

Ventricule gauche et aorte thoracique

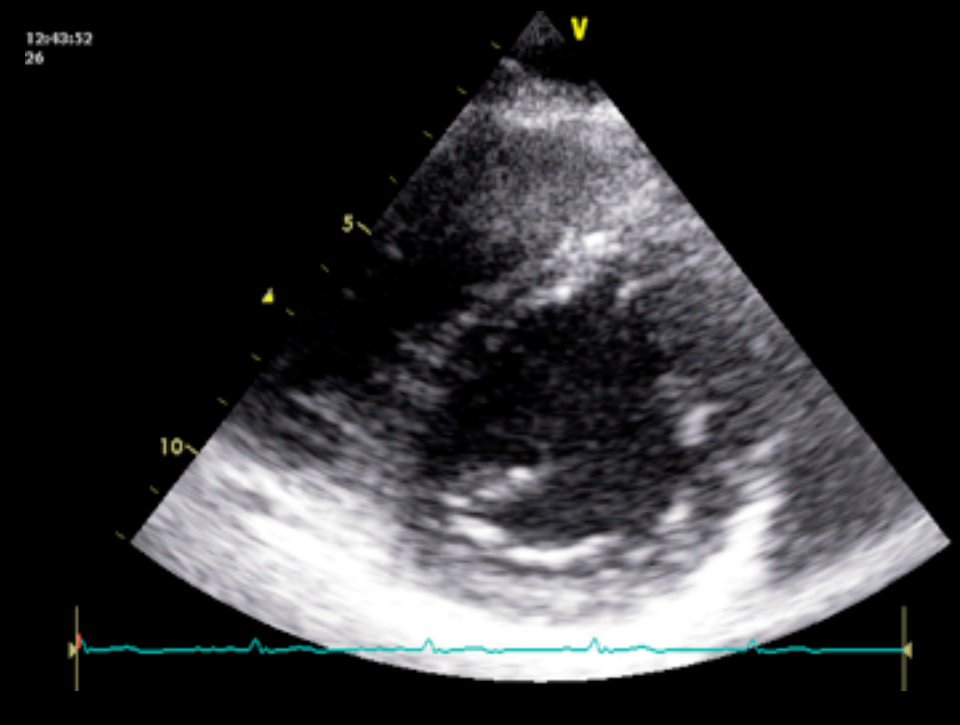
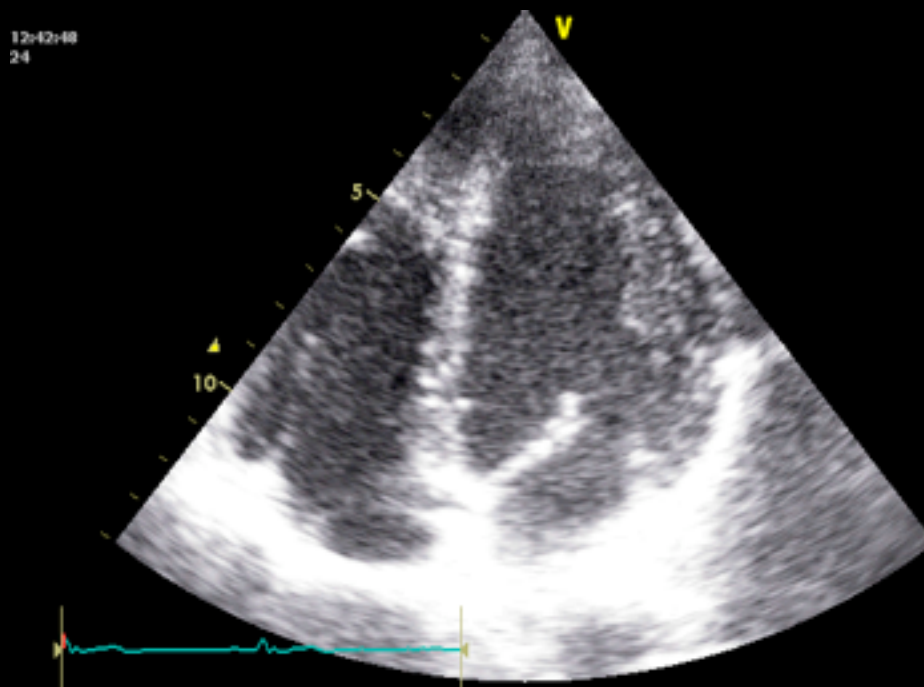
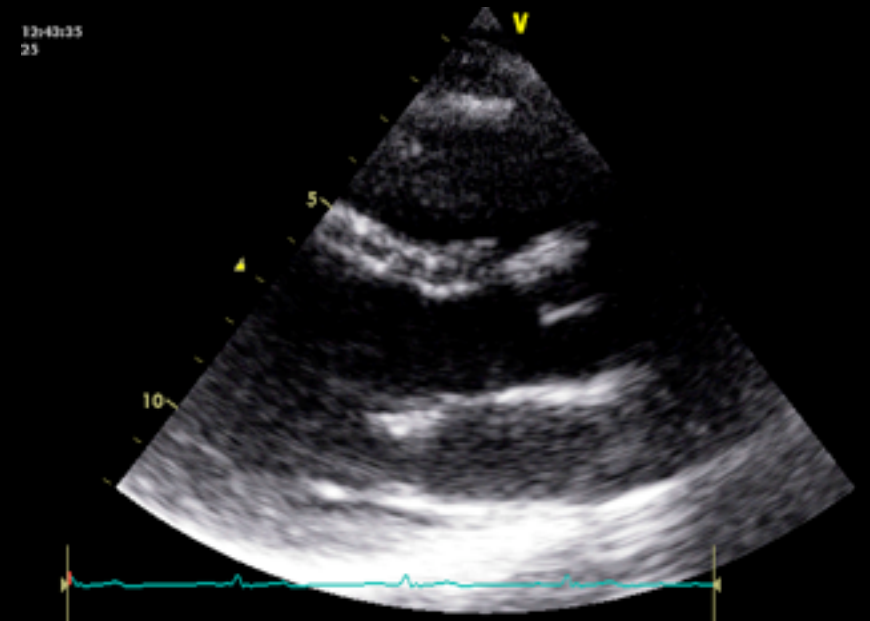
DIU techniques ultrasoniques en anesthésie et en réanimation, 4 janvier 2010

Christian LAPLACE
Réanimation chirurgicale, CHU de Bicêtre

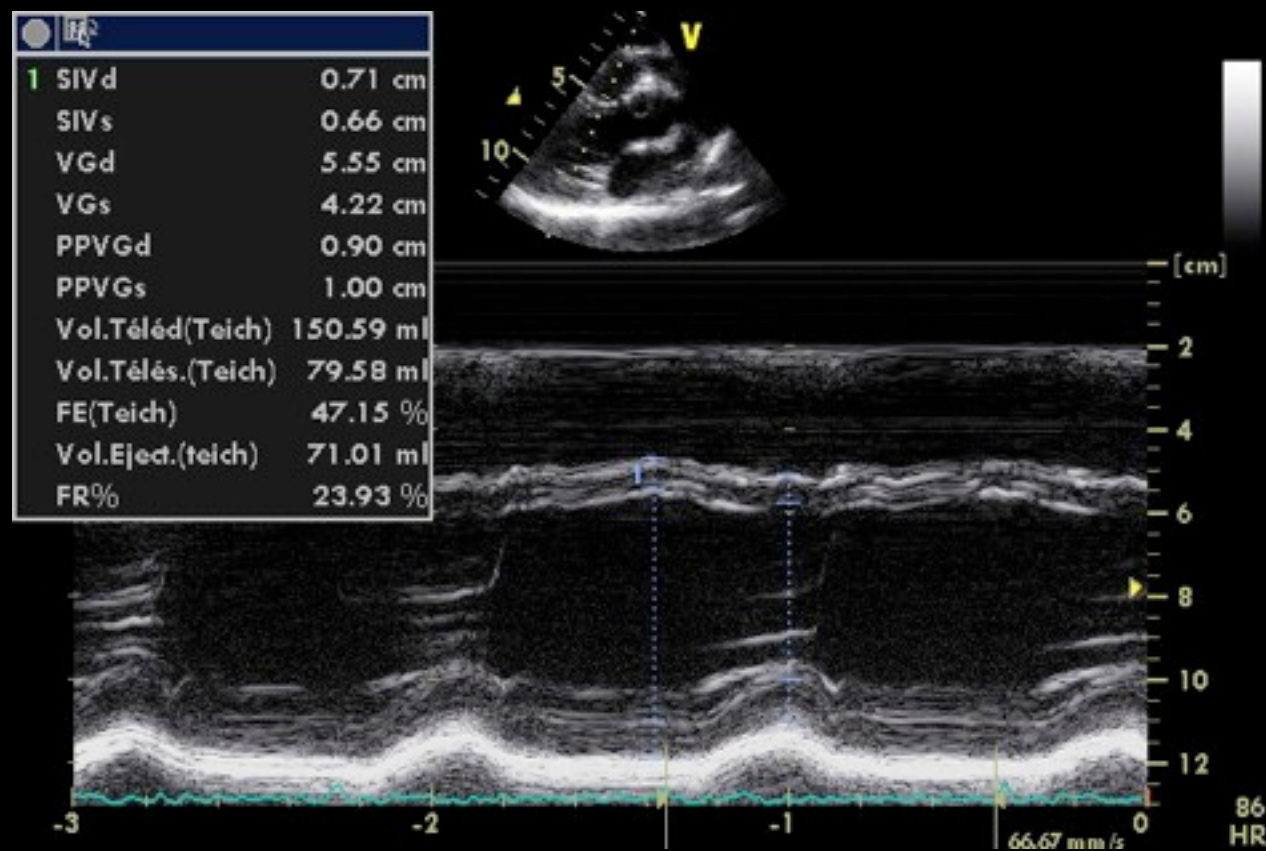
Ventricule gauche

Différentes coupes explorant le VG en ETT

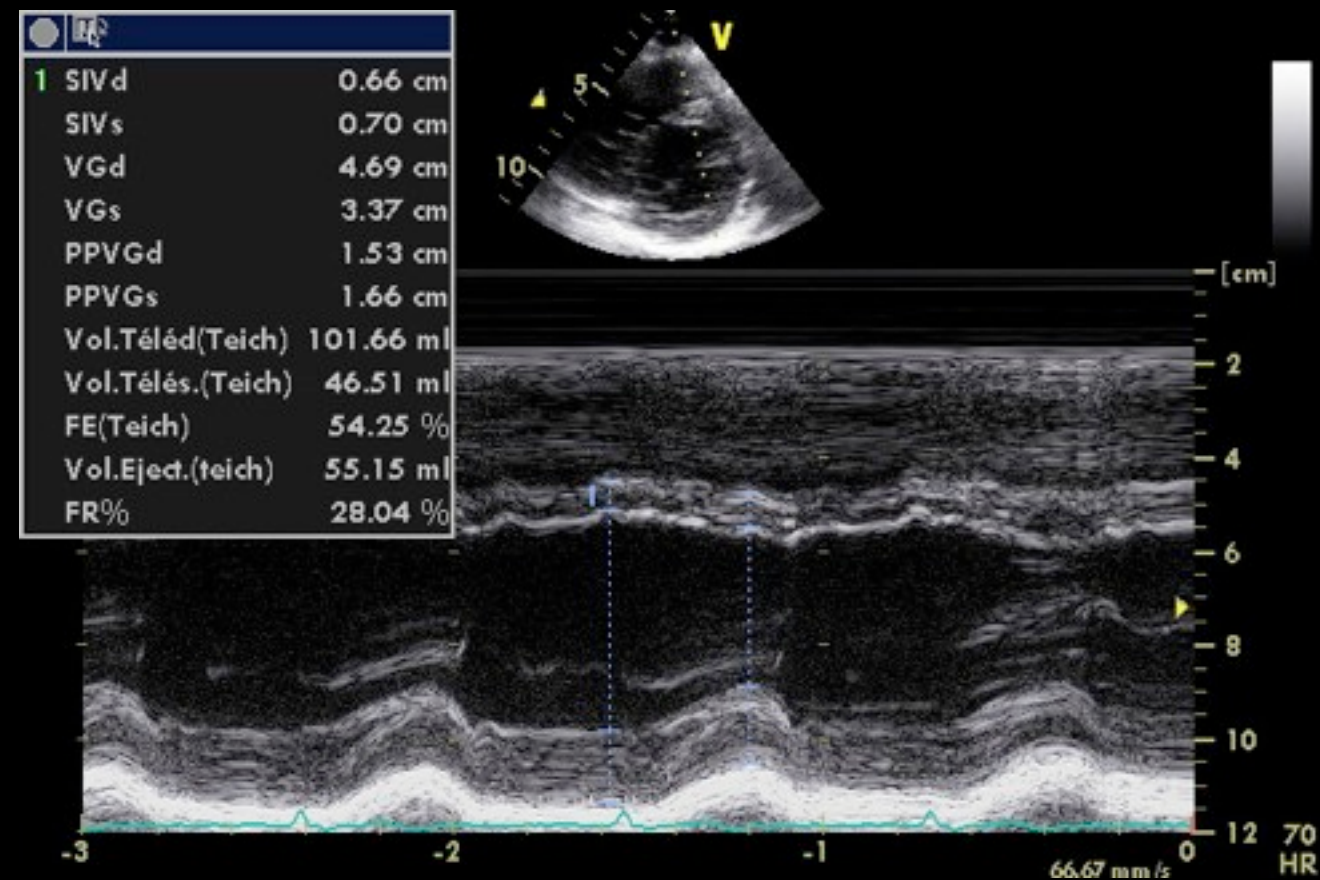
- ✓ Coupe parasternale grand axe
- ✓ Coupe parasternal petit axe
- ✓ Coupe 4 cavités



Etude de la fonction systolique en Mode M



Mesures en parasternal grand axe



Mesures en parasternal petit axe

Etude de la fonction systolique en Mode M

- ✓ Ligne TM :
 - ✓ perpendiculaire aux parois
 - ✓ au ras de l'extrémité des feuillets mitraux
- ✓ Si ligne oblique : surestimation des distances
- ✓ moyennage de 3 mesures
- ✓ Attention : faux tendon et bandelette tricuspide
 - ➔ surestimation de l'épaisseur septale

