

## QUELLES INCIDENCES POUR QUELS PARAMÈTRES...

Pr Alexandre OLIATTARA  
 Département d'Anesthésie-Réanimation cardiovasculaire  
 Biologie des maladies cardiovasculaires, INSERM UMR 1034  
 Hôpital Haut-Lévêque, Université de Bordeaux, France  
 Email: alexandre.oliattara@chu-bordeaux.fr



## RÈGLES DE BON USAGE...

- ECG (cycle cardiaque)
- Identification du patient
- Examen « systématisé » (en dehors de l'urgence vitale...)
- Enregistrement fiable (archivage)
- Compte rendu (idéalement informatisé)
- Nettoyage après chaque usage +++
- « Patient positionné en décubitus latéral gauche avec bras et main gauche placés sous la tête, le bras droit positionné le long du corps... »

## PHÉNOMÈNE DOPPLER

$$\Delta F = V \times F_e \times \cos \theta / C$$

Avec  $\Delta F$  : décalage de fréquence  
 $V$  : vitesse de la cible  
 $F_e$  : fréquence émise  
 $C$  : célérité  
 $\theta$  : angle entre le faisceau et la direction du déplacement

Favors transthoracic echocardiography	Favors transesophageal echocardiography
Versatility, <b>strictly non invasive</b> , availability, no contra-indication (even in spontaneously breathing patients)	Consistent <b>high imaging quality, reproducibility</b> and stability of imaging planes (especially in ventilated patients)
Assessment of <b>superficial</b> anatomical structures (apical thrombus, pericardial space, inferior vena cava)	Assessment of <b>deep</b> anatomical structures (great vessels, base of heart, mediastinum, prosthetic valves, atria and appendages)
<b>Optimal alignment of Doppler beam</b> with transvalvular blood flows (mitral, aortic and tricuspid valves), and <b>abnormal jets</b> (valvulopathy, left ventricular outflow tract obstruction)	Precise identification of the <b>mechanism of certain native or prosthetic valve dysfunctions</b> (eccentric mitral regurgitation, prosthetic valve dysfunction) Identification of <b>intracardiac shunts</b>
Evaluation of <b>pulmonary artery pressure</b> (tricuspid and pulmonary regurgitant jets)	Identification of <b>great vessels diseases</b> (proximal pulmonary embolism, spontaneous or traumatic acute aortic conditions)

Même si ETO, toujours commencer par l'ETT (guide l'examen, informations complémentaires)

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

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

## ETO : les règles

- ❖ Vérifier l'absence de contre-indication (si relative : bénéfique / risque)
- ❖ Patient ventilé sous sédation (patient vigile en VS : expertise)
- ❖ Position latérale si patient en VS (assise si hypoxémie en VS : expertise)
- ❖ Introduction sous contrôle de la vue (aveugle en VS : expertise)
- ❖ Protection à usage unique, ne jamais bloquer la molette d'antéflexion
- ❖ Un médecin réalise l'examen, une autre personne surveille le patient et constantes vitales
- ❖ Comme pour l'ETT : identité, ECG, enregistrement, compte-rendu +++

## ETT DANS LA VRAIE VIE...

- Milieu hostile des soins critiques...
- Obésité
- Ventilation mécanique (haut niveau de Peep +++)
- Emphysémateux (Z de l'air ≈0)
- Mobilité réduite (KTC, drains, câbles de monitoring,...)
- Incisions chirurgicales, drains, redons, pansements
- Décubitus dorsal strict (+++)

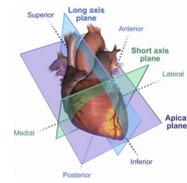


Journal of the American Society of Echocardiography  
January 2019

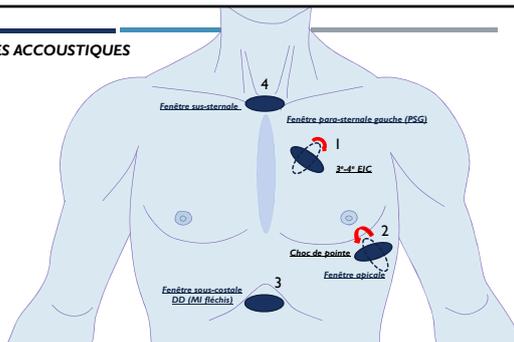
### GUIDELINES AND STANDARDS

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

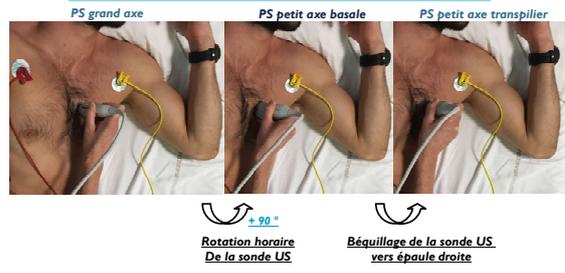
Carol Mitchell, PhD, ACS, RDMS, RDCS, RVT, RT(R), FASE, Co-Chair, Peter S. Ralko, MD, FASE, Co-Chair, Lori A. Blane, MD, FASE, Barry Casady, RN, MS, RDMS, RCS, FASE, Joshua A. Fineman, MA, RT(R), RDMS, FASE, Michael C. Foster, BA, RCS, RDMS, FASE, Kenneth Horton, ACS, RCS, FASE, Kofu O. Ogunrinke, MD, FASE, Richard A. Palma, BS, RDMS, RCS, ACS, FASE, and Eric J. Velazquez, MD, FASE, Madison, Wisconsin; Rochester, Minnesota; Edinburg, Texas; North Carolina; Salt Lake City, Utah; Ibad, Lagos, Nigeria; and Hartford, Connecticut



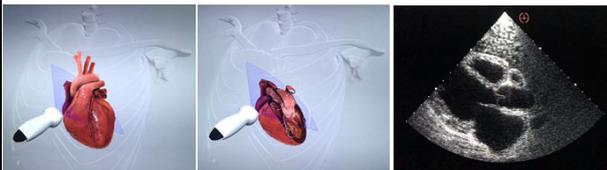
### 4 FENETRES ACCOUSTIQUES



### Fenêtre para-sternale gauche (3 incidences)



### Incidence PSG grand axe



### Incidence PSG grand axe

#### Critères de qualité

- Paroi VC parallèles et SIV horizontal
- CCVG, VVo, Ao asc correctement visualisées
- Paroi Ao asc parallèles
- Absence de visualisation du feuillet septal de la tricuspide



### Parasternale *grand axe* : les paramètres

- ❖ Taille des ventricules
- ❖ Remodelage VG (dilatation, HVG, anévrisme)
- ❖ Fonction systolique VG
- ❖ Chambre de chasse du VG (zoom)
- ❖ Valvulopathie mitrale (2D et couleur)
- ❖ Valvulopathie aortique
- ❖ Epanchement péricardique, masse rétrosternale.
- ❖ Rapport du **diamètre télédiastolique VD/VG**
- ❖ DTD VG, **épaisseur pariétale** (télédiastole)
- ❖ **Fraction de raccourcissement de diamètre**
- ❖ **Diamètre chambre chasse VG** et taille OG
- ❖ Doppler couleur anormal : turbulence, **extension jet régurgitant** (perpendiculaire)
- ❖ Distance entre feuillets du péricarde.

