

Prise en charge de la maladie thrombo-embolique

Prof. Emmanuel Coche
Département d'imagerie Médicale
Cliniques Universitaires St-Luc
1200 Bruxelles-Belgique

Emmanuel.coche@uclouvain.ac.be

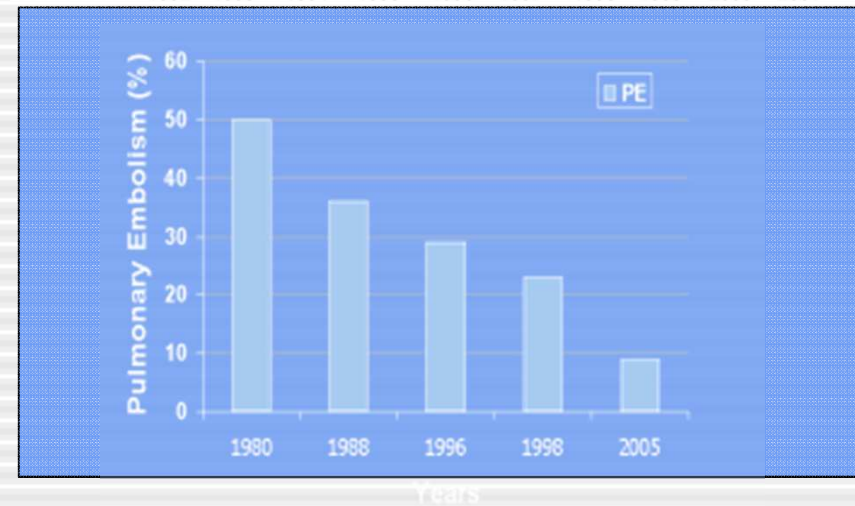
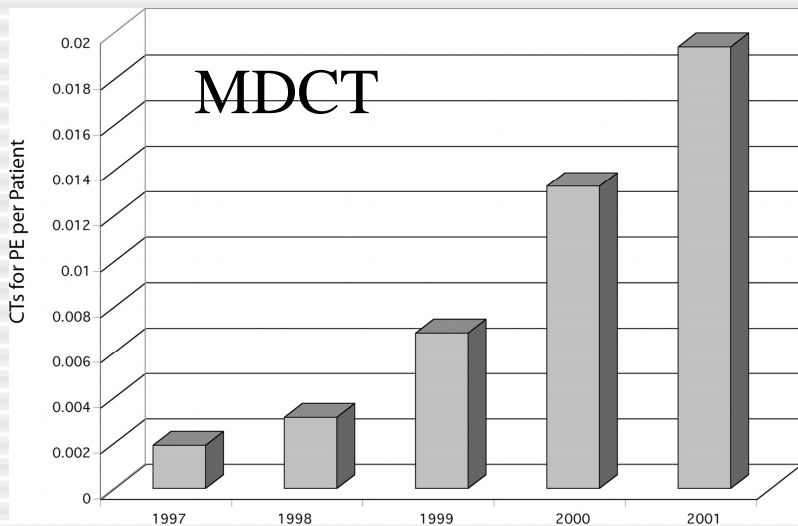
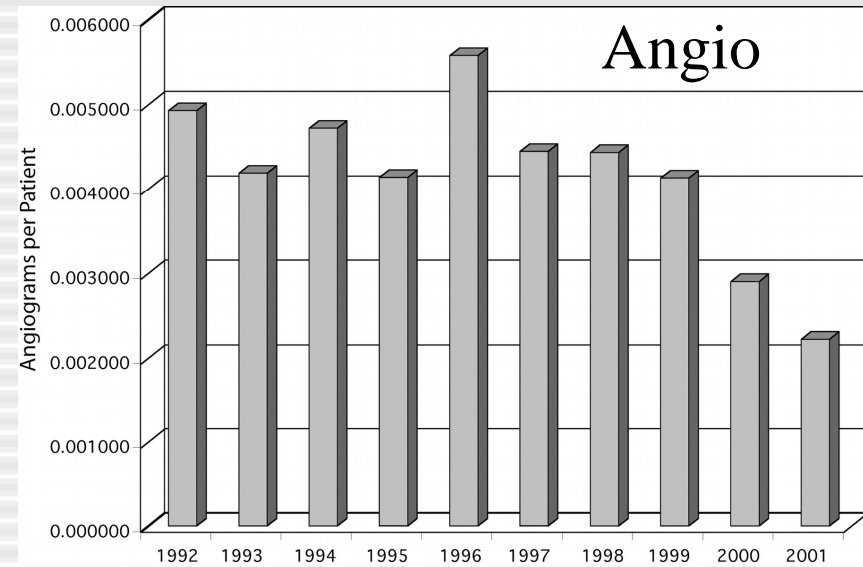
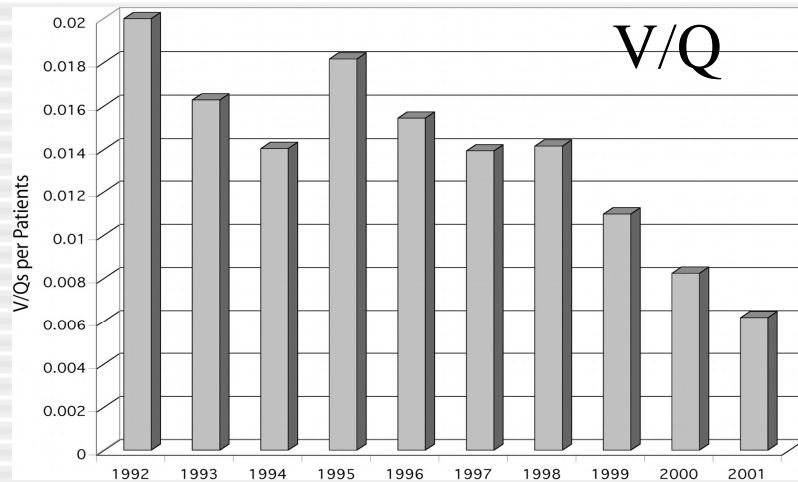
DES

30/09/2016

Introduction

- Intérêt croissant pour l'utilisation du CT scanner dans le diagnostic d'embolie pulmonaire
- Maladie veineuse et maladie embolique forment 2 versants de la même maladie
- Technologie « CT multicoupe » possède un grand potentiel pour optimiser notre approche dans la prise en charge de l'embolie pulmonaire

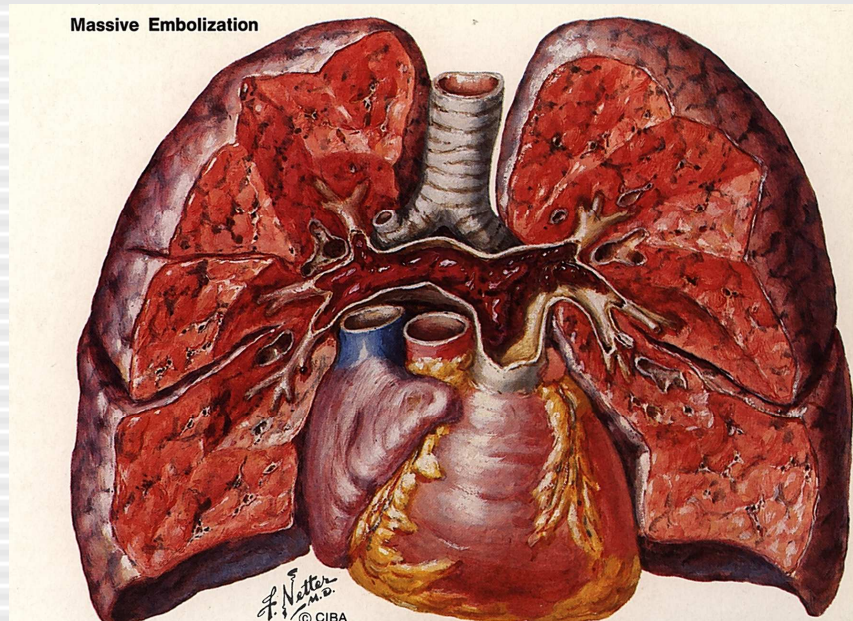
Evolution des examens d'imagerie



Présentation clinique

<u>Symptômes</u>	<u>Signes Cliniques</u>	<u>Facteurs de risque</u>	
		<u>Majeurs</u>	<u>Mineurs</u>
Dyspnée	Cyanose	Chirurgie	Décomp coeur
Tachypnée	Frottement pleural	Fractures	HTA
Tachycardie	B3	TVP	Thrombose sup
Douleurs thoraciques		USI	Cathéter central
Fièvre		Grossesse post partum	Contraceptifs oraux
Toux		Cancer à un stade avancé	BPCO
Hémoptysie		Immobilisation	Obésité

Prévalence de l'embolie pulmonaire



Incidence annuelle:

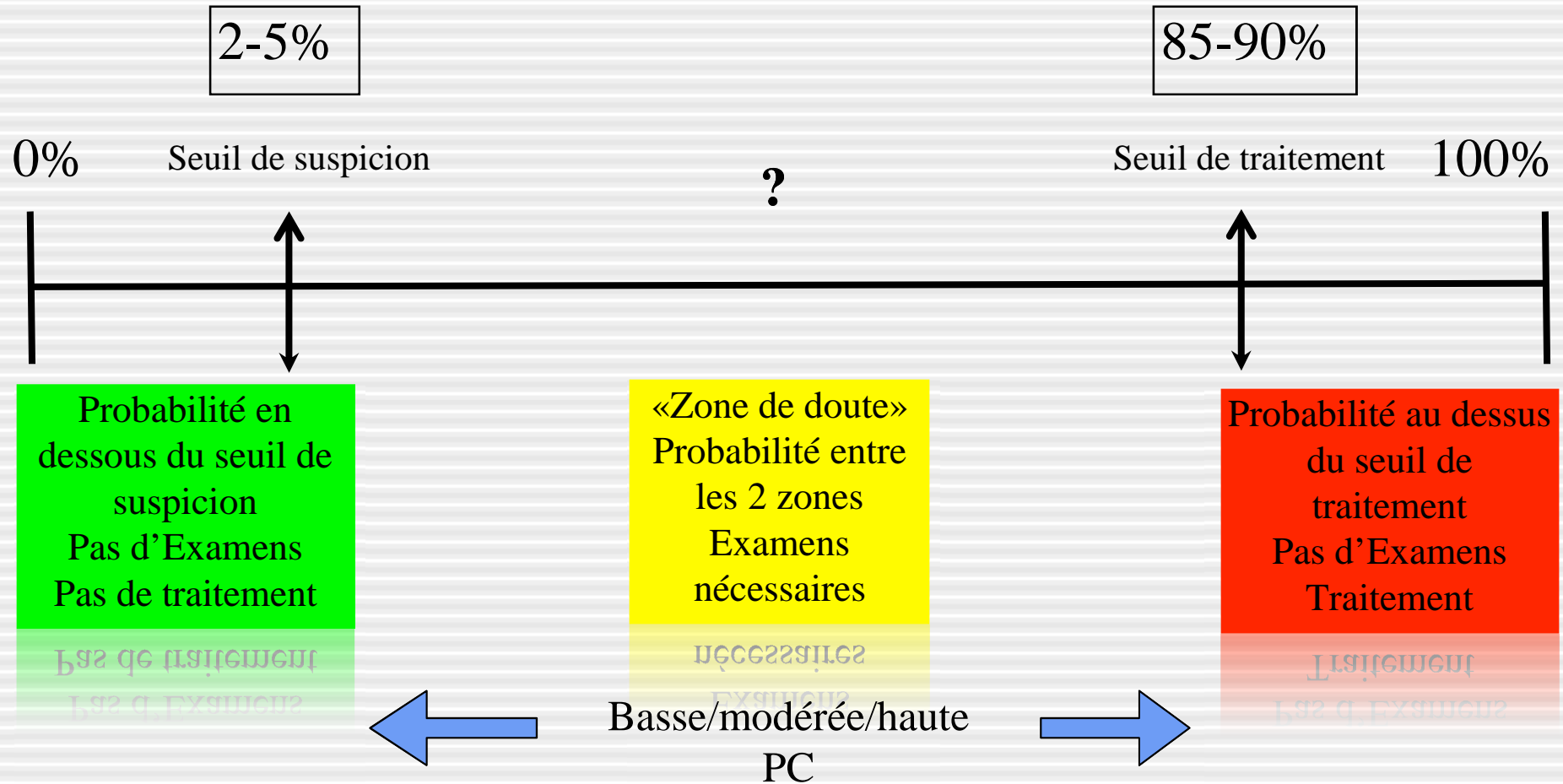
69 cas/100 000 habitants aux USA, Mortalité à 3 mois:17.4%

DVT et EP: 13-93% EP ont DVT; ±50% DVT ont EP

Probabilité clinique d'EP

- Nécessité d'une stratégie diagnostique
- **Evaluation clinique:** probabilité clinique a priori ou pré-test
 - Facteurs de risque
 - Antécédents – symptômes
 - Examen clinique – signes
 - Tests diagnostiques facilement accessibles
 - *Rx thorax*
 - *ECG*
 - *Gaz du sang*
- **Buts:** - sous-groupes avec prévalence différente d'EP: faible, 1 à 10%; intermédiaire, 16 à 46%; et élevée, 41 à 97%

Approche probabiliste



Score clinique selon Wells

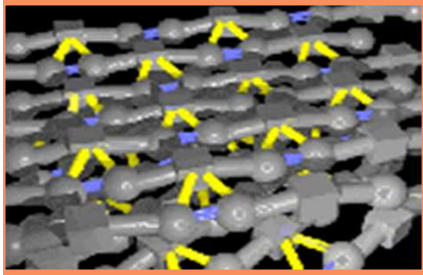
Critères		Points	
Signes de thrombose veineuse profonde		3	
Histoire de thrombose veineuse ou d'embolie pulmonaire (EP)		1.5	
Tachycardie > 100/min		1.5	
Chirurgie récente ou immobilisation < 4 semaines		1.5	
Hémoptysie		1	
Cancer		1	
Diagnostic alternatif moins probable qu'une embolie pulmonaire		3	
Probabilité clinique	Score	% de PE	% des scores
Basse	< 2 pts	2-4	40
Intermédiaire	2-6 pts	19-20	52-53
Haute	> 6 pts	50-67	7-8
PE improbable	δ 4 pts	5-8	71-72
PE probable	> 4 pts	39-41	28-29

Score de Genève modifié simplifié

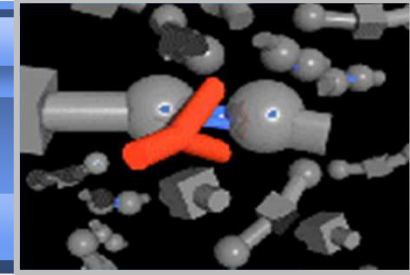
Age \geq 65 ans	+ 1
Antécédent de thrombose veineuse ou d'embolie pulmonaire	+ 1
Chirurgie sous anesthésie générale ou fracture d'un membre inférieur < 1 mois	+ 1
Cancer solide ou hématologique actif ou rémission < 1 an	+ 1
Douleur unilatérale d'un membre inférieur	+ 1
Hémoptysie	+ 1
Fréquence cardiaque : \geq 75 b/min	+1
Supplément si fréquence cardiaque \geq 95 b/min ¹	+1
Douleur à la palpation d'un trajet veineux et œdème unilatéral d'un membre inférieur	+1
Score < 2 : probabilité faible score 2-4 : probabilité intermédiaire score \geq 5 : probabilité forte	

¹ si la fréquence cardiaque du patient est par exemple 105 b/min, le nombre de point total assigné sera de 2 points (1 point car FC \geq 75 b/min + 1 point supplémentaire car FC \geq 95 b/min).

Probabilité pré-test: faible-moderée-haute



Test D-dimères



Test	n (nEP)	Sensibilité	Spécificité
VIDAS DD	2824 (468)	100 (99-100)	44 (42-46)
DDPlus	166 (46)	98 (88-100)	37 (28-46)
MDA	278 (48)	96 (86-99)	45 (38-52)
Nycocard	200 (26)	96 (80-100)	31 (24-38)
Liatest	1113 (370)	95 (92-97)	40 (36-43)

Un test Elisa négatif peut exclure sans risque une EP chez les patients avec une probabilité clinique faible ou intermédiaire d'EP

D-dimères ELISA: Vidas®

Séries	Probabilité clinique	Patients, n	DD < 500 n,%	risque MTEV 3 mois, %
Perrier, 1999-2005*	non haute	2165	671 (31%)	0 (0 à 0.6)
Kruip, 2002	non haute	234	85 (36%)	1.2 (0 à 6.4)
CHRISTOPHER, 2006	EP peu probable	968	428 (29%)	0.5 (0.2 à 1.1)
Carrier, 2009	non haute/EP peu probable	5622	2248 (40%)	0.14 (0.05-0.41)

*3 études multicentriques

Carrier Thromb Haemost 2009;101:886-892

Limites des D-dimères

- **Baisse de rendement** dans de nombreux contextes cliniques: patients âgés, hospitalisés, fièvre, chirurgie, trauma, cancer, les patients ayant des antécédents de MTEV ou traités, la grossesse et le post-partum
- Bien que la valeur négative permet toujours d'exclure en toute sécurité une MTEV, l'utilité clinique du test diminue de **30% à 5-15%**
- **L'augmentation de la valeur seuil** des D-dimères afin d'exclure la MTEV dans une plus grande proportion de patients dans ces conditions reste controversé dans la littérature

