

08h45 – 09h00 : Accueil des participants

09h00 – 09h30 : Concept des pressions de remplissage du ventricule gauche

09h30 – 10h30 : Le Ventricule Droit

10h30 – 11h00 : Pause

11h00 – 12h00 : Ateliers pratiques

12h00 – 13h00 : Pause repas

13h00 – 14h00 : Détresse respiratoire

14h00 – 15h00 : Etat de choc

15h00 – 16h00 : Ateliers pratiques

16h00 – 17h00 : Quizz interactif



Echographie cardiaque et hémodynamique avancée

Etat de choc



GE HealthCare

Dr Thibaut MARKARIAN

Médecin Urgentiste

AP-HM Hôpital La Timone Adultes

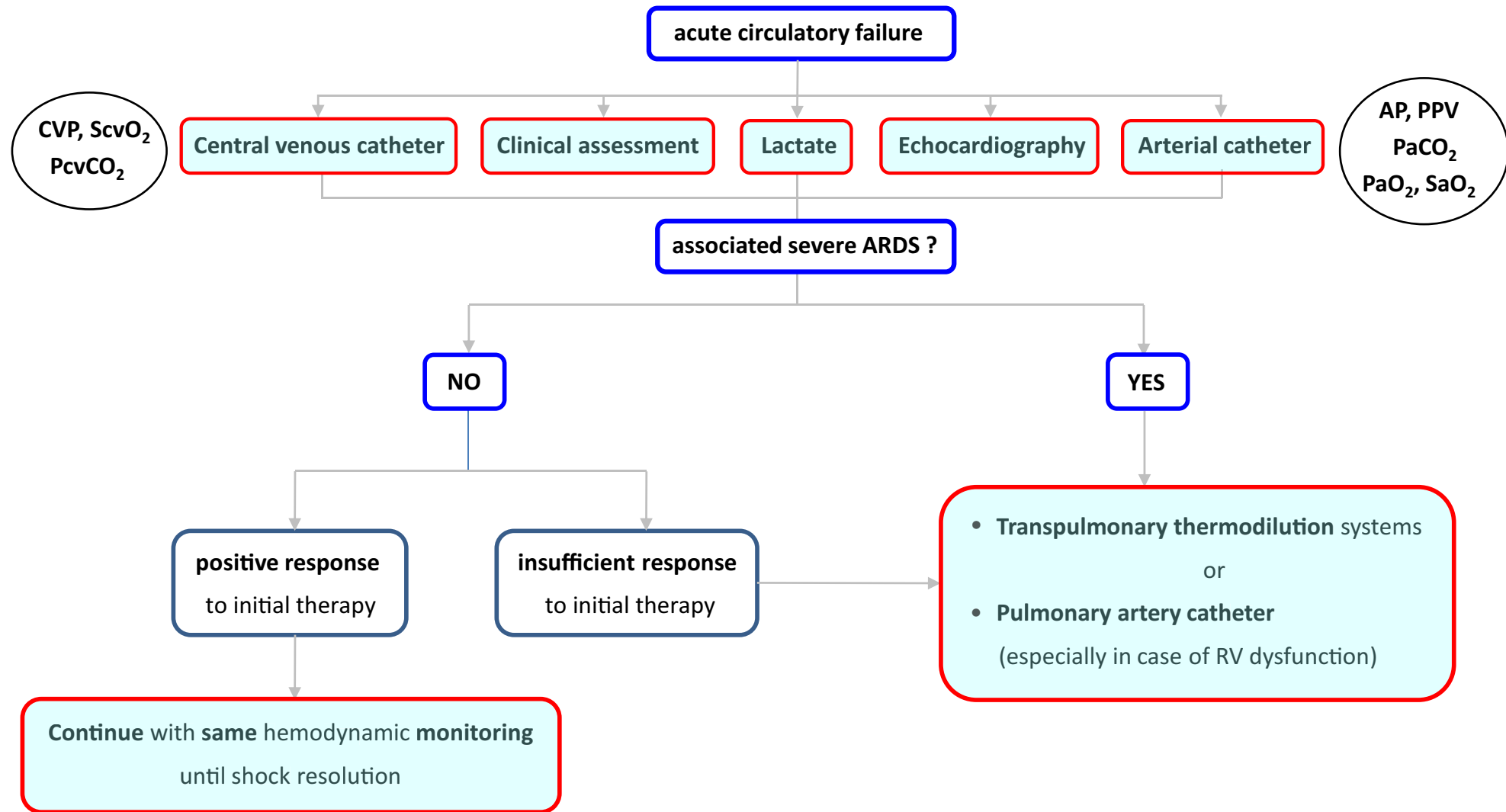
Marseille

Hôpitaux
Universitaires
de Marseille | **ap.**
hm

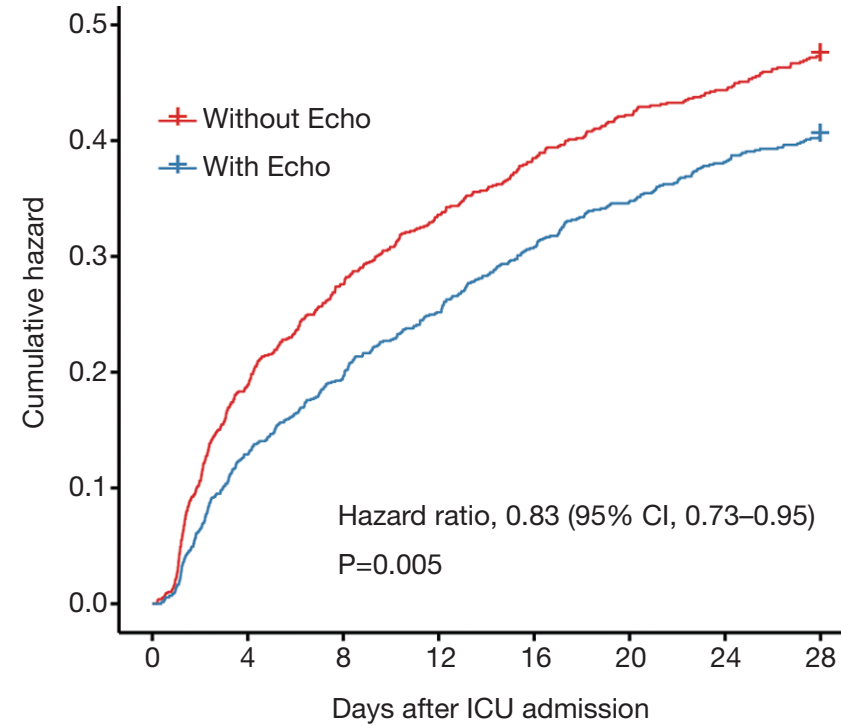
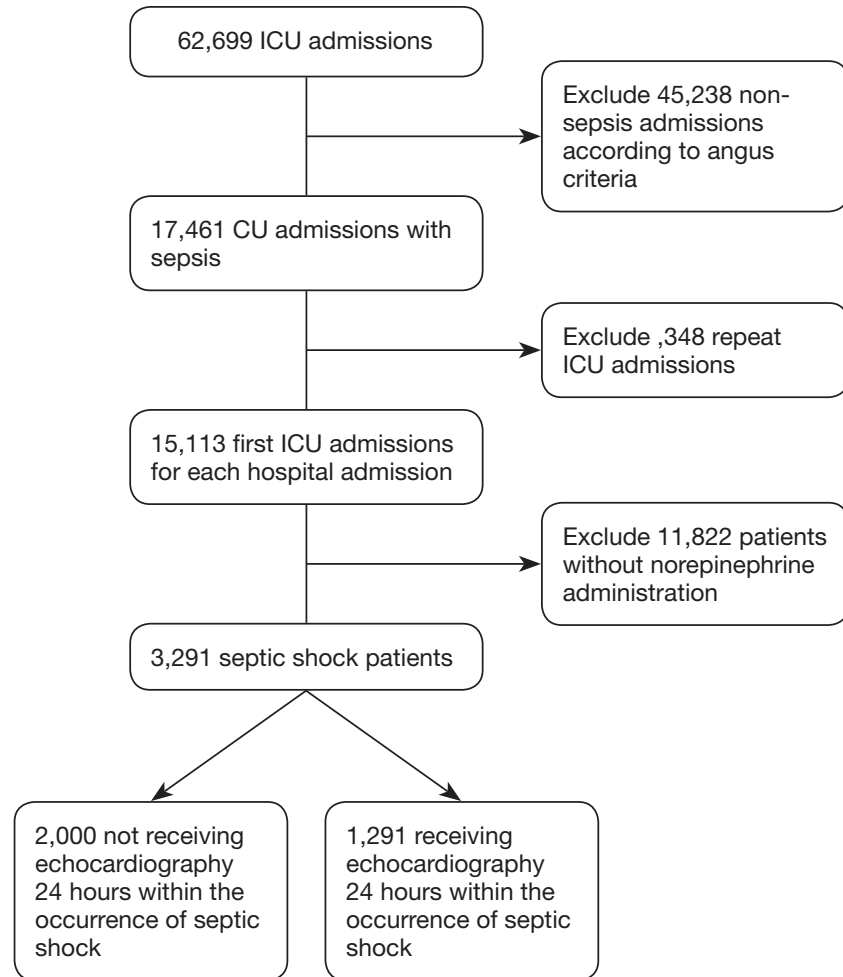


Faculté des sciences
médicales et paramédicales
Aix Marseille Université

Etat de choc et hémodynamique



Etat de choc et hémodynamique



ETAT DE CHOC

PROFIL

- EPP
- FeVG
- PRVG
- ITV

SECURITE

- FeVG
- PRVG
- ITV

MONITORING

- ITV

Meilleure méthode au lit du patient pour évaluer la fonction cardiaque de façon répétée

1. Caractériser le trouble hémodynamique

- Evaluation visuelle
- Evaluation du statut volémique
- Evaluation du débit cardiaque

2. Sélectionner la meilleure option thérapeutique

3. Evaluer la réponse au traitement

- Clinique
- Biologie
- Hémodynamique et son optimisation

PROFIL

SECURITE

MONITORING



Meilleure méthode au lit du patient pour évaluer la fonction cardiaque de façon répétée

1. Caractériser le trouble hémodynamique

- **Evaluation visuelle**
- Evaluation du statut volémique
- Evaluation du débit cardiaque

2. Sélectionner la meilleure option thérapeutique

3. Evaluer la réponse au traitement

- Clinique
- Biologie
- Hémodynamique et son optimisation

PROFIL

SECURITE

MONITORING



Etats de Choc

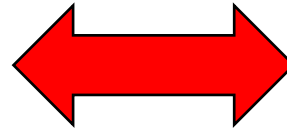
4 modèles

Bas Débit

Choc Obstructif

Choc Cardiogénique

Choc Hypovolémique



Haut Débit

Choc Distributif

Etats de Choc

4 modèles

Bas Débit

Choc Obstructif

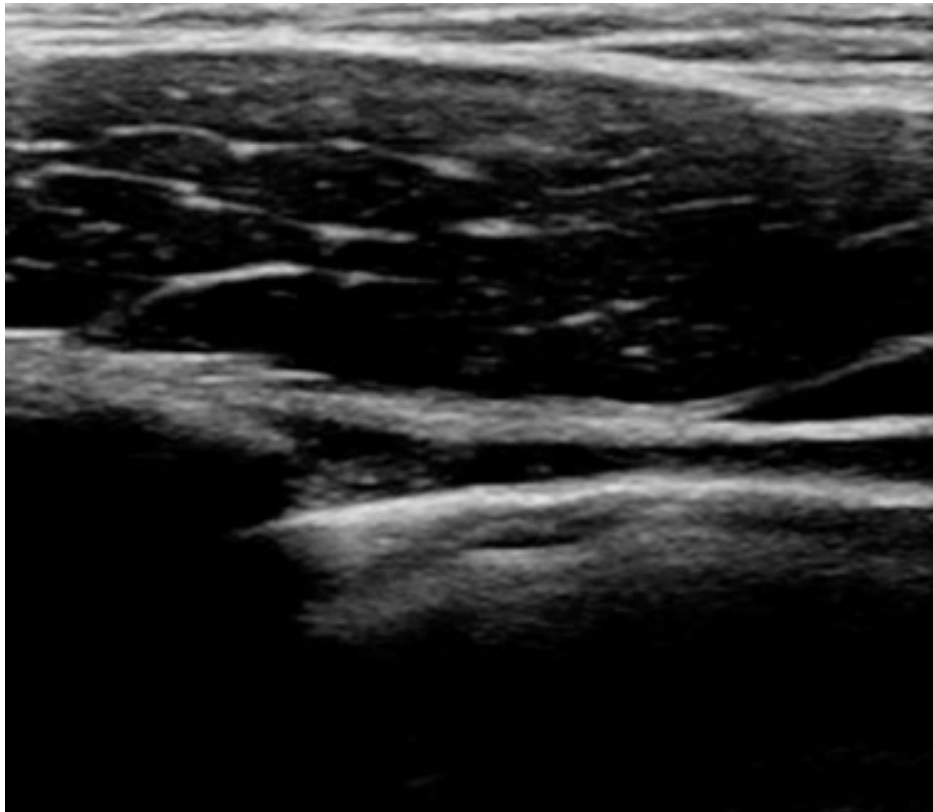
Choc Cardiogénique

Choc Hypovolémique

Haut Débit

Choc Distributif

Pneumothorax



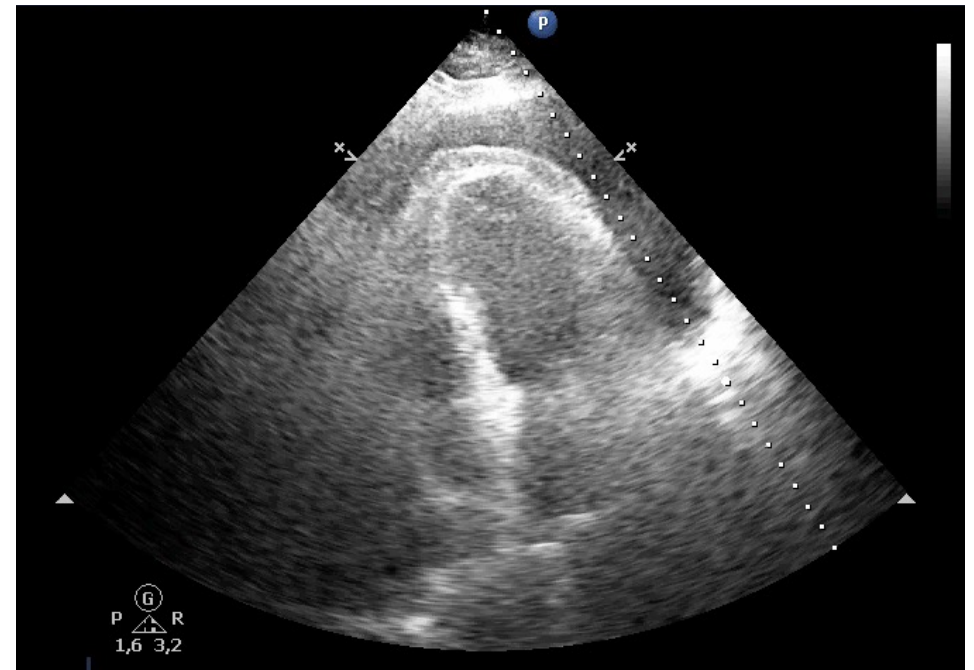
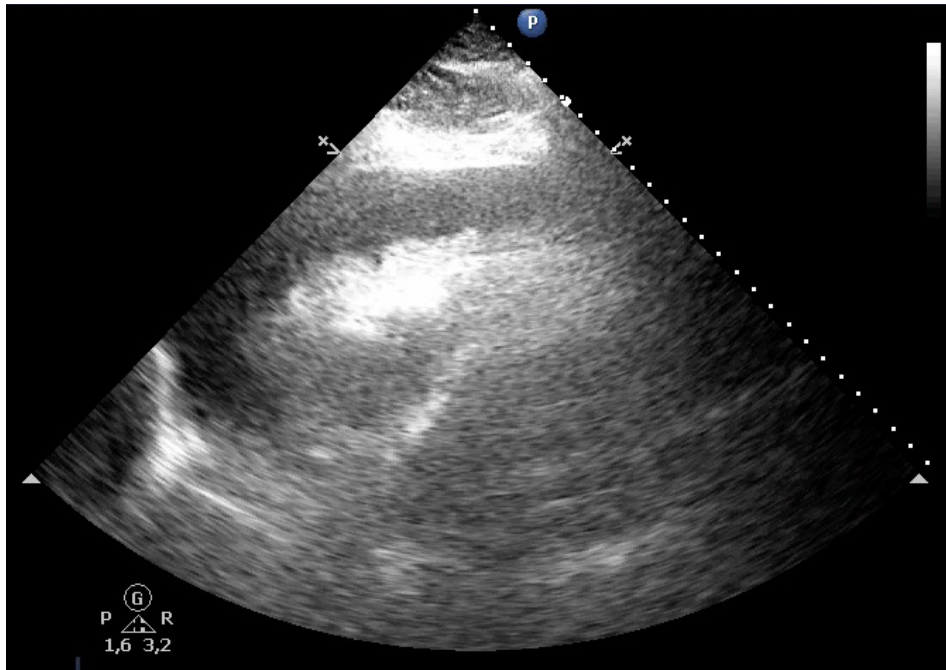
Choc obstructif

Tamponnade



Signes échocardiographiques de Tamponnade

1. Compression systolique de l'OD puis diastolique du VD (4C et SC)
2. Pouls paradoxal échographique (diminution inspiratoire des vitesses des flux aortique et mitrale en VS) (4C)
3. Septum paradoxal (PSPA)
4. « swinging heart » = mouvement pendulaire systolo-diastolique du cœur dans l'épanchement (4C et SC)
5. Dilatation majeure de la VCI (>25mm) avec absence de variations respiratoires (SC)



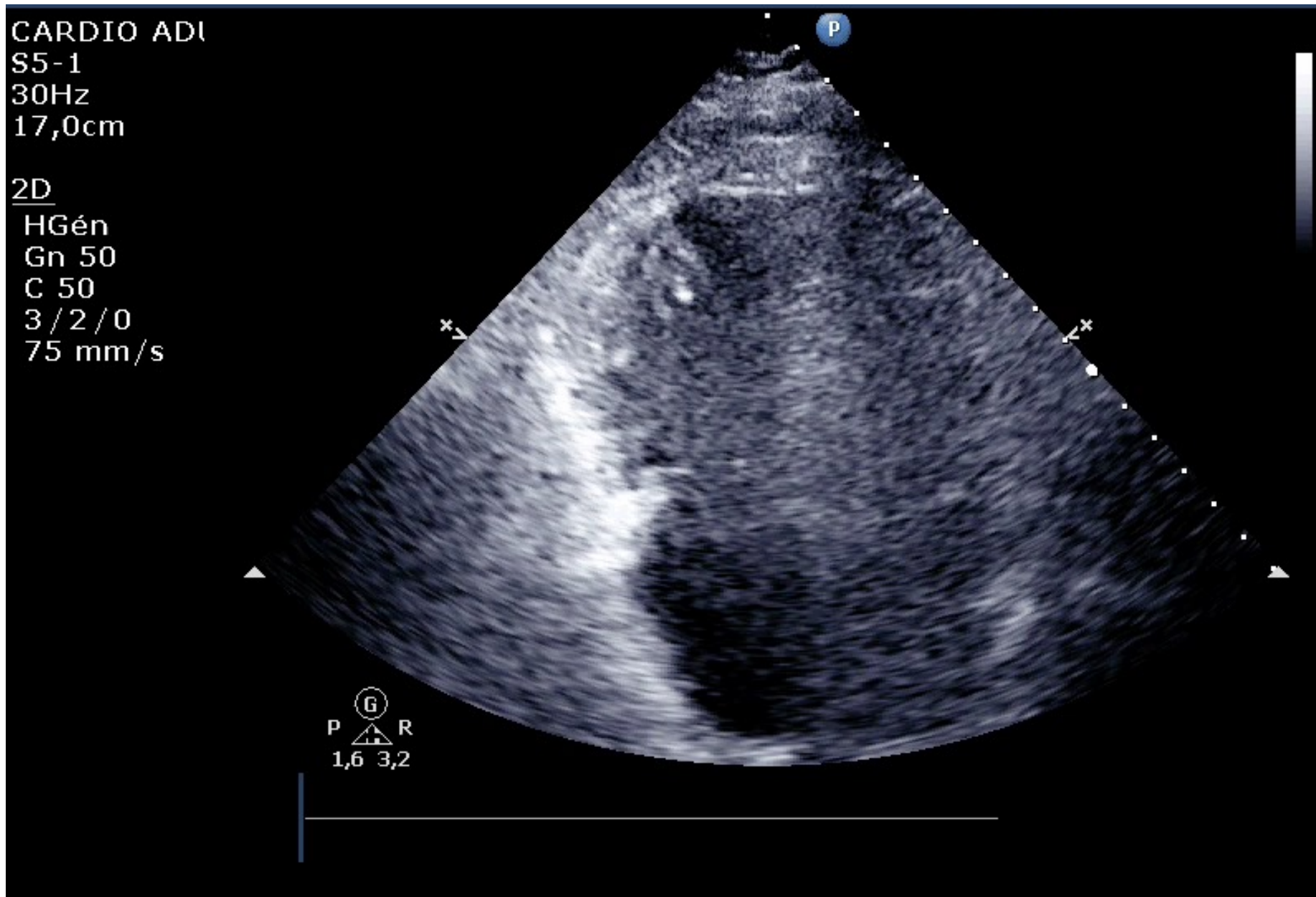
Cœur Pulmonaire Aigu

1. diastolic overload = dilatation ventriculaire droite
2. systolic overload = dyskinésie septale = septum paradoxal

Conséquence possible

- Insuffisance Circulatoire Aigue

Diastolic overload : dilatation ventriculaire



Systolic overload : septum paradoxal

CARDIO ADI

S5-1

33Hz

15,0cm

2D

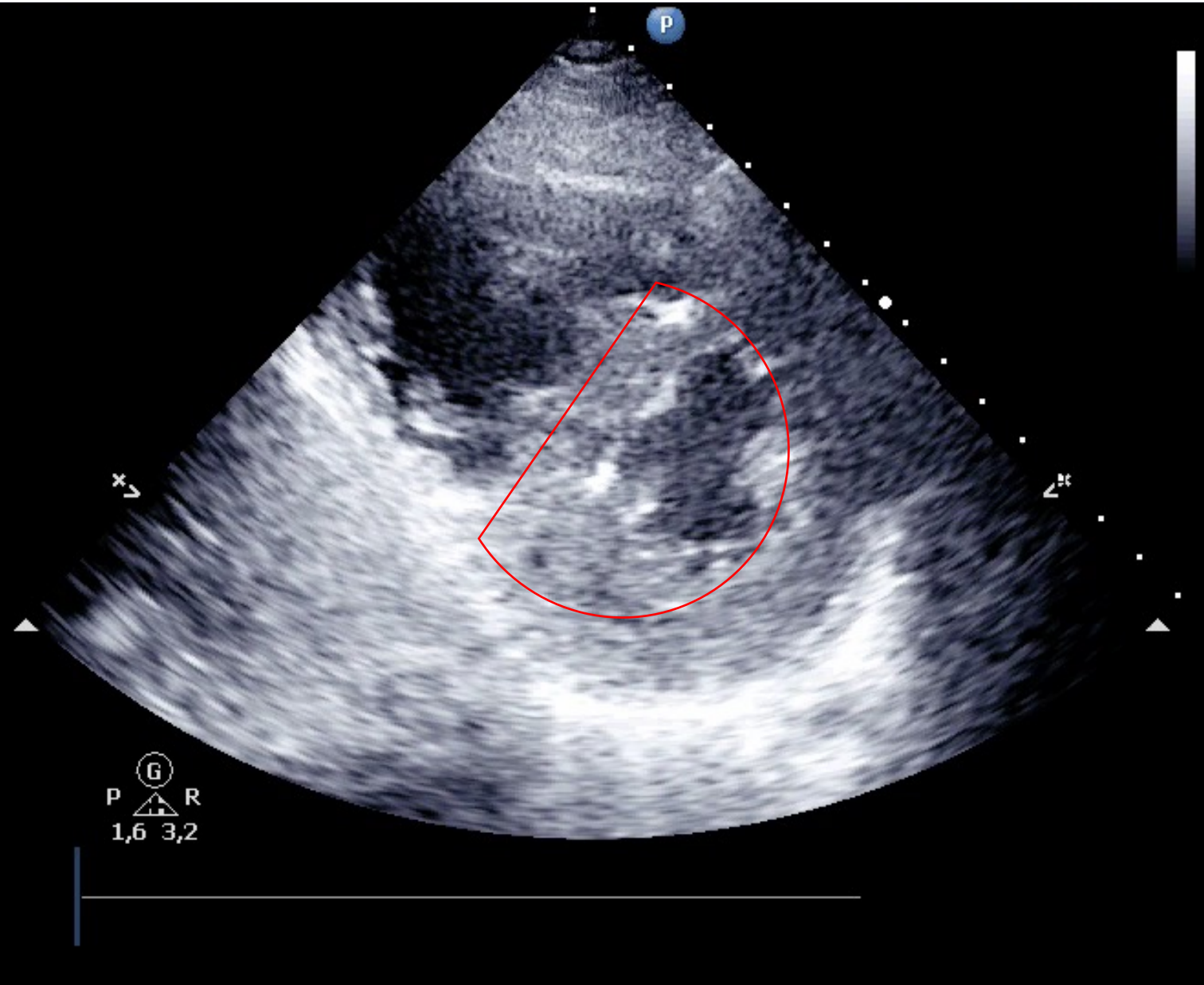
HGén

Gn 50

C 50

3 / 2 / 0

75 mm/s



Diagnostics ??

