

# 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

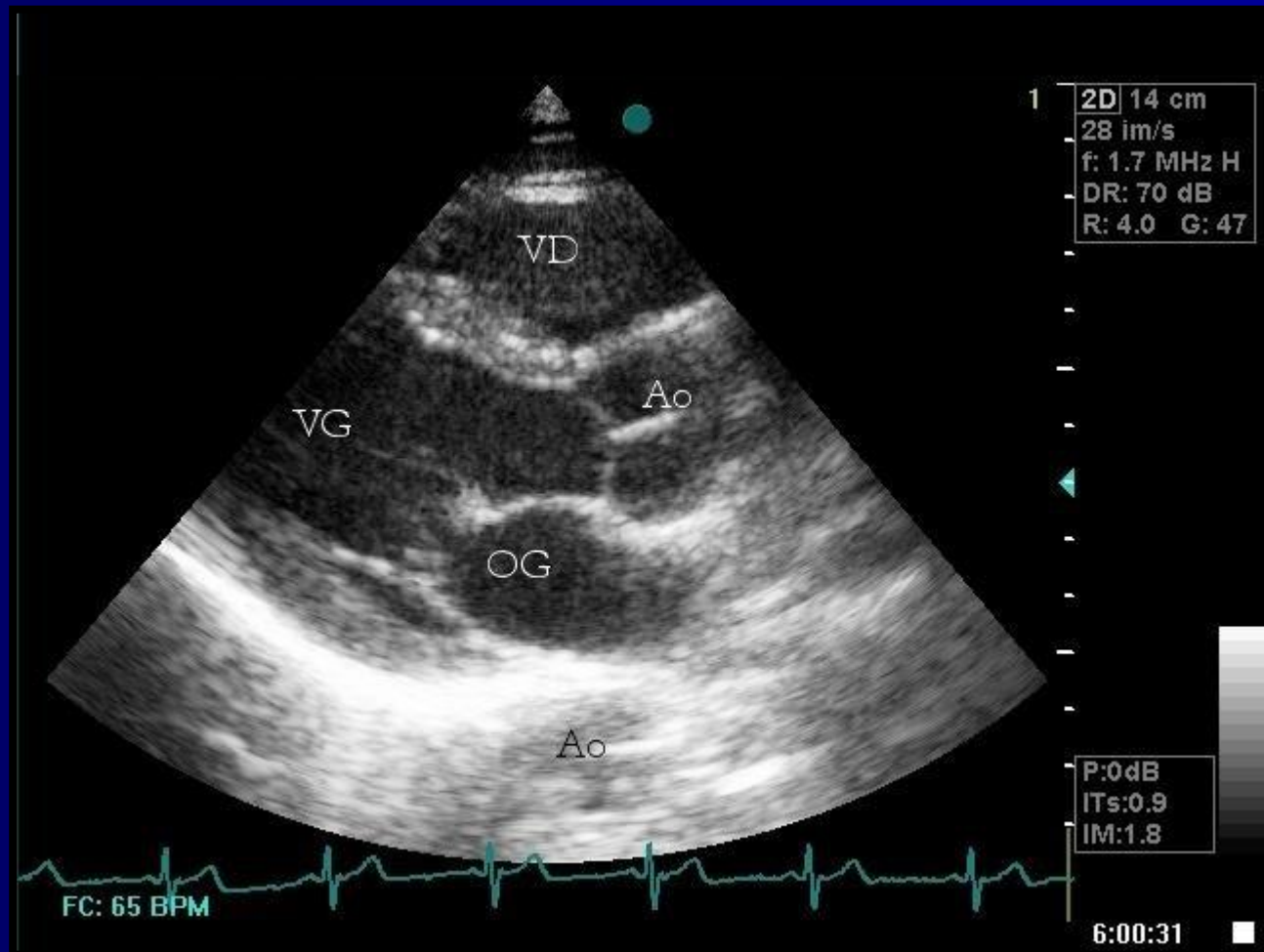
- Evaluation de la PAP

  - Méthode IT

  - Méthode IP

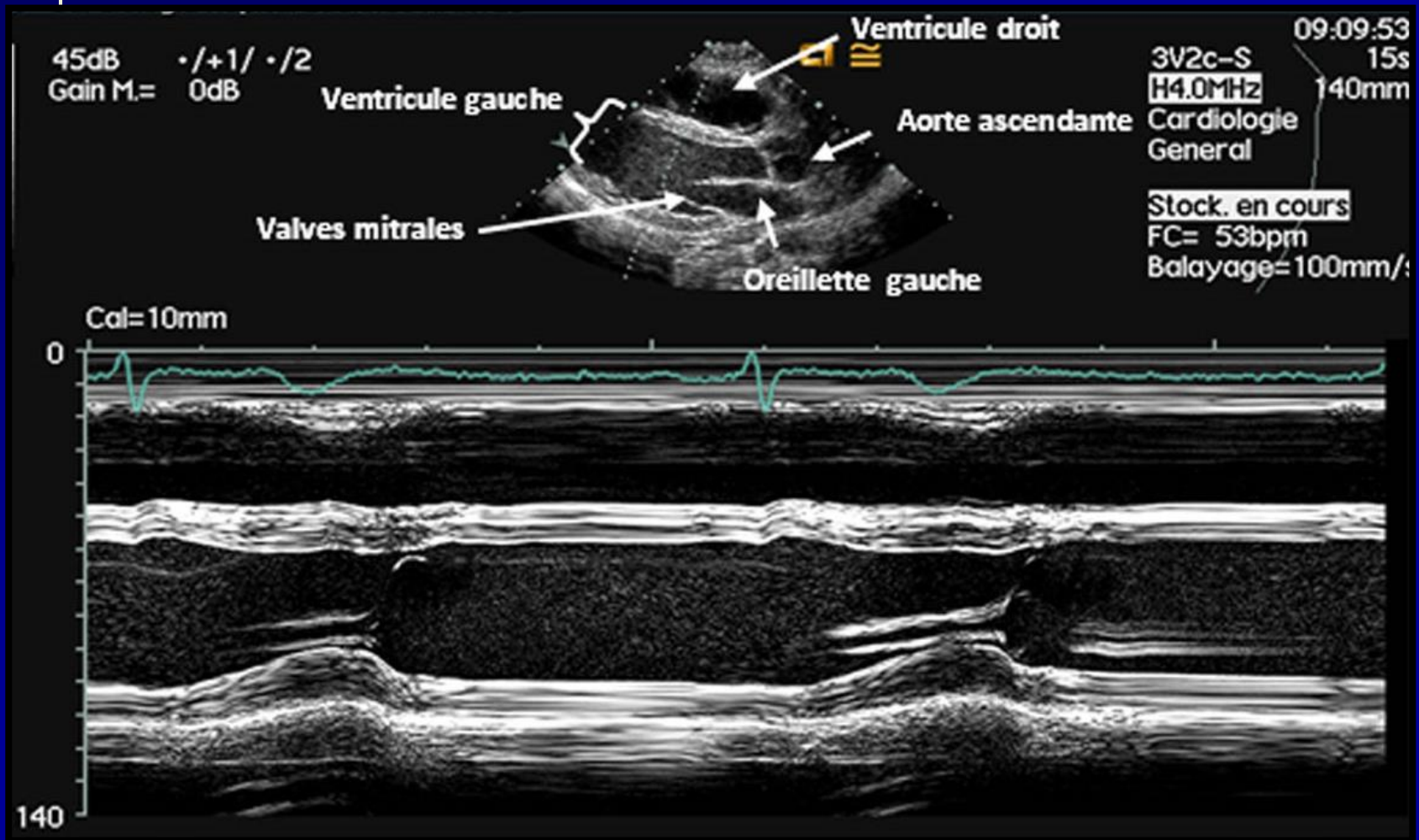
# Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Grand Axe en 2D



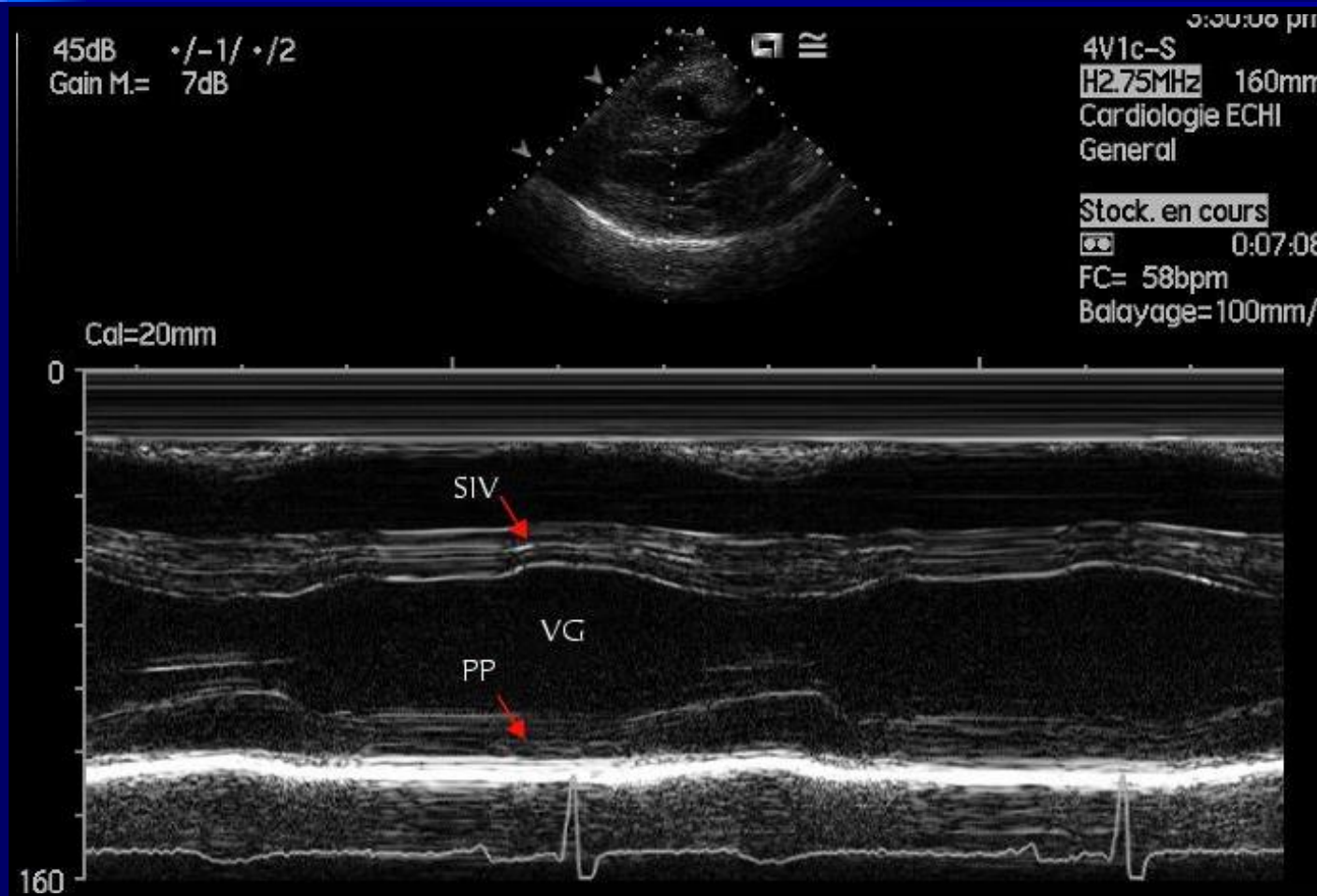
# Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Grand Axe en TM



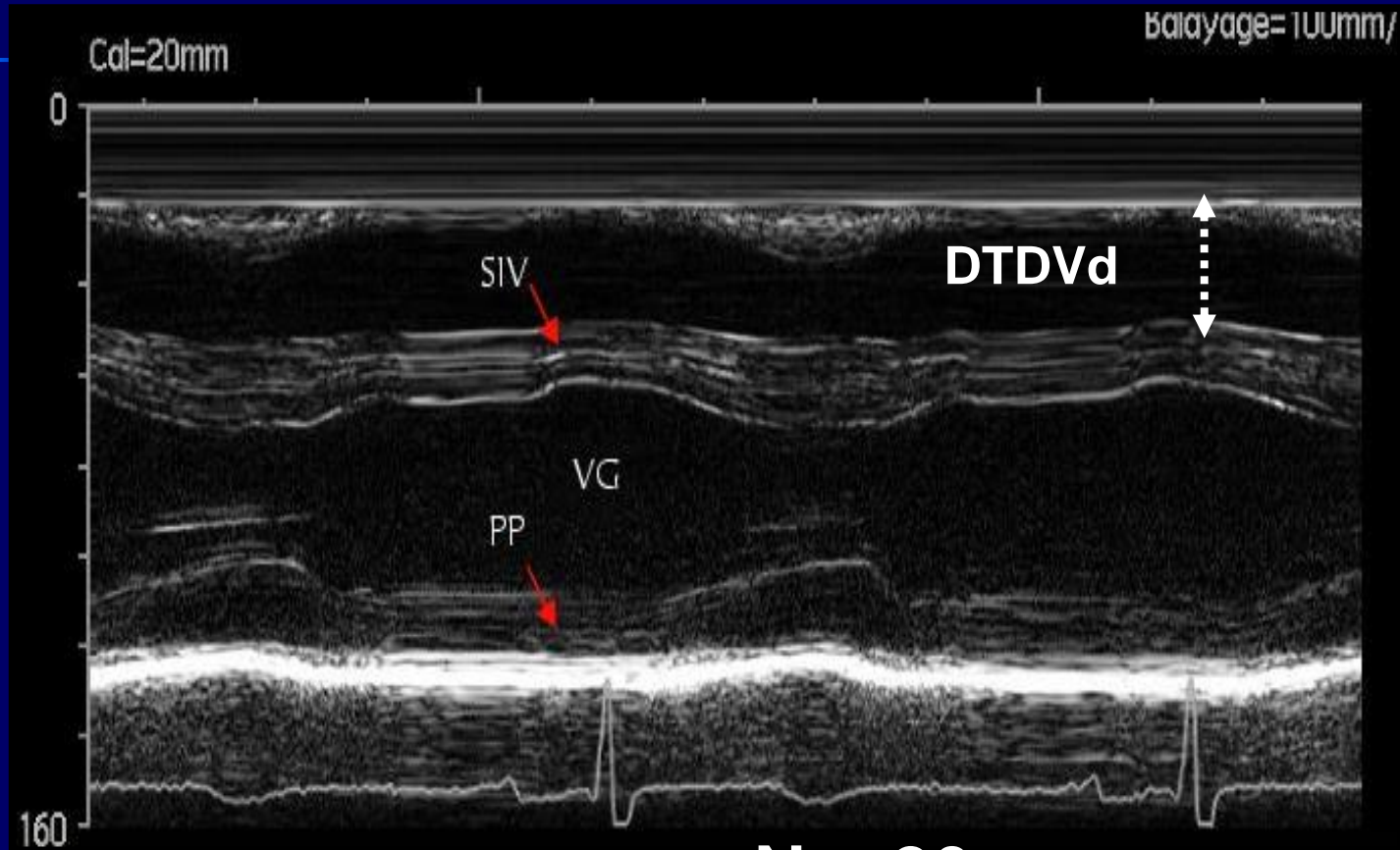
# Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Grand Axe en TM



# Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Grand Axe en TM

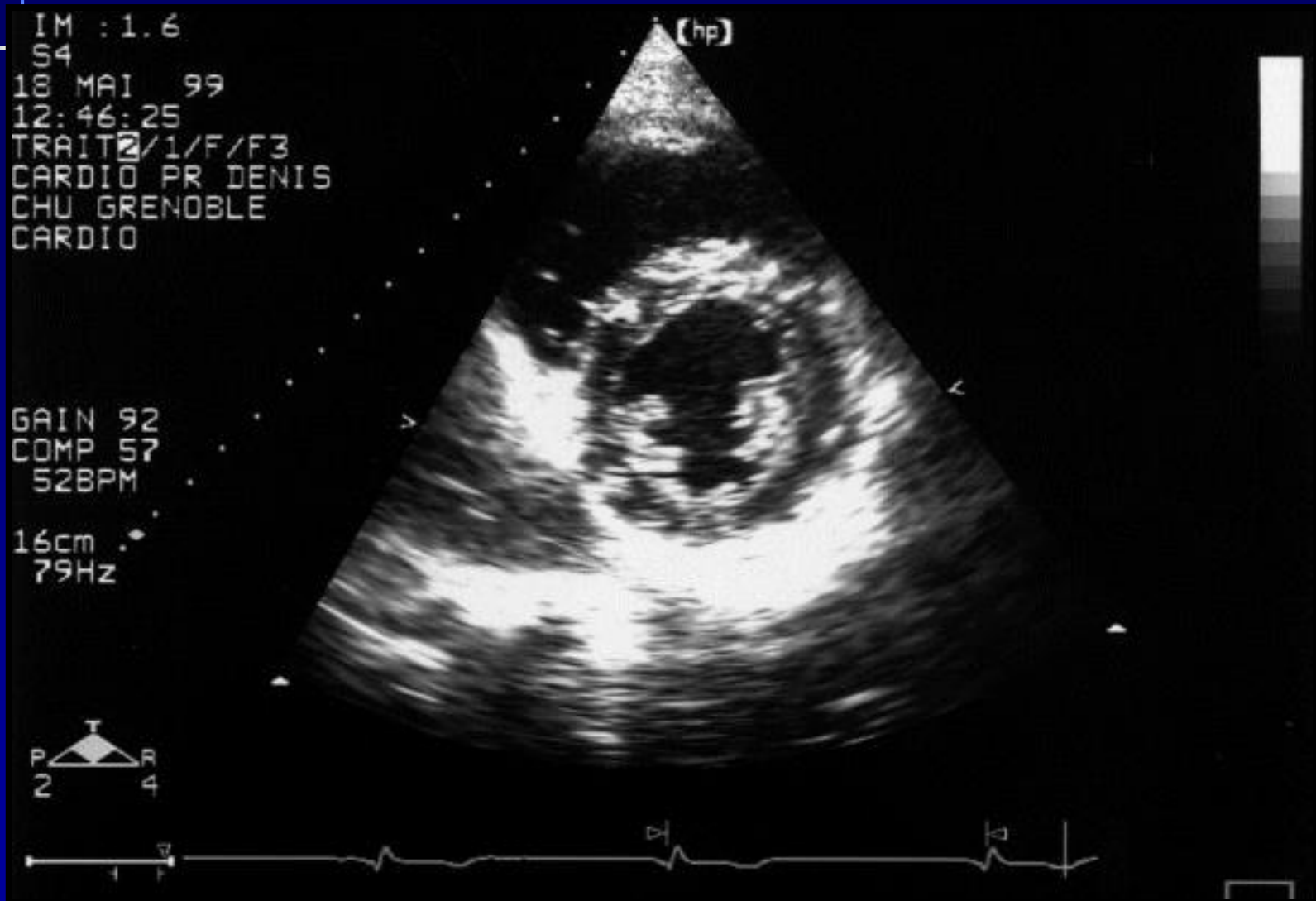


**$N < 26 \text{ mm}$**

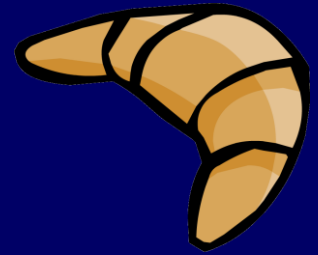
**ou  $< 14,4 \pm 2,2 \text{ mm/m}^2$**

# Ventricule Droit en ETT

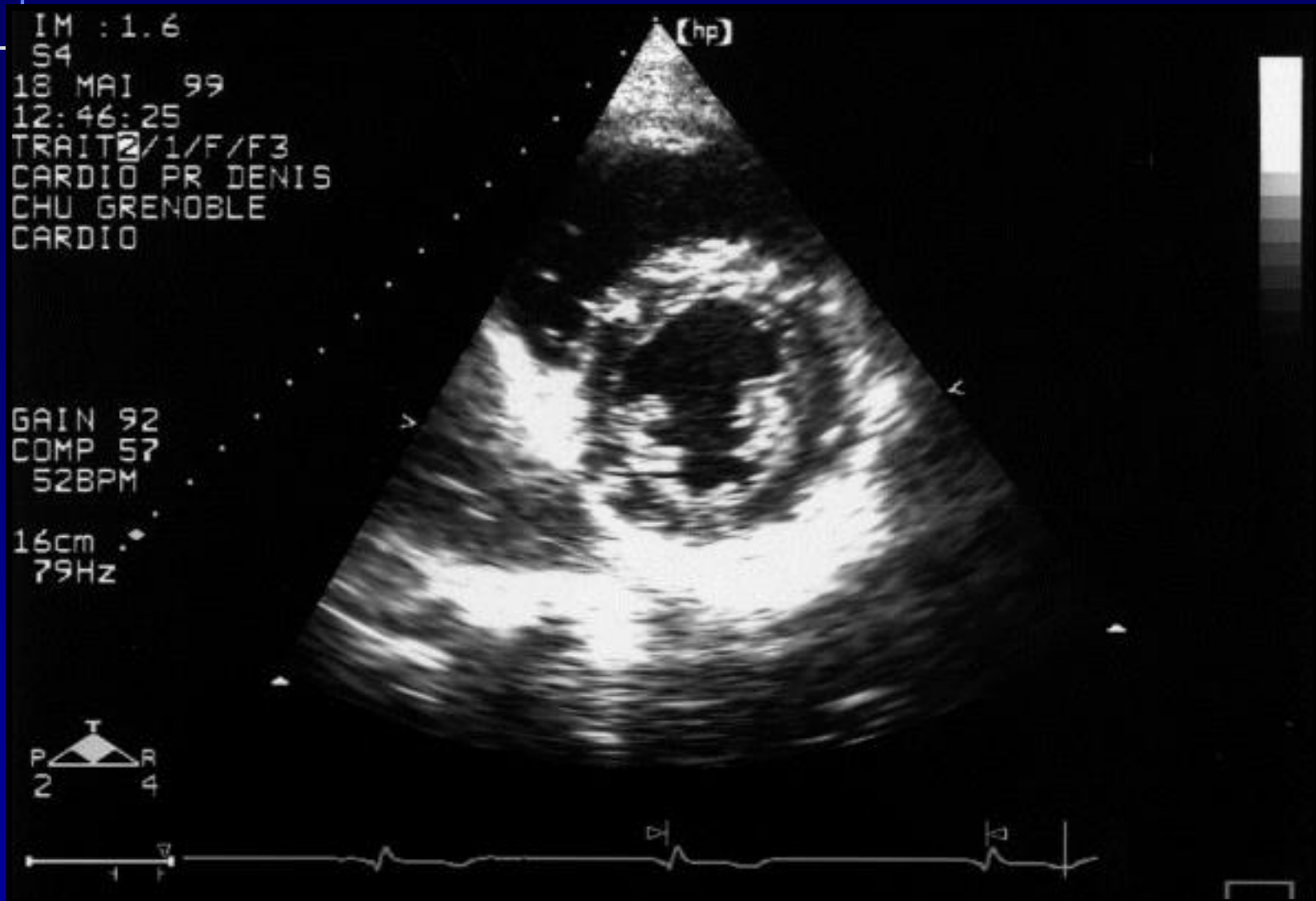
Para sternale Gauche Petit Axe



# Ventricule Droit en ETT



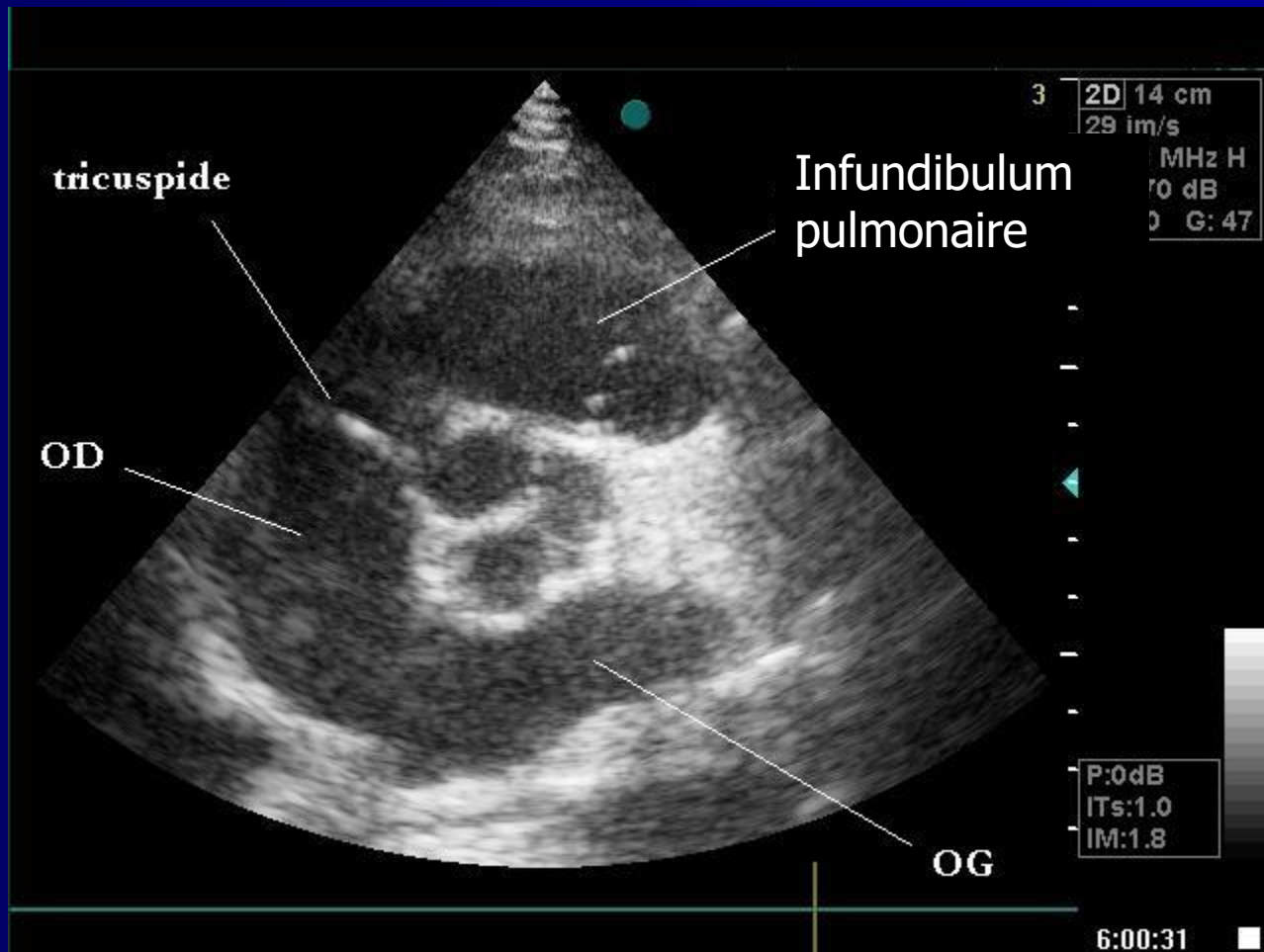
Para sternale Gauche Petit Axe





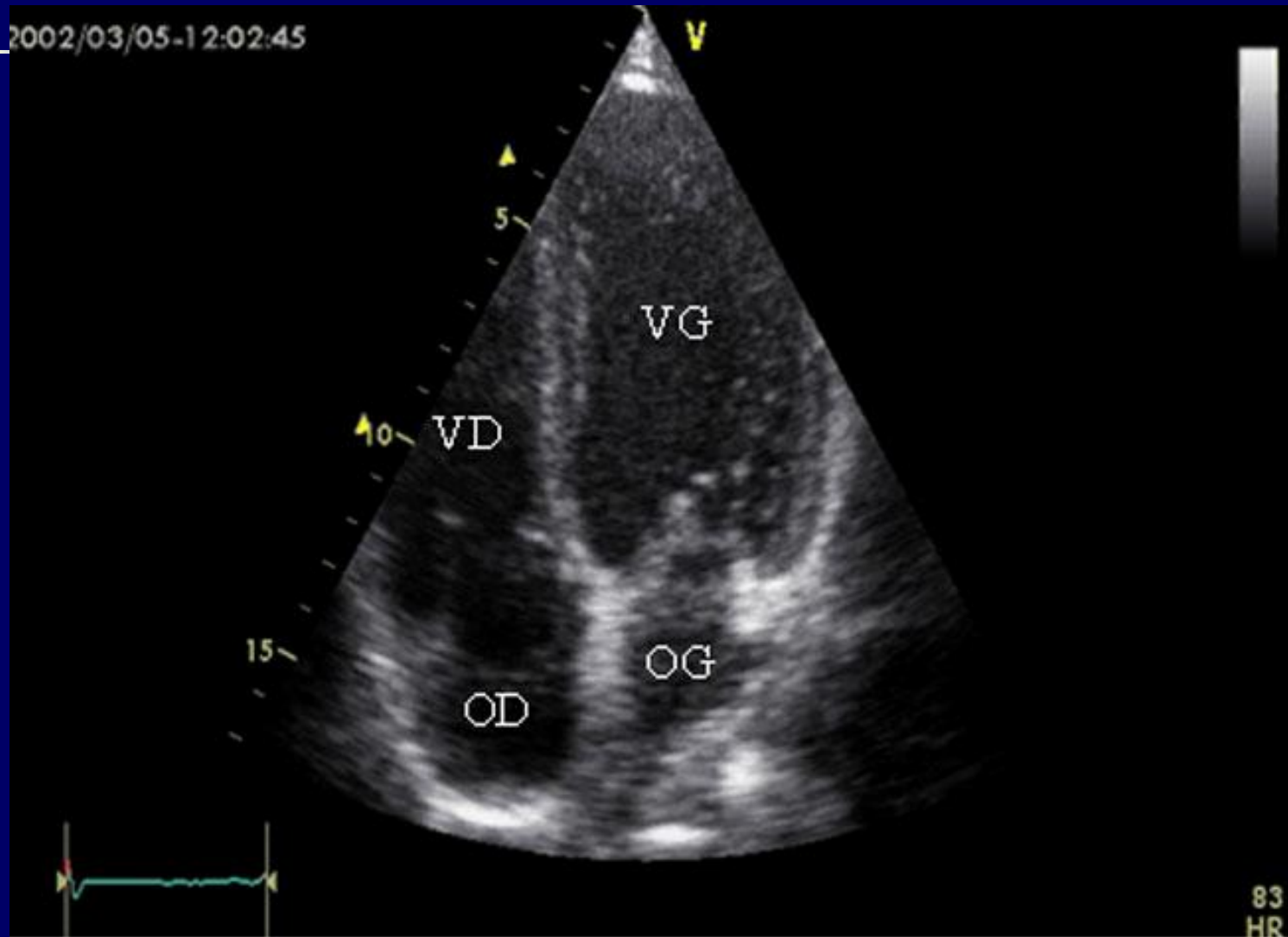
# Ventricule Droit en ETT

Para sternale Gauche Petit Axe



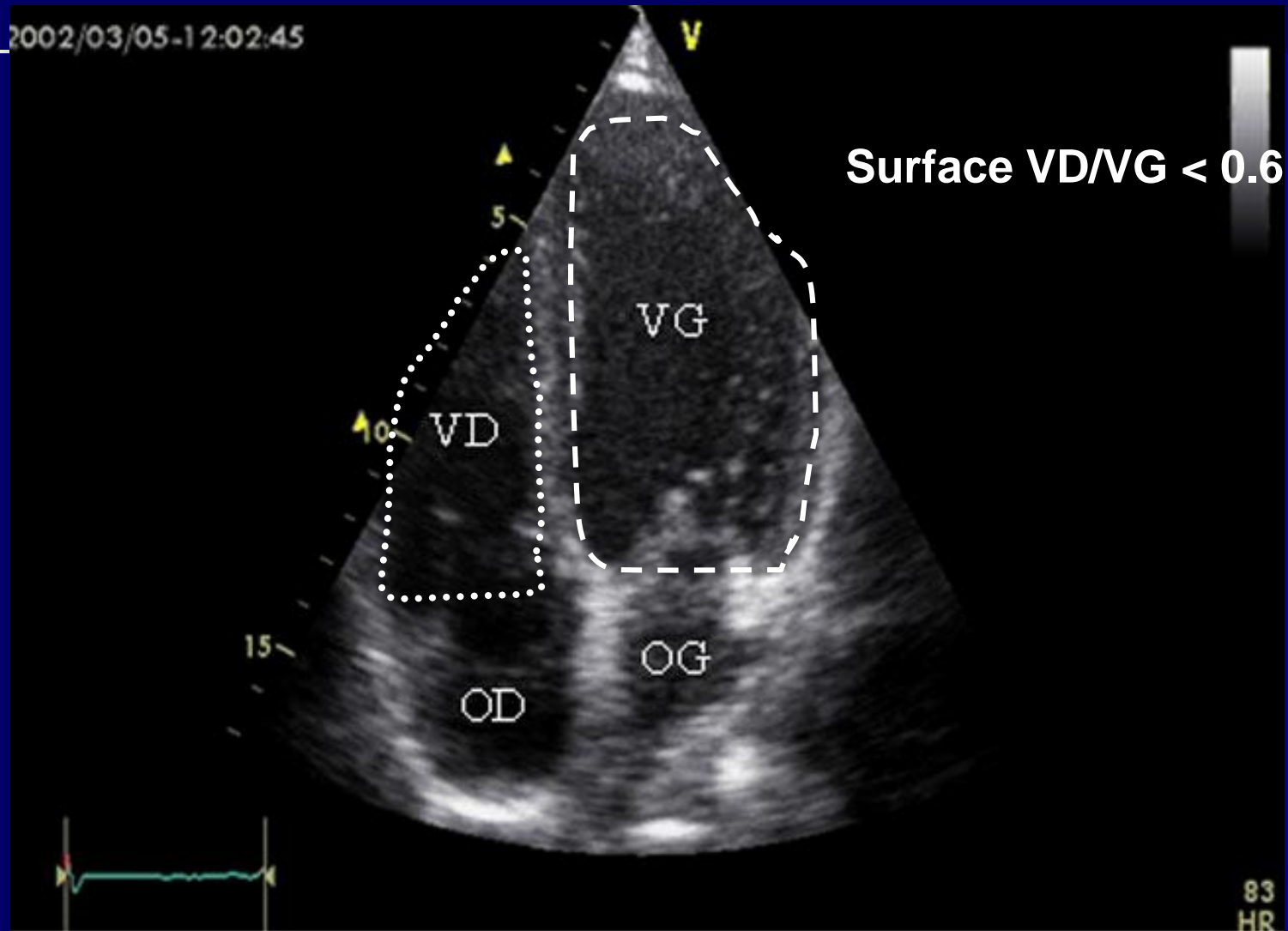
# Ventricule Droit en ETT

## Coupe Apicale 4 cavités



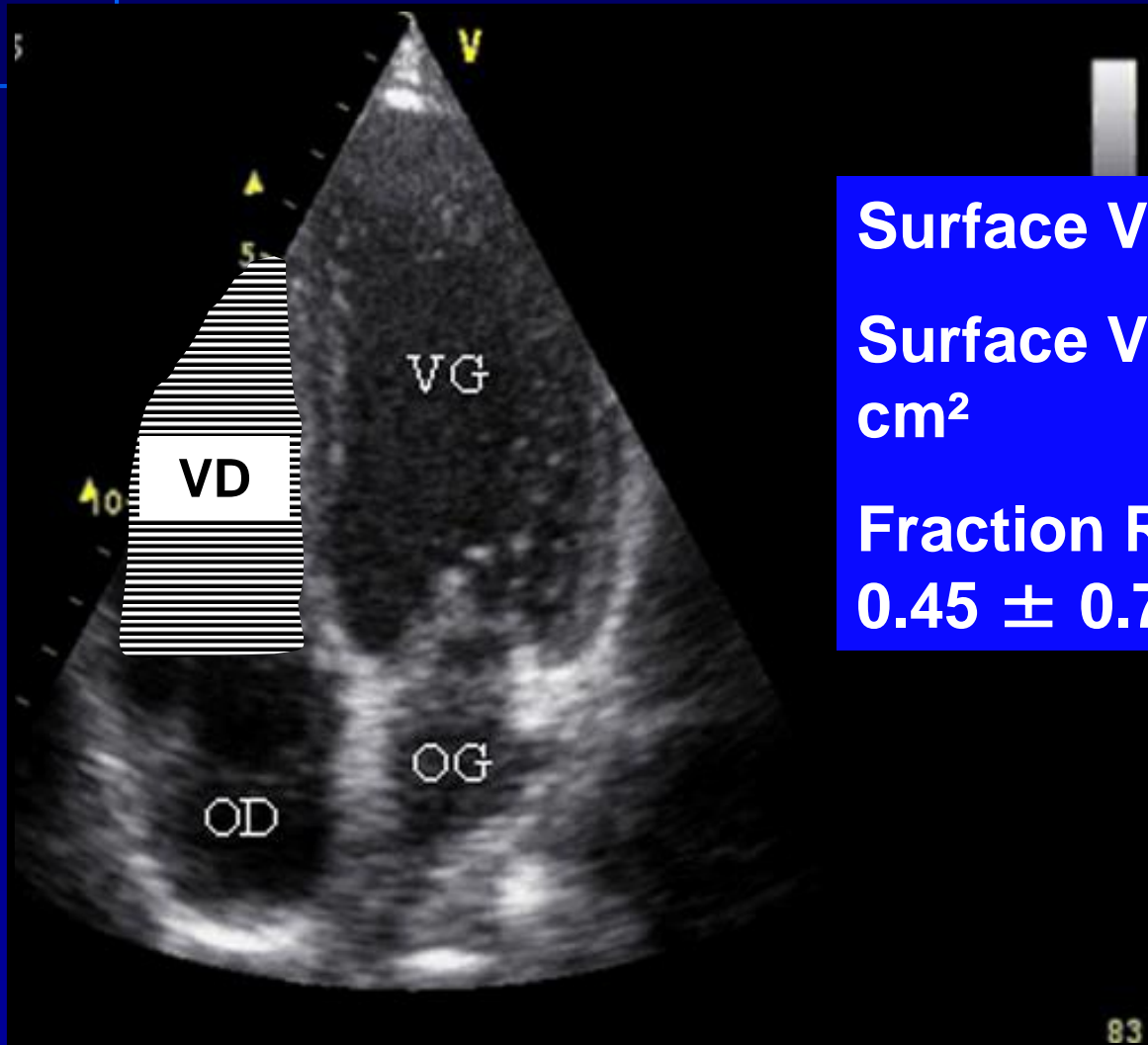
# Ventricule Droit en ETT

## 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 =  $0.45 \pm 0.7$

# 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

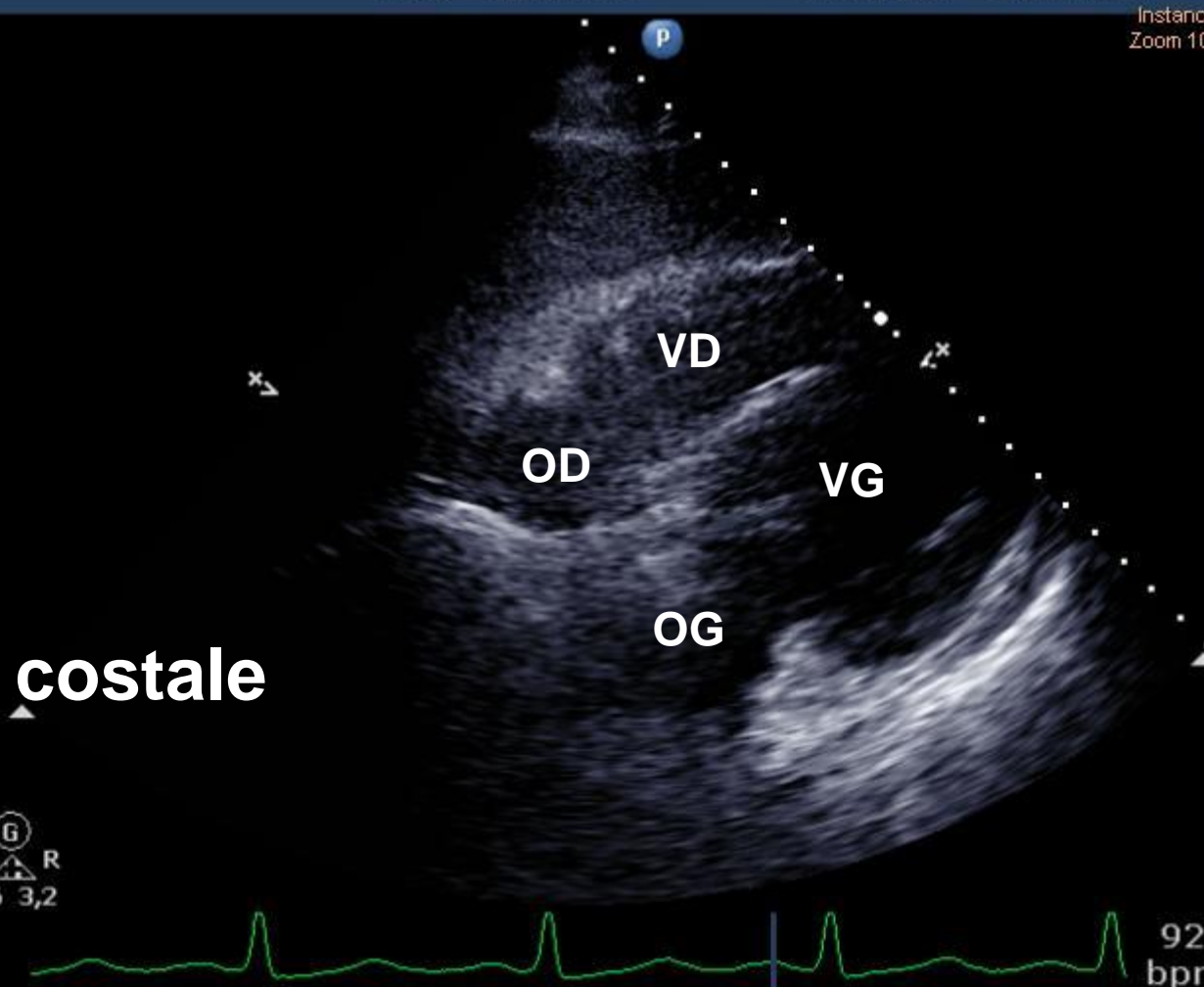
C 50

3/2/0

75 mm/s

Coupe Sous costale

G  
P R  
1,6 3,2



92  
bpm

# Ventricule Droit en ETT

DIVAY GUY  
12-11-09-18565  
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