### Incidence PSG-GA-mode 2D

- Structures visualisées :**
- Ventricule gauche
    - Paroi inféro-latérale (segments basal et moyen)
    - Paroi antéro-septale (segments basal et moyen)
  - Oreillette gauche
    - Parois antérieure et postérieure
  - Valve mitrale
    - Anneau
    - Feuillelet mitral antérieur et postérieur
    - Appareil sous-valvulaire



Incidence PSG-GA (diastole)

### Incidence PSG-GA-mode 2D

**Structures visualisées :**

- Aorte
  - Sigmoides AD et Post
  - Anneau aortique (chambre de chasse du ventricule gauche)
  - Aorte initiale (sinus, jonction sinotubulaire, tubulaire)
  - Segment de l'aorte descendante
- Ventricule droit
  - Voie d'éjection et paroi ant infundibulum
- Péricarde
  - Péricarde postérieur +++

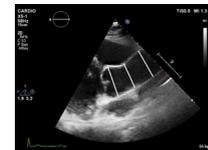


Incidence PSG-GA (diastole)

### Incidence PSG-GA-mode 2D Aorte (2-3<sup>ème</sup> EIC +++)

Mesure de 3 segments de l'aorte ascendante en **télédiastole** :

- Sinus de Valsalva
- Jonction sino-tubulaire
- Aorte tubulaire



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

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

### PSG-GA mode 2D-CCVG

- Mesure du diamètre de la chambre de chasse du ventricule gauche en proto-méso-systole (zoom+++)



### PSG-GA mode 2D valve mitrale

- Analyse des mouvements des feuillets valvulaires mitraux en diastole
- Analyse position des feuillets par rapport au plan de l'anneau mitral. Coaptation normale dans le VG en avant ou sur le plan de l'anneau mitral



Mesure de la taille de l'anneau mitral en diastole rapporté à la longueur de la valve antérieure

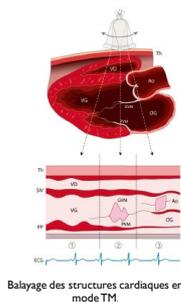
Rapport normal anneau mitral/longueur de la valve mitrale antérieure est < à 1,3



### PSG GA mode TM

Balayage des structures selon 3 axes du mode TM

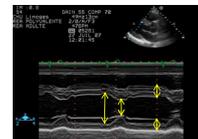
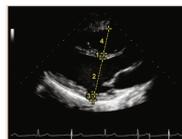
- VG
- Valve mitrale
- Racine aortique- oreillette



Balayage des structures cardiaques en mode TM.

### Incidence PSG-GA-VG

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



### Incidence PSG-GA mode TM-VG

Mesures :

- Epaisseur de la paroi antéro-septale en D et S
- Diamètre interne du VG en D et S
- Epaisseur paroi inféro-latérale en D et S

Précautions

- VG horizontal
- TM perpendiculaire au grand axe VG, passant par les cordages mitraux
- Vitesse de défilement à 100 mm/s
- Mesure de bord d'attache à bord d'attache du septum interventriculaire, diamètre VG et paroi postérieure au temps diastolique (pied QRS) et systolique (nadir du septum)



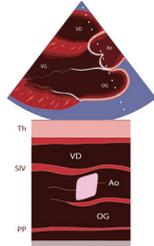
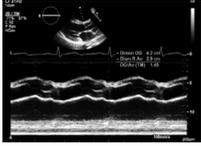
Valeurs normales 2D du diamètre télédiastolique VG (DTDVG) et du diamètre téléstolique VG (DTSVG) :

- ✓ chez l'homme : DTDVG : 42-58 mm, soit 22-30 mm/m<sup>2</sup> ; DTSVG : 25-40 mm, soit 13-21 mm/m<sup>2</sup>
- ✓ chez la femme : DTDVG : 38-52 mm, soit 23-31 mm/m<sup>2</sup> ; DTSVG : 22-35 mm, soit 13-21 mm/m<sup>2</sup>

**PSG GA Mode TMAO/OG**

**Mesures :**

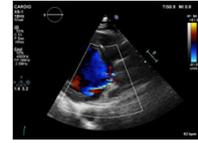
- Diamètre antéro-postérieur de la racine aortique
- Écart inter-sigmoïdien
- Diamètre antéro-postérieur de l'oreillette gauche



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

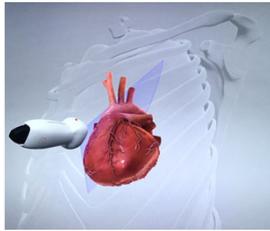
**PSG-GA doppler couleur**

- Utilisé sur les valves mitrale et aortique



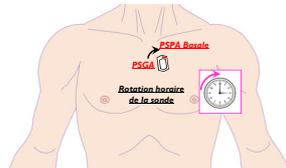
IA excentrée

**Incidence parasternale gauche petit axe basale**

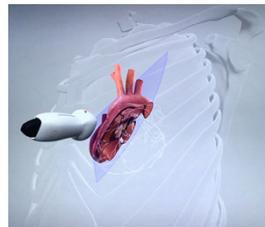


**DEFINITION**

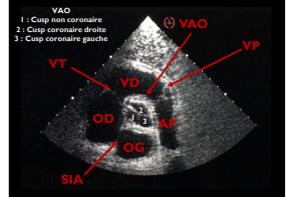
Coupe de la base du cœur passant par l'OG, l'OD, l'infundibulum pulmonaire, le tronc de l'AP et la VAO (petit axe)



**Incidence parasternale gauche petit axe basale**



**Structures identifiées**



- 1 : Cusp non coronaire
- 2 : Cusp coronaire droite
- 3 : Cusp coronaire gauche

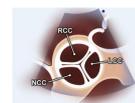
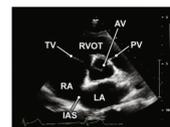
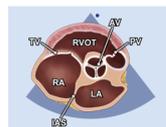
**Incidence parasternale gauche petit axe basale**

