

LE CARDIOLOGUE CONGENITALISTE AU BLOC OPERATOIRE ET EN REANIMATION



Cours DU - Cardiologie pédiatrique
18/01/2023
Ségolène Bernheim
M3C-Necker Enfants Malades

Plan

- ***Cardiologie congénitale au bloc opératoire***
 - Déroulement d'une intervention et CEC
 - ETO
- ***Cardiologie congénitale en réanimation***
 - ECMO
 - Gestion de l'hémodynamique en post opératoire
 - Troubles du rythme : PEC
 - Spécificité chirurgicales pré et post-opératoire des cardiopathies congénitales

Cardiologie congénitale au bloc opératoire

Déroulement d'une intervention et CEC

Déroulement d'une intervention : préparation

1. Préparation du patient
2. Monitoring
3. Induction + Intubation
4. Mise en place de la sédation d'entretien



Déroulement d'une intervention : préparation

Prothèses

- Cathéter artériel en radiale ou fémorale
- Cathéter central en fémorale ou jugulaire interne
- *VVP, sonde urinaire*

Injections

- ATB prophylaxie (cefazoline sauf si allergie / BLSE-
- +/- Exacyl® :
- +/- Corticoïdes (nouveau né)

Installation du patient

- décubitus dorsal, mise en place d'un billot sous les épaules,
- Décubitus latéral pour thoracotomie

Installation du site d'anesthésie

- Champs + Voie de la sédation et robinet du KTA /KTC
- **ECG** complet

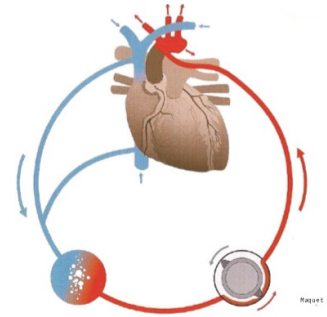
Déroulement d'une intervention : temps chirurgical

Temps chirurgical pré-CEC

- Incision
- Sternotomie (arrêt ventilation pendant quelques secondes)

Préparation à la pose de la CEC

- Ventilation mécanique en pression contrôlée reprise avant pose de la CEC - Normothermie
- Injection d'héparine sur demande du chirurgien



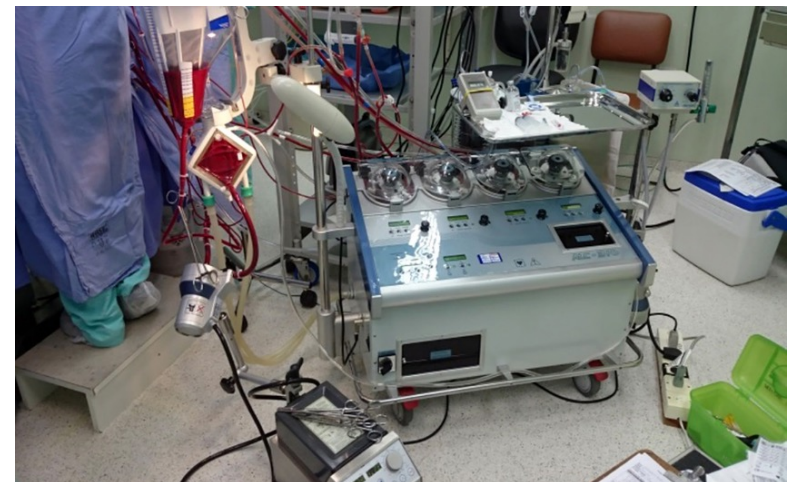
Départ de la CEC

- Départ de la CEC quand l'ACT > 300 avec la canule artérielle et une canule veineuse en place.
- Arrêt de la ventilation quand 100% du débit théorique est assuré par la CEC +/- Refroidissement
- Mise en place de la ligne de cardioplégie
- Clampage aortique avec mesure de la pression d'injection dans les coronaires

Temps chirurgical

Information IMPORTANTES :

- Les temps de CEC
- Le clampage et le déclampage aortique
- La cardioplégie : type, temps et volume



Déroulement d'une intervention: temps chirurgical

Déclampage aortique

- Ventilation
- Reprise d'une ventilation manuelle
- Bilan : troponine / lactates+++
- Surveillance du rythme cardiaque
- Reprendre la ventilation en pression contrôlée.
- Inotropes = Corotrope /Adrénaline

ETO ++++

Pose de la CEC

- Produits sanguins et transfusion
- Protamine sur demande du chirurgien

Fermeture (+/- retardé chez nouveaux nés)

Transfert sous surveillance monitorée et ventilation artificielle



Chirurgie sans CEC

- Pose de PM :
 - Sonde à la pointe du VG
- Cure de coarctation
- Blalock :
 - Sternotomie
 - Pericardotomie supérieure partielle
 - Mobilisation APD, TABC puis clampage TABC
 - Arteriotomie
 - Clampage proximale APD
- Fermeture de canal

Chirurgie avec CEC: utilité

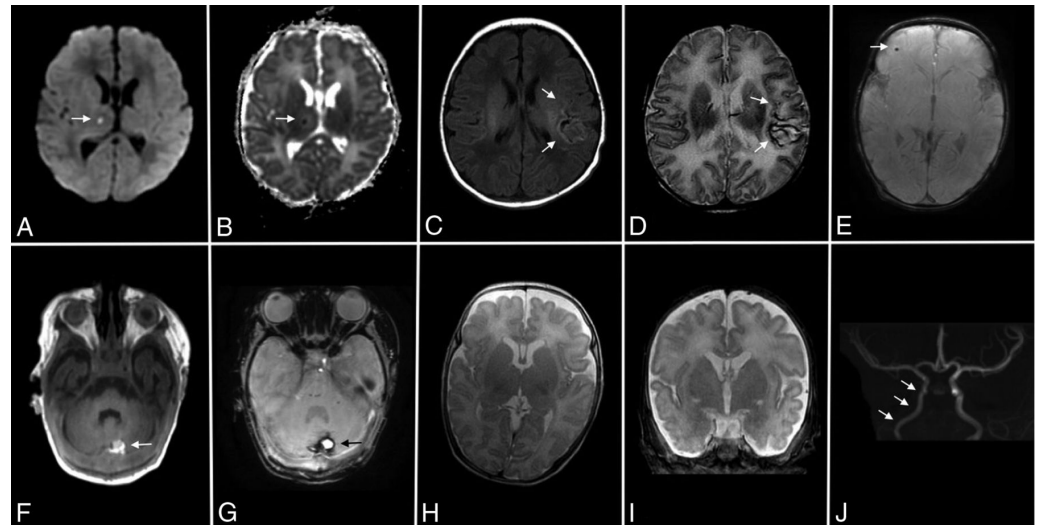
- Pour le patient :
 - Assurer le débit cardiaque pendant la chirurgie
 - Assurer l'hématose
 - Assurer la protection myocardique (cœur non perfusé= ischémie)
- Pour le chirurgien :
 - Bonne exposition
 - Cœur arrêté exsangué

Chirurgie avec CEC: cardioplegie et protection myocardique

- **Cardioplegie**
 - Cristalloïde / Sanguine - Chaude / Froide
 - Unique / Répétée / Continue - Antérograde / Rétrograde / Combinée
- **Protection myocardique**
 - préserve la fonction myocardique en CEC et pendant le clampage aortique
 - Limiter les conséquences de la CEC, chirurgie, clampage
 - restaurer la fonction myocardique post-opératoire équivalente au pré-opératoire.
- **Protection efficace**
 - Appréciation pendant le clampage**
 - Survenue et délai de l'arrêt cardiaque
 - Maintien de la température myocardique souhaitée par le protocole
 - Pas de reprise du rythme per clampage
 - Au déclampage**
 - Rythme spontané
 - Facilité du sevrage de la CEC -Evaluation écho
 - Pas ou faibles besoins d'inotropes ou +
 - En post-opératoire**
 - stabilité hémodynamique -Evaluation écho
 - Signes ECG : absence d'ischémie ou de troubles du rythme
 - Profil des marqueurs biochimiques normal pour la pathologie

Complication de la CEC

- Thrombose : Anticoagulation +++
 - Heparine : 2,5 à 3mg/kg
 - Neutralisation de l'héparine par la protamine dose pour dose à la fin de l'intervention
- Neuro+++
- Cardiaque : ischémie dysfonction myocardique
- Pulmonaire (sd inflam + ischémie reperf)
- Sd inflammatoire



Wien 2017

Surveillance per CEC : NIRS

- Mesure de l'oxymétrie cérébrale par spectroscopie proche de l'infrarouge (rSO2i)
- Diagnostic -> hypoperfusion cérébrale durant la CEC
 - Lié a une chute du débit
 - Ou une mobilisation de la canule aortique.
- Normes
 - Enfant sain: 68% +/- 10%.
 - Cpie cyanogene : 57% + /- 12%
 - Diagnostic: diminution de + 20% par rapport à la valeur de référence, OU valeur absolue < à 50%.



Cardiologie congénitale au bloc opératoire

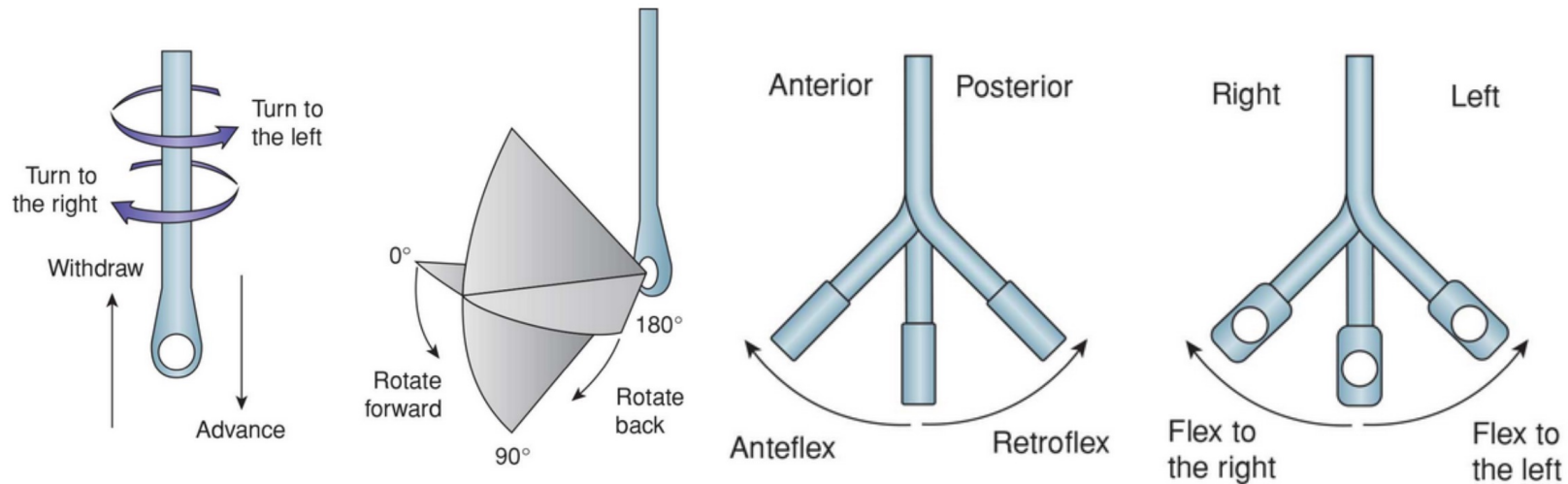
ETO

Manipulation de la sonde

- Choix de la sonde en fonction du poids du patient
- Mise en place par l'anesthésiste



Manipulation de la sonde



- Changement de plan de coupe par rotation electronique du capteur -> 0-180°
- Changement de plan de coupe par action mecanique
 - Rotation du fibroscope horaire ou anti-horaire
 - Retrait ou progression du fibroscope
- Flexion antéro-posterieure de l'extrémité distale du fibroscope (grosse molette)
- +/- Flexion de l'extrémité distale du fibroscope (petite molette)
- +/- sonde multiplan

Contre indications à l'ETO

Absolues

- Dysphagie non explorée
- Pathologie oesophagienne avérée: chirurgie récente, néoplasie, sténose, diverticule, fistule, varice oesophagienne
- Irradiation médiastinale

Relative

- Instabilité hémodynamique/ respiratoire
- Pathologie cervicale sévère

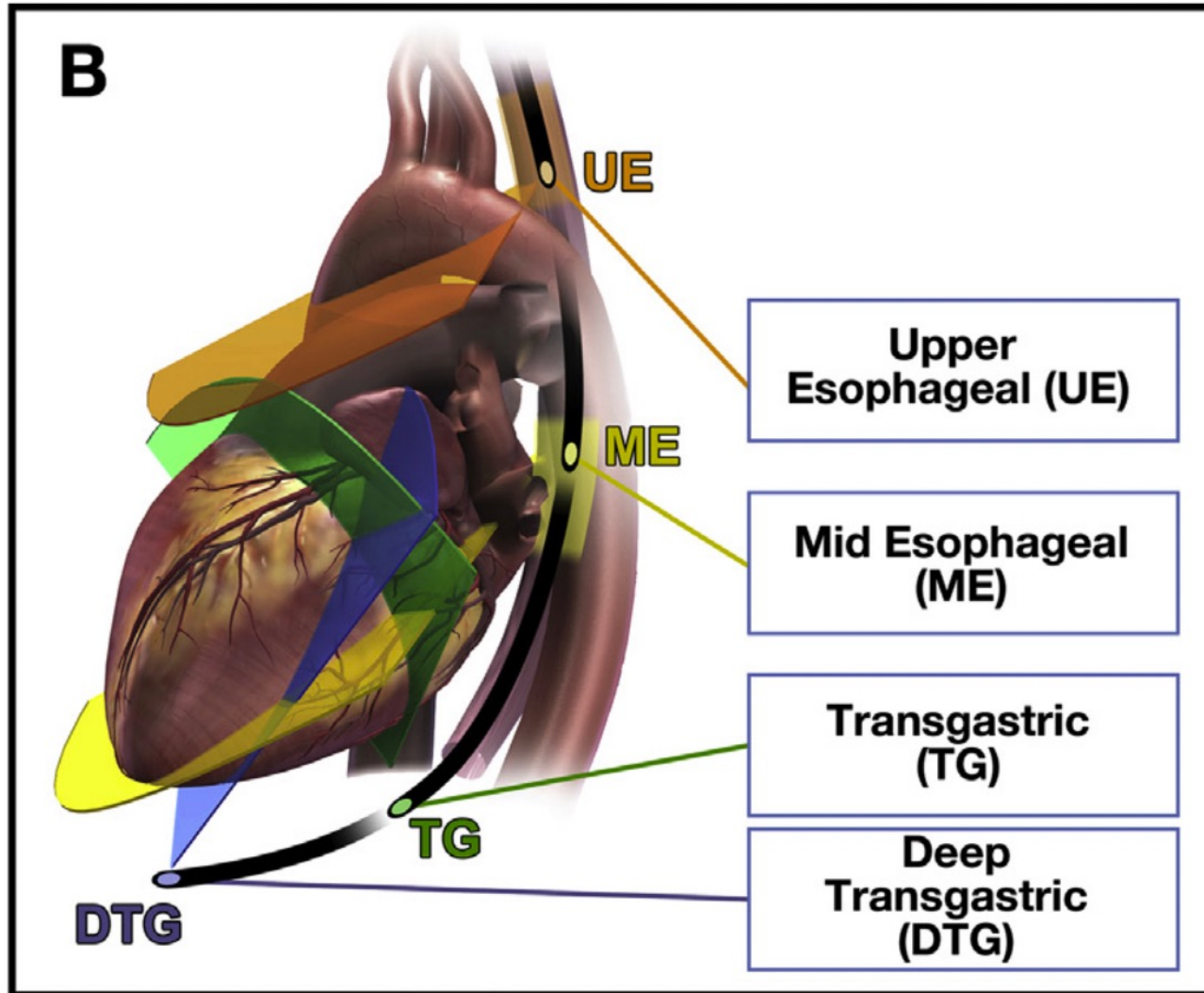
Complications

- Rares
- Mineures
 - Troubles digestifs
 - Dysphagie transitoire
 - Troubles du rythme non soutenus
 - Extubation...
- Sévère
 - Perforation oesophagienne (nouveau né +++)
 - Compression des voies aériennes supérieures (hématome oesophagien)

Indications

- Evaluation
 - Pré-opératoire
 - Precisions des lésions : valves +++++
 - Per-opératoire
 - Lésions résiduelles (stenose/ gradient sur les valves, shunts résiduels...)
 - Lésions liées au geste chirurgical
 - Evaluation Hémodynamique
 - Troubles cinétique segmentaire
- Principales pathologies
 - Valvulopathies +++++
 - CAV
 - CIA
 - Fallot
 - ...

Plans de coupes



Plans de coupes

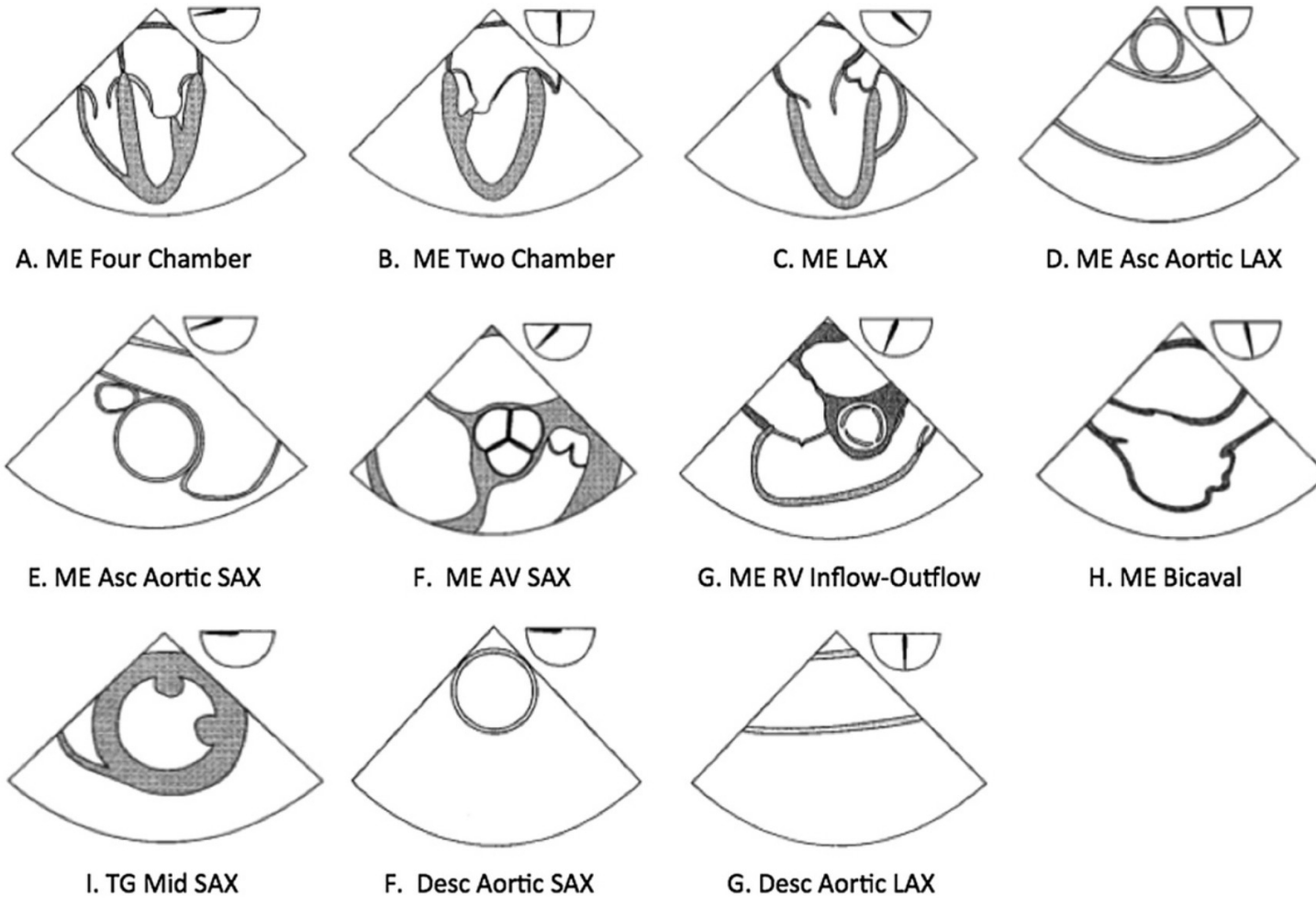
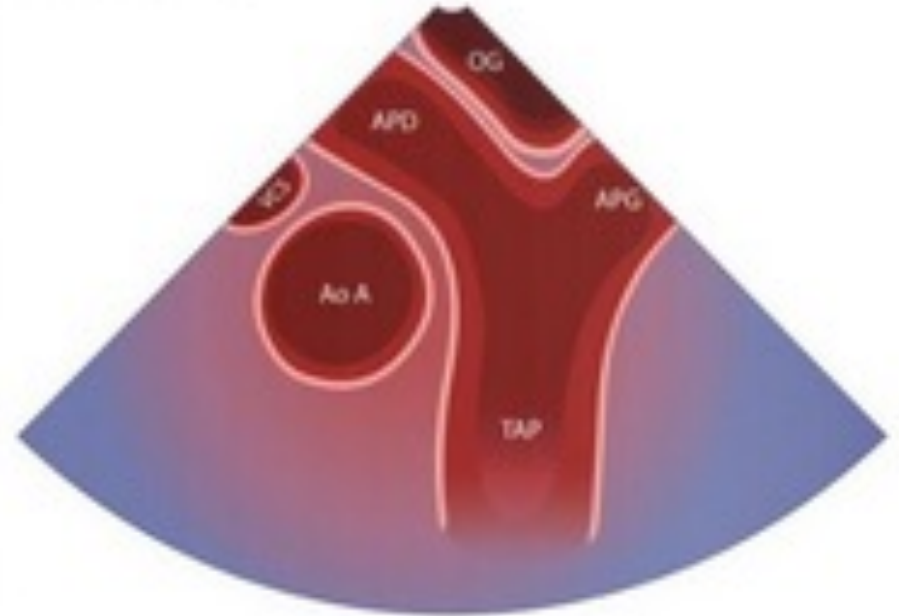


Figure 4 Cross-sectional views of the 11 views of the ASE and COA basic BTE examination. The approximate multiplane angle

