

QUELLES INCIDENCES POUR QUELS PARAMÈTRES...

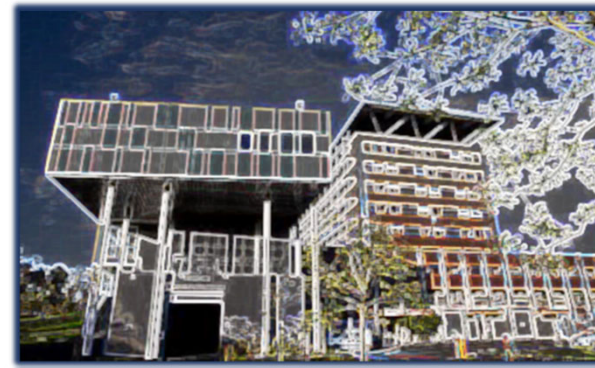
Pr Alexandre OUATTARA

Service d'Anesthésie-Réanimation cardiovasculaire

Biologie des maladies cardiovasculaires, INSERM UMR 1034

Hôpital Haut-Lévêque, Université de Bordeaux, France

Email: alexandre.ouattara@chu-bordeaux.fr



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

- ΔF : décalage de fréquence
- V : vitesse de la cible
- F_e : fréquence émise
- C : célérité
- θ : 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, strictly non invasive , availability, no contraindication (even in spontaneously breathing patients)	High imaging quality, reproducibility and stability of imaging planes (especially in ventilated patients)
Assessment of superficial anatomical structures (apical thrombus, pericardial space, inferior vena cava)	Assessment of deep anatomical structures (great vessels, base of heart, mediastinum, prosthetic valves, atria and appendages)
Optimal alignment of Doppler beam with transvalvular blood flows (mitral, aortic and tricuspid valves), and abnormal jets (valvulopathy, left ventricular outflow tract obstruction)	Precise identification of the mechanism of certain native or prosthetic valve dysfunctions (eccentric mitral regurgitation, prosthetic valve dysfunction) Identification of intracardiac shunts
Evaluation of pulmonary artery pressure (tricuspid and pulmonary regurgitant jets)	Identification of great vessels diseases (proximal pulmonary embolism, spontaneous or traumatic acute aortic conditions)

TABLE II.—*Complications of TEE in the ICU (21 studies with n=2 508 examinations). With permission from Hüttemann et al.¹⁰*

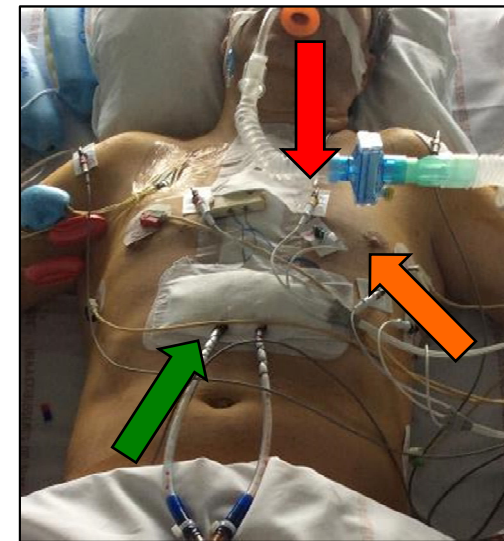
Category	Details	N.
Airway	Displacement of tracheostomy tube (1), pulmonary aspiration during tracheal intubation before TEE (1)	2
Ventilation	Respiratory failure (1), transient hypoxia (4)	5
Circulation	Hypotension (15), hypertension (4), increase in pulmonary artery pressure (1)	20
Arrhythmias	Atrial flutter, atrial fibrillation (5), VES (1)	6
Cardiac arrest	Circumstances not further specified (1), due to abruptly discontinued inotropic support but successful resuscitation - not related to TEE study (1)	2
Seizures	Grand mal seizure (1)	1
Vomitus	(1)	1
Coughing	(7)	7
Oropharyngeal mucosal lesions	Superficial mucous lesion (1), self-terminating oral blood suffusion (15), oropharyngeal bleeding (1)	17
Total		61 (2.6%)

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 ≈ 0)
- Mobilité réduite (KTC, drains, câbles de monitoring,...)
- Incisions chirurgicales, drains, redons, pansements
- Décubitus dorsal strict (+++)

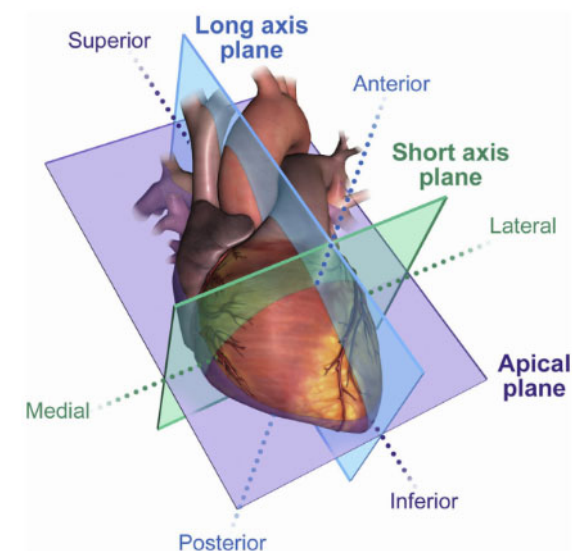


GUIDELINES AND STANDARDS

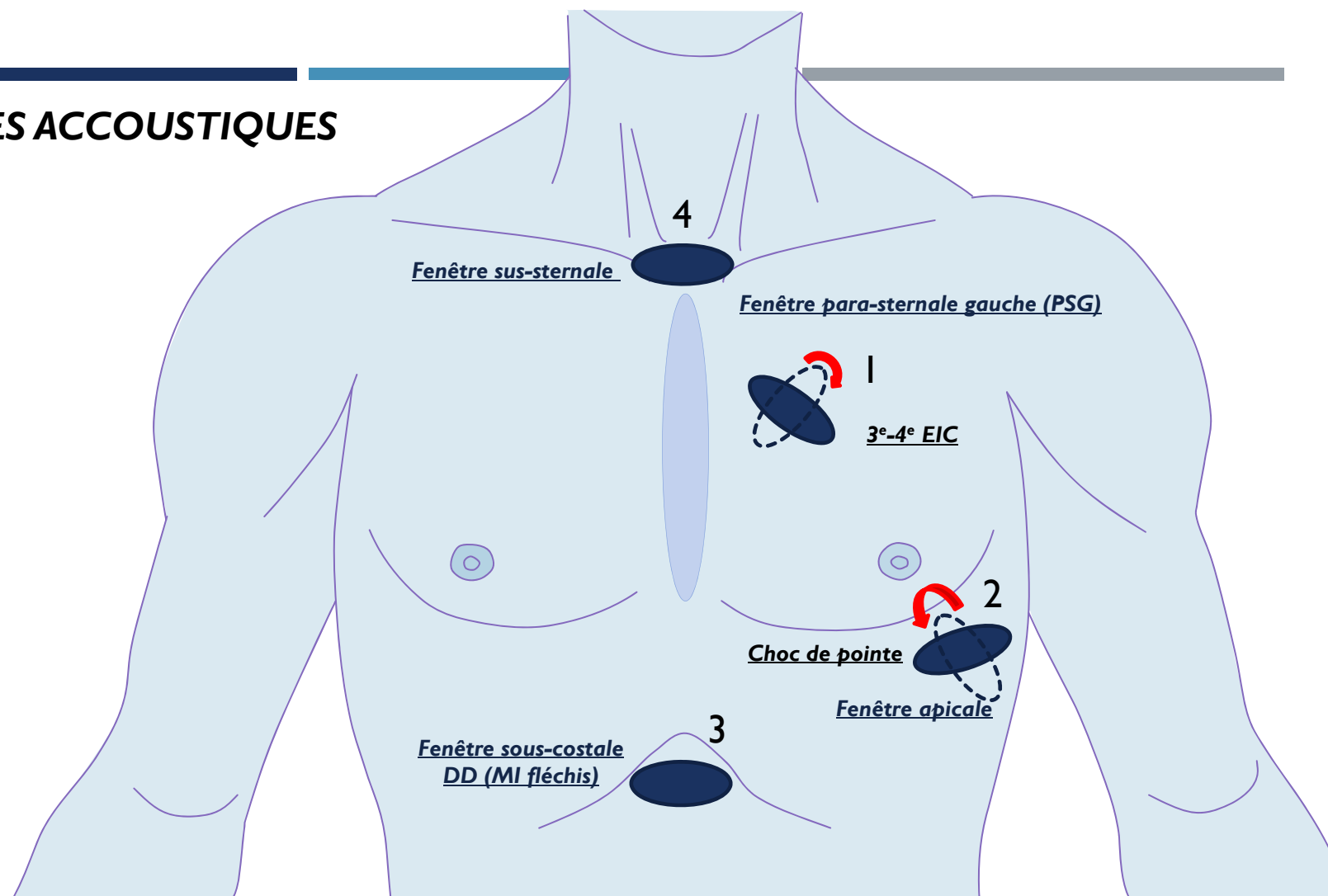
Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography



Carol Mitchell, PhD, ACS, RDMS, RDCS, RVT, RT(R), FASE, Co-Chair, Peter S. Rahko, MD, FASE, Co-Chair, Lori A. Blauwet, MD, FASE, Barry Canaday, RN, MS, RDCS, RCS, FASE, Joshua A. Finstuen, MA, RT(R), RDCS, FASE, Michael C. Foster, BA, RCS, RCCS, RDCS, FASE, Kenneth Horton, ACS, RCS, FASE, Kofo O. Ogunyankin, MD, FASE, Richard A. Palma, BS, RDCS, RCS, ACS, FASE, and Eric J. Velazquez, MD, FASE, *Madison, Wisconsin; Rochester, Minnesota; Klamath Falls, Oregon; Durham, North Carolina; Salt Lake City, Utah; Ikoyi, Lagos, Nigeria; and Hartford, Connecticut*



4 FENETRES ACCOUSTIQUES



Fenêtre para-sternale gauche (3 incidences)

PS grand axe



PS petit axe basale



PS petit axe transpilier

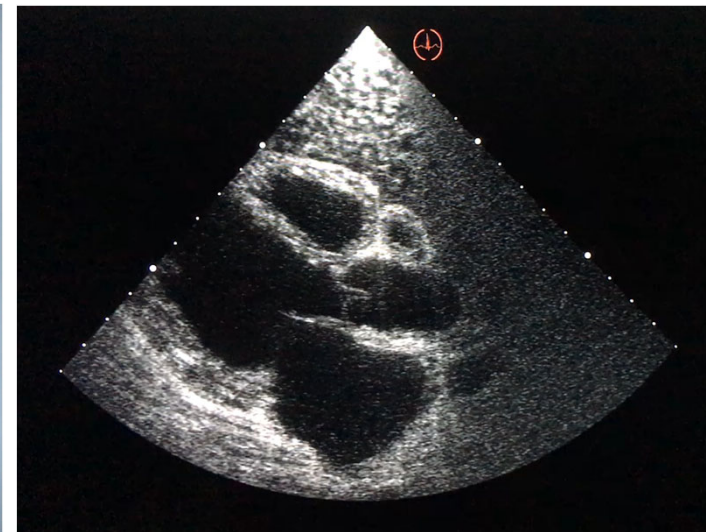
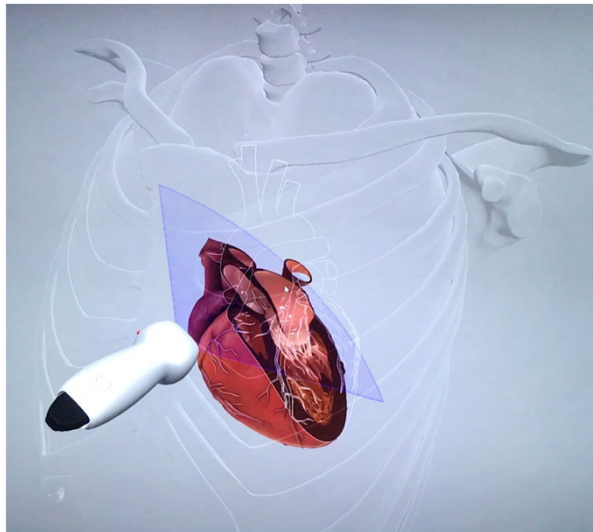
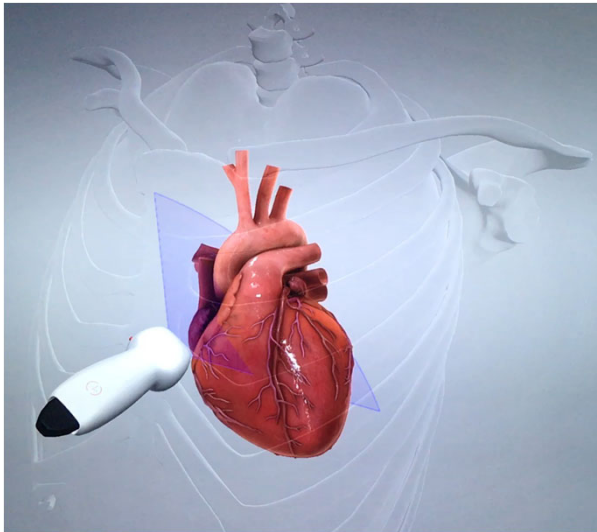


Rotation horaire
De la sonde US



Béquillage de la sonde US
vers épaule droite

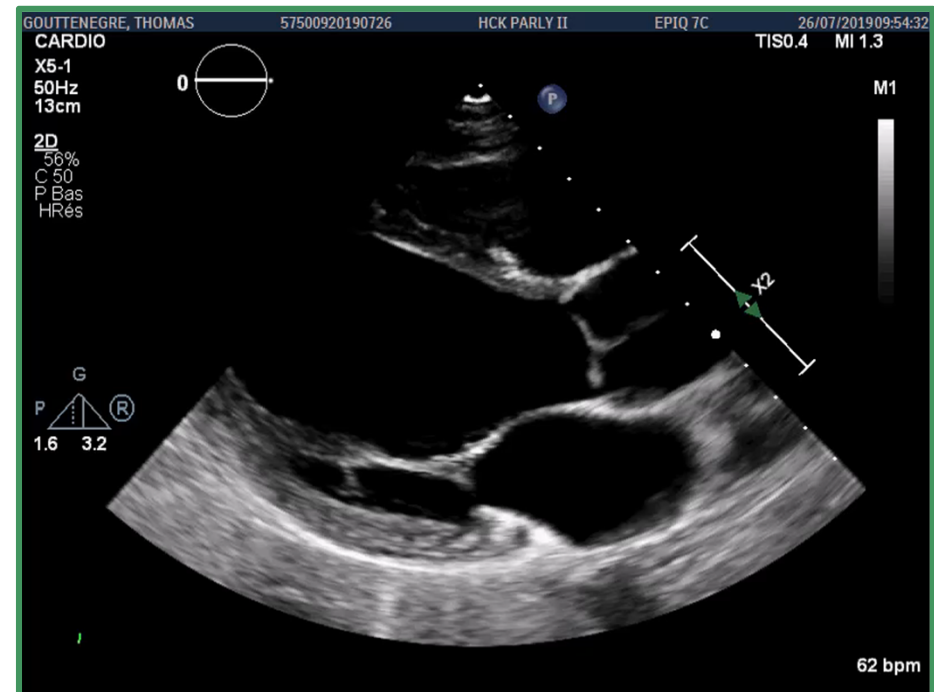
Incidence PSG grand axe



Incidence PSG grand axe

Critères de qualité

Parois VG parallèles et SIV horizontal
CCVG, VAo, Ao asc correctement visualisées
Parois Ao asc parallèles
Absence de visualisation du feuillet septal de la tricuspide



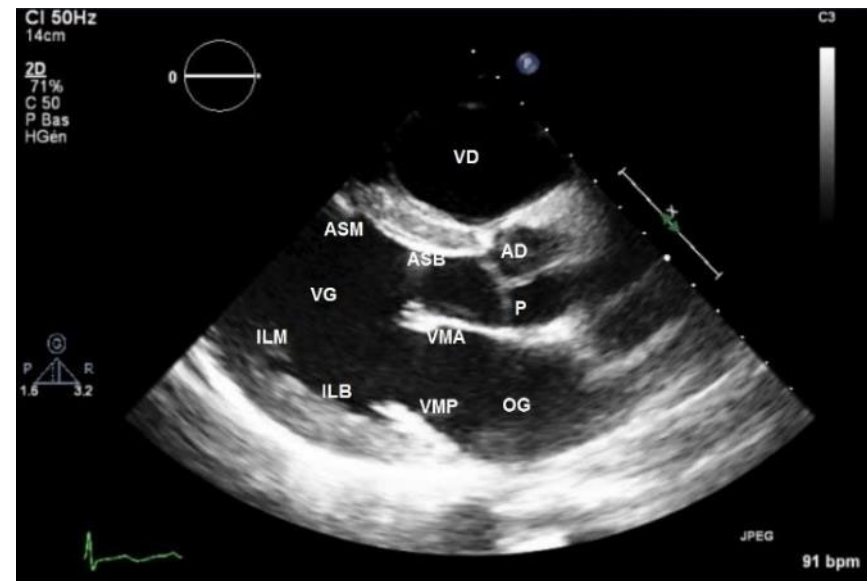
Parasternale *grand* axe : les paramètres

- ❖ Taille des ventricules
- ❖ Remodelage VG (dilatation, HVG, anévrysme)
- ❖ 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 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

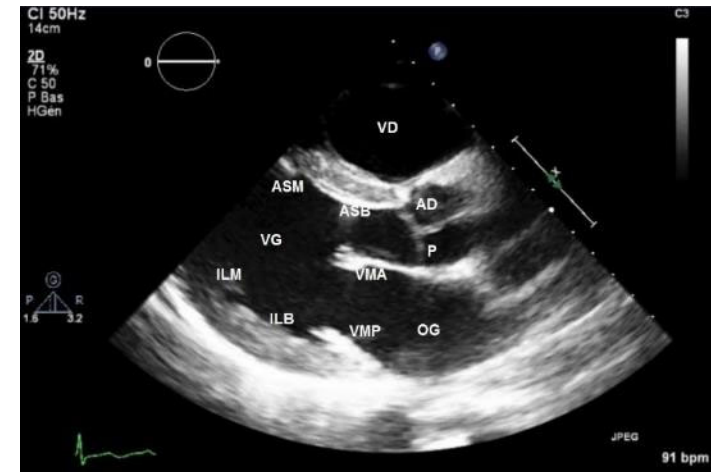


Incidence PSG-GA (diastole)

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 +++

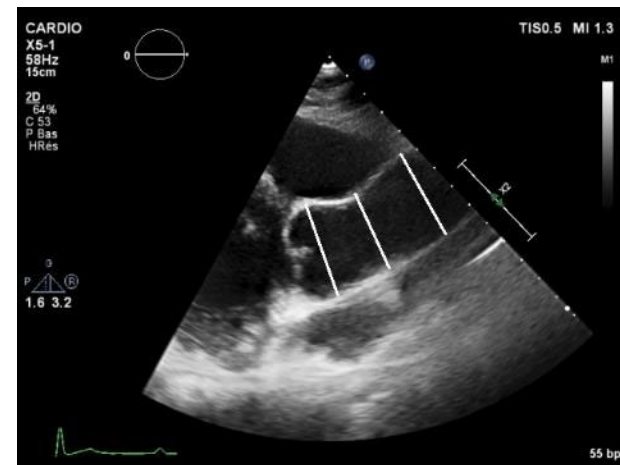
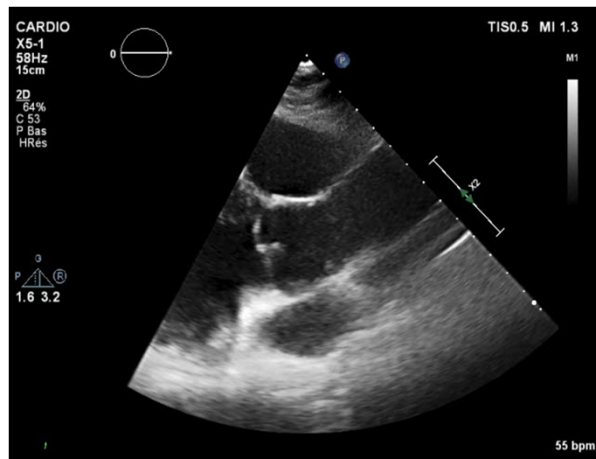


Incidence PSG-GA (diastole)

Incidence PSG-GA-mode 2D Aorte (2-3^{ème} 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

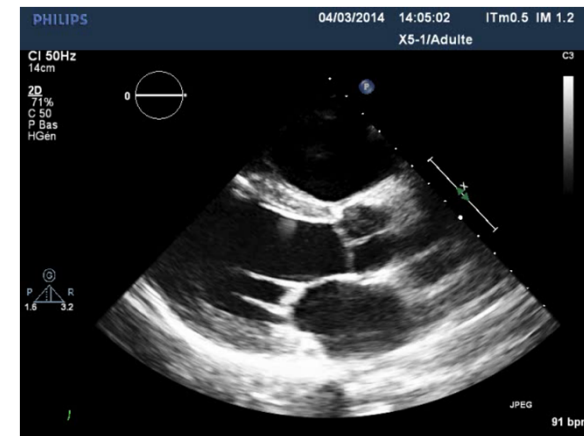


PSG-GA mode 2D –Aorte (valeurs normales)

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

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 avant 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

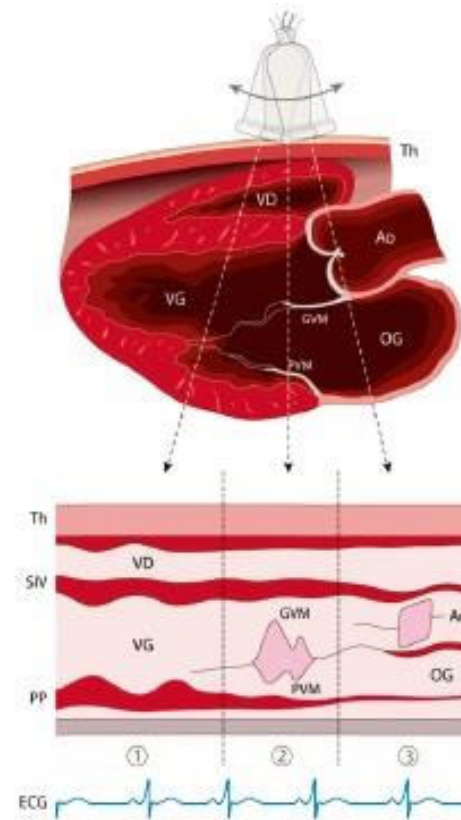
Rapport normal anneau mitral/longueur de la valve mitrale antérieure est $< 1,3$



PSG GA mode TM

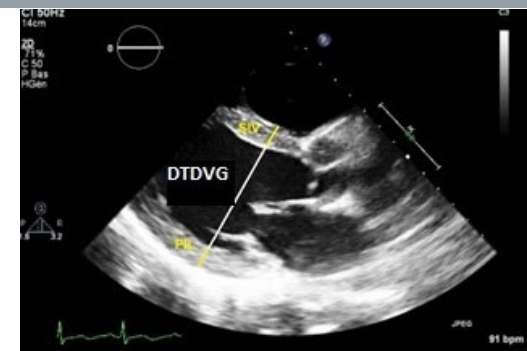
Balayage des structures selon 3 axes du mode TM

- VG
- Valve mitrale
- Racine aortique- oreillette

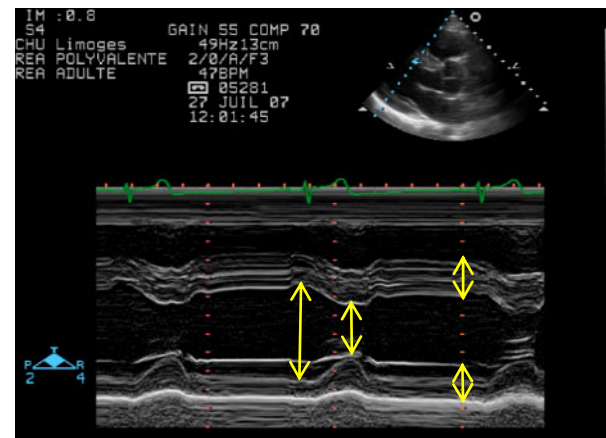
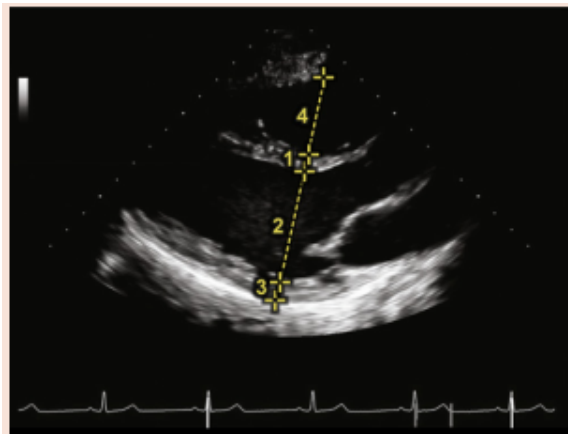


Balayage des structures cardiaques en mode TM.

