



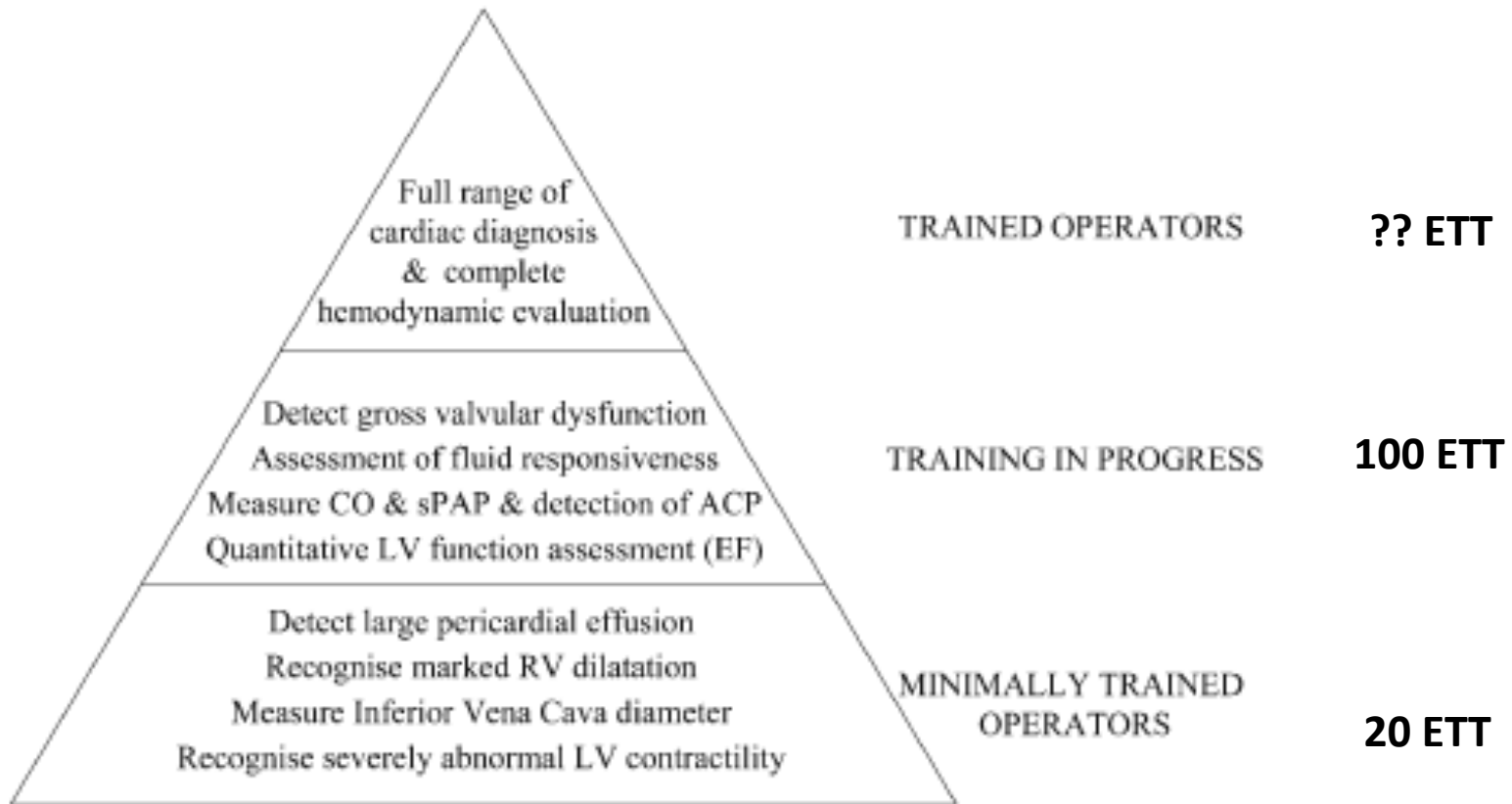
# Evaluation hémodynamique écho-cardiographique en réanimation

Dr Antoine Kimmoun  
Réanimation Médicale Brabois  
CHU de Nancy

Une série de questions

- La clinique est suffisante pour évaluer l'hémodynamique et classer un état de choc ?
  - NON
    - Eisemberg PR, et al. CCM 1984; 12(7):549-53
- L'échographie cardiaque est un outil fiable pour diagnostiquer le type d'état de choc ?
  - OUI
    - Joseph MX, et al. Chest 2004; 126:1592–1597
- L'échographie est supérieure (efficacité/morbimortalité) aux autres techniques de diagnostic ou monitoring (PAC/PICCO) ?
  - On en sait trop rien....

# L'échographie: un apprentissage facile?





# Pas si facile que ça...

**Table 8—Competence in Advanced CCE: Specific Indications for Advanced CCE\***

Suspected Pathology	Echocardiographic Findings
Infectious endocarditis*	Vegetation (size, location), abscess, valvular destruction, quantification of valvular regurgitation
Acute aortic dissection*	Intimal flap (location, extension), signs of extravasation, pericardial effusion, aortic regurgitation
Blunt cardiovascular trauma*	Aortic rupture, mediastinal hematoma, myocardial contusion, and hemopericardium
Cardiovascular source of systemic emboli*	LV apical thrombus, mass in the left atrium/appendage, patent foramen ovale, aortic thrombus, and atherosclerotic lesions
Right-to-left shunt	IV air bubble contrast injection to examine for right-to-left shunt
Pulmonary embolism	Thrombus within pulmonary artery, thrombus in transit through the right heart
Complications of myocardial infarction	RV infarction, LV free wall rupture, papillary muscle rupture

\*TEE has higher diagnostic accuracy than TTE for these indications.

*(CHEST 2009; 135:1050–1060)*

# Quelles utilisations de l'échocardiographie en réanimation

- L'évaluation de la volémie?
- L'évaluation de la fonction myocardique?
- Les complications valvulaires,...
- Les complications de l'IDM ?
- Le diagnostic de l'embolie pulmonaire?
- Le diagnostic de tamponnade?
- Le diagnostic de pneumothorax, d'épanchement pleural?
- Par quels moyens?

# ETT ou ETO?

- ETT le plus souvent
  - Non invasif
  - Disponibilité
- ETO:
  - Meilleure sensibilité surtout pour les valves et l'échographie morphologique
  - Sauf pour le cœur droit
  - Accessibilité?
  - Invasif?

# ETO: un examen invasif?

- OUI
  - Mortalité = celle de la SWAN 1/10000

TABLE II.—*Complications of TEE in the ICU (21 studies with n=2 508 examinations). With permission from Hüttemann et al.<sup>10</sup>*

Category	Details	N.
Airway	Displacement of tracheostomy tube (1), pulmonary aspiration during tracheal intubation before TEE (1)	2
Ventilation	Respiratory failure (1), transient hypoxia (4)	5
Circulation	Hypotension (15), hypertension (4), increase in pulmonary artery pressure (1)	20
Arrhythmias	Atrial flutter, atrial fibrillation (5), VES (1)	6
Cardiac arrest	Circumstances not further specified (1), due to abruptly discontinued inotropic support but successful resuscitation - not related to TEE study (1)	2
Seizures	Grand mal seizure (1)	1
Vomitus	(1)	1
Coughing	(7)	7
Oropharyngeal mucosal lesions	Superficial mucous lesion (1), self-terminating oral blood suffusion (15), oropharyngeal bleeding (1)	17
Total		61 (2.6%)

Evaluation de la fonction  
ventriculaire gauche et droite  
durant l'état de choc

# Etats de choc à discriminer

## HYPOVOLEMIQUE

- Baisse de la précharge

## CARDIOGENIQUE

- Coeur D?
- Coeur G?

## DISTRIBUTIF = SEPTIQUE/ ANAPHYLACTIQUE

- Baisse de la post charge

## OBSTRUCTIF

Tamponnade/EP

# Etiologies par échocardiographie

Le cœur gauche est en cause :

- CM ischémique
- CM valvulaire
- CM hypertrophique
  - CM dilatée
- CM rythmique
- CM septique

Le cœur droit est en cause :

CM ischémique  
Tamponnade  
EP  
septique

Mon cœur n'est pas en cause :

Hypovolémie  
Aorte  
sepsis



# Les étapes de l'ETT en réanimation

## Volémie

- VCI
- VCS
- Exclusion systolique

## Fonction VG

- FE TM
- FE simpson
- ITV sous Ao

## Pression remplissage

- E/A
- Doppler VP
- DTI

## Fonction VD

- VD/VG
- HTAP
- Septum
- TAPSE

## Valves

- Mitral
- Aortique
- Tricuspide

# A l'entrée d'un patient en état de choc non stabilisé sans diagnostic étiologique

- L'échocardiographie a un seul intérêt :

## **ELIMINER L'URGENCE VITALE :**

Tamponnade

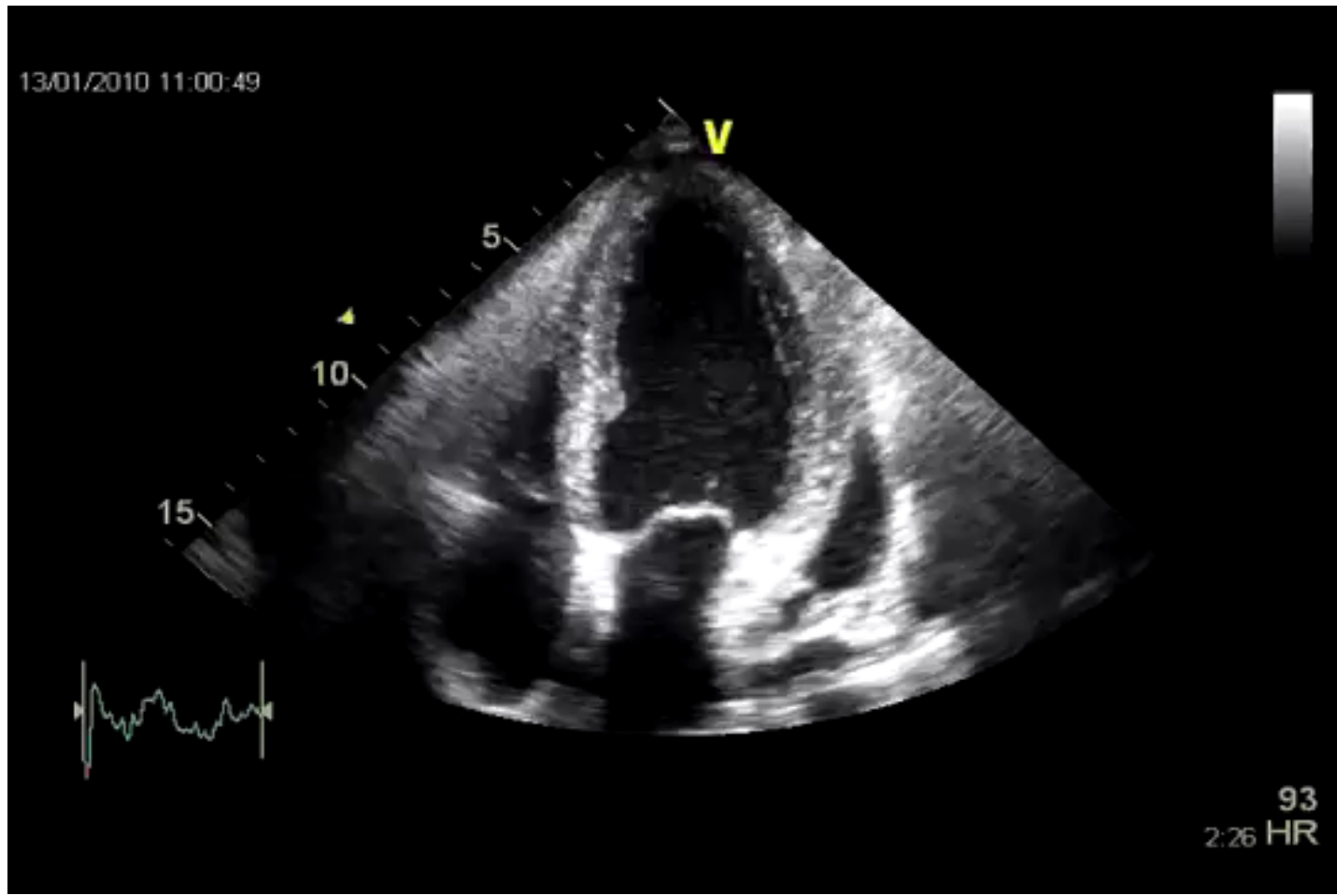
EP

CIV

Dysfonction valvulaire/pilier/rupture pilier

Hypovolémie extrême

13/01/2010 11:00:49



93  
2:26 HR

# Par où commencer ?

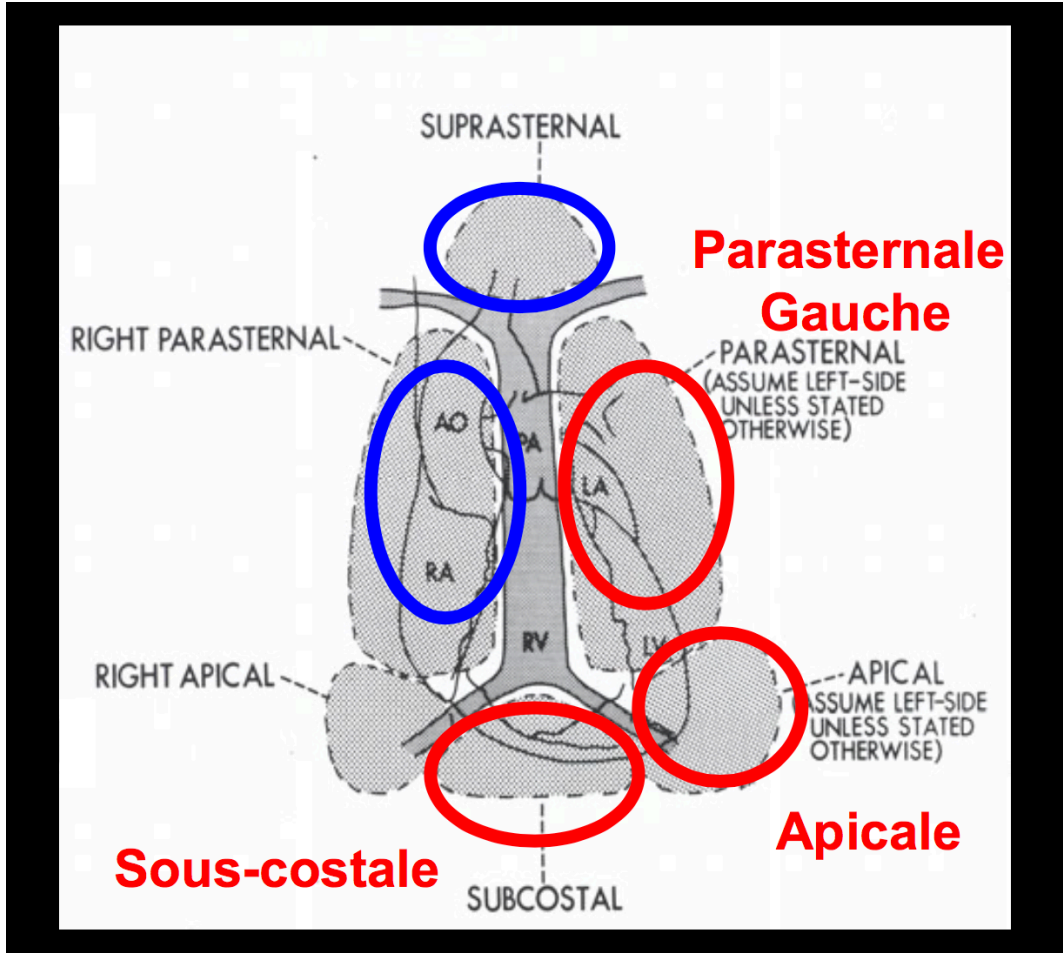
- PAR LA HEMODYNAMIQUE SIMPLE ET CE QUI INFLUE DESSUS :
  - PAS PAD PAM
  - FC
  - POSOLOGIES DES CATECHOLAMINES
  - VENTILATION (PEP)

VOTRE ECHOCARDIOGRAPHIE HEMODYNAMIQUE  
NE S'ÉVALUE QU'EN FONCTION DE CES  
PARAMETRES,  
(chez un patient un minimum stabilisé)