- Embolie Pulmonaire
- Pneumopathie hypoxémiante
- Syndrome de Détresse Respiratoire Aigue
- Ventilation mécanique

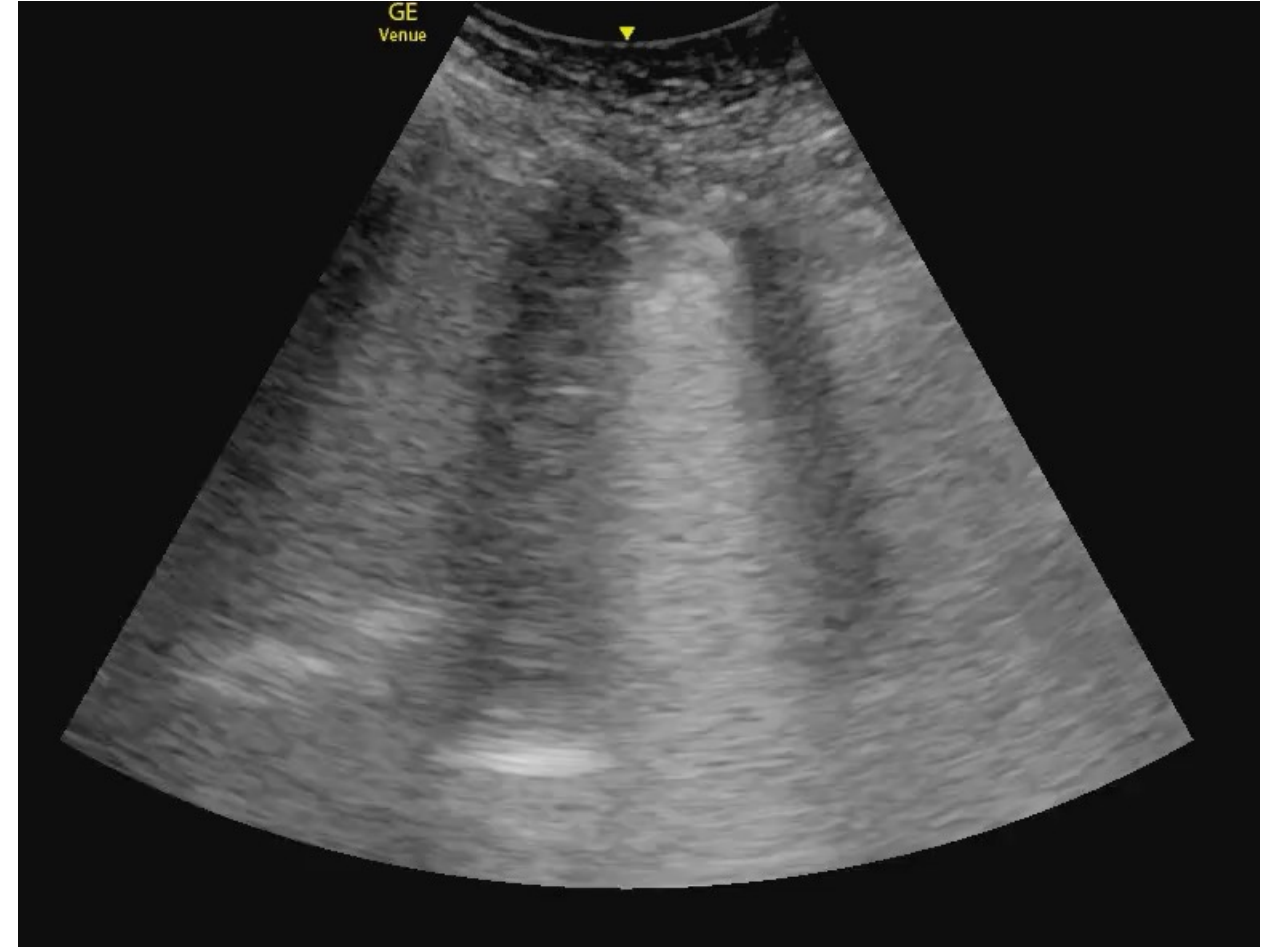
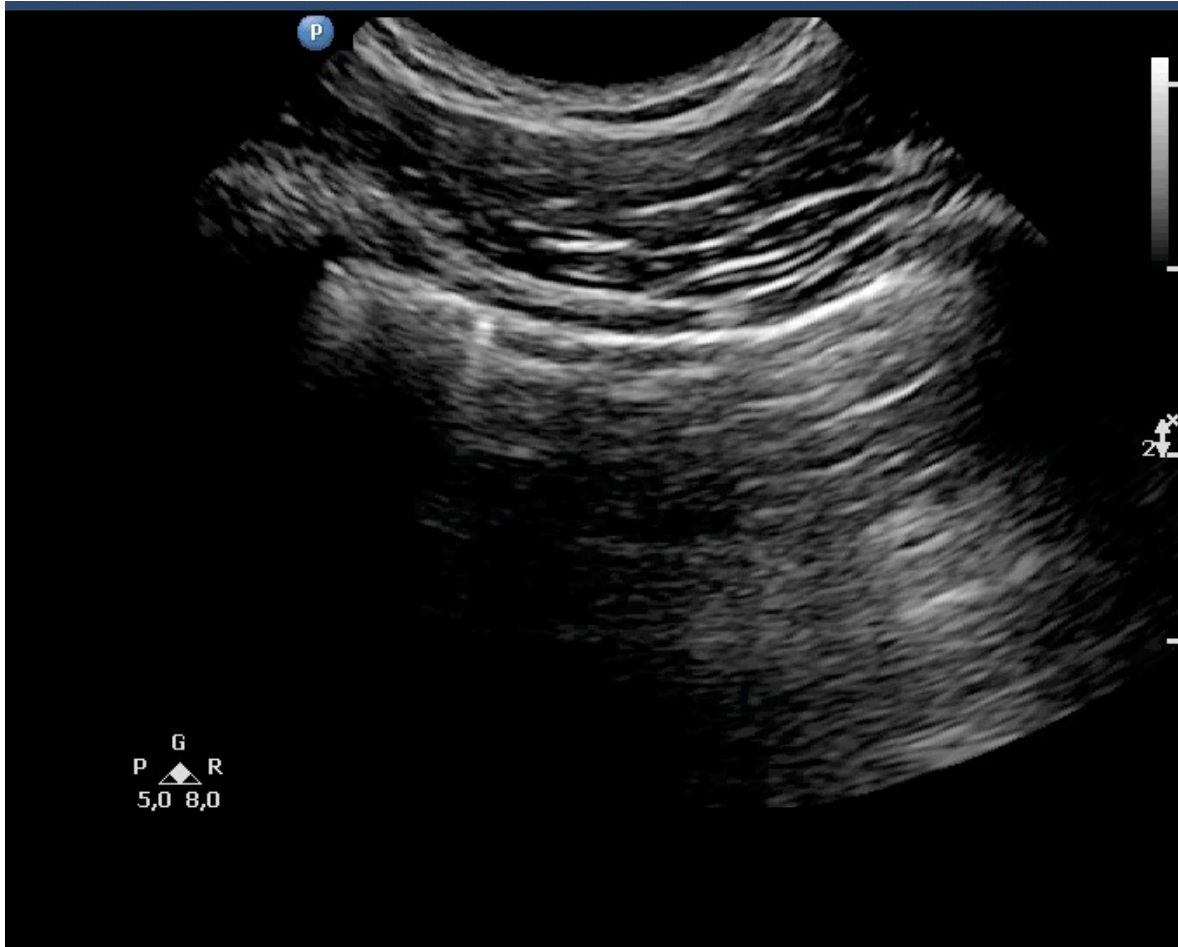
RiHT : Thrombus intra-cavitaire droit



Echo de compression 4 points positive



Echographie pulmonaire : Profil A +/- consolidations bases



Etats de Choc

4 modèles

Bas Débit

Choc Obstructif

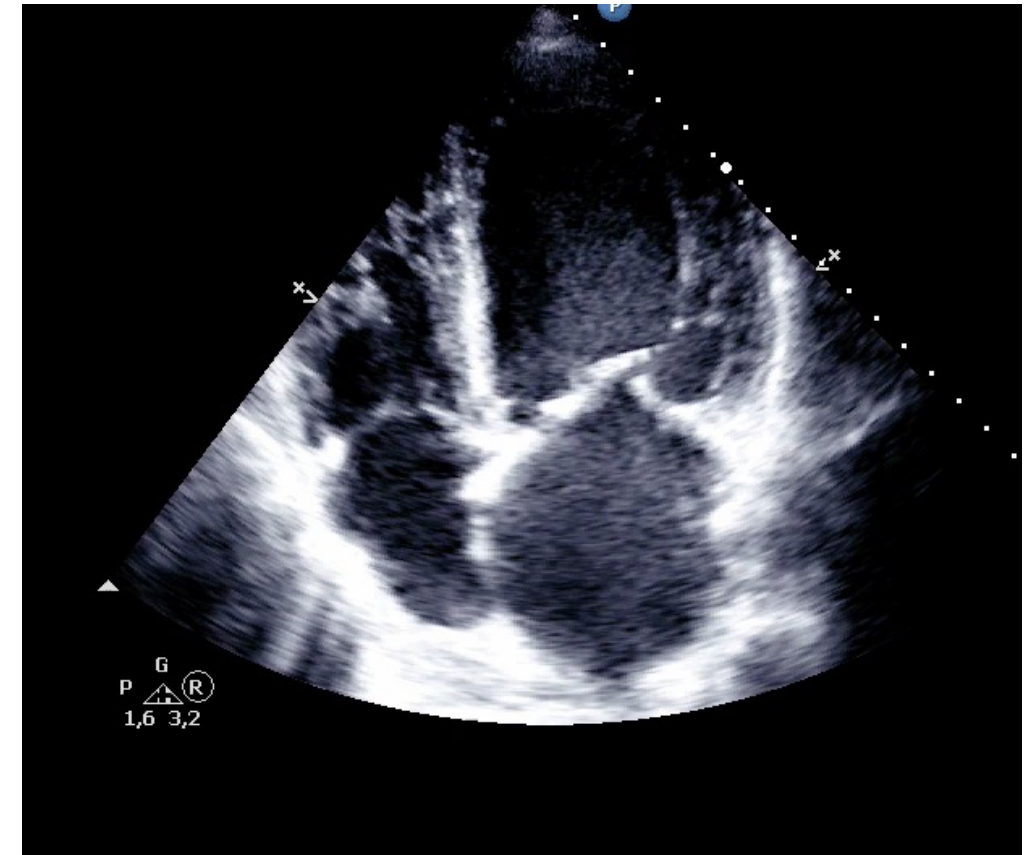
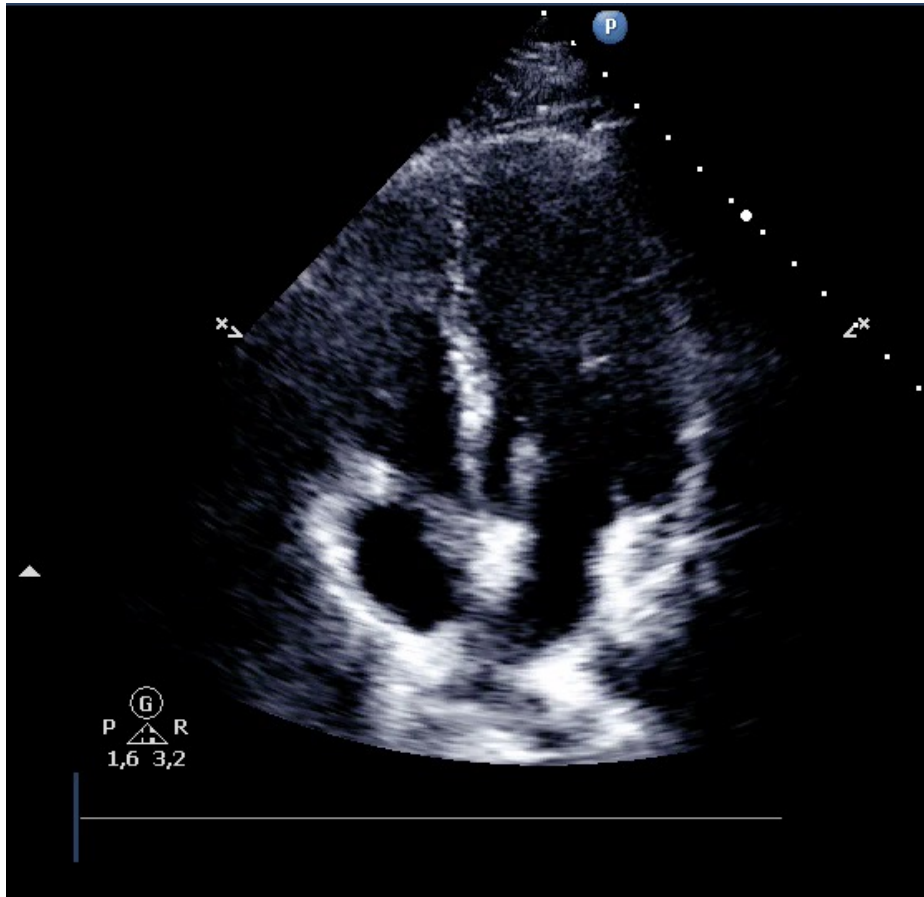
Choc Cardiogénique

Choc Hypovolémique

Haut Débit

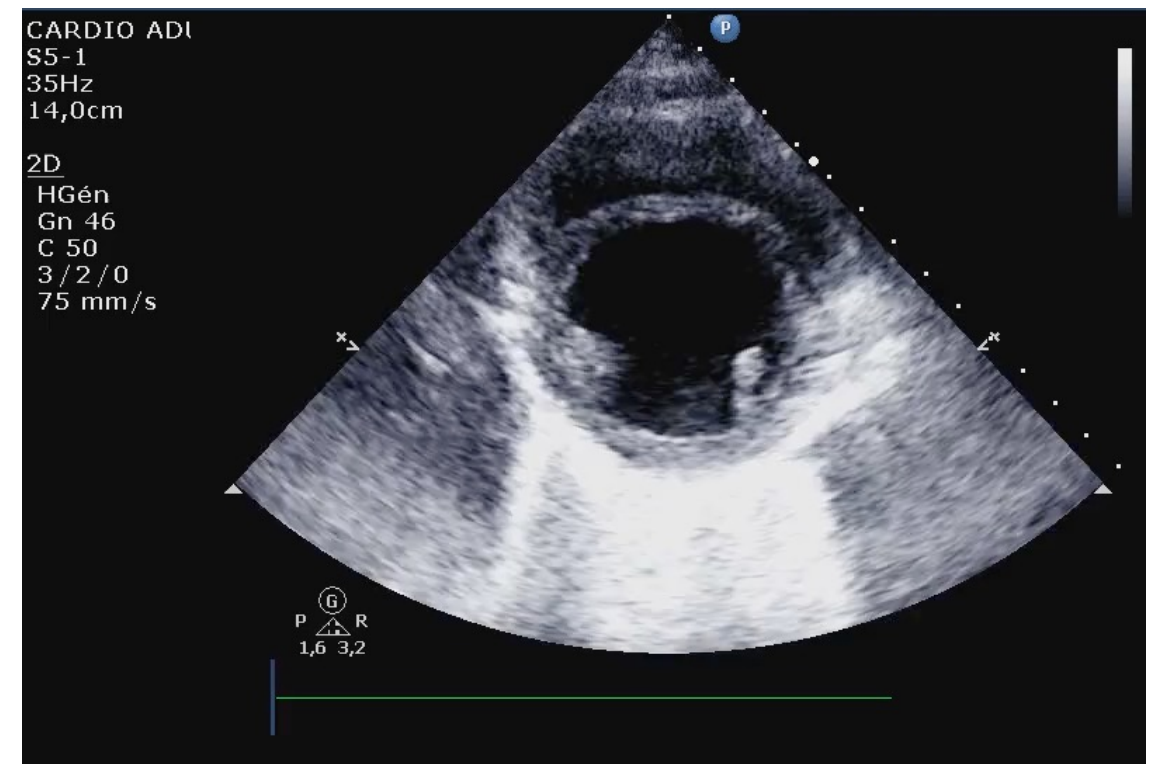
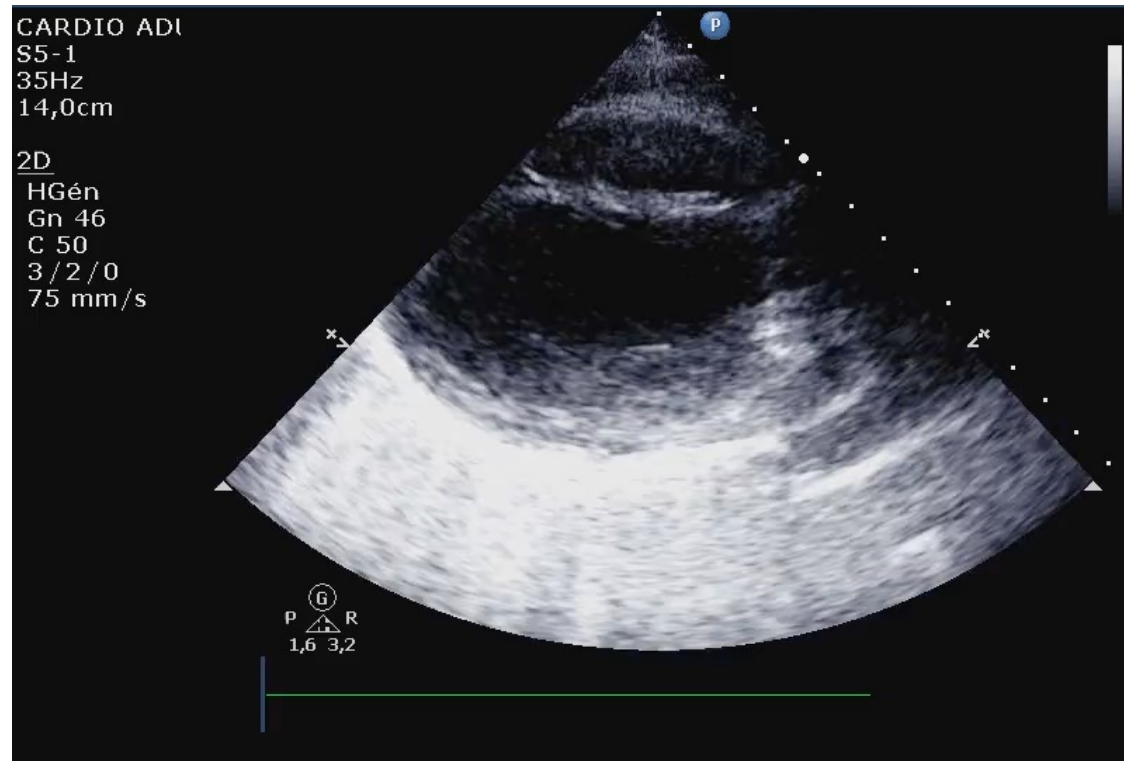
Choc Distributif

FeVG visuelle

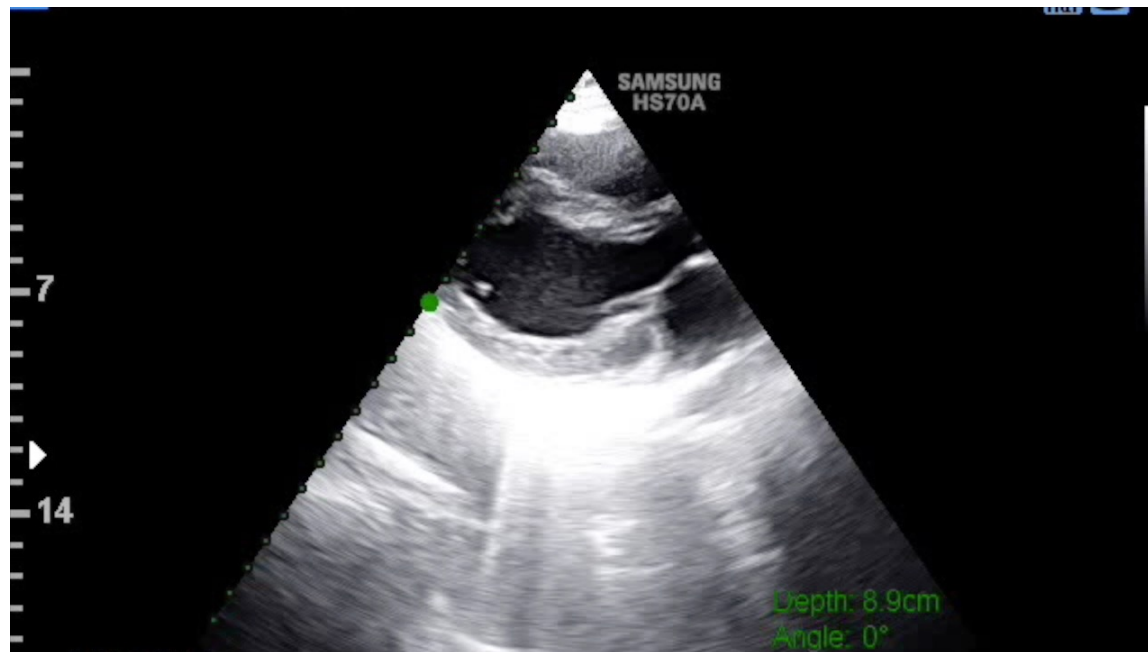
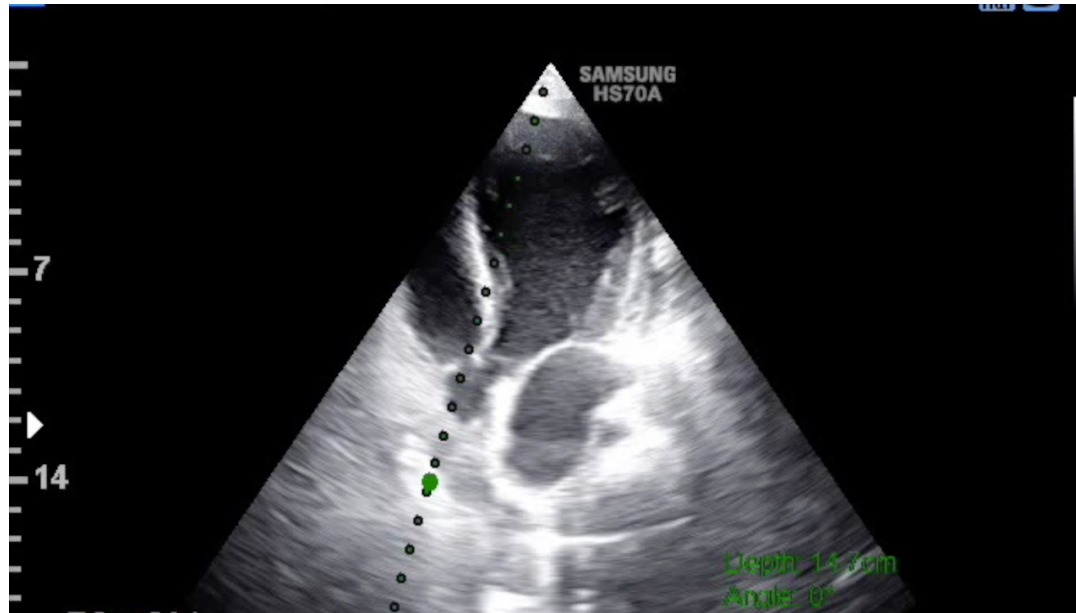


- Normale : $\geq 50\%$
- Modérément altérée : 40% - 49%
- Très altérée : $< 40\%$

