

# QUELLES INCIDENCES ETT POUR QUELS PARAMÈTRES...

Pr Alexandre OUATTARA

Service d'Anesthésie-Réanimation cardiovasculaire

Biologie des maladies cardiovasculaires, INSERM UMR 1034

Hôpital Haut-Lévêque, Université de Bordeaux, France



## RÈGLES DE BON USAGE...

- ECG (cycle cardiaque)
- Identification du patient
- Examen « systématisé » (en dehors de l'urgence vitale...)
- Enregistrement fiable (archivage)
- Compte rendu (idéalement informatisé)
- Nettoyage après chaque usage +++
- « Patient positionné en décubitus latéral gauche avec bras et main gauche placés sous la tête, le bras droit positionné le long du corps... »

---

## PHÉNOMÈNE DOPPLER

$$\Delta F = V \times F_e \times \cos \theta / C$$

Avec      $\Delta F$  : décalage de fréquence  
        V : vitesse de la cible  
         $F_e$  : fréquence émise  
        C : célérité  
         $\theta$  : angle entre le faisceau et la direction du déplacement

Même si ETO, toujours commencer par l'ETT  
 (guide l'examen, informations complémentaires)

	Favors transthoracic echocardiography	Favors transesophageal echocardiography
	Versatility, <b>strictly non invasive</b> , availability, no contraindication (even in spontaneously breathing patients)	<b>High imaging quality, reproducibility</b> and stability of imaging planes (especially in ventilated patients)
	Assessment of <b>superficial</b> anatomical structures (apical thrombus, pericardial space, inferior vena cava)	Assessment of <b>deep</b> anatomical structures (great vessels, base of heart, mediastinum, prosthetic valves, atria and appendages)
	<b>Optimal alignment of Doppler beam</b> with transvalvular blood flows (mitral, aortic and tricuspid valves), and <b>abnormal jets</b> (valvulopathy, left ventricular outflow tract obstruction)	Precise identification of the <b>mechanism of certain native or prosthetic valve dysfunctions</b> (eccentric mitral regurgitation, prosthetic valve dysfunction) Identification of <b>intracardiac shunts</b>
	Evaluation of <b>pulmonary artery pressure</b> (tricuspid and pulmonary regurgitant jets)	Identification of <b>great vessels diseases</b> (proximal pulmonary embolism, spontaneous or traumatic acute aortic conditions)

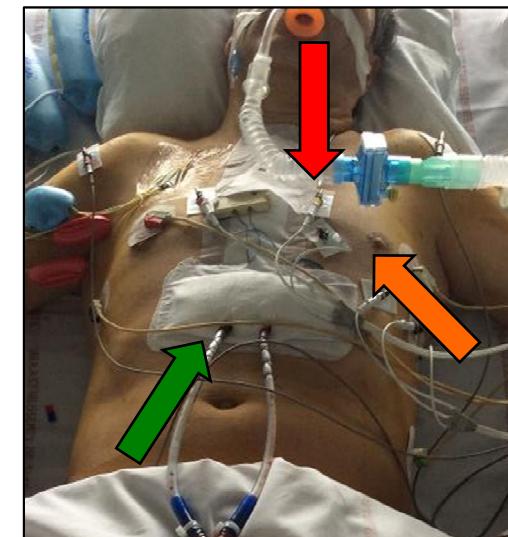
---

## ETO : les règles

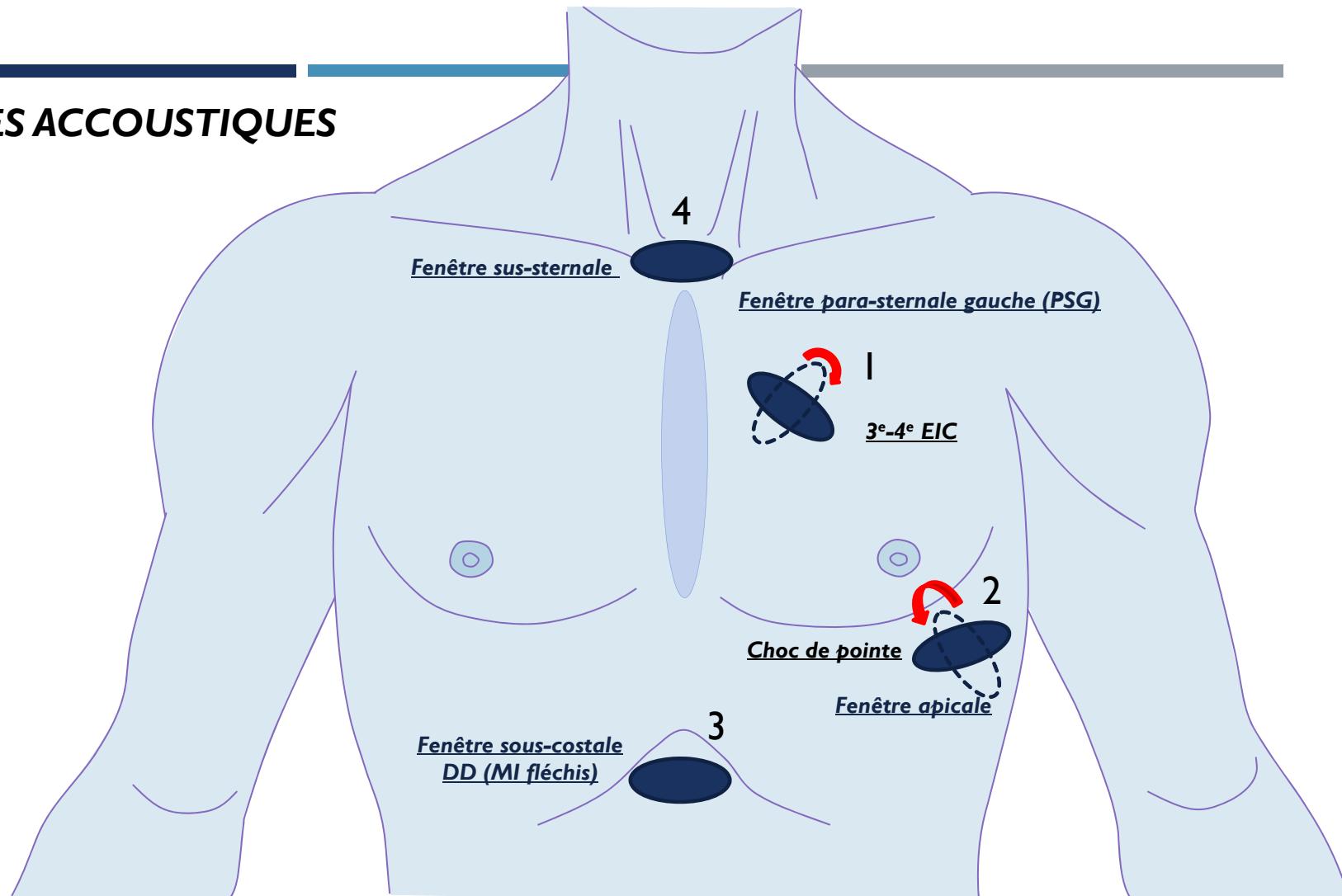
- ❖ Vérifier l'absence de contre-indication (si relative : bénéfice / risque)
- ❖ Patient ventilé sous sédation (patient vigile en VS : expertise)
- ❖ Position latérale si patient en VS (assise si hypoxémie en VS : expertise)
- ❖ Introduction sous contrôle de la vue (aveugle en VS : expertise)
- ❖ Protection à usage unique, ne jamais bloquer la molette d'antéflexion
- ❖ Un médecin réalise l'examen, une autre personne surveille le patient et constantes vitales
- ❖ Comme pour l'ETT : identité, ECG, enregistrement, compte-rendu +++

## ETT DANS LA VRAIE VIE...

- Milieu hostile des soins critiques...
- Obésité
- Ventilation mécanique (haut niveau de Peep +++)
- Emphysémateux ( $Z$  de l'air  $\approx 0$ )
- Mobilité réduite (KTC, drains, câbles de monitorage,...)
- Incisions chirurgicales, drains, redons, pansements
- Décubitus dorsal strict (+++)



## 4 FENETRES ACCOUSTIQUES



## Fenêtre para-sternale gauche (3 incidences)

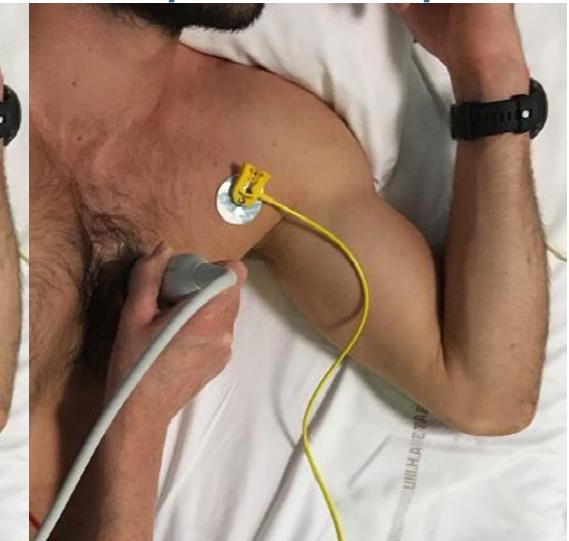
**PS grand axe**



**PS petit axe basale**



**PS petit axe transpilier**



Rotation horaire  
De la sonde US



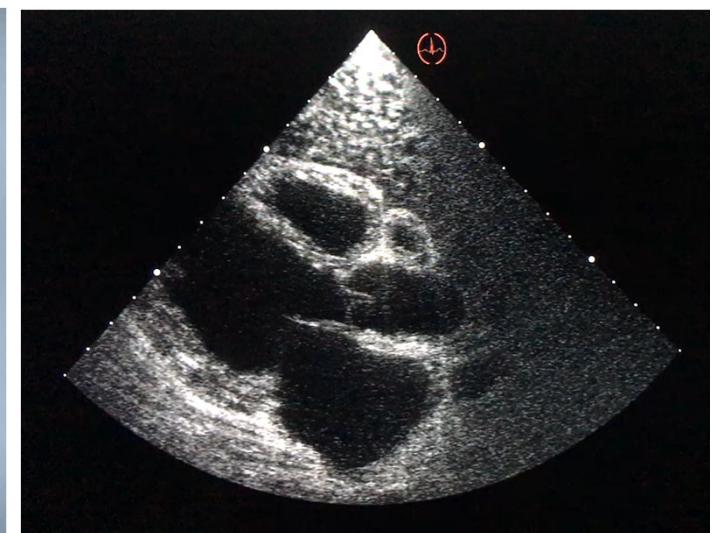
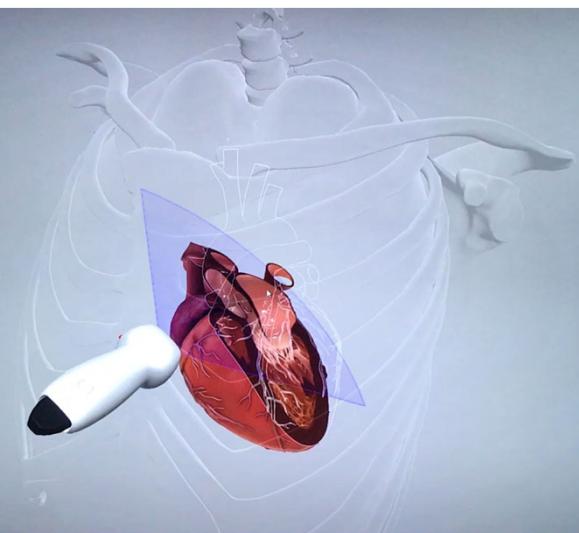
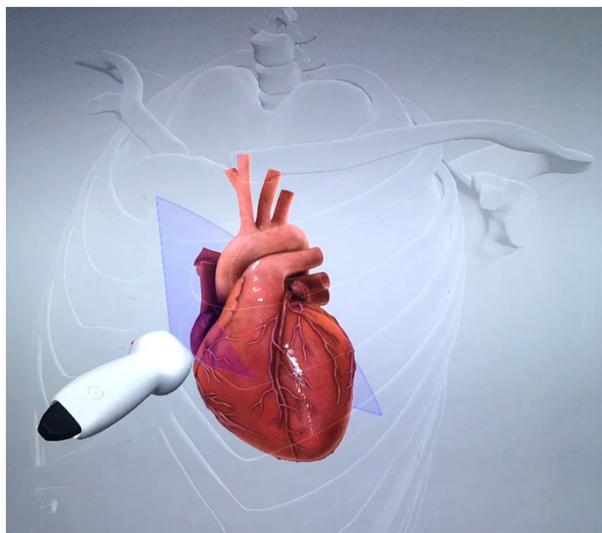
Béquillage de la sonde US  
vers épaule droite opposée

---

---

---

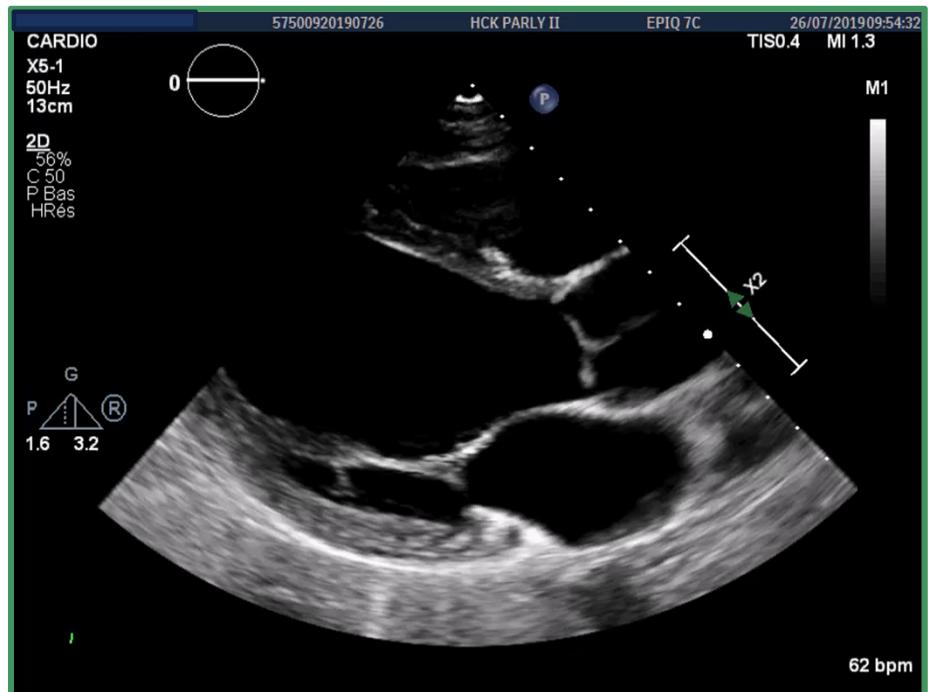
## Incidence PSG grand axe



## Incidence PSG grand axe

### Critères de qualité

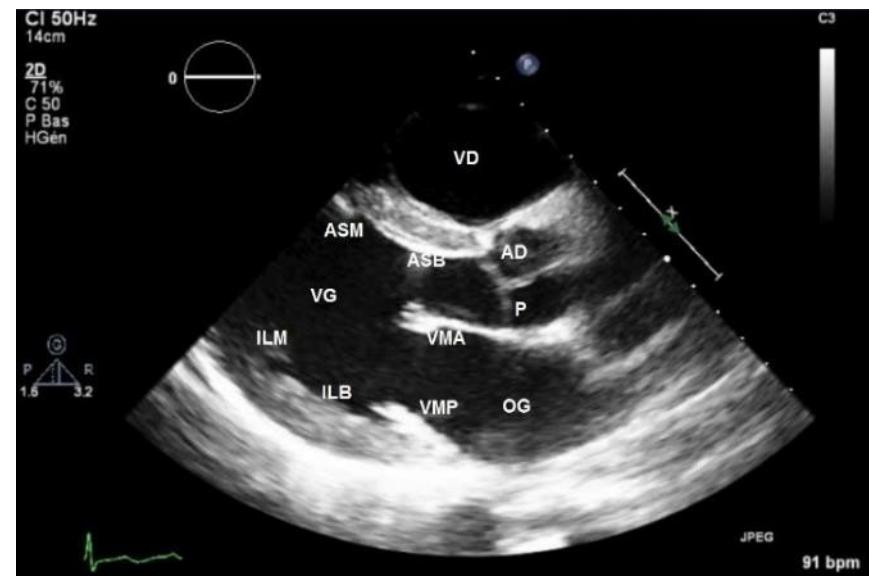
Parois VG parallèles et SIV le plus horizontal  
CCVG,V Ao,Ao asc correctement visualisées  
Parois Ao asc parallèles  
Absence de visualisation du feuillet septal de la tricuspidé



## Incidence PSG-GA-mode 2D

### Structures visualisées :

- Ventricule gauche
  - Paroi inféro-latérale (segments basal et moyen)
  - Paroi antéro-septale (segments basal et moyen)
- Oreillette gauche
  - Parois antérieure et postérieure
- Valve mitrale
  - Anneau
  - Feuillet mitral antérieur et postérieur
  - Appareil sous-valvulaire

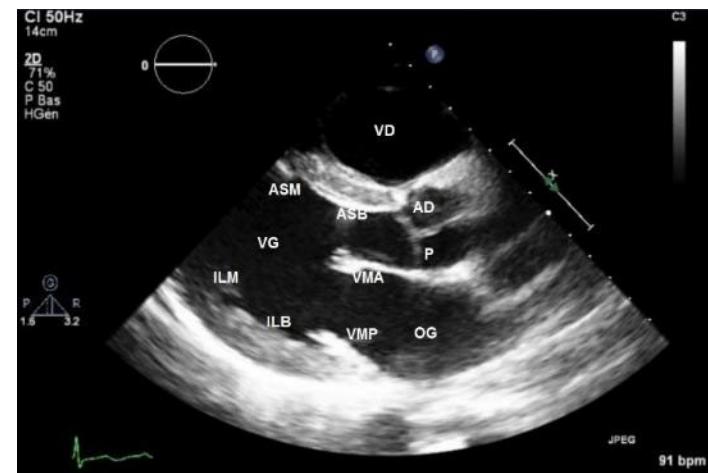


Incidence PSG-GA (diastole)

## Incidence PSG-GA-mode 2D

**Structures visualisées :**

- Aorte
  - Sigmoïdes AD et Post
  - Anneau aortique (chambre de chasse du ventricule gauche)
  - Aorte initiale (sinus, jonction sinotubulaire, tubulaire)
  - Segment de l'aorte descendante
- Ventricule droit
  - Voie d'éjection et paroi ant infundibulum
- Péricarde
  - Péricarde postérieur +++

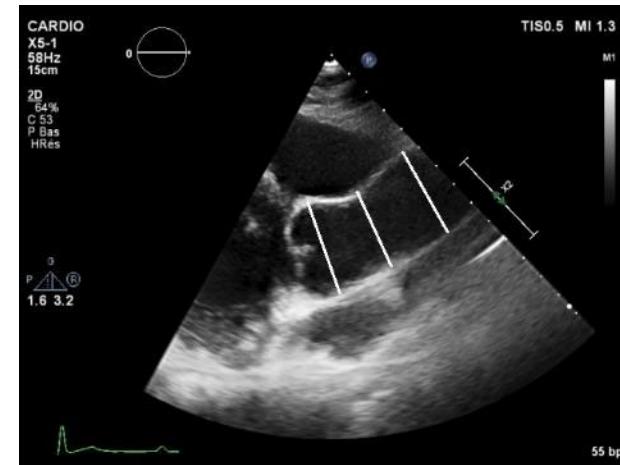
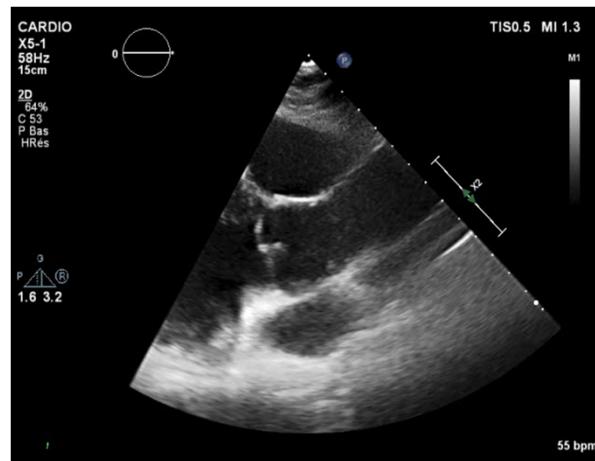


Incidence PSG-GA (diastole)

## Incidence PSG-GA-mode 2D Aorte (2-3<sup>ème</sup> EIC ++)

Mesure de 3 segments de l'aorte ascendante en **télédiastole** (bord d'attaque à bord d'attaque)

- Sinus de Valsalva
- Jonction sino-tubulaire
- Aorte tubulaire



## PSG-GA mode 2D-Anneau aortique

- Mesure en proto-méso-systole  
(zoom+++)
- Bord de fuite à bord d'attaque



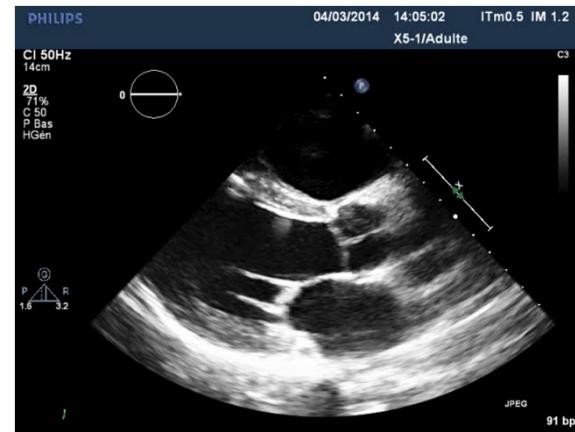
---

## PSG-GA mode 2D –Aorte (valeurs normales)

	<b>Homme</b>	<b>Femme</b>
<b>Bidimensionnel</b>		
<b>Aorte anneau</b>	26±3 mm 13±1 mm/m <sup>2</sup>	23±2 mm 13±1 mm/m <sup>2</sup>
<b>Sinus vasalva</b>	34± 3 mm 17±2 mm/m <sup>2</sup>	30±3 mm 18 ±2 mm/m <sup>2</sup>
<b>Aorte jonction sino-tubulaire</b>	29± 3 mm 15± 2 mm/m <sup>2</sup>	26±3 mm 15 ±2 mm/m <sup>2</sup>
<b>Aorte ascendante proximale</b>	30 ±4 mm 15±2 mm/m <sup>2</sup>	27±4 mm 16±3 mm/m <sup>2</sup>

## PSG-GA mode 2D valve mitrale

- Analyse des mouvements des feuillets valvulaires mitraux en diastole
- Analyse position des feuillets par rapport au plan de l'anneau mitral. Coaptation normale dans le VG en dessous ou sur le plan de l'anneau mitral



Mesure de la taille de l'anneau mitral **en diastole** rapporté à la longueur de la valve antérieure

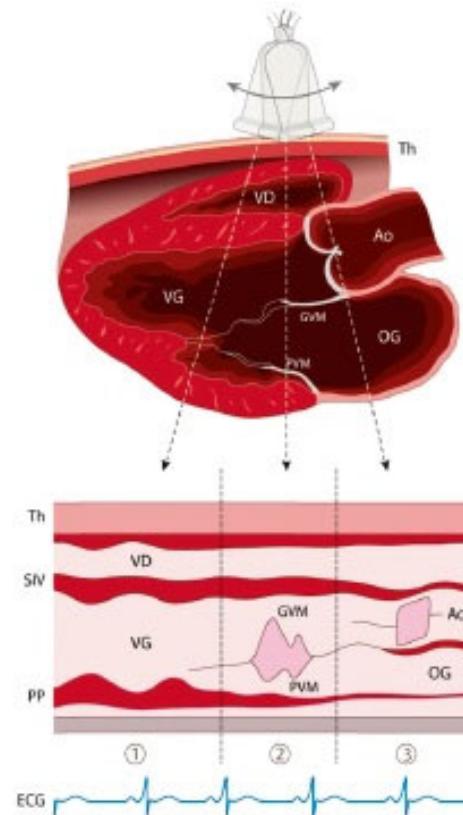
**Rapport normal anneau mitral/longueur de la valve mitrale antérieure est < à 1,3**



## PSG GA mode TM

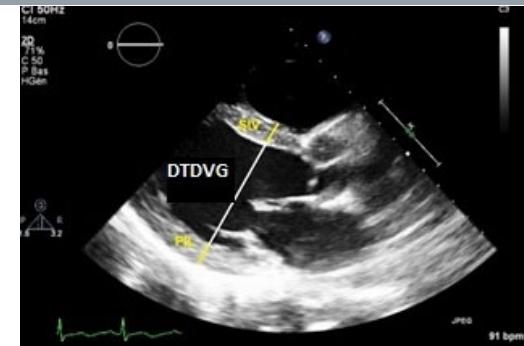
Balayage des structures selon 3 axes du mode TM

- VG
- Valve mitrale
- Racine aortique- oreillette

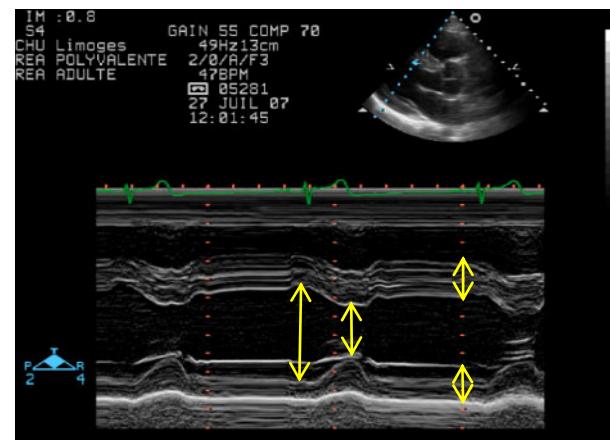
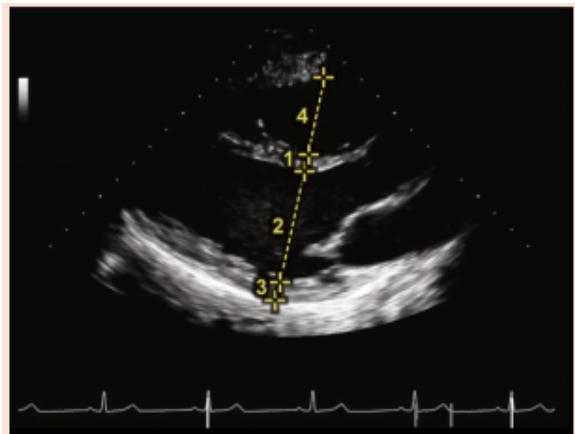


Balayage des structures cardiaques en mode TM.