# Un exemple

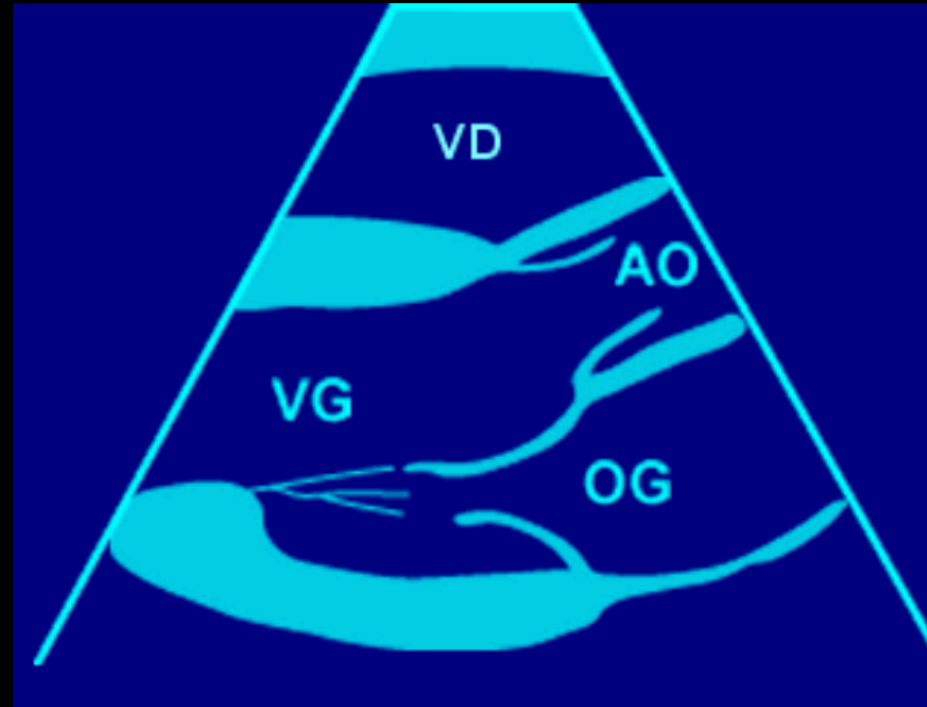
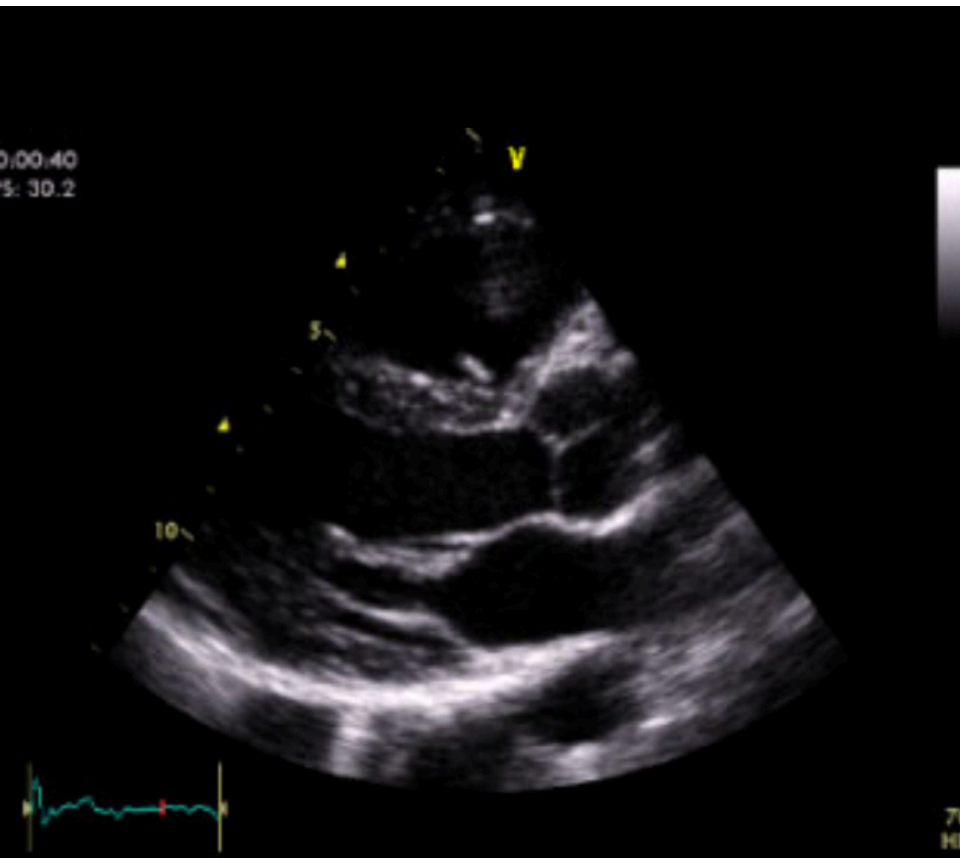
- 65 ans, cardiopathie ischémique sans notion de FE
- Péritonite sur diverticulite perforée
- Patient très instable en per opératoire
- Retour de bloc
- Etat de choc
  - Echo 1 noté dans le dossier : excellent VG 60% de FE
- **En conclure quelque chose???**
  - NON car malade est sous
  - Dobutamine à 15 gamma/kg/min,
  - Noradrénaline à 0,7 gamma/kg/min
  - 165 /min de FC
  - 70/50 mmHg
- **Le malade est très probablement**
  - hypovolémique
  - Trop tachycarde

