

Impact thérapeutique de
l'échocardiographie durant la chirurgie
cardiothoracique

DIU échocardiographie
Paris 2006

Mireille MICHEL-CHERQUI
Anesthésiste Réanimateur
Hôpital Foch Suresnes

L'échocardiographie en chirurgie cardiaque

Hémodynamique

la volémie et la précharge

la contractilité

l'ischémie myocardique

Outil diagnostique

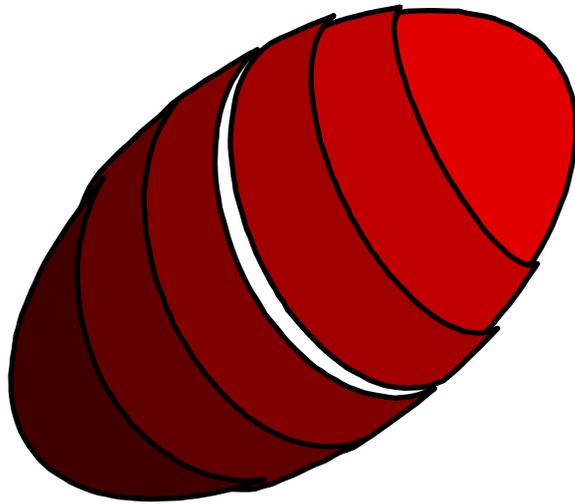
La CEC

Origine des complications neurologiques : air et athérome aortique

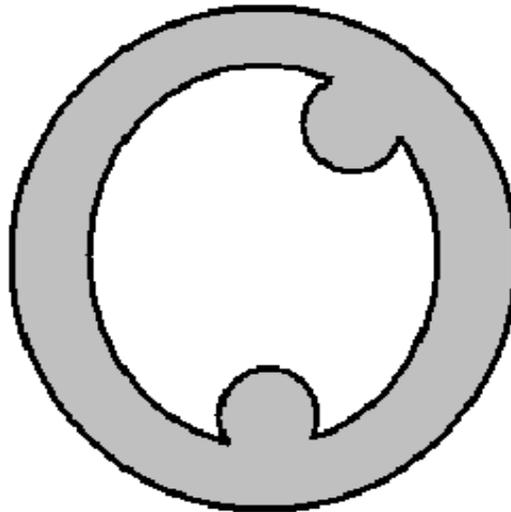
Le "diagnostic" pré-cec et post-cec : la valve aortique et l'aorte ascendante

Volémie et précharge

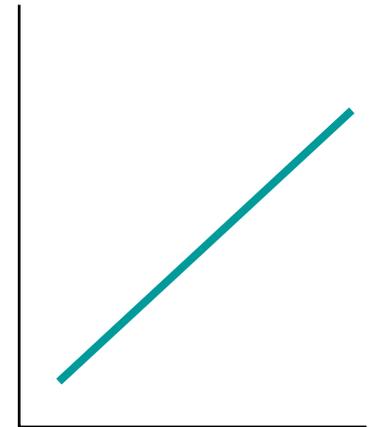
Un indice simple = STDVG



ellipsoïde de révolution



Volume



Surface

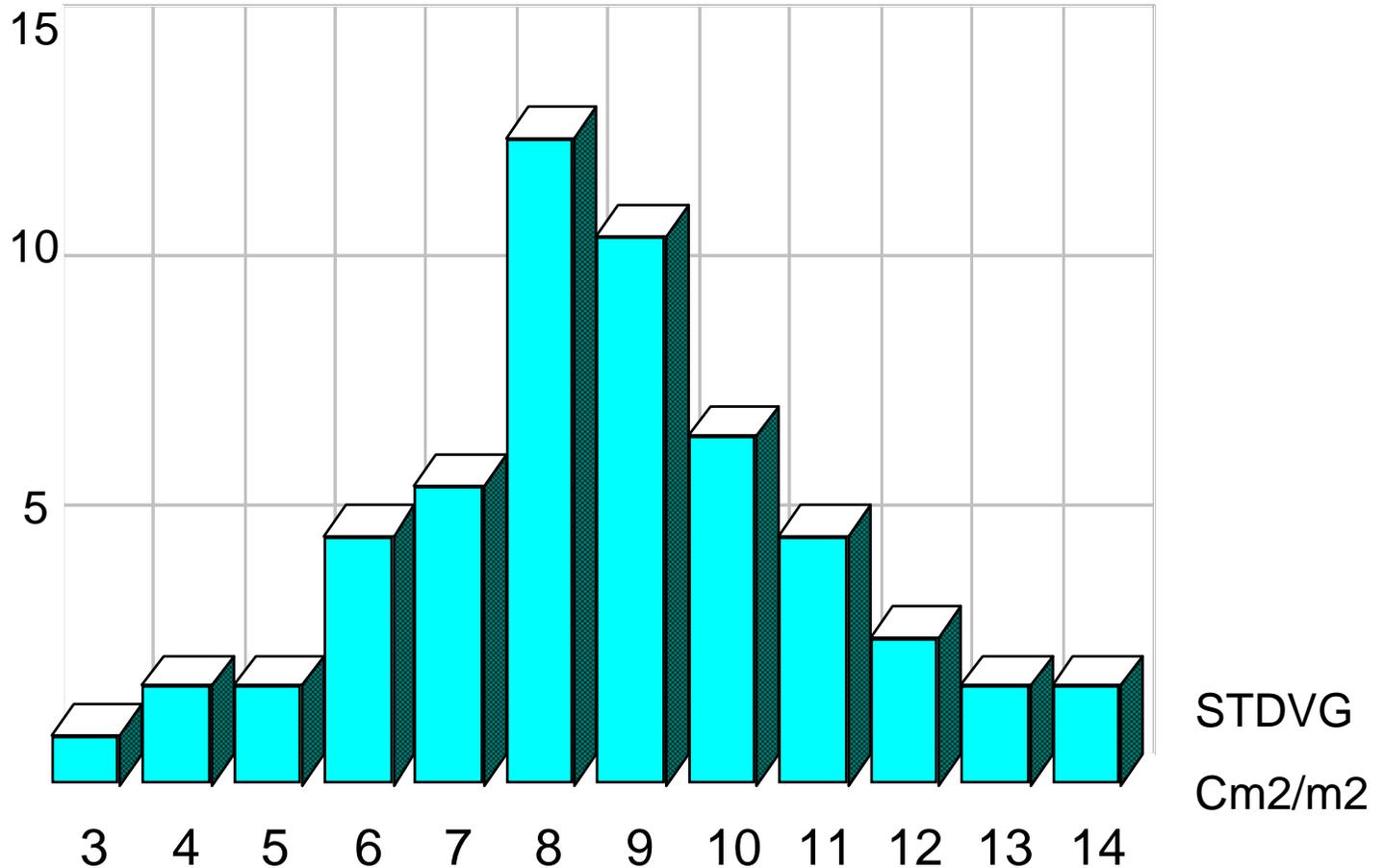
Surface VG en télédiastole = reflet de la volémie, de la précharge
STD VG (5,5 à 11,9 cm²/m²) *Feigenbaum*

Variation moyenne de STDVG : 0.3 cm²/1.0% de volume sanguin estimé
¥ cinétique segmentaire *Cheung anesthesiology 94*

⇒ Hémodynamique optimale (sortie de CEC...)

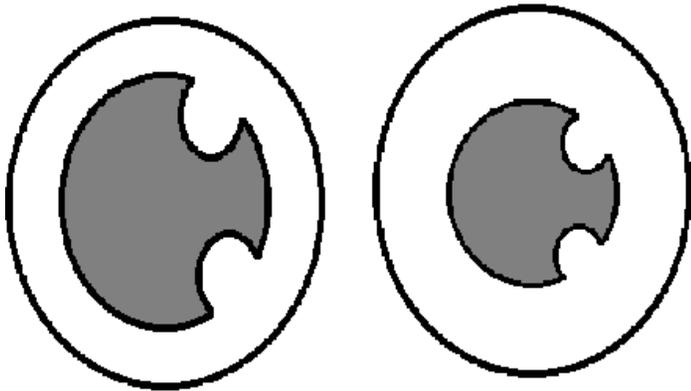
Volémie et précharge

Un indice simple = STDVG



Patients ASA1 après induction de l'anesthésie

La contractilité globale un indice simple = FRS



Contractilité globale

$$\text{FRS} = \frac{\text{STD} - \text{STS}}{\text{STD}} > 50 \%$$

STD

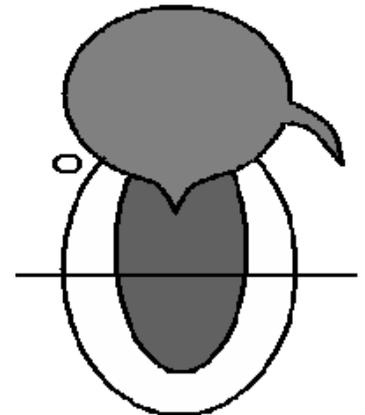


Mais

Mesure aux piliers

La pointe ??

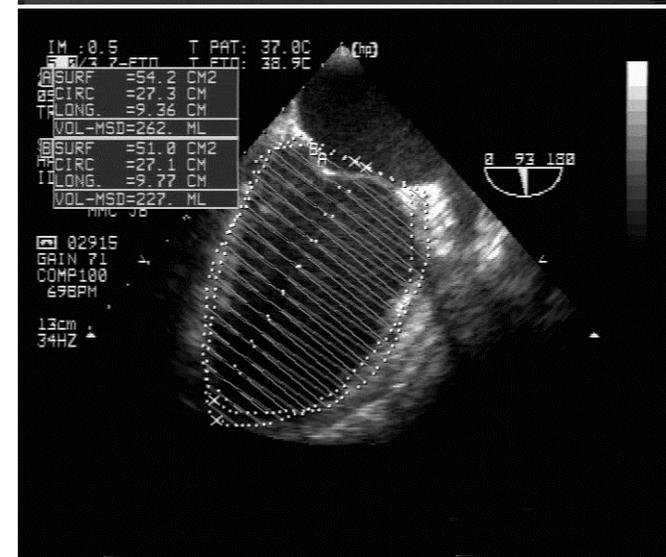
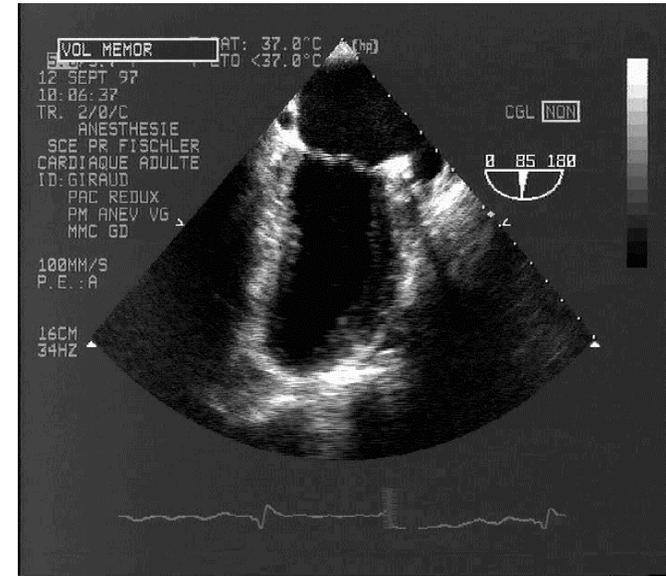
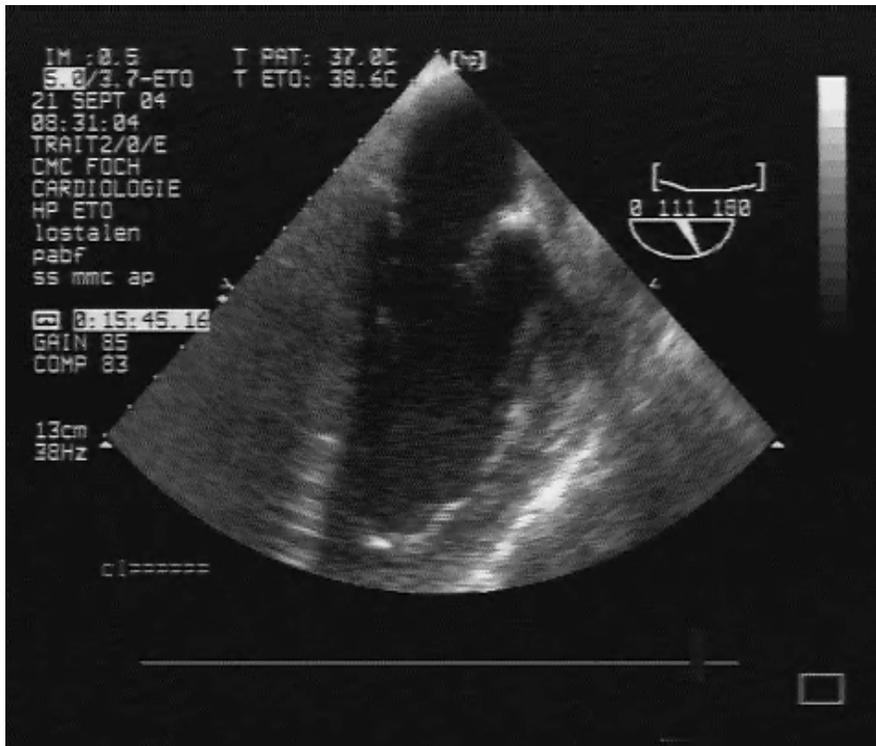
La base ??



La contractilité globale : calcul de FE



L'apex ++

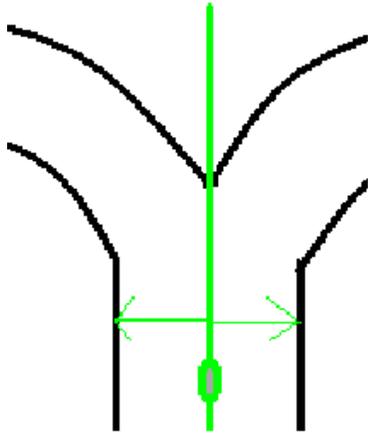


La contractilité globale

Mesure du Débit Cardiaque

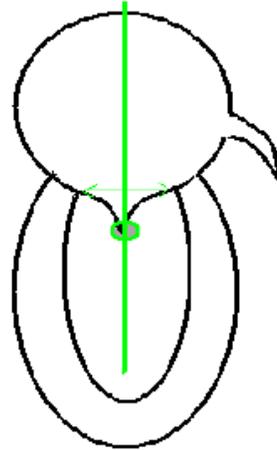
$$Q_c = VTI \text{ (intégrale temps vitesse)} \times \text{Surf orificielle} \times fr$$

Choix du site de mesure



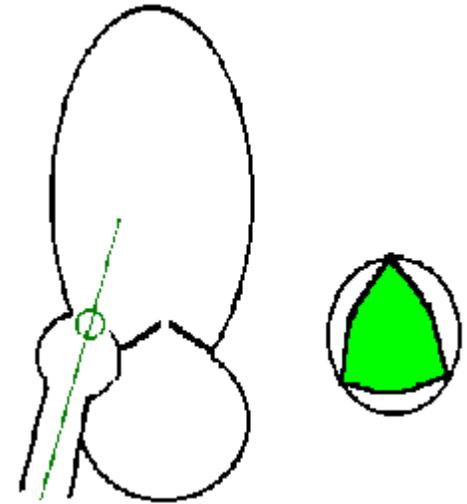
Tronc de l'artère pulmonaire

Savino et al Anesthesiology 1991



Valve mitrale

Pu et al (Cleveland clinic)
JACC 1995



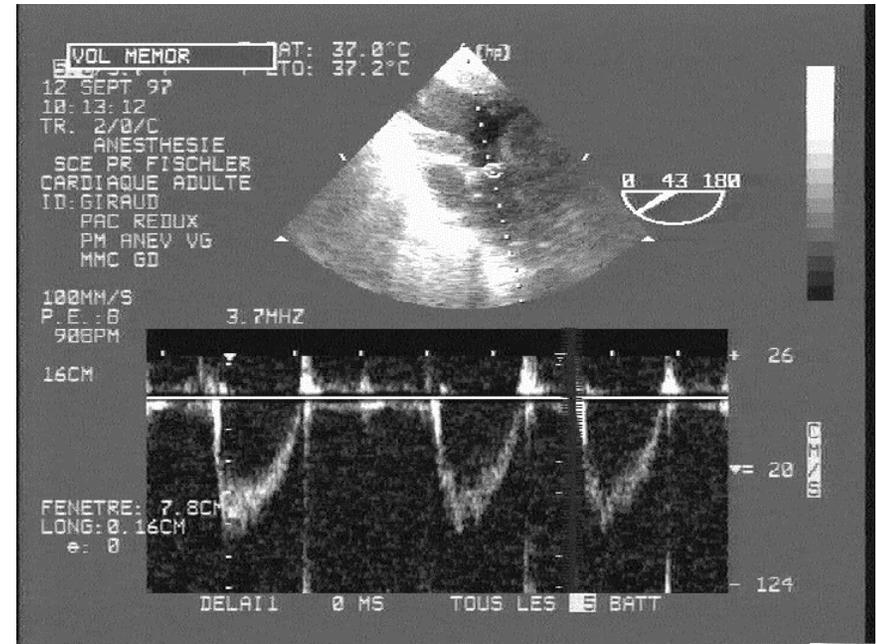
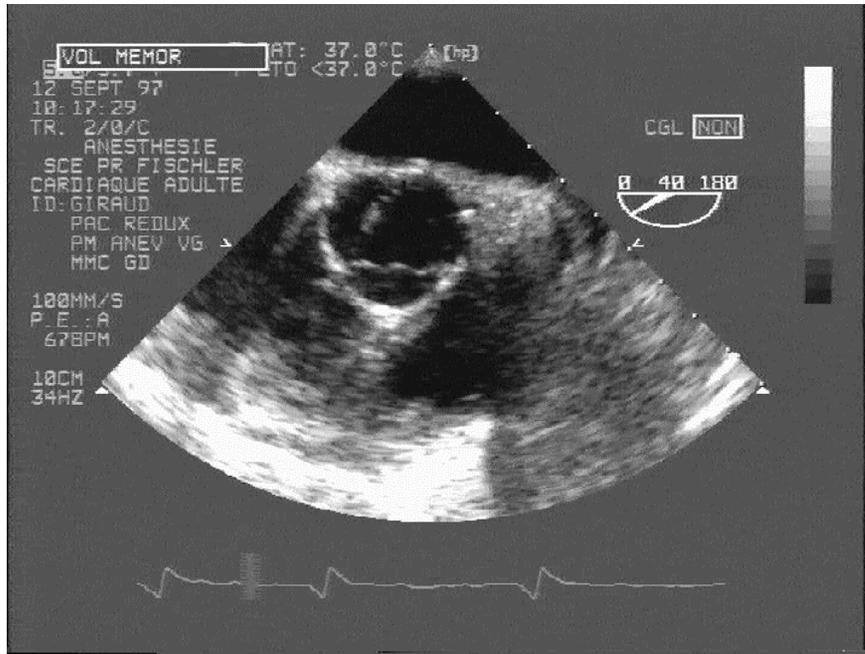
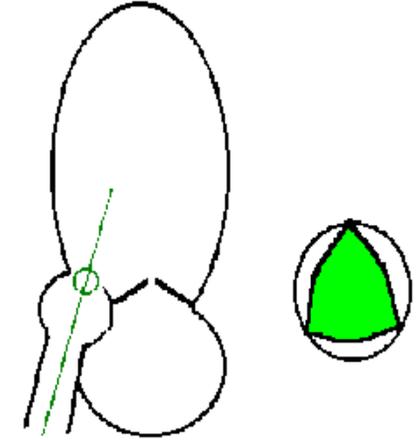
Valve aortique +++

