

Ventricule droit (VD) et Artère pulmonaire (AP)

Dr Elodie MASSERET

TUSAR

01 février 2024



**Université
de Rennes**



Plan de la présentation

- Description des différentes coupes

 - Étude du VD ETT/ETO

 - Etude de l'AP ETT/ETO

- Analyse de la fonction systolique VD

 - FR, TAPSE, DTI

- Analyse de la fonction diastolique VD

 - Étude des flux

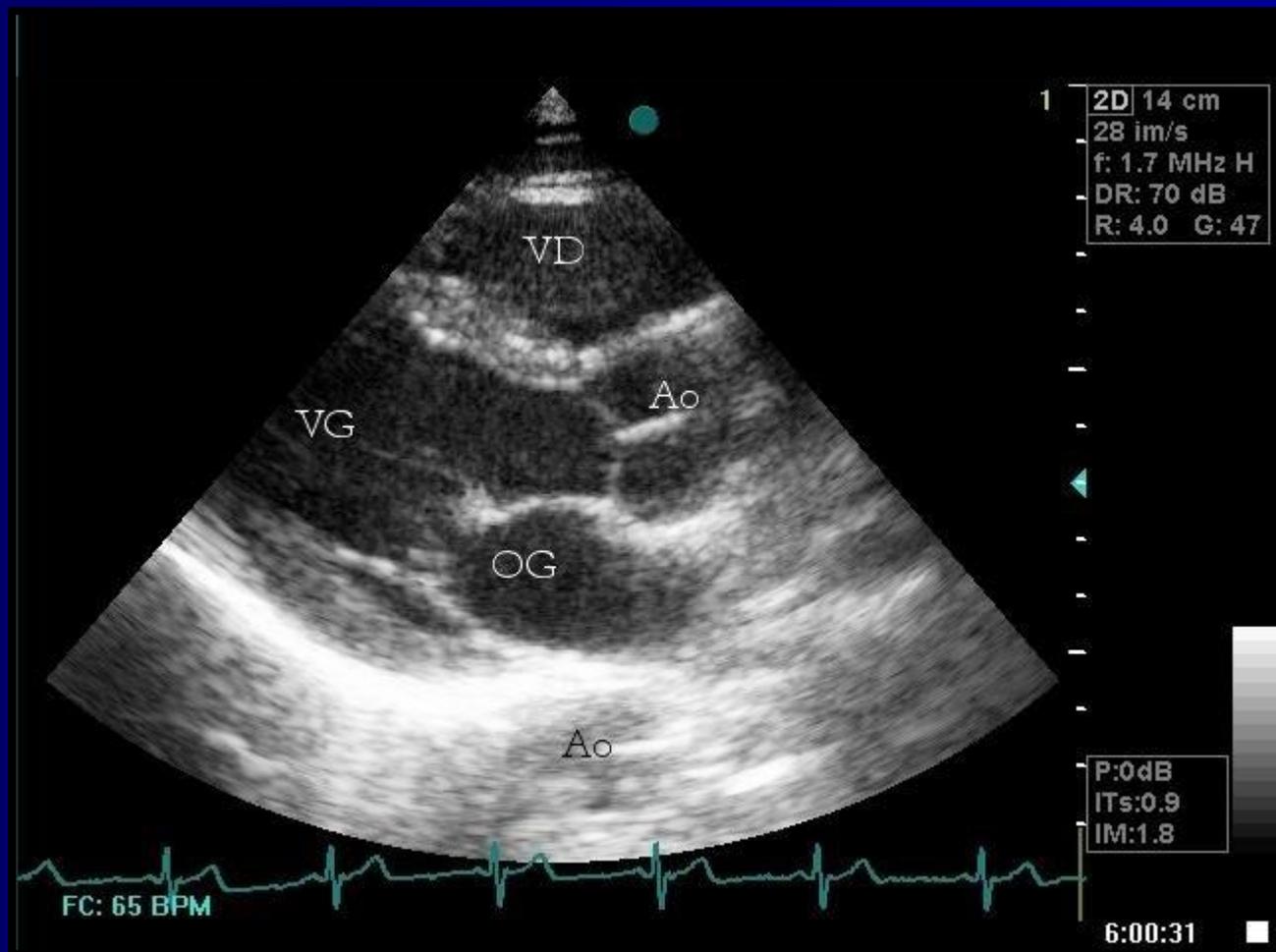
- Evaluation de la PAP

 - Méthode IT

 - Méthode IP

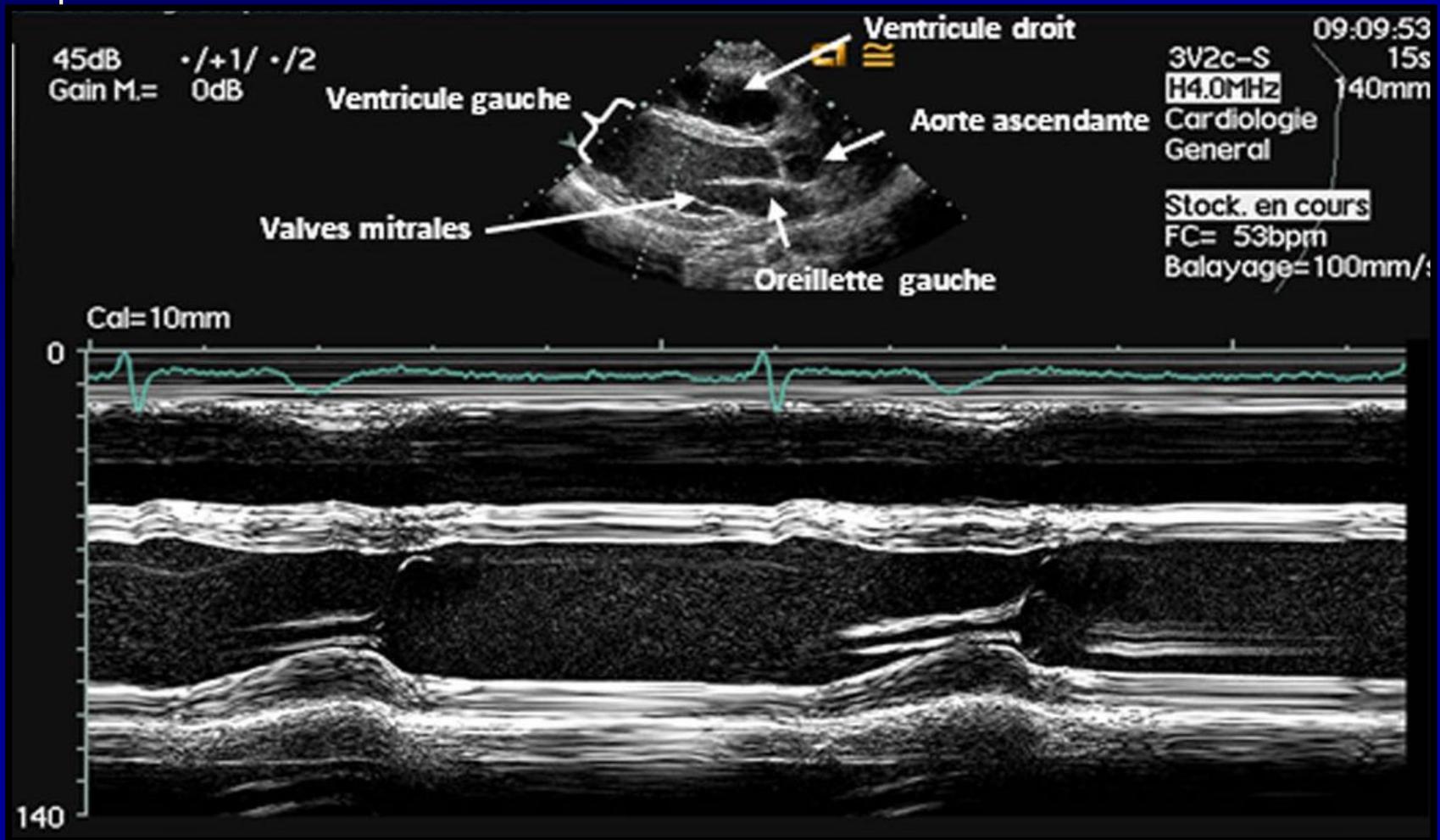
Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Grand Axe en 2D



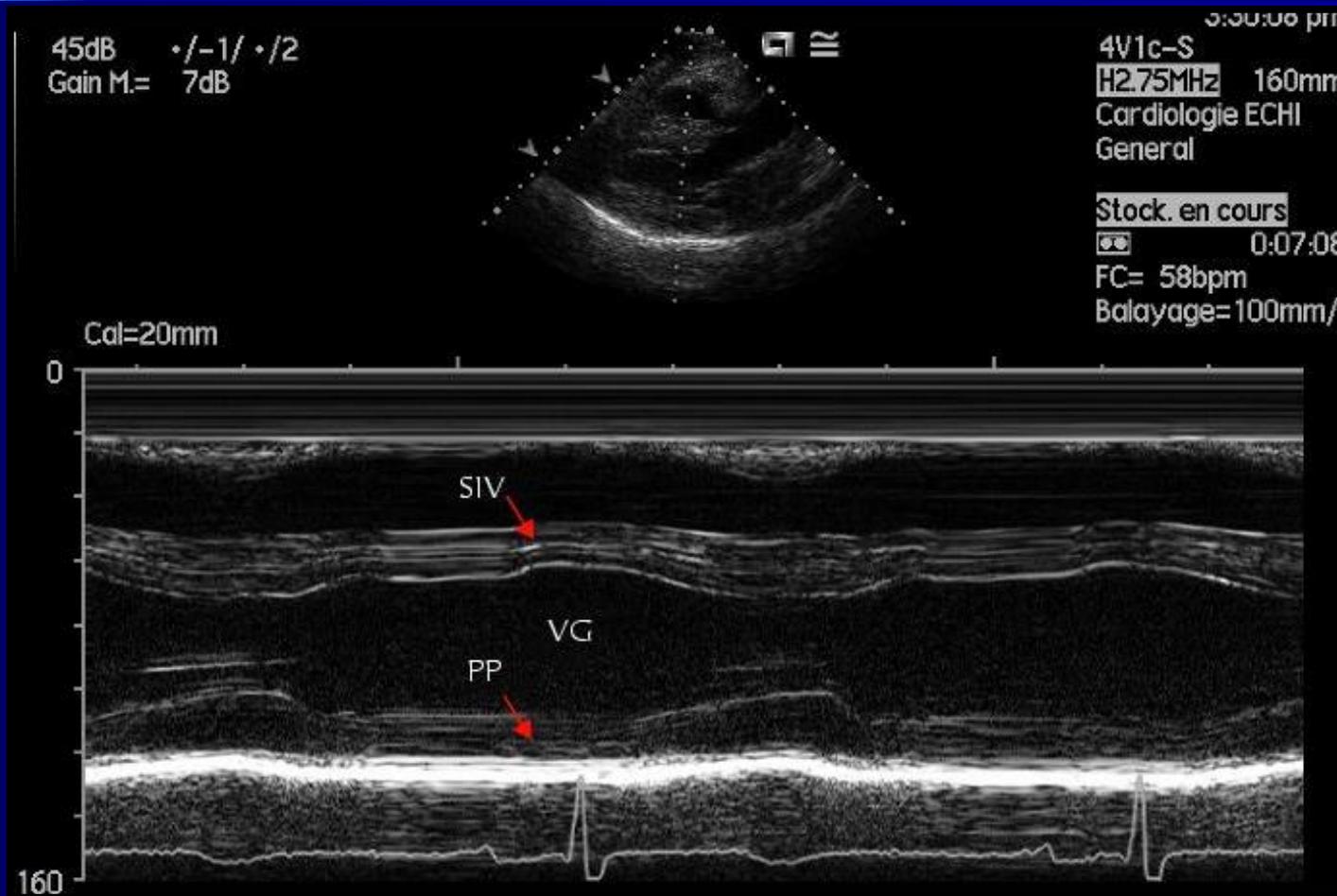
Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Grand Axe en TM



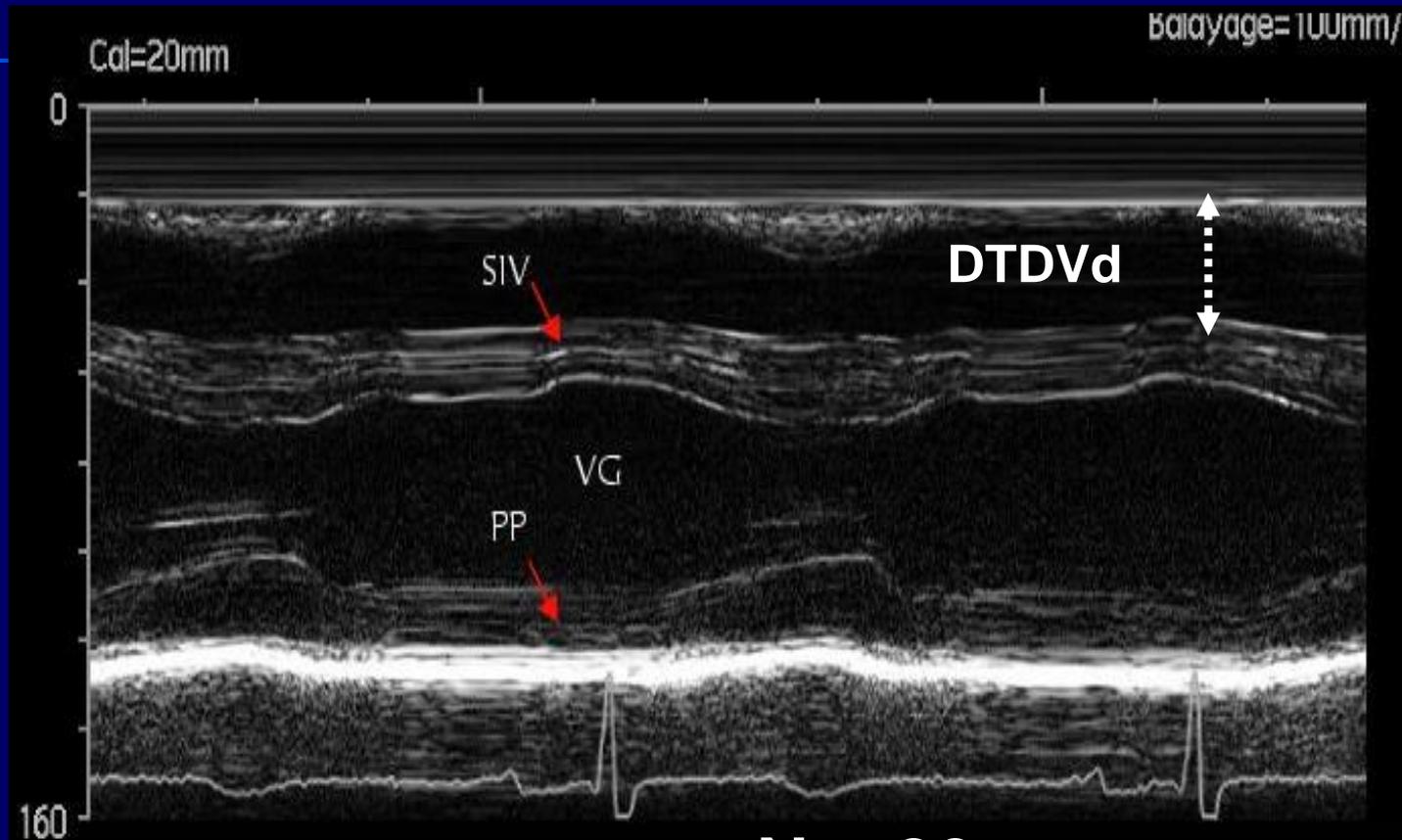
Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Grand Axe en TM



Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Grand Axe en TM

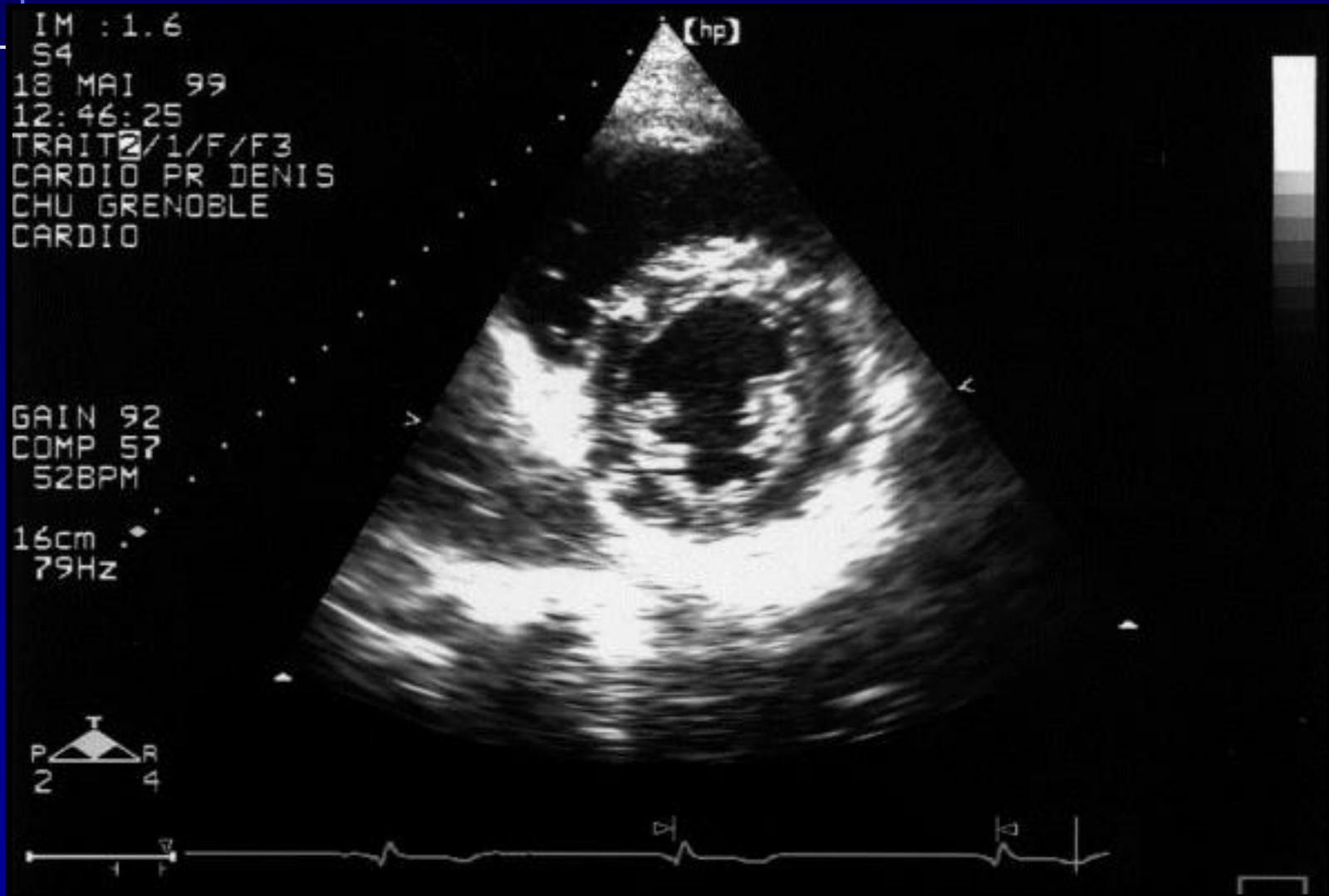


$N < 26 \text{ mm}$

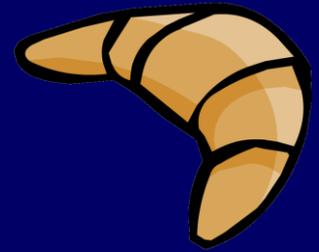
$\text{ou } < 14,4 \pm 2,2 \text{ mm/m}^2$

Ventricule Droit en ETT

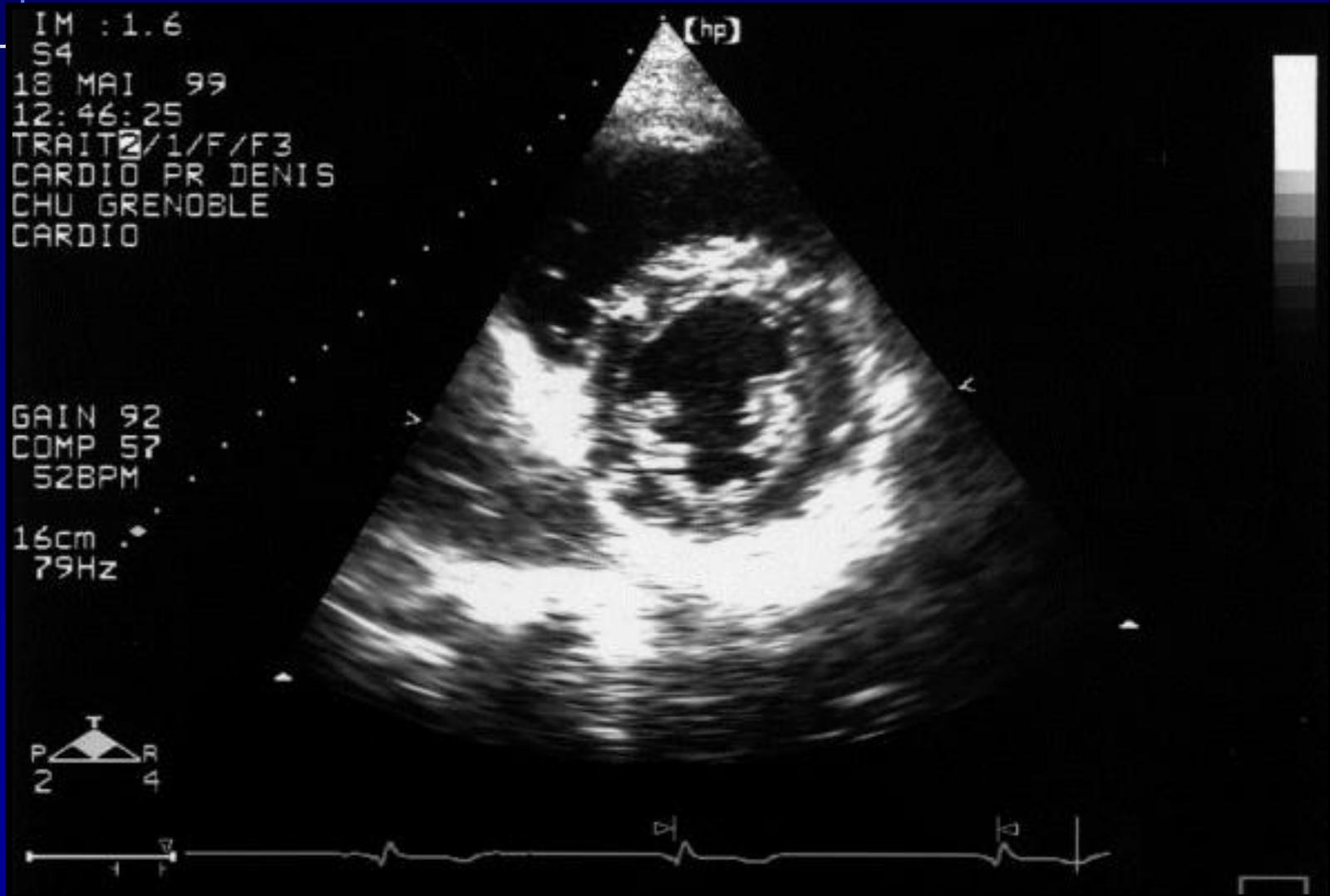
Para sternale Gauche Petit Axe



Ventricule Droit en ETT

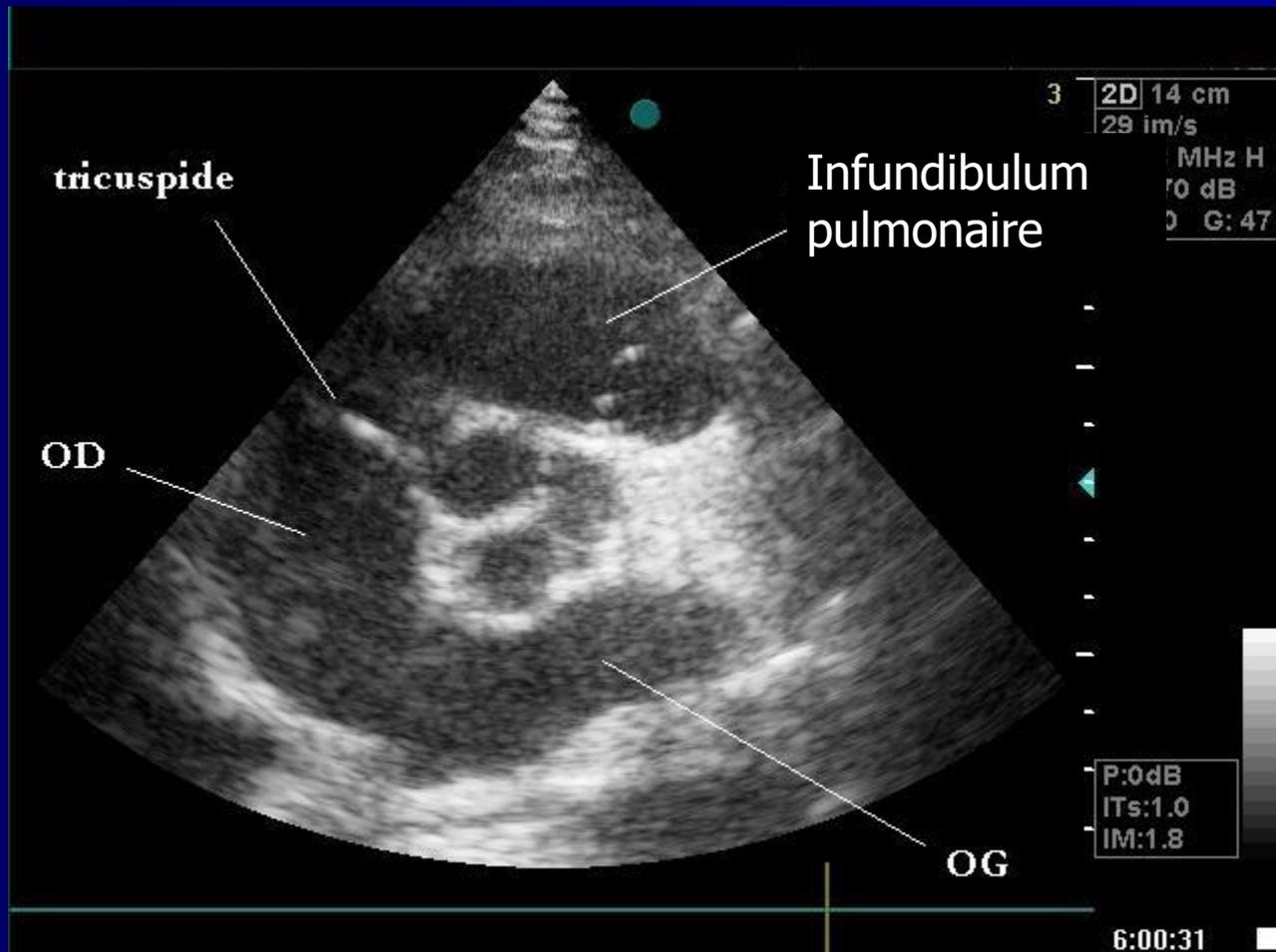


Para sternale Gauche Petit Axe



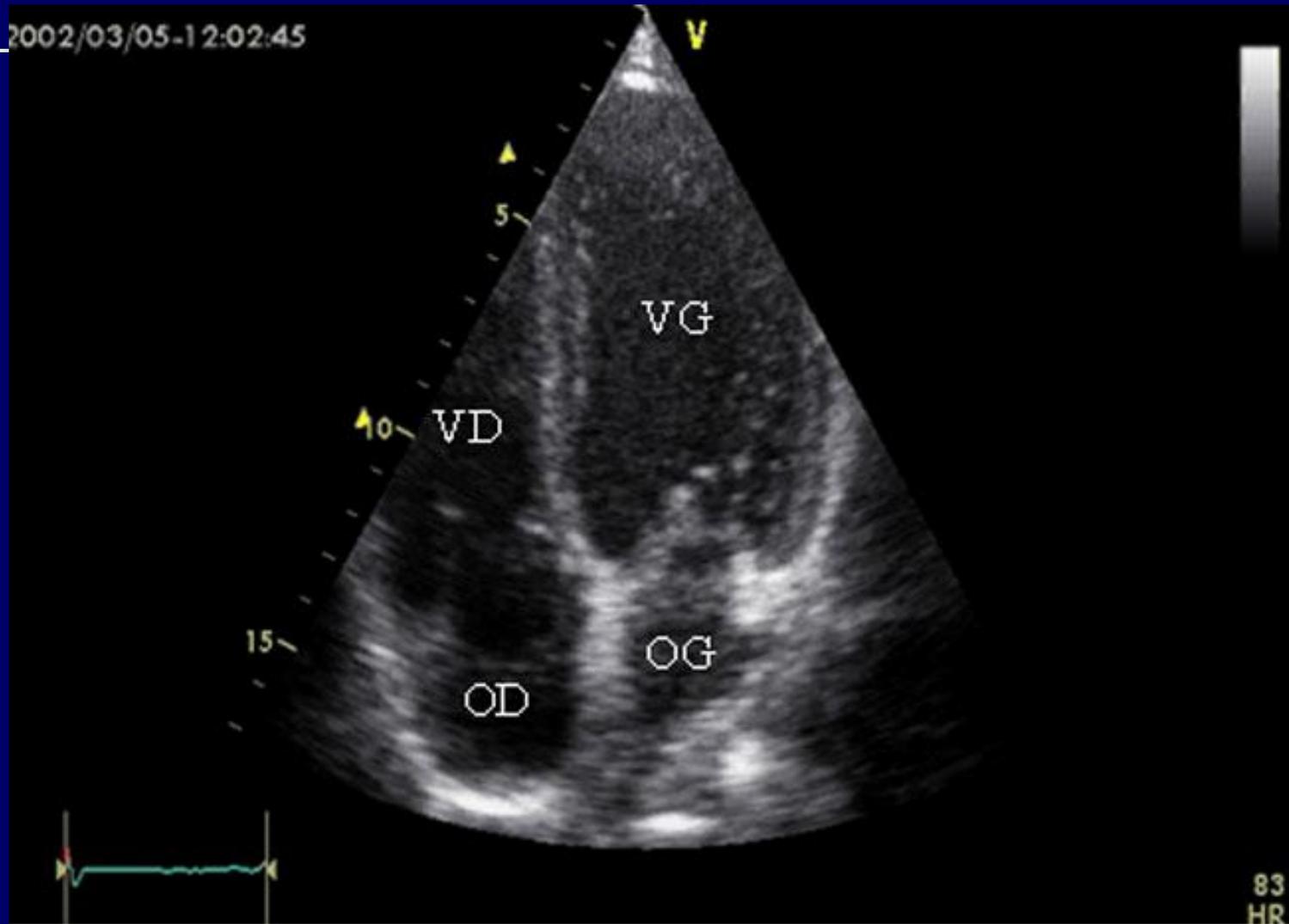
Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Petit Axe



