

Actualités en Réanimation

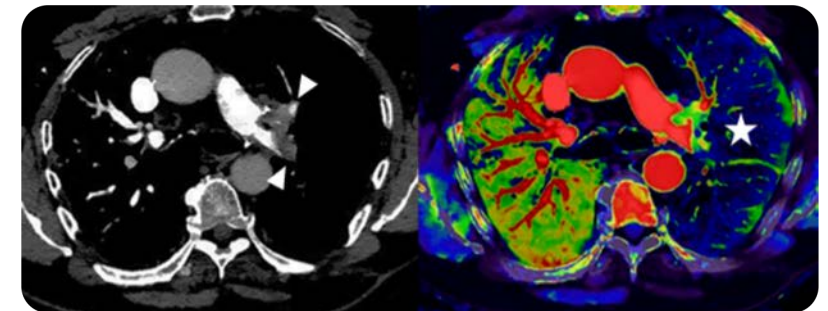
Thrombectomie dans l'embolie pulmonaire

Dr. Salim Si-Mohamed, PU-PH, salim.si-mohamed@chu-lyon.fr

Chef de service d'imagerie cardiovasculaire et thoracique, Hôpital Louis Pradel, Lyon

Laboratoire CREATIS, Equipe cardiovasculaire MYRIAD, CNRS – INSERM – Université Lyon 1

Equipe HCL **PERT**: Arthur Branchu, Cyril Prieur, Philippe Portran, Matteo Pozzi, Thomas Bochaton, Pierre Piquet, Hélène Desmurs-Clavel, Judith Catella, Hélène Constant & leurs équipes





Lyon 1

CREATIS



Orateur :

- Membre du groupe de travail SFICV/USIC–SFC sur la thrombectomie pulmonaire
- Membre de la SFICV/SIT/SFR

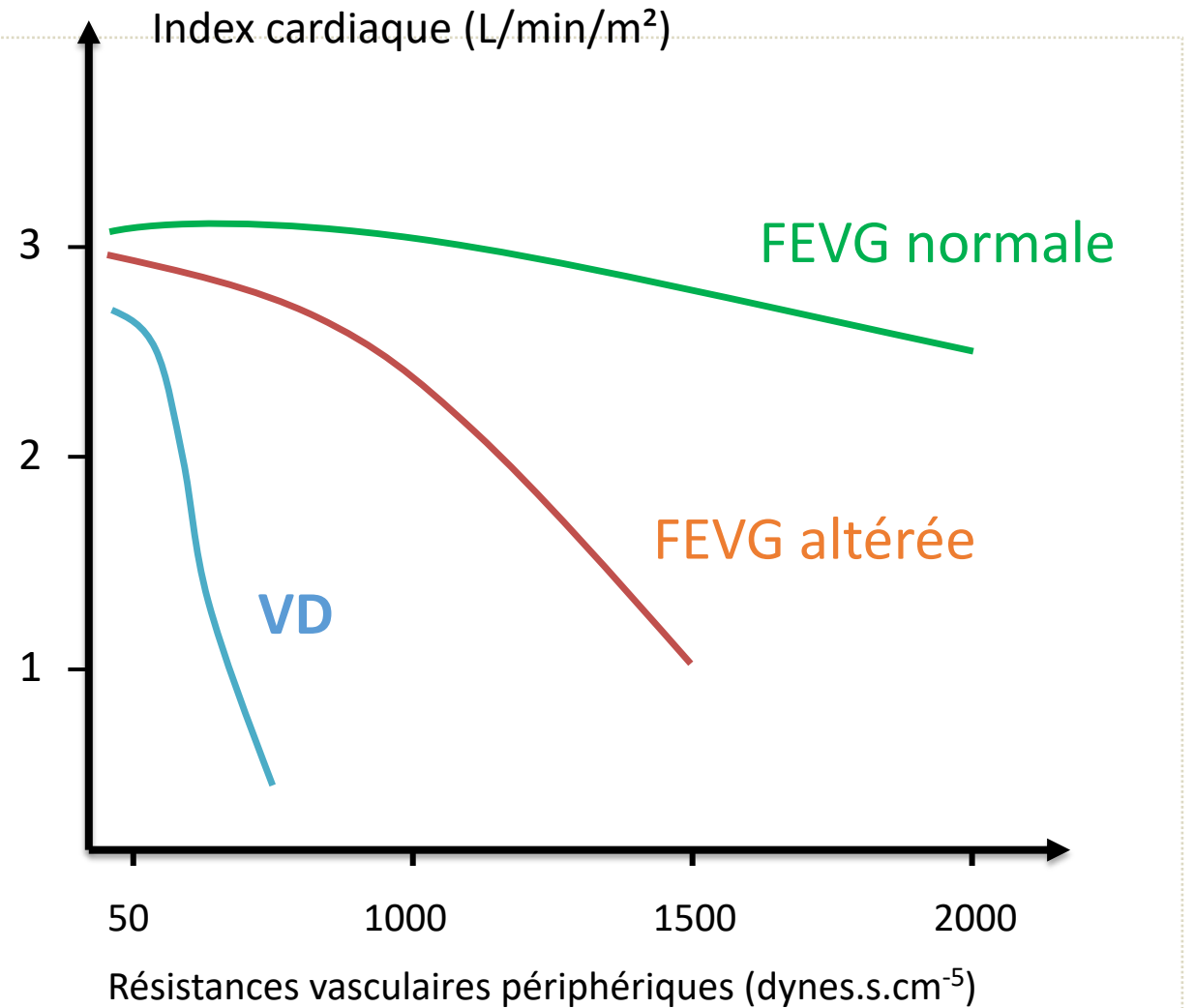
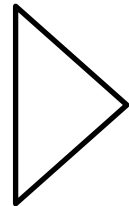
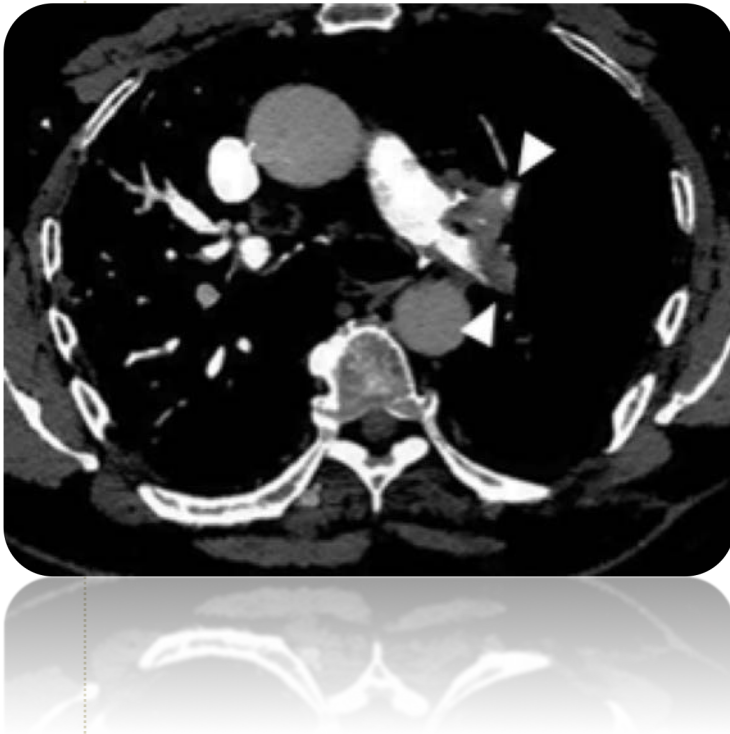
Conflits d'intérêts :

- Lecture pour Inari Medical, Philips, Boehringer Ingelheim

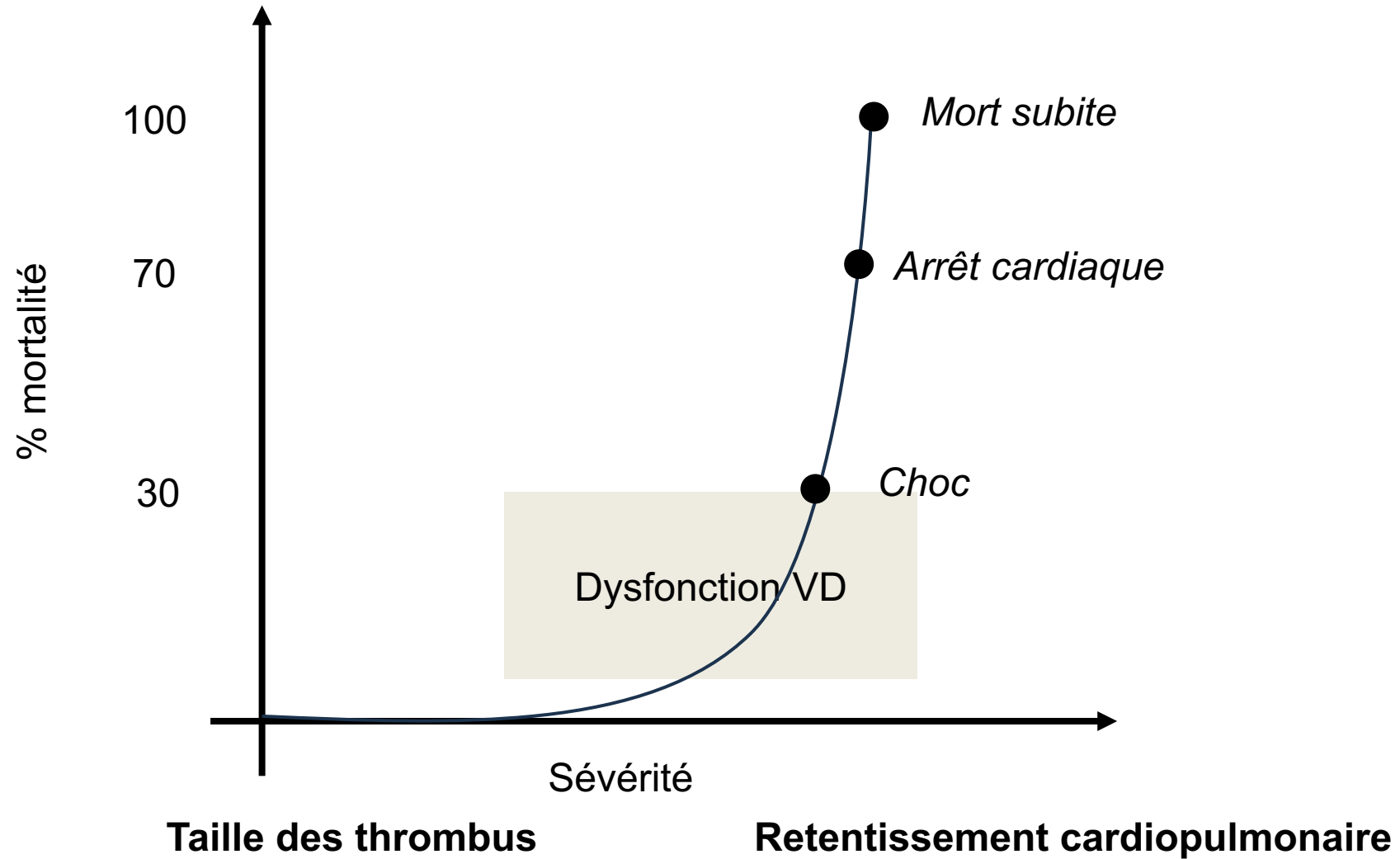
Implication :

- Membre fondateur de la **PERT** des HCL (Pulmonary Embolism Reperfusion Team)
- Coordonnateur du COPIL de PEC EP

Impact de l'embolie pulmonaire



Impact de l'embolie pulmonaire



Gravité de l'embolie pulmonaire

Early mortality risk	Indicators of risk			
	Haemodynamic instability ^a	Clinical parameters of PE severity and/or comorbidity: PESI class III–V or sPESI $\geq$ I	RV dysfunction on TTE or CTPA ^b	Elevated cardiac troponin levels ^c
Low	-	-	-	Assesment optional; if assessed, negative

©ESC 2019

European Heart Journal (2020) 41, 543603

Table 7. Summary of key studies with CDT in acute pulmonary embolism.