**Critères de qualité:**

Visualisation des structures droites OD,VT,infundibulum pulmonaire, VP et AP prox.  
Coupe petit axe VAO au centre de l'image  
OG séparée OD par le SIA



**Parasternale petit axe basale**



## Parasternale petit axe basale (base du coeur)

- ❖ Valvulopathie aortique
- ❖ Insuffisance tricuspide
- ❖ Profil Doppler artère pulmonaire
- ❖ Interaction coeur-poumons
- ❖ Insuffisance pulmonaire
- ❖ **Surface** valve aortique
- ❖ Localisation **insuffisance aortique**
- ❖ **Gradient OD-VD & PAPs**
- ❖ **Temps d'accélération**, incisure mésosystolique du profil pulmonaire
- ❖ **Variations respiratoires** Doppler pulmonaire
- ❖ Vitesse proto-diastolique IP & PAPm

## Incidence parasternale gauche petit axe basale

### Analyse structurelle :

Analyse des cavités droites (infundibulum pulmonaire ++)  
(trajet KT AP, canaux de réinjection ECLS droites)  
Analyse VT, VA et VP  
Analyse tron AP  
Anomalie SIA

### Analyse doppler :

#### VALVE TRICUSPIDE :

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

#### VALVE PULMONAIRE :

Doppler couleur : localisation flux de régurgitation  
Doppler continu : estimation des pressions pulmonaires par l'analyse du flux de l'IP  
**SHUNT O.G. O.D.**

#### VT

##### DOPLER PULSE

V (m/s)

E A

Flux de remplissage

##### DOPLER CONTINU

T (s)

Flux sténosant

Flux régurgitant

#### VP

##### DOPLER PULSE

V (m/s)

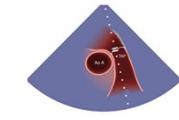
ITV

Flux régurgitant

Flux sténosant

## Flux d'éjection dans l'infundibulum pulmonaire (Doppler pulsé)

- Doppler couleur sur la valve pulmonaire
- Aligner curseur sur le Doppler couleur et activer le Doppler pulsé
- Recueil du flux d'éjection dans l'infundibulum pulmonaire
- Aspect de flux laminaire.
- Mesure du temps d'accélération :  
- Délai entre le début et le pic du flux



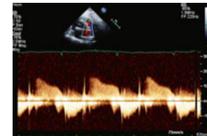
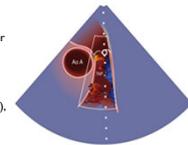
Incidence PSG-PA. Flux d'éjection dans l'infundibulum pulmonaire en Doppler pulsé.

Temps d'accélération normal > 120-130 ms

## Doppler continu sur la valve pulmonaire

### Recueil du flux d'insuffisance pulmonaire

- Activer le Doppler couleur sur la valve pulmonaire
- Aligner le curseur sur le Doppler couleur et activer le Doppler continu
- Recueil du flux d'insuffisance pulmonaire :  
- Mesure du gradient proto-diastolique (PAPm)  
- Mesure du gradient télédiastolique (PAPd)
- Intérêt de l'utilisation de la sonde doppler non couplée (Pedoff), plus sensible pour détecter une insuffisance pulmonaire



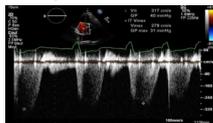
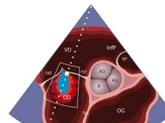
### ETT, coupe parasternale gauche petit axe.

Flux d'insuffisance pulmonaire physiologique recueilli en Doppler continu.

## Doppler continu sur la valve tricuspide

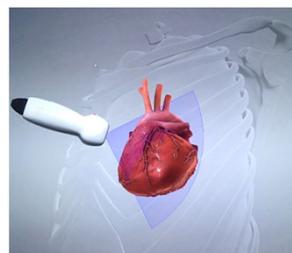
### Flux d'insuffisance tricuspide physiologique recueilli en Doppler continu

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



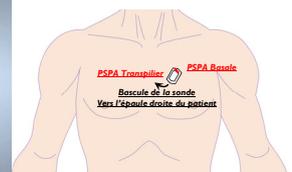
ETT, Doppler continu en coupe parasternale gauche petit axe. Flux d'insuffisance tricuspide physiologique recueilli.

## Incidence parasternale gauche petit axe transpilière

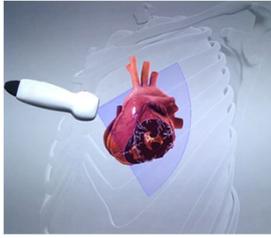


### DEFINITION

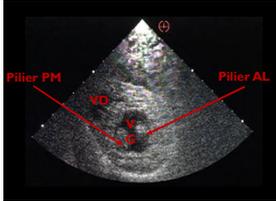
Incidence coupant les ventricules transversalement au niveau des piliers de la valve mitrale



### Incidence PSG-PA transpilier



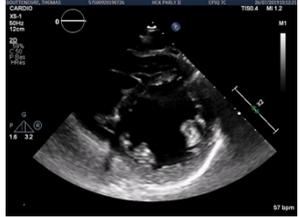
**Structures identifiées**



### Incidence PSG-PA transpilier

**Critères de qualité de la coupe :**  
 Coupe circulaire du VG  
 Visualisation des 2 piliers mitraux  
 Feuillet mitraux non visibles





### Incidence PSG-PA transpilier

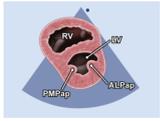
<p><b>Analyse structurelle :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Épaisseur, contractilité segments médians du VG</li> <li>Analyse des piliers mitraux</li> <li>Exploration anormale du SIV (défaut septal)</li> <li>Interaction VG-VD</li> </ul>	<p><b>Analyse doppler :</b></p> <p>SIV: Doppler couleur : localisation de CIV</p>
---	---

### Parasternale petit axe (muscles papillaires)

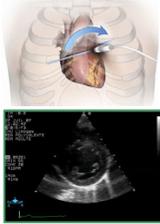
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Remodelage VG (dilatation, HVG)</li> <li>❖ Fonction systolique VG globale</li> <li>❖ Anomalie de contraction segmentaire</li> <li>❖ <b>Septum paradoxal</b></li> <li>❖ Valvulopathie mitrale (2D et couleur)</li> <li>❖ Épanchement péricardique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ DTD VG, <b>épaisseur pariétale</b> (télédiastole)</li> <li>❖ Surface télédiastolique (précharge)</li> <li>❖ <b>Fraction de réduction de surface</b></li> <li>❖ Sévérité &amp; localisation de l'anomalie de contraction segmentaire (<b>3 territoires</b>)</li> <li>❖ <b>Index d'excentricité.</b></li> </ul>
---	--