## Incidence PSG-GA-VG



- Mesure diamètres et épaisseurs de la paroi antéro septale et inféro latérale à partir d'une image 2D ou TM



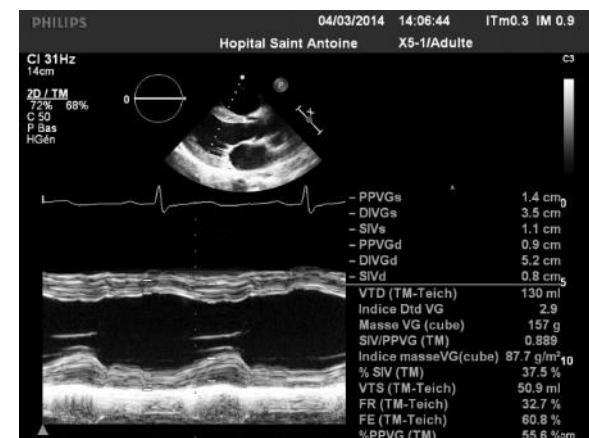
## Incidence PSG-GA mode TM- VG

Mesures :

- Epaisseur de la paroi antéro-septale en D et S
- Diamètre interne du VG en D et S
- Epaisseur paroi inféro-latérale en D et S

Précautions

- VG horizontal
- TM perpendiculaire au grand axe VG, passant par les cordages mitraux
- Vitesse de défilement à 100 mm/s
- Mesure de bord d'attaque à bord d'attaque du septum interventriculaire, diamètre VG et paroi postérieure au temps diastolique (pied QRS) et systolique (nadir du septum)



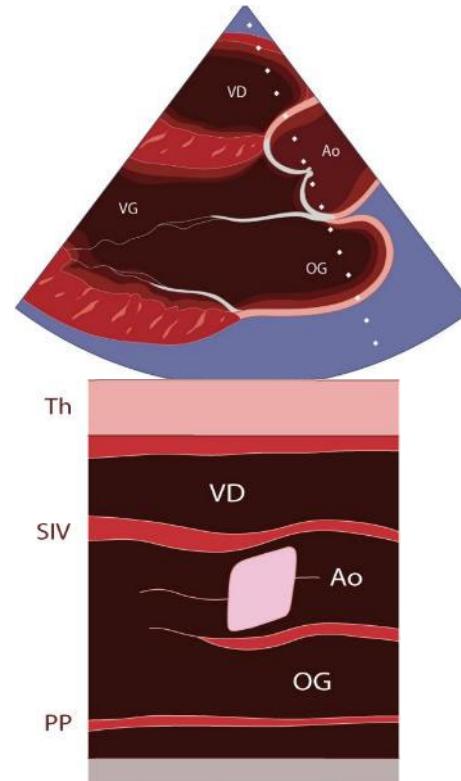
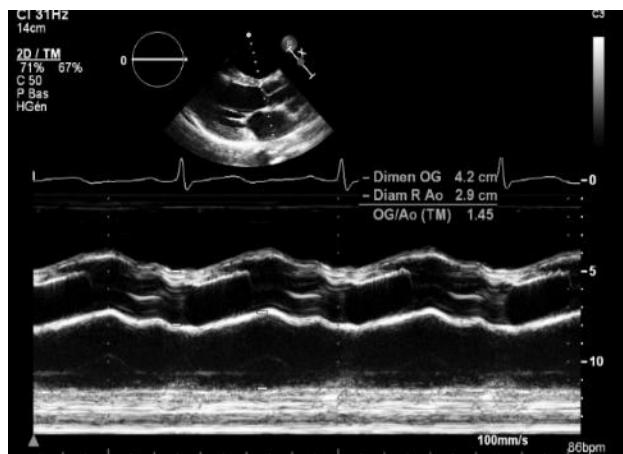
Valeurs normales 2D du diamètre télediastolique VG (DTDVG) et du diamètre télésystolique VG (DTsvg) :

- ✓ chez l'homme : DTDVG : 42-58 mm, soit 22-30 mm/m<sup>2</sup> ; DTsvg : 25-40 mm, soit 13-21 mm/m<sup>2</sup>
- ✓ chez la femme : DTDVG : 38-52 mm, soit 23-31 mm/m<sup>2</sup> ; DTsvg : 22-35 mm, soit 13-21 mm/m<sup>2</sup>

## PSG GA Mode TM AO/OG

### Mesures :

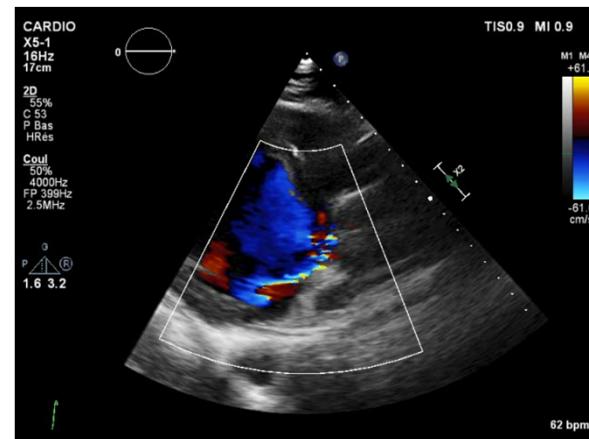
- Diamètre antéro-postérieur de la racine aortique
- Écart inter-sigmoïdien
- Diamètre antéro-postérieur de l'oreillette gauche en télésystole



**ETT, coupe TM aorte-OG obtenue par voie parasternale gauche grand axe.**

## PSG-GA doppler couleur

- Utilisé sur les valves mitrale et aortique



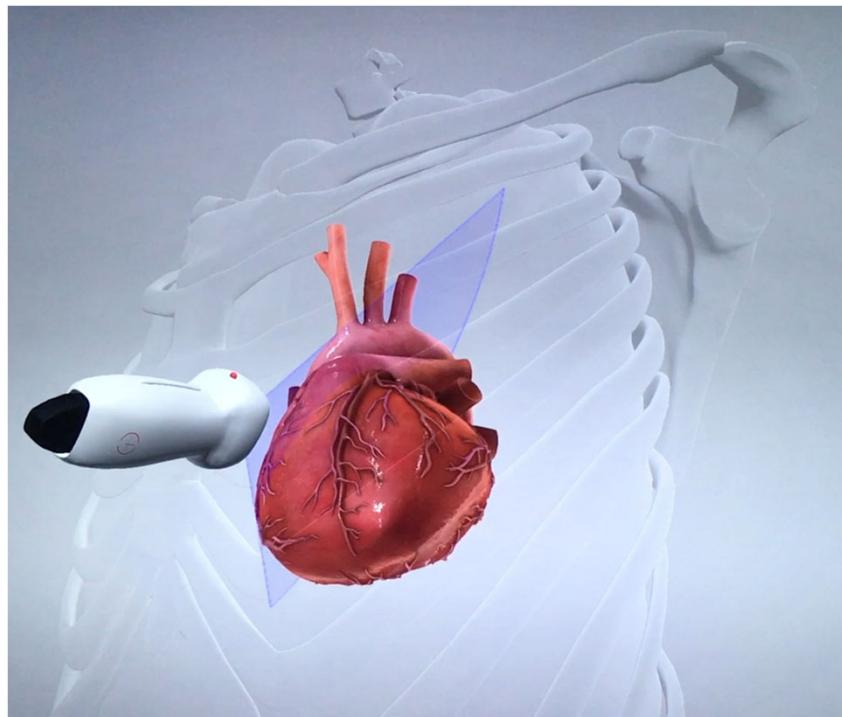
IA excentrée

---

## Parasternale *grand axe* : les paramètres

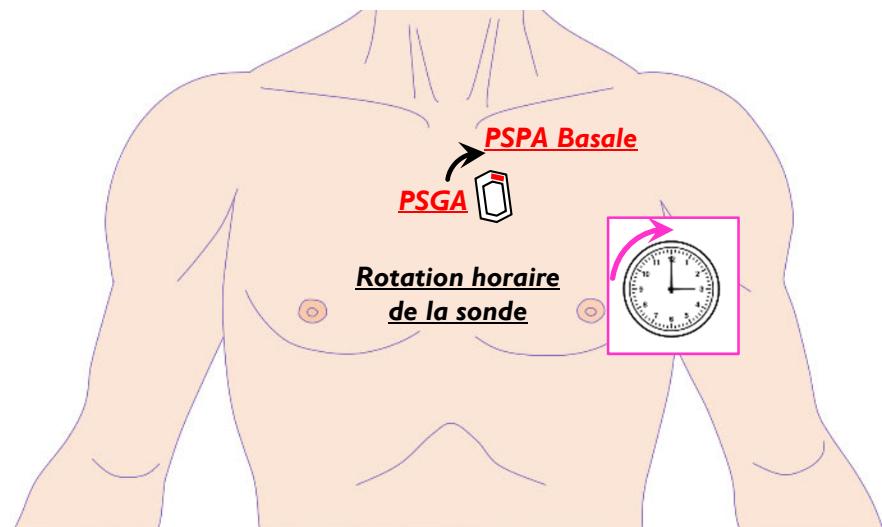
- ❖ Taille des ventricules
- ❖ Remodelage VG (dilatation, HVG, anévrisme)
- ❖ Fonction systolique VG
- ❖ Chambre de chasse du VG (zoom)
- ❖ Valvulopathie mitrale (2D et couleur)
- ❖ Valvulopathie aortique
- ❖ Epanchement péricardique, masse rétrosternale.
- ❖ Rapport du **diamètre télédiastolique VD/VG**
- ❖ DTD VG, **épaisseur pariétale** (télédiastole)
- ❖ **Fraction de raccourcissement de diamètre**
- ❖ **Diamètre chambre chasse VG** et taille OG
- ❖ Doppler couleur anormal : turbulence, **extension jet régurgitant** (perpendiculaire)
- ❖ Distance entre feuillets du péricarde.

## Incidence parasternale gauche petit axe basale

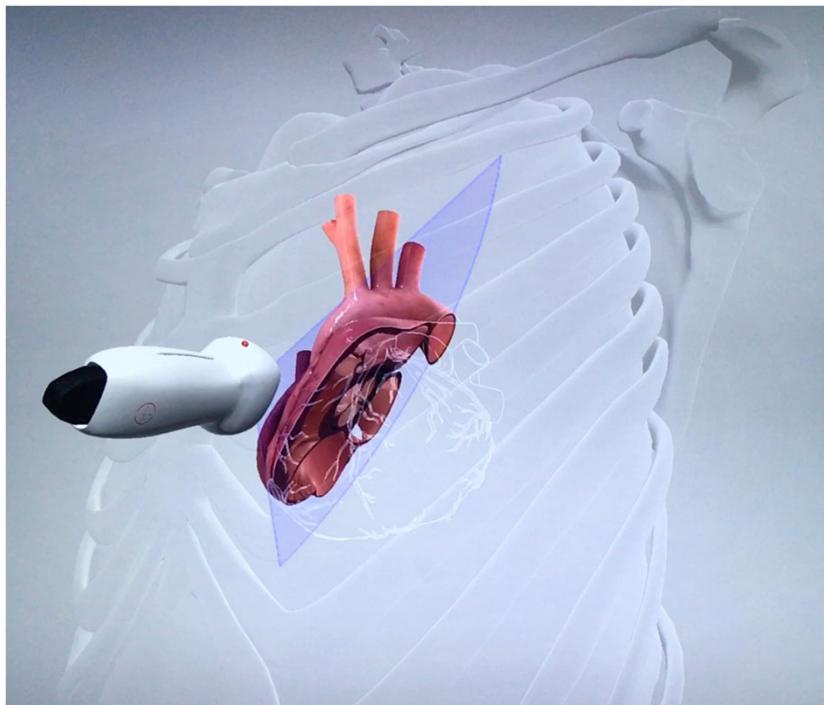


### **DEFINITION**

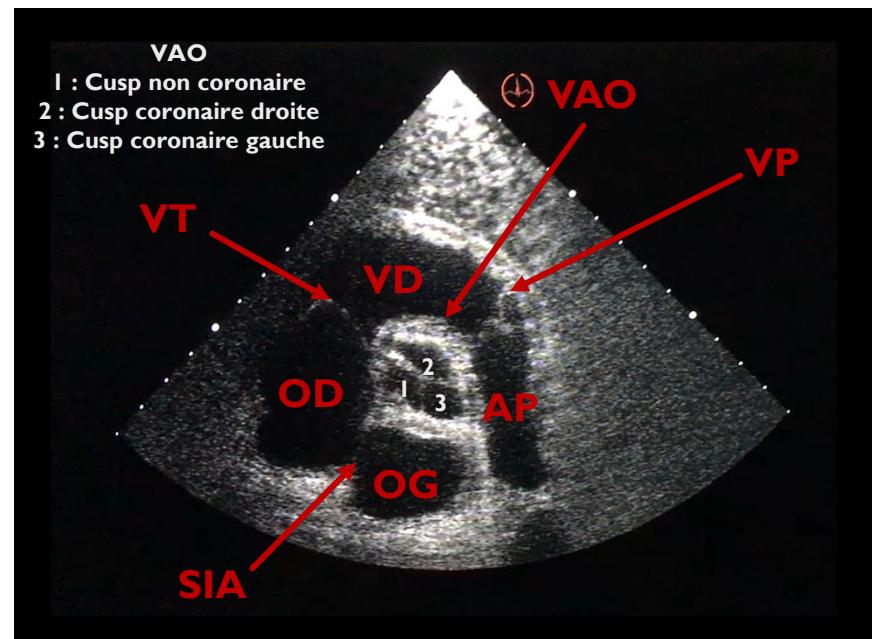
Coupe de la base du cœur passant par l'OG, l'OD, l'infundibulum pulmonaire, le tronc de l'AP et la V Ao  
(petit axe)



## Incidence parasternale gauche petit axe basale



### Structures identifiées



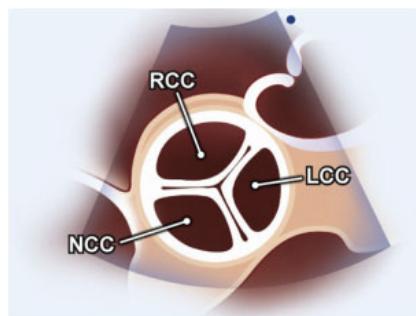
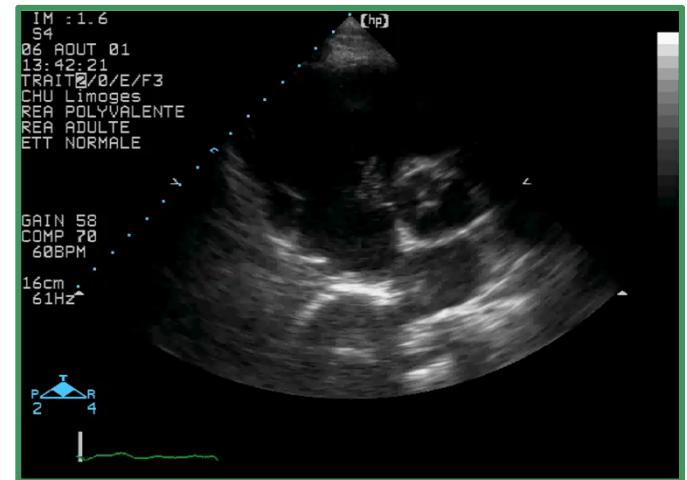
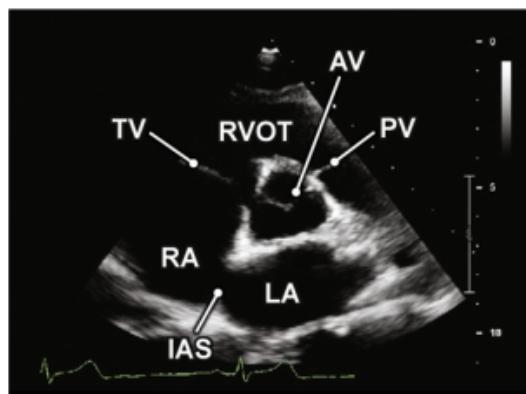
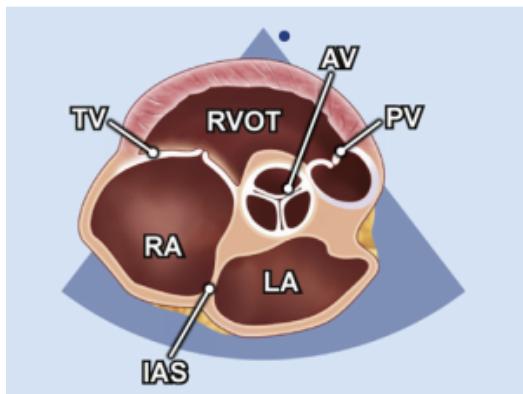
## Incidence parasternale gauche petit axe basale

### Critères de qualité:

Visualisation des structures droites OD, VT, infundibulum pulmonaire, VP et AP prox.  
Coupe petit axe VAO au centre de l'image  
OG séparée OD par le SIA



## Parasternale petit axe basale



---

## Parasternale petit axe basale (base du cœur)

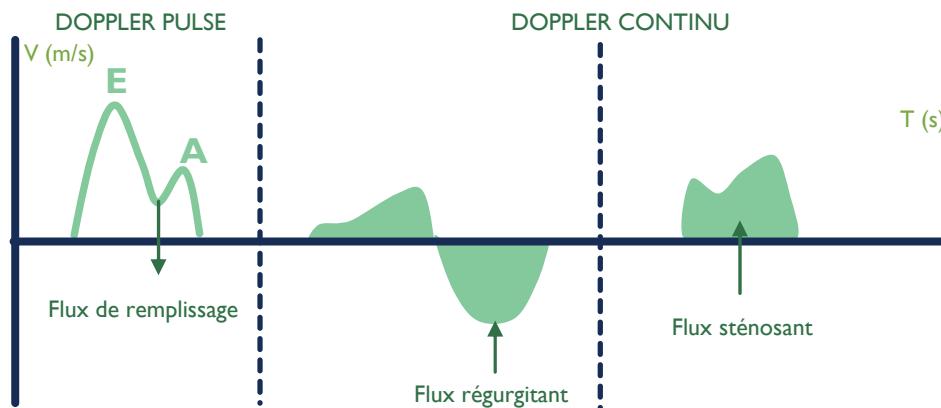
- ❖ Valvulopathie aortique
- ❖ Insuffisance tricuspidé
- ❖ Profil Doppler artère pulmonaire
- ❖ Interaction cœur-poumons
- ❖ Insuffisance pulmonaire
- ❖ Surface valve aortique
- ❖ Localisation **insuffisance aortique**
- ❖ **Gradient OD-VD & PAPs**
- ❖ **Temps d'accélération**, incisure mésosystolique du profil pulmonaire
- ❖ **Variations respiratoires** Doppler pulmonaire
- ❖ Vitesse proto-diastolique IP & PAPm

## Incidence parasternale gauche petit axe basale

### Analyse structurelle :

Analyse des cavités droites (infundibulum pulmonaire ++)  
Analyse VT, VA et VP  
Analyse tronc AP  
Anomalie SIA

### VT



### Analyse doppler :

#### VALVE TRICUSPIDE :

Doppler couleur : localisation flux de régurgitation

Doppler continu : analyse flux régurgitant / sténosant transvalvulaire

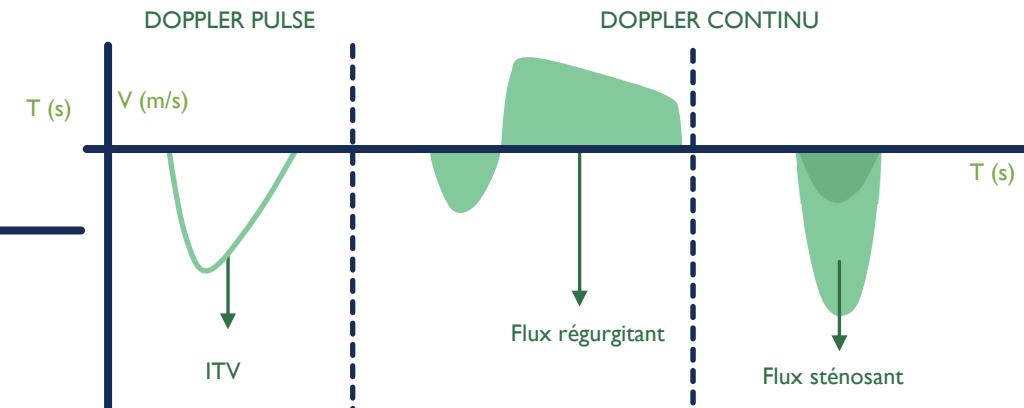
#### VALVE PULMONAIRE :

Doppler couleur : localisation flux de régurgitation

Doppler continu : estimation des pressions pulmonaires par l'analyse du flux de l'IP

#### SHUNT OG-OD

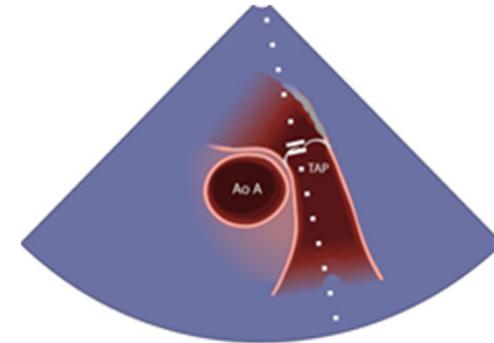
### VP



## Flux d'éjection dans l'infundibulum pulmonaire (Doppler pulsé)

- Doppler couleur sur la valve pulmonaire
- Aligner curseur sur le Doppler couleur et activer le Doppler pulsé
- Recueil du flux d'éjection dans l'infundibulum pulmonaire
- Aspect de flux laminaire
- Mesure du temps d'accélération :
  - Délai entre le début et le pic du flux

Temps d'accélération normal > 120-130 ms

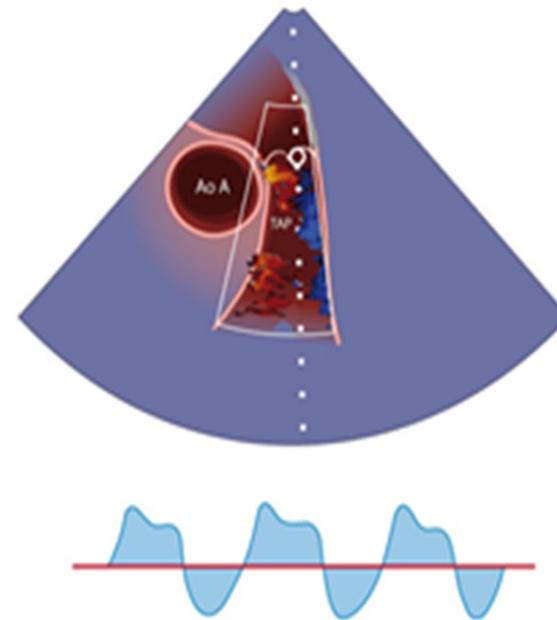
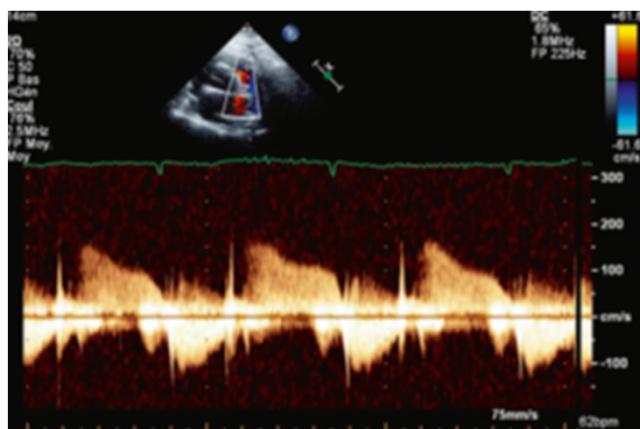


Incidence PSG-PA. Flux d'éjection dans l'infundibulum pulmonaire en Doppler pulsé.

