

LA SÉRIE PRIMÉE AUX EMMY AWARDS EST DE RETOUR

max ORIGINAL

THE
P
H
I
T
T

ETT d'urgence

Dr Yohan CERVEAUX

NOUVELLE SAISON

9 JAN

HBO
max

Be tv

Rappels ETT normale

1. Généralités

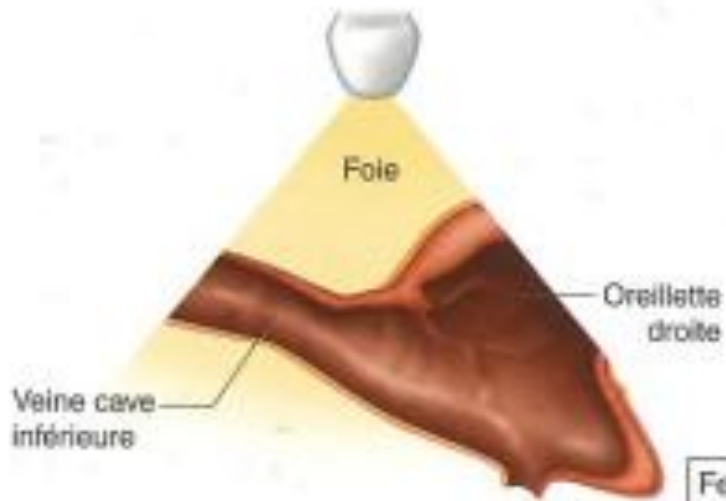
- Fréquence entre 2-4 MHz : faible fréquence (meilleure profondeur)
- Focale : zone de concentration des US, résolution optimale
- Mesure « bord d'attaque à bord d'attaque » :
 - Qui fait face au fluide
- 3 (+1) fenêtres :
 - **Parasternale** : grand axe et petit axe
 - **Apicale** : 4 cavités ; 5 cavités ; 2 cavités ; 3 cavités
 - **Sous-costale**
 - *Supra-sternale*



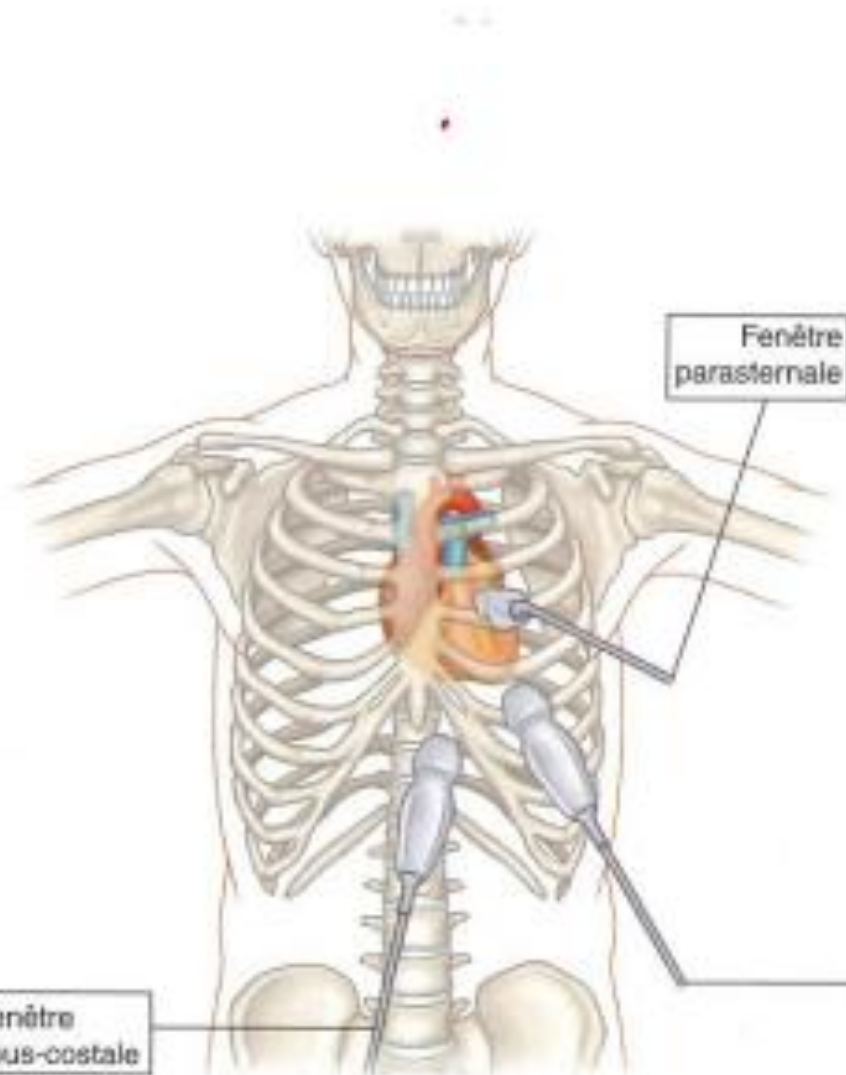
1. Généralités

Coupes ETT

Il existe trois fenêtres différentes :
parasternale gauche, apicale et
sous-costale.

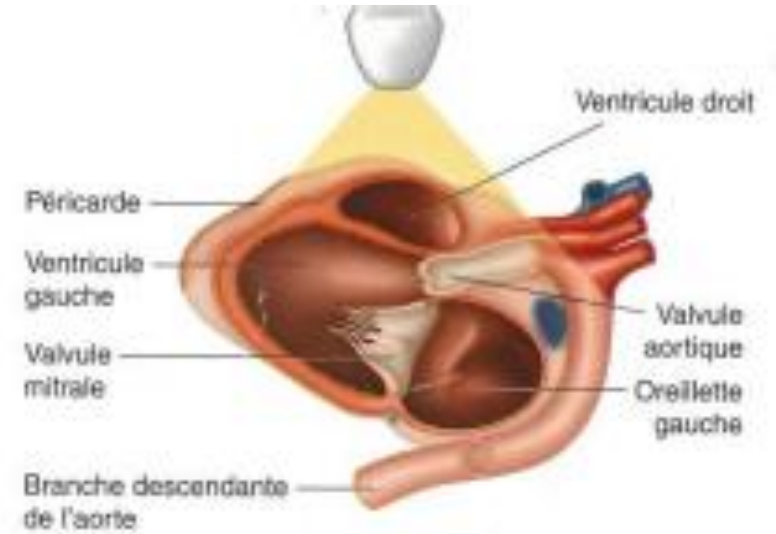


Fenêtre sous-costale

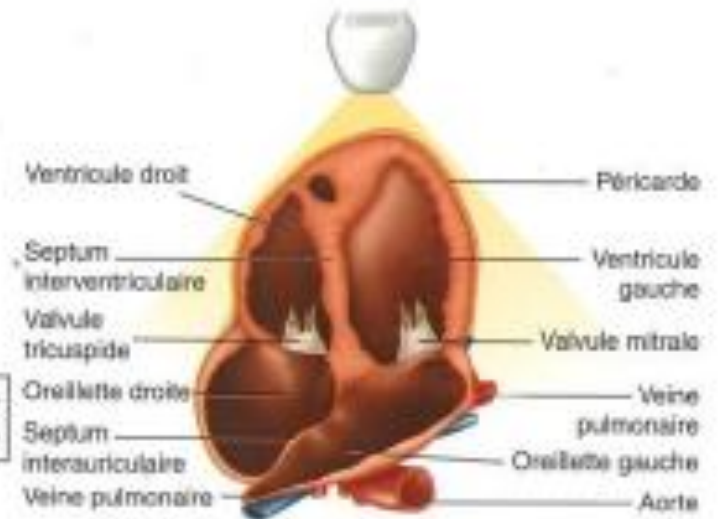


Fenêtre parasternale

Fenêtre apicale



Ventricule droit
Péricarde
Ventricule gauche
Valvule mitrale
Valvule aortique
Oreillette gauche
Branche descendante de l'aorte

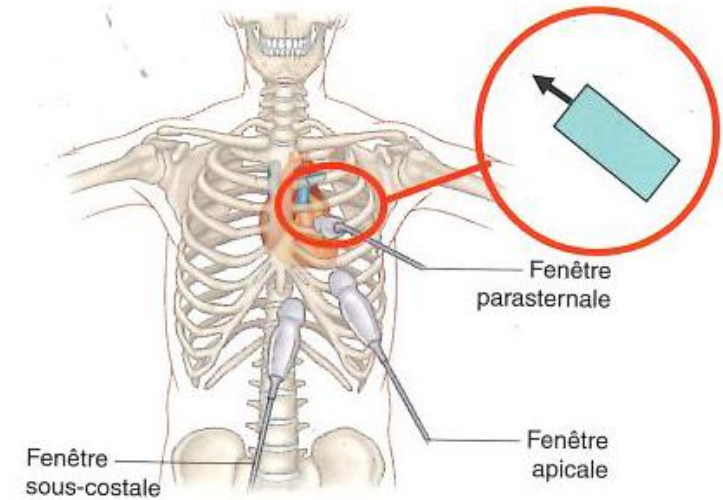
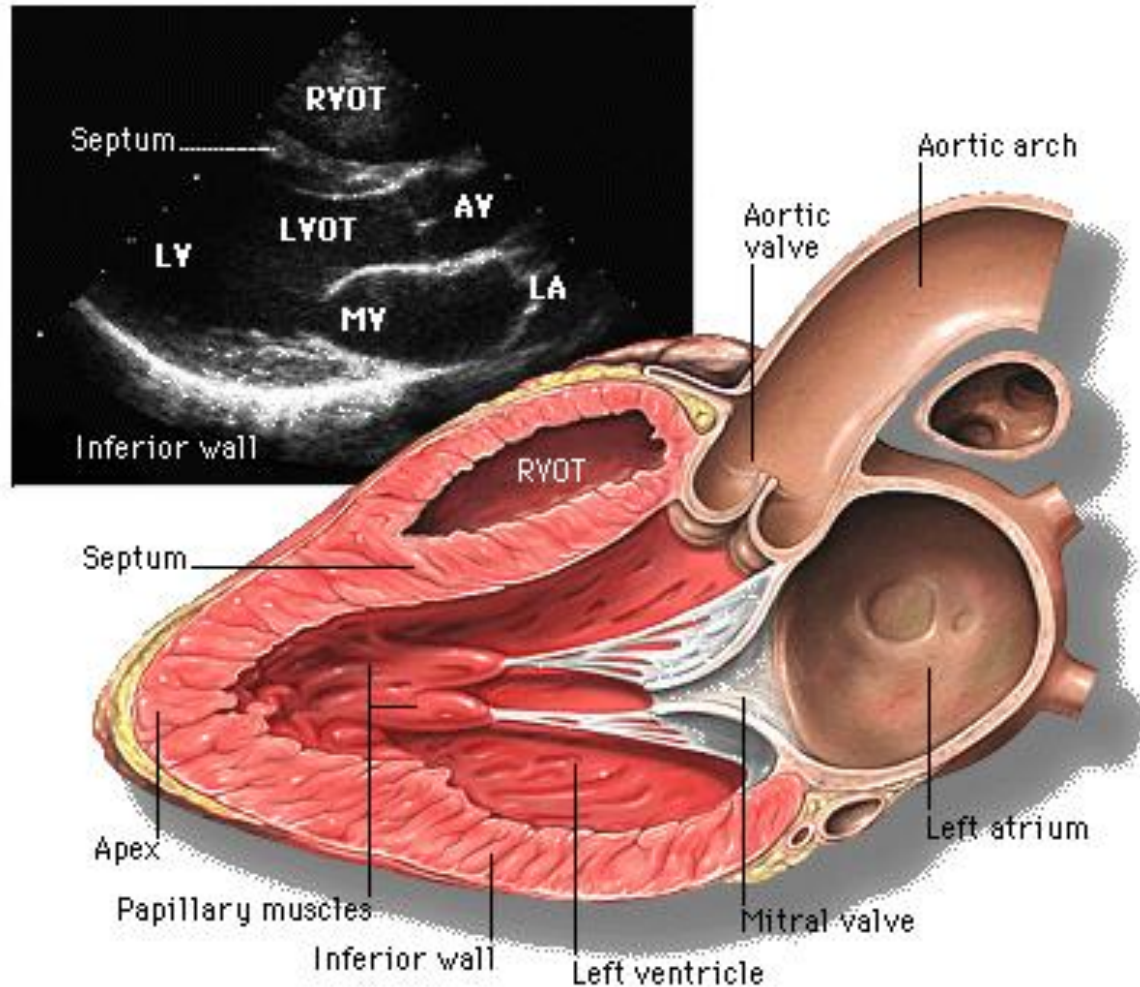


Ventricule droit
Septum interventriculaire
Valvule tricuspide
Oreillette droite
Septum interauriculaire
Veine pulmonaire
Péricarde
Ventricule gauche
Valvule mitrale
Veine pulmonaire
Oreillette gauche
Aorte

1. Généralités

- Le doppler :
 - **Continu (CW)** : analyse toutes les gammes de vitesse sur **la totalité de la ligne d'émission**, sans localisation précise de la mesure
→ **HAUTE VITESSE**
 - **Pulsé (PW)** : interroge une zone précise sur la ligne d'émission mais ne peut mesurer des vitesses au-delà de 1,5 à 2m/sec pour lequel se produit le phénomène d'aliasing
→ **BASSE VITESSE**
- Couleur : en **rouge** les flux se rapprochant du capteur, en **bleu** les flux s'en éloignant. L'aliasing témoigne de flux turbulent

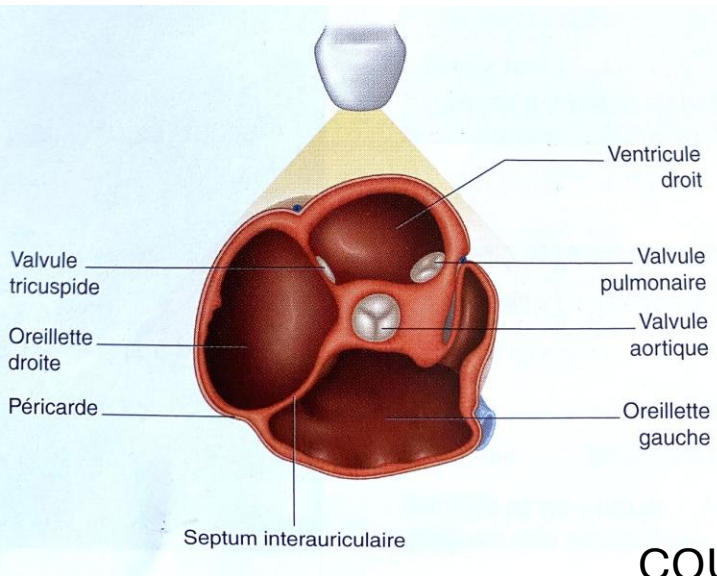
2. Fenêtre parasternale grand axe



- Diamètre CCVG
- Diamètre Aorte ascendante
- Diamètre VG diastole (CMD, CMH) et systole → FE TEICHOLZ
- Fuite Aortique/mitral
- Epanchement péricardique
- Analyse segmentaire

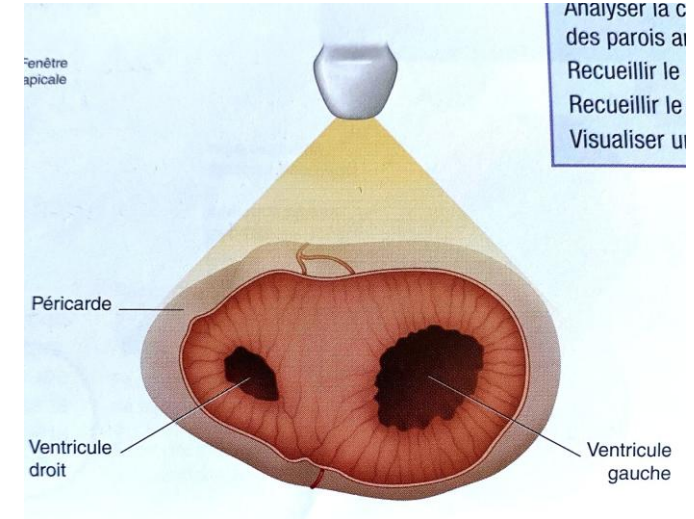
3. Fenêtre parasternale petit axe : 4 coupes

COUPE BASALE

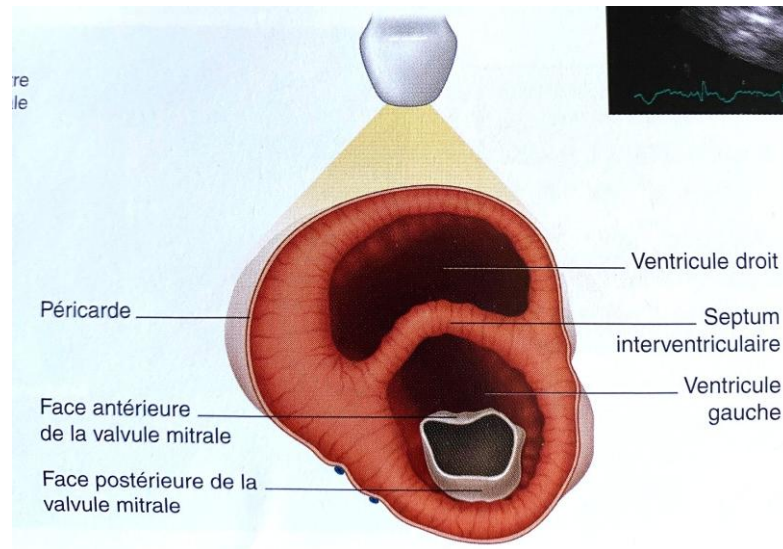


- Cinétique segmentaire
- Septum paradoxal
- Valve aortique
- Valve tricuspide
- Valve pulmonaire