TRIAL	Author	Year	Device	Patient characteristics	Number of subjects	Outcome (efficacy)
ULTIMA ³⁶	Kucher N	2013	EkoSonic	IHR (n=59, 100%)	59	RV/LV ratio reduced from 1.28 +/- 0.19 to 0.99 +/- 0.17 at 24 h (p<0.001)
SEATTLE II ³⁷	Piazza G	2015	EkoSonic	mPE (n=31, 21%); sPE (n=119, 79%)	150	RV/LV ratio reduced from 1.55 to 1.13 at 48 h (p<0.0001), PASP 51.4 reduced to 36.9 mmHg (p<0.0001) at 48 h
OPTALYSE PE ³⁸	Tapson VF	2018	EkoSonic	IHR (n=101, 100%)	101	RV/LV ratio reduced in all arms
FLARE ²⁵	Tu T	2019	FlowTrievery	IHR (n=106, 100%)	106	RV/LV ratio 1.53 reduced to 1.15 at 48 h
EXTRACT-PE ²⁶	Sista KA	2021	Indigo Penumbra	sPE (n=119, 100%)	119	Mean RV/LV ratio reduction from baseline to 48 h post-procedure 0.43 (p<0.0001)
SUNSET sPE ⁵¹	Avgerinos DE	2021	USAT (EkoSonic) vs SCDT (Cragg- McNamara or UniFuse)	sPE (n=81, 100%)	81	No significant difference in mean thrombus score reduction between the 2 groups (p=0.76); mean reduction in RV/LV ratio from baseline (1.54±0.30 for USAT, 1.69±0.44 for SCDT) to 48 hours was 0.37±0.34 in the USAT group and 0.59±0.42 in the SCDT group (p=0.01).

Colour-coded mechanism of CDT: **green: thrombolytic**; **blue: aspiration**; IHR: intermediate-high risk; LV: left ventricular; mPE: massive PE; PASP: pulmonary arterial systolic pressure; PE: pulmonary embolism; RV: right ventricular; SCDT: standard catheter-directed thrombolysis; sPE: submassive PE; USAT: ultrasound-assisted thrombolysis

Table 7. Summary of key studies with CDT in acute pulmonary embolism.

TRIAL	Author	Year	Device	Patient characteristics	Number of subjects	Outcome (efficacy)
ULTIMA ³⁶	Kucher N	2013	EkoSonic	IHR (n=59, 100%)	59	RV/LV ratio reduced from 1.28 +/- 0.19 to 0.99 +/- 0.17 at 24 h (p<0.001)

Efficacité tous dispositifs confondus:

- 90% sur la survie et la stabilisation hémodynamique
- Mortalité intra-hospitalière de 12.9% avec haut risque
- Mortalité intra-hospitalière de 0.74% avec risque intermédiaire
- Hémorragie cérébrale à 0.35%
- Complication grave à 4.6%
- Complications potentielles en fonction de l'expertise et du dispositif : décompensation hémodynamique, choc respiratoire, hémorragie alvéolaire, perforation vasculaire, IRA, hématome du point de ponction

			Onirase)			for USAT, 1.05±0.44 for SCDT) to 48 hours was 0.37±0.34 in the USAT group and 0.59±0.42 in the SCDT group (p=0.01).
--	--	--	----------	--	--	---

Colour-coded mechanism of CDT: **green: thrombolytic**; **blue: aspiration**; IHR: intermediate-high risk; LV: left ventricular, mPE: massive PE, PASP: pulmonary arterial systolic pressure; PE: pulmonary embolism; RV: right ventricular; SCDT: standard catheter-directed thrombolysis; sPE: submassive PE; USAT: ultrasound-assisted thrombolysis

Thrombectomy per-cutanée mécanique

DOI: [10.4244/EIJ-D-22-00246](https://doi.org/10.4244/EIJ-D-22-00246)

PERIPHERAL INTERVENTIONS
EXPERT CONSENSUS

Percutaneous treatment options for acute pulmonary embolism: a clinical consensus statement by the ESC Working Group on pulmonary circulation and right ventricular function and the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions

Piotr Pruszczyk¹, MD, PhD, FESC; Frederikus A. Klok^{2,3}, MD, PhD, FESC; Nils Kucher⁴, MD, FESC; Marek Roik^{1*}, MD, PhD; Nicolas Meneveau⁵, MD, PhD; Andrew S.P. Sharp⁶, MD; Jens Erik Nielsen-Kudsk⁷, MD, DMSc; Slobodan Obradović⁸, MD, PhD, FESC; Stefano Barco^{3,4}, MD, PhD, FESC; Francesco Giannini⁹, MD; Giulio Stefanini^{10,11}, MD, PhD; Giuseppe Tarantini¹², MD, FESC; Stavros Konstantinides^{3,13}, MD, FESC; Dariusz Dudek^{9,14}, MD, FESC

1. Department of Internal Medicine and Cardiology, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland; 2. Department of Medicine - Thrombosis and Hemostasis, Leiden University Medical Center, Leiden, the Netherlands; 3. Center for Thrombosis and Hemostasis, University Medical Center Mainz, Mainz, Germany; 4. Department of Angiology, University Hospital Zurich, Zurich, Switzerland; 5. Hôpital Jean Minjoz, Besançon, France and University of Burgundy Franche-Comté, Besançon, France; 6. University Hospital of Wales, Cardiff, UK and University of Exeter, Exeter, UK; 7. Department of Cardiology, Aarhus University Hospital, Aarhus, Denmark; 8. Clinic of Cardiology, Military Medical Academy, School of Medicine, University of Defence, Belgrade, Serbia; 9. Interventional Cardiology Unit, GVM Care and Research, Maria Cecilia Hospital, Cotignola, Italy; 10. Department of Biomedical Sciences, Humanitas University, Pieve Emanuele, Italy; 11. IRCCS Humanitas Research Hospital, Rozzano, Italy; 12. Department of Cardiac, Thoracic, and Vascular Sciences and Public Health, University of Padova, Policlinico Universitario, Padova, Italy; 13. Department of Cardiology, Democritus University of Thrace, Komotini, Greece; 14. Institute of Cardiology, Jagiellonian University Medical College, Krakow, Poland

14. Institute of Cardiology, Jagiellonian University Medical College, Krakow, Poland
Policlinico Universitario, Padova, Italy; 13. Department of Cardiology, Democritus University of Thrace, Komotini, Greece;
Hospital, Rozzano, Italy; 13. Department of Cardiac, Thoracic, and Vascular Sciences and Public Health, University of Padova,
Italy; 10. Department of Biomedical Sciences, Humanitas University, Pieve Emanuele, Italy; 11. IRCCS Humanitas Research
Hospital, Rozzano, Italy; 13. Department of Cardiology, Democritus University of Thrace, Komotini, Greece; 14. Institute of Cardiology, Jagiellonian University Medical College, Krakow, Poland

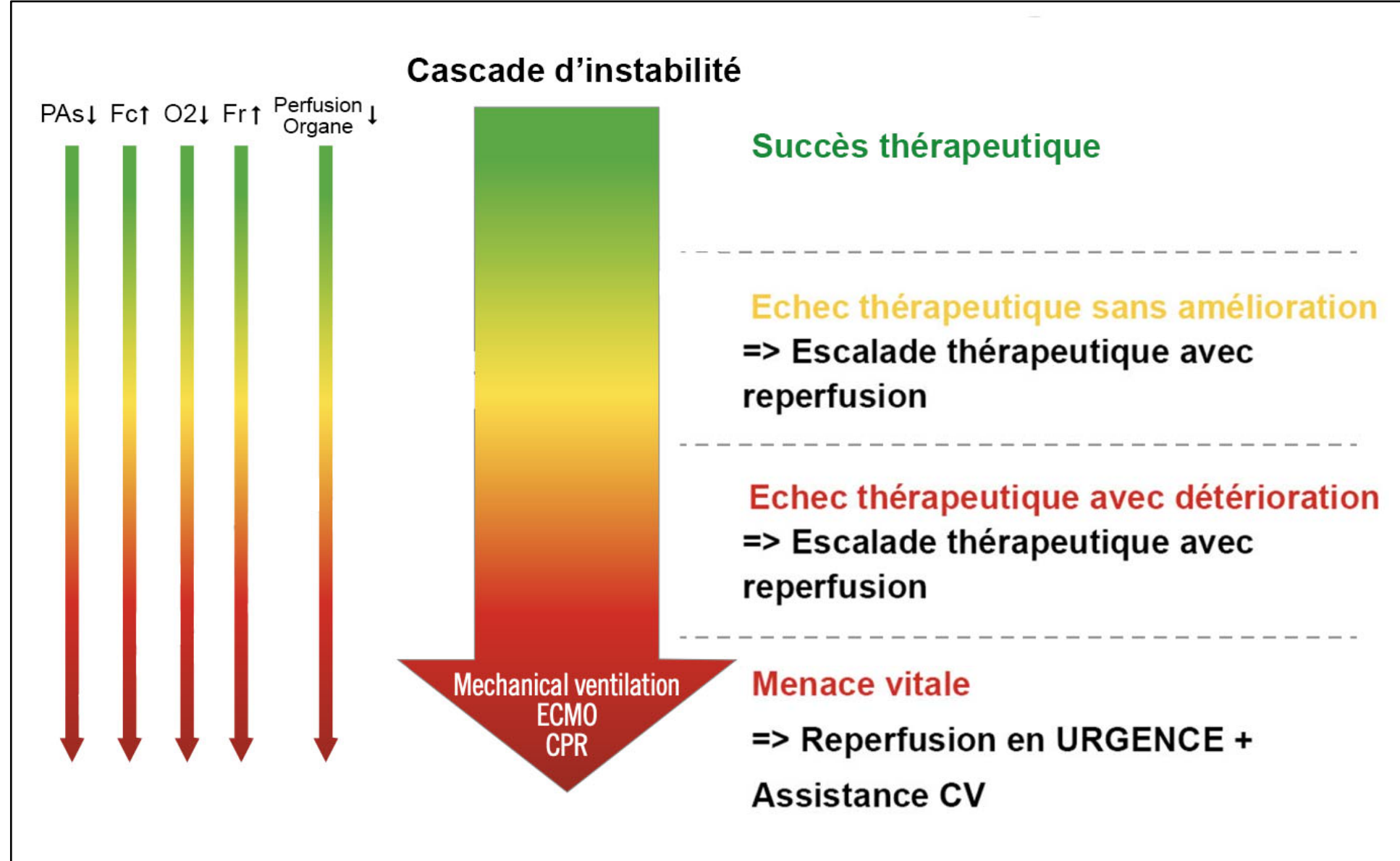
EuroIntervention 2022;18-online publish-ahead-of-print September 2022

Indications

- La thrombectomie n'est pas recommandée **en première intention**

du fait de l'absence d'étude à haut niveau de preuve

Indications de la cascade d'instabilité



Indications dans l'EP à haut risque

- La thrombectomie est indiquée en cas
 - CI fibrinolyse*

OU

- Echec de la fibrinolyse défini par
 - Absence d'amélioration (*2–4 heures après l'arrêt de la fibrinolyse*)
 - Détérioration immédiate
 - Détérioration progressive (*sur 15 minutes par exemple*)

Indications dans l'EP à risque intermédiaire

- La thrombectomie est indiquée en cas
 - CI anticoagulant

OU

- Echec des anticoagulants défini par
 - Absence d'amélioration (*12/24 heures après une anticoagulation efficace*)
 - Détérioration immédiate
 - Détérioration progressive (*sur 15 minutes par exemple*)

Quels indicateurs choisir ?