Righini M. Thromb Haemost 2006

Moore LK Arch Intern Med 2006

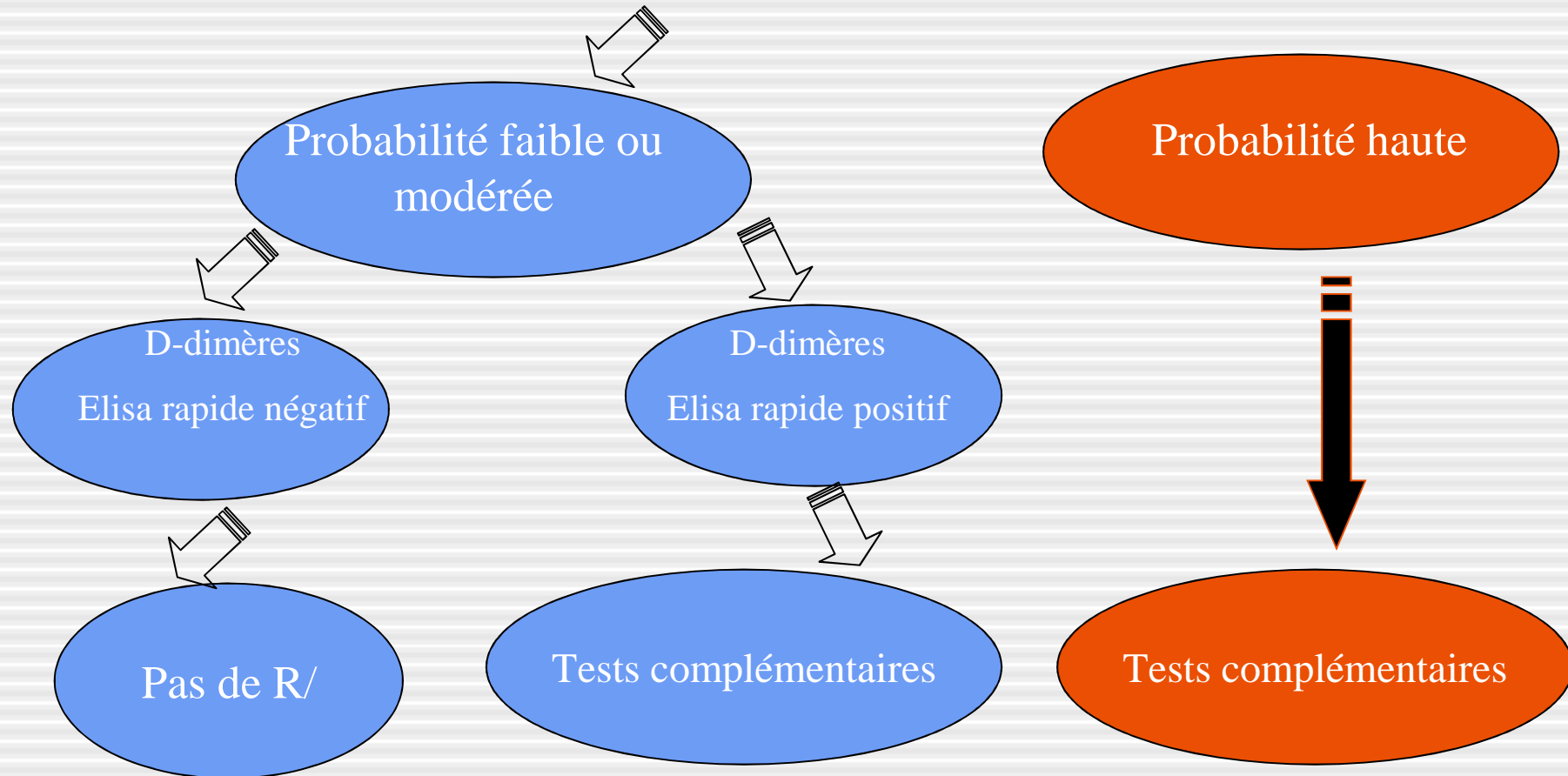
Le Gal G Ann Intern Med 2006

Algorithme diagnostique

- Le choix d'un test diagnostique repose sur
 - Probabilité clinique-disponibilité du test
 - Risques liés à l'injection de pdc
 - Irradiation-coût
- Recommandations effectuées sur base des résultats de l'étude PIOPED II

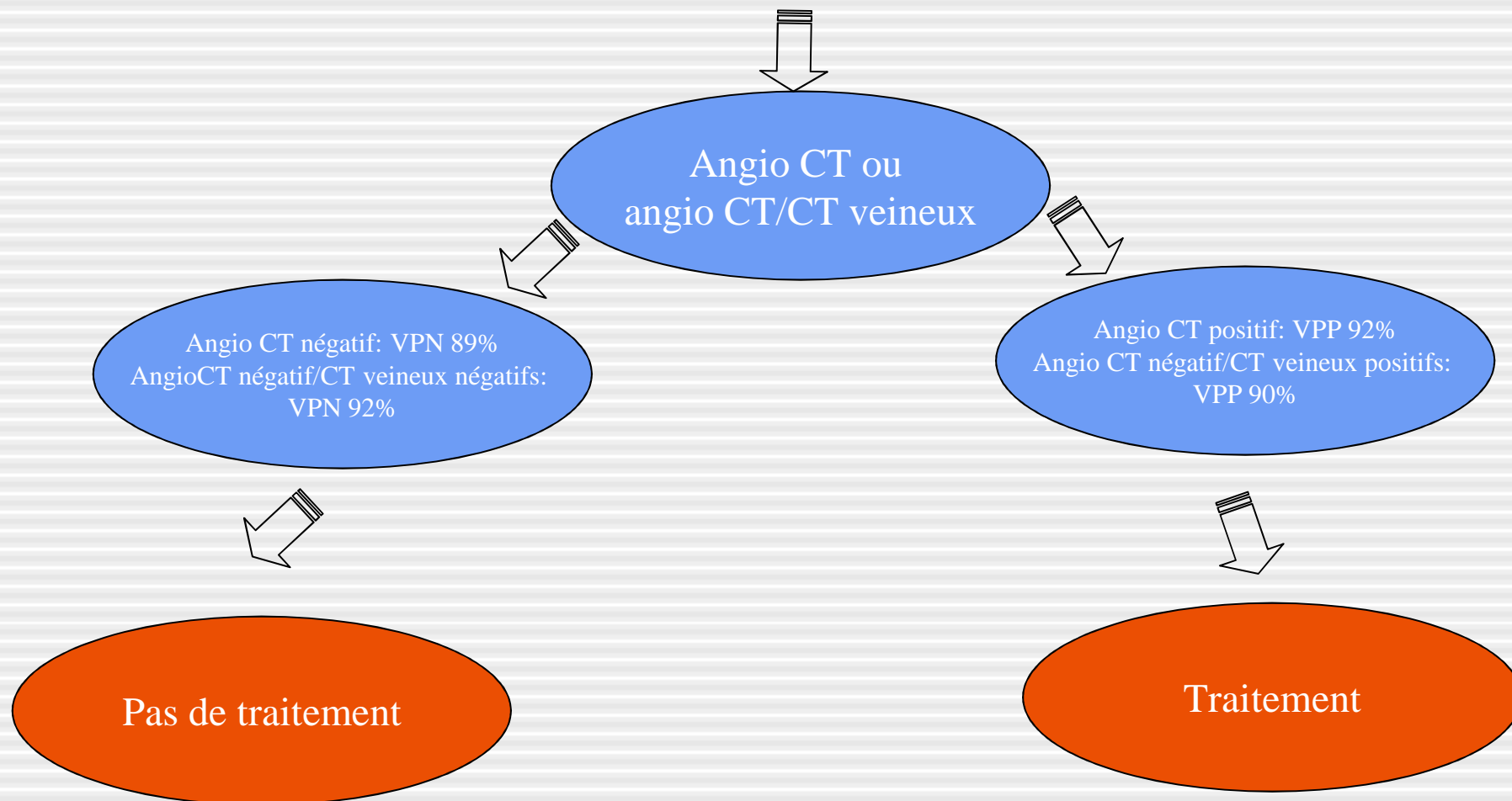
Stein PD, Woodard PK, Weg JG, et al. PIOPED II Investigators. Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism: recommendations of the PIOPED II Investigators. Radiology 2007;242:15-21

Patient suspect d'embolie pulmonaire en salle d'urgence



Stein PD, Woodard PK, Weg JG, Diagnostic pathways in acute pulmonary embolism: recommendations of the PIOPED investigators. Radiology 2007;242:15-21

Probabilité intermédiaire d'embolie pulmonaire D-Dimères +



Probabilité élevée d'embolie pulmonaire-D-Dimères +

Angio CT ou
angioCT/CT veineux

Angio CT négatif: VPN 60%
AngioCT négatif/CT veineux négatifs:
VPN 82%

Angio CT positif: VPP 96%
Angio CT négatif/CT veineux positifs:
VPP 96%

Options :

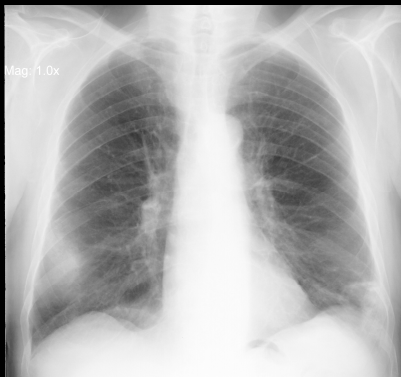
- Répéter angio CT ou angio CT/CT veineux si de mauvaise qualité
- Scintigraphie pulmonaire
- Angiographie digitalisée de soustraction
- Ultrasons répétés

Traitement

Tests disponibles

- 1. Rx thorax
- 2. Doppler veineux
- 3. Scintigraphie
- 4. Angioscannographie multi-coupe
 - Thoracique
 - Veineux
- 5. IRM thoracique
- 6. Angiographie pulmonaire

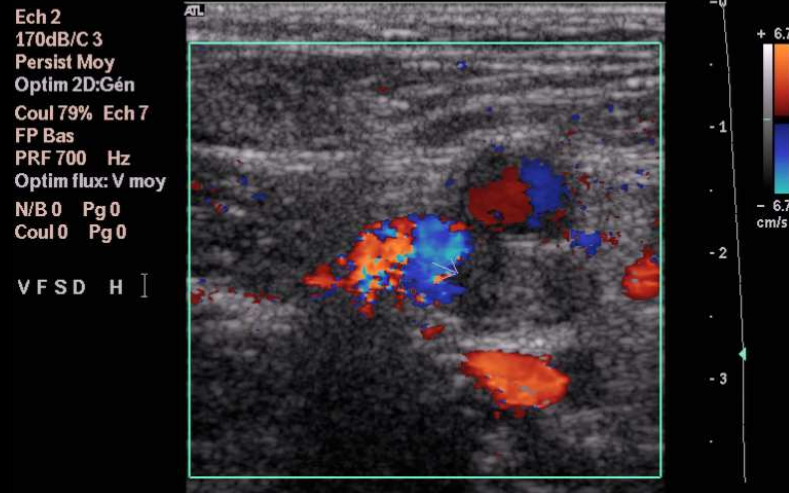
1. Rx thorax



Daftary A, Gregory M, Daftary A, et al. Chest radiograph as a triage tool in the imaging-based diagnosis of pulmonary embolism. AJR 2005;185:132-134

Irradiation: 0.07 mSev

2. US Doppler veines profondes



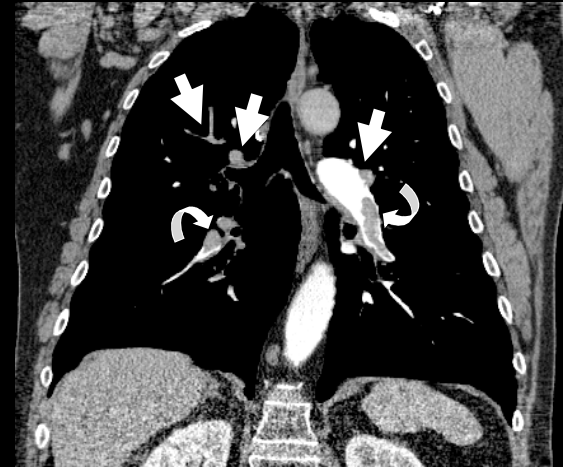
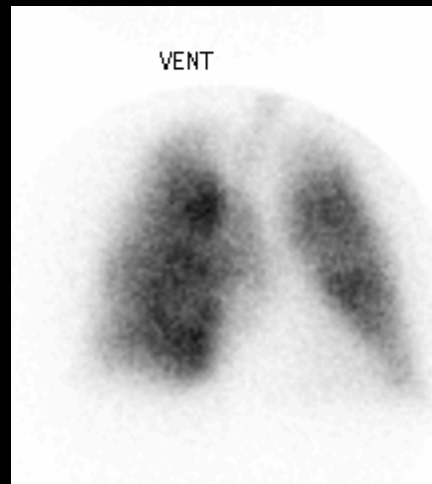
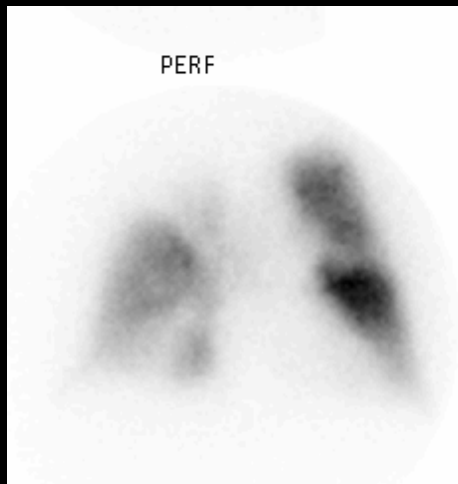
US: 50-70% TVP chez patients avec embolie pulmonaire prouvée.

Creux poplités → creux inguinaux

à éventuellement répéter si examen (-)

Nchimi A, Ghaye B, Noukoua CT, Dondelinger RF. Incidence and distribution of lower deep venous thrombosis at indirect computed tomography in patients suspected of pulmonary embolism. *Thromb Haemost.* 2007 Apr;97(4):566-72.

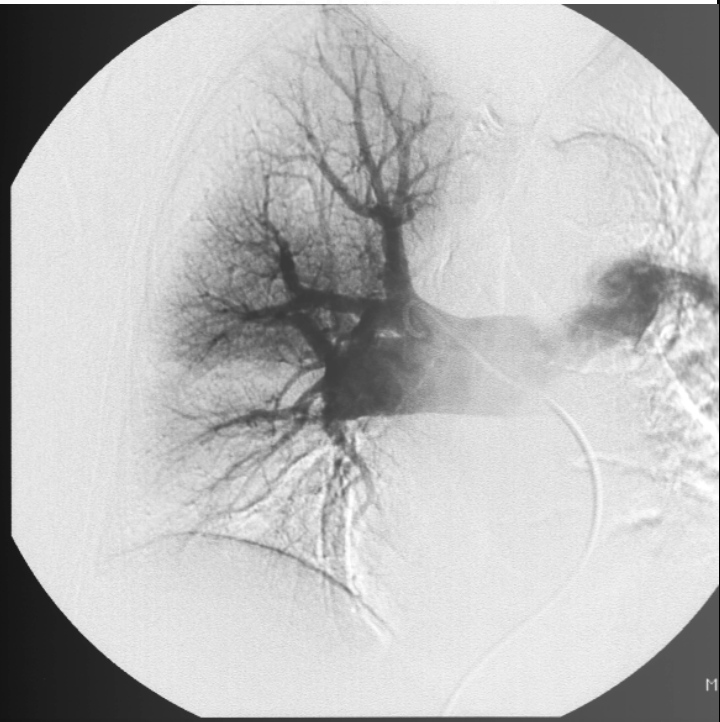
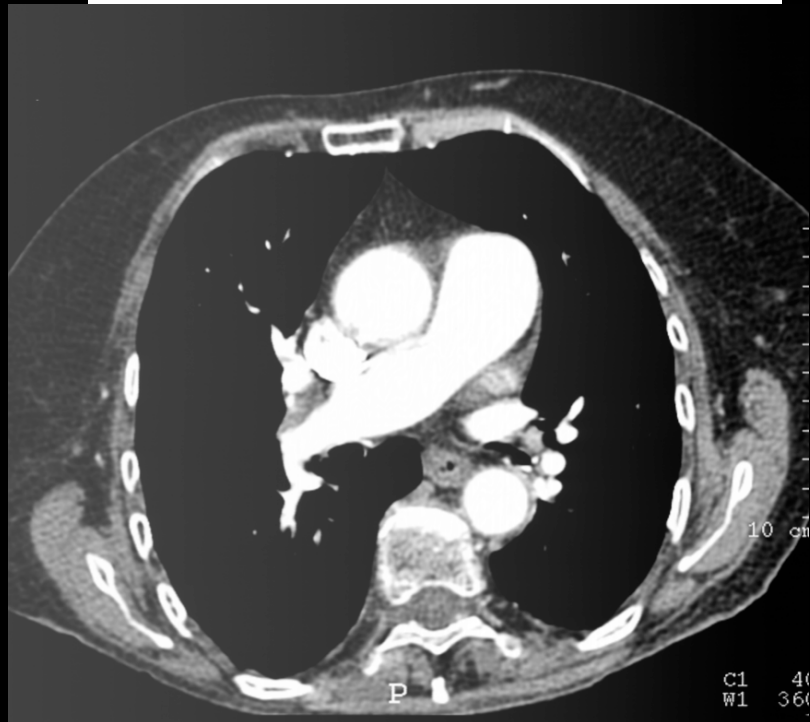
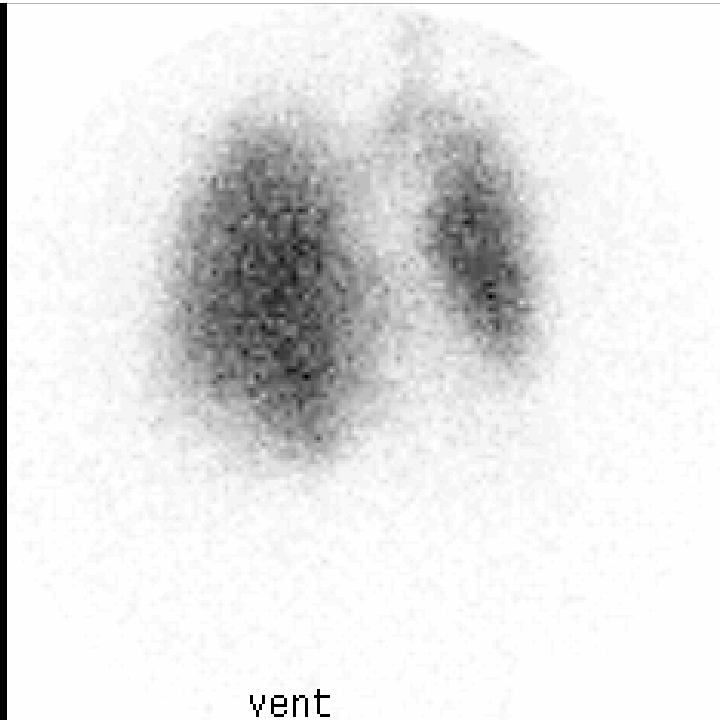
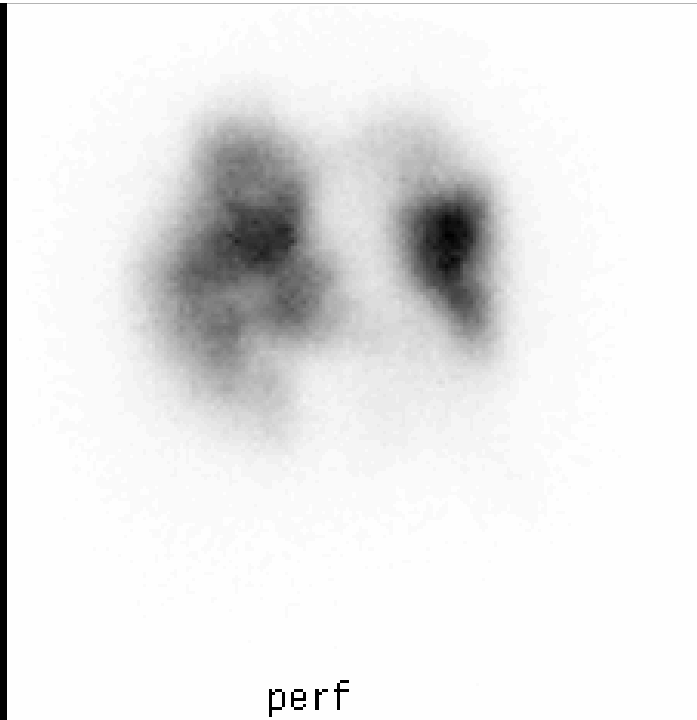
3. Scintigraphie V/P



