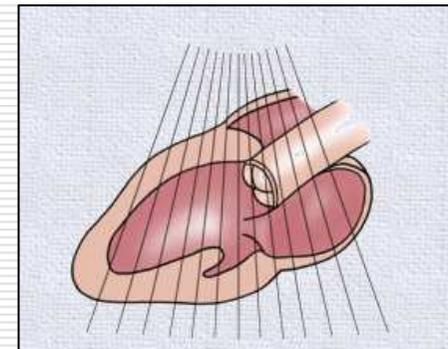


# Hypoxémie persistante Échec de sevrage du respirateur

---

Alain Cariou  
Réanimation Médicale  
Hôpital Cochin (AP-HP)  
Université Paris Descartes



**DIU techniques ultrasoniques  
en anesthésie et en réanimation**

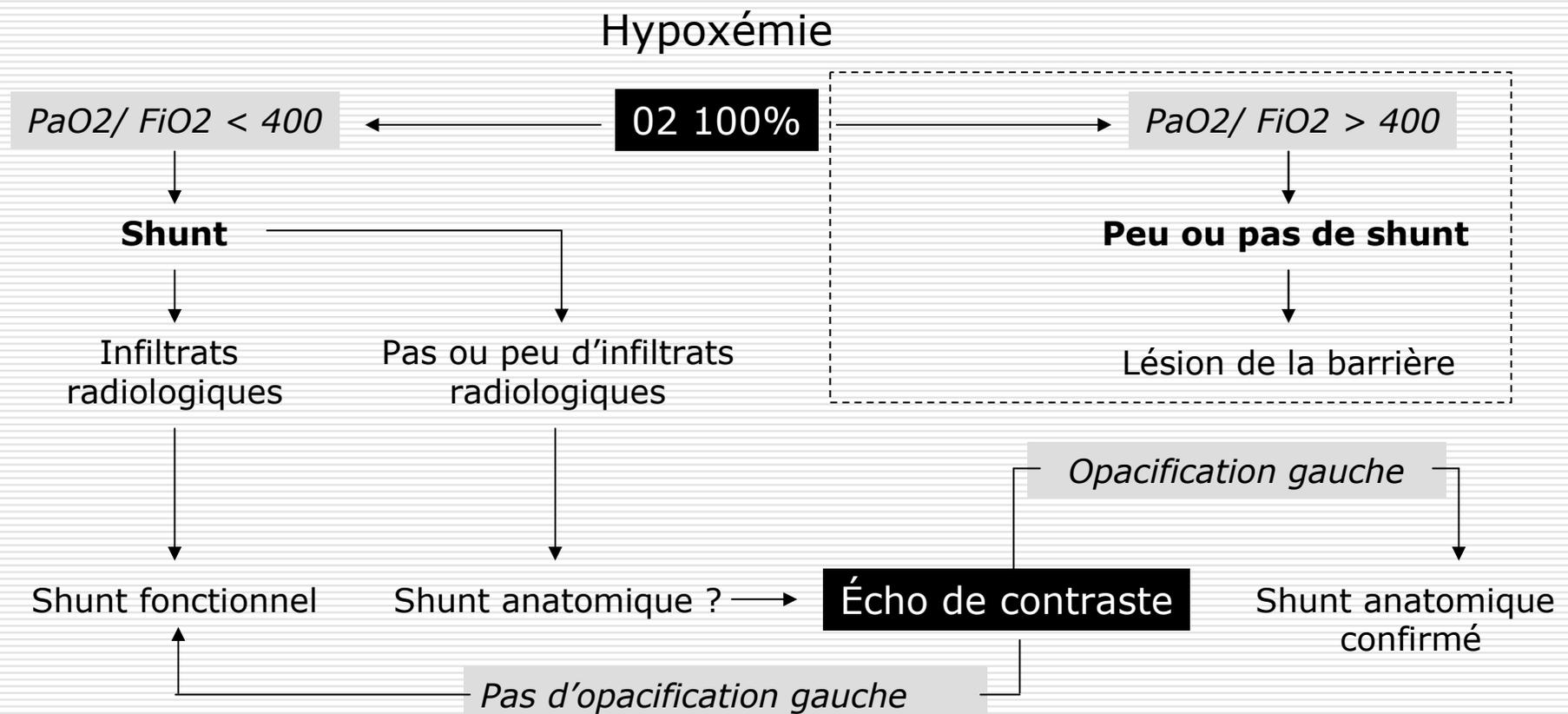
# Étiologies des hypoxémies accessibles à l'échographie:

---

On différencie :

- l'hypoxémie par lésion de la barrière alvéolo-capillaire avec oedème pulmonaire (qui régresse sous O<sub>2</sub> 100%)
    - lésionnel
    - cardiogénique
  - l'hypoxémie par inadéquation des rapports ventilation / perfusion avec shunt ou effet shunt, intracardiaque ou intrapulmonaire
    - cette hypoxémie ne répond pas à l'O<sub>2</sub> 100 %
-

# Étiologies des hypoxémies accessibles à l'échographie:



# Hypoxémie sans shunt vrai

---

## **Oedème pulmonaire**

- se traduit par des lignes B échographiques.
- se posent alors 2 questions:
  - est-ce un OAP cardiogénique?
    - évaluation de la fonction ventriculaire systolique et diastolique
    - évaluation des pressions de remplissage gauches
  - est-ce un OAP lésionnel?
    - contexte clinique
    - autres signes focalisés de pathologie pulmonaire: syndrome de condensation, épanchement

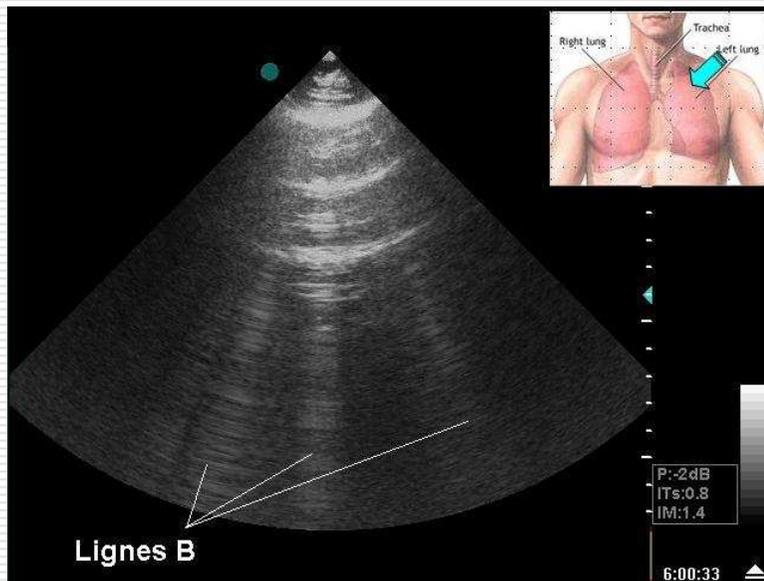
## **Pneumopathie, épanchement** (souvent associés)

- un syndrome de condensation alvéolaire (avec ou sans bronchogramme aérique)
  - un épanchement pleural
-

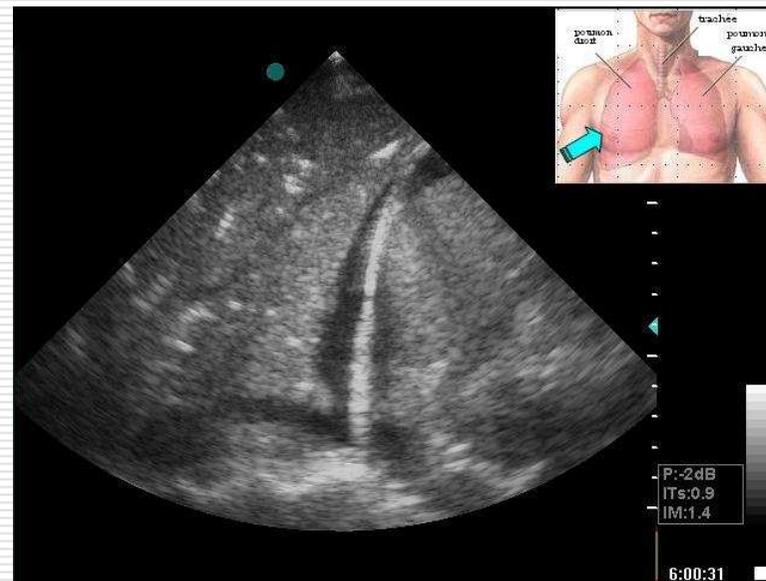
# Hypoxémie sans shunt vrai

---

Œdème pulmonaire



Condensation pulmonaire



Pour certains, l'échographie pulmonaire peut être un outil de réglage du respirateur...

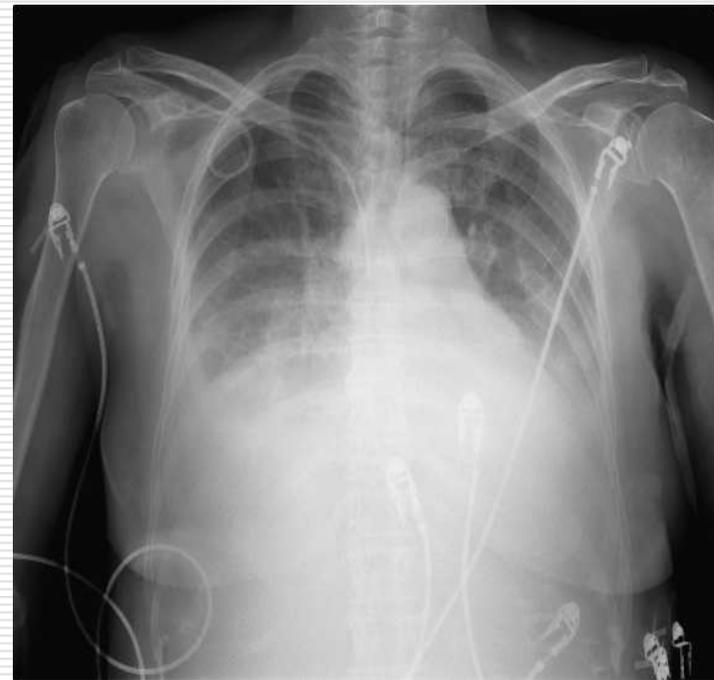
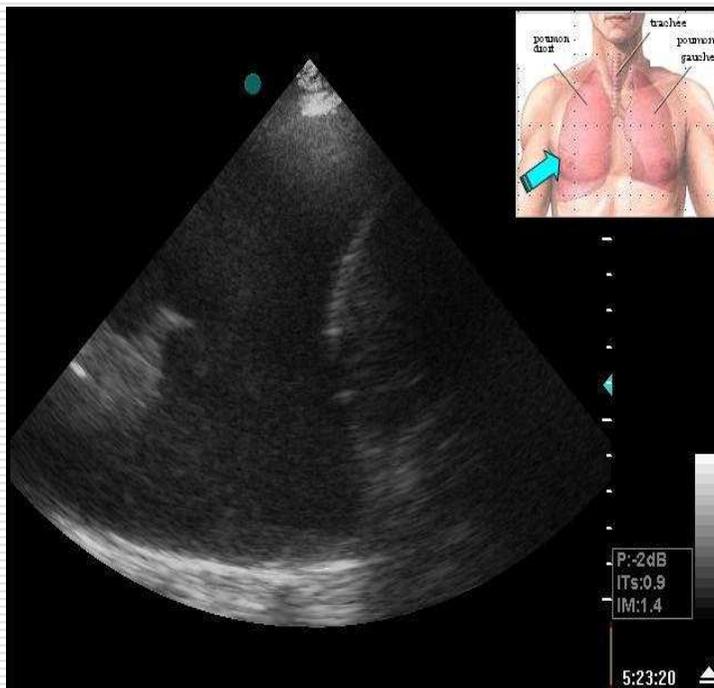
---

