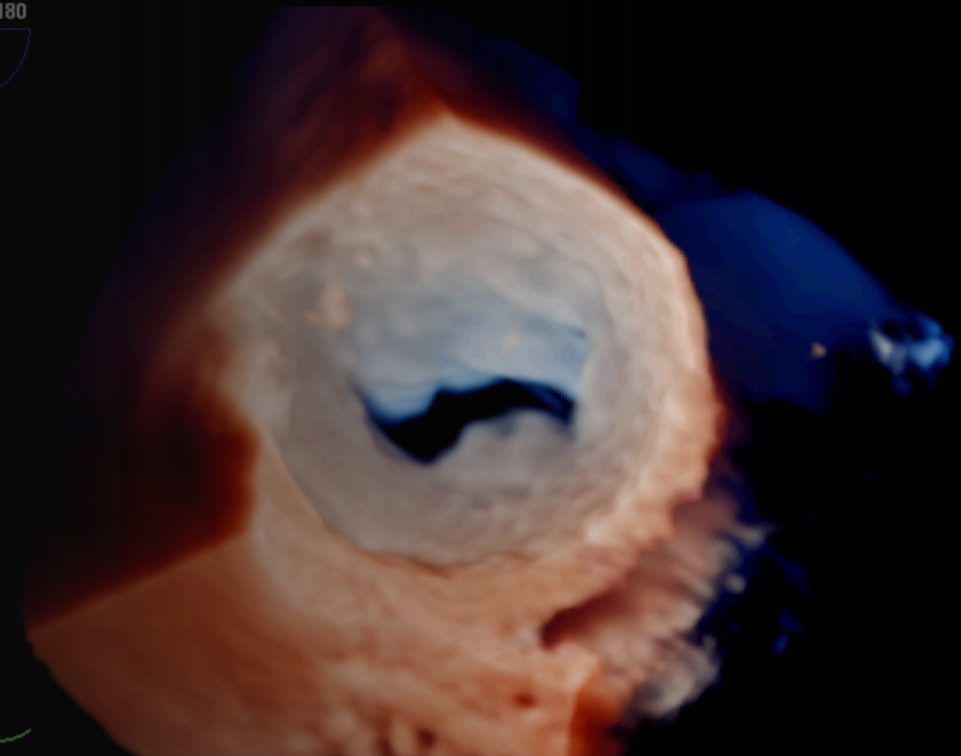


# Introduction à l'Echo 3D

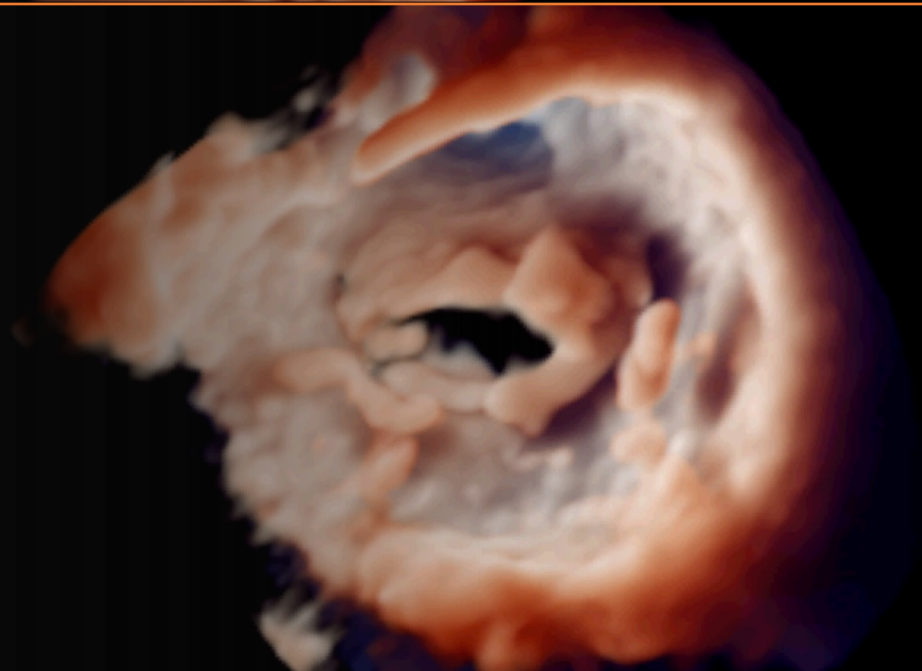
DIU TUSAR Février 2024

Dr Manon Canevet – Anesthésie Réanimation  
CTCV CHU Nantes

7.0Hz  
9.2cm  
3D Zoom  
2D / 3D  
% 59 / 35  
C 50 / 34  
Gen  
XRES 1



2D / 3D  
% 59 / 35  
C 50 / 34  
Gen  
XRES 1

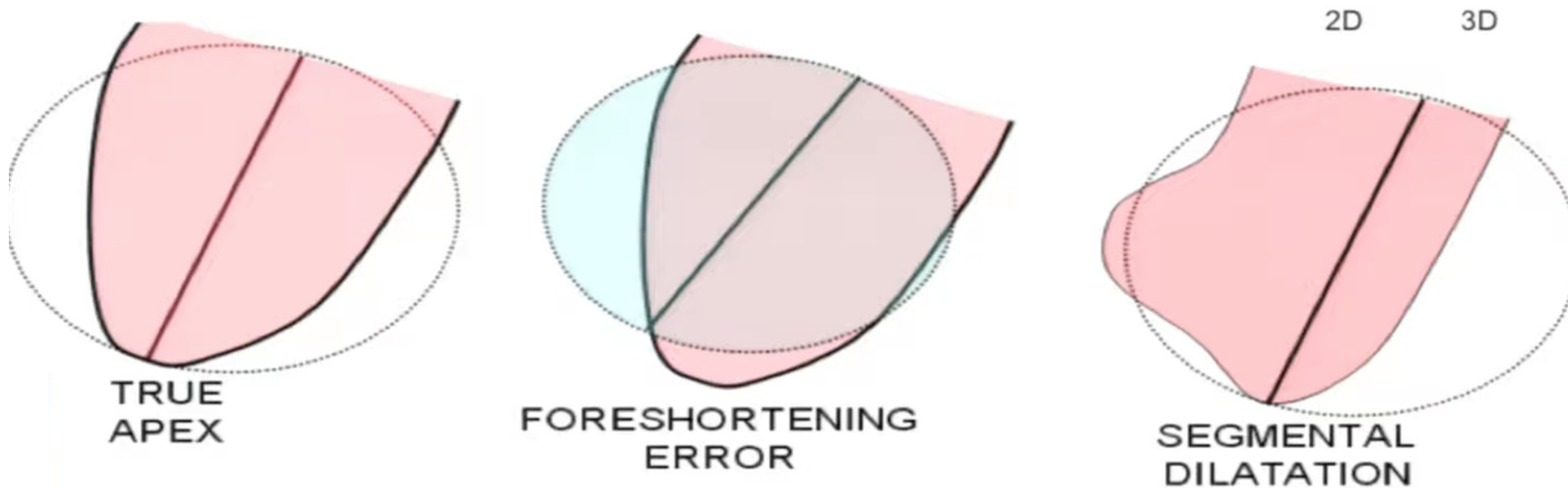


# Pourquoi faire de l'écho 3D?

---

- Evaluation des volumes et de la masse des cavités cardiaques
- Evaluation du mouvement régional de la paroi du ventricule gauche (VG) et la quantification de la dyssynchronie systolique
- Présentation de vues réalistes des valves cardiaques
- Evaluation volumétrique des lésions régurgitantes et des shunts avec l'imagerie Doppler couleur 3DE
- Evaluation de l'imagerie de stress 3DE
- Échoguidage des procédures percutanées

# Pourquoi faire de l'écho 3D?



**Mor-Avi V, Lang RM et al., *Circulation* 2004. 110: 1814-1818.**

# 1D .... À 4D

M - Mode (Motion Mode)

ICM TEE  
XB-2t  
65Hz  
17cm  
MI 0.5  
76 bpm

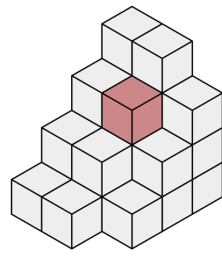
ICM TEE  
XB-2t  
70Hz  
9.2cm  
3D Beats 6  
MI 0.2  
91 bpm

1D

2D

3D... 4D = 3Dxtemps

# Principe de la 3D



- Acquisition automatisée et sérielle d'images biplan
  - Bras motorisé en ETT ou robotisation de la rotation du plan en ETO avec intégration du positionnement de chaque plan dans l'espace analysé

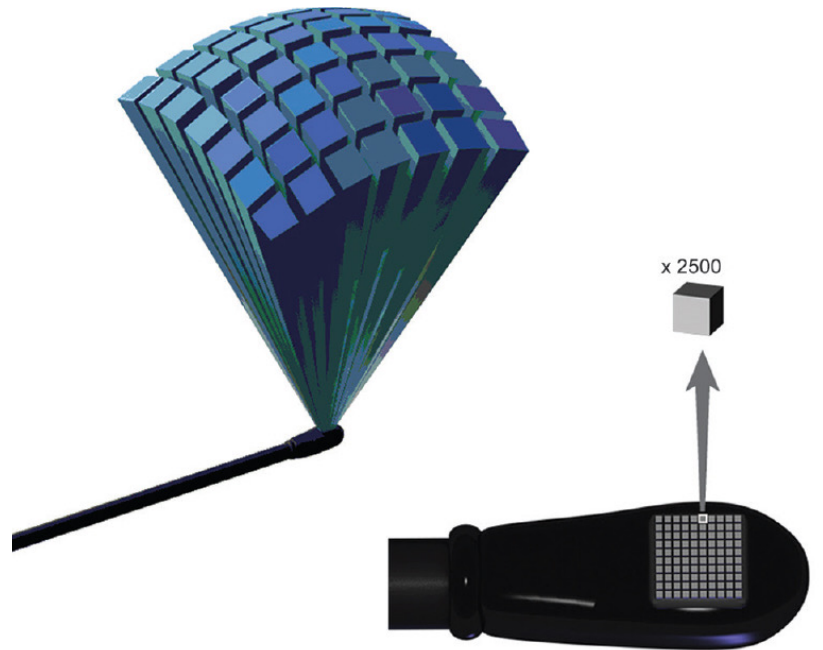
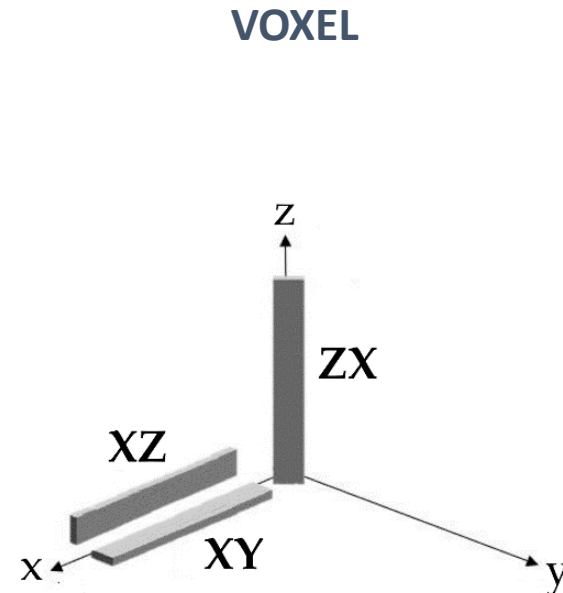


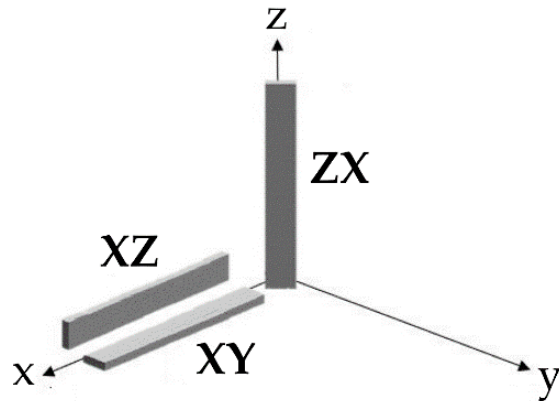
Image courtesy of Michael Corrin



# Résolution

---

- Axiale = 0.5 mm >> latérale = 2,5 mm > élévation = 3 mm



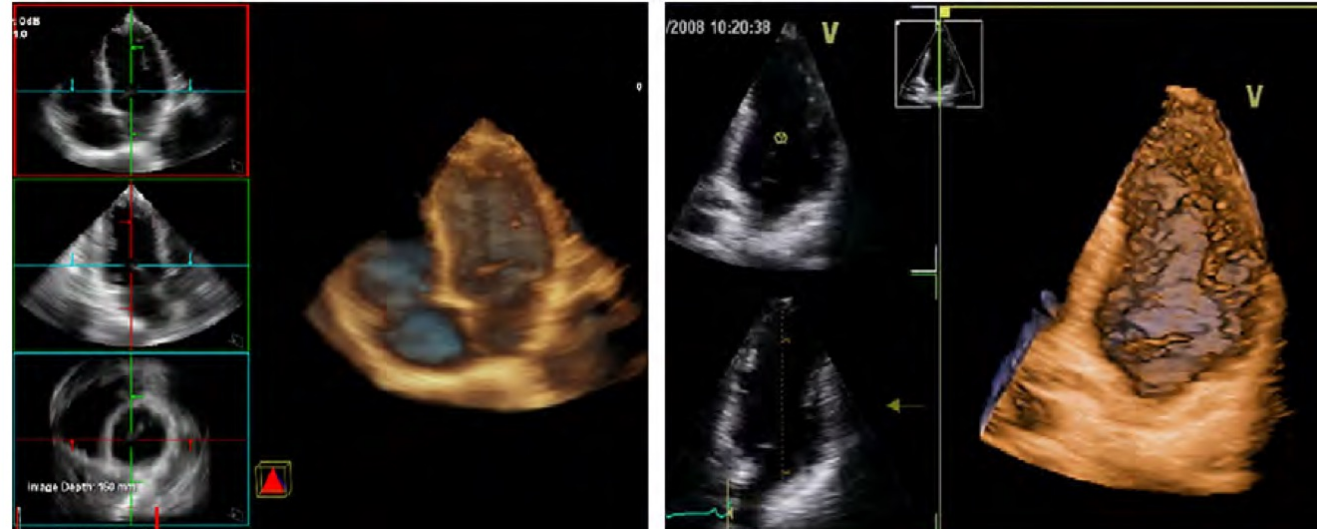
= peut générer des voxels anisotropiques

! Un changement de plan d'étude peut résulter en une différence d'aspect 3D sur une même structure

# 3D en temps réel ou à battements multiples

## 3D en temps réel

3DE en temps réel ou en direct fait référence à l'acquisition de plusieurs ensembles de données pyramidales par seconde au cours d'un seul battement de cœur.



