

Monitorage du Débit Cardiaque

S.ABDELLATIF, A.TRIFI, S Ben LAKHAL
REANIMATION MEDICALE. CHU LA RABTA

Collège de Réanimation Médicale : Mercredi le 12 juin 2013

Pourquoi mesurer le Débit Cardiaque?

- Rechercher la cause
- Évaluer la réponse hémodynamique au remplissage
- Évaluer la réserve cardiovasculaire
- Rationaliser le traitement: une stratégie thérapeutique

Utilisation pratique du DC

- La valeur « adéquate » du débit est difficile à préciser
- L'hypoperfusion peut être reconnue mais tardivement
- Par contre, il est important de quantifier l'effet de nos interventions sur la perfusion

➤ Les variations du débit sont plus intéressantes que sa valeur absolue

Monitoring du DC

- Indispensable chez les patients à risque
- La thermodilution associée au cathétérisme de l'AP reste une technique incontournable
- De nouvelles techniques facilitent l'obtention du débit et peuvent trouver leur place chez les patients dont les pressions droites et le SVO_2 ne sont pas nécessaires

Comment mesurer le Débit Cardiaque ?

- Techniques invasives:
 - CAP
 - PICCO
 - Flotrac Vigileo

- Techniques non invasives:
 - Doppler œsophagien
 - Bioimpédance, bioréactance
 - Analyse des gaz expirés (NICO)

Comment mesurer le Débit Cardiaque ?

➤ Techniques invasives:

➤ CAP

➤ PICCO

➤ Flotrac Vigileo

➤ Techniques non invasives:

➤ Doppler œsophagien

➤ Bioimpédance, bioréactance

➤ Analyse des gaz expirés (NICO)