### Parasternale petit axe

Par défaut : passant par les muscles papillaires

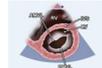




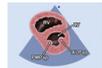


### Parasternale petit axe (2)

Balayage de la base vers le pointe du cœur



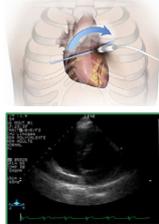

base




piliers




apex



### Parasternale petit axe (muscles papillaires)

### Fenêtre apicale (4 incidences)

APICALE 4C    APICALE 5C    APICALE 2C    APICALE 3C

### Incidence apicale 4 cavités

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

**PLACEMENT DE LA SONDE SUR LE THORAX**

### Incidence apicale 4 cavités (4C)

Structures identifiées

### Incidence apicale 4 cavités (4C)

**Critères de qualité:**  
Ventricules verticaux au centre de l'écran  
Visualisation pointe VG, SIV et SIA verticaux  
VAo et CCVG non vus

### Incidence apicale 4C

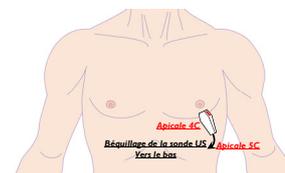
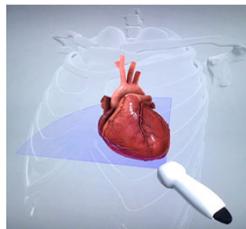
**Analyse structurelle:**  
Analyse taille, épaisseur et fonction systolique globale VG/VD  
Analyse cinétique segmentaire VG : paroi AL et IS  
Diagnostic ASIA, CIV

**Analyse doppler:**  
**VALVE MITRALE**  
Doppler couleur : analyse flux régurgitant (**PISA**), (sténosant (aliasing))  
Doppler pulsé : profil mitral  
Doppler continu : analyse flux de régurgitation / de sténose (valve native, prothèse, plastie)  
**VALVE TRICUSPIDE**  
IDEM (au besoin mobiliser la sonde pour aligner le tir doppler)

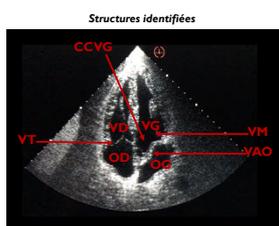
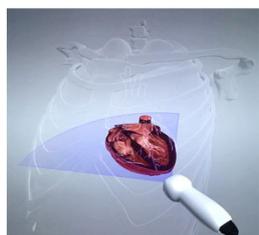
### Apicale quatre / cinq cavités

- ❖ Taille des ventricules
  - ❖ Remodelage VG (dilatation, HVG, anévrisme)
  - ❖ Fonction systolique VG et VD
  - ❖ Fonction diastolique VG
  - ❖ Anomalie de contraction segmentaire
  - ❖ Valve mitrale (2D et Doppler)
  - ❖ Valve aortique (2D et Doppler)
  - ❖ Jets anormaux
  - ❖ Epanchement péricardique.
- ❖ Rapport de la surface télédiastolique VD/VG
  - ❖ FEVG & MAPSE / S', FRS VD & TAPSE / S'
  - ❖ Relaxation & pression remplissage VG
  - ❖ Sévérité valvulopathie mitrale
  - ❖ Sévérité valvulopathie aortique
  - ❖ ITV sous-aortique & volume d'éjection VG
  - ❖ Obstacle à l'éjection VG, shunt intracardiaque
  - ❖ Distance entre feuillets du péricarde.

### Incidence apicale 5 cavités (5C)



### Incidence apicale 5C



### Incidence apicale 5C

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



### Incidence apicale 5C

**Analyse structurelle :**

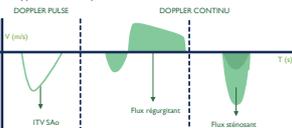
Analyse de la Vao et de la CCVG  
 Analyse cinétique segmentaire VG : parois AS et IL

**Analyse doppler :**

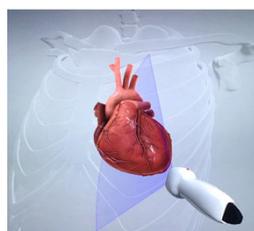
**VALVE AORTIQUE :**  
 Doppler couleur : localisation flux de régurgitation / flux sténosant  
 Doppler pulsé : mesure ITV sous Ao (attention alignement tir Doppler)  
 Doppler continu : analyse flux régurgitant / sténosant (valve native, prothèse, plastie)

**CCVG :**

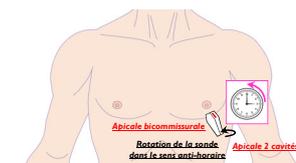
Doppler couleur et pulsé sur flux d'obstruction intra-VG



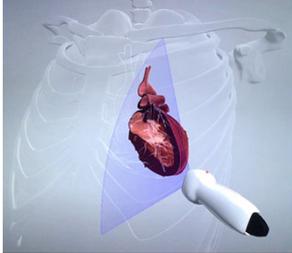
### Incidence apicale 2 cavités (2C)



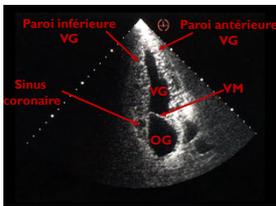
**DEFINITION**  
 INCIDENCE QUI COUPE VG SUR SON GRAND AXE EN PASSANT PAR SON APEX ET SES PAROIS INFÉRIEURE ET ANTERIEURE



### COUPE APICALE 2 CAVITÉS



**PRINCIPALES STRUCTURES IDENTIFIÉES**



### COUPE APICALE 2 CAVITÉS

**VUE ECHOCARDIOGRAPHIQUE :**

**Critères de qualité de la coupe:**

- Visualisation de 2 cavités - OG et VG
- VM centrée
- Visualisation du VG selon son grand axe jusqu'à la pointe (verticale à l'écran)





### COUPE APICALE 2 CAVITÉS

**INTERET DE L'INCIDENCE :**

**Analyse structurelle :**

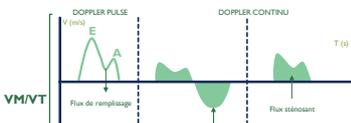
Appréciation taille, épaisseur et fonction globale VG