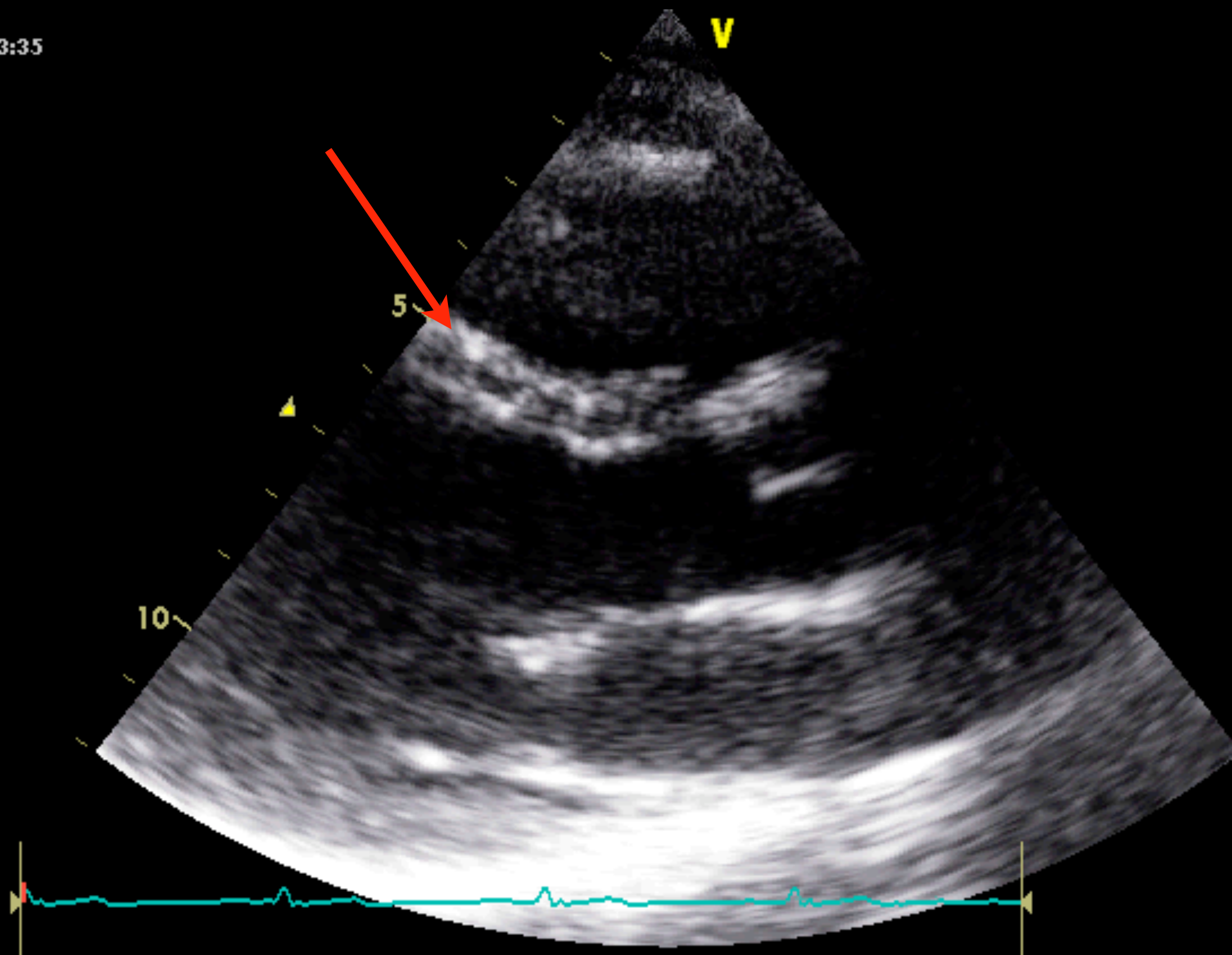
12:43:35
25

V

5

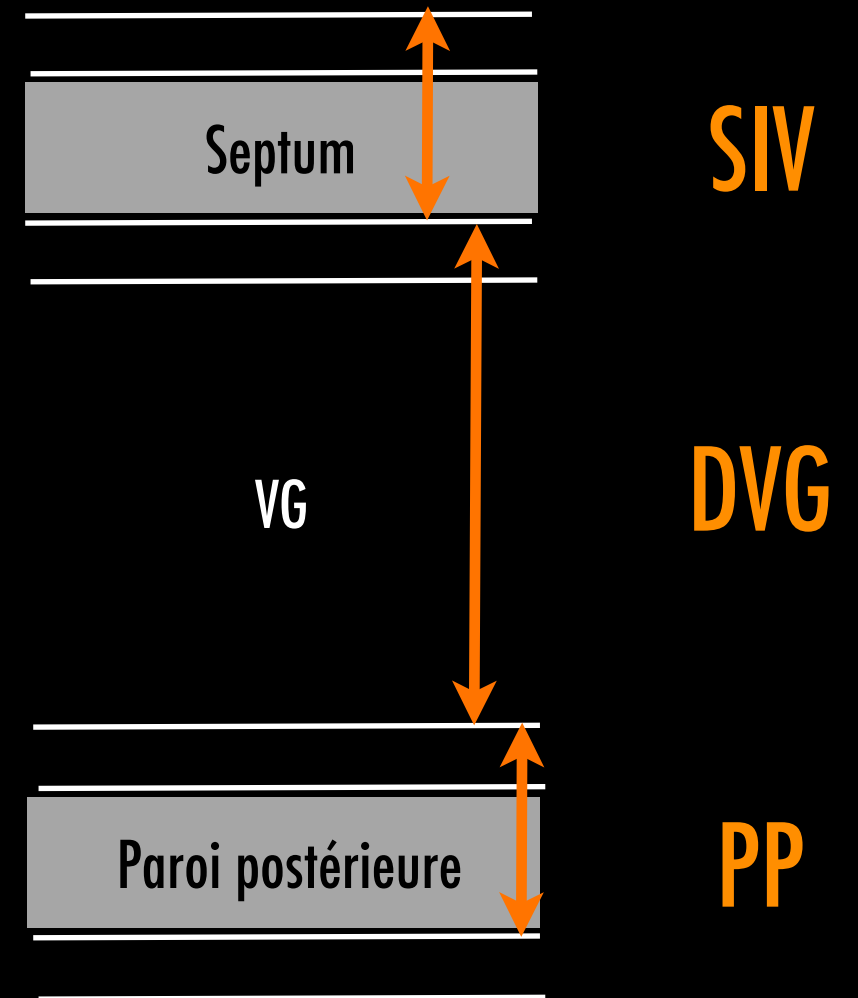
10

72
HR



Etude de la fonction systolique en Mode M

- ✓ Conventions de mesure :
- « bord d'attaque à bord d'attaque »
- American Society of Echocardiography



Etude de la fonction systolique en Mode M

- ✓ Détermination d'une fraction de raccourcissement

$$FR = (DVG \text{ dias} - DVG \text{ syst}) / DVG \text{ dias}$$

- ✓ Détermination d'une Fraction d'éjection du VG

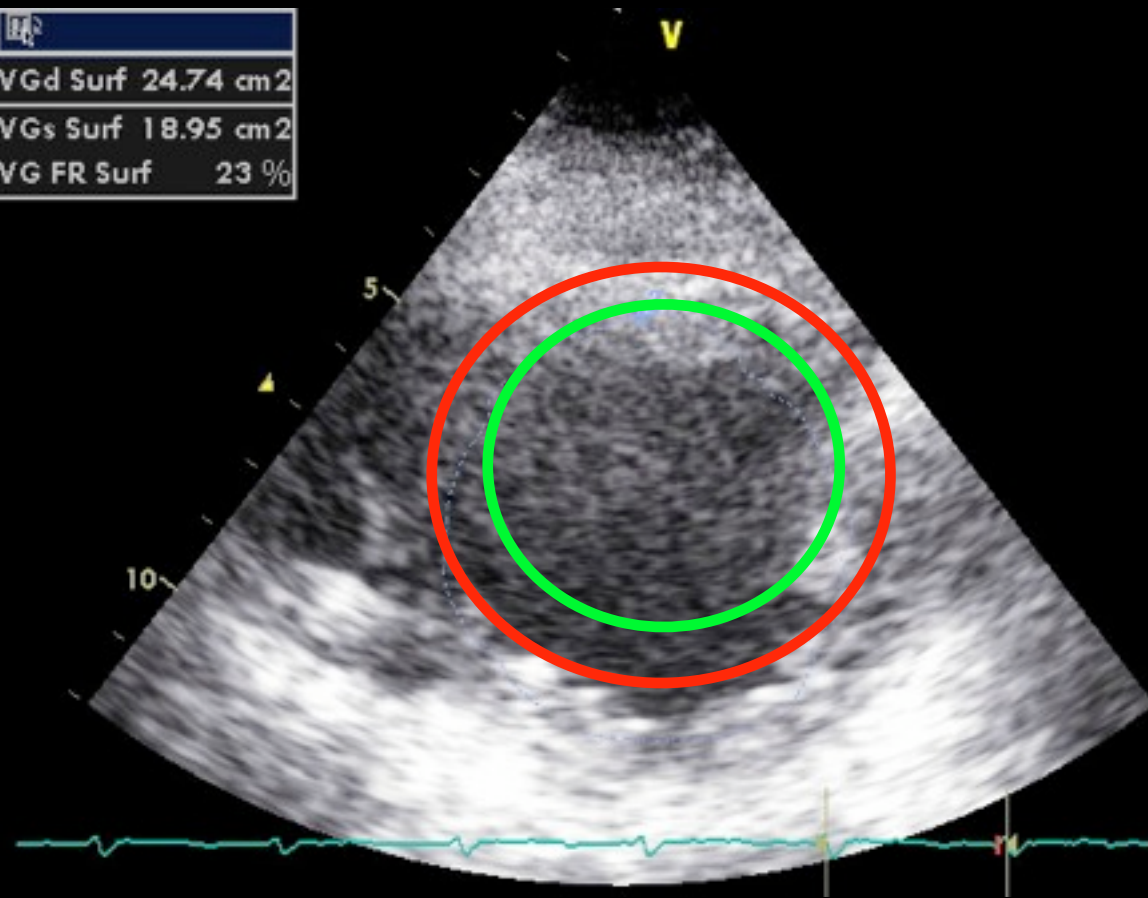
Estimation des volumes à partir du diamètre (ellipsoïde) = D^3

Si dilatation VG, il devient sphérique : D^3 surestime les volumes

$$\rightarrow \text{Formule de Teichholz : } (7 / (2,4 + D)) \times D^3$$

Etude de la fonction systolique en Mode bidimensionnel (parasternal petit axe)

2	VGd Surf	24.74 cm ²
1	VGs Surf	18.95 cm ²
	VG FR Surf	23 %



Mesure des surfaces
télédiastolique et
télésystoliques

Fraction de raccourcissement
de surface

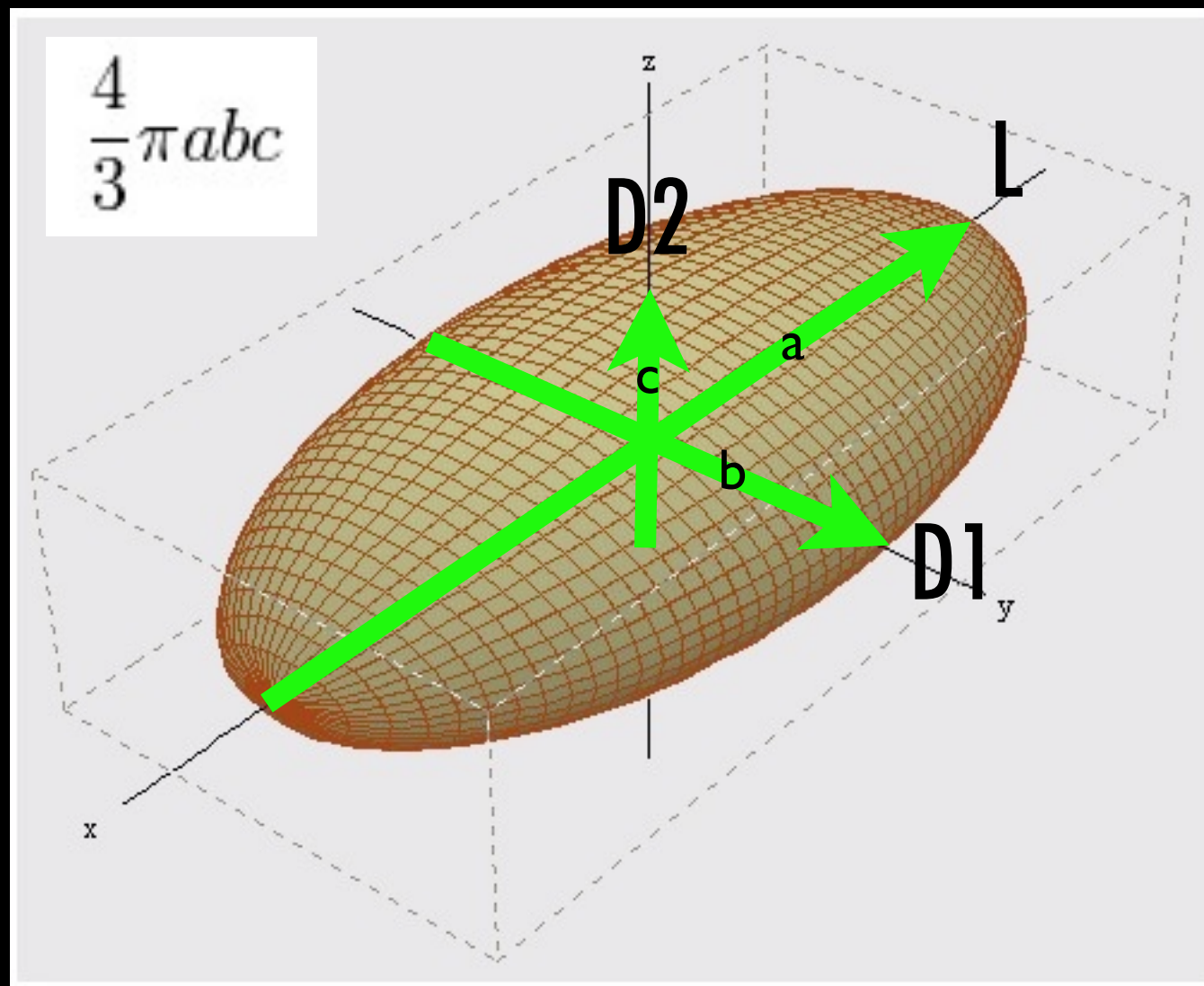
$$FRS = (STDVG - STSVG) / STDVG$$

Etude de la fonction systolique en Mode bidimensionnel

L'objectif premier est d'estimer les volumes ventriculaires
en systole et diastole

- ✓ Modèle ellipsoïde
- ✓ Modèle du cylindre hémi-ellipsoïde
- ✓ Méthode de Simpson

Modèle ellipsoïde



L : Gd axe du VG de l'apex au milieu de l'anneau mitral en vue apicale

D1 et **D2** : diamètres en vue parasternale petit axe

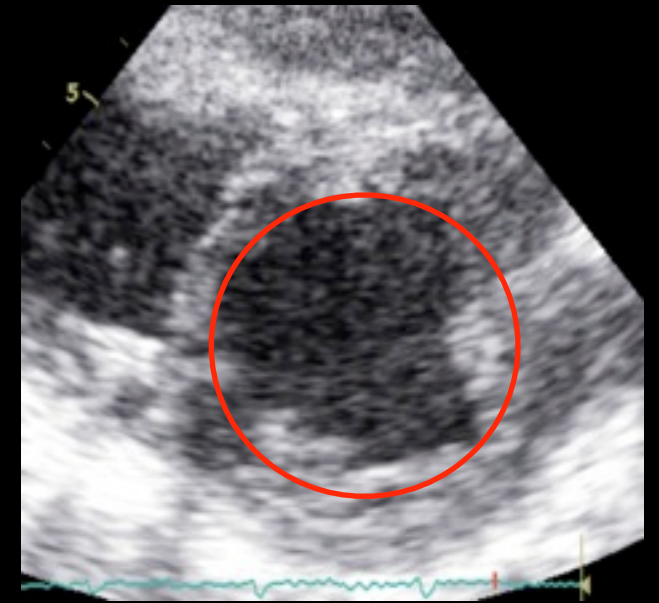
$$\text{Volume} = \frac{4}{3} \cdot \text{Pi} \cdot L/2 \cdot D1/2 \cdot D2/2$$

Modèle du cylindre héli-ellipsoïde : «Bullet»