Incidence PSG-GA-VG



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



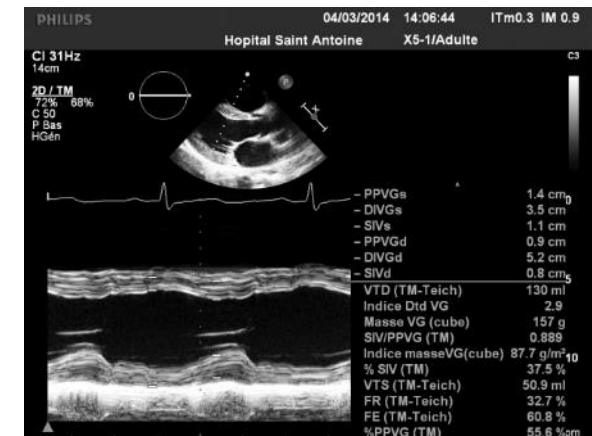
Incidence PSG-GA mode TM-VG

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)



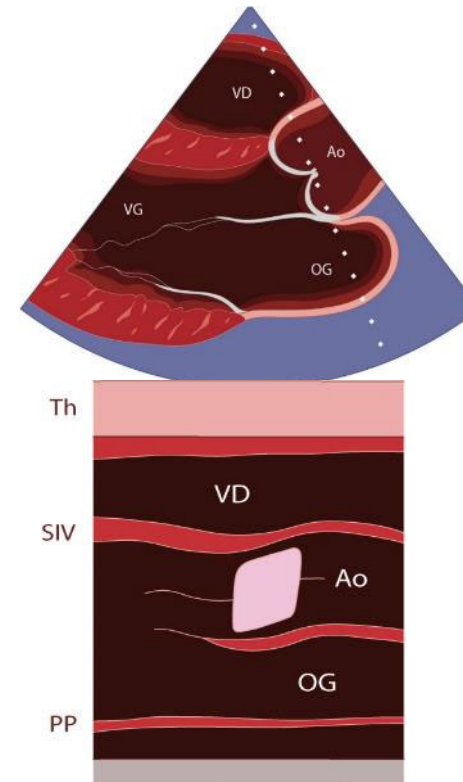
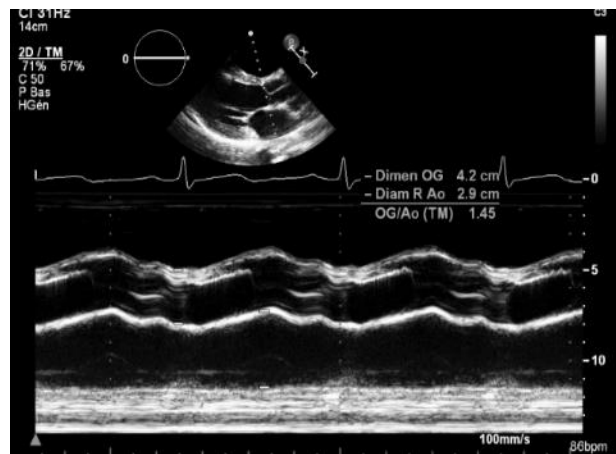
Valeurs normales 2D du diamètre télédiastolique VG (DTDVG) et du diamètre télésystolique VG (DTSVG) :

- ✓ chez l'homme : DTDVG : 42-58 mm, soit 22-30 mm/m² ; DTSVG : 25-40 mm, soit 13-21 mm/m²
- ✓ chez la femme : DTDVG : 38-52 mm, soit 23-31 mm/m² ; DTSVG : 22-35 mm, soit 13-21 mm/m²

PSG GA Mode TM AO/OG

Mesures :

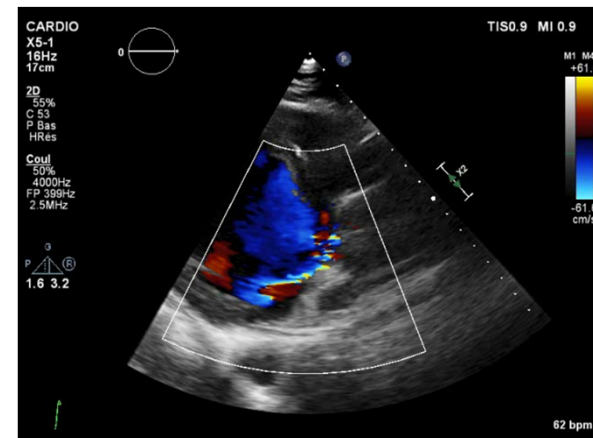
- Diamètre antéro-postérieur de la racine aortique
- Écart inter-sigmoïdien
- Diamètre antéro-postérieur de l'oreillette gauche



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

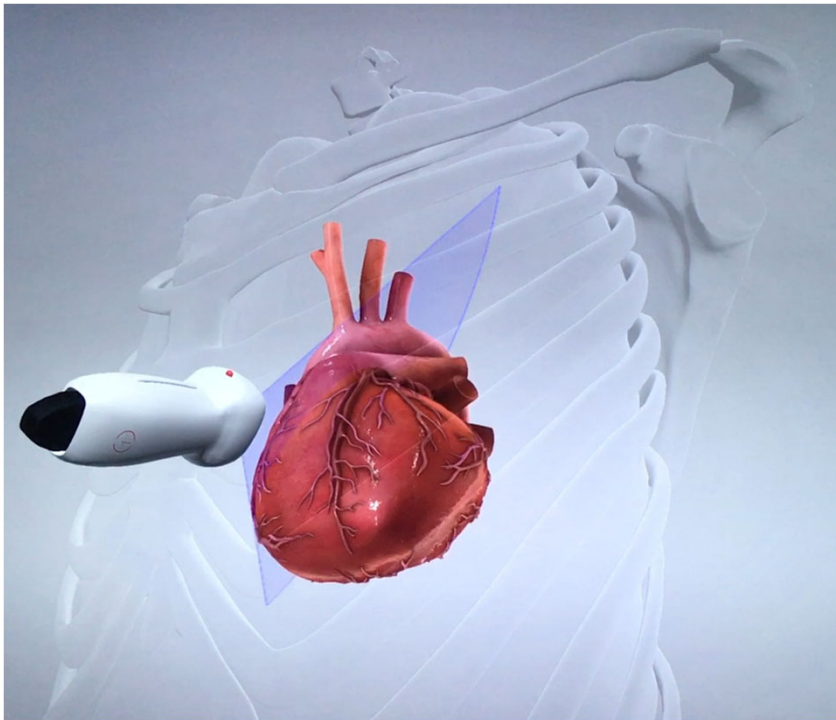
PSG-GA doppler couleur

- Utilisé sur les valves mitrale et aortique



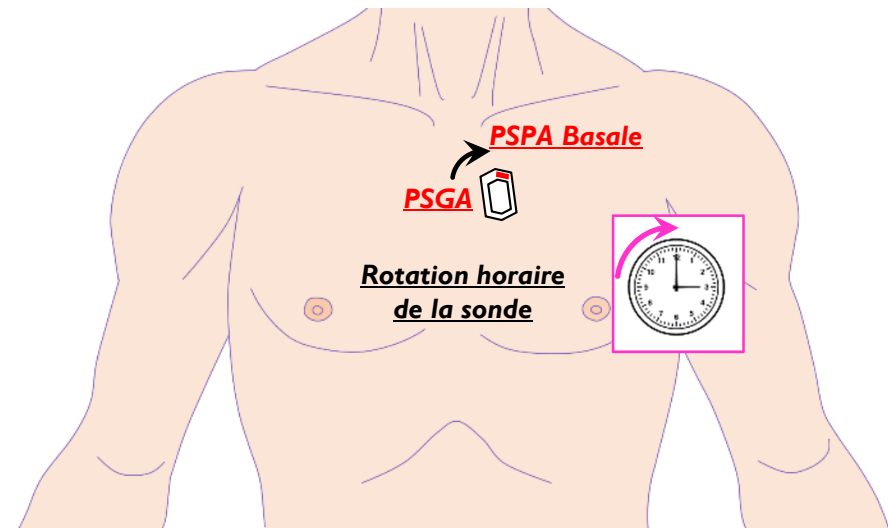
IA excentrée

Incidence parasternale gauche petit axe basale

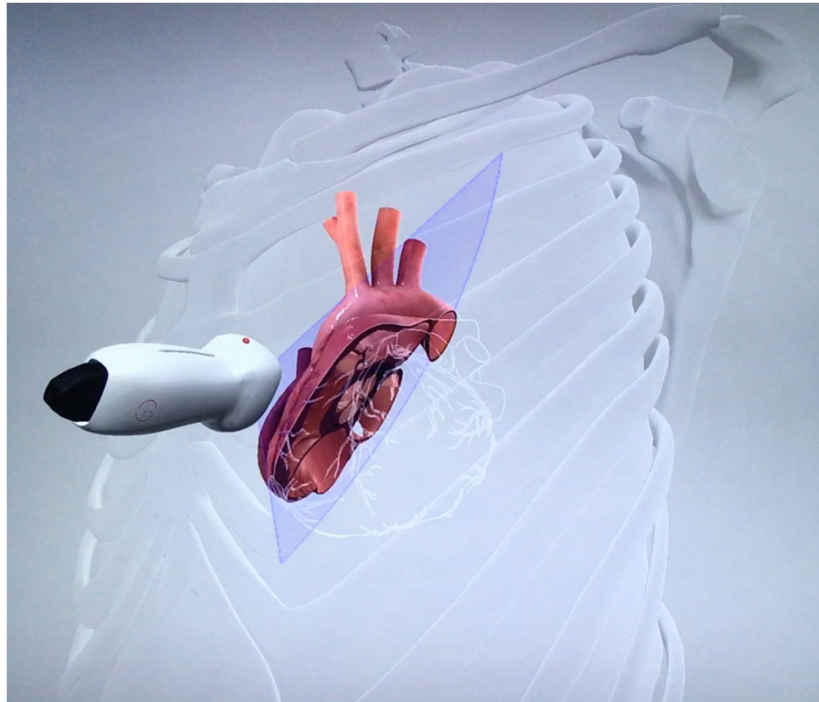


DEFINITION

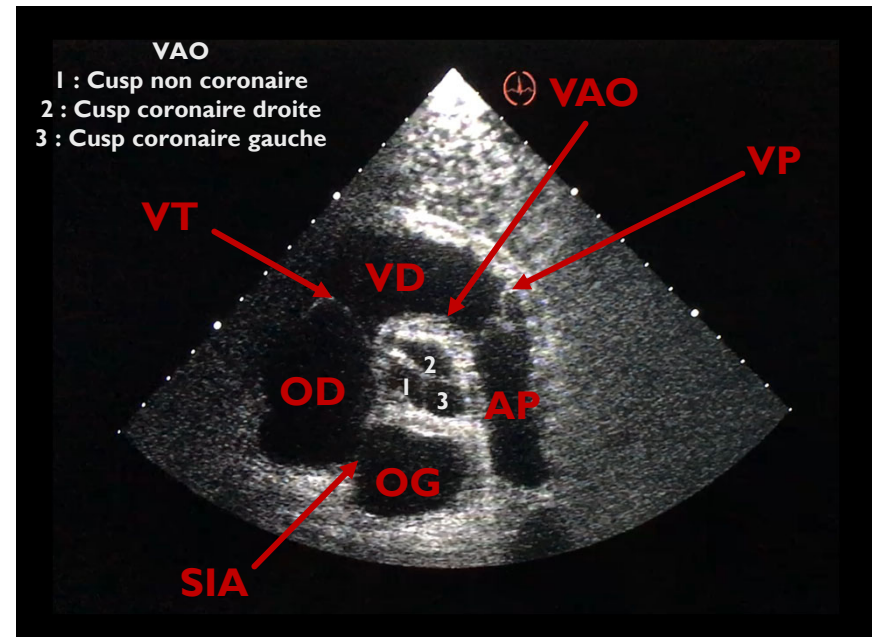
Coupe de la base du cœur passant par l'OG, l'OD, l'infundibulum pulmonaire, le tronc de l'AP et la VAo (petit axe)



Incidence parasternale gauche petit axe basale



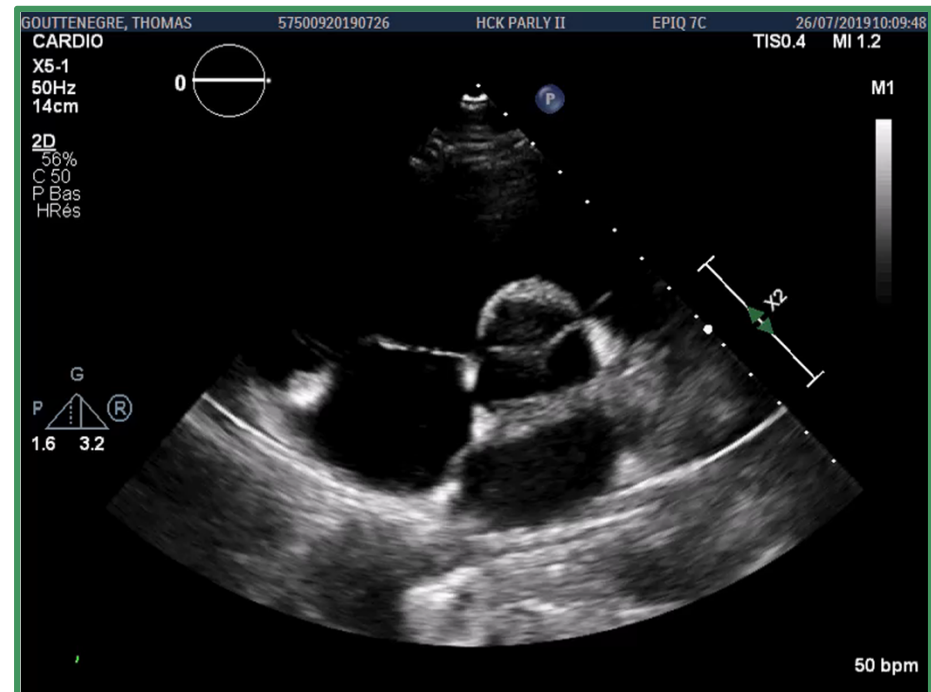
Structures identifiées



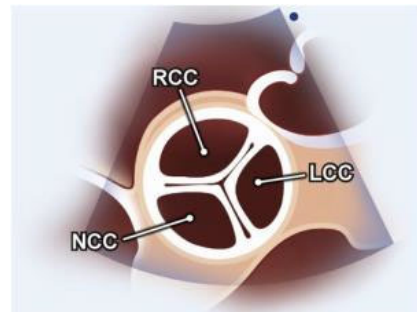
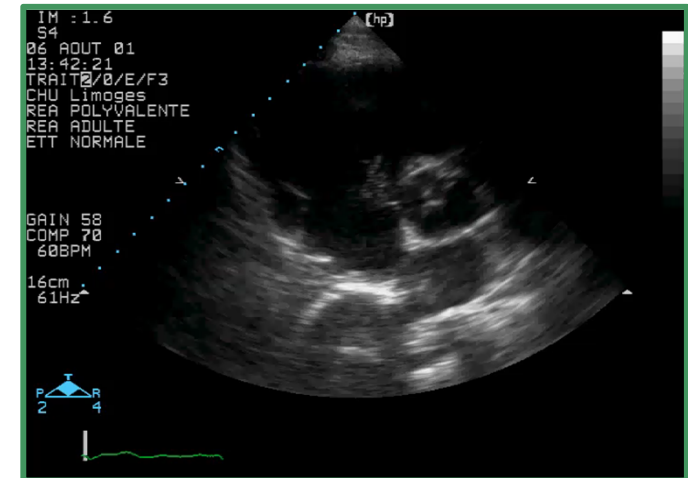
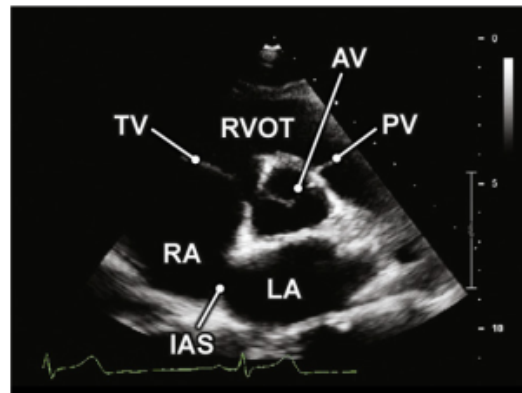
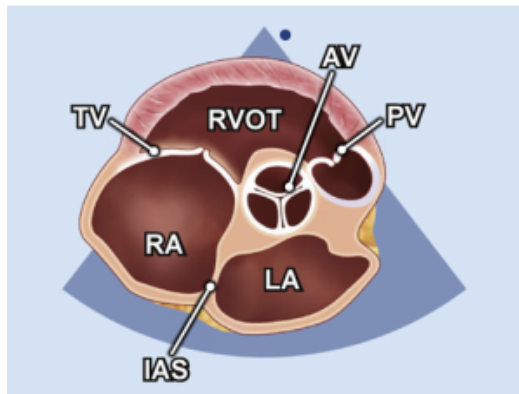
Incidence parasternale gauche petit axe basale

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 coeur)

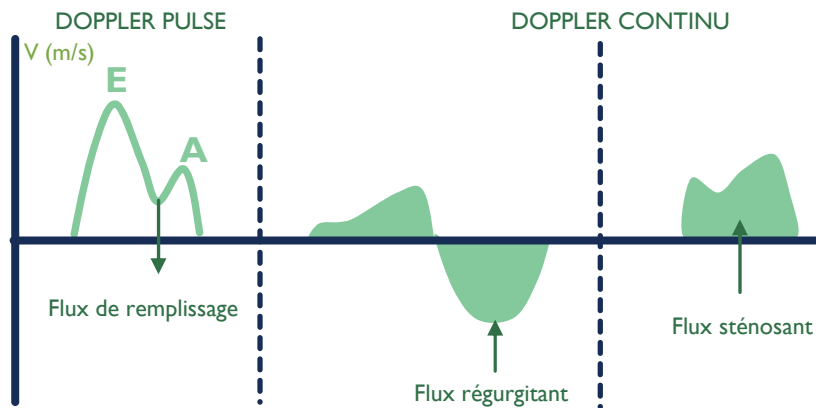
- ❖ Valvulopathie aortique
- ❖ Insuffisance tricuspide
- ❖ Profil Doppler artère pulmonaire
- ❖ Interaction coeur-poumons
- ❖ Insuffisance pulmonaire
- ❖ **Surface** valve aortique
- ❖ Localisation **insuffisance aortique**
- ❖ **Gradient OD-VD & PAPs**
- ❖ **Temps d'accélération**, incisure mésosystolique 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 ++)
(trajet KT AP, canules de réinjection ECLS droites)
Analyse VT, VA et VP
Analyse tronc AP
Anomalie SIA

VT



Analyse doppler :

VALVE TRICUSPIDE :

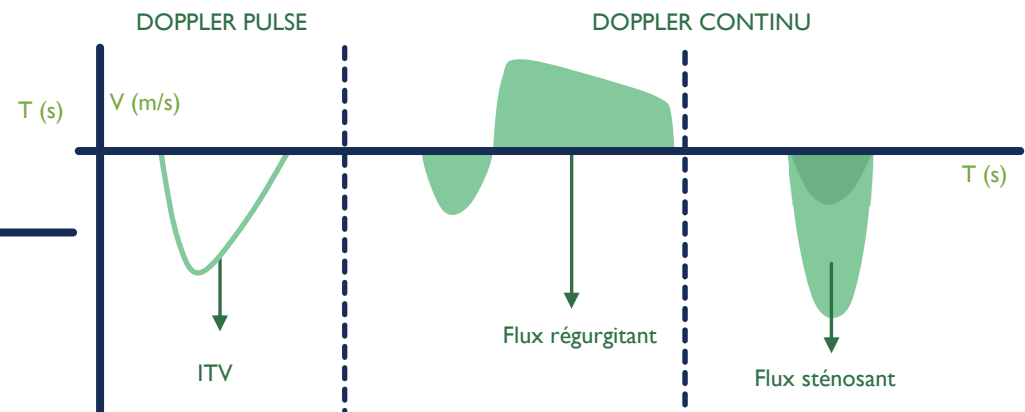
Doppler couleur : localisation flux de régurgitation
Doppler continu : analyse flux régurgitant / sténosant transvalvulaire

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

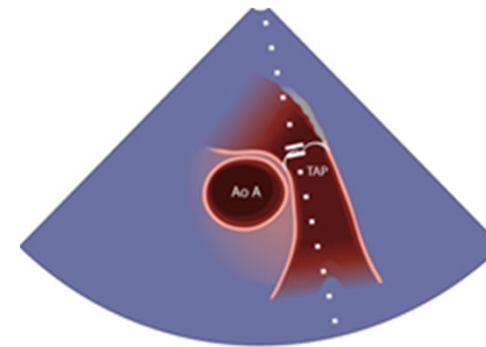
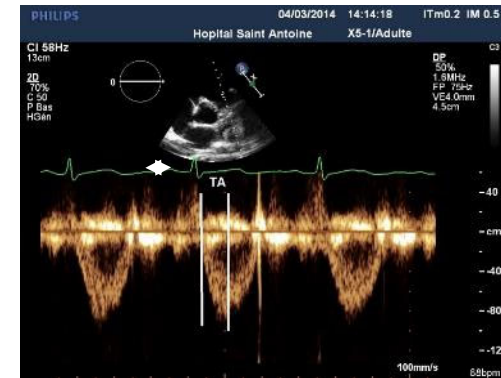
VP



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**

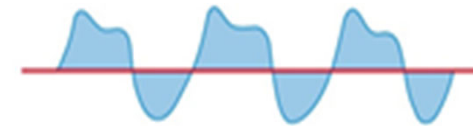
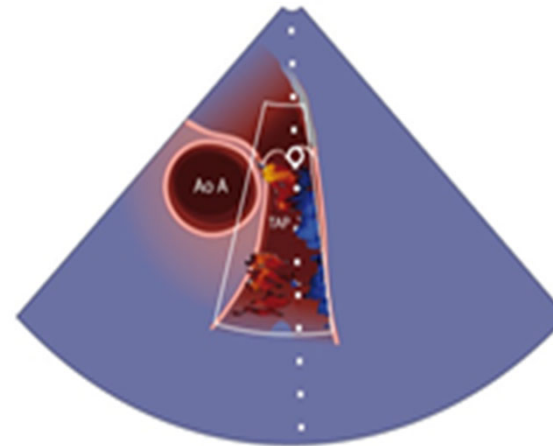
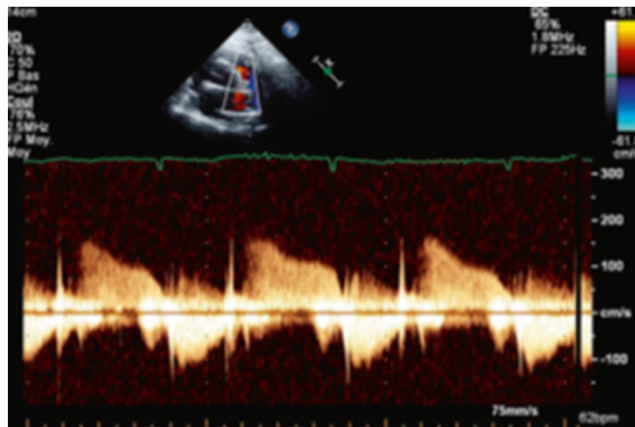


Incidence PSG-PA. Flux d'éjection dans l'infundibulum pulmonaire en Doppler pulsé.

