

# Le cathétérisme cardiaque droit en pneumologie

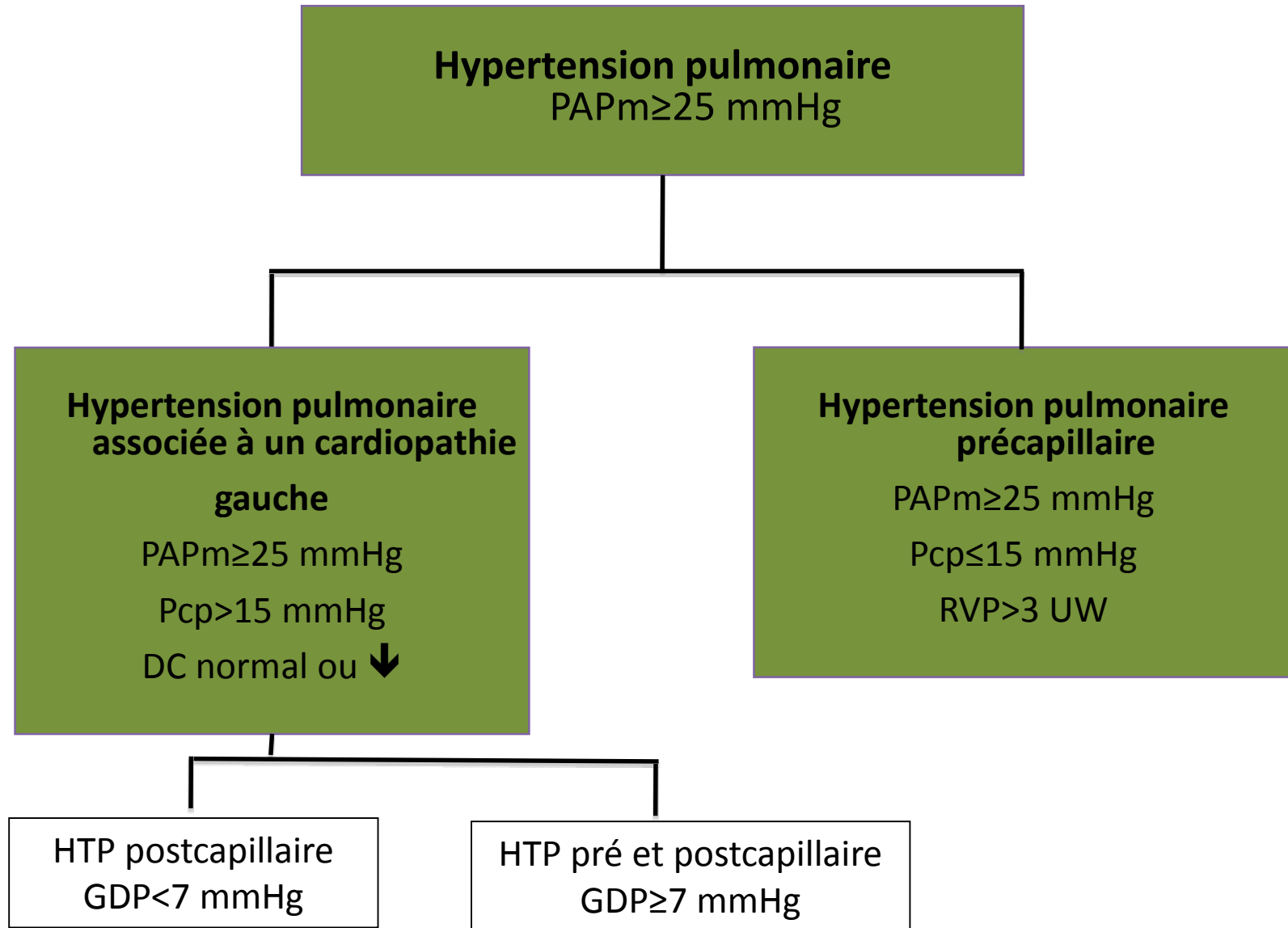
**Laurent SAVALE**

Service de Pneumologie et Soins Intensifs  
Centre de Référence de l'Hypertension Pulmonaire Sévère  
Hôpital Universitaire de Bicêtre – Le Kremlin-Bicêtre

# Définition de l'hypertension pulmonaire

<b>Definition</b>	<b>Characteristics</b>
Pulmonary hypertension (PH)	Mean PAP $\geq 25$ mmHg

# Hypertension pulmonaire pré et postcapillaire



# Valeurs hémodynamiques normales de repos

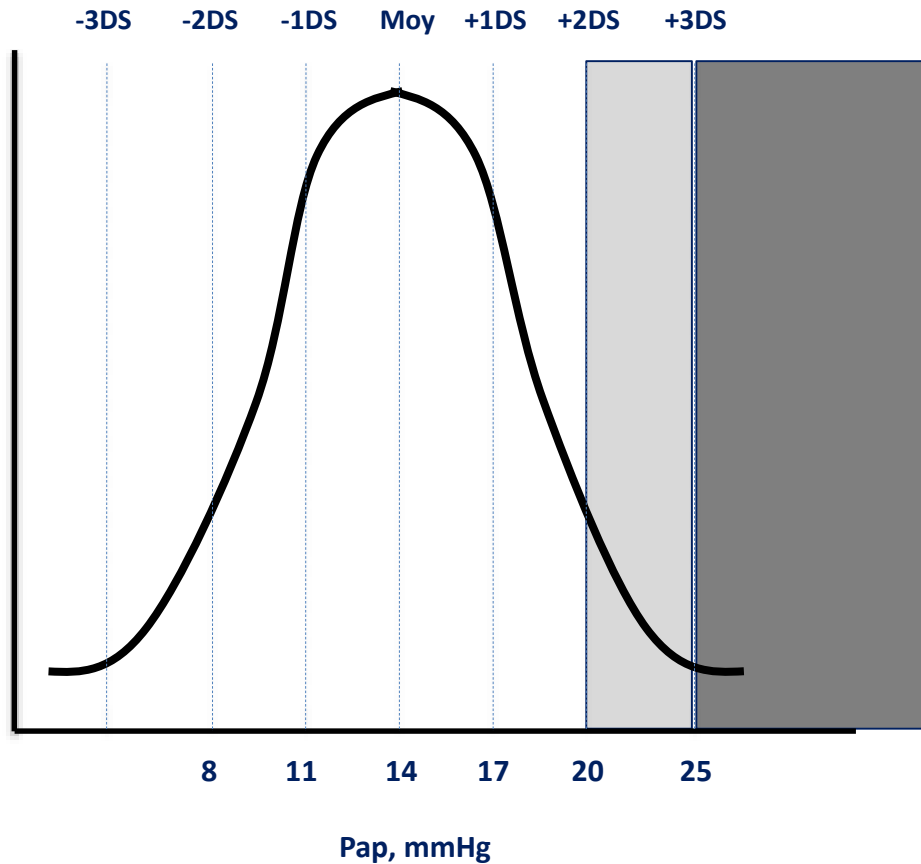
---

mPaP	14.0 ± 3.3
sPAP	20.8 ± 4.4
dPAP	8.8 ± 3.0
PAWP	8.0 ± 2.9
CO (l.min <sup>-1</sup> )	7.3 ± 2.3
PVR* (WU)	0.9 ± 0.4

---

$$*PVR = TPG/CO = (mPAP - PAWP) / CO$$

# Distribution normale de la Pap moyenne



**PAPm =  $14 \pm 3,3$  mmHg**

**25 mmHg = Moy + 3 DS**

**21 - 24 mmHg = Moy + 2 - 3 DS**

# HTP « borderline » : $21 \leq \text{PAPm} < 25 \text{ mmHg}$

**Groupe 2**  
**Dysfonction cardiaque gauche**

**Groupe 3**  
**HTP hypoxique**

**Groupe 1**  
**Vasculopathie pulmonaire**



Impact pronostic?  
Intérêt des thérapeutiques?