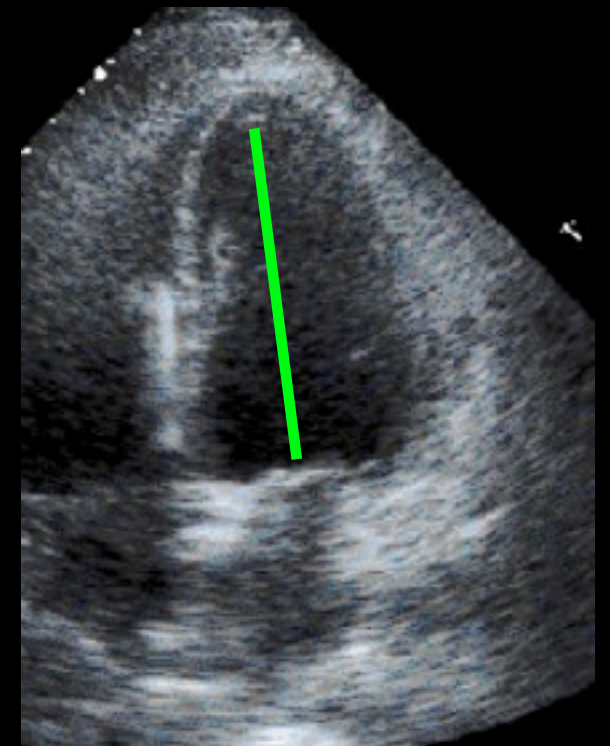


Cone ou héli-ellipsoïde

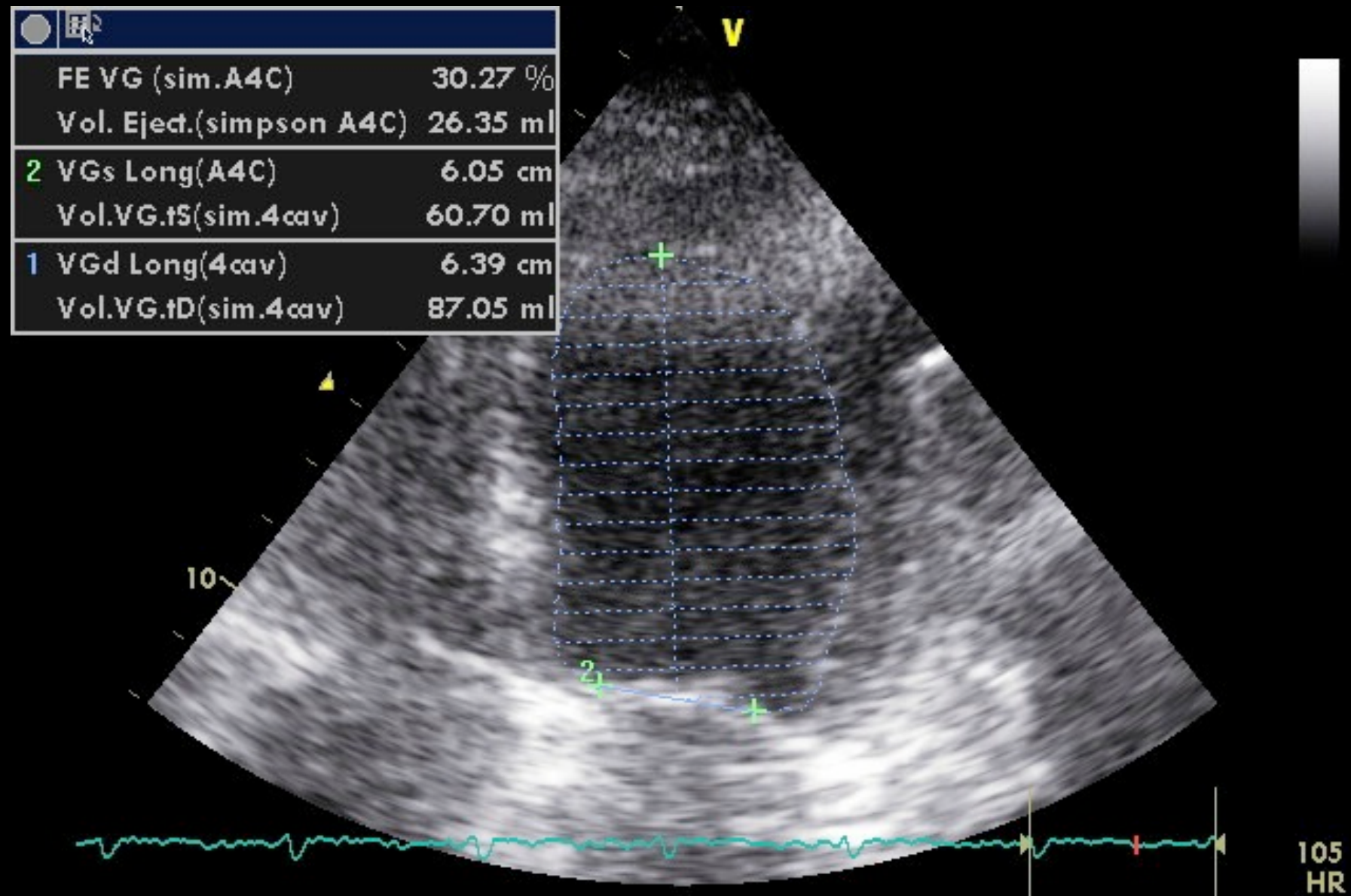
Cylindre ou cone tronqué



$$V = 5/6 \cdot S \cdot L$$



Méthode de Simpson



Méthode de Simpson

- ✓ Monoplan : avec une vue unique (2 ou 4 cavités), on assimile une tranche à un disque volume = $h \cdot \pi \cdot D^2 / 4$
- ✓ Biplan : avec deux vues orthogonales (2 cavités et 4 cavités), on assimile une tranche à une ellipse de volume = $h \cdot \pi / 4 \cdot D_1 \cdot D_2$
- ✓ Le volume total de la cavité ventriculaire est donc la somme des tranches définies

- ✓ Toutes ces techniques de mesure ont pour but de déterminer le volume ventriculaire gauche en systole puis en diastole
- ✓ On en déduit ensuite la fraction d'éjection ventriculaire gauche

$$FEVG = (VTDTV - VTSVG) / VTDTV$$

intérêts et limites de la FEVG

Intérêts de la FEVG

- ✓ Meilleur indice pronostic de la morbidité et la mortalité de l'insuffisance cardiaque (<50%, survie diminuée)
- ✓ Suivi des patients
- ✓ Prévion de la récupération après PAC lors d'épreuve sous dobutrex
- ✓ Détérioration HD pré-greffe

Limites de la FEVG

- ✓ Non corrélée à la symptomatologie clinique de l'insuff cardiaque
- ✓ Sa mesure :
 - ✓ Evaluation selon des modèles mathématiques (Simpson biplan++)
 - ✓ Mauvaise visualisation de l'endocarde (Simpson)
 - ✓ Plan de coupe oblique : surestime les diamètres en parasternal, sous estime la longueur du VG en apical si on ne visualise pas réellement l'apex
 - ✓ Phase du cycle cardiaque inadéquate (tracé ECG +++)
 - ✓ Anévrysme ventriculaire, dyskinésie localisée, mouvement du coeur ds l'espace

Valeurs normales

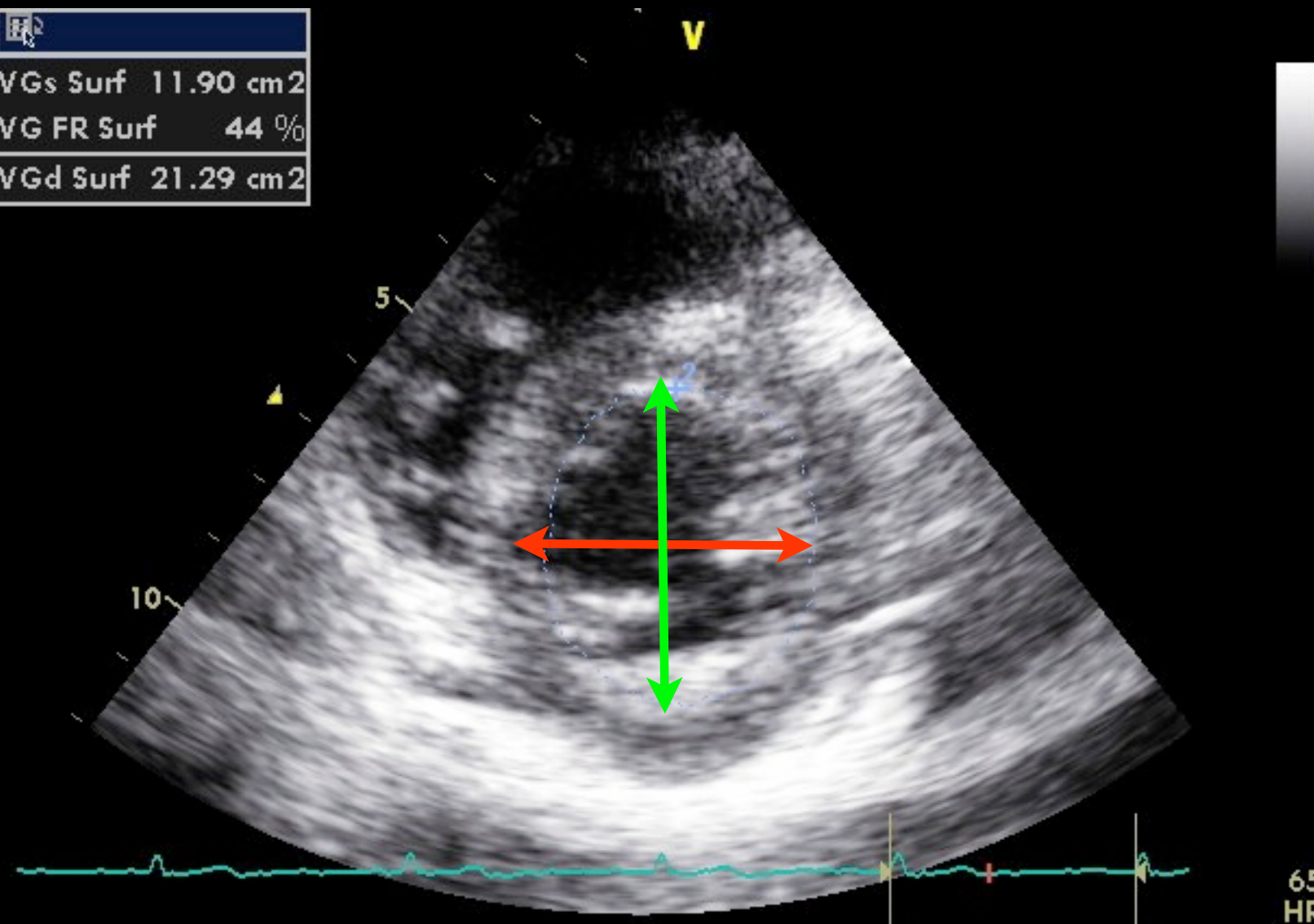
- ✓ DTDVG = 50 ± 5 mm
- ✓ DTSVG = 33 ± 3 mm
- ✓ SIV et PP = 10 ± 3 mm
- ✓ épaississement en systole = environ 40%
- ✓ FR 35 ± 5 % (95% de la population entre 28 et 44%)

✓ $\text{VTDVG} = 55 \pm 10 \text{ ml/m}^2 \text{ SC}$ (H: $110 \pm 20 \text{ ml}$, F: $80 \pm 10 \text{ ml}$)

✓ $\text{VTSVG} = 18 \pm 6 \text{ ml/m}^2 \text{ SC}$

✓ $\text{FEVG} 53 \text{ à } 71 \%$ (sujet sain 20 à 35 ans)

●	■
2 VGs Surf	11.90 cm ²
VG FR Surf	44 %
1 VGd Surf	21.29 cm ²



37 à 56 mm

35 à 57 mm

✓ STDVG = 15 à 34 cm²

✓ STSVG = 5 à 17 cm²

✓ FR surface = 35 à 65 %

Etude de la fonction systolique par les indices isovolumiques

Indices liés à la phase de contraction isovolumique
sont moins dépendants de la post-charge

- ✓ dP/dt
- ✓ Indice de Tei

dP/dt max

- ✓ Paramètre habituellement mesuré par cathéterisme gauche
- ✓ Réalisable en échographie en présence d'une IM
- ✓ La vitesse du flux régurgitant est fonction du gradient de pression VG-OG (Eq de conservation de l'énergie de Bernouilli)
- ✓ Delta de pression = $1/2 \cdot \text{masse volumique} \cdot (V_1^2 - V_2^2)$

dP/dt max

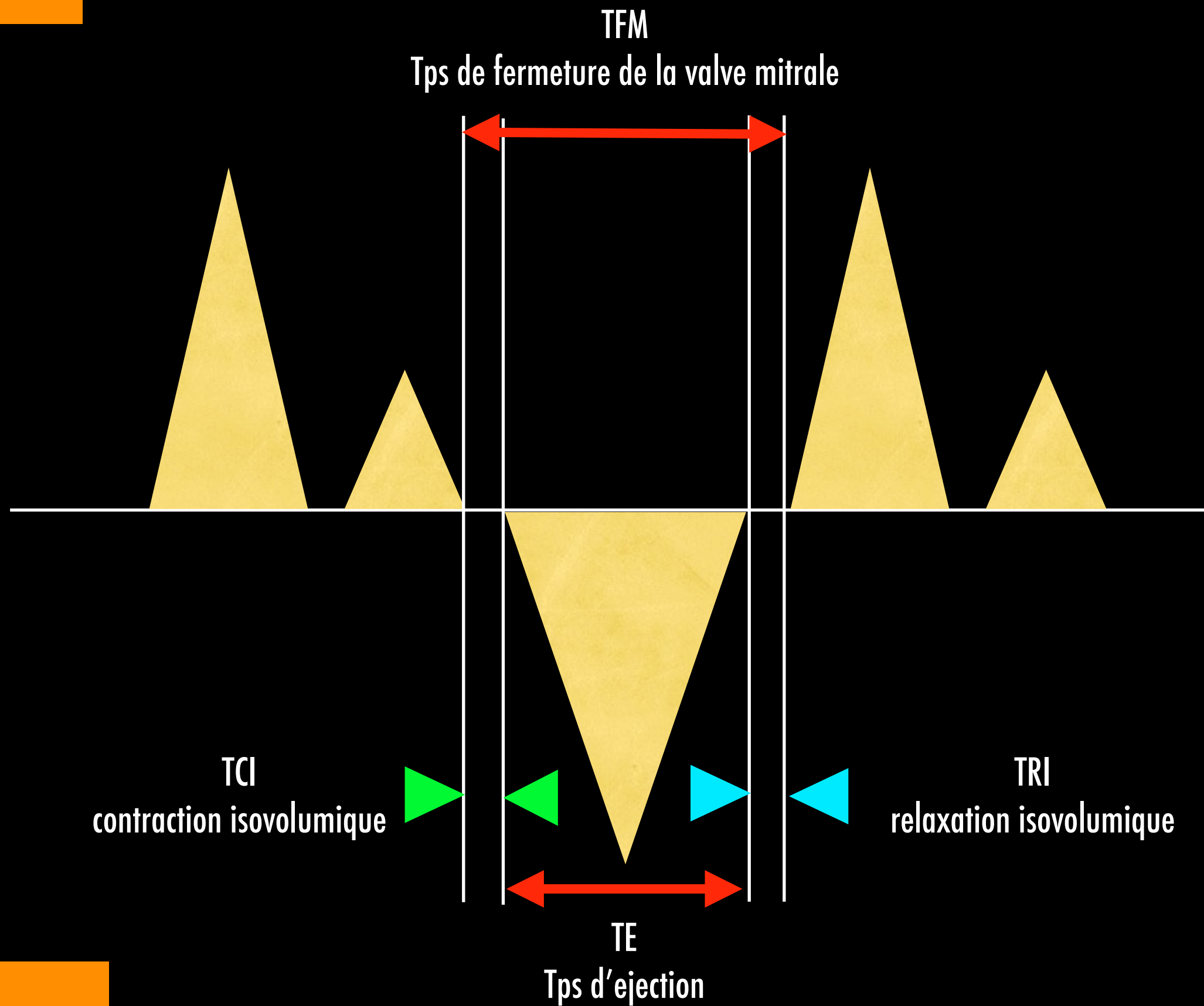
- ✓ On mesure le temps pour que la vitesse du flux régurgitant augmente de 1 à 3 m/sec
- ✓ Pression passe de 4 à 36 mmHg = Delta de P de 32 mmHg
- ✓ $dP/dt = 32 / \text{temps mesuré}$ (Bernouilli simplifiée)
- ✓ Mais...si IM, plus vraiment isovolumique.
pas si IM massive !

