

5<sup>ème</sup> séminaire national d'échocardiographie en réanimation  
(DIUs d'échocardiographie français)

Œdème aigu du poumon (OAP)  
« secondaire » ou « cardiogénique »

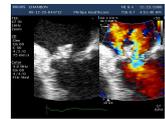


P Vignon  
Réanimation  
Polyvalente  
CHU Limoges

SDRA & choc septique :  
dysfonction pompe VG



OAP cardiogénique : fonction  
pompe VG conservée



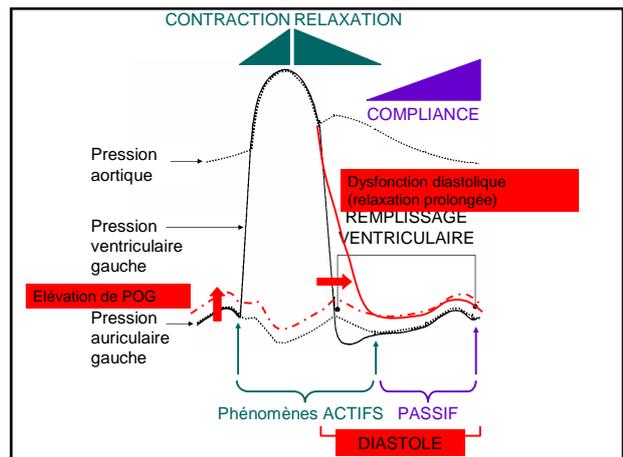
Critère diagnostique d'OAP « hémodynamique »

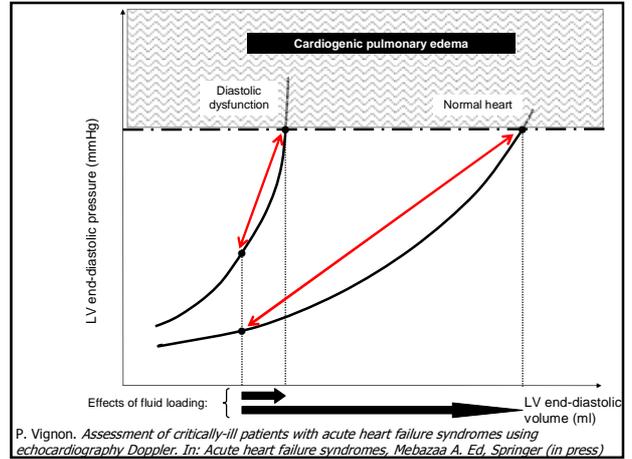
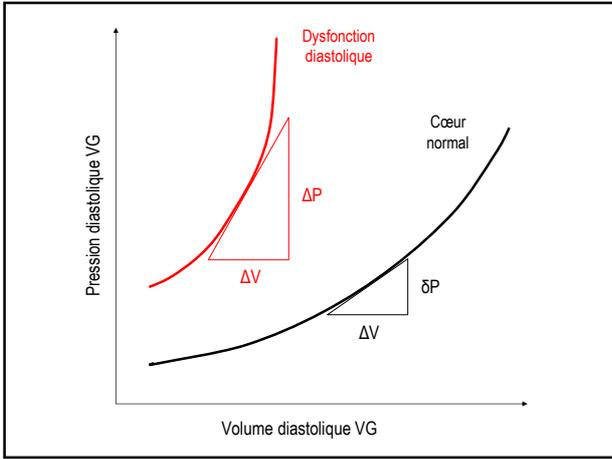
ELEVATION DE LA PRESSION VEINEUSE PULMONAIRE



Echocardiographie DOPPLER :  
ELEVATION DES PRESSIONS DE REMPLISSAGE DU VG

La fonction systolique n'est pas un critère discriminant





Cardiopathie hypertrophique	Cardiopathie ischémique
<p>Fonction systolique VG conservée</p>	<p>Dysfonction systolique VG associée</p>

