

## Prise en charge de la maladie thrombo-embolique

Prof. Emmanuel Coche

DES

Département d'imagerie Médicale

26/02/2021

Cliniques Universitaires St-Luc

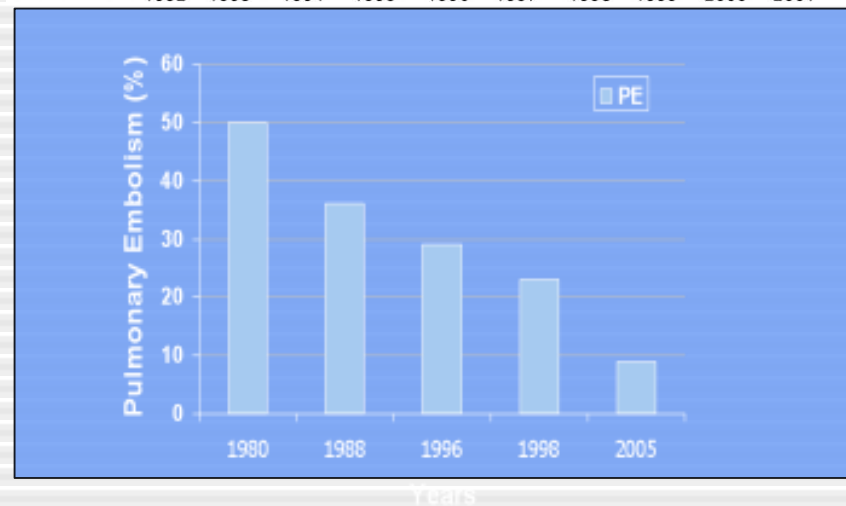
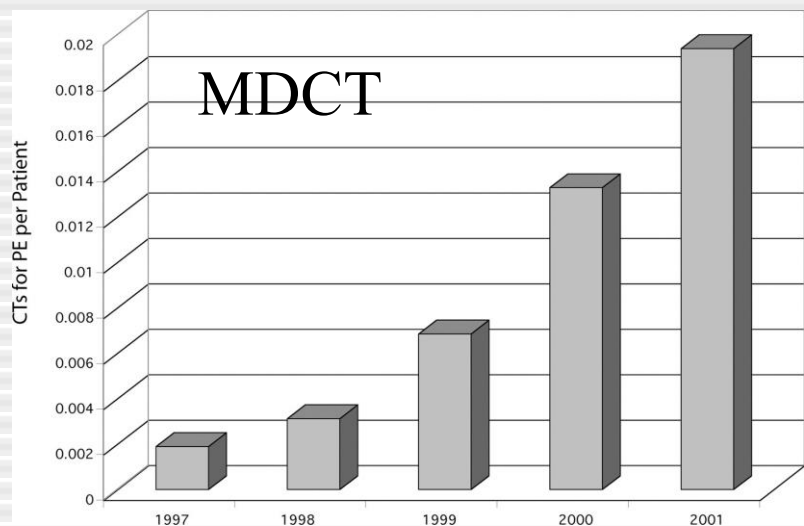
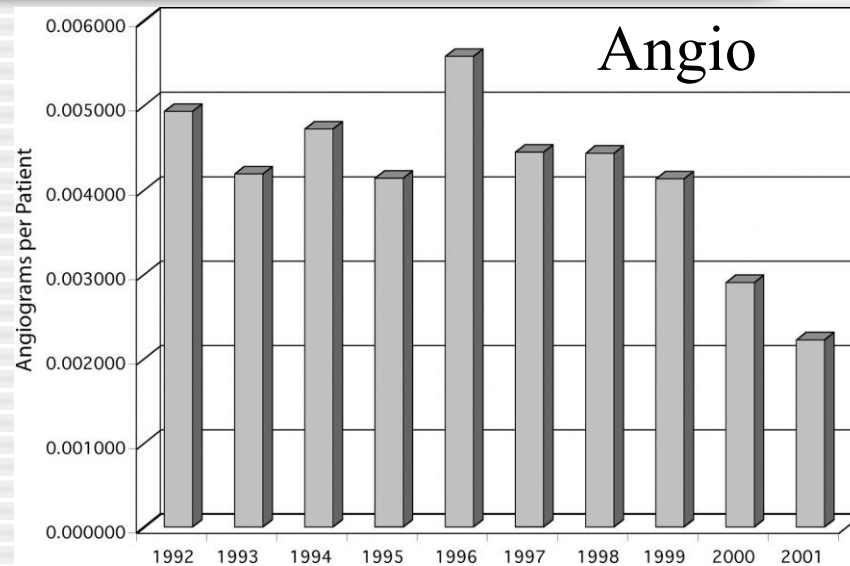
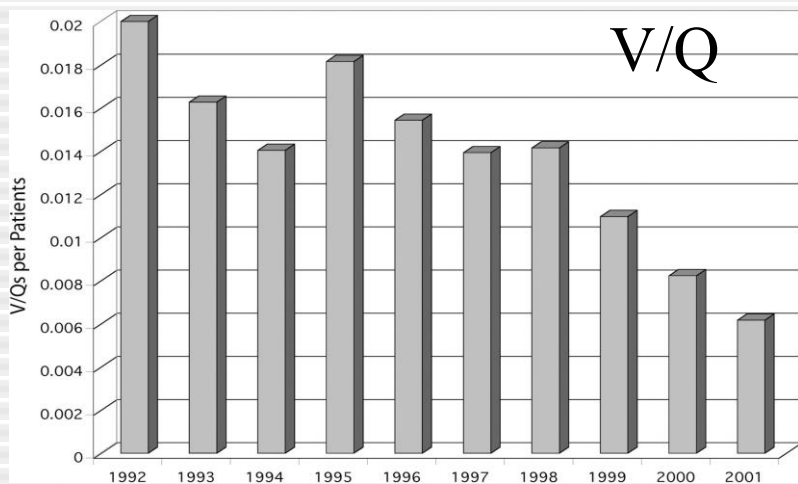
1200 Bruxelles-Belgique

[Emmanuel.coche@uclouvain.ac.be](mailto:Emmanuel.coche@uclouvain.ac.be)

# 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

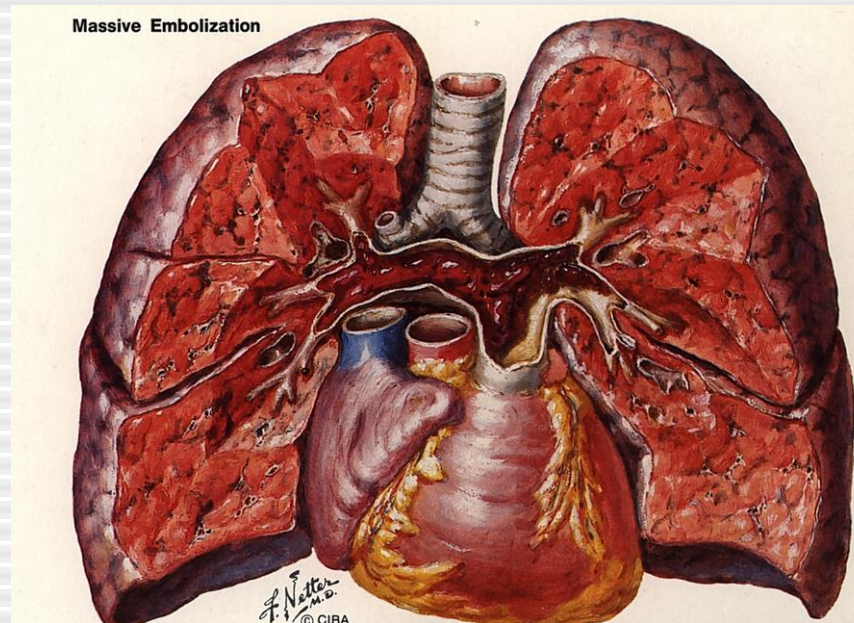
# Evolution des examens d'imagerie



# 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

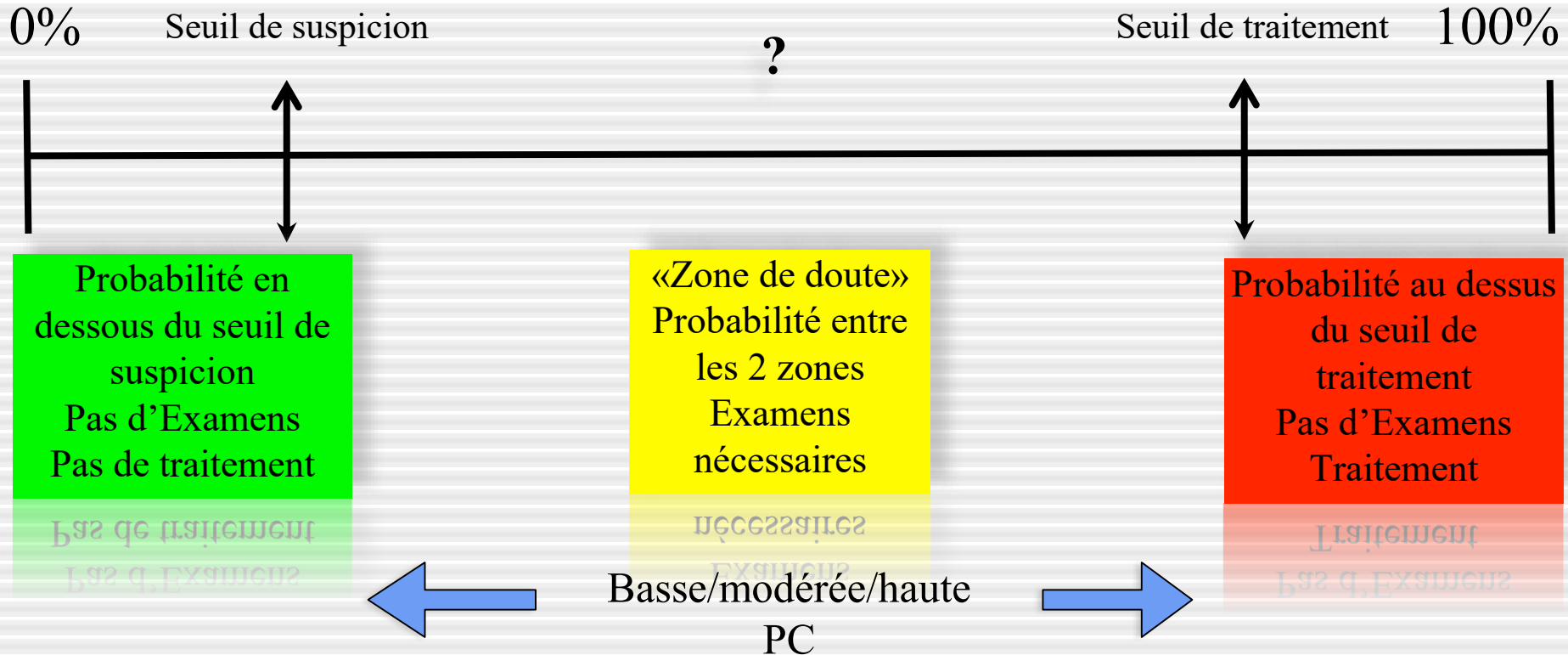
# Probabilité clinique d'EP

- 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

2-5%

85-90%



# Score de Genève modifié simplifié

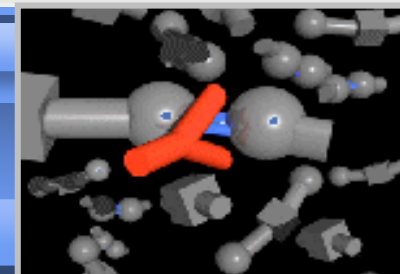
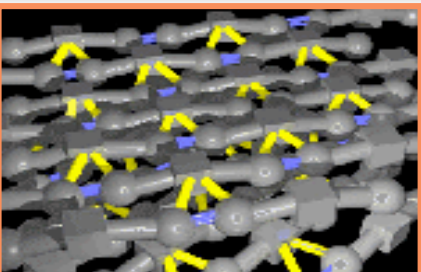
Age $\geq$ 65 ans	+ 1
Antécédent de thrombose veineuse ou d'embolie pulmonaire	+ 1
Chirurgie sous anesthésie générale ou fracture d'un membre inférieur < 1 mois	+ 1
Cancer solide ou hématologique actif ou rémission < 1 an	+ 1
Douleur unilatérale d'un membre inférieur	+ 1
Hémoptysie	+ 1
Fréquence cardiaque : $\geq$ 75 b/min	+1
Supplément si fréquence cardiaque $\geq$ 95 b/min <sup>1</sup>	+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	

<sup>1</sup> 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®

<b>Séries</b>	<b>Probabilité clinique</b>	<b>Patients, n</b>	<b>DD &lt; 500 n,%</b>	<b>risque MTEV 3 mois, %</b>
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

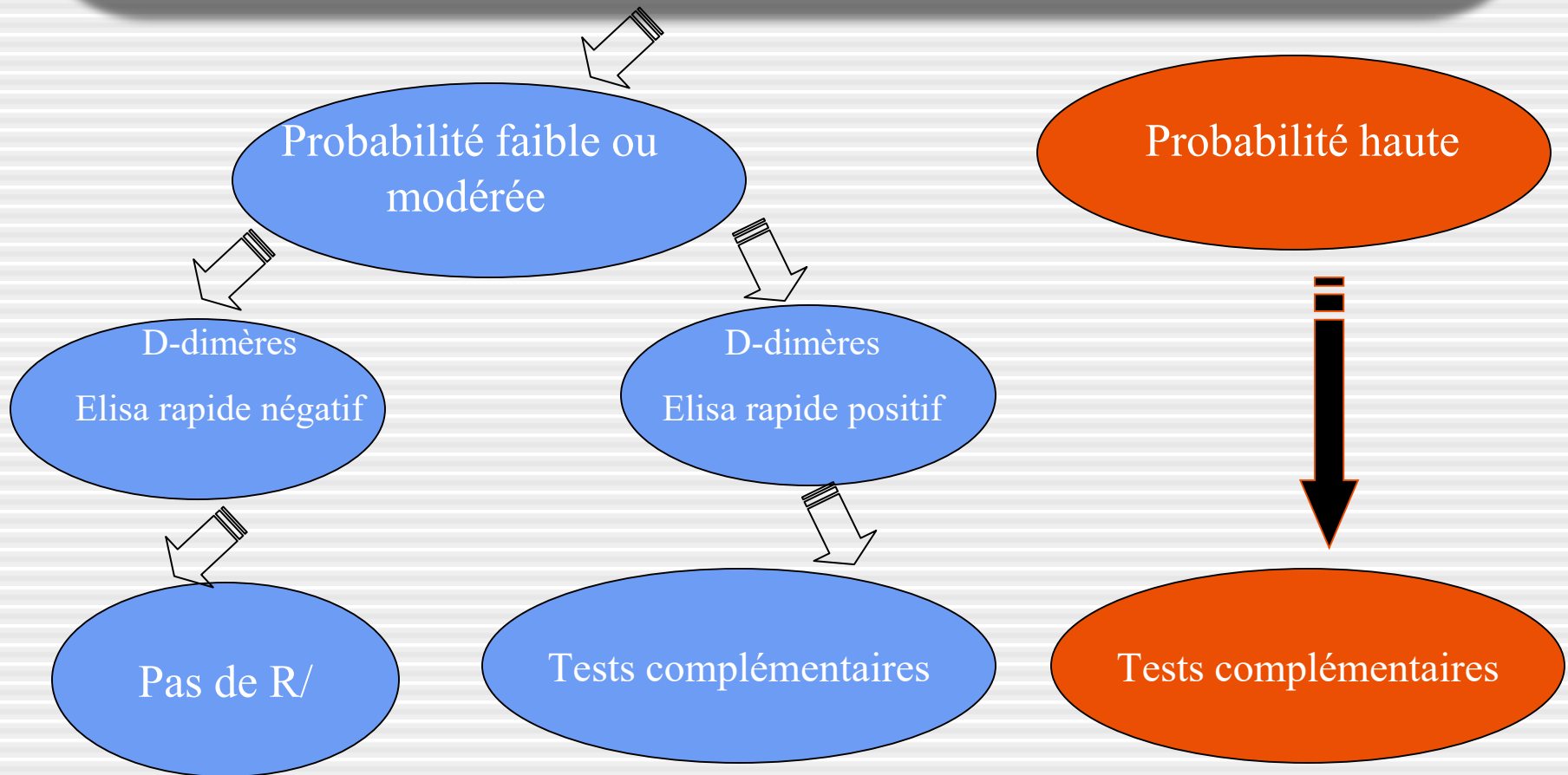
- **Baisse de rendement** dans de nombreux contextes cliniques: patients âgés, hospitalisés, fièvre, chirurgie, trauma, cancer, les patients ayant des antécédents de MTEV ou traités, la grossesse et le post-partum
- Bien que la valeur négative permet toujours d'exclure en toute sécurité une MTEV, l'utilité 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

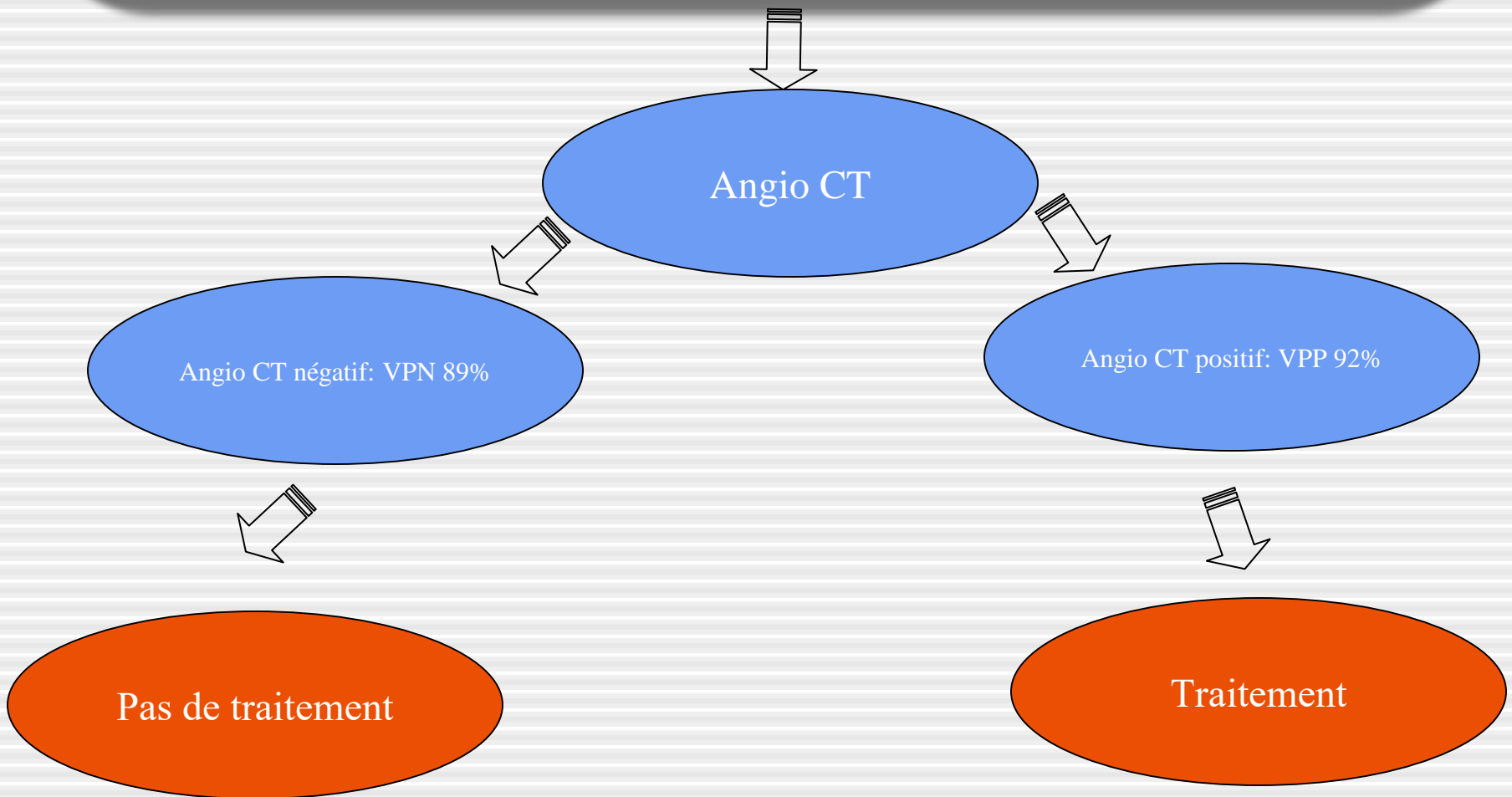
# Algorithme diagnostique

- 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

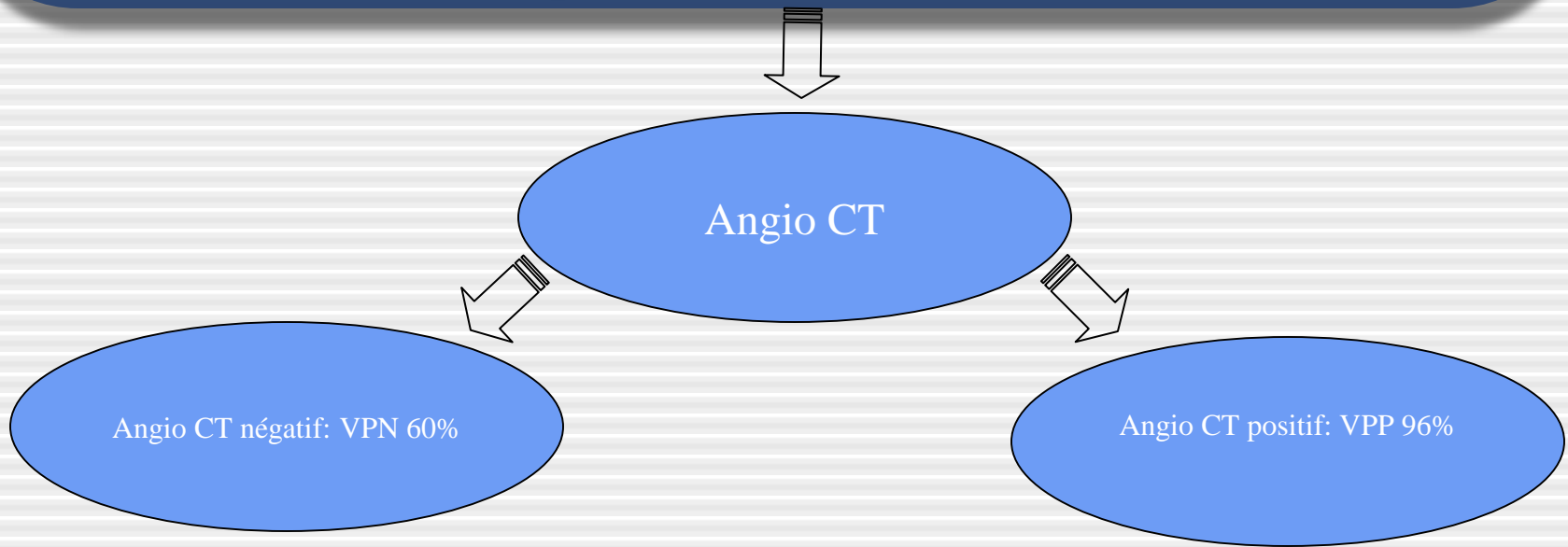
# Patient suspect d'embolie pulmonaire en salle d'urgence