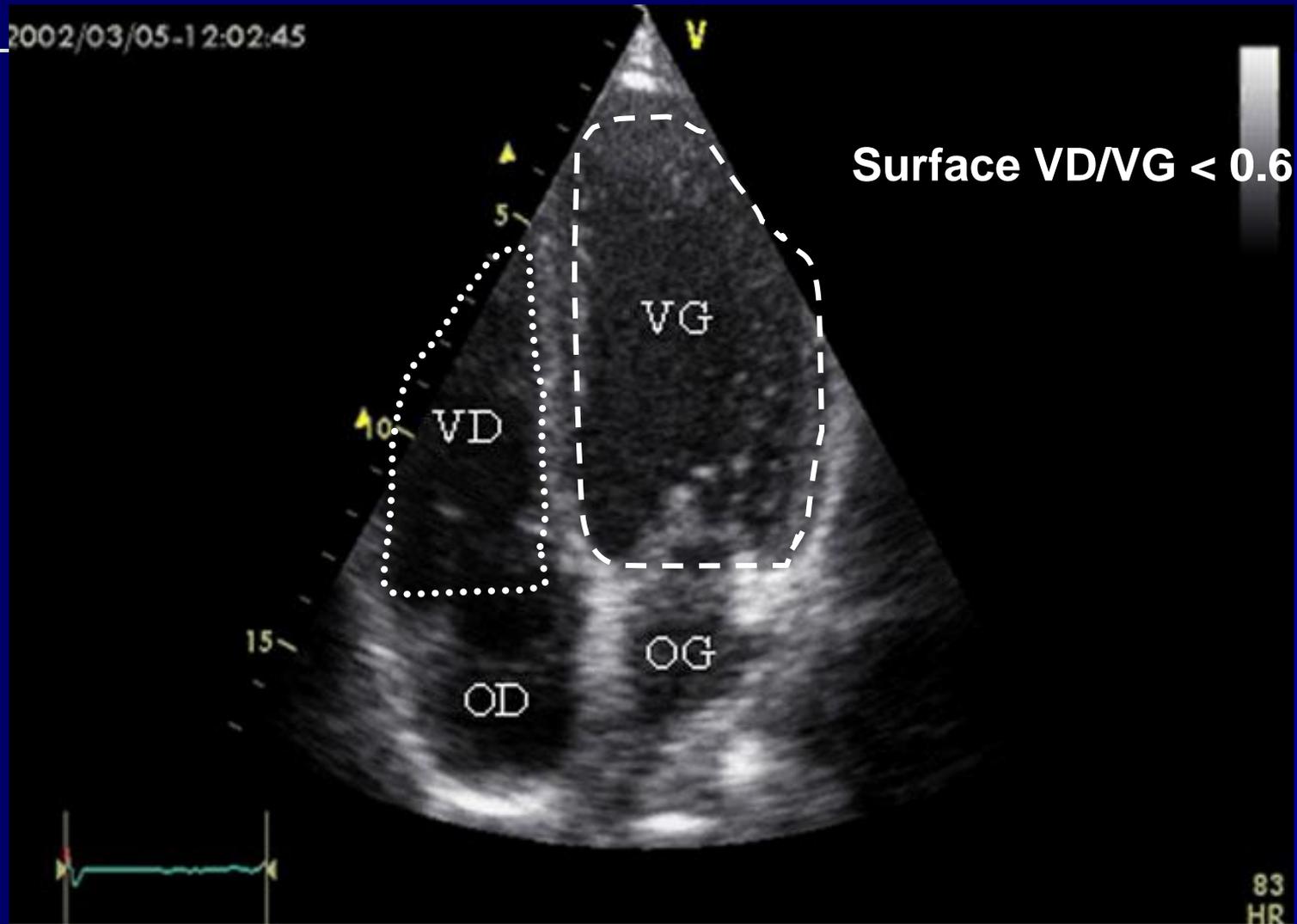
Ventricule Droit en ETT

Coupe Apicale 4 cavités



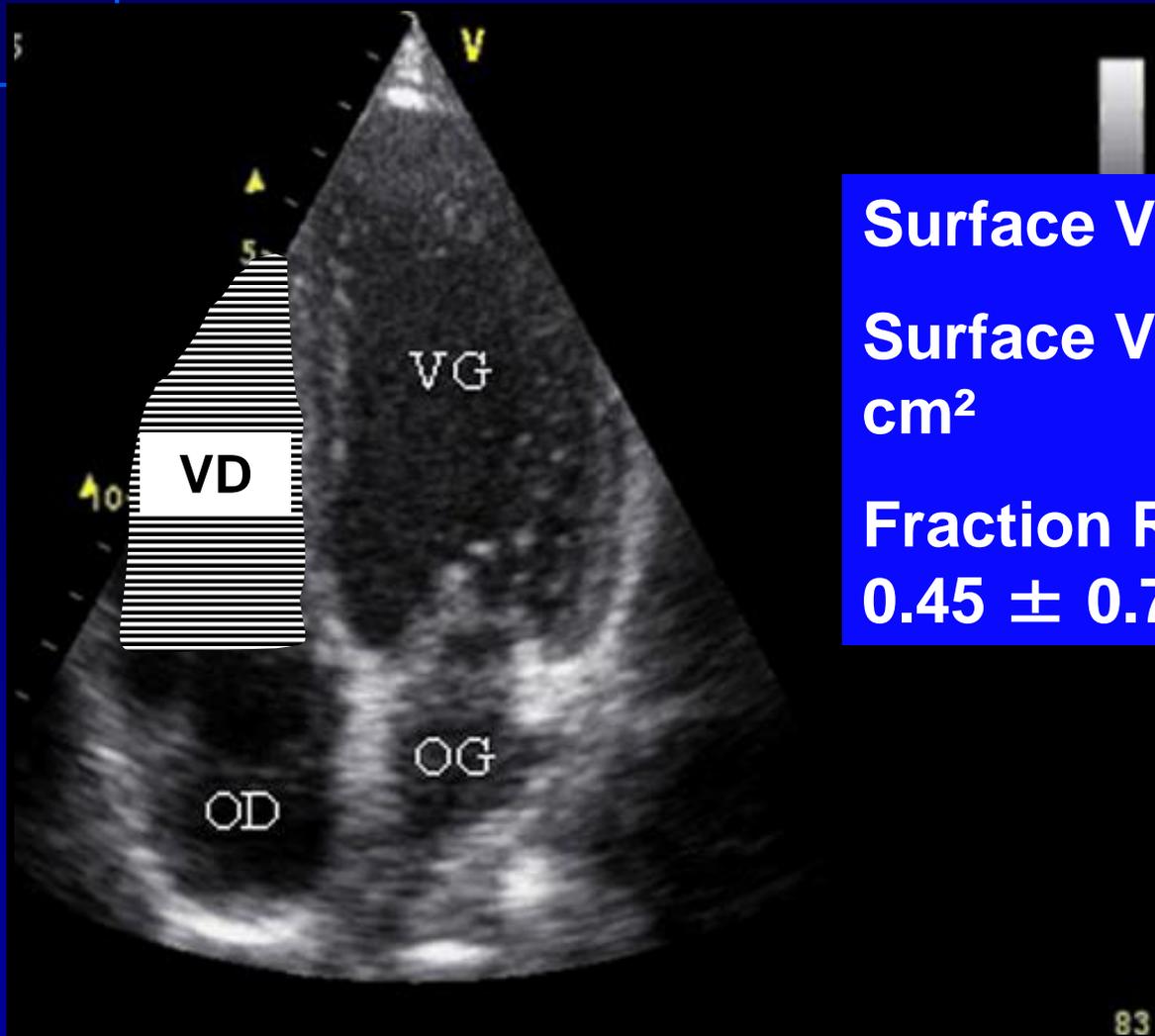
Ventricule Droit en ETT

Coupe Apicale 4 cavités



Ventricule Droit en ETT

Coupe Apicale 4 cavités



Surface VDtd = $20,1 \pm 4 \text{ cm}^2$

Surface VDts = $10,9 \pm 2,9 \text{ cm}^2$

Fraction Racourcissement = 0.45 ± 0.7

Ventricule Droit en ETT

DIVAY GUY
12-11-09-18585
M 7/21/1939
EMASS

GUY 21/07/1939

CHU RENNES

IM 1,0

09/11/2012

CHU RENNES
US PALETTE GOLD
Study ID 12

ITm 0,4

19:15:24

Instance:
Zoom 100

CARDIO opt

S5-1

24Hz

22cm

2D

HGén

Gn 46

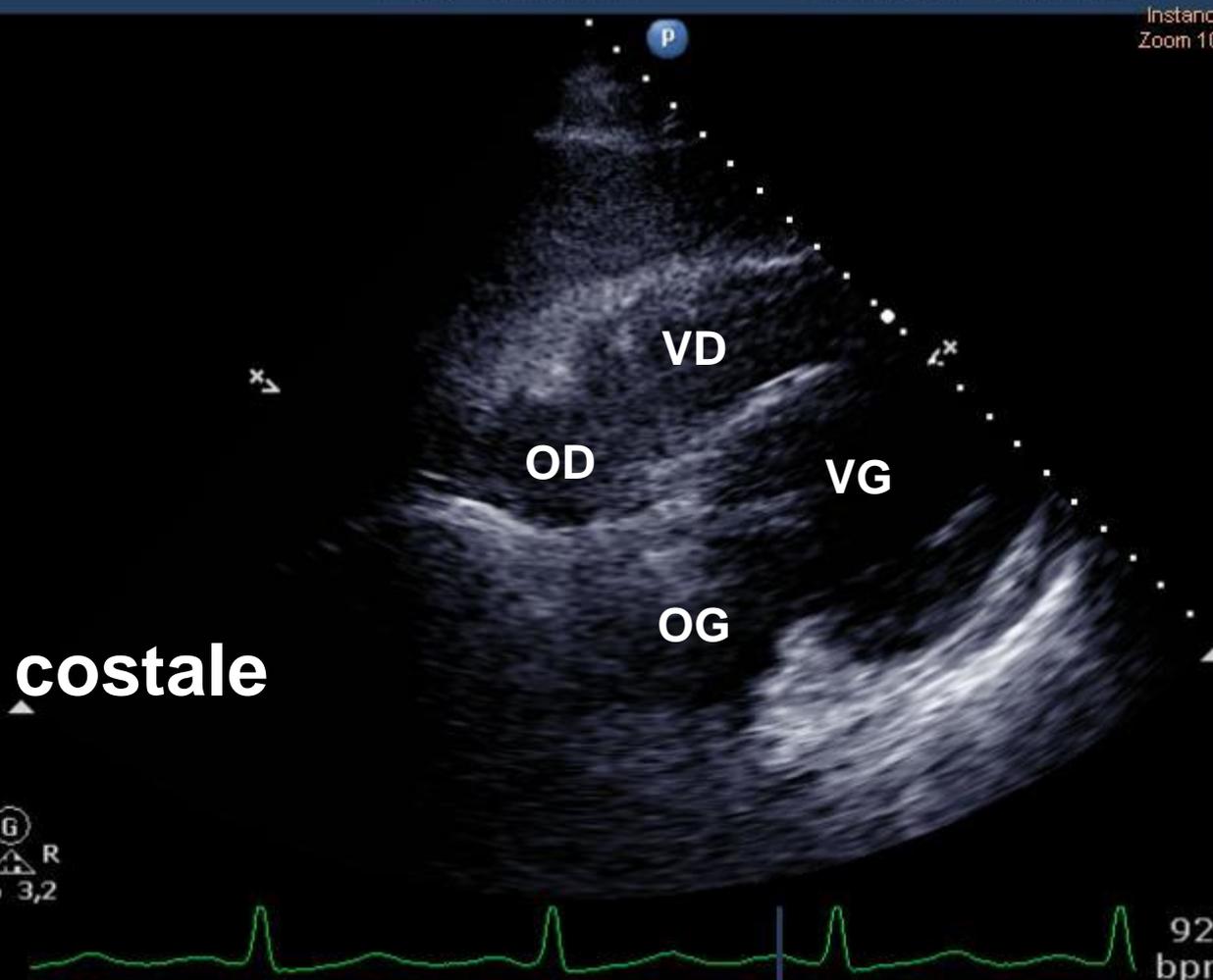
C 50

3/2/0

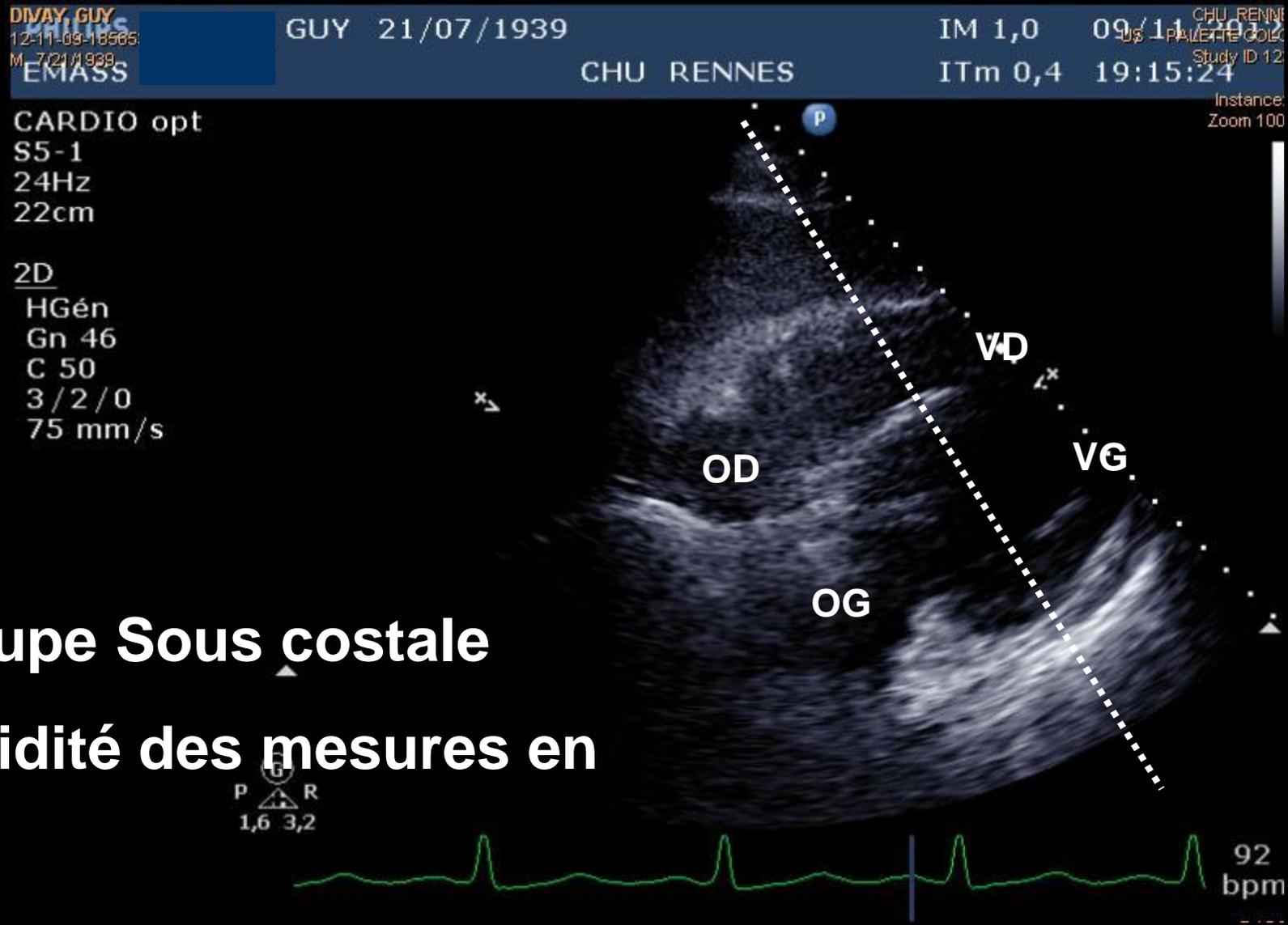
75 mm/s

Coupe Sous costale

G
P R
1,6 3,2



Ventricule Droit en ETT



Coupe Sous costale

Validité des mesures en

TM

Ventricule Droit en ETT

DIVAY GUY
12-11-09-18585
M 7/21/1939
EMASS

GUY 21/07/1939

CHU RENNES

IM 1,0

09/11/2012

ITm 0,4

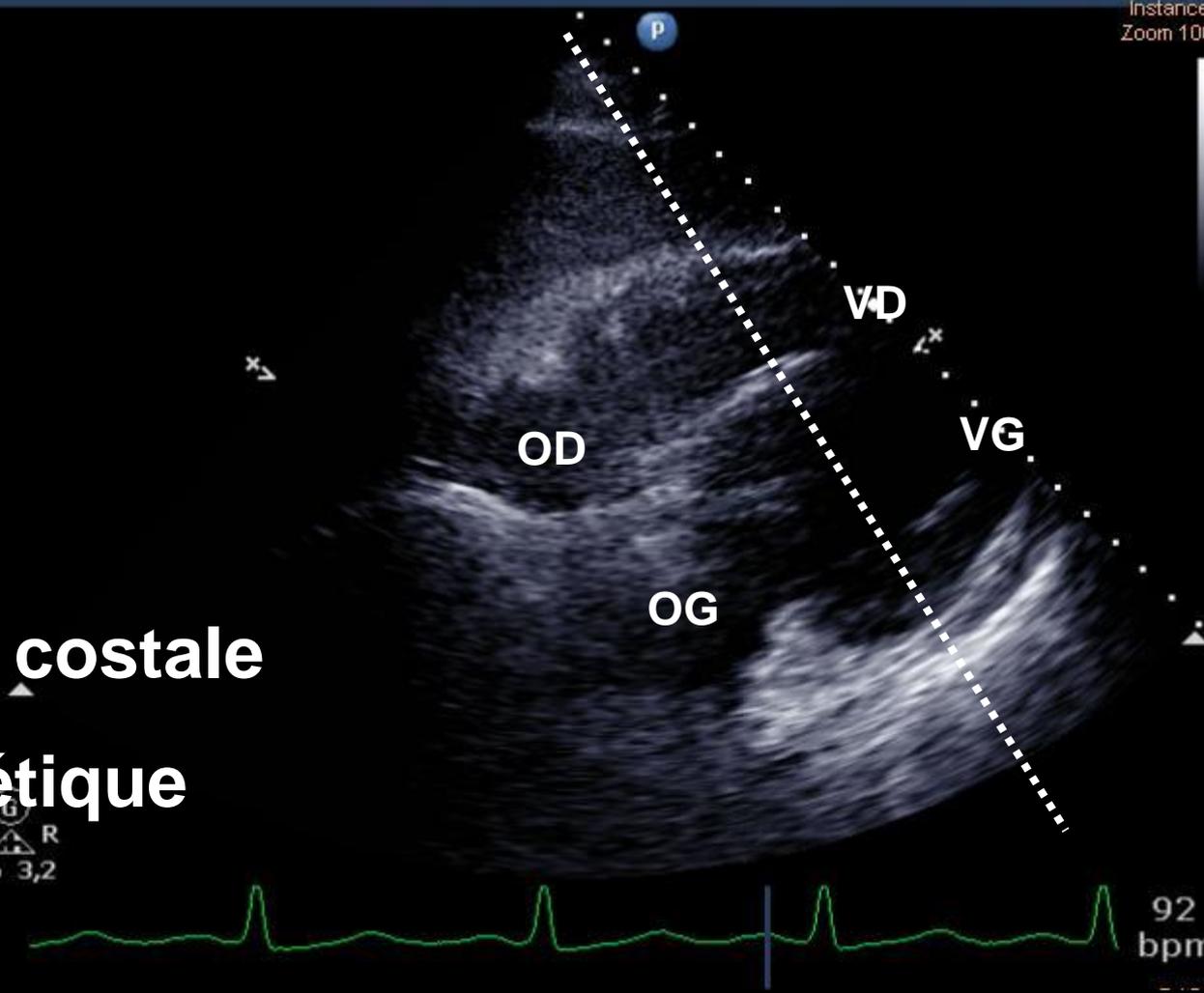
19:15:24

CHU RENNES
US PALETTE COLOR
Study ID 12

Instance:
Zoom 100

CARDIO opt
S5-1
24Hz
22cm

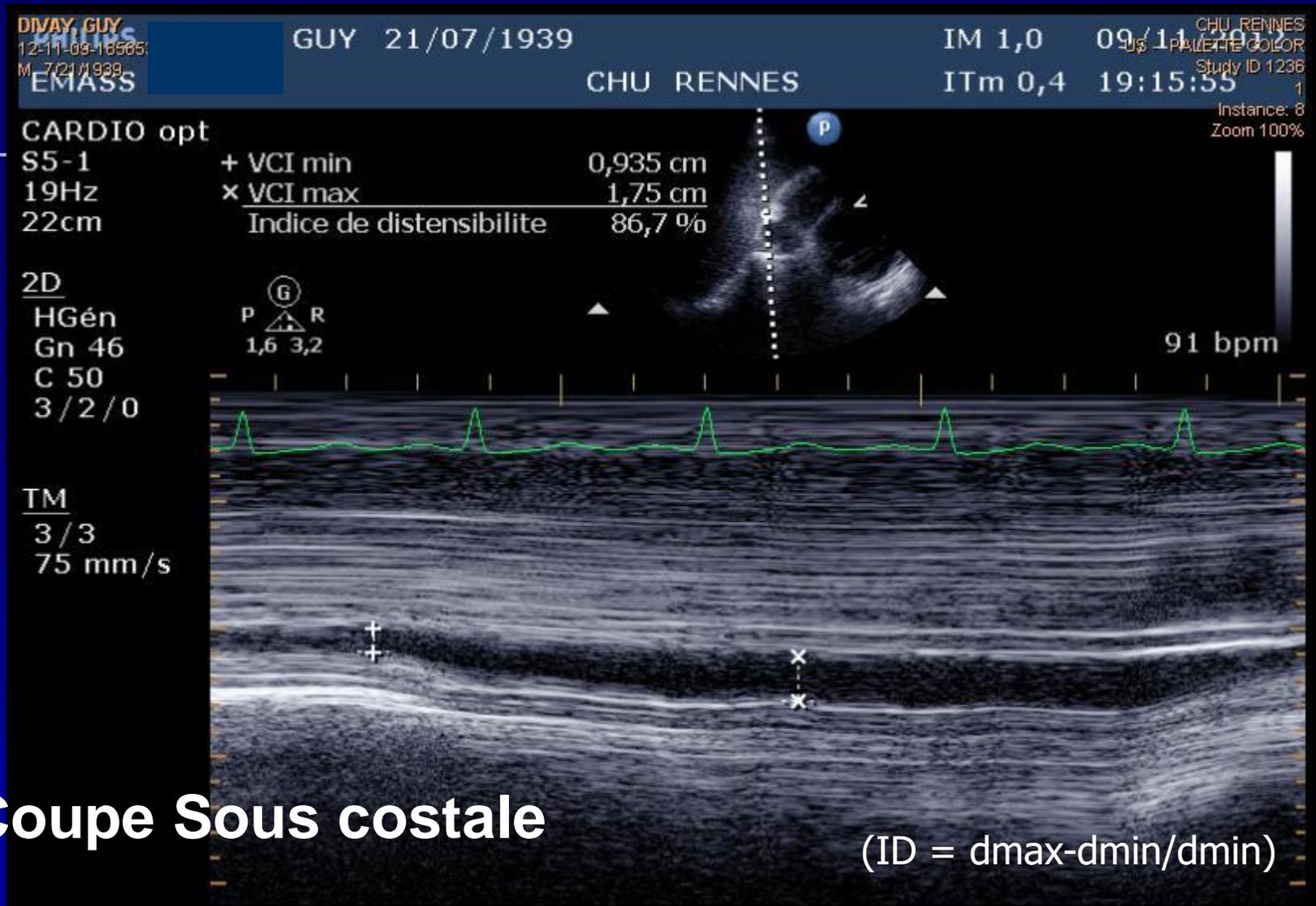
2D
HGén
Gn 46
C 50
3/2/0
75 mm/s



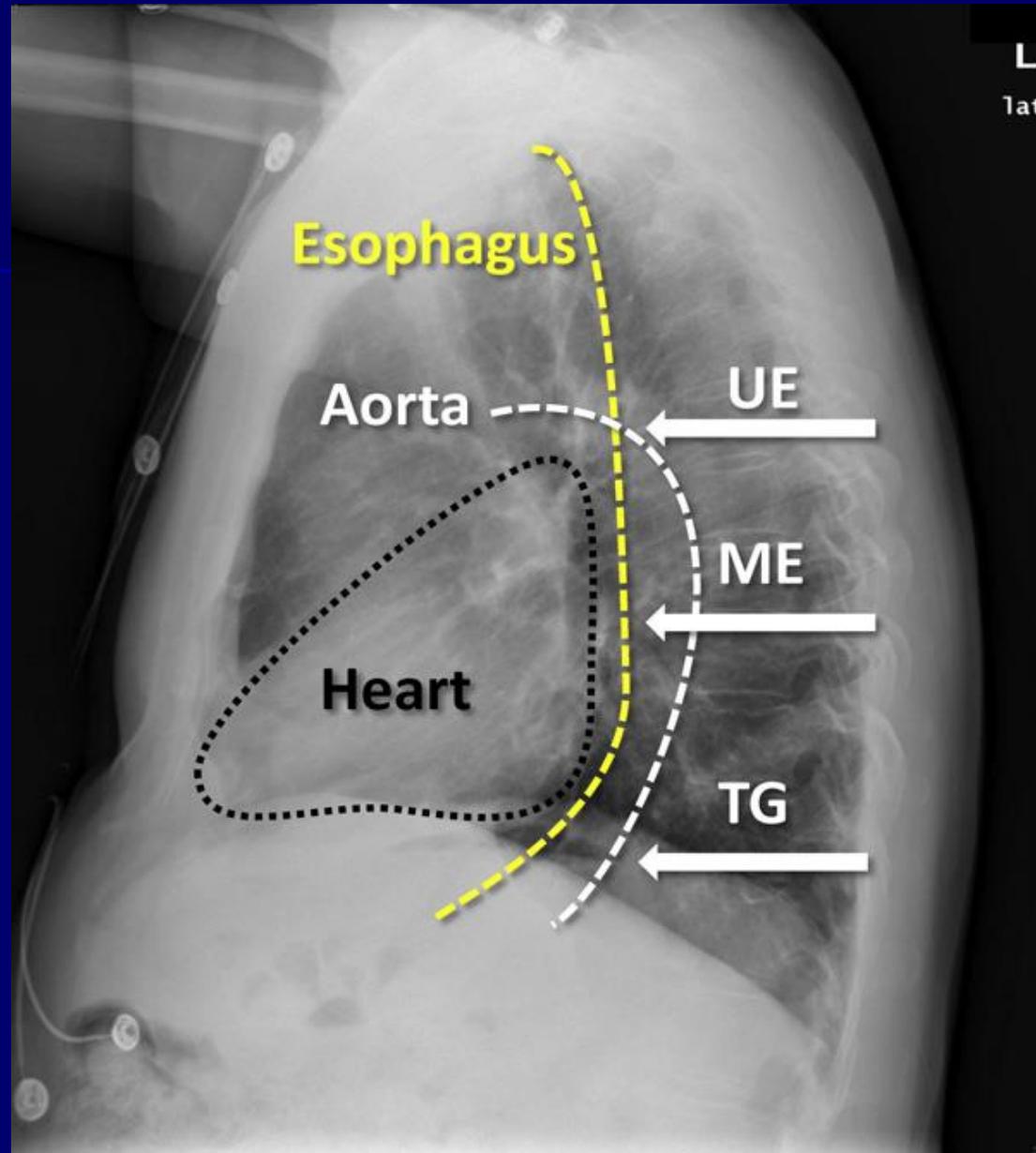
Coupe Sous costale

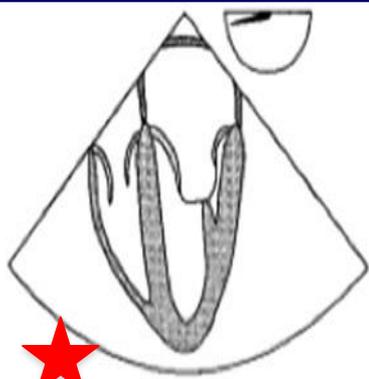
