



---

# Monitoring hémodynamique: Swan Ganz et PiCCO

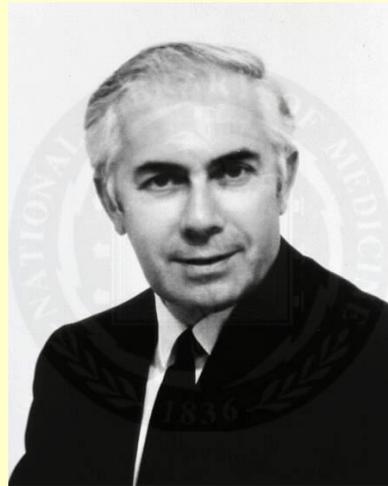
---

Dr J. Devriendt  
Chefs de service des soins  
intensifs

# Cathéter artériel pulmonaire de thermodilution

Cathéter de Swan Ganz<sup>®</sup>

HJC SWAN



W GANZ

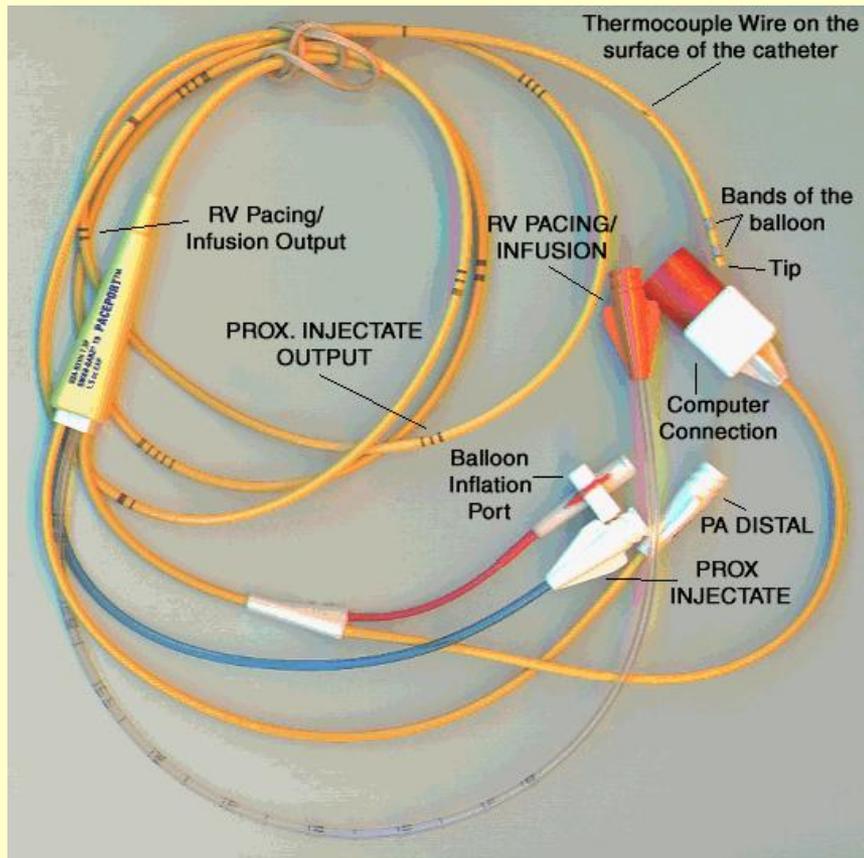


# Cathéter artériel pulmonaire de thermodilution

Cathéter de Swan Ganz<sup>®</sup>

Paramètres fournis par le CAP:

1. Pressions
2. Débit cardiaque
3. SvO<sub>2</sub>, PvO<sub>2</sub>, PvCO<sub>2</sub>



- Conduit bleu avec embout blanc = orifice proximal à 30 cm de l'extrémité du cathéter = mesure de la Pression OD
- Conduit jaune, embout blanc: orifice distal = mesure de la pression lors mise en place, mesure PAP, PAPO
- Conduit rouge embout blanc = sert à gonfler ballonnet
- Conduit jaune, gros embout avec capuchon rouge = thermistor
- Conduit blanc, embout (orange): facultatif, VD (20 cm) PM

**voie distale**



**Ballon dégonflé**



**Thermistance**

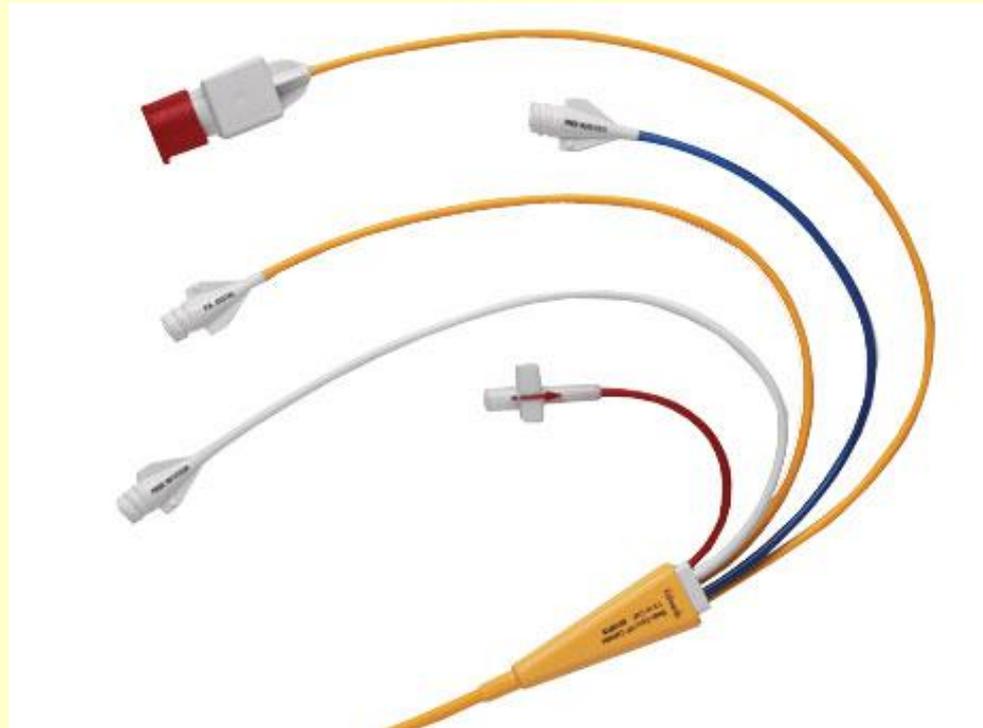
**voie proximale**

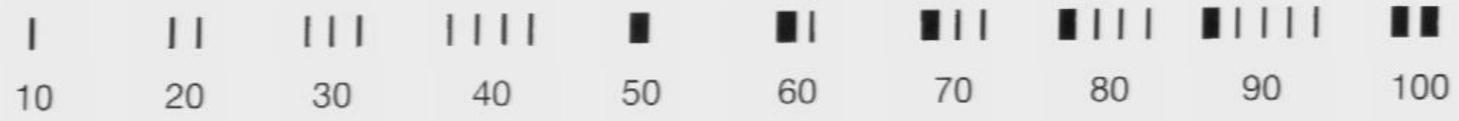
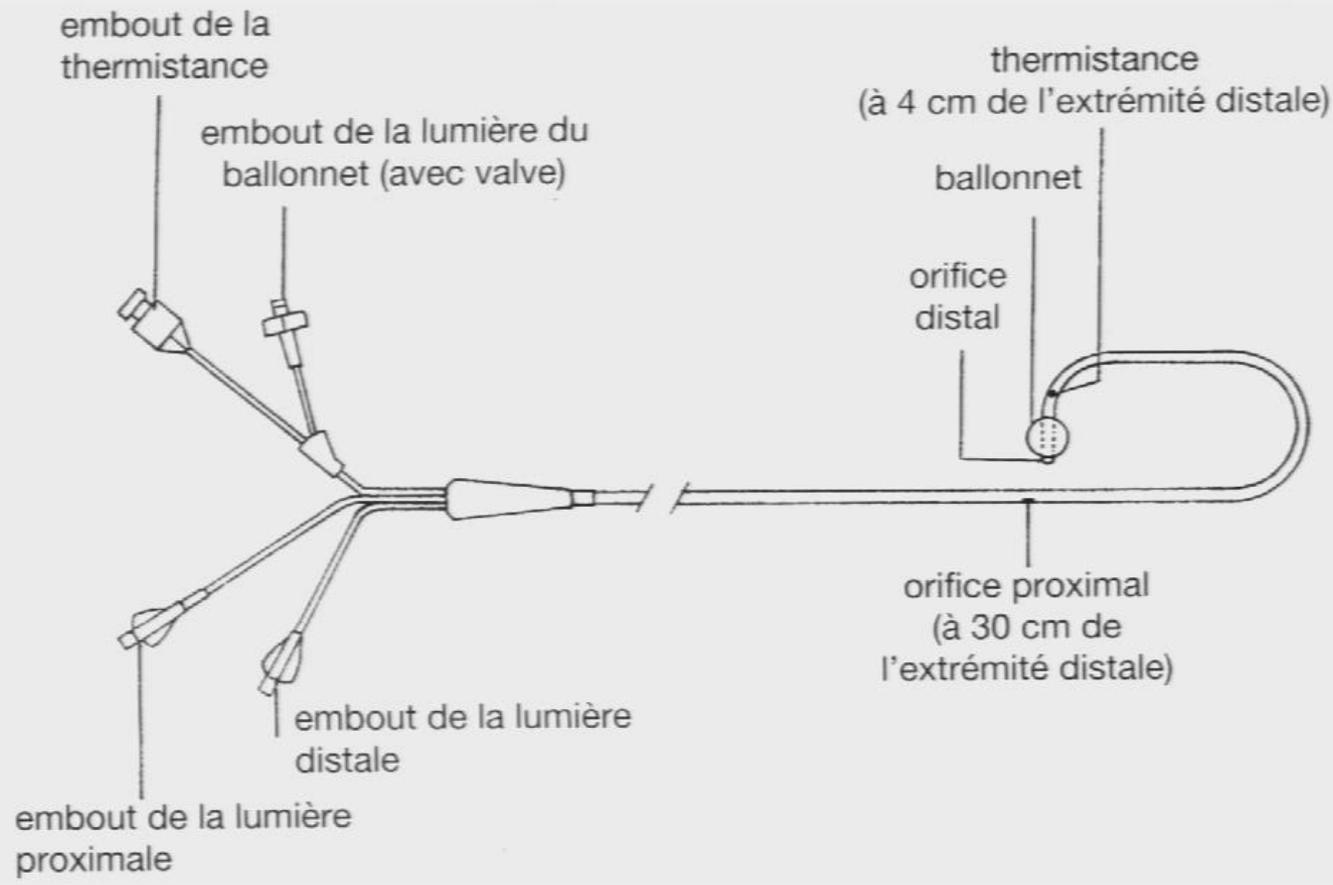


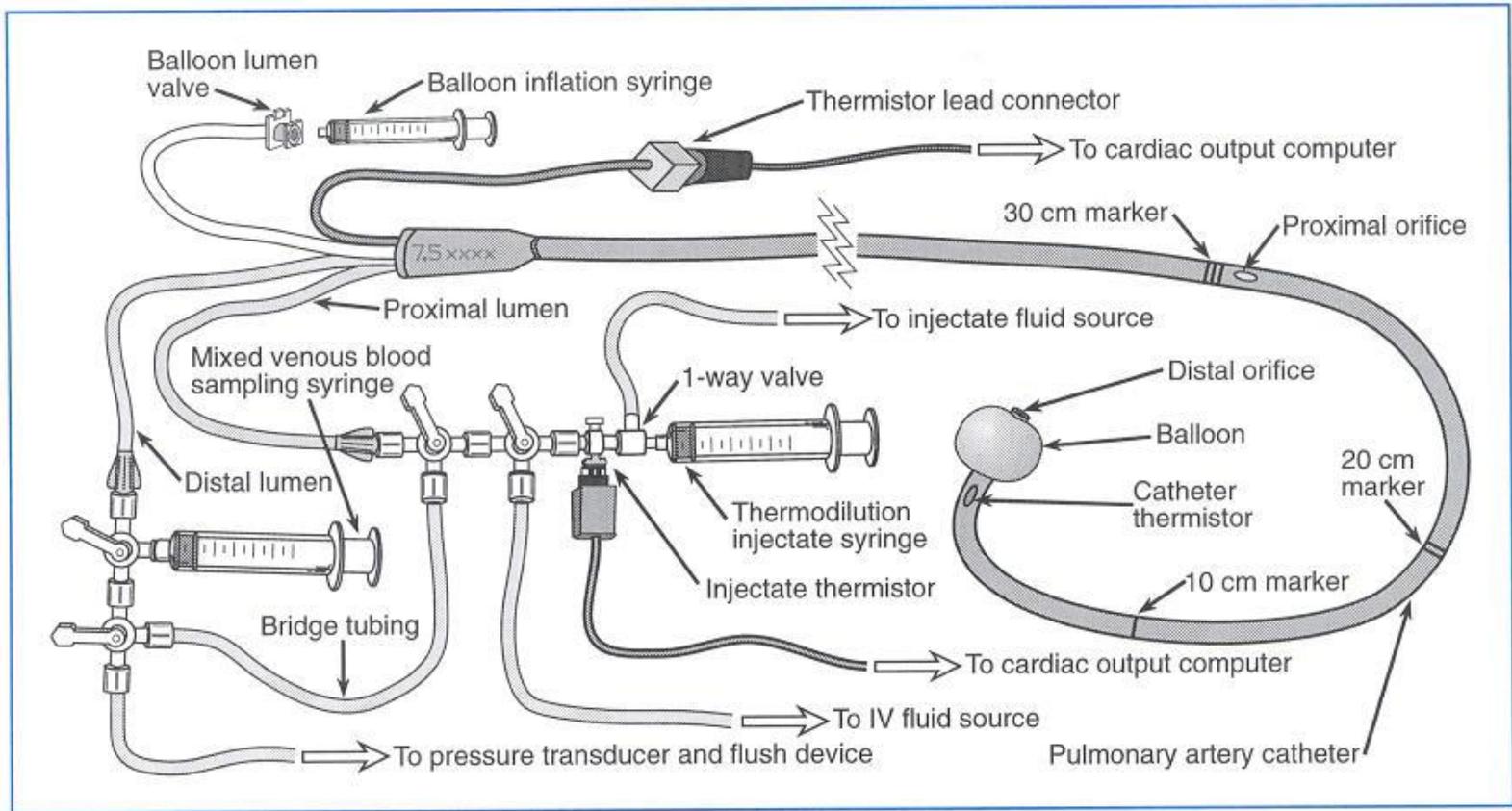
**Baïllonnnette fermée  
pour garder le ballon gonflé**



**1.5cc d'air**

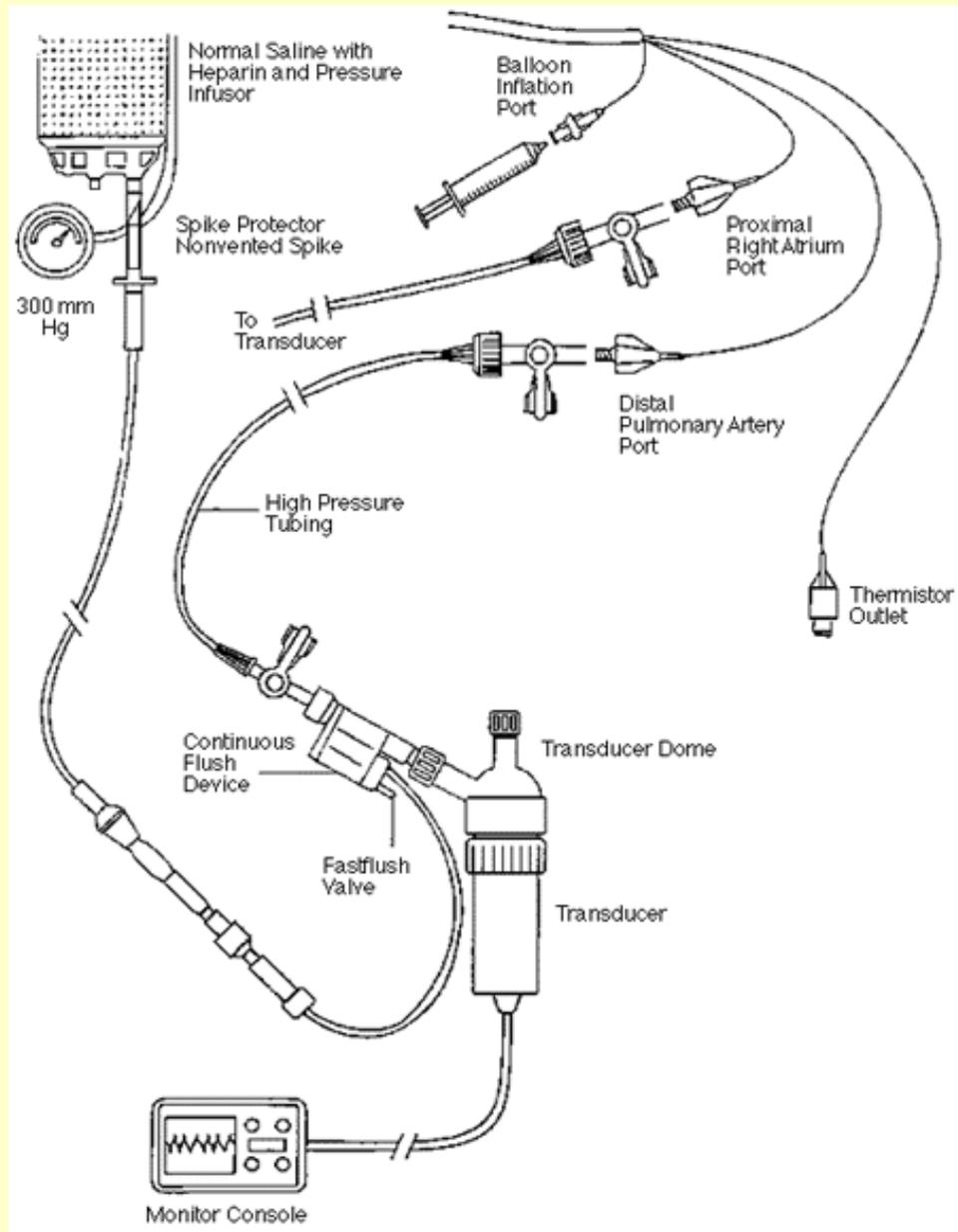


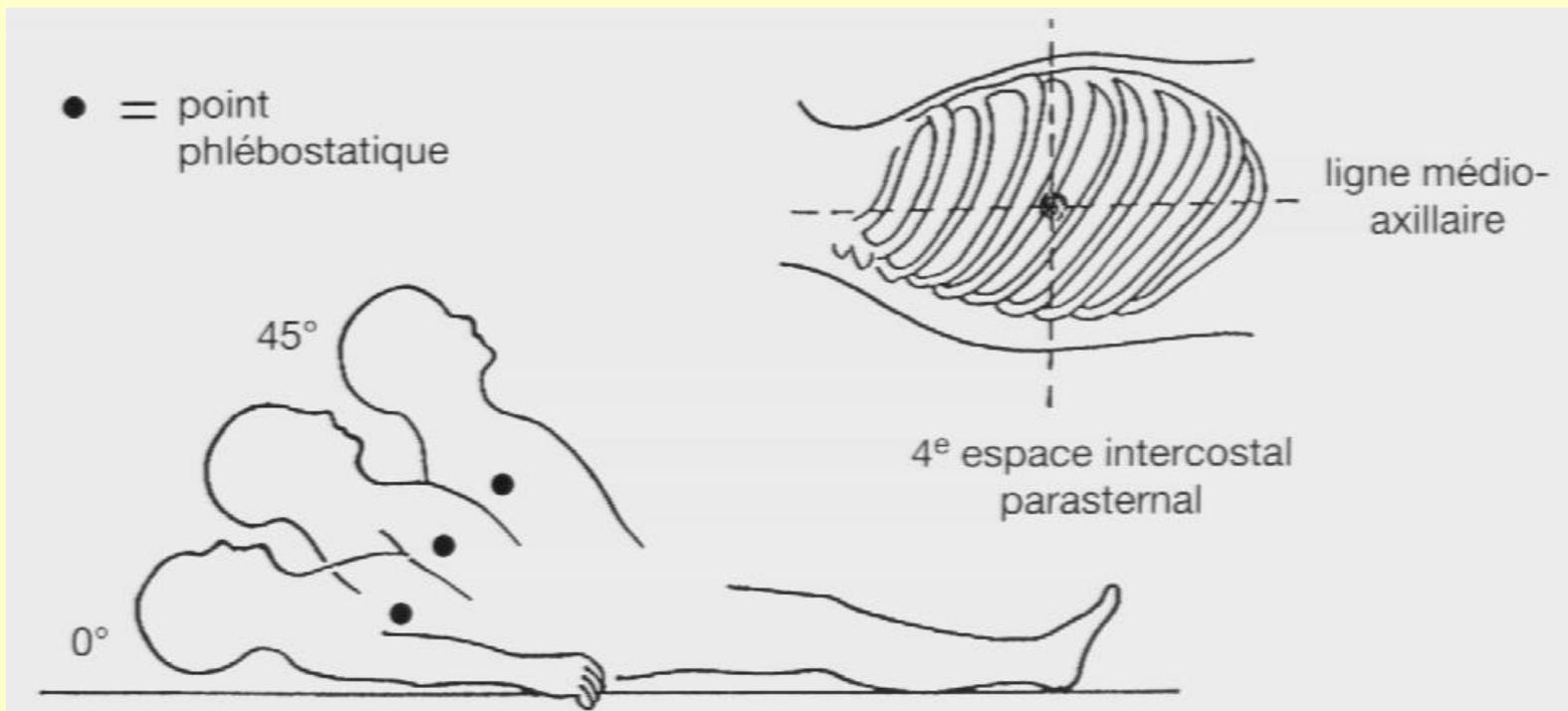




Attention, toujours purger et remplir de NaCl 0.9% tous les “conduits” du cathéter (sous pression, stérilement).