# Probabilité intermédiaire d'embolie pulmonaire D-Dimères +



# Probabilité élevée d'embolie pulmonaire



## Options :

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

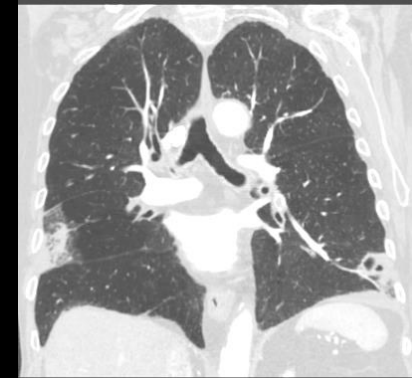
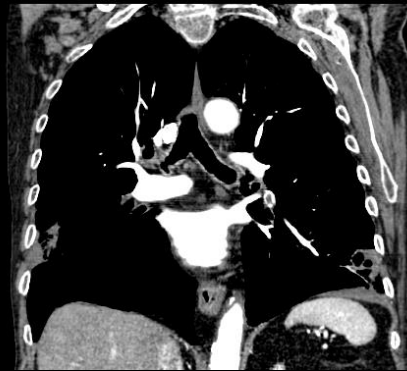
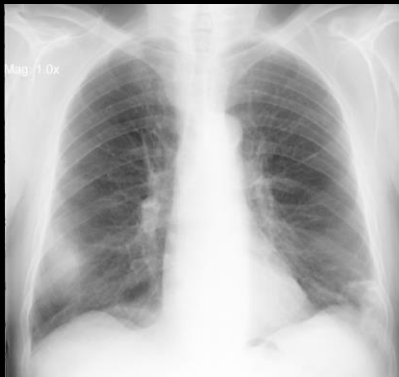
Traitement

# Tests disponibles

- ① 1. Rx thorax
- ② 2. Doppler veineux
- ③ 3. Scintigraphie
- ④ **4. Angioscannographie**
  - ⑤ Multi-coupe
  - ⑥ Spectral
- ⑦ 5. *IRM thoracique*
- ⑧ 6. *Angiographie pulmonaire*



# 1.Rx thorax



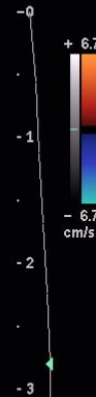
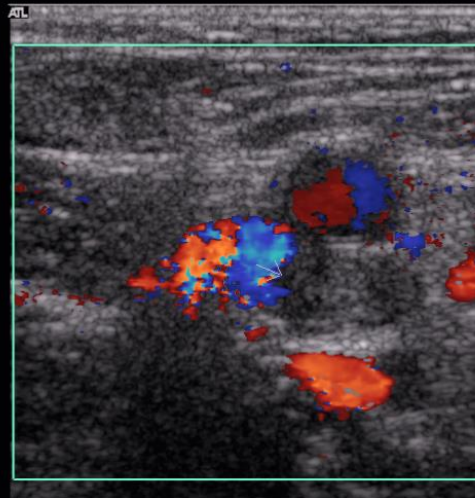
Daftary A, Gregory M, Daftary A, et al. Chest radiograph as a triage tool in the imaging-based diagnosis of pulmonary embolism. *AJR* 2005;185:132-134

Irradiation: 0.07 mSev

## 2. US Doppler veines profondes

Ech 2  
170dB/C 3  
Persist Moy  
Optim 2D:Gén  
Coul 79% Ech 7  
FP Bas  
PRF 700 Hz  
Optim flux: V moy  
N/B 0 Pg 0  
Coul 0 Pg 0

V F S D H I

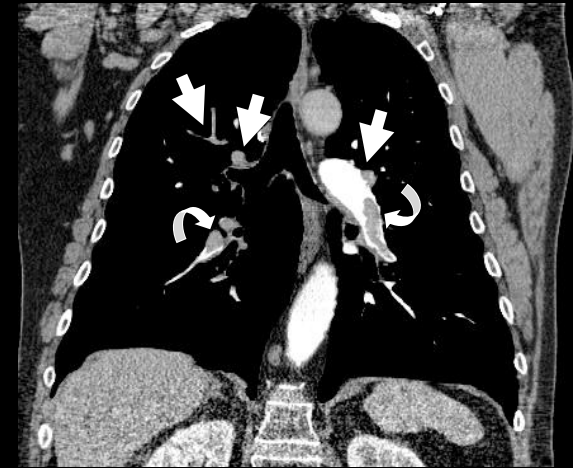
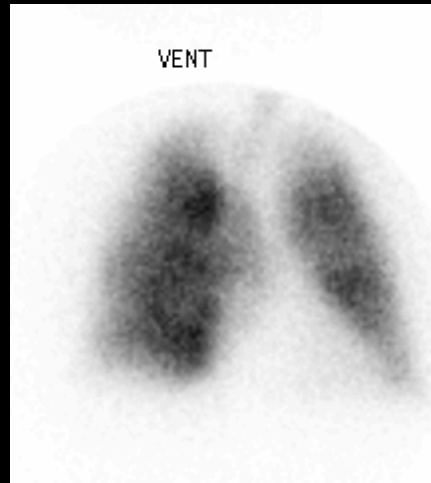
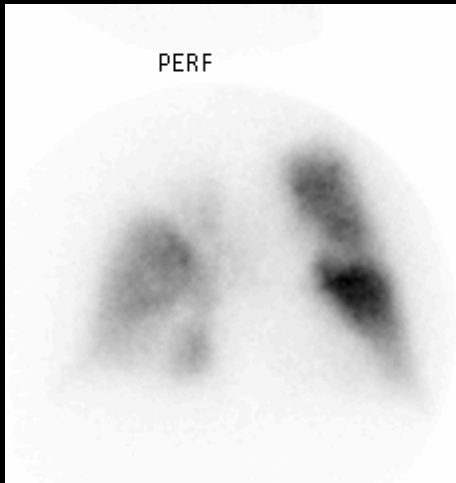


US: 50-70% TVP chez patients avec embolie pulmonaire prouvée.

Creux poplités → creux inguinaux

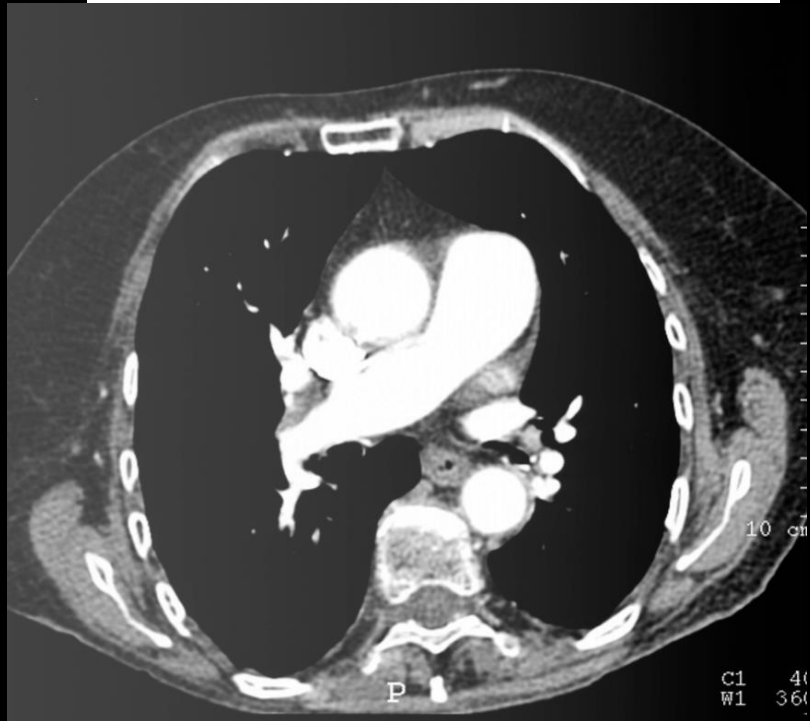
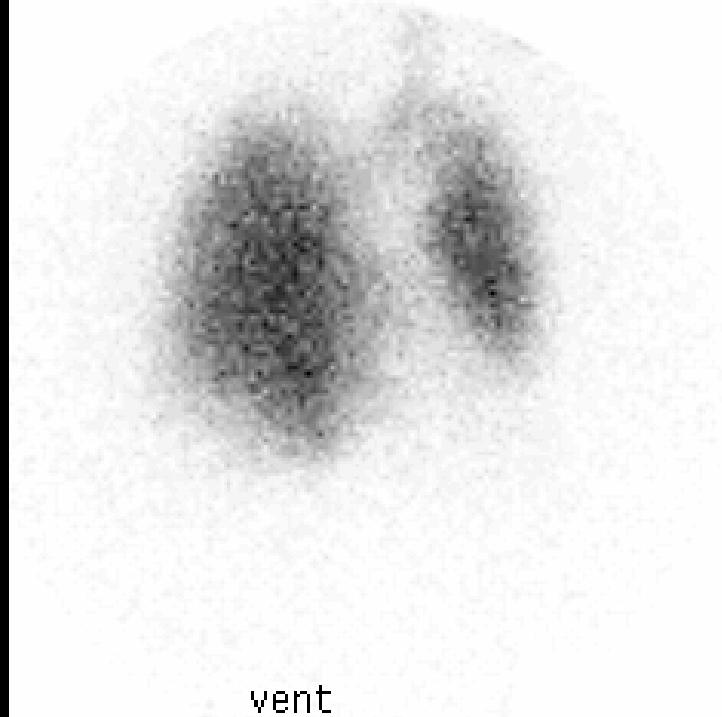
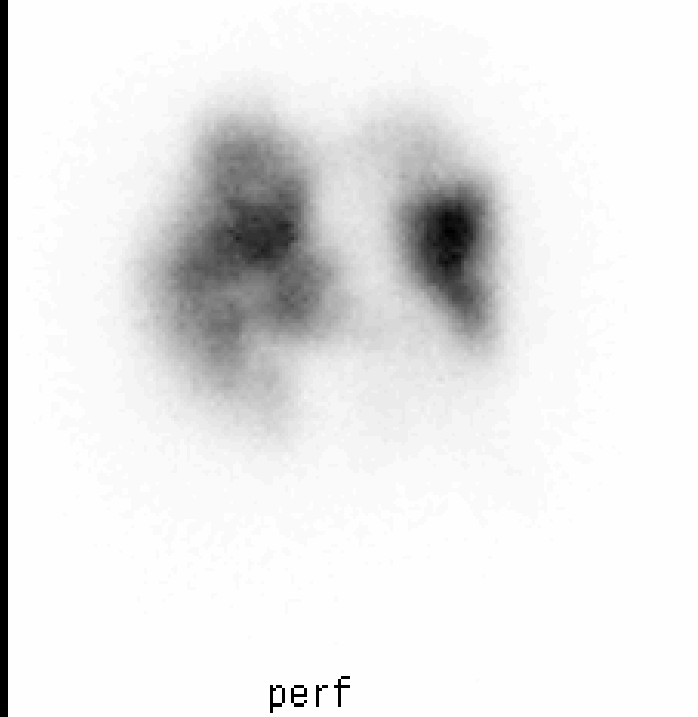
à éventuellement répéter si examen (-)

# 3. Scintigraphie V/P

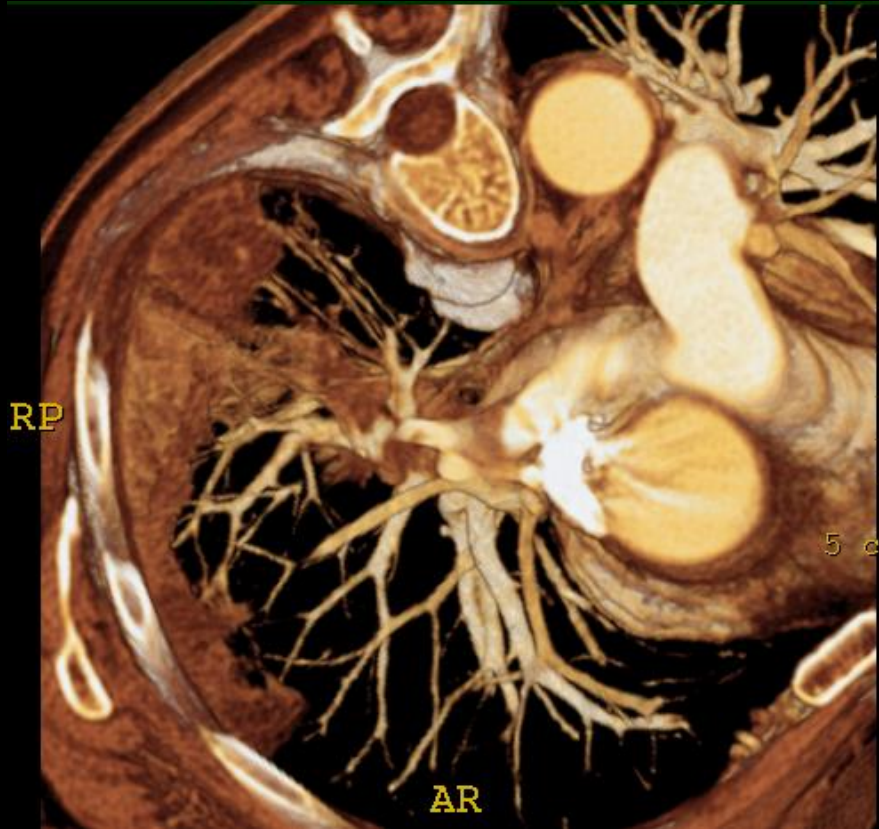


- Scintigraphie normale ou faible probabilité: valeur prédictive négative élevée si probabilité clinique faible : 4% d'EP
- Scintigraphie de haute probabilité: valeur prédictive positive élevée si clinique de haute probabilité: 96% d'EP
- Mais dans un hôpital de type tertiaire , seulement 34 % des cas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

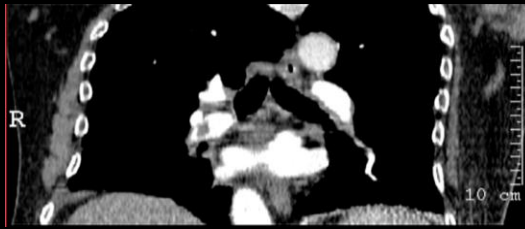
Irradiation: 1.2-2.0 mSv: V/P



# 4a. Scannographie multi-coupe



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



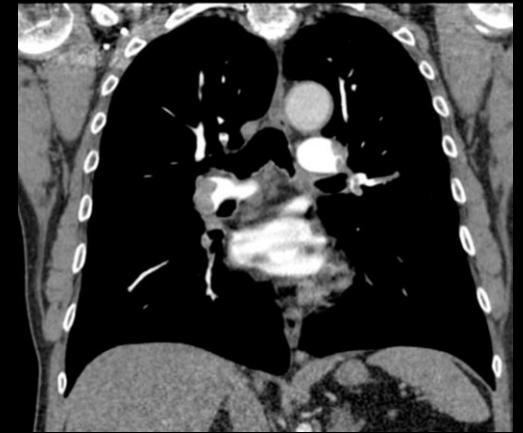
CT 2 coupes, 1992

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



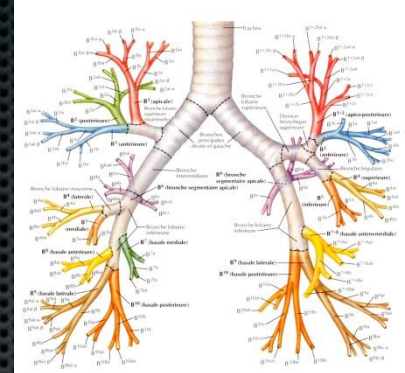
CT 64 coupes, 2005

64 x 0.625 mm- Temps: 4 sec

CT 256= 1-2 sec

# Paramètres d'injection

## Exemple: CTPA\*

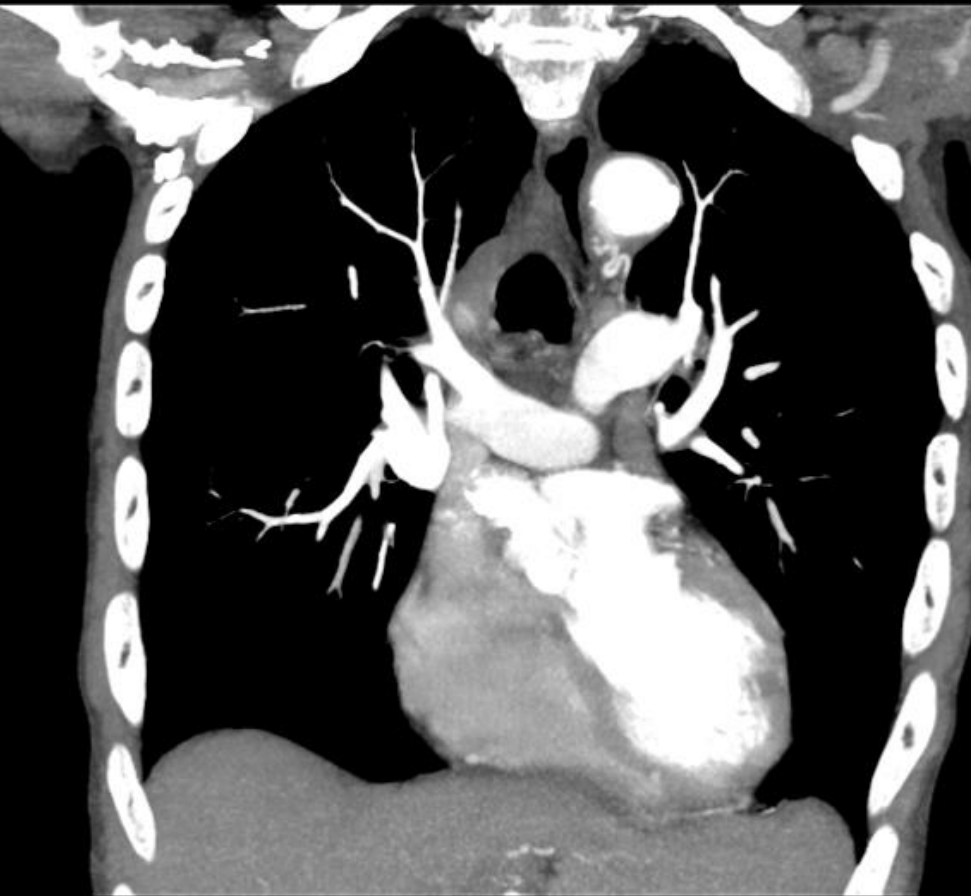


	<i>Brilliance 40</i>	<i>Brilliance 64</i>	<i>ICT sp</i>	<i>ICT</i>
kVp	120	120	100	100
CM Injection	80cc @ 3,5cc/sec Xénétix350	70cc @ 3,5cc/sec Xénétix350	60cc @ 4cc/sec Ioméron400	<b>37,5cc</b> Ioméron400 + 12,5cc saline @ 5cc/sec (dilution 75%)
Saline	40 cc à 3,5cc/sec	40 cc à 3,5cc/sec	40 cc à 4cc/sec	30 cc à 5cc/sec
Acq. Time (40cm)	8,513	5,04	5,12	2,967
Iodine Flux (g/s)	1.2	1.2	1.6	1.5
Iodine Dose (g)	28	24.5	24	15

Si ROI dans aorte, il faut plus de contraste.

Si dans AP, on peut diminuer dose de contraste.

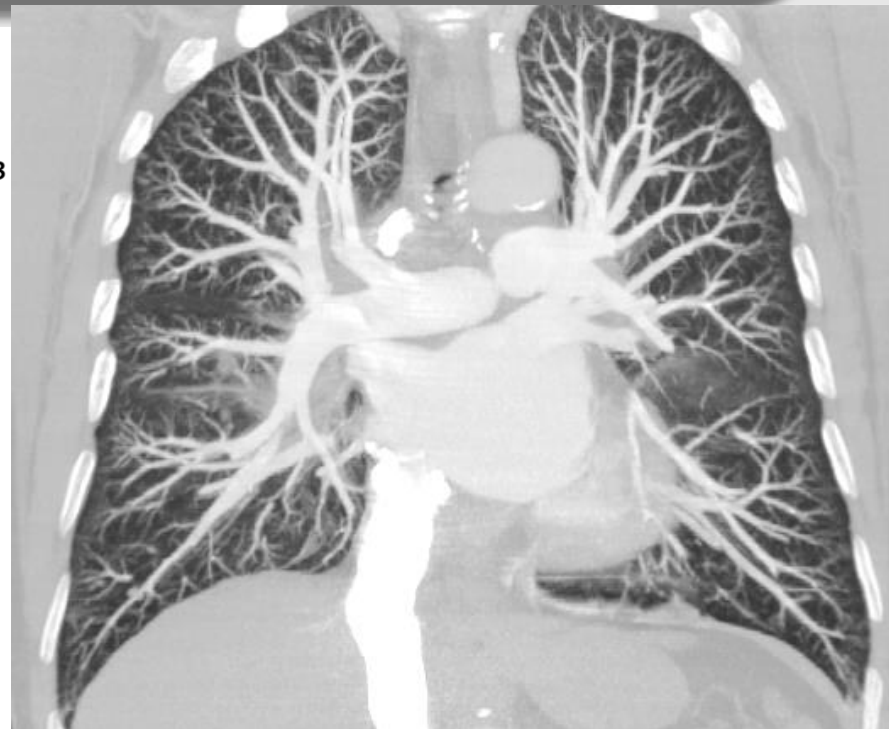
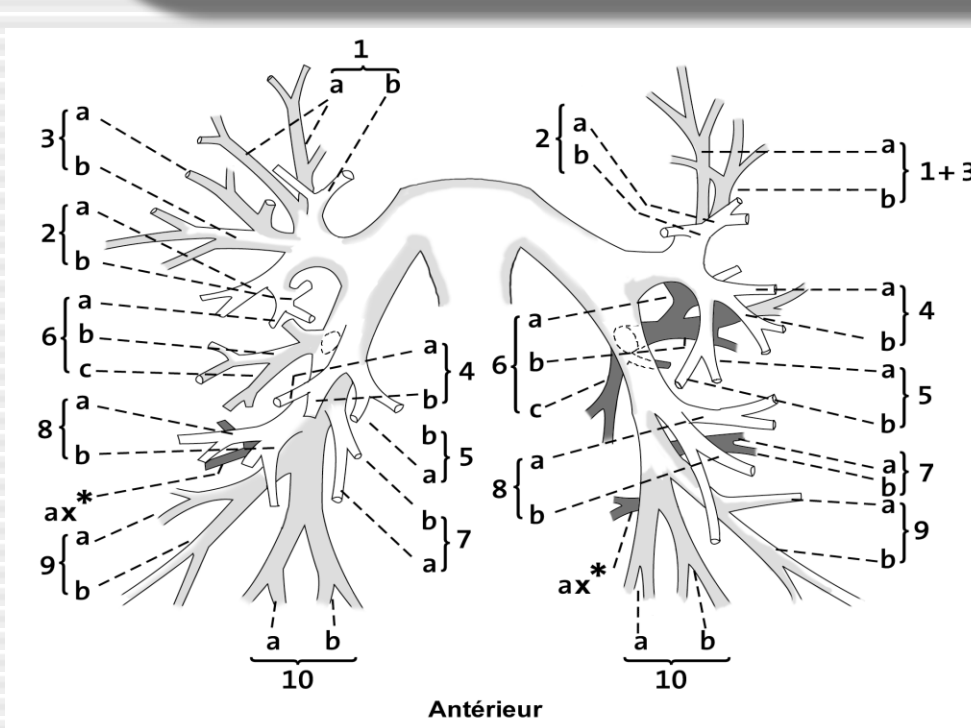
Si HTAP ou insuffisance cardiaque droite, il faut mettre ROI dans aorte et dans ce cas on peut diminuer le débit.



