



Dysfonction systolique ventriculaire gauche

Elodie MASSERET

Réanimation Chirurgicale

TUSAR 3/12/2024



- **Généralités**

- **Physiologie**

- **Fraction d'éjection**

- **Autres indices**

- **Etiologies**

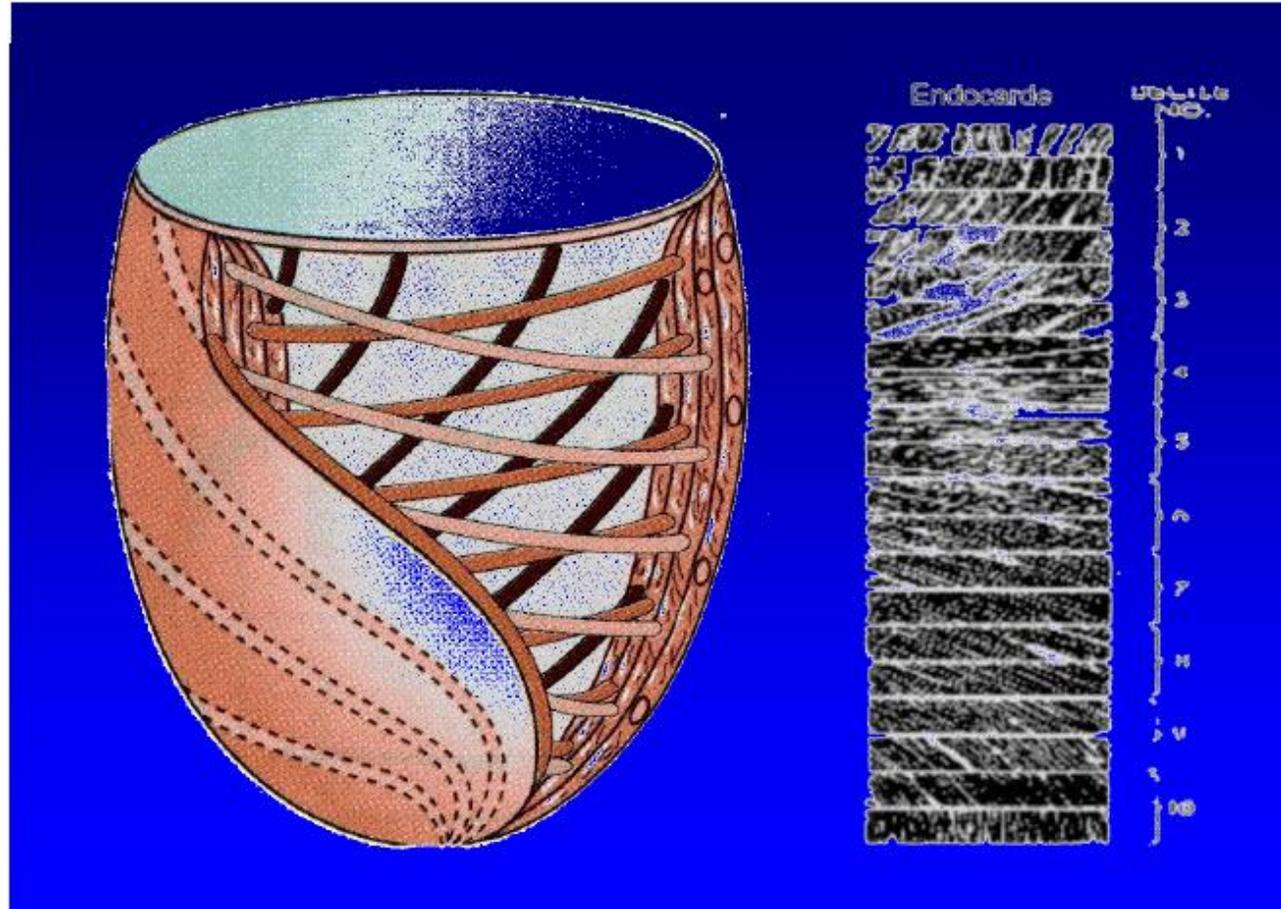
- **Conclusion**

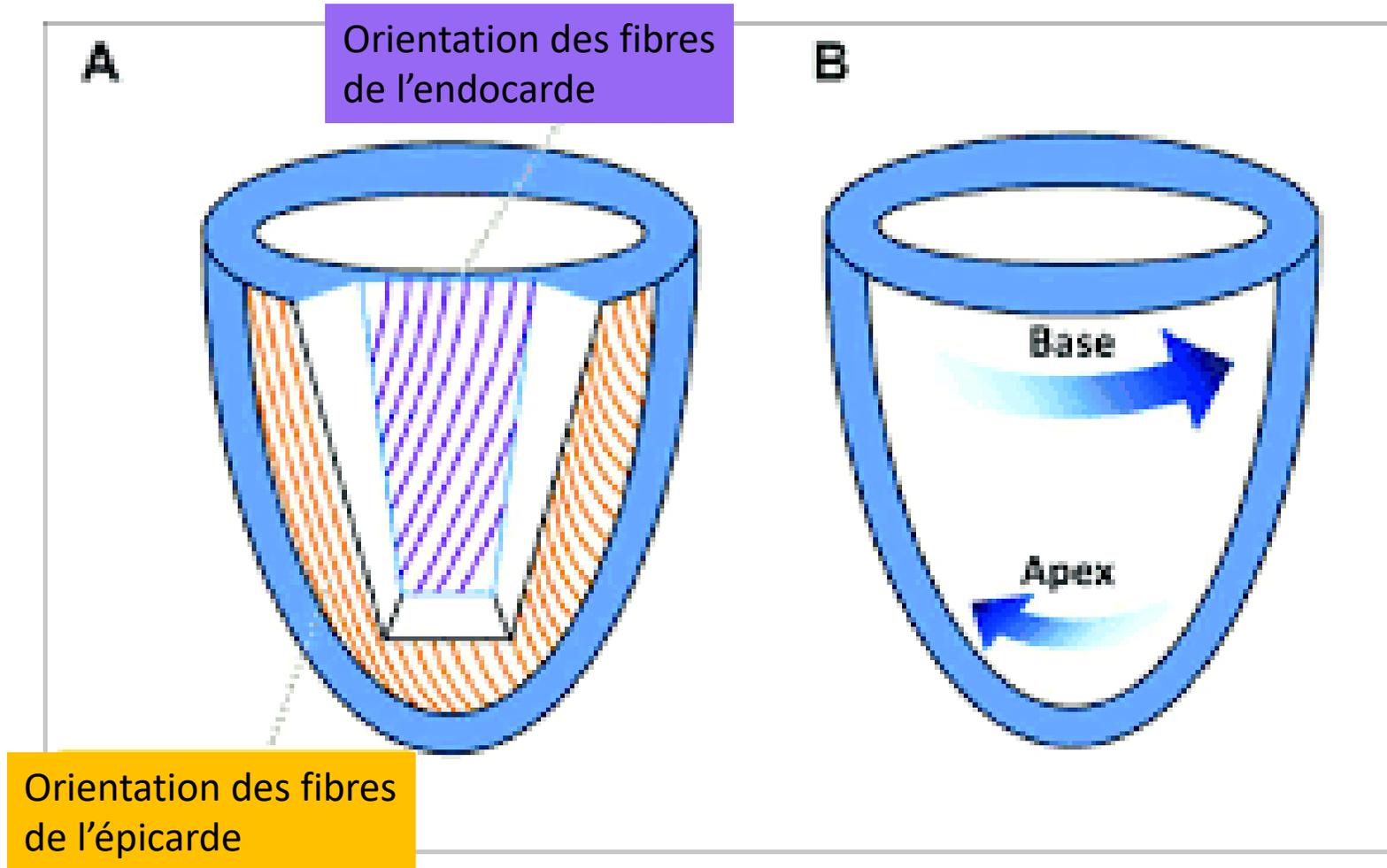
Evaluation de la fonction systolique VG

- Indication principale d'une échographie cardiaque
- Composante essentielle du bilan cardiaque
- FEVG visuelle et mesures quantitatives
- N'évalue pas directement la contractilité (conditions de charge)
- Evaluations répétées (variable)

Evaluation de la fonction systolique VG

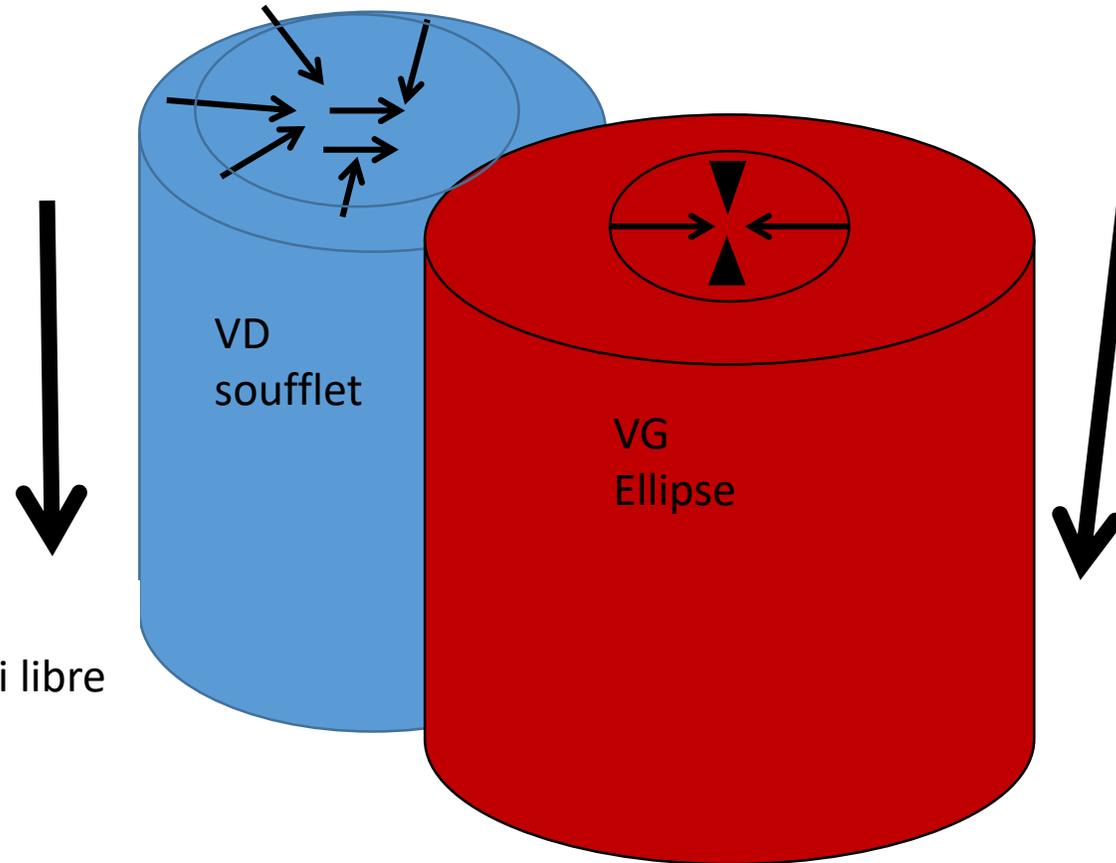
- Indispensable dans les états de choc
- Eléments diagnostiques, pronostiques, thérapeutiques
- Choc septique
 - *Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021*
 - *Dugar, Chest 2023 (FEVG <25% ou FEVG >70%)*





Contraction vers
- la pointe
- le VG

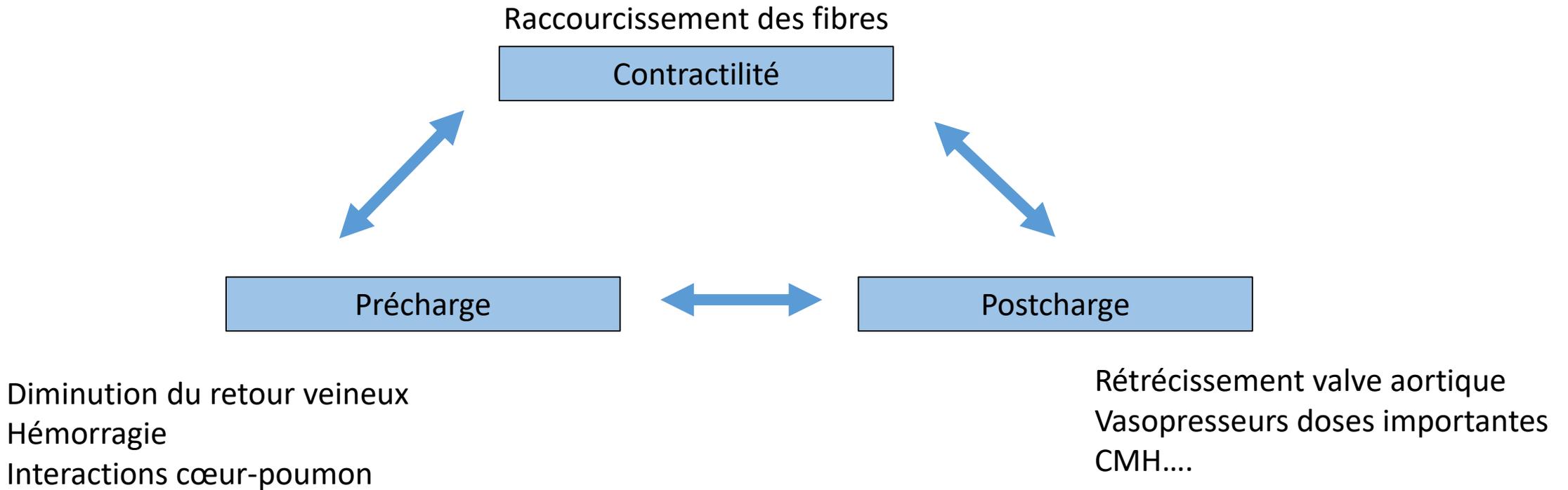
Contraction vers
- le centre (concentrique)
- la pointe
- Torsion



« Soufflet » : faible déplacement de la paroi libre

« Ellipse » : Volume diminue selon le carré du rayon, contraction selon le petit axe est plus efficace

Fraction d'éjection \neq contractilité \longrightarrow Fraction d'éjection = contractilité + conditions de charge

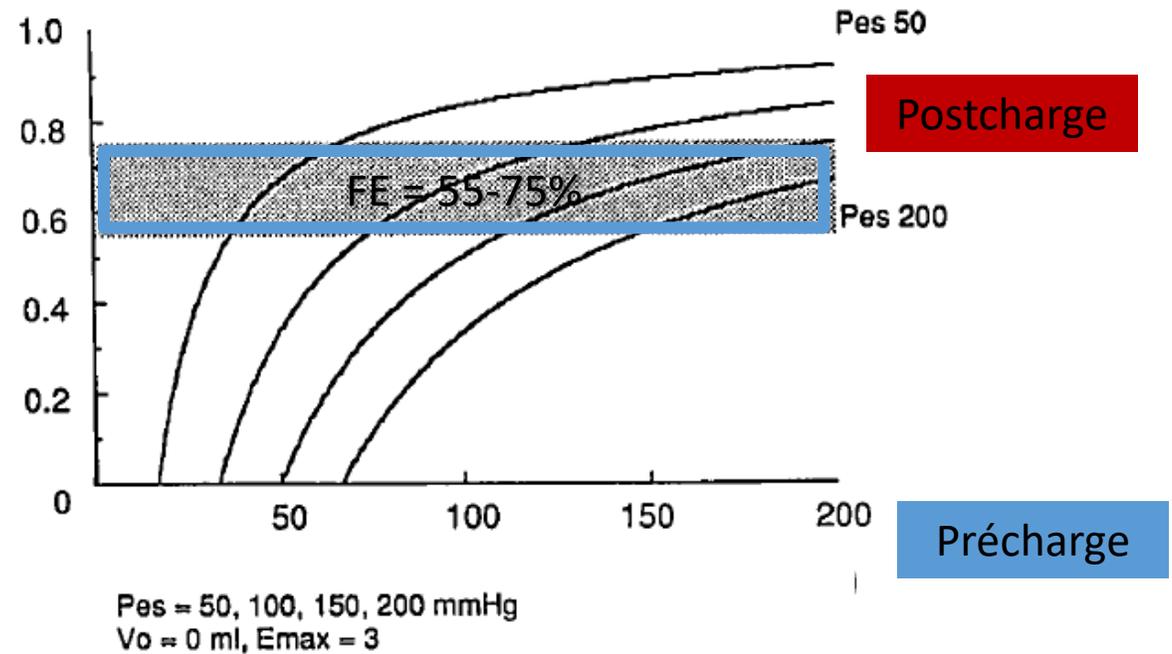


A Contractilité constante

↓ précharge = ↓ FEVG surtout
pour des valeurs basses

↓ postcharge = ↑ la FEVG
Attention au patient hypotendu,
surestimation FEVG

Fraction d'éjection



Généralités

Physiologie

Fraction d'éjection

Autres indices

Etiologies

Conclusion

SYSTOLE

DIASTOLE

DEFAILLANCE CIRCULATOIRE



DYSFONCTION SYSTOLIQUE

DEFAILLANCE RESPIRATOIRE



DYSFONCTION DIASTOLIQUE

FEVG

Table 4. Classification of HF by LVEF

Type of HF According to LVEF	Criteria
HFrEF (HF with reduced EF)	LVEF $\leq 40\%$
HFimpEF (HF with improved EF)	Previous LVEF $\leq 40\%$ and a follow-up measurement of LVEF $> 40\%$
HFmrEF (HF with mildly reduced EF)	LVEF 41%–49% Evidence of spontaneous or provokable increased LV filling pressures (eg, elevated natriuretic peptide, noninvasive and invasive hemodynamic measurement)
HFpEF (HF with preserved EF)	LVEF $\geq 50\%$ Evidence of spontaneous or provokable increased LV filling pressures (eg, elevated natriuretic peptide, noninvasive and invasive hemodynamic measurement)

- Élément diagnostique de l'insuffisance cardiaque
- Il existe 3 catégories d'insuffisance cardiaque
 - Insuffisance cardiaque avec FEVG conservée (HFpEF) FEVG $\geq 50\%$
 - Insuffisance cardiaque avec FEVG modérément altérée $41\% < \text{FEVG} < 49\%$
 - Insuffisance cardiaque avec FEVG altérée (HFrEF) FEVG $< 40\%$