- **CAP**

- POD

- PAPO

- RVS

- DC

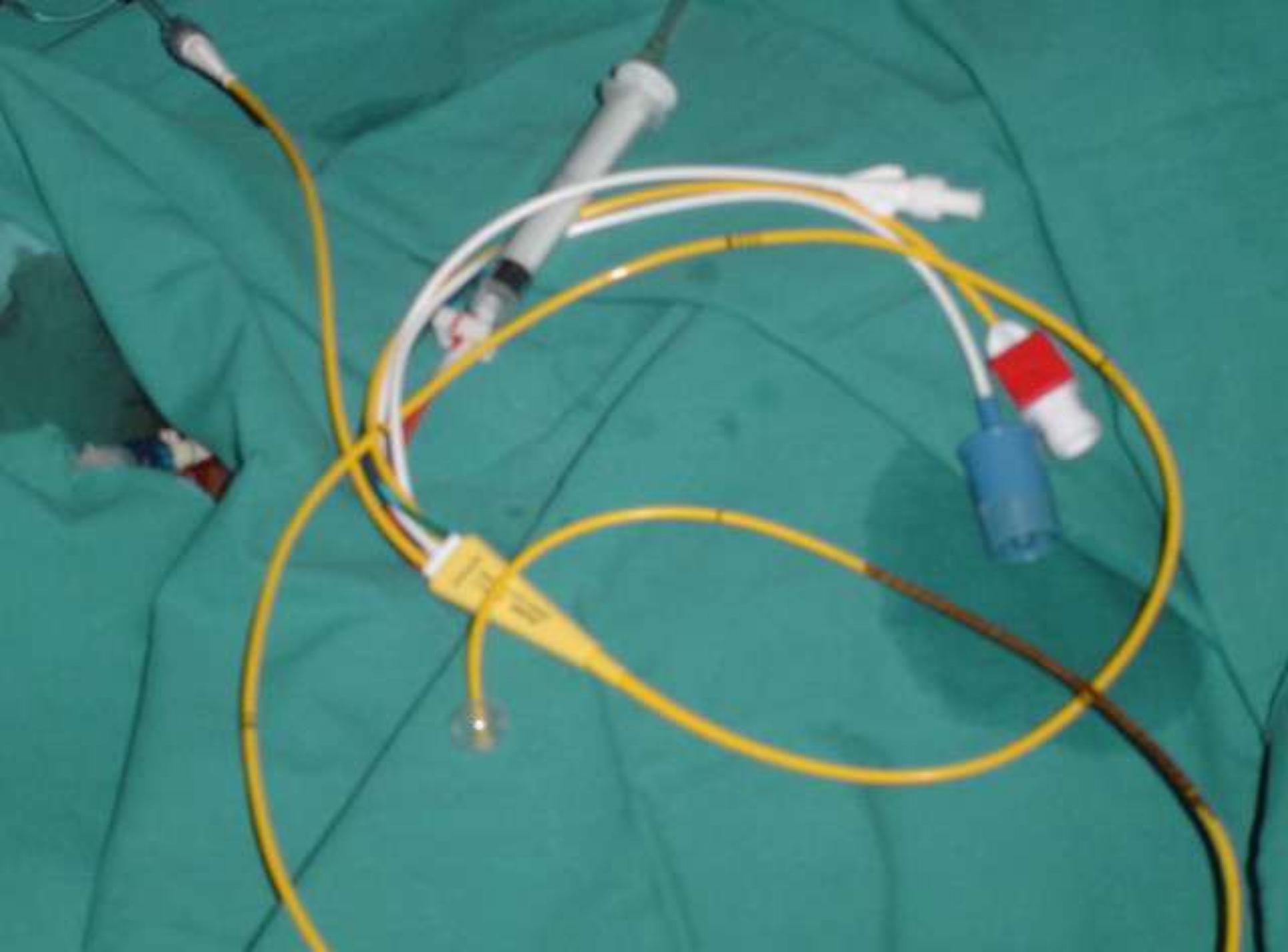
- SVO_2