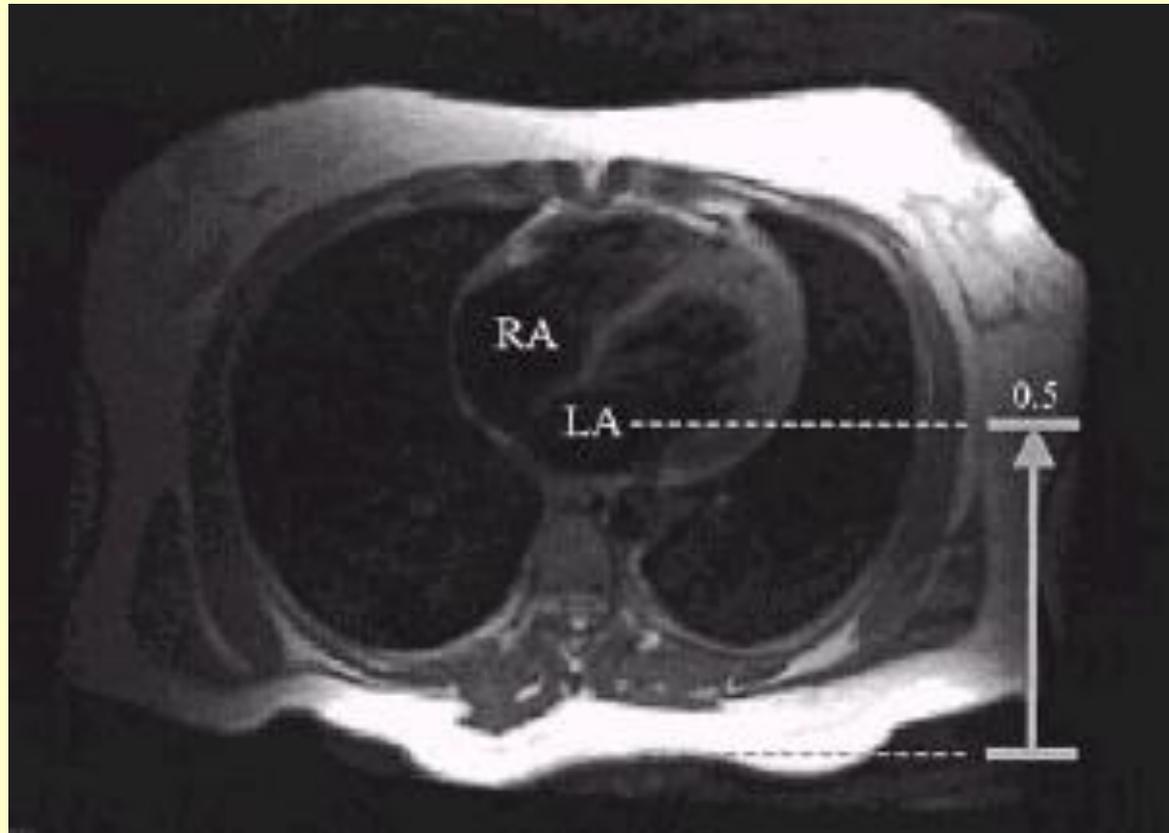
Etalonner



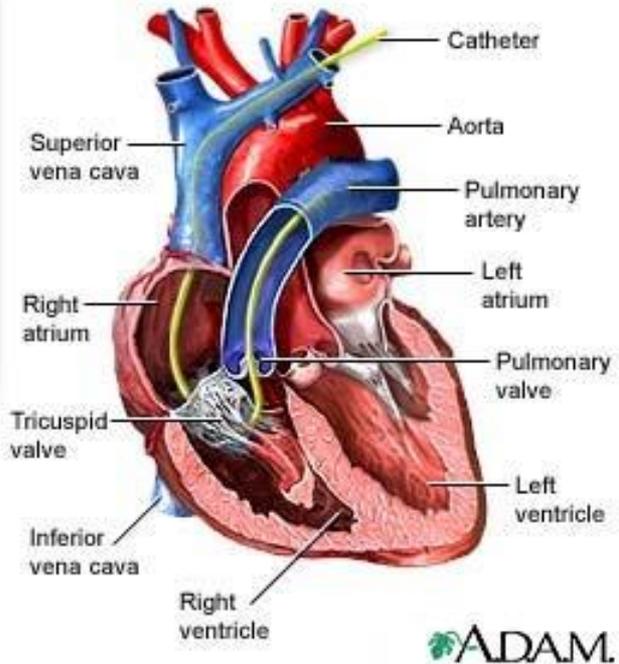
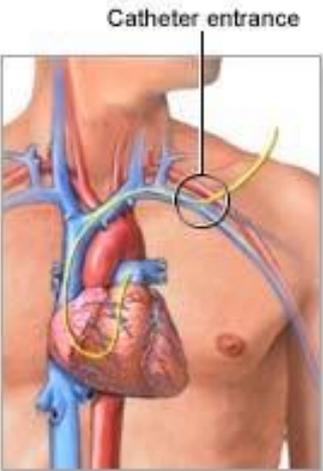


- Faire le(s) zéro(s) en ouvrant à l'atmosphère l'interface air/liquide du capteur et en le faisant mémoriser comme zéro(s) la(es) pression(s) enregistrée(s)
- Ne pas oublier de changer les bouchons ensuite (ne pas garder de bouchons troués)

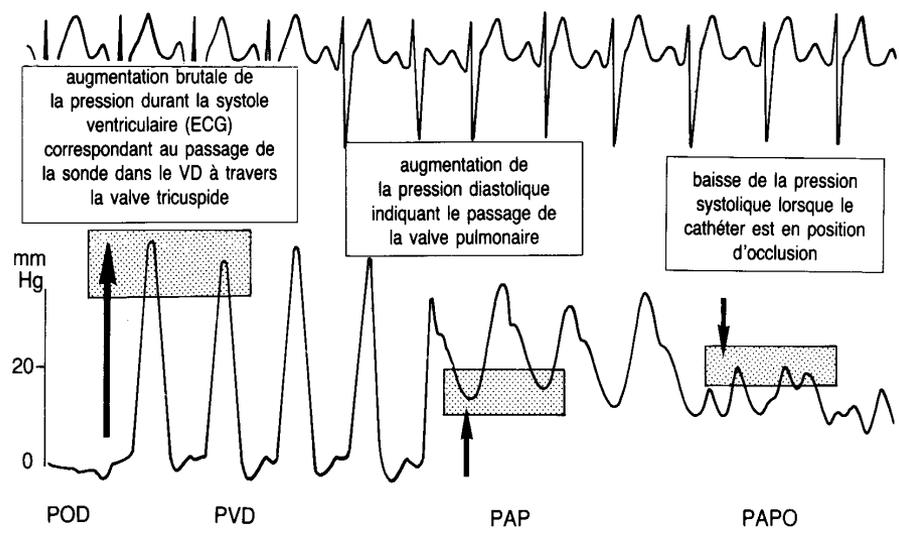
# Zéro de référence

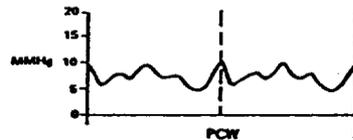
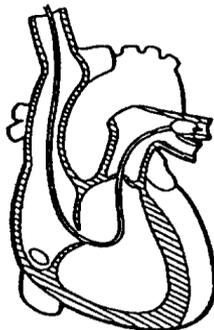
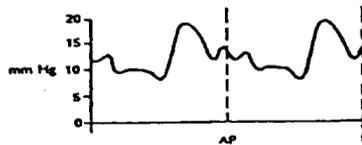
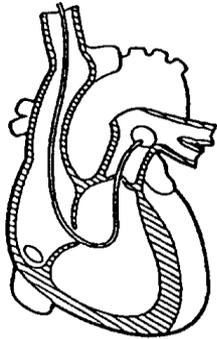
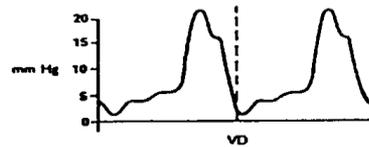
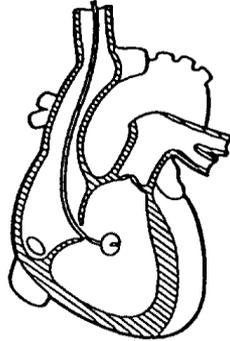
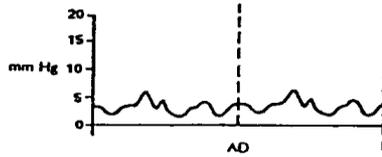
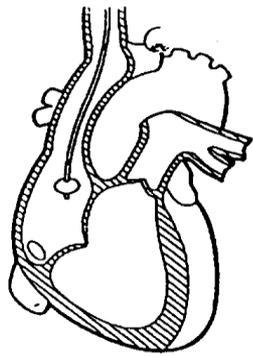


Cam J Cardiol 2000; 86: 121-124

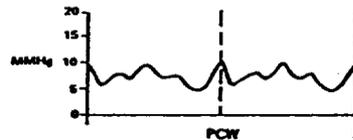
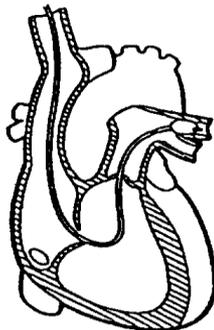
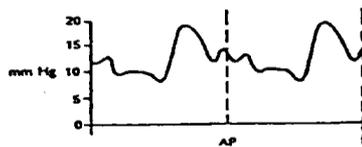
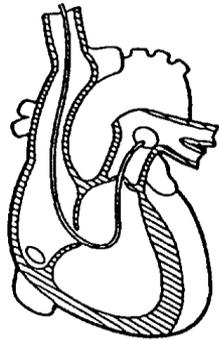
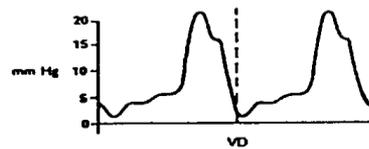
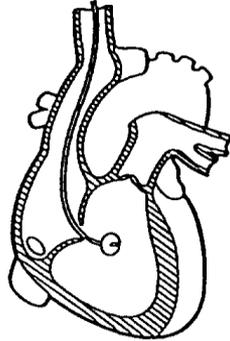
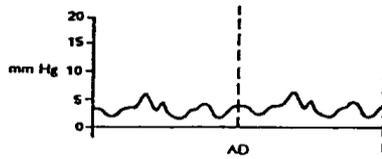
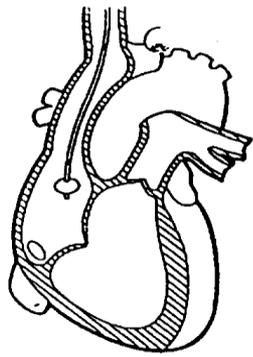


- POD: Pression Oreillette Droite
- PVD: Pression Ventricule Droit
- PAP: Pression Artère Pulmonaire
- PAPO: Pression Artère Pulmonaire d'Occlusion
- (PCP: Pression Capillaire Pulmonaire)

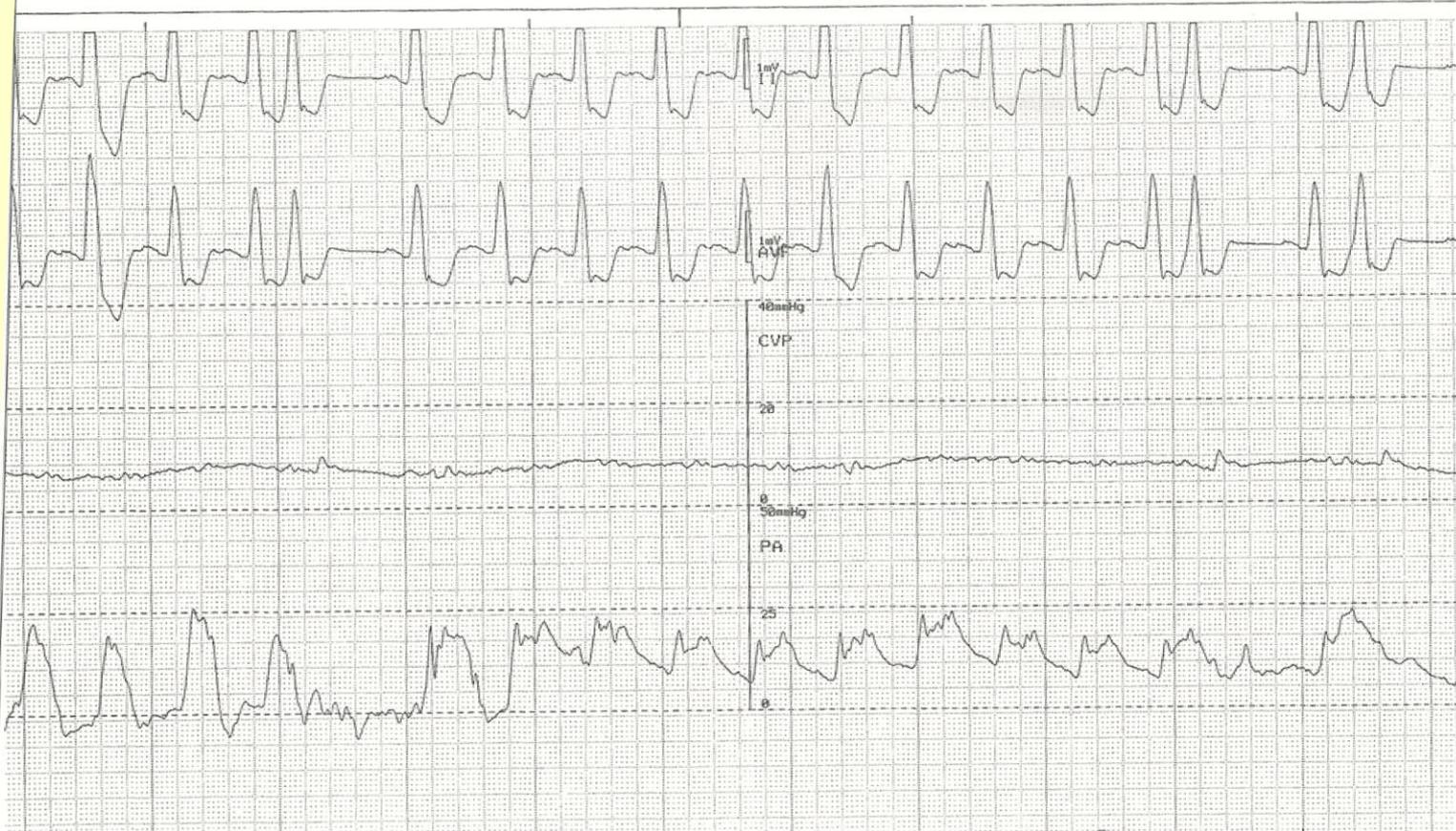




- Extrémité dans l'oreillette droite
- Extrémité dans le ventricule droit
- Extrémité dans l'artère pulmonaire
- Extrémité bloquée



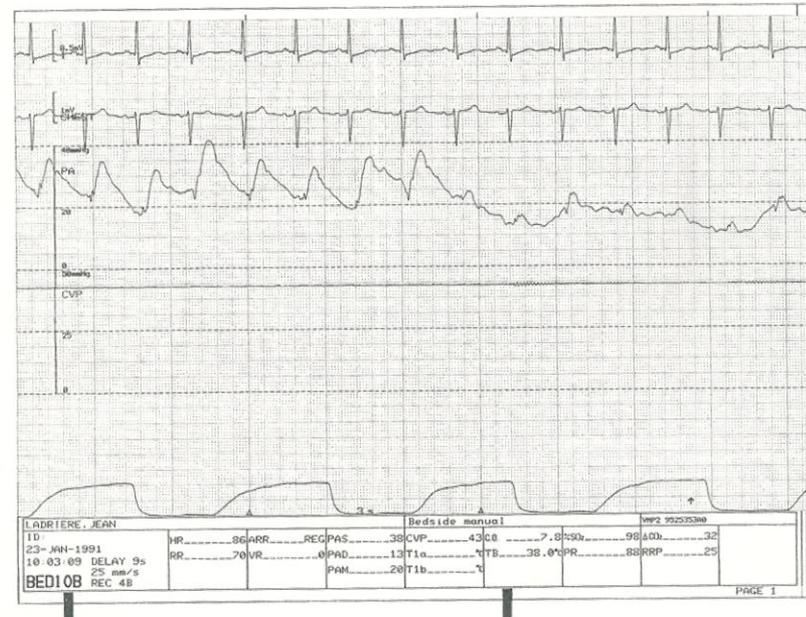
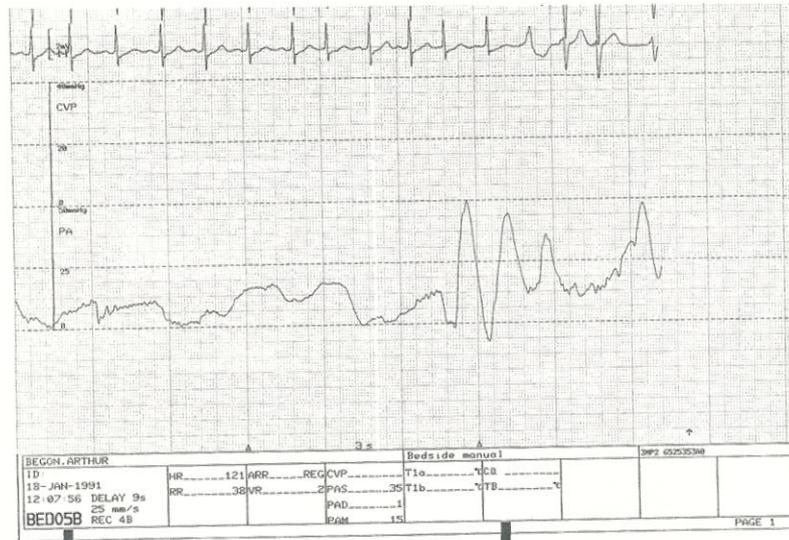
- Mise en place introducteur (+ gaine) par voie jugulaire interne ou sous-clavière (éventuellement fémorale)
- Introduire cathéter (rincé et perfusé) de 20 cm
- Ensuite progresser ballonnet gonflé: toujours gonflé lors progression, toujours dégonflé lors retrait
- PAPO à environ 50 cm

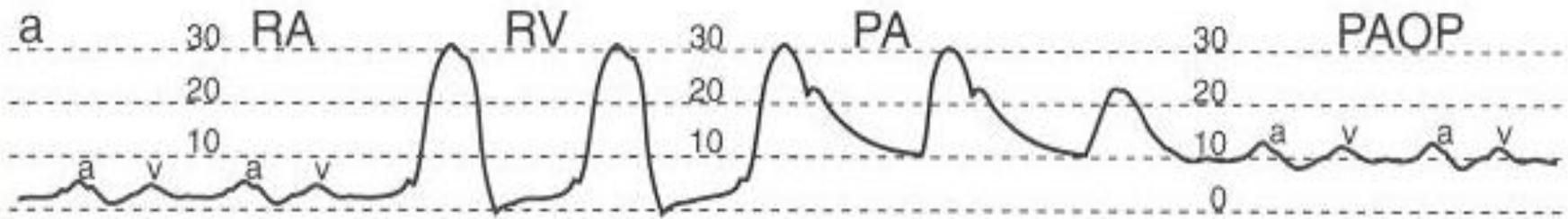


Bedside manual		2MP1 252535308	
-8 CO	T1a 37.8°C	NPS 127	
22 TB	T1b	NPD 79	
-4		NPM 100	
-3			

DEVOS, ROGER  
 ID:  
 27-NOV-1991  
 15:54:35  
 25 mm/s  
**BED06B** REC 2

HR 94	ARR	REG	CVP 7	CO
RR	VR	1	PAS 22	TB
			PAD -2	
			PAM 7	





Valeurs normales et configuration du tracé:

✓ RA: POD = 0 à 8 mmHg

✓ RV: PVD = Systole: 20 à 30 mm Hg

**Diastole: 0 à 5 mm Hg**

✓ PA: PAP = Systole: 20 à 30 mm Hg

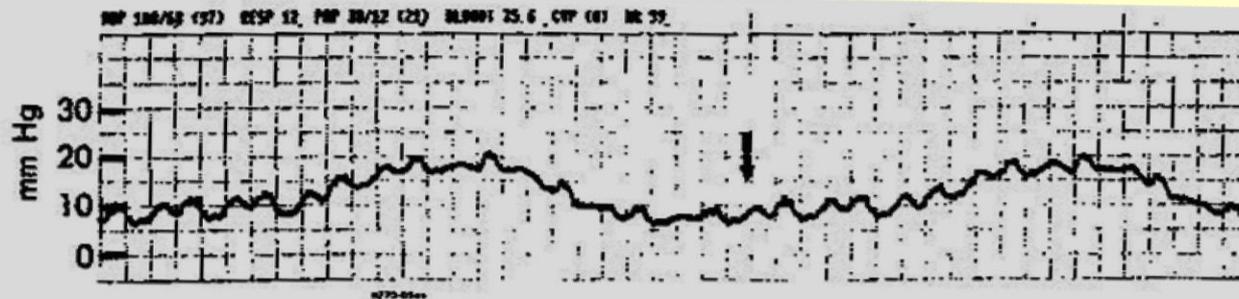
**Diastole: 8 à 15 mm Hg**

✓ PAOP: PAPO = 8 à 12 mm Hg

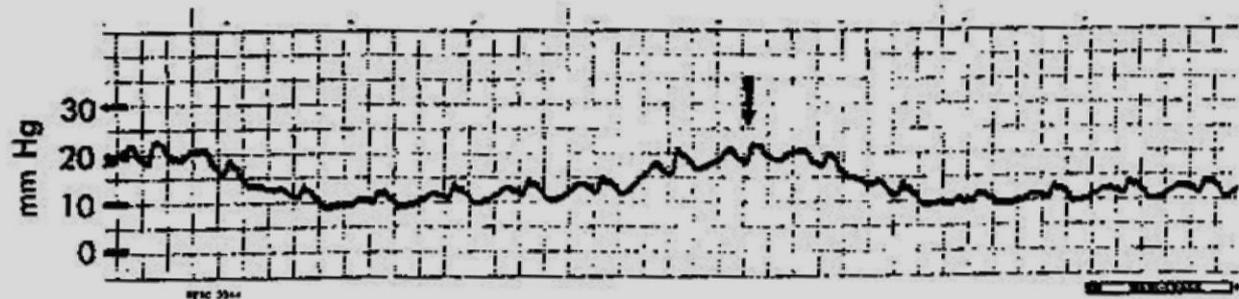
a = contraction, systole auriculaire

v = contraction, systole ventriculaire (remplissage passif oreillette)

# Mesure des pressions: toujours en fin d'expiration (télé expiratoire)

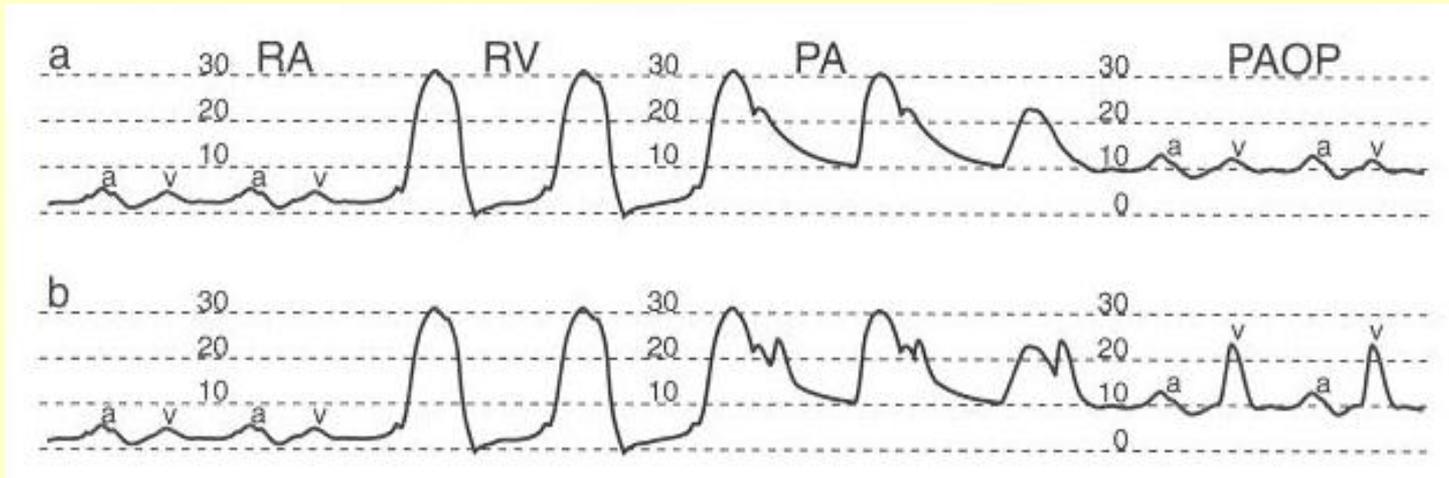


Mechanical Ventilation.