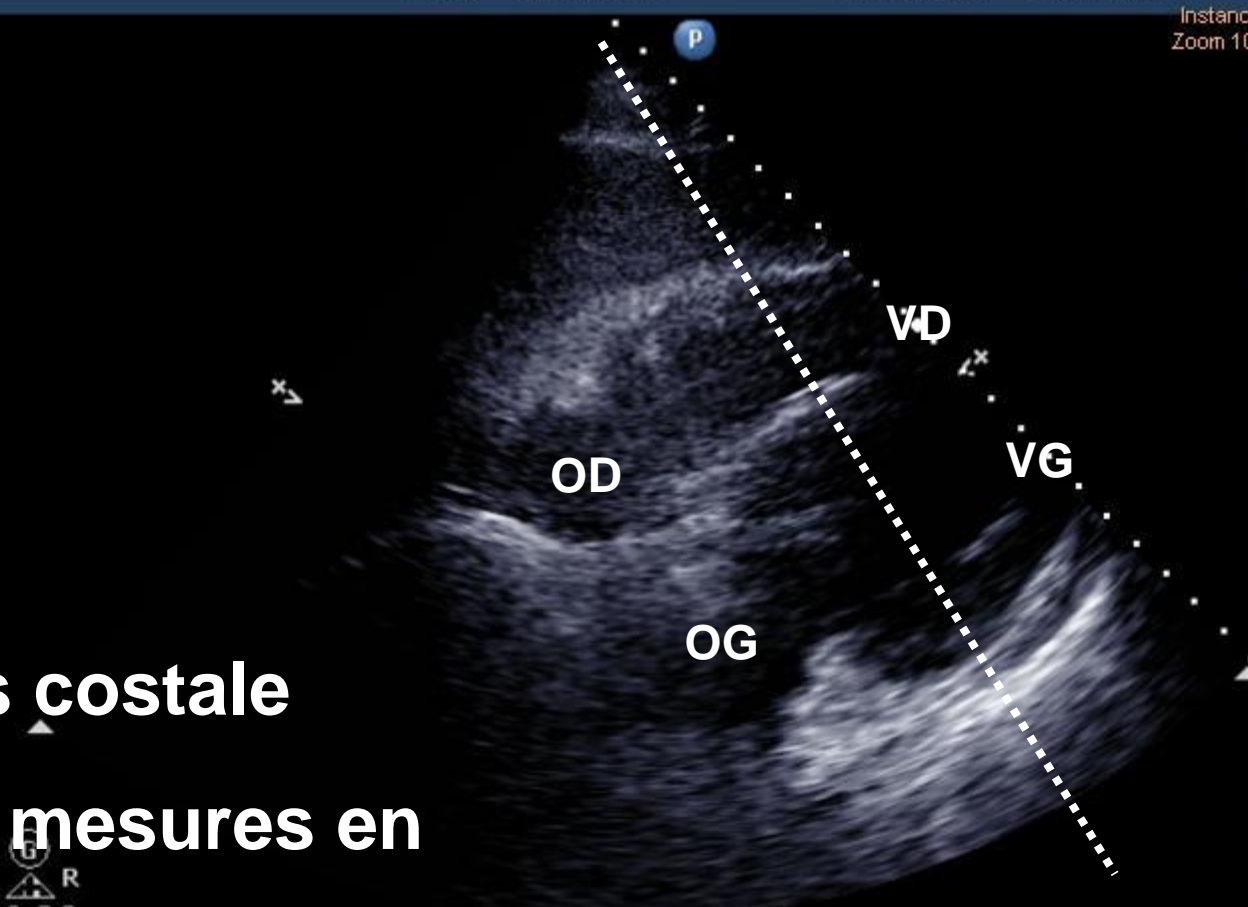
19:15:24

Instance:  
Zoom 100

CARDIO opt  
S5-1  
24Hz  
22cm

2D

HGén  
Gn 46  
C 50  
3/2/0  
75 mm/s



Coupe Sous costale

Validité des mesures en

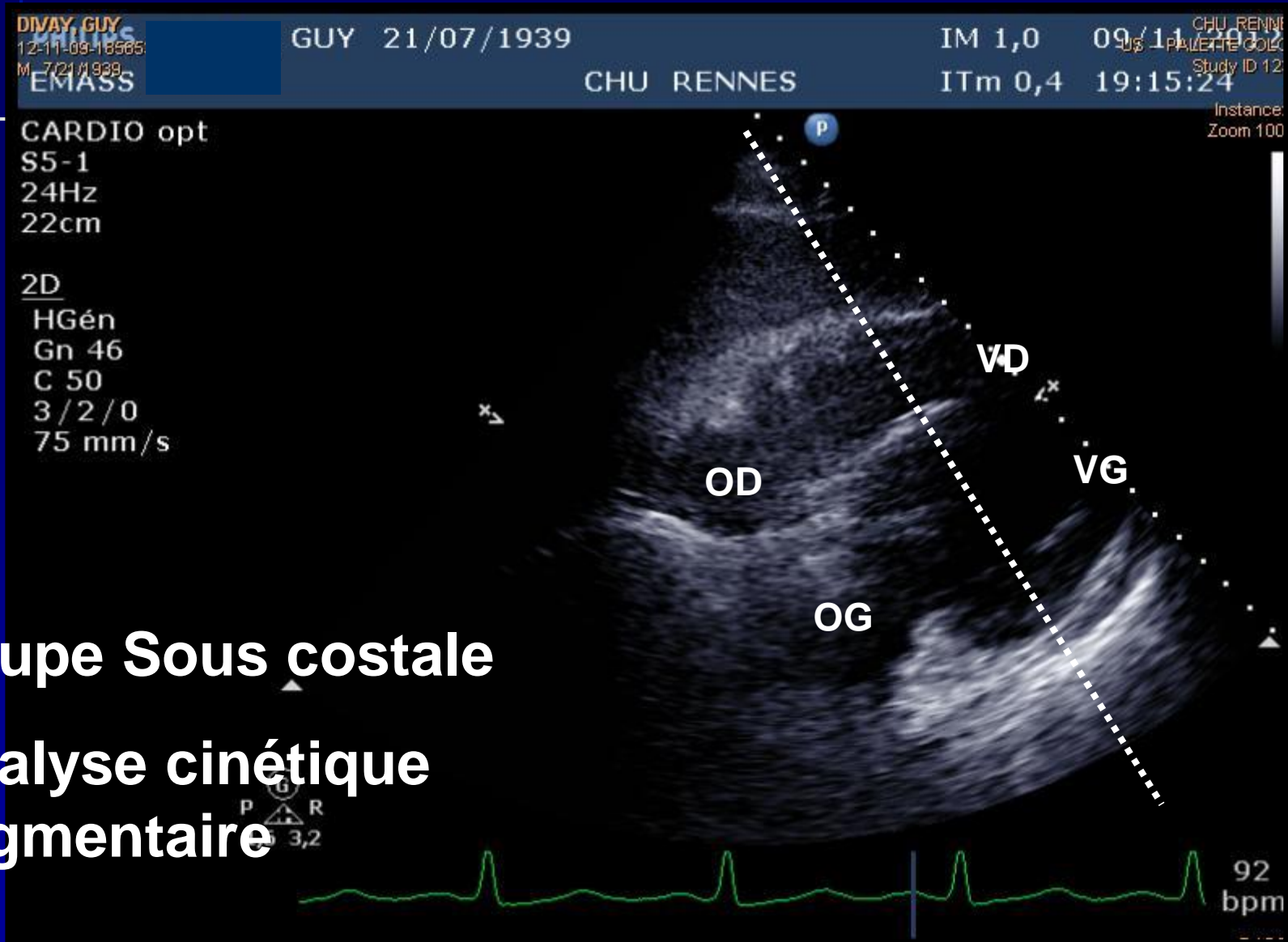
TM

P R  
1,6 3,2



92 bpm

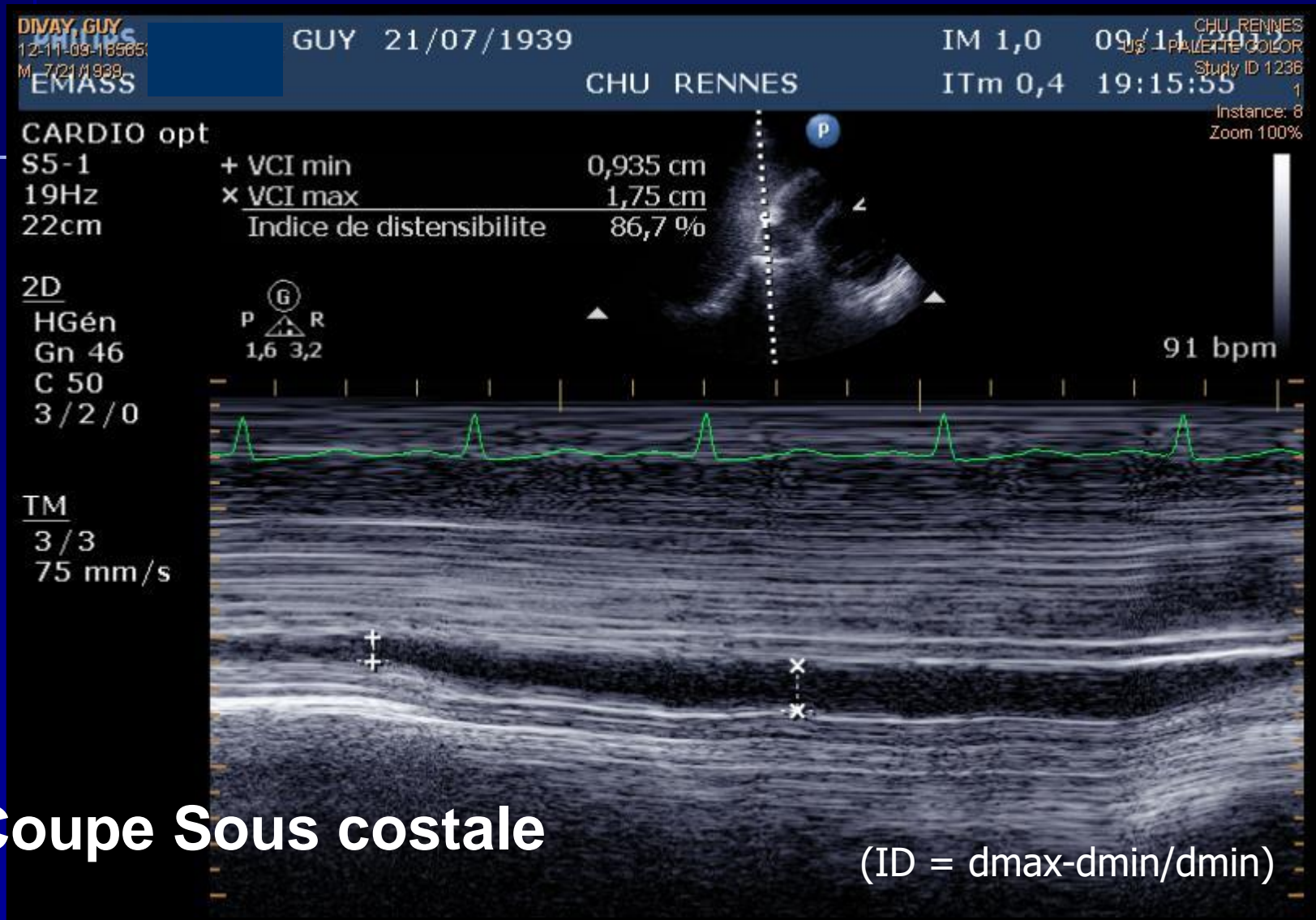
# Ventricule Droit en ETT



**Coupe Sous costale**

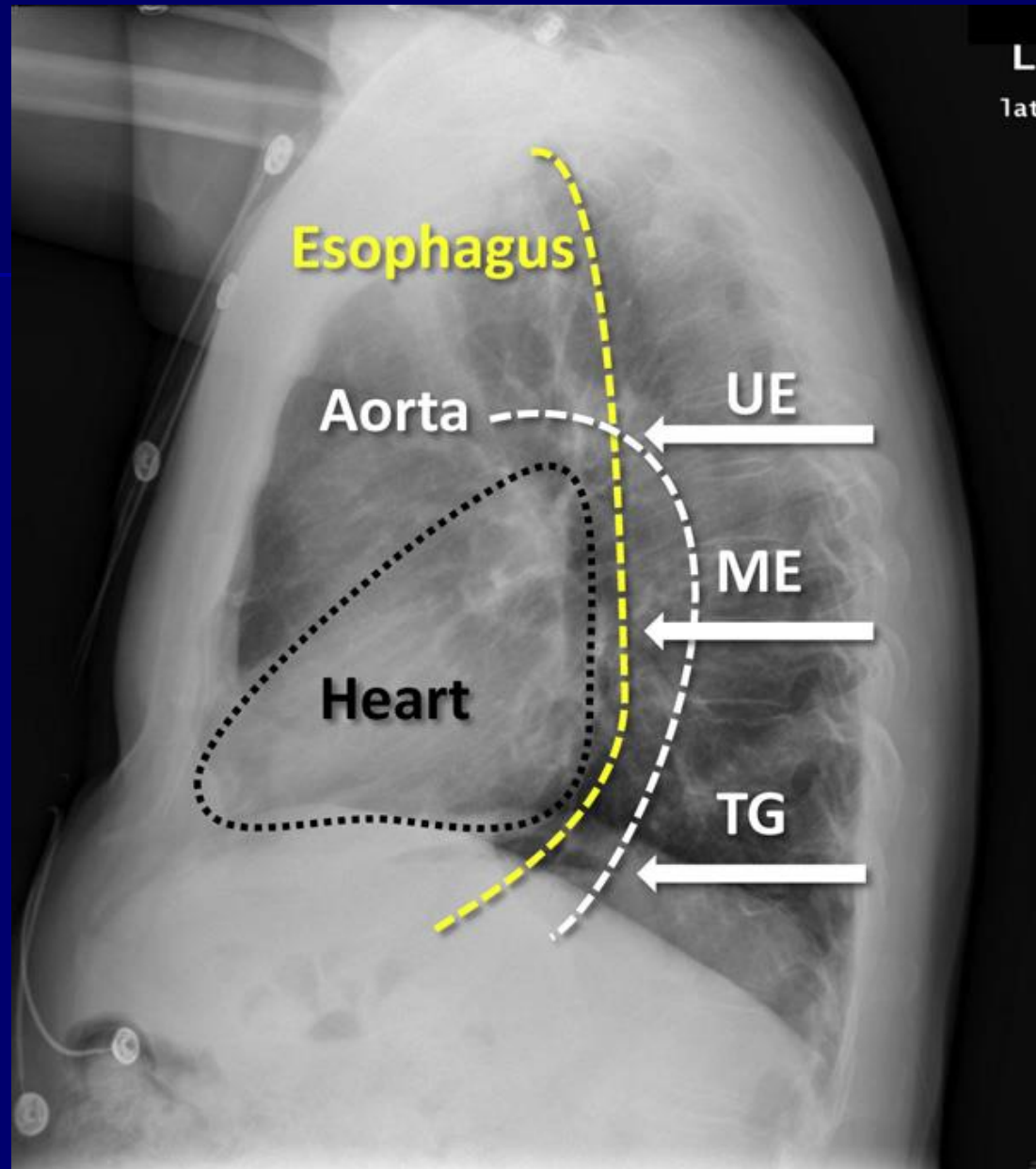
**Analyse cinétique  
segmentaire**

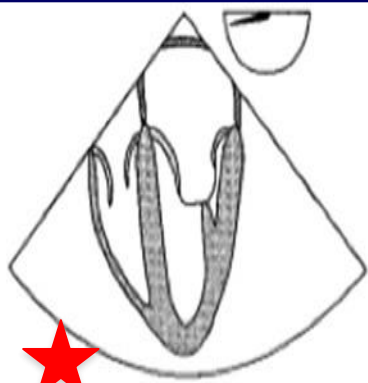
# Ventricule Droit en ETT



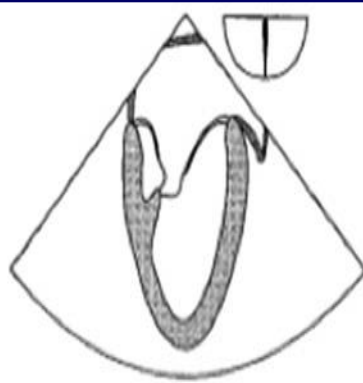


# En ETO





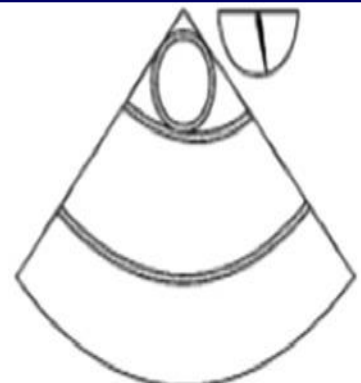
A. ME Four Chamber



B. ME Two Chamber



C. ME LAX



D. ME Asc Aortic LAX



E. ME Asc Aortic SAX



F. ME AV SAX



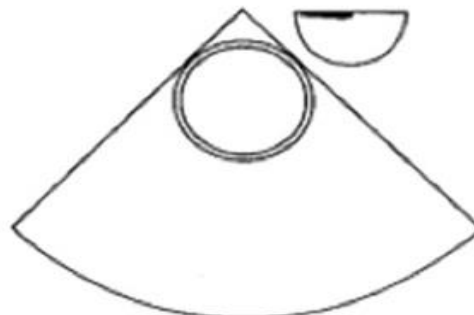
G. ME RV Inflow-Outflow



H. ME Bicaval



I. TG Mid SAX



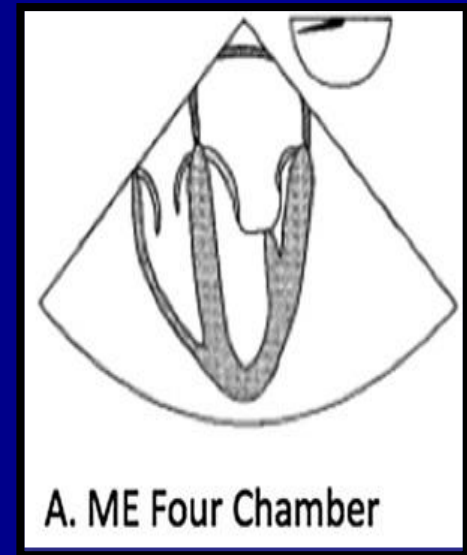
E. Desc Aortic SAX



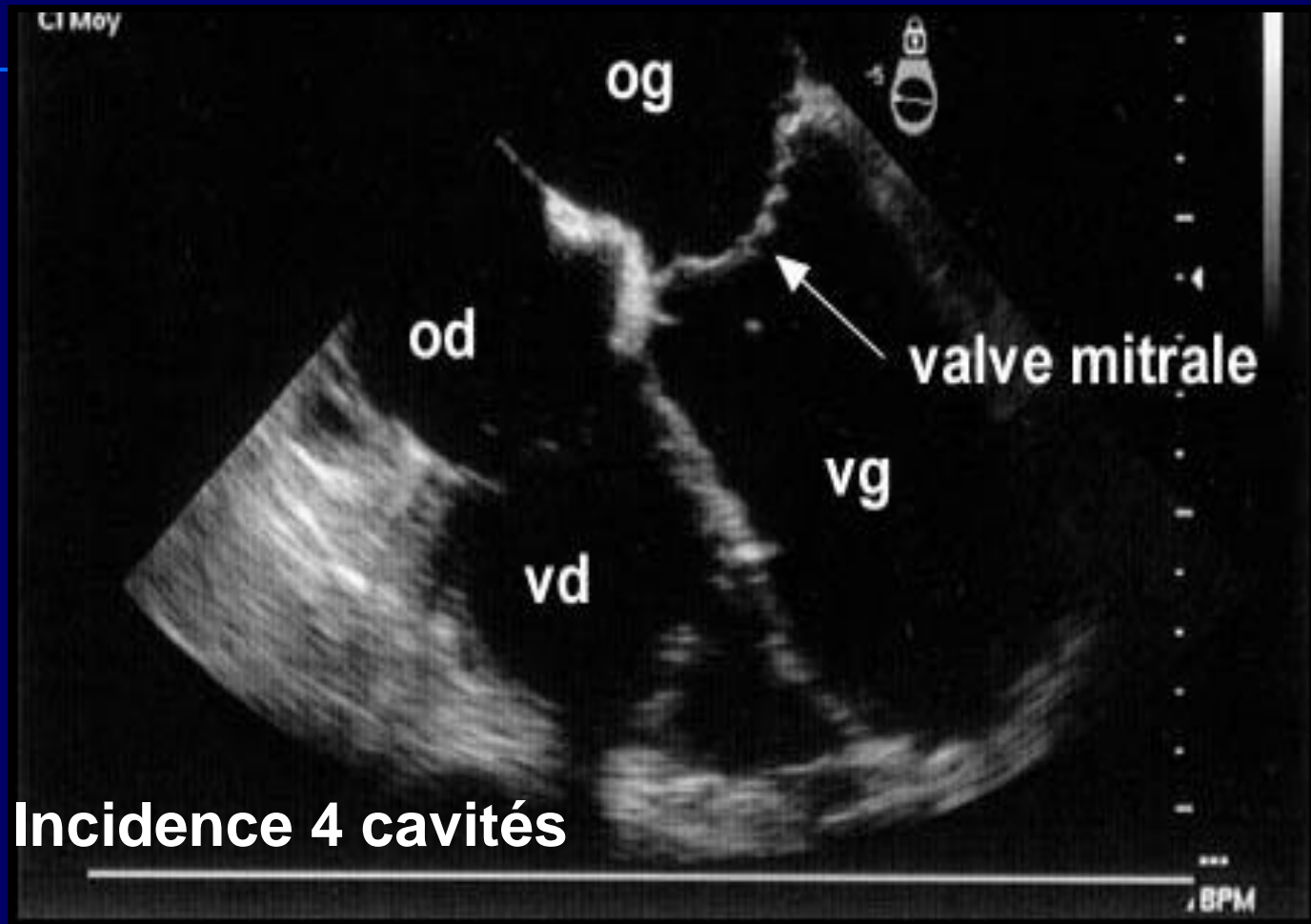
G. Desc Aortic LAX

# Ventricule Droit en ETO (1)

- Incidence 4 cavités
- Partie basse œsophage (*ME*)
- 30-35 cm des arcades dentaires
- Angle =  $0^{\circ}$
- « 4 cavités- $0^{\circ}$  » »

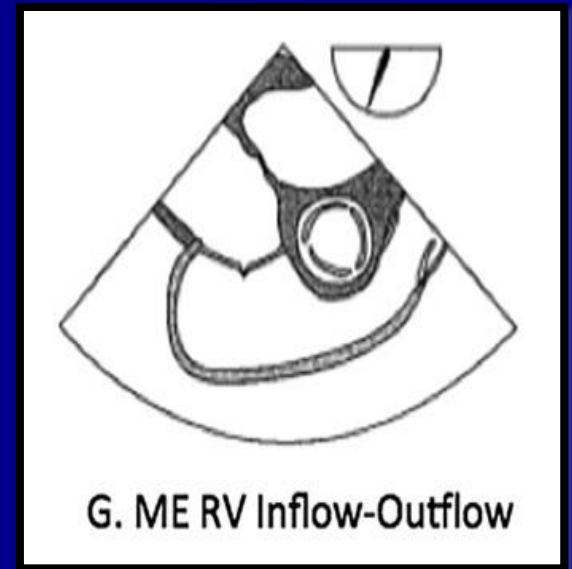


# Ventricule Droit en ETO



# Ventricule Droit en ETO (2)

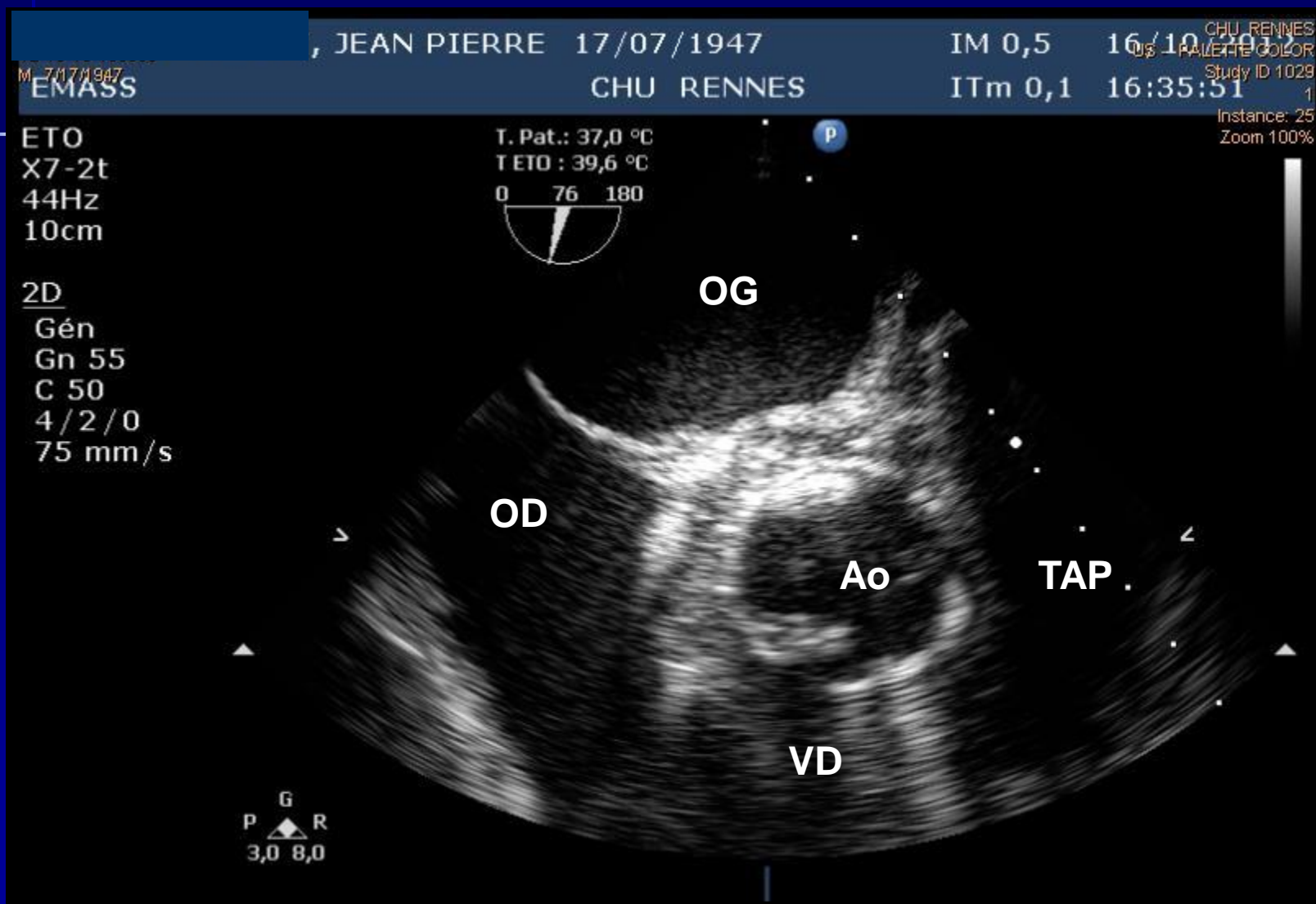
- **Partie Haute œsophage (*UE*)**  
**(15-20 cm des arcades dentaires)**
- **Centré sur la valve aortique**
- **30° - 90°**
- **OD-VD-CC VD**



# Ventricule Droit en ETO



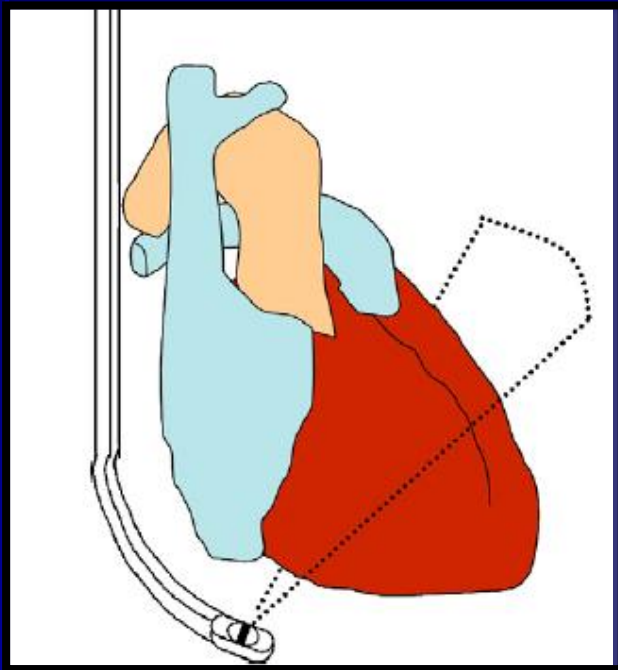
# Ventricule Droit en ETO



# Ventricule Droit

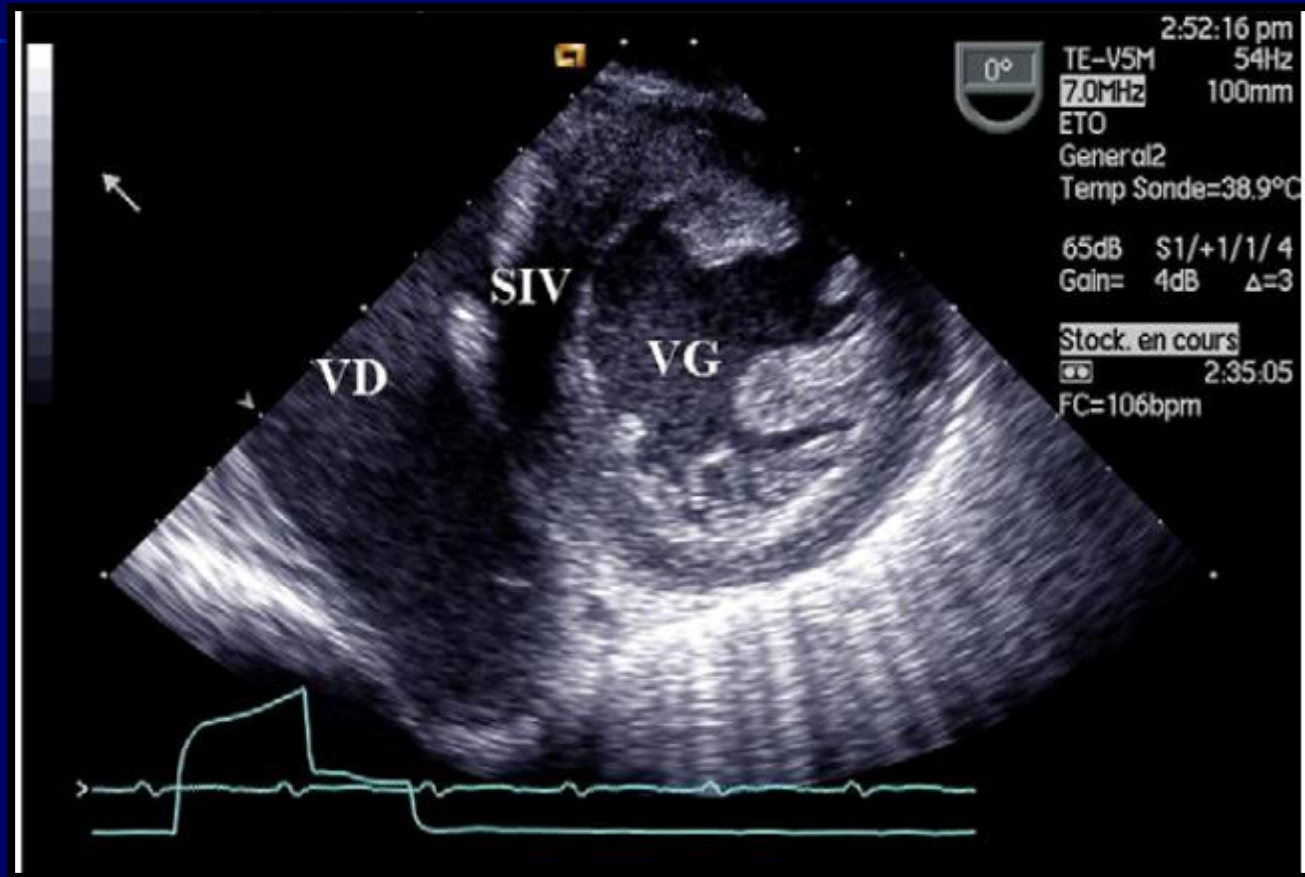
-Voie transgastrique

-0° /30



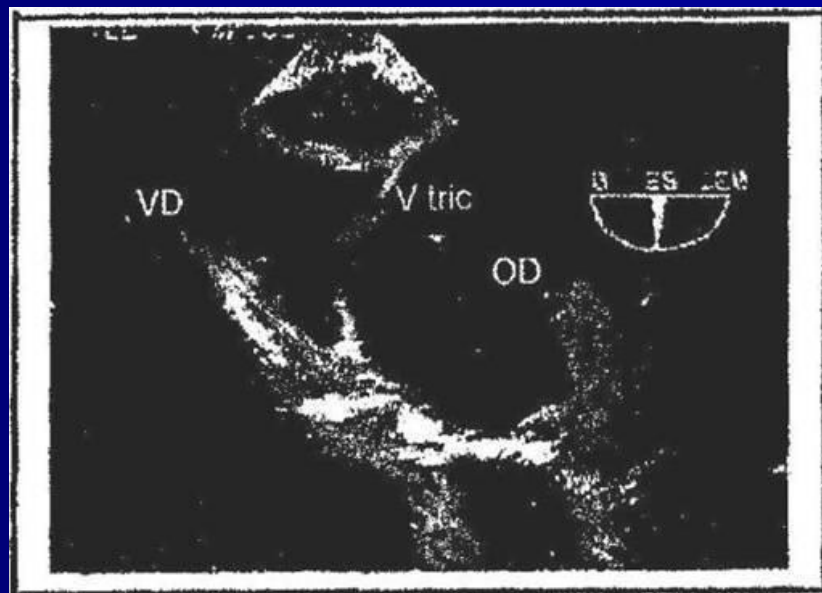
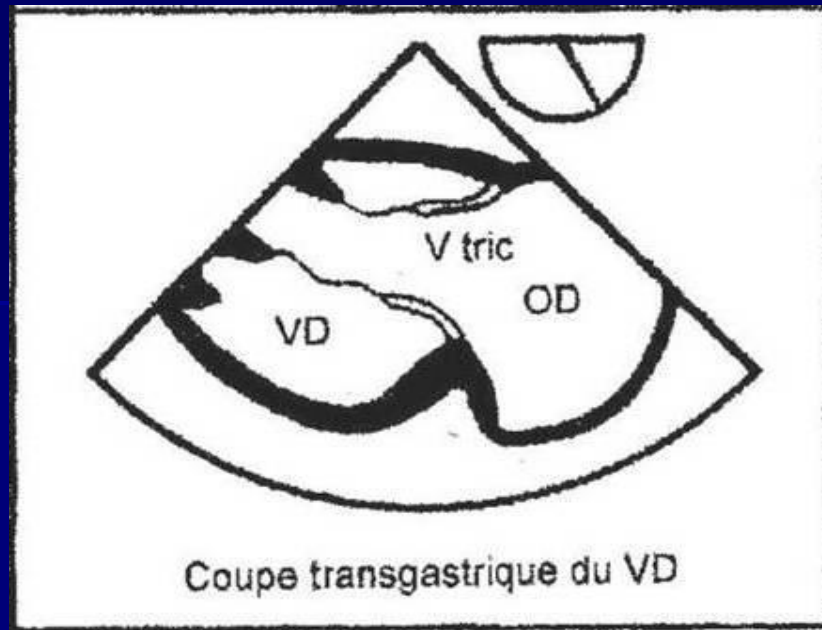
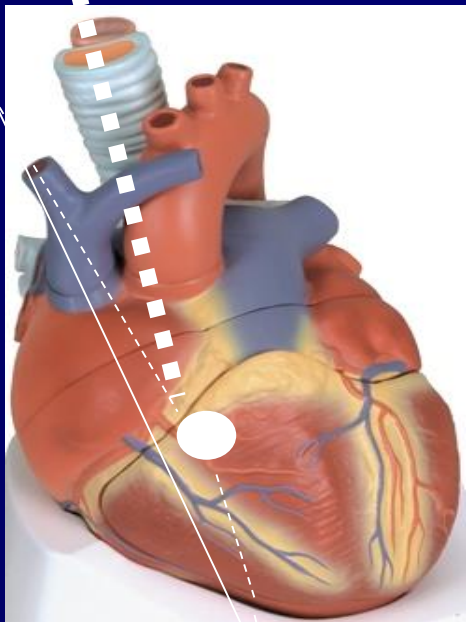


# Ventricule Droit en ETO

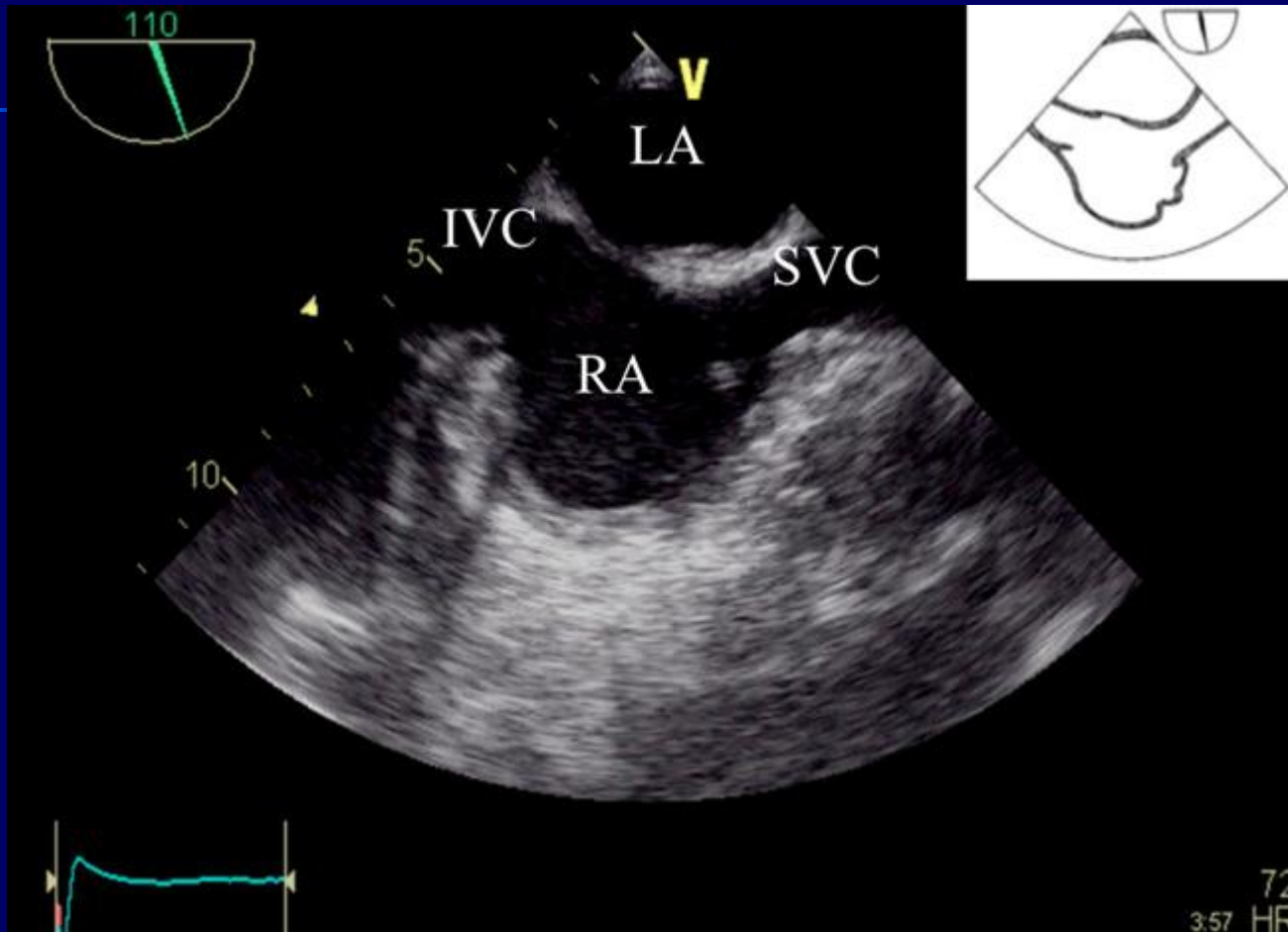


# Voie transgastrique

90° - 120°



# Coupe « Bicavale »



Œsophage Moyen, 90° rotation de 90° sens horaire

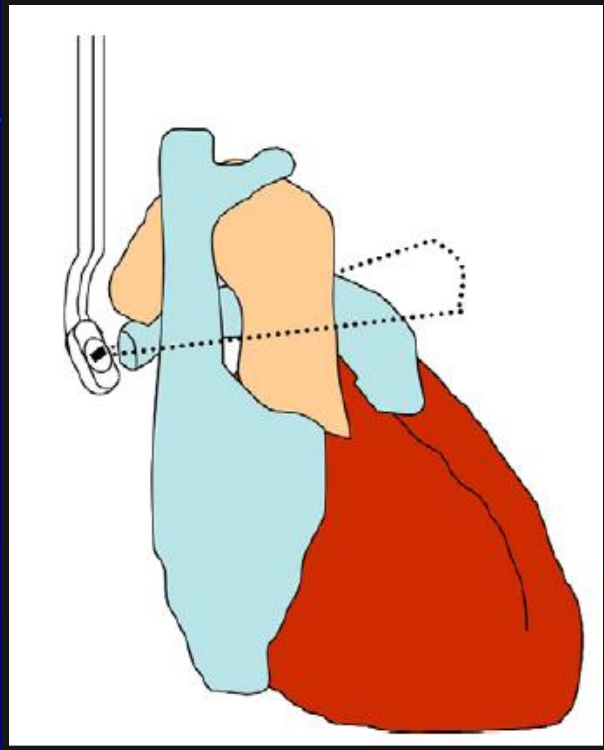
# Artère pulmonaire

**En ETT :**

**Coupe PSG petit axe**

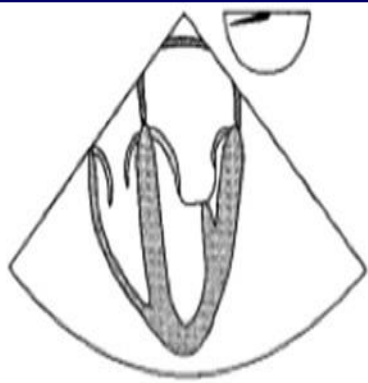
**Coupe sous costale petit axe**

# Artère pulmonaire en ETO

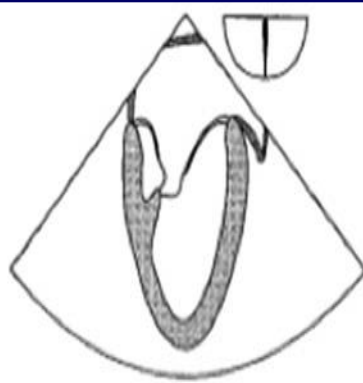


**En ETO +++**

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



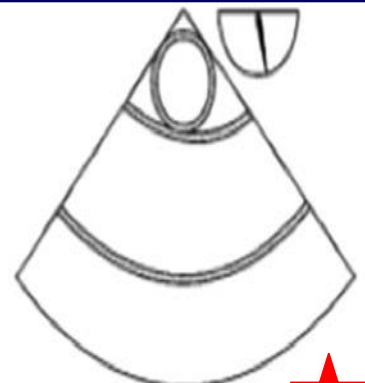
A. ME Four Chamber



B. ME Two Chamber



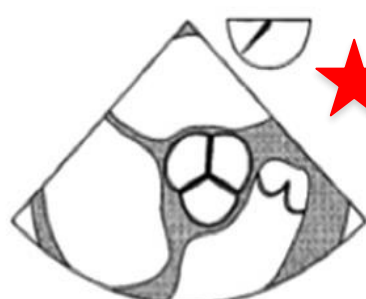
C. ME LAX



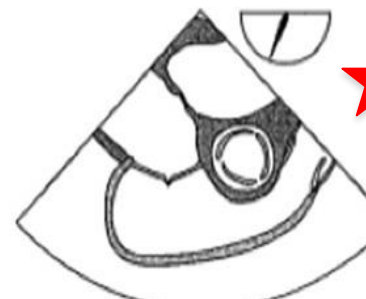
D. ME Asc Aortic LAX



E. ME Asc Aortic SAX



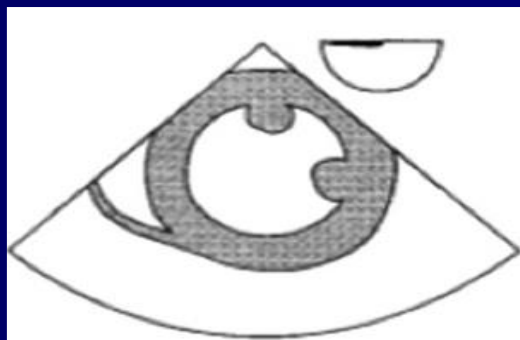
F. ME AV SAX



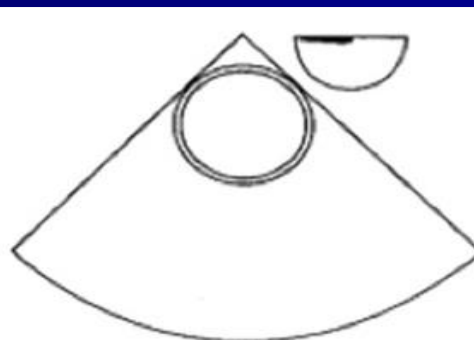
G. ME RV Inflow-Outflow



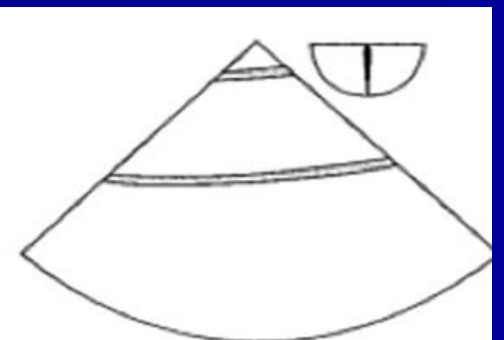
H. ME Bicaval



I. TG Mid SAX

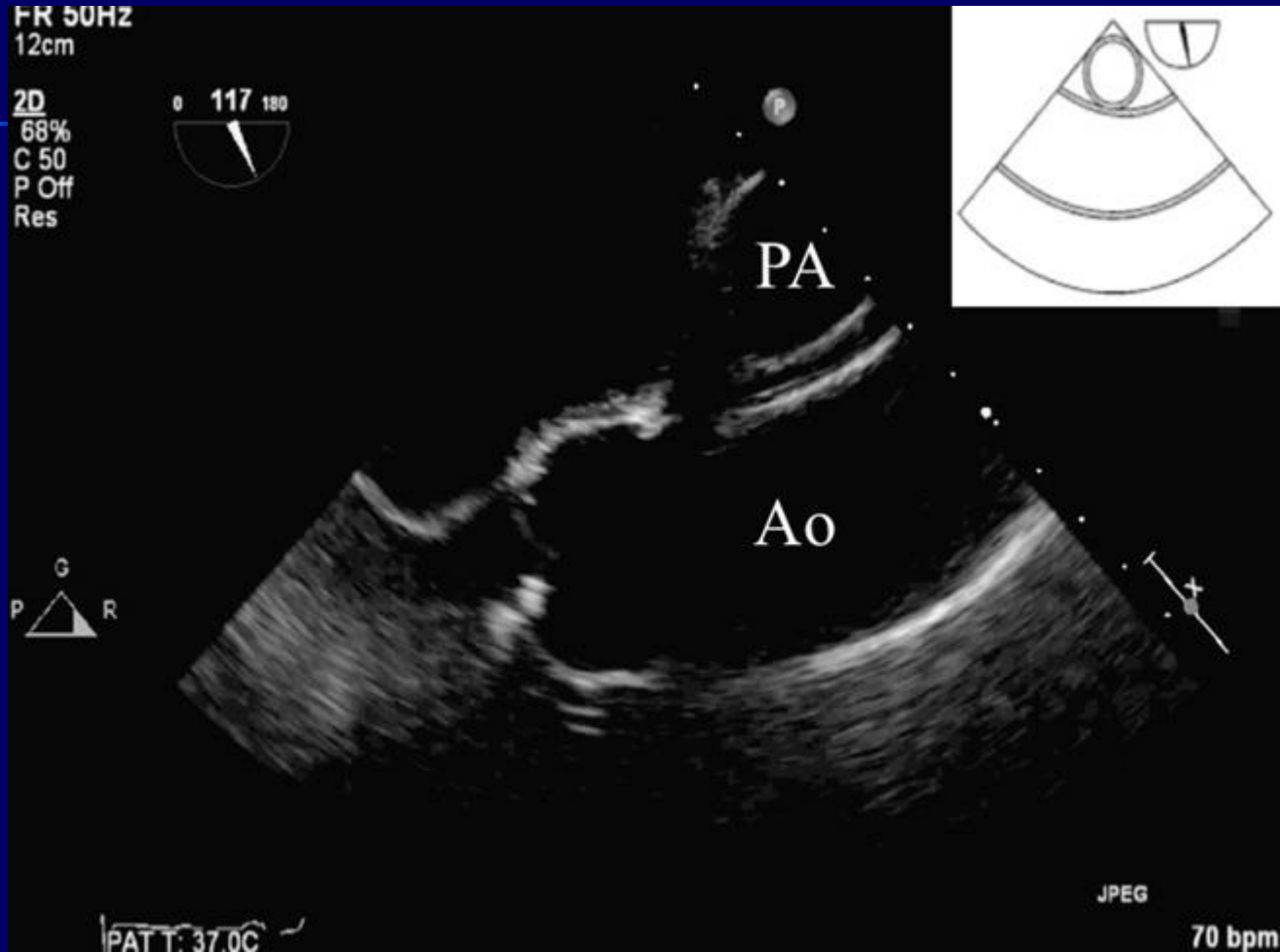


E. Desc Aortic SAX



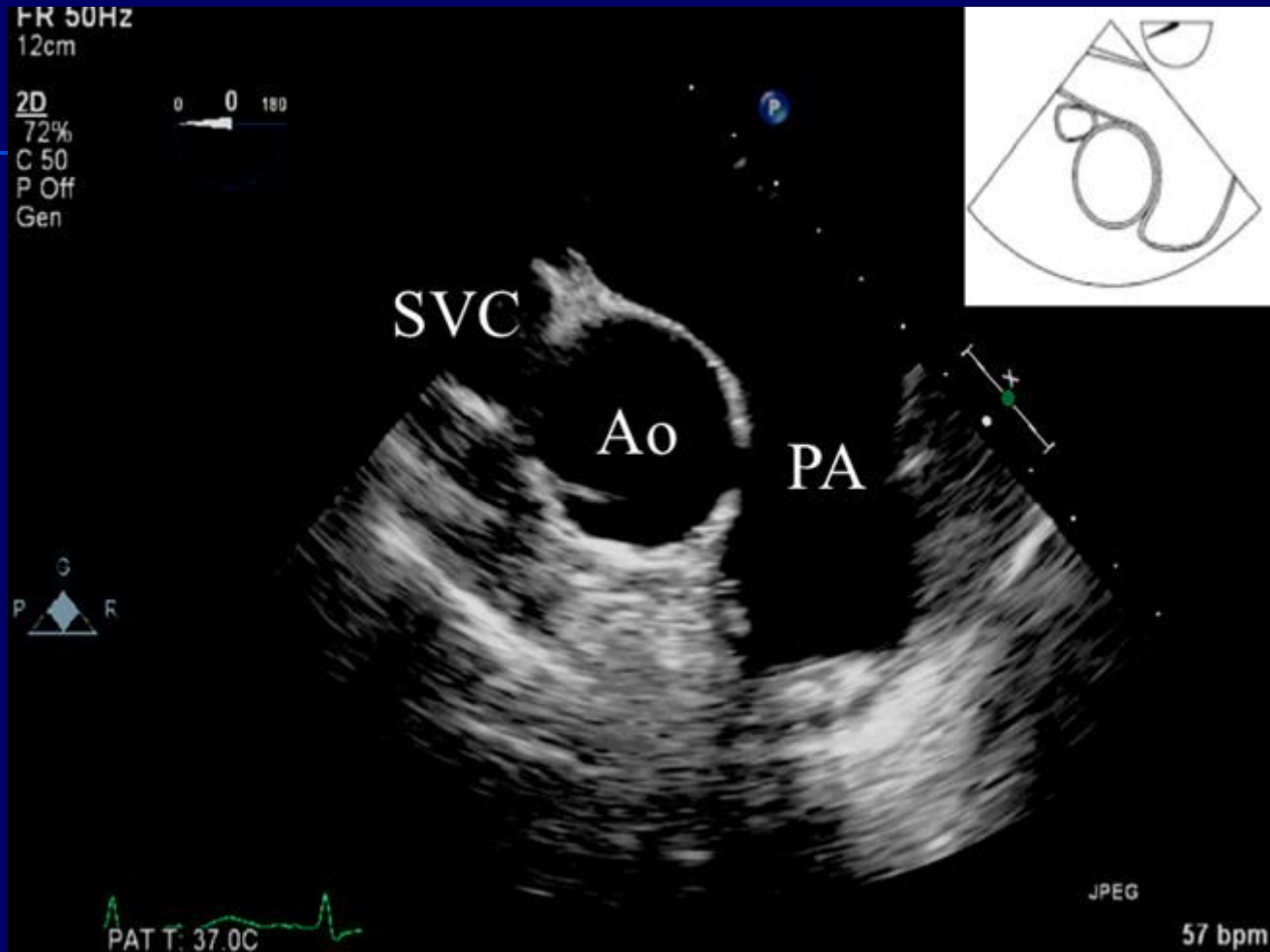
G. Desc Aortic LAX

# Artère pulmonaire



Œsophage Haut, Aorte ascendante, long axe à 120°

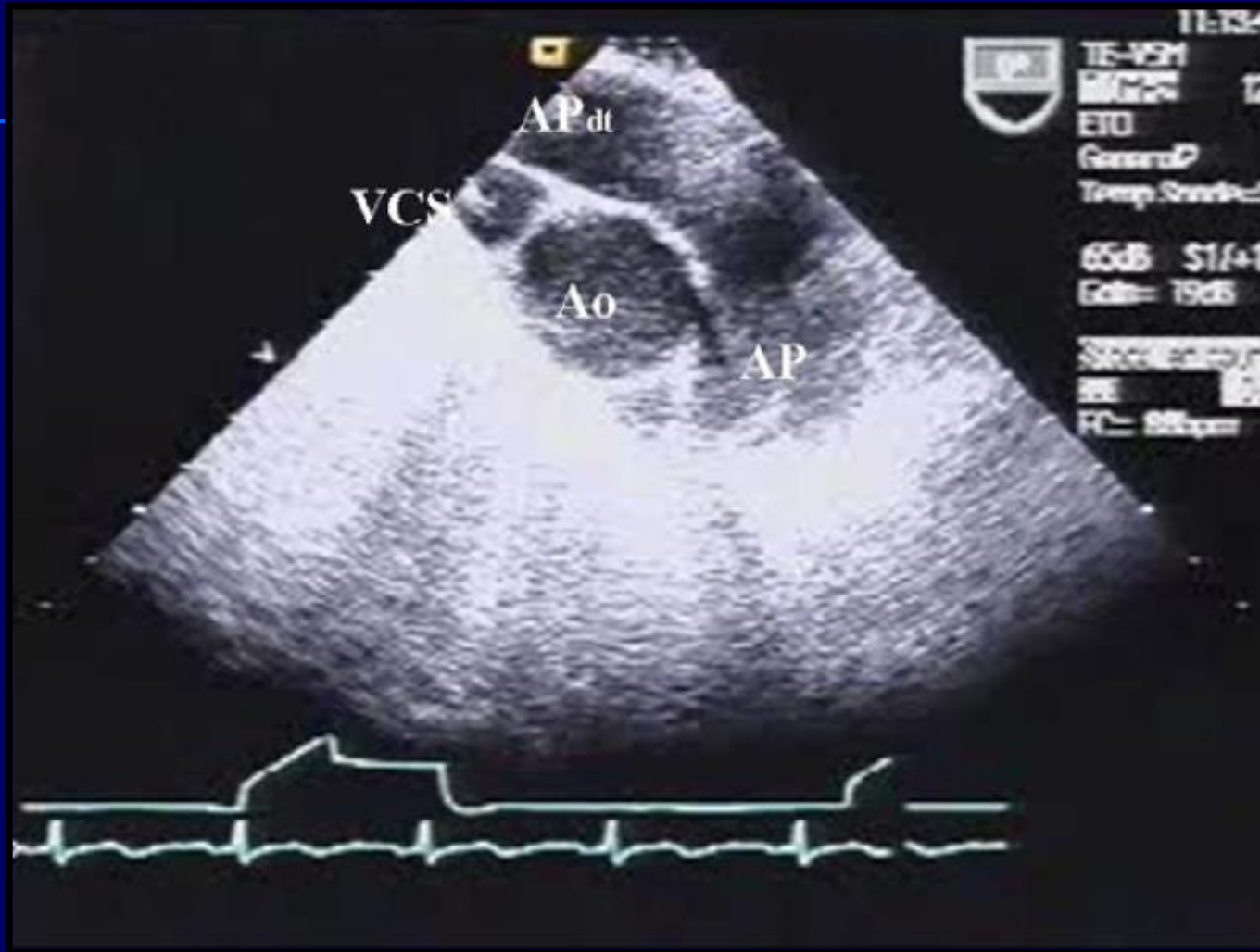
# Artère pulmonaire



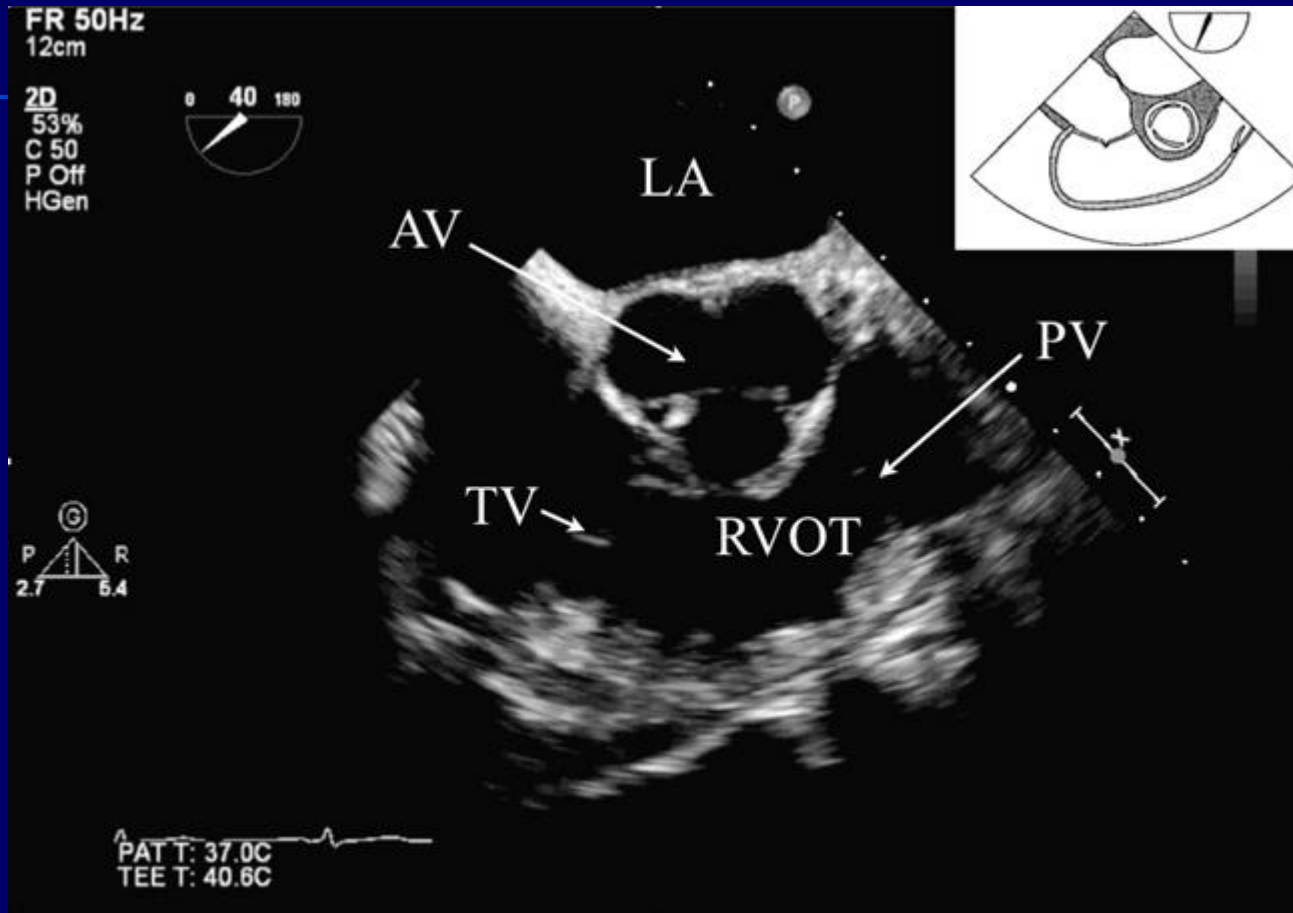
Œsophage haut, Aorte ascendante petit axe à 30°



# Artère pulmonaire



# Artère pulmonaire



Œsophage moyen, valve aortique 30°





# Fonction systolique VD

## Fraction d'éjection du VD (FEVD)

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

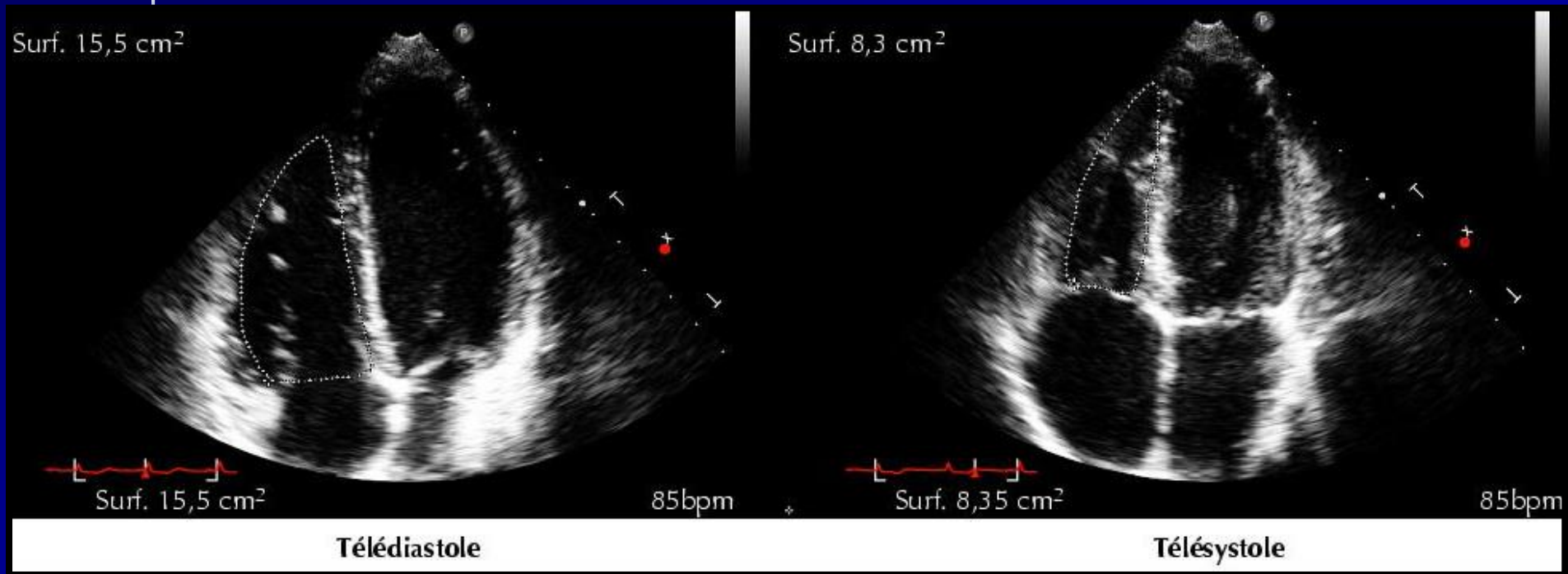
- Volume VD =  $\frac{2}{3}$  surface apicale x L

## 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



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

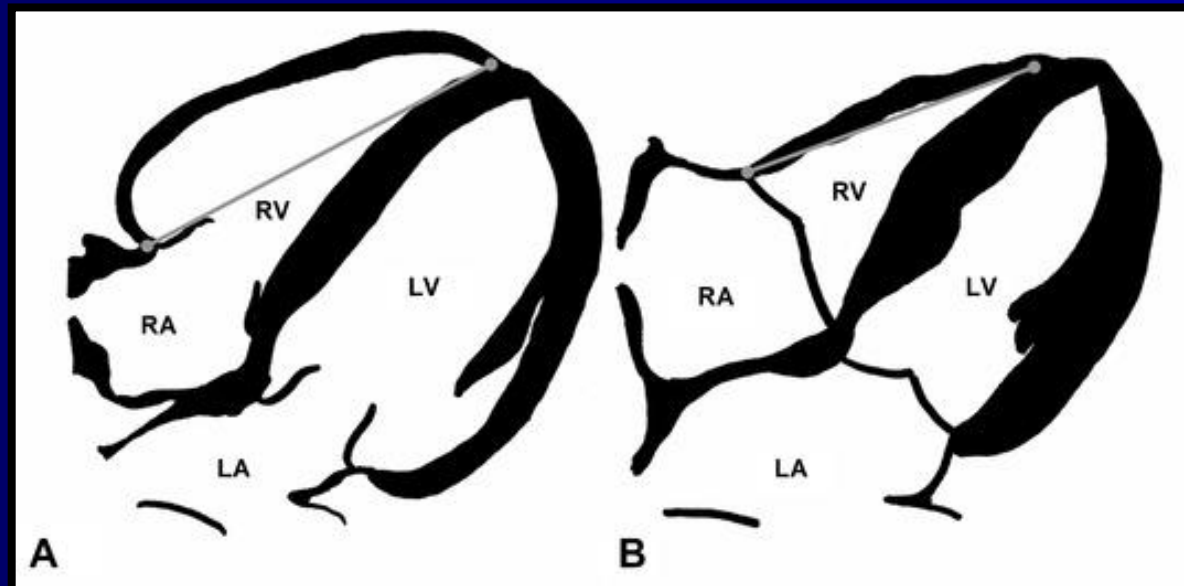
$N = 4,3 \pm 1,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$

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

# Fonction systolique VD

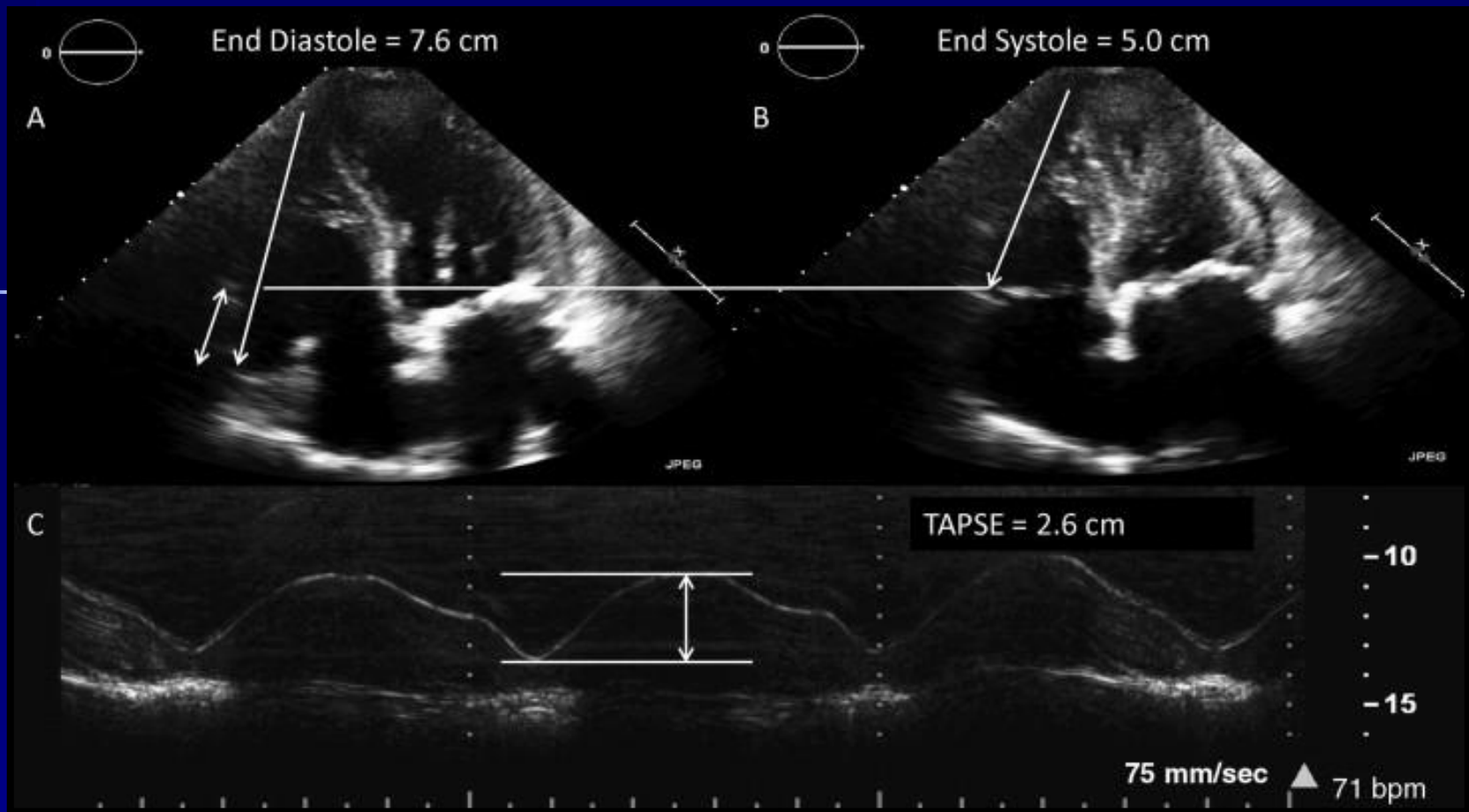
Excursion systolique du plan de l'anneau tricuspide ou TAPSE

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



Diastole

Systole



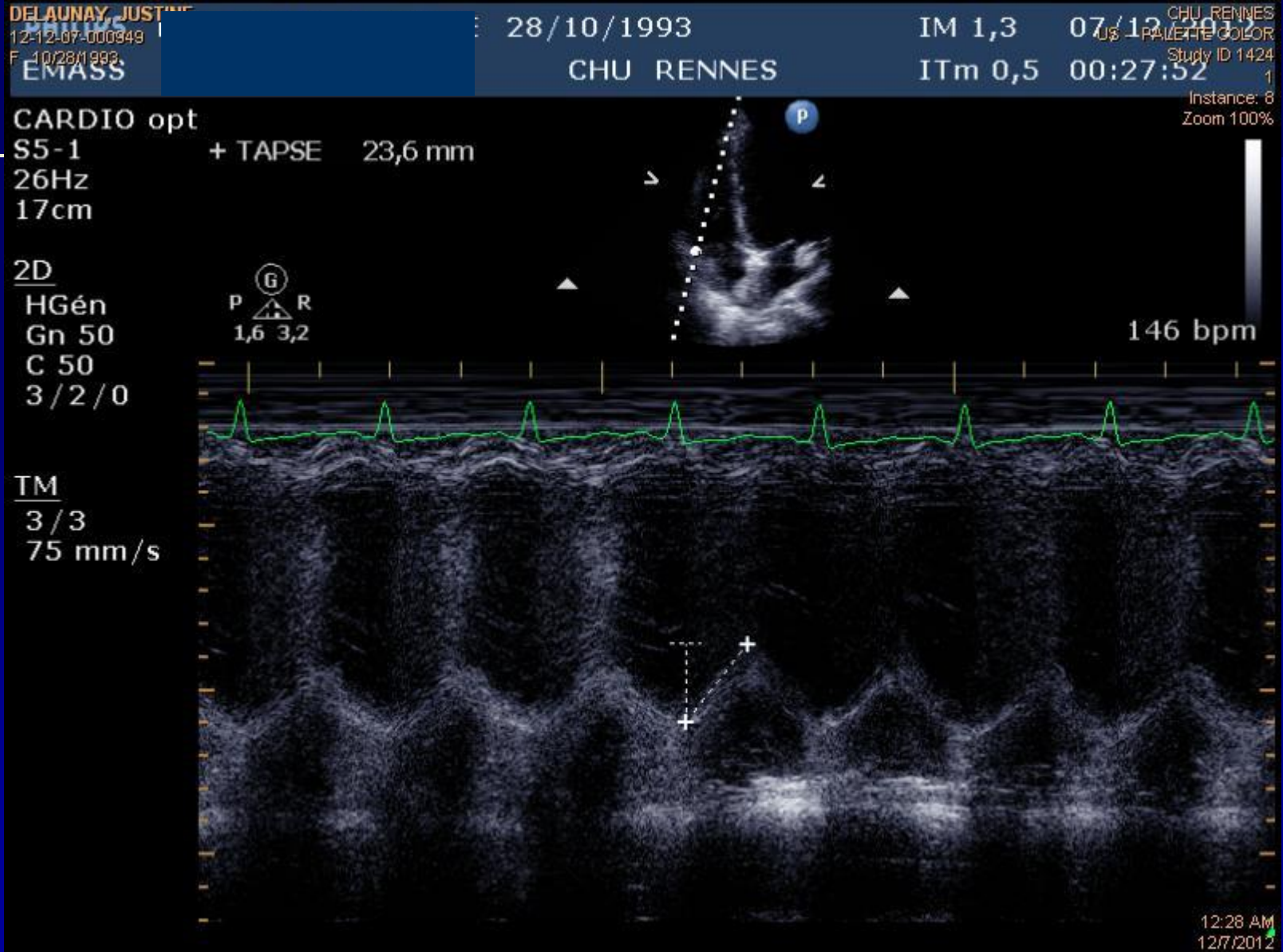
**$N = 16,3 \pm 0,6 \text{ mm}$**

**FEVD N si TAPSE > 15mm**

**Dysfonction VD si TAPSE < 12mm**



# Fonction systolique VD

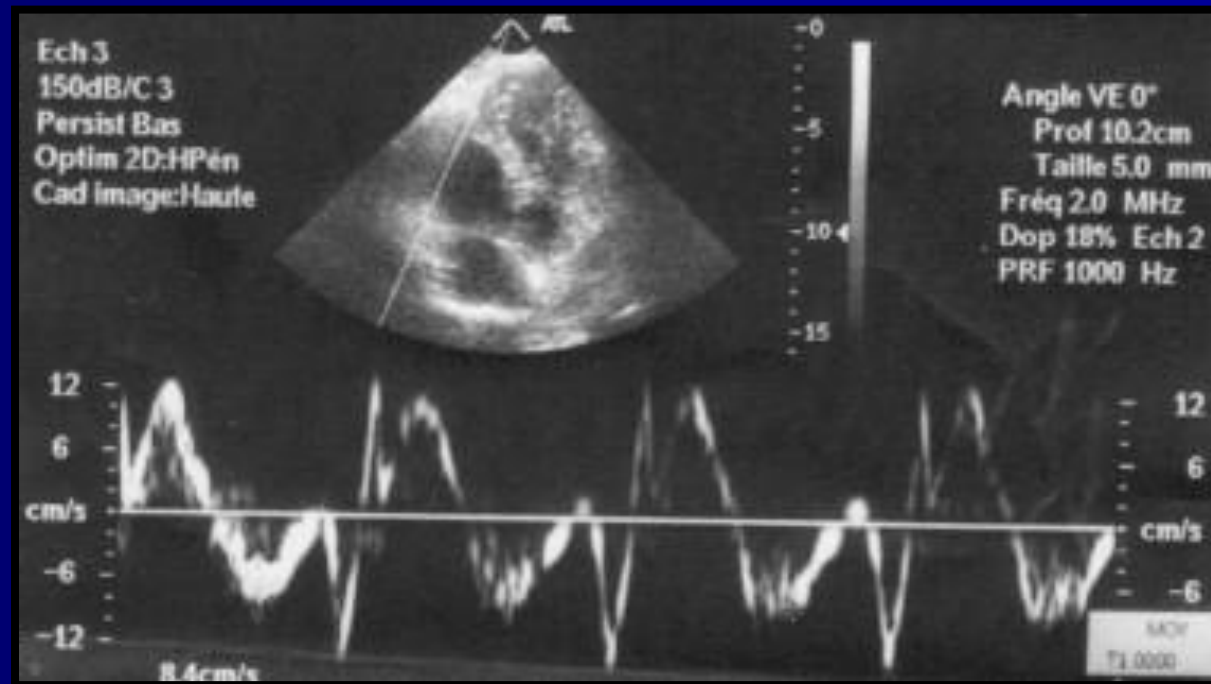


# Fonction systolique VD

## Doppler tissulaire à l'anneau tricuspide

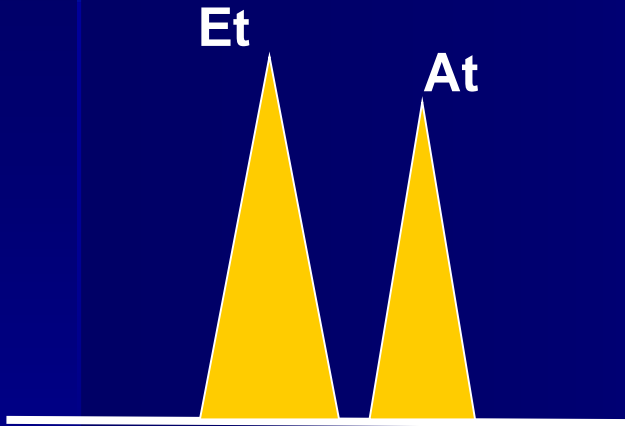
$N \geq 12 \text{ cm/s}$

S



# Fonction diastolique VD

## Flux Tricuspide

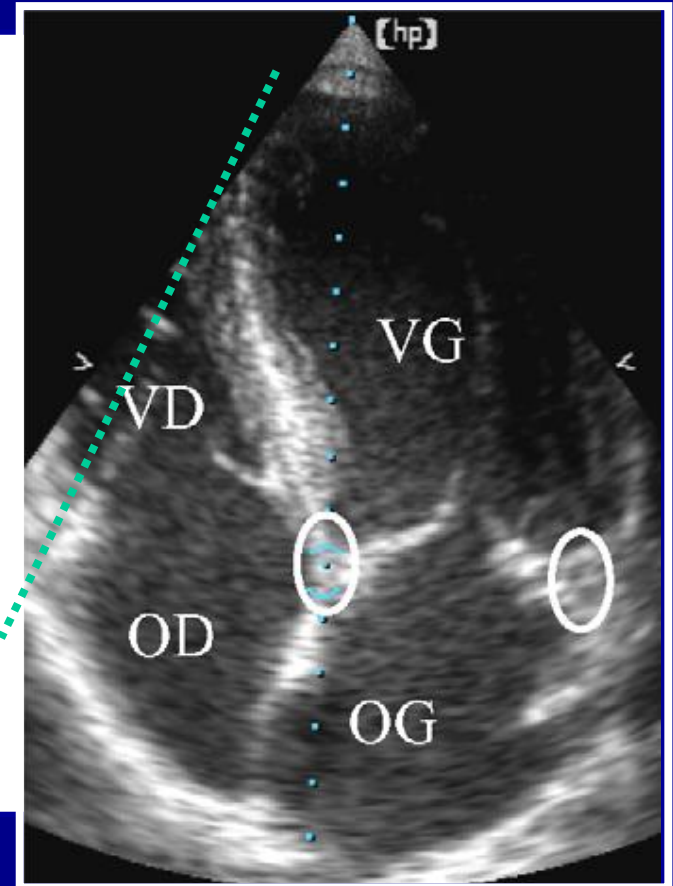


- Rapport Et/At > 2
- TDE t court

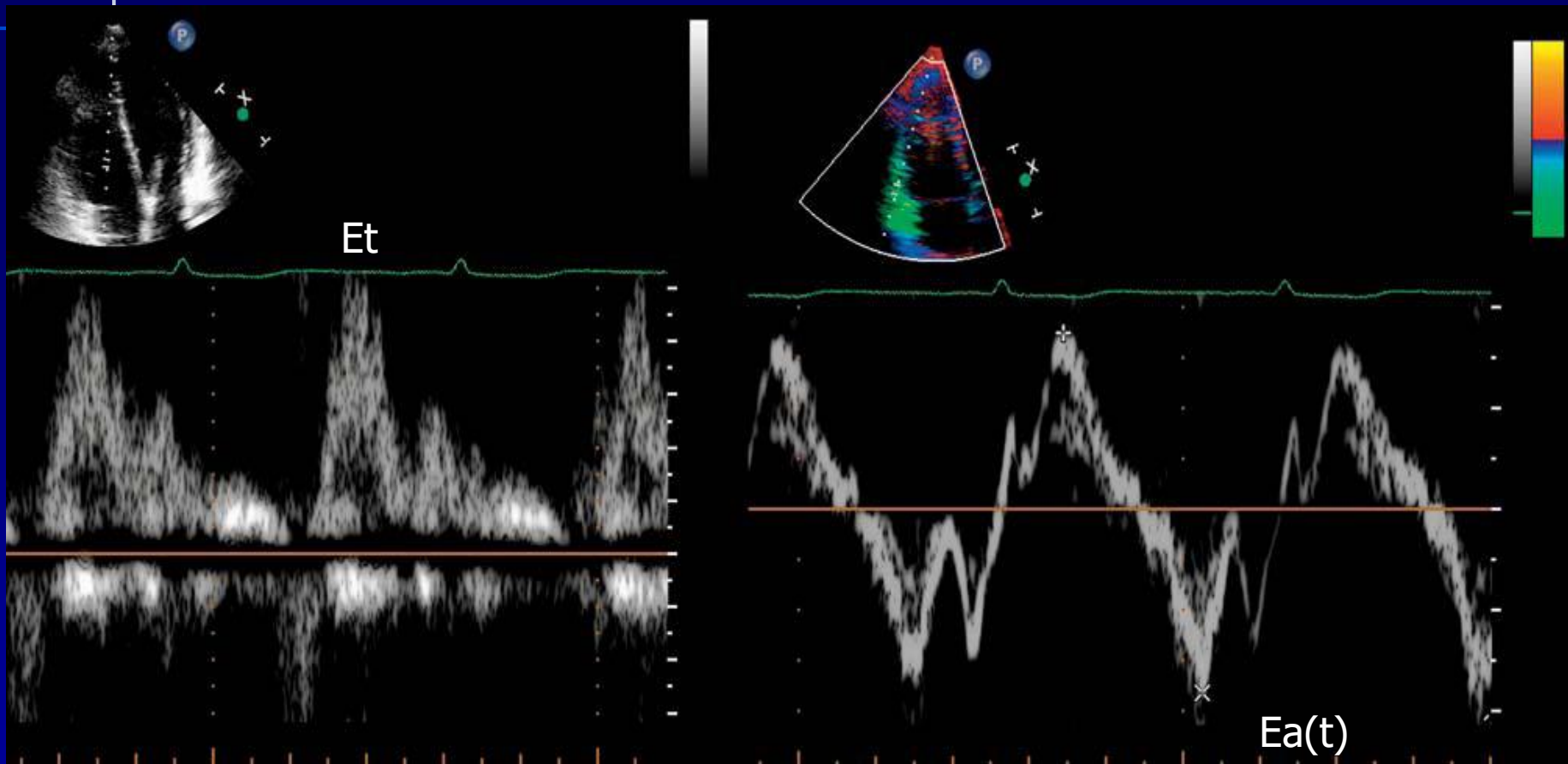
- Dysfonction diastolique VD
- Cardiopathie restrictive VD

# Doppler pulsé tissulaire (DTI) à l'anneau tricuspide

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

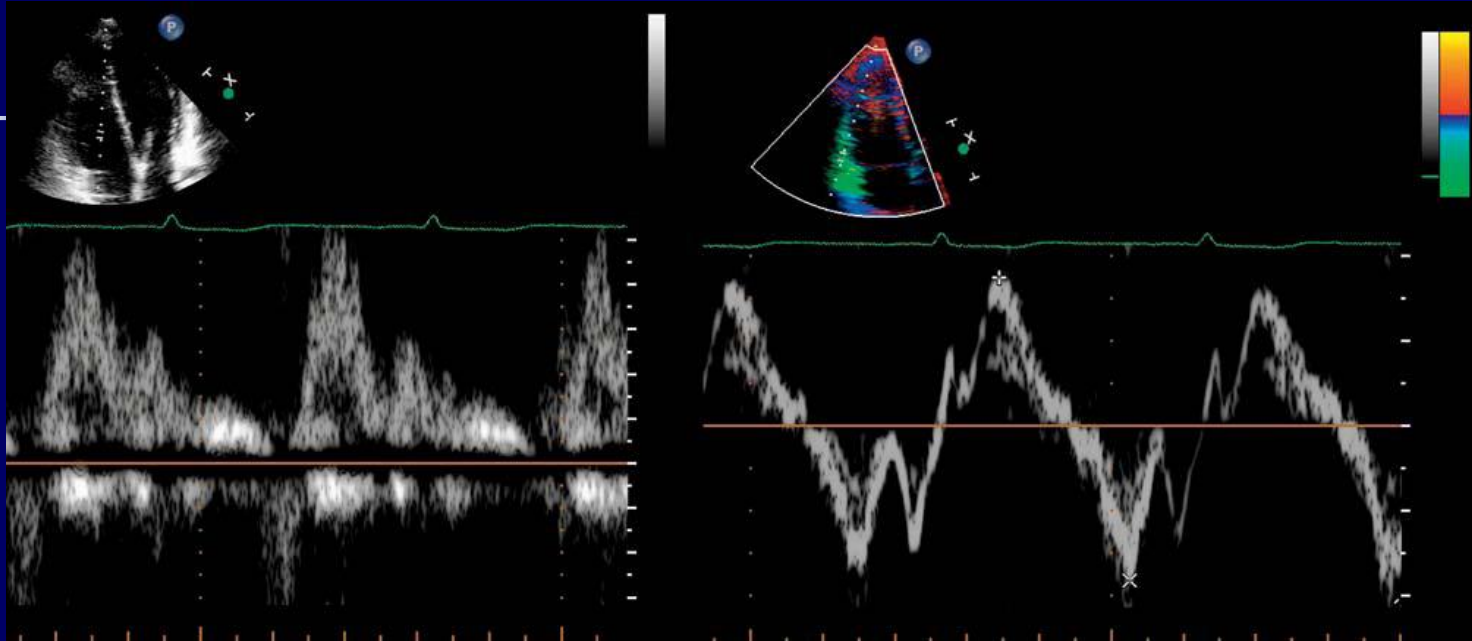


# DTI anneau tricusppe



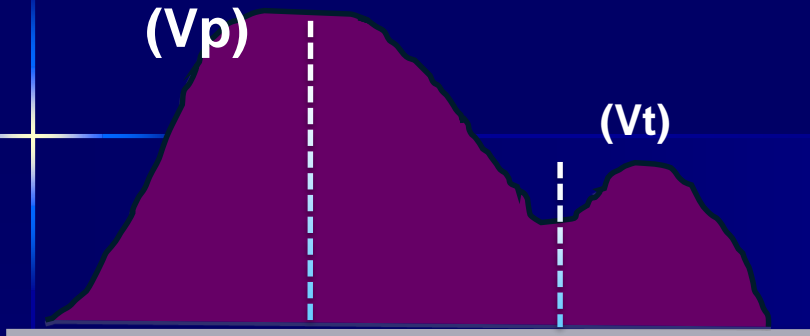
$E_t/E_a(t) = 100/20 < 6$  : pas d'augmentation des pressions de remplissage VD

# DTI anneau tricuspide

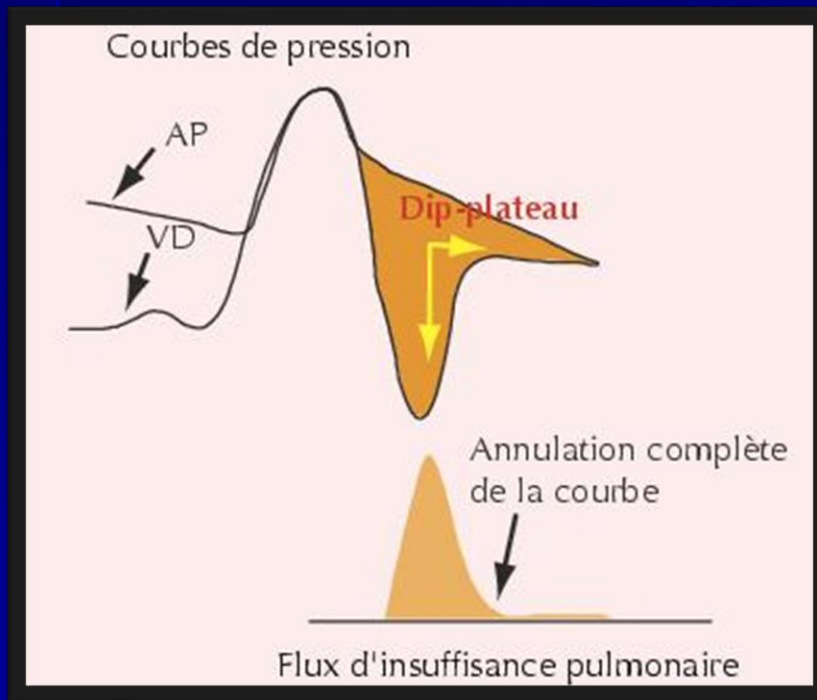


- Rapport  $E_t/E_a > 6 \rightarrow$  PR VD augmentées  $POD > 10$  mmHg
- Attention !
  - Mauvaise reproductibilité ++
  - Limites

# Fonction diastolique VD



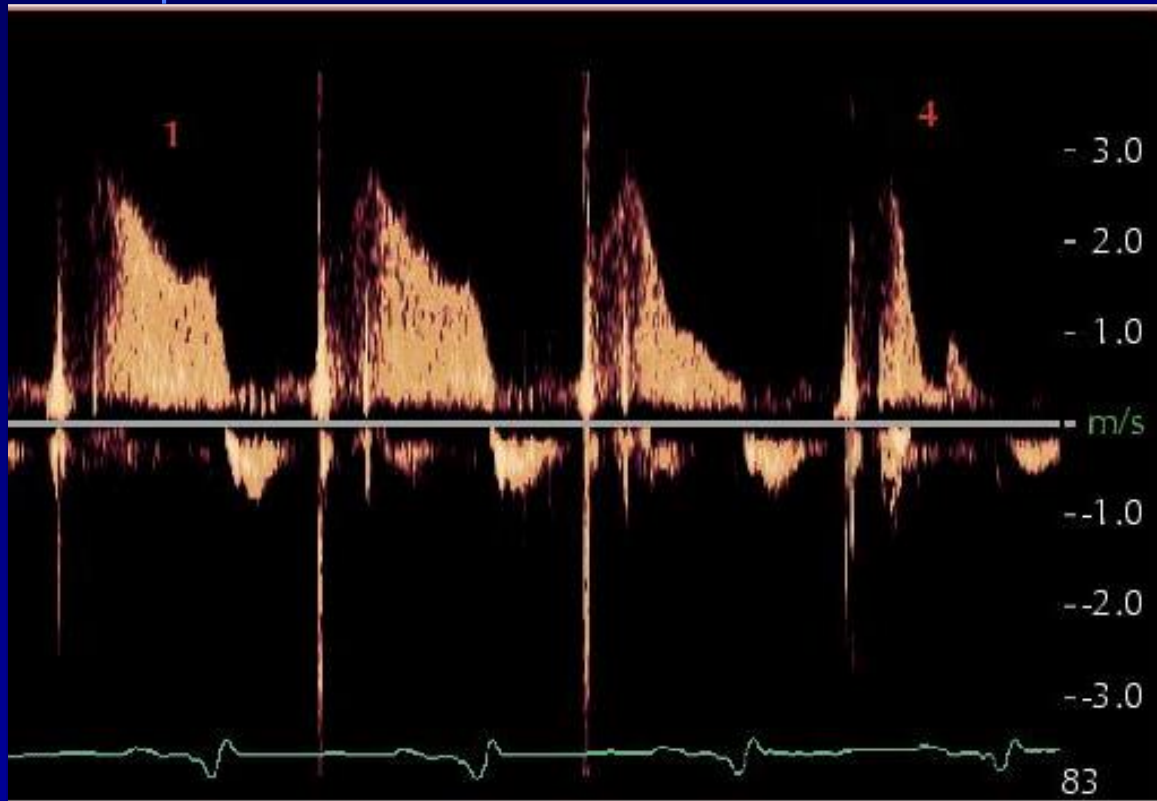
➤ Flux d'IP normal



- 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

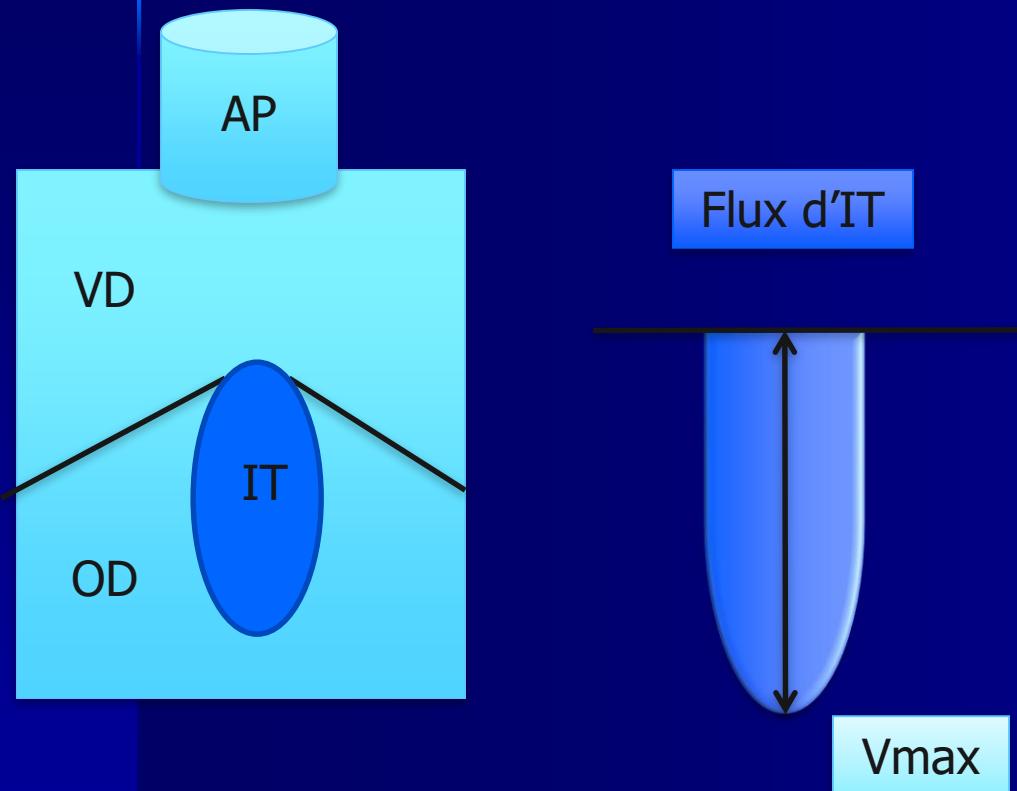
- Flux veineux Cave sup en sus-claviculaire droite en ETT ou coupe « bicavale » en ETO
- Doppler pulsé
- 3 types de flux

## Flux veineux sus-hépatique

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

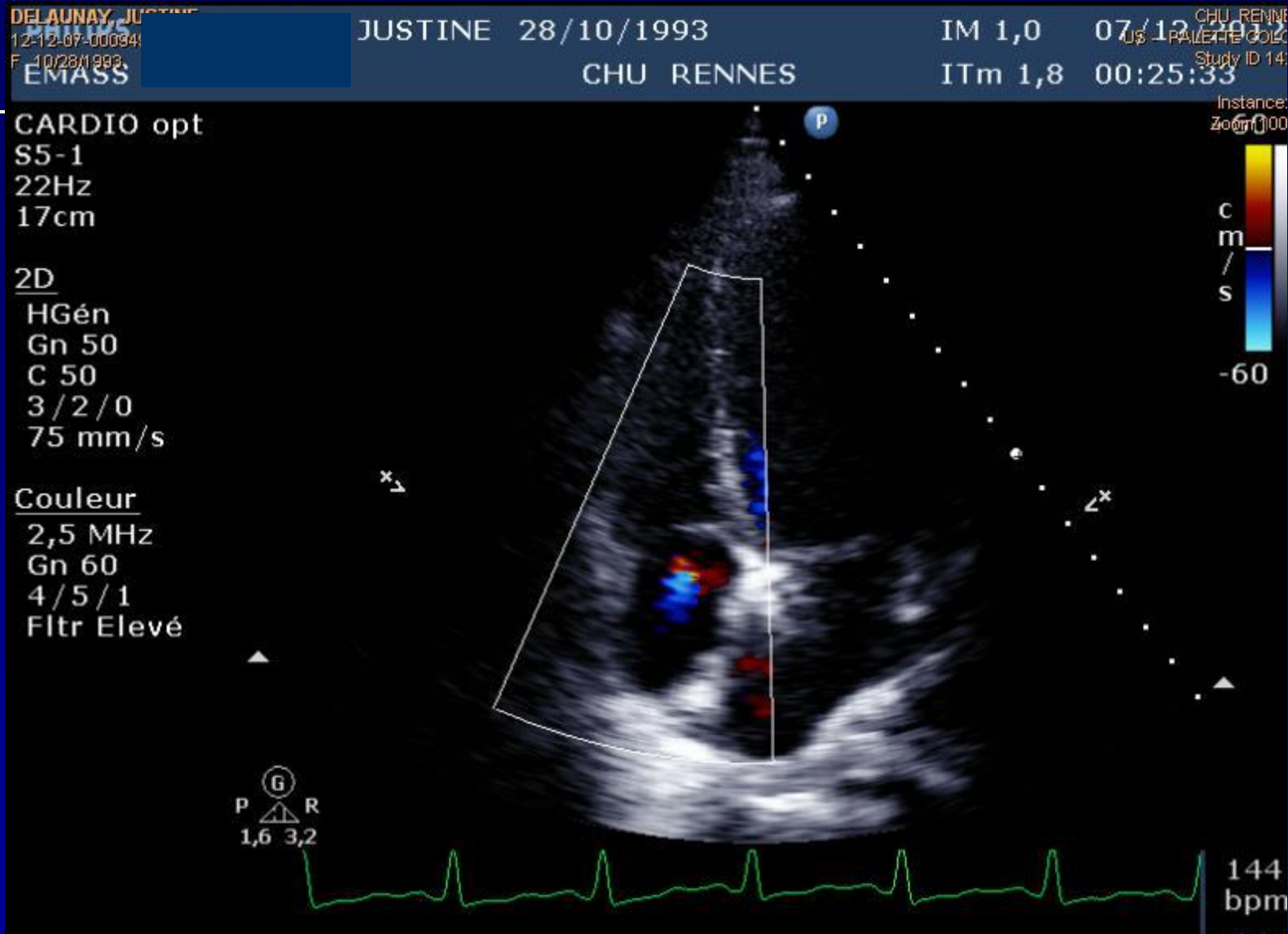
# Evaluation de la PAP

## Méthode de l'insuffisance tricuspide

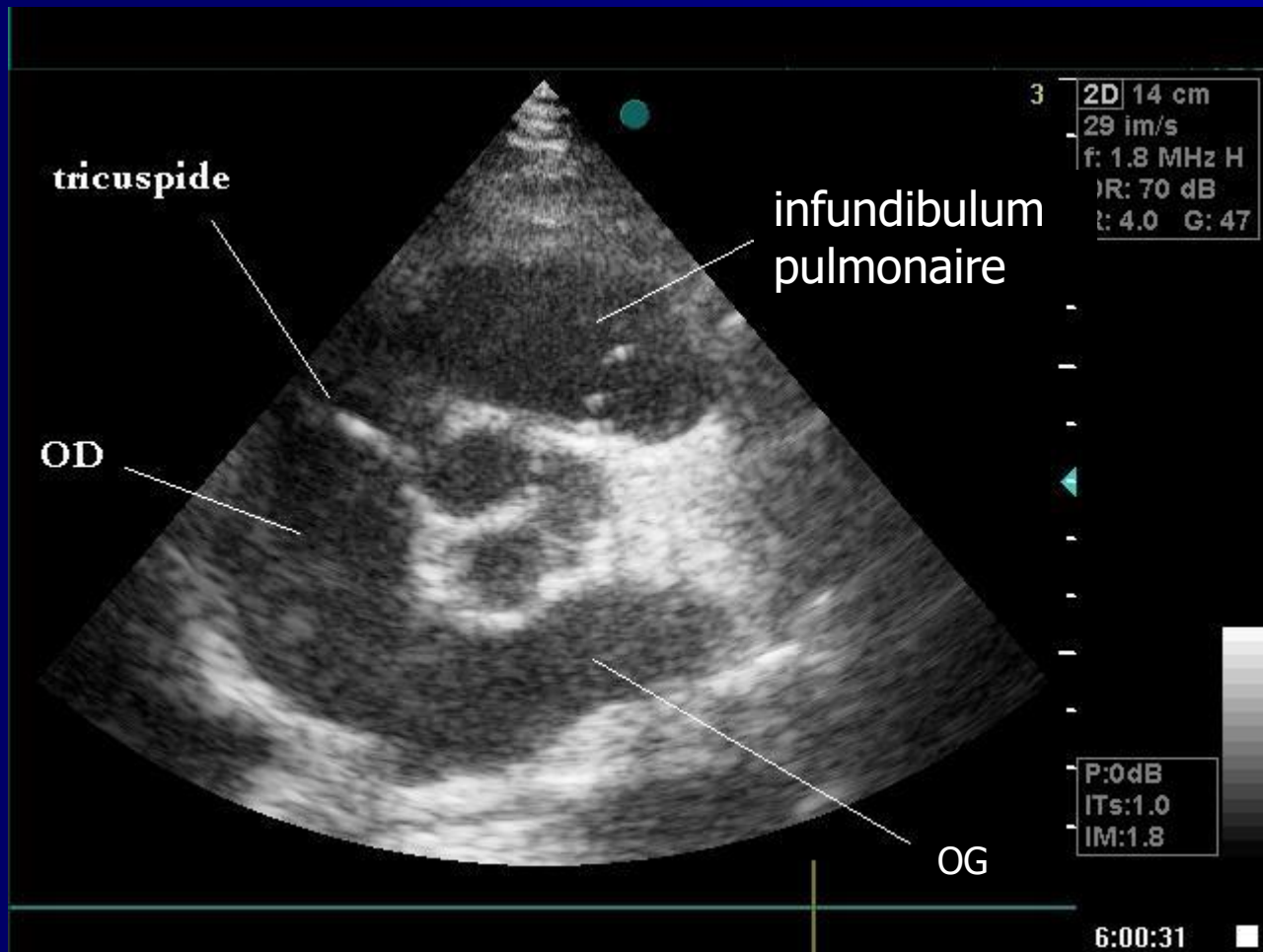


- Gradient VD-OD =  $4V^2$
- PSVD =  $4V^2 + \text{POD}$
- PAPS =  $4V^2 + \text{POD}$

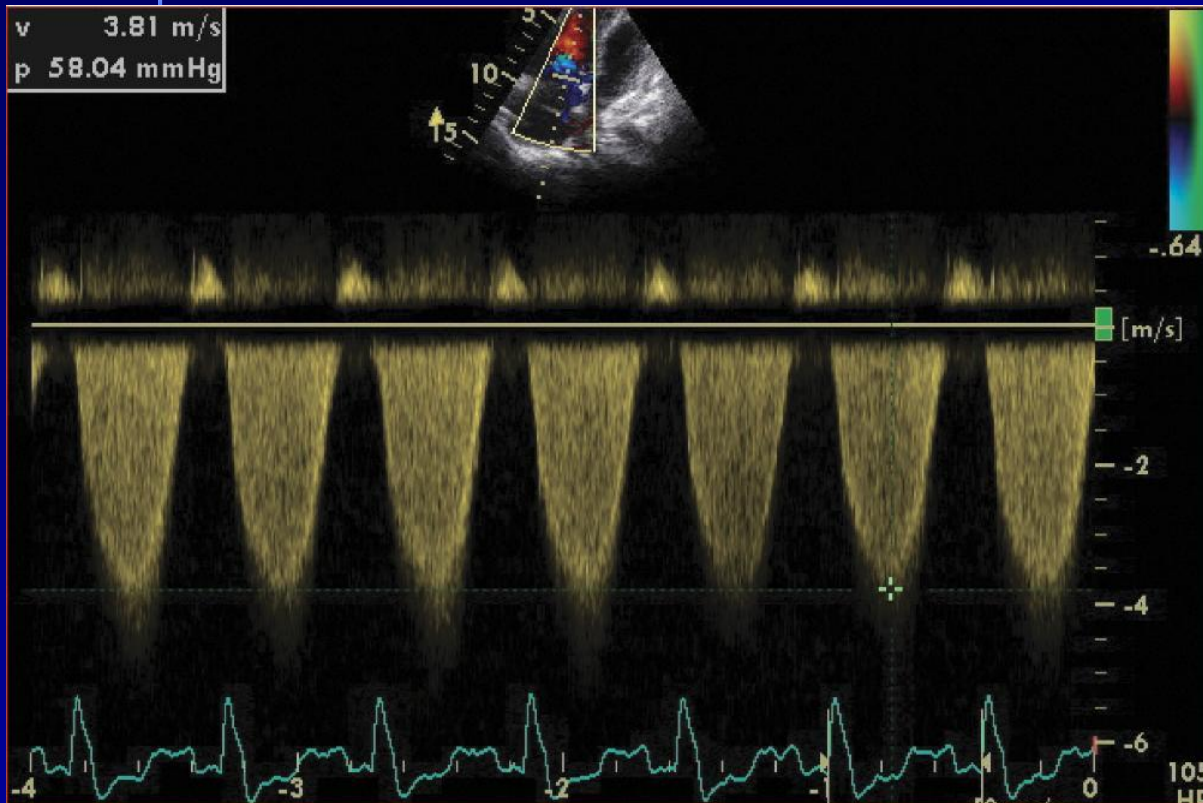
# Coupe Apicale 4 cavités



# Ou Coupe Para sternale Gauche Petit Axe



# Analyse du Flux d'insuffisance tricuspidie

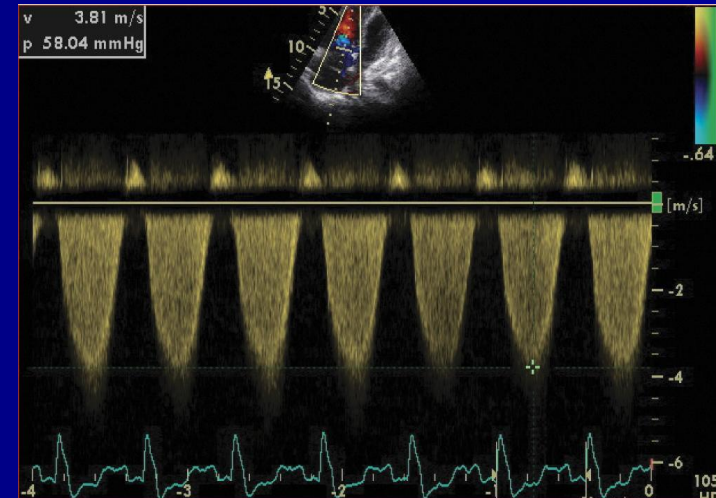


- Coupe Apicale 4 cavités +++
- Repérage doppler couleur d'une IT
- Doppler continu
- Filtres max
- Vitesse 100 mm/s

# 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

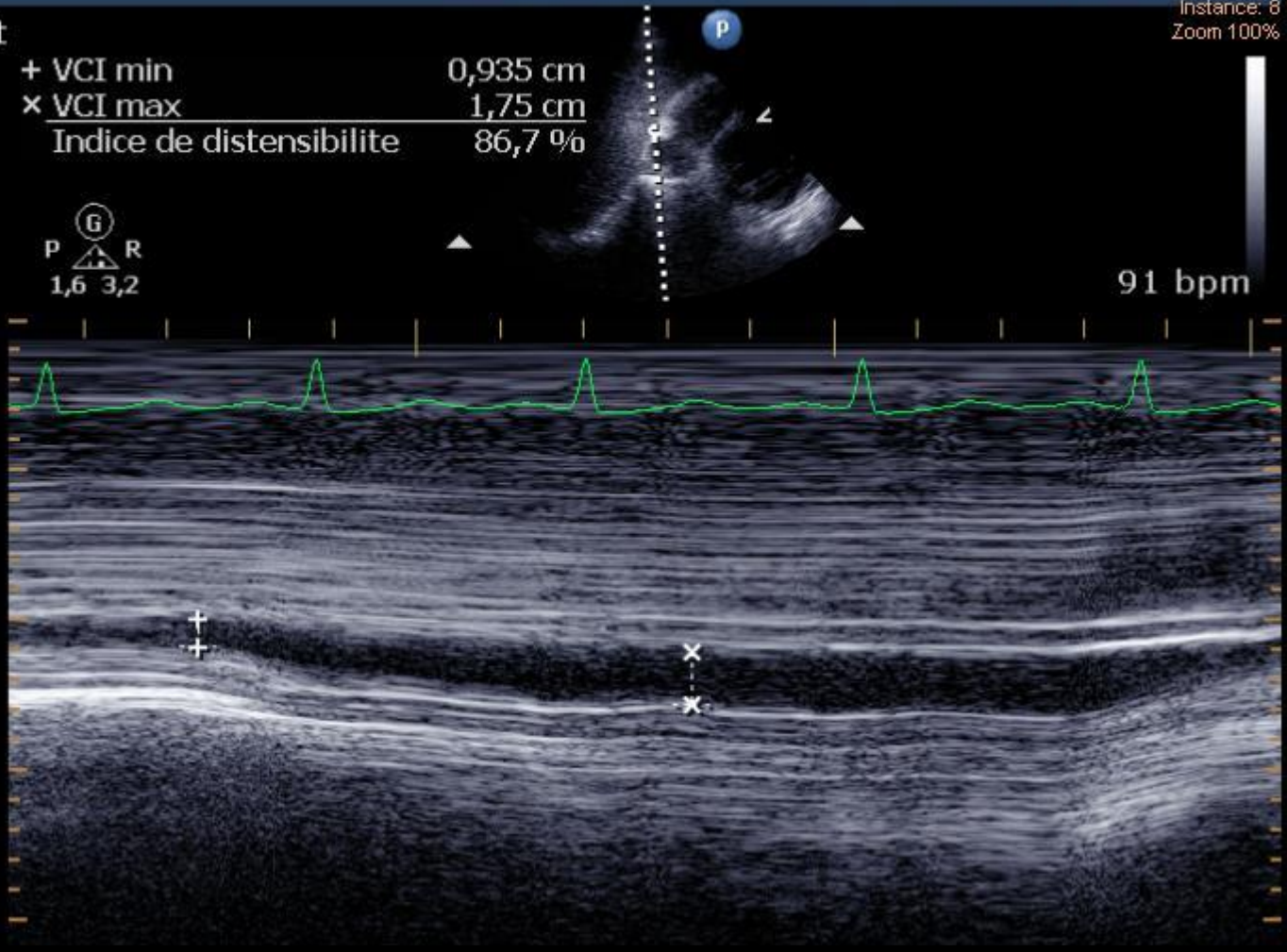
HGén  
Gn 46  
C 50  
3/2/0

ⓐ  
P R  
1,6 3,2

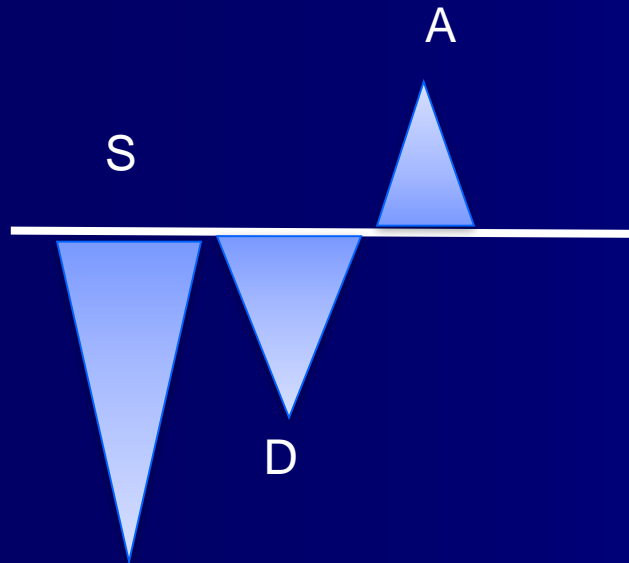
91 bpm

TM

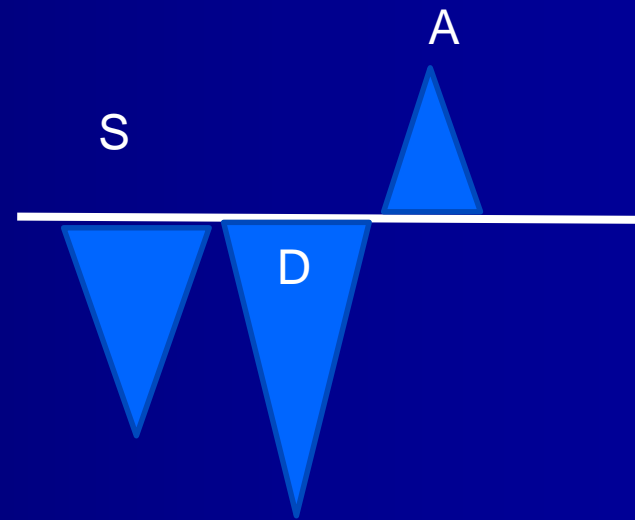
3/3  
75 mm/s



# Avec le Flux veineux sus hépatique



Flux veineux normal



Élévation de la POD

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

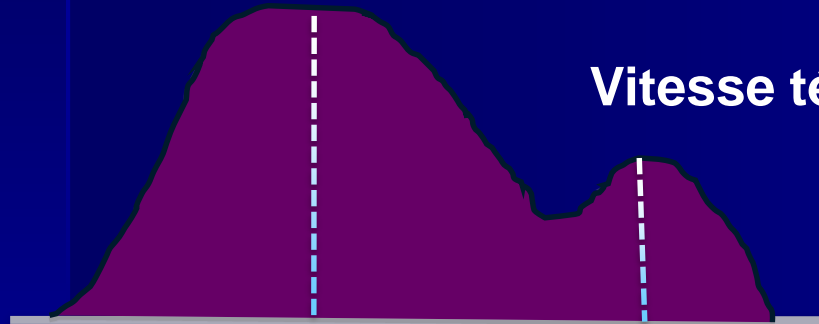
## Avec le Doppler tissulaire à l'anneau tricuspide

- $E/Ea$  (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

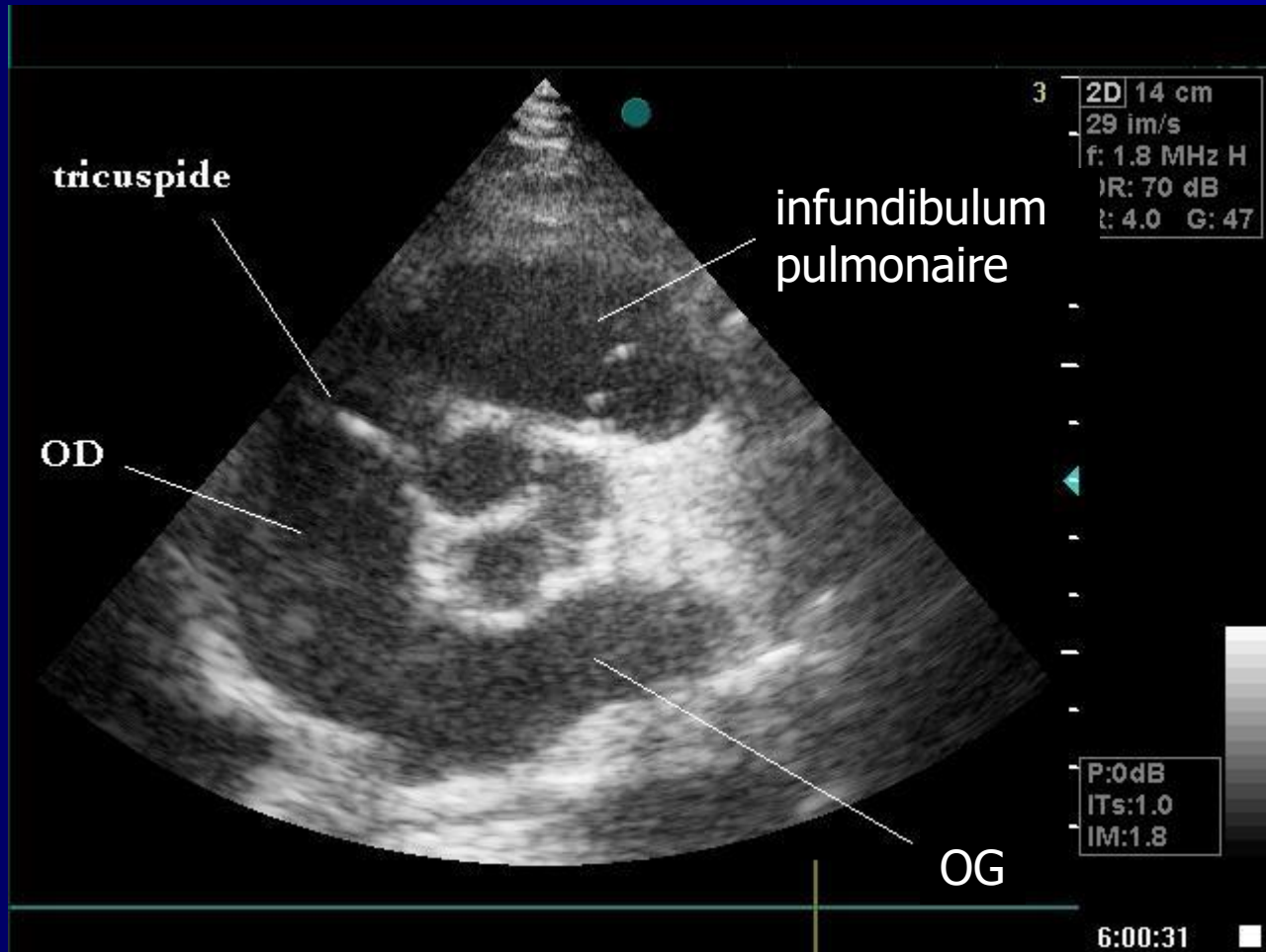
Vitesse  
protodiastolique (Vp)



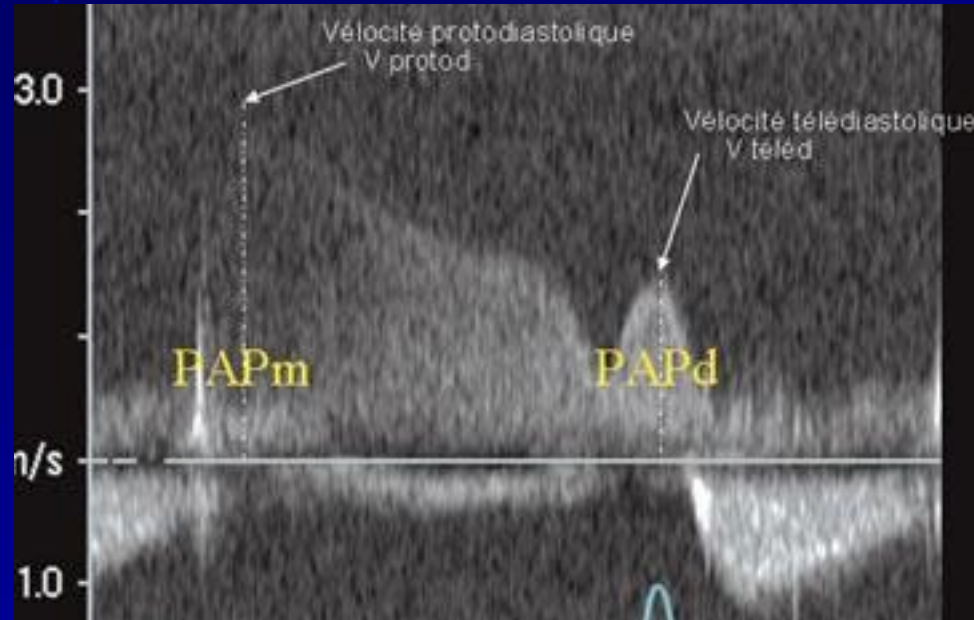
Vitesse télédiastronique (Vt)

- 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



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

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



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

# 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

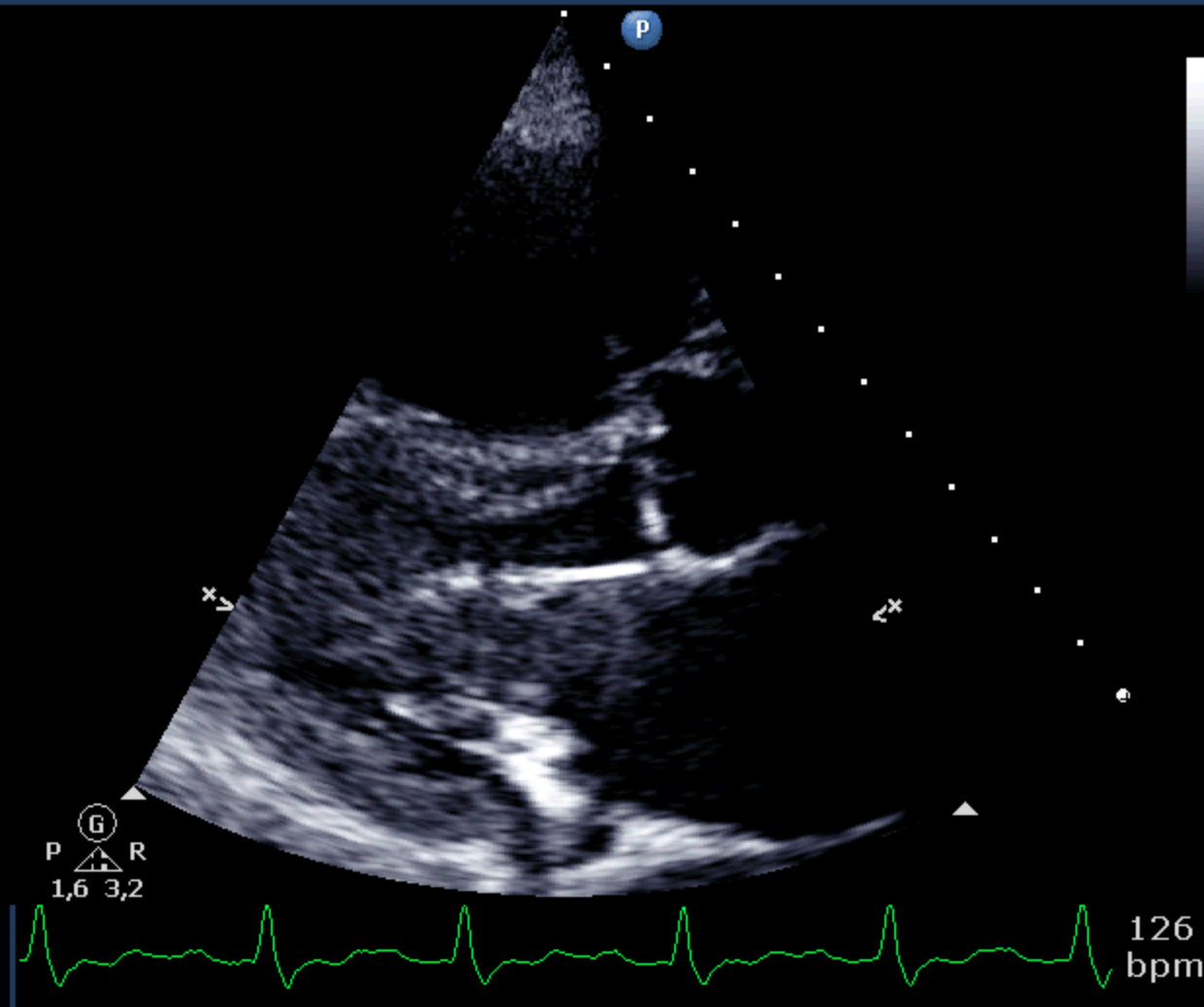
HGén

Gn 30

C 50

3/2/0

75 mm/s





PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

IM 1,2 02/12/2015

AT

CHU RENNES

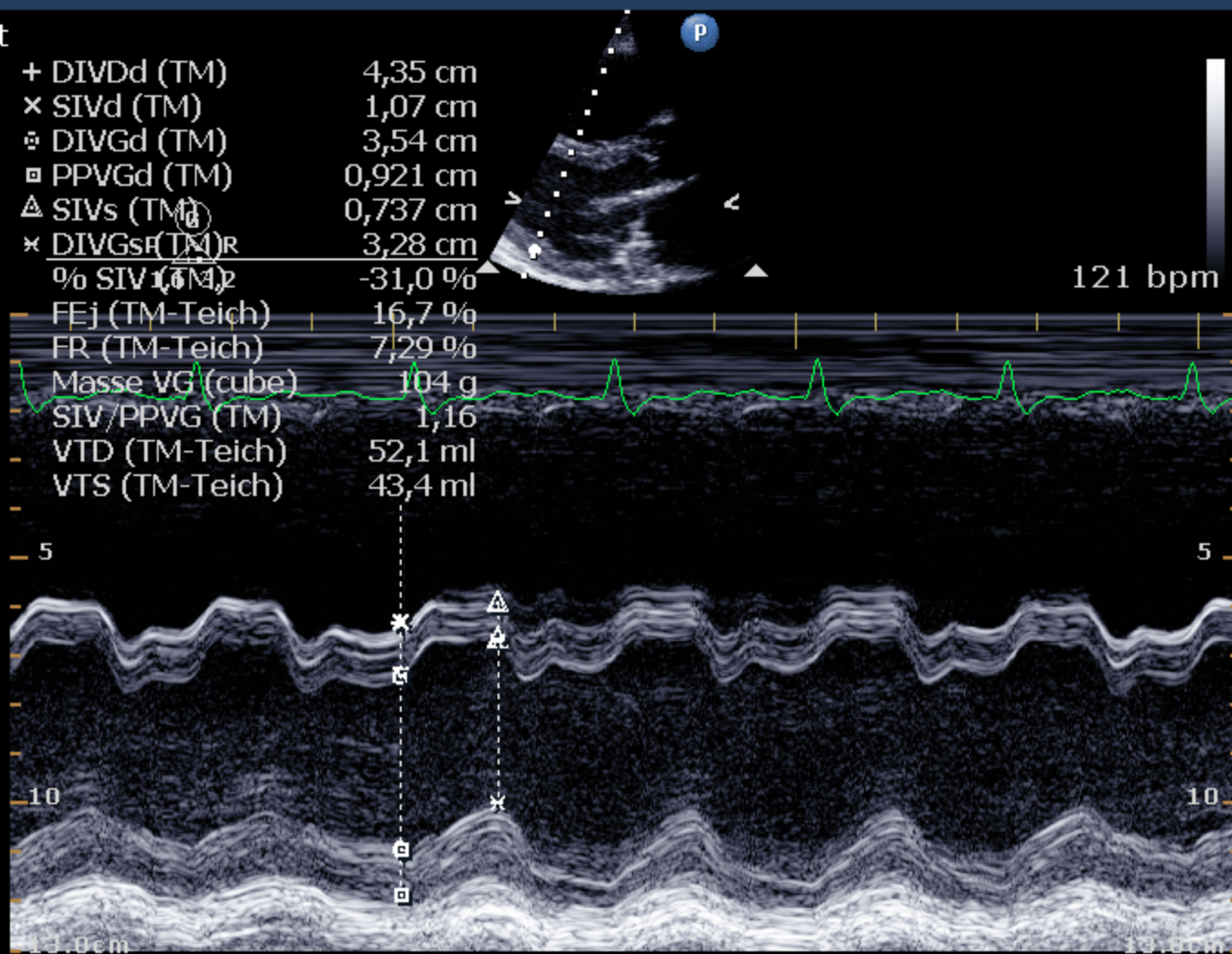
ITm 0,6 11:15:01

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	△ SIVs (TM)	0,737 cm
HGén	x DIVGsR (TM)R	3,28 cm

Gn 30	% SIV (TM)	-31,0 %
C 50	FEj (TM-Teich)	16,7 %
3 / 2 / 0	FR (TM-Teich)	7,29 %

TM	Masse VG (cube)	104 g
3 / 3	SIV/PPVG (TM)	1,16
75 mm/s	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

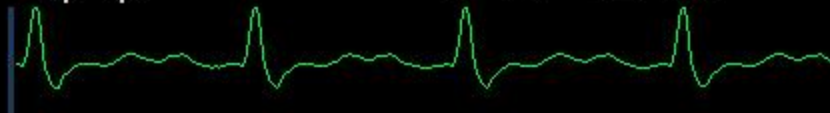
C 50

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

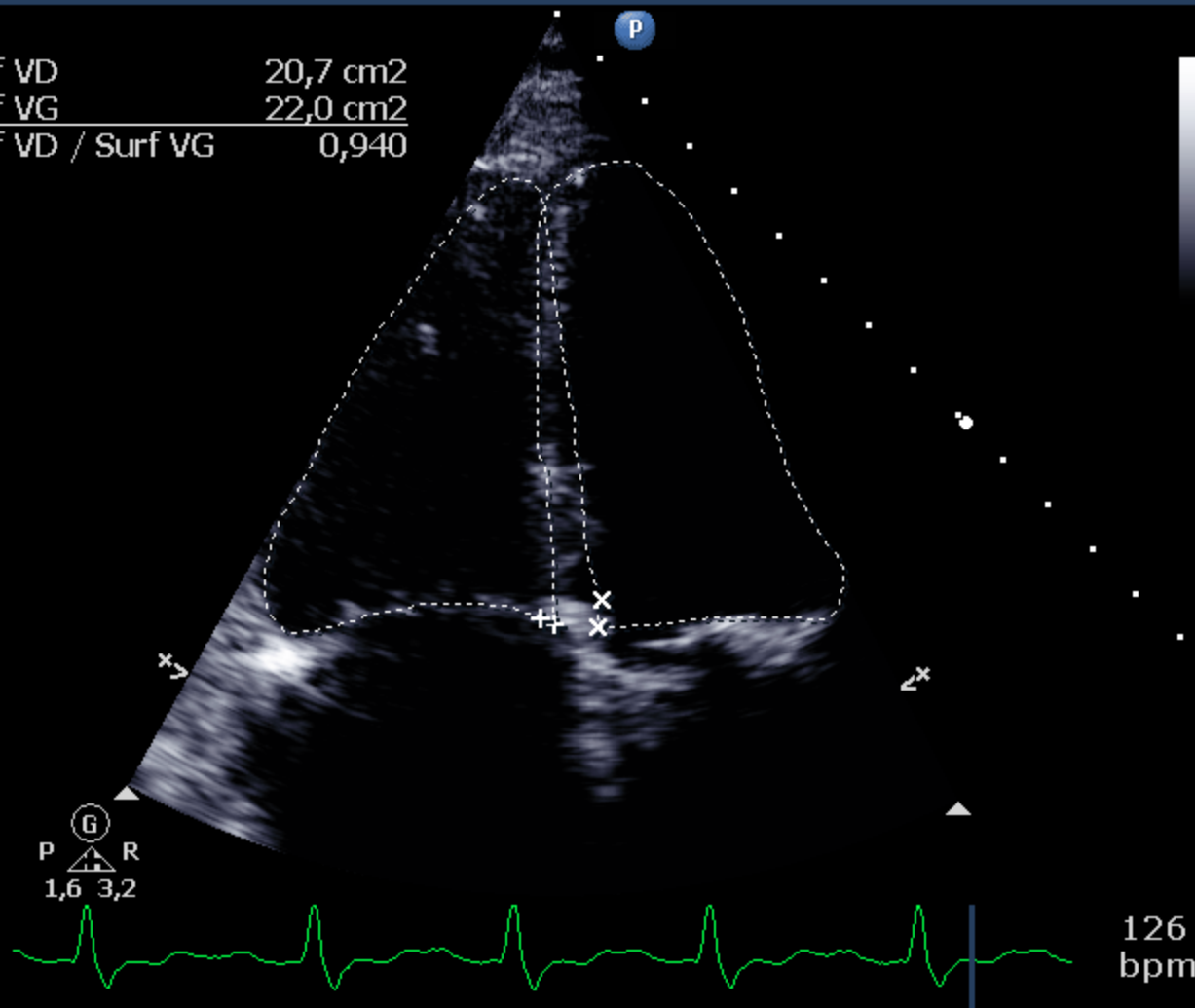
ITm 0,4 11:22:02

CARDIO opt

S5-1	+ Surf VD	20,7 cm2
40Hz	× Surf VG	22,0 cm2
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