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



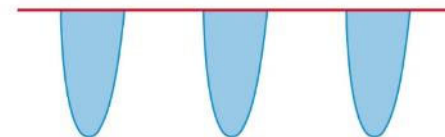
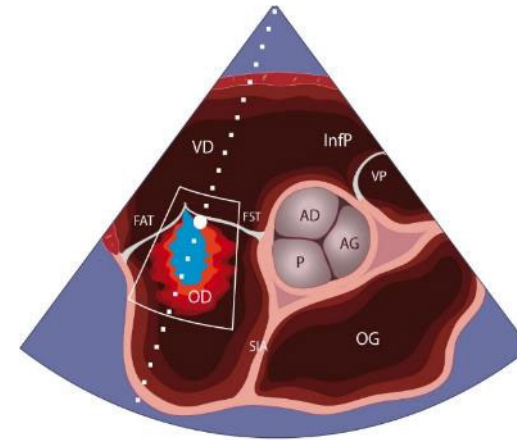
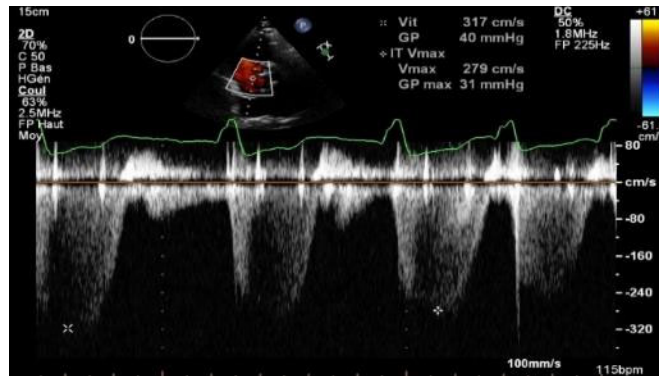
**ETT, coupe parasternale gauche
petit axe.**

Flux d'insuffisance pulmonaire
physiologique recueilli en Doppler
continu.

Doppler continu sur la valve tricuspidale

Flux d'insuffisance tricuspidale physiologique recueilli en Doppler continu

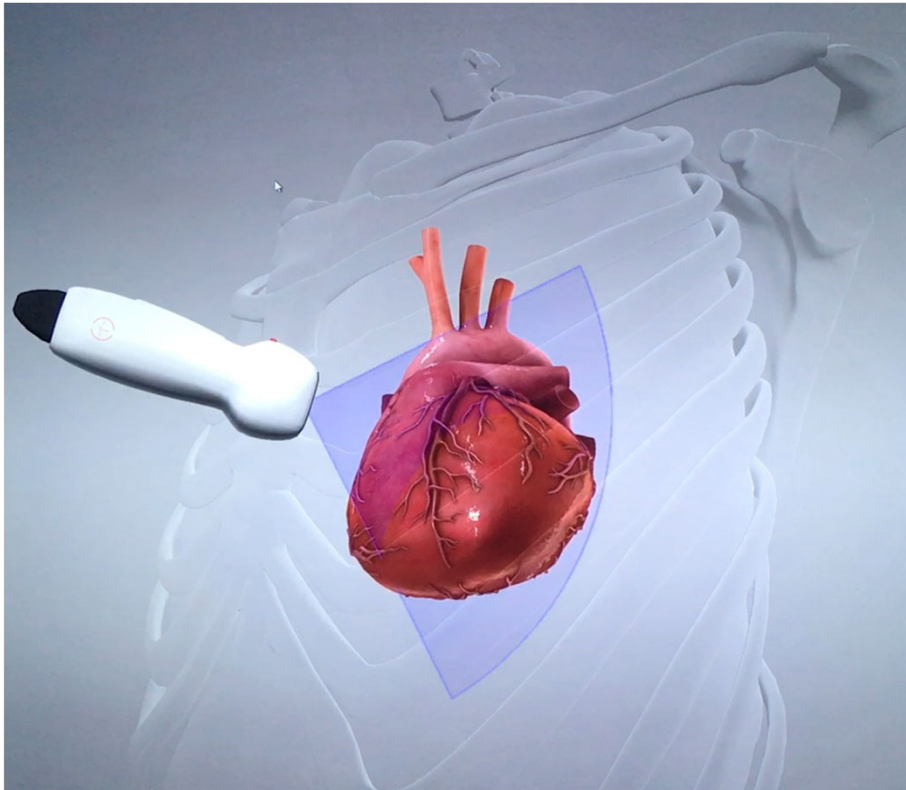
- En s'alignant sur la fuite tricuspidale visualisée en Doppler couleur
- Activer le Doppler continu
- Mesure de la Vmax du flux tricuspidale
- Intérêt de l'utilisation de la sonde Doppler non couplée (Pedoff), plus sensible pour détecter une insuffisance tricuspidale



ETT, Doppler continu en coupe parasternale gauche petit axe.

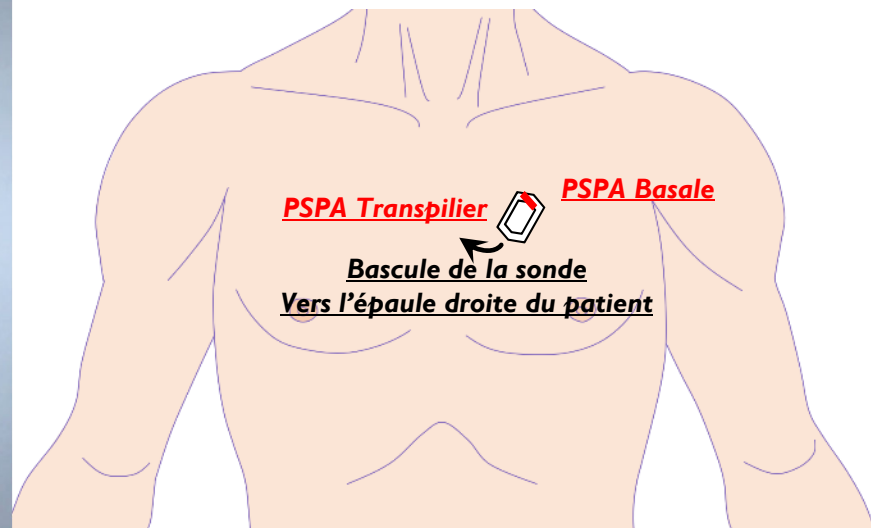
Flux d'insuffisance tricuspidale physiologique recueilli.

Incidence parasternale gauche petit axe transpilier

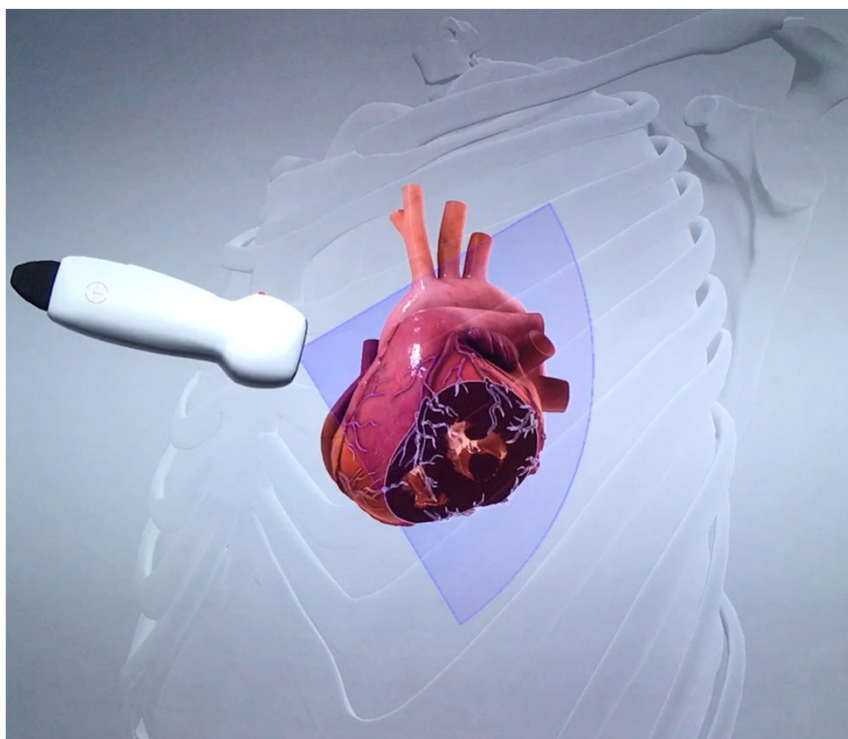


DEFINITION

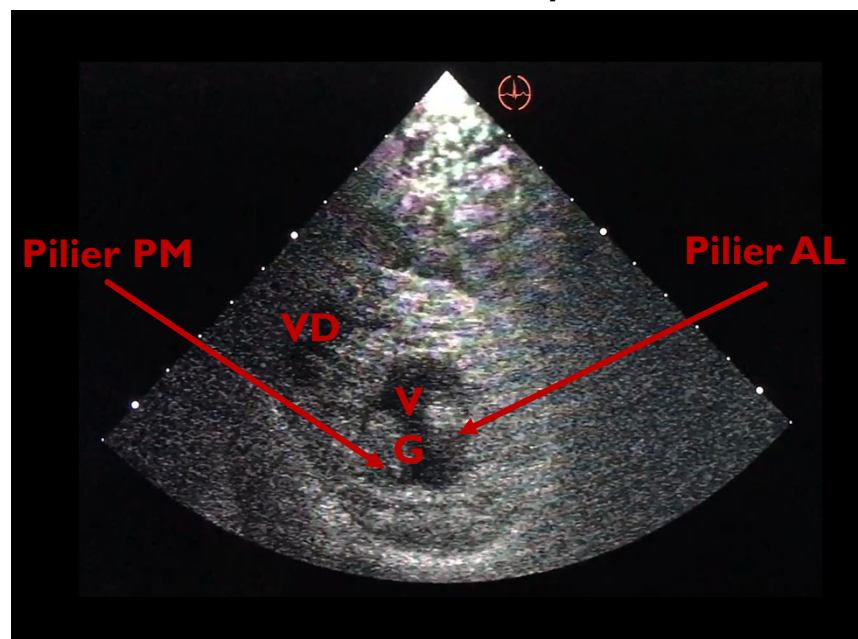
Incidence coupant les ventricules transversalement au niveau des piliers de la valve mitrale



Incidence PSG-PA transpilier



Structures identifiées



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:

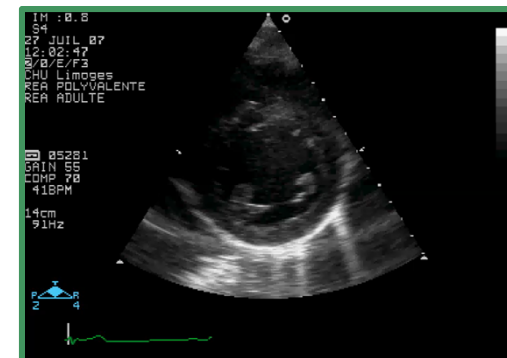
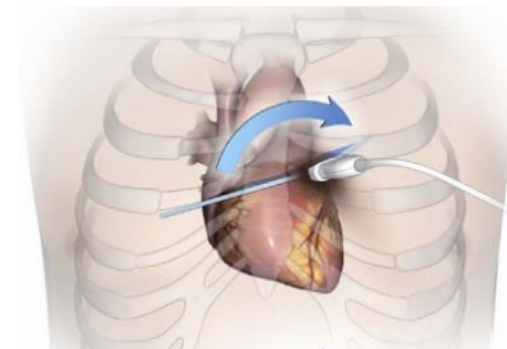
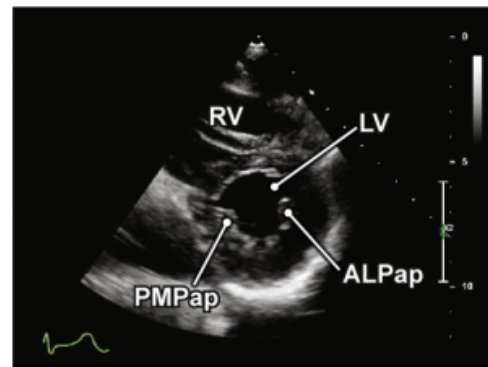
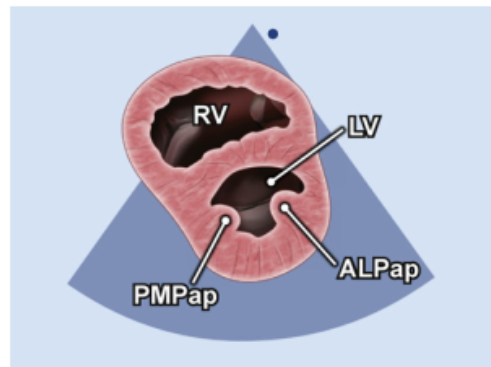
Doppler couleur : localisation de CIV

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.**

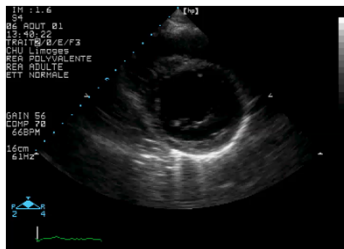
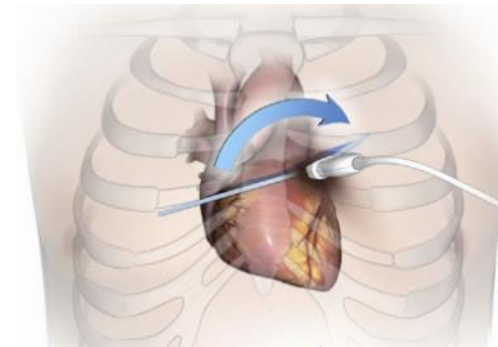
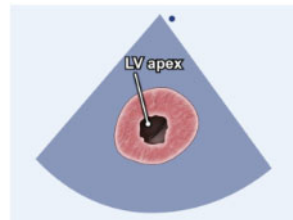
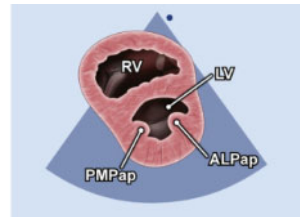
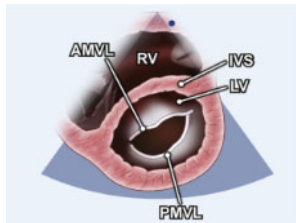
Parasternale *petit axe*

Par défaut : passant par les muscles papillaires

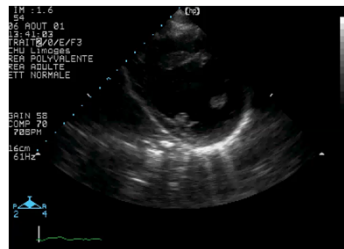


Parasternale *petit axe* (2)

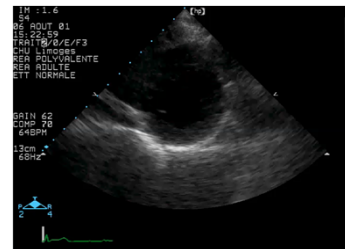
Balayage de la base vers le point du cœur



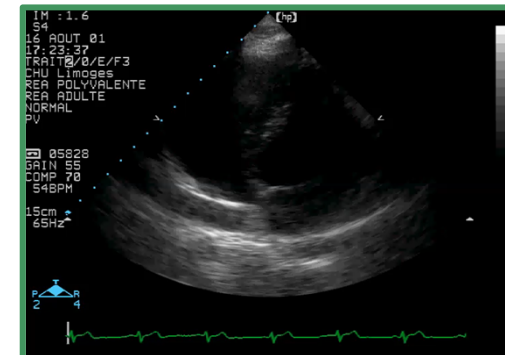
base



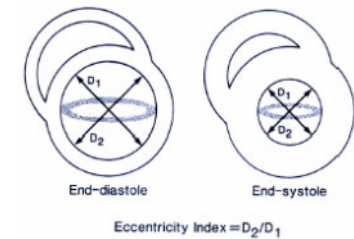
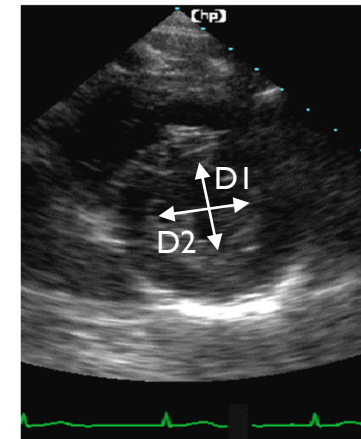
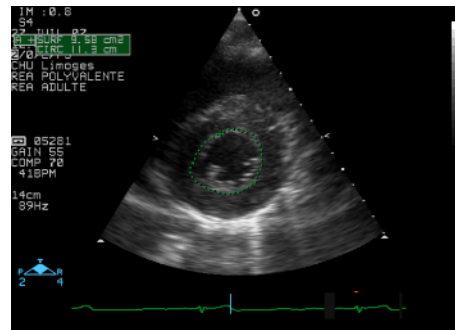
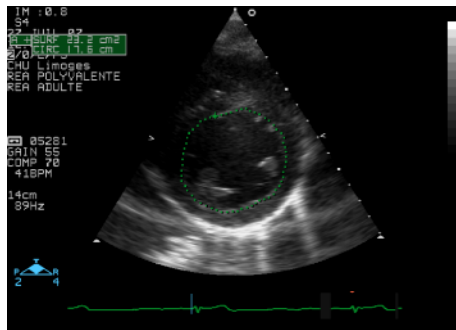
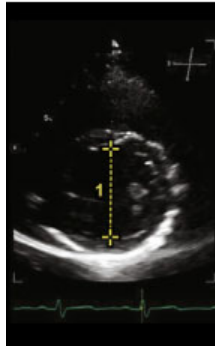
piliers



apex



Parasternale petit axe (muscles papillaires)



Fenêtre apicale (4 incidences)

APICALE 4C



APICALE 5C



APICALE 2C



APICALE 3C

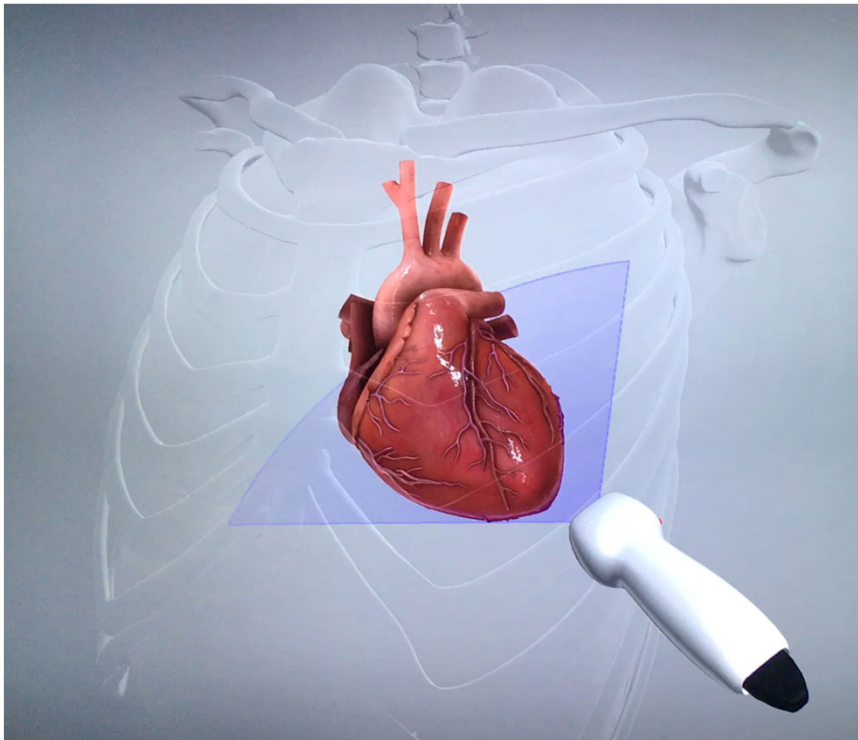


Béquillage de la sonde US
Vers le bas

Béquillage de la sonde US
Vers le bas

Rotation anti horaire 45-90°

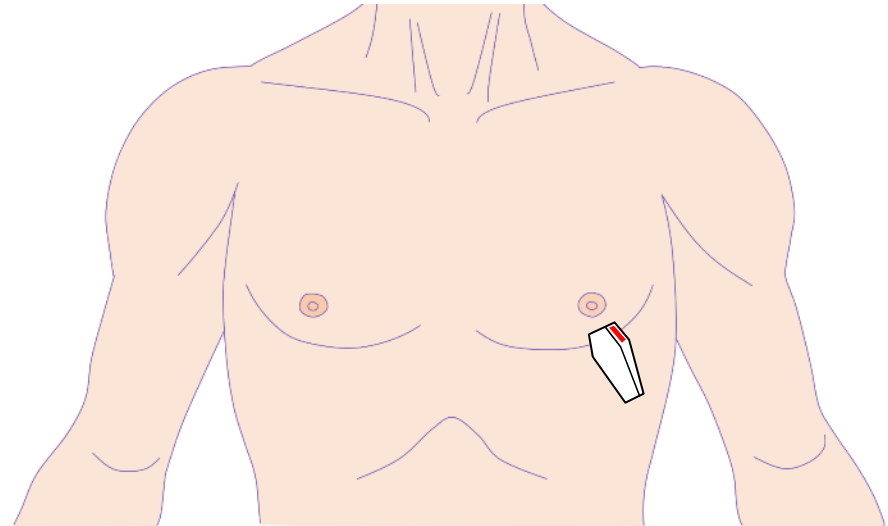
Incidence apicale 4 cavités



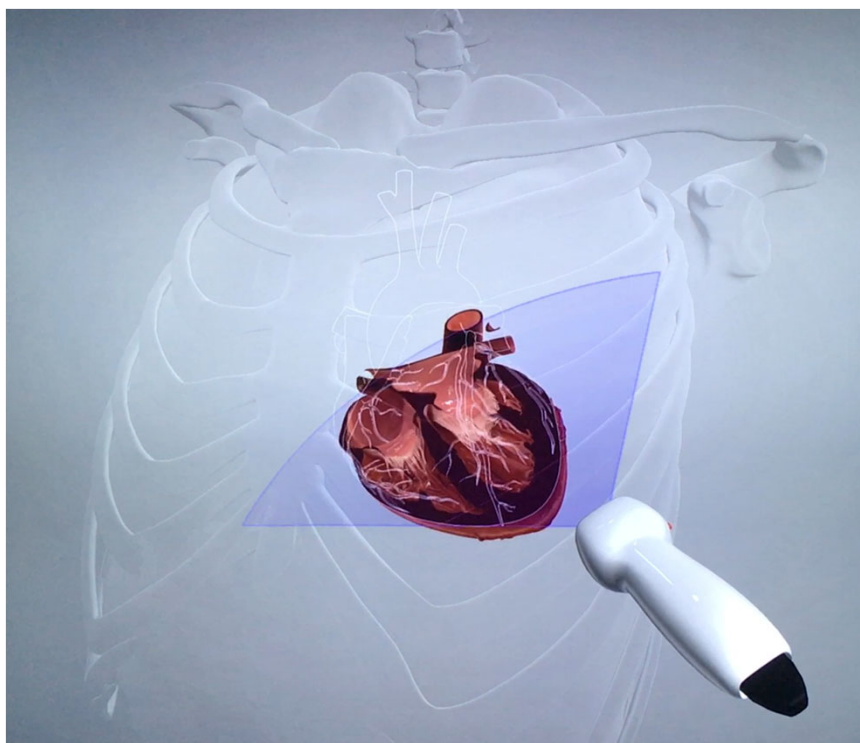
DEFINITION

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

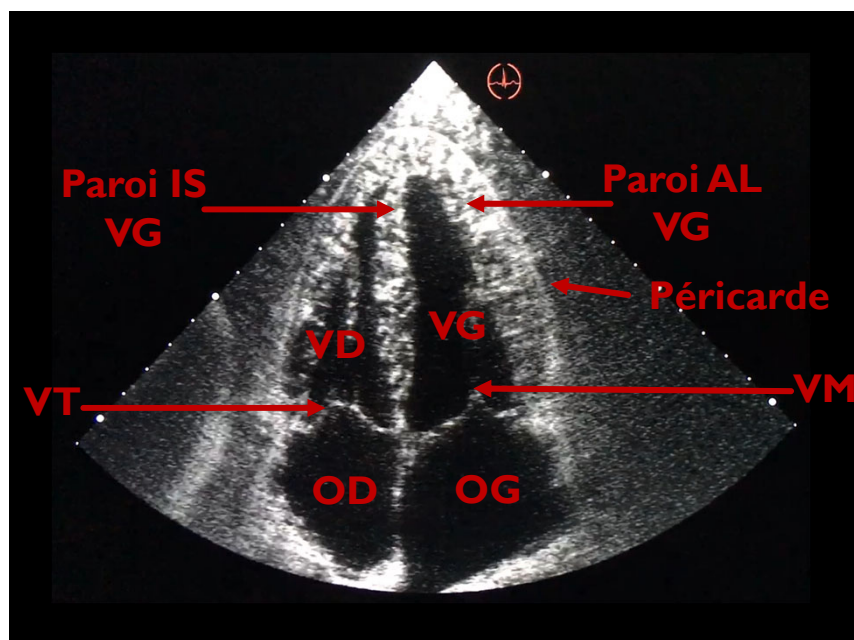
PLACEMENT DE LA SONDE SUR LE THORAX



Incidence apicale 4 cavités (4C)