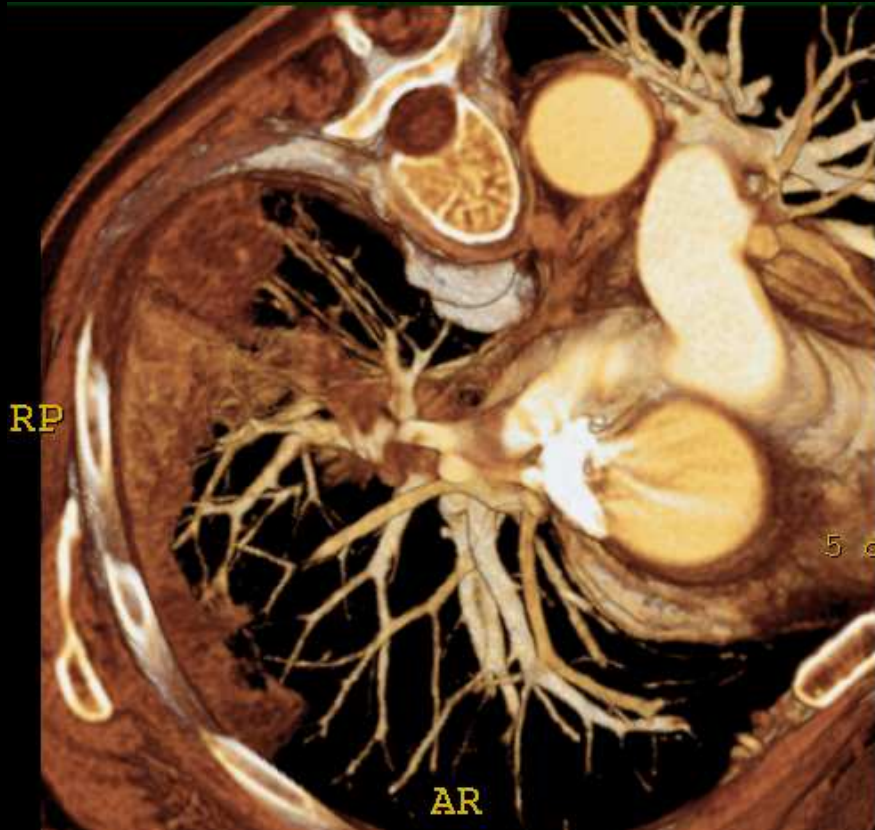
- Scintigraphie normale ou faible probabilité: valeur prédictive négative élevée si probabilité clinique faible : 4% d'EP
- Scintigraphie de haute probabilité: valeur prédictive positive élevée si clinique de haute probabilité: 96% d'EP
- Mais dans un hôpital de type tertiaire , seulement 34 % des cas correspondent à ces 2 catégories

Irradiation: 1.2-2.0 mSv: V/P

Worsley et al. Comprehensive analysis of the results of the PIOPED study. J Nucl Med 1995; 36:2380-2387

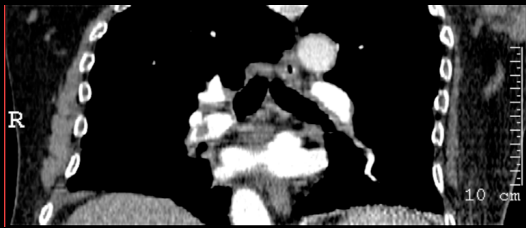


4a. Scannographie multi-coupe

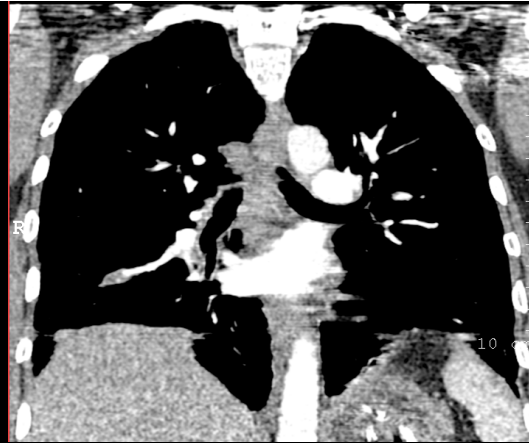


- Disponibilité +++
- Acquisition < 10 sec
- Performance élevée des jeunes radiologues
- Analyse du parenchyme/ médiastin
- Diagnostics alternatifs: 2/3 patients avec EP (-)

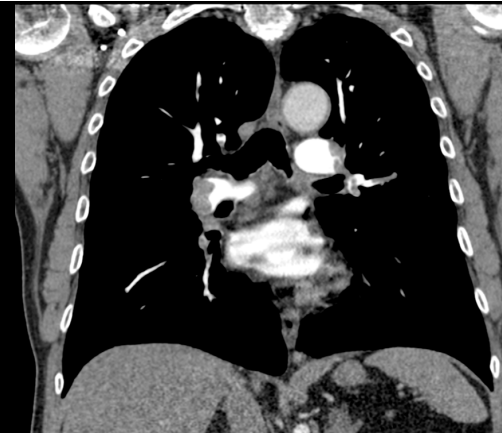
Schoepf UJ The Age of CT Pulmonary Angiography. J Thorac Imaging. 2005;20(4):273-9.



CT 2 coupes, 1992
2 x 2.7 mm- Temps: 25 sec



CT 4 coupes, 2000
4 x 1 mm- Temps: 25 sec



CT 16 coupes, 2002
16 x 0.75 mm-Temps: 15 sec

MDCT

Irradiation: 1.6-8.3 mSv



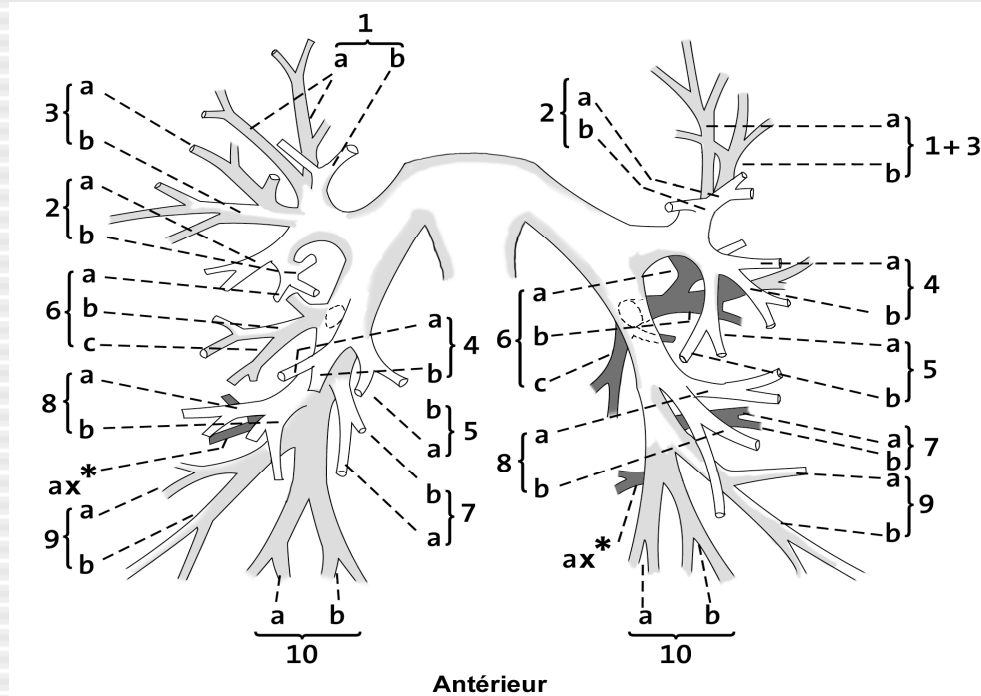
CT 40 coupes, 2004
40 x 0.625 mm- temps: 7 sec



CT 64 coupes, 2005
64 x 0.625 mm- Temps: 4 sec

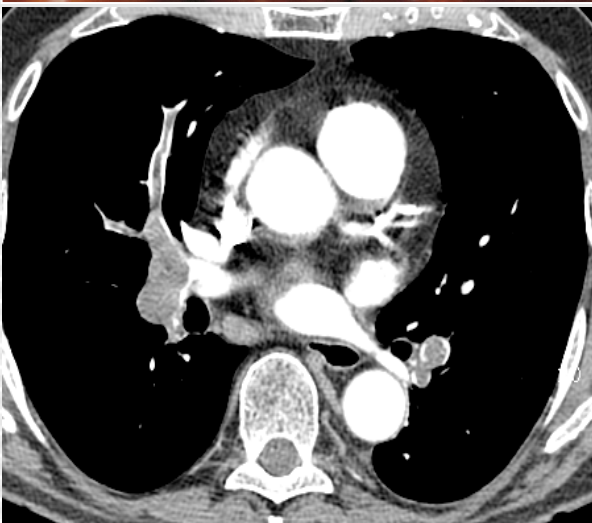
CT 256= 1-2 sec

Anatomie élémentaire au CT



Analyse des artères pulmonaires se base sur celle des axes aériens.
Le trajet des veines est inter-segmentaire
Les CT en coupes fines permettent de suivre les structures de proche en proche

Séméiologie de l'embolie pulmonaire aiguë au CT



Hypodensité intravasculaire:

- centrale ou marginale
- silhouettée par le produit de contraste
- de contours régulier ou irrégulier

Images en rail:

thrombus flottant

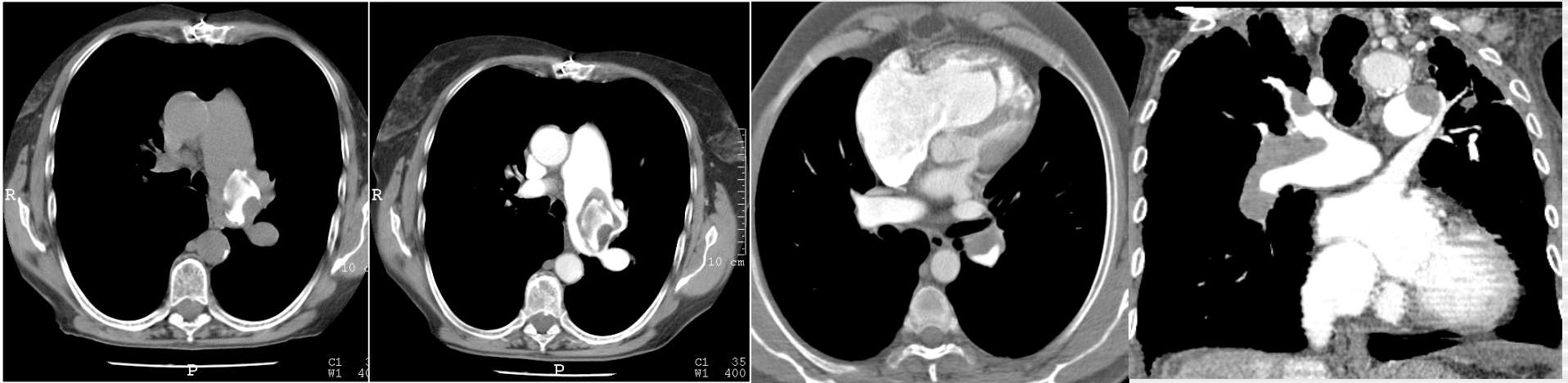
Occlusion complète:

Thrombus occupe la totalité du vaisseau

Majoration du calibre

En cas de thrombus récent

Séméiologie de l'embolie pulmonaire chronique au CT

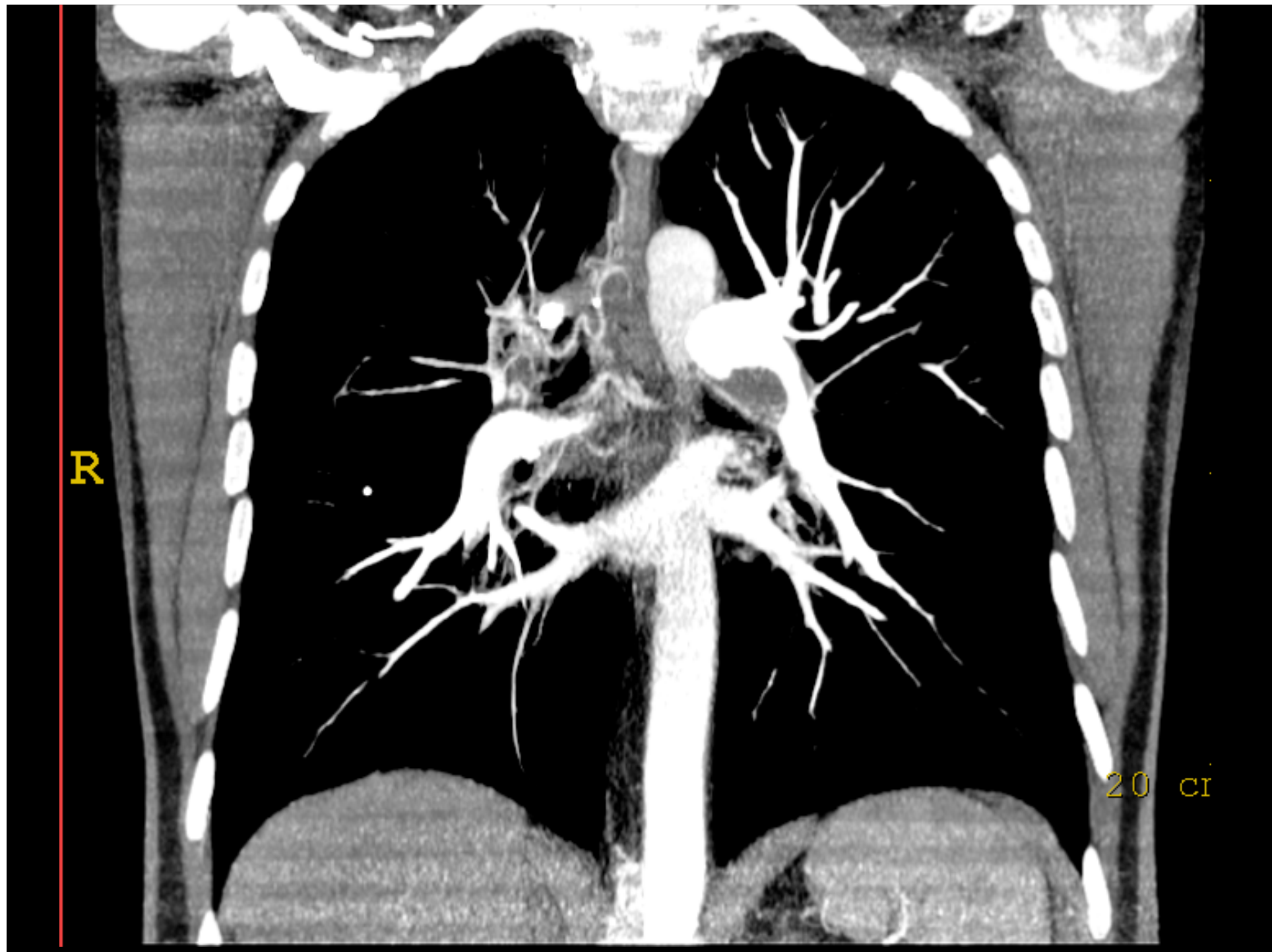


Hypodensité intravasculaire:

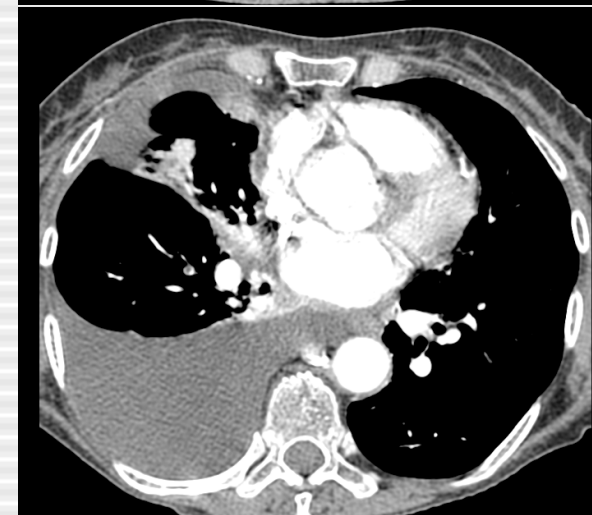
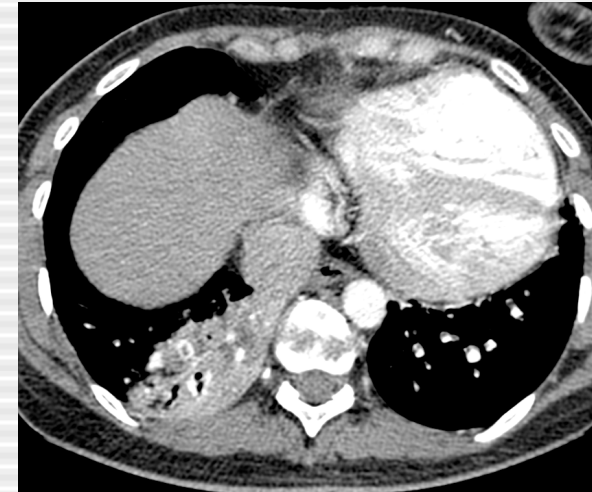
- marginale
- angle de raccord obtus avec la paroi
- parfois calcifié

Réduction de calibre de l'artère:

- Tortuosité des artères segmentaires:
- Rétrécissement des vaisseaux périphériques
- HVD, Hypertrophie des artères bronchiques



Signes accessoires de l'embolie pulmonaire au CT



Oligémie (4%)