50 mL Iobitridol (Xenetix® 350) + 50 mL saline, rate: 5 mL/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

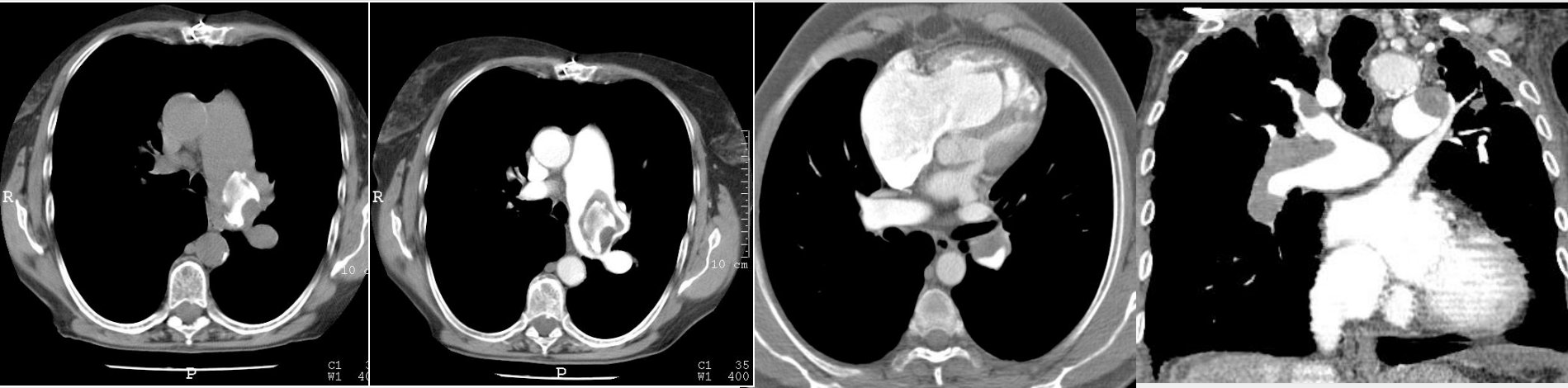
## Occlusion complète:

Thrombus occupe la totalité du vaisseau

## Majoration du calibre

En cas de thrombus récent

# Séméiologie de l'embolie pulmonaire chronique au CT



## Hypodensité intravasculaire:

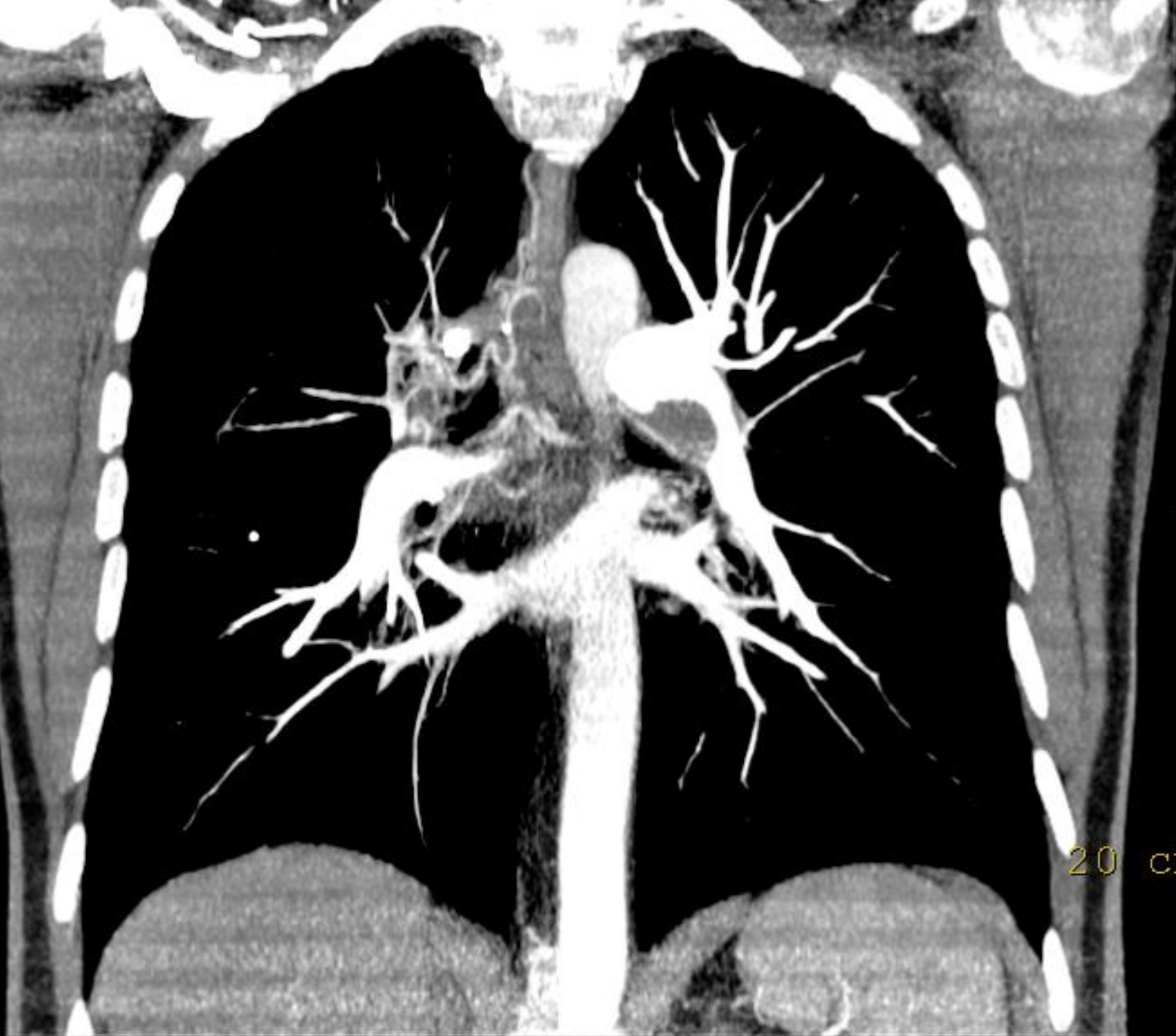
- marginale
- angle de raccord obtus avec la paroi
- parfois calcifié

## Réduction de calibre de l'artère:

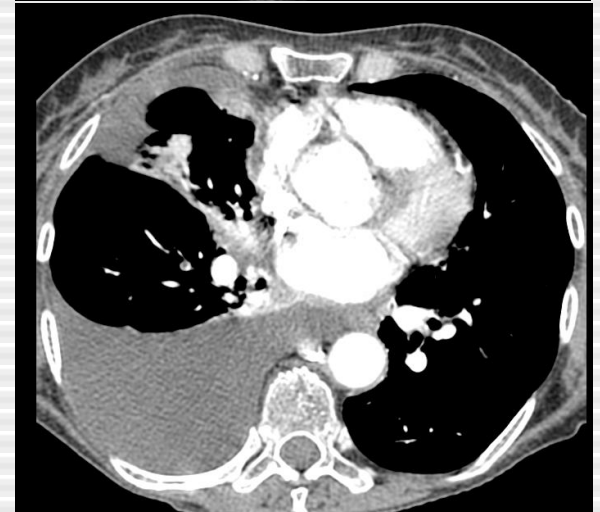
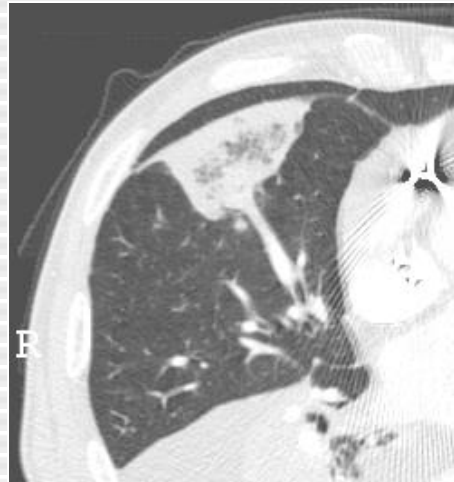
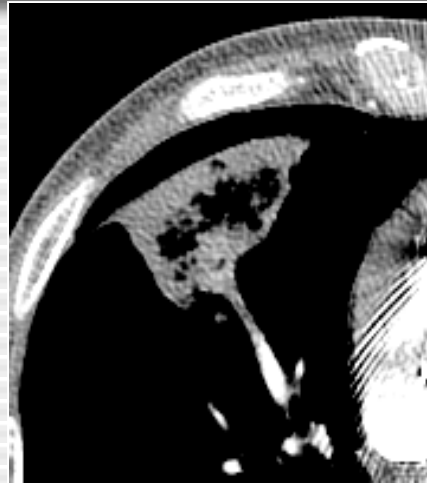
- Tortuosité des artères segmentaires:
- Rétrécissement des vaisseaux périphériques
- HVD, Hypertrophie des artères bronchiques

R

20 cr



# Signes accessoires de l'embolie pulmonaire au CT



Oligémie (4%)

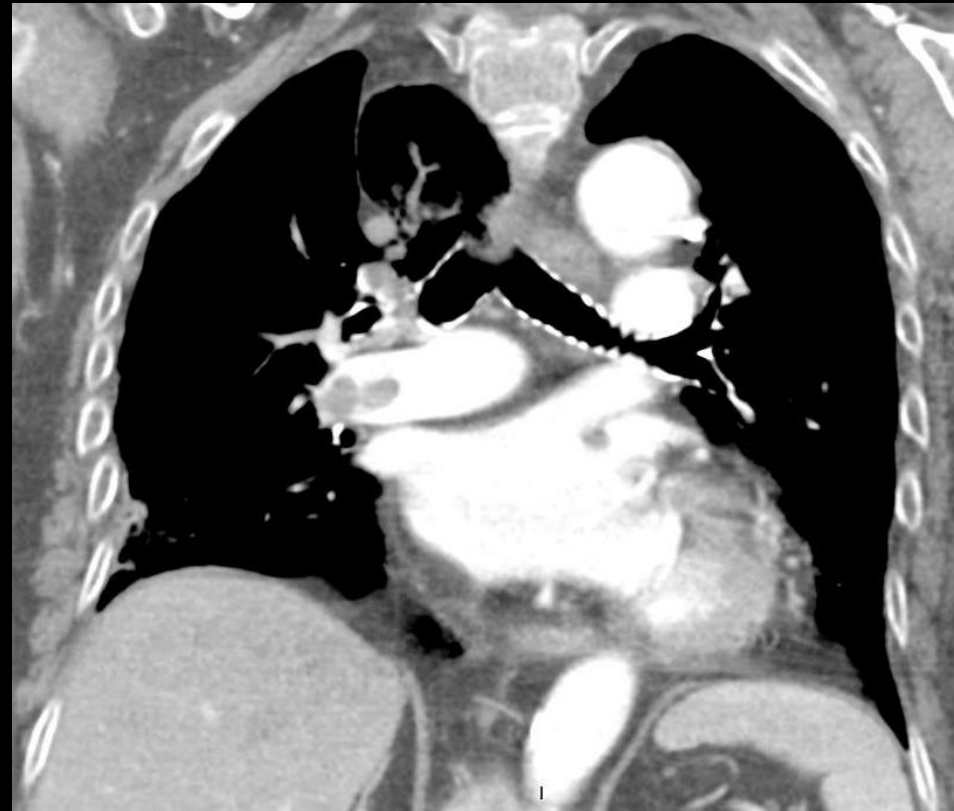
Infarctus pulmonaire (25%)

Atélectasie et épanchement

# Infarctus pulmonaire au CT

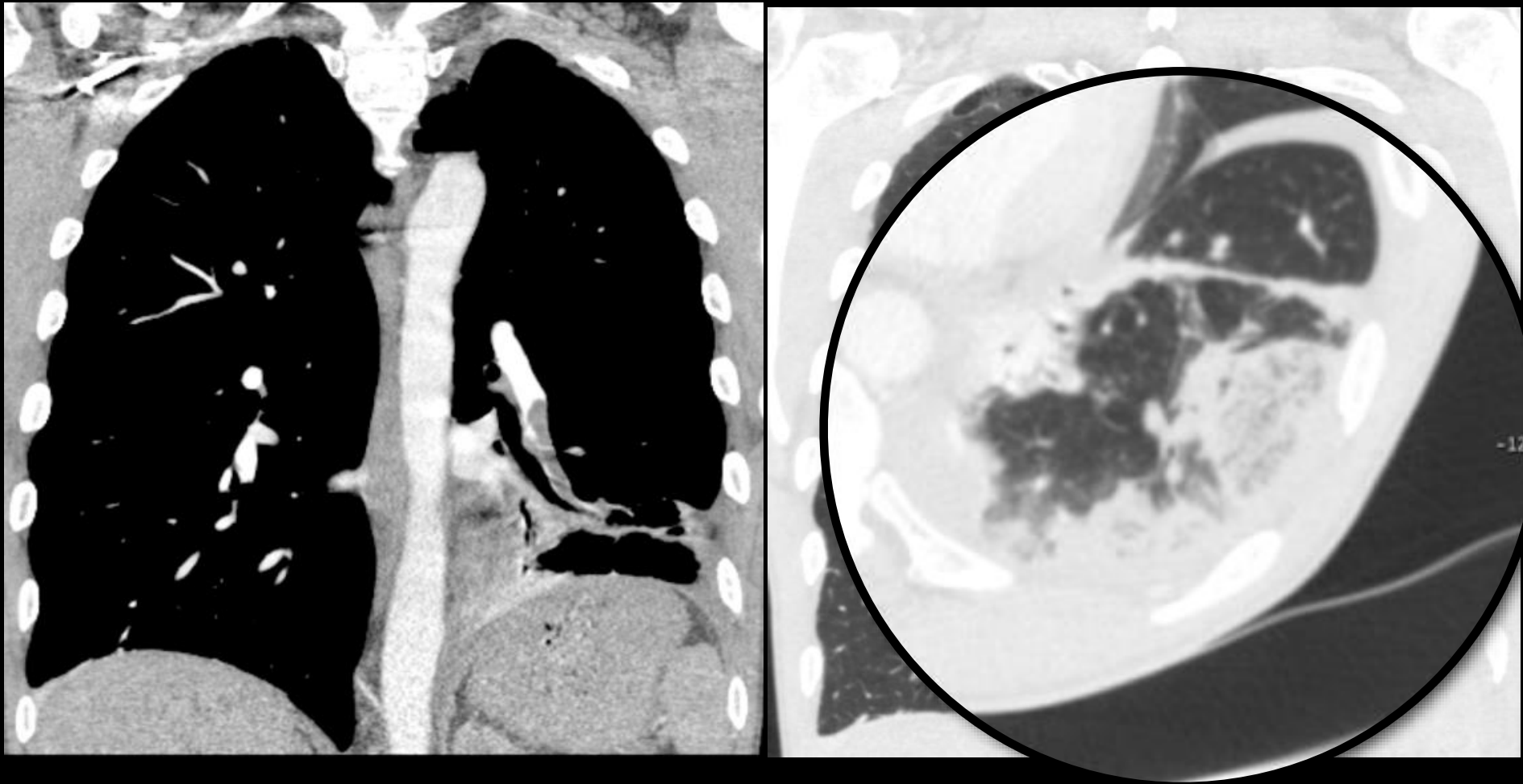
- 150 condensations périphériques
- Signe vsx, clartés centrales, bronchogramme aérique
- Clartés centrales: 46 % sensibilité et 98% spécificité
- Clartés centrales dans condensations périphériques= très suggestif d'infarctus pulmonaire

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



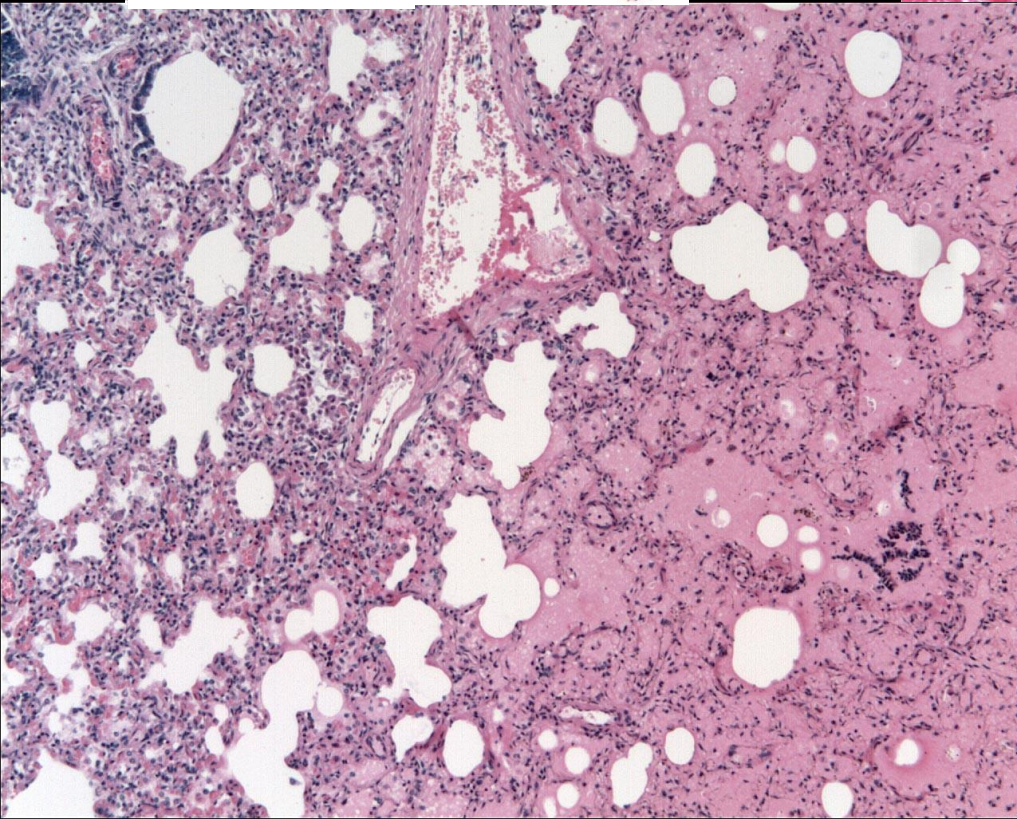
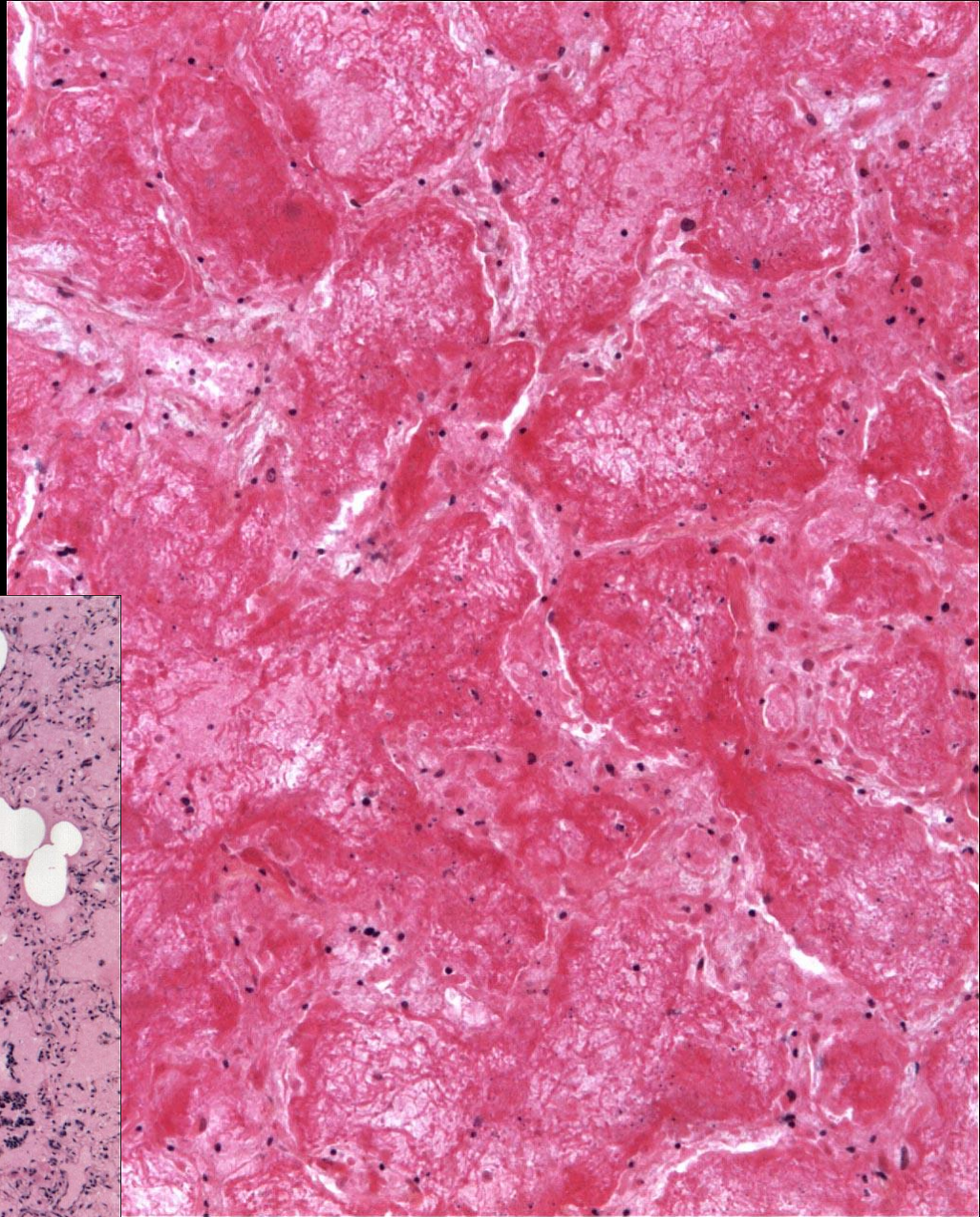
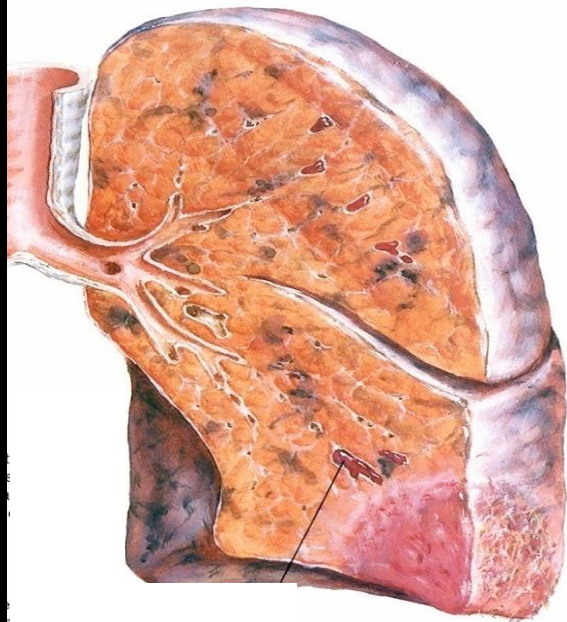
Akle N, et al. Infarctus of the azygos lobe due to acute pulmonary embolism. JBR-BTR (2009);92(6):301