## Doppler continu sur la valve pulmonaire

### Recueil du flux d'insuffisance pulmonaire

- Activer le Doppler couleur sur la valve pulmonaire
- Aligner le curseur sur le Doppler couleur et activer le Doppler continu
- Recueil du flux d'insuffisance pulmonaire :
  - Mesure du gradient protodiastolique (PAPm)
  - Mesure du gradient télédiastolique (PAPd)
- Intérêt de l'utilisation de la sonde doppler non couplée (Pedoff), plus sensible pour détecter une insuffisance pulmonaire



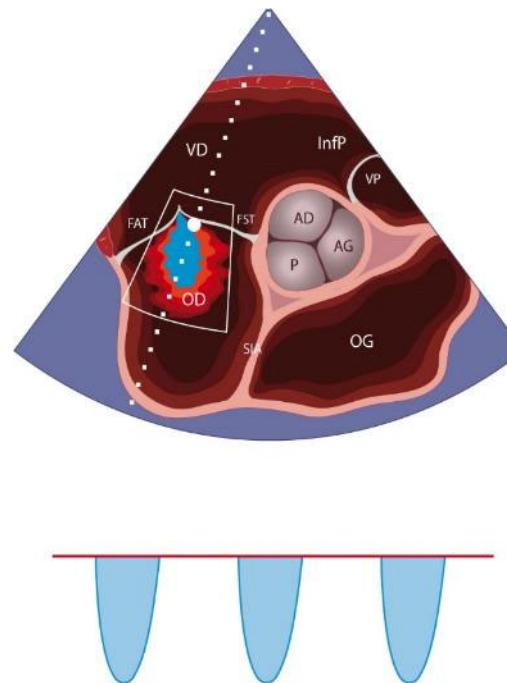
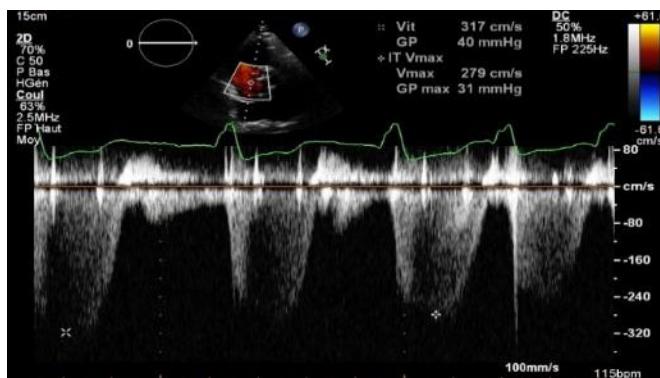
**ETT, coupe parasternale gauche petit axe.**

Flux d'insuffisance pulmonaire physiologique recueilli en Doppler continu.

## Doppler continu sur la valve tricuspidale

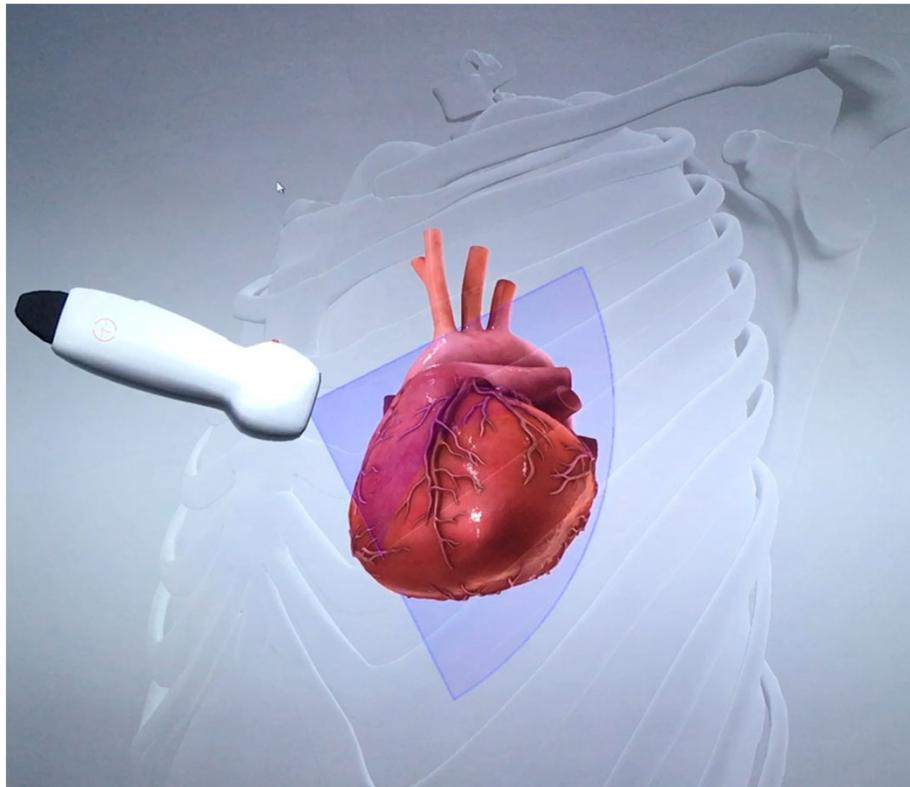
**Flux d'insuffisance tricuspidale physiologique recueilli en Doppler continu**

- En s'alignant sur la fuite tricuspidale visualisée en Doppler couleur
- Activer le Doppler continu
- Mesure de la Vmax du flux tricuspidale
- Intérêt de l'utilisation de la sonde Doppler non couplée (Pedoff), plus sensible pour détecter une insuffisance tricuspidale



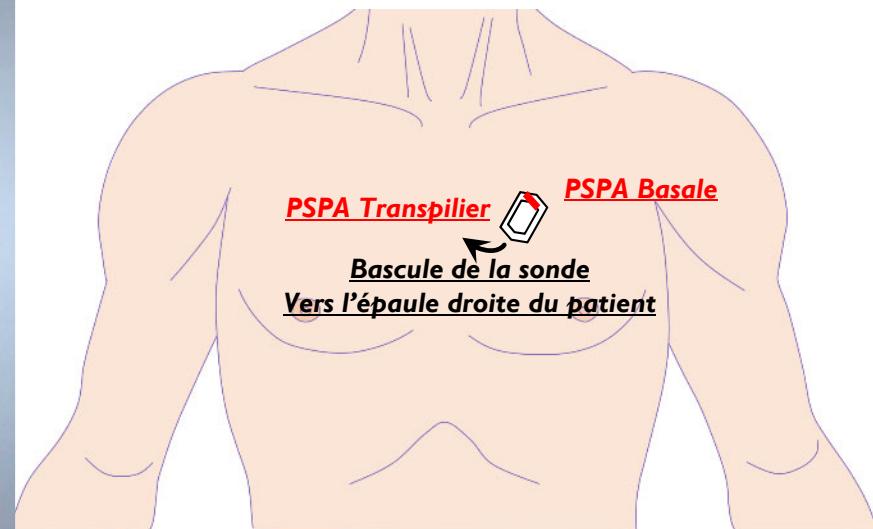
**ETT, Doppler continu en coupe parasternale gauche petit axe.  
Flux d'insuffisance tricuspidale physiologique recueilli.**

## Incidence parasternale gauche petit axe transpilier

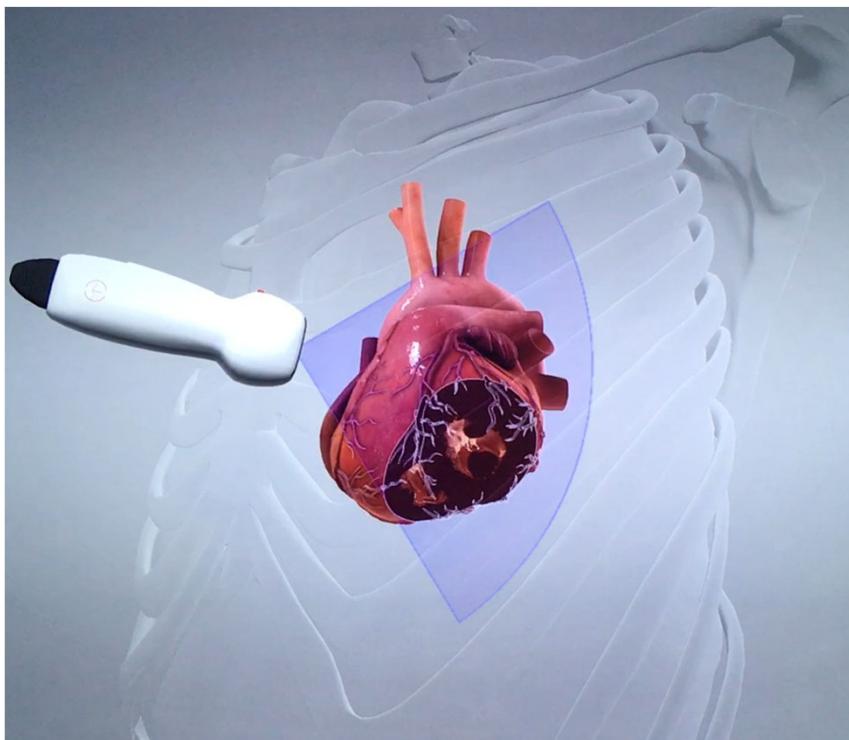


### **DEFINITION**

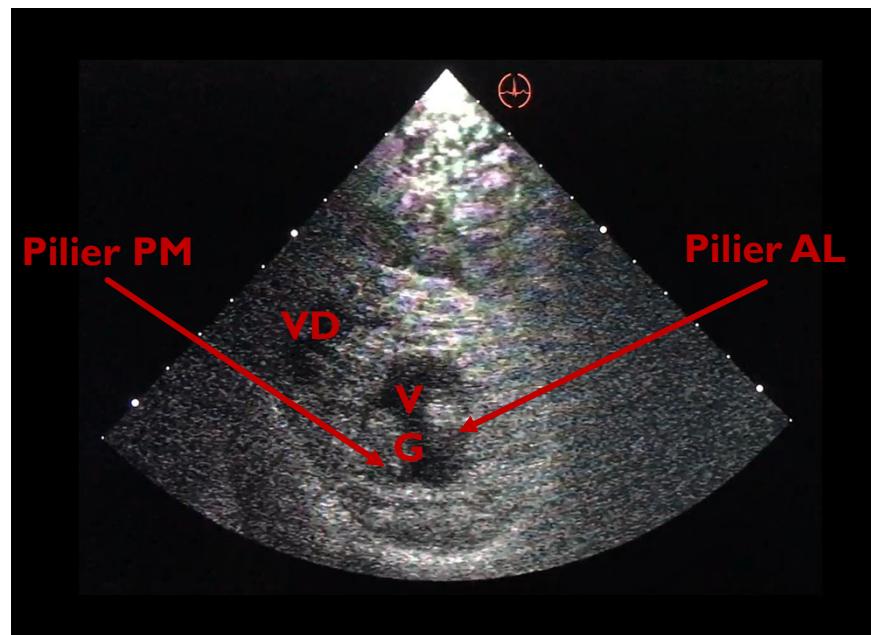
Incidence coupant les ventricules transversalement au niveau des piliers de la valve mitrale



## Incidence PSG-PA transpilier

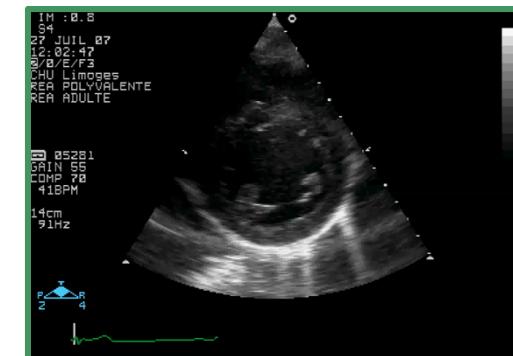
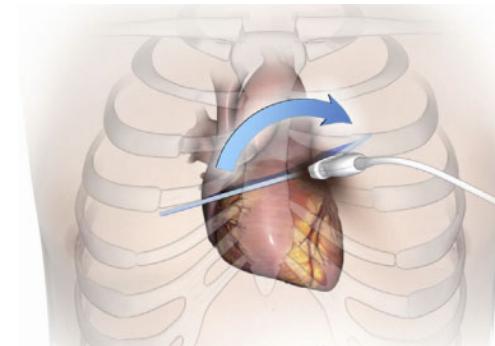
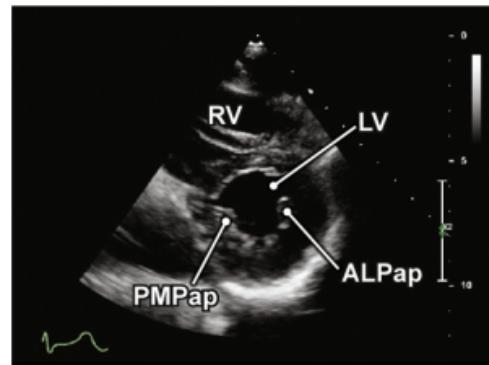
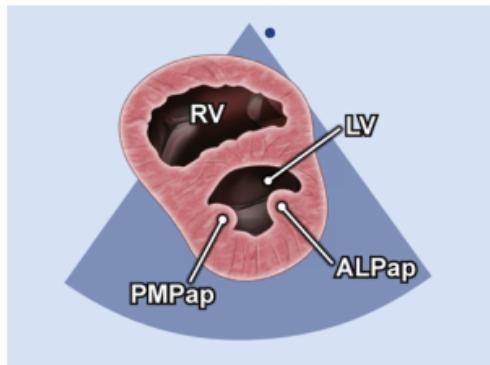


*Structures identifiées*



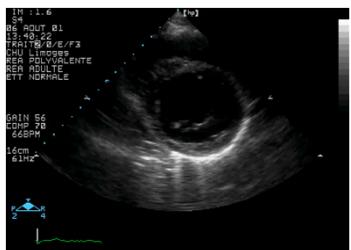
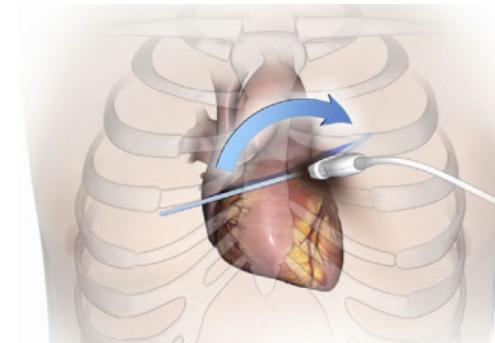
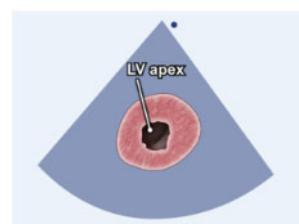
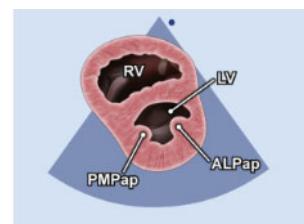
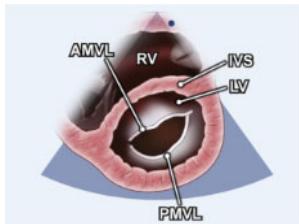
## Parasternale petit axe (1)

Passant par les muscles papillaires

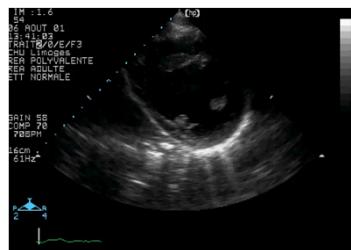


## Parasternale petit axe (2)

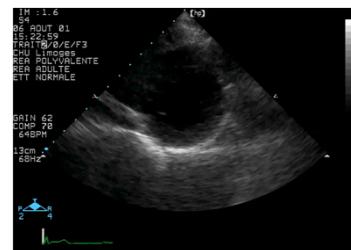
Balayage de la base vers le pointe du cœur



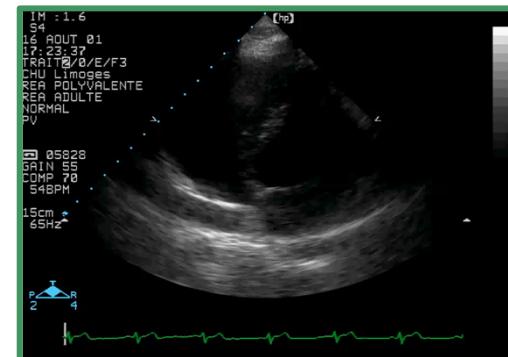
base



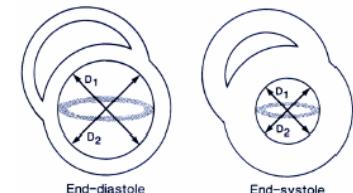
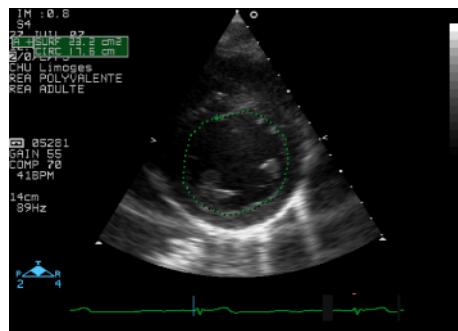
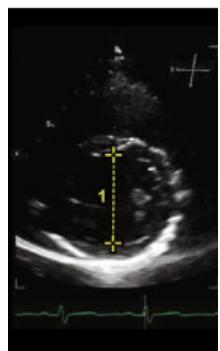
piliers



apex



## Parasternale petit axe (muscles papillaires)



$$\text{Eccentricity Index} = D_2/D_1$$

## Incidence PSG-PA transpilier

### Analyse structurelle :

Epaisseur, contractilité segments médians du VG

Analyse des piliers mitraux

Exploration anomalie du SIV (défect septal)

Interaction VG-VD

### Analyse doppler :

SIV:

Doppler couleur : localisation de CIV

---

## Parasternale petit axe (muscles papillaires)

- ❖ Remodelage VG (dilatation, HVG)
- ❖ Fonction systolique VG globale
- ❖ Anomalie de contraction segmentaire
- ❖ **Septum paradoxal**
- ❖ Valvulopathie mitrale (2D et couleur)
- ❖ Epanchement péricardique.
- ❖ DTD VG, **épaisseur pariétale** (télédiastole)
- ❖ Surface télédiastolique (précharge)
- ❖ **Fraction de réduction de surface**
- ❖ Sévérité & localisation de l'anomalie de contraction segmentaire (**3 territoires**)
- ❖ **Index d'excentricité.**