Indice de Tei

- ✓ En cas d'insuffisance cardiaque :
 - ✓ tps de contraction isovolumique augmente
 - ✓ tps d'ejection se raccourcit
 - ✓ tps de relaxation isovolumique augmente sauf si augmentation importante de la POG

$$Tei = (TCI + TRI)/TE = (TFM - TE)/TE$$

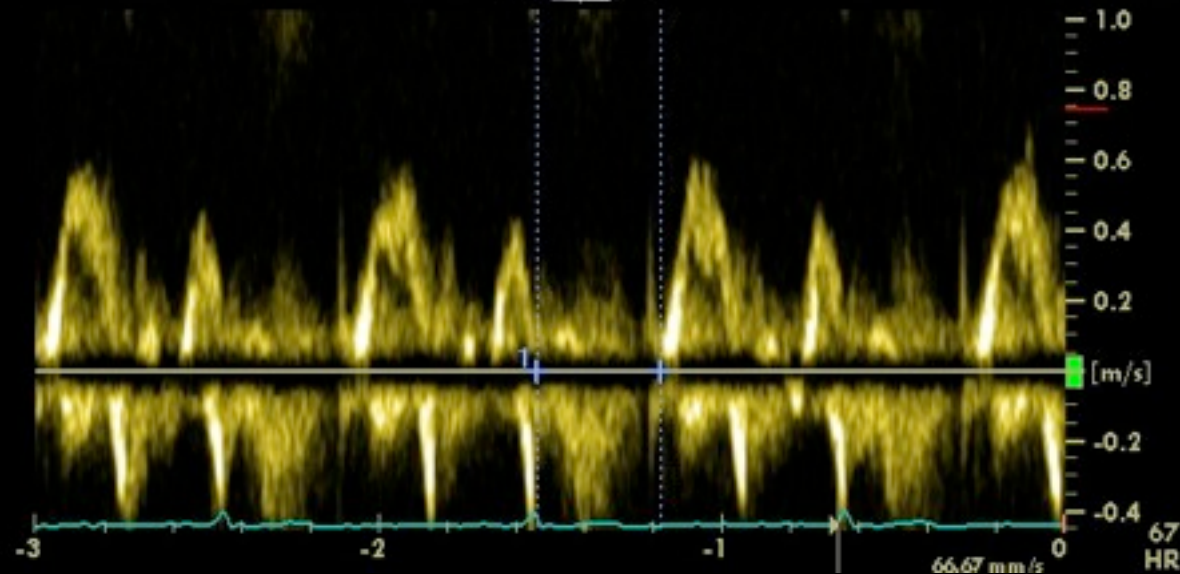
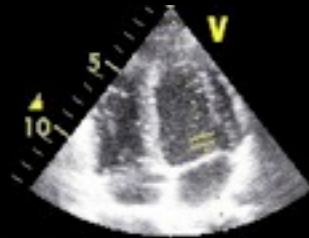
Doppler pulsé
anneau mitral



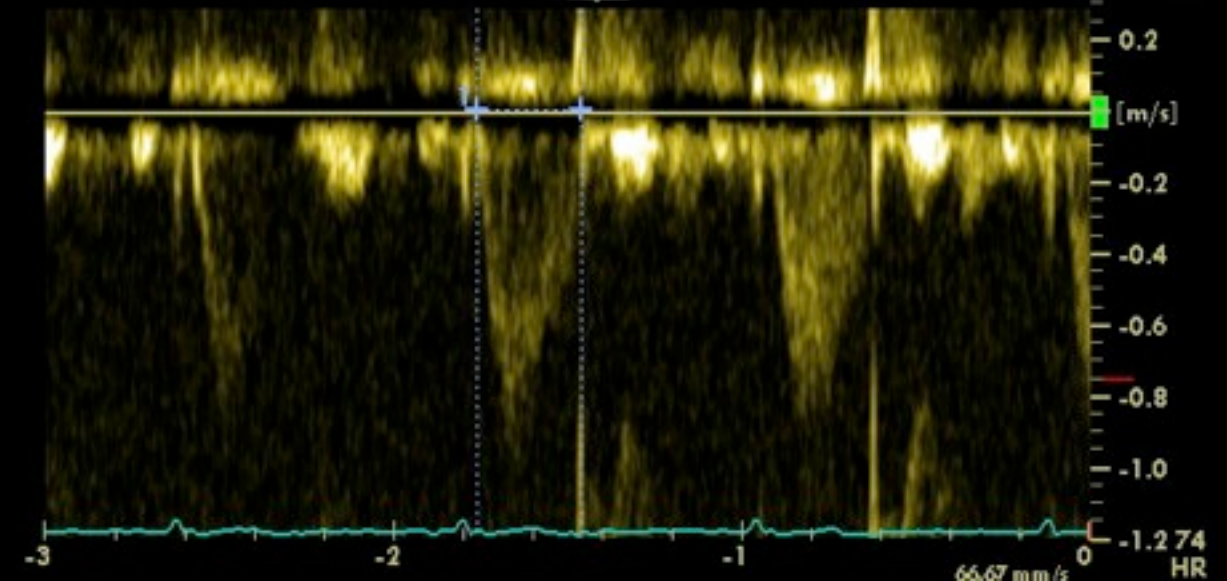
Doppler pulsé
chambre de chasse aortique

Indice de Tei

1 dT 360.44 ms



1 dT 299.45 ms



$$\text{Indice de Tei} = (360 - 300) / 300 = 0,2$$

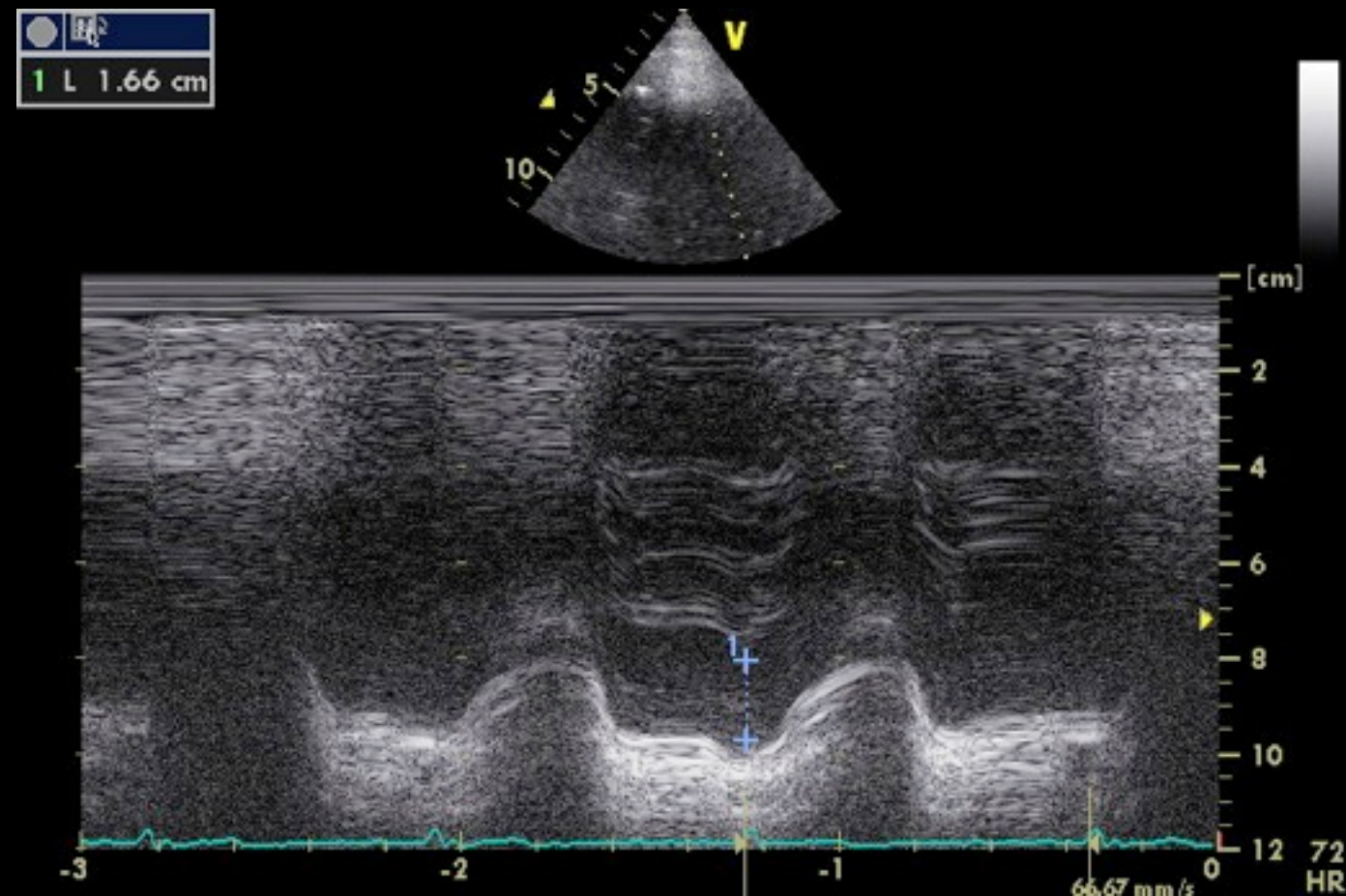
Indice de Tei normal $< 0,4$

Indice de Tei $> 0,47$ = insuff cardiaque symptomatique (Se 86%, Sp 82%)

Etude de la fonction systolique par l'analyse de mobilité de l'anneau mitral

- ✓ Amplitude du déplacement systolique de l'anneau mitral
- ✓ Vitesse de déplacement systolique de l'anneau mitral

Amplitude de déplacement systolique de l'anneau mitral



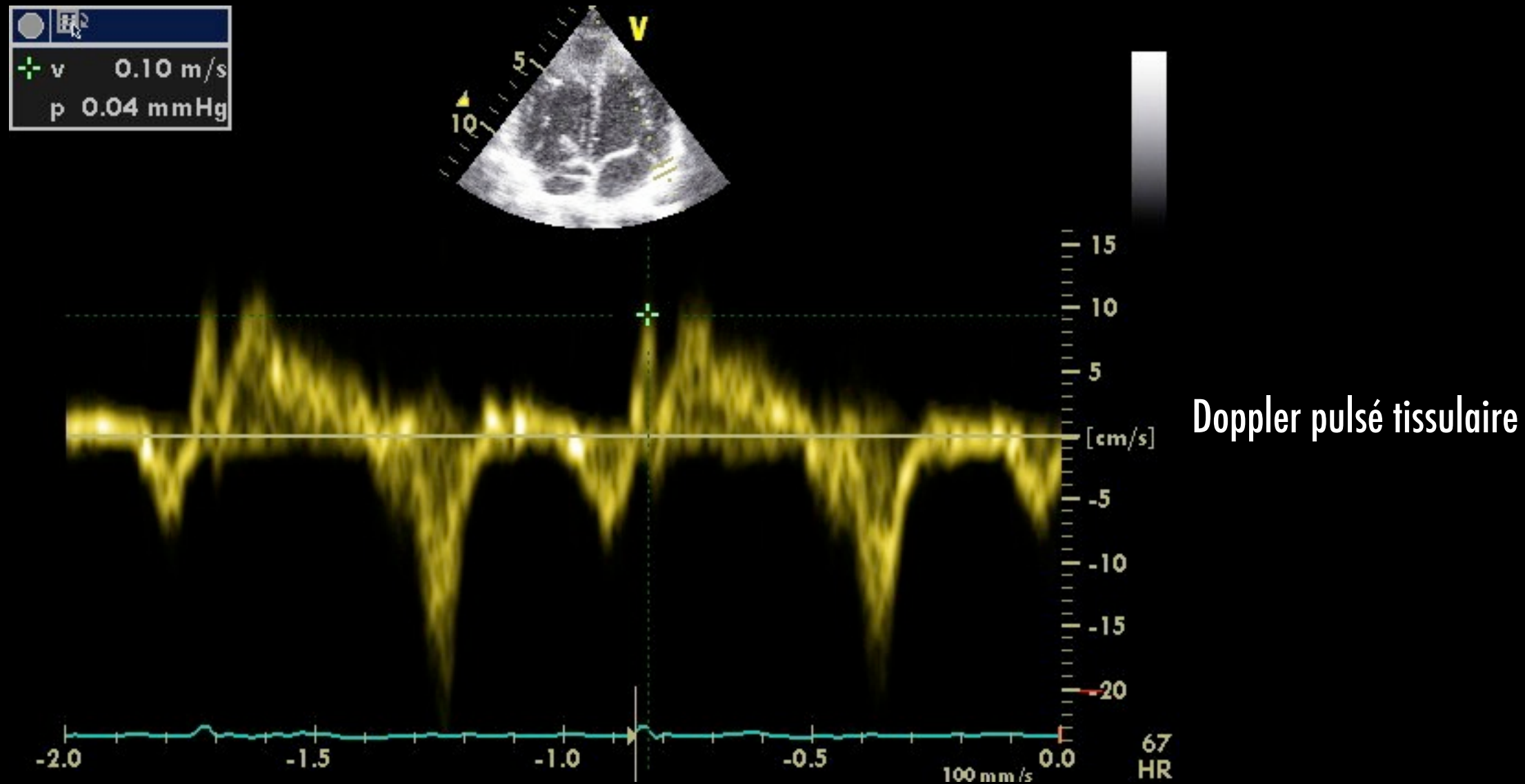
Mode M, vue apicale

Amplitude < 10 mm : FEVG $< 50\%$

Amplitude < 4 mm : dysfonction VG très sévère

Attention arythmie, bloc de branche, dyskinésie localisée
âge, hypertrophie et dilatation diminuent la mobilité

Vitesse de déplacement systolique de l'anneau mitral



Vitesse $> 5,4$ cm/sec : FEVG $> 50\%$ (Se 88%, Sp 97%)

Vitesse = $10,3 \pm 1,4$ cm/sec dans la pop Nle. diminue avec l'âge

**Ventricule gauche
en ETO**

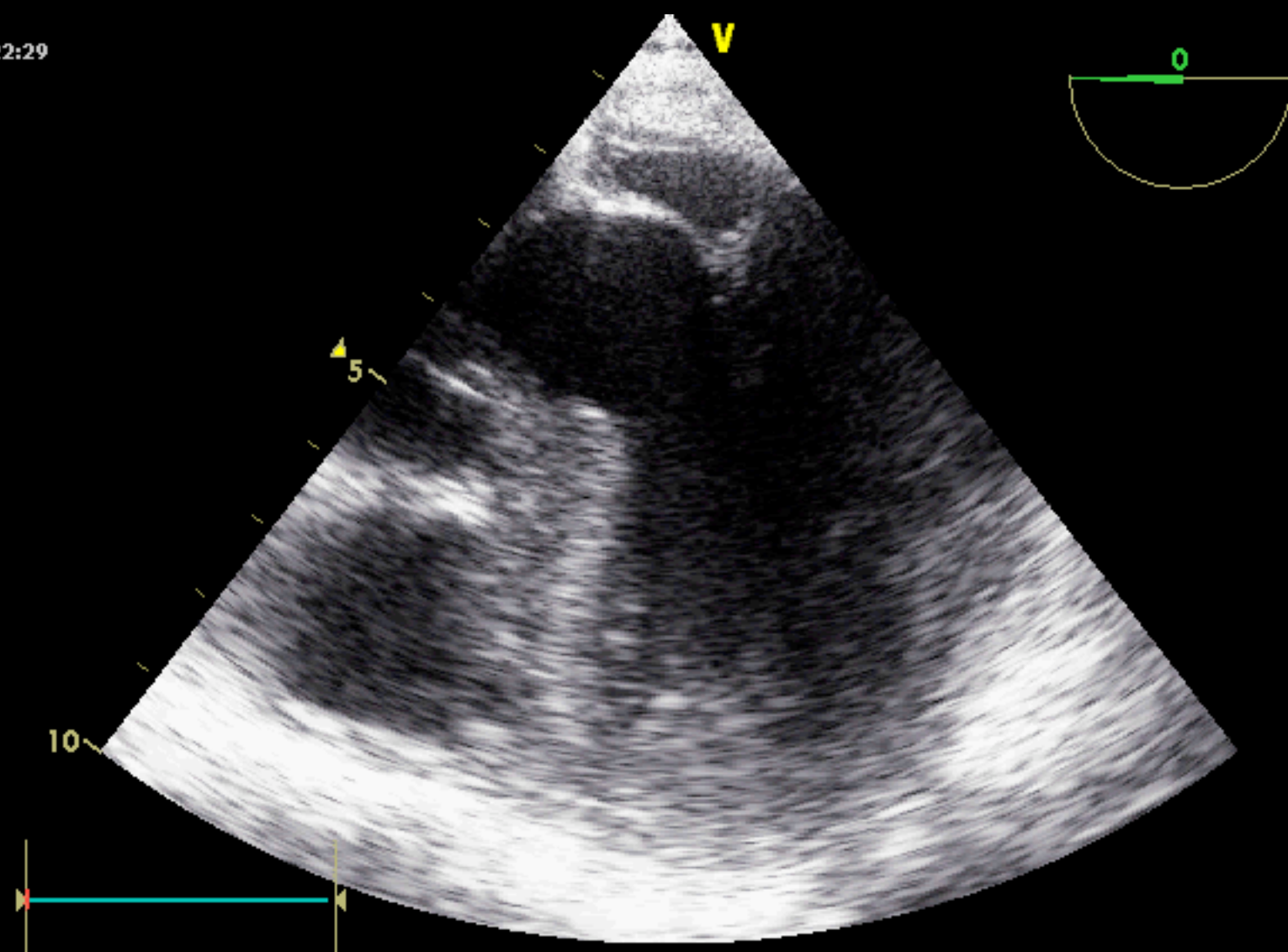
Intérêt de l'ETO pour l'évaluation de la fonction systolique

