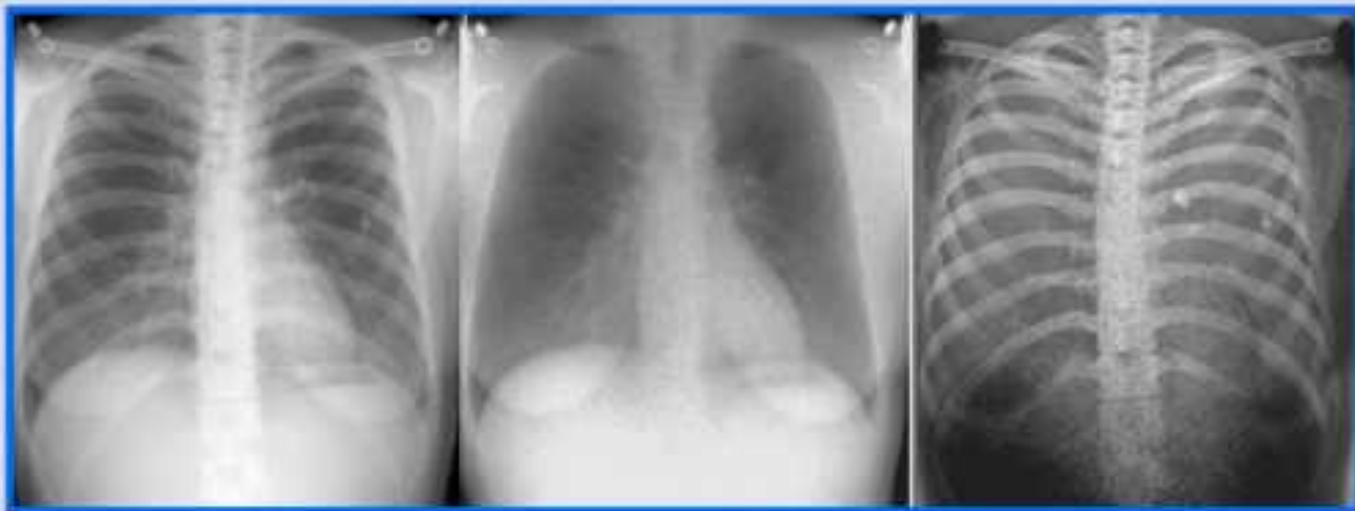


image os



CR Detector

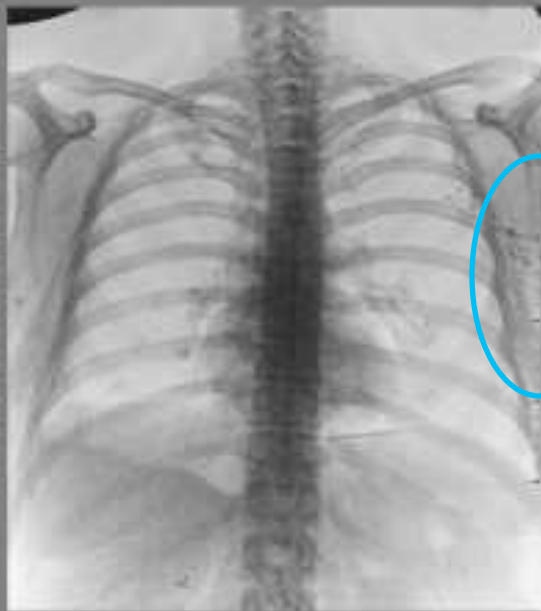
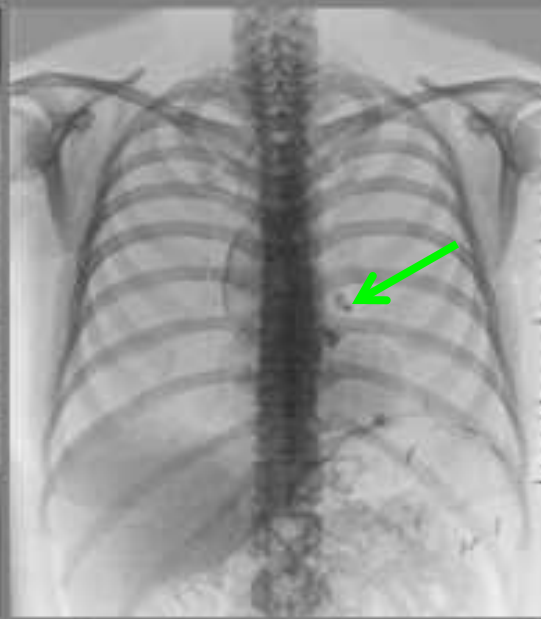
ERLM CR