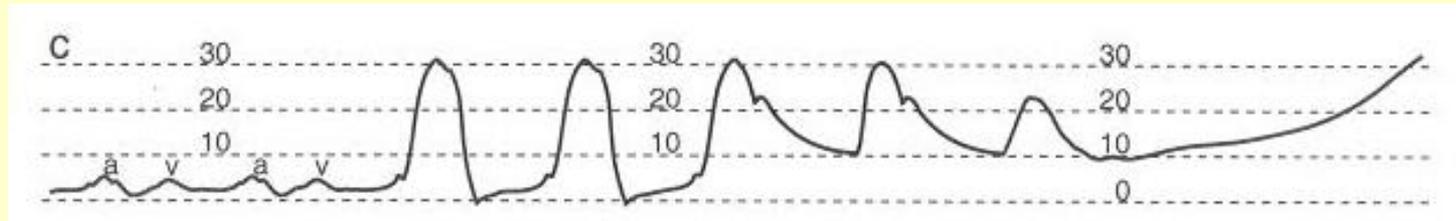
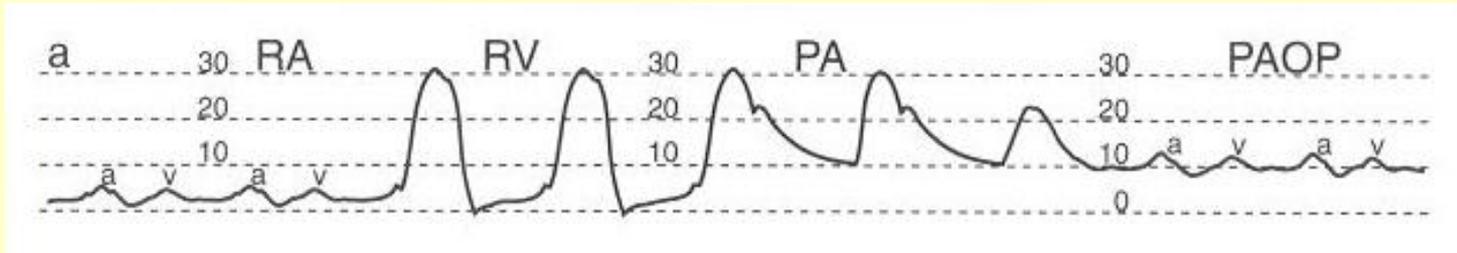
Spontaneous Ventilation

FIGURE 4-37. Pulmonary artery wedge pressure tracing (*top*) of a patient mechanically ventilated. Wedge pressure is measured at end exhalation 8 mm Hg. (Note pressure at peak inspiration 18 mm Hg.) Spontaneously ventilating wedge pressure (*bottom*) measured at end exhalation: 20 mm Hg. (Note pressure at peak inspiration 11 mm Hg.)



- b : onde V géante: insuffisance mitrale

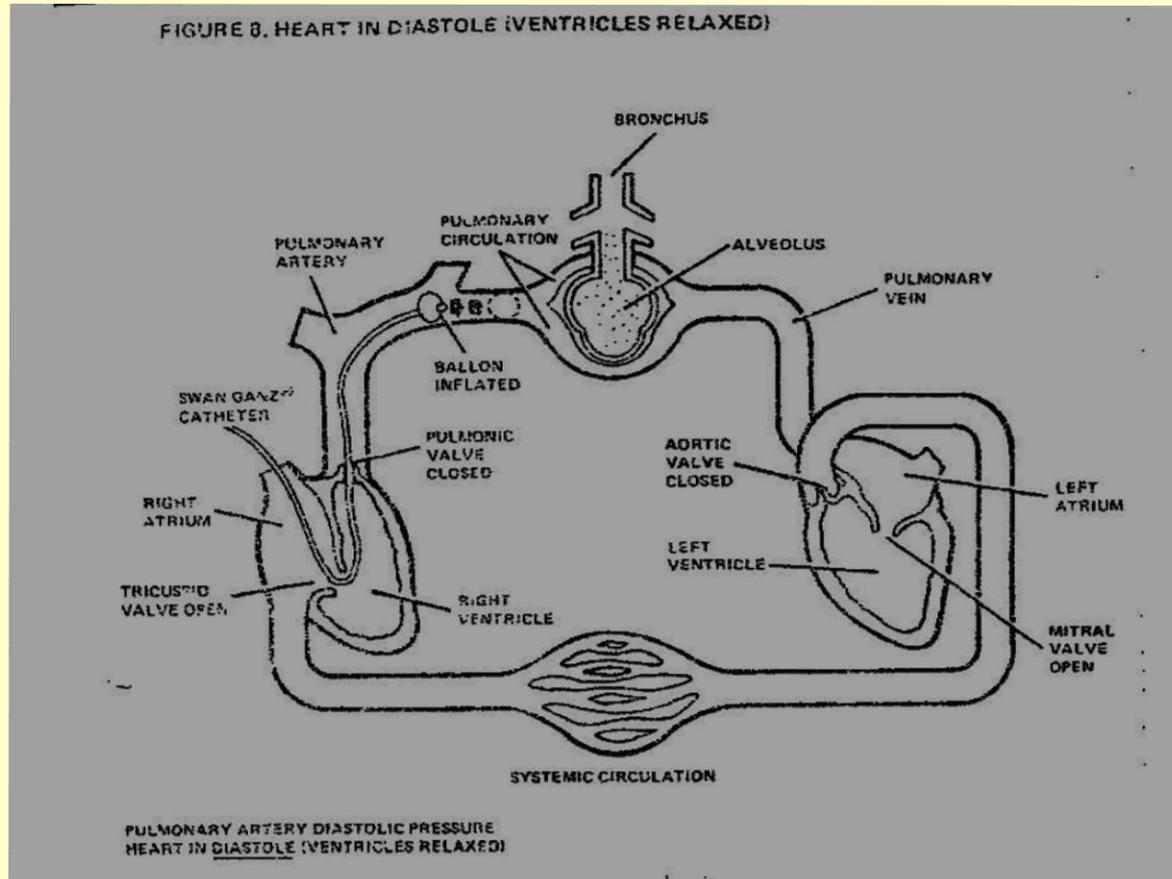
**! Ne pas tenir compte pour mesure de la PAPO**



- c: « overwedging »

# Que signifie la PAPO ?

= Pression télé diastolique du VG:  
mesurer pressions gauches en faisant un  
cathétérisme cardiaque droit



# PAPO

- PAPO = PVG en fin de diastole si pas d'obstacle (PTDVG)
- Zones de West = uniquement en zone III
- Zone III ? Courbe de pression montrant bien les ondes a et v, Rx thorax de profil (extrémité CAP au niveau ou sous OG)
- PAPO < ou = à PAP diastolique

# Zones de West: zone III

ZONES DE WEST

Pa = pression artérielle pulmonaire  
Pv = pression veineuse pulmonaire  
PA = pression alvéolaire

ZONE I

$PA > Pa > Pv$

ZONE II

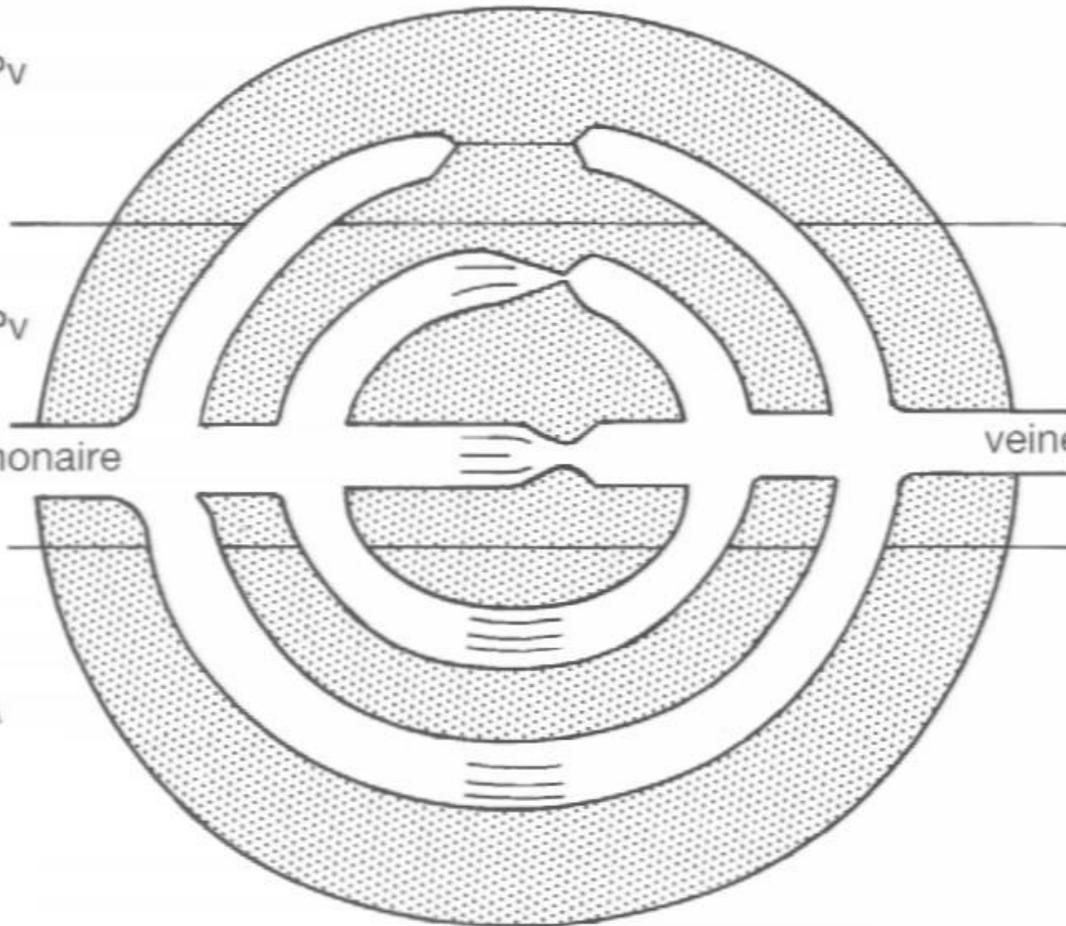
$Pa > PA > Pv$

artère pulmonaire

veines pulmonaires

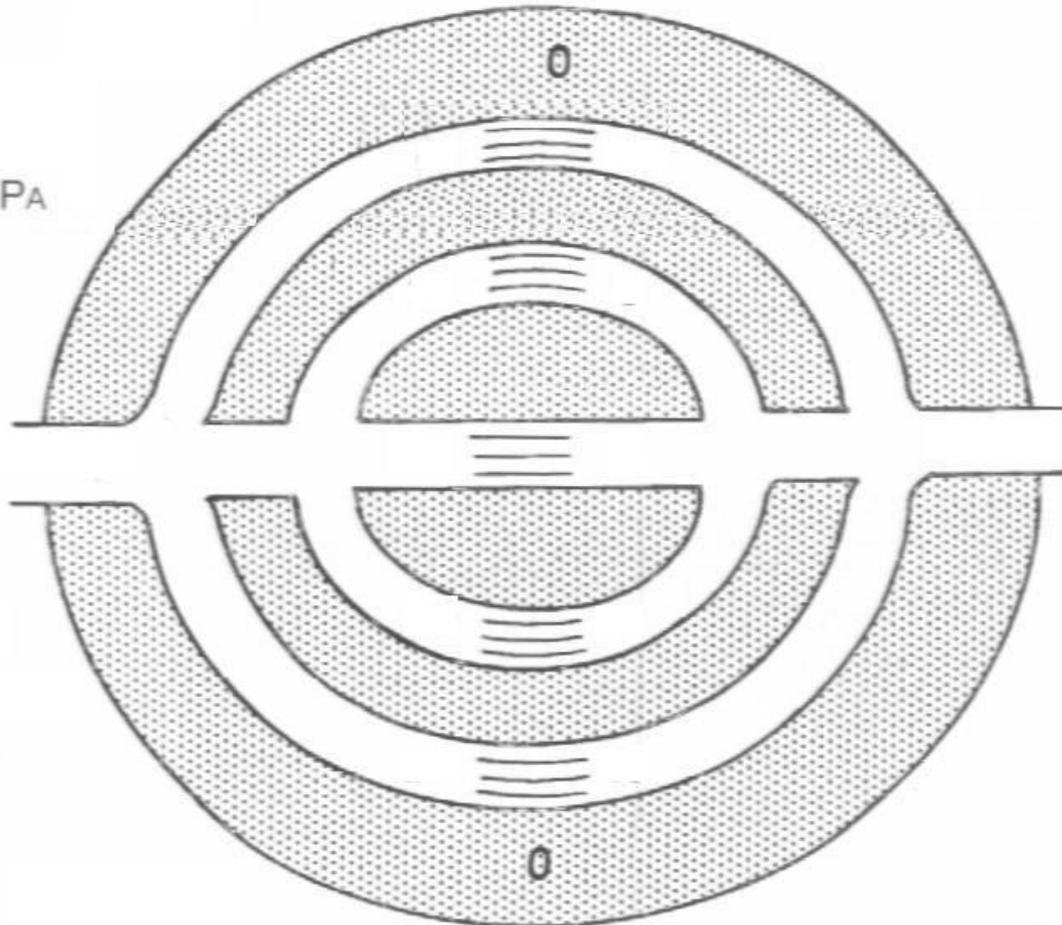
ZONE III

$Pa > Pv > PA$



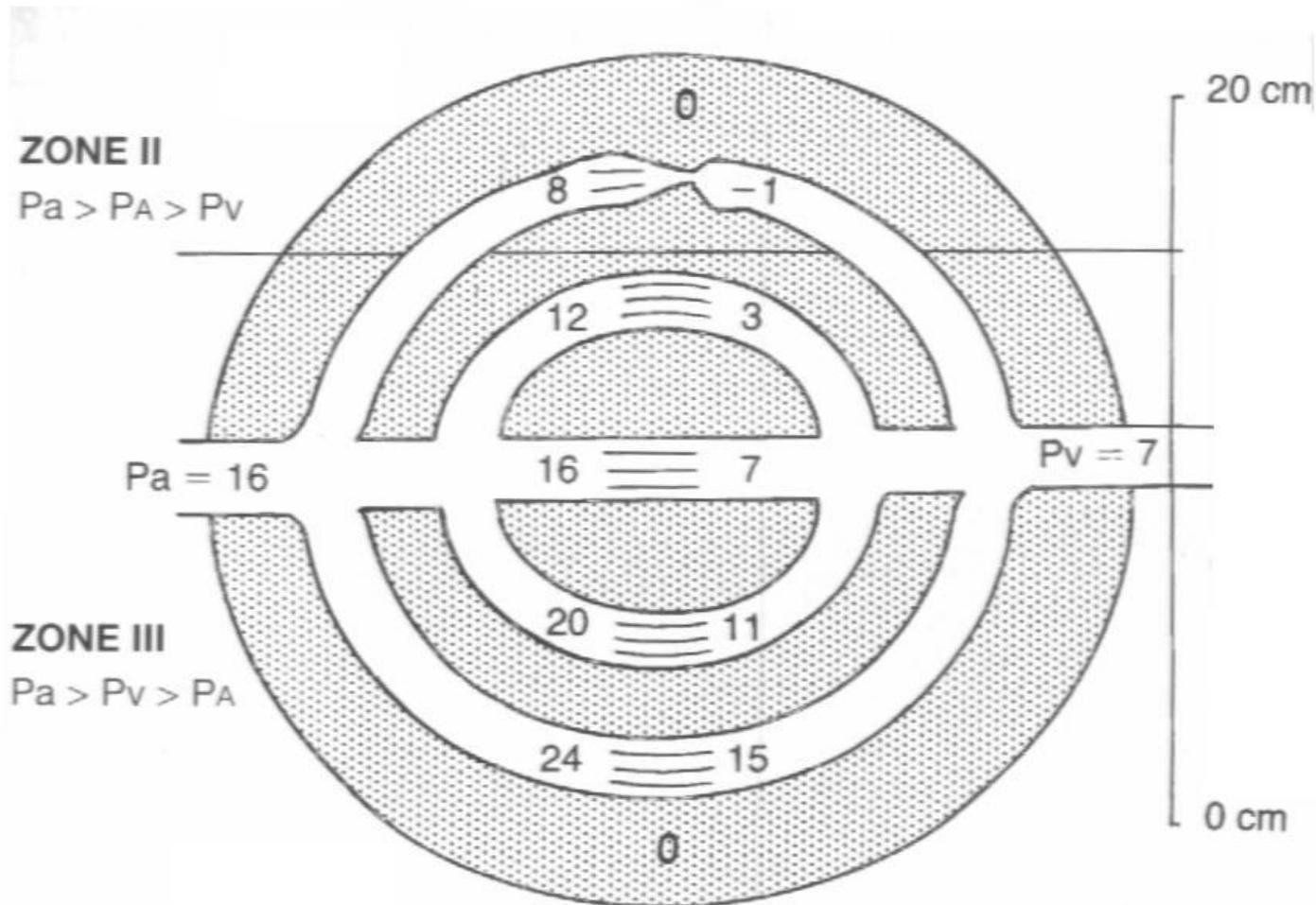
# Hypervolémie: zone III plus importante