Avantages = en cas de mouvements respiratoires ou de trouble du rythme

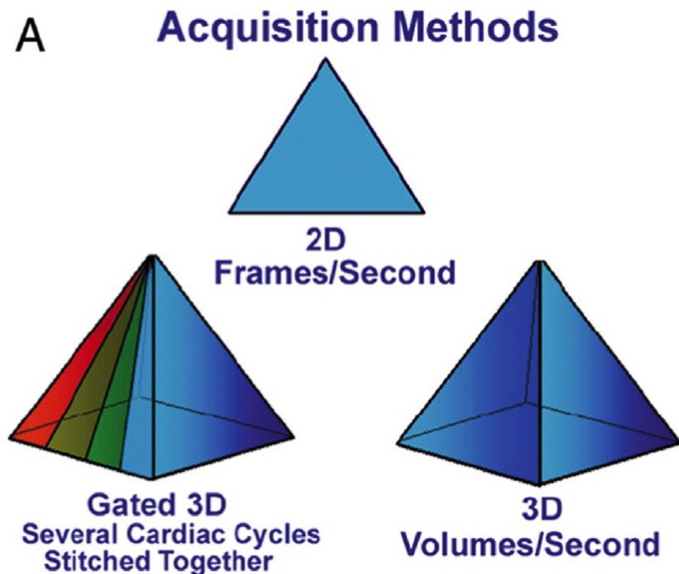
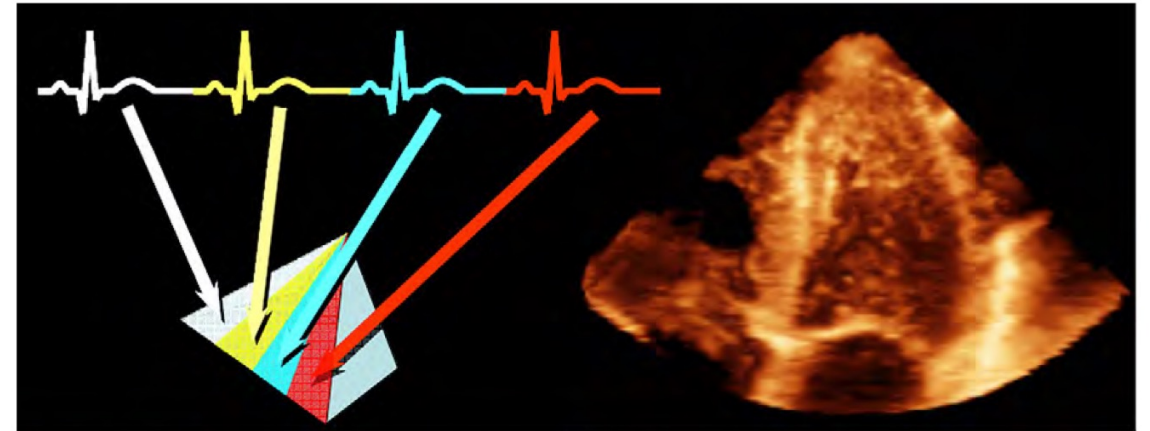
Inconvénient = mauvaise résolution spatiale et temporelle

# 3D en temps réel ou à battements multiples

## 3D à battements multiples

volumes étroits d'informations sur plusieurs battements cardiaques

Avantages = augmente résolution spatiale et temporelle



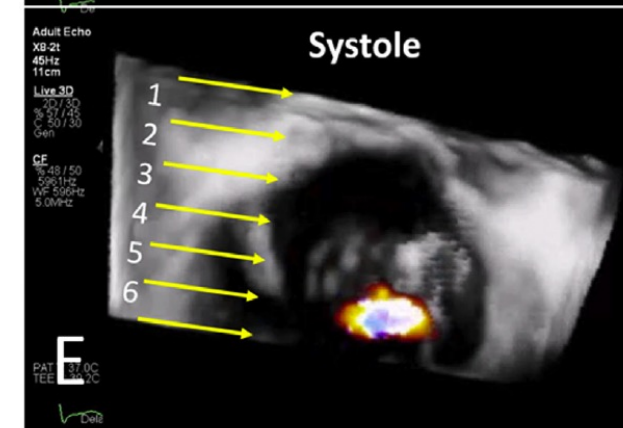
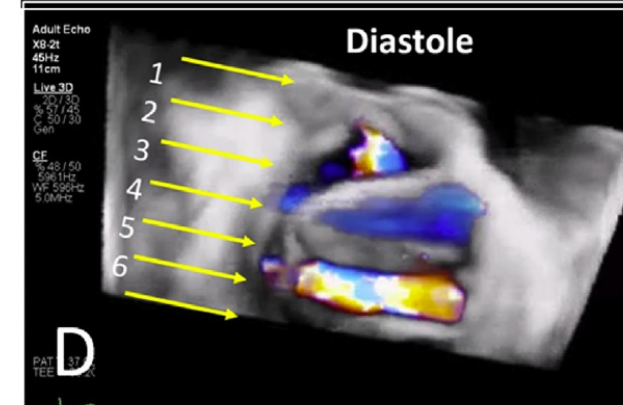
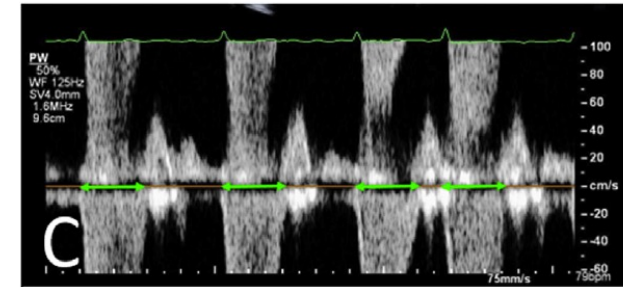
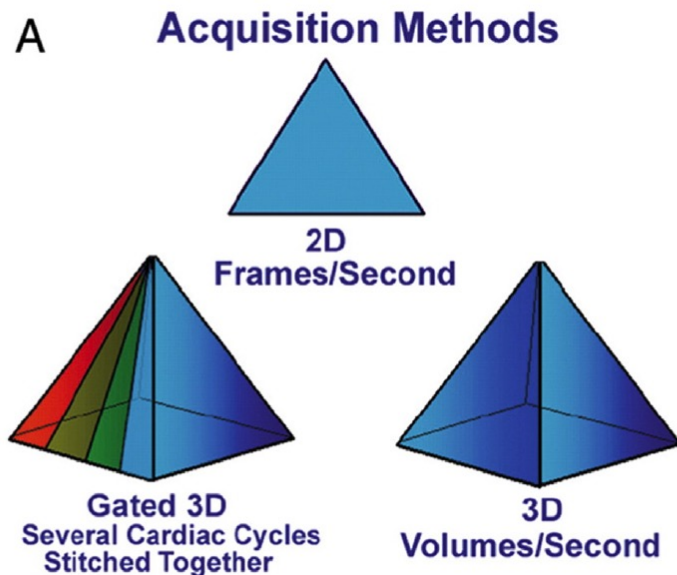


# 3D en temps réel ou à battements multiples

## 3D à battements multiples

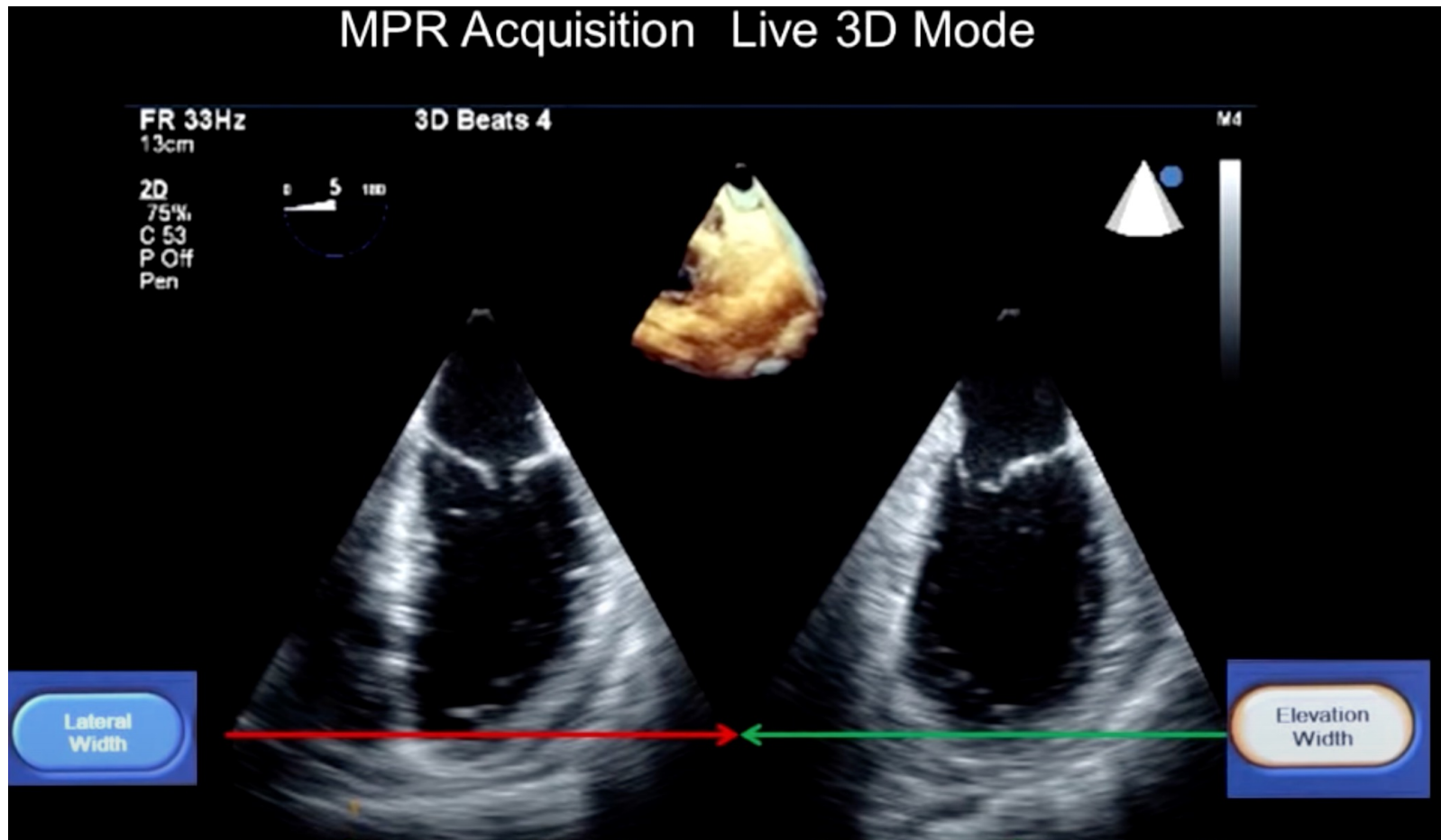
volumes étroits d'informations sur plusieurs battements cardiaques

