

# Fonction Diastolique VG

## Pressions de remplissage

---

*Dr Elodie MASSERET*

*DIU TUSAR*

*01 février 2024*



**Université  
de Rennes**



# Plan

- ✓ De la dysfonction diastolique (DD) à l'insuffisance cardiaque
- ✓ Définitions
- ✓ Applications en anesthésie / réanimation
- ✓ Rappel physiologique
- ✓ Principes de l'évaluation de la fonction diastolique
- ✓ Analyse et interprétation des pressions de remplissage
- ✓ Algorithmes
- ✓ Limites et populations spécifiques

# Dysfonction diastolique ?

- ✓ Facteur indépendant de mortalité
- ✓ Renouveau récent
- ✓ Guidelines 2022
- ✓ Pressions de remplissage VG → insuffisance cardiaque



- *Dapagliflozin in Heart Failure with Mildly Reduced or Preserved Ejection Fraction*, Solomon and coll, *N Engl J Med* 2022; 387:1089-1098
- *2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure* *Journal of The American College of cardiology* Vol 79, N° 17, 2022

# **Insuffisance cardiaque**

## **FEVG altérée ≠ FEVG préservée**

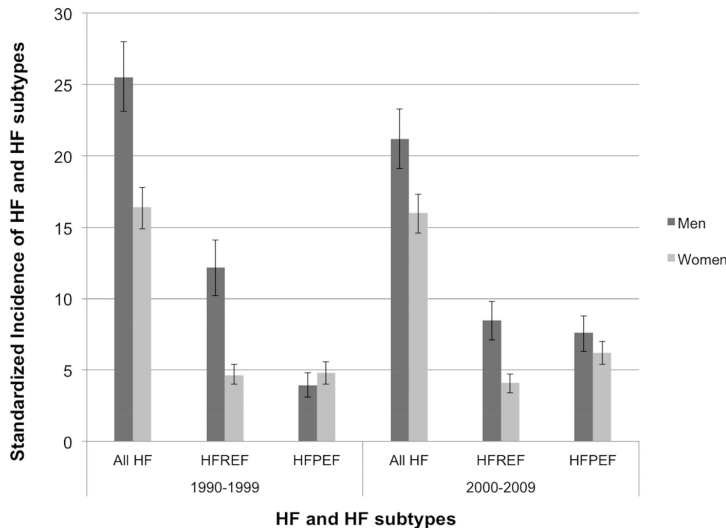
### **HFrEF ≠ HFpEF**

- ✓ **Signes cliniques d'insuffisance cardiaque**
- ✓ **Fonction systolique VG normale ou conservée :  $\geq 50\%$**   
***Et Absence de dilatation VG (DTDVG  $< 97$  ml/m<sup>2</sup>)***
- ✓ **Anomalie de relaxation ou de compliance du VG**
  - ✓ **En écho**
  - ✓ **Au cathétérisme cardiaque**

# Insuffisance cardiaque

## HFrEF ≠ HFpEF

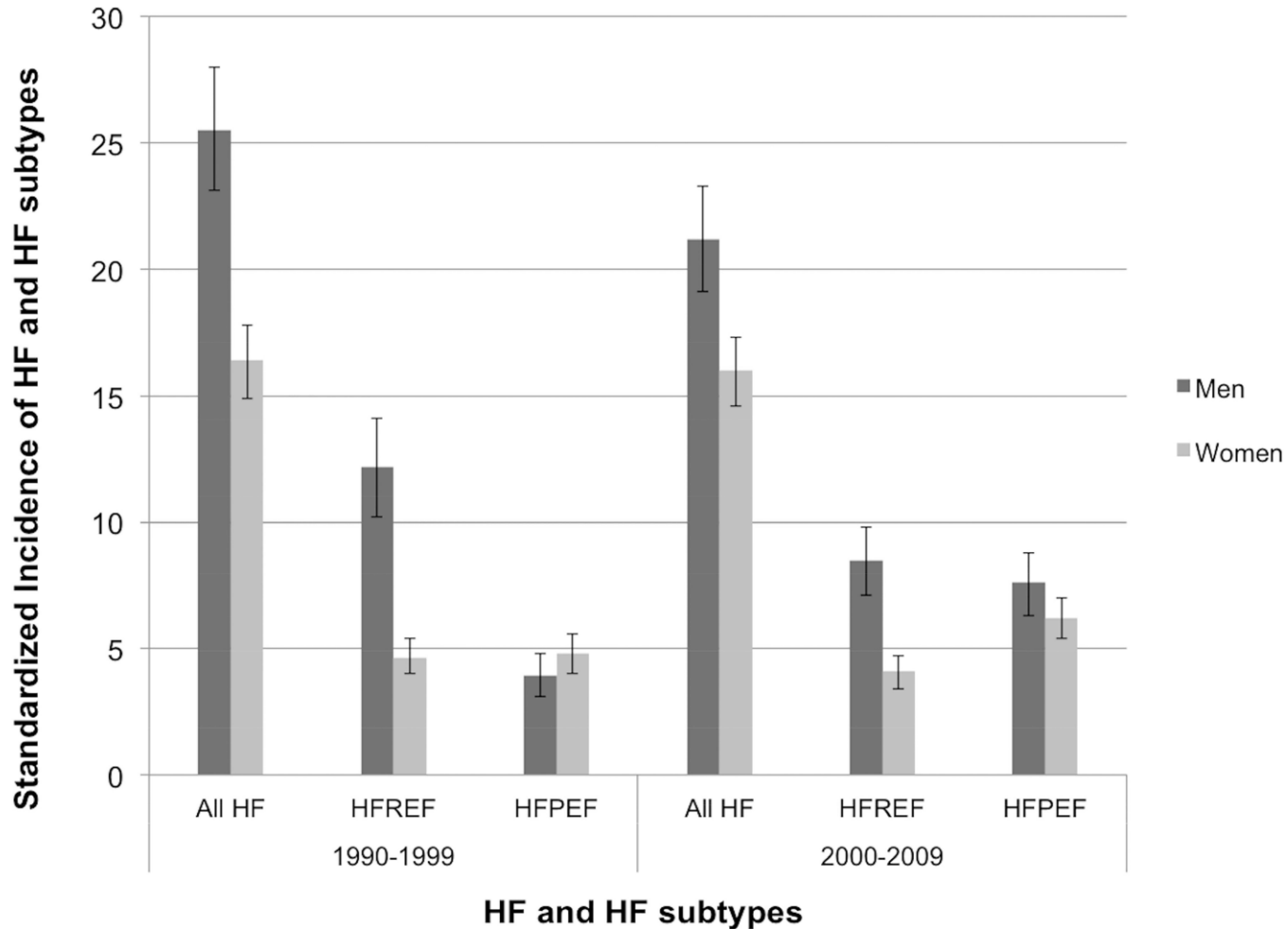
- ✓ Dysfonction diastolique conditionne l'importance de la maladie
- ✓ En augmentation dans les 2 sexes
- ✓ Facteurs de risque cardio-vasculaire
- ✓ HTA, Diabète, ACFA, obésité ≠ SCA ST+ et ST-



*Tsao, JACC Heart Fail. 2018*  
*Owan, NEJM, 2006*

# Insuffisance cardiaque

## HFrEF ≠ HFpEF



# Principes d'évaluation de la fonction diastolique

- Dysfonction diastolique

  - élévation des pressions de remplissage

    - Insuffisance cardiaque diastolique

- Evaluation plurielle impliquant aussi les pressions de remplissage

- Pathologie cardiaque pré-existante structurelle ou fonctionnelle

- Algorithmes

  - 1- FEVG préservée

  - 2- DD avérée ou FEVG altérée ou cardiopathie pré-existante permettant de grader les pressions de remplissage

# En Anesthésie / Réanimation?

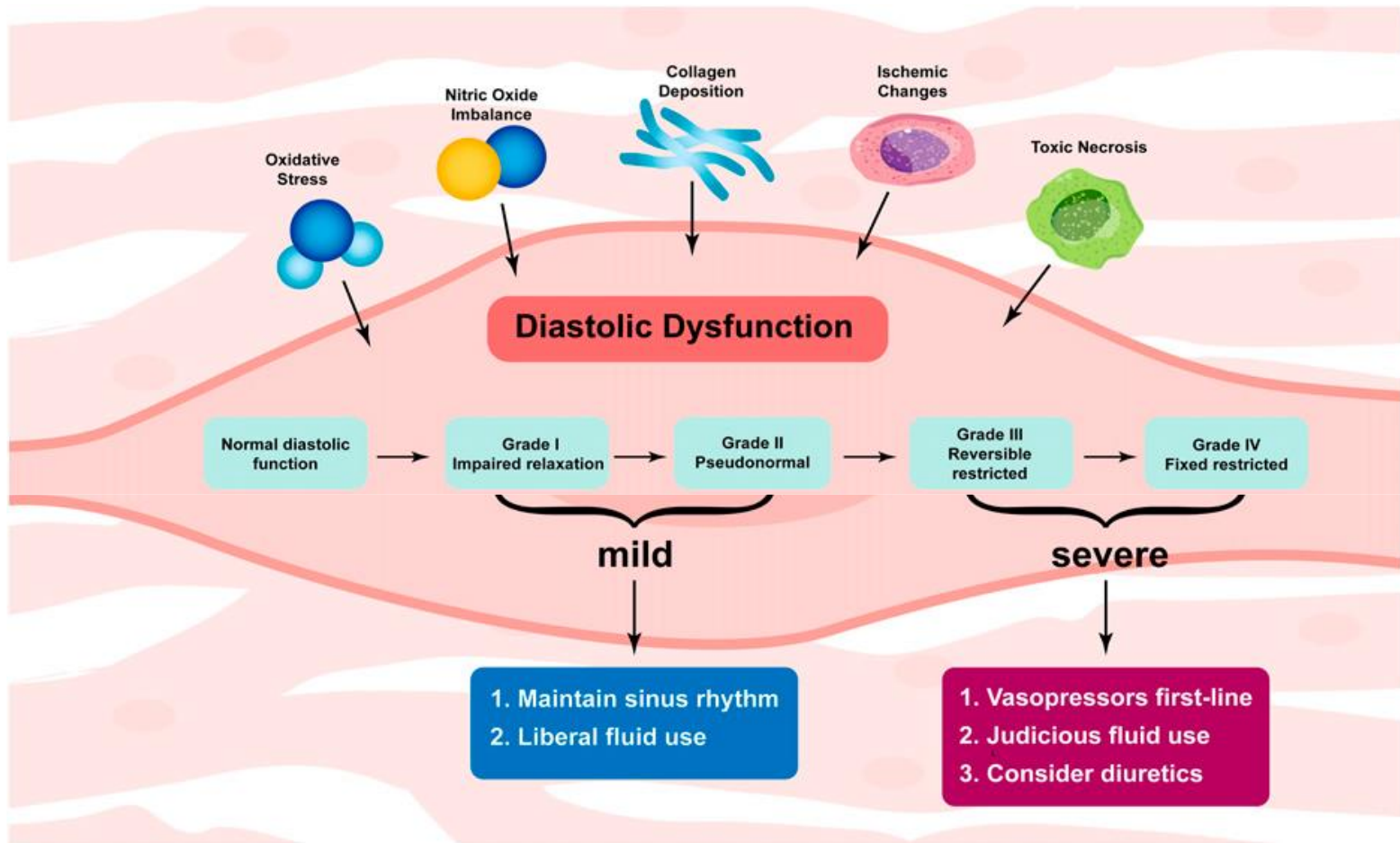
- Pré-opératoire
- Insuffisance cardiaque et ventilation mécanique
- Choc septique
- OAP de « sevrage »



*Landesberg, EHJ, 2012*



# Dysfonction diastolique en péri-opératoire



*Theodore, seminars cardiothoracic and vascular anesthesia, 2022*

# En Anesthésie / Réanimation?

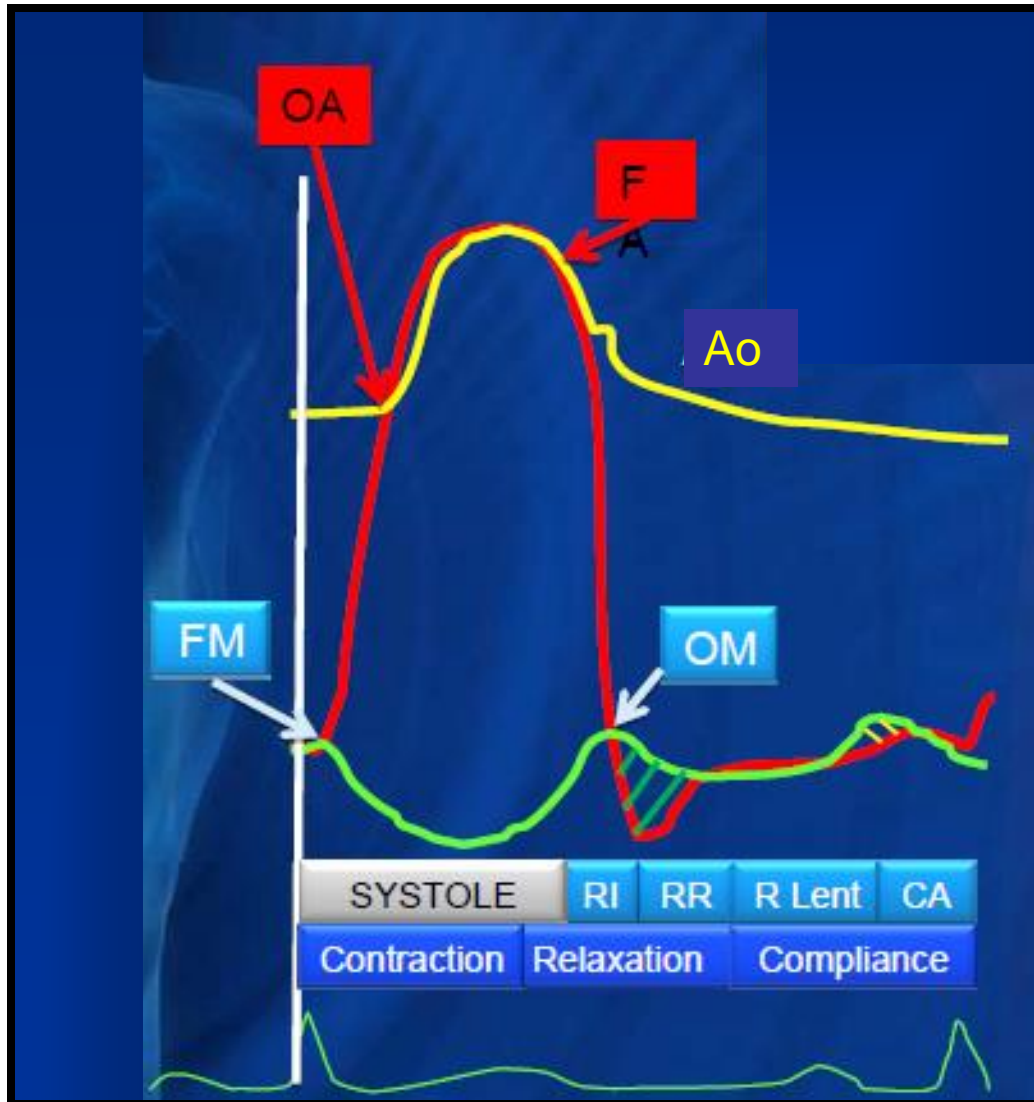
- Insuffisance cardiaque et ventilation mécanique
- Choc septique
- OAP de « sevrage »



*Landesberg, EHJ, 2012*



# Hémodynamique



Dysfonction  
diastolique

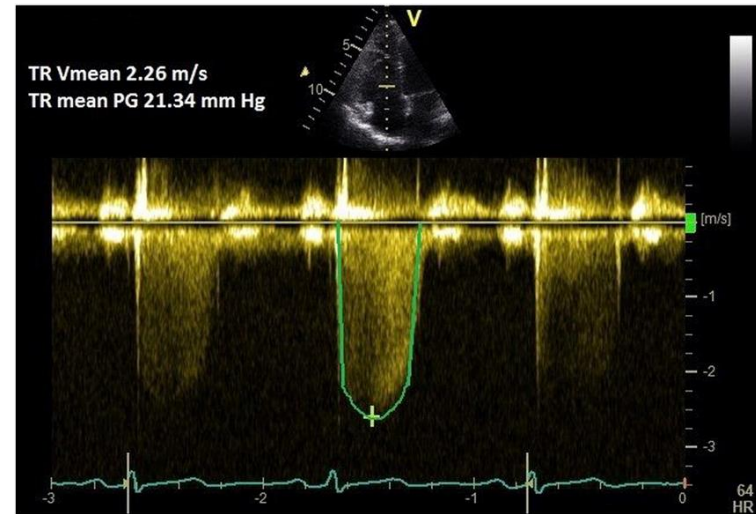
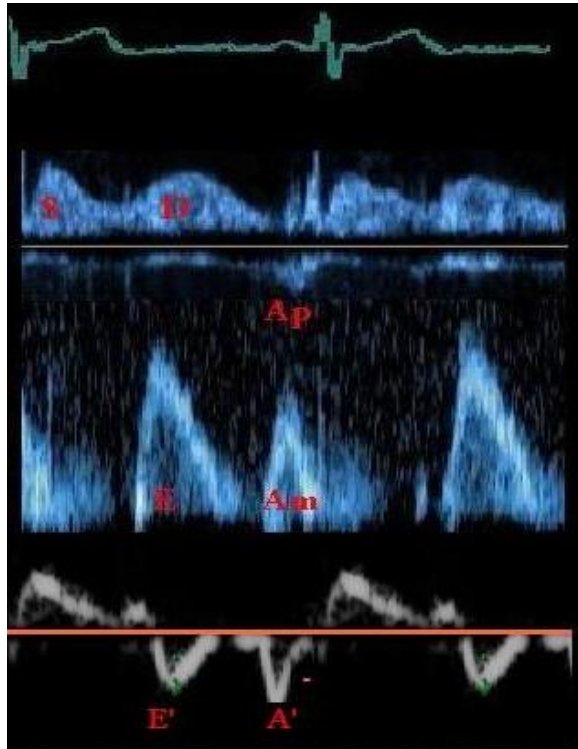
≠

Insuffisance  
cardiaque  
diastolique

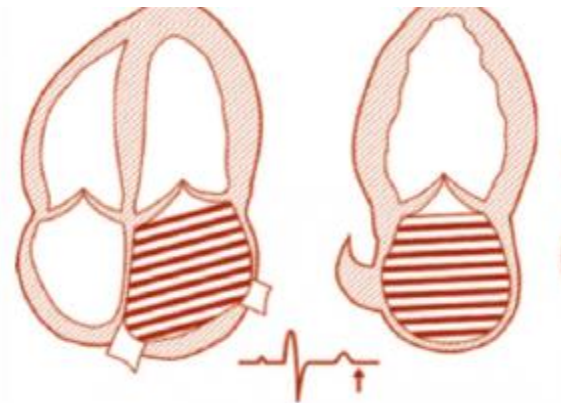
*Ischémie myocardique,  
hypertrophie  
ventriculaire, fibrose  
myocardique,  
vieillessement...*



