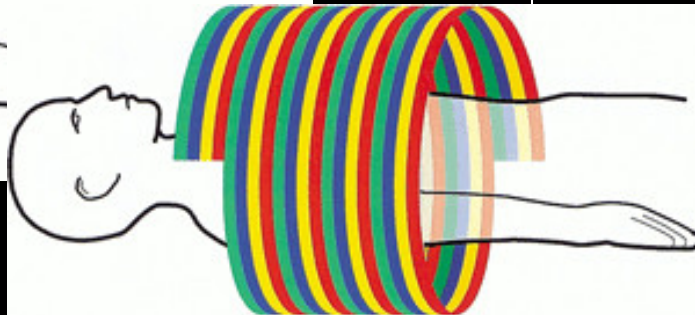
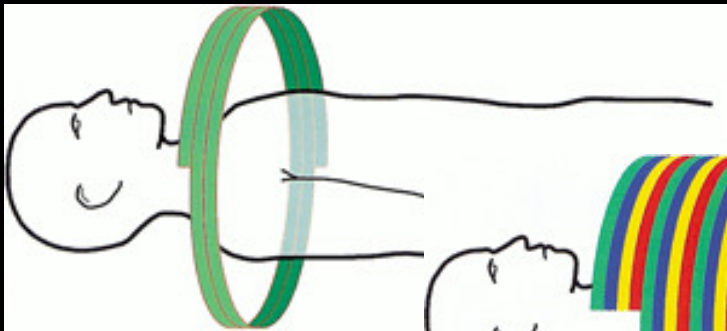
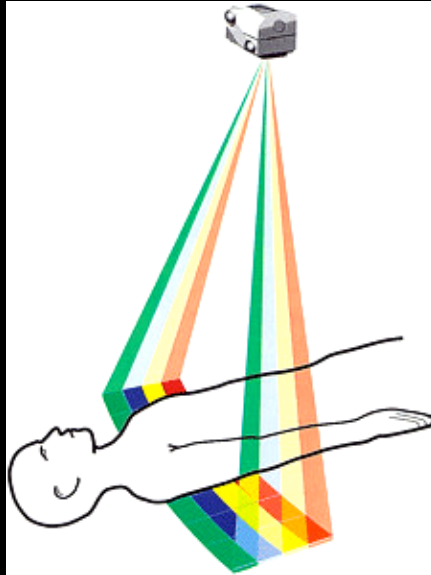
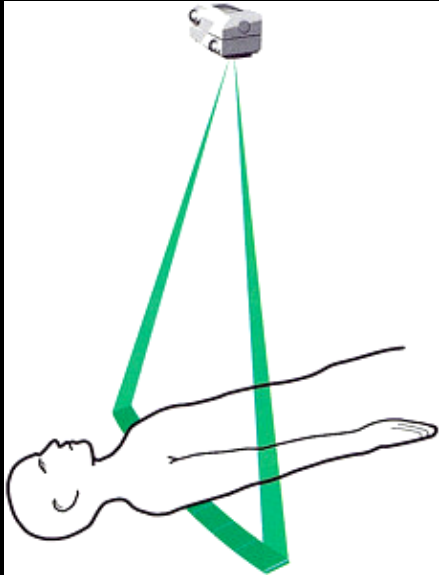


imagerie en coupes le scanner volumique thoracique



~~4, 8, 10, 16, 40, 64...~~ 128, 256... 320 canaux
...; le plus important est le **volume étudié par unité de temps**; il est fonction de :

- la **largeur du détecteur** 40 mm > 24 mm....!!! ; au delà de 40 mm , on ne peut plus faire d'acquisition hélicoïdale , on juxtapose des "blocs" acquis successivement ("step and shoot" en acquisition prospective)

- la **durée d'une rotation de 360 °** :
0.350 s...0,240 s !

scanner GE VCT

-64 canaux de détection simultanés

-détecteur :

64 x 0.625 mm (40 mm de largeur)

ou 32 x 0.625 mm (20 mm de largeur)

-vitesse de rotation :

0.8 à 0.35 s / 360 ° "varispeed"

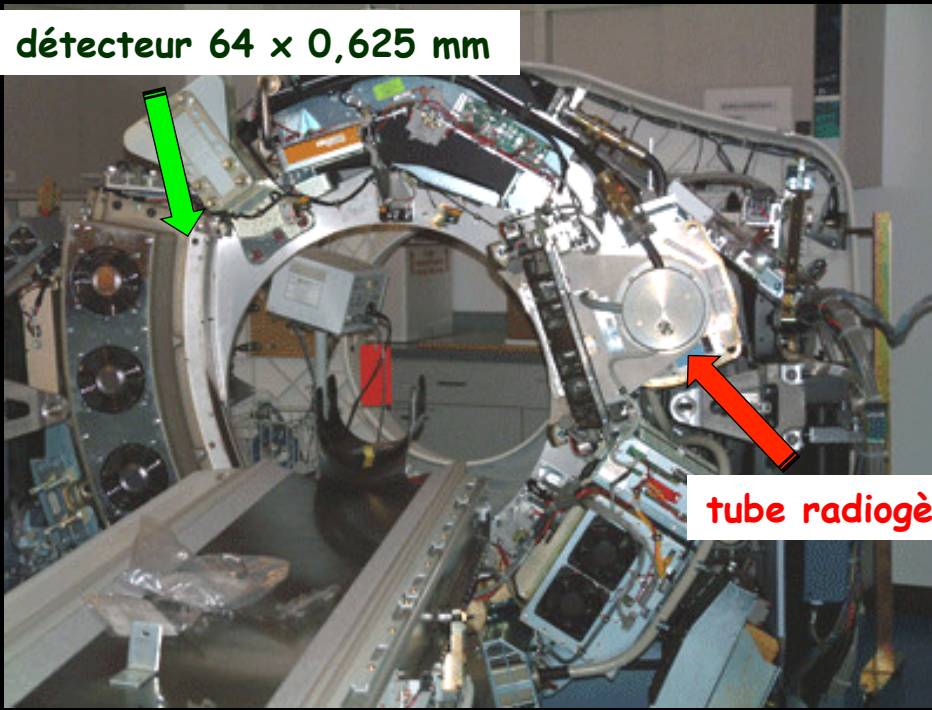


0.8 sec/360°

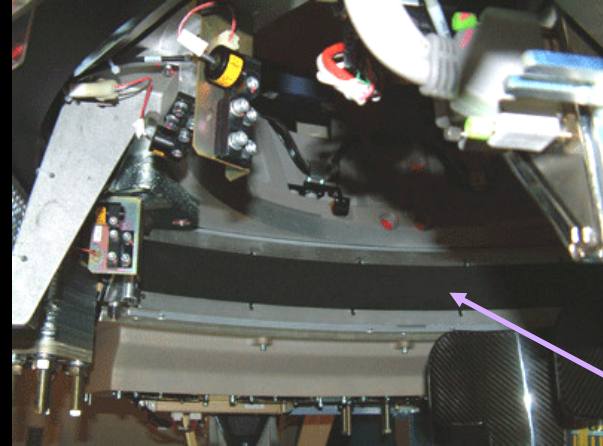


0.5 sec/360°

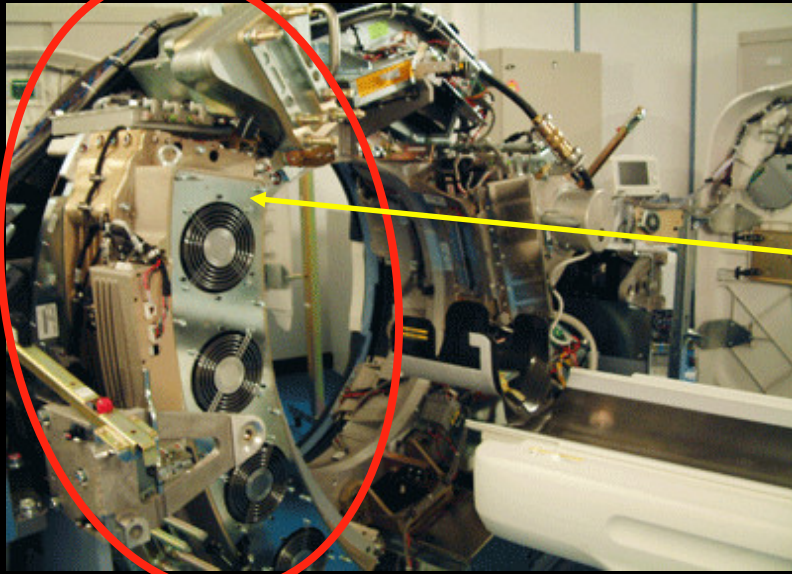
détecteur 64 x 0,625 mm



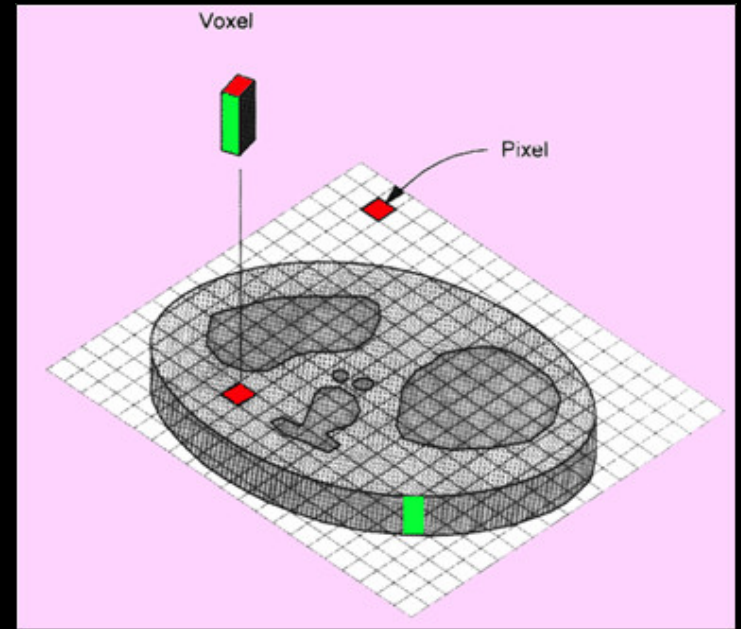
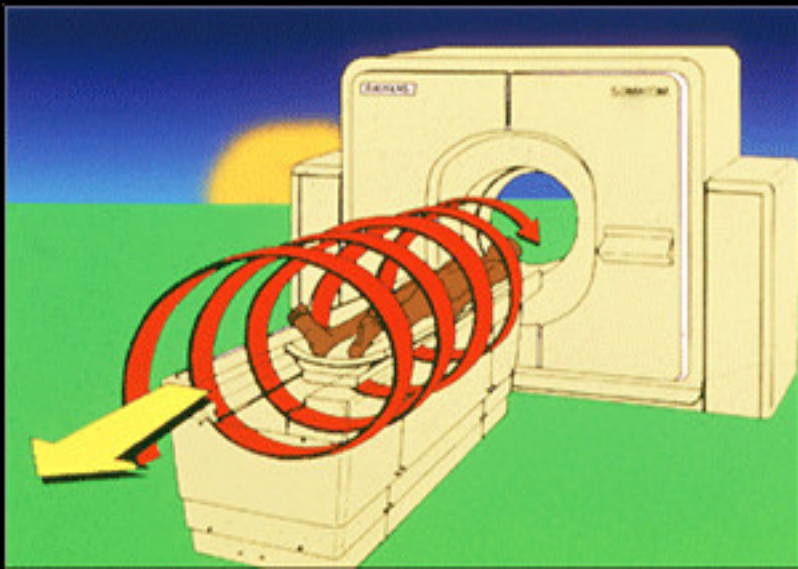
tube radiogène



détecteur largeur 40 mm
64 x 0.625 mm
voxels isotropiques



• refroidissement ; capacité de dissipation thermique maximale : 2.5 MUC/min

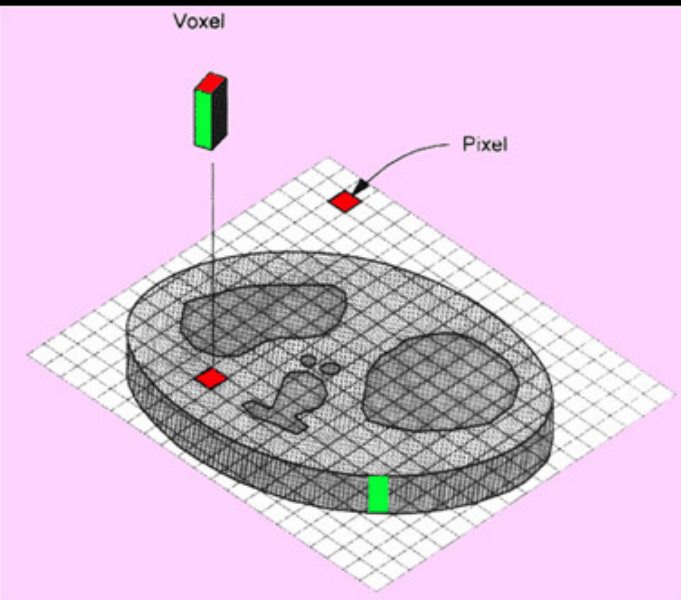


la **résolution spatiale** des structures à **contraste propre élevé**, au sens scanographique (>10 UH), dépend :

- dans le plan XY de la taille du pixel = taille du champ de vue (FOV)
taille de la matrice (512²)
- dans l'axe Z de l'épaisseur de coupe (et il n'y a plus, sur les scanners modernes de possibilité de choix à l'acquisition puisque c'est la taille des éléments de détection , donc la structure du détecteur qui la conditionne)

0.625 mm ou 0.750 mm (+' 'flying spot'' :0.375 mm)

par contre on choisit l'**épaisseur de reconstruction** par sommation de coupes fines (si on "épaissi" les coupes , on en diminue le nombre pour un volume de longueur donnée et le niveau de bruit visible diminue , donc le rapport signal sur bruit et de ce fait la **résolution en contraste est améliorée**)



la **résolution en contraste** dépend du niveau de bruit quantique qui est fonction du nombre de photons X comptés pour chaque voxel

$$N = N + \text{ou} - \sqrt{N} \text{ soit } 10\% \text{ si } N=100 ; 100/10^4 = 1\% \text{ si } N=10000$$

le niveau de bruit quantique s'accroît lorsque l'épaisseur de coupe diminue et lorsque le nombre de photons comptés par voxel diminue diminution des mA (low dose) et/ou diminution du temps de rotation

la **résolution spatiale des structures à faible contraste propre**, au sens scanographique ($< 10 \text{ UH}$) est la **conséquence directe de la résolution en contraste**



reconstruction
coupes 1.5 mm

reconstruction
coupes 2.5 mm



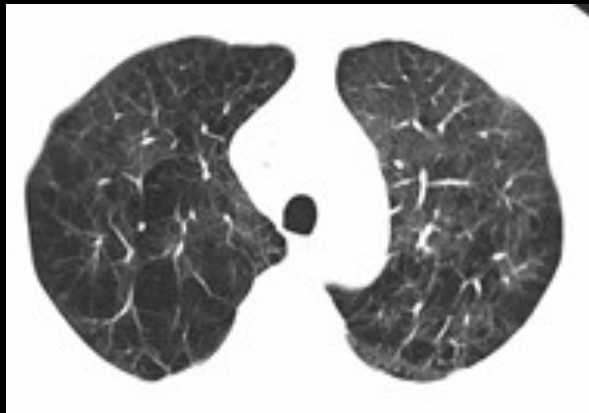
épaisseur de coupe reconstruite et niveau de bruit quantique **visible**

les filtres (algorithmes) de reconstruction

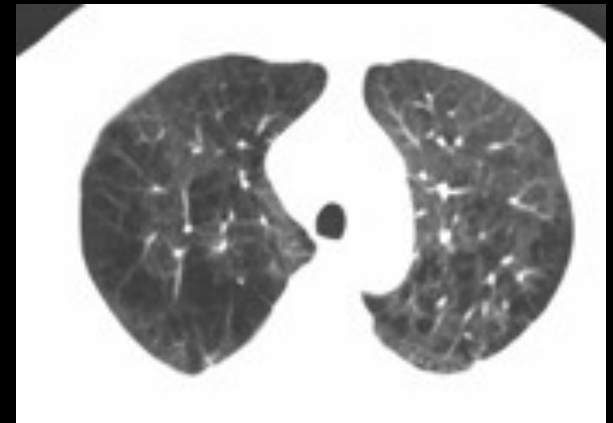
l'aspect des images CT est dépendant du **type d'algorithme** utilisé pour la reconstruction des images .

- pour la visualisation du **parenchyme pulmonaire** ,on privilégie la **résolution spatiale** (netteté des contours) par l'emploi d'un filtre "dur" ,qui accentue le rendu des fréquences spatiales élevées mais qui renforce également la visibilité du bruit quantique, en particulier dans les coupes fines .
- pour la visualisation des **tissus mous (médiastin ,parois ,vaisseaux)** on utilise un filtre standard qui privilégie la **résolution en contraste** (fréquences spatiales moyennes et basses) et rend le bruit quantique moins visible

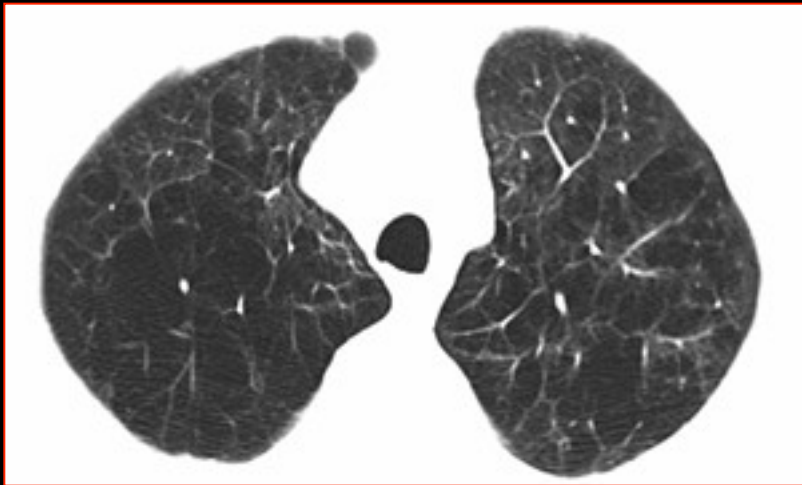
filtre
dur



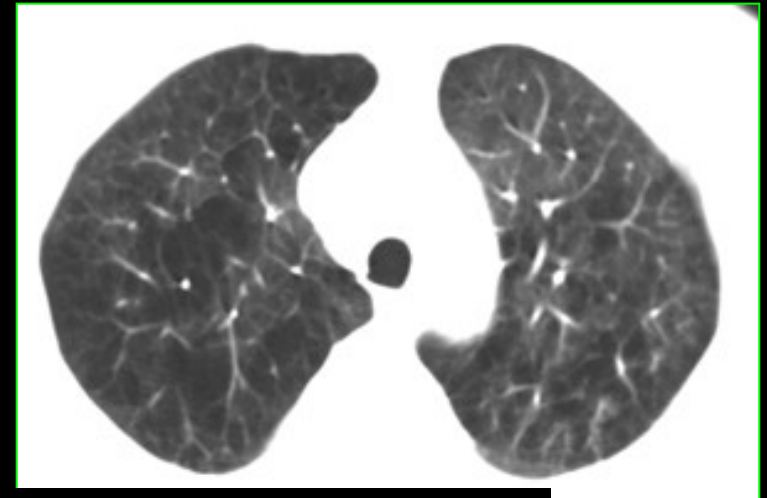
filtre
mou



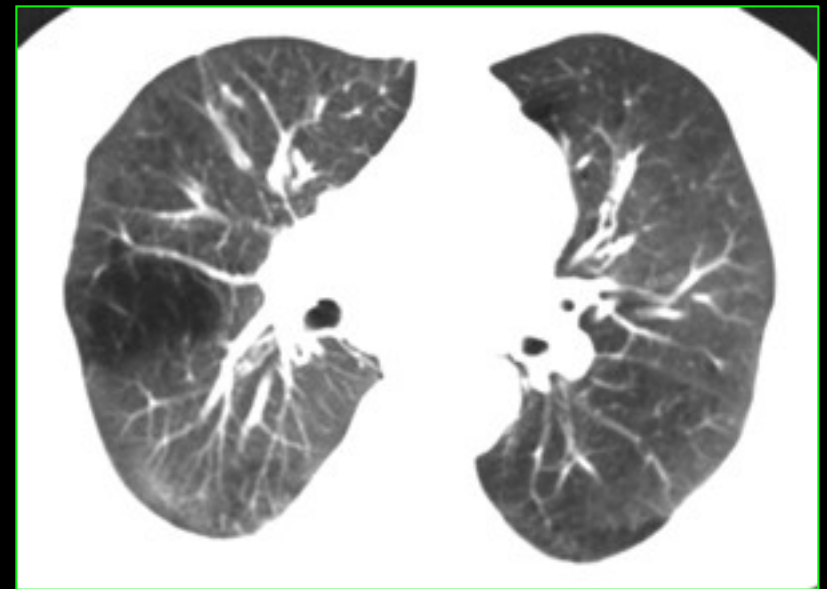
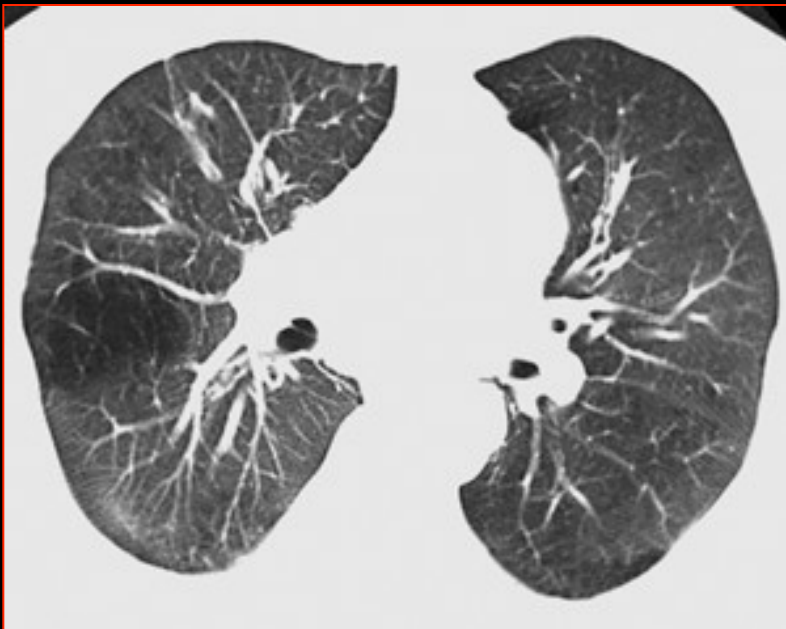
filtre
dur



filtre
standard



coupes reconstruites en 1.5 mm d'épaisseur

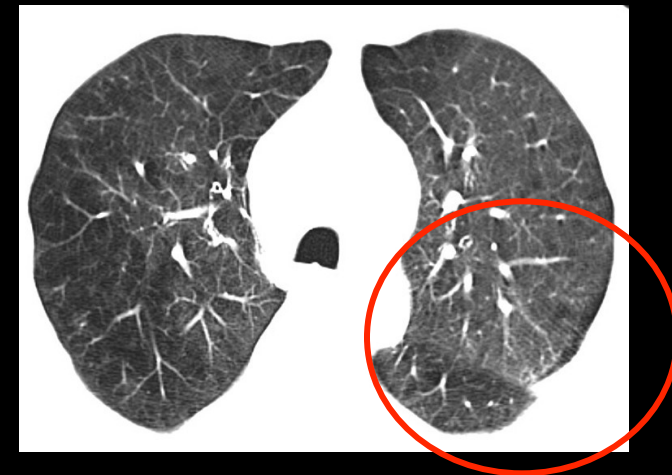
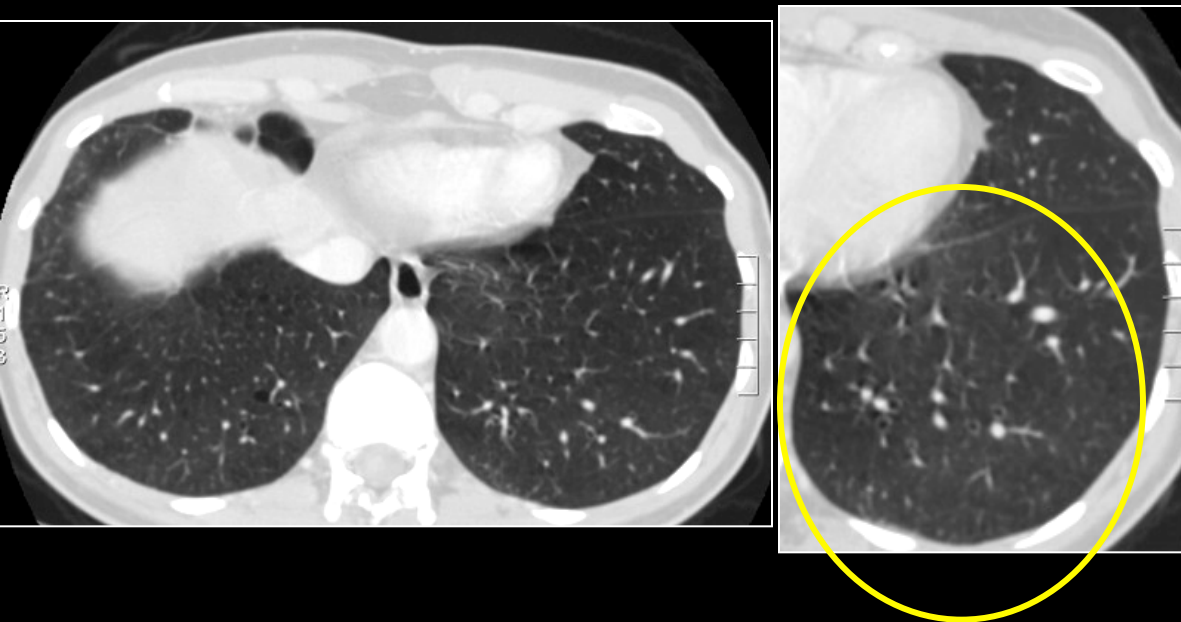


coupes reconstruites en 5 mm d'épaisseur

les artefacts en imagerie CT thoracique

-les artefacts **cinétiques** ils sont liés aux apnées mal contrôlées et aux battements cardiaques transmis (région para cardiaque, lingula). Ils expliquent aussi les aspects stellaires des images vasculaires aux bases (artefacts de pulsations vasculaires;pseudo-bronchectasies).Pour les diminuer ,il faut **réduire la durée de rotation au minimum**

-les artefacts **de durcissement du faisceau** .Ils rendent plus visible le bruit quantique et les artefacts cinétiques dans les régions postérieures (para-rachidiennes) en particulier chez les sujets obèses.