Flat Panel Detector

Capteur plan DR





Typical



Inverted
Grayscale



NB: prothèses mammaires siliconées

Motion



Motion



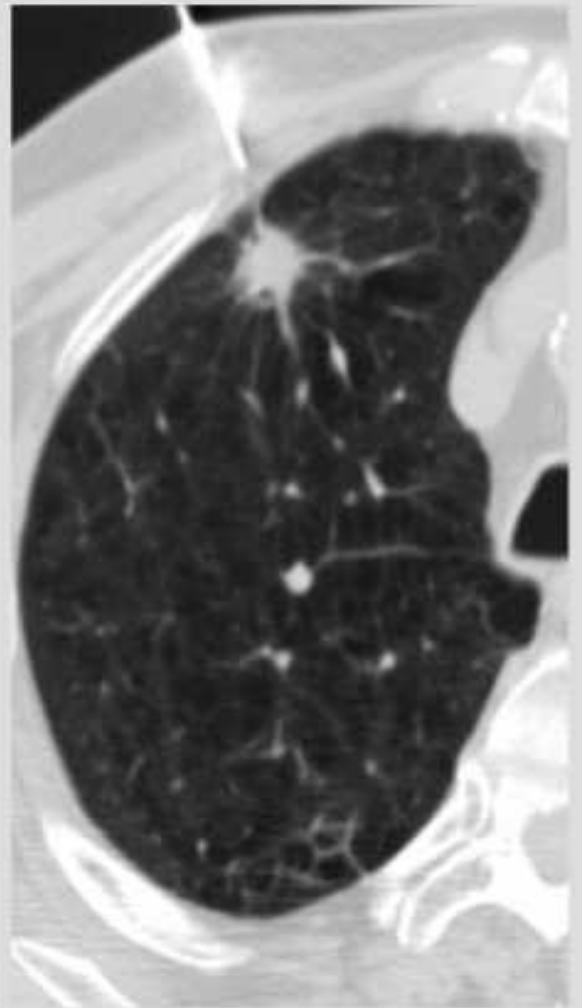
Pseudo relief par déplacement des structures avec DR uniquement