# Comment les patients doivent être dépistés?

## Echocardiographie cardiaque : meilleur outil de dépistage

**Table 9** Arbitrary criteria for estimating the presence of PH based on tricuspid regurgitation peak velocity and Doppler-calculated PA systolic pressure at rest (assuming a normal right atrial pressure of 5 mmHg) and on additional echocardiographic variables suggestive of PH

	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>
<b>Echocardiographic diagnosis: PH unlikely</b>		
Tricuspid regurgitation velocity $\leq 2.8$ m/s, RA systolic pressure $\leq 36$ mmHg and no additional echocardiographic variables suggestive of PH	I	B

	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>
<b>Echocardiographic diagnosis: <u>PH unlikely</u></b>		
Tricuspid regurgitation velocity $\leq 2.8$ m/s, PA systolic pressure $\leq 36$ mmHg, and no additional echocardiographic variables suggestive of PH	I	B
<b>Echocardiographic diagnosis: <u>PH possible</u></b>		
Tricuspid regurgitation velocity $\leq 2.8$ m/s, PA systolic pressure $\leq 36$ mmHg, but presence of additional echocardiographic variables suggestive of PH	Ila	C
Tricuspid regurgitation velocity 2.9–3.4 m/s, PA systolic pressure 37–50 mmHg with/without additional echocardiographic variables suggestive of PH	Ila	C
<b>Echocardiographic diagnosis: <u>PH likely</u></b>		
Tricuspid regurgitation velocity $> 3.4$ m/s, PA systolic pressure $> 50$ mmHg, with/without additional echocardiographic variables suggestive of PH	I	B

# Echocardiographie: estimation de la PAPs

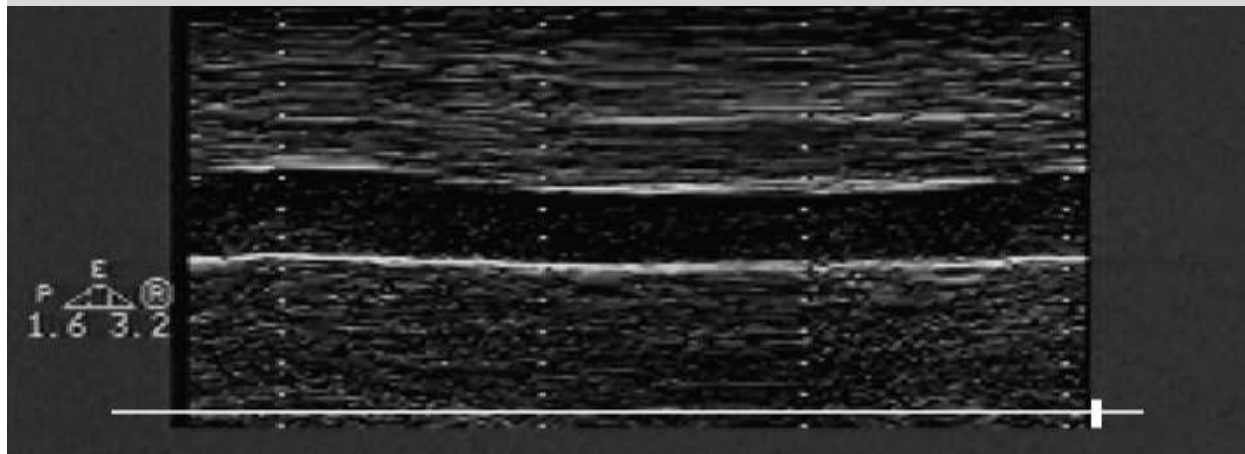


PVDs = PAPs = Gradient IT + POD

Selon l'équation de Bernoulli ( $\Delta P = 4 \times V^2$ )

$$\text{Grad IT} = 4 \times V_{IT}^2$$

Inferior vena cava diameter	Change with respiration	Estimated right atrial pressure mmHg
Small <1.5 cm	Collapse	0
Normal 1.5–2.5 cm	Decrease by >50%	5
Normal	Decrease by <50%	10
Dilated >2.5 cm	Decrease by <50%	15
Dilated with dilated hepatic veins	No change	20



# Accuracy of Doppler Echocardiography in the Hemodynamic Assessment of Pulmonary Hypertension

Micah R. Fisher<sup>1\*</sup>, Paul R. Forfia<sup>2†</sup>, Elzbieta Chamera<sup>2</sup>, Traci Houston-Harris<sup>1</sup>, Hunter C. Champion<sup>2</sup>, Reda E. Girgis<sup>1</sup>, Mary C. Corretti<sup>2</sup>, and Paul M. Hassoun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Pulmonary and Critical Care Medicine; <sup>2</sup>Division of Cardiology, Department of Medicine, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland

**Conclusions:** Doppler echocardiography may frequently be inaccurate in estimating pulmonary artery pressure and cardiac output in patients being evaluated for PH.

Am J Respir Crit Care Med Vol 179. pp 615–621, 2009

## Inaccuracy of Doppler Echocardiographic Estimates of Pulmonary Artery Pressures in Patients With Pulmonary Hypertension

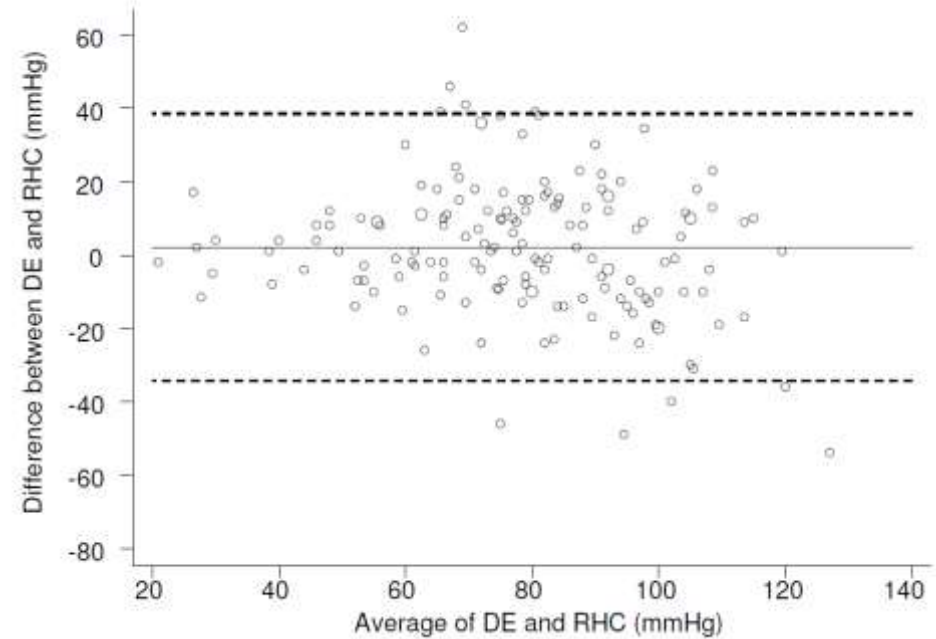
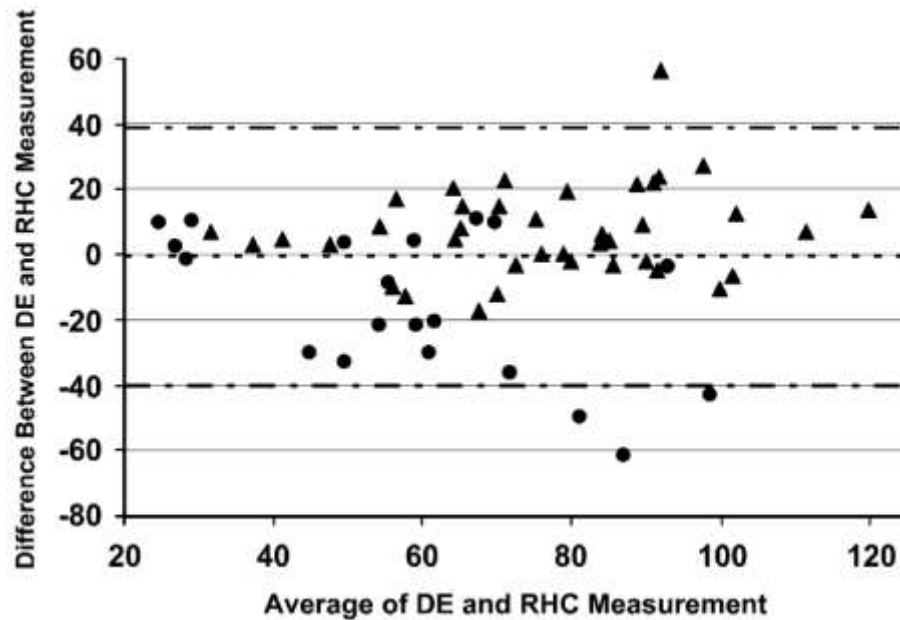
### Implications for Clinical Practice

*Jonathan D. Rich, MD; Sanjiv J. Shah, MD; Rajiv S. Swamy, MD; Anna Kamp, MD; and Stuart Rich, MD, FCCP*

**Conclusions:** DE estimates of PASP are inaccurate in patients with PH and should not be relied on to make the diagnosis of PH or to follow the efficacy of therapy. *CHEST 2011; 139(5):988–993*