Clinique

- Fc > 100 bpm
- BP 90-100 mmHg
- SpO2 < 90 %
- O2 > 4 l/min
- Optiflow/NIV
- Fréquence respiratoire > 20/min

Echographique

- TAPSE $\leq$ 16 mm
- RV/LV
- Congestion VCI

Biologique

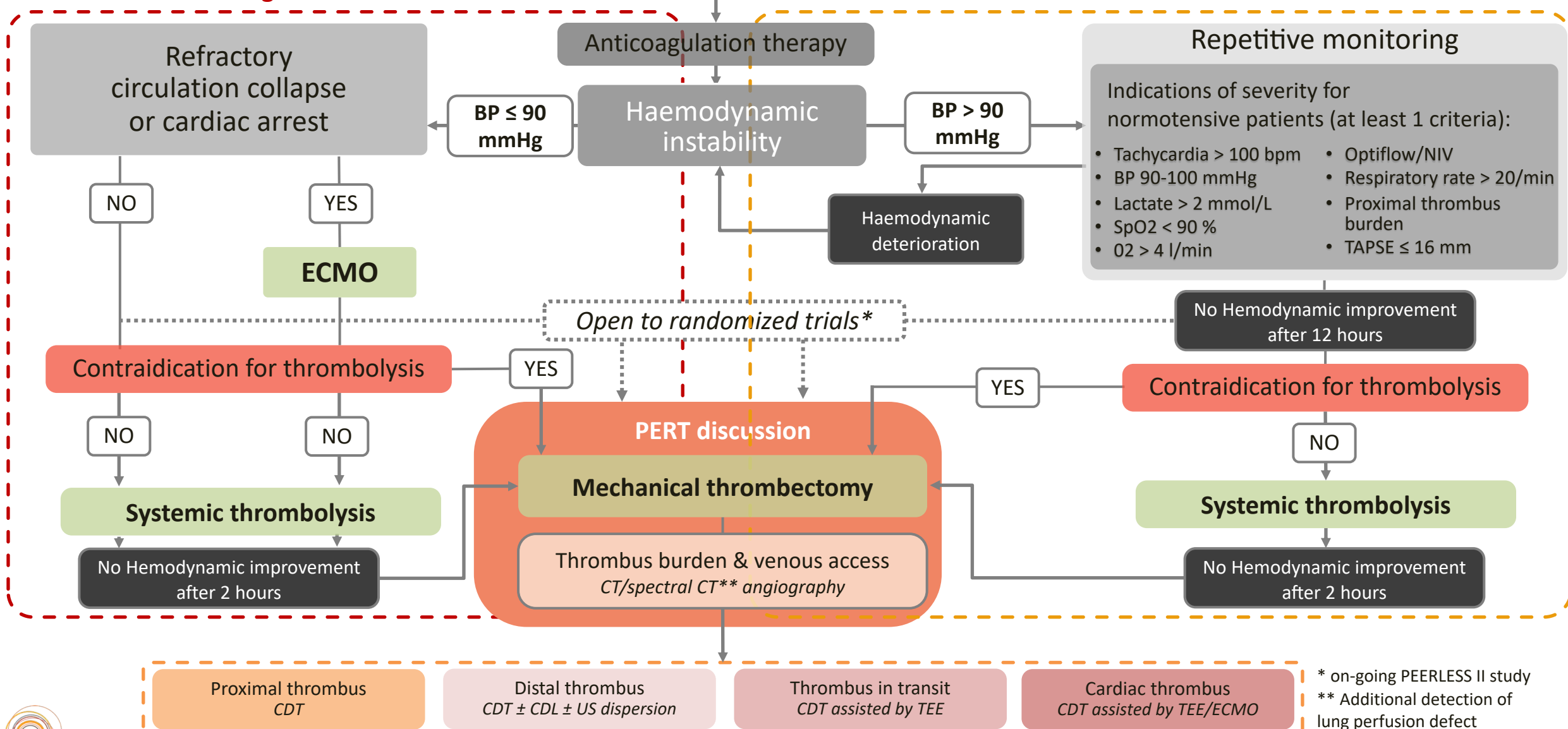
- Troponine cardiaque
- NT-proBNP > 600 pg/mL
- Lactate > 2 mmol/L

Acute pulmonary embolism

with PESI classe III-V ou sPESI ≥ 1
RV Dysfunction VD (RV/LV > 1)
 $\uparrow$ Cardiac troponin or BNP

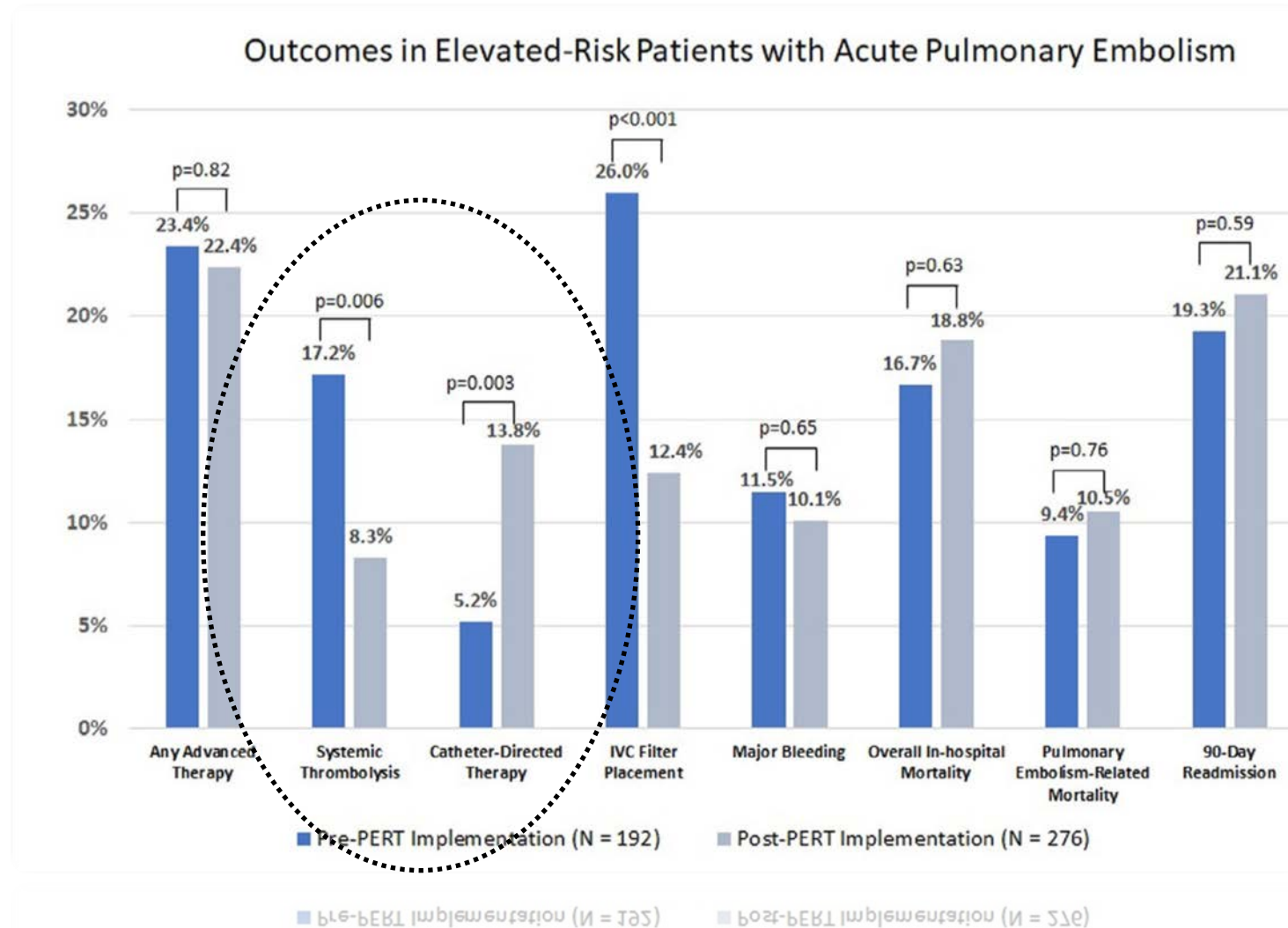
High risk

Intermediate risk



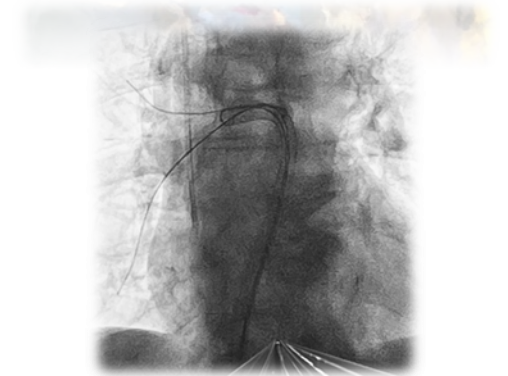
III. Comment ?

Impact d'une PERT



Procédure de désobstruction artérielle pulmonaire

- Procédure sous contrôle radiologique
- Avantages
 - Efficacité locale
 - Sans traitement systémique
 - Tolérance relativement correcte
 - Sous AL
- Précautions
 - Défaillance cardiaque droite en cas de haut risque
 - Navigation endovasculaire (perforation)
 - Interaction sous ECMO



Solutions de thrombectomie

- Fragmentation de thrombus
- Thrombolyse in situ
- Aspiration de thrombus
- Thrombolyse in situ en combinaison d' ultrasons haute fréquence
- Thrombectomie rhéolytique

Solutions de lyse in situ

- Système EKOS® (Boston Scientific)
 - Ultrasons focalisés combinés à l'injection continue de fibrinolytique
 - Pendant une durée prolongée
 - Efficacité retardée



Solutions d'aspiration

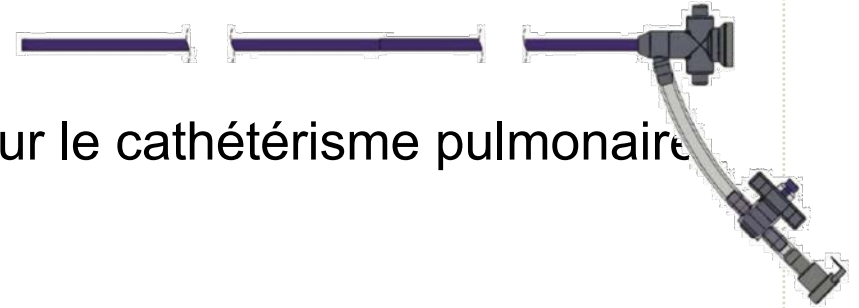
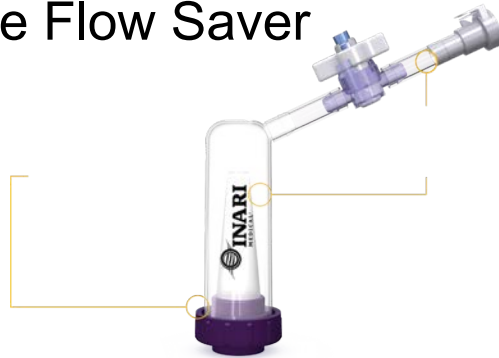
- Indigo® (Penumbra)
 - Cathéter de diamètre 9F–12F
 - Reliés à une pompe d'aspiration