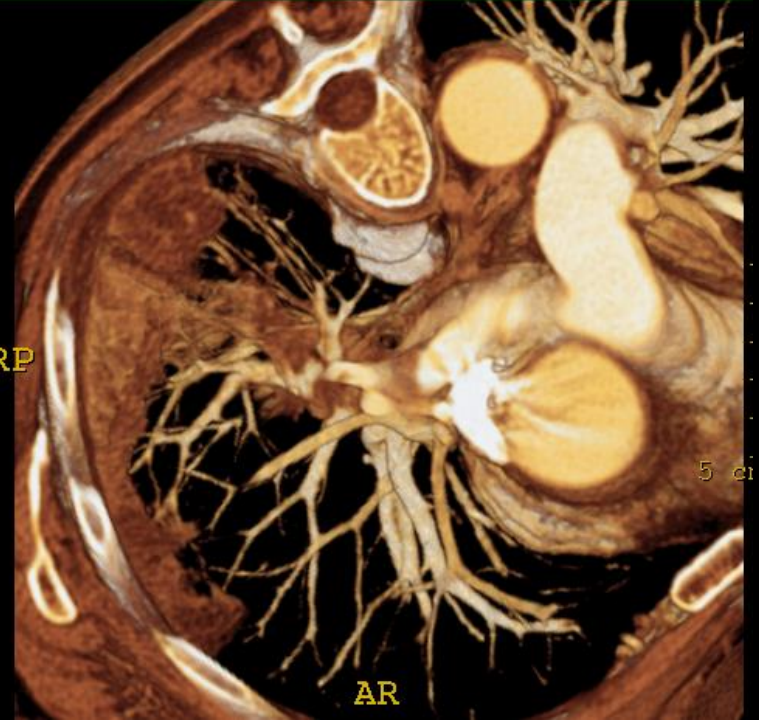
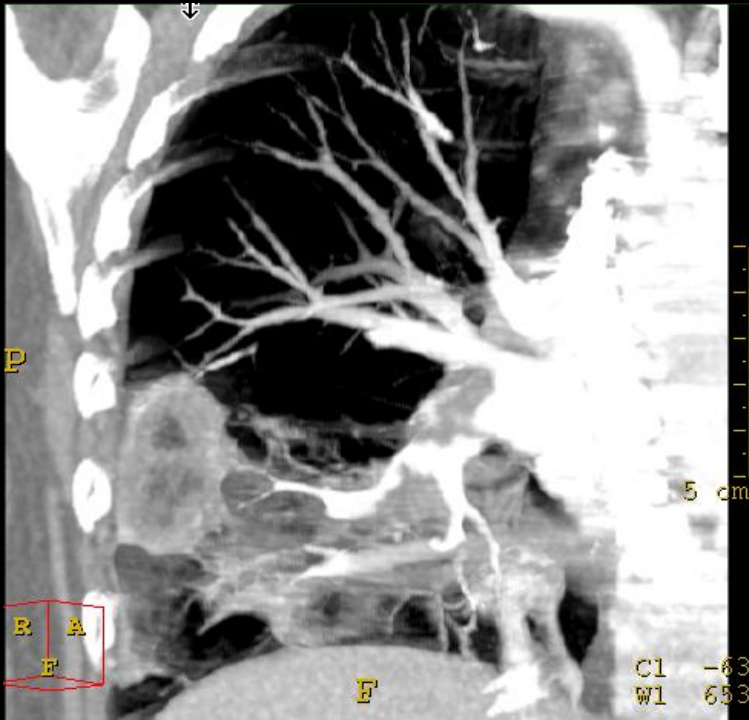
# Infarctus pulmonaire au CT



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





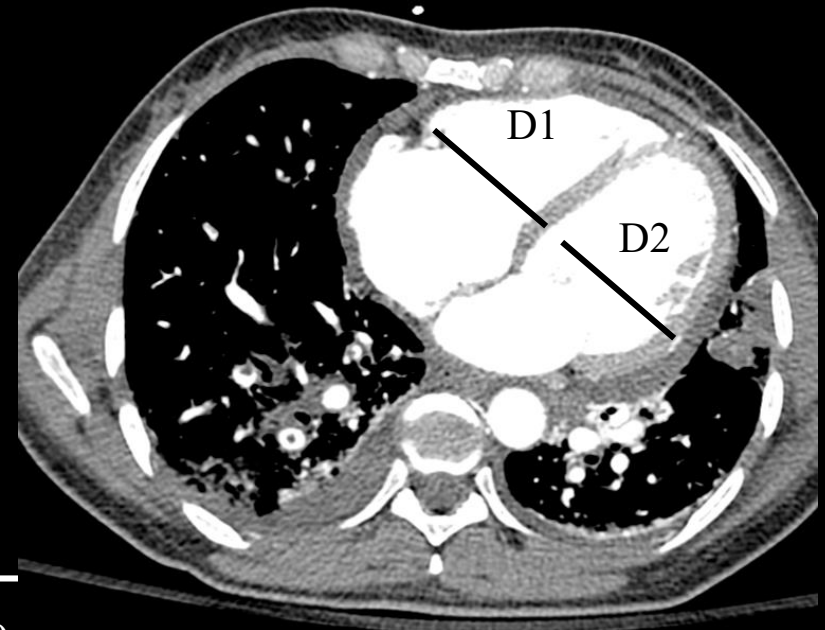


$VD (D)/VG (D) > 0.9$

Tx de mortalité à 30 jrs: 15.6%

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

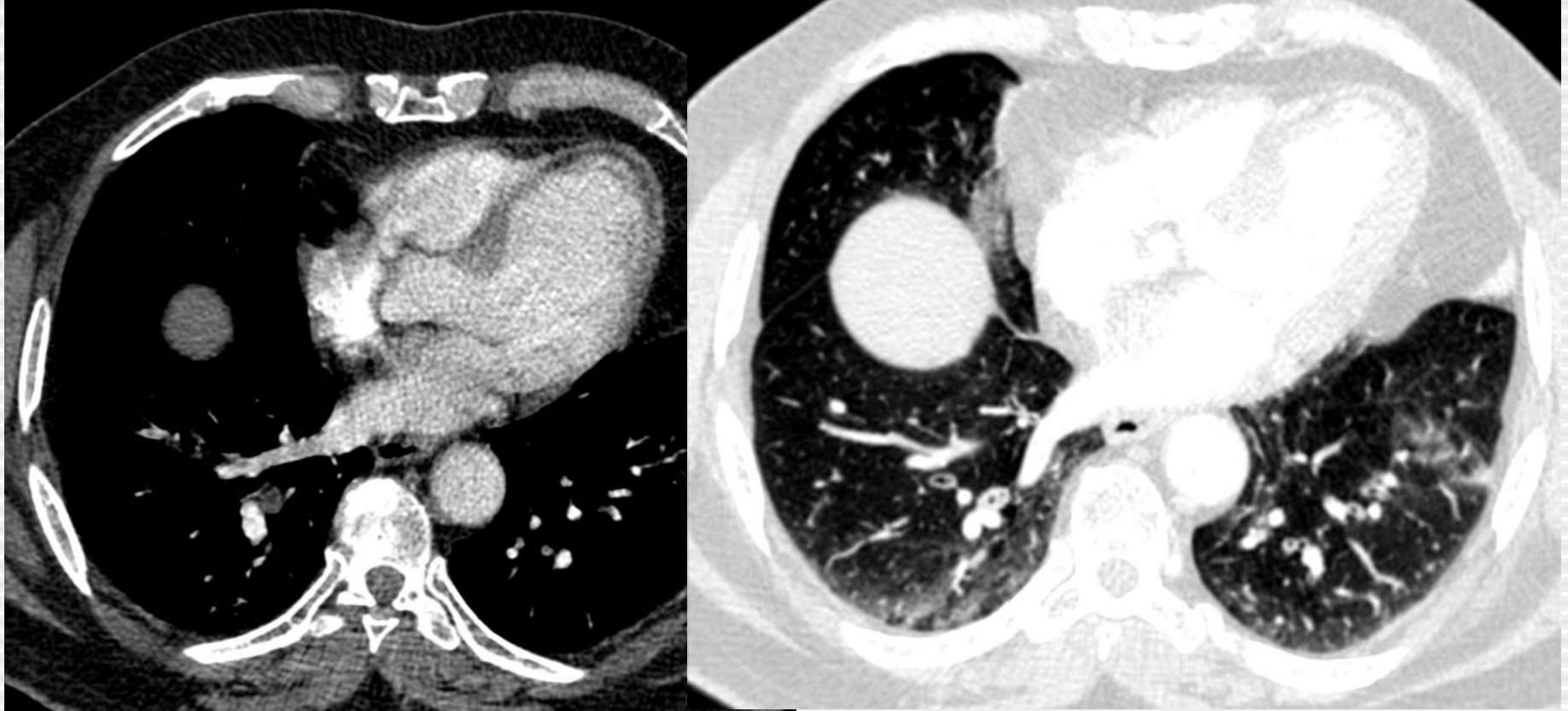
Tx de mortalité à 30 jrs : 7.7%



# Pièges au CT

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

# Pièges au CT: structures bronchiques



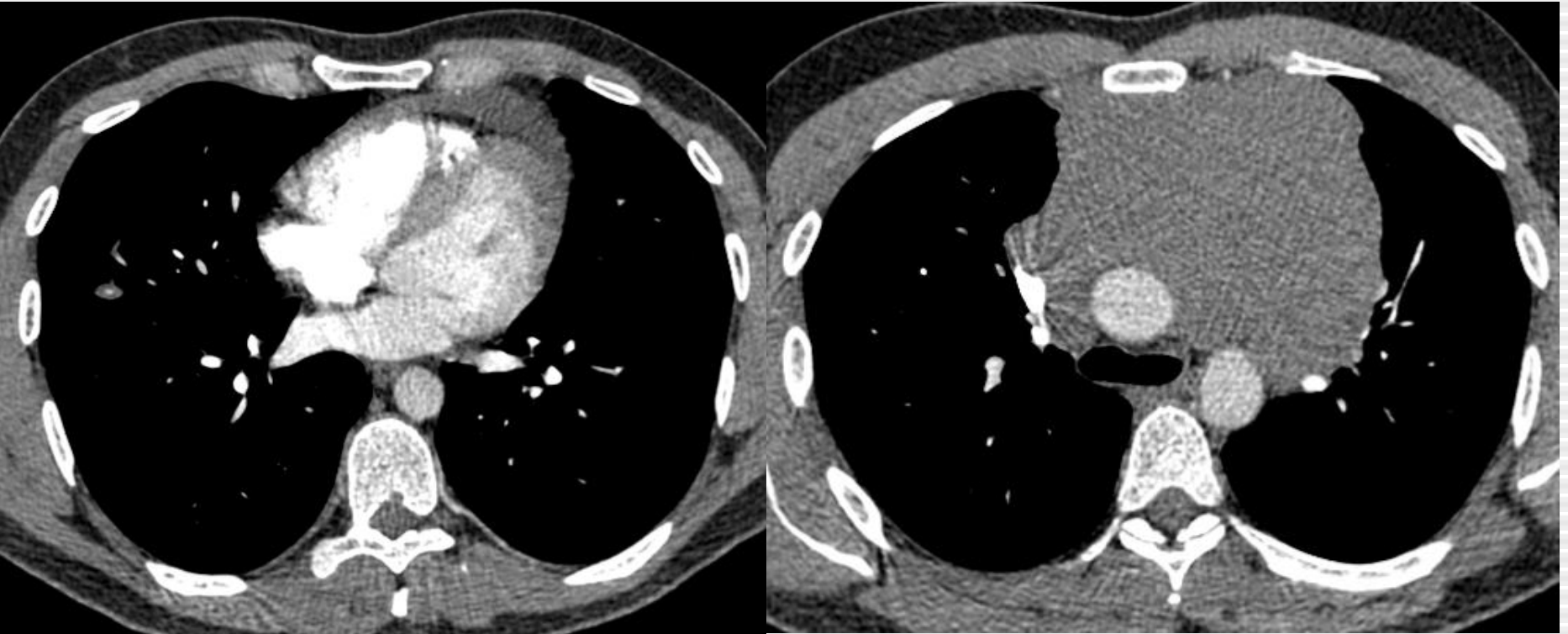
Regarder les mêmes images en constante parenchymateuse

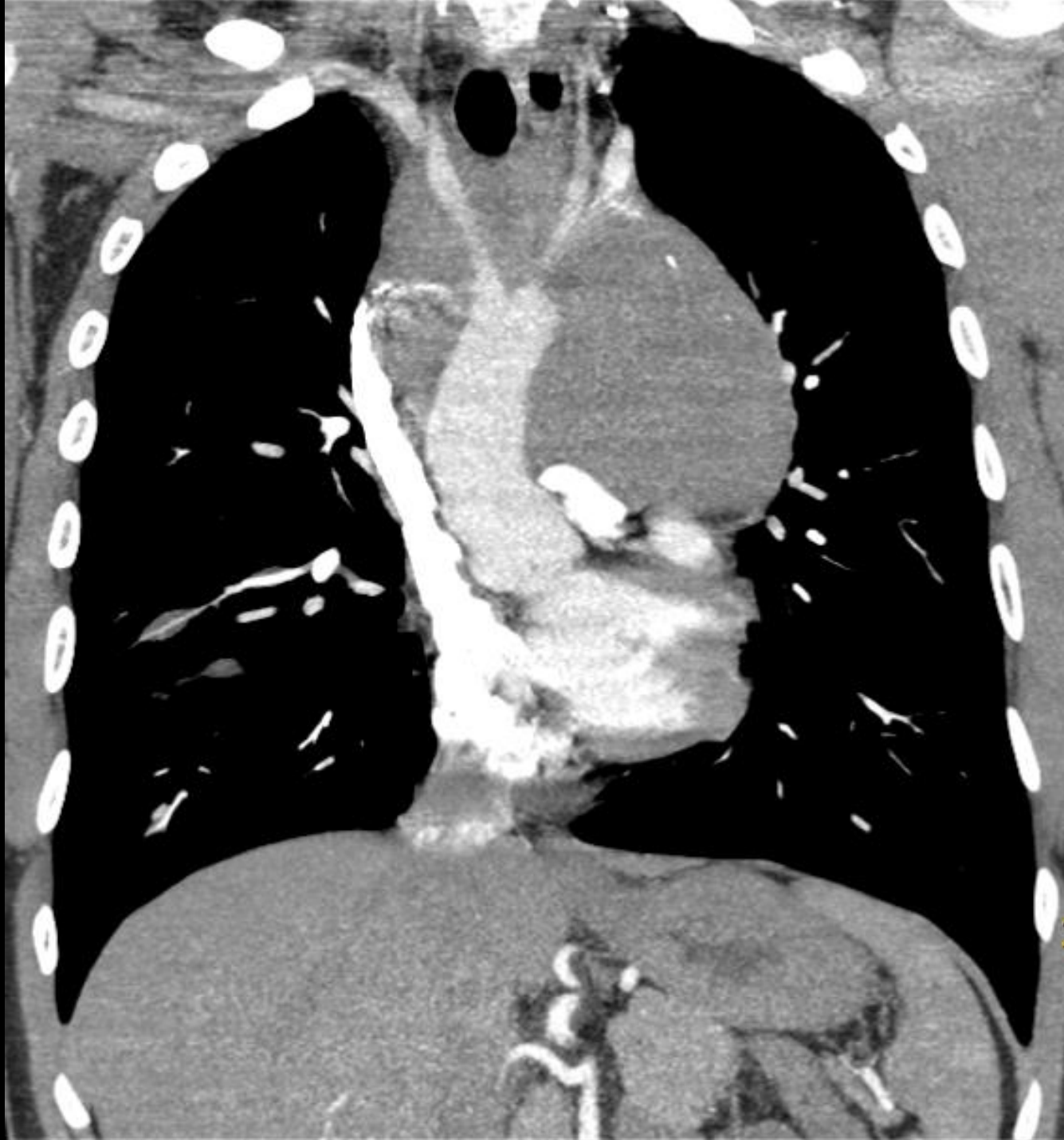
# Pièges au CT: structures lymphoïdes



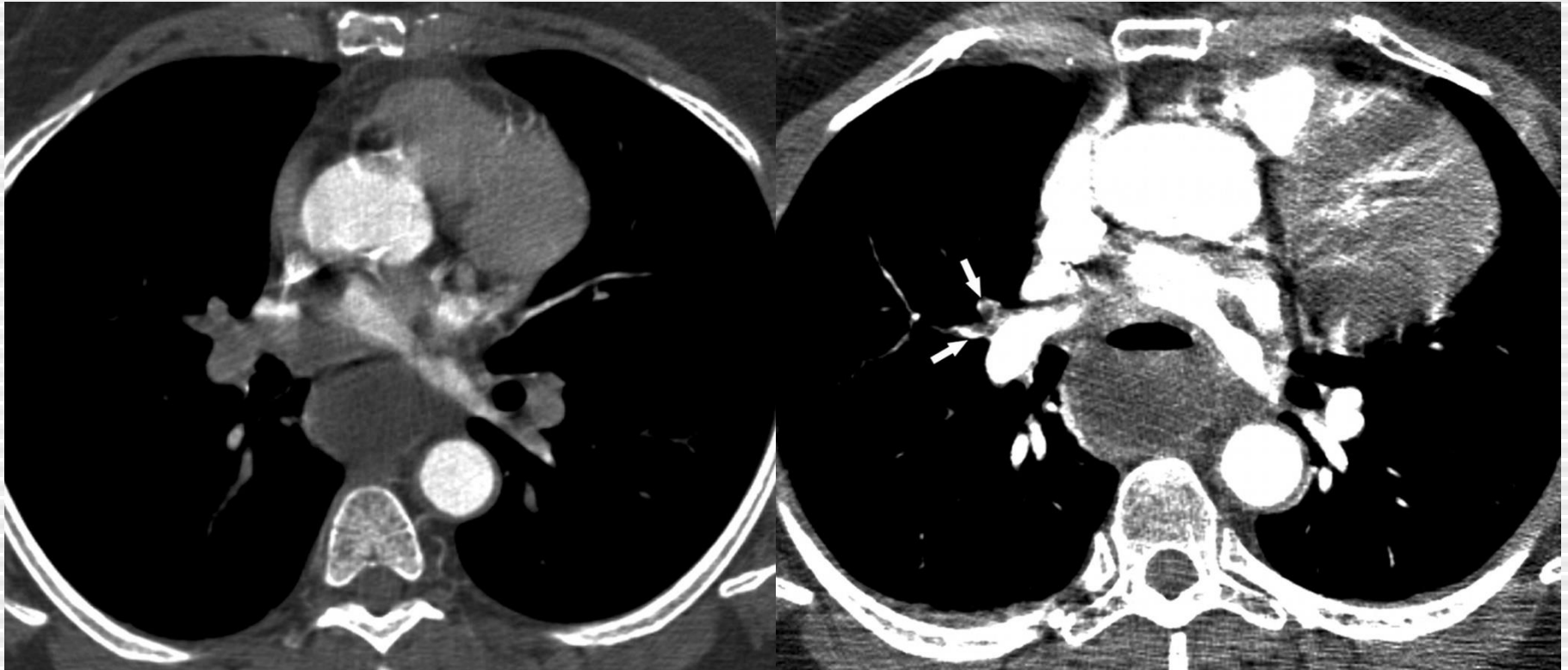
Reformattage des images dans un autre plan

# Pièges au CT: structures lymphoïdes





# Pièges au CT: Insuffisance d'opacification

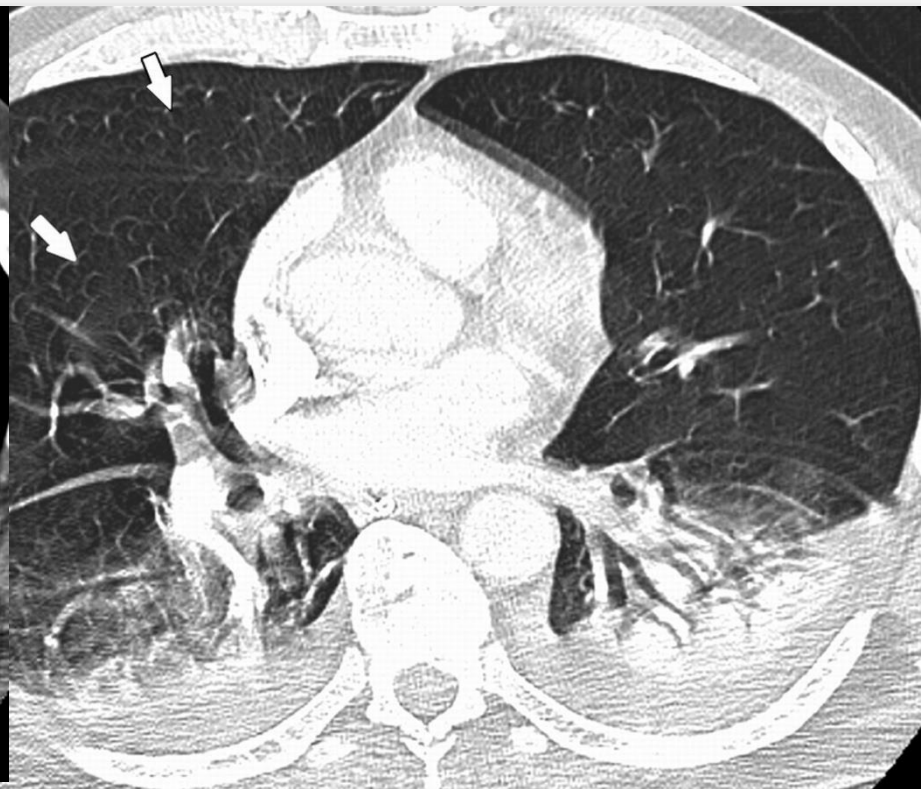


Déterminer les artères non rehaussées. Refaire une injection si nécessaire

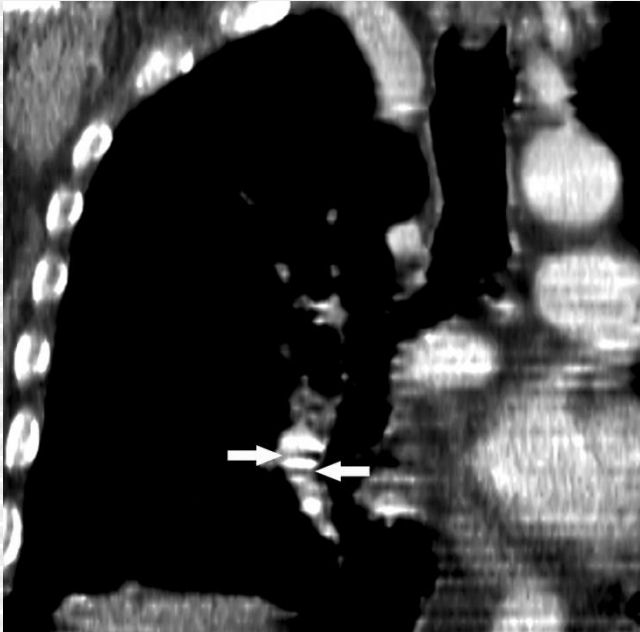
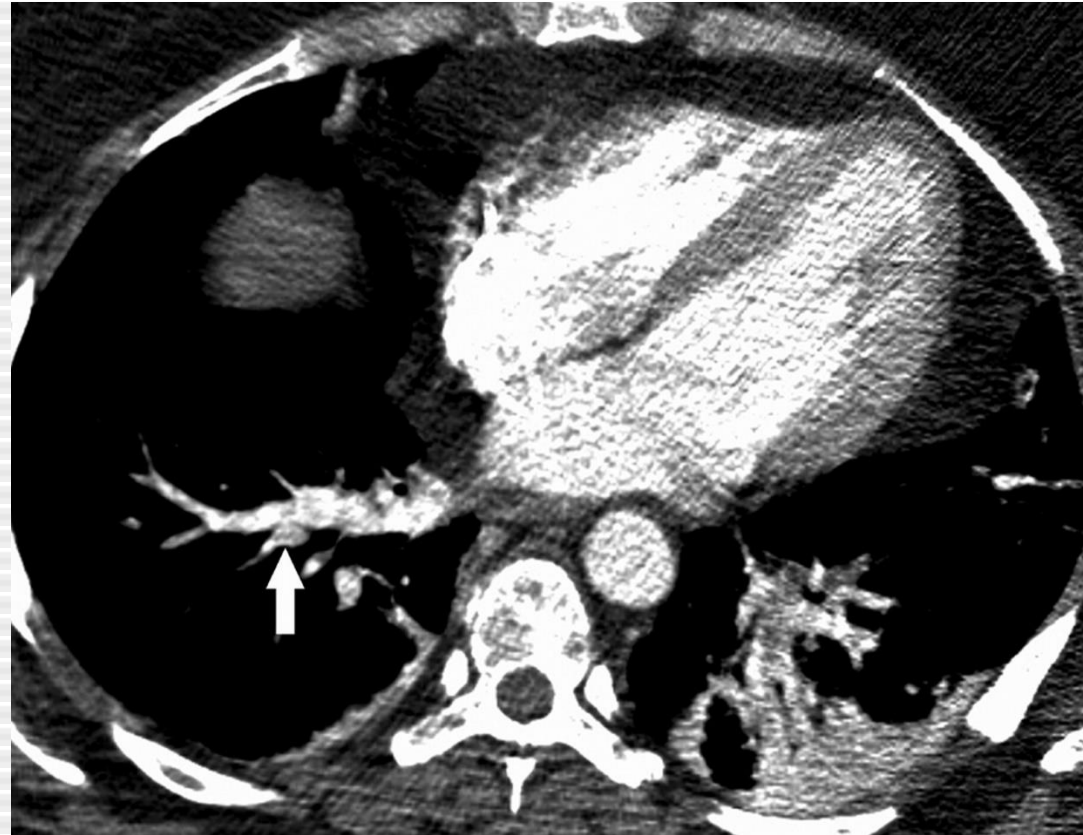
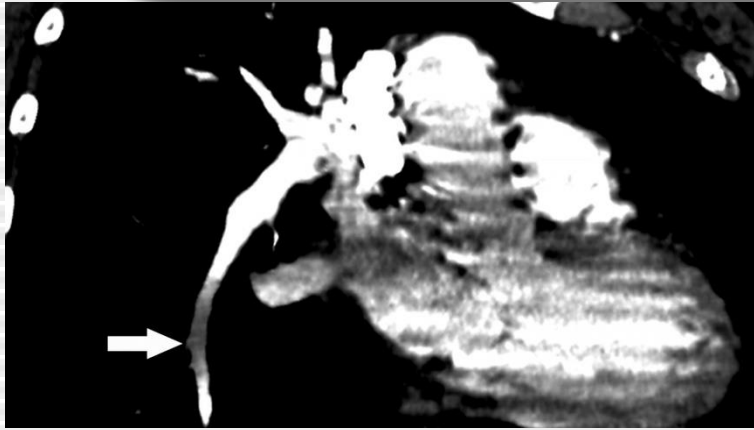
Wittram C et al. CT angiography of pulmonary embolism: diagnostic criteria and causes of misdiagnosis. *Radiographics* 2004; 24(5): 1219-38