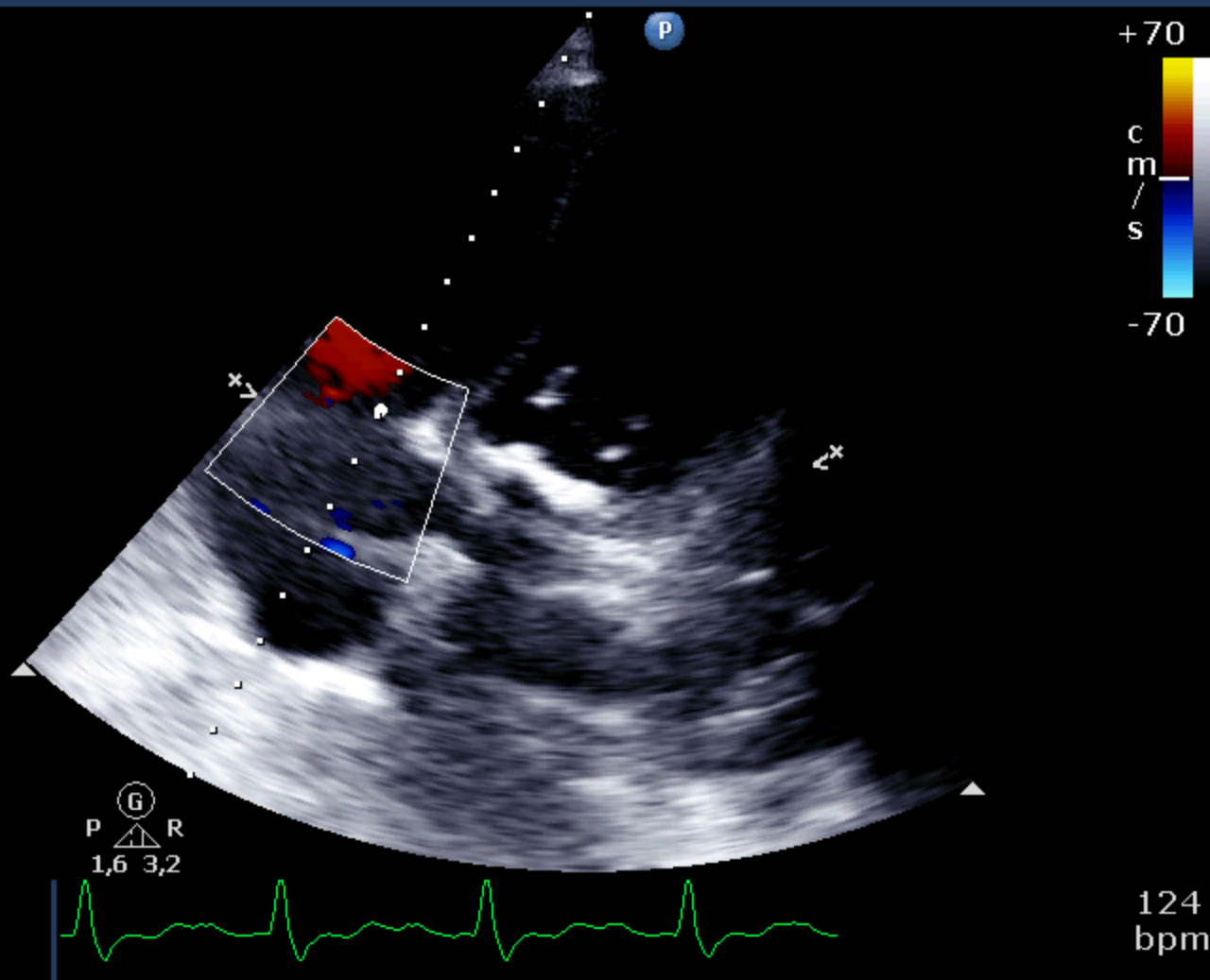
Couleur

2,5 MHz

Gn 60

4/5/1

Filtr Elevé



124  
bpm

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

GP max RT

291 cm/s

33,9 mmHg

+70

cm / s

2D

HGén

Gn 50

C 50

3 / 2 / 0



1250 rpm

- 200

- 100

0

- 100

- 200

- 300

- 400

Couleur

2,5 MHz

Gn 60

4 / 5 / 1

Filtr Elevé

DC

1,7 MHz

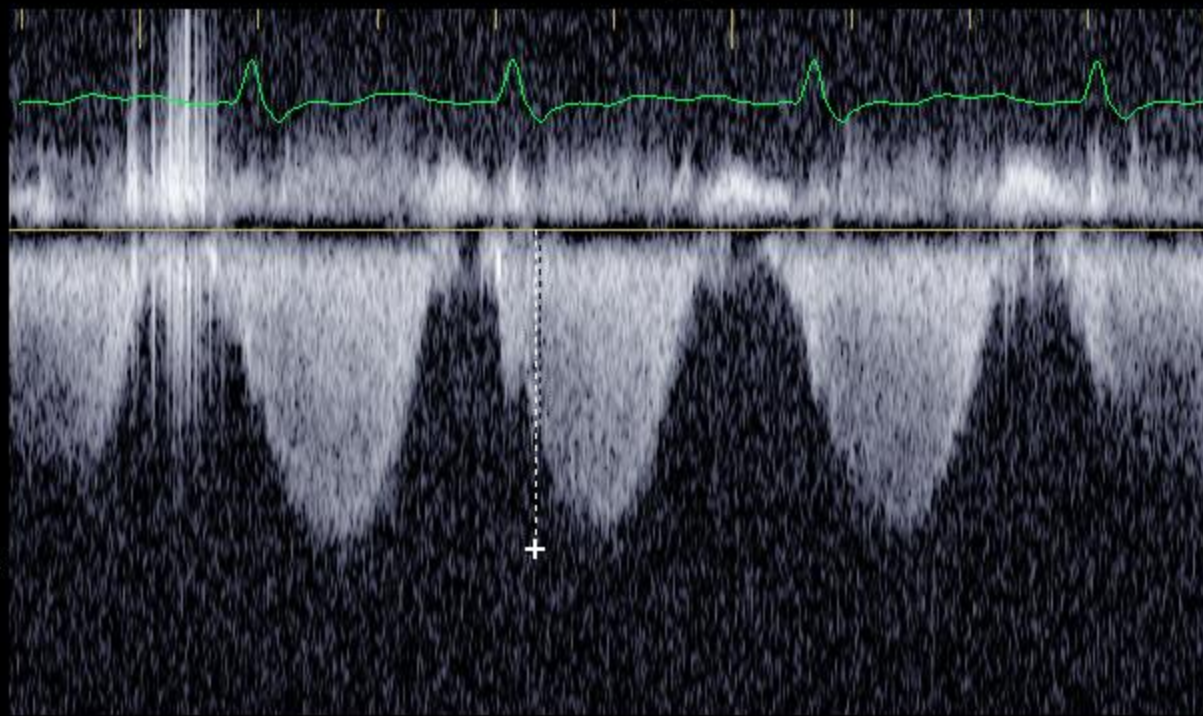
Gn 68

9,4 cm

Angle 0°

Filtr 800Hz

100 mm/s



+  
cm  
/  
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

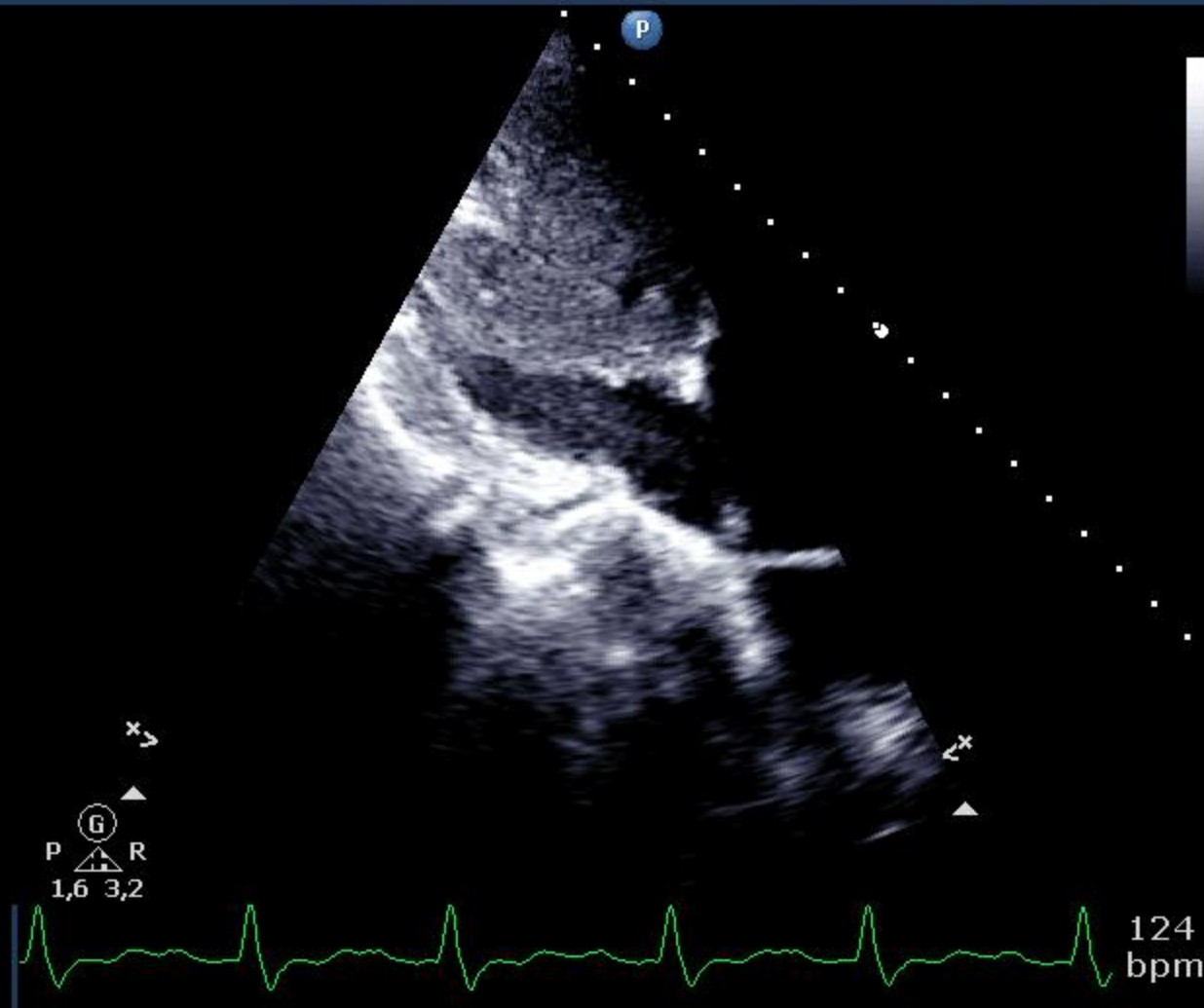
HGén

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

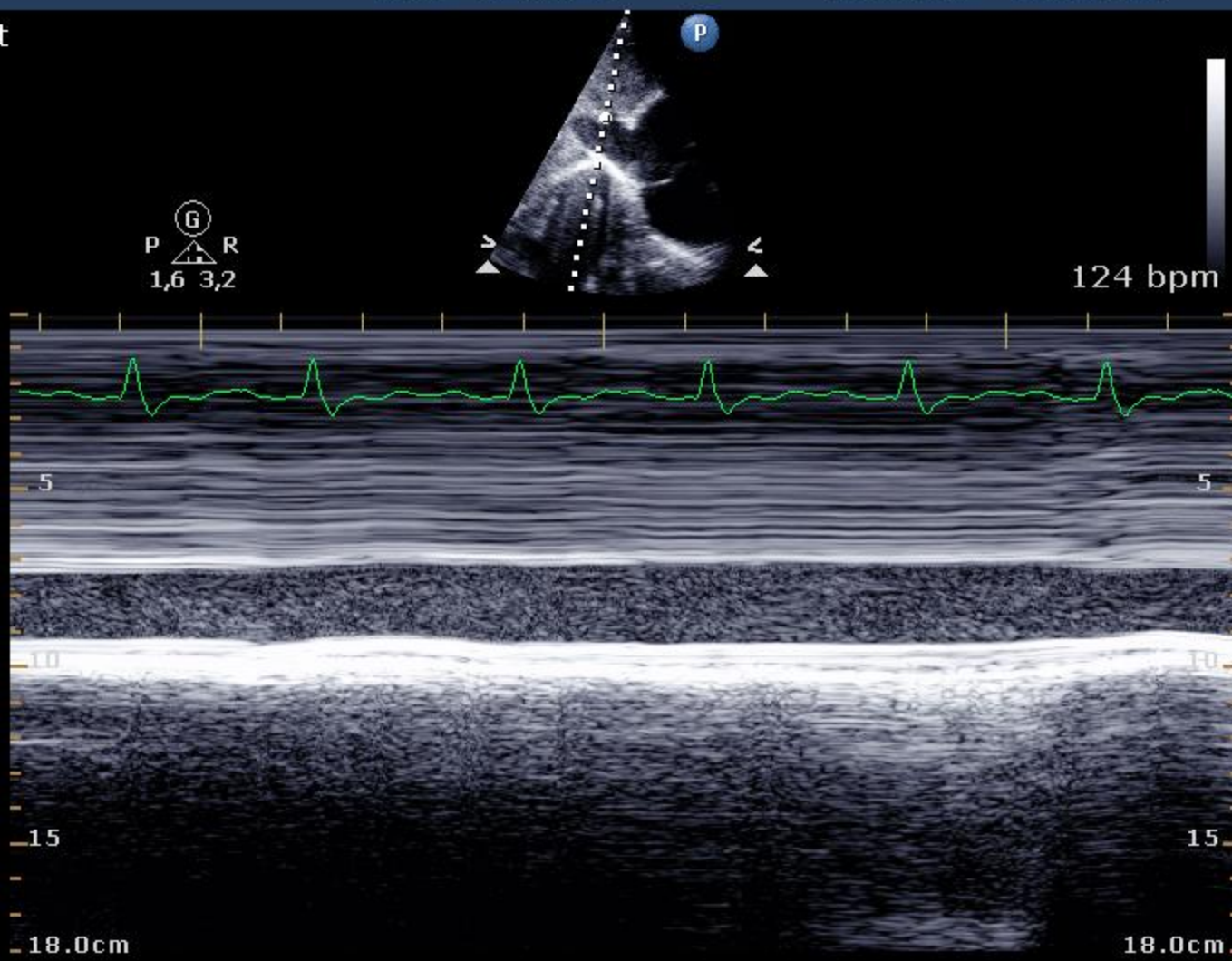
C 50

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

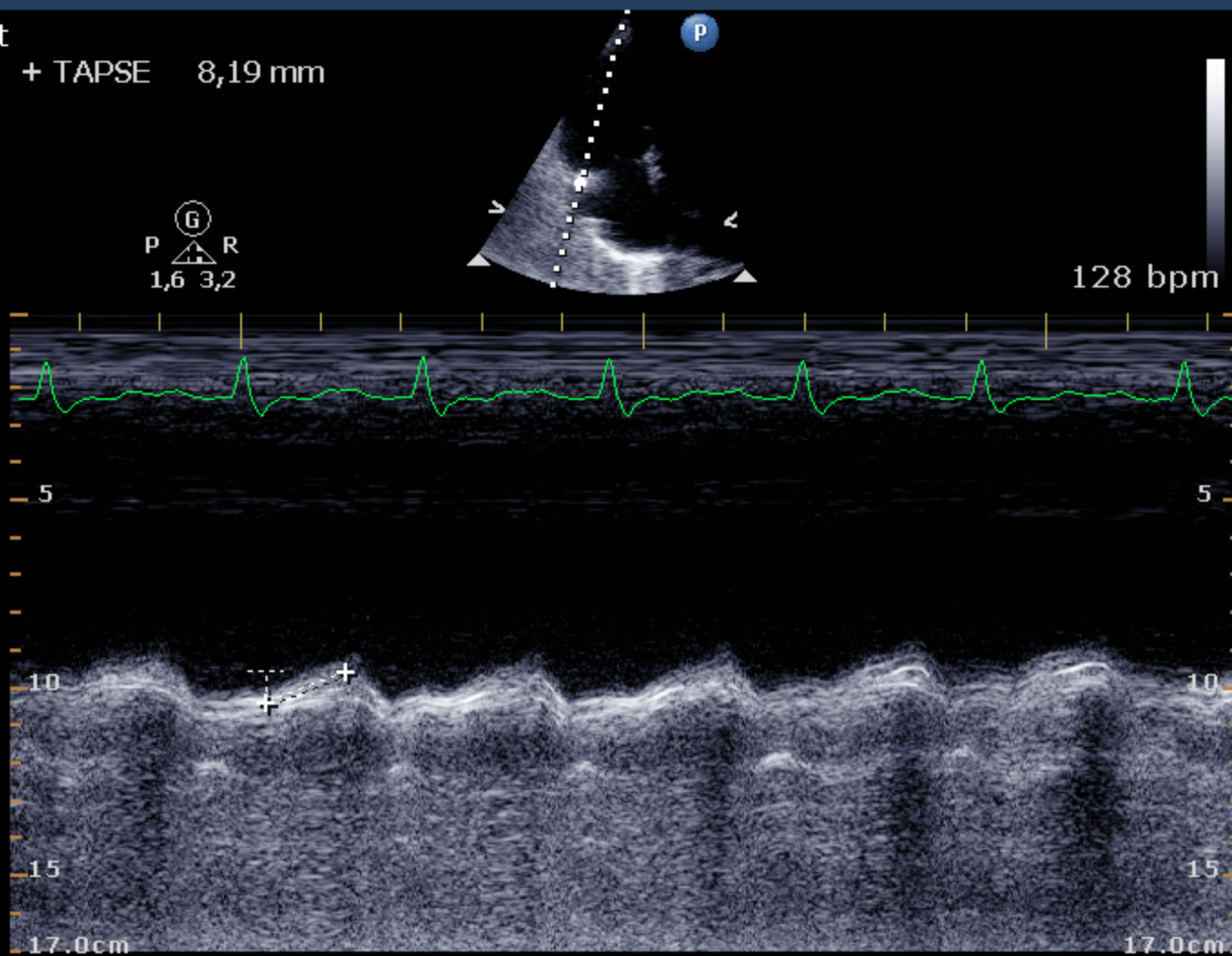
C 50

3/2/0

TM

3/3

75 mm/s





PHILIPS

MARYVONNE 10/01/1944

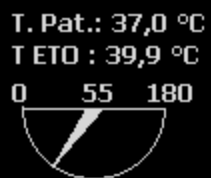
IM 0,5 02/12/2015

AT

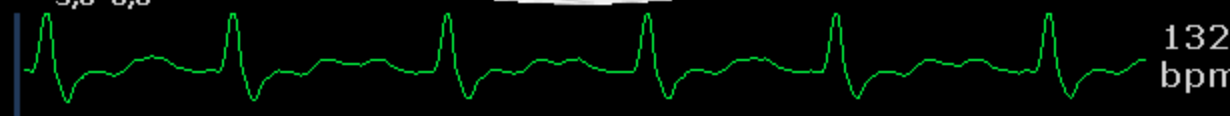
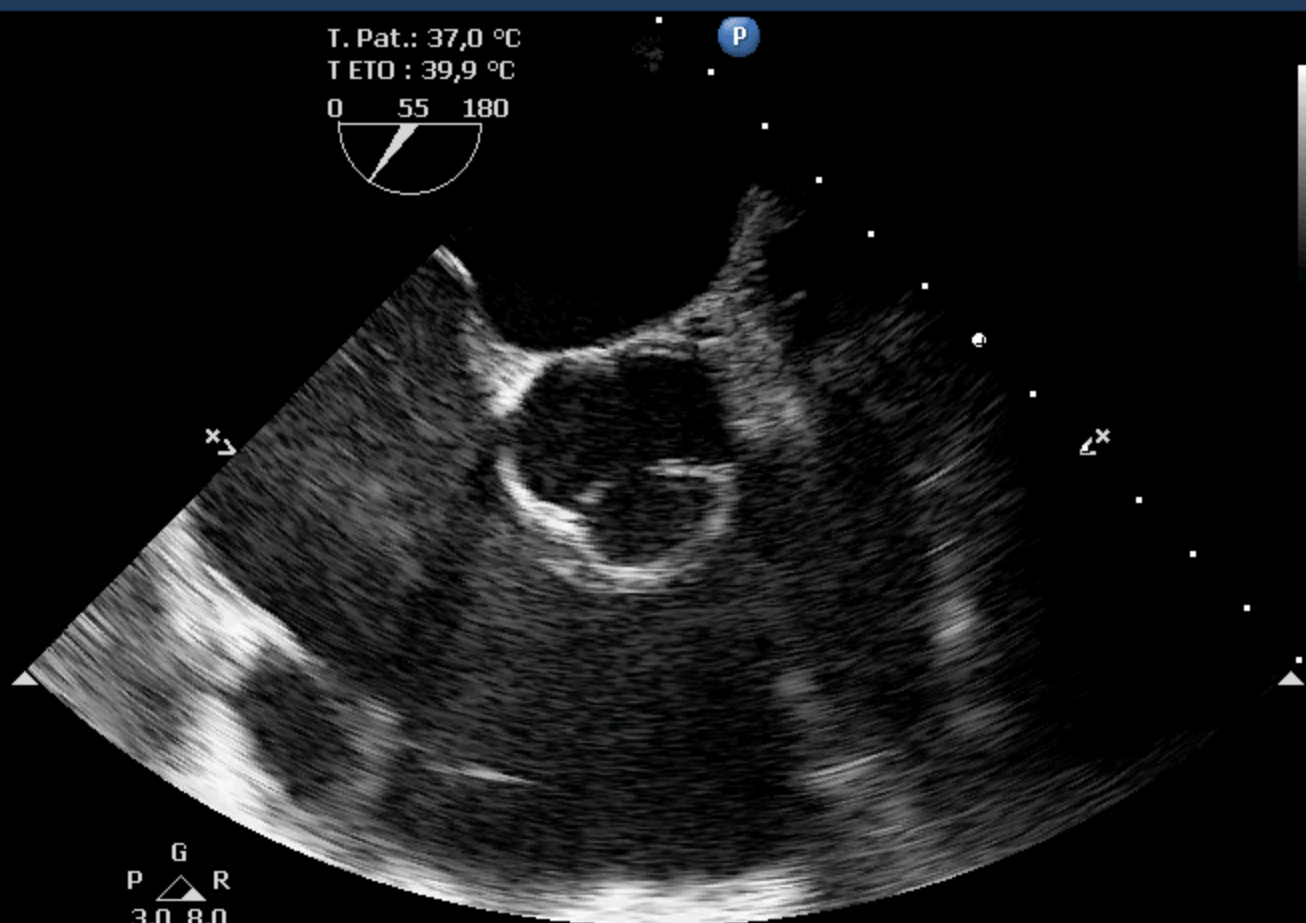
CHU RENNES

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

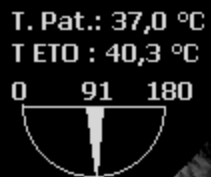
IM 0,5 02/12/2015

AT

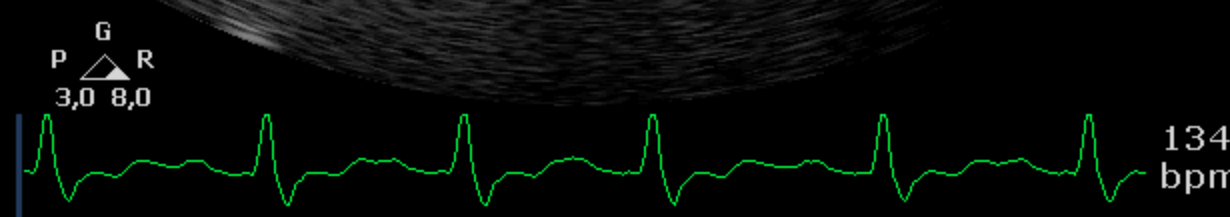
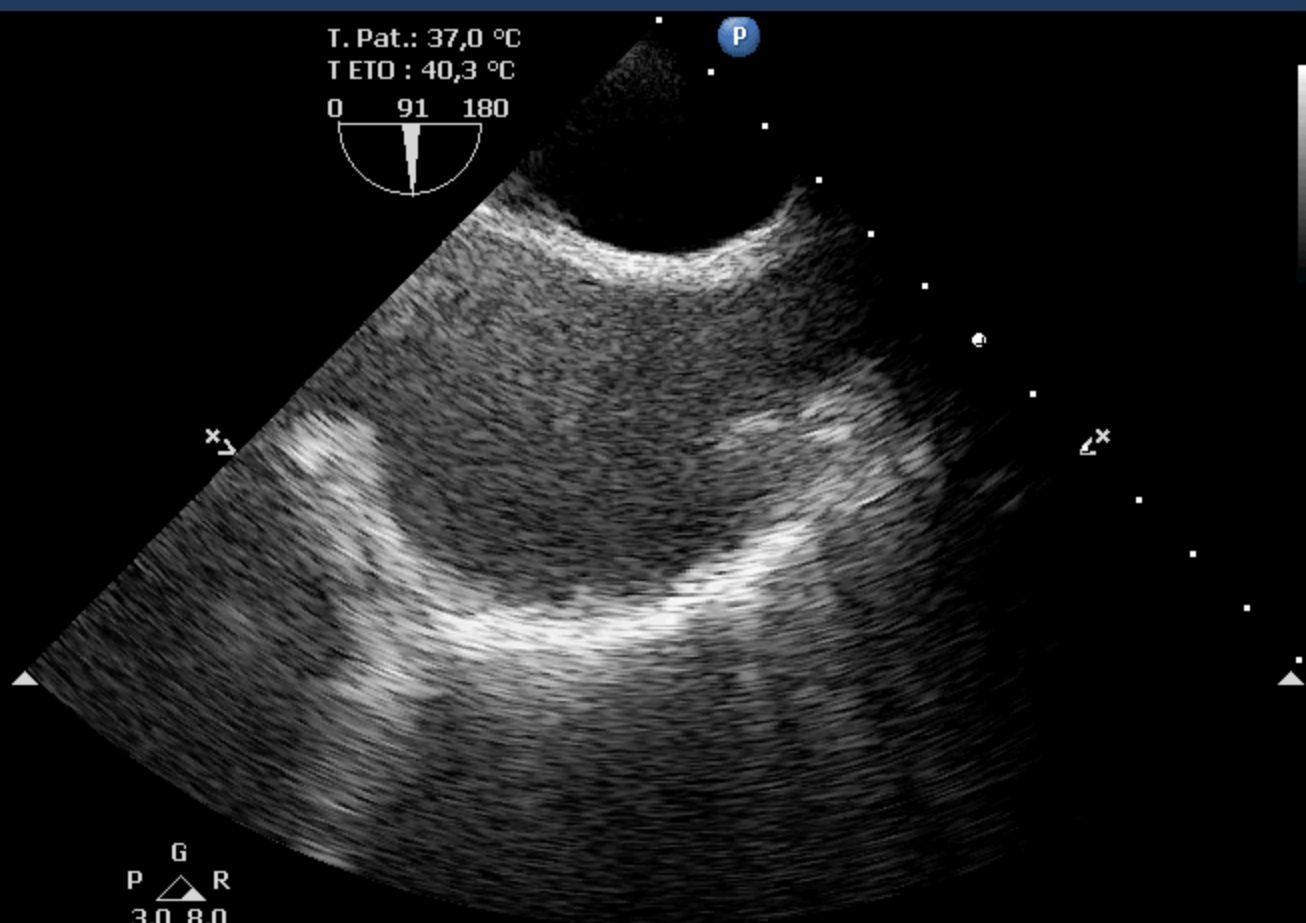
CHU RENNES

ITm 0,1 11:35:51

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



2D  
Rés  
Gn 60  
C 50  
4/2/0  
75 mm/s



**Merci de votre attention**