# Evaluation de la fonction diastolique en échocardiographie

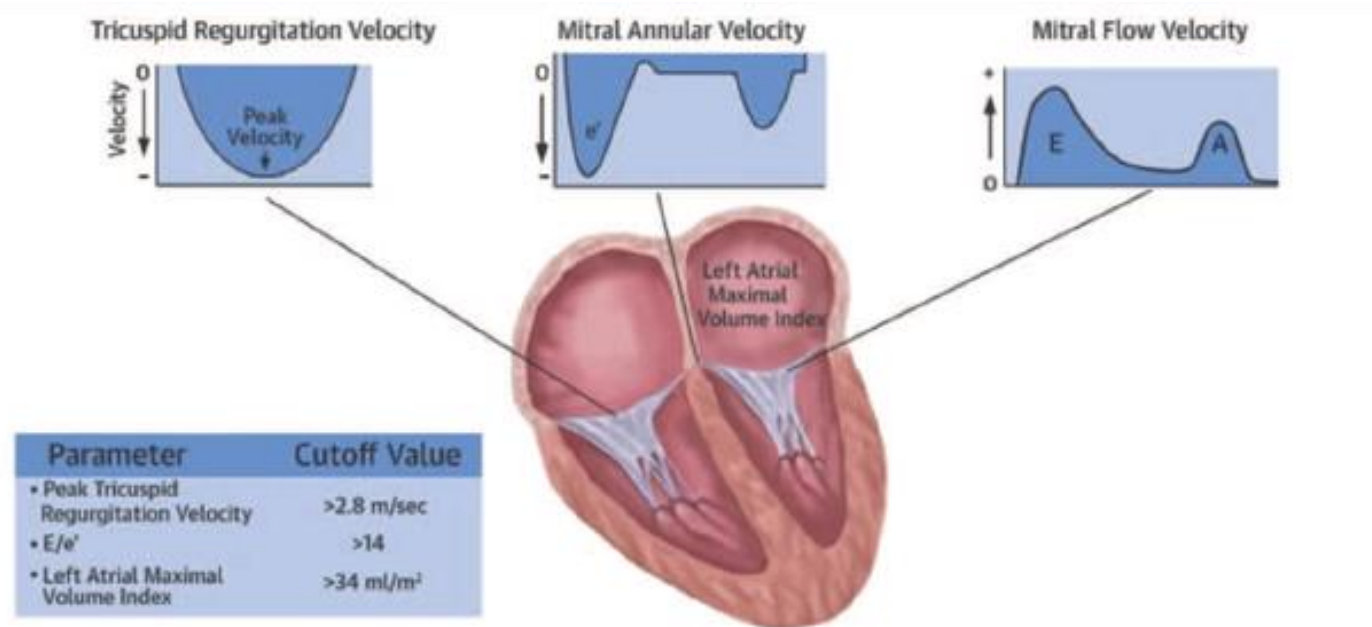


**Plusieurs indices de mesures directs et indirects**

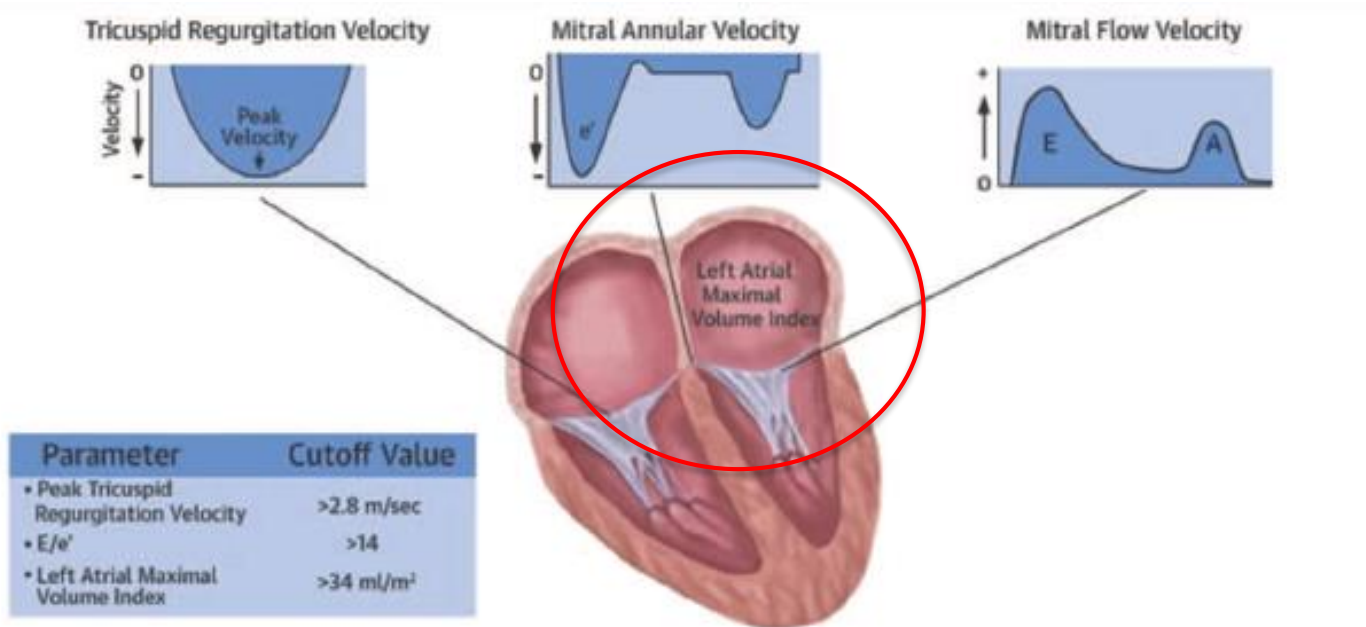


# Le Cœur est normal

## Comment est la fonction diastolique?

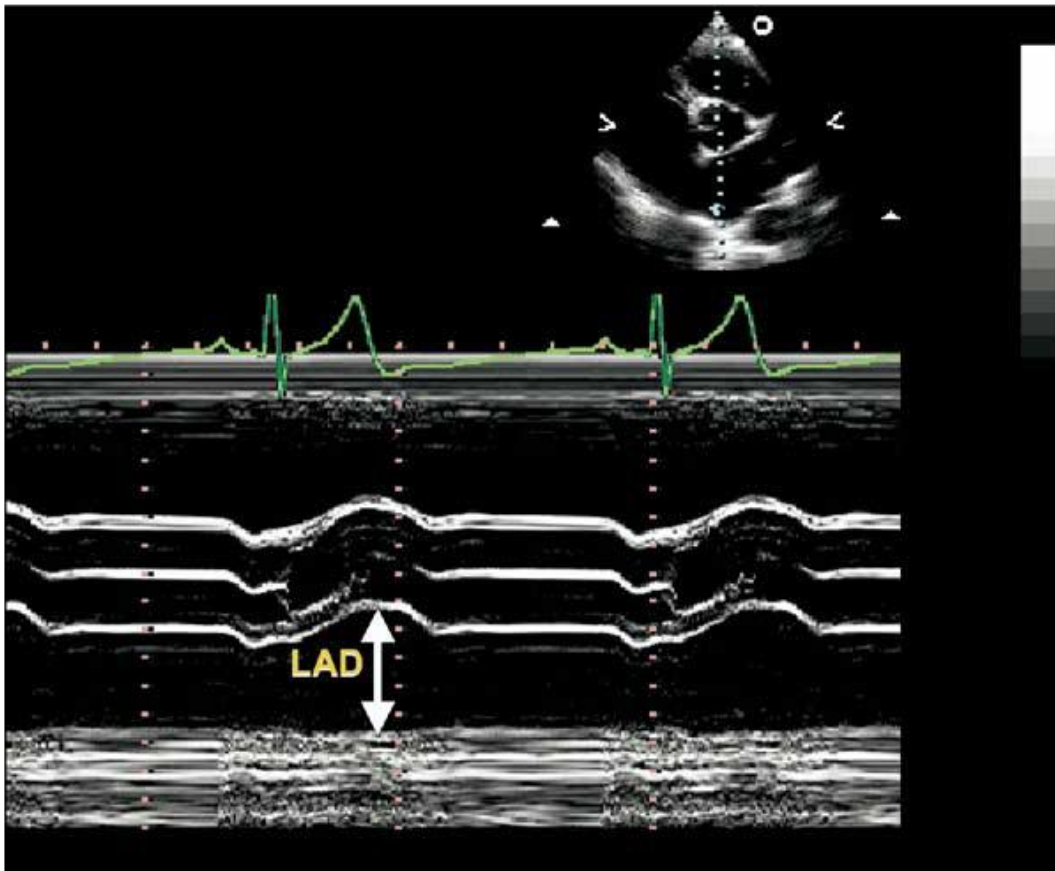


# Volume de l'OG



## ➤ Méthode linéaire

Repérage 2D Coupe PSG grand axe + Tir TM





➤ méthode aire-longueur Biplan



A4C



A2C

**Left Atrial  
Volume =**  
 $8/3\pi[(A_1)(A_2)/(L)]^*$

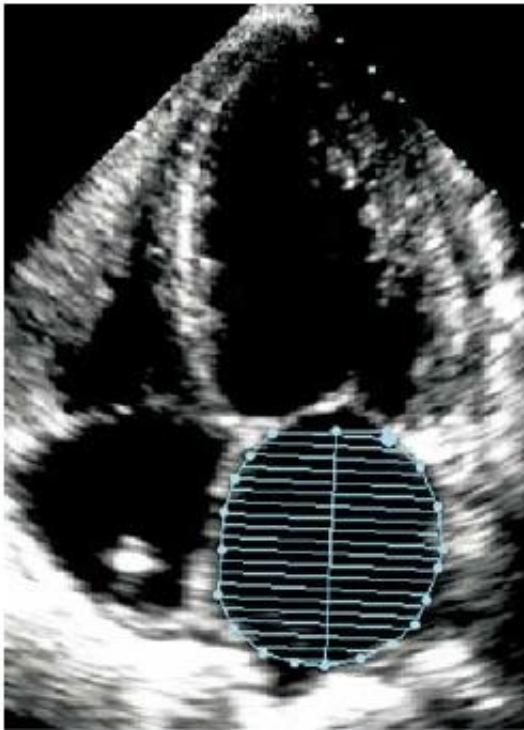
\* (L) is the shortest  
of either the A4C  
or A2C length