# LES COUPES

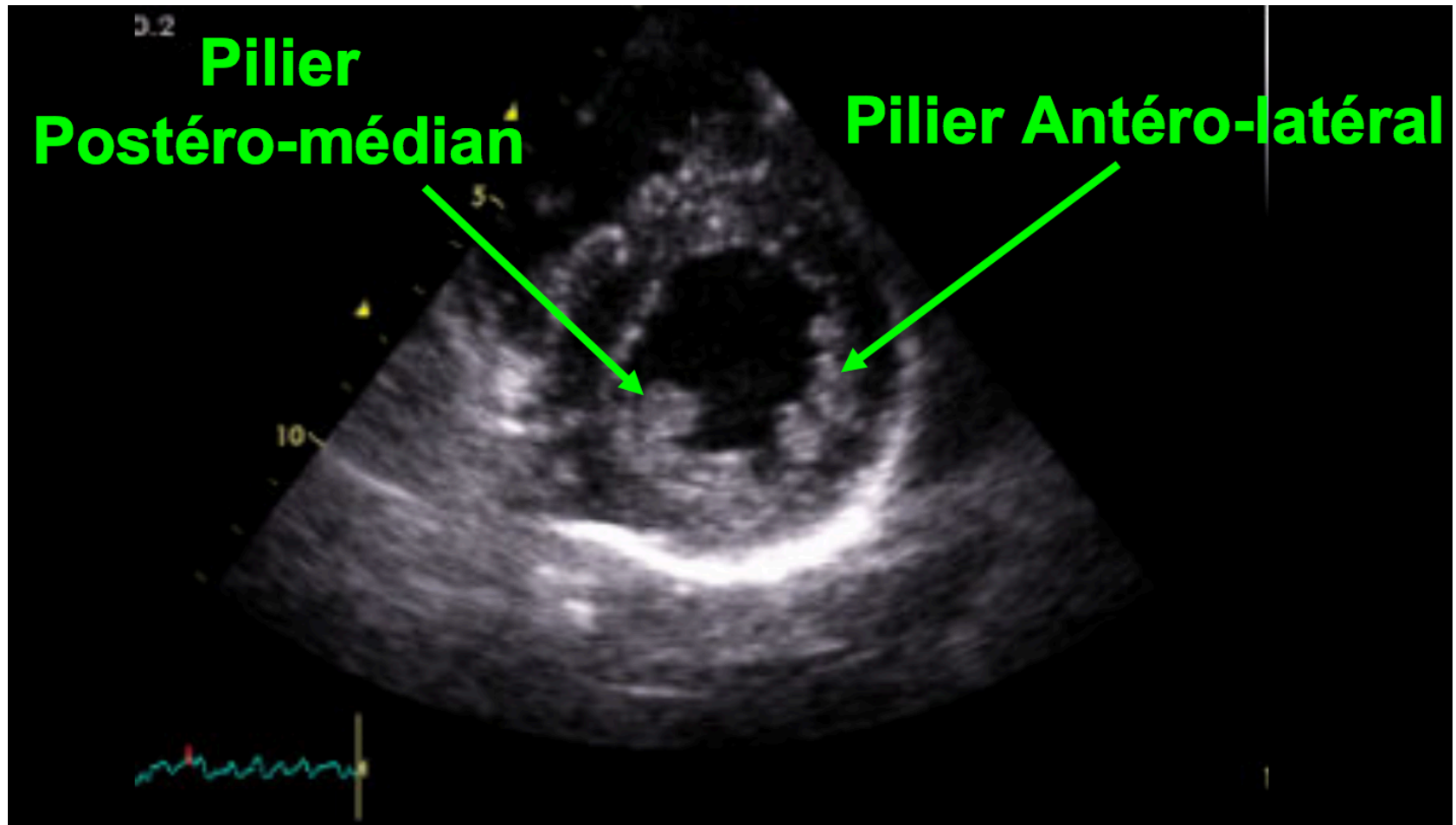




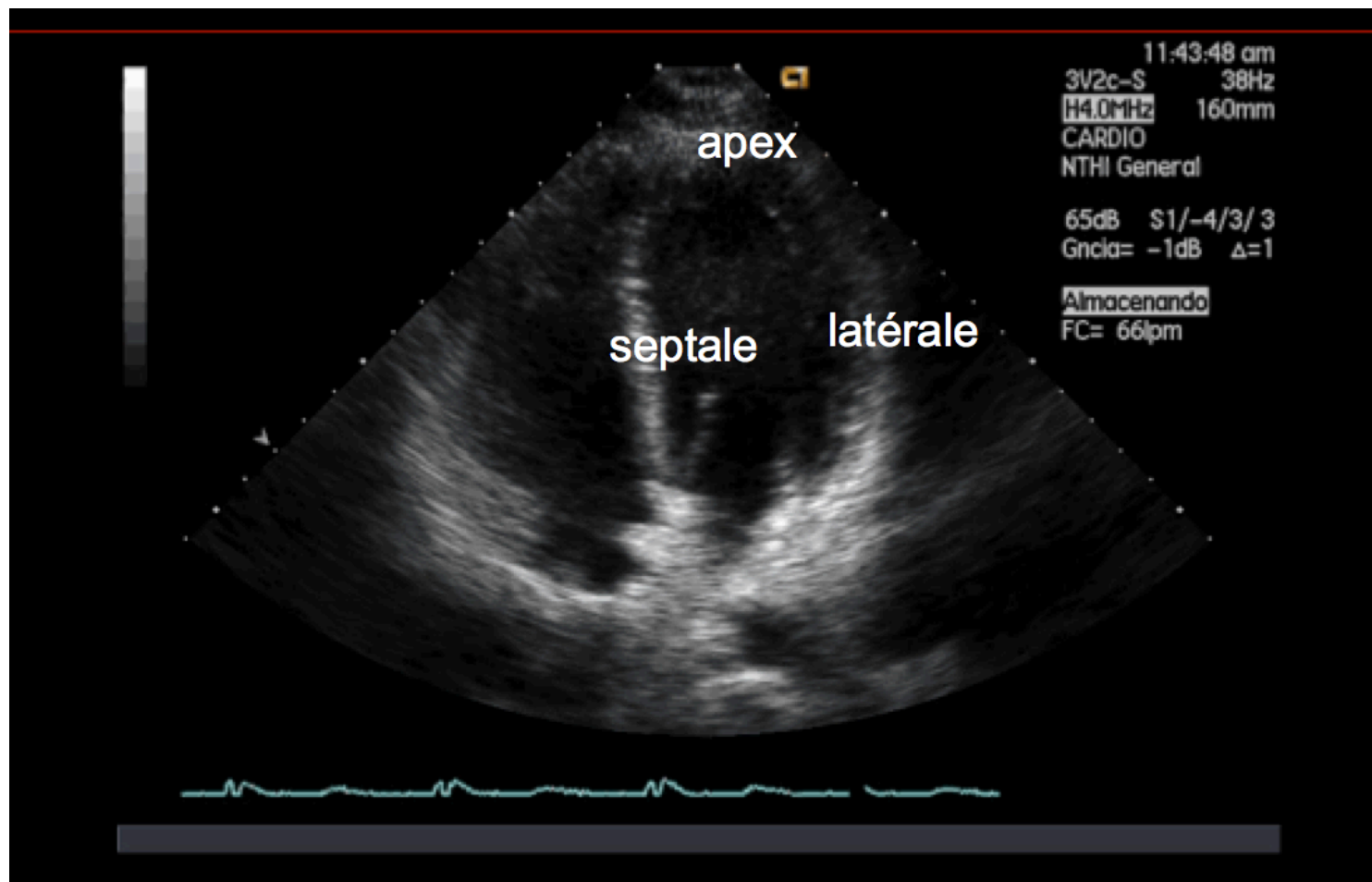
# PSGA



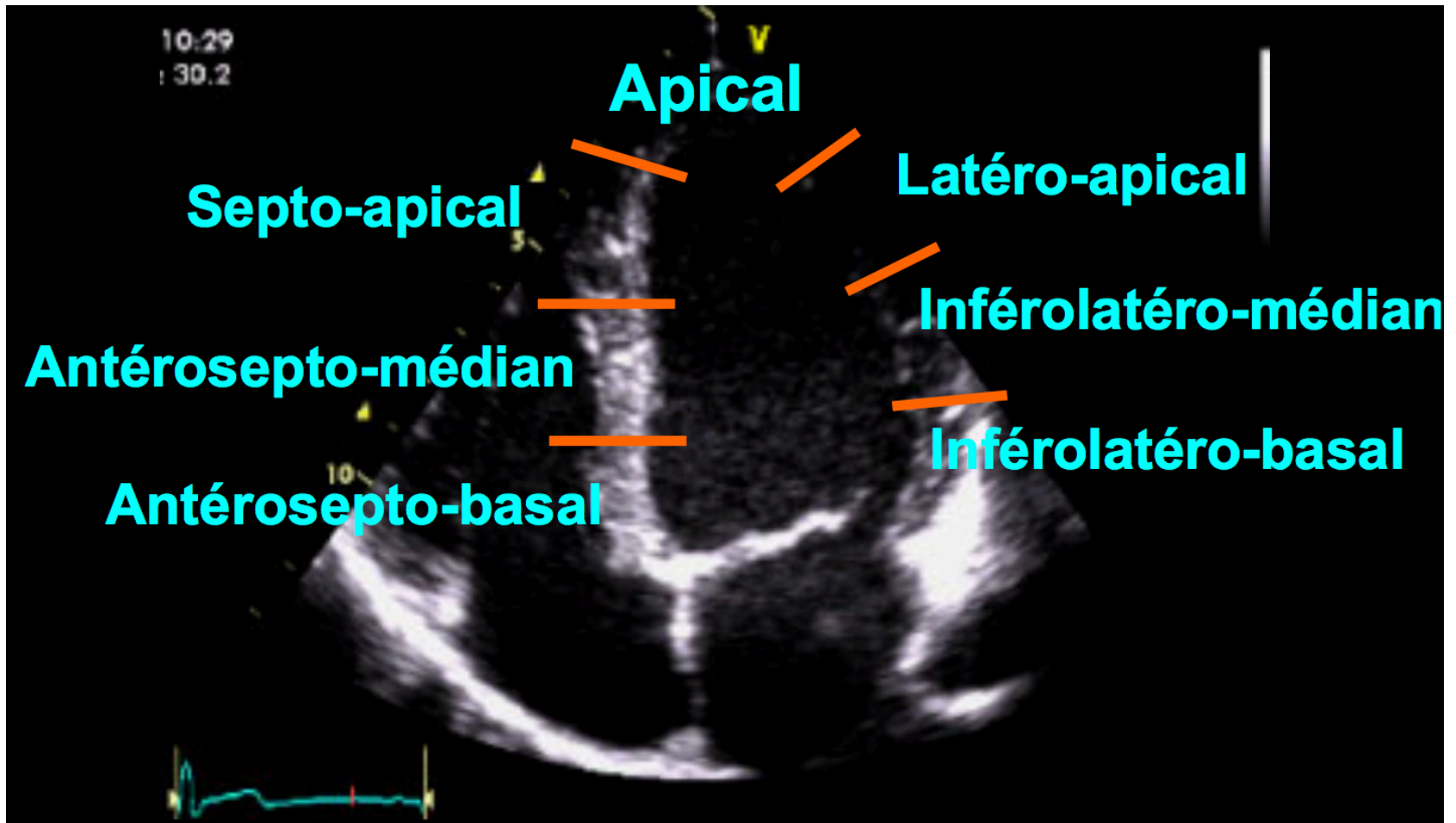
# PSPA



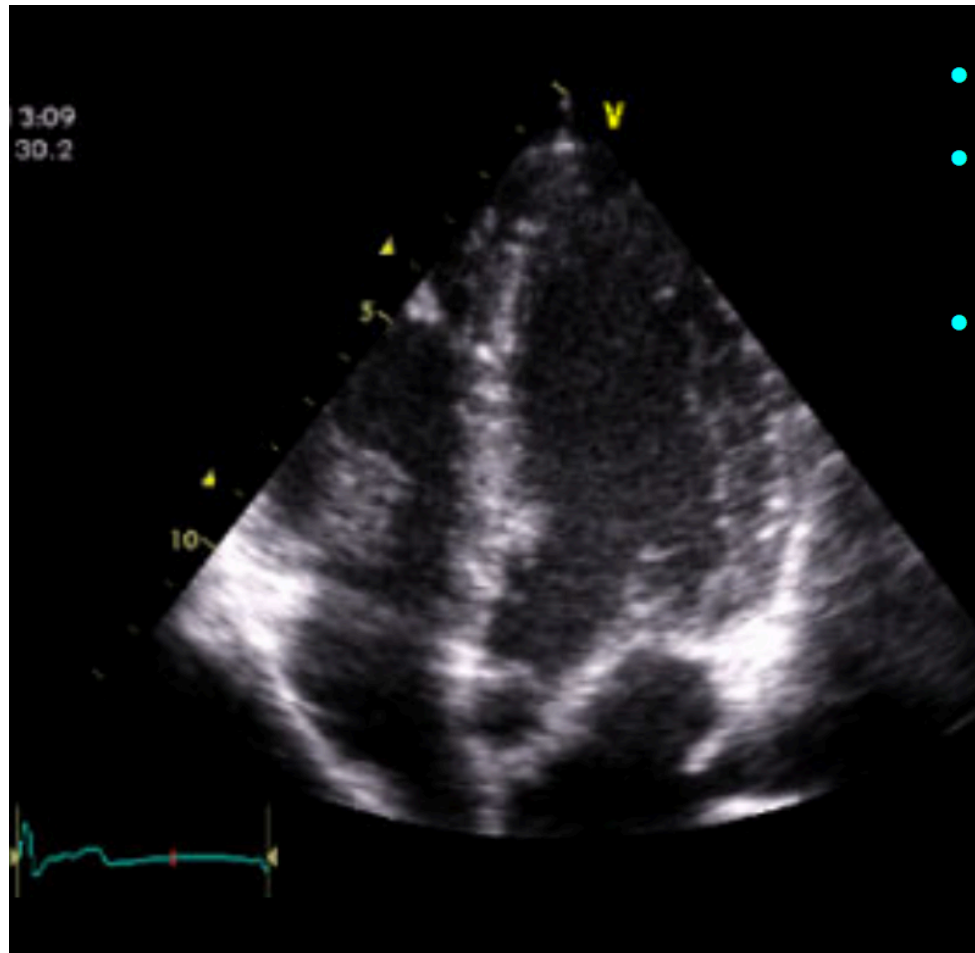
# 4 cavités



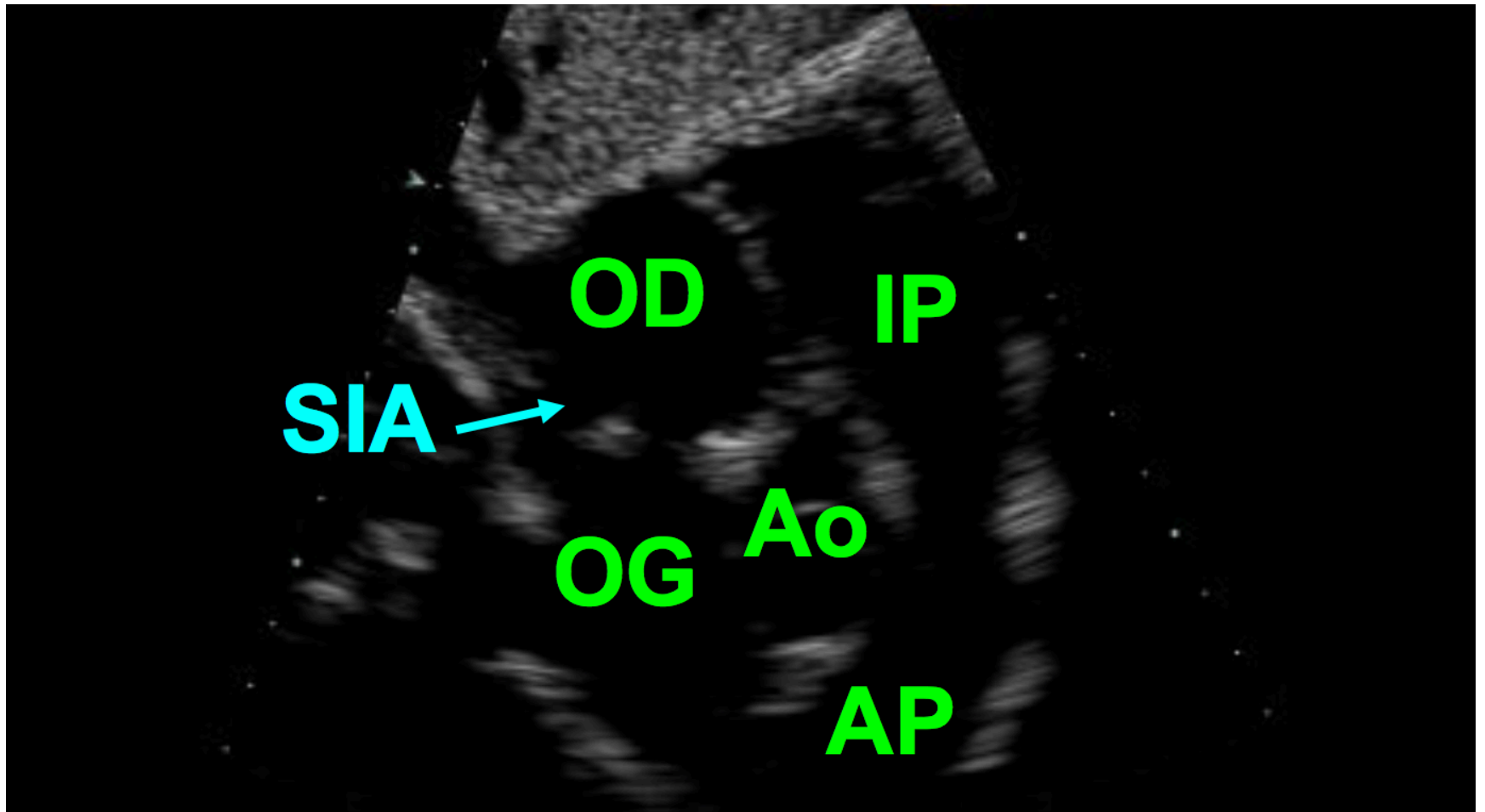
# Segments



# 5 cavités



# Sous costale

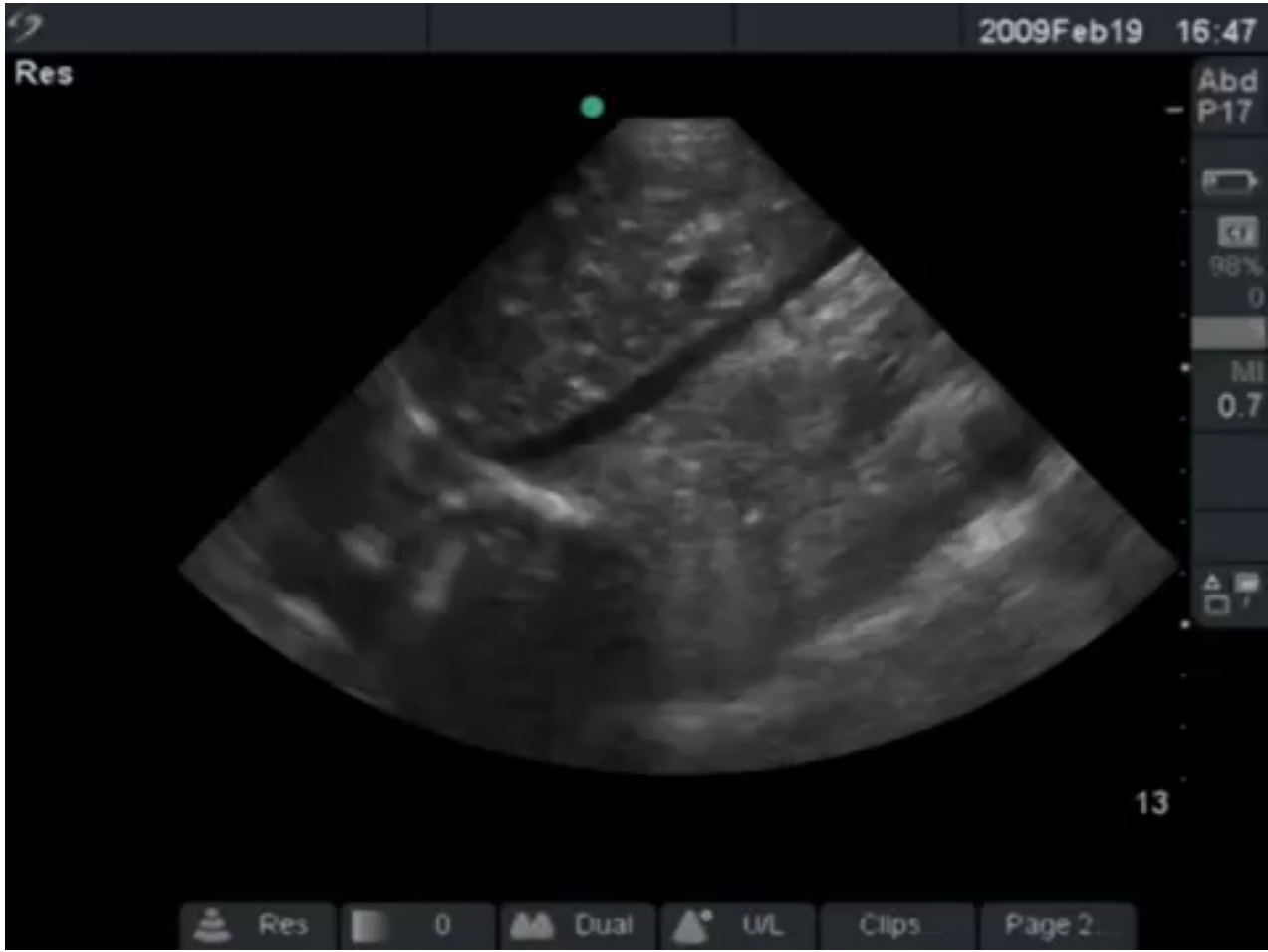


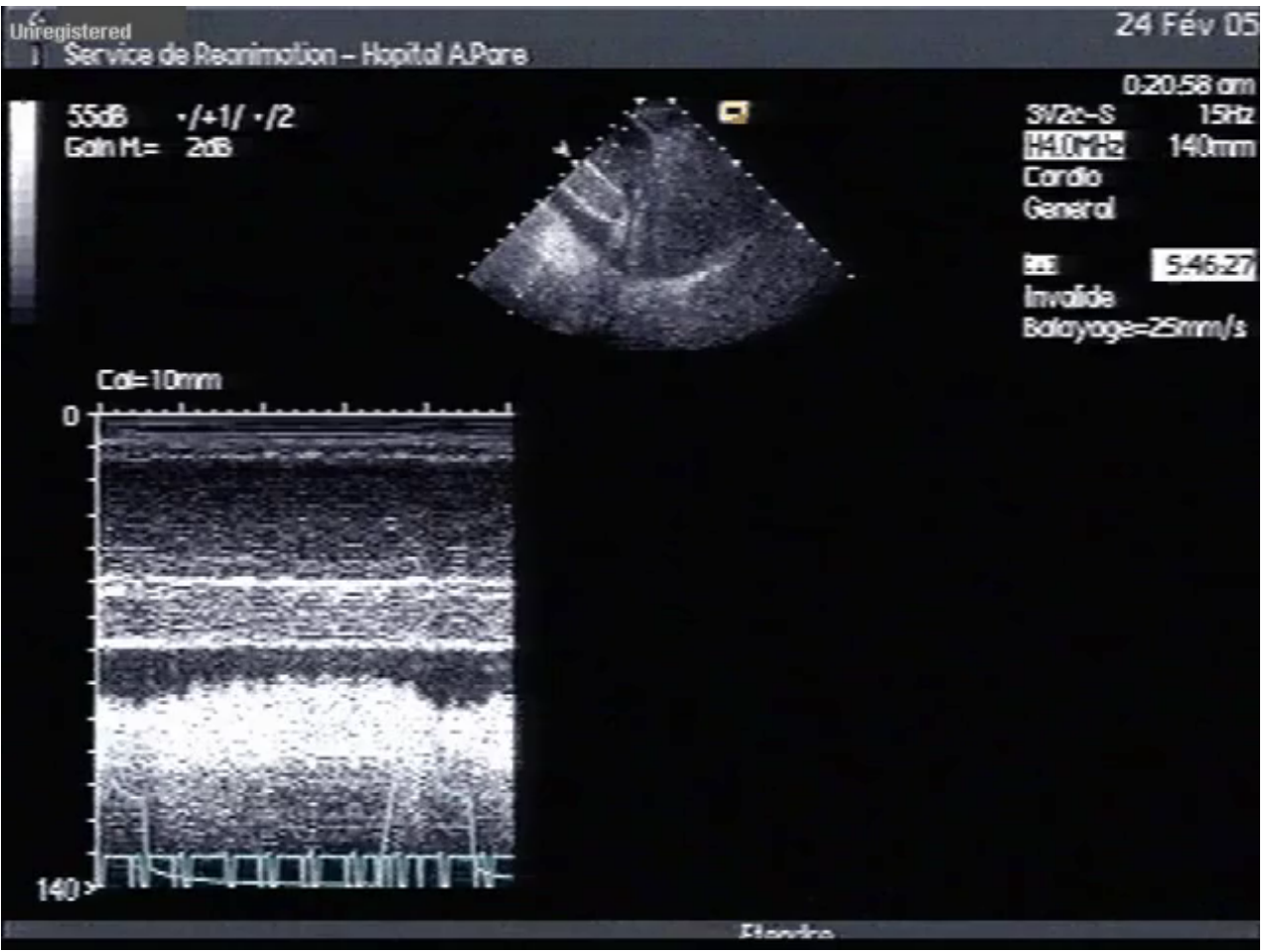
# La volémie



## En VS

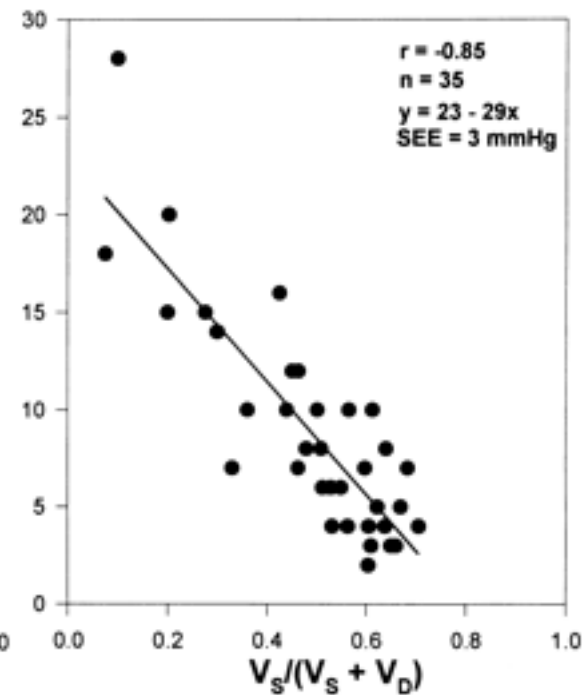
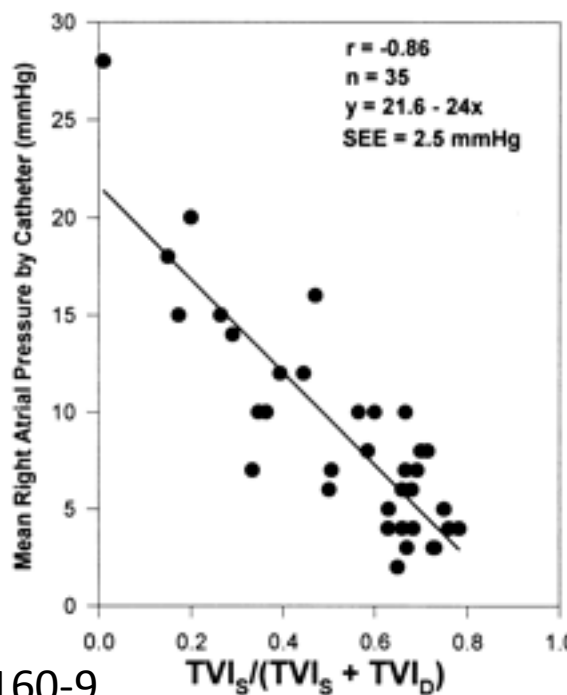
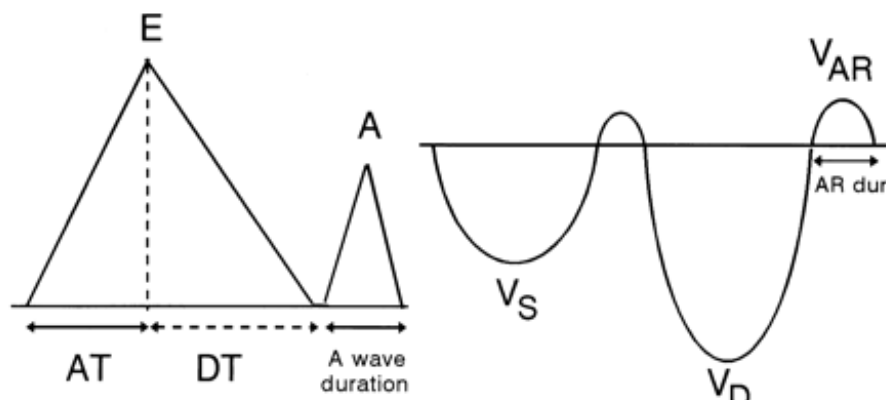
- VCI : variation / index de collapsus inspiratoire
  - Kircher et al. Am.J.Cardiol. 1990;66:493-6
- Doppler Veineux sus hépatique
  - Nagueh et al. Circulation. 1996;93:1160-9
- Doppler tissulaire de l'anneau tricuspide
  - Nagueh et al. Am J. Cardiol. 1999;84:1448-51