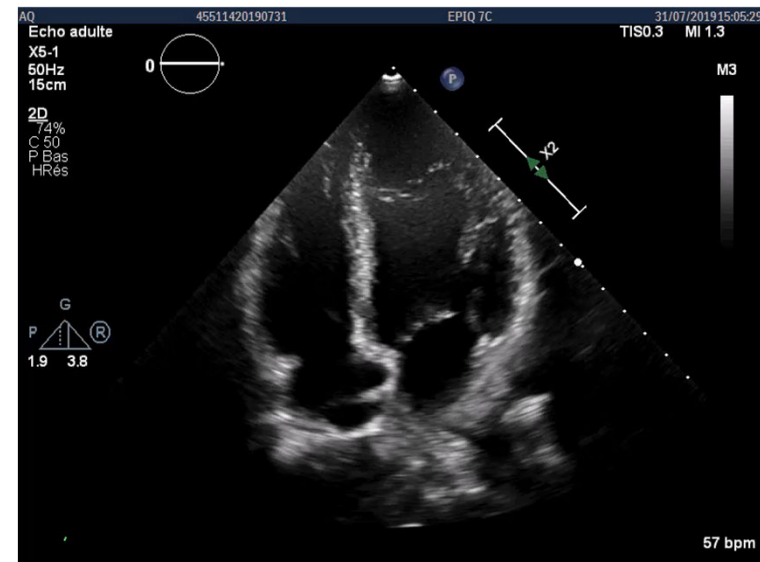
Structures identifiées



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 :

Analyse taille, épaisseur et fonction systolique globale VG/VD
Analyse cinétique segmentaire VG : paroi AL et IS
Diagnostic ASIA, CIV

Analyse doppler :

VALVE MITRALE

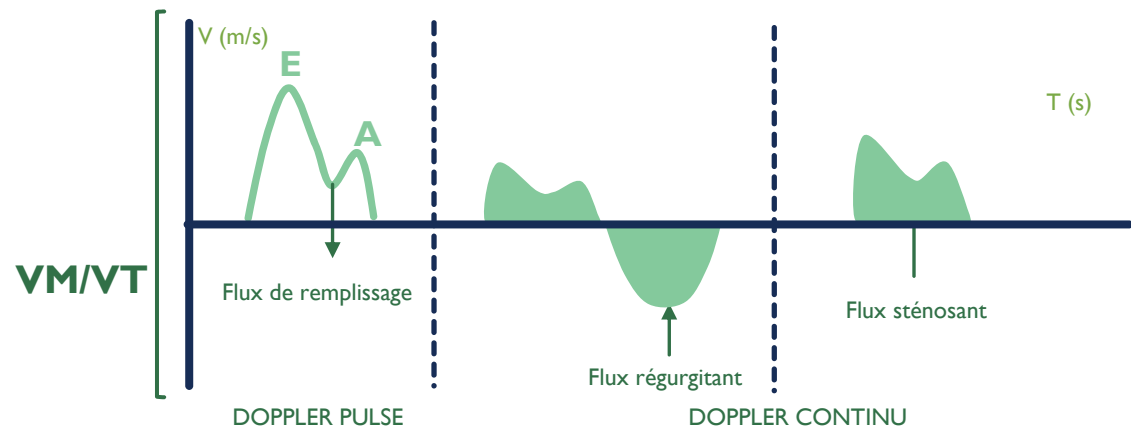
Doppler couleur : analyse flux régurgitant (**PISA**), (sténosant (aliasing))

Doppler pulsé : profil mitral

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

VALVE TRICUSPIDE

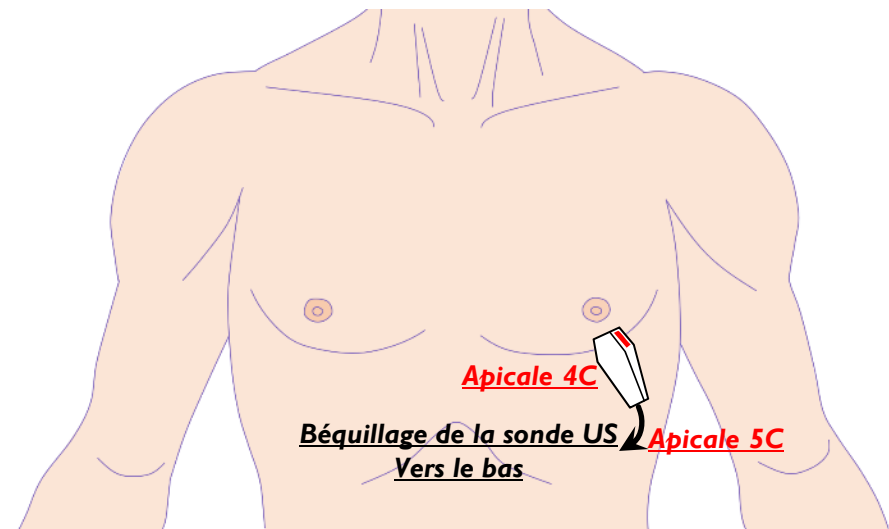
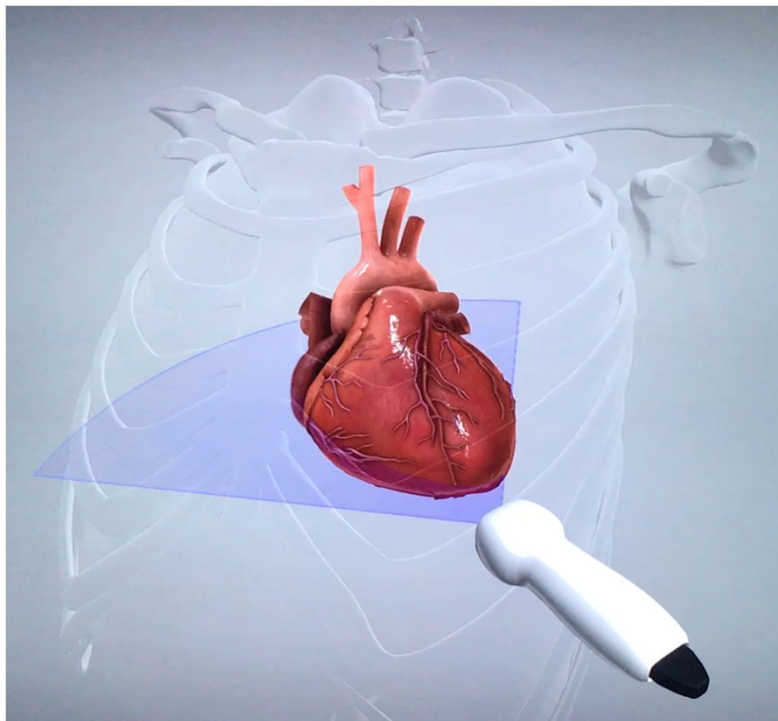
IDEM (au besoin mobiliser la sonde pour aligner le tir doppler)



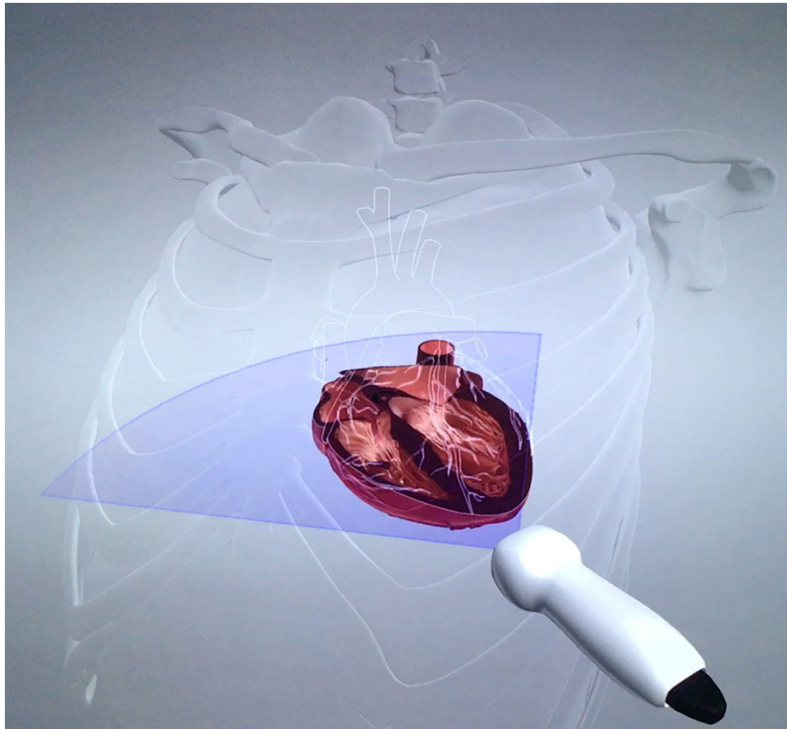
Apicale quatre / cinq cavités

- ❖ **Taille des ventricules**
- ❖ **Remodelage VG** (dilatation, HVG, anévrysme)
- ❖ 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 télédiastolique 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.

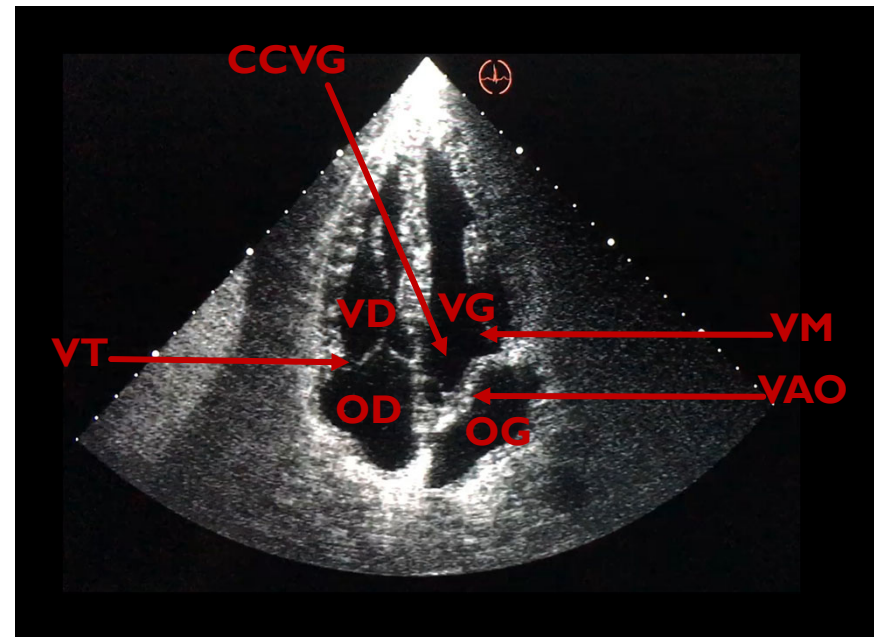
Incidence apicale 5 cavités (5C)



Incidence apicale 5C



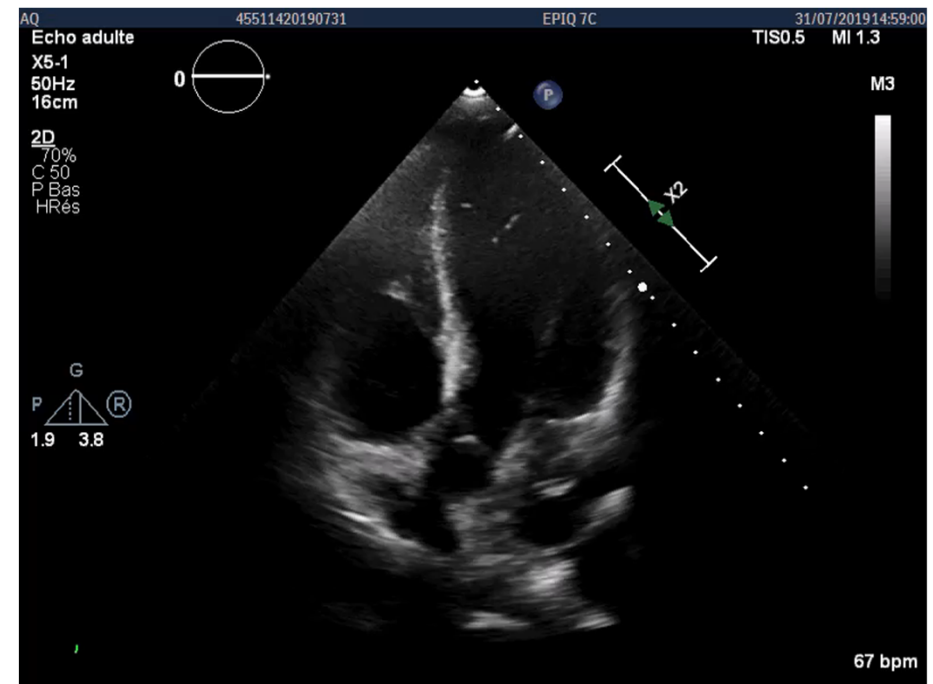
Structures identifiées



Incidence apicale 5C

Critères de qualité:

Visualisation des 5 cavités (CCVG, OG, VG, OD, VD)
SIV / SIA verticalisés à l'écran



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

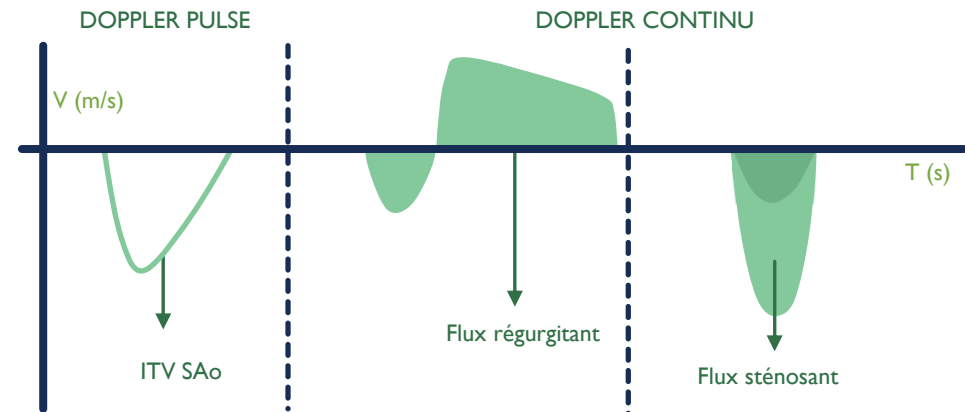
Doppler pulsé : mesure ITV sous Ao (attention alignement tir

Doppler!)

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

CCVG :

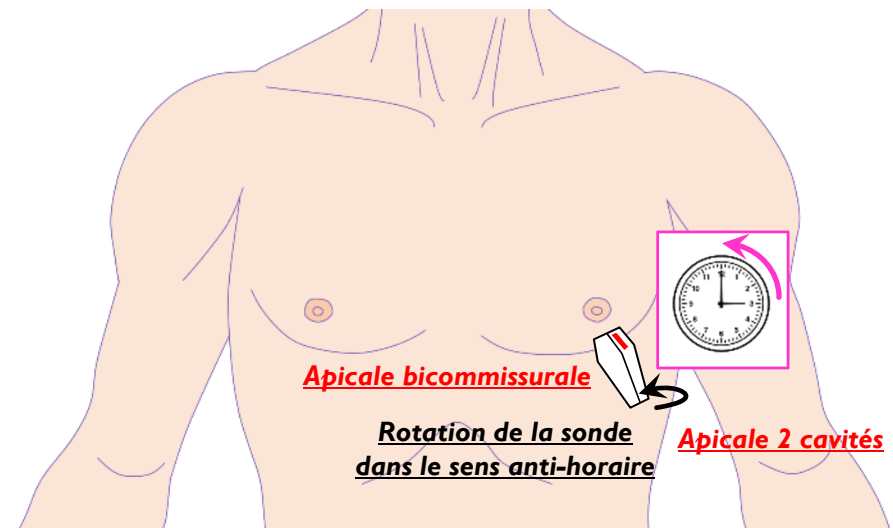
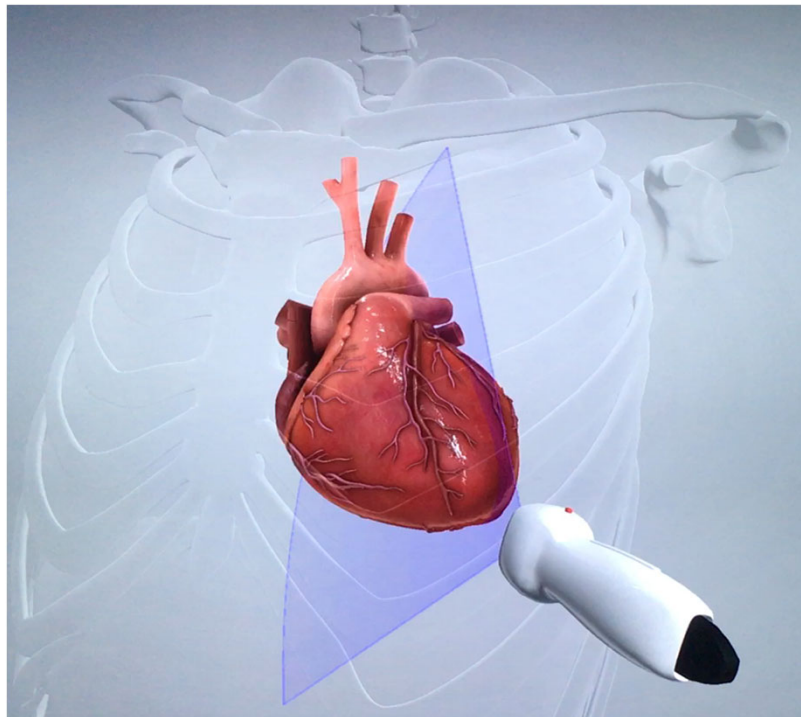
Doppler couleur et pulsé sur flux d'obstruction intra-VG



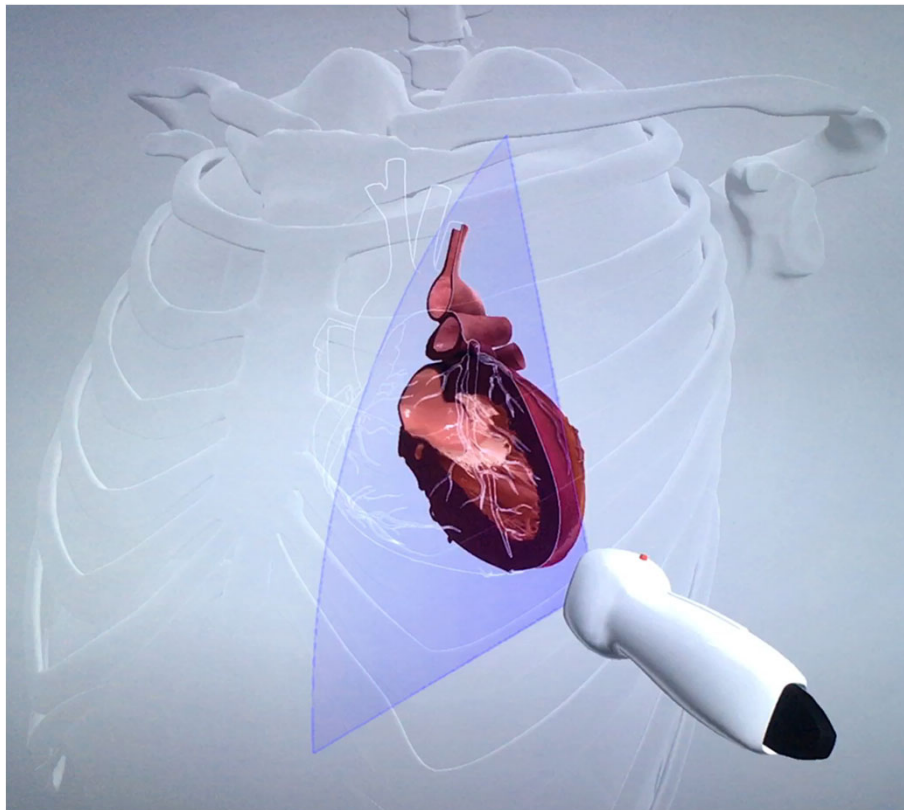
Incidence apicale 2 cavités (2C)