FEVG visuelle

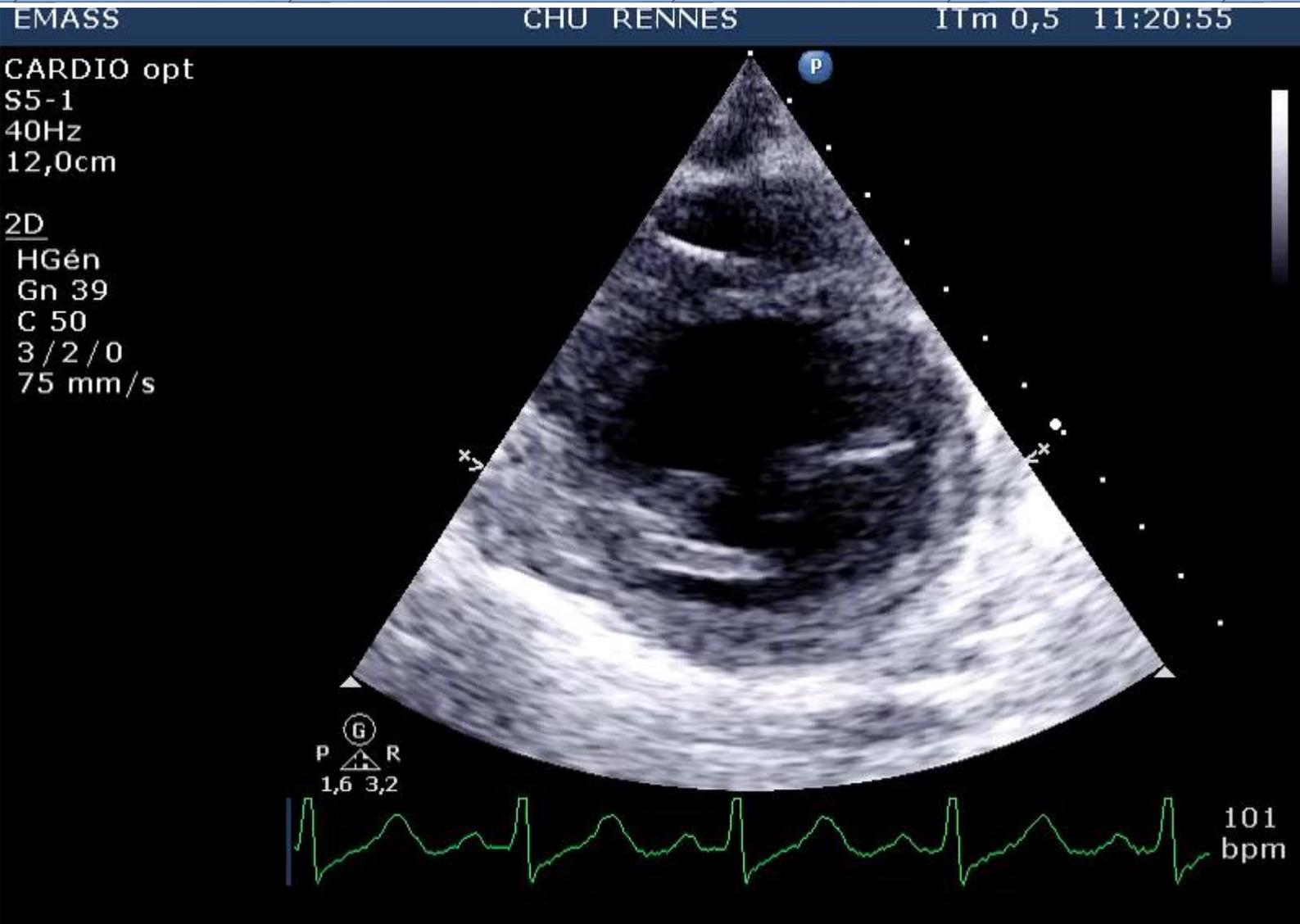
Fraction d'éjection	Estimation visuelle
≥ 60%	Fonction normale
45-59%	Altération discrète
35-44%	Altération modérée
<35%	Altération sévère
<20%	Altération très sévère

*Echocardiographie cardiaque de l'adulte- Exploration
du cœur gauche, vol1*

FEVG visuelle



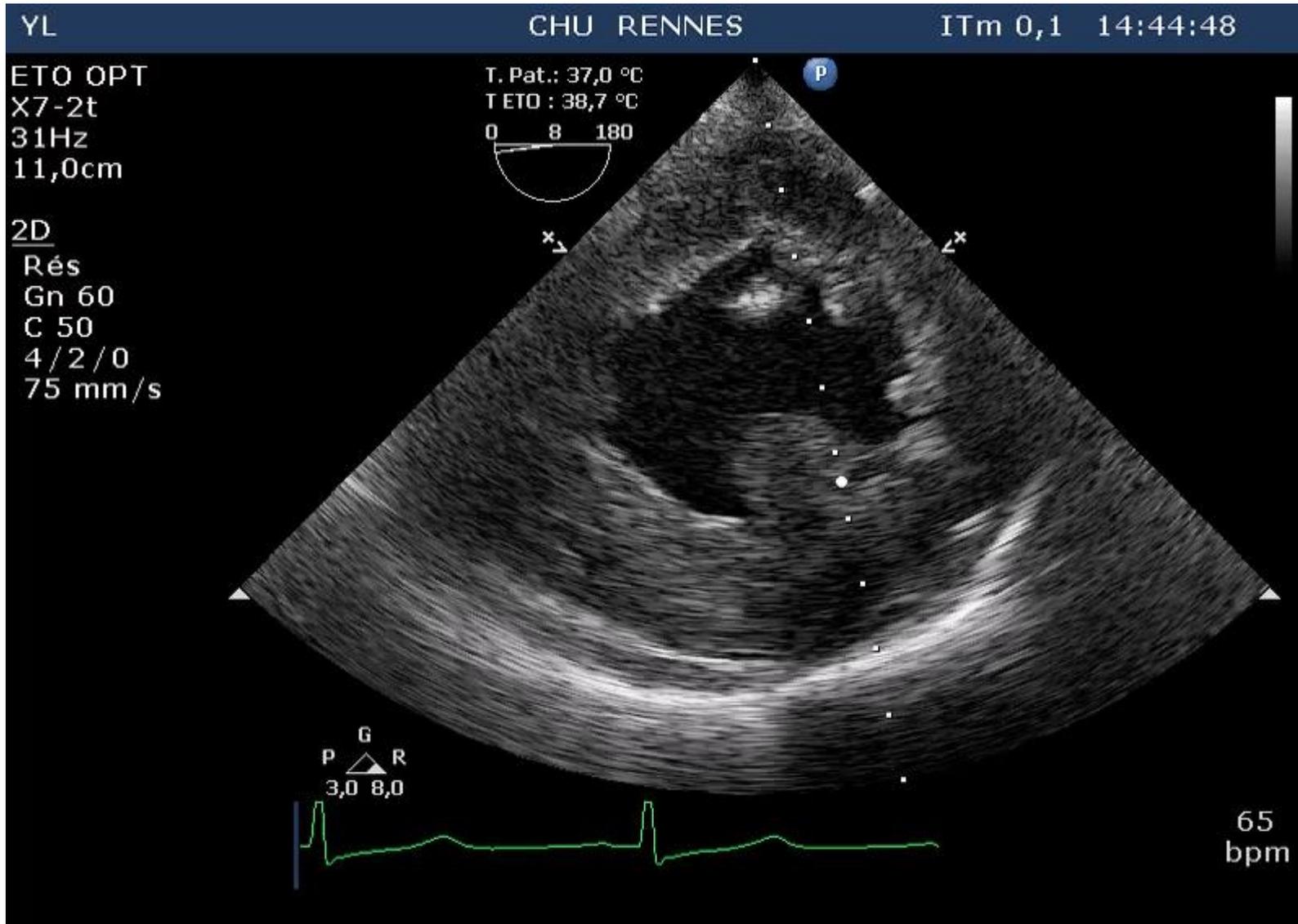
- Courbe d'apprentissage
- **Sous-estimation** en cas de dilatation cavitaire, bradycardie
- **Sur-estimation** en cas d'hypertrophie pariétale, tachycardie





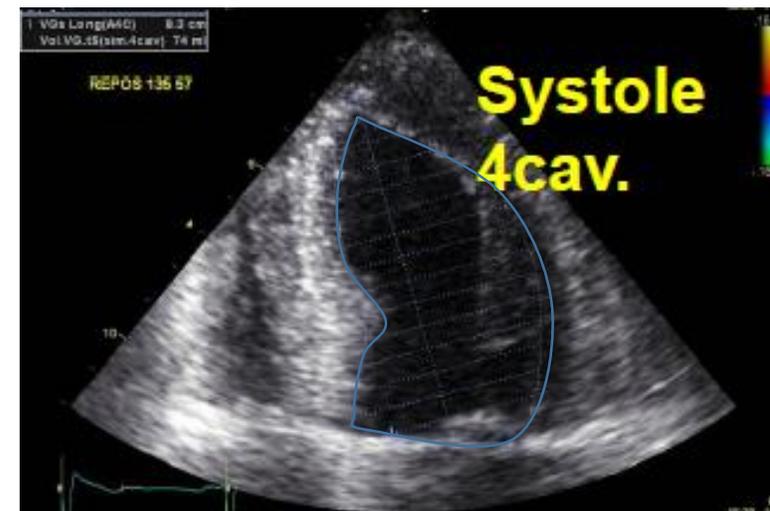
FEVG visuelle

- Courbe d'apprentissage
- **Sous-estimation** en cas de dilatation cavitaire, bradycardie
- **Sur-estimation** en cas d'hypertrophie pariétale, tachycardie



FEVG quantitative

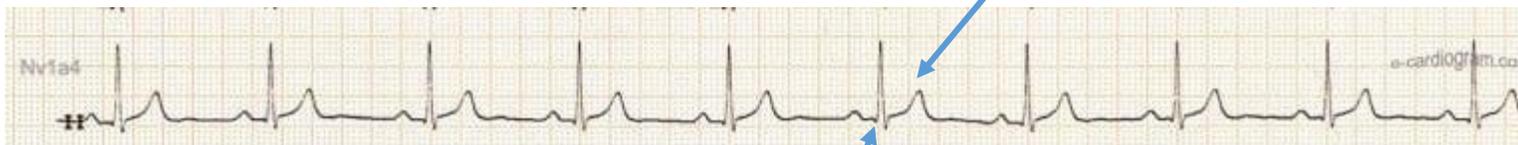
$$FE (\%) = V \text{ éj} / VTD = (VTD - VTS) / VTD$$



FEVG quantitative

Simpson Biplan = Méthode de référence

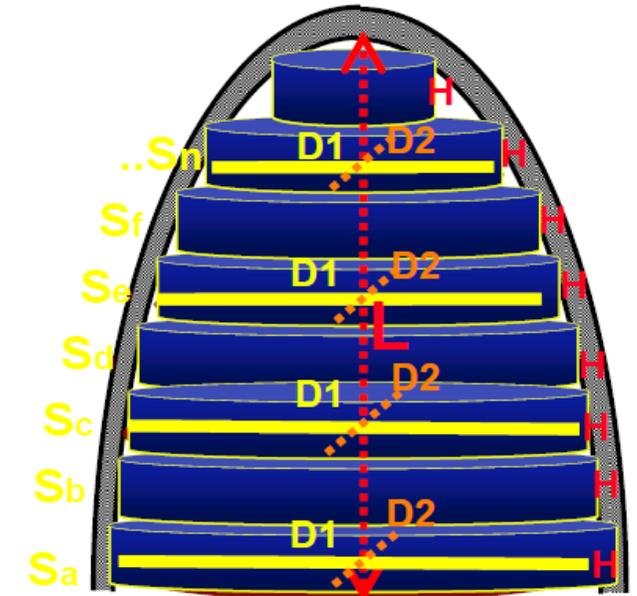
- 1- Boucle en Coupe Apicale 4 cavités et 2 cavités : biplan
- 2- Tracé ECG pour repérer systole et diastole
- 3- Visualisation apex, 14 segments/17
- 4- Fiable pour les ventricules dysmorphiques



diastole

systole

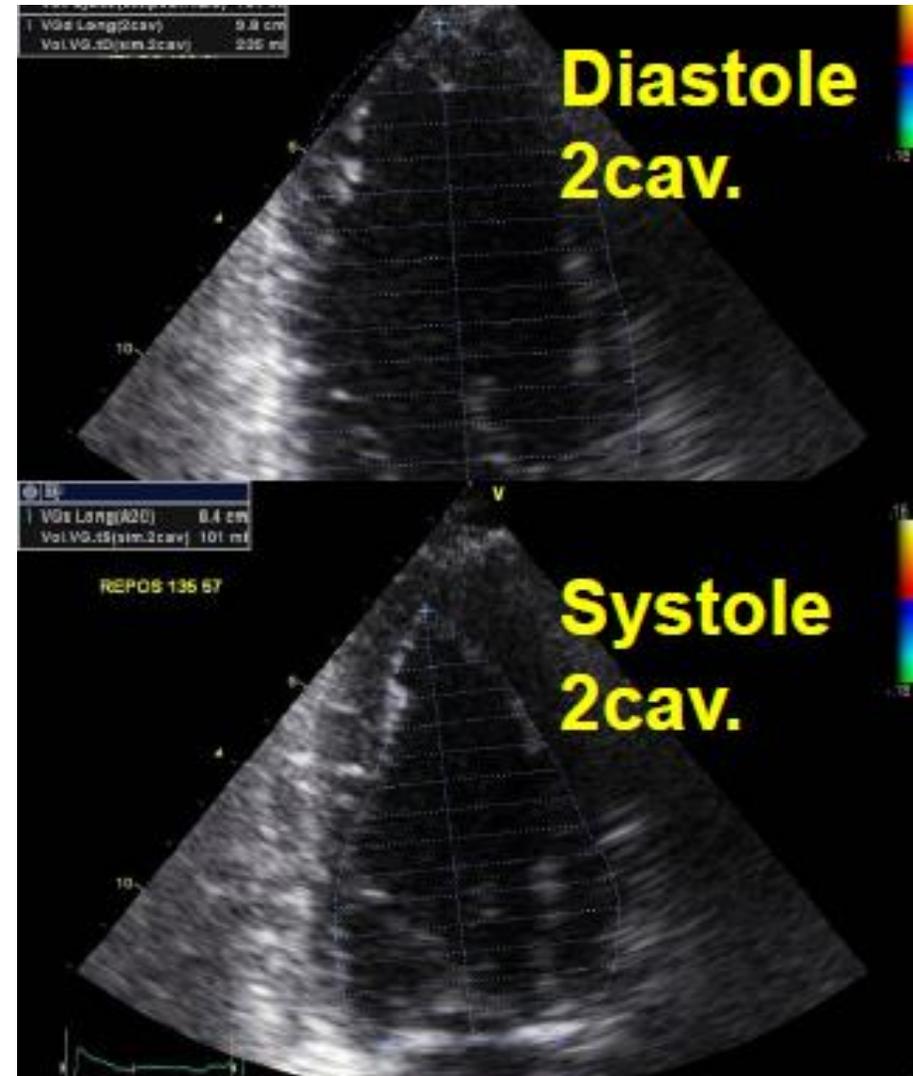
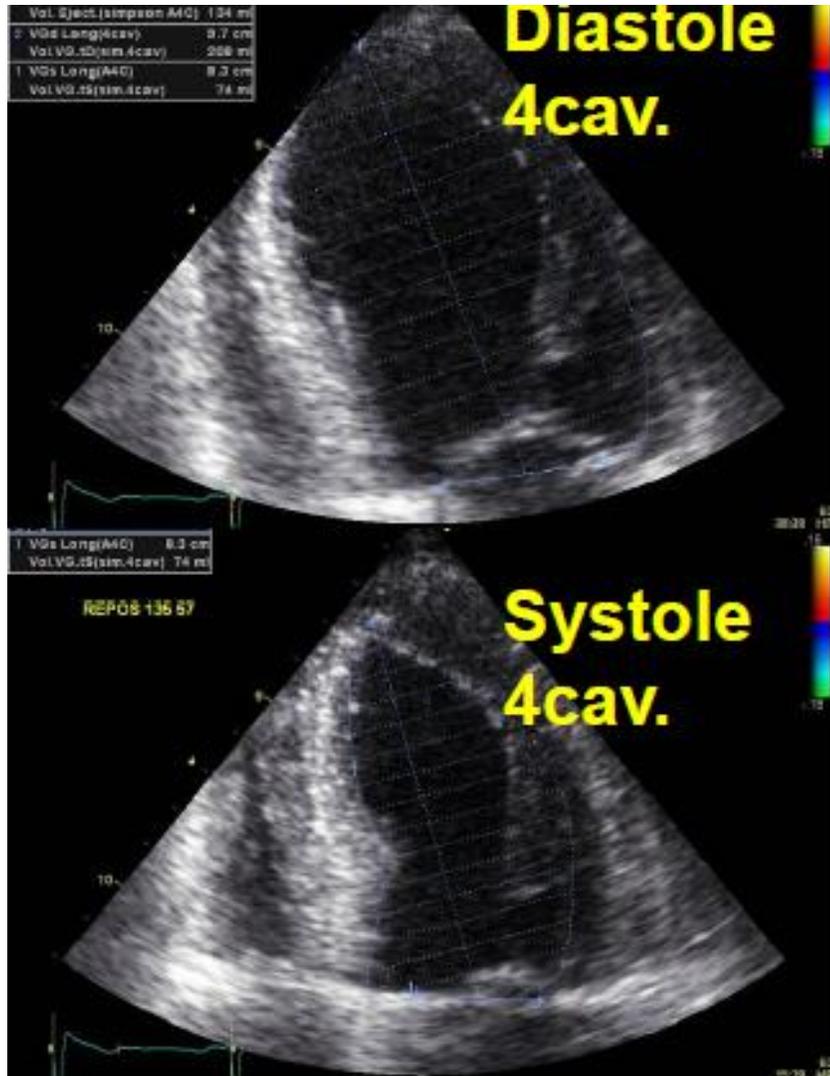
2 plans orthogonaux



Biplan : pour chaque cylindre, on a D1 et D2.