# Artefacts respiratoires



# Artefacts de flux, step artefacts, bruit de fond



# EMBOLIE PULMONAIRE?

→ Défaut d'opacification artère pulmonaire segmentaire A10 droite

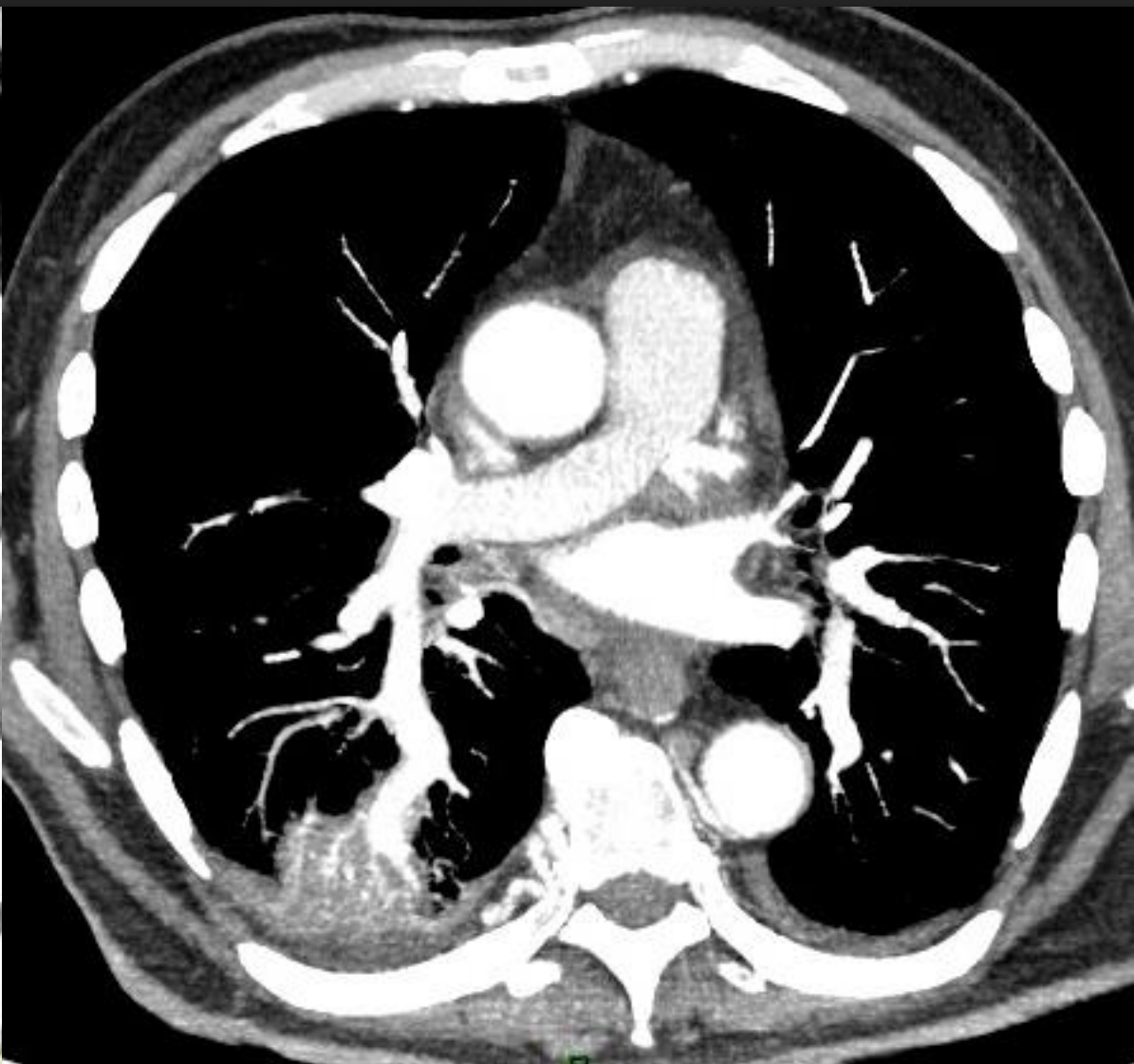
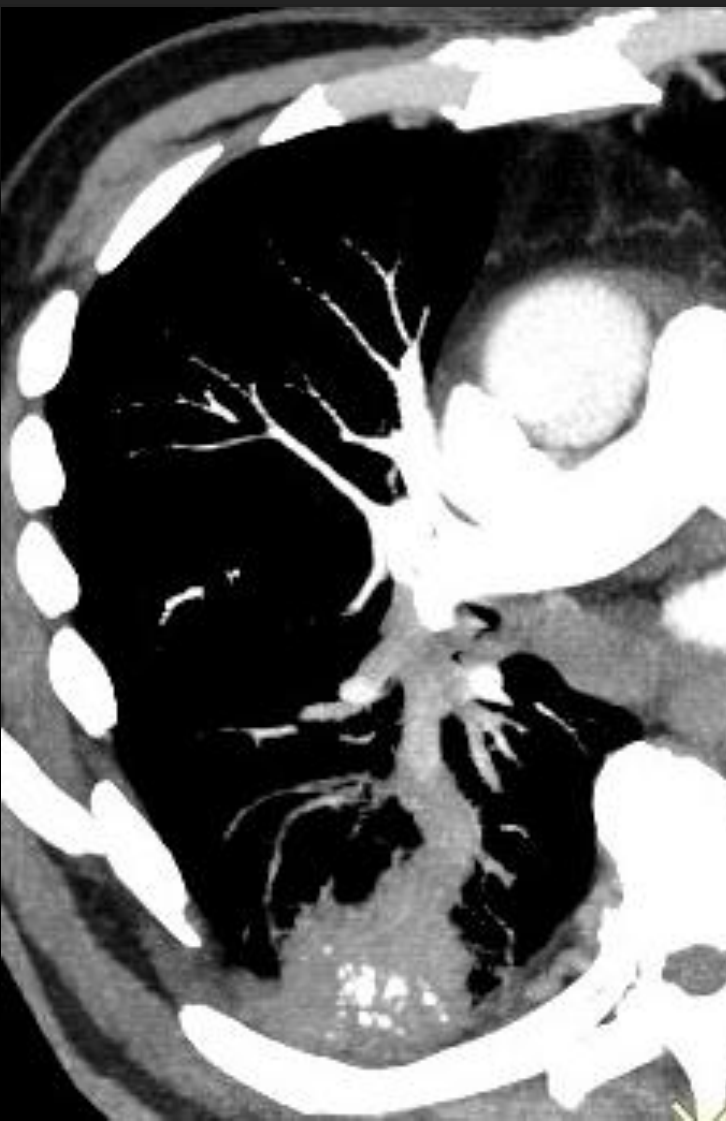
## What else?

- Hypertrophie de l'artère segmentaire LID A10
- Condensation à conta
- Calcifications
- Aorte mal opacifiée



Patient reconvoqué J2 → temps artériel Aorte



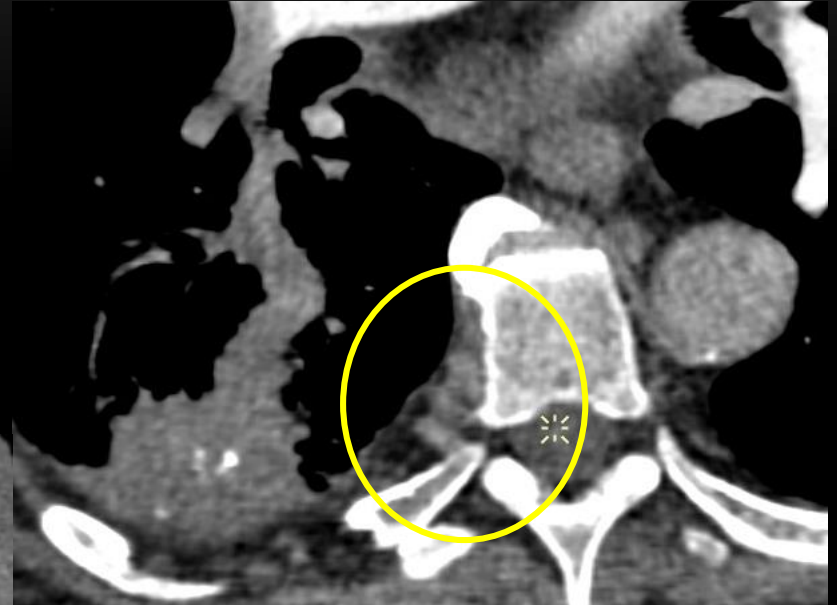
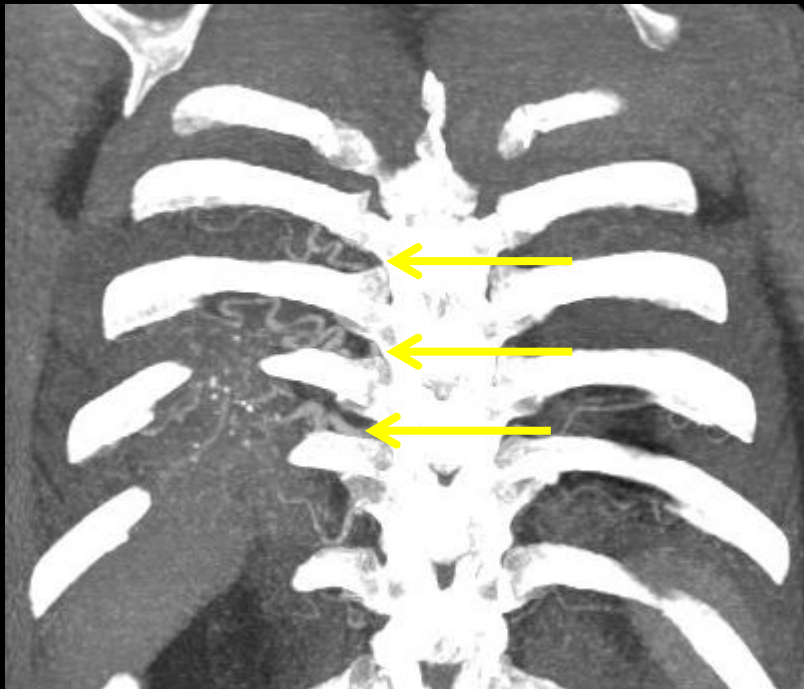


# EMBOLIE PULMONAIRE?

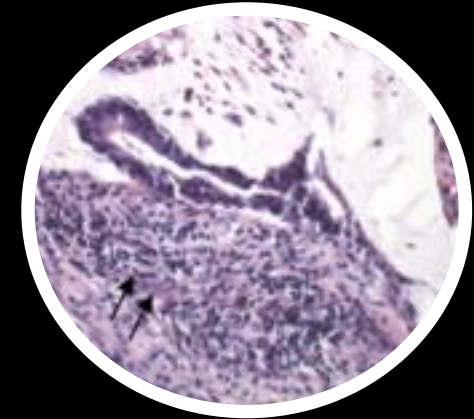
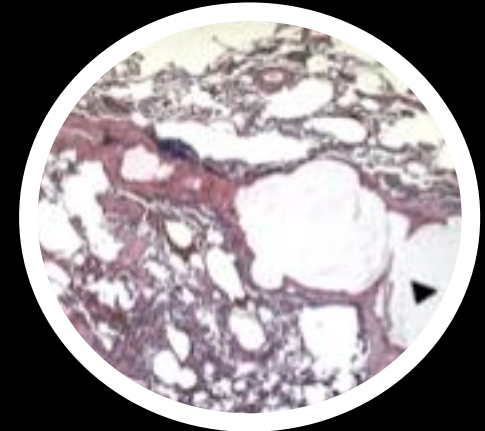
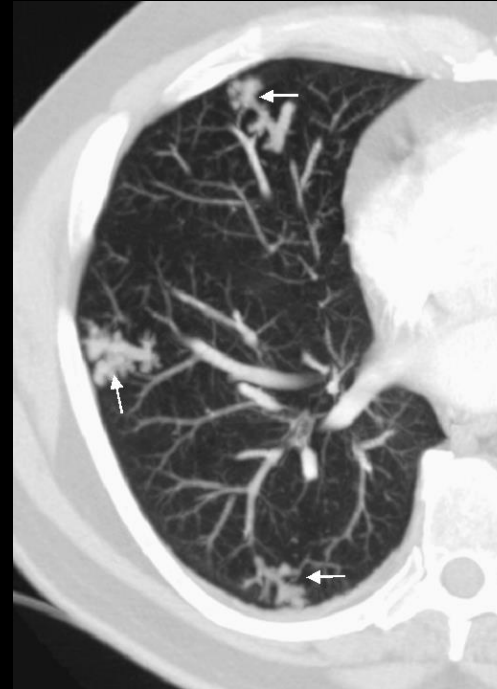
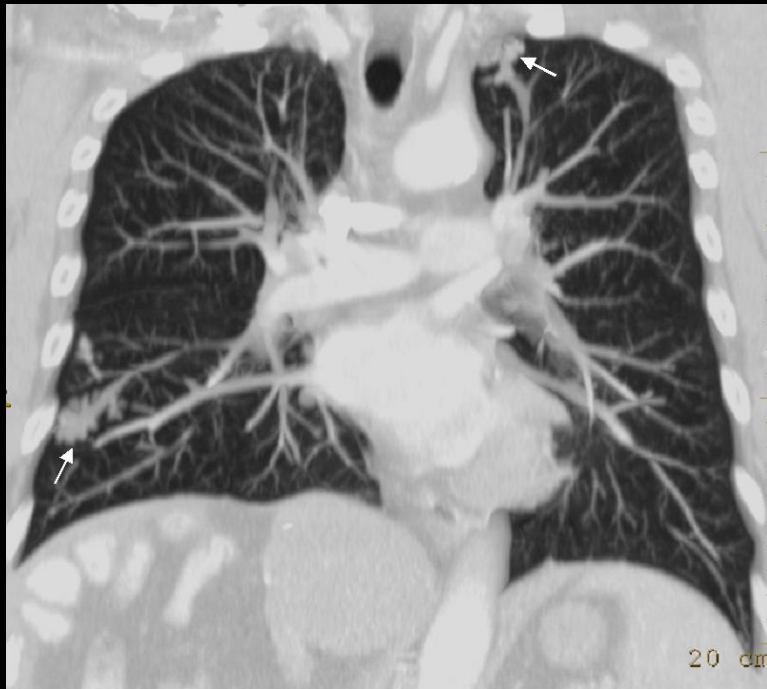
- Opacification de la A10 → PAS D'EMBOLIE

## What else?

- Hypertrophie des artères bronchiques

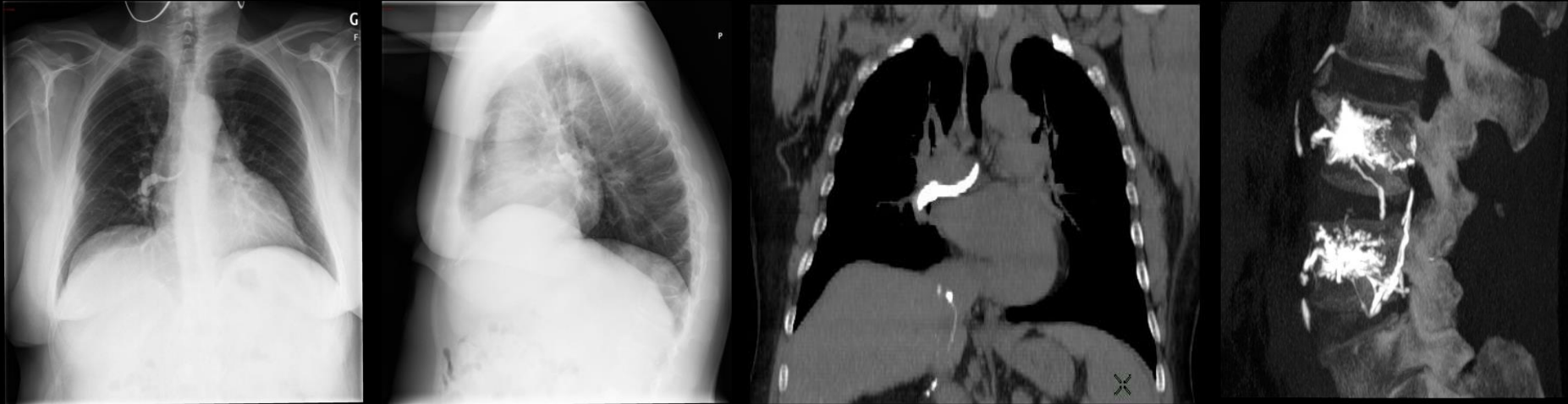


# Embolie tumorale: «arbre en bourgeons»



- 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



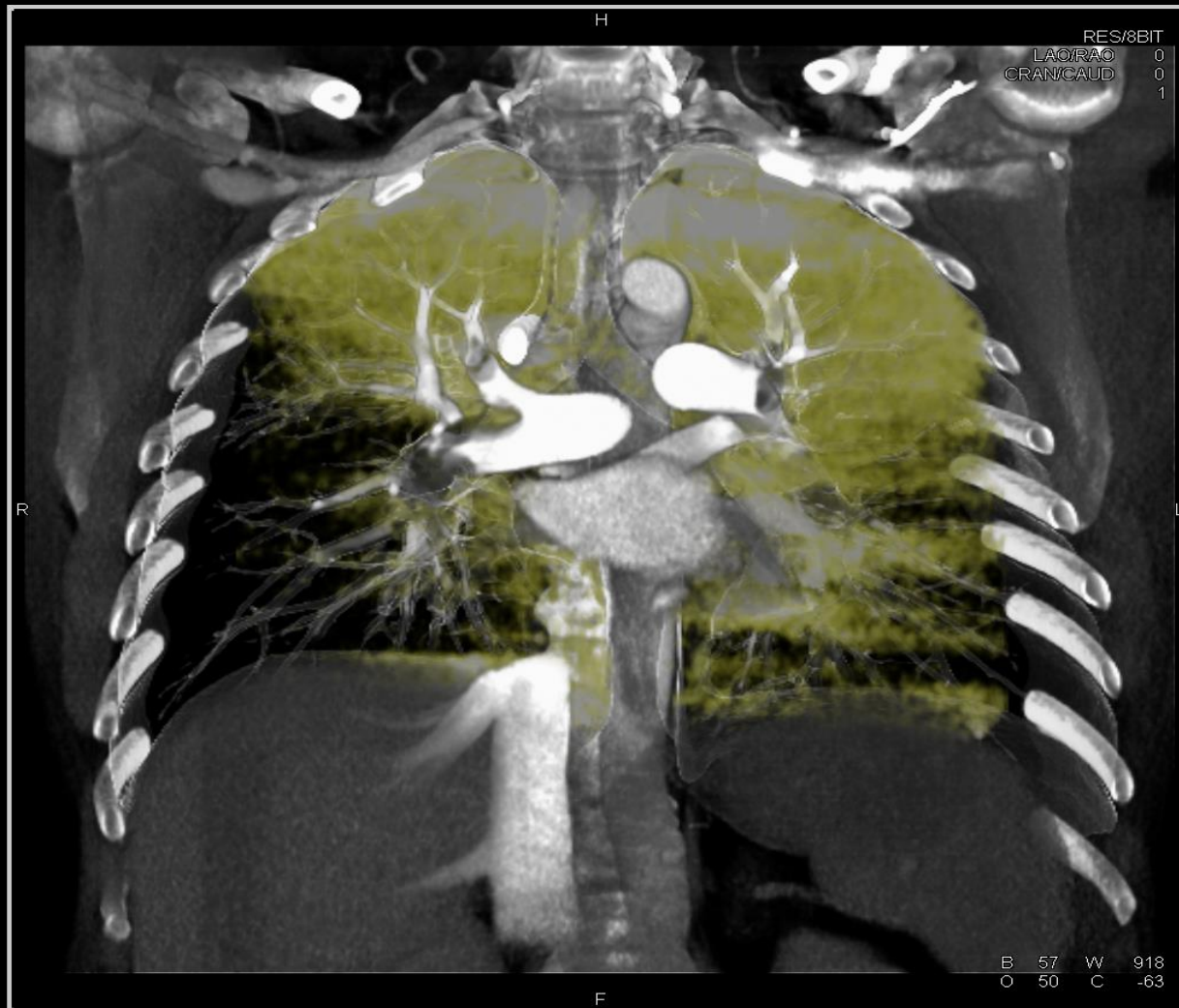
# Performances cliniques du CT multi-coupe

- 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 »