DEFINITION

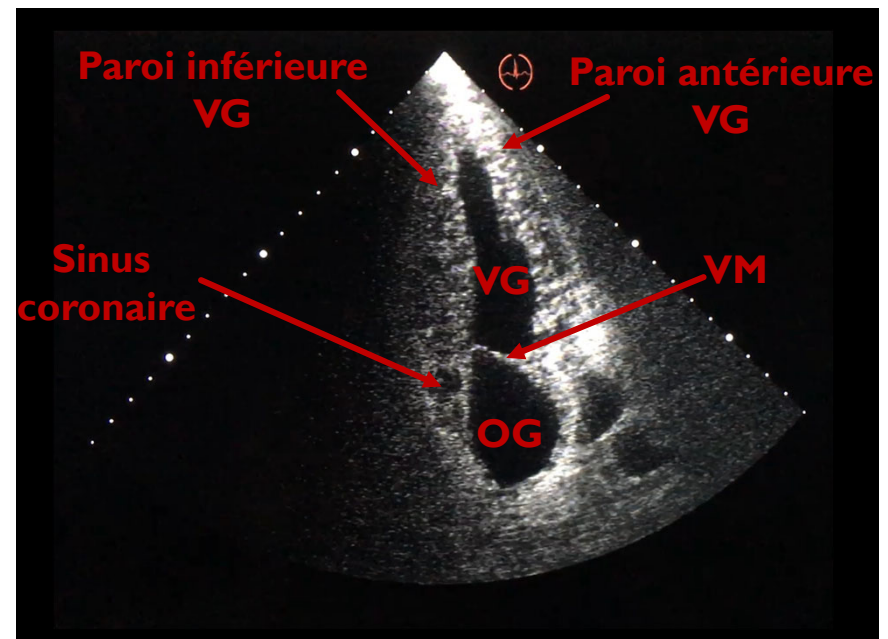
INCIDENCE QUI COUPE VG SUR SON GRAND AXE
EN PASSANT PAR SON APEX ET SES PAROIS
INFERIEURE ET ANTERIEURE



COUPE APICALE 2 CAVITES



PRINCIPALES STRUCTURES IDENTIFIEES

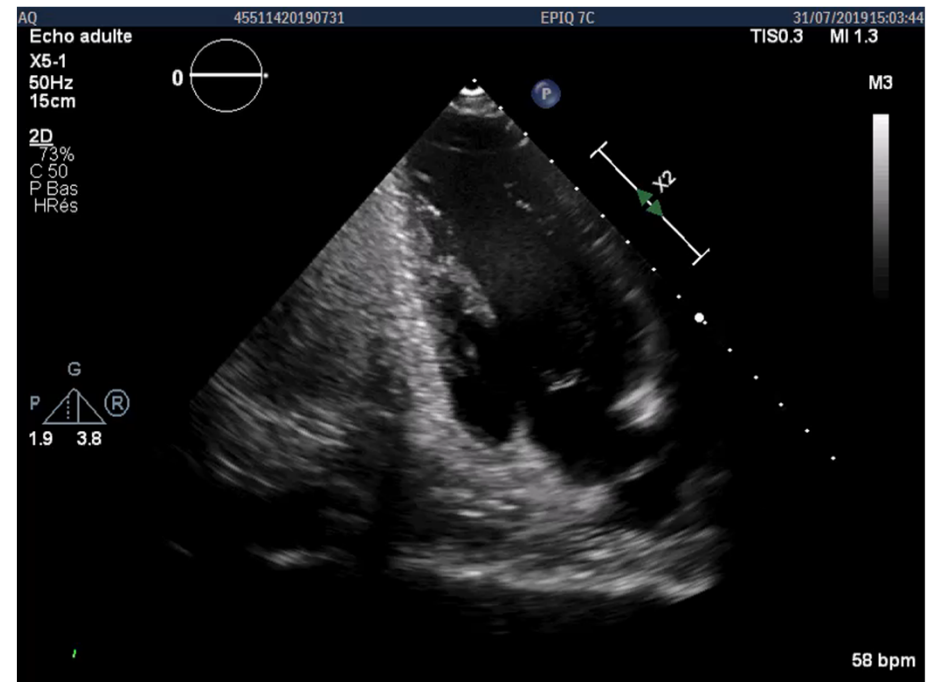


COUPE APICALE 2 CAVITES

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 :

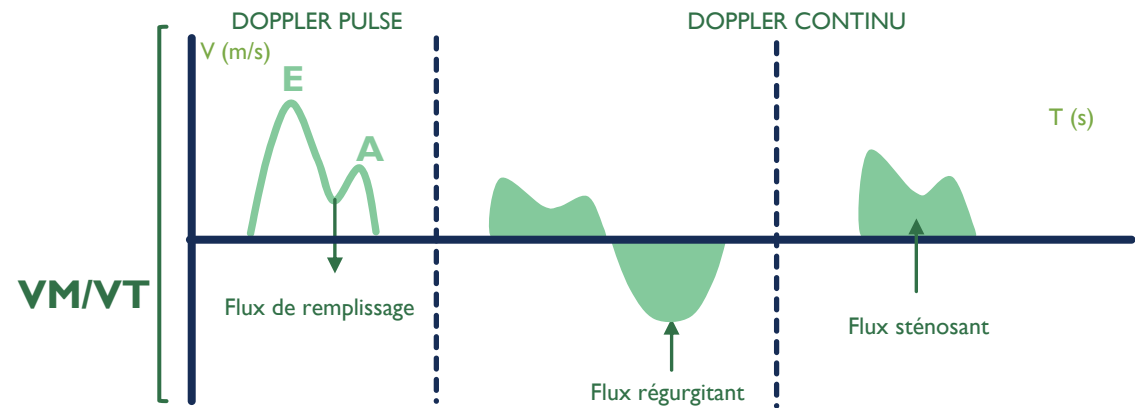
Analyse structurelle :

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

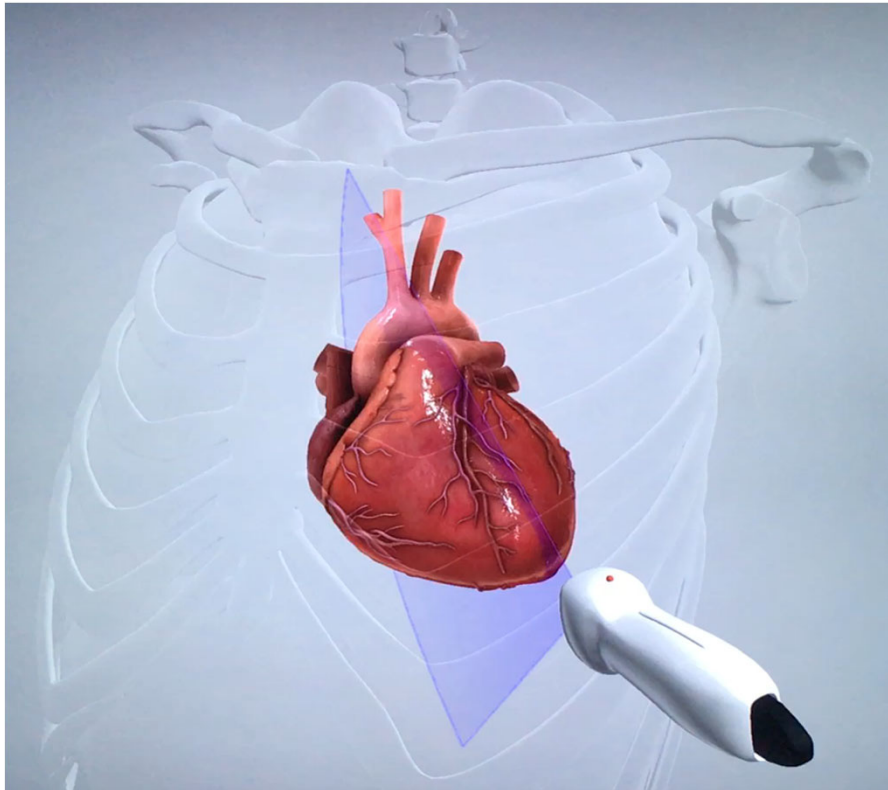
Analyse doppler :

VALVE MITRALE

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



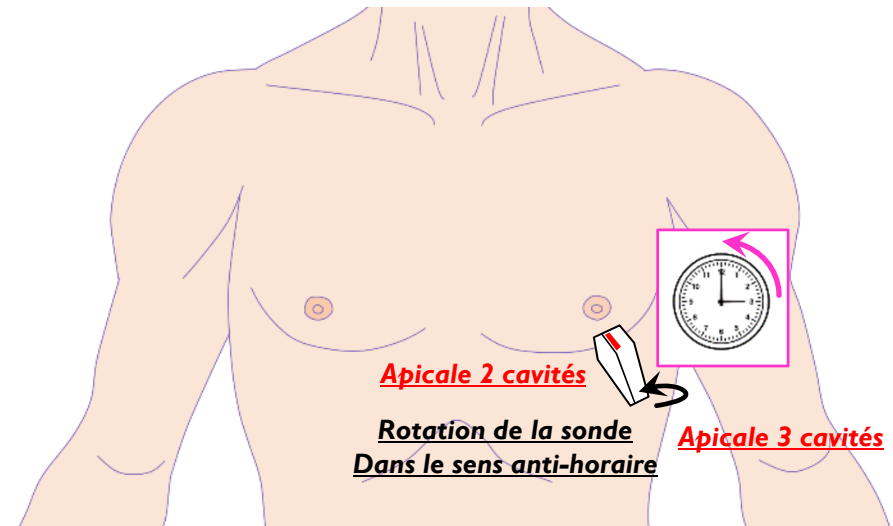
COUPE APICALE 3 CAVITES



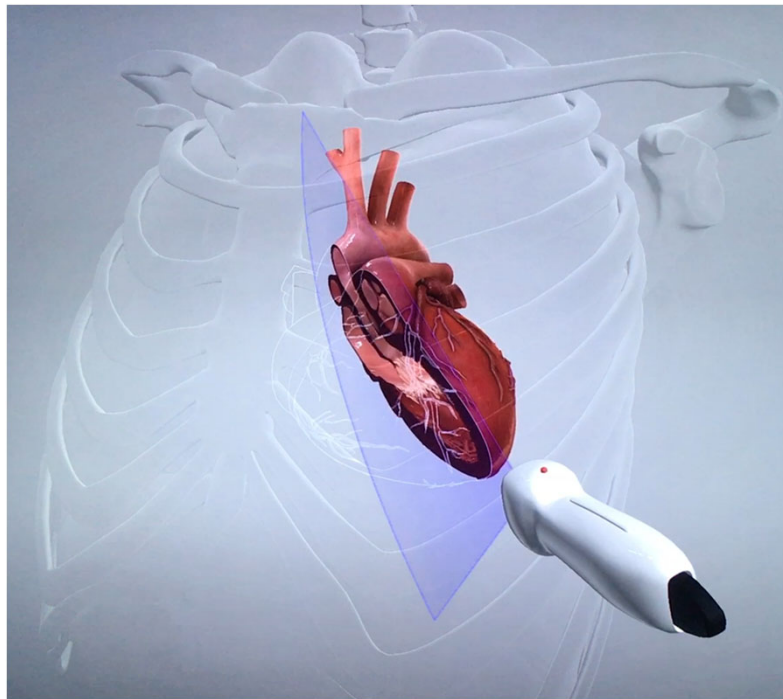
DEFINITION

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

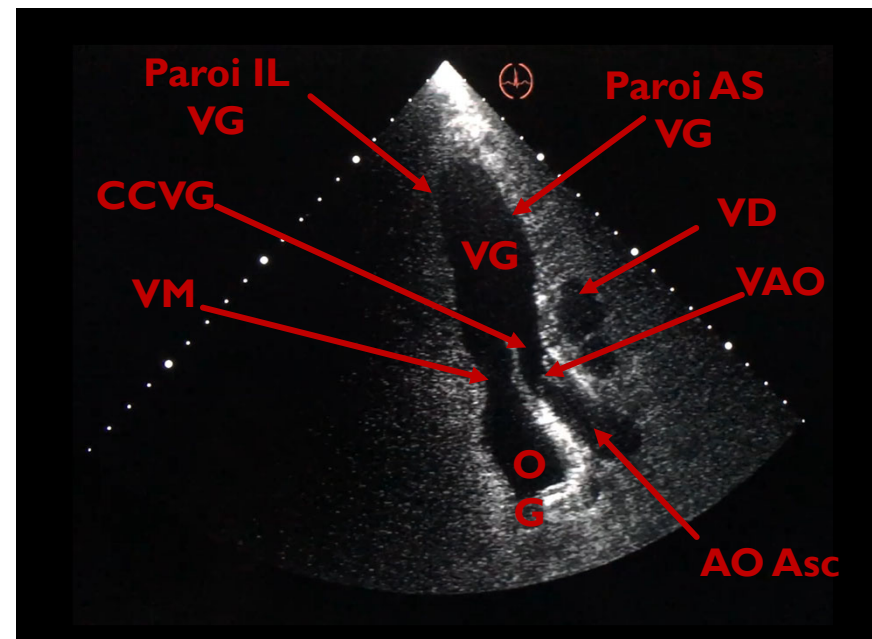
PLACEMENT DE LA SONDE SUR LE THORAX



Incidence apicale 3 cavités (3C)



Structures identifiées



Incidence apicale 3C

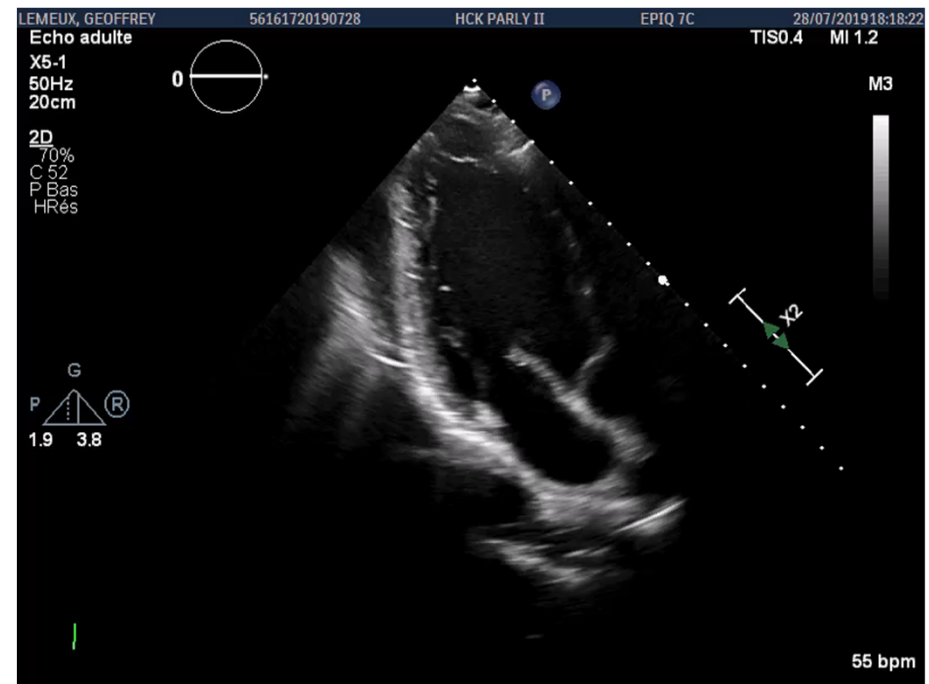
Critères de qualité

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 :

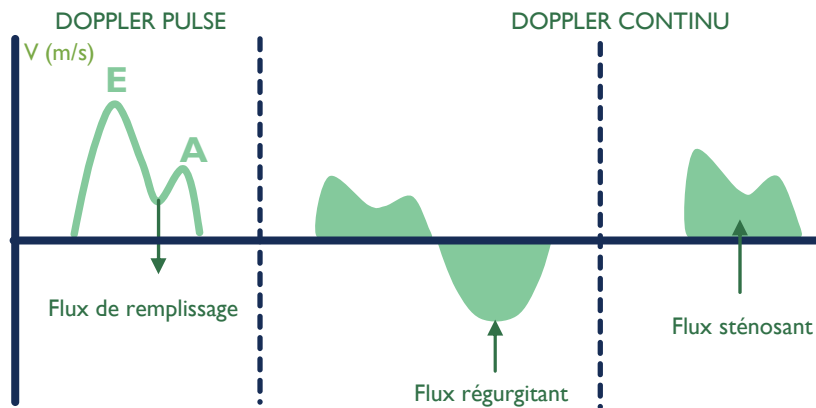
Analyse de la Vao et de la CCVG
Analyse cinétique segmentaire VG : parois AS et IL
Analyse de la valve mitrale : A2/P2

Analyse doppler :

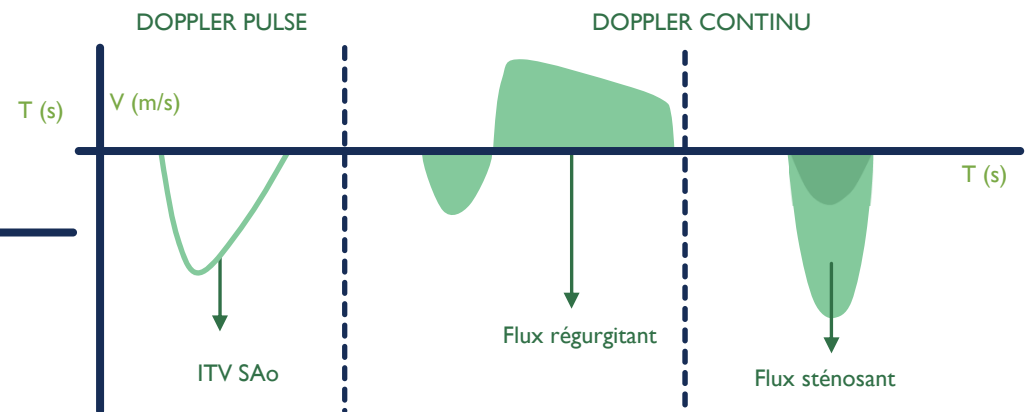
VALVE AORTIQUE / VALVE MITRALE :

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

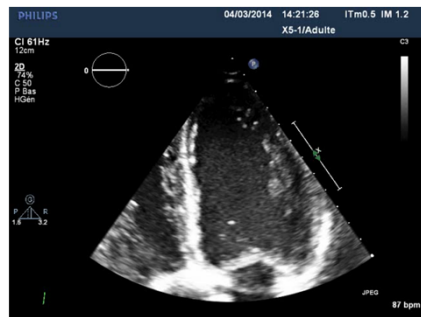
VM



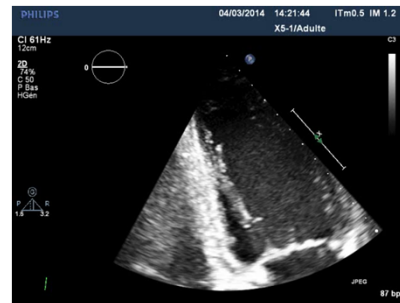
VAO



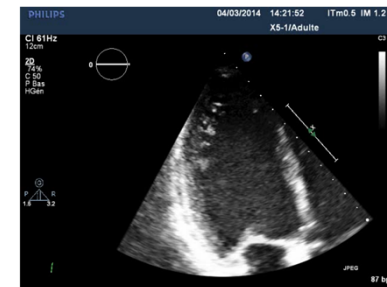
Fenêtre apicale (analyse cinétique segmentaire VG)



ETT, coupe apicale 4 cavités.



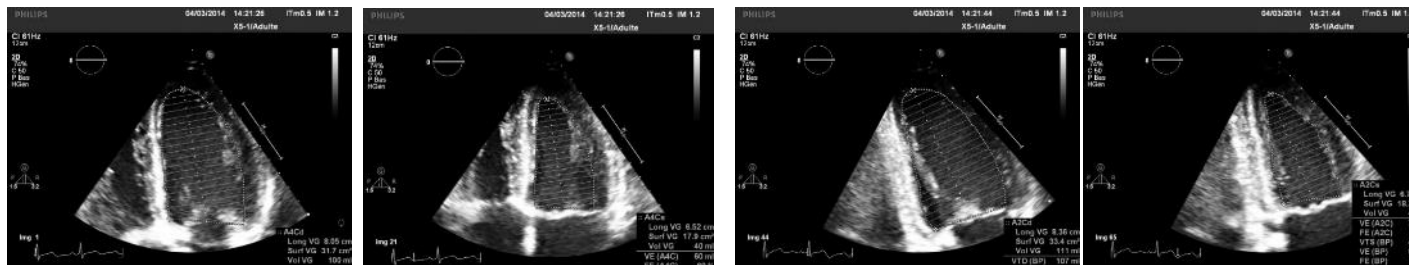
ETT, coupe apicale 2 cavités.