$$V = h \sum_{l=1}^n X S$$

h: hauteur des disques
S: surface de chaque tranche



M: 20130954
EMASS

CHU RENNES

ITm 0,5 11:26:32

Study ID: 2584
1
Instance: 8
Frame: 1/129
Zoom 100%

CARDIO opt
S5-1
28Hz
18cm

2D
HGén
Gn 59
C 50
3 / 2 / 0
75 mm/s



G
P R
1,6 3,2



86
bpm

78 BPM

11:26 AM
5/15/2013

COURANT, PATRICK
13-05-27-194450
M 21/6/1954
EMASS

COURANT, PATRICK 16/02/1954

CHU RENNES

IM 1,3

27/05/2013

CHU RENNES
US - PALETTE COLOR
Study ID 2695

ITm 0,4

19:48:50

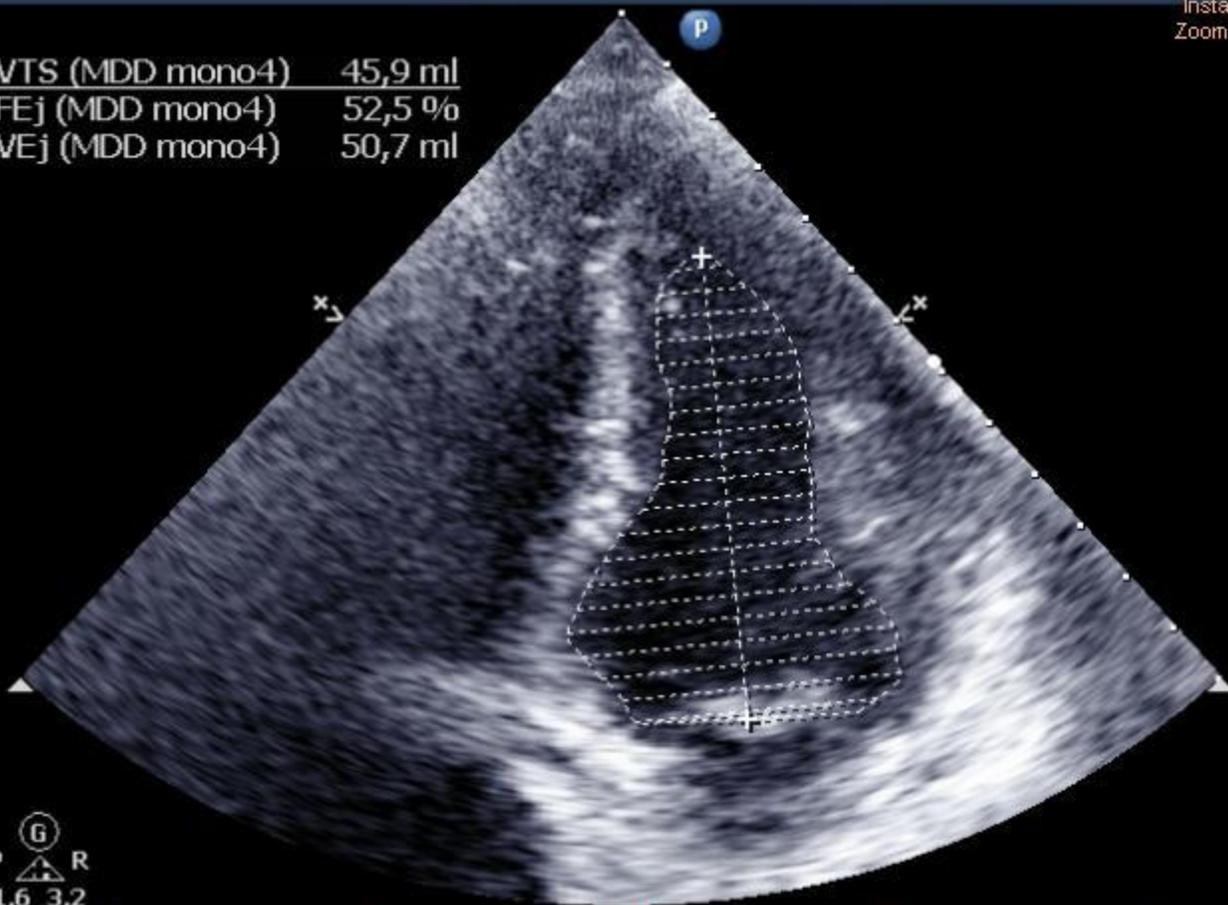
Instance: 2
Zoom 100%

CARDIO opt

S5-1	+ VTS (MDD mono4)	45,9 ml
38Hz	FEj (MDD mono4)	52,5 %
13cm	VEj (MDD mono4)	50,7 ml

2D

HGén
Gn 59
C 50
3 / 2 / 0
75 mm/s



Ⓞ
P R
1,6 3,2

101
bpm

7:50 PM
5/27/2013

M 216/954
EMASS

CHU RENNES

ITm 0,5 11:19:35

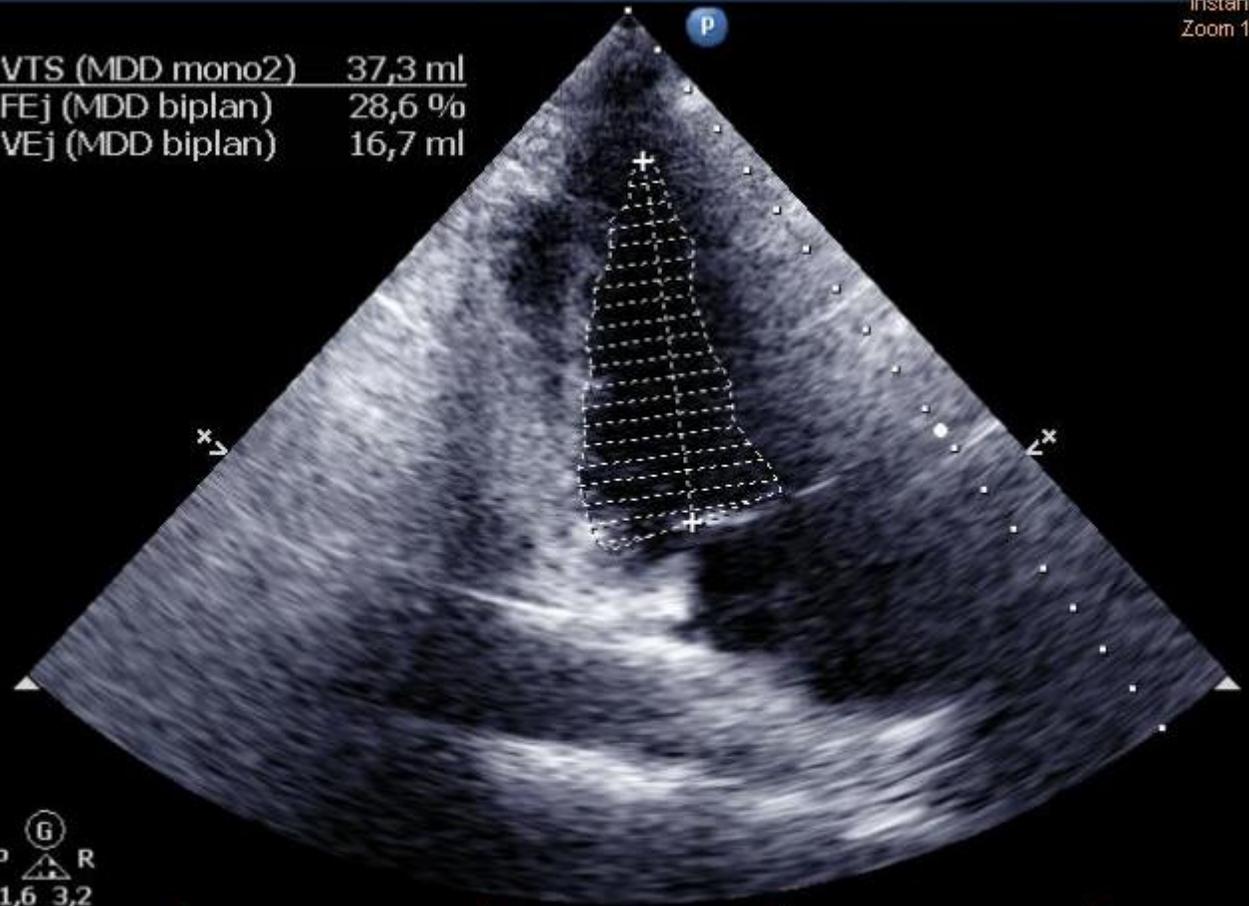
Study ID 2584
1
Instance: 4
Zoom 100%

CARDIO opt

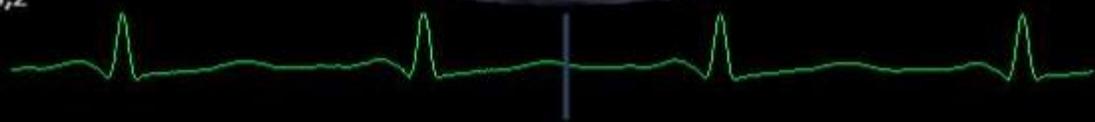
S5-1	+ VTS (MDD mono2)	37,3 ml
29Hz	FEj (MDD biplan)	28,6 %
18cm	VEj (MDD biplan)	16,7 ml

2D

HGén
Gn 59
C 50
3 / 2 / 0
75 mm/s



Ⓞ
P R
1,6 3,2



84
bpm

11:20 AM
5/15/2013

01/12/2009 17:04:11

V

5

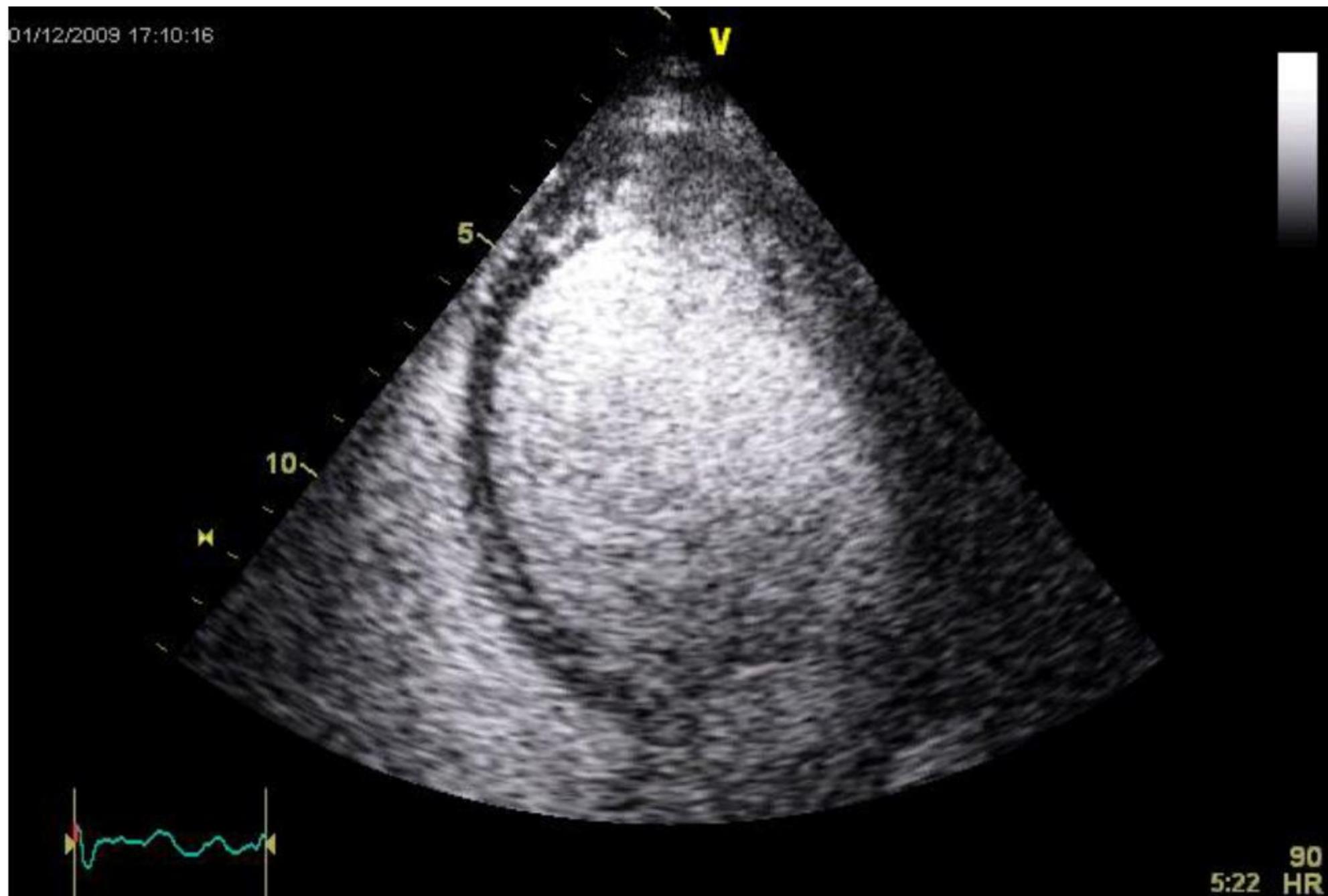
10

15



89
13:74 HR

01/12/2009 17:10:16

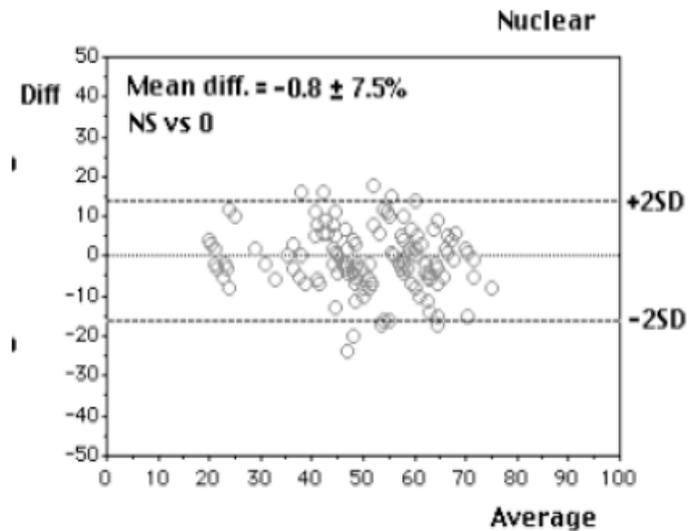


90
5:22 HR

FEVG visuelle vs quantitative

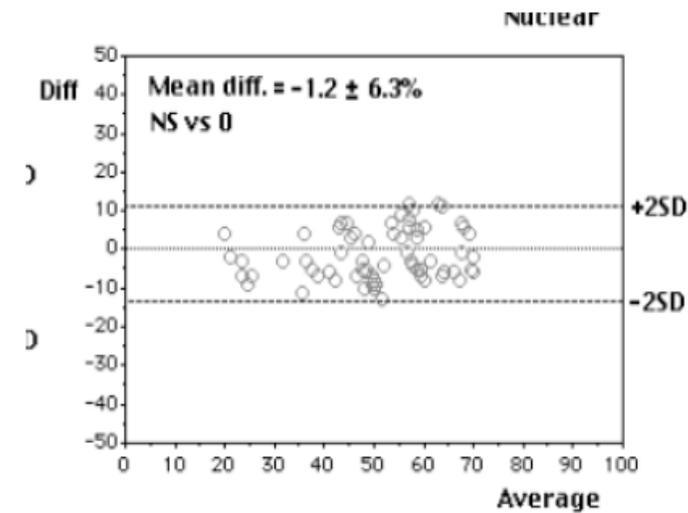
FE visuelle harmonique/scintigraphie

Variabilité interobservateur 12,4 %



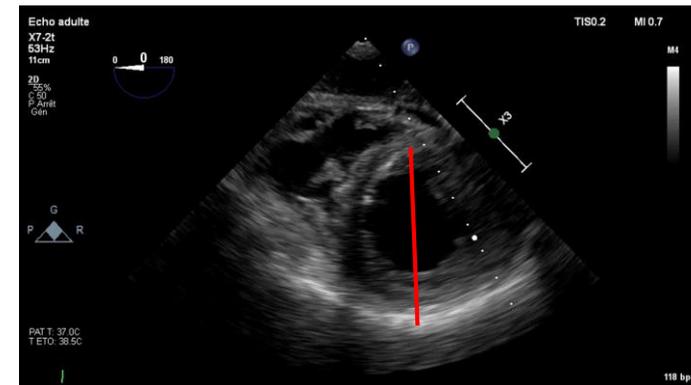
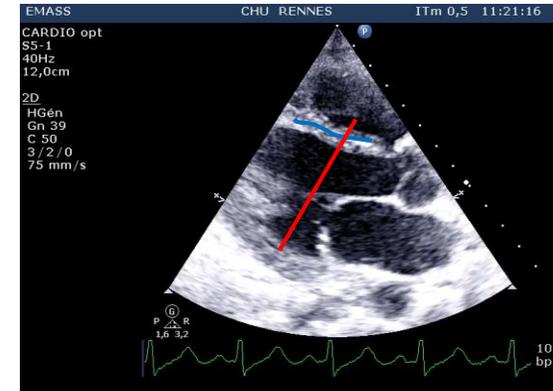
FE Simpson harmonique/scintigraphie

Variabilité interobservateur 7,8 %

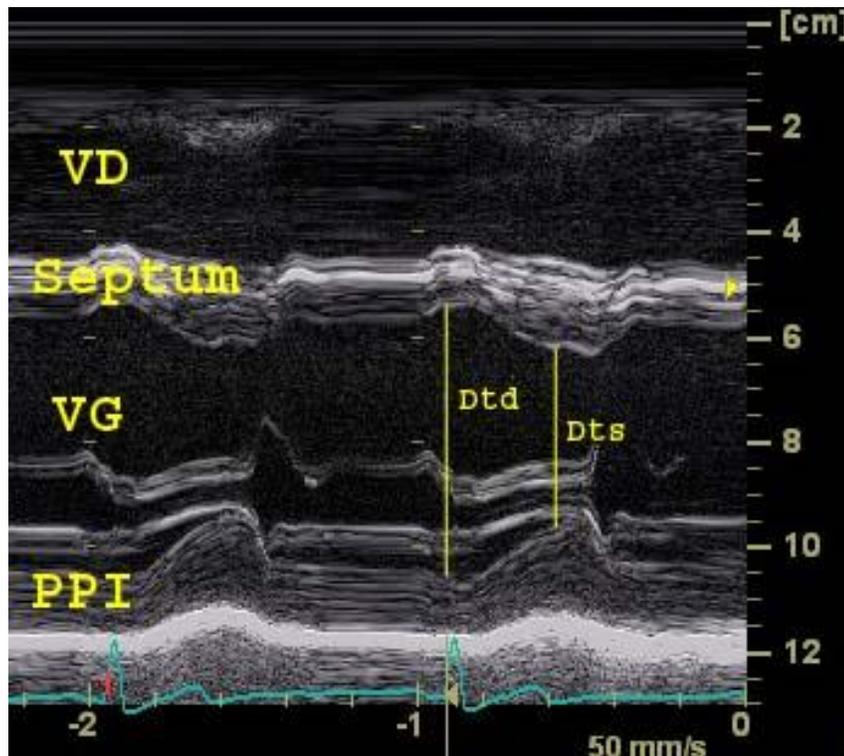


Fraction de raccourcissement

- **FR des diamètres = $(DTDVG - DTSVG) / DTDVG$**
- En PSG grand axe (2D/TM) ou petit axe (TM)
- Normale femme = 27 - 45%
- Normale homme = 25 - 43%



Fraction de raccourcissement



Nécessite :