# 4B. CT Scanner double énergie ou CT spectral



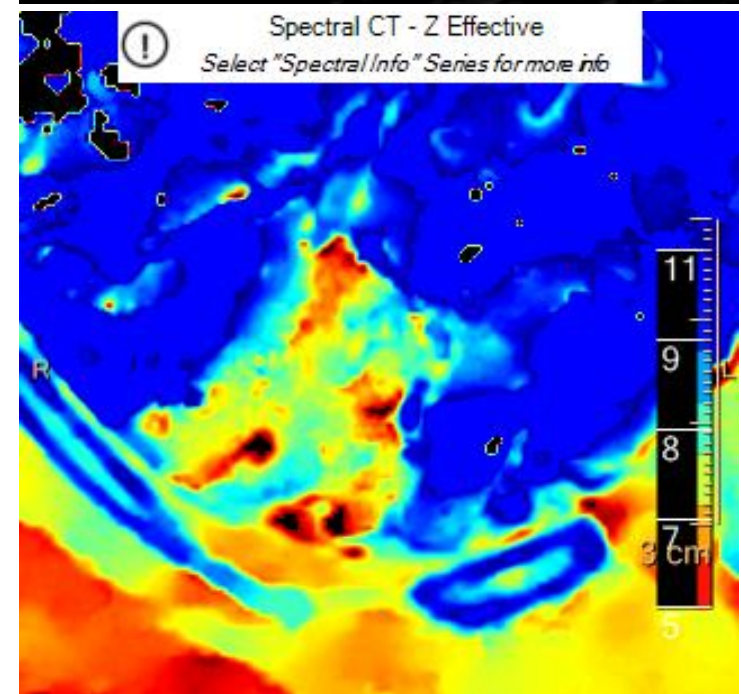
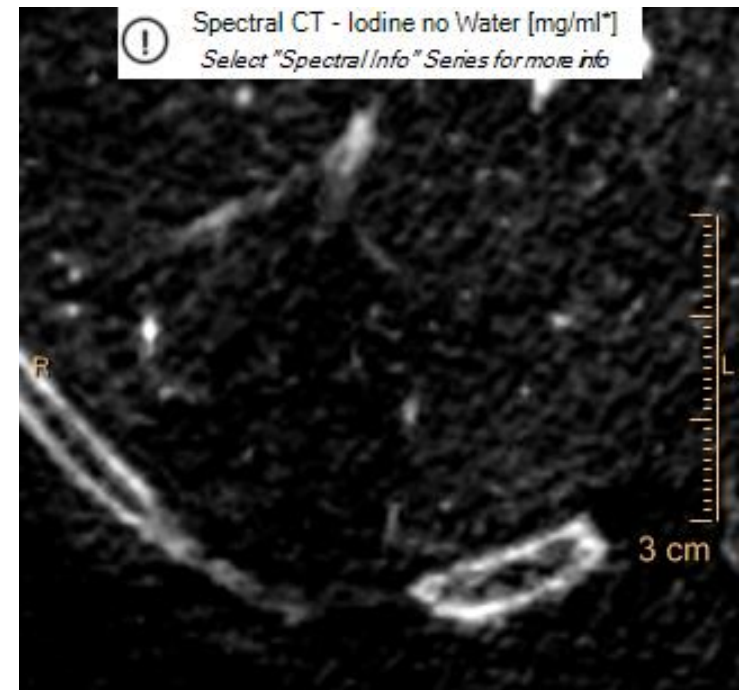
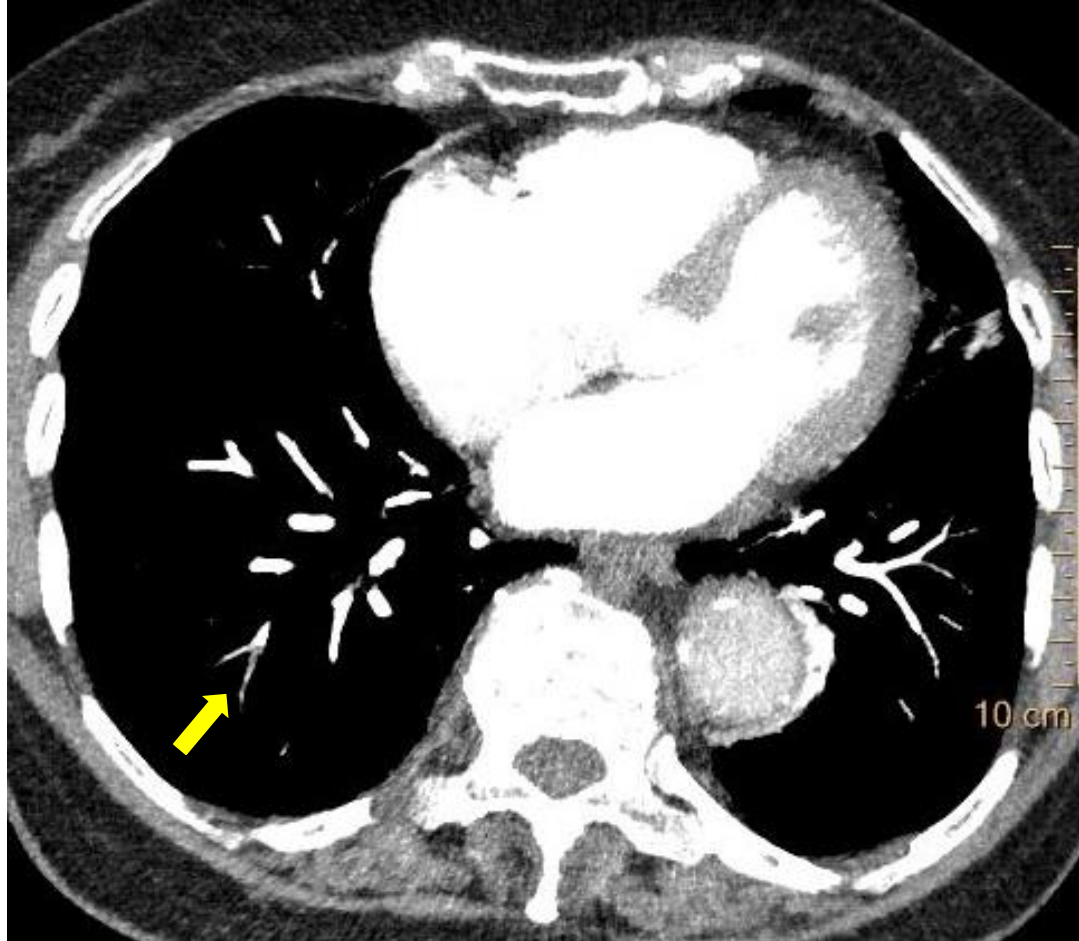
# Embolie pulmonaire



- Amélioration de détection d'embolies pulmonaires périphériques
- Réduction du volume de produit de contraste
- Amélioration de la qualité d'opacification
- Stratification du risque?

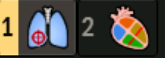
# Amélioration de la détection des embolies pulmonaires périphériques

- Accès à l'imagerie de perfusion grâce à la cartographie d'iode qui nous donne une vision instantanée de la répartition d'iode au sein du parenchyme pulmonaire
- Excellente concordance avec les clichés scintigraphiques de ventilation-perfusion
- 4/17 EP sous-segmentaires visibles (N tot= 75 caillots) que sur cartographie de perfusion



## 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



Find Filling Defects

Inspect Lungs

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

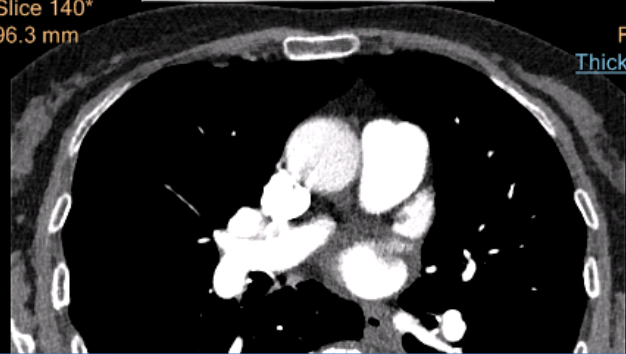
Collect Findings

- 
- Show non-active findings
- Show active finding
- 

Phase N/A%

11 May, 2016 / 15:35:17.34  
 MonoE70keV, MEDIASTIN, Spectral (4)  
 Series 402 - Slice 140\*  
 Slice Pos: -796.3 mm

Spectral CT - Mono Energetic 70 keV  
 Philips, IQon - Spectral CT  
 120 kV  
 FOV 262.0 mm  
 Thickness 1.00 mm  
 Zoom 1.00  
 Contrast



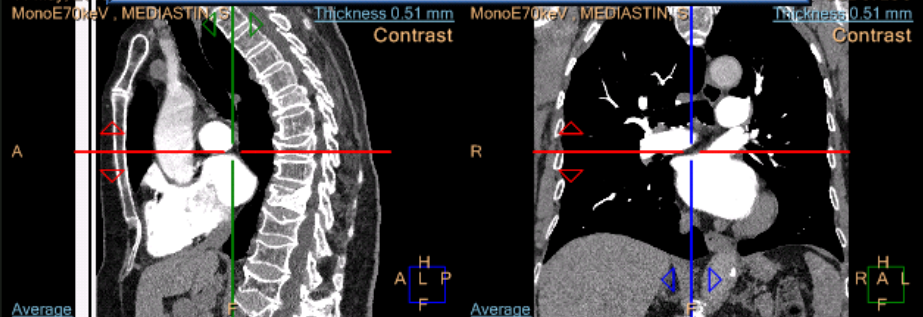
Warning

**No Peripheral CAD suggestions were detected.**

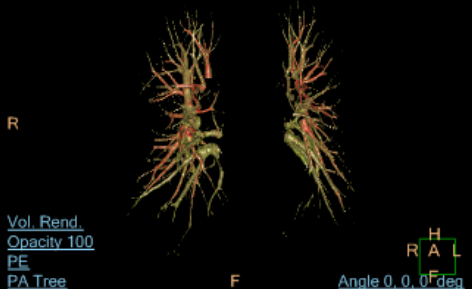
OK

Average  
 WL 60  
 WW 400

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



UCL St LUC  
 MonoE70keV, MEDIASTIN, S  
 Contrast

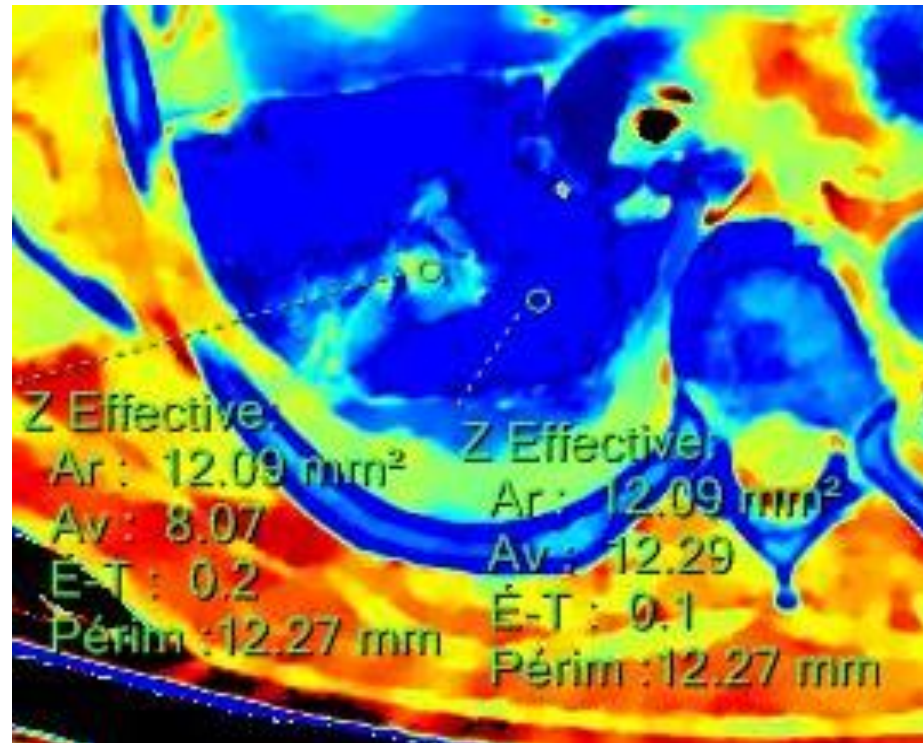
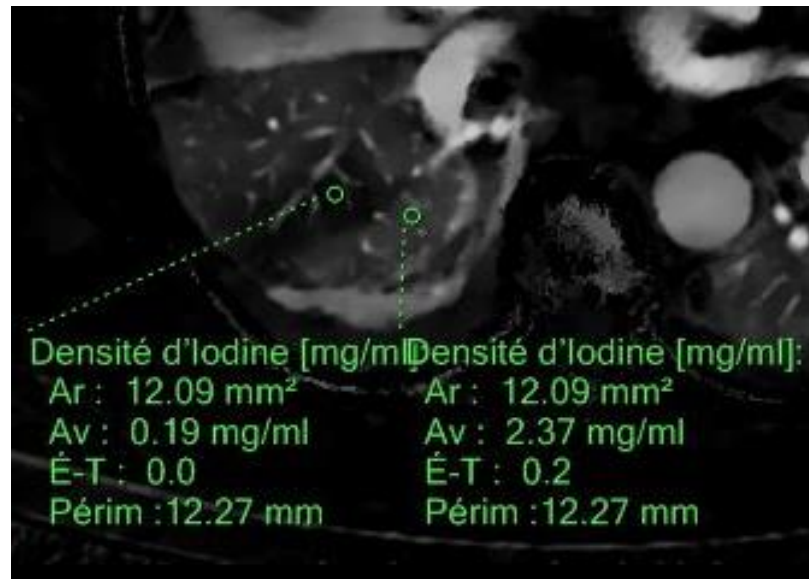
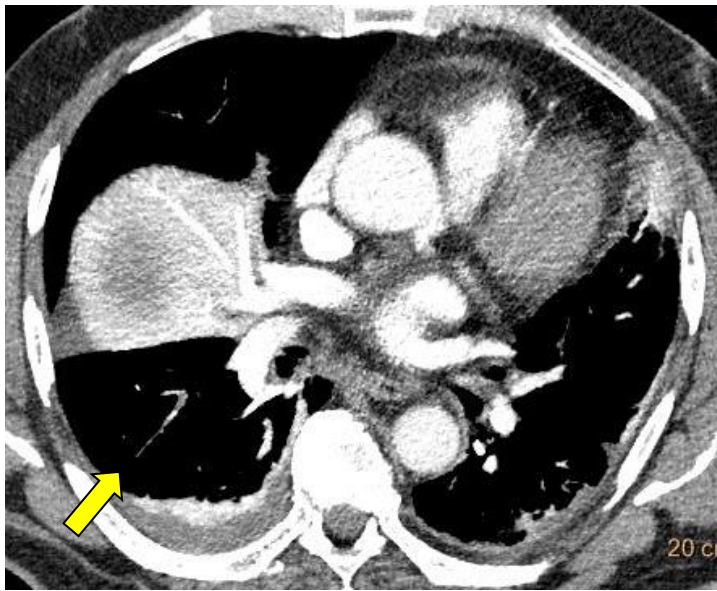


Findings (0)...

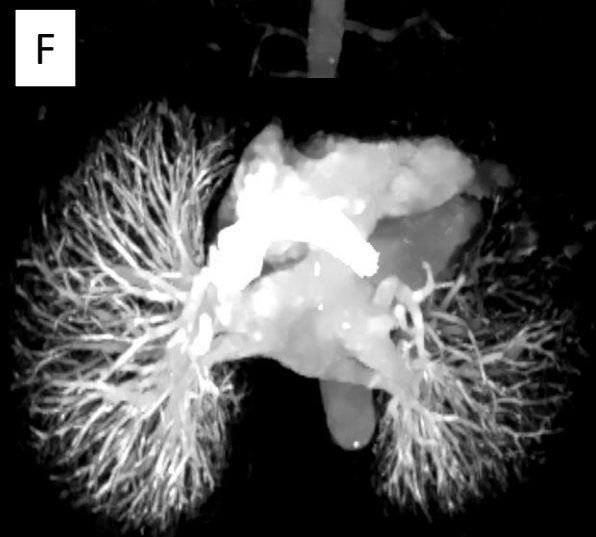
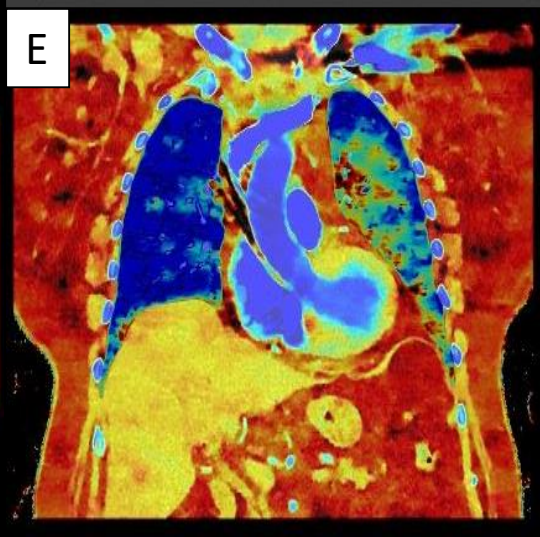
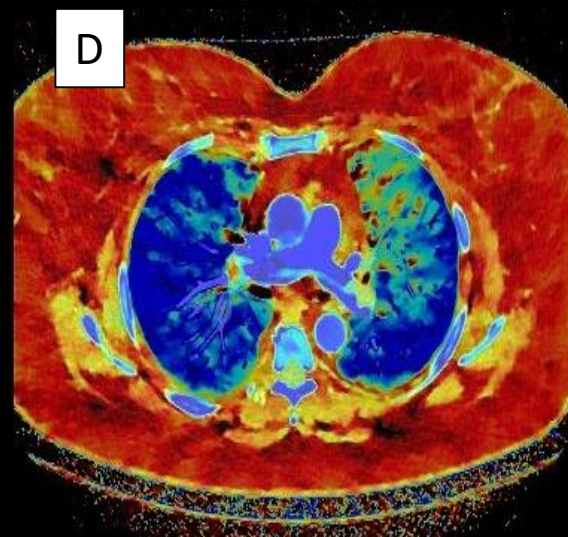
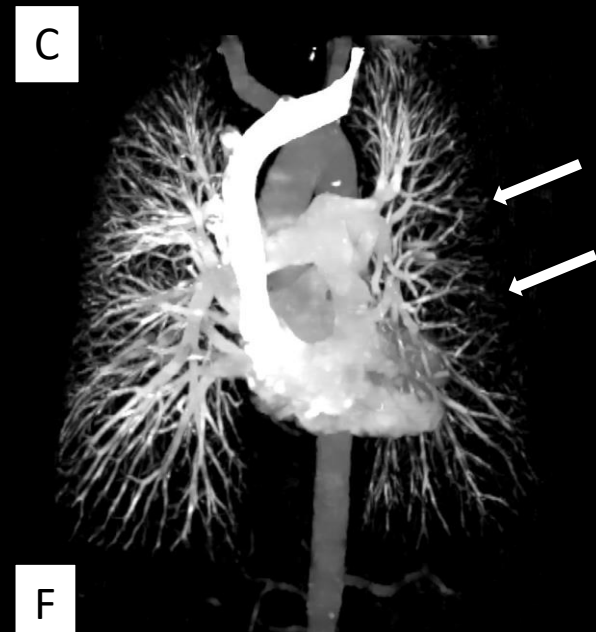
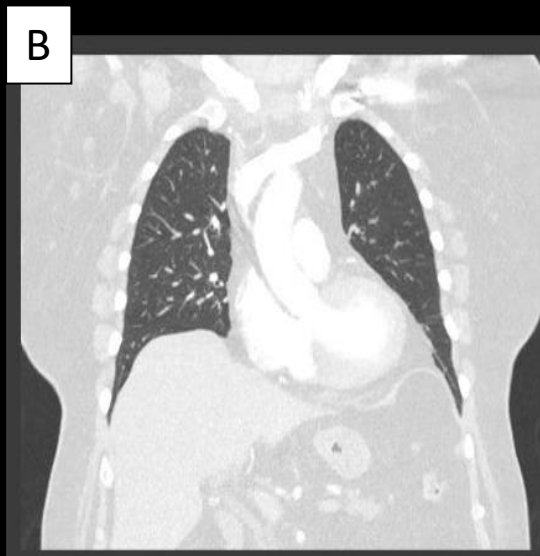
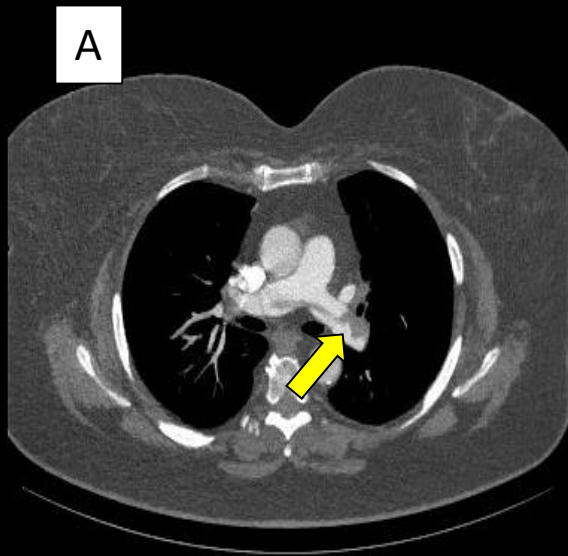
Create Movie or Series

Exit

- Preview
- Report
- Save all
- Film

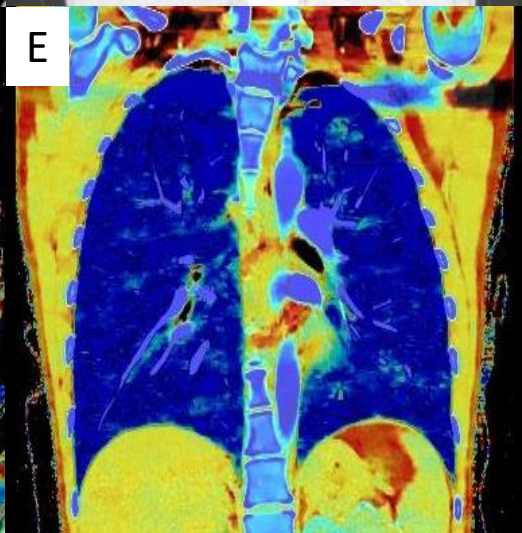
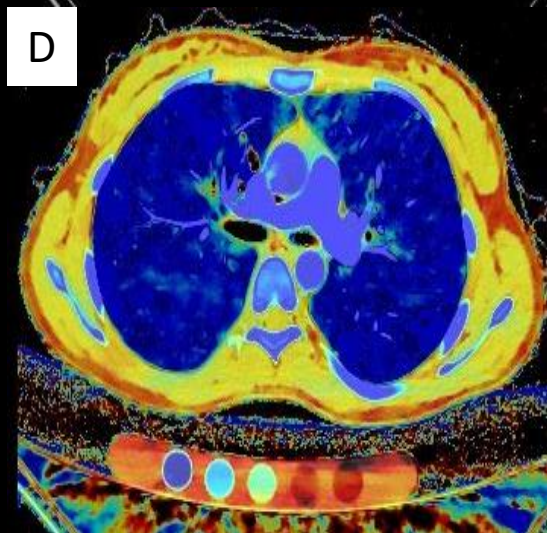
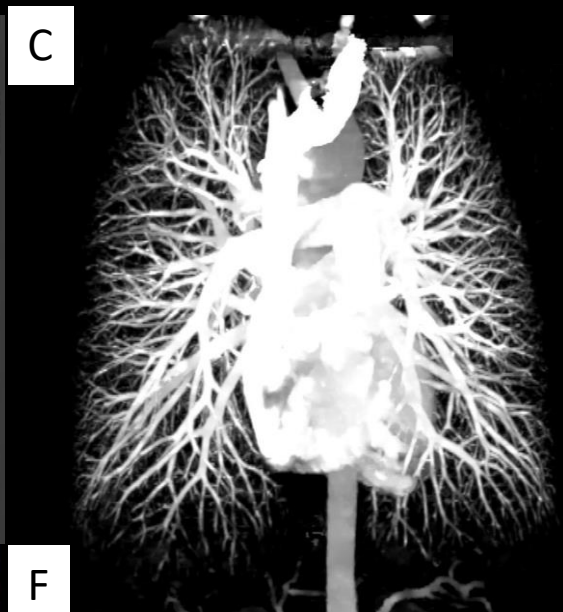
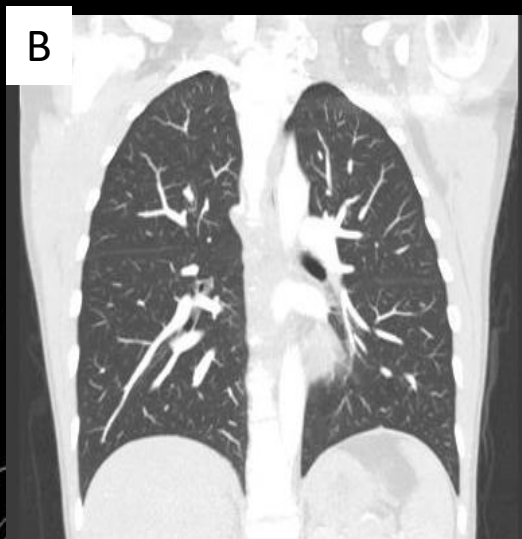
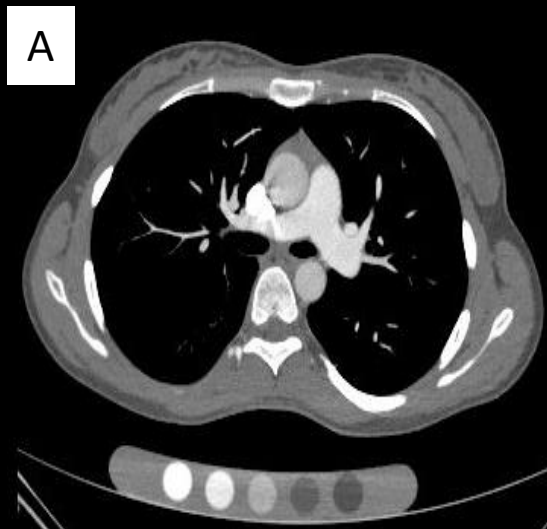