Analyse cinétique
segmentaire

Ventricule Droit en ETT

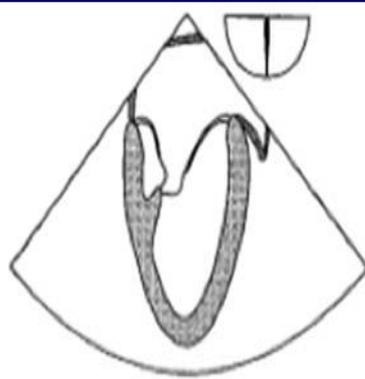


En ETO





A. ME Four Chamber



B. ME Two Chamber



C. ME LAX



D. ME Asc Aortic LAX



E. ME Asc Aortic SAX



F. ME AV SAX



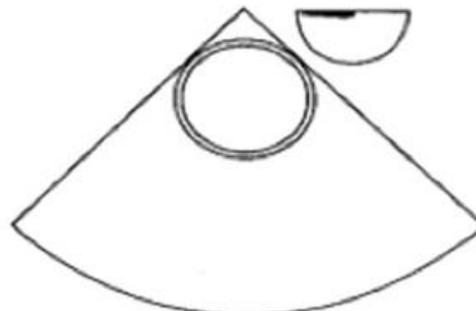
G. ME RV Inflow-Outflow



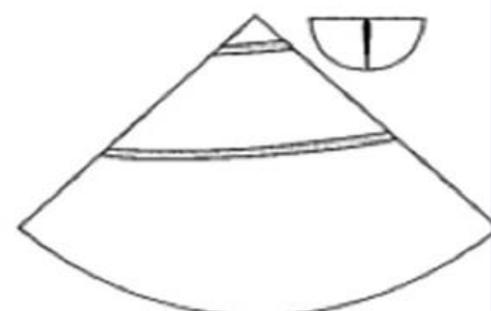
H. ME Bicaval



I. TG Mid SAX



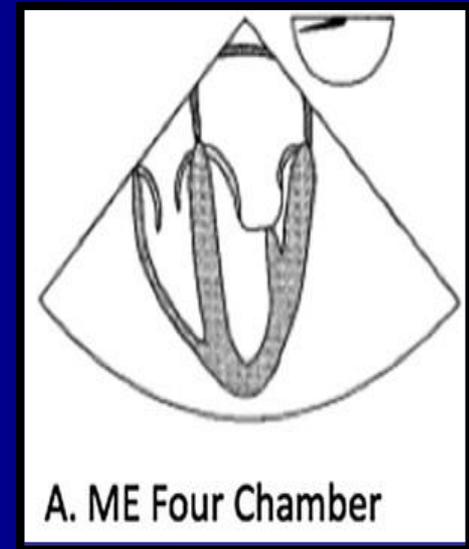
E. Desc Aortic SAX



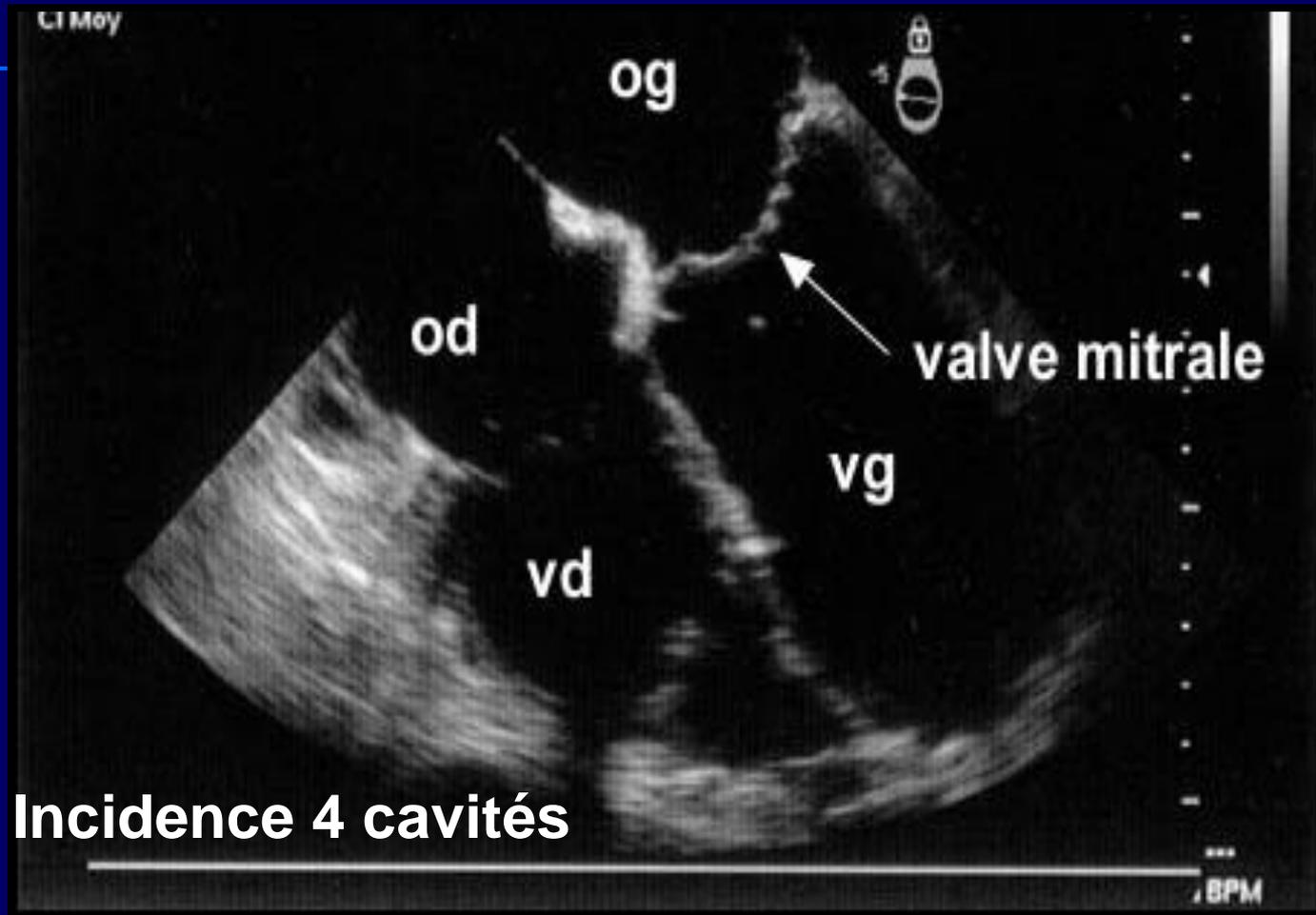
G. Desc Aortic LAX

Ventricule Droit en ETO (1)

- Incidence 4 cavités
- Partie basse œsophage (*ME*)
- 30-35 cm des arcades dentaires
- Angle = 0°
- « 4 cavités- 0° » »

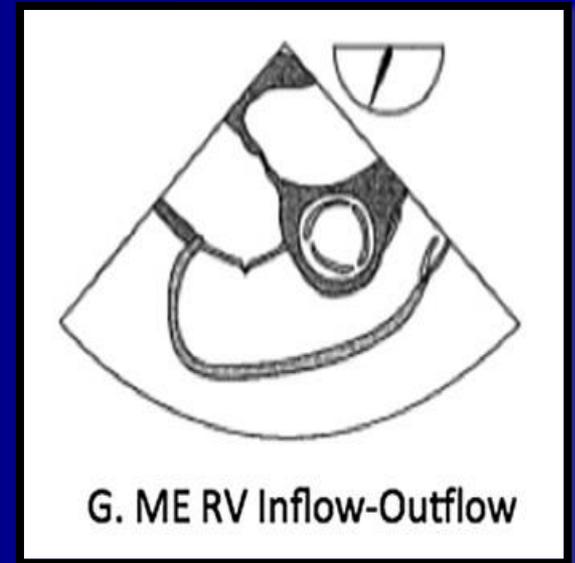


Ventricule Droit en ETO

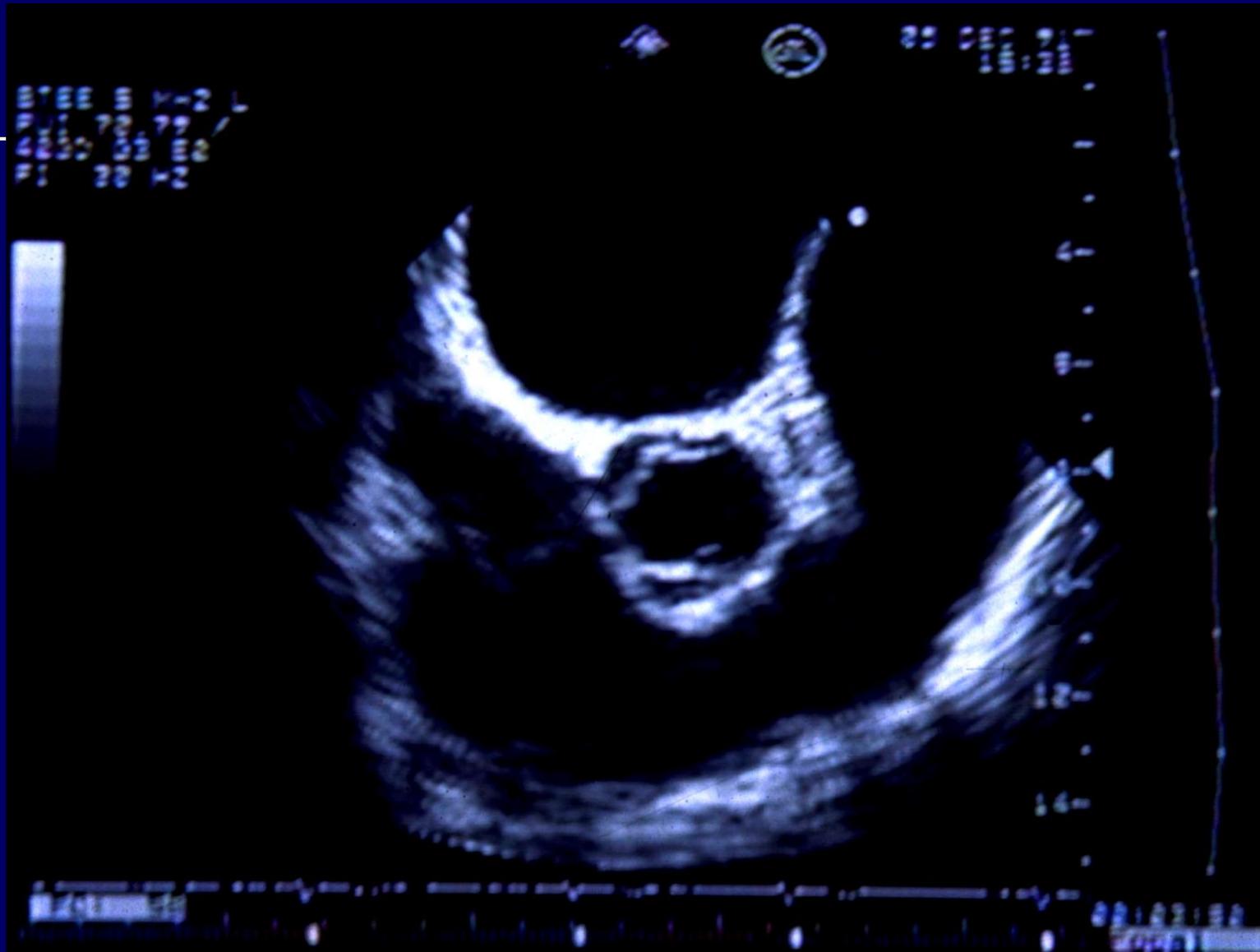


Ventricule Droit en ETO (2)

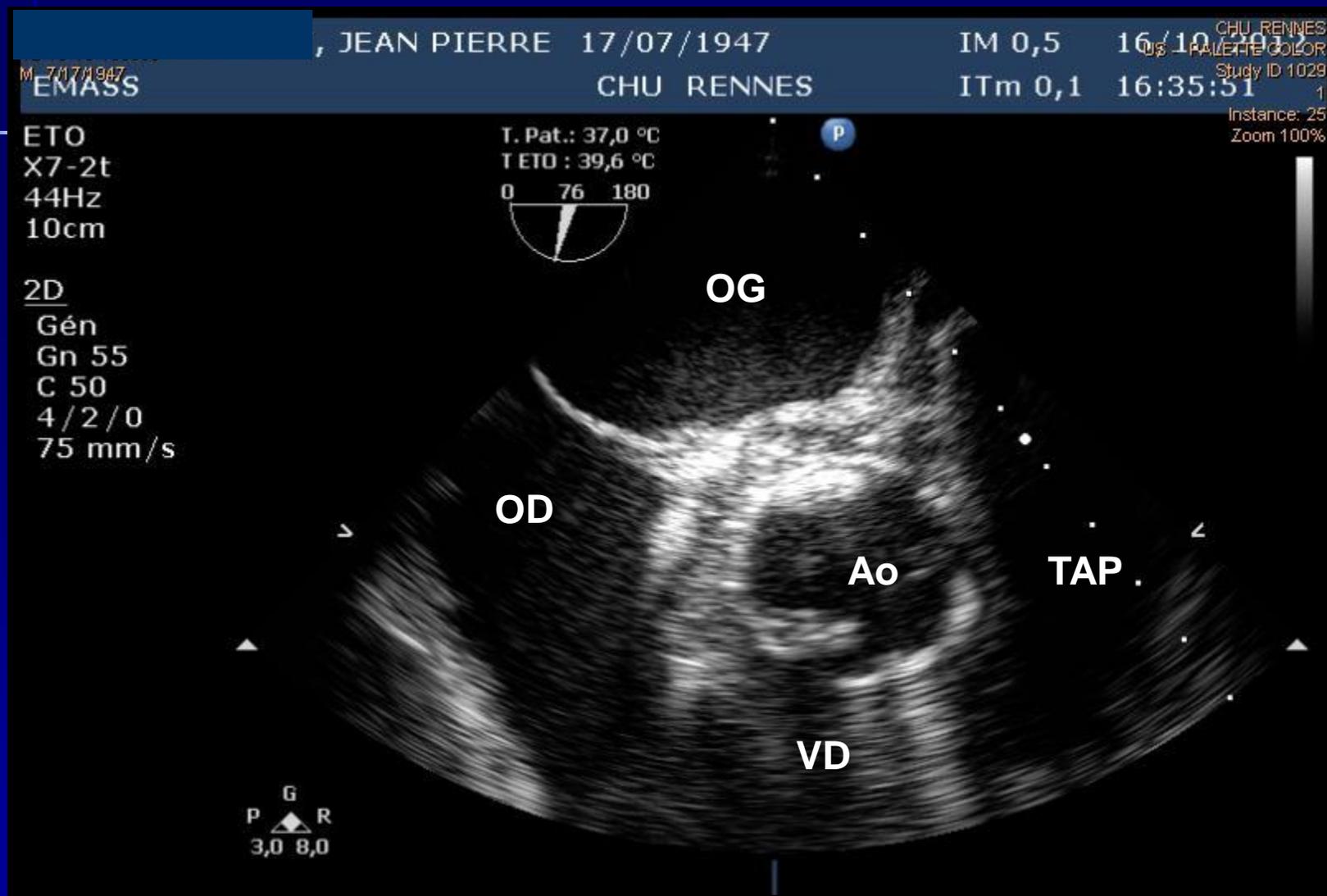
- **Partie Haute œsophage (*UE*)**
(15-20 cm des arcades dentaires)
- **Centré sur la valve aortique**
- **30° - 90°**
- **OD-VD-CC VD**



Ventricule Droit en ETO



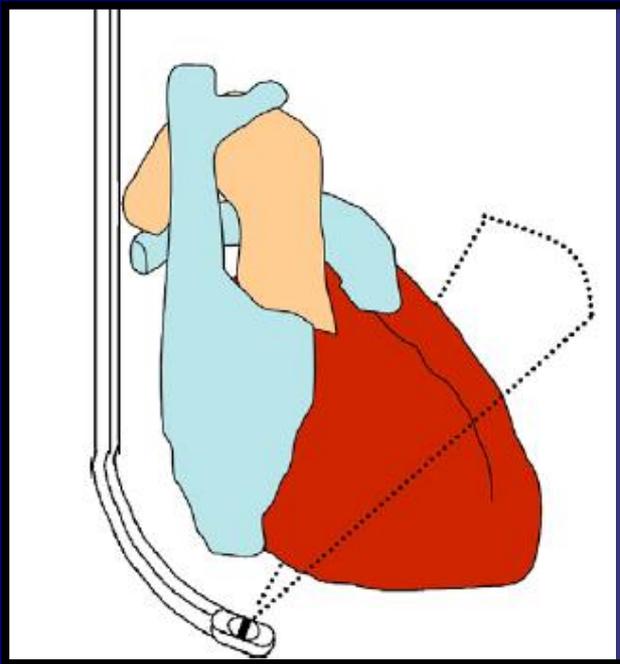
Ventricule Droit en ETO



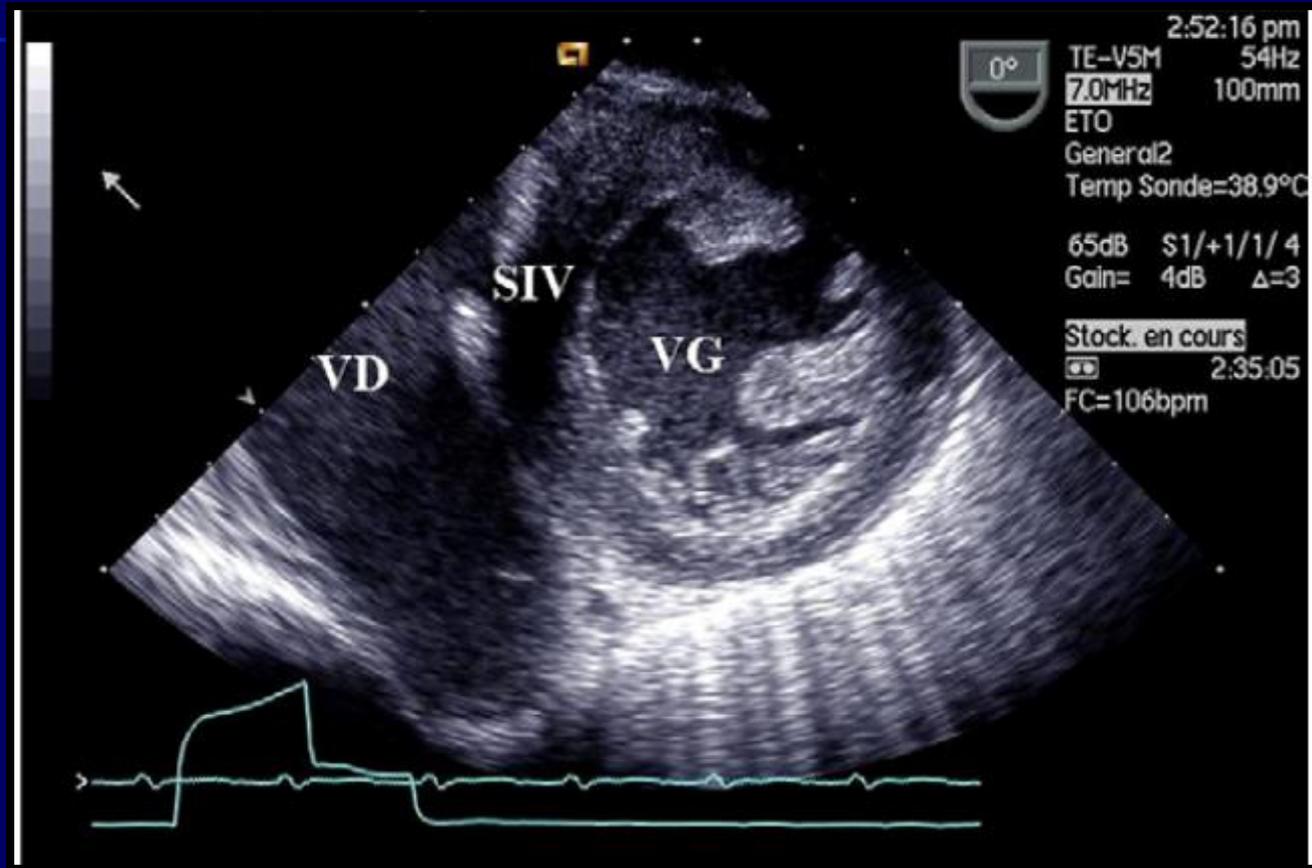
Ventricule Droit

-Voie transgastrique

-0° /30

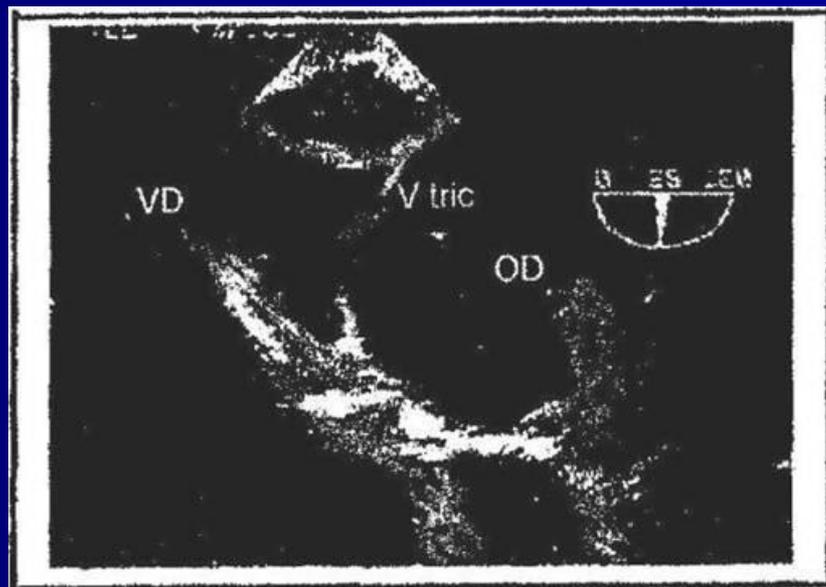
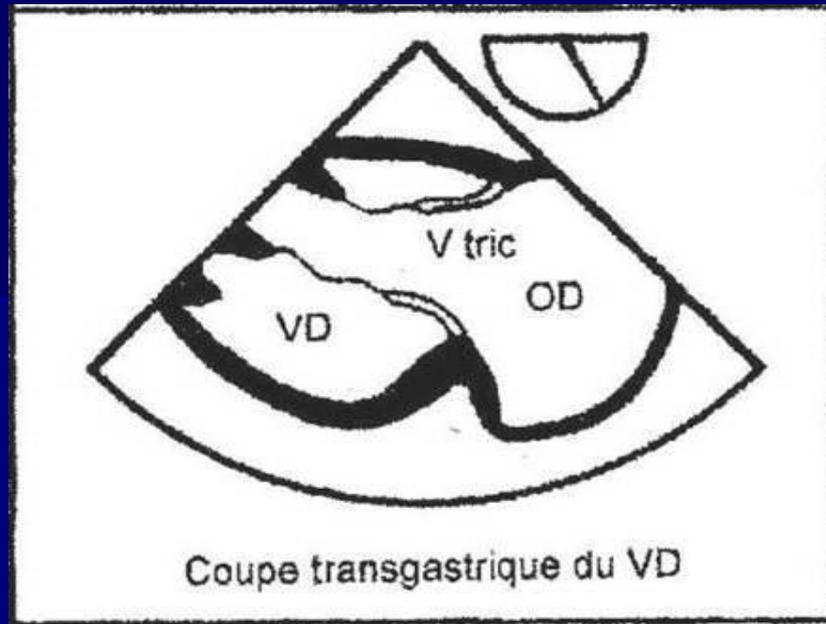
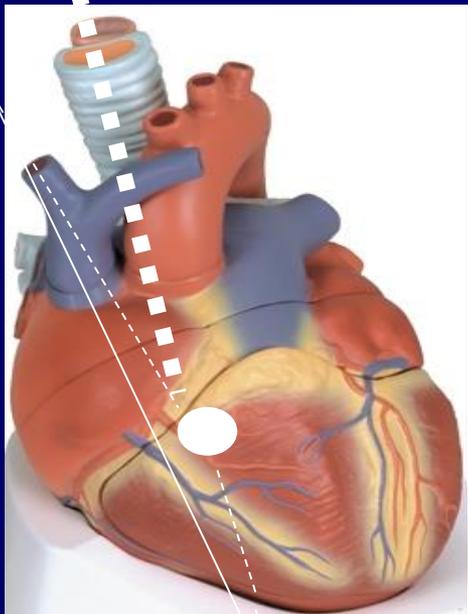