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 télédiastralique VG (VTDVG) et du volume télésystolique VG (VTSVG) :

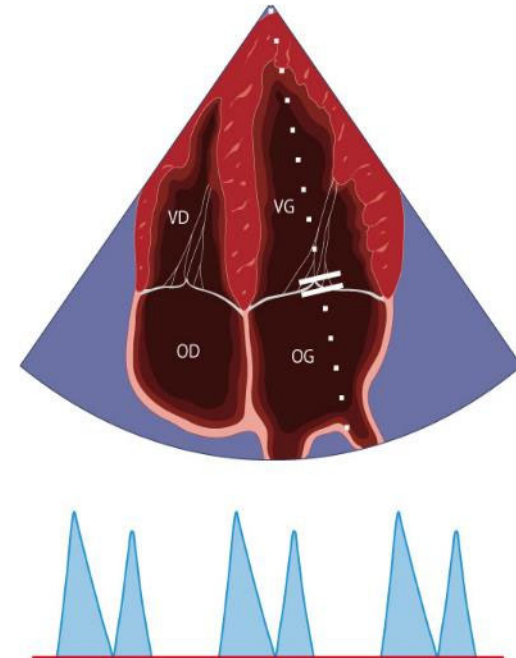
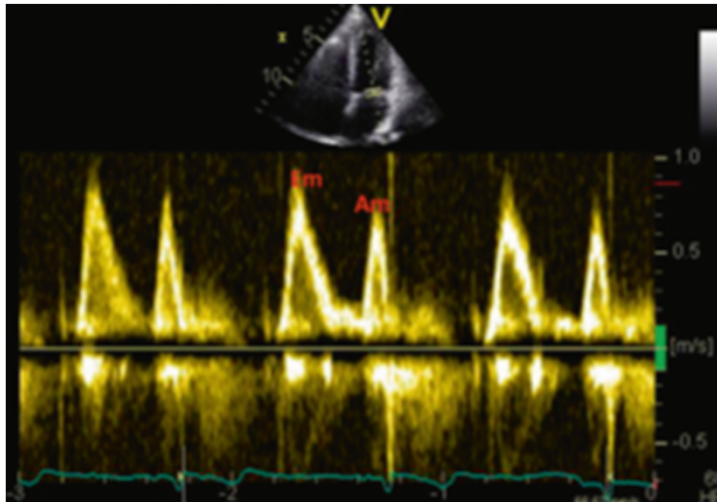
- ✓ Homme : VTDVG : 34-74 ml/m² ; VTSVG : 11-31 ml/m²
- ✓ Femme : VTDVG : 29-61 ml/m² ; VTSVG : 8-24 ml/m²



Incidence apicale 4C: Doppler pulsé

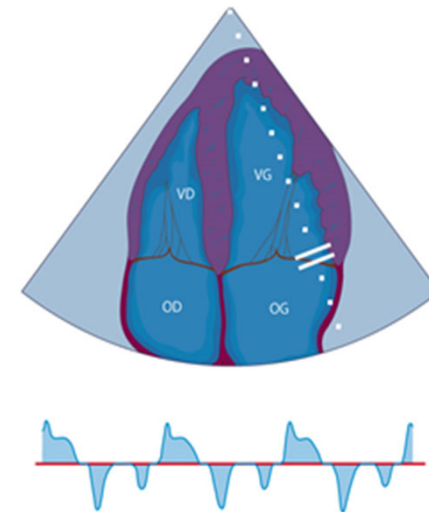
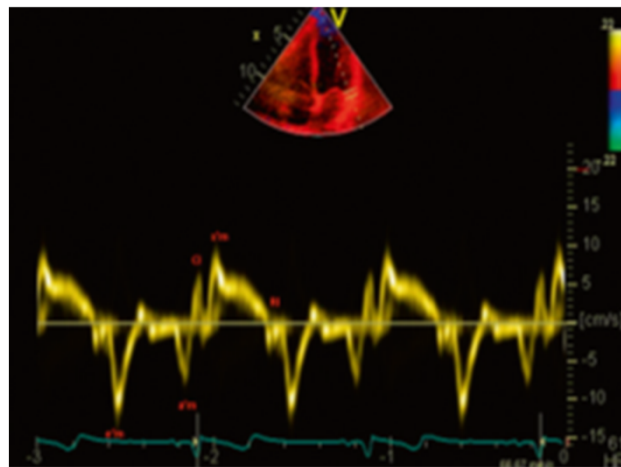
Enregistrement du flux transmitral

- Curseur placé à l'extrémité des valves
- Flux à double composante : onde E protodiastolique et onde A télédiastolique
- 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

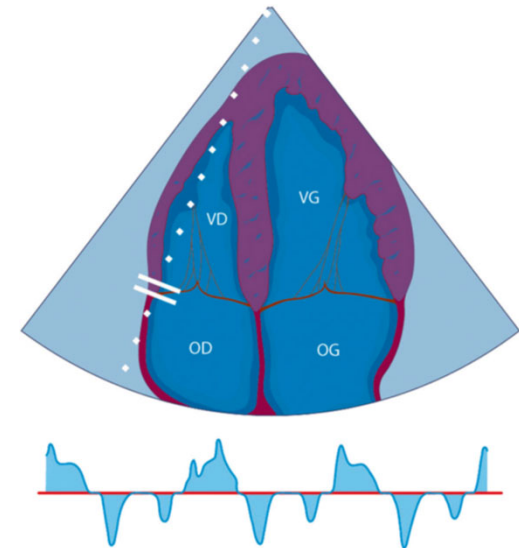
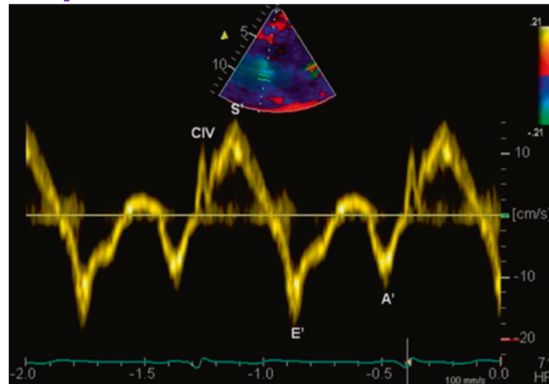


Incidence apicale 4 cavités.
Flux en Doppler pulsé tissulaire
enregistré à l'anneau mitral
(paroi latéral)

Incidence apicale 4C: Doppler tissulaire anneau tricuspid

Flux en Doppler pulsé tissulaire enregistré à l'anneau tricuspid

- Curseur au niveau de l'anneau tricuspid, paroi latérale
- Enregistrement d'un flux à quatre composantes :
 - – 1^{re} onde positive : contraction isovolumique
 - – 2^e 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**



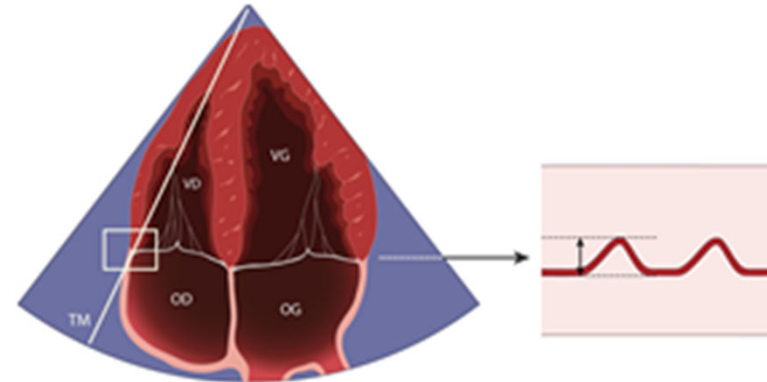
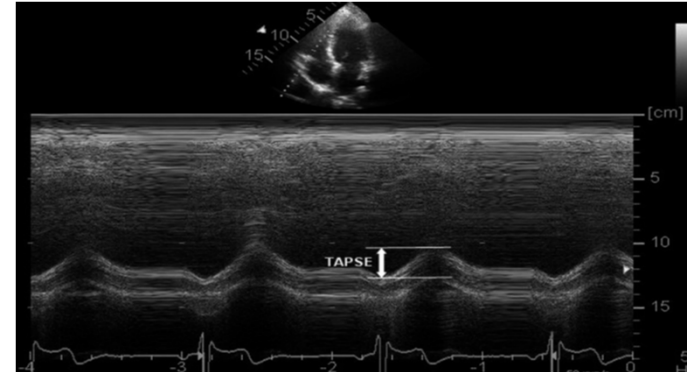
Incidence apicale 4C
Doppler tissulaire à l'anneau tricuspid.

Incidence apicale 4C:TM

Mesure de l'excursion systolique de l'anneau tricuspide (TAPSE)

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

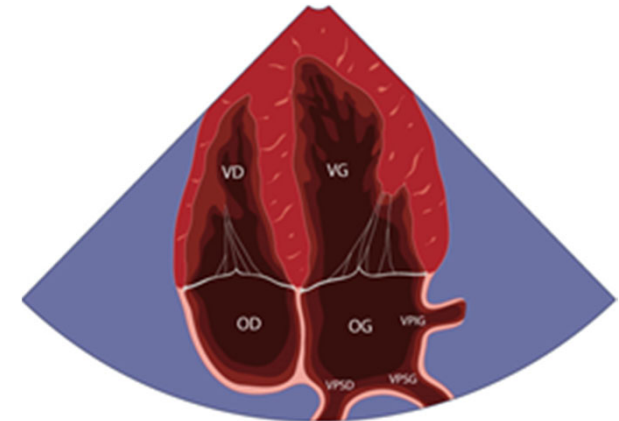
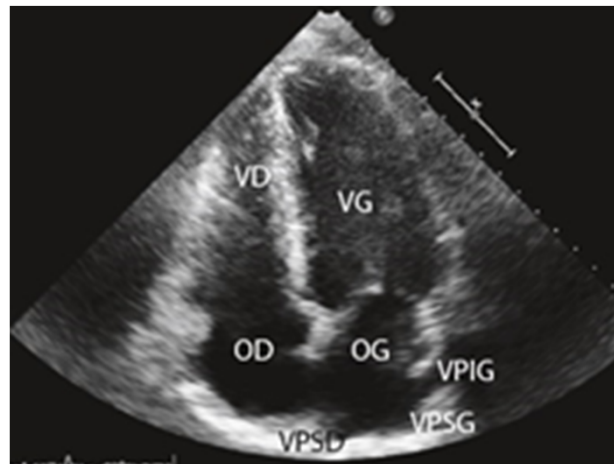
Dysfonctionnement systolique du VD
si < 15 mm



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

Incidence apicale 4C: mode 2D

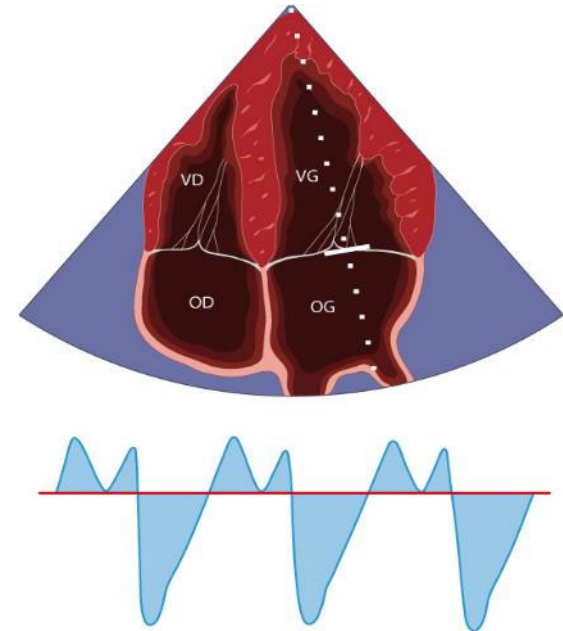
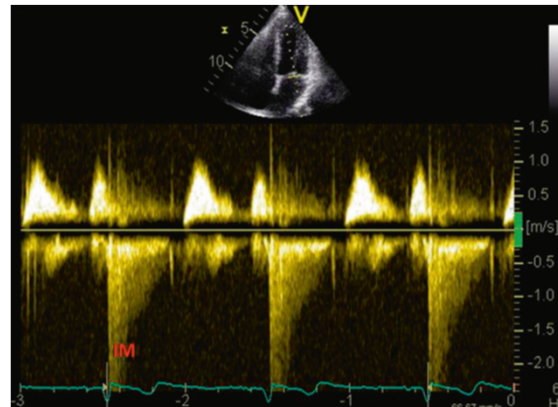
- **Visualisation 3 des 4 veines pulmonaires (selon anatomie et orientation du capteur) :**
 - Veine pulmonaire supérieure droite
 - Veine pulmonaire supérieure gauche
 - Veine pulmonaire inférieure gauche



Incidence apicale 4C: doppler continu VM

Enregistrement du flux mitral

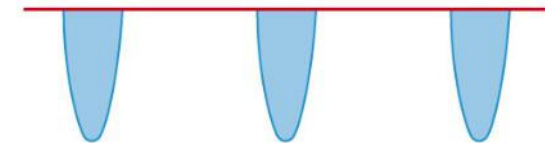
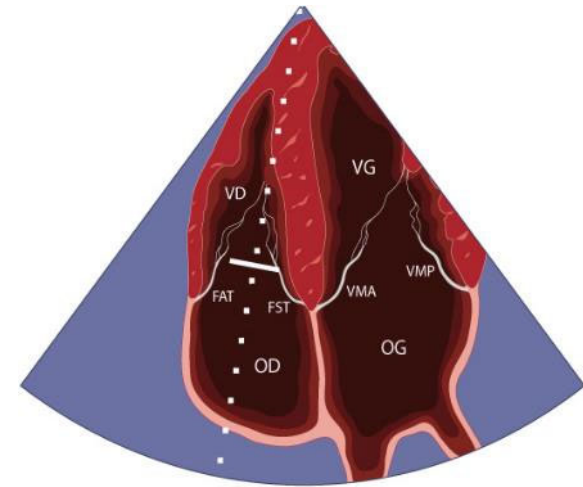
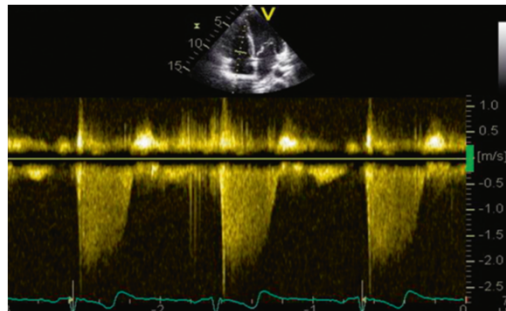
- Doppler couleur
- Aligner curseur sur le flux mitral
- Doppler continu
- Mesure du gradient transmitral
- Flux d'IM systolique



Incidence apicale 4C: doppler continu VT

Enregistrement du flux tricuspid

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

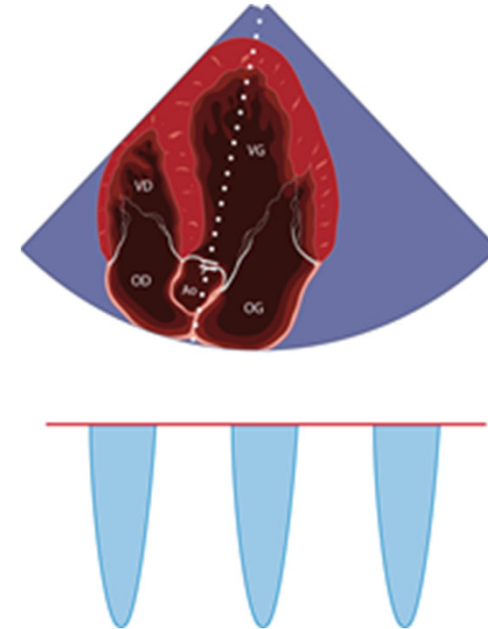
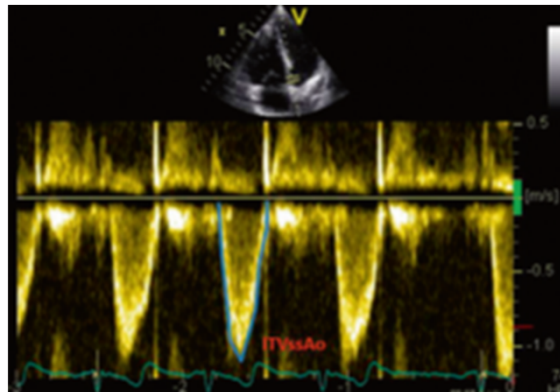


Incidence apicale 4C
Flux d'insuffisance tricuspid
(Doppler continu)

Incidence apicale 5C: Doppler pulsé

Mesure de l'ITV sous aortique

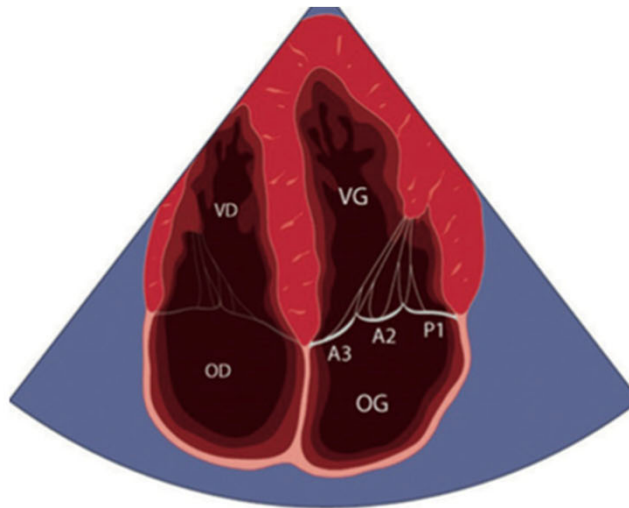
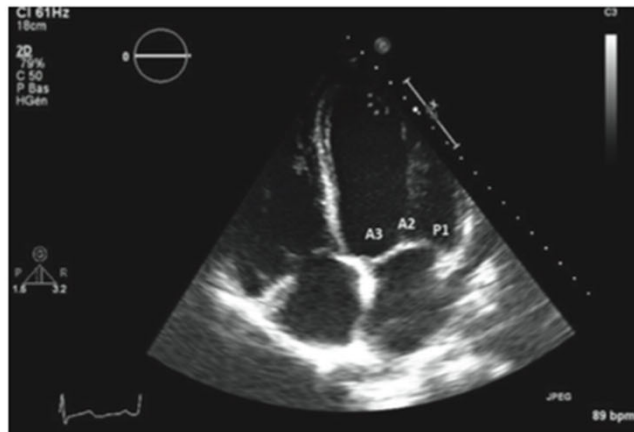
- Curseur chambre de chasse du VG
- Enregistrement d'un flux systolique négatif laminaire
- Mesure débit cardiaque à partir ITV sous aortique, du diamètre de la chambre de chasse et de la fréquence cardiaque (clic fermeture mais pas d'ouverture)



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

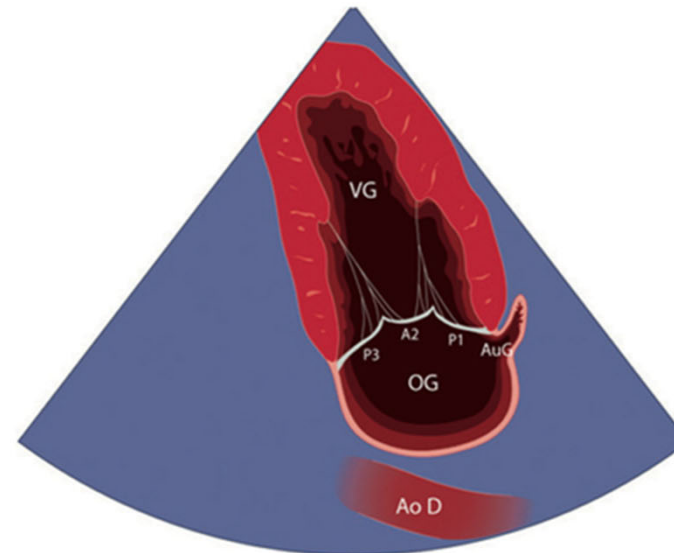
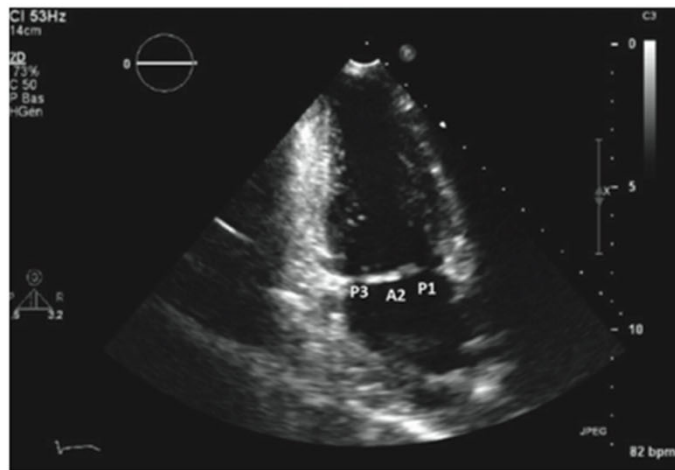
Incidence apicale 4C (Segmentation mitrale)

- Visualisation des segments P1, A2 et A3



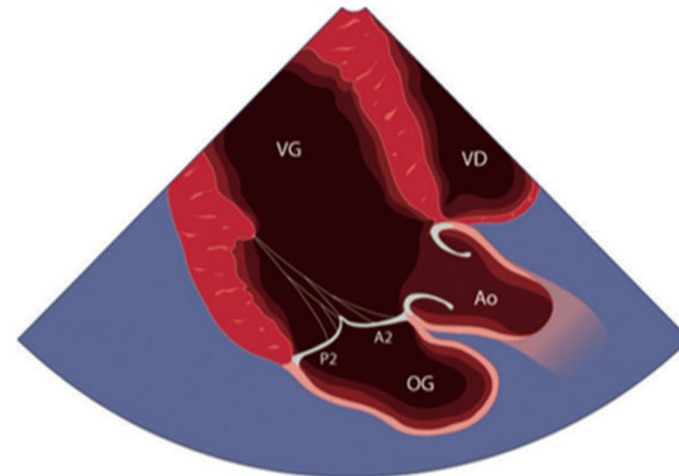
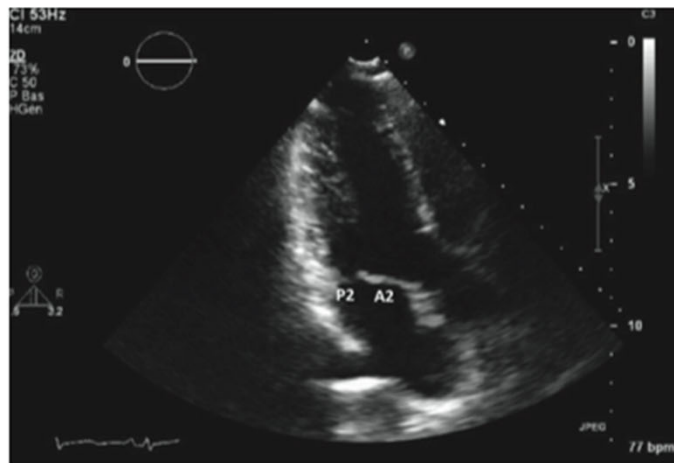
Incidence apicale 2C (Segmentation mitrale)

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

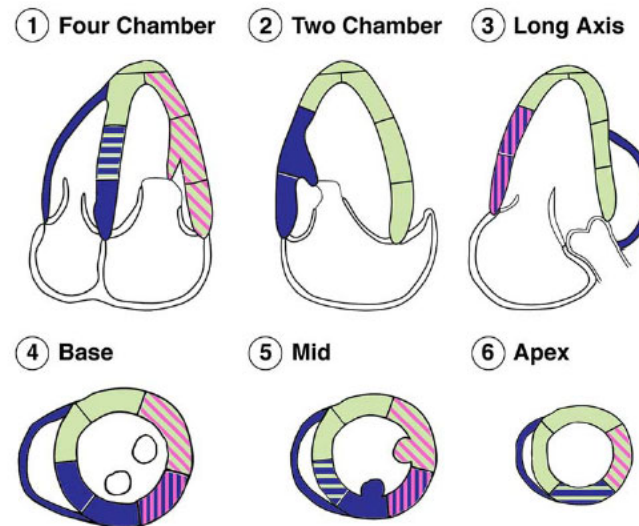
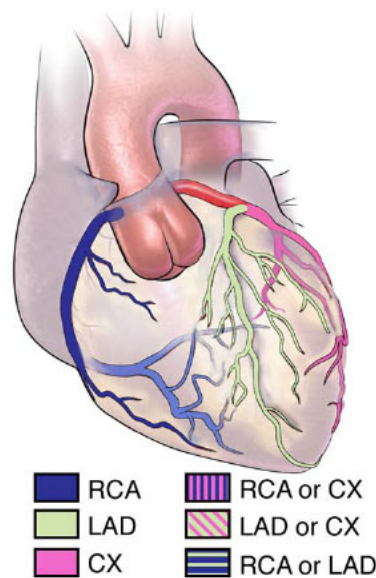


Incidence apicale 3C ou 5C (Segmentation mitrale)