- ✓ Pas nécessaire sauf si mauvaises conditions d'échogenicité en trans-thoracique
- ✓ Avantage : meilleure définition de l'endocarde
- ✓ Inconvénient : souvent apex mal visualisé et on sous estime la longueur du VG
- ✓ Formules utilisées en ETT sous-estiment les volumes du VG quand elles sont utilisées en ETO

Coupes explorant le VG en ET0

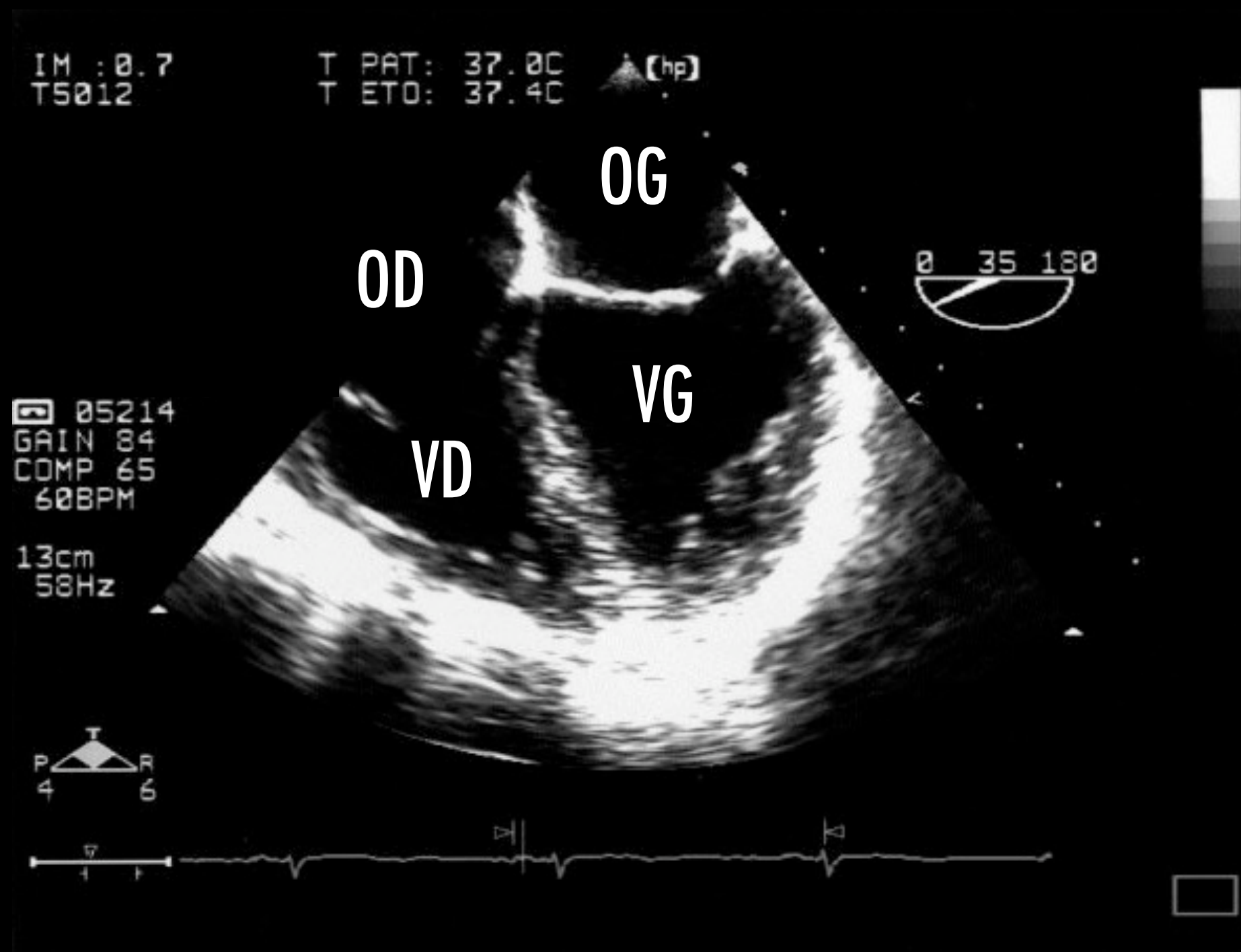
- ✓ Coupe réalisée à 0° à 25 - 30 cm des arcades dentaires
 - ✓ équivalent de coupe 4cav en ETT mais inversée : oreillettes en haut de l'image et ventricules en bas
 - ✓ à 60 - 100° : coupe 2 cavités

19:22:29
16



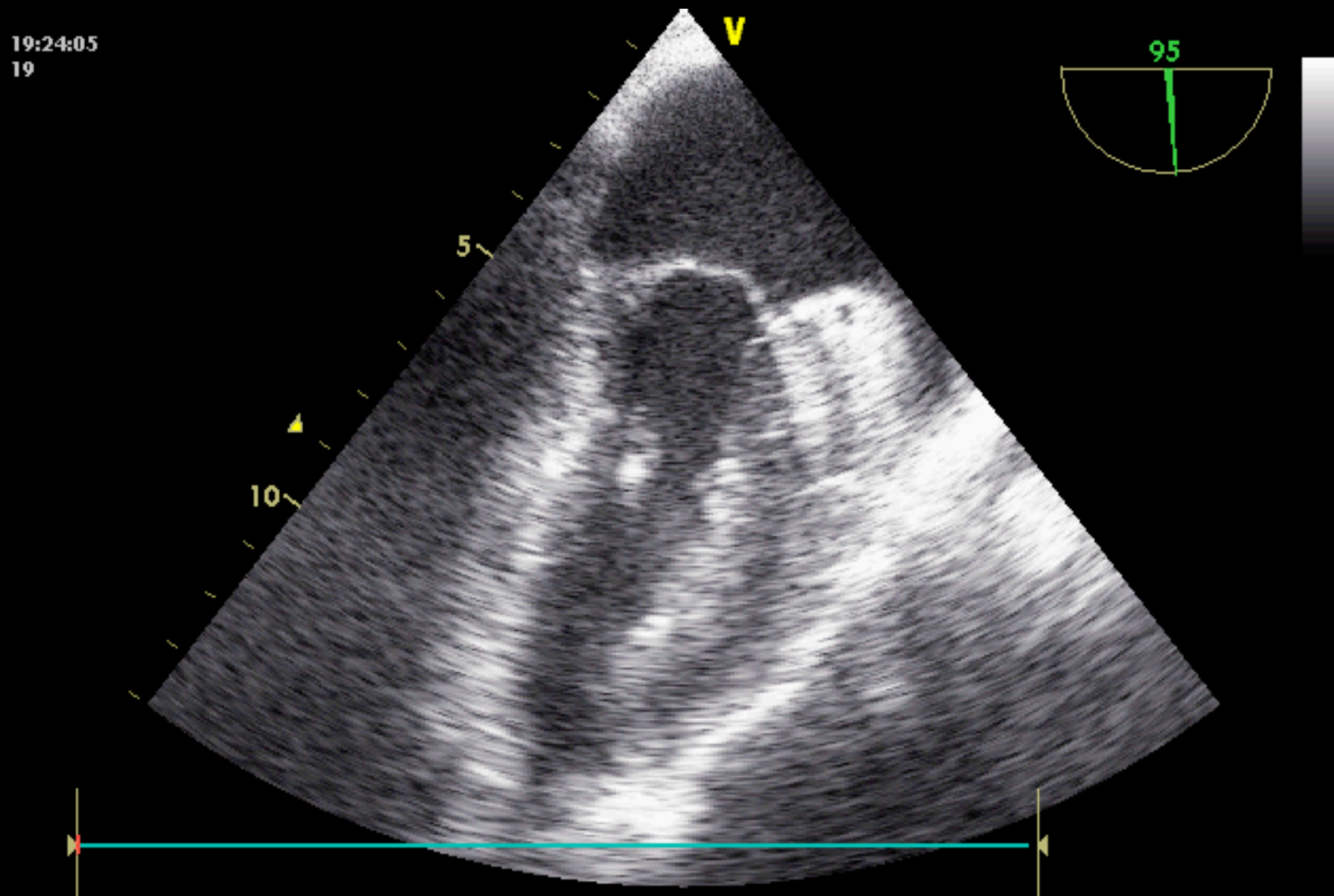
Coupe 4 cavités en ETO

Capteur à 0°, insertion environ 25 - 30 cm



Coupe 2 cavités en ET0

Capteur à 60 - 100°, insertion environ 25 - 30 cm



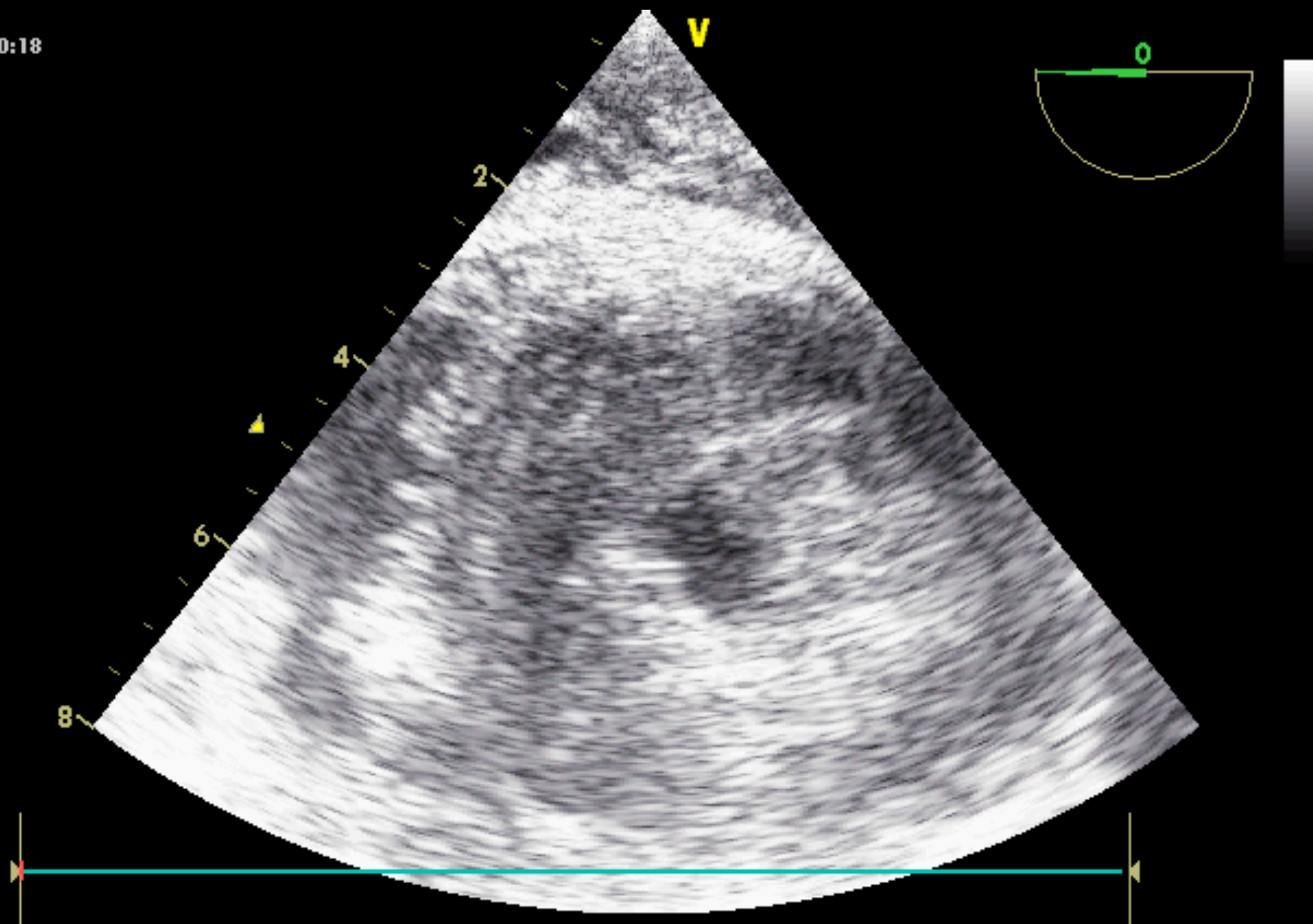
Coupes explorant le VG en ETO

- ✓ Coupe transgastrique à 35 - 40 cm des arcades dentaires
 - ✓ béquillage antérieur puis retrait lent $\pm$ rotation antihoraire
 - ✓ coupe petit axe en transgastrique
 - ✓ à 90 - 100° : équivalent de coupe parasternale gd axe
 - ✓ à 120° : chambre de chasse VG (en bas, à Dte de l'écran)

Coupe petit axe en ET0

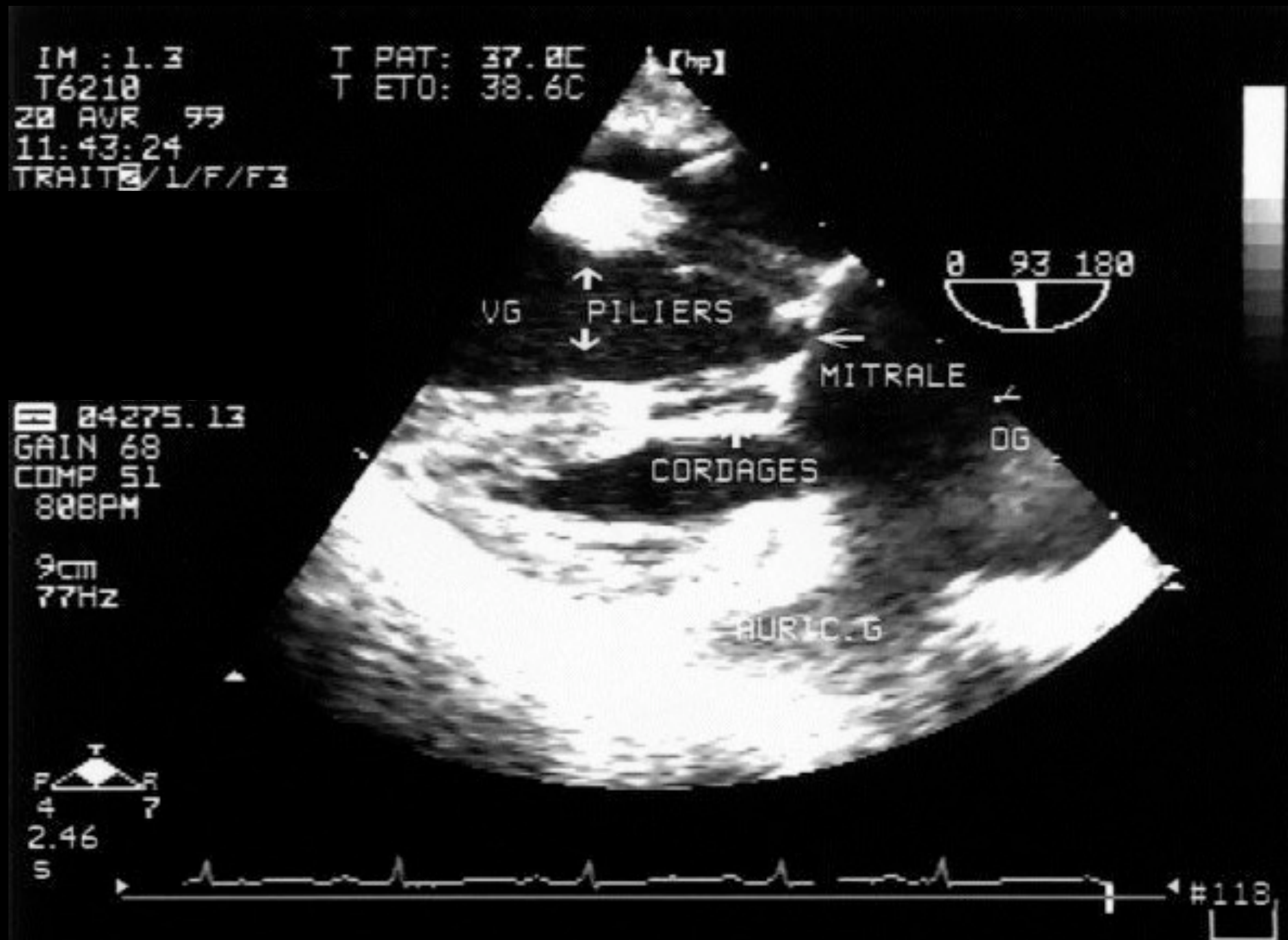
insertion environ 35 - 40 cm, béquillage antérieur, retrait,
 $\pm$ rotation antihoraire, capteur à 0°