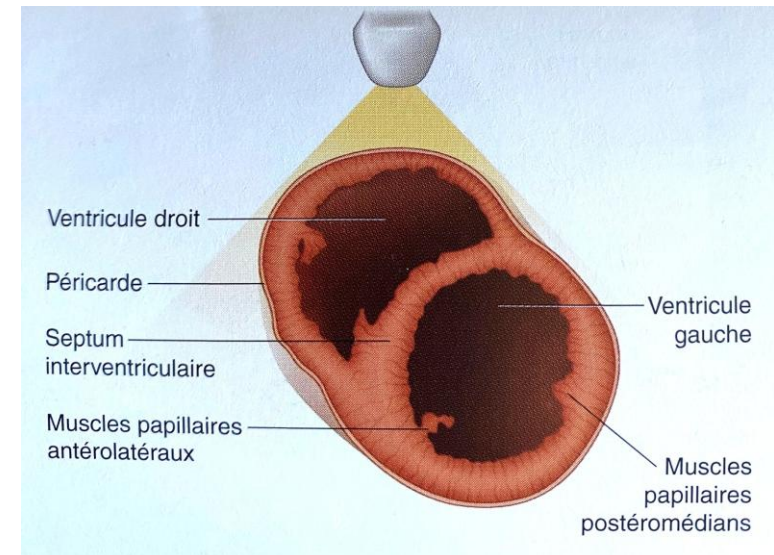
COUPE APICALE



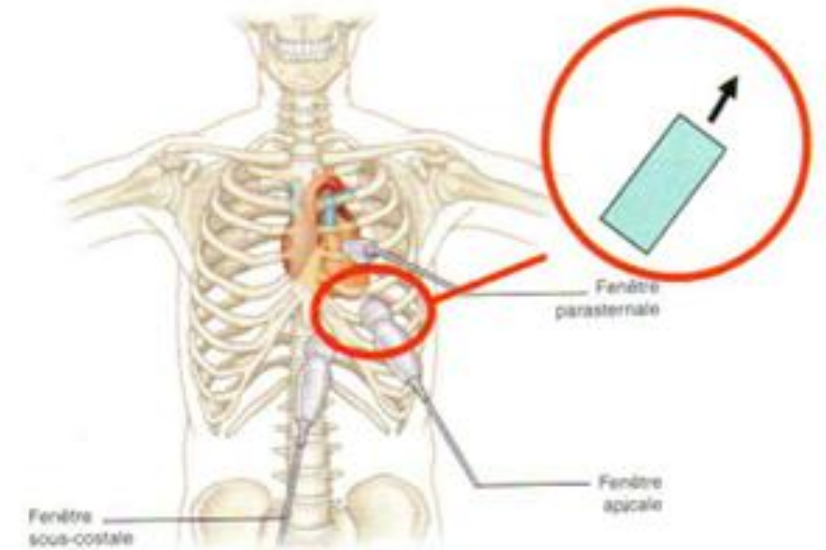
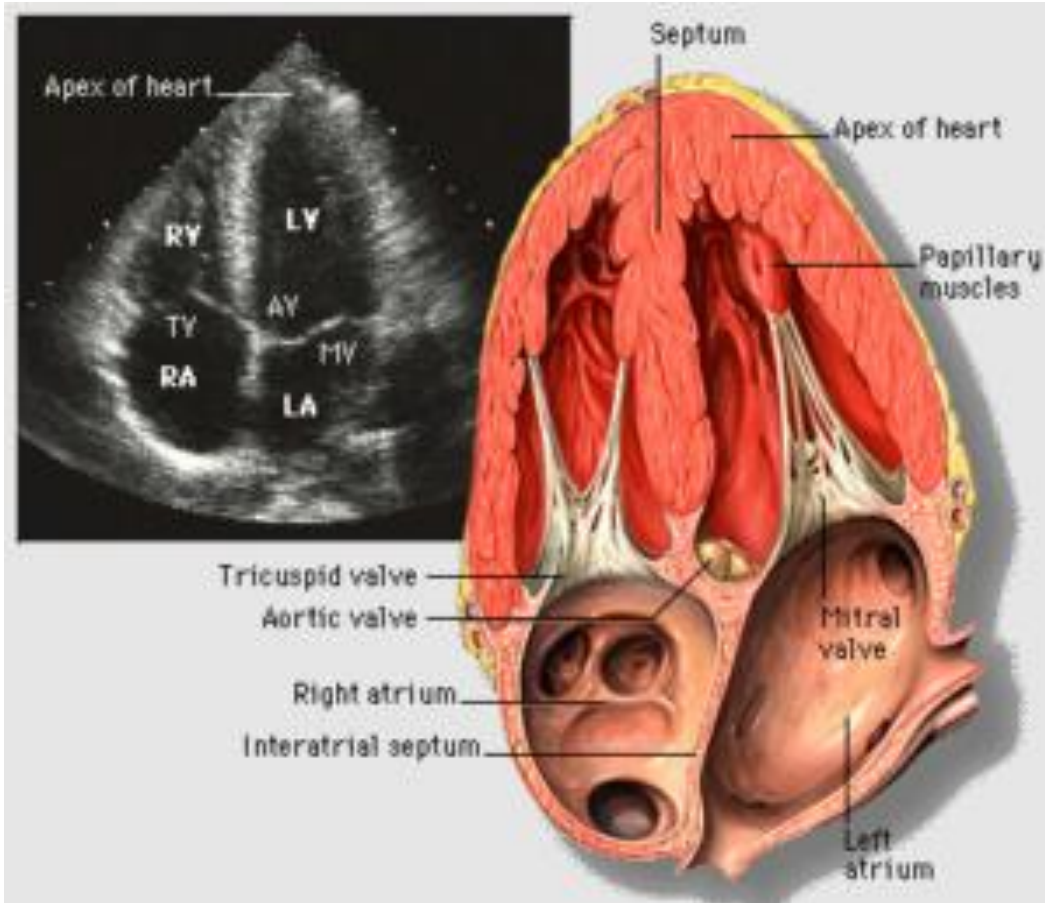
COUPE TRANS-MITRALE



COUPE DES PILLIERS



4. Fenêtre apicale des 4 cavités /5 cavités

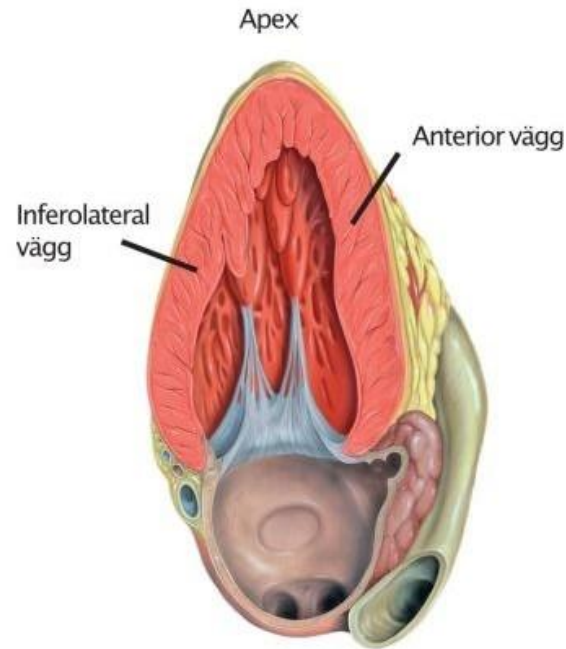


- Flux mitral, aortique, tricuspide
- Relaxation cardiaque
- FEVG
- Surface/volume OG/VG
- TAPSE, Onde S'

4. Fenêtre apicale des 2 cavités/3 cavités



LV = left ventricle
LA = Left atrium

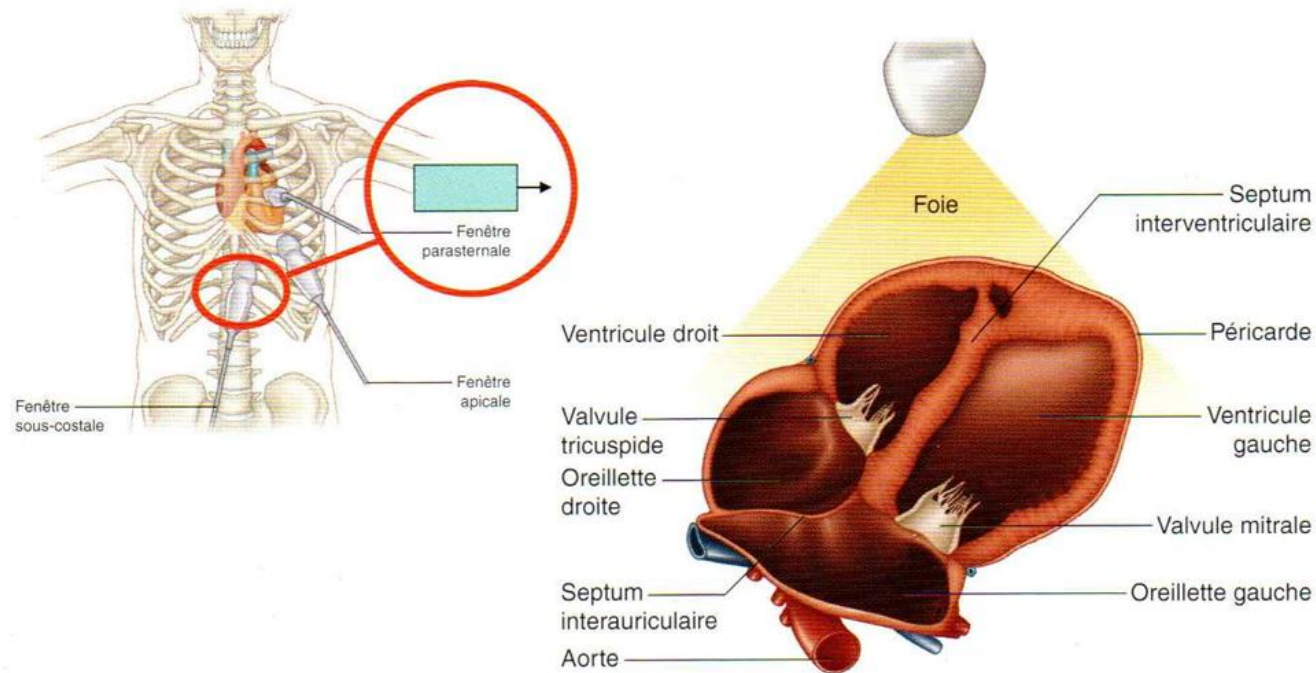


- Intérêt uniquement pour la cinétique segmentaire
- Dévoile paroi antérieure et inférieure
- Peut parfois permettre de mesurer l'Itv SSao

4. Fenêtre sous-costale

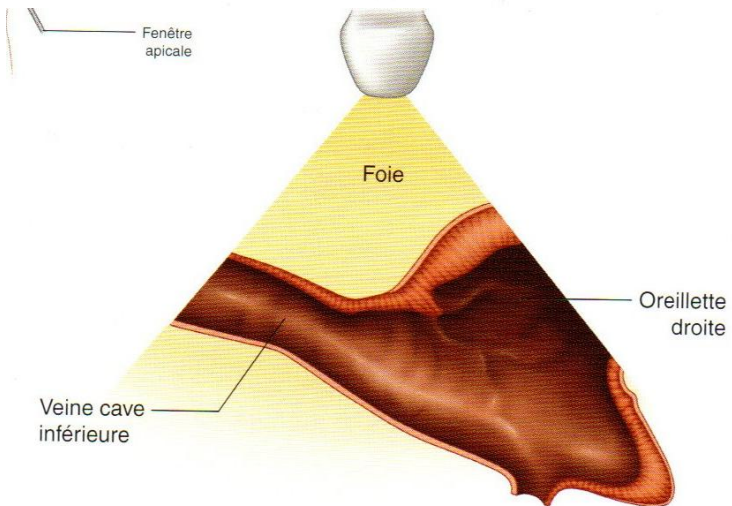
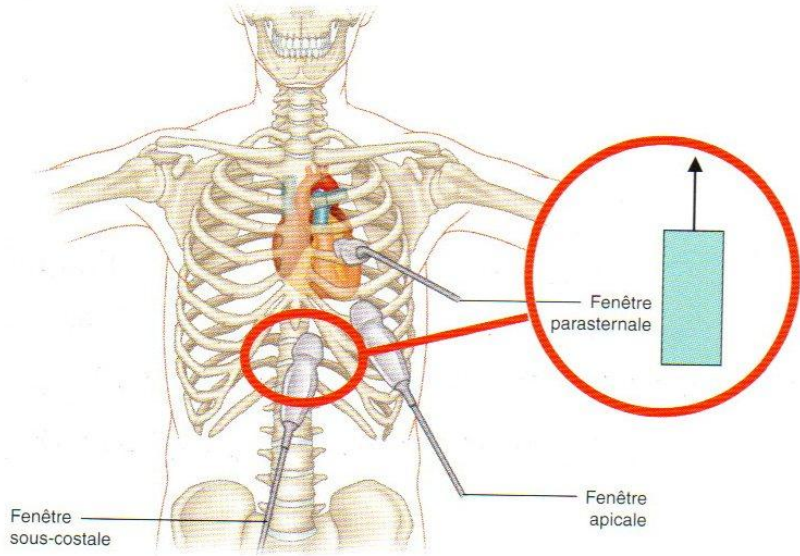
Coupes sous-costales

Les coupes sous-costales s'obtiennent en plaçant le capteur en sous-xyphoïdien.



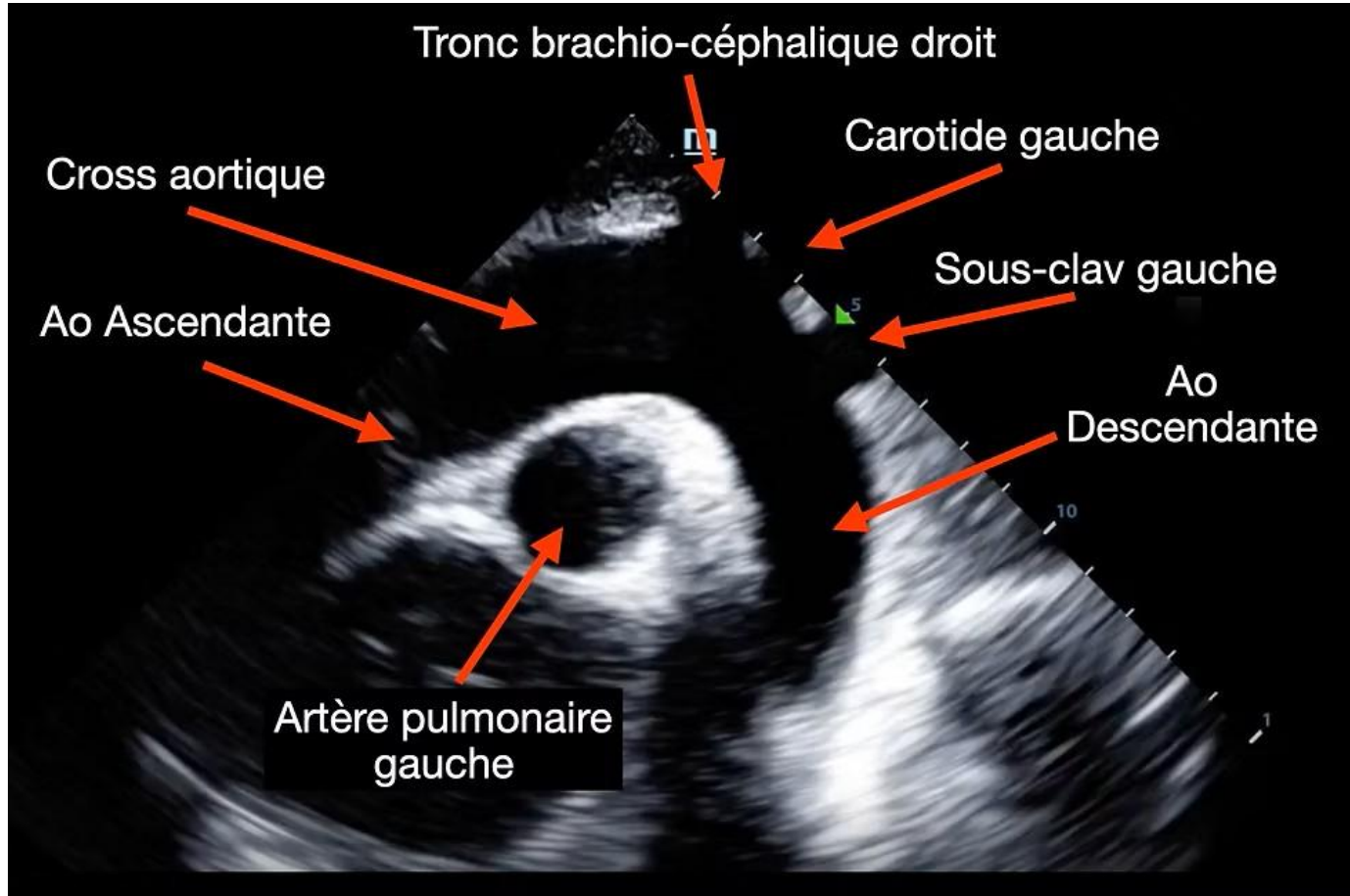
- Diamètres VG et VD mais ceux-ci seront légèrement sous-estimés donc utile pour comparer les deux
- Diamètre veine cave mesuré 1 à 2 cm avant son abouchement

4. Fenêtre sous-costale



- Diamètres VCI et collapsibilité
- Veines sus-hépatique

7. Fenêtre sus-sternale



Deuxième niveau de compétence pour l'échographie clinique en médecine d'urgence. Recommandations de la Société française de médecine d'urgence par consensus formalisé

Second Level of Clinical Sonography in Emergency Medicine. French Society of Emergency Medicine (SFMU) Guidelines by Formal Consensus



M. Martinez · J. Duchenne · X. Bobbia · S. Brunet · P. Fournier · P. Miroux · C. Perrier · P. Pès · A. Chauvin · P.-G. Claret · les membres de la commission des référentiels de la SFMU

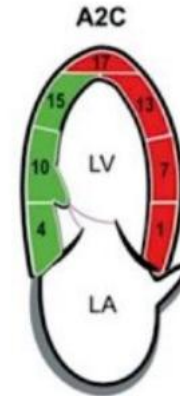
Reçu le 4 mai 2018 ; accepté le 14 mai 2018
© SFMU et Lavoisier SAS 2018

Trouble de la cinétique segmentaire

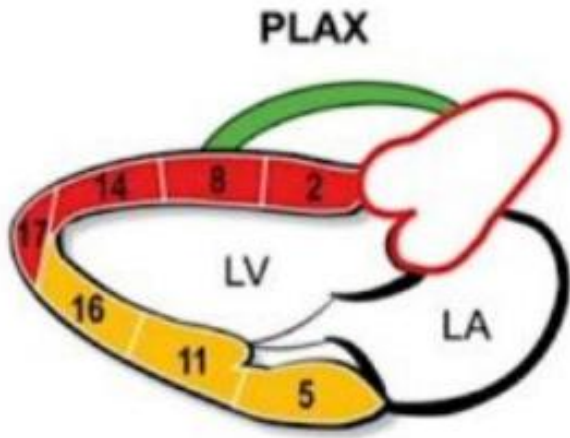
11- Il faut que l'urgentiste soit capable d'identifier une anomalie de contractilité segmentaire du ventricule gauche (VG) (accord fort). La reconnaissance d'une anomalie de contractilité segmentaire du VG fait partie des diagnostics à posséder en échographie d'urgence [20]. La méthode de référence pour l'étude de la cinétique segmentaire est la méthode en 17 segments [21]. Bien que son acquisition semble possible par l'urgentiste [22], cette méthode est longue et semble peu adaptée à la médecine d'urgence. Une analyse focalisée serait probablement plus pertinente en médecine d'urgence (type paroi antérieure, latérale, inféro-postérieure, région apicale et basale).