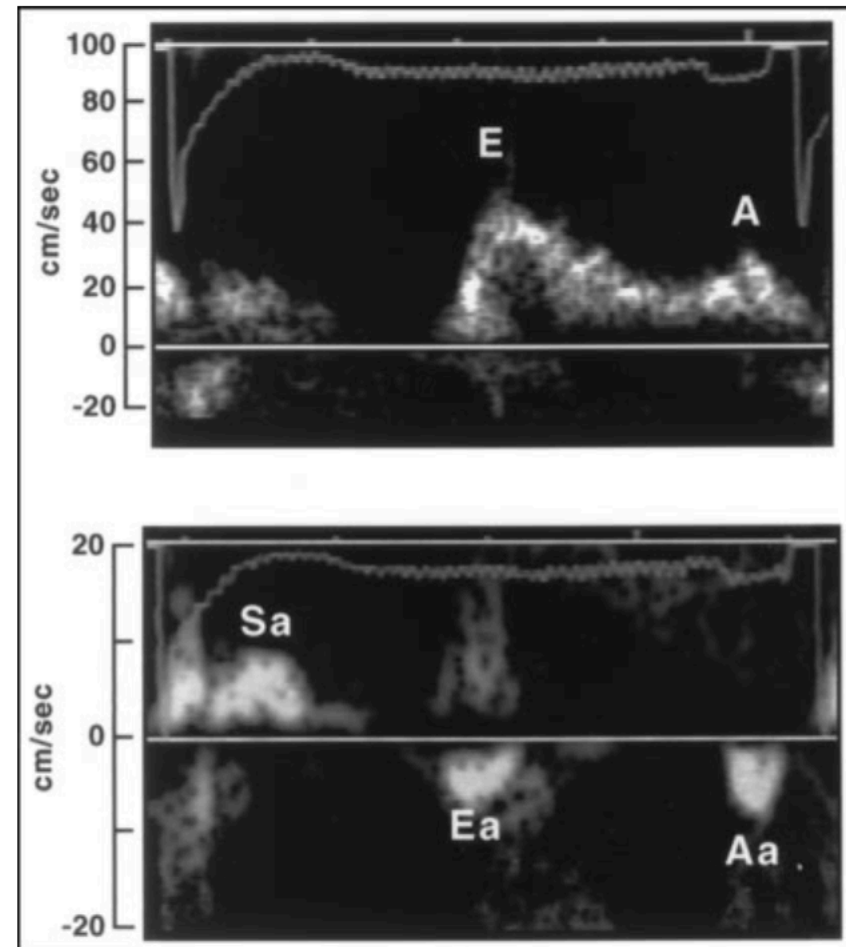
# En VS

- Fraction systolique du flux veineux sus hépatique
- FSH :
  - $ITVS/(ITVS+ITVD)$
  - $<55\% \Rightarrow PVC >8$
- S'intègre avec le reste de l'écho



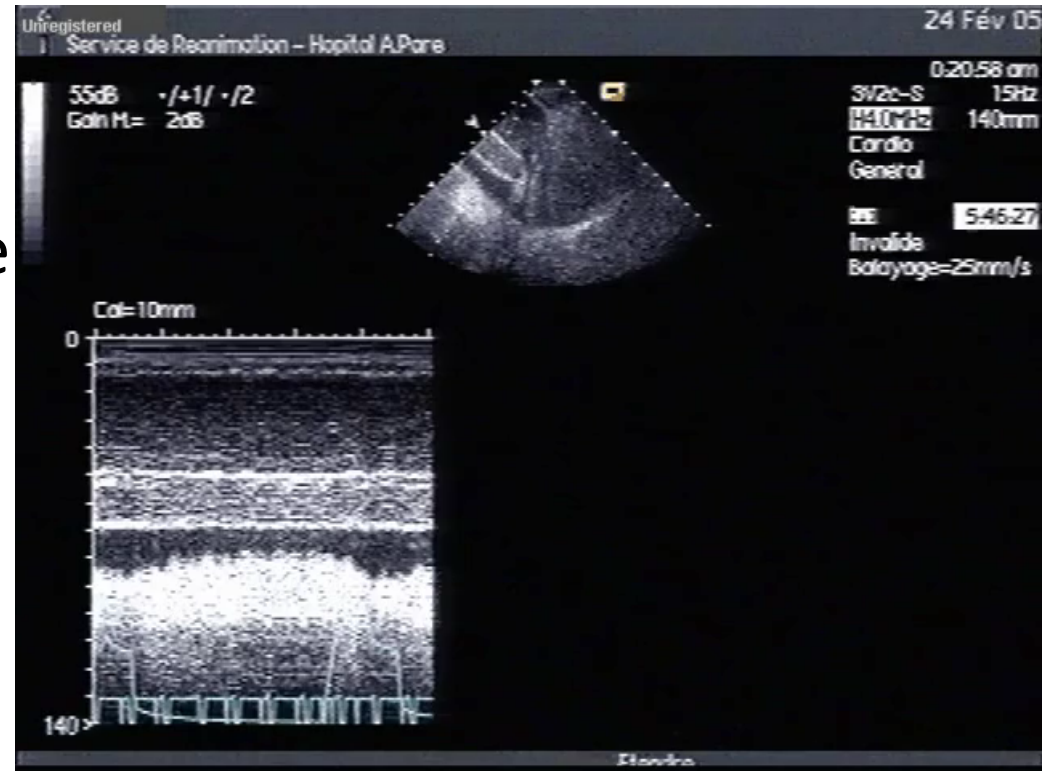
# En VS

- Doppler tissulaire
  - E/Ea tricuspide
  - Utile VS ou VM
  - Avec ou sans dysfonction VD
- $E/Ea < 4 \Rightarrow PVC < 10$
- $E/Ea > 8 \Rightarrow PVC > 12$



# En VM

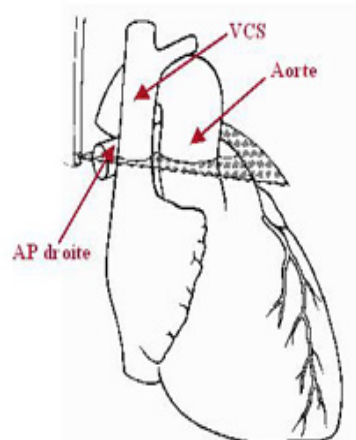
- LA VCI :
  - Seule technique utilisée en pratique courante
  - Index de variation respiratoire de VCI  $> 12\%$   $\Rightarrow$  nécessité de remplissage



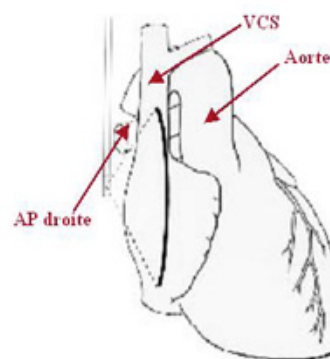
# En VM

- LA VCS :
  - utilisée en pratique courante??
  - Index de variation respiratoire de VCS > 36% => nécessité de remplissage

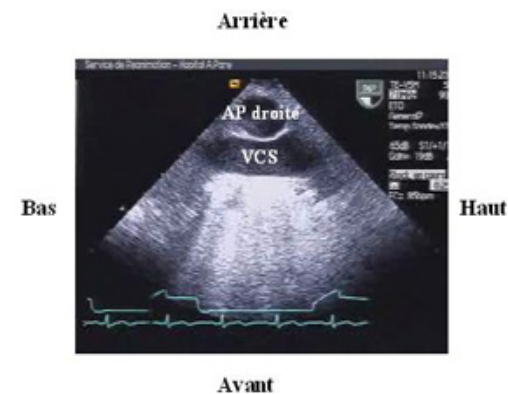
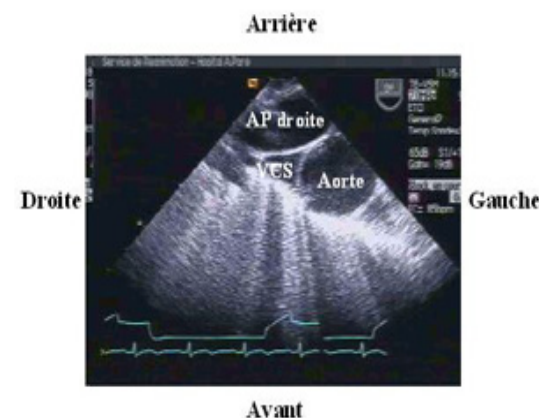
Capteur 0°



Capteur 90°



25-30 cm des arcades dentaires





# En VM



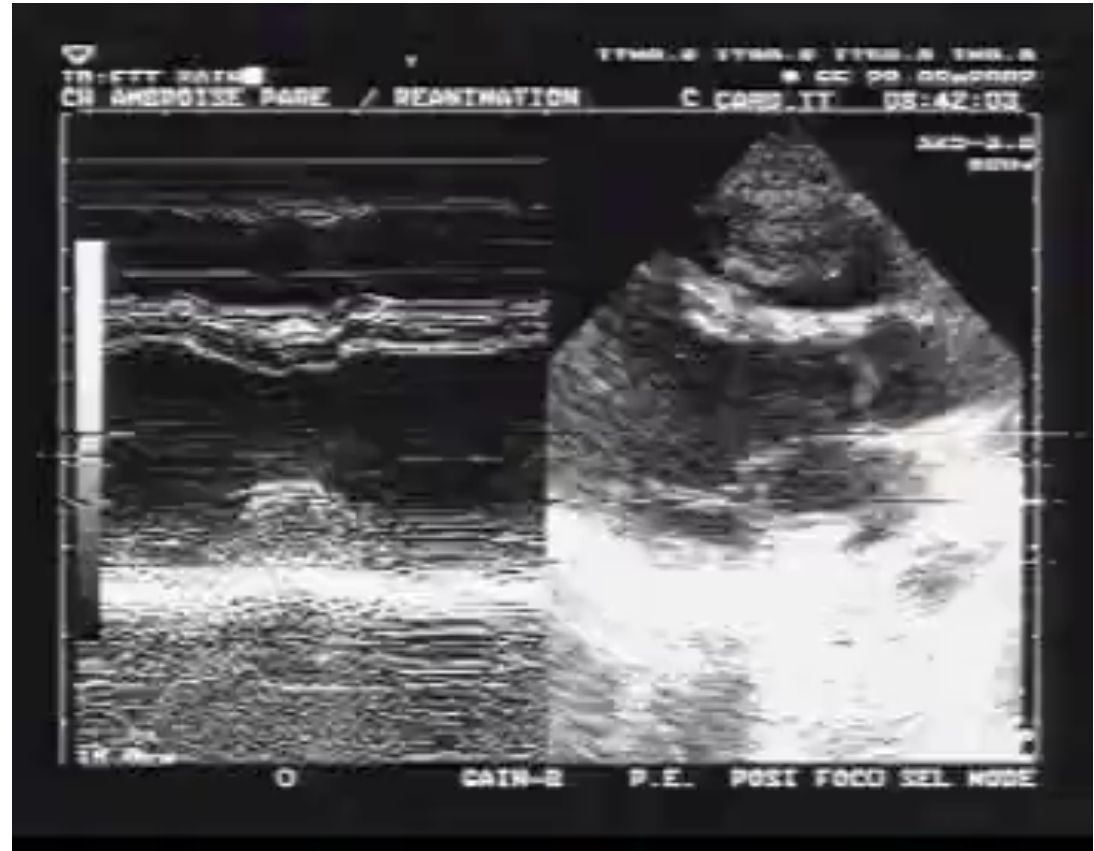
# La fonction VG

# La fonction VG

- E-S mitral
- FR
- FRS
- **FE**
- **Débit cardiaque**

# FEVG TM Teichholz

- Que si  
dysfonction VG  
homogène
- $N > 60\%-70\%$
- Approximation
  - $V = D^3$
  - $V = (7D^3)/(2,4+D)$