## OAP « hémodynamiques »

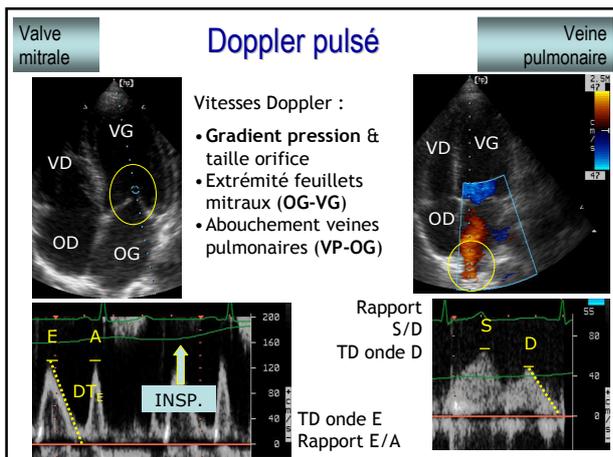
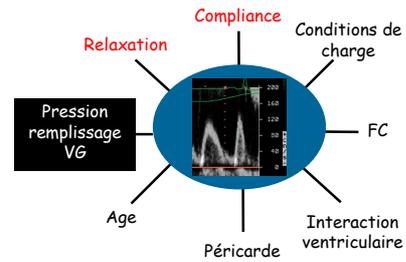
1. Elévation des pressions de remplissage du VG :  
diagnostic différentiel avec l'OAP lésionnel (SDRA)
2. Dysfonction systolique du VG ?
3. Surcharge de volume (fonction pompe normale voire augmentée) ?
4. OAP par dysfonction diastolique isolée (diagnostic d'élimination) ?

## Evaluation des pressions de remplissage VG par Doppler

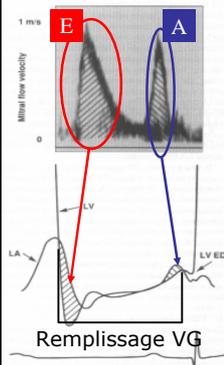
Etudes de validation : référence invasive = PAPO

- Evaluation de la PAPO à partir des **profils Doppler pulsé mitral et pulmonaire** :
  - quantitative : formules (complexes) avec plusieurs indices
  - semi-quantitative : valeur seuil d'un indice Doppler pour prédire un niveau (élevé) de PAPO
- Doppler tissulaire (anneau mitral) et TM couleur

## Doppler pulsé mitral



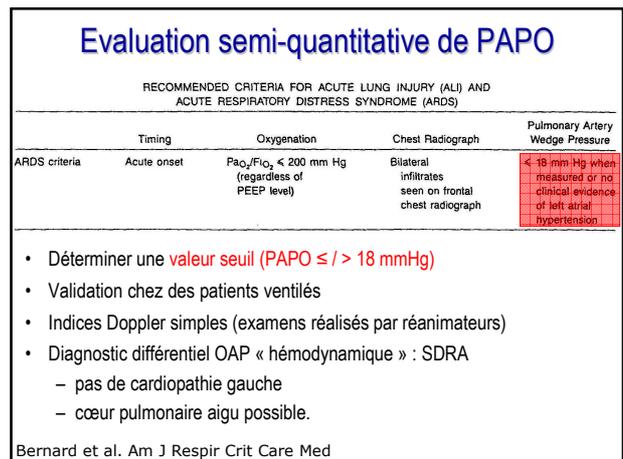
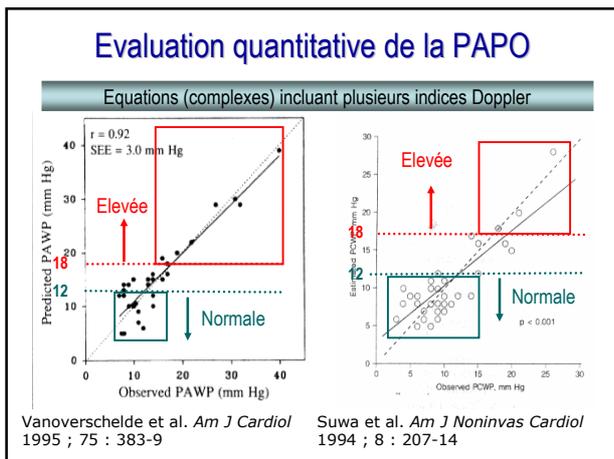
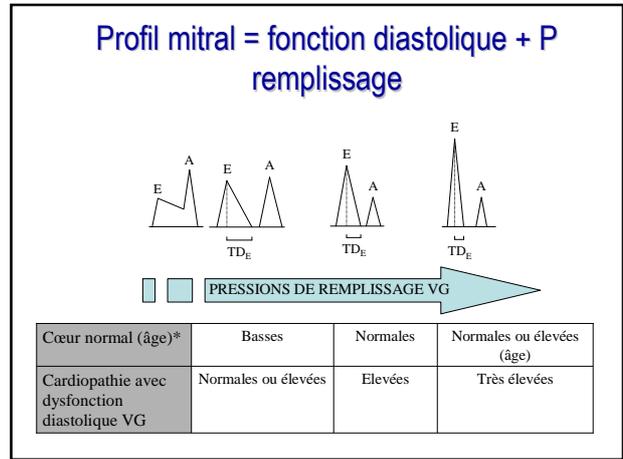
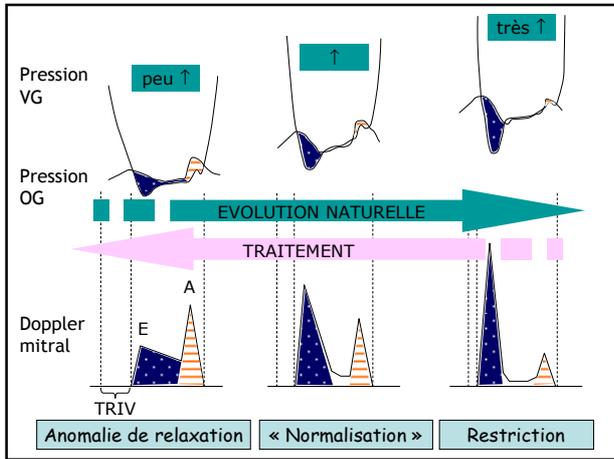
## Doppler mitral : gradient pression OG/VG



