

Ariel Cohen - Laurie Soulat-Dufour

Yann Ancedy, Alexandre Bedet, Marion Chauvet, Sarah Cohen,  
Stéphane Ederhy, Ciham El Asri, Arnaud Etienney,  
Coppelia Goublaire, Vincent Labbé

# Échocardiographie en pratique



+

boucles vidéo et  
support de formation  
en ligne

**Lavoisier**  
Médecine  
SCIENCES



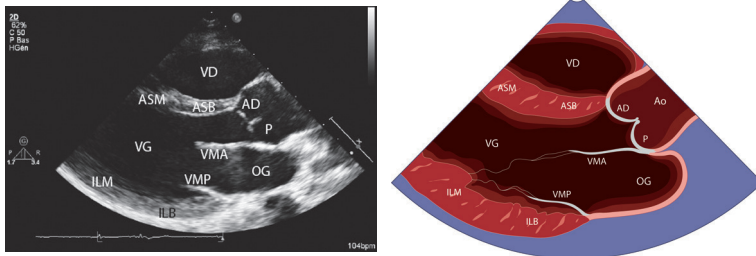
# VALVULOPATHIES

## ■ Rétrécissement aortique

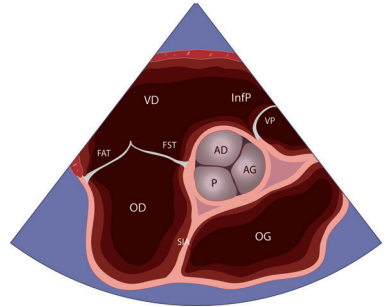
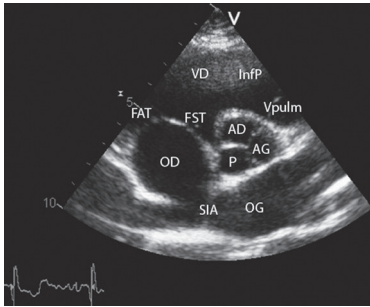
### Anatomie fonctionnelle de la valve aortique

- La valve aortique est constituée de trois sigmoïdes (ou *cusps*) : antéro-droite, antéro-gauche et postérieure non coronaire visualisées en ETT et en ETO

### Échocardiographie transthoracique

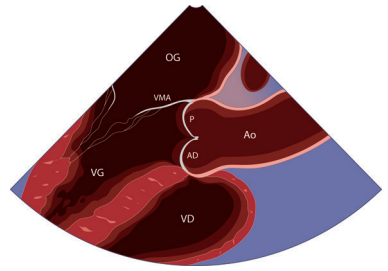
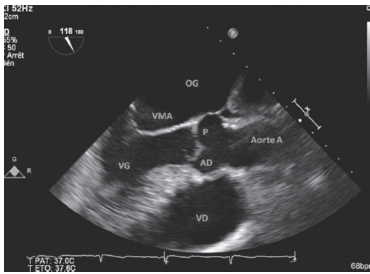


**Figure 5-1** ETT bidimensionnelle. Coupe parasternale gauche grand axe en diastole (Vidéo V5-1). AD : sigmoïde antéro-droite ; AG : sigmoïde antéro-gauche ; Ao : aorte ; AP : artère pulmonaire ; ASB : tiers basal de la paroi antéro-septale du ventricule gauche ; ASM : tiers moyen de la paroi antéro-septale du ventricule gauche ; AuG : auricule gauche ; FAT : feuillet antérieur tricuspide ; FST : feuillet septal tricuspide ; ILB : tiers basal de la paroi inféro-latérale du ventricule gauche ; ILM : tiers moyen de la paroi inféro-latérale du ventricule gauche ; InfP : infundibulum pulmonaire ; OD : oreillette droite ; OG : oreillette gauche ; P : sigmoïde postérieure ; SIA : septum interauriculaire ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche ; VMA : feuillet antérieur de la mitrale (grande valve) ; VMP : feuillet postérieur de la mitrale (petite valve) ; Vpulm : valve pulmonaire.