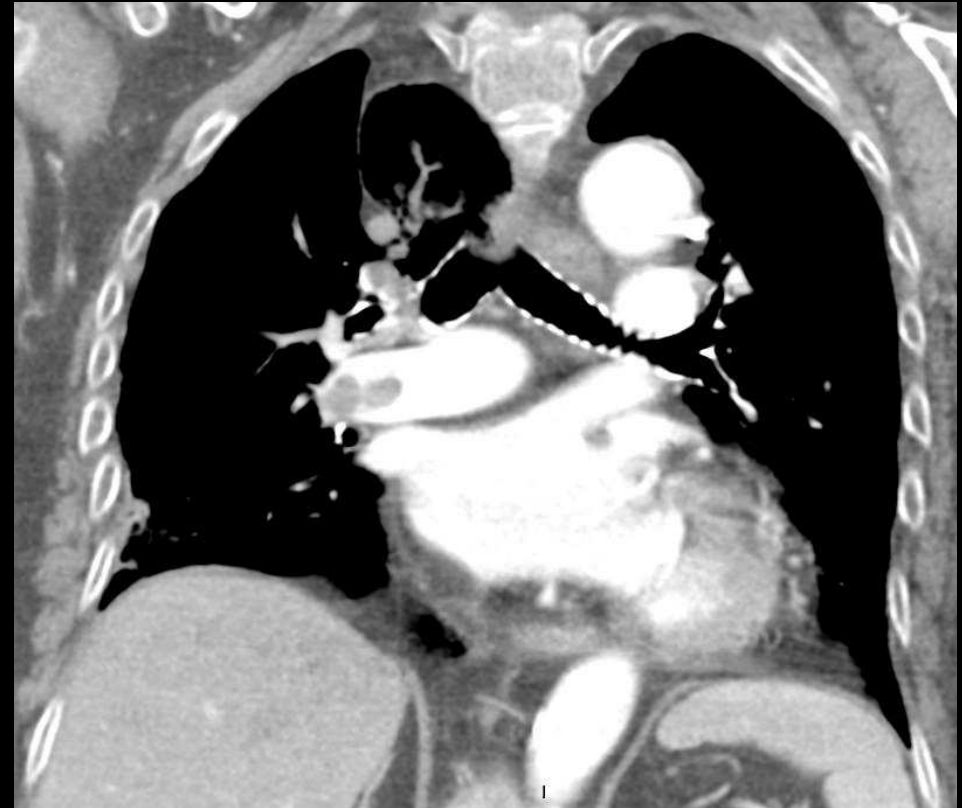
Infarctus pulmonaire (25%)

Atélectasie et épanchement

Infarctus pulmonaire au CT

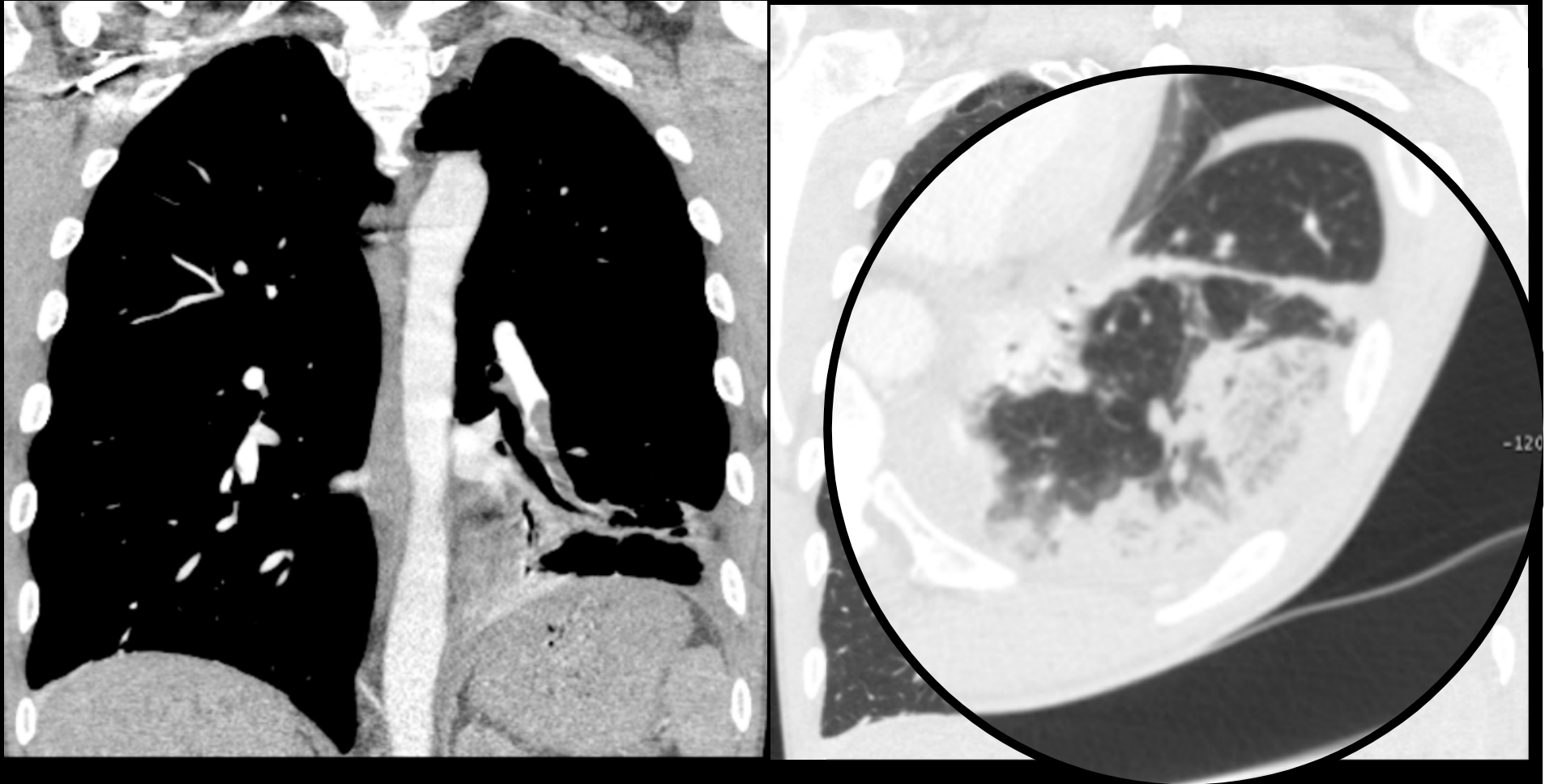
- 150 condensations périphériques
- Signe vsx, clartés centrales, bronchogramme aérique
- Clartés centrales: 46 % sensibilité and 98% spécificité
- Clartés centrales dans condensations périphériques= très suggestif d'infarctus pulmonaire

**Femme de 77 ans, syndrome inflammatoire
d'origine indéterminé
US: Thrombophlébite extensive**

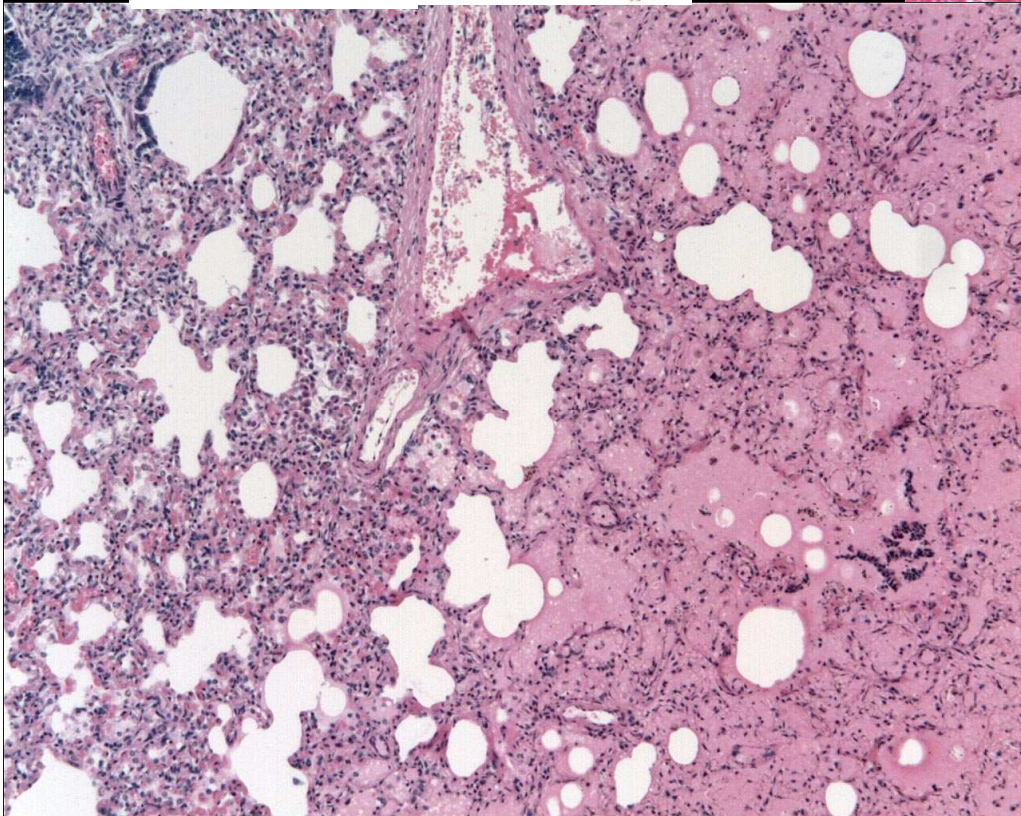
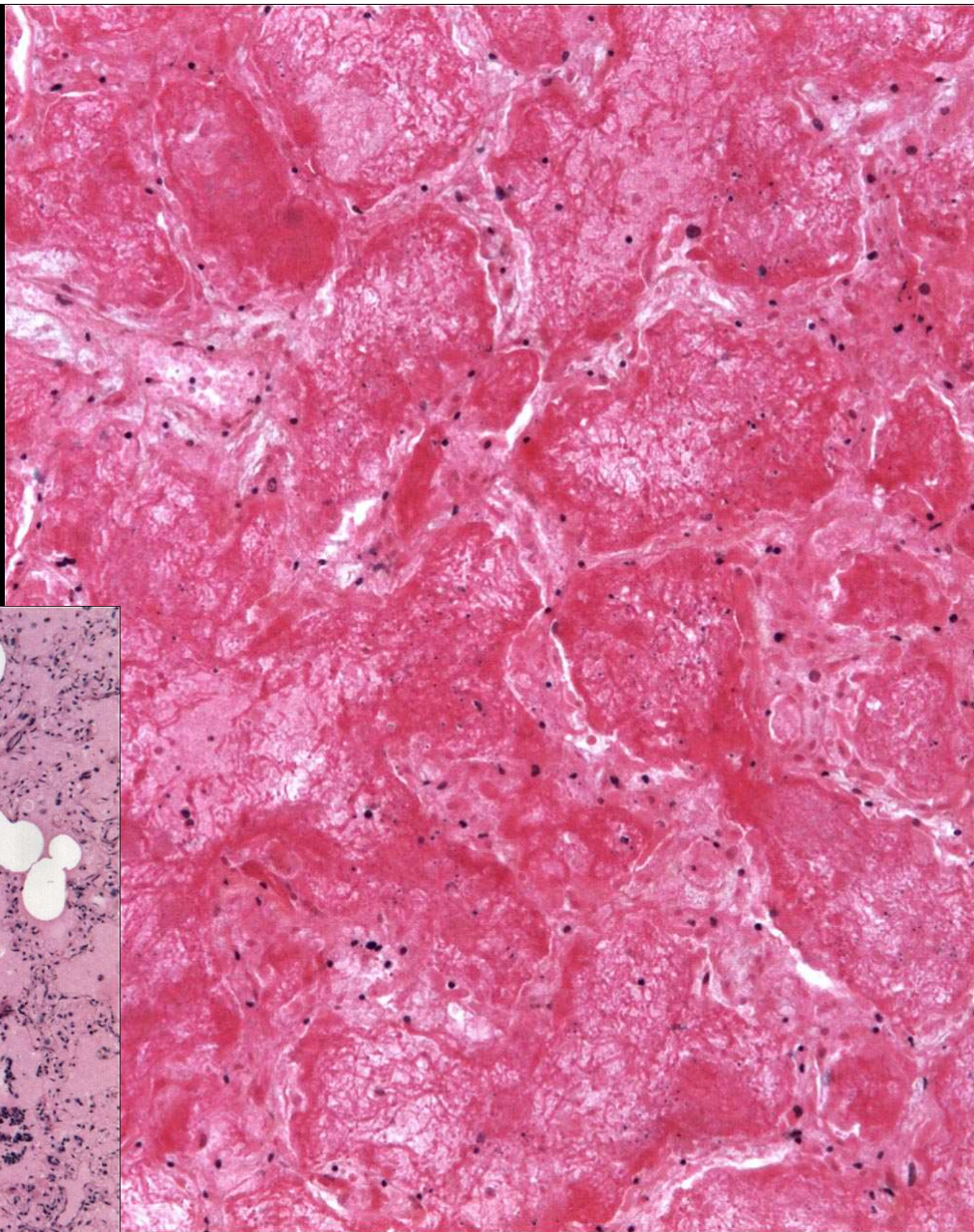
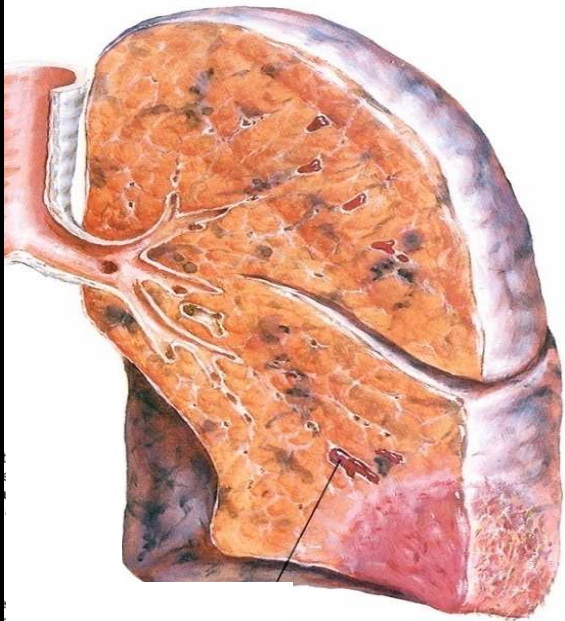


Akle N, et al. Infarctus of the azygos lobe due to acute pulmonary embolism. JBR-BTR (2009);92(6):301

Infarctus pulmonaire au CT



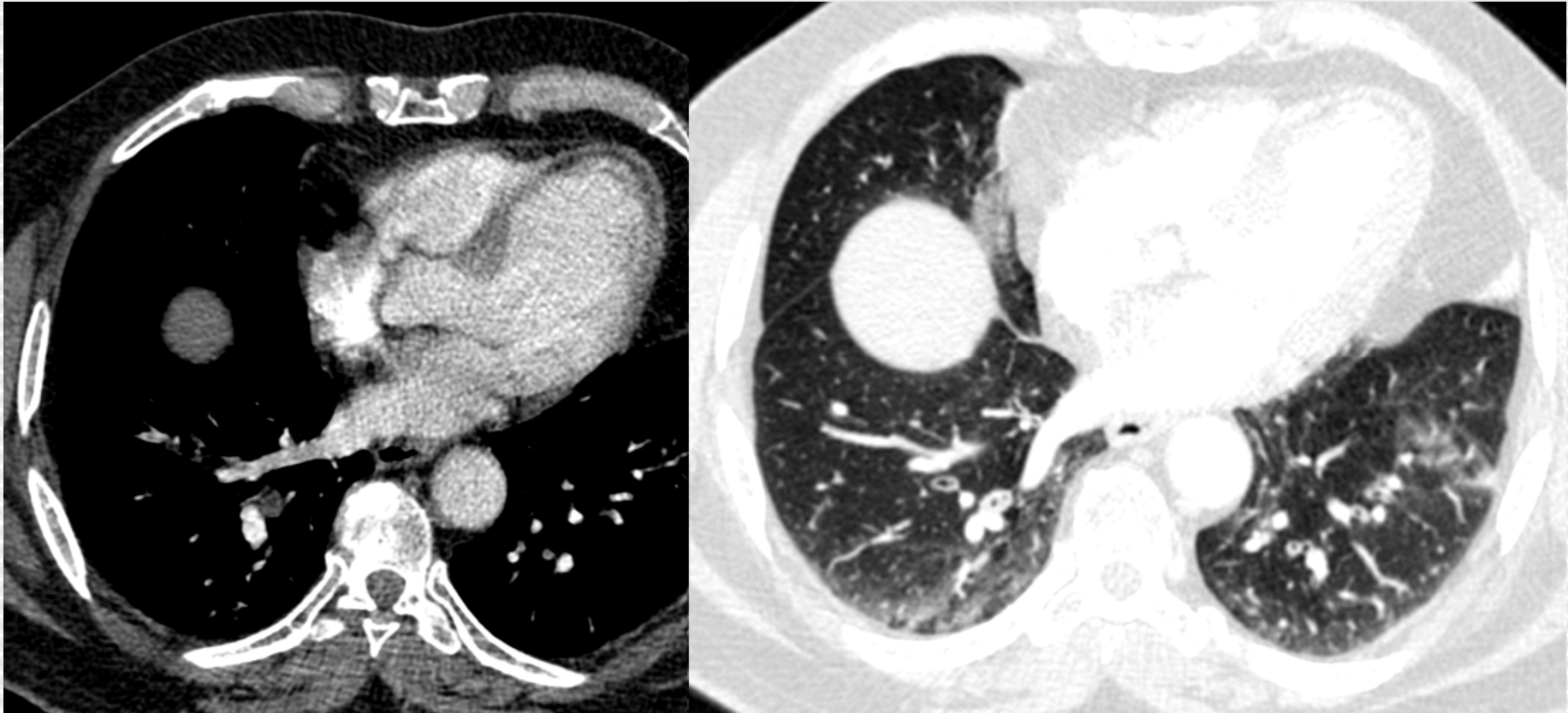
Homme de 50 ans. Dyspnée depuis 1 semaine. DVT veine poplitée gh



Pièges au CT

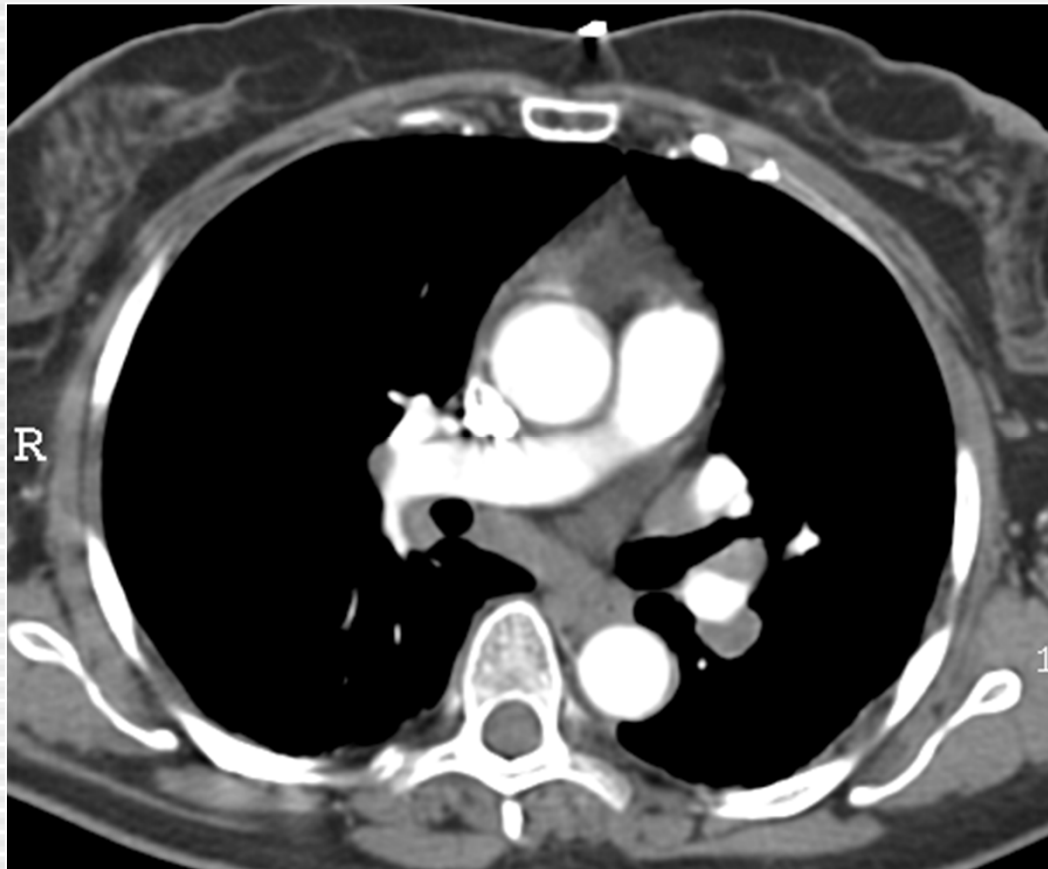
- Structures anatomiques
- Structures bronchiques
- Structures lymphoïdes
- Artefacts de mouvement
 - Respiratoires
 - Cardiaques
- Artefacts de flux