## Fenêtre apicale (4 incidences)

APICALE 4C



APICALE 5C



APICALE 2C



APICALE 3C

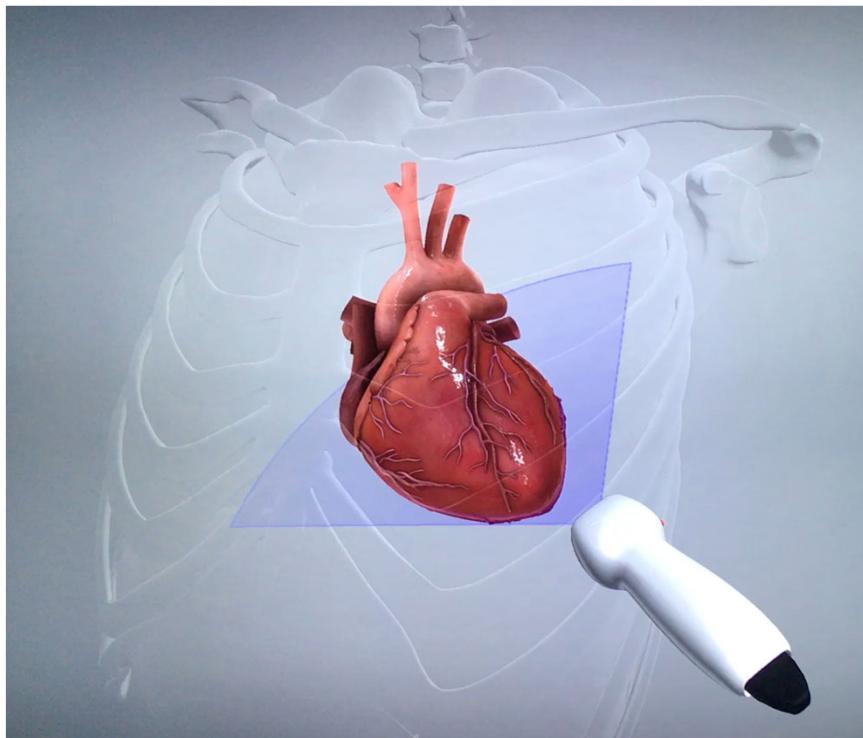


Béquillage de la sonde US  
Vers le bas

Béquillage de la sonde US  
Vers le bas

Rotation anti horaire 45-90°

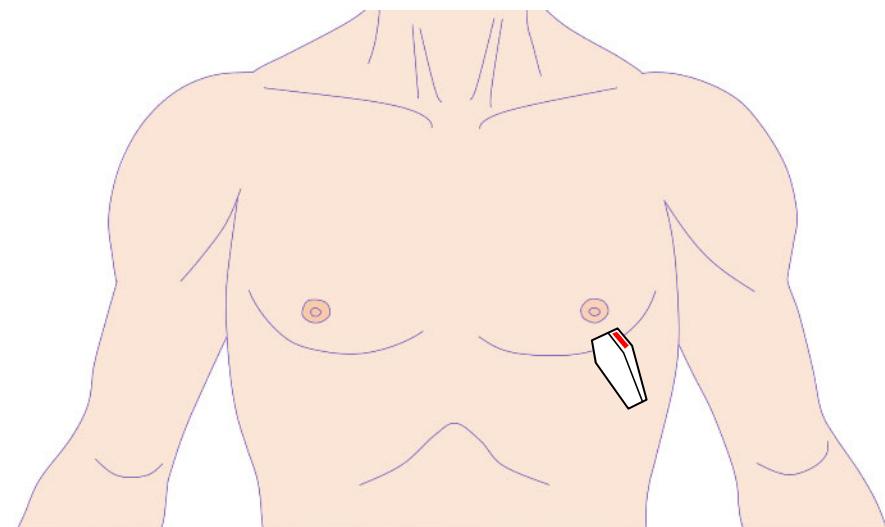
## Incidence apicale 4 cavités



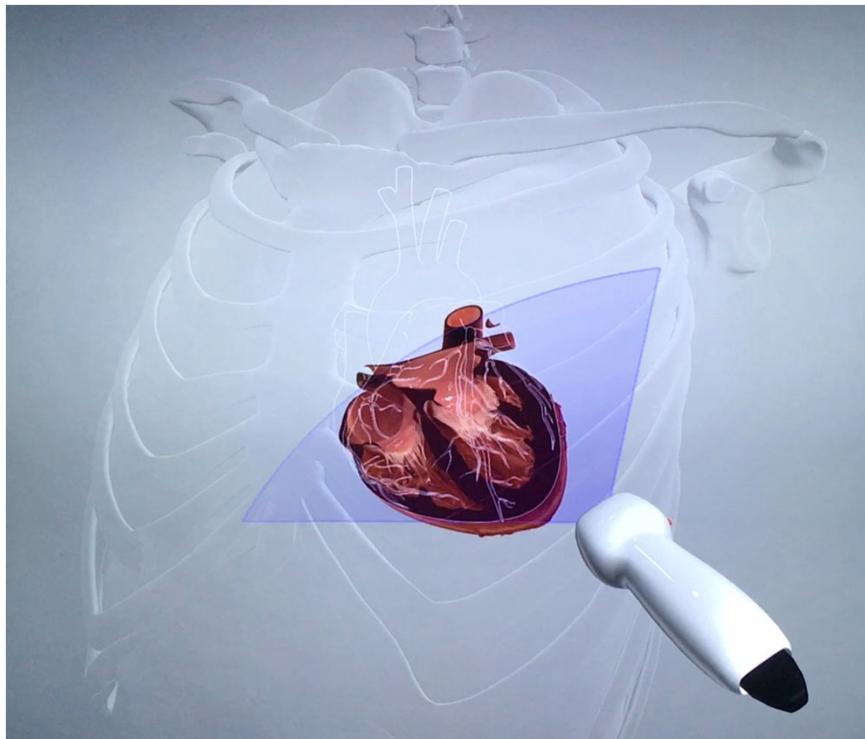
### **DEFINITION**

INCIDENCE QUI COUPE LES VENTRICULES ET LES OREILLETTES SUR LEUR GRAND AXE EN PASSANT PAR L'APEX

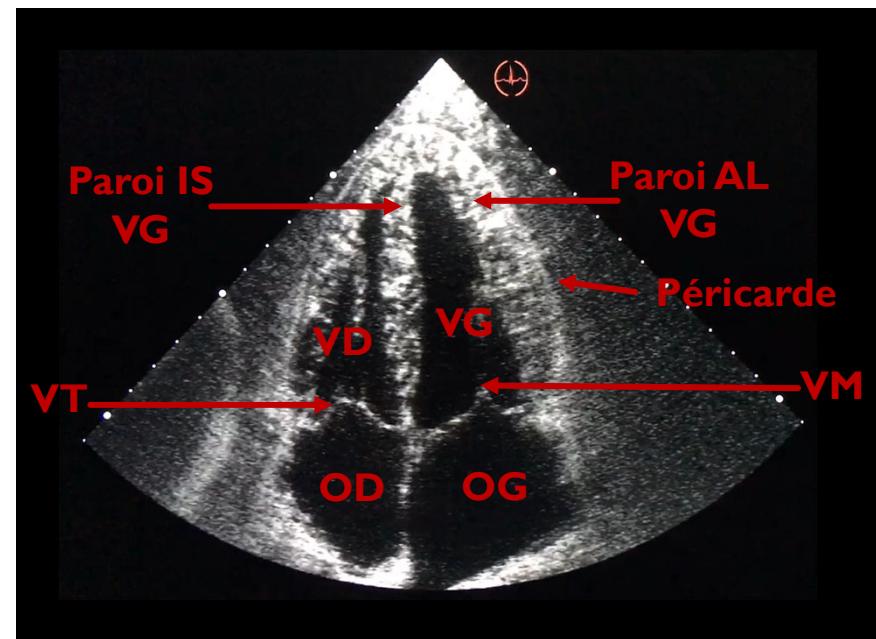
### **PLACEMENT DE LA SONDE SUR LETHORAX**



## Incidence apicale 4 cavités (4C)



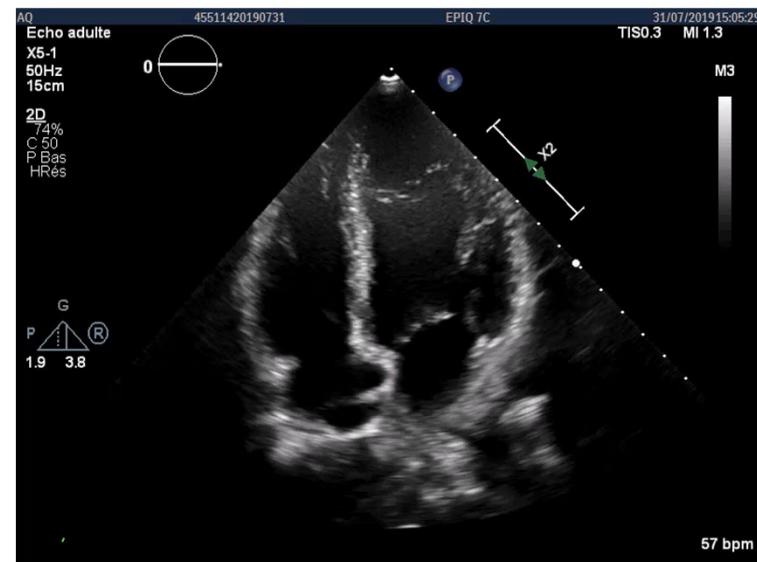
*Structures identifiées*



## Incidence apicale 4 cavités (4C)

### Critères de qualité:

Ventricules verticaux au centre de l'écran  
Visualisation pointe VG, SIV et SIA verticaux  
VAo et CCVG non vus



## Incidence apicale 4C

### Analyse structurelle :

Taille, épaisseur et fonction systolique globale VG/VD  
Cinétique segmentaire VG : paroi antéro-latérale et inféro-septale  
Diagnostic ASIA, CIV

### Analyse doppler :

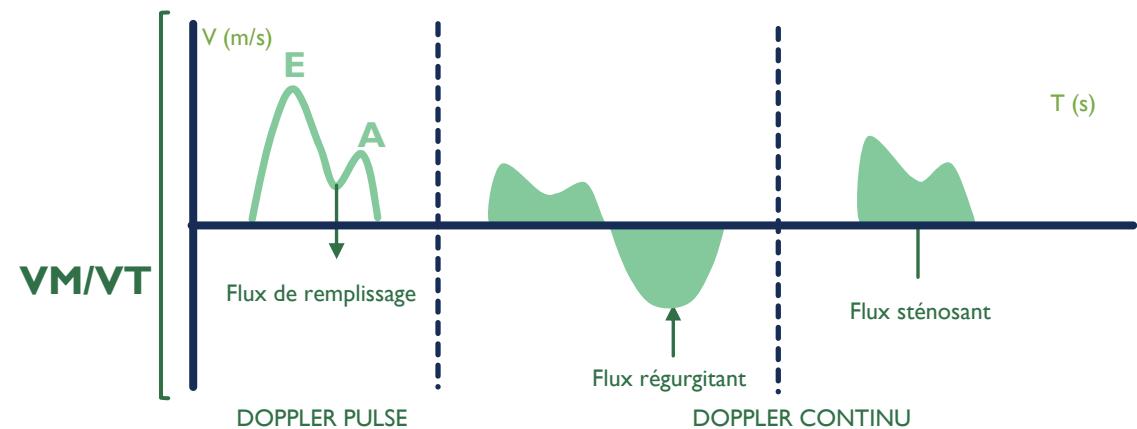
#### VALVE MITRALE

Doppler couleur : analyse flux régurgitant (**PISA**), (sténosant (aliasing))  
Doppler pulsé : profil mitral

Doppler continu : analyse flux de régurgitation / de sténose (valve native, prothèse, plastie)

#### VALVE TRICUSPIDE

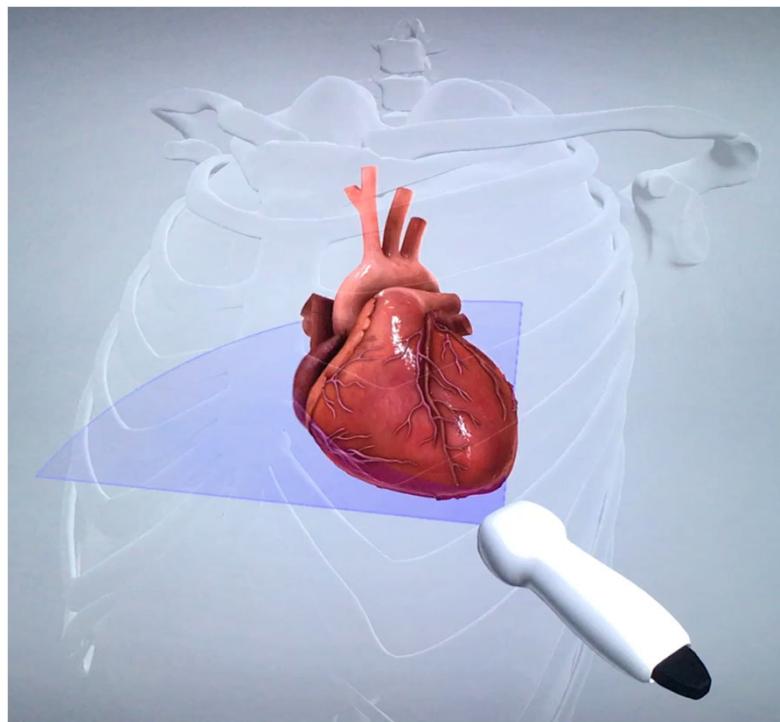
IDEM (au besoin mobiliser la sonde pour aligner le tir doppler)



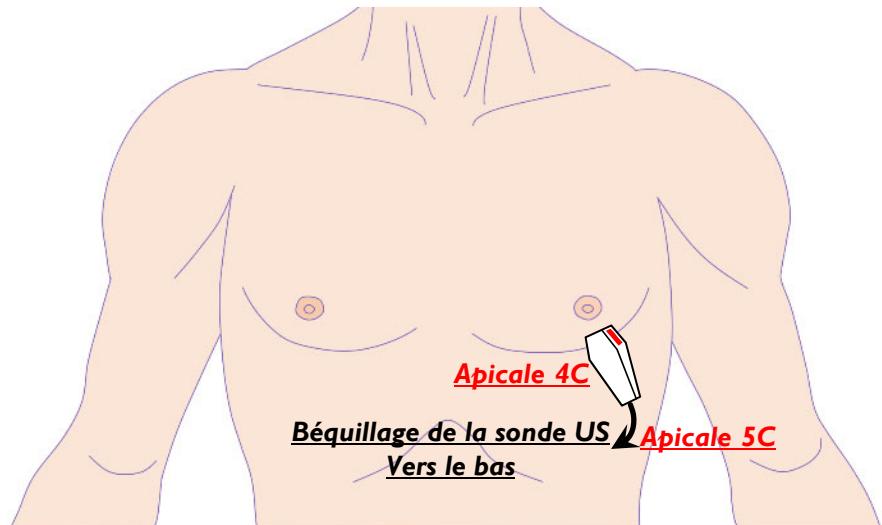
## Apicale quatre / cinq cavités

- ❖ Taille des **ventricules**
- ❖ **Remodelage VG** (dilatation, HVG, anévrisme)
- ❖ Fonction **systolique VG** et **VD**
- ❖ Fonction **diastolique VG**
- ❖ Anomalie de **contraction segmentaire**
- ❖ Valve **mitrale** (2D et Doppler)
- ❖ Valve **aortique** (2D et Doppler)
- ❖ Jets anormaux
- ❖ Epanchement péricardique.
- ❖ Rapport de la **surface téldiaastolique VD/VG**
- ❖ **FEVG & MAPSE / S'**, FRS VD & **TAPSE / S'**
- ❖ **Relaxation & pression remplissage VG**
- ❖ Sévérité **valvulopathie mitrale**
- ❖ Sévérité **valvulopathie aortique**
- ❖ ITV sous-aortique & **volume d'éjection VG**
- ❖ **Obstacle à l'éjection VG**, shunt intracardiaque
- ❖ Distance entre feuillets du péricarde.

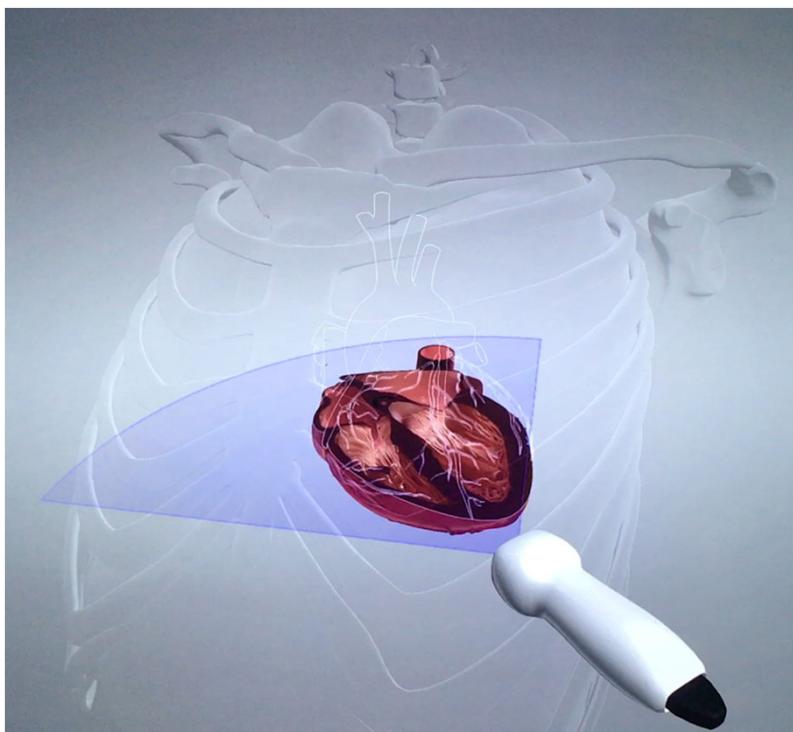
## Incidence apicale 5 cavités (5C)



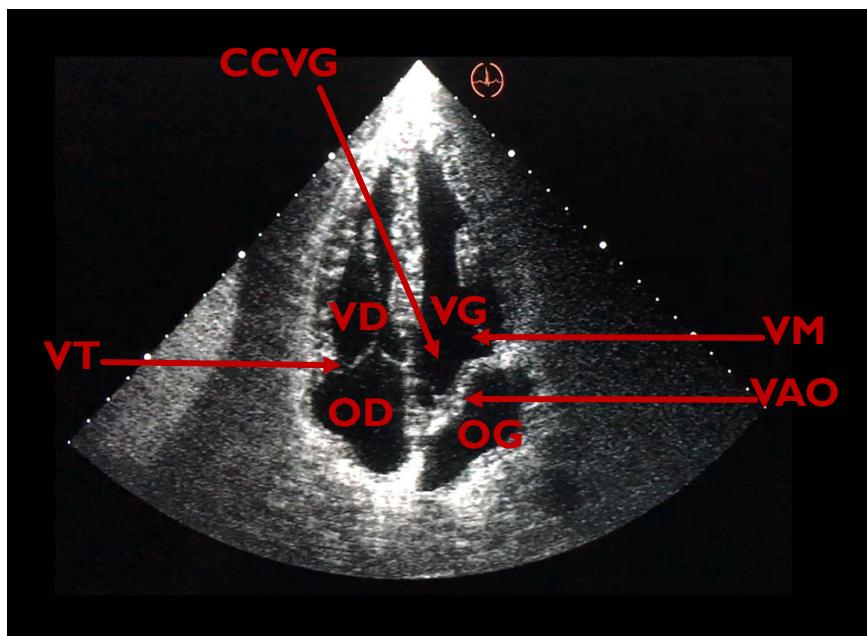
Alignement sur la chambre de chasse du VG



## Incidence apicale 5C



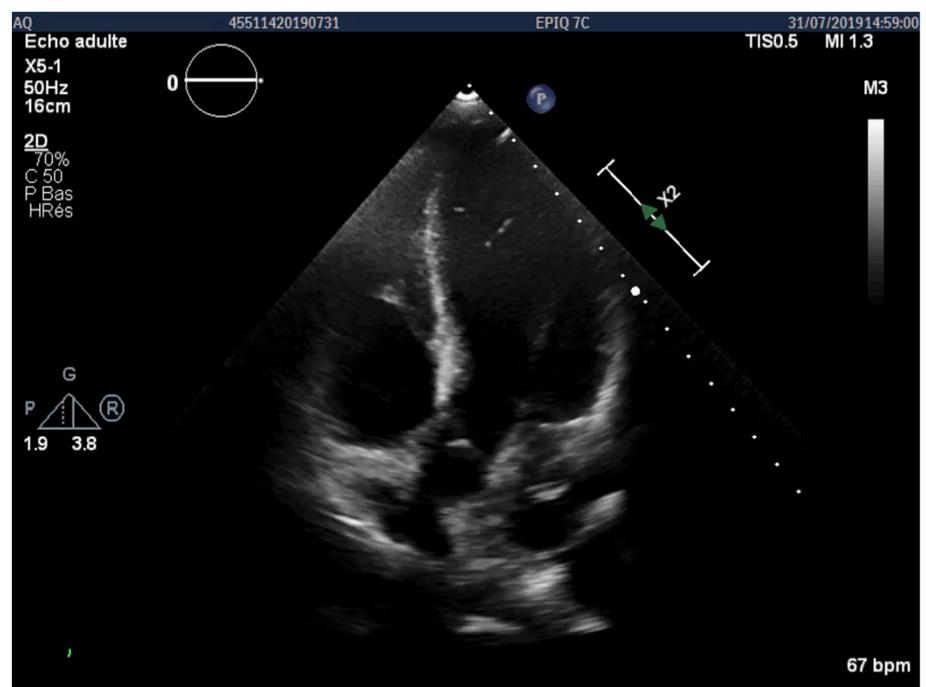
*Structures identifiées*



## Incidence apicale 5C

### Critères de qualité:

Visualisation des 5 cavités (CCVG, OG, VG, OD, VD)



## Incidence apicale 5C

### Analyse structurelle :

Analyse de la Vao et de la CCVG

Analyse cinétique segmentaire VG : parois AS et IL

### Analyse doppler :

#### VALVE AORTIQUE :

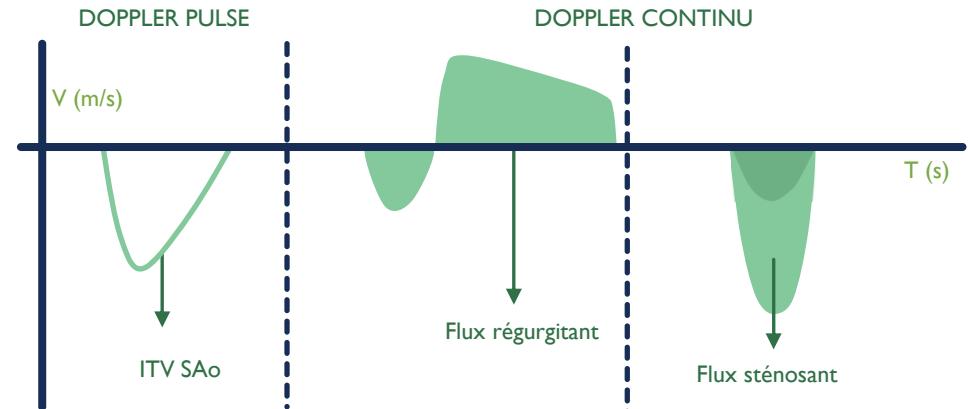
Doppler couleur : localisation flux de régurgitation / flux sténosant

Doppler pulsé : mesure ITV sous Ao (attention alignement tir Doppler!)