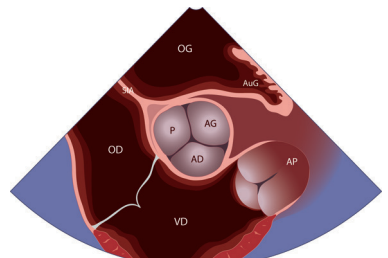


**Figure 5-2** ETT bidimensionnelle. Coupe parasternale gauche petit axe de la base du cœur en diastole (Vidéo V5-2).

### Échocardiographie transœsophagienne



**Figure 5-3** ETO. Incidence obtenue à 118° dégageant l'aorte initiale, à partir du repère « valve aortique-0° ».



**Figure 5-4** ETO. Incidence obtenue à 44° centrée sur la valve aortique, à partir du repère « valve aortique-0° » (Vidéo V5-3).

## Causes (par ordre de fréquence)

Dégénératif	Bicuspidie	Rhumatisme articulaire aigu
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sclérose aortique avec épaissement des valves</li> <li>• Limitation d'ouverture des sigmoïdes</li> <li>• Développement sur le versant aortique des valves avec progression vers le bord libre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcification d'une valve bicuspide</li> <li>• Développement du bord libre des valves avec progression vers la base</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processus inflammatoire avec dépôt thrombotique sur le bord libre des valves</li> <li>• Fusion précoce des commissures</li> <li>• Fibrose rétractile avec calcifications valvulaires</li> </ul>

## Quantification d'un rétrécissement aortique

### Analyse 2D

#### ► Degré de calcifications valvulaires

Aspect hyperéchogène des sigmoïdes aortiques avec amplitude d'ouverture diminuée

- Minime à modérée :
  - îlots calcaires limités à une ou deux sigmoïdes
- Moyenne à importante :
  - calcification étendue des trois sigmoïdes

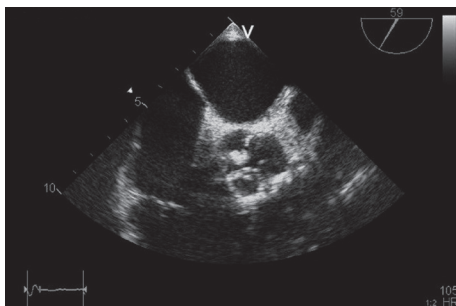


Figure 5-5 ETO (45°, incidence élective). Exemple de valve aortique calcifiée.

#### ► Mesure du diamètre sous-aortique

- En incidence parasternale grand axe
- Zoom sur la valve aortique
- Enregistrer plusieurs cycles cardiaques

- Gel sur image
- Défilement image par image
- Arrêt sur image en systole
- Mesure du diamètre sous-aortique au ras de l'insertion des sigmoïdes aortiques
- Bord interne à bord interne
- Valeur moyenne normale chez l'homme :  $22 \pm 2$  mm (à titre indicatif)
- Valeur moyenne normale chez la femme :  $20 \pm 2$  mm (à titre indicatif)
- Suspecter une erreur de mesure si  $< 19$  mm chez l'homme et  $< 17$  mm chez la femme
- Faire la moyenne de plusieurs mesures

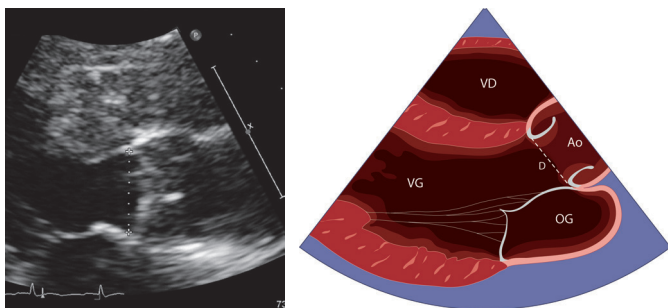
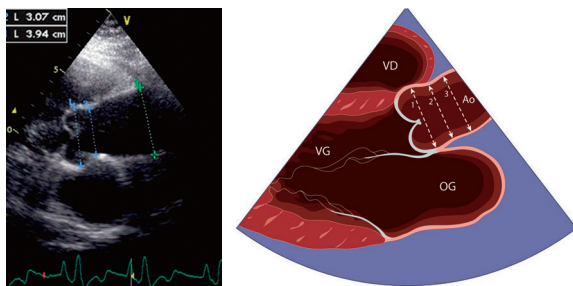


Figure 5-6 ETT bidimensionnelle. Mesure du diamètre sous-aortique.