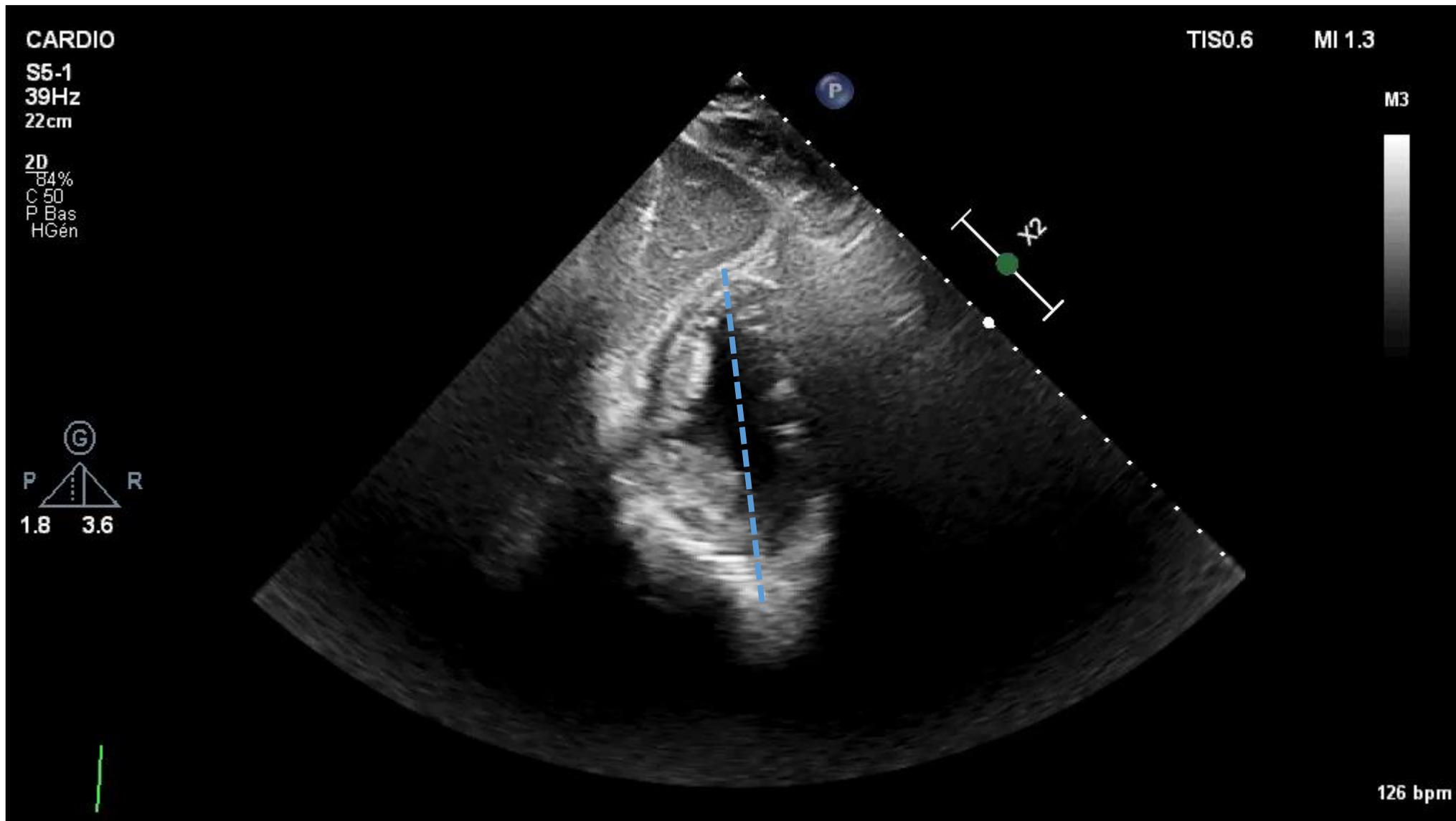
- Contraction pariétale homogène
- Géométrie ventriculaire normale
- Absence de SIV paradoxal ou BBG



Limites

- Conditions de charge, Contractilité, FC
- Variabilité inter et intra observateur > 10%





Echo adulte

X7-2t
53Hz
11cm

2D
55%
C 50
P Arrêt
Gén

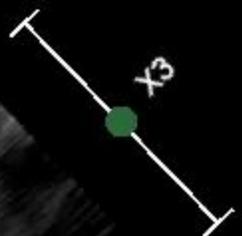
TIS0.2 MI 0.7



M4



PAT T: 37.0C
T ETO: 38.5C



118 bpm

FE Teicholz

Formule de Teicholz = Volume = $(7D^3) / (2,4+D)$

V en ml, D en cm

Utilisable en cas de dilatation globale du VG (corrige le volume avec la formule D^3)

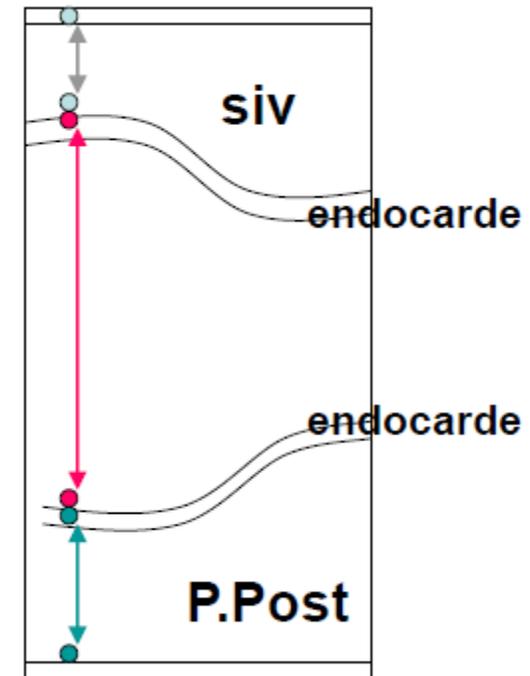


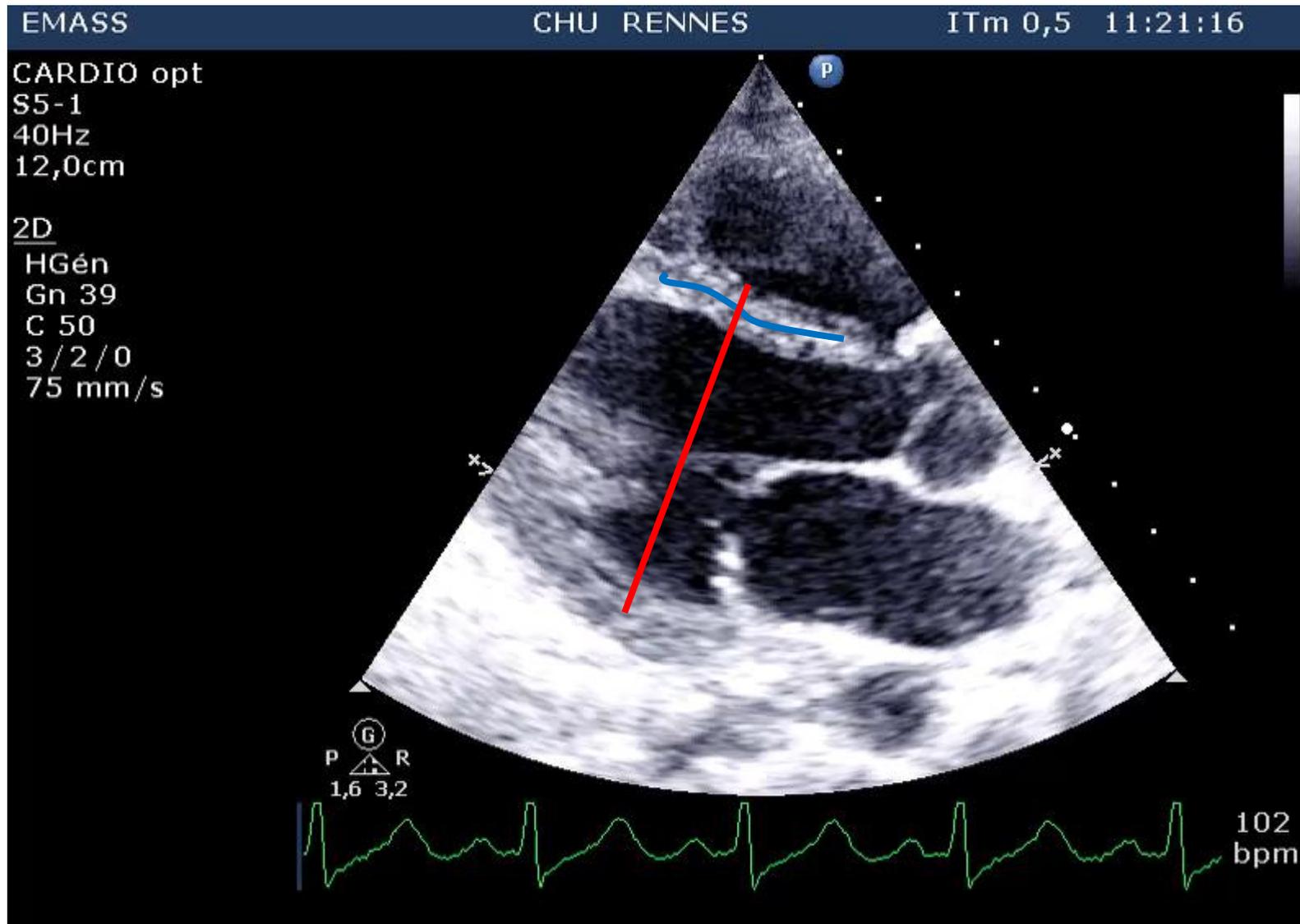
Limites

- Erreurs sur la mesure des diamètres ventriculaires
- Invalidité de la mesure si déformation type anévrisme, hypertrophie asymétrique
- Inexactitude de la FEVG si anomalie segmentaire

FE Teicholz

- Parasternale grand axe
- Tir TM perpendiculaire au septum interventriculaire
- A l'extrémité de l'entonnoir mitral au niveau des cordages
- Bord d'attaque à bord d'attaque





F 71261977
EMASS

CHU RENNES

ITm 0,6 15:30:00

Study ID 2255

1

Instance: 2

Zoom 100%

CARDIO opt

S5-1

33Hz

12cm

2D

HGén

Gn 46

C 50

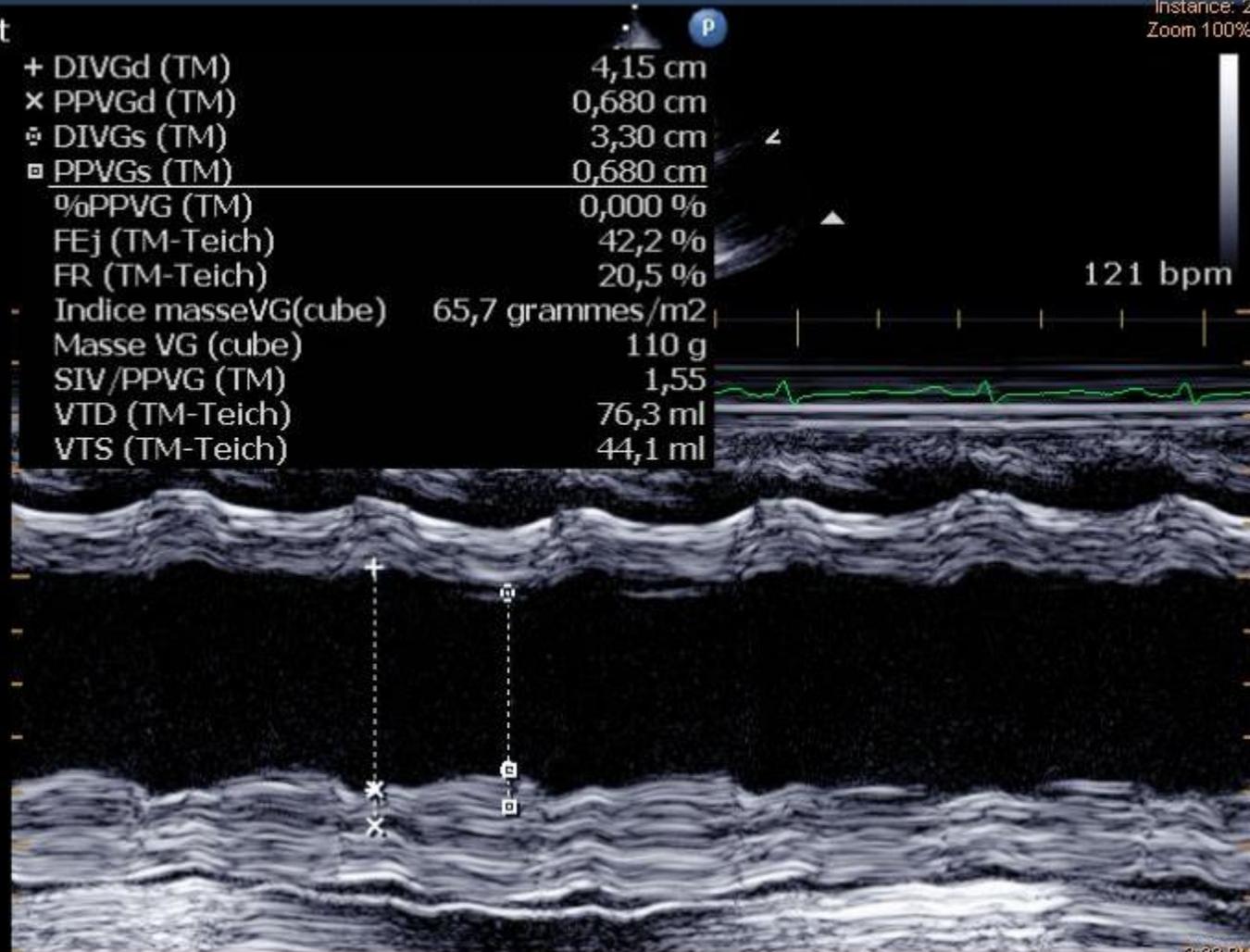
3 / 2 / 0

TM

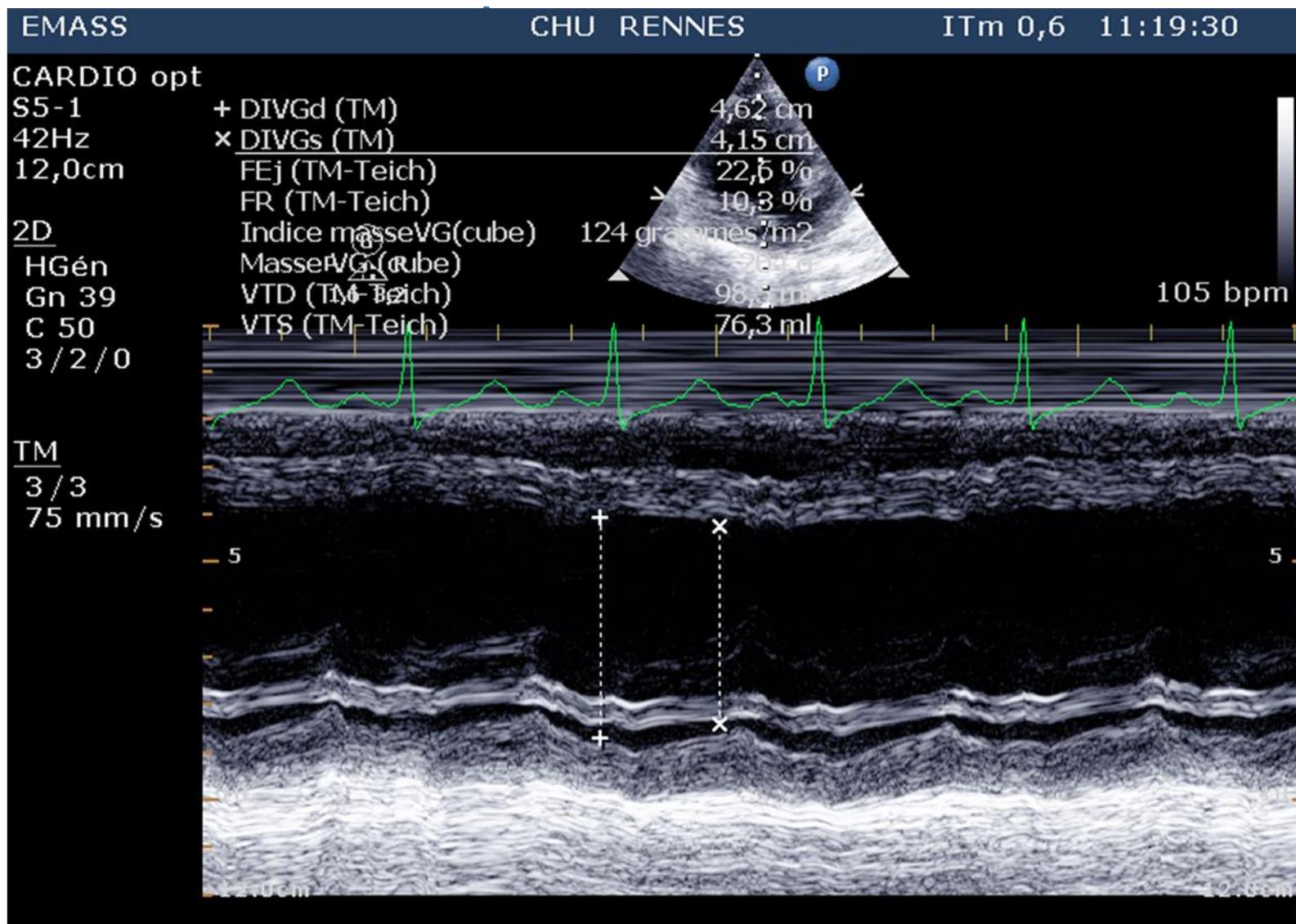
3 / 3

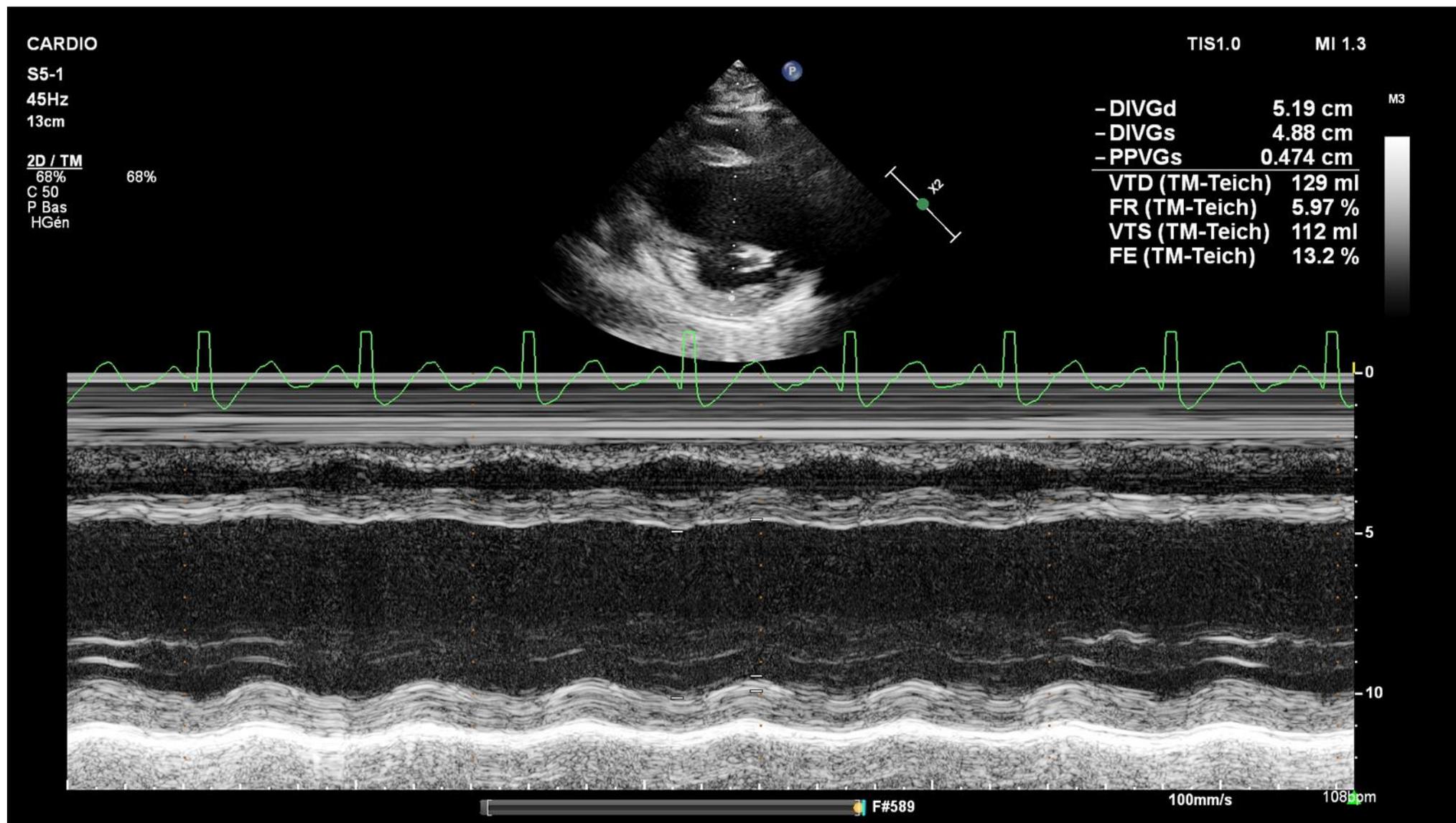
75 mm/s

+ DIVGd (TM)	4,15 cm
× PPVGd (TM)	0,680 cm
⊖ DIVGs (TM)	3,30 cm
⊕ PPVGs (TM)	0,680 cm
%PPVG (TM)	0,000 %
FEj (TM-Teich)	42,2 %
FR (TM-Teich)	20,5 %
Indice masseVG(cube)	65,7 grammes/m2
Masse VG (cube)	110 g
SIV/PPVG (TM)	1,55
VTD (TM-Teich)	76,3 ml
VTS (TM-Teich)	44,1 ml