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

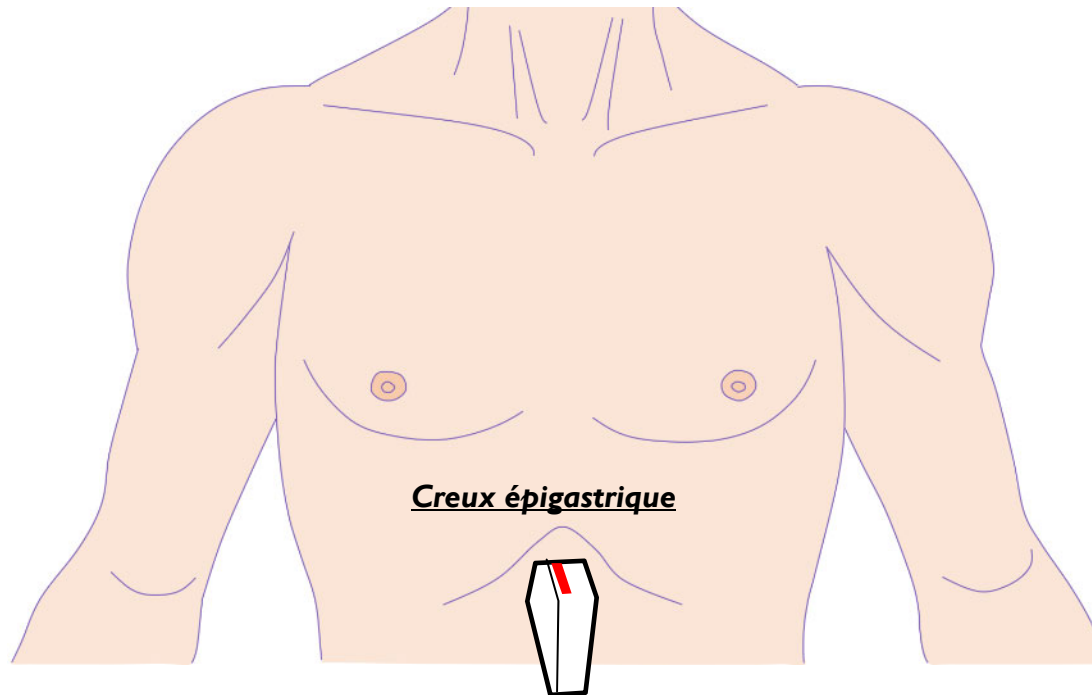


Anomalies de contraction segmentaire

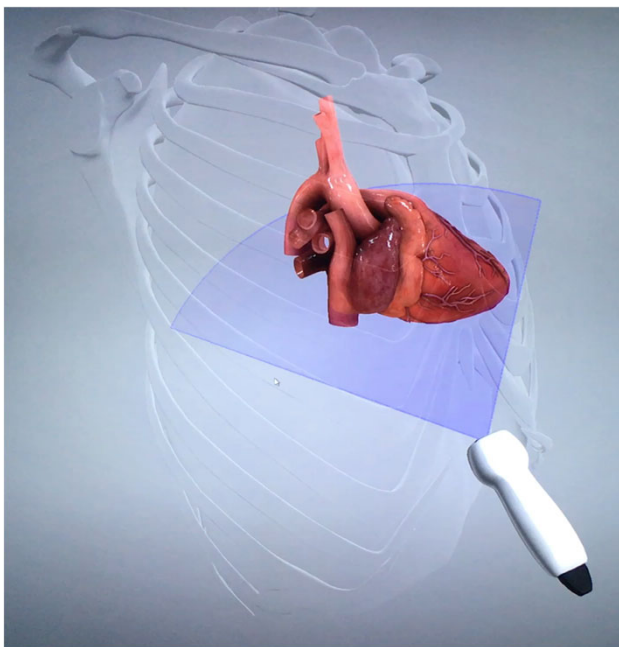


FENETRE SOUS COSTALE (3 incidences)

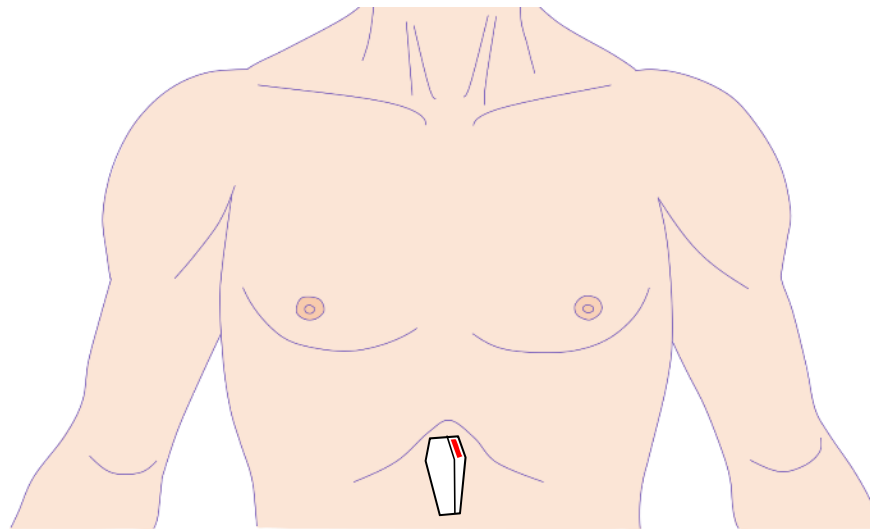
DECUBITUS DORSAL (jambes fêlchies)



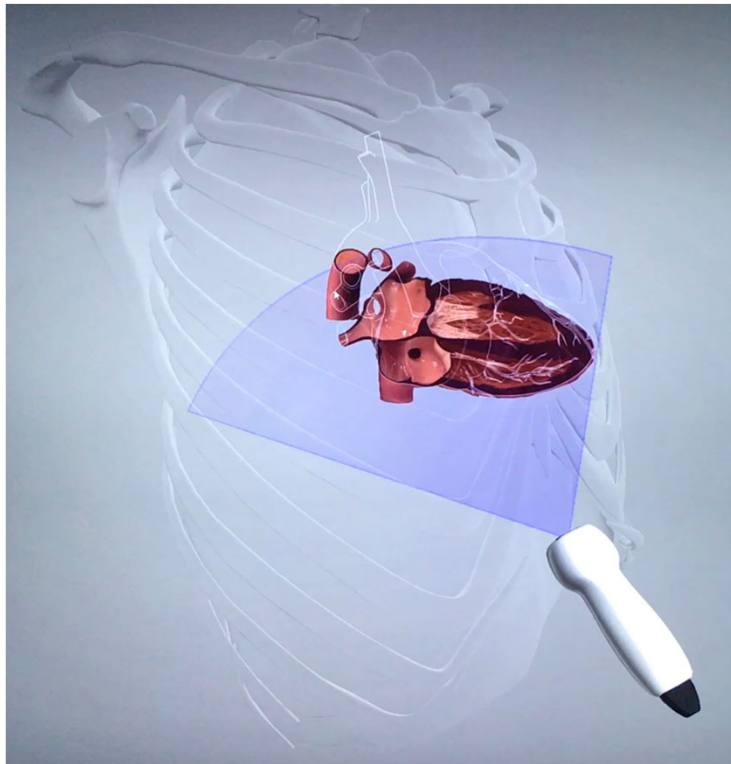
Incidence sous-costale 4 cavités (4C)



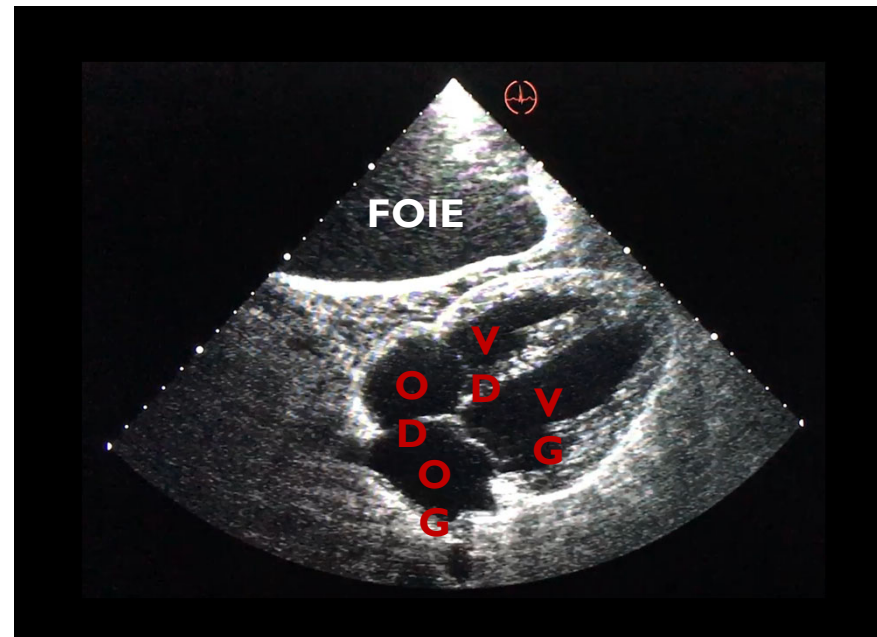
INCIDENCE SOUS-COSTALE EXPLORANT LES
4 CAVITES



Incidence sous-costale 4 cavités (4C)



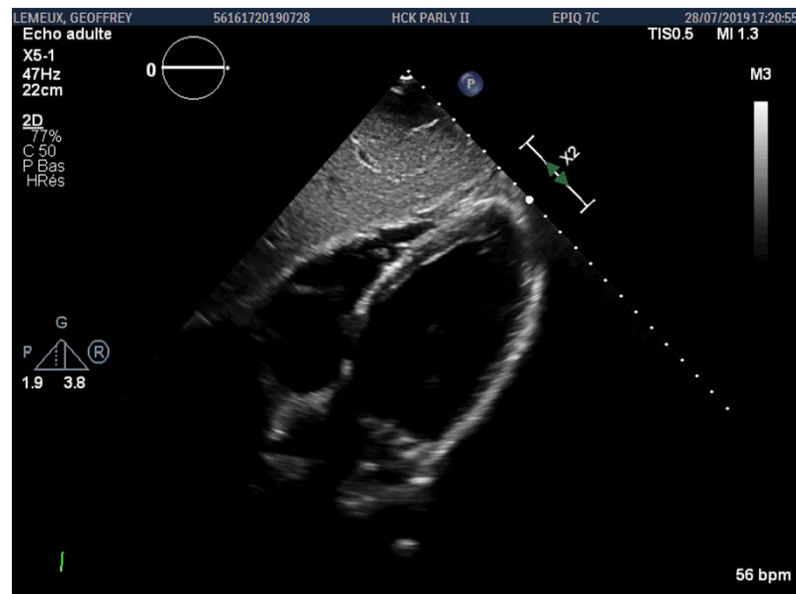
Structures identifiées



Incidence sous-costale 4 cavités (4C)

Critères de qualité de la coupe :

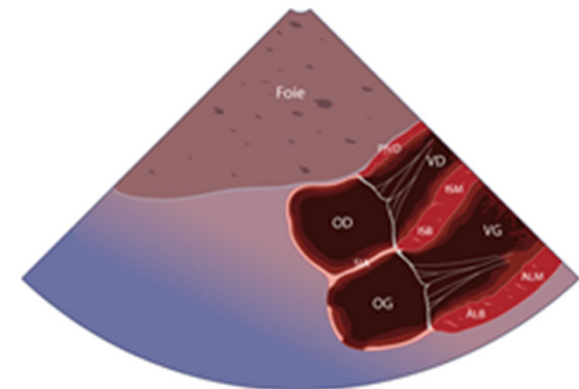
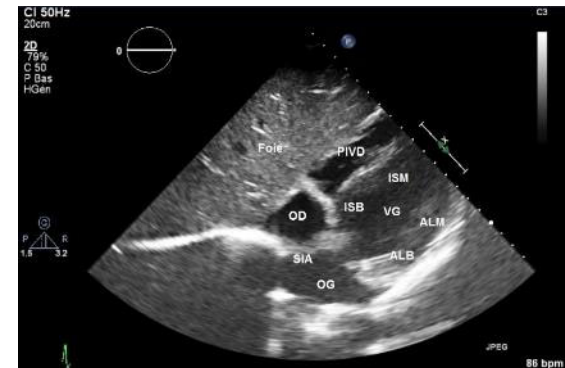
Visualisation sous le parenchyme hépatique,
des 4 cavités OD/VD, OG/VG



Incidence sous-costale 4 cavités (4C)

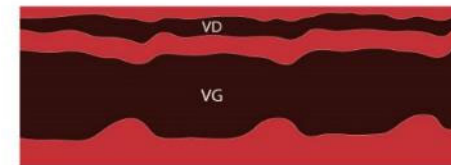
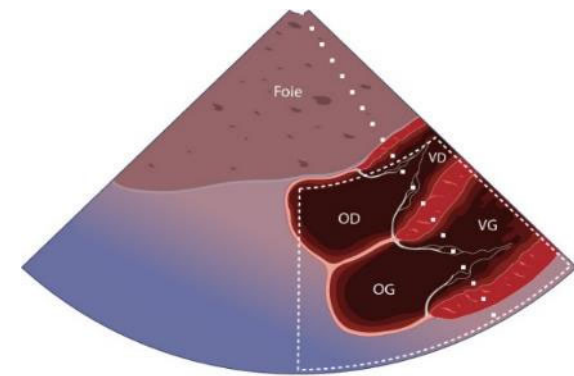
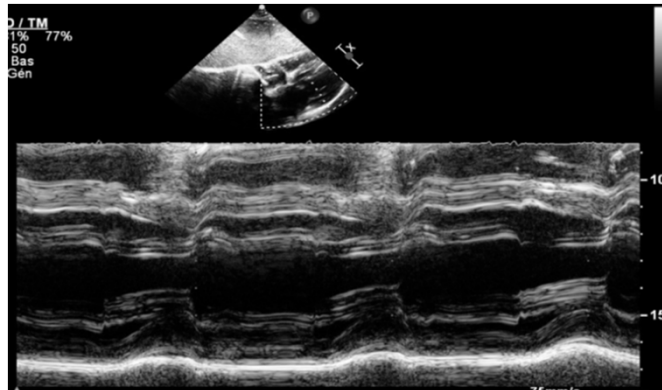
Structures visualisées

- 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)
- Tricuspide
 - 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

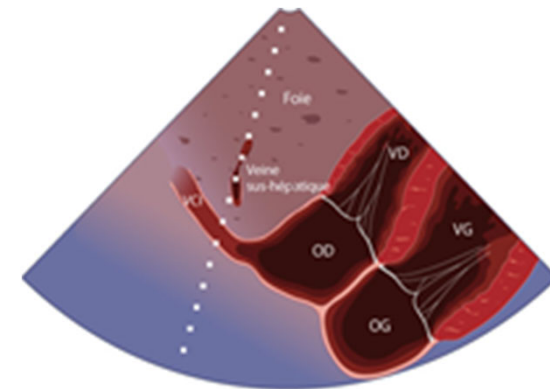


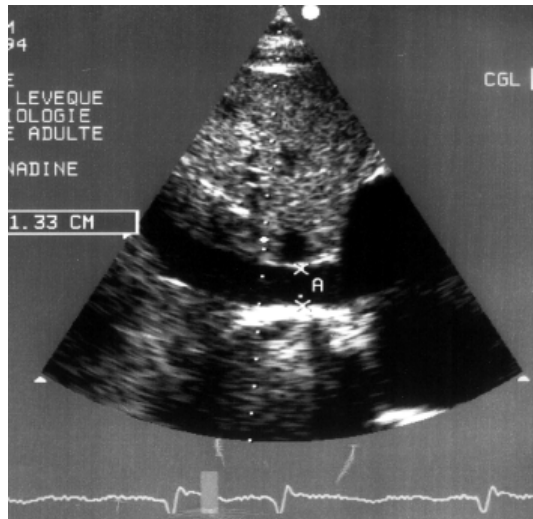
Coupe TM du ventricule gauche obtenue à partir d'une coupe 4 cavités sous-costale.

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 :

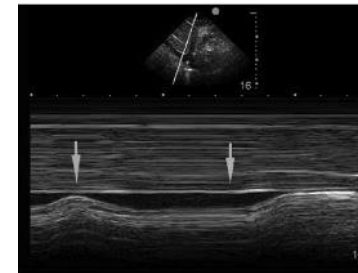
$$[(D_{\max} - D_{\min}) / (D_{\max})] \times 100) : \quad \mathbf{N > 50 \%}$$



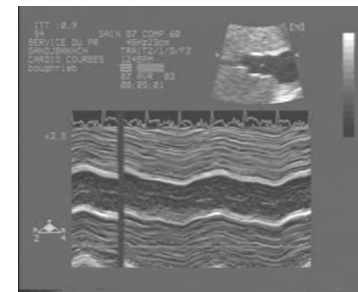


Mesure à 1-2 cm de l'abouchement OD
Valeur normale 14 à 17 mm

Collapsus de la VCI à
l'inspiration (hypovolémie)



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

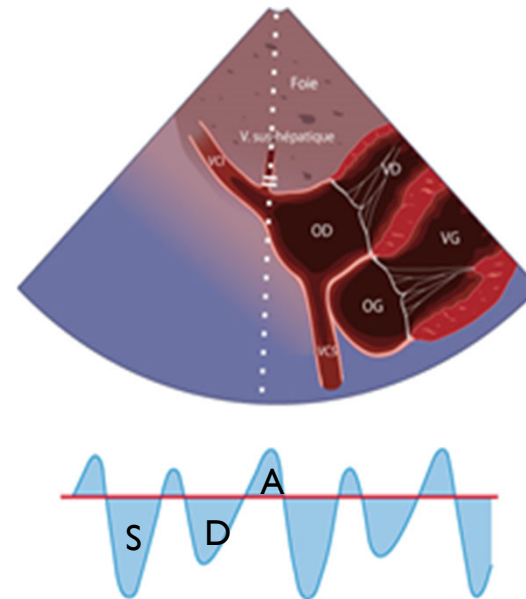
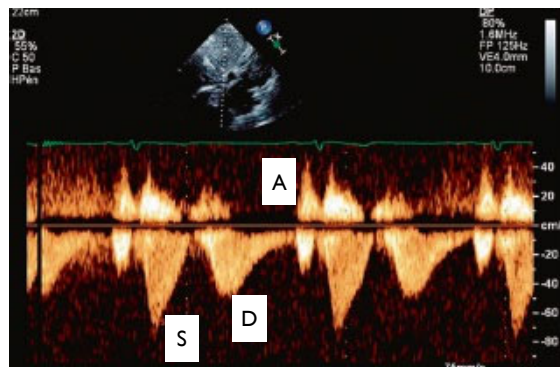


Incidence sous-costale 4C (centrée sur VCI)

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

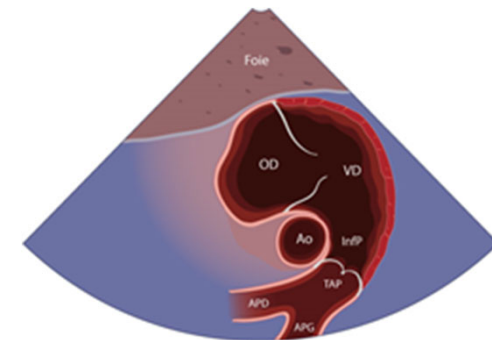
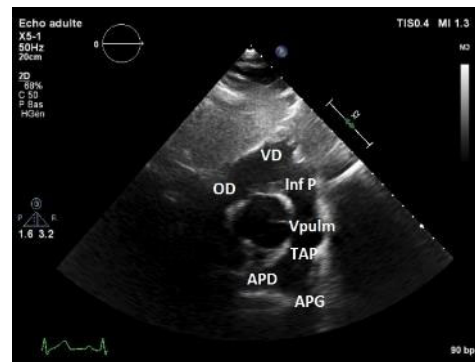
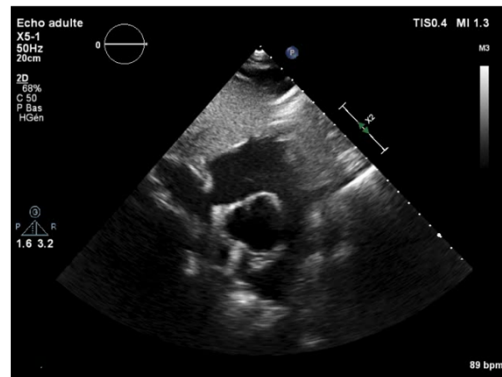
- Positionner le curseur dans l'abouchement d'une veine sus hépatique dans la veine cave inférieure
- Activer le Doppler pulsé
- Obtention d'un flux triphasique :
 - Onde S systolique négative
 - Onde D diastolique négative
 - Onde A : composante télédiastolique positive



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

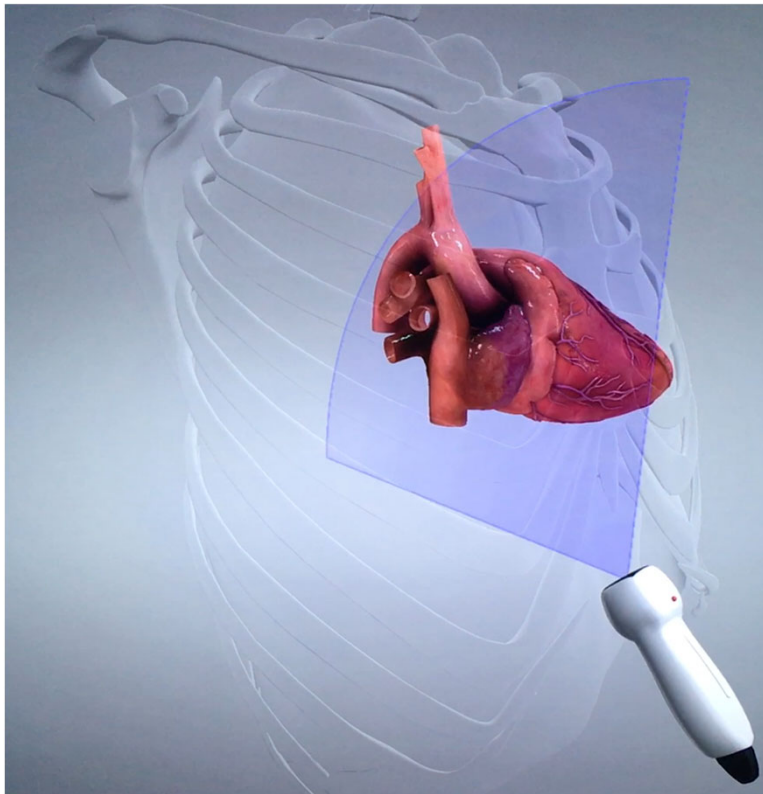
SIV/SIA :

Doppler couleur : localisation de CIV/CIA

VSH :

Analyse du flux des VSH

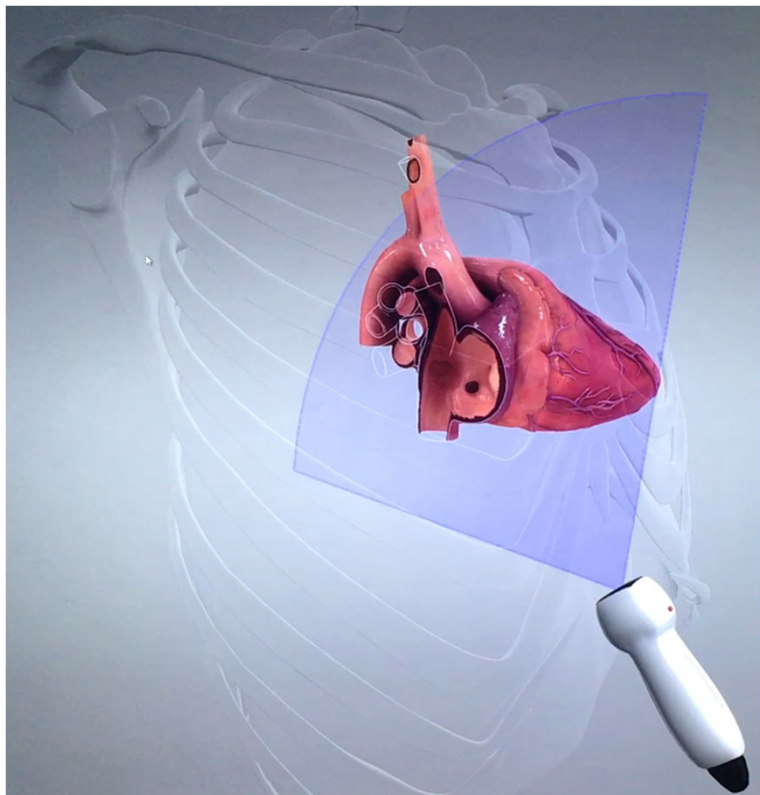
LA COUPE SOUS COSTALE BICAVALE



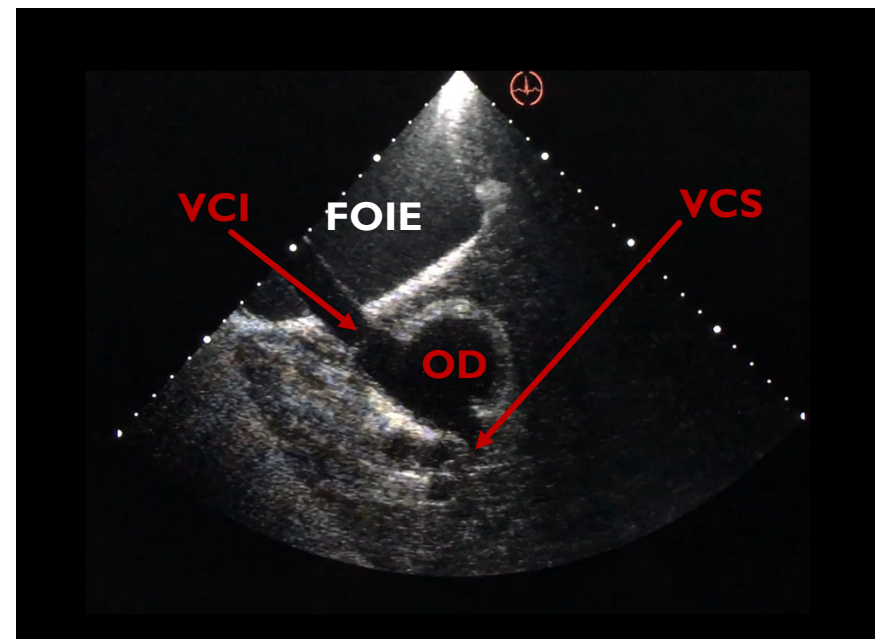
INCIDENCE SOUS-COSTALE QUI PERMET DE
VISUALISER TRAJET INTRA-HEPATIQUE DE LA VCI
JUSQU'À SON ABOUCHEMENT DANS L'OD