Solutions d'aspiration

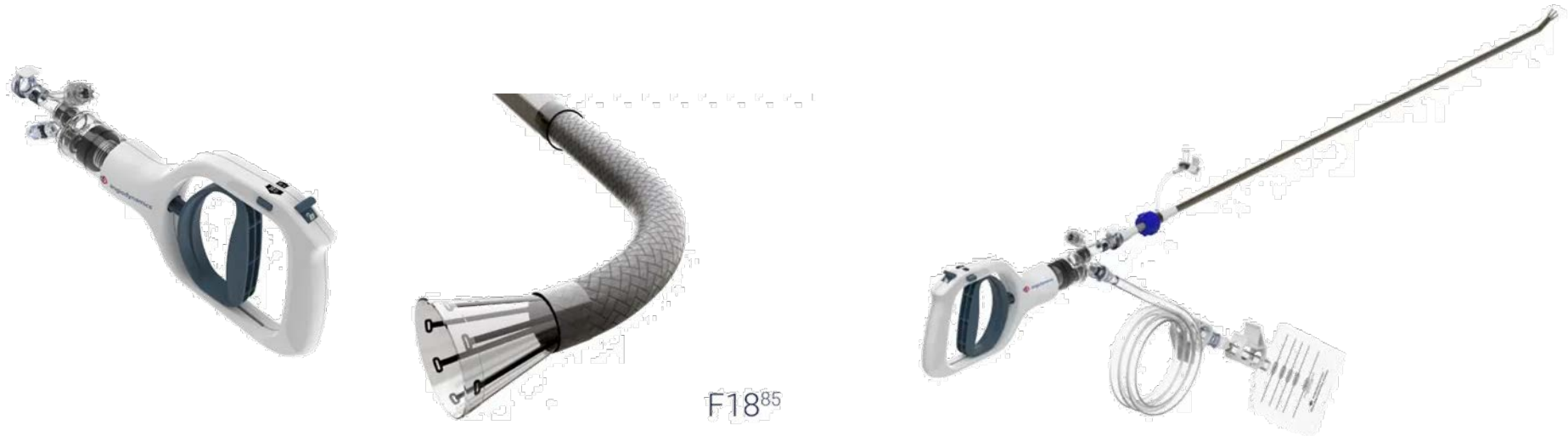
- FlowTrievery® (Inari Medical)

- Canule diamètre de 16–24F dont un 20F angulé pour le cathétérisme pulmonaire gauche
- Reliée à une seringue de 60 ml d'aspiration
- Retrait complémentaire des caillots par système d'ailettes
- Système de Flow Saver



Solutions d'aspiration

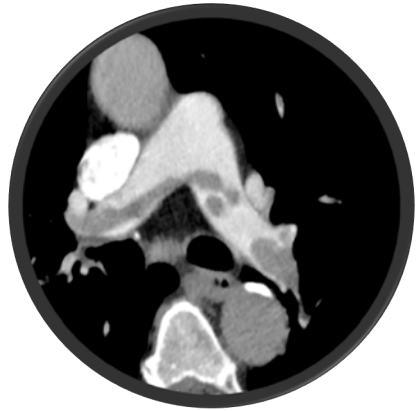
- AlphaVac® (Angiodynamics)
 - Canule de diamètre 18F–22F
 - Reliée à une seringue de 15-30 ml d'aspiration
 - Angulation contrôlable distale



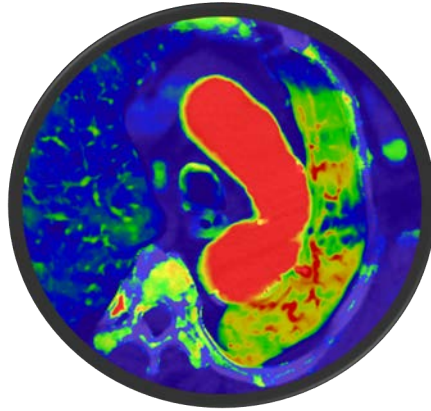
IV. Place du scanner ?

Bilan en imagerie

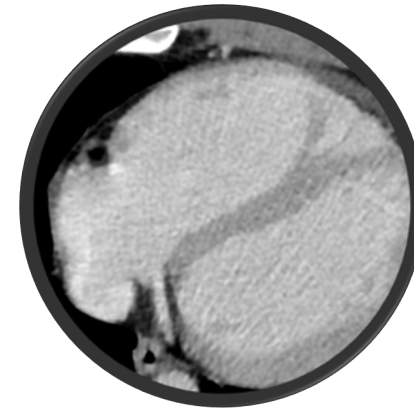
Thrombus



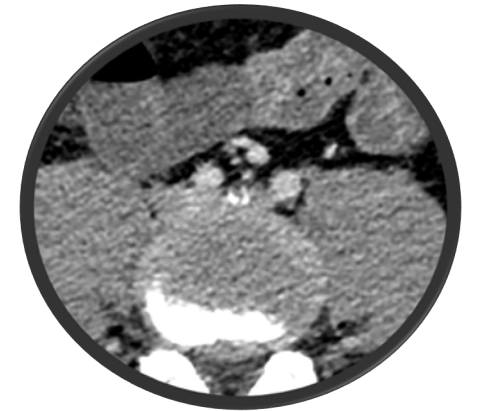
**Perfusion
pulmonaire**



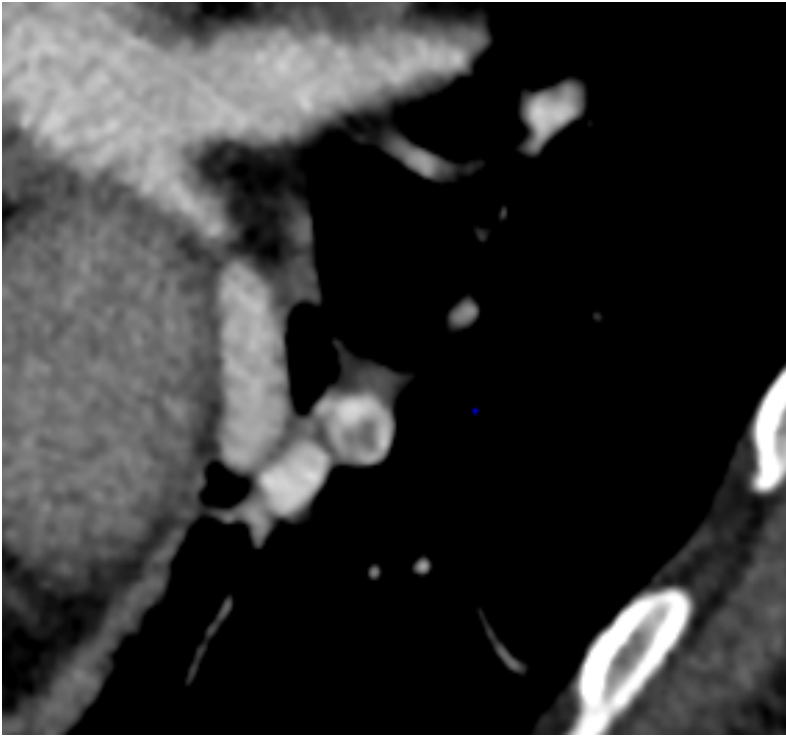
Ventricule droit



Extra-pulmonaire



Aspect du thrombus



Non marginé



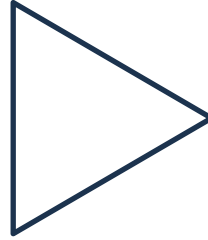
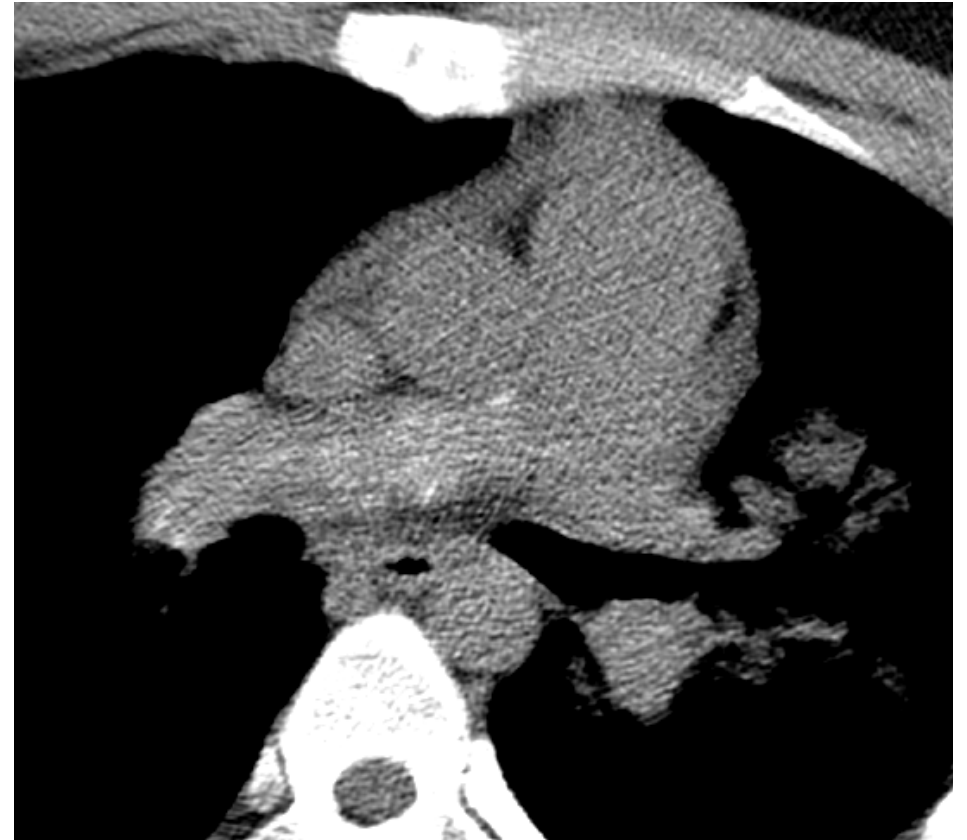
Marginé

➤ La localisation des thrombi permet leurs datations

Densité du thrombus



Reconstruction spectrale virtuellement sans contraste



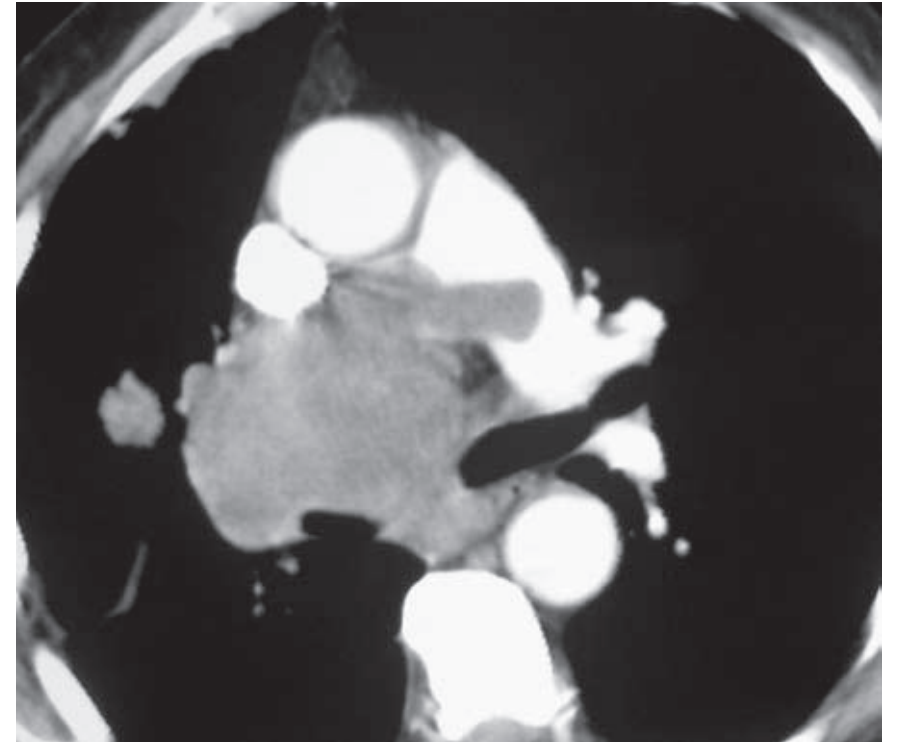
➤ La densité des thrombi permet leurs datations