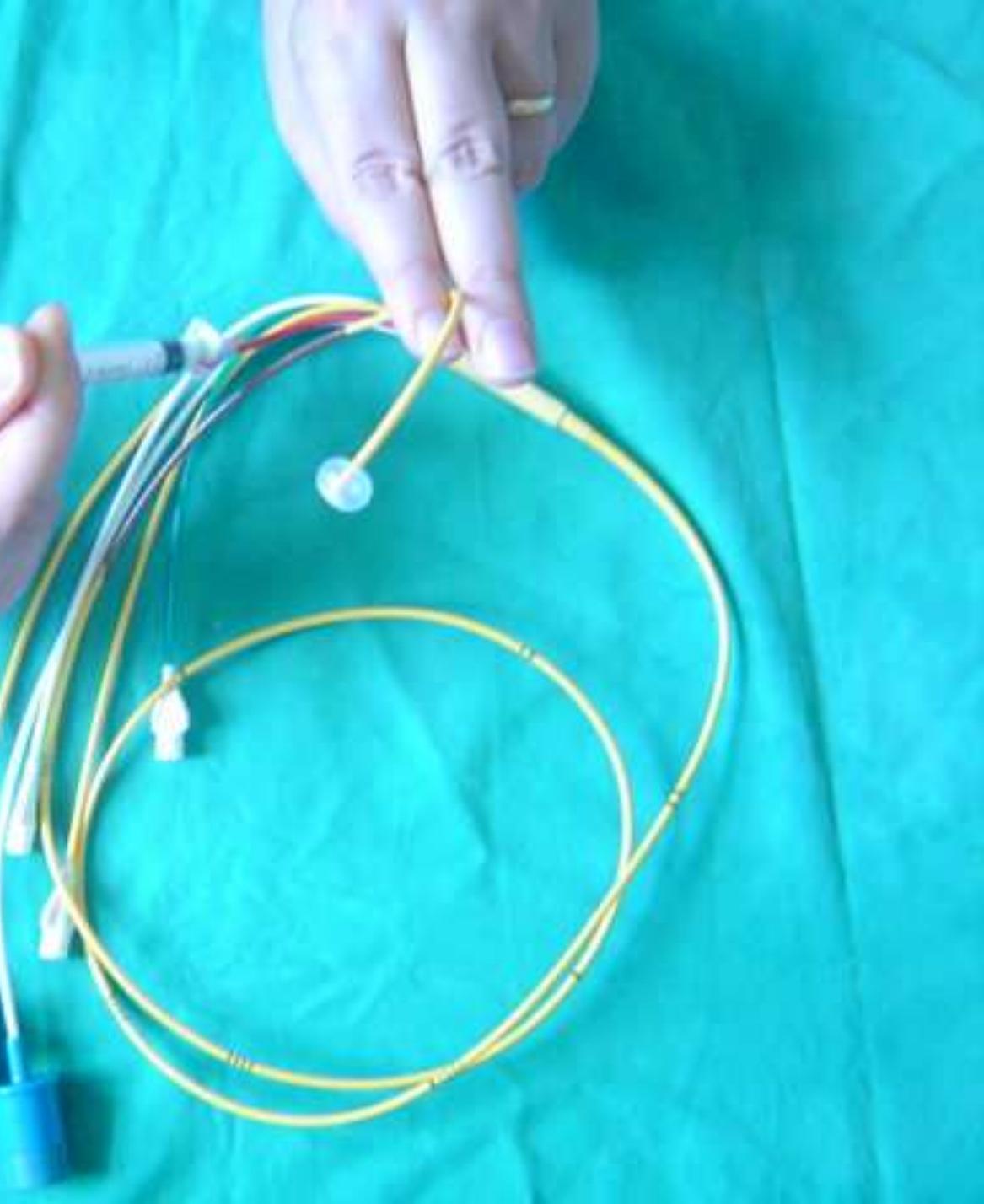
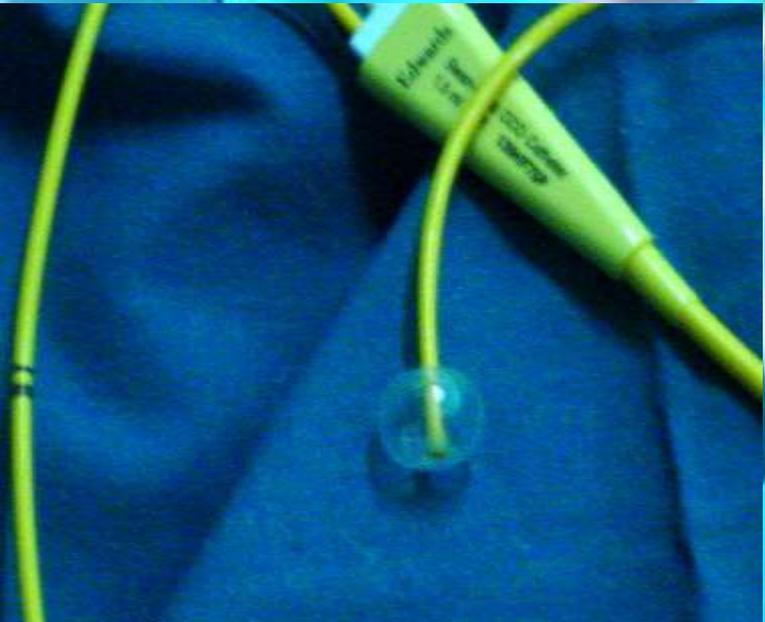
- $DaVO_2 = CaO_2 - CvO_2$