**ZONE III**  
 $P_a > P_v > P_A$

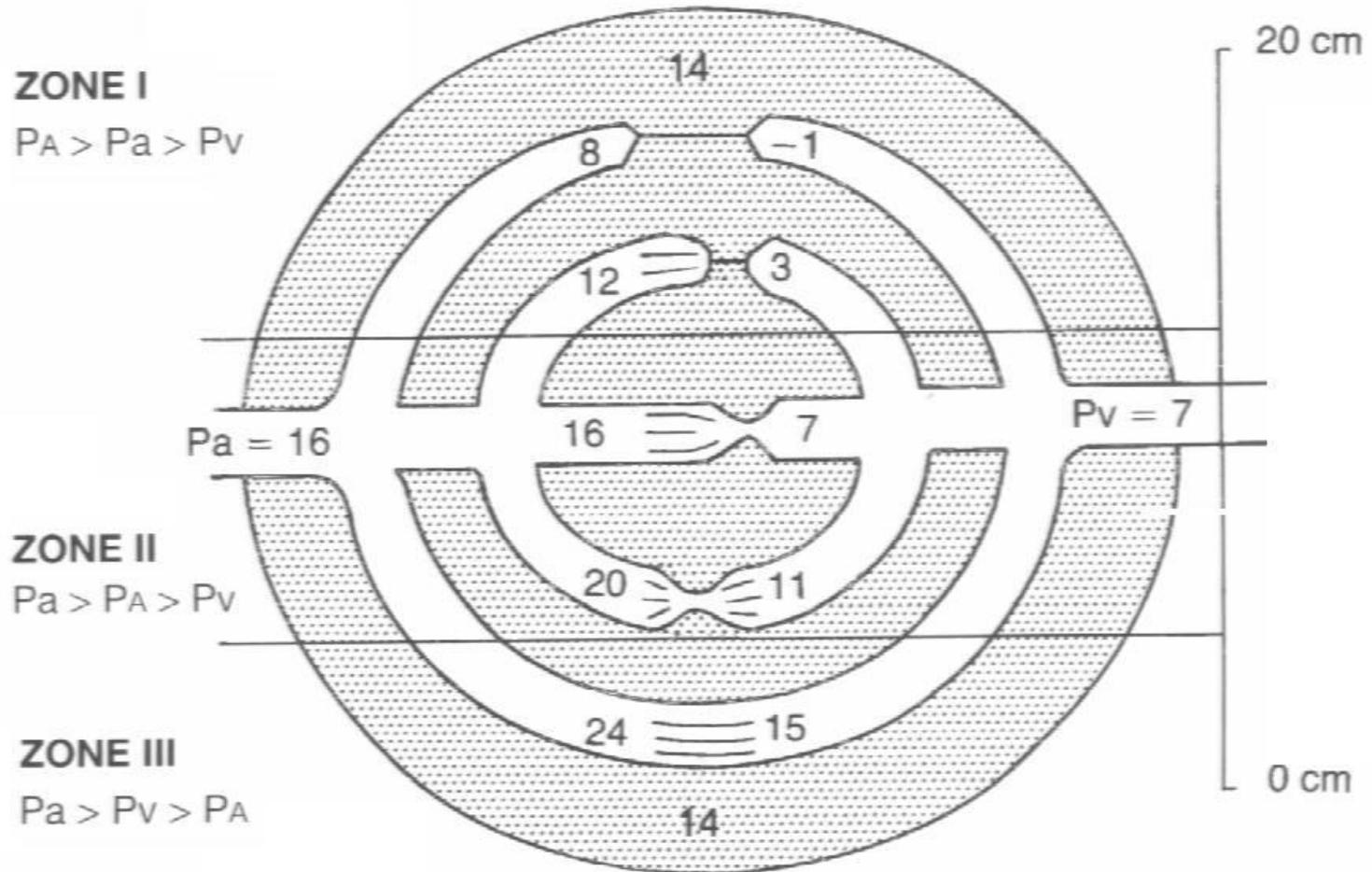


# Exemple

## ZONES DE WEST

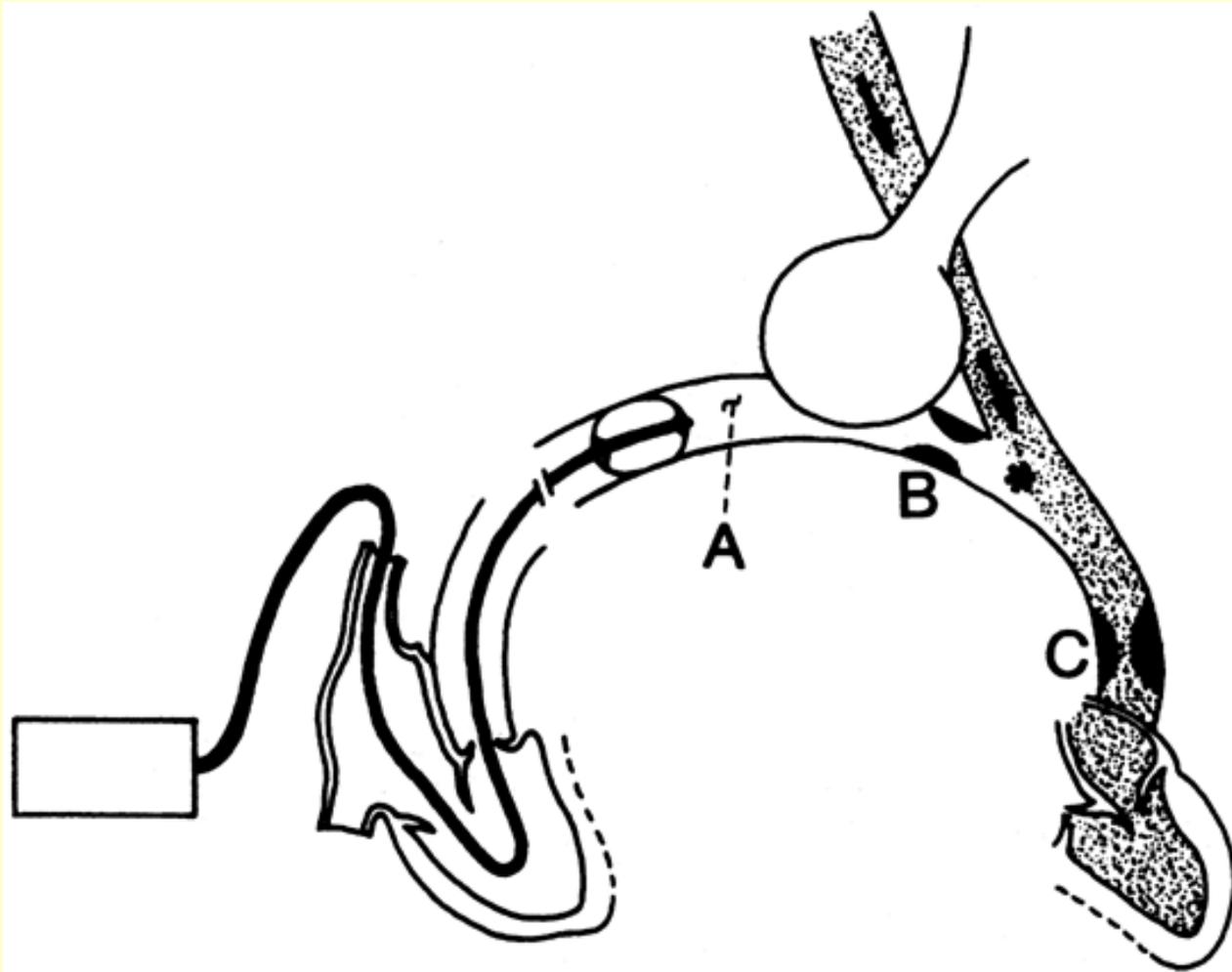


# Influence de la PEP



# PAPO

- PAPO = PVG en fin de diastole si pas d'obstacle (PTDVG)



# PAPO

- PAPO = PVG en fin de diastole si pas d'obstacle (PTDVG)
- Insuffisance Mitrale (aiguë): onde V géante: mesure de la PAPO diastolique (pied onde v) = PTDVG

Intégration onde v: mesure risque œdème pulmonaire

- En cas de Sténose Mitrale ou de myxome de l'oreillette: PAPO = POG  $\neq$  ( $>$ ) PTDVG
- En cas d'Insuffisance Aortique PTDVG  $>$  POG
- En cas de compliance ventriculaire très abaissée également (et PTDVG = PAPO au pic de l'onde a)

# PAPO: interprétation

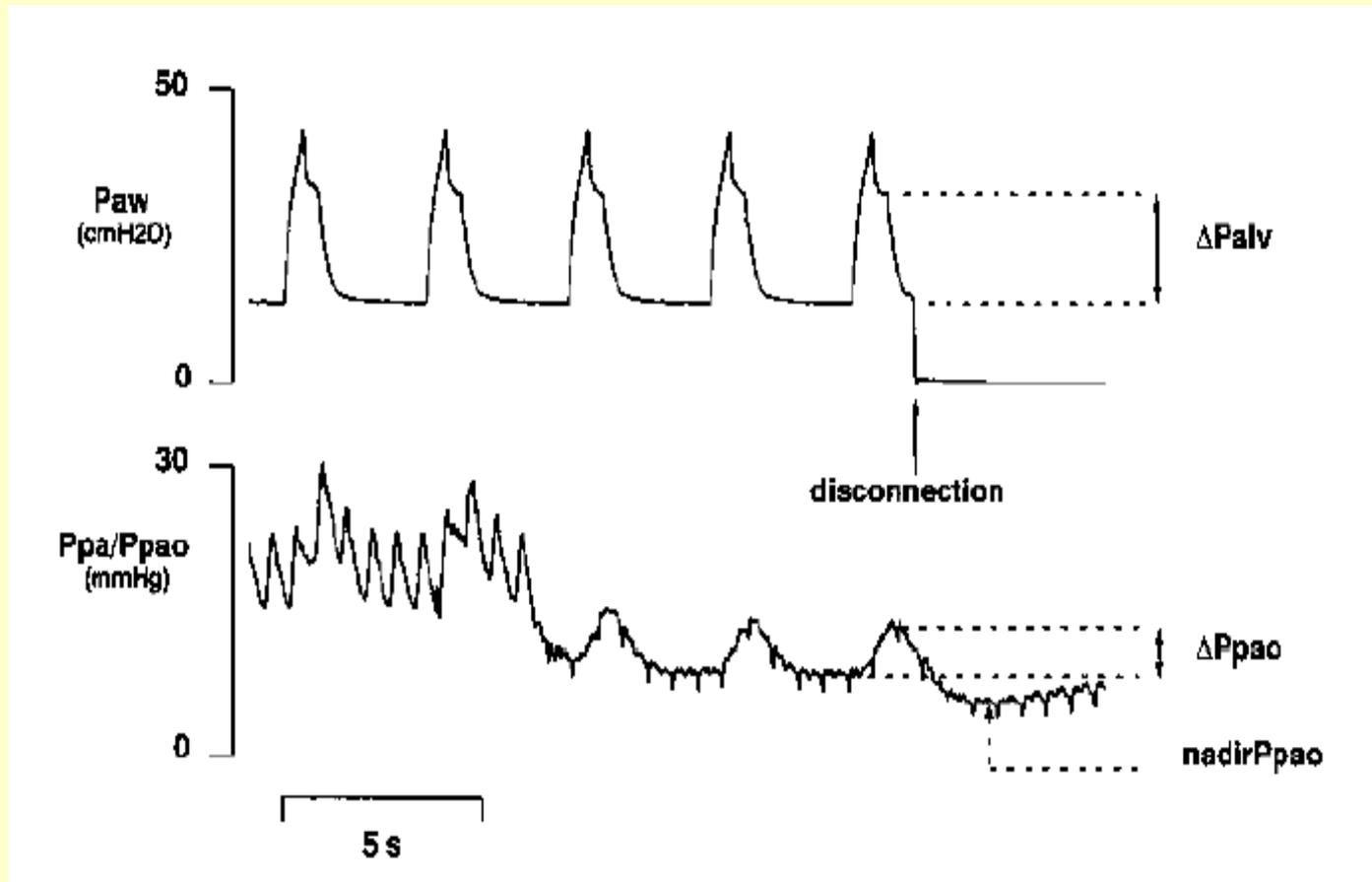
- Valeurs normales ?
  - Valeurs extrêmes:
    - < 5 mm Hg basse
    - 18 mm Hg haute
- Importance de la variation, de l'évolution sous traitement
- Ne jamais monitoriser PAPO mais PAPD, rapport entre les deux stable sauf si ... et donc nécessité de contrôles réguliers

## PAPO: interprétation

- Valeur basse: hypovolémie, choc distributif
- Valeurs élevées: défaillance cardiaque G:  
HTAP post capillaire:  $PAPD - PAPO < 5$   
mm Hg
- Insuffisance cardiaque droite: Embolie  
pulmonaire, pathologie pulmonaire, ARDS:  
HTAP pré capillaire:  $PAPD - PAPO \geq 5$   
mm Hg
- Tamponnade= égalisation des pressions  
 $POD = PAPD = PAPO$

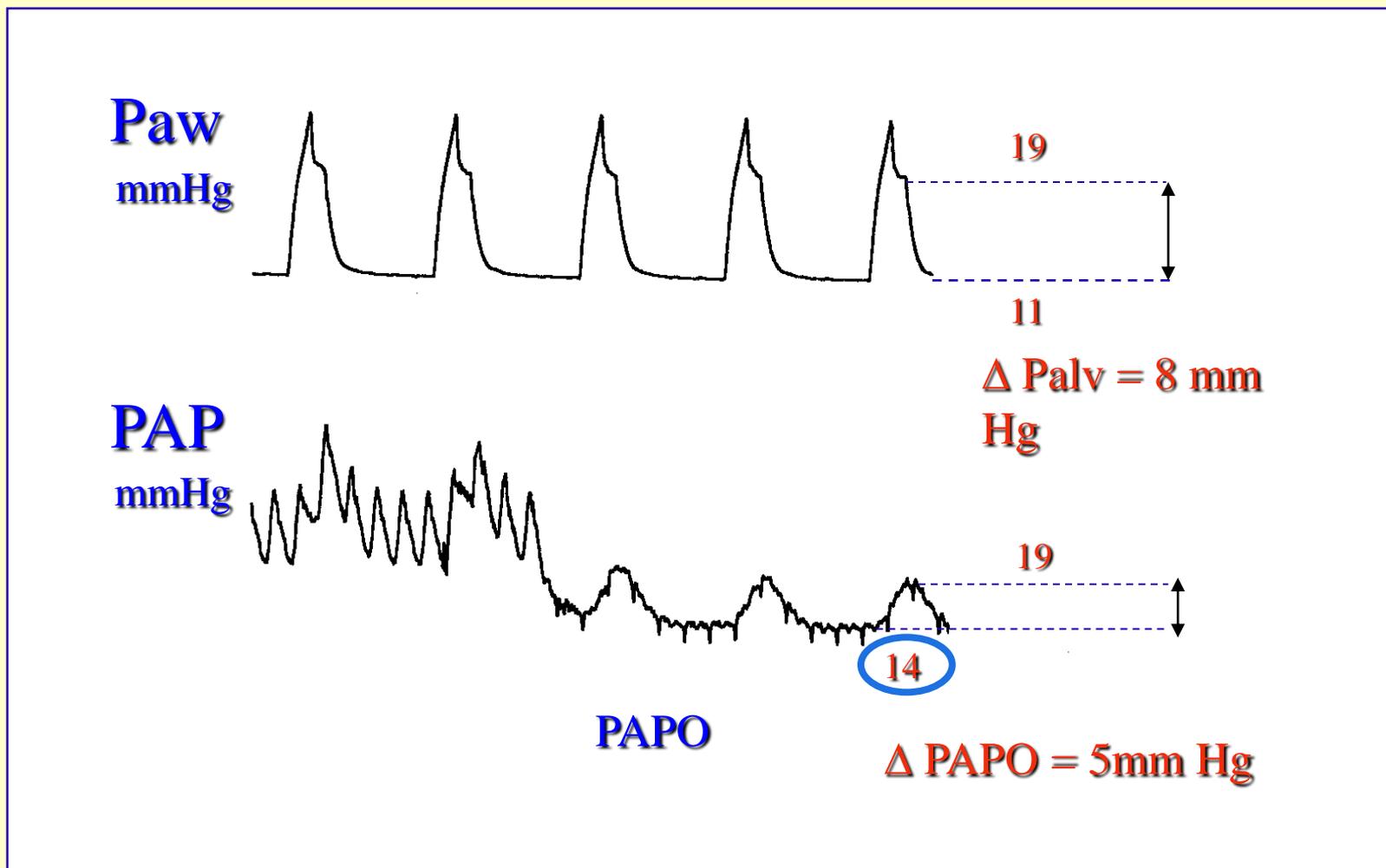
# PEP et PAPO

➤ Déconnecter ? Contre-indiqué



Estimating left ventricular filling pressure during positive end-expiratory pressure in humans  
Pinsky MR, Vincent JL, De Smet JM. *A Rev Resp Dis* 1991; 143: 25-31

Estimating cardiac filling pressure in mechanically ventilated patients with hyperinflation  
 Teboul JL, Pinsky MR, Mercat A *et al.* Crit Care Med 2000; 28: 3631-3636



$$\Delta \text{PAPO} / \Delta \text{Palv} = \text{It}$$

$$5 / 8 = 0.6 \text{ (60 \%)}$$

$$\text{PAPOt} = \text{PAPO} - (\text{PEEP} \times \text{It})$$

$$\text{PAPOt} = 14 - (11 \times 0.6) = 7 \text{ mmHg}$$

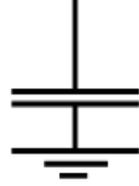
## PAPO $\neq$ Pression capillaire

- Gradient de pression dépendant de DC, IM, PEP, inflation pulmonaire, hématoците, catécholamines,....

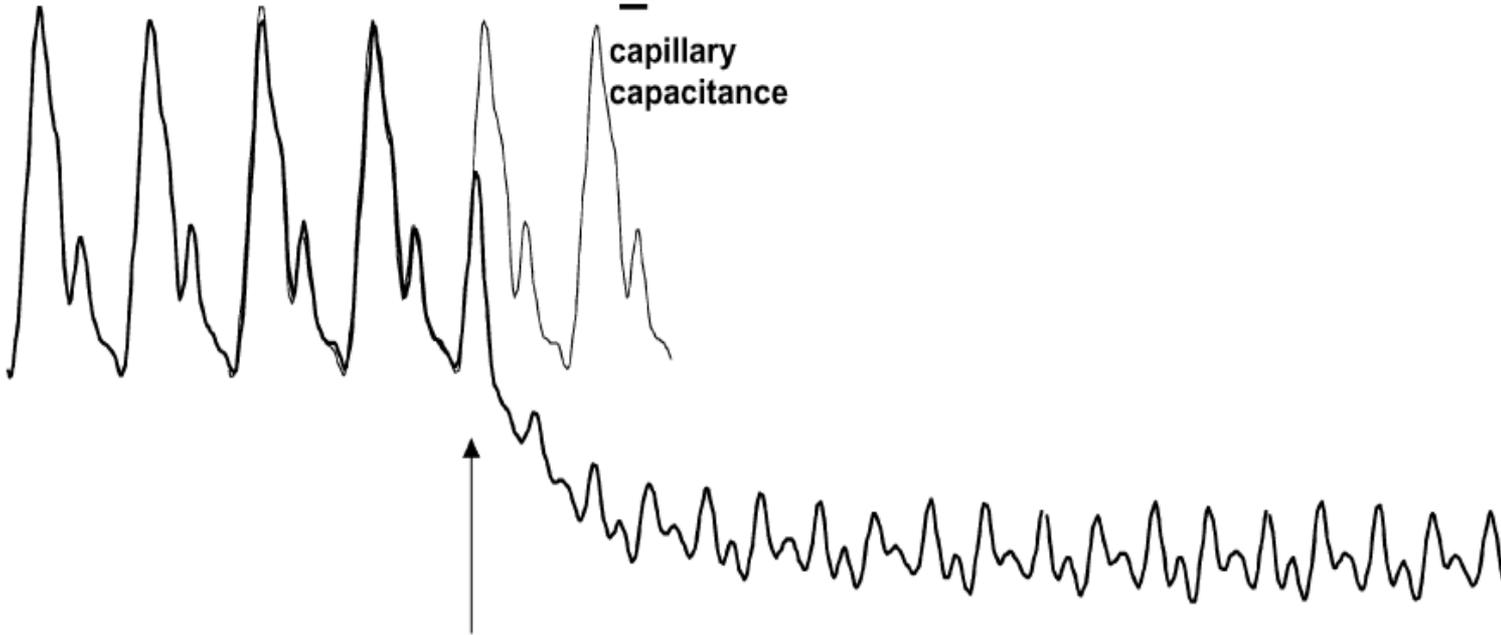
**a**

Pulmonary artery      capillary      Pulmonary vein

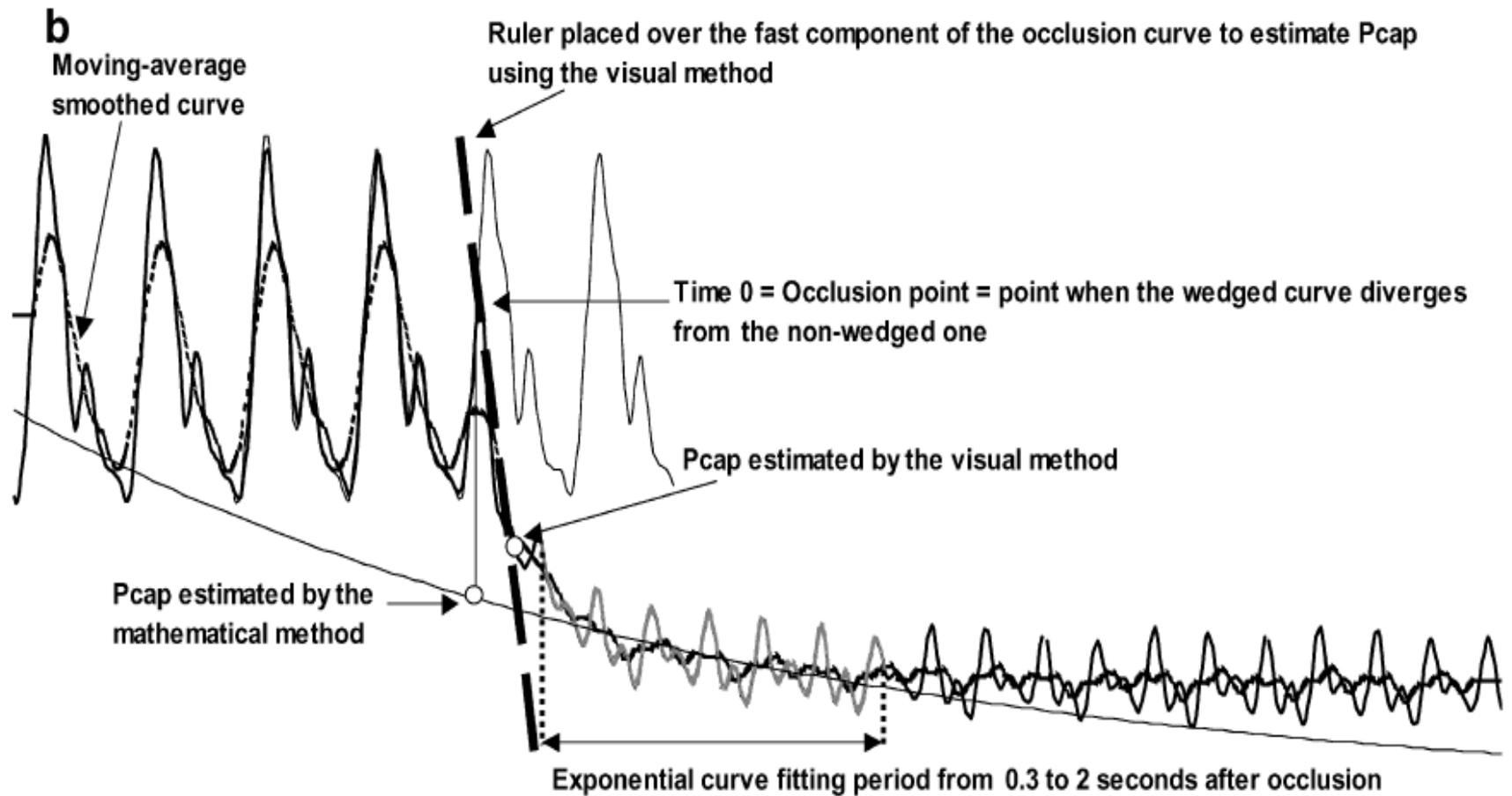
arterial resistance      venous resistance



capillary capacitance



after balloon inflation, pulmonary artery pressure trace diverges from the non-occluded pressure tracing