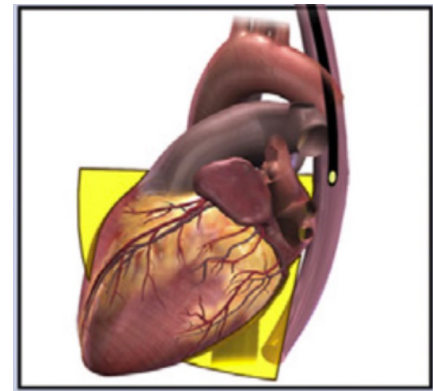
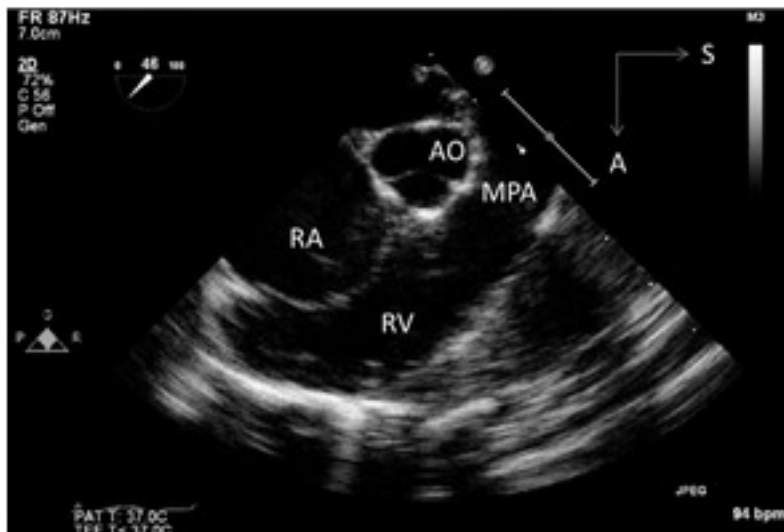
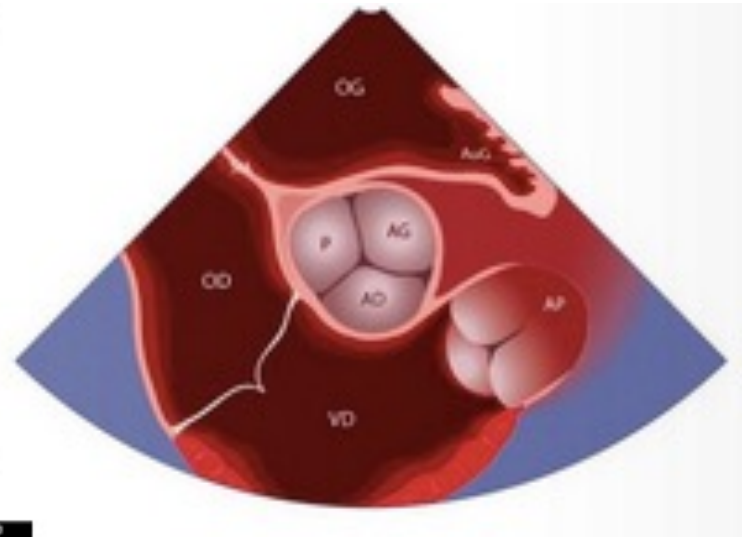
Plans de coupe

- Repère Aorte-AP 0°- Œsophage haut

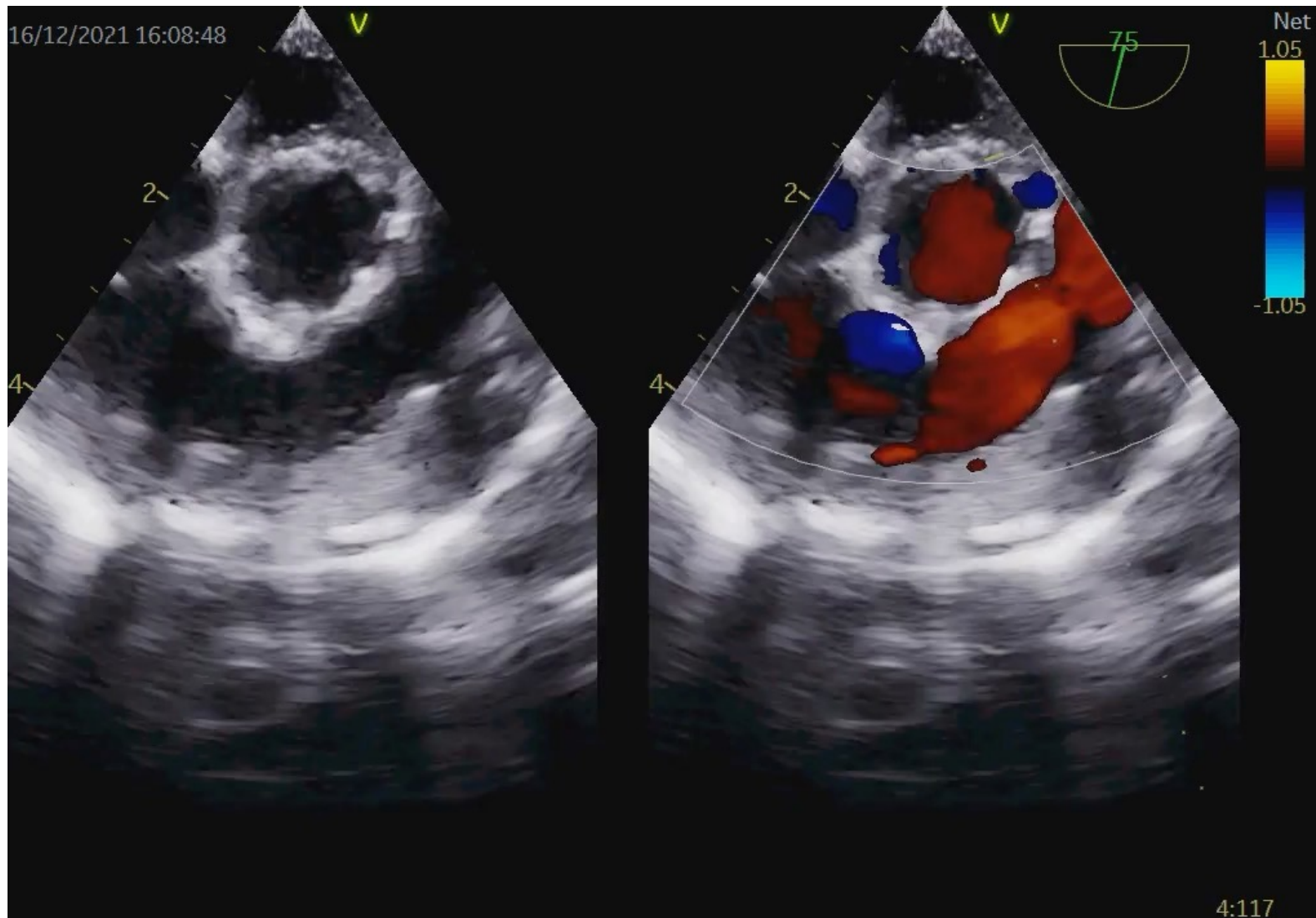


Plan de coupe

- Repere valve aortique -> rotation 45°- Œsophage moyen

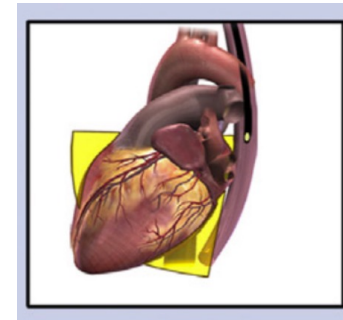
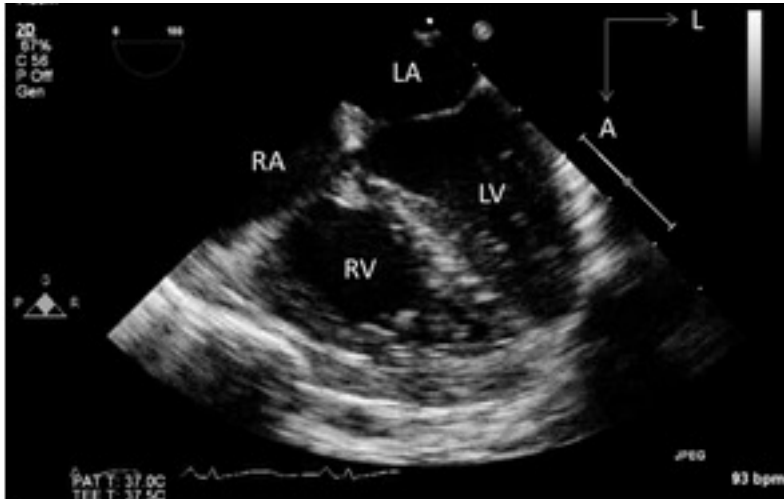
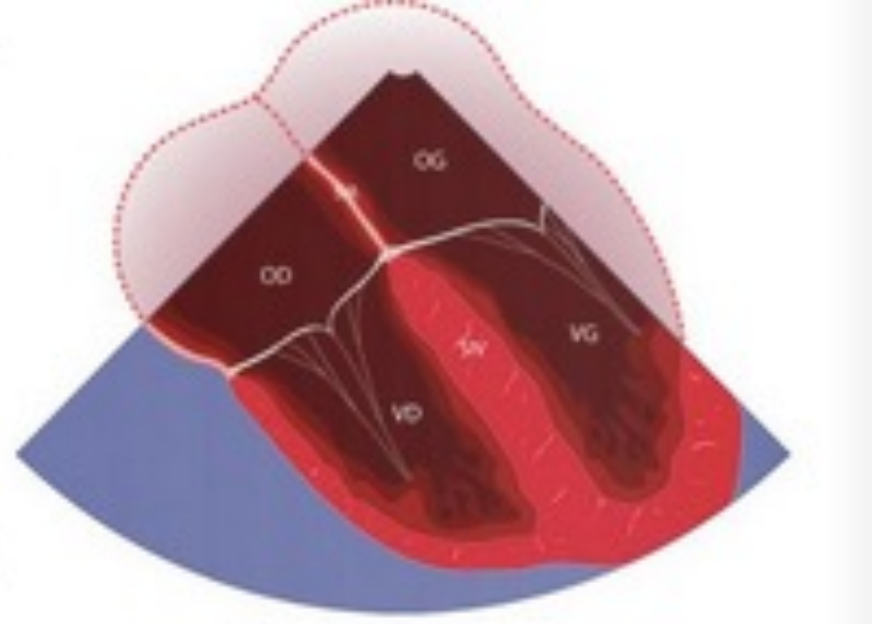


Plan de coupe : Valve aortique 45° (et voie VD-AP)

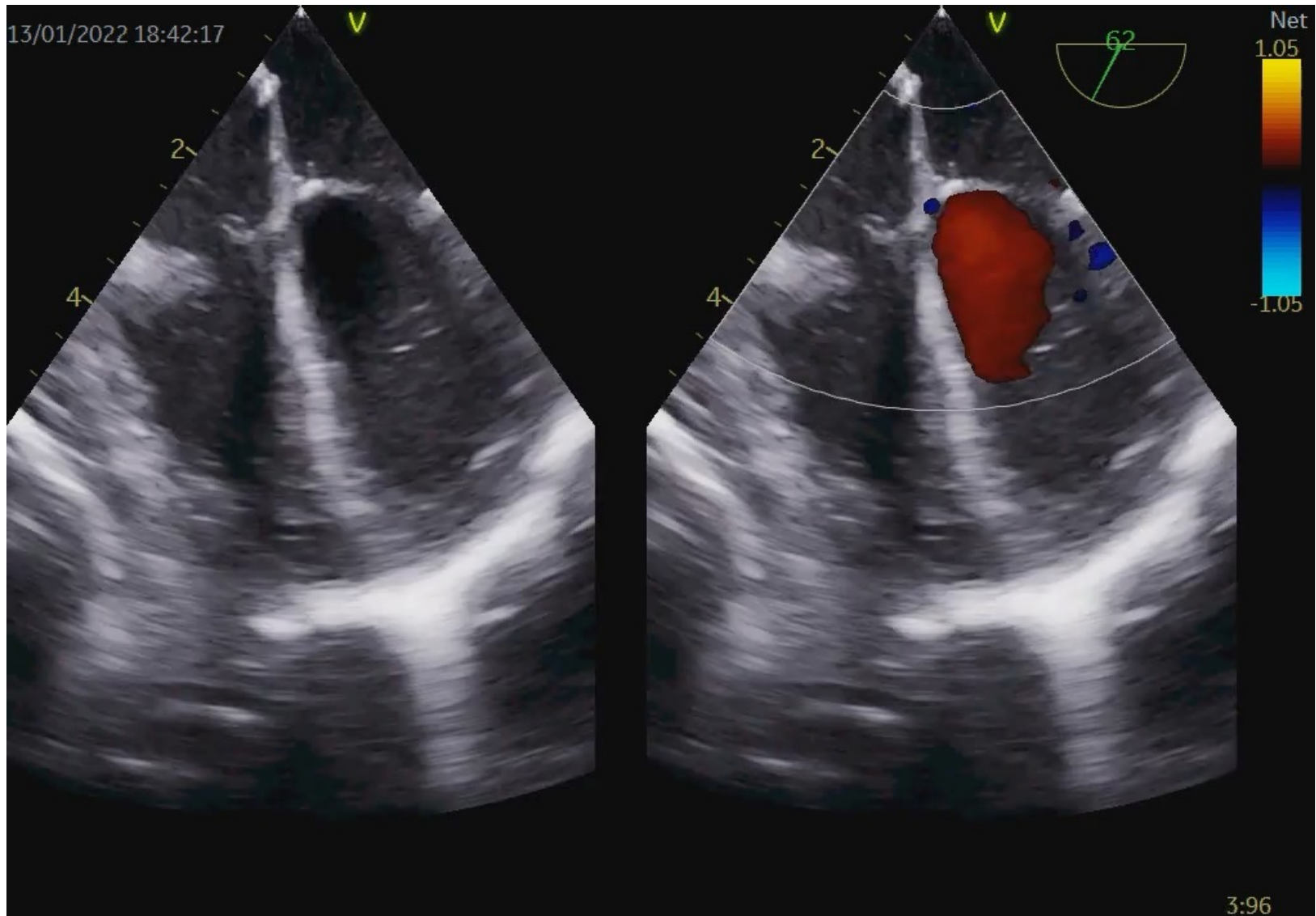


Plans de coupe

- 4 cavité-0°- Œsophage moyen

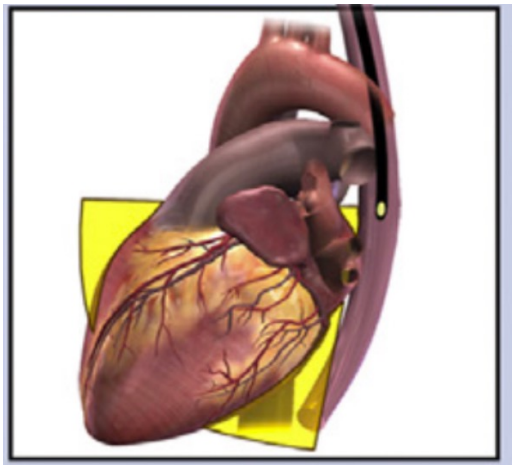
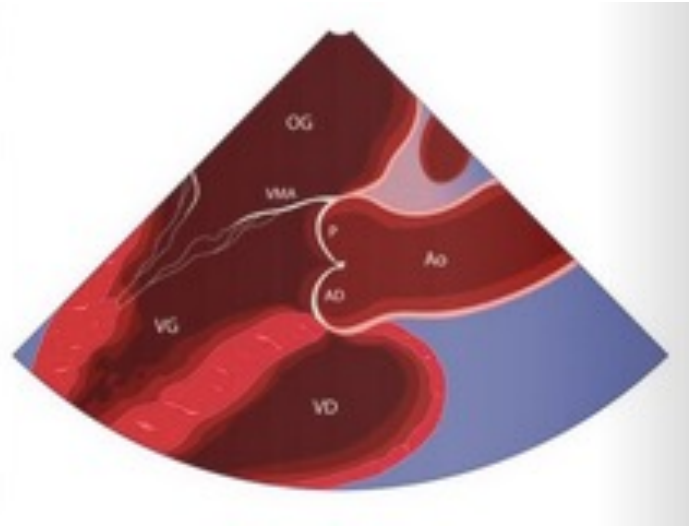


Plans de coupe : 4 cavités

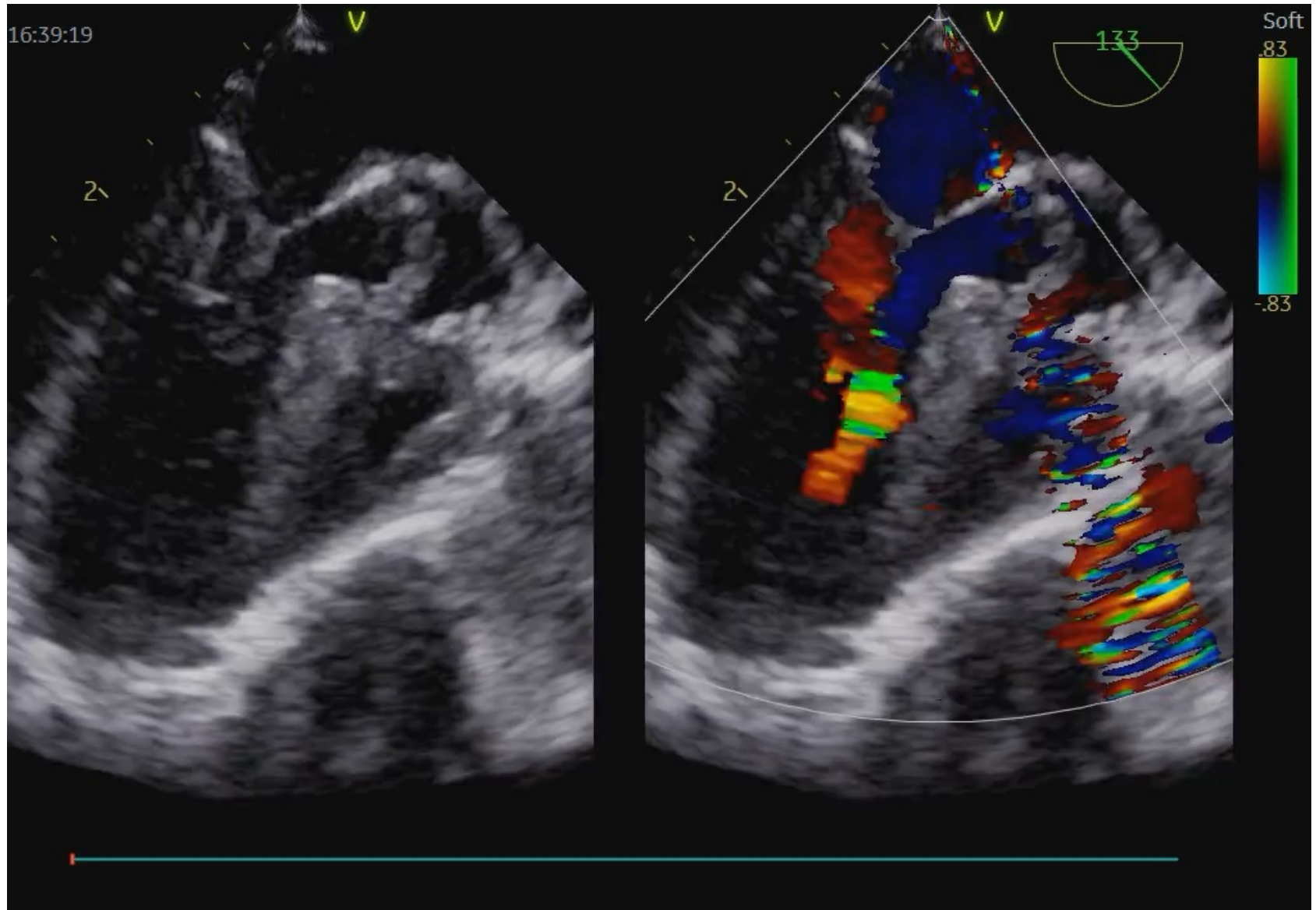


Plan de coupe Chambre de chasse aortique

- Repere valve aortique -> rotation 120°- œsophage moyen

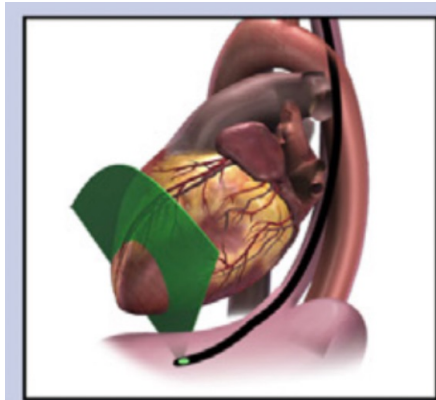
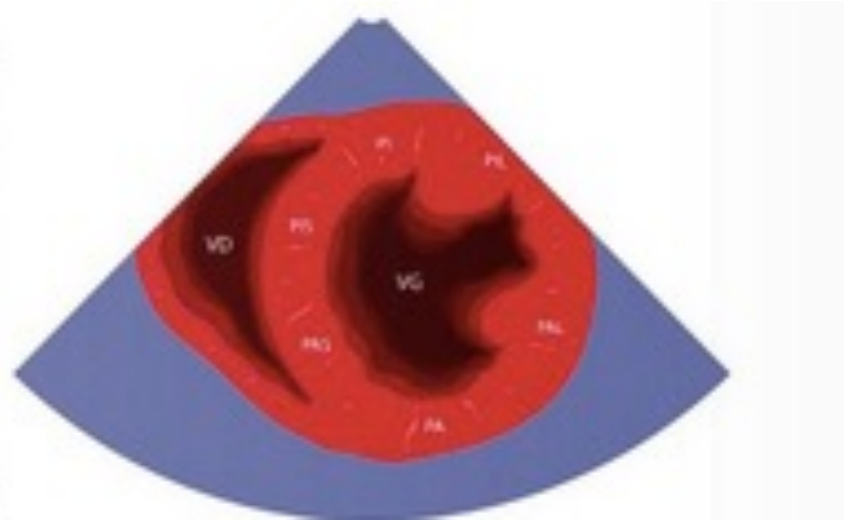