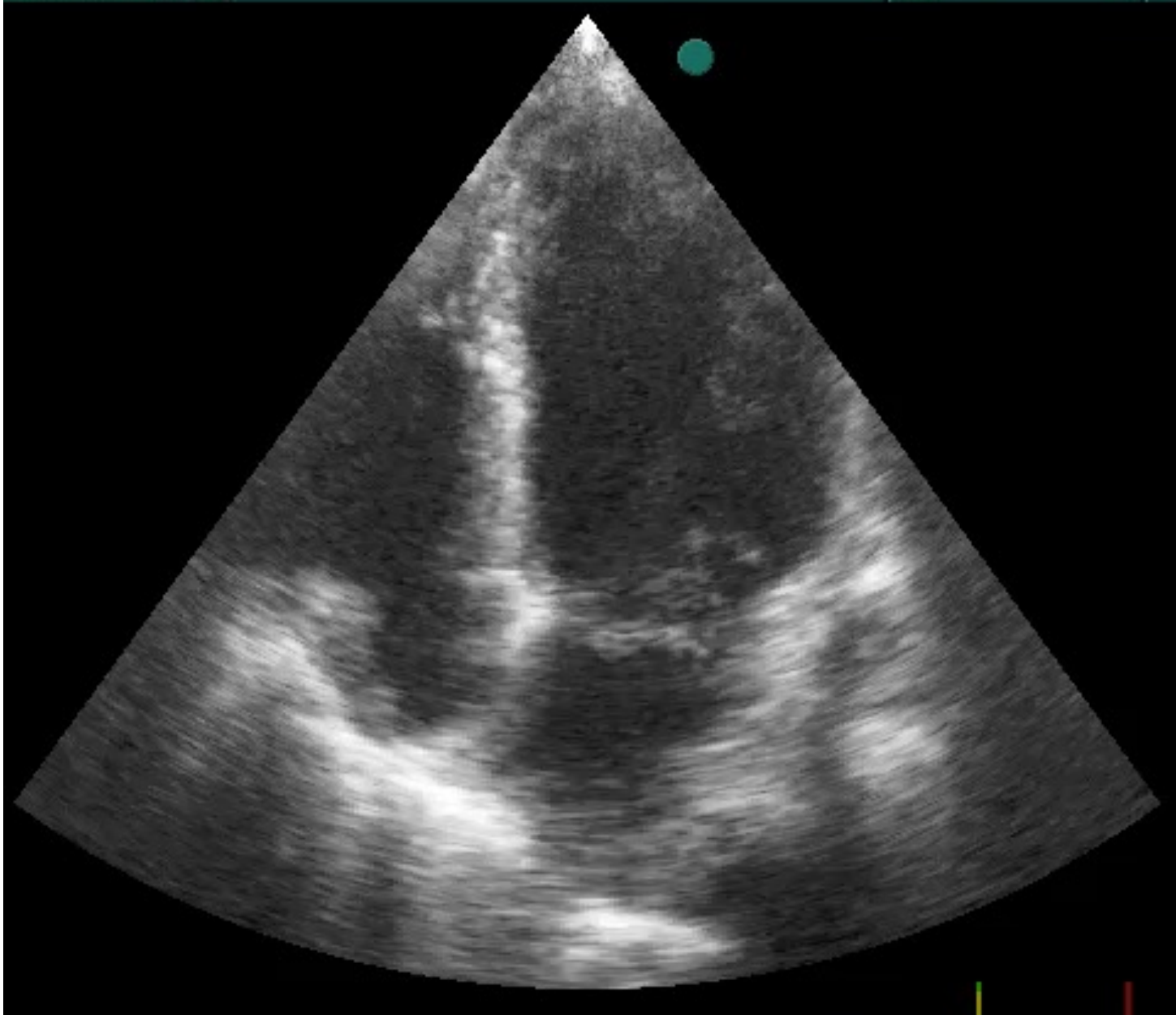
Choc Cardiogénique



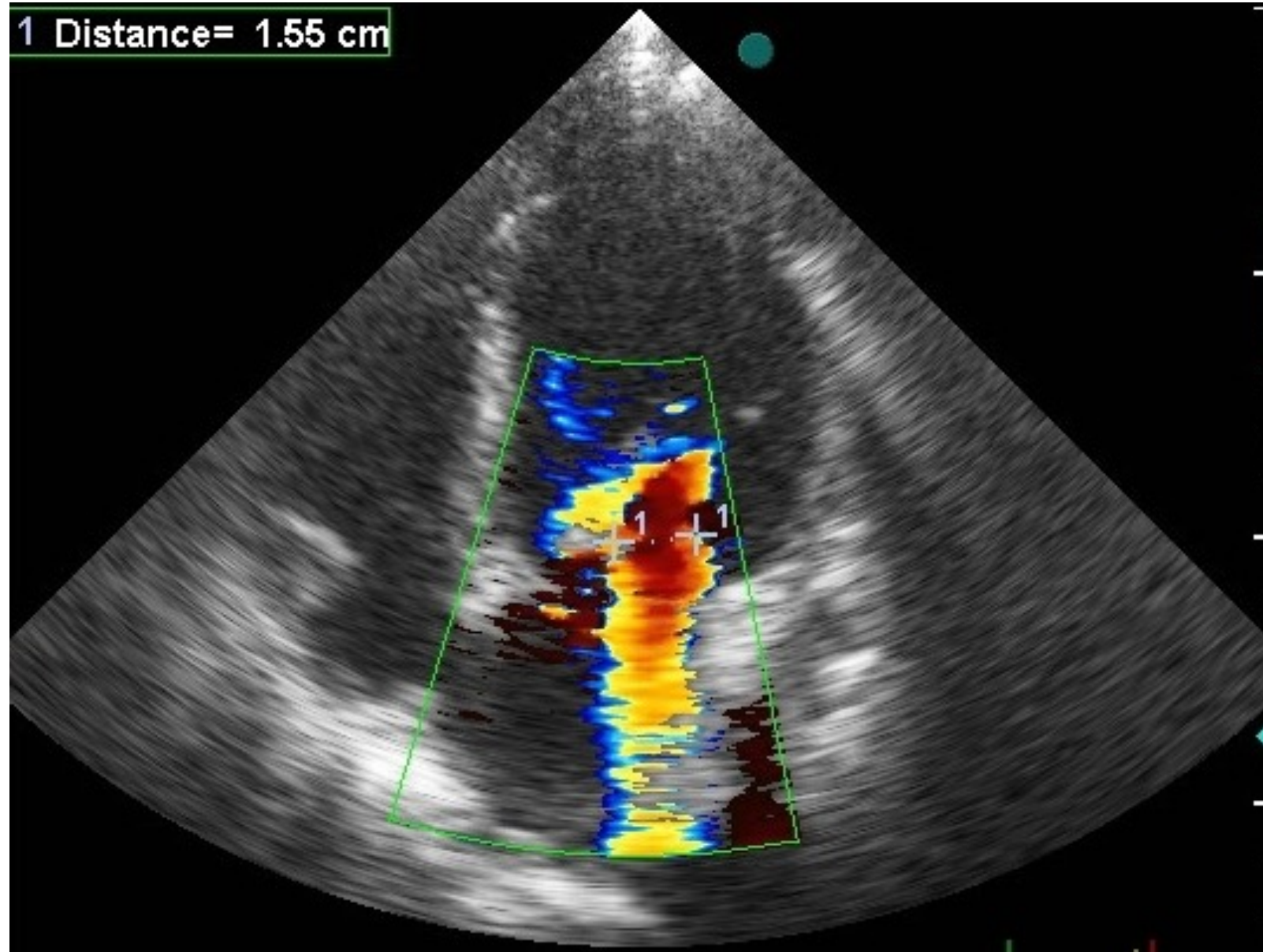
Choc Cardiogénique



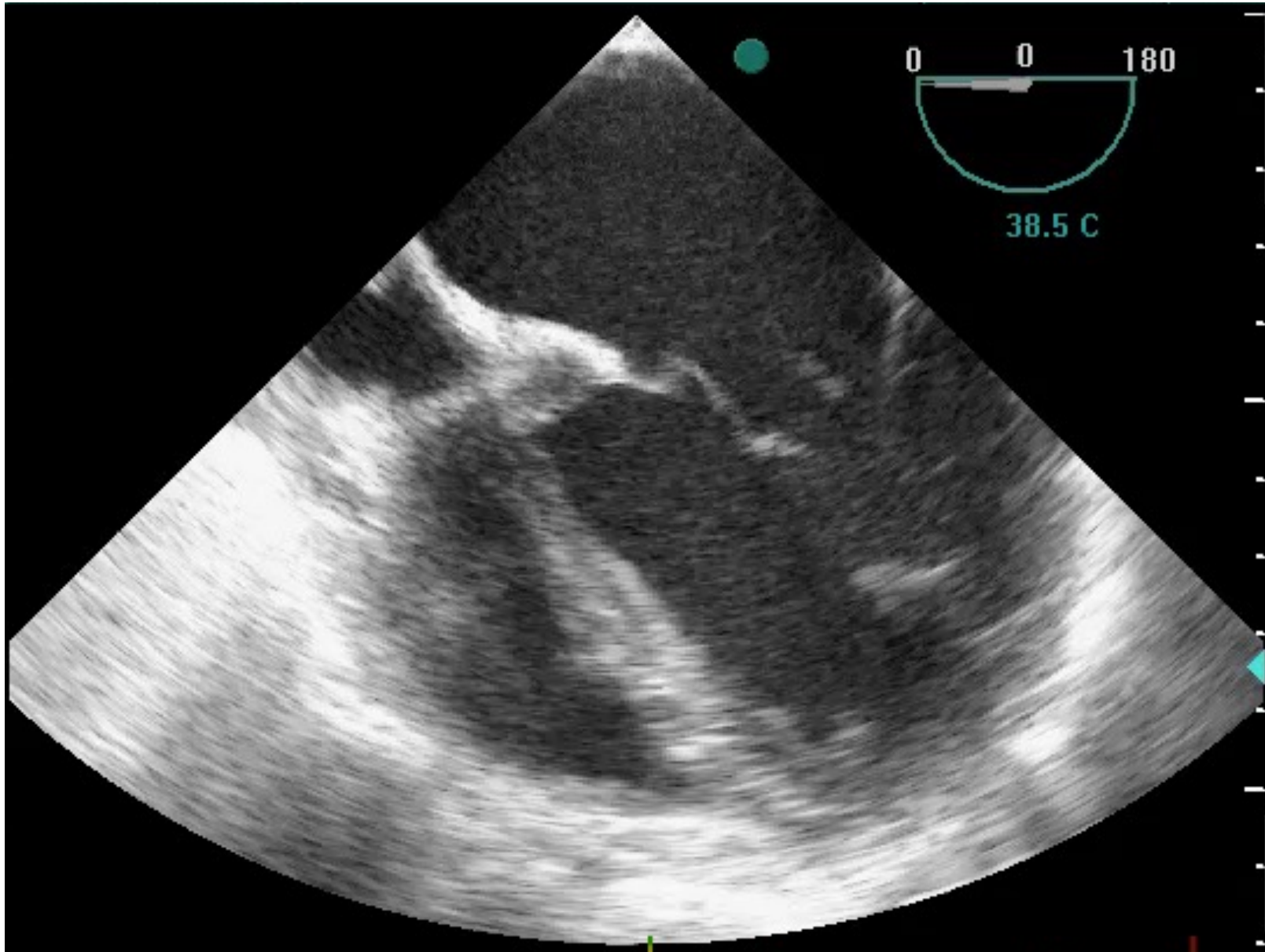
Choc Cardiogénique



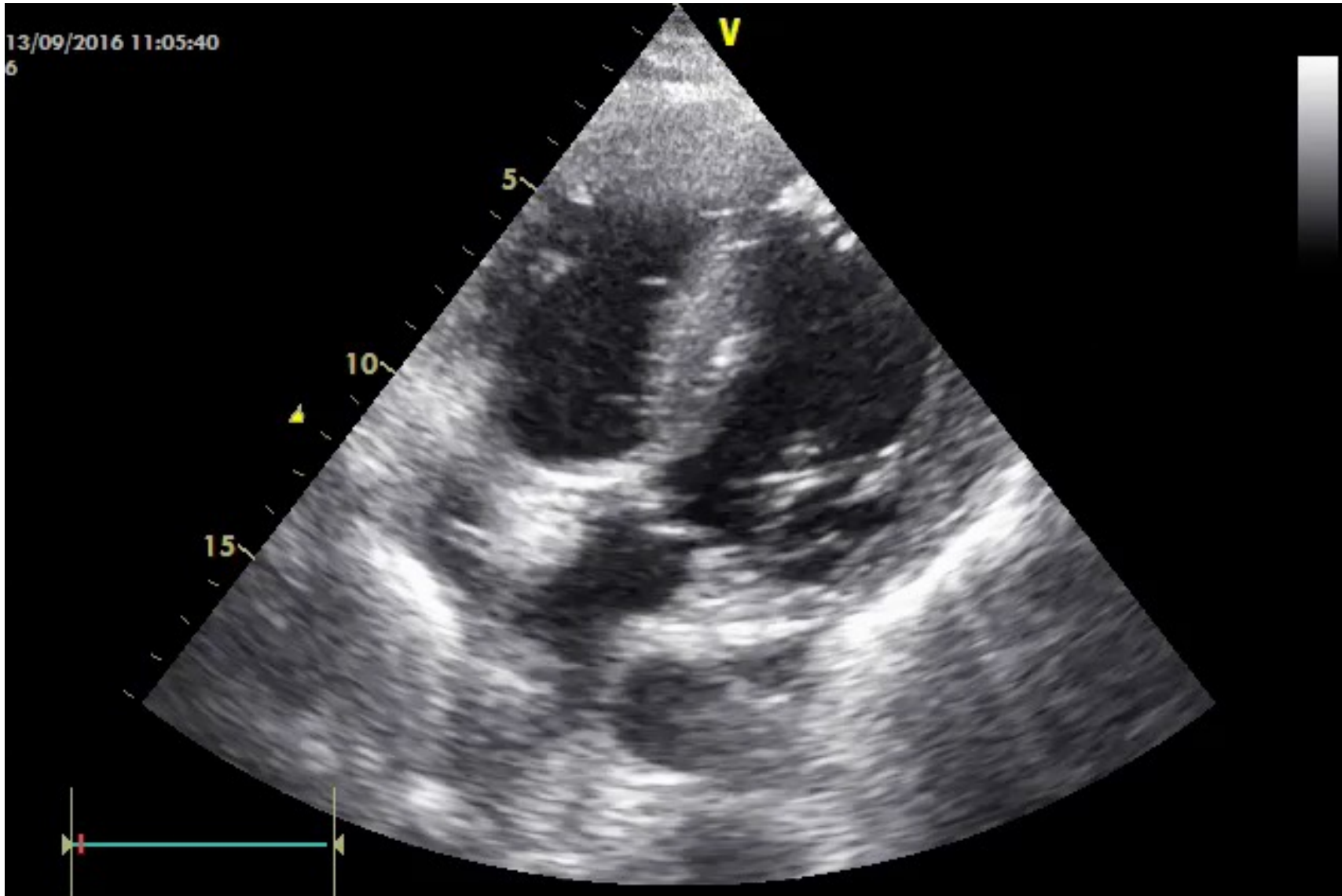
Choc Cardiogénique



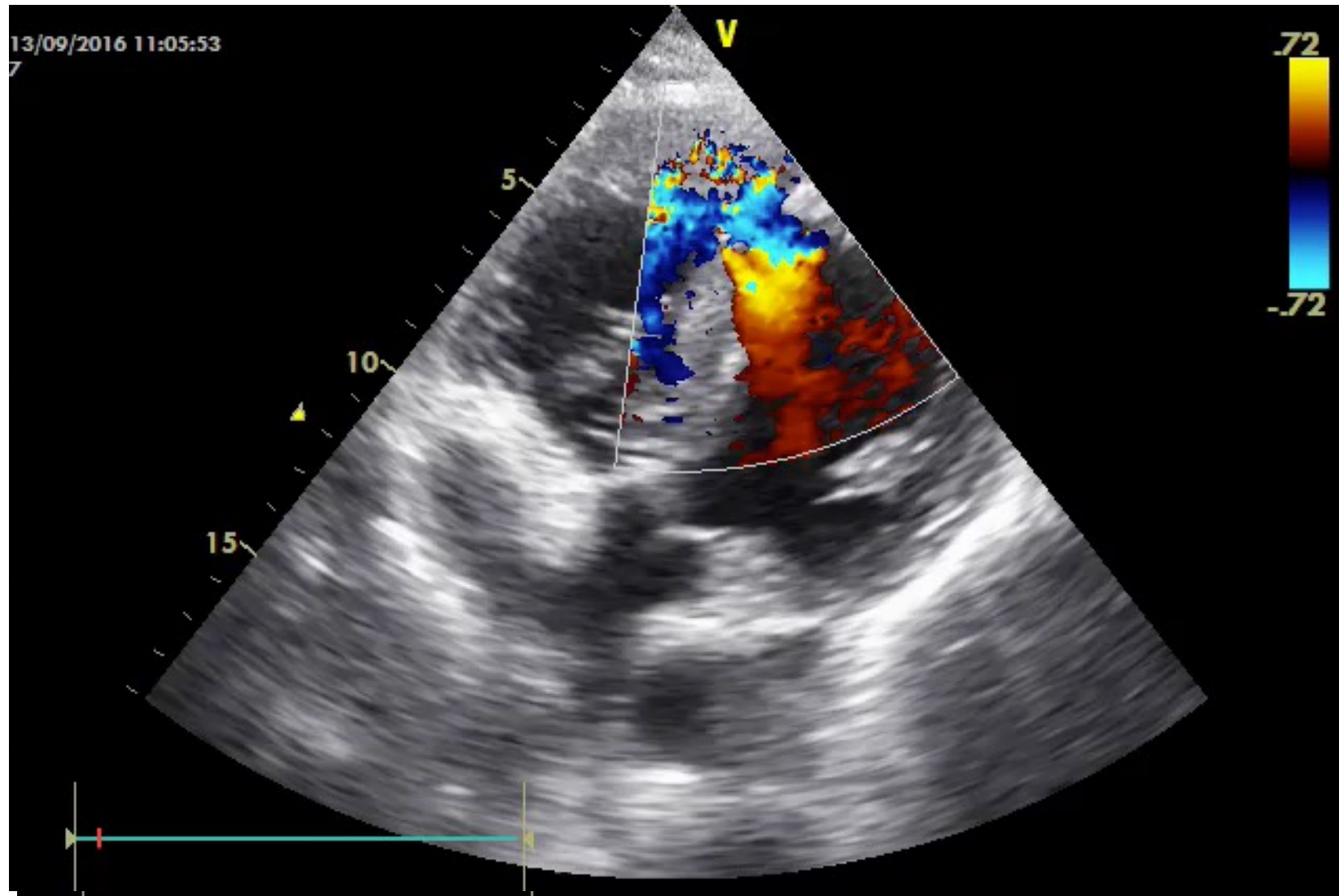
Choc Cardiogénique



Choc Cardiogénique



Choc Cardiogénique



Etats de Choc

4 modèles

Bas Débit

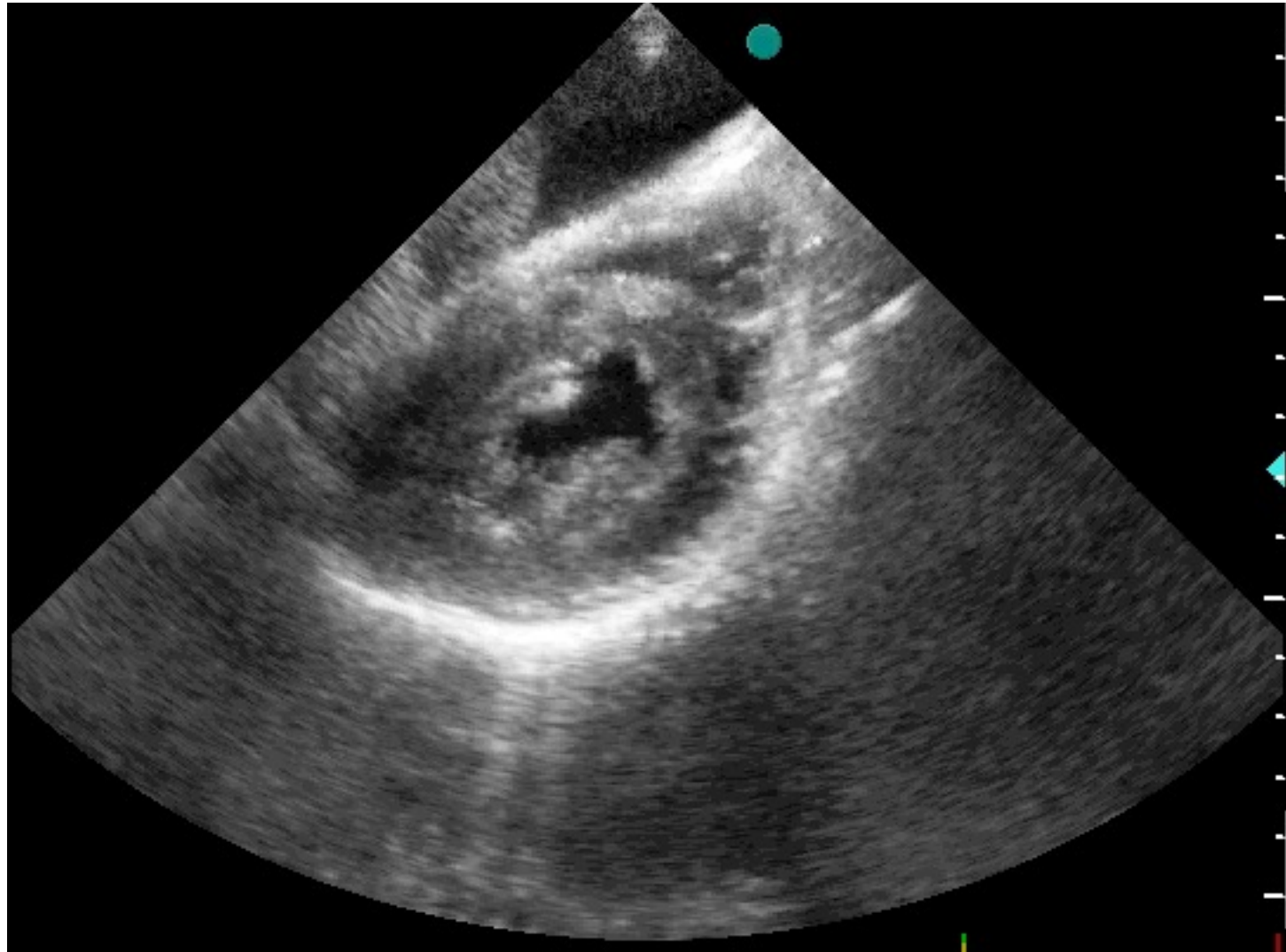
Choc Obstructif

Choc Cardiogénique

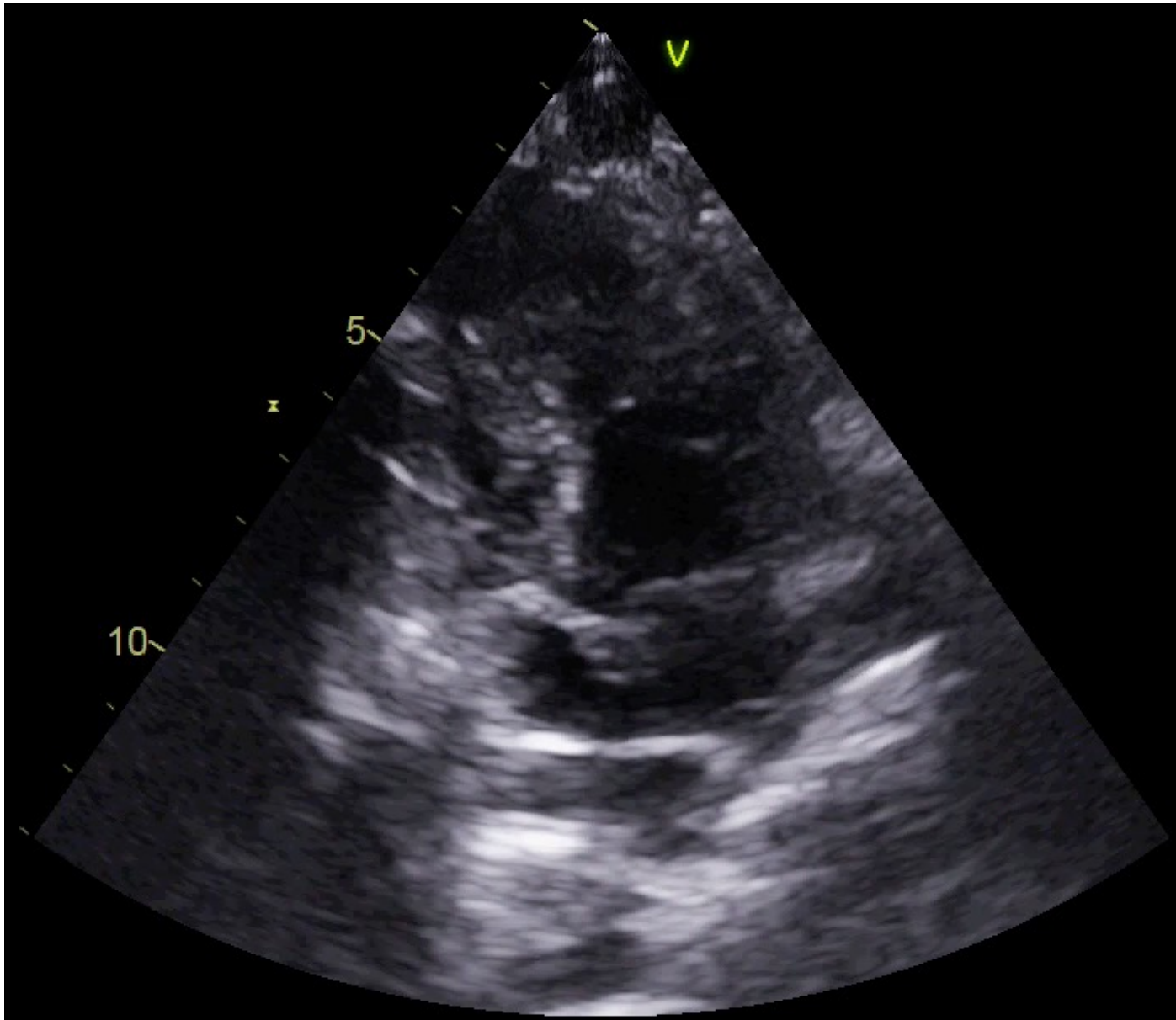
Choc Hypovolémique

Haut Débit

Choc Distributif

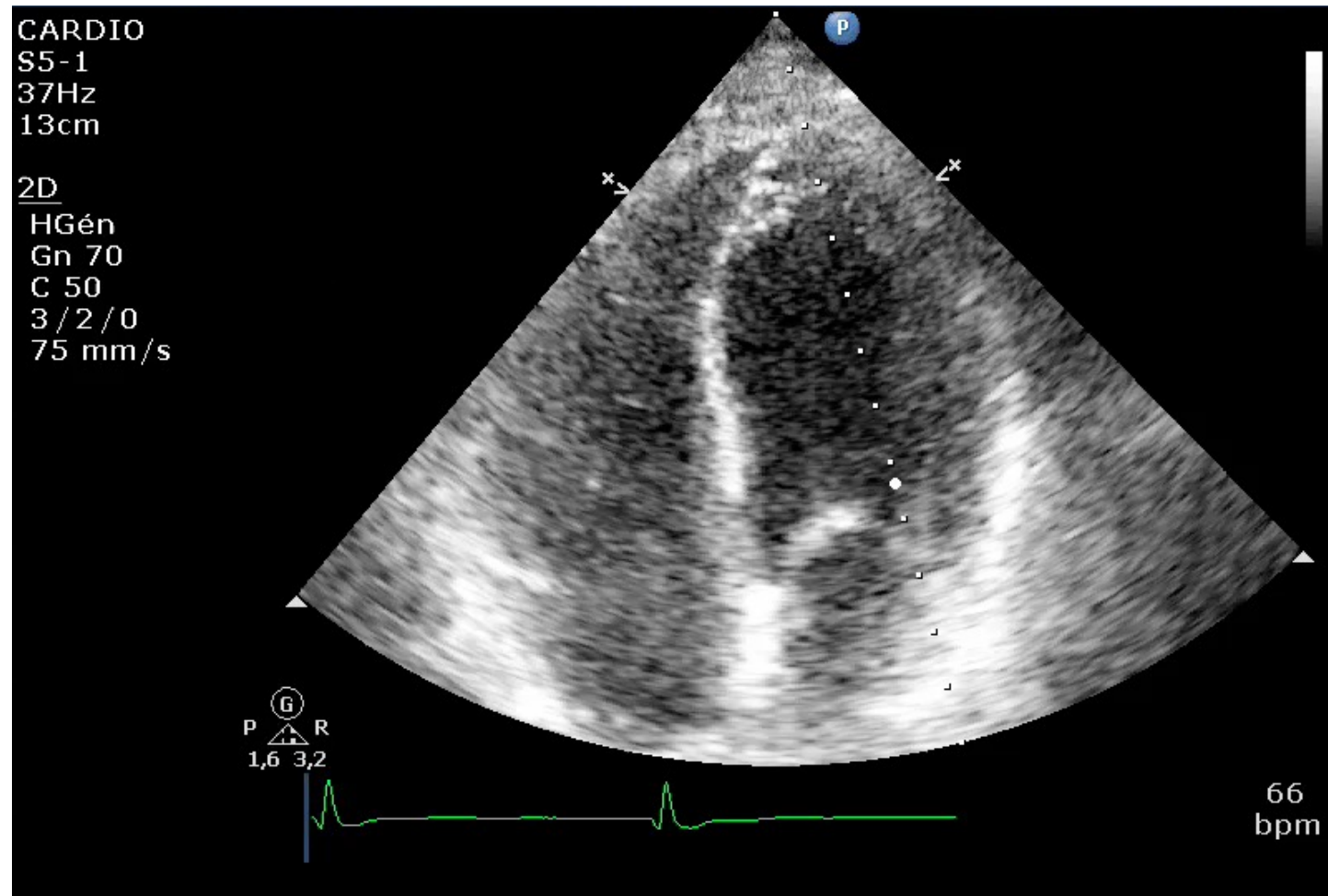


**Exclusion
télésystolique VG**



**Exclusion
télésystolique VG**

Et la Veine Cave Inférieure ??