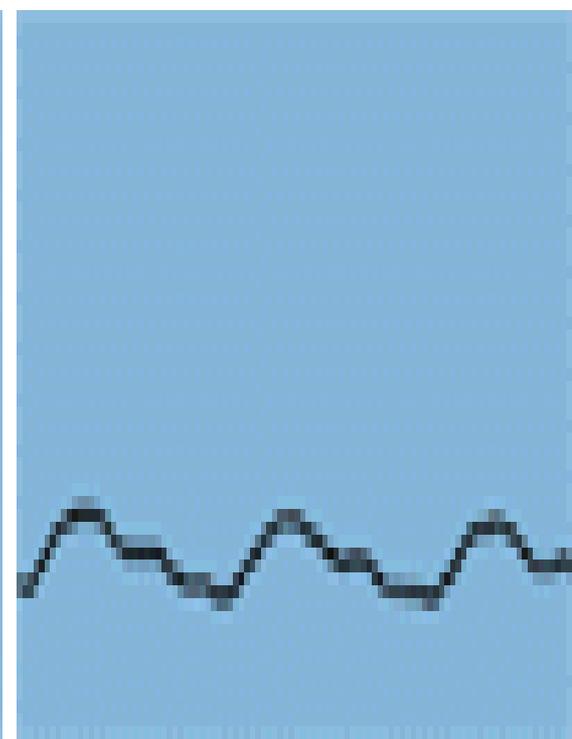
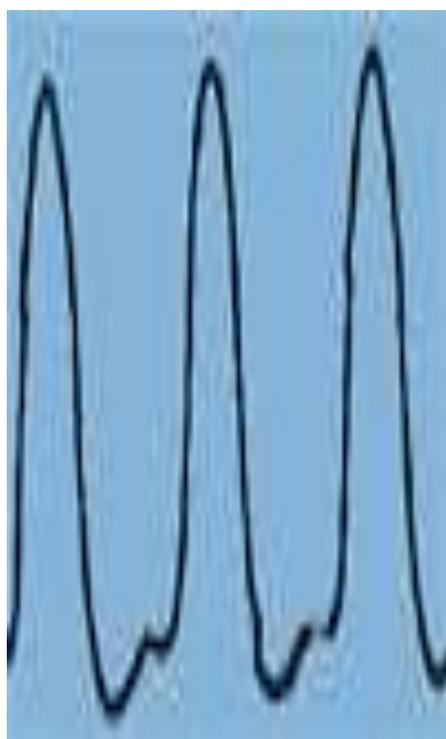
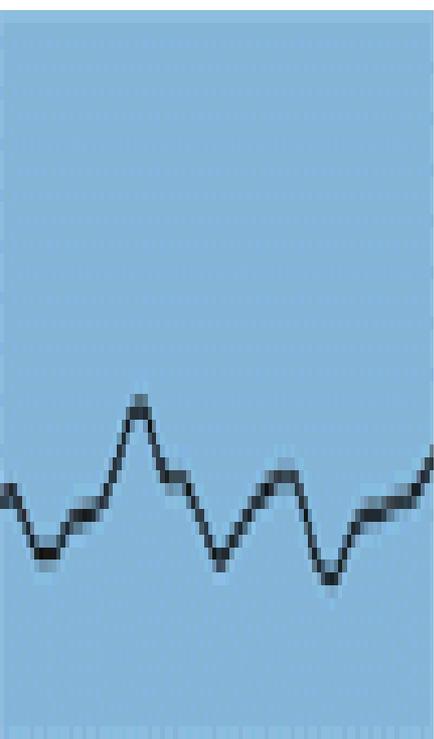
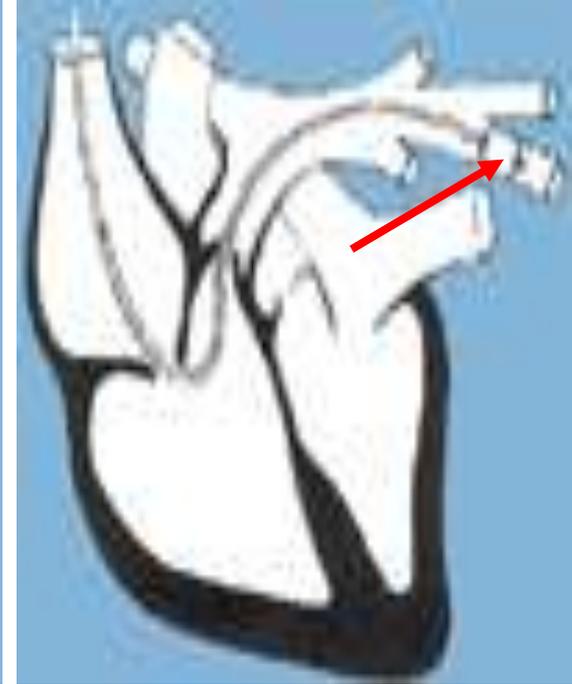
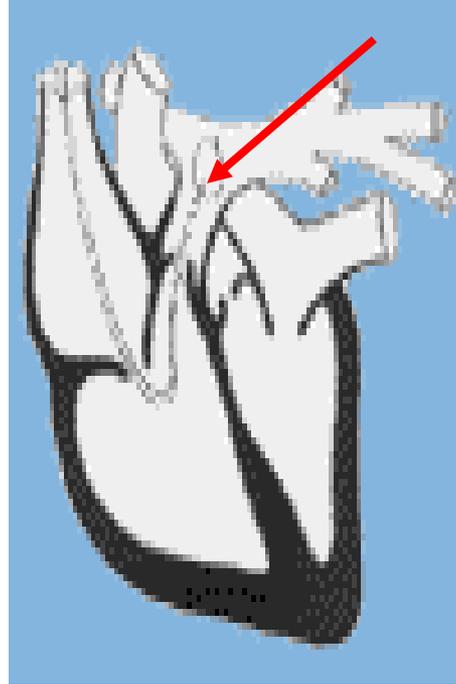
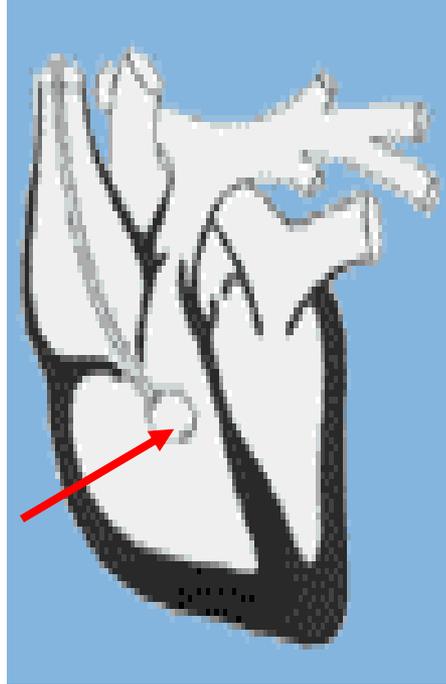
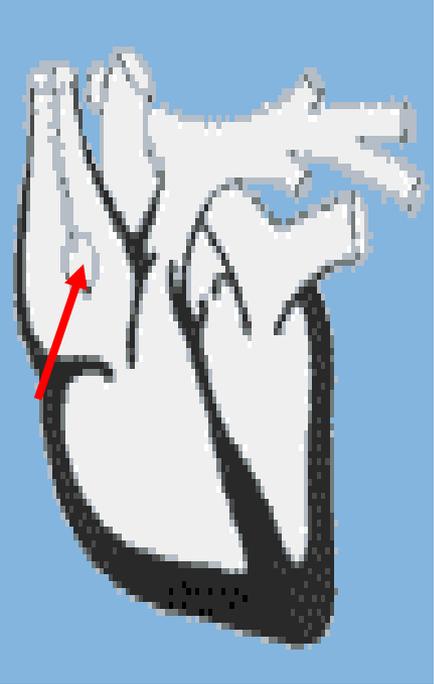
- $DaVCO_2 = PaCO_2 - PvCO_2$