Plan de coupe: Chambre de chasse aortique

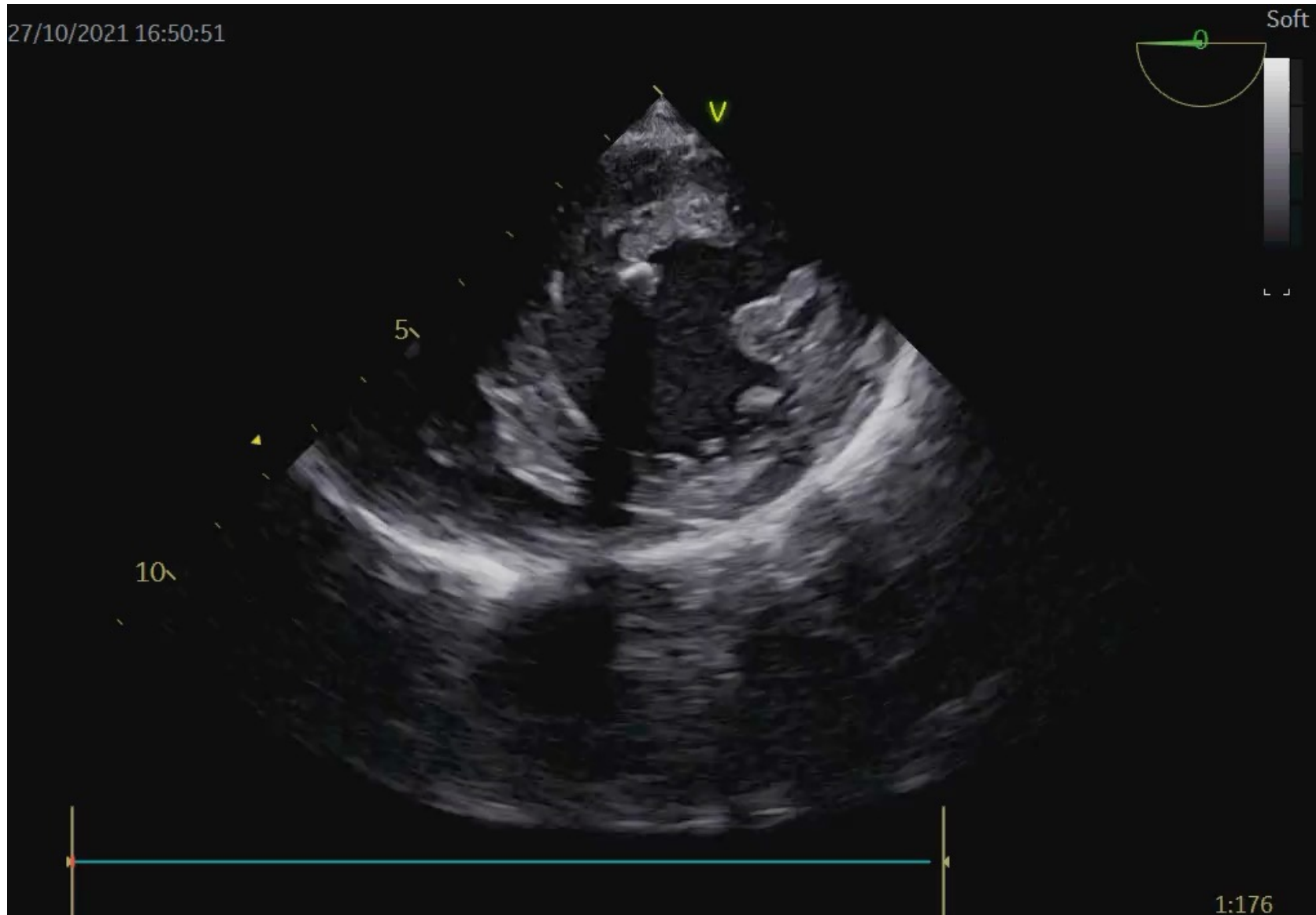


Plans de coupe

- Repère transgastrique et transgastrique profond

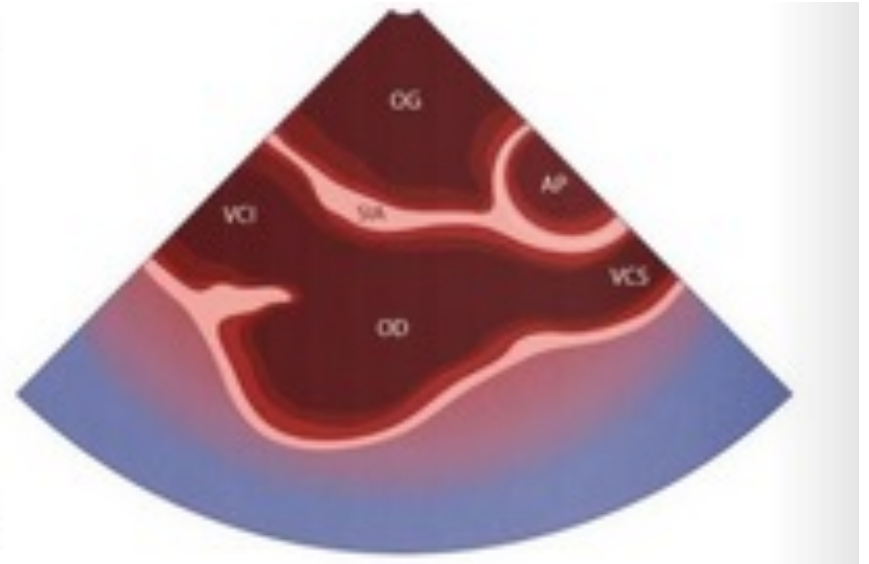
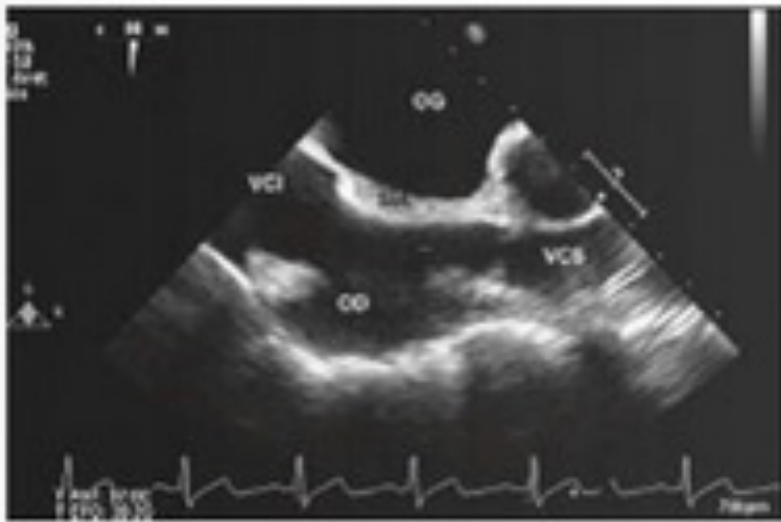


Plans de coupe

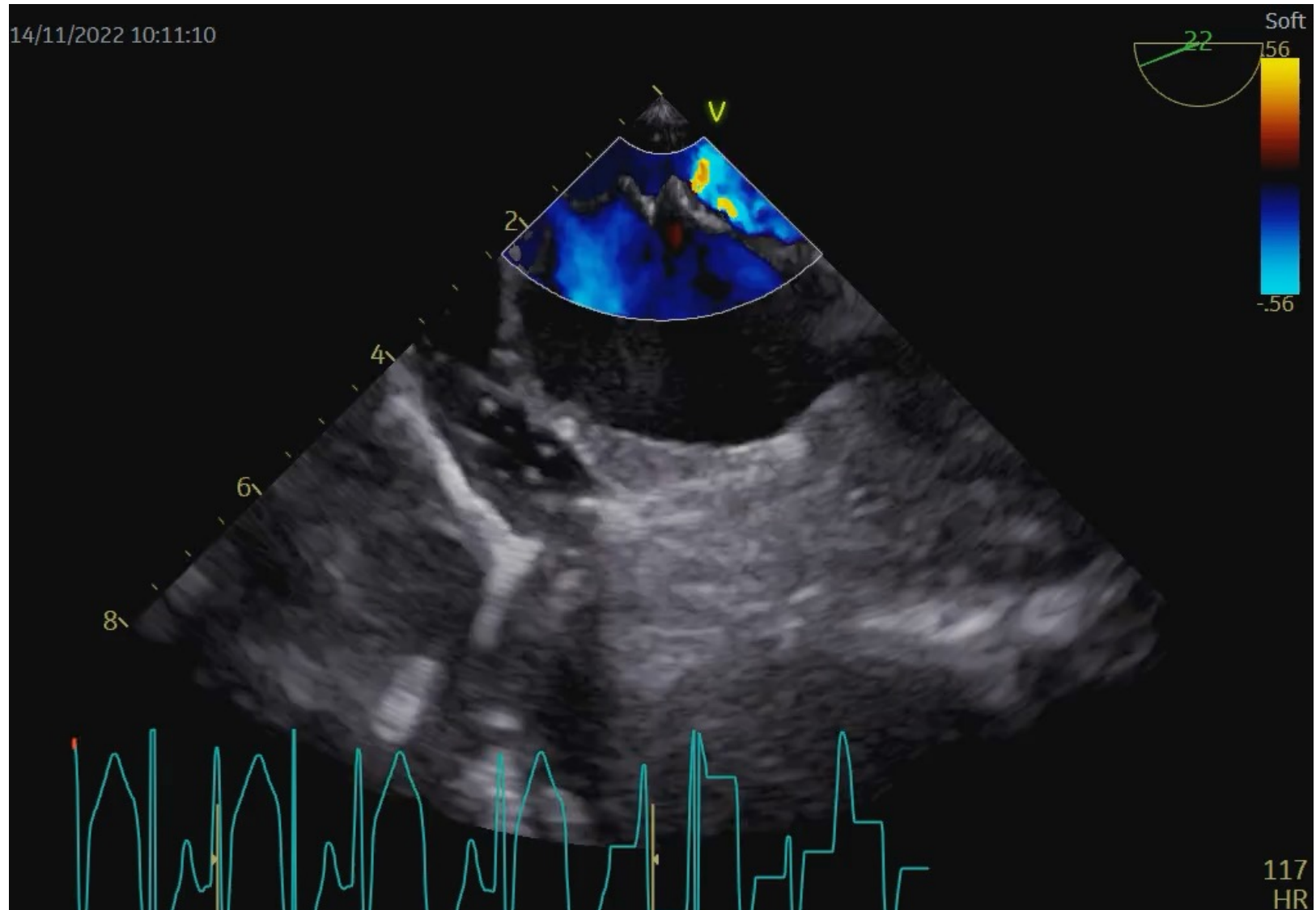


Structures spécifiques à analyser: SIA- coupe bicavale

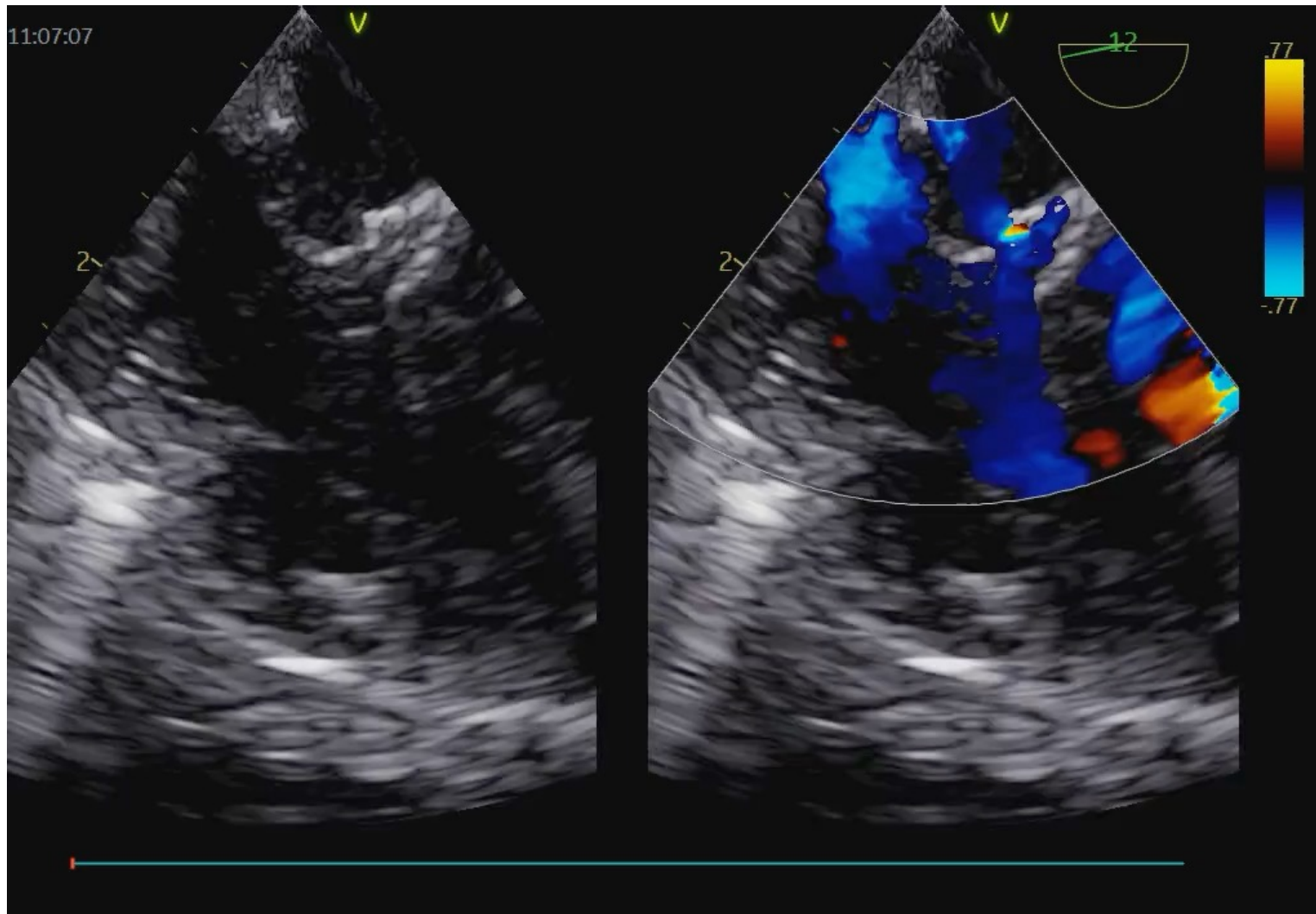
- Repere 4 cavités
 - Rotation 90-120°
 - Rotation horaire du fibroscope
 - Visualisation OD/ VCI et VCS, SIA +++
 - SIA -> de 0 a 120



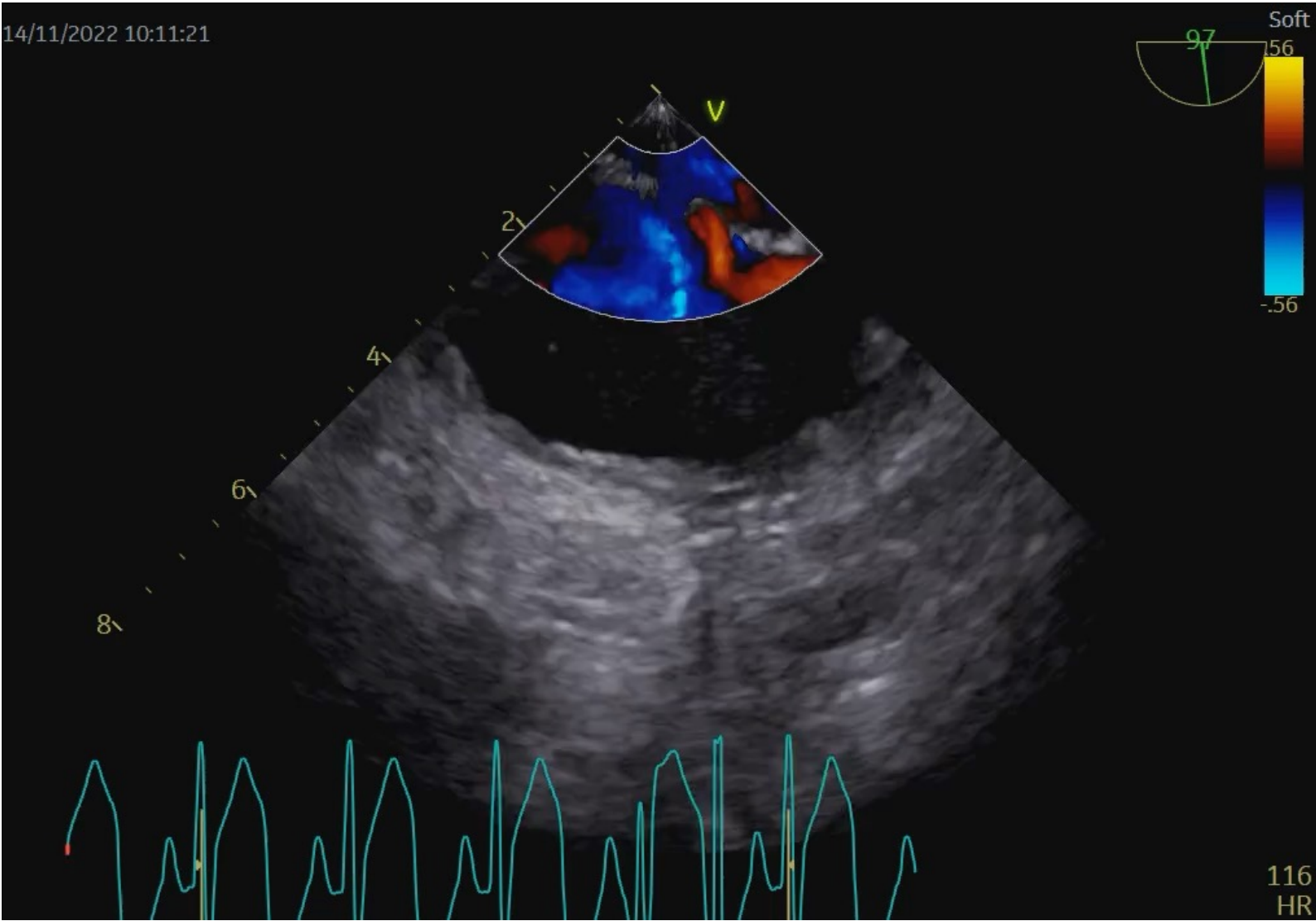
Structures spécifiques à analyser: SIA- coupe bicavale