Bilan différentiel

Attention aux diagnostics différentiels

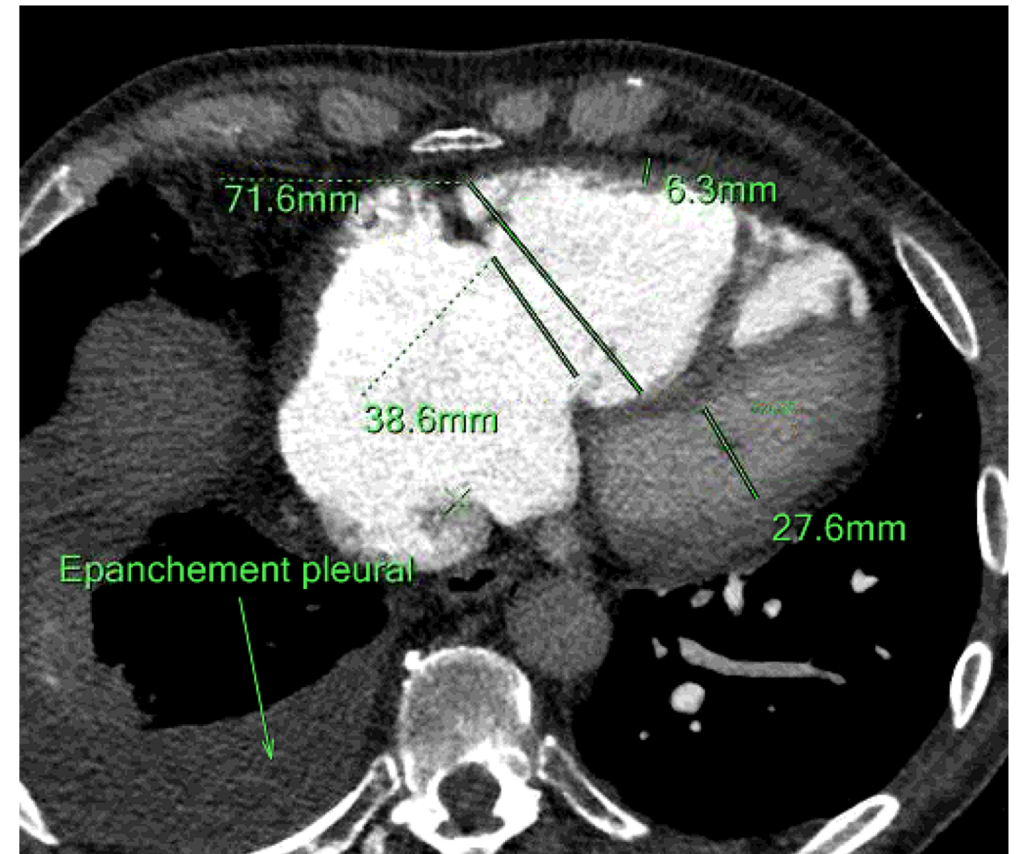


Hypoplasie APD



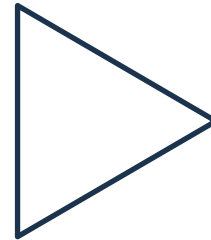
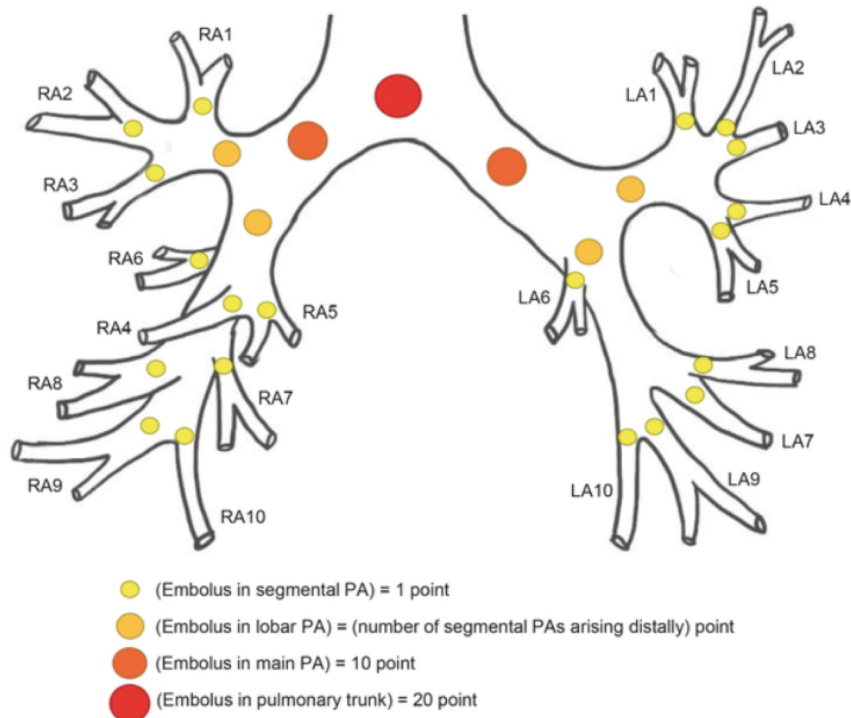
Angiosarcome

Bilan de retentissement



➤ **Dilatation du Coeur droit est un marqueur de dysfonction**

Bilan pronostique



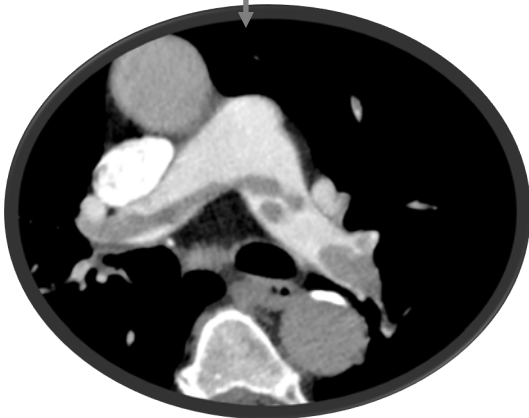
Binary Logistic Regression Models

	Male (Model 1)		Female (Model 2)		Overall (Model 3)	
	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P
Score	1.15 (0.97-1.37)	.102	1.05 (0.95-1.14)	.298	1.08 (1.00-1.16)	.042
Provoke	0.04 (0.00-0.86)	.040	2.82 (0.78-10.22)	.115	0.99 (0.36-2.78)	.992
Age	0.99 (0.94-1.04)	.722	0.99 (0.95-1.02)	.577	0.99 (0.96-1.02)	.428
Surgery	17 (1.14-265)	.040	0 (0.05-5.25)	.998	.63 (0.12-3.28)	.464
OCP	-	-	0.49 (0.05-5.25)	.558	-	-
Gender*	-	-	-	-	2.45 (0.92-6.50)	.072

➤ **La charge thrombotique semble prédictive d'HTP-TEC à 1 an chez les Hommes**

Bilan pré-thérapeutique

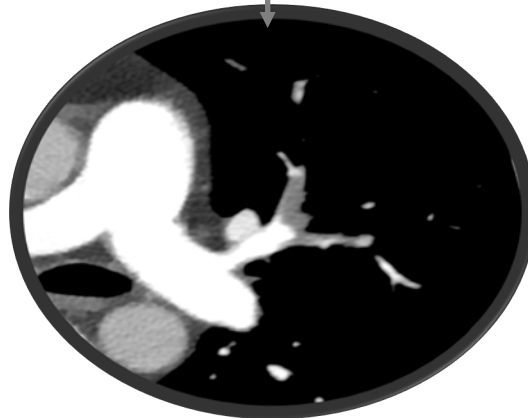
Thrombus proximal



Large bore CDT devices

Indigo system (Penumbra)
FlowTrieve system (Inari)
AngioAlpha system
(Angiodynamics)

Thrombus distal

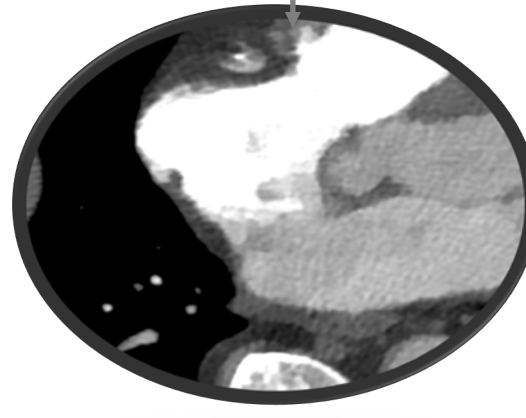


**Large bore CDT devices
or
CDL**

If no contraindication for lytics

±
USAT
EkoSonic (Boston
Scientific)

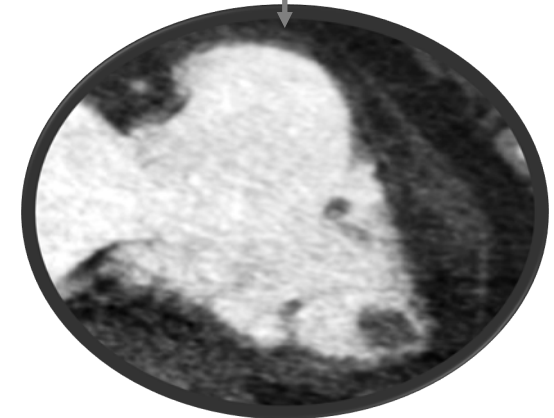
En transit



Large bore CDT devices

Guided by TEE
±
Cerebral preventive device

Ventricule droit



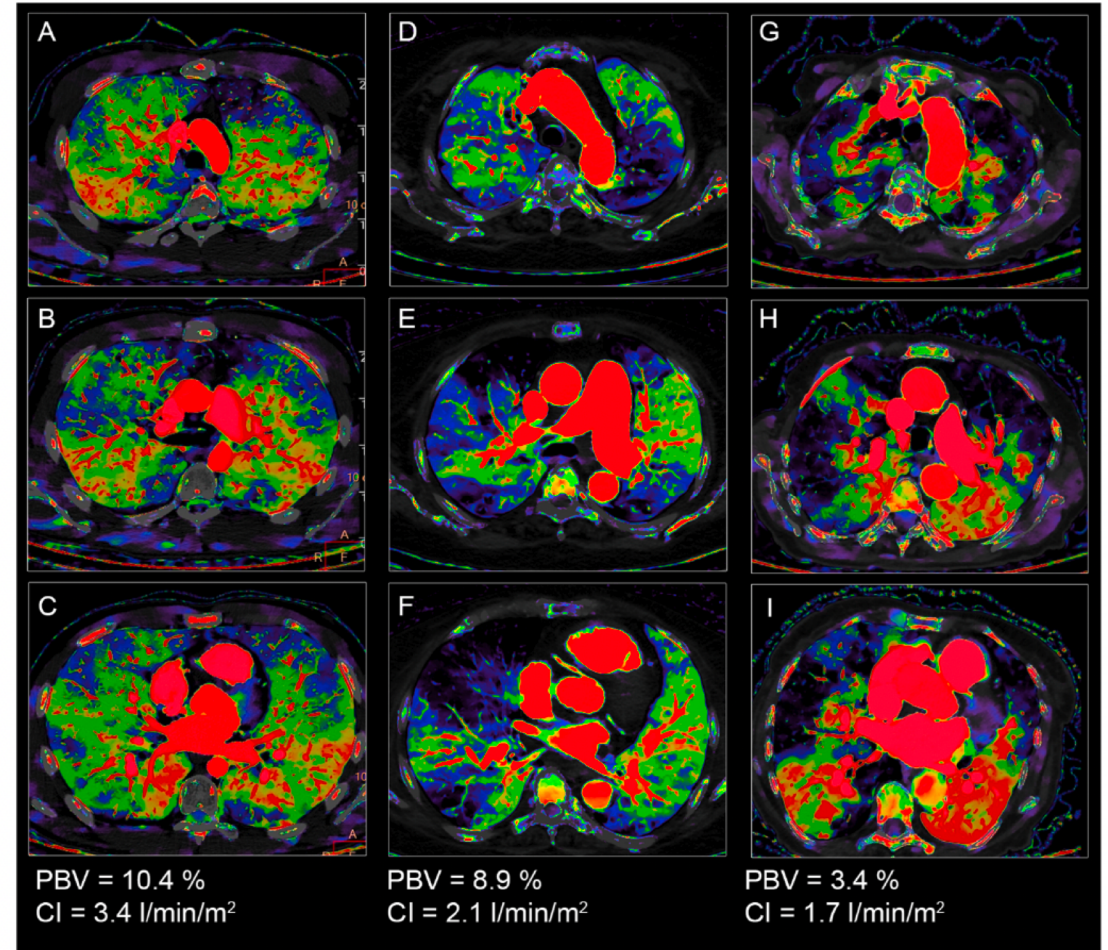
**Stand by
or
Large bore CDT devices with
persistent suction**
AngioVac system
(Angiodynamics)

Guided by TEE
± ECMO assist

Bilan hémodynamique

Analyse quantitative basée sur les images d'iode

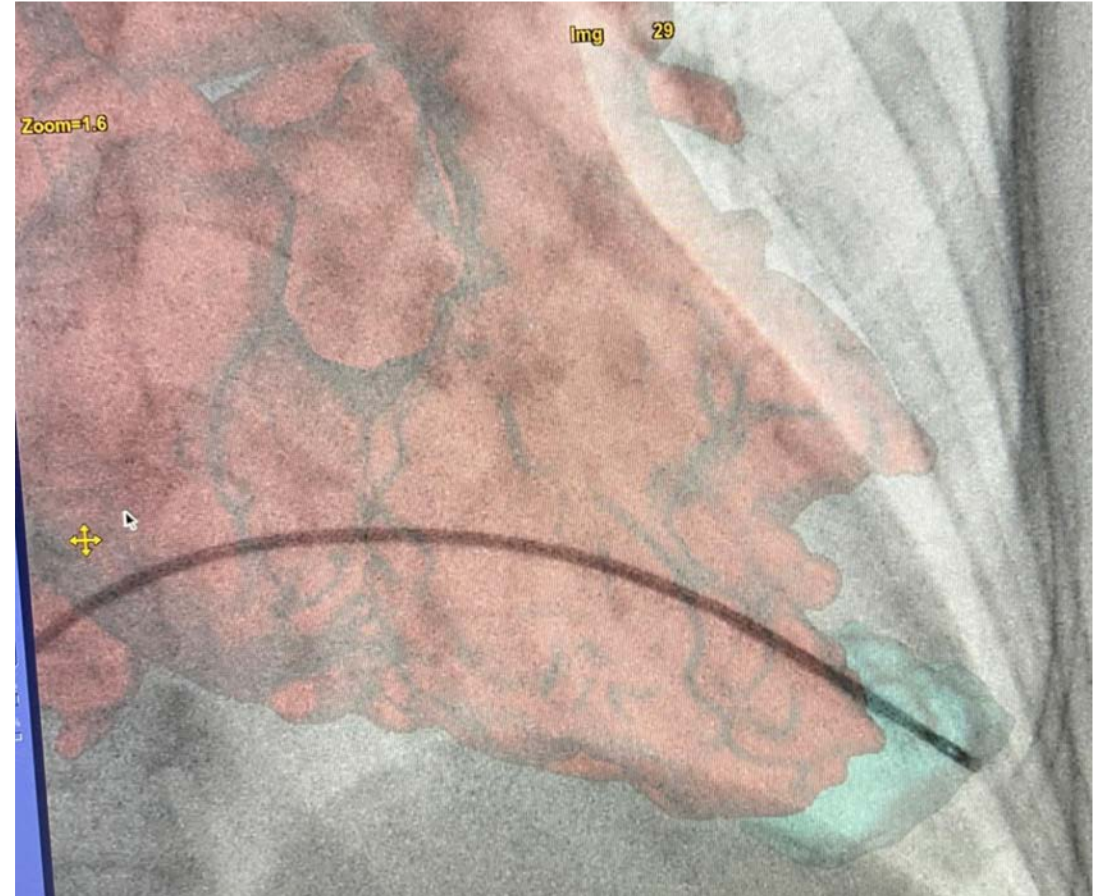
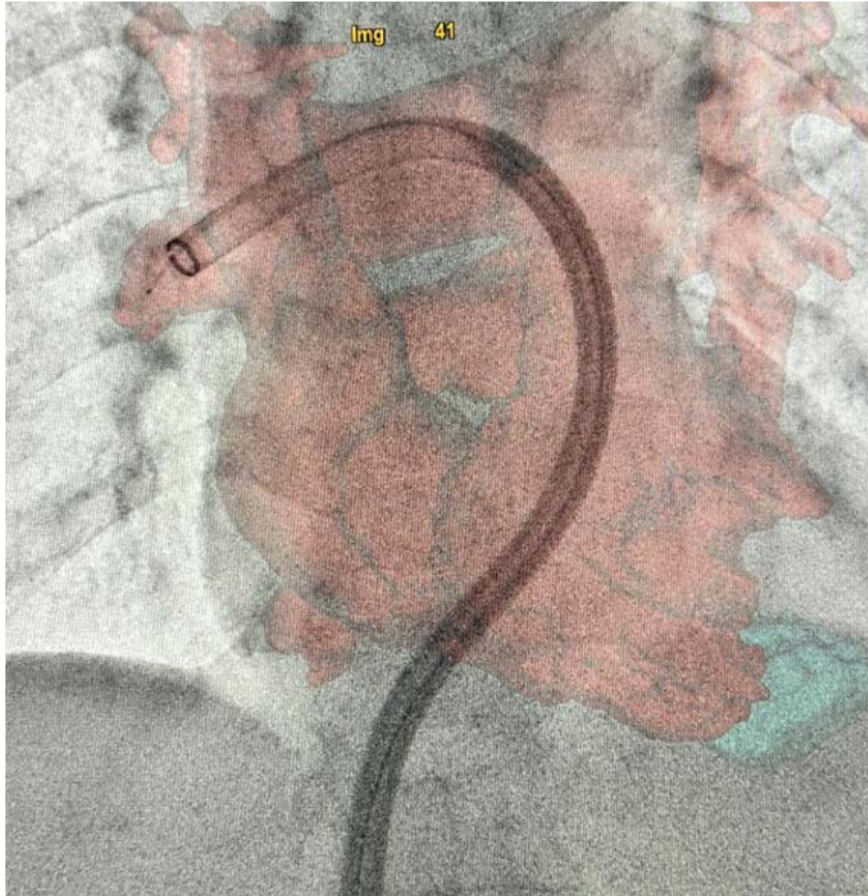
- n=33 patients (68 ± 15 ans) avec un délai (min:0-max:47) jours
- Analyse de corrélation entre volume de perfusion en iode normalisé et paramètres hémodynamiques



➤ **VPP = Marqueur hémodynamique**

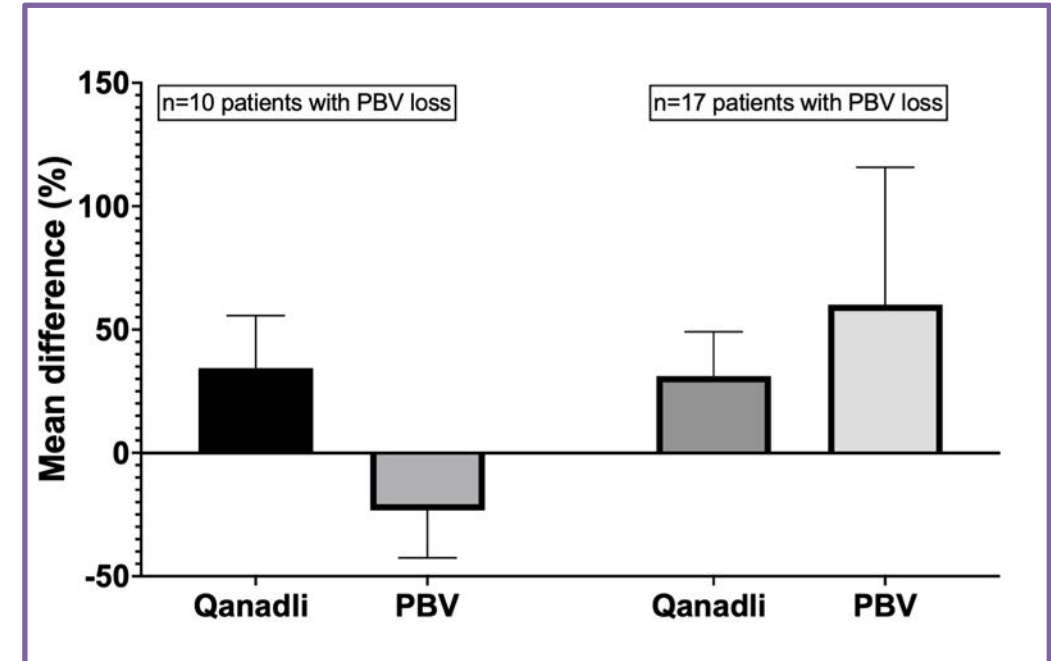
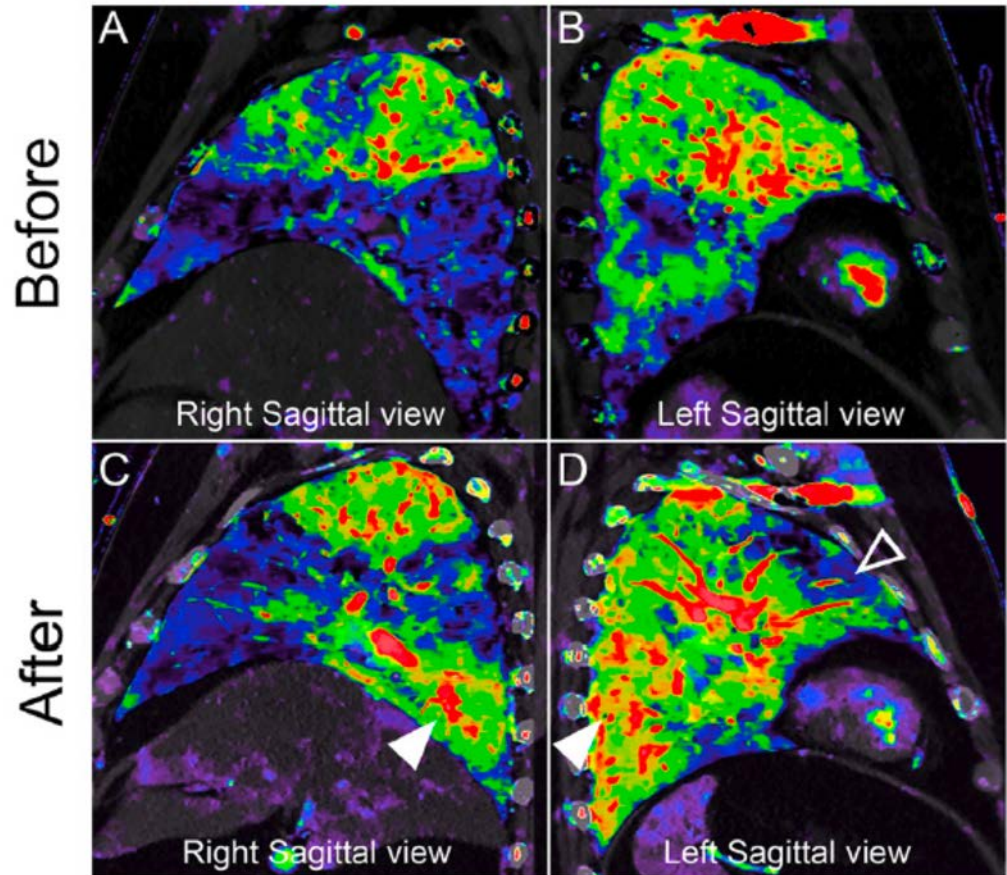
Si-Mohamed SA et al. Lung Dual-Energy CT Perfusion Blood Volume as a Marker of Severity in Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension. Diagnostics (Basel). 2023 Feb 17;13(4):769

Bilan anatomique/fusion



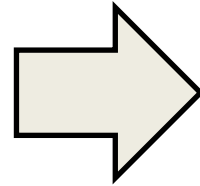
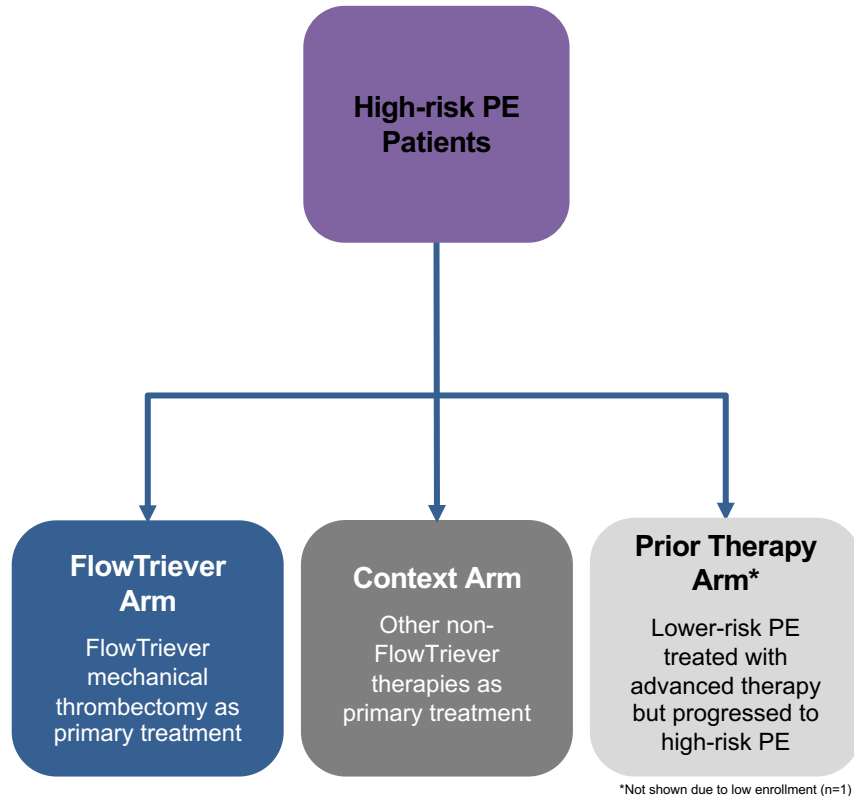
Bilan post-thérapeutique

Patient 1

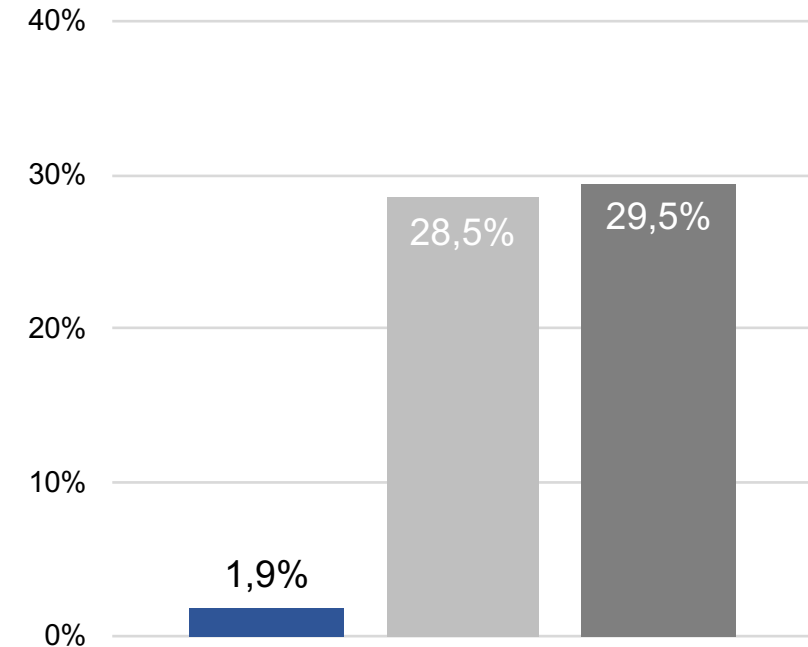


Martineau L et al. Spectral dual-energy CT: A new tool to monitor lung perfusion recovery in acute pulmonary embolism after mechanical thrombectomy. *Diagn Interv Imaging*. 2023 Nov;104(11):560-561.

Etude FLAME : EP à haut risque



In-hospital mortality



FlowTrievers Arm
n = 53

Performance Goal
Literature-based

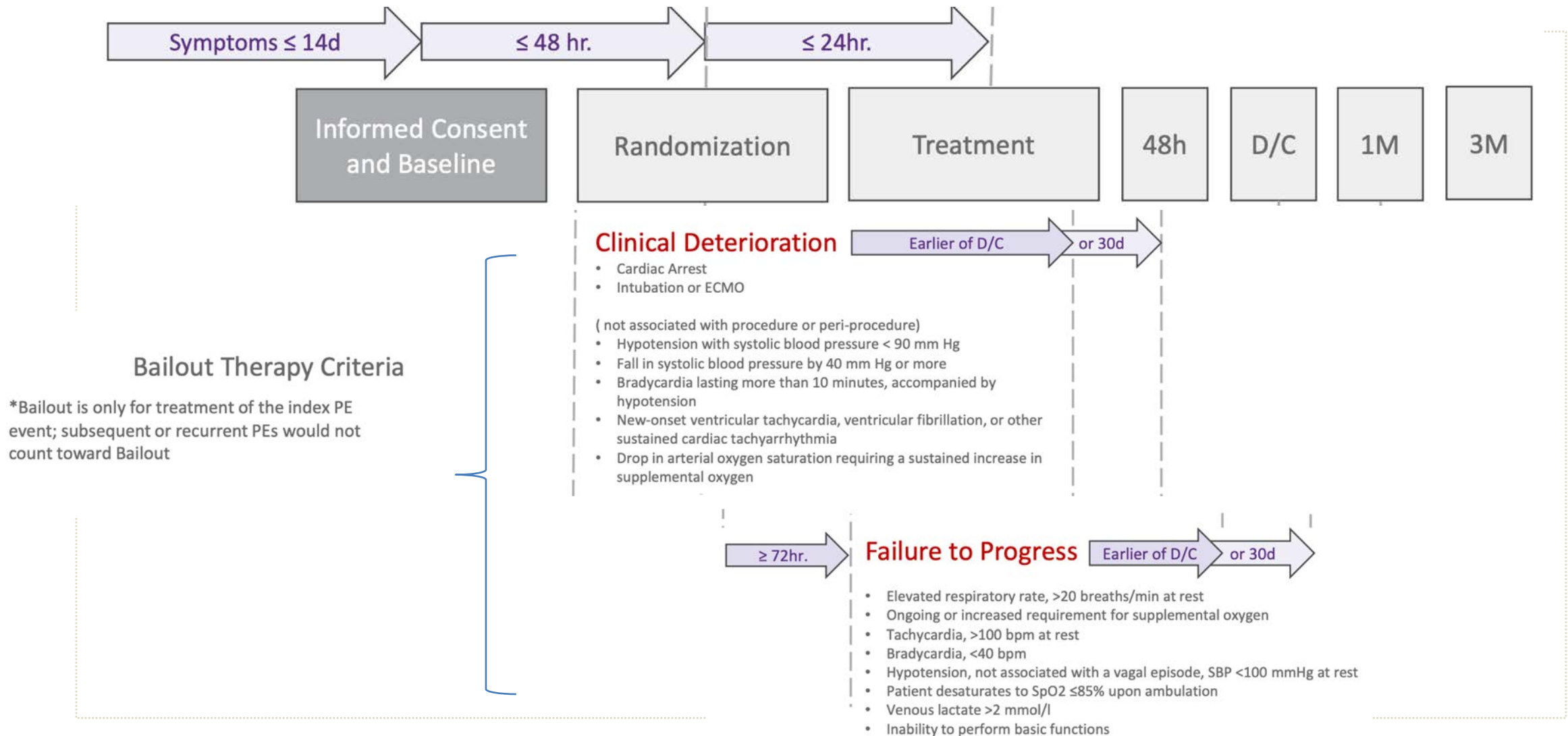
Context Arm
n = 61

Silver MJ et al. Outcomes in High-Risk Pulmonary Embolism Patients Undergoing FlowTrievers Mechanical Thrombectomy or Other Contemporary Therapies: Results From the FLAME Study. Circ Cardiovasc Interv. 2023

Oct;16(10)

Etude PEERLESS II : EP intermédiaire

80 centres à l'international
France: Lille, Marseille Nord, HCL



Registre RECOVER

Centres européens
France: Lille, Marseille Nord, HCL

Prospective, Multicenter, Multi-national, Single Arm Trial Evaluating the Efficacy, Safety and long term functional outcomes of percutaneous mechanical aspiration thrombectomy for Treatment of Acute Pulmonary Embolism using the AlphaVac Multipurpose Mechanical Aspiration (MMA) F1885System (RECOVER-AV)

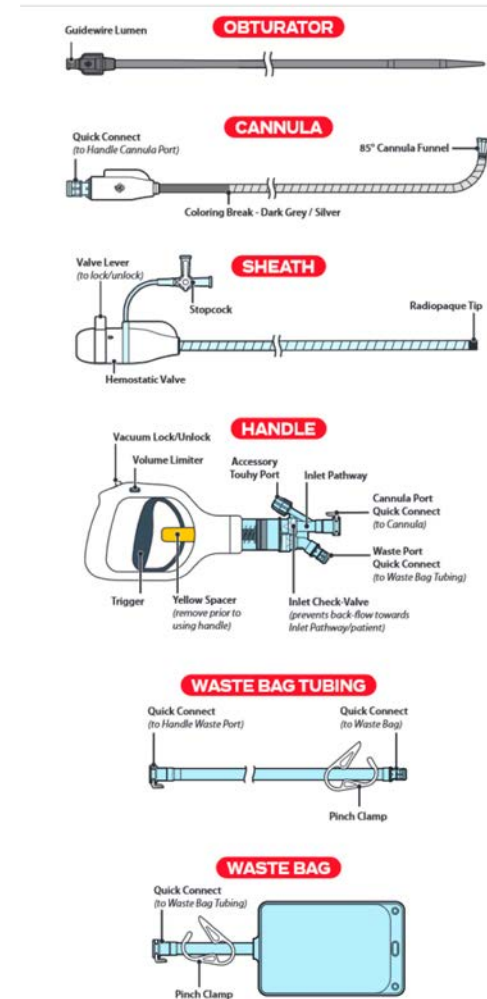
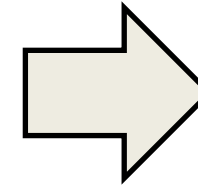


Figure 2. The AlphaVac MMA F18⁸⁵ System



Désobstruction artérielle pulmonaire dans l'EP–A RETENIR

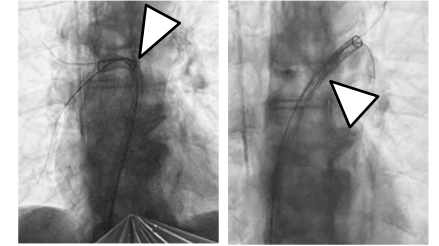
1. La thrombectomie soulage immédiatement la fonction cardiaque
2. Une réduction partielle de la charge de thrombus est suffisante
3. 3 indications pour EP à risque intermédiaire élevée
4. 3 indications pour EP à haut risque
5. Une PERTest recommandée

V. Expérience lyonnaise ?

Expérience lyonnaise

- Thrombectomie

- PERT des HCL
- En collaboration avec l'équipe mobile d'ECMO, les services de cardiologie, réanimation et médecine vasculaire



**PEC
pluridisciplinaire**

**1^{er} patient à en
avoir bénéficié :
Février 2022**

**~100 patients
en 3 ans**



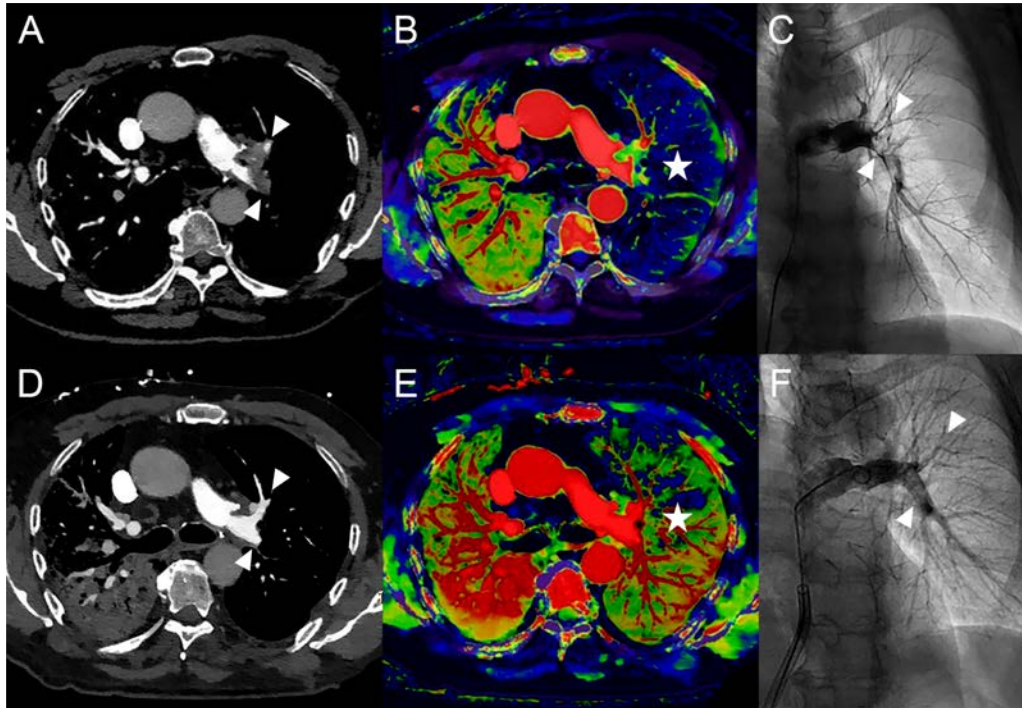
58 opérateurs formés pour un SOS EP 24h/24, 7j/7



Expérience lyonnaise

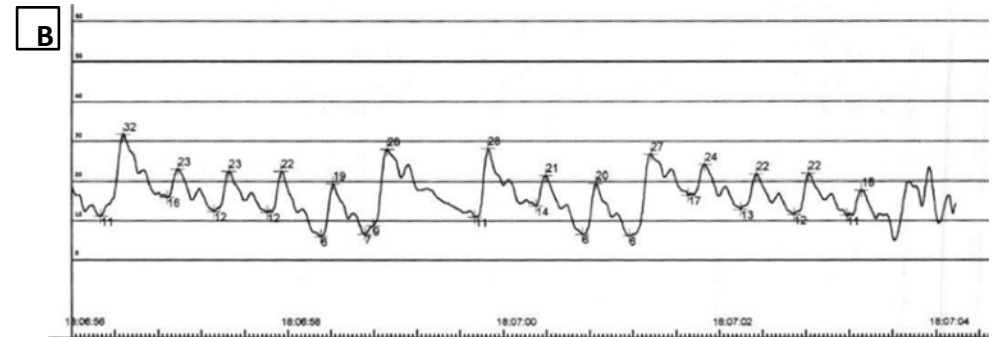
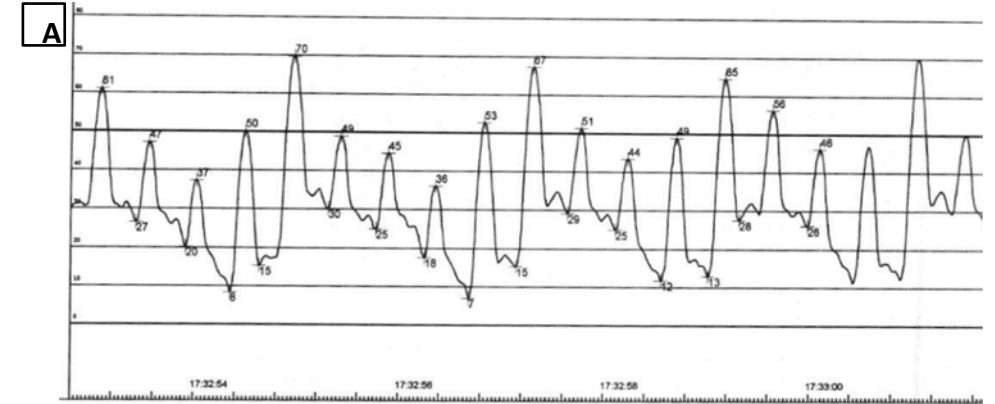
67 ans, mono-transplanté à gauche
A 1 mois ins. respiratoire aigue avec SaO2 à 60% mis sous 15L/min

Avant



Plus besoin d'oxygene

52/20/31 mmHg



23/11/16mmHg

CONCLUSION

- Identification précoce des patients éligibles
 - ALERTE EP à la console du scanner
- Formation des équipes de PERT interventionnelle
 - Workshop sur une journée chez un modèle animal d'EP
- Colliger les cas au niveau national
- Registre en cours par SFC/SFICV
- Participation aux études randomisées
 - Prospectives, international, multicentrique
- Résultats de PEITHO3 **en attente**

Les événements dédiés



**ECOLE DE LA THROMBECTOMIE ARTERIELLE PULMONAIRE, JEUDI 18 DECEMBRE 2025,
CHU LOUIS PRADEL, HOSPICES CIVILES DE LYON**

HOT TOPIC :

La thrombectomie mécanique pulmonaire a été proposée comme une approche alternative ou complémentaire pour soulager la surcharge du ventricule droit en cas d'embolie pulmonaire à risque intermédiaire élevé et haut risque. Des études récentes ont démontré une amélioration significative du rapport ventricule droit/ventricule gauche (RV/LV), une durée de séjour plus courte dans l'unité de soins continus de cardiologie, une amélioration hémodynamique immédiate, de la PAPm, ainsi qu'une réduction de la mortalité à moyen et long terme. Ces effets en font une **procédure interventionnelle avancée indispensable** à la **permanence des soins** pour offrir une prise en charge **optimale et multidisciplinaire** de l'embolie pulmonaire.

PROGRAMME :

- 07:50 Accueil
- 08:00 Thrombolyse : Quand ? Comment ? (Pr Thomas Bochaton)
- 8:45 Thrombectomie : Quand ? Comment ? (Pr Salim Si-Mohamed)
- 9:45 ECMO : Quand ? Comment ? (Pr Matteo Pozzi)
- 10:15 Suivi post-thrombectomie : Quand ? Comment ? (Dr Judith Catella)
- 11:00 Filtre cave : Quand ? Comment ? (Dr Judith Catella)
- 11:25 Aspect médico-économique (Dr Diva Beltramin)
- 11:45 Point de vue de la pharmacie (Dr Noémie Ricard)
- 12:30 Prise en charge du repas (Hôtel IBIS, Bron)
- 14h00 Procédure sur animal (porc) par groupes
- En parallèle :
 - Review de Cas cliniques (Dr Lorraine Martineau & Dr Arthur Branchu)
 - Ateliers par groupe (Inari Medical, Abbott, ALN)
- 17:30 Fin de la formation

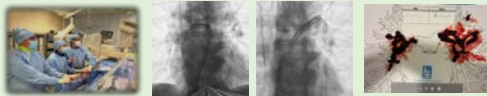
INSCRIPTION :

Envoyer lettre de motivation, CV et lettre d'accord de votre chef de service.

Par mail : salim.si-mohamed@chu-lyon.fr

Prise en charge des frais de transport.

RESPONSABLES PEDAGOGIQUES : Pr Salim Si-Mohamed, Dr Arthur Branchu, Dr Lorraine Martineau



Ecole RIA/DES radiologie « Veine périphérique et thoracique »

En cours d'organisation pour Mars
2 jours dédiés à la thrombectomie
pulmonaire, aux abords veineux, aux
stratégies de recanalisation, filtre
cave, stenting
+
Session hands-on sur
animal/simulateur

Comité d'organisation régional
(Grenoble, Saint Etienne, Clermont
Ferrand, Lyon) AURA/CERF

37^{èmes} JOURNÉES DE PRINTEMPS DE LA SOCIÉTÉ D'IMAGERIE THORACIQUE (SIT)

18-19 JUNI 2026

Amphithéâtre Charles Mérieux
Ecole Normale Supérieure

LYON - France

AU PROGRAMME :

- > Parcours diagnostique & interventionnel
- > Parcours recherche France Life Imaging
- > Parcours exposant industriel

S'INSCRIRE >>>



Organisation générale : MCO Congrès - 285 corniche JF. Kennedy 13007 Marseille
Contact : Inscription & programme : viviane.barbieri@mcocongres.com / Partenaires : julia.schroeder@mcocongres.com

15^{èmes}

JOURNÉES FRANCOPHONES
IMAGERIE CARDIO-VASCULAIRE
DIAGNOSTIQUE ET INTERVENTIONNELLE

JFICV

LILLE GRAND PALAIS

LILLE

29-30-31

MAI 2026