- Intégrale temps-vitesse (ITV) de l'onde E : gradient de pression OG-VG pendant le remplissage ventriculaire rapide

- ITV de l'onde A : gradient de pression OG-VG pendant la contraction auriculaire

- rapport E / A ↔ contribution relative du remplissage VG rapide / tardif.



### Utilisation de valeurs seuil

**Patients de cardiologie en VS**

**PAPO > 18 mmHg**

**Doppler mitral**

- TRIV < 70 ms
- E/A > 2
- TD<sub>E</sub> < 120 ms

**PAPO > 15-18 mmHg**

**Doppler veineux pulmonaire**

- S/D < 0,5
- ITV<sub>S</sub> / ITV<sub>S+D</sub> < 40%
- durée Ar/A > 1

Giannuzzi et al. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:1630  
 Rossvoll et al. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:1687  
 Yamamoto et al. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:52

### Utilisation de valeurs seuil

**Patients de réanimation en VM**

**PAPO > 18 mmHg**

**Doppler mitral**

- E/A > 2
- E/A > 1,4

**PAPO > 18 mmHg**

**Doppler veineux pulmonaire**

- ITV<sub>S</sub> / ITV<sub>S+D</sub> < 40%
- ITV<sub>S</sub> / ITV<sub>S+D</sub> < 44%
- S/D < 0,65
- durée Ar/A > 1

Boussuges A et al. *Crit Care Med* 2002; 30:362-7

### Etudes patients réanimation ventilés

Paramètres Doppler	Valeurs seuil	PAPO prédite	Sensibilité	Spécificité	Valeur prédictive positive
E/A	> 2	> 18 mmHg	-	-	-
	> 2	> 18 mmHg	-	-	100%
TD <sub>E</sub>	< 120 ms	> 18 mmHg	-	-	-
S/D	< 0,6	> 18 mmHg	85%	94%	-
Fraction systolique	< 55%	> 15 mmHg	91%	87%	-
	< 40%	> 18 mmHg	-	-	-
	≤ 40%	≥ 18 mmHg	100%	100%	100%
	≤ 44%	> 18 mmHg	85%	88%	-
TD <sub>D</sub>	< 175 ms	≥ 18 mmHg	100%	94%	-