**Lichtenstein D, Chest**

# Hypoxémie sans shunt vrai

---

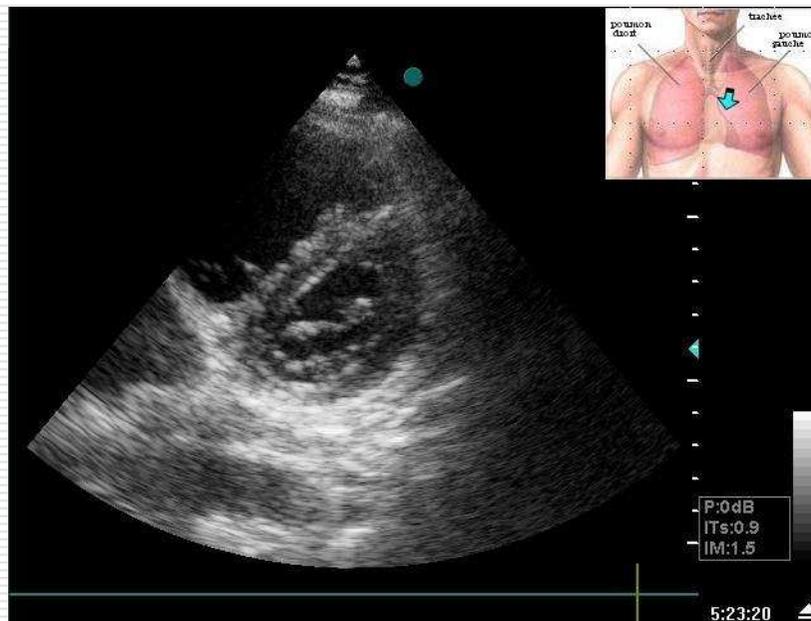
## Épanchement pleural



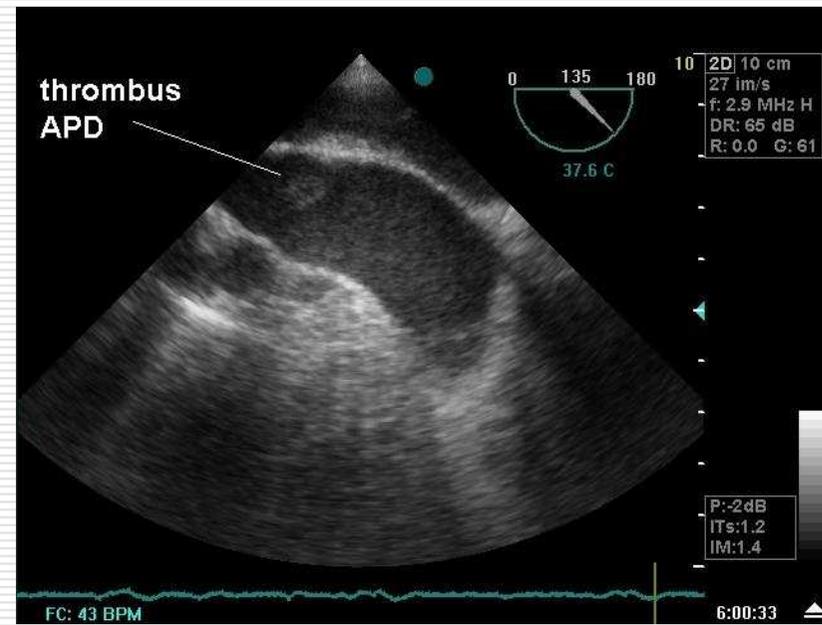
# Embolie Pulmonaire

---

Cœur Pulmonaire Aigu



Thrombus



# Shunt droit-gauche

---

- Précision diagnostique : ETO > ETT
  - Siège :
    - Intra-cardiaque : opacification OG immédiate
      - FOP ≠ CIA (Doppler couleur)
      - Parfois bi-directionnel
    - Intra-pulmonaire : opacification > 3 battements
      - Fistule artério-veineuse pulmonaire
      - Syndrome hépto-pulmonaire
-

# Recherche de shunt vrai: Échographie de contraste

---

## Technique

- ❑ Consiste à injecter en IVD une émulsion de microbulles (par exemple 0,5 ml d'air dans 9,5 ml de soluté physiologique). Les microbulles réalisent des micro- interfaces liquide/air, à l'origine du contraste et permettent d'observer le trajet du sang dans le cœur.
- ❑ Incidence :
  - ETO : 4 cavités, plus ou moins rotation à 20-50° pour visualiser le septum interauriculaire et les 2 oreillettes
  - ETT : apicale 4 cavités, sous sternale ou parasternale petit axe
- ❑ Mode: bidimensionnel (plus ou moins mode TM perpendiculaire au septum)

## Manoeuvres de sensibilisation :

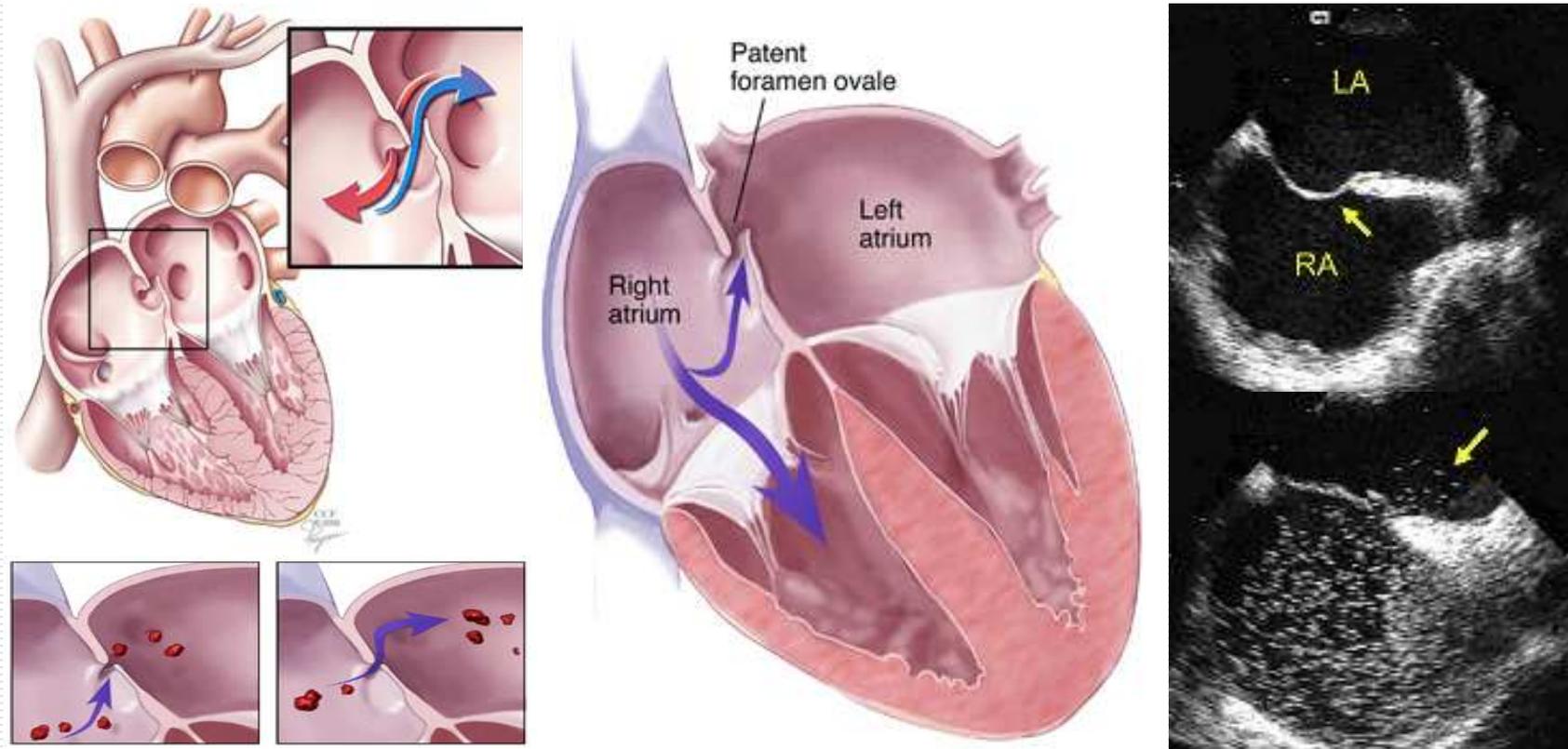
- ❑ Relâchement de la manoeuvre de Valsalva, toux, débranchement de la VA ou suppression de la PEP (leviers d'obstacle au retour veineux, entraînant une brutale augmentation de la POD et une majoration du shunt)
- ❑ La présence d'un anévrisme du septum interauriculaire est un élément favorisant de FOP

## Résultat

- ❑ FOP : passage précoce des microbulles de l'OD à l'OG, bulles passant directement par le foramen ovale
  - ❑ Shunt intrapulmonaire: passage après + de 3 battements cardiaques, bulles arrivant des veines pulmonaires
-