**N= 22 ± 6 ml / m<sup>2</sup>**

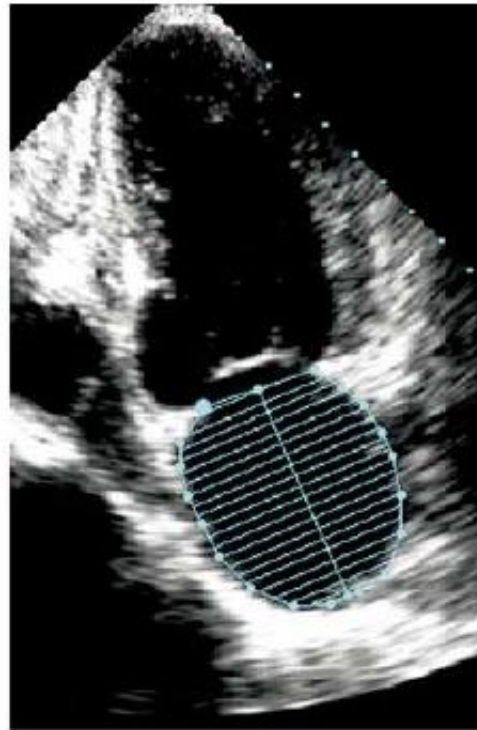
## ➤ Méthode de Simpson



Mesure du contour de l'OG en télésystole



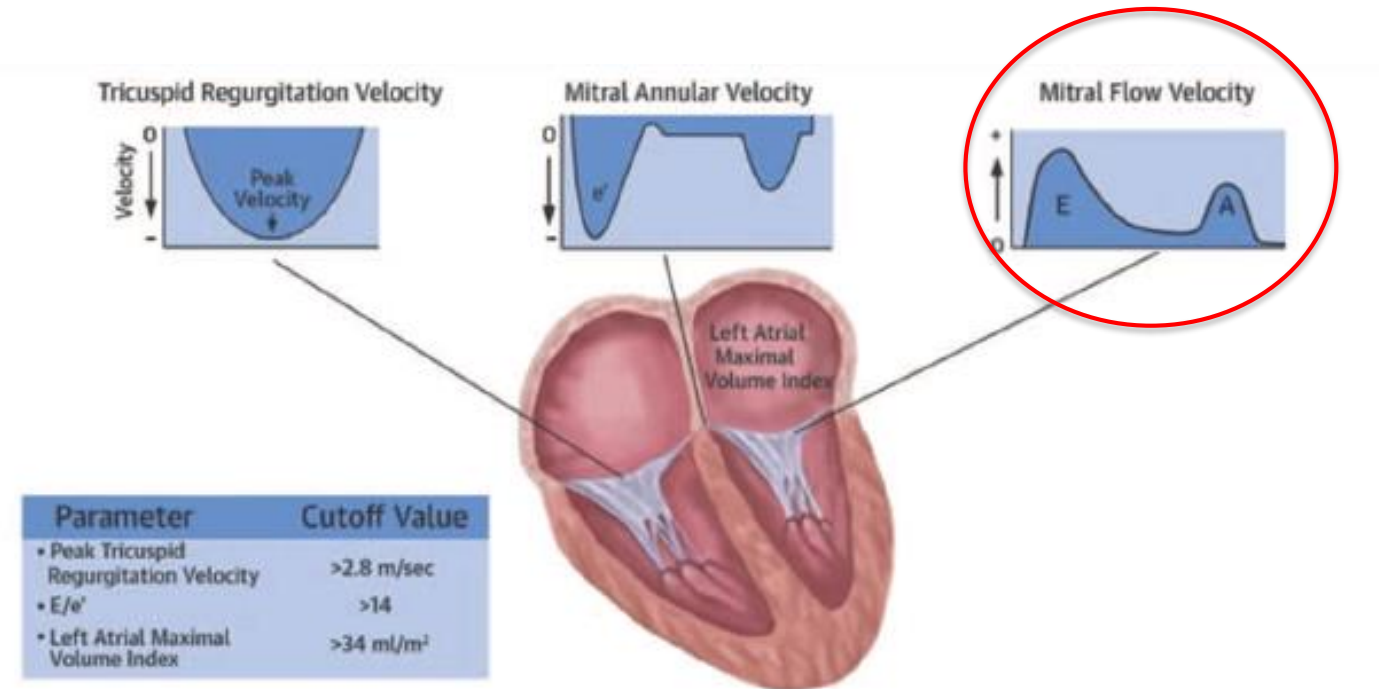
A4C



A2C

Valeur seuil =  
OG > 34 ml/m<sup>2</sup>

# Flux mitral



# Mode 2D, coupe apicale 4 cavités

## Doppler pulsé

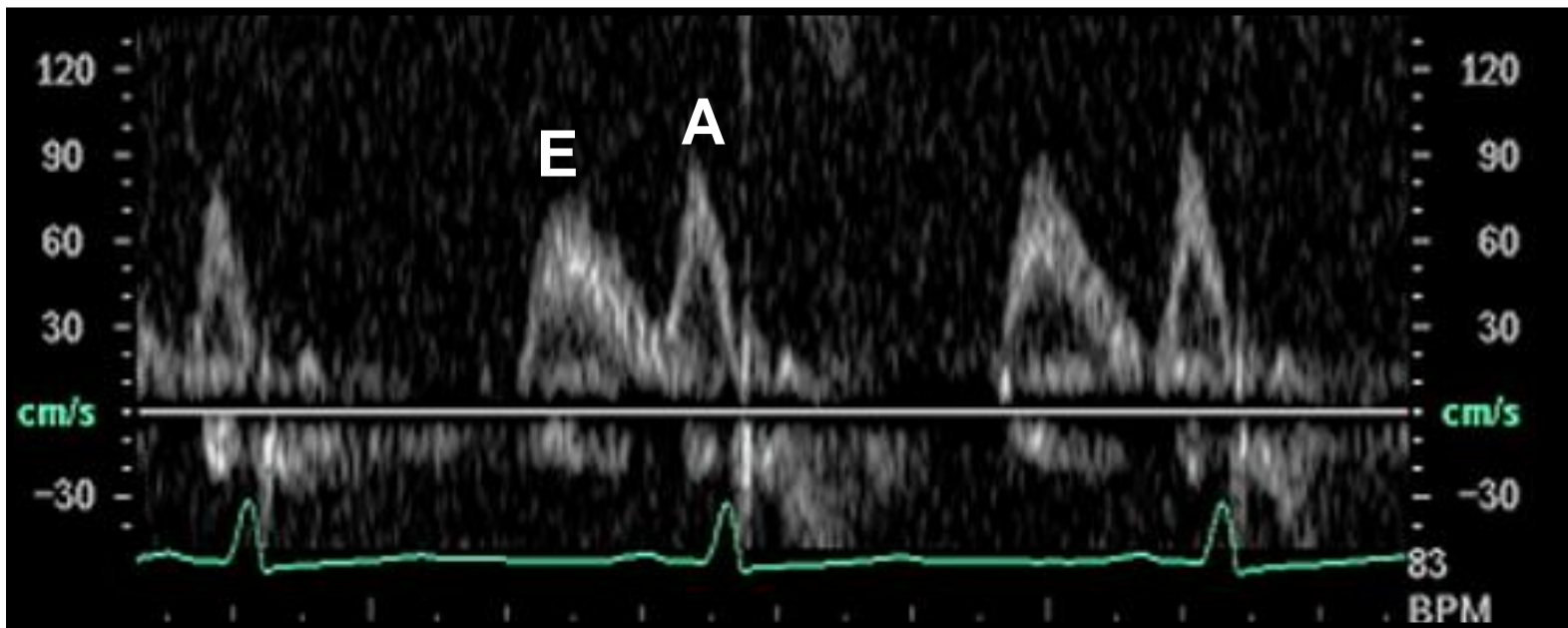


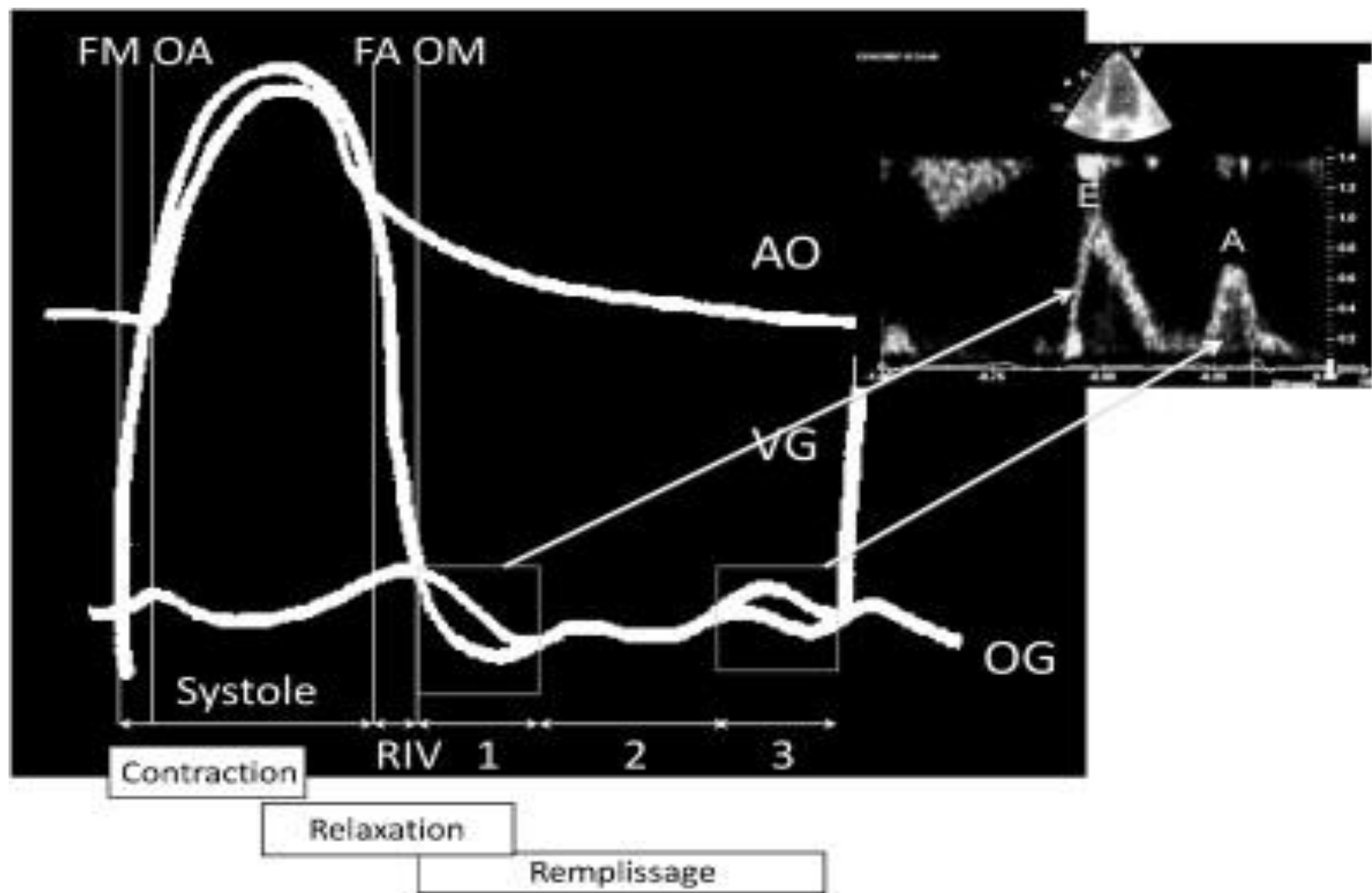
**Volume = 2 mm**

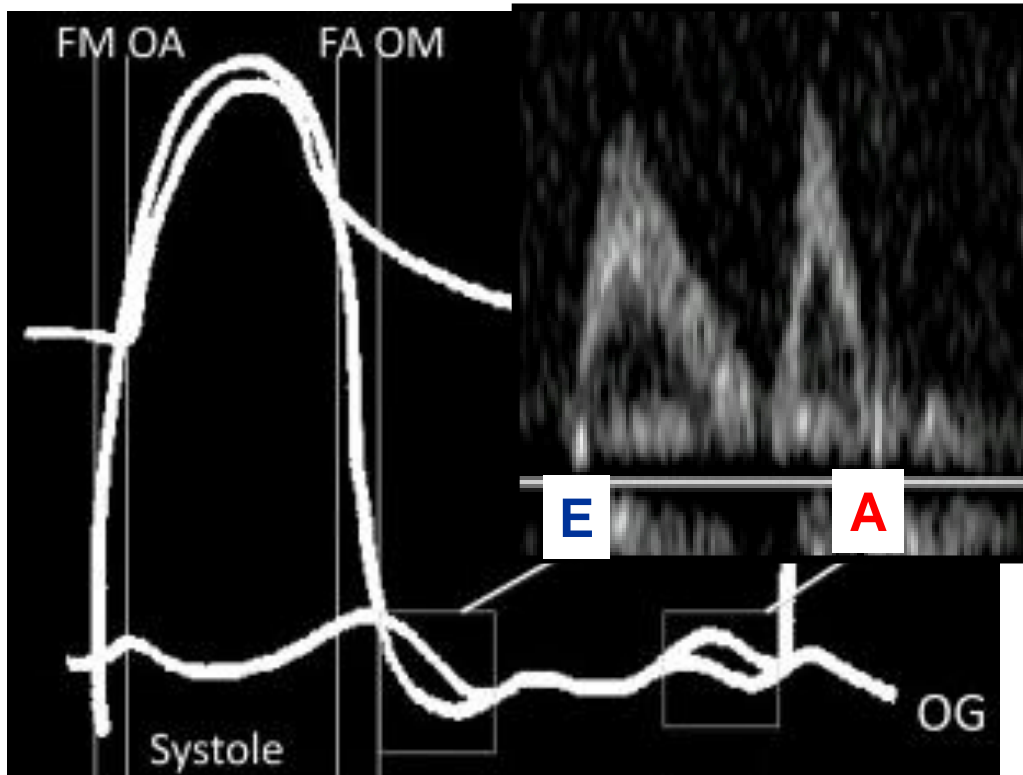
**Filtres bas (200- 600Hz)**

**V = 100 mm/s**

- Mode 2D, coupe apicale 4 cavités
- Doppler pulsé







## Onde E

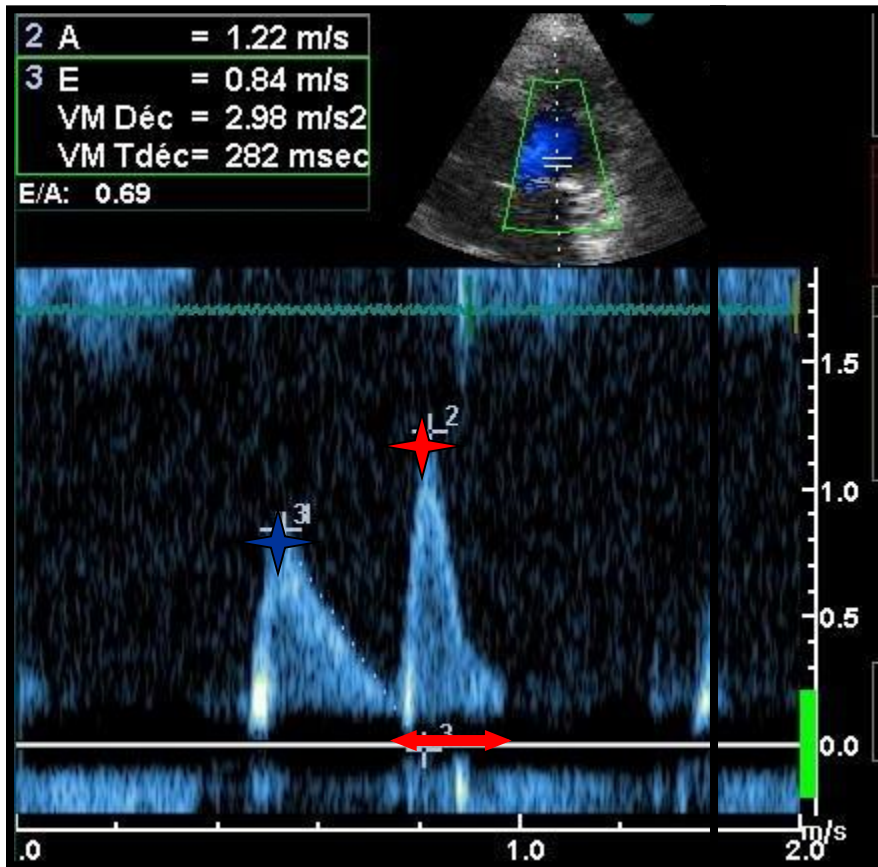
- Précharge
- Relaxation VG

## Onde A

- Contractilité OG
- Compliance VG



# Valeurs normales



**Onde E mitrale**

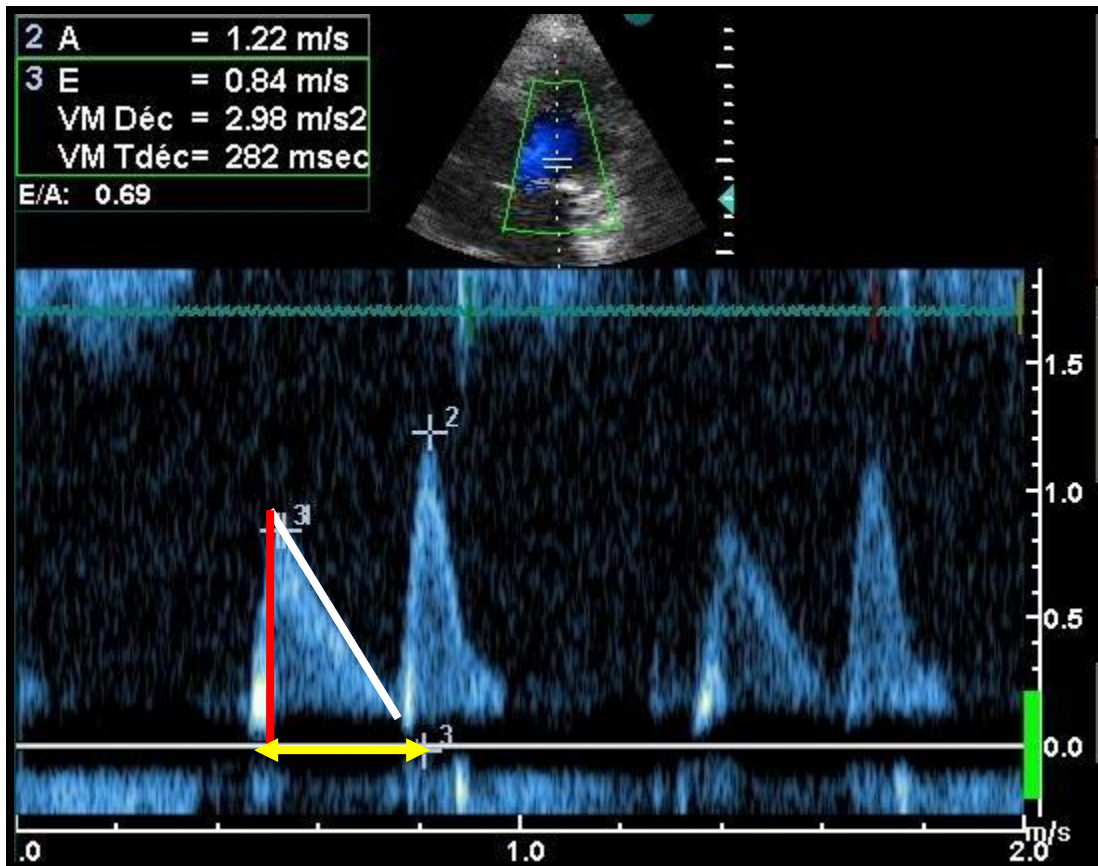
**→  $50 \pm 17$  cm/s**

**Onde A mitrale**

**→  $32 \pm 9$  cm/s**



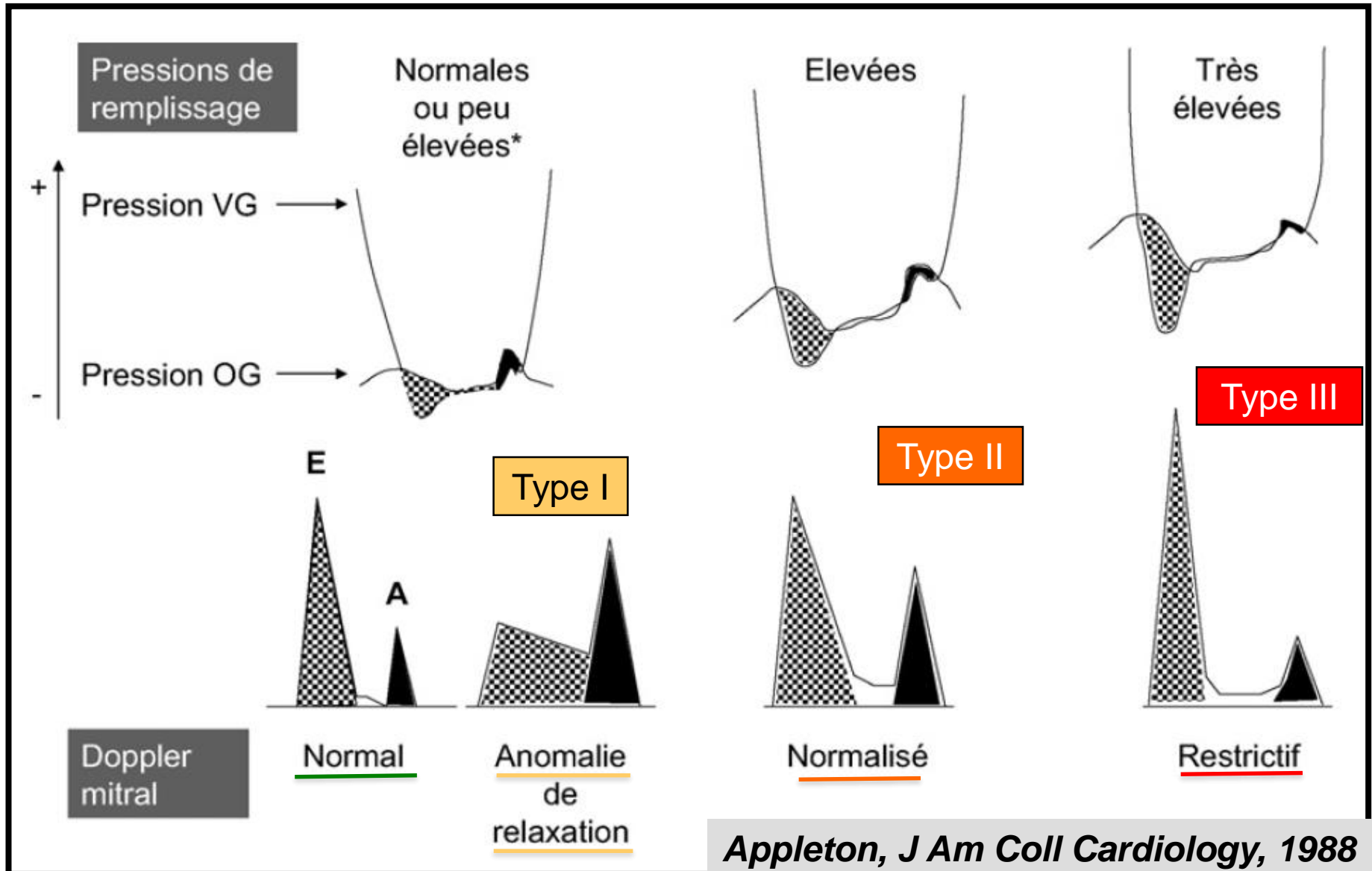
# Temps de décélération onde E



**TDE :**

**200 ± 30 ms**

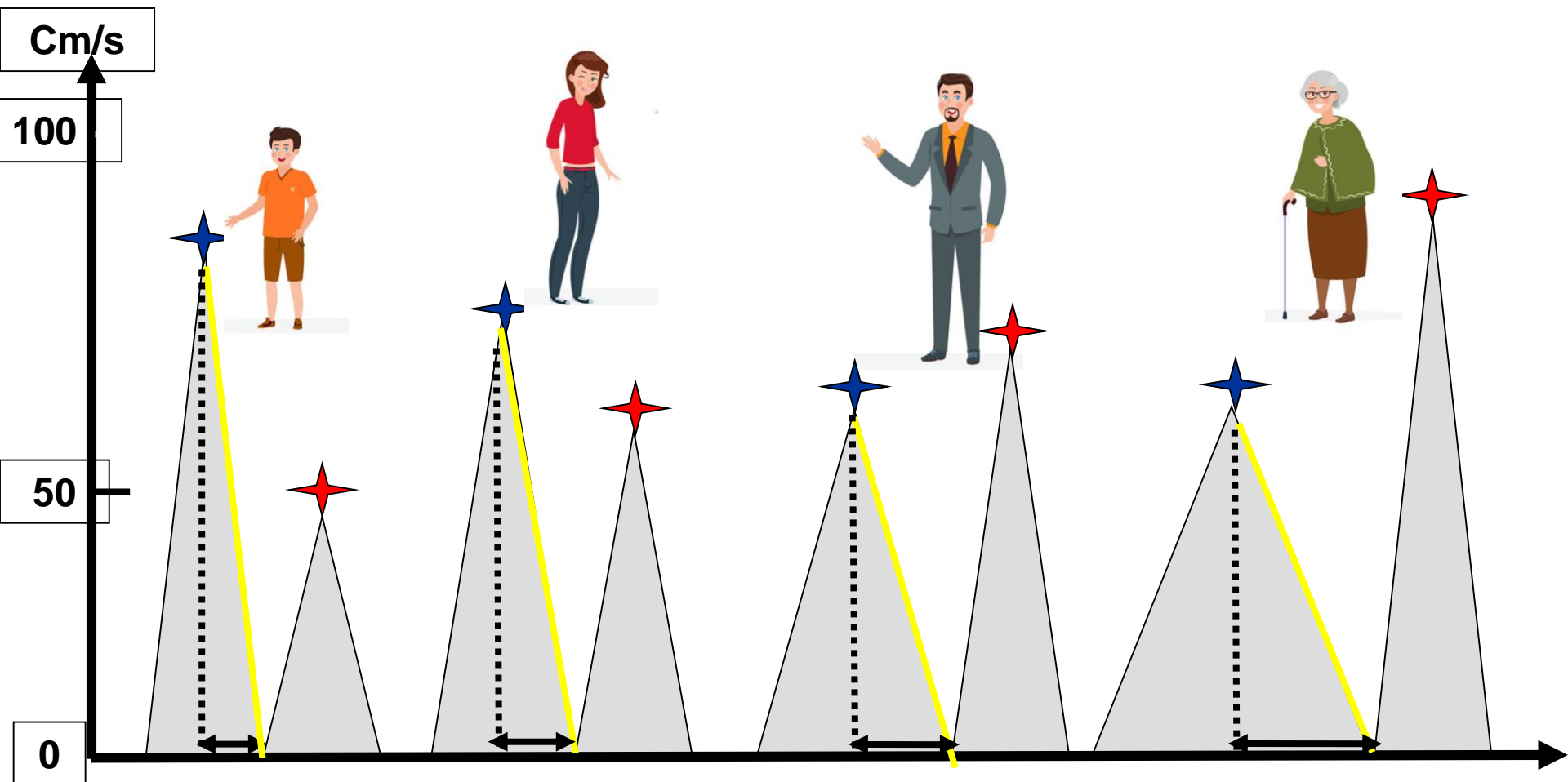
# Profils mitraux d'Appleton



Appleton, *J Am Coll Cardiology*, 1988

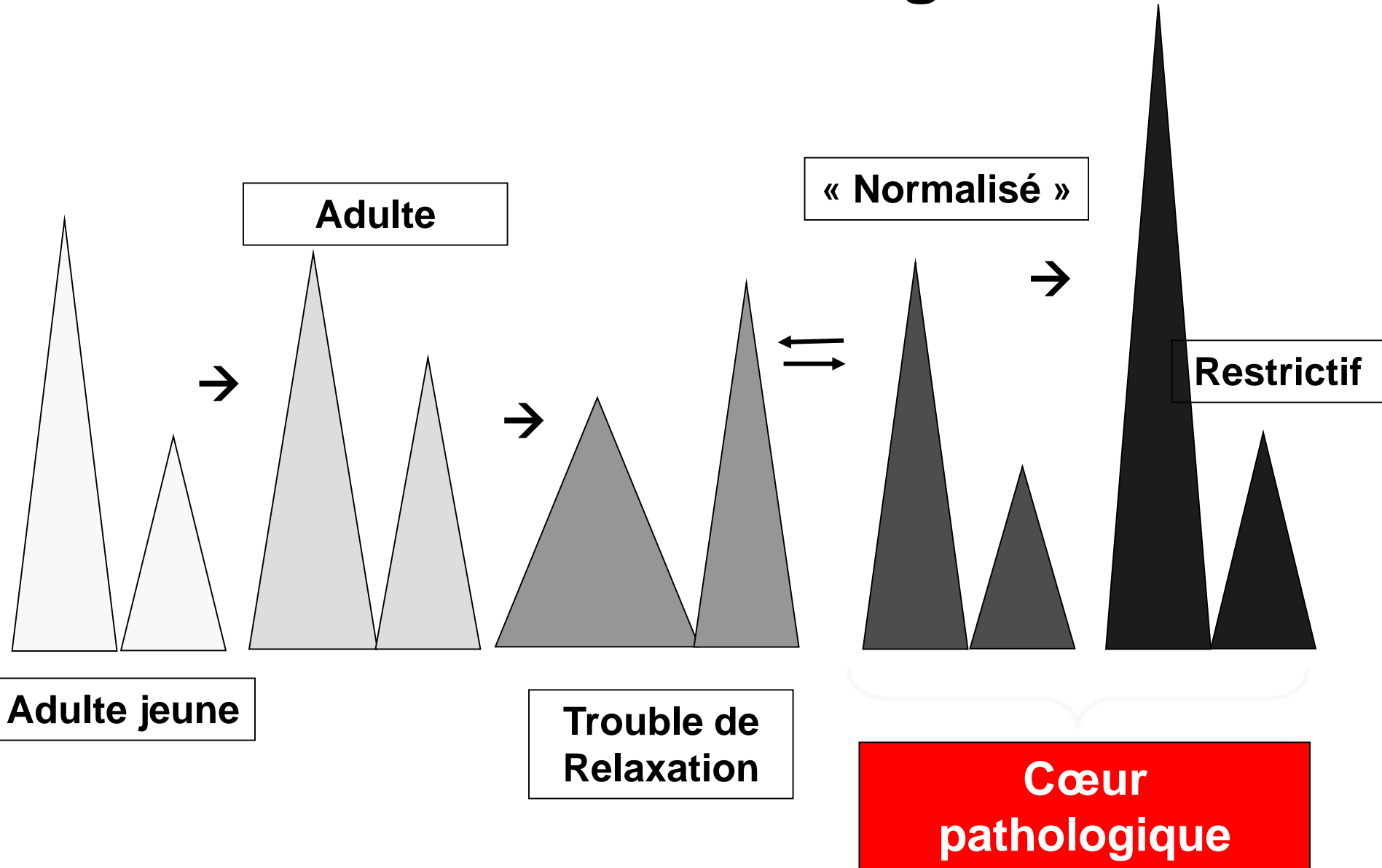
Vignon, *Réanimation*, 2007

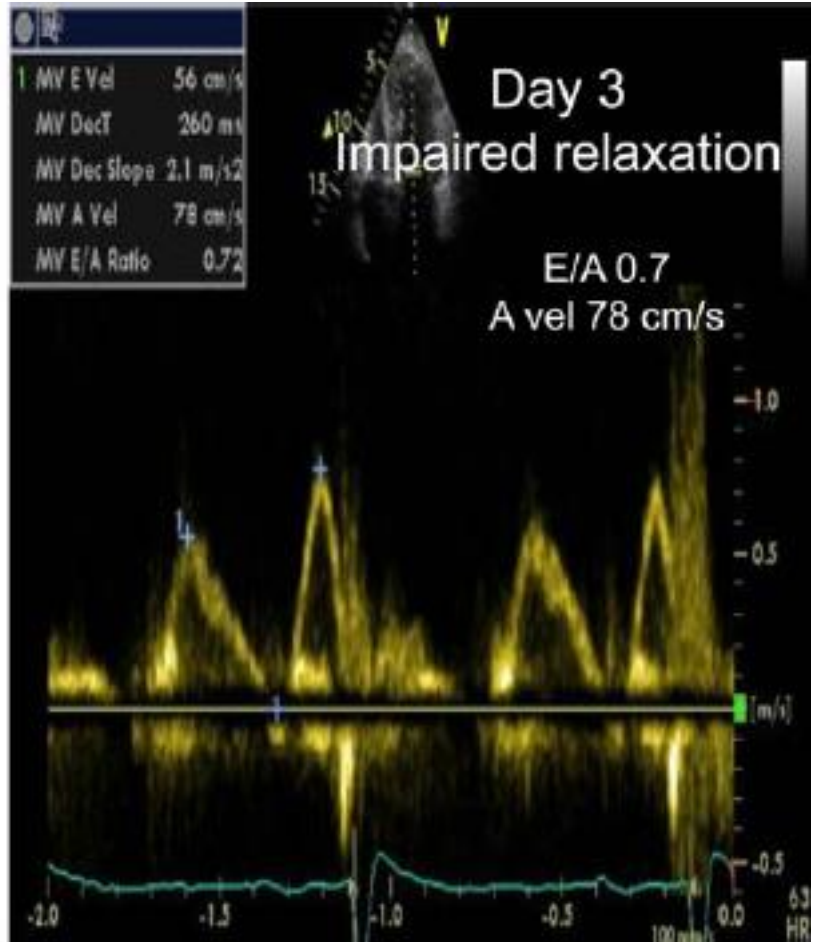
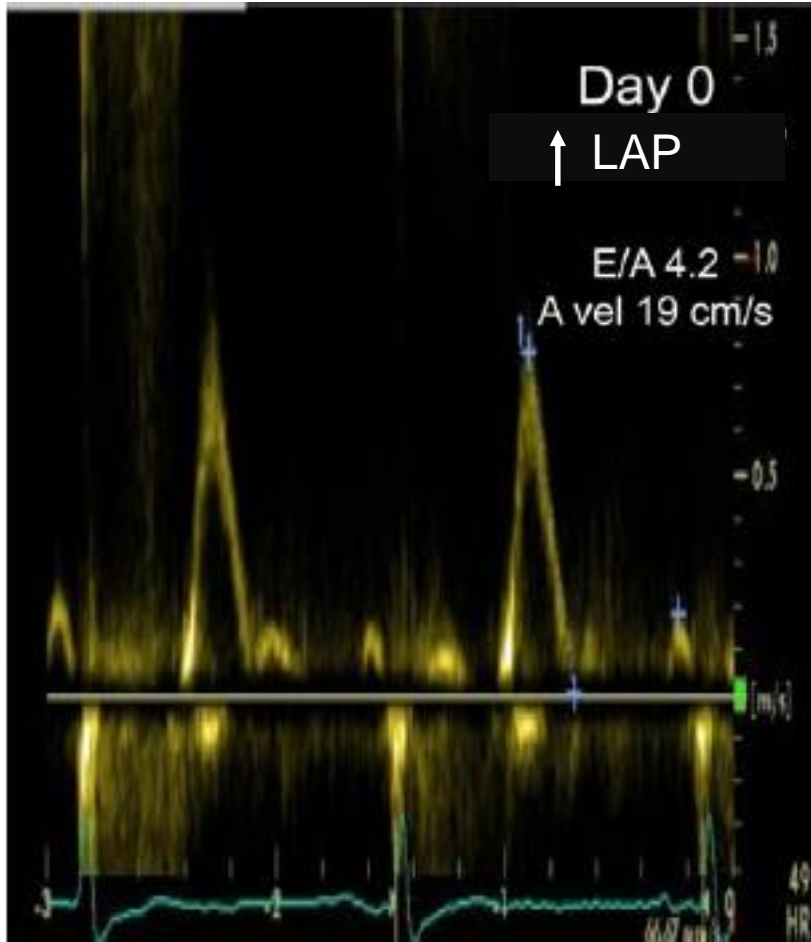
# Flux mitral et âge



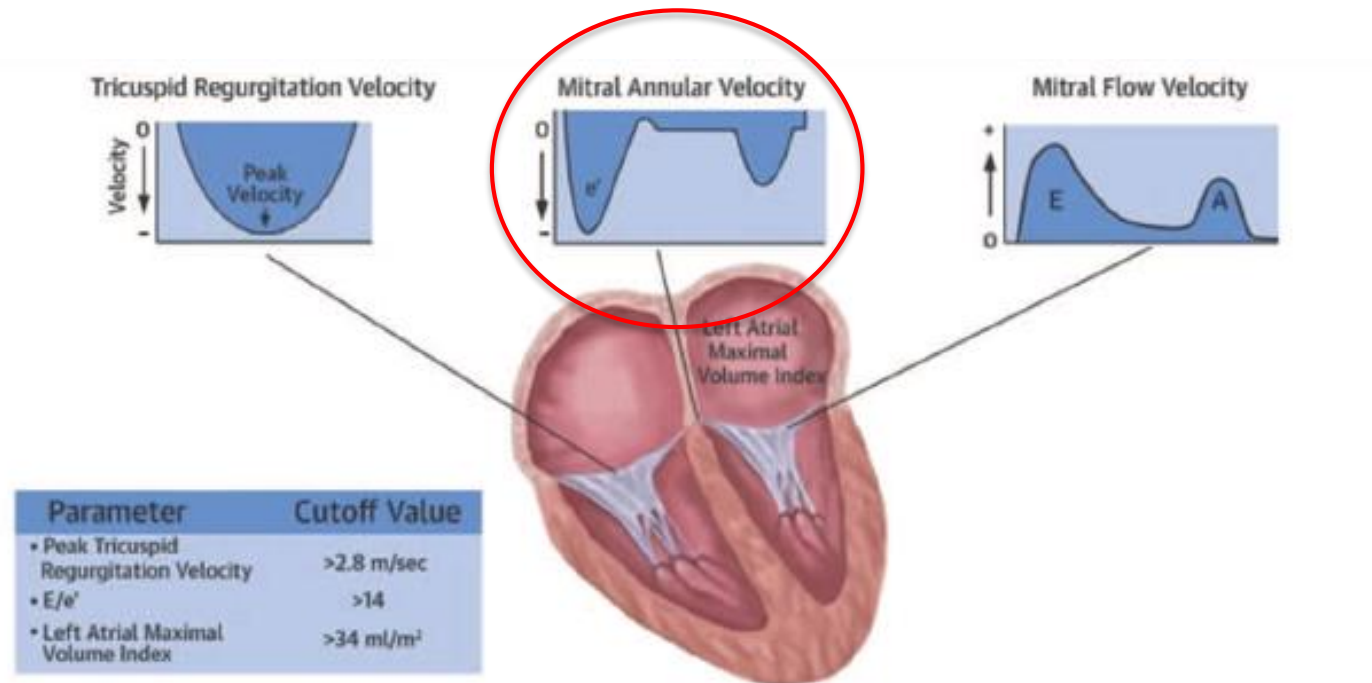
*Oh JK, Appleton CP, J Am Soc Echocardiography, 1997*