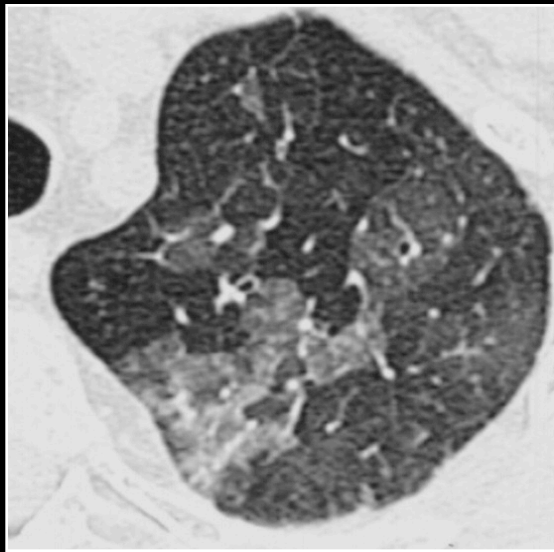


les modalités particulières d'acquisition en CT thoracique

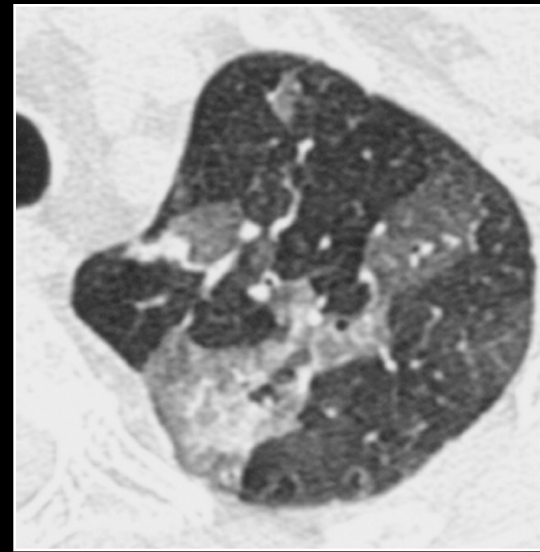
-les coupes fines inspi/expi (millimétriques) incrémentales : 1mm tous les 10mm ou hélicoïdales

exploration fine du parenchyme ; minimes variations de densité:images de verre dépoli++
+; piégeage "trapping" aérique

-les coupes fines en procubitus aident à préciser l'origine "hydrostatique" d'anomalies sous pleurales postérieures "gravito-dépendantes"



inspiration



expiration

bronchiolite oblitérante

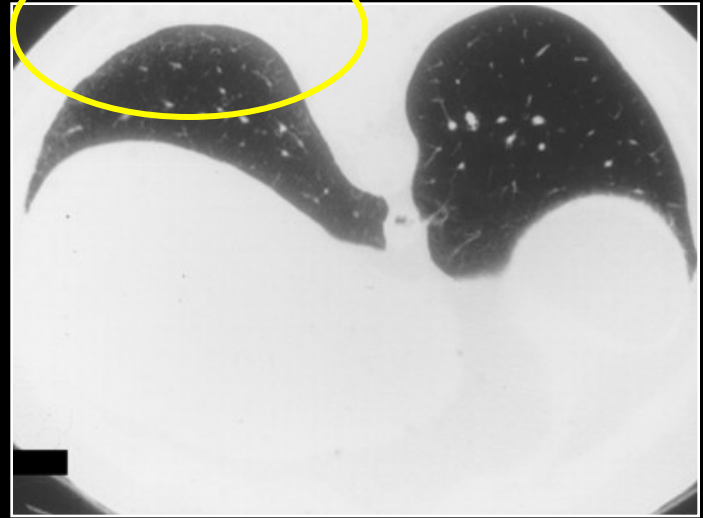
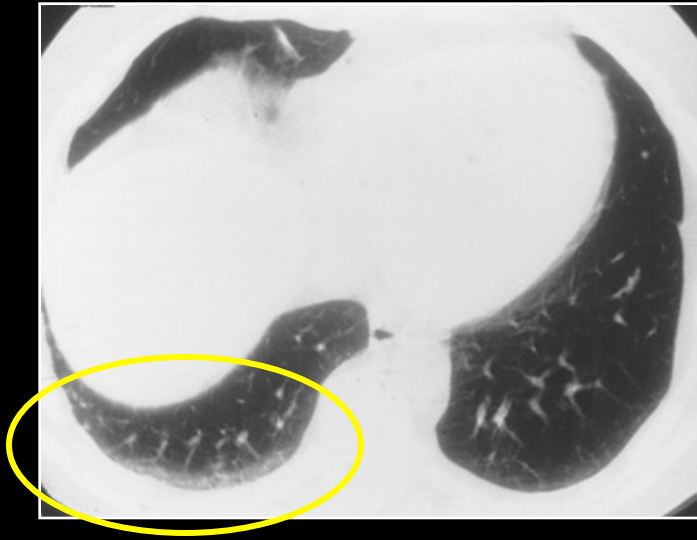


inspiration



expiration

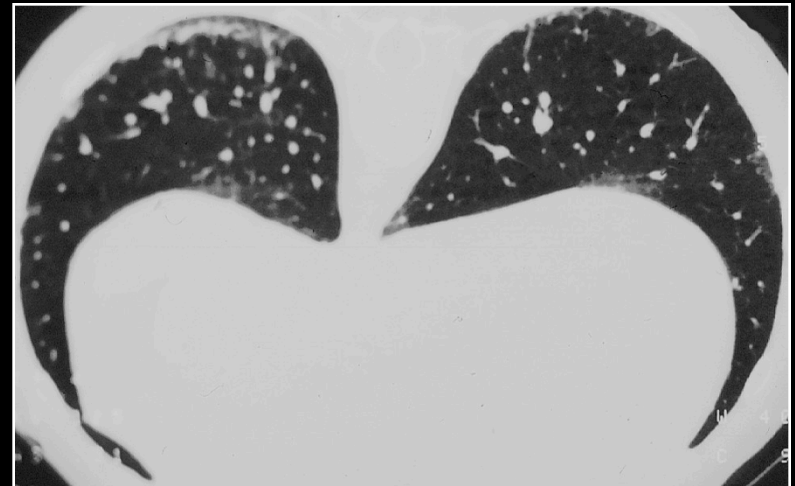
pneumopathie d'hypersensibilité ; **bronchiolite oblitérante**
piégeage aérien expiratoire



coupes millimétriques
décubitus

coupes millimétrique
procubitus

congestion passive sous pleurale postérieure
(opacités ou **images "gravito-dépendantes"**)



NSIP pneumonie interstitielle non spécifique

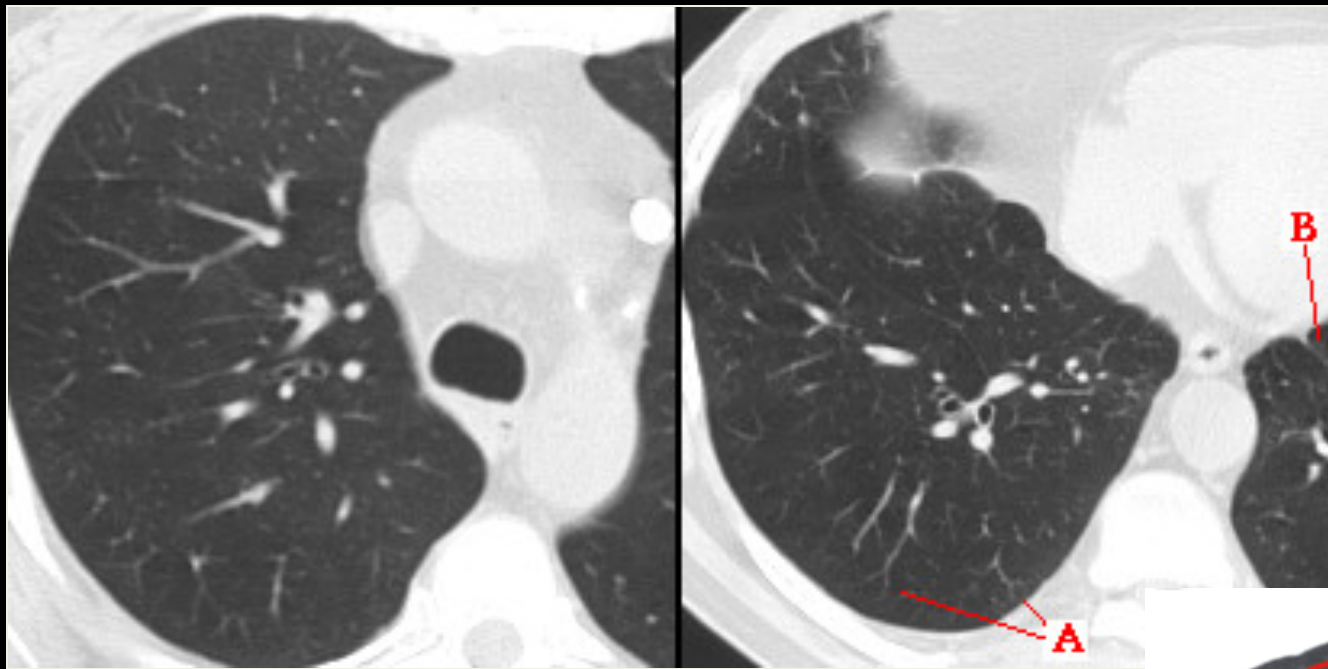
les modalités de visualisation en CT thoracique

la visualisation doit se faire sur écran +++ (soft copy) impérativement ; sur des coupes de 0,625 ou 1,5 mm et sur des **coupes plus épaisses** (5 à 8 mm en MIP ,sliding thin slab) pour distinguer les micronodules vrais des images vasculaires artérielles en périphérie +++++

le fenêtrage de visualisation doit être adapté (emphysème et atteintes de bronches distales : fenêtrage "étroit" (WL 800 UH , WW 900 UH.)

la modalité de visualisation peut être optimisée : **MIP** pour les micronodules et les miliaires ; **minIP** pour les images subtiles de perfusion "en mosaïque"

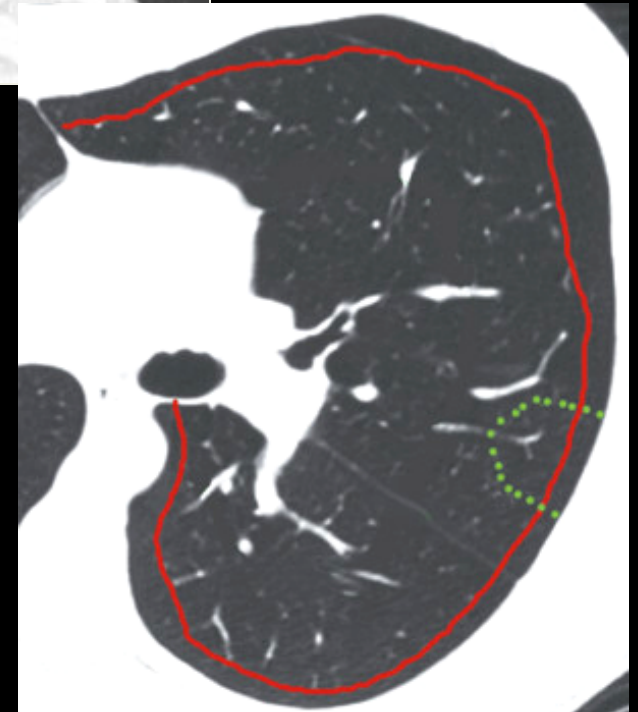




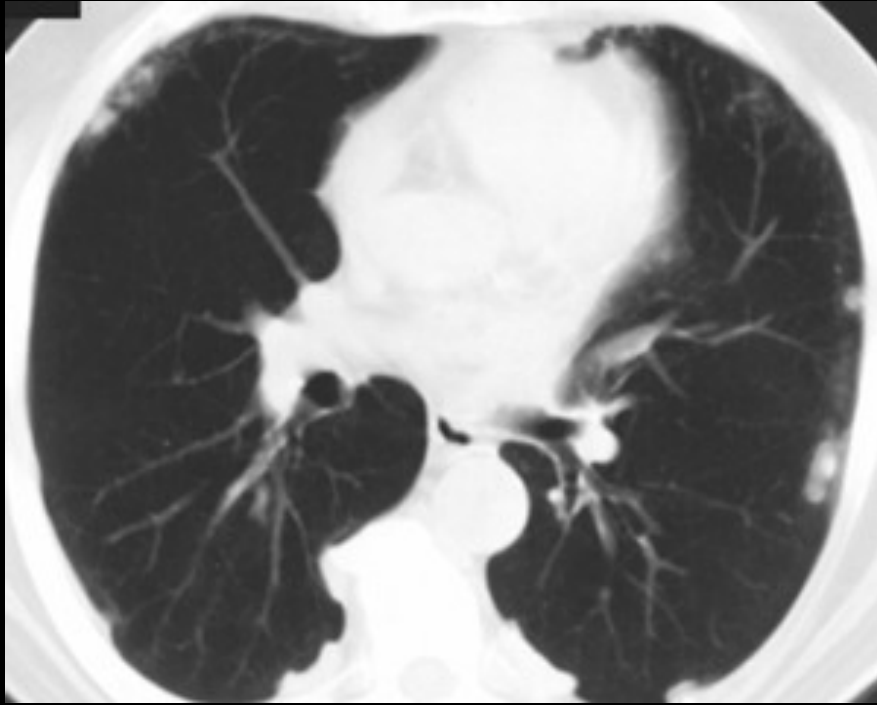
coupes 5 mm

poumon normal

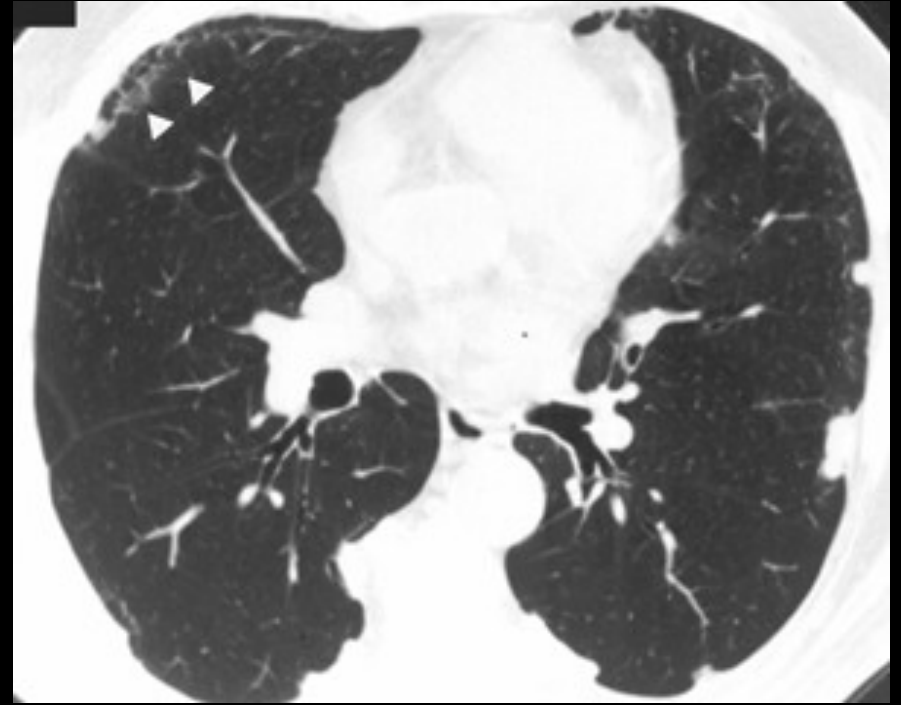
à l'état normal :
bronchioles et septa non vus, en périphérie
artères visualisées plus loin que veines.



coupe millimétrique

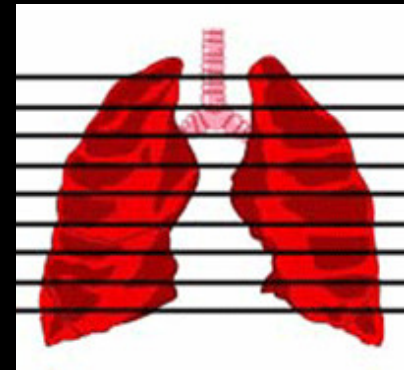


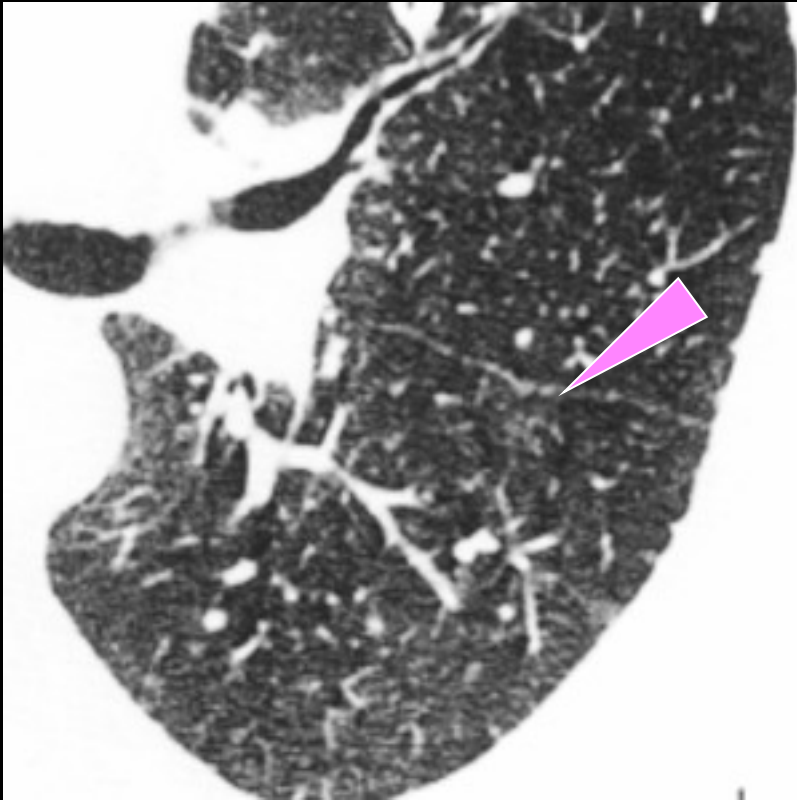
coupe 5 mm



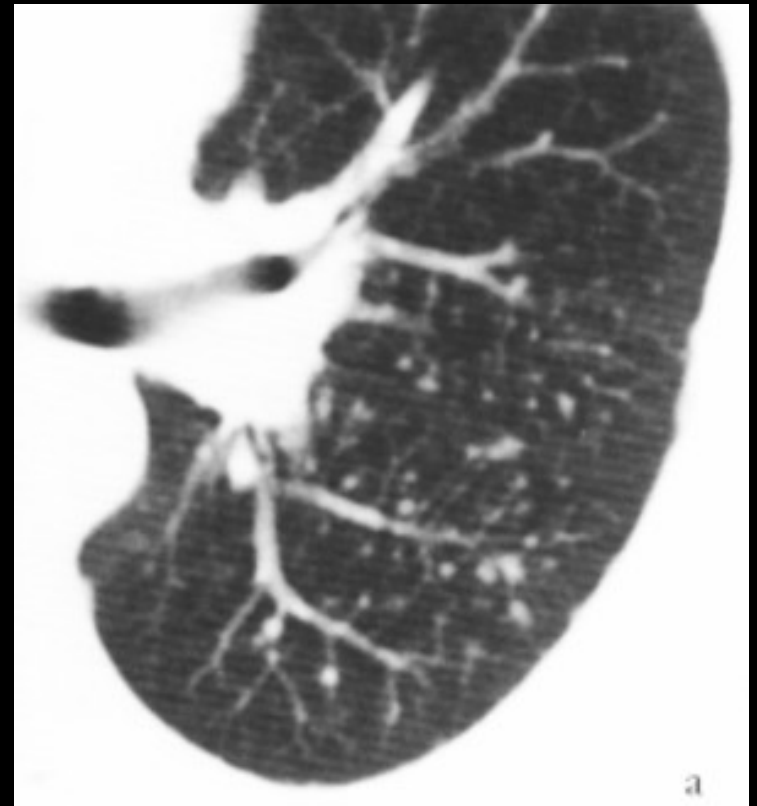
coupe millimétrique

asbestose



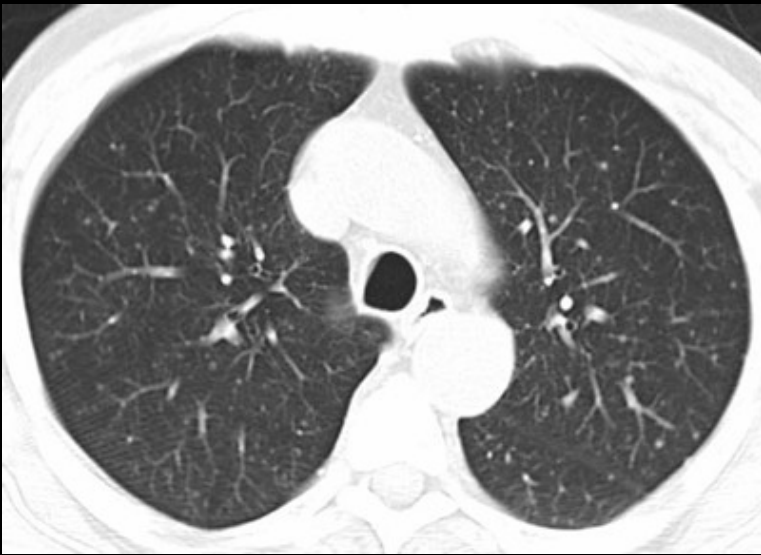


coupe millimétrique



coupe 5 mm

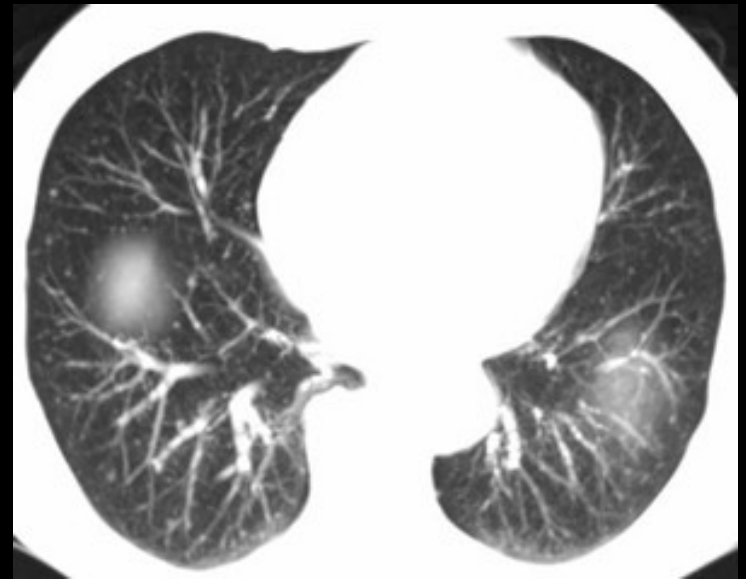
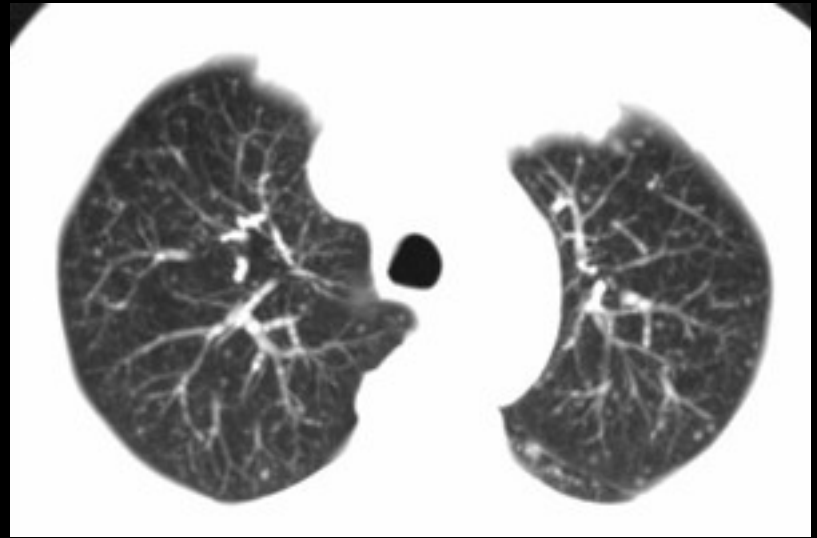
micronodules péri
lymphatiques ;
sarcôïdose



coupe 2,5 mm



coupe 1,25 mm

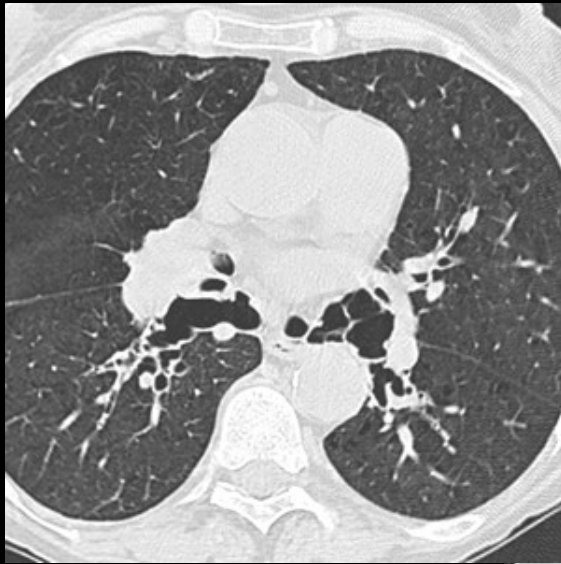


coupes 10 mm MIP
sliding thin slab

BCGite miliaire ;carcinome vésical traité



oligémie "en aires"; embolie pulmonaire chronique avec HTP post-embolique

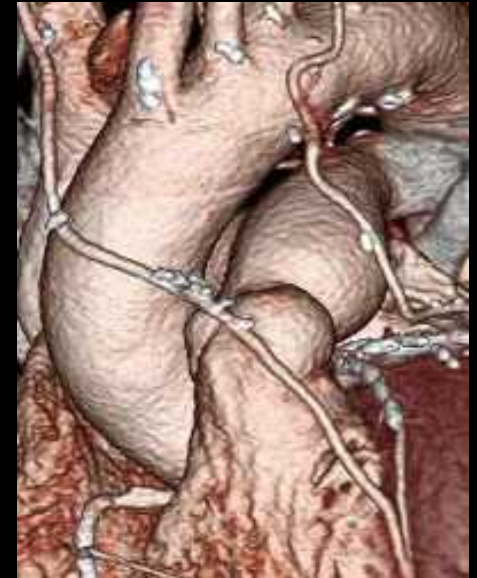
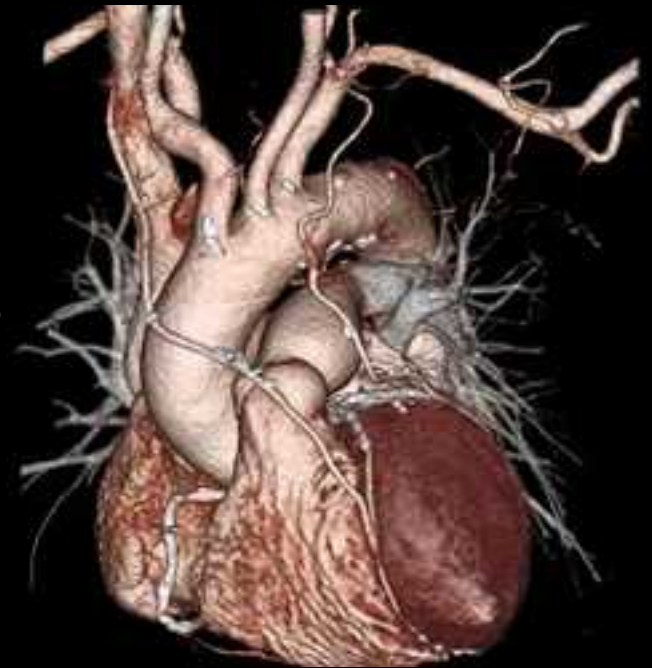


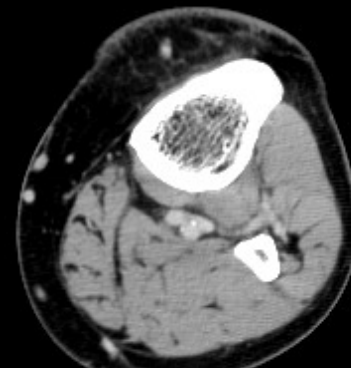
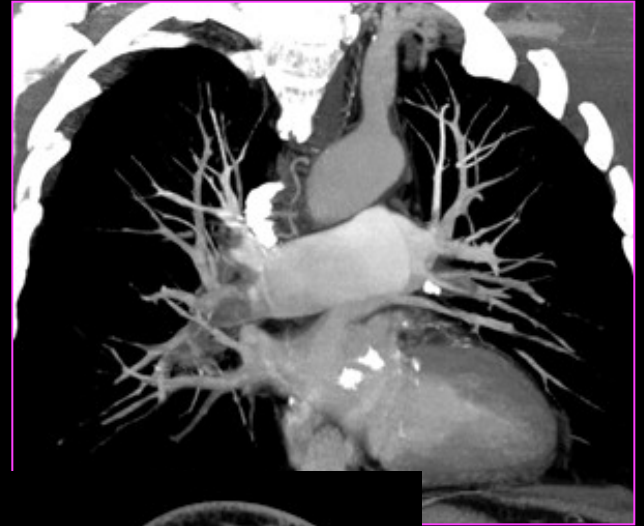
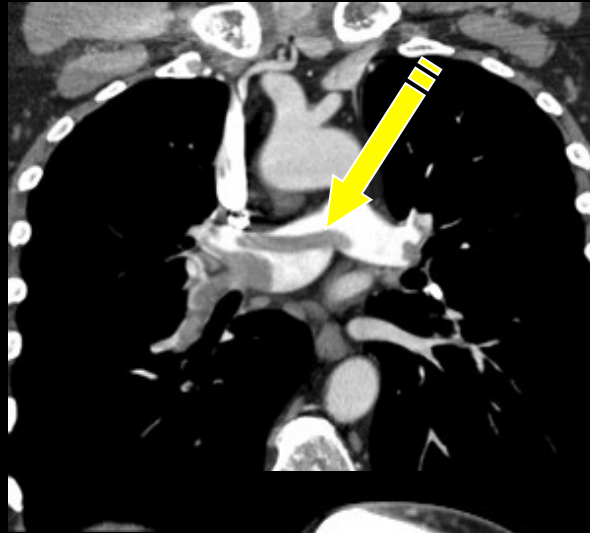
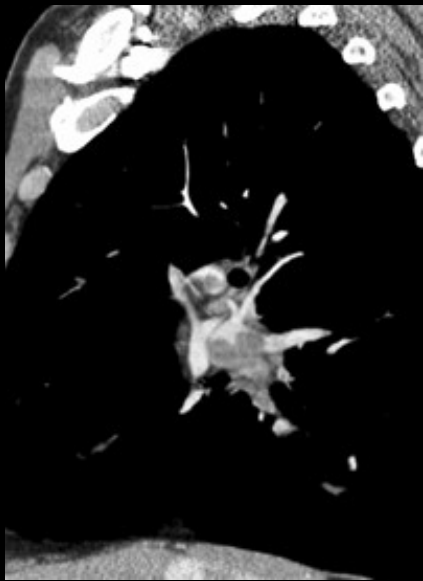
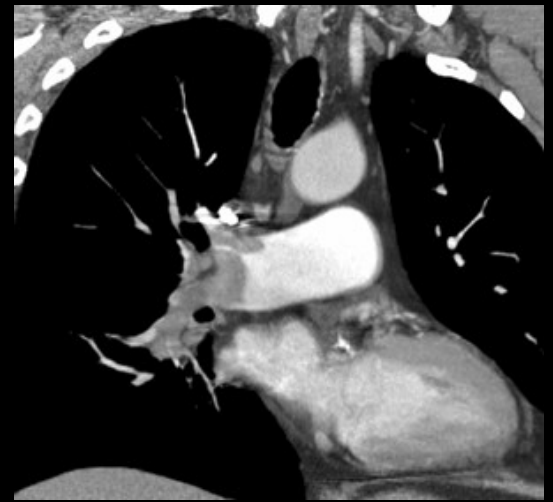
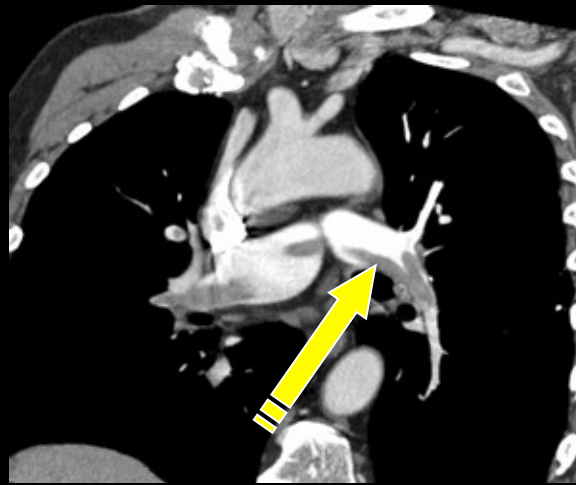
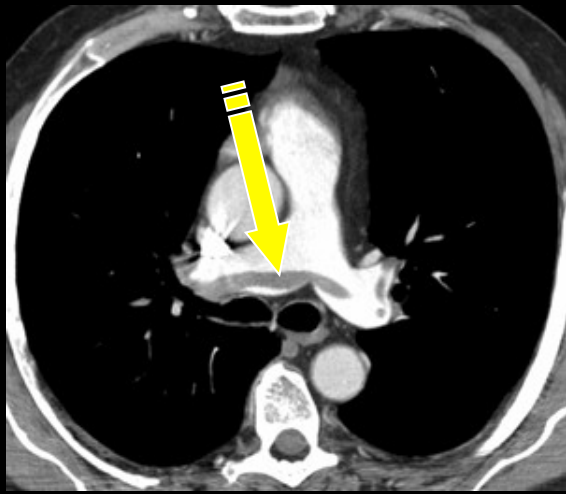
trachéo-bronchomégalie
sd de Mounier -Kühn

MPR minIP

l'injection de produit de contraste en CT thoracique

- produits de contraste iodés hydrosolubles **de faible osmolalité** non-ioniques ou **iso-osmolaires** (Visipaque®) ; 270 à 350 mg iode/ml. 2 ml/kg à 3 ml /s .l'embolo pulsé par sérum salé isotonique permet de réduire de 20 à 30% en volume ,en augmentant le débit d'injection de 1 à 2 ml/s
- l'injection doit se faire préférentiellement au pli du coude **gauche** (sauf si pathologie aortique dissection) ; dans les 2 bras si sd cave supérieur
- pathologies des vaisseaux pulmonaires (artères++++ et veines) ,du cœur (synchronisation ECG pour la morphologie et l'évaluation de la fraction d'éjection ventriculaire), des coronaires, de l'aorte thoracique et de ses branches (acquisitions prospectives "step and shoot" pour réduire l'exposition), des structures veineuses systémiques (VCS ,v azygos,...)
- pathologies tumorales ,inflammatoires ,infectieuses, malformatives du poumon ,du médiastin ,des parois thoraciques...(visualisation des artères systémiques du poumon)
- caractérisation lésionnelle ,cinétique de rehaussement (cancers primitifs bronchiques ++)





embolie pulmonaire proximale
" en selle " et TVP poplitée

les post-traitement courants et futurs en CT du thorax

- les **reformati**ons multiplanaires

frontales ,sagittales ,obliques ,avec possibilité de varier l'épaisseur (MPVR multiplanar volumic reformation) et la modalité de visualisation ; MIP ,minIP ,average...

-les images en rendu de volume (VRT , volume rendering)

emphysème avec possibilité de calcul des volumes pulmonaires

explorations cardiaques et coronaires .

-les **post-traitements vasculaires spécialisés**

advanced vascular analysis mensurations quantification des sténoses ,mesures des débits ,modélisation des prothèses ,réalité virtuelle augmentée et robotisation de la chirurgie...

-les **fusions d'image** CT IRM angiographie numérisée SPECT, PET

- le futur

l'imagerie CT "fonctionnelle" (perfusion) du poumon (et du cœur !!!) par la quatrième dimension (résolution temporelle ++++)

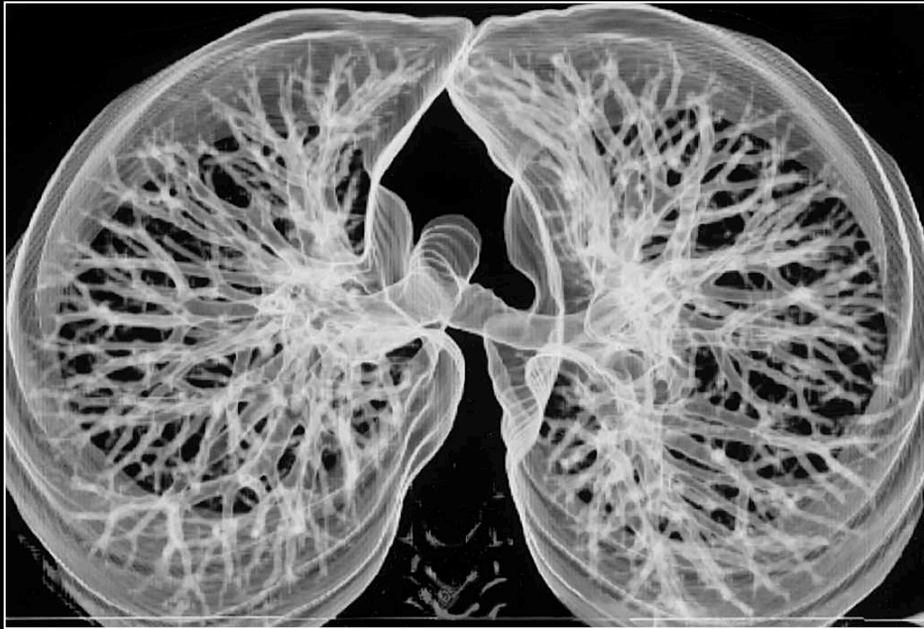


MPR

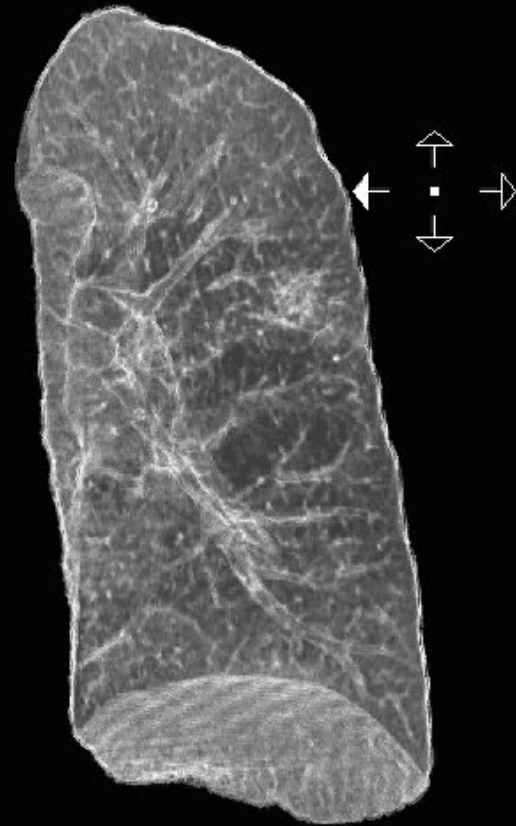


minIP

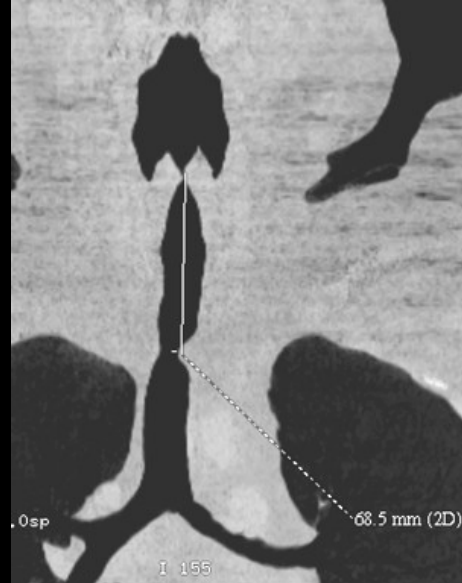
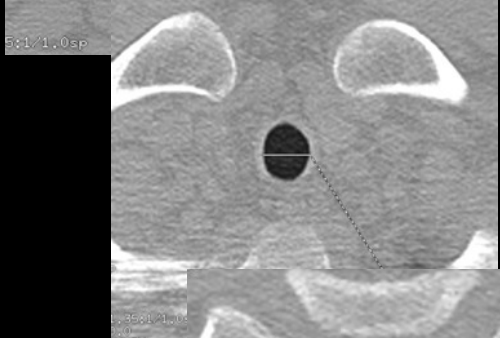
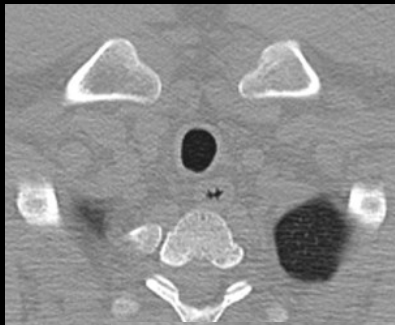
lésion excavée
"broncho centrée"