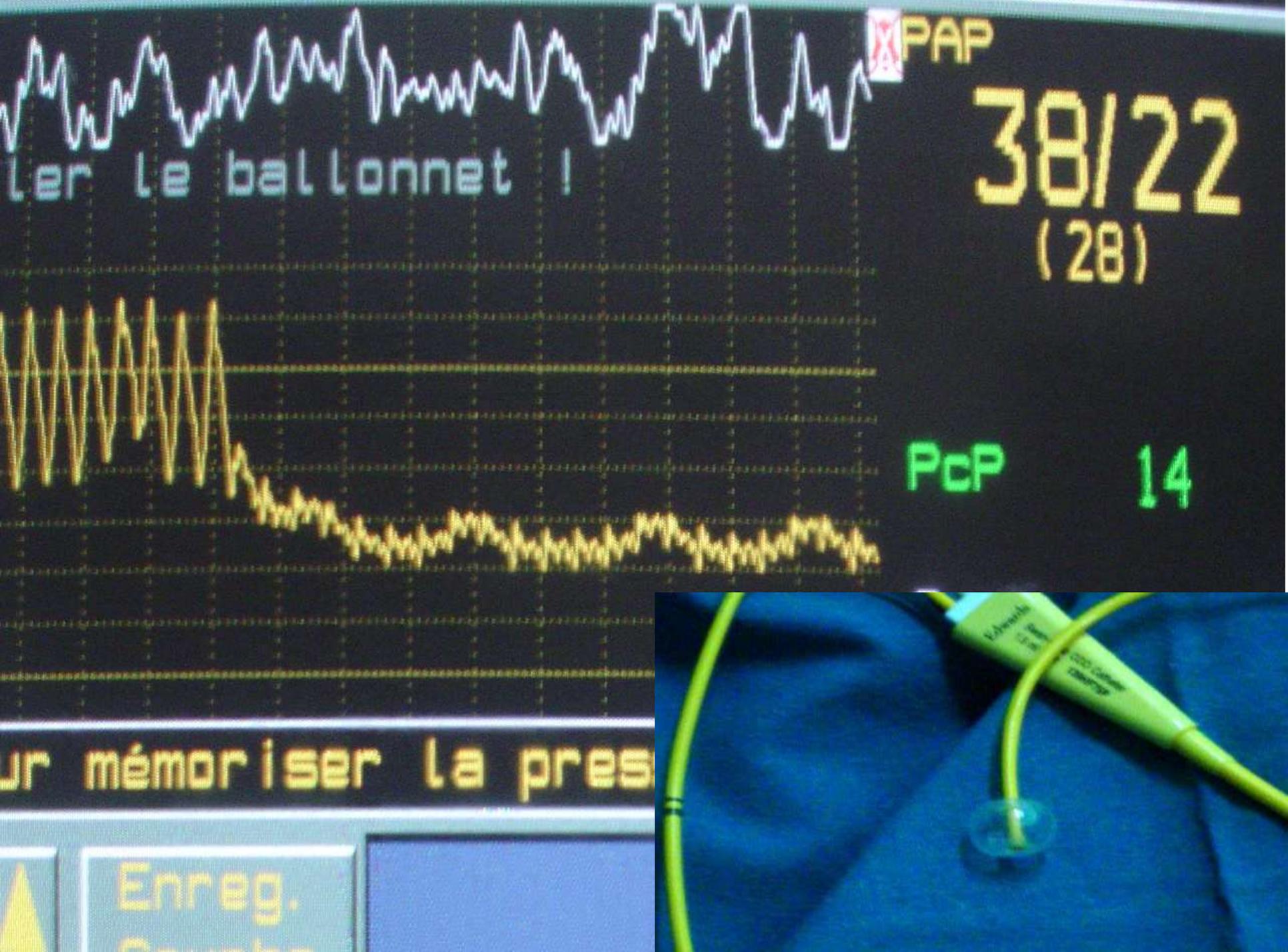












Débit cardiaque discontinu

par thermodilution

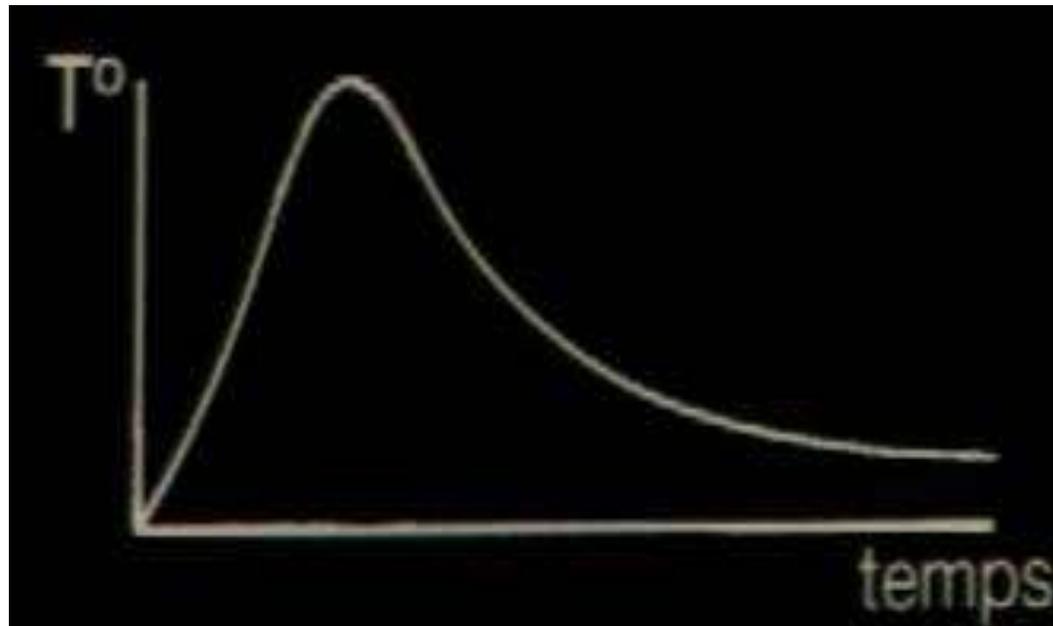
- Le débit cardiaque est calculé par l'équation de Stewart-Hamilton:

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

- Q = débit cardiaque
- V_1 = volume de l'injectat
- T_B = température du sang
- K_1 = densité de l'injectat
- K_2 = constante de calcul
- Injection d'un volume connu à une température connue.
- La variation de température du sang en fonction du temps

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

- Cette équation est résolue par le calculateur, par intégration de la surface sous la courbe des variations de température du sang en fonction du temps.