Doppler continu : analyse flux régurgitant / sténosant (valve native, prothèse, plastie)

#### CCVG :

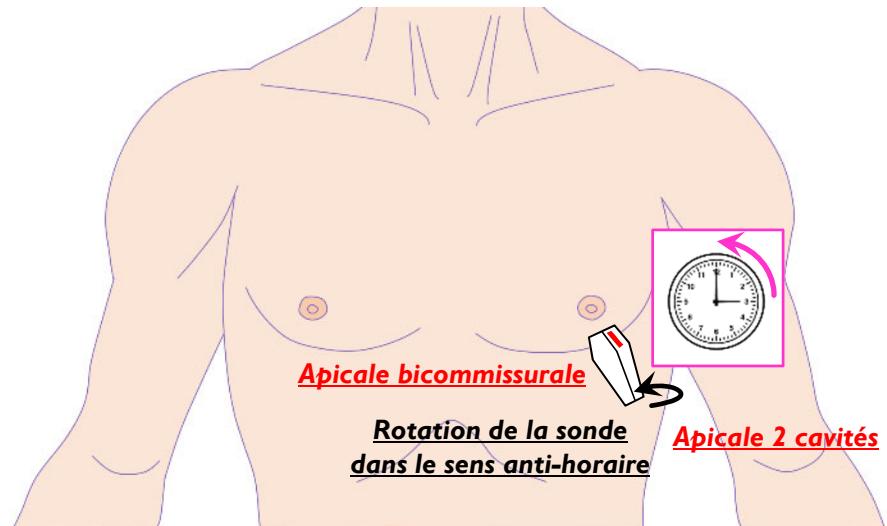
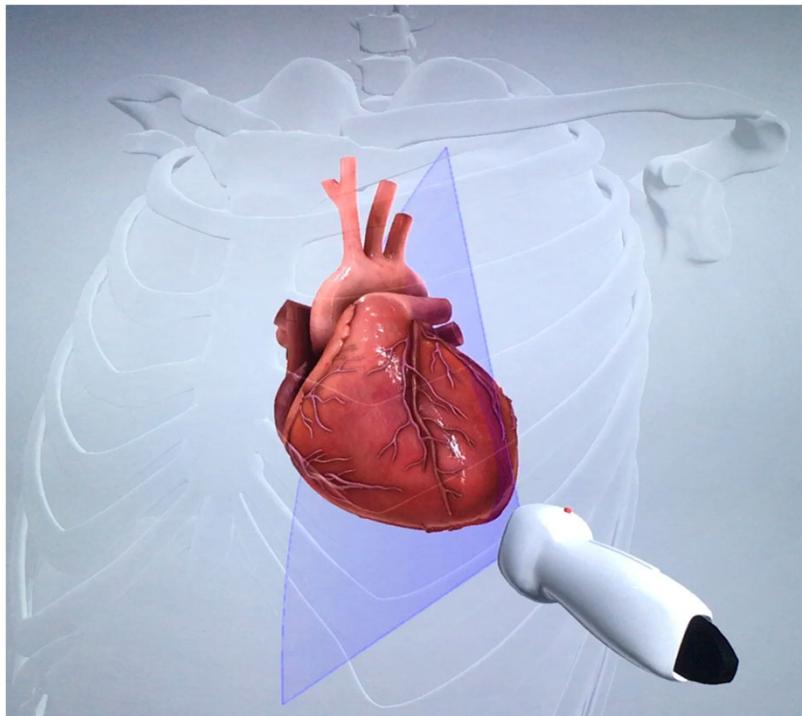
Doppler couleur et pulsé sur flux d'obstruction intra-VG



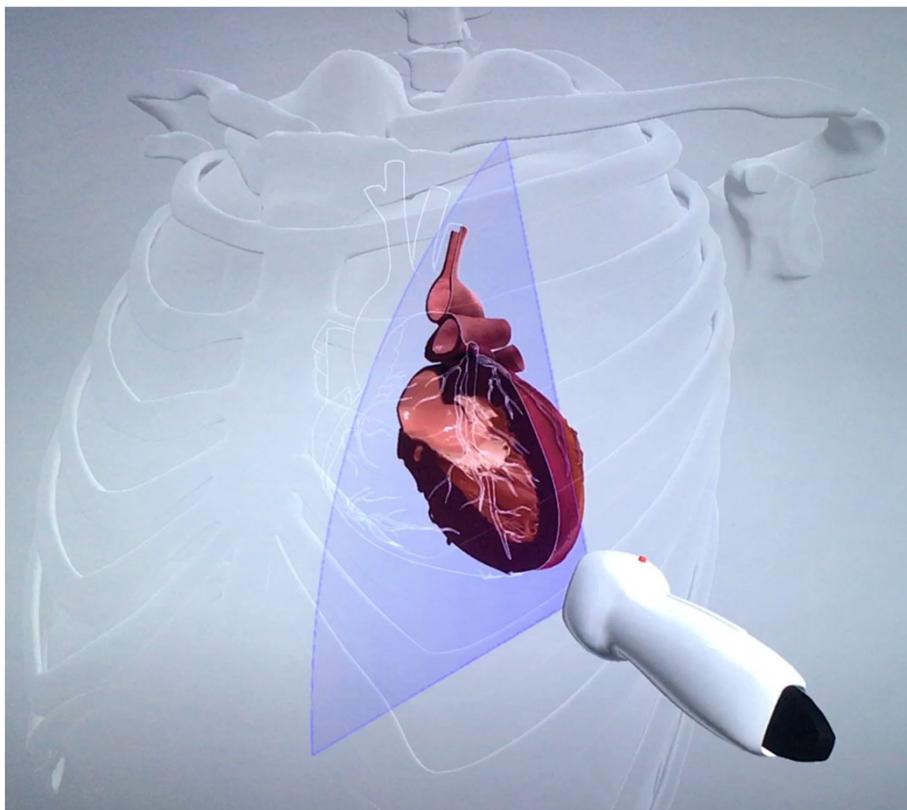
## Incidence apicale 2 cavités (2C)

### DEFINITION

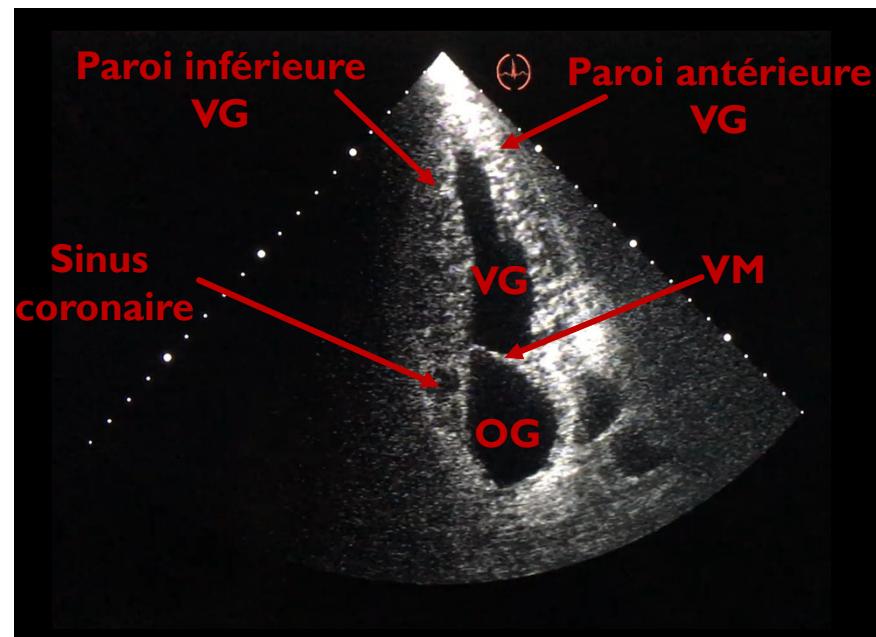
INCIDENCE QUI COUPE VG SUR SON GRAND AXE  
EN PASSANT PAR SON APEX ET SES PAROIS  
INFERIEURE ET ANTERIEURE



## COUPE APICALE 2 CAVITES



### PRINCIPALES STRUCTURES IDENTIFIEES

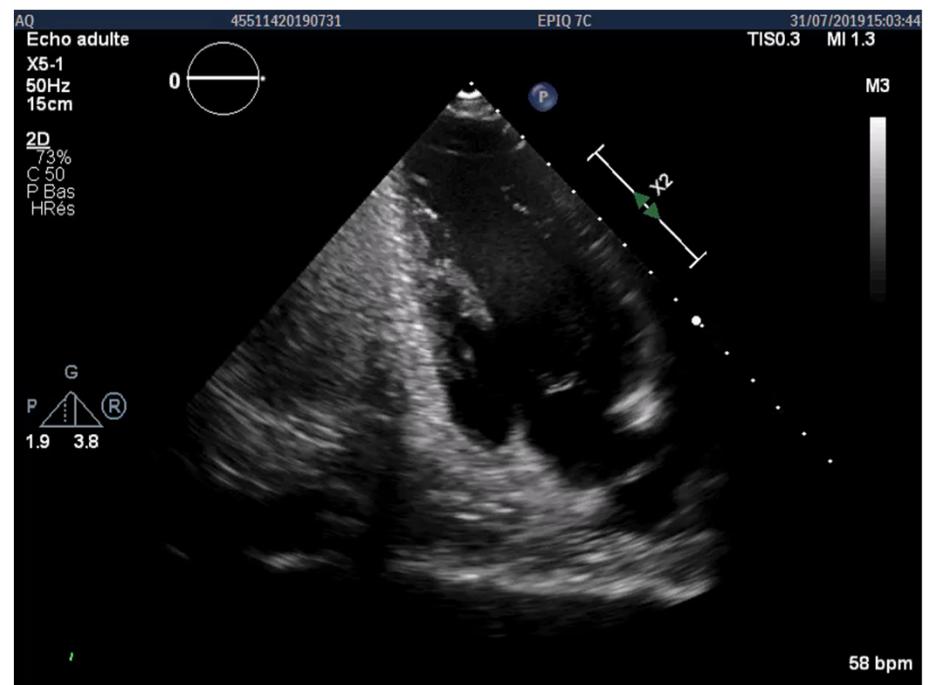


## COUPE APICALE 2 CAVITES

### VUE ECHOCARDIOGRAPHIQUE :

#### Critères de qualité de la coupe :

- Visualisation de 2 cavités : OG et VG
- VM centrée
- Visualisation du VG selon son grand axe
- Jusqu'à la pointe (verticale à l'écran)



## COUPE APICALE 2 CAVITES

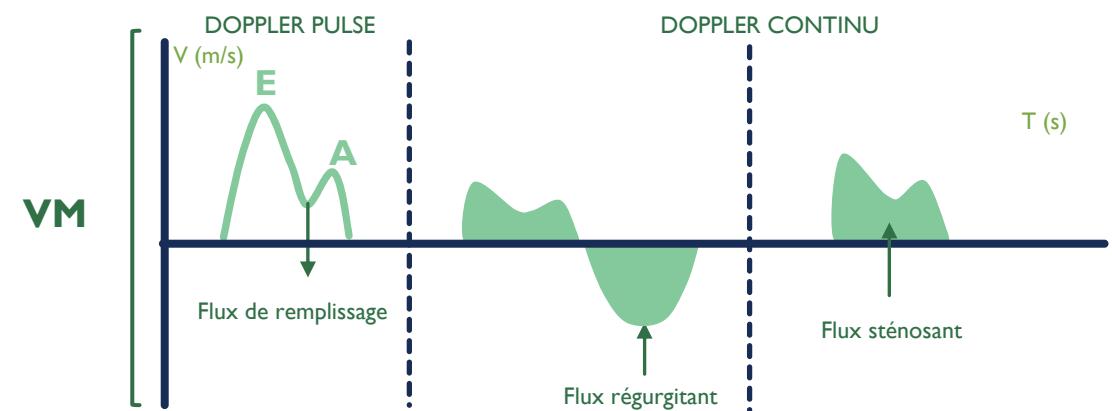
### INTERET DE L'INCIDENCE :

#### Analyse structurelle :

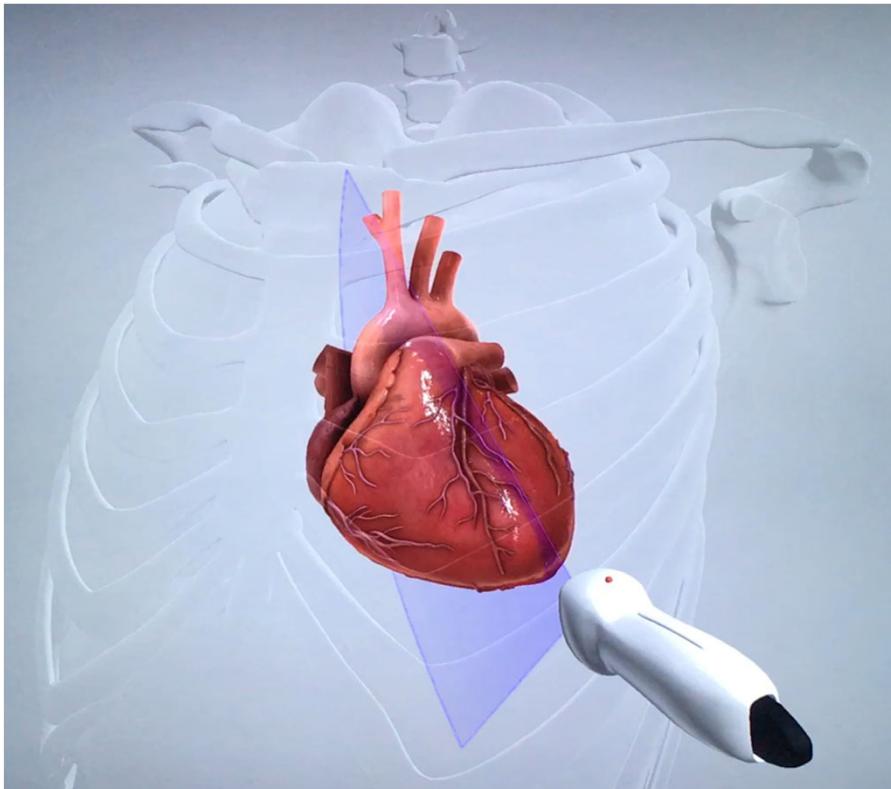
Appréciation taille, épaisseur et fonction globale VG  
Analyse cinétique segmentaire VG : paroi antérieure / inférieure

#### Analyse doppler :

VALVE MITRALE  
Doppler couleur / Doppler pulsé / Doppler continu (idem incidence 4C)



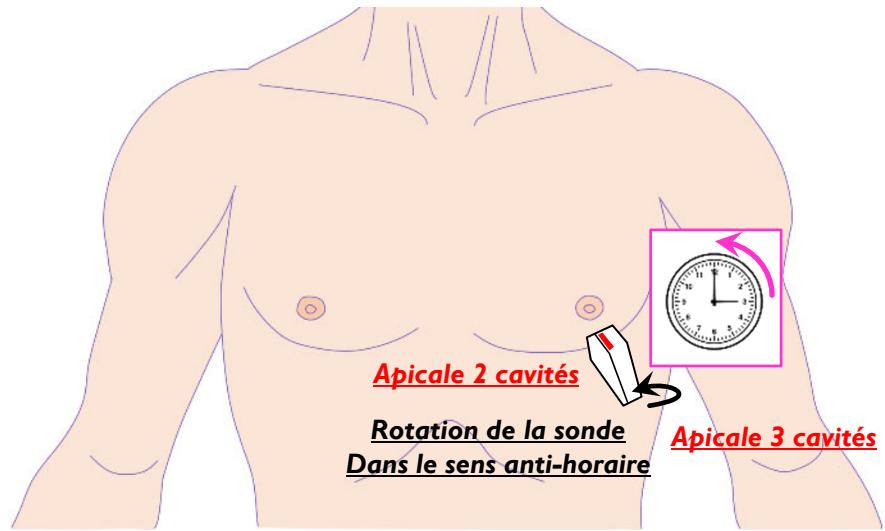
## COUPE APICALE 3 CAVITES



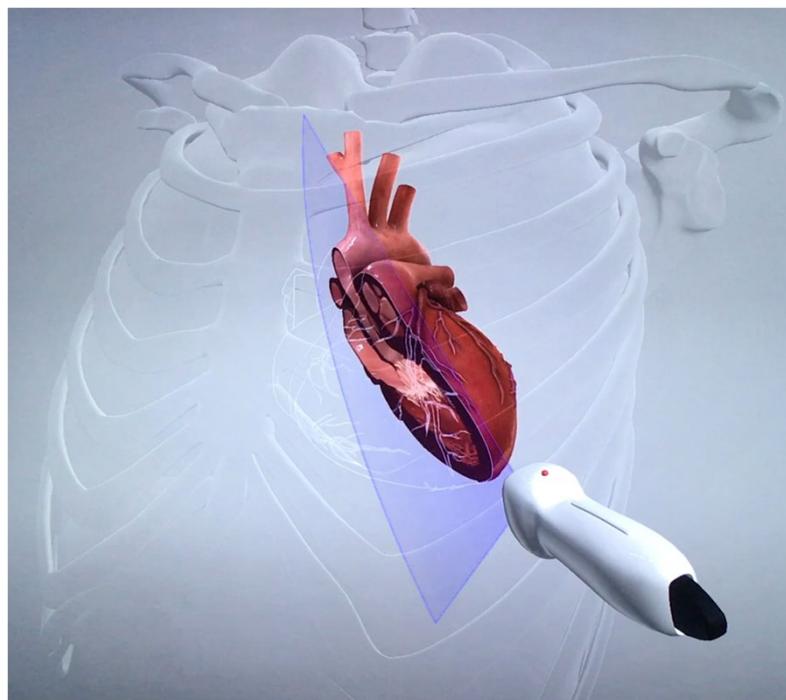
### DEFINITION

INCIDENCE QUI COUPE LE VENTRICULE GAUCHE SUR SON GRAND AXE EN PASSANT PAR LA CHAMBRE DE CHASSE du VG

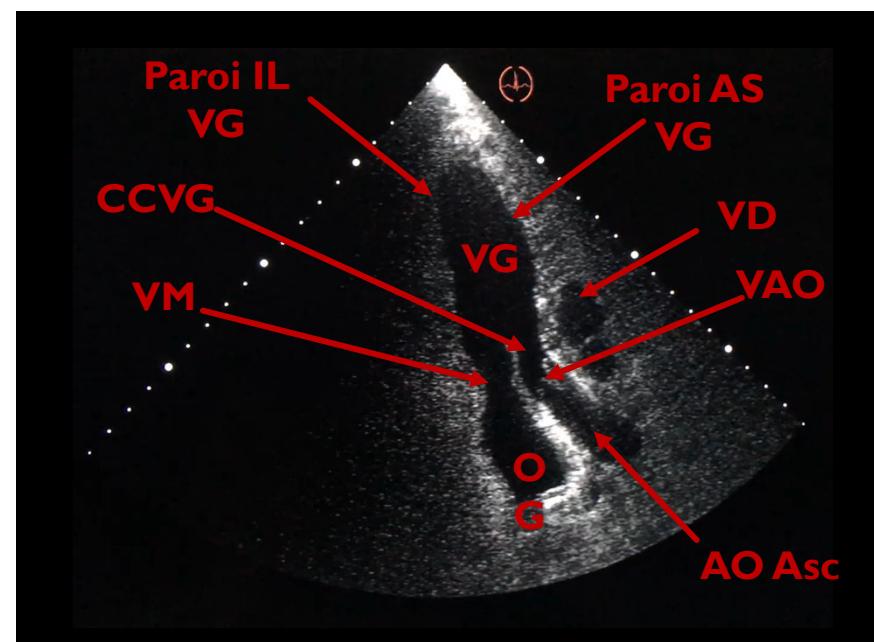
### PLACEMENT DE LA SONDE SUR LETHORAX



## Incidence apicale 3 cavités (3C)



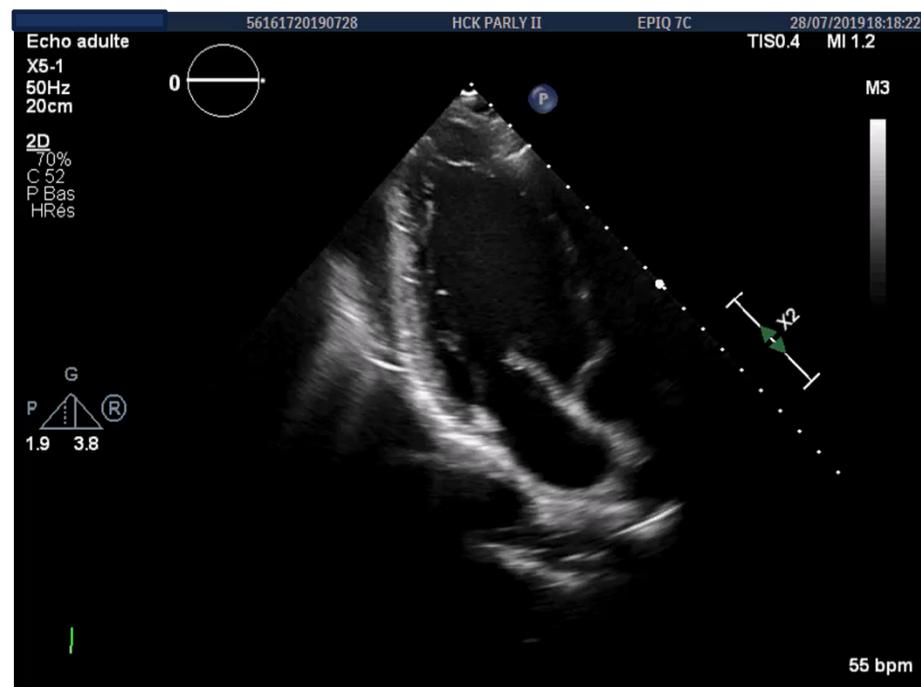
*Structures identifiées*



## Incidence apicale 3C

### Critères de qualité

- VM au centre de l'écran
- VG coupé jusqu'à la pointe
- CCVG correctement dégagée à droite de l'écran
- Visualisation VAo /Ao asc coupées sur leur axe longitudinal



## Incidence apicale 3C

### Analyse structurelle :

Analyse de la Vao et de la CCVG

Analyse cinétique segmentaire VG : parois AS et IL

Analyse de la valve mitrale : A2/P2

### Analyse doppler :

#### VALVE AORTIQUE / VALVE MITRALE :

Doppler couleur : localisation flux de régurgitation / flux sténosant

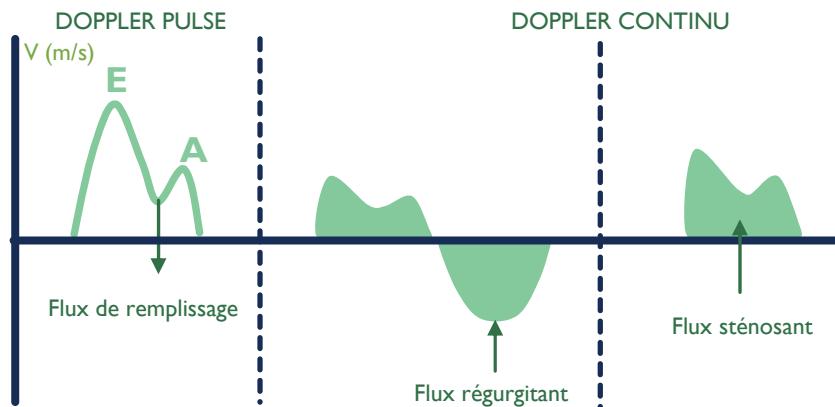
Doppler pulsé : mesure ITV sous Ao. Profil mitral

Doppler continu : analyse flux régurgitant / sténosant transvalvulaire

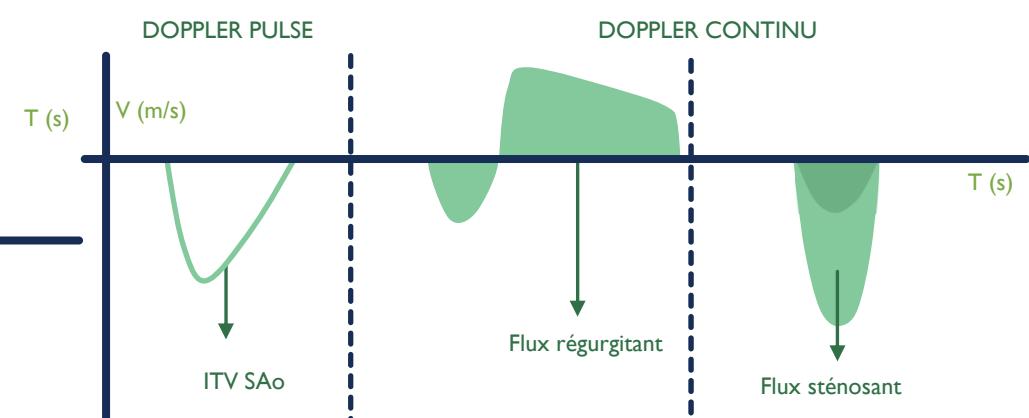
#### CCVG :

Doppler couleur et pulsé sur flux d'obstruction intra-VG

VM



VAO



## Fenêtre apicale (analyse cinétique segmentaire VG)



ETT, coupe apicale 4 cavités.



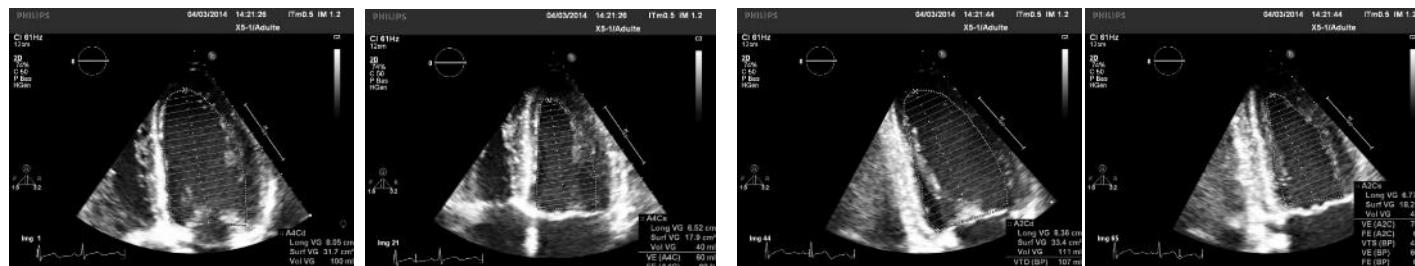
ETT, coupe apicale 2 cavités.