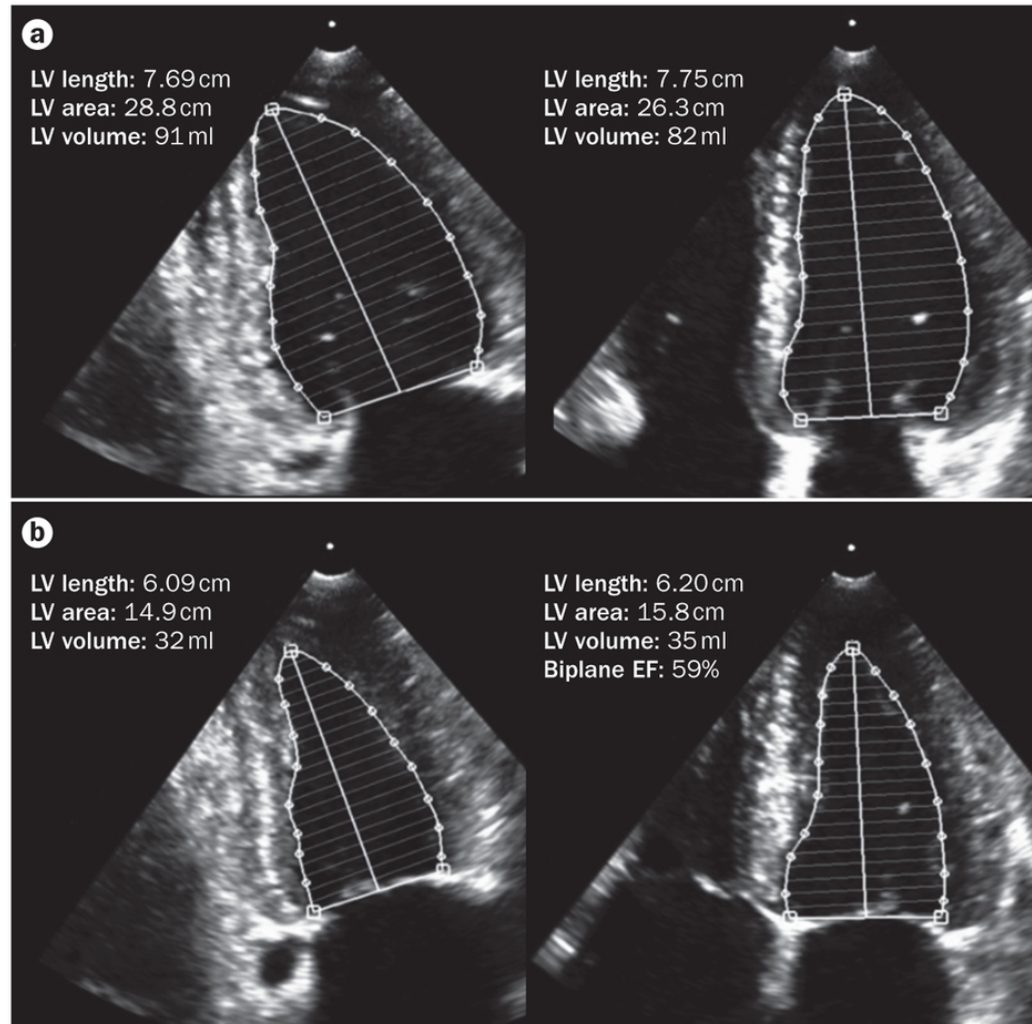


$$FEVG = \frac{VTDVG - VTSVG}{VTDVG}$$

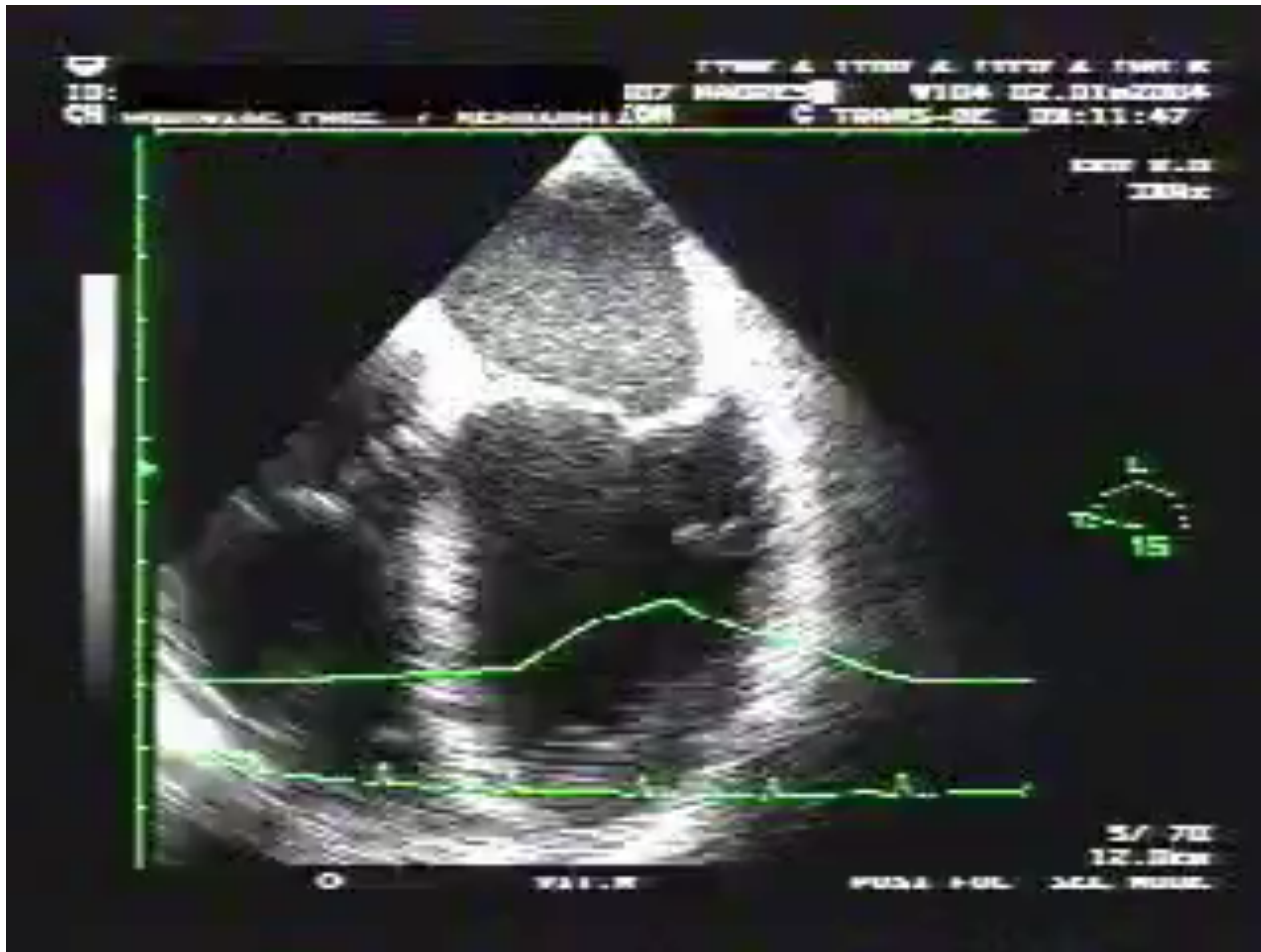
# FEVG Simpson

- Méthode de sommation des disques
- Biplan si possible
- Valable même si dysfonction segmentaire

# FEVG Simpson

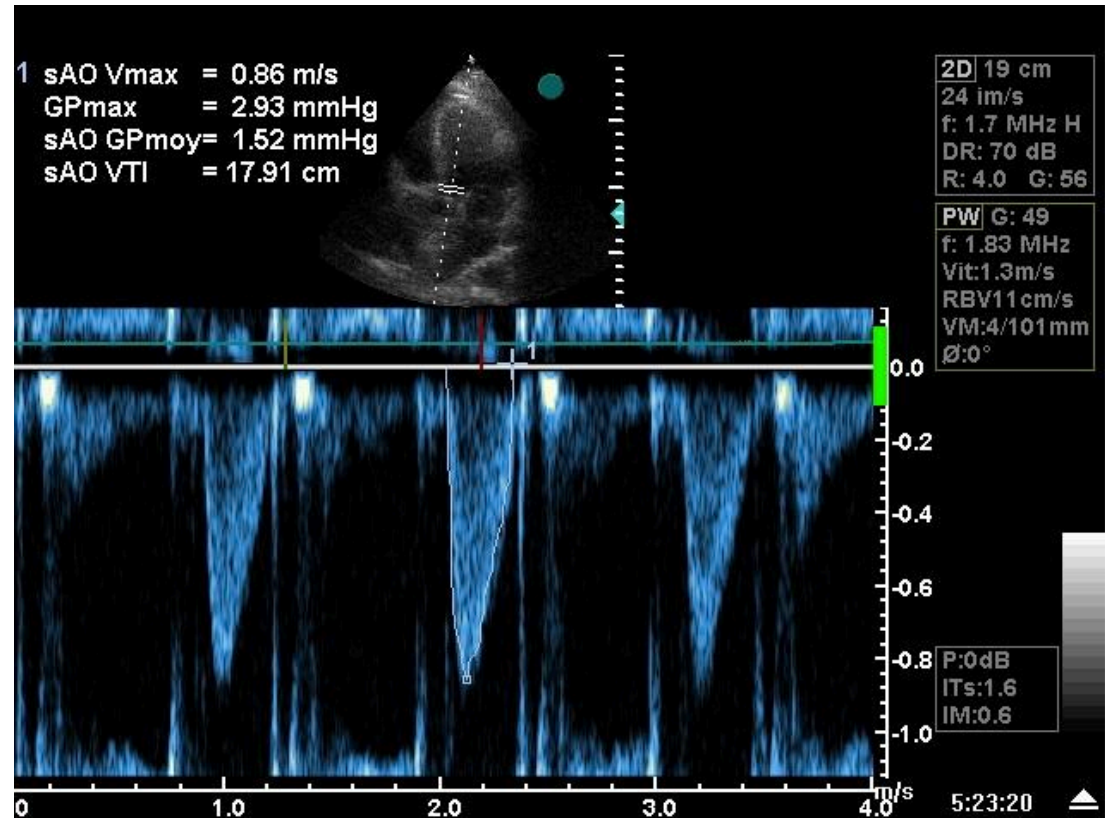


# FEVG La meilleure méthode ?



# Débit cardiaque

- 3 paramètres:
  - ITV sous Ao en 5 cavités
  - Diamètre de la chambre de chasse en PSGA
  - FC
  - Normale?
    - Dépend de: SVO<sub>2</sub>, DeltaPCO<sub>2</sub>, T°, ...



$$DC = \frac{\pi D^2}{4} \times ITVsAO \times FC$$

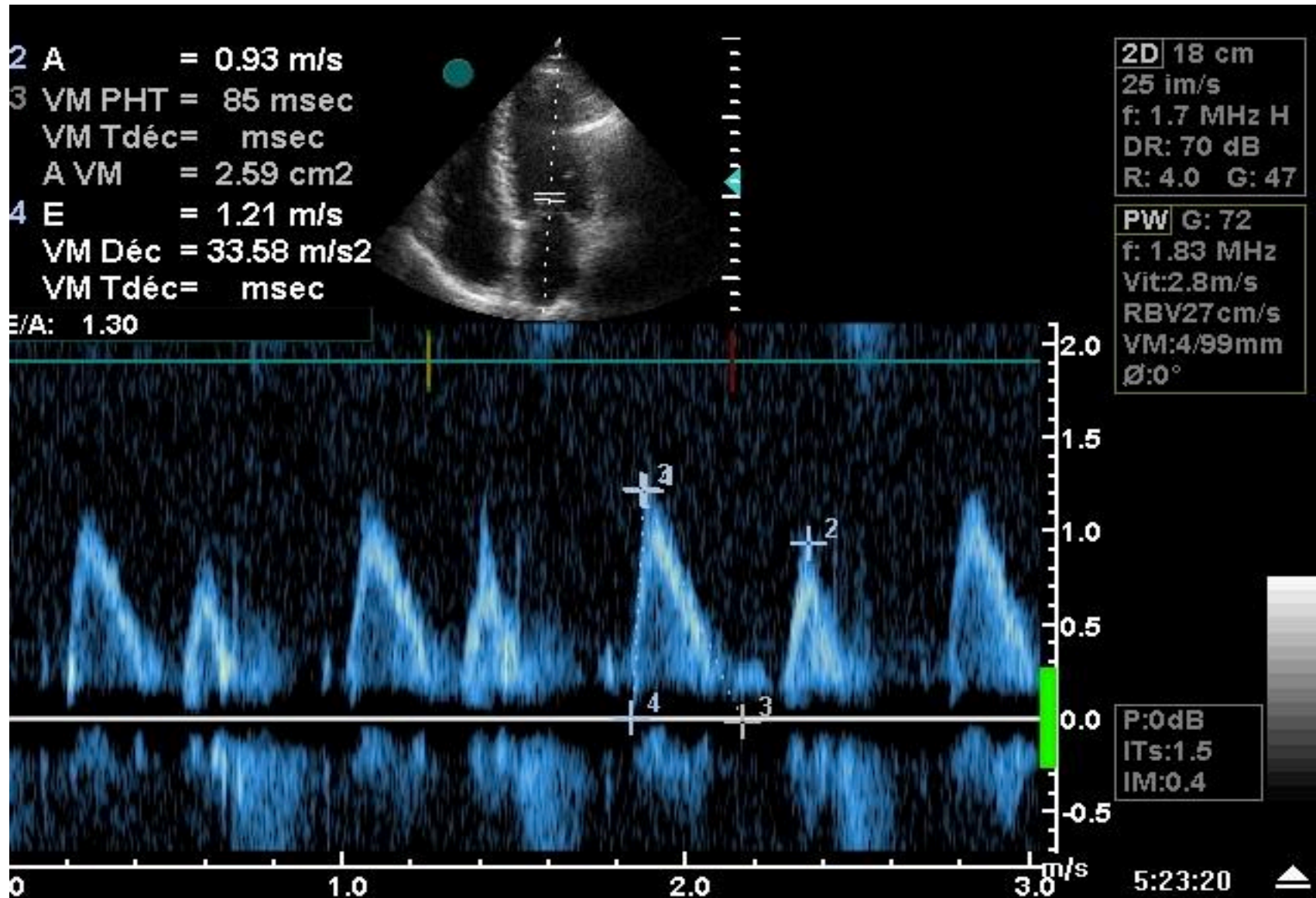


La pression de remplissage  
ventriculaire gauche est elle élevée?

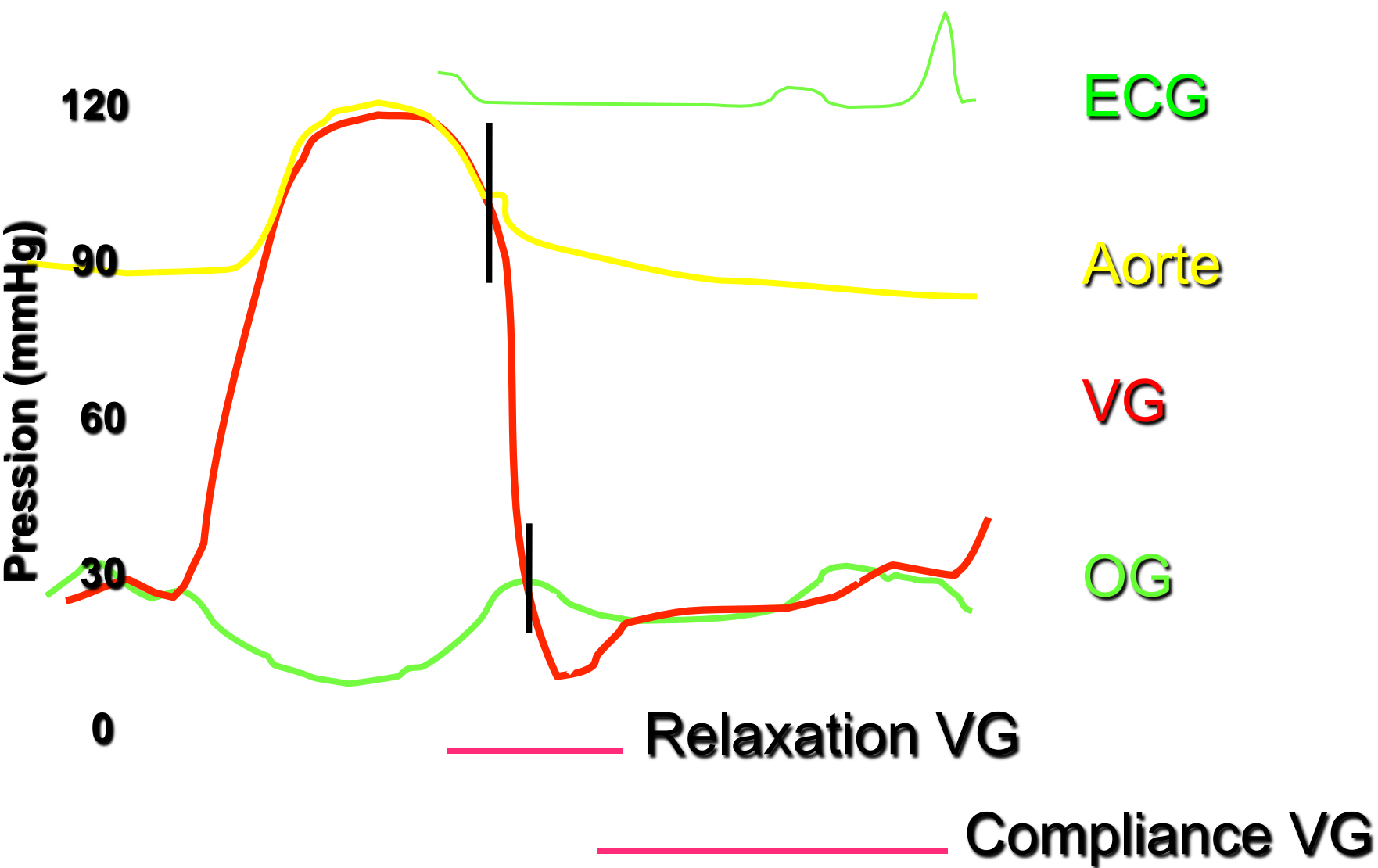
La pression de remplissage  
ventriculaire gauche est elle élevée?