3:32 PM
3/24/2013

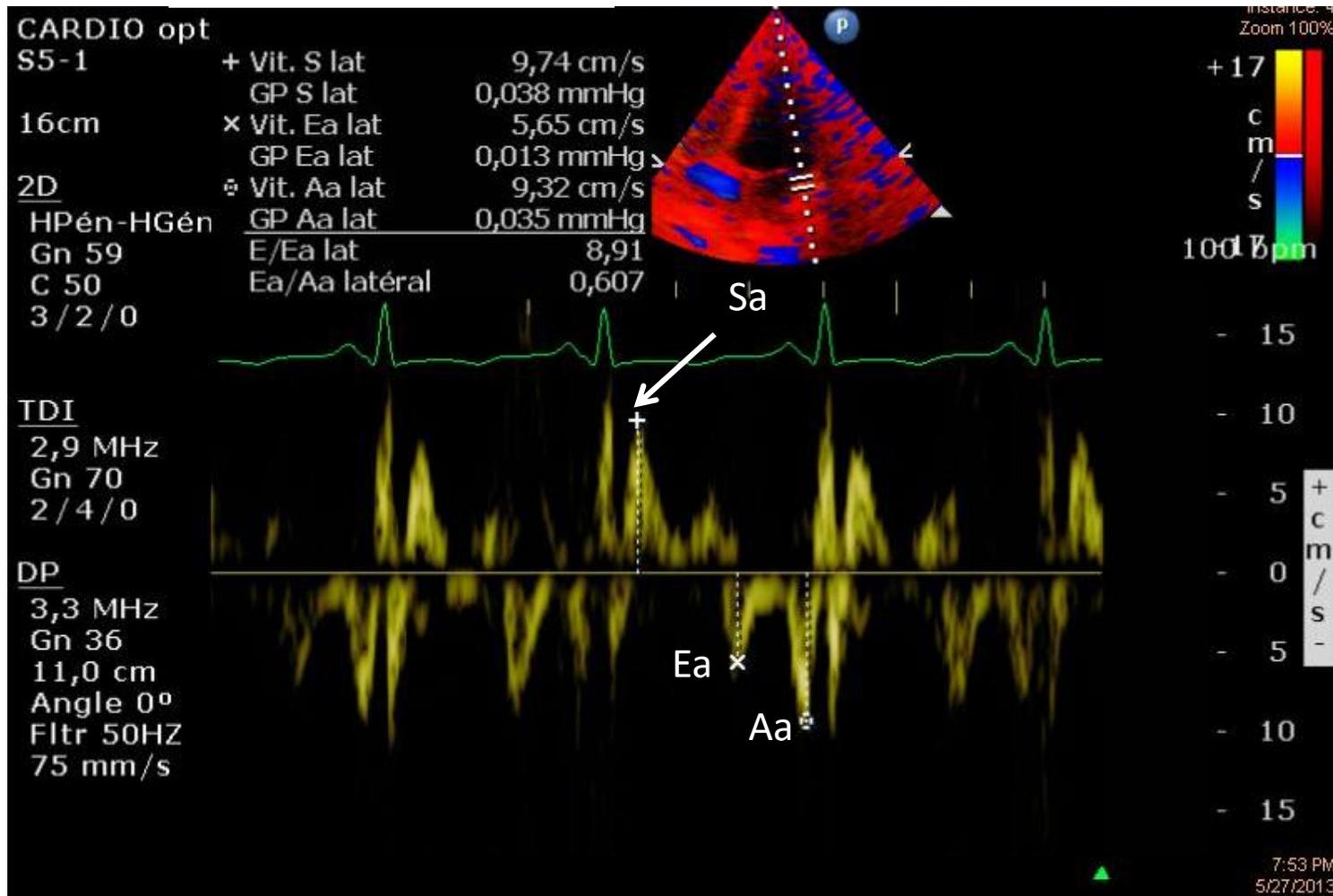




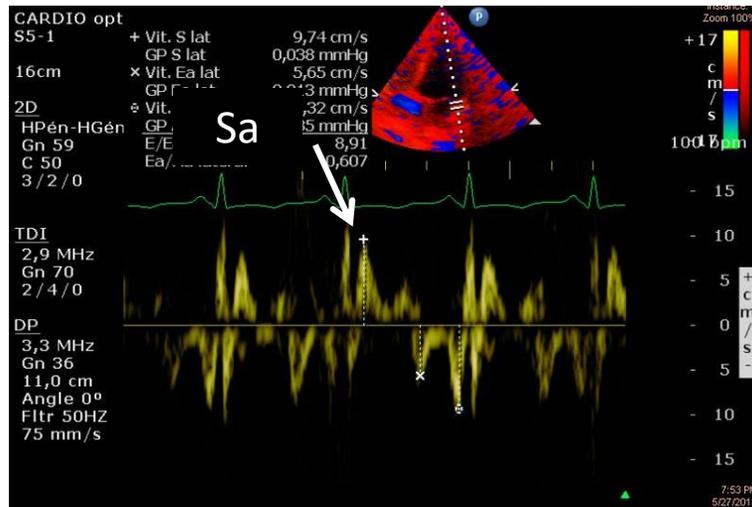
Onde S anneau mitral en DTI pulsé

- Déplacement de l'anneau mitrale en systole (contraction longitudinale et radiale)
- Zoom sur l'anneau mitral
- En apicale 4 cavités
- En DTI
- Doppler pulsé fenêtre d'échantillonnage sur le bord septal ou latéral de l'anneau mitral

Onde S anneau mitral en DTI pulsé



Onde S anneau mitral en DTI pulsé



Septum Vue 4 Cavités	9.5 ± 1.4 cm/s
Paroi Antérieure Vue 2 Cavités	10.2 ± 2.0
Paroi latérale Vue 4 Cavités	11.0 ± 1.9
Paroi inférieure Vue 2 Cavités	10.5 ± 1.4

Moyenne $10,3 \pm 1,4$ cm/s



Sensible aux variations de Post charge
Indice de 2^{ème} choix

CARDIO

S5-1

51Hz

15cm

2D

75%

C 50

P Bas

HGén

TIS0.7 MI 1.3

M3



*** bpm

CARDIO DIFF

TIS1.2

MI 0.6

S5-1

63Hz

16cm

2D

76%

C 35

P Bas

HGén

RPM 2000

DEBIT 1 L/MIN

TDI

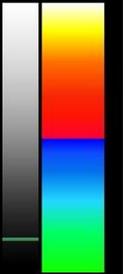
69%

3.4MHz

✦ Vit S lat 9.12 cm/s

M3 M6

+15.0



-15.0

cm/s

-20

-10

- cm/s

-10

-20

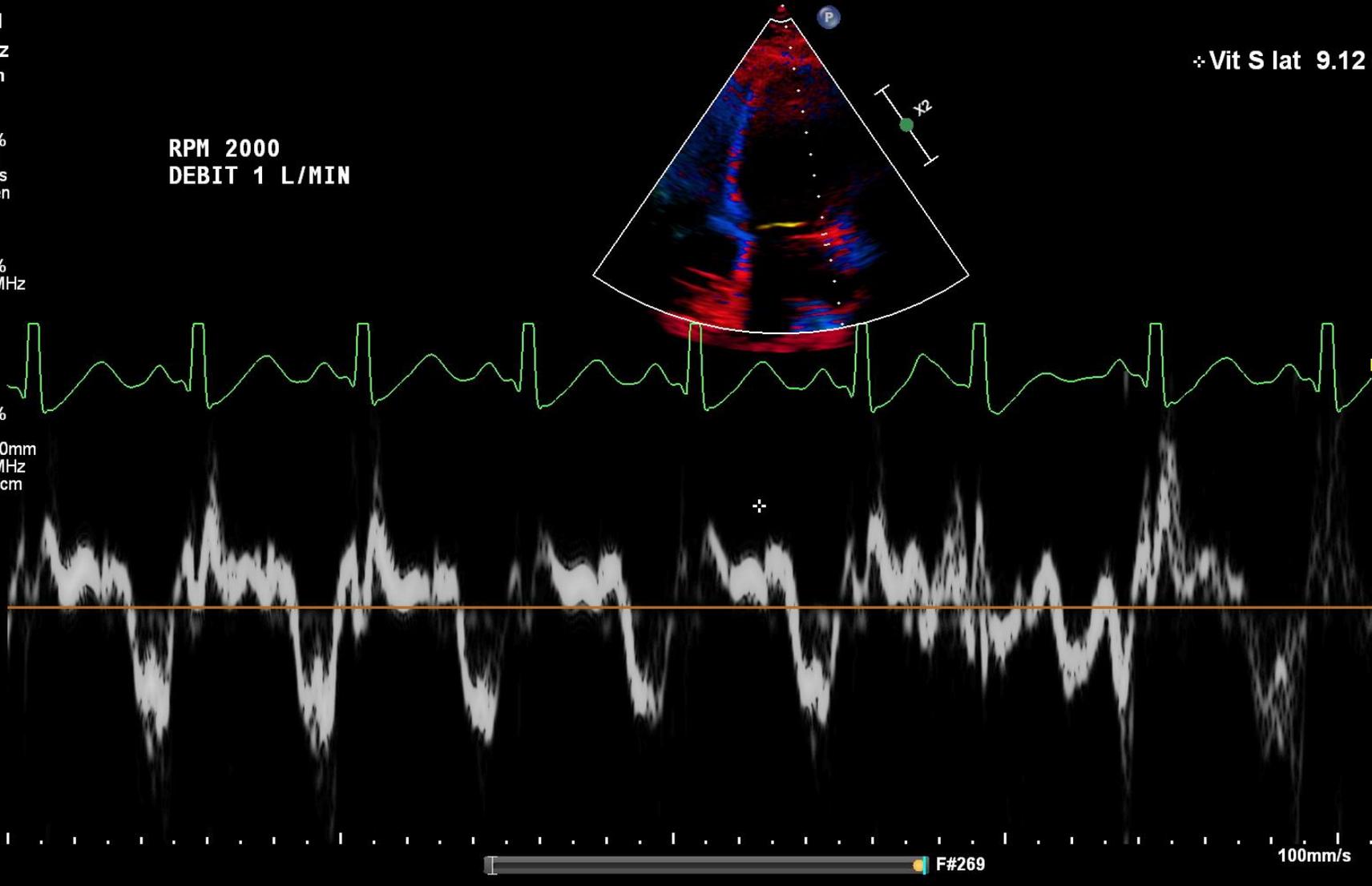
DP

30%

VE5.0mm

3.6MHz

11.0cm



F#269

100mm/s

125bpm

CARDIO DIFF

S5-1

63Hz

16cm

Z 1.2

2D

76%

C 35

P Bas

HGén

RPM 2000
DEBIT 1 L/MIN

TDI

69%

3.4MHz

DP

30%

VE 5.0mm

3.6MHz

10.6cm

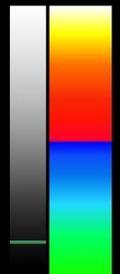
TIS1.2

MI 0.6

± Vit S méd 11.3 cm/s

M3 M6

+15.0



-15.0

cm/s

-20

-

-10

-

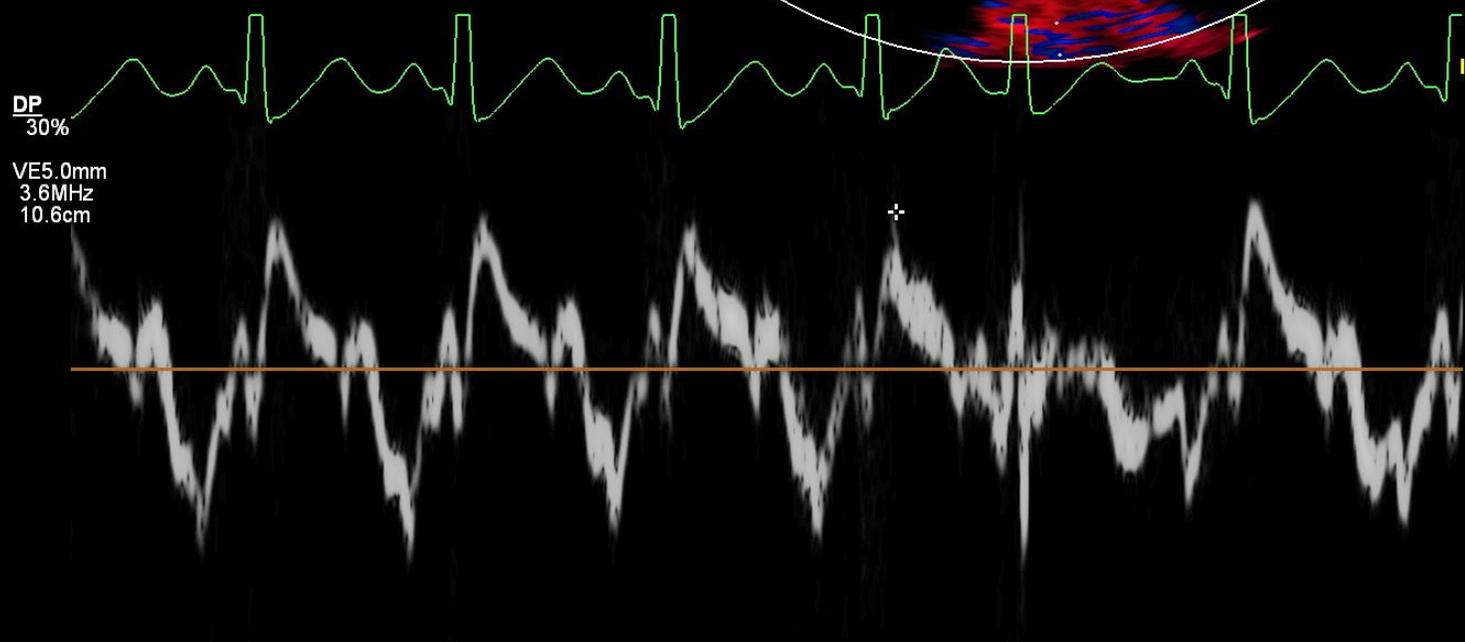
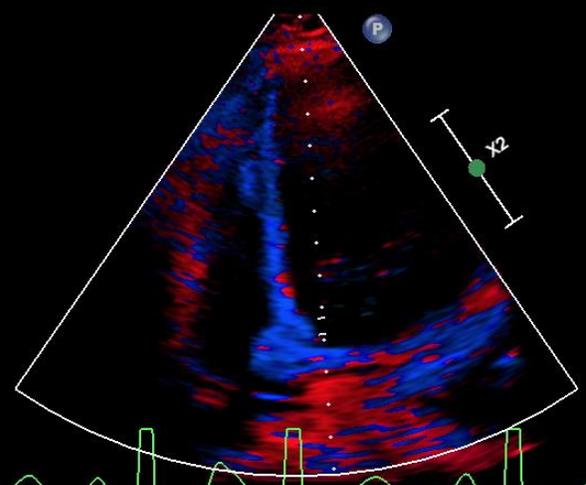
- cm/s

-

-10

-

-20

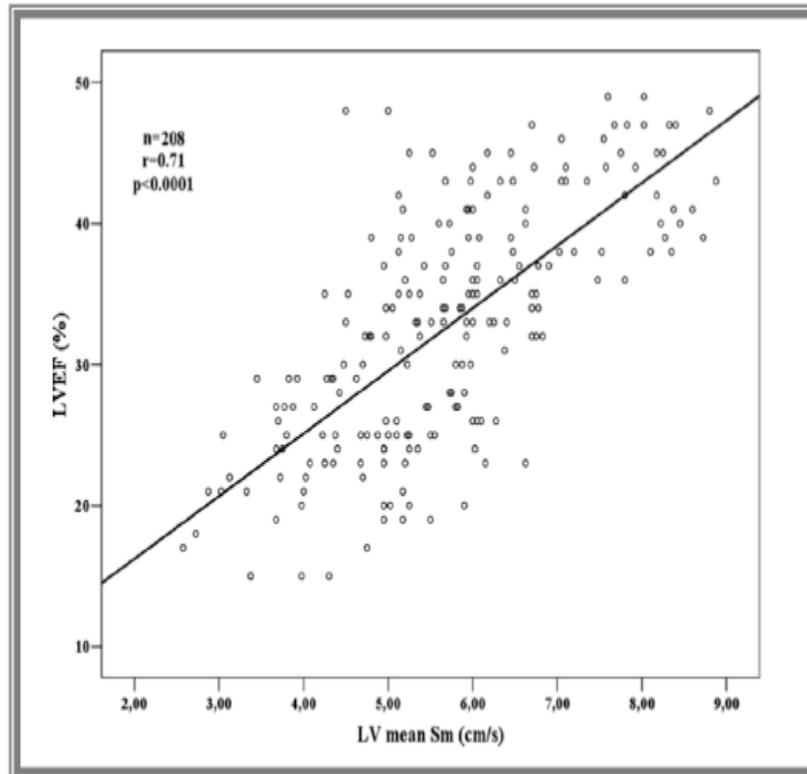


F#232

100mm/s

125bpm

Onde S anneau mitral en DTI pulsé



- S moyen < 8 cm/s prédit FEVG entre 30 et 49%

Se 86%; Sp 93%

- S moyen < 6 cm/s prédit FEVG < 30%

Se 92%; Sp 84%

Duzenli. Echocardiography 2008;25:856.