# Cathéter artériel pulmonaire de thermodilution

Cathéter de Swan Ganz<sup>®</sup>

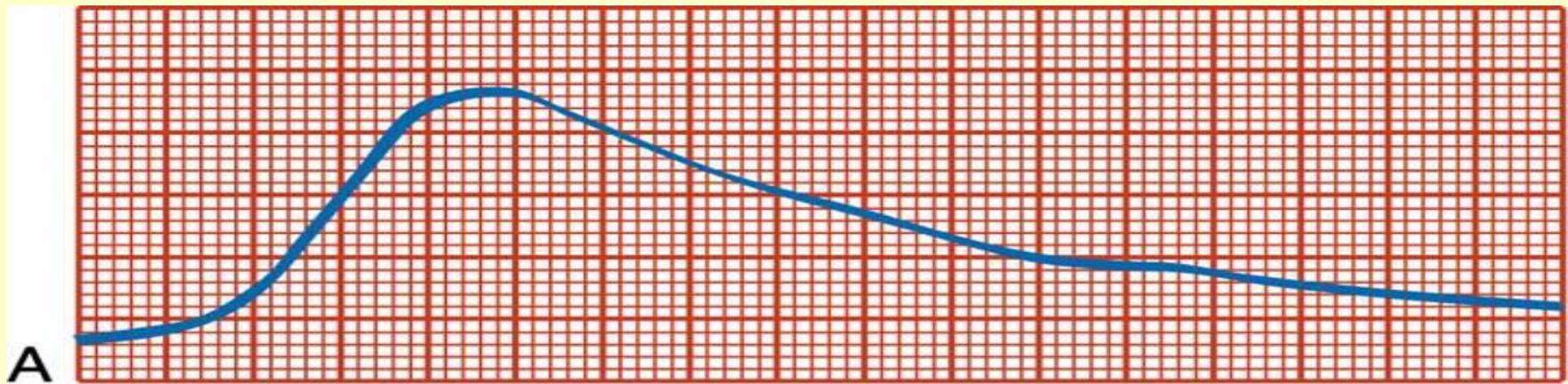
Paramètres fournis par le CAP:

1. Pressions

2. Débit cardiaque

3. SvO<sub>2</sub>, PvO<sub>2</sub>, PvCO<sub>2</sub>

Débit cardiaque par thermodilution:  
mesure par diminution de la température entraînée  
par l'injection d'un volume déterminé de liquide (10  
ml G5%ED) froid (température mesurée au niveau  
de l'injection et au niveau du thermistor de la Swan  
Ganz) (Moyenne de 3 injections successives)



**Figure 17-62A** Thermodilution curves produced on a strip chart recorder. (A) Smooth recording is accurate.

# Mesure du débit cardiaque par thermodilution

Calcul par l'équation de Stewart-Hamilton:

$$Q = V_1 (T_B - T_1) K_1 K_2 / \int T_B(t) dt$$

Q = débit cardiaque

V<sub>1</sub> = volume de l'injectat

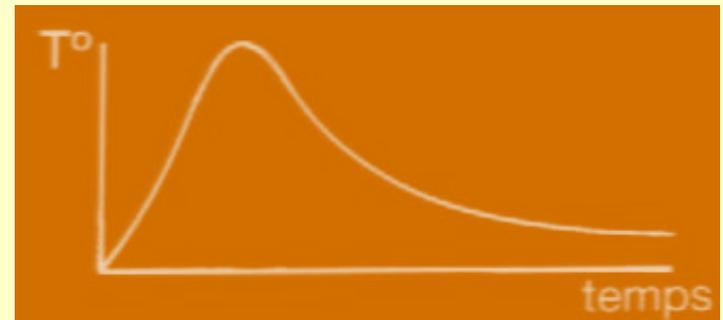
T<sub>B</sub> = température du sang

T<sub>1</sub> = température de l'injectat

K<sub>1</sub> = densité de l'injectat

K<sub>2</sub> = constante de calcul

$\int T_B(t) dt$  = intégration de la surface sous la courbe des variations de température du sang en fonction du temps par le calculateur



# Mesure du débit cardiaque

## Technique

- **Volume de l'injectat**

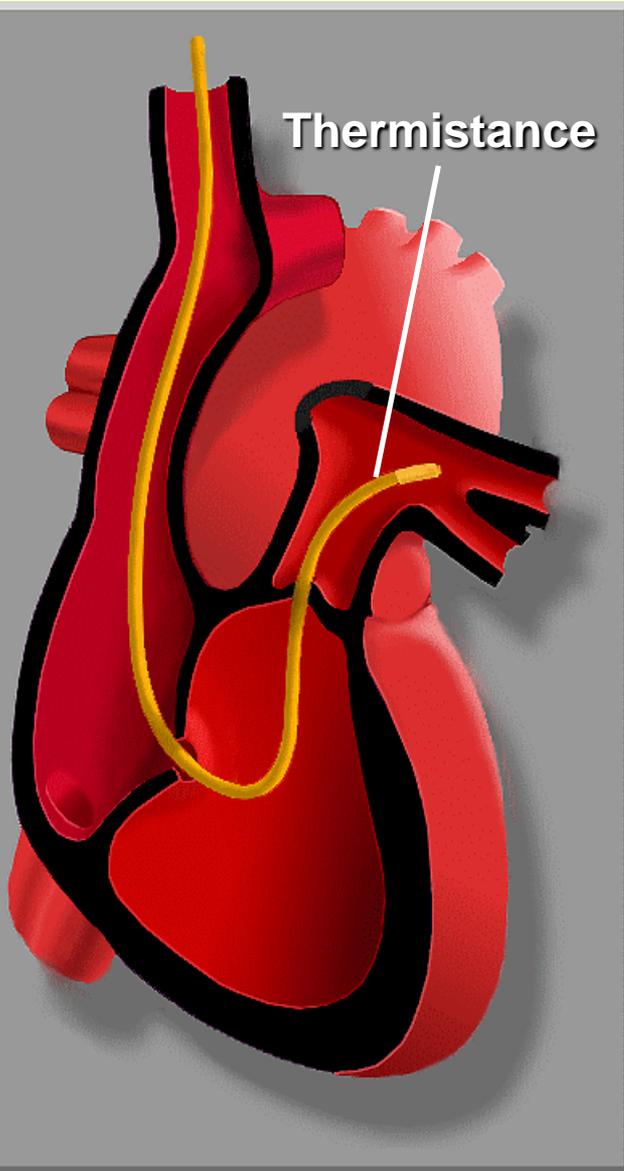
- grands volumes (10 mL chez l'adulte) → accroît le rapport signal/bruit

- **Système d'injection**

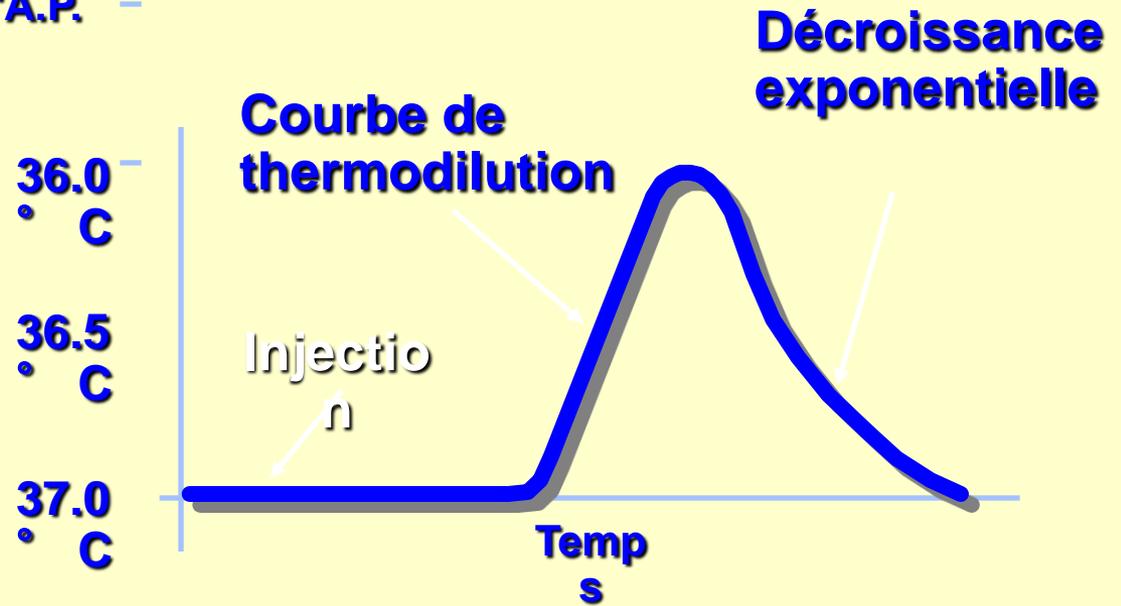
- système clos de préférence, ↓ les risques infectieux.

- **Température de l'injectat**

- liquide à température ambiante ou, de préférence
- liquide refroidi (hypothermie, haut débit ou température ambiante excessive)



Température sanguine de l'A.P. -



# Mesure du débit cardiaque

## Technique

- **Durée et qualité de l'injection**

- < 4 secondes.

- contrôle de qualité = courbe de thermodilution.

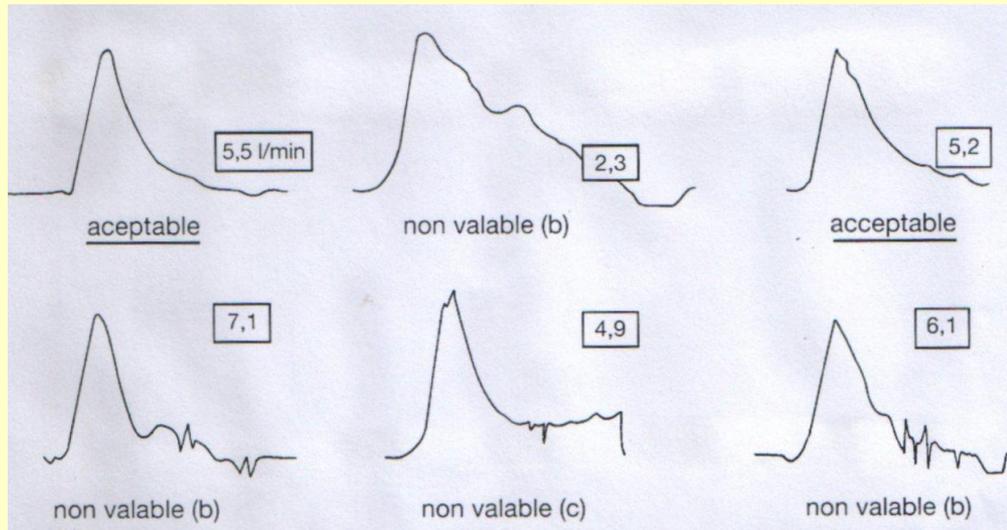
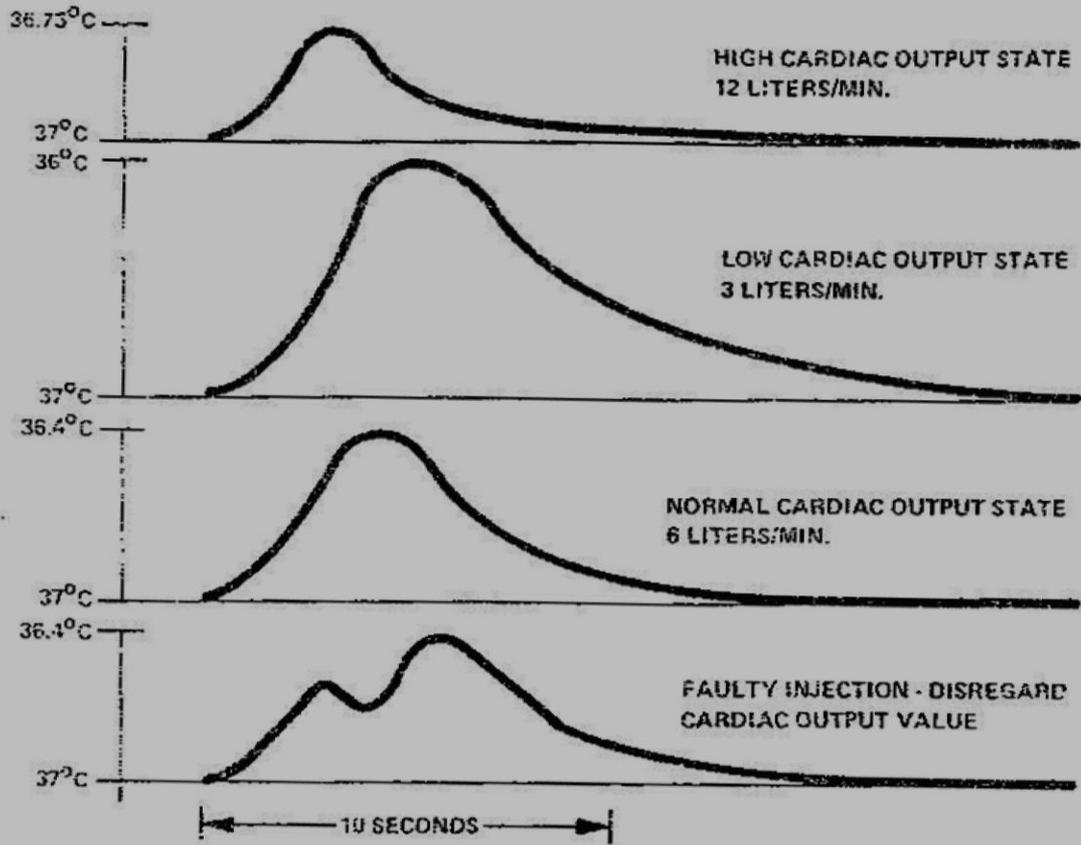


FIGURE 24. CARDIAC OUTPUT WAVEFORMS



## LIMITES DE LA TECHNIQUE DU "BOLUS FROID"

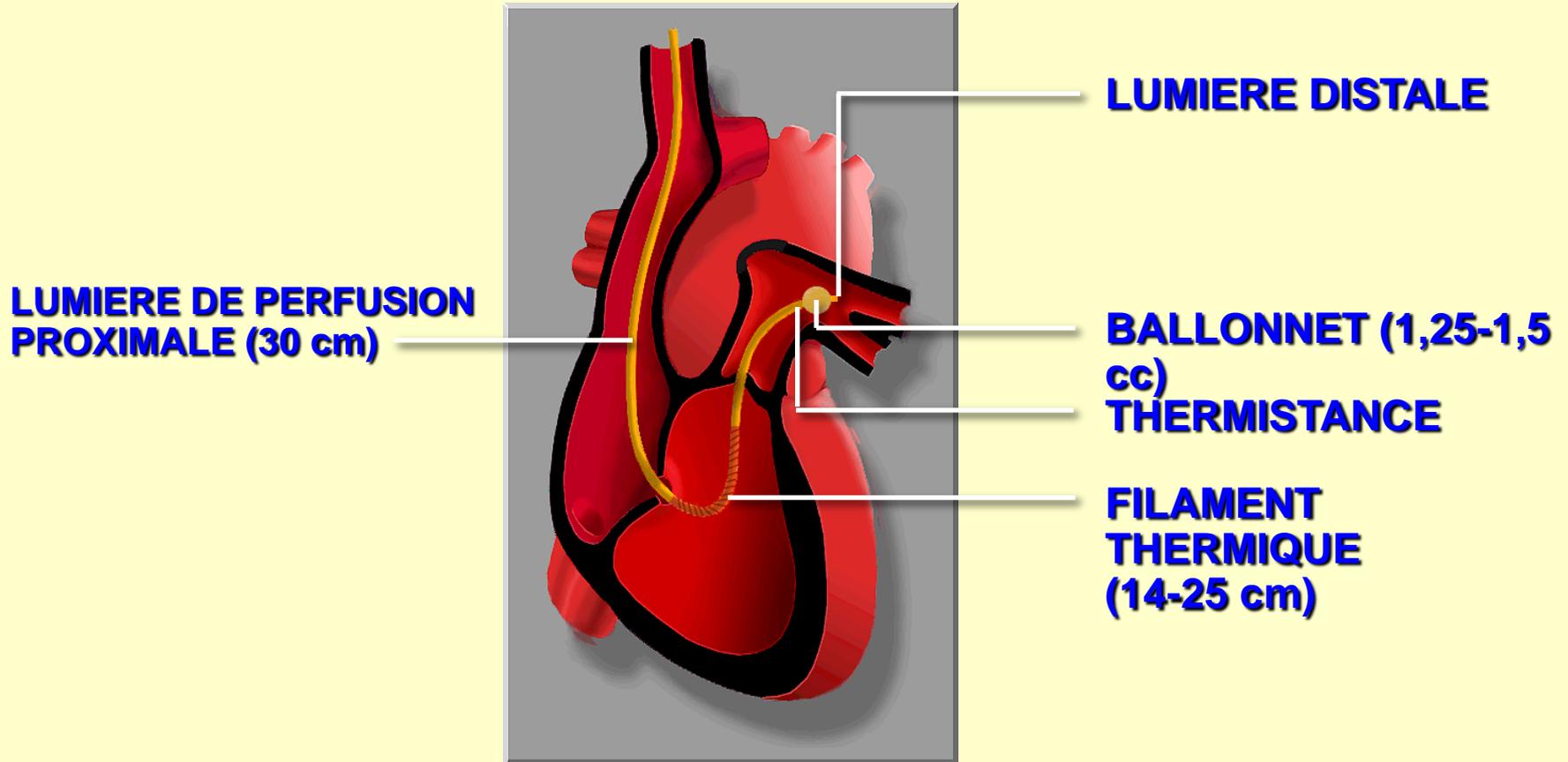
**EN PRINCIPE: 5 à 15 % D'ERREUR**

**MAIS:**

**Erreur possible**

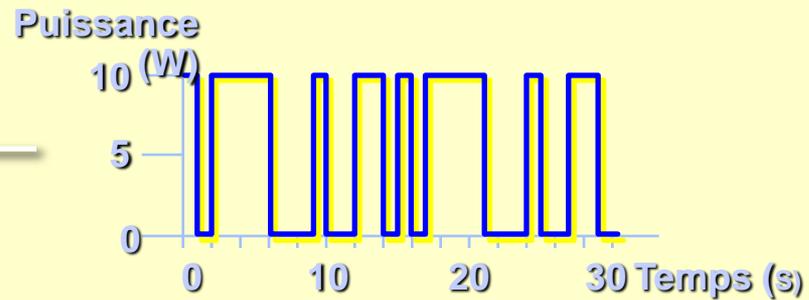
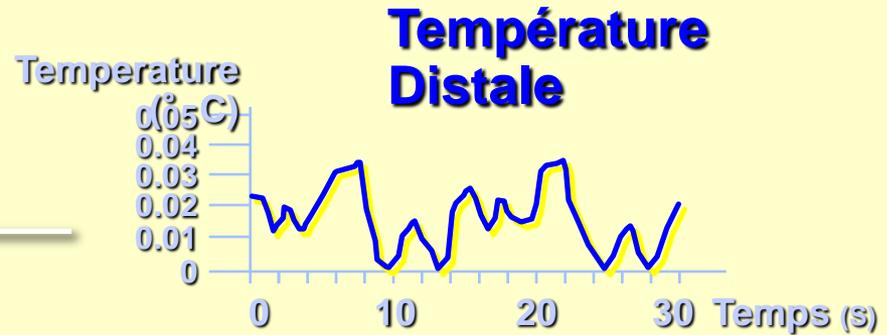
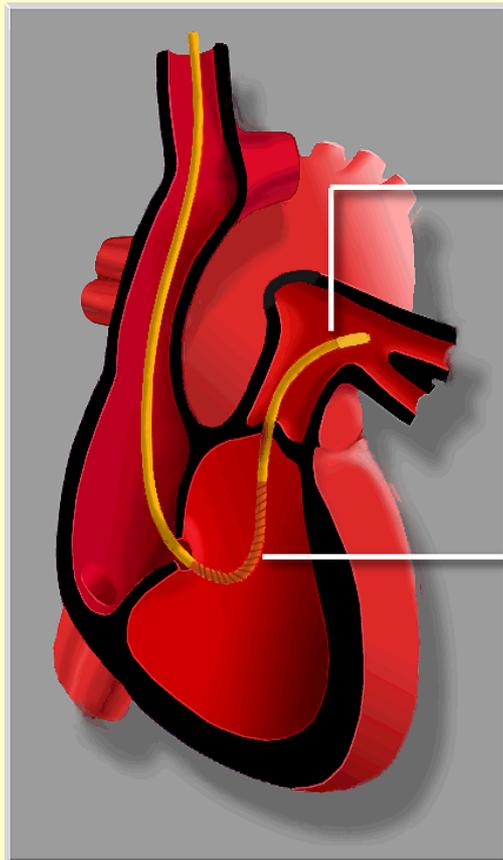
- ⇒ Réchauffement de la seringue dans la main (surestimation)-----7.7 %
- ⇒ NaCl 0.9%(sous-estimation)-----2%
- ⇒ Erreur de 0.5 ml dans le volume du bolus (en plus= sousestimation)----- 5%
- ⇒ Perfusion rapide durant la série de bolus (sousestimation)-----30 - 80 %
- ⇒ Influence du cycle respiratoire-----29 - 70 %
- ⇒ Erreur de constante de calcul-----1 - 100 %
- ⇒ Instabilité de la température post CEC-----10 - 20 %
- ⇒ Injection irrégulière
- ⇒ Courbe de thermodilution non vérifiée
- ⇒ Trouble du rythme/variation brusque de la FC pendant la mesure
- ⇒ Malposition du cathéter (site d'injection incorrect)

# LE DEBIT CARDIAQUE EN CONTINU

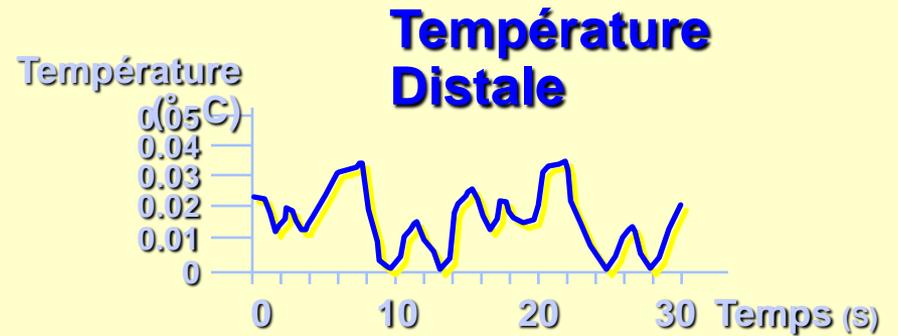
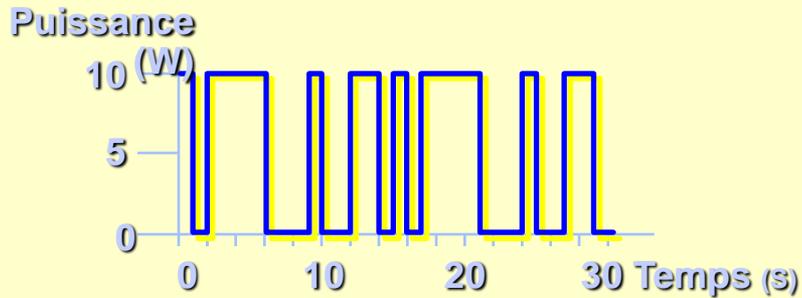


**MODELE 139H**  
**7.5F**

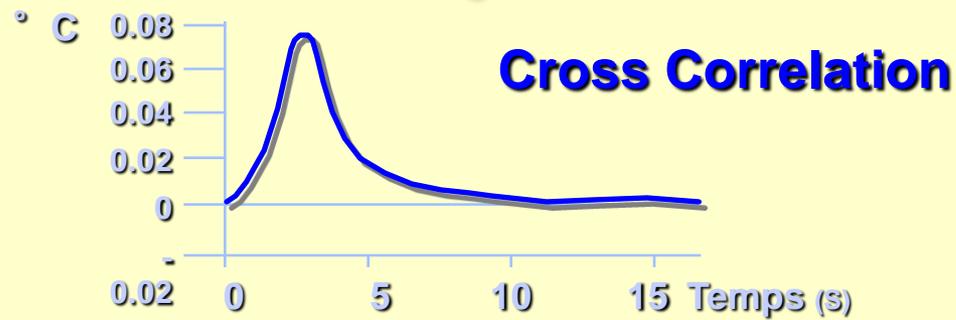
# LE DEBIT CARDIAQUE EN CONTINU



## Séquence d'impulsions



**Cross  
Correlator**



**Elévation de la température au niveau de la thermistance  $< 0,05$  ° C**

**Courbe de tendance en continu**

**Valeur affichée renouvelée toutes les 30 - 60 s**

**Valeur affichée = valeur moyenne du débit cardiaque sur 3 à 6 minutes**

**Différent de la méthode habituelle qui ne mesure qu'un débit instantané**

**Aucune calibration ni manipulation requise**

## Valeurs normales de DC

- DC ou Index cardiaque (DC/ surface corporelle)
- Varie en fonction situation du patient (sepsis, repos, anémie, ...)
- DC: 4.0 à 8 l/min
- IC: 2.5 à 4 l/min

# Cathéter artériel pulmonaire de thermodilution

Cathéter de Swan Ganz<sup>®</sup>

Paramètres fournis par le CAP:

1. Pressions
2. Débit cardiaque
3. SvO<sub>2</sub>, PvO<sub>2</sub>, PvCO<sub>2</sub>

# Pressions et Débit cardiaque: calcul des résistances

- Résistances vasculaires systémiques:  $PA$  moyenne –  $PVC$  (POD)  $\times 80 =$  dynes sec  $cm^{-5}$  (normale: 800 à 1200)
- Résistances vasculaires pulmonaires:  $PAP$  moyenne –  $PAPO \times 80 =$  dynes sec  $cm^{-5}$  (normale  $< 250$ )



# NORMAL HEMODYNAMIC PARAMETERS – ADULT

## Valve Measurements

Aortic Valve Area 2.6 - 3.5 cm<sup>2</sup>

Mitral Valve Area 4.0 - 6.0 cm<sup>2</sup>

Edwards Lifesciences, Edwards, and the stylized E logo are trademarks of Edwards Lifesciences Corporation.