Analyse cinétique segmentaire VG : paroi antérieure / inférieure

**Analyse doppler :**

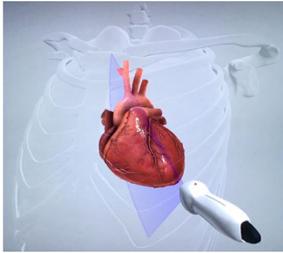
**VALVE MITRALE**

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



VM/VT

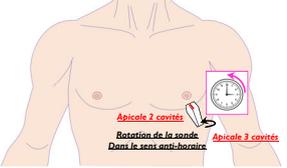
### COUPE APICALE 3 CAVITÉS



**DEFINITION**

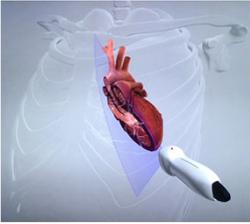
INCIDENCE QUI COUPE LE VENTRICULE GAUCHE SUR SON GRAND AXE EN PASSANT PAR SA CHAMBRE DE CHASSE

**PLACEMENT DE LA SONDE SUR LE THORAX**

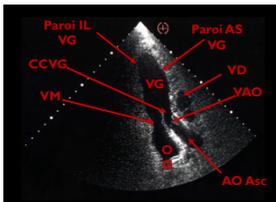


Apicale 2 cavités  
Rotation de la sonde  
Dans le sens anti-horaire  
Apicale 3 cavités

### Incidence apicale 3 cavités (3C)



**Structures identifiées**

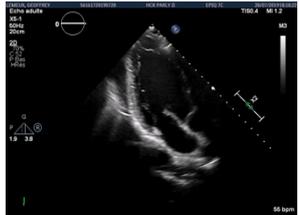


### Incidence apicale 3C

**Critères de qualité**

- VM au centre de l'écran
- VG coupé jusqu'à la pointe
- CCVG correctement dégagée à droite de l'écran
- Visualisation VAO / AO asc coupées sur leur axe longitudinal





### Incidence apicale 3C

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

**Analyse doppler :**  
**VALVE AORTIQUE / VALVE MITRALE :**  
 Doppler couleur : localisation flux de régurgitation / flux sténosant  
 Doppler pulsé : mesure ITV sous Ao. Profil mitral  
 Doppler continu : analyse flux régurgitant / sténosant transvalvulaire CCVG :  
 Doppler couleur et pulsé sur flux d'obstruction intra-VG

**VM**

Flux de remplissage  
Flux régurgitant

**VAO**

ITV S/Ao  
Flux régurgitant  
Flux sténosant

### Fenêtre apicale (analyse cinétique segmentaire VG)

ETT, coupe apicale 4 cavités  
ETT, coupe apicale 2 cavités  
ETT, coupe apicale 3 cavités

### Incidence apicale 4C/2C (Méthode Simpson biplan)

- Analyse de la fonction ventriculaire du VG par la méthode de Simpson biplan
- FEVG en Simpson biplan = (VTDVG - VTSVG) / VTDVG

Mesure de la FEVG et des volumes ventriculaires (Simpson biplan).  
Incidence apicale 4C et 2C centrée et zoomée sur le ventricule gauche.

### FEVG par méthode de Simpson biplan

**Valeurs normales de la FEVG :**  
 ✓ chez l'homme : 52-72 %  
 ✓ chez la femme : 54-74 %

**Valeurs normales 2D du volume télédiastolique VG (VTDVG) et du volume télédiastolique VG (VTSVG) :**  
 ✓ Homme : VTDVG : 34-74 ml/m<sup>2</sup> ; VTSVG : 11-31 ml/m<sup>2</sup>  
 ✓ Femme : VTDVG : 29-61 ml/m<sup>2</sup> ; VTSVG : 8-24 ml/m<sup>2</sup>

### Incidence apicale 4C: Doppler pulsé

**Enregistrement du flux transmitral**

- Curseur placé à l'extrémité des valves
- Flux à double composante : onde E protodiastolique et onde A télédiastolique
- Evaluation des pressions de remplissage du VG

### Incidence apicale 4C: Doppler tissulaire anneau mitral

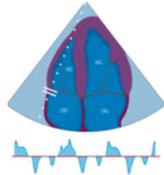
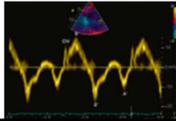
- Curseur au niveau de l'anneau mitral, paroi inféro-septale et paroi antéro-latérale
- Enregistrement flux à 3 composantes :
  - Onde s' systolique positive
  - Onde protodiastolique E' ou Ea négative
  - Onde télédiastolique A' négative
- Détermination du rapport E/E' pour l'évaluation des pressions de remplissage

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

### Incidence apicale 4C: Doppler tissulaire anneau tricuspide

#### Flux en Doppler pulsé tissulaire enregistré à l'anneau tricuspide

- Curseur au niveau de l'anneau tricuspide, paroi latérale
- Enregistrement d'un flux à quatre composantes :
  - 1<sup>re</sup> onde positive : contraction isovolémique
  - 2<sup>e</sup> onde positive : onde S' systolique
  - onde diastolique précoce E' négative
  - onde diastolique A' négative
- Permet l'évaluation de la fonction systolique VD
- **Dysfonction systolique du VD si onde S' < 10 cm/s**



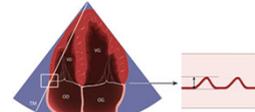
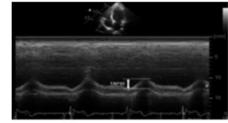
Incidence apicale 4C  
Doppler tissulaire à l'anneau tricuspide.

### Incidence apicale 4C: TM

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

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

#### Dysfonctionnement systolique du VD si < 15 mm

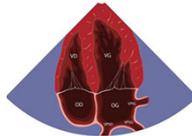
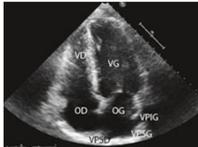


Mesure de l'excursion systolique de l'anneau tricuspide (TAPSE) en mode TM.