- **Doppler mitral**
- Flux veineux pulmonaire
- **DTI mitral**

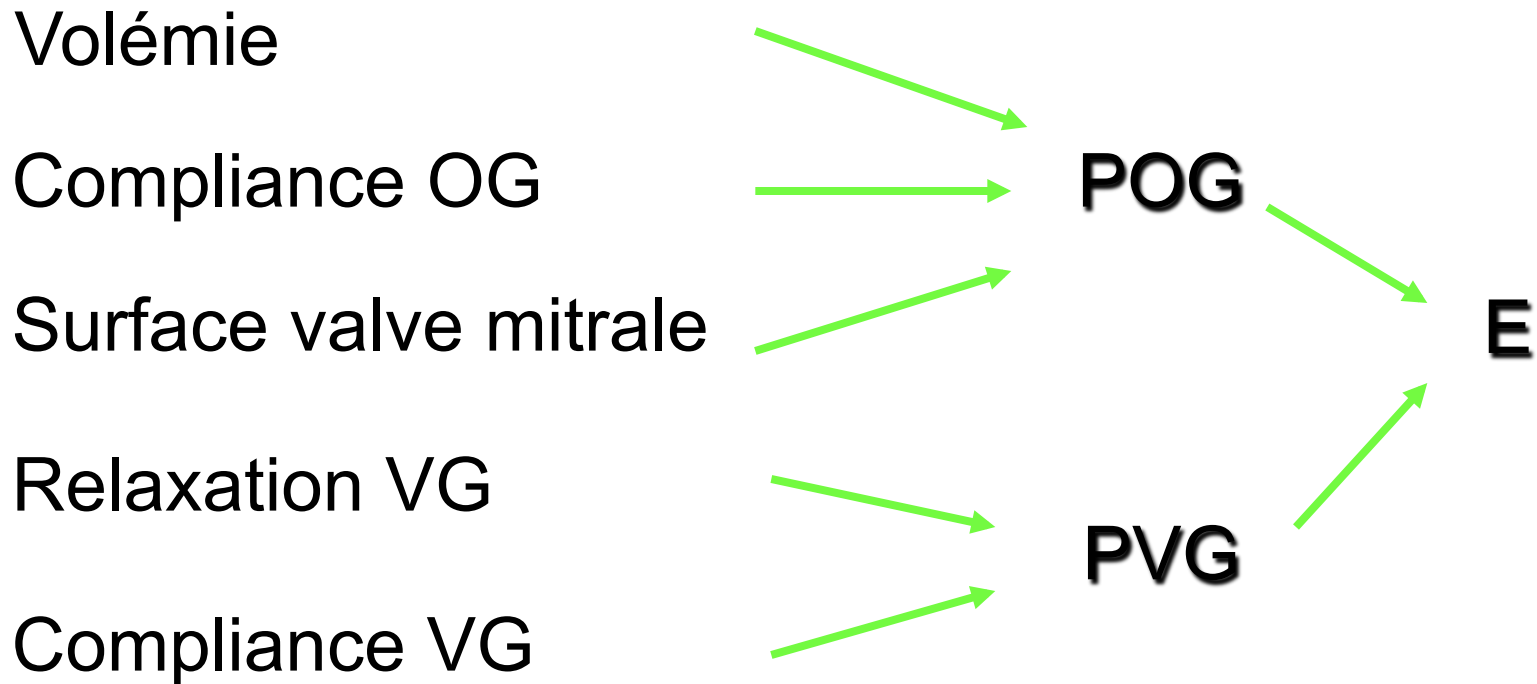
# Doppler Mitral



# Déterminants du Flux Mitral



# Déterminants de l'onde E



$$E \approx \text{POG} \times \text{relaxation}$$

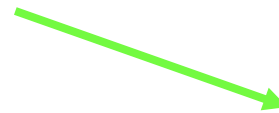
# Déterminants de l'onde A

Précharge OG

Contractilité OG

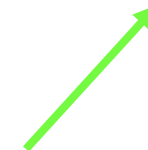
Postcharge OG

Compliance VG



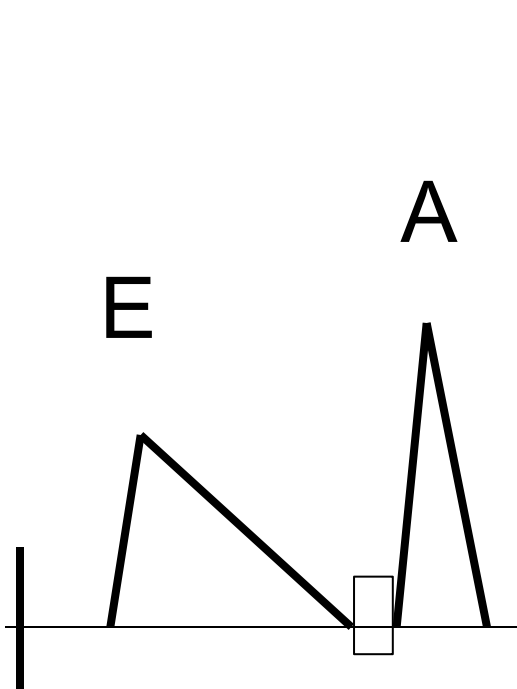
POG

PVG

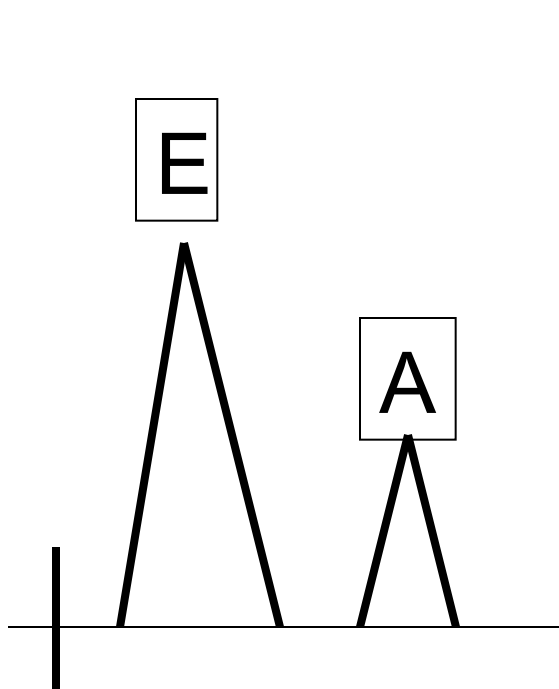


A

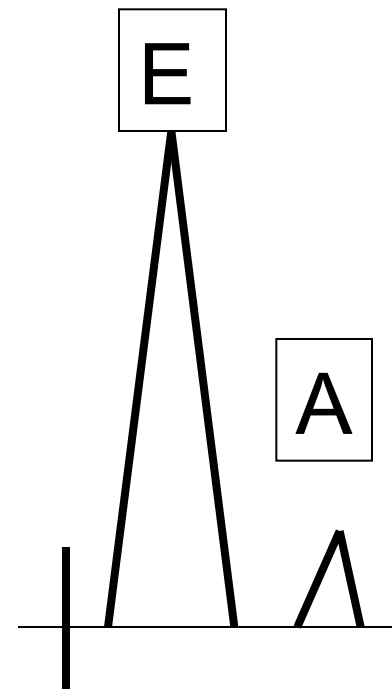
# Flux Mitral et Pressions de Remplissage du Ventricule Gauche



Retard de relaxation

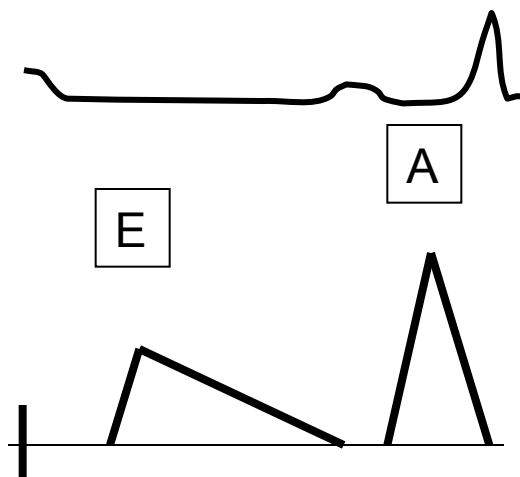


Normal

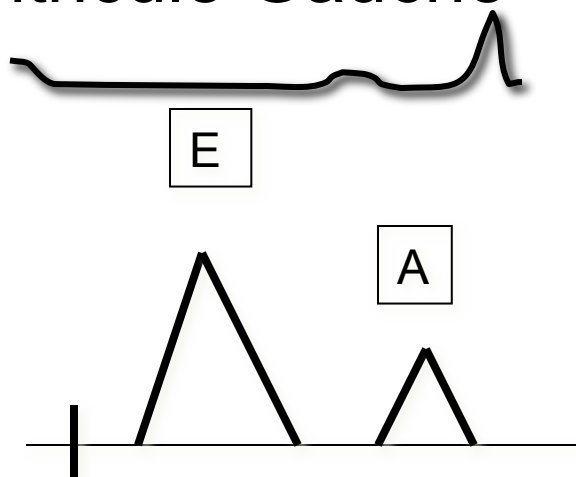


Restriction

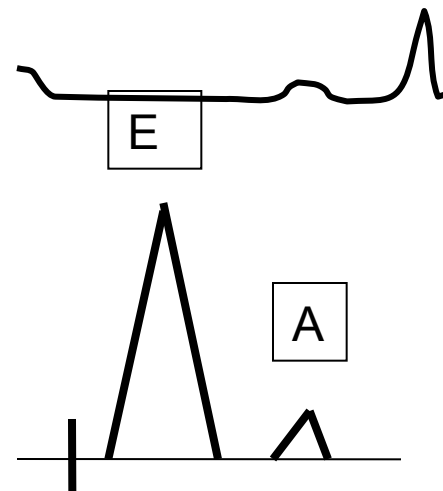
# Flux Mitral et Pressions de Remplissage du Ventricule Gauche



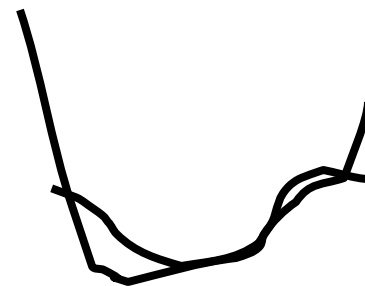
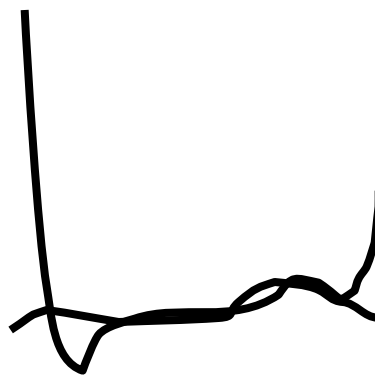
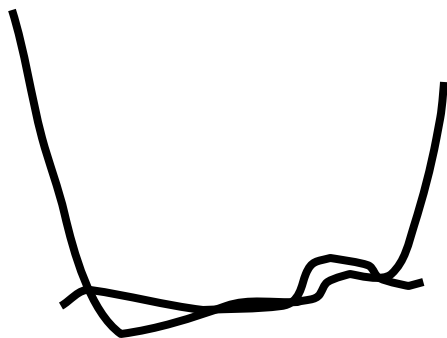
Retard de relaxation



Normal

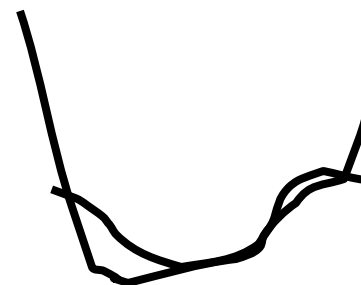
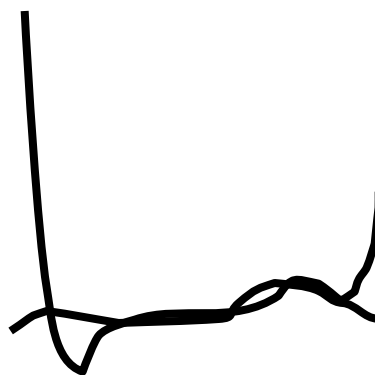
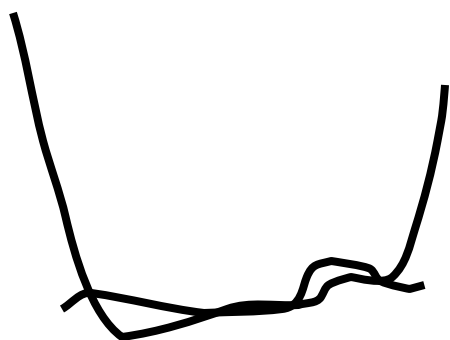
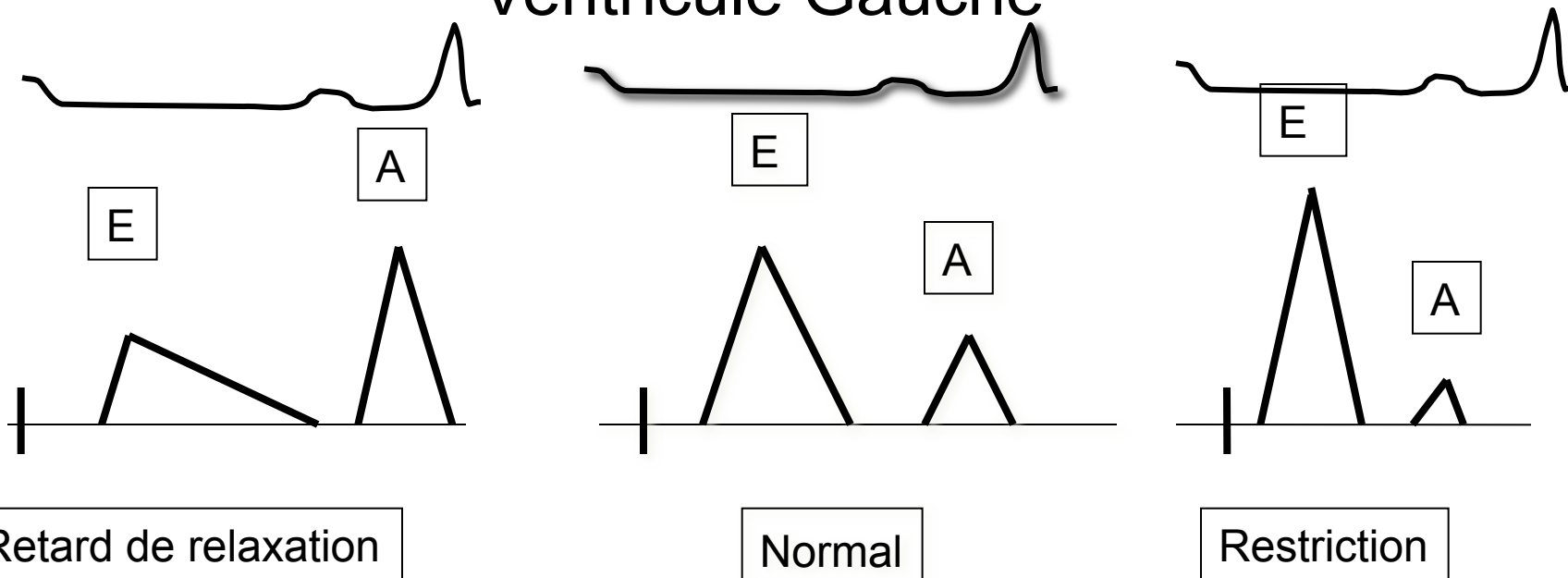


Restriction

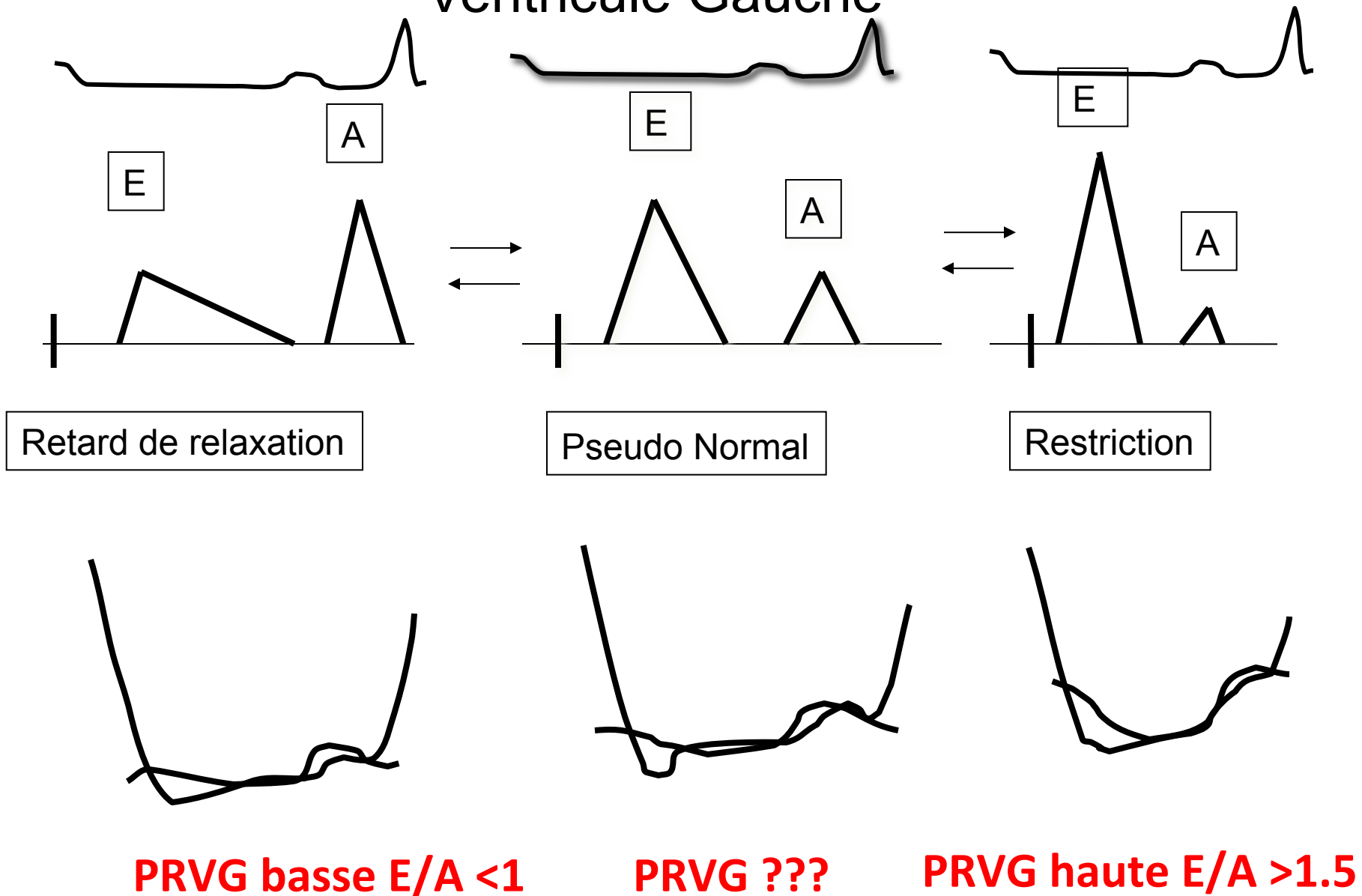




# Flux Mitral et Pressions de Remplissage du Ventricule Gauche



# Flux Mitral et Pressions de Remplissage du Ventricule Gauche



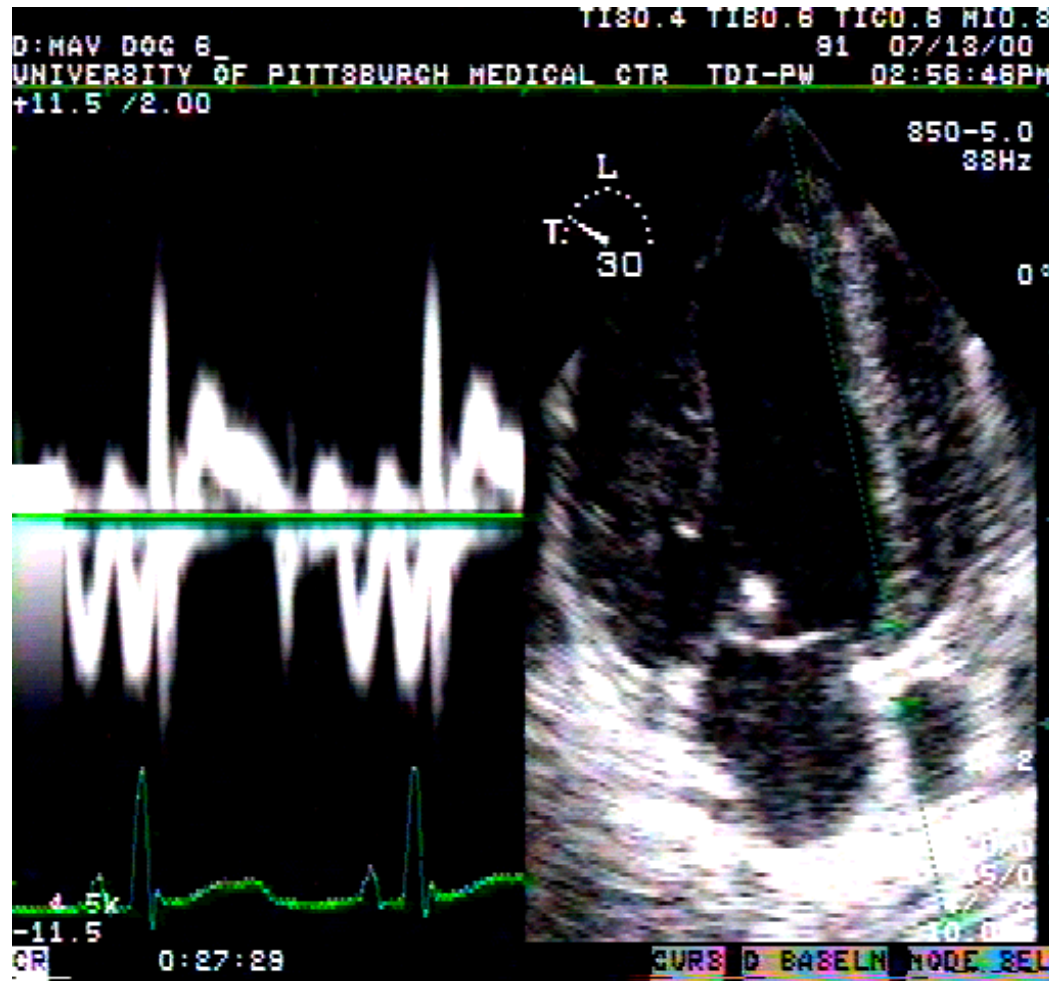
# Les limites...

- Âge :
  - Sujets jeunes  $\approx$  profil “restrictif”
  - Sujets âgés  $\approx$  profil “retard de relaxation”
  - Pas vraiment valide  $< 40$  ans
  - On ne sait pas interpreter seul le profil pseudonormal

Âge	TRIVG (ms)	E/A	TDE (ms)
$< 40$ ans	$74 \pm 13$	$1,9 \pm 0.6$	$166 \pm 32$
$> 60$ ans	$92 \pm 15$	$1,0 \pm 0.3$	$208 \pm 39$

# Le doppler tissulaire

- Une réponse pour les profils pseudo-normaux
- Principe:
  - Enregistrement des vitesses des parois ventriculaires gauches
  - Se mesure à l'anneau mitral latéral ou septal en 4 cavité



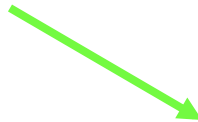
# Intérêt

$$E \approx \text{POG} \times \text{relaxation}$$

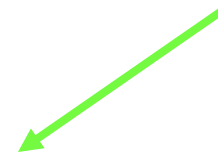


$$E / \text{relaxation} \approx \text{POG}$$

$$E' \approx \text{relaxation}$$



$$E/E' \approx \text{POG}$$



# Réalité scientifique?

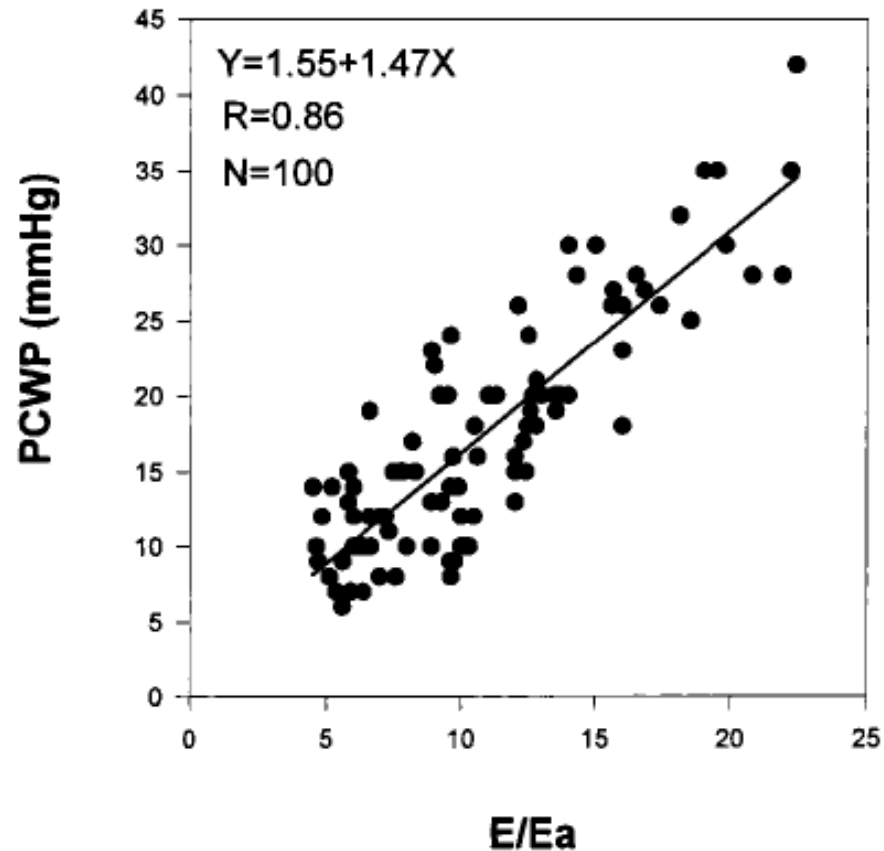


Figure 2. Plot of PCWP vs  $E/E_a$  in 100 initial patients.

*(Circulation. 1998;98:1644-1650.)*

# En pratique

**TABLE 8. Sensitivity and Specificity of Various E/E<sub>a</sub> Cutoffs for PCWP >15 mm Hg in the 180 Patients Combined: Normal Sinus Rhythm<sup>17</sup> (n=60) and ST (n=120)**

E/E <sub>a</sub>	Sensitivity, %	Specificity, %
>8	99	58
>10	92	80
>12	74	92
>15	46	100

(*Circulation*. 1998;98:1644-1650.)

# FONCTION DIASTOLIQUE

	TRIVG	E/A	TD	S/D	A
<b>NORMAL</b>	70ms	1,6	200 ms	S > D	Ap < Am
<b>TROUBLE DE RELAXATION</b>	> 100ms	< 1	> 240 ms	S > D	Ap < Am
<b>PSEUDO-NORMAL</b>	70 ms	1,6	200 ms	S = D	Ap > Am
<b>TROUBLE DE COMPLIANCE "RESTRICTIF"</b>	< 60 ms	> 1,6	< 150 ms	S < D	Ap ≥ Am

PCap

ET SI PN => E/Ea



# Fonction VD

# VD

- Rapport VD/VG
- Septum paradoxal et CPA
- TAPSE
- PAPs

Rapport VD/VG > 0,6



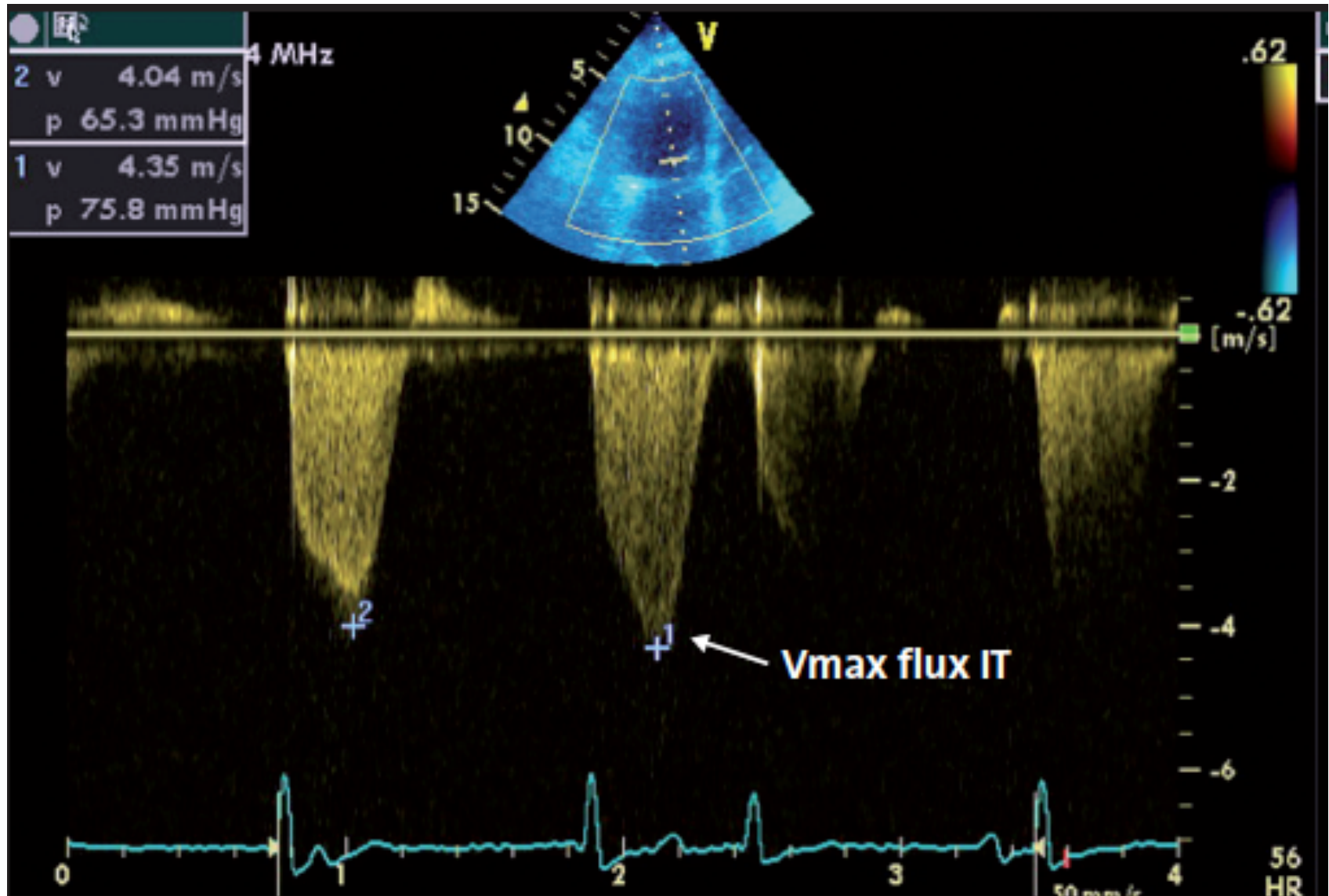
# CPA et SP



# PAPs

- Existe – il une HTAP significative?
  - Cœur D dilaté?
  - Septum paradoxal?
  - Sa valeur chiffrée a t elle une importance thérapeutique?
- $\Delta P = 4V^2$  (Bernouilli simplifiée)
  - PVDs-PODs =  $4V^2$
  - PVDs=PAPs
  - PAPs =  $4V^2 + \text{POD}$  (estimé)
- Très fiable, toujours sous estimé néanmoins

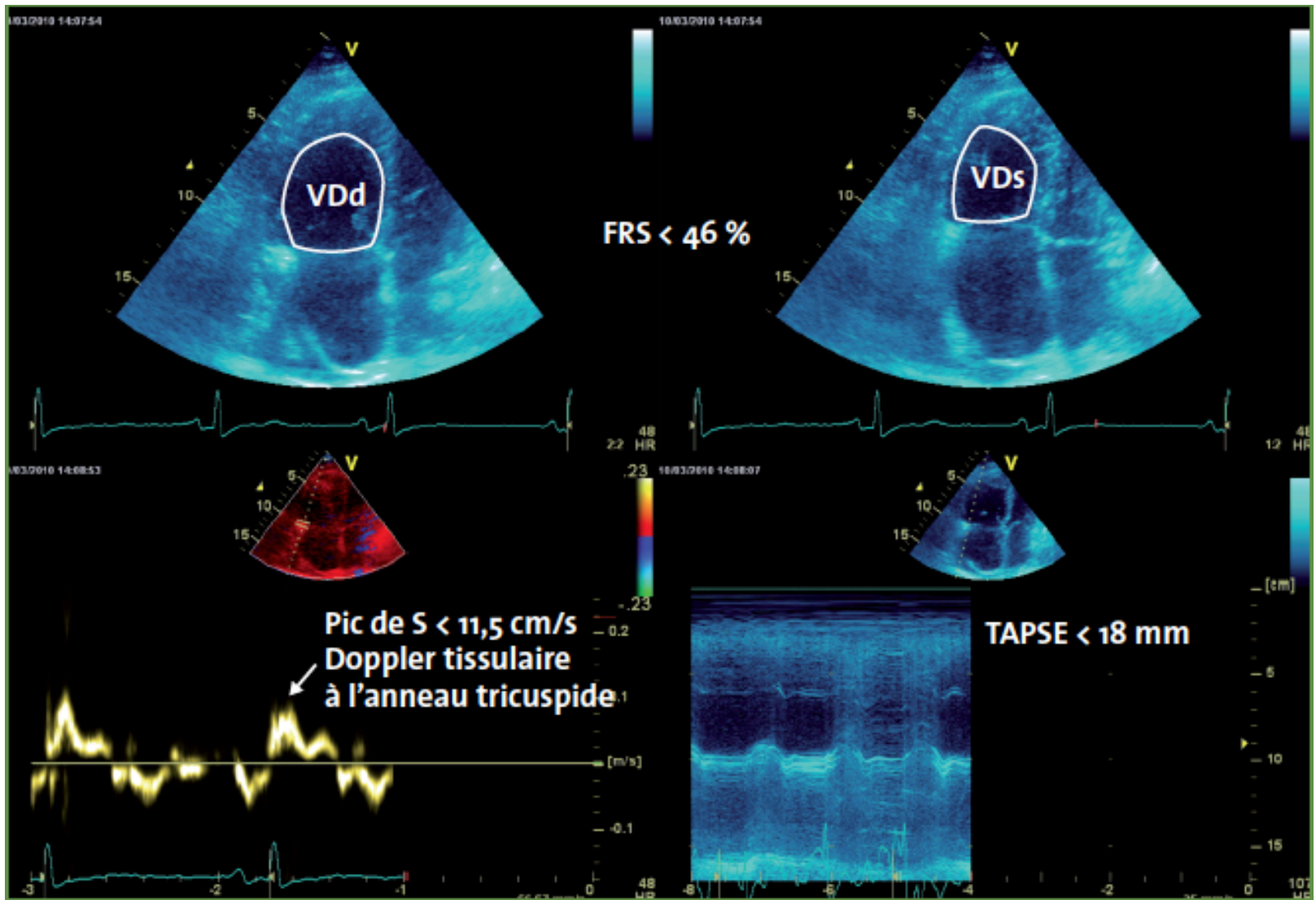
## PAPs



# TAPSE et onde S

- Mesure de la fonction VD
  - A l'anneau tricuspideen
  - Latéral
  - Coupe apicale
  - En TM
  - En DTI