# Foramen Ovale Perméable (FOP)

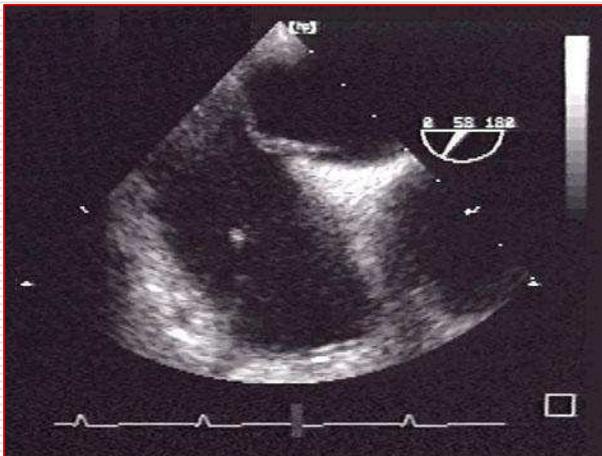
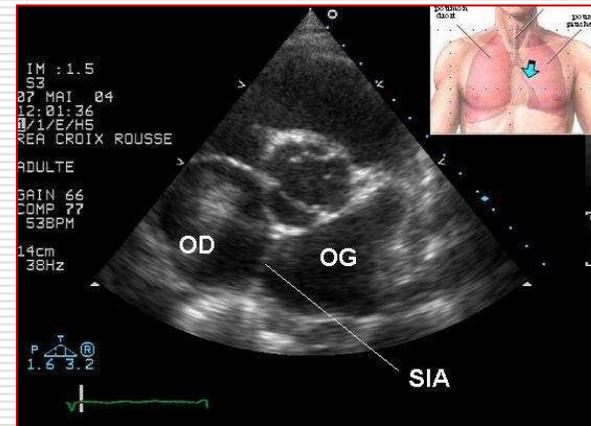
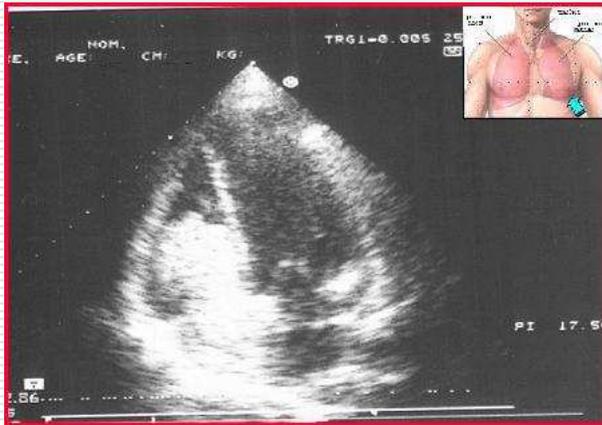
---



**Incidence ? 5 à 25%**

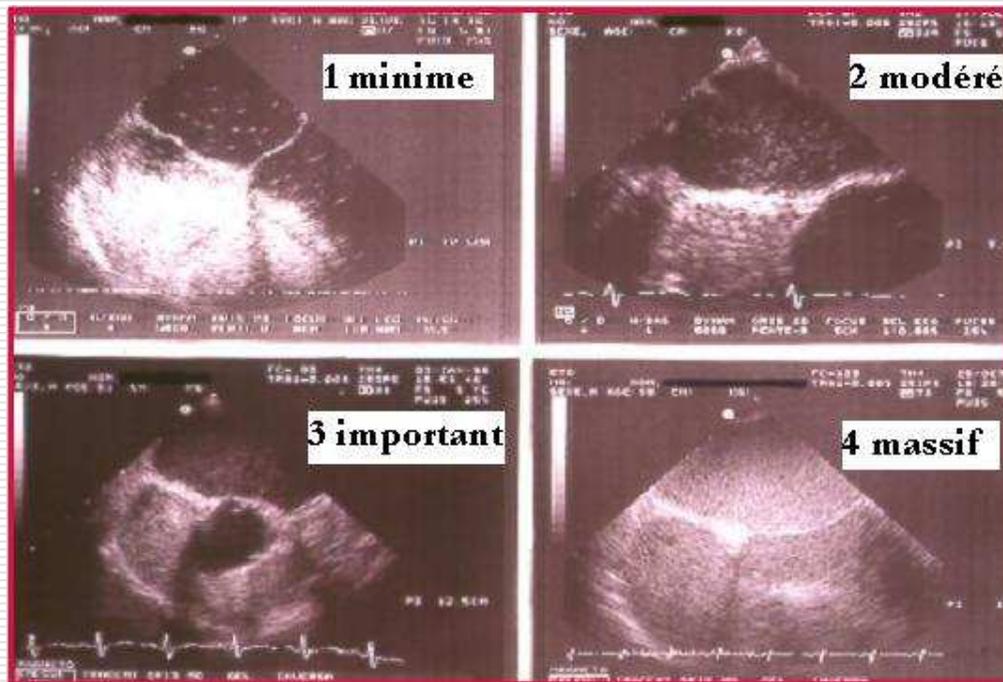
---

# Recherche de shunt vrai: Échographie de contraste



# FOP : Évaluation semi-quantitative

---



- grade I: < 5 microbulles
- grade II: 6-25 microbulles
- grade III: > 25 microbulles
- grade IV: massif

# Recherche de shunt vrai: FOP

---

- ❑ Prévalence du FOP: 15-25% de la population, jusqu'à 35% dans les EP (facteur alors isolé de mortalité)
- ❑ Le FO imperméable chez le sujet sain peut se ré-ouvrir lors d'une augmentation des pressions droites (EP, tamponnade, décompensation de BPCO ou asthme aigu grave)
- ❑ Le FO peut être le siège d'une CIA et d'un shunt gauche-droit
- ❑ Indications de fermeture :
  - Très bonne indication
    - Récidive d'embolie paradoxale associée à un FOP, surtout lorsqu'il existe un anévrisme du SIA
    - Shunt droit/gauche avec hypoxémie objectivée (syndrome de platypnée-orthodéoxie par exemple)
  - Bonne indication
    - FOP et embolie paradoxale survenant dans un contexte de TVP ou d'EP.
    - FOP chez un plongeur actif avec un syndrome de décompression ou de multiples foyers ischémiques à l'IRM cérébrale

# FOP et ventilation mécanique

---

- En expiration,  $POG < POD$ , ce d'autant que :
    - $V_t$  important
    - PEEP élevée
      - Lemaire F et al. Anesthesiology 1983
      - Cujec B et al. Ann Intern Med 1993
  - Un FOP devrait toujours être recherché en cas d'hypoxémie réfractaire à des hauts niveaux de PEEP
-

# Étiologies des hypoxémies accessibles à l'échographie:

---

- Oedème pulmonaire lésionnel ou cardiogénique
  - Syndrome de condensation alvéolaire
  - Épanchement pleural abondant
  - Embolie pulmonaire
  - Shunt intracardiaque ou intrapulmonaire
-

# Difficultés de sevrage

---

- ❑ Impossibilité de débrancher le malade du respirateur (alors que la pathologie causale est contrôlée)
  - ❑ Incidence : environ 25% - 35%
  - ❑ Augmente la morbi-mortalité
  - ❑ Deux étapes à différencier:
    - Sevrage (séparation du respirateur)
    - Extubation (retrait de la sonde trachéale)
-

# Sevrage du respirateur: Conditions de réussite

---

## □ Sevrage :

- Amélioration des conditions d'oxygénation
- Absence de sepsis
- Bon fonctionnement de la pompe respiratoire (diaphragme, muscles resp.)
- Fonction cardiovasculaire

## □ Extubation :

- Protection des voies aériennes
  - Drainage des sécrétions
  - État neurologique +++
-

# Physiopathologie des échecs de sevrage

---

- Incapacité de la pompe ventilatoire à assumer les besoins ventilatoires
    - Le plus souvent liée à une hypoventilation alvéolaire (acidose respiratoire)
  - Hypoxémie majeure plus rarement en cause, devant faire rechercher une **dysfonction VG**
    - Changement brutal de PIT
    - Stress et sécrétion de catécholamines
    - Modifications des échanges gazeux
    - Travail cardiaque inadapté
-

# Patients atteints de cardiopathie

---

- Le passage en VS, en inversant le régime de pression intrathoracique, augmente le retour veineux et la postcharge ventriculaire gauche. Il peut ainsi induire une insuffisance cardiaque aiguë [b]. La stimulation catécholaminergique et l'augmentation de la consommation d'oxygène peuvent être responsables d'une ischémie myocardique chez les patients à risque [b].
- Chez ces patients, le pré-requis à l'épreuve de VS ne diffère pas du cas général (voir la question 1) [3]. En cas de sevrage difficile, l'état cardiaque devra être évalué par échocardiographie et/ou cathétérisme cardiaque droit et le traitement à visée cardio-vasculaire adapté. L'amélioration des conditions de charge ventriculaire par la réduction de la volémie (diurétiques) et des résistances vasculaires (vasodilatateurs) est théoriquement préférable à la stimulation de l'inotropisme, en raison de l'intense stimulation adrénergique lors de la mise en VS et du caractère peu probable de la survenue d'un trouble intrinsèque de la contractilité dans cette situation [c, 3].
- Devant des difficultés de sevrage d'origine cardiaque, il est logique d'envisager une procédure de sevrage progressive permettant au système cardiovasculaire de s'adapter à un nouvel état d'équilibre [3].



SOCIÉTÉ DE RÉANIMATION DE LANGUE FRANÇAISE

XXI<sup>e</sup> CONFÉRENCE DE CONSENSUS EN RÉANIMATION  
ET EN MÉDECINE D'URGENCE

jeudi 11 octobre 2001

SEVRAGE DE LA VENTILATION MÉCANIQUE  
(à l'exclusion du nouveau-né et du réveil  
d'anesthésie)

## TASK FORCE

# Weaning from mechanical ventilation

J-M. Boles\*, J. Bion<sup>#</sup>, A. Connors<sup>†</sup>, M. Herridge<sup>+</sup>, B. Marsh<sup>§</sup>, C. Melot<sup>f</sup>, R. Pearl<sup>\*\*</sup>,  
H. Silverman<sup>##</sup>, M. Stanchina<sup>††</sup>, A. Vieillard-Baron<sup>++</sup>, T. Welte<sup>§§</sup>