ETT, coupe apicale 3 cavités.

## Incidence apicale 4C/2C (Méthode Simpson biplan)

- Analyse de la fonction ventriculaire du VG par la méthode de Simpson biplan
- FEVG en Simpson biplan =  $(VTDVG - VTSVG) / VTDVG$



**Mesure de la FEVG et des volumes ventriculaires (Simpson biplan).**

Incidence apicale 4C et 2C centrée et zoomée sur le ventricule gauche.

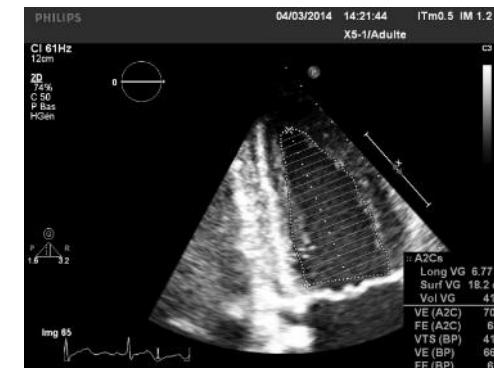
## FEVG par méthode de Simpson biplan

**Valeurs normales de la FEVG :**

- ✓ chez l'homme : 52-72 %
- ✓ chez la femme : 54-74 %

**Valeurs normales 2D du volume télédiastolique VG (VTDVG) et du volume télésystolique VG (VTSVG) :**

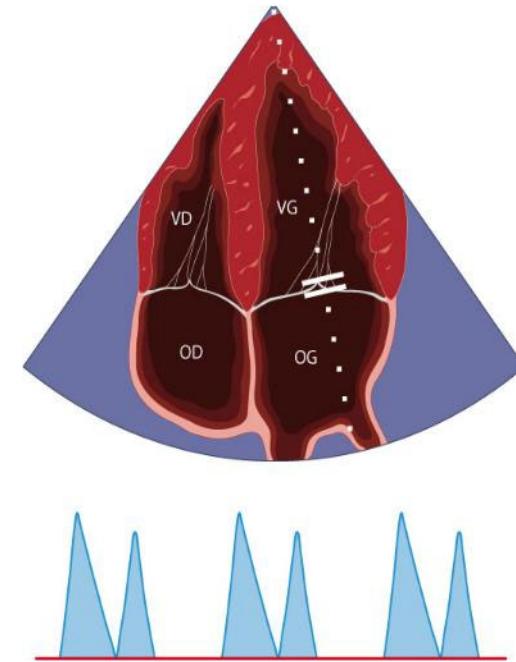
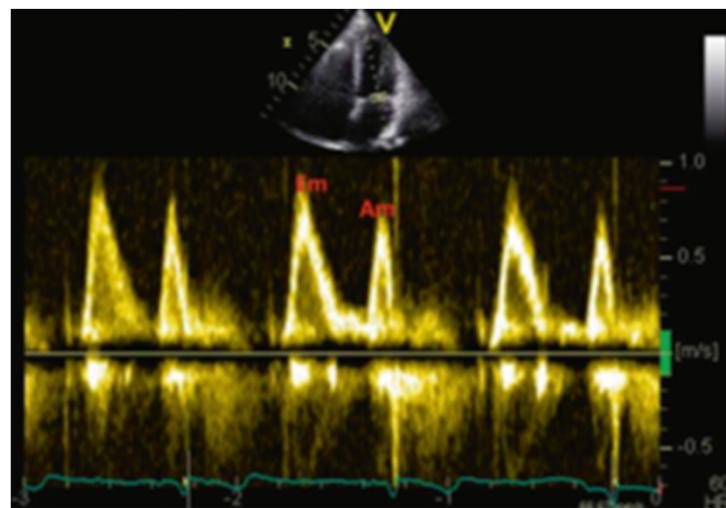
- ✓ Homme : VTDVG : 34-74 ml/m<sup>2</sup> ; VTSVG : 11-31 ml/m<sup>2</sup>
- ✓ Femme : VTDVG : 29-61 ml/m<sup>2</sup> ; VTSVG : 8-24 ml/m<sup>2</sup>



## Incidence apicale 4C: Doppler pulsé

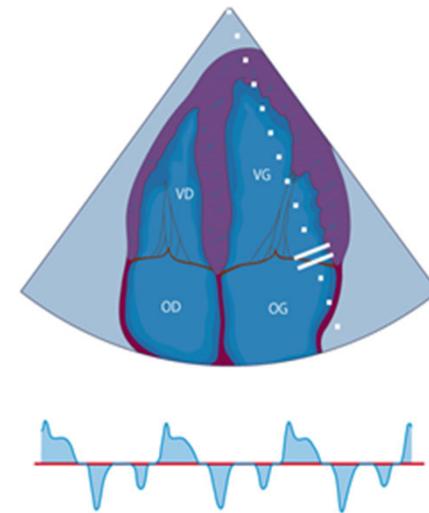
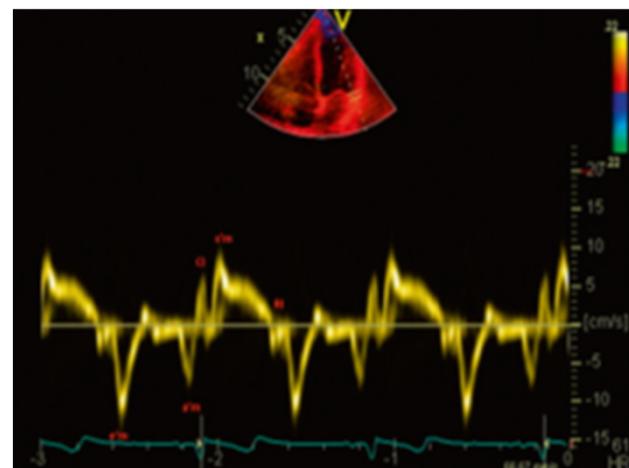
### Enregistrement du flux transmitral

- Curseur placé à l'extrémité des valves
- Flux à double composante : onde E protodiastolique et onde A télediastolique
- Evaluation des pressions de remplissage du VG



## Incidence apicale 4C: Doppler tissulaire anneau mitral

- Curseur au niveau de l'anneau mitral, paroi inféro-septale et paroi antéro-latérale
- Enregistrement flux à 3 composantes :
  - Onde s' systolique positive
  - Onde protodiastolique E' ou Ea négative
  - Onde télédiastolique A' négative
- **Détermination du rapport E/E'** pour l'évaluation des pressions de remplissage

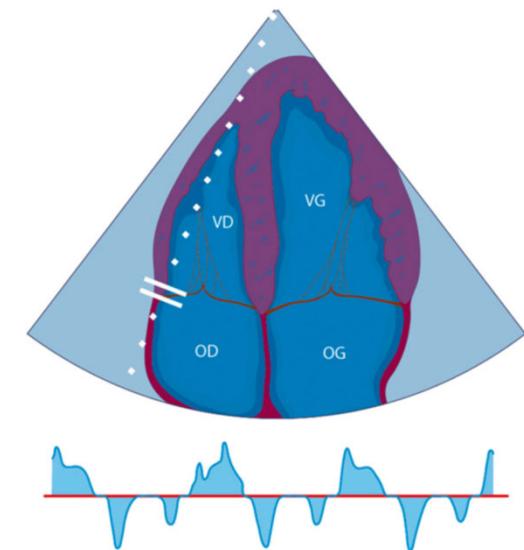
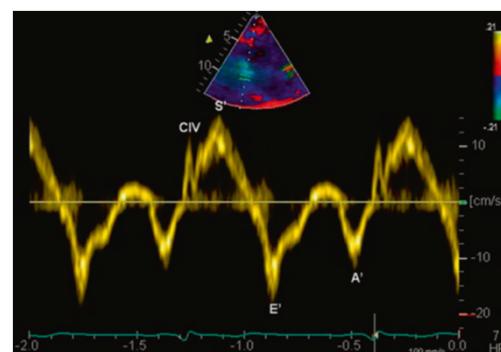


**Incidence apicale 4 cavités.  
Flux en Doppler pulsé tissulaire  
enregistré à l'anneau mitral  
(paroi latéral)**

## Incidence apicale 4C: Doppler tissulaire anneau tricuspidé

### Flux en Doppler pulsé tissulaire enregistré à l'anneau tricuspidé

- Curseur au niveau de l'anneau tricuspidé, paroi latérale
- Enregistrement d'un flux à quatre composantes :
  - 1<sup>re</sup> onde positive : contraction isovolumique
  - 2<sup>e</sup> onde positive : onde S' systolique
  - onde diastolique précoce E' négative
  - onde diastolique A' négative
- Permet l'évaluation de la fonction systolique VD
- **Dysfonction systolique du VD si onde S' < 10 cm/s**



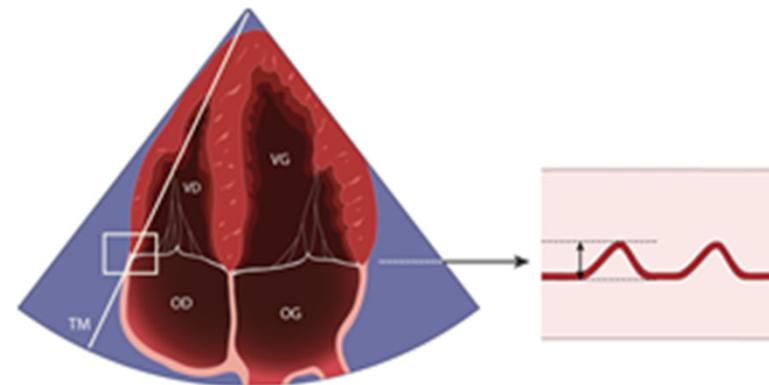
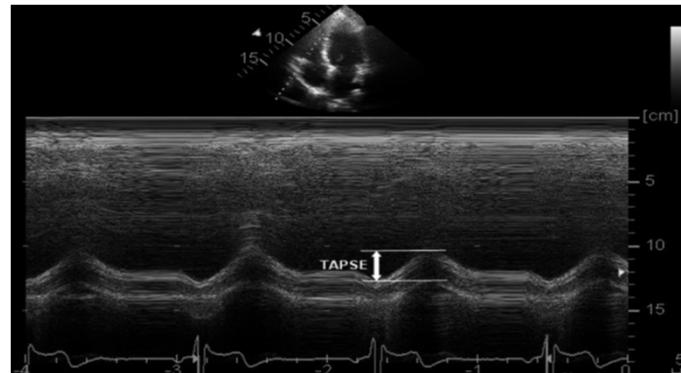
Incidence apicale 4C  
Doppler tissulaire à l'anneau tricuspidé.

## Incidence apicale 4C:TM

### Mesure de l'excursion systolique de l'anneau tricuspidé (TAPSE)

- Curseur bord latéral anneau tricuspidé
- Mode TM
- Normale : 15-30 mm

Dysfonctionnement systolique du VD si < 15 mm

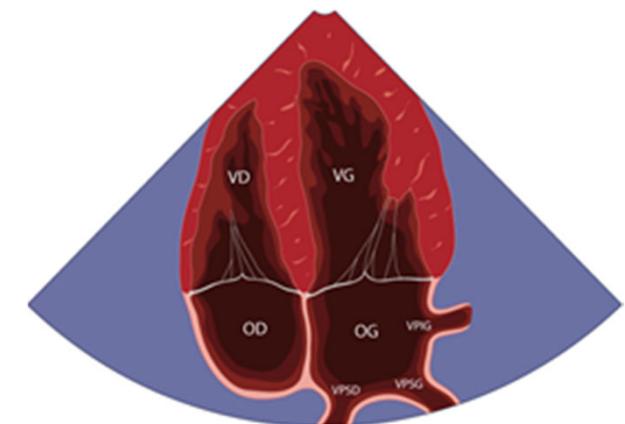
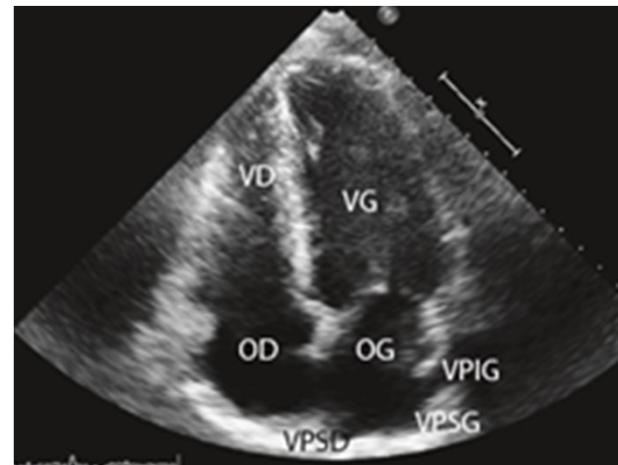


Mesure de l'excursion systolique de l'anneau tricuspidé (TAPSE) en mode TM.

## Incidence apicale 4C: mode 2D

- **Visualisation 3 des 4 veines pulmonaires (selon anatomie et orientation du capteur) :**

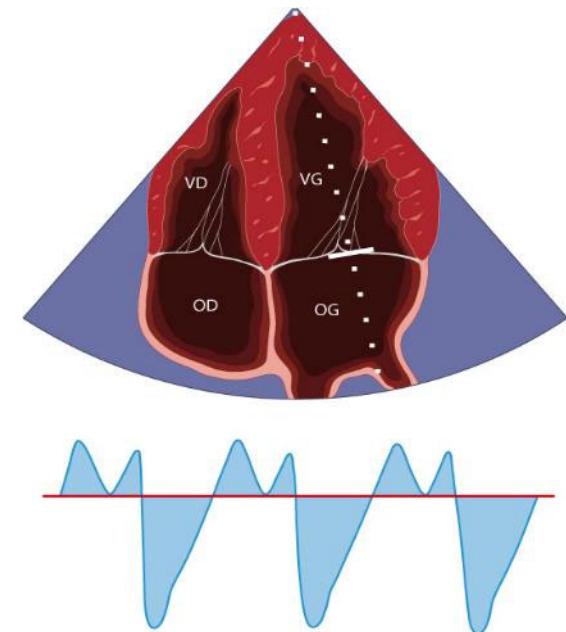
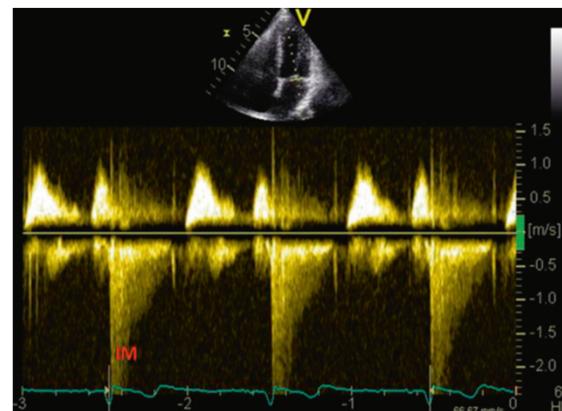
- Veine pulmonaire supérieure droite
- Veine pulmonaire supérieure gauche
- Veine pulmonaire inférieure gauche



## **Incidence apicale 4C: doppler continu VM**

## **Enregistrement du flux mitral**

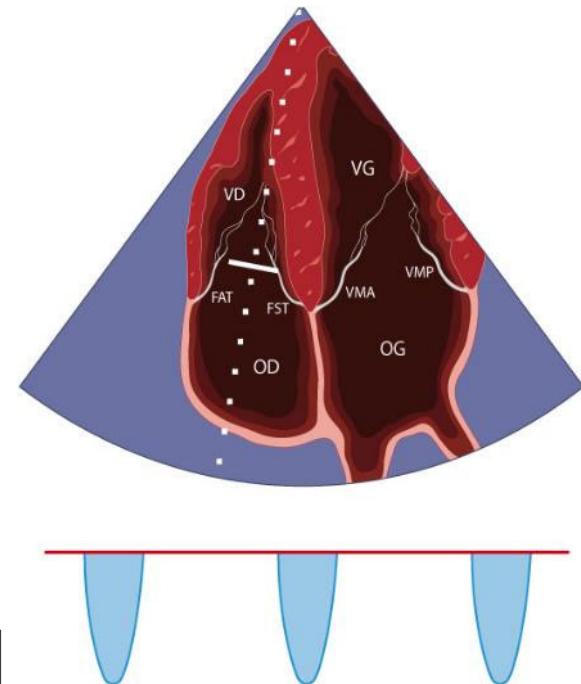
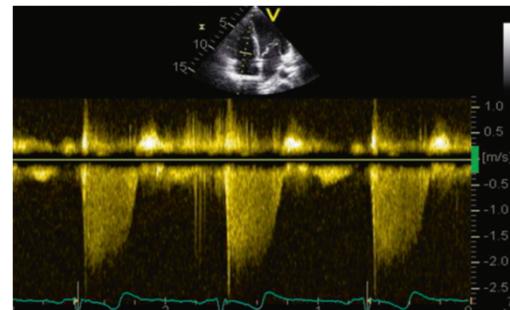
- Doppler couleur
  - Aligner curseur sur le flux mitral
  - Doppler continu
  - Mesure du gradient transmitral
  - Flux d'IM systolique



## Incidence apicale 4C: doppler continu VT

### Enregistrement du flux tricuspidé

- Doppler couleur
- Curseur sur le flux tricuspidé
- Doppler continu
- Enregistrement flux systolique négatif
- **Evaluation PAPs par mesure Vmax du flux tricuspidé ( $PAPS = 4V_{max}^2 + POD$ )**

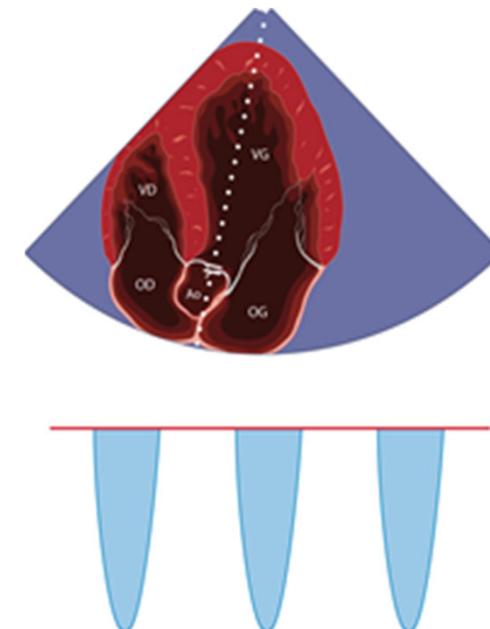
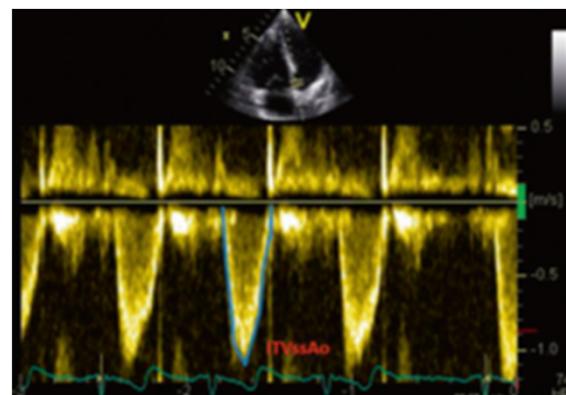


**Incidence apicale 4C**  
Flux d'insuffisance tricuspidé  
(Doppler continu)

## Incidence apicale 5C: Doppler pulsé

### Mesure de l'ITV sous aortique

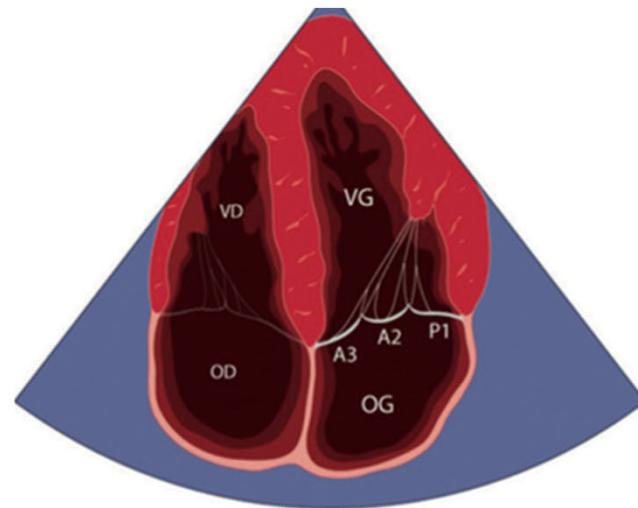
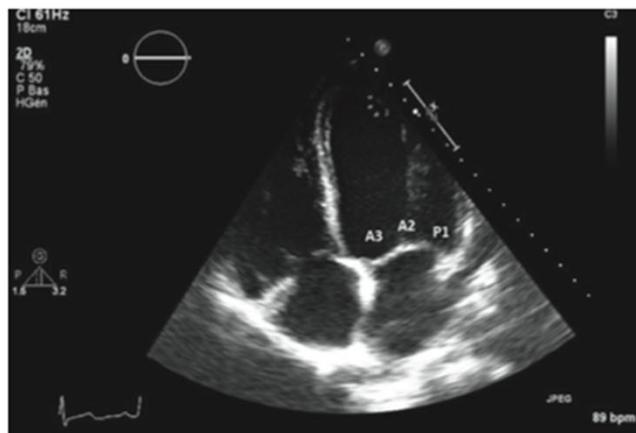
- Curseur chambre de chasse du VG
- Enregistrement d'un flux systolique négatif laminaire
- Mesure débit cardiaque à partir ITV sous aortique, du diamètre de la chambre de chasse et de la fréquence cardiaque (clic fermeture mais pas d'ouverture)



**Incidence apicale 5 cavités.**  
Enregistrement en Doppler pulsé de  
l'intégrale temps-vitesse sous-aortique.

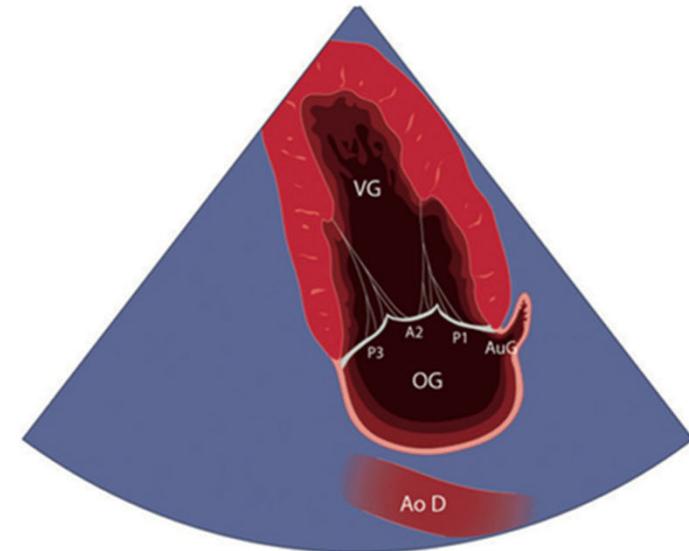
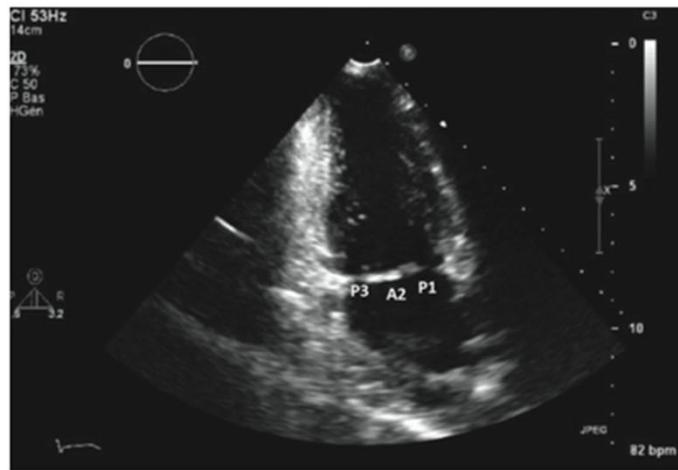
## Incidence apicale 4C (Segmentation mitrale)