19:10:18
10

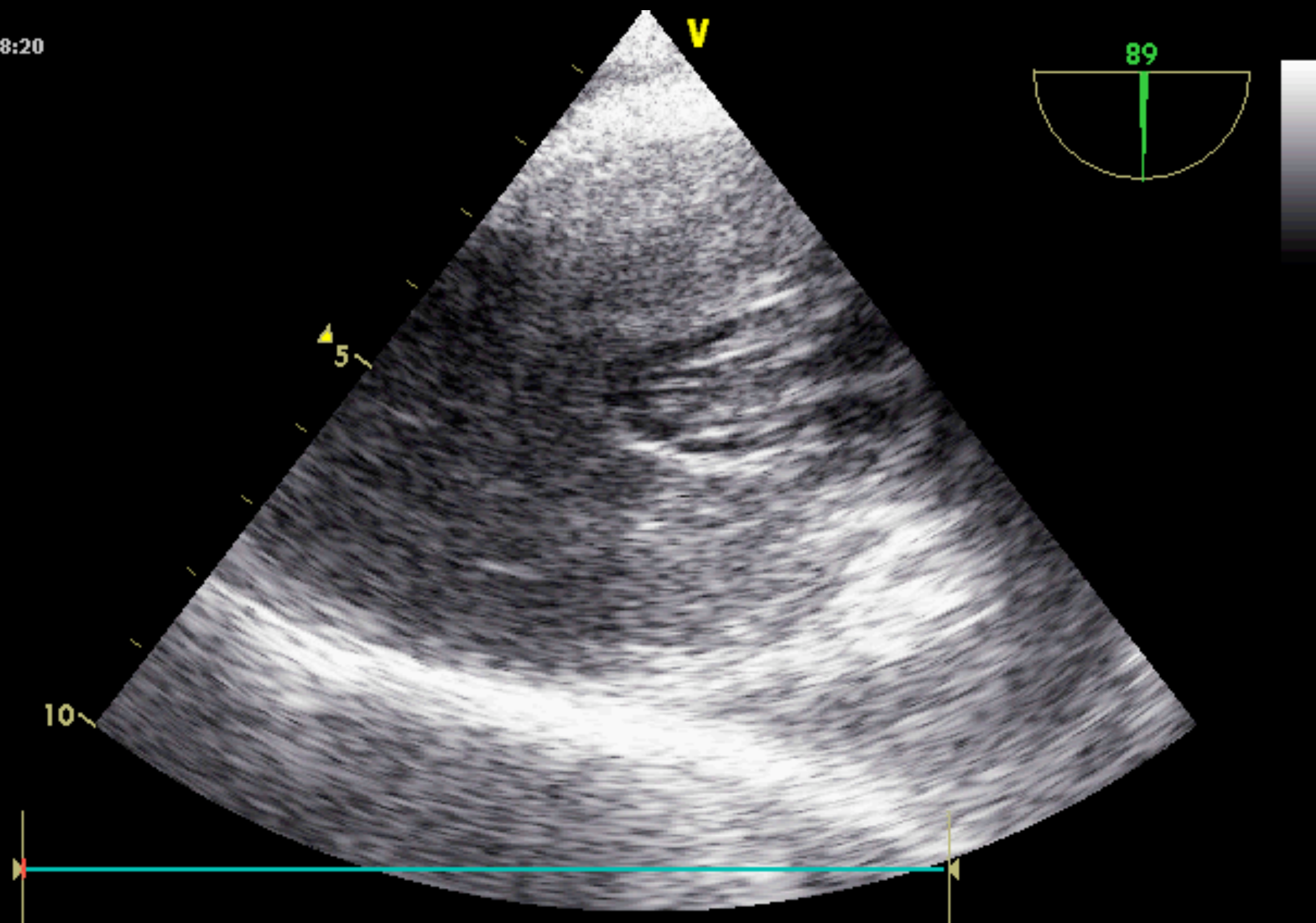


Coupe grand axe en ETO

insertion environ 35 - 40 cm, béquillage antérieur, retrait,
 $\pm$ rotation antihoraire, capteur à 90 - 100°

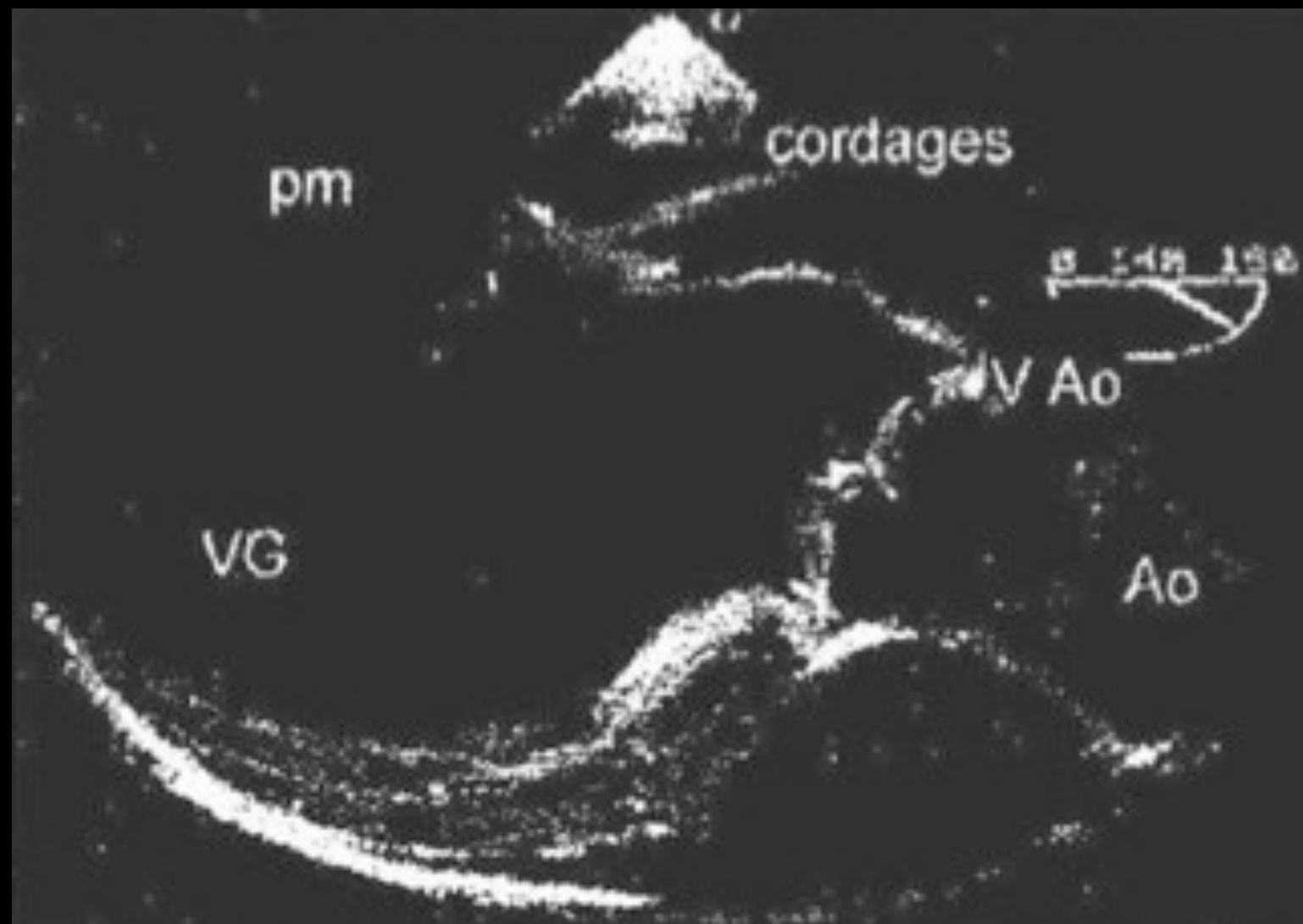


19:28:20
23

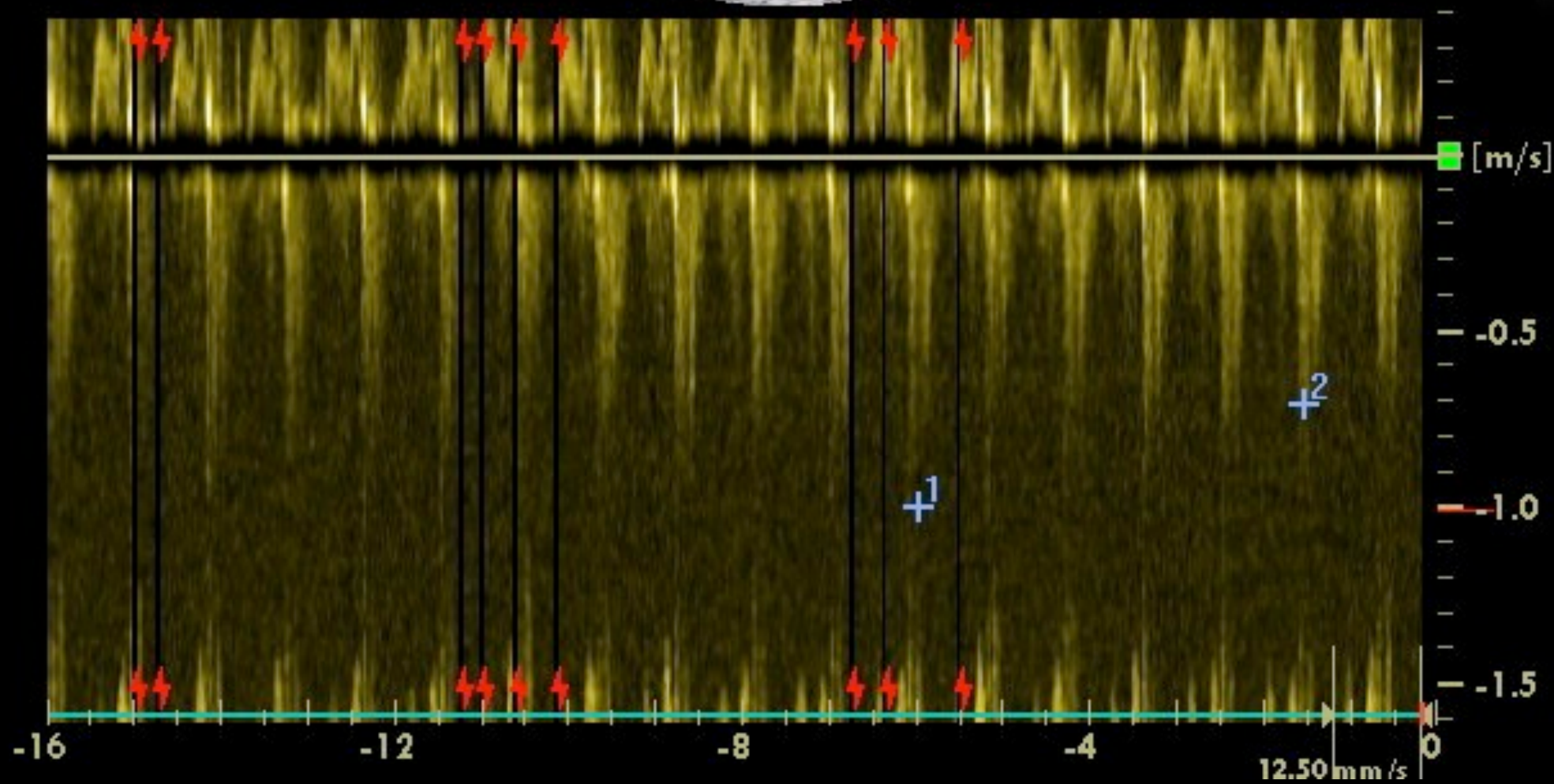


Chambre de chasse en ET0

insertion environ 35 - 40 cm, béquillage antérieur, retraits,
 $\pm$ rotation antihoraire, capteur à 120 - 130°



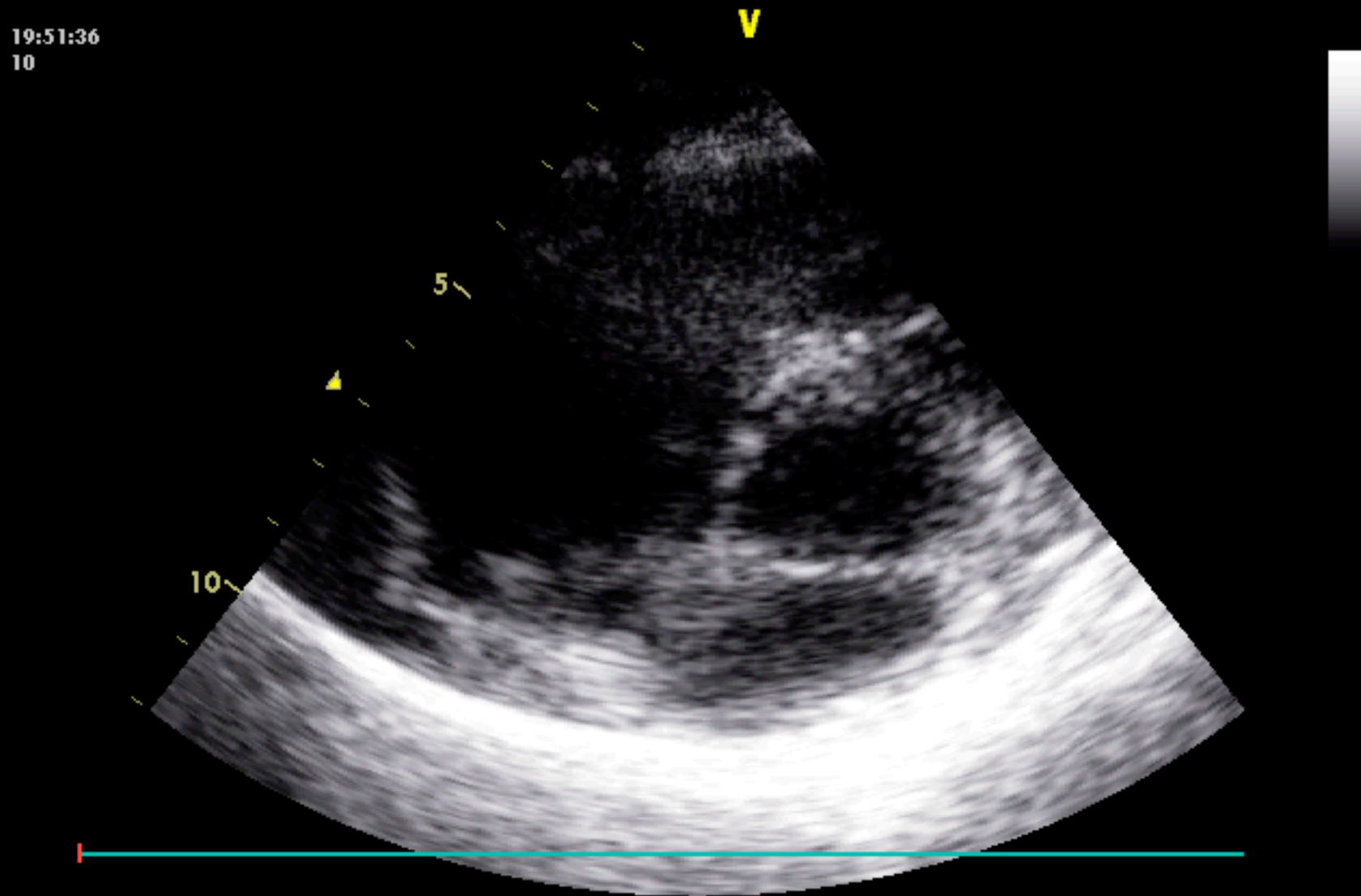
●	■
2	VA Vmax 0.71 m/s
	VA GDmax 2.00 mmHg
1	VA Vmax 1.00 m/s
	VA GDmax 4.00 mmHg