1. Segmentation cardiaque

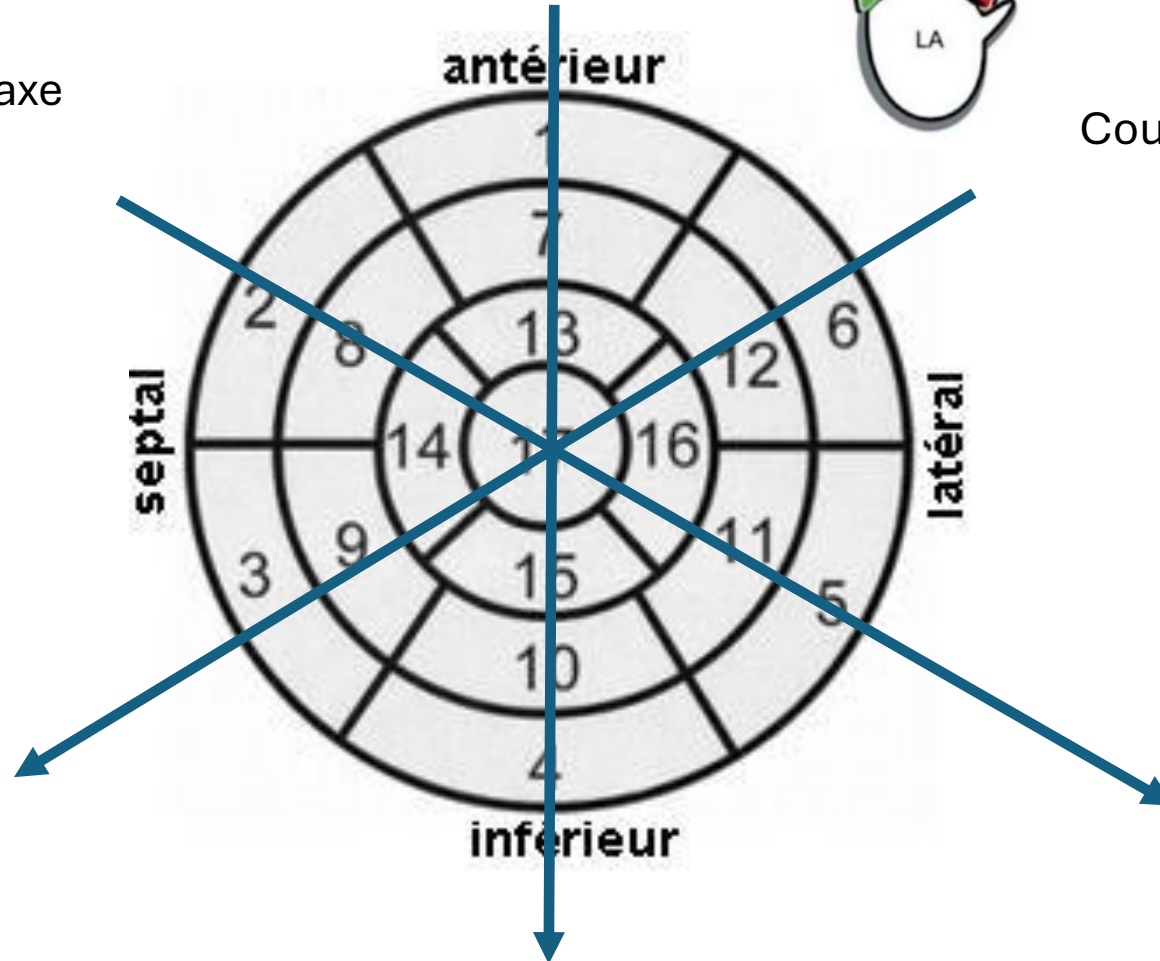
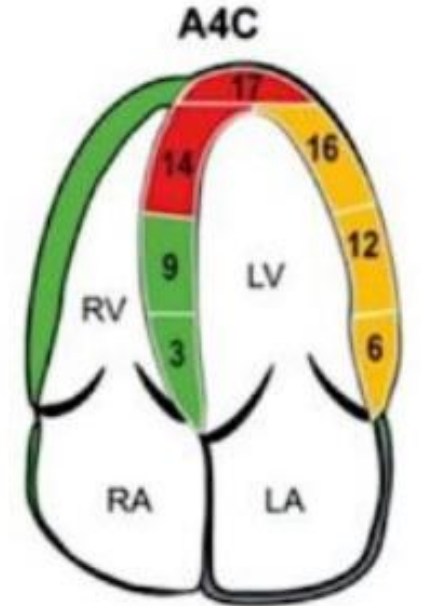
Coupe 2 cavités



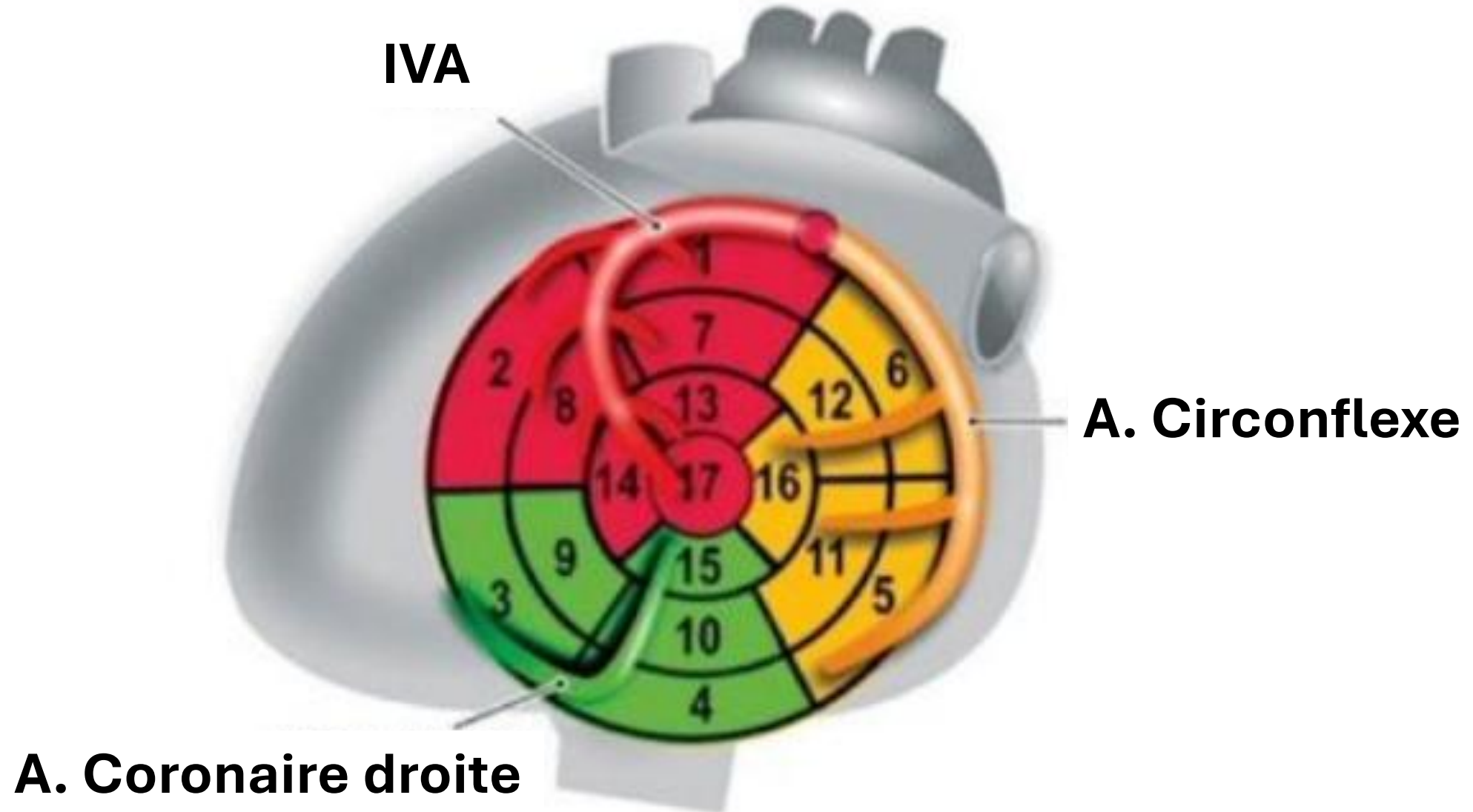
Coupe parasternale grand axe

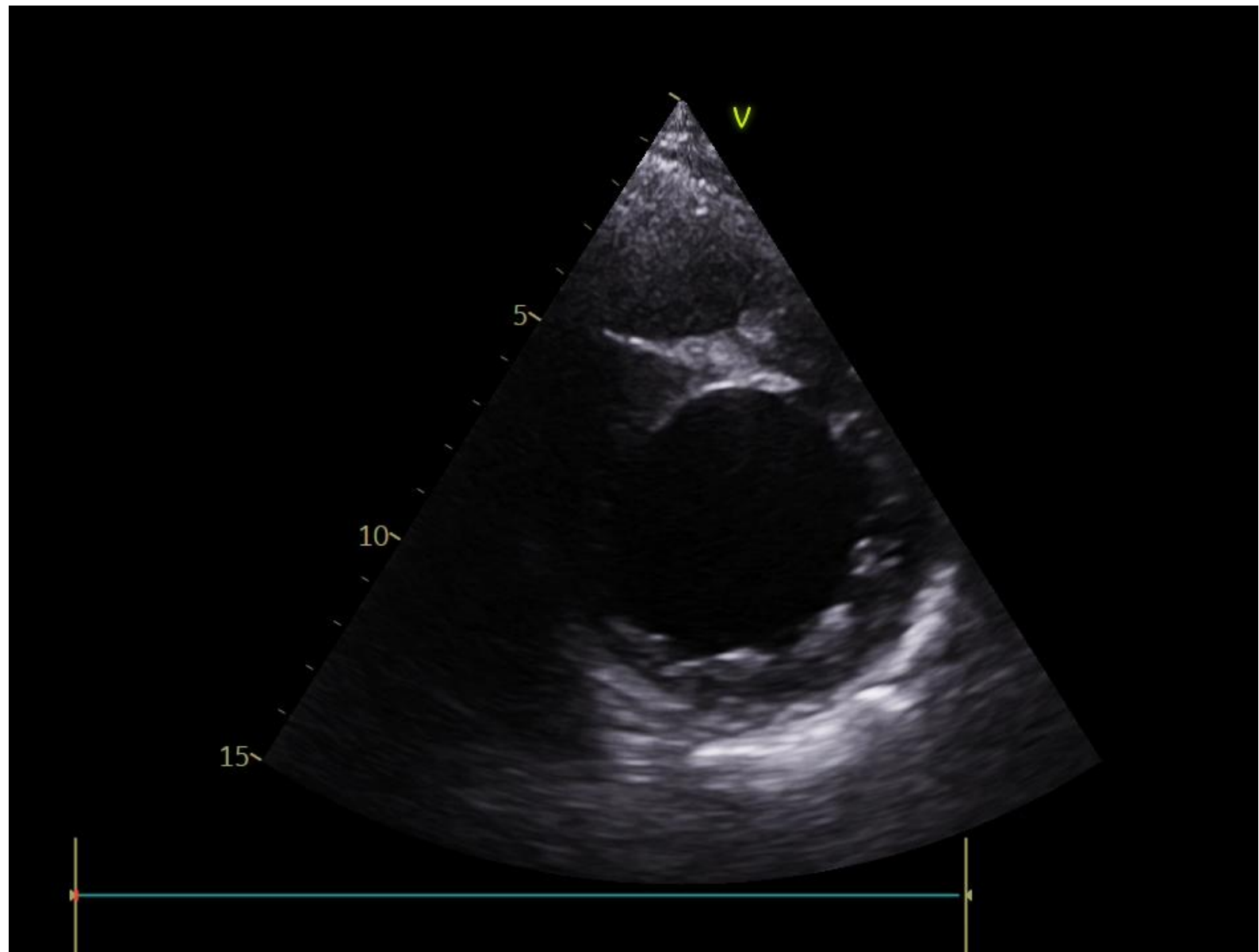


Coupe apicale des 4 cavités



2. Territoires vasculaires





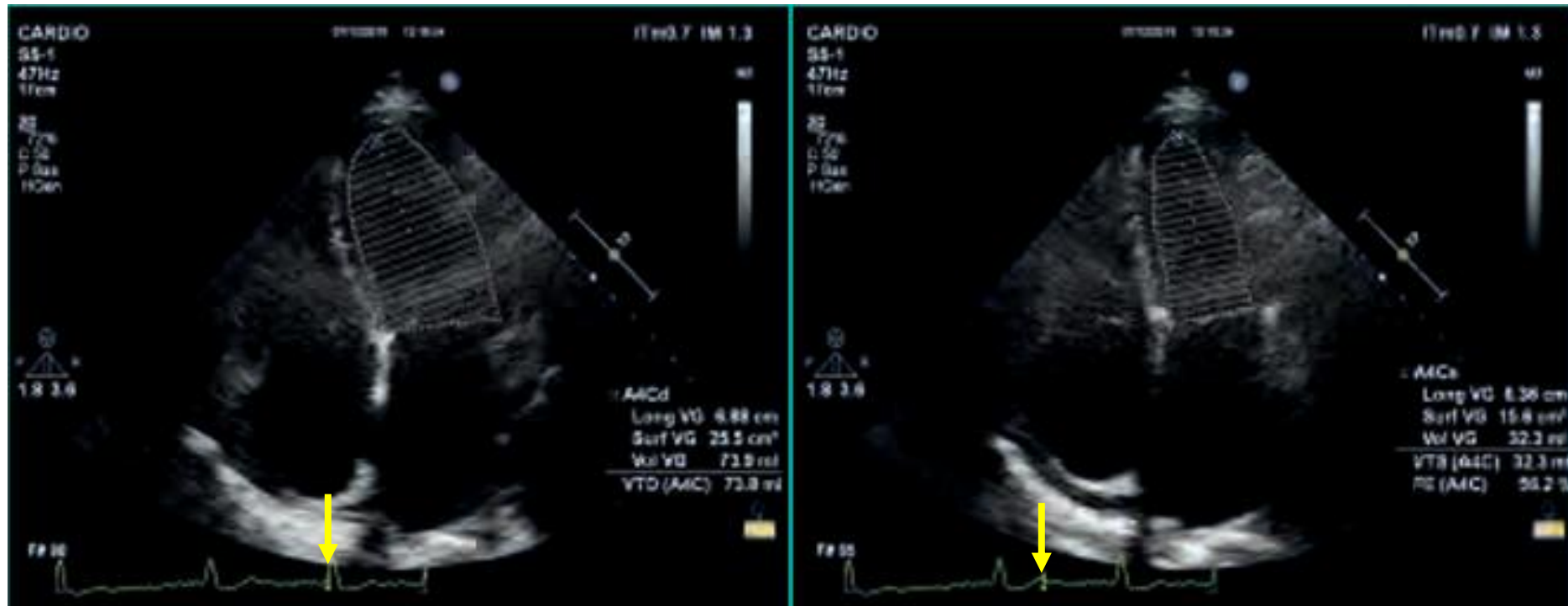
3. Evaluation de la FEVG

- Technique de référence : Simpson Bi-plan

$$FEVG (en\%) = \frac{VTDVG - VTSVG}{VTDVG}$$

Télédiastole (pied du QRS)

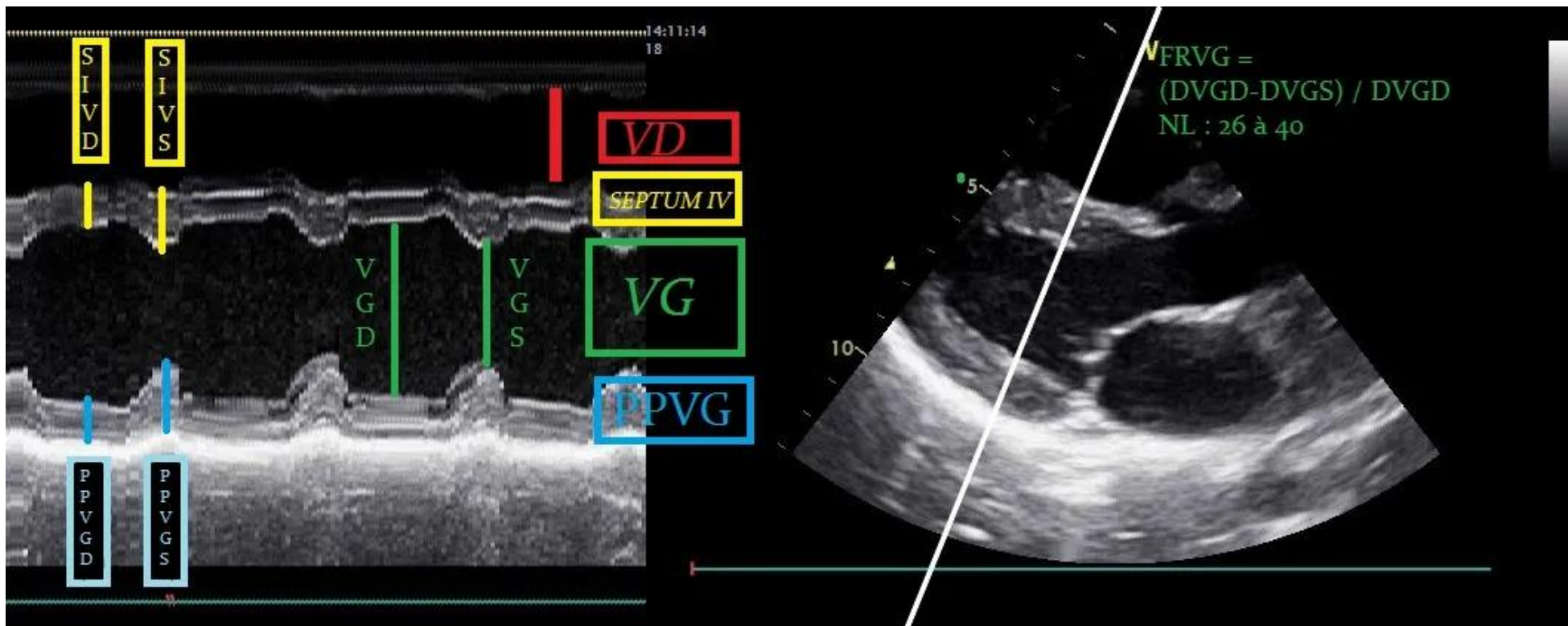
Téléstystole (fin onde T)



Pathologique si < 50% H et 55% pour les femmes

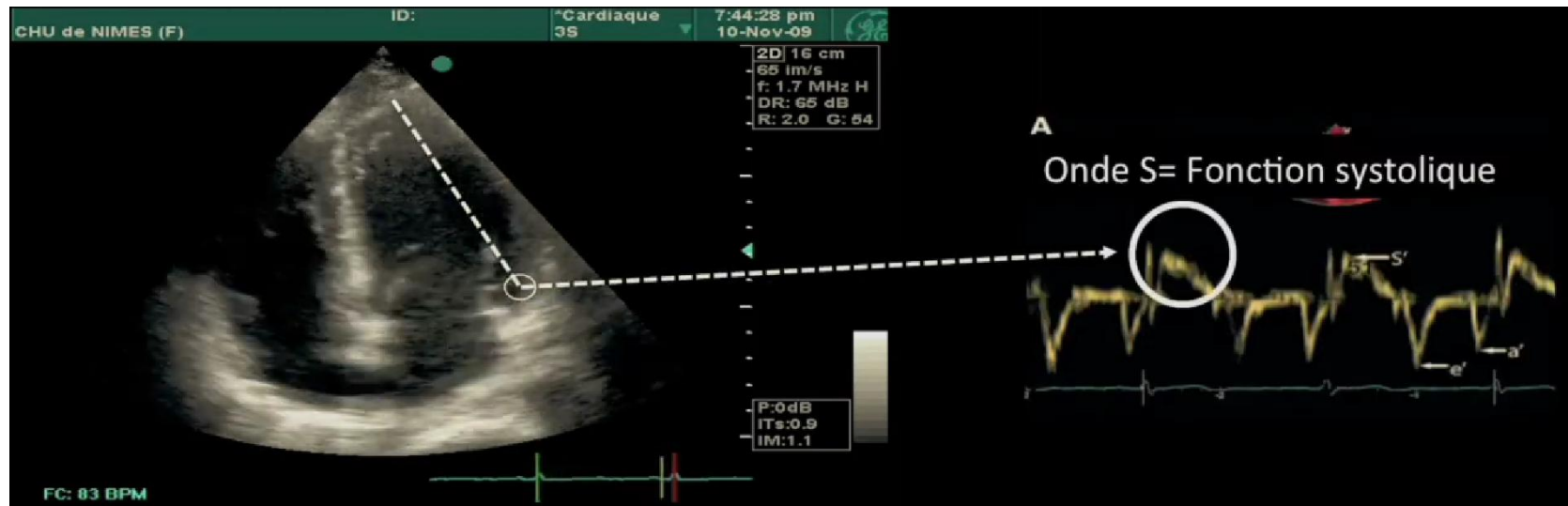
3. Evaluation de la FEVG

- Para-sternal grand axe mode TM: méthode Teichholz
 - Perpendiculaire à l'axe du ventricule
 - Possible si CMH, CMD
 - **Ne peut être réalisé en cas de mobilité anormale du septum** (WpW, BBG, dyskinesie, anévrisme).