© Copyright 2002 Edwards Lifesciences LLC. All rights reserved.  
1130B-6/00-CC



Edwards

**Edwards Lifesciences LLC**

Irvine, CA 92614 USA

949.250.2500

www.edwards.com

Parameter	Equation	Normal Range
BP	Systolic (SBP) Diastolic (DBP)	90 - 140 mm Hg 60 - 90 mm Hg
MAP	SBP+2DBP/3	70 - 105 mm Hg
CVP		2 - 6 mm Hg
RAP		2 - 6 mm Hg
RVP	Systolic (RVSP) Diastolic (RVDP)	15 - 25 mm Hg 0 - 8 mm Hg
PAP	Systolic (PASP) Diastolic (PADP)	15 - 25 mm Hg 8 - 15 mm Hg
MPAP	PASP + (2 x PADP)/3	10 - 20 mm Hg
PAWP		6 - 12 mm Hg
LAP		6 - 12 mm Hg
CO	HR x SV/1000	4.0 - 8.0 L/min
CI	CO/BSA	2.5 - 4.0 -L/min/m <sup>2</sup>
SV	CO/HR x 1000	60 - 100 ml/beat
SVI	CI/HR x 1000	35 - 60 ml/beat/m <sup>2</sup>
SVR	80 x (MAP - RAP)/CO	800 - 1200 dynes•sec/cm <sup>5</sup>
SVRI	80 x (MAP - RAP)/CI	1970 - 2390 dynes•sec/cm <sup>5</sup> /m <sup>2</sup>
PVR	80 x (MPAP - PAWP)/CO	<250 dynes• sec/cm <sup>5</sup>
PVRI	80 x (MPAP - PAWP)/CI	255 - 285 dynes• sec/cm <sup>5</sup> /m <sup>2</sup>

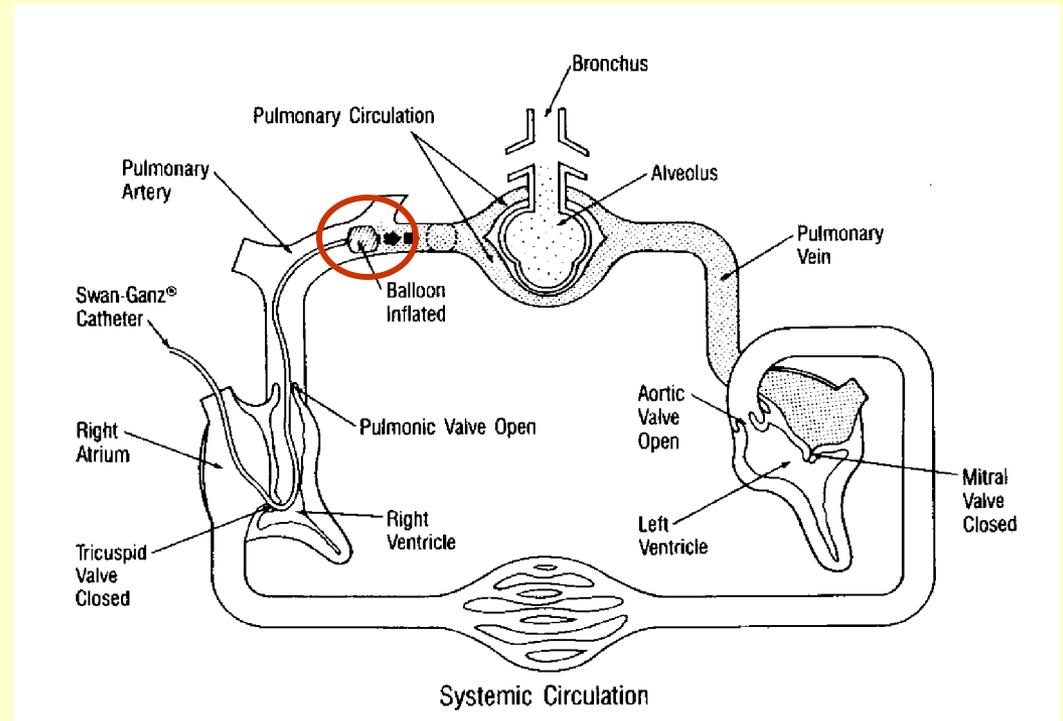
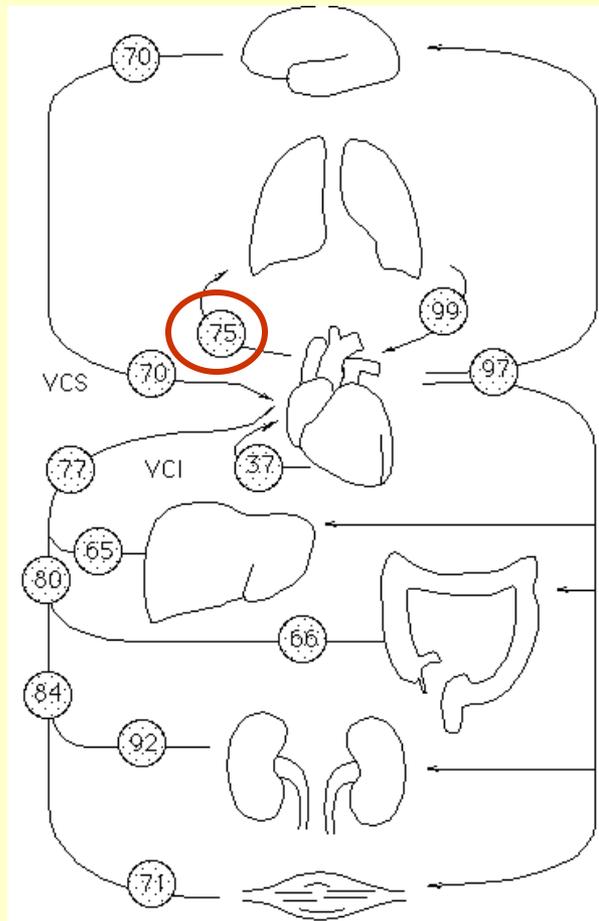
# Cathéter artériel pulmonaire de thermodilution

Cathéter de Swan Ganz<sup>®</sup>

Paramètres fournis par le CAP:

1. Pressions
2. Débit cardiaque
3. SvO<sub>2</sub>

# $SvO_2$ = reflet global de l'oxygénation tissulaire

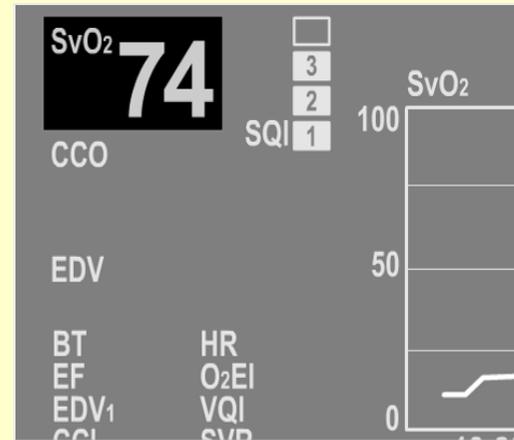
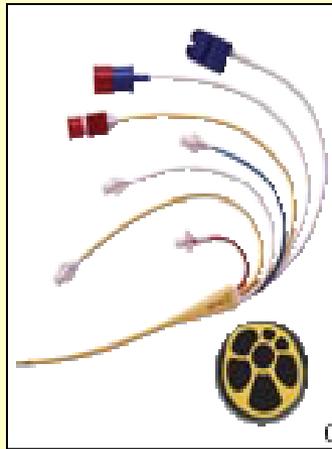


# Mesure *in vitro* de la SvO<sub>2</sub>

- **Swan Ganz classique**
  - échantillon sanguin et automate
- **Impératifs techniques :**
  - Ballonnet du CAP dégonflé
  - CAP régulièrement purgé
  - Aspiration lente dans une seringue de petit calibre
- **Limites :**
  - Risque infectieux, spoliation (enfant)
  - Acheminement du prélèvement
  - Absence de monitoring réel

# Monitoring continu de la SvO<sub>2</sub>: SvO<sub>2</sub> et ScvO<sub>2</sub>

- La SvO<sub>2</sub> du sang veineux mêlé : CAP + fibres optiques

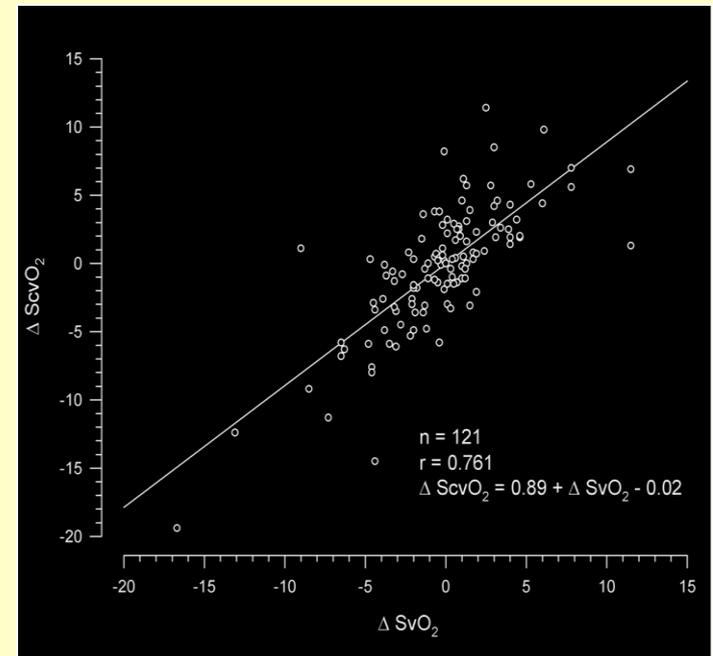
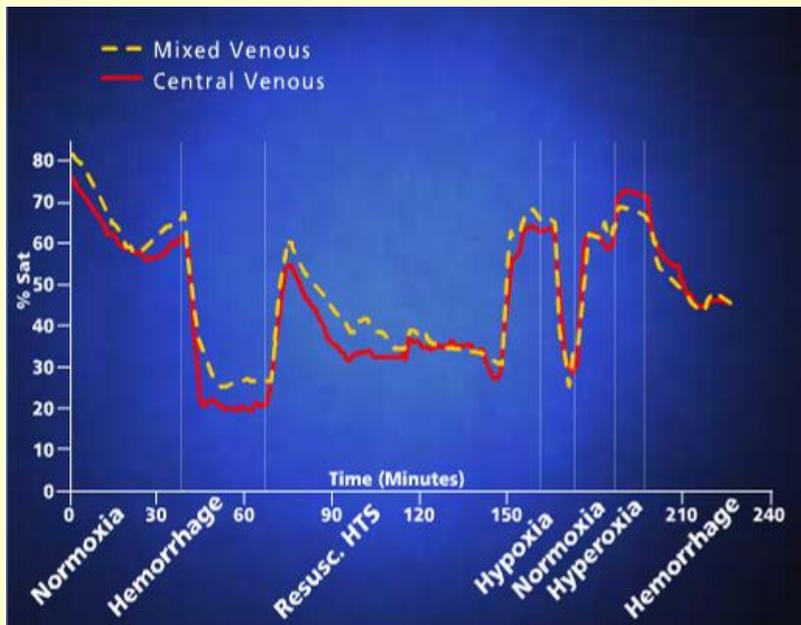


- La SvO<sub>2</sub> centrale ou ScvO<sub>2</sub> :
  - ➔ cathéter (en territoire cave supérieur) + fibres optiques

# Comparison of central-venous to mixed-venous oxygen saturation during changes in oxygen supply/demand

Pas d'équivalence numérique stricte :

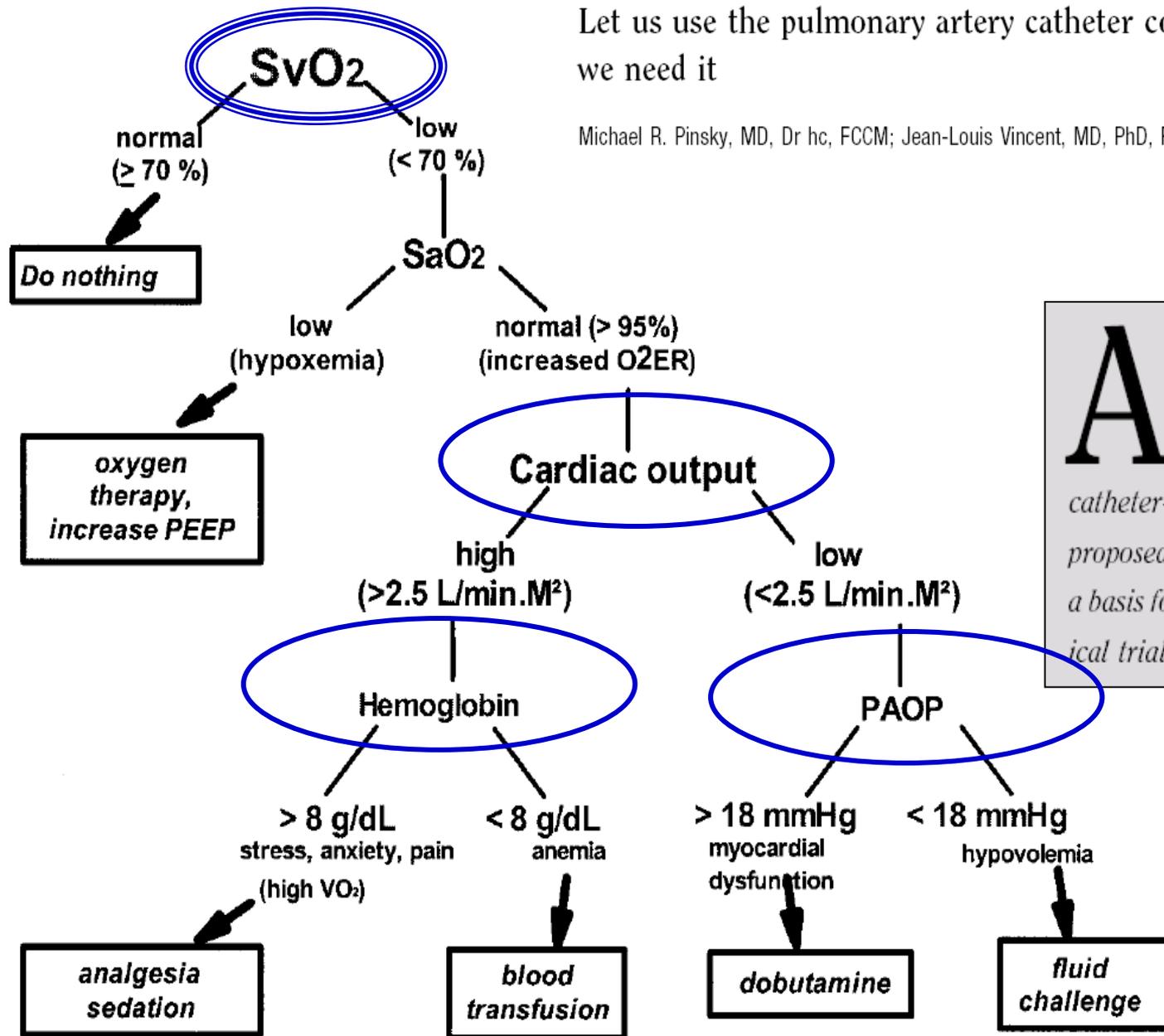
- Évolution parallèle
- Surestimation de la  $SvO_2$  par la  $ScvO_2$
- Significativité pathologique équivalente



Let us use the pulmonary artery catheter correctly and only when we need it

Michael R. Pinsky, MD, Dr hc, FCCM; Jean-Louis Vincent, MD, PhD, FCCM

Crit Care Med 2005



**A** treatment protocol for the use of pulmonary artery catheter-derived variables is proposed that could serve as a basis for a prospective clinical trial.

# Cathéter artériel pulmonaire de thermodilution

Indications? Toujours savoir ce que l'on veut savoir, ce que le CAP va apporter, à quelle question il va répondre

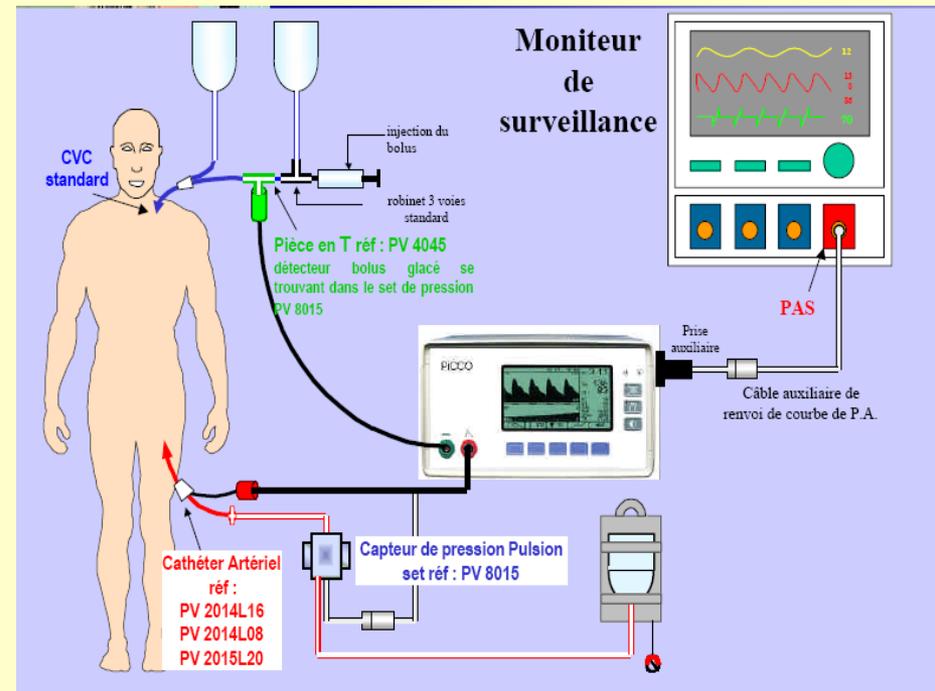
Autres méthode de surveillance, de monitoring moins invasives pour éviter les complications du CAP:

- Complications cathétérisme voie centrale
- Complications spécifiques: troubles du RC (TV lors passage VD, infundibulum AP), infarctus pulmonaire, rupture artère pulmonaire, lésions valvulaires