Eur Respir J 2007; 29: 1033–1056

DOI: 10.1183/09031936.00010206

Copyright © ERS Journals Ltd 2007

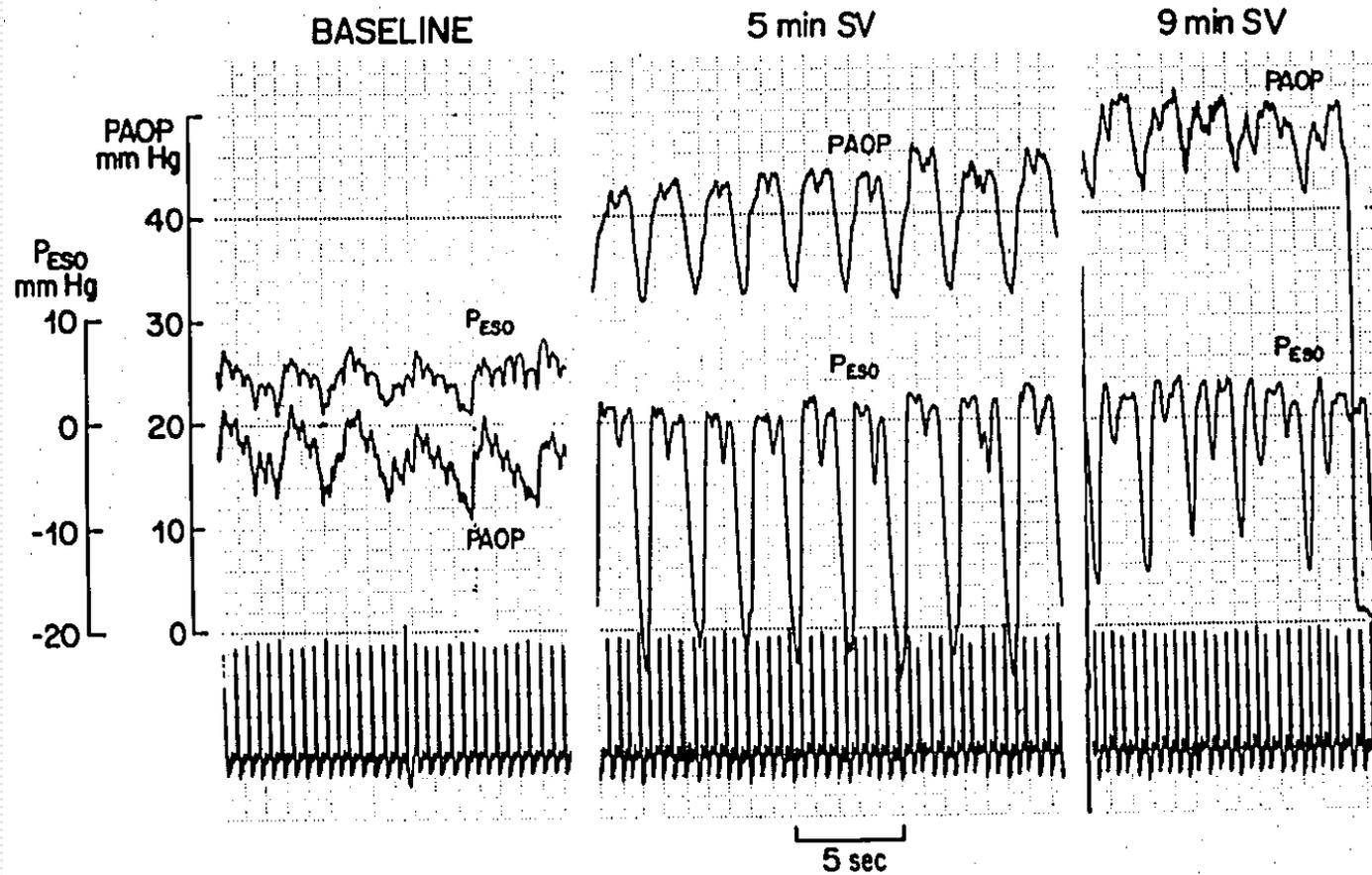
**TABLE 4** Common pathophysiologies and their incidence, which may impact on the ability to wean a patient from mechanical ventilation

Pathophysiology	Consider
<b>Respiratory load</b>	<p>Increased work of breathing: inappropriate ventilator settings</p> <p>Reduced compliance: pneumonia (ventilator-acquired); cardiogenic or noncardiogenic oedema; pulmonary fibrosis; pulmonary haemorrhage; diffuse pulmonary infiltrates</p> <p>Airway bronchoconstriction</p> <p>Increased resistive load</p> <p>During SBT: endotracheal tube</p> <p>Post-extubation: glottic oedema; increased airway secretions; sputum retention</p>
<b>Cardiac load</b>	<p>Cardiac dysfunction prior to critical illness</p> <p>Increased cardiac workload leading to myocardial dysfunction: dynamic hyperinflation; increased metabolic demand; unresolved sepsis</p>
<b>Neuromuscular</b>	<p>Depressed central drive: metabolic alkalosis; mechanical ventilation; sedative/hypnotic medications</p> <p>Central ventilatory command: failure of the neuromuscular respiratory system</p> <p>Peripheral dysfunction: primary causes of neuromuscular weakness; CINMA</p>
<b>Neuropsychological</b>	<p>Delirium</p> <p>Anxiety, depression</p>
<b>Metabolic</b>	<p>Metabolic disturbances</p> <p>Role of corticosteroids</p> <p>Hyperglycaemia</p>
<b>Nutrition</b>	<p>Overweight</p> <p>Malnutrition</p> <p>Ventilator-induced diaphragm dysfunction</p>
<b>Anaemia</b>	

SBT: spontaneous breathing trial; CINMA: critical illness neuromuscular abnormalities.

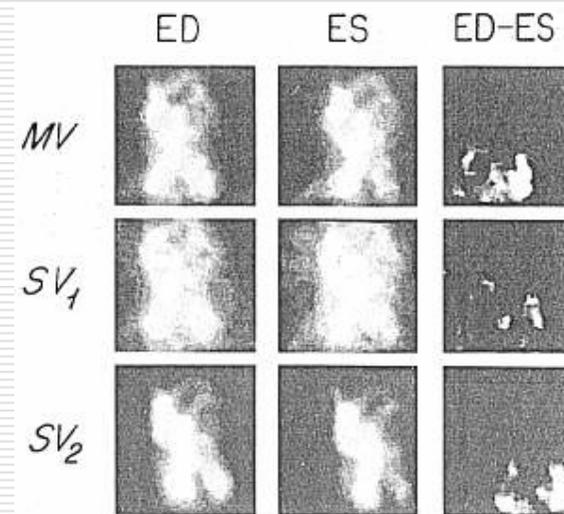
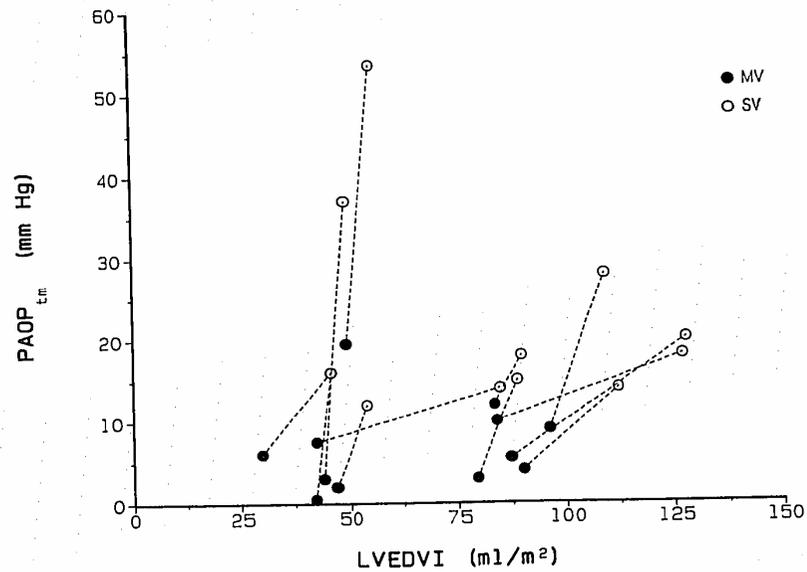
## *Acute Left Ventricular Dysfunction during Unsuccessful Weaning from Mechanical Ventilation*

Francois Lemaire, M.D.,\* Jean-Louis Teboul, M.D.,† Luc Cinotti, M.D.,‡ Guillen Giotto, M.D.,§  
Fekri Abrouk, M.D.,§ Gabriel Steg, M.D.,§ Isabelle Macquin-Mavier, M.D.,¶ Warren M. Zapol, M.D.\*\*



## Acute Left Ventricular Dysfunction during Unsuccessful Weaning from Mechanical Ventilation

Francois Lemaire, M.D.,\* Jean-Louis Teboul, M.D.,† Luc Cinotti, M.D.,‡ Guillen Giotto, M.D.,§  
Fekri Abrouk, M.D.,§ Gabriel Steg, M.D.,§ Isabelle Macquin-Mavier, M.D.,¶ Warren M. Zapol, M.D.\*\*



## *Acute Left Ventricular Dysfunction during Unsuccessful Weaning from Mechanical Ventilation*

Francois Lemaire, M.D.,\* Jean-Louis Teboul, M.D.,† Luc Cinotti, M.D.,‡ Guillen Giotto, M.D.,§  
Fekri Abrouk, M.D.,§ Gabriel Steg, M.D.,§ Isabelle Macquin-Mavier, M.D.,¶ Warren M. Zapol, M.D.\*\*

TABLE 4. Factors Increasing PAOP during Unsuccessful Weaning from MV

1. Increased Preload

Increased venous return

- Decreased pleural pressure
- Sympathetic discharge (stress, hypercapnia)

Reduced LV compliance

- Myocardial ischemia
  - O<sub>2</sub> Supply reduced
    - ↓PaO<sub>2</sub>, ↓SaO<sub>2</sub>
    - ↑LVEDP and ↑HR, reducing coronary blood flow
  - O<sub>2</sub> Demand increased
    - ↑Catecholamines
    - ↑HR, ↑Systolic BP
    - ↑Work of breathing
- LV Enlargement
- RV Enlargement (ventricular interdependence)
- Compression of heart chambers by regionally hyperinflated lung