Avantages = augmente résolution spatiale et temporelle



# Plusieurs étapes

- Etape 1 = définir la zone d'intérêt





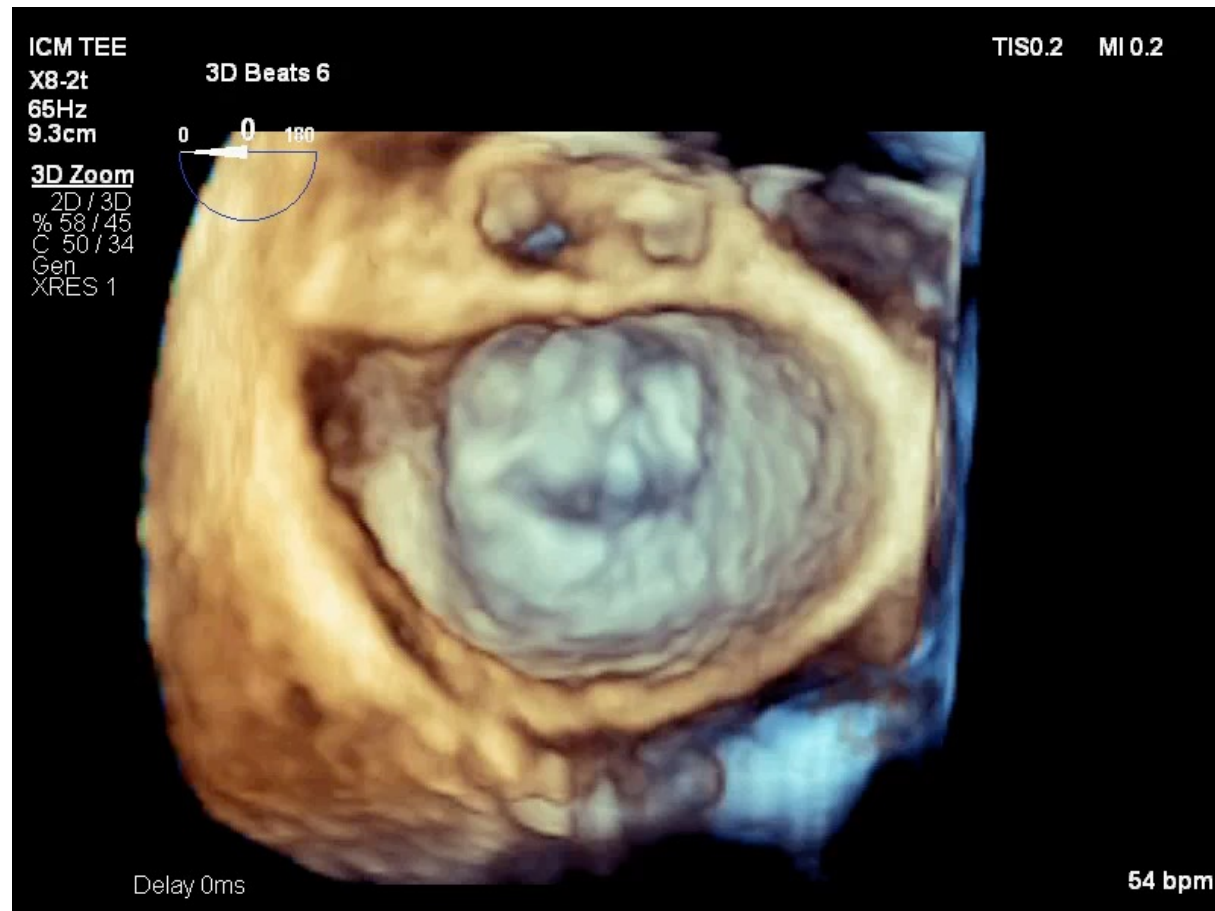
Mauvaise qualité  
d'image 2D

=

Mauvaise qualité  
d'image 3D +++

# Plusieurs étapes

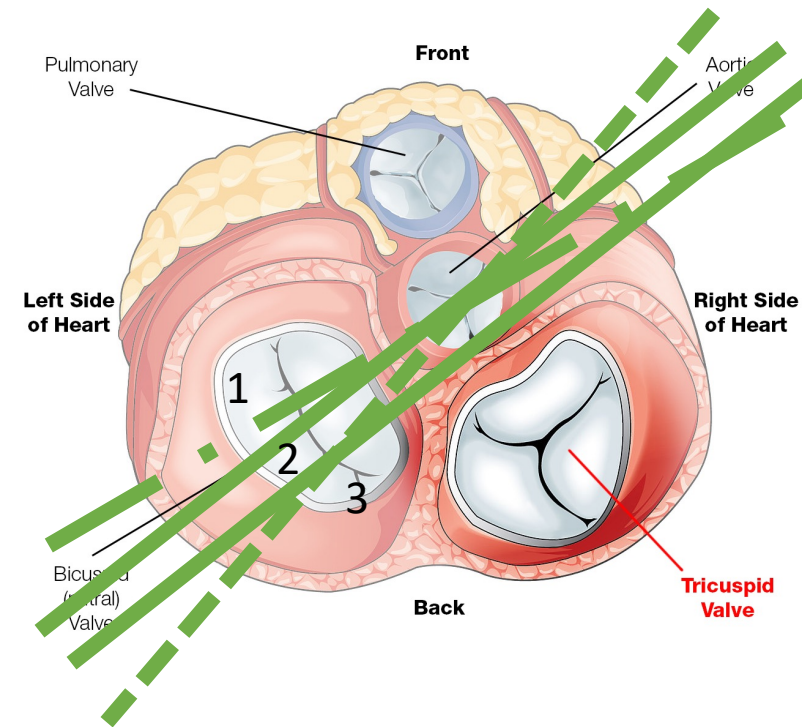
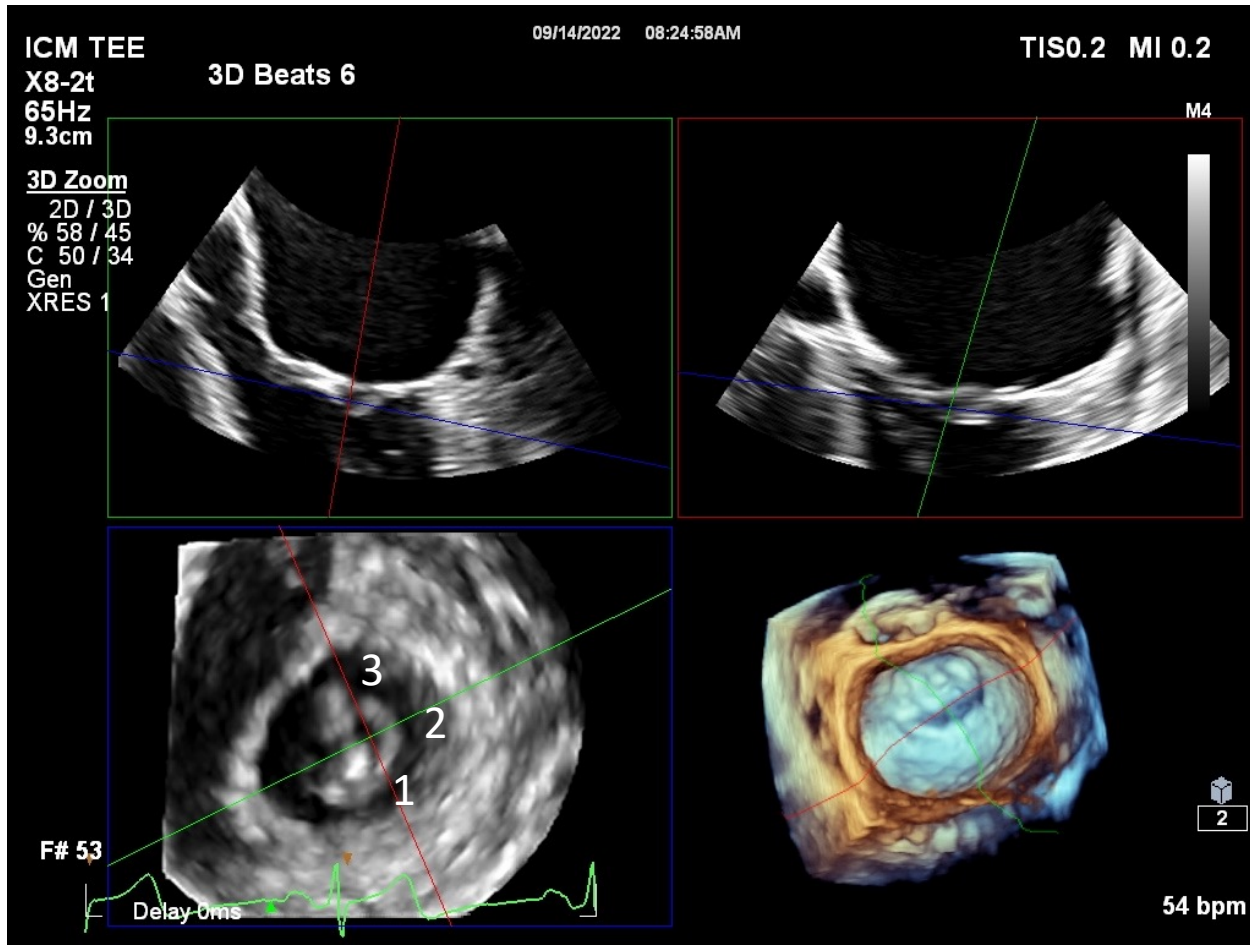
- Etape 2 = Acquisition du volume dynamique
  - Visualisation du volume cardiaque en temps réel



# Plusieurs étapes

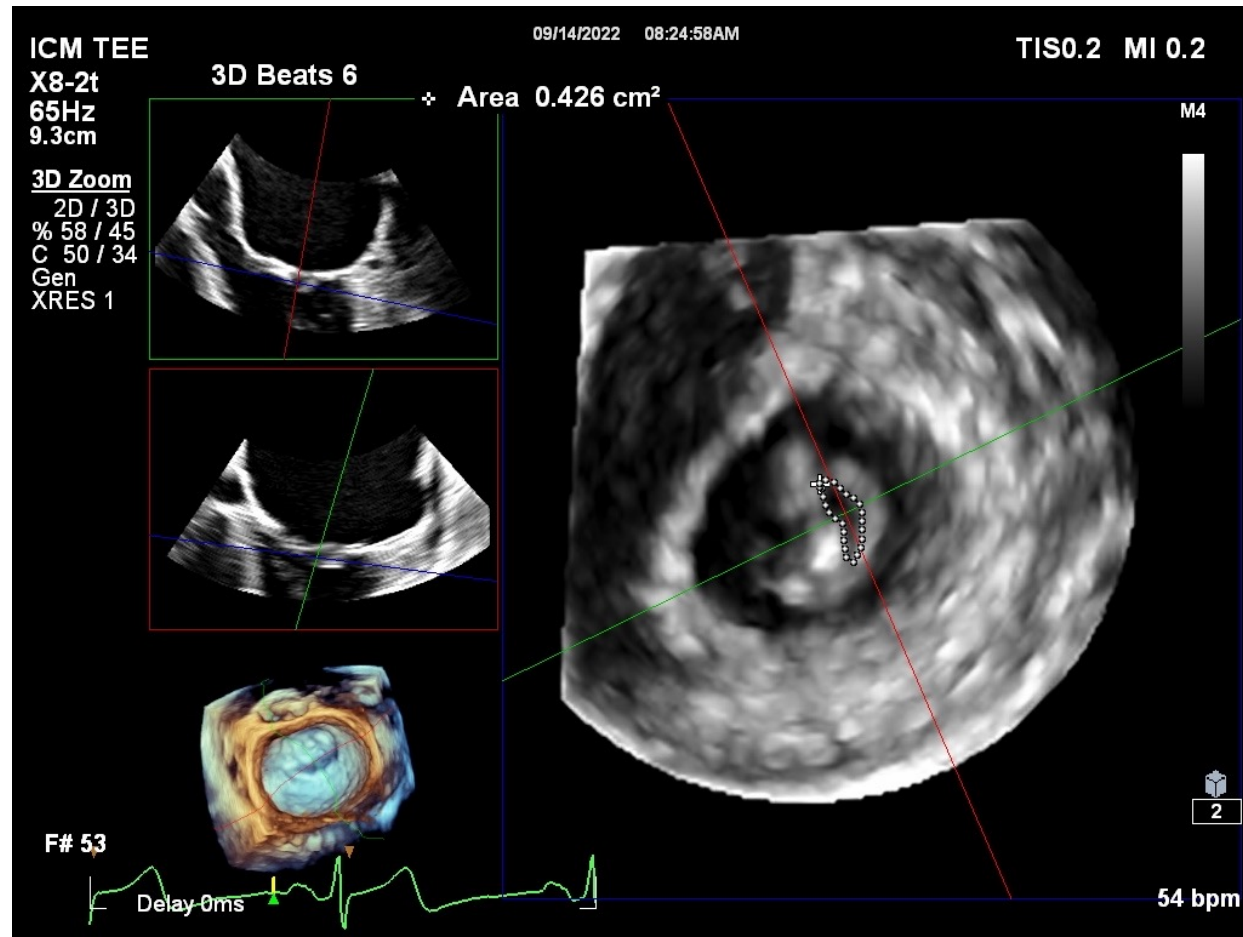
- Etape 3 = navigation dans le volume cardiaque

120-140° ETO



# Plusieurs étapes

- Etape 3 = navigation dans le volume cardiaque



# Mesures = Ne pas mesurer directement sur la 3D!

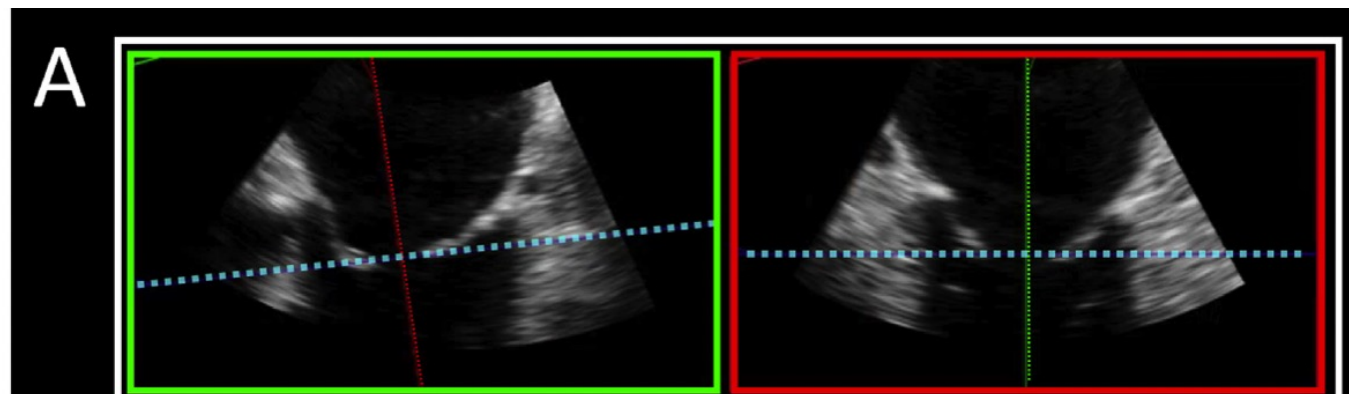
---

- peut être hors axe comparativement à une mesure dans le plan 2D
- l'épaisseur augmentée de l'image 3D peut accentuer artificiellement la taille de la structure et empêche une délimitation nette et précise de celle-ci, altérant la précision de la mesure
- une approche en 3 étapes doit être réalisée pour mesurer une structure +++