Aorte thoracique

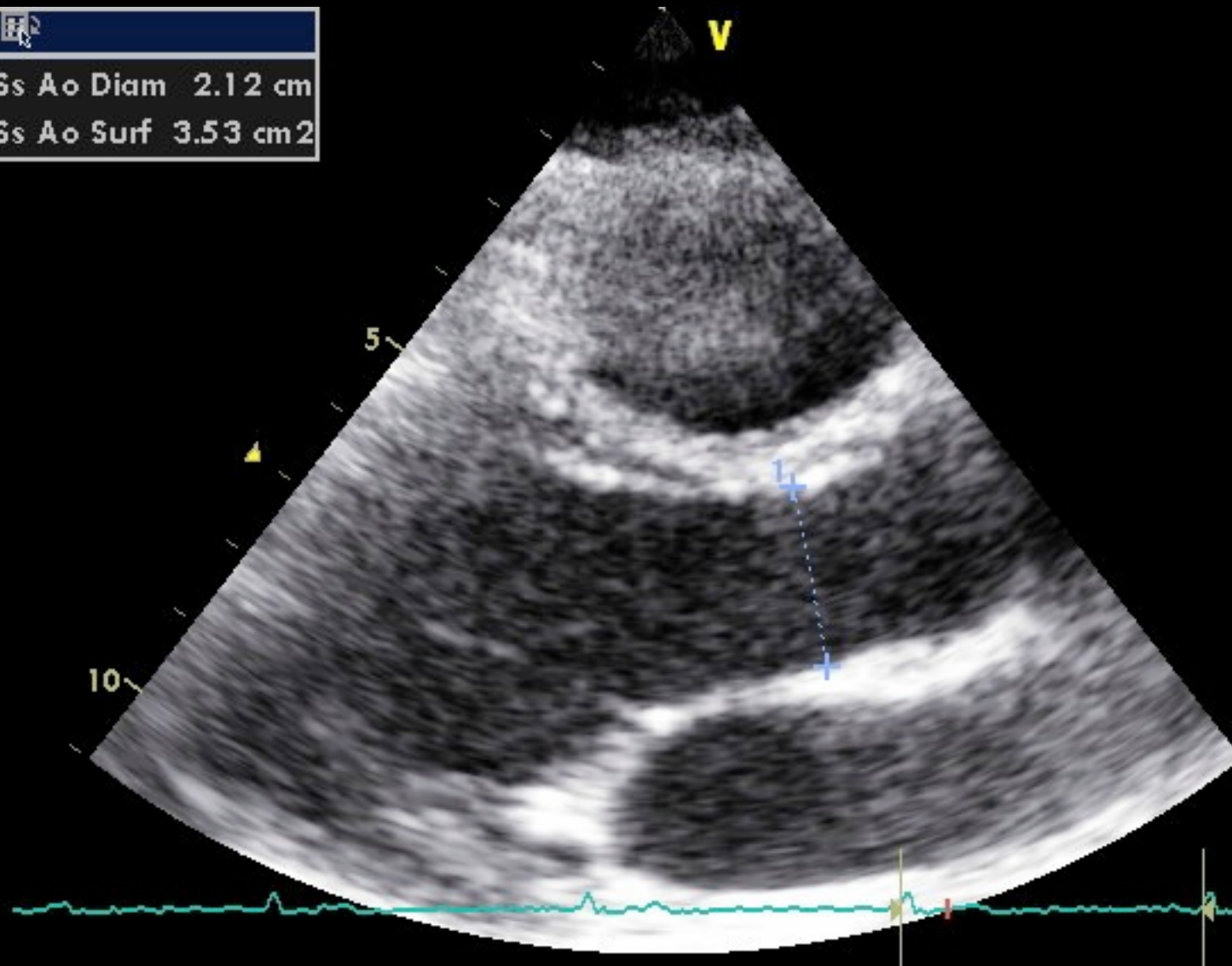
Coupe parasternale petit axe

au niveau de la racine de l'aorte



Coupe parasternale grand axe

1 Ss Ao Diam 2.12 cm
Ss Ao Surf 3.53 cm²



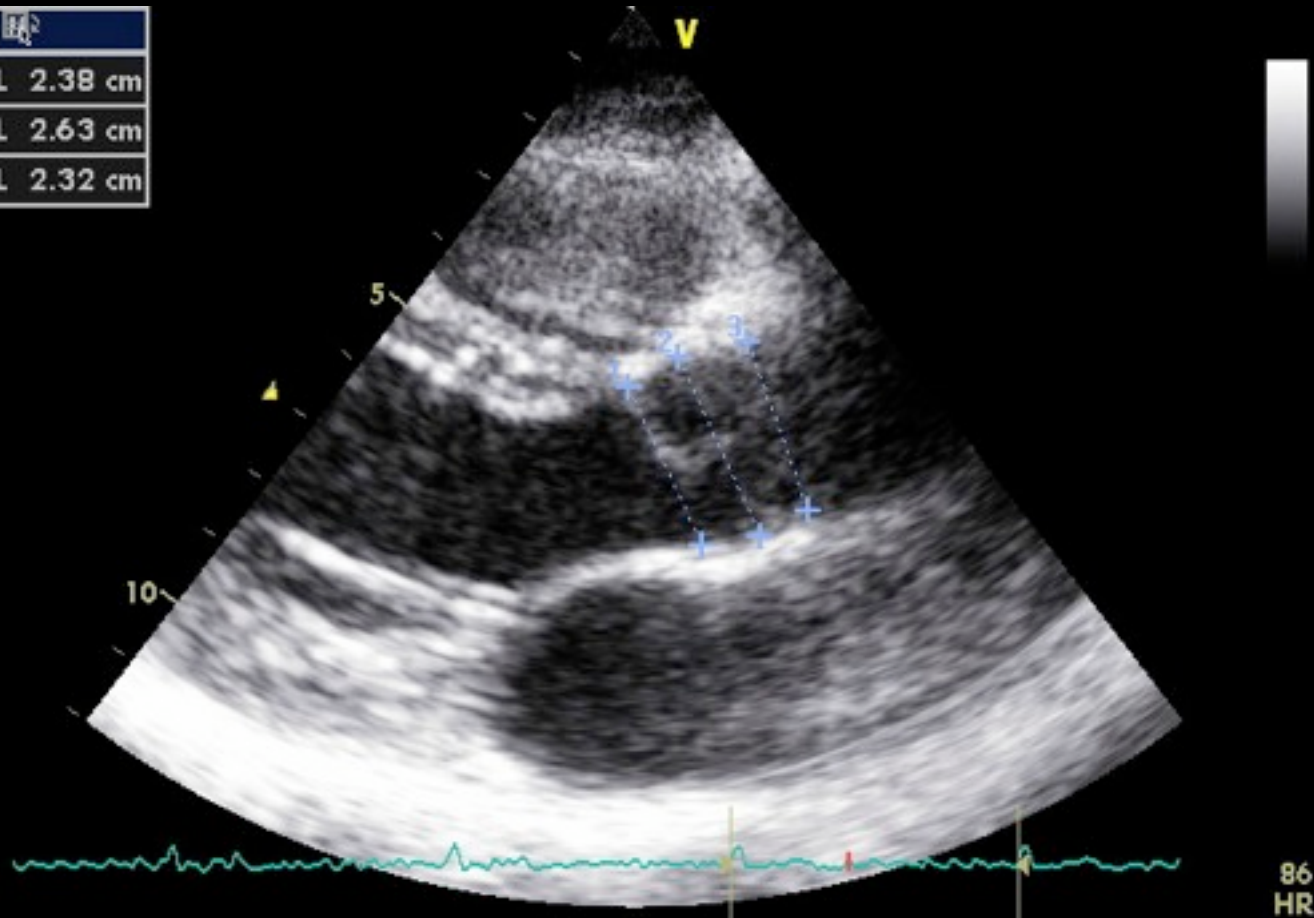
Diamètre de l'anneau
aortique

14 à 26 mm

65
HR

Dimensions normales

3	L	2.38 cm
2	L	2.63 cm
1	L	2.32 cm



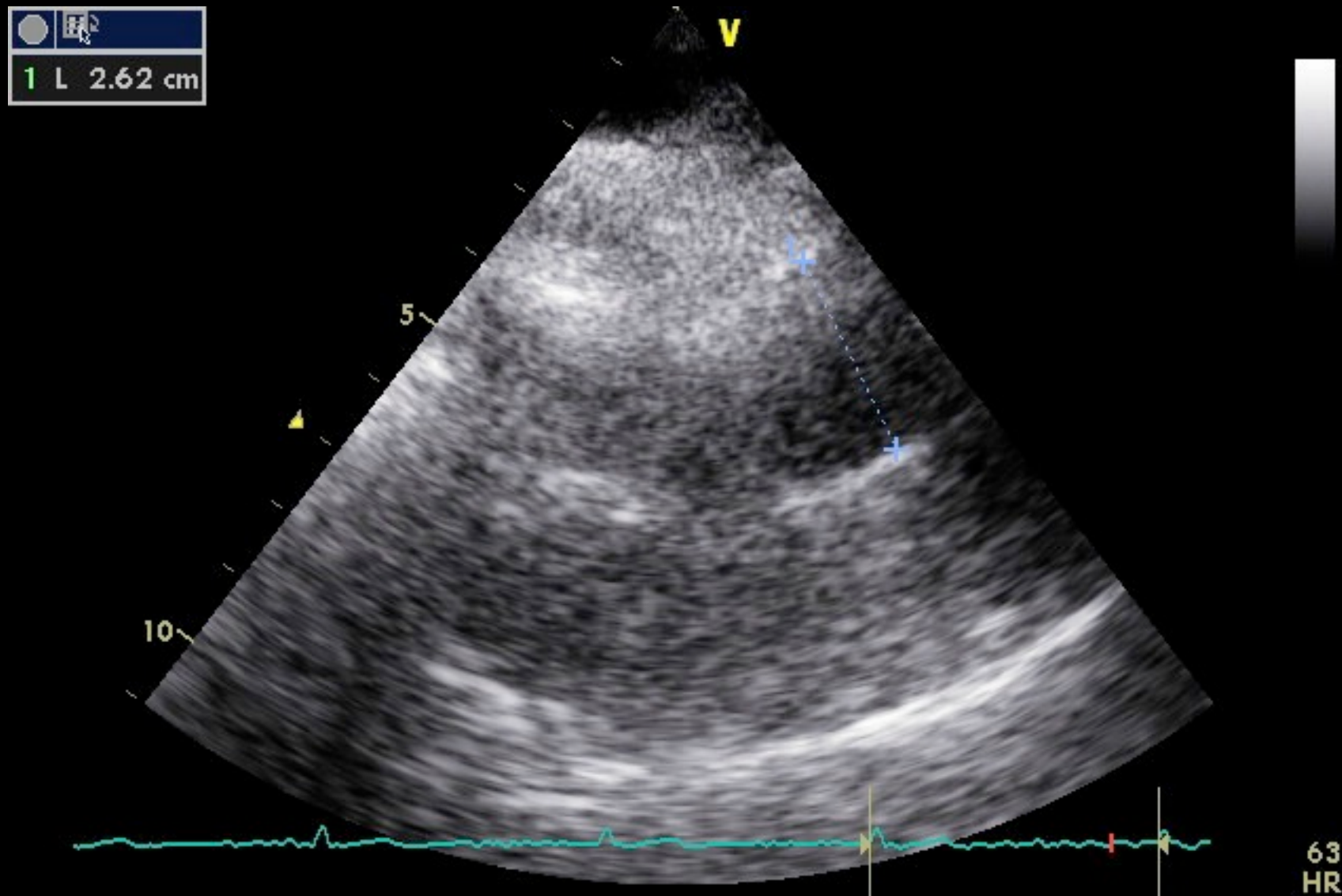
insertion des sigmoïdes :
14 à 26 mm

sinus de Valsalva :
21 à 35 mm

jonction sino-tubulaire :
17 à 34 mm

Jamais supérieur à 45 mm au sinus
> 50 % du diamètre normal = Anévrisme

Coupe parasternale grand axe «haute»



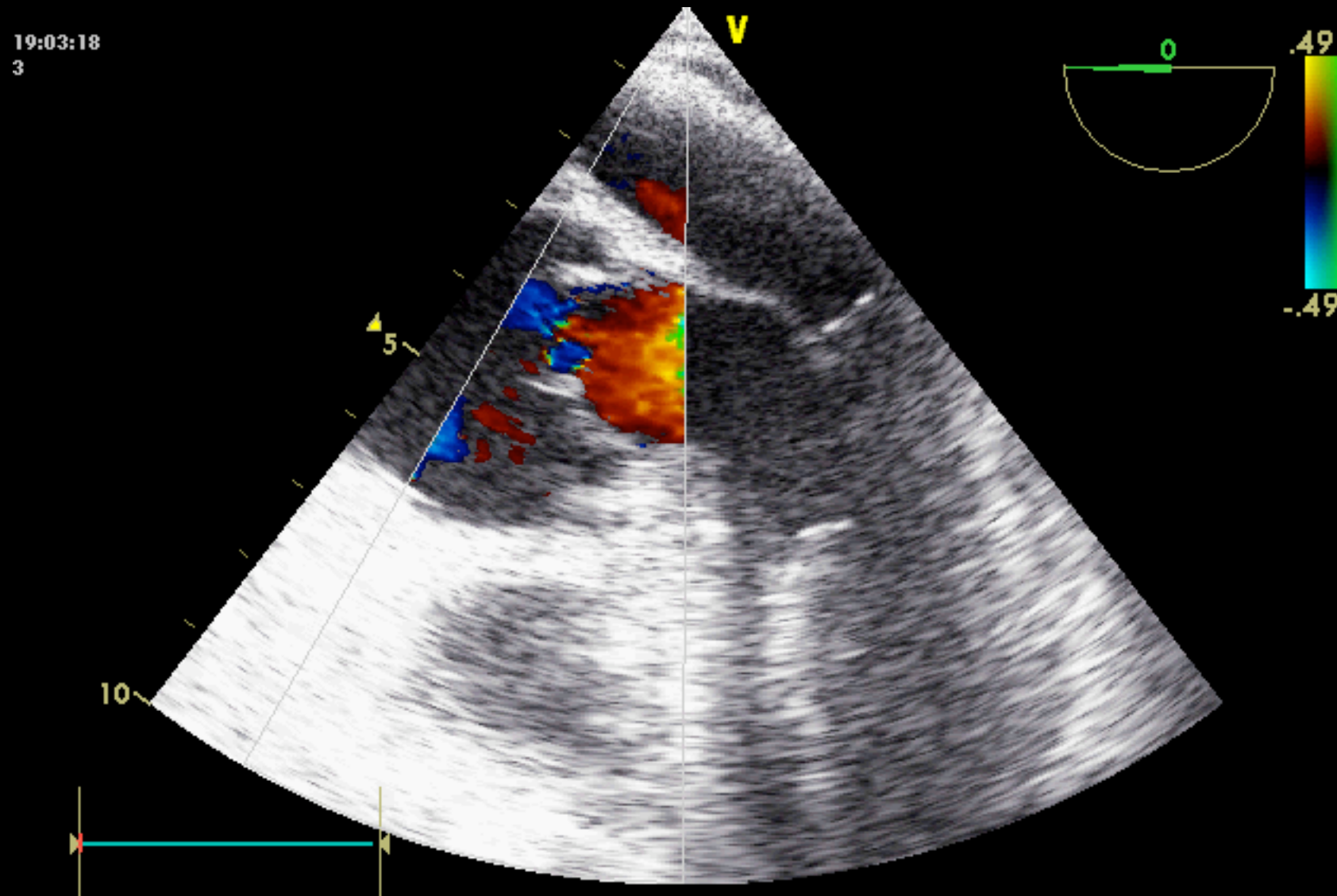
Aorte ascendante

ETO

- ✓ coupe passant par la valve aortique à 0°
 - ✓ Visualise les sigmoïdes antéro-Dte et postérieure ainsi que l'OG
- ✓ rotation à 45° : dans le plan de la valve, dégage les 3 sigmoïdes , l'OG et l'OD
- ✓ rotation à 120° : chambre de chasse, valve et Ao ascendante