# Inaptitude de l'ETT à estimer avec précision la PAPs

## Pression artérielle pulmonaire systolique

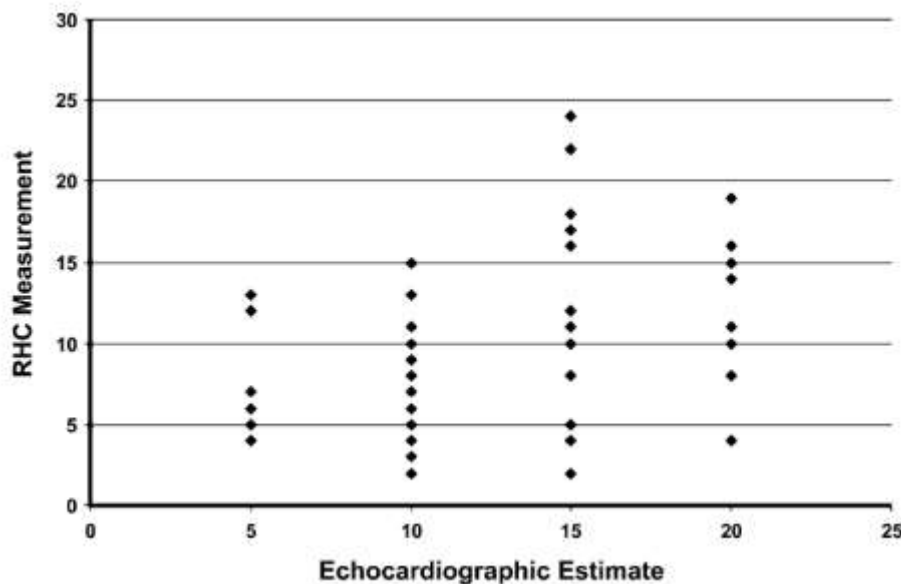


Bland-Altman plot of Doppler echocardiographic and RHC measurements of PASp<sup>1,2</sup>

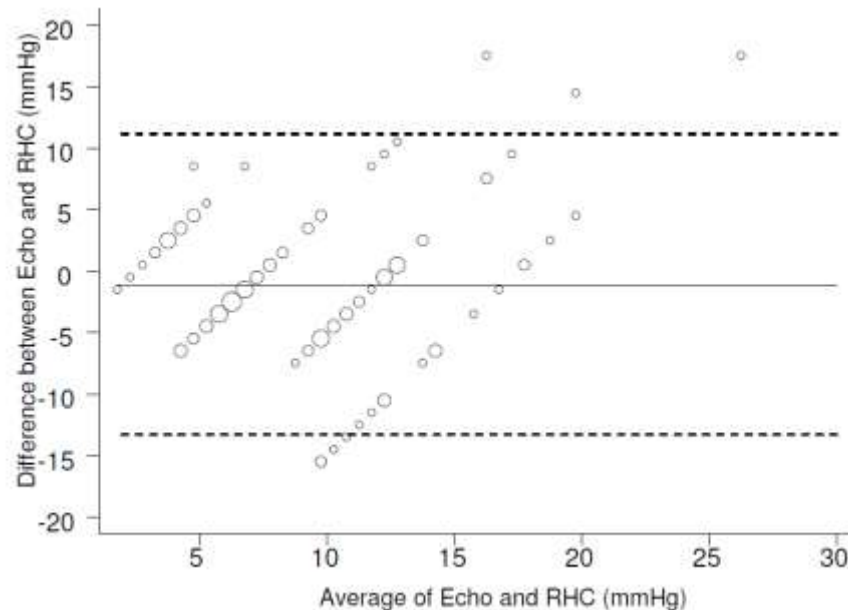
1. Fisher MR, et al. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179:615–21.
2. Rich JD, et al. *Chest*. Prepublished online Sept. 23, 2010.

# Inaptitude de l'ETT à estimer avec précision la POD

## Right Atrial Pressure



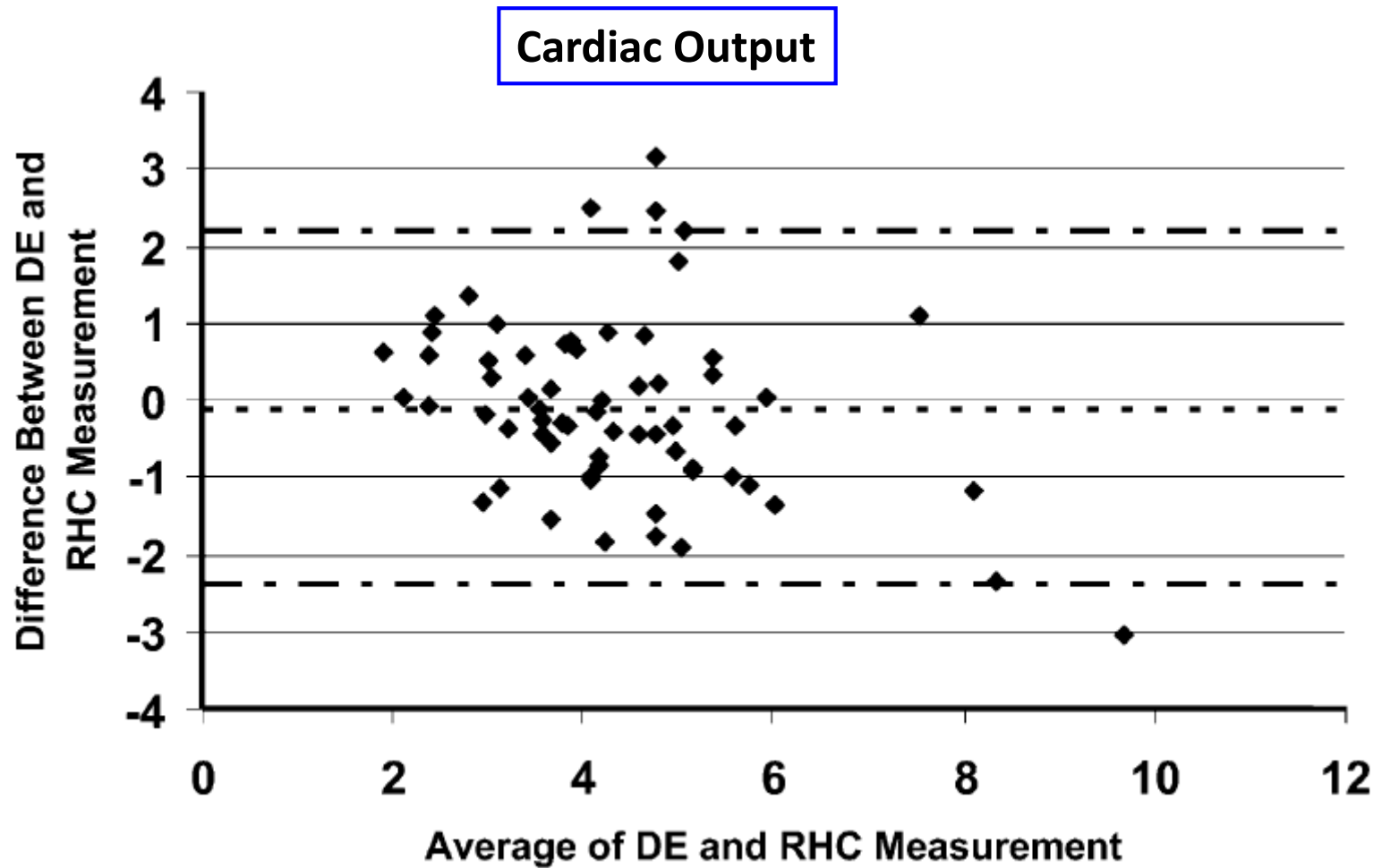
Comparison of RAP as estimated by Doppler echocardiography and RHC<sup>1</sup>



Bland Altman plot of RAP determined at RHC compared to RAP estimated by echo<sup>2</sup>

1. Fisher MR, et al. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179:615–21.
2. Rich JD, et al. *Chest*. Prepublished online Sept. 23, 2010.