A / B = Conventional CT  
D / E = Z Effective  
C / D = 3D Iodine Map

Courtoisie Peter B. Noël, PhD. Technical University Munich



A / B = Conventional CT  
D / E = Z Effective  
C / D = 3D Iodine Map

Courtoisie Peter B. Noël, PhD. Technical University Munich

# Diminution de la quantité de produit de contraste

**PLOS ONE** A Peer-Reviewed, Open Access Journal

View this Article | Submit to PLOS | Get E-Mail Alerts | Contact Us

PMCID: PMC5132396

PLoS One, 2016; 11(12): e0167214.  
Published online 2016 Dec 1. doi: [10.1371/journal.pone.0167214](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167214)

## Dual Energy CT Pulmonary Angiography with 6g Iodine—A Propensity Score-Matched Study

Andreas Meier,<sup>1\*</sup> Kai Higashigaito,<sup>1</sup> Katharina Martini,<sup>1</sup> Moritz Wurnig,<sup>1</sup> Burkhardt Seifert,<sup>2</sup> Dagmar Keller,<sup>3</sup> Thomas Frauenfelder,<sup>1</sup> and Hatem Alkadhi<sup>1</sup>

Christophe Leroyer, Editor

[Author information](#) ► [Article notes](#) ► [Copyright and License information](#) ►

This article has been corrected. See [PLoS One, 2017 February 9; 12\(2\): e0172251](#).

This article has been [cited by](#) other articles in PMC.

**Abstract** Go to:

**Objective**

To evaluate the performance of low contrast media (CM) dose dual-energy computed tomography pulmonary angiography (CTPA) with advanced monoenergetic reconstructions in patients with suspected pulmonary embolism (PE).

**Materials and Methods**

The study had institutional review board approval; all patients gave written informed consent. Forty-one patients (25 men, 16 women, mean age 62.9±14.7 years) undergoing low CM dose (15ml, 6g iodine) dual-energy CTPA with advanced monoenergetic reconstructions were matched via propensity-scoring based on logistic regression analysis with a comparison group of 41 patients (24 men, 17 women, mean age 62.7±13.9 years) undergoing standard CM dose single-energy CTPA (80ml, 24g iodine). Subjective (noise, artifacts) and objective (attenuation, noise, contrast-to-noise ratio (CNR)) image quality was assessed by two blinded, independent readers. All patients underwent clinical follow-up after three months for evaluation of adverse events.

**Formats:**  
Article | [PubReader](#) | [ePub \(beta\)](#) | [PDF \(2.1M\)](#) | [Citation](#)

**Share**  
[Facebook](#) [Twitter](#) [Google+](#)

**Save items**  
★ Add to Favorites ▼

**Similar articles in PubMed**

Reduced iodine load at CT pulmonary angiography with dual-energy monochromatic imaging: comparison with [Radiology. 2012]

Advanced virtual monoenergetic images: improving the contrast of dual-energy CT pulmonary angiography. [Clin Radiol. 2015]

Value of monoenergetic low-kV dual energy CT datasets for improved image quality of CT pulmonary angic [Eur J Radiol. 2014]

Iterative reconstruction in single source dual-energy CT pulmonary angiography: Is it sufficient to achieve a radiati [Eur J Radiol. 2015]

70 kVp computed tomography pulmonary angiography: potential for reduction of iodine load and radiation [J Thorac Imaging. 2015]

[See reviews...](#)  
[See all...](#)

**Cited by other articles in PMC**

Correction: Dual Energy CT Pulmonary Angiography with 6g Iodine—A Propensity Score-Matched Study [PLoS ONE. 2017]

[See all...](#)

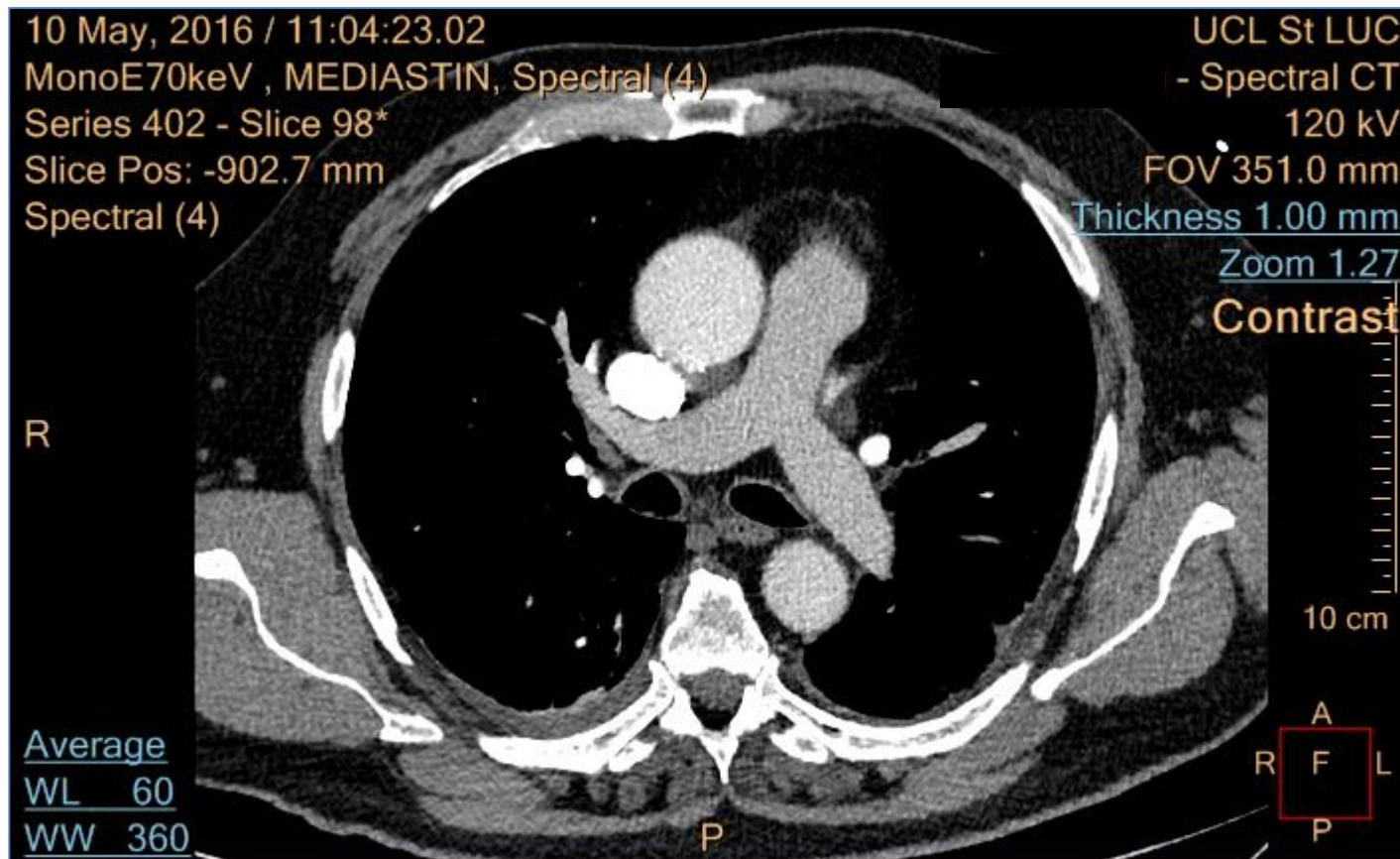
**Links**

[PubMed](#)

[Taxonomy](#)

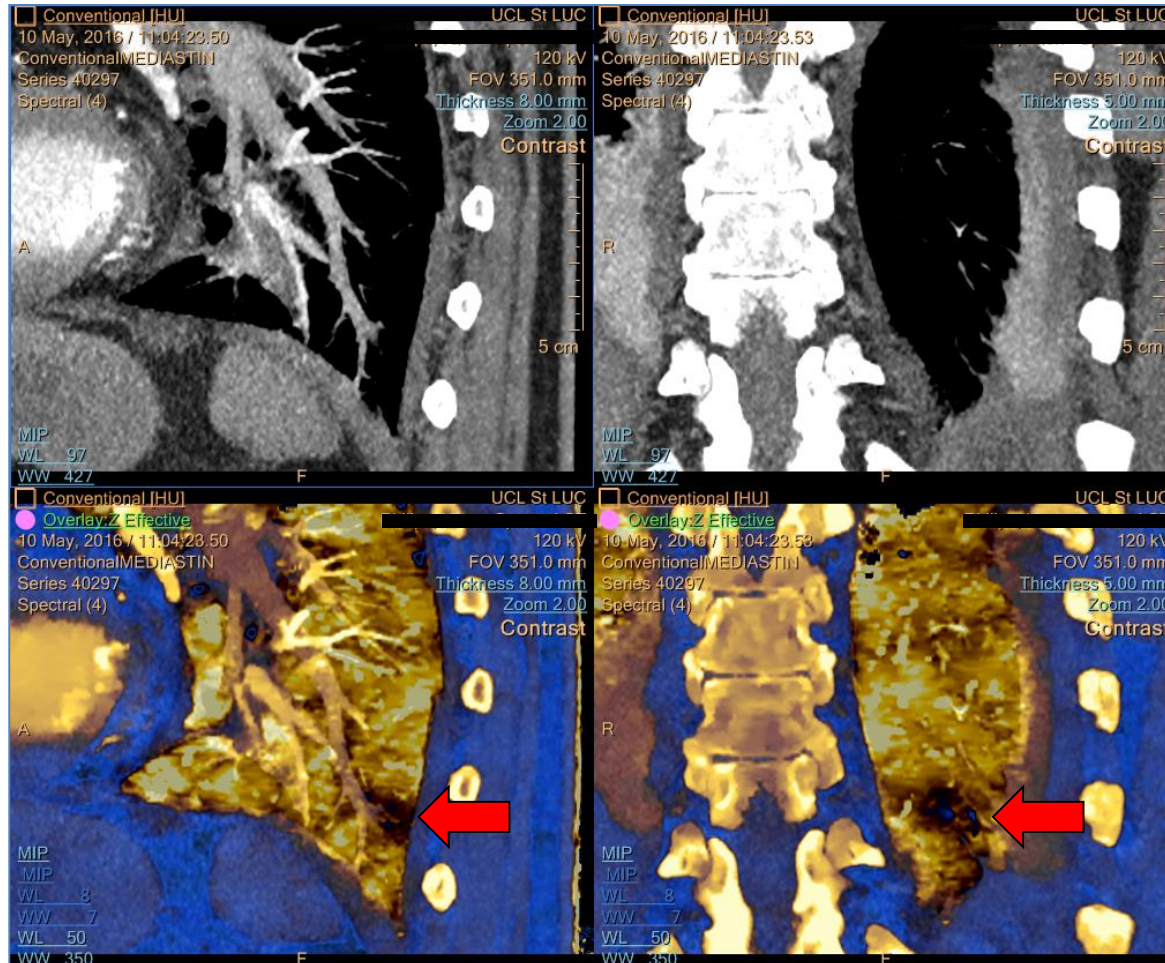
Meier A., et al. Dual energy CT pulmonary angiography with 6g Iodine. A propensity Score-matched study. Plos One 2016 Dec 1;11(12):e0167214. doi: [10.1371/journal.pone.0167214](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167214). eCollection 2016.

# Suspicion d' Embolie pulmonaire Valsalva -> mauvaise opacification des Artères pulmonaires



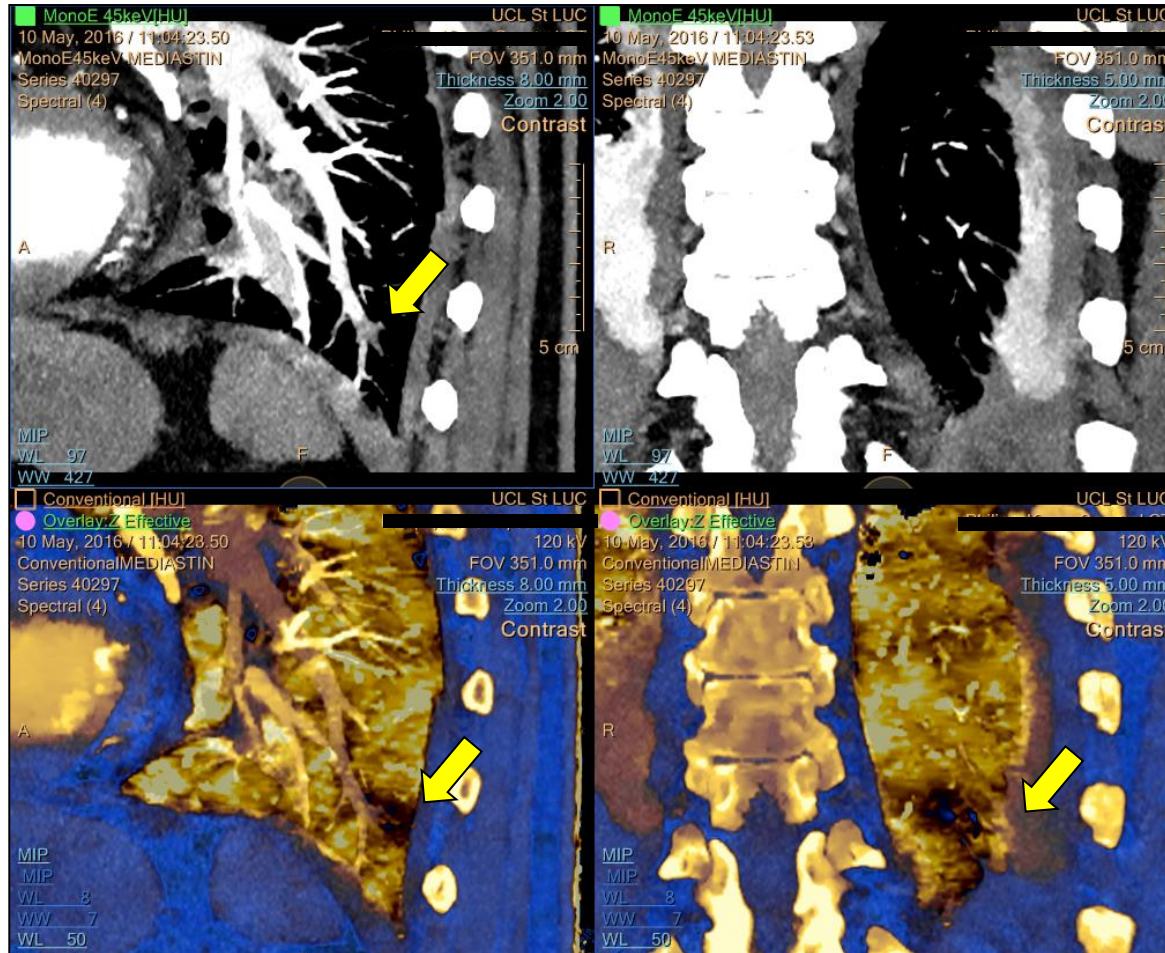
# Suspicion d'EP

Défect de Perfusion visible en Zeff (flèche rouge), artefact ?  
Pas de caillot visible au CT conventionnel



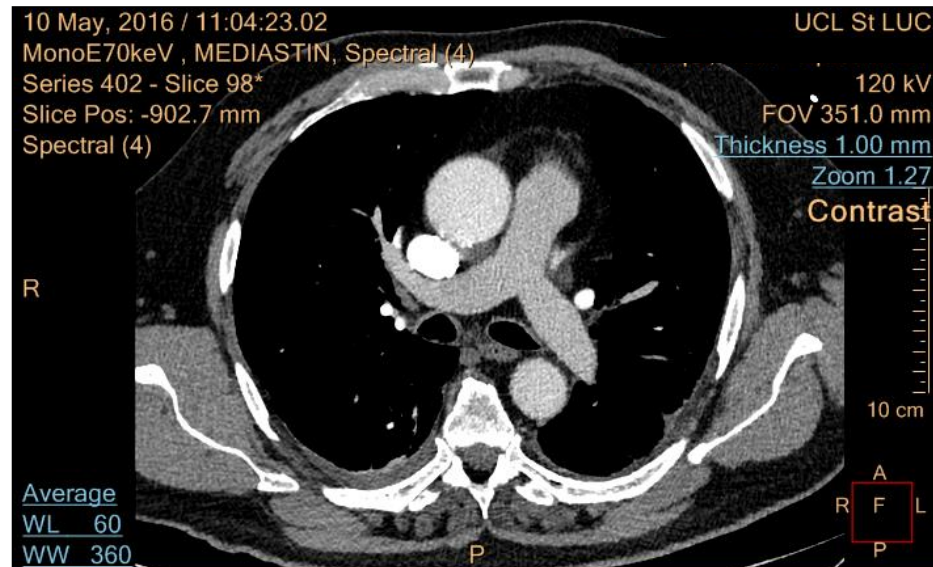
# Suspicion of PE

Défect de Perfusion visible en Zeff (flèche rouge)  
caillot visible à 45 keV (flèche jaune)

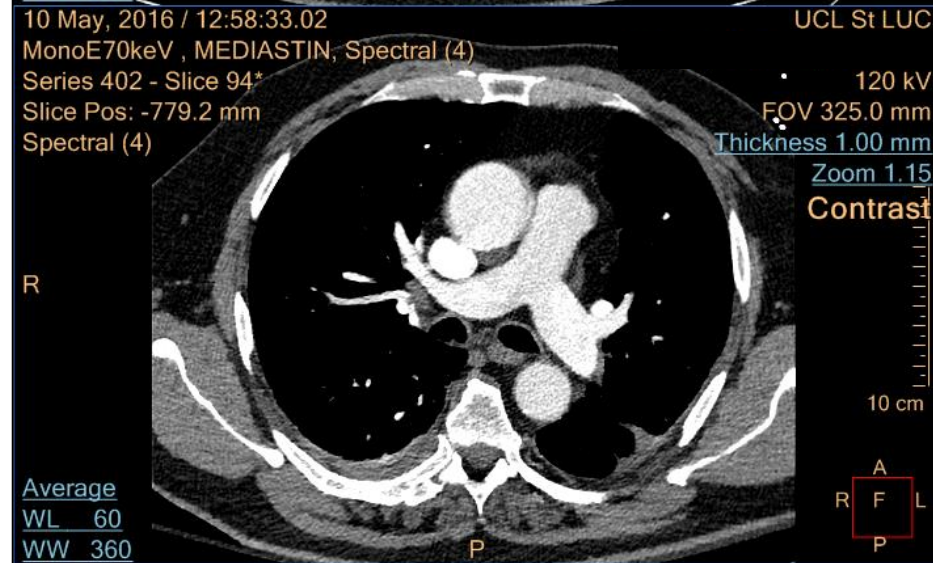


# Doute: Patient réinjecté

Injection 1

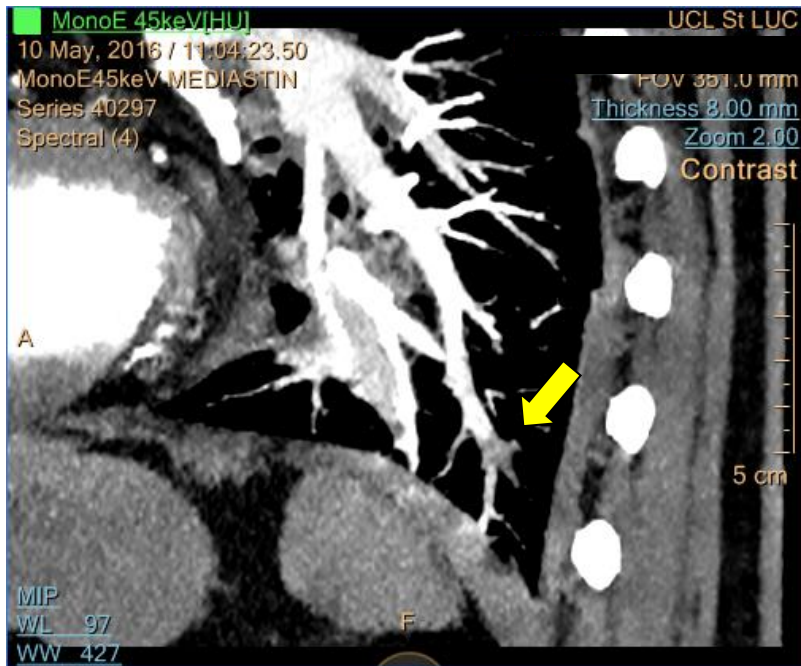


Injection 2

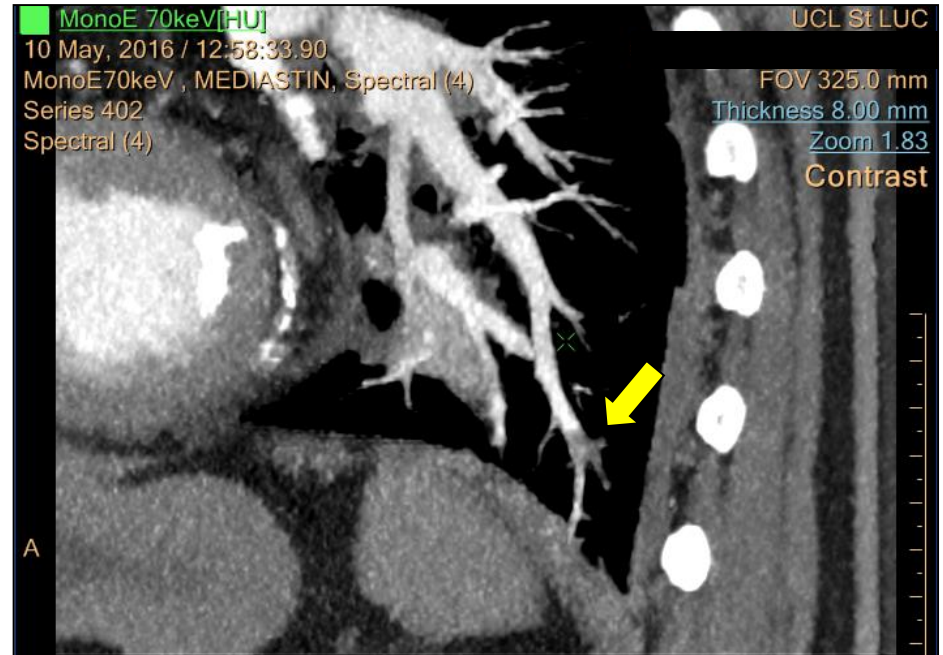


# Suspicion d'EP: Patient réinjecté

## Présence de caillot confirmé



Injection 1, 45 keV



Injection 2, 70 keV

COMBINAISON CARTE IODEE ET IMAGES MONOCHROMATIQUES



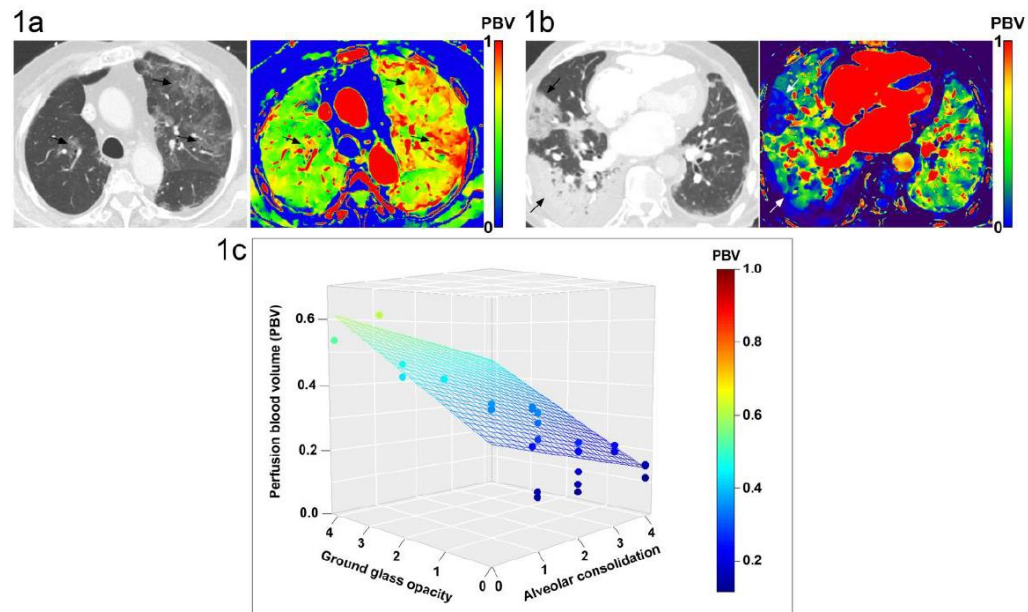


Early View

Research letter

***In vivo* demonstration of pulmonary microvascular involvement in COVID-19 using Dual-Energy Computed Tomography**

Salim Si-Mohamed, Nader Chebib, Monica Sigovan, Lea Zumbihl, Ségolène Turquier, Sara Boccalini, Loïc Boussel, Jean-Francois Mornex, Vincent Cottin, Philippe Douek