3. Evaluation de la FEVG

- Onde S à l'anneau mitral en doppler tissulaire : **FACILE**

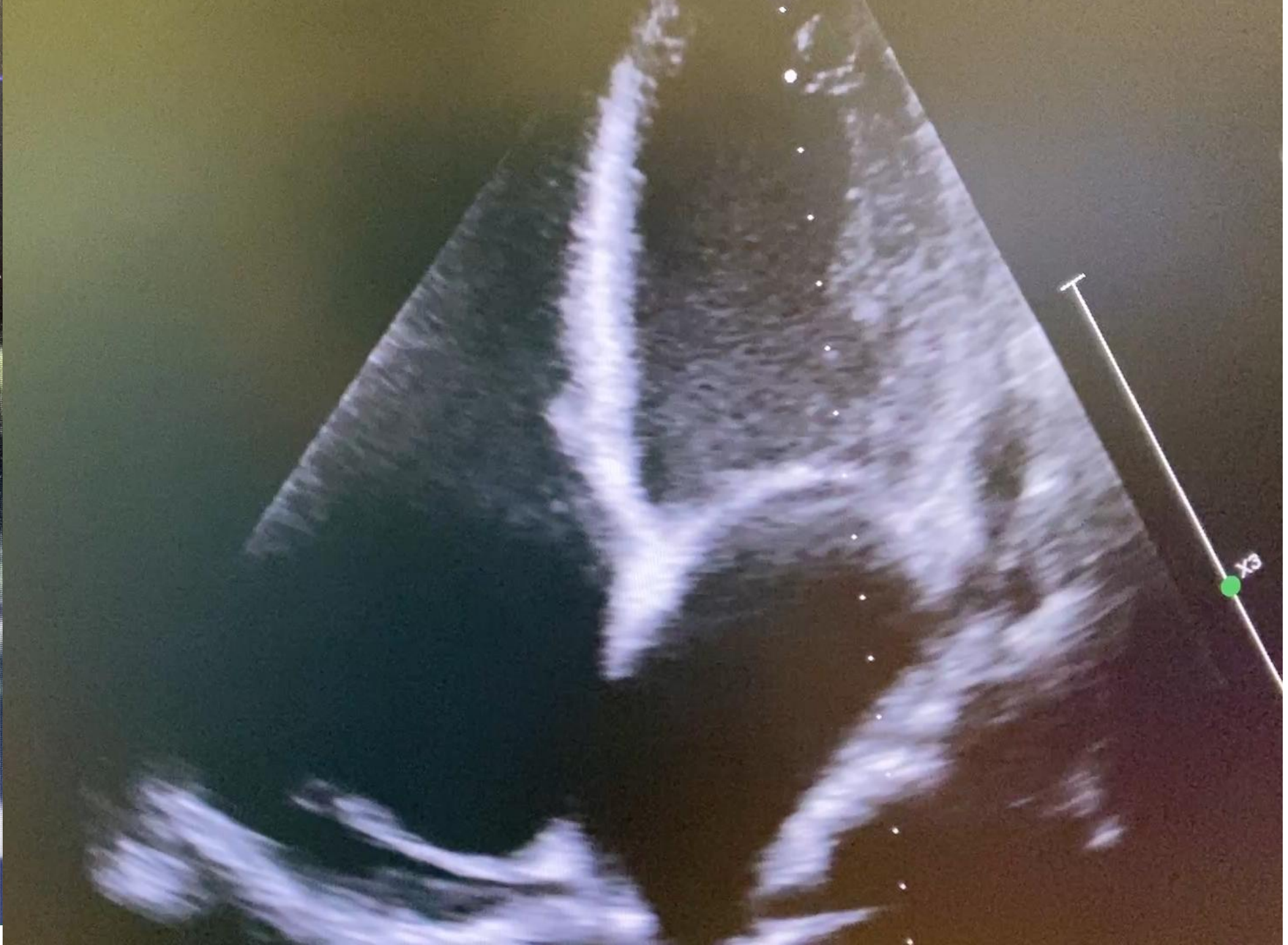


- $S > 8 \text{ cm/s}$ \Rightarrow FEVG $> 55\%$
- S entre 6 et 8 cm/s \Rightarrow FEVG = 30 – 49 %
- $S < 6 \text{ cm/s}$ \Rightarrow FEVG $< 30 \%$

Duzenli et al 2008

3.

• E



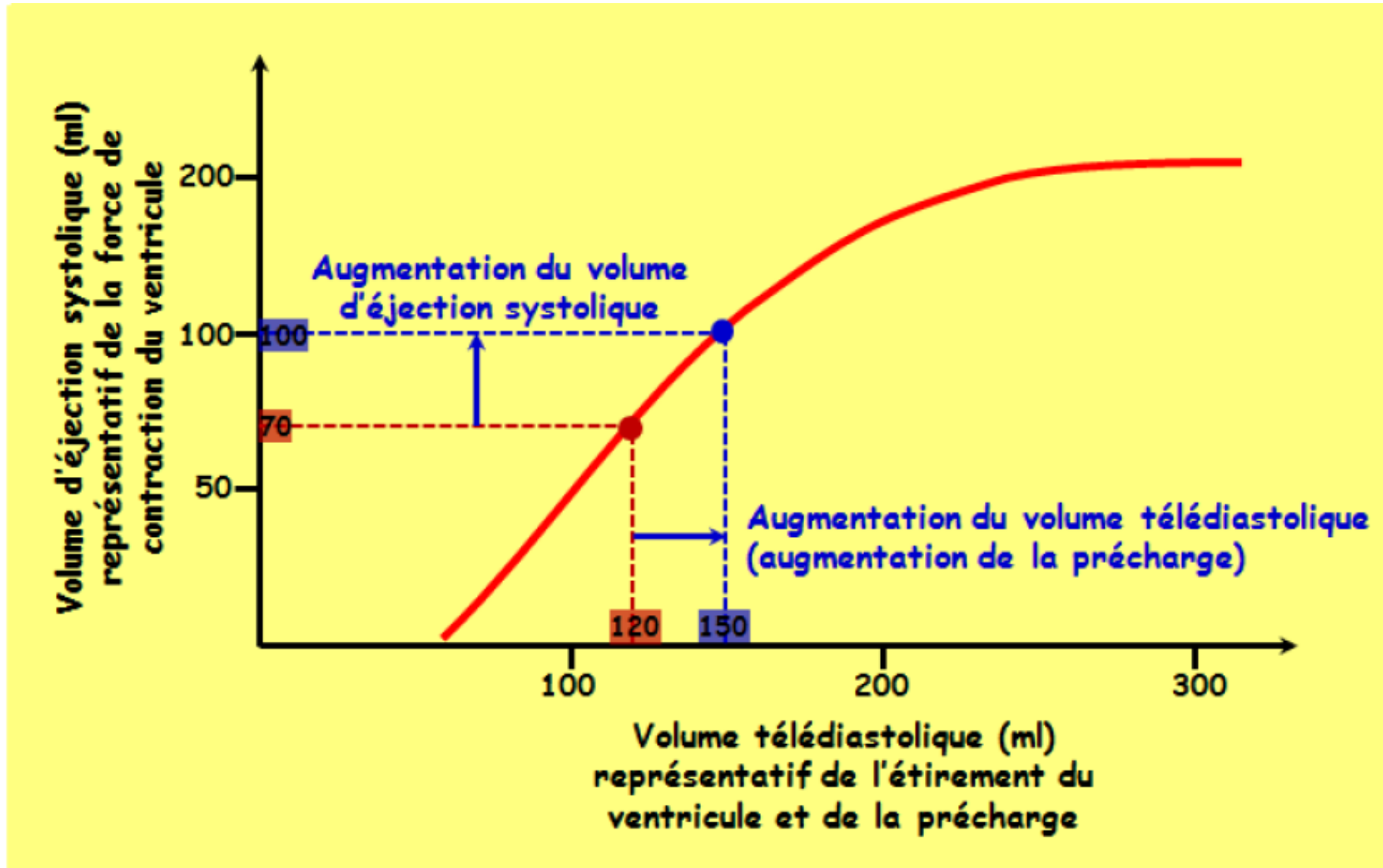
Expansion volémique

17- Il faut que l'urgentiste soit capable de quantifier le débit cardiaque par mesure de l'intégrale temps-vitesse sous-aortique (ITV sous-Ao) (accord fort). Les variations de la mesure de l'ITV sous-Ao suivent celles du débit cardiaque [30] et sont suffisantes pour l'évaluation du débit cardiaque chez les patients hémodynamiquement instables [31]. Sa mesure par le médecin urgentiste est fiable, comparativement à celle réalisée par le cardiologue [32].

18- Il faut que l'urgentiste soit capable de quantifier la réponse à une expansion volémique par mesures répétées de l'ITV sous-Ao (accord fort). L'optimisation précoce du débit cardiaque et de l'intensité de l'expansion volémique chez les patients en état de choc permet de réduire la mortalité [33]. La mesure répétée de l'ITV sous-Ao est un indice dynamique et fiable dans l'évaluation d'une expansion volémique, que ce soit chez le patient ventilé ou en respiration spontanée, associée ou non à un test de lever de jambes passif [31,32].

1. Rappel physiologique

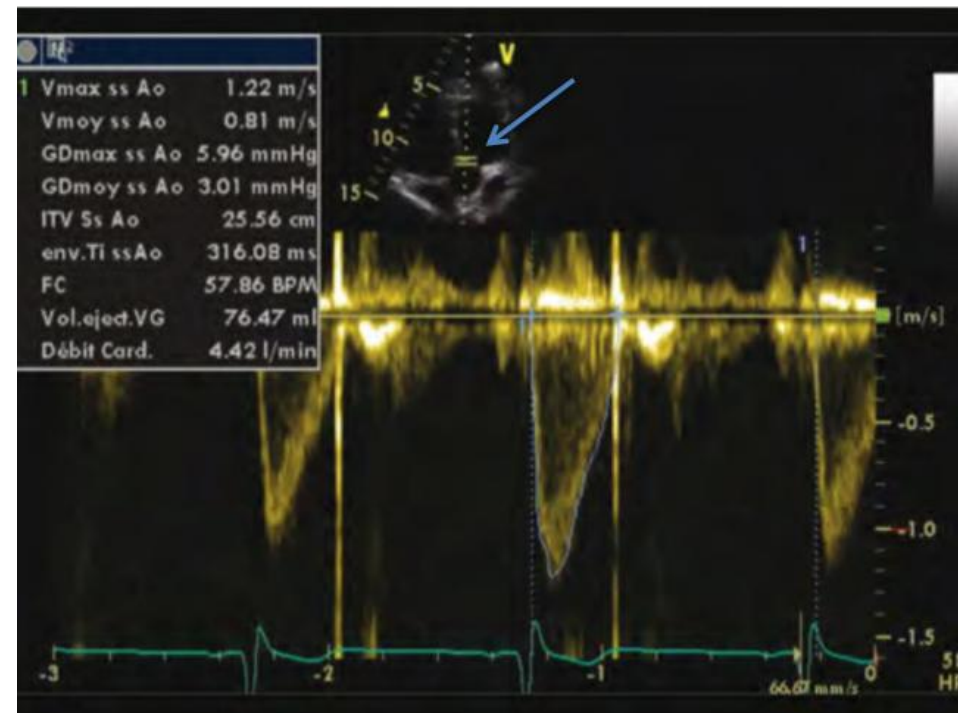
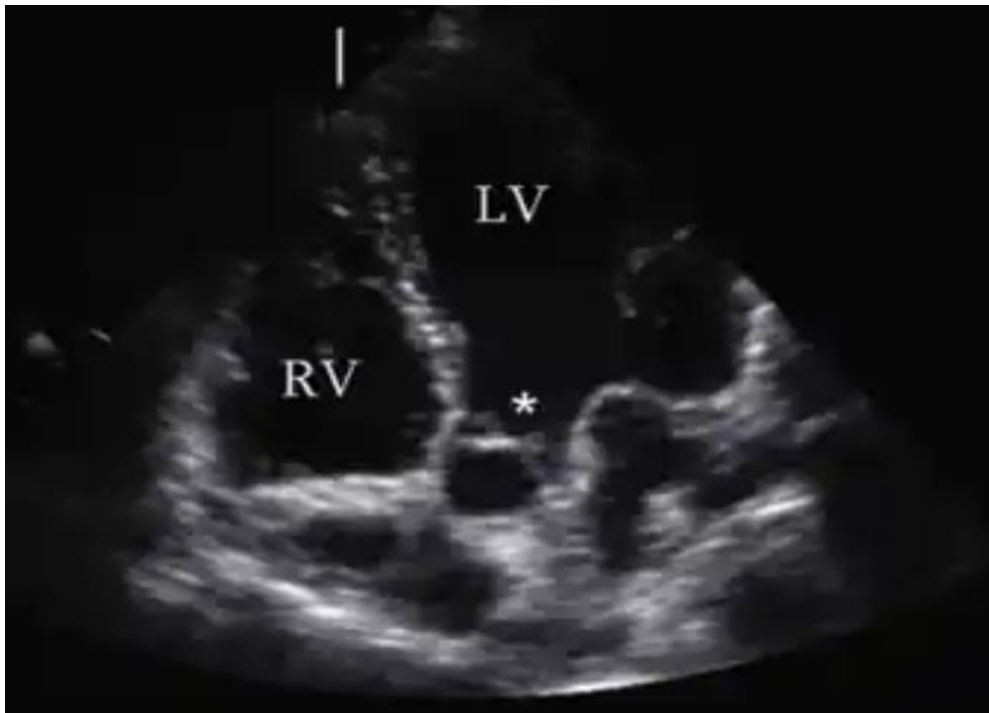
- Loi de Franck et Starling



2. Mesures ETT et interprétations

Valeurs normales
- ITV SSAo de 14 à 20

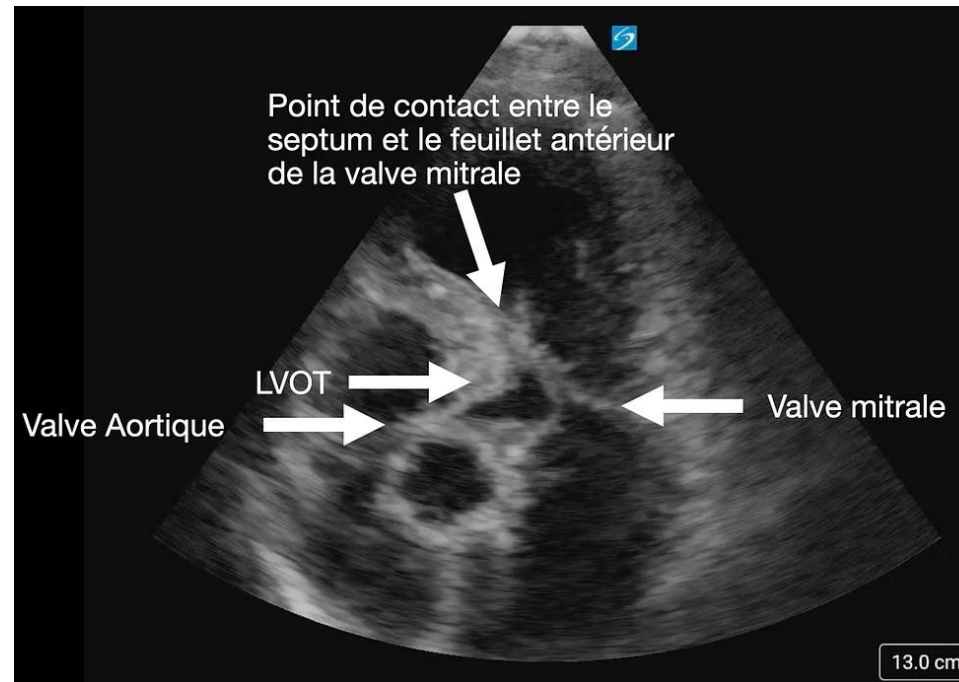
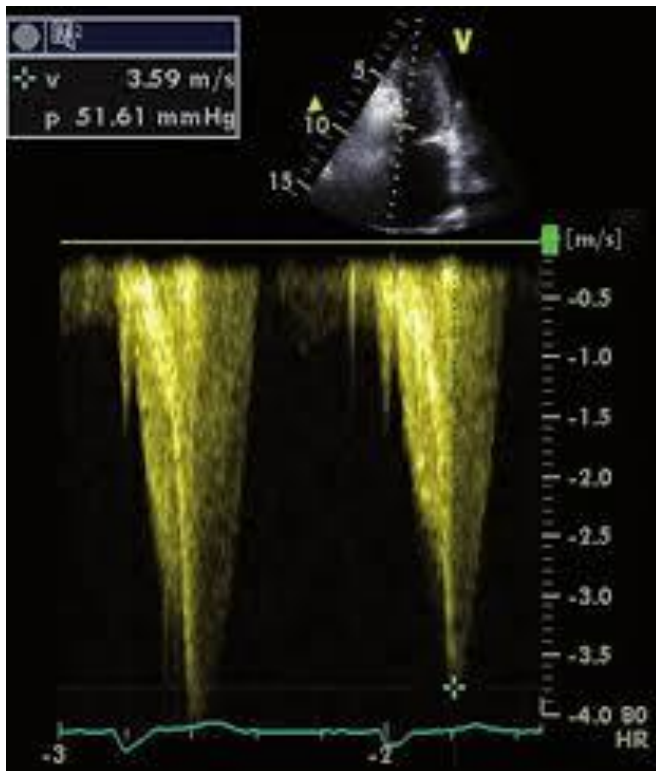
- ITV sous Aortique : doppler pulsé
 - Dans la chambre de chasse à 1cm de la valve Aortique
 - Aspect en **doigt de gant**, avec **cône d'ombre** et **clic de fermeture** de la valve



Pathologique +++ ITV SSAo < 12 cm

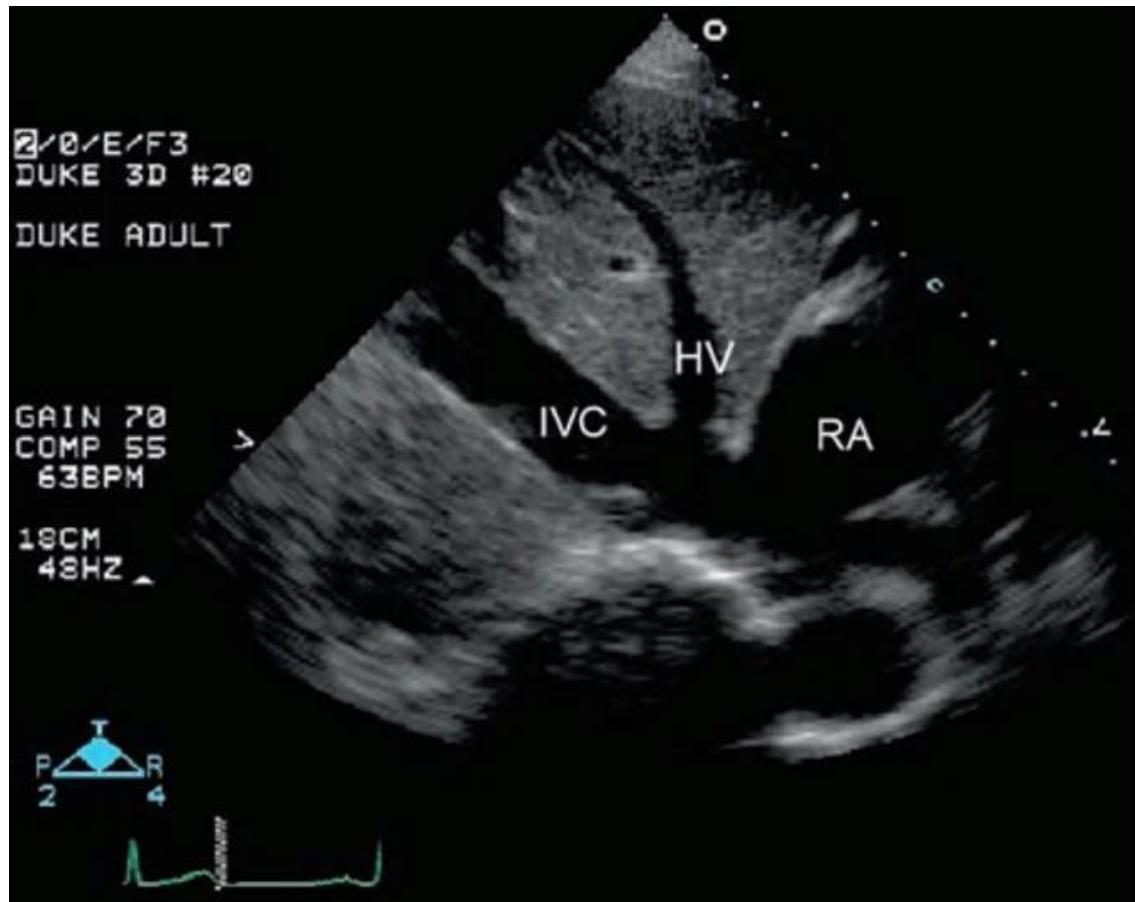
2. Mesures ETT et interprétations

- ITV sous Aortique : **aspect en lame de sabre**
 - Signe une obstruction intra-VG lors de l'éjection (vitesse ↗)
 - Hypertrophie VG : obstruction anatomique
 - SAM (systolique anterior movement) : obstruction anatomique
 - Hypovolémie : obstruction dynamique



2. Mesures ETT et interprétations

- La Veine cave inférieure : fenêtre sous-costale, 90° anti-horraire

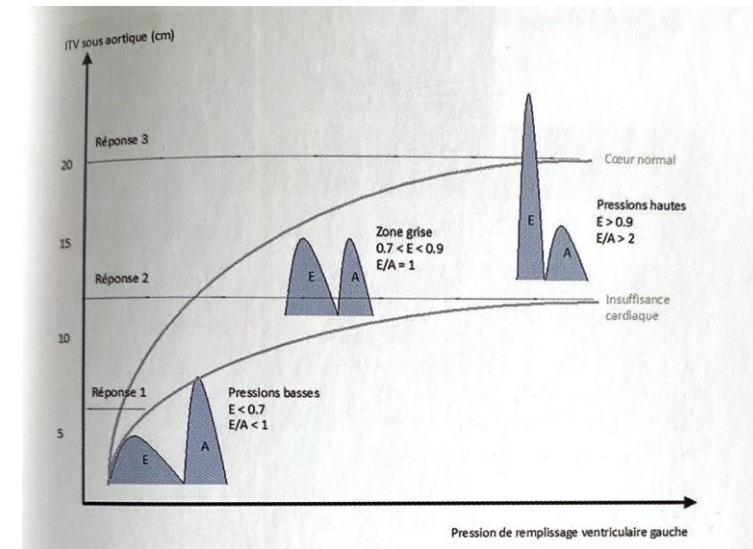


3. Outils diagnostiques

- Delta ITV de **12%** signe une précharge dépendance.
- Techniques
 - Lever de jambe, passif **GOLD Standard** (difficile DRA...)