# Inaptitude de l'ETT à estimer avec précision le DC



# L'échocardiographie...

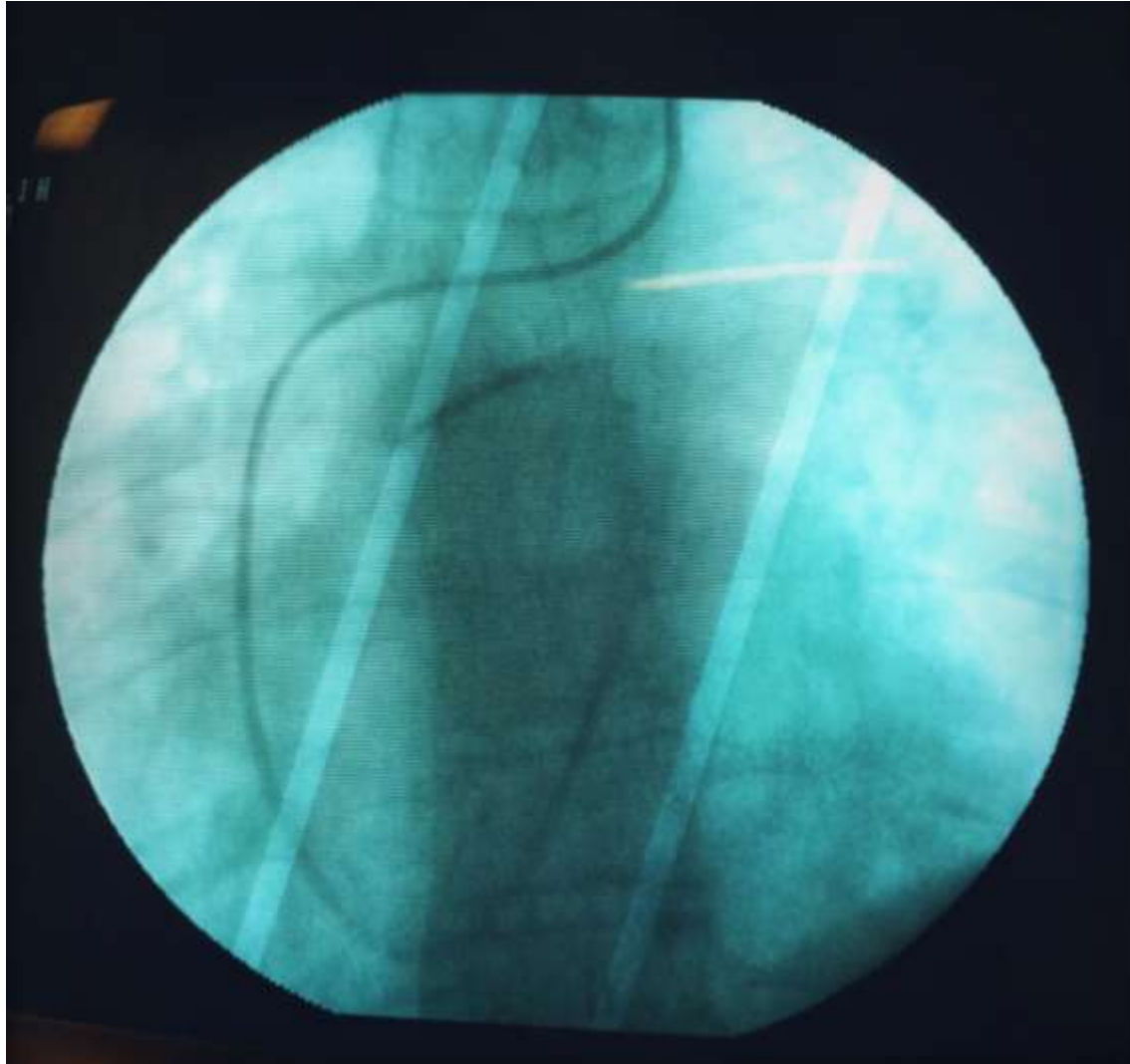
est un bon outil:

- De dépistage de l'hypertension pulmonaire
- De suivi de la fonction ventriculaire droite

est un **outil médiocre** de mesure de la PAPs

est **insuffisante** pour le diagnostic d'hypertension pulmonaire

# Cathétérisme cardiaque droit



## FAQ...

- Examen nécessaire?
- Principes et aspects pratiques
- Quand faire le cathétérisme?
- Pièges?
- Rôle de l'évaluation à l'effort?

## FAQ...

- Examen nécessaire?
- Principes et aspects pratiques
- Quand faire le cathétérisme?
- Pièges?
- Rôle de l'évaluation à l'effort?

Le cathétérisme cardiaque droit est-il indispensable?

**OUI!**

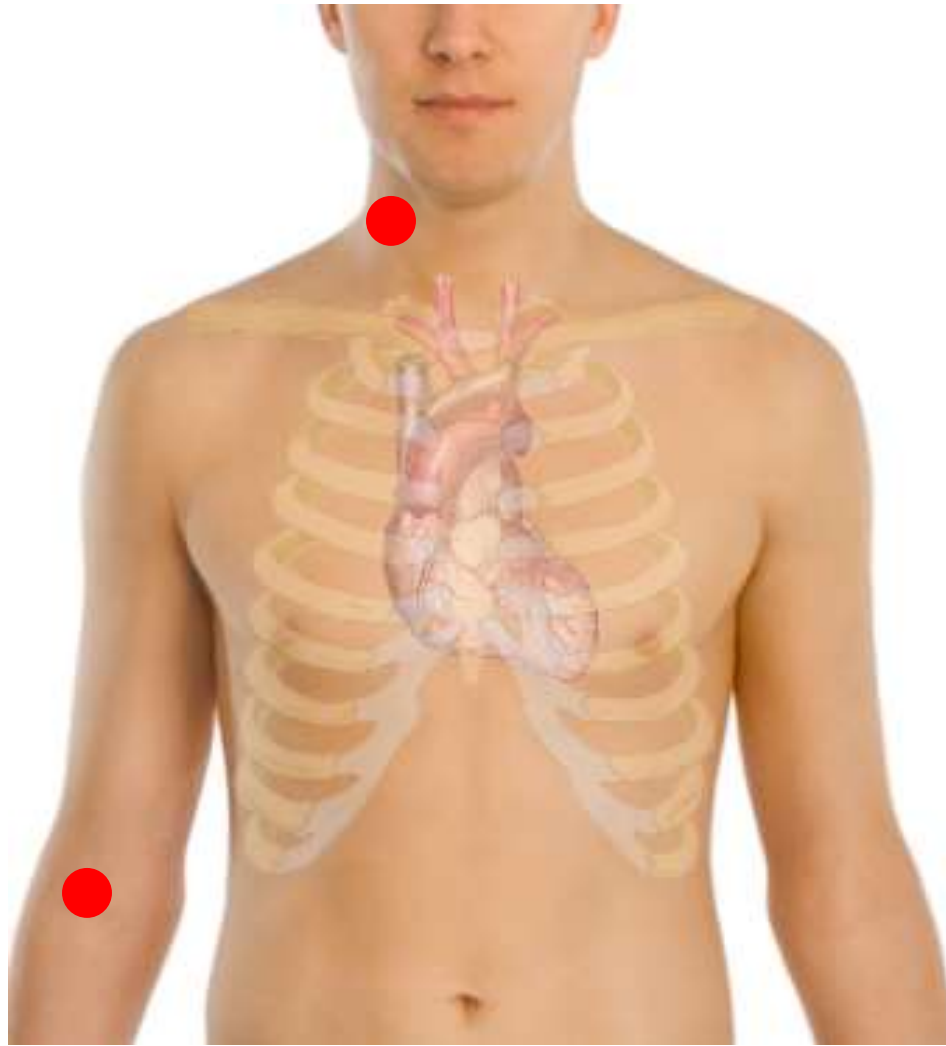
# Le cathétérisme cardiaque droit est-il indispensable?

---

	<b>Class<sup>a</sup></b>	<b>Level<sup>b</sup></b>
RHC is indicated in all patients with PAH to confirm the diagnosis, to evaluate the severity, and when PAH specific drug therapy is considered	I	C