#### ➤ Mesure de l'aorte ascendante

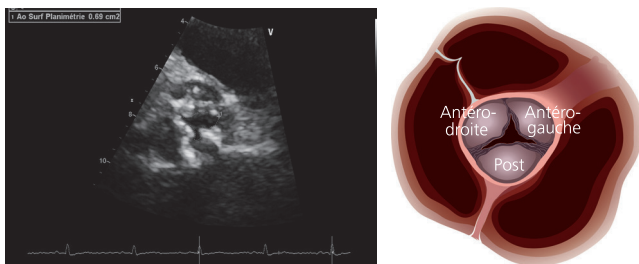
- En incidence parasternale grand axe haute (monter d'un espace intercostal par rapport à l'incidence parasternale grand axe habituelle)
- Essayer de dégager la plus grande longueur d'aorte ascendante
- Gel sur image
- Mesure de bord d'attaque à bord d'attaque
- En diastole (valve fermée)
- Diamètre du sinus de Valsalva (1)
- Diamètre de la jonction sinotubulaire (2)
- Diamètre de la portion ascendante de l'aorte (3)
- Dilatation de la racine aortique avec effacement de la jonction sinotubulaire évocatrice d'une bicuspidie



**Figure 5-7** ETT bidimensionnelle. Mesure des diamètres de la racine aortique sur une incidence parasternale longitudinale haute. (1) Sinus de Valsalva ; (2) jonction sinotubulaire ; (3) tubulaire ; Ao : aorte ; OG : oreillette gauche ; VD : ventricule droit ; VG : ventricule gauche.

#### ► Planimétrie de l'orifice aortique

- En ETT, incidence parasternale petit axe
- Mesure de la surface aortique en systole
- Plus fiable en ETO (non systématique), incidence élective autour de 45°
- Confronter le résultat à la valeur de la surface aortique par l'équation de continuité



**Figure 5-8** ETT bidimensionnelle. Planimétrie aortique en incidence parasternale petit axe.

#### Analyse en Doppler couleur

- En incidences parasternale grand axe et apicale
- Accélération du flux au niveau des sigmoïdes aortiques
- Visualisation d'un jet d'*aliasing* couleur qui naît au niveau des sigmoïdes aortiques et qui se dirige vers la partie initiale de l'aorte ascendante

#### Analyse en Doppler pulsé

- Mesure de l'ITV sous-aortique
- En coupe apicale 5 ou 3 cavités

- Activer d'abord le Doppler couleur afin de visualiser la zone d'*aliasing*
- Volume d'échantillonnage de taille réduite
- Placer le curseur au milieu de la chambre de chasse, 5 à 10 mm en amont de la valve, dans la zone d'*aliasing*
- Activer le Doppler pulsé
- Amener progressivement le volume d'échantillonnage au contact de la valve
- Enregistrer les flux dès l'obtention d'un flux laminaire avec enveloppe bien dessinée
- Gel sur image
- Mesure de l'ITV sous-aortique en contournant le flux sous-aortique
- Faire une moyenne de plusieurs cycles (en FA, choisir un cycle dont l'intervalle précédent est fixe)

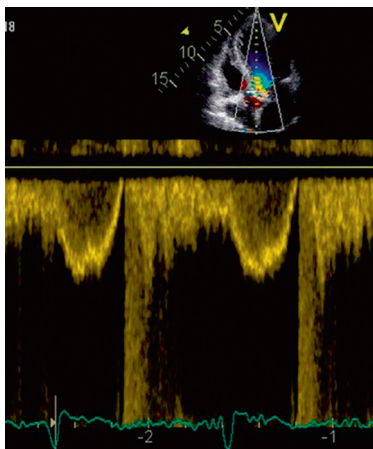


Figure 5-9 ETT, Doppler pulsé. Enregistrement du flux sous-aortique.