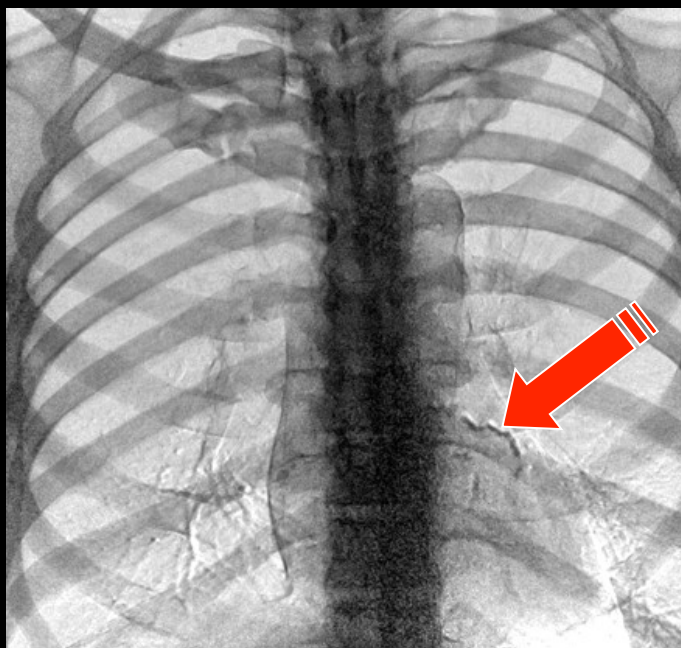
Conventional CXR



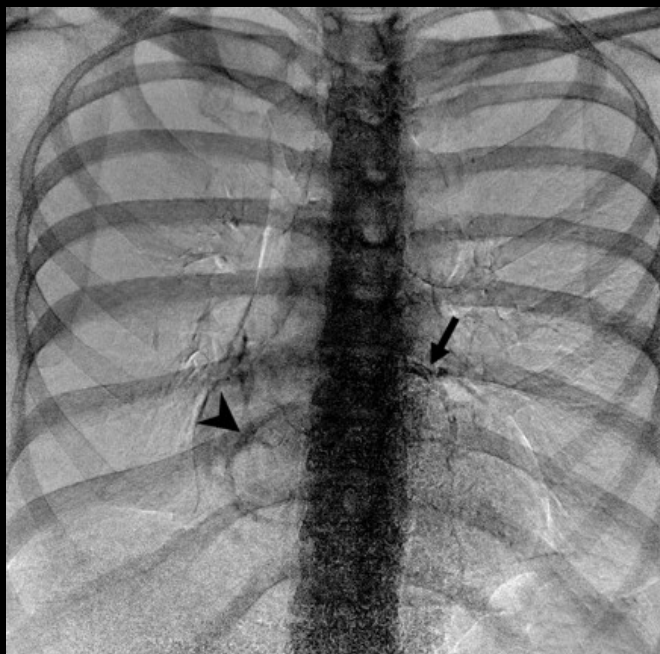
Soft tissue only



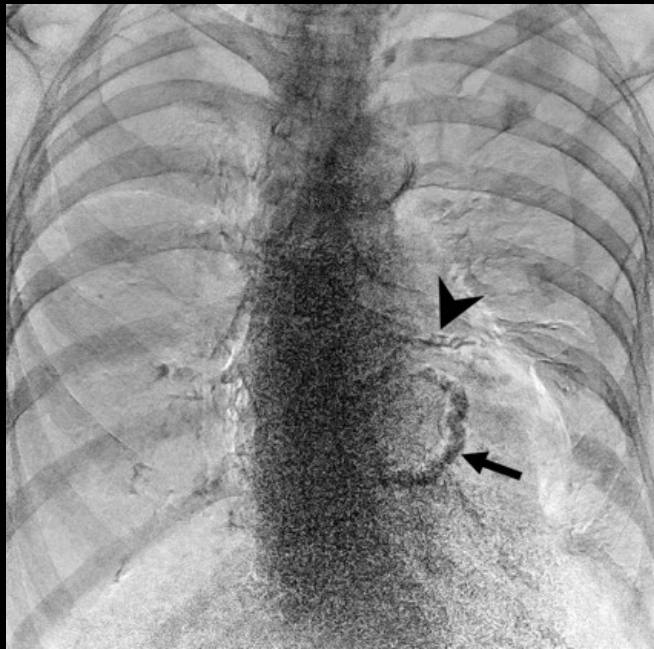
CT of RUL nodule



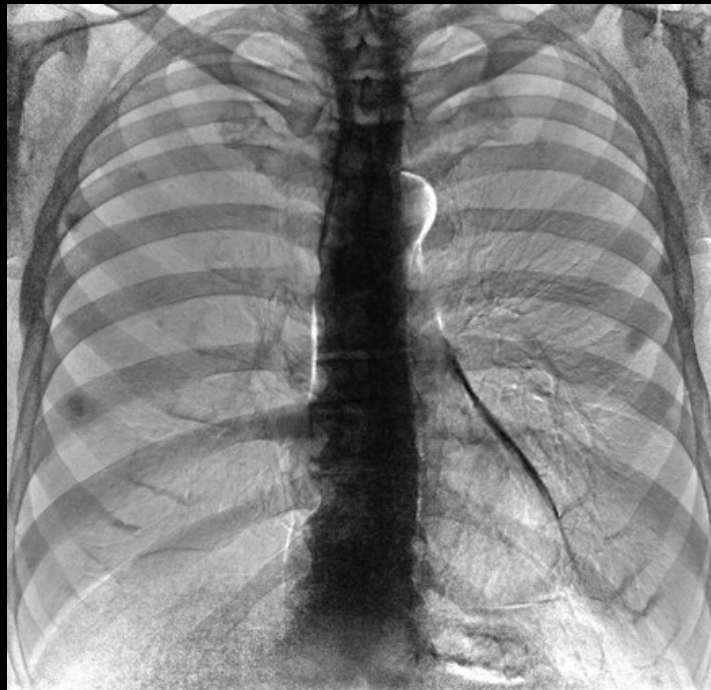
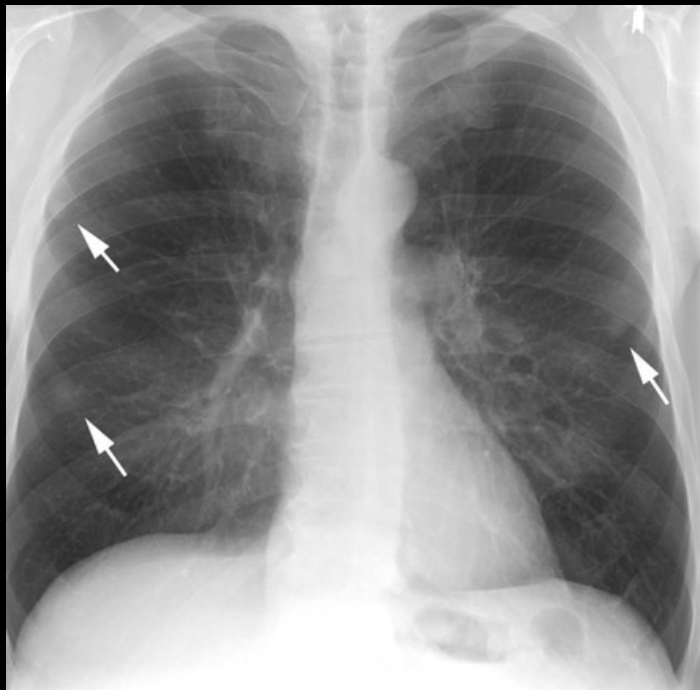
calcifications IVA