PUIS

- Utilisation conjointe ITV sous Aortique et profil mitral :
 - ITV bas ; $E/A < 1$ → Remplissage
 - ITV bas ; $E/A > 1$ → Remplissage prudent et arrêt si pas de modif ITV
 - ITV bas ; $E/A > 2$ → arrêt remplissage



3. Mesures ETT et interprétations

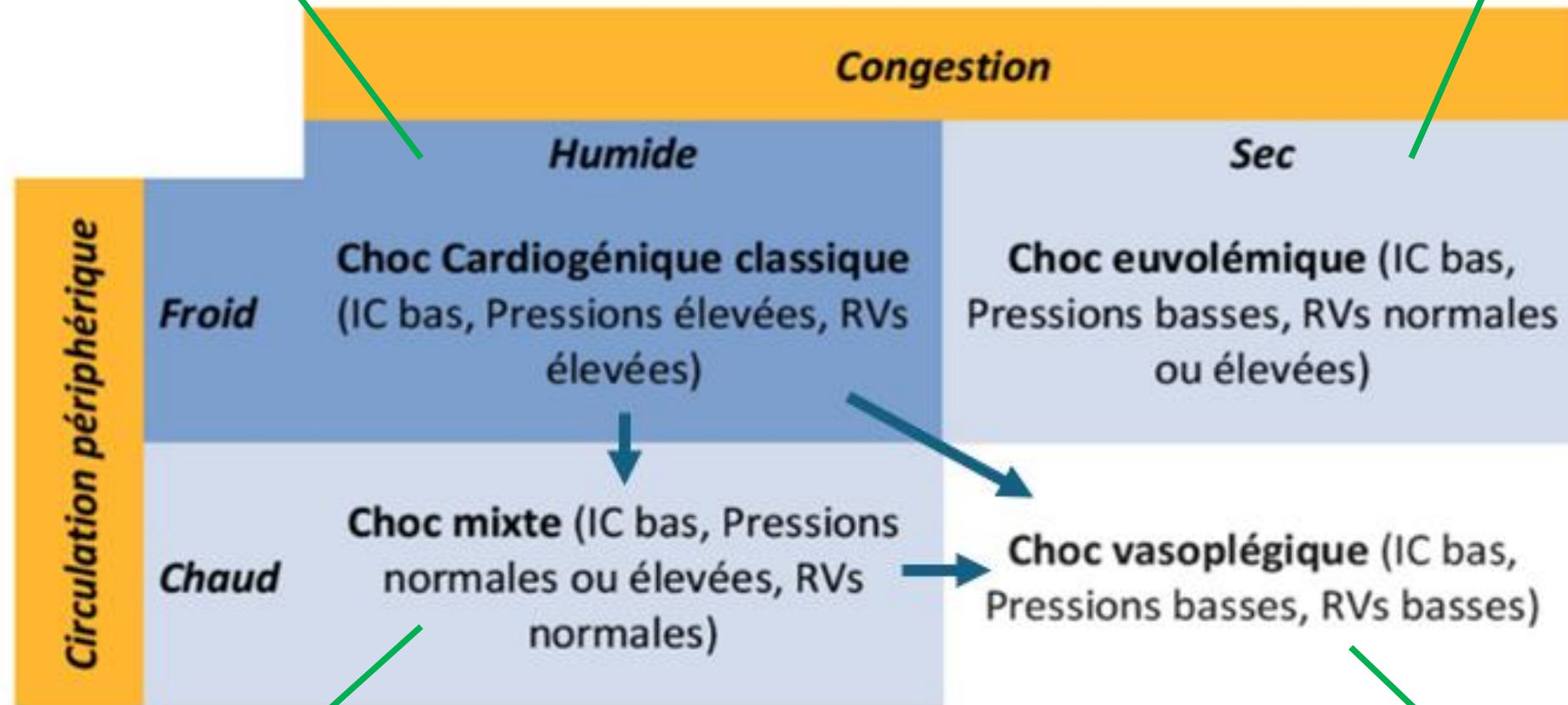
- Et la VCI ??
 - Diamètre de la **VCI NON INTERPRETABLE en VS !**
 - **Collapsibilité** de la VCI interprétable :
 - Si $> 40\%$ → Réponse favorable à l'expansion volémique
 - Si $< 40\%$ → Réponse **non prévisible !** (Se 94%, Spe 87%) le patient peut-être pré-charge dépendant tout de même !

Dysfonction systolique VG / Choc cardiogénique

1. Rappel physiologique

Phase initiale d'une dysfonction VG pure

Choc cardiogénique +/- DEC (iatrogène +++)



Combiné à un choc septique

Evolution naturelle du CC ou combiné à un choc septique

2. Mesures ETT et interprétations

- Débit cardiaque :

$$DC = SAO * ITV SSAO * FC$$

- $SAO = \pi r^2$
- Où r = rayon chambre de chasse Ao mesuré en para-sternal grand axe

- Intégrale temps vitesse chambre de chasse Aortique mesurée en apicale des 5 cavités

- Fréquence cardiaque

$$IC = \frac{\text{Débit cardiaque}}{\text{surface corporelle}}$$

Pathologique si $IC < 2,2L/mn/m^2$

3. Le Choc cardiogénique en ETT



Elévation des Pressions ventriculaires gauche

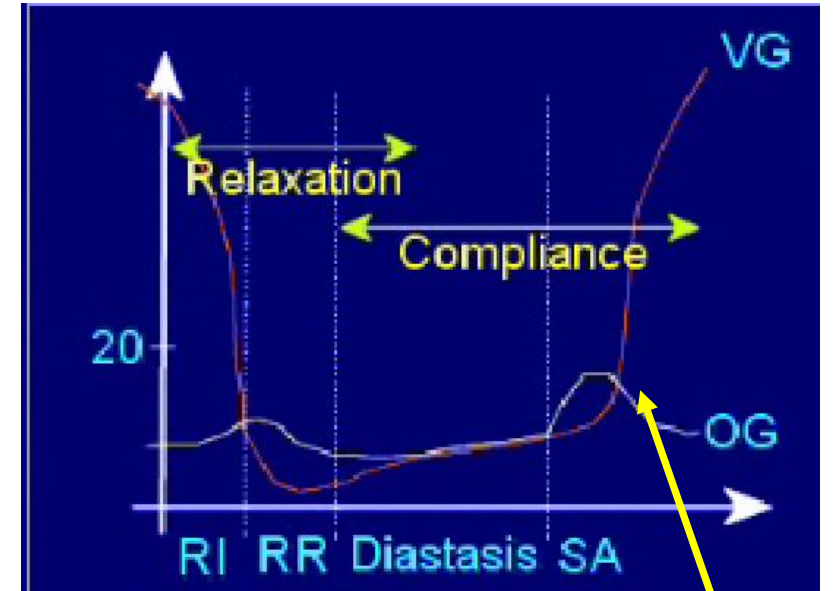
12- Il faut que l'urgentiste soit capable de quantifier les pressions de remplissage du VG (accord fort). Les indices échocardiographiques permettant de dépister une augmentation des pressions de remplissage du VG les plus décrits sont les ondes E et A issus de l'analyse en Doppler des vitesses du flux mitral, et l'onde E' issue de l'analyse en Doppler tissulaire des vitesses de déplacement de l'anneau mitral. Ces indices sont mesurables et interprétables par les médecins urgentistes dans leur pratique clinique [23,24].

13- Il faut que l'urgentiste soit capable d'identifier un trouble diastolique sévère de la fonction VG (accord fort). L'évaluation des pressions de remplissage du VG par échographie peut permettre de dépister des dysfonctions diastoliques sévères [25]. Ces indices sont mesurables et interprétables par des médecins urgentistes formés dans leur pratique clinique avec un RV+ de 3 à 4,5 et un RV- de 0,1 [23,24].

1. Rappel Physiologique

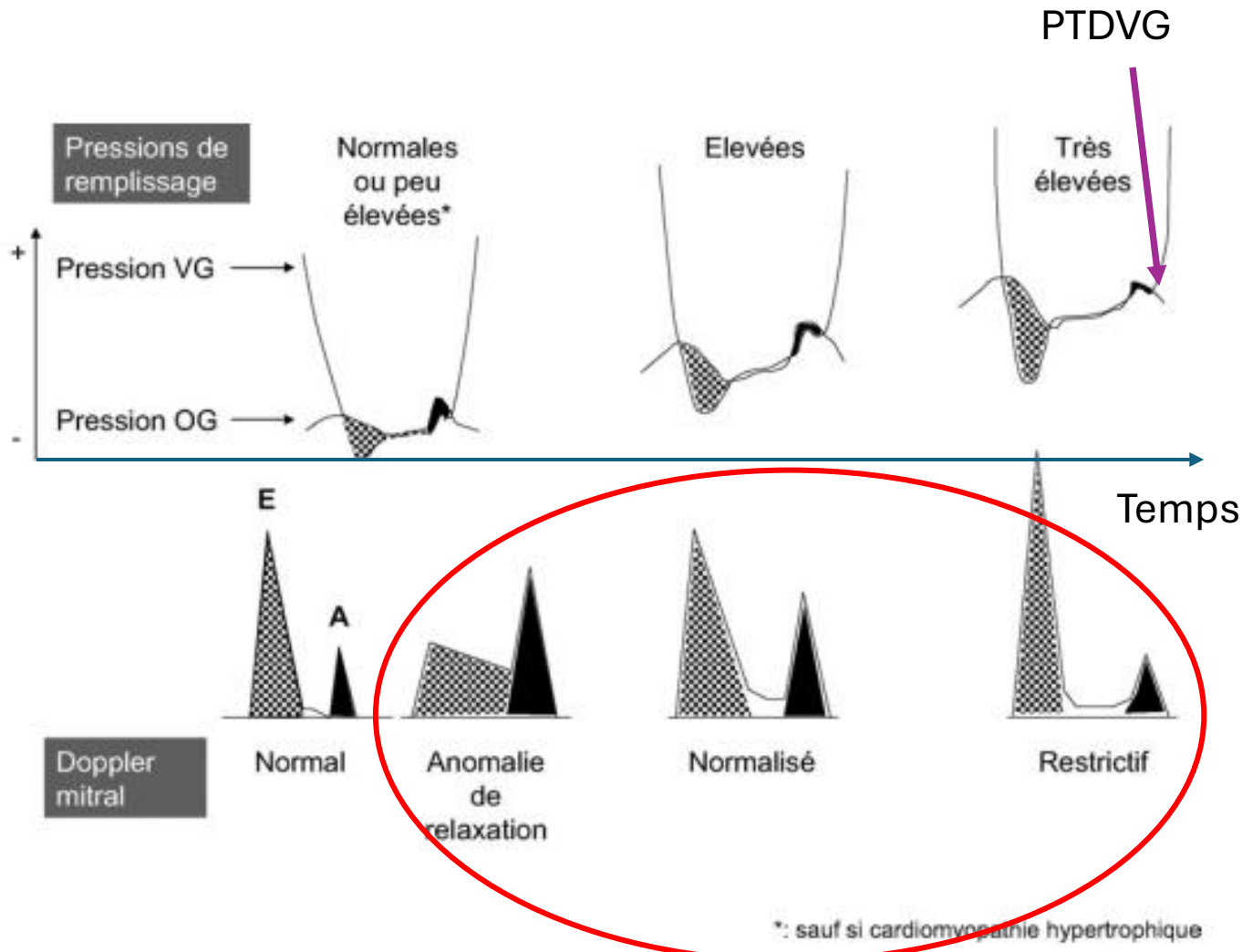
- Diastole comprend 4 phases :
 - Phase de relaxation isovolumétrique
 - Phase de remplissage rapide: phénomène de succion dû à la baisse rapide de la pression ventriculaire
- ↕
- Remplissage passif en méso-diastole où les pressions entre VG et OG s'équilibre (diastasis)
 - Participation auriculaire (10 à 30% selon l'âge).

$$\text{Pression} = \frac{d \text{ Volume}}{\text{Compliance}}$$



PTDVG

2. Mesures et interprétations



Pathologique

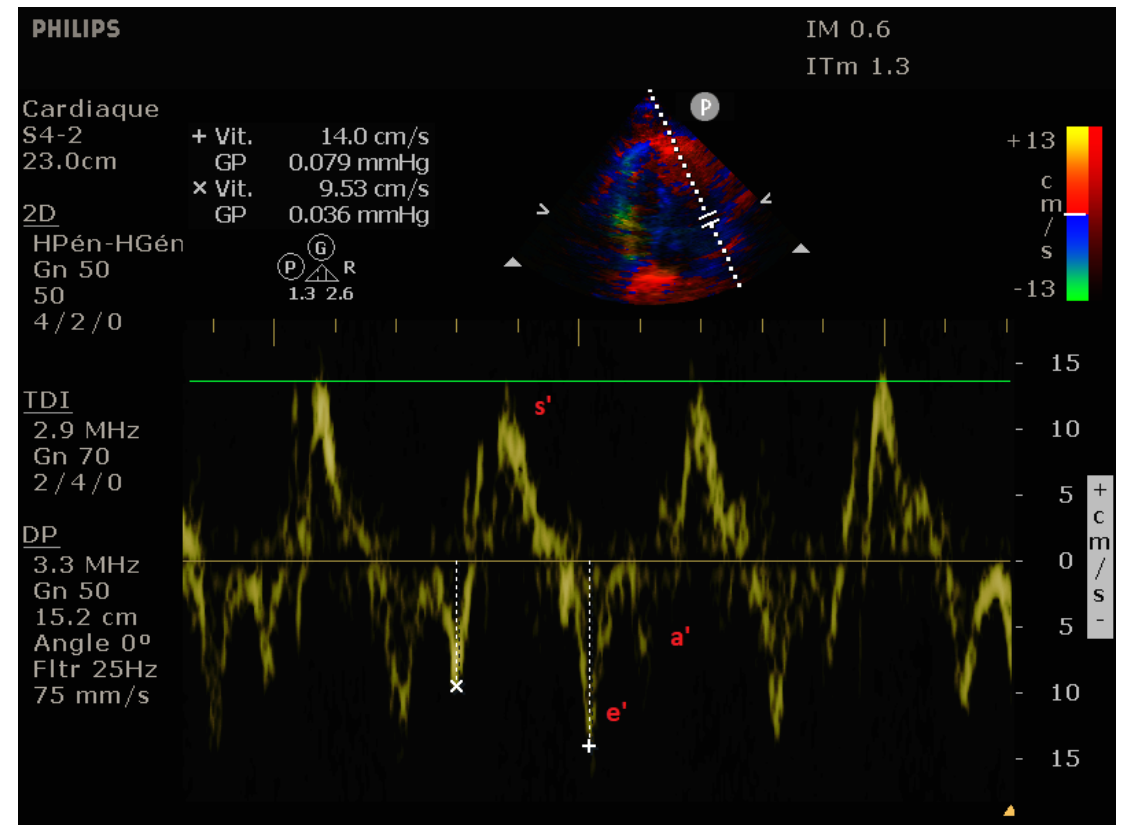
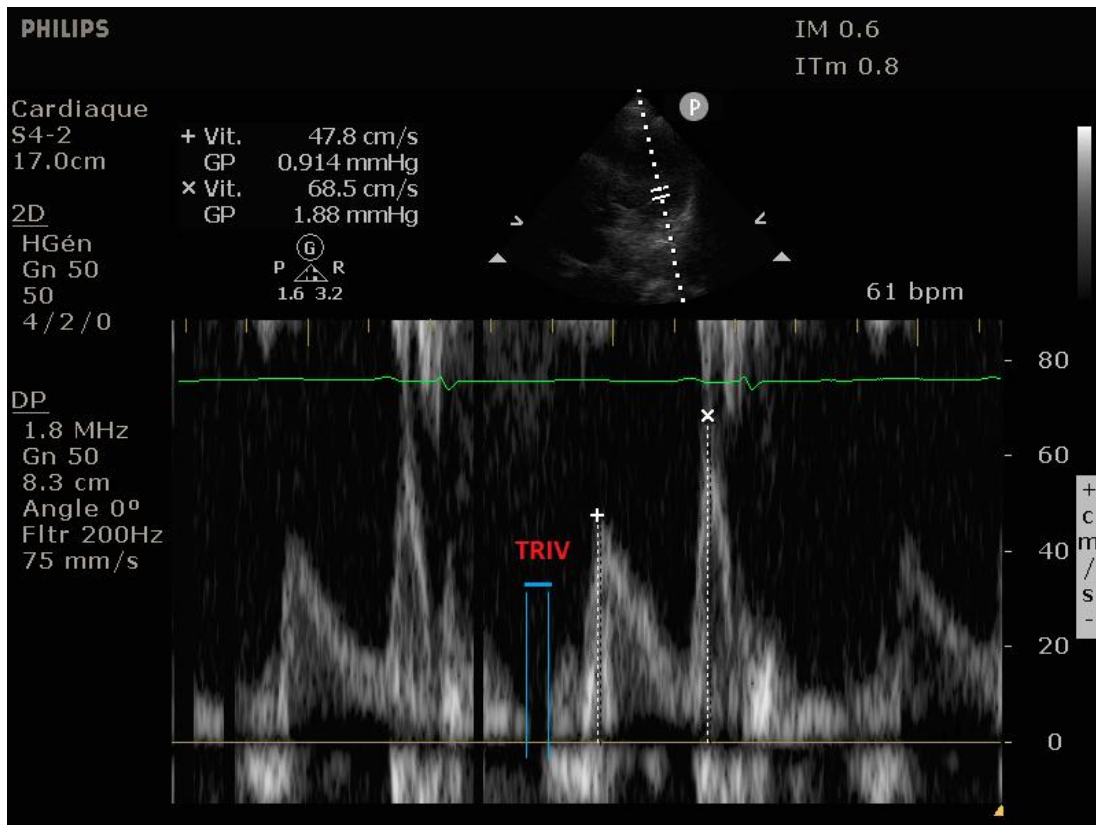
- Profil mitral :
 - Fenêtre d'échantillonnage dans l'entonnoir du dôme mitral
- Pathologies valvulaires mitrales rendent inexploitable le profil mitral
- Méfiance avec les fuites aortiques massive