### Incidence apicale 4C: mode 2D

- Visualisation 3 des 4 veines pulmonaires (selon anatomie et orientation du capteur) :

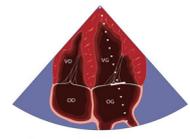
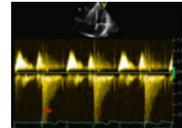
- Veine pulmonaire supérieure droite
- Veine pulmonaire supérieure gauche
- Veine pulmonaire inférieure gauche



### Incidence apicale 4C: doppler continu VM

#### Enregistrement du flux mitral

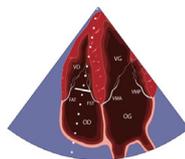
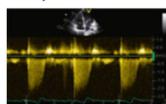
- Doppler couleur
- Aligner curseur sur le flux mitral
- Doppler continu
- Mesure du gradient transmitral
- Flux d'IM systolique



### Incidence apicale 4C: doppler continu VT

#### Enregistrement du flux tricuspide

- Doppler couleur
- Curseur sur le flux tricuspide
- Doppler continu
- Enregistrement flux systolique négatif
- Evaluation PAPS par mesure Vmax du flux tricuspide (PAPS = 4Vmax<sup>2</sup> + POD)

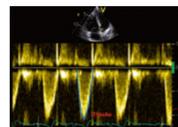


Incidence apicale 4C  
Flux d'insuffisance tricuspide  
(Doppler continu)

### Incidence apicale 5C: Doppler pulsé

#### Mesure de l'ITV sous aortique

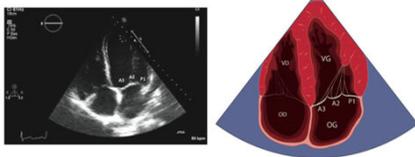
- Curseur chambre de chasse du VG
- Enregistrement d'un flux systolique négatif laminaire
- Mesure débit cardiaque à partir ITV sous aortique, du diamètre de la chambre de chasse et de la fréquence cardiaque (clic fermeture mais pas d'ouverture)



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

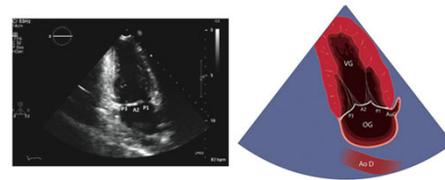
### Incidence apicale 4C (Segmentation mitrale)

- Visualisation des segments P1, A2 et A3



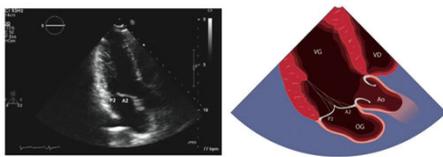
### Incidence apicale 2C (Segmentation mitrale)

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

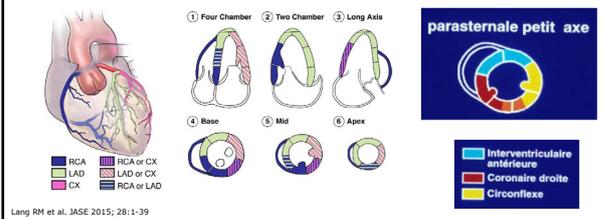


### Incidence apicale 3C ou 5C (Segmentation mitrale)

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

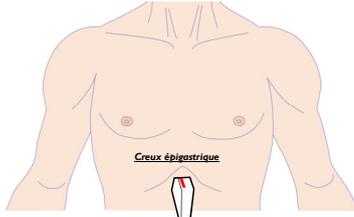


### Anomalies de contraction segmentaire

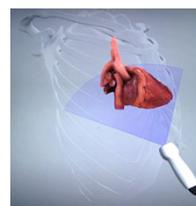


### FENETRE SOUS COSTALE (3 incidences)

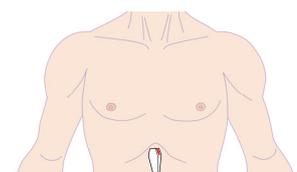
**DECUBITUS DORSAL (jambes fléchies)**



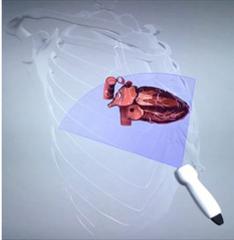
### Incidence sous-costale 4 cavités (4C)



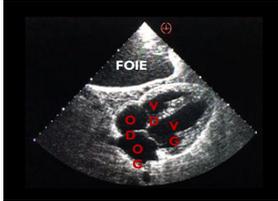
**INCIDENCE SOUS-COSTALE EXPLORANT LES 4 CAVITES**



**Incidence sous-costale 4 cavités (4C)**



**Structures identifiées**



**Incidence sous-costale 4 cavités (4C)**

**Critères de qualité de la coupe:**  
 Visualisation sous le parenchyme hépatique, des 4 cavités OD,VD,OG,VG

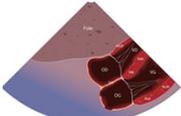




**Incidence sous-costale 4 cavités (4C)**

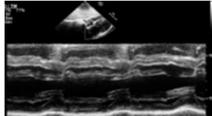
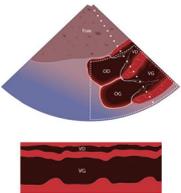
**Structures visualisées**

- Ventricule gauche
  - Paroi inféro-septale, apex et paroi antéro-latérale
- Oreillette gauche
  - Septum interauriculaire, paroi latérale
- Valve mitrale
  - Valve antérieure et postérieure
- Aorte
  - Orifice aortique, aorte initiale, aorte abdominale (incidence modifiée)
- Ventricule droit (paroi inférieure)
- Oreillette droite
  - Septum interauriculaire, veines caves supérieure et inférieure (incidence modifiée)
- Tricuspide
  - Valve septale et postérieure
- Péricarde
  - Péricarde antérieur et inférieur

**Incidence sous-costale 4C**

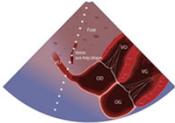
- Analyse fonction VG en mode TM
- Curseur perpendiculairement aux cavités ventriculaires
- Mesures équivalentes à celles obtenues en parasternale grand axe

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

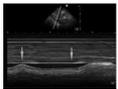
**Incidence sous-costale 4 cavités (4C) centrée sur VCI**

- Placer le curseur à environ 1 cm de l'abouchement de la veine cave inférieure dans l'oreillette droite
- Curseur perpendiculaire à la VCI
- Mode TM
- Mesurer le diamètre maximal expiratoire (Dmax) puis le diamètre minimal inspiratoire (Dmin)
- Calcul de l'index de collapsus de la veine cave inférieure :  $[(Dmax - Dmin)/(Dmax)] \times 100$ ; **N > 50 %**

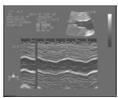





Mesure à 1-2 cm de l'abouchement OD  
Valeur normale 14 à 17 mm



Collapsus de la VCI à l'inspiration (hypovolémie)



VCI dilaté ne respirent pas (varisation globale sans variation du diamètre+++)

### Incidence sous-costale 4C (centrée sur VCI)

Diamètre VCI	Collapsus VCI	POD
< 21 mm	< 50%	8mmHg (5-10 mmHg)
< 21 mm	> 50%	3mmHg (0-5 mmHg)
> 21 mm	> 50%	8mmHg (5-10 mmHg)
> 21 mm	< 50%	15 mmHg (10-20 mmHg)

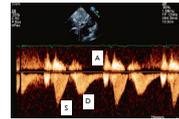
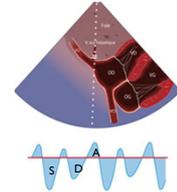
### Sous-costale des quatre cavités : Doppler pulsé

- Positionner le curseur dans l'abouchement d'une veine sus hépatique dans la veine cave inférieure

- Activer le Doppler pulsé

- Obtention d'un flux triphasique :

- Onde S systolique négative
- Onde D diastolique négative
- Onde A : composante télédiastolique positive

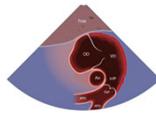
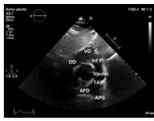


ETT, incidence sous-costale. Flux en Doppler pulsé des veines sus-hépatiques.