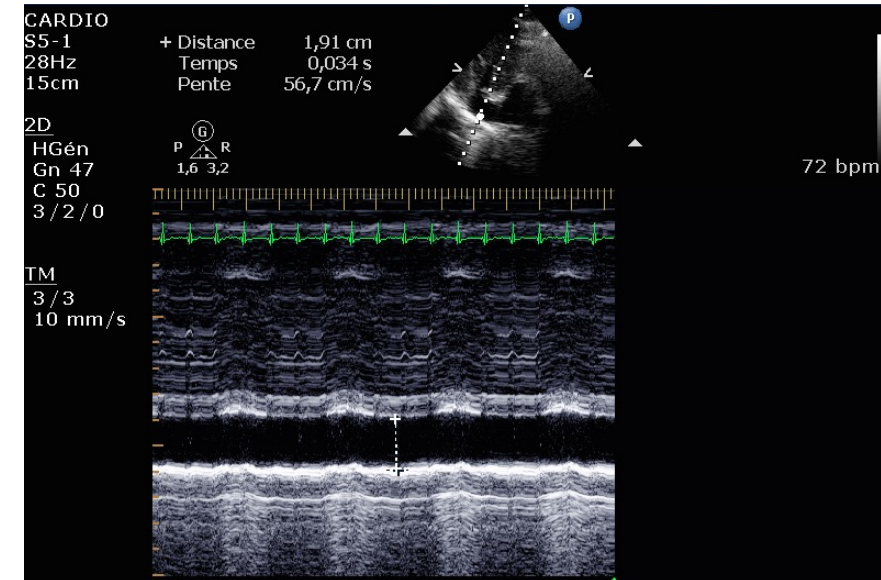
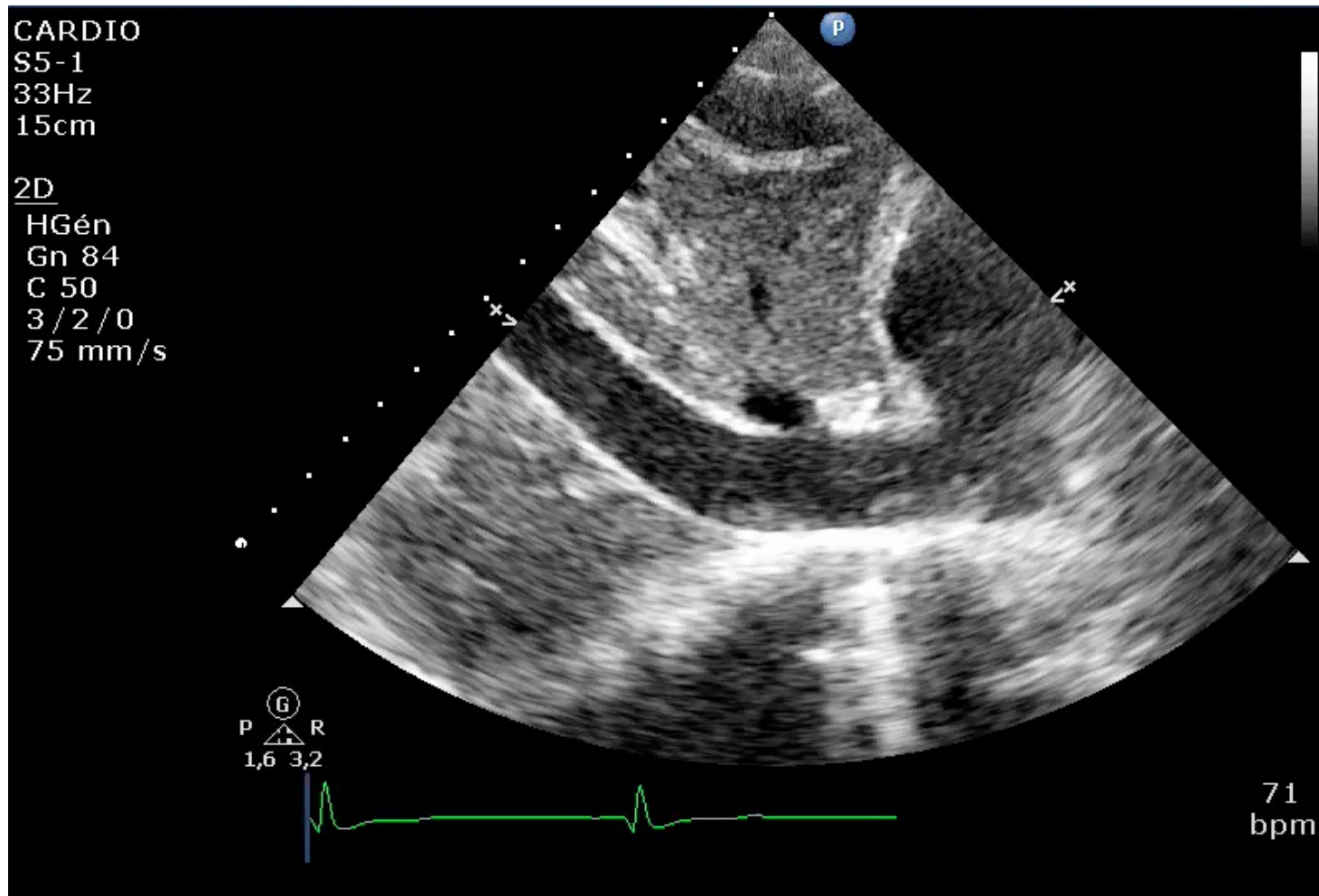


Femme de 72 ans

Etat de Choc sur Péritonite

Choc hypovolémique

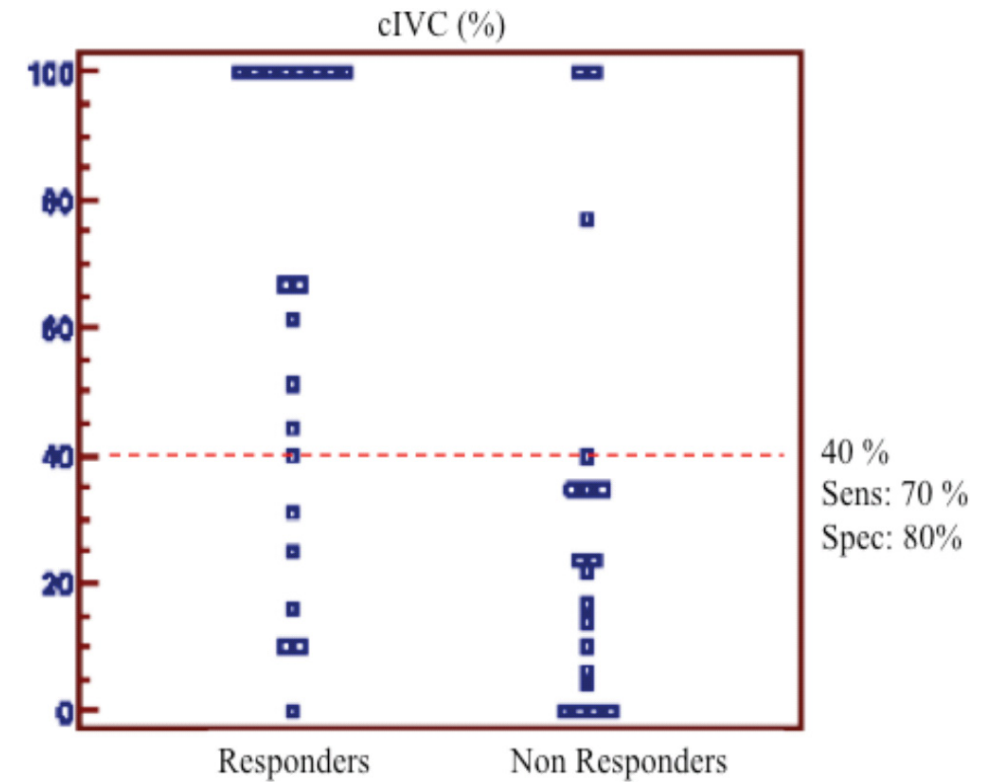
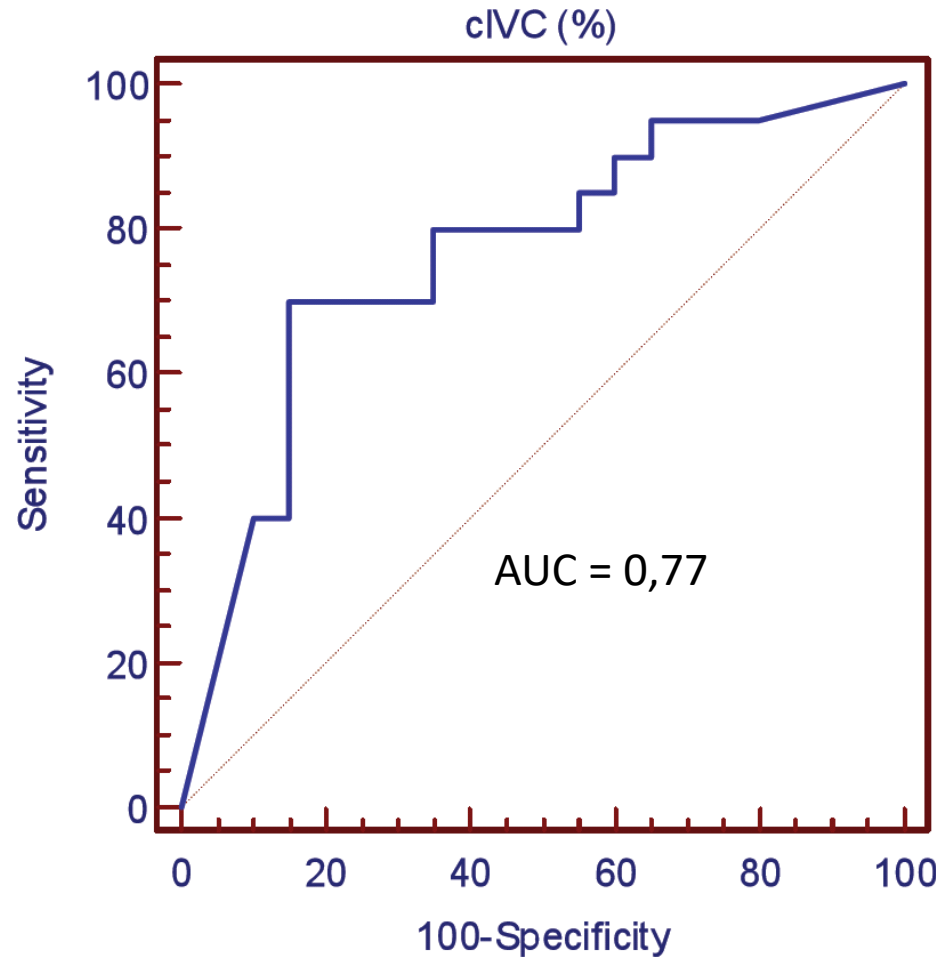
Et la Veine Cave Inférieure ??

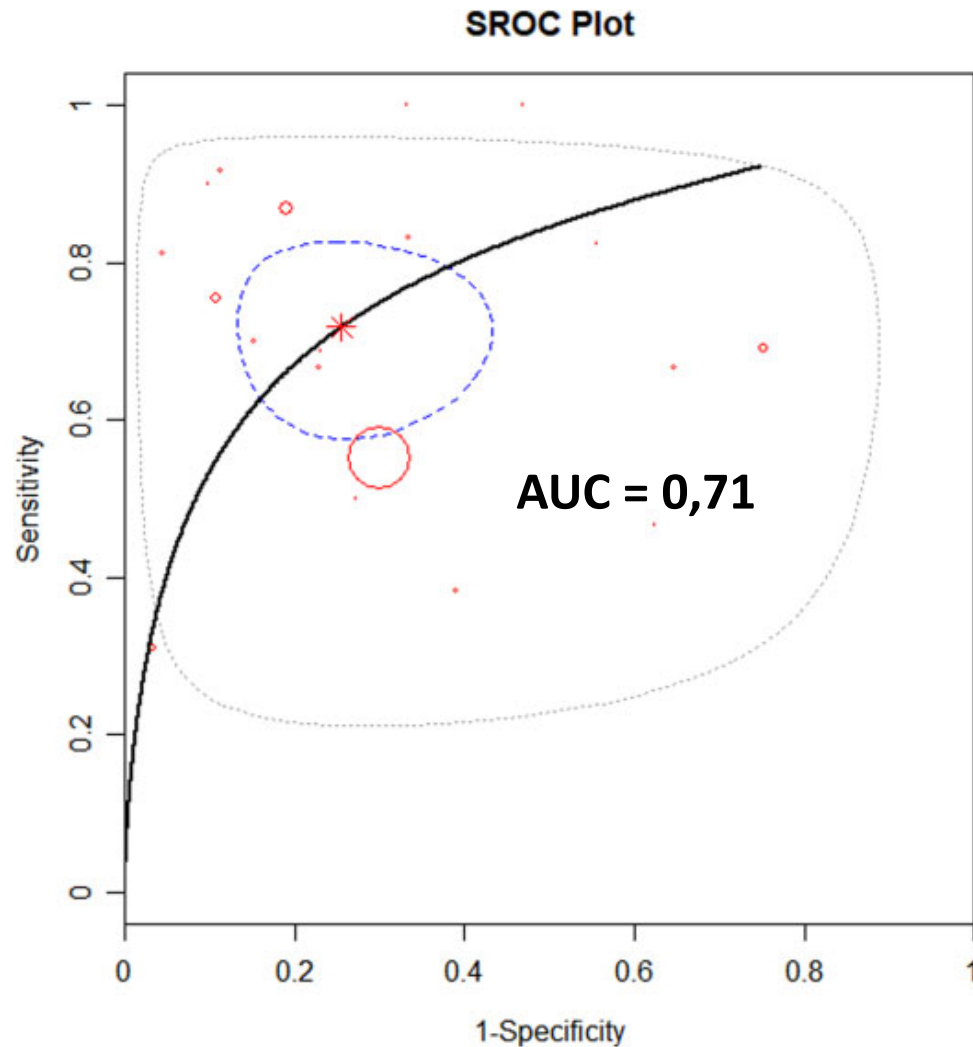


1 – Remplissage vasculaire ?

2 – Noradrénaline ?

$$\text{cIVC} = (\text{Dmax} - \text{Dmin}) / \text{Dmax}$$





meta-analyse

ventilation mécanique et spontanée

26 études = index de collapsibilité

5 études = diamètre de la VCI

« An extreme heterogeneity of included studies was highlighted. Ultrasound evaluation of the diameter of the IVC and **its respiratory variations does not seem to be a reliable method to predict fluid responsiveness** »

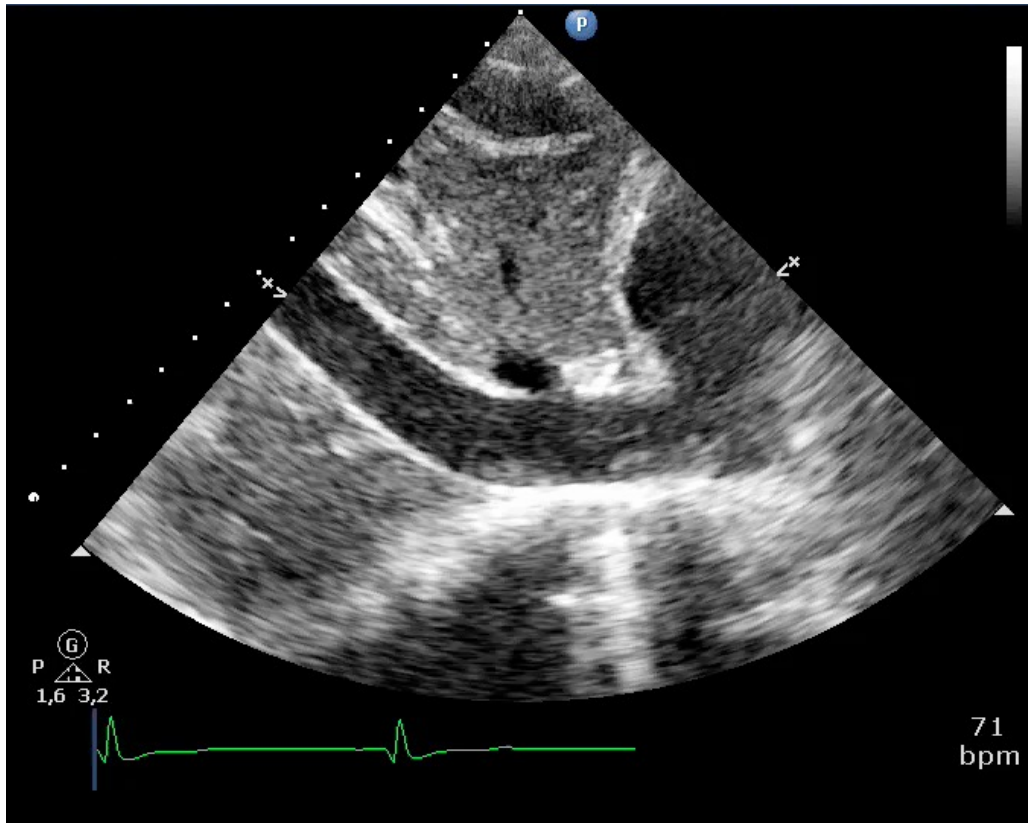
Et la Veine Cave Inférieure ??

Veine Cave inférieure

- ☐ en Ventilation Spontanée : collapsibilité inspiratoire complète **ET** absence de détresse respiratoire aiguë témoin d'une Hypovolémie
- ☐ Dilatation et Non collapsibilité de la Veine Cave inférieure en cas de Tamponnade

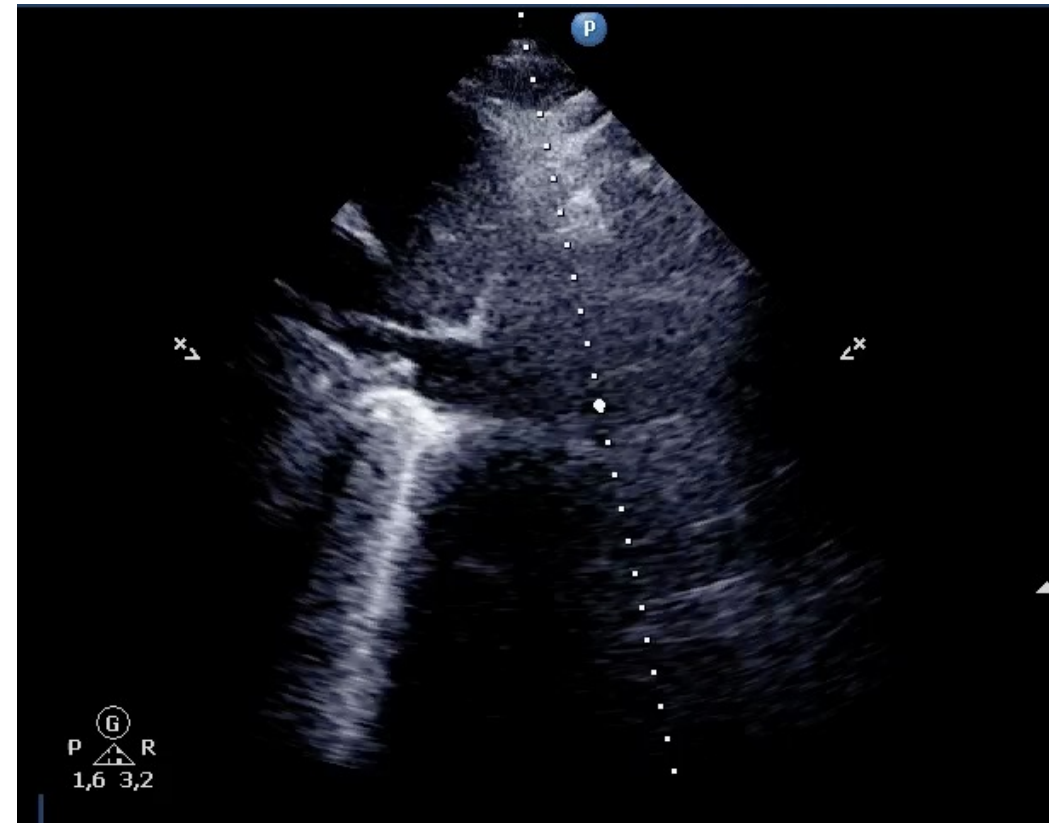
Statut Volémique et Veine Cave Inférieure

Veine cave inférieure



Tamponnade

???



Hypovolémique

Etats de Choc

4 modèles

Bas Débit

Choc Obstructif

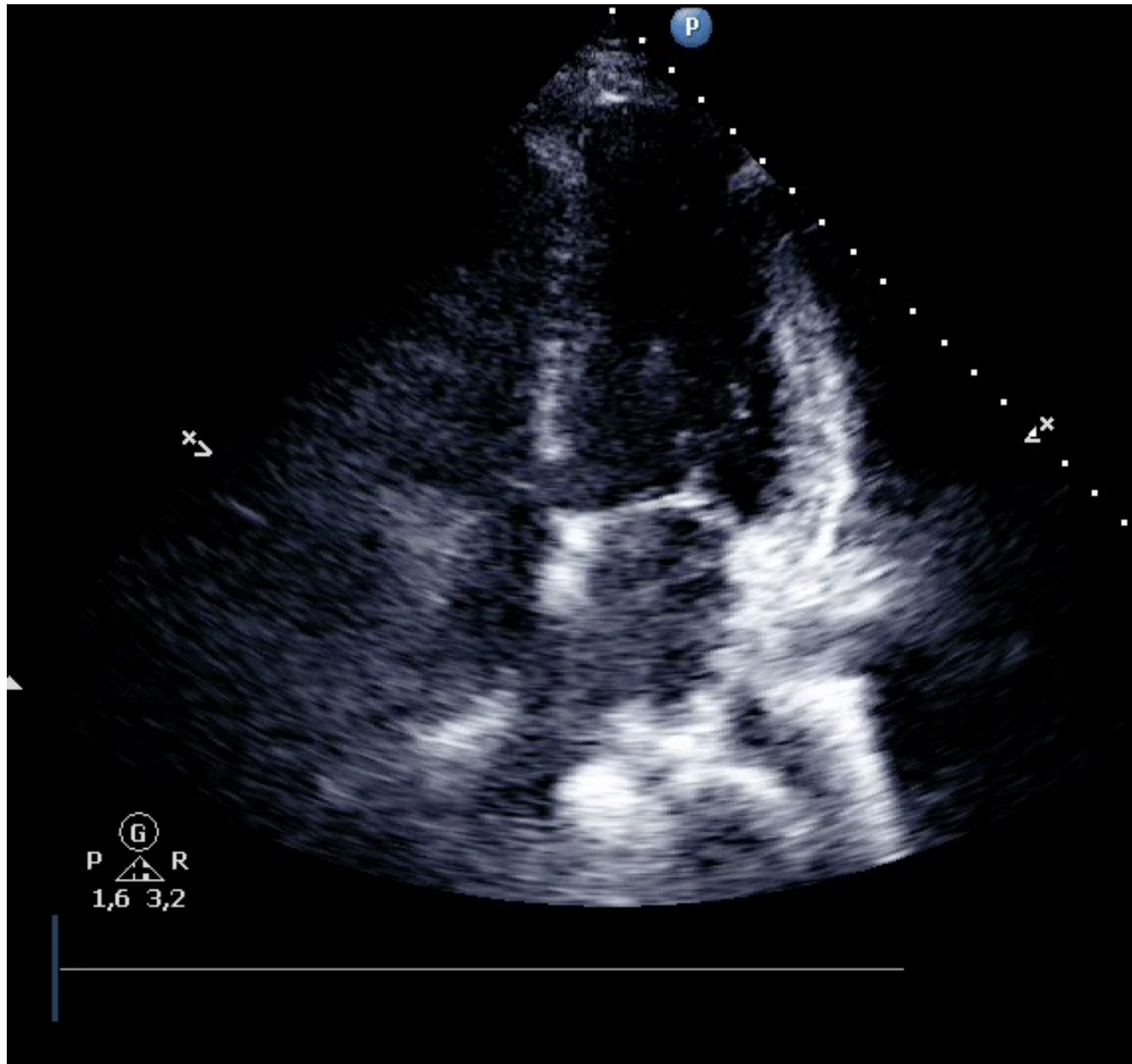
Choc Cardiogénique

Choc Hypovolémique

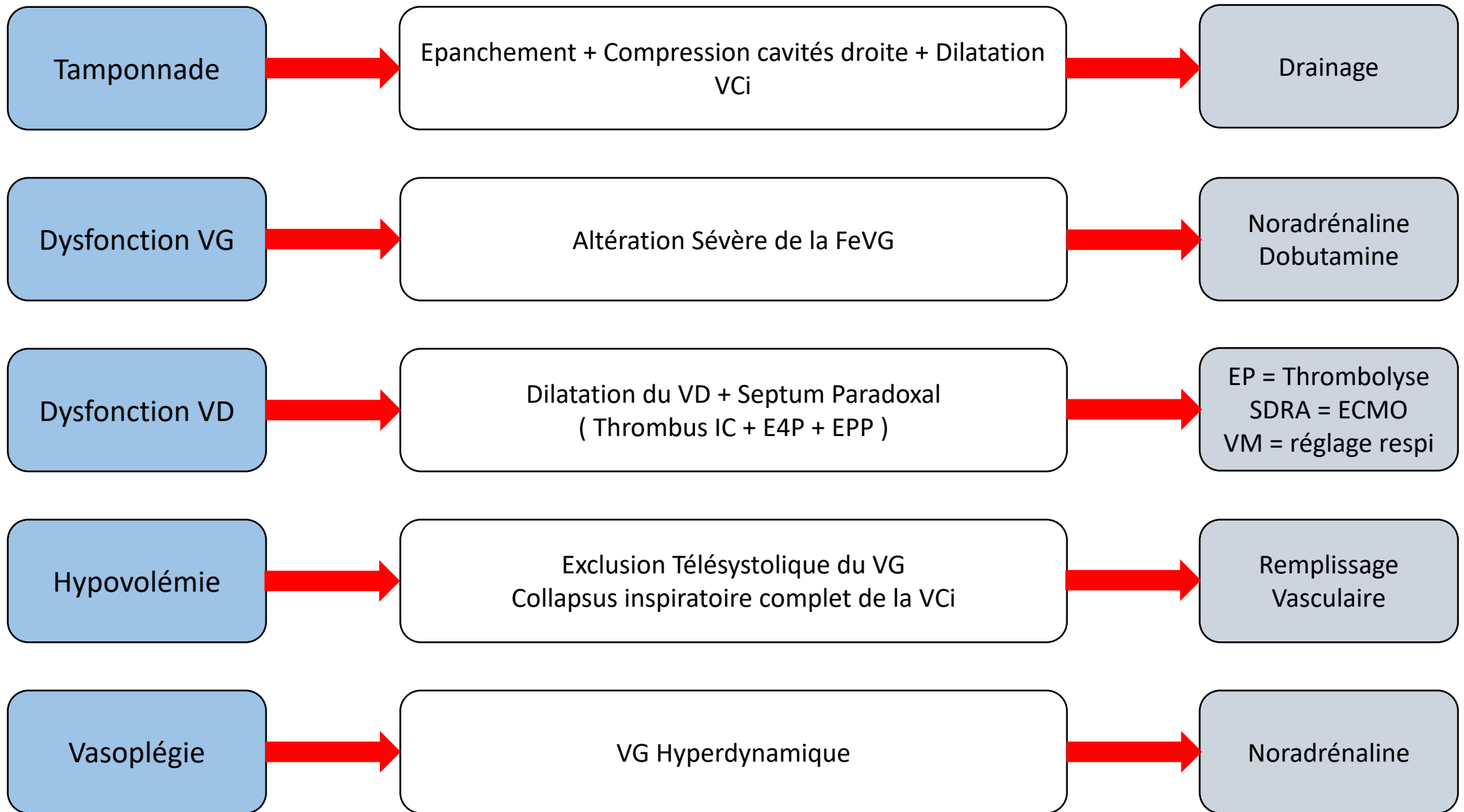
Haut Débit

Choc Distributif

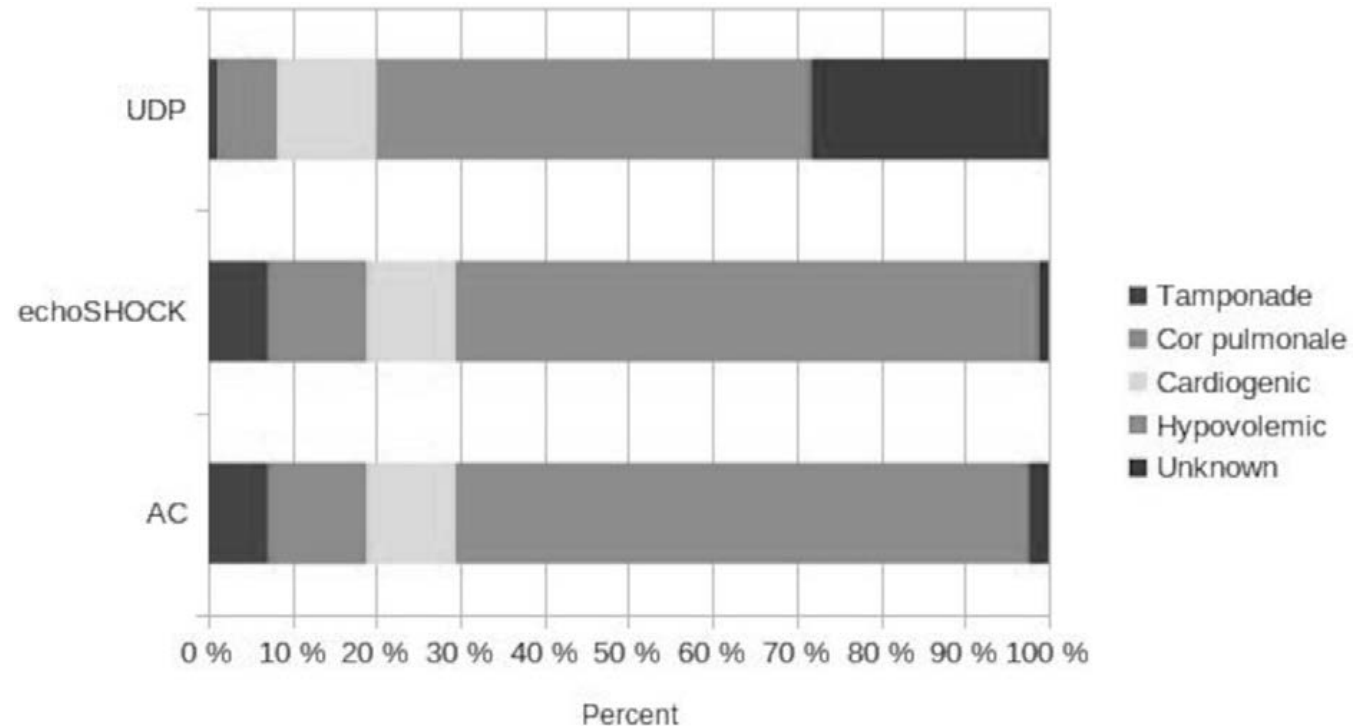
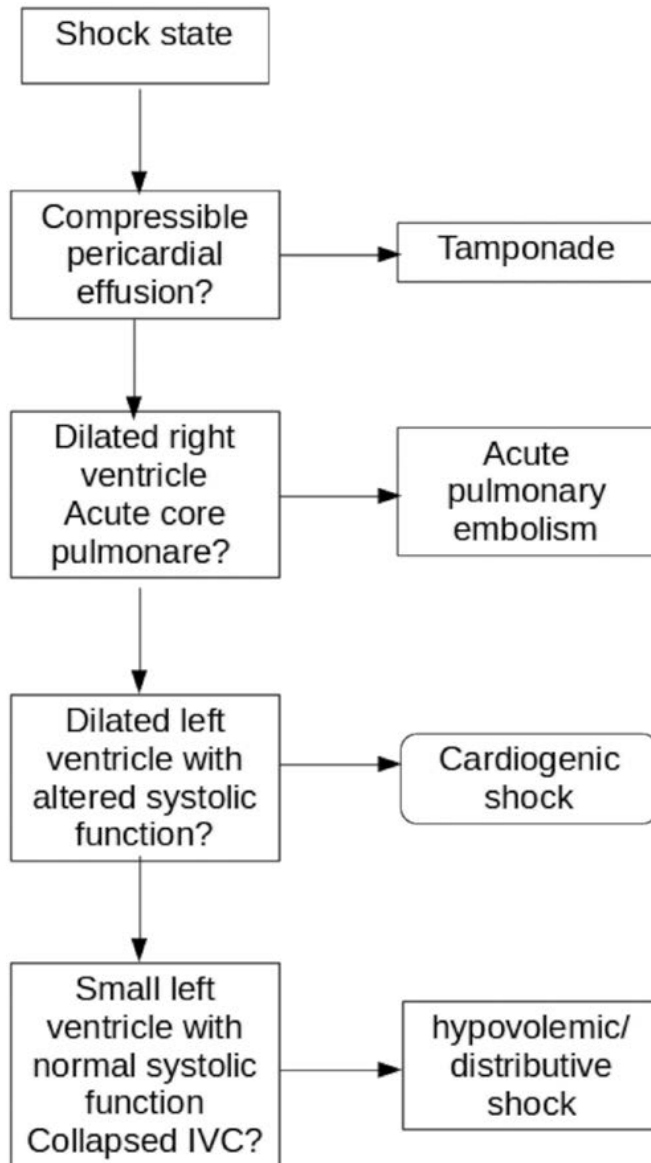
Choc Septique



VG
hyperdynamique



Echographie 2D et Etat de Choc



- **Modification diagnostic** : n = 35 [41% (95% CI, 31–52%)]
n = 33 [94% (95% CI, 80– 99%)] en accord avec diagnostic final
- **Changement thérapeutique** : n = 36 [42% (95% CI, 3–53%)]
n = 33 [89% (95% CI, 74–96%)] en accord avec diagnostic final

Meilleure méthode au lit du patient pour évaluer la fonction cardiaque de façon répétée

1. Caractériser le trouble hémodynamique

- Evaluation visuelle
- **Evaluation du statut volémique**
- Evaluation du débit cardiaque

2. Sélectionner la meilleure option thérapeutique

3. Evaluer la réponse au traitement

- Clinique
- Biologie
- Hémodynamique et son optimisation

PROFIL

SECURITE

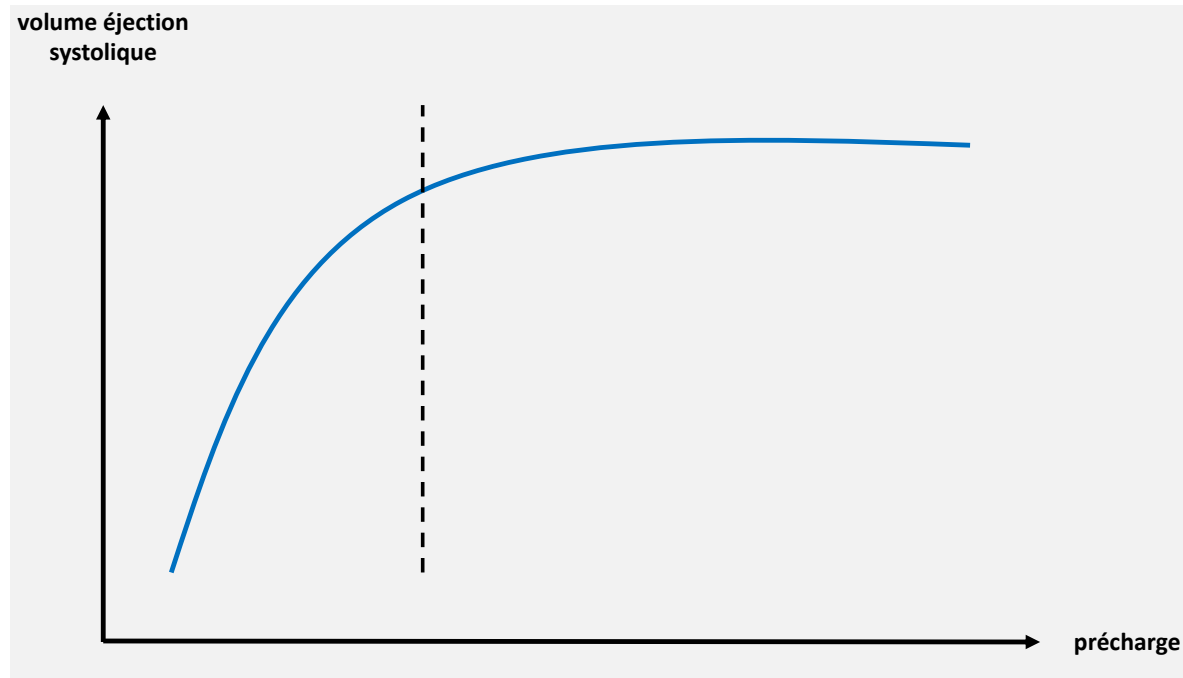
MONITORING



Statut volémique



Hypovolémie



Hypervolémie

Statut volémique



critical care review

Predicting Fluid Responsiveness in ICU Patients*

A Critical Analysis of the Evidence

Source	Patients, No.	FC, No.	Fluid Infused	Volume Infused, mL	Speed of FC, min	Definition of Response	Rate of Response, %	Parameters Tested
Calvin et al ²	28	28	5% Alb	250	20–30	$\Delta SV > 0\%$	71	RAP, PAOP, RVEDV
Schneider et al ³	18	18	FFP	500	30	$\Delta SV > 0\%$	72	RAP, PAOP, RVEDV
Reuse et al ⁴	41	41	4.5% Alb	300	30	$\Delta CO > 0\%$	63	RAP, PAOP, RVEDV
Magder et al ⁵	33	33	9% NaCl	100–950		$\Delta CO > 250$ mL/min	52	ΔRAP
Diebel et al ⁶	15	22	R. lactate Colloids	300–500 500		$\Delta CO > 10\%$	59	PAOP, RVEDV
Diebel et al ⁷	32	65	R. lactate	300–500		$\Delta CO > 20\%$	40	PAOP, RVEDV
Wagner and Leatherman ⁸	25	36	9% NaCl 5% Alb, FFP	938 \pm 480 574 \pm 187	7–120	$\Delta SV > 10\%$	56	RAP, PAOP, RVEDV
Tavernier et al ⁹	15	35	HES	500	30	$\Delta SV > 15\%$	60	PAOP, LVEDA, Δ_{down}
Magder and Lagonidis ¹⁰	29	29	25% Alb 9% NaCl	100 150–400	15	$\Delta CO > 250$ mL/min	45	ΔRAP
Tousignant et al ¹¹	40	40	HES	500	15	$\Delta SV > 20\%$	40	PAOP, LVEDA
Michard et al ¹²	40	40	HES	500	30	$\Delta CO > 15\%$	40	RAP, PAOP, ΔPP
Feissel et al ¹³	19	19	HES	8 mL/kg	30	$\Delta CO > 15\%$	53	LVEDA, ΔV_{peak}
Total	334	406					52	

Sepsis in European intensive care units: Results of the SOAP study*

Jean-Louis Vincent, MD, PhD, FCCM; Yasser Sakr, MB, BCh, MSc; Charles L. Sprung, MD; V. Marco Ranieri, MD; Konrad Reinhart, MD, PhD; Herwig Gerlach, MD, PhD; Rui Moreno, MD, PhD; Jean Carlet, MD, PhD; Jean-Roger Le Gall, MD; Didier Payen, MD; on behalf of the Sepsis Occurrence in Acutely Ill Patients Investigators

1177 patients

	OR (95% CI)	p Value
SAPS II score ^a (per point increase)	1.0 (1.0–1.1)	<.001
Cumulative fluid balance ^b (per liter increase)	1.1 (1.0–1.1)	.001
Age (per year increase)	1.0 (1.0–1.0)	.001
Initial SOFA score (per point increase)	1.1 (1.0–1.1)	.002
Blood stream infection	1.7 (1.2–2.4)	.004
Cirrhosis	2.4 (1.3–4.5)	.008
<i>Pseudomonas</i> infection	1.6 (1.1–2.4)	.017
Medical admission	1.4 (1.0–1.8)	.049
Female gender	1.4 (1.0–1.8)	.044

PROFIL

	All patients (n = 40)	Responders (n = 20)	Non-responders (n = 20)	P-value
Age, years	63 (56, 70)	61 (49, 70)	66 (53, 75)	0.58
Weight, Kg	72 (65, 77)	67 (63, 76)	76 (63, 88)	0.14
Height, cm	169 (164, 173)	170 (162, 176)	168 (160, 173)	0.38
APACHE II score	17 (14, 23)	18 (14, 29)	14 (11, 21)	0.30
Heart rate, bpm	101 (91, 116)	101 (91, 125)	103 (79, 121)	0.78
Mean arterial pressure, mmHg	71 (66, 77)	70 (61, 88)	72 (65, 87)	0.56
LVEF, %	55 (50, 60)	55 (50, 60)	55 (47, 60)	0.41
Velocity time index, cm	16 (14, 18)	14 (12, 16)	17 (15, 21)	< 0.01
E velocity, cm/s	75 (70, 80)	65 (53, 76)	82 (75, 93)	< 0.01
E/A velocity ratio	0,9 (0,8, 1,1)	0,8 (0,6, 1,1)	1,0 (0,8, 1,4)	< 0.01
Ea velocity, cm/s	12 (10, 13)	12 (9, 14)	11 (9, 15)	0.79
E/Ea velocity ratio	6 (5, 8)	5 (5, 10)	7 (5, 8)	0.40
cIVC, %	34 (16, 64)	64 (28, 100)	19 (5, 35)	< 0.01

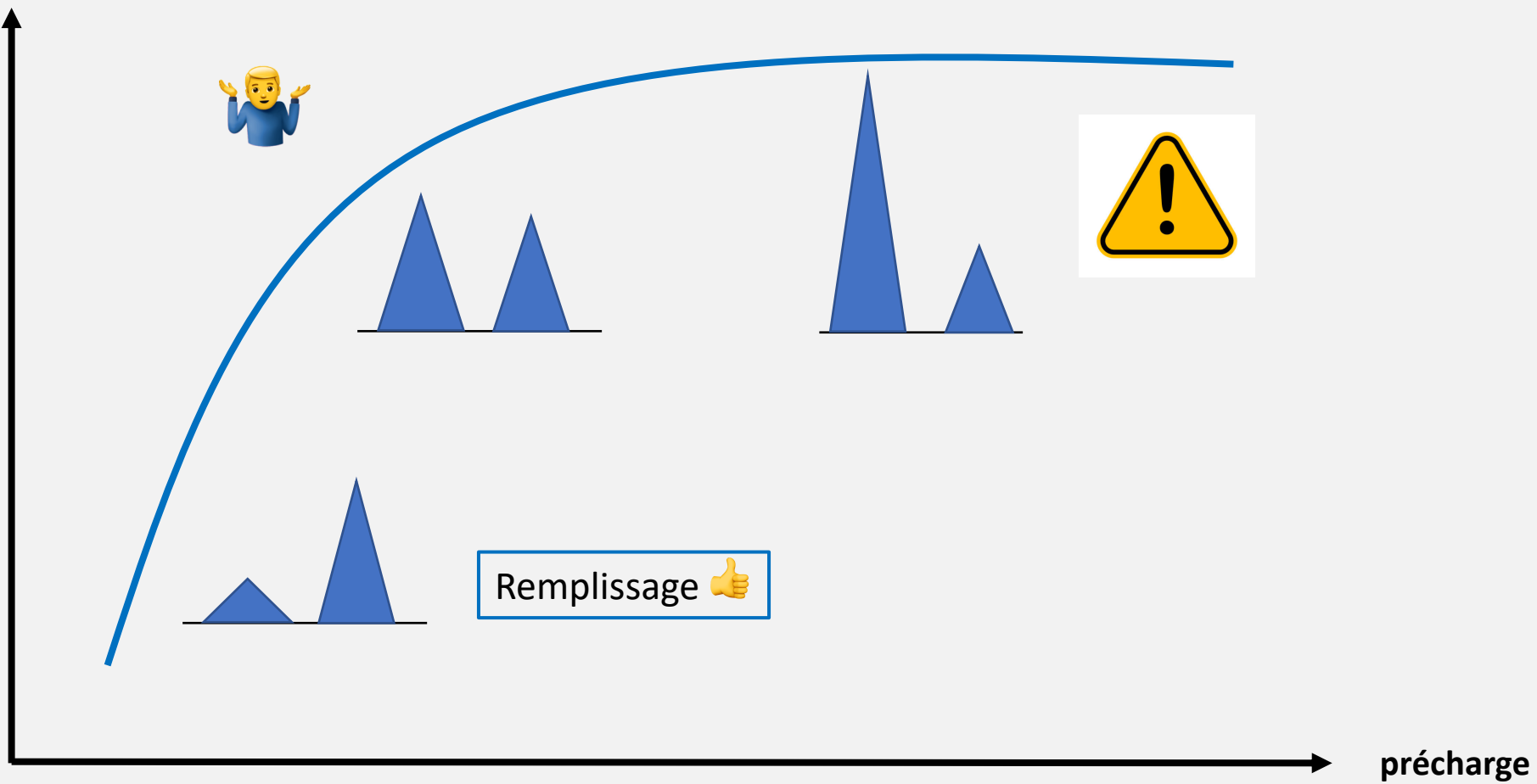
onde E < 0,7 m/s

- sensibilité 67%
- spécificité 90%
- AUC = 0,83

Hypovolémie

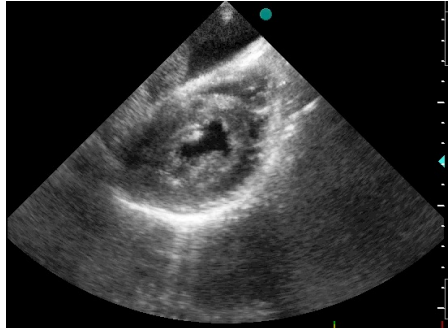
SECURITE

volume éjection
systolique



Statut volémique

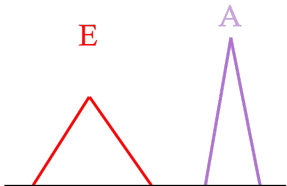
Hypovolémie



Kissing heart



collapsibilité
complète
VCi

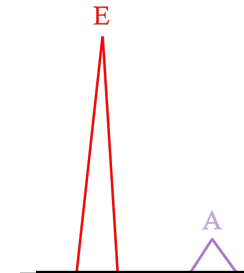
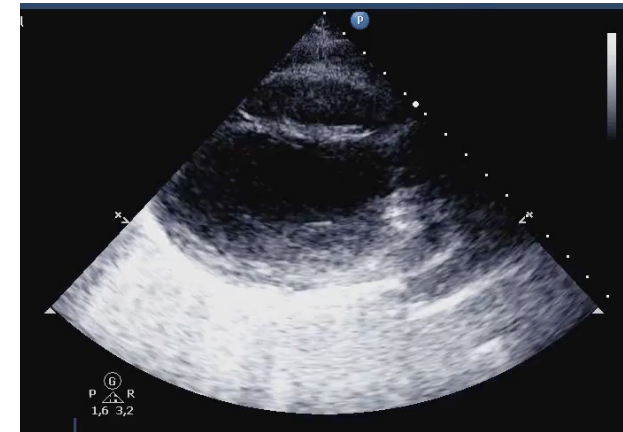
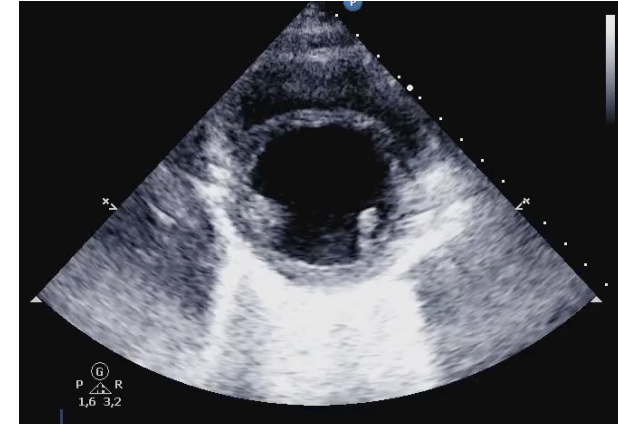


$E < 0,7 \text{ m/s}$



Remplissage 👍

Hypervolémie



Meilleure méthode au lit du patient pour évaluer la fonction cardiaque de façon répétée

1. Caractériser le trouble hémodynamique

- Evaluation visuelle
- Evaluation du statut volémique
- **Evaluation du débit cardiaque**