2. Reduced Contractility

Ischemia

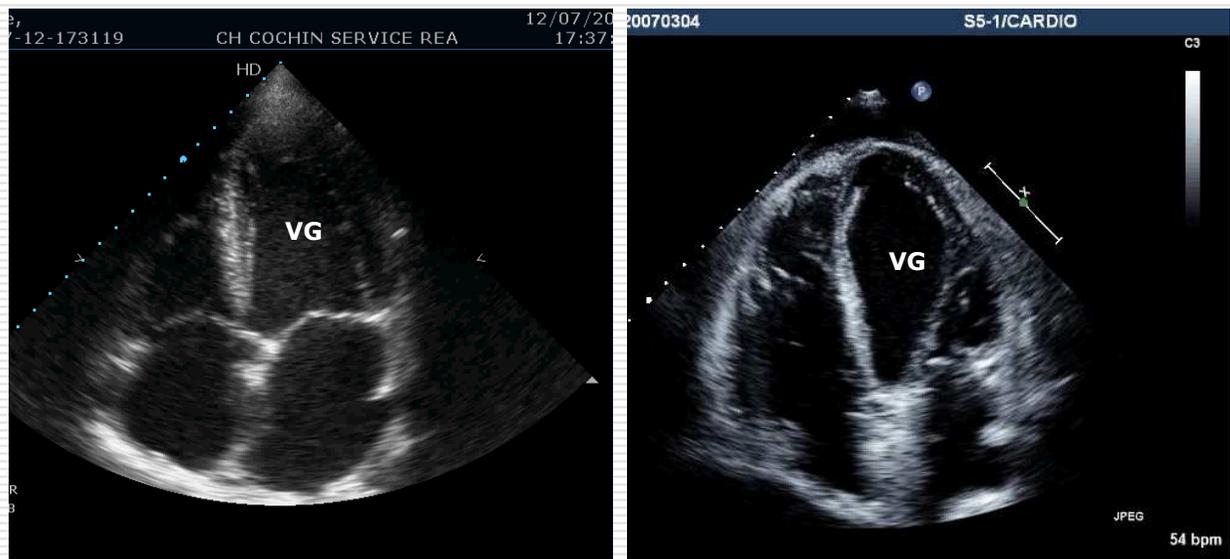
3. Increased Afterload

↑Systolic BP  
↓Pleural Pressure



# Analyse fonctionnelle « visuelle »

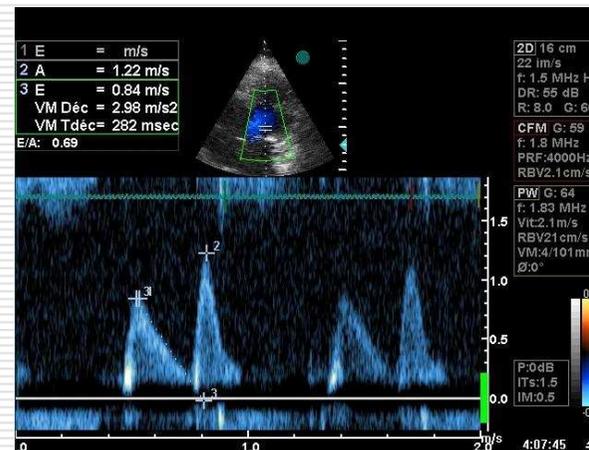
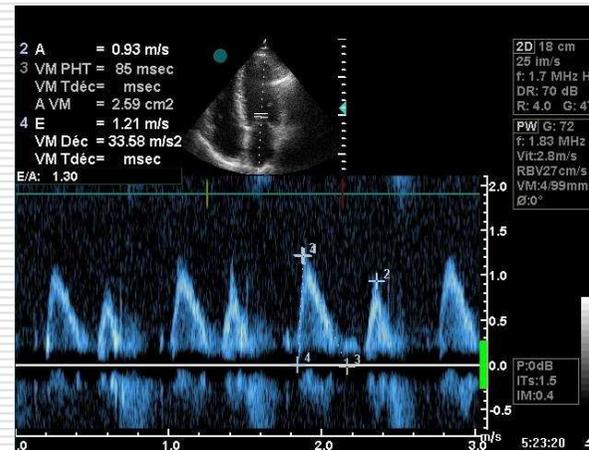
---



# Estimation des pressions de remplissage gauches

## Doppler trans-mitral

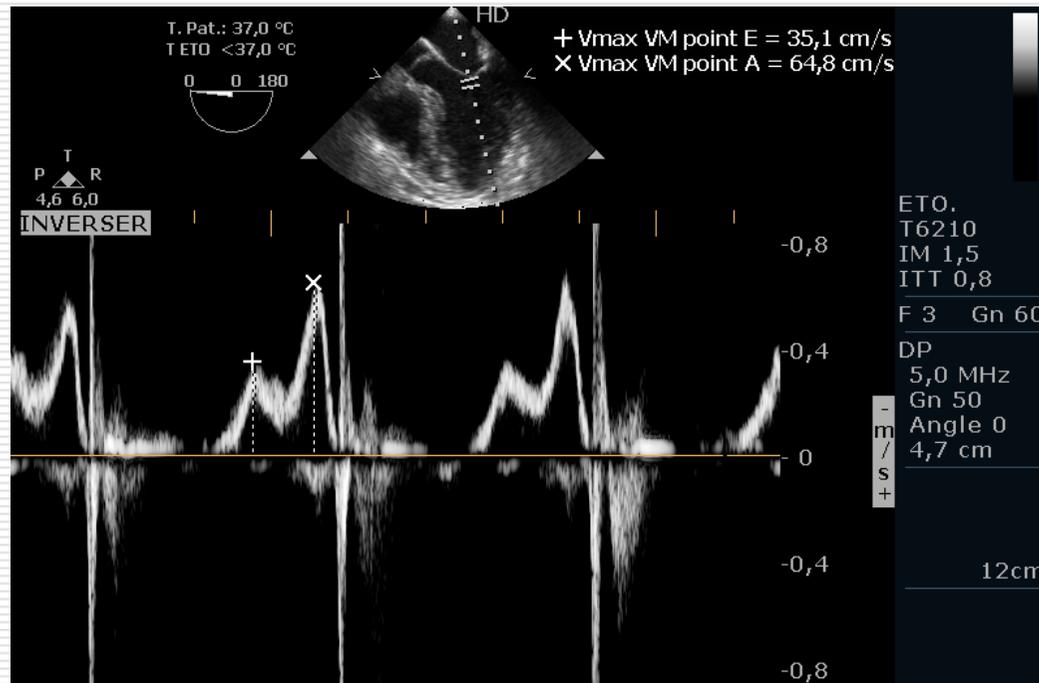
- onde E
- onde A
- rapport E/A
- TDE



# Estimation des pressions de remplissage gauches

---

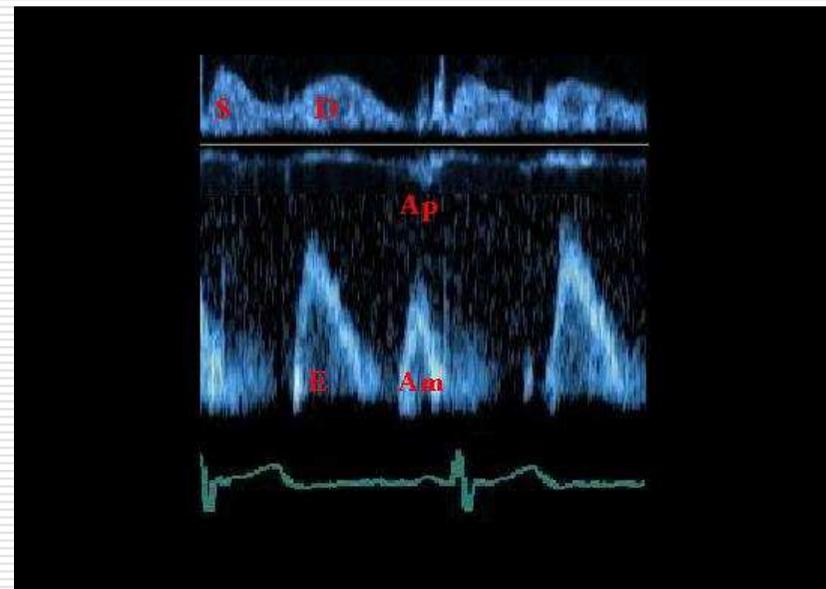
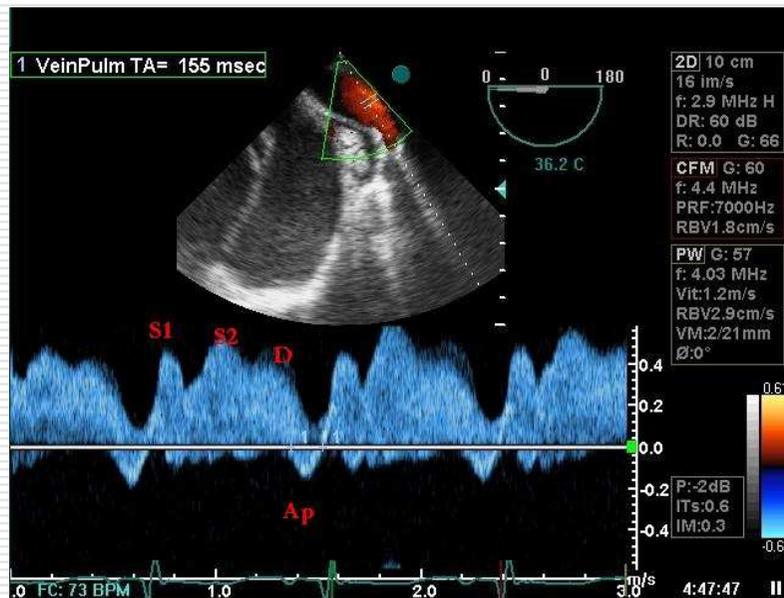
**ETO**



# Estimation des pressions de remplissage gauches

## Doppler des veines pulmonaires

- onde S
- onde D
- onde Ap

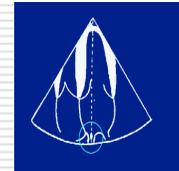


# Doppler des veines pulmonaires

---

## □ Incidence :

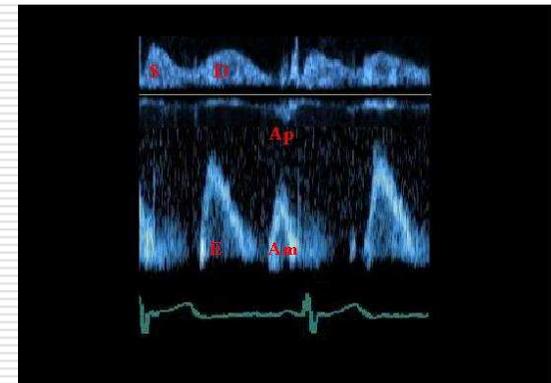
- ETT : apicale 4 cavités, curseur sur une veine pulmonaire (repérage par doppler couleur)
- ETO : 0°, quelques centimètres au-dessus du VG



## □ Mode : doppler pulsé

## □ Aspect : 3 ondes

- S = onde systolique (repérage ECG)
- D = systole auriculaire passive (mêmes déterminants que E mitrale)
- Ap = systole auriculaire active (mêmes déterminants que A mitrale)

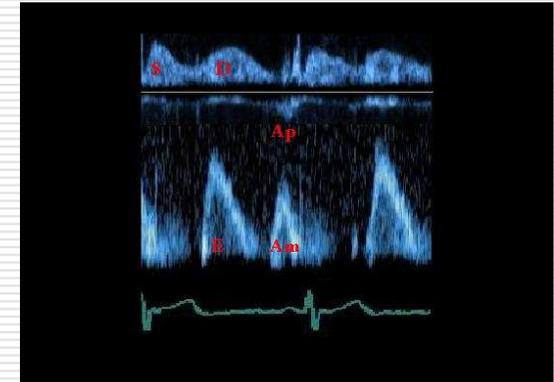


**Normale:  $S > D$  ou  $S/D > 1$ ; durée  $Ap = Am$ ;  $FS > 55\%$**

---

# Doppler des veines pulmonaires

---



- **Élévation de la PTDVG:**

- **Durée  $A_p > A_m$**

- **Si différence  $> 20$  msec, PTDVG  $> 12$  mmHg Se 95%, Spé 74%**

- *Lors d'une élévation des pressions de remplissage gauche, la vidange de l'OG dans le VG est raccourcie, et se prolonge dans les veines pulmonaires, ce qui explique la durée plus longue de  $A_p$  par rapport à  $A_m$*