Ventricule Droit en ETO

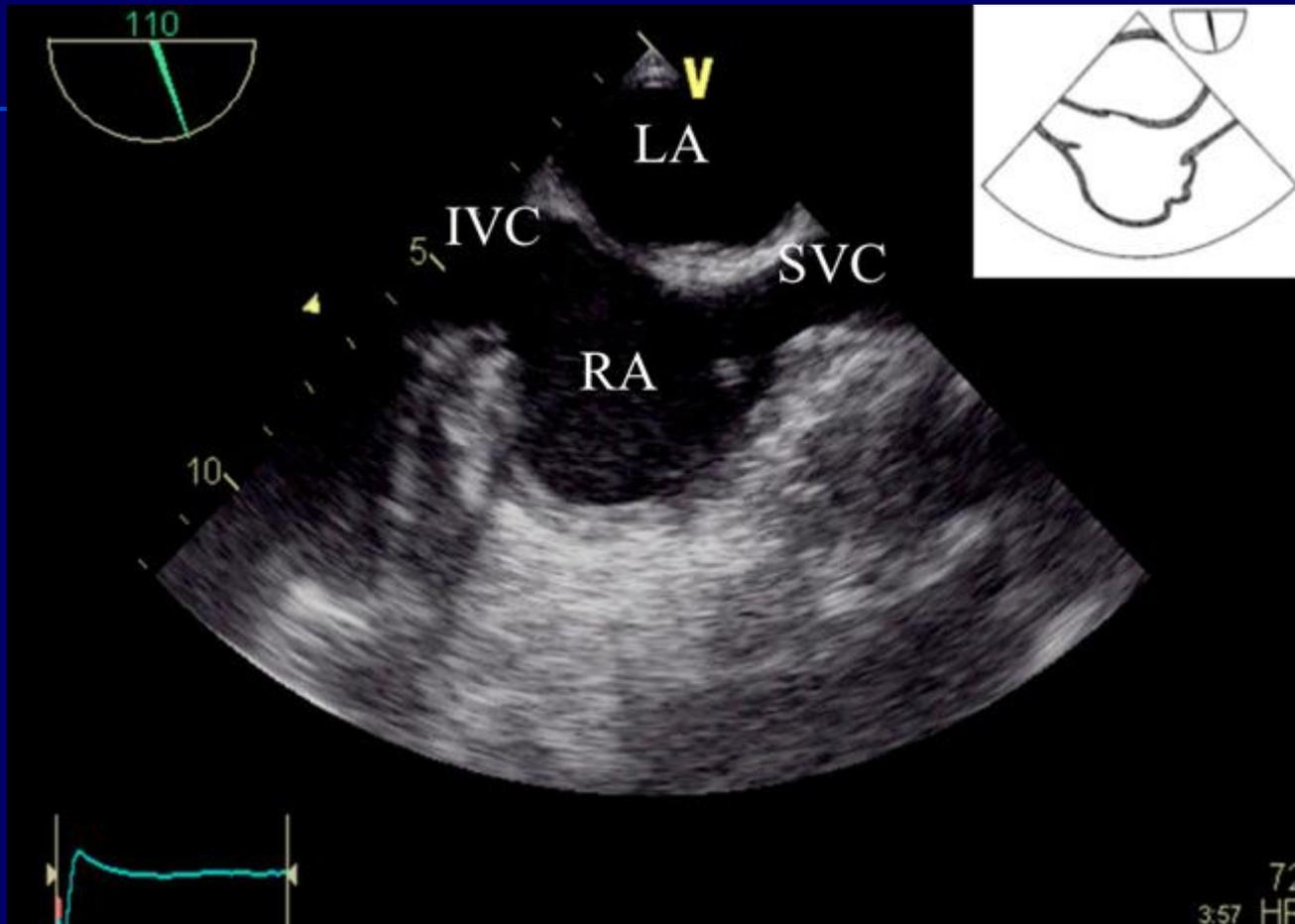


Voie transgastrique

90° - 120°



Coupe « Bicavale »



Œsophage Moyen, 90° rotation de 90° sens horaire

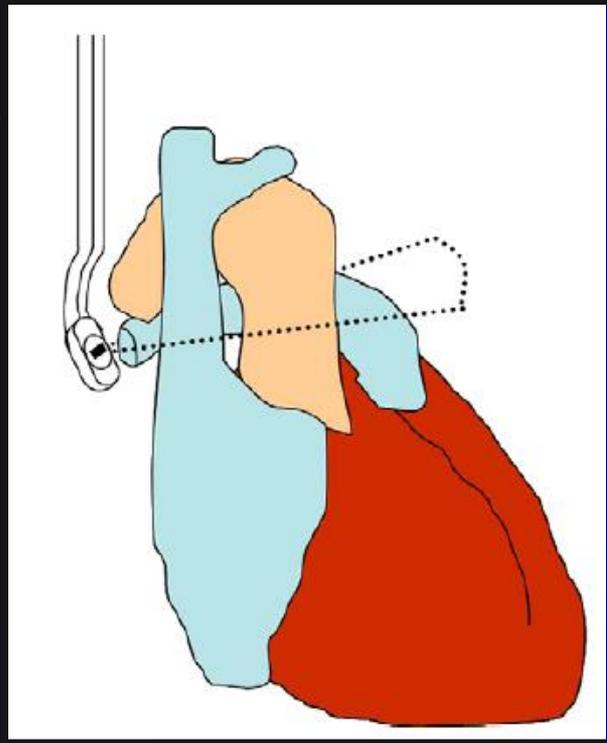
Artère pulmonaire

En ETT :

Coupe PSG petit axe

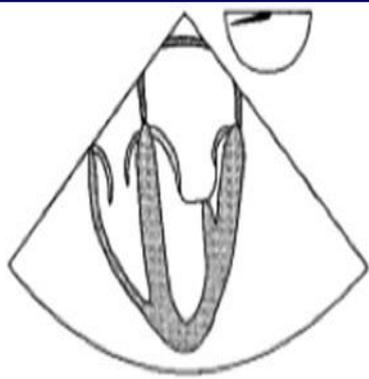
Coupe sous costale petit axe

Artère pulmonaire en ETO

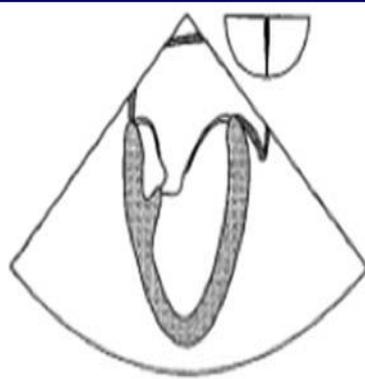


En ETO +++

- **Partie haute de l'œsophage**
- **(15-20 cm des arcades dentaires)**



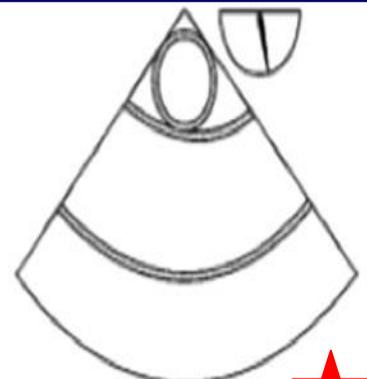
A. ME Four Chamber



B. ME Two Chamber



C. ME LAX



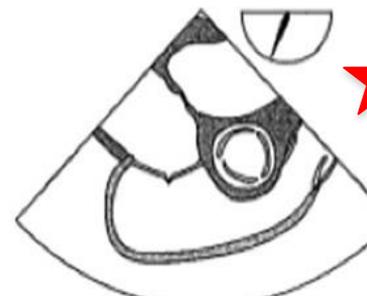
D. ME Asc Aortic LAX



E. ME Asc Aortic SAX



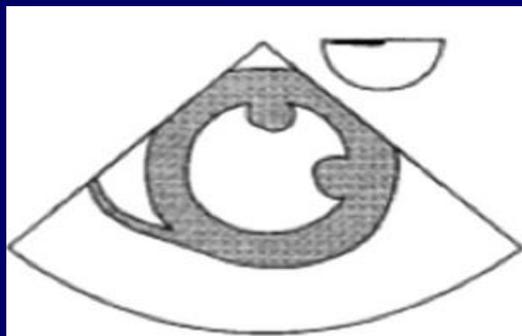
F. ME AV SAX



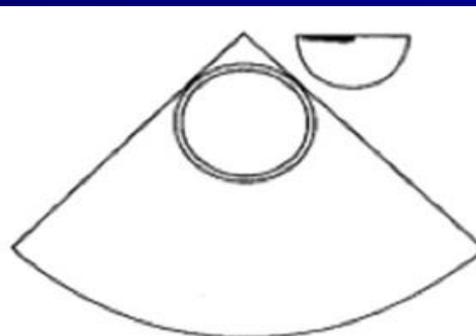
G. ME RV Inflow-Outflow



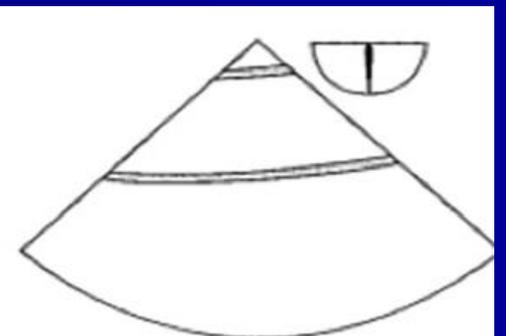
H. ME Bicaval



I. TG Mid SAX

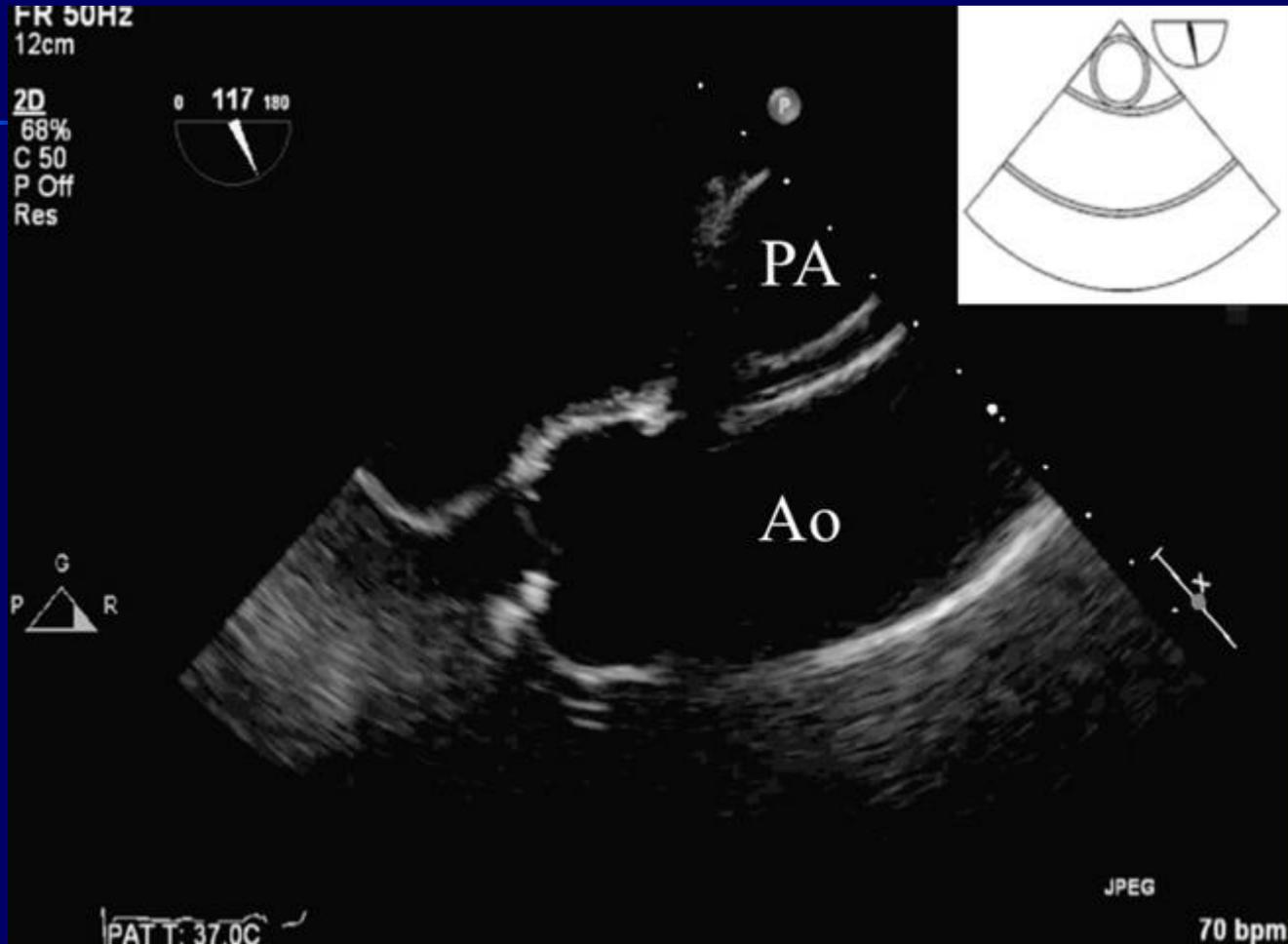


E. Desc Aortic SAX



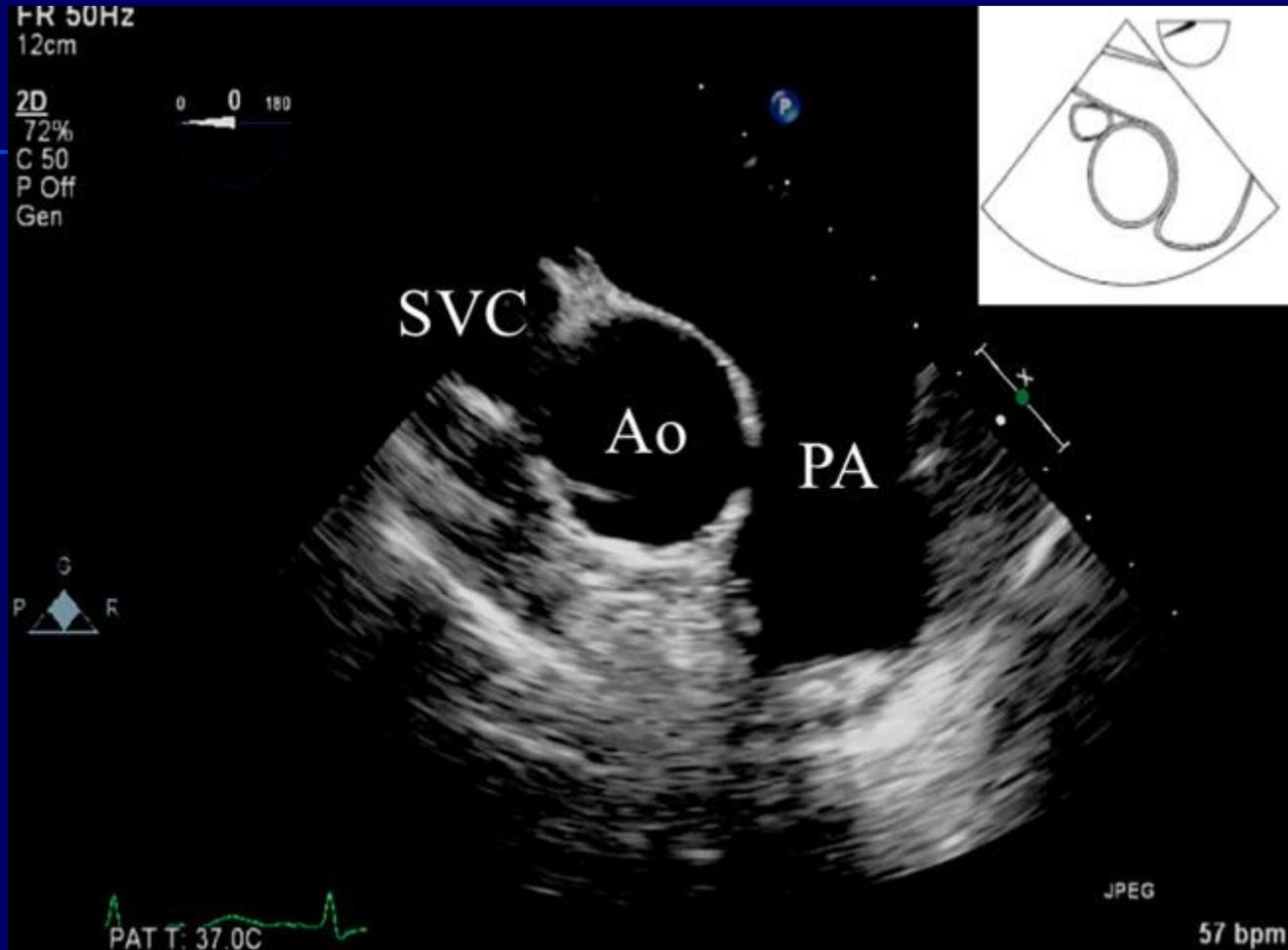
G. Desc Aortic LAX

Artère pulmonaire



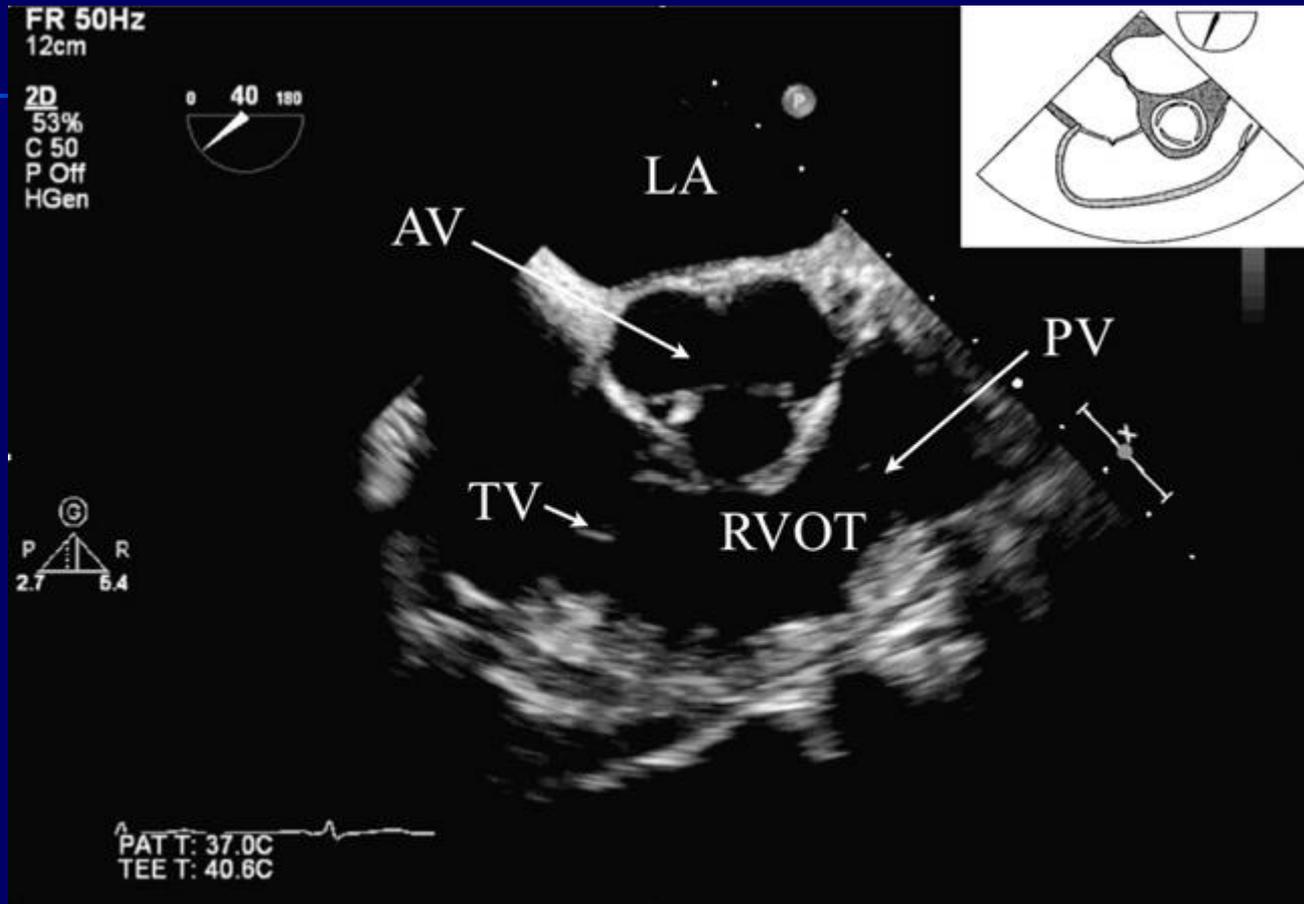
Œsophage Haut, Aorte ascendante, long axe à 120°

Artère pulmonaire



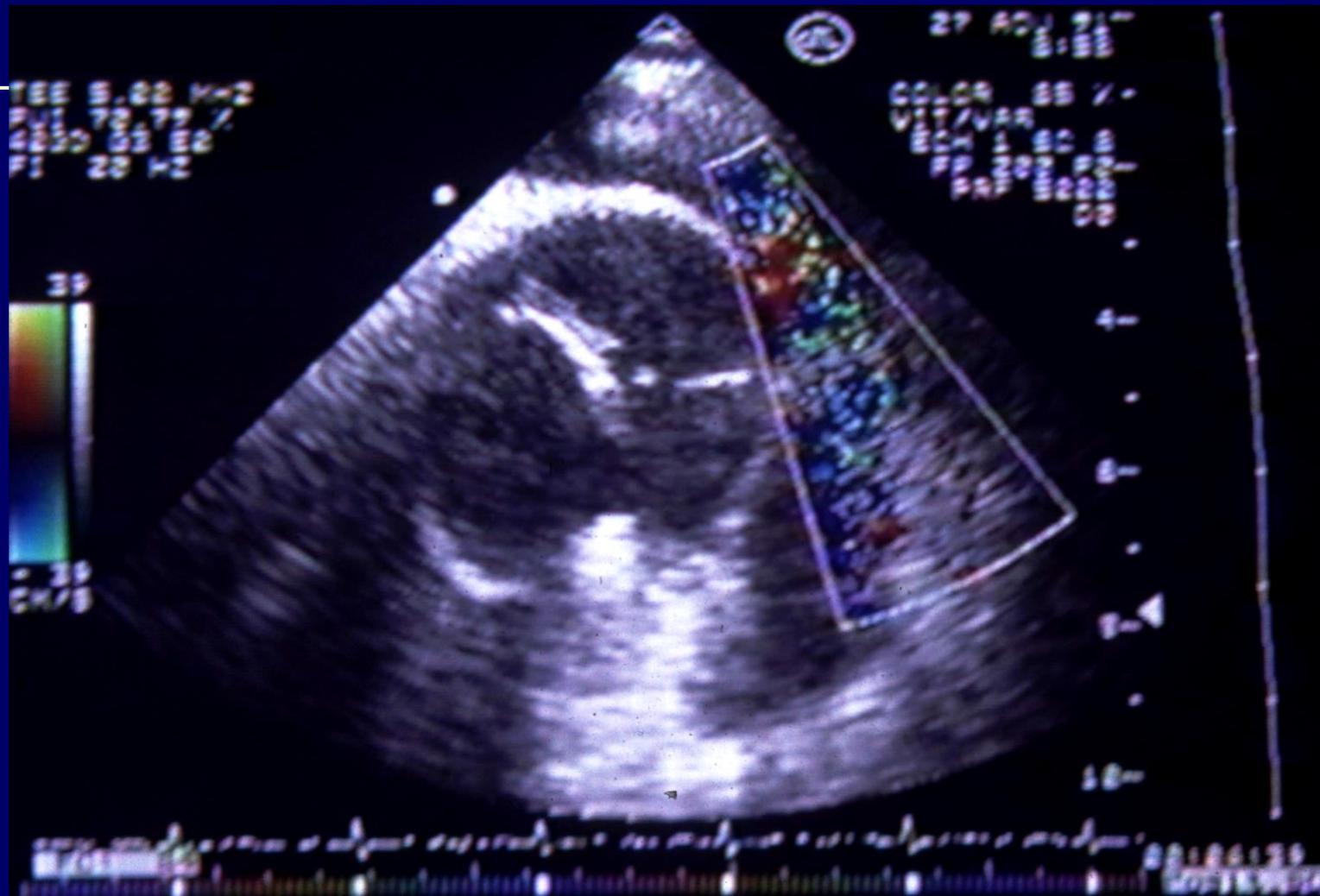
Œsophage haut, Aorte ascendante petit axe à 30°

Artère pulmonaire



Œsophage moyen, valve aortique 30°

Artère pulmonaire



Fonction systolique VD

Fraction d'éjection du VD (FEVD)

- Méthode Simpson monoplan
- Méthode surface-longueur (4 cavités et sous costale pt axe)

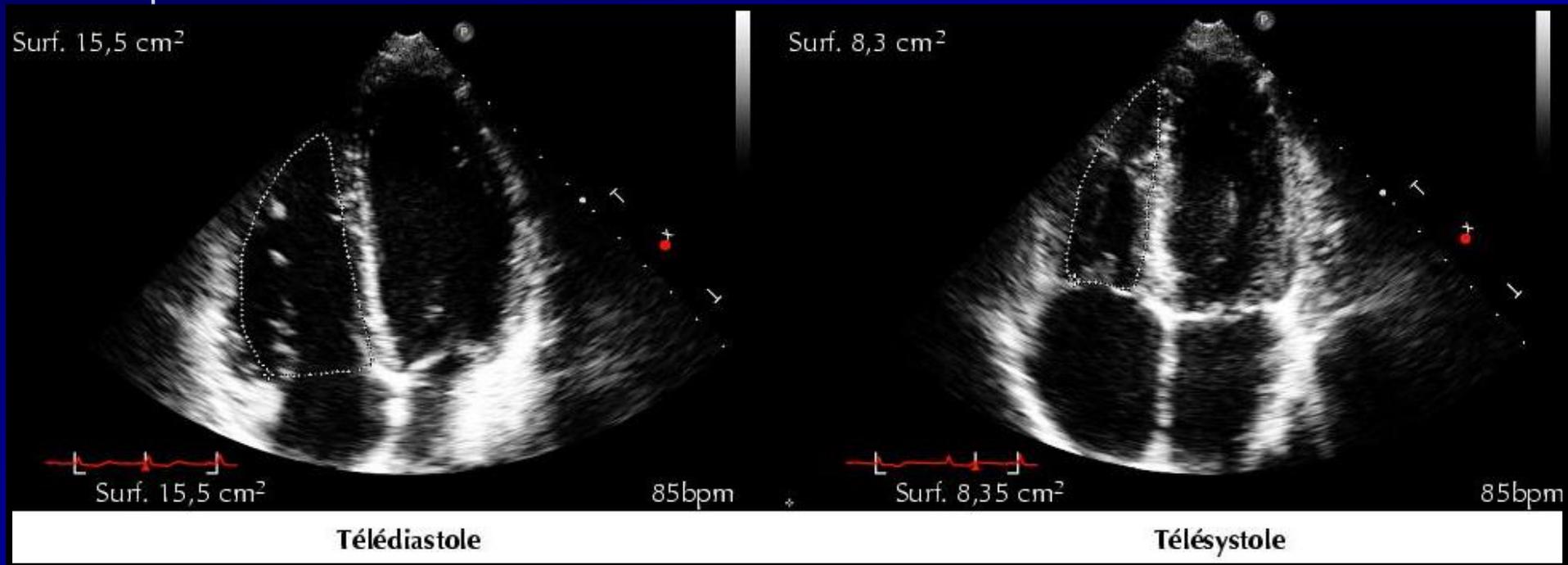
- Volume VD = $\frac{2}{3}$ surface apicale x L

Equivalents de FEVD

- Fraction de raccourcissement de surface
- Excursion systolique du plan de l'anneau tricuspide
- Doppler tissulaire à l'anneau tricuspide

Fonction systolique VD

Fraction de raccourcissement de surface



$$N = 9 \pm 2,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

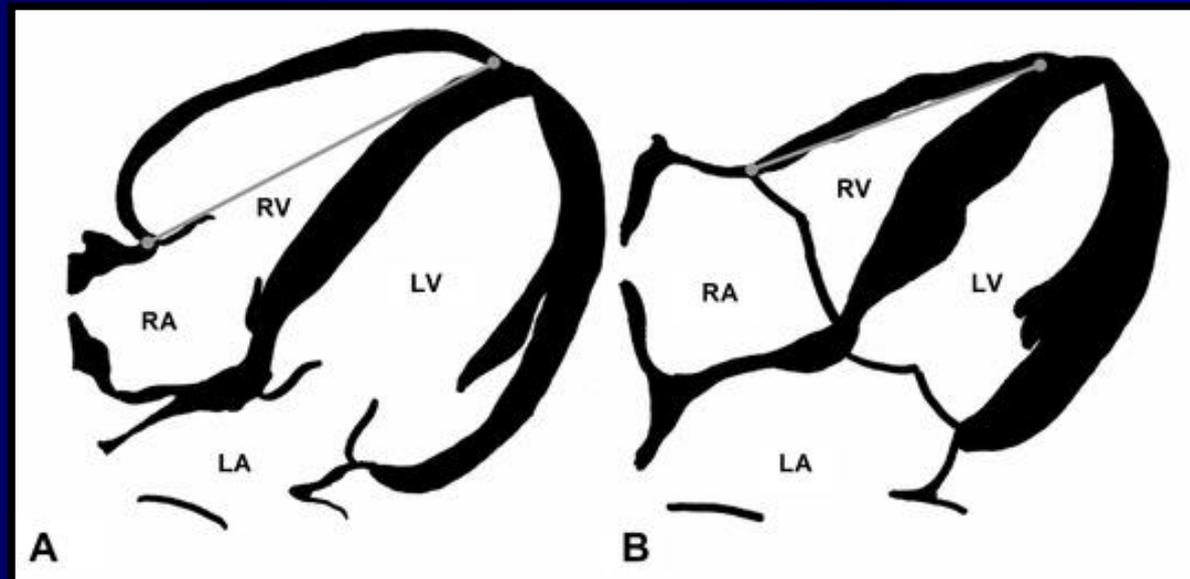
$$N = 4,3 \pm 1,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

$$\text{FR des surfaces apicales} = 52,4 \pm 11,2\%$$

Fonction systolique VD

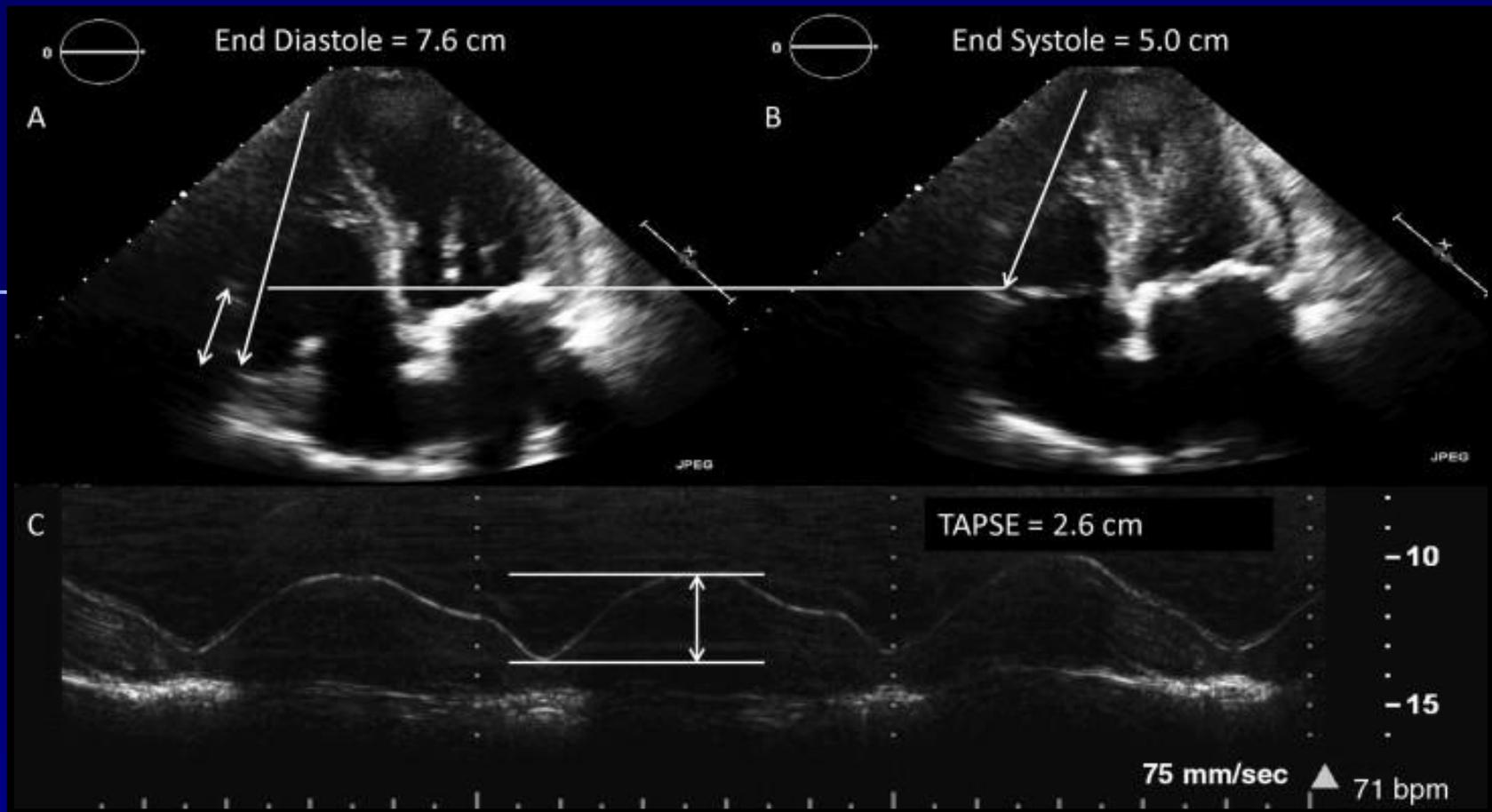
Excursion systolique du plan de l'anneau tricuspide ou TAPSE

- ✓ Coupe apicale 4 cavités
- ✓ Tir TM jonction anneau tricuspide-paroi libre du VD



Diastole

Systole

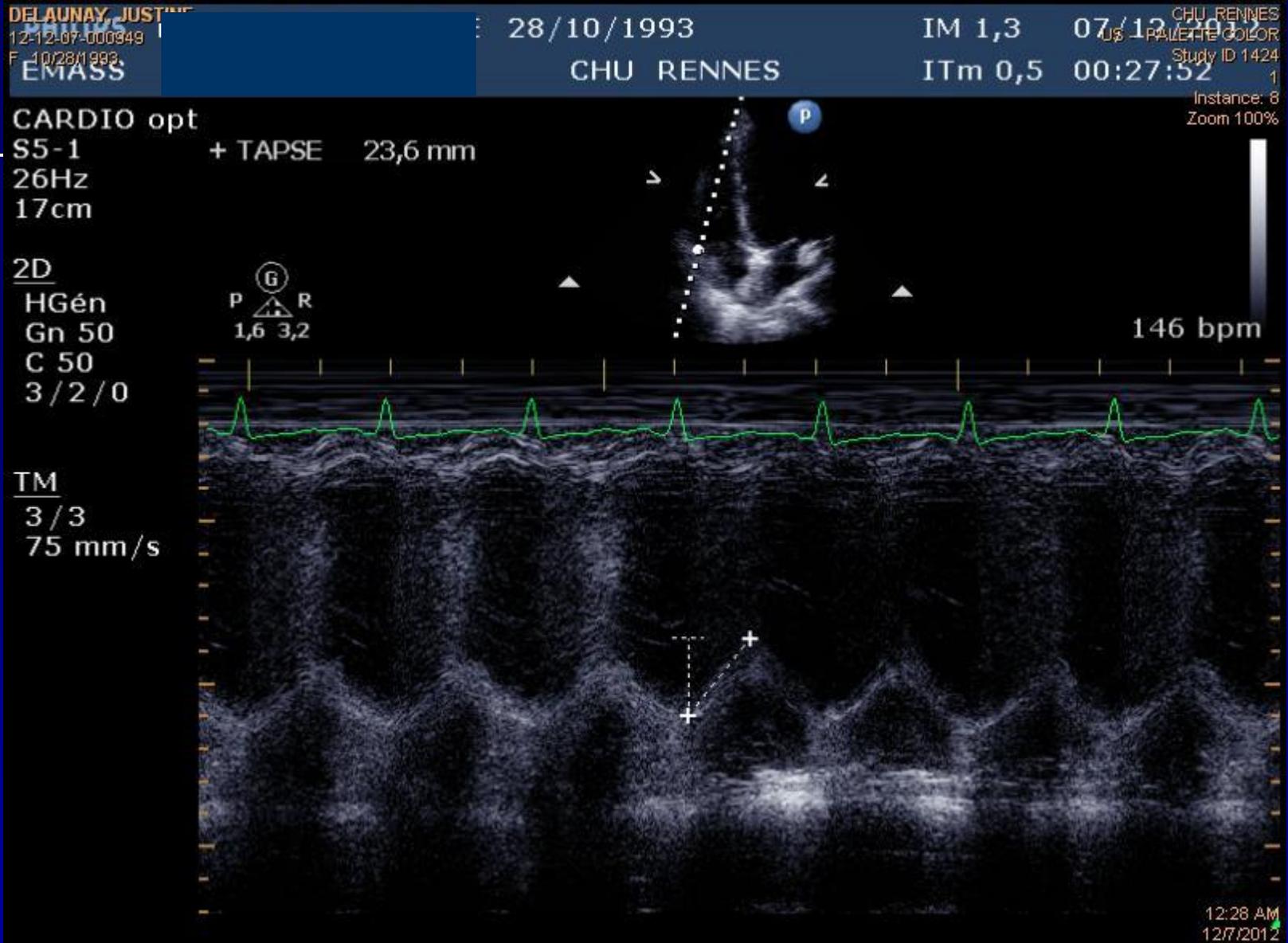


$N = 16,3 \pm 0,6 \text{ mm}$

FEVD N si TAPSE > 15mm

Dysfonction VD si TAPSE < 12mm

Fonction systolique VD

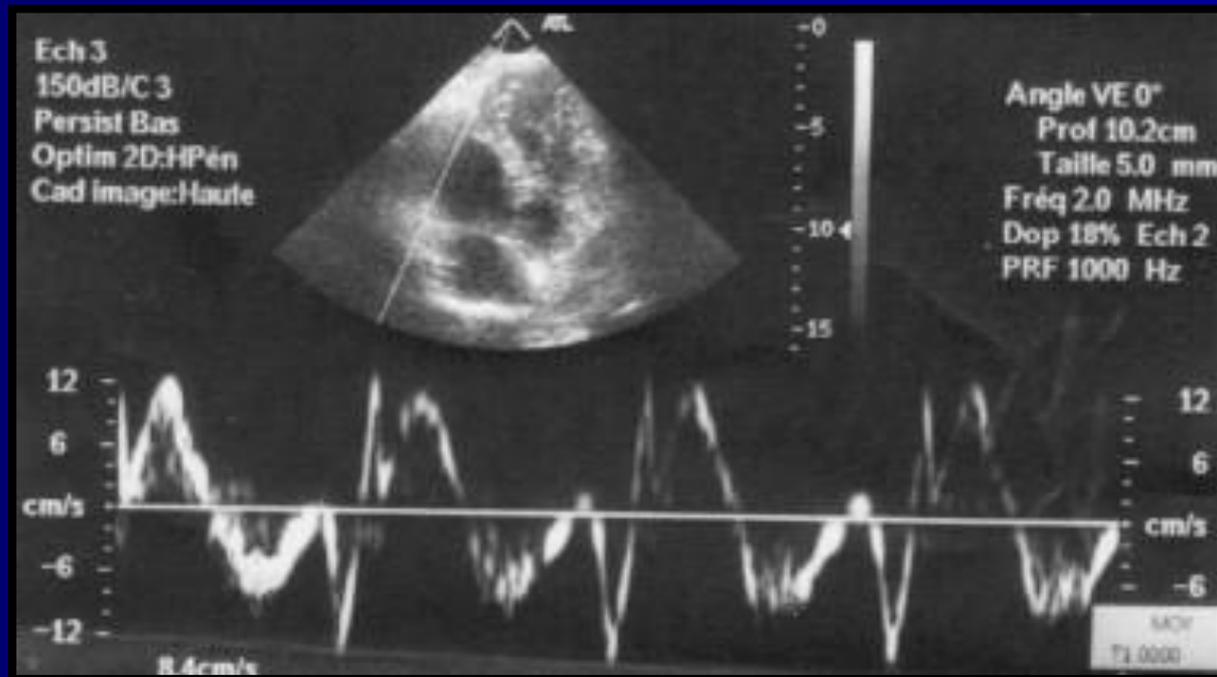


Fonction systolique VD

Doppler tissulaire à l'anneau tricuspide

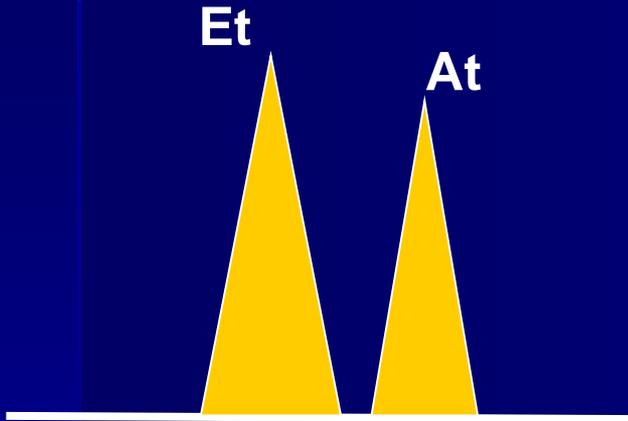
$N \geq 12 \text{ cm/s}$

S



Fonction diastolique VD

Flux Tricuspide

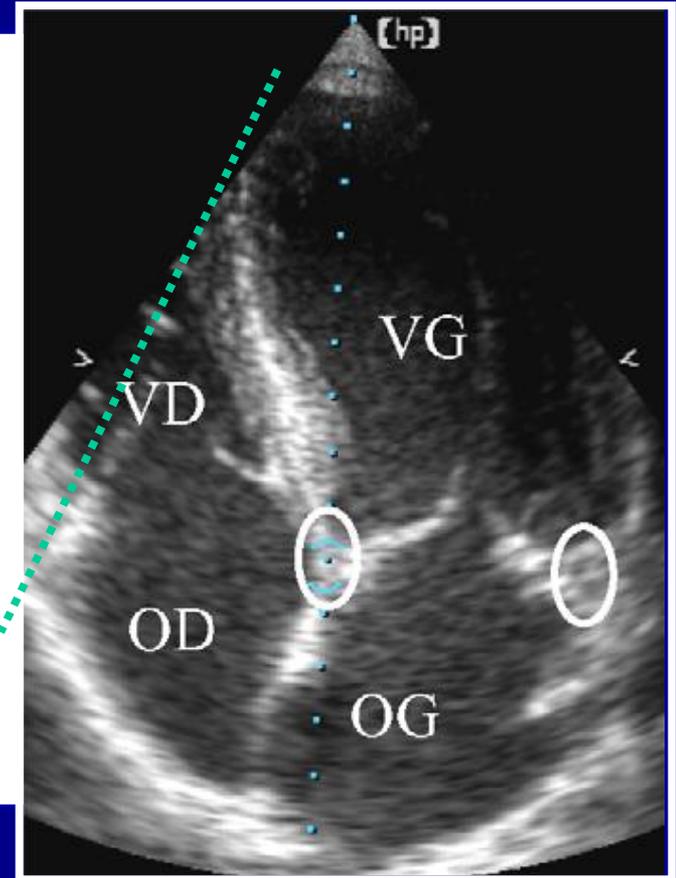


- Rapport Et/At > 2
- TDE t court

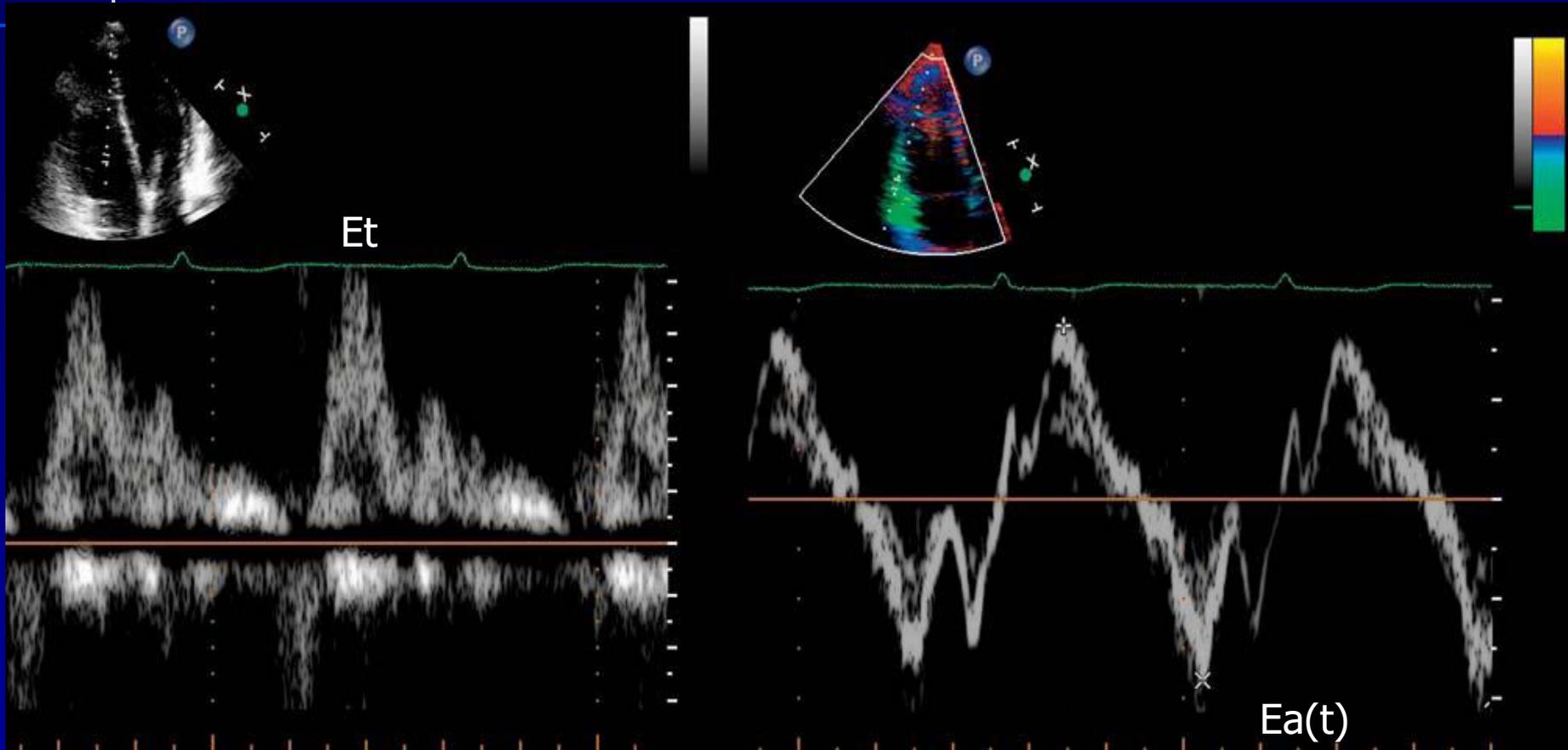
- Dysfonction diastolique VD
- Cardiopathie restrictive VD

Doppler pulsé tissulaire (DTI) à l'anneau tricuspide

- Coupe apicale 4 cavités
- Doppler Pulsé Tissulaire
- Vitesse de déplacement de l'anneau tricuspide
- Versant latéral

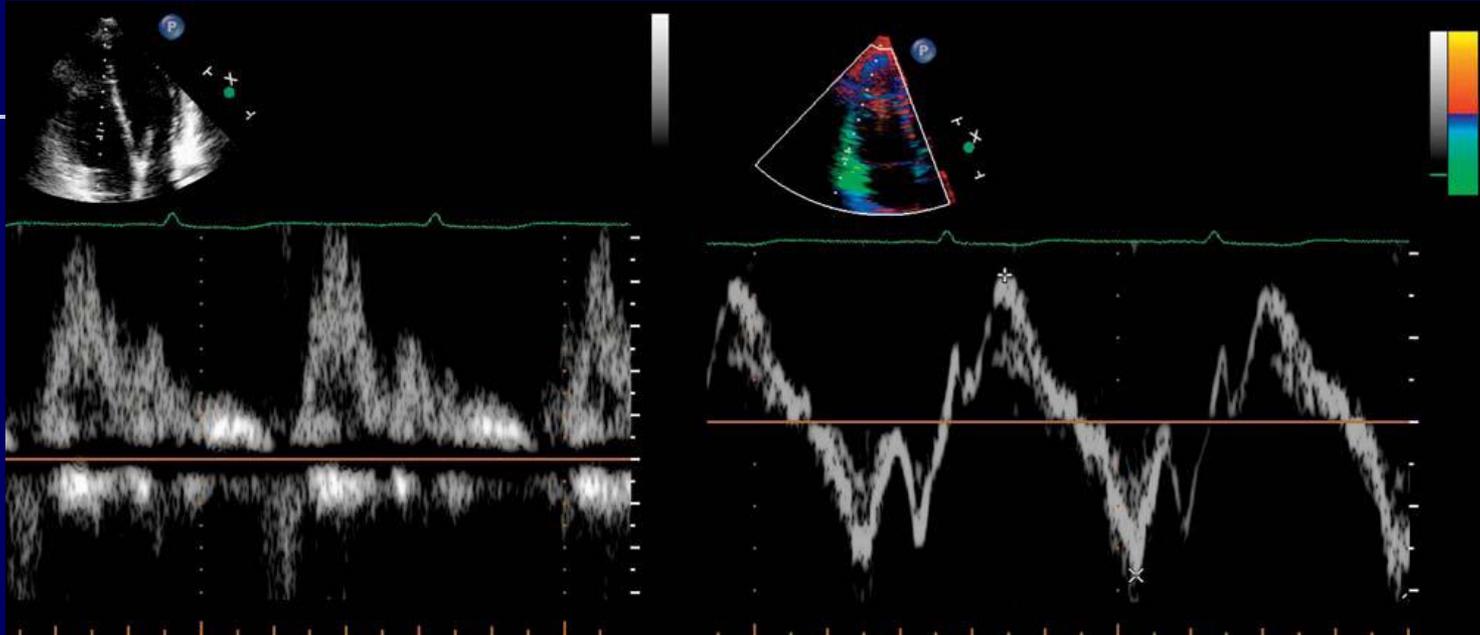


DTI anneau tricuspide



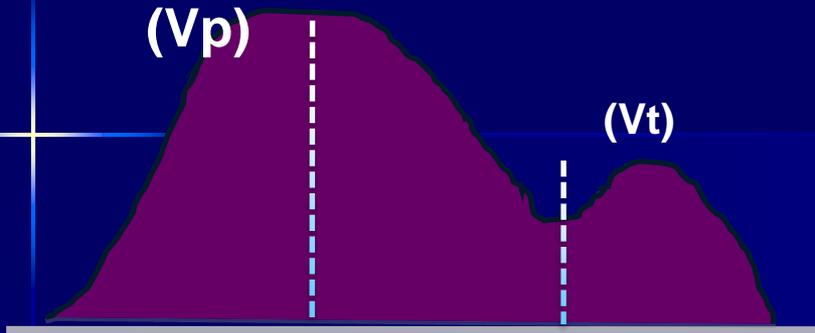
$E_t/E_a(t) = 100/20 < 6$: pas d'augmentation des pressions de remplissage VD