Débit cardiaque

- **« Pas vraiment » un paramètre de fonction systolique du VG mais un paramètre de performance du coeur**
- Plutôt la capacité d'adaptation du système cardiovasculaire
- Sensible, bon paramètre d'alarme
- Objective une réponse à une intervention thérapeutique (remplissage, amines..)
- Perfusion des organes : $PAM = DC \times RVS$

Généralités

Physiologie

Fraction d'éjection

Autres indices

Etiologies

Conclusion

Débit cardiaque

$$\text{DC} = \text{VES} \times \text{FC} \text{ (ml/min)}$$

$$\text{DC} = \text{Surface CCVG} \times \text{ITV CCVG} \times \text{FC}$$

$$\text{IC} = \text{DC} / \text{Surface corporelle} \text{ (ml/min/m}^2\text{)}$$

Généralités

Physiologie

Fraction d'éjection

Autres indices

Etiologies

Conclusion

Débit cardiaque

$$DC = \text{Surface CCVG} \times \text{ITV CCVG} \times FC$$

Débit cardiaque

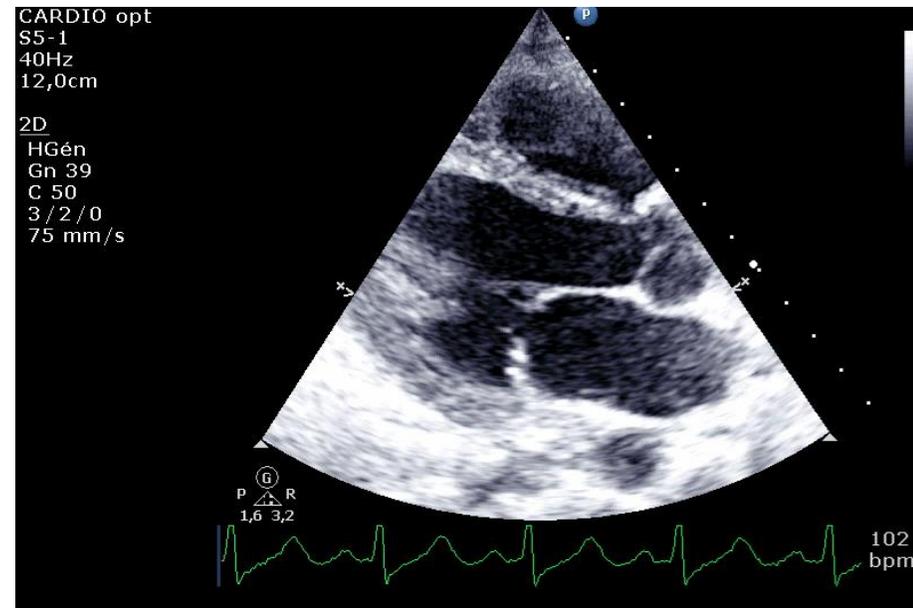
$$DC = \text{Surface CCVG} \times \text{ITV CCVG} \times \text{FC}$$

- **Surface CCVG (cm²) = $\pi D^2/4$**
- D = diamètre de la CCVG
- En PSGA

Débit cardiaque

$$DC = \text{Surface CCVG} \times \text{ITV CCVG} \times \text{FC}$$

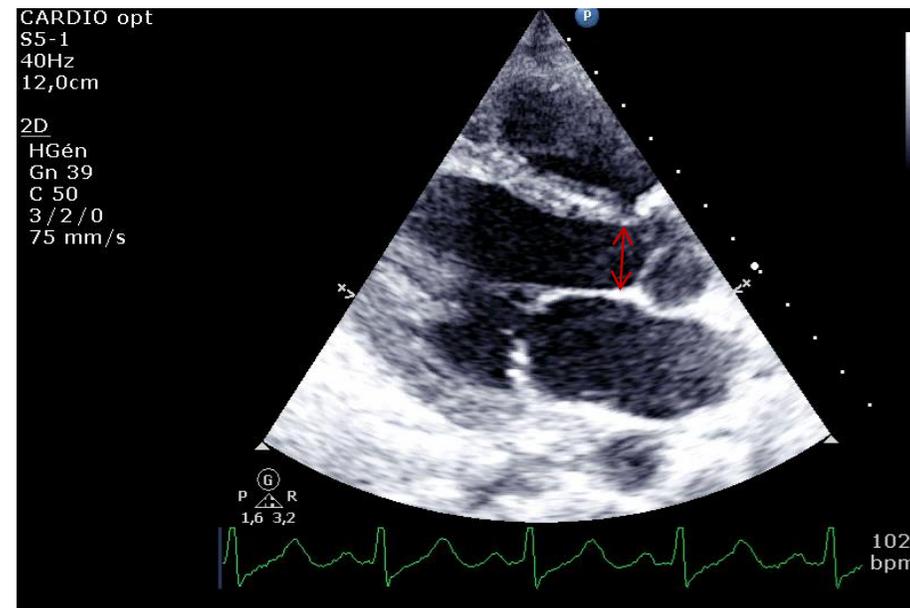
- **Surface CCVG (cm²) = $\pi D^2/4$**
- D = diamètre de la CCVG
- En PSGA



Débit cardiaque

$$DC = \text{Surface CCVG} \times \text{ITV CCVG} \times \text{FC}$$

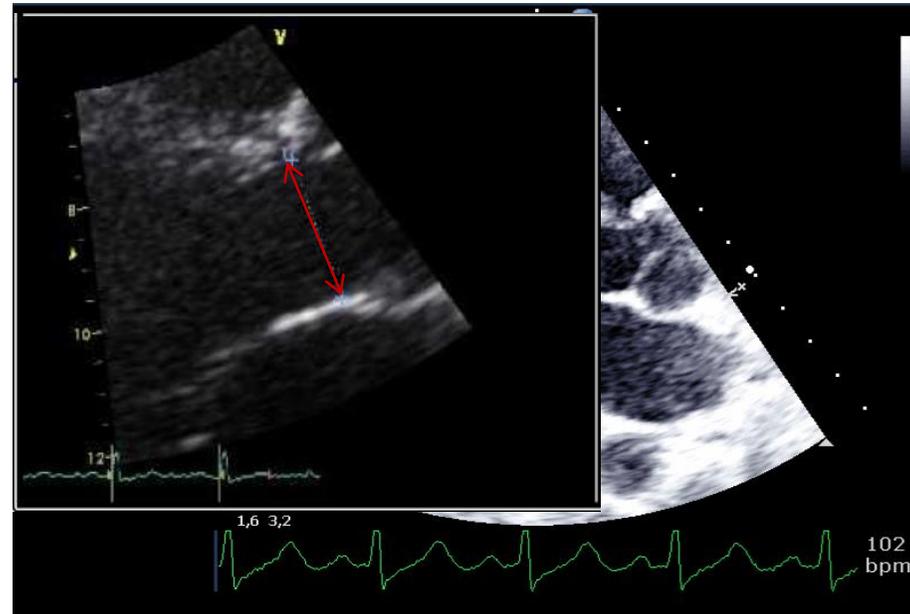
- **Surface CCVG (cm²) = $\pi D^2/4$**
- D = diamètre de la CCVG
- En PSGA



Débit cardiaque

$$DC = \text{Surface CCVG} \times \text{ITV CCVG} \times \text{FC}$$

- Surface CCVG (cm^2) = $\pi D^2/4$
- D = diamètre de la CCVG
- En PSGA
- **Zoomer**



CARDIO

S5-1

51Hz

15cm

2D

75%

C 50

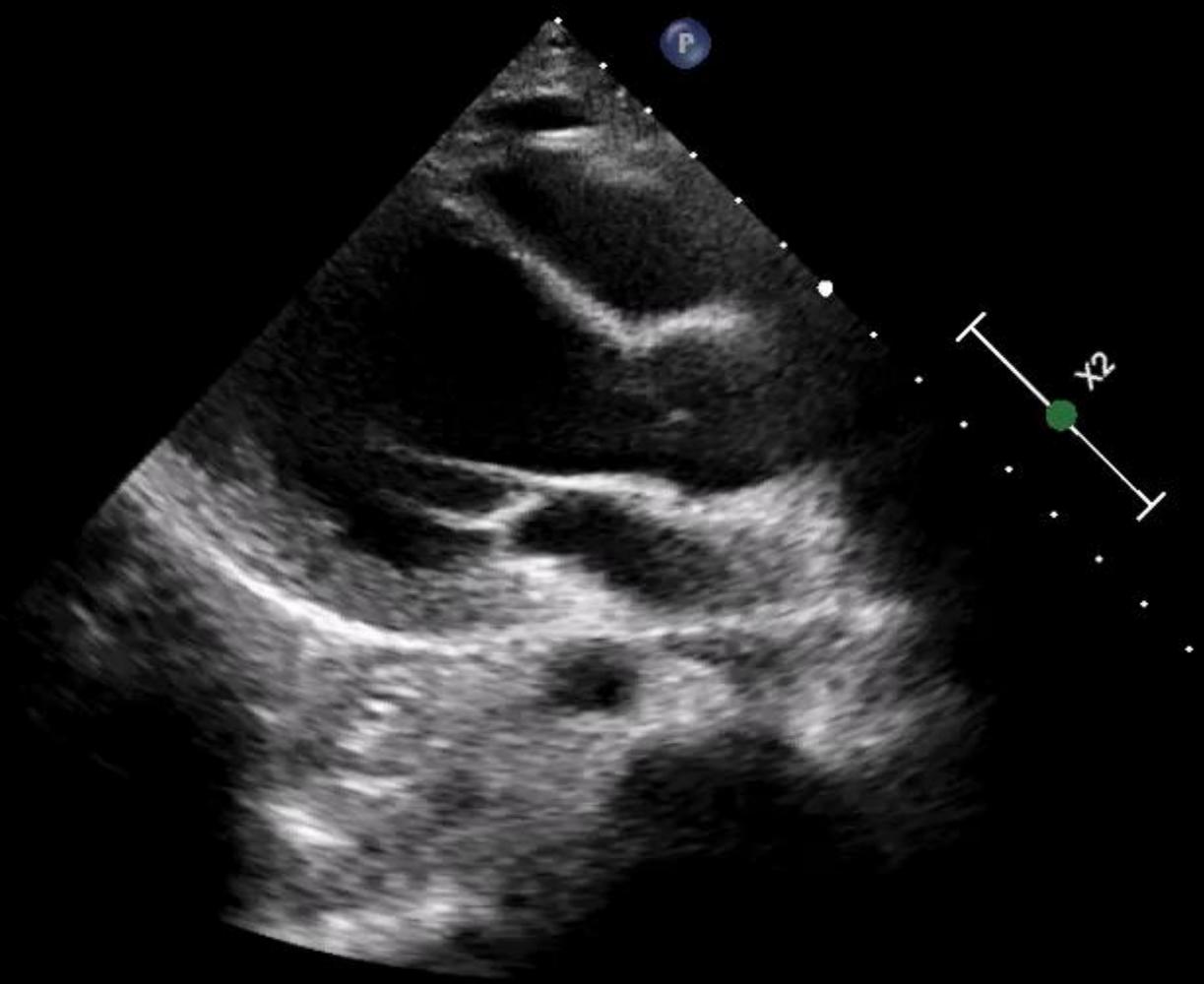
P Bas

HGén

TIS0.7

MI 1.3

M3



*** bpm



Débit cardiaque

$$DC = \text{Surface CCVG} \times \text{ITV CCVG} \times FC$$

- Coupe apicale 5 cavités
- Repérage couleur
- Doppler pulsé dans la chambre de chasse du VG
- Distance R-R

Débit cardiaque

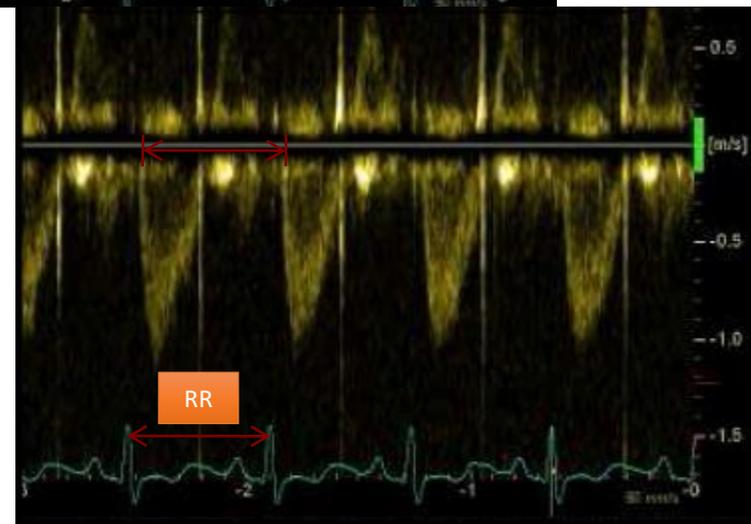
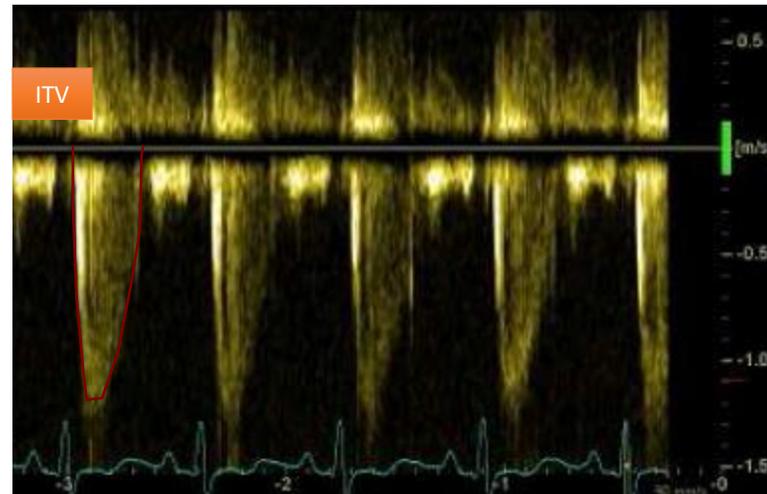
$$DC = \text{Surface CCVG} \times \text{ITV CCVG} \times FC$$

- Coupe apicale 5 cavités
- Repérage couleur
- Doppler pulsé dans la chambre de chasse du VG
- Distance R-R