# PiCCO : Pulse Contour Cardiac Output



- ✓ DEBIT CARDIAQUE
- ✓ DEBIT CARDIAQUE CONTINU
- ✓ VOLUME (VSIT) = PRECHARGE
- ✓ EAU PULMONAIRE EXTRAVASCULAIRE



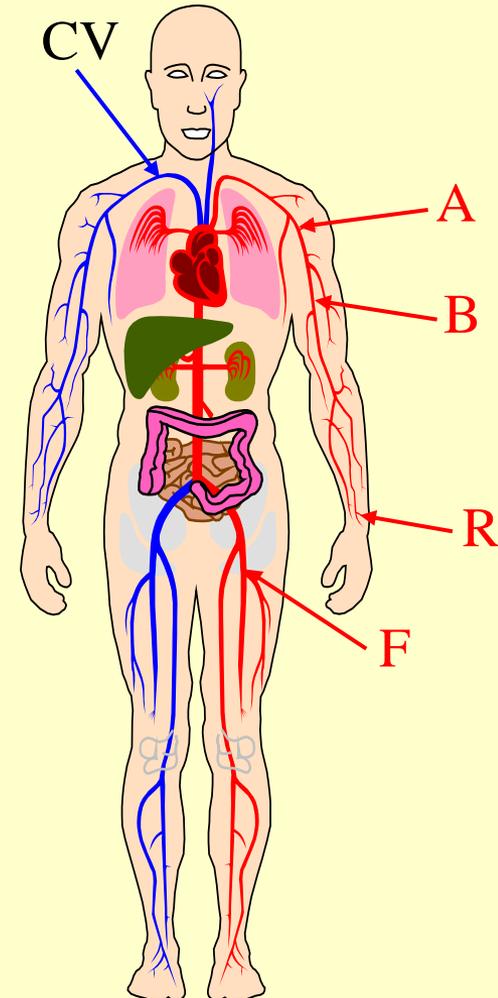
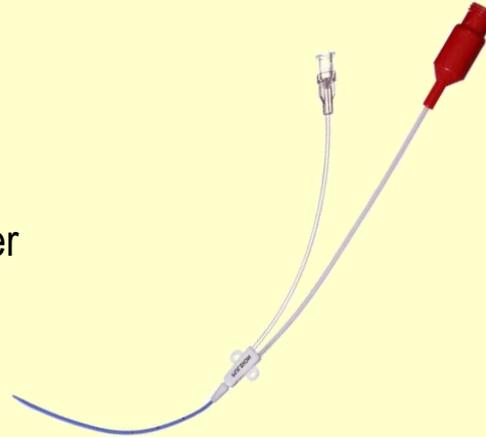
# PiCCO

- Cathéter artériel avec thermistance
- Cathéter veineux central + trousse avec thermomètre

## Central venous line (CV) configuration

Thermodilution catheter with lumen for arterial pressure measurement

- Axillary (A)
- Brachial (B)
- Femoral (F)
- Radial (R), long catheter

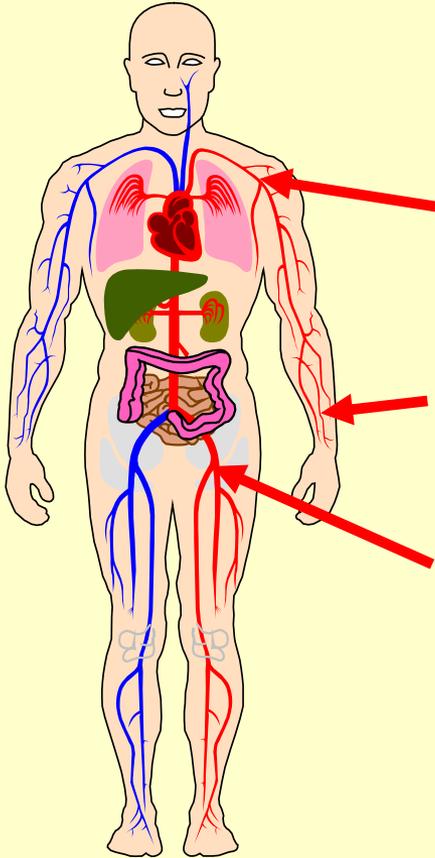


Arterial pressure transducer





# Cathéters artériels



**A. axillaris**  
(A. brachialis)



**PV2014L08**

4F 8 cm

**A. radialis**



**PV2014L50LGWA**

4F 50 cm

**A. femoralis**



**PV2015L20**

5F 20 cm



**PV2014L08\***

more than 10 kg bodyweight

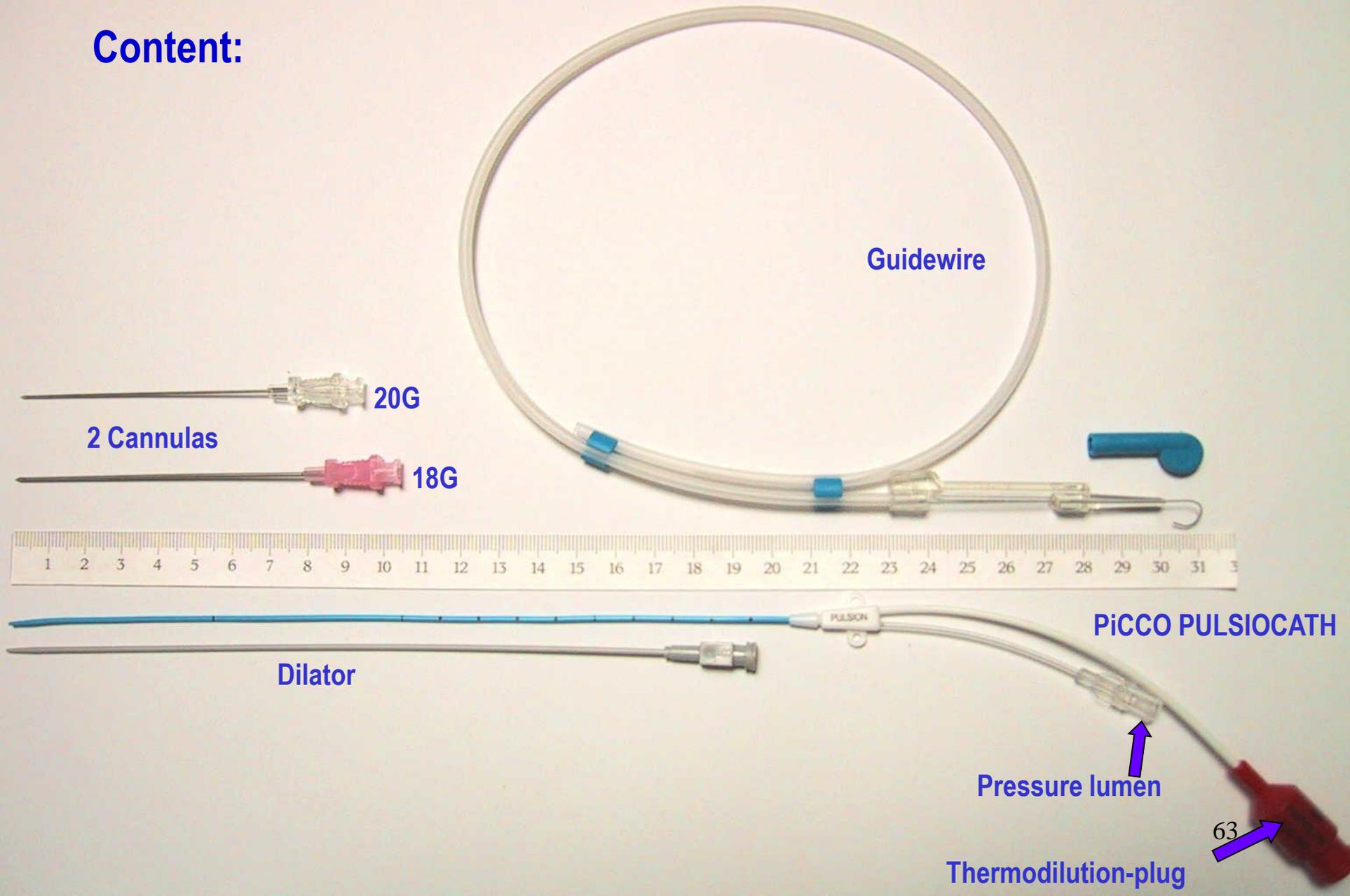


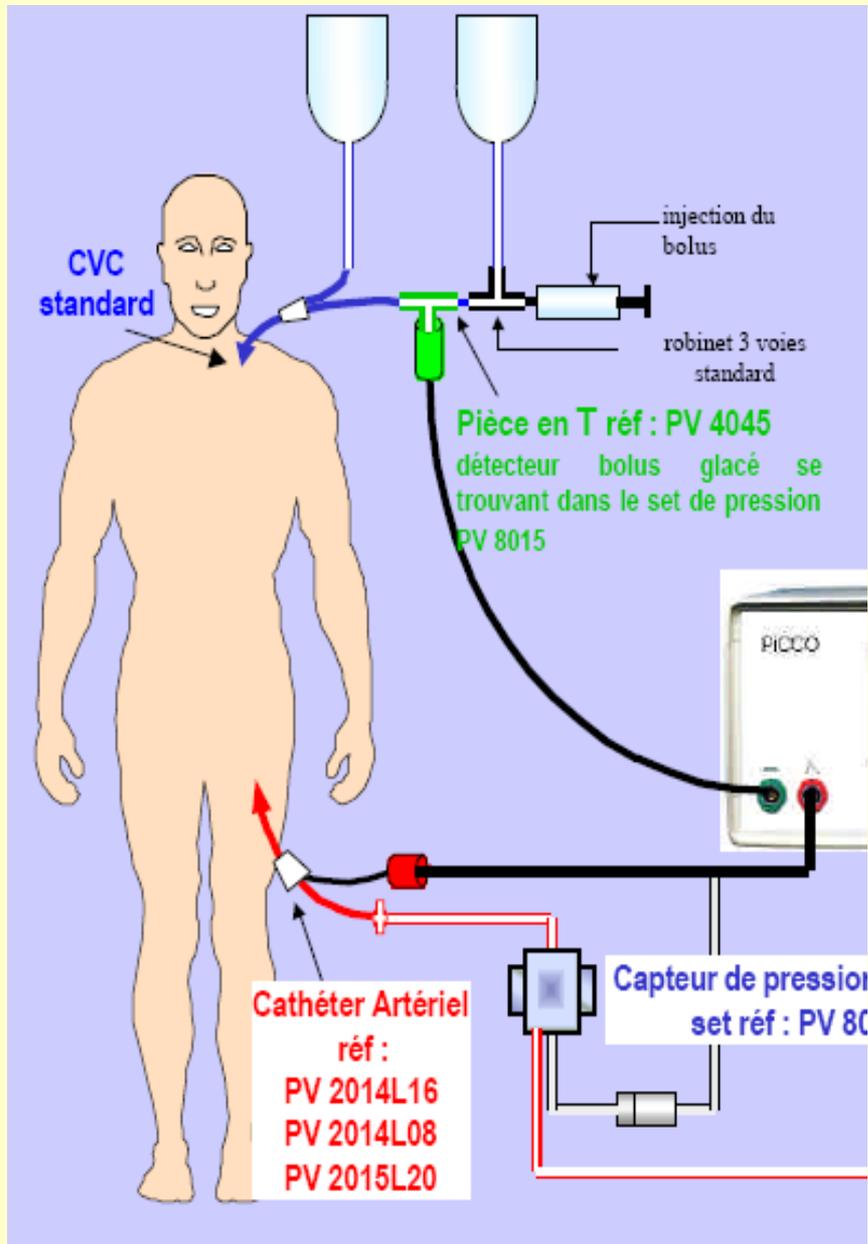
**PV2013L07\***

3F 7 cm

# CATHETER ARTERIEL FEMORAL PULSIOCATH – PV2015L20

## Content:

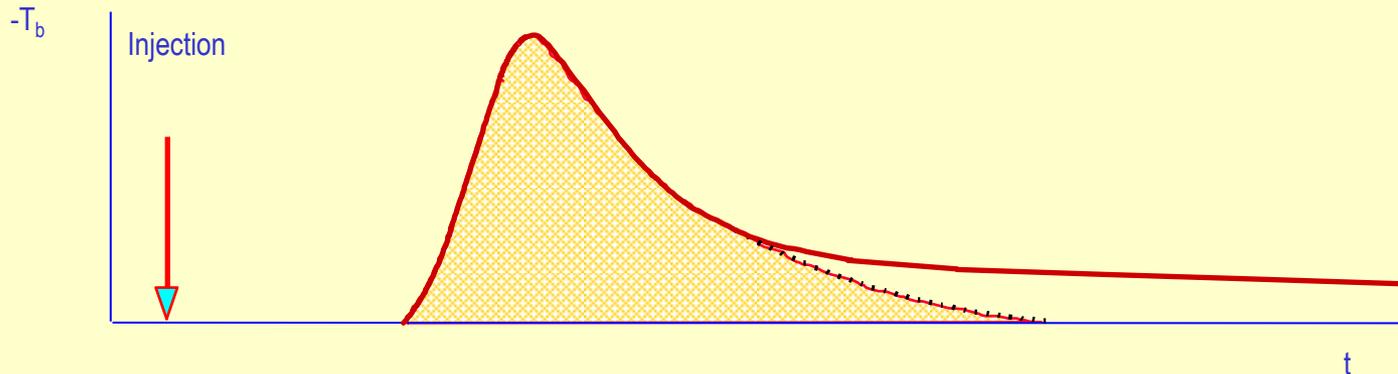




- Injection G5% ED froid, volume déterminé (15 ml)
- Mesure DC par thermodilution

# Mesure du Débit cardiaque par thermodilution transpulmonaire

Equation de Stewart-Hamilton :



$$CO_{TDa} = \frac{(T_b - T_i) \cdot V_i \cdot K}{\int \Delta T_b \cdot dt}$$

$T_b$  = Blood temperature

$T_i$  = Injectate temperature

$V_i$  = Injectate volume

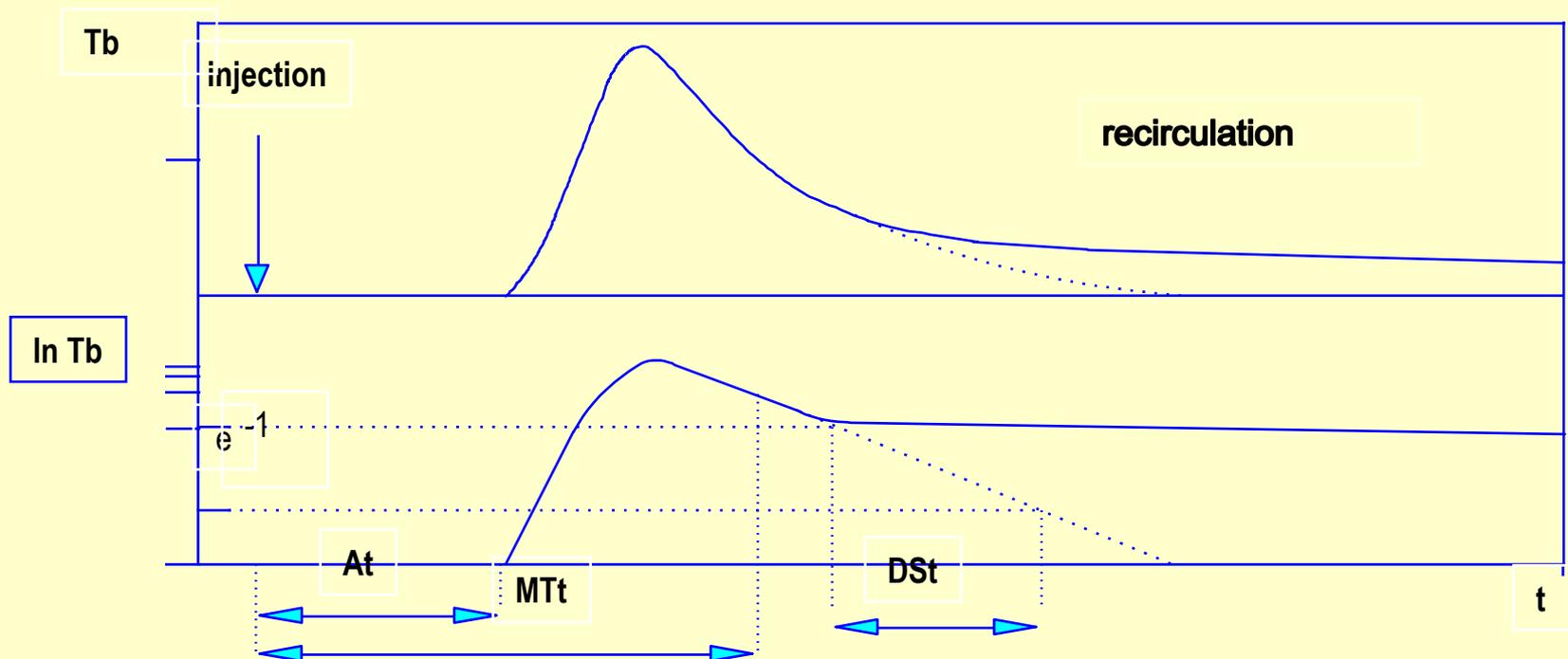
$\int \Delta T_b \cdot dt$  = Area under the thermodilution curve

$K$  = Correction constant, made up of specific weight and specific heat of blood and injectate

Pour les mesures de volumes, on se base aussi sur la courbe de température modifiée (log)

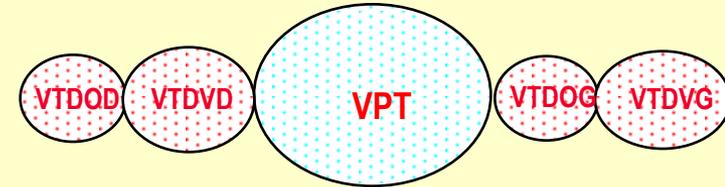
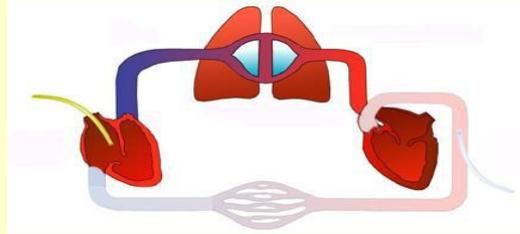
MTI : Mean transit time: temps pour que la moitié de l' "indicateur" passe la thermistance artérielle

DSt : Down Slope time: temps de décroissance

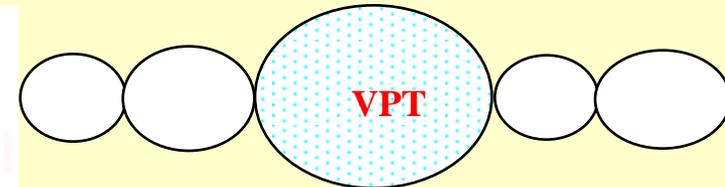
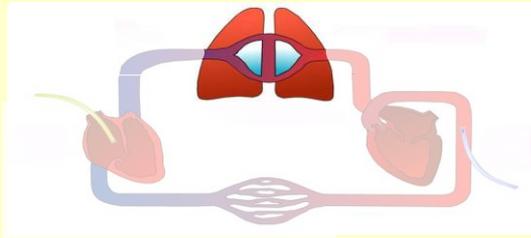


# PARAMETRES CALCULES:

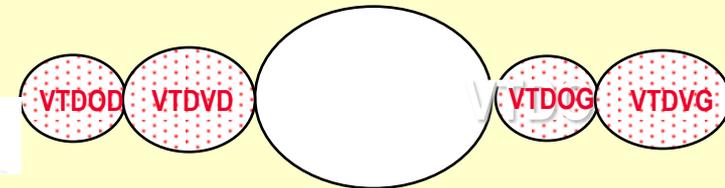
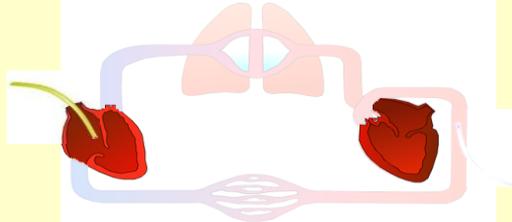
$$VTIT = DC * MTt_{TDa}$$



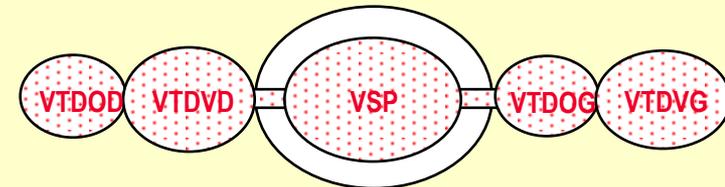
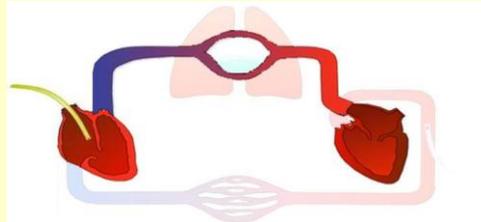
$$VPT = DC * DSt_{TDa}$$



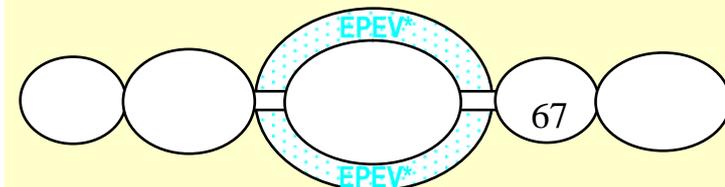
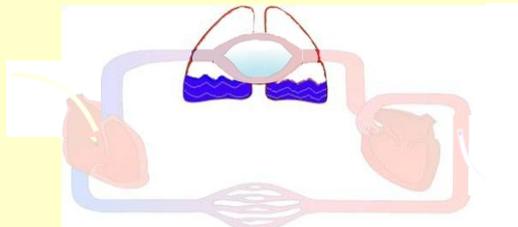
$$VTDG = VTIT - VPT$$