DTI anneau tricuspide

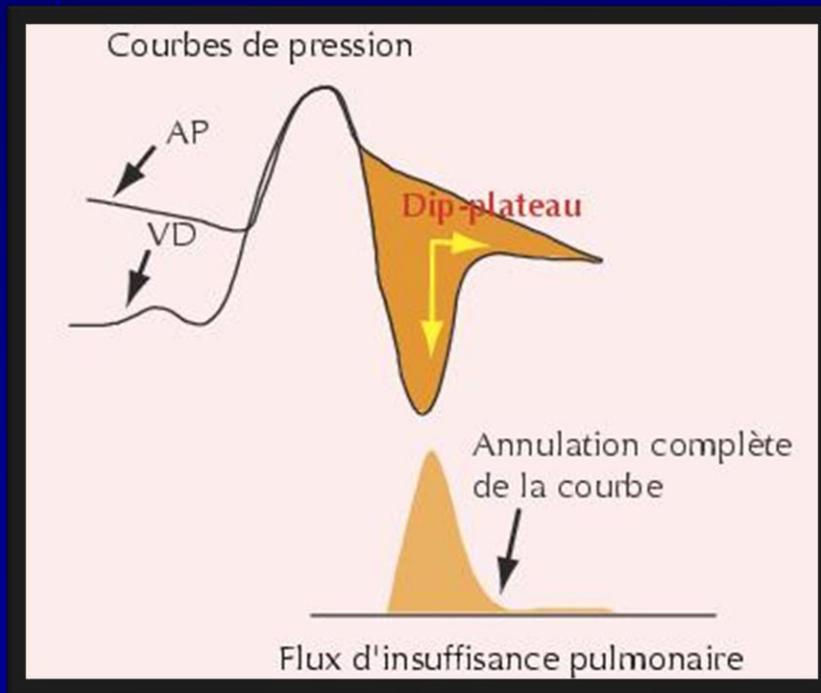


- Rapport $E_t/E_a > 6$ → PR VD augmentées $POD > 10$ mmHg
- Attention !
 - Mauvaise reproductibilité ++
 - Limites

Fonction diastolique VD



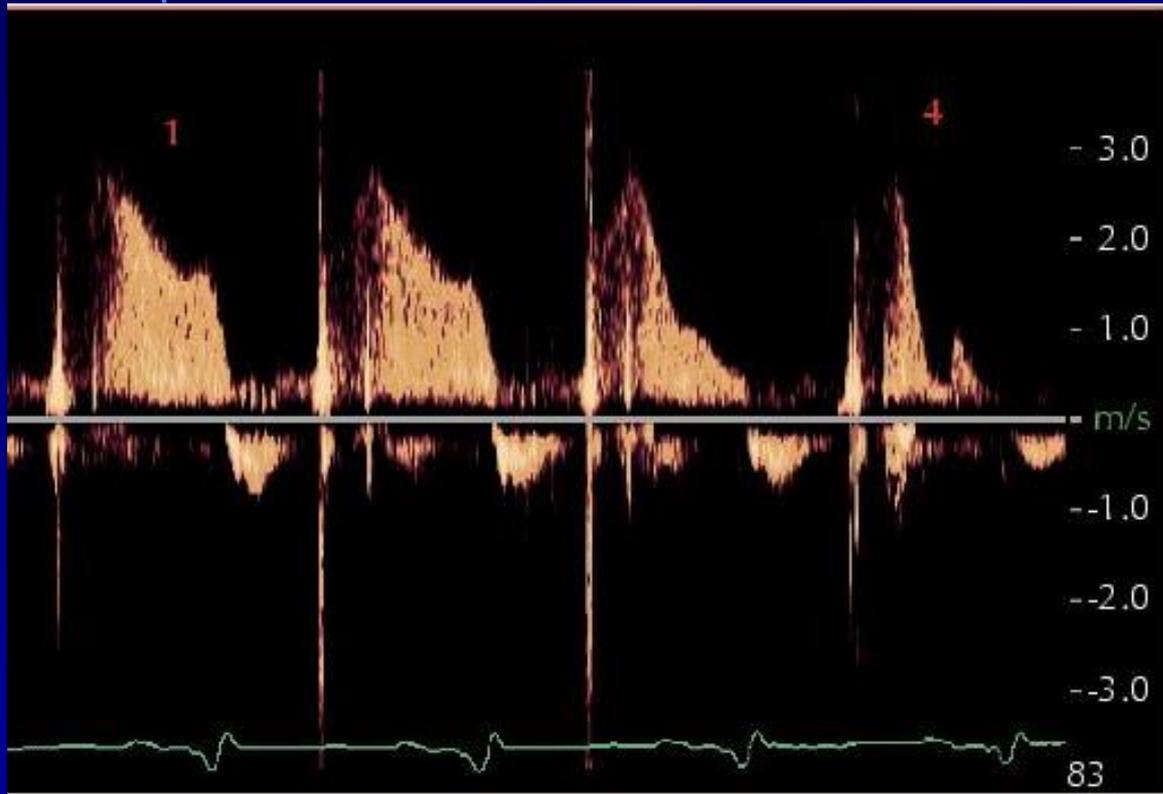
➤ Flux d'IP normal



- PSG Pt axe
- Doppler continu
- Aspect de dip plateau

Fonction diastolique VD

Flux d'insuffisance pulmonaire



- PSG Pt axe
- Doppler continu
- Aspect de dip plateau

Fonction diastolique VD

Flux veineux cave

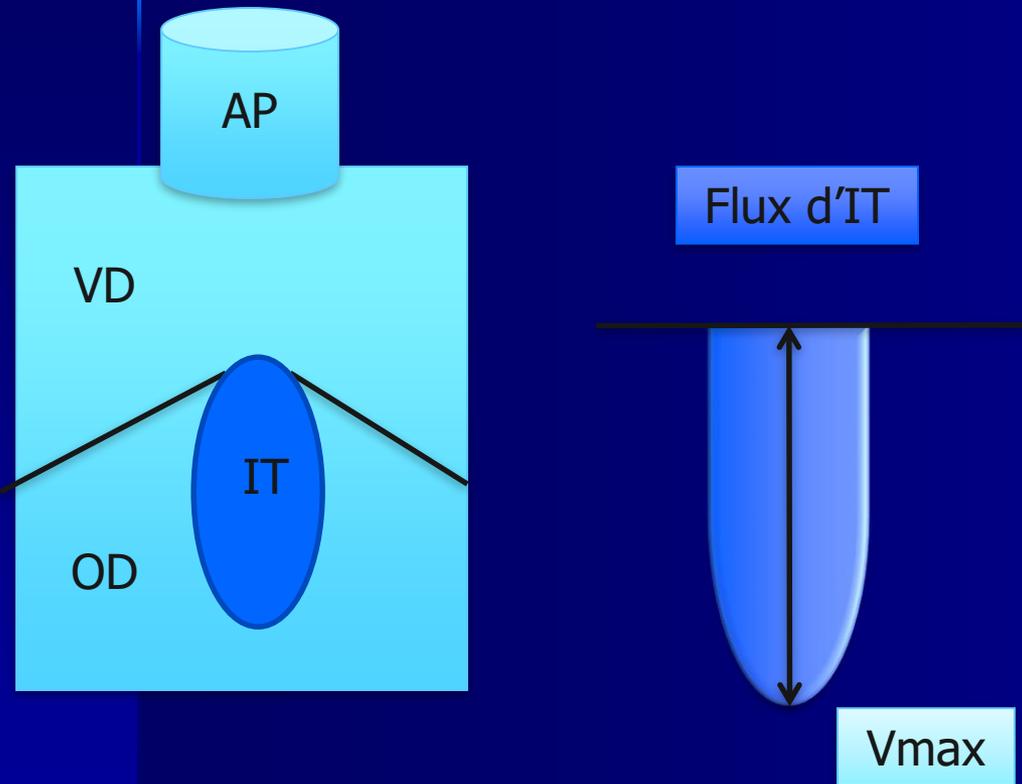
- Flux veineux Cave sup en sus-claviculaire droite en ETT ou coupe « bicavale » en ETO
- Doppler pulsé
- 3 types de flux

Flux veineux sus-hépatique

- intérêt de la Fraction systolique du flux veineux sus-hépatique
- $ITV S / ITV S ITV D < 0,55 \rightarrow POD > 8 \text{ mmHg}$

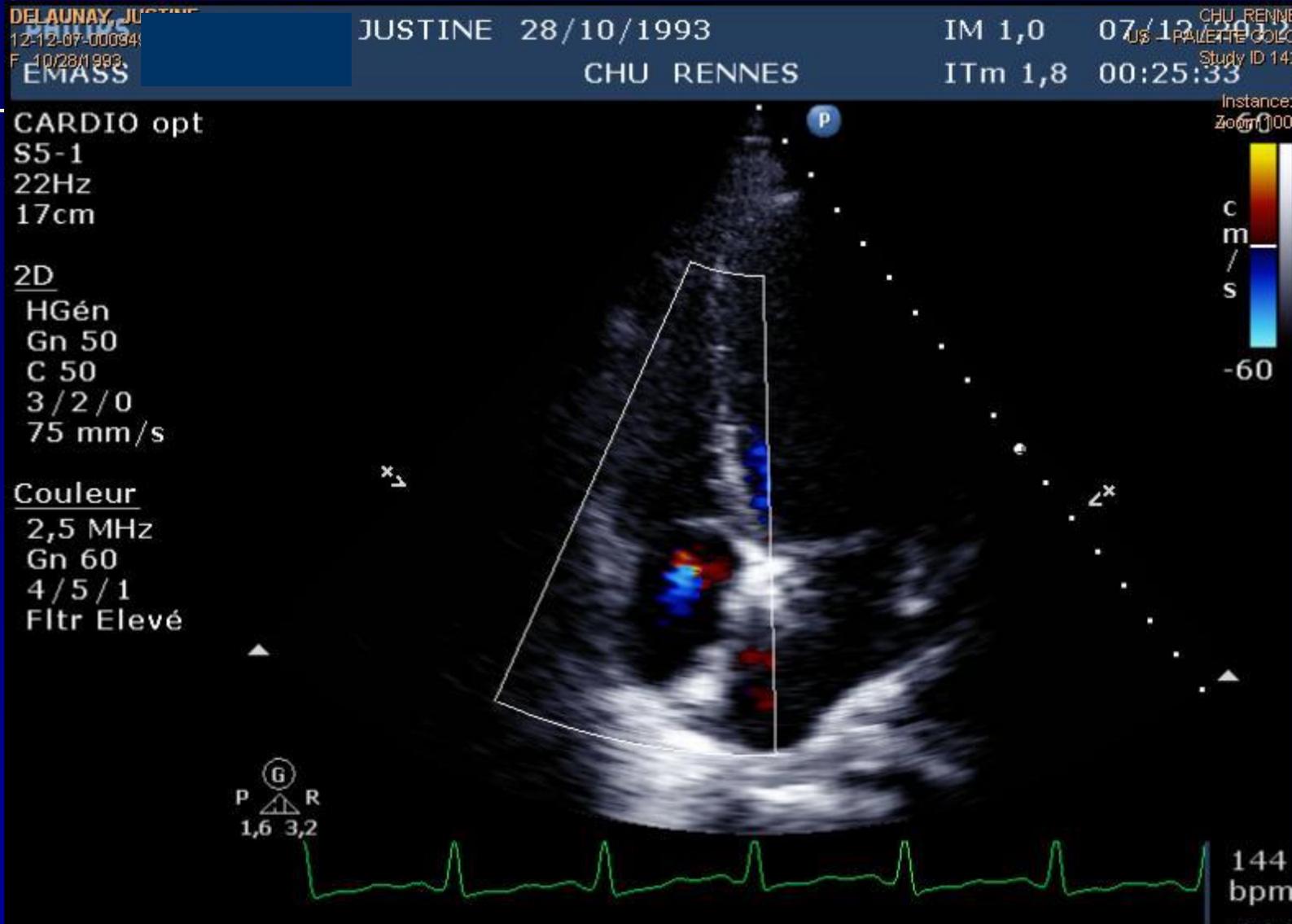
Evaluation de la PAP

Méthode de l'insuffisance tricuspide

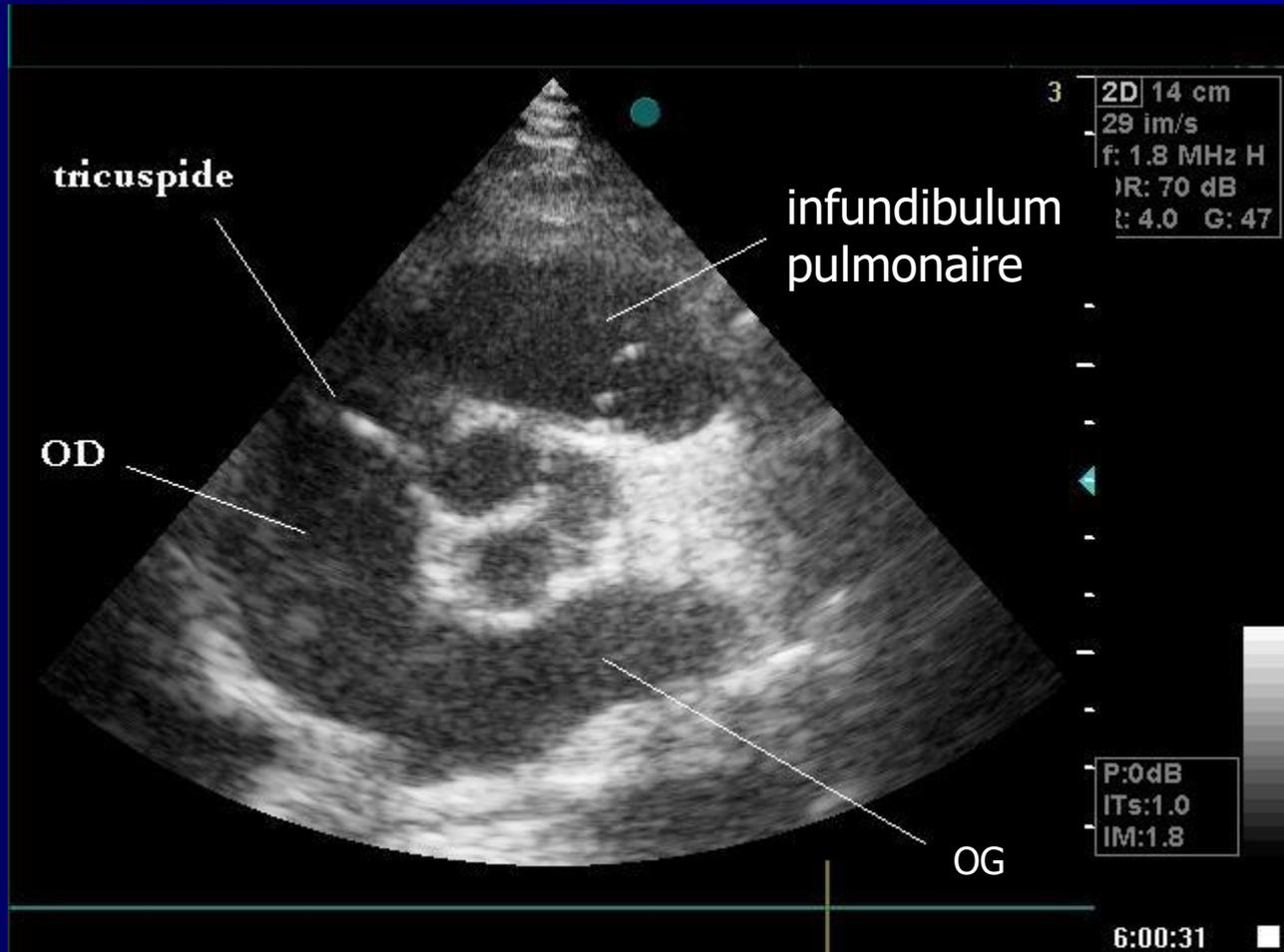


- Gradient VD-OD = $4V^2$
- PSVD = $4V^2 + \text{POD}$
- PAPS = $4V^2 + \text{POD}$

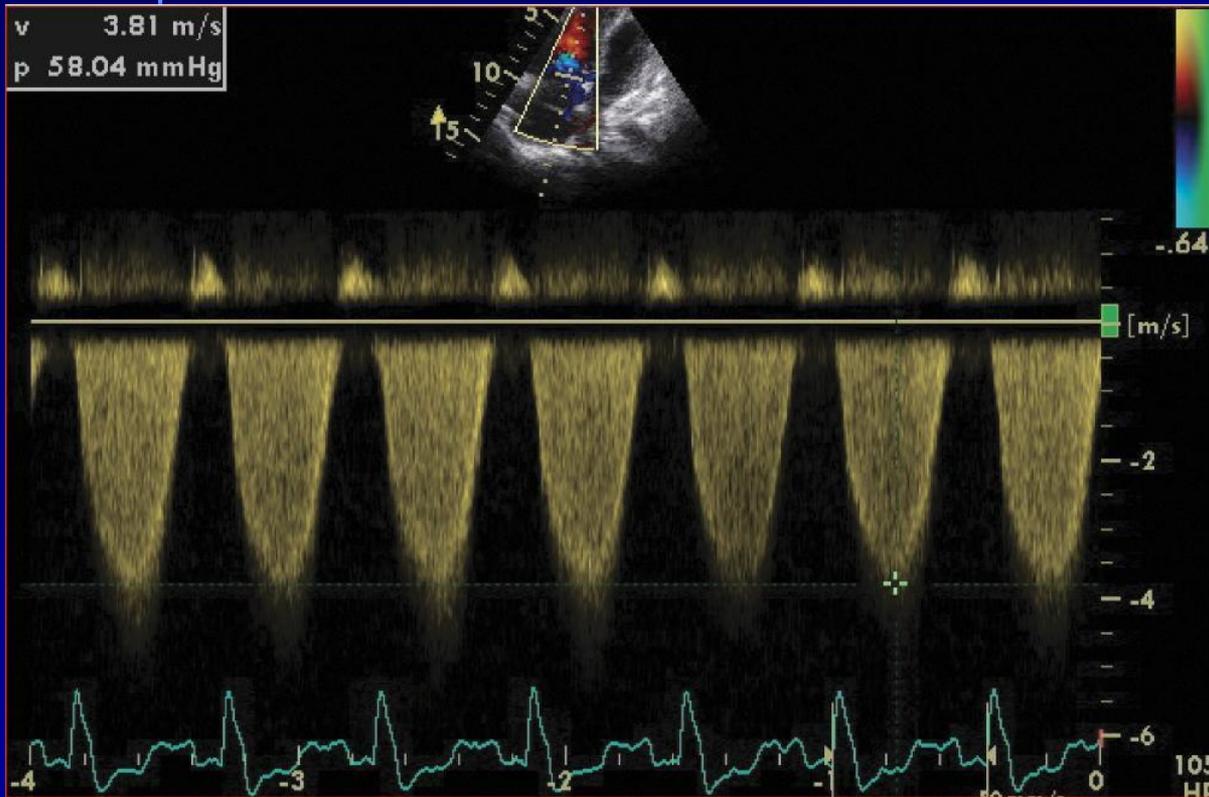
Coupe Apicale 4 cavités



Ou Coupe Para sternale Gauche Petit Axe



Analyse du Flux d'insuffisance tricuspidie

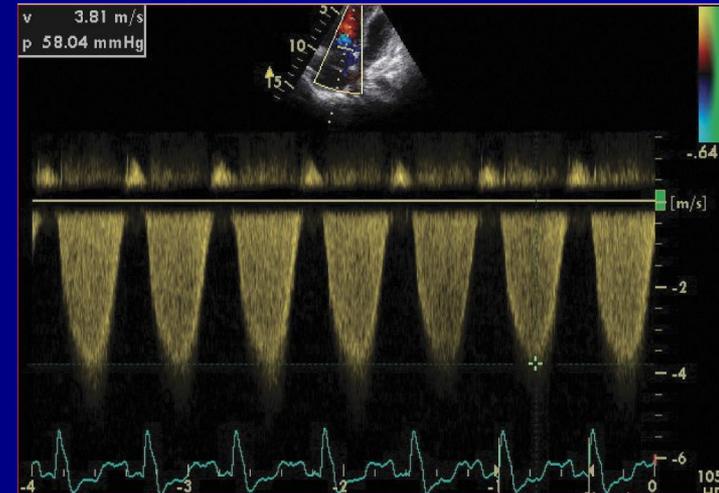


- Coupe Apicale 4 cavités +++
- Repérage doppler couleur d'une IT
- Doppler continu
- Filtres max
- Vitesse 100 mm/s

Méthode de l'insuffisance tricuspide

Limites et erreurs

- Confusion IT/autre flux
- Alignement imparfait flux d'IT/ faisceau US
- ACFA
- Variation respiratoires de la vitesse du flux d'IT
- Sténose valvulaire pulmonaire
- IT laminaire : estimation invalide!
- Pas d'IT
- Mauvaise estimation de la POD



Estimation de la POD

- Variations respiratoires de la VCI
- Flux veineux sus-hépatique
- Doppler tissulaire anneau tricuspide

Avec la Veine Cave Inférieure (VCI)

- Arbitrairement = 10 mmHg
- Collapsus inspiratoire en VS
 - < 50 % → 15 mmHg
 - > 50 % → 5 mmHg
- Diamètre VCI non fiable
- Influence de la position du patient
- Indice de distensibilité en Ventilation contrôlée ($D_{max}-D_{min}/D_{min} < 18\%$)

DIVAY GUY
12-11-09-18585;
M_721/1939
EMASS

GUY 21/07/1939

CHU RENNES

IM 1,0

09/11/2013

ITm 0,4

19:15:55

CHU RENNES
US - PALETTE COLOR
Study ID 1236
1
Instance: 8
Zoom 100%

CARDIO opt

S5-1	+ VCI min	0,935 cm
19Hz	× VCI max	1,75 cm
22cm	Indice de distensibilite	86,7 %

2D

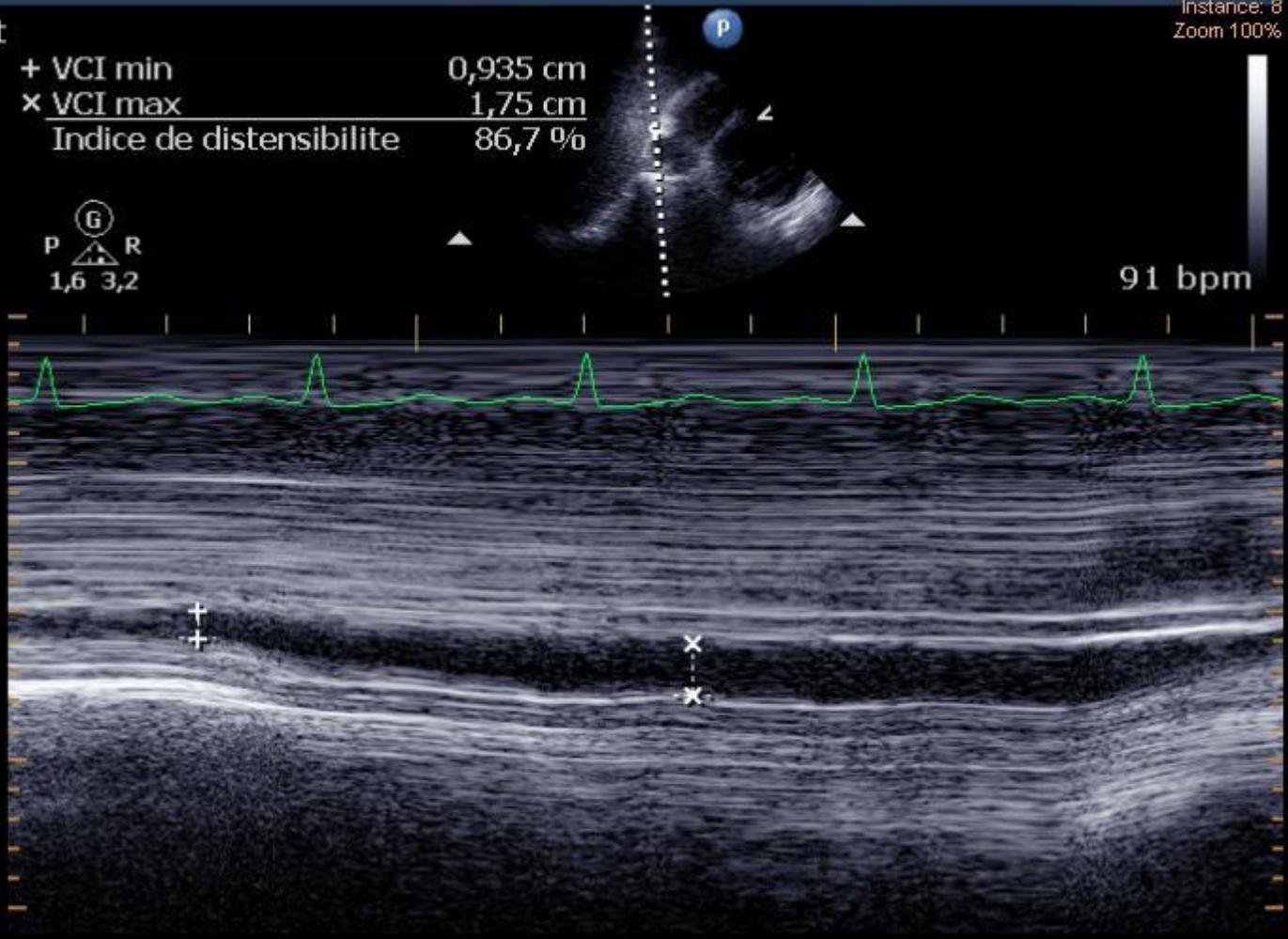
HGén
Gn 46
C 50
3/2/0

ⓐ
P R
1,6 3,2

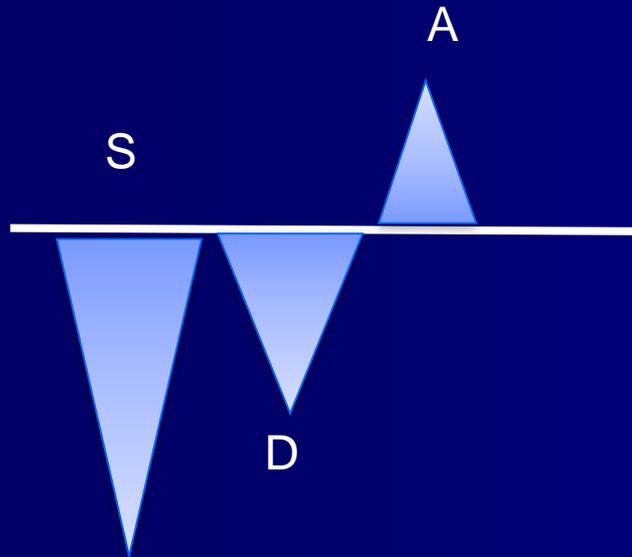
91 bpm

TM

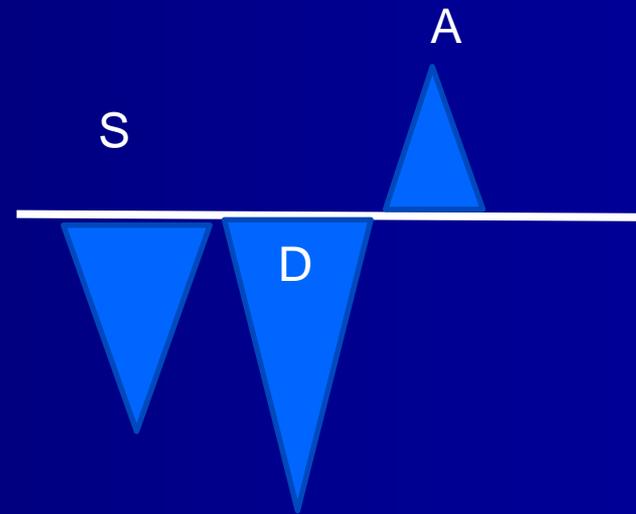
3/3
75 mm/s



Avec le Flux veineux sus hépatique



Flux veineux normal



Elévation de la POD

Fraction systolique =
 $(ITV \text{ onde S}) / (ITV \text{ onde S} + ITV \text{ onde D}) \times 100$
 $FS < 55 \rightarrow POD > 8\text{mmHg}$

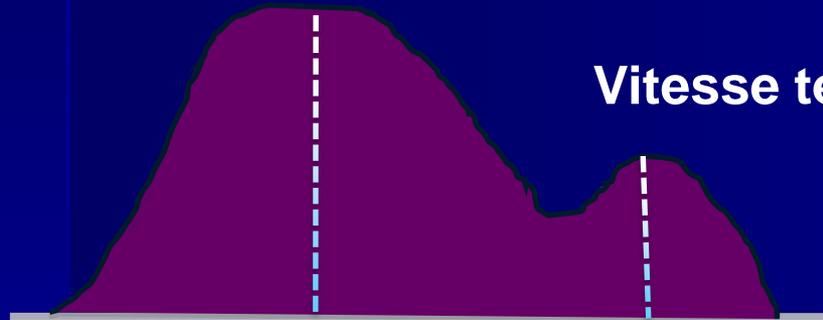
Avec le Doppler tissulaire à l'anneau tricuspide

- E/Ea (tricuspide) $> 6 \rightarrow$ $POD > 10$ mmHg
 - Patient ventilé, absence de sous costale
 - 1 seule étude, manque de validité
 - ACFA?
 - PM?