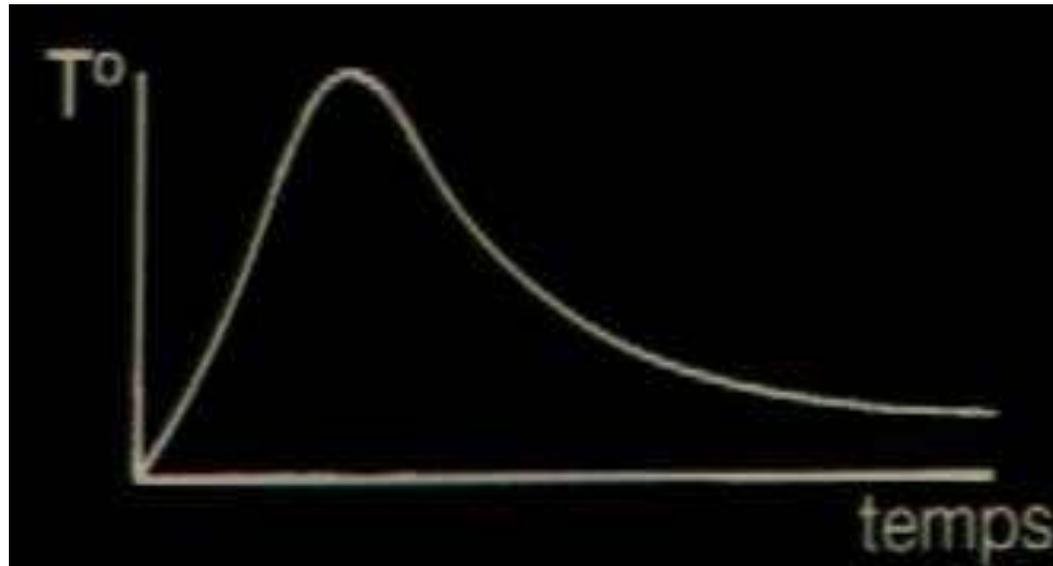
➤ **Nature de l'injectat**

➤ glucose 5 % (NaCl 0.9 → sous-estimation du DC de 2 %).

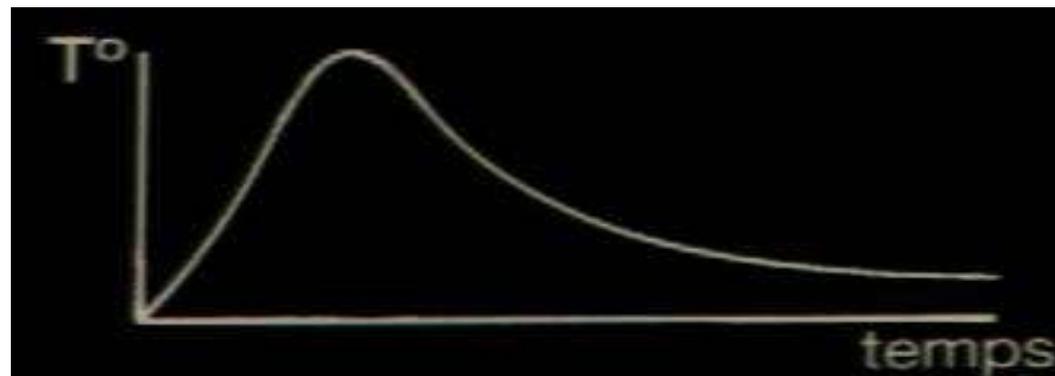
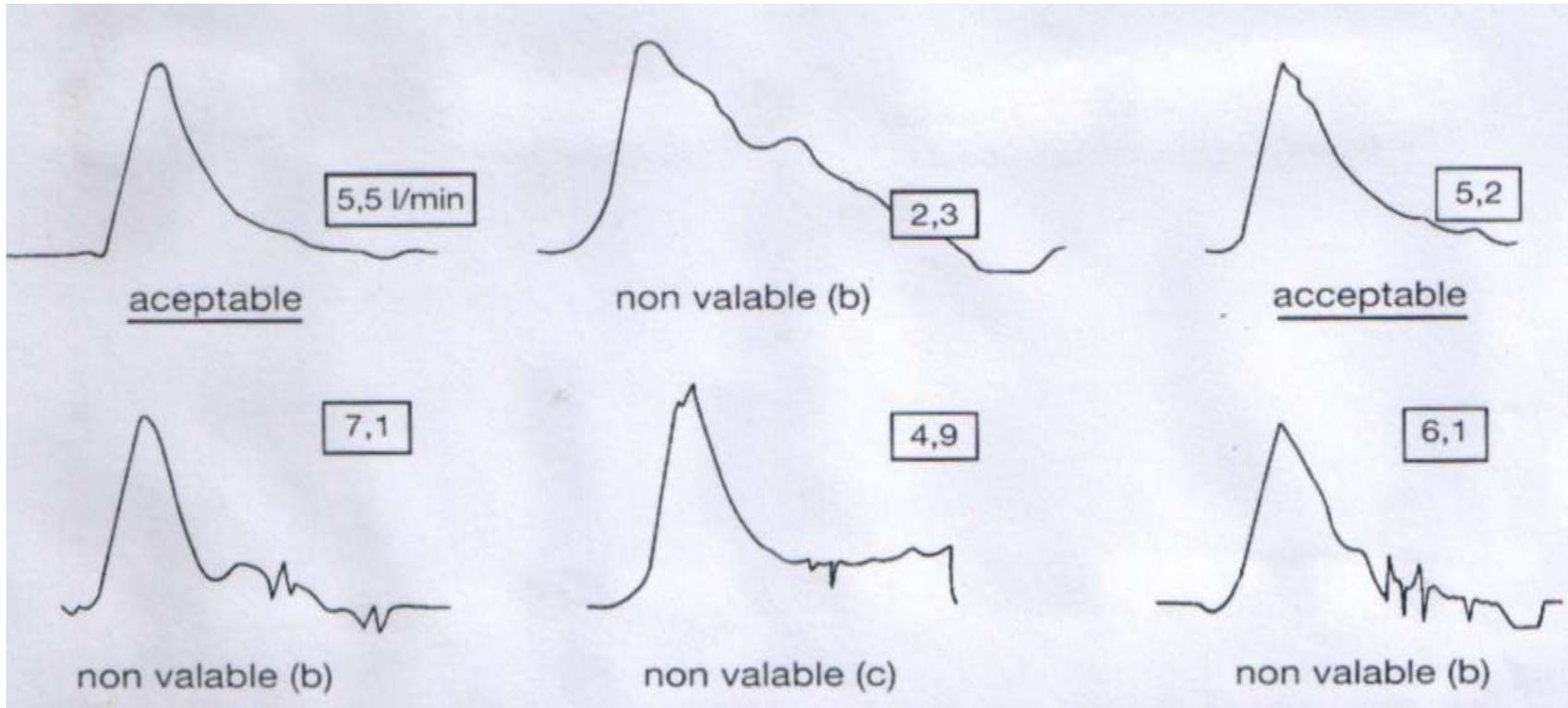
➤ **Durée et qualité de l'injection**