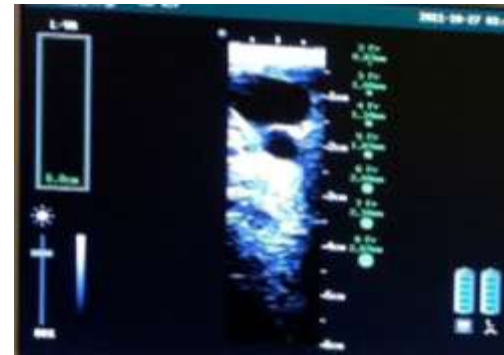
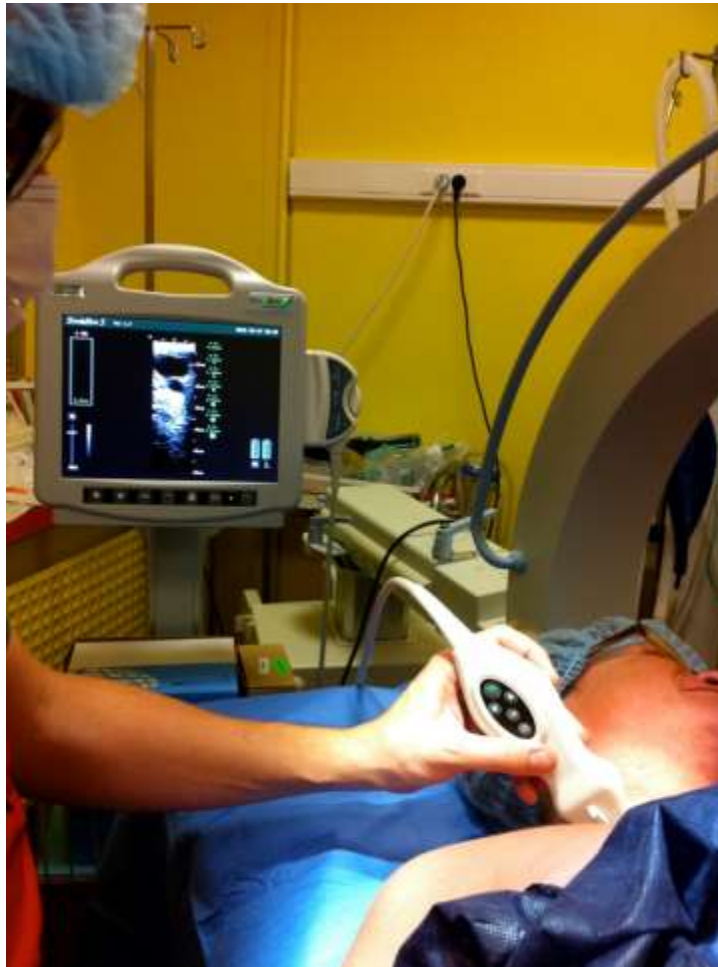
## FAQ...

- Examen nécessaire?
- Principes et aspects pratiques**
- Quand faire le cathétérisme?
- Pièges?
- Rôle de l'évaluation à l'effort?



A privilégier

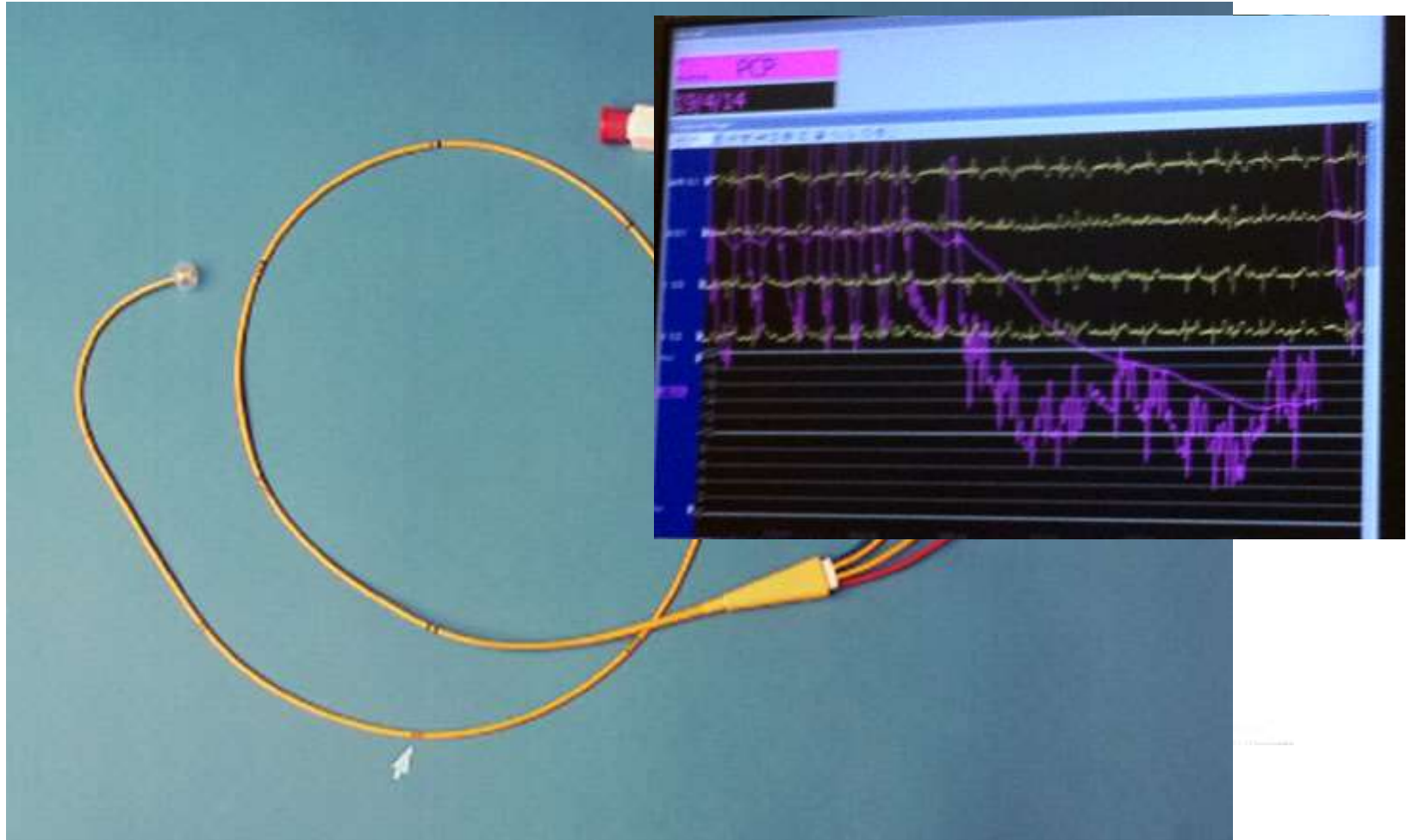
# Echographie : peut aider



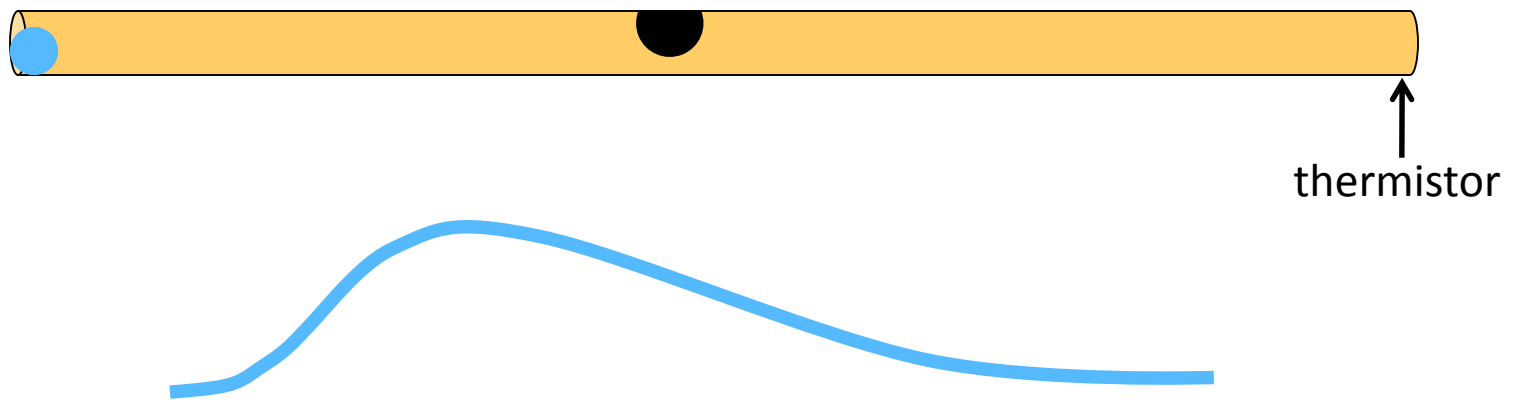
# Technique de Seldinger



# Sonde de Swan-Ganz



# Débit cardiaque: thermodilution



# Débit cardiaque: principe de Fick



- $VO_2 = Q (CaO_2 - CvO_2)$

$$CaO_2 = SaO_2 * (Hb) * 1.34$$

- $VO_2 = V_E (F_I O_2 - F_E O_2)$

Méthode préférable:

- Shunt G-D ou D-G
- IT majeure
- Qc extrêmes

# Cathétérisme cardiaque droit: mesures

- Pression oreillette droite (POD)
- Pression ventriculaire droite (PVD)
- Pression artérielle pulmonaire (PAP)
- Pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO)
- (Pression sus-hépatique libre et bloquée)
- (Débit cardiaque)
- Saturation veineuse en Oxygène ( $SvO_2$ )