### Sous-costale petit axe : mode 2D

- Rotation anti-horaire de 90° par rapport à la coupe sous costale des 4 cavités, incidence de la base du cœur, particulièrement utile chez les patients ventilés

- Visualisation de la voie pulmonaire (infundibulum, tronc de l'artère pulmonaire et bifurcation) et des cavités droites



ETT, coupe petit axe de la base du cœur par voie sous-costale en systole.

### Incidence sous-costale 2 cavités (coupe piliers)



### Incidence sous-costale 2C et 4C

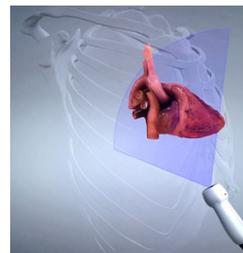
#### Analyse structurelle

- Analyse visuelle OD/VD, OG/VG
- Analyse interaction VG/VD
- Recherche d'épanchement péricardique
- Signes de tamponnade
- Signe hypovolémie

#### Analyse doppler

- SIV/SIA :**  
Doppler couleur : localisation de CIV/CIA
- VSH :**  
Analyse du flux des VSH

### LA COUPE SOUS COSTALE BICAVALE

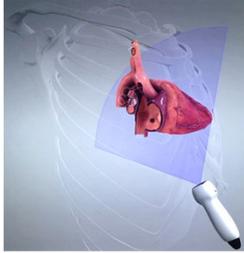


INCIDENCE SOUS-COSTALE QUI PERMET DE VISUALISER TRAJET INTRA-HEPATIQUE DE LA VCI JUSQU'À SON ABOUCHEMENT DANS L'OD

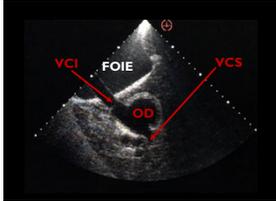


Rotation de la sonde dans le sens anti-horaire

### LA COUPE SOUS COSTALE BICAVALE



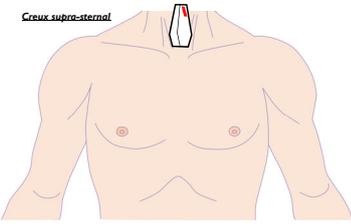
**PRINCIPALES STRUCTURES IDENTIFIEES**



### FENETRE SUPRA-STERNALE

Tête en extension

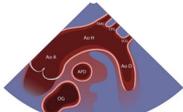
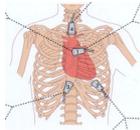
*Creux supra-sternal*



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

**Méthode**

- Patient en décubitus dorsal, tête en extension et légère rotation (hyperextension avec oreiller sous les épaules)
- Sonde creux suprasternal
- Repère sonde légèrement inclinée vers la droite

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

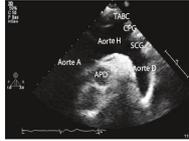
### Incidence supra-sternale (coupe longitudinale crosse aortique en mode 2D)

**Structures visualisées :**

- Aorte
  - Aorte ascendante, crosse de l'aorte et départ de l'aorte descendante
  - Origine des vaisseaux de la base du cou : tronc artériel brachiocéphalique, carotide primitive gauche et sous-clavière gauche
- Artère pulmonaire droite
- Toit de l'oreillette gauche

**Doppler couleur :**

- Flux dans l'aorte ascendante venant vers le capteur, codé en rouge
- Flux dans l'aorte descendante fuyant le capteur, codé en bleu
- Absence de flux visualisé dans l'aorte horizontale (perpendiculaire au faisceau ultrasonore)

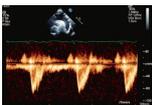
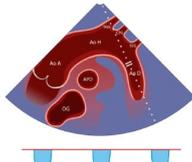


**Coupe longitudinale de la crosse aortique par voie supra-sternale.**

### Mesure de la vitesse du reflux dans l'isthme

- Positionner la fenêtre d'échantillonnage dans l'aorte descendante, après le départ de la sous-clavière gauche
- Enregistrement d'un flux biphasique :
  - Flux systolique négatif en systole
  - Reflux positif protodiastolique
  - Parfois suivi d'un flux antérograde mésodiastolique négatif
- Mesure de la vitesse du reflux dans l'isthme en protodiastole au pied du QRS

**Normal < 0,18 m/s**

**ETT, incidence supra-sternale.**  
Flux en Doppler pulsé recueilli dans la crosse aortique après le départ de l'artère sous-clavière gauche.

### Principales valeurs normales chez l'adulte.

	Homme	Femme
<b>Mode TM/2D</b>		
<b>Diamètre VG diastolique</b>	42-58 mm soit 22 à 30 mm/m <sup>2</sup>	38-52 mm soit 23-31 mm/m <sup>2</sup>
<b>Diamètre VG systolique</b>	25-40 mm soit 13-21 mm/m <sup>2</sup>	22-35 mm soit 13-21 mm/m <sup>2</sup>
<b>Épaisseurs diastolique antéro-septale et inféro-latérale</b>	6-10 mm	6-9 mm
<b>Masse VG indexée</b>	≤ 115 g/m <sup>3</sup>	≤ 95 g/m <sup>3</sup>
<b>Mesure de l'excursion systolique de l'anneau tricuspide TAPSE</b>	≥ 17 mm	