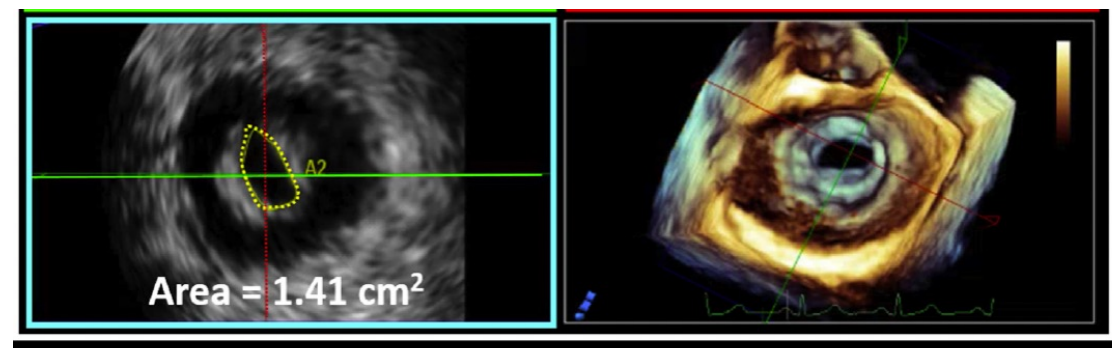
# Mesure : ex d'approche en 3 étapes

MVA 3D

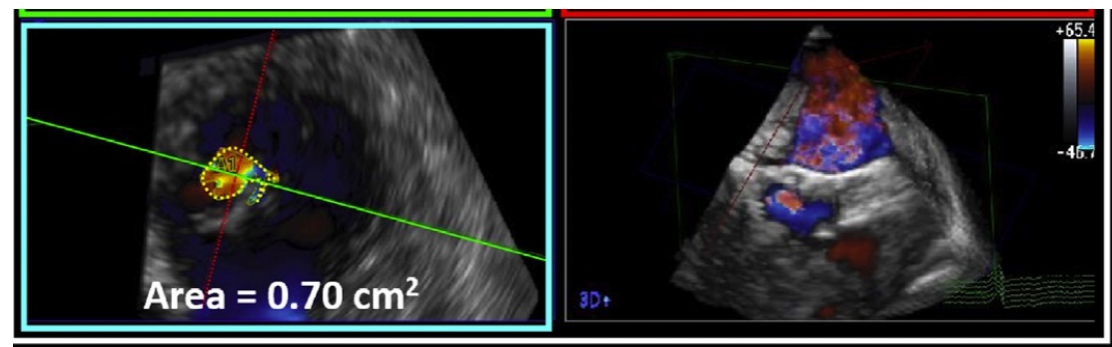
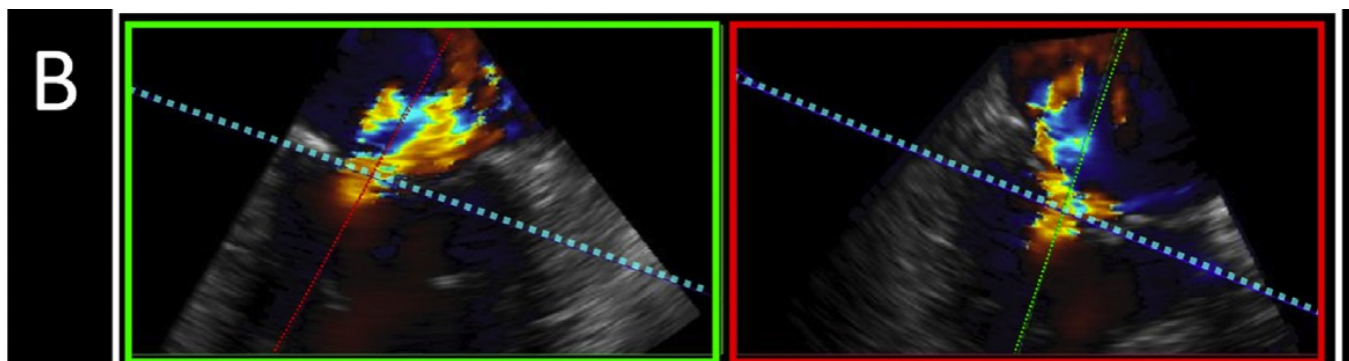
Etape 1 et 2



Etape 3



VCA 3D





ICM TEE

X8-2t  
78Hz  
9.2cm

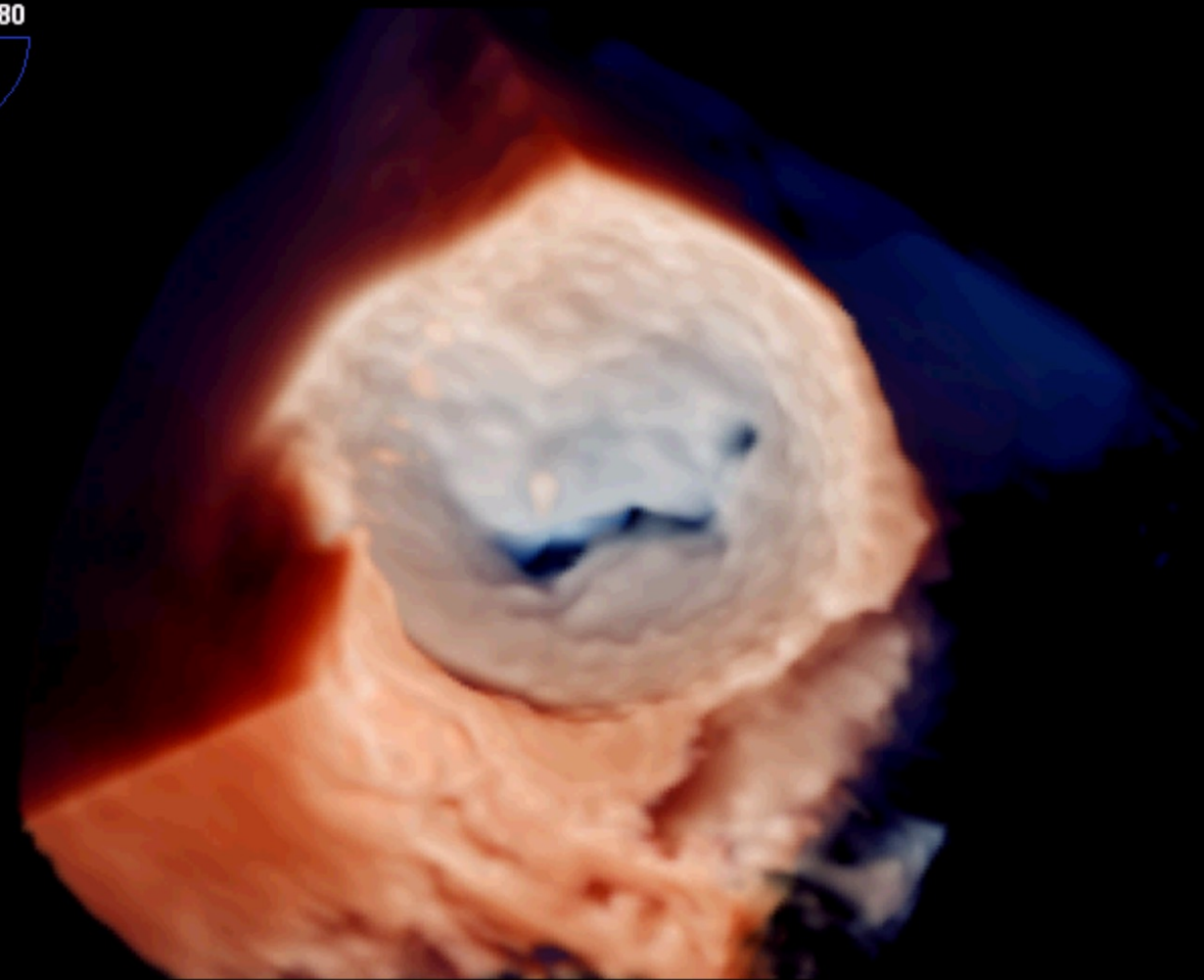
3D Zoom  
2D / 3D  
% 59 / 35  
C 50 / 34  
Gen  
XRES 1

3D Beats 6



TIS0.2

MI 0.2



91 bpm

ICM TEE

X8-2t  
78Hz  
9.2cm

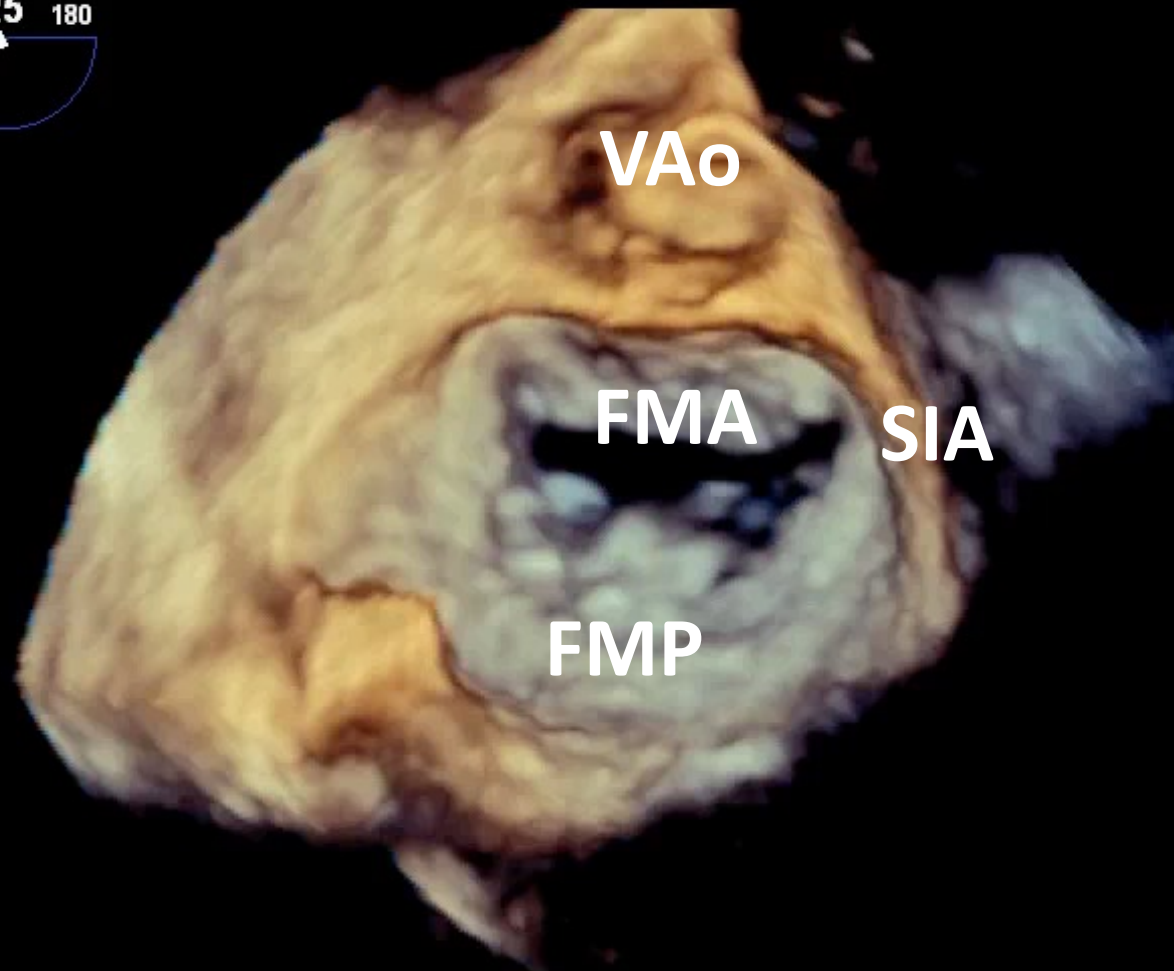
3D Zoom  
2D / 3D  
% 59 / 0  
C 50 / 34  
Gen  
XRES 1

3D Beats 6



TIS0.2

MI 0.2



Delay 0ms

91 bpm

ICM TEE

X8-2t  
17Hz  
10cm

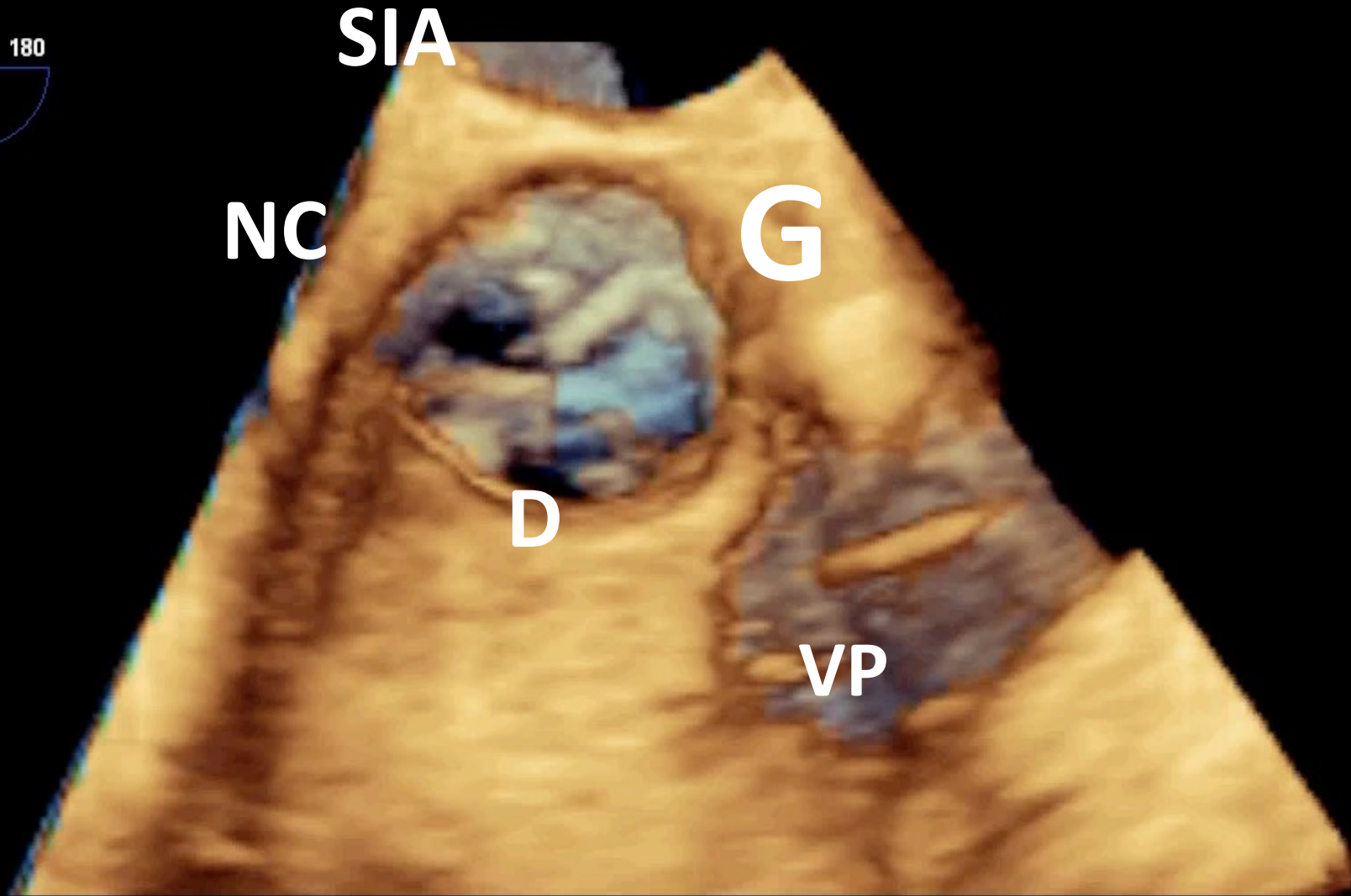
Full Volume  
2D / 3D  
% 57 / 34  
C 50 / 34  
Gen  
XRES 1

3D Beats 1



TIS0.2

MI 0.3



83 bpm

ICM TEE

TIS0.2

MI 0.3

X8-2t

3D Beats 1

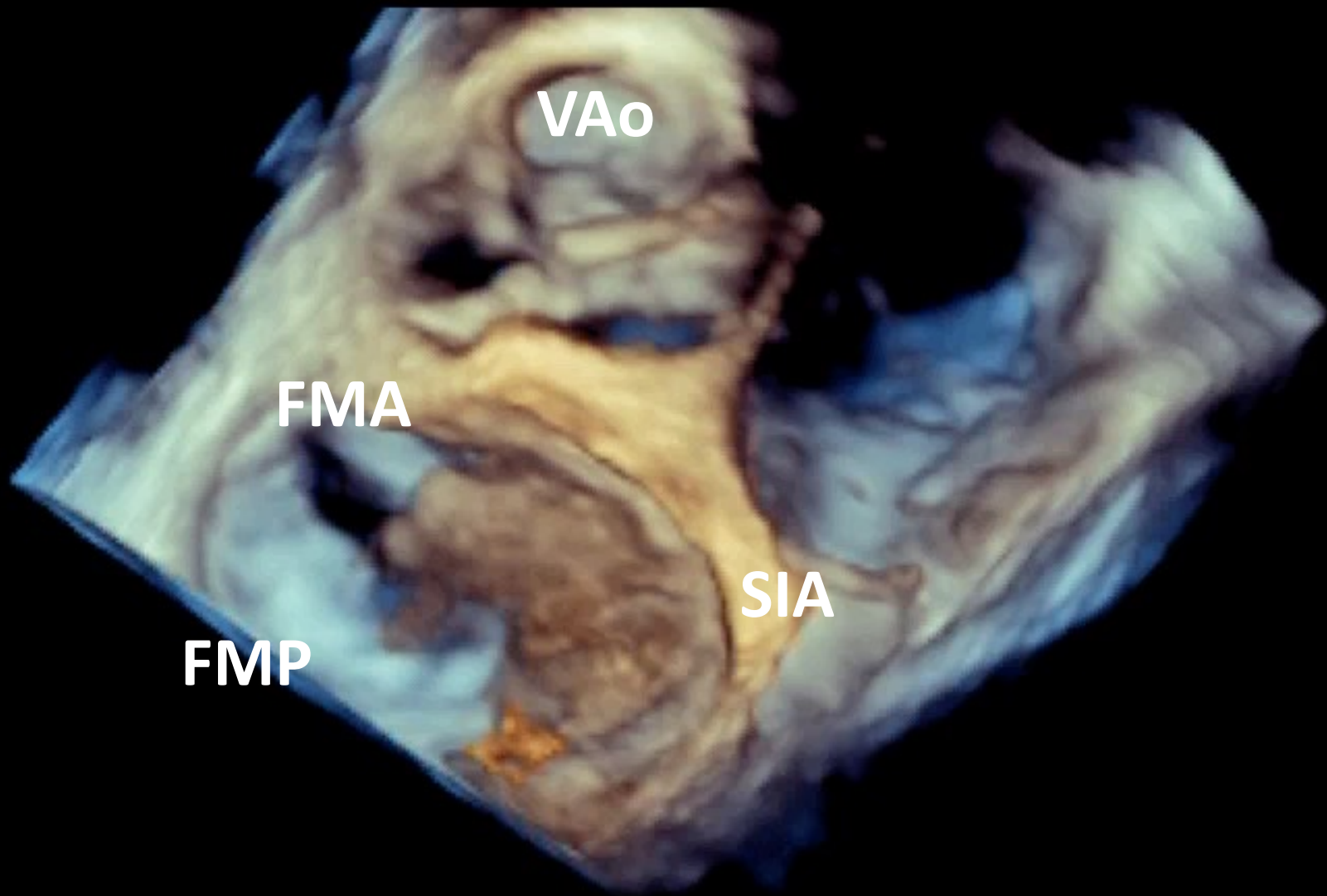
17Hz

9.1cm



Full Volume

2D / 3D  
 % 56 / 28  
 C 50 / 34  
 Gen  
 XRES 1



VAO

FMA

SIA

FMP

56 bpm

ICM TEE

X8-2t

34Hz

9.1cm

3D Beats 6



3D Zoom

2D / 3D

% 66 / 62

C 50 / 34

Gen

XRES 1

CF

% 48 / 50

6998Hz

WF 699Hz

4.4MHz

TIS0.5

MI 0.3

M4M4

+60.7



Delay 0ms

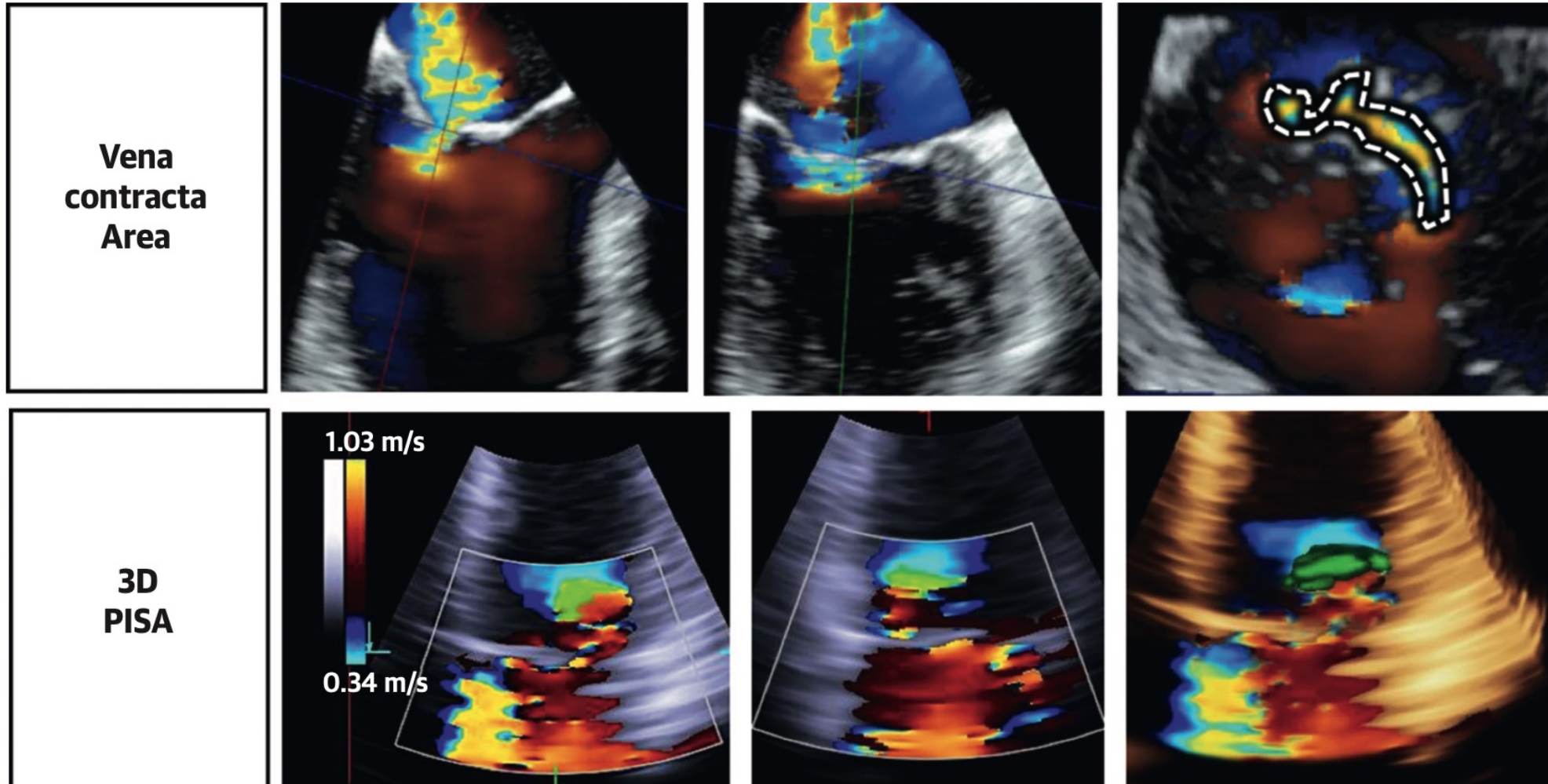
46 bpm

# Quelles applications ?



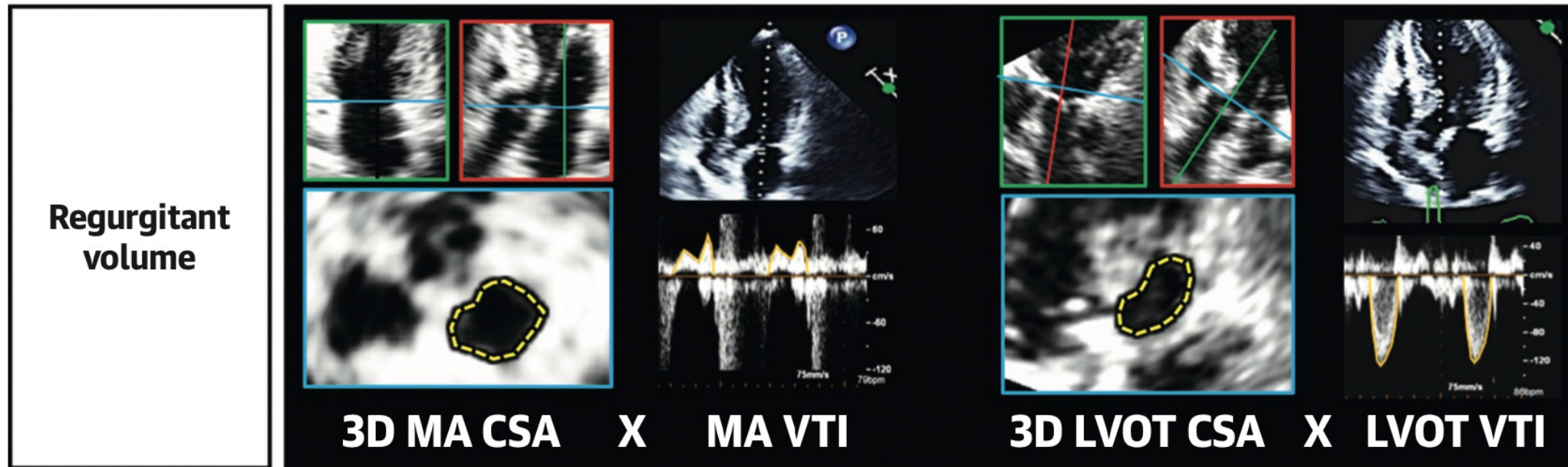
# Quelles applications ?

- Quantification 3D de la régurgitation mitrale



# Quelles applications ?

- Quantification 3D de la régurgitation mitrale

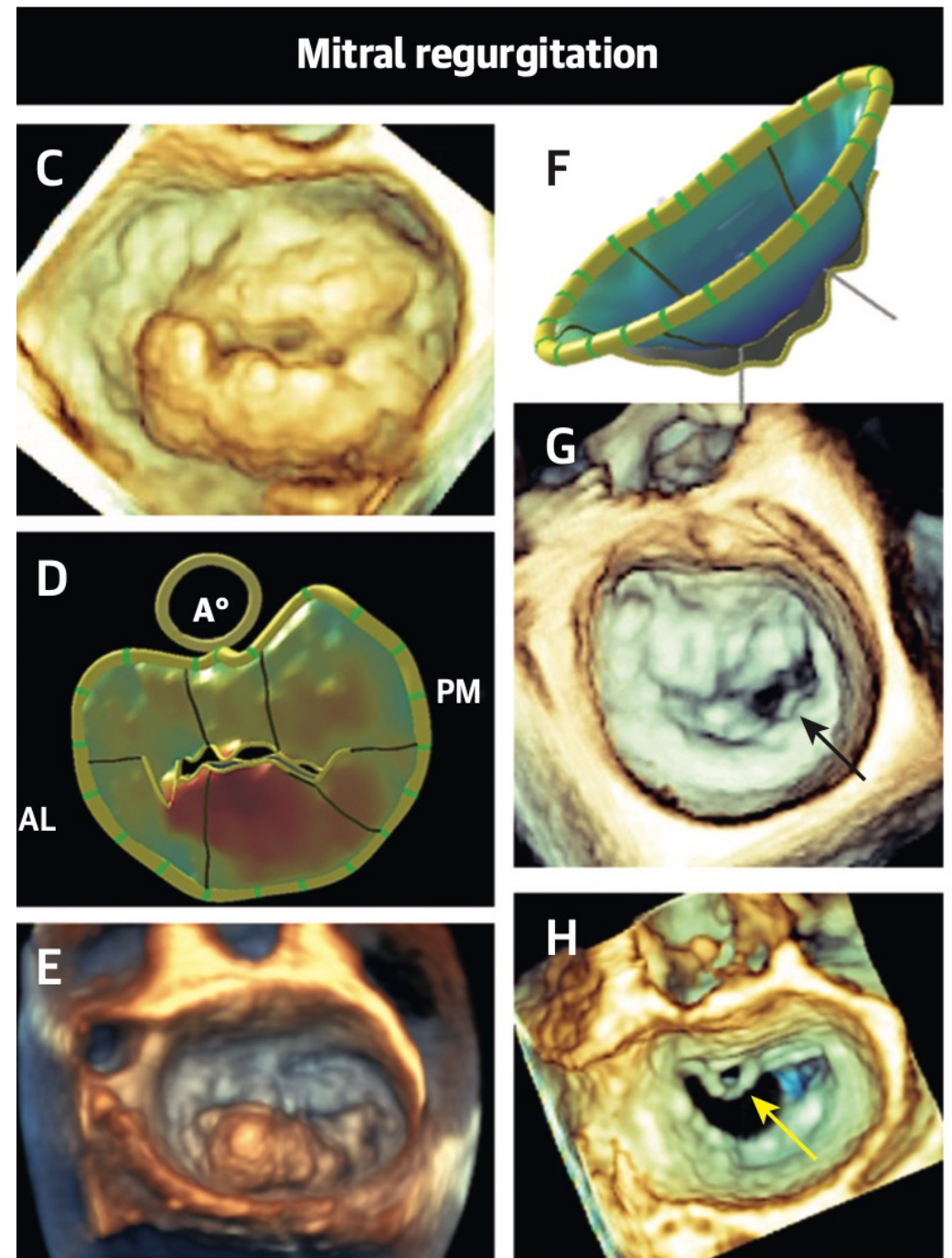




# Quelles applications ?

---

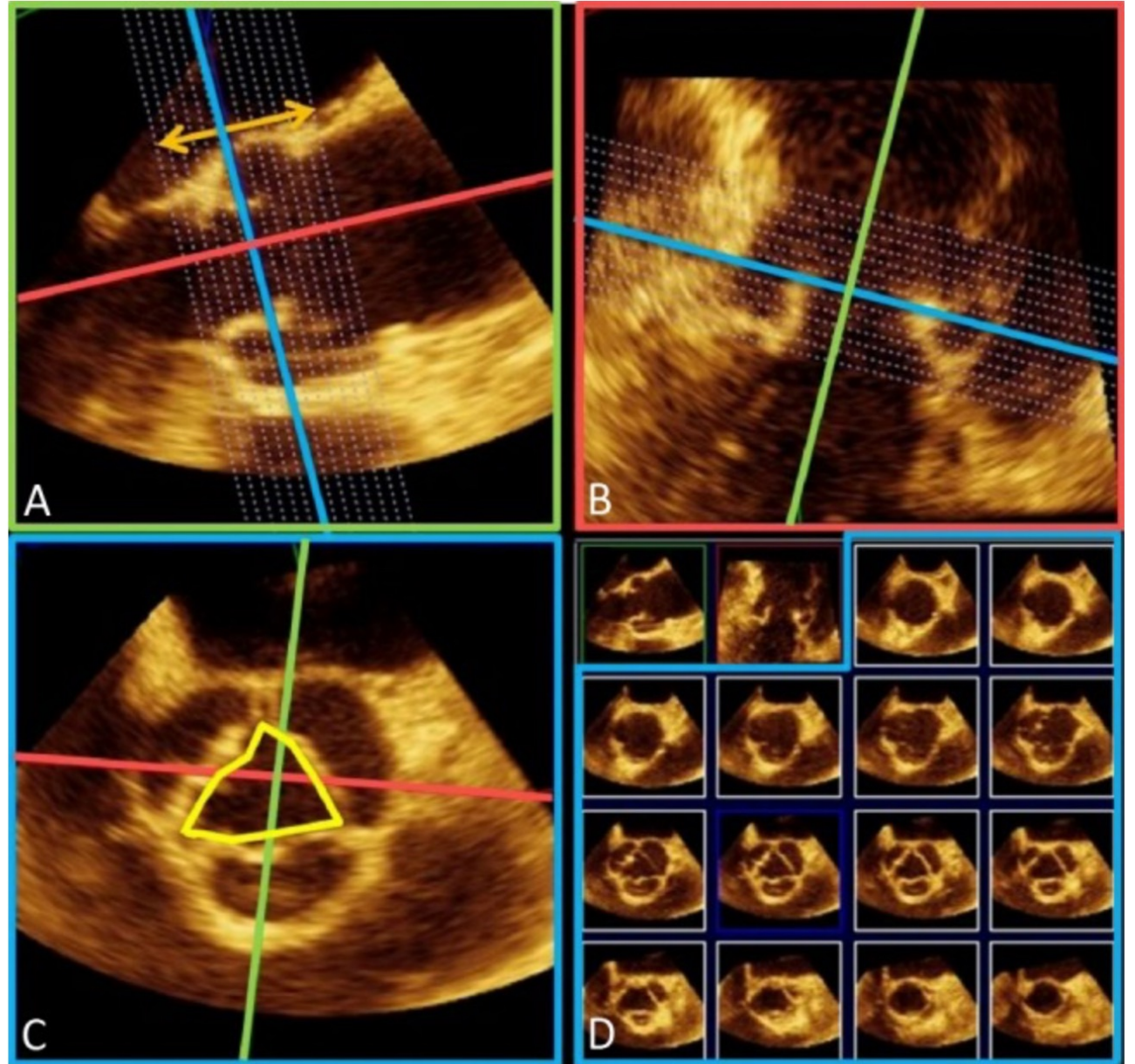
- Préciser la pathologie mitrale
- Modélisation anneau et dimension



# Quelles applications ?

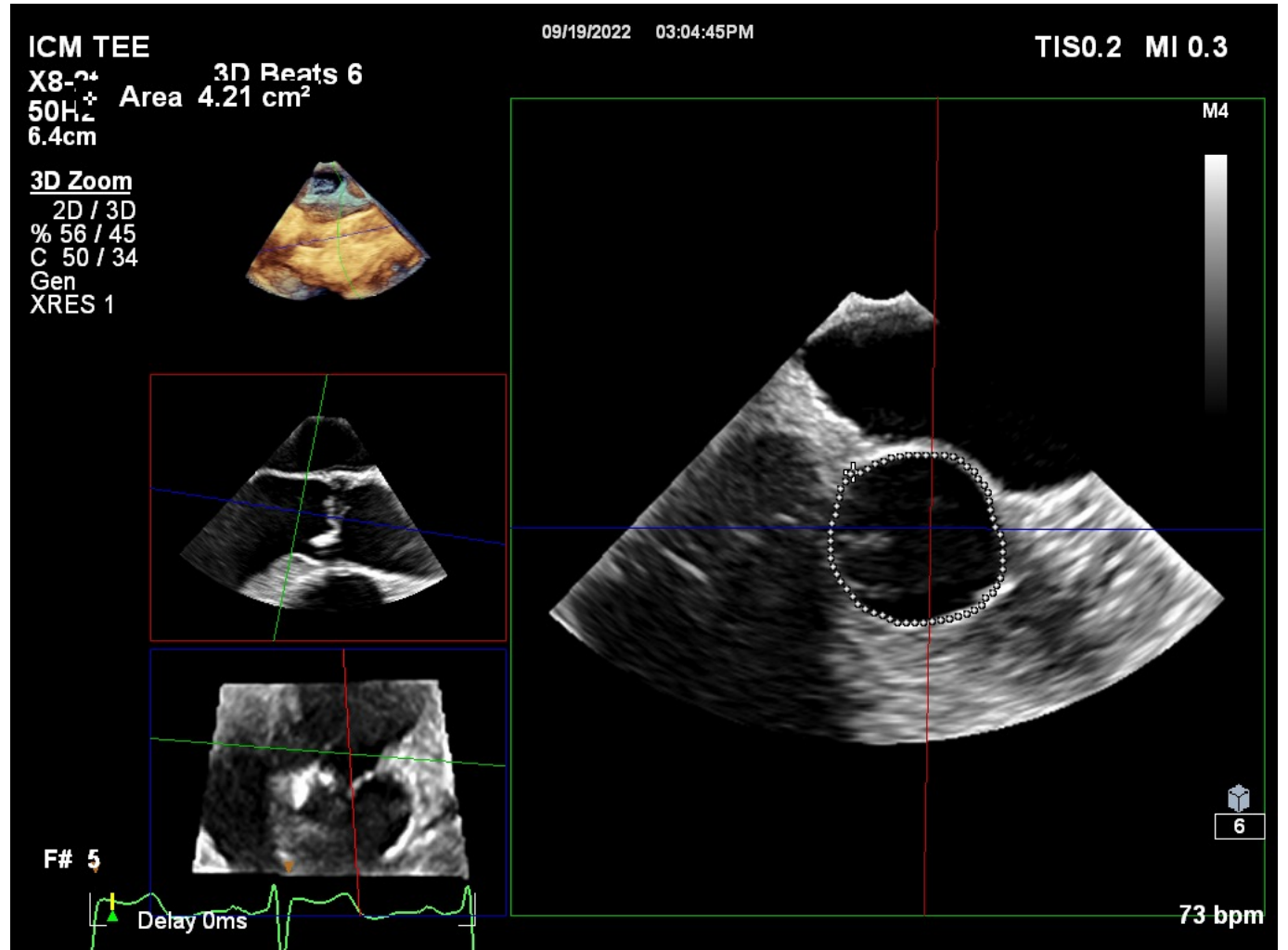
---

- Surface valvulaire aortique 3D



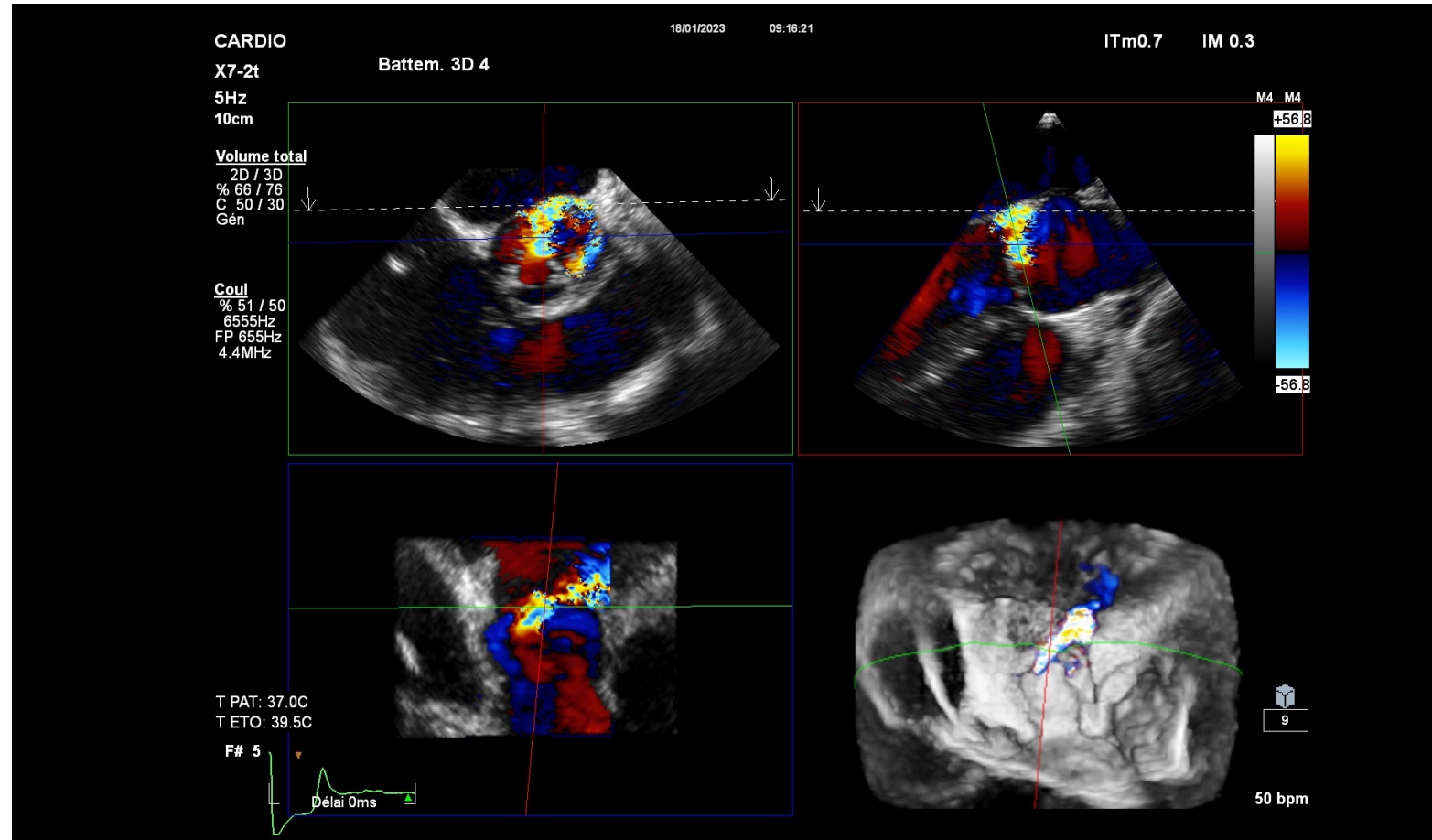
# Quelles applications ?