Darmon PL et al : Cardiac output by
transesophageal echocardiography using
continuous-wave Doppler across the
aortic valve. Anesthesiology 1994
80(4):796-805

La contractilité globale

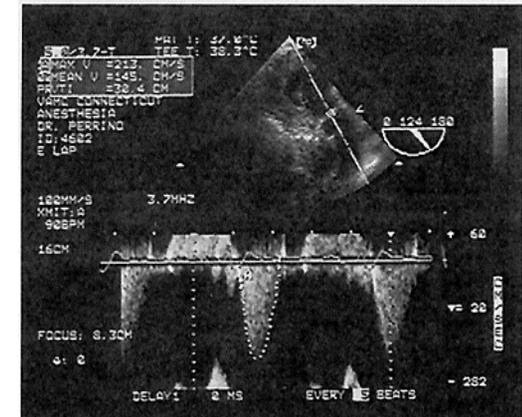
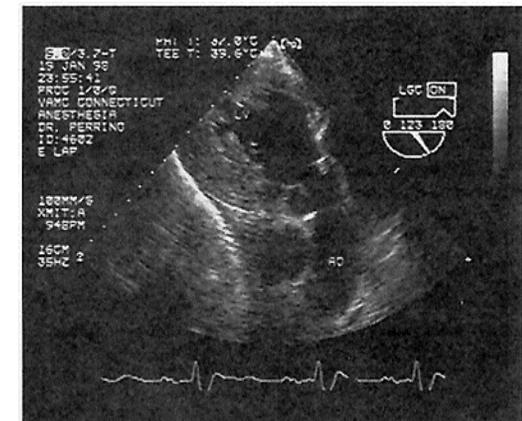
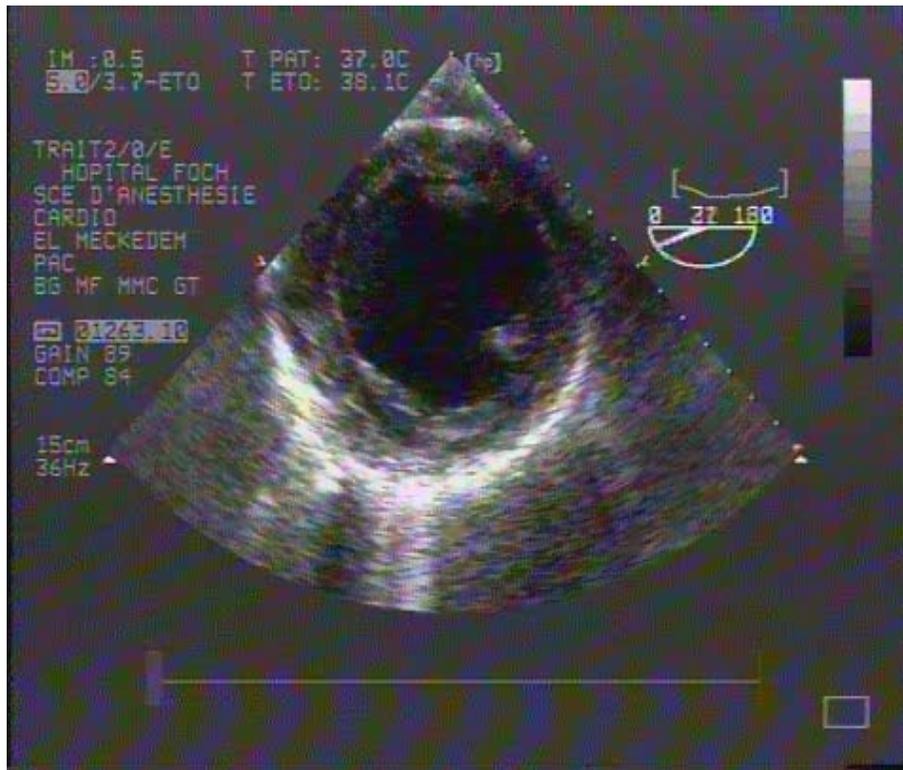
Mesure du Débit Cardiaque

Mais
surface au carré
2 sites de mesure



La contractilité globale

Mesure du Débit Cardiaque

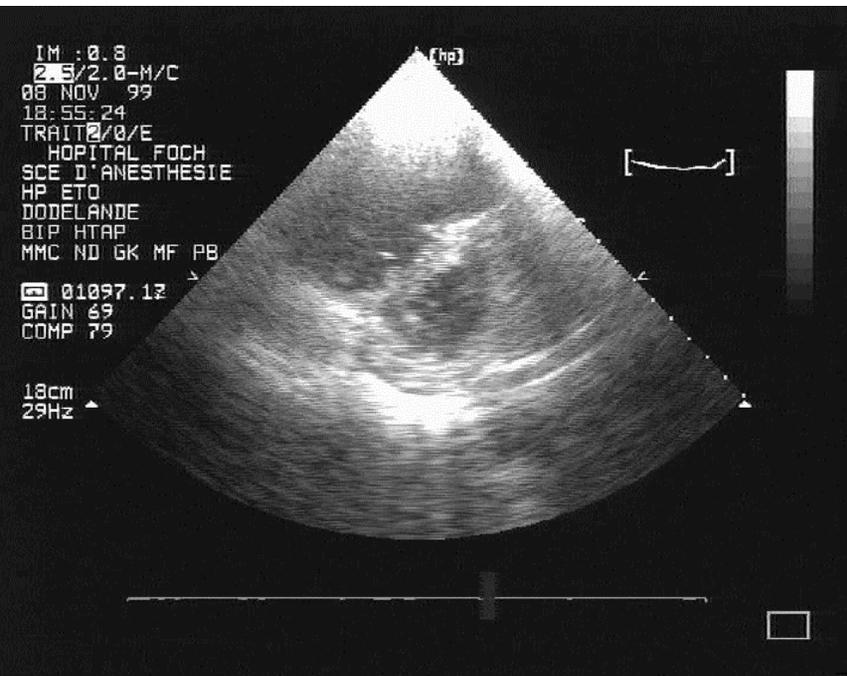
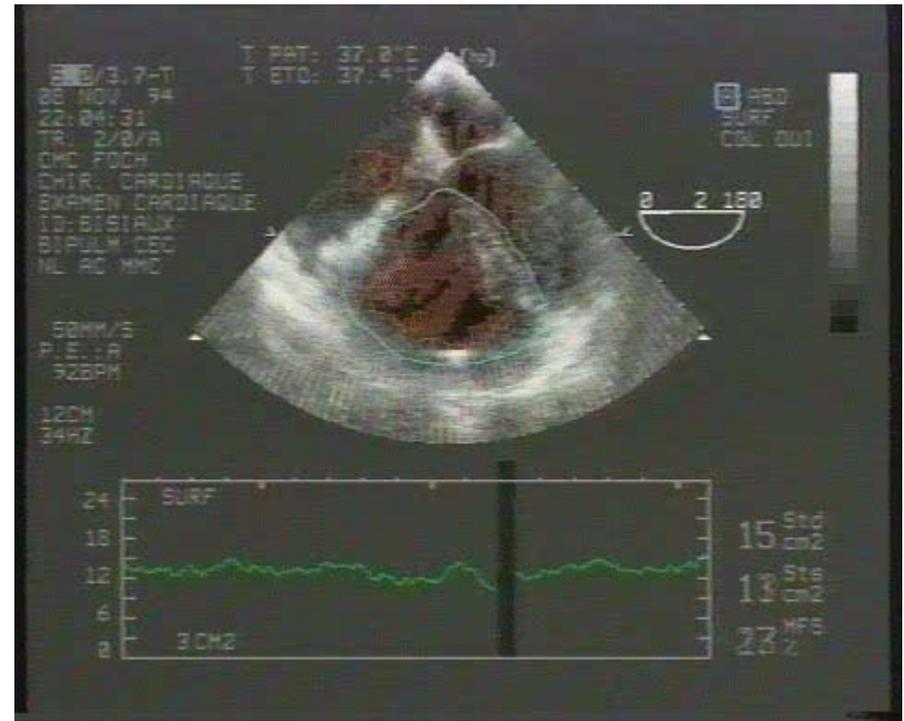


La Fonction VD

Petit axe, grand axe,
infundibulum pulmonaire

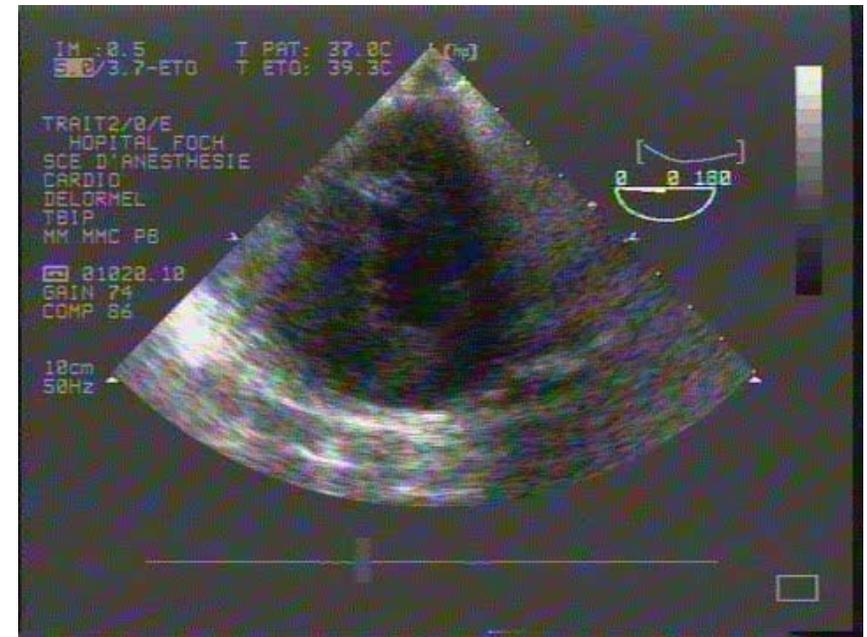
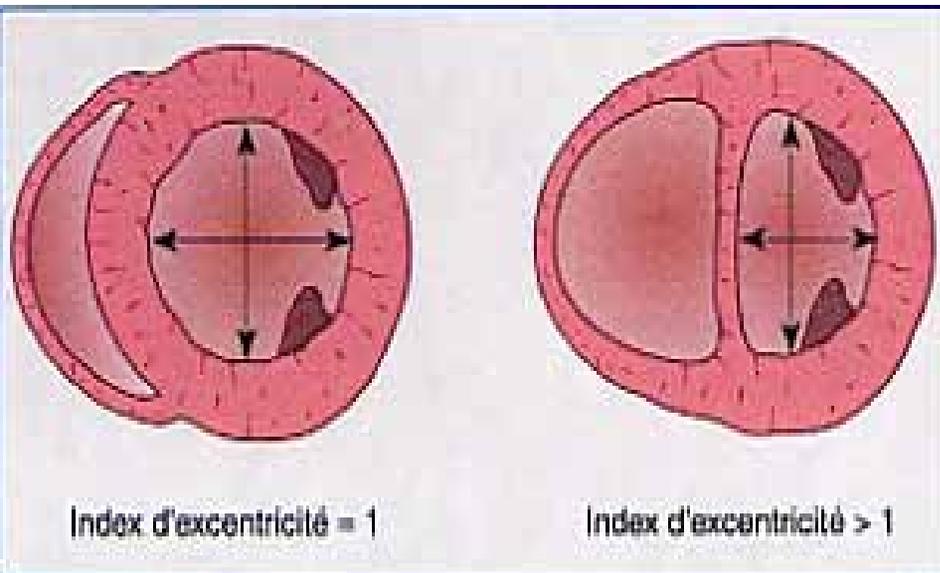
Estimation FE et
épaississement systolique

Rapports VD/VG



La Fonction VD

Rapports VD/VG



Diamètre antéro-postérieur/
diamètre latéro-septal

$$4.38/2.57 = 1.7$$

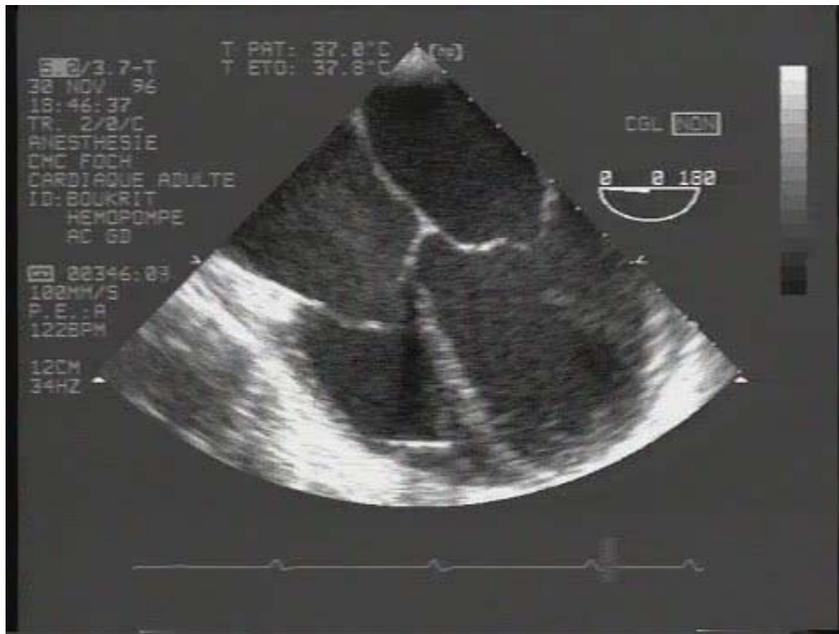
La Fonction VD

Myocardite

Dysfonction VG et VD

Pose d'une assistance gauche

Évolution de la fonction VD



La Fonction VD

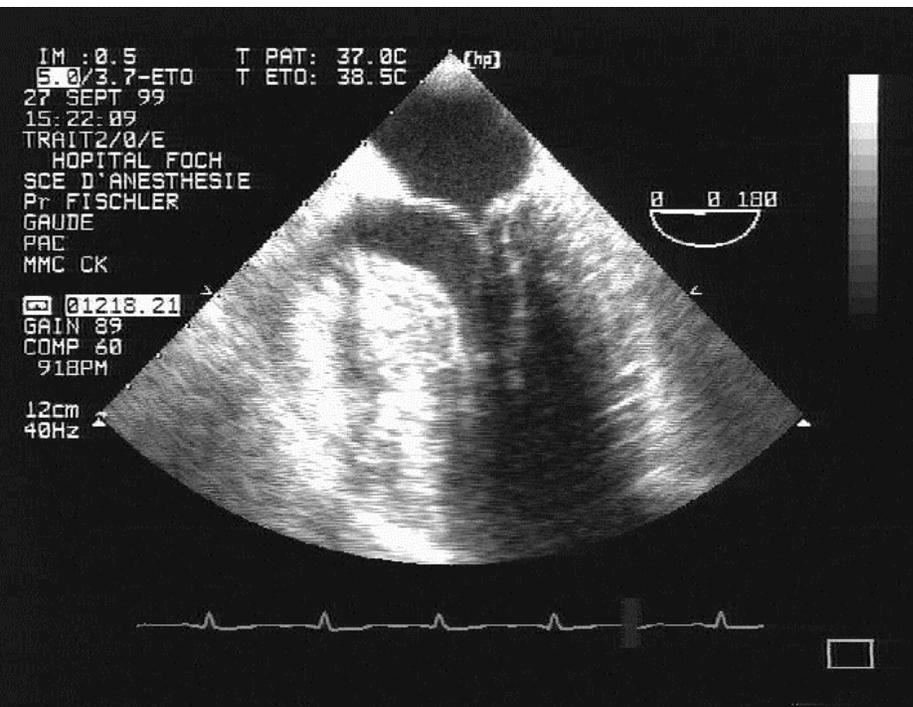
IDM, PAC en urgence et pose d'une assistance gauche

Évolution de la fonction VD

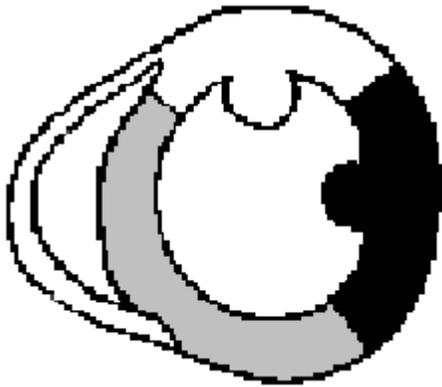


Cas particuliers

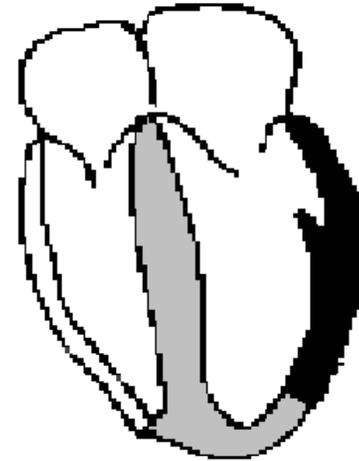
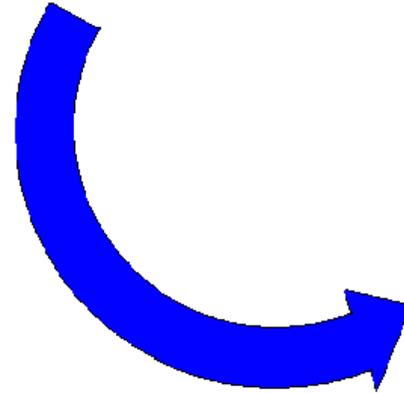
Obstacles dynamiques à l'éjection ventriculaire



Détection de l'ischémie myocardique



Petit axe 0°



Grand axe 0°



Grand axe 90°

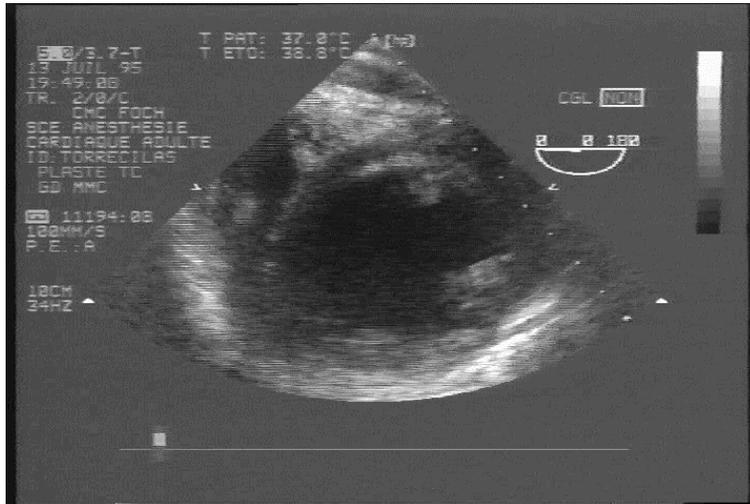


Grand axe 120°

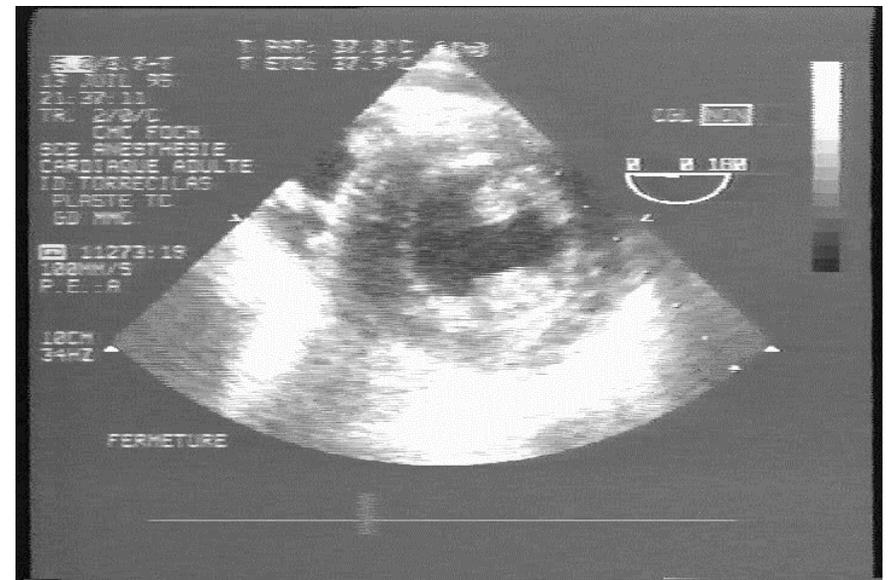
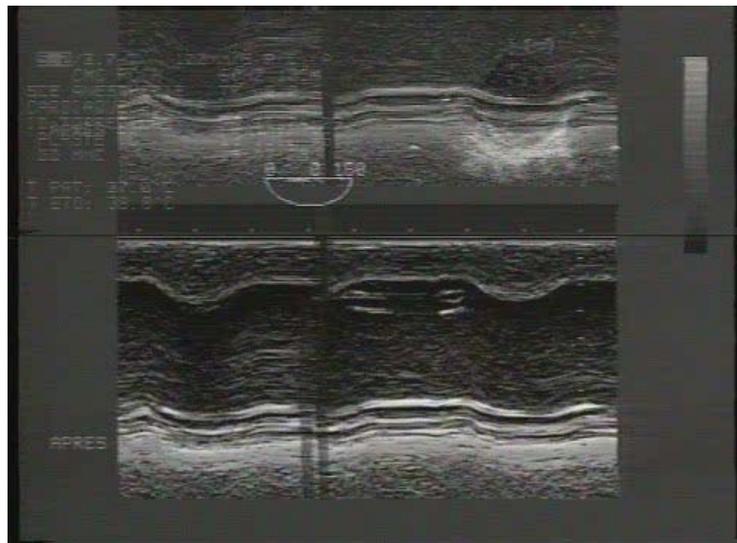
Après l'induction
Sternotomie
Post CEC ou chir
Fermeture sternum
Modifications

hémodynamiques

Détection de l'ischémie myocardique



Plastie du tronc commun



Détection de l'ischémie myocardique

- Surveillance de la cinétique dans les territoires pontés
- Pression de perfusion optimale

Critères hémodynamiques

Critères quantitatifs ou qualitatifs

Simple

Fiable

Reproductible

Optimisation précharge

Administration inotropes

Pose d'assistance



Décisions rapides

Surveillance de l'efficacité

Participation de l'équipe

L'échocardiographie en chirurgie cardiaque

Hémodynamique

la volémie et précharge

la contractilité

l'ischémie myocardique

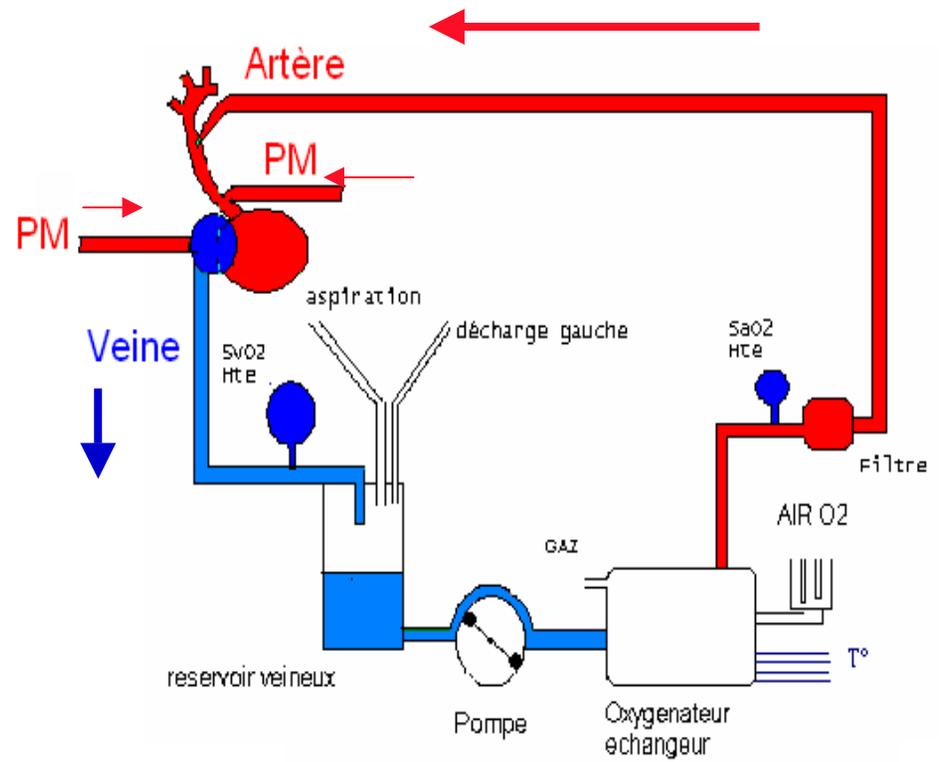
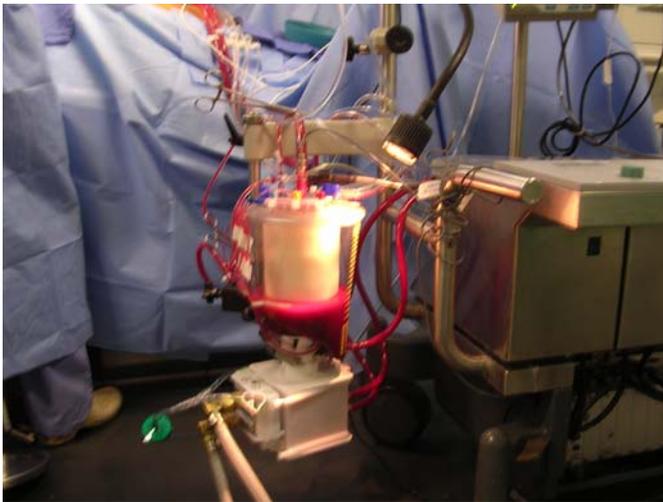
Outil diagnostique

La CEC

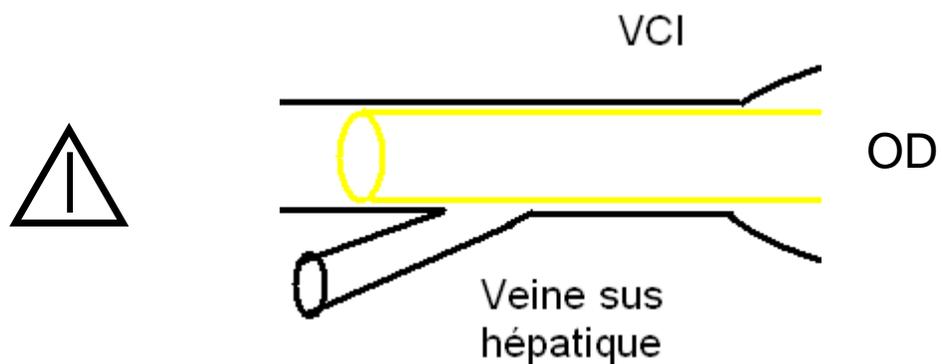
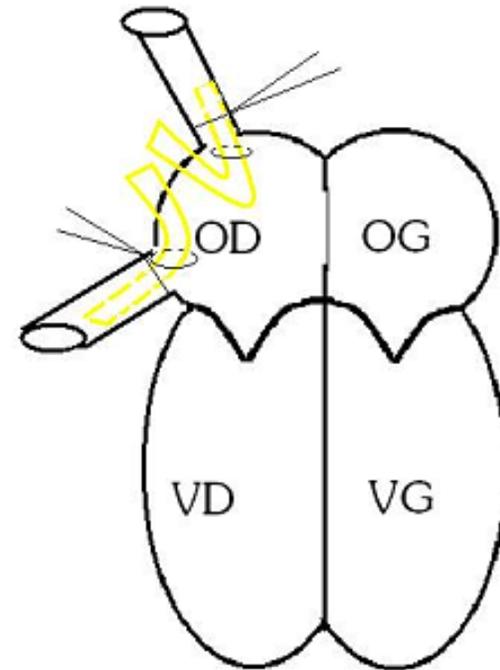
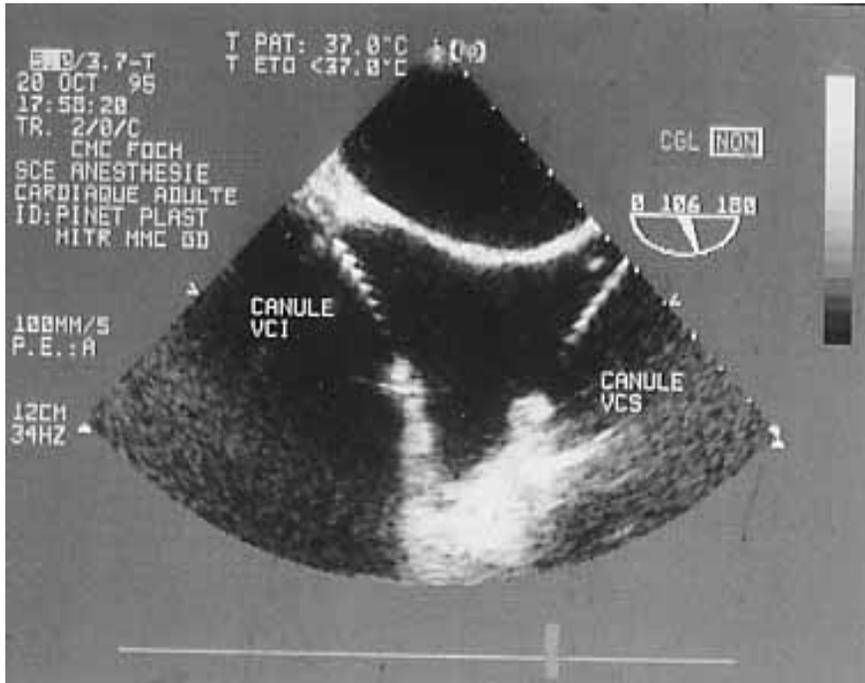
Origine des complications neurologiques : air et athérome aortique

Le "diagnostic" pré-cec et post-cec : la valve aortique et l'aorte ascendante

CEC



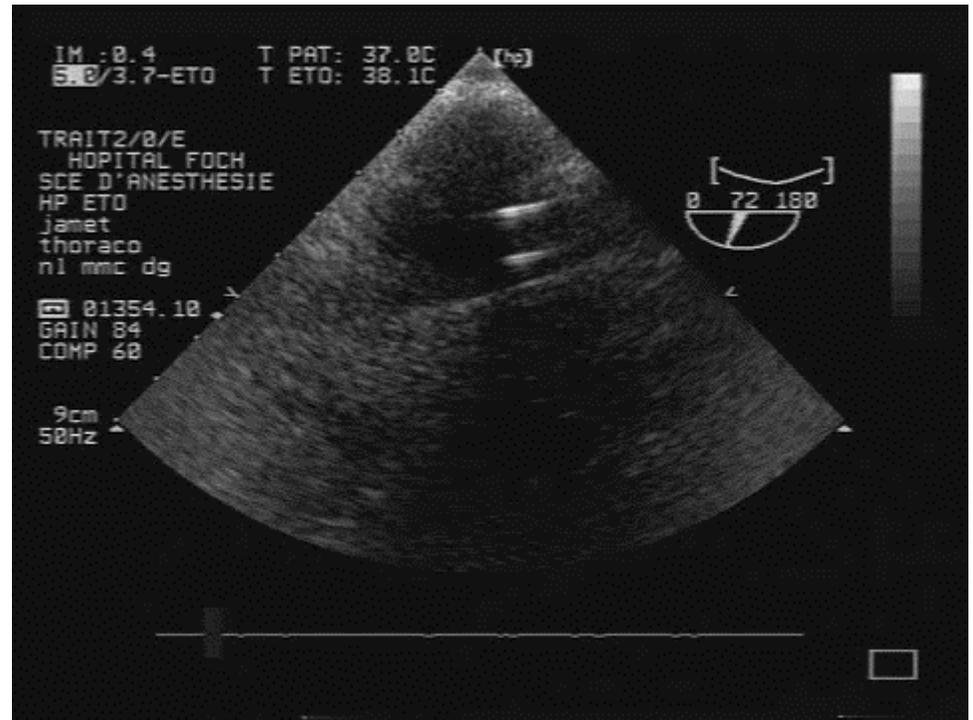
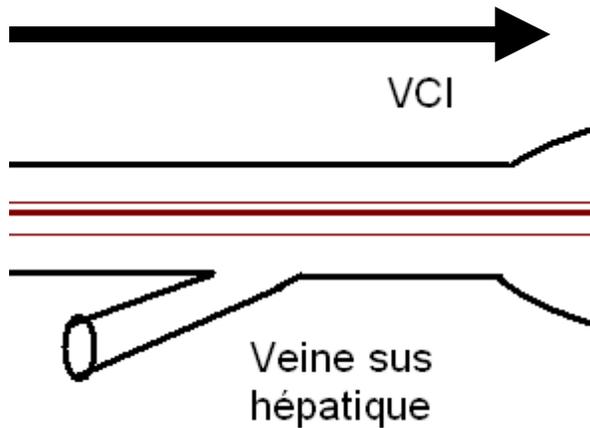
Canulations veineuses



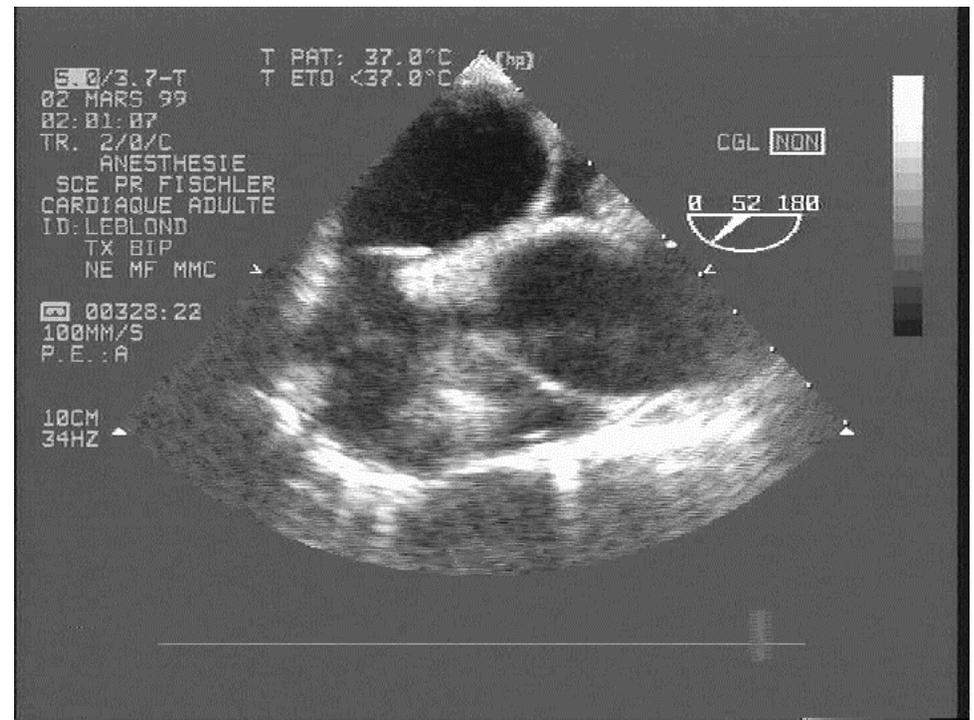
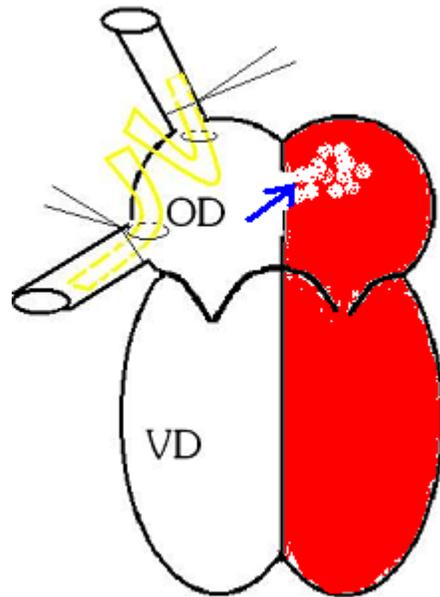
Canulations veineuses

Canulation cave inférieure

Cure d'anévrisme thoraco-abdominal



Recherche d'un PFO



Canulation du sinus coronaire

Protection myocardique par voie rétrograde

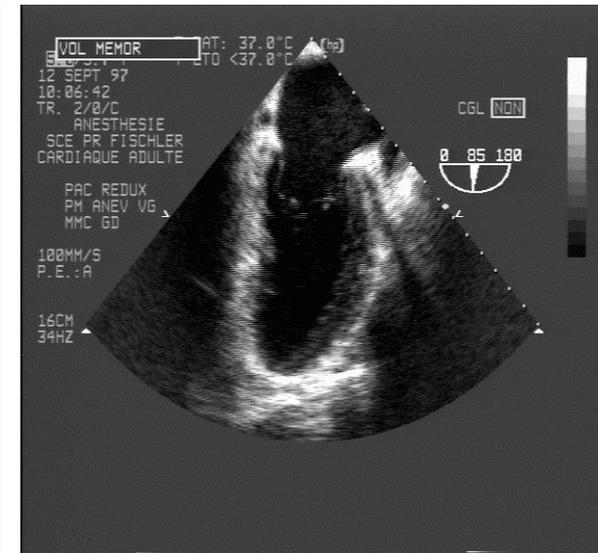
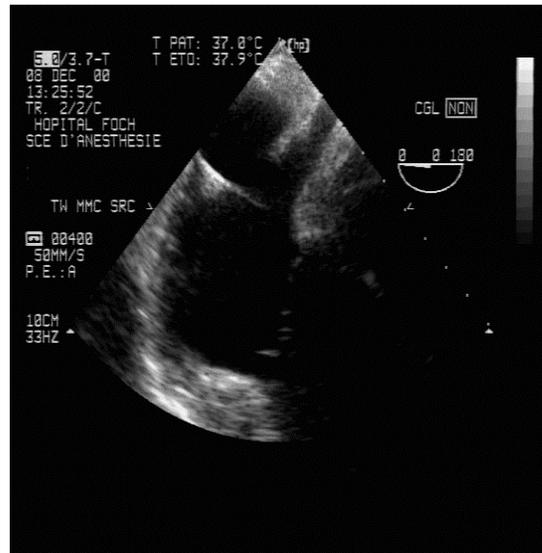
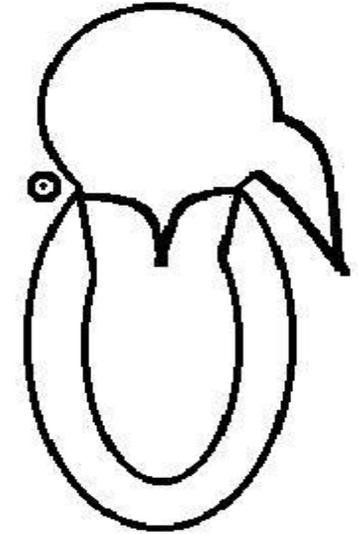
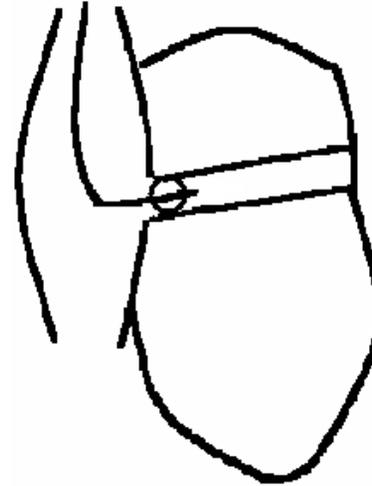
Insertion canule

Orientation du sinus

Valves de Stachi et Thebesius

Dilatation du sinus coronaire (dilatation du cœur droit, veine cave supérieure gauche, RV pulmonaire anormal).

Bon positionnement

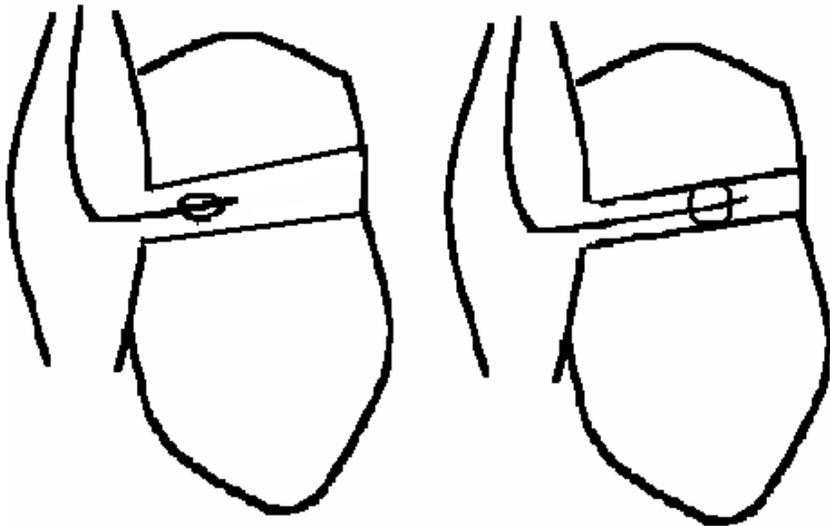


Canulation du sinus coronaire

Risques

malperfusion

lésion du sinus (examen post CEC)



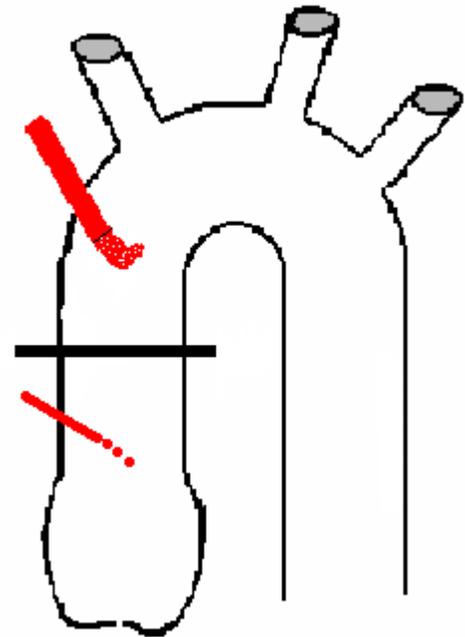
Rôle de la CEC et de la chirurgie dans la genèse des complications neurologiques

- Macro-embols calcaires ou *athéromateux*
- Hypoperfusion cérébrale
- Micro-embols (fibrine, *air*)

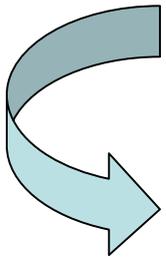
{ AIR
{ ATHEROME

Athérome aortique

Manipulations de l'aorte
Clampage total ou latéral
(réimplantation des greffons)
Canulations



AVC
Anomalies neuro-psychologiques et
déficits neurologiques minimes
(CABG)
jusqu'à 50% des cas Newman et al,
NEJM Feb 8;344(6):395-402 2001)



Athérome aortique



Paroi normale



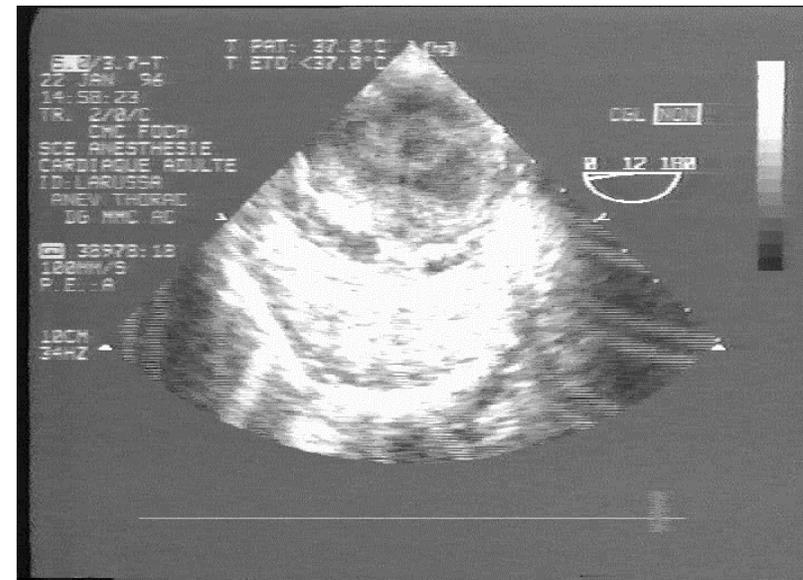
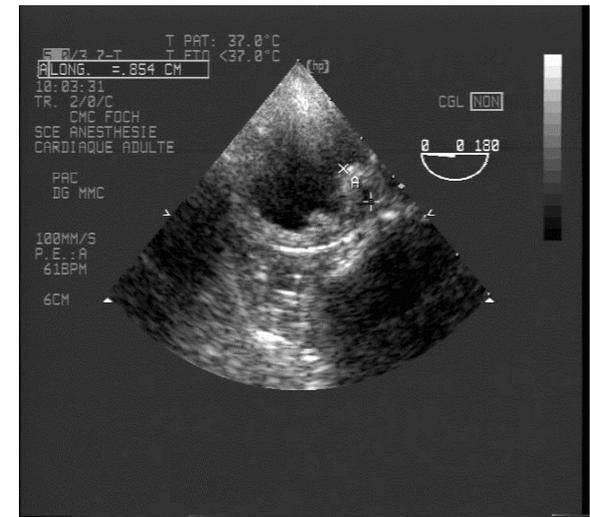
Athérome < 2.5mm



2.5 < Athérome < 5mm



Athérome > 5mm



Complications neurologiques post-opératoires : Athérome aortique

L'athérome grade V est responsable d'AVC

Hartman, Anesth Analg 96 ; Choudhary, Int J Cardiol 97

Exploration préopératoire ?

Exploration chirurgicale ?

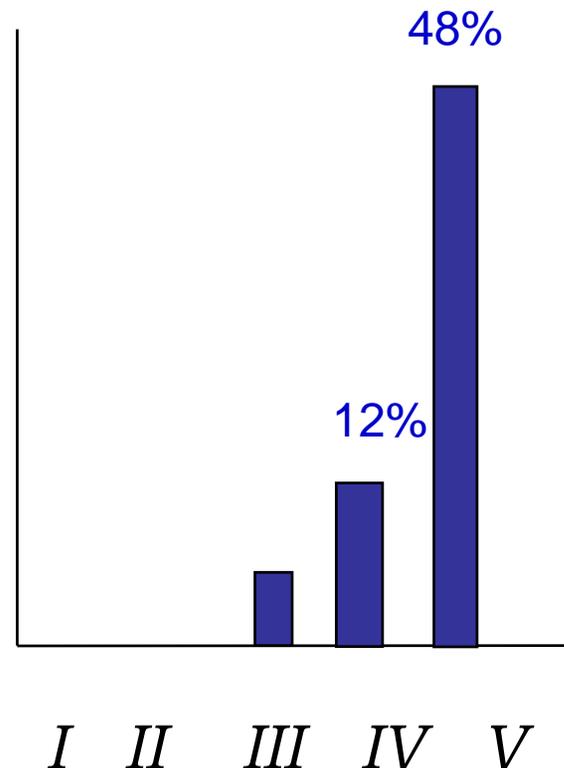
Exploration par ETO ou écho épicaudique :

Sa prise en compte ↘ la mortalité :

PAC cœur battant +++

Endarteriectomie aortique

Chirurgie en hypothermie profonde



189 patients (Hartman)

Complications neurologiques post-opératoires : Athérome aortique

5737 patients consécutifs 1993 à 2002, opérés de PAC ETO de routine et cotation de l'athérome aortique

913 patients (15.9%) présentent un athérome IV ou V (ao asc et/ou crosse)

2x211 patients  2 groupes appariés (âge, FE, nb greffons..)

Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting Reduces Mortality and Stroke in Patients With Atheromatous Aortas: A Case Control Study
Circulation. 2003;108:II-15

Ram Sharony, MD; Costas S. Bizekis, MD; Marc Kanchuger, MD; Aubrey C. Galloway, MD; Paul C. Saunders, MD; Robert Applebaum, MD; Charles F. Schwartz, MD; Greg H. Ribakove, MD; Alfred T. Culliford, MD; F. Gregory Baumann, PhD; Itzhak Kronzon, MD; Stephen B. Colvin, MD; Eugene A. Grossi, MD

Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting Reduces Mortality and Stroke in Patients With Atheromatous Aortas: A Case Control Study

Circulation. 2003;108:II-15 Sharony et al

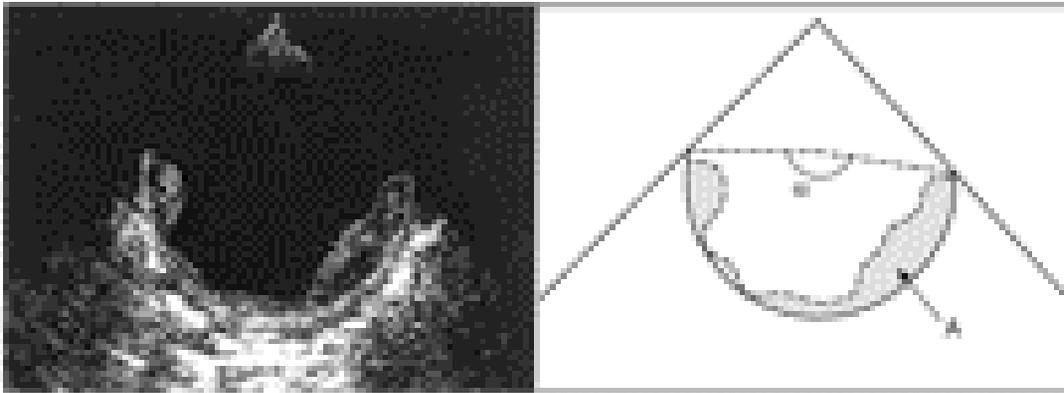
	CEC	Sans CEC	P value
Bypass time (min)±SD	107.6	NA	
Cross clamp time (min)±SD	57.6	NA	
Hospital mortality (%)	24 (11.4%)*	8 (3.8%)	0.003
Number of grafts	2.84±0.82	2.16±0.83	<0.001
Re-operation for postoperative bleeding (%)	10 (4.7%)	1 (0.5%)	0.01
Deep wound infection	3 (1.4%)	1 (0.5%)	0.62
Sepsis	6 (2.8%)	2 (0.9%)	0.28
New renal failure (%)	8 (3.8%)	7 (3.3%)	0.79
Mechanical ventilation>24 hour (%)	20 (9.5%)	9 (4.3%)	0.03
GI bleeding	3 (1.4%)	3 (1.4%)	1.00
Stroke	10 (4.7%)	5 (2.4%)	0.08
Mean length of stay±SE (median)	15.8±1.15 (10)	9.7±0.9 (7)	0.001
Complication free (%)	166 (78.7%)	194 (91.9%)	<0.001

*Mortality for CPB patients was not different between the first and second halves of the study period ($P=0.30$).

CABG, coronary artery bypass graft; OPCAB, off pump coronary artery bypass; Stroke, a new focal neurologic deficit, lasting greater than 24 hours occurring anytime during the postoperative hospitalization or a new lesion found on CT or MRI.

Athérome aortique

Où mesurer l'athérome ?



Mesure de la surcharge athéromateuse

Apolipoprotein E4 increases aortic atheroma burden in cardiac surgical patients

Ti et Al, *Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125:211-213

Cerebral embolization during cardiac surgery: impact of aortic atheroma burden

Mackensen *British Journal of Anaesthesia*, 2003, 91, 656-661

Neurologic Outcome Research Group Durham, NC

Athérome aortique

Surcharge athéromateuse (%) étudiée chez 128 patients

aorte descendante 7.71% (4.38–15.27%)

aorte ascendante (0–1.17%),

Crosse 3.32% (0–8.37%)

(IQR) nombres d'embols :333 (23–1974).

En tenant compte de

- L'age,
- Temps de CEC
- Nombre de pontages

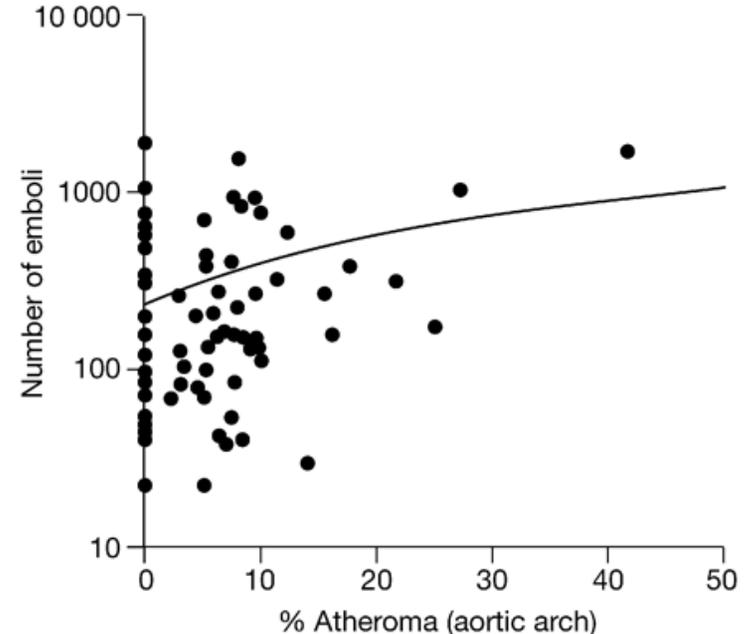
Les embols cérébraux sont significativement associées avec:

L'athérome aortique de l'aorte ascendante (p=0.02)

et de la crosse (P=0.013).

Pas d'association avec l'aorte descendante (P=0.20).

Autres facteurs++



*Cerebral embolization during cardiac surgery: impact of aortic atheroma burden
Mackensen British Journal of Anaesthesia, 2003, 91, 656-661
Neurologic Outcome Research Group Durham, NC*

Athérome aortique

Stratégies proposées



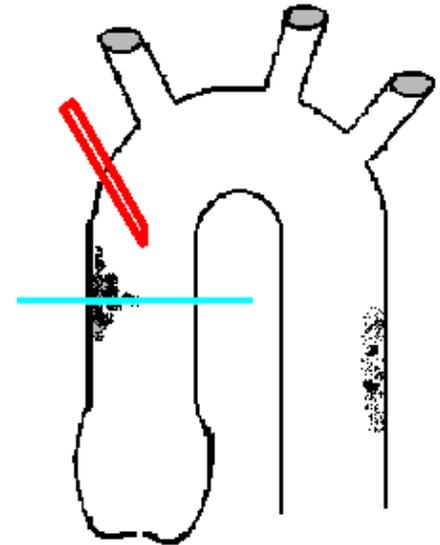
Exploration aorte ascendante et crosse
Visualisation??

ETO ou écho épicardique



Exploration de l'aorte thoracique descendante
Normale : RAS

Grade III ou plus : Echo épicardique de l'aorte
ascendante



Konsdadt et al.. Transesophageal echocardiography can be used to screen for ascending aortic atherosclerosis. Anesth Analg 1995;81:225-8.

Complications neurologiques post-opératoires :

Air intracardiaque

- Une évidence : plus de "bulles" en chirurgie valvulaire qu'en chirurgie à cœur fermé (80 vs 10%)
Canulations, Air résiduel après ouverture des cavités gauches
- Microbulles (taille minimum détectée : 2 à 5 μ) ou Macrobulles ("pooled air")

*Risque de déficits neurologiques transitoires
ou d'embolies coronariennes*

Oka, J Thorac Cardiovasc Surg, 86

Oriashi, Ann Thor Surg, 96

Chirurgie mitrale

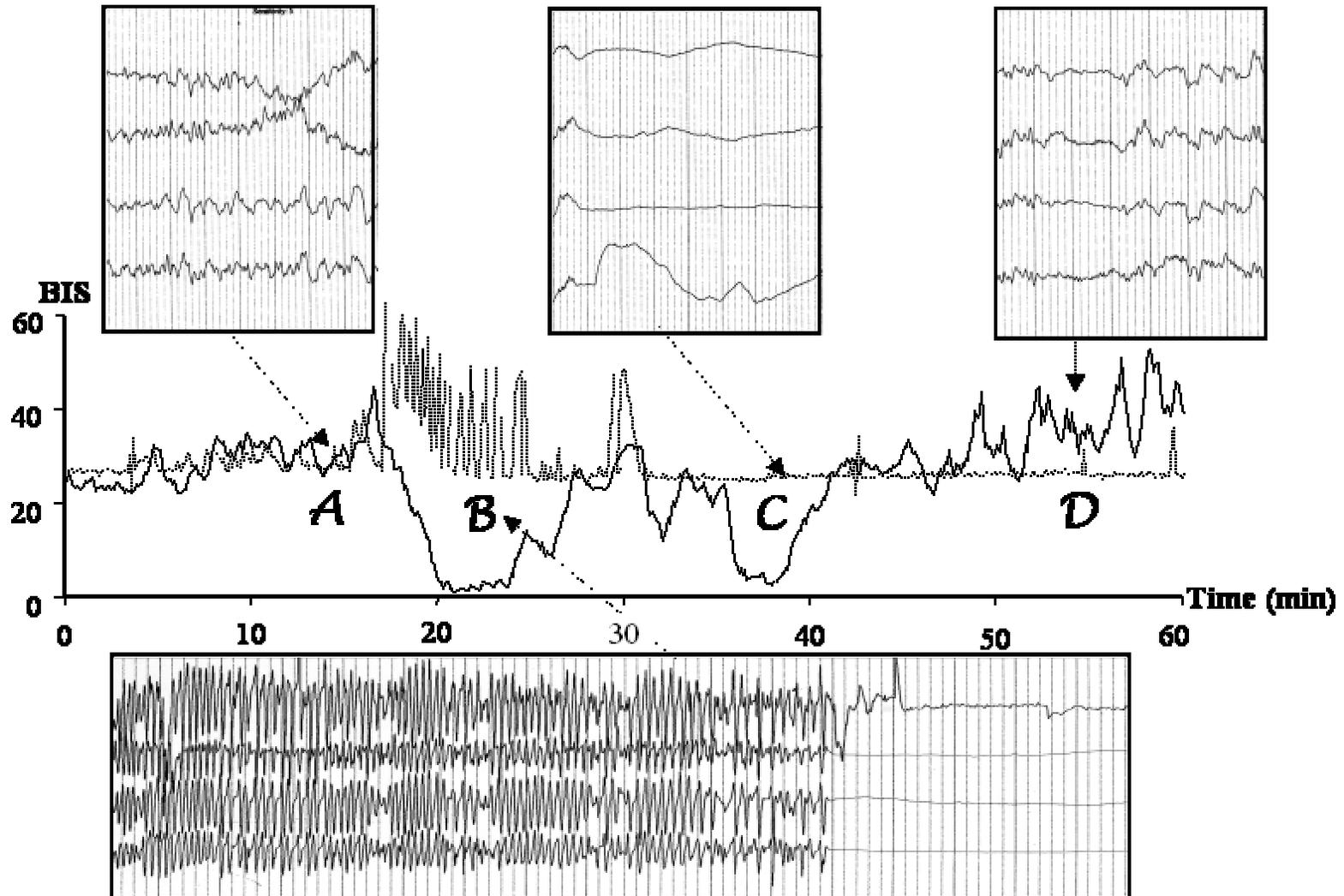
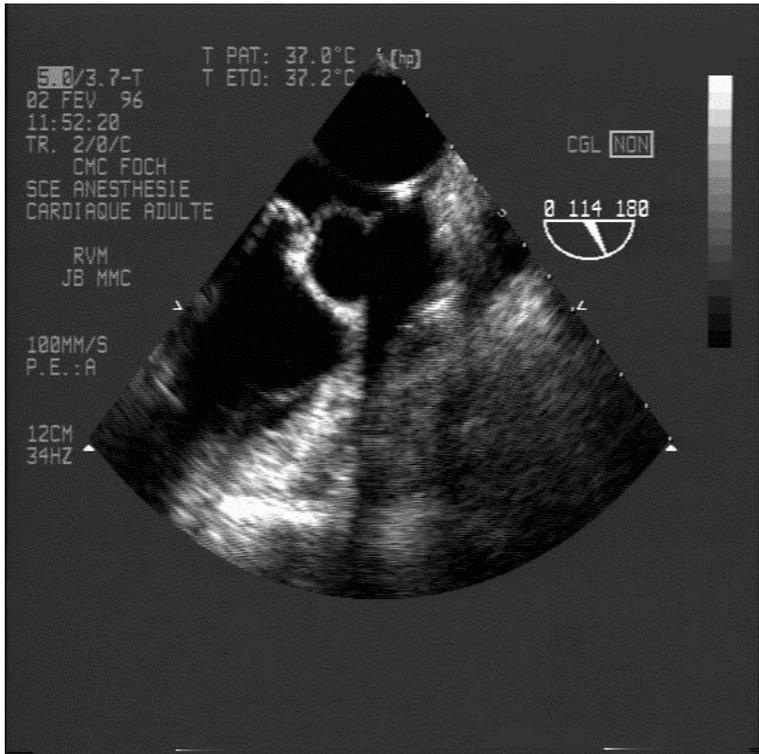


Fig. 1. Trend of the BIS (—) and EMG (---) before unclamping and until the end of the surgery and EEG trace (four channel montage) at different times.
A. Three minutes after unclamping, apparition of a slowing down on the left hemisphere (two lower lines).
B. One minute later, recording of general electric seizure and high EMG activity. Paradoxical collapse of BIS index value.
C. Post thiopental burst suppression and concordant low BIS index value.
D. End of the surgery with quasi normal EEG trace (slower than before the seizure), and progressive return to anesthetic BIS index values.

Air intracardiaque

Macrobulle OG



Très échogènes
Artefacts latéraux
(*side-lobes*)
Cône d'ombre
Très mobiles



Air intracardiaque

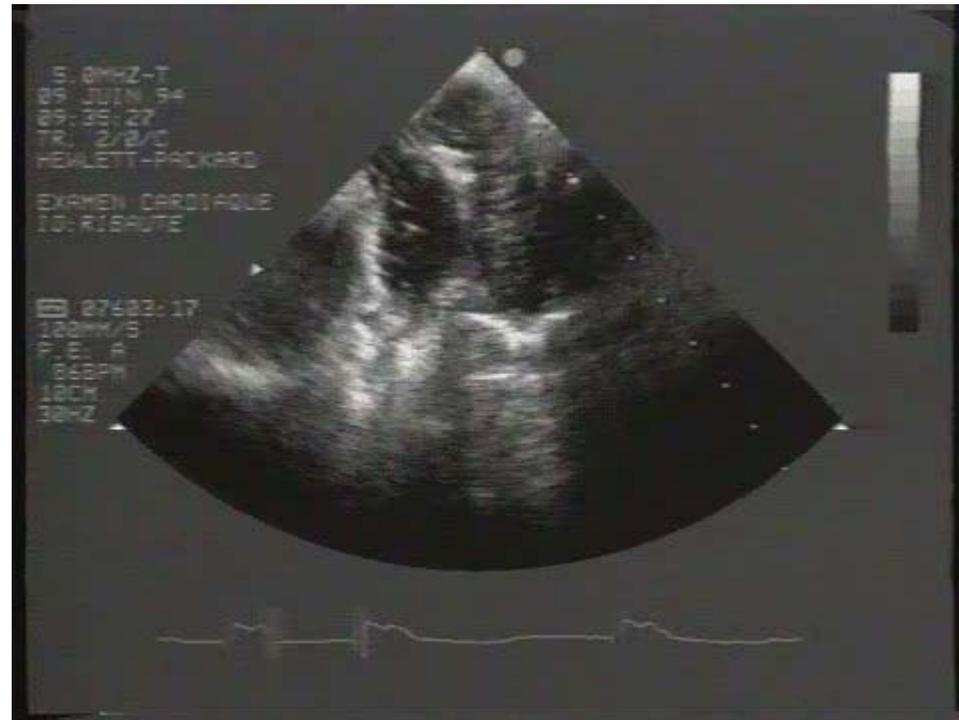
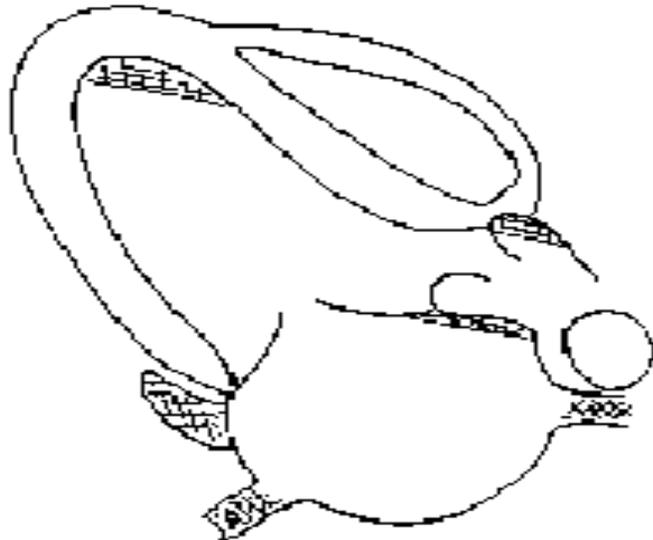
Veines pulmonaires

Auricule

Toit de l'oreillette gauche

Apex du VG

Sinus de Valsalva droit

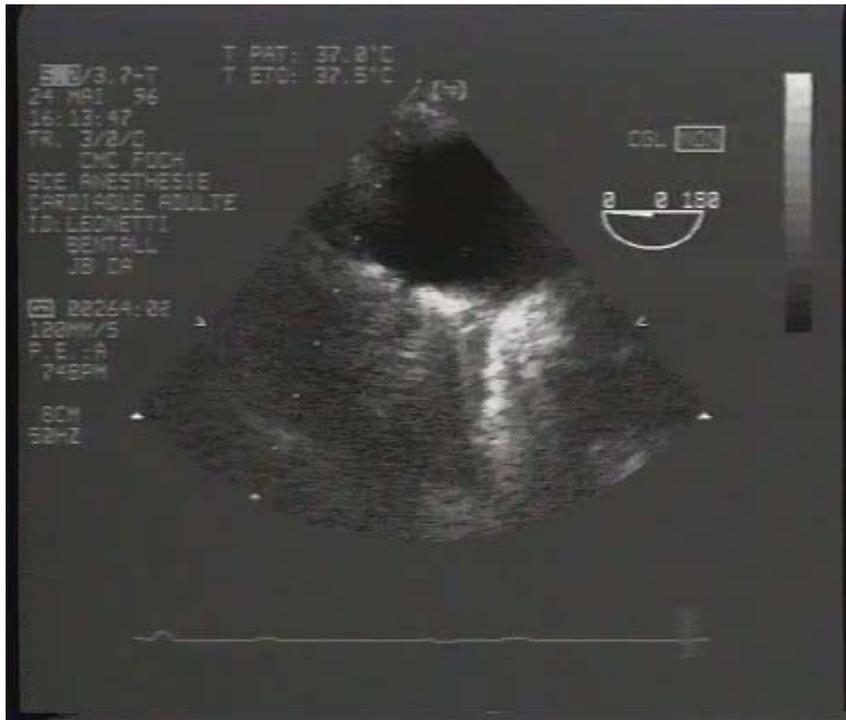


Purge de l'Air résiduel

Purge échoguidée
Apex du VG
en fin de CEC

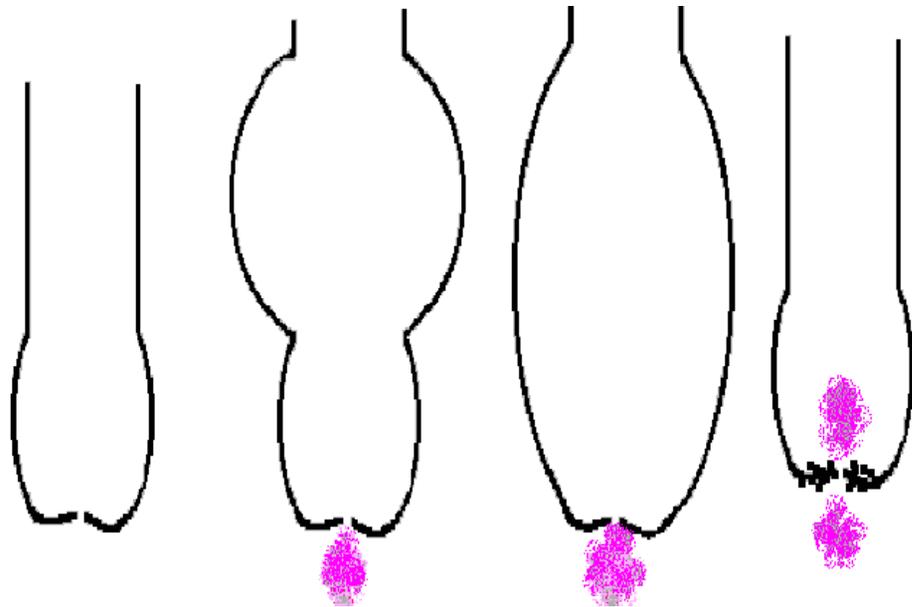


Purge de l'Air résiduel



Valve aortique

= valve aortique + aorte ascendante



Etude de la valve aortique

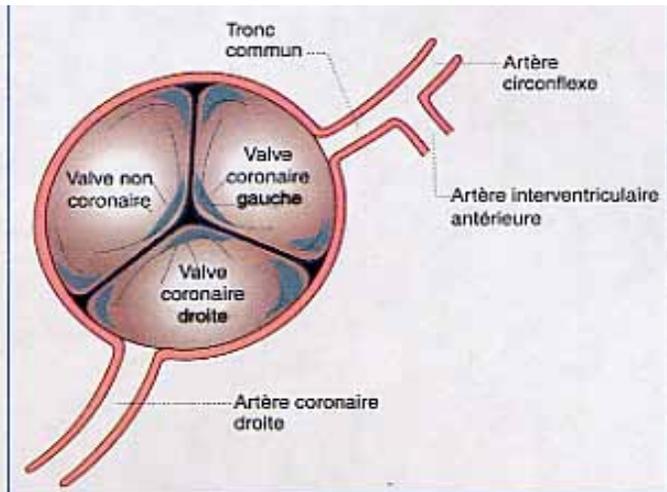
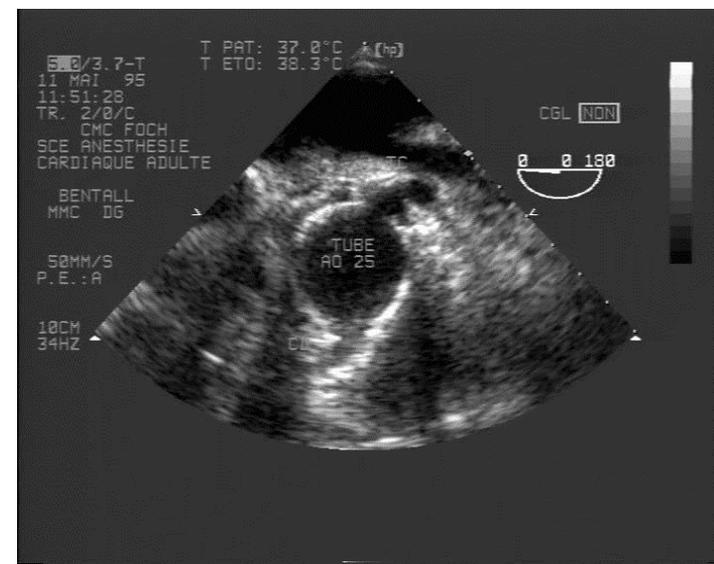


Figure 7 : Vue sur une coupe petit axe obtenue à 30° des trois sigmoïdes aortiques et en traits pointillés (retrait de la sonde) des deux troncs coronaires.

0 à 30°
Sigmoides
anneau

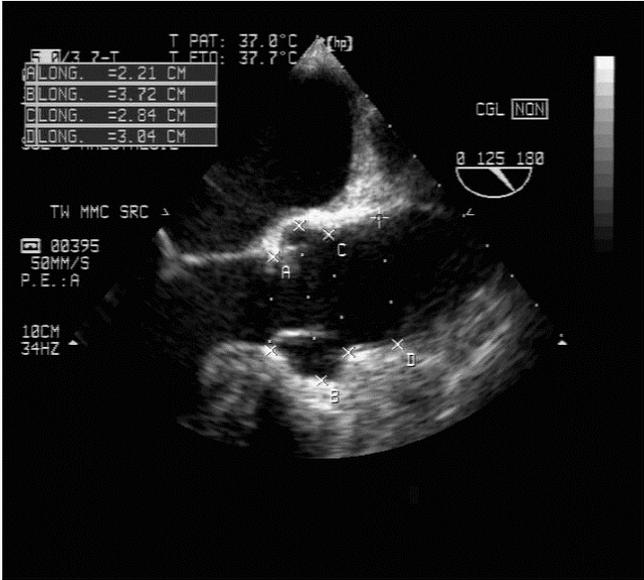


Etude de la valve aortique



Bentall redux ,
prothèse partiellement désinsérée, pas de notion d'endocardite

Etude de la valve aortique et de l'aorte ascendante



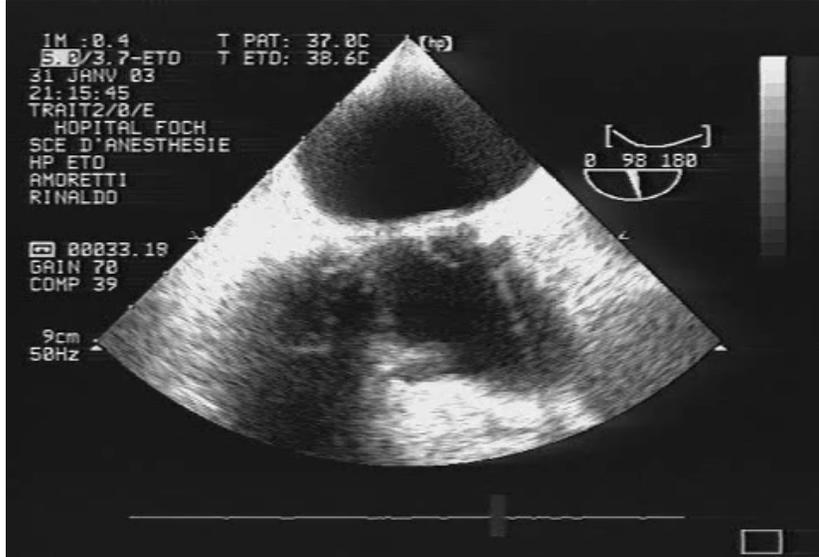
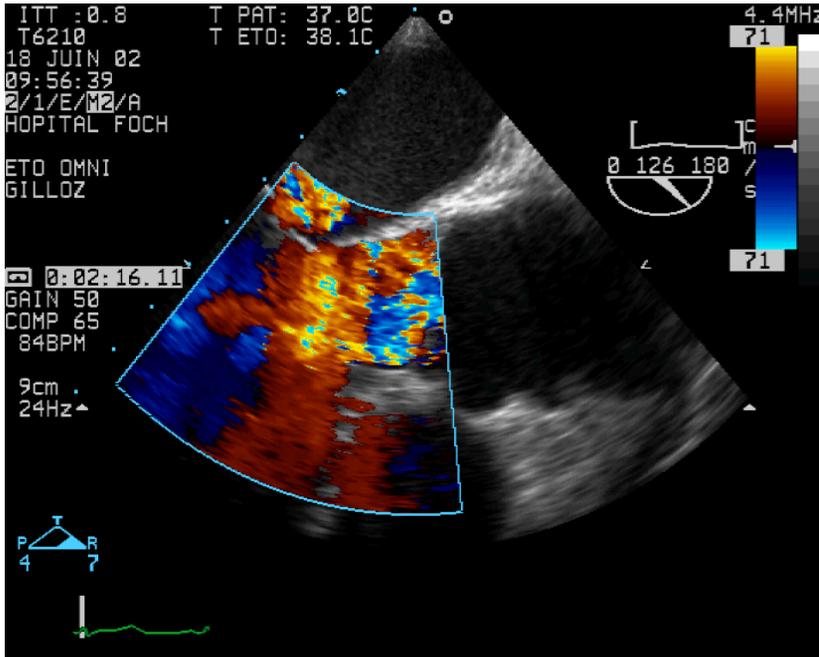
120°

Valve

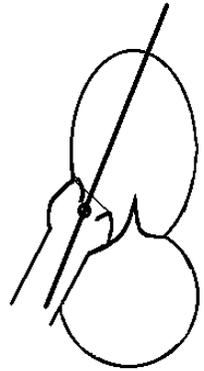
Chambre de chasse

Appréciation de la fuite en Doppler couleur

Aorte ascendante sur ses premiers centimètres

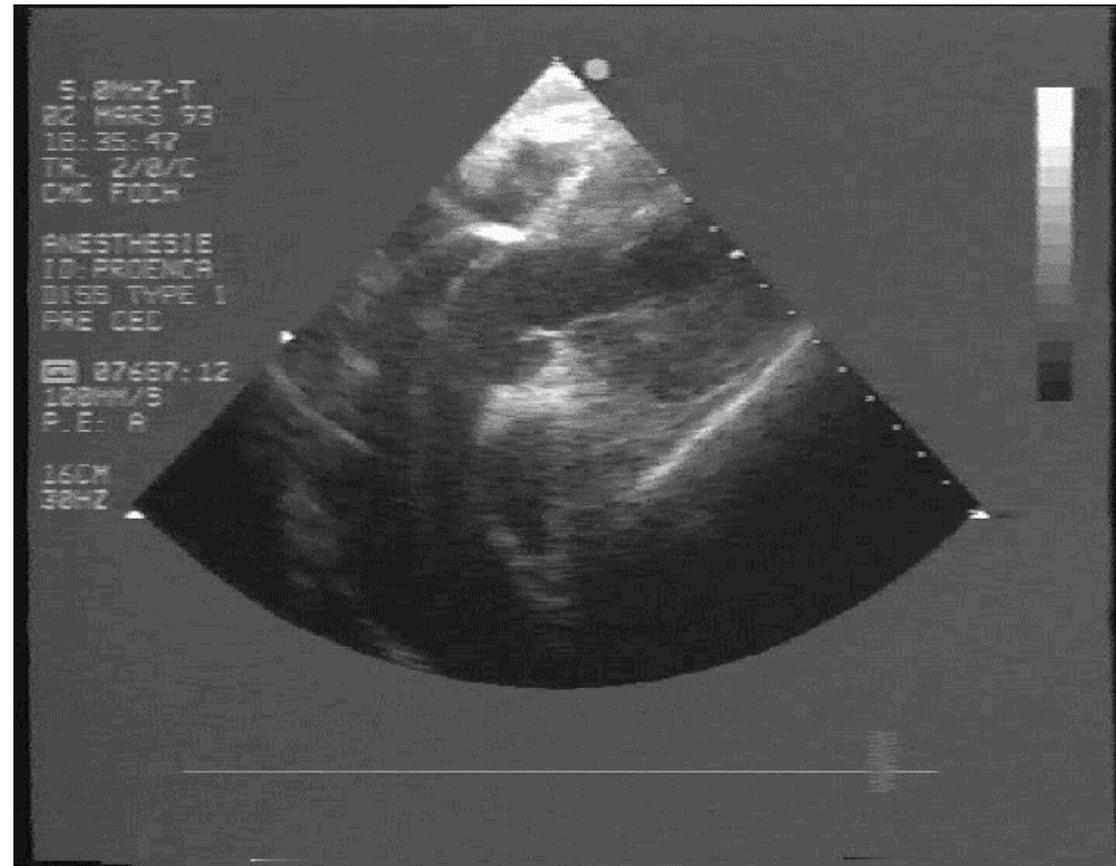


Etude de la valve aortique et de l'aorte ascendante



0° à 30°

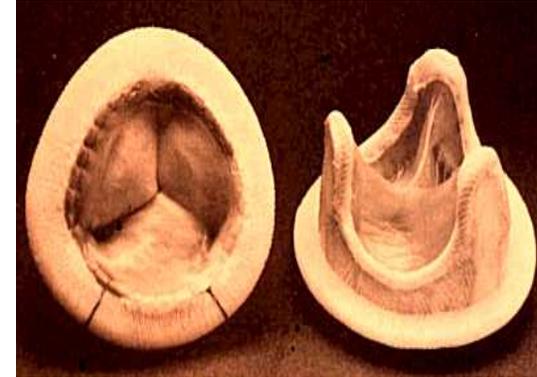
pseudo apicale
transgastrique



Chirurgie valve aortique et de l'Aorte ascendante

Lésion de la valve

⇒ RVA mécanique ou bio prothèse (homogreffe, Ross..)

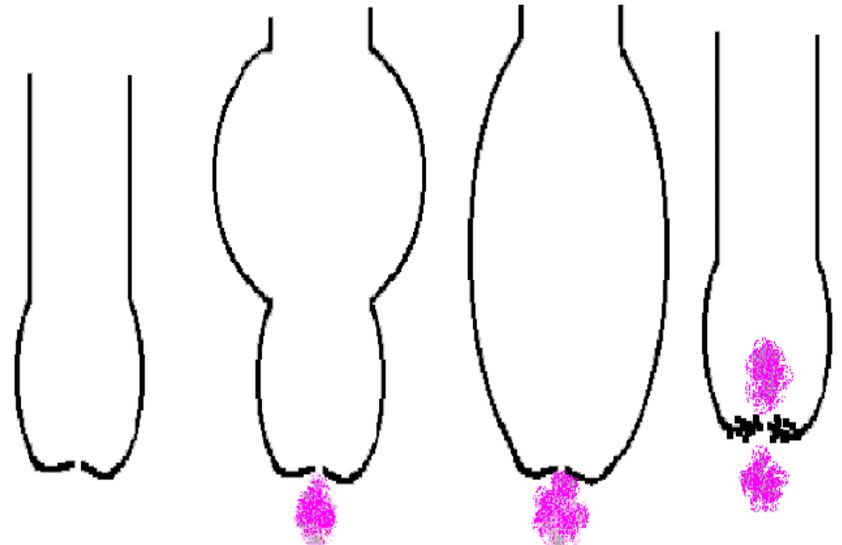


Pathologie de l'Ao ascendante,

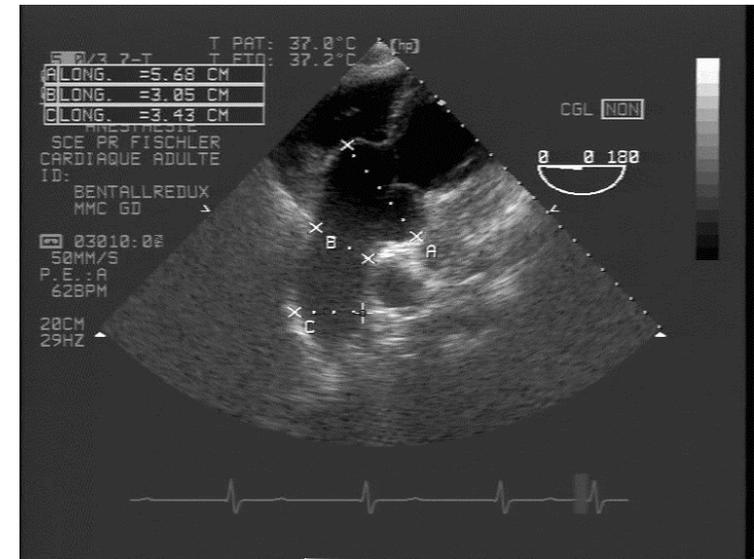
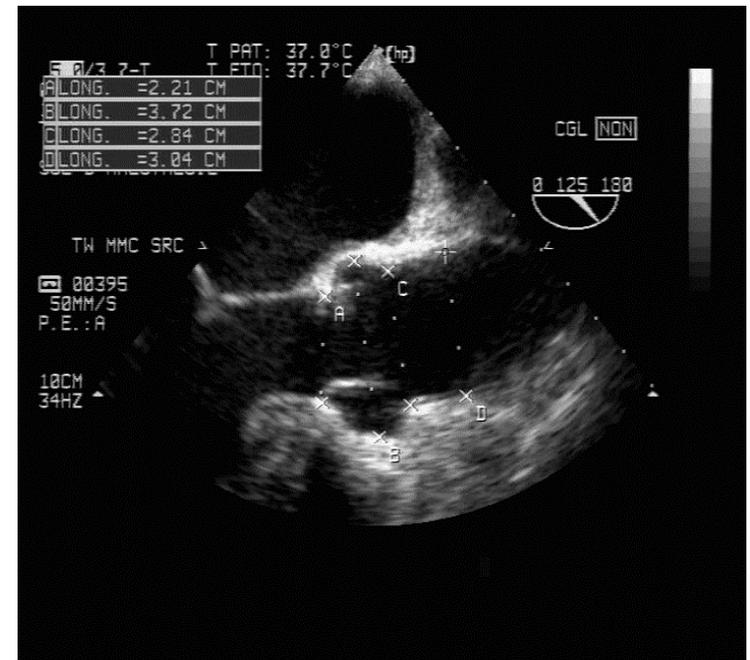
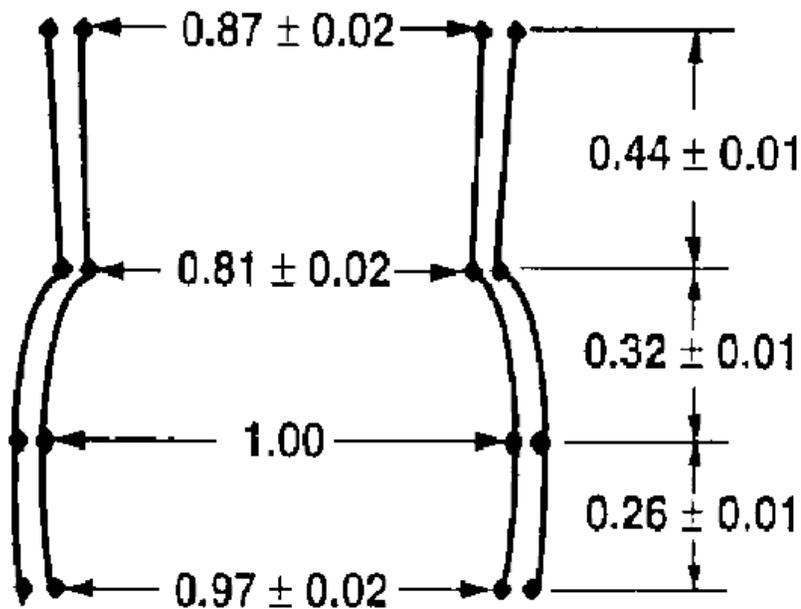
IAo sans lésion valvulaire

Analyse ++ Valve et Aorte ascendante

⇒ Conservation valve

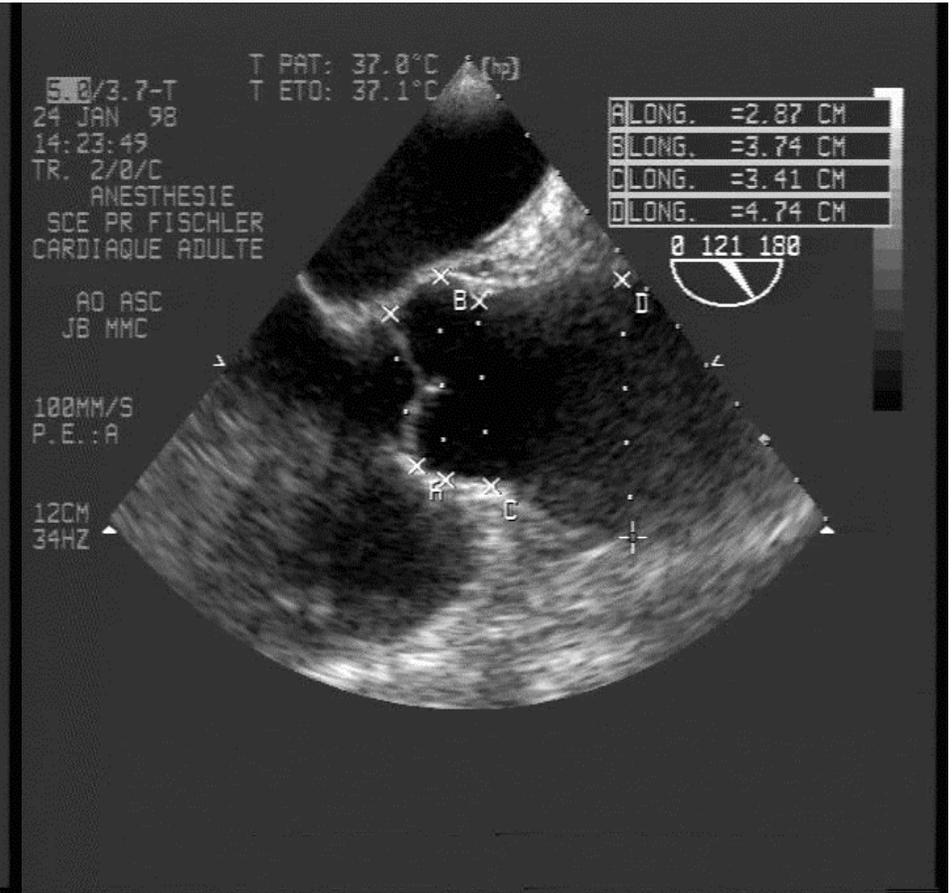
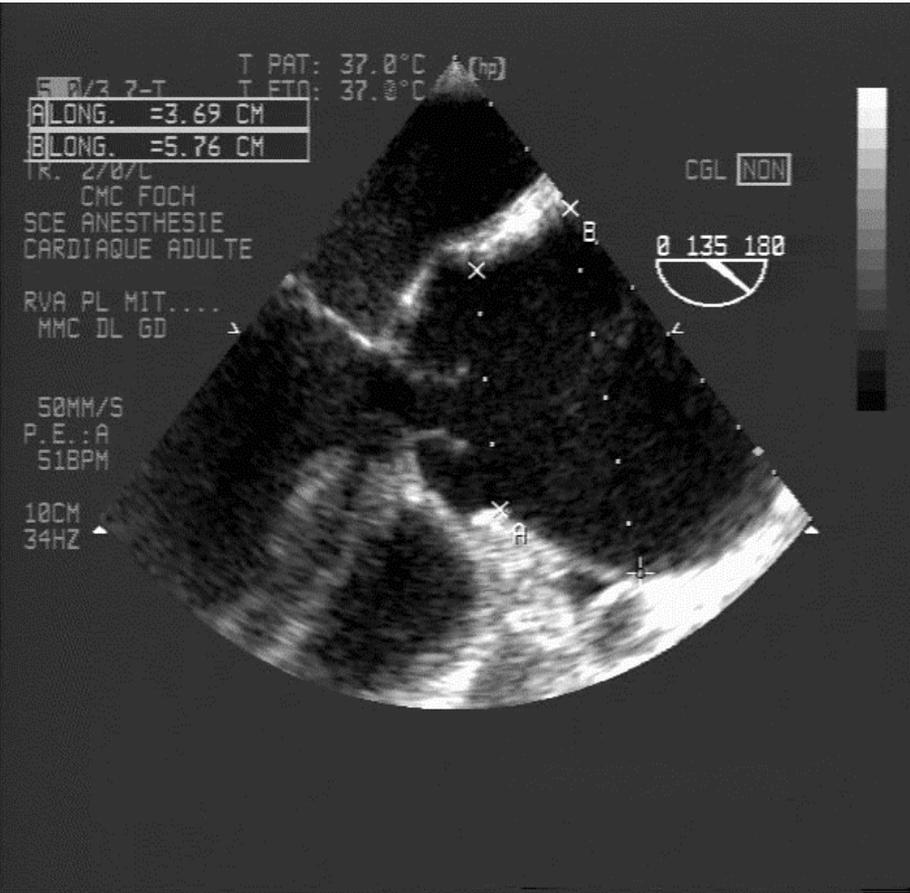


Modélisation de l'aorte ascendante

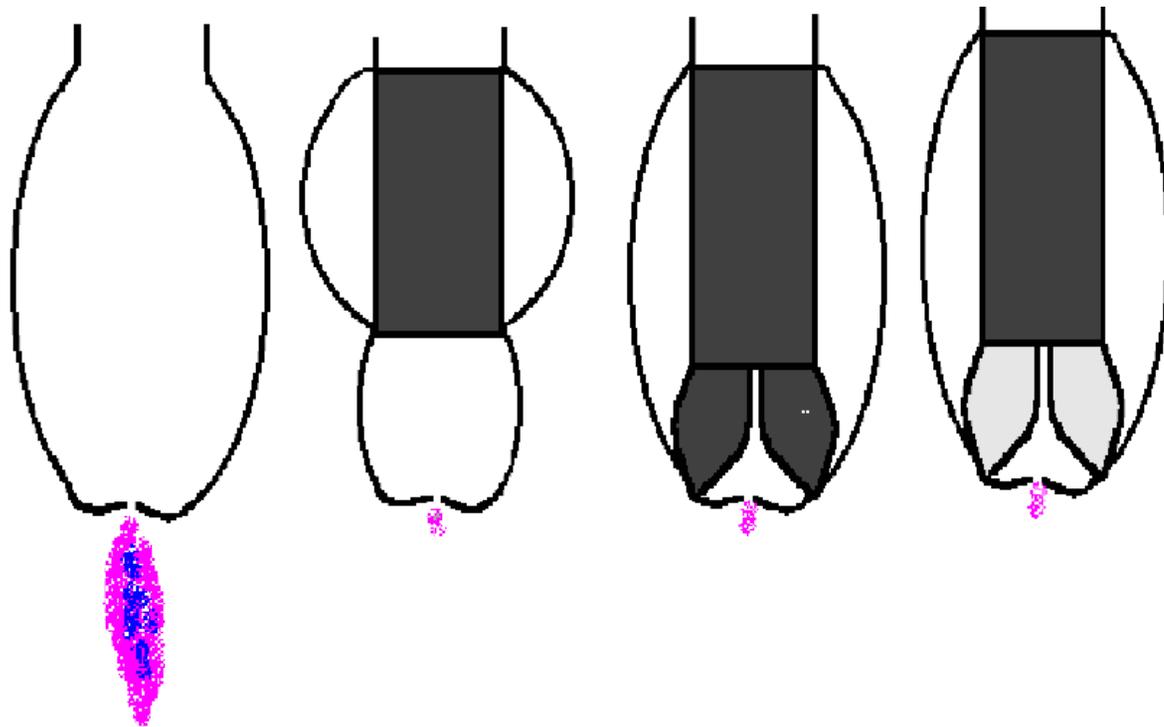


Kunzelman et al. ED. Aortic root and valve relationships. Impact on surgical repair. J Thorac Cardiovasc Surg 1994;107:162-70.

Pathologie de l'Aorte ascendante

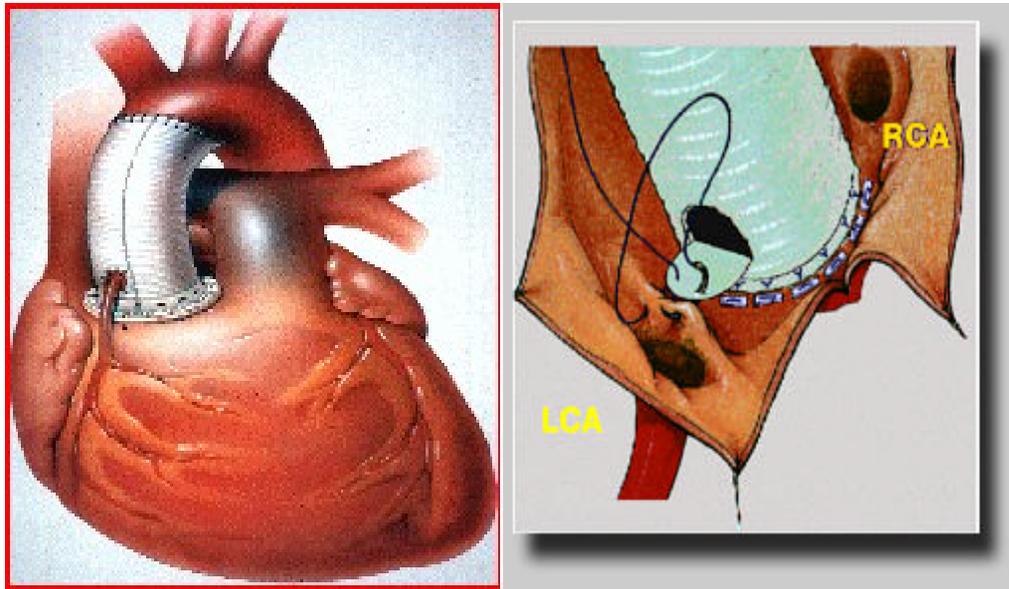


Chirurgie de remplacement/Chirurgie de conservation de la valve Aortique avec restauration de l'architecture de l'aorte ascendante

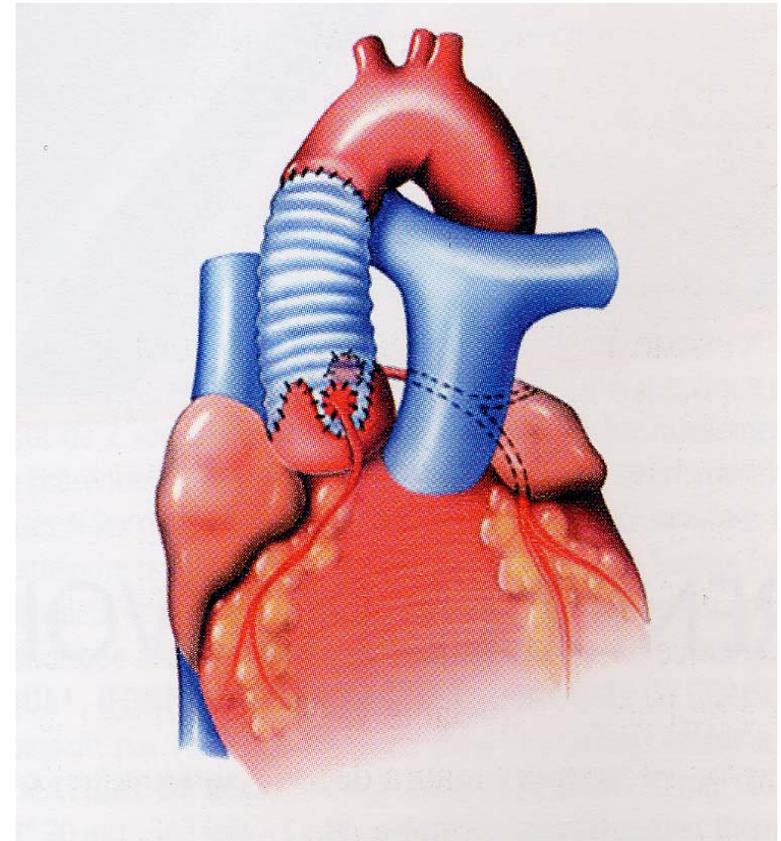


David TE, Armstrong S, Ivanov J, Webb GD. Aortic valve sparing operations: an update. Ann Thorac Surg 1999;67:1840-2; discussion 1853-6.

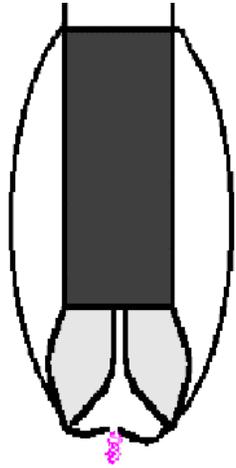
Chirurgie de remplacement ou Chirurgie de conservation de la valve Aortique Avec réimplantation des coronaires



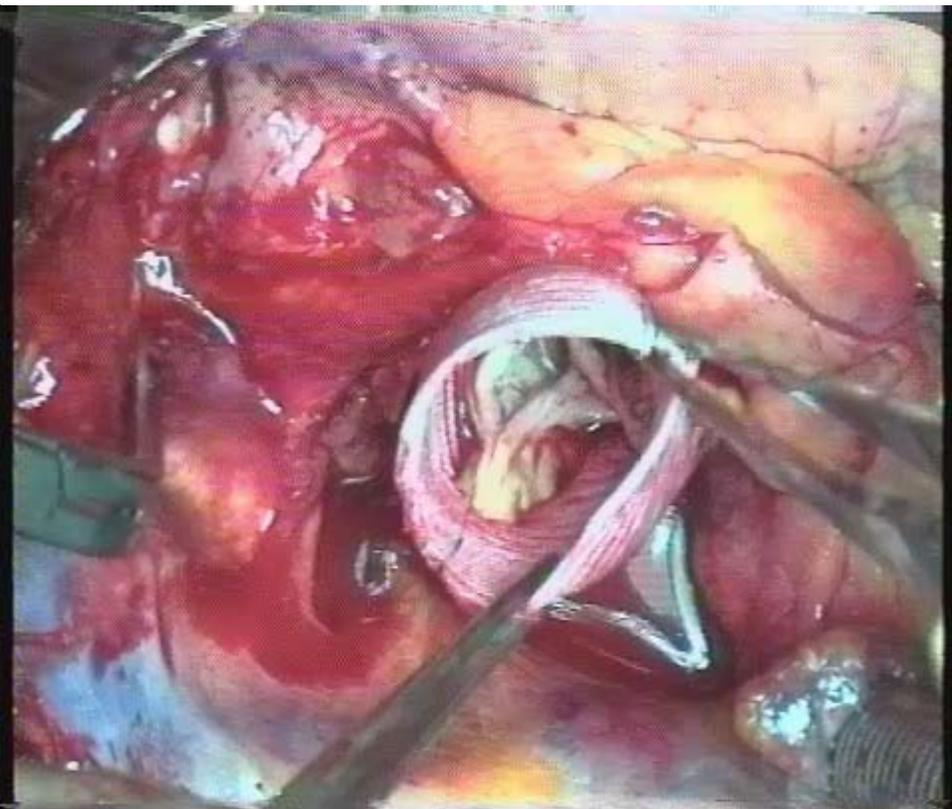
Intervention de Bentall



Intervention de YACOUB

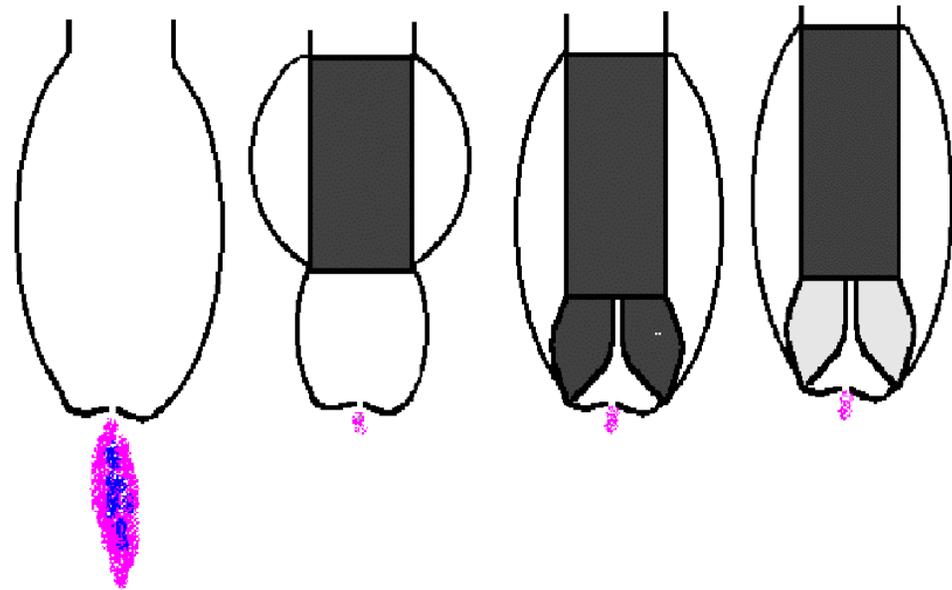


R Ao Ascendante, conservation et réimplantation de la valve aortique



Chirurgie de l'aorte ascendante

Résultats attendus



IAo résiduelle < 1

Coaptation des
sigmoides aortiques

ostias coronaires
perméables

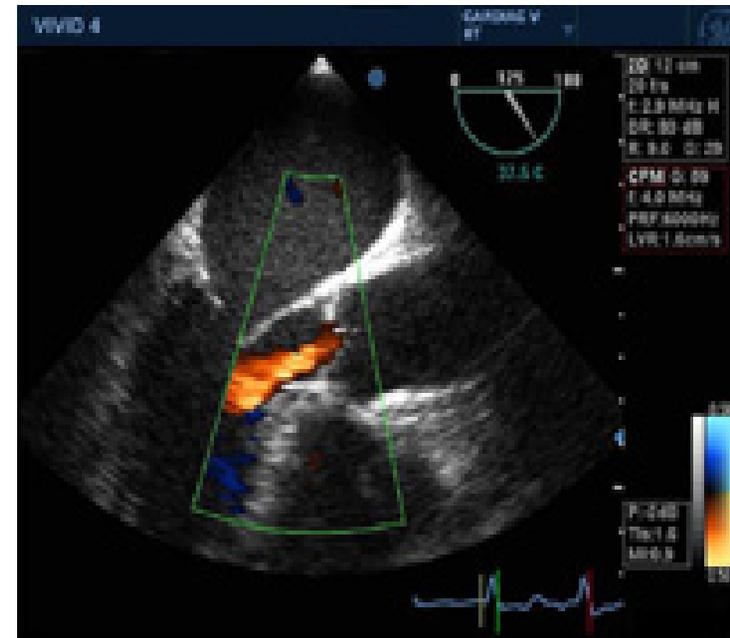
Cotation des IAo

grade I Jet localisé dans la chambre de chasse sous la valve

grade II Extension atteignant l'extrémité des feuillets de la mitrale

grade III Extension atteignant les piliers

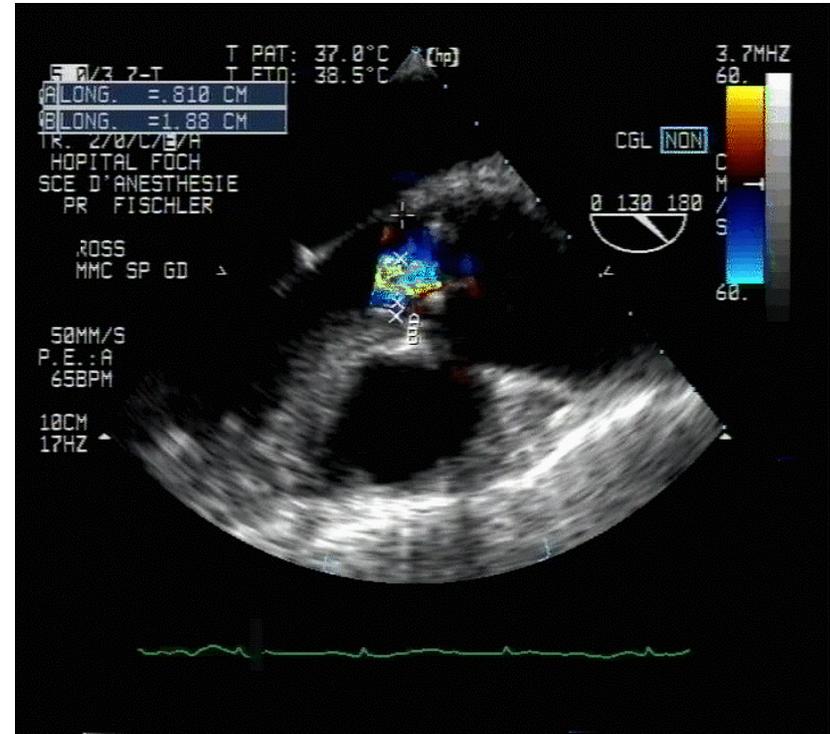
grade IV Extension dépassant les piliers



Cotation des IAo

Largeur jet régurgitant
largeur chambre de chasse

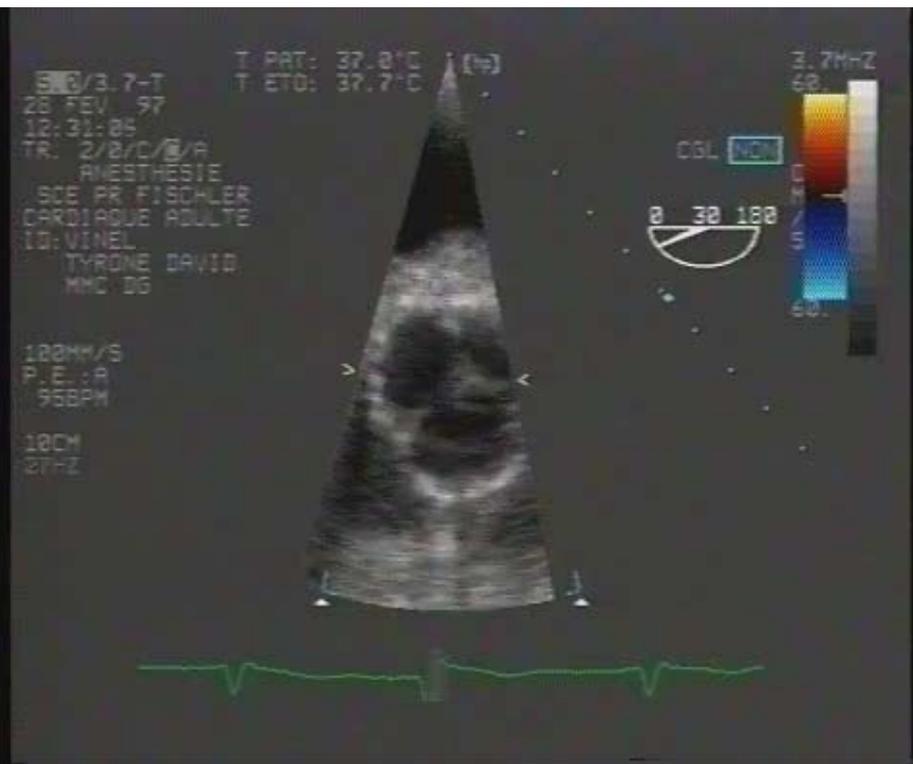
<25% : fuite minime
>40% : fuite sévère



Rapport = 43%

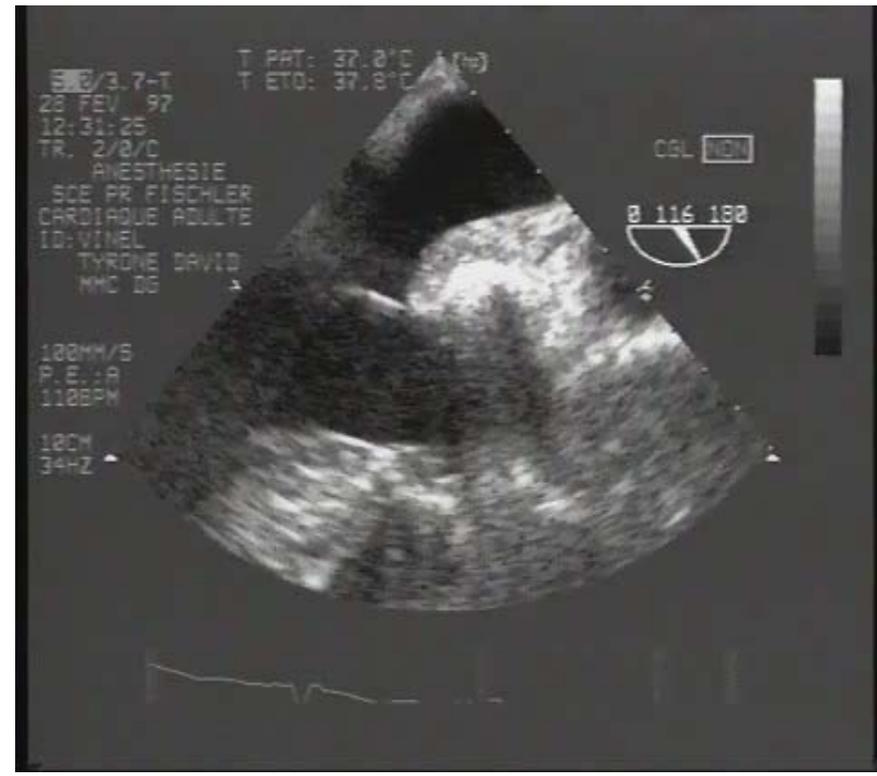
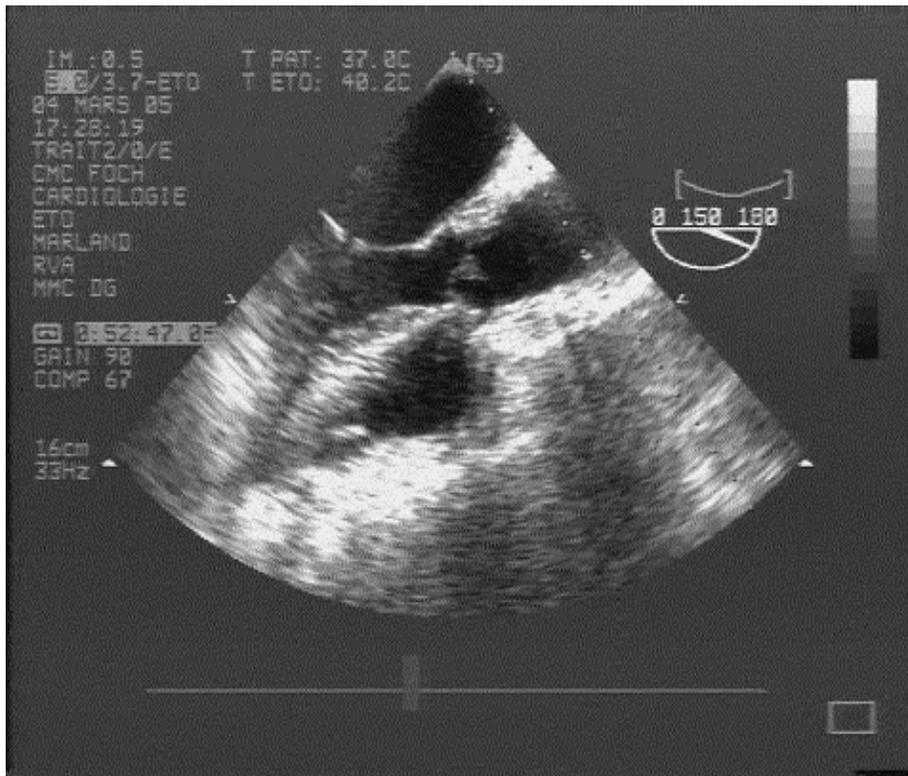
Vitesse télédiastolique au niveau de l'isthme aortique >21 cm/sec

Remplacement Ao As, conservation et réimplantation de la valve aortique examen post CEC

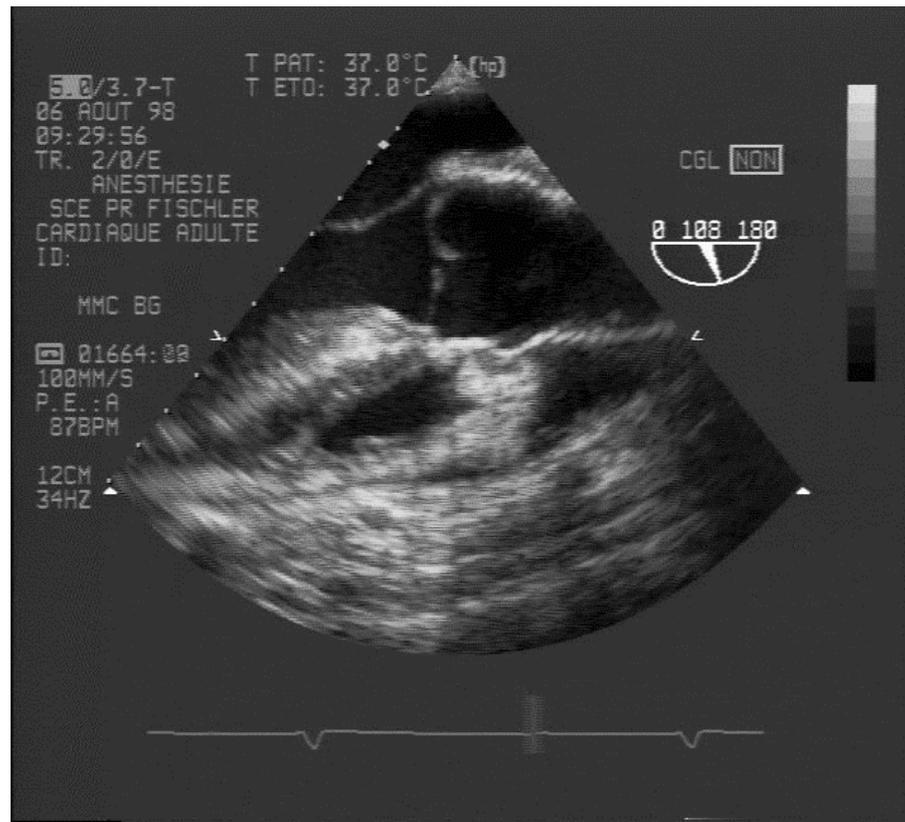


Remplacement Ao A, conservation et Réimplantation de la valve aortique

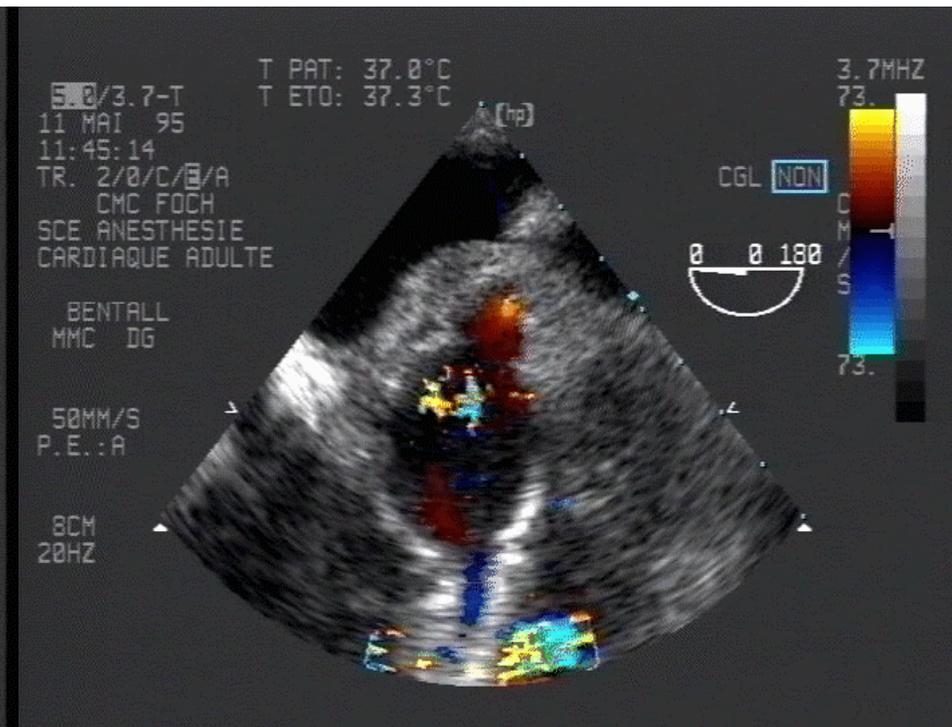
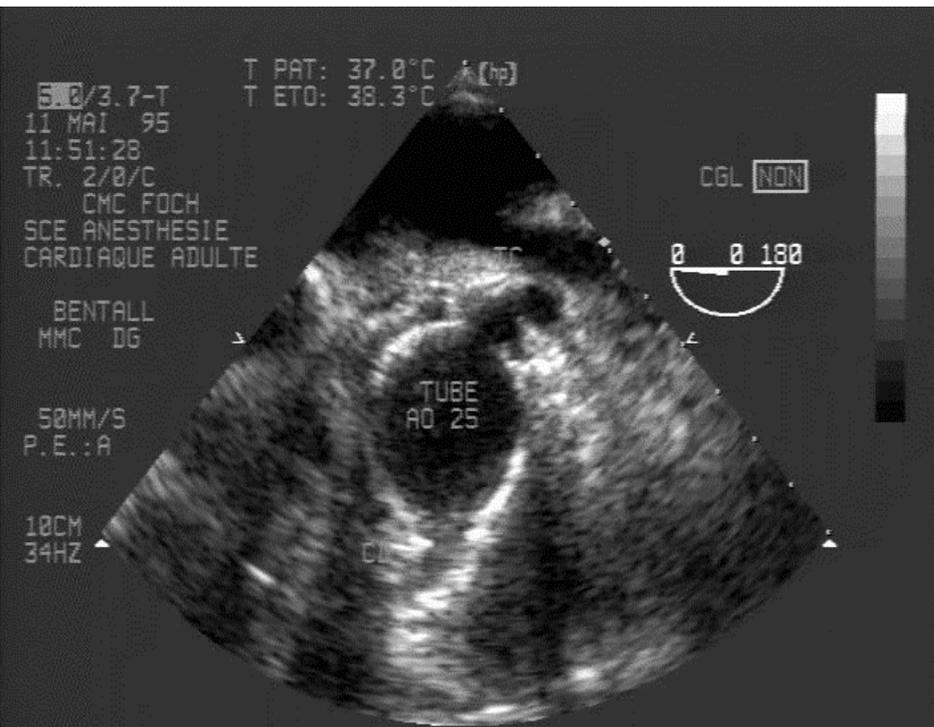
Examen post CEC



Remplacement Ao As, conservation et réimplantation de la valve aortique examen post CEC



Perméabilité Ostia coronaires



Impact de l'utilisation systématique de l'ETO

Chirurgie valvulaire

Modification du diagnostic	18%	19%
Modification du geste prévu	16%	16%
Reopération immédiate	4%	6%

Chirurgie de l'aorte thoracique

Modification du diagnostic	25%	18%
Modification du geste prévu	15%	14%
Reopération immédiate	7%	7%

Chirurgie coronaire

Modification du diagnostic	5%	10%
Modification du geste prévu	2%	3 à 33%

203 patients

Les indications peropératoires de l'ETO en chirurgie cardiaque ASA-ASC 96

Catégorie 1

Anomalie hémodynamique peropératoire majeure
Plastie valvulaire
Endocardite, CMO
Cardiopathie congénitale
Certains actes portant sur l'aorte thoracique

Catégorie 2

Patient à risque ischémique
Remplacement valvulaire
Anévrysme du VG
Tumeur, thrombus, embolectomie
Détection d'embolie gazeuse, d'athérome aortique
Mise en place et fonctionnement d'une assistance

Catégorie 3

Perfusion myocardique
Contrôle de la cardioplégie

ETO systématique en chirurgie cardiaque

Analyse coût bénéfice

cardiopathie congénitale	«bénéfice»	600 \$
Plastie valvulaire	«bénéfice»	450\$
Pontage coronaire	«bénéfice»	200\$
Remplacement valvulaire	« coût »	150\$

Matthew J, Benson MJ, Cahalan MK, Echocardiography.
12:171-183, 1995

Prospective study of routine perioperative transesophageal echocardiography for elective valve replacement: clinical impact and cost-saving implications

Économie de 109\$ par patient et par an

Ionescu et al.. J Am Soc Echocardiogr 14:659-67, 2001

A retrospective analysis of the costs and benefits related to alterations in cardiac surgery from routine intraoperative transesophageal echocardiography

430 patients, 24 interventions modifiées voire annulées

Économie de 230\$ par patient

Fanshawe et al.. Anesth Analg, 95:824-7, 2002