Débit cardiaque

- ITV CCVG
- $N = 16 \pm 3$ cm



CARDIO

S5-1

25Hz

15cm

2D

76%

C 50

P Bas

HGén

Coul

70%

4000Hz

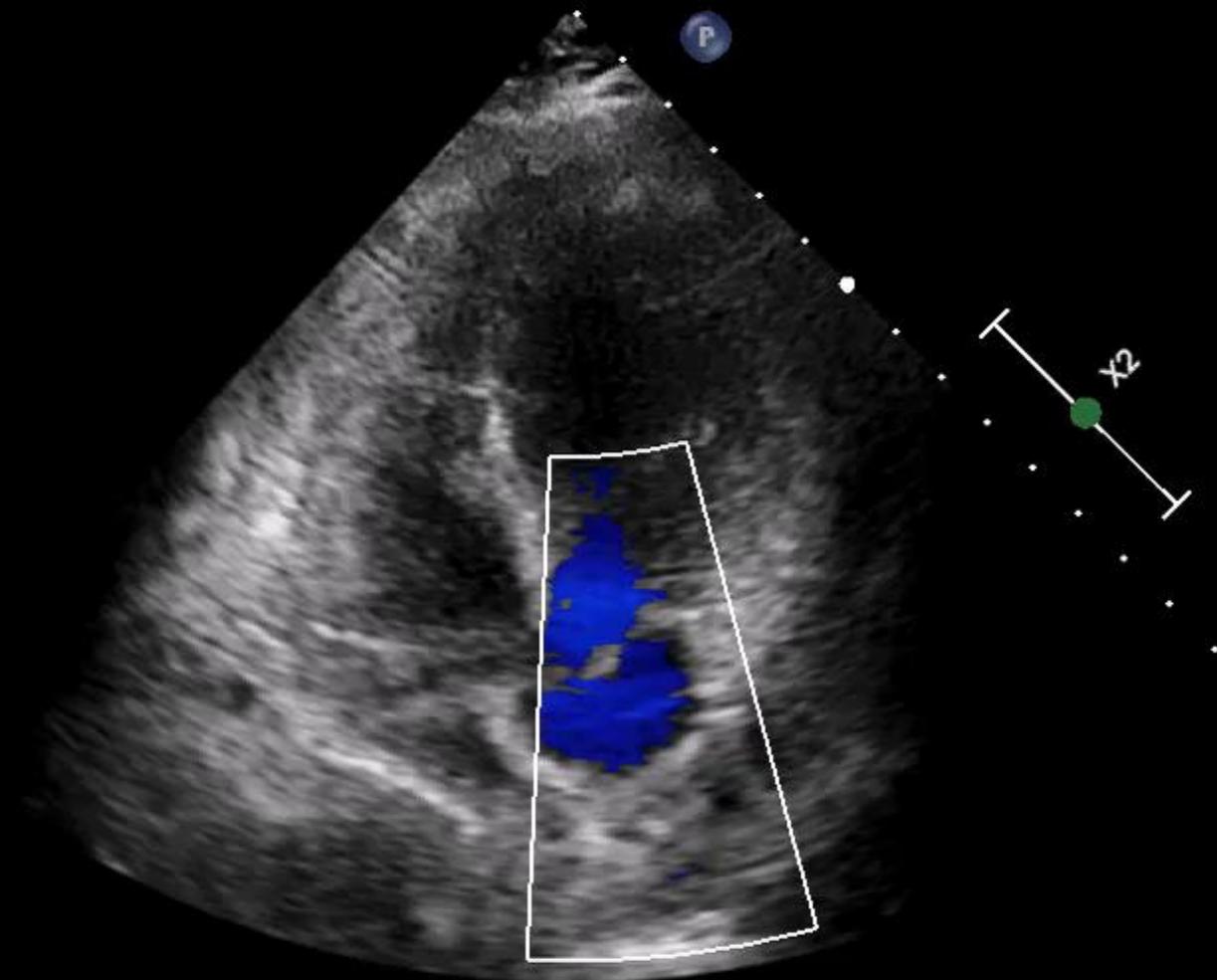
FP 399Hz

2.5MHz



TIS1.2 MI 1.2

M3 M4
+61.6



*** bpm

CARDIO

S5-1

51Hz

15cm

2D

75%

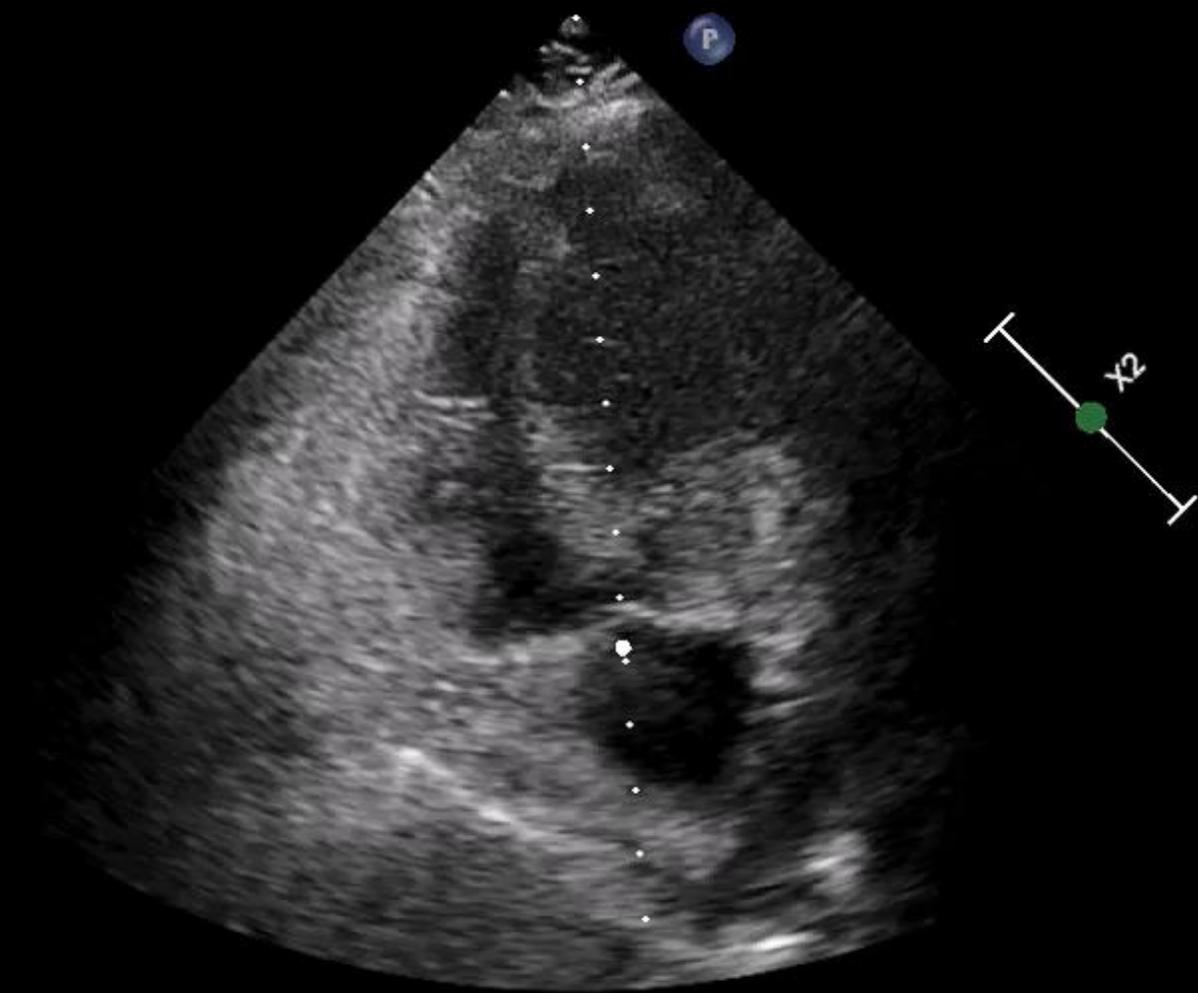
C 50

P Bas

HGén

TIS0.7 MI 1.3

M3



*** bpm

CARDIO

TIS0.8

MI 0.6

S5-1

49Hz

16cm

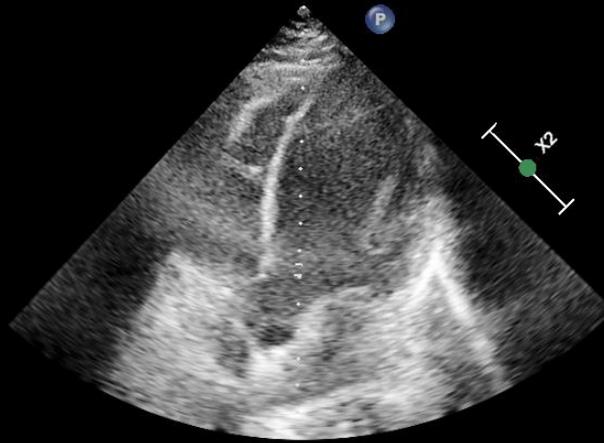
2D

85%

C 50

P Bas

HGen



❖ ITV CCVG
Vmax 94.6 cm/s
Vmoy 65.8 cm/s
GP max 4 mmHg
GP moy 2 mmHg
ITV 9.21 cm
VE (CCVG) 31 ml

DP

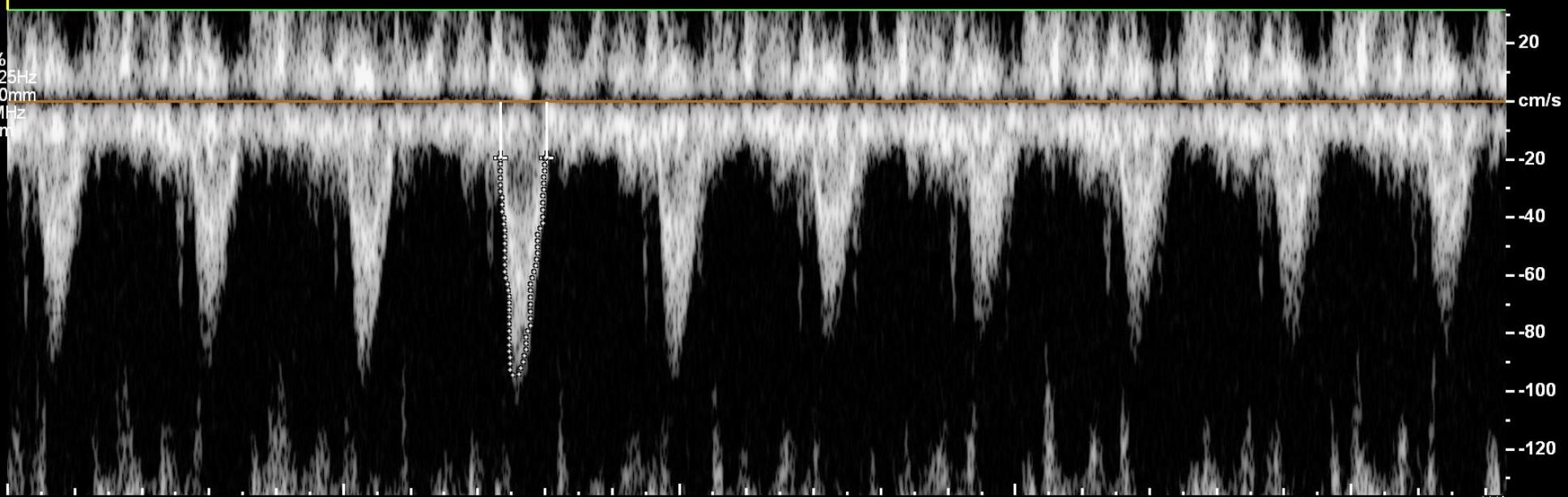
50%

FP 125Hz

VE4.0mm

1.6MHz

9.7cm



F# 2

100mm/s

***bpm

CARDIO opt

S5-1

16cm

2D

HGén

Gn 59

C 50

3 / 2 / 0

DP

1,8 MHz

Gn 18

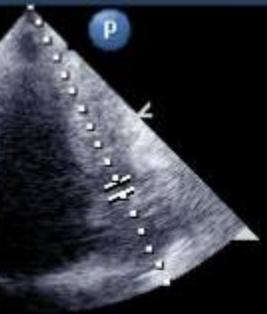
10,5 cm

Angle 0°

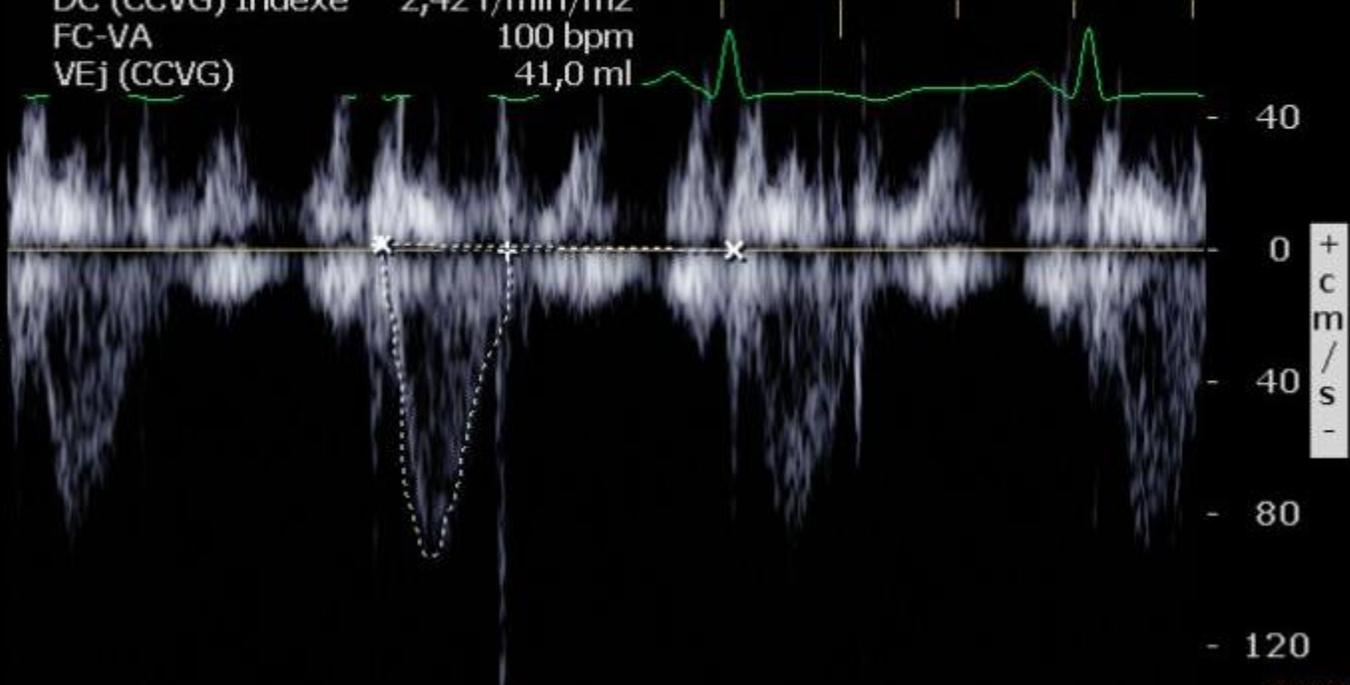
Filtr 200HZ

100 mm/s

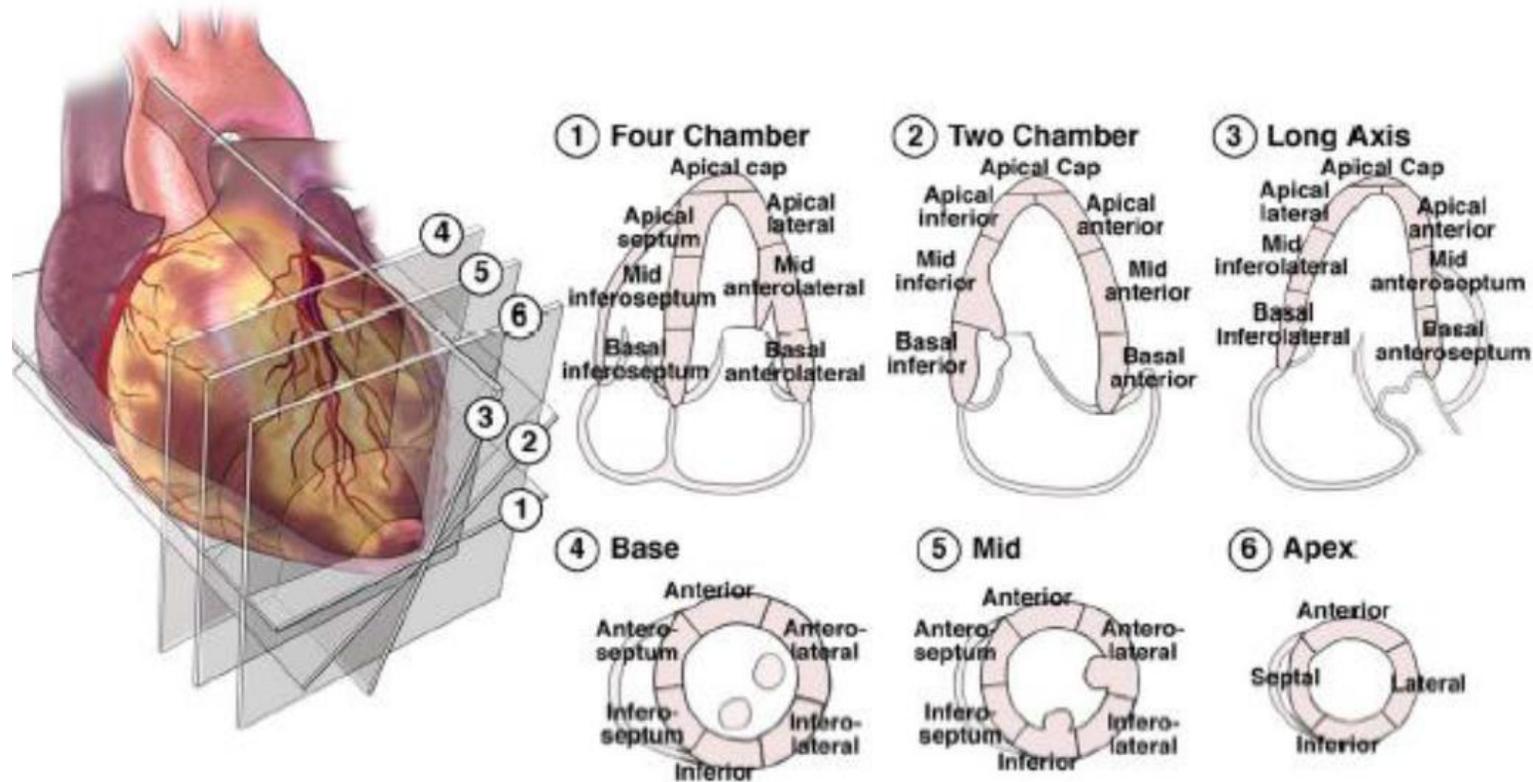
+ CCVG ITV	12,3 cm
Vmax CCVG	93,0 cm/s
GP max CCVG	3,46 mmHg
Vmoy CCVG	57,1 cm/s
GP moy CCVG	1,59 mmHg
× R-R VA	0,601 s
DC (CCVG)	4,09 l/min
DC (CCVG) Indexe	2,42 l/min/m2
FC-VA	100 bpm
VEj (CCVG)	41,0 ml



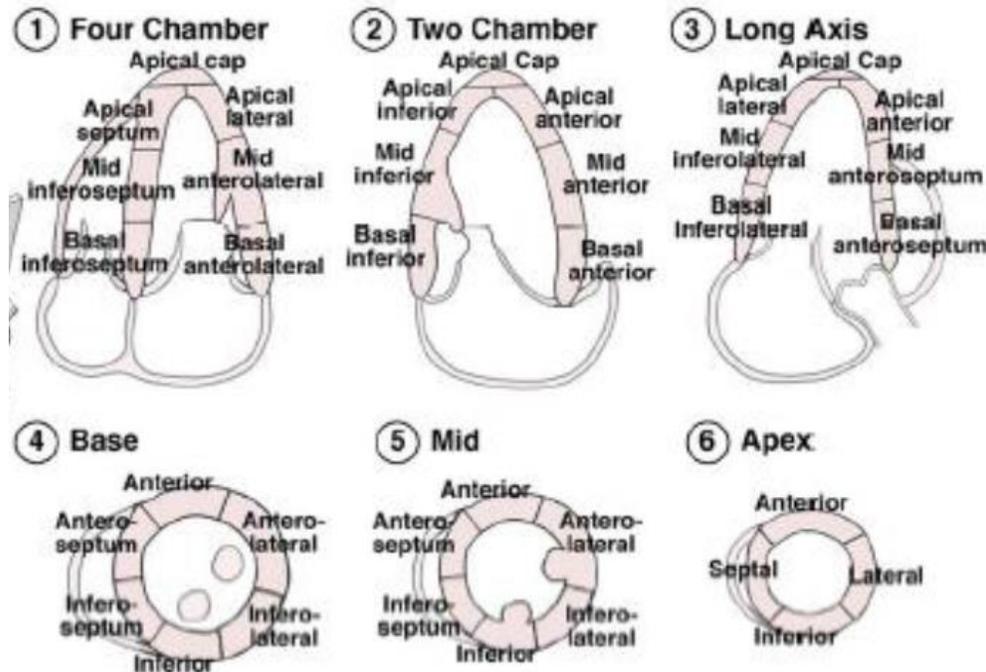
98 bpm



Contractilité segmentaire



Contractilité segmentaire



Normokinétique : contraction normale de la paroi = degré d'épaississement

Hypokinétique : épaississement diminué mais conservé

Akinétique : pas d'épaississement

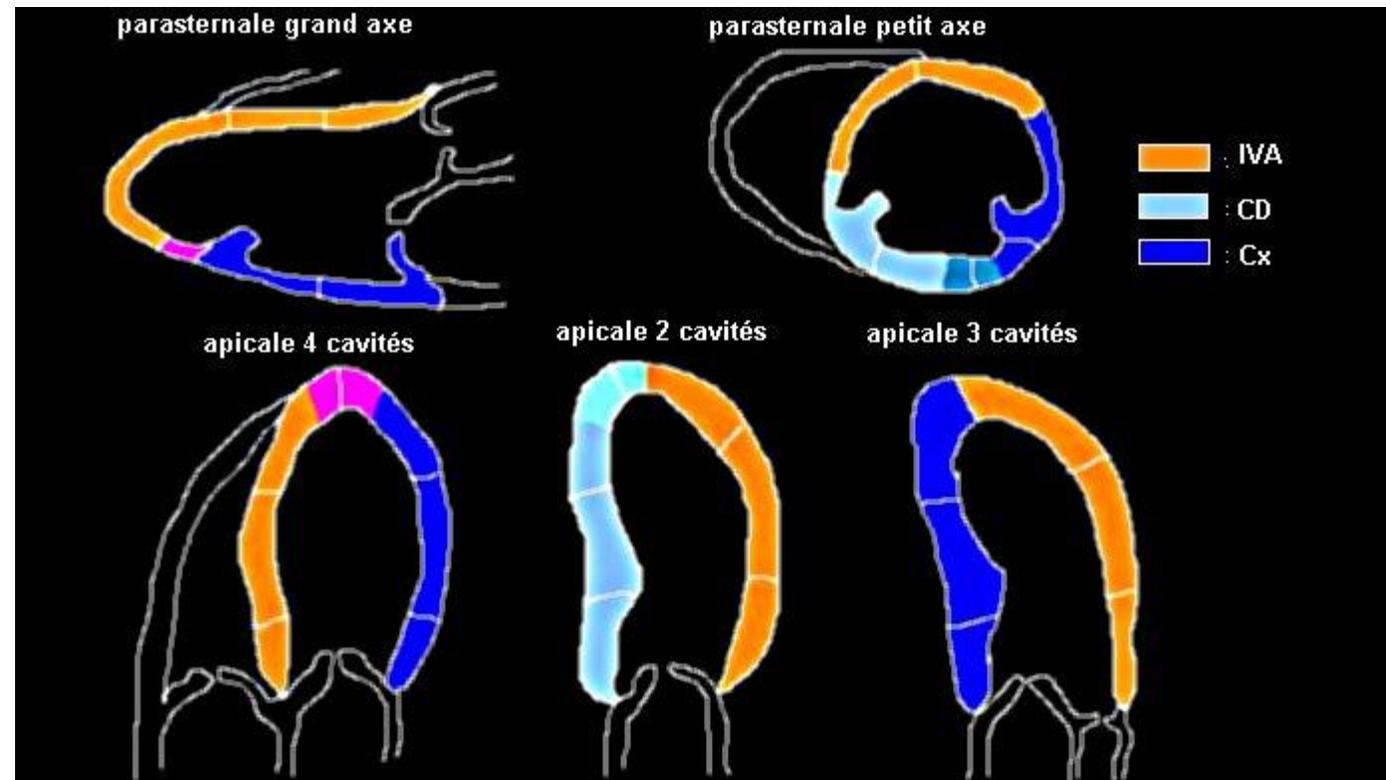
Dyskinétique : segment refoulé vers l'extérieur en systole