- Surface valvulaire aortique 3D
- Mesure de l'anneau



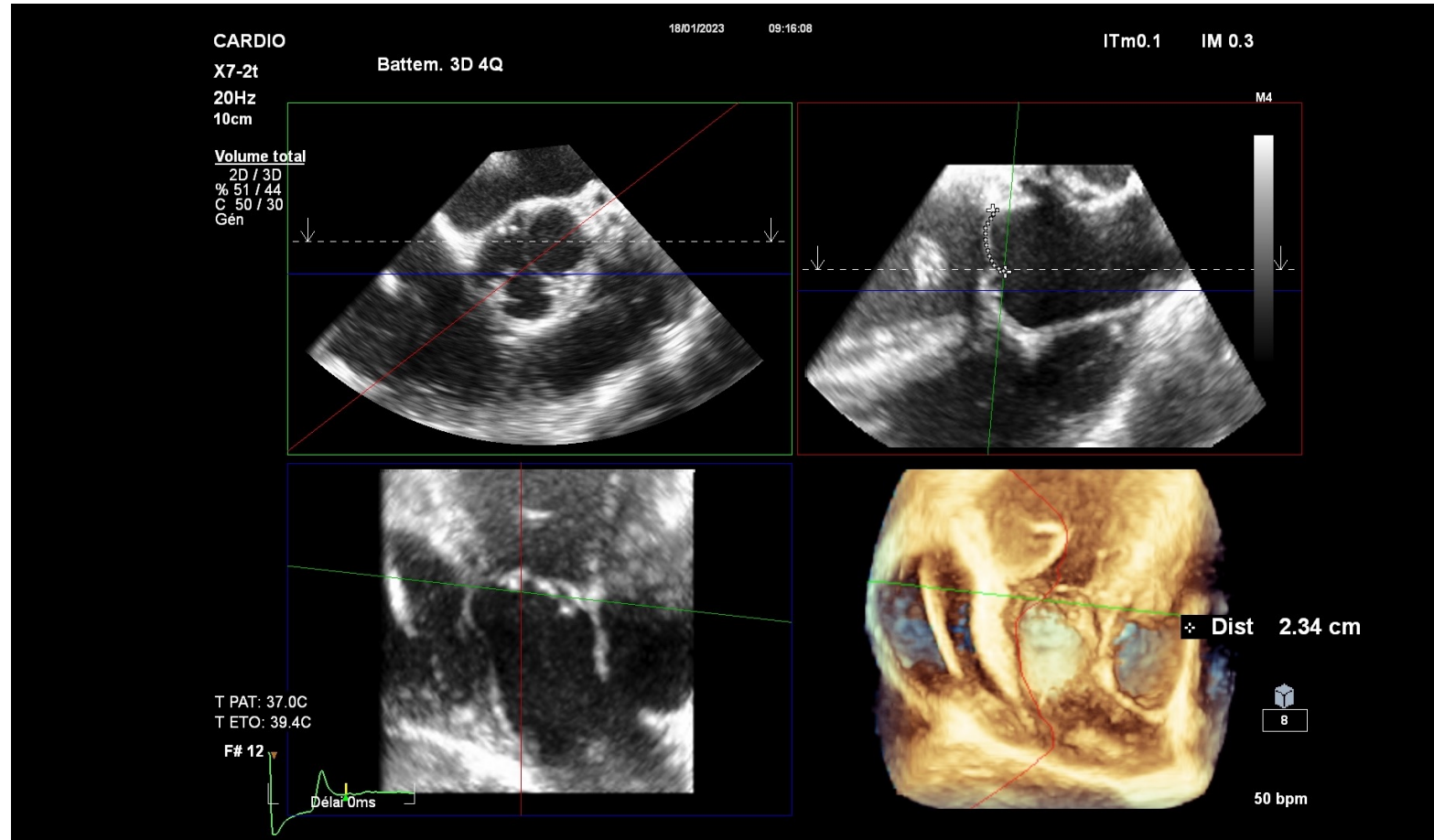
# Quelles applications ?

- Surface valvulaire aortique 3D
- Mesure de l'anneau
- Orienter le geste chirurgical

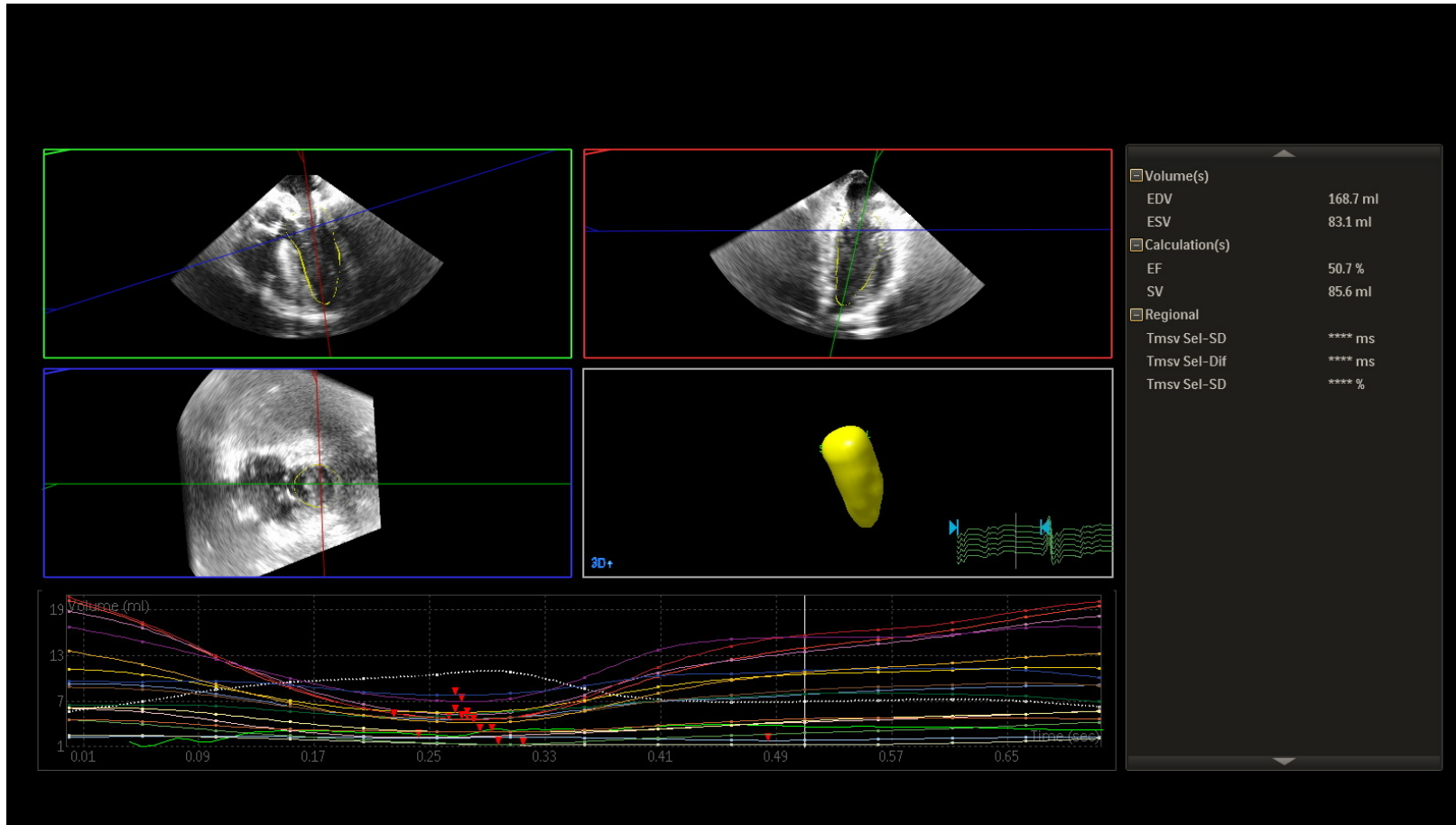


# Quelles applications ?

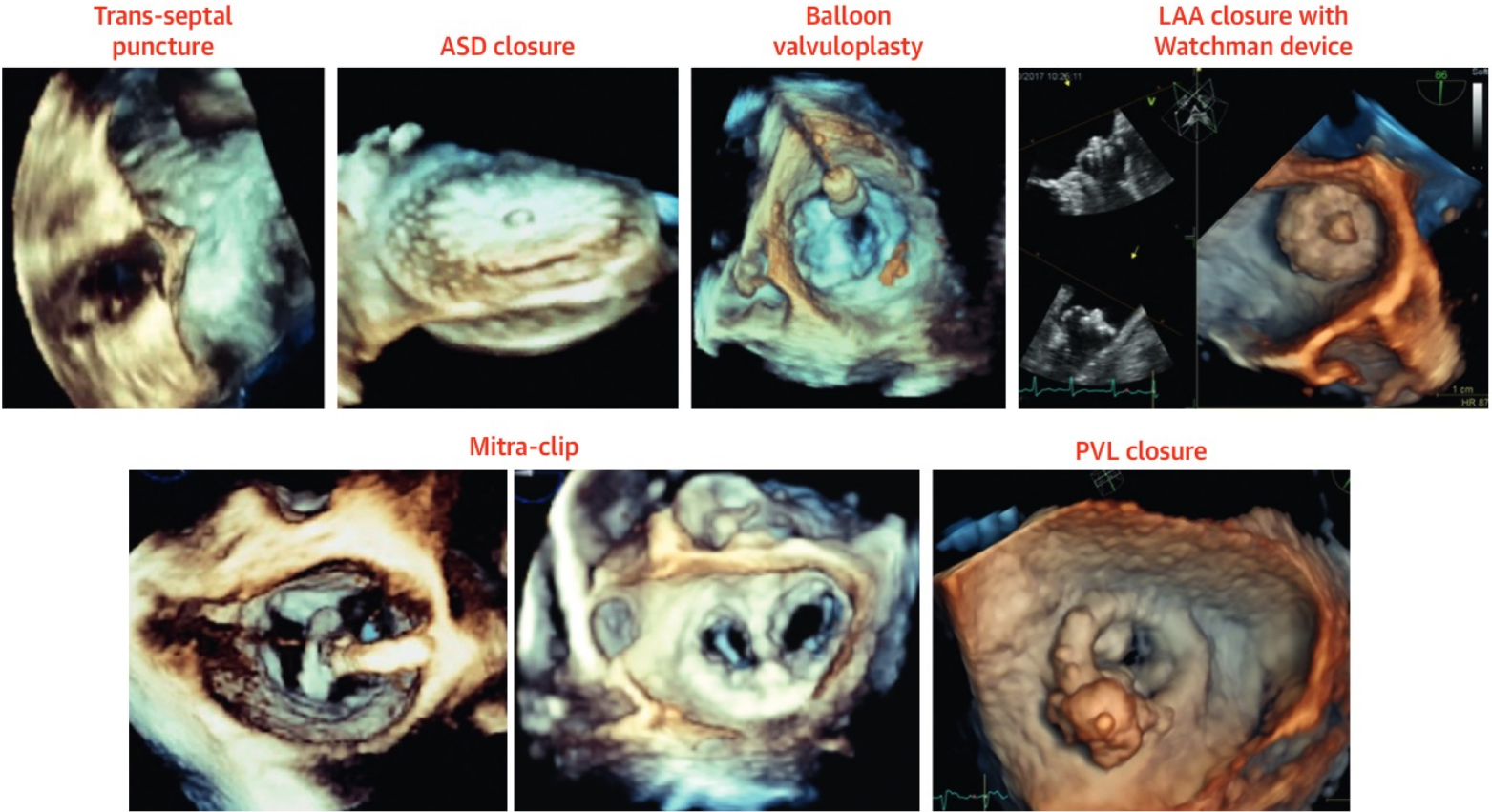
- Surface valvulaire aortique 3D
- Mesure de l'anneau
- Orienter le geste chirurgical