### Analyse en Doppler continu

- Mesure du gradient transvalvulaire
  - En incidence apicale 5 ou 3 cavités
  - Activer d'abord le Doppler couleur afin de visualiser la zone d'*aliasing*
  - Volume d'échantillonnage de taille réduite
  - Placer le curseur en s'alignant sur le flux couleur
  - Activation du Doppler continu
  - Enregistrement d'un flux systolique « en doigt de gant » à haute vitesse, encadré par les clics d'ouverture et de fermeture de la valve
  - Gel sur image



- Mesure de l'ITV aortique en contournant le flux transvalvulaire
- Mesure de la  $V_{\max}$  du flux, évaluation du gradient moyen automatique
- Utiliser en systématique la sonde non couplée (Pedoff) en complément
- Faire une moyenne de plusieurs cycles (en FA, choisir un cycle dont l'intervalle RR est identique à celui de la mesure de l'ITV sous-aortique)

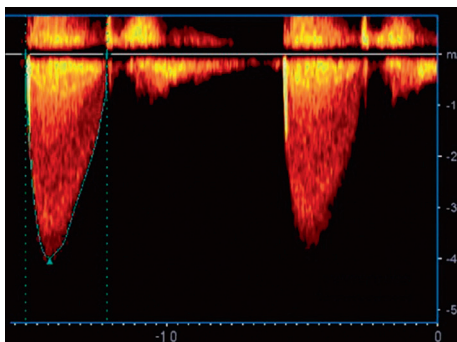


Figure 5-10 ETT, Doppler continu. Enregistrement du flux transvalvulaire aortique.

Répéter les mesures à l'aide de la sonde Pedoff (non couplée à l'imagerie 2D) en incidences parasternale droite, suprasternale, sus-claviculaire droite et gauche

- Repérer d'abord l'endroit où est placée la sonde d'échographie, qui permet d'obtenir le meilleur flux aortique
- Positionner la sonde Pedoff à l'endroit même où est placée la sonde d'échographie
- Rechercher un flux transvalvulaire bien dessiné et qui se traduit par un son pur et aigu (contrairement à un son rauque et vibrant)

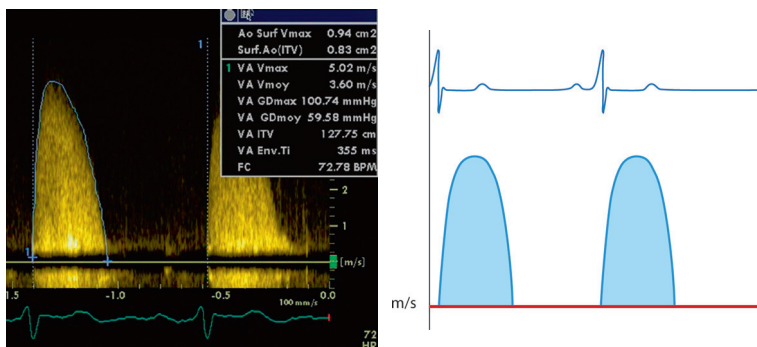


Figure 5-11 ETT, Doppler continu. Exemple d'un enregistrement en Pedoff en parasternale droite.

Parasternale droite (2 <sup>e</sup> espace intercostal droit)	Voie sous-costale	Voie suprasternale	Voies sus-claviculaires droite et gauche
Visualisation d'un flux positif	Visualisation d'un flux négatif	Visualisation d'un flux positif	Visualisation d'un flux positif

### Équation de continuité

- Principe de conservation de masse
- Débit cardiaque Q (en l/min) =  $S_1 \times V_1 = S_2 \times V_2$  avec :
  - $S_1$  = surface chambre de chasse (en  $\text{cm}^2$ ),  $V_1$  = ITV sous-aortique (en cm),
  - $S_2$  = surface aortique (en  $\text{cm}^2$ ),  $V_2$  = ITV aortique (en cm)
- Obtention de la surface de la chambre de chasse ( $S_1$ ) à partir de la mesure du diamètre de la chambre de chasse ( $D_1$  en cm) en parasternale gauche grand axe :

$$S_1 = \pi \times D_1^2/4$$

- D'où la surface valvulaire aortique :

$$S_2 \text{ (en cm}^2\text{)} = [\pi \times D_1^2/4] \times V_1/V_2$$

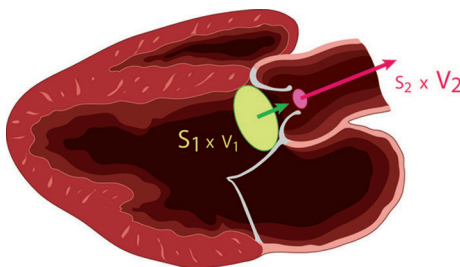


Figure 5-12 ETT (schéma), incidence parasternale gauche grand axe. Débit cardiaque : principe de conservation de masse.