LA COUPE SOUS COSTALE BICAVALE



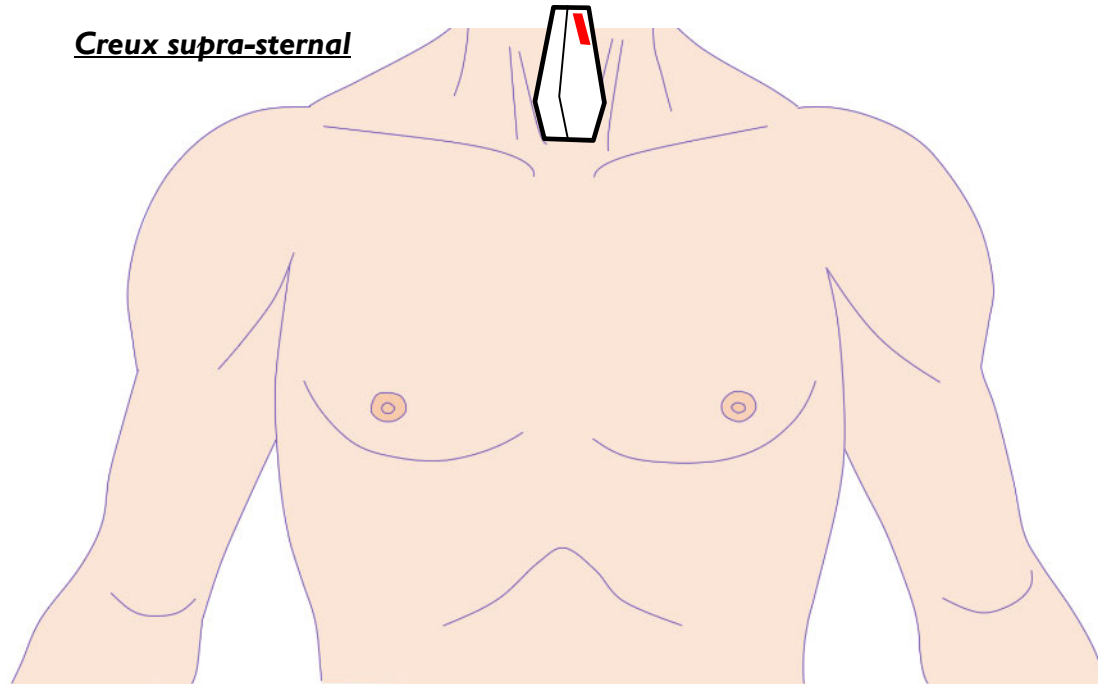
PRINCIPALES STRUCTURES IDENTIFIEES



FENETRE SUPRA-STERNALE

Tête en extension

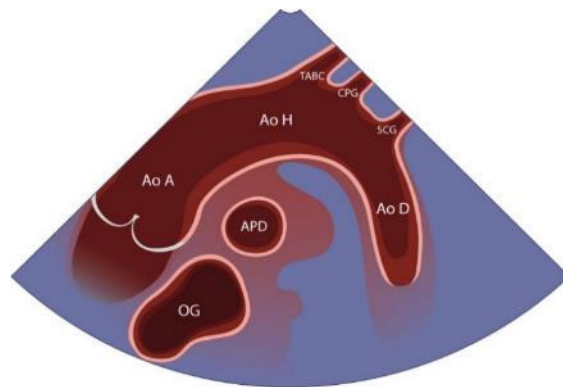
Creux supra-sternal



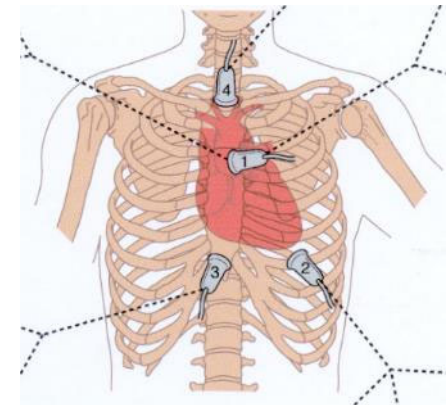
Incidence supra-sternale (coupe longitudinale crosse aortique en mode 2D)

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.



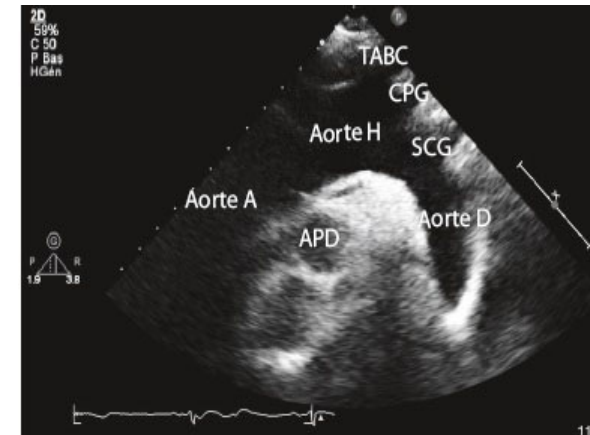
Incidence supra-sternale (coupe longitudinale crosse aortique en mode 2D)

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 brachiocéphalique, 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)

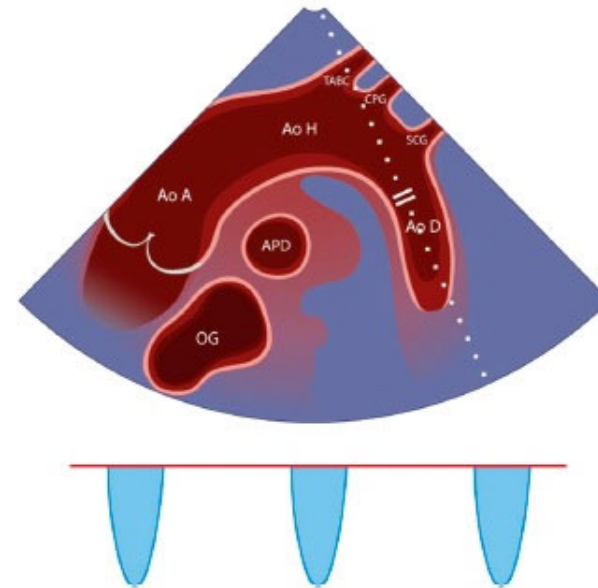
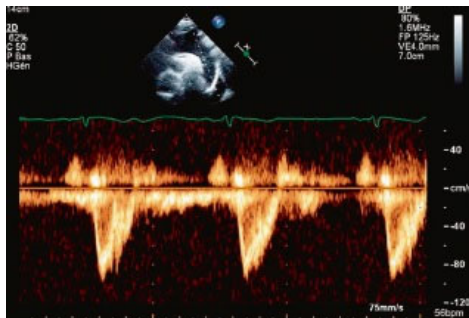


Coupe longitudinale de la crosse aortique par voie supra-sternale.

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

Principales valeurs normales chez l'adulte.

	Homme	Femme
Bidimensionnel		
Aorte anneau	2,6 ± 0,3 cm ou 1,3 ± 0,1 cm/m ²	2,3 ± 0,2 cm ou 1,3 ± 0,1 cm/m ²
Aorte sinus	3,4 ± 0,3 cm ou 1,7 ± 0,2 cm/m ²	3,0 ± 0,3 cm ou 1,8 ± 0,2 cm/m ²
Aorte jonction sino-tubulaire	2,9 ± 0,3 cm ou 1,5 ± 0,2 cm/m ²	2,6 ± 0,3 cm ou 1,5 ± 0,2 cm/m ²
Aorte ascendante proximale	3,0 ± 0,4 cm ou 1,5 ± 0,2 cm/m ²	2,7 ± 0,4 cm ou 1,6 ± 0,3 cm/m ²
Surface OG	≤ 20 cm ²	
Volume OG	≤ 34 ml/m ²	

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

Principales valeurs normales chez l'adulte.

Doppler

Flux d'éjection sous-pulmonaire : temps d'accélération pulmonaire	> 120 ms
Insuffisance pulmonaire	V protodiastolique (< 2 m/s) et V télédiastolique (< 1,2 m/s)
Insuffisance tricuspide	Vmax ≤ 2,8 m/s (seuil plus élevé chez le sujet âgé, obèse)
Doppler pulsé mitral	Em/Am : 0,9-1,5. Souvent < 1 (sujets âgés), > 2 (jeunes) Temps de décélération Em : 160-240 ms Durée Ap < durée Am
Doppler pulsé tricuspide	Et/At ≥ 0,8 et ≤ 2 Temps de décélération Et ≥ 120
Doppler pulsé tissulaire anneau mitral	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

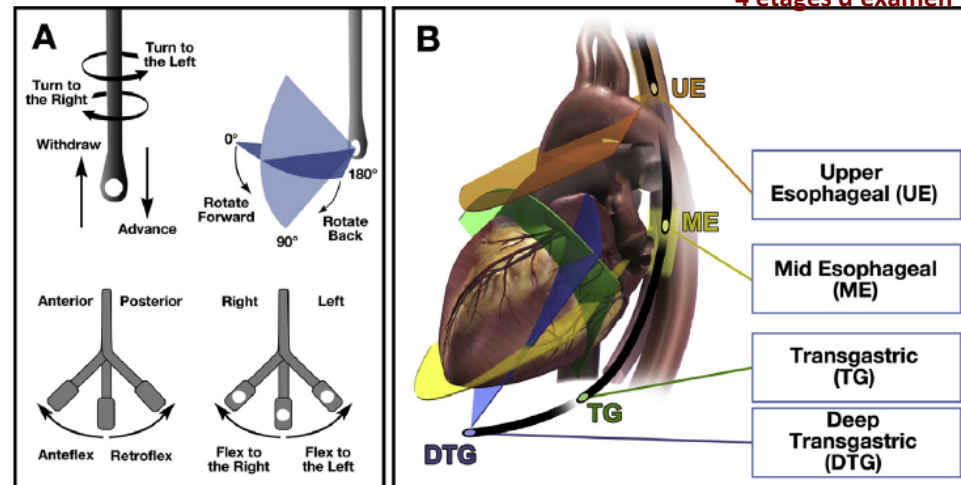
Principales valeurs normales chez l'adulte.	
Doppler	
Doppler pulsé tissulaire anneau tricuspide	Pic s't ≥ 10 cm/s Et/e't ≤ 6 TRI < 40 ms
Doppler pulsé veine pulmonaire	S/D > 1 (sauf sujet jeune) Durée Ap $<$ durée Am Pic Ap < 35 cm/s
Doppler pulsé chambre de chasse VG (5 cavités)	Pic de vitesse $> 0,7$ m/s, ITV > 15 cm
Doppler pulsé VSH (sous-costale)	S/D > 1

ASE GUIDELINES AND STANDARDS

Guidelines for Performing a Comprehensive Transesophageal Echocardiographic Examination: Recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists

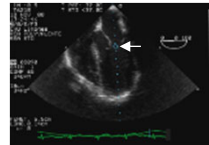
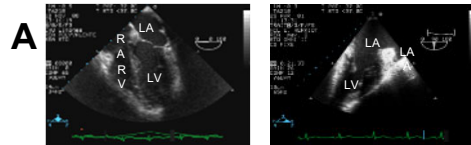
Hahn RT et al. *J Am Soc Echocardiogr* 2013;26:921-64

4 étages d'examen



Imaging Plane	3D Model	2D TEE Image	Acquisition Protocol	Structures Imaged
Midesophageal Views				
1. ME 2-Chamber View			Transducer Angle: ~ 0 - 10° Level: Mid-esophageal Maneuver (from prior image): NA	Aortic valve LVOT Left atrium/Right atrium Left ventricle/Right ventricle/IVS Mitral valve (A ₂ A ₁ -P ₂) Tricuspid valve
2. ME 3-Chamber View			Transducer Angle: ~ 0 - 10° Level: Mid-esophageal Maneuver (from prior image): Advance ± Retroflex	Left atrium/Right atrium IAS Left ventricle/Right ventricle/IVS Mitral valve (A ₂ A ₁ -P ₂) Tricuspid valve
3. ME Mitral Commissural View			Transducer Angle: ~ 50 - 70° Level: Mid-esophageal Maneuver (from prior image): NA	Left atrium Coronary Sinus Left ventricle Mitral Valve (P ₂ -A ₂ A ₁ -P ₁) Papillary muscles Chordae tendinae
4. ME 2-Chamber View			Transducer Angle: ~ 80 - 100° Level: Mid-esophageal Maneuver (from prior image): NA	Left atrium Coronary sinus Left atrial appendage Left ventricle Mitral valve (P ₂ -A ₂ A ₁)
5. ME Long Axis View			Transducer Angle: ~ 120 - 140° Level: Mid-esophageal Maneuver (from prior image): NA	Left atrium Left ventricle LVOT RVOT Mitral valve (P ₂ -A ₂) Aortic valve Proximal ascending aorta
6. ME AV LAX View			Transducer Angle: ~ 120 - 140° Level: Mid-esophageal Maneuver (from prior image): Withdraw ± anteflex	Left atrium LVOT RVOT Mitral valve (A ₂ -P ₂) Aortic valve Proximal ascending aorta
7. ME Ascending Aorta LAX View			Transducer Angle: ~ 90 - 110° Level: Upper-Esophageal Maneuver (from prior image): Withdraw	Mid-ascending aorta Right pulmonary artery
8. ME Ascending Aorta SAX View			Transducer Angle: ~ 0 - 30° Level: Upper-Esophageal Maneuver (from prior image): CW	Mid-ascending aorta (SAX) Main/bifurcation pulmonary artery Superior vena cava

16. TG Basal SAX View			Transducer Angle: ~ 0 - 20° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): Advance ± Anteflex	Left ventricle (base) Right ventricle (base) Mitral valve (SAX) Tricuspid valve (short-axis)
17. TG Mid Papillary SAX View			Transducer Angle: ~ 0 - 20° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): Advance ± Anteflex	Left ventricle (mid) Papillary muscles Right ventricle (mid)
18. TG Apical SAX View			Transducer Angle: ~ 0 - 20° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): Advance ± Anteflex	Left ventricle (apex) Right ventricle (apex)
19. TG RV Basal View			Transducer Angle: ~ 0 - 20° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): Anteflex	Left ventricle (mid) Right ventricle (mid) Right ventricular outflow tract Tricuspid Valve (SAX) Pulmonary Valve
20. TG RV Inflow-Outflow View			Transducer Angle: ~ 0 - 20° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): Right-flex	Right atrium Right ventricle Right ventricular outflow tract Pulmonary valve Tricuspid Valve
21. Deep TG Subcostal View			Transducer Angle: ~ 0 - 20° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): Left-flex, Advance, Anteflex	Left ventricle Left ventricular outflow tract Right ventricle Aortic valve Aortic root Mitral Valve
22. TG 2-Chamber View			Transducer Angle: ~ 90 - 110° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): Neutral flexion, Withdraw	Left ventricle Left atrium/appendage Mitral valve
23. TG RV Inflow View			Transducer Angle: ~ 90 - 110° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): CW	Right ventricle Right atrium Tricuspid valve
24. TG LAX View			Transducer Angle: ~ 120 - 140° Level: Transgastric Maneuver (from prior image): CCW	Left ventricle Left ventricular outflow tract Right ventricle Aortic valve Aortic root Mitral valve



Transesophageal 4- and 2-chamber views:

Hemodynamics: LVEF, mitral Doppler pattern, TDI of mitral annulus, paradoxical septal motion, RV size, LVOT dynamic obstruction

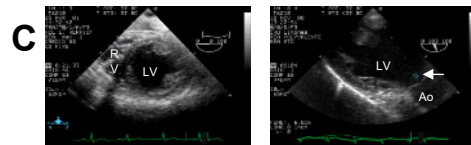
Other information: RWMA, LV remodeling, mitral/tricuspid valvulopathy, pericardial disease, PFO



Transesophageal ~40° and ~120° views:

Hemodynamics: LVOT diameter/surface, maximal Doppler velocity of tricuspid regurgitation

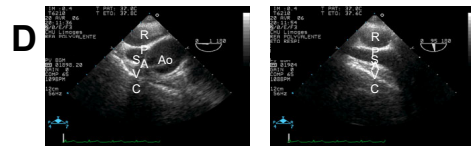
Other information: aortic valvulopathy, RV function, RV infundibulum, pulmonary regurgitation, coronary arteries, aortic dissection



Transgastric short- and long-axis (& deep) views:

Hemodynamics: LVFAC, velocity time integral of LVOT Doppler velocities, paradoxical septal motion, LVOT dynamic obstruction

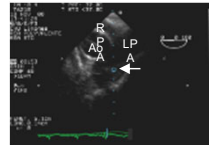
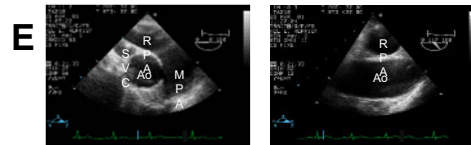
Other information: RWMA, LV remodeling, aortic/mitral valvulopathy, pericardial disease



*Transesophageal views of great vessels
1- short- and long-axis views of SVC:*

Hemodynamics: respiratory variations of SVC

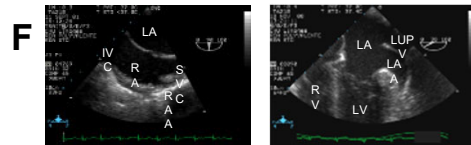
Other information: proximal pulmonary embolus (RPA), abnormal ascending aorta



*Transesophageal views of great vessels
2- short- and long-axis views of PA:*

Hemodynamics: Doppler pattern of PA blood flow

Other information: proximal pulmonary embolus (right or left PA), abnormal ascending aorta



Transesophageal atrial views (bicaval and LSPV):

Hemodynamics: pulmonary vein Doppler pattern

Other information: atrial dilatation, PFO, bulging of interatrial septum, thrombus in LAA or in PFO, mitral regurgitation in pulmonary veins

❖ Toujours finir en examinant l'aorte thoracique (descendante et crosse)

❖ Toute coupe supplémentaire utile selon les anomalies constatées

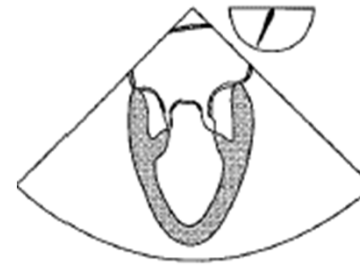
❖ 4 cavités : repère

❖ Séquence type.

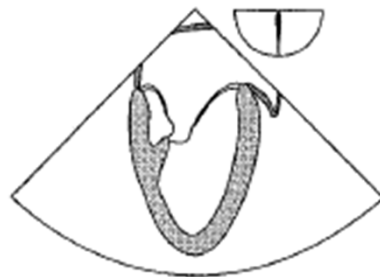
Oesophage moyen (35 cm/12 coupes)



OM 4 chambres



ME bicommissurale



OM 2 chambres

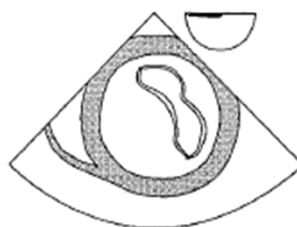


OM grand axe

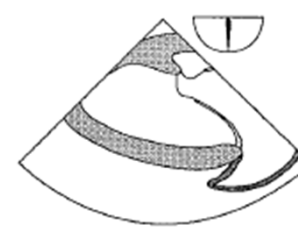
Transgastrique (40 cm/6 coupes)



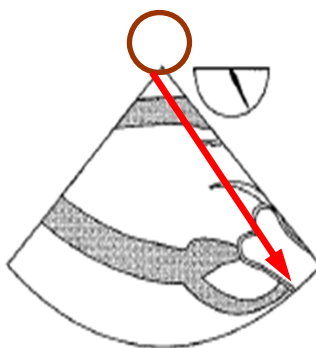
TG médian petit axe



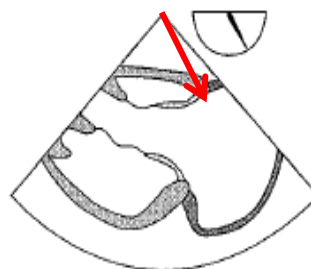
TG basale petit axe



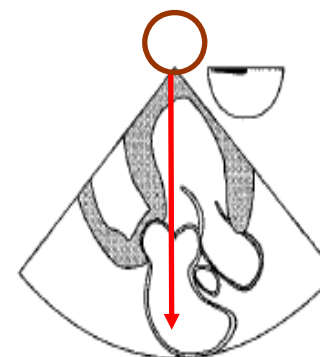
TG 2 chambres



TG grand axe

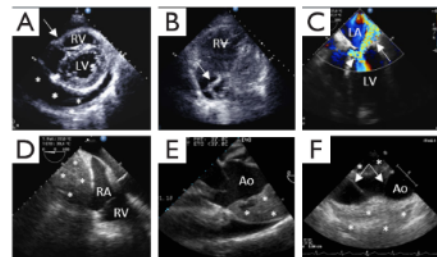
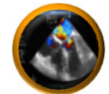


TG VD « inflow »

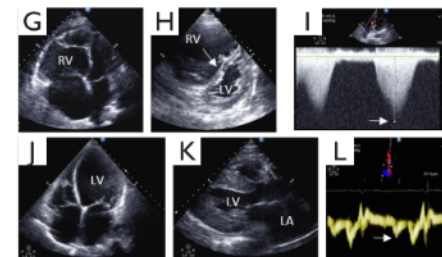


TG profonde

ETT & ETO : quelle incidence pour quel paramètre?



Expedite diagnosis of life-threatening conditions (hypotension, shock, cardiac arrest)



Accurately identify patients with increased risk of mortality (during sepsis, ARDS, cardiac arrest...)

Critical care echocardiography
(acute circulatory / respiratory failure)

Serially assess efficacy and tolerance of therapeutic interventions
(fluid resuscitation, inotropes, ventilator settings, guidance of invasive procedures...)

Confirms adequacy of ongoing therapeutic strategy
(avoid inefficient and potentially detrimental therapy)