- Visualisation des segments P1,A2 et A3



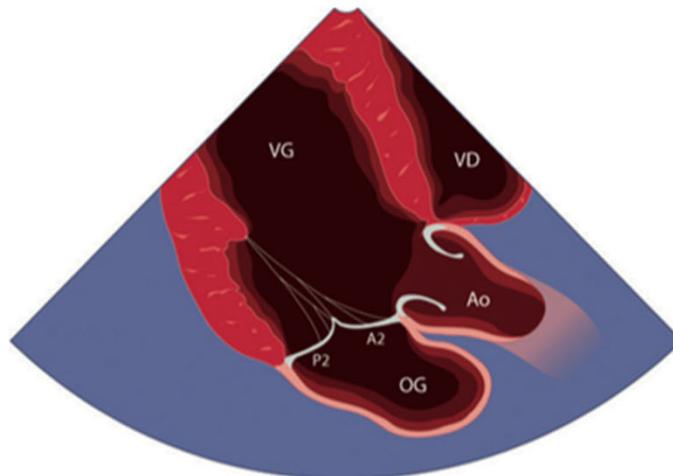
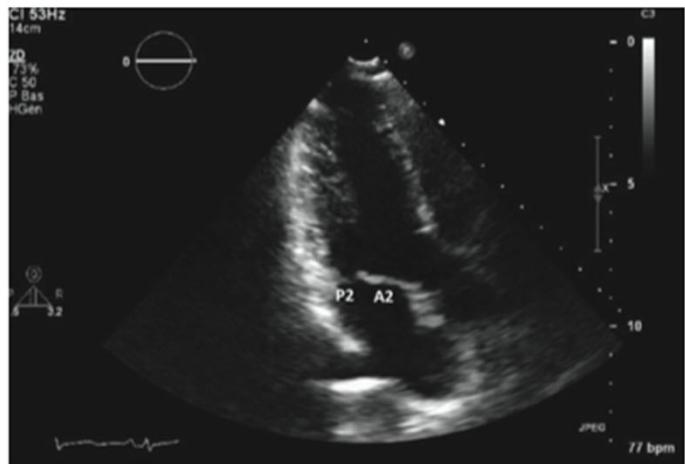
## Incidence apicale 2C (Segmentation mitrale)

- Visualisation des segments P1,A2 et P3 (+auricule gauche)

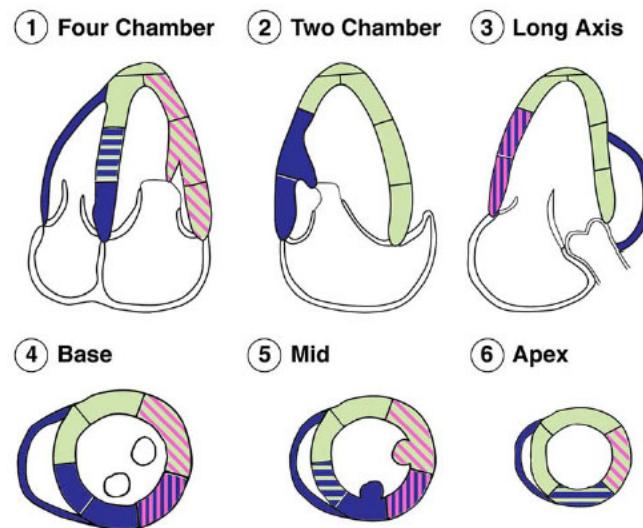
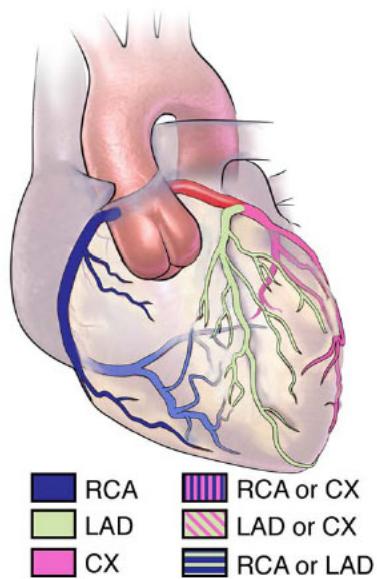


## Incidence apicale 3C ou 5C (Segmentation mitrale)

- En coupe 3 ou 5 cavités, visualisation segments A2 et P2



## Anomalies de contraction segmentaire



Lang RM et al. JASE 2015; 28:1-39

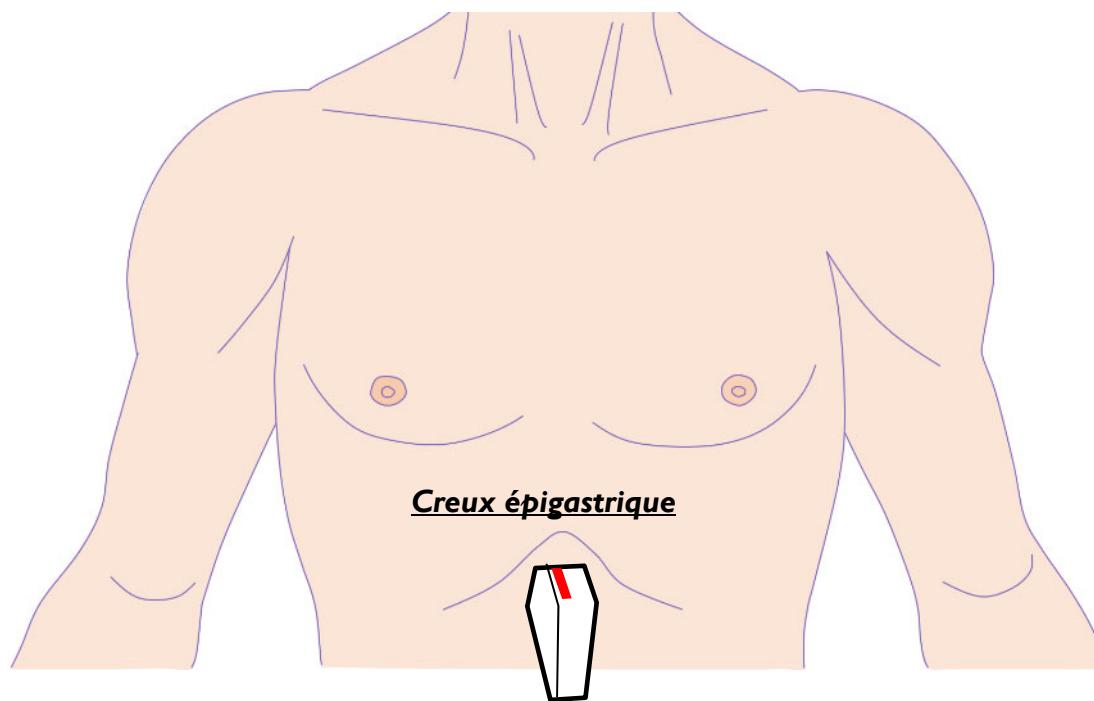
---

---

---

## FENETRE SOUS COSTALE (3 incidences)

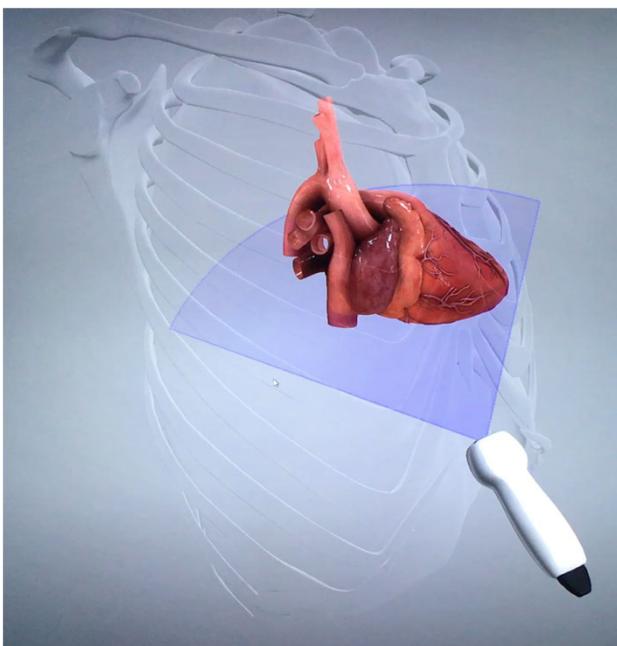
DECUBITUS DORSAL (jambes félchies)



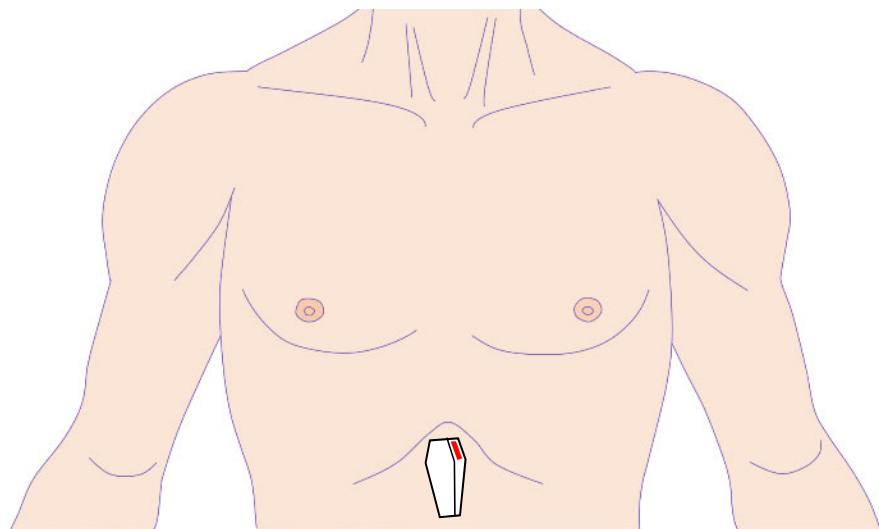
---

---

## Incidence sous-costale 4 cavités (4C)



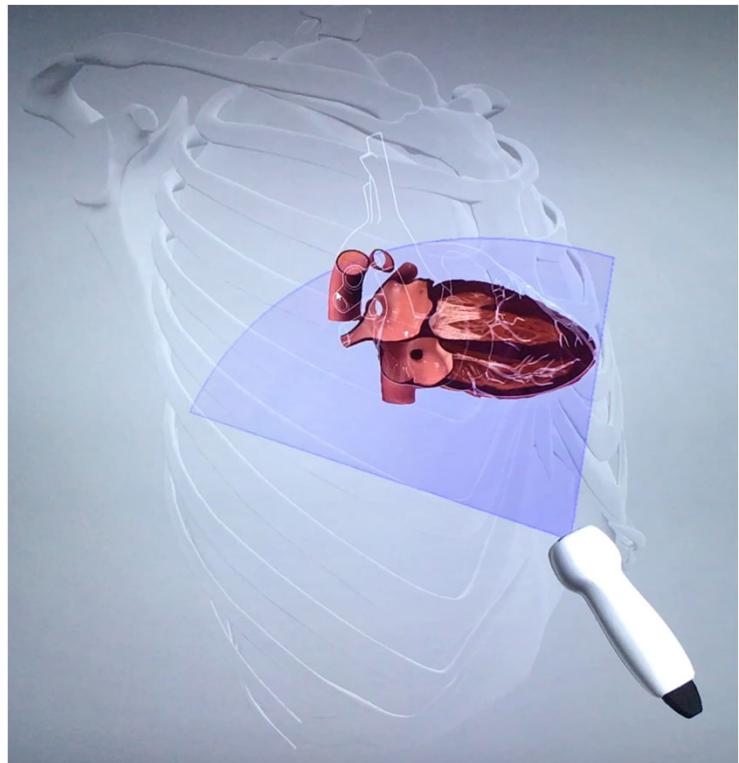
INCIDENCE SOUS-COSTALE EXPLORANT LES  
4 CAVITES



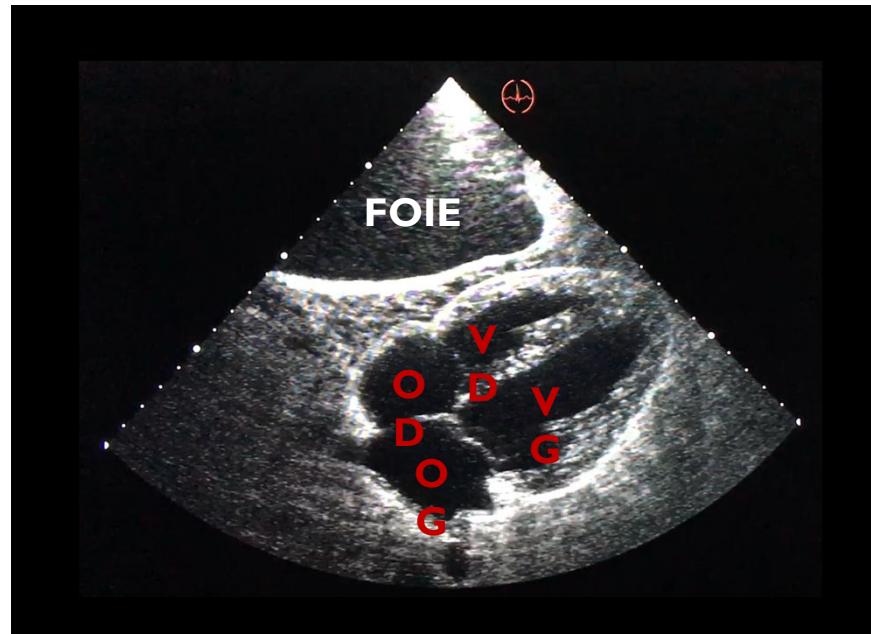
---

---

## Incidence sous-costale 4 cavités (4C)



**Structures identifiées**



## Incidence sous-costale 4 cavités (4C)

### Critères de qualité de la coupe :

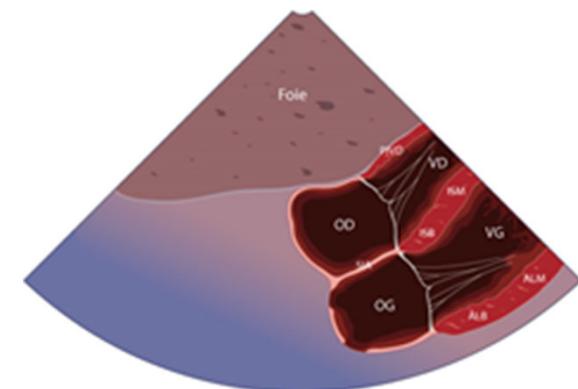
Visualisation sous le parenchyme hépatique,  
des 4 cavités OD/VD, OG/VG



## Incidence sous-costale 4 cavités (4C)

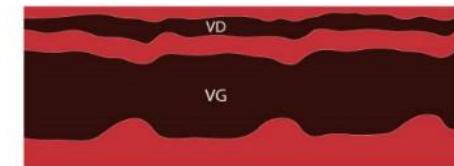
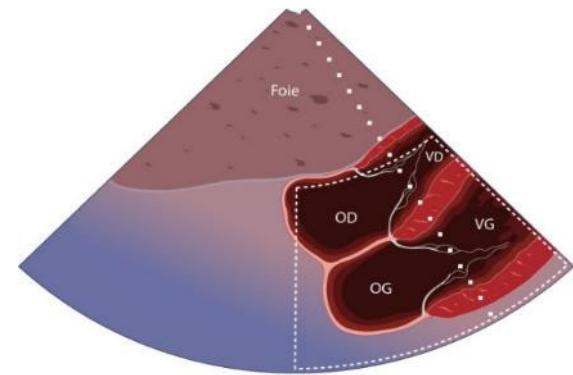
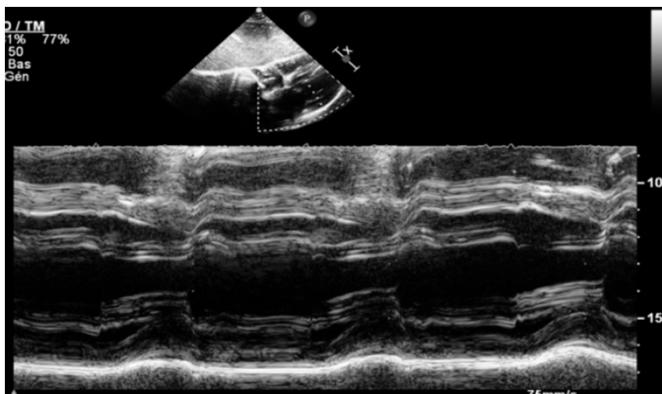
### Structures visualisées

- Ventricule gauche
  - Paroi inféro-septale, apex et paroi antéro-latérale
- Oreillette gauche
  - Septum interauriculaire, paroi latérale
- Valve mitrale
  - Valve antérieure et postérieure
- Aorte
  - Orifice aortique, aorte initiale, aorte abdominale (incidence modifiée)
- Ventricule droit (paroi inférieure)
- Oreillette droite
  - Septum interauriculaire, veines caves supérieure et inférieure (incidence modifiée)
- Tricuspidie
  - Valve septale et postérieure
- Péricarde
  - Péricarde antérieur et inférieur



## Incidence sous-costale 4C

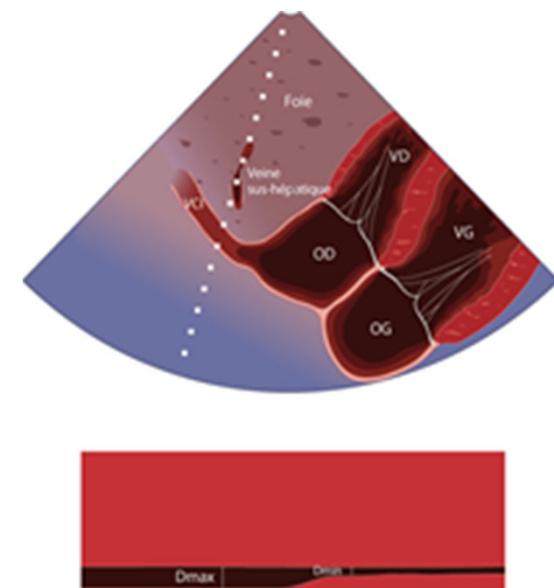
- Analyse fonction VG en mode TM
- Curseur perpendiculairement aux cavités ventriculaires
- Mesures équivalentes à celles obtenues en parasternale grand axe

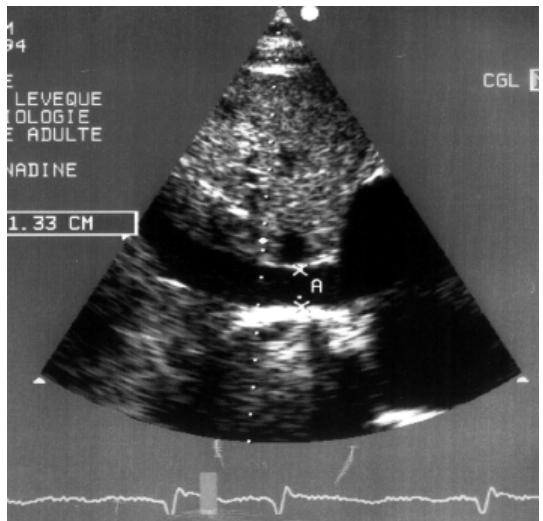


**Coupe TM** du ventricule gauche obtenue à partir d'une coupe 4 cavités sous-costale.

## Incidence sous-costale 4 cavités (4C) centrée sur VCI

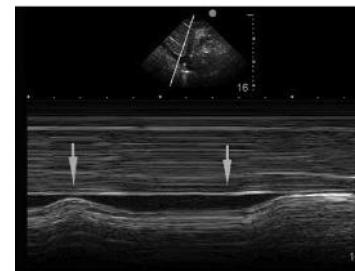
- Placer le curseur à environ 1 cm de l'abouchement de la veine cave inférieure dans l'oreillette droite
- Curseur perpendiculaire à la VCI
- Mode TM
- Mesurer le diamètre maximal expiratoire (Dmax) puis le diamètre minimal inspiratoire (Dmin)
- Calcul de l'index de collapsus de la veine cave inférieure :  
$$[(D_{max} - D_{min}) / (D_{max})] \times 100$$
 : **N > 50 %**



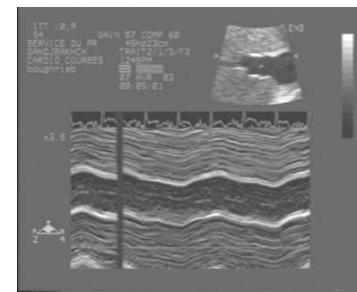


Mesure à 1-2 cm de l'abouchement OD  
Valeur normale 14 à 17 mm

Collapsus de la VCI à  
l'inspiration (hypovolémie)



VCI dilatée ne respirant pas  
(variation globale sans variation du  
diamètre+++)



---

---

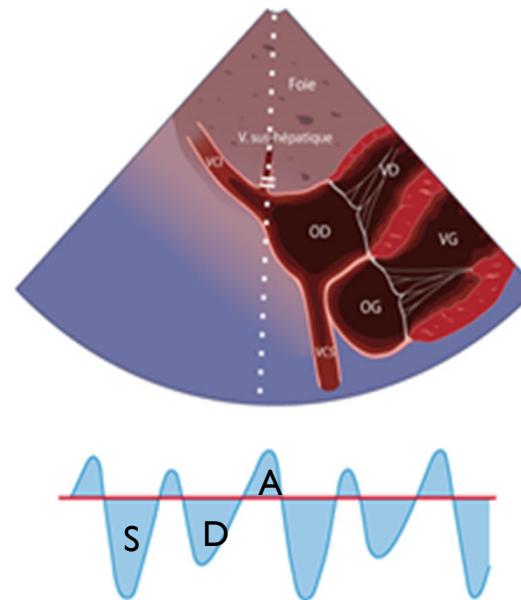
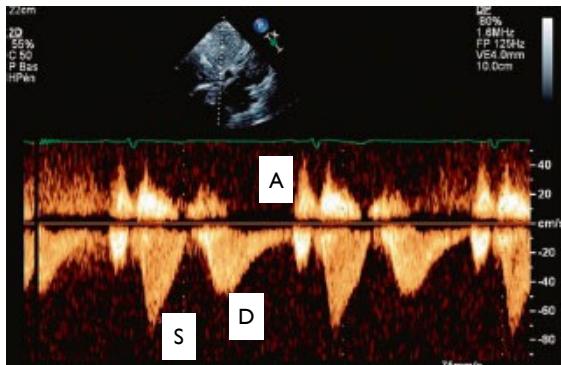
---

## Incidence sous-costale 4C (centrée sur VCI)

Diamètre VCI	Collapsus VCI	POD
< 21 mm	< 50%	8mmHg (5-10 mmHg)
< 21 mm	> 50%	3mmHg (0-5 mmHg)
> 21 mm	> 50%	8mmHg (5-10 mmHg)
> 21 mm	< 50%	15 mmHg (10-20 mmHg)