# Cathétérisme cardiaque droit: calculs

## □ Résistances vasculaires pulmonaires

$$RVP = (PAPm - PAPO)/Q \quad (N < 2.5 \text{ uW})$$

## □ Résistances pulmonaires totales

$$RPT = PAPm/Q \quad (N < 5 \text{ uW})$$

## □ Gradient trans-pulmonaire

$$GTP = PAPm - PAPO \quad (N \leq 12 \text{ mmHg})$$

## □ Gradient diastolo-capillaire

$$GDC = PAPd - PAPO \quad (N < 5 \text{ mmHg})$$

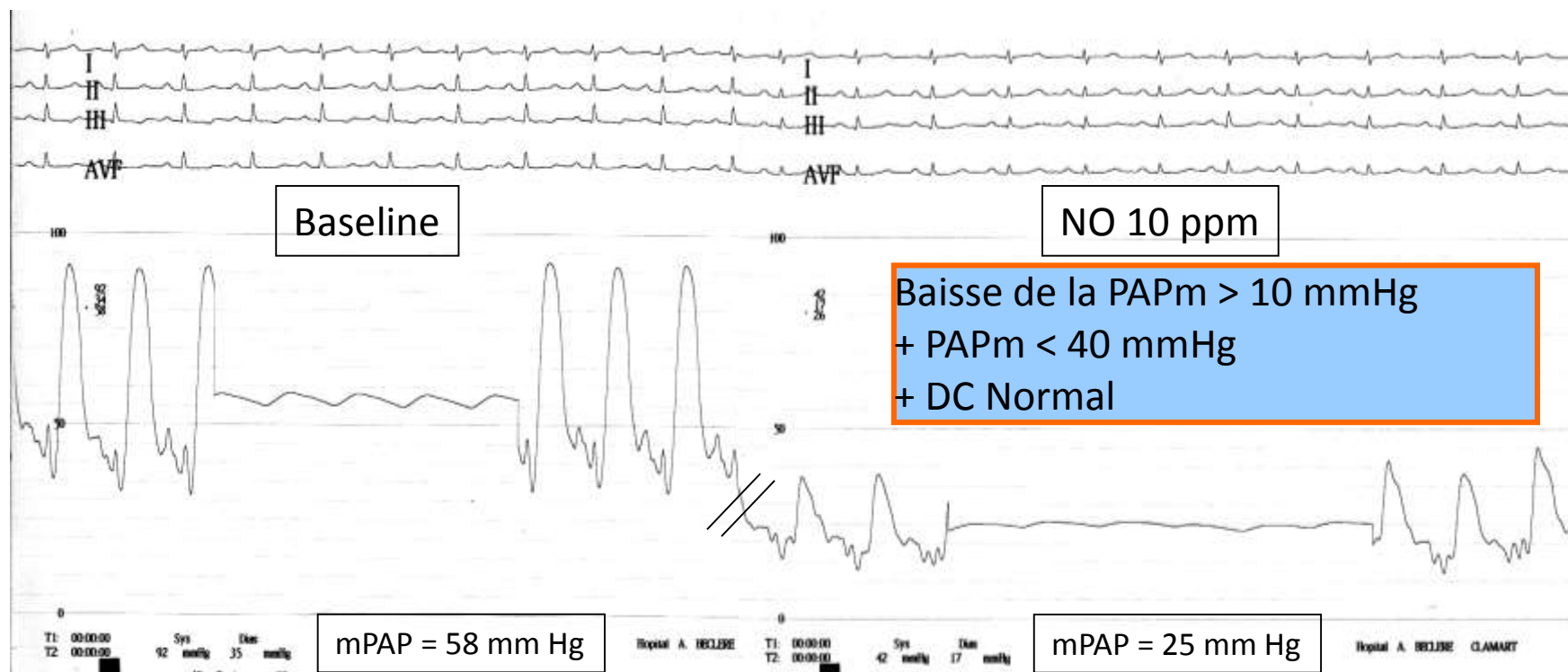
## □ Gradient trans-hépatique

$$PSH_{\text{bloquée}} - PSH_{\text{libre}} \quad (N < 5 \text{ mmHg})$$

# Test de vasoréactivité en aigu

Le but du test de vasoréactivité en aigu est de détecter les patients susceptibles de répondre favorablement aux inhibiteurs calciques au long cours.

Il permet d'identifier les patients ayant le meilleur pronostic



Trouble du rythme supraventriculaire réversible : 1-2%

Rupture d'AP: 4 dans les 5 dernières années (1 décès) / 4000 KT



Ne pas enlever la sonde

La retirer de 1 à 2 cm et regonfler le ballonnet

Attendre 10 minutes la thrombose spontanée

- Etude rétrospective sur 7218 cathétérismes cardiaques droits réalisés dans centres experts
- 76 évènements indésirables (1,1%, IC 0,8-1,3)
  - Accès veineux
  - Arythmies
  - Réaction vagale
- Décès: 4 / Mortalité 0,055% (IC 0,01-0,099)

## FAQ...

- Examen nécessaire?
- Principes et aspects pratiques
- Quand faire le cathétérisme?**
- Pièges?
- Rôle de l'évaluation à l'effort?

---

	<b>Class<sup>a</sup></b>	<b>Level<sup>b</sup></b>
RHC is indicated in all patients with PAH to confirm the diagnosis, to evaluate the severity, and when PAH specific drug therapy is considered	I	C
RHC should be performed for confirmation of efficacy of PAH-specific drug therapy	Ila	C
RHC should be performed for confirmation of clinical deterioration and as baseline for the evaluation of the effect of treatment escalation and/or combination therapy	Ila	C

# Dépistage des populations à risque

## **Sclérodermie**

**5 à 10%**

- Dépistage annuel recommandé pour les patients SSc asymptomatiques
- Dépistage en deux temps:
  - clinique / DLCO / Ac anti centromères / ECG / biomarqueurs
  - Echographie cardiaque
- de préférence dans le cadre d'un protocole

## **Mutants BMPR2**

**femmes 50% / Hommes 25%**

- Pas de recommandations
- Etude Delphi 2 en cours

## **VIH**

**0,5%**

- Pas de dépistage systématique chez le patient asymptomatique

## **HTPortale**

**0,5 à 5%**

- Dépistage systématique avant transplantation hépatique
- Pas de dépistage systématique chez le patient asymptomatique

<b>Population à risque</b>	<b>publication</b>	<b>Critères de dépistage</b>	<b>VPP</b>
<b>Sclérodermie</b>	<i>Hachulla et al Arthritis Rheum 2009</i>	Vit>2,7 + symptomes ou Vit>3	<b>31%</b>
<b>VIH</b>	<i>Sitbon O et al, AJRCCM 2008</i>	Symtpomes +Vit>2,5	<b>28%</b>
<b>drépanocytose</b>	<i>Parent et al, NEJM 2011</i>	Vit>2,5	<b>25%</b>

Combinaison de paramètres pour meilleure VPP?

## FAQ...

- Examen nécessaire?
- Principes et aspects pratiques
- Quand faire le cathétérisme?
- Pièges?
- Rôle de l'évaluation à l'effort?