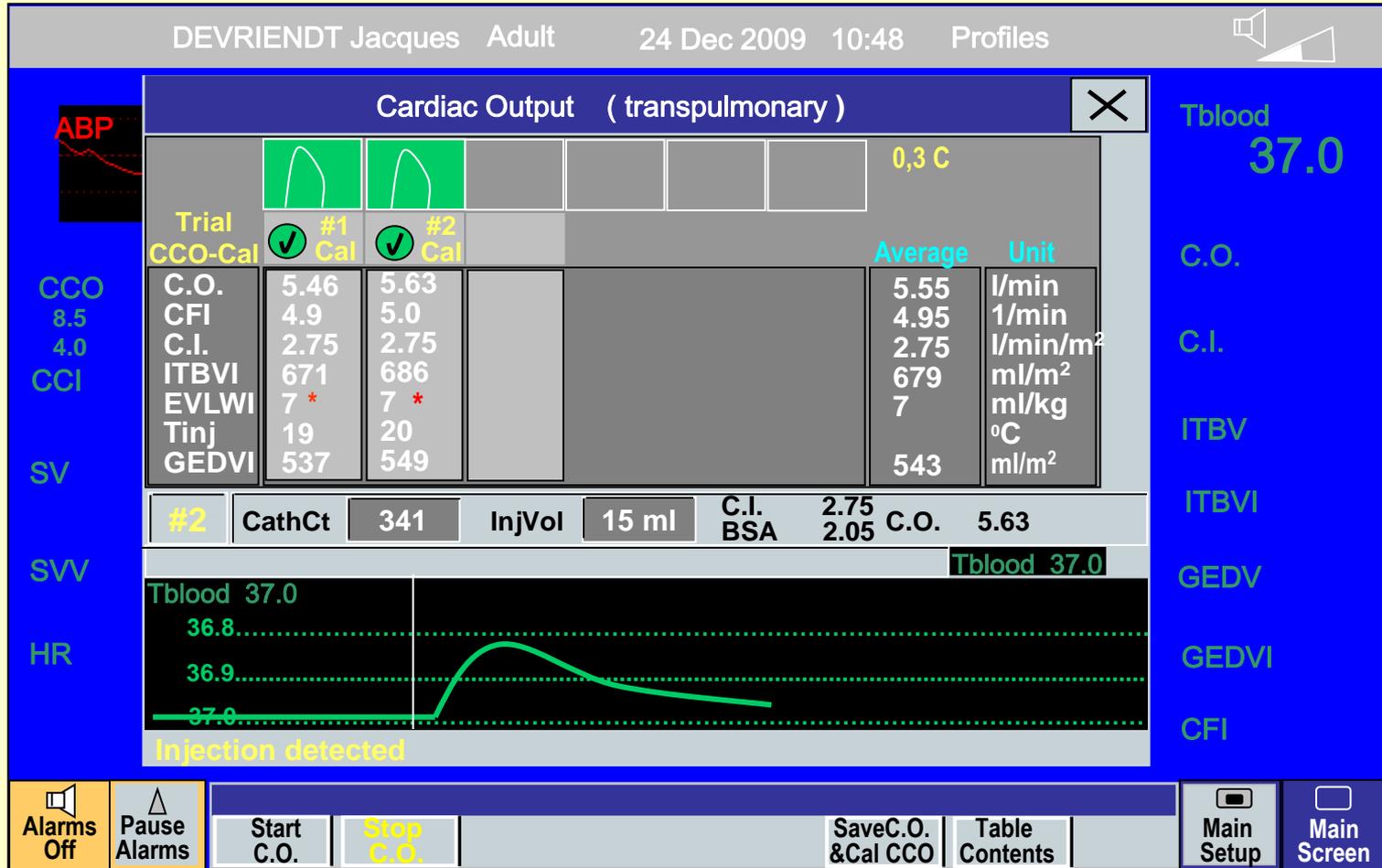
$$VSIT = 1.25 * VTDG$$



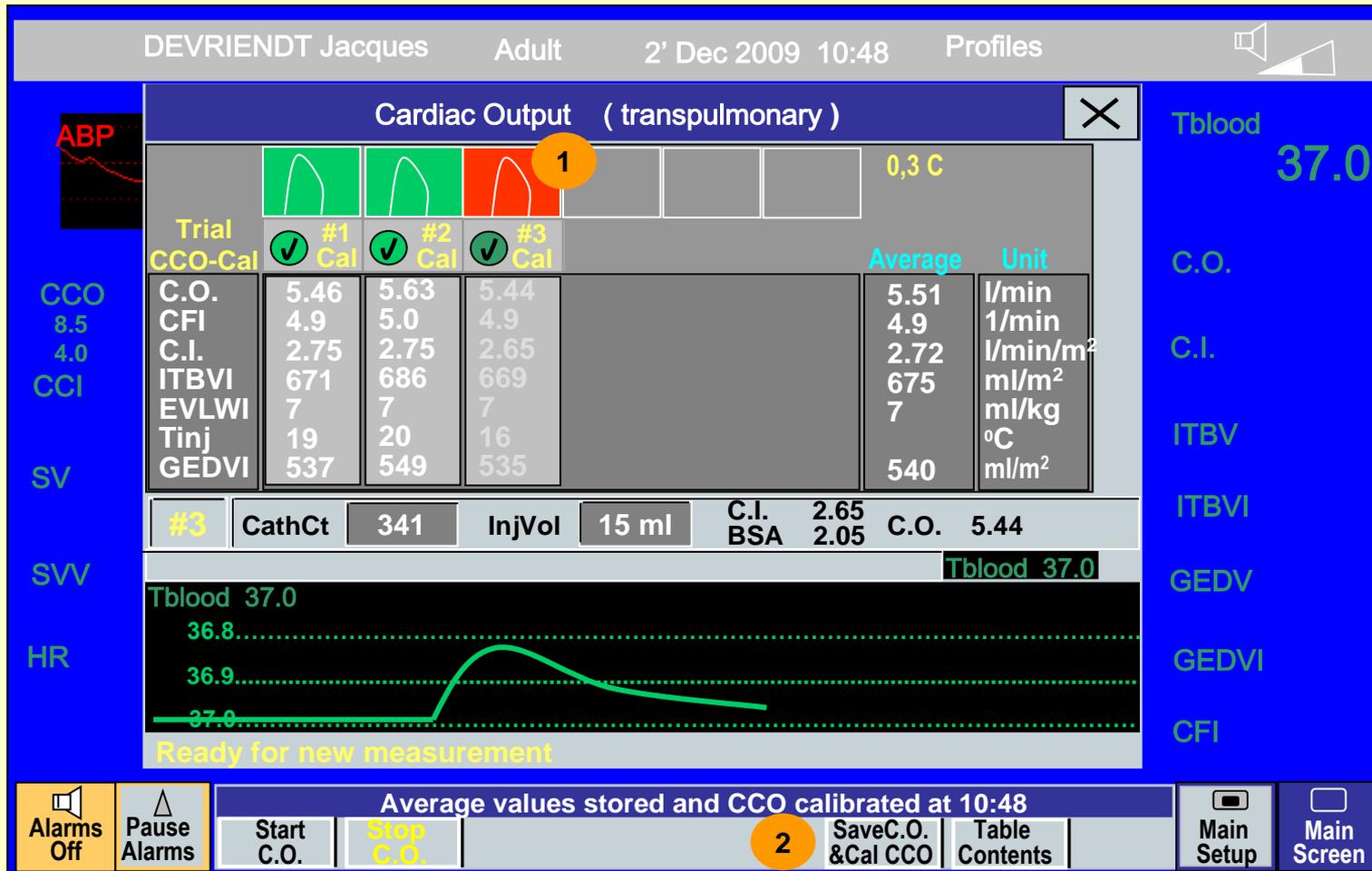
$$EPEV = VTIT - VSIT$$



# Thermodilution transpulmonaire



- Faire 3 mesures (injections)
- Attendre message “Ready for new measurement”
- Presser <Start C.O.> avant chaque injection



- 1 Pour exclure une mesure, cliquer sur la courbe verte  
 -> courbe deviendra rouge et ne sera pas prise en compte
- 2 Presser <Save C.O. & Cal CCO> pour sauver le Débit Cardiaque (CO) mais aussi calibrer et commencer la mesure du DC Continu (CCO)

# Hemodynamic Calculation (I)

Press button <Hemo Calc>

Smith, David    Adult    27 Dec 10:50    Profiles

Calculations

Calc Type: Hemodynamik    Calc Time: 27 Dec 10:50

Input	Units	Output	Units	Indexed	Units
C.O.	5.51 l/min			C.I.	2.7 l/min/m <sup>2</sup>
HR	60 /min	SV	72 ml	SI	47 ml/m <sup>2</sup>
ABPs	120 mmHg	SVR	1480 DS/cm <sup>-5</sup>	SVRI	2960 DSm <sup>2</sup> /cm <sup>-5</sup>
ABPd	70 mmHg				
ABPm	91 mmHg				
EVLW	595 ml/kg				
ITBV	1384 ml				
GEDV	1107 ml				
CVP	9 mmHg				
Height	180 cm				
Weight	85 kg	BSA	2,05		

Alarms Off    Pause Alarms    Resample Vitals    Perform Calc    Print Calc    On/Off DateTime    Hemo Review    Table Contents    Main Setup    Main Screen

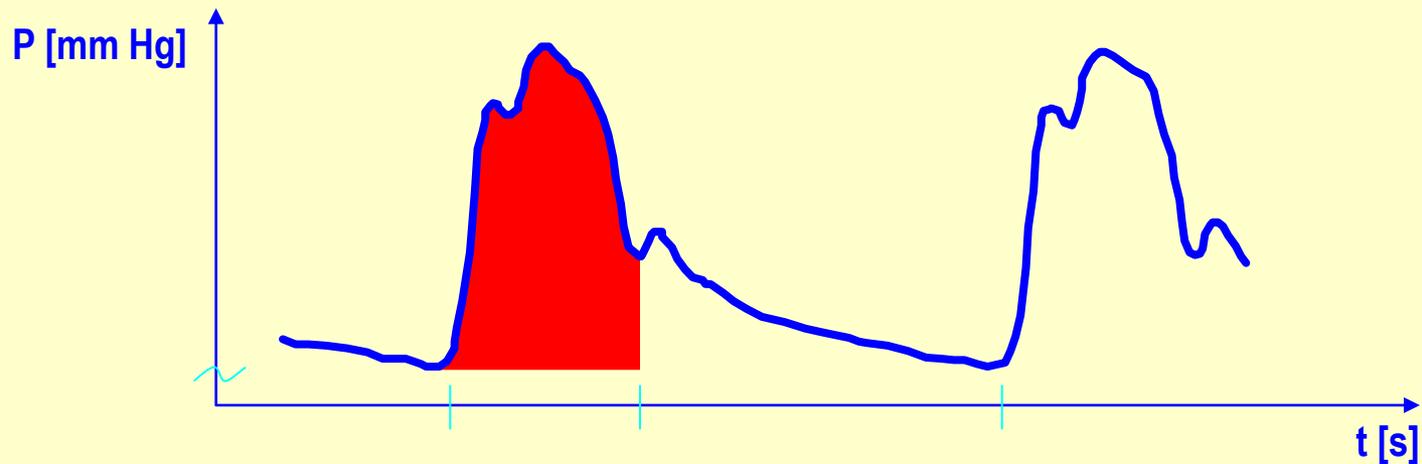
1 Click on CVP and enter current CVP

To indicate all PiCCO relevant parameters, press 2 <Resample Vitals> and 3 <Perform Calc>

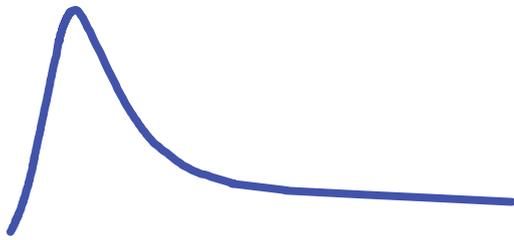
## Valeurs normales

<b>Cardiac Index (Index Cardiaque)</b>	<b>CI (IC)</b>	<b>3.0 – 5.0</b>	<b>l/min/m<sup>2</sup></b>
<b>Stroke Volume Index (Volume éjectionnel I)</b>	<b>SVI (VEj I)</b>	<b>40 – 60</b>	<b>ml/m<sup>2</sup></b>
<b>Intrathoracic Blood Volume Index (Index Volume Sanguin Intra Thoracique)</b>	<b>ITBVI IVSIT</b>	<b>850 – 1000</b>	<b>ml/m<sup>2</sup></b>
<b>Extravascular lung water index (Index Eau Pulmonaire Extra Vasculaire)</b>	<b>EVLWI IEPEV</b>	<b>3.0 – 7.0</b>	<b>ml/kg</b>
<b>Stroke volume variation</b>	<b>SVV</b>	<b>≤10</b>	<b>%</b>
<b>Mean arterial pressure</b>	<b>MAP</b>	<b>70 -90</b>	<b>mmHg</b>
<b>Systemic vascular resistance-index</b>	<b>SVRI</b>	<b>1700 – 2400</b>	<b>dyn*s*cm<sup>-5</sup>*m<sup>2</sup></b>
<b>Résistances Vasculaires Systémiques</b>	<b>RVSI</b>		

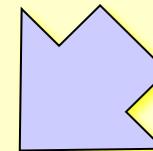
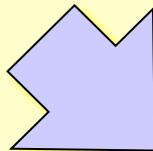
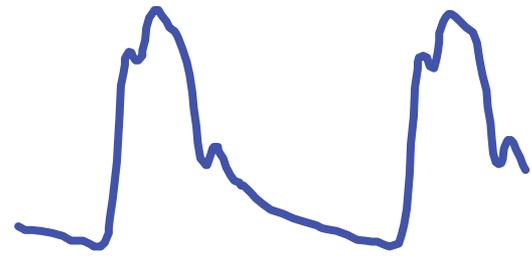
# Débit cardiaque continu: analyse du contour onde de pouls artériel et de ses variations: Importance primordiale d'avoir une bonne courbe de Pression artérielle



Reference CO value from  
thermodilution



Measured blood pressure  
( $P(t)$ , MAP, CVP)

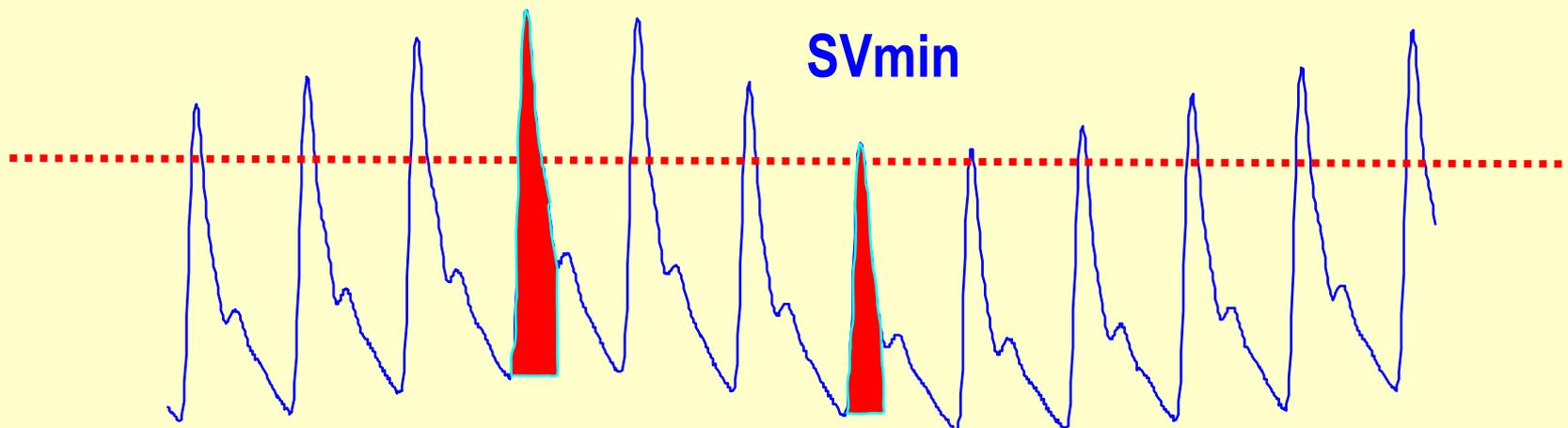


Individual aortic compliance  
 $C(p)$

# Détermination de la variation du volume éjectionnel (Stroke Volume Variation (SVV))

SVmax

SVmin

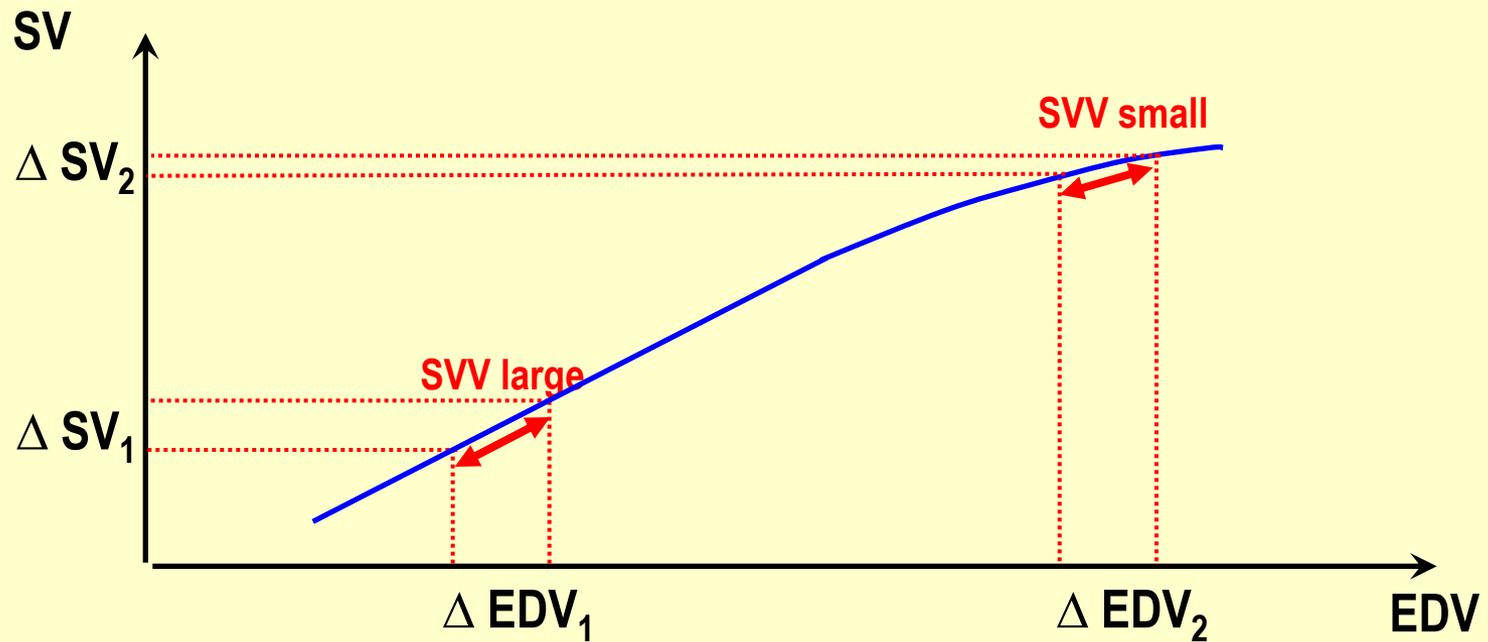


$$SVV = \frac{SV_{max} - SV_{min}}{SV \text{ mean}}$$

- ✓ Svmax et SVmin sont déterminés sur une fenêtre de 30 secondes
- ✓ Uniquement applicable chez les patients en ventilation contrôlée
- ✓ Si  $SVV > 10\%$  on peut estimer que le patient est hypovolémique et aura une bonne réponse au remplissage

SVV = Index de remplissage

### Courbe de Starling:

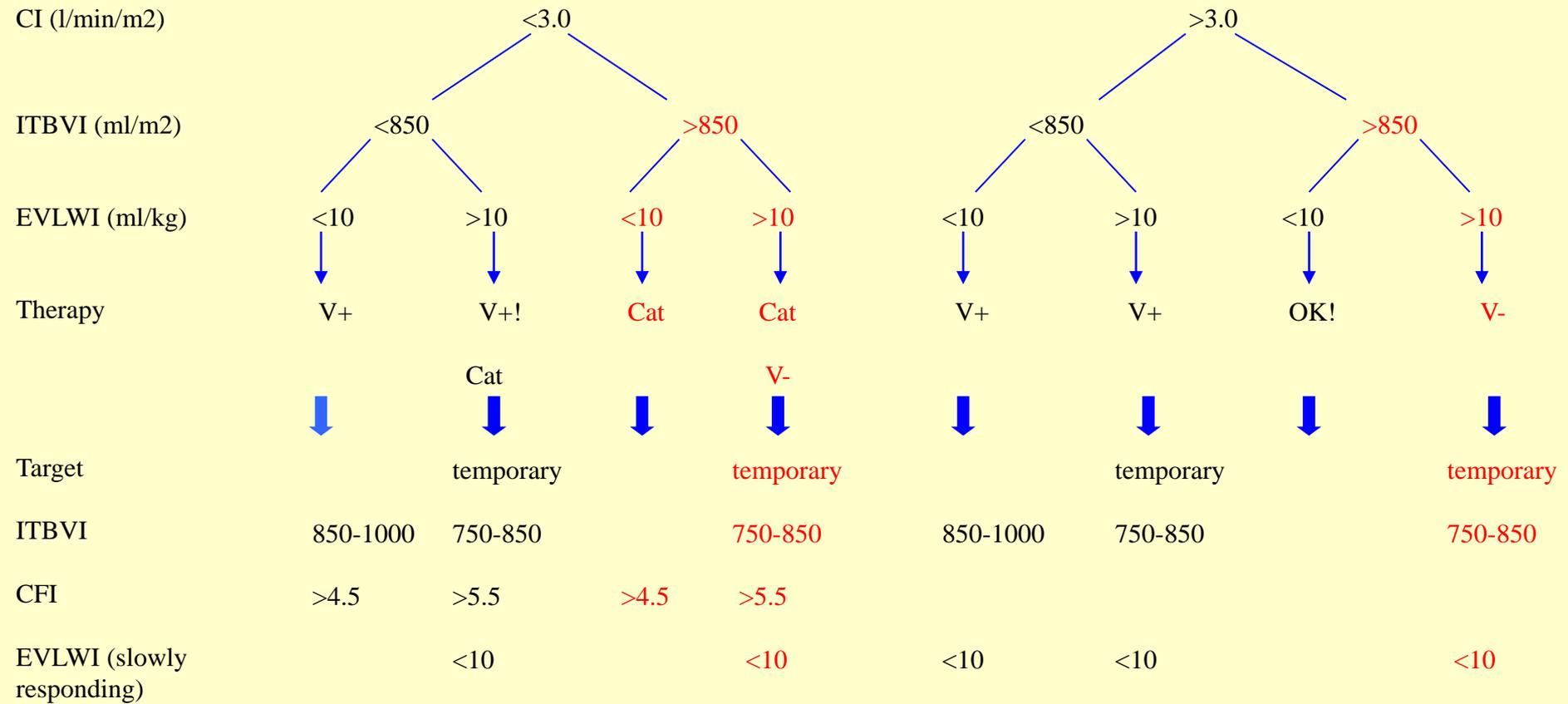


Les augmentation de volume cardiaque  $\Delta EDV_1 = \Delta EDV_2$   
mais  $\Delta SV_1 > \Delta SV_2$

Autre paramètre: Index de perméabilité vasculaire pulmonaire

- $IPVP = EPEV / VSP = \text{Eau Pulmonaire Extra Vasculaire} / \text{Volume sanguin pulmonaire}$  ( $PVPI = EVLW / PBV$ )
- Différencie OPH / ALI ARDS:  $IPVP > 3$  dans ALI ARDS

# Decision tree for hemodynamic / volumetric monitoring



V+ = volume loading (! = cautiously)    V- = volume contraction    Cat = catecholamines/ cardiovascular agents