Principales valeurs normales chez l'adulte.		
	Homme	Femme
<b>Bidimensionnel</b>		
Aorte anneau	2,6 ± 0,3 cm ou 1,3 ± 0,1 cm/m <sup>2</sup>	2,3 ± 0,2 cm ou 1,3 ± 0,1 cm/m <sup>2</sup>
Aorte sinus	3,4 ± 0,3 cm ou 1,7 ± 0,2 cm/m <sup>2</sup>	3,0 ± 0,3 cm ou 1,8 ± 0,2 cm/m <sup>2</sup>
Aorte jonction sino-tubulaire	2,9 ± 0,3 cm ou 1,5 ± 0,2 cm/m <sup>2</sup>	2,6 ± 0,3 cm ou 1,5 ± 0,2 cm/m <sup>2</sup>
Aorte ascendante proximale	3,0 ± 0,4 cm ou 1,5 ± 0,2 cm/m <sup>2</sup>	2,7 ± 0,4 cm ou 1,6 ± 0,3 cm/m <sup>2</sup>
Surface OG	≤ 20 cm <sup>2</sup>	
Volume OG	≤ 34 ml/m <sup>2</sup>	

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

Principales valeurs normales chez l'adulte.	
Doppler	
Flux d'éjection sous-pulmonaire : temps d'accélération pulmonaire	> 120 ms
Insuffisance pulmonaire	V protodiastolique (< 2 m/s) et V télédiastolique (< 1,2 m/s)
Insuffisance tricuspide	Vmax ≤ 2,8 m/s (seuil plus élevé chez le sujet âgé, obèse)
Doppler pulsé mitral	Em/Am : 0,9-1,5. Souvent < 1 (sujets âgés), > 2 (jeunes) Temps de décélération Em : 160-240 ms Durée Ap < durée Am
Doppler pulsé tricuspide	Et/At ≥ 0,8 et ≤ 2 Temps de décélération Et ≥ 120
Doppler pulsé tissulaire anneau mitral	En cas de FEVG préservée : Vitesse onde e' septale ≥ 7 cm/s, vitesse onde e' latérale ≥ 10 cm/s et rapport E/e' moyen ≤ 14

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

**ASE GUIDELINES AND STANDARDS**

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

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

**5 étapes d'examen**

**A**

**B**

View	SE (Superior Esophageal)	ME (Mid Esophageal)	TG (Transgastric)	DTG (Deep Transgastric)
<b>Monophasic Views</b>				
<b>Right Atrium (RA)</b>				
<b>Right Ventricle (RV)</b>				
<b>Left Atrium (LA)</b>				
<b>Left Ventricle (LV)</b>				
<b>Aortic Valve (AV)</b>				
<b>Mitral Valve (MV)</b>				
<b>Tricuspid Valve (TV)</b>				
<b>Pulmonary Valve (PV)</b>				
<b>Descending Aorta (DA)</b>				
<b>Ascending Aorta (AA)</b>				
<b>Superior Vena Cava (SVC)</b>				
<b>Inferior Vena Cava (IVC)</b>				
<b>Abdominal Aorta (AA)</b>				
<b>Superior Mesenteric Artery (SMA)</b>				
<b>Inferior Mesenteric Artery (IMA)</b>				
<b>Renal Artery (RA)</b>				
<b>Renal Vein (RV)</b>				
<b>Common Iliac Artery (CIA)</b>				
<b>Common Iliac Vein (CIV)</b>				
<b>External Iliac Artery (EIA)</b>				
<b>External Iliac Vein (EIV)</b>				
<b>Internal Iliac Artery (IIA)</b>				
<b>Internal Iliac Vein (IIV)</b>				
<b>Common Femoral Artery (CFA)</b>				
<b>Common Femoral Vein (CFV)</b>				
<b>Superficial Femoral Artery (SFA)</b>				
<b>Superficial Femoral Vein (SFV)</b>				
<b>Profundus Femoral Artery (PFA)</b>				
<b>Profundus Femoral Vein (PFV)</b>				
<b>Popliteal Artery (PA)</b>				
<b>Popliteal Vein (PV)</b>				
<b>Tibial Artery (TA)</b>				
<b>Tibial Vein (TV)</b>				
<b>Peroneal Artery (PA)</b>				
<b>Peroneal Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar Artery (PA)</b>				
<b>Plantar Vein (PV)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Artery (DPA)</b>				
<b>Dorsalis Pedis Vein (DPV)</b>				
<b>Plantar</b>				

<b>A</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Transesophageal view of descending aorta</li> <li>Measurements: LVOT, aortic diameter, pattern, TSI of aortic annulus, myocardial wall motion in case of LVOT dynamic obstruction</li> <li>Other information: PISA, LV remodeling, mitral/cuspid regurgitation, pericardial disease, etc.</li> </ul>	❖ Toujours finir en examinant l'aorte thoracique (descendante et croisée)
<b>B</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Transesophageal view of aortic valve</li> <li>Measurements: LVOT diameter/area, maximal Doppler velocity of blood regurgitation</li> <li>Other information: aortic regurgitation, RV function, RV infundibulum, pulmonary regurgitation, coronary arteries, aortic dissection</li> </ul>	
<b>C</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Transesophageal short and long axis of deep veins</li> <li>Measurements: LVOT, aortic diameter, LVOT Doppler velocity, parasternal septal motion, LVOT dynamic obstruction</li> <li>Other information: PISA, LV remodeling, pericardial edema/effusion, pericardial disease</li> </ul>	❖ Toute coupe supplémentaire utile selon les anomalies constatées
<b>D</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Transesophageal view of great vessels in APV and long-axis view of SVC</li> <li>Measurements: respiratory variations of SVC</li> <li>Other information: patent pulmonary embolus (PPE), abnormal ascending aorta</li> </ul>	
<b>E</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Transesophageal view of great vessels in APV and long-axis view of PA</li> <li>Measurements: Doppler pattern of PA blood flow</li> <li>Other information: patent pulmonary embolus (right or left PA), abnormal ascending aorta</li> </ul>	
<b>F</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Transesophageal aortic view (distal aortic LVOT)</li> <li>Measurements: pulmonary vein Doppler pattern</li> <li>Other information: aortic dissection, PFO, patency of interatrial septum, thrombus in LAA or in PFO, mitral regurgitation in pulmonary vein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 4 cavités : repère</li> <li>❖ Séquence type.</li> </ul>

### ETT & ETO : quelle incidence pour quel paramètre?








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

Accurately identify patients with increased risk of mortality (aortic aneurysm, PFO, cardiac arrest...)

**Critical Care echocardiography**  
 Acute Coronary / Respiratory Failure

Stably assess efficacy and tolerance of therapeutic interventions (fluid resuscitation, vasopressors, ventilator settings, avoidance of invasive procedures...)

Confirms adequacy of ongoing therapeutic strategy (avoid ineffective and potentially deleterious therapy)






Am Transl Med 2020;8(15):909 | <http://dx.doi.org/10.21037/atm-20-1208>