Pièges au CT: structures bronchiques



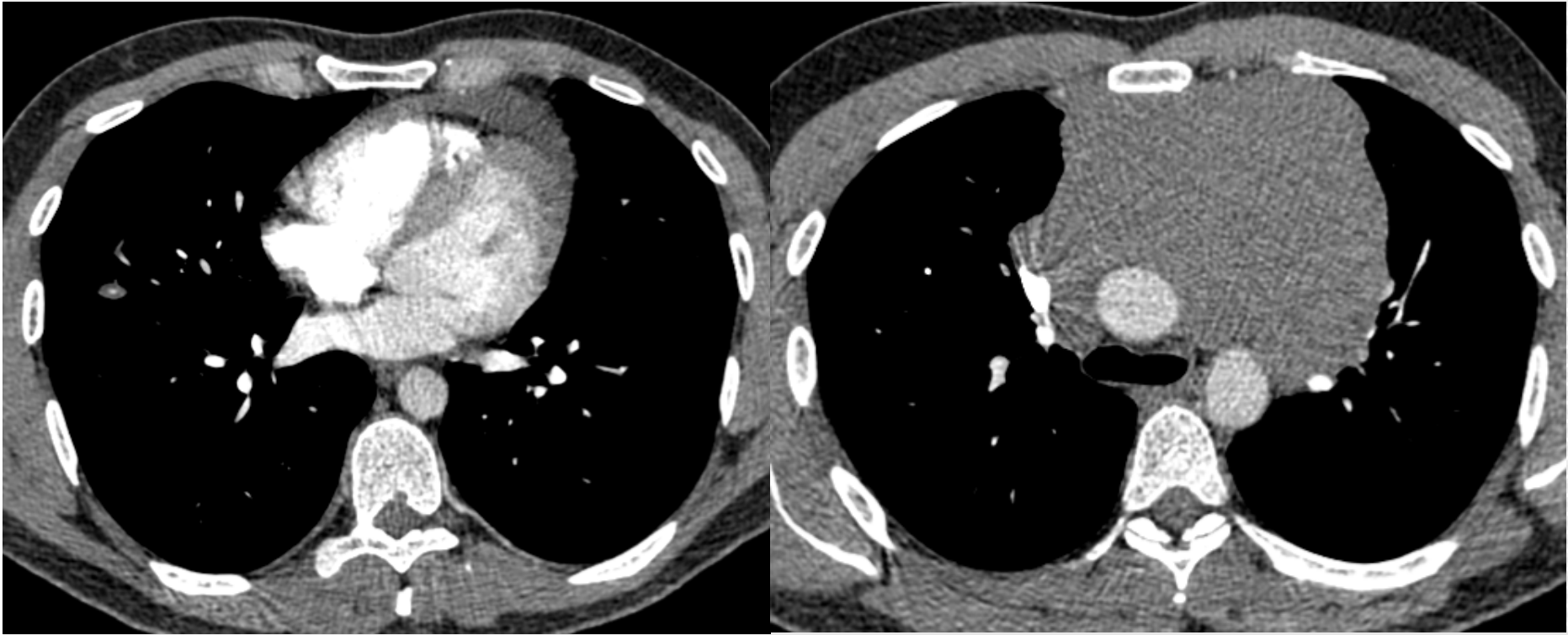
Regarder les mêmes images en constante parenchymateuse

Pièges au CT: structures lymphoïdes



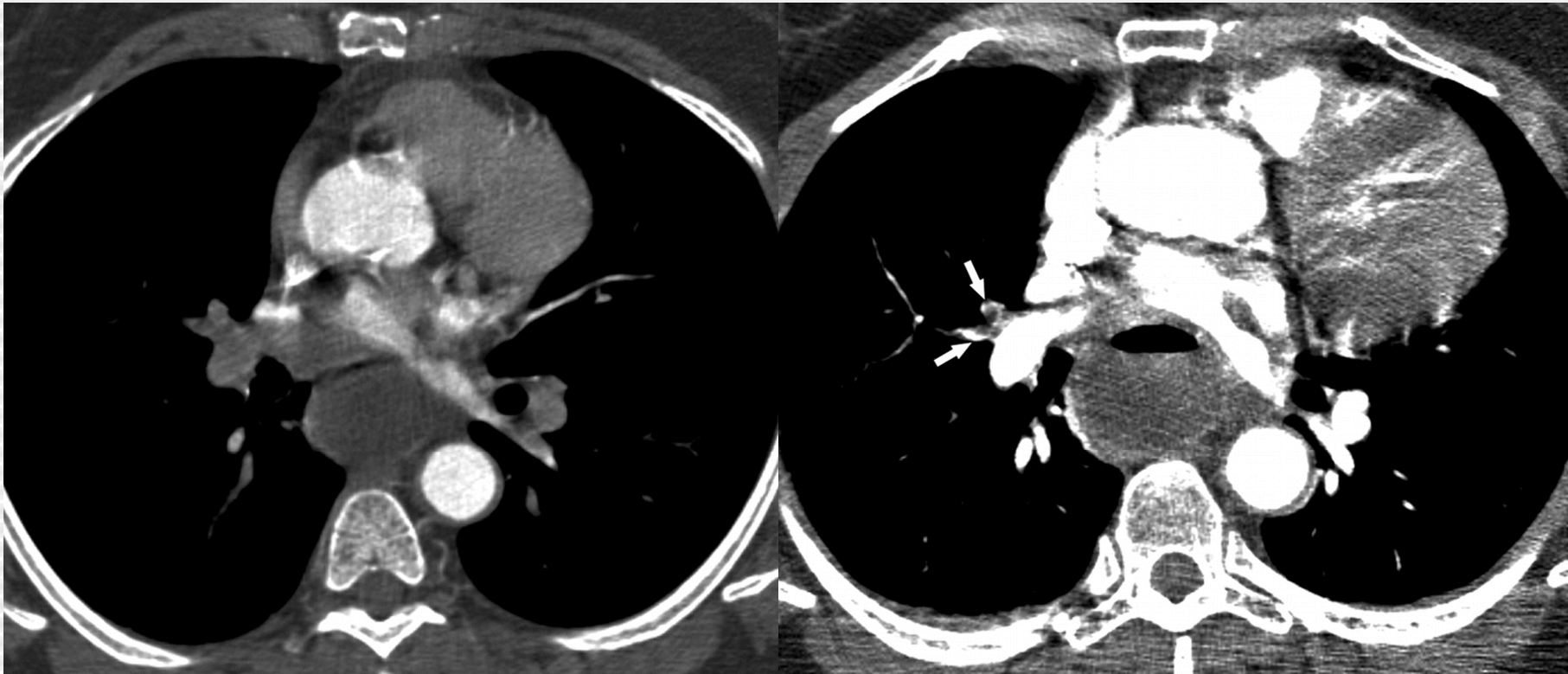
Reformattage des images dans un autre plan

Pièges au CT: structures lymphoïdes





Pièges au CT: Insuffisance d'opacification



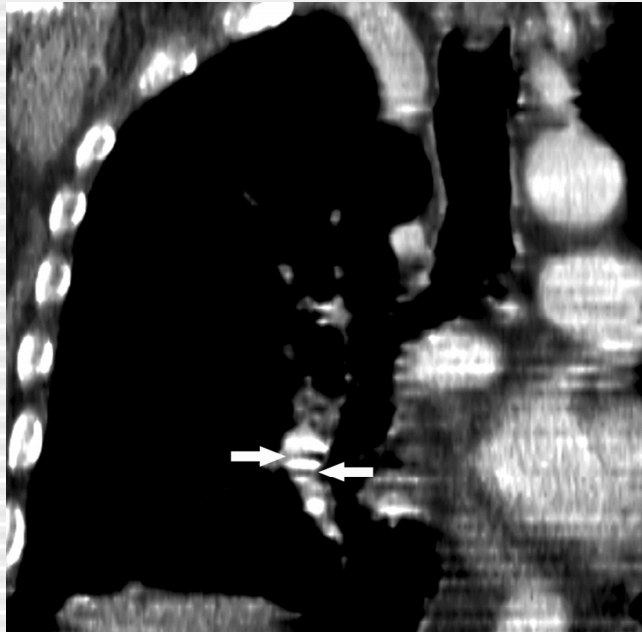
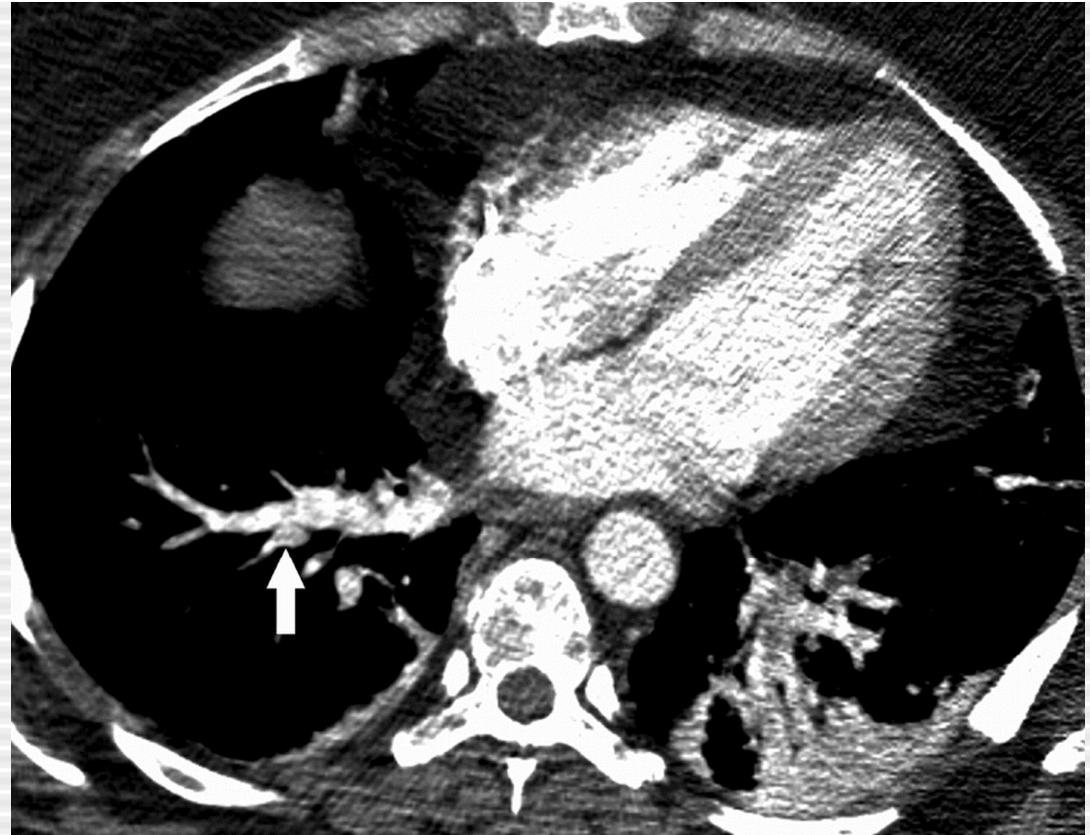
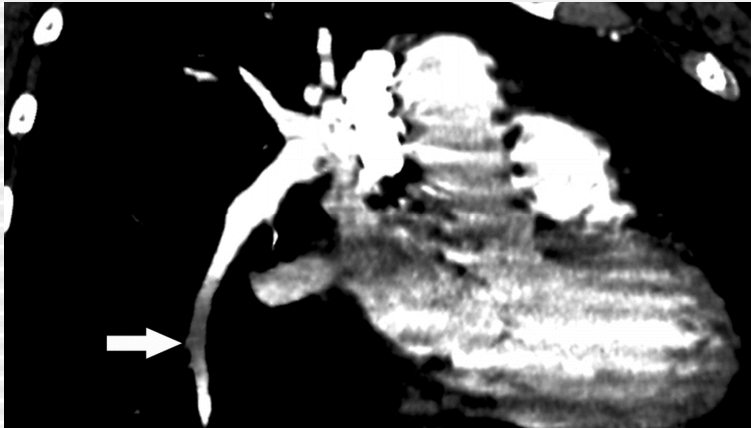
Déterminer les artères non rehaussées. Refaire une injection si nécessaire

Wittram C et al. CT angiography of pulmonary embolism: diagnostic criteria and causes of misdiagnosis. Radiographics 2004; 24(5): 1219-38

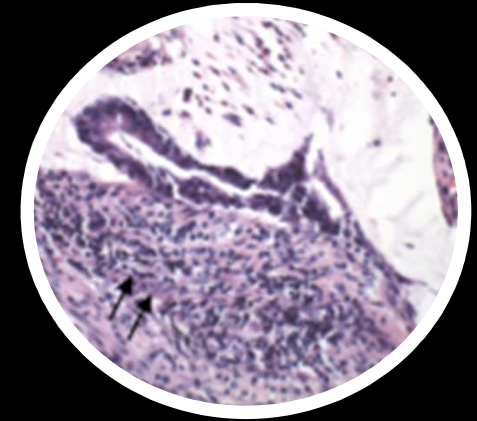
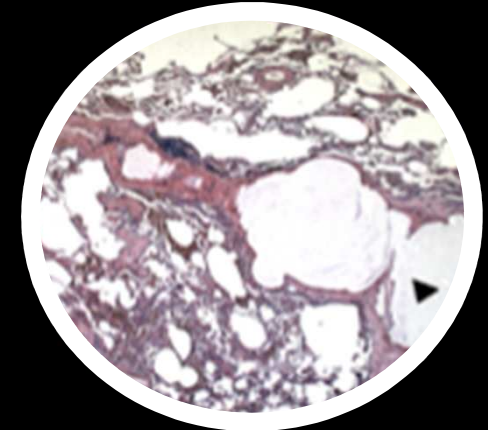
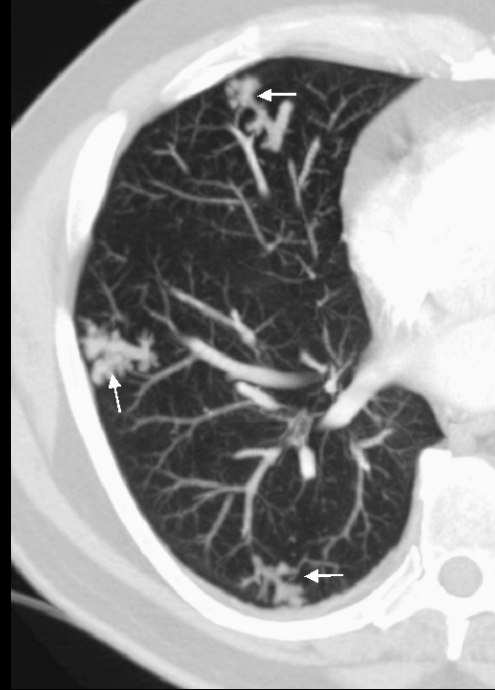
Artefacts respiratoires



Artefacts de flux, step artefacts, bruit de fond

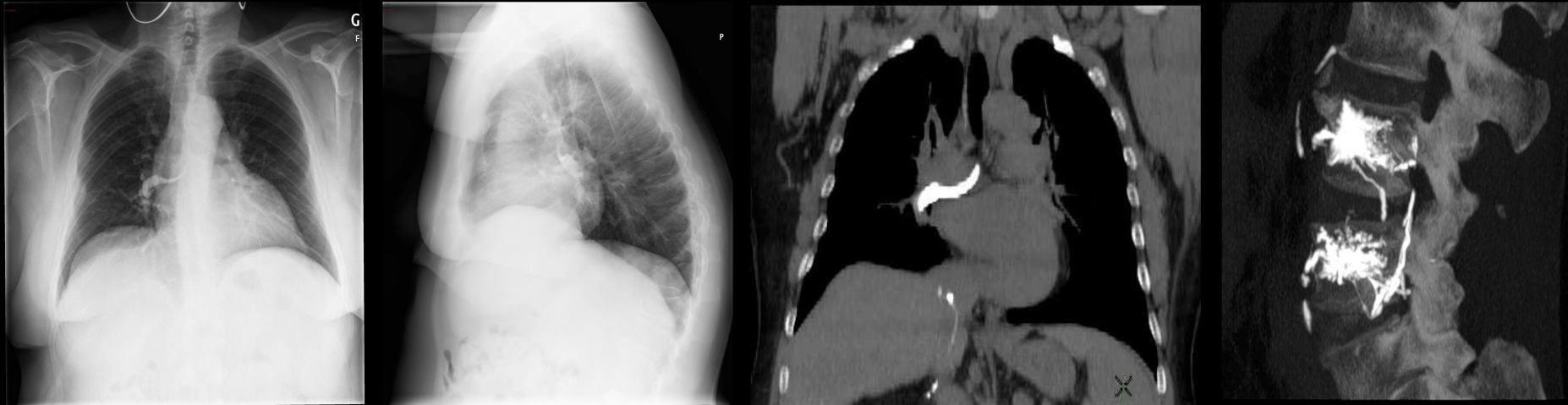


Embolie tumorale: «arbre en bourgeons»



- Tack D et al. Tree-in-bud pattern in neoplastic pulmonary emboli. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:1421-2
- Bosmans S et al. Pulmonary metastatic microangiopathy of colon cancer presenting as a “tree-in-bud pattern. *Br J Radiol*. 2008;81(961):e11-12

Embolie de matériel cimentoplastie



- Incidence: 23% des vertébroplasties percutanées: artères pulmonaires du 3ème ordre ou plus distales
- Corrélation significative entre présence de ciment dans la VCI et embolie pulmonaire de ciment (p=0.3)
- Facteurs de risque: approche bipédiculaire, opérateur non radiologue sous scopie (arceau en C)

Kim YJ, et al. Pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures: incidence, characteristics, and risk factors. *Radiology* (2009);251:250-9