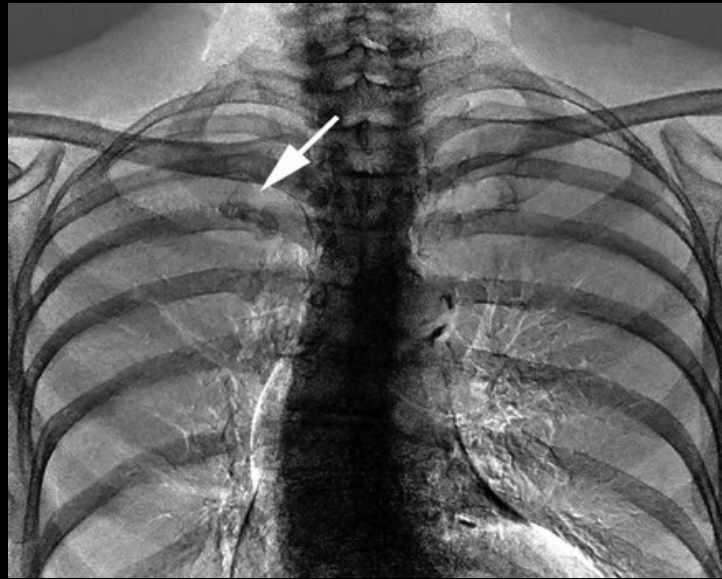
calcifications IVA
et coronaire
droite



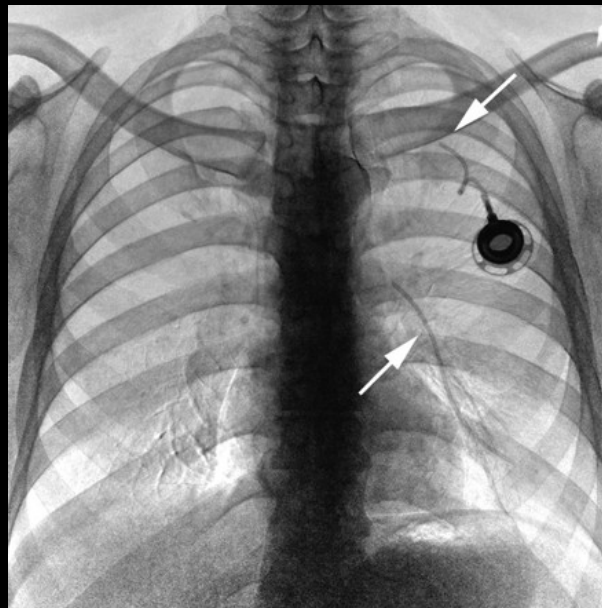
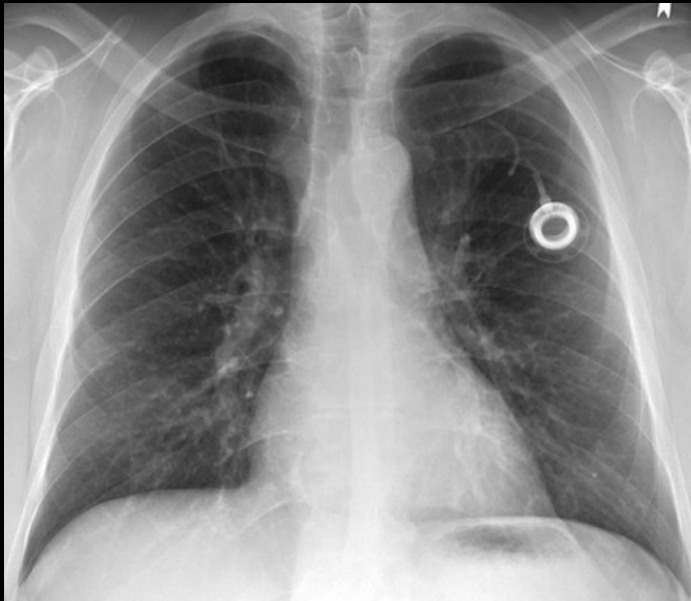
calcifications
coronaires et
de l'anneau
mitral



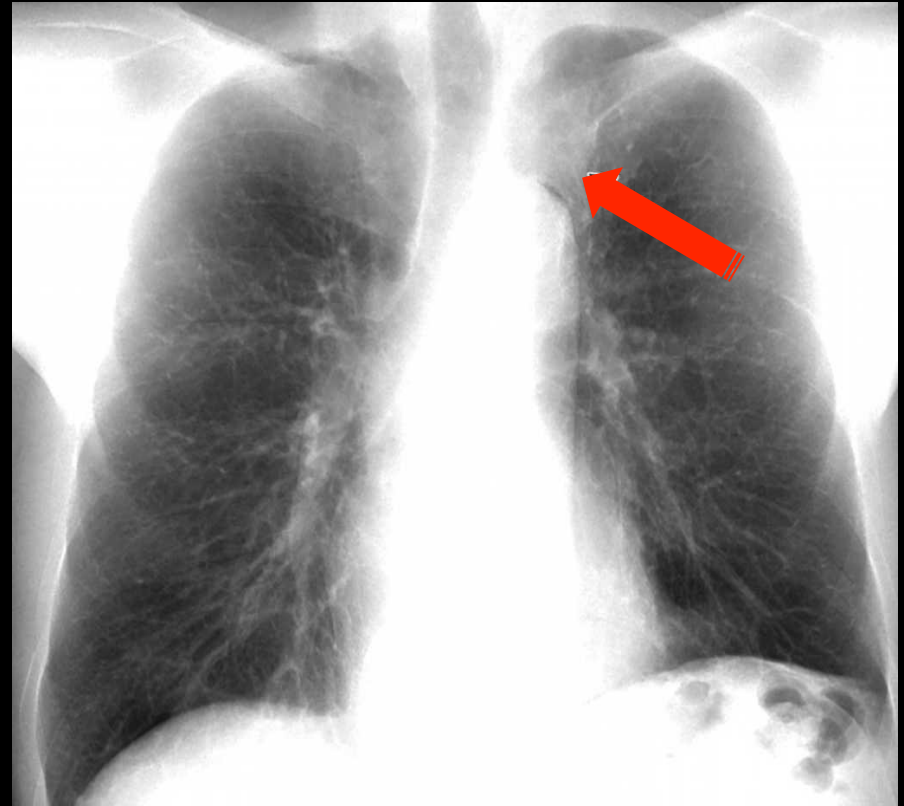
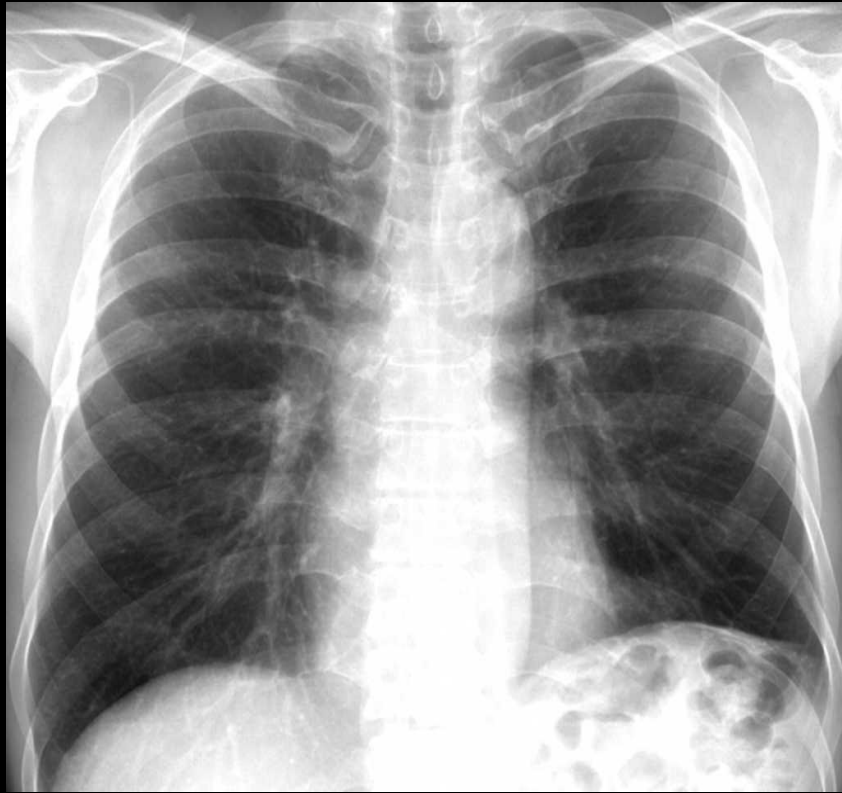
métastases
osseuses ADK
prostatique



calcifications
du premier
cartilage
costal

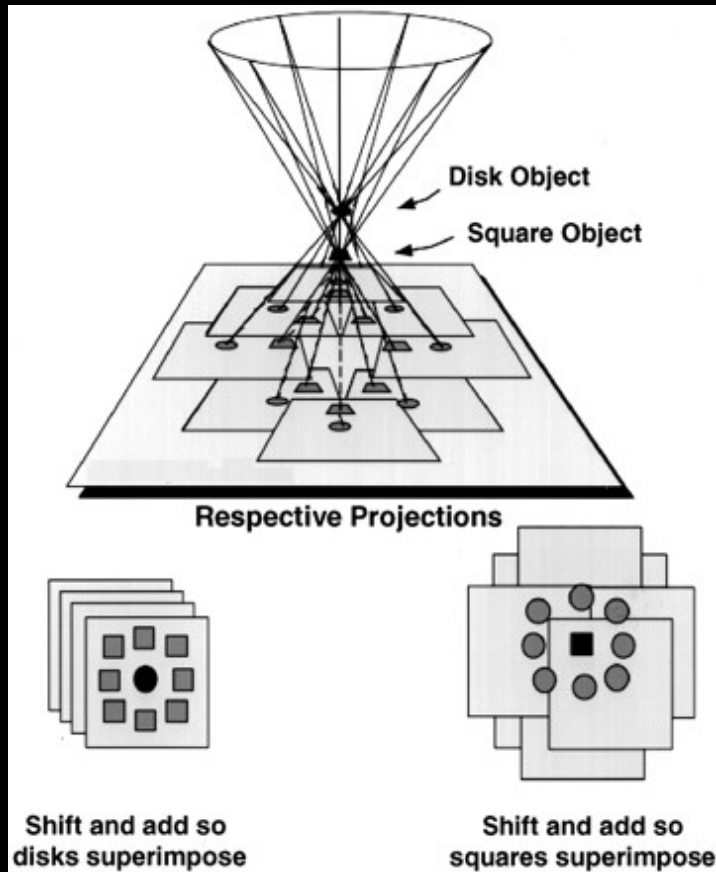


catheter de
VVC rompu
dans la
branche
gauche de l'AP

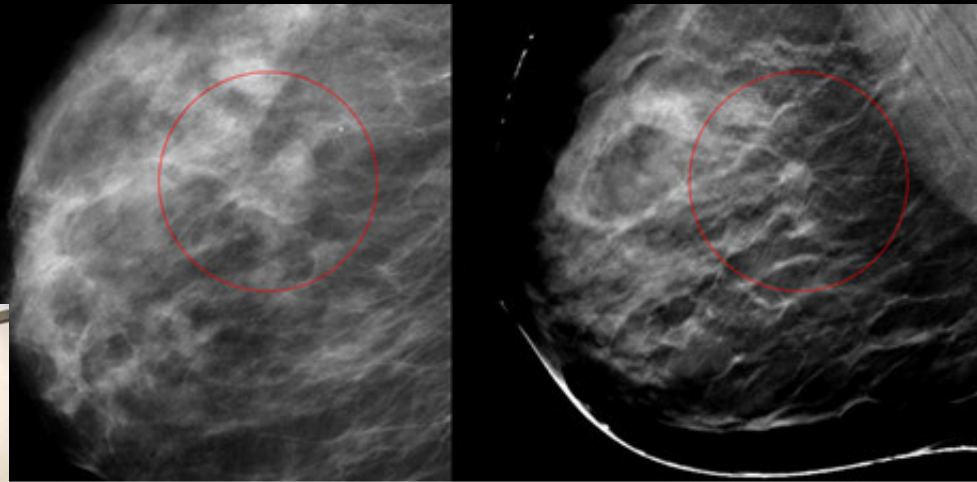


La tomosynthèse en radiographie thoracique

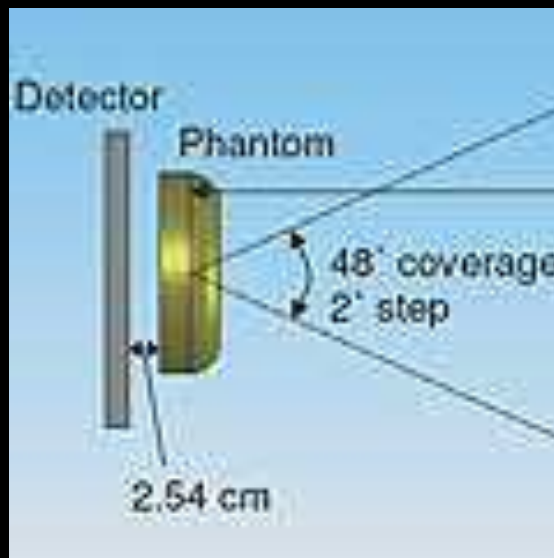
acquisition d'une série de projections 2D sous des angles différents pour reconstruire un volume 3D



Tomosynthesis is imaging technique that shifts and adds series of 2D projections to construct 3-dimensional image. Point sources of each projection are coplanar, leading to linear shifting and adding of projections. Through shifting and adding process, any arbitrary slice through object can be reconstructed.

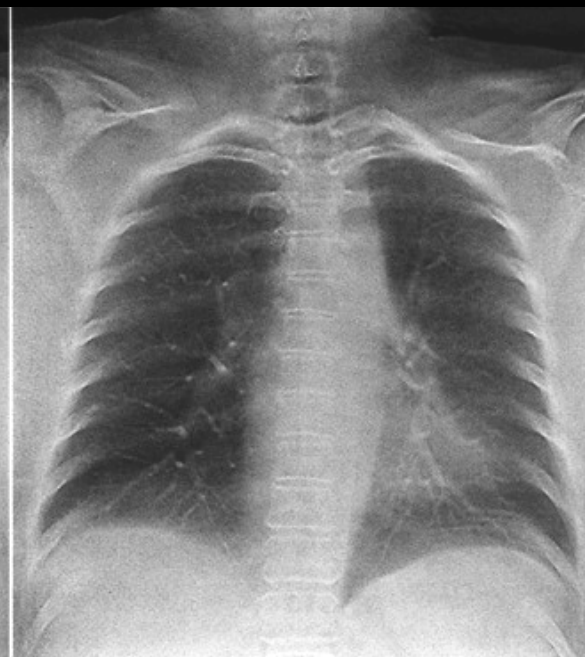
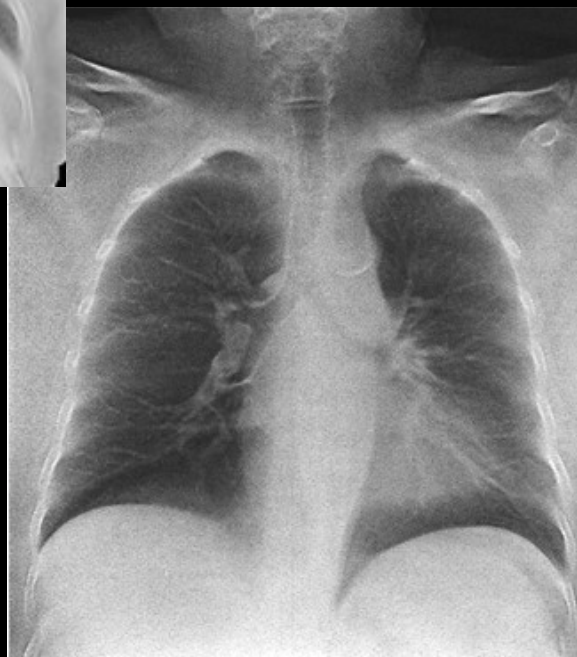


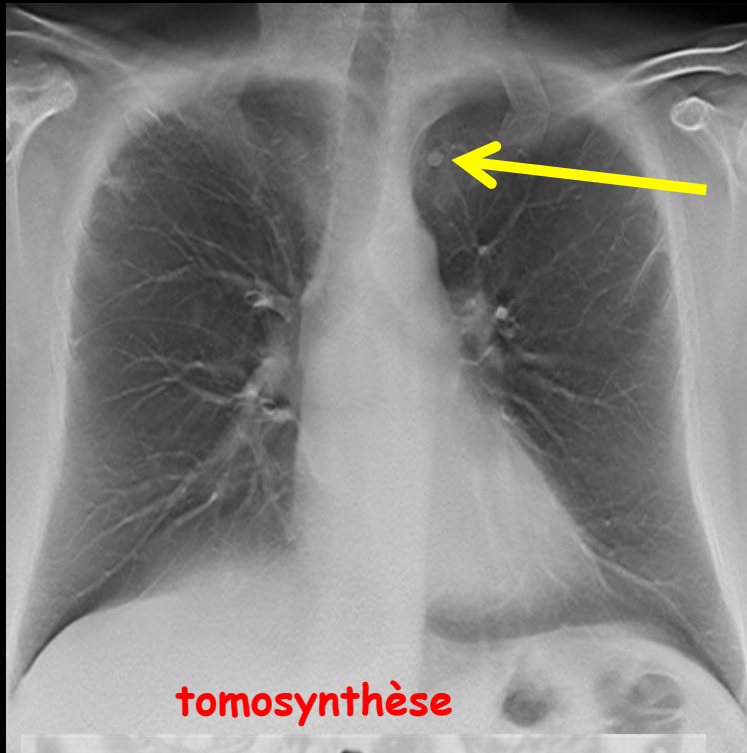
Tomosynthèse mammographique



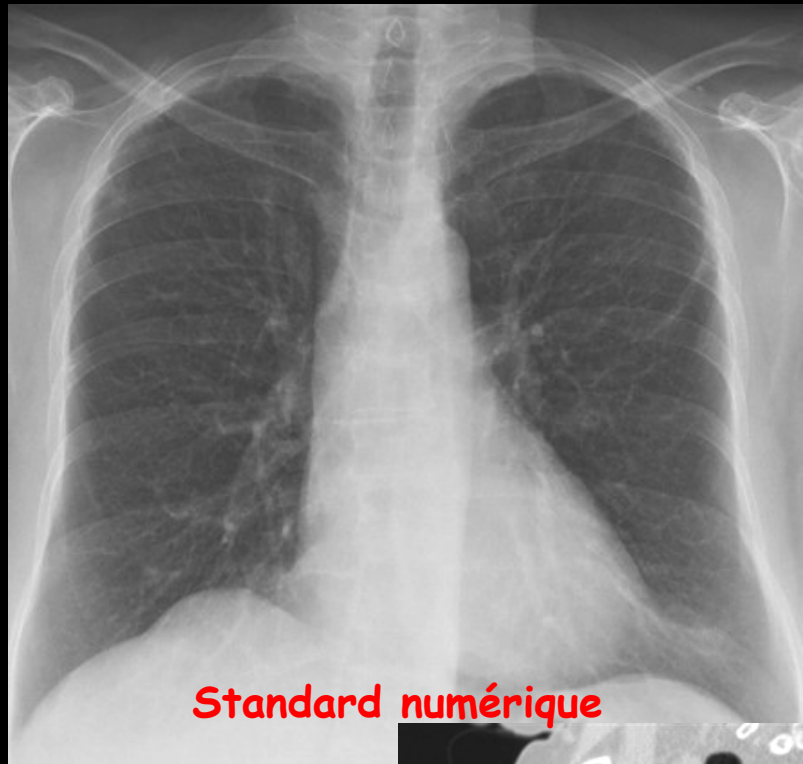
mouvement du
tube radiogène
64 projections

dose de l'ordre de
0,2mSv contre 0.5 à 8
mSv pour CT et
0,02mSv pour une RT
standard

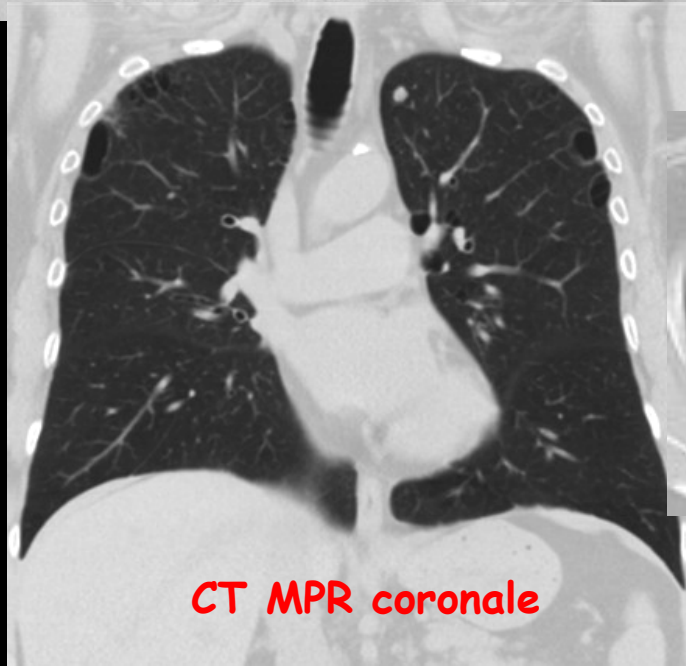




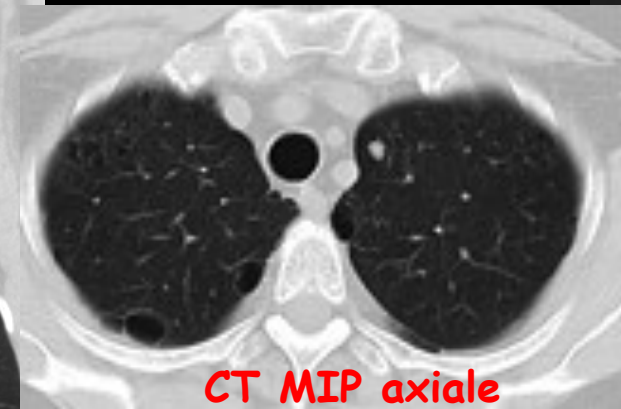
tomosynthèse



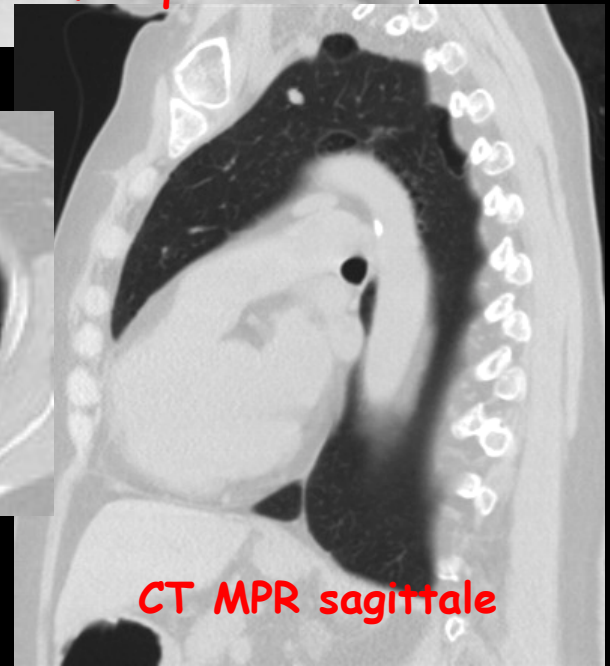
Standard numérique



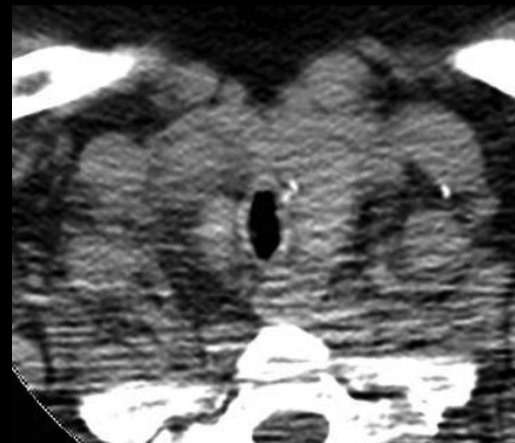
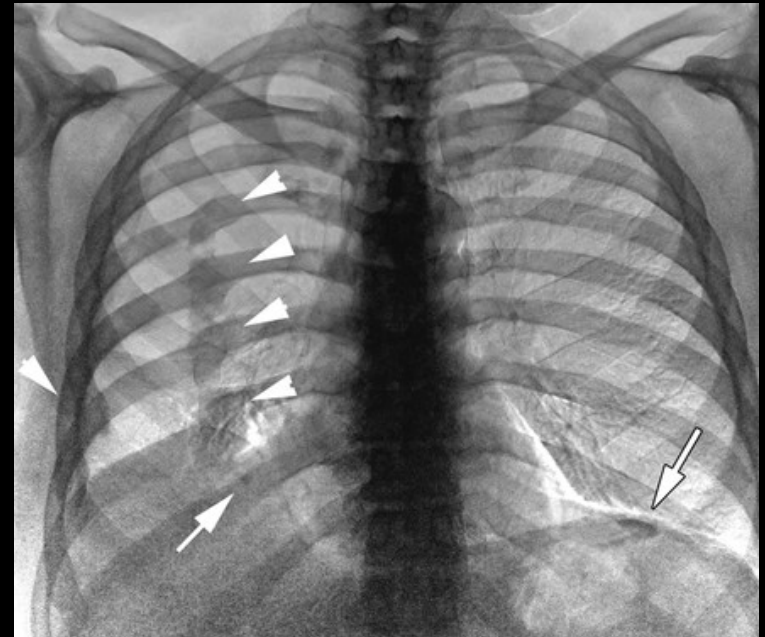
CT MPR coronale



CT MIP axiale



CT MPR sagittale



plaque pleurale
calcifiée basale
gauche

sténose trachéale
haute

cals fracturaires
costaux droits

Au total

L'imagerie par projection du thorax reste le premier poste de consommation en pratique courante. C'est trop souvent un examen placebo (ou prétendument "médico-légal")

Les clichés thoraciques "au lit du malade" coutent cher (personnel +++) et sont le plus souvent illisibles et trompeurs ; leur usage devrait être réduit au minimum

Les nouvelles méthodes : imagerie par projection en double énergie, tomosynthèse, rendue possibles par la numérisation se justifient par la réduction de la dose efficace, par rapport au CT, même "low-dose"

Les systèmes d'aide au diagnostic (CAD=computer aided diagnosis) pourront être adaptés à ces évolutions de l'imagerie par projection numérisée du thorax