- **Baisse de l'amplitude de S avec  $S/D < 1$**

---

# Doppler Tissulaire

---

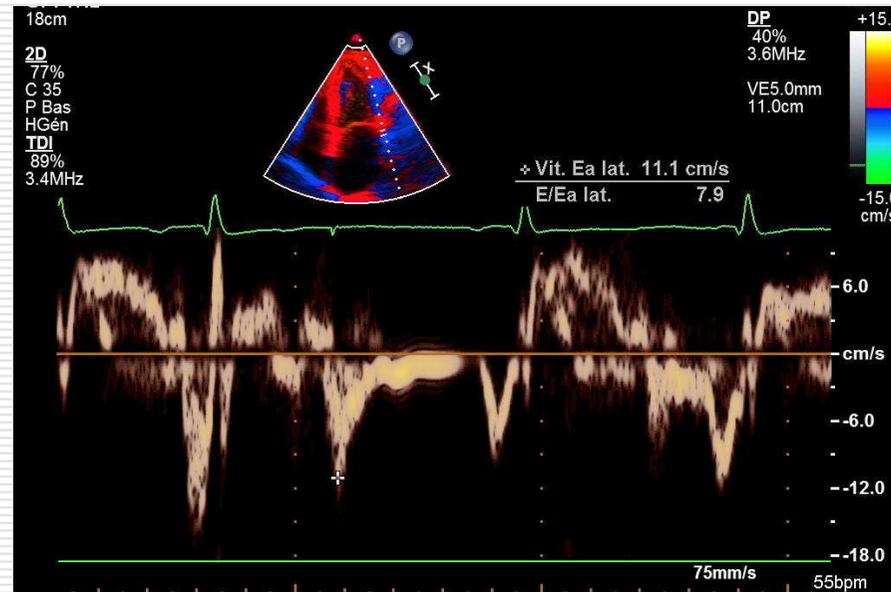
- **Principe** : Doppler pulsé des vitesses des parois cardiaques au niveau de l'anneau mitral
  - **Incidence** : apicale 4 cavités
  - **Mode**: Doppler pulsé + DTI + affichage spectral
  - **Aspect** :
    - 2 ondes E' (ou Ea) et A' (ou Aa), correspondant dans le temps aux ondes E et A transmitrales
    - Vmax E' normale > 8 cm/sec  
si < 8 cm/sec => trouble de relaxation
-

# Doppler Tissulaire

---

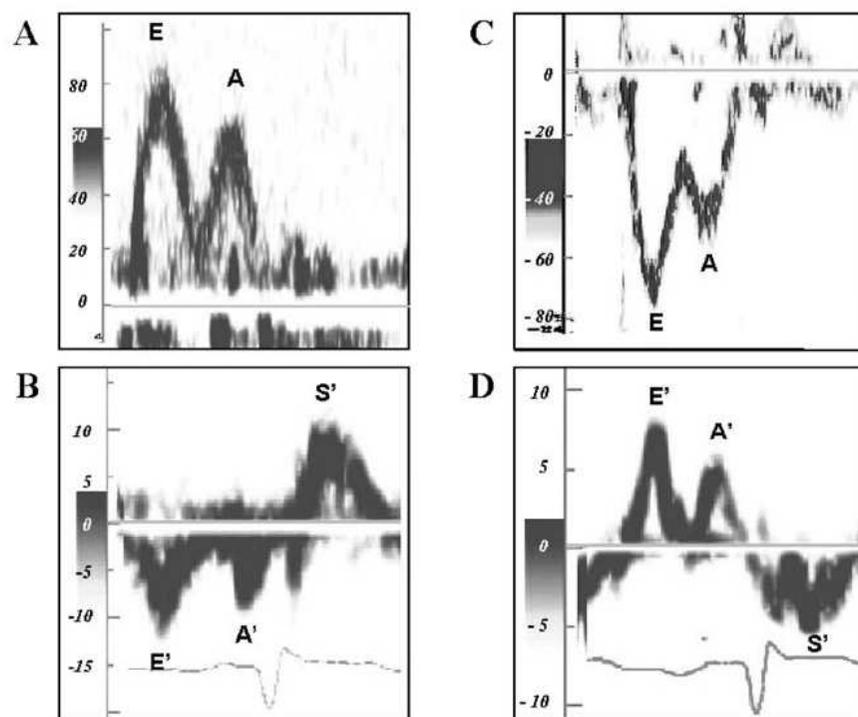
## Aspect :

- 2 ondes E' (ou Ea) et A' (ou Aa), correspondant dans le temps aux ondes E et A transmitrales



Alain Combes  
 Florence Arnoult  
 Jean-Louis Trouillet

## Tissue Doppler imaging estimation of pulmonary artery occlusion pressure in ICU patients

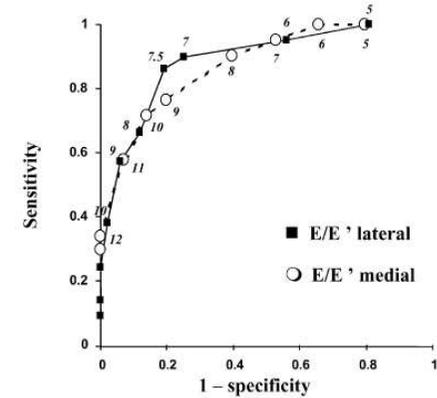
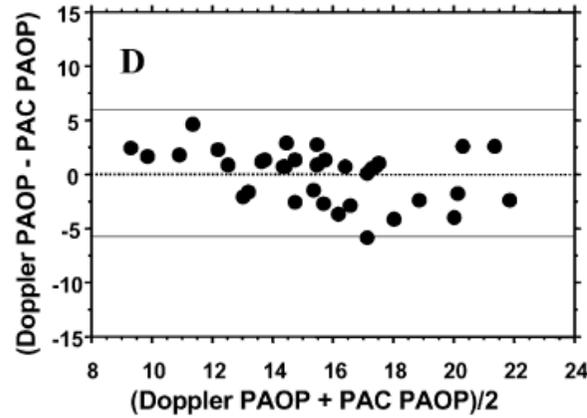
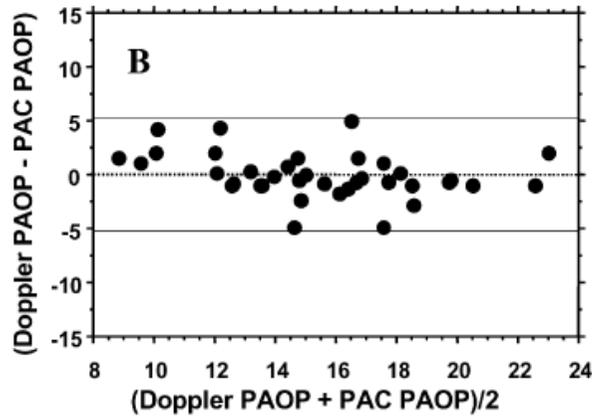
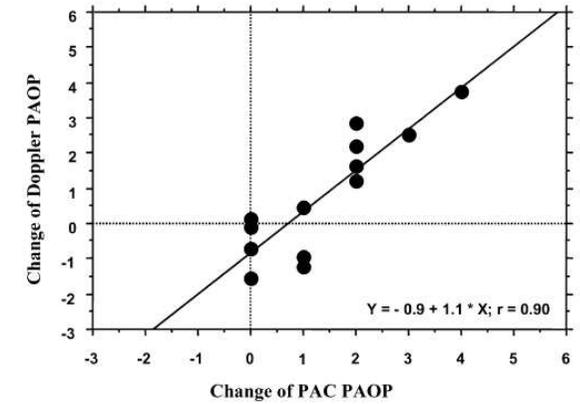
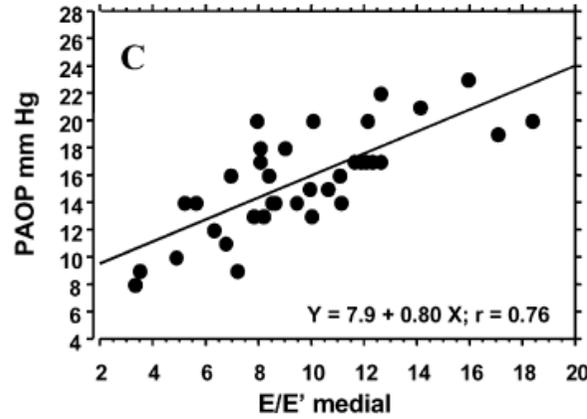
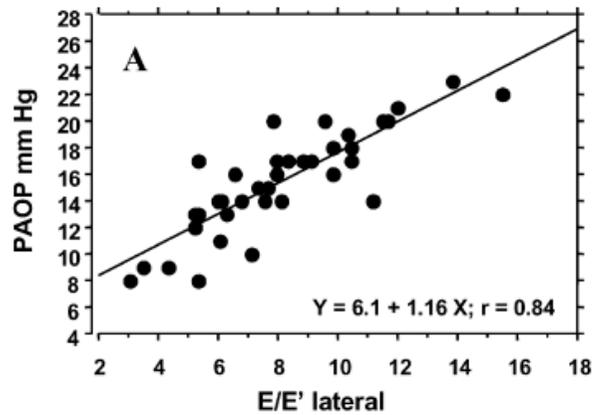


SAPS II	52±14 (26–86)
APACHE II	24±7 (9–45)
Reason for ICU admission	
Septic shock	8 (35%)
Postoperative respiratory failure	6 (26%)
Postoperative multiple organ failure	4 (17%)
Cardiogenic shock	3 (13%)
Primary respiratory failure	2 (9%)
PAOP (mmHg)	15.4±3.9 (8–23)
Cardiac index (l min <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )	2.8±0.9 (1.4–4.9)
LV ejection fraction (%)	49±17 (14–72)
FIO <sub>2</sub> (%)	60±21 (30–100)
PEEP (cmH <sub>2</sub> O)	6.8±5.5 (0–15)
Patients on catecholamines	17 (74%)

	<i>r</i>	<i>p</i> value
E	0.61	0.001
A	0.23	0.16
E/A	0.34	0.04
E' lateral	-0.50	0.001
E' medial	-0.49	0.03
A' lateral	-0.28	0.09
A' medial	-0.23	0.17
S' lateral	-0.25	0.13
S' medial	-0.32	0.05
E'/A' lateral	-0.09	0.56
E'/A' medial	-0.23	0.18
E/E' lateral	0.84	<0.0001
E/E' medial	0.76	<0.0001

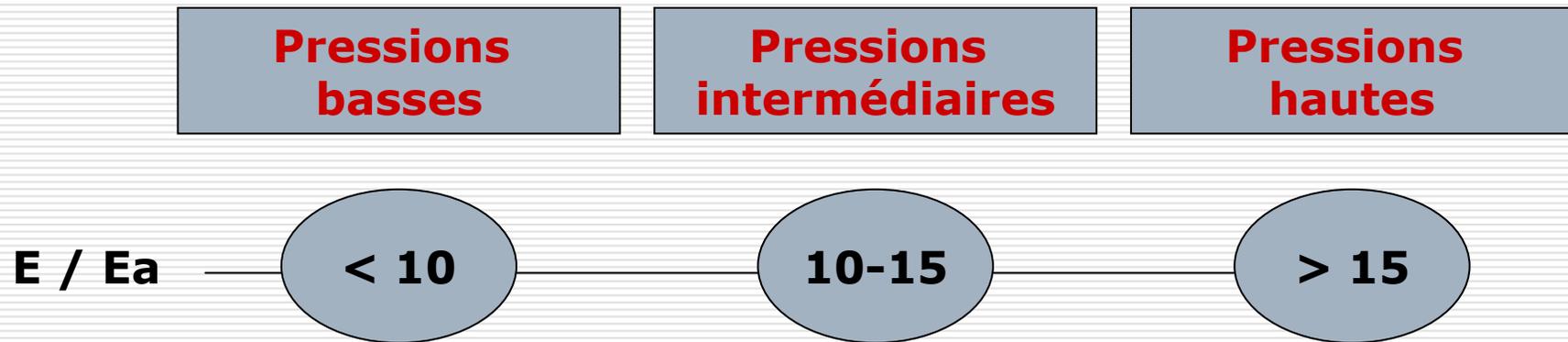
Alain Combes  
Florence Arnoult  
Jean-Louis Trouillet