2. Sélectionner la meilleure option thérapeutique

3. Evaluer la réponse au traitement

- Clinique
- Biologie
- Hémodynamique et son optimisation

PROFIL

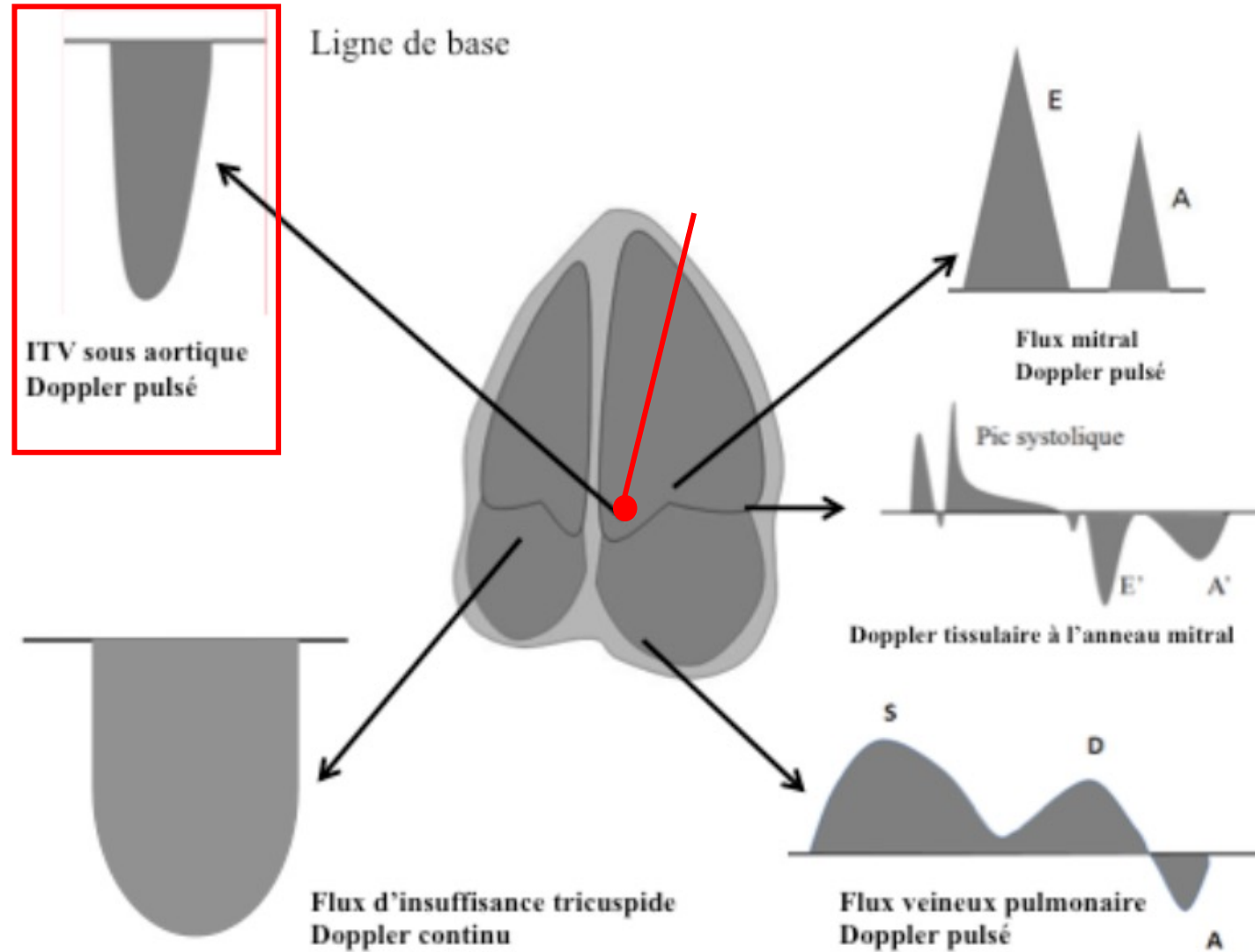
SECURITE

MONITORING



Concept de l'ITV sous Aortique

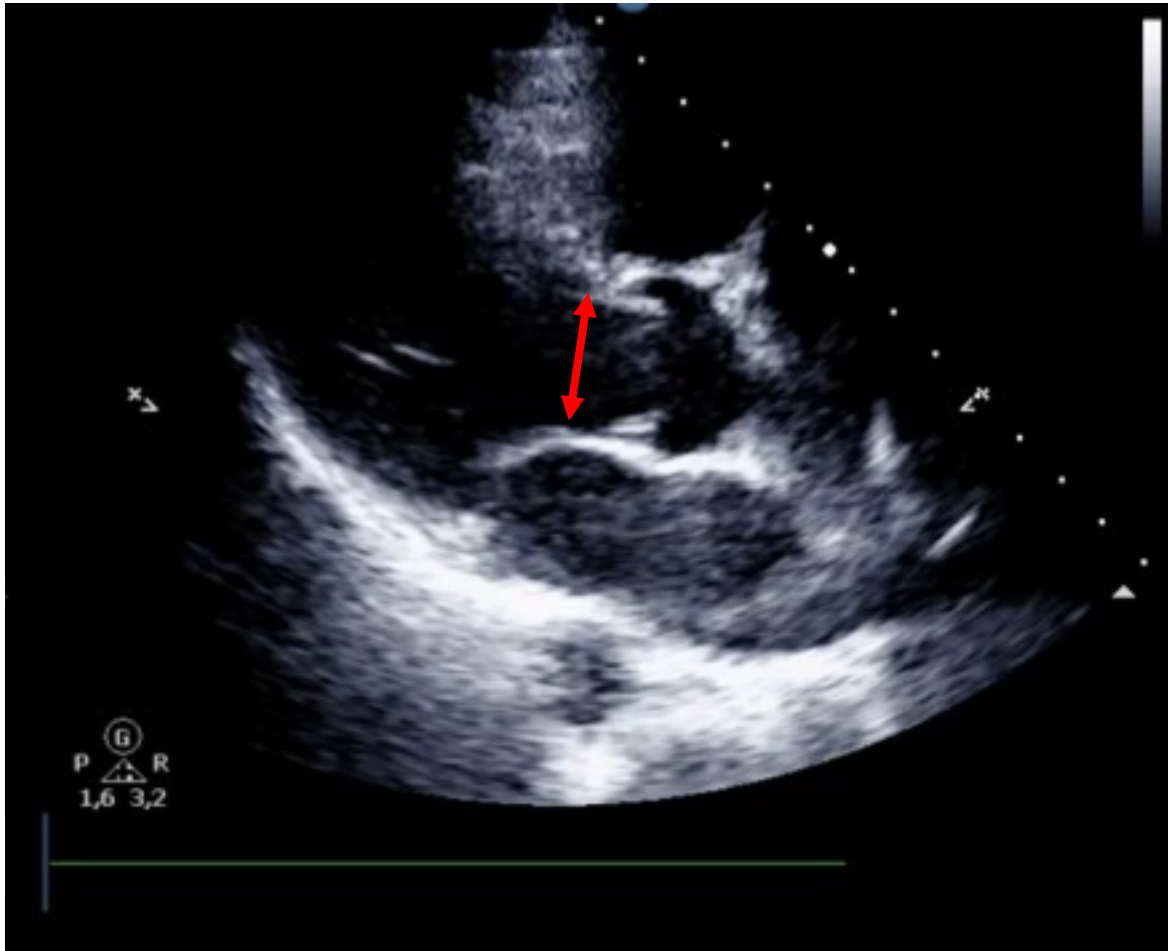
Doppler Pulsé



Débit cardiaque

$$DC = Fc \times S \times \text{ITV sous aortique}$$

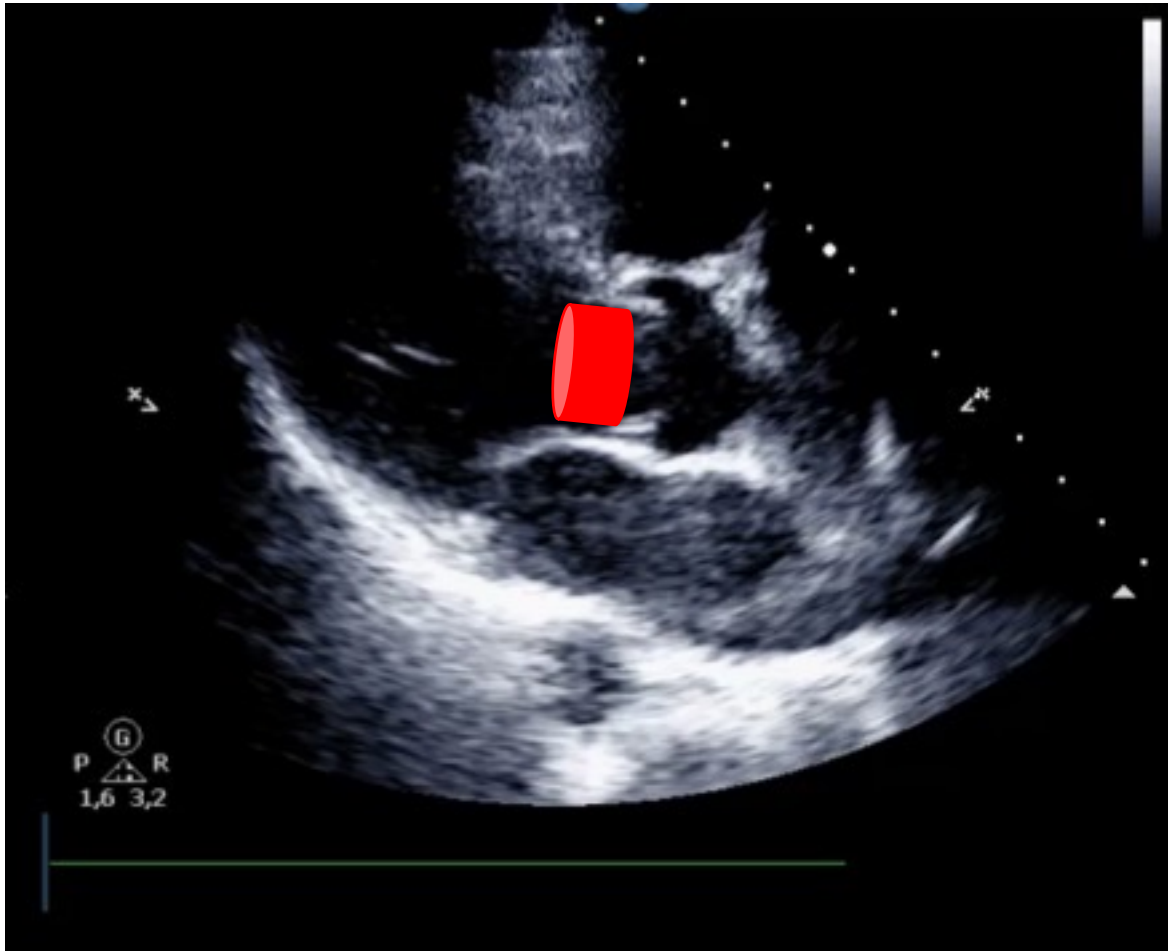
Bernoulli : $S = \pi D^2 / 4$



Débit cardiaque

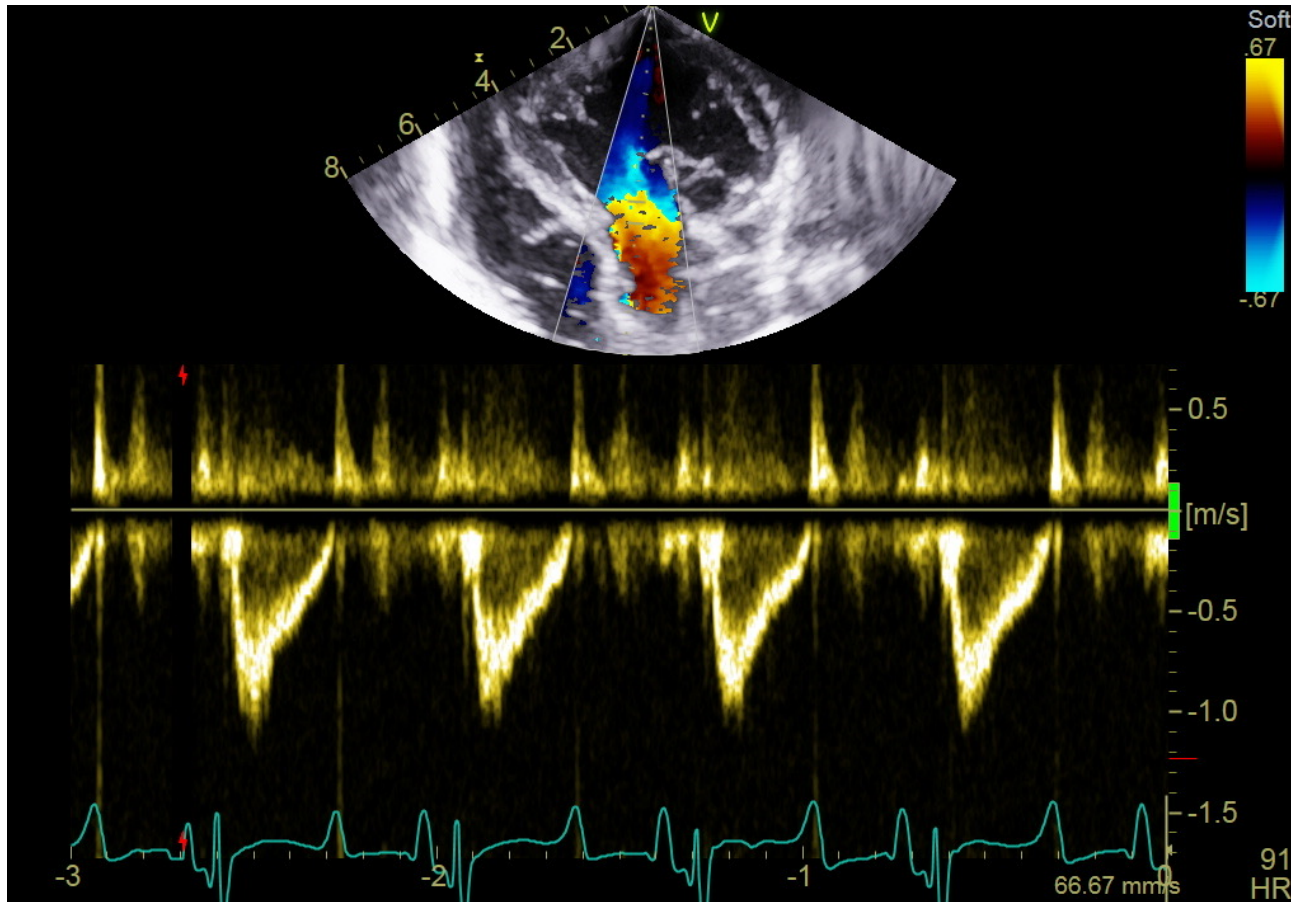
$$DC = Fc \times S \times \text{ITV sous aortique}$$

$$\text{Bernoulli : } S = \pi D^2 / 4$$



$$DC = Fc \times S \times \text{ITV sous aortique}$$

ITV = alternatif au DC



Normale = 14 à 20 cm

< 14 = hypodébit
> 20 = vasoplégie

FPS: 49

f: 1.7 MHz/3.4 MHz

AG(t): 0 dB

D: 16.0 cm

GE
Verat

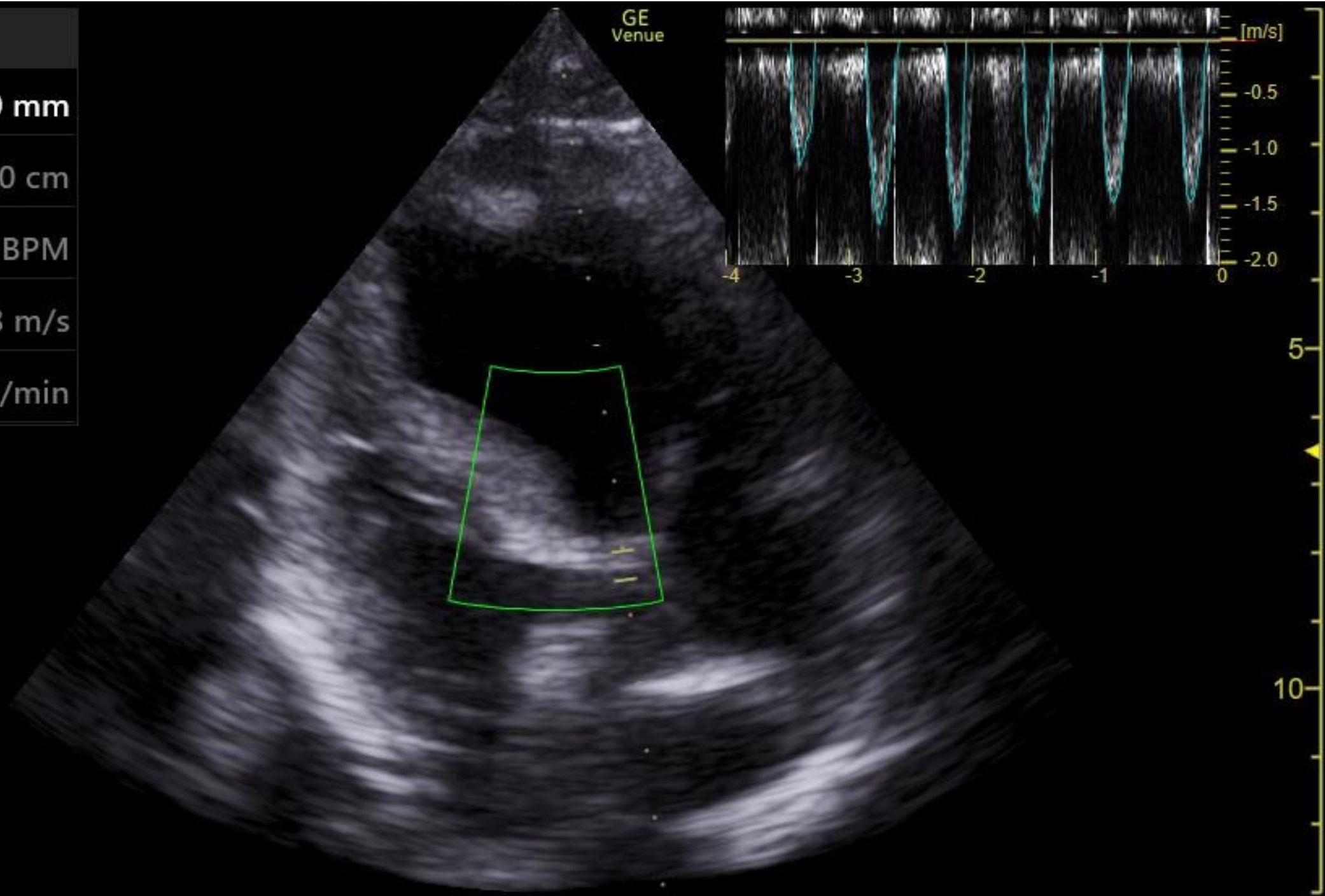
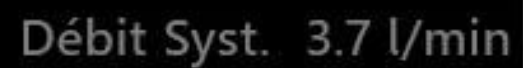
Auto

5

10

15





Meilleure méthode au lit du patient pour évaluer la fonction cardiaque de façon répétée

1. Caractériser le trouble hémodynamique

- Evaluation visuelle
- Evaluation du statut volémique
- Evaluation du débit cardiaque

2. Sélectionner la meilleure option thérapeutique

3. Evaluer la réponse au traitement

- Clinique
- Biologie
- Hémodynamique et son optimisation

PROFIL

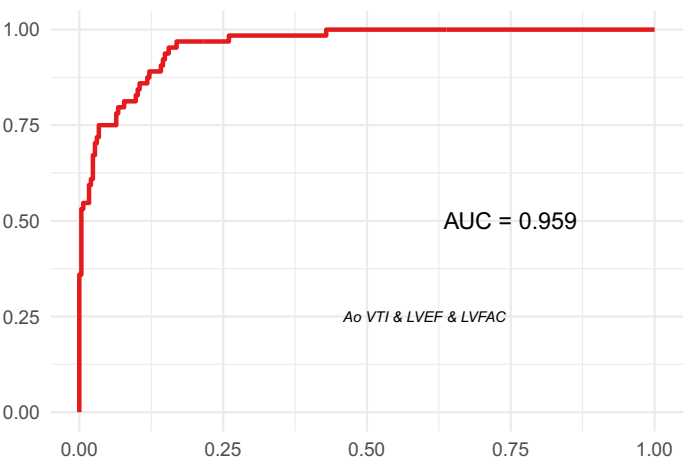
SECURITE

MONITORING



PROFIL

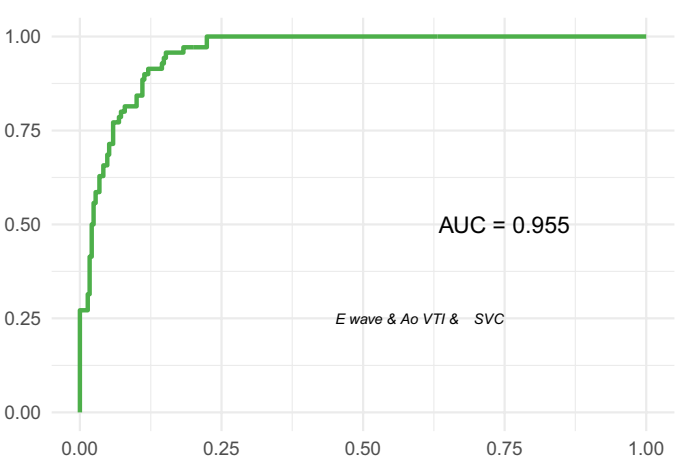
FeVG altérée – ITV basse – PRVG élevées



LVEF <40% & Ao VTI <14cm & LVFAC <33%

n	35/64
Sensibility	54.7 [42.5;66.9]
Specificity	97.6 [95.9;99.4]
Pos. pred. value	83.3 [72.1;94.6]
Neg. pred. value	90.9 [87.7;94]

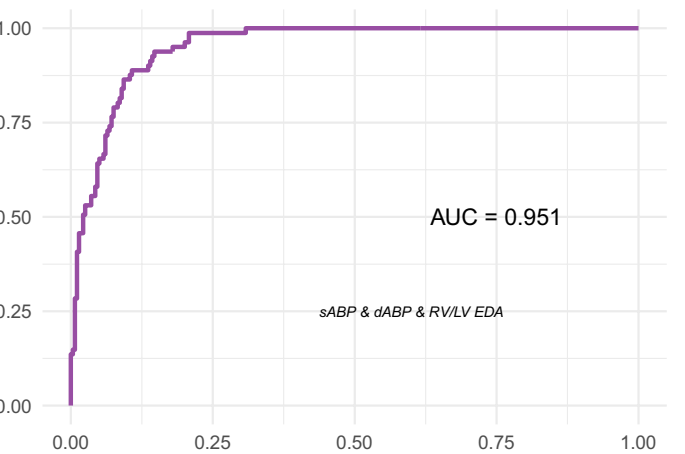
ITV basse – PRVG basses



Ao VTI < 16 cm & E wave < 67 cm/s & SVC > 39 %

n	18/70
Sensibility	25.7 [15.5;36]
Specificity	99.3 [98.4;100.3]
Pos. pred. value	90 [76.9;103.1]
Neg. pred. value	84.7 [80.9;88.5]

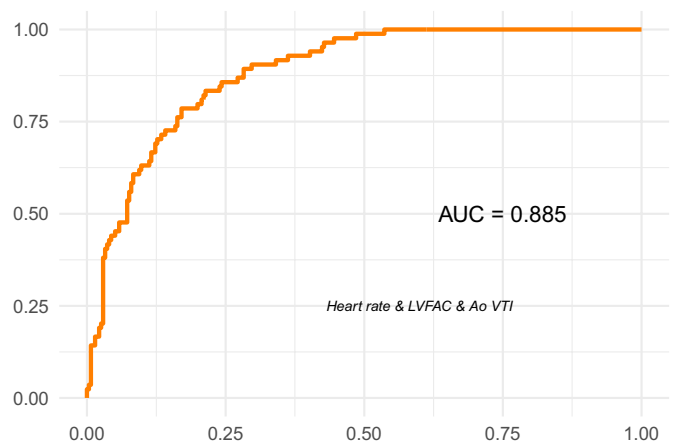
Rapport VD/VG > 0.8



RV/LV EDA >0.8 & sABP <100mmHg & dABP <51mmHg

n	24/81
Sensibility	29.6 [19.7;39.6]
Specificity	98.9 [97.7;100.1]
Pos. pred. value	88.9 [77;100.7]
Neg. pred. value	82.9 [78.8;86.9]

ITV normale / haute



Ao VTI >20cm & Heart rate <106bpm & LVFAC >58%

n	15/84
Sensibility	17.9 [9.7;26]
Specificity	98.2 [96.6;99.8]
Pos. pred. value	75 [56;94]
Neg. pred. value	79.7 [75.4;84]

Meilleure méthode au lit du patient pour évaluer la fonction cardiaque de façon répétée

1. Caractériser le trouble hémodynamique

- Evaluation visuelle
- Evaluation du statut volémique
- Evaluation du débit cardiaque

2. Sélectionner la meilleure option thérapeutique

3. Evaluer la réponse au traitement

- Clinique
- Biologie
- Hémodynamique et son optimisation

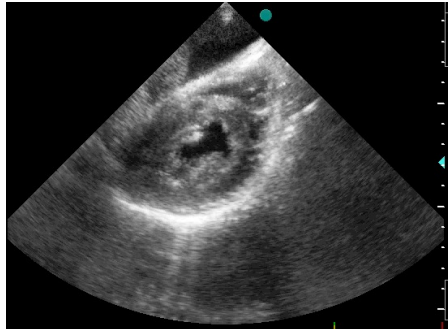
PROFIL

SECURITE

MONITORING



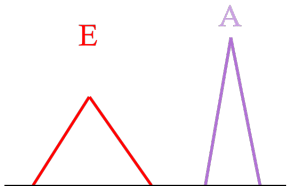
Hypovolémie



Kissing heart



collapsibilité
complète
VCi

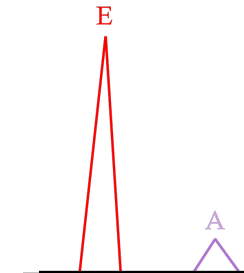
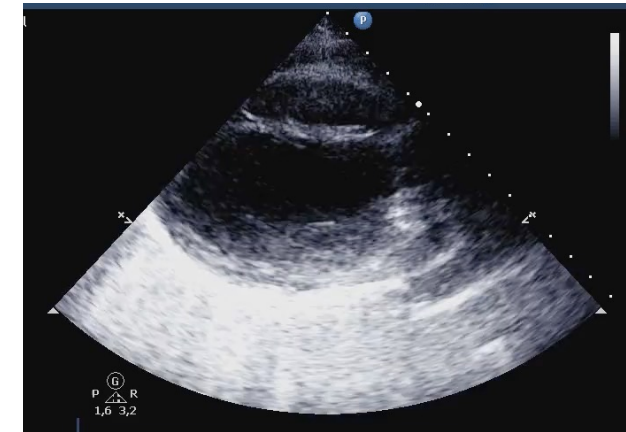
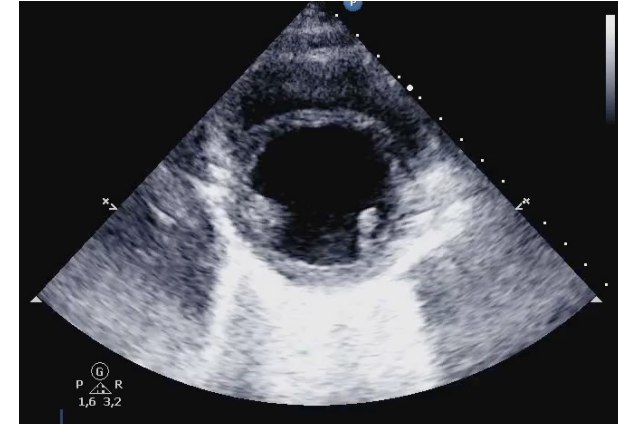


$E < 0,7 \text{ m/s}$



Remplissage 👍

Hypervolémie



Meilleure méthode au lit du patient pour évaluer la fonction cardiaque de façon répétée

1. Caractériser le trouble hémodynamique

- Evaluation visuelle
- Evaluation du statut volémique
- Evaluation du débit cardiaque

2. Sélectionner la meilleure option thérapeutique

3. Evaluer la réponse au traitement

- Clinique
- Biologie
- Hémodynamique et son optimisation

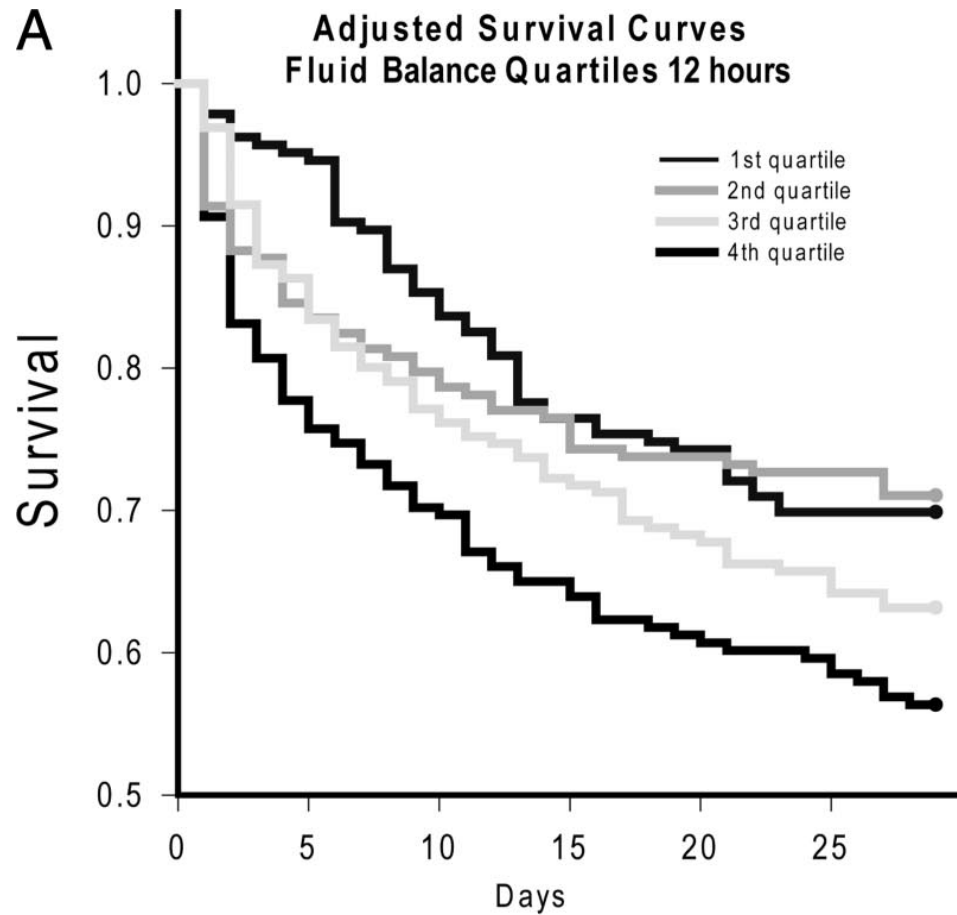
PROFIL

SECURITE

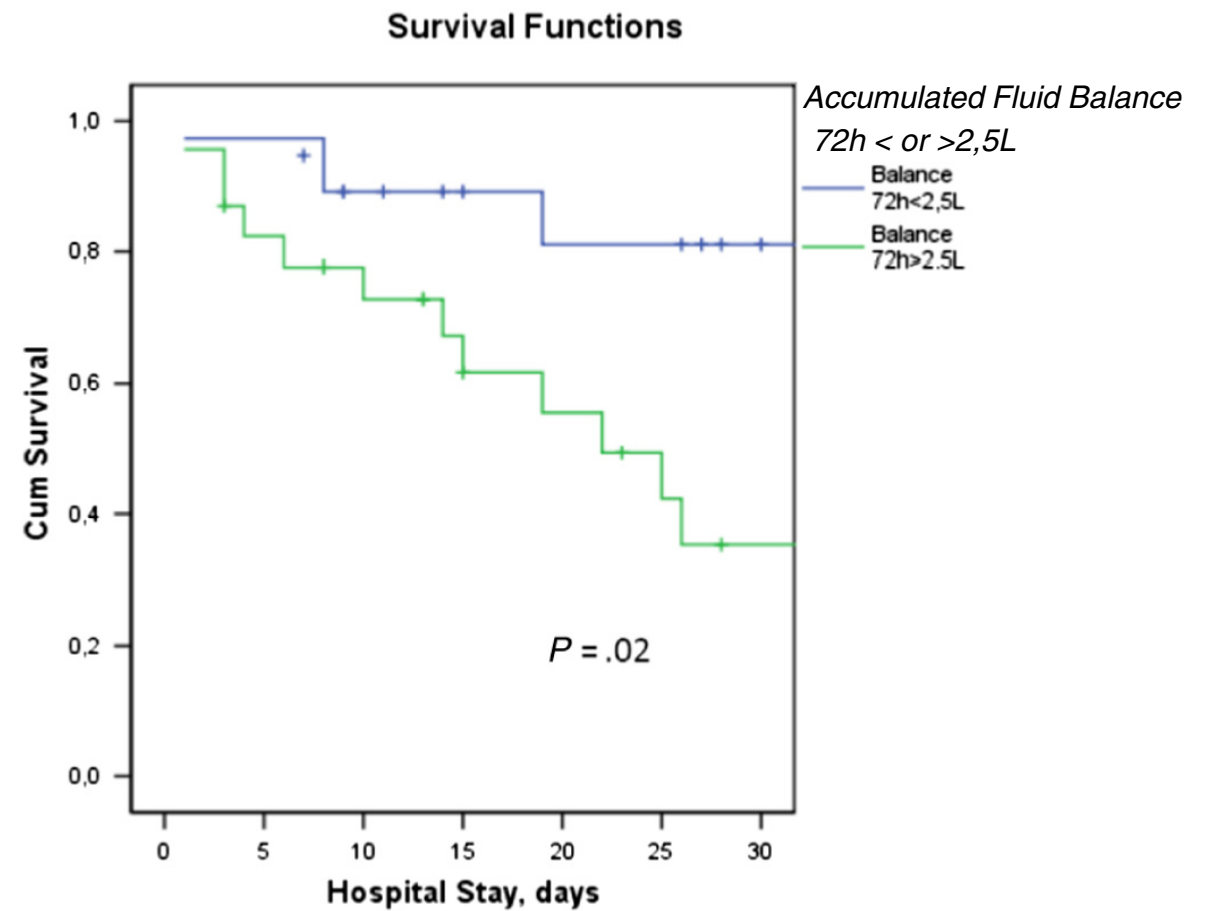
MONITORING



Monitoring Hémodynamique – Précharge dépendance



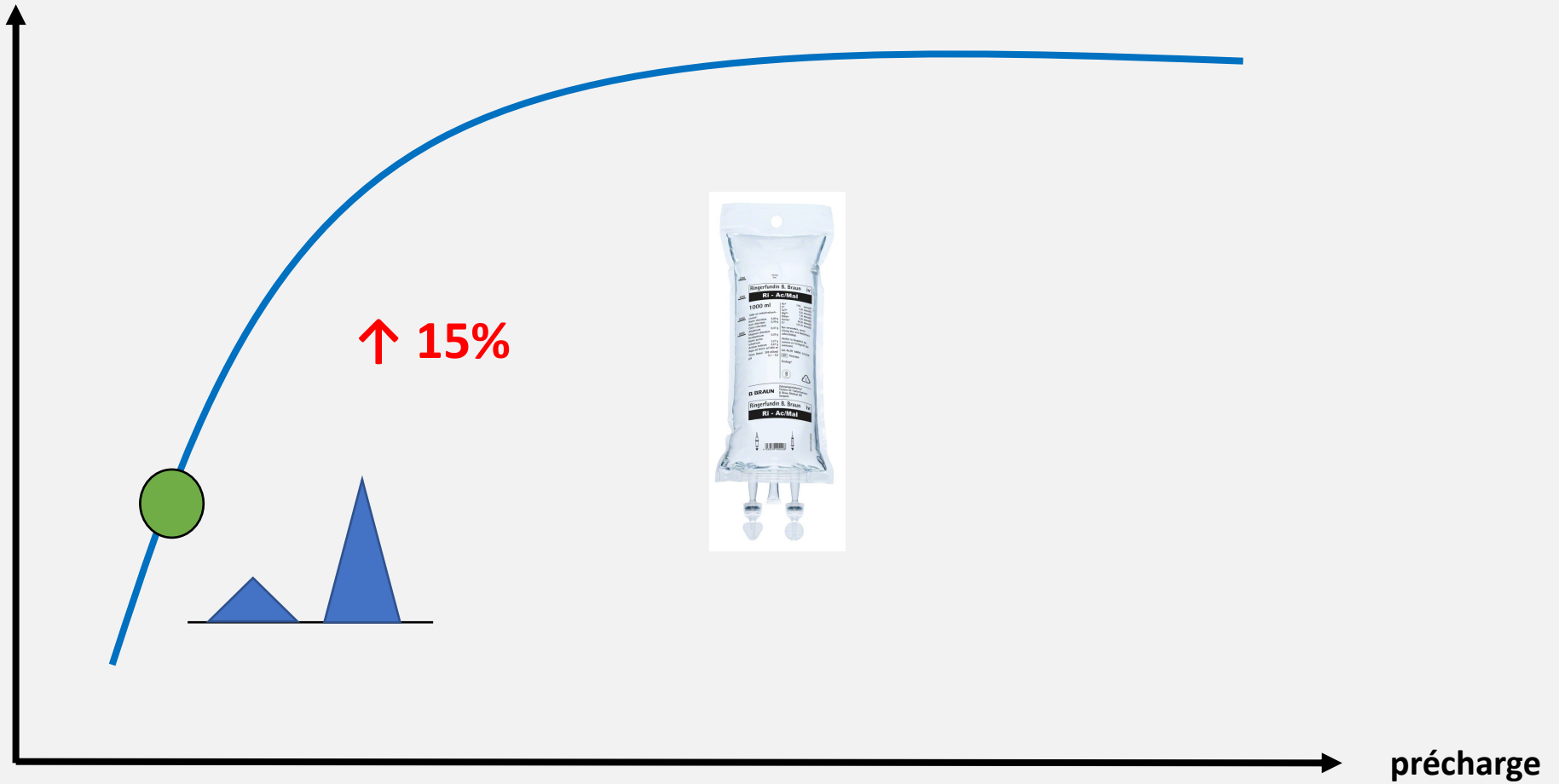
Sirvent et al. AJEM 2014



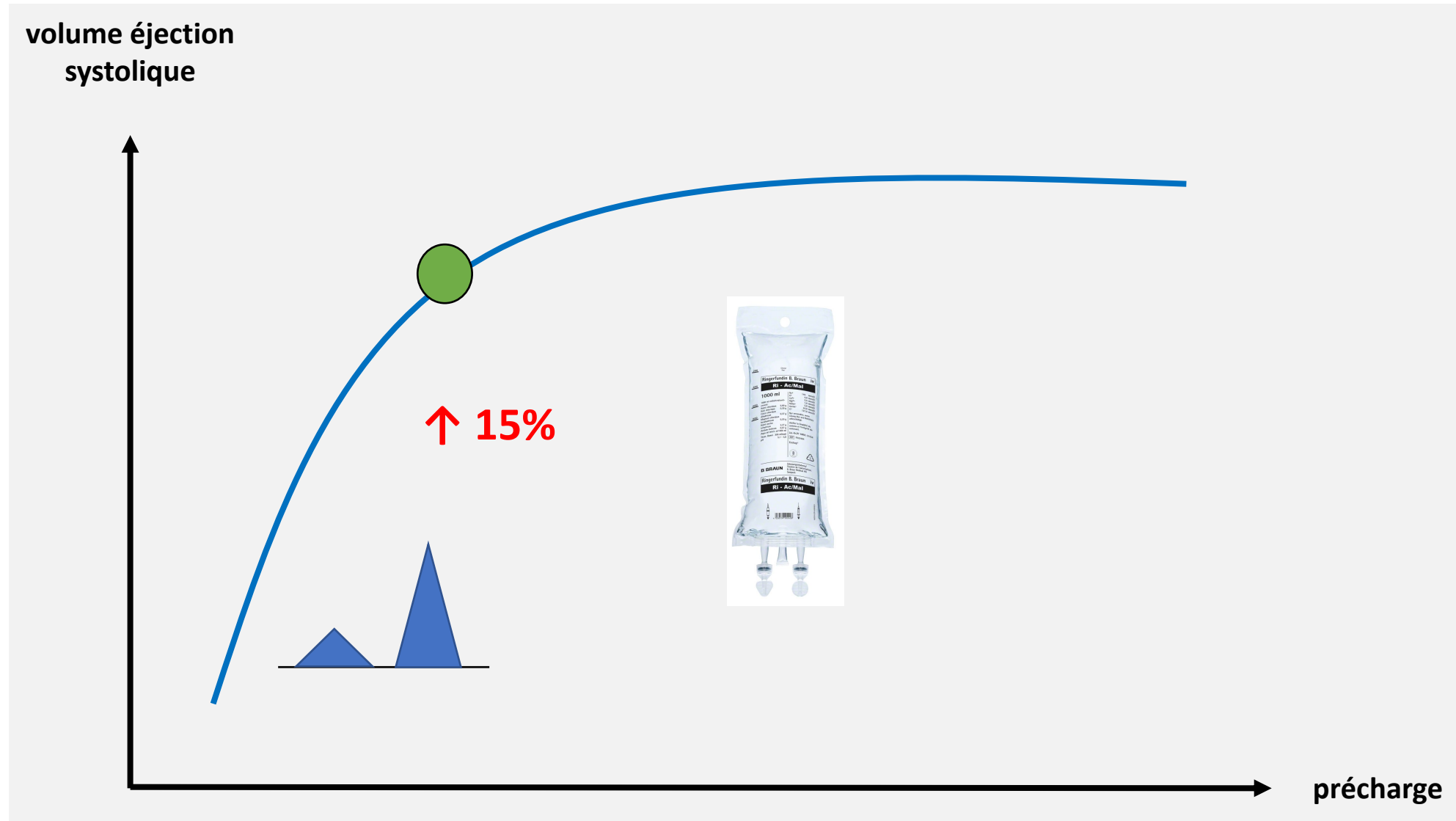
Boyd et al. Crit Care Med 2011

Expansion volémique

volume éjection
systolique

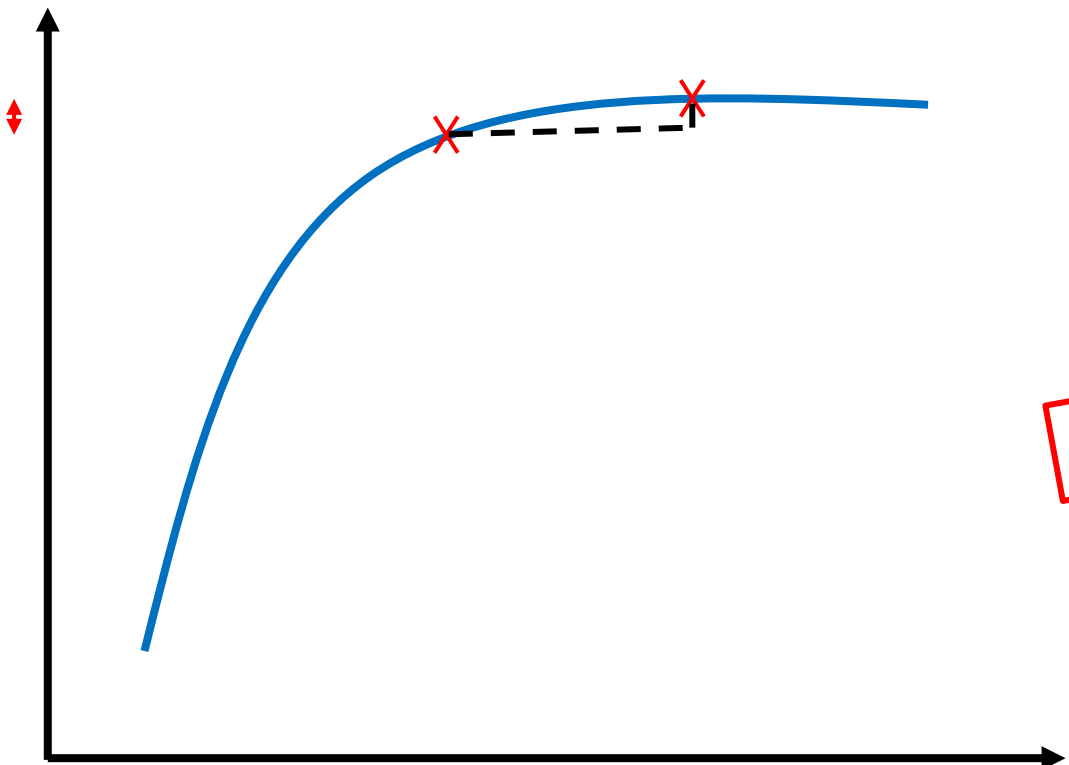


Précharge dépendance : augmentation de 15% du débit cardiaque après perfusion de 500mL de cristalloïdes en 10 à 15 minutes



courbe de Frank-Starling

**volume éjection
systolique**



surcharge volémique

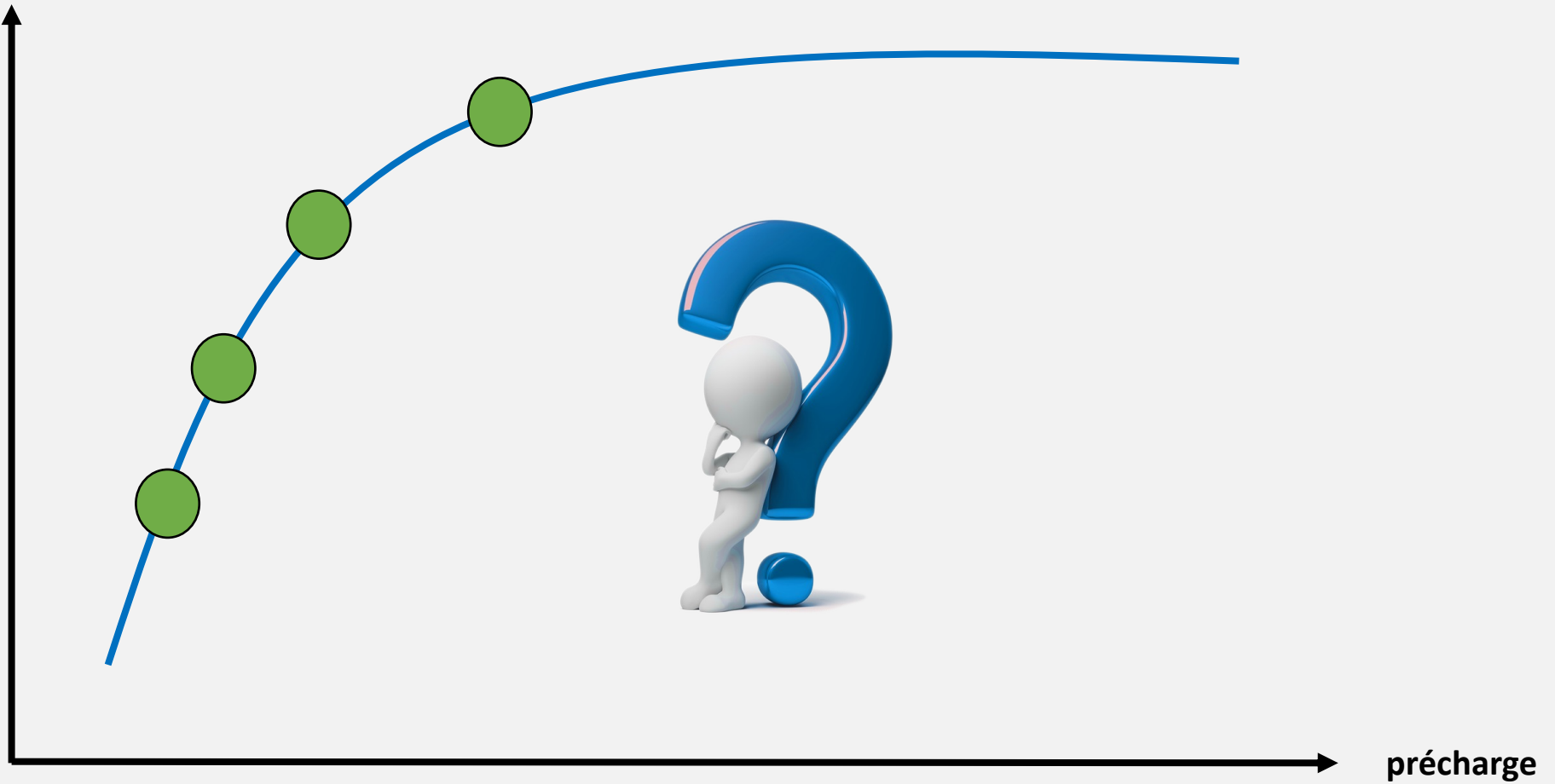
amines vasopressives

**expansion
volémique**

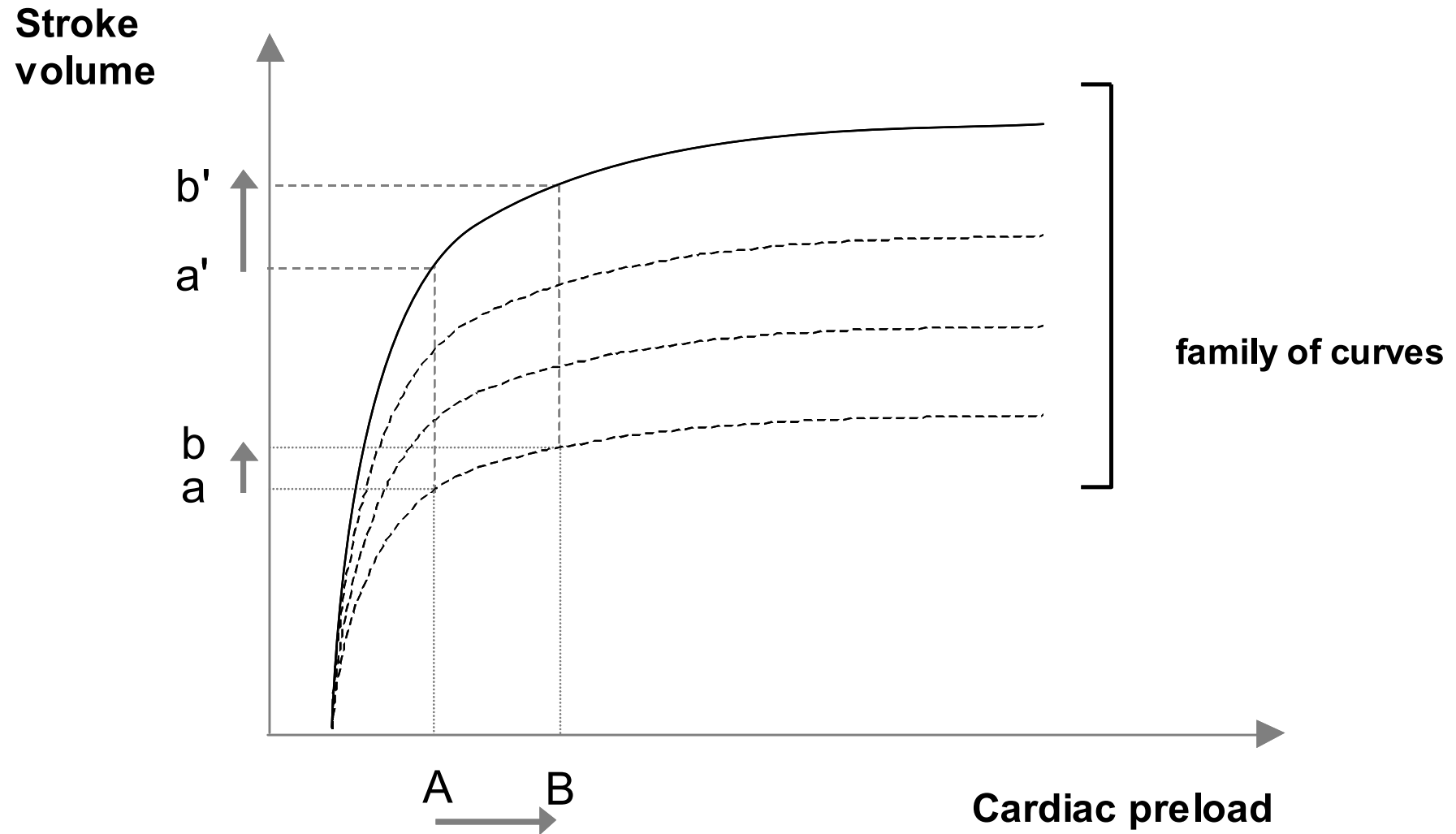
précharge

Précharge dépendance

volume éjection
systolique



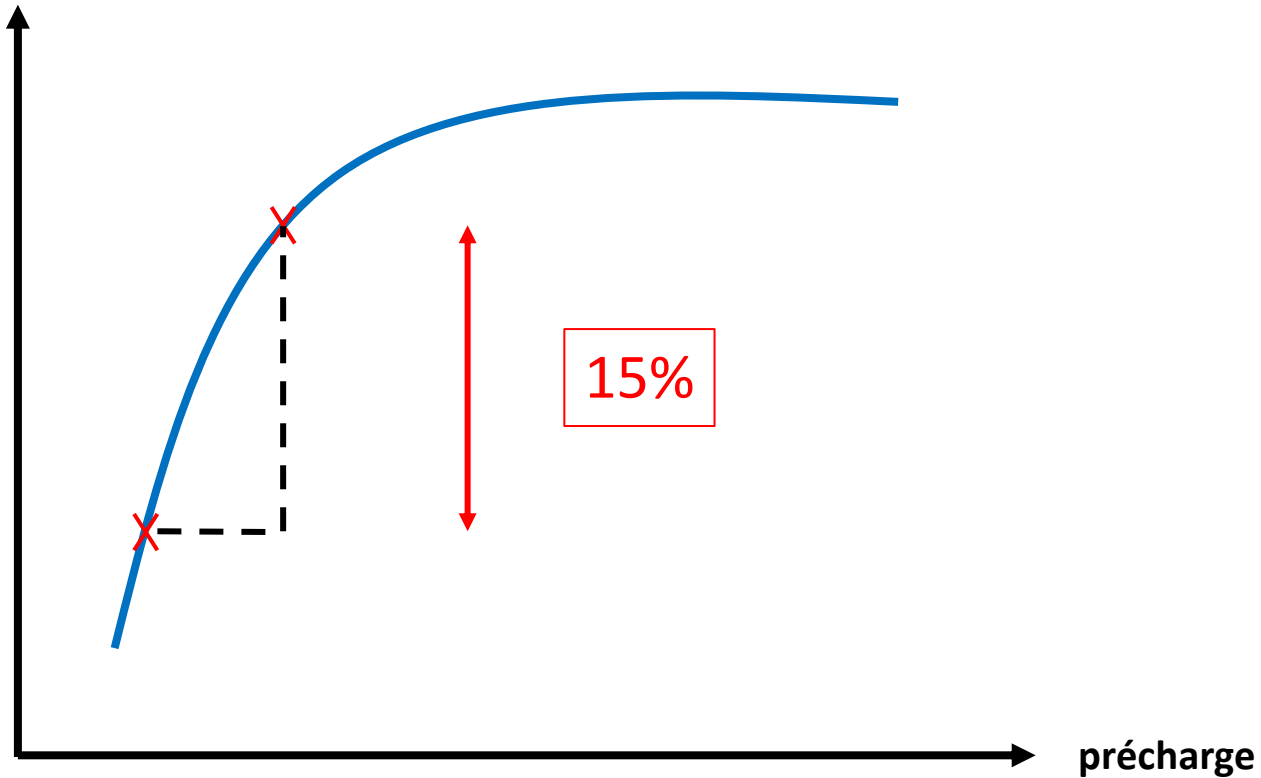
Précharge dépendance



Précharge dépendance

Définition : augmentation de 15% du débit cardiaque après perfusion de 500mL de cristalloïdes en 10 à 15 minutes

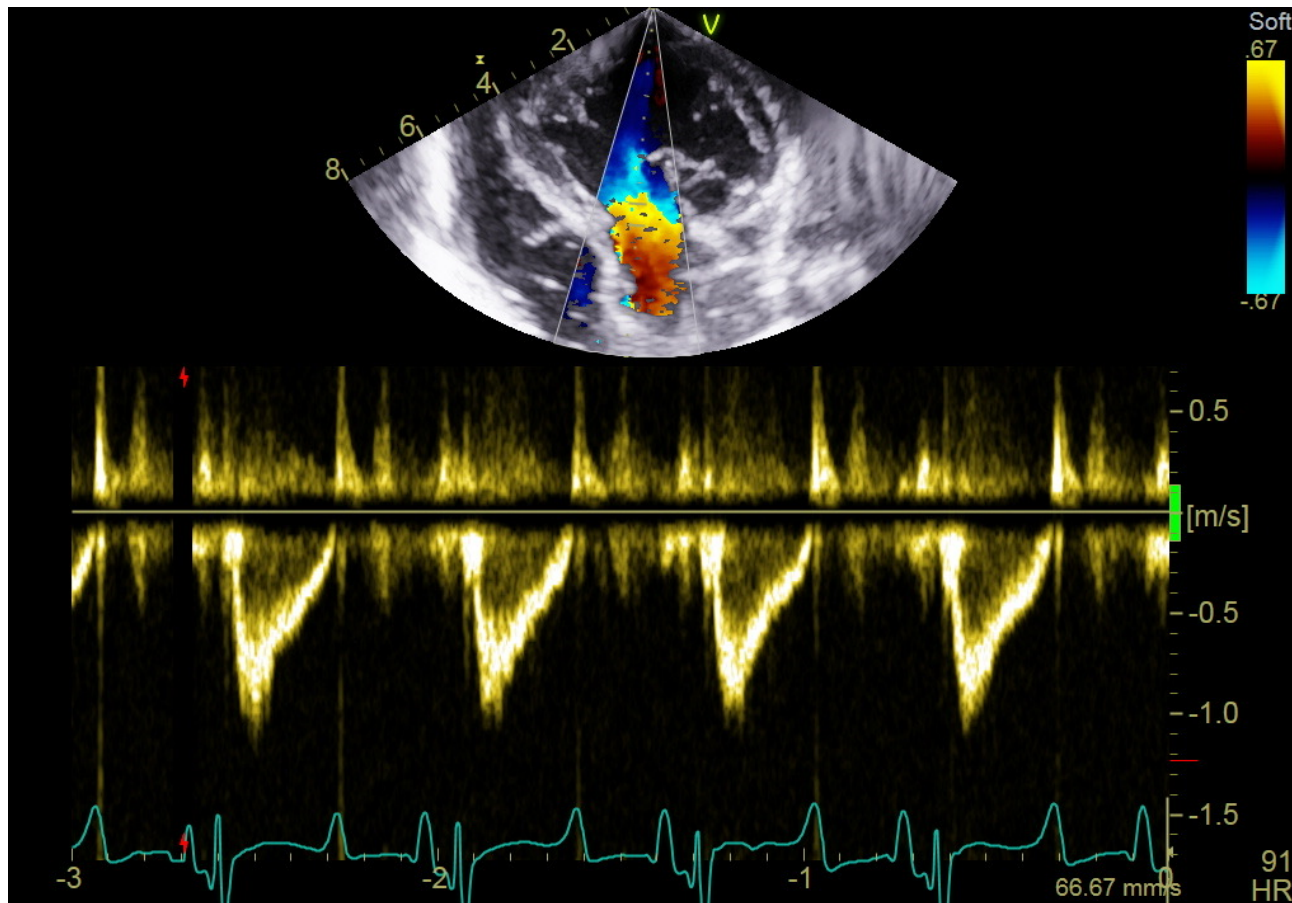
volume éjection
systolique



Précharge dépendance

Augmentation de 15% du **débit cardiaque** après perfusion de 500mL de cristalloïdes en 10 à 15 minutes

Comment ??



$DC = Fc \times S \times ITV$ sous aortique

ITV = alternatif au DC

Normale = 14 à 20 cm

< 14 = hypodébit

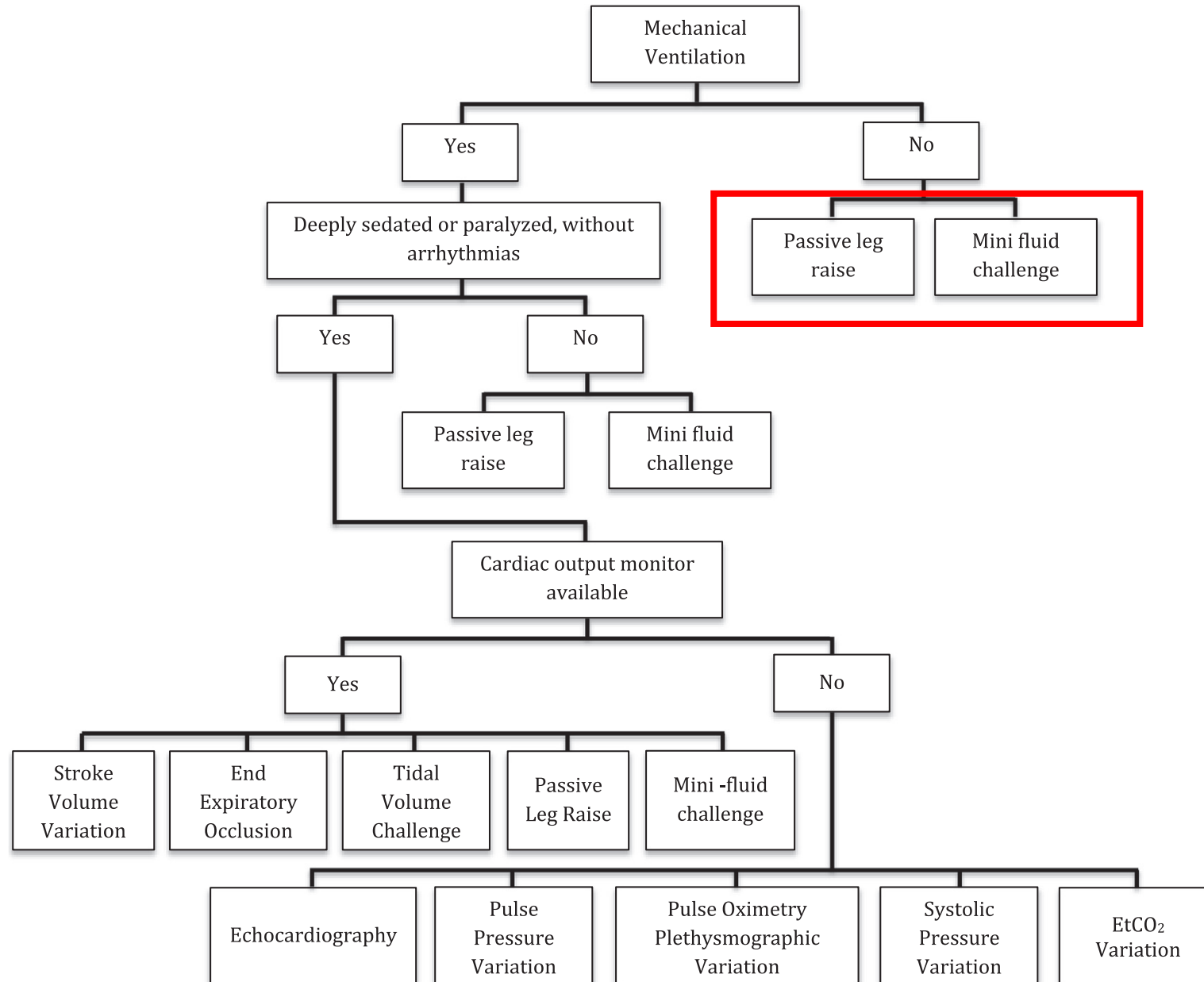
> 20 = vasoplégie

Augmentation de 15% du débit cardiaque après perfusion de 500mL de cristalloïdes en 10 à 15 minutes

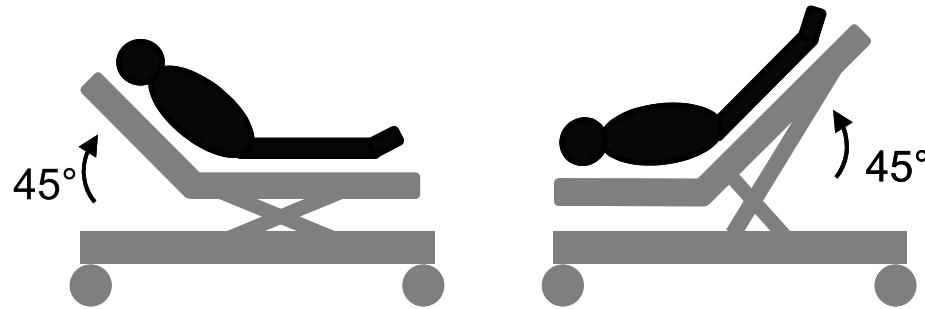
Comment ??

- ❖ mesures statiques
- ❖ mesures dynamiques
- ❖ lever jambe passif
- ❖ mini-fluide challenge

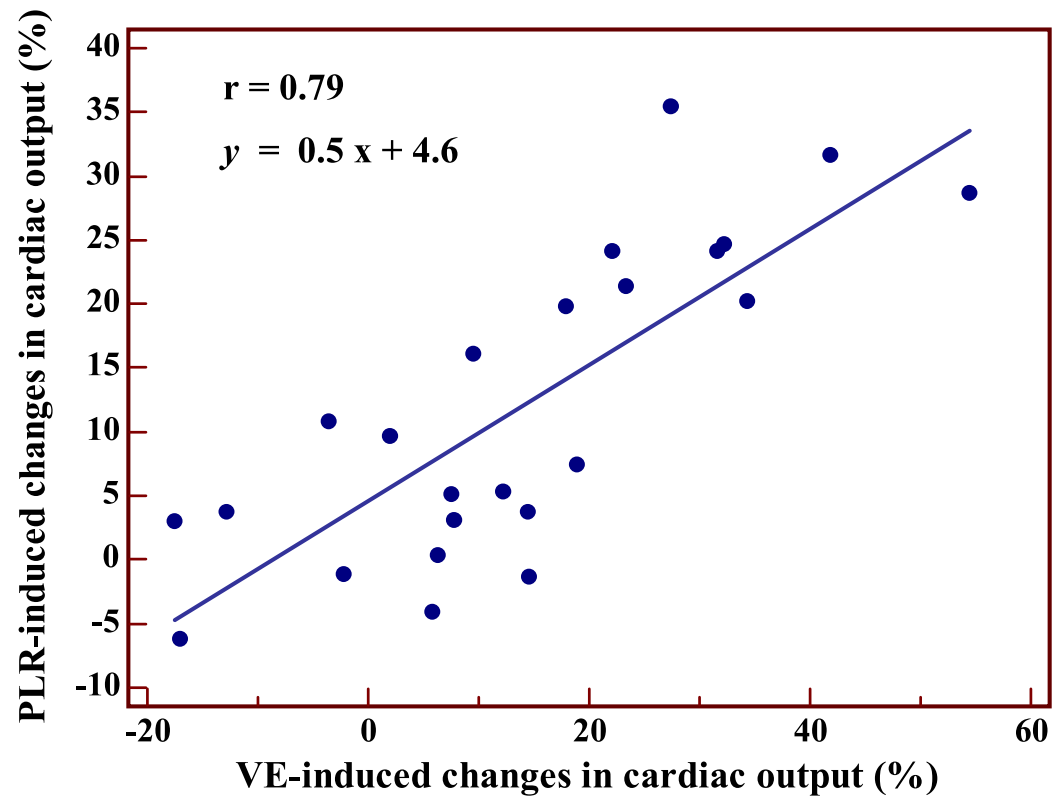
Précharge dépendance



Lever de jambe passif



PLR = 300cc



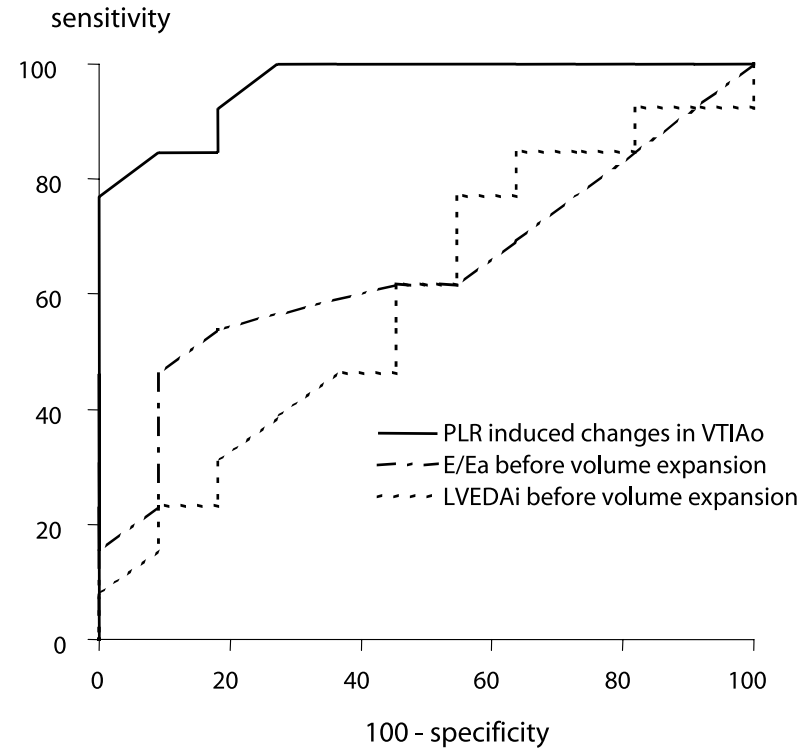
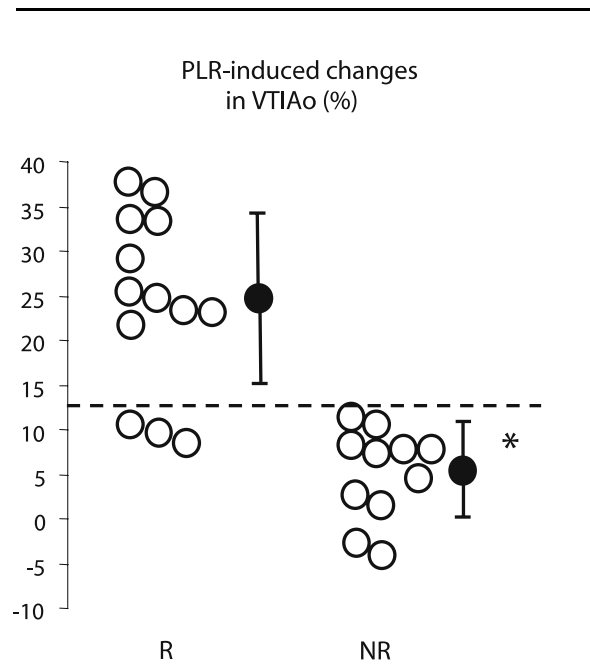
24 patients en état de choc

Ventilation spontanée +/- support ventilatoire

Rythme sinusal ou FA

500cc vs PLR

Lever de jambe passif



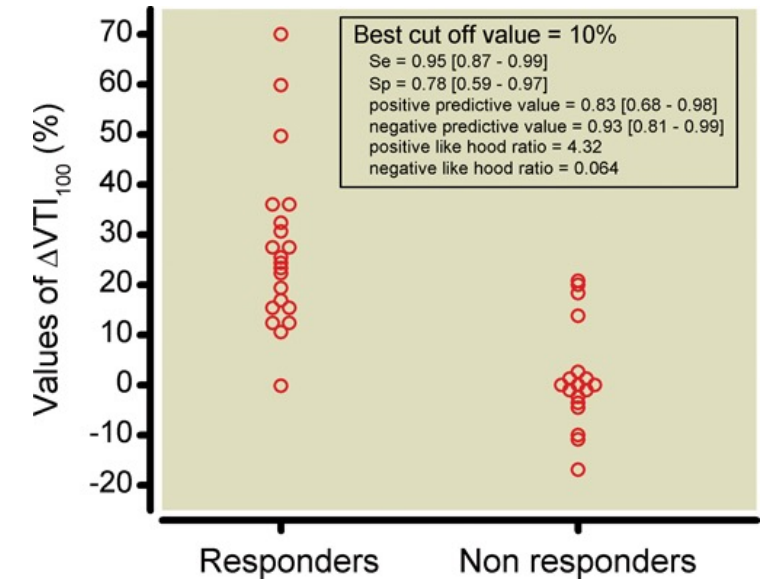
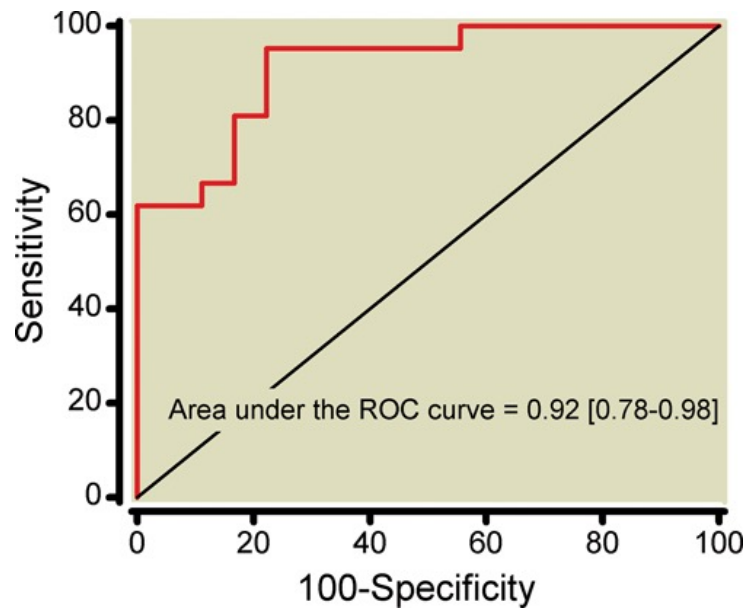
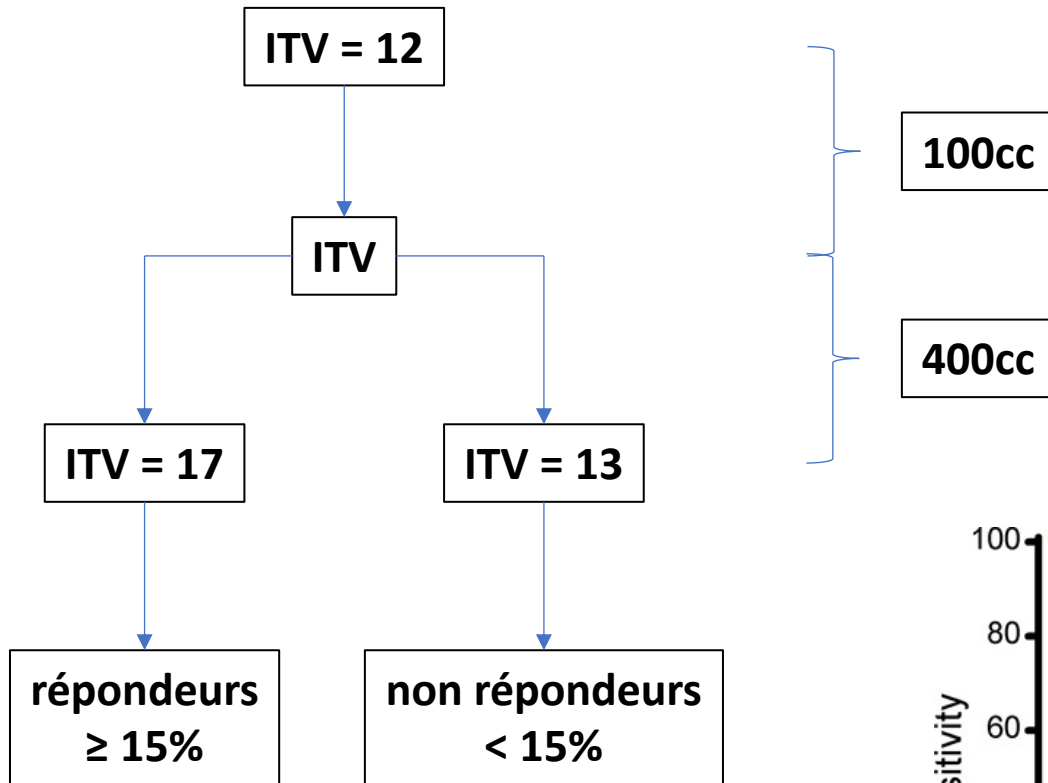
Limites :

- brancards adaptés
- amputations
- Fracture du bassin
- Fracture du rachis

cutoff $\geq 12,5\%$

AUC = 0,96
Sensibilité 77%
Specificité 100%

MiniFluid challenge



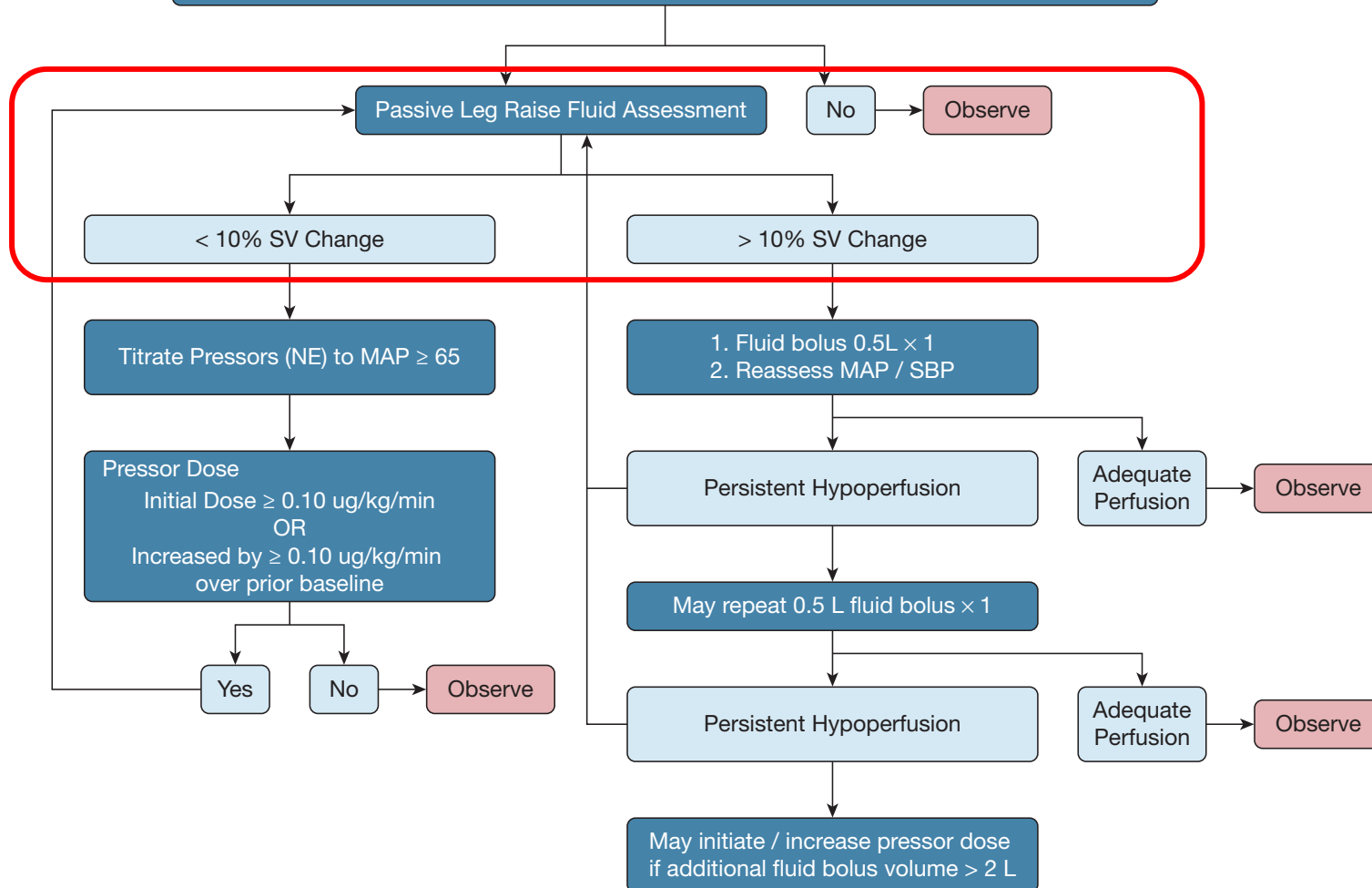
$\Delta VTI_{100} \geq 10\%$

Précharge dépendance

Clinical Decision is made to treat the patient with either fluid and/or vasoactive medications. This may be due:

- MAP < 65, SBP < 90, or BP is rapidly trending lower
- low urine output
- any other clinical indication to administer/after fluid bolus or pressors

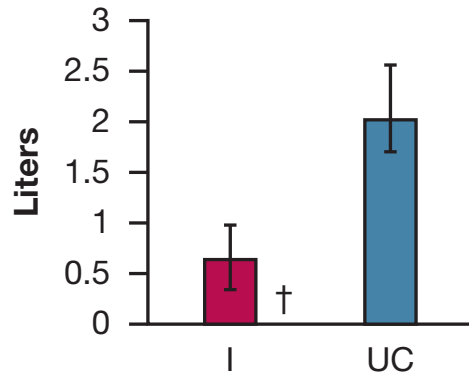
Vasoactive medication may be de-escalated at the clinician's discretion but re-escalation should trigger this PLR algorithm



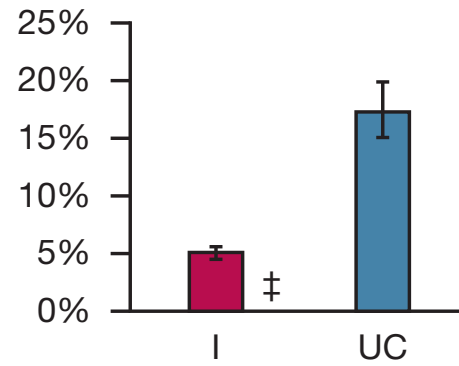
- 13 hôpitaux
- Choc septique réfractaire
- Services d'urgences
- 124 patients

Précharge dépendance

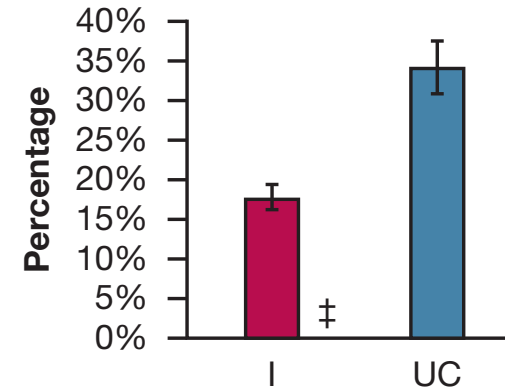
Fluid Balance (L) at 72 hours or ICU Discharge



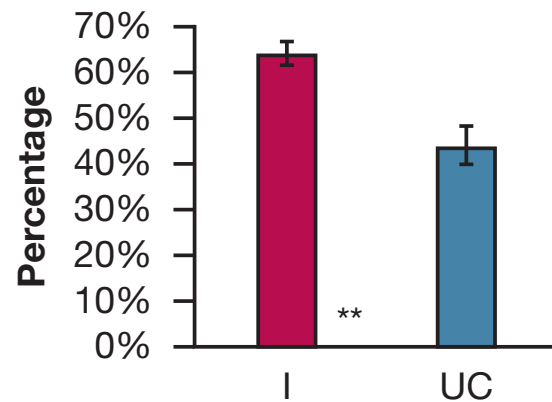
Requirement for Renal Replacement Therapy (RRT)



Requirement for Ventilator Use



Discharge Location - Home



Différence non significative

- Durée de séjour
- Evènements indésirables graves
- Mortalité

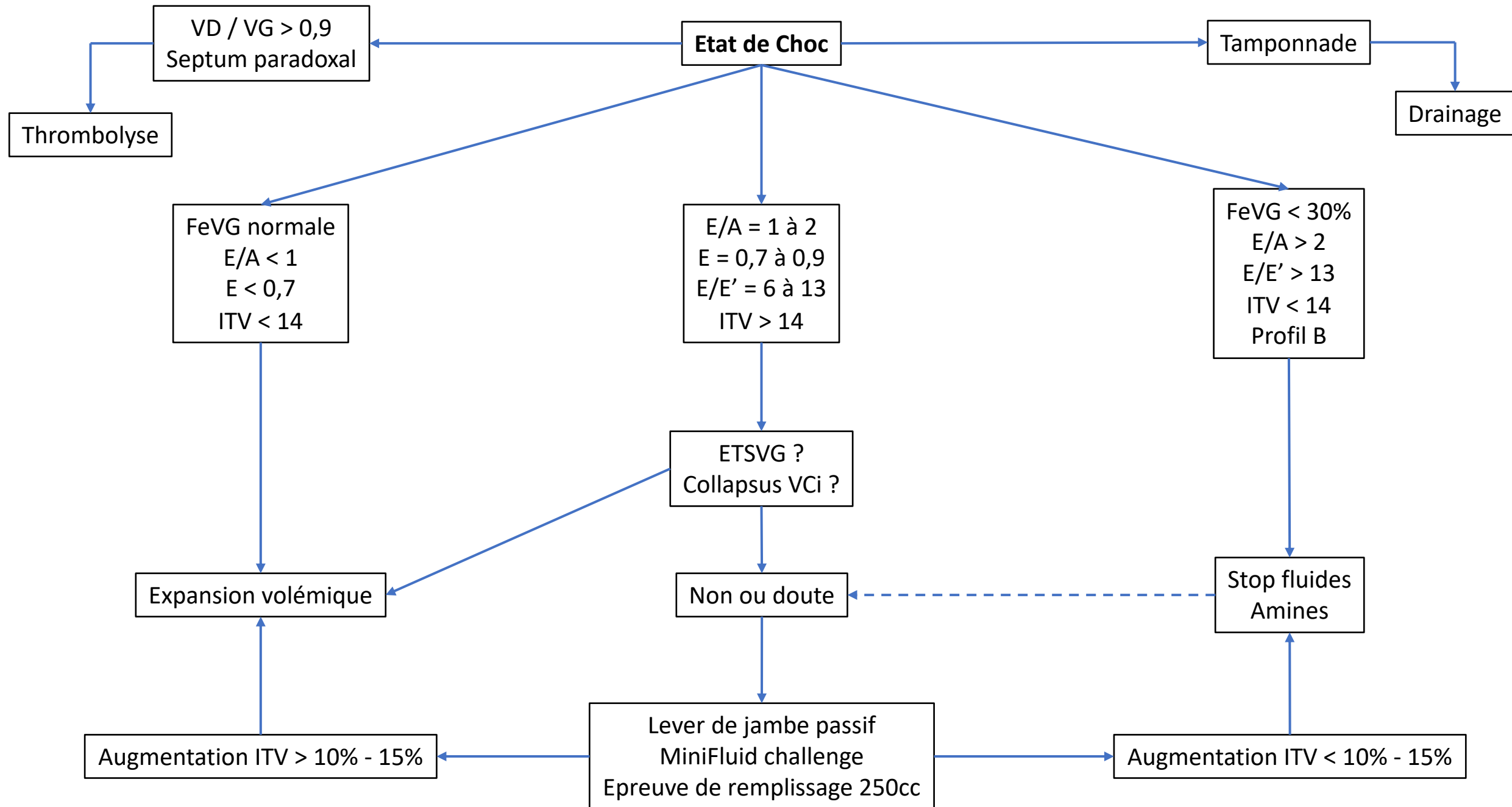
ETAT DE CHOC

PROFIL

SECURITE

MONITORING

- Traitement étiologique
- Expansion volémique
- Epreuve de remplissage
- Amines



08h45 – 09h00 : Accueil des participants

09h00 – 09h30 : Concept des pressions de remplissage du ventricule gauche

09h30 – 10h30 : Le Ventricule Droit

10h30 – 11h00 : Pause

11h00 – 12h00 : Ateliers pratiques

12h00 – 13h00 : Pause repas

13h00 – 14h00 : Détresse respiratoire

14h00 – 15h00 : Etat de choc

15h00 – 16h00 : Ateliers pratiques

16h00 – 17h00 : Quizz interactif