Evaluation de la PAP

Méthode de l'insuffisance pulmonaire

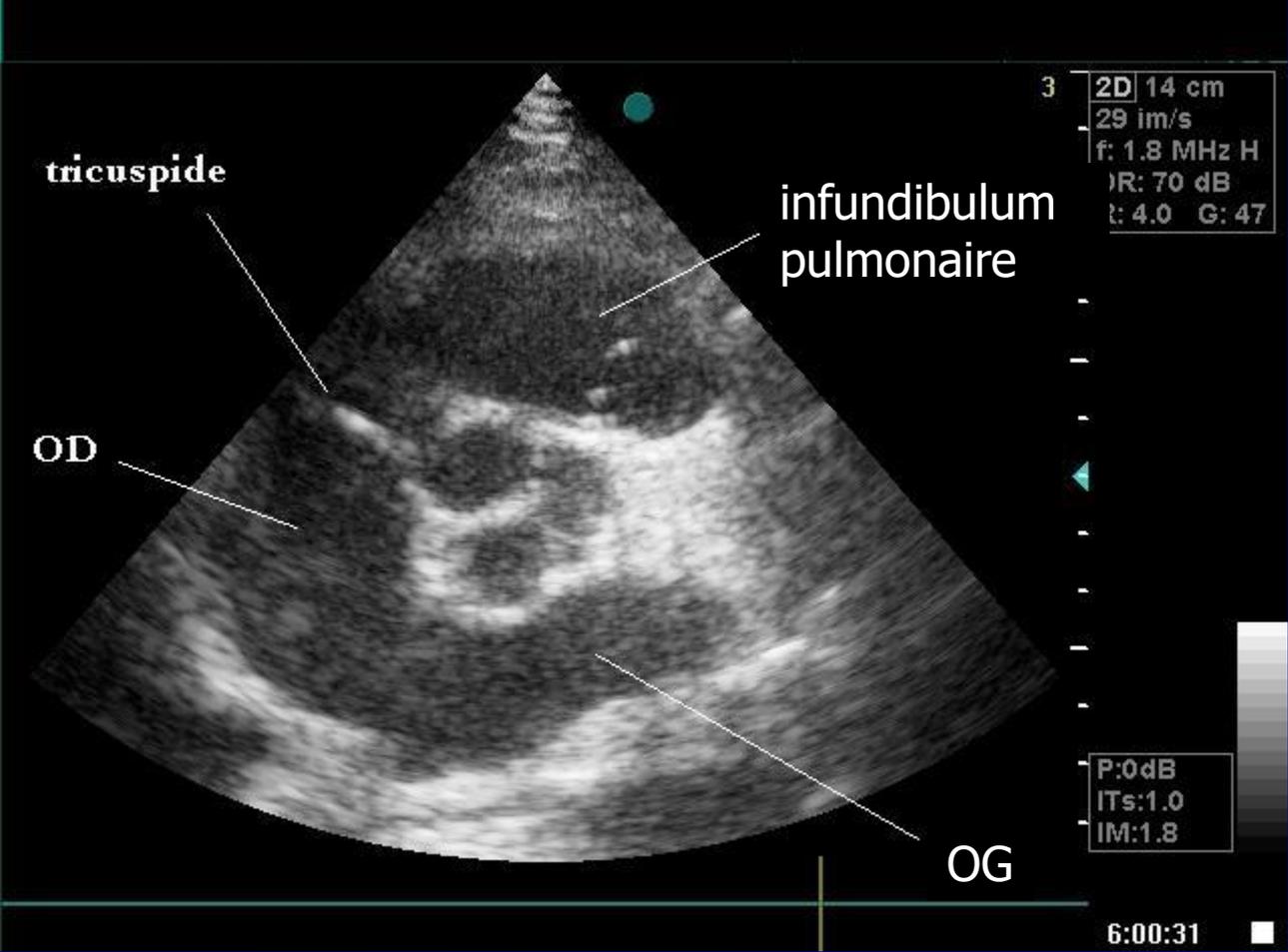
Vitesse
protodiastolique (Vp)



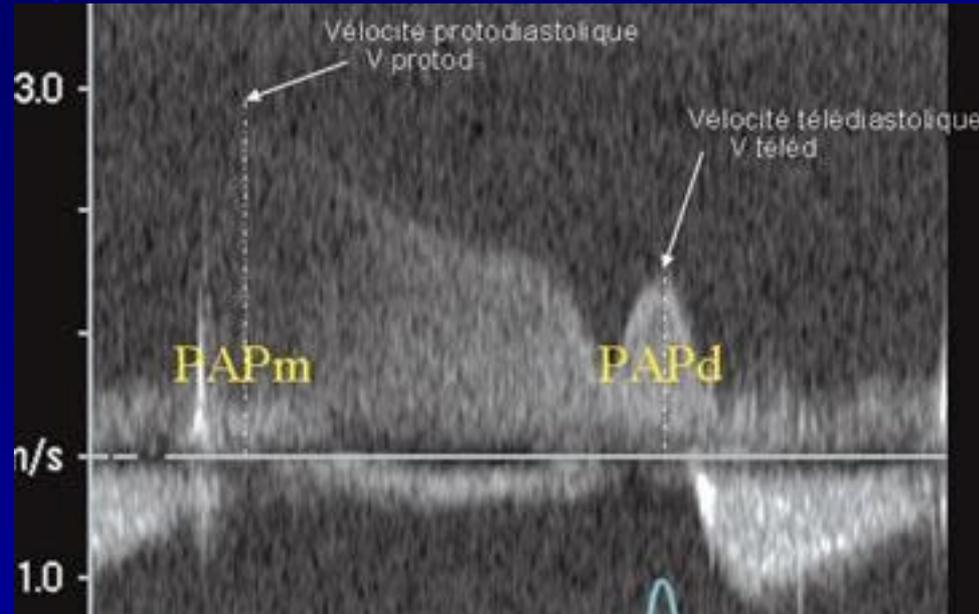
Vitesse télédiastolique (Vt)

- Coupe PSG PA
- Sous costale transversale
- Repérage en doppler couleur
- Doppler couleur
- N $V_p < 1,2$ m/s et $V_t < 2$ m/s

Avec une coupe Para sternale Gauche Petit Axe



Tir doppler continu sur le flux d'IP



$$\text{PAPd} = (4 \times V \text{ téléd})^2 + 10$$

$$\text{PAPm} = (4 \times V \text{ protod})^2 + 10$$



$$\text{PAPs} = (3 \times \text{PAPm}) - (2 \times \text{PAPd})$$

Méthode de l'insuffisance pulmonaire

➤ Limites

- Confusion entre le flux d'IP et un autre flux
- Alignement imparfait entre le faisceau US et le flux
- Variations de la vitesse (FA)
- Erreur dans l'estimation de la POD
- Morphologie particulière du flux

PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 1,2 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 0,4 11:14:27

CARDIO opt

S5-1

40Hz

13,0cm

2D

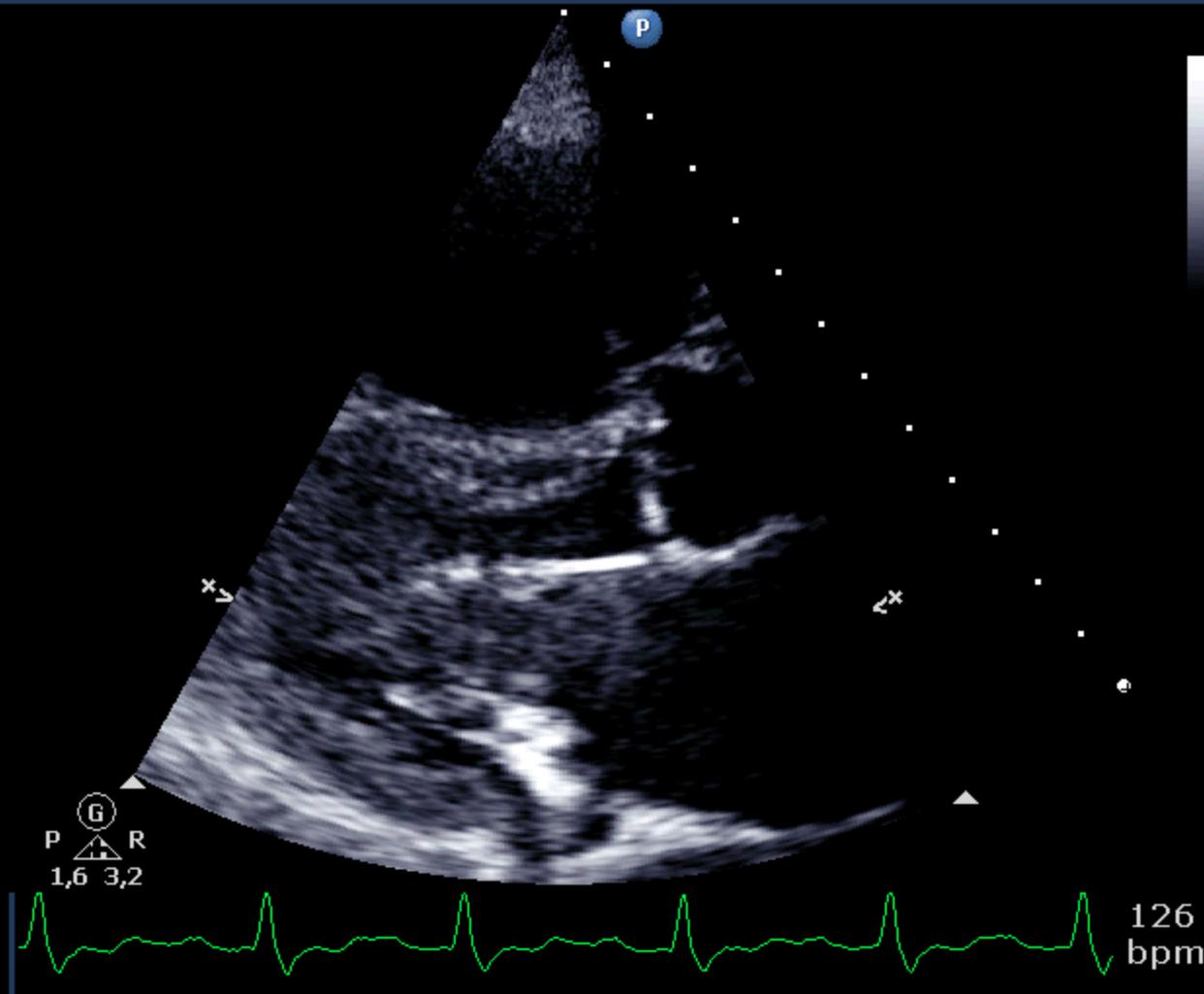
HGén

Gn 30

C 50

3 / 2 / 0

75 mm/s



PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 1,2 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 0,6 11:15:01

CARDIO opt

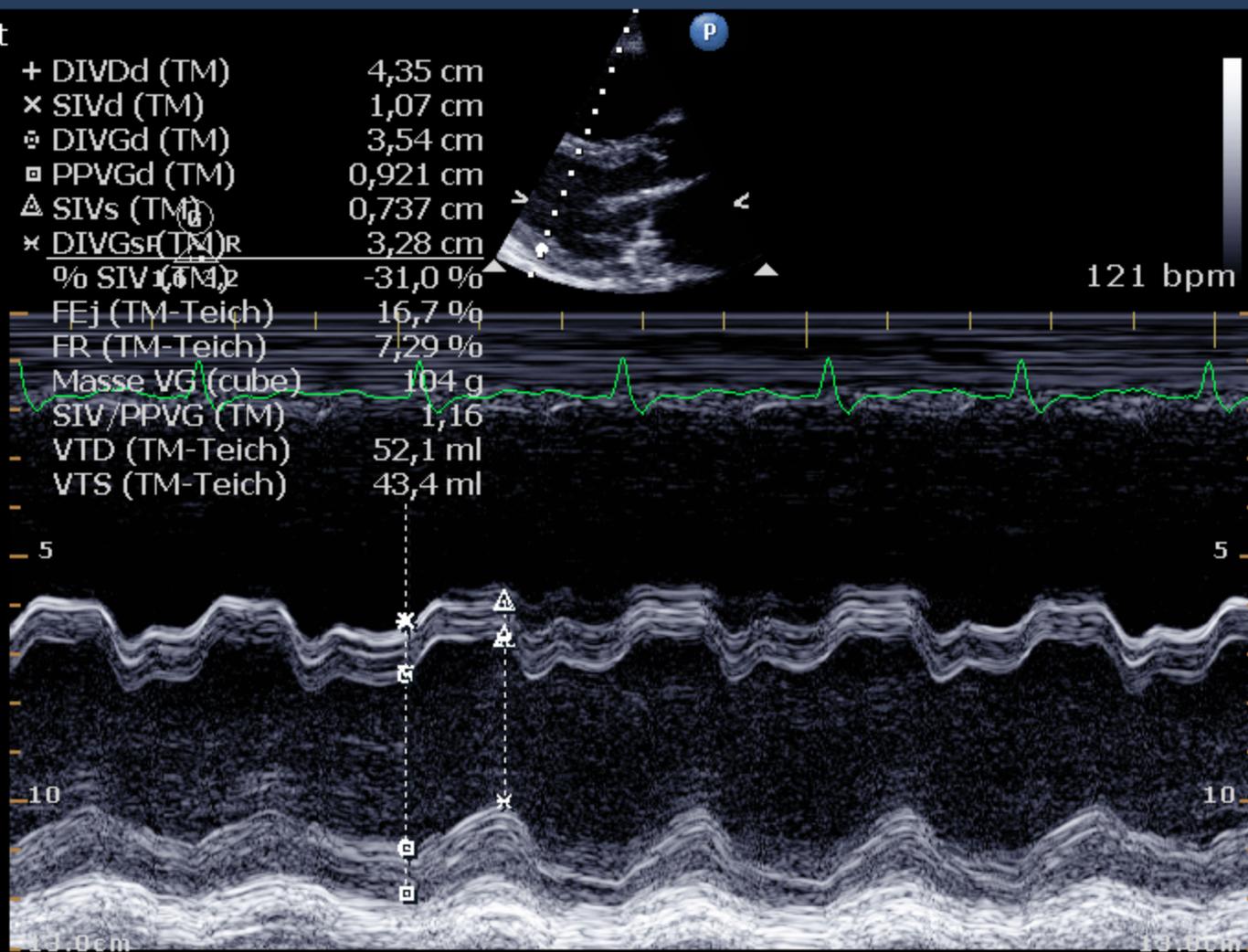
S5-1	+ DIVDd (TM)	4,35 cm
46Hz	x SIVd (TM)	1,07 cm
13,0cm	o DIVGd (TM)	3,54 cm
	□ PPVGd (TM)	0,921 cm

2D

HGén	△ SIVs (TM)	0,737 cm
Gn 30	x DIVGsR (TM)R	3,28 cm
C 50	% SIV (TM)	-31,0 %
3 / 2 / 0	FEj (TM-Teich)	16,7 %
	FR (TM-Teich)	7,29 %

TM

3 / 3	Masse VG (cube)	104 g
75 mm/s	SIV/PPVG (TM)	1,16
	VTD (TM-Teich)	52,1 ml
	VTS (TM-Teich)	43,4 ml



PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 1,2 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 0,6 10:43:12

CARDIO opt

S5-1

39Hz

13,0cm

2D

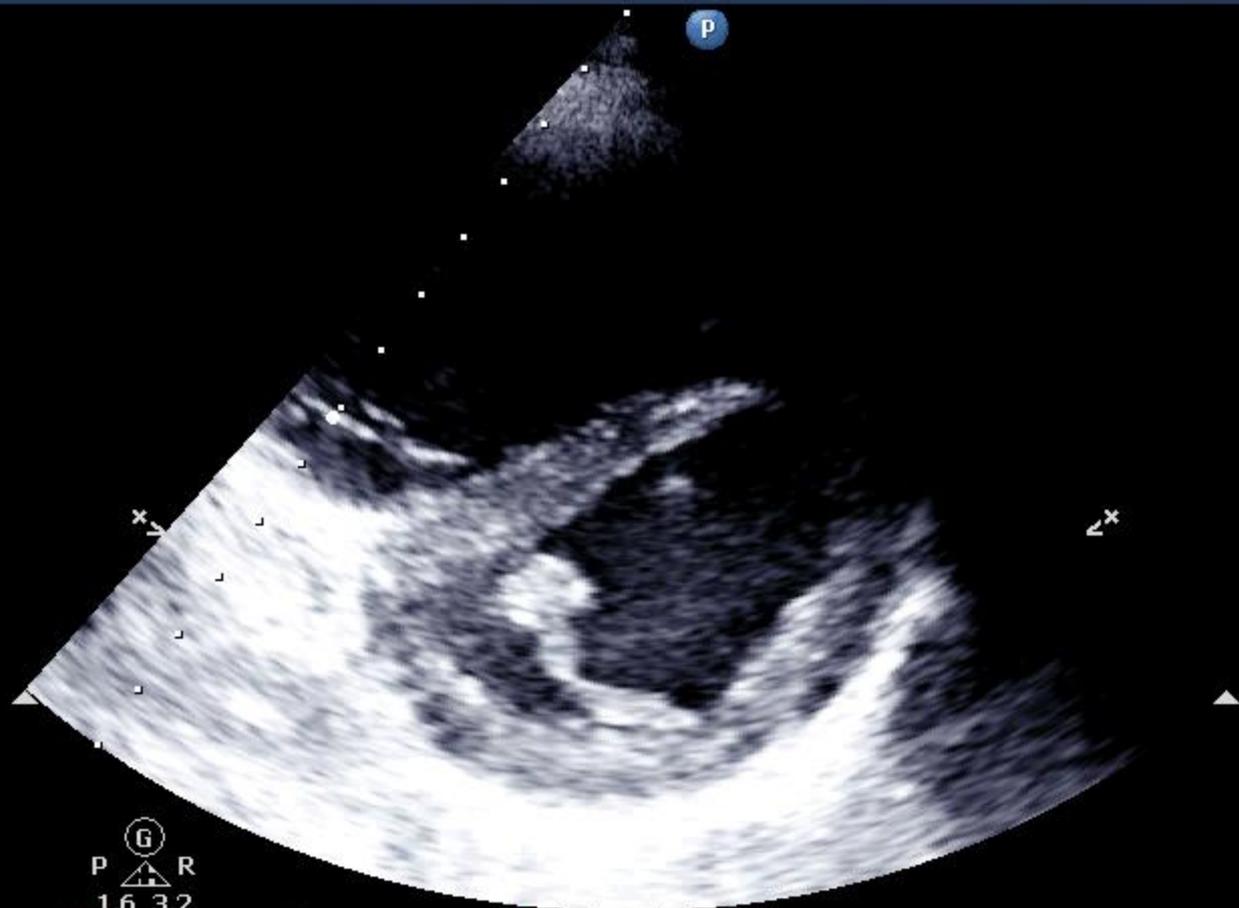
HGén

Gn 50

C 50

3 / 2 / 0

75 mm/s



G
P R
1,6 3,2



123
bpm

PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 1,0 02/12/2015

AT

CHU RENNES

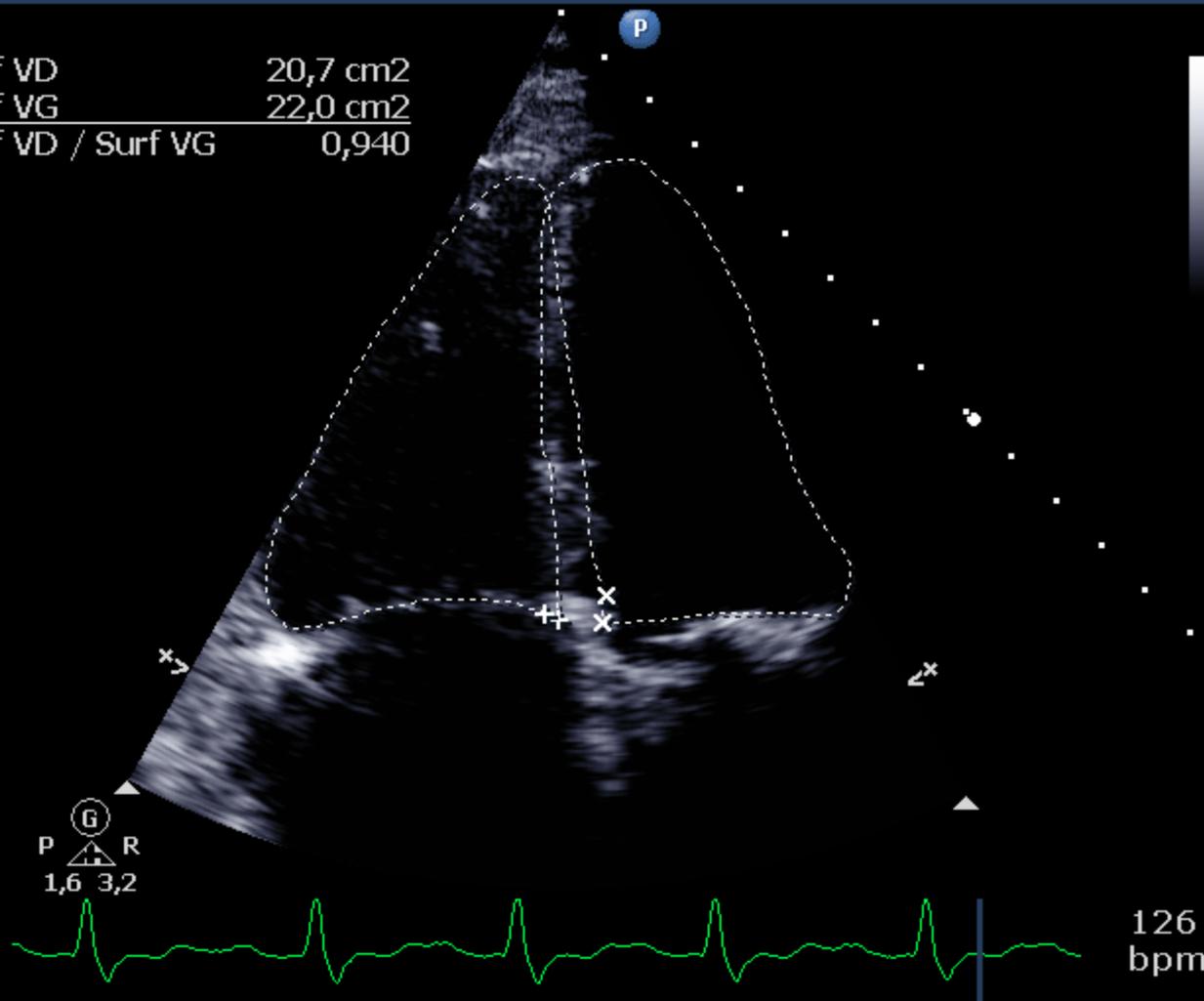
ITm 0,4 11:22:02

CARDIO opt

S5-1	+ Surf VD	20,7 cm ²
40Hz	× Surf VG	22,0 cm ²
14,0cm	Surf VD / Surf VG	0,940

2D

HGén
Gn 30
C 50
3 / 2 / 0
75 mm/s



PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 0,9 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 1,4 11:09:06