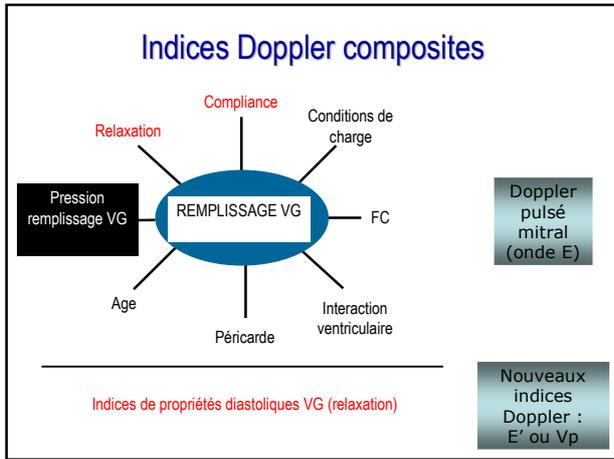
Vignon P. *Réanimation* 2007 ; 16 : 139-146

### Autres paramètres Doppler

**Doppler tissulaire (anneau mitral)**

**Vitesse de propagation (TM couleur)**

Labels: VD, VG, OD, OG, S', Vp, E', A'



### Règles techniques

- Réduite largeur/profondeur champ (150 à 200 images/sec)
- Interroger préférentiellement la portion latérale de l'anneau mitral
- Régler filtres minimum et ajuster les gains
- Vitesse défilement 100 mm/sec
- Typiquement : 5 ondes
- Mesure Vmax onde E'

- Réduite largeur/profondeur champ
- Limite Nyquist : 30-40 cm/s
- Visualiser courant remplissage VG en Doppler couleur
- Aligner tir TM
- Vitesse défilement 100 mm/sec
- Mesure pente 1<sup>er</sup> aliasing (Vp)

### Faisabilité & fiabilité des mesures

- DTI : E' aisée à obtenir même si imagerie 2D suboptimale
- TM couleur (Vp) : nécessite une bonne qualité d'image 2D et l'absence de déformation VG (courant entrant excentré et TM mal aligné)
- Reproductibilité : E' >> Vp.

Reproductibilité	TR	IV	V <sub>max</sub> E	V <sub>max</sub> A	DT <sub>E</sub>	V <sub>max</sub> S	V <sub>max</sub> D	V <sub>max</sub> septal	E' lateral	E' lateral	Vp
Inter-observateur	10%	1%	3%	13%	4%	5%	4%	5%	11%		
Intra-observateur	6%	2%	2%	7%	4%	6%	2%	2%	7%		

Vignon P et al. Crit Care 2007 ; 11 : R43

Vignon P et al. Crit Care 2007 ; 11 : R43

## Indices Doppler composite

Patients de cardiologie en VS

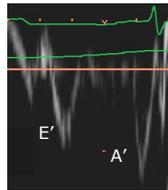
Indices composites

- $V_{max} E' / E' > 15$
- $V_{max} E' / V_p \geq 2,5$

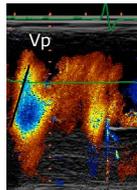


PAPO > 15 mmHg

Doppler tissulaire (anneau mitral)



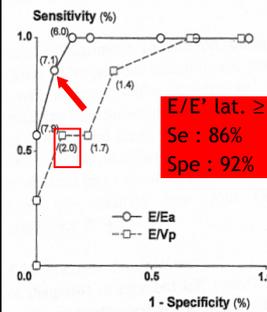
Doppler couleur (mode TM)



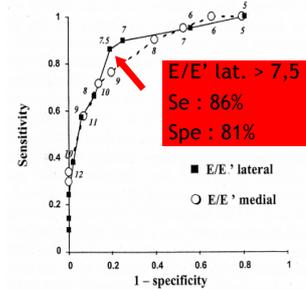
Gonzalez et al. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:515  
Nagueh et al. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1527

PAPO  $\geq 13$  mmHg

PAPO  $\geq 15$  mmHg



Bouhemad et al. *Anesthesiology* 2003 ; 98: 1091-100



Combes et al. *Intensive Care Med* 2004 ; 30 : 75-81

PAPO > 18 mmHg

E/E'lat > 8,0

E/Vp > 1,7

- Sensibilité : 83 %
- Spécificité : 88 %

- Sensibilité : 80 %
- Spécificité : 100 %

• Aire sous la courbe E/E' et E/Vp similaire ( $0,91 \pm 0,07$  vs  $0,92 \pm 0,07$ ;  $P=0,53$ )

• Comparable à celle des paramètres Doppler isolés standards

Vignon et al. *Crit. Care* 2008 ; 12 : R18

## Etudes patients réanimation ventilés

Paramètres Doppler	Valeurs seuil	PAPO prédite	Sensibilité	Spécificité	Valeur prédictive positive
E/E' (latéral)	> 15	> 15 mmHg	86%	88%	-
	> 7	$\geq 13$ mmHg	86%	92%	-
	> 7,5	$\geq 15$ mmHg	86%	81%	-
	> 8,0	> 18 mmHg	83%	88%	-
E/Vp	> 2	$\geq 13$ mmHg	-	-	-
	> 1,7	> 18 mmHg	80%	100%	-

Vignon P. *Réanimation* 2007 ; 16 : 139-146

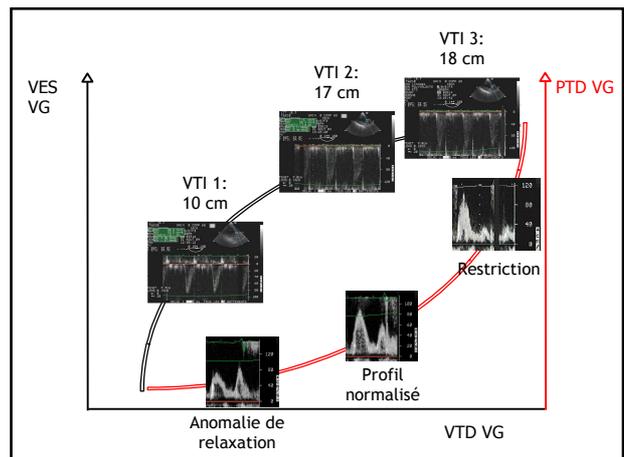
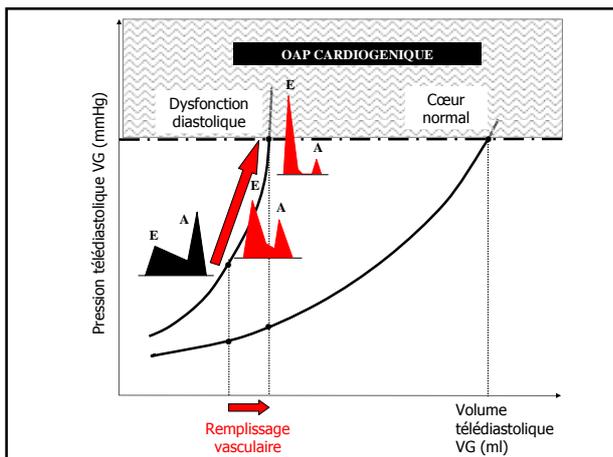
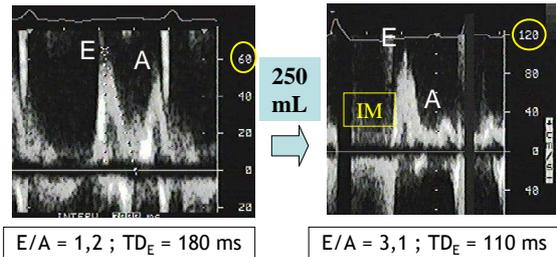
## Prédiction PAPO & fibrillation auriculaire

Paramètres Doppler	Valeur seuil	PAPO prédite	Sensibilité	Spécificité
TD <sub>E</sub>	< 150 ms	> 15 mmHg	71%	100%
	< 120 ms	≥ 20 mmHg	100%	96%
TD <sub>D</sub>	> 220 ms	≤ 12 mmHg	100%	100%
E/E'	> 10	≥ 15 mmHg	75%	93%
E/Vp	≥ 1,4	> 15 mmHg	71%	88%

Vignon P. Réanimation 2007 ; 16 : 139-146

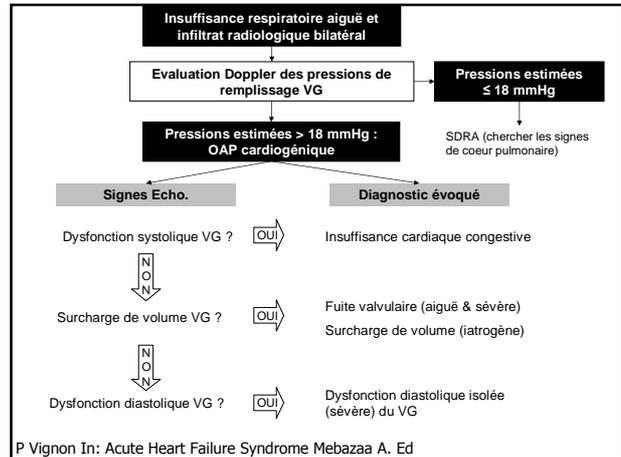
## Intolérance du remplissage vasculaire

- Patient de 42 ans, cardiopathie ischémique
- Ventilation mécanique pour pneumopathie hypoxémiante
- Choc septique → épreuve de remplissage vasculaire.



## OAP « secondaires »

1. **Élévation des pressions de remplissage du VG :**  
diagnostic différentiel avec l'OAP lésionnel (SDRA)
2. Dysfonction systolique du VG ?
3. Surcharge de volume (fonction pompe normale voire augmentée) ?
4. OAP par dysfonction diastolique isolée (diagnostic d'élimination) ?

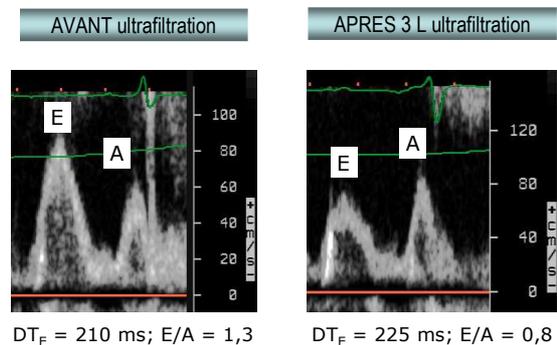


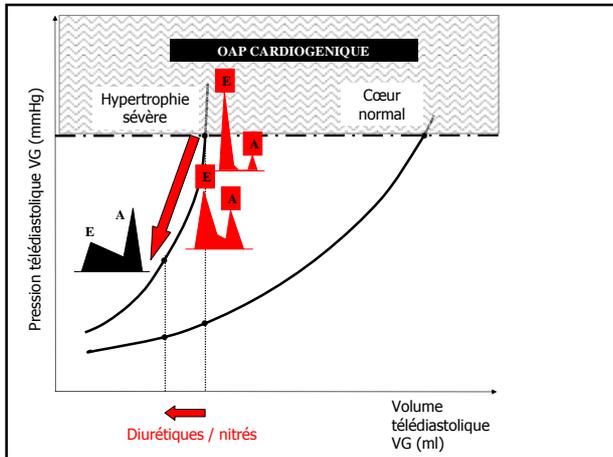
## OAP « diastolique »

- OAP en **contexte hypertensif** / dysfonction diastolique connue
- Critères diagnostiques :
  1. Signes cliniques de congestion veineuse pulmonaire
  2. Fonction systolique du VG normale ( $FE > 50\%$ ) dans les 72 h
  3. Dysfonction diastolique du VG
- Diagnostic seulement « possible » si critère 2 objectif à distance de l'OAP.

Vasan et al. *Circulation* 2000;101:2118  
Working group report *Eur Heart J* 1998;19:990

## Baisse rapide de précharge





## Conclusions

- Dysfonction systolique VG  $\neq$  OAP cardiogénique ou secondaire
- OAP « hémodynamique » : élévation des pressions de remplissage
- Détermination semi-quantitative plus qu'absolue de la PAPO
- « Nouveaux indices Doppler » : DTI anneau mitral (latéral)
- Fonction pompe conservée et pressions remplissage élevées : traquer la surcharge de volume (aiguë)
- OAP diastolique : faire l'examen au plus près de l'orage hémodynamique pour éviter les diagnostics par excès.