Examples: CIA

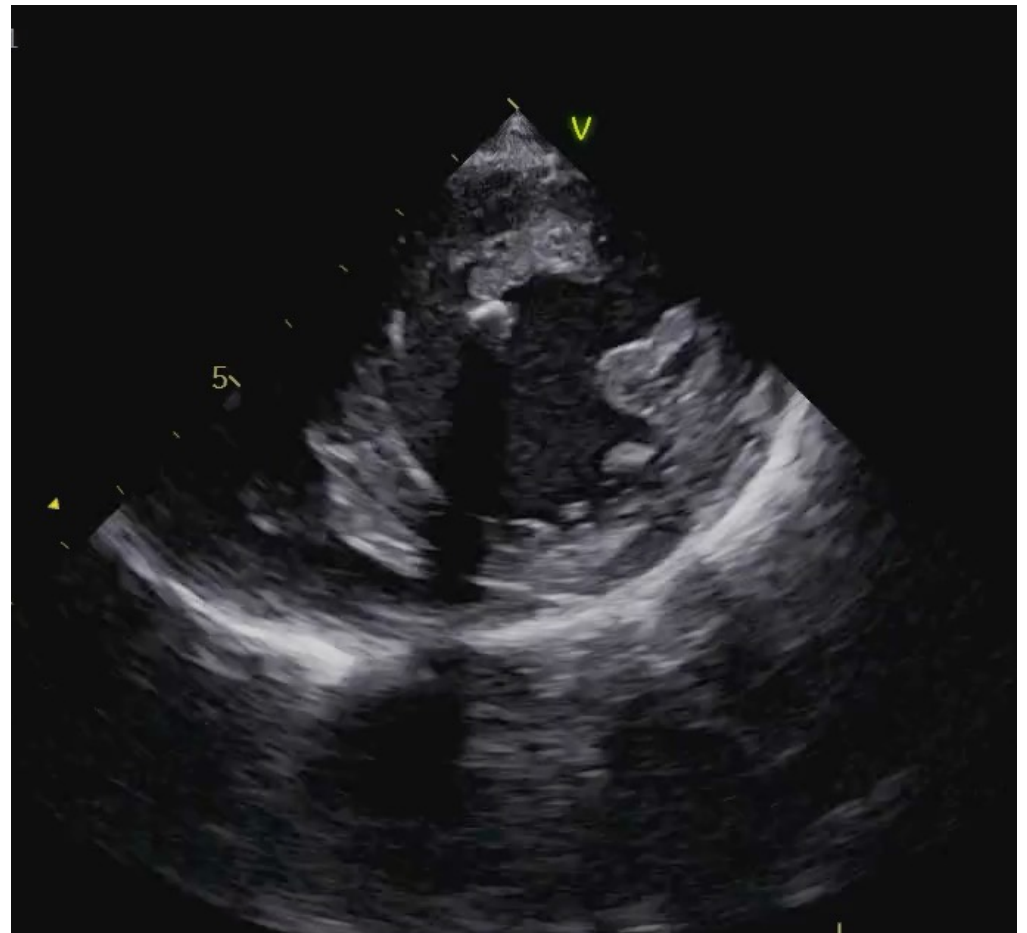


Exemples: Patch CIA

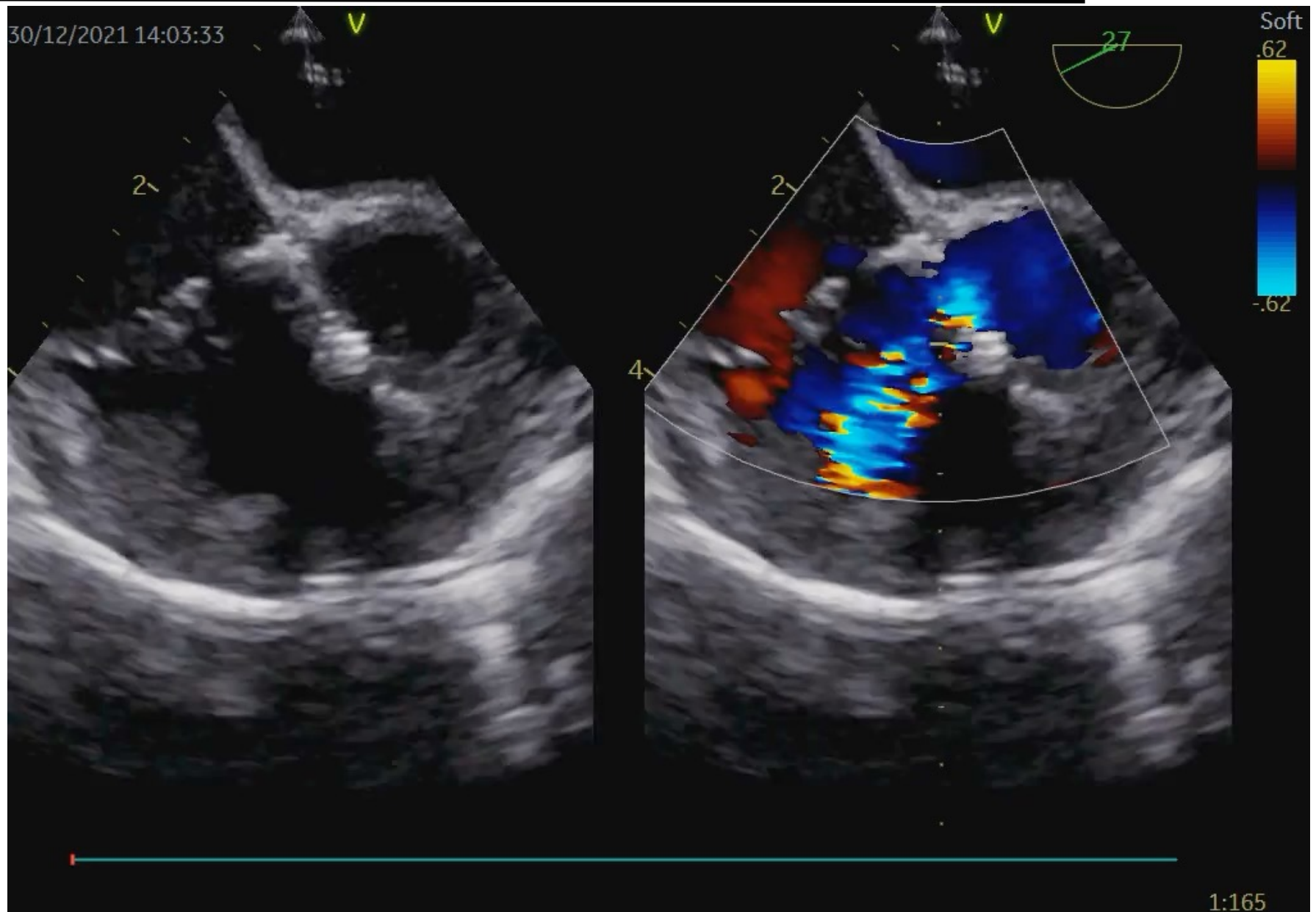


Structures spécifiques à analyser: SIV et fonction contractile

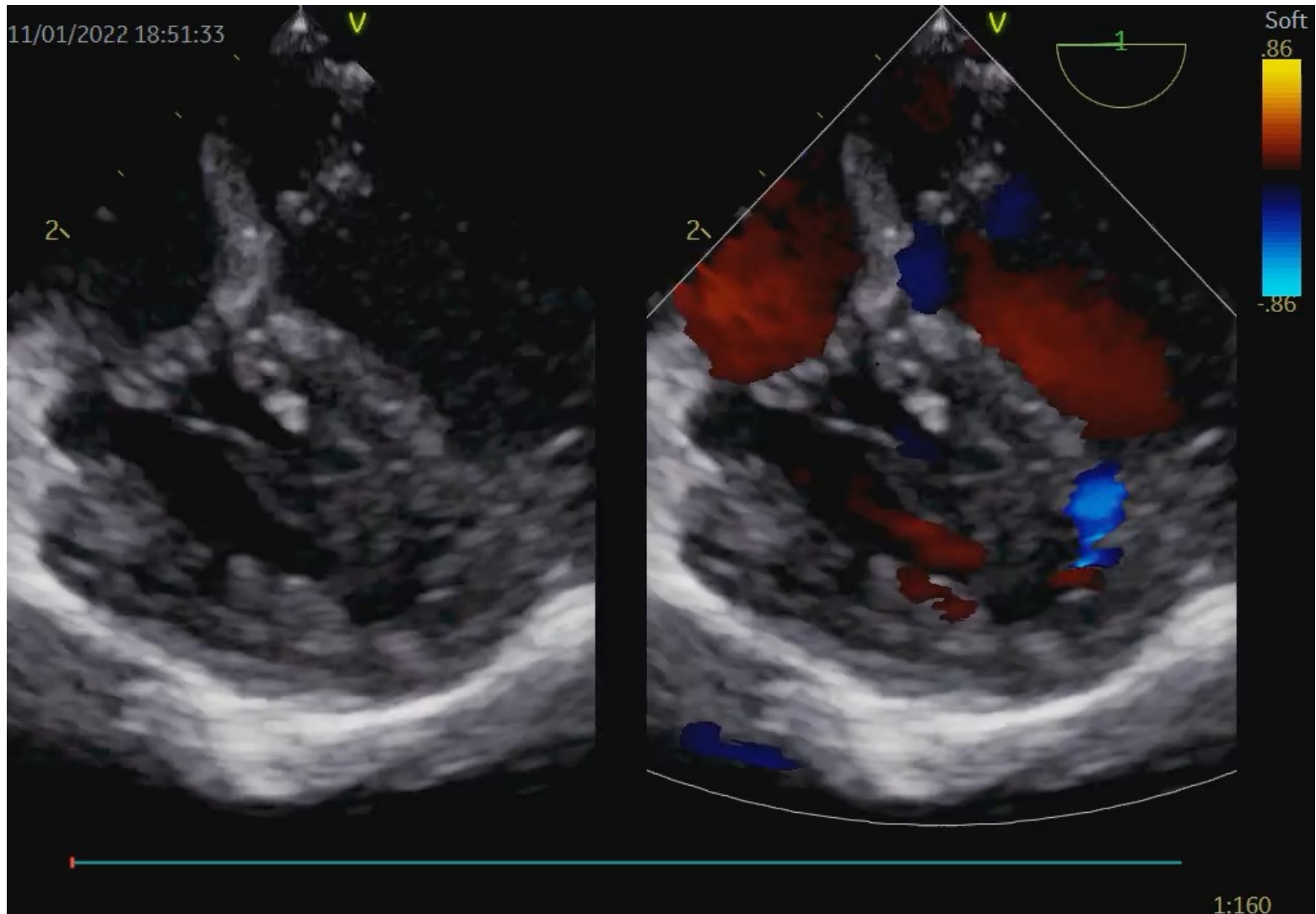
- 4 cavités et transgastrique en remontant la sonde



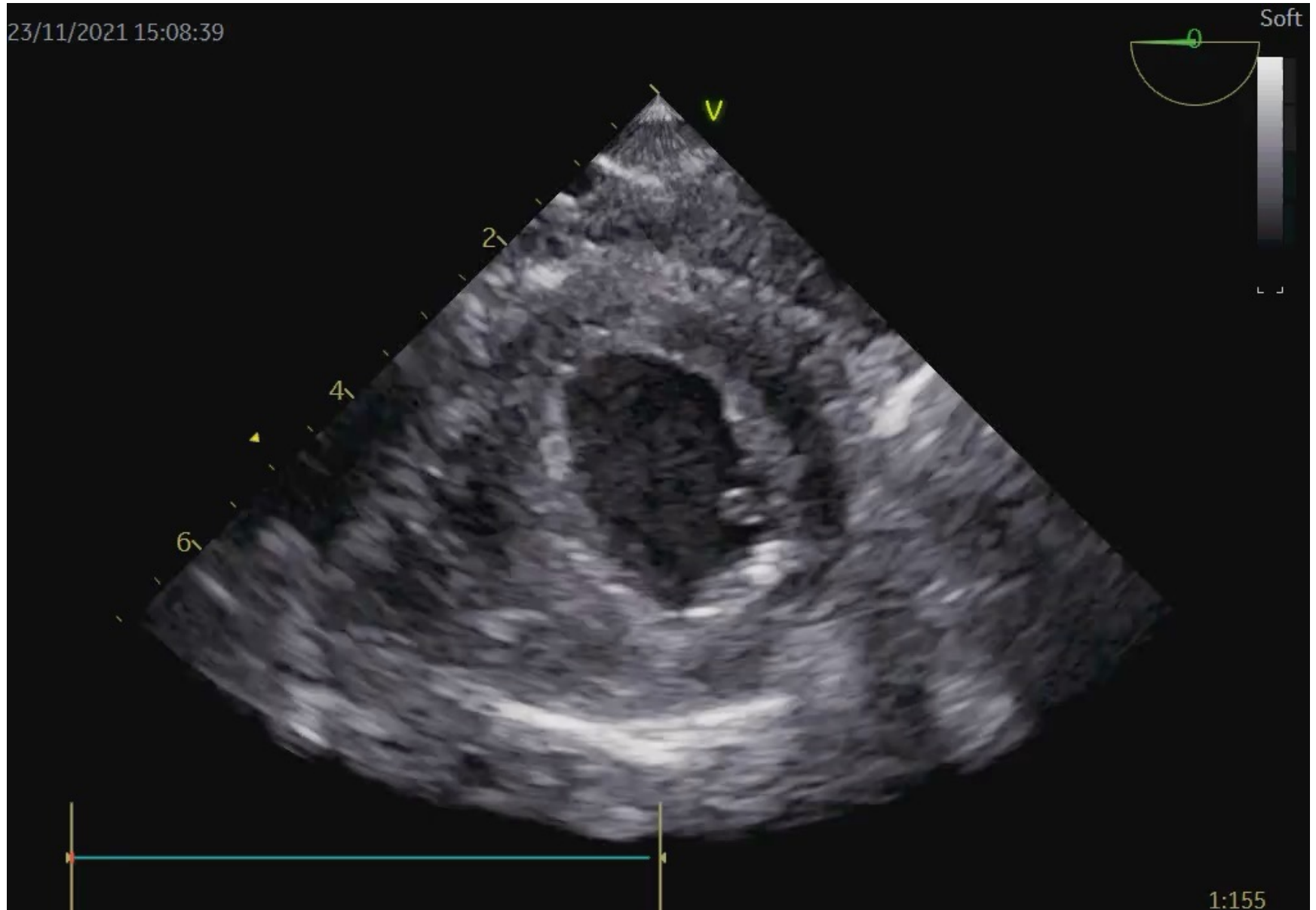
Exemples : CIV residuelle



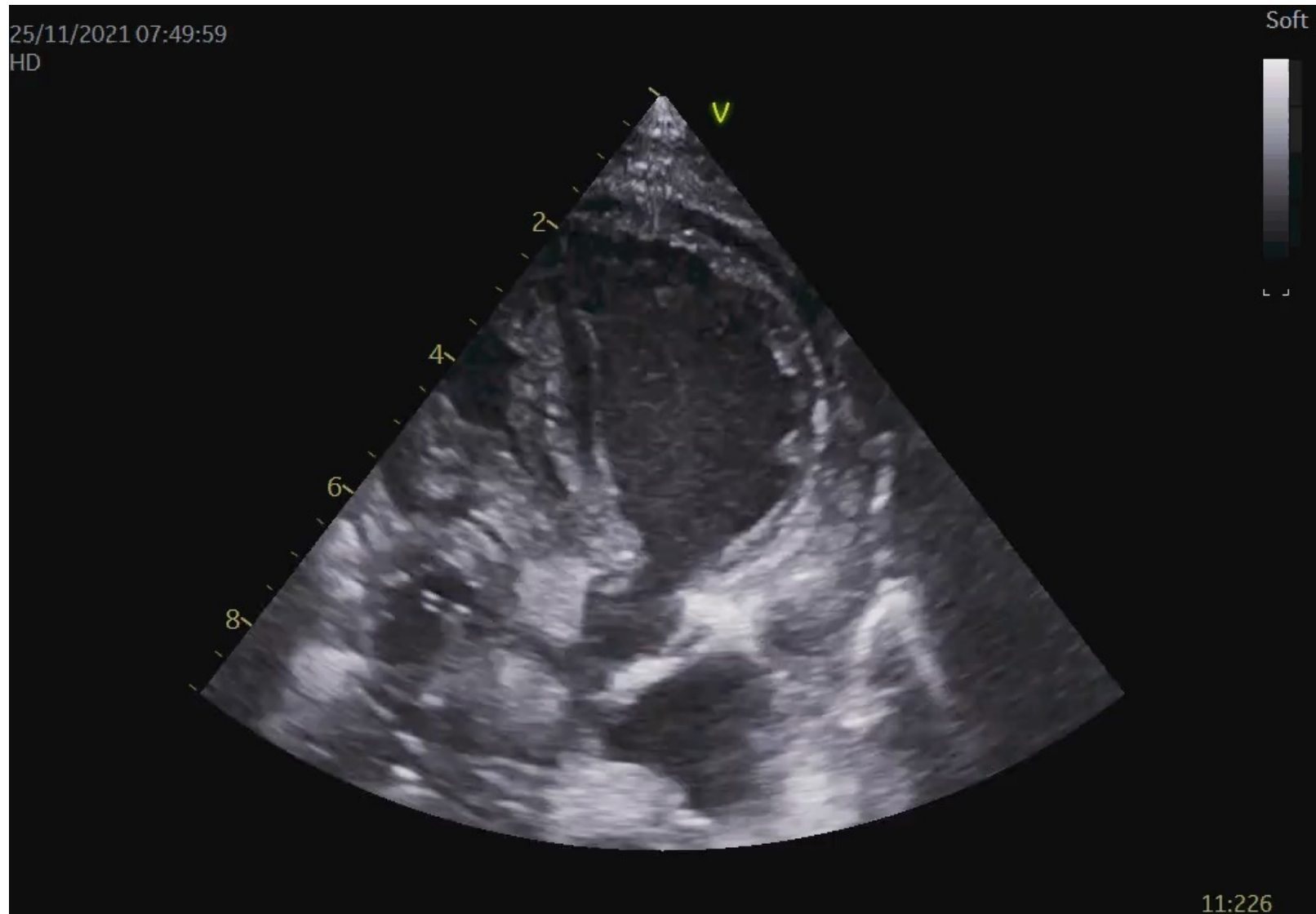
Exemples : CIV musculaire résiduelle



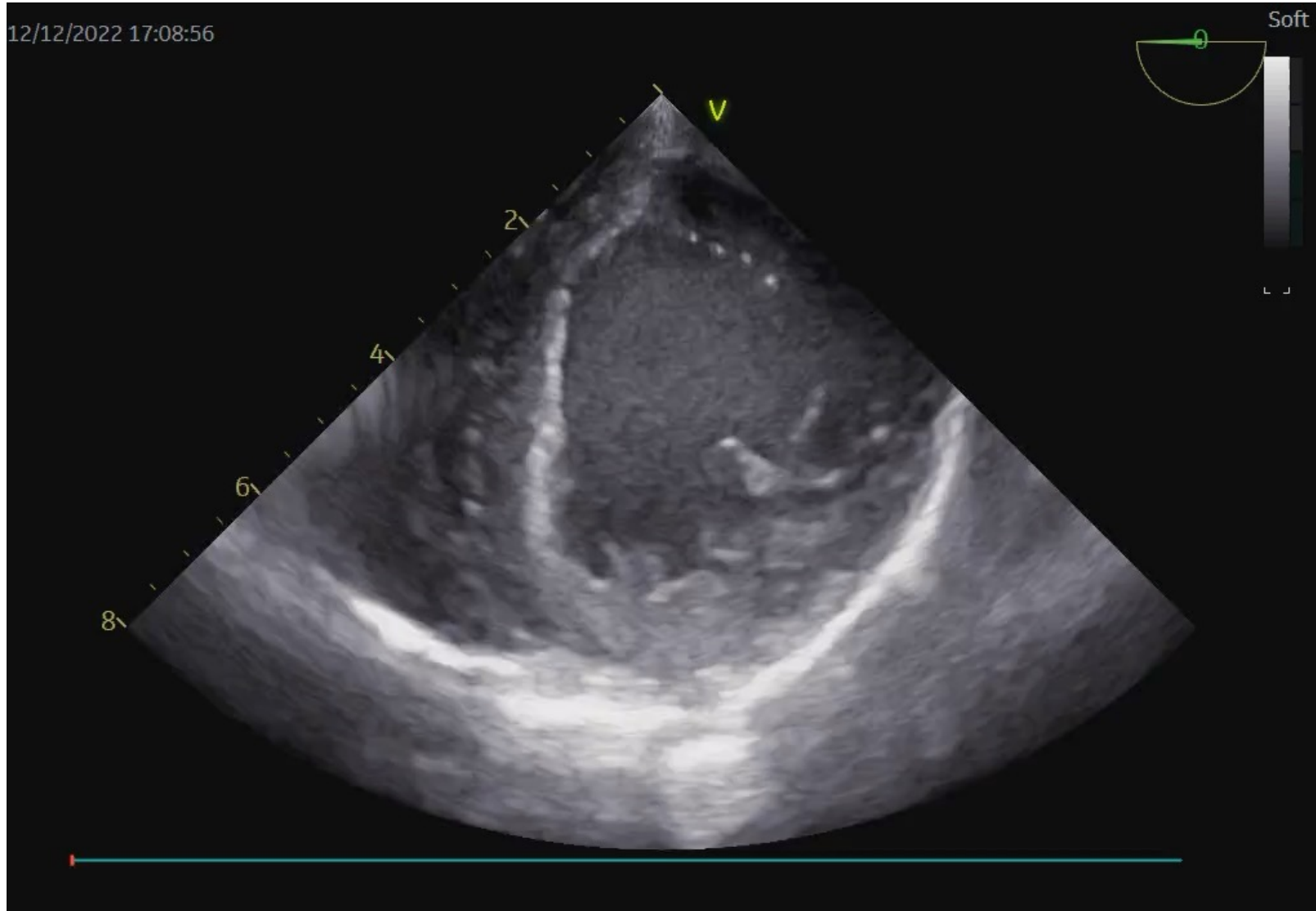
Exemples : dysfonction VG



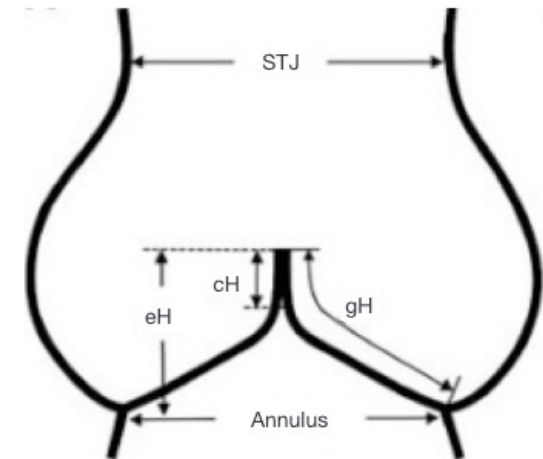
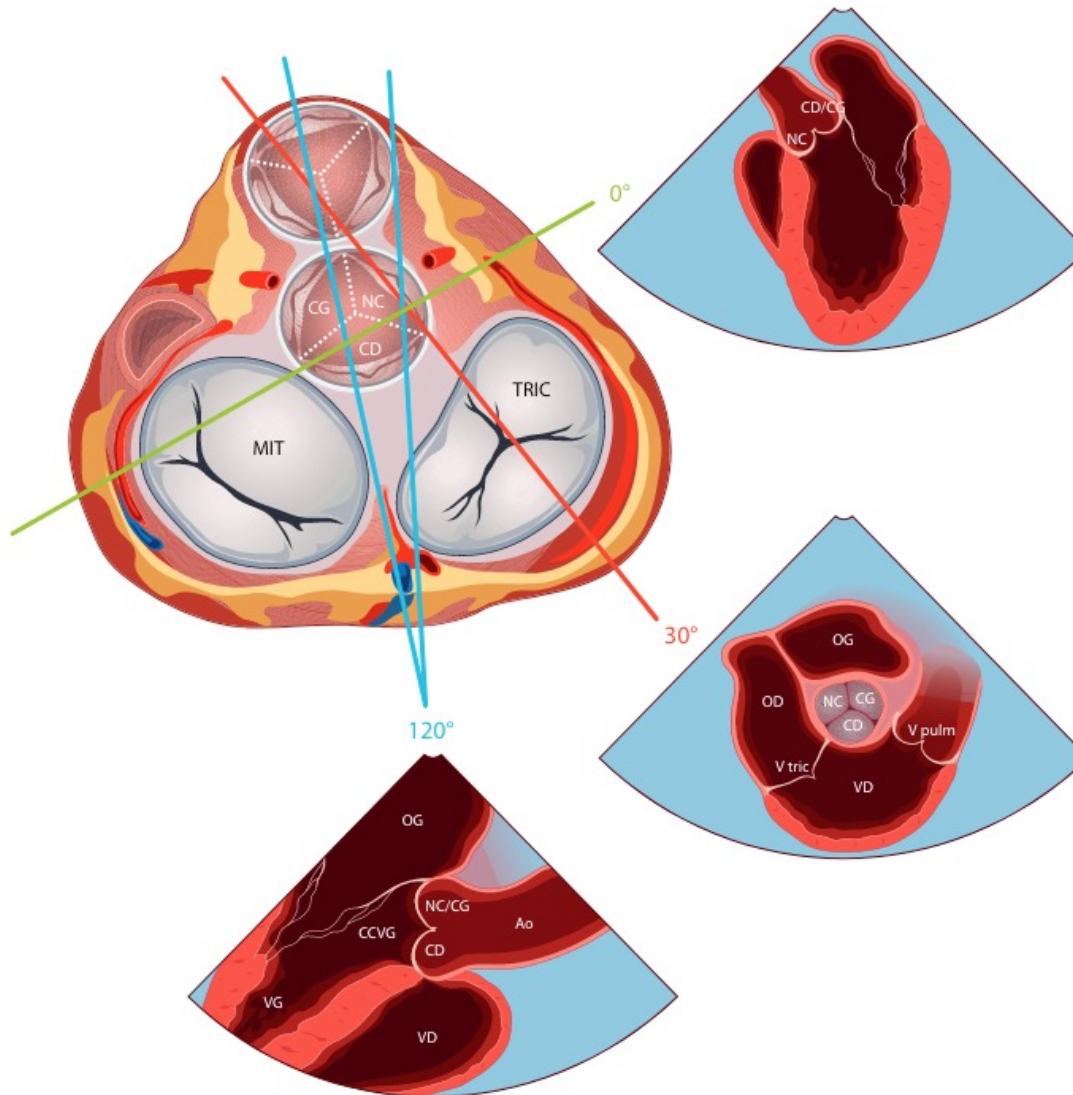
Exemples : dysfonction VG



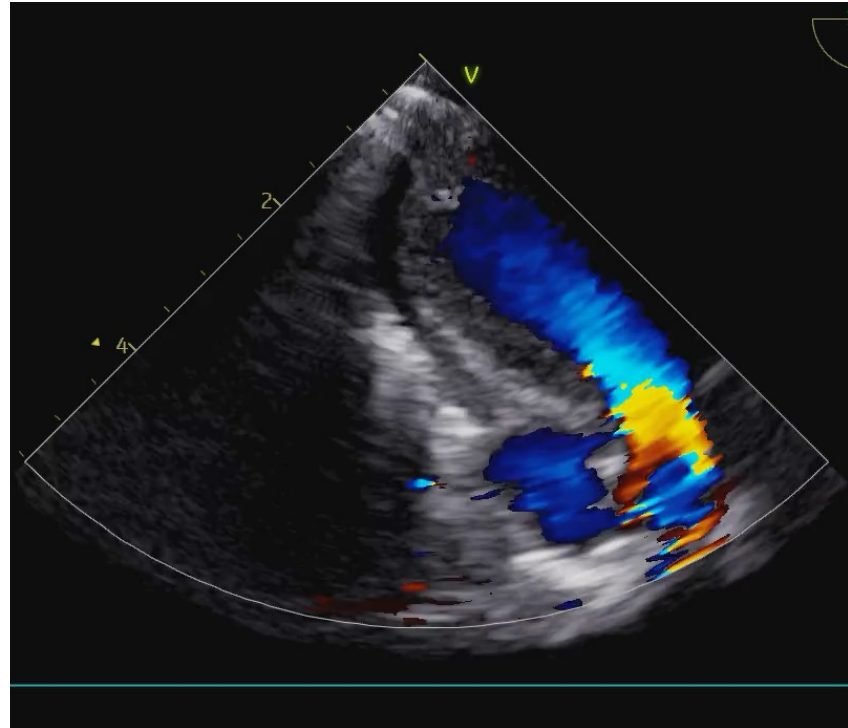
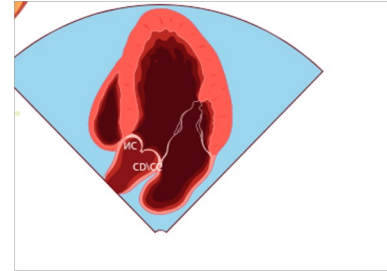
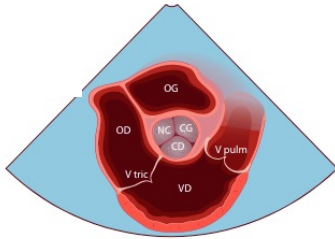
Exemples : dysfonction paroi latérale



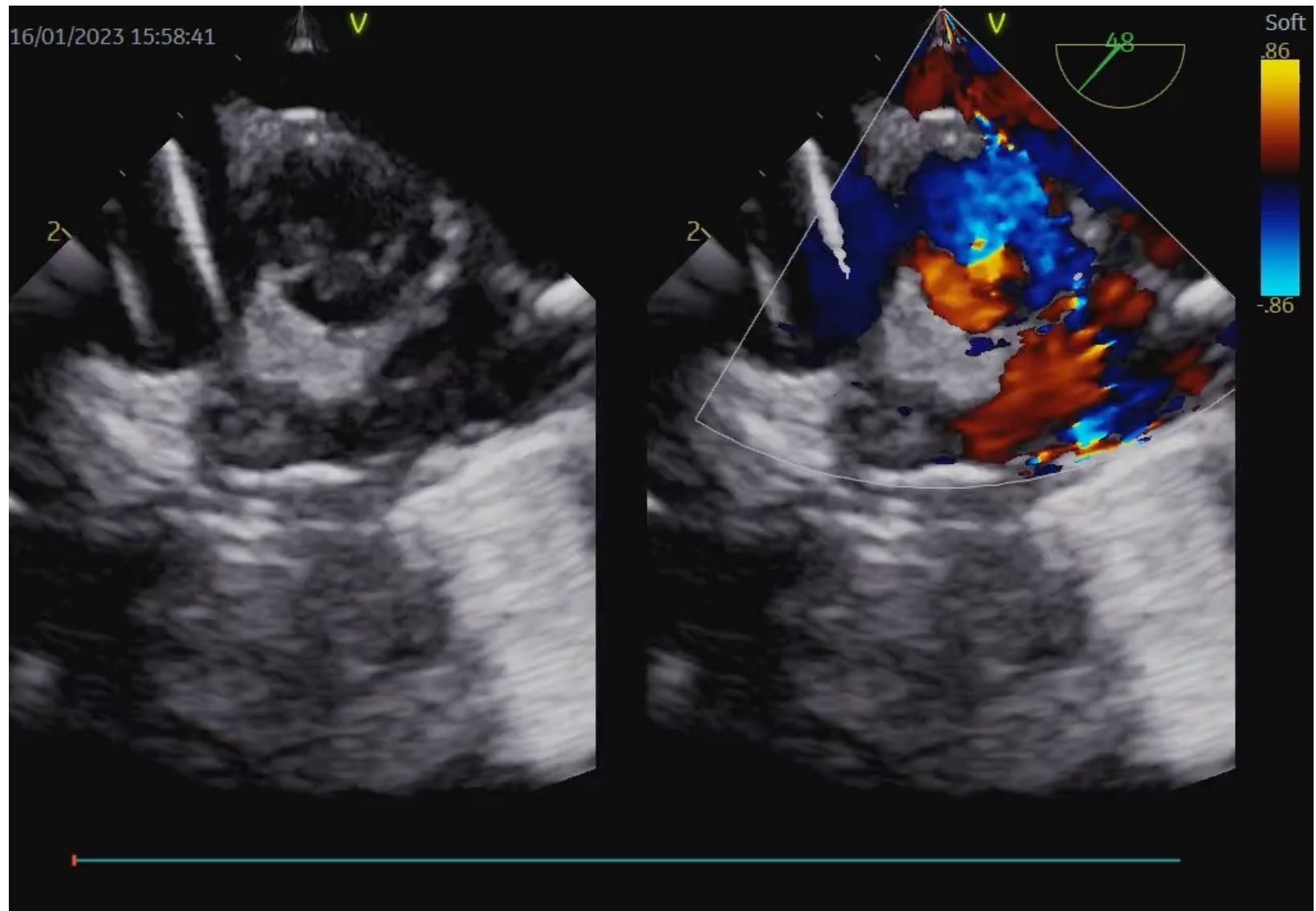
Structures spécifiques à analyser: Valve aortique



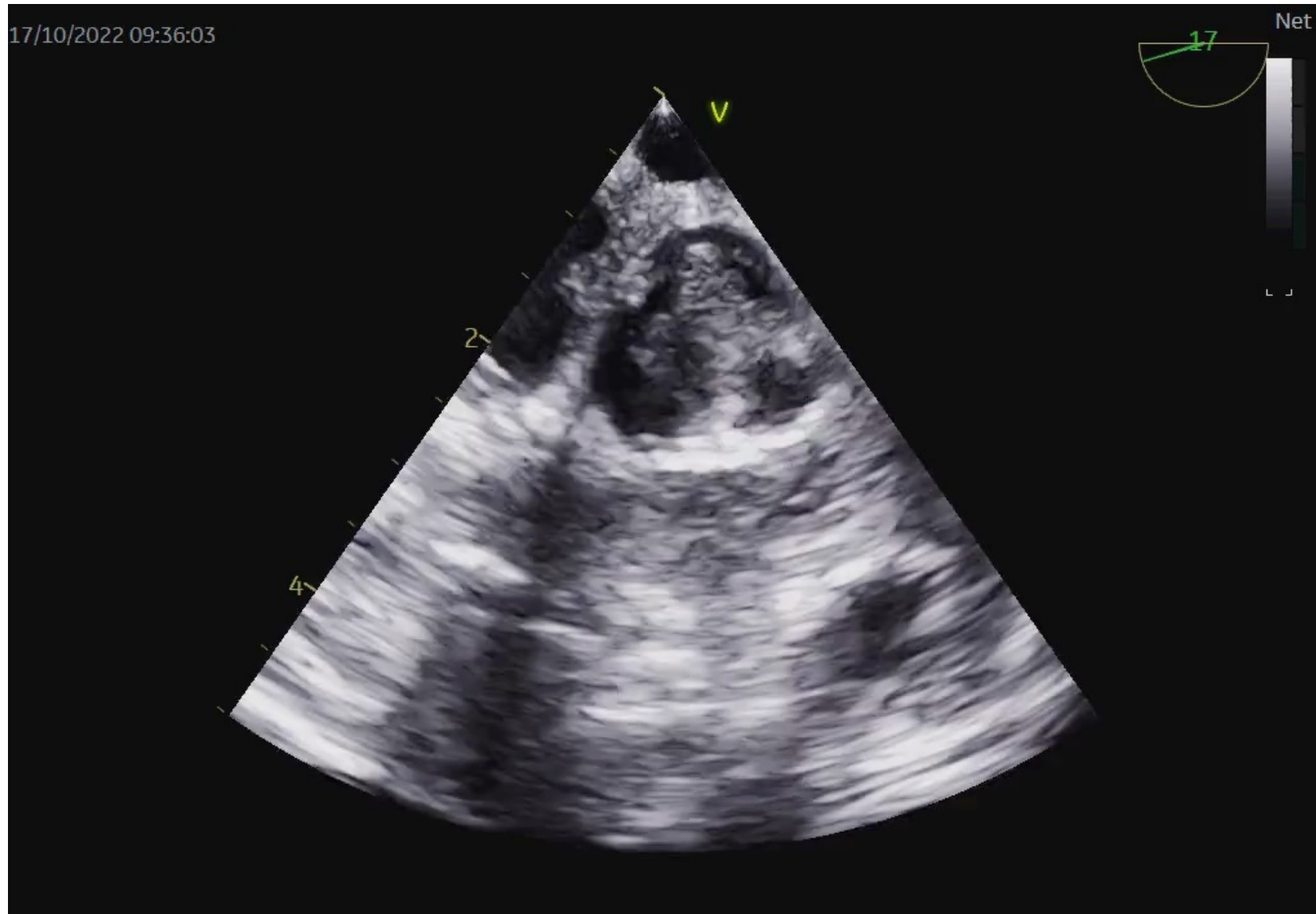
Structures spécifiques à analyser: Valve aortique



Exemples: Bicuspidie aortique

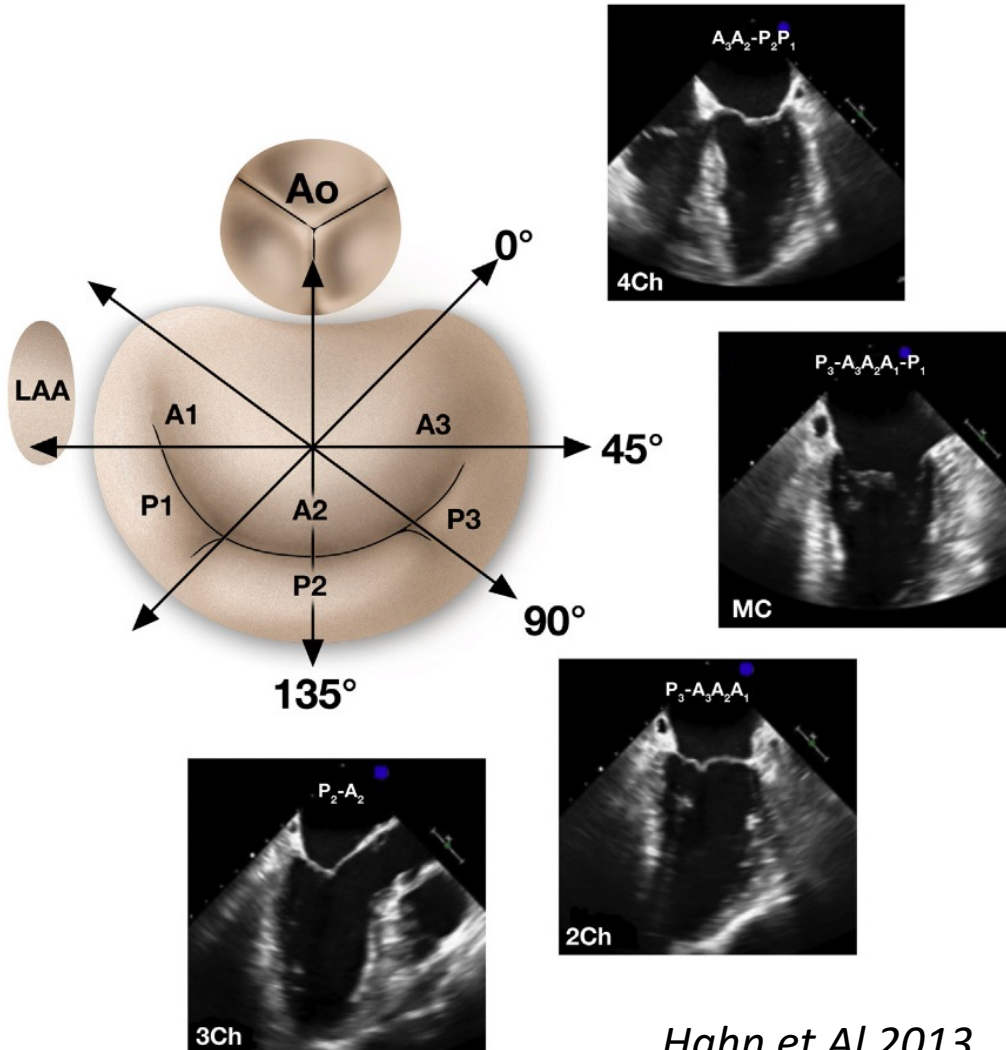


Exemples: Endocardite infectieuse



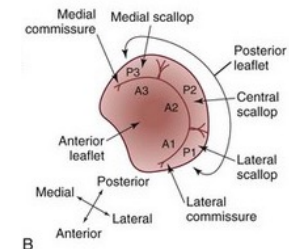
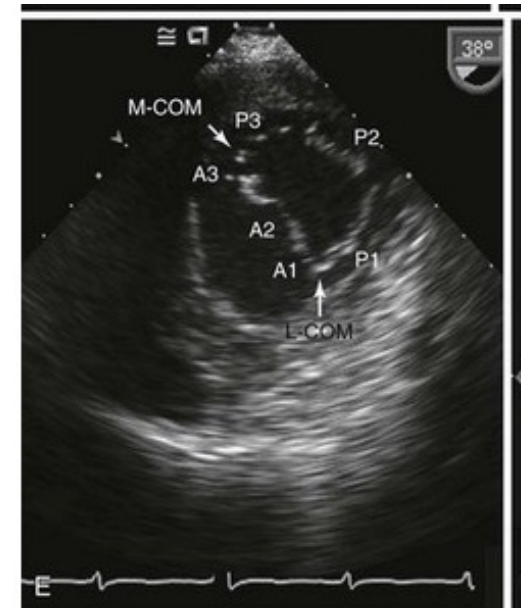
Structures spécifiques à analyser: Valve mitrale

- Repere 4 cavités -> 0 a 120°



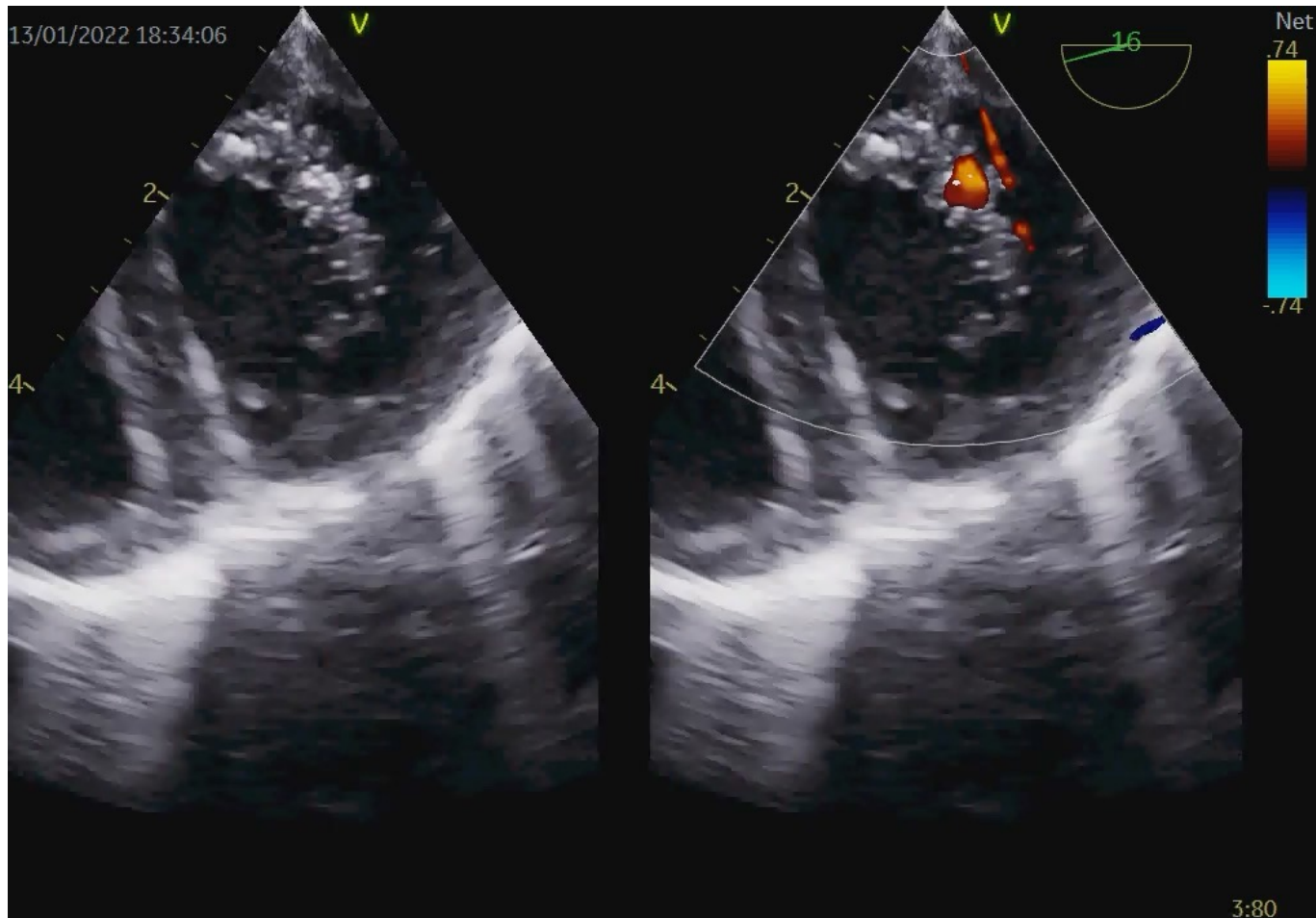
Hahn et Al 2013

- Transgastrique

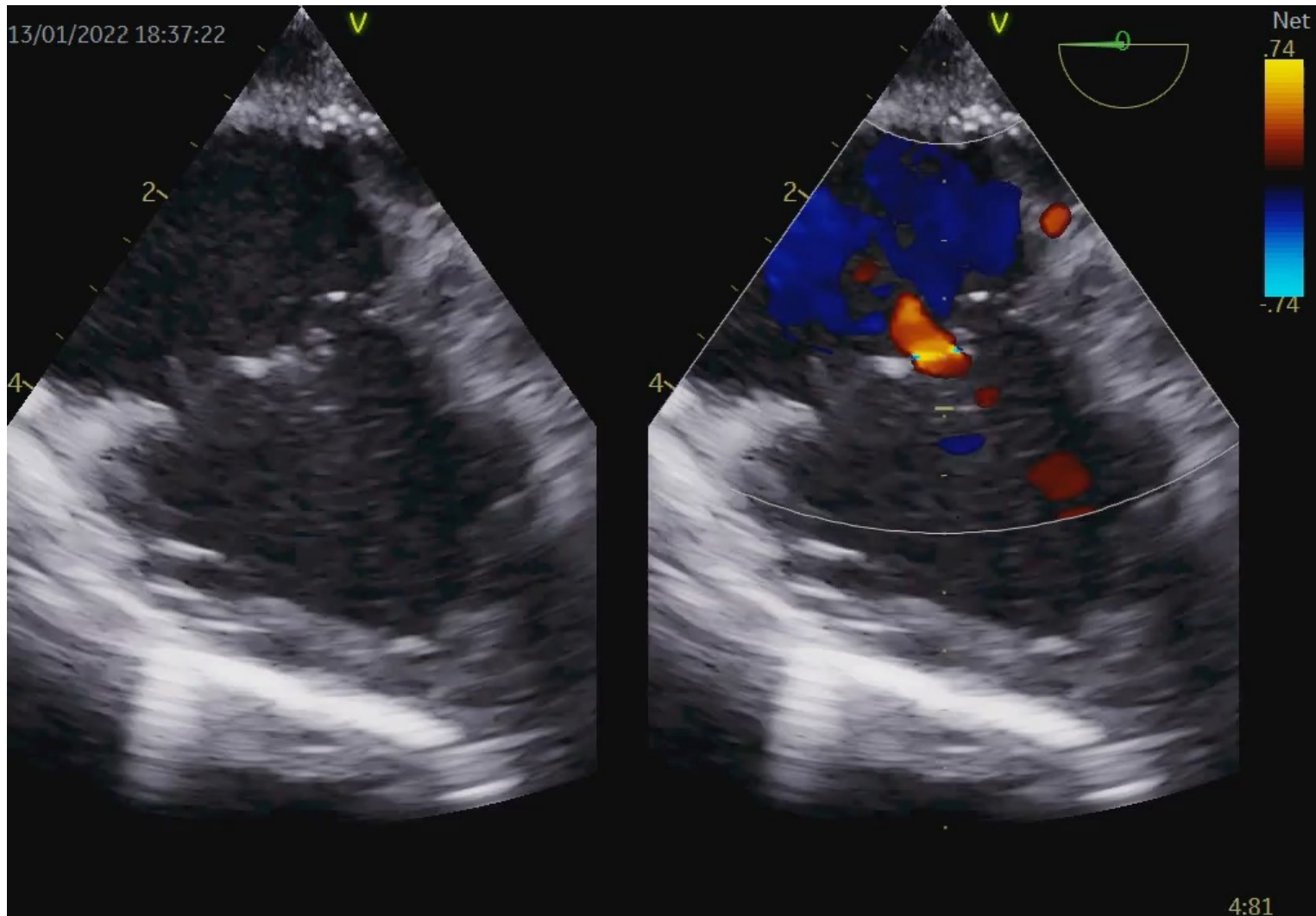


Oxom et AL

Exemples : fuite mitrale minime après plastie mitrale



Exemples : fuite mitrale modérée

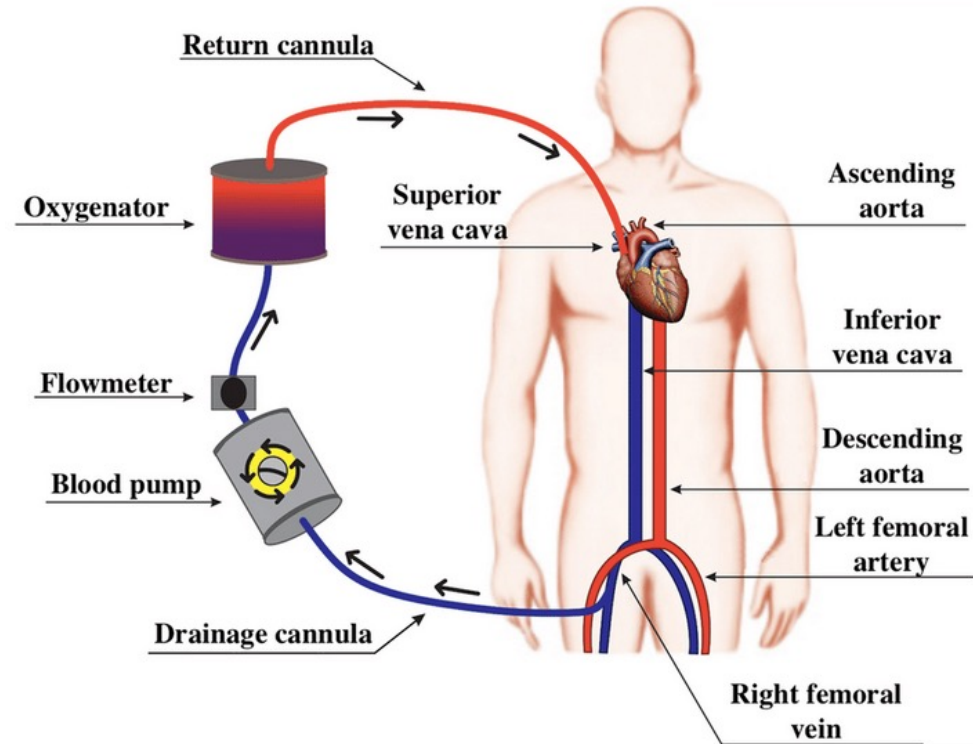


Cardiologie congénitale en Réanimation

ECMO

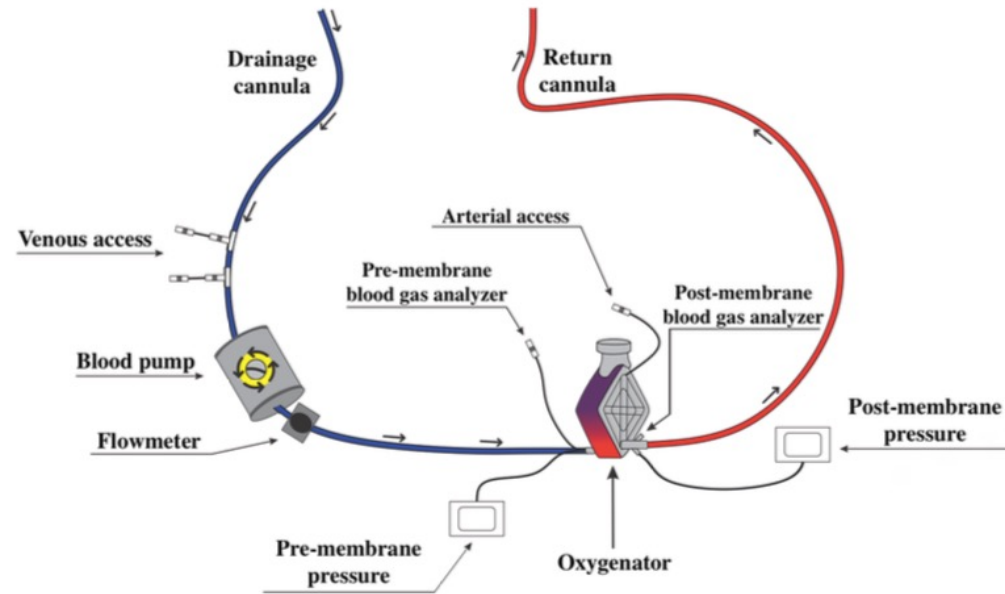
ECMO: principes

- ECMO veino-artérielle → Rétablir un apport d'O₂ à l'organisme
- But : permettre la récupération myocardique
 - Diminuer les besoins (post charge, travail cardiaque, PTDVG)
 - Augmenter les apports (pO₂, perfusion coronaire)
 - Homeostasie (pH, pCO₂)
- Circuit : canules – oxygenateur- pompe



ECMO: Circuit

- Volume du circuit, taille du tubing, oxygenateur : POIDS et DEBIT
- Débit : 80-100ml/kg/min++
- Volume du priming (sang)
- Hemodilution
- Temperature du Priming (FV)
- Petit debit (thrombose)



Renato et Al, 2019

ECMO: indications

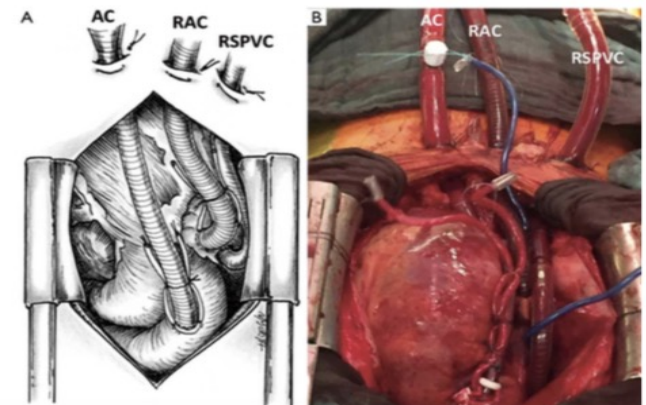
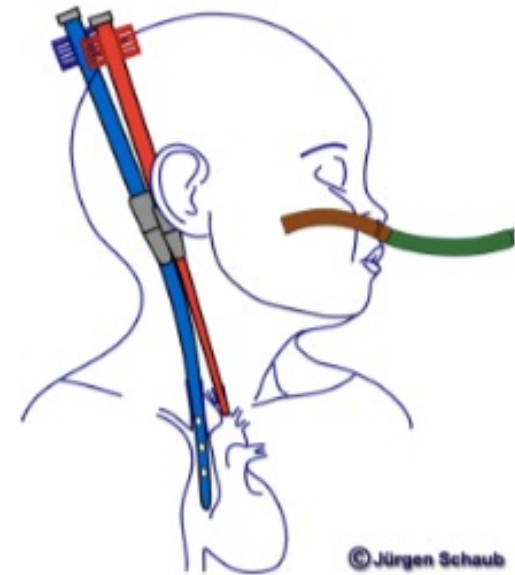
- **Defaillance post op**
 - Dysfonction myocardique preop : ALCAPA, hypoVG, TGV vieilli
 - Dysfonction myocardique post op :
 - clampage long, mauvaise protection myocardique, problemes coronaires
 - Dysfonction VD sur HTAP
 - Lésions residuelles
 - Post transplantation
- **Defaillance cardiaque médicale** : en pont vers la récupération/ transplantation
 - Myocardite / Decompensation CMD/ Intox med
 - Arythmie refractaire
 - Hypoxemie
 - ACR : reco-> Comorbidité / 5min no flow, 100min low flow : STATUT NEURO

ECMO: contre- indications

- RCP prolongée
- Cardiopathie irréversible inopérable
- Atteinte neurologique sévère
- Saignement actif important
- Terrain (syndrome avec pronostic global altéré)
- Nné de -2 kg/-35SA
- Canulation impossible sur un patient en arrêt

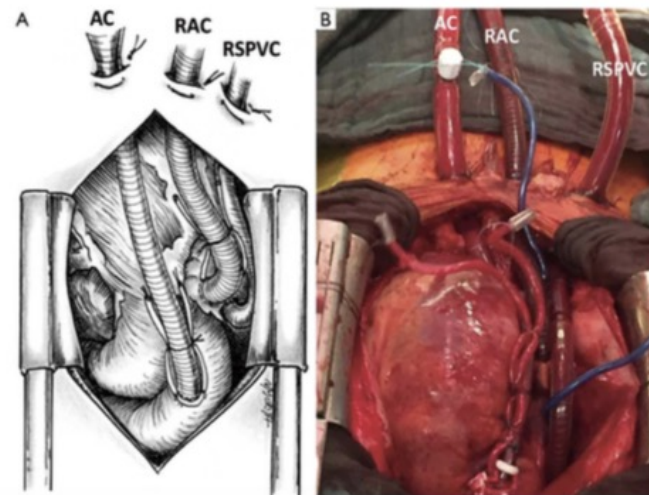
ECMO: techniques

- **Peripheral**
 - A. femoral-V femorale
 - A. Carotide- V. Jugulaire
- **Central**
 - Aorte (canule artérielle)-Atrium (canule veineuse)
- **Jugulo carotidien ou femoral ?**
 - <25kg ->jugulocarotidien
 - Tres bonne voie, ne s'infecte pas, assistance quasi centrale
 - Pb : drainage au niveau jugulaire interne si mauvaise position
 - Patient post op et patient « médicaux » < 25kg



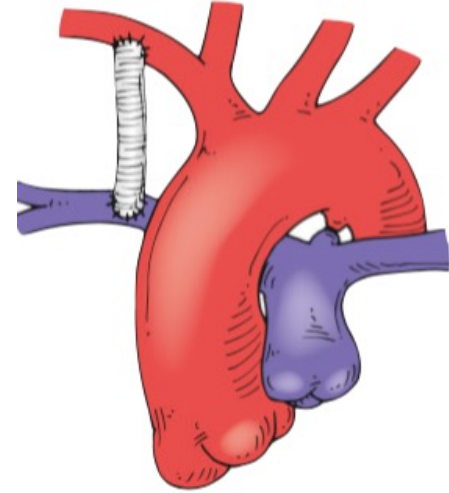
ECMO: techniques

- **Abord femoral**
 - Canule veineuse : VCI, canule femorale
 - Voie d'abord simple , adapté au situation d'urgence,
- **Abord par sternotomie**
 - bon debit d'assistance, possibilité de decharge gauche
 - Mais risque hemorragique +++++, septique
 - Patient post op /patient medicaux : impossibilité de bon debit periph, necessité d'une decharge gauche



Problème des cardiopathies congénitales

- Anastomose systemico pulmonaire
 - A clamber au moins partiellement sinon bas débit systemique et hyperdébit pulmonaire (car PAP basse)
- Anomalie de retour veineux systemique
 - VCS gauche
 - Situs inversus
 - Retour azygos



ECMO: Prise en charge en réa

- **Réglages ECMO**

- Nombre de tours de la pompe centrifuge.
- **Débit théorique du patient = 2,4 l/min/**
- Le débit dépend :
 - VD
 - Taille canule
 - Nombre de tour (tp de tour hemolyse)
 - Post charge

- **PEC**

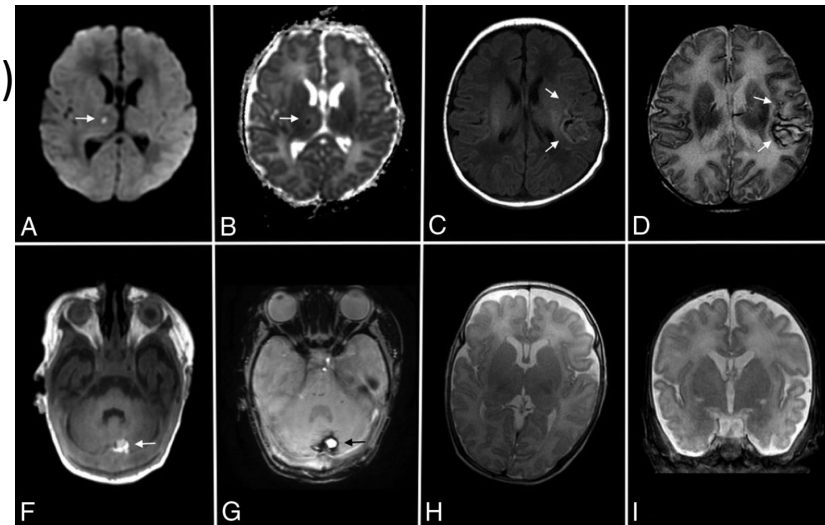
- 1) est ce que le VG est bien déchargé ?
 - canule OG
 - atrioseptostomie percutanée d'abord
 - déchargement gauche par sternotomie
- 2) Est ce que la perfusion est adéquate ?
 - HypoTA /HTA
 - shunt systemicopulmonaire contrôlé
 - taille et position des canules

-

→ **Maintenir la pulsatilité artérielle +++** VG se contracte et ne se dilate pas

ECMO: Complications

- Hemorragies++++
 - Reprise pour drainage/- necesseraire
 - surtt pr ECMO centrale
 - Decanulation
- Thrombose+++++
 - FDR :
 - diminution du débit (sevrage)
 - Cœur arrêté (thrombus intraventriculaire)
 - Mauvaise anticoagulation
- Neuro ++++
 - Infarctus
 - Hemorragie intra cérébrale
 - Deficit neuro
 - Mortalité plus élevée si complication neuro
- Infections
- Defaillance Mecanique
 - Principal FDR : durée assistance
 - monitoring pompe



Wien 2017

Cardiologie congénitale en réanimation

*Post opératoire – gestion de
l'hémodynamique en post opératoire*

PEC d'un patient en post opératoire de chirurgie cardiaque

Evaluation post opératoire

- Clinique: hemodynamique , Ventilation, Neurologie, Hemostase , Diurèse, Drains, NIRS
- Paraclinique : ECG, Rx Thorax, Gds, NFS/Coag/ Iono Sang, Lactates , Troponine : BNP
- **Echo post op immediate**
 - Contractilité VD/VG
 - Résultat chirurgical
 - Lésions résiduelles ++++
 - Gradient résiduel
 - Apparition de fuite / stenose
 - Troubles de la cinétique segmentaire
 - Mesure non invasive des PAP
 - Evaluation des pressions de remplissage
 - Épanchements péricardique et pleuraux

PEC d'un patient en post opératoire de chirurgie cardiaque

- TTT
 - Lasilix : max 10 mg/kg/j
 - Midazolam PSE
 - Morphine
 - Antibioprophylaxie (Céfazoline 30 mg/kg/8h) 24h puis STOP ou jusqu'à fermeture si thorax ouvert
 - Inotropes
 - +/-Anticoagulation
- Extubation
 - Améliore +++ les chirurgies du cœur droit (DCPP / DCPT / Fallot)
 - Épreuve de sevrage + Solumedrol 1 mg/kg dans les 2h précédant l'extubation

Evaluation hémodynamique régulière post op

- Clinique: PAM/ PAS /POD/POG, Sat ++ / ECG
- Paraclinique : lactate, Svo2
- **ETT +++++**
 - Fonctions ventriculaires
 - Lésions résiduelles
 - Anatomie / Montage chirurgical
 - Shunt auriculaire résiduels
 - PAP / gradients valvulaires
 - Pression de remplissage
 - Epanchements pleuraux, pericardique

Evaluation hémodynamique régulière post op

Dysfonction Ventriculaire Gauche

- Clinique
 - Tachycardie-HypoTA
 - Augmentation POG -> viser PoG entre 8 et 12
 - Diminution SvO2/ ↗ lactate
 - Acidose
- Echo :
FEVG diminuée +Dilatation VG

Bas débit: Etiologie

- Tamponnade
- Coronaire anormale ou geste sur les coronaires => cycle de troponine /4h
→ cinétique segmentaire en ETT ++++
- Défaillance VG :
 - Durée de clampage long,
 - fermeture d'un shunt G-D,
 - défaut de protection myocardique (troponine),
 - monitoring BNP/24h
 - Correction incomplète
- Augmentation des RVS (HTA). Attention à la coarctation non diagnostiquée.

Bas débit cardiaque : traitement

- Augmenter FC
- $\searrow$ des RVS si HTA
- $\nearrow$ contractilité
 - $\searrow$ vasopresseurs
 - optimisation sédation
 - $\nearrow$ corotrope
- Remplissage prudent si précharge dépendance
 - obj POG 8-12mHg
- HNF curative si FeVG < 30%

Hémodynamique shunt G-Dt

Quantité du shunt dépend de

- de la taille de la communication,
- du gradient de pression entre les deux cotés de la communication,
- de la viscosité sanguine (hémoglobine).

Risque

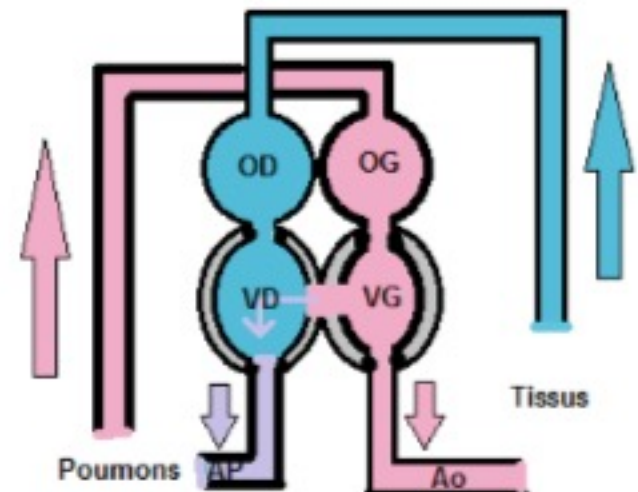
- Surcharge vasculaire pulmonaire
- Hypoperfusion systemique secondaire (coronaire ++++++)

Contrôle du shunt → Diminution RVS et augmentation des RVP

- Ventilation
 - PEP haute
 - FI02 basse
 - Vm plutôt basse pour hypercapnie permissive
- Transfusion

Attention

- Fio2 100%
- Hyperventilation+++++



Hemodynamique shunt Dt-G

Quantité

- Degré de l'obstacle a droite T(4F, APSI, APSO, atrésie tricuspide, TGV, Ebstein)

Risque

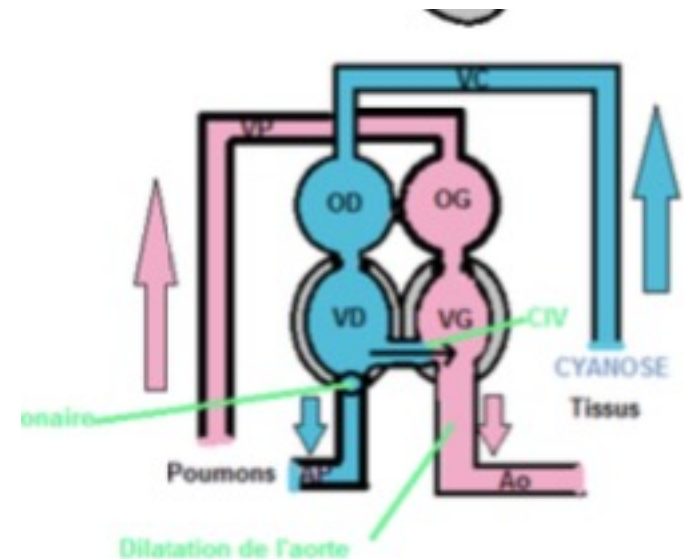
- Hypoperfusion pulmonaire
- Vol systémique

Contrôle du shunt

- Augmentation RVS et diminution RVP
 - Fio2 élevée (hyperoxygenation)
 - Ventilation ++ (pas d'hypercapnie)
 - Maintien d'une bonne volémie
 - Maintien d'une bonne sedation
 - Pas d'acidose

Attention :

- Hypoxie
- Atelectasies , ventilation invasive++++
- Effet systémique AG
- Eviter la vasodilatation systémique car elle entraine une diminution de la précharge du VD et donc le même effet que l'hypovolémie.



Manipulation du QP/QS: Facteurs modulant les RVP

<u>Diminution RVP</u>	<u>Augmentation RVP</u>
Oxygene	Hypoxie
Hypocapnie	Hypercapnie
Alcalose	Acidose
Hematocrite bas	Hematocrite élevé
Vasodlatateur pulmonaire specifique : NO	Hypervolémie
Anesthesique	Défaut de sédation
	Pression moyenne de ventilation élevée
	PEP tp élevée
	Hypothermie

Manipulation du QP/QS: Facteurs modulant les RVS

Augmentation RVS	Diminution RVS
Stimulation sympathique	Anesthésique
Agoniste alpha adrenergique	Vasodilatateur
	Antagoniste alpha adrenergique
	B-Bloquant
	Inhibiteur calcique

HTAP

- **Mécanisme**
 - $\nearrow$ RVP aiguë post CEC (+++ si >2H)
- **Clinique**
 - évident si KTAP (PAP/PA>1)
 - $\text{SaO}_2 \searrow \text{SvO}_2 \searrow \text{NIRS} \searrow$, hypoxie
 - bradycardie
 - $\Rightarrow$ ACR, ischémie VD (ECG))
- **ETT**
 - IT/IP
 - VD dilaté
 - VG non préchargé (PVC > POG)
- **Prise en charge d'une poussée d'HTAP :**
 - NO ++++
 - Approfondir sédation-analgésie +/- curares
 - Auscultation (atélectasie ? bouchon ? PNO ?) +/- aspiration
 - Hyperventilation manuelle FiO_2 100%
 - -Lutte contre acidose /Eviter hypothermie
 - +/- corotrope
 - Relais revatio

IVD

- Clinique

- HMG
- Anasarque+++
- Augmentation PVC

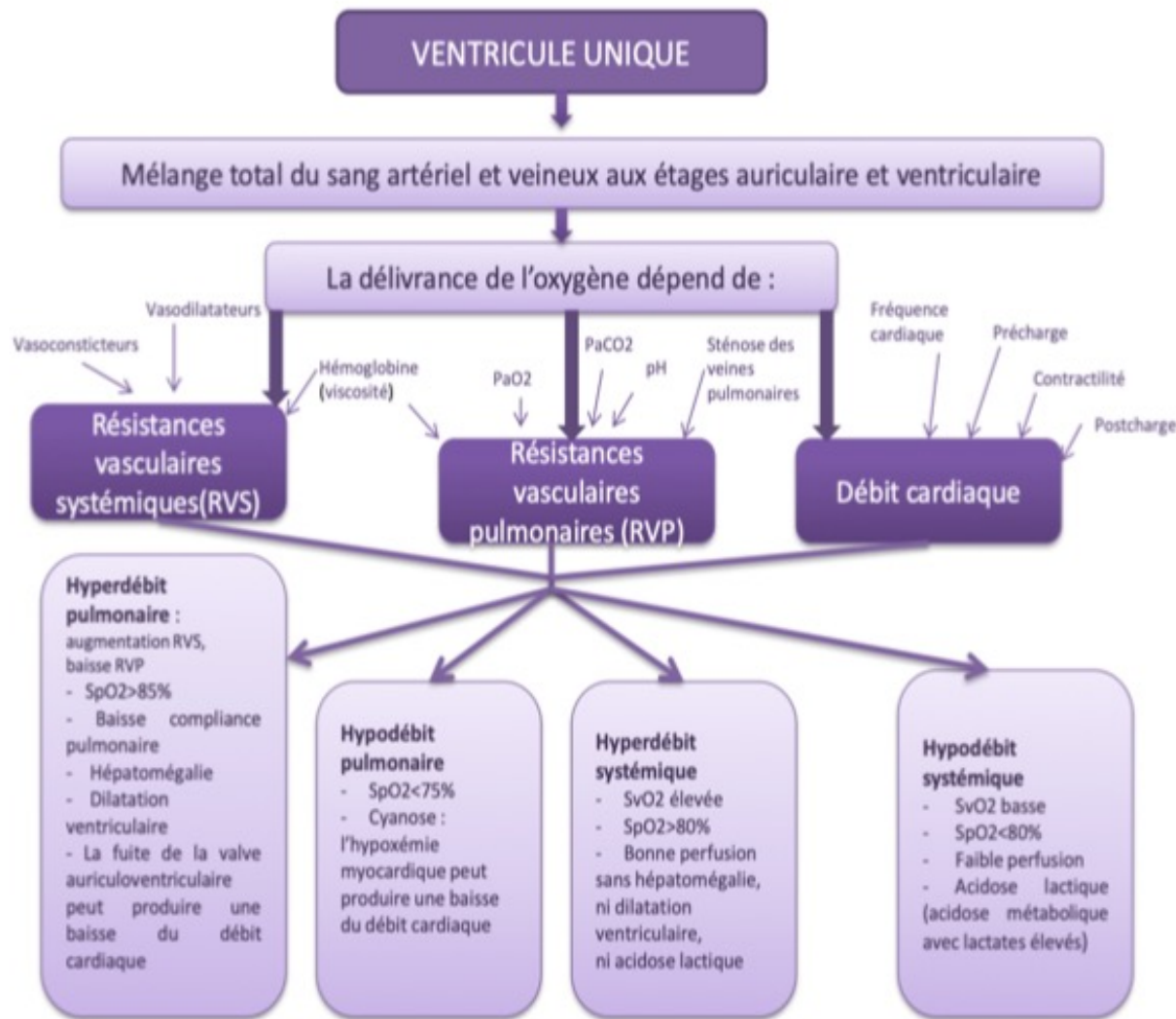
- ETT

- Mauvaise contraction du VD+Dilatation VD

- Prise en charge dysfonction VD :

- Augmenter FC
- Optimiser la précharge (PVC<15mmHg)
- ↗ perfusion coronaire et fonction VD :
 - adrénaline
 - ↘ des RVP : basses pressions de ventilation, temps inspiratoire court, alcalinisation, corotrope, NO, sildénafil
- Si shunt D-G : ↗RVS (ajout NADN petites doses si adrénaline insuffisance ou tachycardie)

VU- Hemodynamique



Qp/Qs équilibré : SpO2 80- 85%

VU- Hemodynamique

	Hypodébit pulmonaire	Hyperdébit pulmonaire
Signes	- SpO₂<80% - PA diastolique normale	- SpO₂>90% - PAD baisse - Signes de bas débit systémique (oligurie, hyperkaliémie, acidose métabolique, lactate ↑)
Etiologie	- ↑Resistances vasculaires pulmonaires (réveil, hypercapnie) - Problèmes ventilatoires (secrétions, pneumothorax) - Thrombose du Blalock	- ↓RVP (=basses) - Blalock trop large
Traitement	-Objectifs : ○ ↑↓ débit pulmonaire, ○ ↓ RVP, ○ éviter thrombose Blalock : • ↑Pression par le Blalock : Adrénaline® • ↑FiO₂, • corriger acidose (bicar) • ↓viscosité sanguine (remplissage), • anticoaguler (Héparine sodique)	-Objectifs : ○ ↑RVPu, ○ ↓RVS : • Vasodilatation : Milrinone, baisse de l'Adrénaline®, sédation • FiO₂ 21%, ↑Pep • ↑Viscosité sanguine : Furosémide, transfusion • Clipper le Blalock

Cardiologie congénitale en réanimation

Troubles du rythme post opératoire

Stimulateur temporaire double chambre

- Première lettre : la chambre stimulée
 - A : oreillette
 - V : ventricule
 - D : double chambre (oreillette et ventricule)
- Deuxième lettre : la chambre perçue ou écoutée
 - A : oreillette
 - V : ventricule
 - D : double chambre
 - O : aucune
- Troisième lettre : le mode de réponse du cardiostimulateur
 - I : inhibée
 - D : double (inhibée par et déclenchée par)
 - O : aucune



Modes de stimulation

- **AOO :**

- stimulation auriculaire à rythme fixe sans perception et sans mode de réponse
- « asynchro » : pas de synchronisation avec l'activité électrique de l'oreillette
 - stimulation du cœur au dessus de la fréquence en présence des troubles du rythme auriculaire.

- **AAI :**

- stimulation auriculaire, écoute auriculaire et inhibition si l'oreillette bat plus vite que la fréquence programmée sur le PM.
 - augmenter la fréquence cardiaque, et en conséquence le débit cardiaque chez le nouveau-né.

Modes de stimulation

- **VVI :**
 - stimulation ventriculaire inhibée par l'activité spontanée des ventricules.
- **DOO :**
 - stimulation des deux chambres à rythme fixe sans écoute de l'activité spontanée de l'oreillette ni du ventricule et sans mode de réponse
 - « mode asynchrone » : pas de synchronisation avec l'activité électrique ni de l'oreillette, ni du ventricule
 - mode d'urgence. Le PM stimule les 2 cavités avec un délai AV.
- **DDD :**
 - les stimulations auriculaires et ventriculaires du pacemaker sont inhibées ou déclenchées par la perception de l'activité auriculaire et ventriculaire du coeur.

Stimulateur temporaire double chambre : Réglages

- **FREQUENCE DE STIMULATION** : de 30 à 200/min
- **SORTIE (OUTPUT)** :
 - Auriculaire (de 0,1 à 20 mA) et ventriculaire (de 0,1 à 25 mA) (normalement entre 6 et 12 mA.)
 - Branchement des câbles de PM avec sortie à 0, puis augmenter progressivement jusqu'à obtenir une stimulation → « seuil de stimulation ».
 - La sortie doit être réglée à 2 fois ce seuil.
- **SENSIBILITE**
 - auriculaire (0,4 à 10 mV)
 - ventriculaire (0,8 à 20 mV).
- **Délai A-V (auriculo-ventriculaire)**
 - Délai A-V: $300 - (1.67 \times FC \text{ max}) = \text{millisecondes}$



Troubles du rythme supraventriculaires post op : TSV

Cardiopathies à risque de TSV :

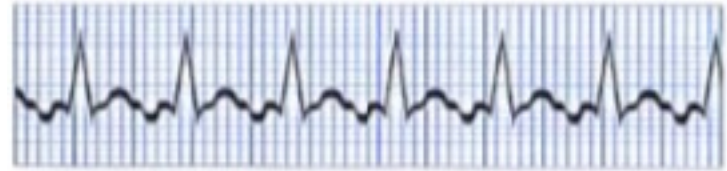
- Ebstein
- DCPT et Fontan
- RVPA
- Senning

→ chirurgie de l'oreillette +++

Troubles du rythme supraventriculaires post op : TSV - traitement

- **Verifier les electroytes +++++**

- Chlorure de magnésium
- Verifier la kaliémie +++



- **Overdriving**

- essai stimulation rapide de l'OD, commencer à 20-30 bpm au-dessus de la fréquence ventriculaire

- **Si mal tolérée, CEE (choc électrique externe) 1-2 J/kg en mode synchrone.**

- En l'absence de problème ionique et surtout en cas de récurrence :
CORDARONE IVSE dose de charge (en 24h)

Troubles du rythme supraventriculaires post op

Tachycardie sinusale :

- traitement de la cause (hyperthermie, hyperthyroïdie, hypovolémie ou anémie aiguë, insuffisance cardiaque, catécholamines, réveil...).

Tachycardie atriale :

- Diagnostic des tachycardies à QRS fin: analyse du rapport QRS/P :
 - $QRS > P$: Tachycardie hissienne
 - $P > QRS$: Tachycardie atriale
 - P non visible : manœuvres vagales ou adenosine IVD

-> L'enregistrement par les électrodes temporaires peut permettre de mieux analyser le rapport A/V.

Troubles du rythme supraventriculaires post op

Fibrillation auriculaire :

- Si hémodynamique instable : CEE 1-2 J/Kg synchro.
- Si hémodynamique stable : Amiodarone,
- Puis anticoagulation (risque récursive).



Extrasystoles :

- Contrôler la kaliémie, la calcémie
- Chlorure de magnésium si fréquentes :
- Pas d'autres traitements.

Bradycardie sinusale :

- Normale (sommeil hypothermie)
- Plus fréquente en cas d'isomérisme,
- Lésion du noeud sinusal : cannulation, chirurgie CIA, Senning...
- Souvent transitoire,
- Si mal tolérée en postopératoire → stimuler en AAI.

Troubles du rythme supraventriculaires post op

Rythme jonctionnel :

- Pas de traitement si bien toléré et pas rapide
 - vérifier la conduction A/V sous-jacente en stimulant l'oreillette à une fréquence supérieure à la fréquence spontanée.

Tachycardie jonctionnelle :

- Stimulation rapide de l'oreillette,
 - Manœuvres vagales ou adenosine IVD
- Electrolytes ++++
- Magnésium 1 mEq/kg en IV sur 5 à 10 minutes,
- Amiodarone si inefficace.



Troubles du rythme supraventriculaires post op

- **Tachycardie hissienne**

- Souvent après chirurgie : CIV, CAV, Fallot, RVPA...
- Dissociation auriculoventriculaire avec QRS fins, sauf en cas de bloc de branche.
- FR-V 160-260 > à la fréquence auriculaire,
- Peut simuler une TV.

- Traitement :

- Stimulation de l'OD peu efficace.
- Ralentir la fréquence ventriculaire pour resynchroniser oreillette et ventricule par stimulation en DDD.
- Sédation, refroidir
- **Amiodarone IVSE**



Troubles du rythme ventriculaire post op

Généralités

- Peu fréquents.
- Dangereux : TV sans pouls et FV = arrêt cardiaque à nécessité d'une réanimation cardio pulmonaire (RCP).
- **Peuvent-être associés à une ischémie myocardique** (doser la troponine).
- Rechercher un problème ionique.



Tachycardie ventriculaire :

- Monomorphe /Polymorphe
- TV avec pouls :
 - Amiodarone en continu : 500mg/m² sur 24h en IVSE (dose charge 3 jours) puis 250mg/m² sur 24h en IVSE
 - OU Xylocaïne 1 mg/kg en IVD puis 20-50 mg/kg/min en IVSE
 - +/- CCE 1-2 J/Kg synchrone (asynchrone pour TDR ventriculaire polymorphe)
- Torsade de pointes :
 - sulfate de magnésium
 - stimulation auriculaire rapide
 - lidocaïne.



Troubles du rythme ventriculaire post op

Fibrillation ventriculaire

- Traitement TV sans pouls et fibrillation ventriculaire : RCP
- CEE 4 J/kg en asynchrone
- RCP 2 min
- Adrénaline 10mcg/kg toutes les 5min
- **Amiodarone 5 mg/kg après du 3ème et 5ème choc**
- Si récupération d'un rythme, poursuivre l'amiodarone en continu ou la xylocaïne

ABSENCE DE SIGNES DE VIE ET DE POULS / RYTHME ?

**RCP: oxygénation/Ventilation/intubation ?
Moniteur/Défibrillateur**

TV sans pouls / FV

CEE 4J/kg

RCP 2'

évaluer rythme/changer sauveteur

CEE 4J/kg

RCP 2'

évaluer rythme/changer sauveteur

CEE 4J/kg

RCP 2'

Adrè 10µg/kg
+ Amio 5 mg/kg

évaluer rythme/changer sauveteur

CEE 4J/kg

RCP 2'

évaluer rythme/changer sauveteur

CEE 4J/kg

RCP 2'

Adrè 10µg/kg
+ Amio 5 mg/kg

évaluer rythme/changer sauveteur

CEE 4J/kg

RCP 2'

évaluer rythme/changer sauveteur

CEE 4J/kg

RCP 2'

Adrè 10µg/kg

évaluer rythme/changer sauveteur

CEE 4J/kg

4H

- Hypoxie
- Hypovolémie
- Hypothermie
- Hypo- /hyperK+ /métabol

4T

- Toxique
- Tension pneumothorax
- Thromboembolie
- Tamponnade

Jusqu'à récupération rythme

Pendant la RCP

- Corriger les causes réversibles
- Vérifier la position des électrodes et leur contact
- Place/vérifier: Accès IV/IO, VA et oxygène
- Considérer intubation
- Pratiquer compressions thoraciques ininterrompues si VA sécurisées
- Considérer atropine, amiodarone, magnésium

RCP 2'

Asystolie/ AESP

RCP 2' (15:2)

puis évaluer rythme/changer sauveteur

**Adrénaline 10µg/kg
0, 1ml/kg solution
1/10000^{ième}**

RCP 2' (15:2)

puis évaluer rythme/changer sauveteur

Troubles de la conduction post opératoires

Bloc de branche droit :

- Très fréquent après une chirurgie cardiaque (40%-50%).
- Peut-être lié à une surcharge du VD, fermeture d'une CIV, résection du VD...
- Pas d'incidence en général.
- Se méfier quand accompagné d'un hémibloc gauche (cad déviation axiale du QRS)

Bloc de branche gauche :

- Moins fréquent, habituellement non régressif.
- Résection de la voie sous-aortique.
- Peut masquer une ischémie.

Cardiopathies à risque pour BAV :

- Double discordances
- CAV
- CIV surtout d'admission
- Konno
- Rastelli...

Troubles de la conduction post opératoires

BAV 1

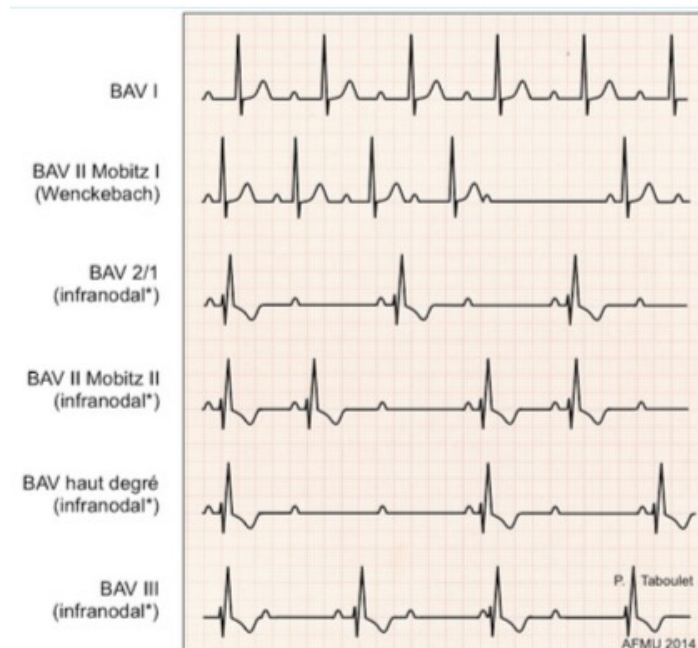
- Fréquent en cas de chirurgie de l'oreillette (Senning, Mustard), CAV, Ebstein
- Souvent asymptomatique, pas de traitement spécifique,
- surveillance (il peut évoluer à BAV 2 ou 3).

BAV 2

- Traiter seulement si symptomatique : stimulation auriculo- ventriculaire (DDD), atropine, adrénaline, isoprenaline (en attendant la stimulation).

BAV 3

- Complique 1 à 3% des chirurgies, réversible dans 2/3 des cas dans **les 10 premiers** jours qui suivent la chirurgie.
- Traitement si mauvaise tolérance
 - Atropine, Isoprénaline, adrénaline
 - Entraînement temporaire
- Pose d'un Pacemaker si persiste plus de 10 jours après la chirurgie



Cardiologie congénitale en réanimation

*Spécificité chirurgicales pré et post-
opératoire
des cardiopathies congénitales*

Anastomose systémico-pulmonaire (Blalock):

Chirurgie:

- Anastomose du TABC ou l'artère sous-clavière (souvent droite) à l'artère pulmonaire droite par l'intermédiaire d'un tube prothétique

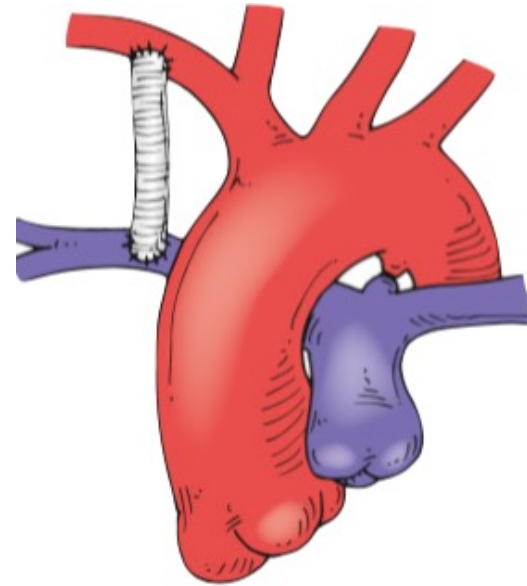
- **Indication**

Toute cardiopathie mal tolérée et non réparable dans l'immédiat présentant :

- hypodébit pulmonaire,
- ducto-dependentes

Suites post-opératoires :

- Objectif SaO₂ 80-85% et SvO₂ 50-60%
- FiO₂ la plus basse possible et PEP prudente
- HNF curative (H+2) + Aspégic



Anastomose systémico-pulmonaire (Blalock): Complications

-Hypo débit pulmonaire :

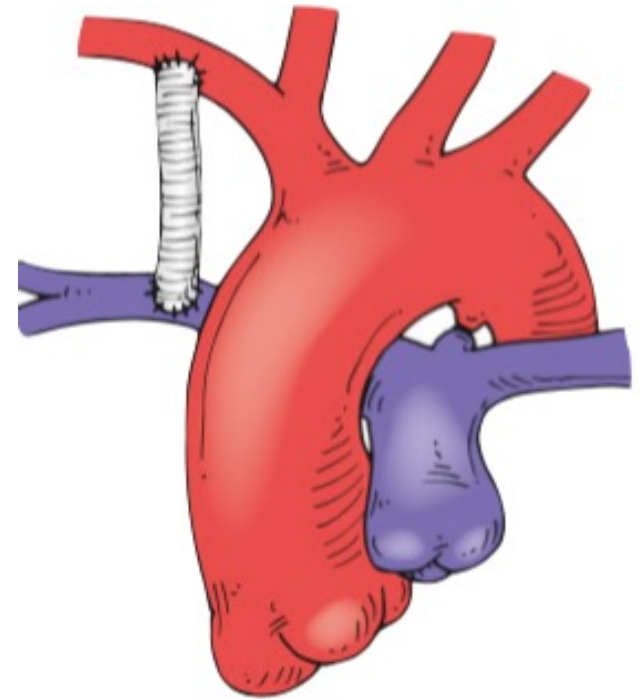
- SaO₂ basse, PAM/PAD plutôt élevée, champ pulmonaire clair

-Etiologie

- Anastomose trop petite ou coudée
- Pathologie pulmonaire (PNO, PNP, atélectasie)
- Thrombose,
- ↑RVP transitoire lié a la CEC

- Ttt :

- corriger acidose, hypocapnie,
- augmenter FiO₂,
- hémodilution relative,
- NOi, inotrope (corotrope),
- Anticoagulation efficace
- +/- Reprise chirurgicale



Anastomose systémico-pulmonaire (Blalock): complication

-Hyper débit pulmonaire :

-SaO₂ > 90%, hypoperfusion périphérique (PAM ou PAD plutôt basse), oligurie, insuffisance rénale, OAP possible

- Ttt :

-augmenter RVP

-baisser RVS

-augmenter viscosité (transfusion),

-baisser FiO₂

- hypercapnie,

-augmenter PEEP,

-vasodilatateur / éviter inotrope (sauf corotrope), arrêt NOi (CO₂ inhalé)

-diurétiques,

-Reprise chirurgicale,

– Thrombose+++++

- Desaturation brutale

- ACR

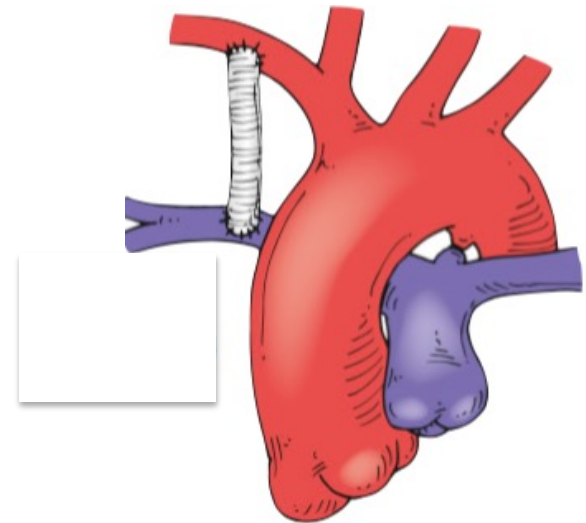
- Mauvaise anticoagulation

- TTT:

- Bolus d'héparine

- +/- reouverture chirurgicale

-Chylothorax



Coarctation

Chirurgie : Reparation de l'arche (Craaford)

Préopératoire

- Rechercher obstacle étagés a gauche+++
- Obstacles gauches

ETT post-opératoire :

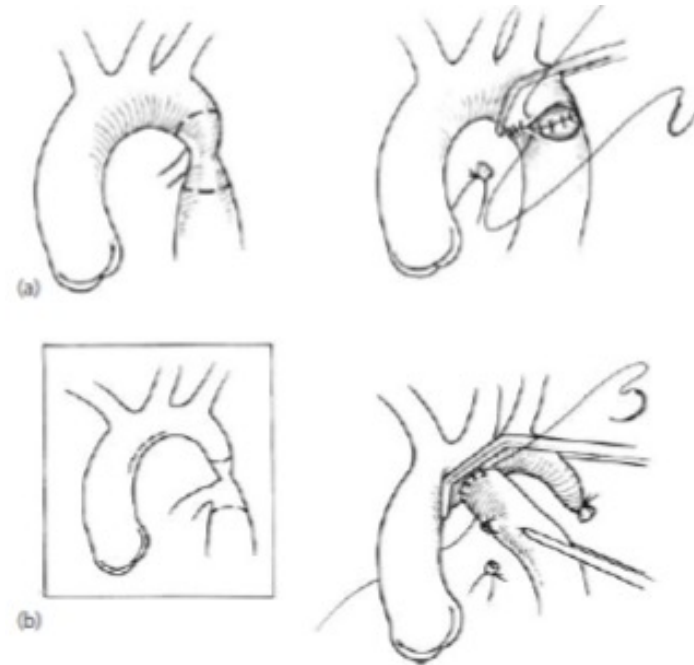
- coarctation résiduelle (gradient, prolongement diastolique)
- Dysfonction VG

Suites post-opératoires :

- **Contrôle HTA ++**
- **Jeun jusqu'à reprise du transit**
- Analgésie +++ : KT cicatriciel
- Laisser SNG après extubation, à jeun jusqu'à la reprise du transit

Complications :

- Bas débit (recoarctation ou geste incomplet)
- HTA persistante (bétabloquant (β -), loxen, eupressyl, IEC)
- Trouble digestif / entérocolite ulcéronécrosante (ECUN)
- Compression bronchique gauche
- Chylothorax



Chirurgie : fermeture de CIV

Préop :

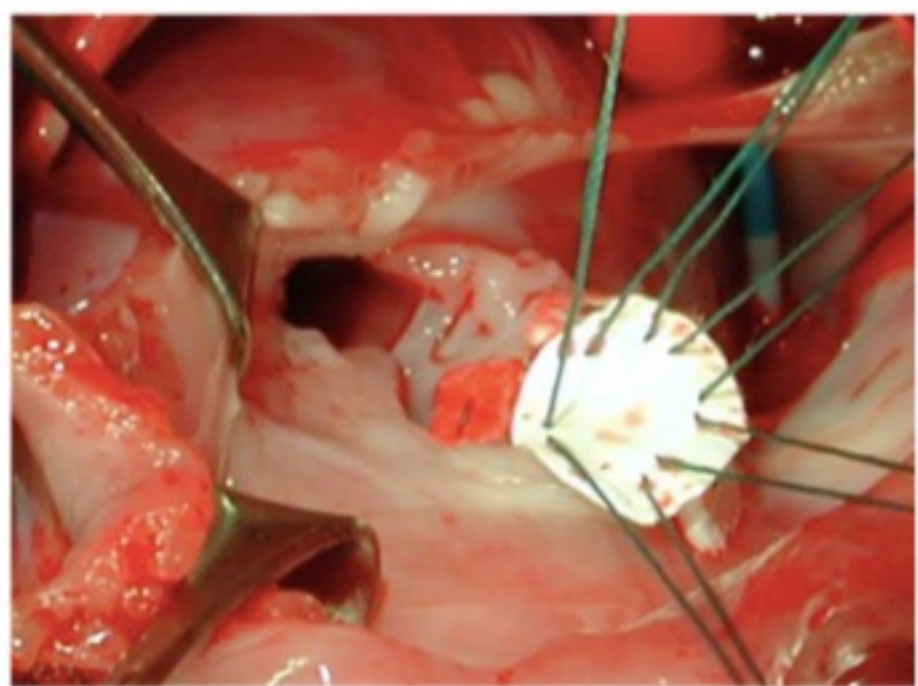
- Localisation CIV +++++
- Retentissement du shunt

ETT post-opératoire:

- Shunt résiduel
- fonction VG,
- fonction VD
- HTAP ?