- 2 indices signant un trouble de relaxation :
 - $8 < E' < 10$ modéré
 - $E' < 8$ cm/s sévère
 - $E/A < 1$

2. Mesures et interprétations

- Valeurs normales :
 - E : 0,7 à 1 cm/s
 - E/A : 0,8 à 1,5

- Valeurs pathologiques :
 - E/A > 1,5 (Se 75%; Spe 100%)
 - E/E' > 14
 - TDE < 120ms (Se 100%; Spe 99%)



2. Mesures et interprétations

- Limites d'interprétation de l'Onde E' et donc du rapport E/E'

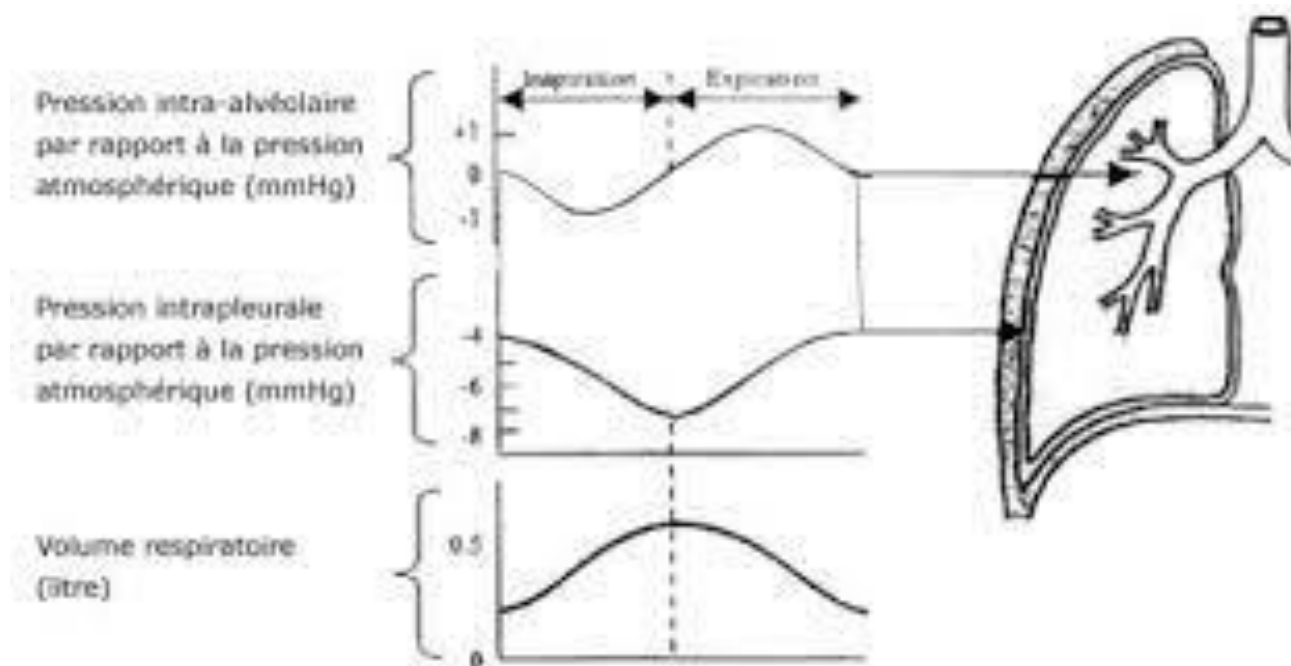
- **Sujet âgé** (mais 24% des sujets > 74 ans = E/E' > 15)
- Tachycardie
- Myocardiopathie hypertrophique
- Fibrillation auriculaire
- Insuffisance mitrale sévère
- Sténose mitrale
- Prothèse aortique / mitrale



Tamponnade péricardique

1. Rappel de physiologie

- Inspiration :
 - Baisse de la pression intra-Thoracique donc baisse POD
 - Augmentation Retour veineux → augmentation Précharge VD
 - Interdépendance ventriculaire

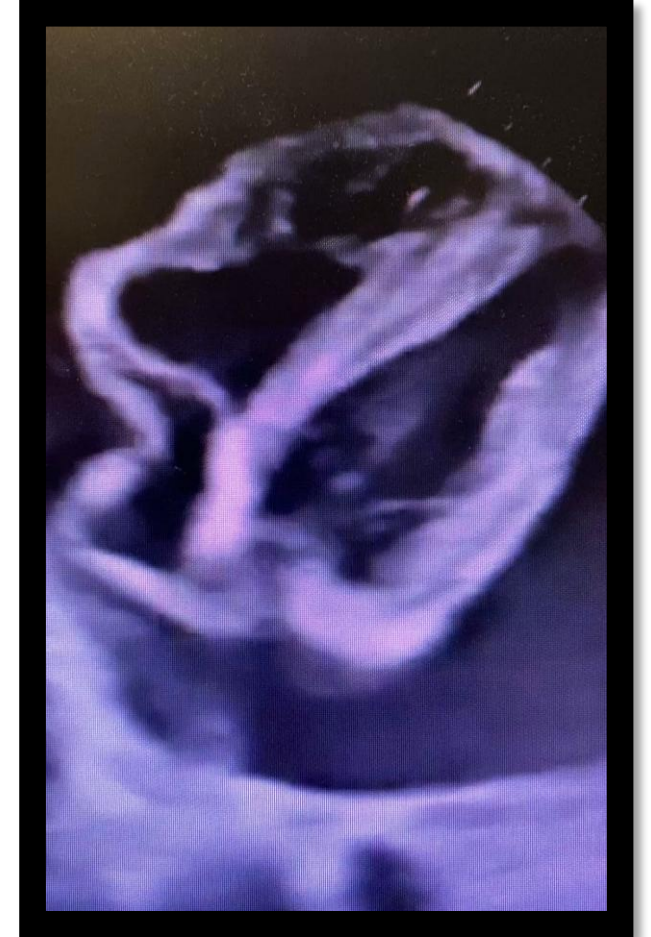


1. Rappel de physiologie

- Conséquences hémodynamiques de la tamponnade:
 - élévation des pressions diastoliques VD-OD:
 - Diminution du RV
 - A l'inspiration baisse de la Pression intra-tho minimisant l'effet de l'épanchement
 - Amélioration du RV mais au dépend de l'OG et du VG
 - Baisse de l'éjection → disparition du pouls (pouls paradoxal)
 - **Tachycardie** compensatoire pour maintenir le débit
- Gravité dépend de:
 - Volume
 - Rapidité d'installation (possibilité de tamponnade avec petite épanchement !)
 - Compliance des ventricules

1. Rappel de physiologie

- Définition :
 - Défaillance circulatoire (**choc obstructif**)
 - Compression des cavités cardiaques
 - Due à un épanchement péricardique

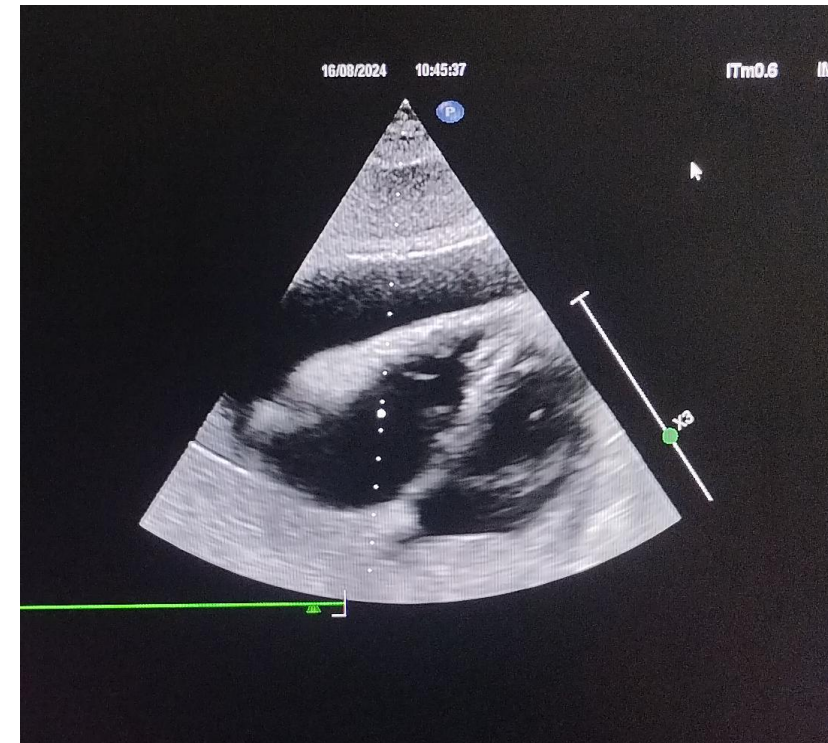


2. Signes ETT : 4 à rechercher

① Encoche OD

→ *Coupe apicale des 4 cavités*

- Egalisation voire inversion des pressions entre OD et péricarde
- Présente dès le début de l'épanchement en protodiastole
- TAMPONNADE si prolongé **pendant > 2/3 du cycle cardiaque (toute la diastole + protosystole)**

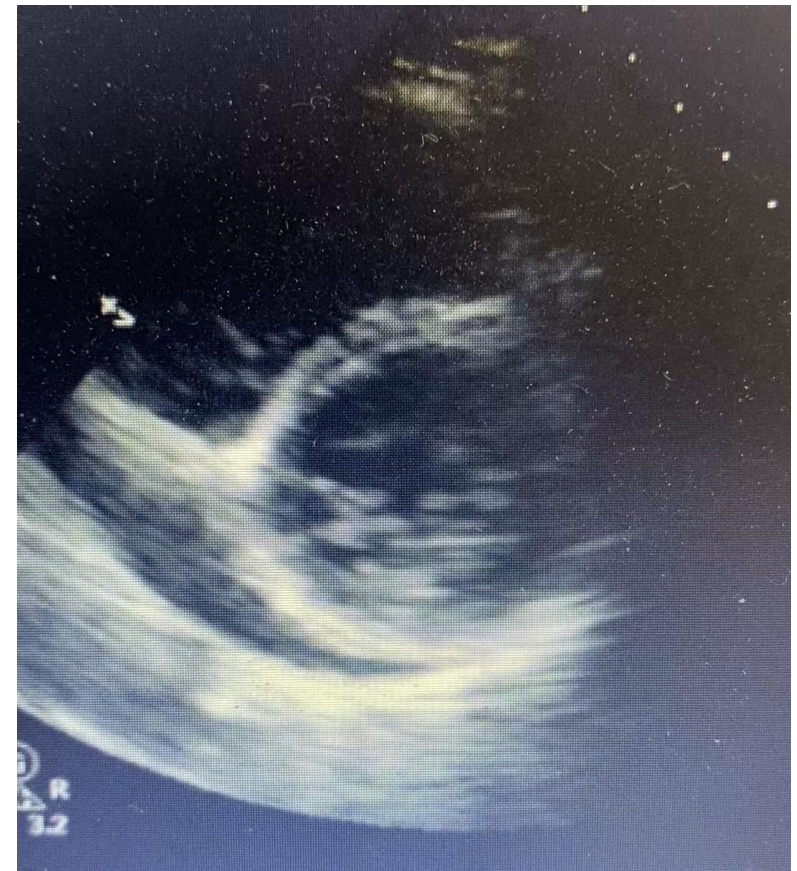
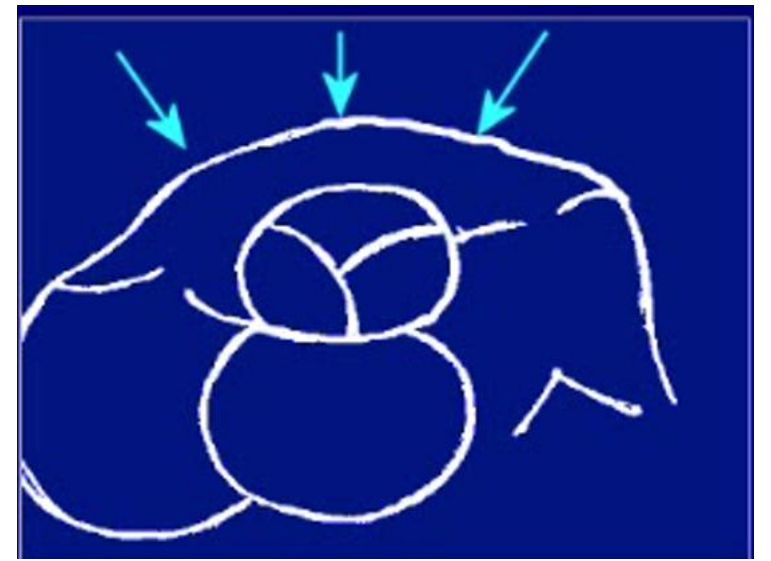


2. Signes ETT : 4 à rechercher

② Collapsus VD

→ *Para-sternale petit axe dévoilant l'AP*

- En diastole
- Au niveau de la chambre de chasse VD car paroi plus fine
- Signe très spécifique mais souvent tardif



2. Signes ETT : 4 au total !

③ VCI pléthorique

→ *Coupe sous-costale*

- Augmentation du calibre de la VCI (> 25 mm)
- Diminution ou disparition de la collapsibilité
- Signe peu spécifique

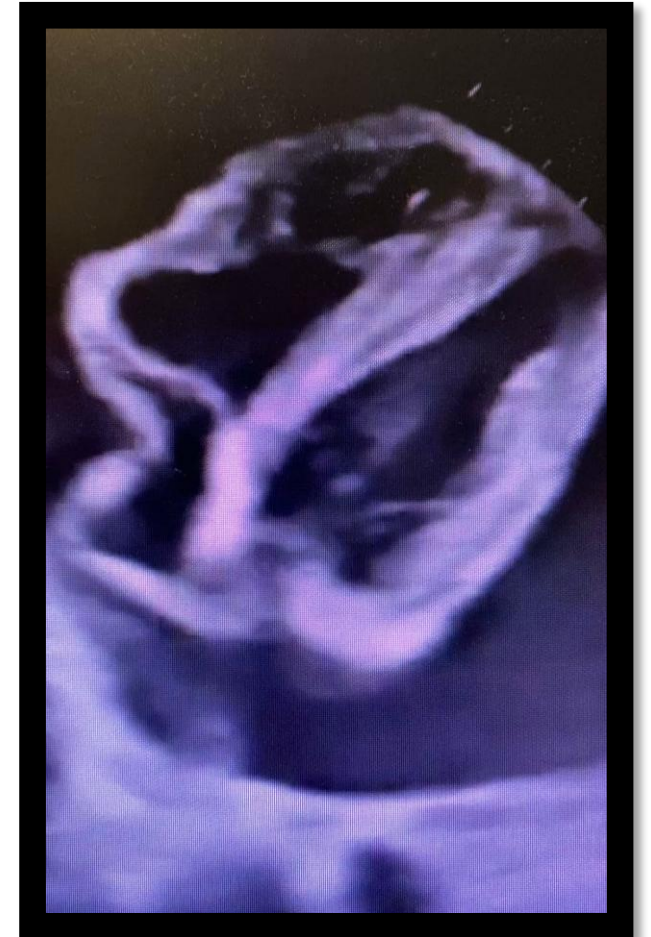


2. Signes ETT : 4 à rechercher

④ Compression de l'OG

→ Apicale des 4 cavités

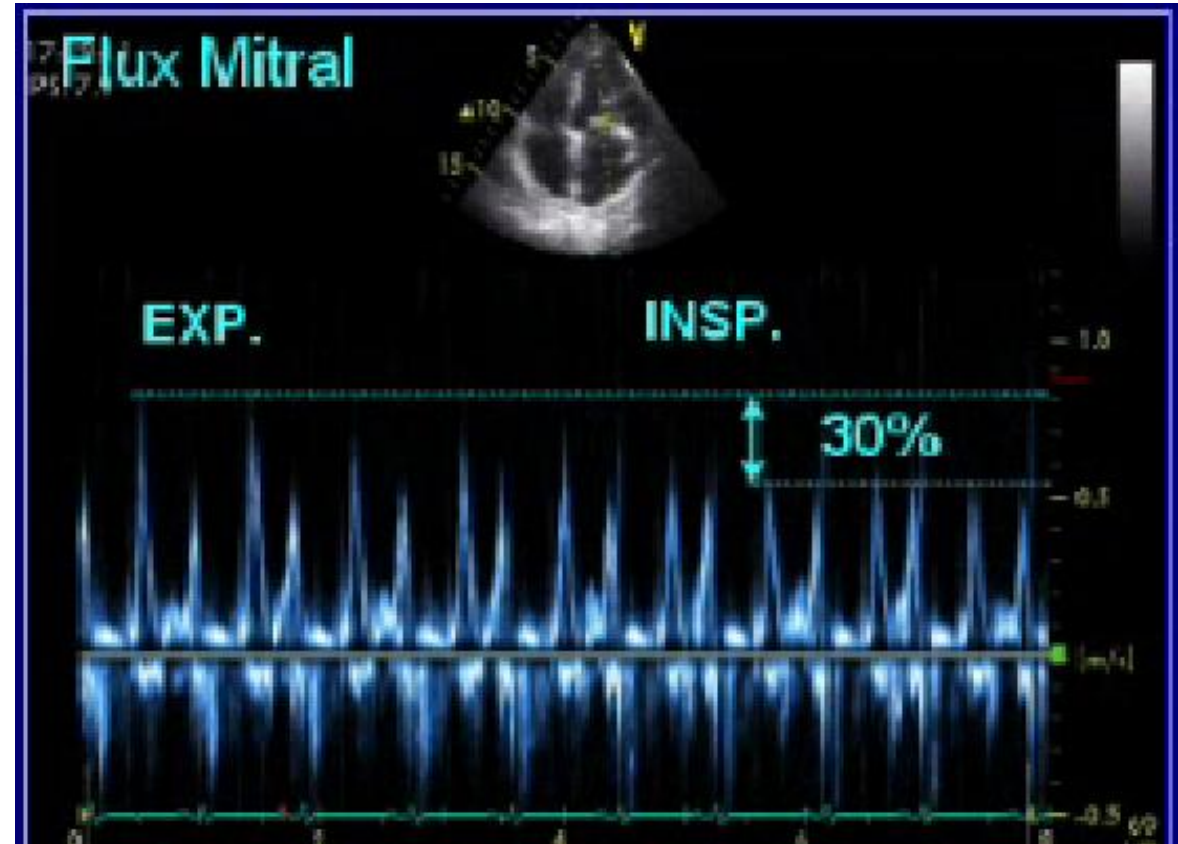
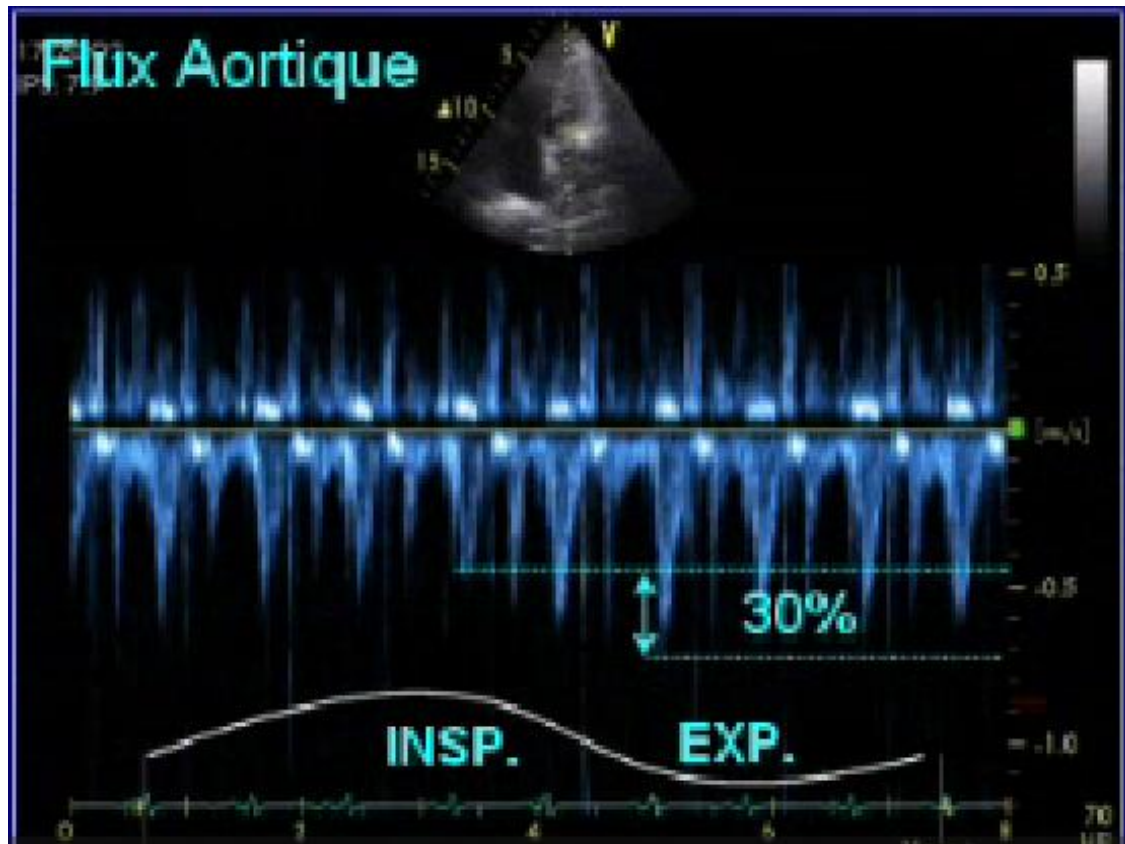
- En télédiastole (POD la plus élevée)
- A partir de là le rententissement VG est manifeste :
 - Septum paradoxal
 - Swinging heart