CARDIO opt

S5-1

25Hz

17,0cm

2D

HGén

Gn 50

C 50

3/2/0

75 mm/s

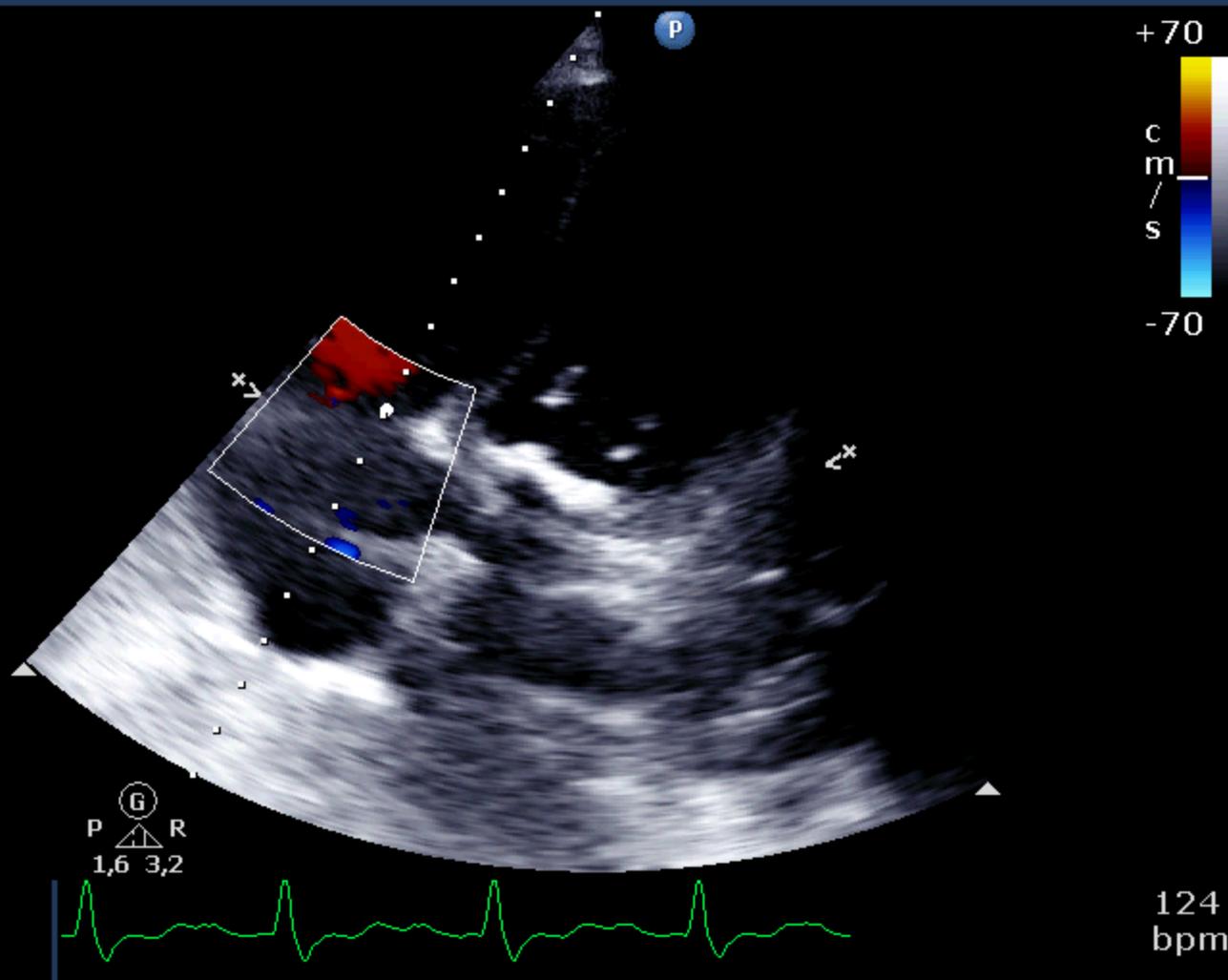
Couleur

2,5 MHz

Gn 60

4/5/1

Filtr Elevé



PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 0,1 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 0,5 11:12:01

CARDIO opt

S5-1

17,0cm

+ Vmax RT

291 cm/s

GP max RT

33,9 mmHg

+70

cm / s

2D

HGén

Gn 50

C 50

3 / 2 / 0



1250 rpm

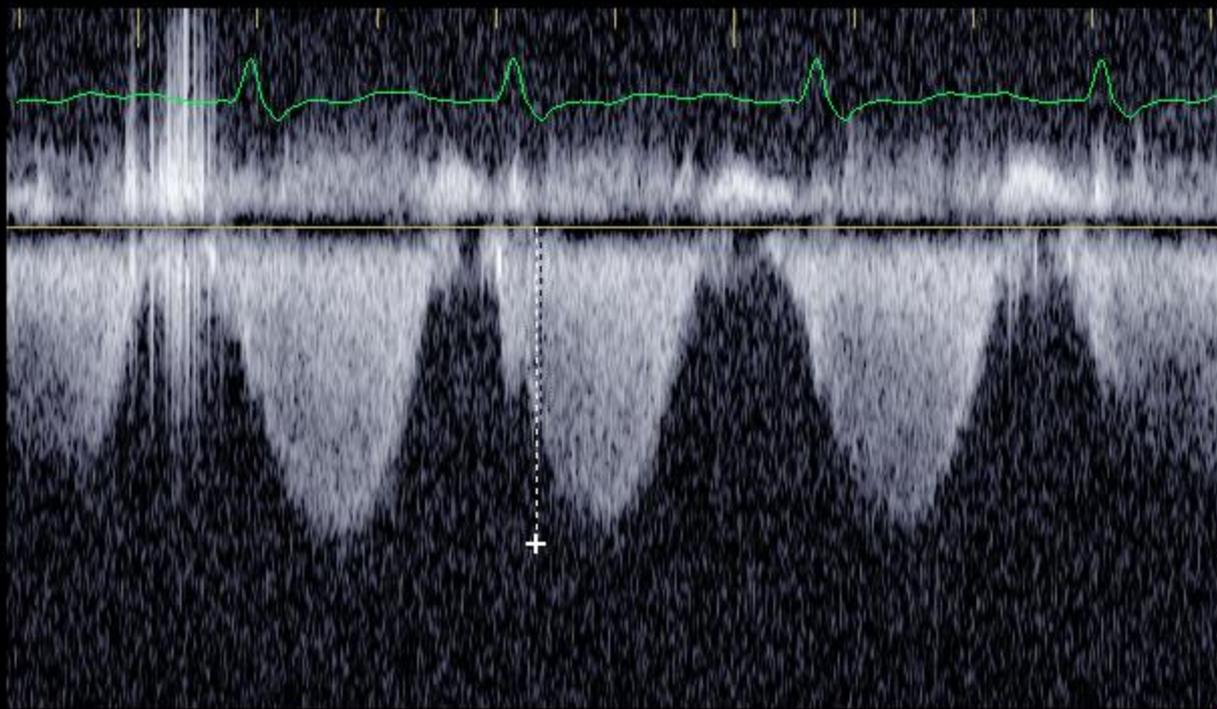
Couleur

2,5 MHz

Gn 60

4 / 5 / 1

Filtr Elevé



100

0

100

200

300

400

+ cm / s -

DC

1,7 MHz

Gn 68

9,4 cm

Angle 0°

Filtr 800Hz

100 mm/s

PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 0,9 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 0,4 11:25:33

CARDIO opt

S5-1

40Hz

18,0cm

2D

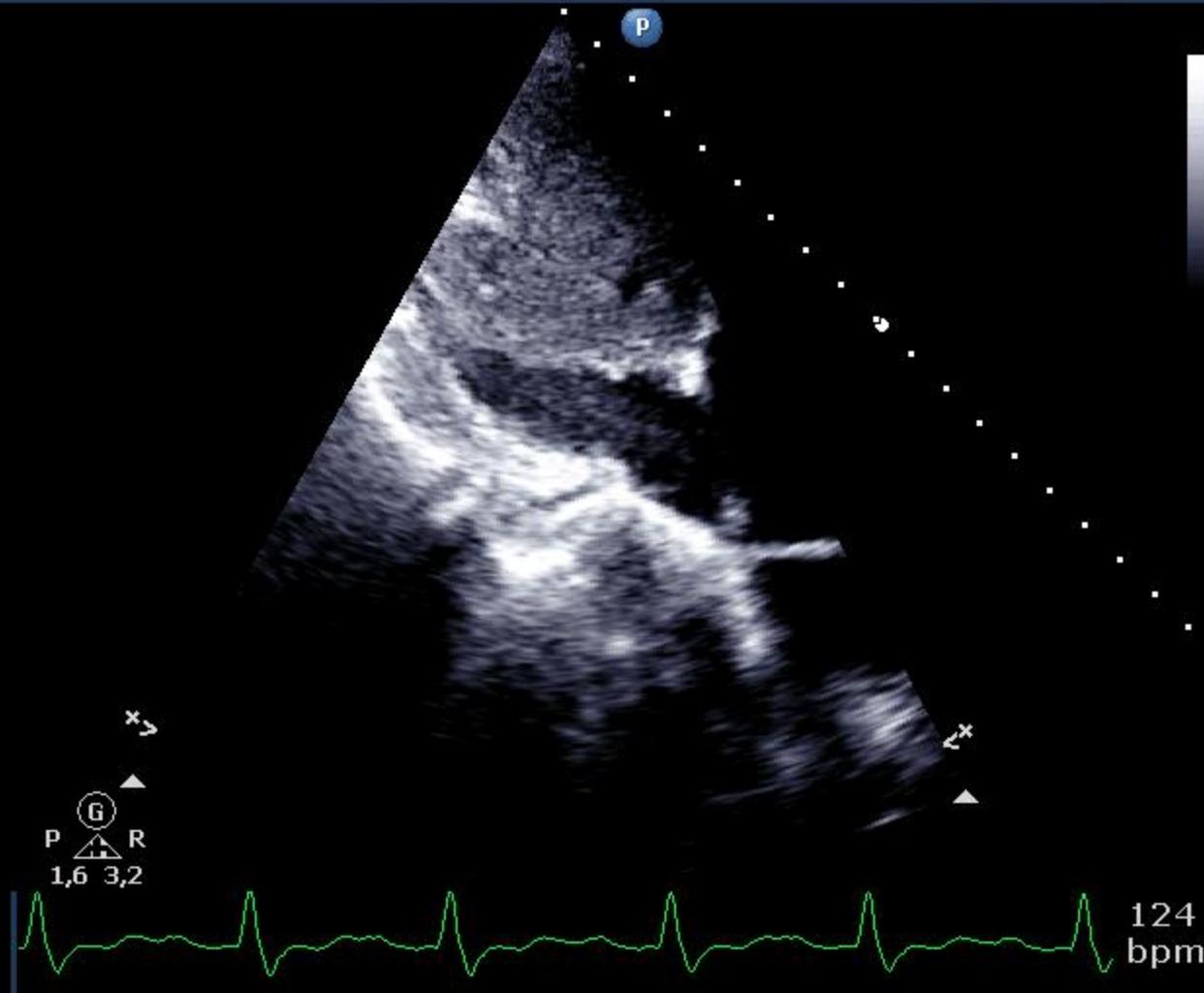
HGén

Gn 30

C 50

3 / 2 / 0

75 mm/s



PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 0,9 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 0,5 11:26:06

CARDIO opt

S5-1

35Hz

18,0cm

2D

HGén

Gn 30

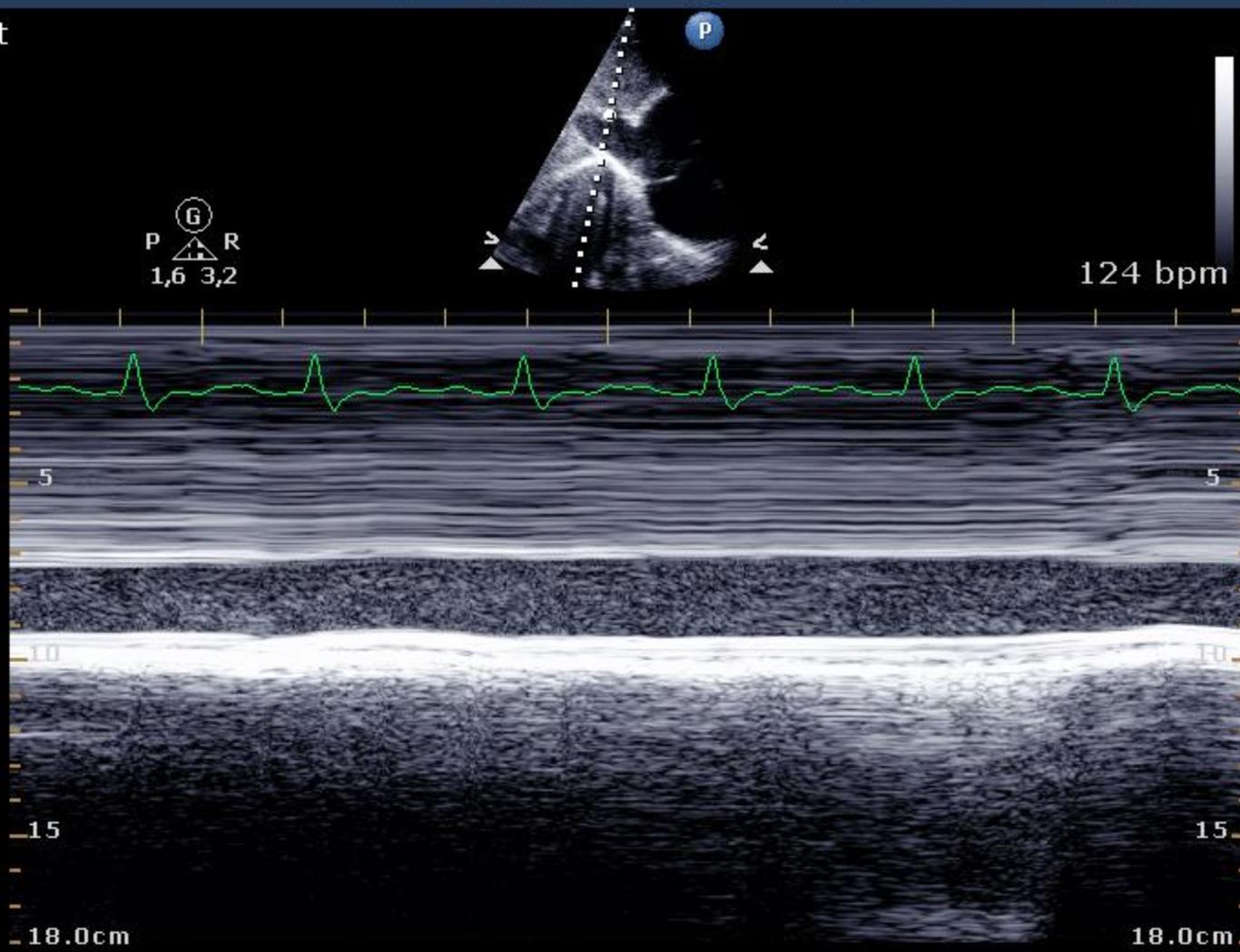
C 50

3/2/0

TM

3/3

75 mm/s



PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 0,9 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 0,5 11:13:20

CARDIO opt

S5-1 + TAPSE 8,19 mm

38Hz

17,0cm

2D

HGén

Gn 50

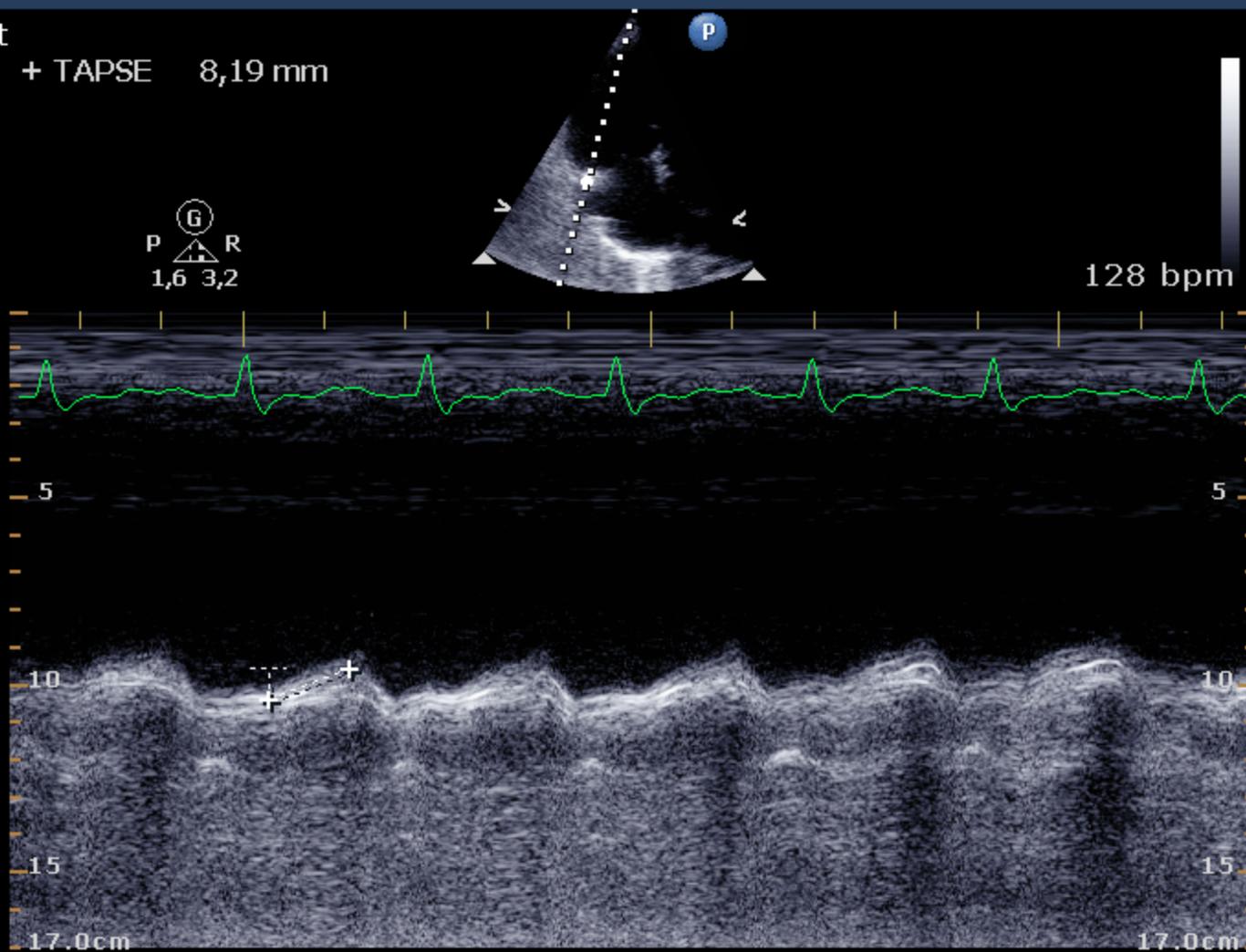
C 50

3/2/0

TM

3/3

75 mm/s



PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

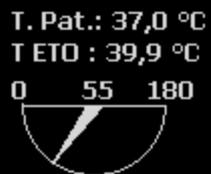
IM 0,5 02/12/2015

AT

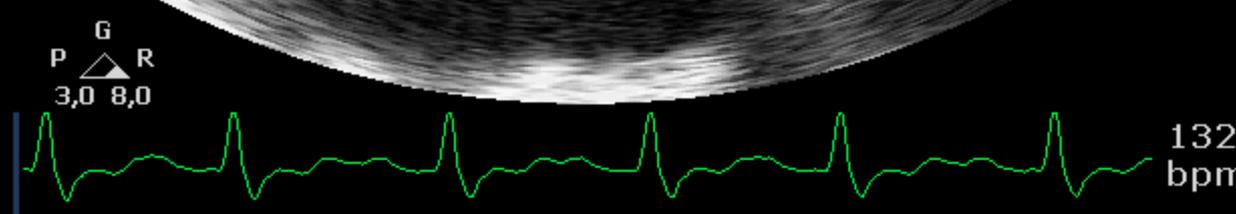
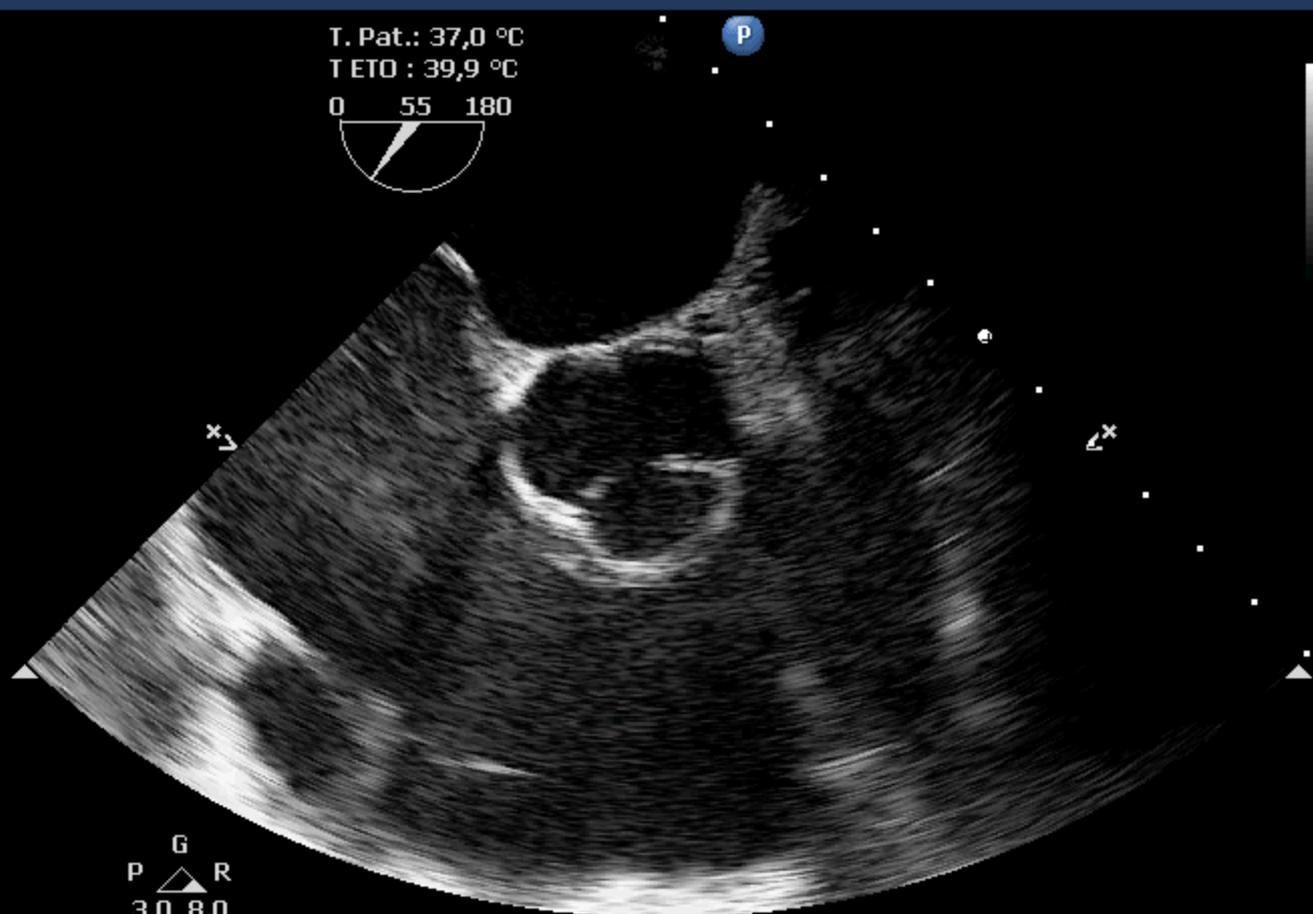
CHU RENNES

ITm 0,1 11:33:52

ETO OPT
X7-2t
31Hz
12,0cm



2D
Rés
Gn 60
C 50
4/2/0
75 mm/s



PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 0,5 02/12/2015

AT

CHU RENNES

ITm 0,1 11:35:51

ETO OPT

X7-2t

31Hz

12,0cm

T. Pat.: 37,0 °C

T ETO : 40,3 °C

0 91 180



2D

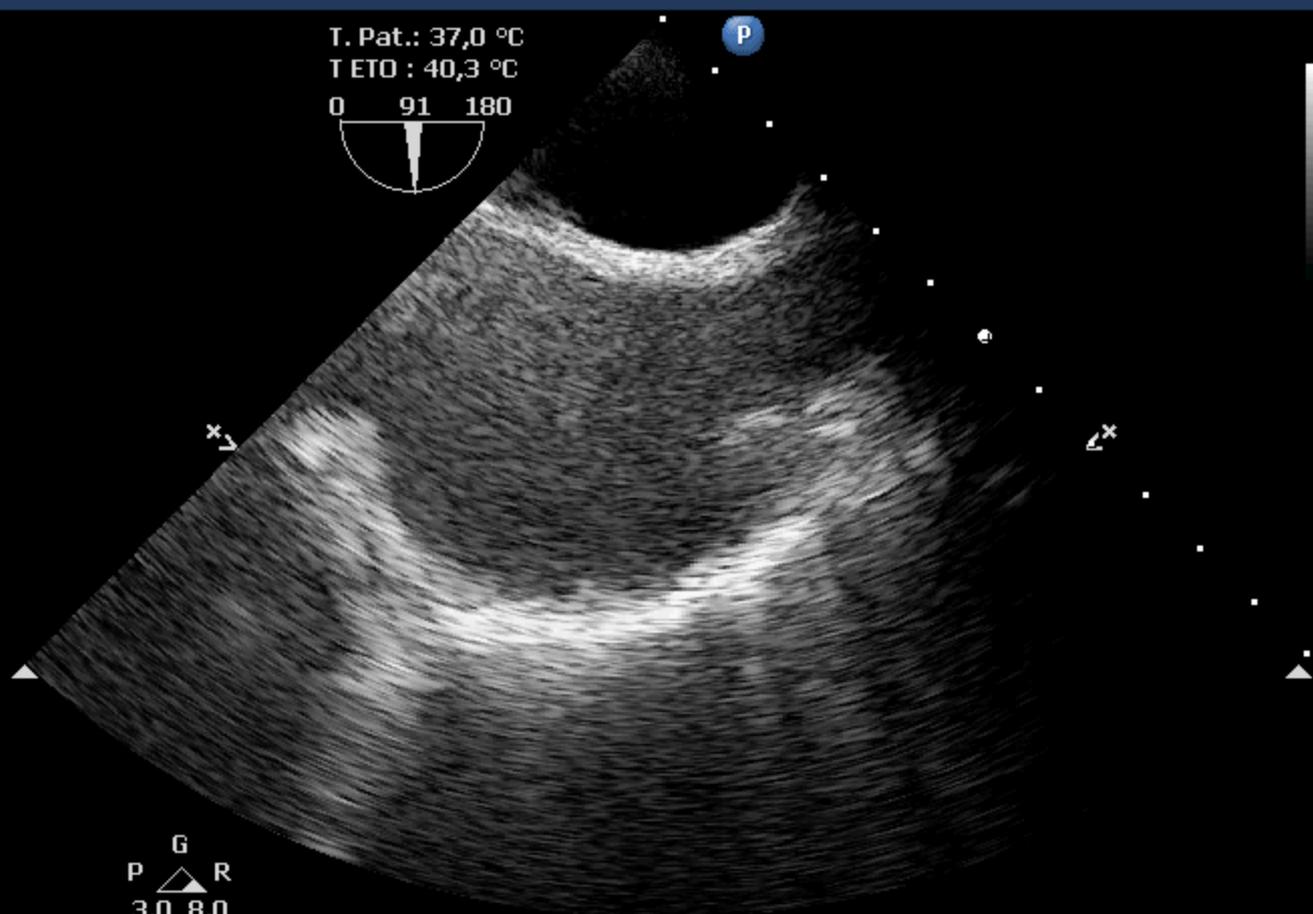
Rés

Gn 60

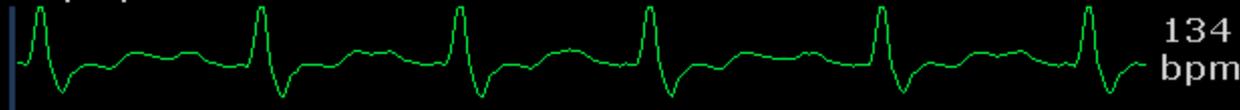
C 50

4/2/0

75 mm/s



G
P \triangle R
3,0 8,0



Merci de votre attention