# Quelles applications ?


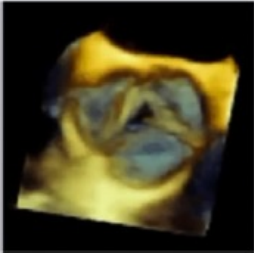


# Quelles applications ?



# Artéfacts

**Table 2** Artifacts of 3D imaging

Type of artifact	Mechanism	Impact on images	3D example
Stitching	Incorrect juxtaposition at the interface of sequential subvolumes (because of arrhythmias, breathing, probe/patient motion)	Strong demarcation between subvolumes leading to a “broken” image	
Dropout	Poor echocardiographic signal strength due to weak echoes	These artifacts can be misdiagnosed as true holes/perforations	

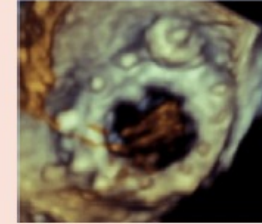


# Artéfacts

## Blurring

Indistinct edges of structures due to the assembly of nonisotropic voxels (2° to differences in axial > lateral > elevational resolution)

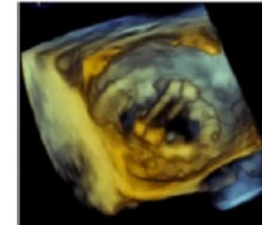
Thin structures (i.e., sutures) appear thicker than they are



## Blooming

Metallic structures when intersected by ultrasound produce fringes extending beyond the borders of the metallic devices/catheters

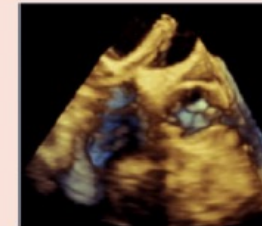
Metallic structures appear with irregular, thick edges



## Railroad-shaped

In large catheters with wide lumens, two surfaces are perpendicular to the ultrasound beam, producing strong echoes, while the other two are tangential, producing very weak echoes

Single catheter appears as two linear structures

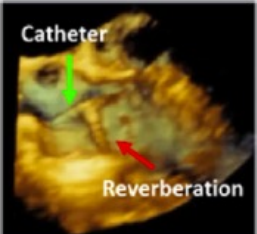


# Artéfacts

Reverberations

Multiple reflection of metallic component of catheters

Depending on the perspective and the position of catheter, reverberations may appear to lengthen the catheter



Shadowing

Inability of ultrasound to pass through strong reflecting catheters/devices

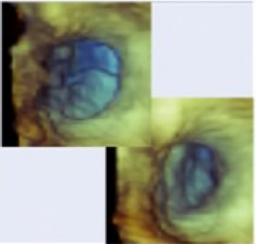
Lack of tissue posterior to catheters/devices that may appear as a “tear” of cardiac structures



Gain

Variation of gain may produce significant variation in the size of structures

Orifices may appear larger or smaller according to gain variation





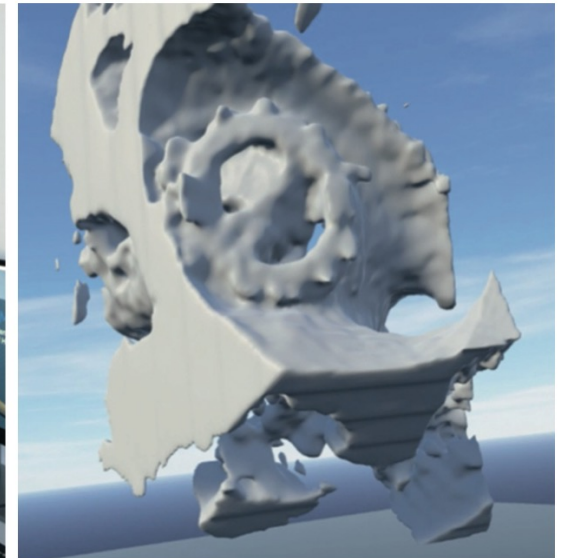
# **EAE/ASE Recommendations for Image Acquisition and Display Using Three-Dimensional Echocardiography**

**Roberto M. Lang, MD, FASE\*<sup>‡</sup>, Luigi P. Badano, MD, FESC<sup>†‡</sup>, Wendy Tsang, MD\*, David H. Adams, MD\*, Eustachio Agricola, MD<sup>†</sup>, Thomas Buck, MD, FESC<sup>†</sup>, Francesco F. Faletra, MD<sup>†</sup>, Andreas Franke, MD, FESC<sup>†</sup>, Judy Hung, MD, FASE\*, Leopoldo Pérez de Isla, MD, PhD, FESC<sup>†</sup>, Otto Kamp, MD, PhD, FESC<sup>†</sup>, Jaroslaw D. Kasprzak, MD, FESC<sup>†</sup>, Patrizio Lancellotti, MD, PhD, FESC<sup>†</sup>, Thomas H. Marwick, MBBS, PhD\*, Marti L. McCulloch, RDCS, FASE\*, Mark J. Monaghan, PhD, FESC<sup>†</sup>, Petros Nihoyannopoulos, MD, FESC<sup>†</sup>, Natesa G. Pandian, MD\*, Patricia A. Pellikka, MD, FASE\*, Mauro Pepi, MD, FESC<sup>†</sup>, David A. Roberson, MD, FASE\*, Stanton K. Shernan, MD, FASE\*, Girish S. Shirali, MBBS, FASE\*, Lissa Sugeng, MD\*, Folkert J. Ten Cate, MD<sup>†</sup>, Mani A. Vannan, MBBS, FASE\*, Jose Luis Zamorano, MD, FESC, FASE<sup>†</sup>, and William A. Zoghbi, MD, FASE\***

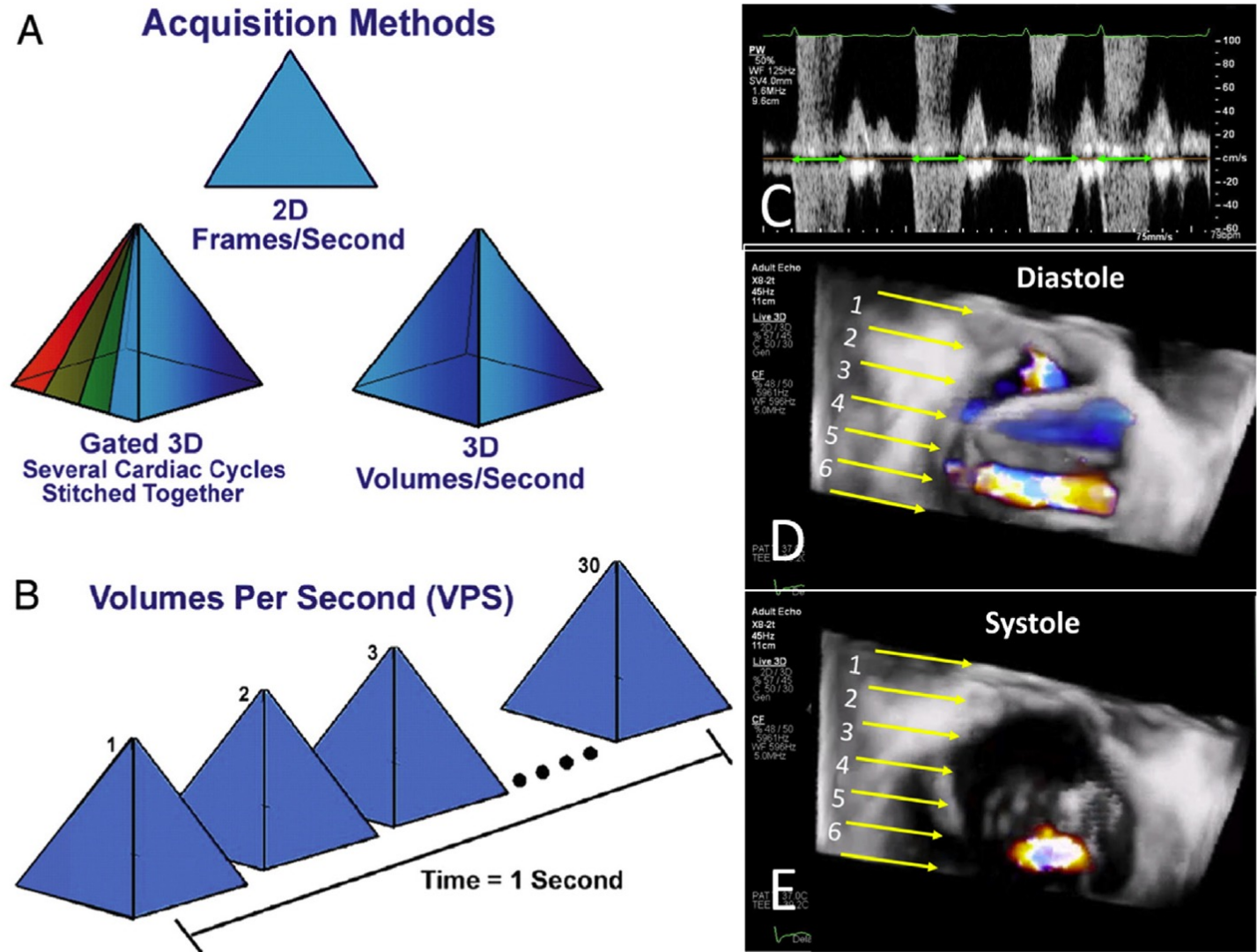
# En bref

---

- Technologie d'avenir
- Deviendra le gold standard pour l'évaluation des valves ?
- Hologramme et réalité virtuelle







**Figure 3** Three-dimensional volume acquisition methods. Three-dimensional images can be acquired as a single-beat 3D volume or multibeat spliced volume (**A**). To increase the temporal and spatial resolution of a 3D image, splicing acquires narrow volumes of information over several heartbeats and then stitches them together to create a larger volumetric data set. This method of data acquisition compensates for the poor temporal resolution of a single-beat full volumetric real-time 3D echocardiographic acquisition (**B**). In a patient with atrial fibrillation, the systolic time interval shows less variability (**C**, green arrows) compared with the diastolic time interval. Thus, in a 3D color Doppler volume of MV regurgitation using six subvolumes (**D**, **E**), stitch artifacts in diastole (**D**) may not be prominent in systole (**E**), although undetectable splice artifacts can exist. Panels **A** and **B** reproduced with permission from Lang *et al.*<sup>11</sup>

- Secteur large focalisé- "ZOOM". Le mode "ZOOM" permet une vue focalisée et à large secteur des structures cardiaques. Il faut noter qu'un agrandissement excessif de la région d'intérêt entraînera une diminution supplémentaire de la résolution spatiale et temporelle par rapport à l'ED3 en temps réel.

- Acquisition en mode plein volume. Le mode plein volume possède le plus grand secteur d'acquisition possible, ce qui est idéal pour l'imagerie de structures spécifiques telles que la valve mitrale ou la racine aortique.
- Ce mode a également une résolution spatiale optimale, ce qui permet un diagnostic détaillé des pathologies complexes
- Il possède également une haute résolution temporelle (>30 Hz). Comme pour les modalités 3D en temps réel et "ZOOM" à secteur large focalisé, le volume complet peut également être tourné pour mettre en évidence des structures telles que les valves dans des vues uniques en face. En outre, l'ensemble des données du volume complet peut être recadré ou transecté sur plusieurs plans pour déplacer les plans des tissus afin d'identifier les composants des structures valvulaires dans le volume ou pour visualiser les coupes transversales 2D en x, y et plans orthogonaux en utilisant un logiciel d'analyse hors ligne.

[Translated with DeepL](#)



- Le rôle de l'ETO 3D temps réel est primordial dans la chirurgie conservatrice de la valve mitrale. L'échographie 3D permet d'évaluer la réparabilité des lésions valvulaires en cas de prolapsus mitral. Elle permet également de guider et de contrôler la plastie mitrale chirurgicale reconstructrice, ainsi que de vérifier les résultats de la plastie (étanchéité des valves, fuite mitrale résiduelle...

- imagerie 3DE en temps réel ou en direct et imagerie 3DE à battements multiples déclenchée par électrocardiographie. La 3DE en temps réel ou en direct fait référence à l'acquisition de plusieurs ensembles de données pyramidales par seconde au cours d'un seul battement de cœur. La plupart des systèmes d'échographie proposent l'imagerie volumique 3DE en temps réel dans les modes suivants : volume étroit 3D en direct, zoom 3D en direct, grand angle 3D en direct (volume complet) et Doppler couleur 3D en direct. Bien que cette méthodologie surmonte les limitations imposées par les troubles du rythme ou les mouvements respiratoires (Figure 1), elle est limitée par une mauvaise résolution temporelle et spatiale

	Recommended for Clinical Practice	Promising Clinical Studies	Areas of Active Research	Unstudied
<b>Left Ventricle Functional Assessment</b>				
Volume	✓			
Shape			✓	
Ejection Fraction	✓			
Dyssynchrony			✓	
Mass		✓		
<b>Right Ventricle Functional Assessment</b>				
Volume		✓		
Shape				✓
Ejection Fraction		✓		
<b>Left Atrial Assessment</b>				
Volume			✓	
<b>Right Atrial Assessment</b>				
Volume				✓
<b>Mitral Valve Assessment</b>				
Anatomy	✓			
Stenosis	✓			
Regurgitation			✓	
<b>Tricuspid Valve Assessment</b>				
Anatomy				✓
Stenosis				✓
Regurgitation				✓
<b>Pulmonic Valve Assessment</b>				
Anatomy				✓
Stenosis				✓
Regurgitation				✓
<b>Aortic Valve Assessment</b>				
Anatomy		✓		
Stenosis		✓		
Regurgitation				✓
<b>Infective Endocarditis</b>				✓
<b>Prosthetic Valves</b>			✓	
<b>Guidance of Transcatheter Procedures*</b>	✓			