Performances cliniques du CT multi-coupe

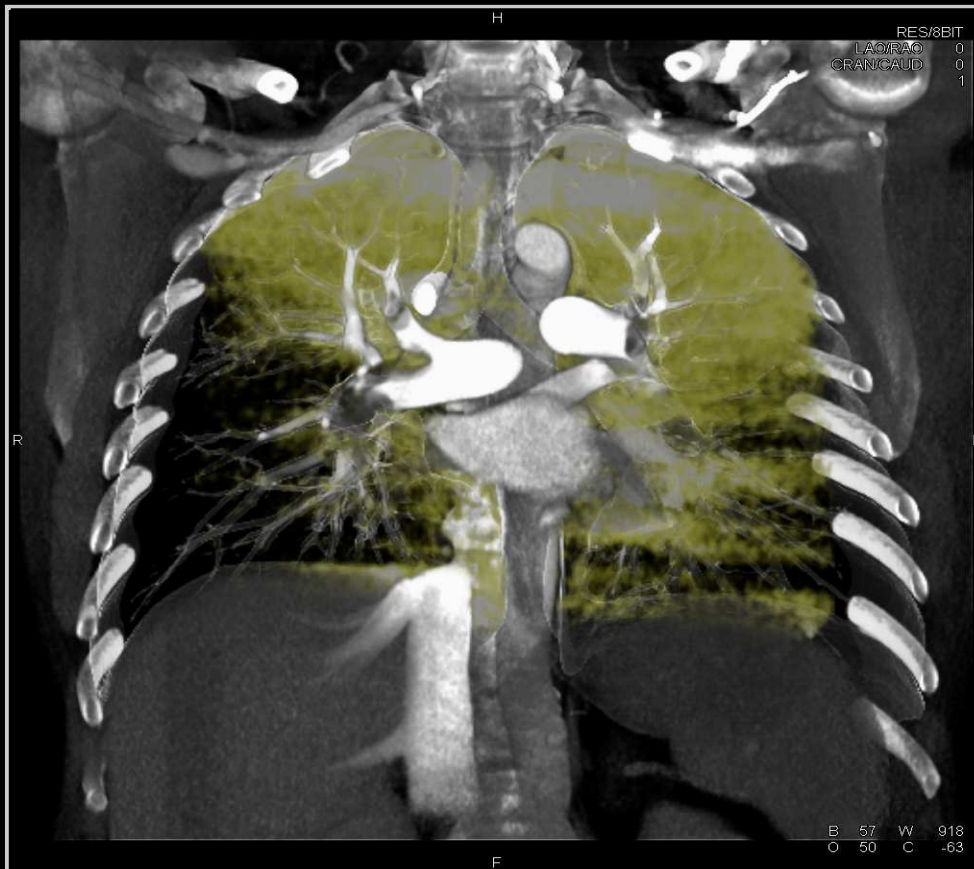
- 824 patients
- CT 4-8-16 coupes /rotation
- Standard de référence composite
- 51 patients non interprétables
- 773 patients interprétables
 - Sensibilité: 83% (150/181)
 - Spécificité: 96% (567/592)
 - VPP: 97% VPN: 95%

Valeur prédictive négative élevée au MDCT

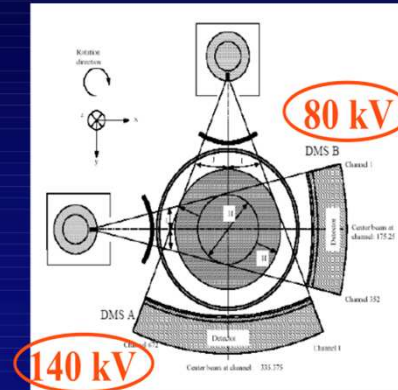
- 3500 patients
- 15 études
- SSCT, MDCT
- 3 mois follow-up
- Valeur prédictive négative: 99%
- Non instauration anticoagulation avec CT négatif apparaît « safe »

Quiroz R, et al. Clinical validity of a negative computed tomography scan in patients with suspected pulmonary embolism. JAMA 2005;293:2012-2017

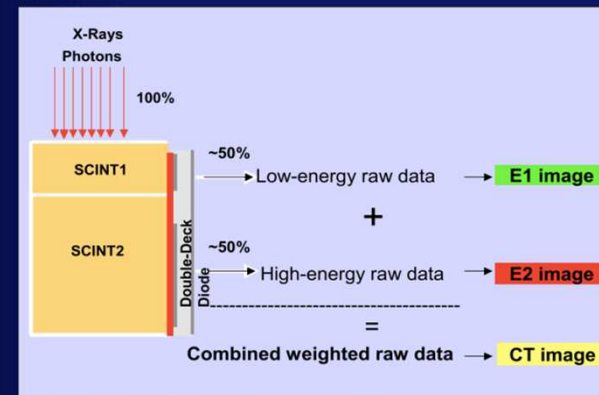
CT Scanner double énergie

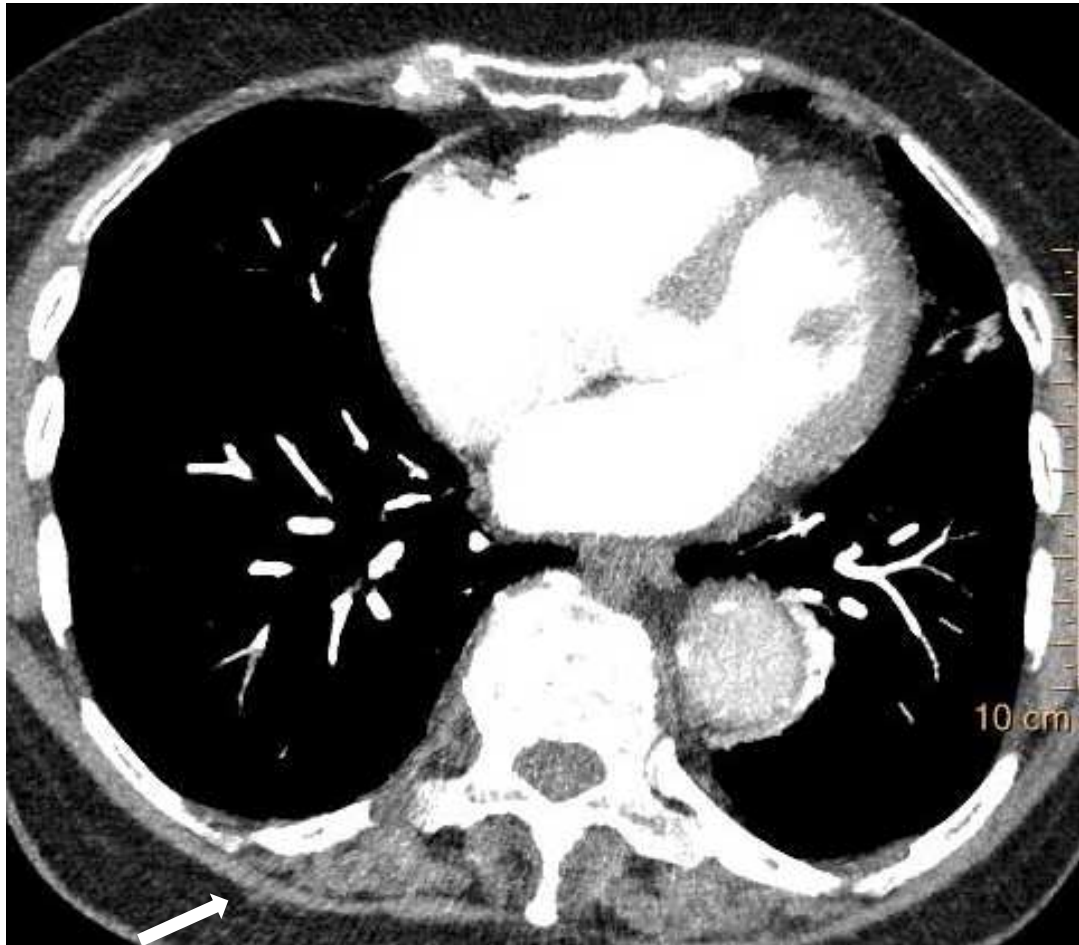


Dual energy CT (DECT)



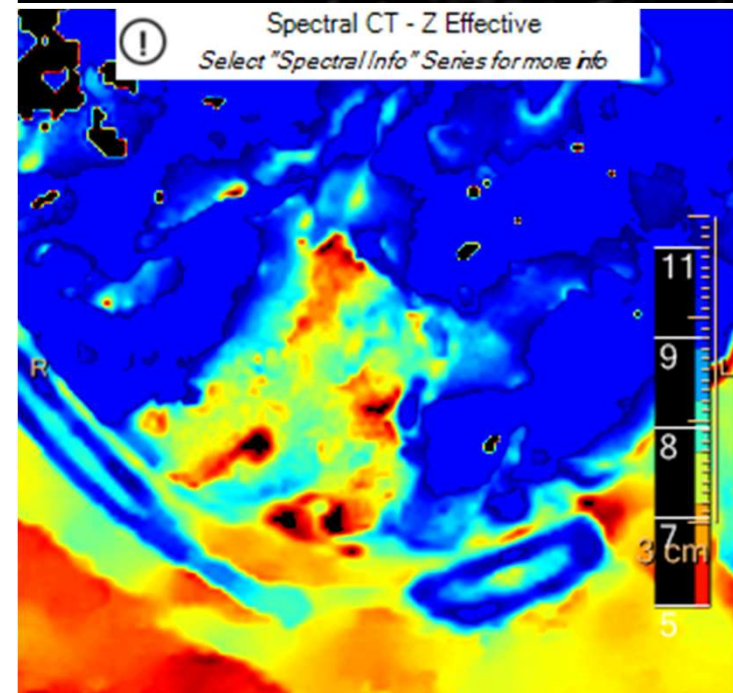
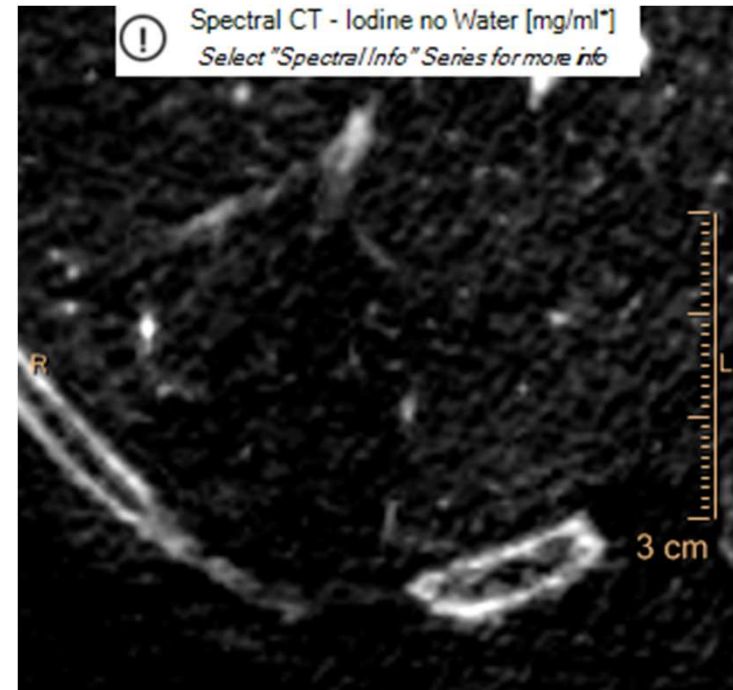
Single Source Dual Energy MDCT: 2 Detection Systems Situated 1-on-1





Z atomic number display

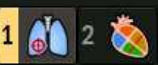
Sakamoto A, Sakamoto I, Nagayama H, Koike H, Sueyoshi E, Uetani M. Quantification of lung perfusion blood volume with dual-energy CT: assessment of the severity of acute pulmonary embolism. *AJR* (2014);203:287-291



Review

PAA

Pulmonary Arteries Analysis



Find Filling Defects

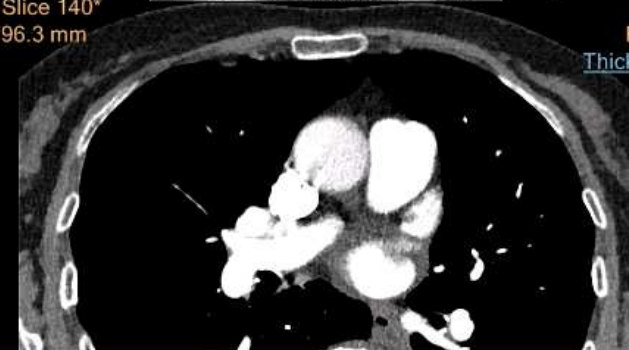
- Inspect Lungs
 - Focus on left lung
 - Focus on right lung
 - Focus on both lungs

- Collect Findings
 - Mark new finding
 - Show non-active findings
 - Show active finding
 - Show Peripheral CADs

Phase N/A%

11 May, 2016 / 15:35:17.34
 MonoE70keV, MEDIASTIN, Spectral CT - Mono Energetic 70 keV
 Series 402 - Slice 140*
 Slice Pos: -796.3 mm

UCL St LUC
 Philips, IQon - Spectral CT
 120 kV
 FOV 262.0 mm
 Thickness 1.00 mm
 Zoom 1.00
 Contrast



Warning

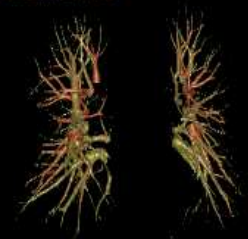
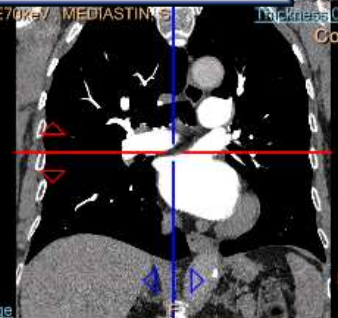
No Peripheral CAD suggestions were detected.

OK

Average
 WL 60
 WW 400

11 May, 2016 / 15:35:16.28
 MonoE70keV, MEDIASTIN, S
 Thickness 0.51 mm
 Contrast

UCL St LUC
 Contrast



Findings (0)...