### Limites des paramètres entrant dans l'équation de continuité

- Chambre de chasse VG
  - Risque de sous-estimation en présence de distorsion du septum interventriculaire et/ou de calcification annulaire aortomitrale (une erreur de 1 mm aboutit à une erreur de 0,1  $\text{cm}^2$ )

- La forme de la chambre de chasse devient progressivement elliptique à distance des feuillets aortiques
- Confronter la mesure de la surface aortique obtenue par l'équation de continuité avec les mesures anatomiques

#### ➤ ITV sous-aortique

- Risque de sous-estimation de l'ITV en cas d'alignement imparfait ou de positionnement inadéquat du volume de mesure
- Risque de surestimation en cas de volume de mesure Doppler trop proche de l'orifice aortique
- En cas d'obstruction sous-aortique, l'équation de continuité n'est plus valable, de même que les gradients transvalvulaires : utiliser alors la planimétrie (ETO, scanner...)
- En cas de vitesse sous-aortique  $> 1,5$  m/s (IA, haut débit), l'équation de Bernoulli simplifiée n'est plus valide
- Rechercher les causes d'élévation de la vitesse et donc de l'ITV sous-aortique : haut débit, insuffisance aortique

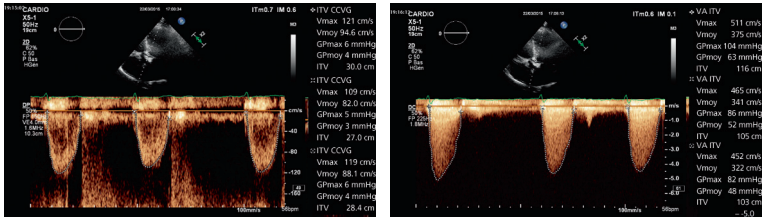
#### ➤ VTI officiel aortique

- Sous-estimation en cas d'alignement imparfait du tir Doppler continu avec le flux aortique
- Risque de confusion entre le jet d'insuffisance mitrale et de sténose aortique, en cas d'association
- Ne pas mesurer les ITV aortiques après une extrasystole (de la même façon que l'ITV sous-aortique ne doit pas être mesurée après une extrasystole)
- S'affranchir des signaux Doppler parasites conduisant à une surestimation de la vitesse maximale (liée à un effet de temps de transit)
- Prendre en considération le phénomène de restitution de pression lorsque le diamètre de l'aorte ascendante à la jonction sinotubulaire est  $< 30$  mm
  - *En cas d'obésité, ne pas utiliser l'indexation à la surface corporelle de la surface aortique, quelle que soit sa méthode de mesure*
  - *La surface aortique déterminée par cathétérisme (Gorlin) est toujours supérieure à la surface aortique déterminée par la méthode Doppler*