# TAPSE et onde S





LA VOLEMIE

VG

PRVG

VD

**VALVES**

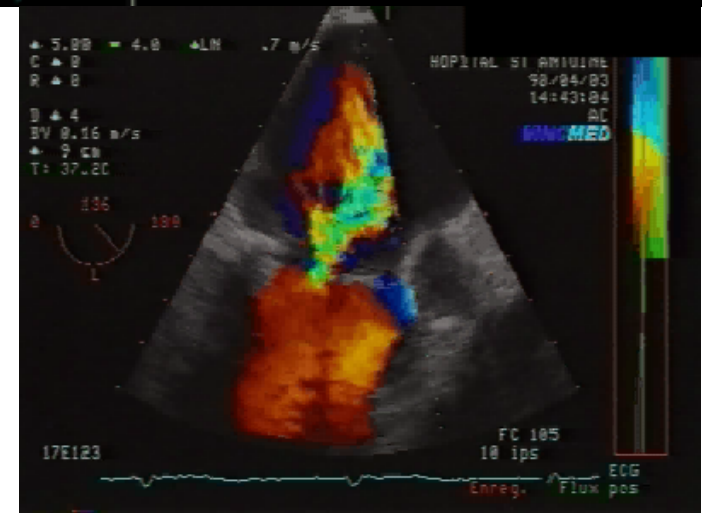
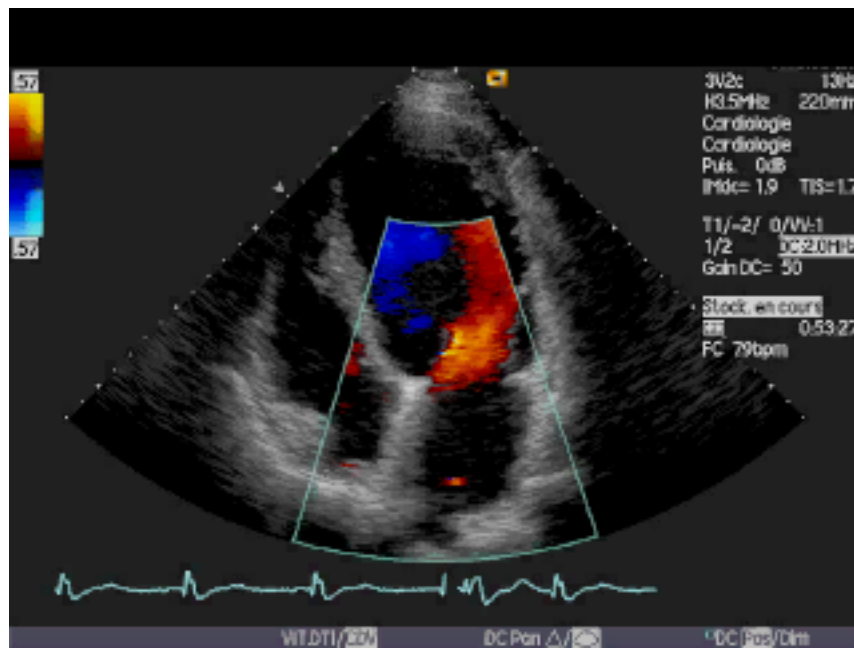
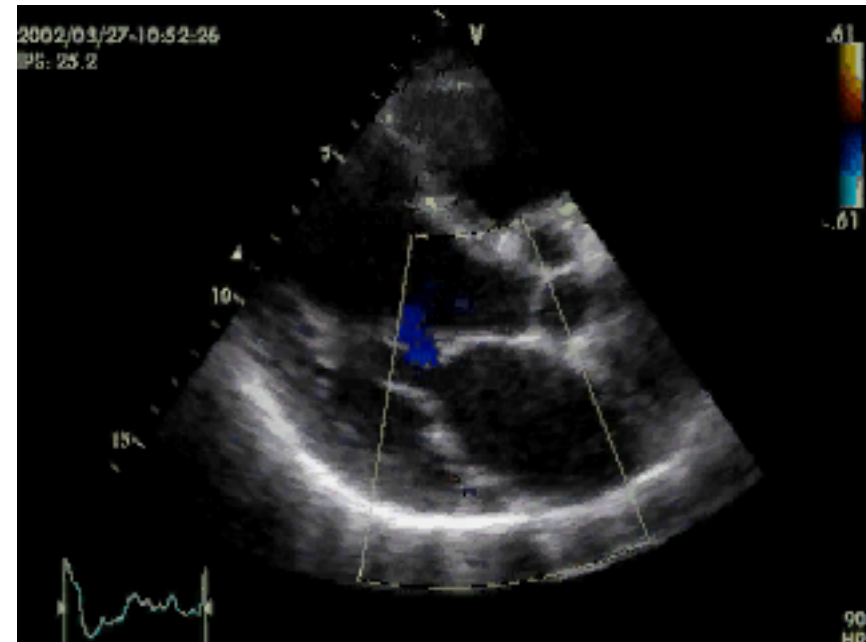
# Valves

# Une évaluation compliquée

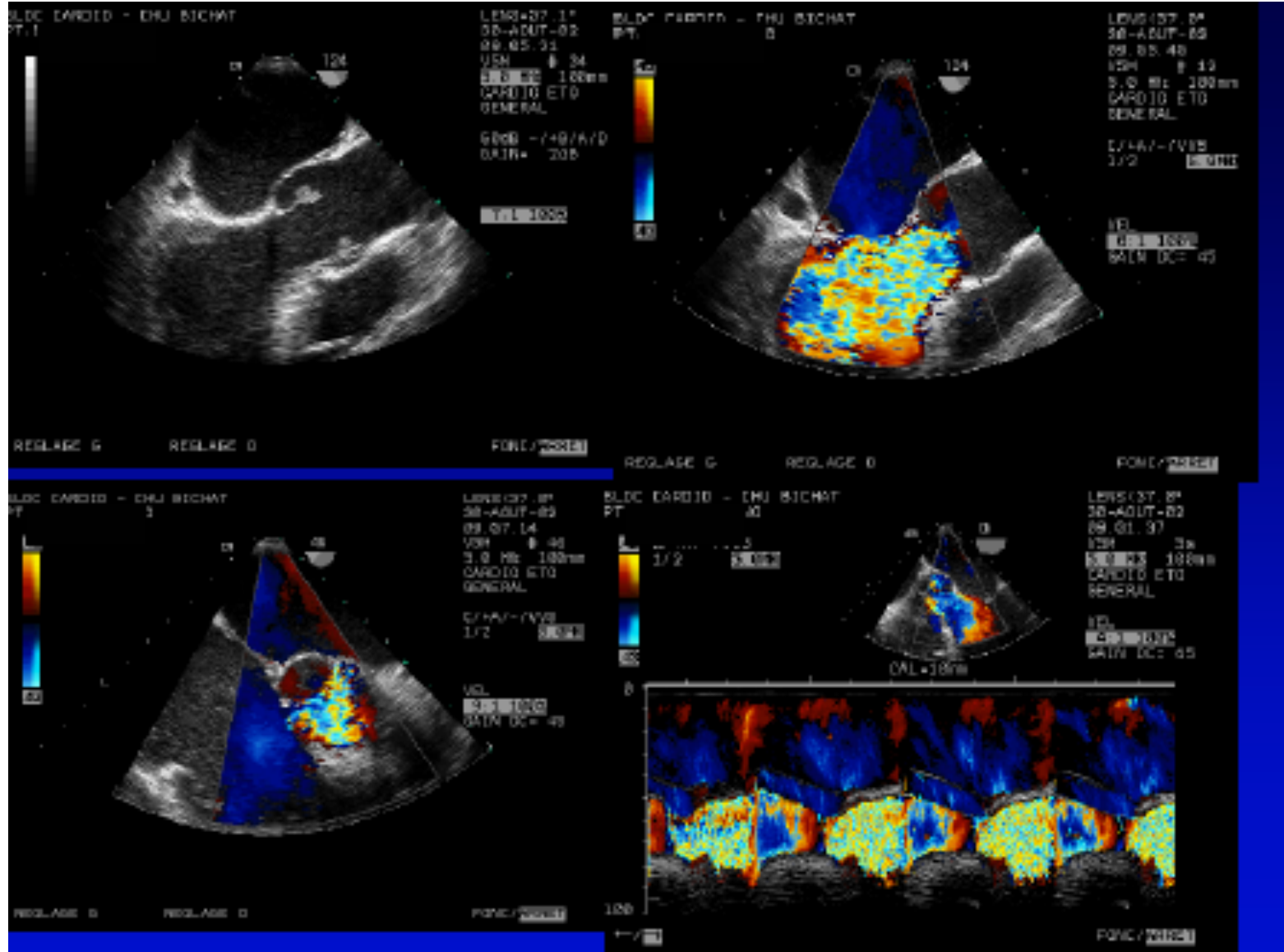
- IM
- IA

# Insuffisance mitrale

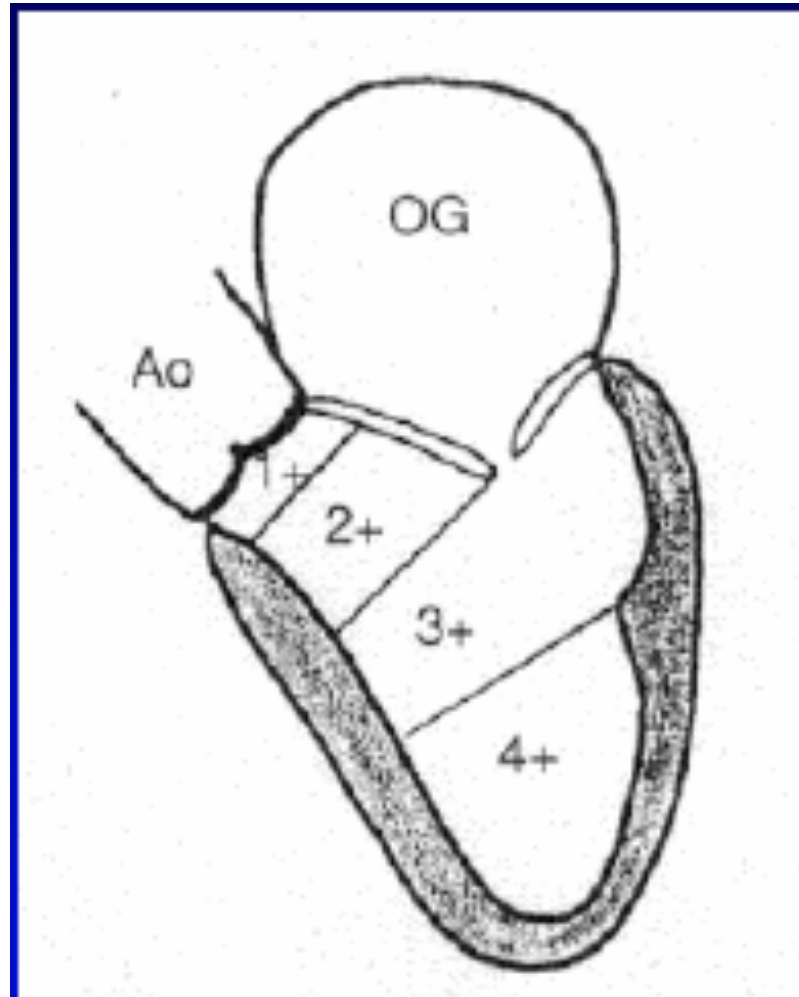
	II	III	IV
Diamètre jet à l'origine	< 5 mm	> 6 mm	
Surface jet/OG	4-7 cm <sup>2</sup> (20-40%)		> 7 cm <sup>2</sup> (>40%)
Flux veineux pulm			inversion S



# Insuffisance Aortique



# IAo



# Exploration Hémodynamique Ultrasonore

- Opérateur : \_\_\_\_\_ - Fonction : \_\_\_\_\_  
 - Date : / / \_\_\_\_\_ - Heure : h \_\_\_\_\_

Etiquette Patient

## Variables hémodynamiques :

PAS= \_\_\_\_\_ mmHg PAD= \_\_\_\_\_ mmHg PAM= \_\_\_\_\_ mmHg  
 Fc= \_\_\_\_\_ /min Ventilation : Spont  Mécanique  PEP= \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O

## Amines :

Noradrénaline  Dobutamine  Adrénaline   
 Dose \_\_\_\_\_ mg/h \_\_\_\_\_ γ/kg/min \_\_\_\_\_ mg/h

## Echogénicité :

Bonne  Moyenne  Mauvaise

## Fonction systolique gauche :

ITV<sub>end</sub> = \_\_\_\_\_ cm  
 Diamètre sous aortique en systole en 5 cavités = \_\_\_\_\_ cm  
 DC =  $ITV_{end} \times (\pi D^2/4) \times FC$  = \_\_\_\_\_ ml/min  
 FeVG = \_\_\_\_\_ % 9 segments  Teichholz   
 Simpson

## Cinétique segmentaire gauche : (griser les localisations)

Normokinésie  Hypokinésie  Dyskinésie   
 Akinésie

## Fonction diastolique gauche :

E = \_\_\_\_\_ cm E/A = \_\_\_\_\_  
 Profil Pseudonormal  Trouble Relaxation   
 Profil Restrictif

Si Pseudonormal : E/Ea = \_\_\_\_\_

## Cavité cardiaque droite :

Aspect : Normale  Dilatée   
 Fonction systolique : TAPSE = \_\_\_\_\_ cm  
 Gradient IT = \_\_\_\_\_ mmHg PAPs = \_\_\_\_\_ mmHg

## Veine cave inférieure :

% Variation respiratoire (uniquement si ventilation spontanée) :  $\frac{(D_{exp} - D_{insp})}{D_{exp}} \times 100 =$  \_\_\_\_\_

POD estimé en mmHg :

Collapsus: POD < 5  >50% : POD 5 - 10  <50% : POD 10 - 20  Immobilité : >20

AVCI (uniquement si ventilation mécanique) :  $\frac{(VCI_{insuf} - VCI_{exp})}{((VCI_{insuf} + VCI_{exp})/2)} =$  \_\_\_\_\_

## Péricarde :

Sec  Epanchement  Taille en diastole = \_\_\_\_\_ cm

Si épanchement : retentissement cavités droites : Oui  Non  Type :

## Valvulopathie :

Oui  Non

IA  grade : RA  IM  grade : RM

## Conclusion :

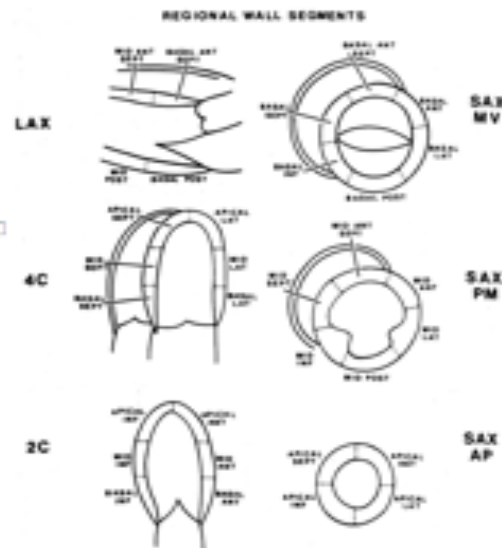
Dysfonction cardiaque Gauche Oui  Non

Dysfonction cardiaque Droite Oui  Non

HTAP Oui  Non

Pression de remplissage Basse  Normale  Haute

Indication Remplissage  Amine  Type :



# Conclusion

- Connaître les bonnes indications de l'échocardiographie
  - Évaluation hémodynamique
- Connaître les limites de ses compétences
  - Savoir appeler l'expert
- Transmettre l'information correctement
  - Faire un CR