Coupe valve aortique en ET0

capteur à 0°



Coupe valve aortique en ET0

capteur à 30 à 45°

IM : 0.6
T6210
13 NOV 88
18:06:52
TRAIT 2/0/E/F3
Dpt Anesthesie
Hopital BICETRE
HP Adulte

T PAT: 37.0C
T ETO <37.0C

[hp]

GAIN 42
COMP 70

10cm
64Hz



Coupe valve aortique en ET0

capteur à 120°

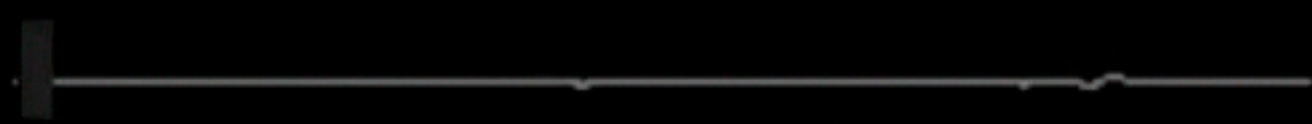
IM : 0.6
T6210
13 NOV 88
18:07:24
TRAITÉ/0/E/F3
Dpt Anesthésie
Hopital BICETRE
HP Adulte

T PAT: 37.0C
T ETO <37.0C

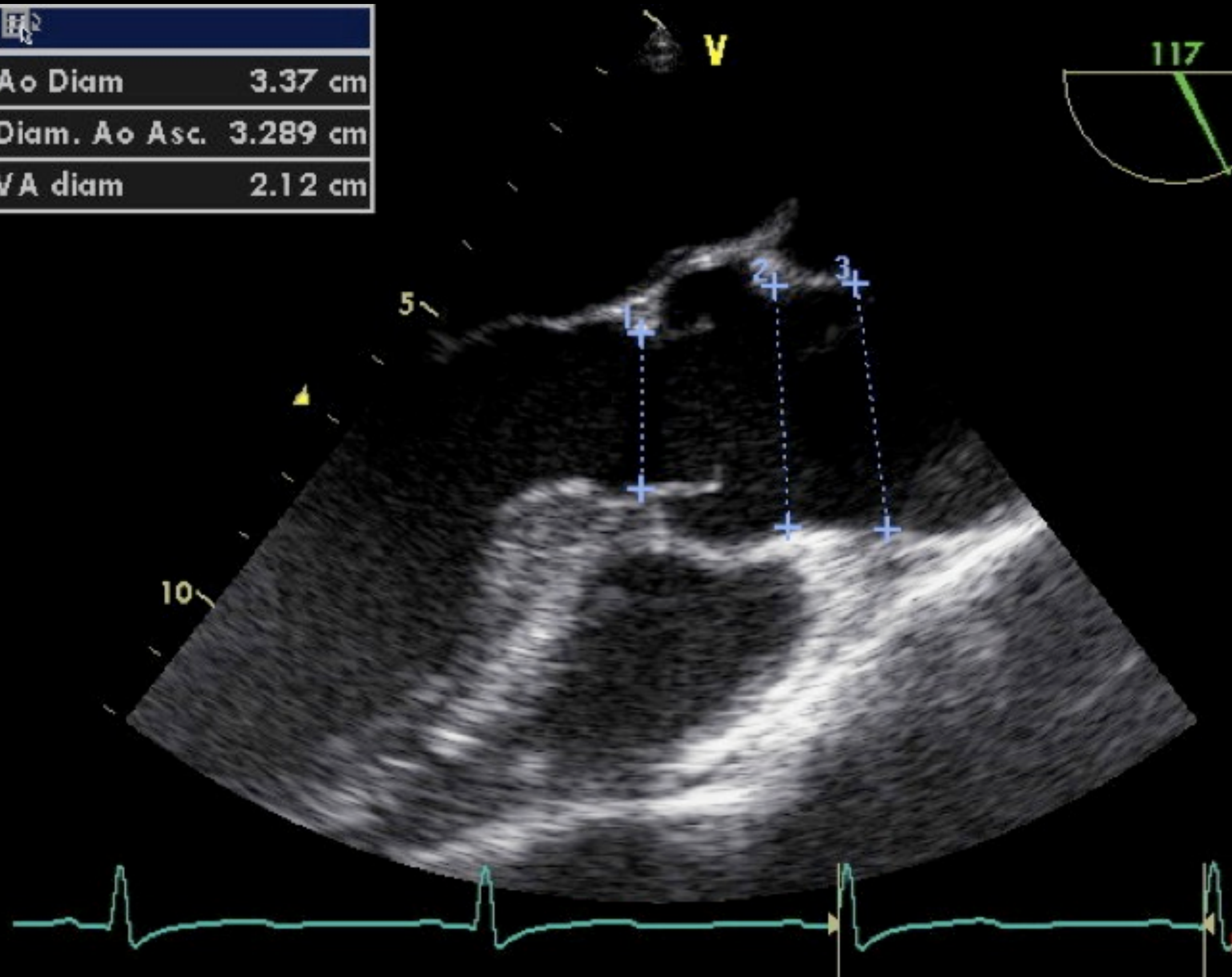
[hp]

GAIN 42
COMP 70

10cm
64Hz



●	12
3 Ao Diam	3.37 cm
2 Diam. Ao Asc.	3.289 cm
1 VA diam	2.12 cm



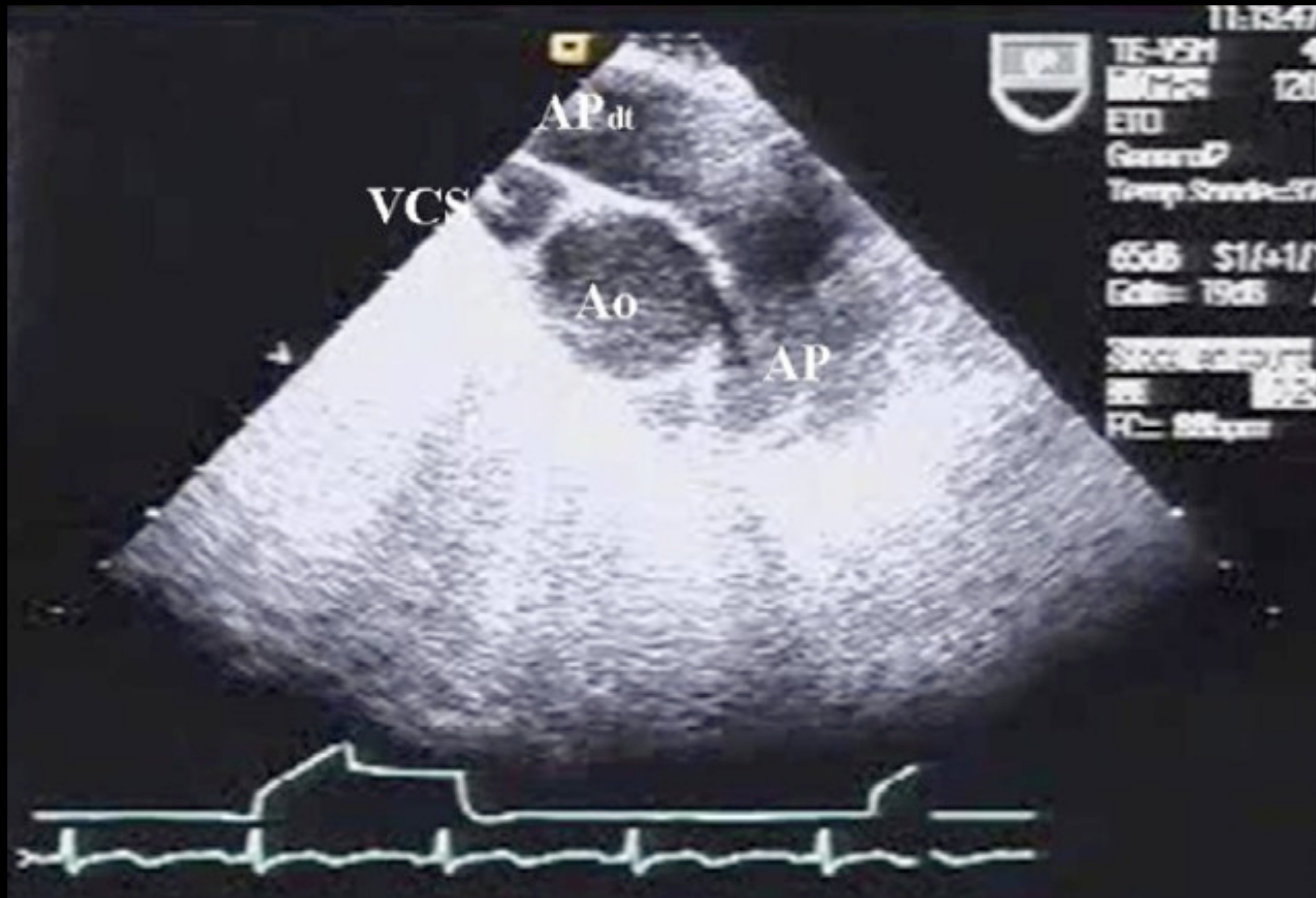
50
HR

ETO

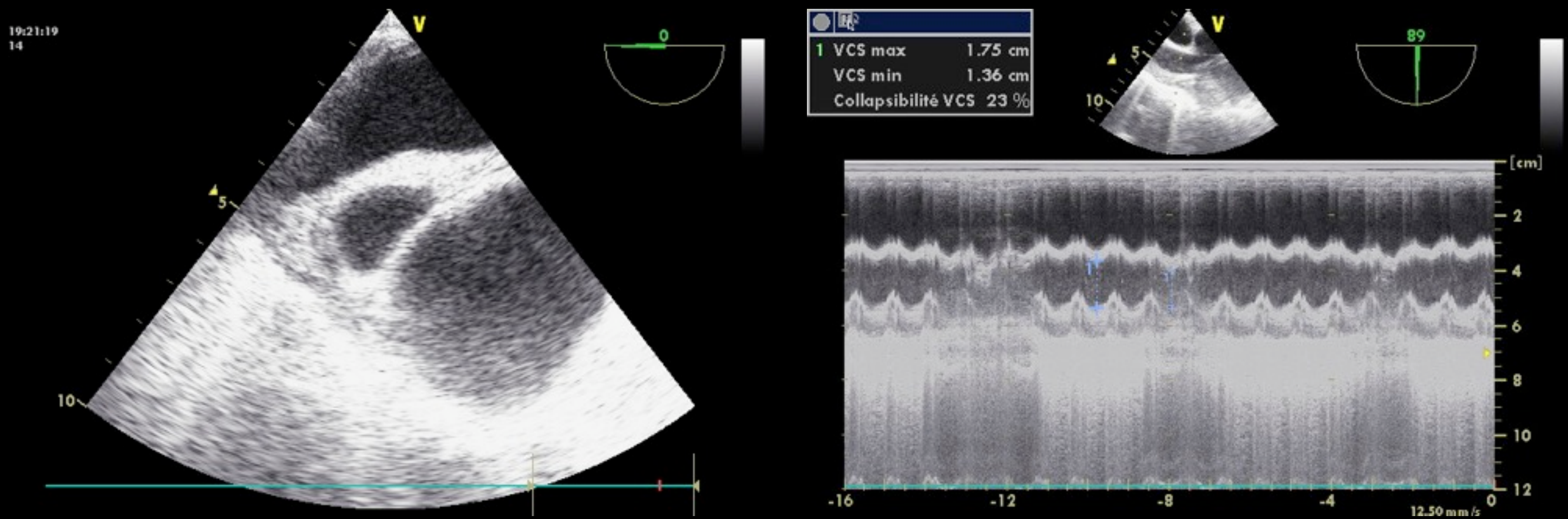
- ✓ coupe supra-valvulaire à 0° (retrait de qq cm)
- ✓ Aorte ascendante et tronc + AP Dte

Coupe aorte ascendante en ETO

capteur à 0°



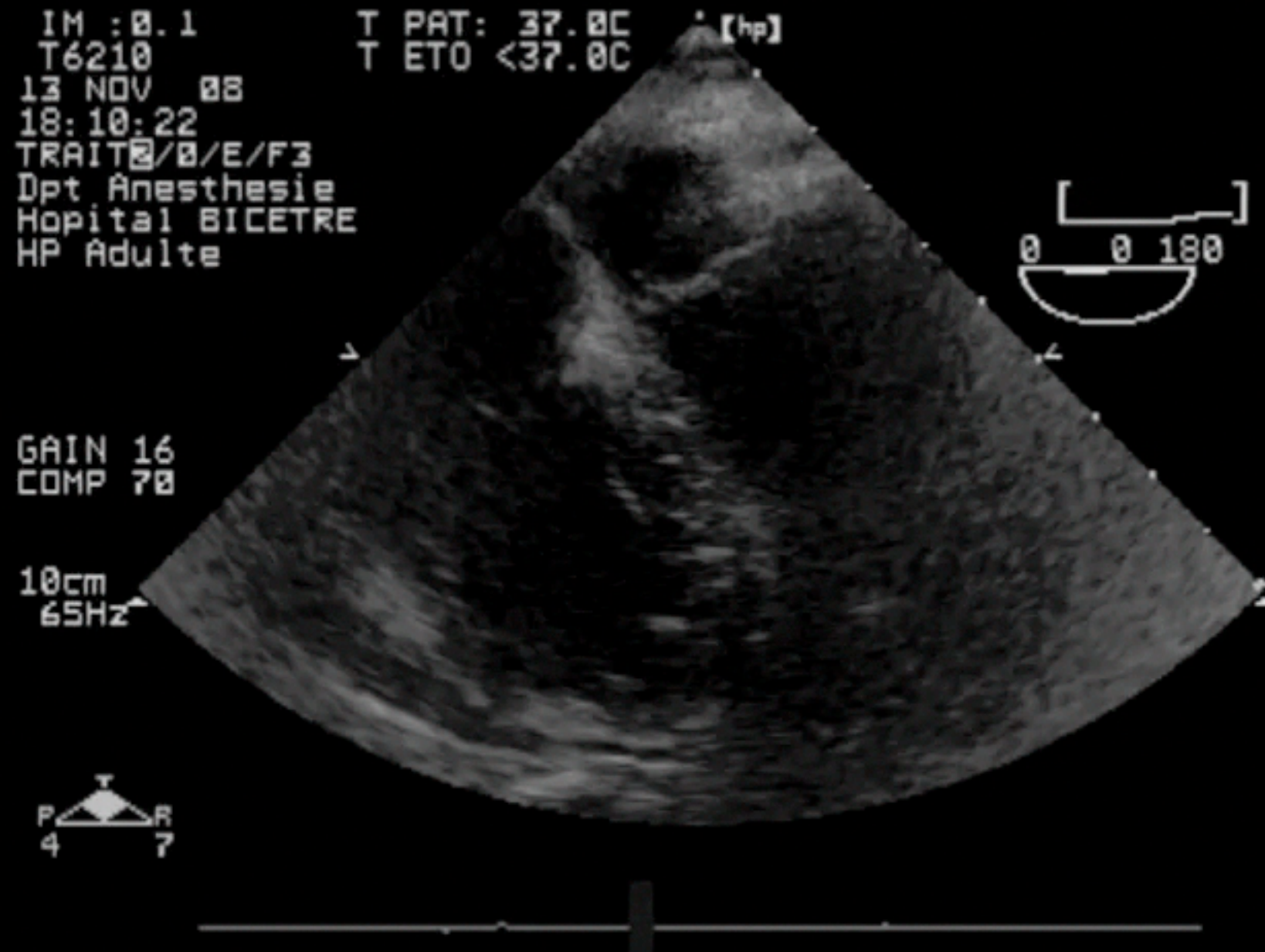
Veine Cave Supérieure



Aorte thoracique descendante en ET0

- ✓ En partant de la coupe 4 cavités à 0°
 - ✓ Rotation à 180° de l'ensemble de la sonde découvre l'aorte thoracique descendante en transversal
 - ✓ Rotation à 90° du capteur déroule l'aorte thoracique descendante en longitudinal
 - ✓ Retrait progressif de la sonde
 - ✓ A l'extrémité supérieure, l'aorte devient elliptique
 - ✓ Rotation supplémentaire horaire de la sonde : Ao Horizontale

Aorte thoracique descendante en ET0



The end...