Contractilité segmentaire

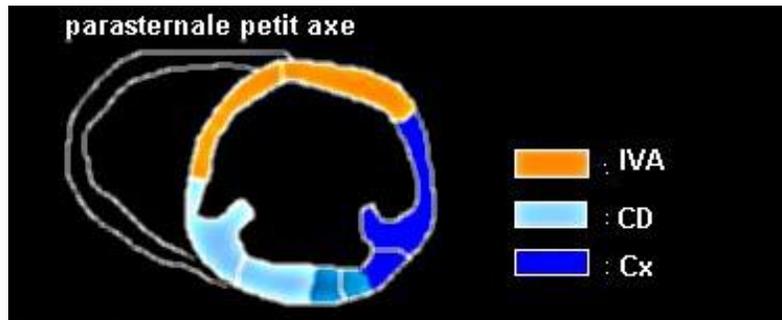
Wall Motion Index (WMI) = Somme des segments / Nombre de segment analysés

$$\text{FEVG (\%)} = \text{WMI} \times 30$$

Contractilité segmentaire



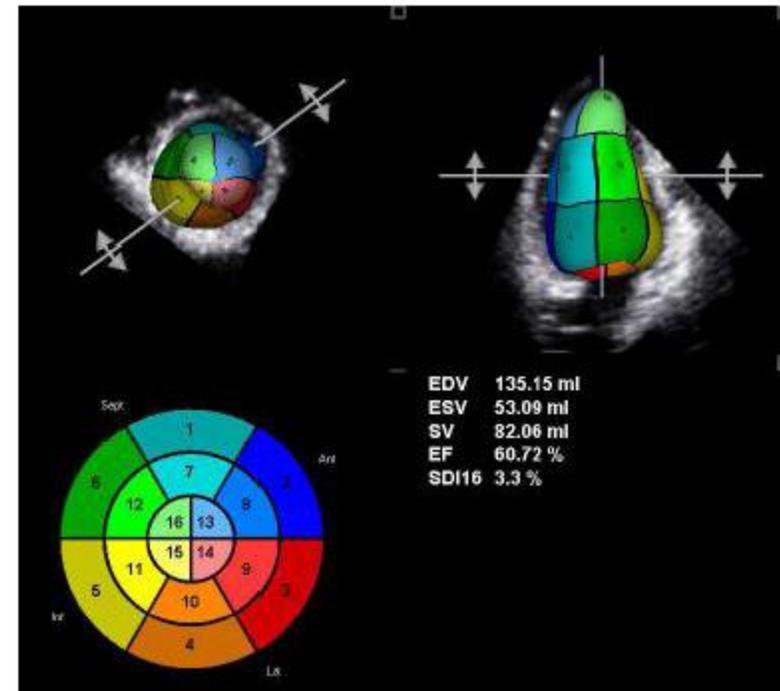
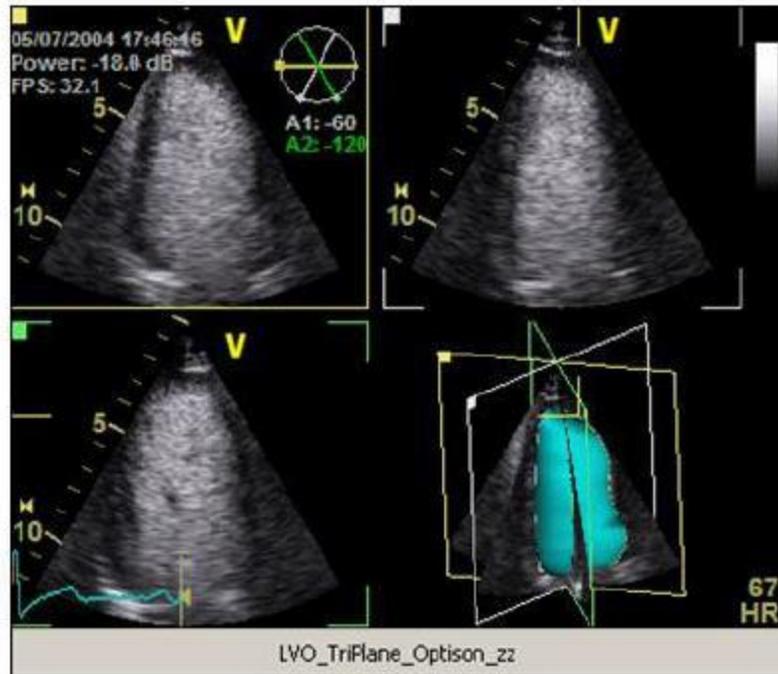
Contractilité segmentaire



Intérêt de la coupe VG petit axe

- Reproductible (repères anatomiques)
- Représentatif des 3 territoires coronaires
- Interaction VD
- Néglige Base et pointe

Autres techniques



Echo 3D, Strain global longitudinal, IRM myocardique
dP/dtmax (flux régurgitation mitrale, $N > 1200\text{mmHg/s}$,
patho <600), Index de Tei, ...

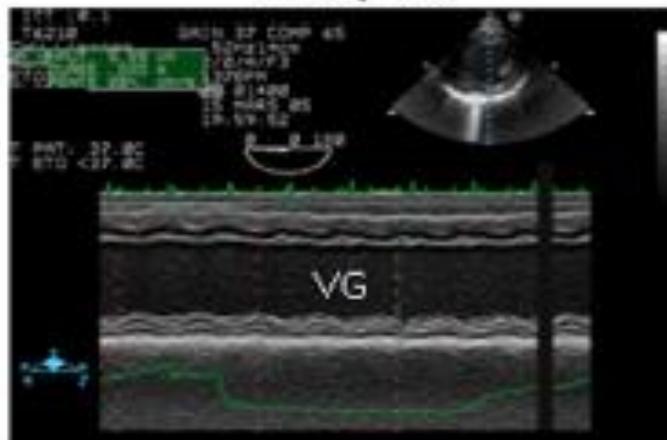
Dysfonction VG en réanimation

- Septique
- Ischémique récente ou ancienne
- Dilatée : toxique, « De stress », du péripartum, virale (Coxsackie, grippe, SARS CoV2...)
- Plus rare : traumatique, médicamenteuse...

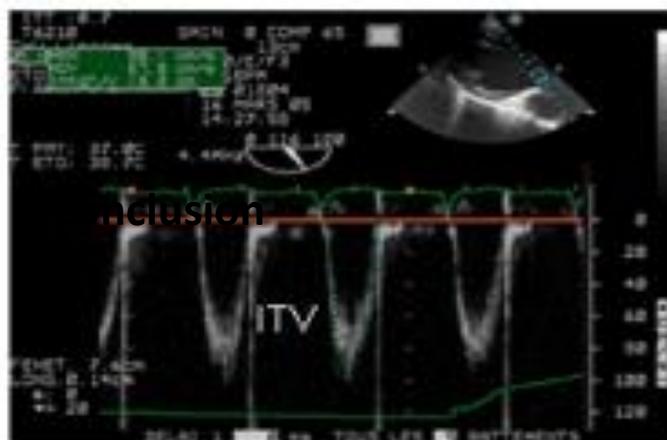
Cas clinique

- Patient 19 ans, 185cm/80kg, 0 ATCD, sportif
- Urosepsis sur pyélonéphrite obstructive droite, drainée JJ
- Expansion volémique 4L
- A l'admission :
 - Apyrexie
 - Ralenti GSC 14
 - Pression artérielle 78/36mmHg FC 125/min sous noradrénaline 5mg/h, marbrures intenses, diurèse 25ml/h
 - SpO2 100% sous 1L/min

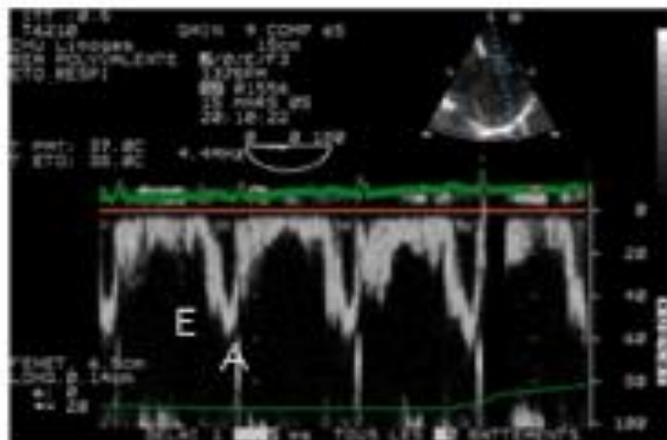
Mode TM



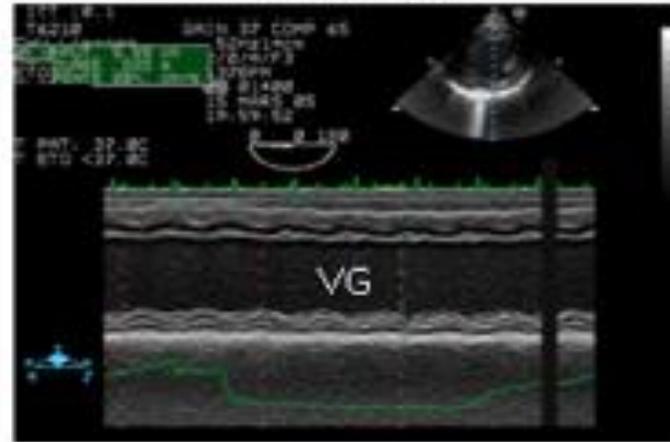
Doppler aortique



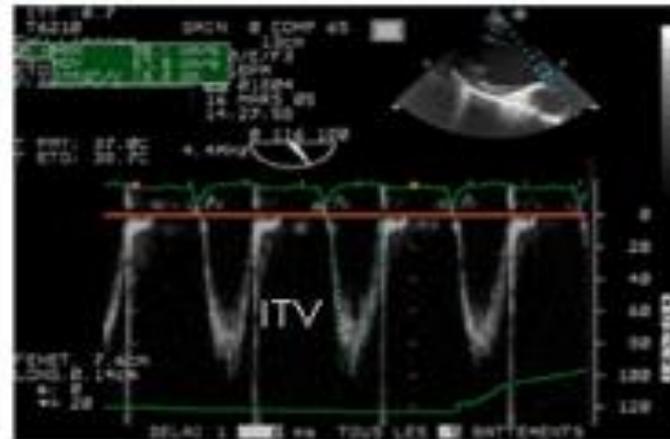
Doppler mitral



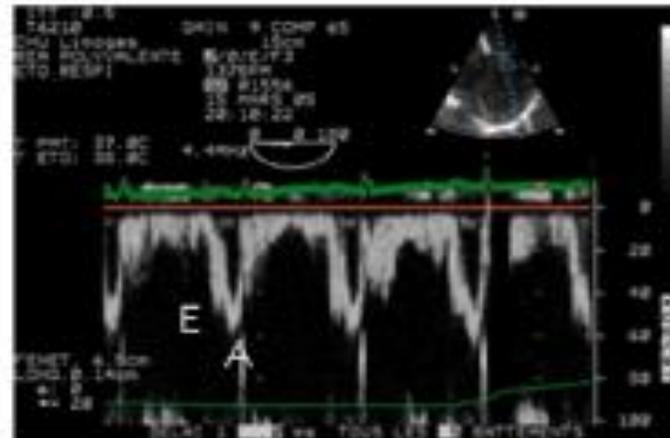
Mode TM



Doppler aortique



Doppler mitral



Hypokinésie diffuse
DTDVG 57cm
FR 15%
ITV 13cm/s

Généralités

Physiologie

Fraction d'éjection

Autres indices

Etiologies

Conclusion

Cas clinique

- Que proposez-vous ?

Cas clinique

- *Recherche de critères d'hypovolémie*
- *Recherche de critères d'hypoperfusion tissulaire*

Cas clinique

- PVC 12, VPP 6%, lever jambe passif négatif
- VCI 2cm non compliante, Delta ITV 11%
- Lactate 3,7mmol/l

Généralités

Physiologie

Fraction d'éjection

Autres indices

Etiologies

Conclusion

Cas clinique

- Qu'en pensez vous?

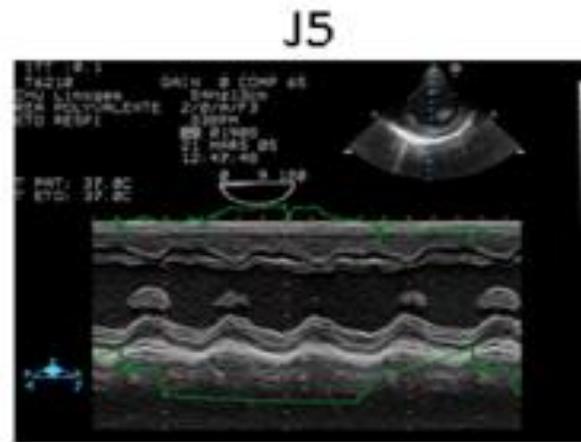
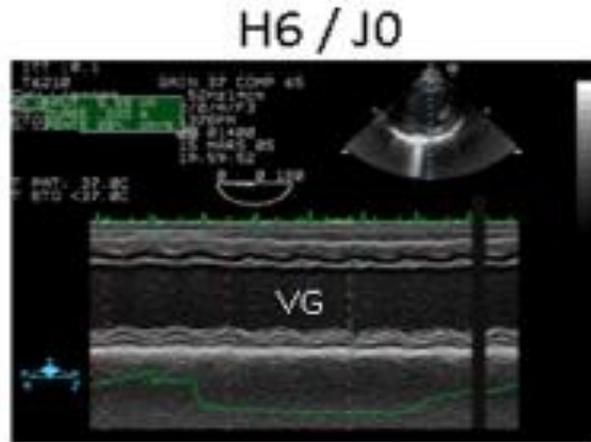
Cas clinique

- *Bas débit cardiaque et hypoperfusion tissulaire*
- *Dysfonction systolique probablement septique*
- *Introduction de Dobutamine*
- *En l'absence d'argument pour une hypovolémie*

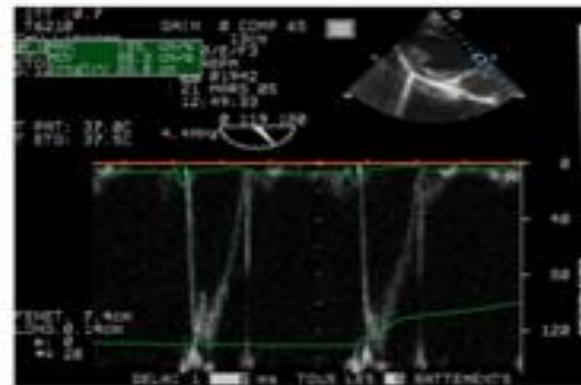
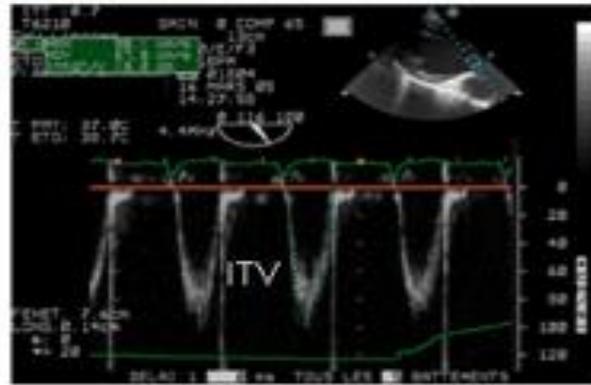
Cas clinique

- L'insuffisance circulatoire se corrige rapidement, les amines sont sevrées
- Sortie prévue
- Contrôle de l'échographie

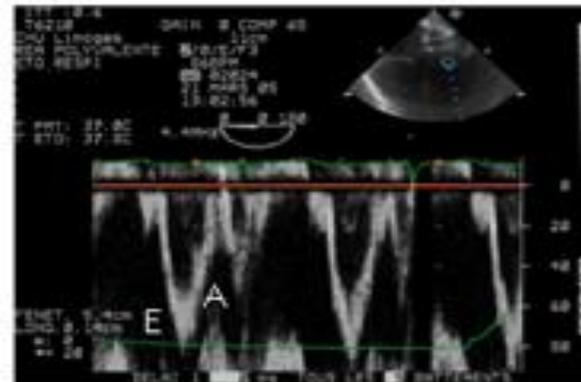
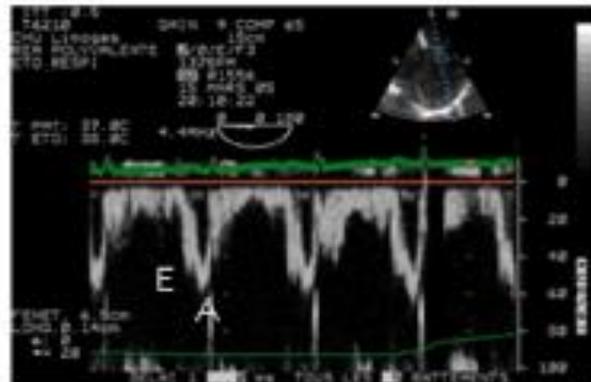
Mode TM



Doppler
aortique



Doppler
mitral



DTDVG 55cm
FR 35%
ITV 21cm/s

Dysfonction VG du choc septique

- Profil hémodynamique évolutif : IC élevé, RVS basses à IC normal ou bas, RVS élevées
- 40% admission, sous estimé si post charge abaissée
- Hypokinésie diffuse VG et/ou VD
- Réversible
- **Multifactorielle** : Perfusion coronaire (PAd basse) ; Cytokines (IL1 et TNF α), NO et radicaux libres ; Sensibilité diminuée des récepteurs β 1, des myocytes au calcium

#StayHome Messages

- Fonction systolique VG globale
 - 2D : visuelle, Simpson biplan
 - TM : FR
 - DTI : onde Sa
- Fonction segmentaire en 2D, 17 segments
- Fonction cardiocirculatoire
 - 2D et DP : ITV et Calcul du DC

Merci de votre attention