# Pulmonary Embolism and Deep Vein Thrombosis in COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis

Young Joo Sub, MD, PhD • Hyunsook Hong, PhD • Micael Ohana, MD, PhD • Florian Bompard, MD • Marie-Pierre Revel, MD, PhD • Clarissa Valle, MD • Alban Gervaise, MD, PhD • Julien Poissy, MD • Sophie Susen, MD, PhD • Guillaume Hékimian, MD • Mathieu Artifoni, MD • Daniel Periatra, MD • Damien Contou, MD • Julie Delaloye, MD • Bienvenido Sanchez, MD • Cheng Fang, FRCR • Giorgio Garzillo, MD • Hasti Robbie, MD • Soon Ho Yoon, MD, PhD

From the Department of Radiology, Research Institute of Radiological Science, Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea (Y.J.S.); Medical Research Collaborating Center (H.H.) and Department of Radiology (S.H.Y.), Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine, 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea; Department of Radiology, Nouvel Hôpital Civil, Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, Strasbourg, France (M.O.); Department of Radiology, Cochin Hospital, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris Centre, Paris, France (F.B., M.P.R.); Department of Diagnostic Radiology, Papa Giovanni XXIII, Bergamo, Italy (C.V.); Department of Radiology, Military Hospital Begin, Saint Mandé, France (A.G.); Resuscitation Center, Centre Hospitalier Universitaire de Lille, Université de Lille, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale U1285, Centre National de la Recherche Scientifique Unité Mixte de Recherche 8576—Unité de Glycobiologie Structurale et Fonctionnelle, Lille, France (J.P.); Department of Hematology and Transfusion, Pôle de Biologie Pathologie Génétique, Institut Pasteur de Lille, Centre Hospitalier Universitaire de Lille, Université de Lille, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale Unité Mixte de Recherche 1011—European Genomic Institute for Diabetes, Lille, France (S.S.); Institute of Cardiometabolism and Nutrition, Sorbonne Université, Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale Unité de Recherche sur les Maladies Cardiovasculaires, le Métabolisme et la Nutrition 1166, Paris, France; Intensive Medicine—Resuscitation Department, Institut de Cardiologie, Hôpital Pitié-Salpêtrière, Assistance Publique—Hôpitaux de Paris, Paris, France (G.H.); Department of Internal Medicine, Centre Hospitalier Universitaire de Nantes, Nantes, France (M.A.); Angiology Unit, Hôpital Fribourgeois—Hôpital Cantonal, Fribourg, Switzerland (D.E.); Multipurpose Resuscitation Service, Centre Hospitalier Victor Dupouy, Argenteuil, France (D.C.); Department of Intensive Care Medicine, Centre Hospitalier du Valais Romand de l'Hôpital du Valais (site de Sion), Sion, Switzerland (J.D., B.S.); and Department of Radiology, King's College Hospital National Health Service Foundation Trust, London, England (C.F., G.G., H.R.). Received August 26, 2020; revision requested October 5; revision received October 13; accepted November 4. Address correspondence to S.H.Y. (e-mail: [yshohs@gmail.com](mailto:yshohs@gmail.com)).

Conflicts of interest are listed at the end of this article.

See also the editorial by Woodard in this issue.

Radiology 2021; 298:E70–E80 • <https://doi.org/10.1148/radiol.2020203557> • Content code: **VA**

**Background:** The association of pulmonary embolism (PE) with deep vein thrombosis (DVT) in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) remains unclear, and the diagnostic accuracy of D-dimer tests for PE is unknown.

**Purpose:** To conduct meta-analysis of the study-level incidence of PE and DVT and to evaluate the diagnostic accuracy of D-dimer tests for PE from multicenter individual patient data.

**Materials and Methods:** A systematic literature search identified studies evaluating the incidence of PE or DVT in patients with COVID-19 from January 1, 2020, to June 15, 2020. These outcomes were pooled using a random-effects model and were further evaluated using meta-regression analysis. The diagnostic accuracy of D-dimer tests for PE was estimated on the basis of individual patient data using the summary receiver operating characteristic curve.

**Results:** Twenty-seven studies with 3342 patients with COVID-19 were included in the analysis. The pooled incidence rates of PE and DVT were 16.5% (95% CI: 11.6, 22.9;  $P = 0.93$ ) and 14.8% (95% CI: 8.5, 24.5;  $P = 0.94$ ), respectively. PE was more frequently found in patients who were admitted to the intensive care unit (ICU) (24.7% [95% CI: 18.6, 32.1] vs 10.5% [95% CI: 5.1, 20.2] in those not admitted to the ICU) and in studies with universal screening using CT pulmonary angiography. DVT was present in 42.4% of patients with PE. D-dimer tests had an area under the receiver operating characteristic curve of 0.737 for PE, and D-dimer levels of 500 and 1000  $\mu\text{g/L}$  showed high sensitivity (96% and 91%, respectively) but low specificity (10% and 24%, respectively).

**Conclusion:** Pulmonary embolism (PE) and deep vein thrombosis (DVT) occurred in 16.5% and 14.8% of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19), respectively, and more than half of patients with PE lacked DVT. The cutoffs of D-dimer levels used to exclude PE in preexisting guidelines seem applicable to patients with COVID-19.

© RSNA, 2020

Supplemental material is available for this article.

# 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

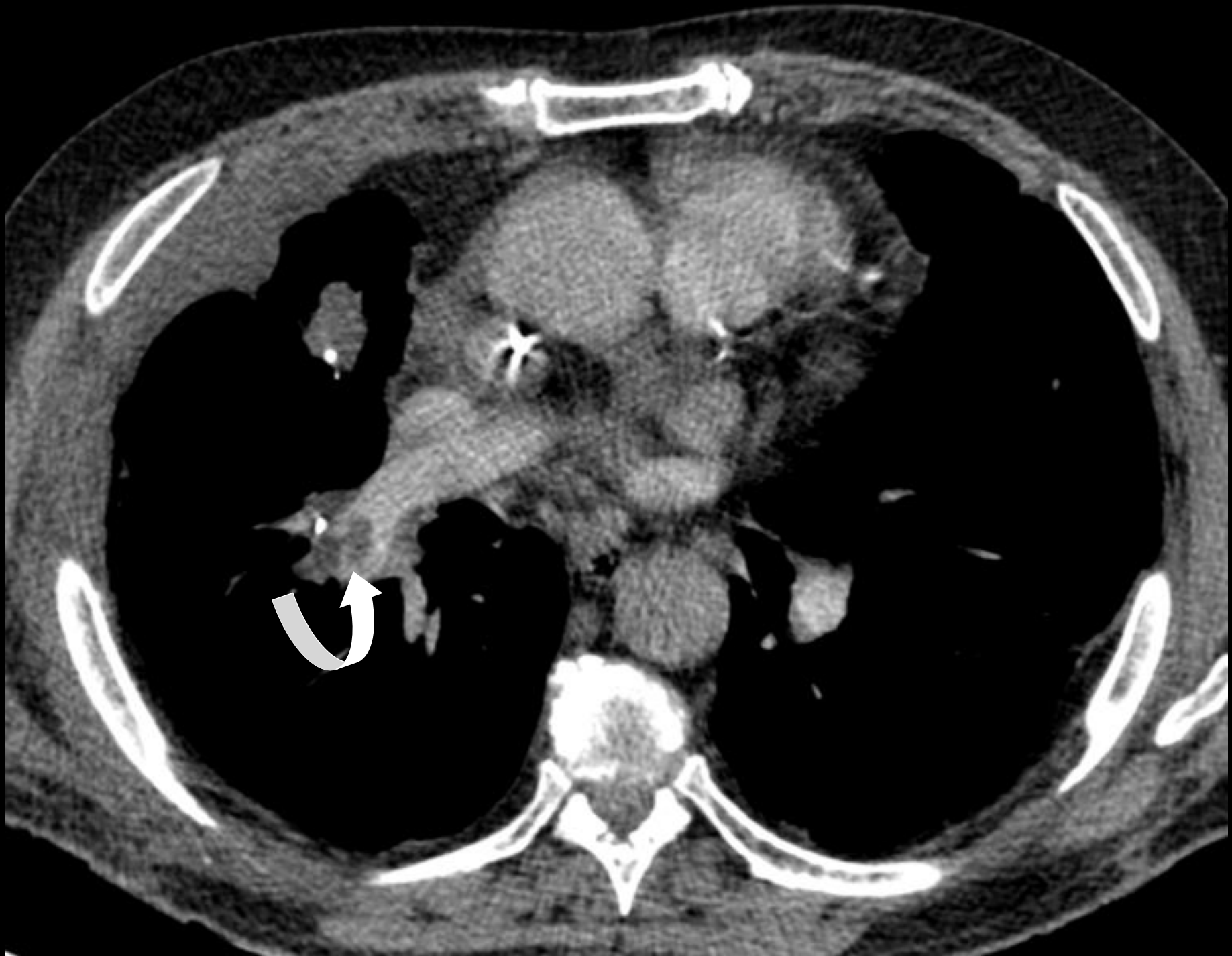
Wu CC, et al. Pulmonary 64-MDCT angiography with 30 mL of iv contrast material: vascular enhancement and image quality. AJR 2012;199:1247-51



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

Créatinémie limite: 1.5 mg/dL

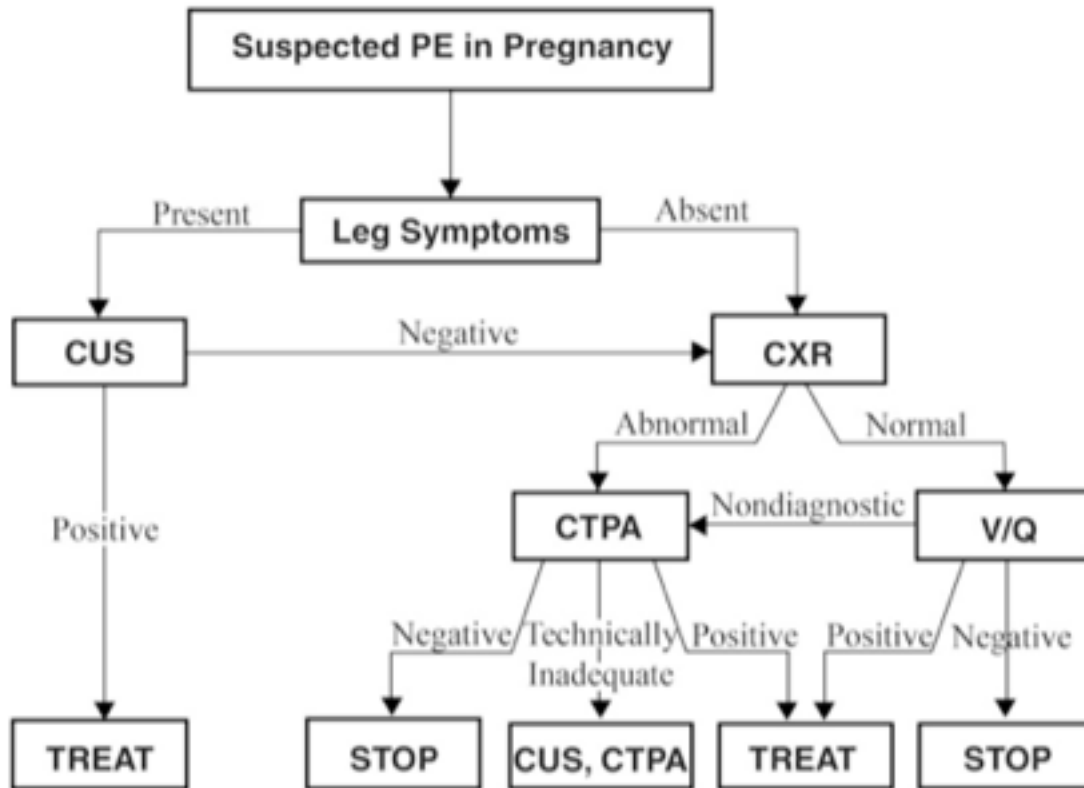
CT B-64 (PMS) : 64 x 0.625 mm, temps acquisition: 3.5 sec- injection: 40 mL pdc



# 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



## Recherche d'embolie pulmonaire chez la femme enceinte ou POST-PARTUM :

recommandations octobre 2017 (Dr. B. GHAYE/L. DEFRIZE)

### Algorithme diagnostique :

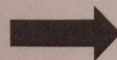
- Pas de recherche de D-dimères
- Signes cliniques de thrombose veineuse profonde (STPV) : faire écho-Doppler
- **Pas de signe de TVP :** 1) Rx thorax
  - 2) Scintigraphie V/P si Rx Thorax normale
  - 3) Angio-scanner inadéquat : écho-doppler ou recommencer l'angio-scanner

### Technique de l'angio-scanner :

- Examen à faire impérativement sur l'IQON
- Au moins 100cc de produit de contraste iodé à 350 mg/ml, en fonction du poids de la patiente et de l'âge de la grossesse
- Débit d'injection élevé obligatoire : 5cc/sec. Minimum
- Dose : utiliser 120kV
- Pas d'inspiration, demandez à la patiente de bloquer simplement la respiration pour éviter le phénomène de Valsalva.

- **Délai :** pas de bolus-tracking ! Démarrez l'acquisition 20 secondes après le début de l'injection. Il faut en général 7 secondes pour que le contraste injecté dans une veine au pli du coude arrive au niveau des artères pulmonaires, donc l'acquisition doit être terminée au plus tard 5 à 7 secondes après la fin de l'injection.
- Plus discutable : pour réduire la dose, certains suggèrent de limiter la longueur de l'acquisition en partant des coupes diaphragmatiques jusqu'à 2cm au-dessus de l'aorte.
- !!!!! Dire à la patiente de signaler l'injection d'iode au pédiatre à la naissance de l'enfant afin qu'il réalise un teste ad hoc.

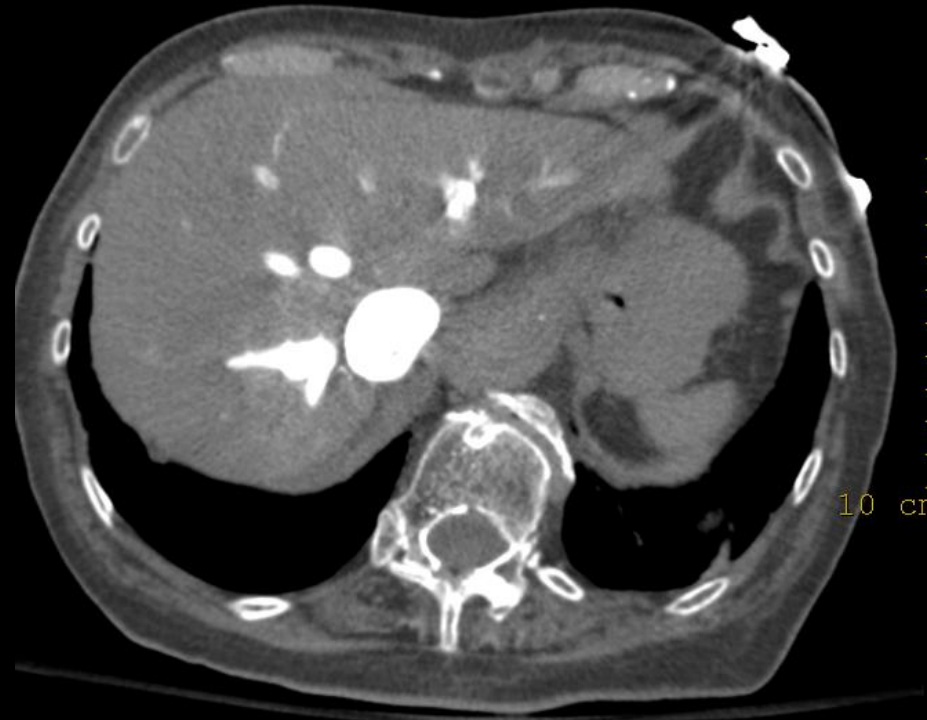
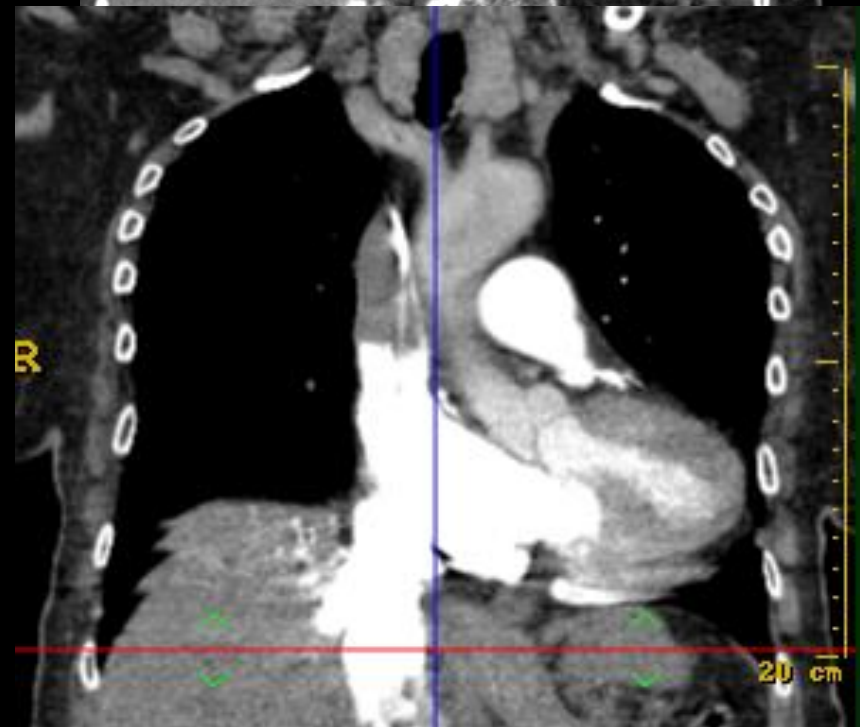
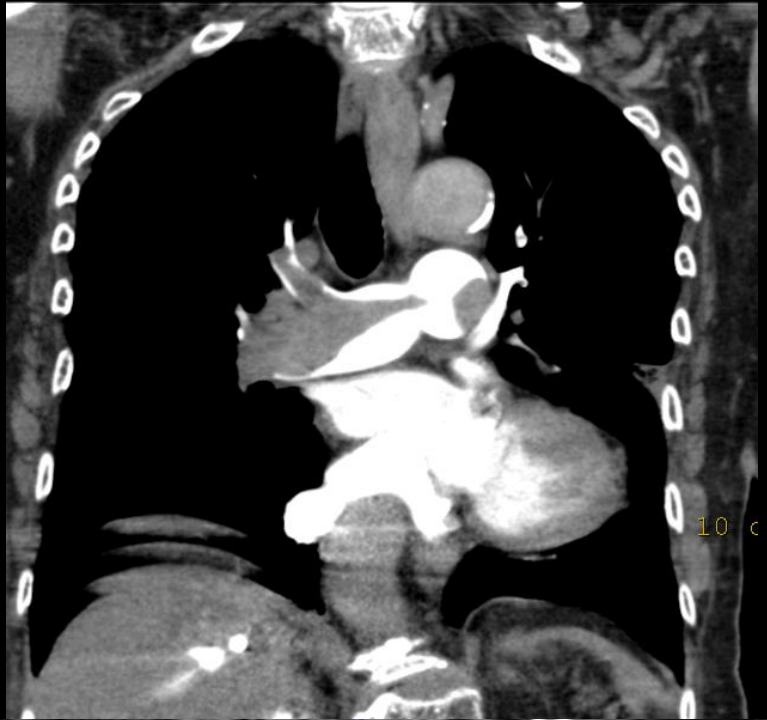
**NB :** la quantité d'iode qui passe dans le lait maternel est infinitésimale. Il n'y a pas de nécessité de recommander l'arrêt de l'allaitement pendant 24h après un examen en post-partum.



**Ne pas scanner le cou ni l'abdomen !!!!!**

# Embolie pulmonaire massive

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



# Messages à retenir

- Nécessité d'avoir une stratégie diagnostique avec stratification du risque
- MDCT + spectral = technique la plus performante à l'heure actuelle
  - Détection
  - Diagnostics alternatifs
  - Pronostic
- MDCT peut être utilisé chez la femme enceinte moyennant précautions