# Flux mitral et âge

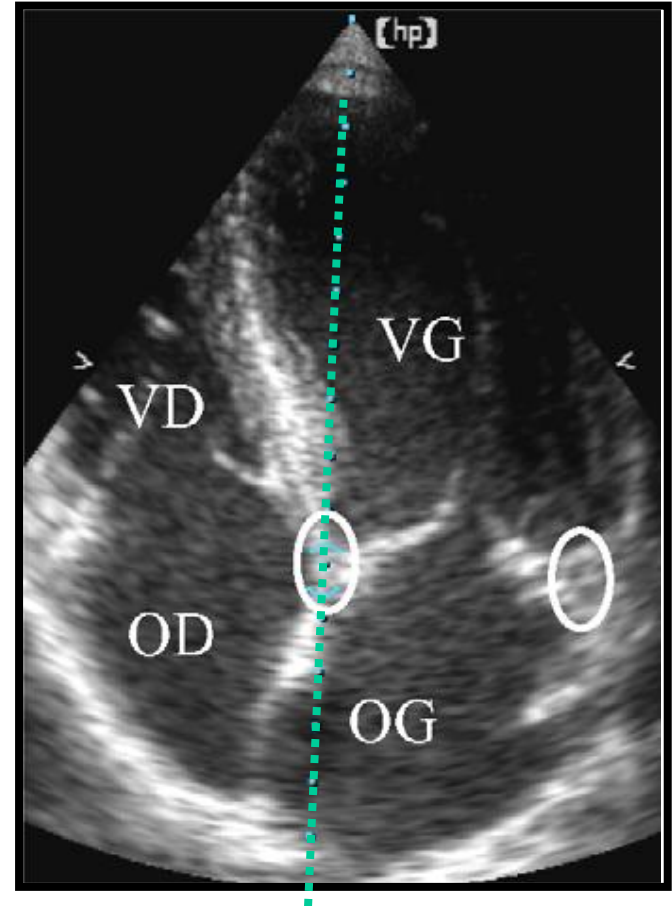




# Doppler pulsé tissulaire (DTI) à l'anneau mitral



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



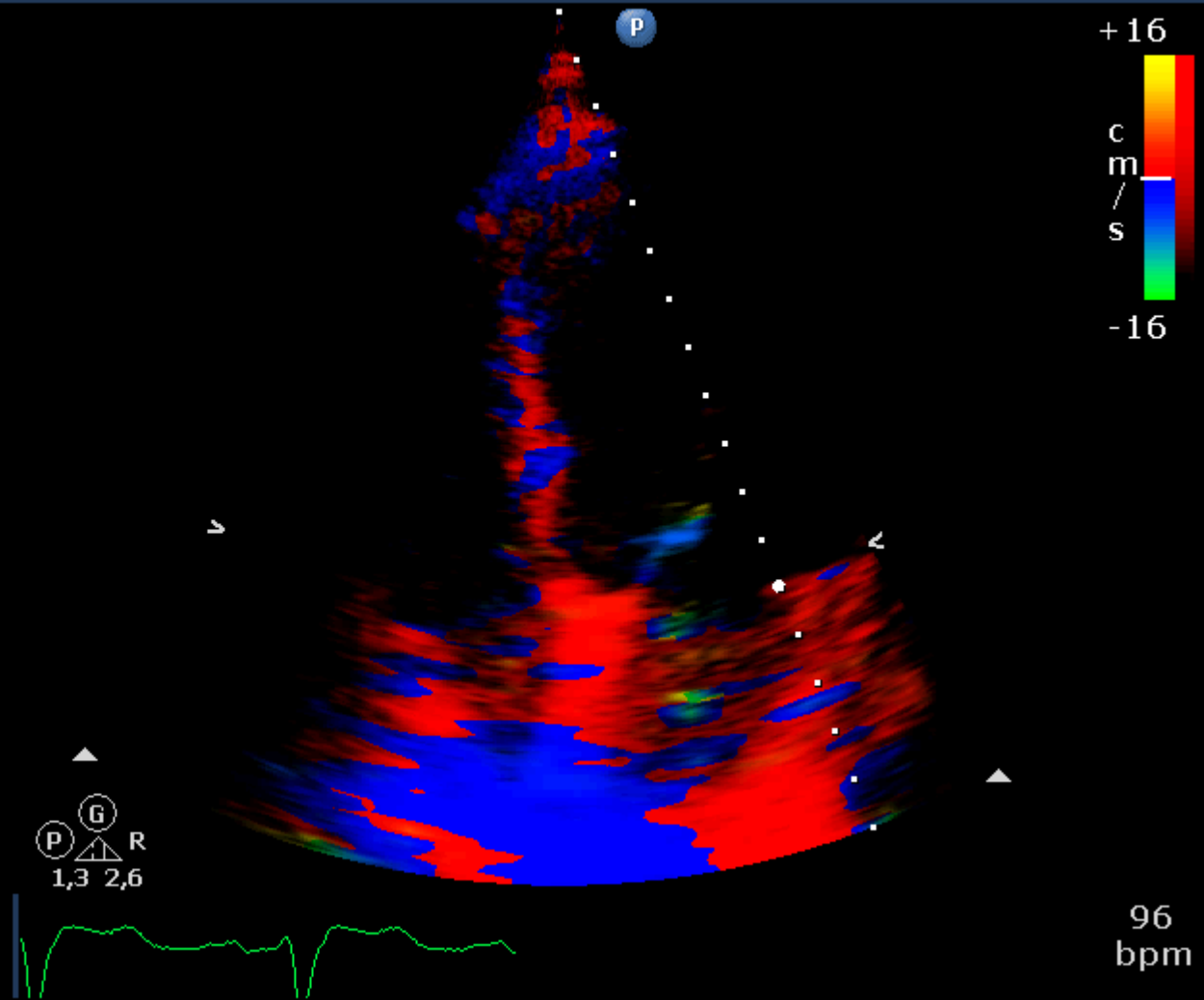
PHILIPS DIOP, MOR FACOUMBA 10/01/1951  
EMASS CHU RENNES

IM 1,3 30/11/2015  
ITm 0,4 10:56:33

CARDIO opt  
S5-1  
86Hz  
17,0cm

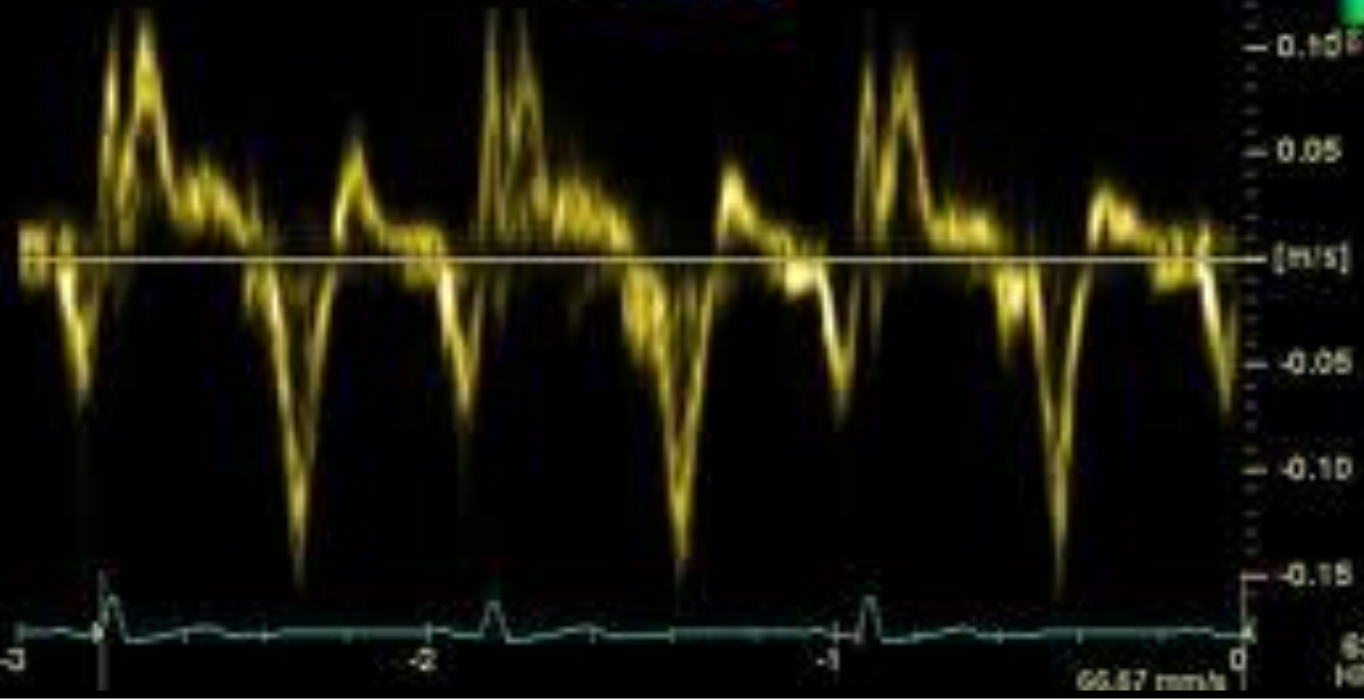
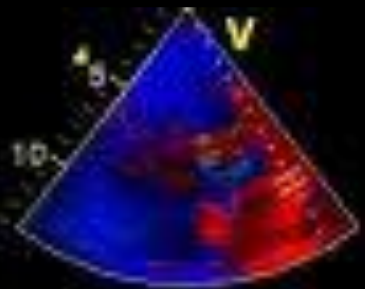
2D  
HPén-HGén  
Gn 76  
C 50  
3 / 2 / 0  
75 mm/s

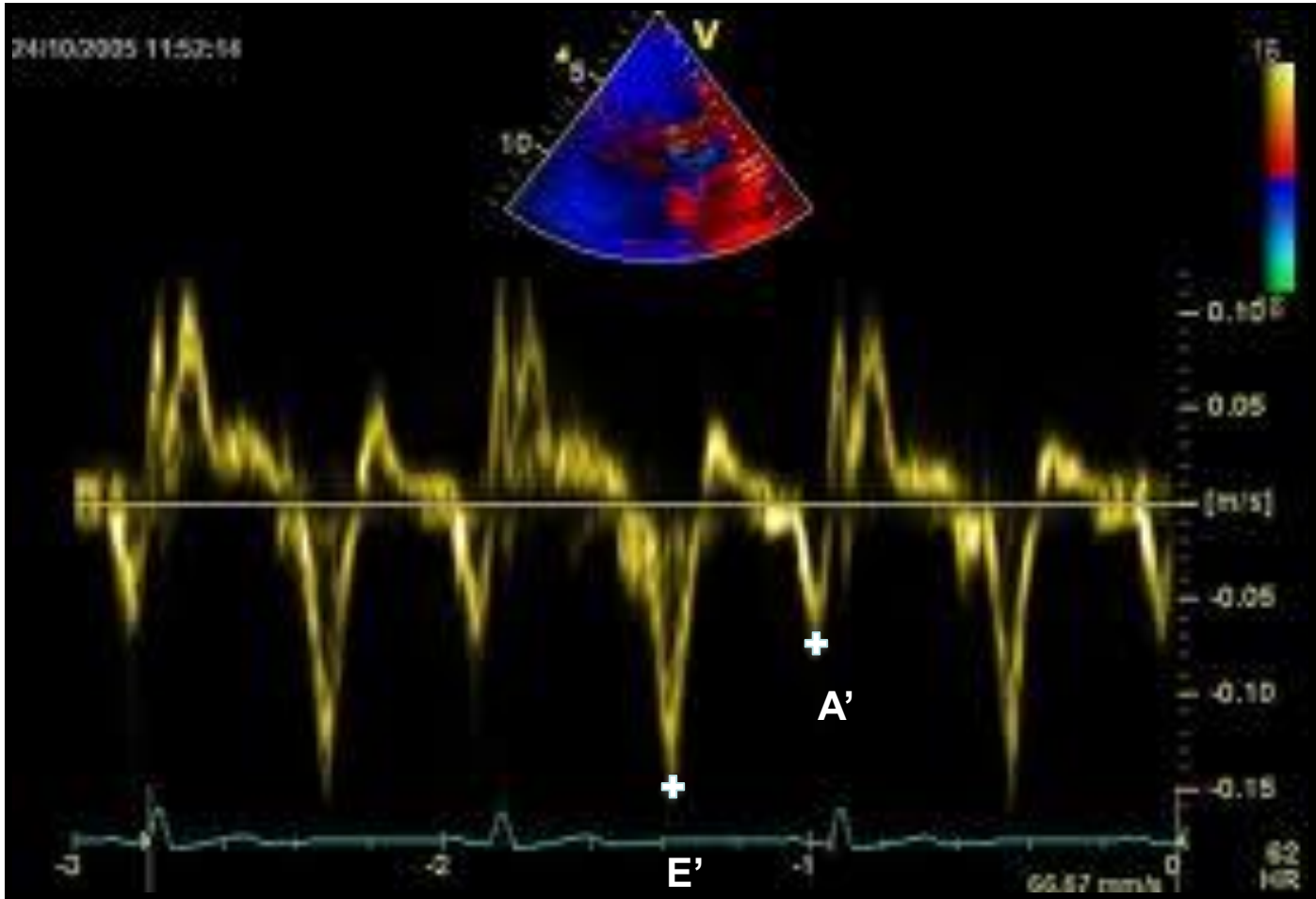
TDI  
2,9 MHz  
Gn 70  
2 / 4 / 0

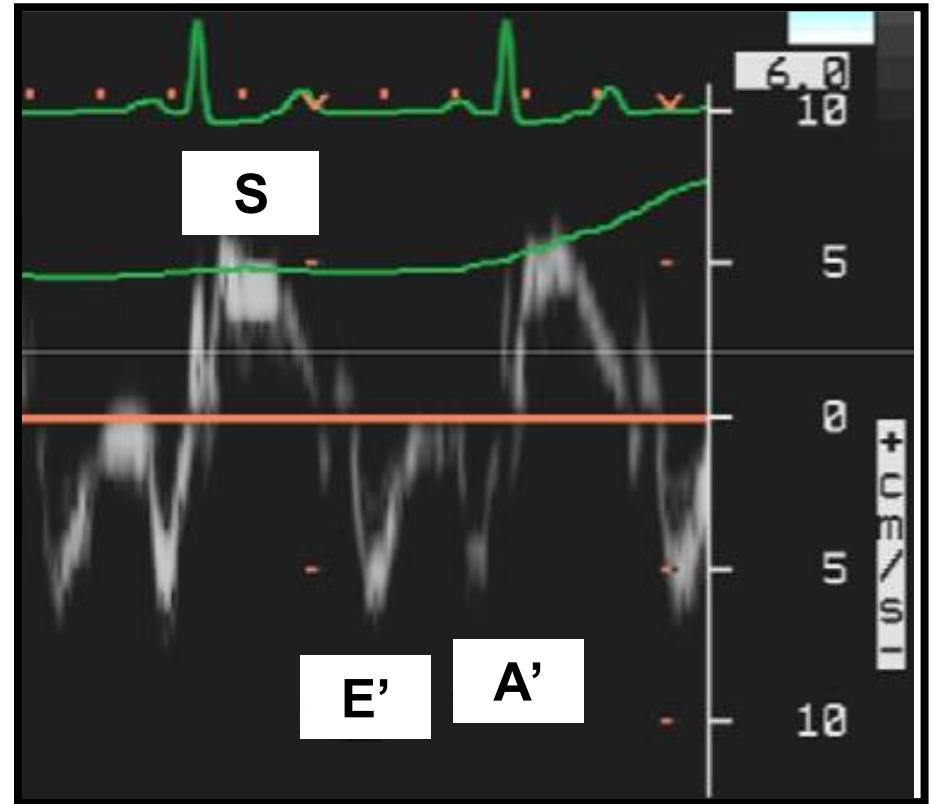
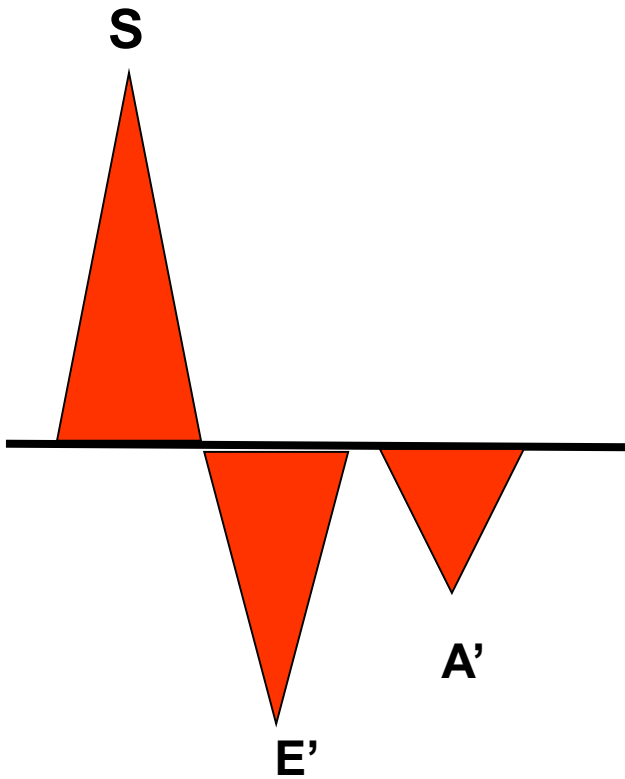




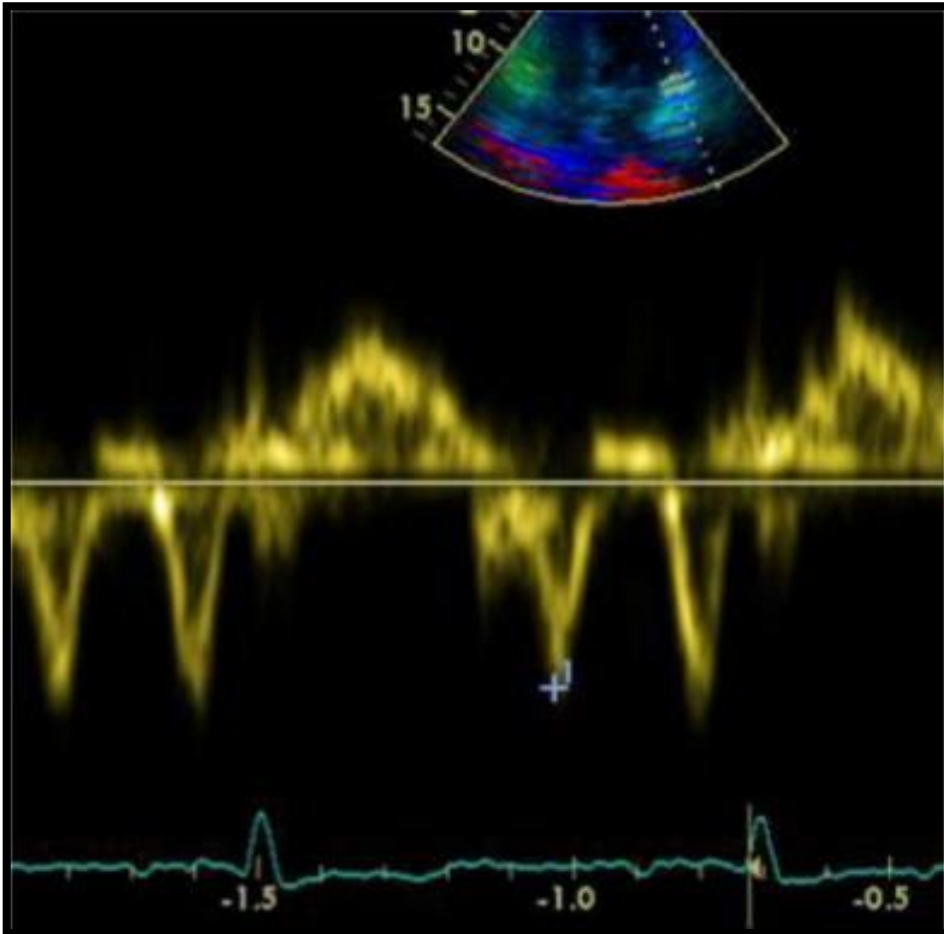
24/10/2005 11:52:58







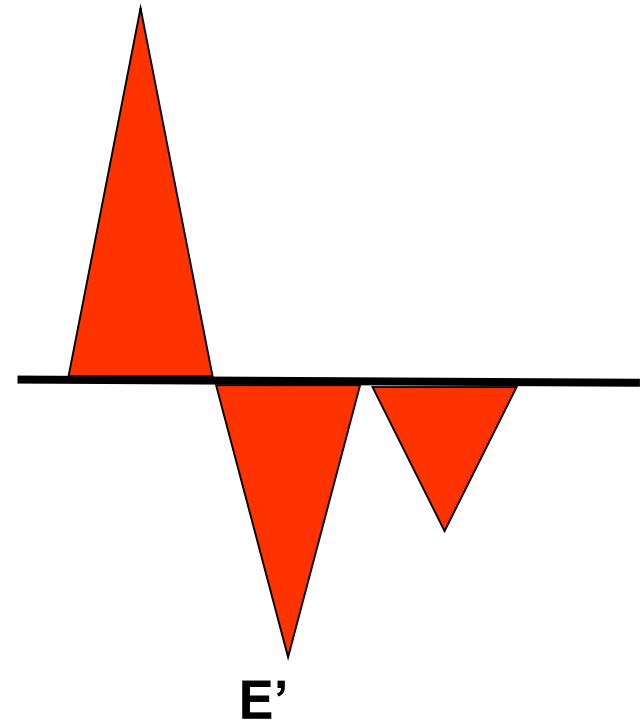
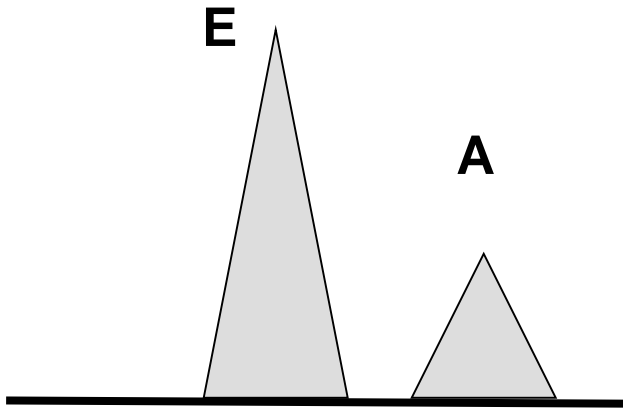
- $E' = 12 \pm 2,8 \text{ cm/s}$
- $A' = 8,4 \pm 2.4 \text{ cm/s}$
- **Variet avec l'âge**



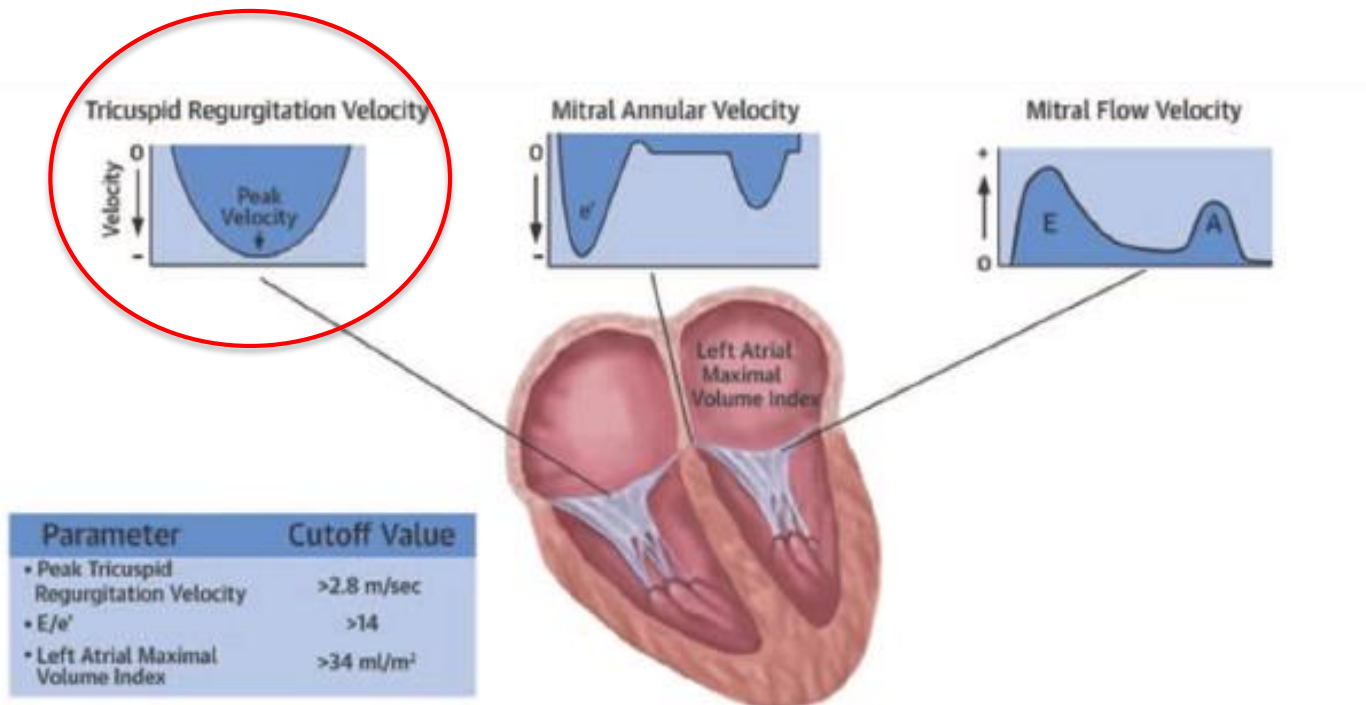
**Valeurs seuil**  
**=**  
**E' septale < 7cm/s ou**  
**E' laterale < 10 cm/s**

# Rapport E/E'

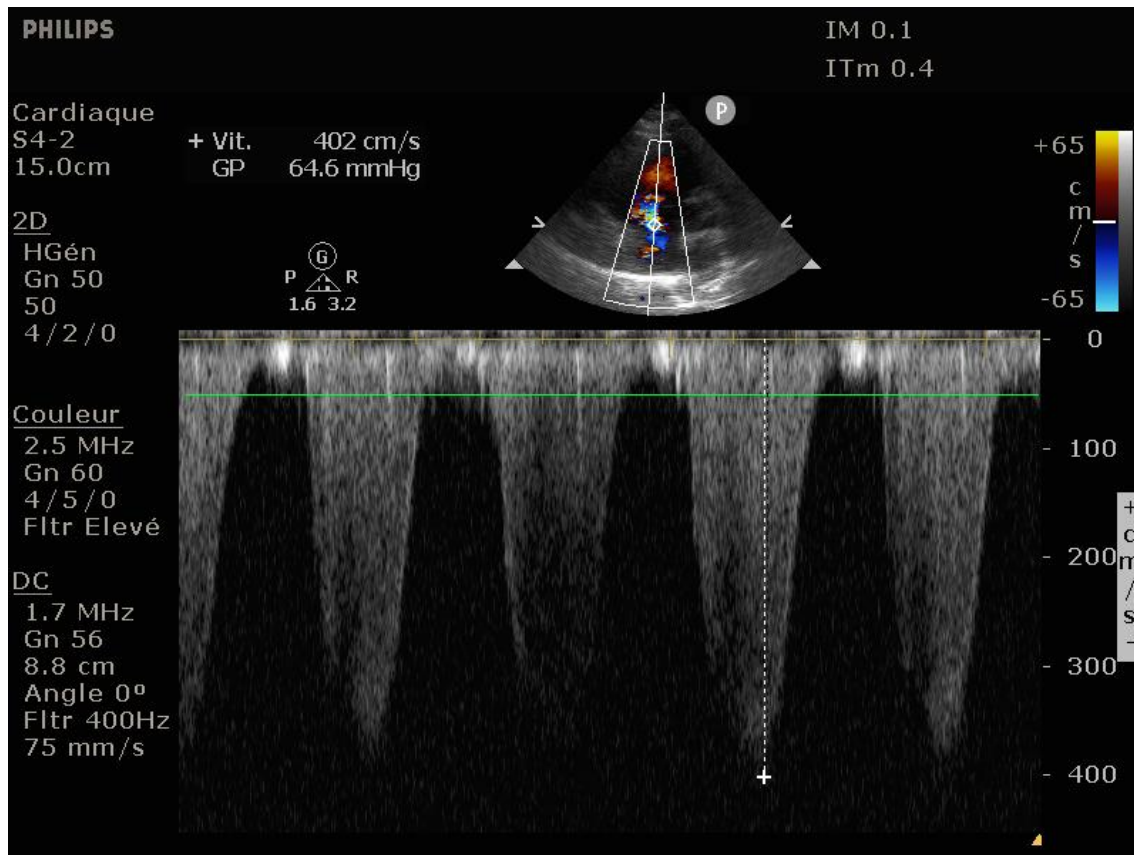
- Indépendant des conditions de charge
- $> 10 = \text{PAPO} > 12\text{mmHg}$
- Valeur seuil =  $E/E' > 14$



# Flux d'insuffisance tricuspide



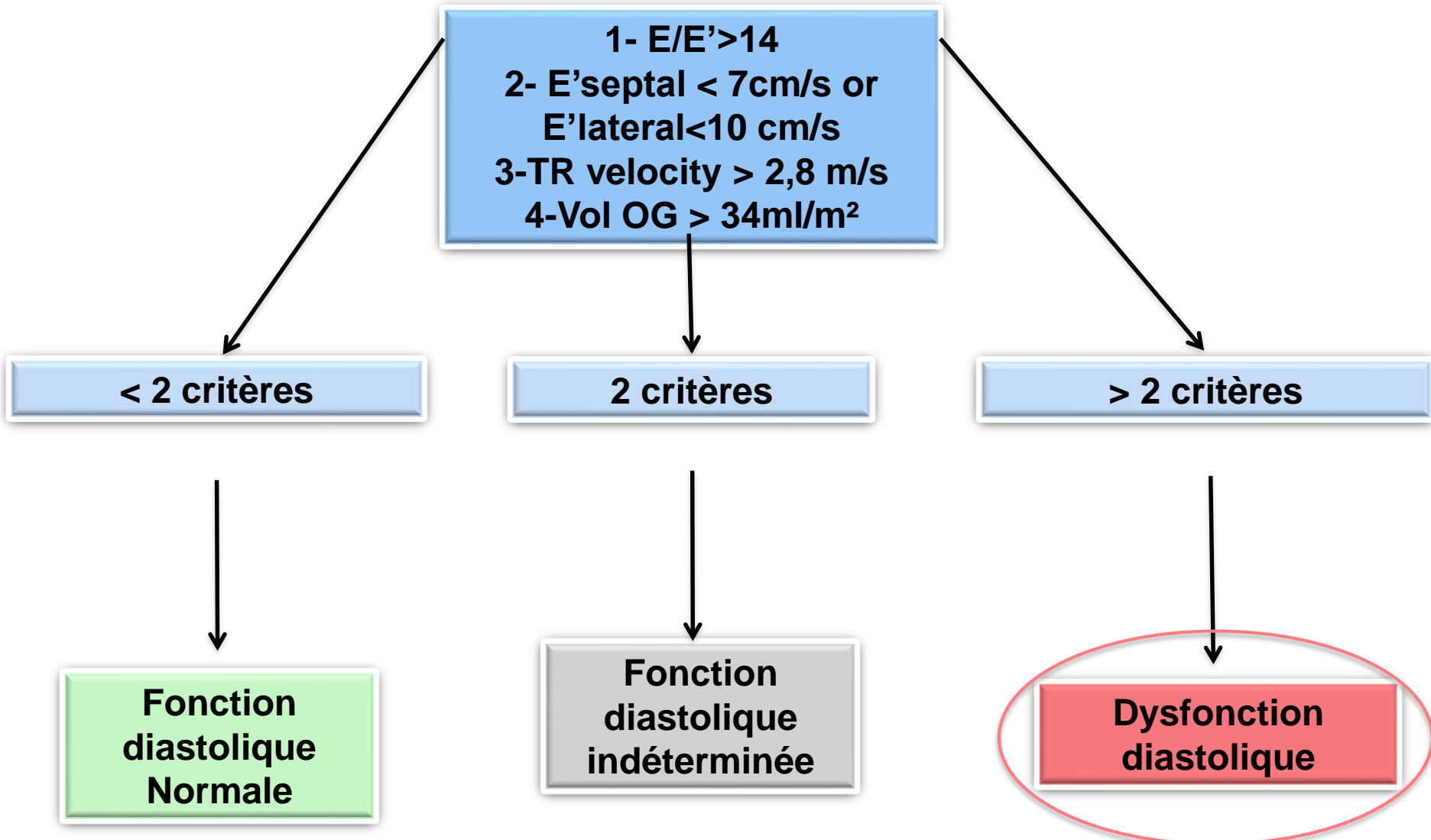
- ✓ Coupe Apicale 4C centrée sur les cavités droites
- ✓ Repérage couleur
- ✓ Tir doppler continu





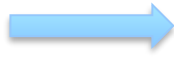


# Evaluation de la Fonction diastolique si FEVG Normale



# Cardiopathie ou FEVG altérée : Comment sont les pressions de remplissage?

1<sup>ère</sup> étape



Flux transmitral

$E/A \leq 0,8 + E \leq 50 \text{ cm/s}$

PRVG normales  
Dysfonction diastolique  
**grade 1**  
Trouble de relaxation

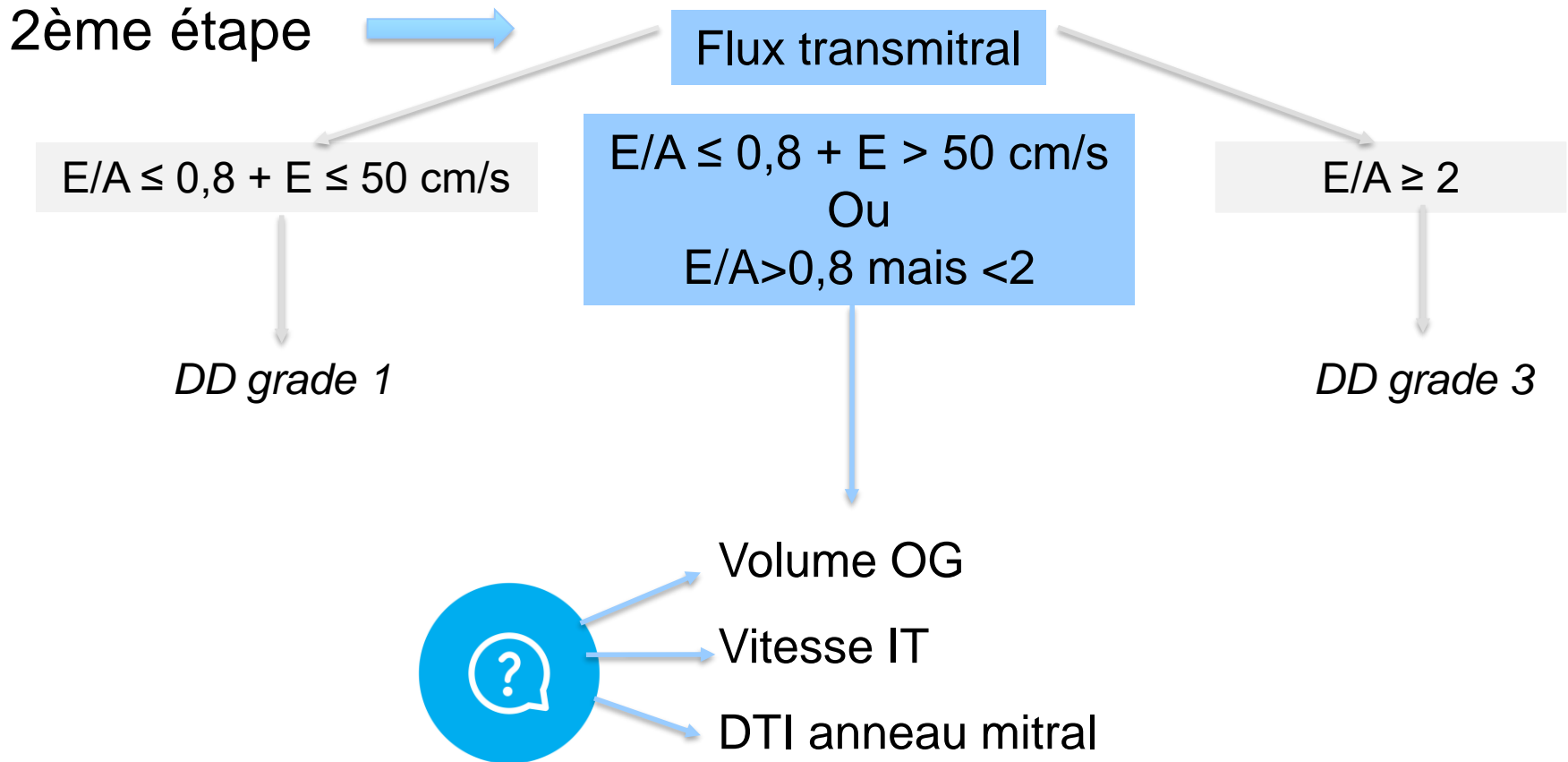
$E/A \leq 0,8 + E > 50 \text{ cm/s}$   
Ou  
 $E/A > 0,8 \text{ mais } < 2$



$E/A \geq 2$

PRVG augmentées  
Dysfonction diastolique  
**grade 3**  
Trouble de compliance

# Cardiopathie ou FEVG altérée : Comment sont les pressions de remplissage?



# Cardiopathie ou FEVG altérée : Comment sont les pressions de remplissage?

## Flux transmitral

$E/A \leq 0,8 + E \leq 50 \text{ cm/s}$

*DD grade 1*

$E/A \leq 0,8 + E > 50 \text{ cm/s}$

Ou

$E/A > 0,8 \text{ mais } < 2$

$E/A \geq 2$

*DD grade 3*

✓ Volume OG  $> 34 \text{ ml/m}^2$

✓ Vitesse IT  $> 2,8 \text{ m/s}$

✓ DTI anneau mitral  $E/E' > 14$

1/3 ou 0/3

✓ Grade 2 (Trouble de relaxation)

✓ Pressions basses



2/3 ou 3/3

✓ Grade 2 (pseudo normal)

✓ Pressions élevées

# Complex Diastology Evaluation

## Special Populations

### Cardiomyopathy

Hypertrophic  
Restrictive

### Valvular Disease

Mitral Stenosis  
Mitral Regurgitation  
MAC  
Aortic Regurgitation

### Arrhythmias

Sinus Tachycardia  
Atrial Fibrillation  
AV Block and Pacing

### Others

pHTN  
LVAD  
Heart Transplant

## Echo Assessment of LV Filling Pressure

### Traditional Indices

E/e'  
Septal e'  
Lateral e'  
TR Velocity  
LAVI  
E/A

### Common Supplemental Parameters

#### PV Analysis

Ar-A  
Systolic Filling Fraction  
DT of diastolic velocity

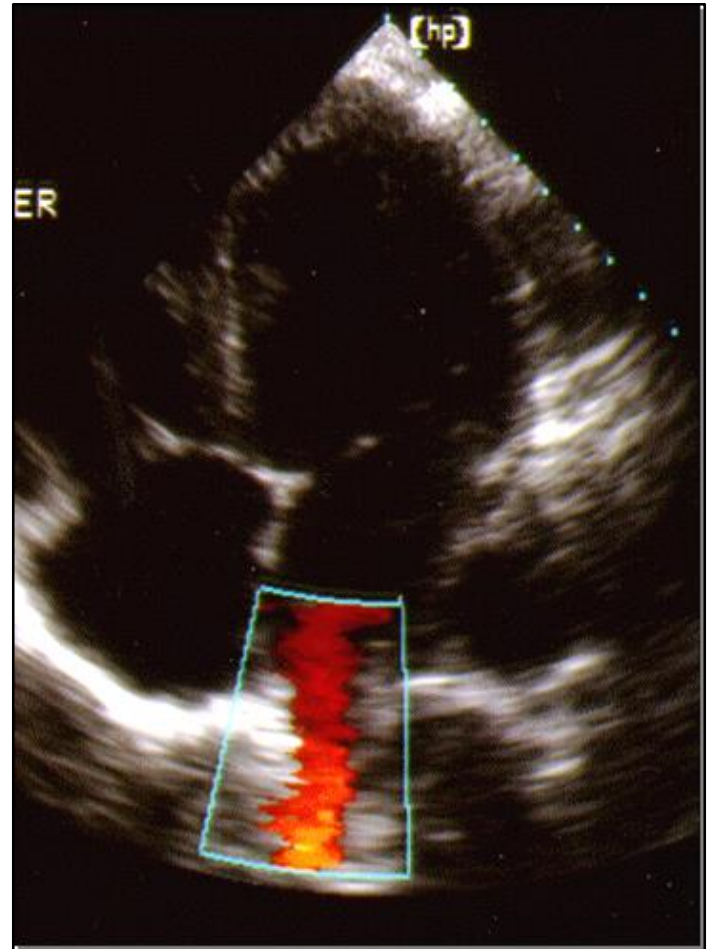
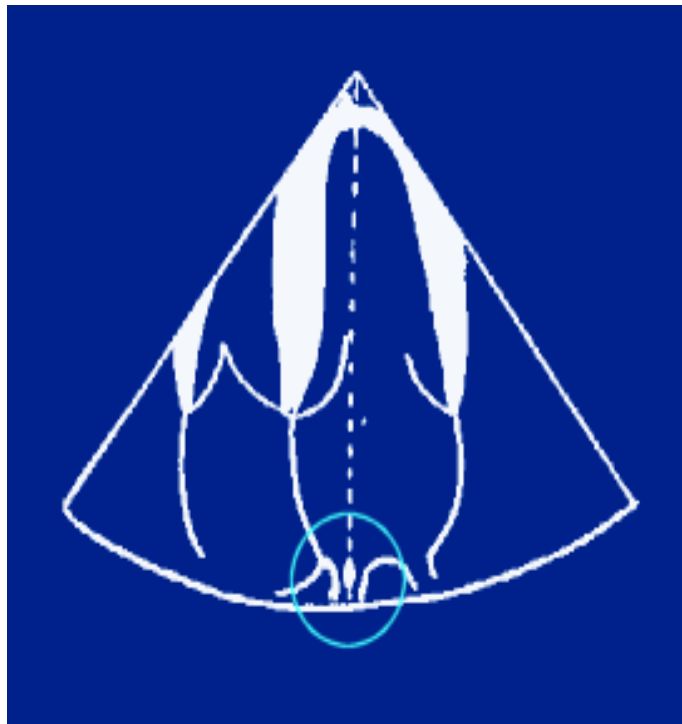
#### MV inflow

Beat to beat variation  
E wave:  
○ DT  
○ Peak acceleration rate

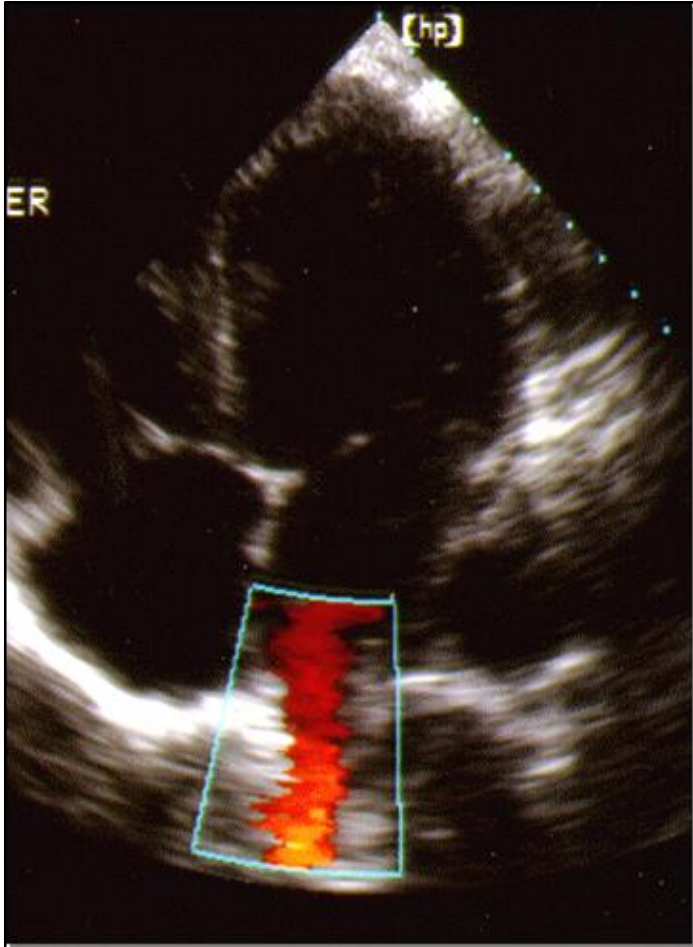
#### Tissue Doppler

IVRT  
T<sub>E-e'</sub>

# Flux veineux pulmonaire

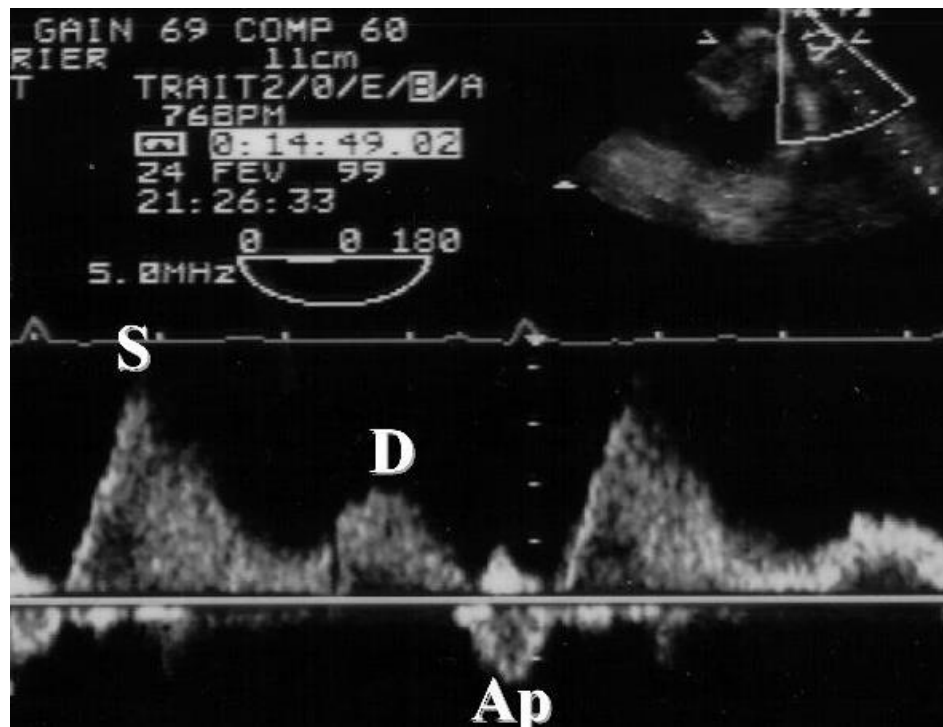
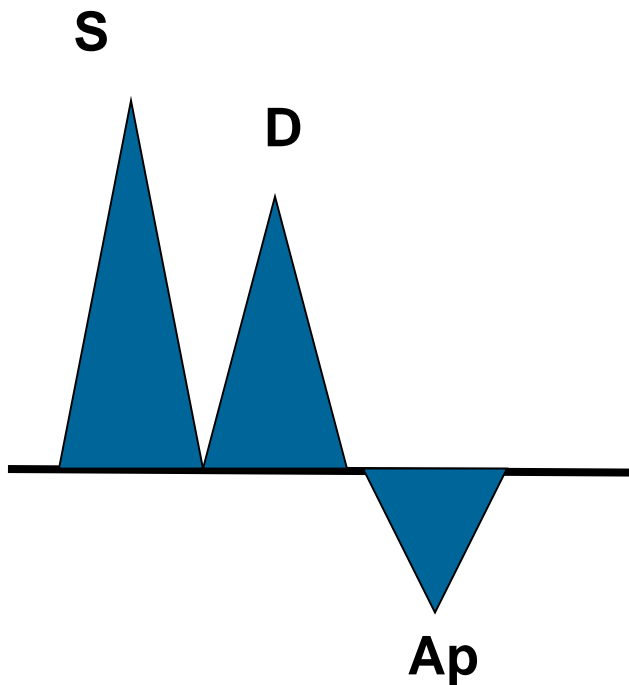


# Flux veineux pulmonaire



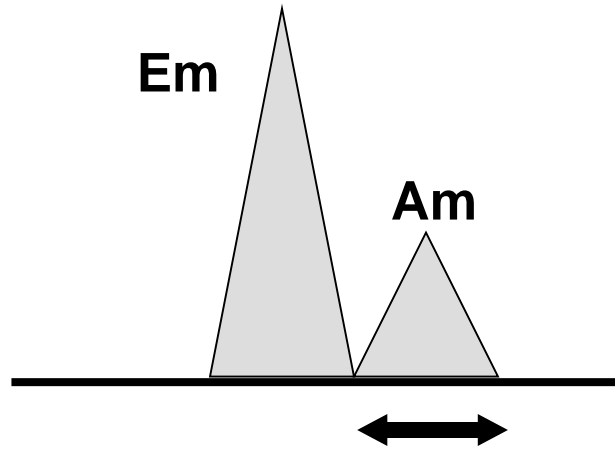
- Coupe apicale 4 cavités
- Repérage Doppler couleur
- Doppler pulsé
- Volume d'échantillonnage 2-3 mm  
*dans la veine*
- Vitesse 100 mm/s
- Filtres Bas

# Flux veineux pulmonaire



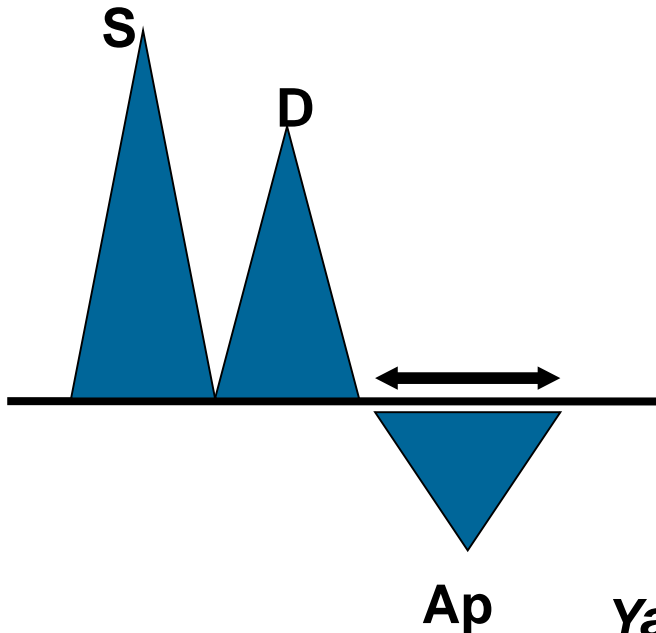


# Durée Ap-A $\geq 30$ ms



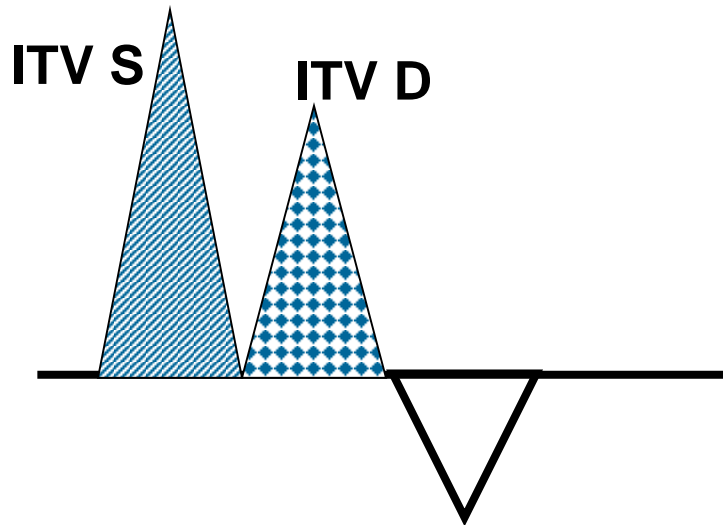
➤ Flux transmitral

**Ap > Am ← PTDVG élevées**



➤ Flux veineux pulmonaire

# Fraction systolique du FVP < 0,4



**Fraction systolique du FVP**

$$= \text{ITV S} / \text{ITV (S+D)}$$

$$N > 0.6$$

# Complex Diastology Evaluation

## Special Populations

### Cardiomyopathy

Hypertrophic  
Restrictive

### Valvular Disease

Mitral Stenosis  
Mitral Regurgitation  
MAC  
Aortic Regurgitation

### Arrhythmias

Sinus Tachycardia  
Atrial Fibrillation  
AV Block and Pacing

### Others

pHTN  
LVAD  
Heart Transplant

## Echo Assessment of LV Filling Pressure

### Traditional Indices

E/e'  
Septal e'  
Lateral e'  
TR Velocity  
LAVI  
E/A

### Common Supplemental Parameters

#### PV Analysis

Ar-A  
Systolic Filling Fraction  
DT of diastolic velocity

#### MV inflow

Beat to beat variation

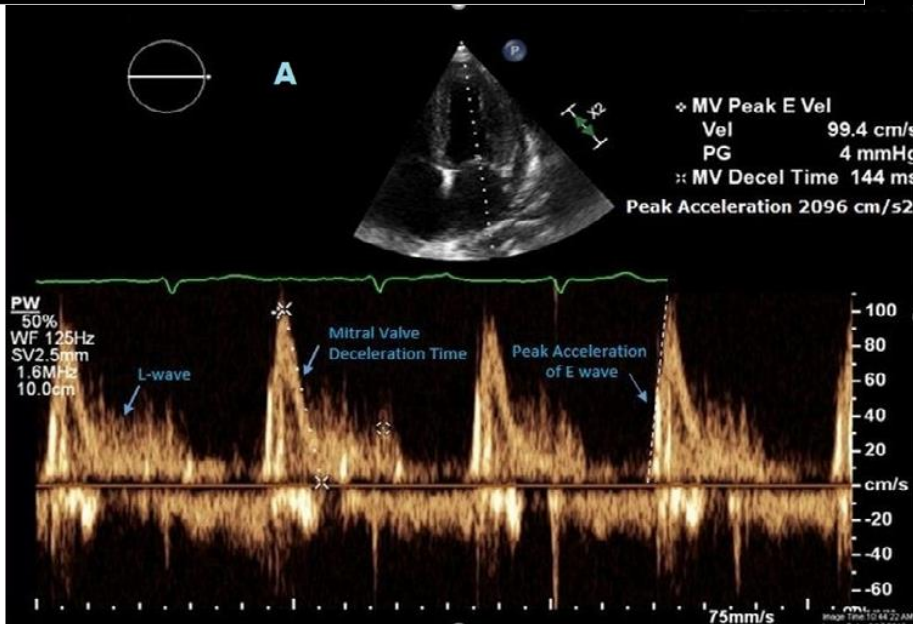
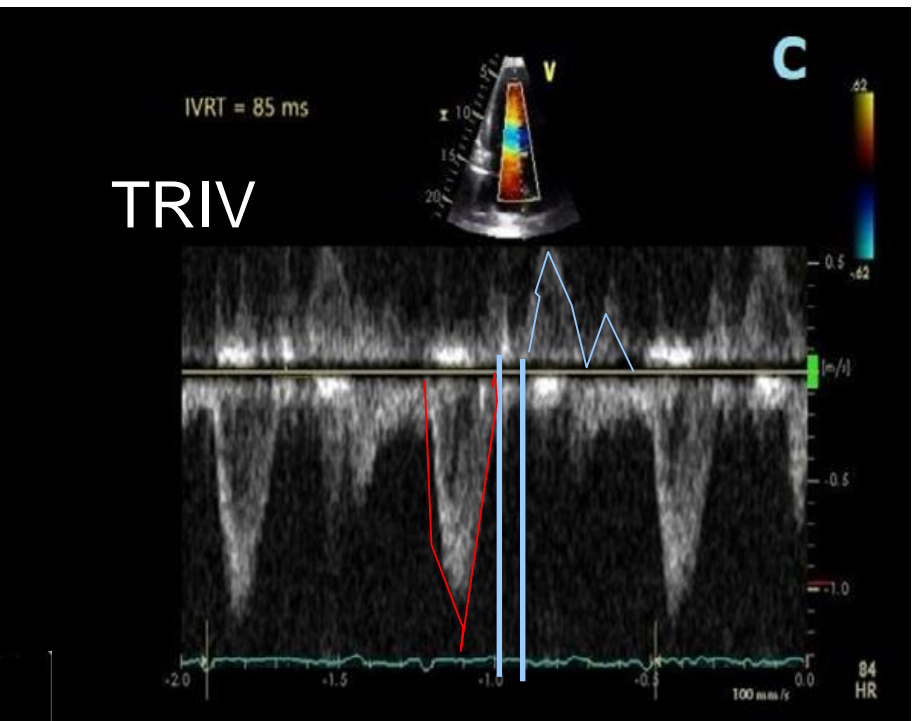
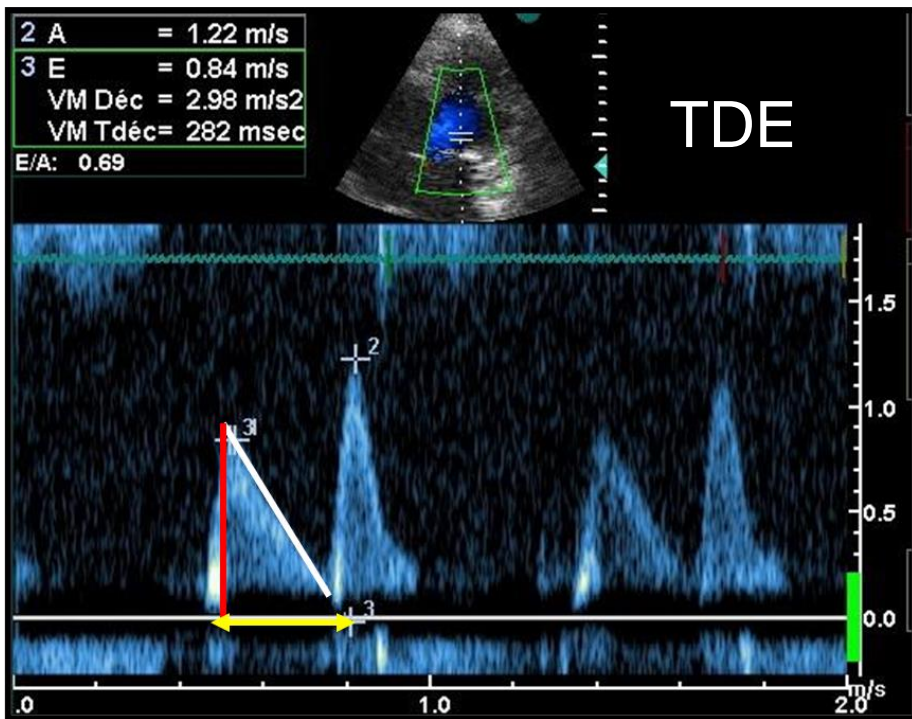
E wave:

- DT
- Peak acceleration rate

#### Tissue Doppler

IVRT

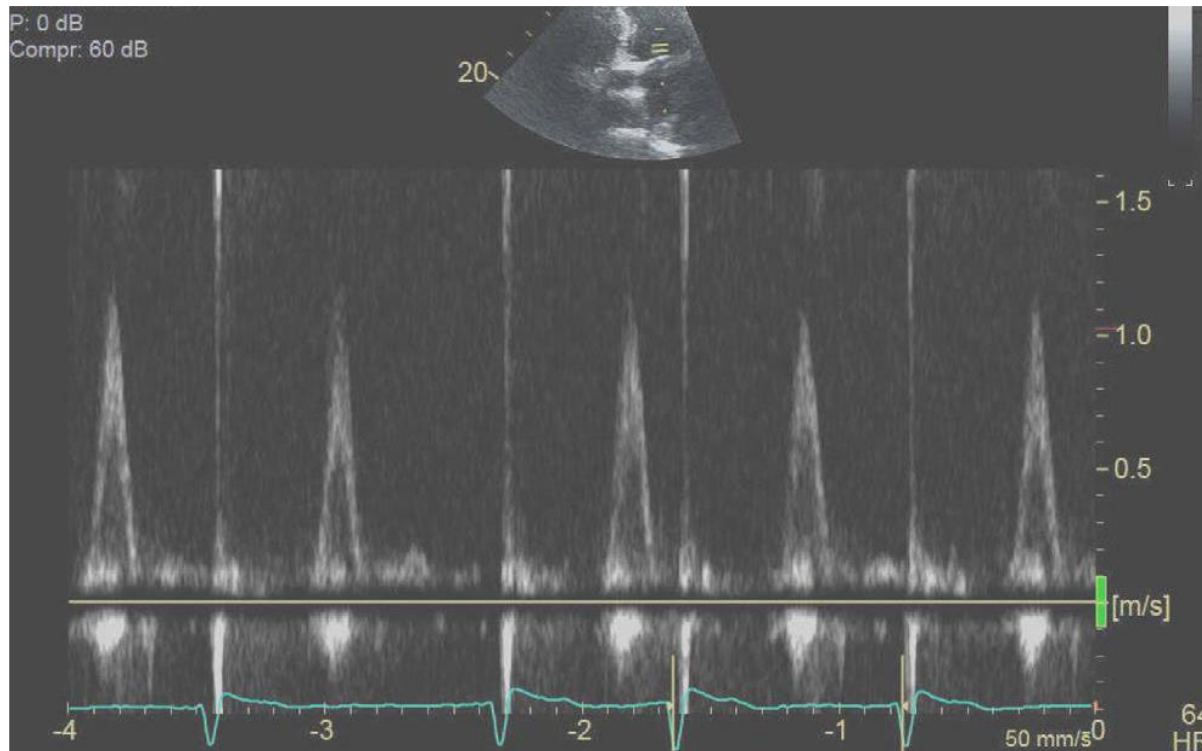
T<sub>E-e'</sub>



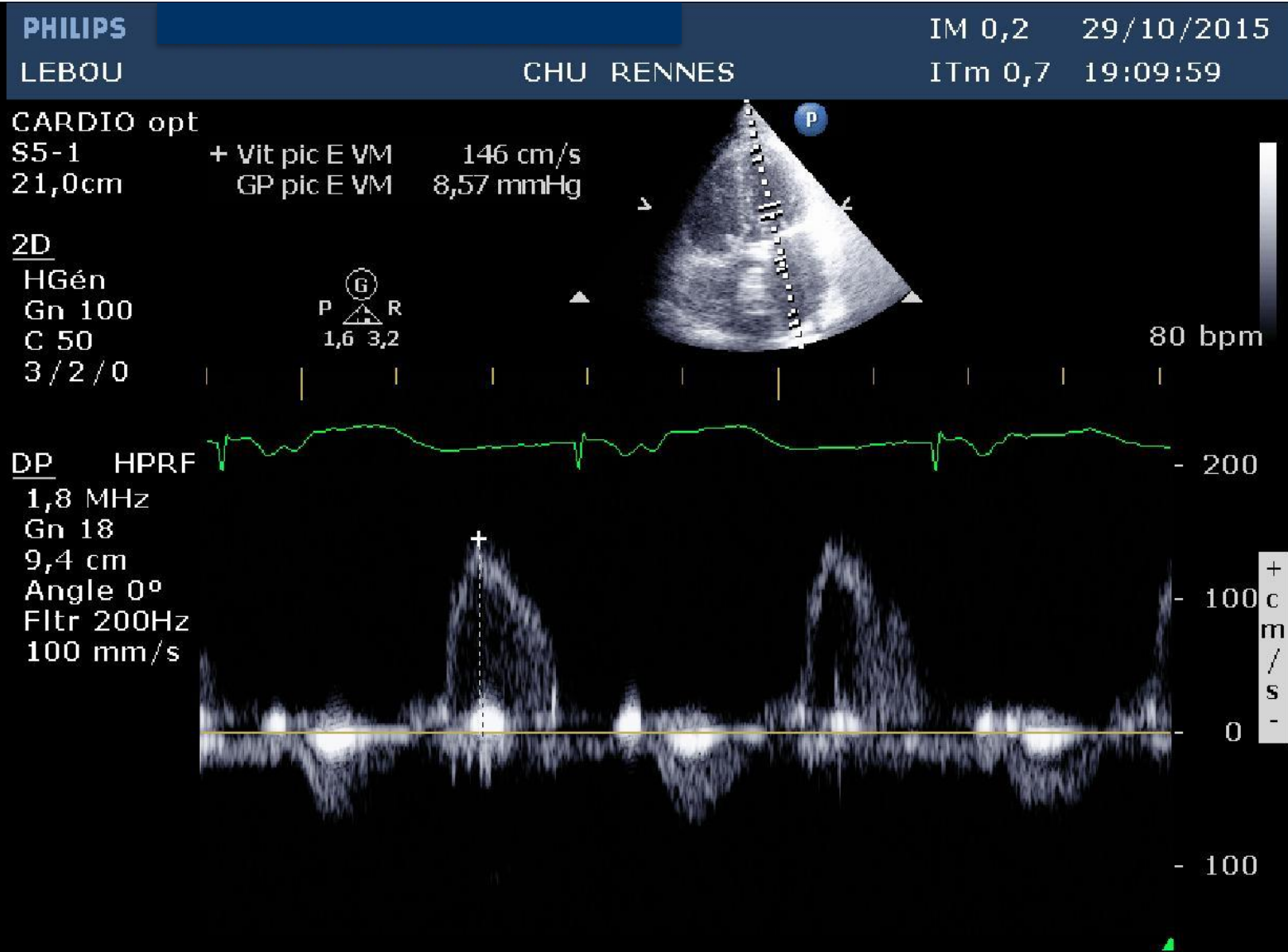
Peak acceleration  
 onde E

# Dysfonction diastolique et Fibrillation auriculaire

- ✓ Absence d'onde A
- ✓ Le volume de l'OG n'est pas utilisable
- ✓ FEVG **altérée** → choisir le TDE < 160 ms
- ✓ FEVG **préservée** → il faut utiliser d'autres indices doppler