### Cas particulier : la fibrillation atriale

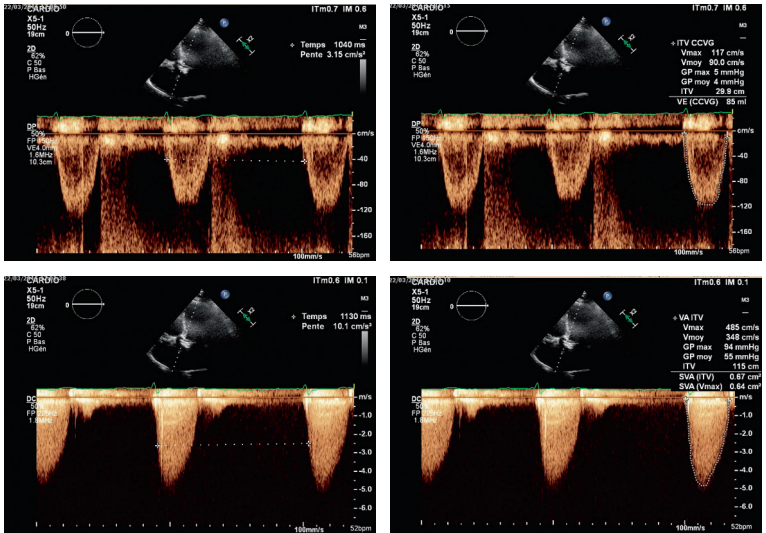
#### Deux méthodes possibles

- Faire une moyenne de plusieurs cycles (imprécise) ; moyenner au moins 5 cycles (jusqu'à 10 cycles, en excluant les cycles continus après diastoles courtes et longues). Puis utiliser l'équation de continuité pour déterminer la surface aortique



**Figure 5-13** ETT, 5 cavités : moyenne des ITV sous-aortiques (28,5 cm en Doppler pulsé) et des ITV aortiques (108 cm en Doppler continu).

- Mesurer l'ITV sous-aortique et l'ITV aortique après une durée similaire de la diastole (intervalle RR précédent le plus constant). Puis utiliser l'équation de continuité pour déterminer la surface aortique



**Figure 5-14** ETT 5 cavités : mesure de l'ITV sous-aortique en Doppler pulsé et de l'ITV aortique en Doppler continu après une durée similaire de la diastole. Surface aortique non indexée évaluée à 0,67 cm<sup>2</sup> en valeur absolue.

### Autres indices de quantification

#### ➤ Index de perméabilité

- $IP = V_{\max} \text{ sous-aortique} / V_{\max} \text{ aortique} = \text{ITV sous-aortique} / \text{ITV aortique}$
- RA serré si  $IP < 25\%$



*Échocardiographie en pratique* répond à une ambition : rendre accessible et intelligible la démarche diagnostique fondée sur la réalisation raisonnée et systématique d'un examen échocardiographique et Doppler chez un patient atteint d'une pathologie à risque cardiovasculaire.

- L'échographie 3D temps réel, l'imagerie de déformation (*strain*), l'imagerie de contraste, la stimulation dynamique pharmacologique ou à l'effort, la diversité des techniques d'imagerie ultrasonore (fenêtres transthoracique, transœsophagienne, échographie intracardiaque, ultraportable...) sont actuellement intégrées au vaste domaine de **l'imagerie cardiovasculaire**.
- L'ouvrage a pour objectif d'intégrer les **données de la littérature** et des **recommandations de sociétés savantes** dans la réalisation de l'examen, l'acquisition des images de qualité optimale, le choix des modalités et l'optimisation des différents outils disponibles anatomiques, quantitatifs et fonctionnels, afin d'aboutir à la rédaction d'un compte rendu détaillé, argumenté, adapté à la pathologie explorée.
- Les auteurs se sont appuyés sur différents **outils pédagogiques** : description précise de la modalité d'acquisition du paramètre, illustration sous la forme de figures ou d'images échographiques et Doppler, algorithmes diagnostiques, confrontation aux recommandations.

Un **diaporama**, reprenant l'ensemble des informations exposées dans le livre, et des **boucles vidéos** accompagnent l'ouvrage sur un **site dédié**, permettant de disposer d'un outil complet adapté à la démarche d'acquisition des connaissances, qu'il s'agisse d'une initiation ou d'un perfectionnement.

**Cet ouvrage s'adresse ainsi à tous les médecins utilisant les données échocardiographiques et Doppler cardiovasculaires au quotidien : cardiologues hospitaliers, libéraux ou en formation, anesthésistes-réanimateurs, médecins et paramédicaux travaillant en milieu de réanimation, en salle de cathétérisme ou en salle d'opération.**

L'ouvrage a été coordonné par **Ariel Cohen** (PU-PH, Chef du service de Cardiologie, hôpitaux Saint-Antoine et Tenon [hôpitaux de l'Est parisien]) et **Laurie Soulat-Dufour** (PH, service de Cardiologie, hôpitaux Saint-Antoine et Tenon [hôpitaux de l'Est parisien]) et rédigé par **Yann Ancedy, Alexandre Bedet, Marion Chauvet, Sarah Cohen, Stéphane Ederhy, Ciham El Asri, Arnaud Etienney, Coppelia Goublaire** et **Vincent Labbé**.