# Tissue Doppler imaging estimation of pulmonary artery occlusion pressure in ICU patients



# Doppler Tissulaire: Estimation des pressions de remplissage

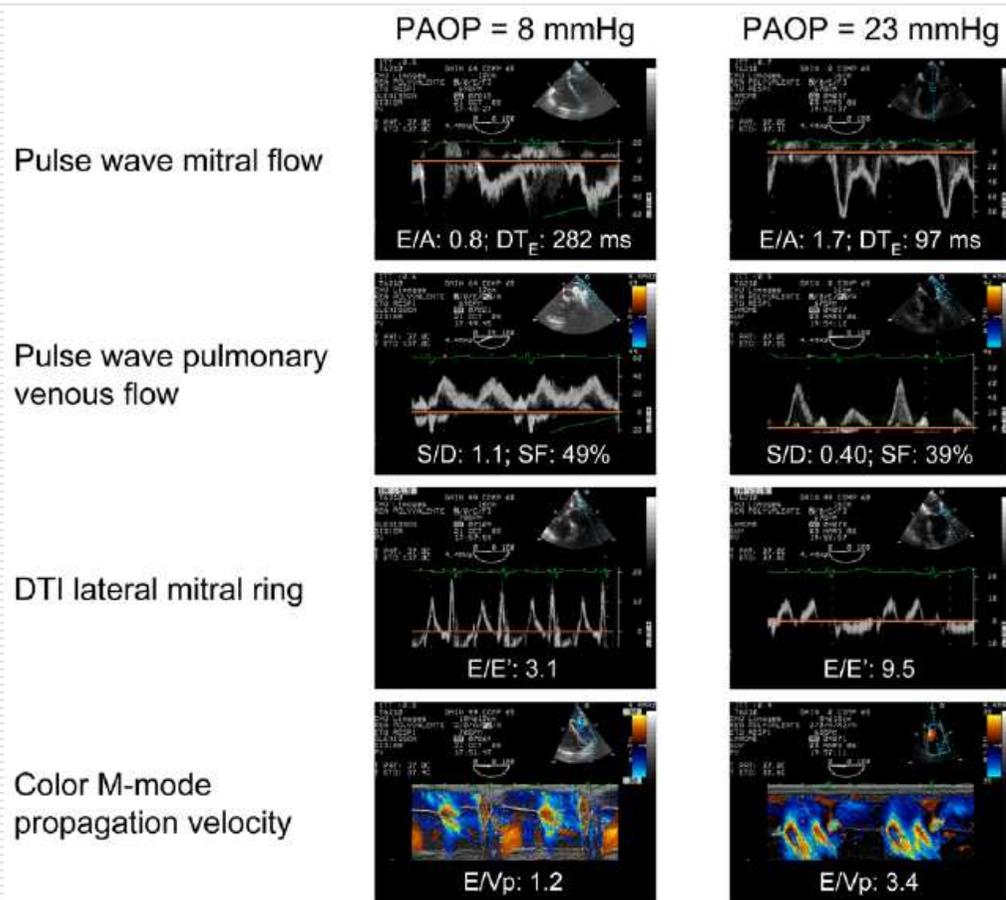
---



- Se 90% Spé 80%
  - valable en cas de cardiopathie, arythmie, tachycardie
-

# Echocardiographic assessment of pulmonary artery occlusion pressure in ventilated patients: a transoesophageal study

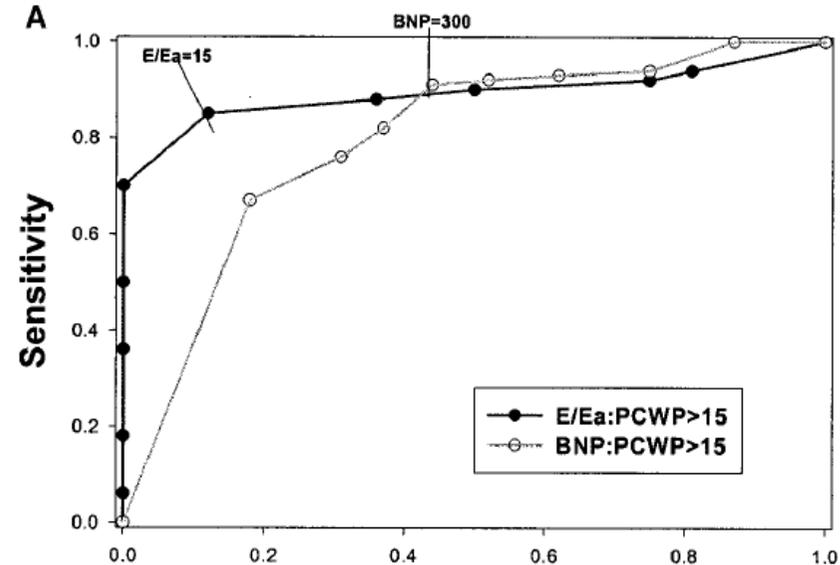
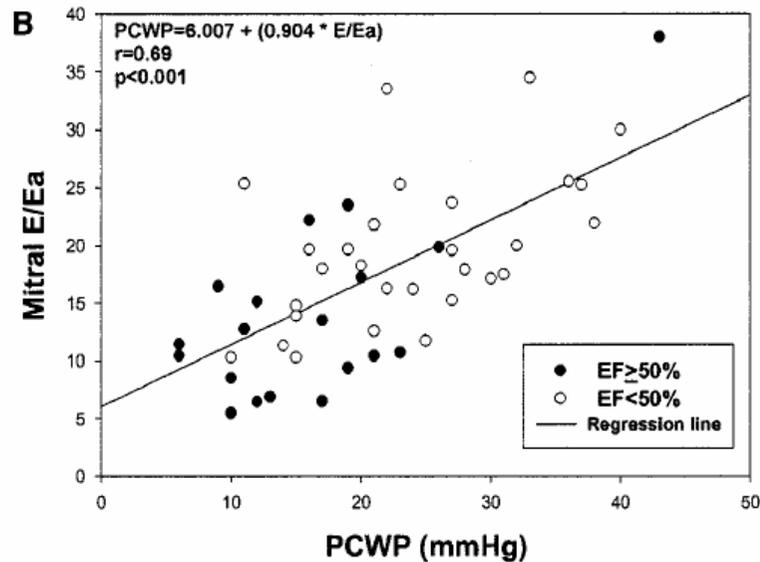
Critical Care 2008, 12:R18 (doi:10.1186/cc6792)



Philippe Vignon<sup>1,2,3</sup>, Ali AitHssain<sup>4</sup>, Bruno François<sup>1,2</sup>, Pierre-Marie Preux<sup>3,5</sup>, Nicolas Pichon<sup>1,2</sup>, Marc Clavel<sup>1,2</sup>, Jean-Pierre Frat<sup>6</sup> and Hervé Gastinne<sup>1,3</sup>

# Optimal Noninvasive Assessment of Left Ventricular Filling Pressures

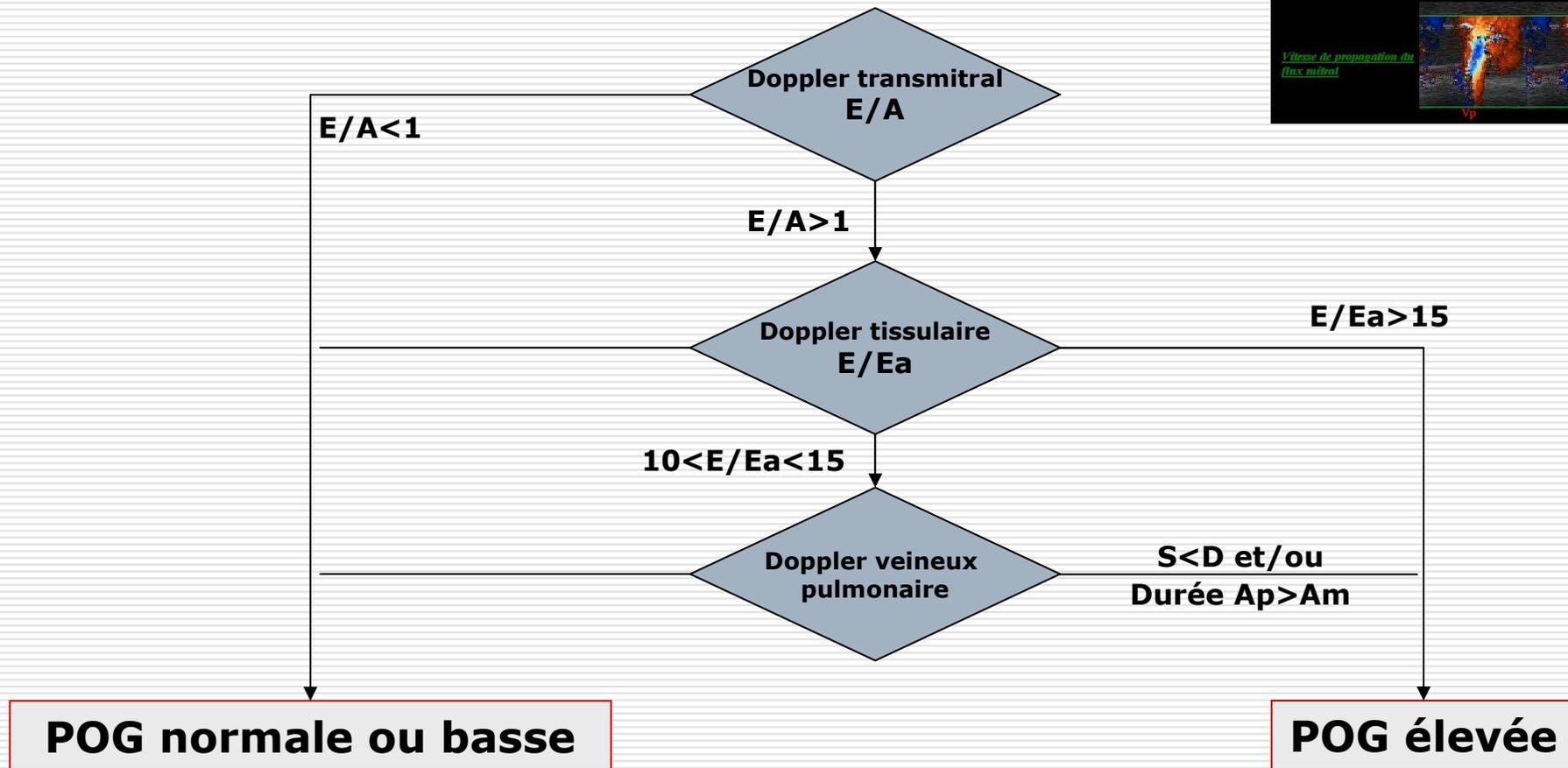
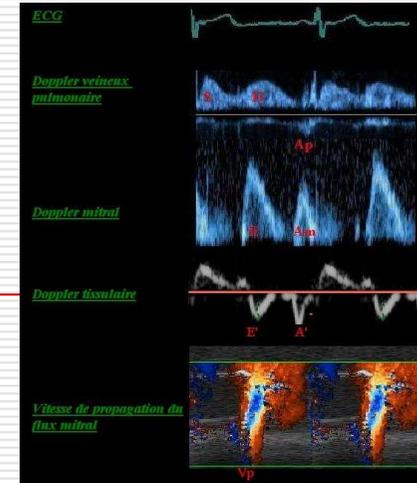
## A Comparison of Tissue Doppler Echocardiography and B-Type Natriuretic Peptide in Patients With Pulmonary Artery Catheters



