

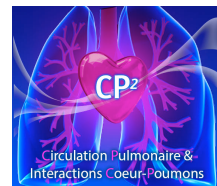
Apport de l'échocardiographie pour évaluer l'embolie pulmonaire à la phase aiguë

Pr Bouchra Lamia

Service de Pneumologie, Unité de Recherche 3830

Groupe Hospitalier du Havre

Faculté de médecine de Rouen, Université de Normandie



– Liens d'intérêt en lien avec la présentation :

- Aucun

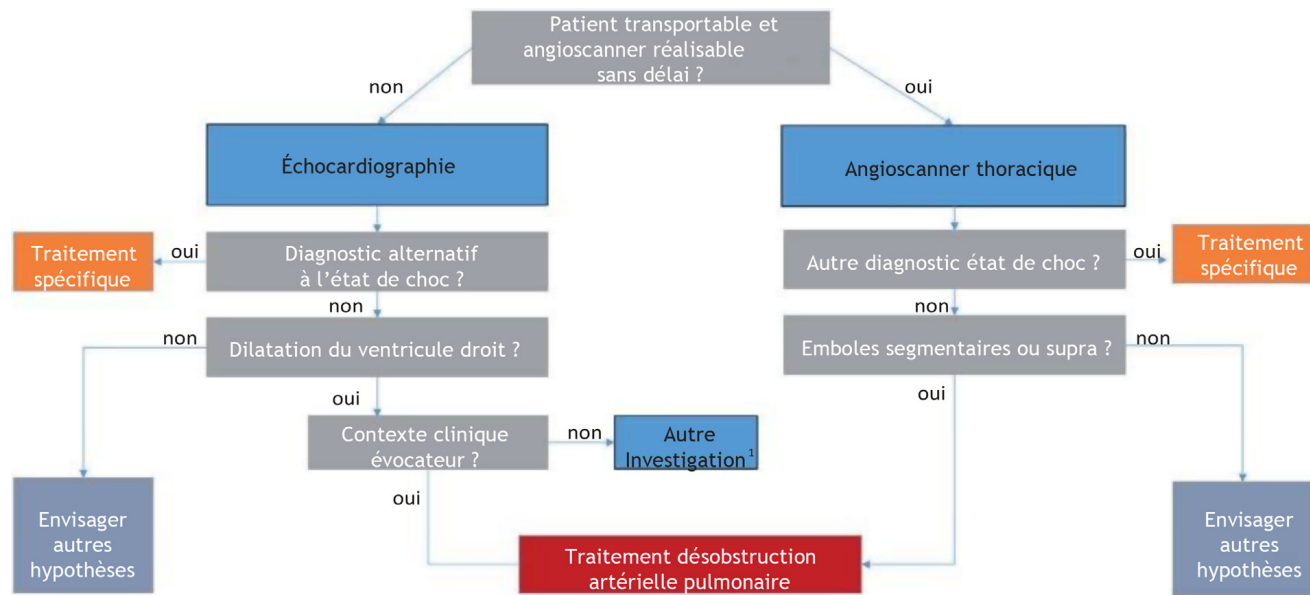
Recommandations de bonne pratique pour la prise en charge de la maladie veineuse thromboembolique chez l'adulte : Le diagnostic

Critères d'exclusion diagnostique	Probabilité clinique faible	Probabilité clinique intermédiaire	Probabilité clinique forte
D-dimères sans adaptation à l'âge			
- Technique ELFA (Vidas®) < 500 mcg/L	+	+	-
- Technique Turbidimétrique (Liatest®), Turbiquant®, ... < 500 mcg/L	+	+/-	-
- Autre technique négative selon valeur du laboratoire	+	-	-
D-dimères avec adaptation à l'âge après 50 ans			
- Technique ELFA (Vidas®) < Age x 10 mcg/L	+	+	-
- Technique turbidimétrique (Liatest®, Turbiquant®, ...) < Age x10 mcg/L	+/-	+/-	-
Angioscanner thoracique			
- Angioscanner négatif avec analyse jusqu'au niveau sous segmentaire	+	+	+/-
- Angioscanner négatif sans analyse possible jusqu'au niveau sous-segmentaire et échographie veineuse proximale négative	+	+	+/-
Scintigraphie pulmonaire			
- Scintigraphie de perfusion normale	+	+	+
- Scintigraphie non-diagnostique (probabilité scintigraphique faible ou intermédiaire et échographie veineuse proximale négative	+	+/-	-
Critère de confirmation diagnostique			
Angioscanner thoracique			
- Embol(s) segmentaire(s) ou supra	+	+	+
- Embols sous-segmentaire multiples	+/-	+/-	+/-
Scintigraphie pulmonaire			
- Scintigraphie de haute probabilité	+/-	+	+
Échographie veineuse +/- doppler			
- Thrombus proximal (non compressibilité de la veine)	+	+	+
Échocardiographie			
- Dilatation du ventricule droit (VD/VG > 0,9)	-	+/-	+/-

Figure 1. Critères diagnostiques de l'embolie pulmonaire. + (vert) : critère validé permettant d'exclure ou de confirmer le diagnostic sans autre exploration ; ± (jaune) : critère « douteux » devant conduire à envisager la poursuite des investigations ; - (rouge) : critère non conforme devant conduire à poursuivre les investigations. Tous les critères diagnostiques non mentionnés dans le tableau sont considérés comme non conformes.

R 14 Chez les malades hémodynamiquement instables non transportables, il est suggéré de réaliser une échocardiographie au lit du malade comme test diagnostique de l'EP (grade 2+).

Recommandations de bonne pratique pour la prise en charge de la maladie veineuse thromboembolique chez l'adulte



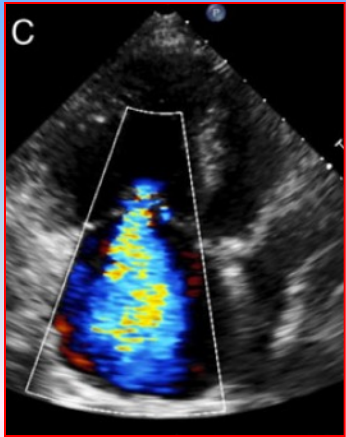
1. Lorsque le contexte clinique n'est pas évocateur, une autre hypothèse pouvant expliquer le tableau clinique comme chez un patient insuffisant respiratoire chronique, il est suggéré de réaliser d'autres investigations (échographie veineuse, angioscanner thoracique si l'état hémodynamique le permet...) afin de confirmer le diagnostic

Figure 4. Algorithme diagnostique chez les patients en état de choc (suspicion d'EP à haut risque).

Recommandations de bonne pratique pour la prise en charge de la maladie veineuse thromboembolique chez l'adulte : le diagnostic

R37 — Chez les malades non transportables, il est suggéré de réaliser une échocardiographie au lit à la recherche d'une dilatation ventriculaire droite ou d'un diagnostic différentiel à l'état de choc (tamponnade, hypovolémie vraie ou relative, défaillance cardiaque) (grade 2+). Dans ce cas, il est suggéré de retenir le diagnostic d'EP si une **dysfonction du ventricule droit** est mise en évidence (grade 2+)

Dysfonction cardiaque droite



Augmentation
de la POD

augmentation des résistances vasculaires pulmonaires
HTP

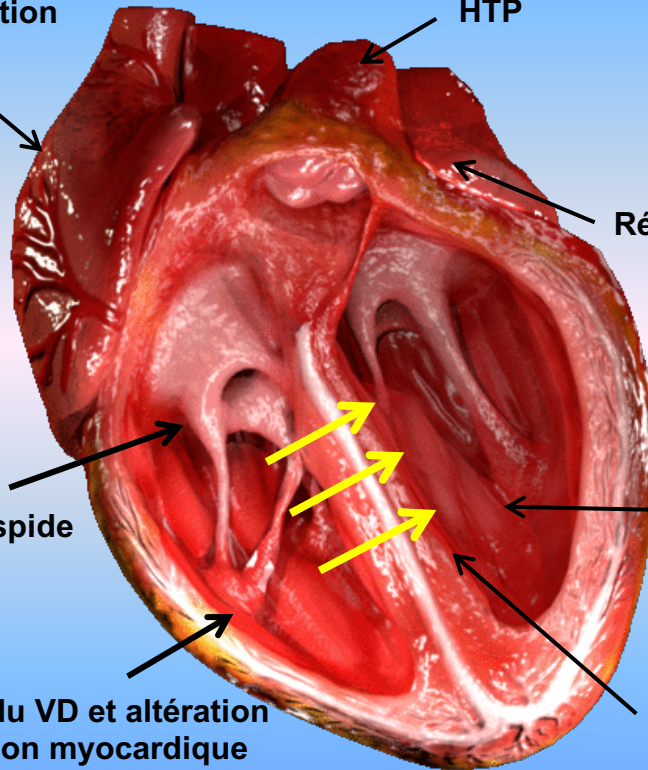
Réduction du remplissage de l'OG

Sévérité de la régurgitation tricuspide
Associée à la dilatation et
à la surcharge volumique
du VD

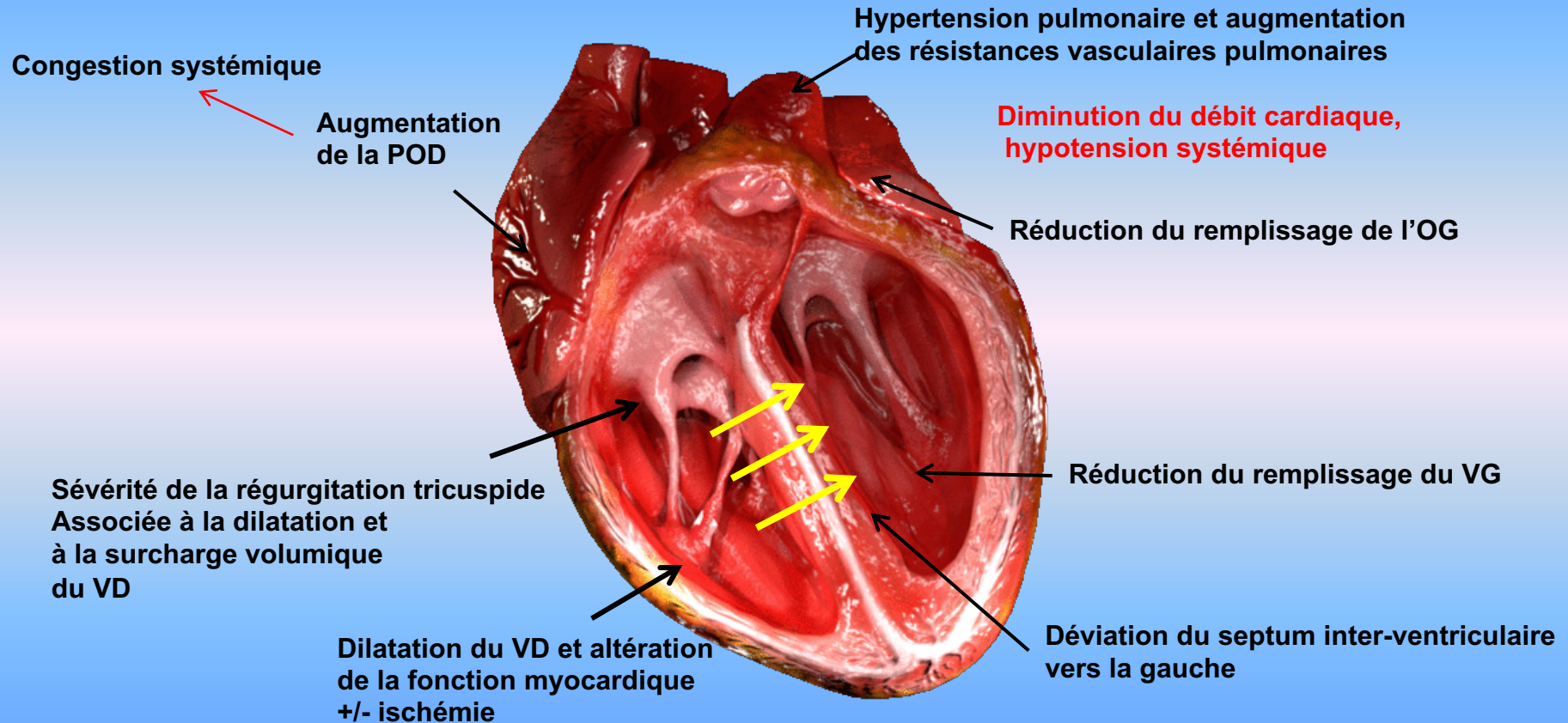
Réduction du remplissage du VG

Dilatation du VD et altération
de la fonction myocardique
+/- ischémie

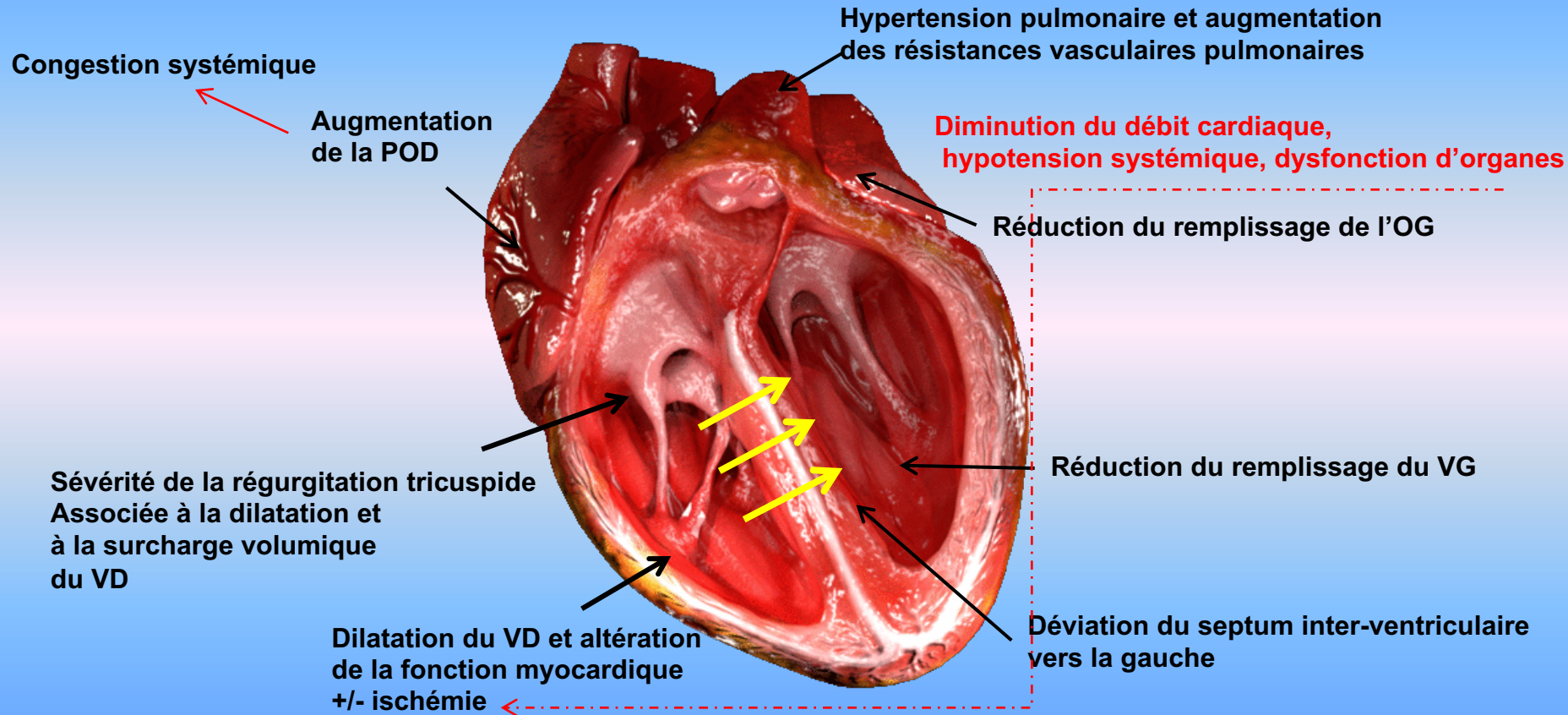
Déviation du septum inter-ventriculaire
vers la gauche



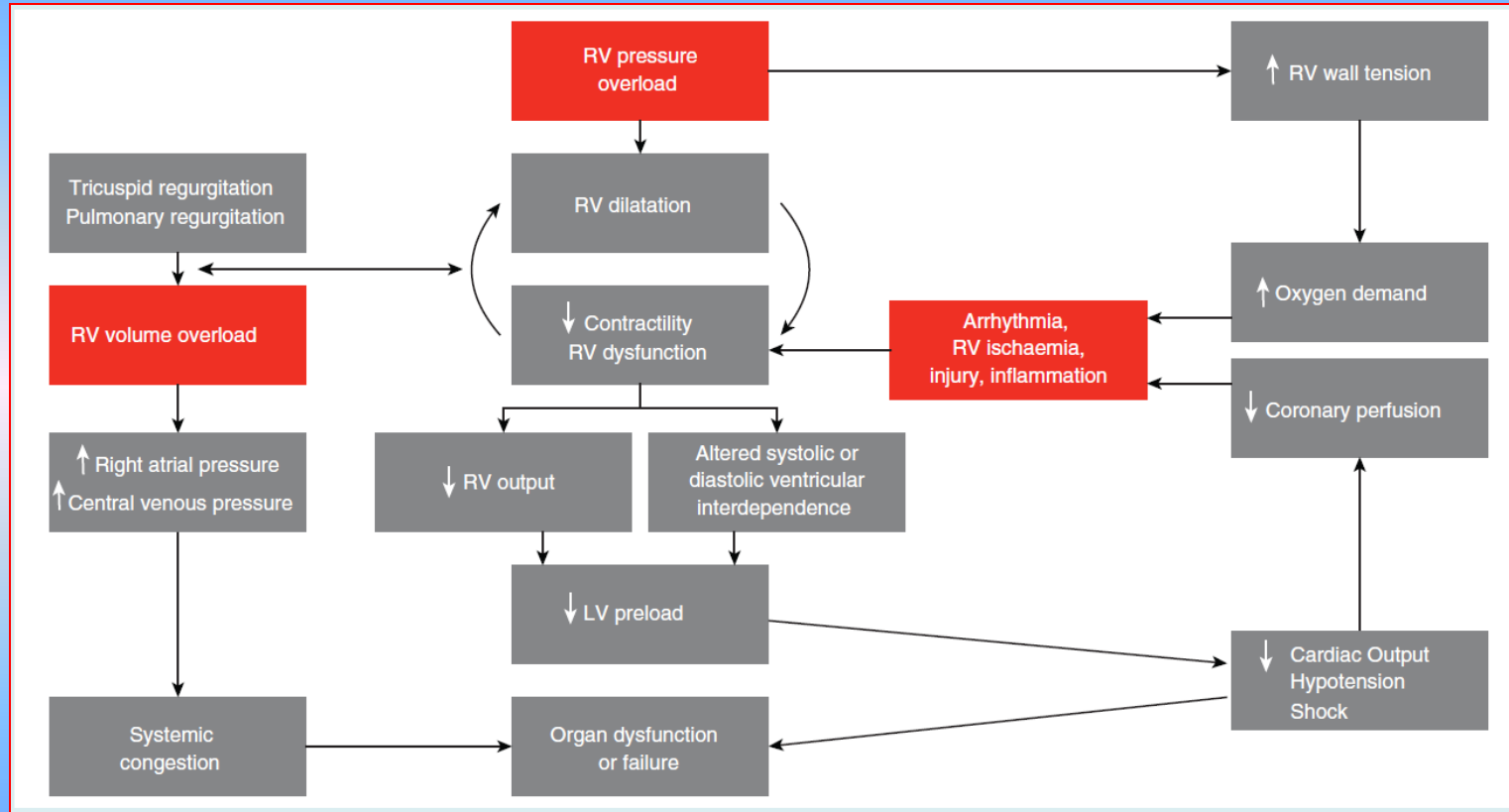
Dysfonction cardiaque droite au cours de l'HTP



Dysfonction cardiaque droite au cours de l'HTP



Dysfonction cardiaque droite au cours de l'EP aiguë avec état de choc



Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography

Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography

Lawrence G. Rudski, MD, FASE, Chair, Wyman W. Lai, MD, MPH, FASE, Jonathan Afilalo, MD, MSc, Lanqi Hua, RDCS, FASE, Mark D. Handschumacher, BSc, Krishnaswamy Chandrasekaran, MD, FASE, Scott D. Solomon, MD, Eric K. Louie, MD, and Nelson B. Schiller, MD, *Montreal, Quebec, Canada; New York, New York; Boston, Massachusetts; Phoenix, Arizona; London, United Kingdom; San Francisco, California*

(J Am Soc Echocardiogr 2010;23:685-713.)



European Heart Journal – Cardiovascular Imaging (2015) 16, 233–271
doi:10.1093/ehjci/jev014

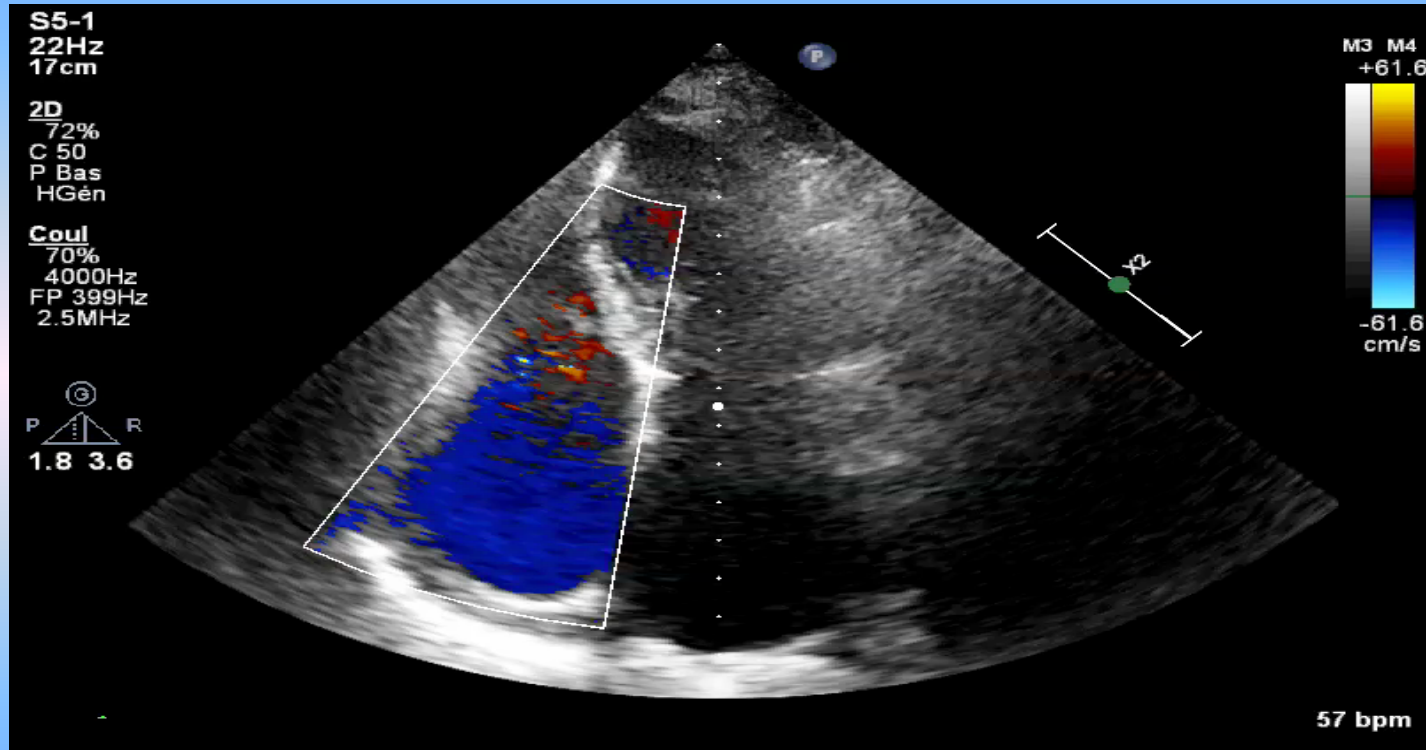
POSITION PAPER

Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging

Roberto M. Lang, MD, FASE, FESC, Luigi P. Badano, MD, PhD, FESC, Victor Mor-Avi, PhD, FASE, Jonathan Afilalo, MD, MSc, Anderson Armstrong, MD, MSc, Laura Ernande, MD, PhD, Frank A. Flachskampf, MD, FESC, Elyse Foster, MD, FASE, Steven A. Goldstein, MD, Tatiana Kuznetsova, MD, PhD, Patrizio Lancellotti, MD, PhD, FESC, Denisa Muraru, MD, PhD, Michael H. Picard, MD, FASE, Ernst R. Rietzschel, MD, PhD, Lawrence Rudski, MD, FASE, Kirk T. Spencer, MD, FASE, Wendy Tsang, MD, and Jens-Uwe Voigt, MD, PhD, FESC

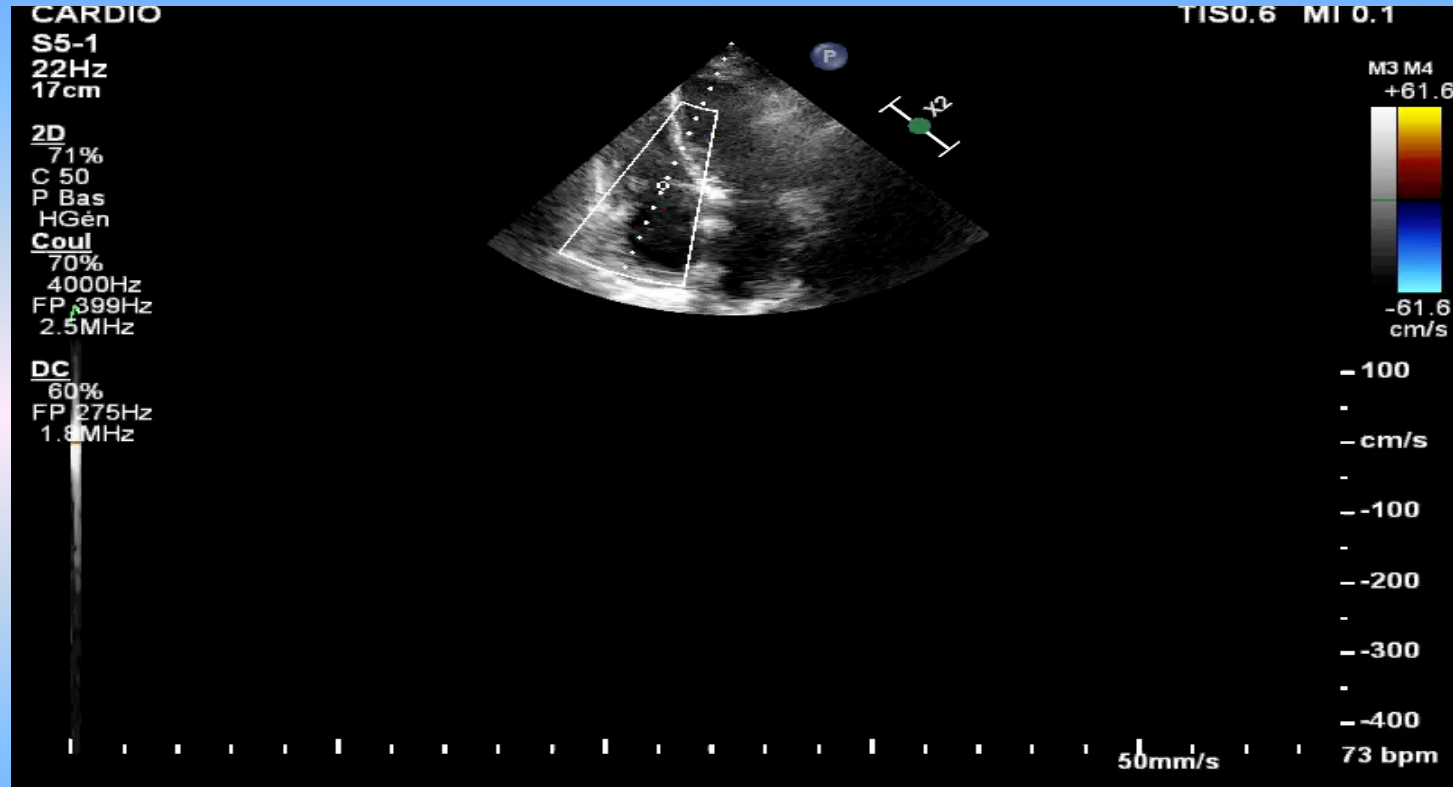
Chicago, Illinois; Padua, Italy; Montreal, Quebec and Toronto, Ontario, Canada; Baltimore, Maryland; Créteil, France; Uppsala, Sweden; San Francisco, California; Washington, District of Columbia; Leuven, Liège, and Ghent, Belgium; Boston, Massachusetts

Analyse en Doppler continu du flux d'IT



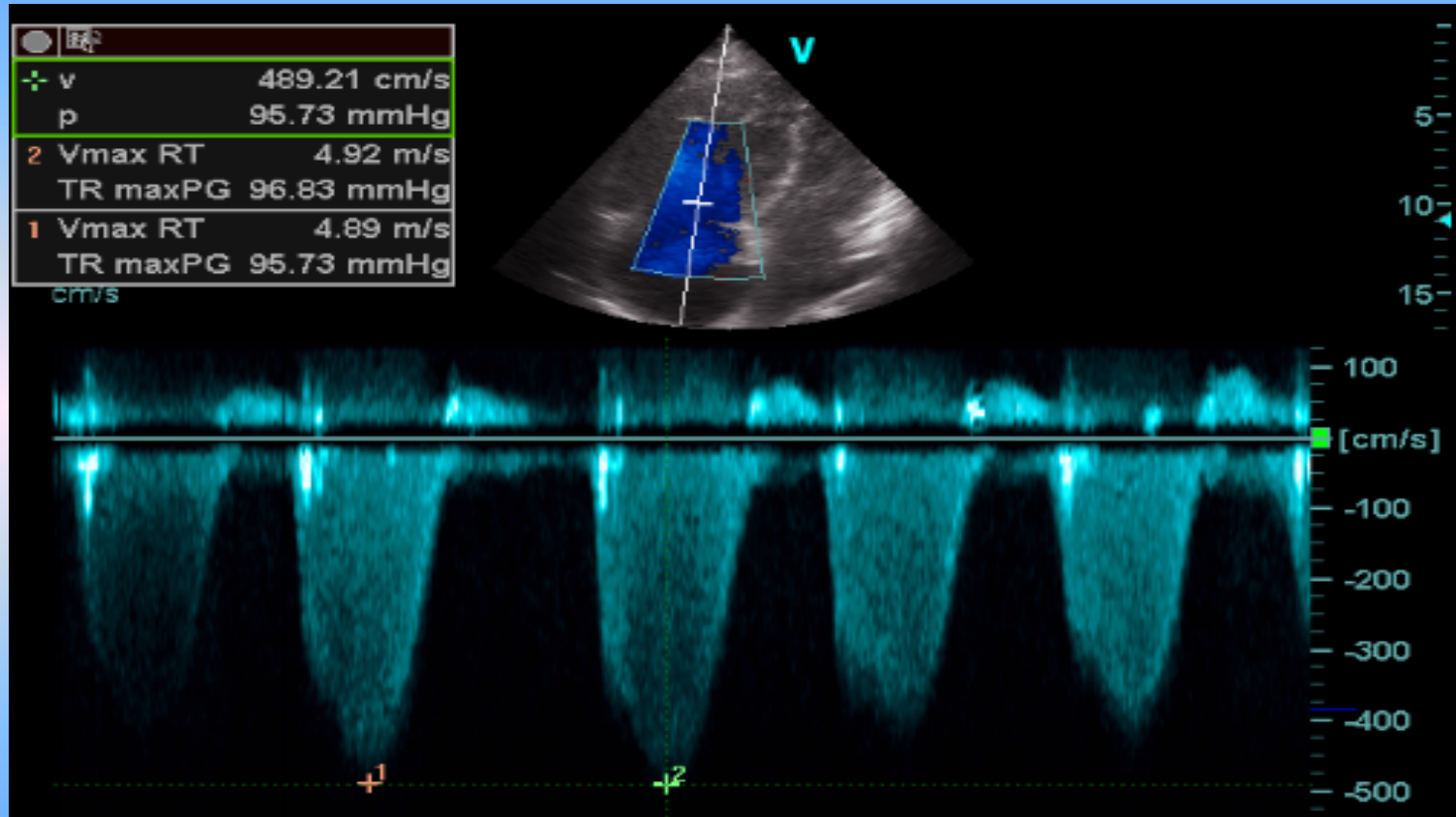
Vitesse maximale de la régurgitation tricuspide

Analyse en Doppler continu du flux d'IT



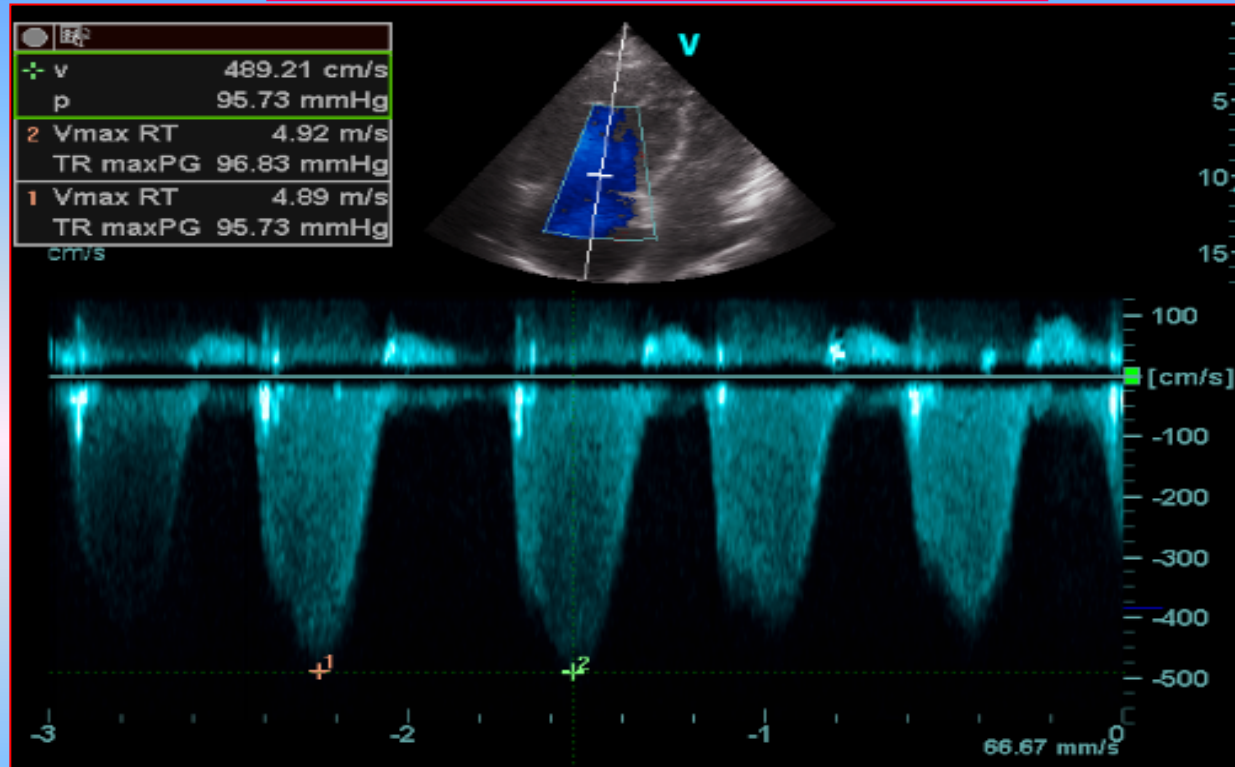
Vitesse maximale de la régurgitation tricuspide

Analyse en Doppler continu du flux d'IT



Vitesse maximale de la régurgitation tricuspide

Estimation de la PAPS



Equation de Bernoulli

$$\text{PVD syst} - \text{POD syst} = 4 \times V_{\text{maxIT}}^2$$

$$\text{PAPs} = 4 \times V_{\text{maxIT}}^2 + \text{POD}$$

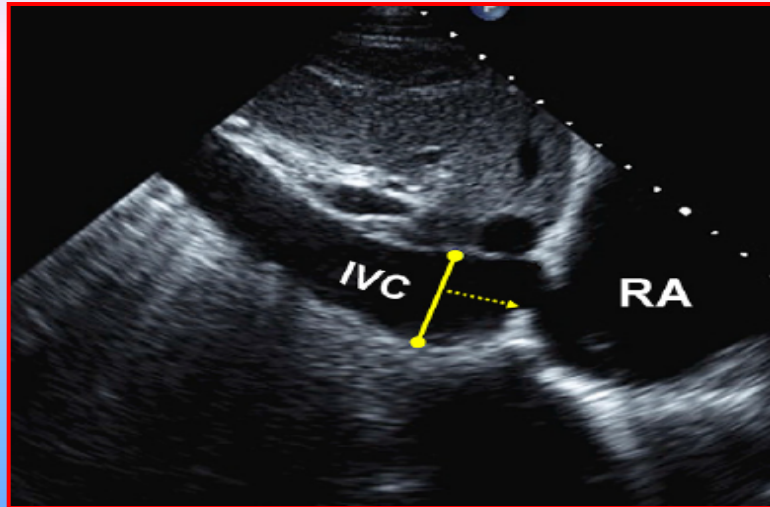
Equation de Chemla

$$\text{PAPM} = 0,6 \text{ PAPS} + 2 \text{ mmHg}$$

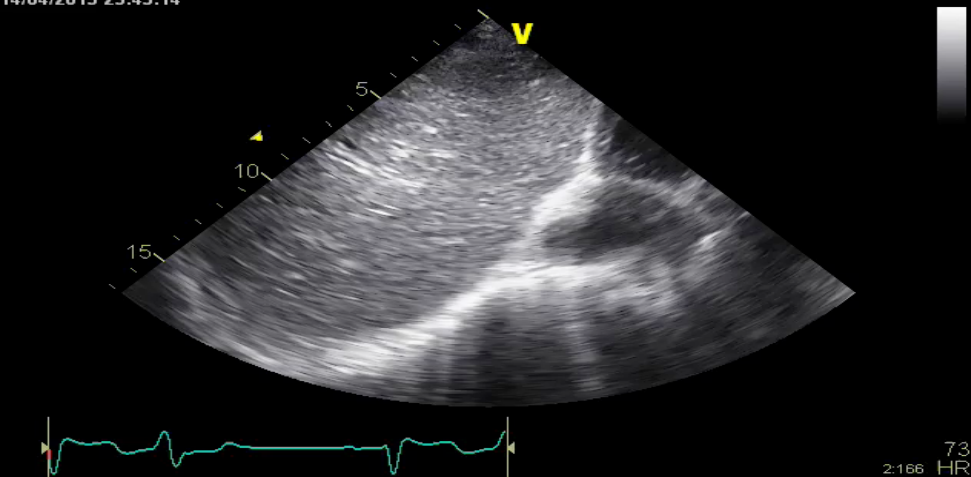
Evaluation de la POD

Table 3 Estimation of RA pressure on the basis of IVC diameter and collapse

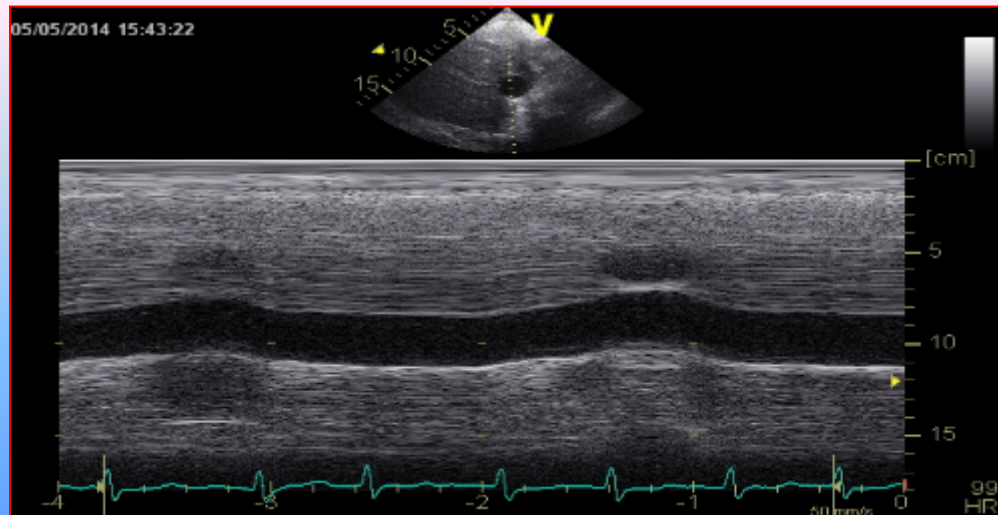
Variable	Normal (0-5 [3] mm Hg)	Intermediate (5-10 [8] mm Hg)		High (15 mm Hg)
IVC diameter	≤ 2.1 cm	≤ 2.1 cm	> 2.1 cm	> 2.1 cm
Collapse with sniff	$> 50\%$	$< 50\%$	$> 50\%$	$< 50\%$
Secondary indices of elevated RA pressure				• Restrictive filling • Tricuspid $E/E' > 6$ • Diastolic flow predominance in hepatic veins (systolic filling fraction $< 55\%$)



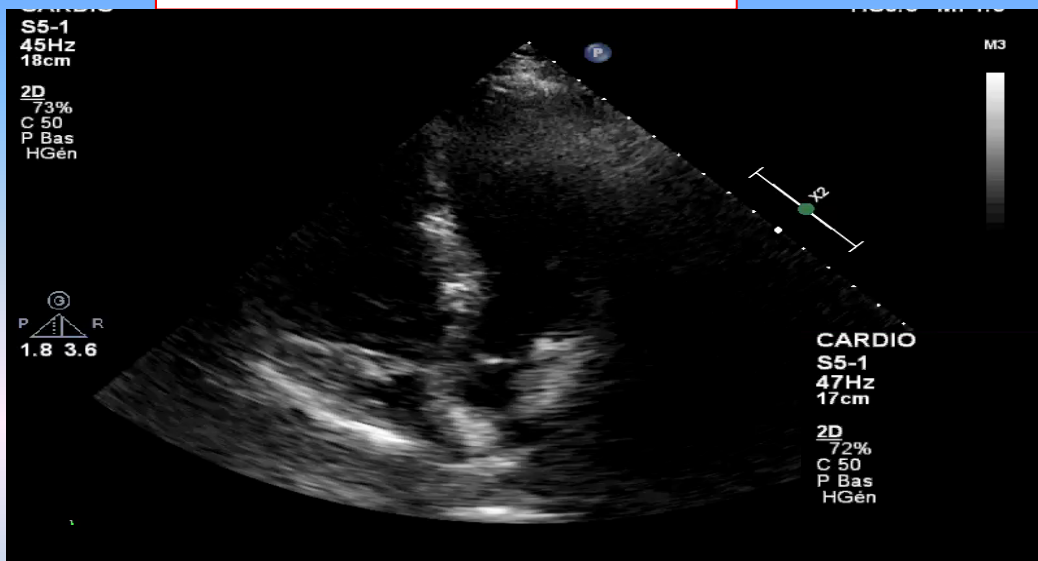
14/04/2015 23:43:14



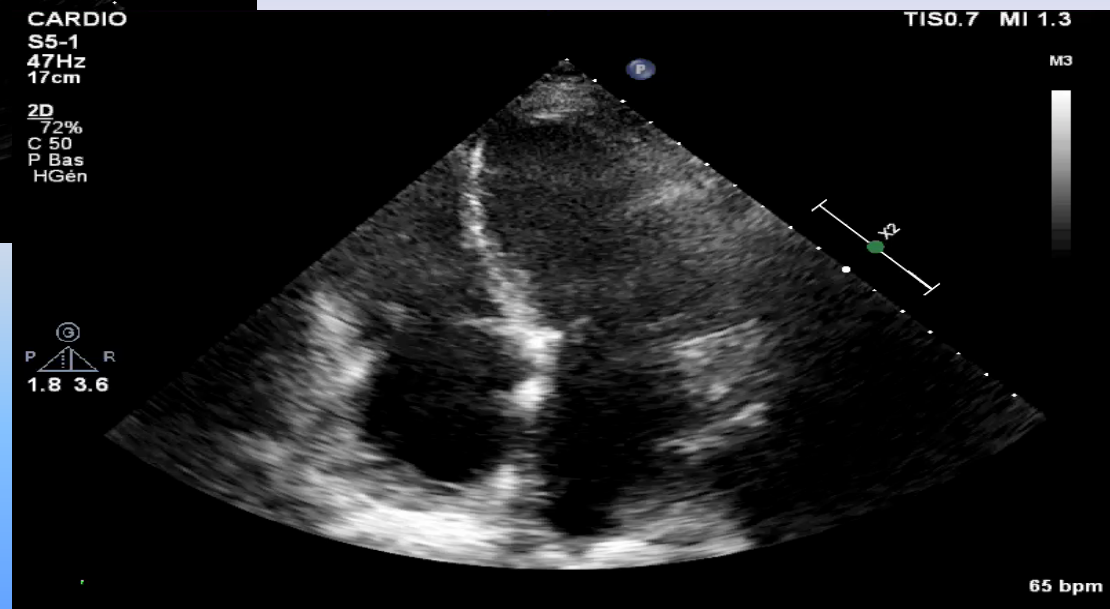
Diamètre et variations respiratoires de la VCI



Ventricule droit normal



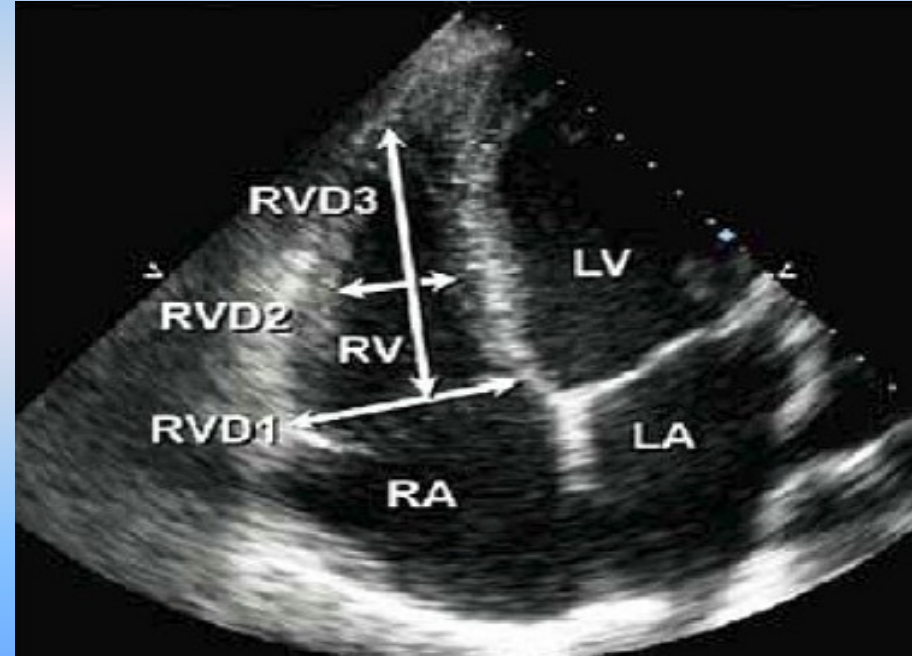
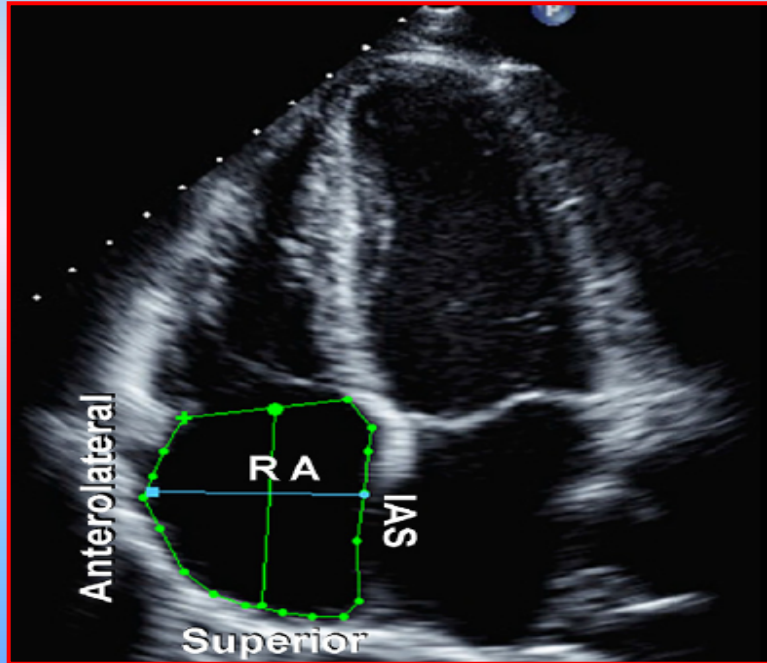
OD dilatée



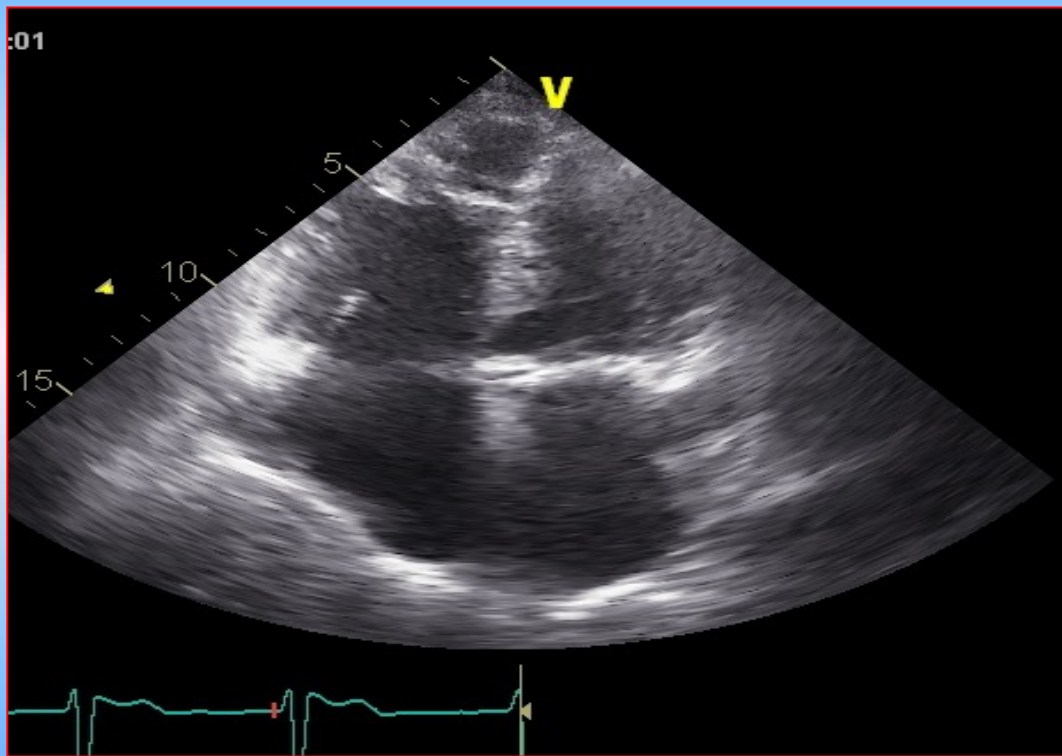
Dilatation des cavités droites

- Surface OD
- Volume OD

- Diamètre de la base du VD
- Surfaces télédiastoliques VD/VG

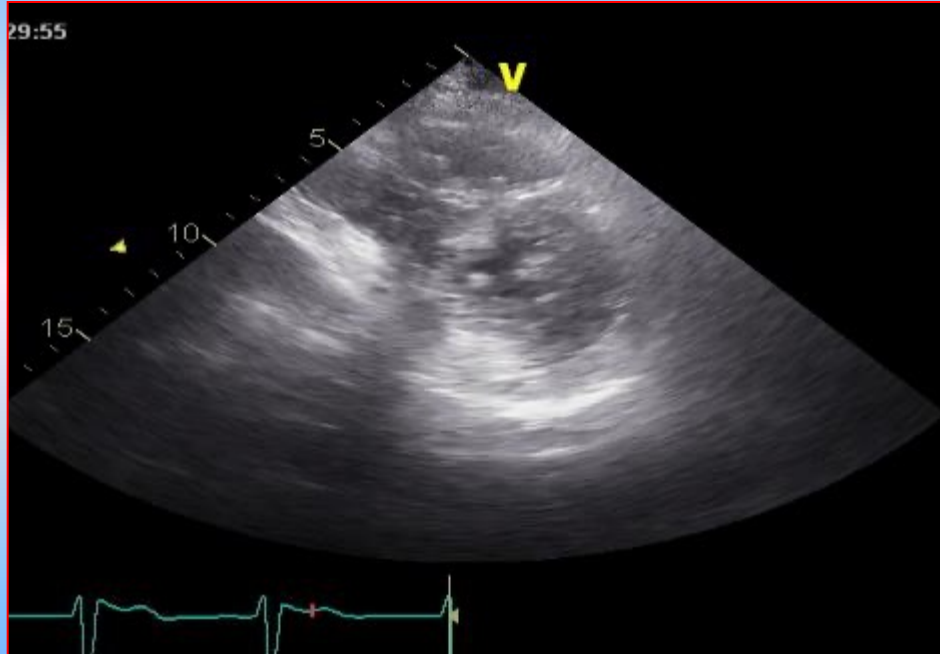


Dilatation du VD, compression du VG



Dilatation du VD

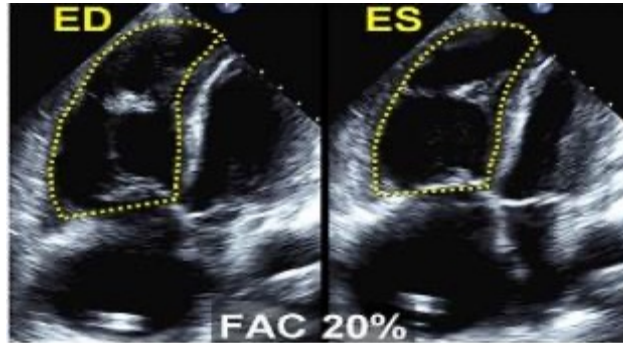
Anomalie de la cinétique du septum



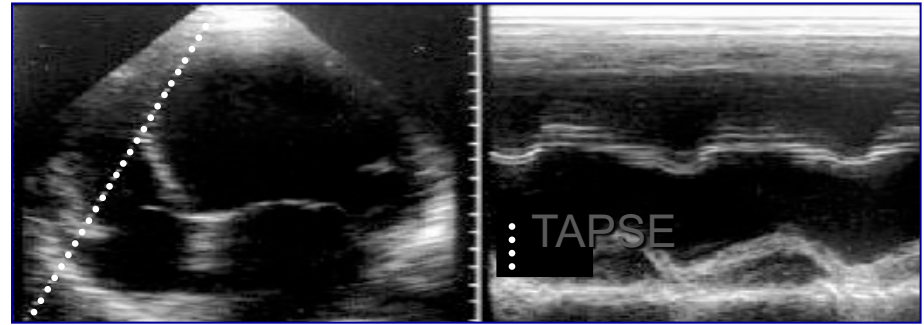
Dyskinésie septale

Echocardiographie: fonction systolique du VD

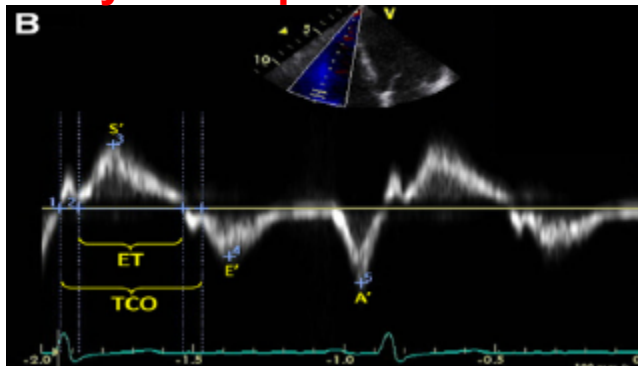
- **FRSVD N > 45 %**



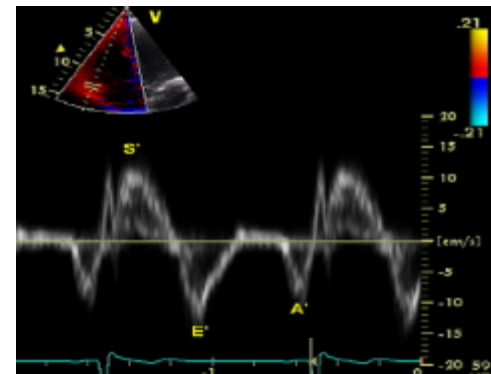
- **TAPSE**



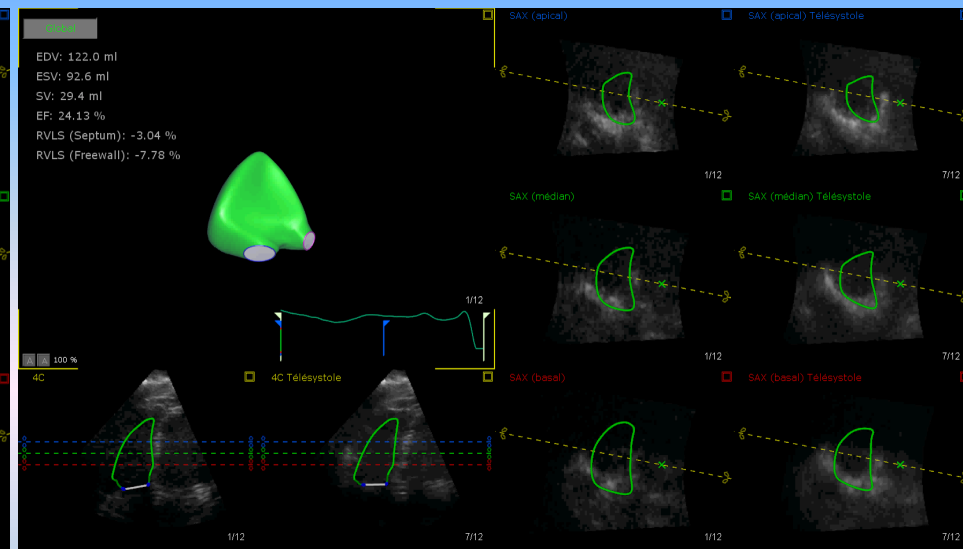
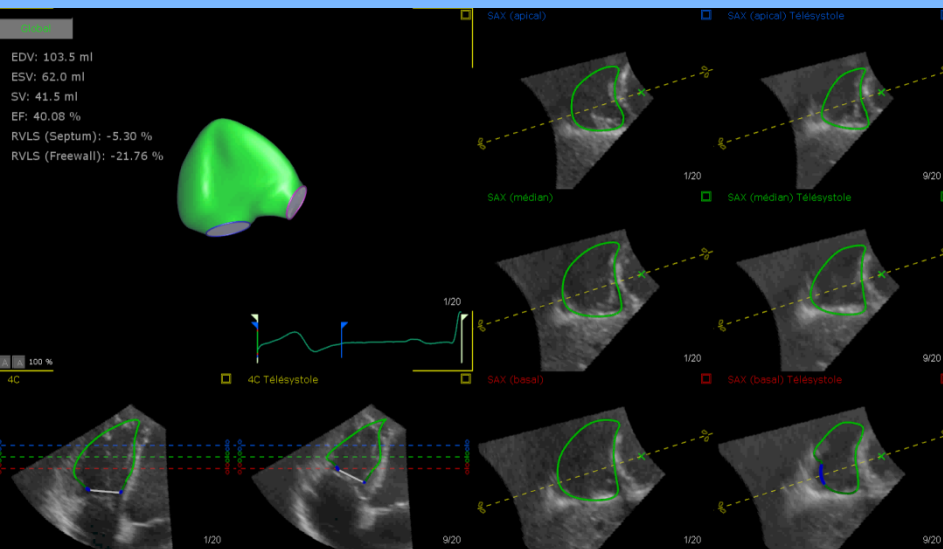
- **Index de performance myocardique Tei**



- **Onde S tricuspidienne en Doppler Tissulaire**



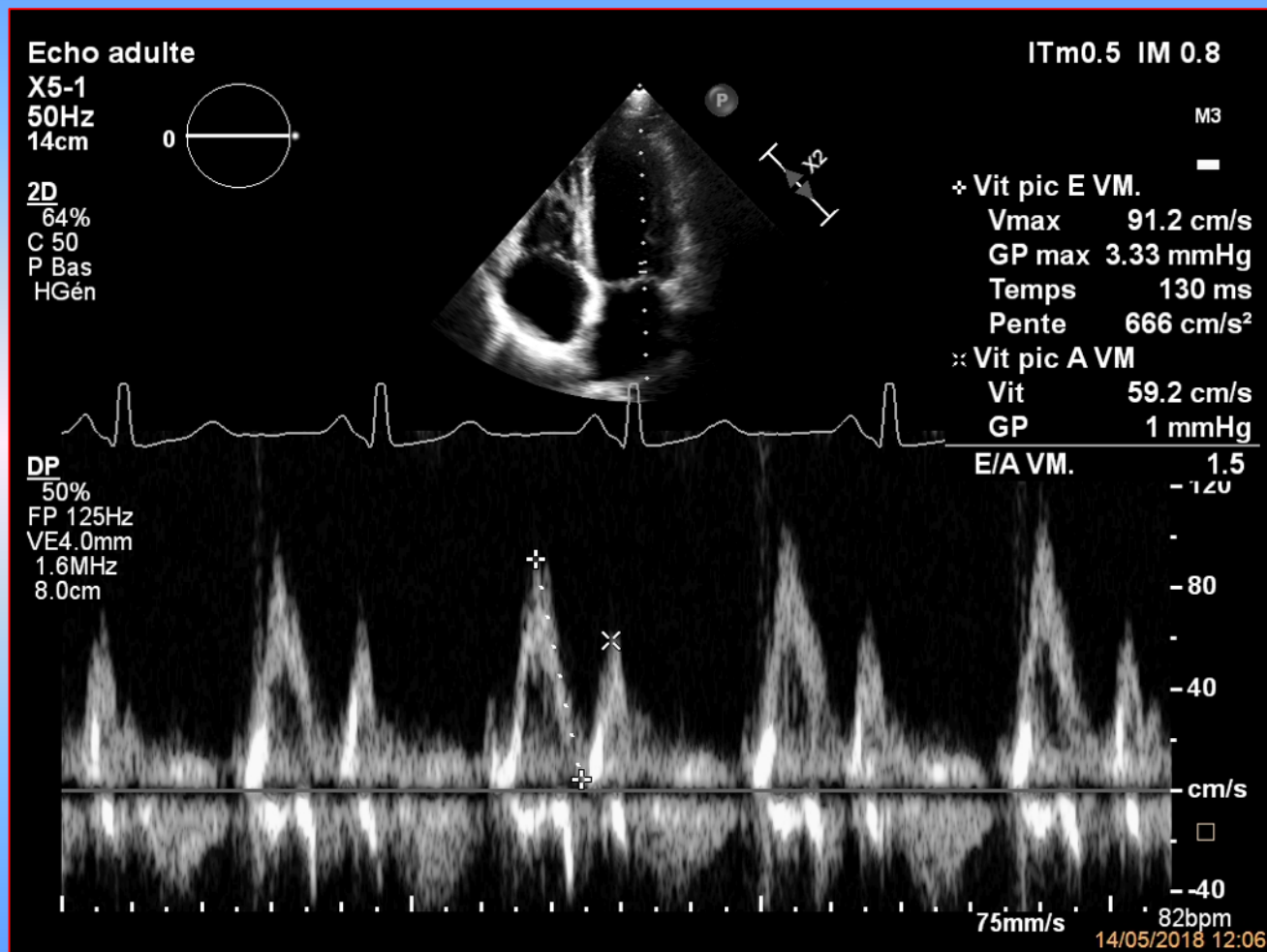
Echocardiographie: FEVD 3D



FE VD 3D = 40%

Dysfonction ventriculaire droite plus sévère:
FE VD 3D = 24%

Doppler pulse mitral



DTI mitral

Echo adulte

X5-1
153Hz
14cm



2D

77%
C 45
P Bas
HGén

TDI

50%
3.2MHz

ITm0.6 IM 0.7

M3 M6
+15.0

÷ Vit Ea lat 15.3 cm/s
E/Ea lat. 6.0

-15.0
cm/s

DP

20%

VE5.0mm
3.2MHz
9.5cm

-10

cm/s

-10

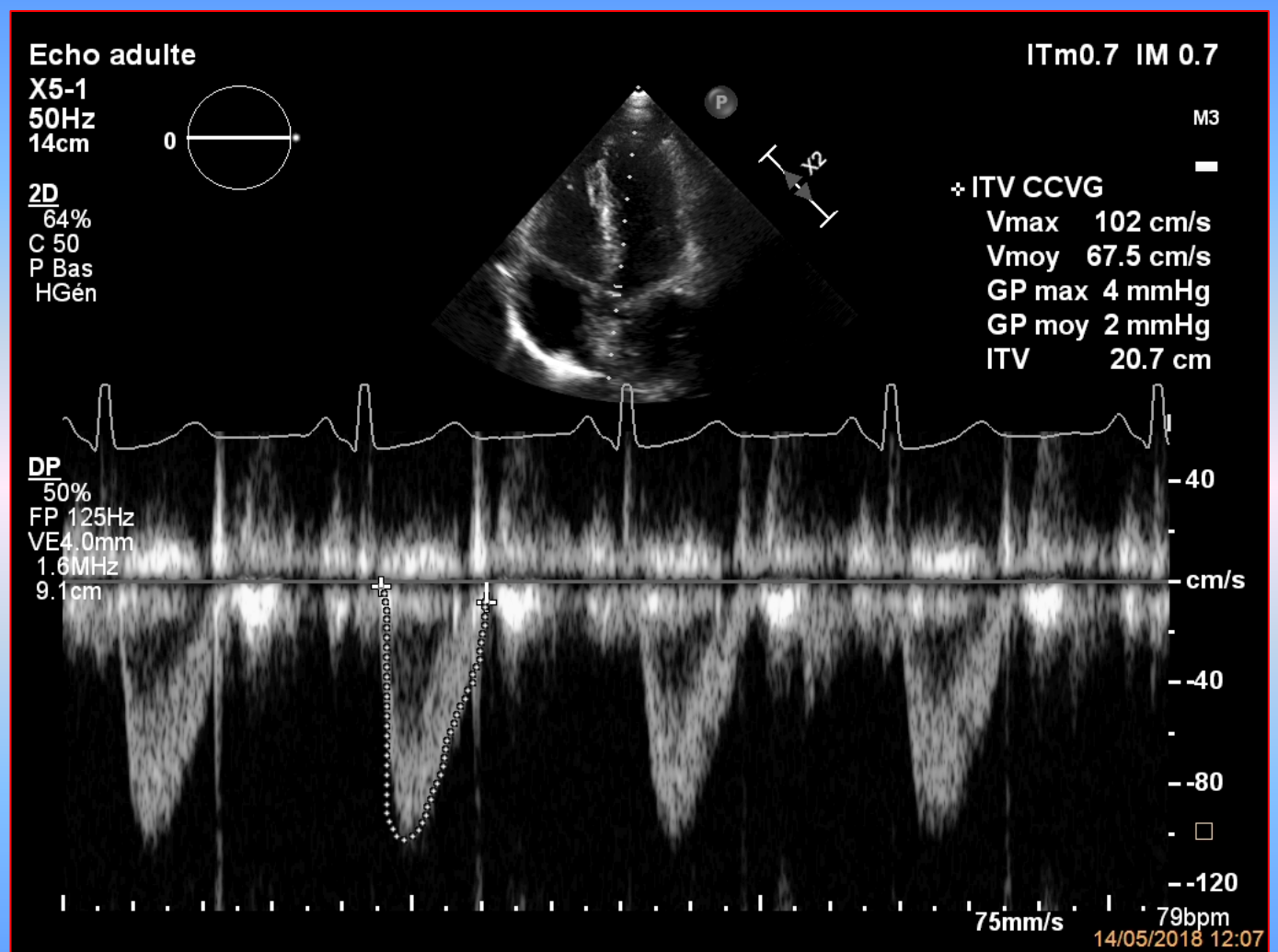
-20

75mm/s

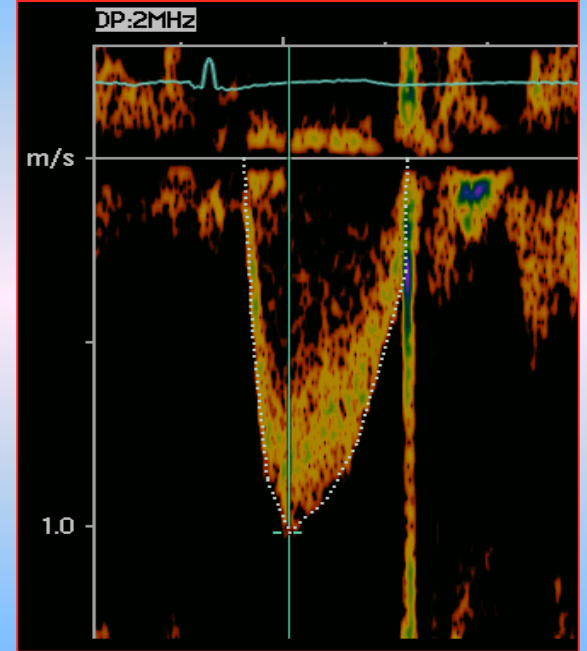
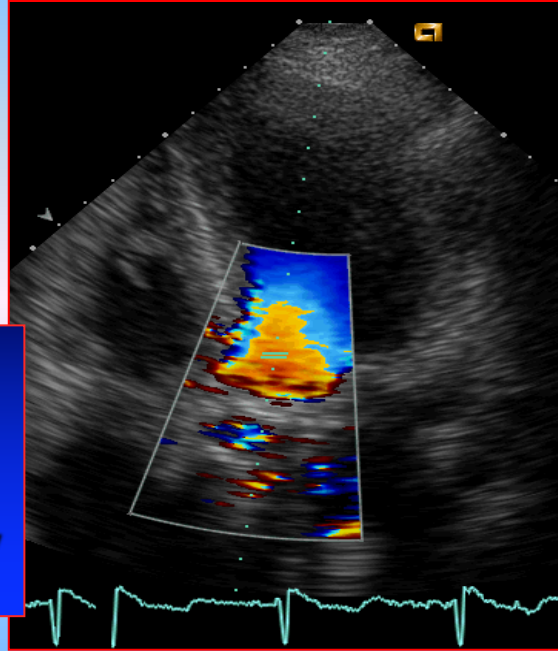
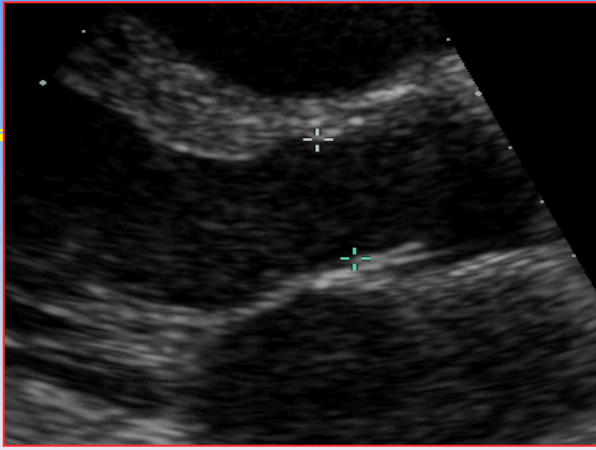
77bpm

14/05/2018 12:06

Doppler pulse aortique



Mesure du débit cardiaque



$$S \text{ (cm}^2\text{)} = \pi \times D^2 / 4$$

$$\text{VES (cm}^3\text{)} = S \times \text{ITV}$$

$$\text{Débit cardiaque (cm}^3\text{/min)} = \text{VES} \times \text{FC}$$

Recommandations de bonne pratique pour la prise en charge de la maladie veineuse thromboembolique chez l'adulte : le pronostic

R71 – Chez les patients à risque intermédiaire ($sPESI \geq 1$, $PESI \geq 86$), il est suggéré d'évaluer la présence d'une dilatation du ventricule droit en échocardiographie ou sur l'angioscanner (grade 2+).

R73- Les patients à risque intermédiaire élevé sont définis par un score $sPESI \geq 1$ (ou $PESI \geq 86$) associé à une dilatation du ventricule droit et une élévation des biomarqueurs identifie les embolies pulmonaires à risque intermédiaire élevé

Pronostic : PESI et sPESI

Paramètre	Version originale (12)	Version simplifiée (13)
Âge	+ 1 point par an	1 point si âge > 80 ans
Sexe masculin	+ 10 points	-
Cancer	+ 30 points	1 point
Insuffisance cardiaque	+ 10 points	1 point
Insuffisance respiratoire	+ 10 points	
Pouls $\geq 110/\text{mn}$	+ 20 points	1 point
Pression artérielle systolique, < 100 mmHg	+ 30 points	1 point
Fréquence respiratoire $\geq 30/\text{mn}$	+ 20 points	-
Température < 36 °C	+ 20 points	-
Confusion	+ 60 points	-
SpO2 < 90 % en air ambiant	+ 20 points	1 point
	Classe de risque ; (mortalité globale à J30)	
	Classe I, très faible risque : ≤ 65 points (0-1,6 %)	Faible risque : 0 point (1,0 %)
	Classe II, faible risque : 66-85 points (1,7-3,5 %)	
	Classe III, risque intermédiaire : 86-105 points (3,2-7,1 %)	Risque fort : ≥ 1 point (10,9 %)
	Classe IV, risque fort : 106-125 points (4,0-11,4 %)	
	Classe V, risque très fort : > 125 points (10-24,5 %)	

The addition of echocardiographic parameters to PESI risk score improves mortality prediction in patients with acute pulmonary embolism: PESI-Echo score

Lucrecia M. Burgos *, Cristhian E. Scatularo, Ignacio M. Cigalini, Juan C. Jauregui, Maico I. Bernal, José M. Bonorino, Jorge Thierer, and Ezequiel J. Zaidel; On behalf of the Argentine Council of Cardiology Residents, Argentina

Table 1 Transthoracic echocardiogram of admission in the global cohort (n = 625)

Transthoracic echocardiogram	625 (91.37%)
Left ventricular systolic function	
Preserved	532/620 (85.1%)
Mild deterioration	42/620 (6.7%)
Moderate deterioration	19/620 (3%)
Severe deterioration	27/620 (4.3%)
Right ventricular systolic function deterioration	206/595 (34.6%)
Systolic excursion of the plane of the tricuspid annulus	18 (14–22)
Systolic pressure of the pulmonary artery	43 (35–55)
Right ventricular dilatation	250/610 (40.9%)
Right ventricular wall motion impairment	128/580 (22%)
Flattening of the interventricular septum	118/569 (20.7%)

A PESI-Echo score ≥ 128 was the optimal cut-off point for predicting hospital mortality:

- sensitivity 82% (95% CI 67–90%)
- specificity 69% (95% CI 64–74%).
- The global net reclassification improvement was 9.9%.

Recommandations de bonne pratique pour la prise en charge de la maladie veineuse thromboembolique chez l'adulte : le pronostic

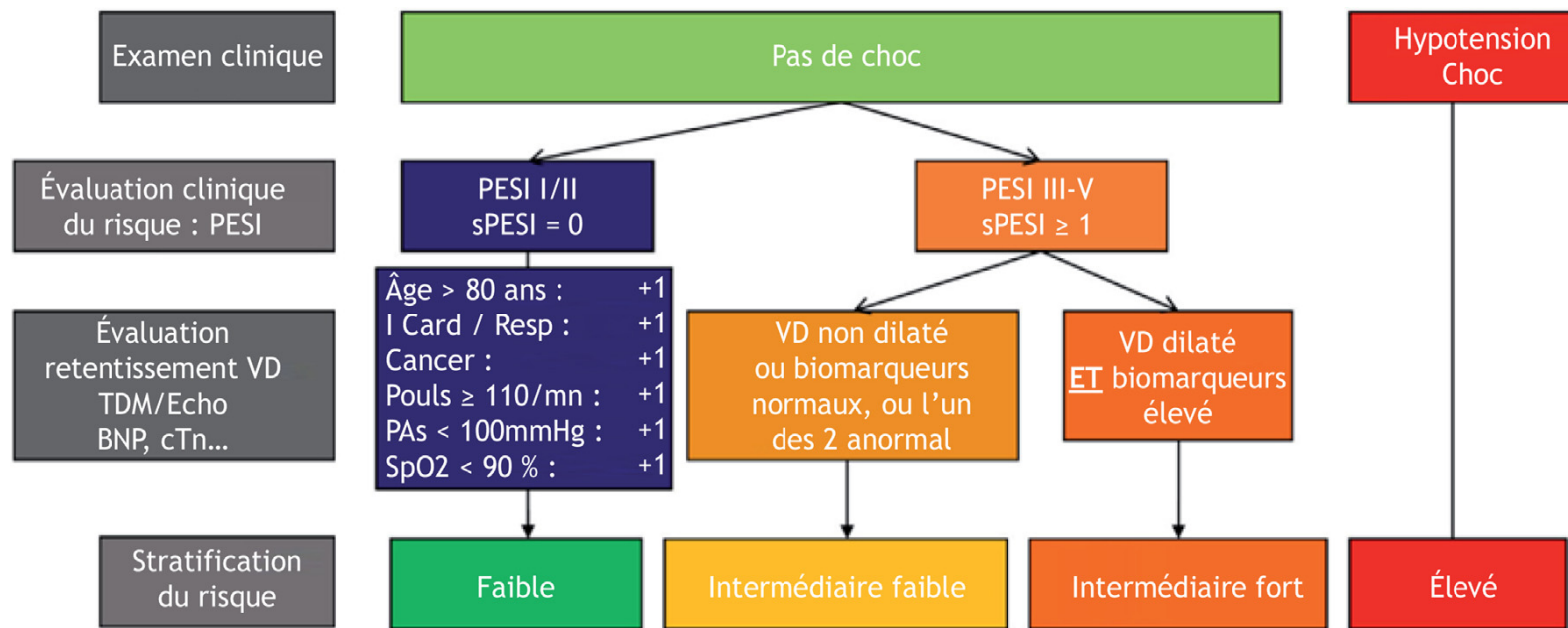


Figure 6. Algorithme pronostique de l'embolie pulmonaire de l'ESC 2014.

Quand et comment rechercher une hypertension pulmonaire thromboembolique chronique (HTP-TEC) après une embolie pulmonaire (EP)

R212 — Il est suggéré d'évoquer le diagnostic d'HTP- TEC au moment du diagnostic de l'EP chez les malades ayant à l'échocardiographie une PAPs > 50/60 mmHg et/ou des images scannographiques évoquant des séquelles thromboemboliques chroniques associées aux thrombi aigus

Prevalence of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after acute pulmonary embolism

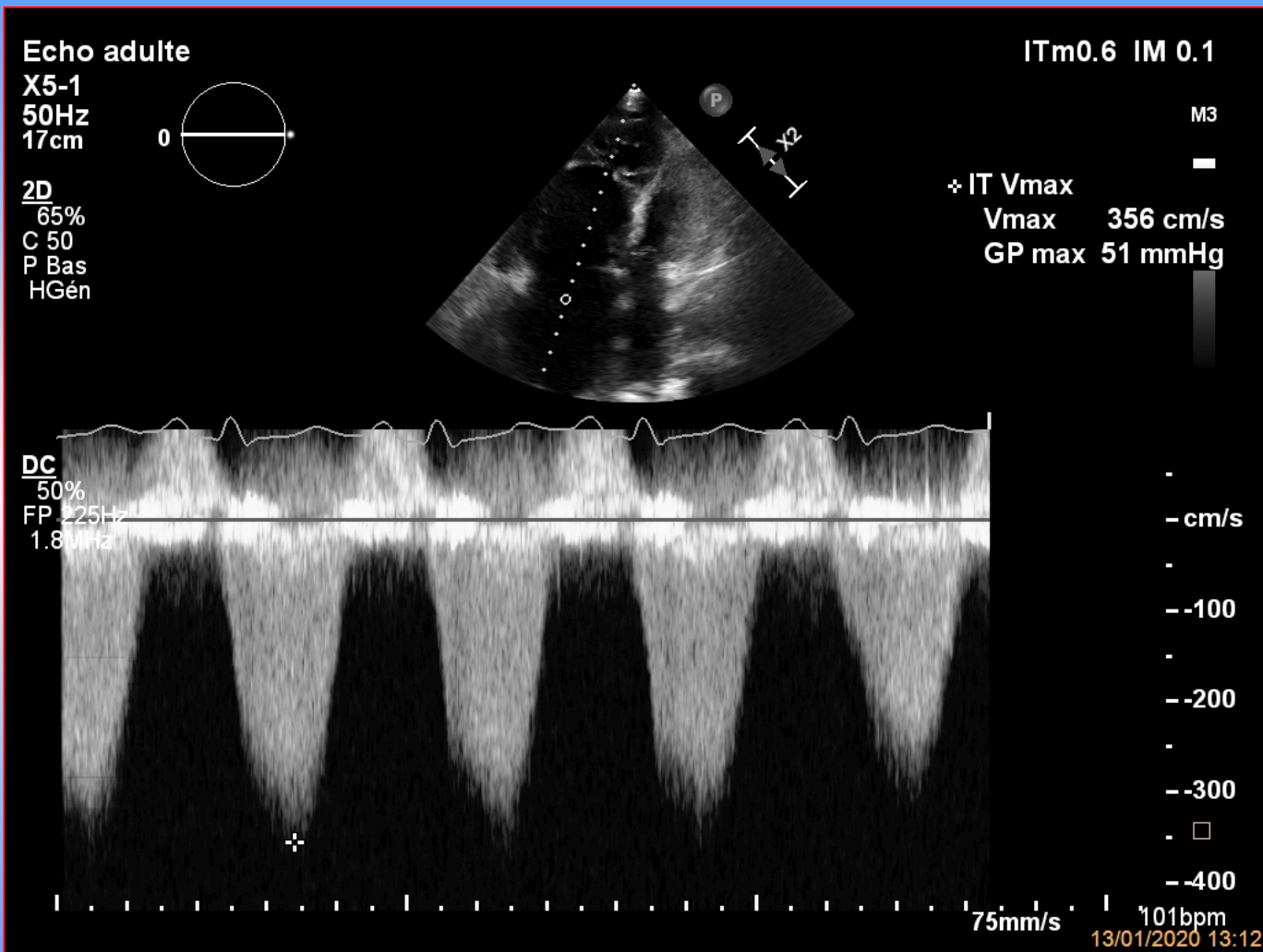
Prevalence of CTEPH after pulmonary embolism

Laurent Guérin¹; Francis Couturaud²; Florence Parent¹; Marie-Pierre Revel⁵; Florence Gillaizeau⁵; Benjamin Planquette¹; Daniel Pontal¹; Marie Guégan²; Gérald Simonneau¹; Guy Meyer^{1,6}; Olivier Sanchez^{1,6}

Patient	Initial PE			During follow-up									
	Age (years)	sPAP (mmHg)	RV/LV	MRC	VTR (m/s)	sPAP (mmHg)	RV/LV	Time to RHC (months)	RAP (mmHg)	mPAP (mmHg)	CO (l/min)	PVR (UI)	Treatment
1	71	45	0,9	2	3,8	72	1,1	27	11	54	4,9	8,8	VKA+bosentan
2	74	70	1,1	3	5,4	132	1,3	7,2	10	58	3,2	16,1	VKA+bosentan
3	81	81	1,3	5	4,7	100	1,4	7,4	7	52	3,1	11,6	VKA+bosentan
4	77	84	1,1	2	3,5	58	NA	10	7	30	6,2	2,9	VKA
5	70	43	0,5	2	4,2	75	0,7	22,7	4	36	5,7	4,6	VKA+PEA
6	72	62	0,5	2	2,8	56	0,72	3	3	30	3,7	6,1	VKA
7	72	102	0,8	2	4	81	1,1	6,6	4	53	4,5	10,7	VKA+bosentan
Mean	75	75	0,97					13,7	7	45	4,5	7,5	
±SD	4	20	0,3					9	3	12	1,2	3,5	

RAP = right atrial pressure, Co = cardiac output, PVR = pulmonary vascular resistance, NA = note available, VKA : vitamin K antagonist, PEA : pulmonary thromboendarterectomy

Doppler continu tricuspide



Quand et comment rechercher une hypertension pulmonaire thromboembolique chronique (HTP-TEC) après une embolie pulmonaire (EP)

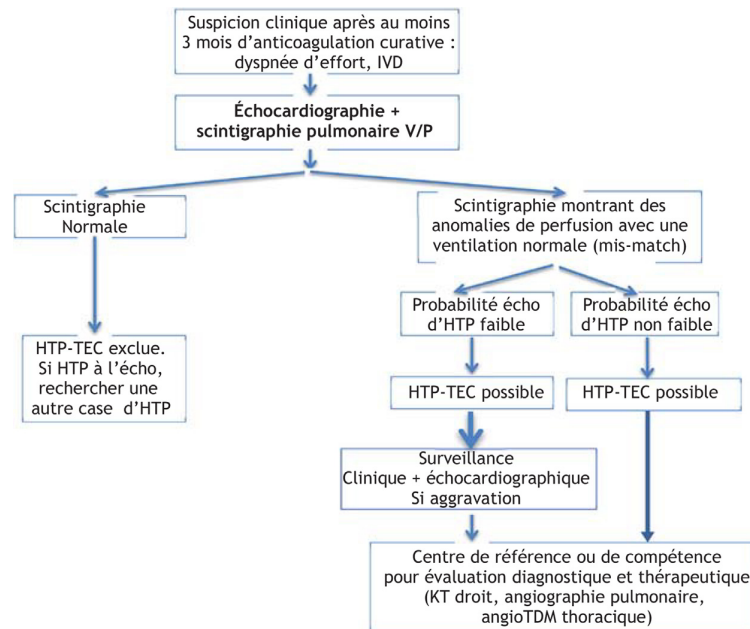


Figure 13. Algorithme diagnostique d'une hypertension pulmonaire thromboembolique chronique (HTP-TEC). IVD : insuffisance ventriculaire droite V/Q : ventilation/perfusion HTP : hypertension pulmonaire HTP-TEC : hypertension pulmonaire thromboembolique chronique.

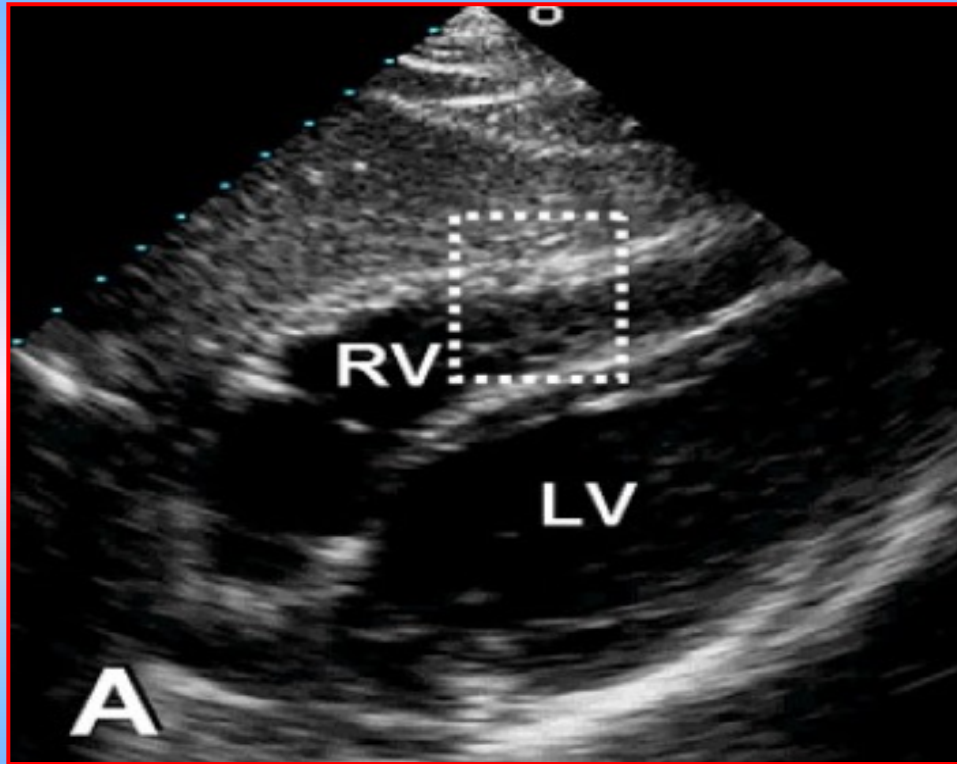
Quand et comment rechercher une hypertension pulmonaire thromboembolique chronique (HTP-TEC) après une embolie pulmonaire (EP)

Vitesse d'insuffisance tricuspidé (m/s)	Autres signes échographiques d'HTP	Probabilité d'HTP à l'échographie cardiaque
≤ 2,8 ou non mesurable	Non	Bas
≤ 2,8 ou non mesurable	Oui	Intermédiaire
2,9-3,4	Non	
2,9-3,4	Oui	Haut
> 3,4	Non requis	

A. Ventricules	B. Artère pulmonaire	C. Veines cave et atriale droites
Rapport du diamètre basal ventricule droit/ventricule gauche (VG) >1,0	Temps d'accélération du flux d'éjection pulmonaire < 105 m/s et/ou « notch » (encoche) mésosystolique)	Diamètre de la veine cave inférieure > 21 mm avec diminution de son collapsus inspiratoire (< 50 % lors du « sniff test » ou < 20 % en inspiration normale)
Inversion ou aplatissement de la courbure du septum interventriculaire (index d'excentricité du VG > 1,1 en systole et/ou en diastole)	Vitesse protodiastolique de régurgitation pulmonaire > 2,2 m/s	Surface de l'oreillette droite (télésystole) > 18 cm ²
	Diamètre de l'artère pulmonaire > 25 mm	

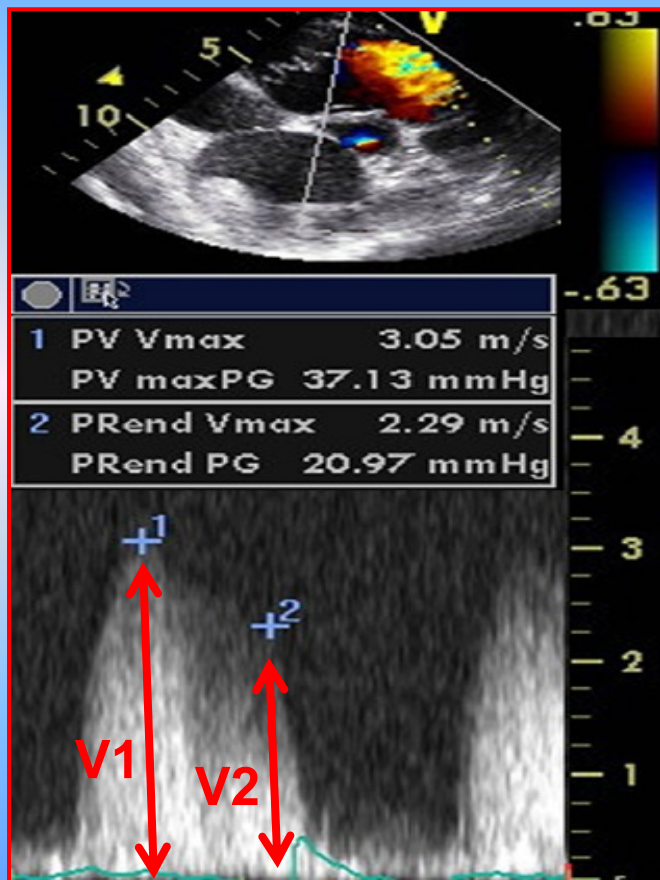
Figure 14. a : probabilité échocardiographique d'hypertension pulmonaire (HTP) ; b : autres signes échocardiographiques évocateurs d'HTP.

Retentissement de l'HTAP: Remodelage des cavités droites



Hypertrophie septale si paroi > 5 mm

Etude du flux d'insuffisance pulmonaire



Vmax de l'IP= gradient diastolique VD/AP

PAP= gradient VD/AP + POD

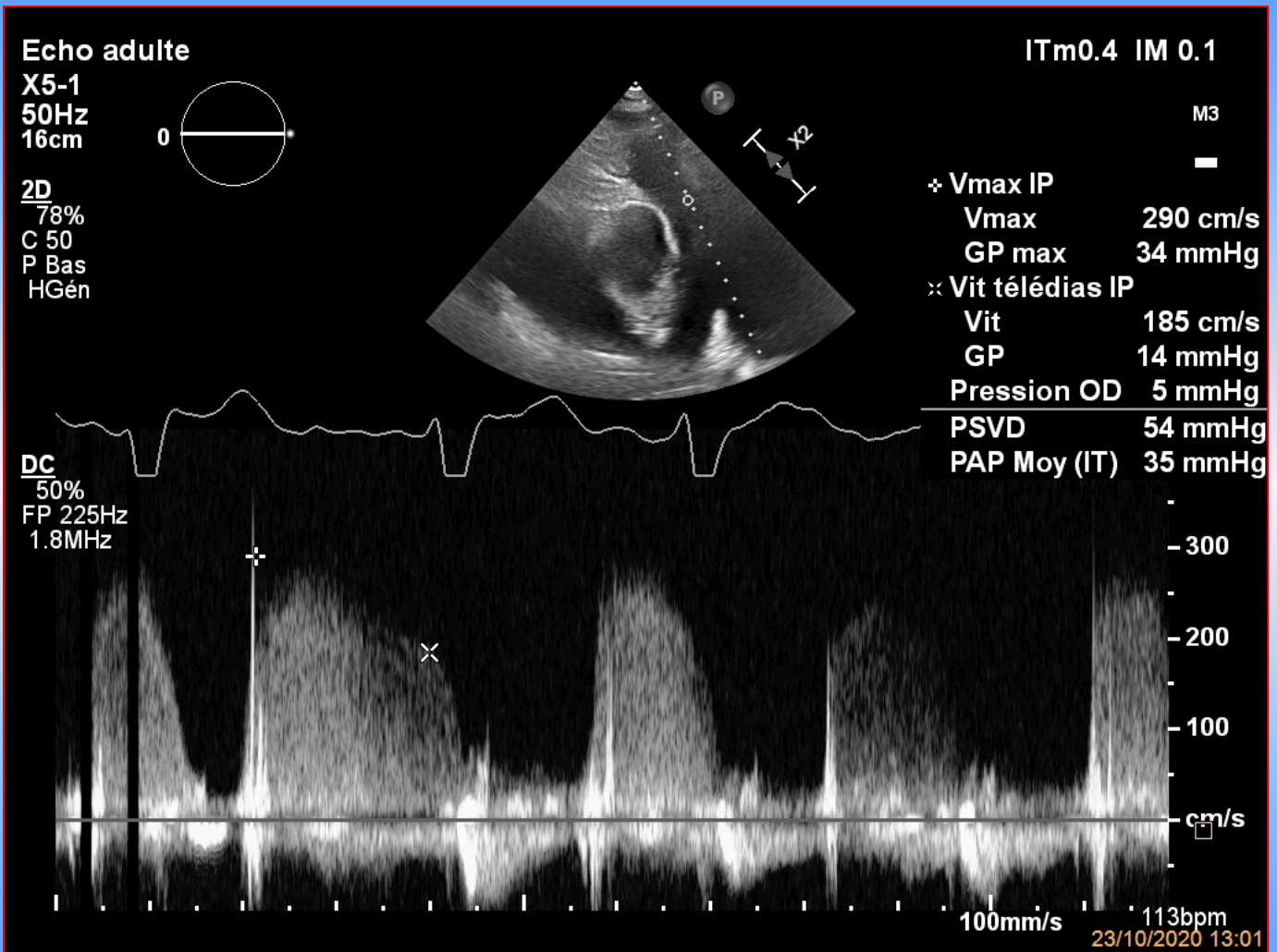
Méthode surtout utile si l'IT n'est pas analysable

$$\text{PAP d} = 4 V_2^2 + \text{POD}$$

$$\text{PAP m} = 4 V_1^2 + \text{POD}$$

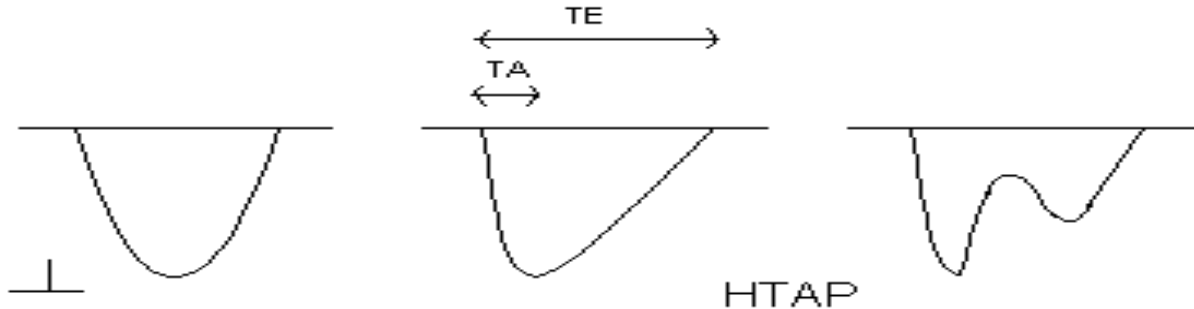
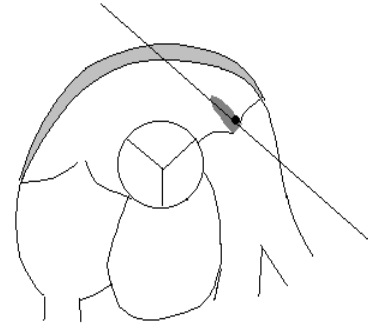
$$\text{PAP s} = 3 \text{ PAPm} - 2 \text{ PAPd}$$

Doppler continu pulmonaire

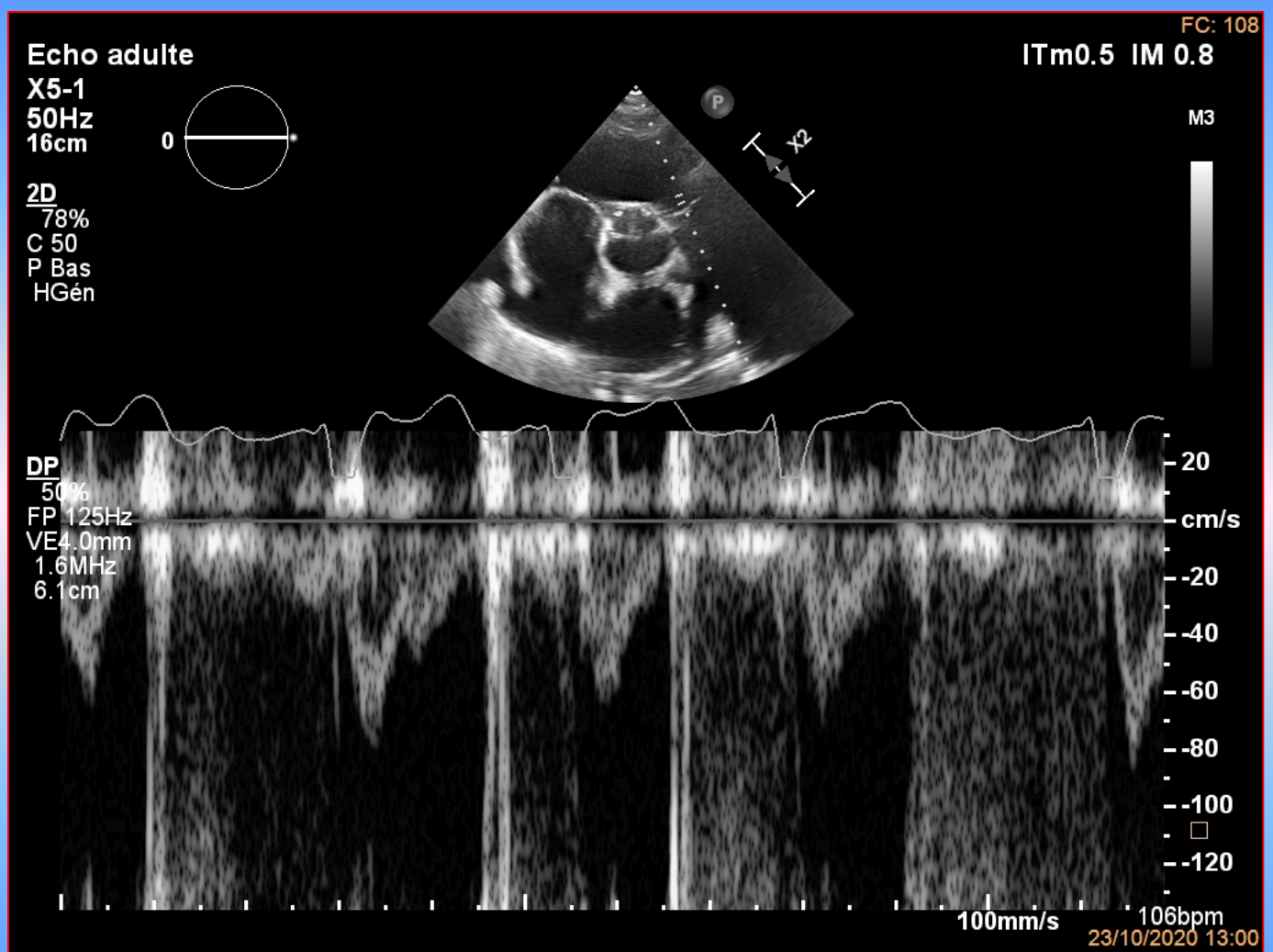


Etude du flux pulmonaire

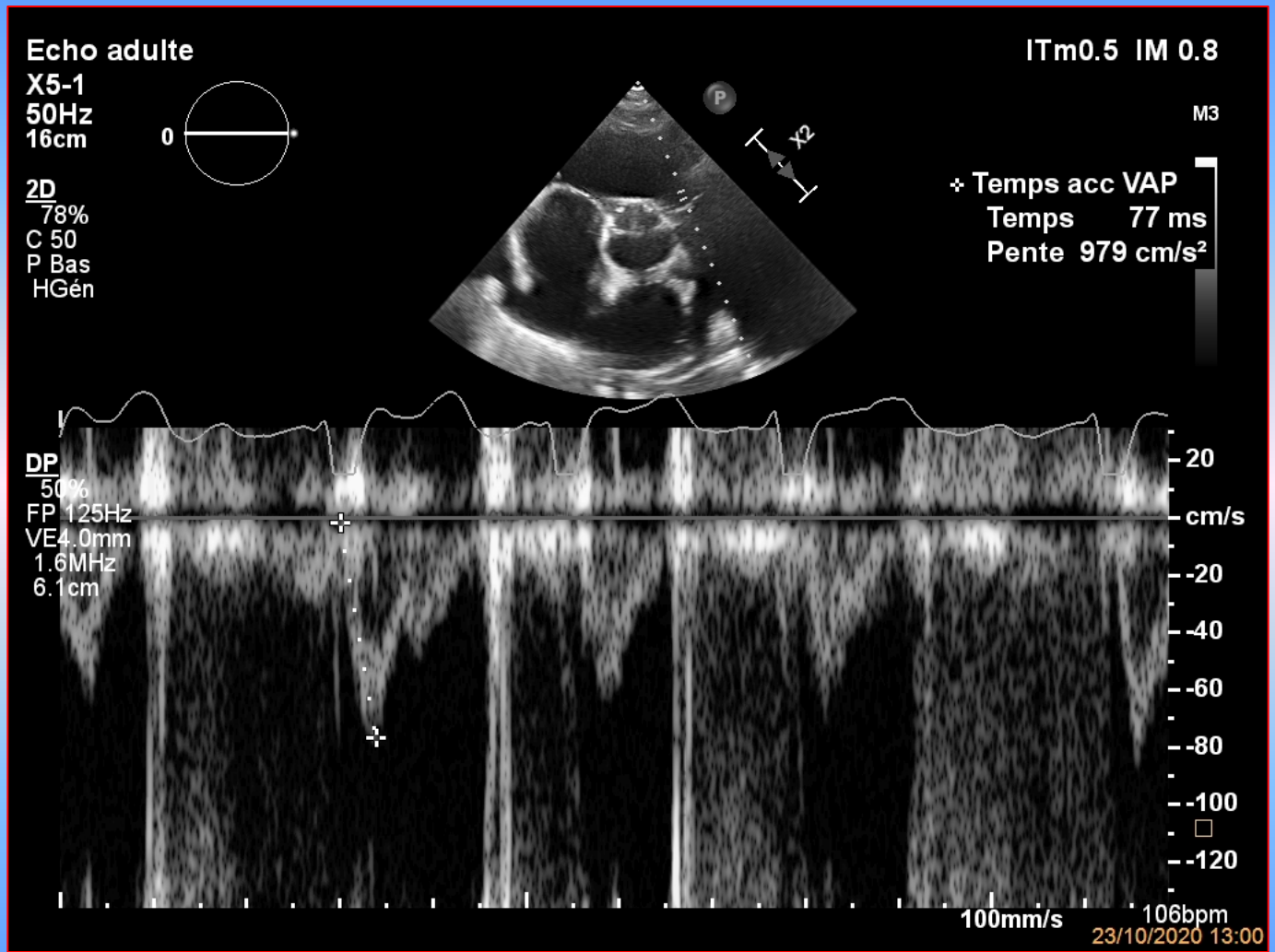
- ✓ Etude du flux pulmonaire en Doppler pulsé
- ✓ Mesure du temps d'accélération pulmonaire
- ✓ Diminué < 100 ms si résistances vasculaires pulmonaires
- ✓ Augmentées
- ✓ Aspect biphasique (notch) si HTAP sévère



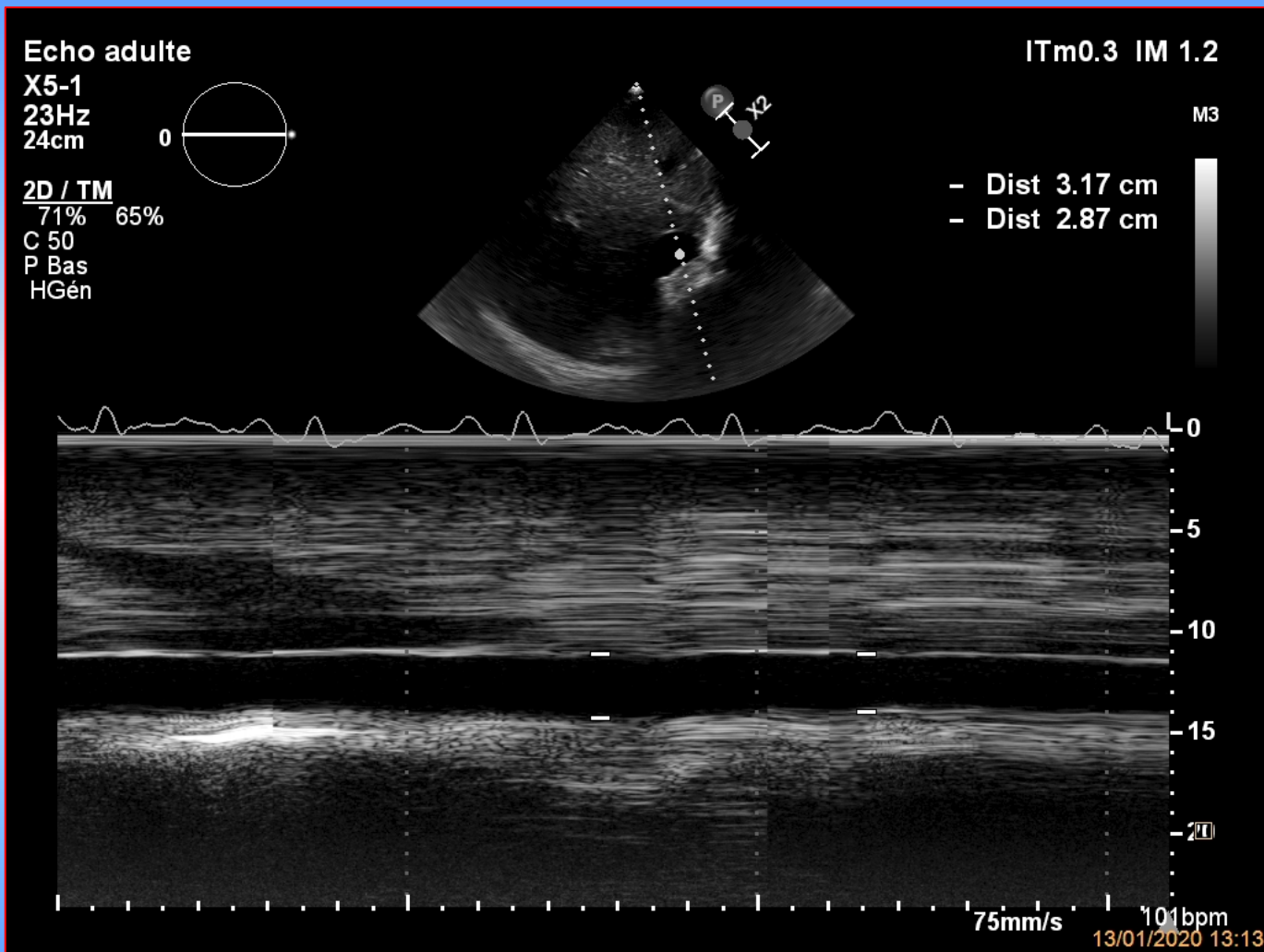
Doppler pulse pulmonaire



Doppler pulse pulmonaire



VCI dilatée non compliante



Conclusion

Echocardiographie

diagnostic d'EP chez les patients non mobilisables en état de choc

diagnostic différentiel de l'EP avec état de choc

Différencier le caractère aigu vs chronique

Fonction cardiaque droite

Dilatation du VD

Anomalies du remplissage du VG

Septum paradoxal

Altération fonction systolique du VD