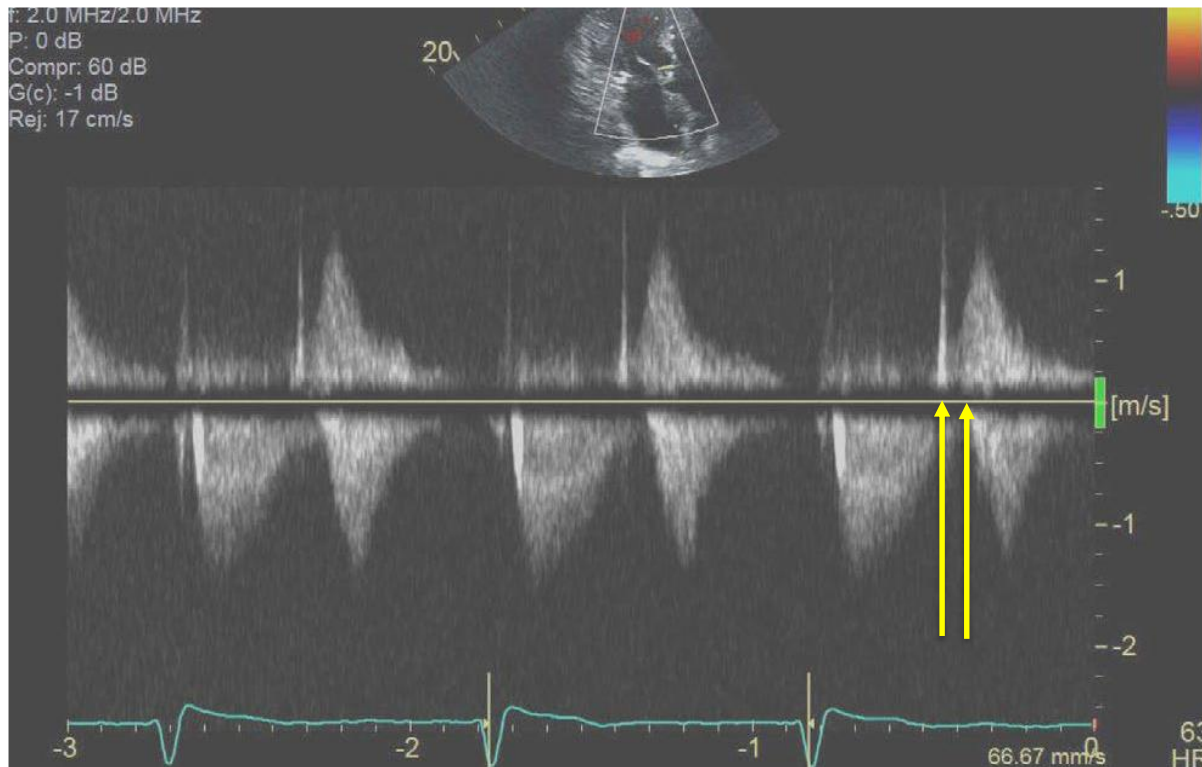
# Dysfonction diastolique et Fibrillation auriculaire





# Dysfonction diastolique et Fibrillation auriculaire

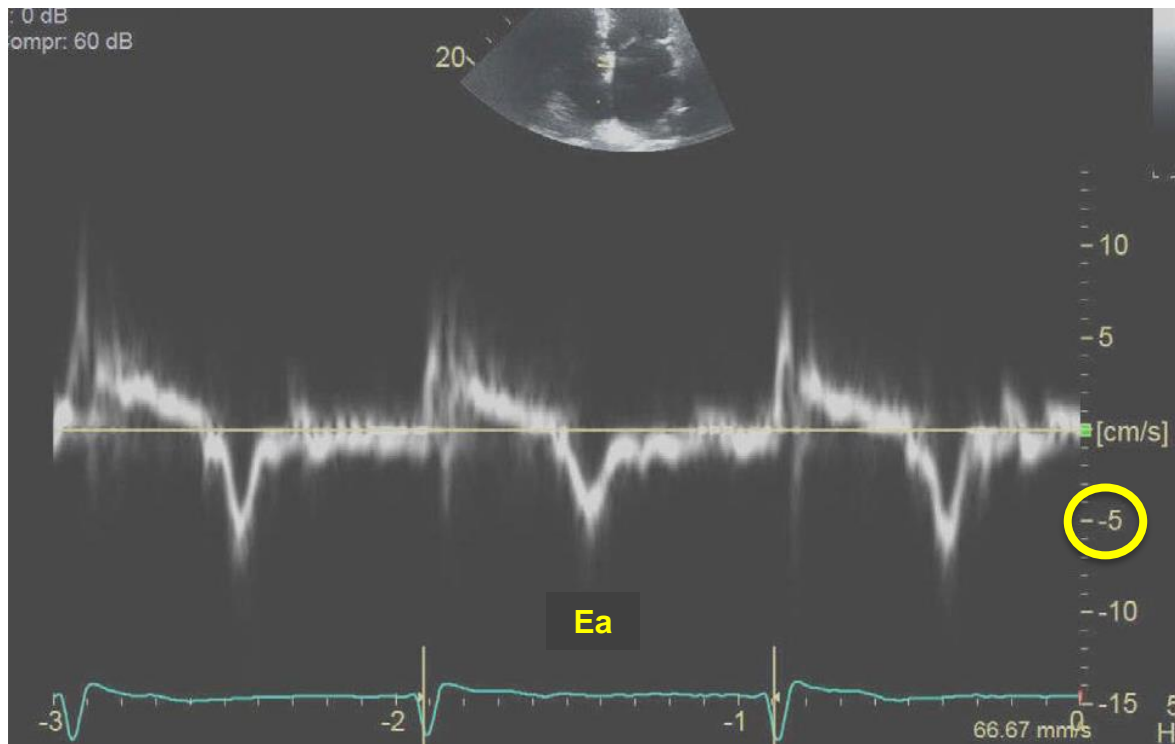
- FEVG **préservée** → compléter avec d'autres indices doppler



TRIV < 65 ms

# Dysfonction diastolique et Fibrillation auriculaire

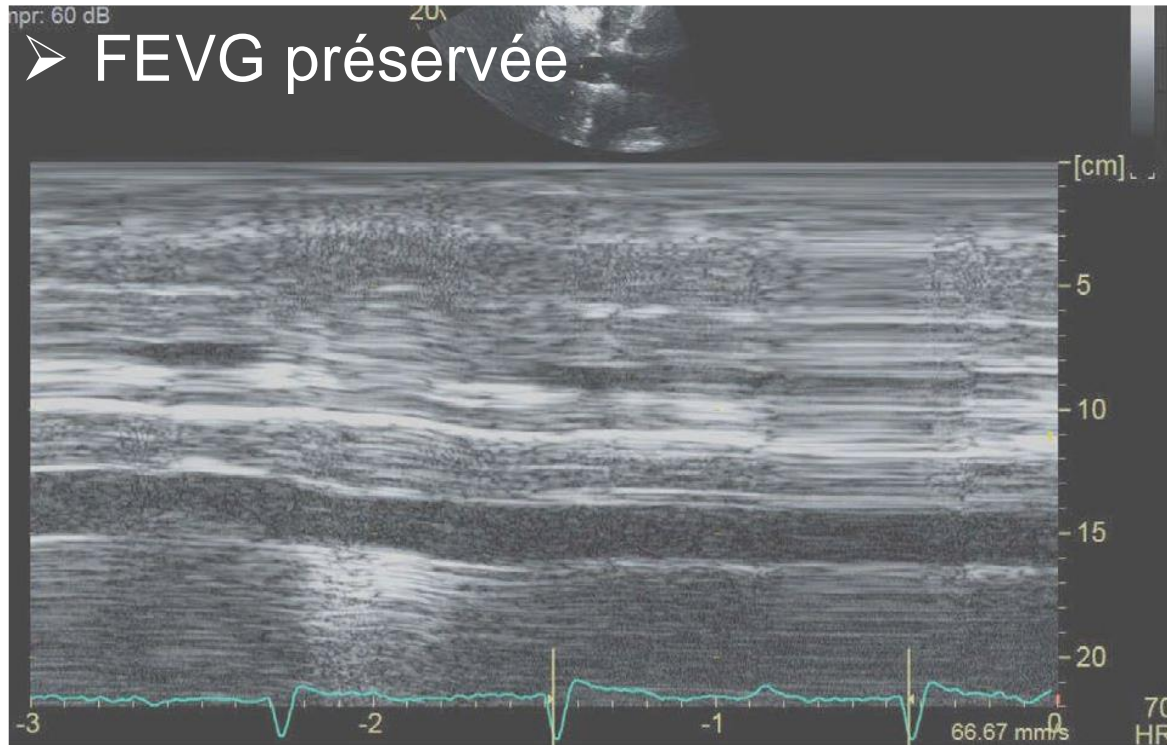
- FEVG **préservée** → compléter avec d'autres indices doppler



Onde Ea < 8 cm/s ; E/Ea > 11



# Dysfonction diastolique et Fibrillation auriculaire



VCI non modulée

La sensibilité augmente si vitesse  $IT > 2,8$  m/s

PHILIPS BOUILLOT, RENE 27/08/1943

IM 1,3 13/09/2015

EMASS

CHU RENNES

ITm 0,5 11:16:40

CARDIO opt

S5-1

35Hz

14,0cm

2D

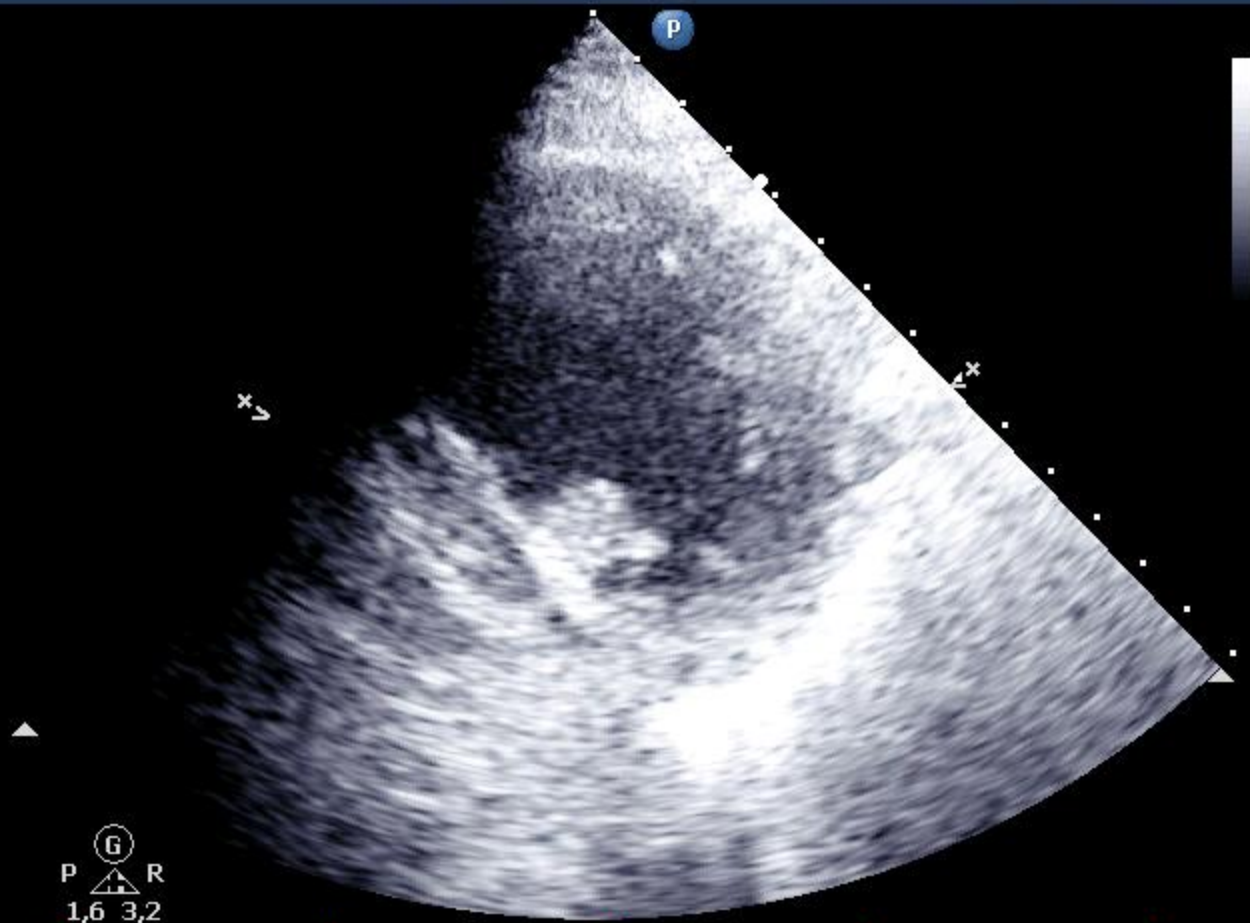
HGén

Gn 65

C 50

3 / 2 / 0

75 mm/s



PHILIPS BOUILLOT, RENE 27/08/1943

IM 1,3 13/09/2015

EMASS

CHU RENNES

ITm 0,4 11:17:36

CARDIO opt

S5-1

31Hz

19,0cm

2D

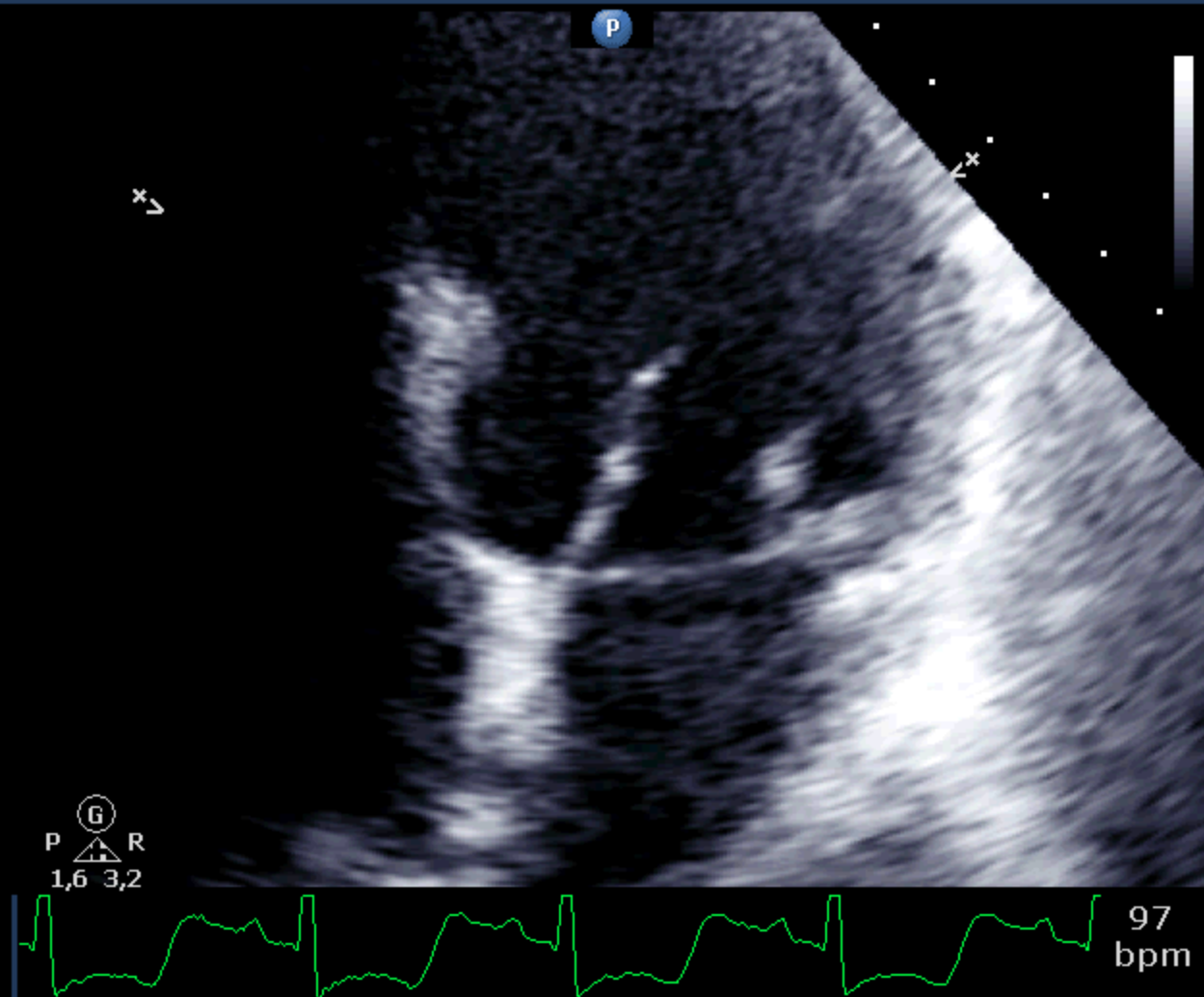
HGén

Gn 65

C 50

3 / 2 / 0

75 mm/s



G  
P R  
1,6 3,2

97 bpm

PHILIPS

RENE 27/08/1943

IM 0,4 13/09/2015

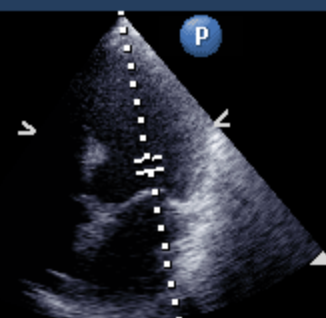
EMASS

CHU RENNES

ITm 0,7 11:28:09

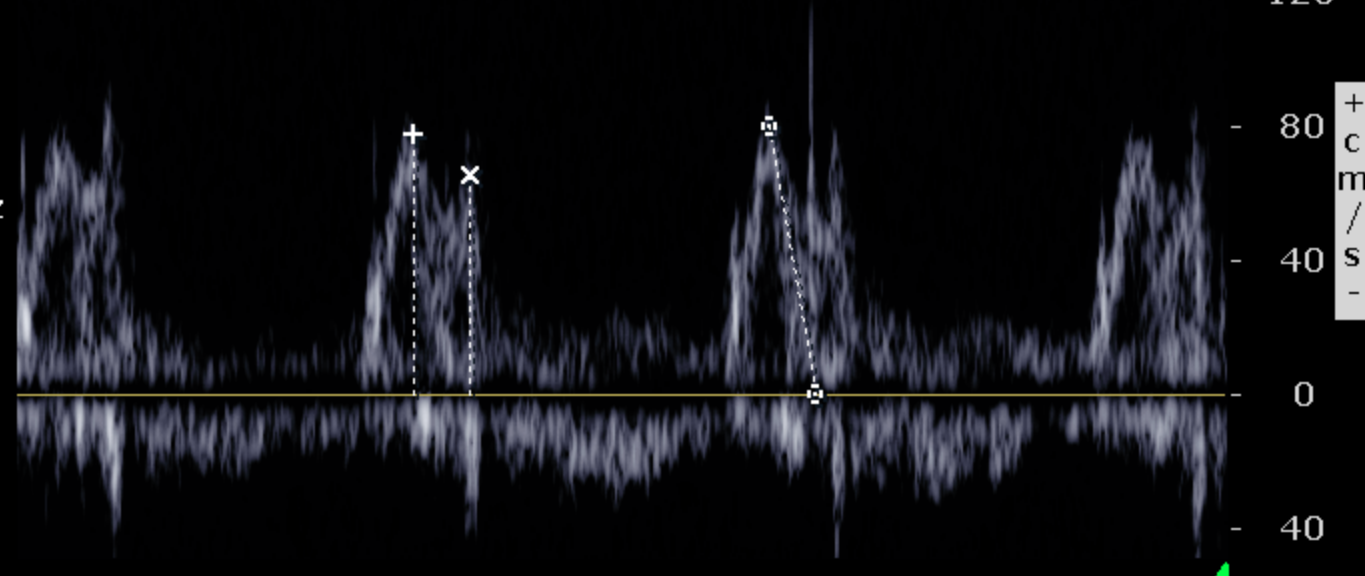
CARDIO opt

S5-1	+ Vit pic E VM	78,6 cm/s
34Hz	GP pic E VM	2,47 mmHg
17,0cm	x Vit pic A VM	66,0 cm/s
	GP pic A VM	1,74 mmHg
2D	⊗ Vit pic E VM	81,0 cm/s
HGén	GP pic E VM	2,62 mmHg
Gn 65	Pente PD VM	1036 cm/s <sup>2</sup>
C 50	Temps PD VM	0,078 s
3 / 2 / 0	Tmi-p PD VM	22,9 ms
	Vit.E/Vit.A VM	1,23



DP

1,8 MHz  
 Gn 18  
 8,5 cm  
 Angle 0°  
 Fltr 200Hz  
 100 mm/s



PHILIPS

RENE 27/08/1943

IM 0,7

13/09/2015

EMASS

CHU RENNES

ITm 1,1

11:29:09

CARDIO opt

S5-1 + Vit. Ea lat 10,0 cm/s

17,0cm x Vit. Aa lat 6,70 cm/s

⊙ Vit. S lat 6,39 cm/s

2D E/Ea lat 8,06

HPén-HGén Ea/Aa latéral 1,50

Gn 65 (P) (R)

C 50 1,3 2,6

3/2/0

TDI

2,9 MHz

Gn 70

2/4/0

DP

3,3 MHz

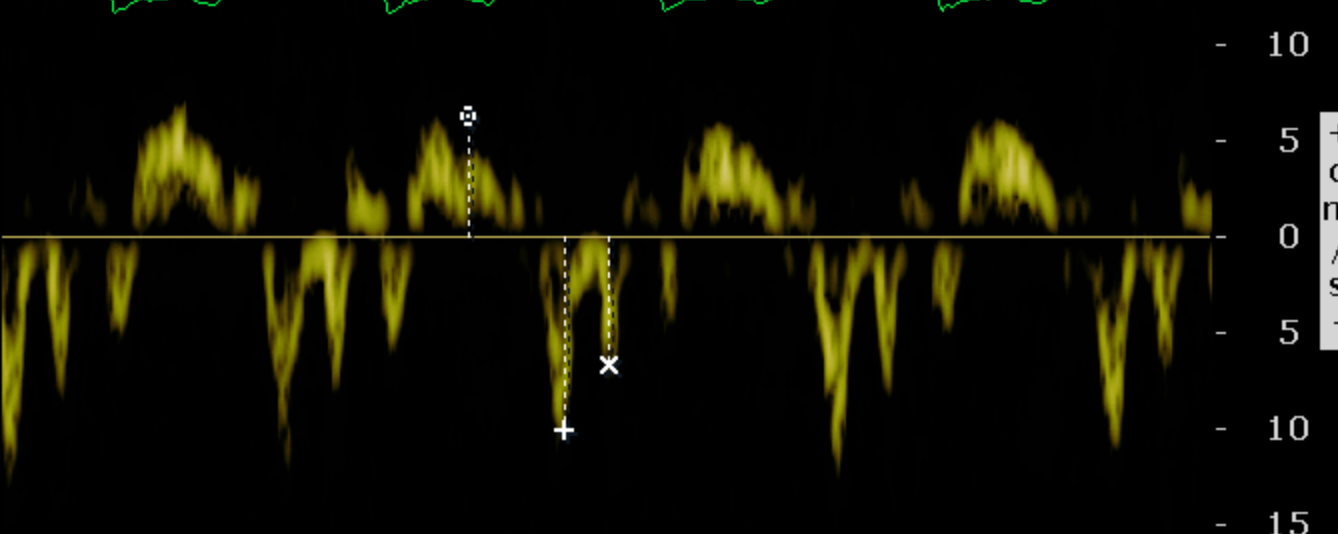
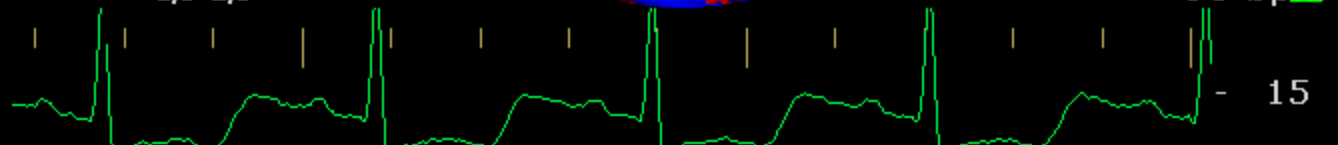
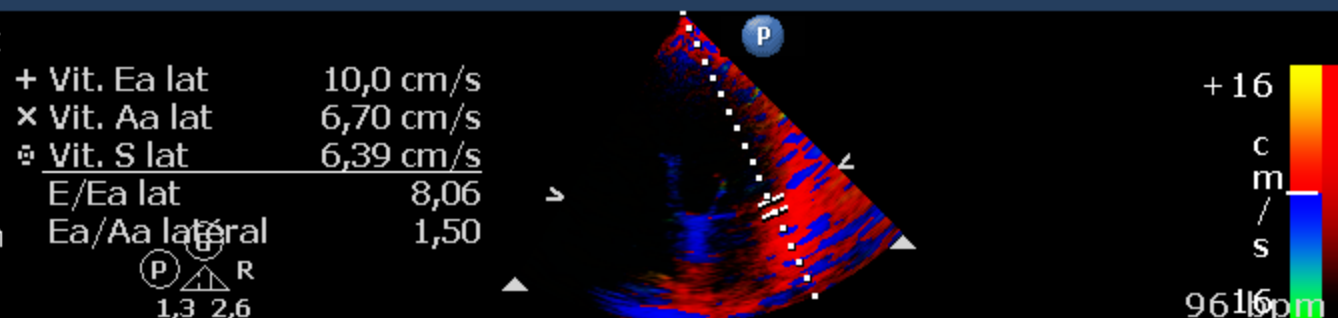
Gn 36