3. Signes de gravité

$$\text{Delta (\%)} = \frac{(\text{Flux en expiration} - \text{Flux en inspiration})}{\text{Flux en expiration}}$$

- Diminution de **l'ITV SSAo** et **onde E de > 30%** à l'inspiration
 - Enregistrement de longue durée, vitesse de défilement faible



Rq : les signes de collapsus en ETT sont dépendants de l'état de volémie du patient (majorés si hypovolémie)

3. Signes de gravité

Echocardiographie et tamponnade

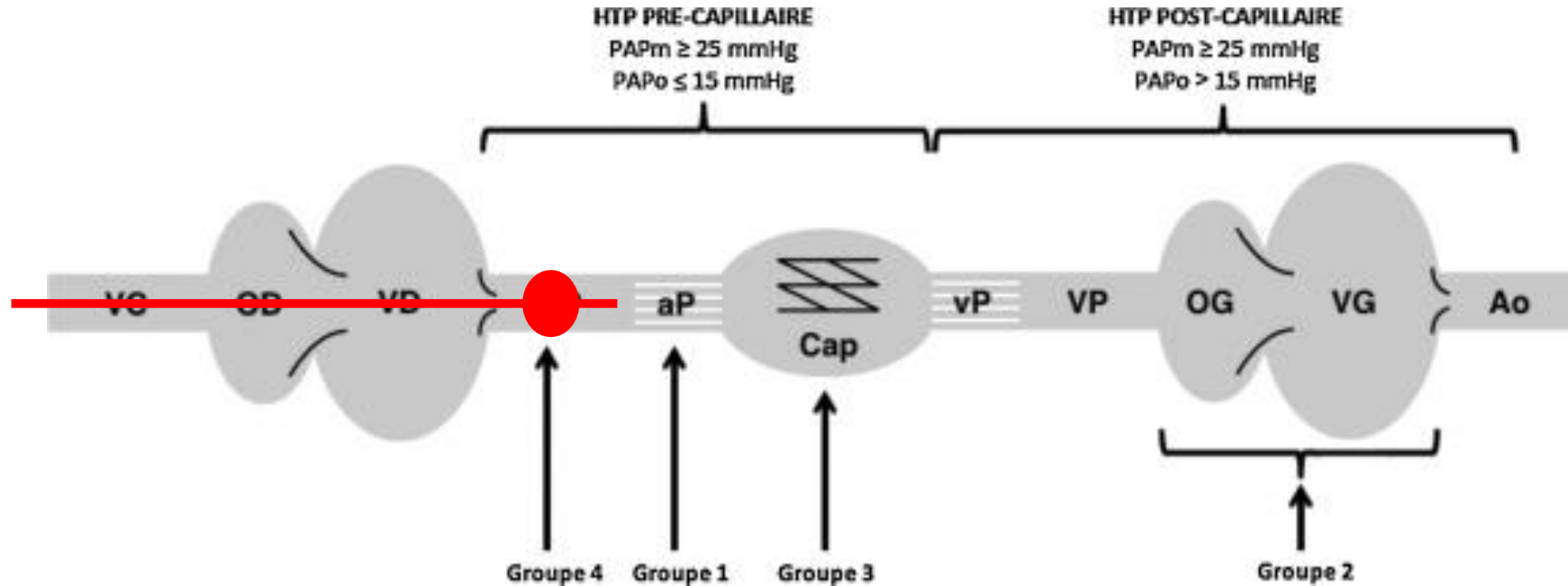
Score de probabilité (> 6, avec items cliniques et anamnestiques)

- | | |
|---|-----|
| • Epanchement circonférentiel (> 2 cm en diastole) | 3 |
| • Epanchement < 2 cm diastole | 1 |
| • Epanchement < 1 cm diastole, non trauma | -1 |
| • Collapsus OD pendant plus du tiers du cycle cardiaque | 1 |
| • VCI > 25 mm, variation respiratoire < 50 % | 1,5 |
| • Collapsus VD | 1,5 |
| • Collapsus OG | 2 |
| • Variation respiratoire du flux mitral | 1 |
| • Swinging Heart | 1 |

Hypertension pulmonaire / Cœur pulmonaire

1. Définition et physiologie

- Pression pulmonaire : cathétérisme cardiaque droit (Swan-Ganz)



HTP si : PAPm $>$ 25 mmHg

- **Pré-capillaire si PAPO \leq 15 mmHg**
- **Post-capillaire si PAPO \geq 15 mmHg**

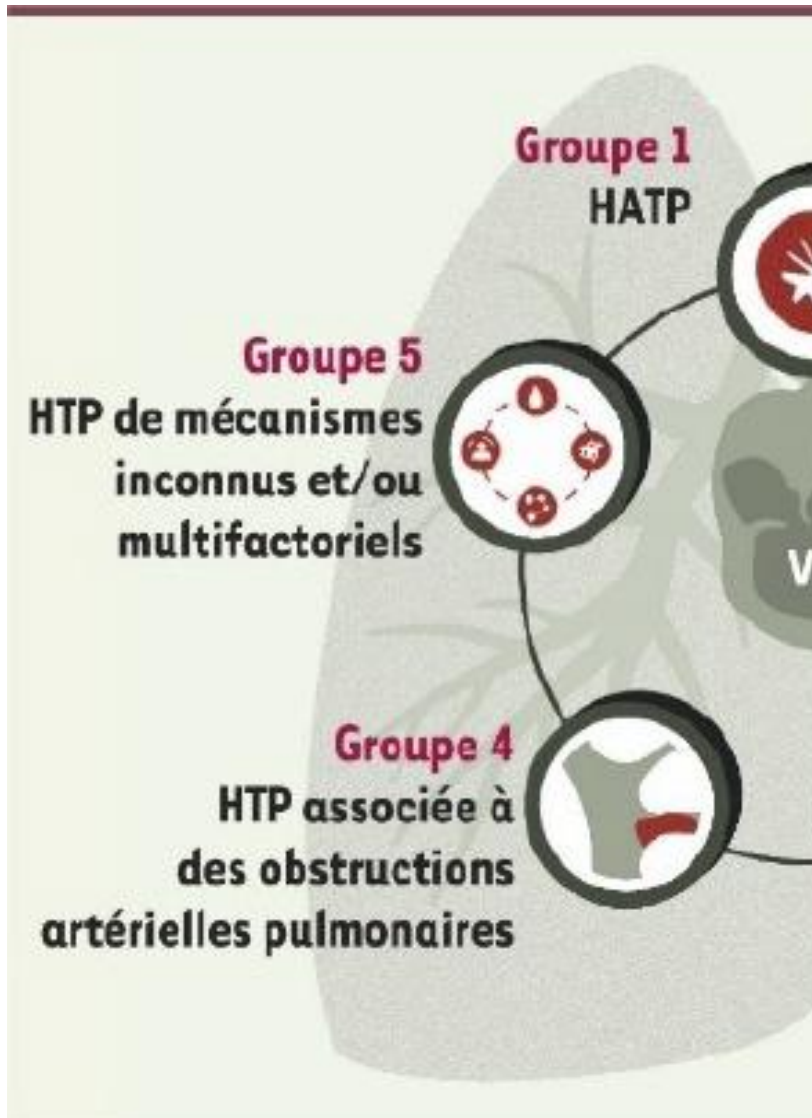


Figure 1. Classification de l'hypertension pulmonaire (ESC/ERS Guidelines¹)

1. Hypertension artérielle pulmonaire

- Idiopathique
- Héritaire
 - Mutation du gène BMPR2
 - Autres mutations
- Induite par des médicaments et des toxiques
- Associée à un(e) :
 - Connectivite
 - Infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH)
 - Hypertension portale
 - Cardiopathie congénitale
 - Schistosomiase

1'. Maladie veino-occlusive pulmonaire et/ou hémangiomasose capillaire pulmonaire

- Idiopathique
- Héritaire
 - Mutation du gène EIF2AK4
 - Autres mutations
- Induite par des médicaments, des toxiques ou les radiations
- Associée à un(e) :
 - Connectivite
 - Infection par le VIH

1". Hypertension pulmonaire persistante du nouveau-né

2. Hypertension pulmonaire due à une maladie du cœur gauche

- Dysfonction systolique ventriculaire gauche
- Dysfonction diastolique ventriculaire gauche
- Valvulopathie
- Obstruction congénitale/acquise de la chambre d'entrée/de chasse du ventricule gauche et cardiomyopathies congénitales
- Sténose congénitale/acquise des veines pulmonaires

3. Hypertension pulmonaire due à une pneumopathie et/ou une hypoxie

- Pneumopathie chronique obstructive
- Pneumopathie interstitielle
- Autres pneumopathies mixtes obstructives et restrictives
- Troubles respiratoires du sommeil
- Hypoventilation alvéolaire
- Exposition chronique à la haute altitude
- Anomalies du développement pulmonaire

4. Hypertension pulmonaire thromboembolique chronique et autres obstructions artérielles pulmonaires

- Hypertension pulmonaire thromboembolique chronique
- Autres obstructions artérielles pulmonaires
 - Angiosarcome
 - Autres tumeurs intravasculaires
 - Artérite
 - Sténoses artérielles pulmonaires congénitales
 - Parasites (hydatidose)

5. Hypertension pulmonaire aux mécanismes incertains et/ou multifactoriels

- Troubles hématologiques : anémie hémolytique chronique, troubles myéloprolifératifs, splénectomie
- Troubles systémiques : sarcoidose, histiocytose pulmonaire, lymphangioléiomyomatose, neurofibromatose
- Troubles métaboliques : glycogénose, maladie de Gaucher, troubles de la thyroïde
- Autres : microangiopathie thrombotique tumorale pulmonaire, médiastinite fibrosante, insuffisance rénale chronique (avec/sans dialyse), hypertension pulmonaire segmentaire

1. Définition et physiologie

- Cœur pulmonaire aigue

- ① Choc cardiogénique (obstructif)

PAS < 90 mmHg ; PAM < 65 mmHg

Lactate élevé

FE altérée et IC < 2,2 L/mn/m²

- ② Avec HTP (pré-capillaire)

PAPm > 25 mmHg

IT Vmax > 2,8 m/sec ; PAPS > 35 mmHg

PTDVG basse (E/A < 2; E/E' < 8)

- ③ Défaillance ventriculaire droite

SYSTOLIQUE

- **TAPSE < 12 mm ; Onde S < 12 cm/s**

- **Signe de Mac Connel**

DIASTOLIQUE

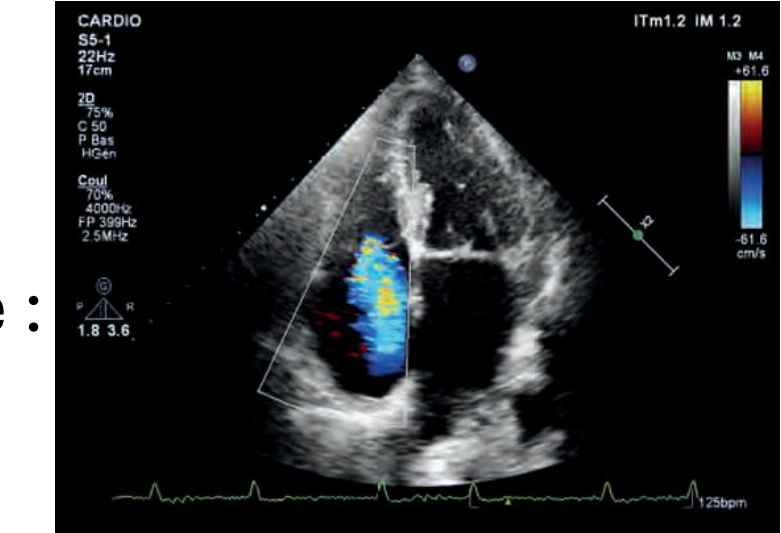
- **Rapport VD/VG > 0,6**

- **Septum paradoxal D-sign**

2. ETT : diastole VD - PAPS

- En apicale des 4 cavités ou para-sternal petit- axe :
 - Doppler couleur : localisation de la fuite
 - Doppler continu : quantification de la fuite

$$PAPS = 4 * V^2max IT + POD$$



$$PVDS - POD = 4 * V^2max IT$$

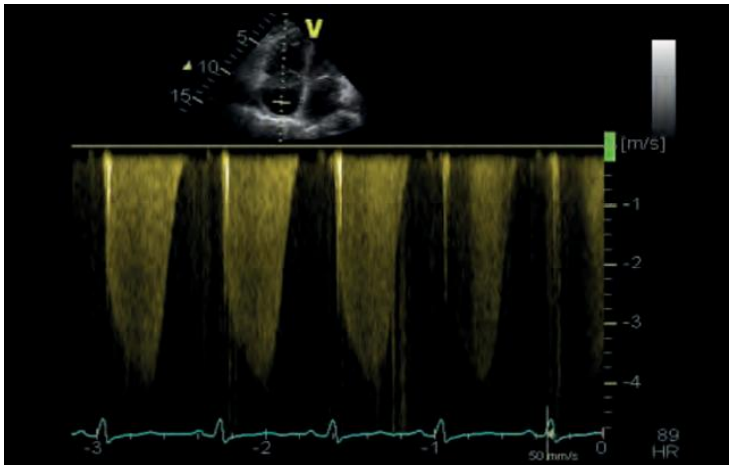
$$PAPS - POD = 4 * V^2max IT$$

$$PAPM = 1/3 PAPS + 2/3 PAPD$$

- Evaluation de la POD :

Tableau I. Estimation de la pression dans l'oreillette droite (POD) en fonction du diamètre de la veine cave inférieure (VCI) et de ses variations respiratoires.

POD	Normal (0-5 (3) mm Hg)	Intermédiaire (5-10 (8) mm Hg)	Élevée (15 mm Hg)
Diamètre de la VCI	≤ 21 mm	≤ 21 mm > 21 mm	> 21 mm
	> 50 %	< 50 % >50 %	< 50 %



2. ETT : diastole VD - PAPS

- Si POD > 15 mmHg, risque de réouverture de FOP
 - Shunt vrai droit-gauche → Hypoxie +++
 - Risque AVC !
- Septum paradoxal :
 - D-Sign



2. ETT : diastole VD - PAPS

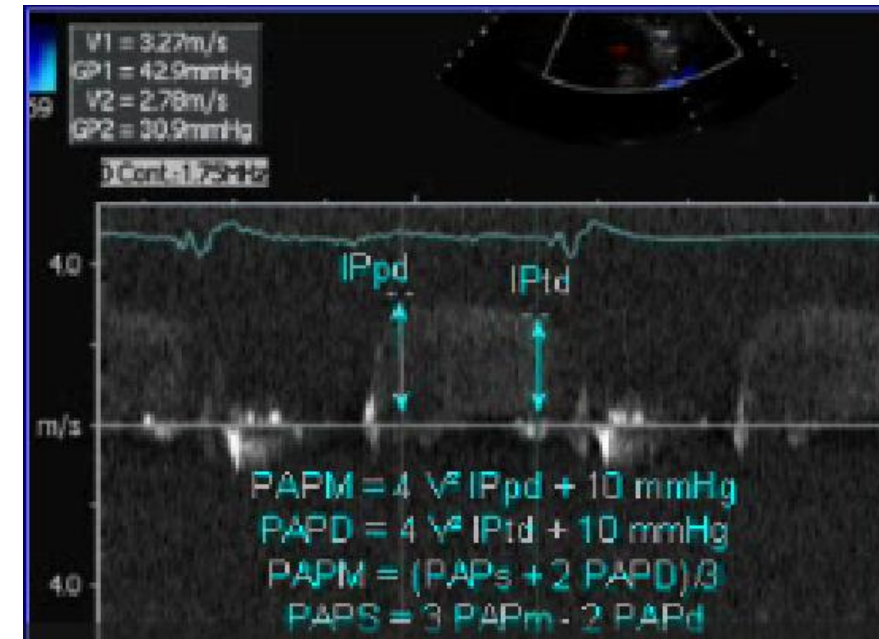
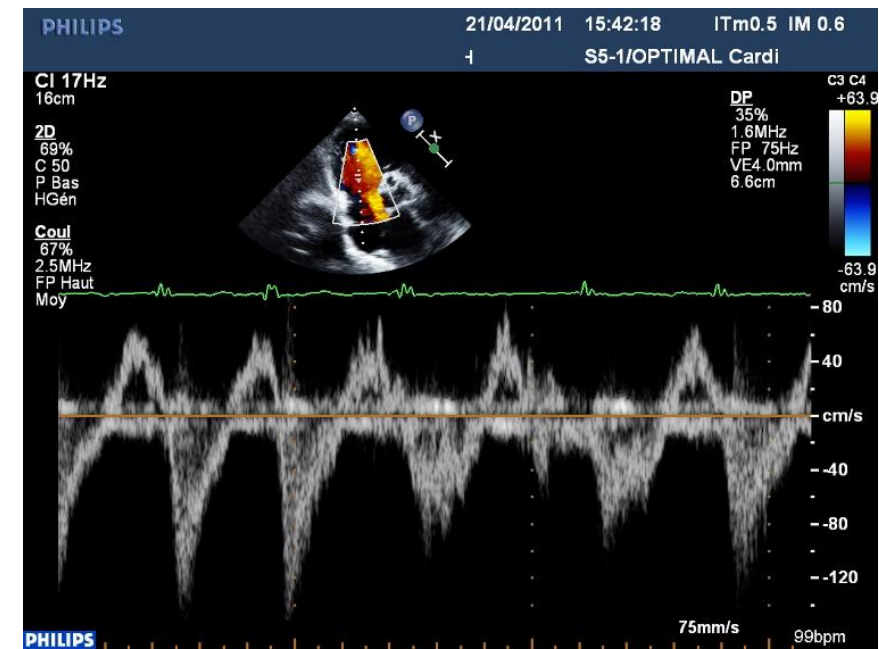
- Pièges à éviter :