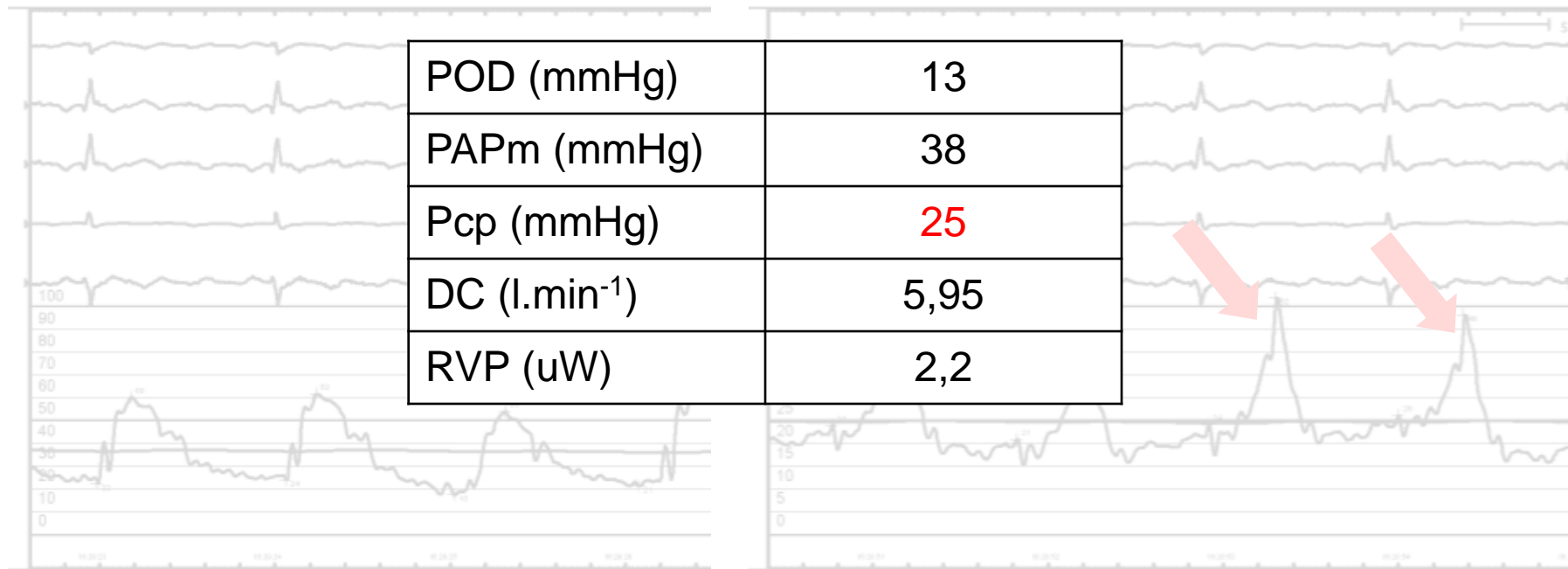
## ■ 73 ans

- Suspicion d'HTP
- HTA, diabète, obésité
- KTDt

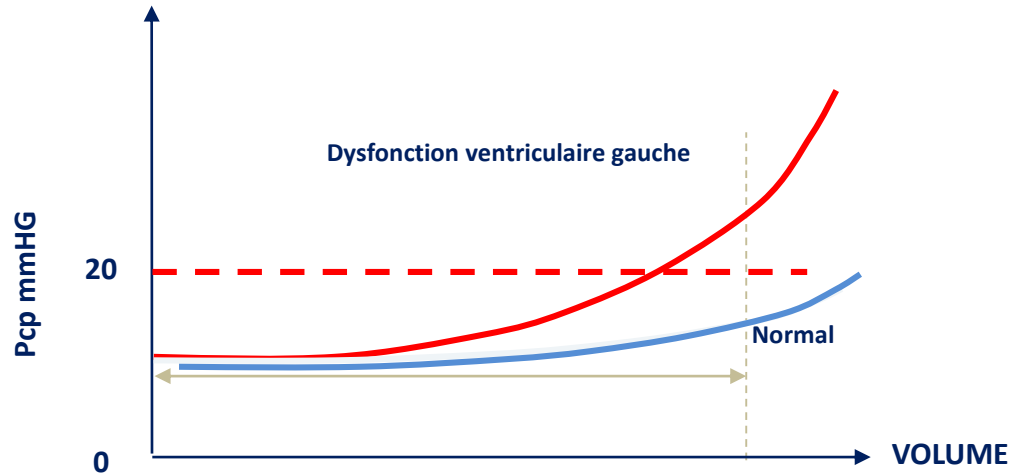
POD(mmHg)	6
PAPm (mmHg)	30
Pcp (mmHg)	13
DC (l.min <sup>-1</sup> )	5.5
RVP (uW)	3,1

## ■ 73 ans

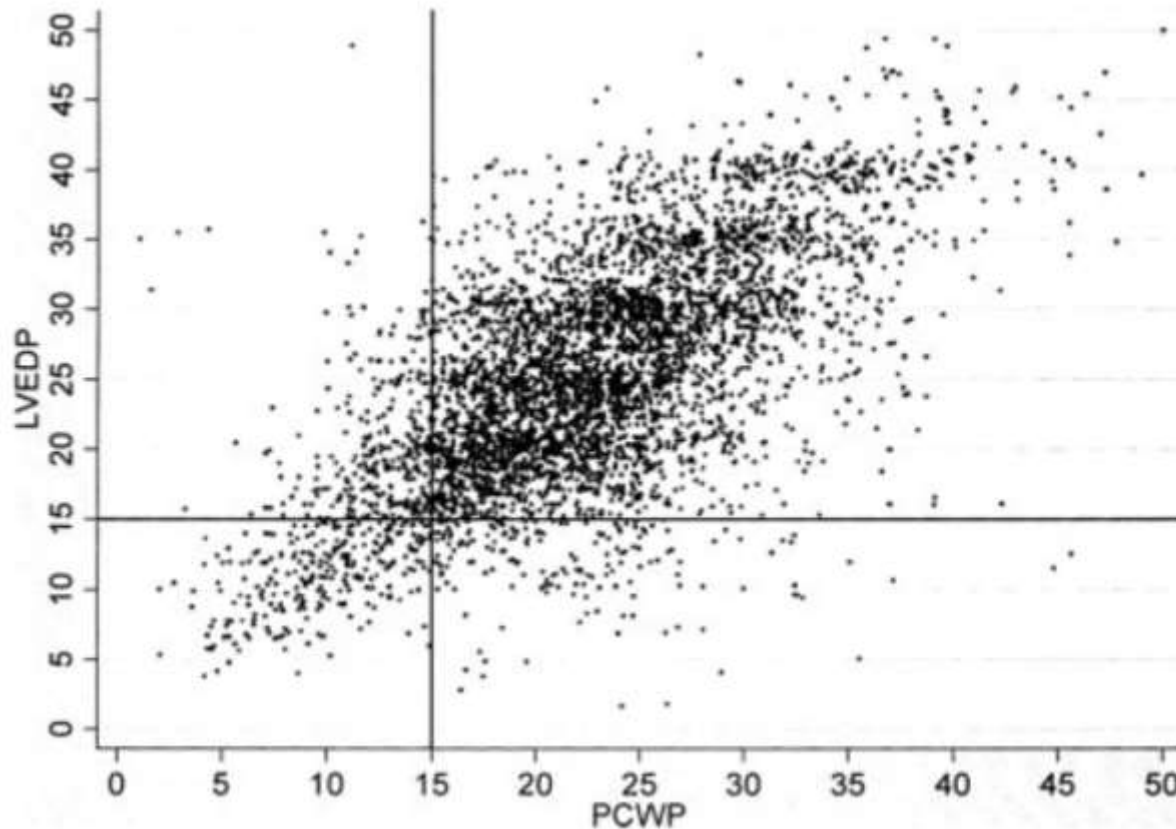
- Suspicion HTP
- HTA, diabète, obésité
- **Epreuve de remplissage (500 ml)**



PAOP > 20 mmHg après une expansion volémique (500 ml en 10 min)



# Pièges du cathétérisme cardiaque droit

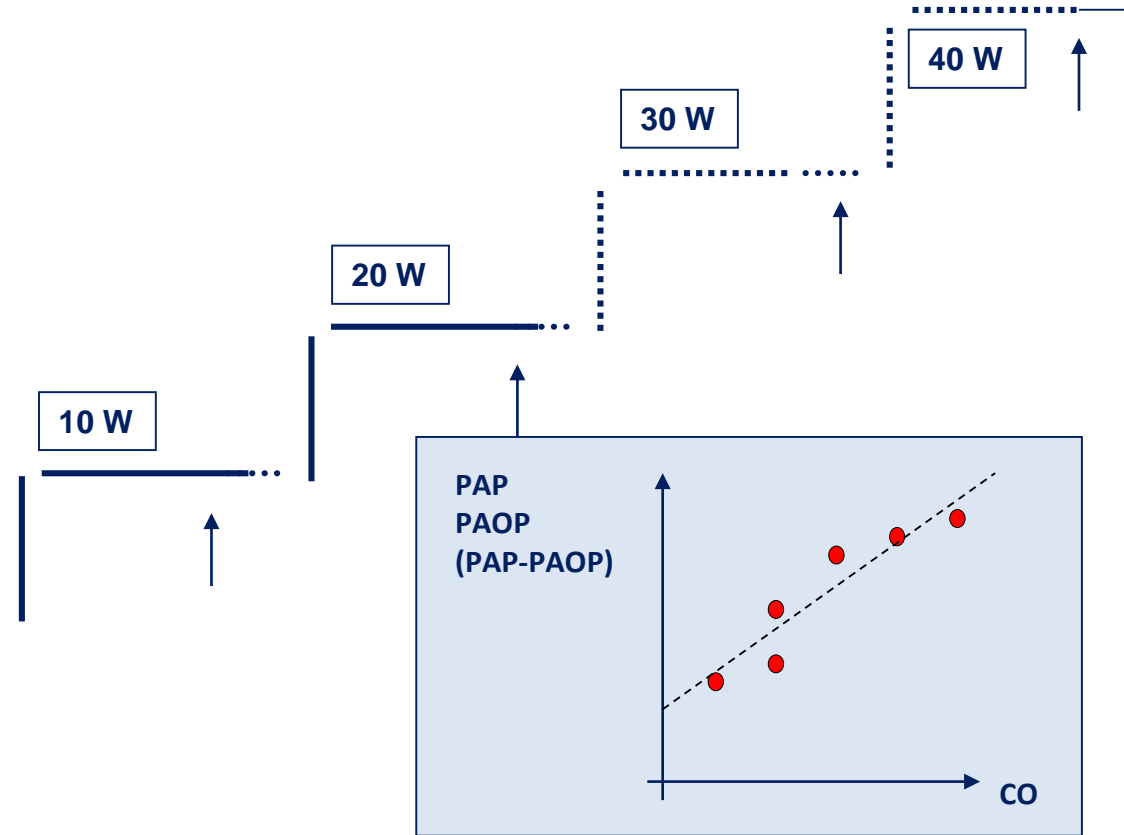
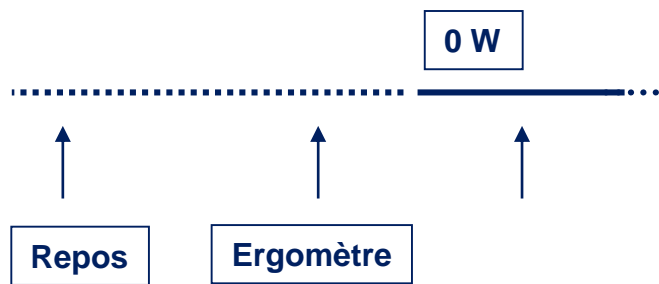


➔ Cathétérisme cardiaque droit/gauche si doute persistant sur composante postcapillaire à l'hypertension pulmonaire

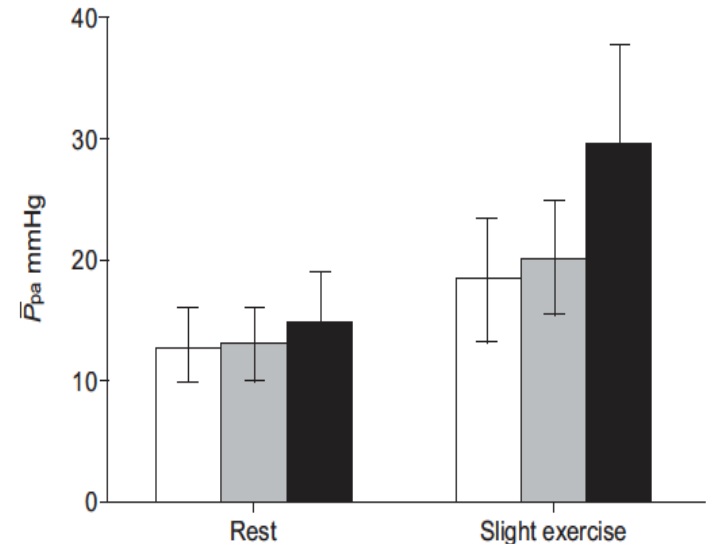
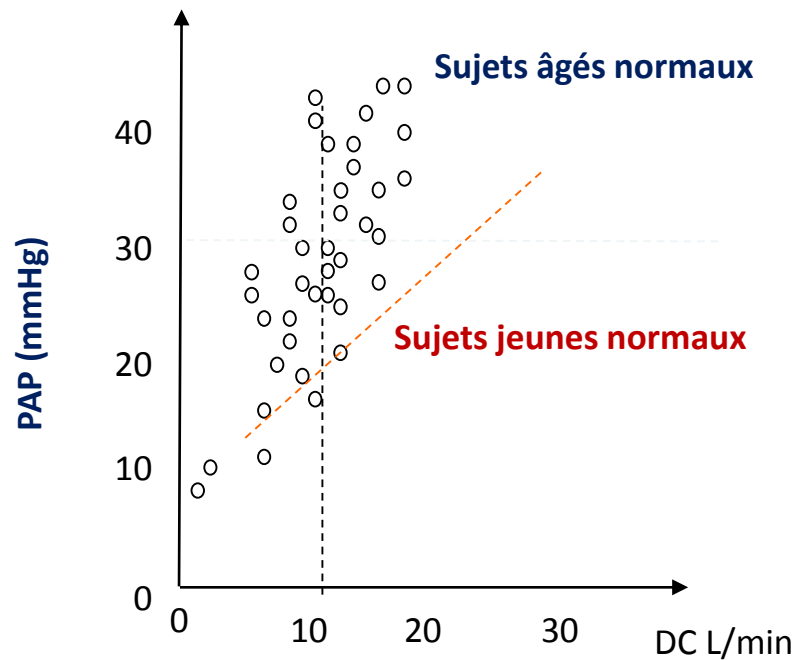
## FAQ...

- Examen nécessaire?
- Principes et aspects pratiques
- Quand faire le cathétérisme?
- Pièges?
- Rôle de l'évaluation à l'effort?

# Protocole effort



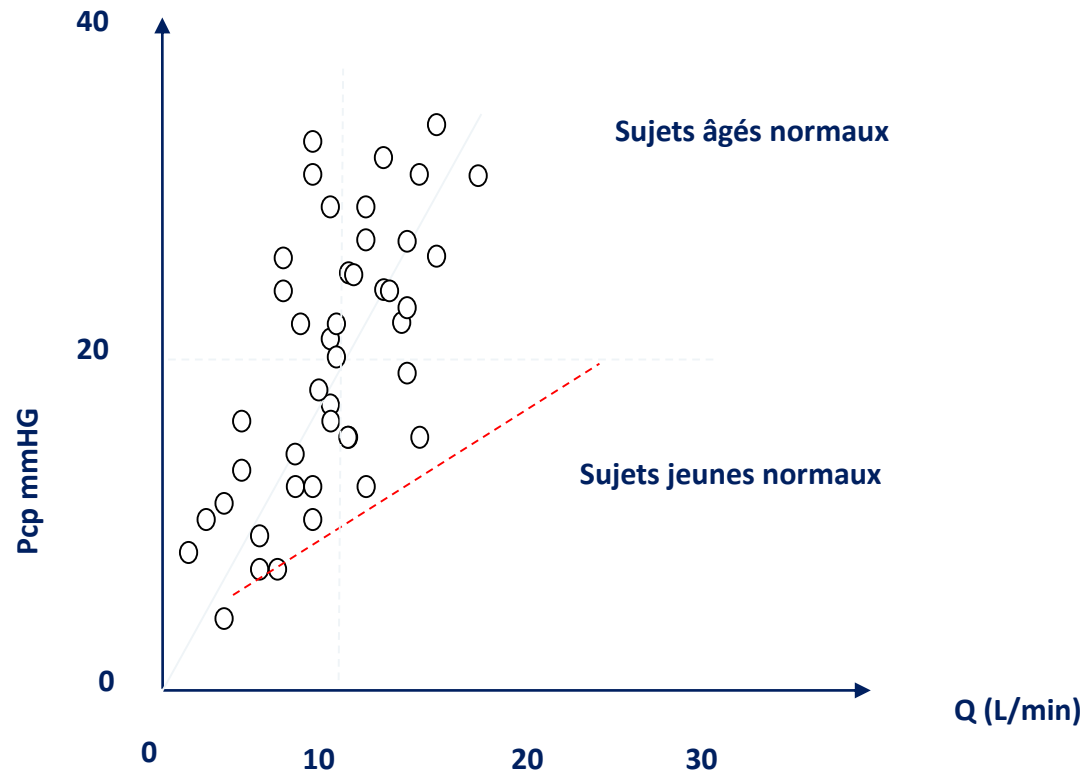
# PAP à l'effort du sujet normal



Sujet âgé : PAP > 30 mmHg, DC < 10 L/min  
 Sujet jeune : PAP > 30 mmHg, DC < 20 L/min

	< 30 ans	30 - 50 ans	> 50 ans
<b>Repos</b>	20	20	20
<b>Exercice modéré</b>	29	30	45
<b>Exercice maximal</b>	33	36	47

Agés, PAOP > 20 mmHg, DC < 10 L/min / jeune : PAOP > 20 mmHg, DC < 20 L/min



Reeves 1989.

# Intérêts d'une exploration hémodynamique d'effort ?

- Permet de mieux caractériser les propriétés résistives de la circulation pulmonaire
- Démasquer une atteinte vasculaire pulmonaire débutante dans une population à risque de développer une HTAP (Sclérodermie)
- Préciser le mécanisme d'une HTP « borderline »
- Evaluer l'efficacité d'un traitement spécifique de l'HTAP

- est une méthode diagnostique **simple et fiable**
- est le **meilleur outil** d'évaluation hémodynamique
- est **indispensable** au diagnostic d'hypertension pulmonaire
- doit être complet et analysé avec **précaution**
- à l'effort pourrait fournir des éléments diagnostique, pronostique ou de réponse aux traitements