VR poumon normal



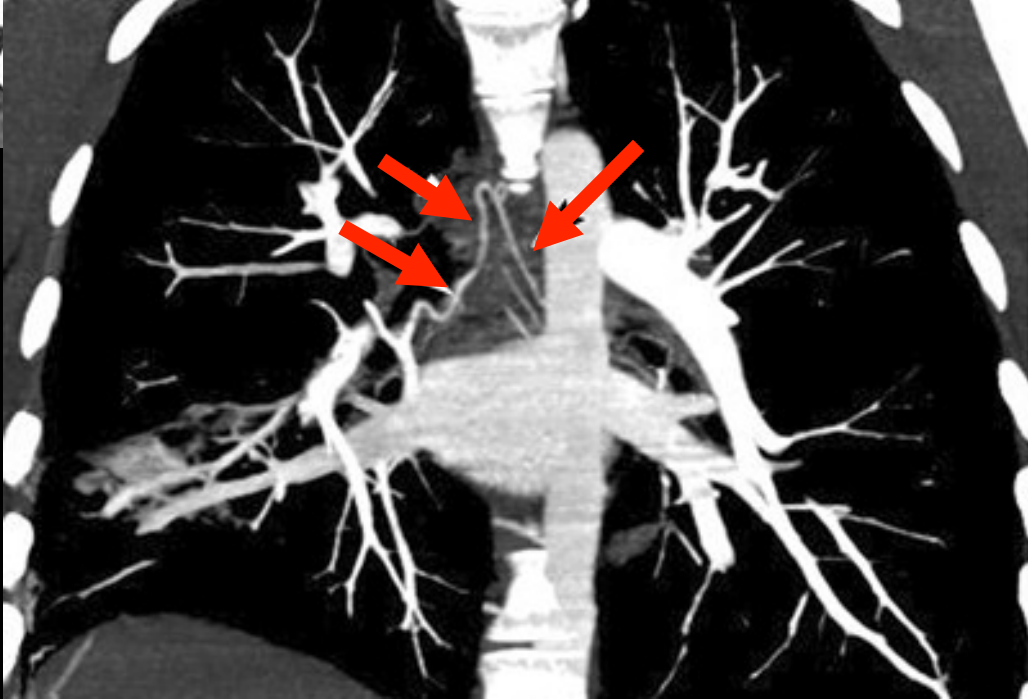
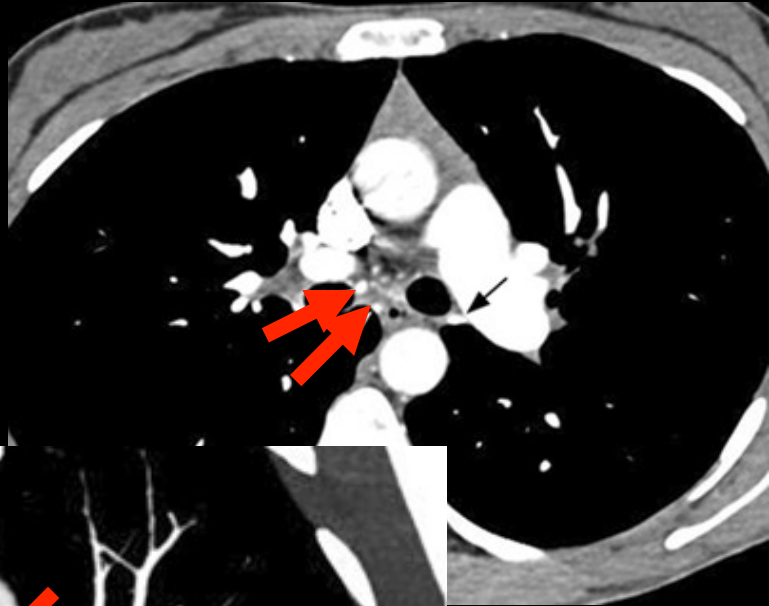
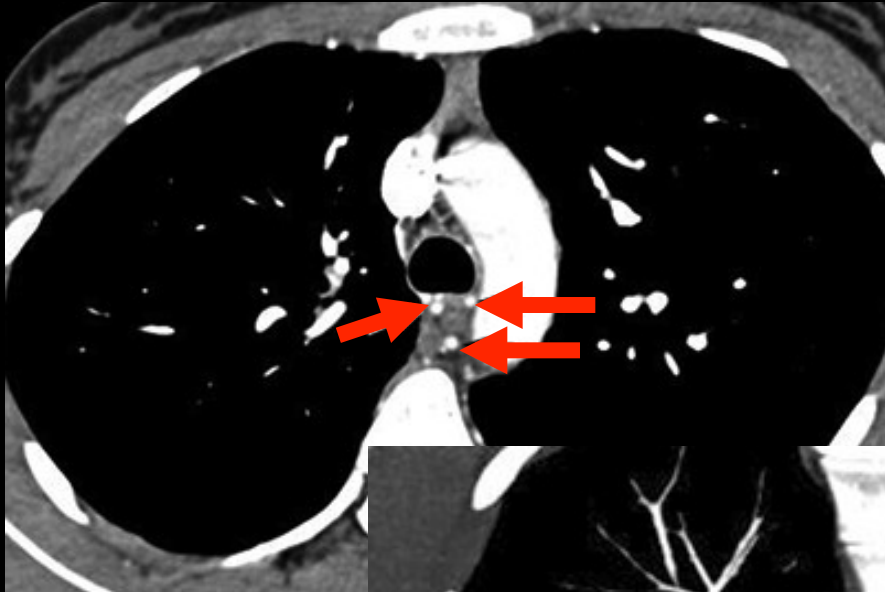
VR emphysème centro-lobulaire



**Sténose
trachéale
post
intubation
Endoscopie
virtuelle**

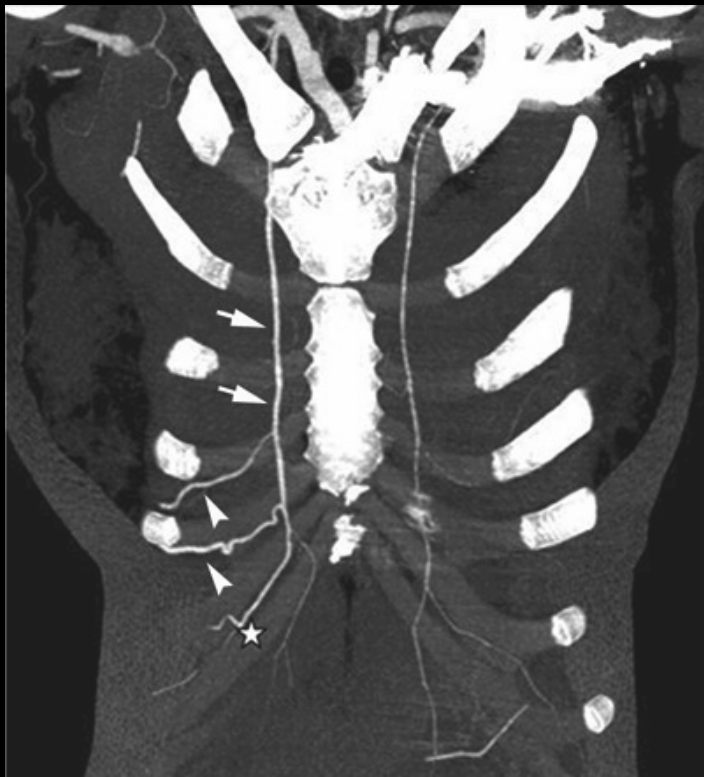
Exploration CT des artères systémiques du poumon

- apport de l'angio CT HR

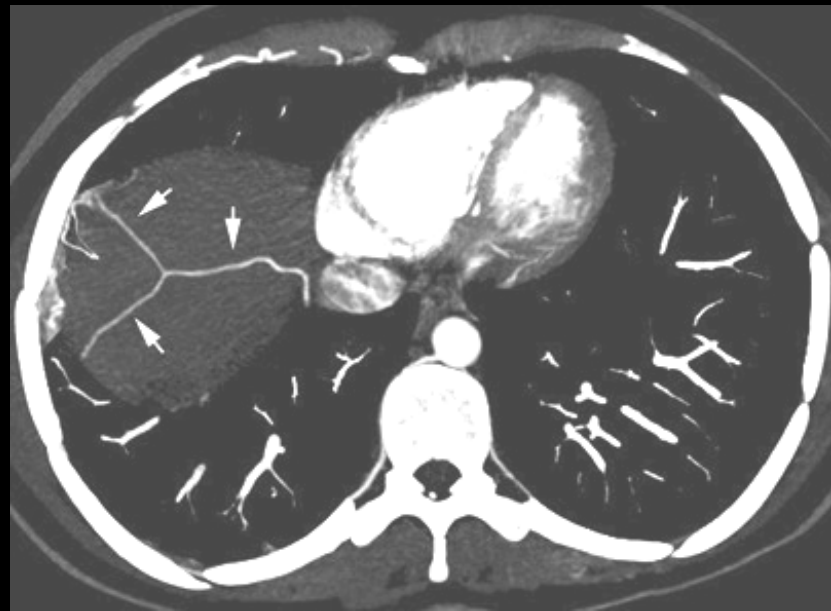


artères
bronchiques

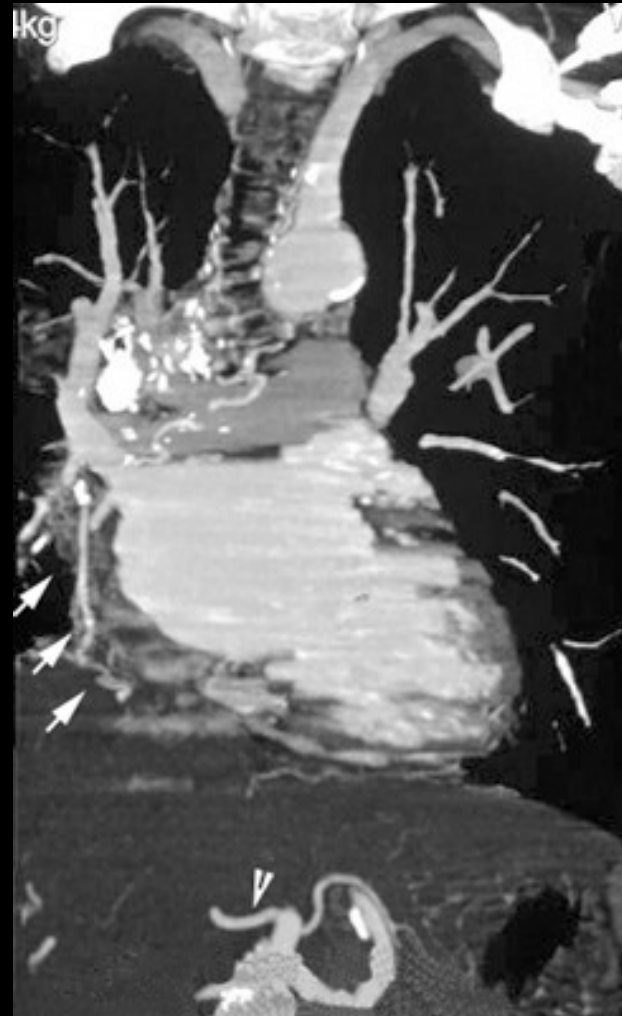
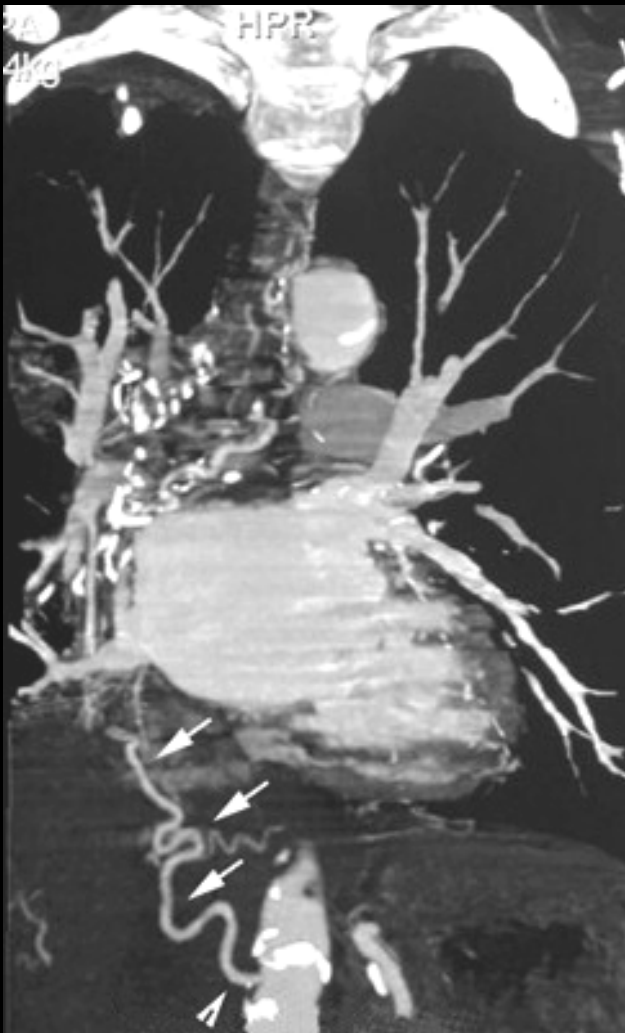
CPC post
embolique



**artères mammaire et
épigastriques**

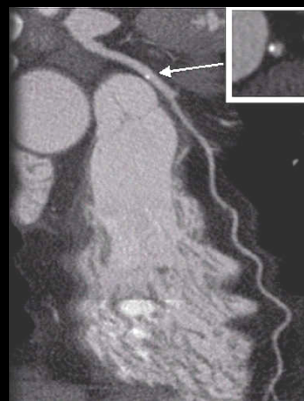
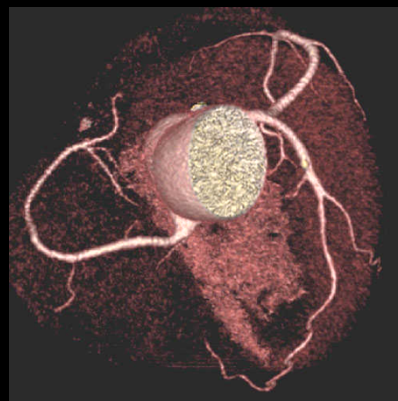
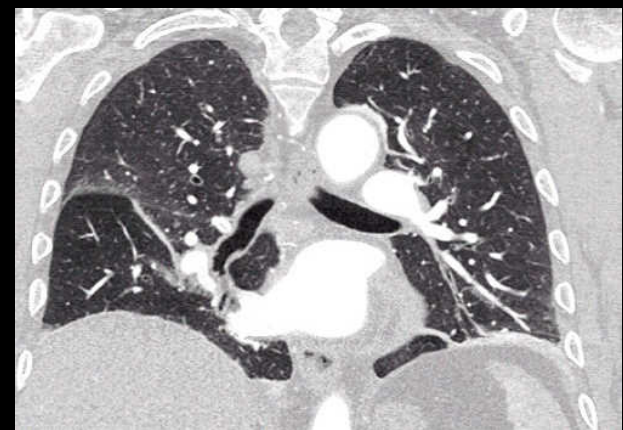
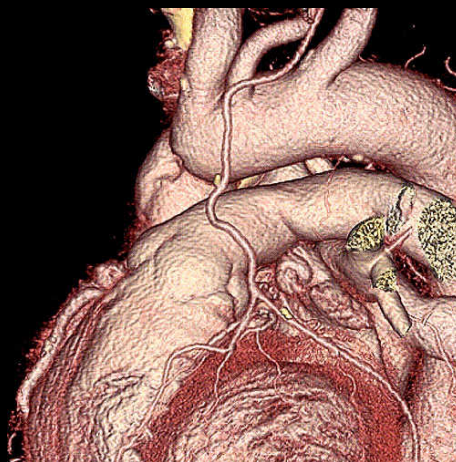
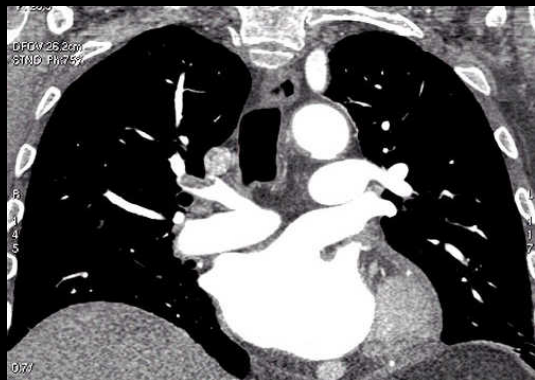


**artères
diaphragmatiques**



artères diaphragmatiques et bronchiques ; séquelles pleuro parenchymateuses tuberculeuses

exploration systématique des douleurs thoraciques aiguës (sans décalage du segment ST ni élévation de la troponinémie!!) : triple rule out
éliminer embolie pulmonaire , dissection aortique , pathologie coronaire aiguë



Pouvoir moduler les paramètres d'acquisition au cours d'un unique balayage thoraco-abdominal afin d'optimiser

- l'étude morphologique des coronaires
- l'exploration fonctionnelle cardiaque (fraction d'éjection, dynamique de contraction)

au cours d'examens standards , chez les sujets à risque et/ou devant recevoir des traitements cardiotoxiques.

NB La synchronisation ECG de routine doit bien entendu s'imposer

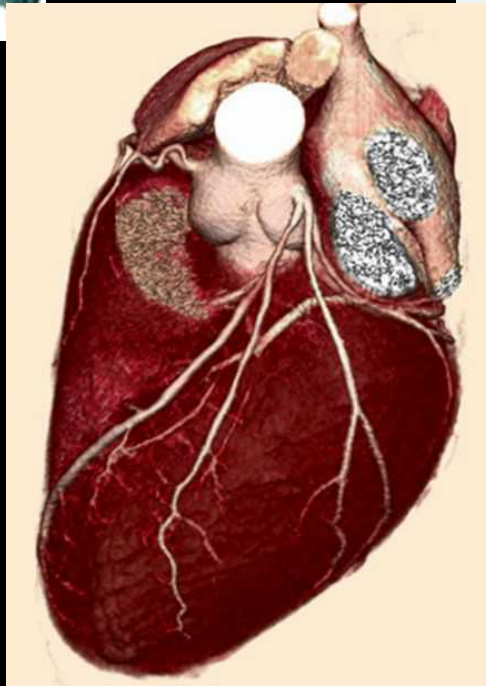


When, Why, and How to Examine the Heart During Thoracic CT: Part I, Basic Principles

John F. Bruzzi^{1,2}
Martine Rémy-Jardin¹
Damien Delhaye¹
Antoine Teisseire¹
Chadi Khalil¹
Jacques Rémy¹

OBJECTIVE. MDCT systems with fast scanning capabilities can acquire images of the thorax with reduced cardiac motion artifacts, enabling improved evaluation of the heart and surrounding structures in the course of routine thoracic CT. This article describes the principles of including an evaluation of the heart in the course of a chest CT examination in terms of both examination technique and image interpretation. In addition, both the normal appearances and some of the most common abnormal appearances of the cardiac structures will be described.

CONCLUSION. Details concerning the cardiac structures can inform interpretation of thoracic CT studies and can influence the patient's clinical management. Both unenhanced and contrast-enhanced scans can detect significant cardiac disorders that may otherwise go undetected. In certain situations, a CT examination of the entire chest, complemented by cardiac gating, can provide a more dedicated analysis of the heart and coronary arteries, providing both morphologic and functional information.



Dose et qualité d'image en CT thoracique

-la qualité d'image (en particulier la **résolution en contraste** qui est le facteur déterminant de la résolution spatiale pour les structures de faible contraste propre) est directement liée à la dose (en particulier au nombre de photons X utilisés, cad à la charge = produit mA x s

-le parenchyme pulmonaire (comme les sinus) est une région où le **contraste propre est maximal**, en raison de la présence de gaz. Le bruit quantique est peu gênant et ne dégrade pas la qualité diagnostique de images

-les **glandes mammaires sont particulièrement radiosensibles**, d'autant plus que l'on s'adresse à des sujets jeunes. Les affections chroniques, surtout chez les sujets jeunes (**mucoviscidose+++**) mais aussi maladie thrombo-embolique, DDB, BPCO et les scanners cardiaques doivent faire l'objet de toutes les attentions pour réduire les doses délivrées

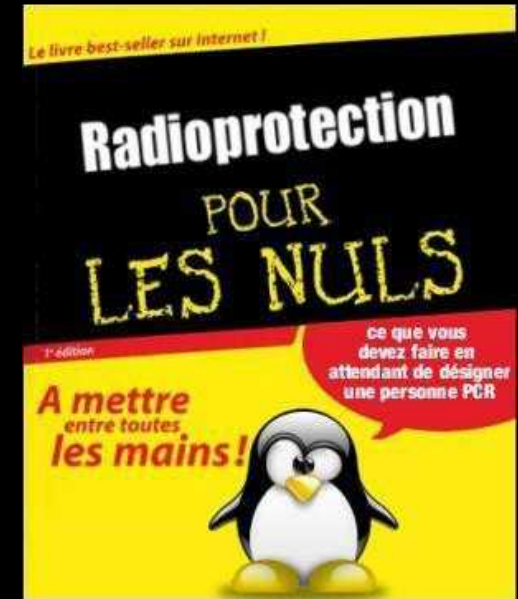


Image Gently Campaign Promotes Need to "Child-Size" Radiation Dose

With its Image Gently campaign launched in late January, the Alli-



ance for Radiation Safety in Pediatric Imaging is aiming to turn concern about radiation dose to children into action.

Through a series of e-mails to members of alliance organizations—including one sent to RSNA members on Jan. 22—press releases, posters, news articles, editorials and other communications, the alliance is emphasizing that children may be more sensitive to radiation received from medical imaging scans than adults and that cumulative radiation exposure to their smaller bodies could have adverse effects over time. With an initial focus on CT scanning, the alliance recommends:

- "Child-sizing" the scan, as this

often reduces the amount of radiation used

- Not overscanning: scanning only when necessary, only the indicated region and only once, as multiphase scanning is rarely helpful
 - Involving medical physicists to monitor pediatric CT techniques and technologists to optimize scanning
- In addition to targeting radiologists, medical physicists and technologists who image children as a very small part of their patient volume, the campaign will also target referring emergency department physicians, pediatricians, pediatric orthopedists and other physicians and will also reach out to parents.

More information on the campaign is available at www.imagegently.org.

Techniques "low-dose" en CT thoracique

-on peut limiter les dose , en acceptant une baisse de qualité d'image qui ne diminue pas la valeur diagnostique de l'examen et qui reste donc du domaine de l''''esthétique'' des images

-pour baisser les doses il faut:

.diminuer le kilovoltage en l'adaptant au morphotype du sujet (poids,taille)

.diminuer la charge (produit mA x s) ; en pratique on choisi un "indice de bruit" (couplage de la charge et du pas)

.augmenter le "pitch" (ou pas de l'hélice :longueur du déplacement de table durant une rotation rapportée à la largeur du détecteur)

.ne faire des "coupes fines" que là ou elles sont nécessaires (atteintes interstitielles)

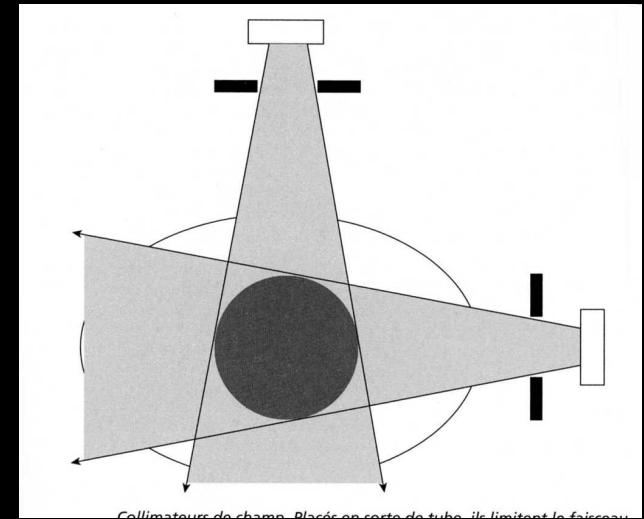
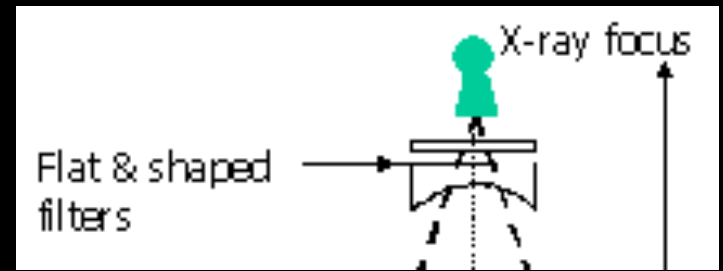
.limiter au maximum la longueur du segment corporel examiné et le nombre d'acquisitions (séries sans et avec injection de PCI , série en expiration, série en procubitus.....)



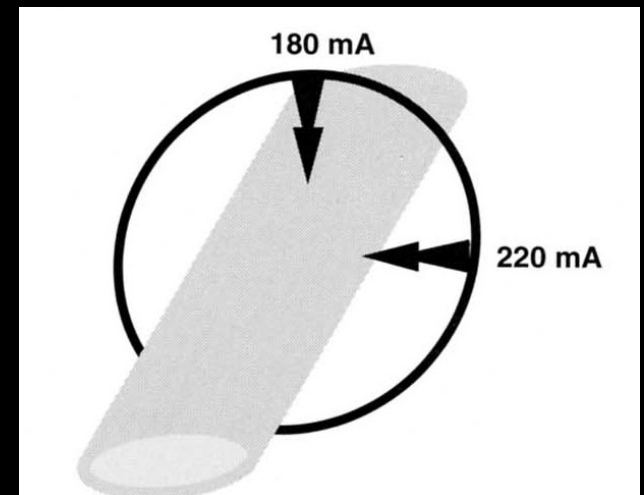
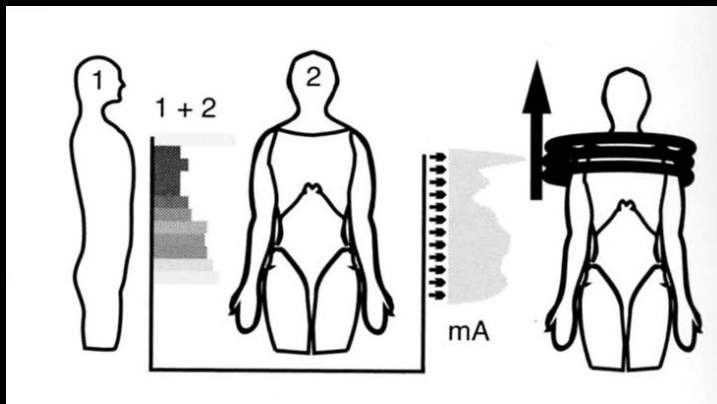
Techniques "low-dose" en CT thoracique

-on doit utiliser les dispositifs de modulation de la dose en fonction de l'épaisseur du segment corporel:

- .filtre papillon
- .collimateurs de champs
- .modulation du faisceau en fonction de l'incidence
- .modulation du faisceau en fonction de l'axe Z

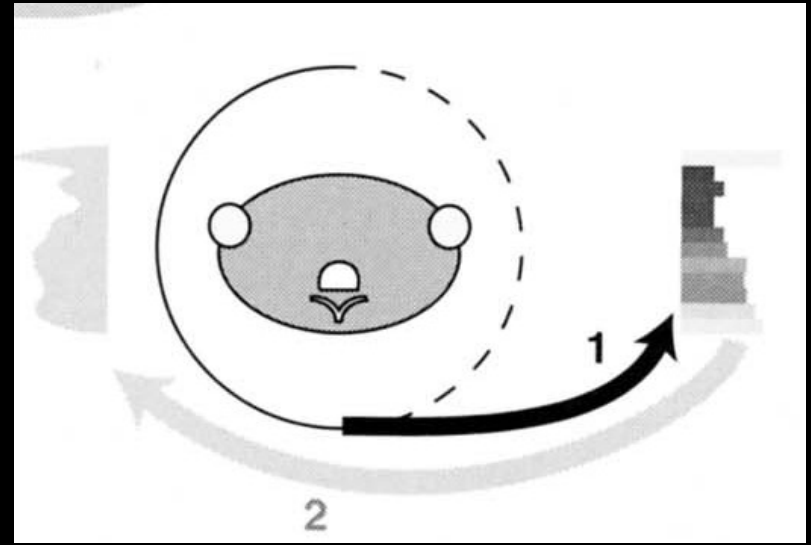
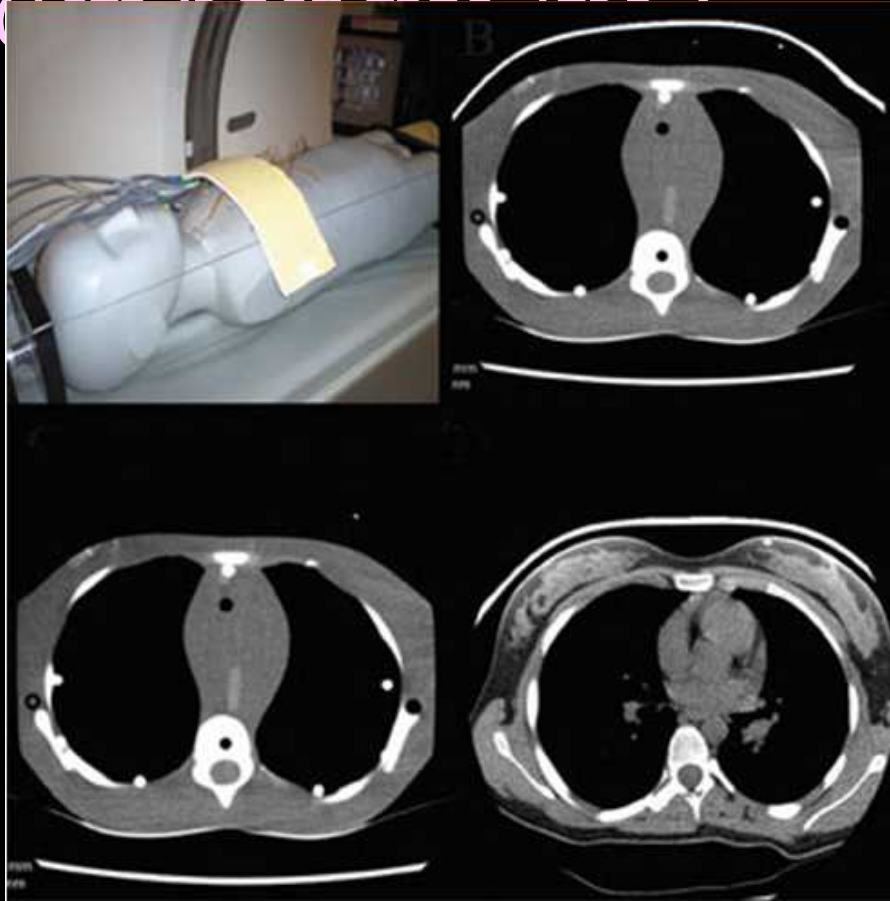


Collimateurs de champ. Placés en contre de tube ils limitent le faisceau



Techniques "low-dose" en CT thoracique

- modulation de l'intensité en fonction de l'absorption mesurée en cours de rotation
- utilisation de "boucliers de protection" des glandes mammaires
- reconstruction itérative +++++



utilisation d'un bouclier de protection des glandes mammaires en bismuth

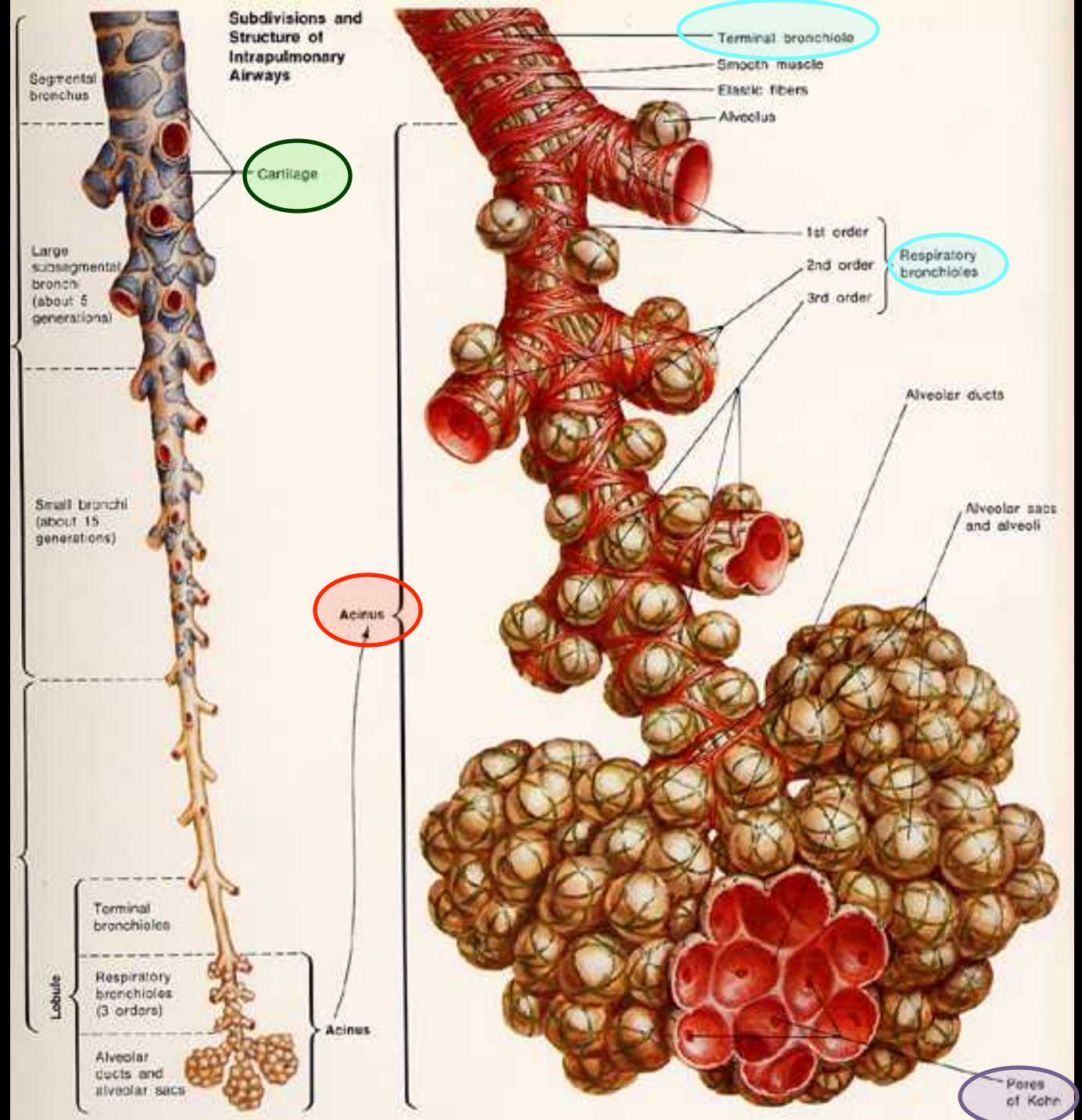
A -fantôme anthropomorphe d'un enfant de 5 ans

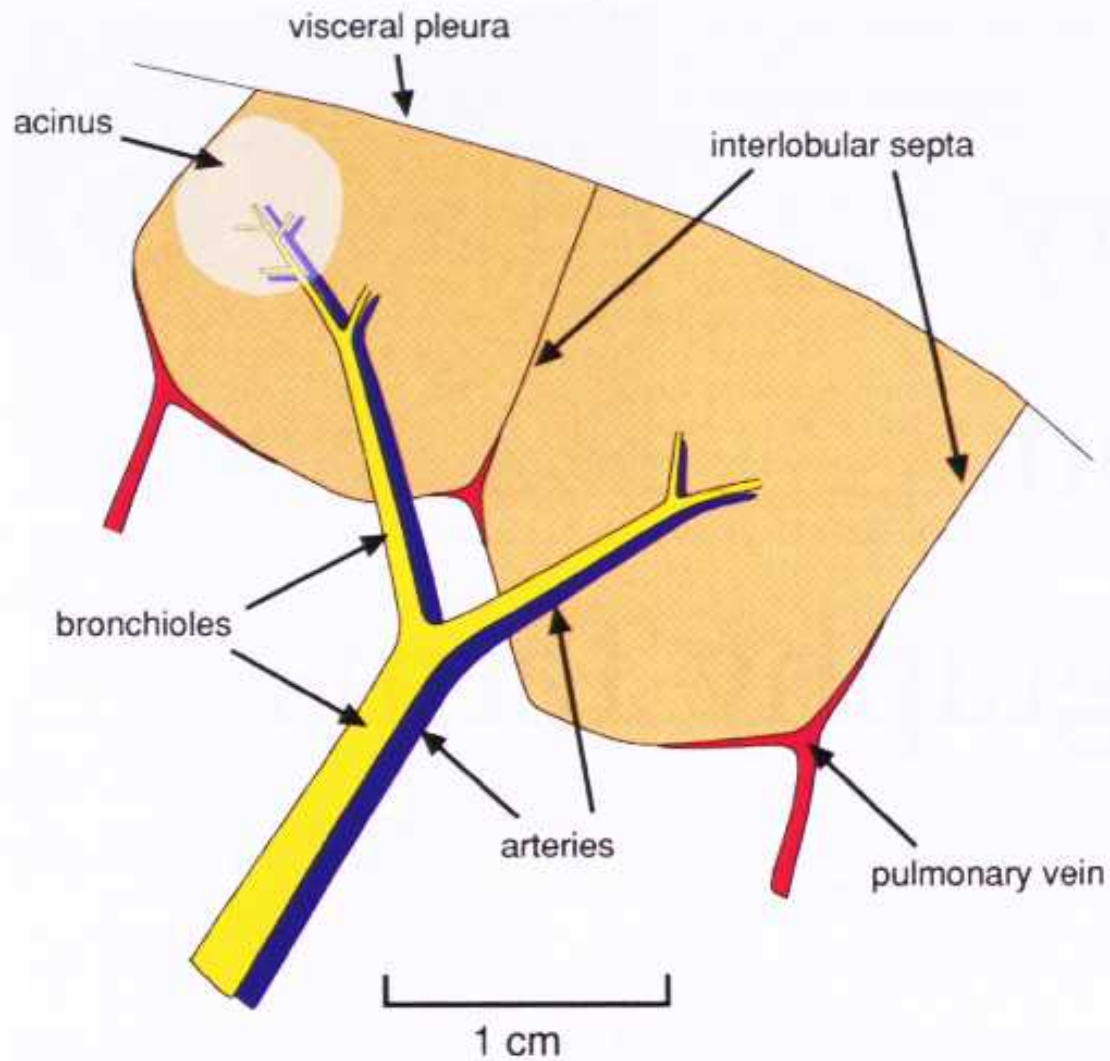
B -image CT avec le bouclier en place

C - image CT du fantôme sans le bouclier avec les mêmes paramètres

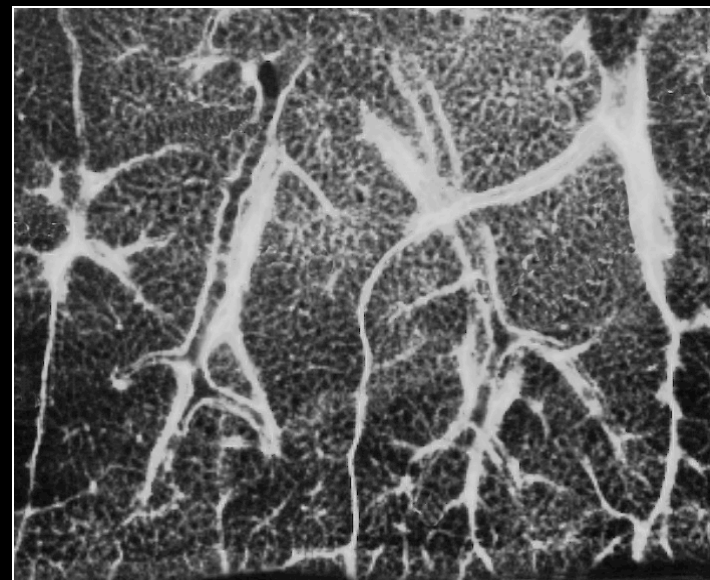
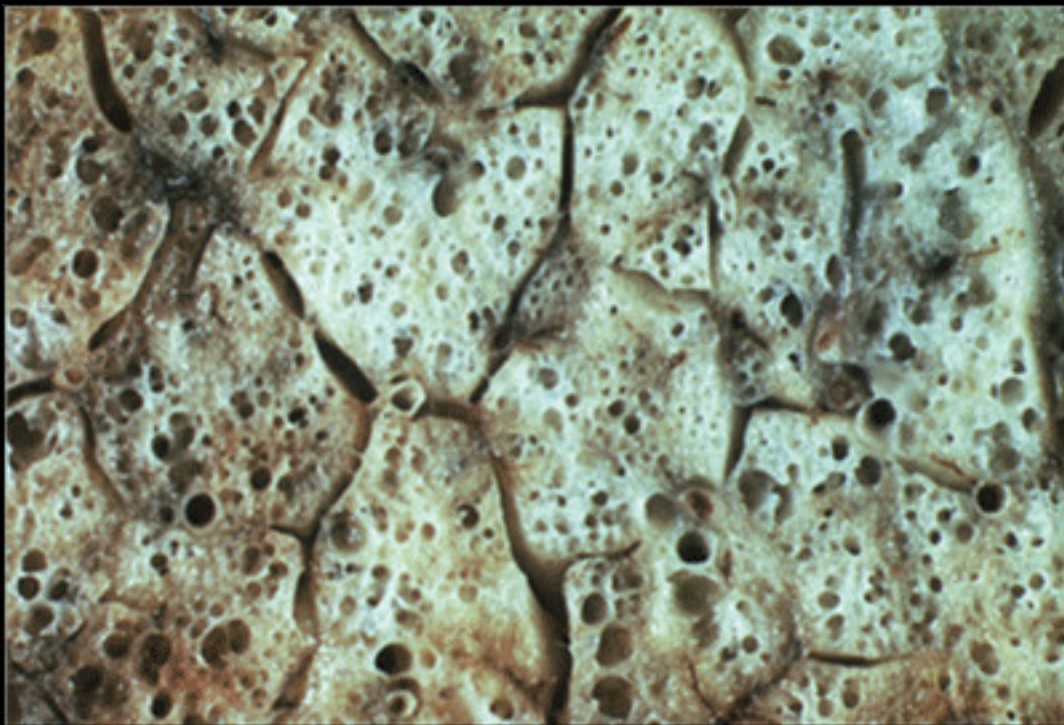
D -emploi du bouclier chez une patiente de 16 ans

bronches,
bronchioles et
espaces aériens
distaux



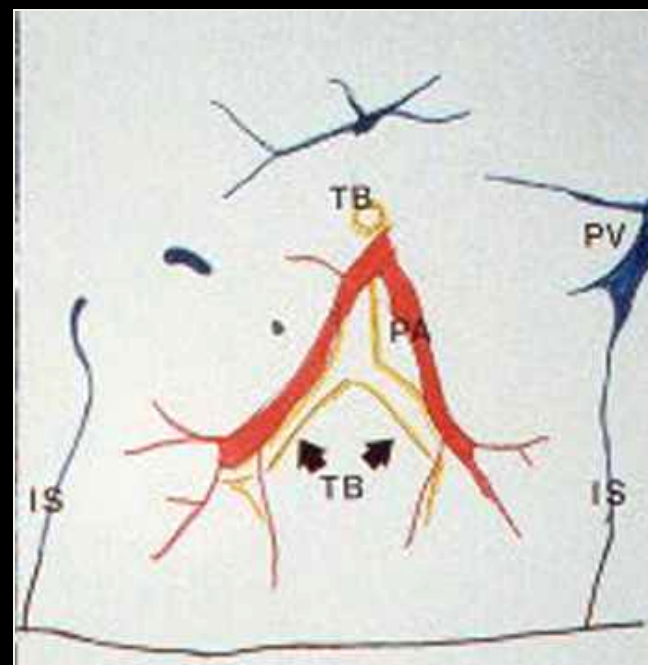


Anatomy of the pulmonary acinus relative to the secondary pulmonary lobule, as described by Miller.

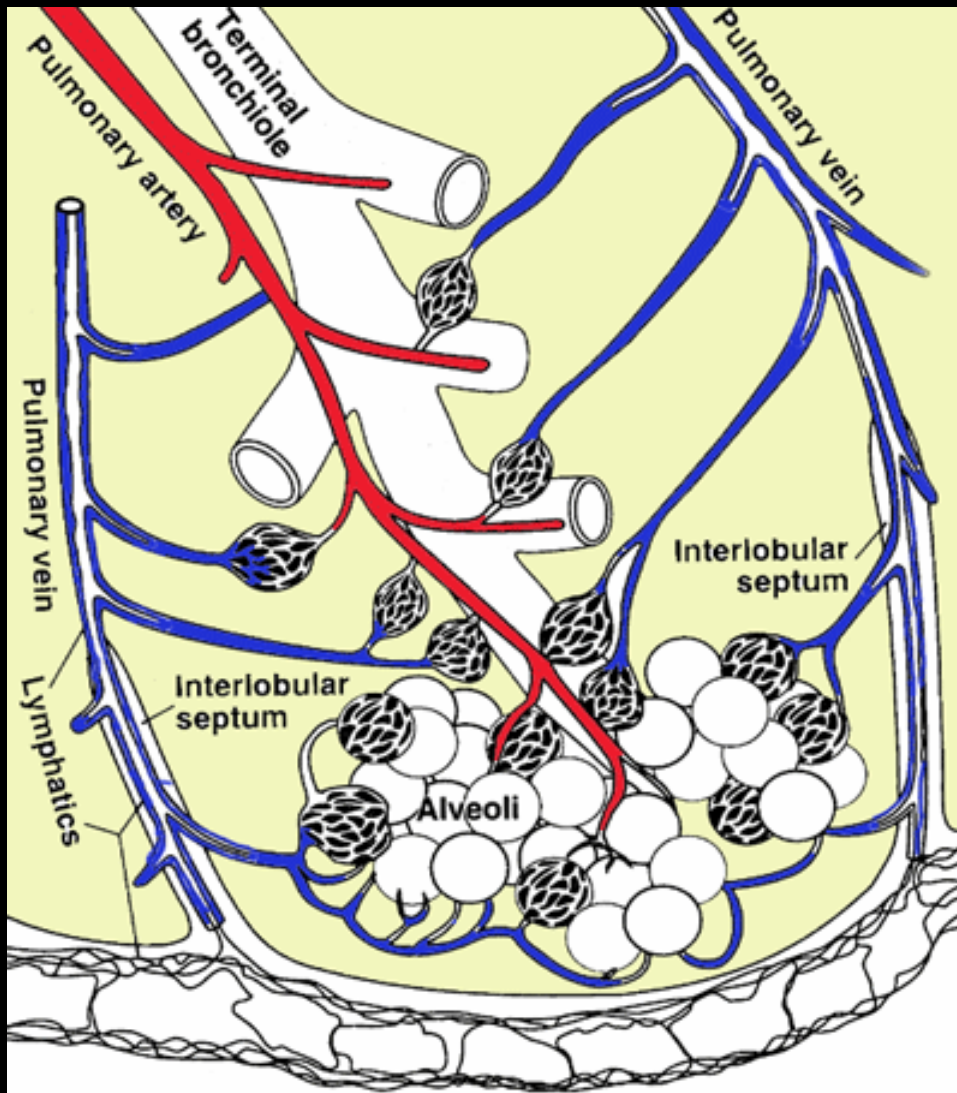


10 à 25 mm zone corticale (sous pleurale) du poumon

imagerie du lobule secondaire de Miller



lobule secondaire de Miller
= unité anatomique et
fonctionnelle de base du
poumon



artère et bronchiole terminale
centrolobulaires
veines péri lobulaires
lymphatiques dans l'interstitium

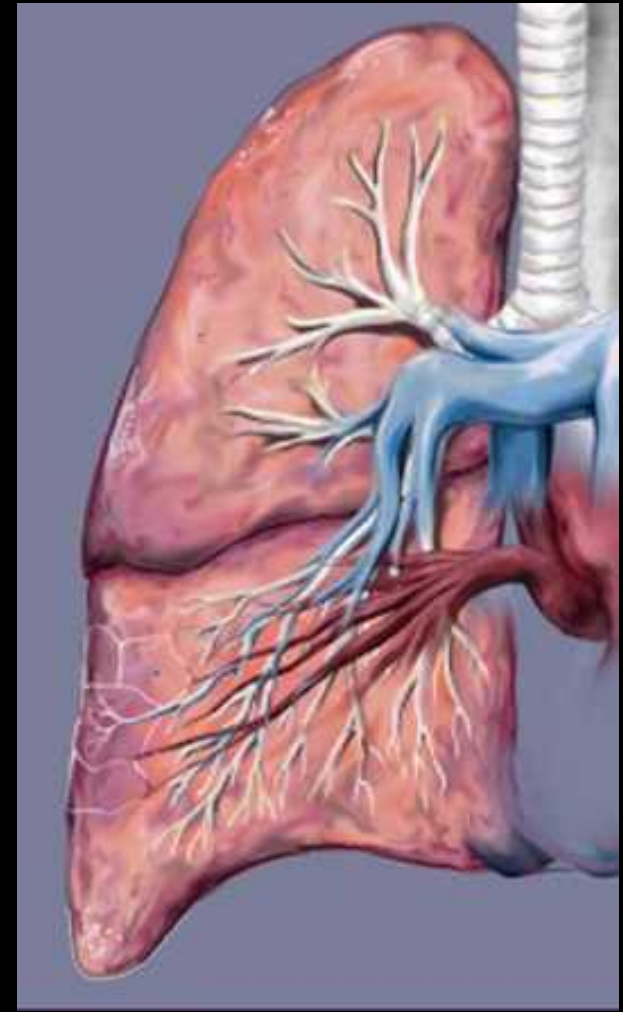
les lymphatiques du parenchyme pulmonaire

origine dans la plèvre viscérale

- . présence de valves
- . se drainent vers le hile

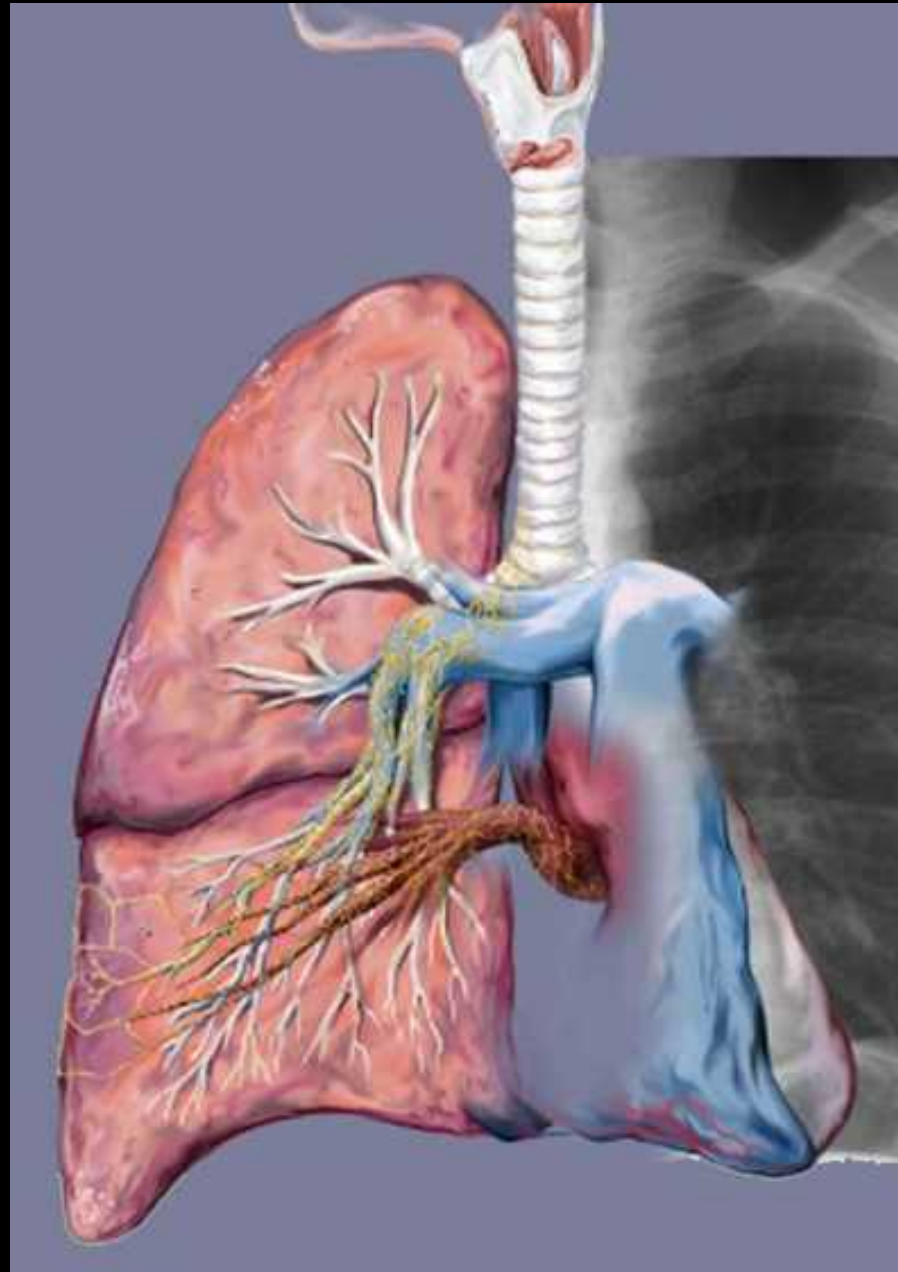
**suivent les septas
interlobulaires**

- . accompagnent les vaisseaux



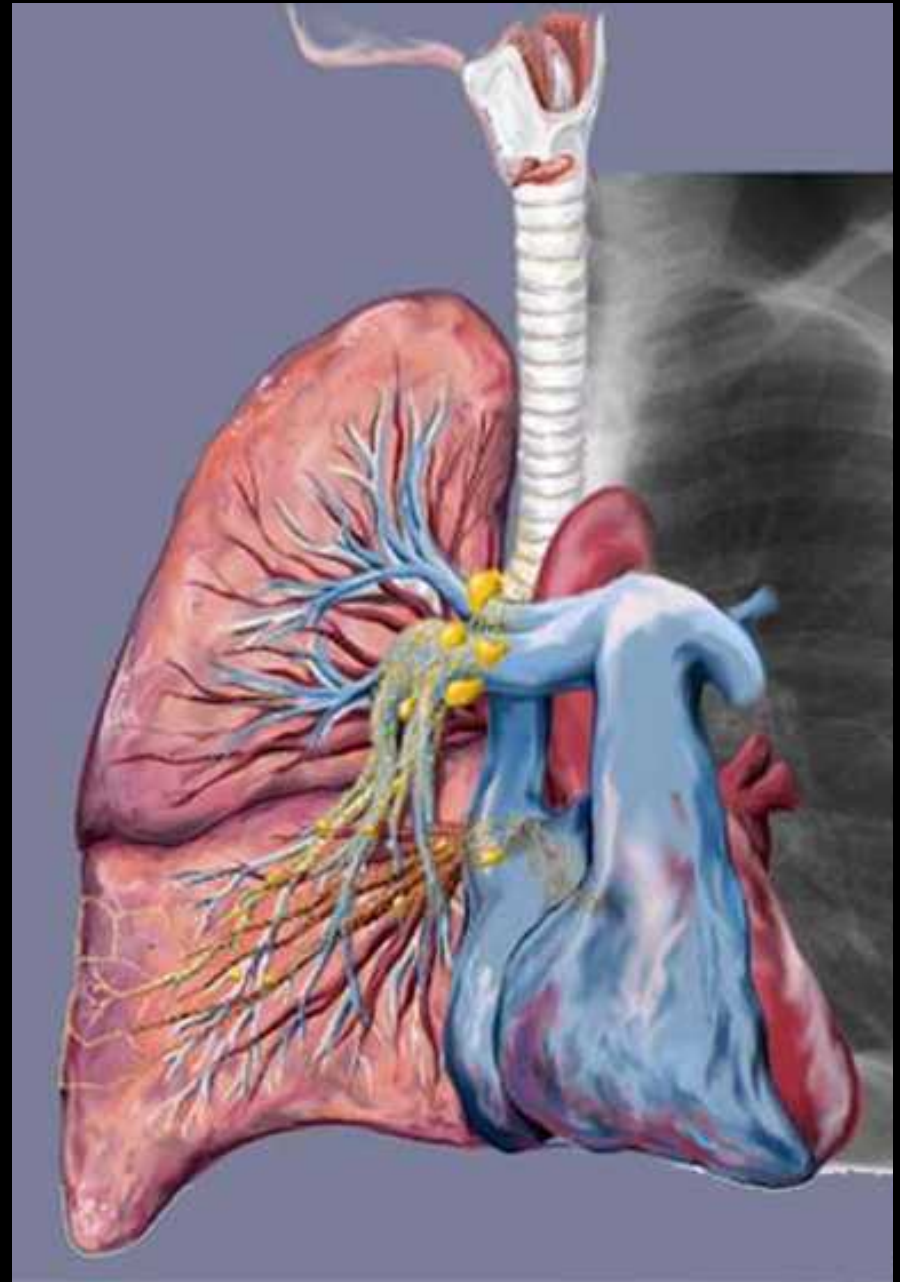
-les lymphatiques de la plèvre
viscérale sont satellites des
artères pulmonaires

-les lymphatiques des septas
interlobaires sont satellites
des veines pulmonaires



-les ganglions lymphatiques (lympho-nœuds)

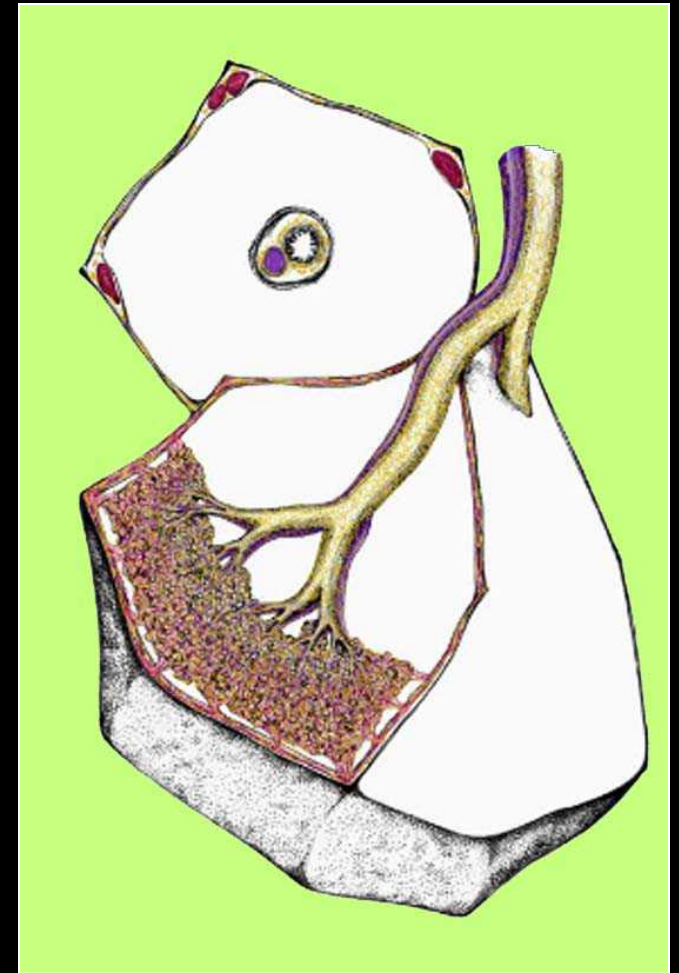
- . sont encapsulés
- . siègent autour des bronches proximales
- . au niveau des bifurcations
- . sont le siège d' hyperplasies réactionnelles tabac et poussières

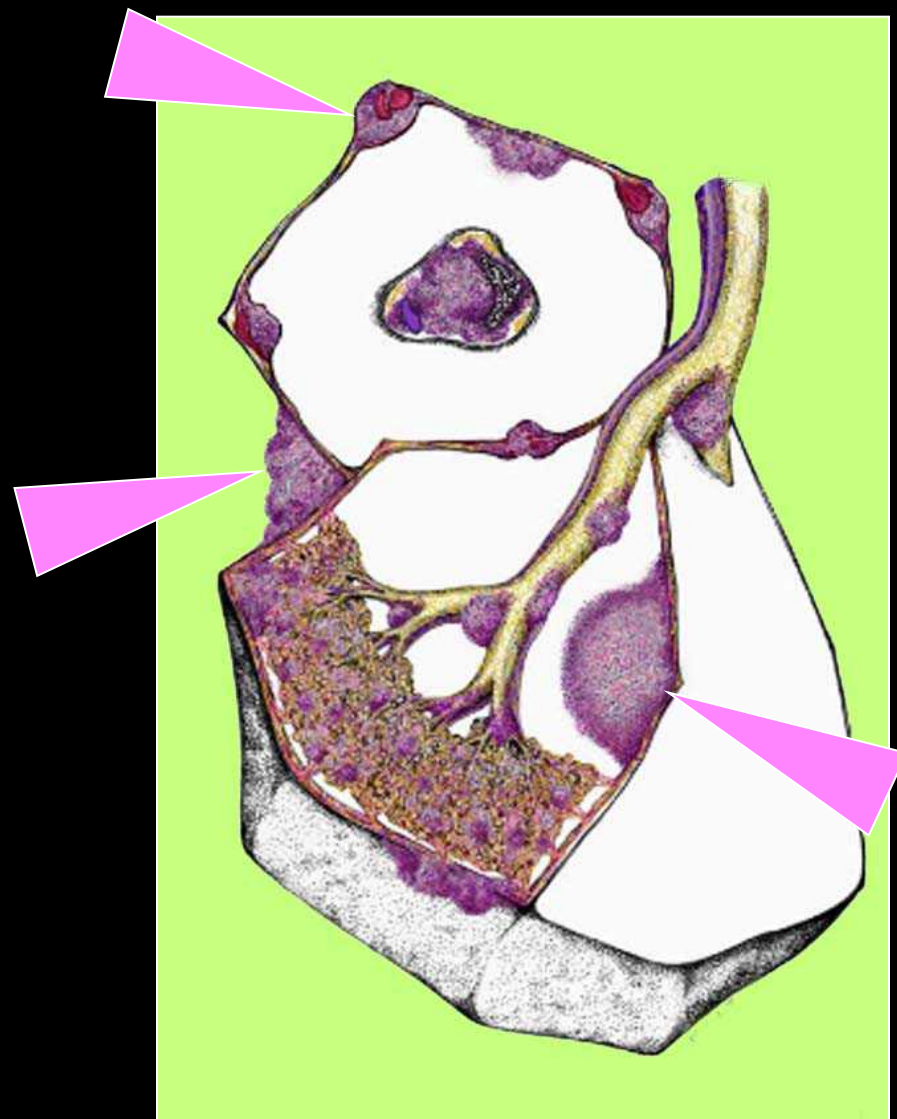


le tissu lymphoïde associé à la muqueuse bronchique le BALT

organisation générale du BALT

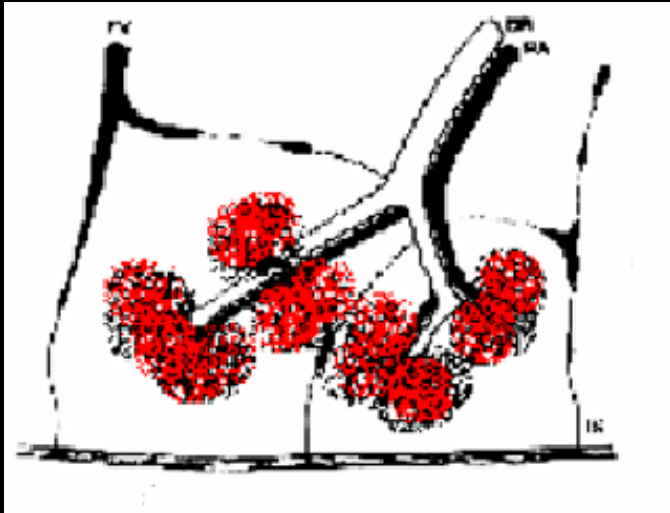
- formations ou amas lymphatiques associés à l'épithélium bronchique aux bifurcations et septas
- absents chez l'adulte à l'état normal et à la naissance
- fréquents et banaux chez le jeune enfant
- ils réapparaissent lors des stimulations antigéniques :
 - fumée de cigarette
 - collagénoses
 - SIDA





les collections ou amas lymphatiques
.épithélium bronchique
.bifurcations et septas

Classification des atteintes du lobule secondaire

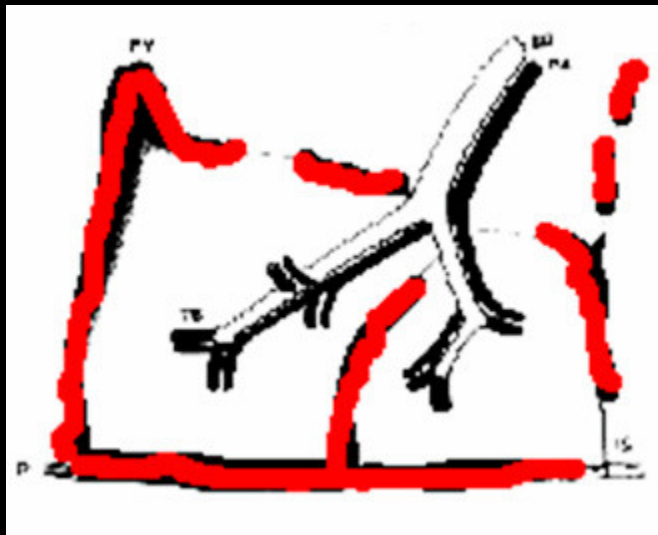


centro lobulaire



pan lobulaire

aérique



septale



péri broncho vasculaire

interstitielle
périlymphatique

Quelques éléments sémiologiques en CT-HR

les micronodules

-de distribution périlymphatique

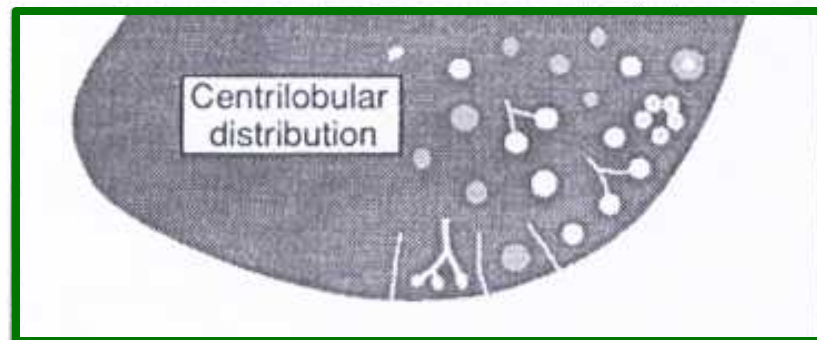
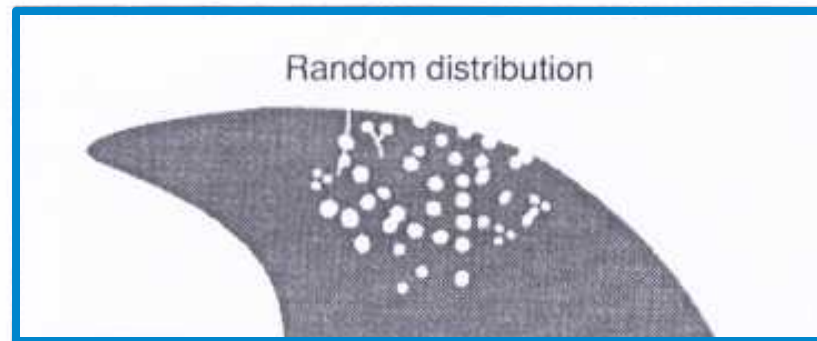
-centrolobulaires

-de distribution aléatoire

3

1

2



1. micronodules de distribution périmyphatique

répartition topographique caractéristique :

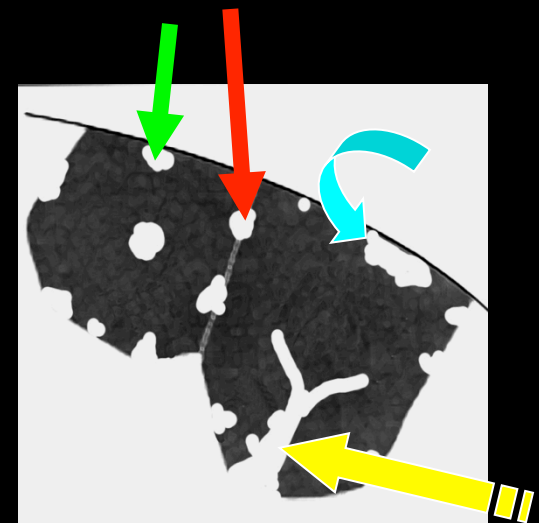
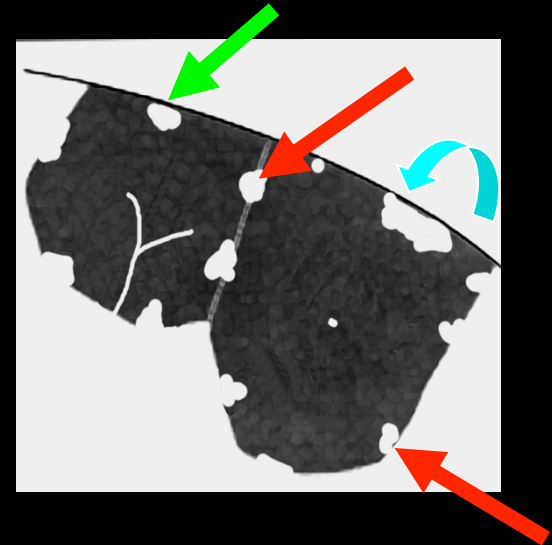
dans les septas inter lobulaires

dans l'interstitium sous-pleural++++
(= lymphatiques périphériques)

le long des axes broncho-
vasculaires
(= lymphatique centraux)

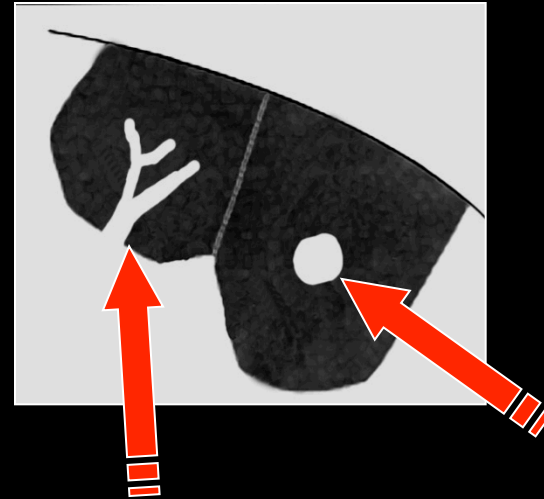
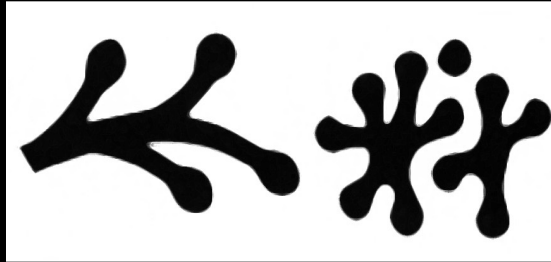
3 diagnostics :

- sarcoïdose
- silicose
- lymphangite carcinomateuse

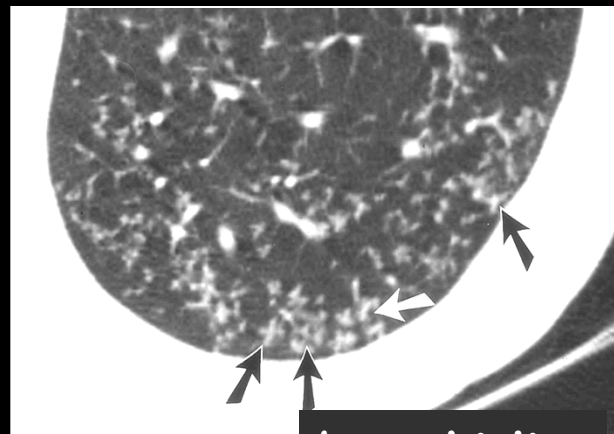


2. micronodules centrolobulaires "localisés"

aspect "branché" , d' "arbre en bourgeons" (tree in bud) ou "en rosace" , de **distribution généralement sous-segmentaire**



contours flous
= atteinte infectieuse



bronchiolite

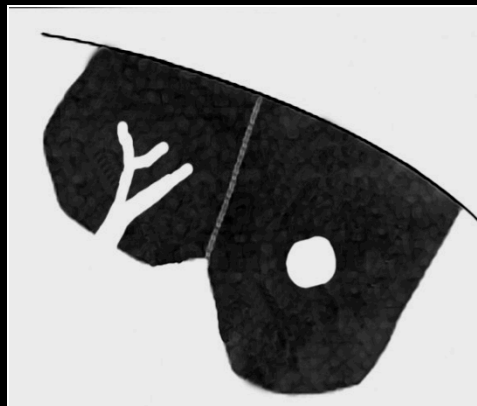
2. micronodules centrolobulaires "diffus"

contours flous disséminés sur l'ensemble des 2 champs de façon homogène, sans aspects "branchés"

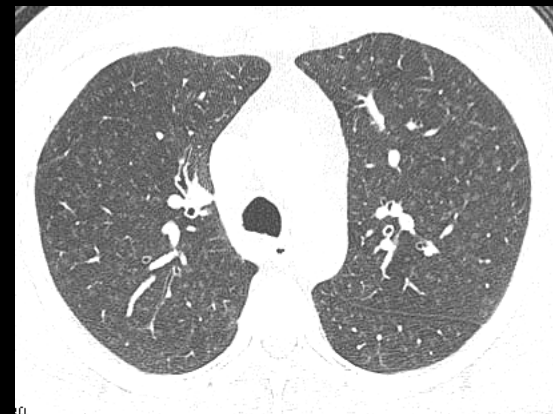
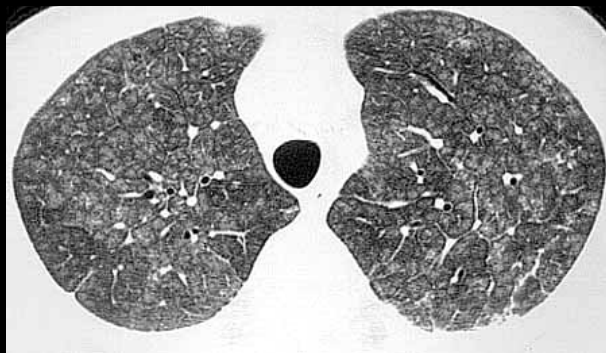
2 hypothèses :

pneumopathie d'hypersensibilité (immuno-allergique); alvéolite allergique extrinsèque

bronchiolite respiratoire (tabagisme +++)



pneumopathie d'hypersensibilité



bronchiolite respiratoire

3. micronodules de distribution aléatoire

contours nets, **coexistence** de micronodules **périlymphatiques** et **centrolobulaires** disséminés sur l'ensemble des 2 champs de façon homogène, sans aspects "branchés"

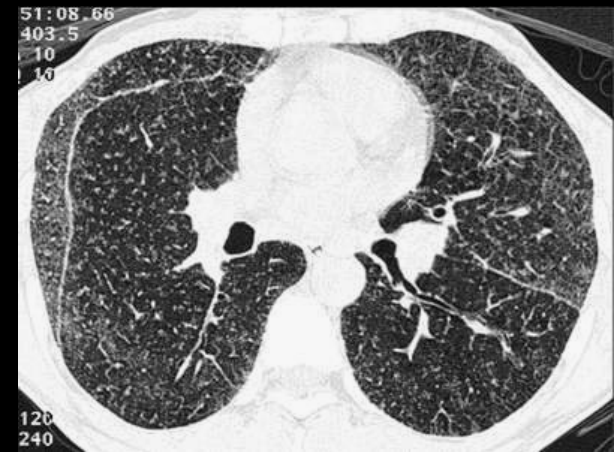
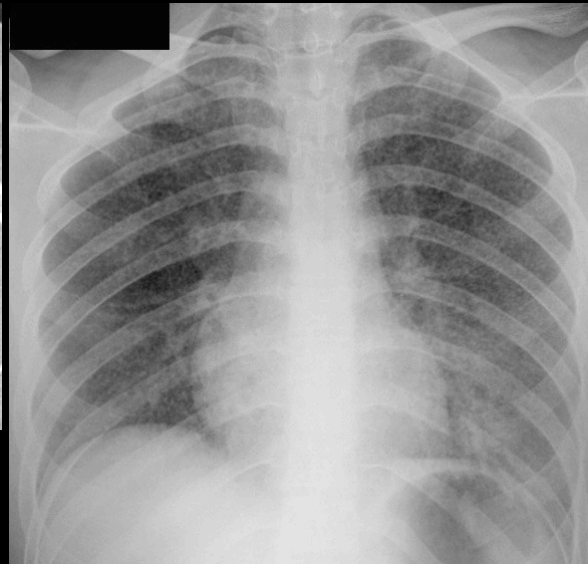
correspondent à une **dissémination hématogène**

infectieuse : miliaire (tuberculose ; BCGite)
tumorale : métastases

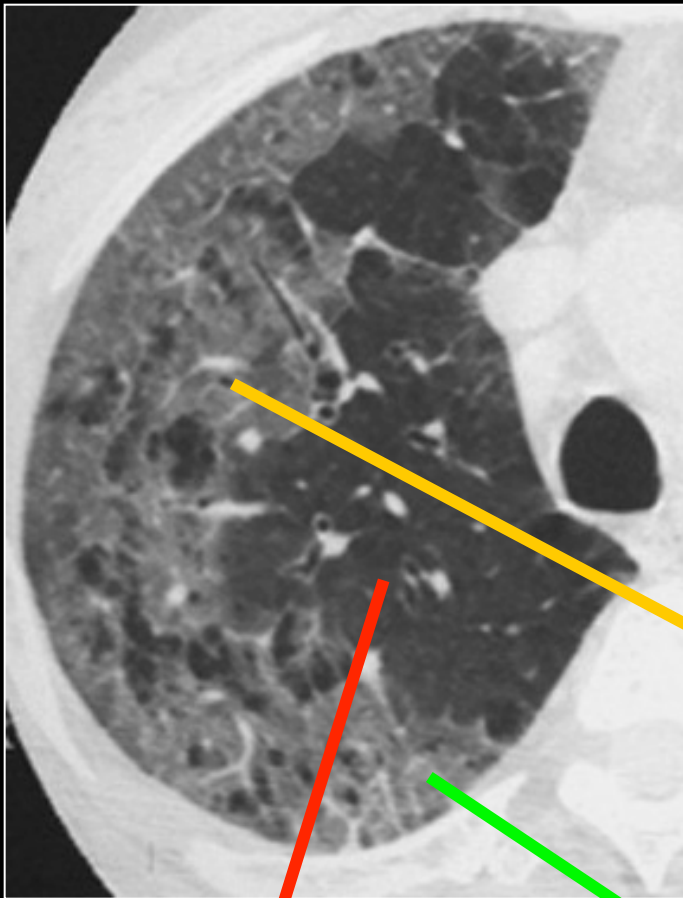
ou à une **sarcoïdose**



miliaire tuberculeuse



sarcoïdose

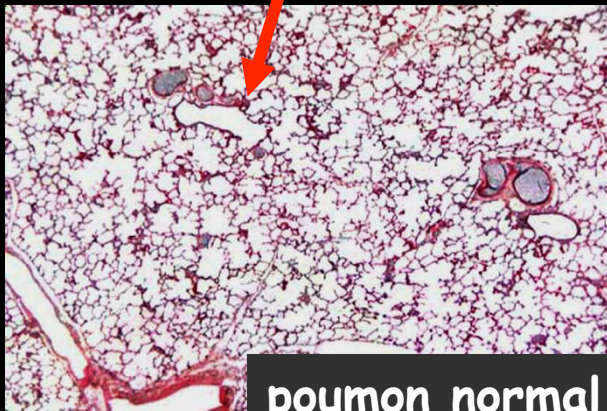


les images en verre dépoli sont des plages de parenchyme de transparence diminuée mais sans effacement des images vasculaires ni des parois bronchiques

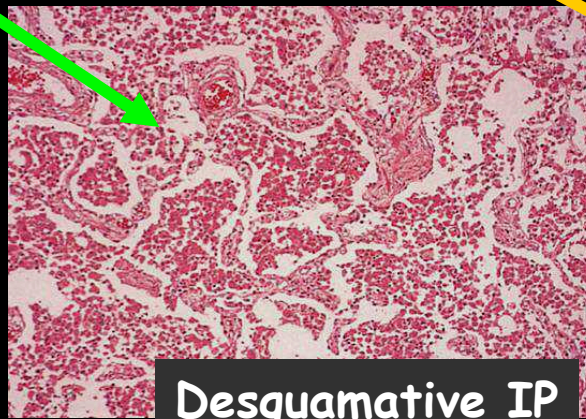
elles traduisent la réduction volumique partielle des espaces aériens distaux (= alvéoles) par des éléments de densité hydrique :

œdème interstitiel ou alvéolaire,
infiltrat ou prolifération cellulaire,
fibrose modérée intralobulaire

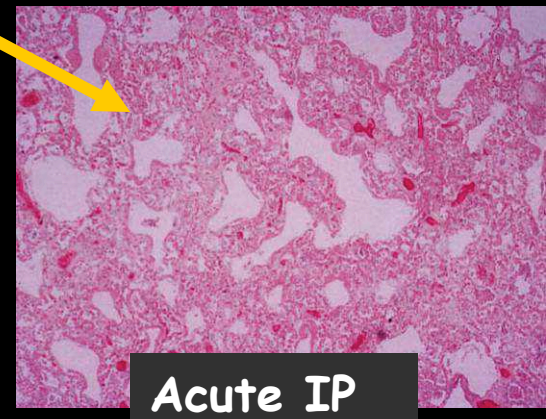
...



poumon normal



Desquamative IP



Acute IP

Quelques indications de l'IRM en pneumologie

Bilan de l'extension locorégionale des cancers de l'apex (syndrome de Pancoast-Tobias)

envahissement loco régional

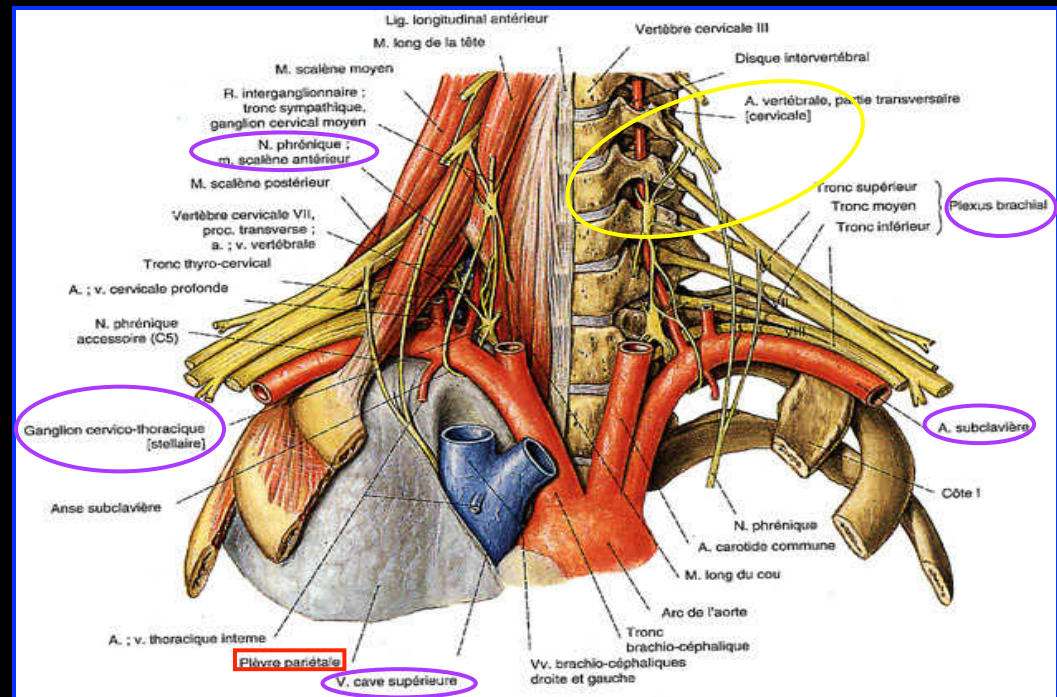
extension de l'atteinte pariétale

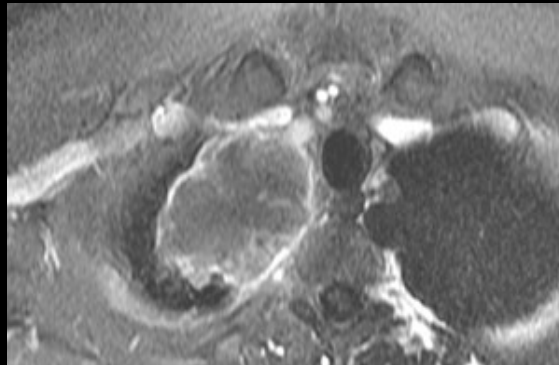
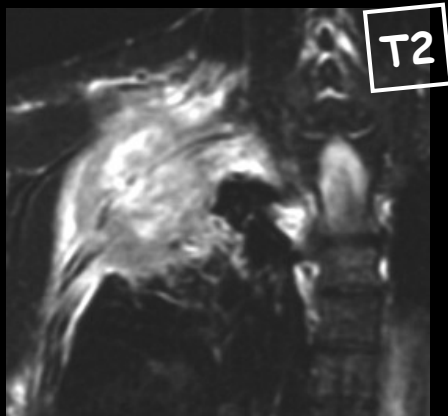
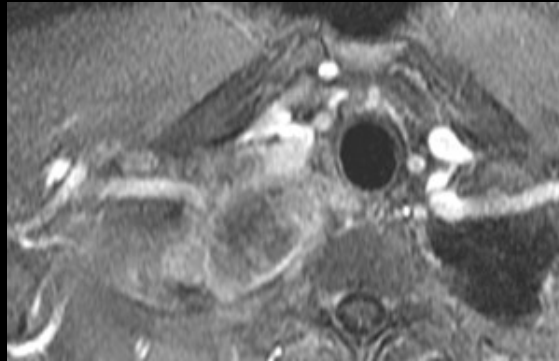
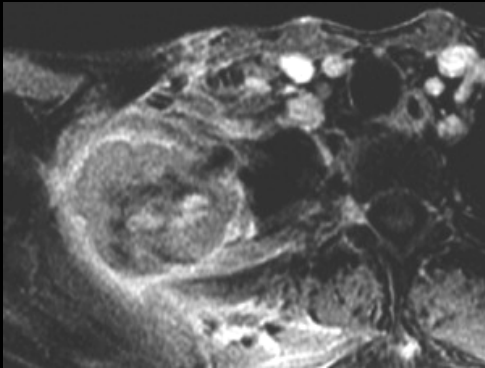
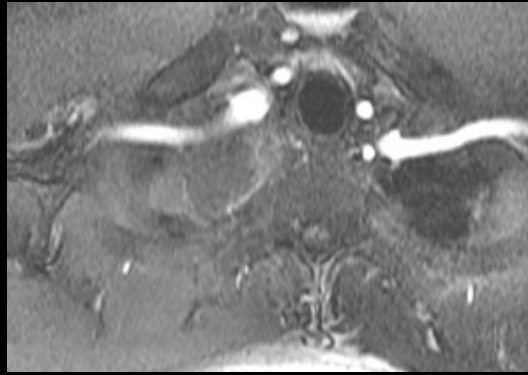
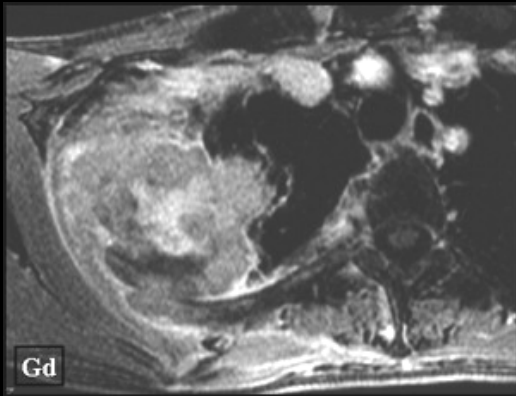
atteinte du plexus brachial

atteinte du paquet vasculaire

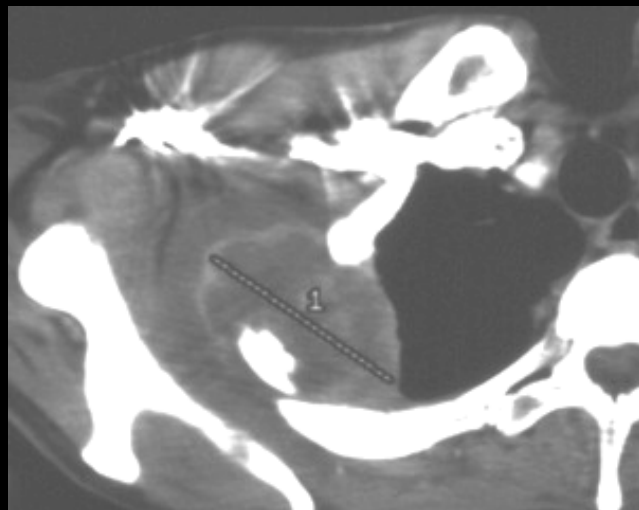
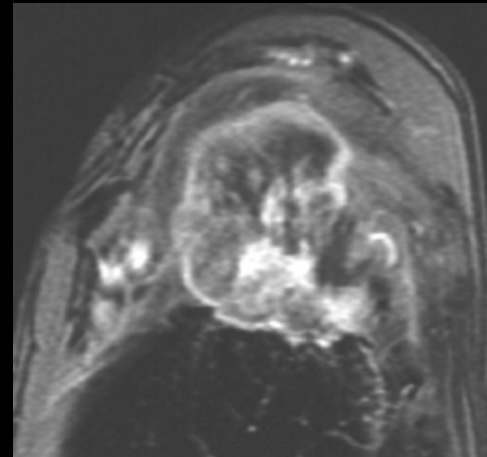
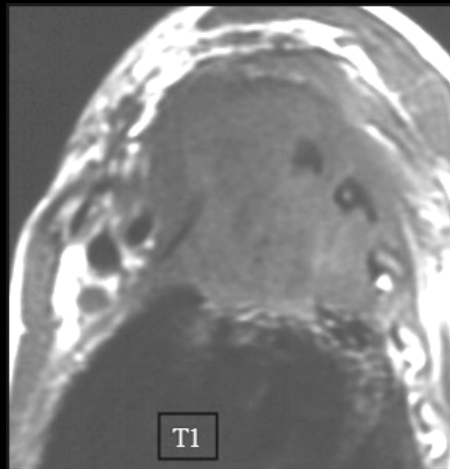
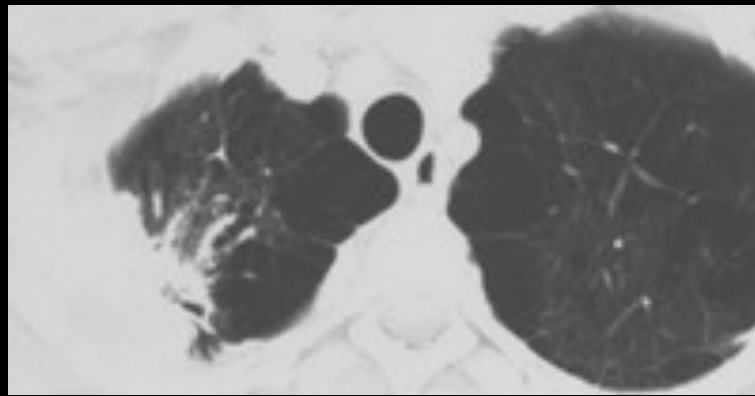
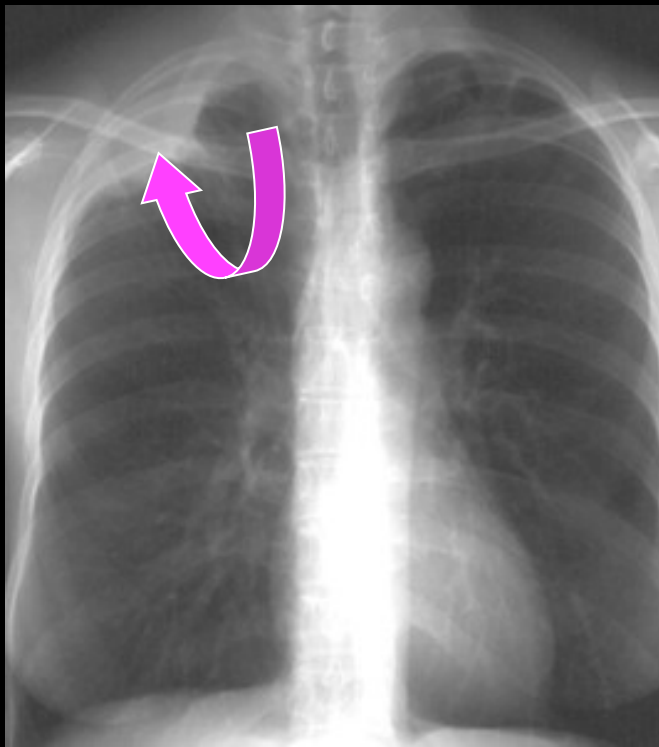
rappports tumeur-axe rachidien

atteinte vertébrale, extension foraminale

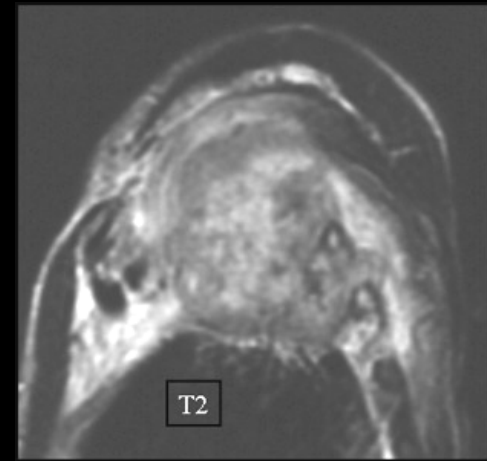




cancer apical syndrome de Pancoast-Tobias



douleur pariétale
névralgies D2-D3



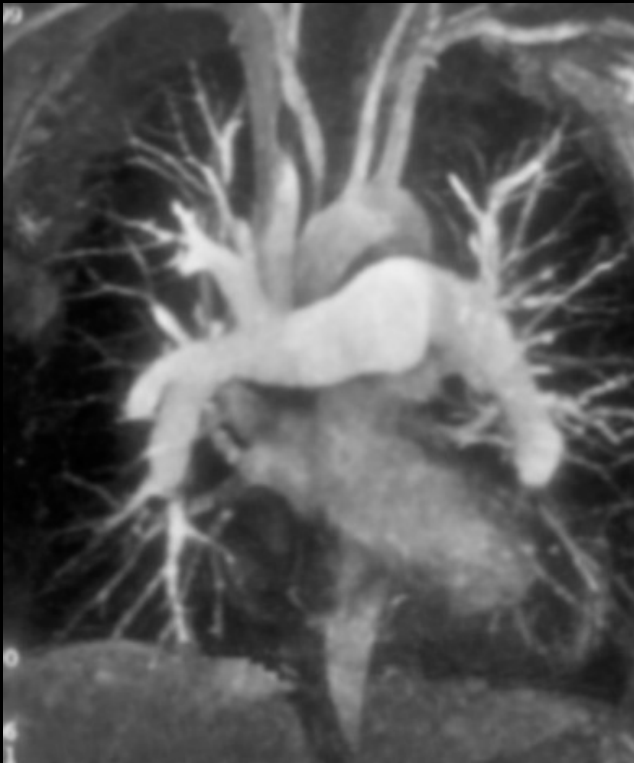
IRM de l'embolie pulmonaire aiguë

diagnostic positif amélioré seulement au niveau segmentaire ???

possiblement intéressante pour les zones d'infarctus (hyperT1) sur des diagnostics difficiles et tardifs d'opacités parenchymateuses

IRM de perfusion : étude du premier passage de gadolinium

IRM de ventilation en oxygène



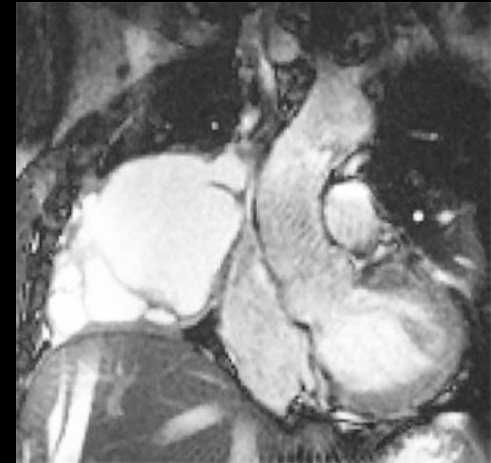
Tumeurs du médiastin

- kyste bronchogénique, thymiques, pleuro-péricardiques...

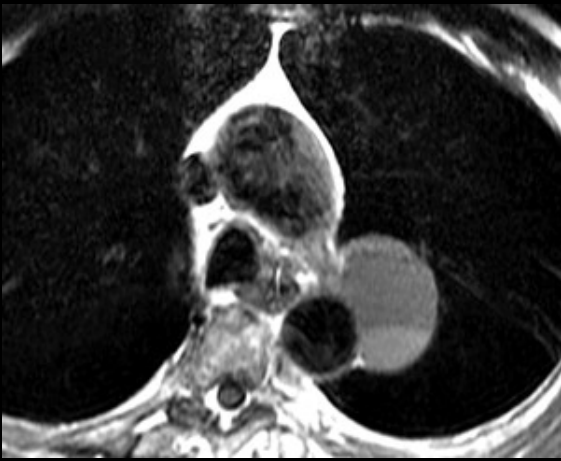
TDM : densités liquide à élevées

IRM : hypersignal T1 , hypersignal T2
associé à un niveau hydro-hydrique

- hématomas du médiastin (paroi oesophagienne)
- tératomes kystiques ou kystes dermoïdes
- tumeurs neurogènes

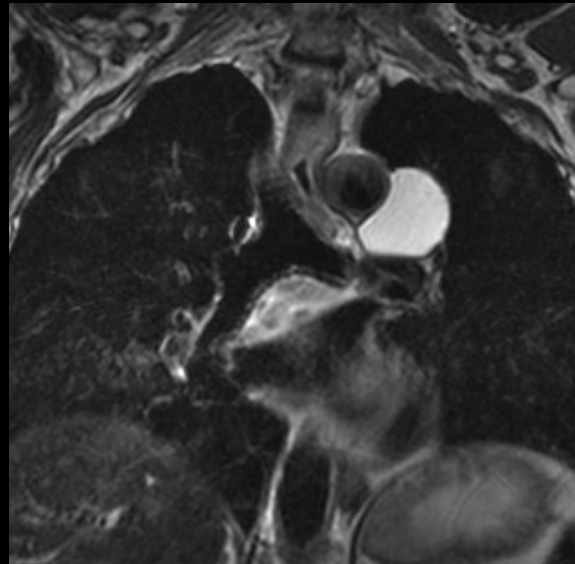
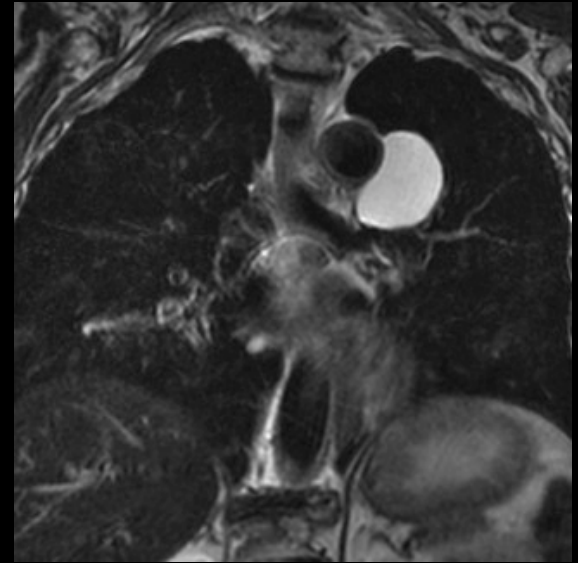


kyste thymique multiloculé

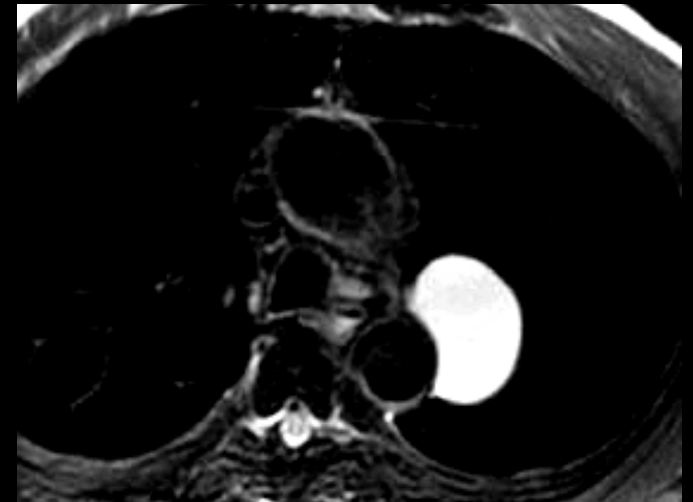


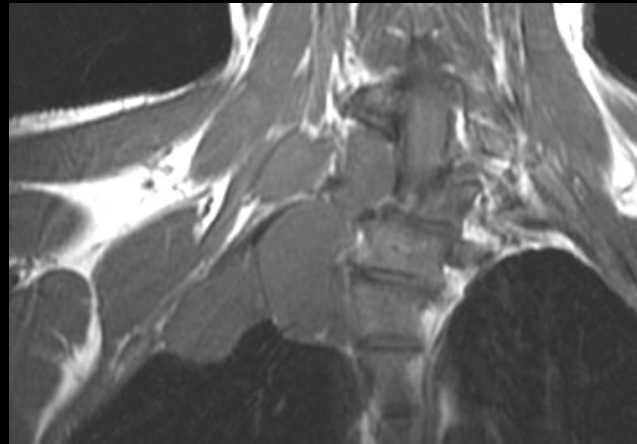
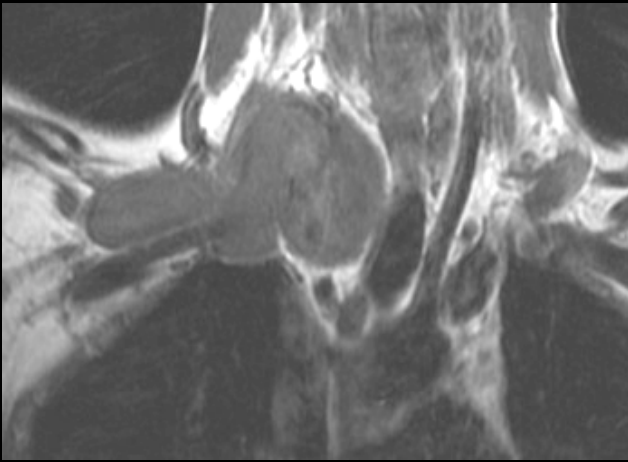
kyste bronchogénique

pondération T1

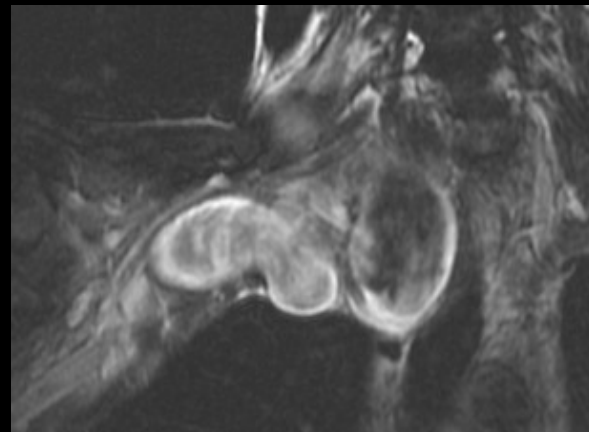
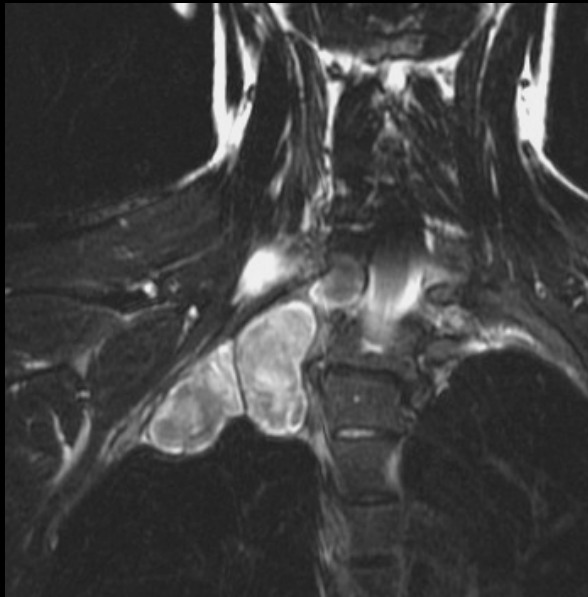


pondération T2



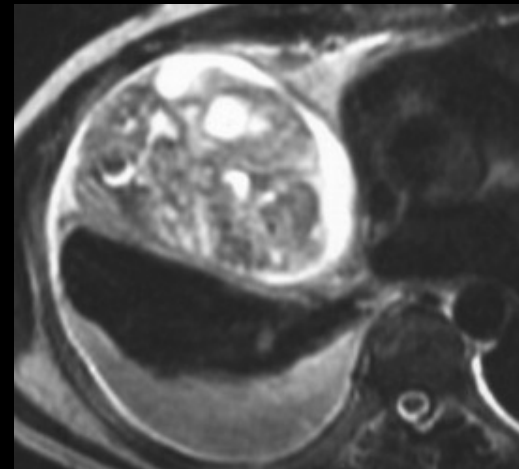
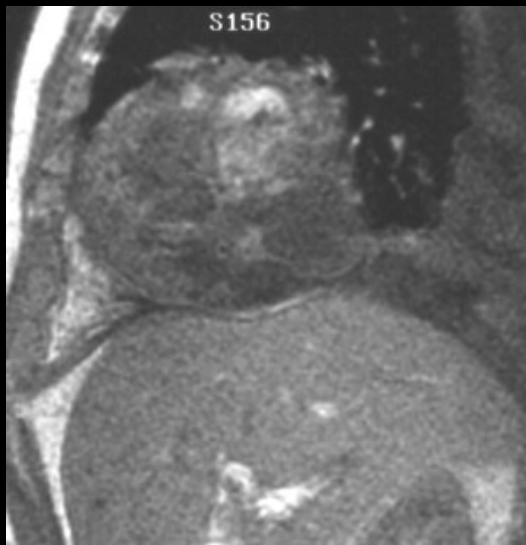


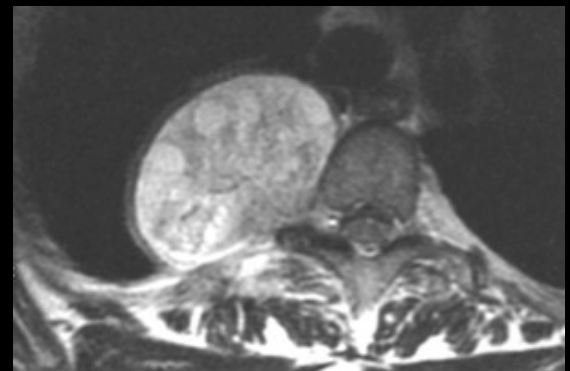
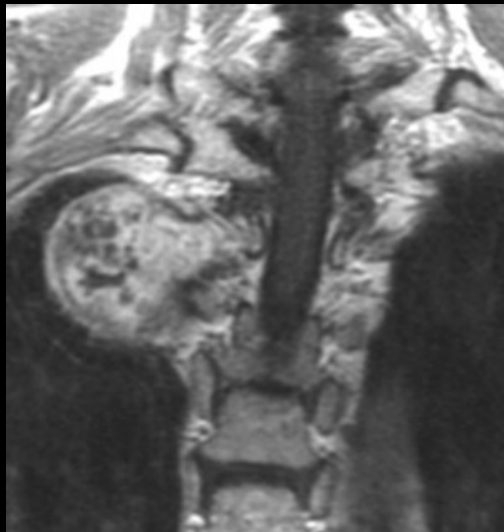
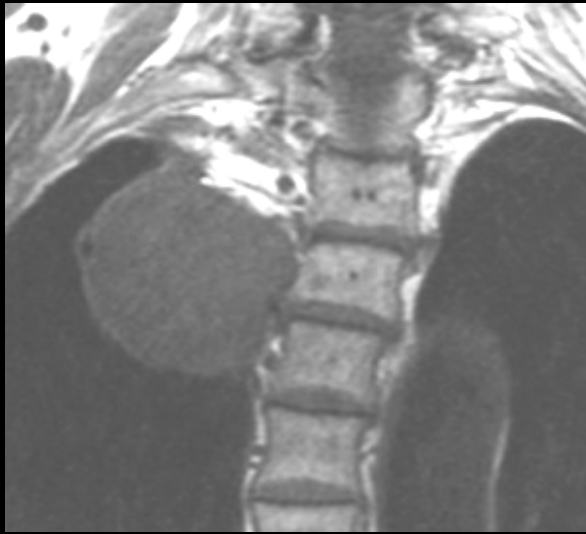
neurofibrome plexiforme
neurofibromatose de type I





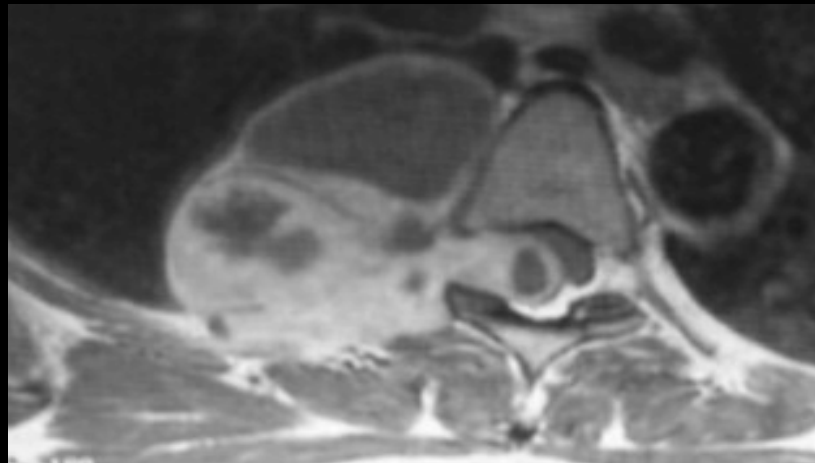
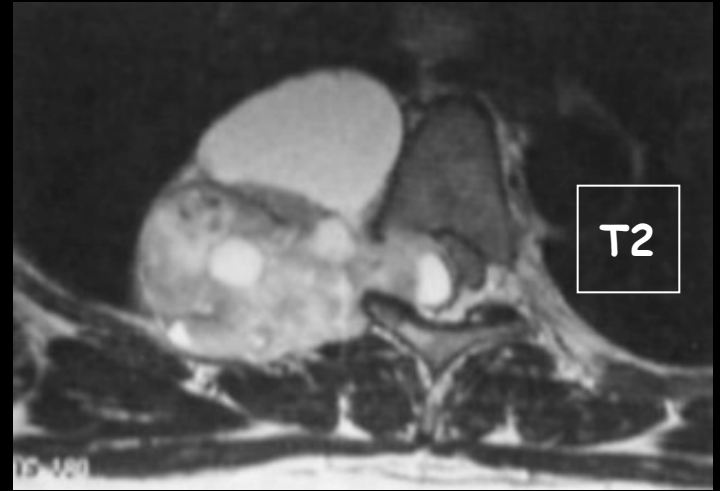
tératome mature du médiastin





neurinome
dorsal

schwannome kystique



IRM : perspectives d'avenir

- étude "fonctionnelle" du parenchyme pulmonaire
- imagerie de **perfusion** :
 - produits de contraste de répartition strictement intra vasculaire ("blood pooled")
 - nouvelles séquences ultra rapides
- imagerie de **ventilation**
 - gaz nobles : He³ hyper polarisé, aérosols de gadolinium DTPA
 - oxygène à haute concentration

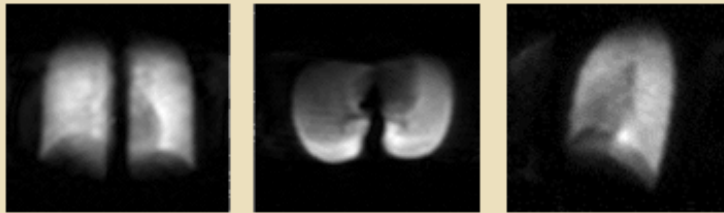
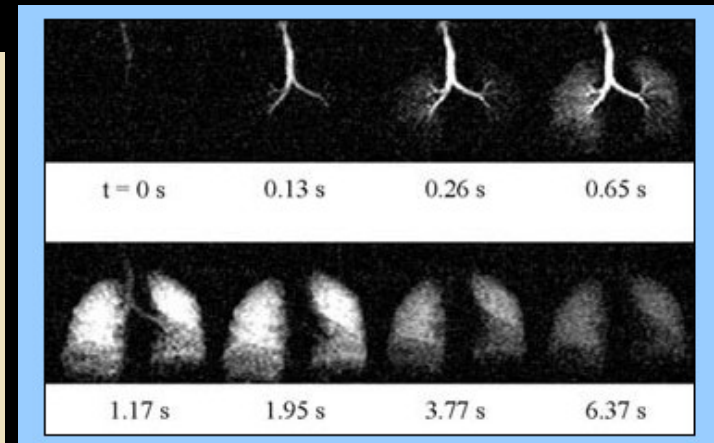
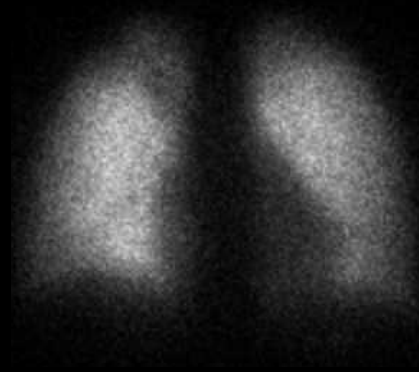
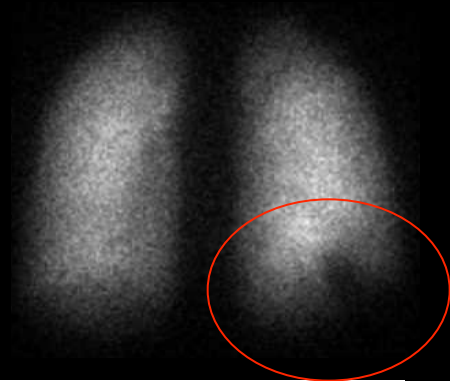


Figure 2 : Projections frontale, axiale et sagittale des poumons d'un sujet normal obtenues en séquence RARE. Chaque image est obtenue en 360 ms à l'aide d'un train de 36 échos de spins. La résolution spatiale dans le plan des images est de 5 mm.

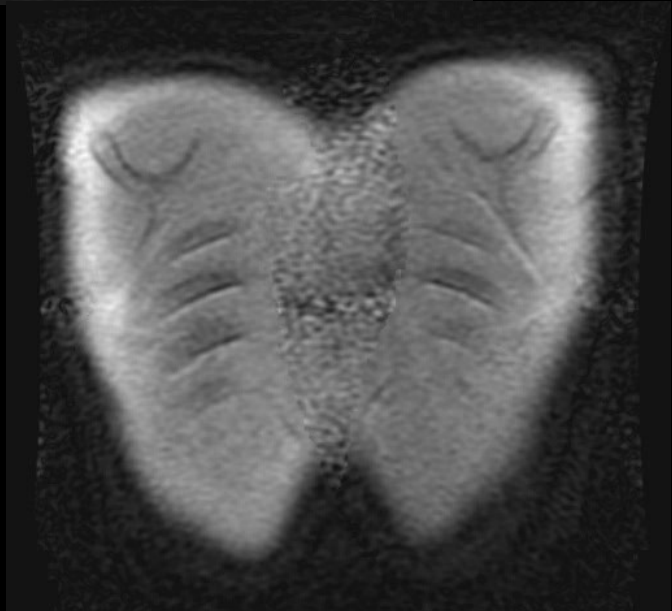




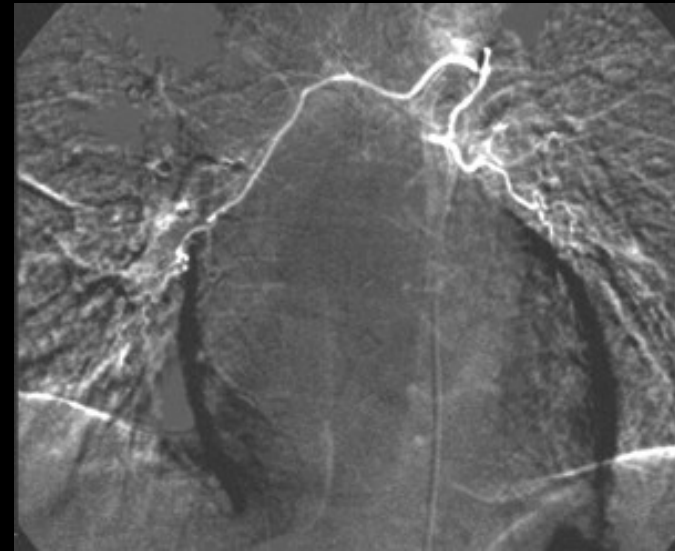
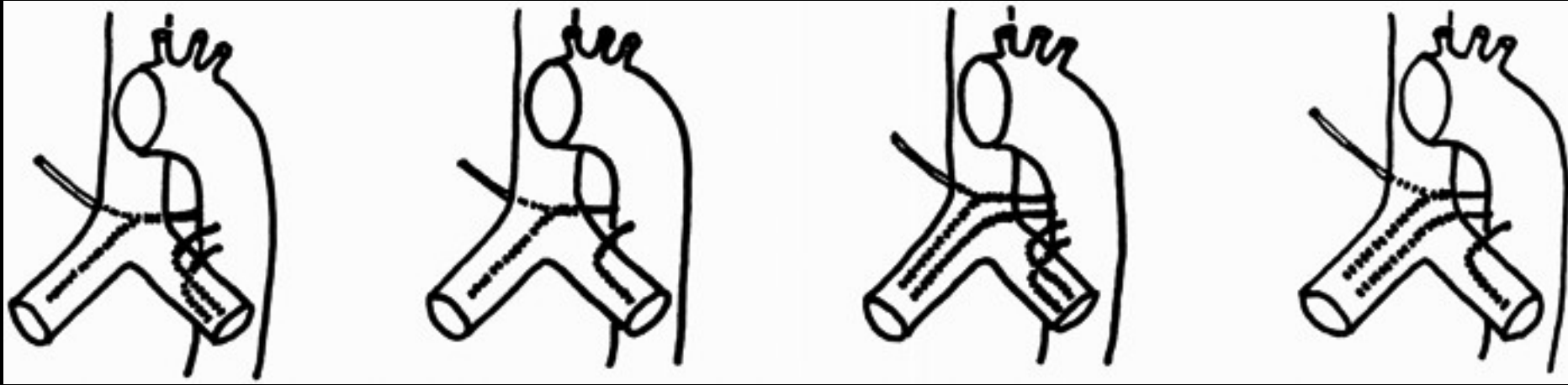
Face antérieure



Face postérieure



artériographie bronchique



Uniquement dans un but thérapeutique pour l'embolisation des artères bronchiques ou systémiques non bronchiques responsables d'hémoptysies

En cas d'hémoptysies ; nécessité d'un bilan angiographique complet

- des artères bronchiques et
- des artères systémiques non bronchiques (intercostales ,
mammaires internes , diaphragmatiques ...)

,en essayant de repérer l'origine de l'artère d'Adamkiewicz