- **IT laminaire = IT MASSIVE** mesure de PAPS sur flux d'IT impossible

→ Utiliser Insuffisance pulmonaire :

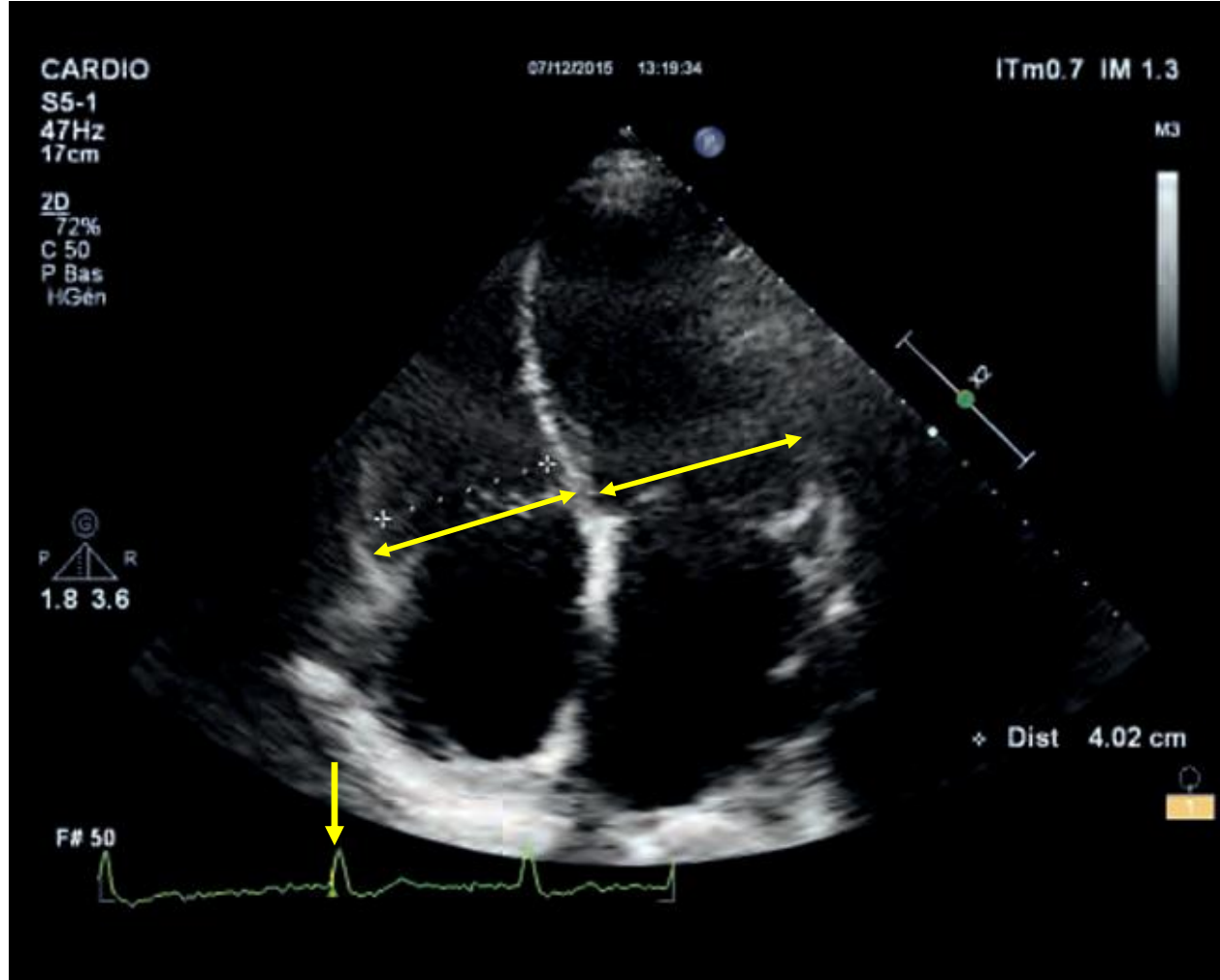
- $PAPM = 4 * (V_{IP\ pd})^2 + 10$
- $PAPD = 4 * (V_{IP\ td})^2 + 10$
- $PAPS = 3 PAPm - 2 PAPD$

- Hypovolémie (ou déplétion importante) peut masquer les signes droits d'HTP



2. ETT : diastole VD - Dilatation

- Mesure à effectuer en télé-diastole

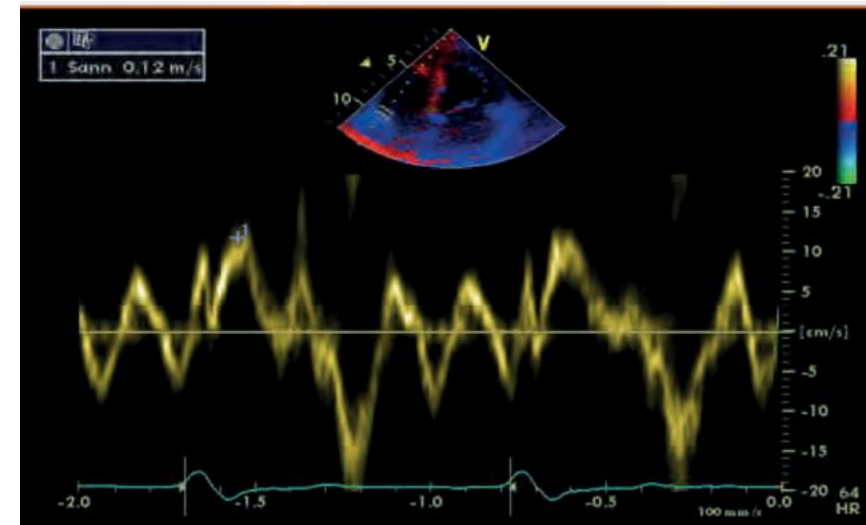
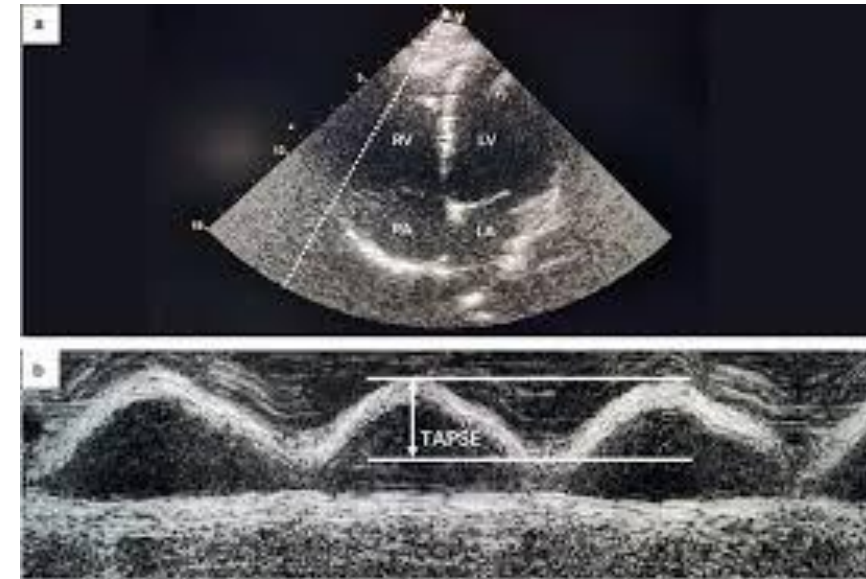


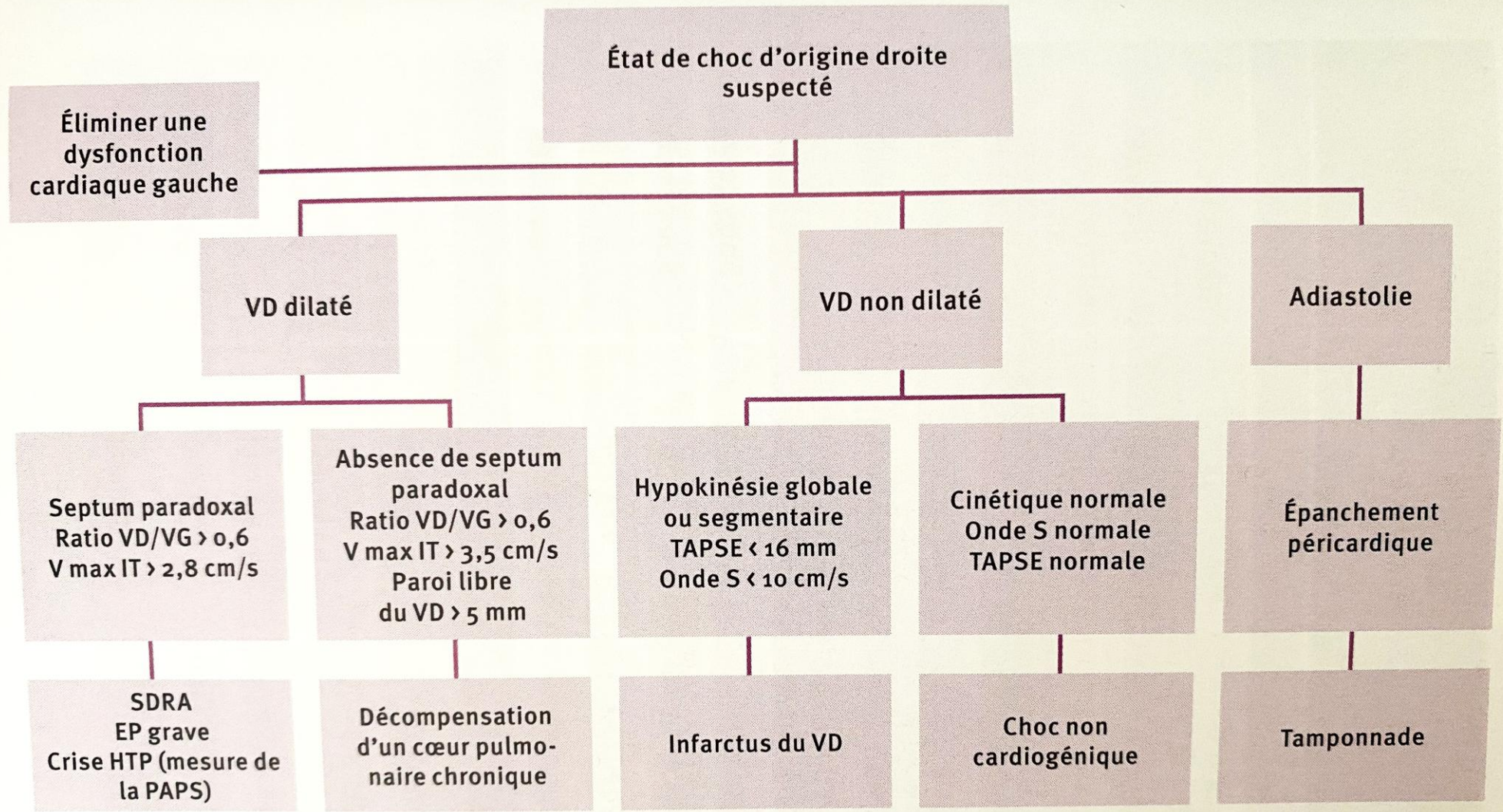
- Dilatation si :
 - $DTDVD / DTDVG > 0,8$
 - Diamètre basal du VD > 41 mm
 - $S^2 TD VD / S^2 TD VG > 0,6$

Corrélation linéaire entre augmentation de la surface du VD et l'obstruction (Fremont et al 2008)

3. Echographie : systole VD TAPSE et onde S'

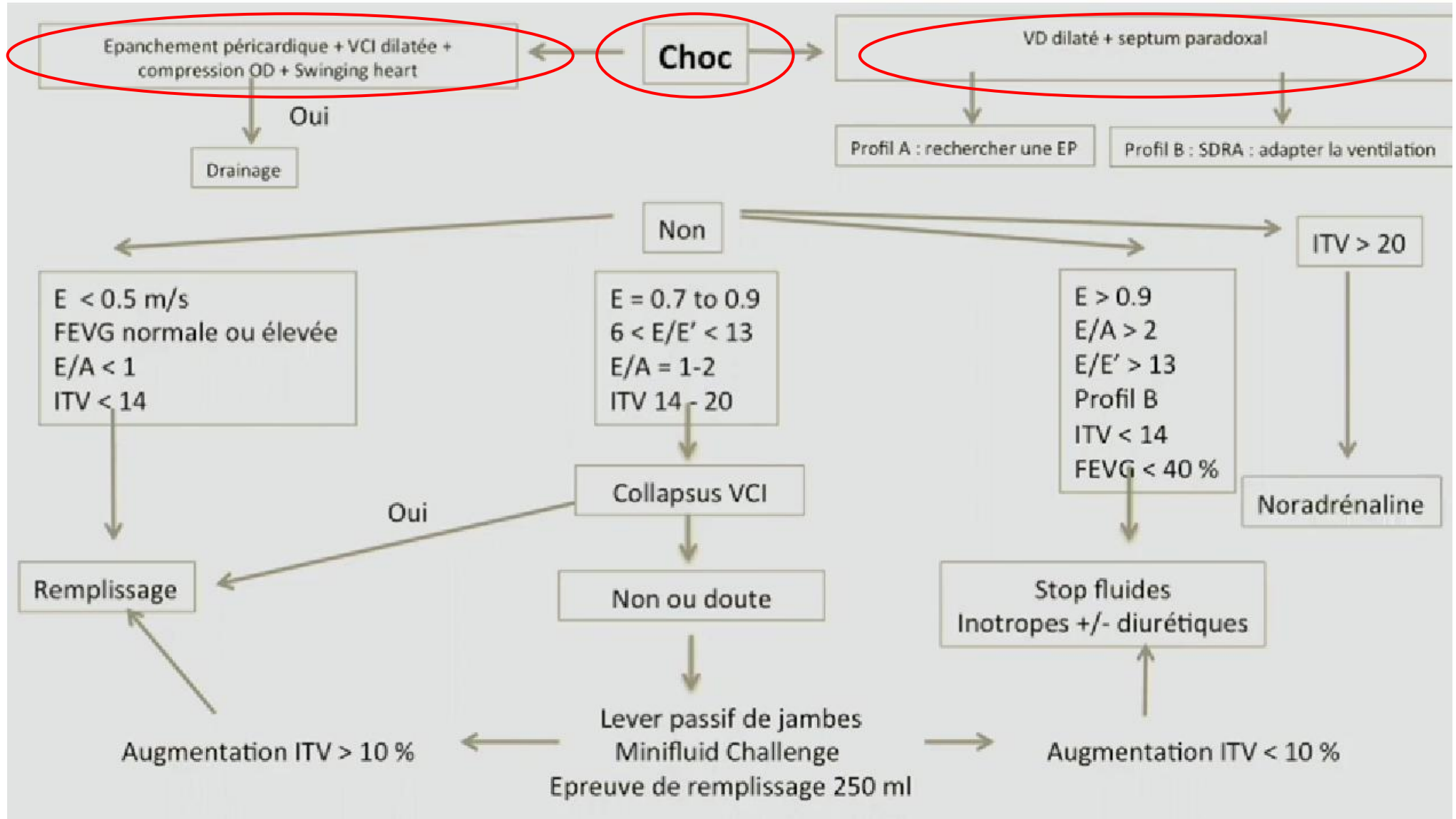
- Apicale des 4 cavités :
 - TAPSE : **Défaillance < 16 mm**
 - Mode TM : curseur jonction valve / paroi libre
 - excursion systolique du plan de l'anneau
 - Racourcissement baso-apical du VD
 - Corrélé à la fonction VD
 - Onde S' tricuspide : **Défaillance < 10 cm/s**



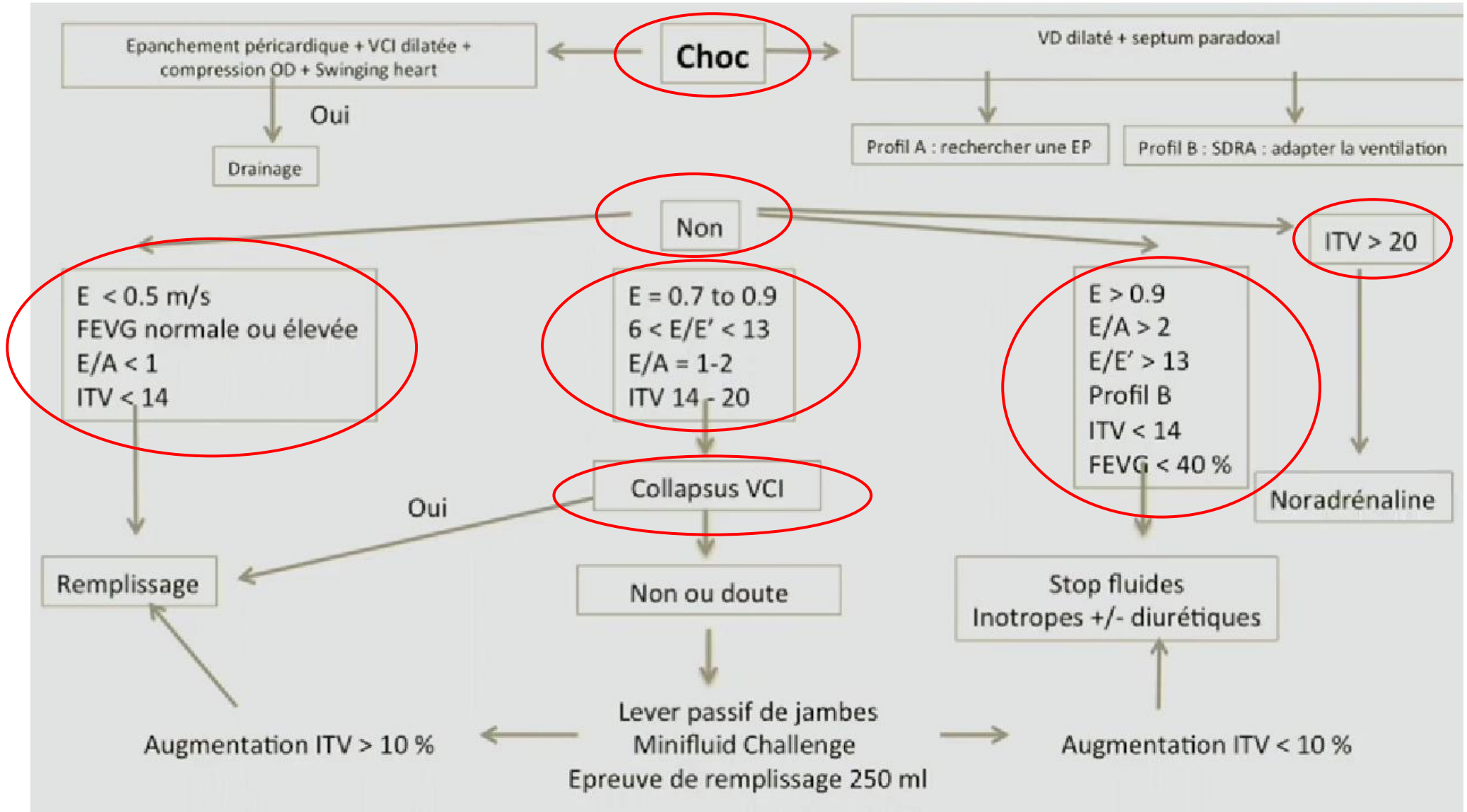


Signes de congestion : VCI > 21 mm, Collapsibilité VCI < 50 %, retentissement rénal et hépatique

Pour Conclure



Pour Conclure



Merci de votre attention

N'hésitez plus !