Hisham Dokainish, MD, FRCPC; William A. Zoghbi, MD; Nasser M. Lakkis, MD;  
Faiz Al-Bakshy, MD; Meeney Dhir, MD; Miguel A. Quinones, MD; Sherif F. Nagueh, MD

Circulation 2004

# Évaluation des pressions gauches

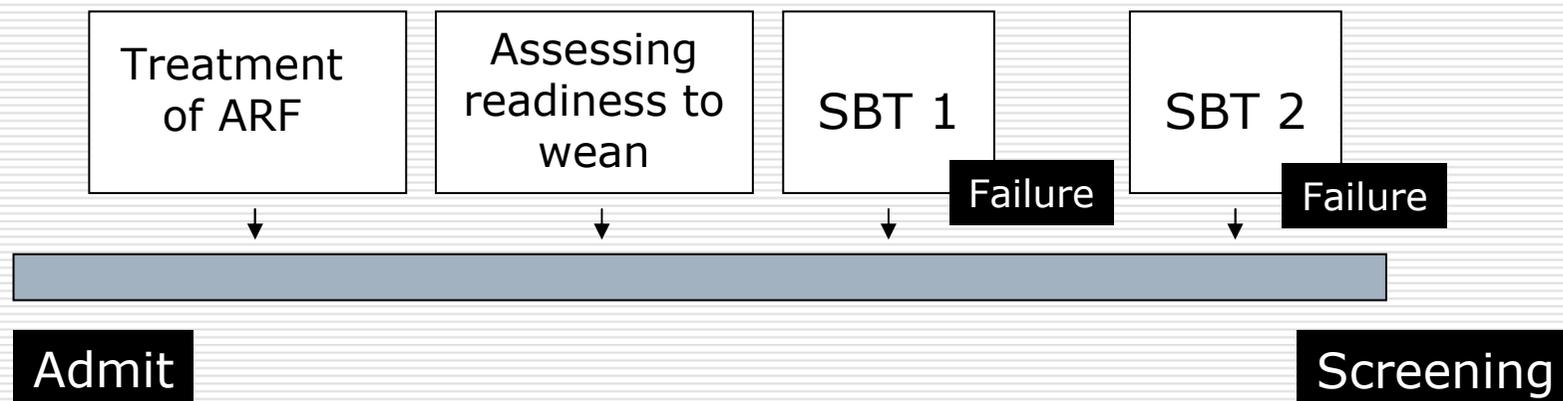


# Echocardiographic diagnosis of pulmonary artery occlusion pressure elevation during weaning from mechanical ventilation\*

## Inclusion:

- Pts who had all of the criteria for weaning from MV
- Pts who failed 2 consecutive SBTs without obvious cause of weaning failure
- Pts for whom the attending physician decided to insert a PAC

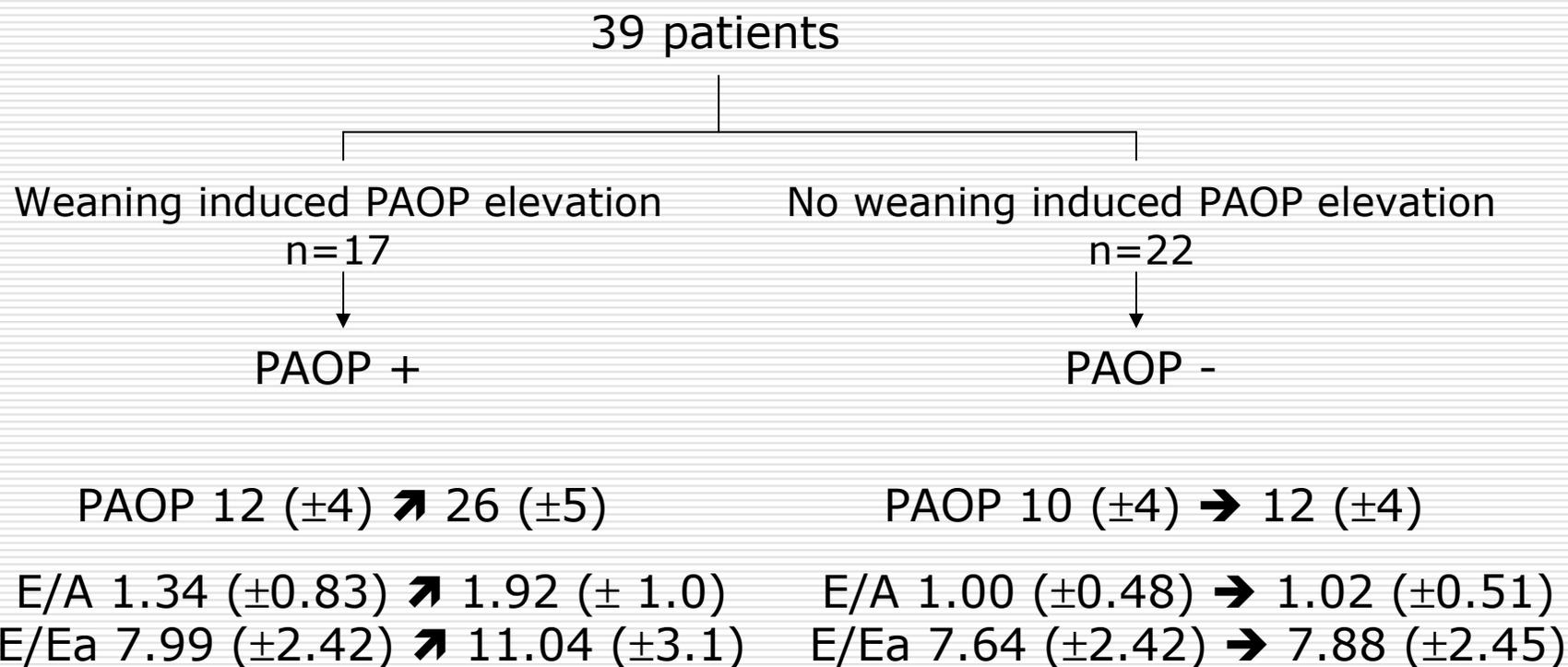
Non studied: severe mitral regurgitation, mitral stenosis, mitral prosthesis, atrial fibrillation, or myocardial ischemia



Bouchra Lamia, MD, MPH, PhD; Julien Maizel, MD; Ana Ochagavia, MD; Denis Chemla, MD, PhD; David Osman, MD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

Crit Care Med 2004

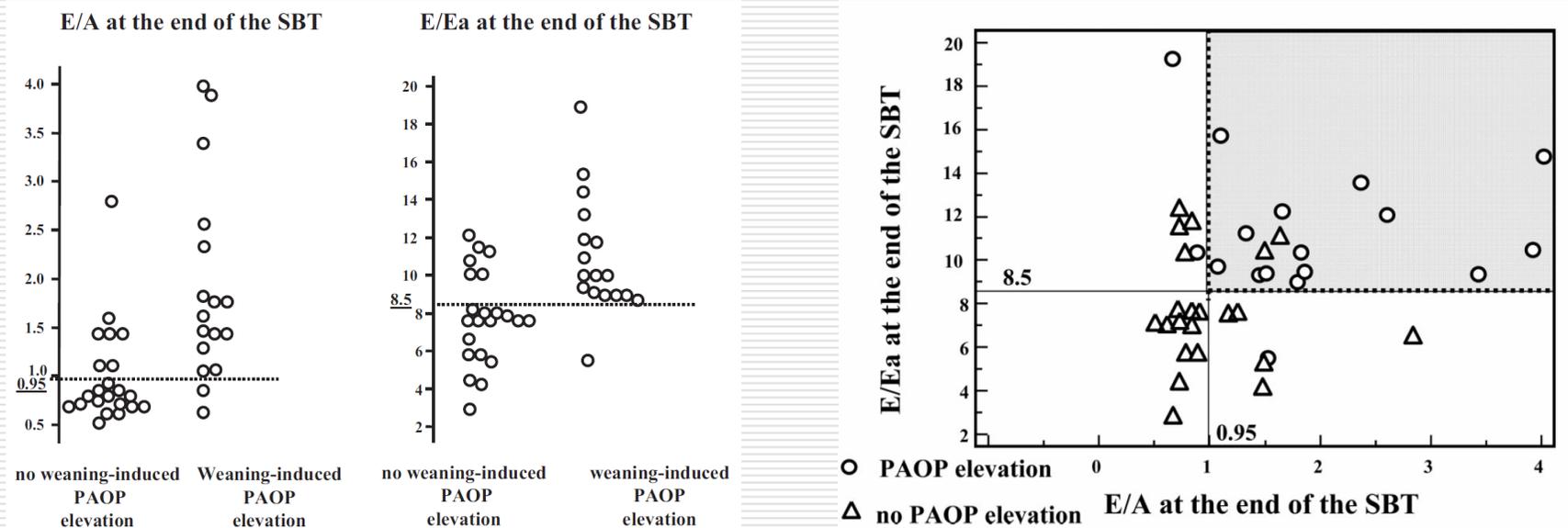
# Echocardiographic diagnosis of pulmonary artery occlusion pressure elevation during weaning from mechanical ventilation\*



Bouchra Lamia, MD, MPH, PhD; Julien Maizel, MD; Ana Ochagavia, MD; Denis Chemla, MD, PhD;  
David Osman, MD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

Crit Care Med 2004

# Echocardiographic diagnosis of pulmonary artery occlusion pressure elevation during weaning from mechanical ventilation\*



**“The combination of values of E/A higher than 0.95 and E/Ea higher than 8.5 at the end of an SBT was accurate to diagnose a weaning-induced PAOP elevation.”**

Bouchra Lamia, MD, MPH, PhD; Julien Maizel, MD; Ana Ochagavia, MD; Denis Chemla, MD, PhD; David Osman, MD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD