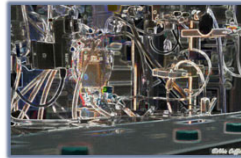


MESURE ECHOCARDIOGRAPHIQUE DU DEBIT CARDIAQUE

Prof. Alexandre OUARTARA
Service d'Anesthésie-réanimation cardio-vasculaire
Hôpital Haut-Lévêque
33600 Pessac, France
E-mail: alexandre.ouattara@chu-bordeaux.fr



DÉBIT CARDIAQUE

■ Volume de sang qui traverse un orifice valvulaire (aortique) dans un temps donné X fréquence cardiaque

■ $Q = S \times V_{\text{moyenne}} \times \text{temps} \times FC$

■ Or $ITV = V_{\text{moyenne}} \times \text{temps (en cm)}$

■ Donc $Q = S \times \underbrace{ITV}_{\text{VES}} \times FC$

QUEL(S) EST(SONT) LE(S) PARAMÈTRE(S) D'INOTROPISME

1. La dérive maximale de pression intra-ventriculaire évaluée par la régurgitation mitrale (dP/dt_{max})
2. Intégrale temps-vitesse sous aortique
3. Fraction d'éjection ventriculaire gauche
4. Index de Performance myocardique (index de Tei) idéalement mesuré en doppler tissulaire
5. Pic de vélocité à l'anneau mitral en doppler tissulaire

QUEL(S) EST(SONT) LE(S) PARAMÈTRE(S) D'INOTROPISME

1. La dérive maximale de pression intra-ventriculaire évaluée par la régurgitation mitrale (dP/dt_{max})
2. Intégrale temps-vitesse sous aortique
3. Fraction d'éjection ventriculaire gauche
4. Index de Performance myocardique (index de Tei) idéalement mesuré en doppler tissulaire
5. Pic de vélocité à l'anneau mitral en doppler tissulaire

VOLUME D'EJECTION SYSTOLIQUE
(VES)

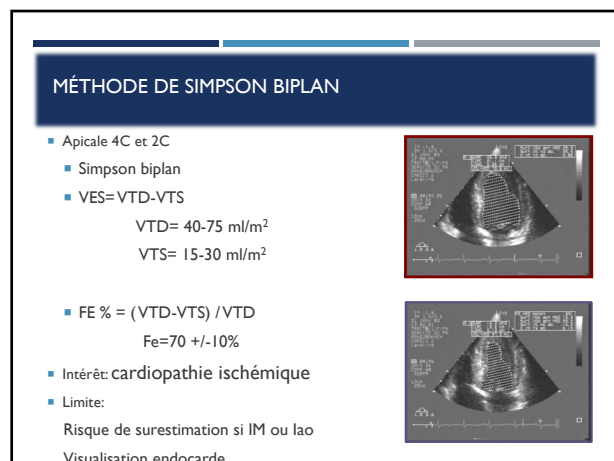
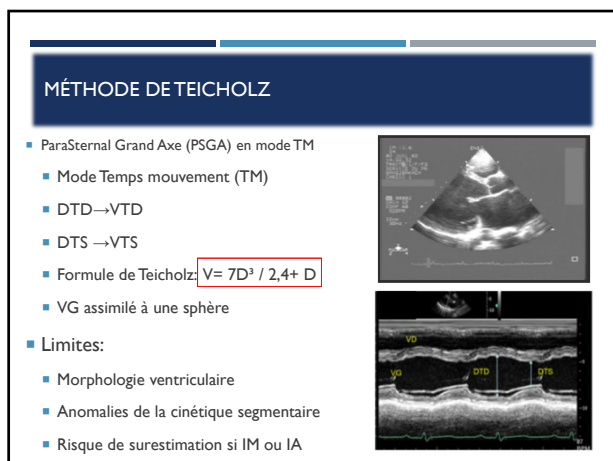
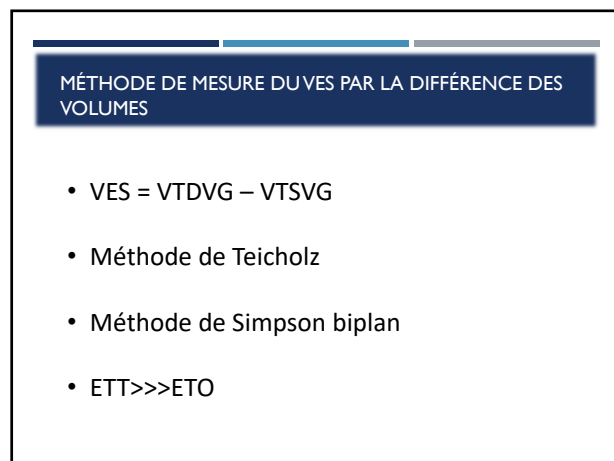
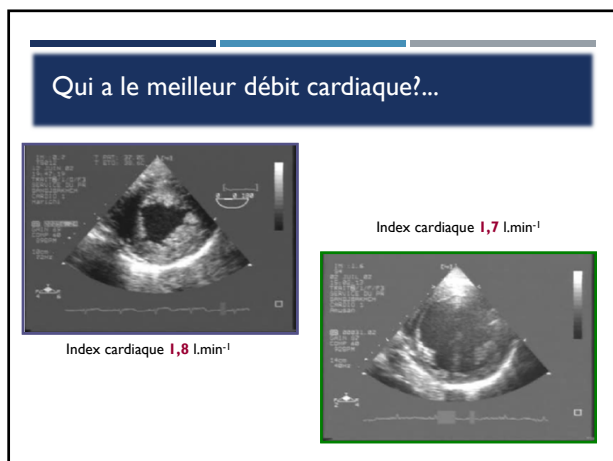
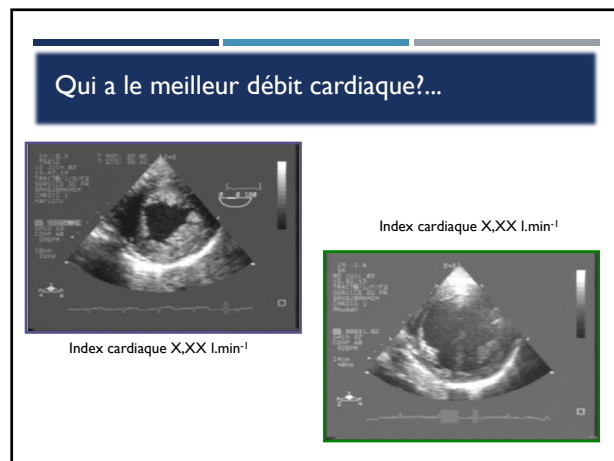
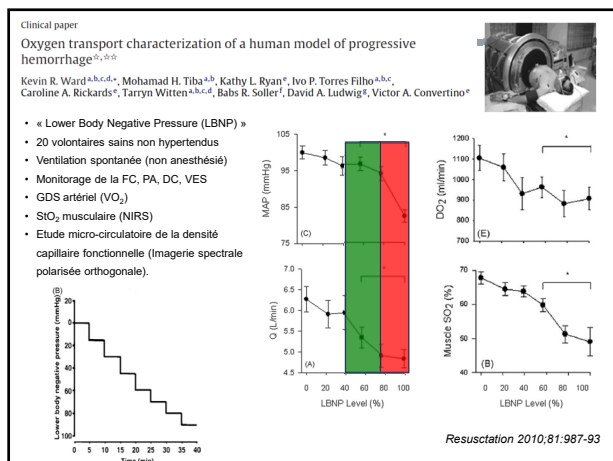
X

FREQUENCE CARDIAQUE

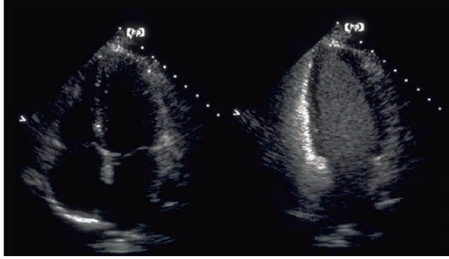


VOLUME D'ÉJECTION SYSTOLIQUE

- Paramètre « global » de fonction cardiaque
- Pré-charge (« retour veineux »)
- Inotropisme (« fonction pompe »)
- Post-charge ventriculaire (« résistances vasculaires systémiques »)
- Fréquence cardiaque (effet force fréquence ou « stair-case »)
- « Facilement » modélisable en échocardiographie
- « Facilement » mesurable à l'échocardiographie
- Déterminer les causes de ses variations +++



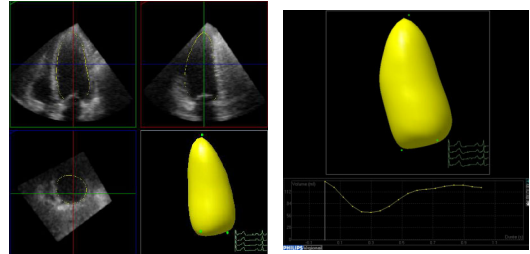
ÉCHOGRAPHIE DE CONTRASTE



Produit de contraste : Sonovue
index mécanique bas < 0,3

Détermination du VES par écho-3D

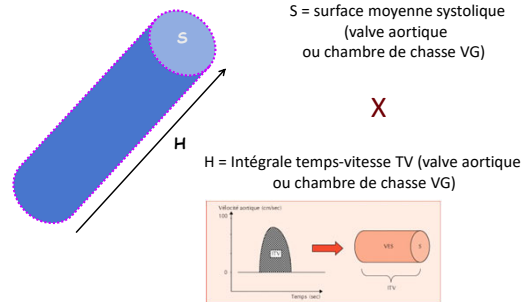
VTD = 136,3 ml
VTS = 63,8 ml
VES 72,5 ml et FE 53,2%



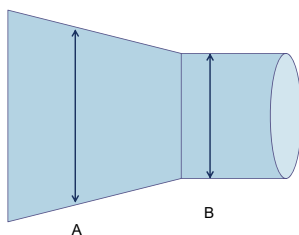
MESURE DU VOLUME D'ÉJECTION SYSTOLIQUE PAR MÉTHODE DOPPLER

- Modélisation du VES à un cylindre ou prisme
- Hauteur = distance parcourue par érythrocytes (ITV)
- Base = orifice éjectionnel (chambre chasse VG+++, orifice mitral ou pulmonaire...)
- Concordance spatiale (S et ITV mesurés au même niveau +++)

Volume d'éjection systolique



CONCORDANCE SPATIALE +++



$Q_A = Q_B$
 $ITV_A \times S_A = ITV_B \times S_B$
 $S_A > S_B$
 $ITV_A < ITV_B$
Donc si $S_A \times ITV_B$ alors surestimation du débit cardiaque

DÉBIT AU NIVEAU AORTIQUE (S)

Orifice circulaire ($S = \pi \times R^2$ ou $\pi \times (D^2/4)$)

Mesure en imagerie bidimensionnel (proto-mésosystole)

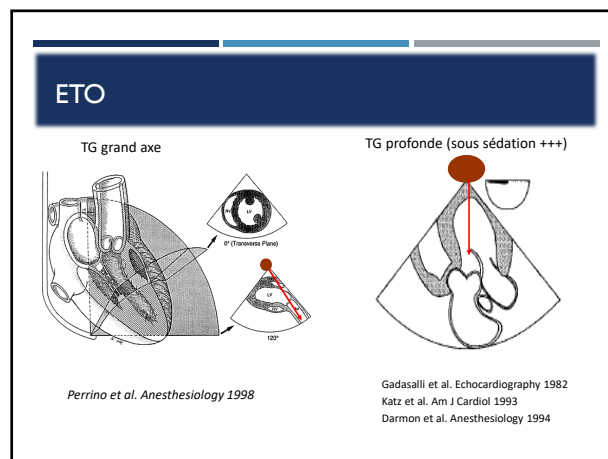
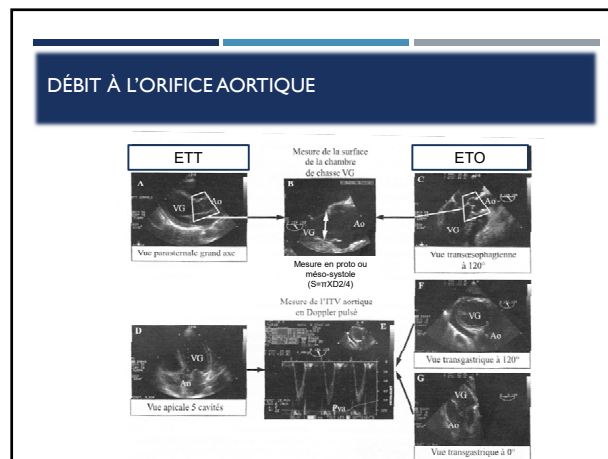
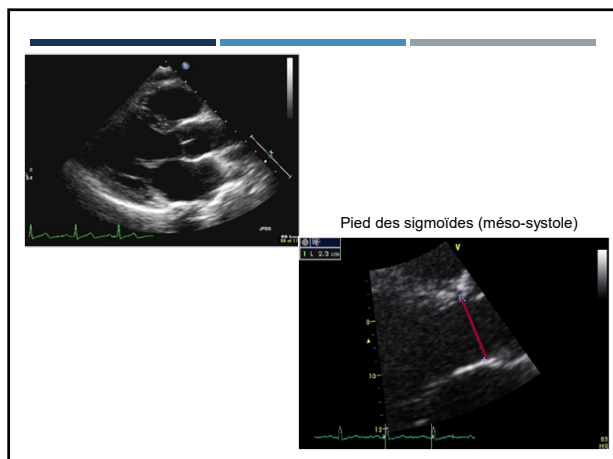
Insertion des sigmoïdes aortiques, bord de fuite-bord d'attaque

Moyenne de plusieurs mesures

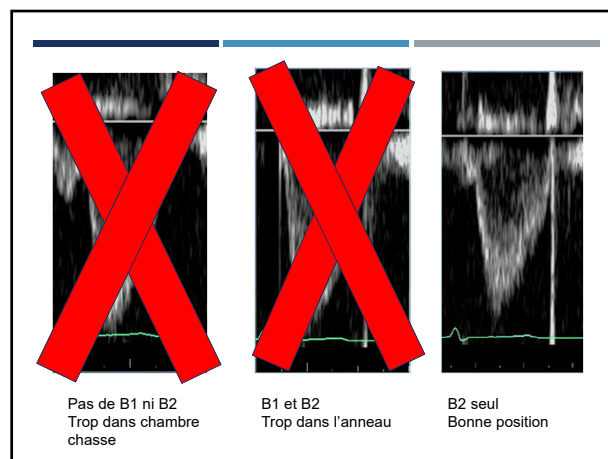
Mesure en PSGA (ETT) ou OMGA (ETO)

Jamais en apicale 5C (ETT)

Si non mesurable: 2 cm ou mesure uniquement de l'ITV



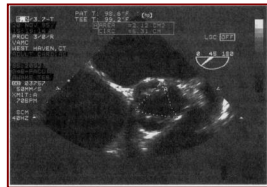
- ### LIMITES DE MESURE
- Profil de vitesse plat
 - Orifice circulaire et stable
 - Absence de valvulopathie
 - Absence d'obstacle sous-aortique
 - Vitesse faible (Doppler pulsé)
 - Bonne faisabilité et reproductibilité
 - Alignement flux et tir doppler (effet doppler, $\cos\theta = 1$)



Cardiac Output by Transesophageal Echocardiography Using Continuous-wave Doppler across the Aortic Valve

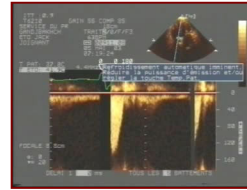
Anesthesiology 1994; 80:796-805

Pierre-Louis Darmon, M.D.,* Zak Hillel, M.D., Ph.D.,† Allen Mogtader, M.D.,‡
Bruce Mordich, M.D.,§ Daniel Thys, M.D.¶



Surface aortique moyenne
(triangle équilatéral)
 $S = 0,433 \times d^2$
ITV (doppler continu dans VA)

EN PRATIQUE...



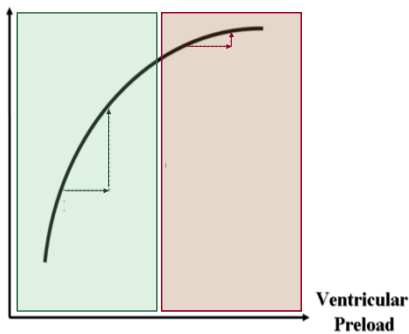
ITV = 25.6 cm et FC = 68/min



Sao = 2.4 cm²

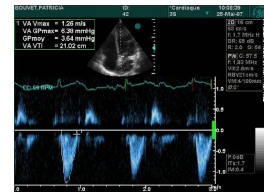
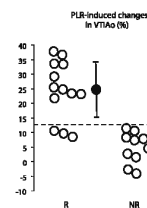
DC = (25.6 cm X 2.4 cm²) X 68 = 4.18 l/min

Stroke Volume



Lever de jambe Passif

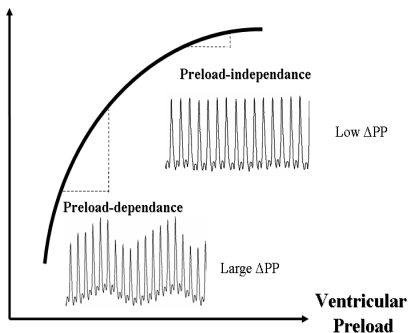
Lever passif de jambes = PLR = expansion volémique virtuelle de 300 ml



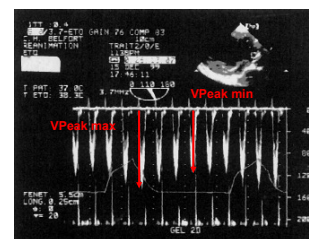
Positive response :
A 15 % sub aortic VTI increase

Lamia et al Intensive Care Med 2007

Stroke Volume



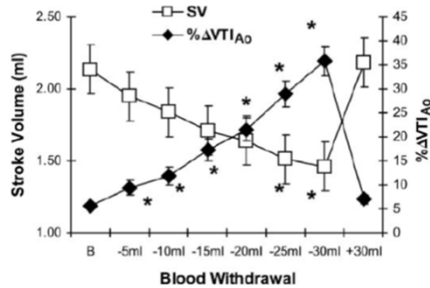
VARIATIONS RESPIRATOIRES DU VES



$\Delta V_{Peak} = \frac{V_{Peak \max} - V_{Peak \min}}{(V_{Peak \max} + V_{Peak \min}) / 2} \times 100$

Feissel et al. Chest 2001

VARIATIONS RESPIRATOIRES DE L'ITVAO



Slama et al. AJP 2002

DÉBIT PULMONAIRE

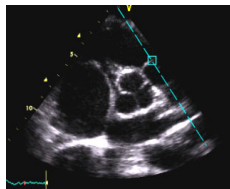
$$DP = Sp \times ITV \times FC$$

- Intérêt de mesurer à la fois le Q pulm et le Q aortique (estimation Qp/Qs)
- Evaluation des cardiopathies congénitales (CIA, CIV, Canal artériel...)

- PSPA centré sur les vaisseaux de la base
- Mesure de l'anneau pulmonaire en proto-systole
- Bord de fuite à bord d'attaque



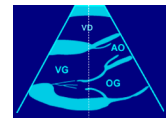
- Doppler pulsé plan des sigmoïdes pulmonaires
- Click de fermeture uniquement toléré



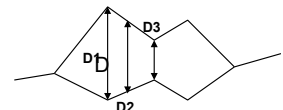
DÉBIT MITRAL

$$\text{Débit mitral} = Sm \times ITV \times FC$$

- Limite : mesure assez peu reproductible

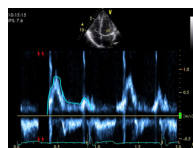


- Surface mitrale
- TM PSGA au bord libre des feuillets mitraux
- $$D = D1 + D2 + D3/3$$
- $$S = \pi D^2/4$$



DÉBIT MITRAL

- ITV mitral
- Apicale 4C
- Doppler pulsé au niveau du plan de l'anneau



CONCLUSION

- Paramètre qui s'adapte aux conditions de charge et non régulé
- Paramètre de fonction globale (pas d'inotropisme)
- Sa détermination à l'échocardiographie repose sur la détermination du VES (méthode doppler +++)
- Mesure fiable mais sujette à des limites
- Plus que sa valeur, importance des variations...