Suites post-opératoires :

- Soutien VG si CIV large



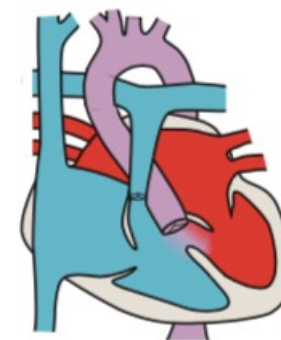
Complications :

- Shunt résiduel,
- obstacle sous aortique par patch,
- TDR et conduction (BBD si ventriculotomie, BAV si CIV membraneuse
- HTAP
- troubles ventilatoires (lobe moyen droit et lobe supérieur gauche surtout)

**Chirurgie : Fermeture de la CIV, resection de l'obstacle infundibulaire
+/- anneau fendu +/- plastie de la voie pulmonaire**

Préopératoire :

- CIV multiples (peuvent imposer palliative);
- Taille de l'anneau
- Obstacle etagé de la voie droite?
- Taille et anomalies des AP,
- position coronaires / infundibulum,



ETT post-opératoire :

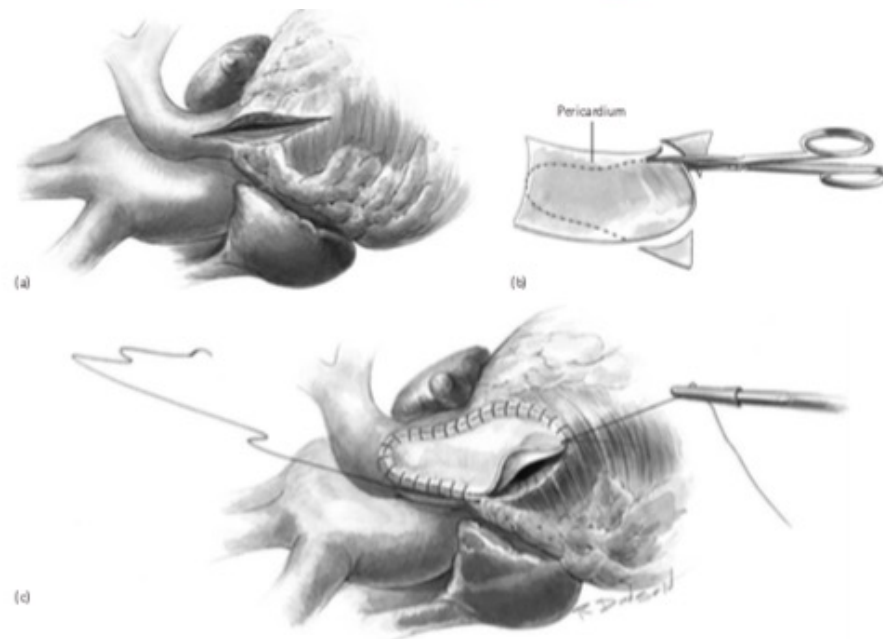
- Fonction VD++++
- IP si anneau fendu
- Voie pulmonaire: gradient VD-AP
- CIV résiduelle
- Lésions AP

Suites post-opératoires :

- Extubation rapide si possible (T4F régulier)

Complications :

- IVD +++ :
 - défaut de compliance
 - résection infundibulaire
 - +/- IP,
 - +/- sténose infundibulaire ou pulmonaire
- CIV résiduelle mal supportée
- Lésions coronaires

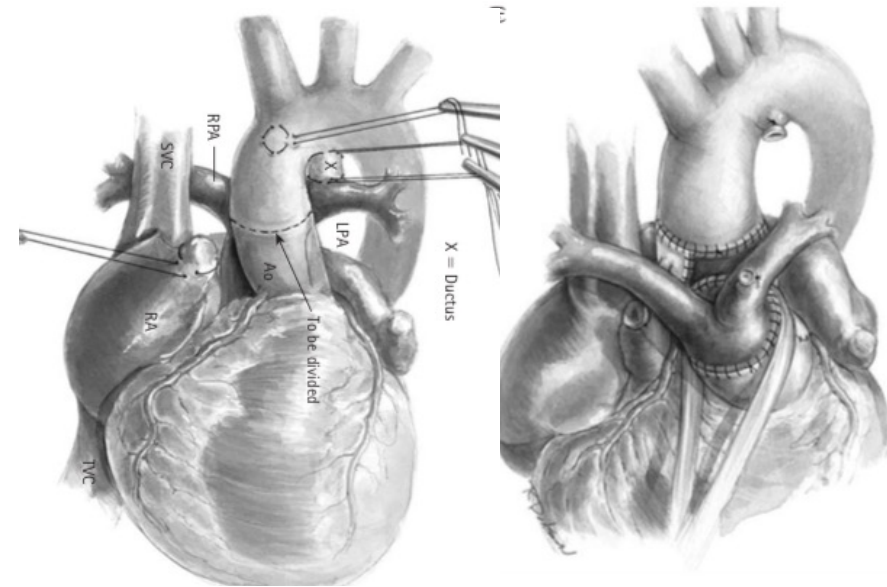


Switch artériel

Chirurgie : Switch artériel avec manœuvre de lecompte et réimplantation des coronaires
→ Pronostic dépendant du geste coronaire

ETT Préopératoire :

- Type malpo (D/L)
- CIV
- Discongruence des anneaux pulmonaire et aortique
- Fuite VAV
- Disposition coronaire ++++++ (malalignement commissural)
- Coarctation
- CIA et CA
- Collaterales



Switch artériel

ETT post-opératoire :

- Fonction VG+++ / VD+++++
- Trouble cinétique segmentaire
- IM, IT
- Sténose voie pulmonaire (lecompte)
- HTAP
- CIA résiduelle

Suites post-opératoires :

- réveil calme avec analgésie +++
- Si dysfonction VG initiale : rechercher lésion coronaire +++ Rechercher anomalies sur l'ECG, cycle troponine (H0-H6)
- Lutter contre dysfonction ventriculaire gauche +++ :
- Remplissage prudent selon POG ++, diurétiques si POG haute (> 13mmHg)

Complications :

- Dysfonction VG (dépréparé, ischémie)
- Dysfonction VD (ischémie) - HTAP si CIV large



CAV complet

Chirurgie: Fermeture CIA, CIV, fente +/- plastie des VAV

Préopératoire :

- CAV équilibré ou déséquilibré (coarct?)
- Complet ou intermédiaire
- Fuite des VAV+++++
- Taille du feuillet mural de la VAVG
- Retentissement du shunt

ETT post-opératoire :

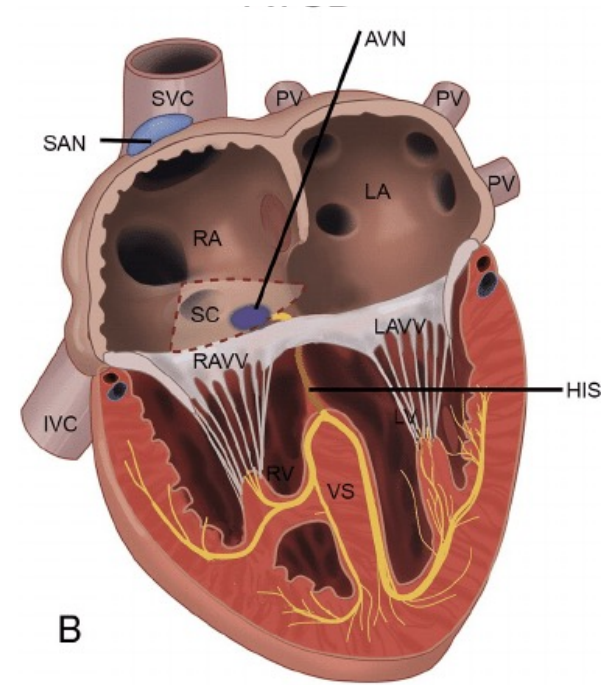
- VAV : fuite / sténose (gradient)
- Shunt résiduel
- Surcharge droite
- HTAP

Suites post-opératoires :

- Eviter HTAP : pas d'hypercapnie, d'acidose, d'hypoxie et sédation +++
- Sédation difficile avec T21
- Diurétiques - Soutien VD/VG (corotrope – adrénaline)
- Si IM : baisser les RVS +++
- Eviter HTA si plastie mitrale +++

Complications :

- Fuite/ sténose VAV+++++
- HTAP
- CIV résiduelle
- Dysfonction ventriculaire
- Obstruction voie aortique par patch



Tronc artériel commun

ETT Préopératoire

- Retentissement du shunt
- Malformations coronaire +++
- Anomalie de la valve troncale+++
- CIV multiples

ETT post-opératoires :

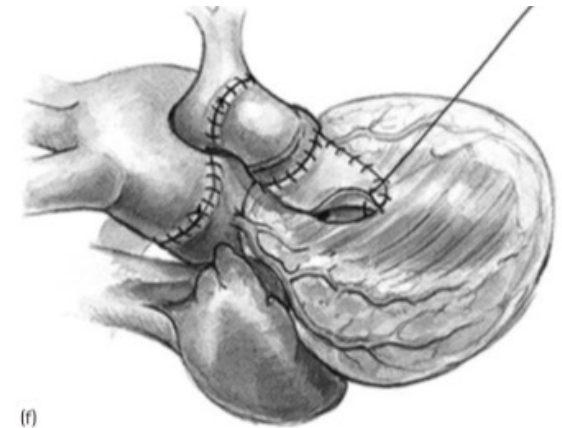
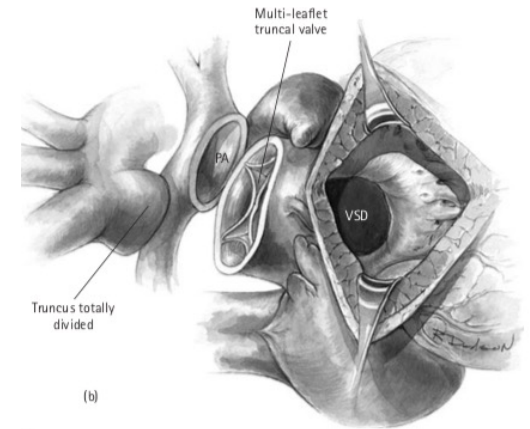
- Fonction VG et VD (PAP) +++
- Evaluation de l'HTAP
- Trouble cinétique segmentaire
- Nouvelle voie VD AP
- Valve aortique (ancienne valve troncale) +/- fuite/ stenose

Suites post-opératoires :

- Soutien VG (corotrope – adrénaline)
- Surcharge hydrique pulmonaire : diurétiques ++++
- Surveillance coronaire
- Sédation (risque HTAP +++), Noi

Complications :

- HTAP +++ : NOi
- Dysfonction VG : suspecter lésion coronaire - Obstacle voie d'éjection par patch
- Atteinte coronaire



RVPA total bloqué

Chirurgie : Abouchement collecteur-OG, CIA calibrée ++

Préopératoire :

- r RVPA supra > intra > infra cardiaque avec collecteur
- +/- TDM si besoin

ETT post-opératoire :

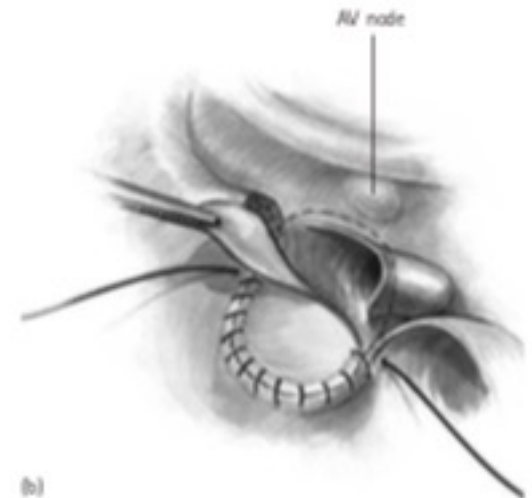
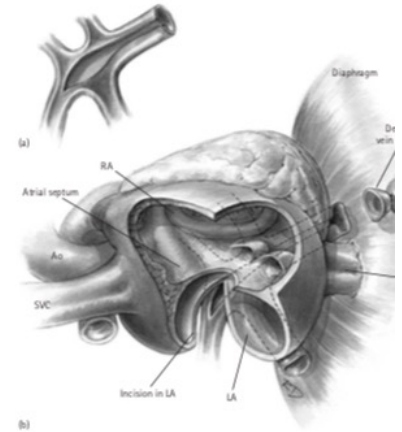
- Mesure du gradient sur RVP et anastomose collecteur – OG => Le flux doit être biphasique et revenir à 0
- Fonction VD++++
- HTA"

Suites post-opératoires :

- Traitement HTAP+++ :
 - sédation profonde
 - OHF
 - NOi +/- autres traitements HTAP
- Traitement défaillance D et G : inotropes, diurétiques,

Complications :

- Poussées d'HTAP,++++
- défaillance VG
- TDR supraventriculaire



DCPP

Chirurgie: - Anastomose VCS et AP droite (si VCSG, anastomose bicavale sup) - → Nécessite PAP basse

Indication

- 2eme etape de la PEC des VU pour une circulation de Fontan (4-8mois)
- Si approche hybride en 1er temps de Norwood : réparation de la crosse aortique associée

ETT Pré op / Cathetersime +++

- Résistances vasculaires pulmonaires basses,
- Bonne fonction de la ou les valves auriculo ventriculaires,
- DIRE SI VCSG +++++
- VU compliant = bonne fonction diastolique, avec idéalement une bonne fonction systolique.

ETT post-opératoire :

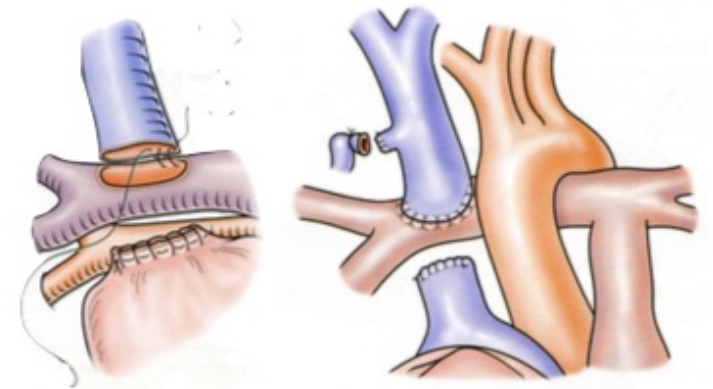
- Fonction ventriculaire + analyse morphologique et fonction de la valve AV,
- flux DCP

Suites post-opératoires - Objectif de SaO₂ = 75-85 %

- position 1/2 assise+++
- extubation précoce,
- remplissage pour PVC = PAP $\geq$ 15-17 mmHg
- Ht proche du préopératoire,

Complication

- **SD cave sup si PAP élevée** . → ETT : si sténose montage : bloc?
- . Si RVP élevée : NOi et optimisation ventilatoire
- Dysfonction VU fuite VAV
- . Si flux VD-AP antérograde persistant : compétition de flux ? bloc? . Si non : penser aux MAPCA (embolisation ?)



DCPT

Chirurgie

- Suture VCI à l'APD avec un tube de Gore-Tex, avec ou sans fenestration (communication entre l'oreillette unique et le tube). Toujours sous CEC, parfois sans clampage Aortique.
- Timing très variable (minimum entre 6 et 36 mois après la DCPD).

Indication

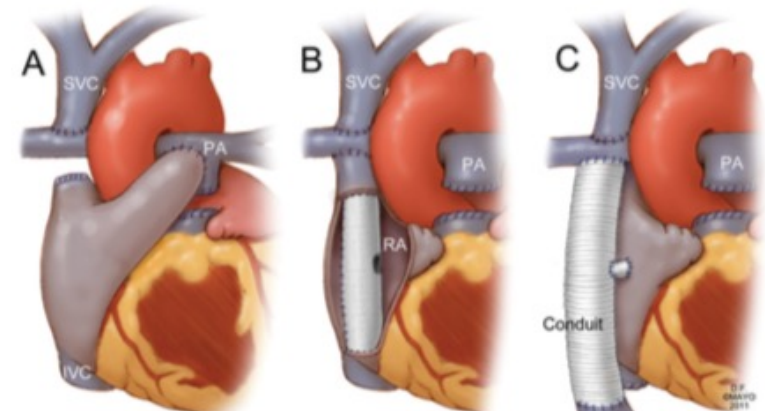
- 3eme etape de la PEC des VU pour une circulation de Fontan (3-6ans)

ETT Pré op / Cathetersime +++

- Résistances vasculaires pulmonaires basses, le gradient transpulmonaire soit le plus bas possible :
- Bonne fonction de la ou les valves auriculo ventriculaires,
- VU compliant = bonne fonction diastolique, avec idéalement une bonne fonction systolique.

ETT post-opératoire :

- Fonction ventriculaire
- analyse morphologique et fonction valve AV
- flux cavo-pulmonaire supérieur et inférieur
 - Retro flow aortique
- analyse du shunt sur éventuelle fenestration



Suites post-opératoires :

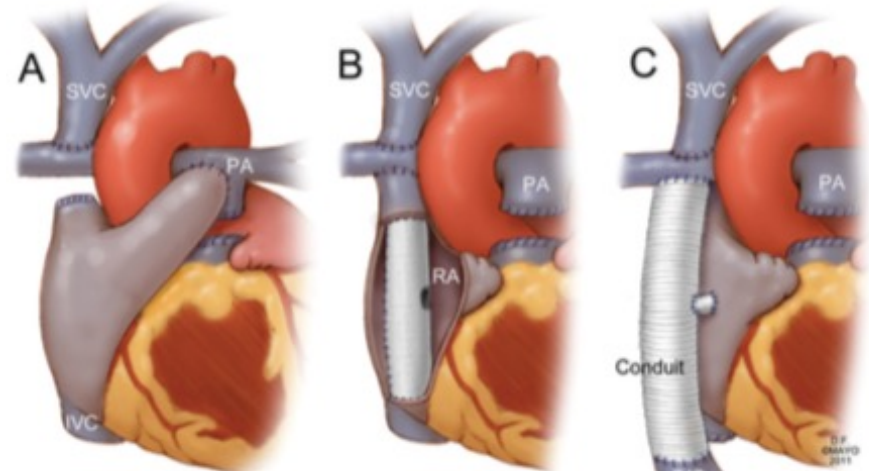
- Objectif SaO₂ = 95% (ou 90-95% si fenestration)
- extubation précoce ou VSAI
- Soutien VU : corotrope- Diurétiques +++ (aldactone)
- Remplissage pour volémie normale haute si pas d'HMG
- Garder les drains pleuraux +++

Complications :

- Si RVP élevées :
 - épanchements pleuraux ou ascite
 - Hyperpression veineuse du secteur sous diaphragmatique :
 - défaillance d'organes -> défaillance hépatique et rénale (tableau d'IVD)
 - Chylothorax
- Entéropathie exsudative
- Thrombose du conduit
- Défaillance VU / Fuite valve AV
- Troubles du rythme
- Embolies

- Traitements si dysfonction :

- . Baisse des RVP : NOi, Revatio, DV
- . VS précoce, NAVA
- . Volémie optimale
- . Inodilateur (milrinone, levosimendan)

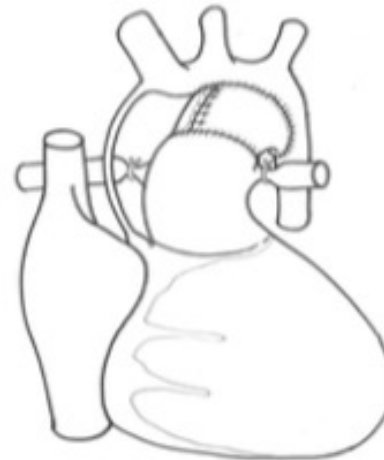
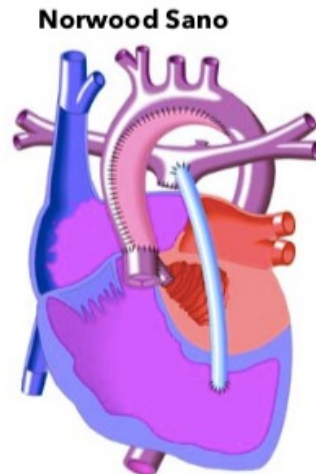
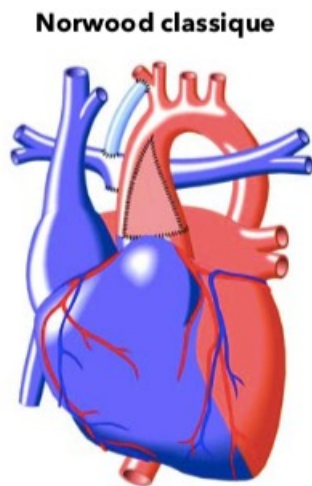


NORWOOD

Chirurgie -> BUT: lever l'obstruction à la circulation systémique et faire assurer cette dernière par le VD.

- Reconstruction de l'arche aortique en utilisant la valve pulmonaire systémique (DAMUS-KAY) + patch de péricarde pour reconstruire l'aorte ascendante et l'arche aortique.
- ouverture d'une large CIA (mixing veineux),
- vascularisation pulmonaire : ASP (Norwood classique) ou tube VU-AP (tube de Sano)

ou approche type necker: Remplacement du canal artériel par une homogreffe circulaire, Cerclage des deux artères pulmonaires, Elargissement de la CIA.



NORWOOD

ETT post opératoire

- Fonction VU
- Fonction valve auriculo ventriculaire (fuite par dilatation ?)
- Fonction néovalve aortique (sténose, fuite ?)
- - Réparation néo-aorte : sténose ?
- Si tube VD-AP : gradient ?
- Si cerclage des AP: vitesse du cerclage

Suites post-opératoires

- Surveillance : SaO₂, pH, lactate, SvO₂
- Surveillance du QP/QS
- Hémoglobine 14-16 g/L
- Si bas débit systémique et QP/QS > 2 : baisser les RVS et si insuffisant augmenter les RVP
- . Si bas débit systémique et QP/QS = 1 : CGR, Ht à 50% (remplissage vasculaire avec sang réchauffé) et inotropes
- . Si bas débit systémique et lactatémie $\nearrow$ malgré le ttt : discuter ECMO

Complications :

- Dysfonction sur le montage chirurgical, sténose voie aortique –
- Malperfusion coronarienne +++
- défaillance myocardique sévère –
- Réanimation prolongée