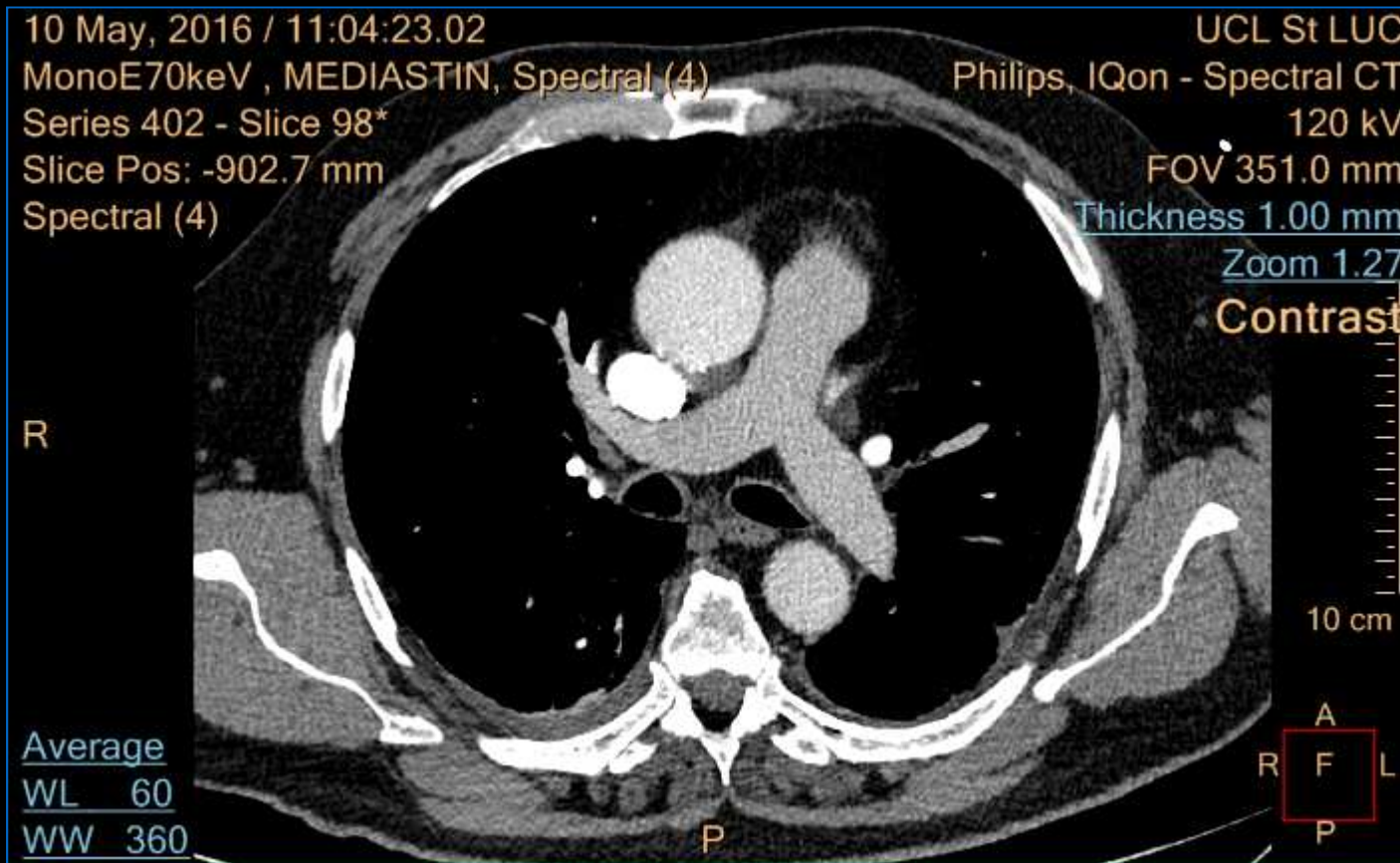
Create Movie or Series

Exit

- Preview
- Report
- Save all
- Film

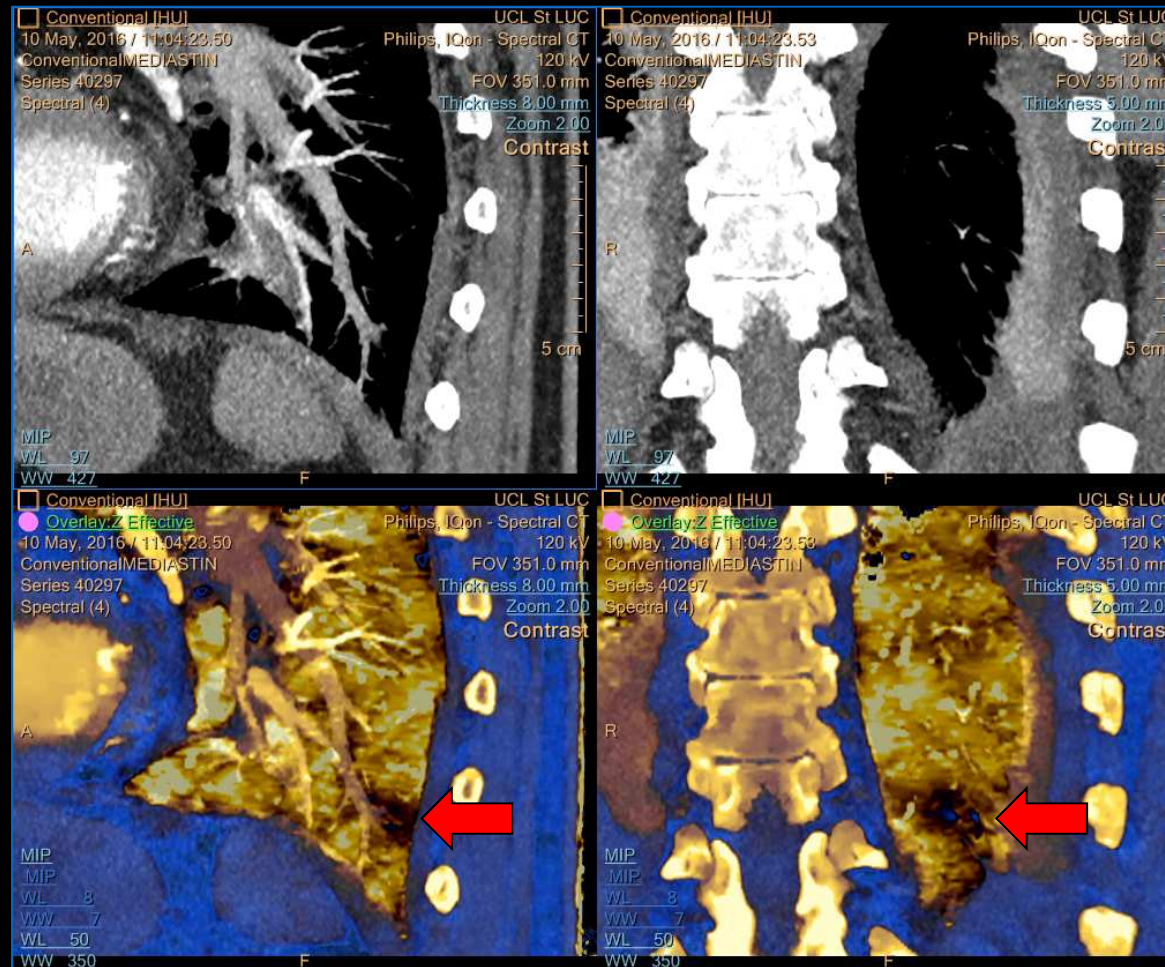
ED: Suspicion of Pulmonary Embolism

Valsalva -> bad opacification of Pulmonary Arteries



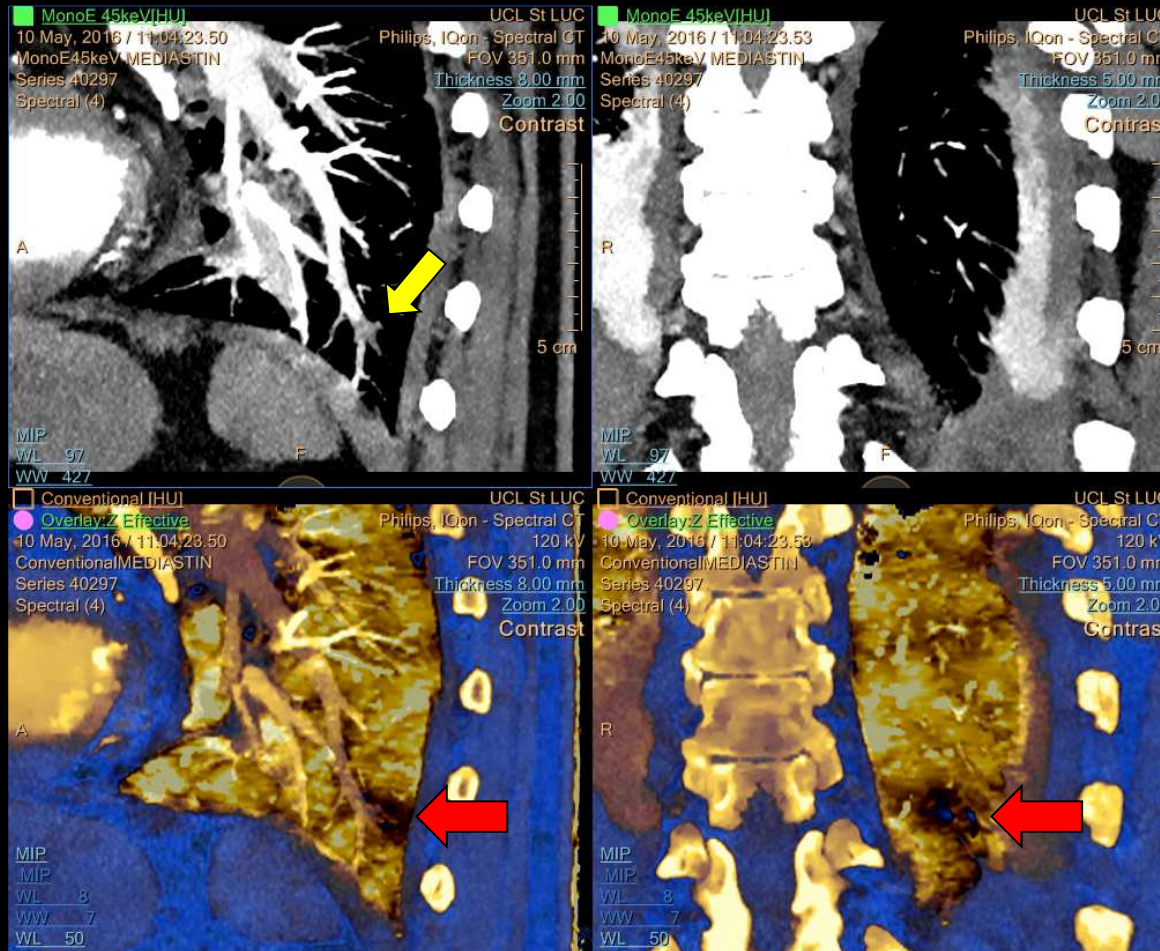
Suspicion of PE

Perfusion Defect visible on Zeff (red arrow), artefact ?
No clot visible on conventional CT



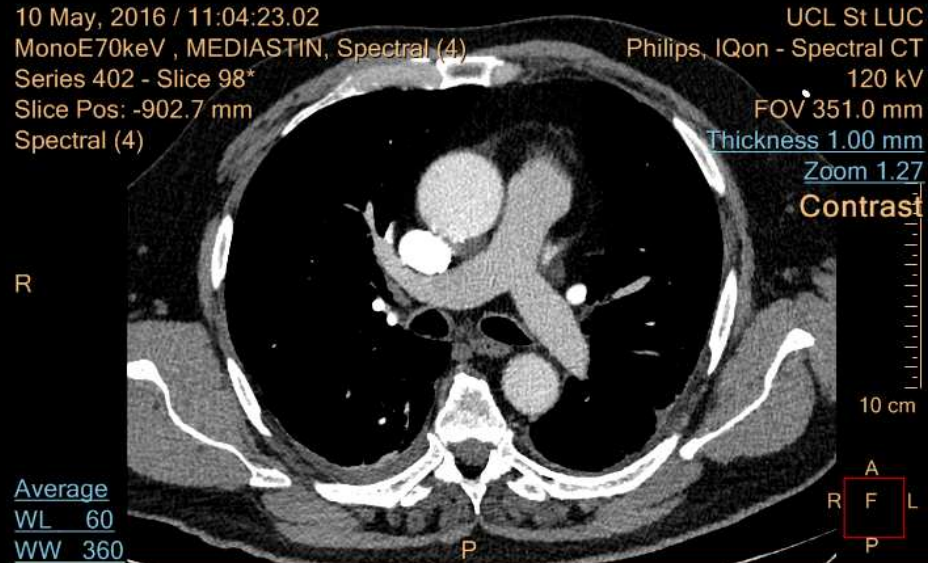
Suspicion of PE

Perfusion Defect visible on Zeff (red arrow)
clot visible at 45 keV (yellow arrow)

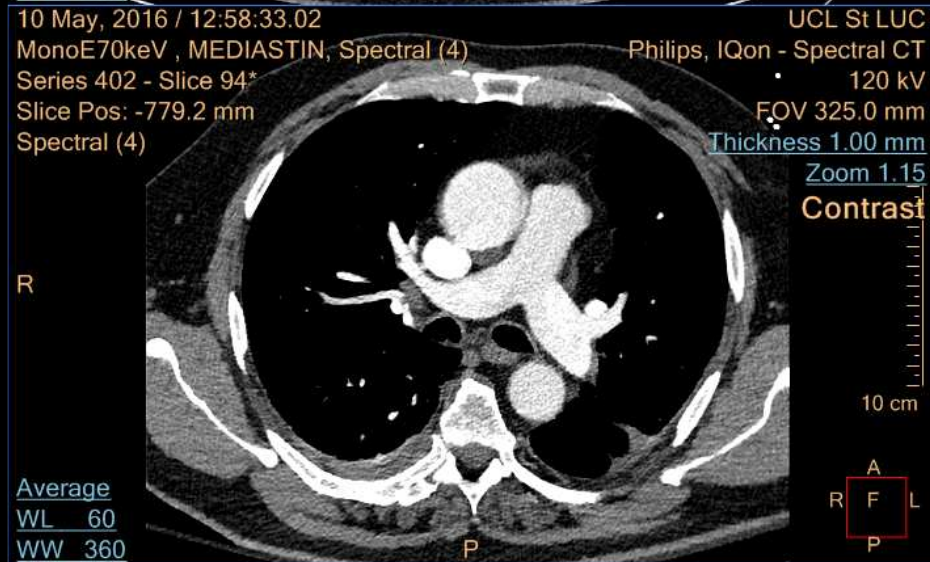


In doubt: Patient reinjected

Injection

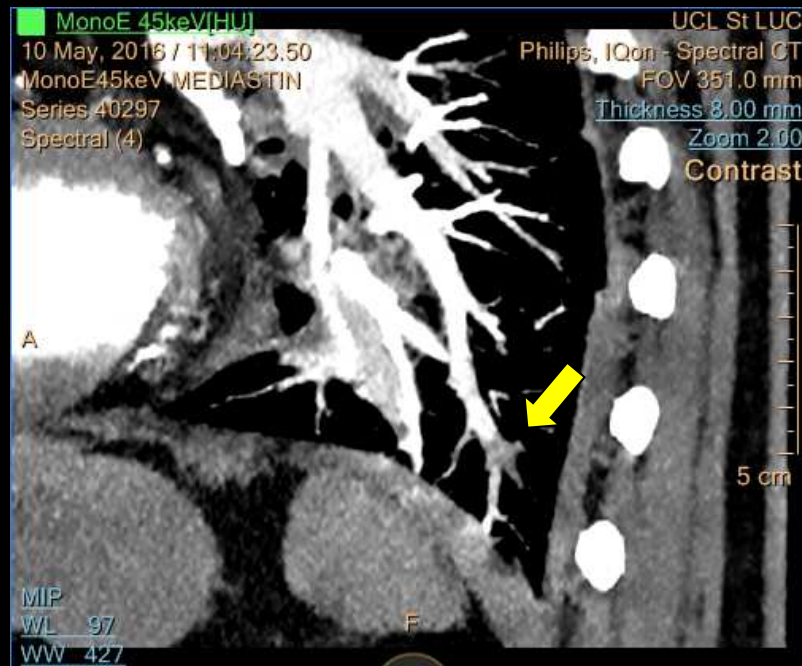


Injection 2



Suspicion of PE: Patient reinjected

Presence of clot confirmed



Injection 1, 45 keV



Injection 2, 70 keV

COMBINAISON IODINE MAP AND MONOCHROMATIC IMAGES

References

1. Sakamoto A, Sakamoto I, Nagayama H, Koike H, Sueyoshi E, Uetani M. Quantification of lung perfusion blood volume with dual-energy CT: assessment of the severity of acute pulmonary embolism. *AJR* (2014);203:287-291
2. Apfaltrer P, Sudarsku S, Schneider D, et al. Value of monoenergetic low-kv dual energy CT data sets for improved image quality of CT pulmonary angiography. *Eur J radiol* (2014);83:322-328

4b. Veino CT combiné



- Acquisition
 - Chevilles diaphragme
 - Garrots: optionnel
 - 210 sec après CT thorax
 - Spirale: 3.75-10 mm
 - Séquentiel:
 - 5-10 mm/20-50mm
- Sensibilité: 89-100%
- Spécificité: 67-100%

Ghaye B, Dondelinger RF. Non-traumatic thoracic emergencies: CT venography in an integrated diagnostic strategy of acute pulmonary embolism and venous thrombosis. Eur radiol 2002;12(8):1906-21

Irradiation: 5.7 mSv

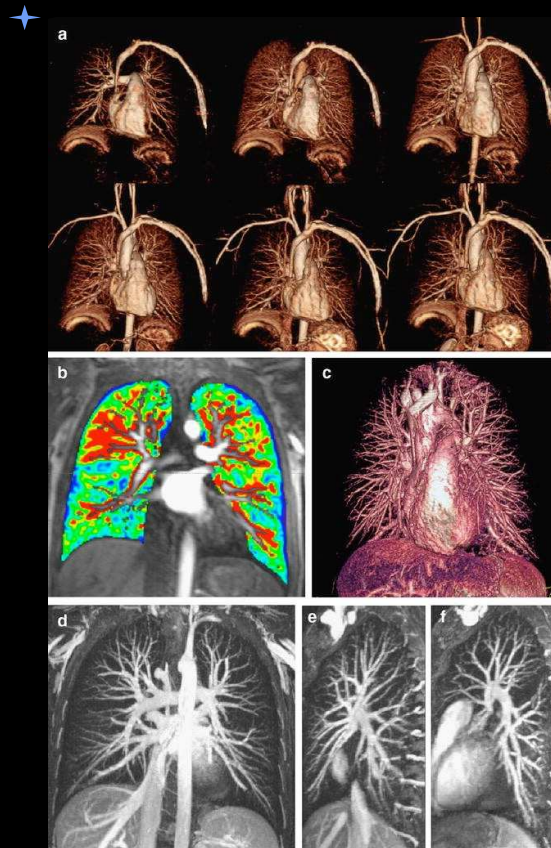
Imagerie veineuse couplée à l'imagerie thoracique ?



- 737 patients interprétables
CT veineux :
 - Sensibilité: 90% (164/183)
 - Spécificité: 95% (524/554)
- « In patients with suspected PE, CTA-CTV has a similar diagnostic sensitivity than does MDCT alone with similar specificity » Stein et al. NEJM 2006
- « The addition of indirect CT venography increased the diagnosis of venous thromboembolism in 27.4% of patients ». Ghaye et al. Radiology 2006

Ghaye B, Nchimi A, Noukoua CT, et al. Does multi-detector row CT pulmonary angiography reduce the incremental value of indirect CT venography compared with single-detector row CT pulmonary angiography? Radiology. 2006;240(1):256-62.

5. IRM pulmonaire



- Echo de gradient 3D (CE-MRA)
- Agent blood pool, ⁺imagerie parallèle: < 1 mm (20 sec)
- Sensibilité: 70-100%
- Spécificité: 92-100%
- Limites: artères pulmonaires ss segmentaires
- Venographie MR+ IRM pulmonaire < 20'

5.IRM pulmonaire

Magnetic resonance angiography, averaged across centers, was **technically inadequate in 25%** of patients (92 of 371). The proportion of technically inadequate images **ranged from 11% to 52%** at various centers. Including patients with technically inadequate images, magnetic resonance angiography identified **57% (59 of 104)** with pulmonary embolism. **Technically adequate** magnetic resonance angiography had a **sensitivity of 78% and a specificity of 99%**. **Technically adequate magnetic resonance angiography and venography** had a **sensitivity of 92% and a specificity of 96%**, but **52% of patients (194 of 370)** had technically inadequate results.

Gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography for pulmonary embolism: a multicenter prospective study (PIOPED III). Ann Intern Med. 2010 Apr 6;152(7):434-43,

6. Artériographie pulmonaire: meilleure performance car meilleure distension vasculaire?



Injection iv périphérique



Injection artère pulmonaire



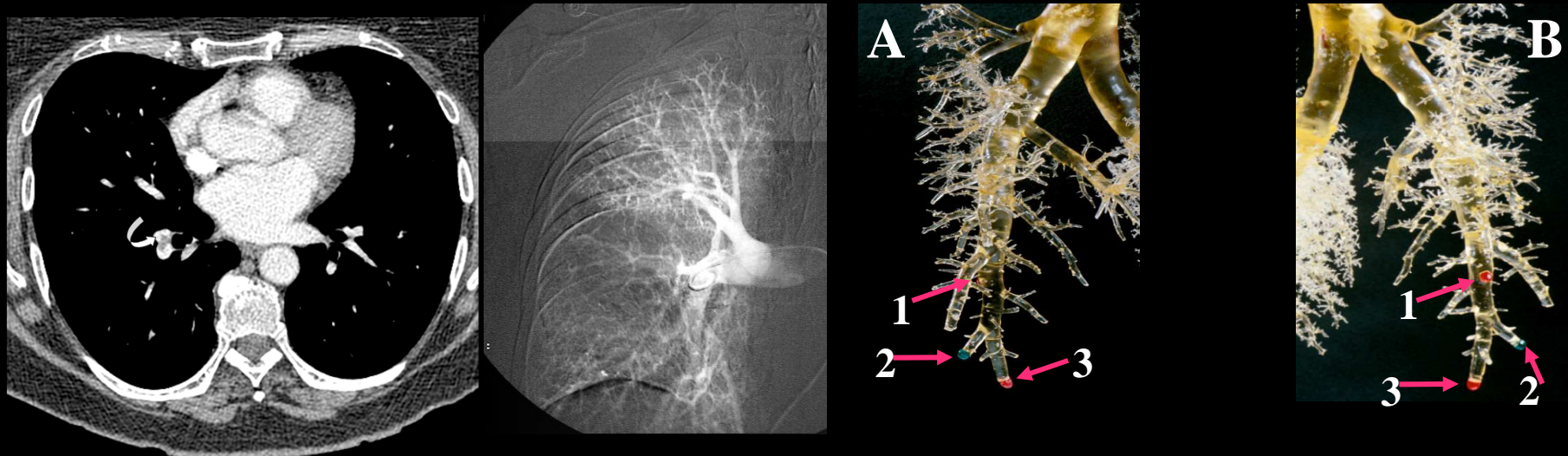
Injection intraartérielle : Q' x 2

La distension des vaisseaux pulmonaires provoqué par l'injection de produit de contraste n'est pas significativement différente selon le site d'injection

E Coche, L Baile, K Kim, JR Mayo.