## Sous-costale des quatre cavités : Doppler pulsé

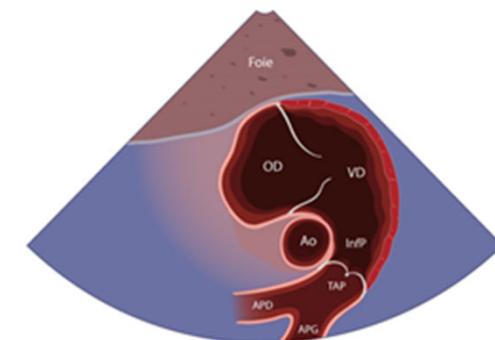
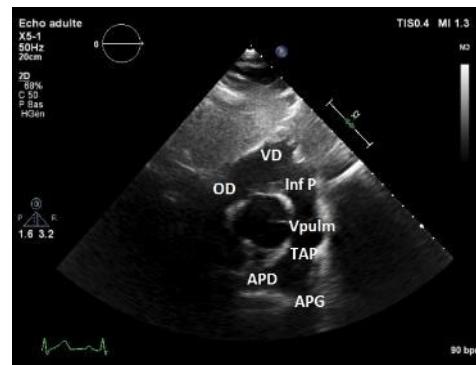
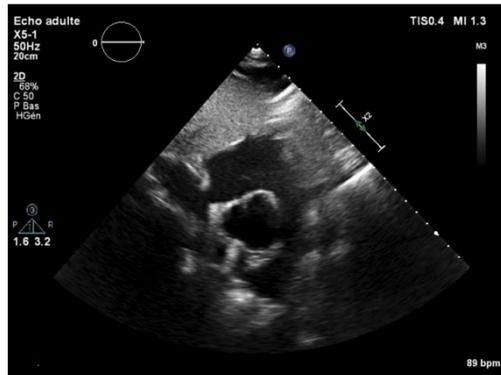
- Positionner le curseur dans l'abouchement d'une veine sus hépatique dans la veine cave inférieure
- Activer le Doppler pulsé
- Obtention d'un flux triphasique :
  - Onde S systolique négative
  - Onde D diastolique négative
  - Onde A : composante télédiastolique positive



**ETT, incidence sous-costale.** Flux en Doppler pulsé des veines sus-hépatiques.

## Sous-costale petit axe : mode 2D

- Rotation anti-horaire de 90° par rapport à la coupe sous costale des 4 cavités, incidence de la base du cœur, particulièrement utile chez les patients ventilés
- Visualisation de la voie pulmonaire (infundibulum, tronc de l'artère pulmonaire et bifurcation) et des cavités droites



**ETT, coupe petit axe de la base du cœur par voie sous- costale en systole.**

---

---

---

## Incidence sous-costale 2 cavités (coupe piliers)



## Incidence sous-costale 2C et 4C

### Analyse structurelle

Analyse visuelle OD/VD, OG/VG

Analyse interaction VG/VD

Recherche d'épanchement péricardique

Signes de tamponnade

Signe hypovolémie

### Analyse doppler

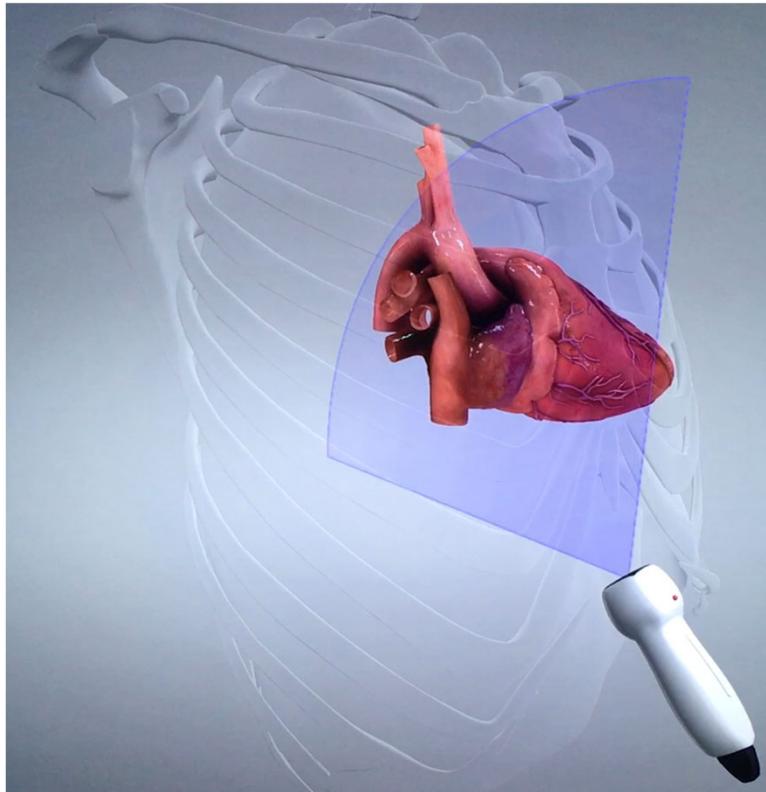
SIV/SIA :

Doppler couleur : localisation de CIV/CIA

VSH :

Analyse du flux des VSH

## LA COUPE SOUS COSTALE BICAVALE

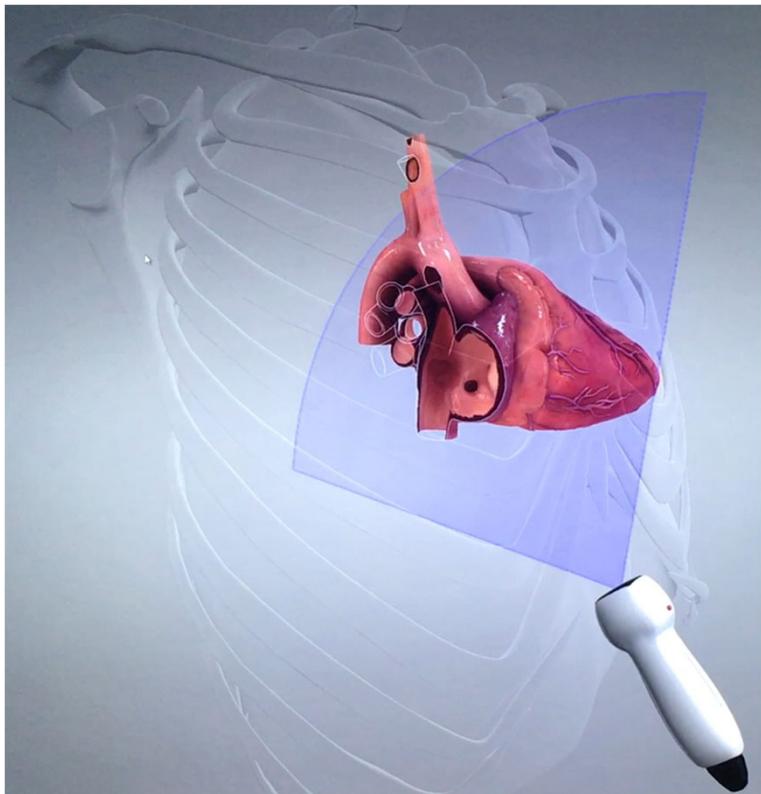


INCIDENCE SOUS-COSTALE QUI PERMET DE VISUALISER TRAJET INTRA-HEPATIQUE DE LA VCI JUSQU'À SON ABOUCHEMENT DANS L'OD

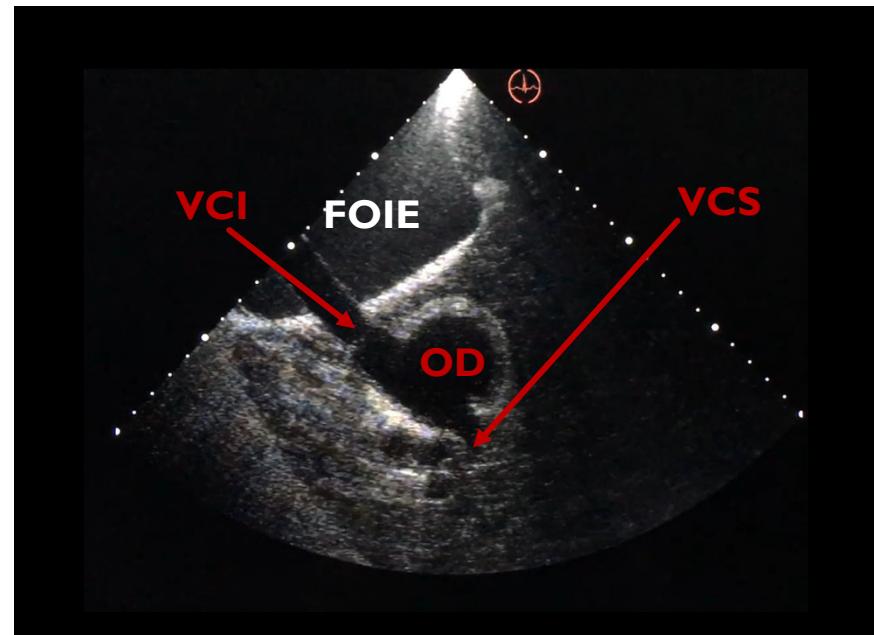


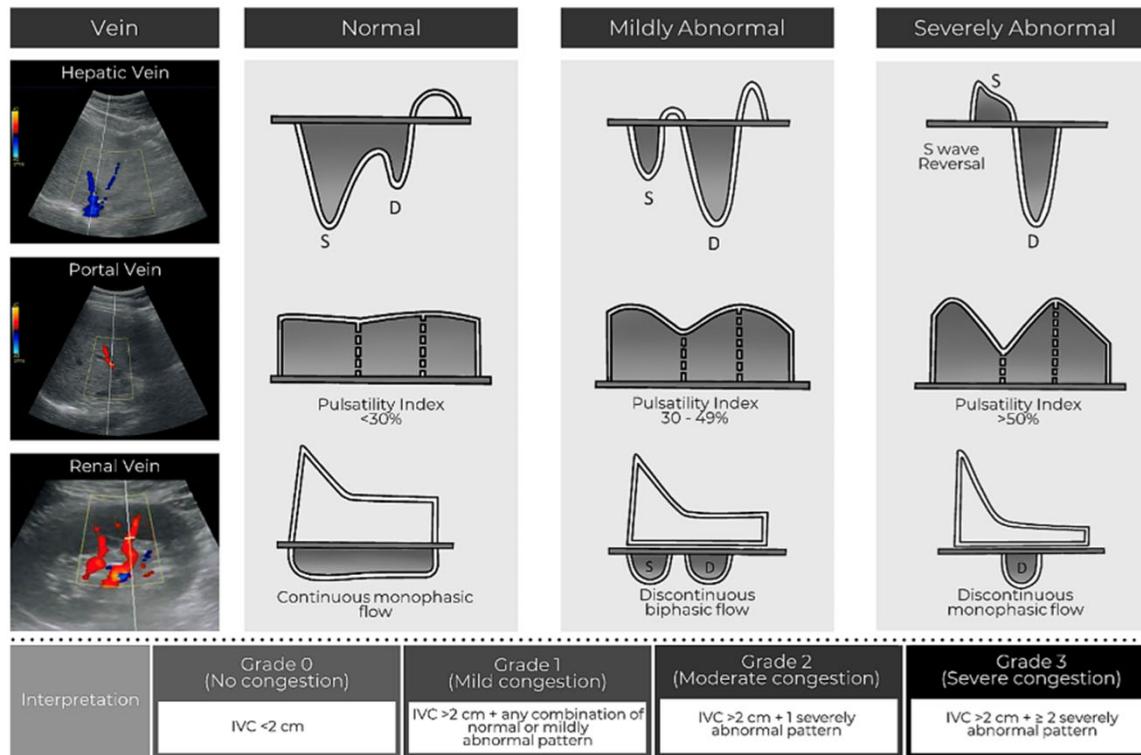
Rotation de la sonde  
dans le sens anti-horaire

## LA COUPE SOUS COSTALE BICAVALE



**PRINCIPALES STRUCTURES IDENTIFIEES**



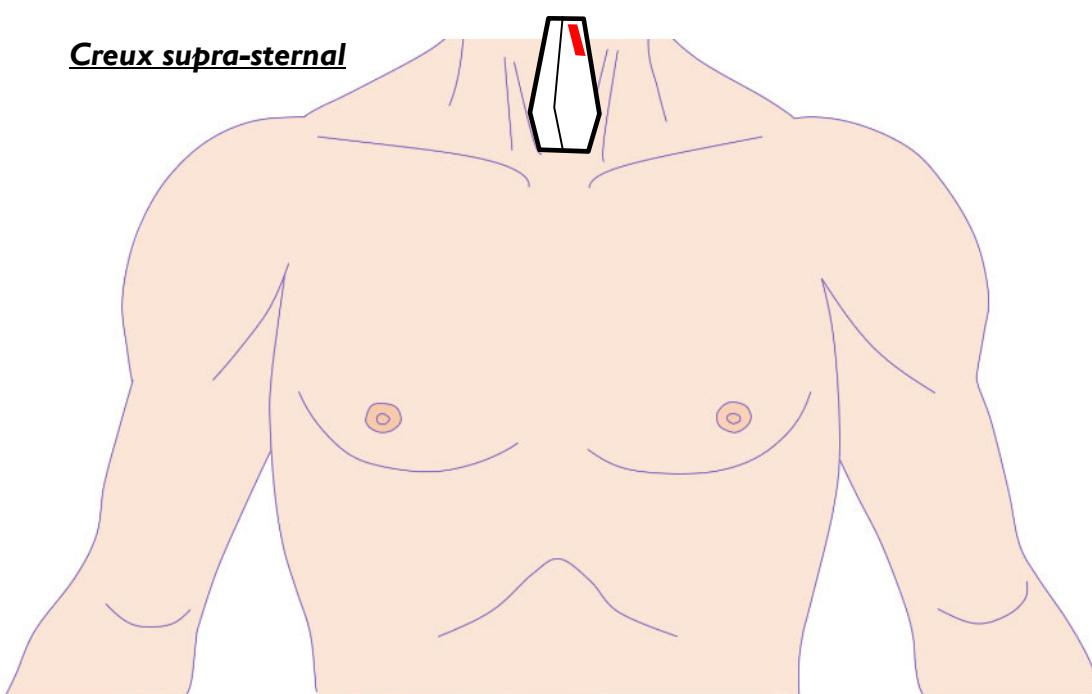


---

---

## FENETRE SUPRA-STERNALE

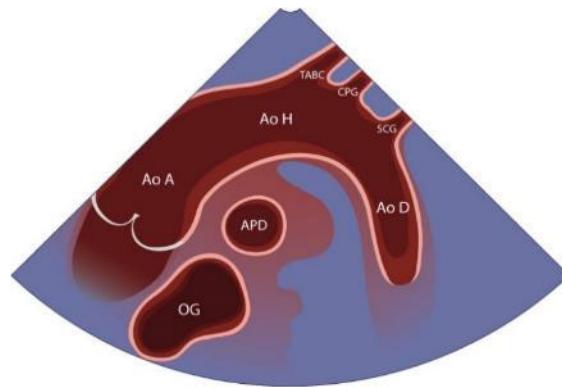
Tête en extension



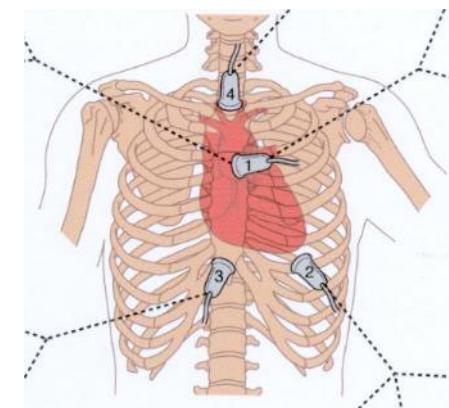
## Incidence supra-sternale (coupe longitudinale crosse aortique en mode 2D)

### Méthode

- Patient en décubitus dorsal, tête en extension et légère rotation (hyperextension avec oreiller sous les épaules)
- Sonde creux suprasternal
- Repère sonde légèrement inclinée vers la droite



Coupe longitudinale de la crosse aortique par voie suprasternale.



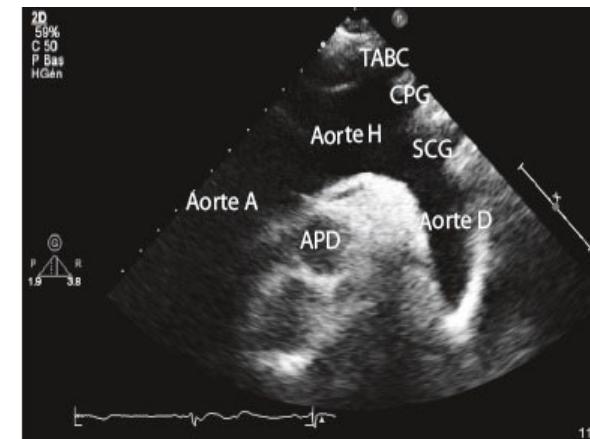
## Incidence supra-sternale (coupe longitudinale crosse aortique en mode 2D)

### Structures visualisées :

- Aorte
  - Aorte ascendante, crosse de l'aorte et départ de l'aorte descendante
  - Origine des vaisseaux de la base du cou : tronc artériel brachiocephalique, carotide primitive gauche et sous-clavière gauche
- Artère pulmonaire droite
- Toit de l'oreillette gauche

### Doppler couleur :

- Flux dans l'aorte ascendante venant vers le capteur, codé en rouge
- Flux dans l'aorte descendante fuyant le capteur, codé en bleu
- Absence de flux visualisé dans l'aorte horizontale (perpendiculaire au faisceau ultrasonore)

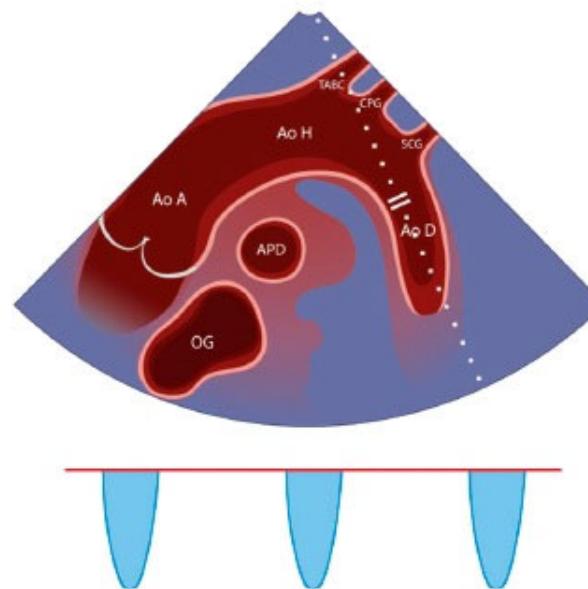
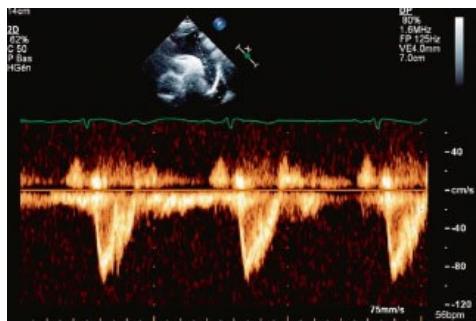


Coupe longitudinale de la crosse aortique par voie suprasternale.

## Mesure de la vitesse du reflux dans l'isthme

- Positionner la fenêtre d'échantillonnage dans l'aorte descendante, après le départ de la sous-clavière gauche
- Enregistrement d'un flux biphasique :
  - Flux systolique négatif en systole
  - Reflux positif protodiastolique
  - Parfois suivi d'un flux antérograde mésodiastolique négatif
- Mesure de la vitesse du reflux dans l'isthme en protodiastole, au pied du QRS

**Normal < 0,18 m/s**



### ETT, incidence suprasternale.

Flux en Doppler pulsé recueilli dans la crosse aortique après le départ de l'artère sous-clavière gauche.

## Principales valeurs normales chez l'adulte.

	Homme	Femme
<b>Mode TM/2D</b>		
<b>Diamètre VG diastolique</b>	42-58 mm soit 22 à 30 mm/m <sup>2</sup>	38-52 mm soit 23-31 mm/m <sup>2</sup>
<b>Diamètre VG systolique</b>	25-40 mm soit 13-21 mm/m <sup>2</sup>	22-35 mm soit 13-21 mm/m <sup>2</sup>
<b>Épaisseurs diastolique antéro-septale et inféro-latérale</b>	6-10 mm	6-9 mm
<b>Masse VG indexée</b>	≤ 115 g/m <sup>2</sup>	≤ 95 g/m <sup>2</sup>
<b>Mesure de l'excursion systolique de l'anneau tricuspidé TAPSE</b>	≥ 17 mm	

## Principales valeurs normales chez l'adulte.

	Homme	Femme
<b>Bidimensionnel</b>		
<b>Aorte anneau</b>	$2,6 \pm 0,3 \text{ cm}$ ou $1,3 \pm 0,1 \text{ cm/m}^2$	$2,3 \pm 0,2 \text{ cm}$ ou $1,3 \pm 0,1 \text{ cm/m}^2$
<b>Aorte sinus</b>	$3,4 \pm 0,3 \text{ cm}$ ou $1,7 \pm 0,2 \text{ cm/m}^2$	$3,0 \pm 0,3 \text{ cm}$ ou $1,8 \pm 0,2 \text{ cm/m}^2$
<b>Aorte jonction sino-tubulaire</b>	$2,9 \pm 0,3 \text{ cm}$ ou $1,5 \pm 0,2 \text{ cm/m}^2$	$2,6 \pm 0,3 \text{ cm}$ ou $1,5 \pm 0,2 \text{ cm/m}^2$
<b>Aorte ascendante proximale</b>	$3,0 \pm 0,4 \text{ cm}$ ou $1,5 \pm 0,2 \text{ cm/m}^2$	$2,7 \pm 0,4 \text{ cm}$ ou $1,6 \pm 0,3 \text{ cm/m}^2$
<b>Surface OG</b>	$\leq 20 \text{ cm}^2$	
<b>Volume OG</b>	$\leq 34 \text{ ml/m}^2$	

---

---

---

## Principales valeurs normales chez l'adulte.

	Homme	Femme
<b>Bidimensionnel</b>		
<b>Volume VG télédiastolique</b>	62-150 ml ou 34-74 ml/m <sup>2</sup>	46-106 ml ou 29-61 ml/m <sup>2</sup>
<b>Volume VG télésystolique</b>	21-61 ml ou 11-31 ml/m <sup>2</sup>	14-42 ml ou 8-24 ml/m <sup>2</sup>
<b>FEVG Simpson biplan</b>	52-72 %	54-74 %
<b>VCI</b>	< 21 mm, index collapsus > 50 %	

## Principales valeurs normales chez l'adulte.

### Doppler

<b>Flux d'éjection sous-pulmonaire : temps d'accélération pulmonaire</b>	> 120 ms
<b>Insuffisance pulmonaire</b>	V protodiastolique (< 2 m/s) et V télédiastolique (< 1,2 m/s)
<b>Insuffisance tricuspidé</b>	Vmax ≤ 2,8 m/s (seuil plus élevé chez le sujet âgé, obèse)
<b>Doppler pulsé mitral</b>	Em/Am : 0,9-1,5. Souvent < 1 (sujets âgés), > 2 (jeunes) Temps de décélération Em : 160-240 ms Durée Ap < durée Am
<b>Doppler pulsé tricuspidé</b>	Et/At ≥ 0,8 et ≤ 2 Temps de décélération Et ≥ 120
<b>Doppler pulsé tissulaire anneau mitral</b>	En cas de FEVG préservée : Vitesse onde e' septale ≥ 7 cm/s, vitesse onde e' latérale ≥ 10 cm/s et rapport E/e' moyen ≤ 14

---

---

---

## Principales valeurs normales chez l'adulte.

Doppler	
<b>Doppler pulsé tissulaire anneau tricuspidé</b>	Pic s't $\geq$ 10 cm/s Et/e't $\leq$ 6 TRI < 40 ms
<b>Doppler pulsé veine pulmonaire</b>	S/D > 1 (sauf sujet jeune) Durée Ap < durée Am Pic Ap < 35 cm/s
<b>Doppler pulsé chambre de chasse VG (5 cavités)</b>	Pic de vitesse > 0,7 m/s, ITV > 15 cm
<b>Doppler pulsé VSH (sous-costale)</b>	S/D > 1