11,6 cm

Angle 0°

Fltr 50Hz

75 mm/s



PHILIPS

MOR FACOUMBA 10/01/1951

IM 1,3 30/11/2015

EMASS

CHU RENNES

ITm 0,4 10:56:25

CARDIO opt

S5-1

40Hz

17,0cm

2D

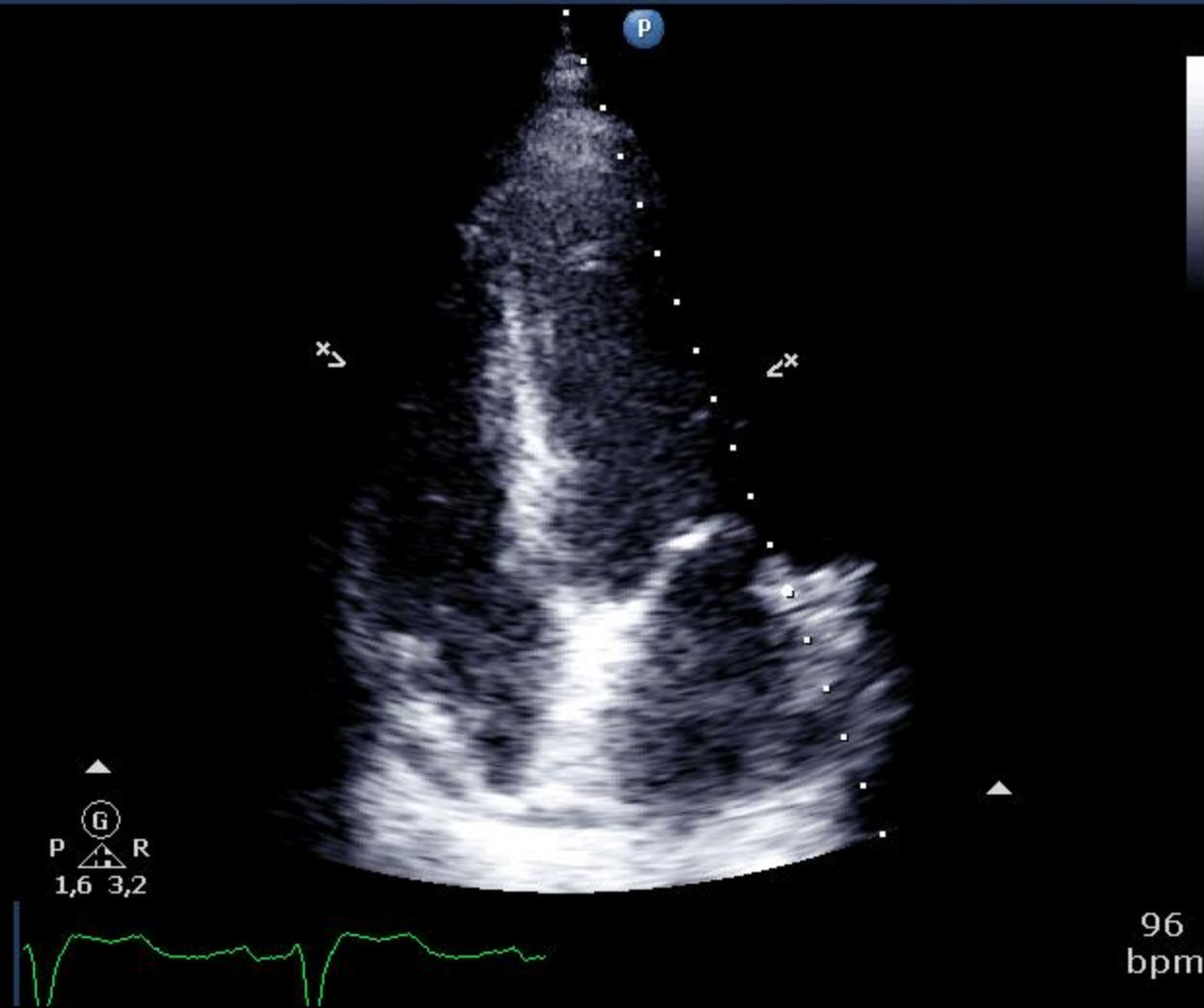
HGén

Gn 76

C 50

3/2/0

75 mm/s





PHILIPS

MOR FACOUMBA 10/01/1951

IM 0,4 30/11/2015

EMASS

CHU RENNES

ITm 0,7 10:53:47

CARDIO opt

S5-1  
17,0cm

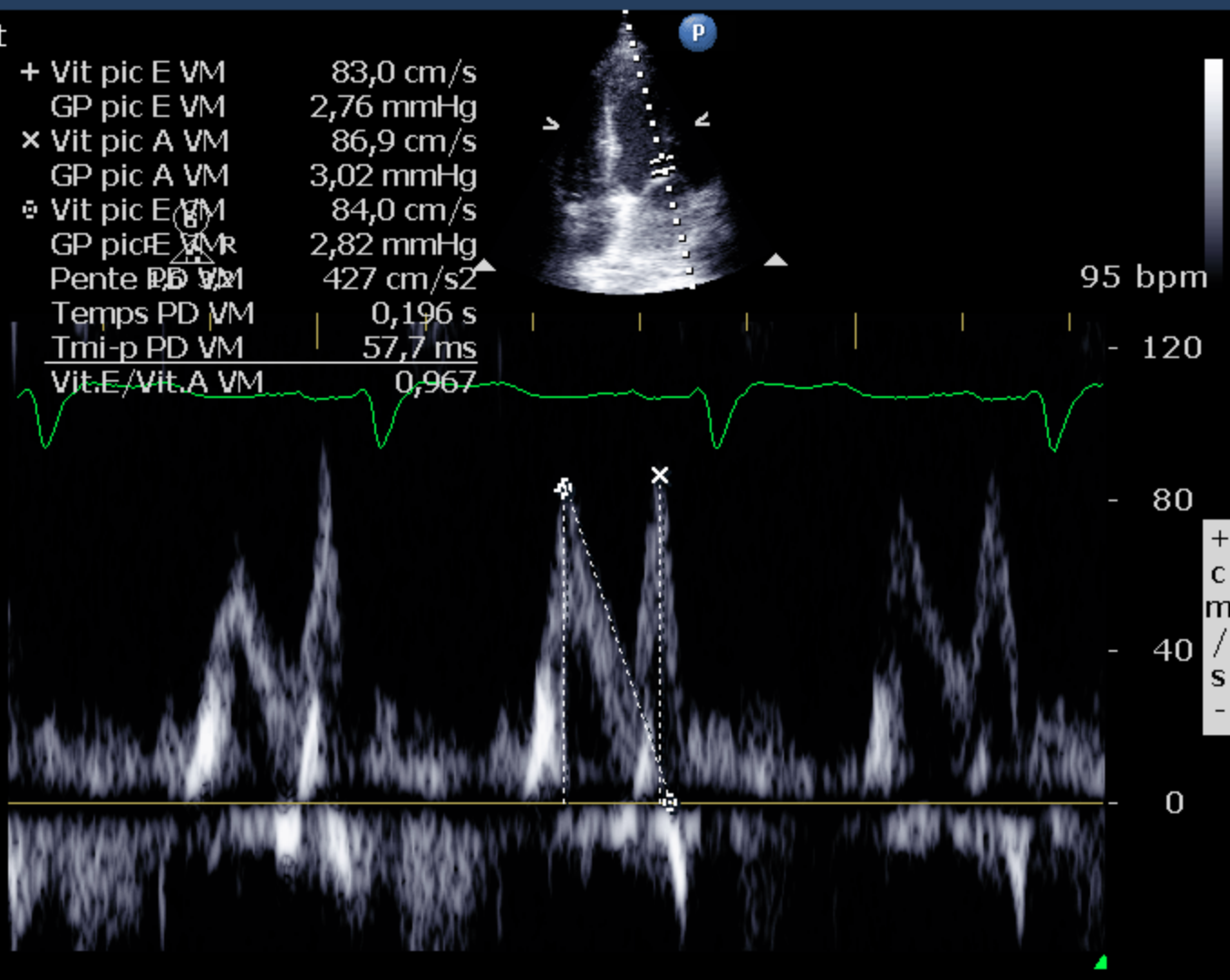
+ Vit pic E VM	83,0 cm/s
GP pic E VM	2,76 mmHg
x Vit pic A VM	86,9 cm/s
GP pic A VM	3,02 mmHg
⊗ Vit pic E VM	84,0 cm/s
GP pic E VM	2,82 mmHg
Pente PD VM	427 cm/s <sup>2</sup>
Temps PD VM	0,196 s
Tmi-p PD VM	57,7 ms
Vit.E/Vit.A VM	0,967

2D

HGén  
Gn 76  
C 50  
3 / 2 / 0

DP

1,8 MHz  
Gn 18  
9,6 cm  
Angle 0°  
Filtr 200Hz  
100 mm/s



PHILIPS

MOR FACOUMBA 10/01/1951

IM 0,7 30/11/2015

EMASS

CHU RENNES

ITm 1,1 10:55:36

CARDIO opt

S5-1 + Vit. Ea lat 5,23 cm/s

17,0cm x Vit. Aa lat 7,43 cm/s

E/Ea lat 16,0

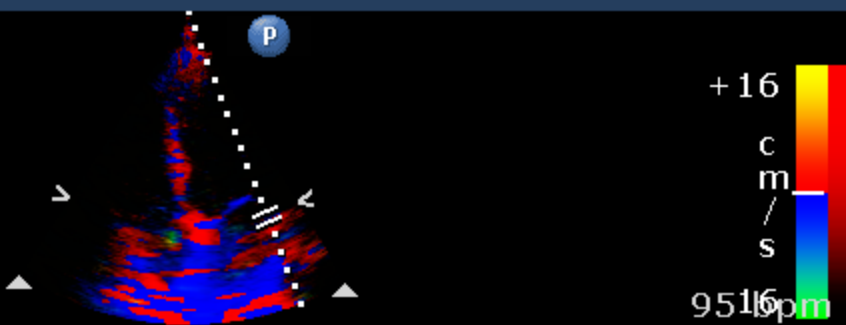
2D Ea/Aa latéral 0,704

HPén-HGén

Gn 76

C 50

3/2/0



TDI

2,9 MHz

Gn 70

2/4/0



DP

3,3 MHz

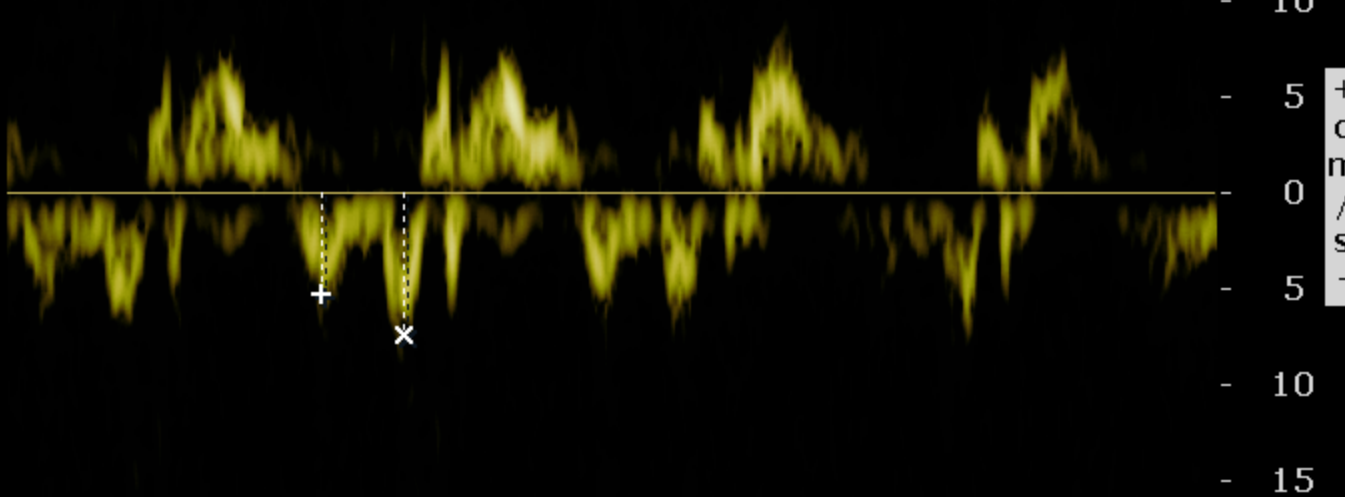
Gn 42

12,0 cm

Angle 0°

Fltr 50Hz

75 mm/s





PHILIPS

MOR FACOUMBA 10/01/1951

IM 0,8 30/11/2015

EMASS

CHU RENNES

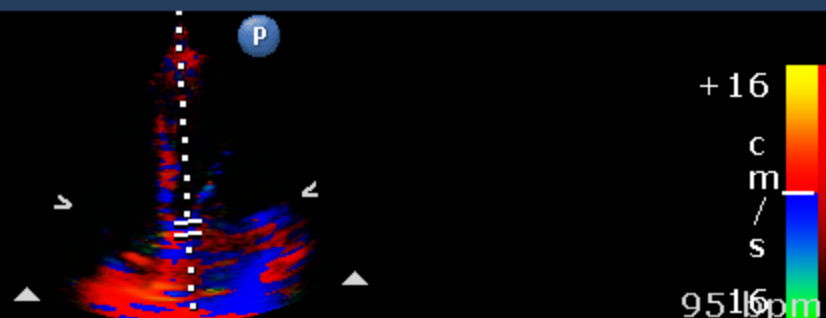
ITm 1,1 10:58:23

CARDIO opt

S5-1	+ Vit. Ea méd	4,48 cm/s
86Hz	x Vit Aa méd	6,91 cm/s
17,0cm	E/Ea méd	18,8
	Ea/Aa médian	0,648

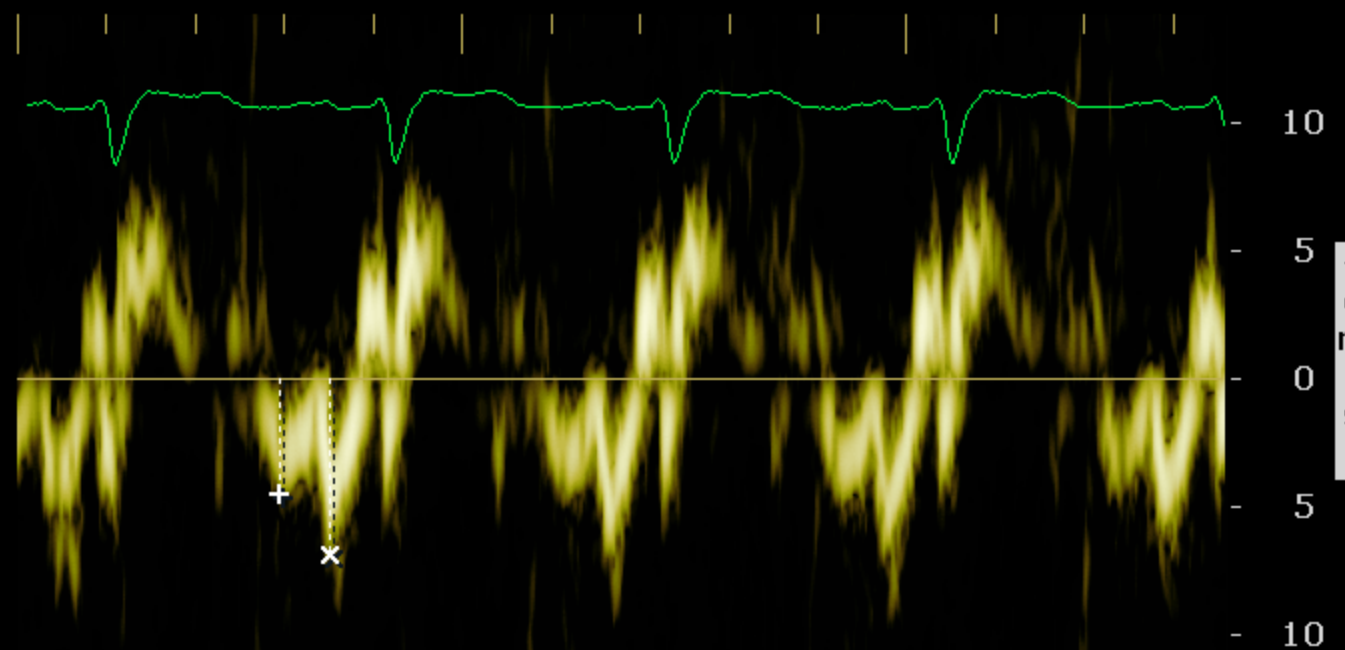
2D

HPén-HGén  
 Gn 76  
 C 50  
 3/2/0



TDI

2,9 MHz  
 Gn 70  
 2/4/0



DP

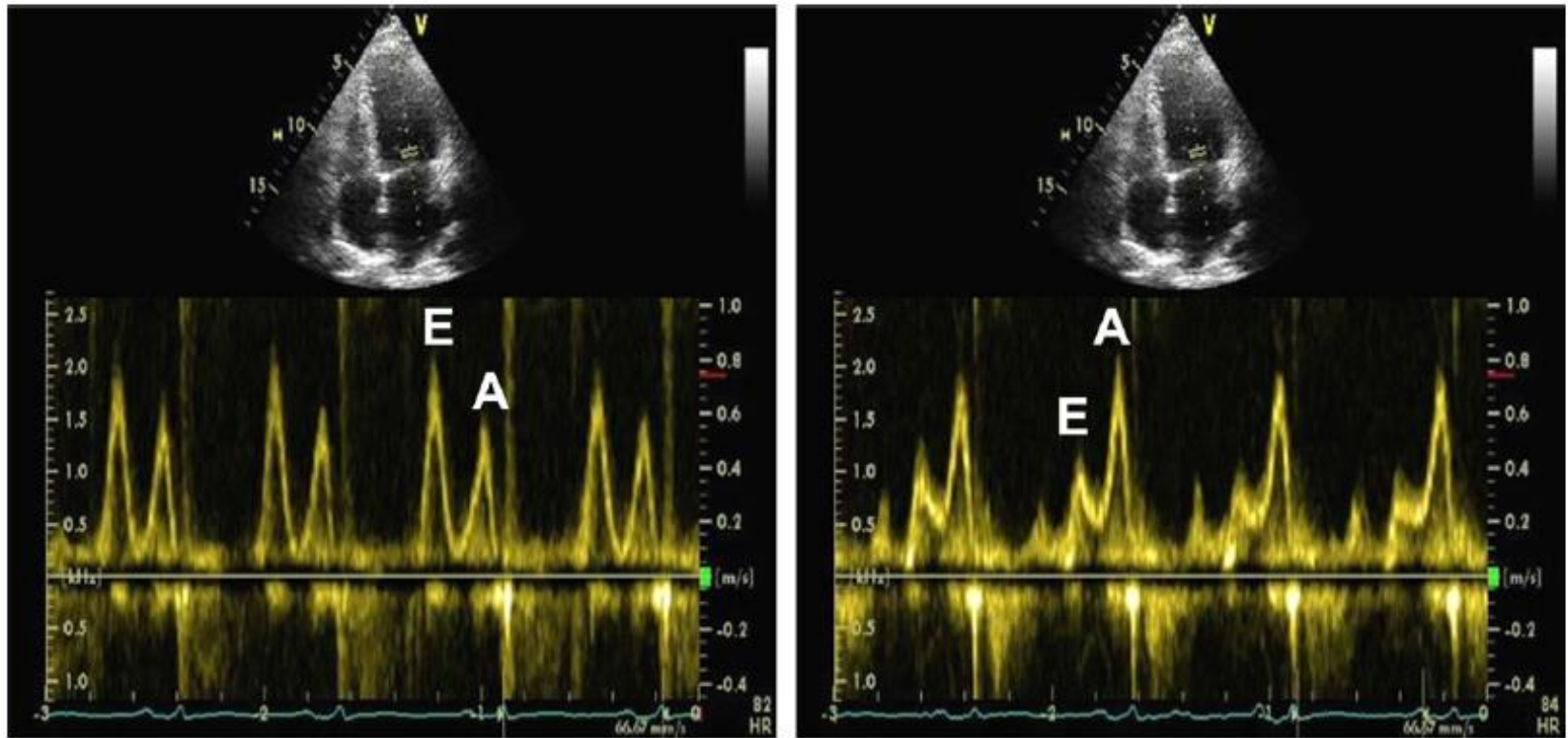
3,3 MHz  
 Gn 42  
 11,8 cm  
 Angle 0°  
 Fltr 50Hz  
 75 mm/s



# Merci de votre attention



# Flux mitral et contexte



**Figure 5** Valsalva maneuver in a patient with grade II diastolic dysfunction. At baseline, E/A ratio is 1.3 (left) and decreases to 0.6 (impaired relaxation pattern) with Valsalva.