The effect of contrast injection rate and site on pulmonary vascular distension. Academic Radiology 1999; 6 : 419-425

6. Angiographie pulmonaire: comparaison avec une méthode de référence externe



Méthode de référence- Méthode invasive potentiellement dangereuse

1 cas/ 3: discordance d'interprétation

Sensibilité/valeur prédictive positive: 87-88%

Fragmentation d'embolies massives/discordance interprétation

Irradiation: 3.2-30 mSv

Situations cliniques particulières

Femmes enceintes

Patient avec CI à l'iode

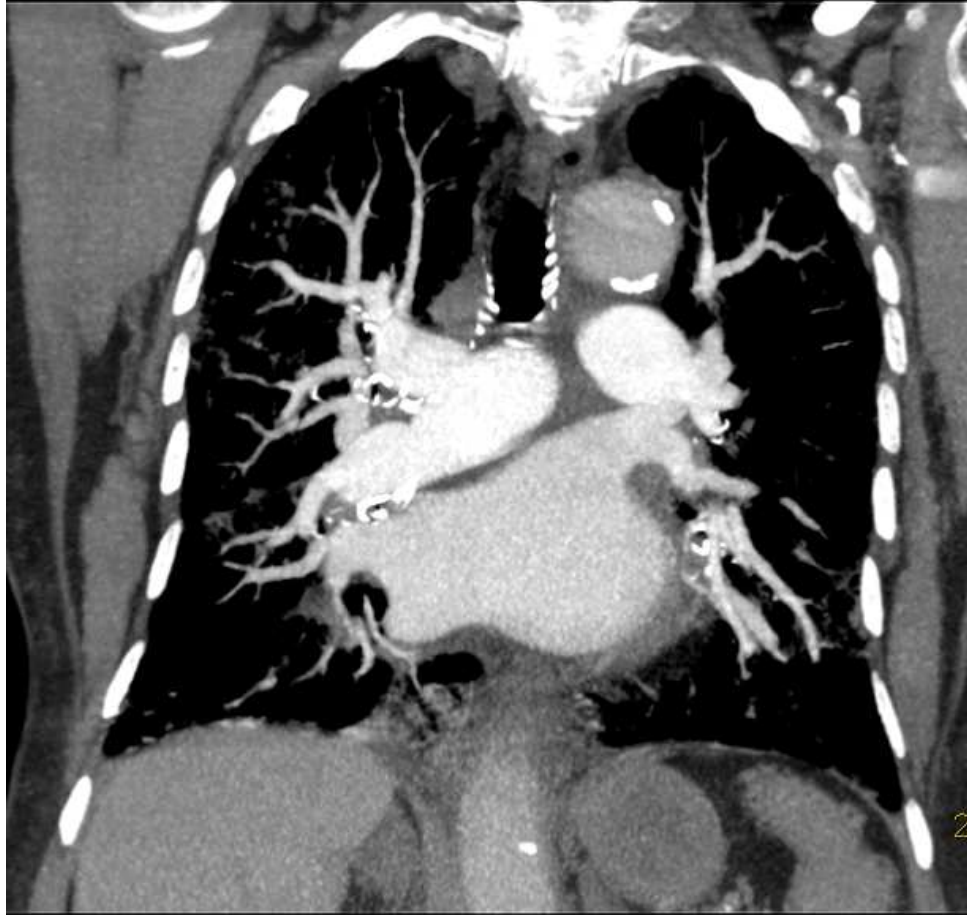
Embolie pulmonaire périphérique isolée

Embolie massive

Patients avec CI pdc et EP

- Iode: Allergie-néphrotoxicité dose dépendante
- Faire US mbs inf/scinti V/P
- Insuffisance rénale:
- Produits iso-osmolaires moins toxiques que hyper-osmolaire
- Réduction des doses sur MDCT ~40 mL
- Allergie à l'iode:
- Corticothérapie
- CT au Gd, IRM

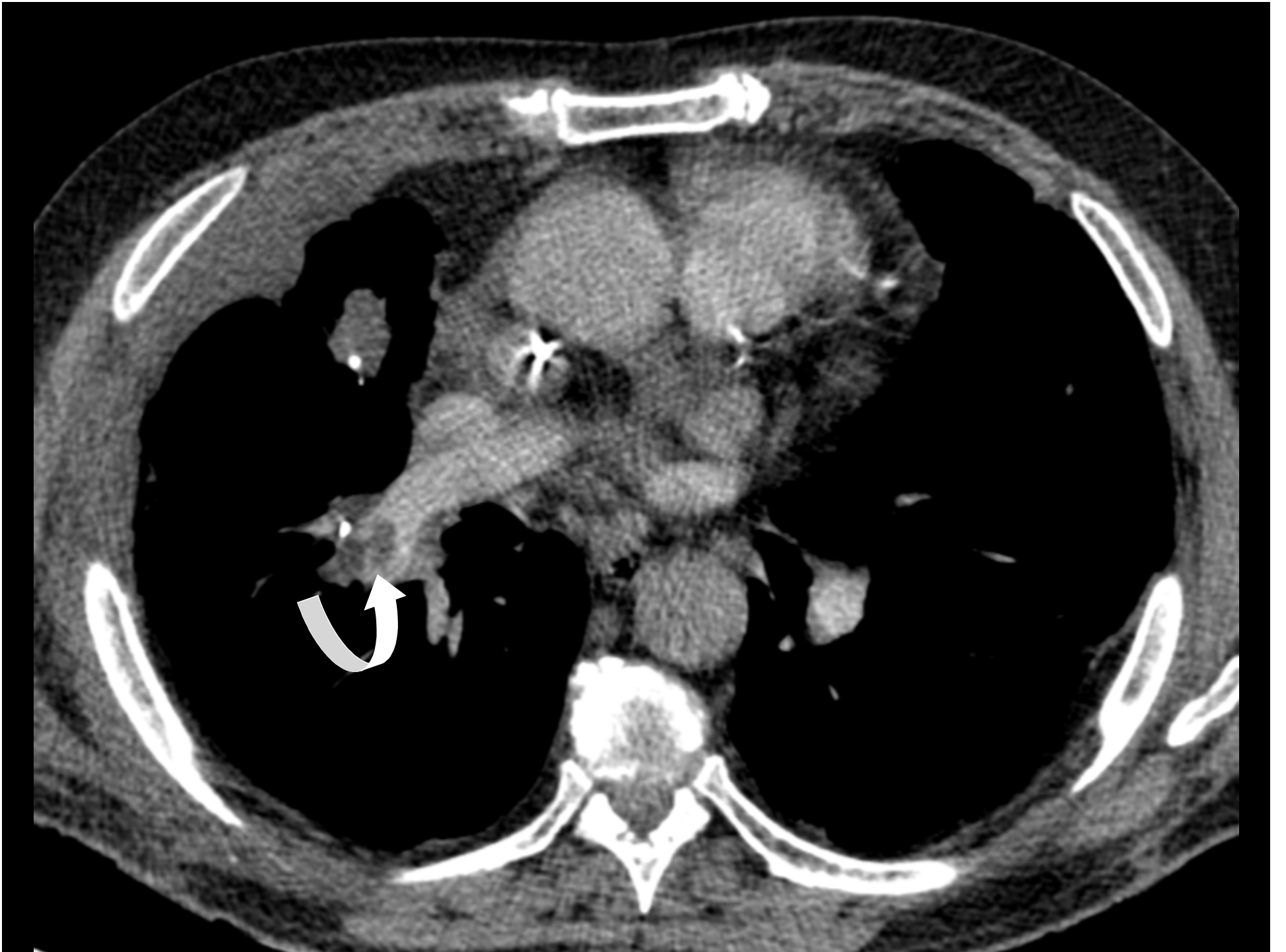
Wu CC, et al. Pulmonary 64-MDCT angiography with 30 mL of iv contrast material: vascular enhancement and image quality. AJR 2012;199:1247-51



Patiente de 83 ans avec suspicion d'embolie pulmonaire, pathologie interstitielle, possible décompensation cardiaque

Créatinémie limite: 1.5 mg/dL

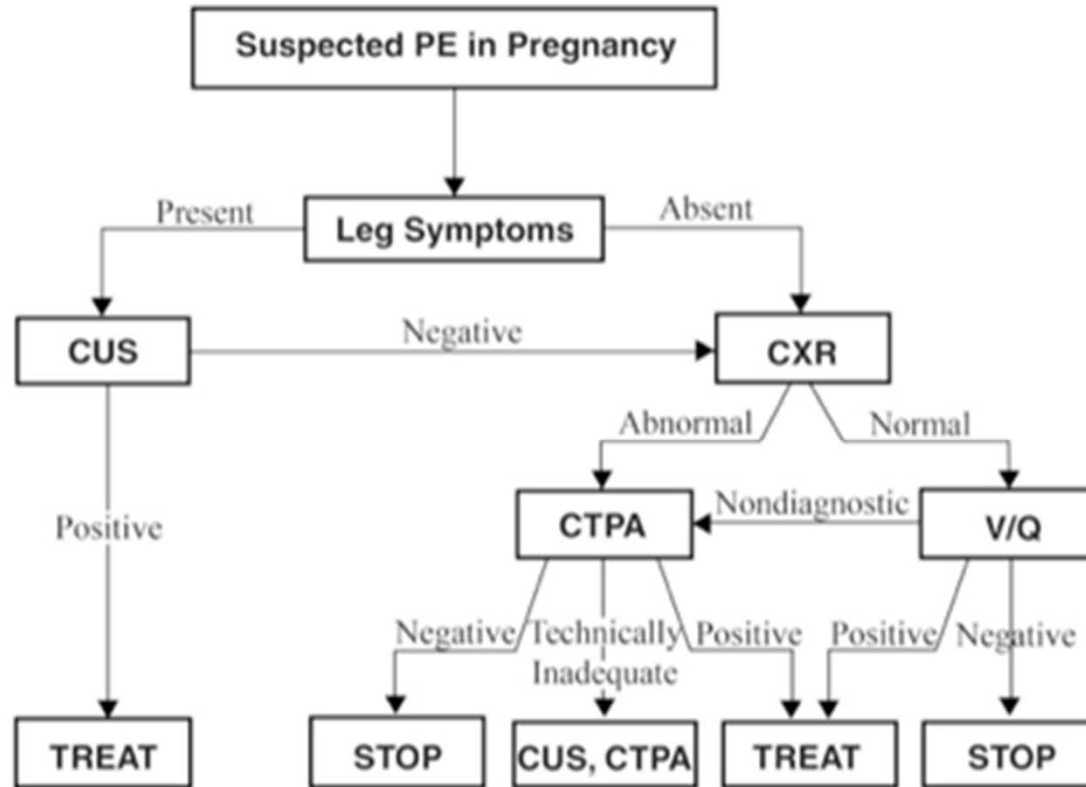
CT B-64 (PMS) : 64 x 0.625 mm, temps acquisition: 3.5 sec- injection: 40 mL pdc



Femmes enceintes et EP

- D-dimères ++ entre le 2ème T et 4-6 semaines après accouchement
- Risque de sur/sous R/ mis en balance avec risque de l'irradiation
- US mbs inférieurs (V. iliaques)-IRM pulmonaire
- CTAP << 3x que V/P scan
- V/P scan << CTAP seins
- Réduire dose (modulation) et protection seins
- Risque iode au foetus non connu → test pour détecter hypothyroïdie

American thoracic Guidelines

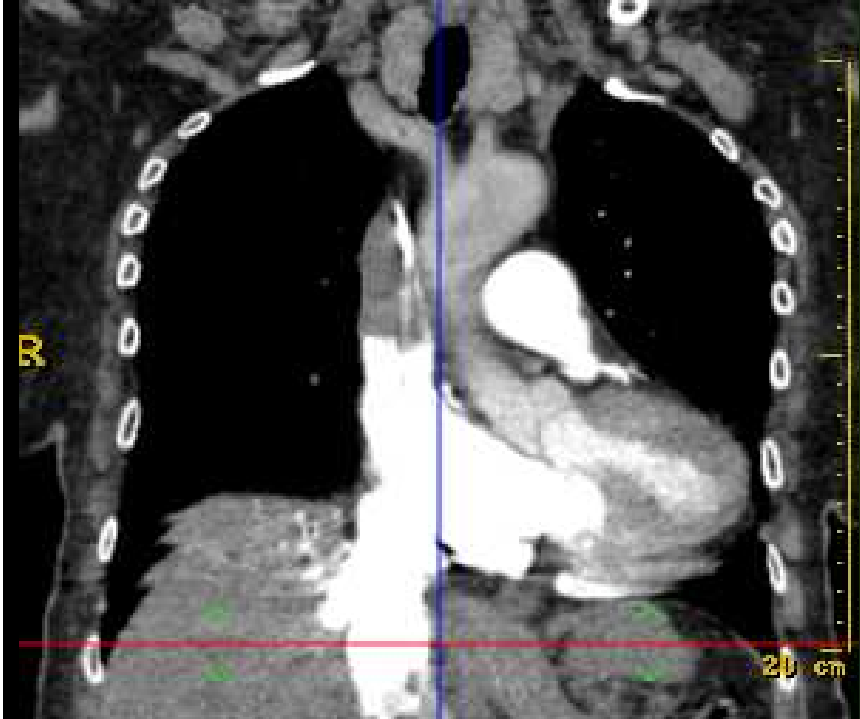


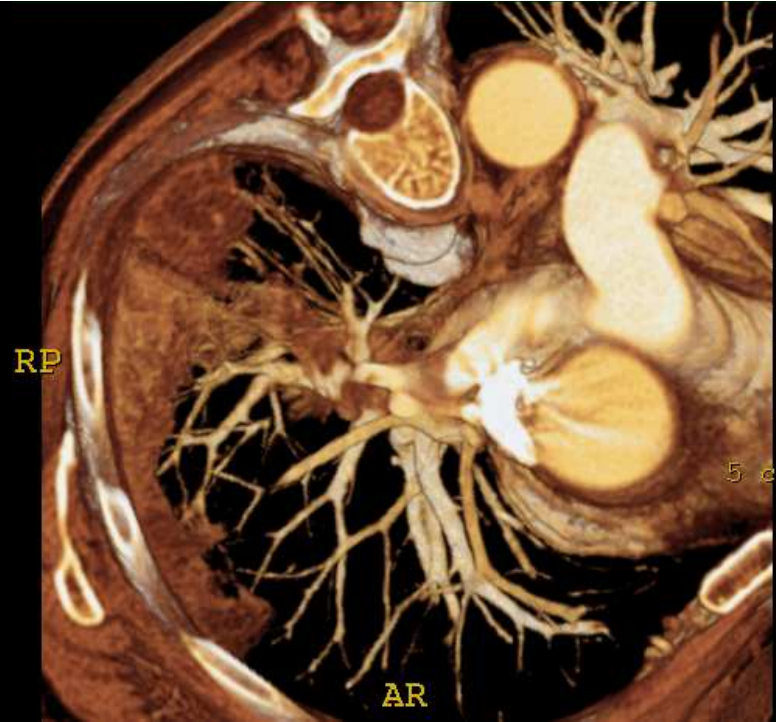
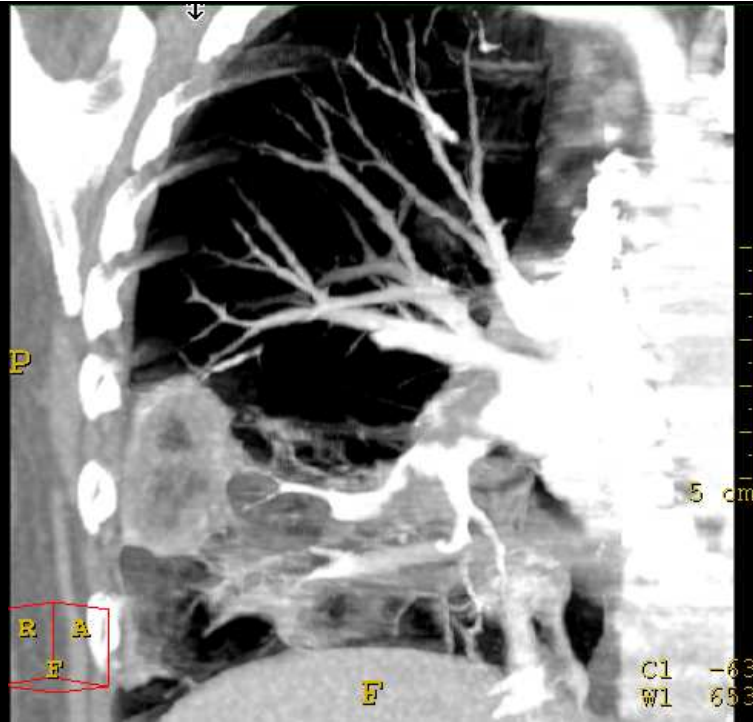
Diagnostic algorithm for suspected PE in pregnancy.

Pas de D-dimères
chez la femme
enceinte: manque
de spécificité

Embolie pulmonaire massive

- Pas de place actuellement pour le CT
- Echocardiographie
 - Transthoracique: diagnostic limité
 - Transoesophagien: meilleure performance
- Traitement:
 - Embolectomie chirurgicale
 - Thrombolyse



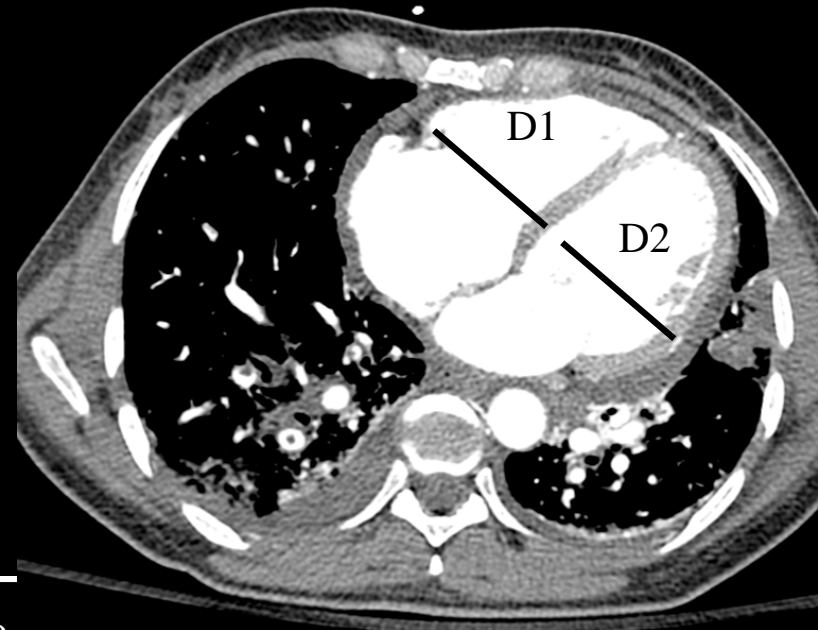


$VD(D)/VG(D) > 0.9$

Tx de mortalité à 30 jrs: 15.6%

$VD(D)/VG(D) < 0.9$

Tx de mortalité à 30 jrs : 7.7%



Messages à retenir

- Nécessité d'avoir une stratégie diagnostique avec stratification du risque
- MDCT= Technique la plus performante à l'heure actuelle
 - Détection
 - Diagnostics alternatifs
 - Pronostic
- Raffinements avec la technique double énergie
- MDCT peut être utilisé chez la femme enceinte moyennant précautions
- IRM représente très probablement une technique émergente mais nécessite une pratique habituelle