➤ < 4 secondes.

➤ contrôle de qualité = courbe de thermodilution.



Contrôle de qualité = courbe de thermodilution.



➤ Volume de l'injectat

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

➤ Système d'injection

- système clos ↓ les risques infectieux.

➤ Température de l'injectat

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

➤ Temps de la mesure

- variation du débit cardiaque au cours du cycle ventilatoire, tout particulièrement chez les patients en ventilation mécanique.
 - FR élevée : injection à temps aléatoire
 - FR < 12 : injection à temps déterminé

➤ Nombre de mesures

- moyenne de 3 à 5 mesures consécutives

➤ Limites de la méthode

- shunt intracardiaque gauche-droit
- insuffisance tricuspide sévère
- instabilité de la température de base dans l'artère pulmonaire

ART

120

90

~~MT~~

Modification D.C.

79.60

7.99

7.22

6.96

0.4
T



#1

#2

#3

#4

IC moyen

: 7.94 U/min

IC moyen

: 4.3

... VALIDER pour mémoriser la valeur moyenne

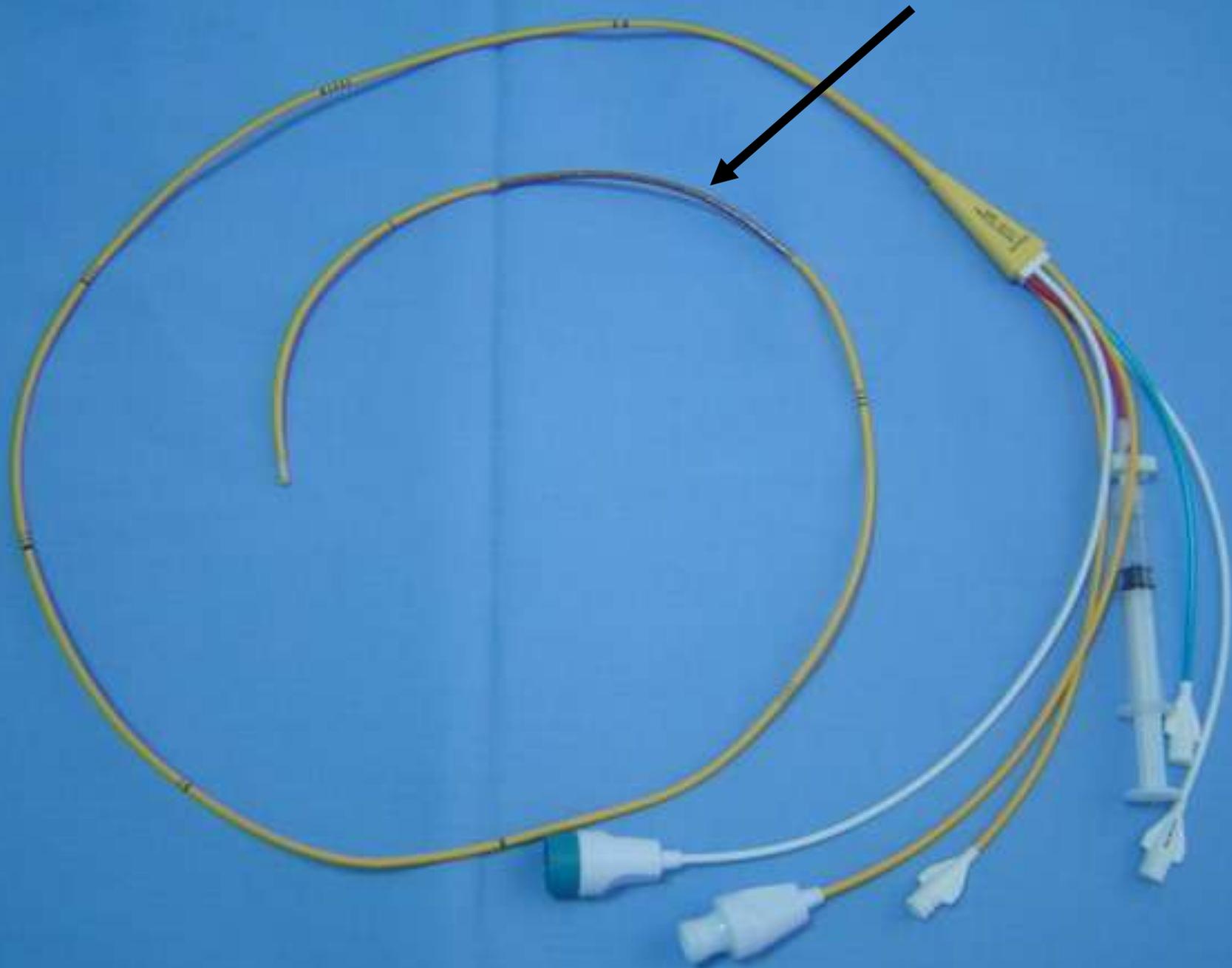
élect.
Courbe

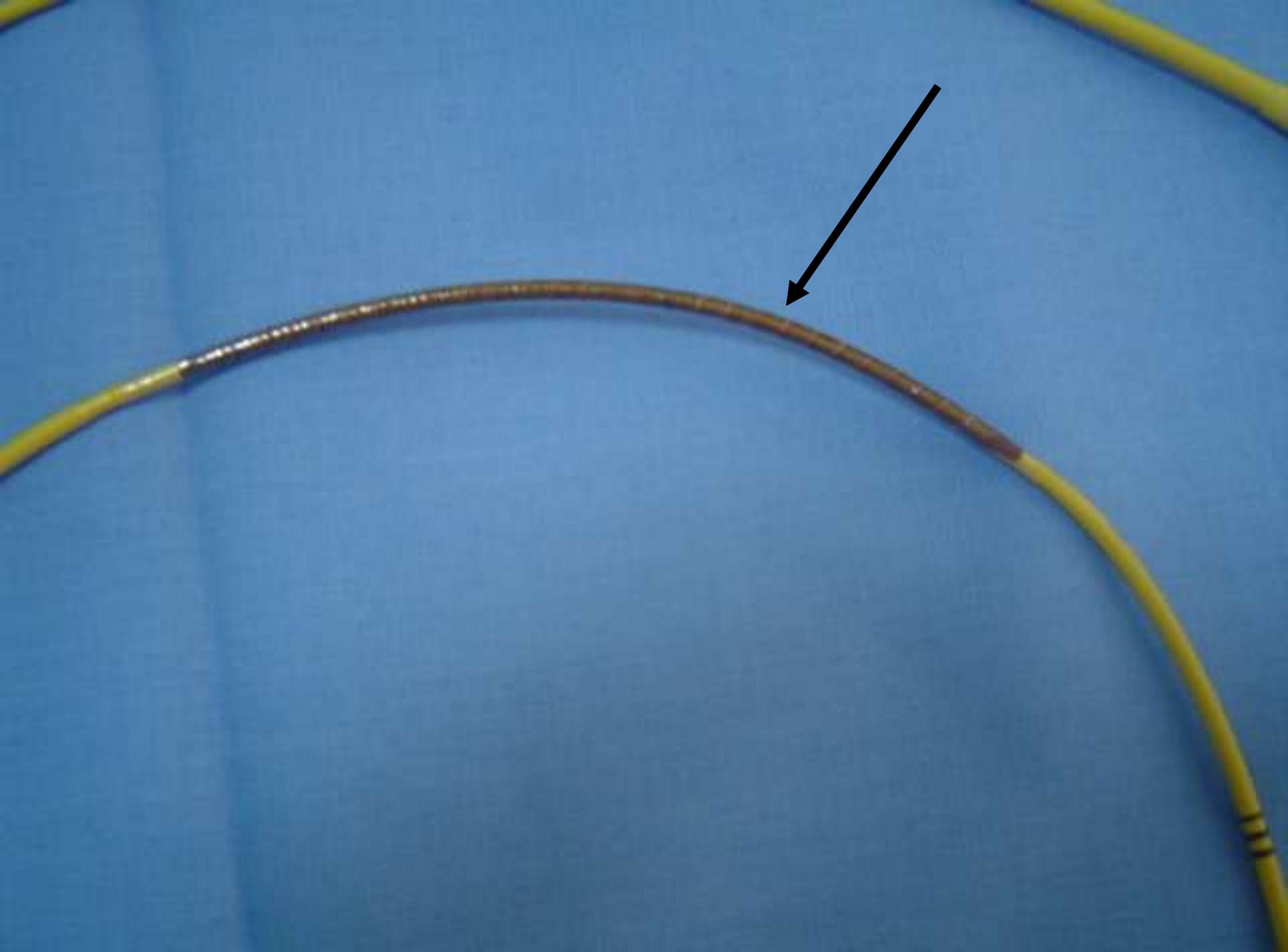
Suppr.
Oui/Non

Calculs
Hémo.

Débit cardiaque continu

- Les cathéters équipés d'un filament thermique fournissent la moyenne des mesures de débit cardiaque des 3 à 6 minutes précédentes, réactualisée toutes les 30 secondes.
- La technologie utilisée permet de s'affranchir des limitations de la thermodilution discontinue
- Cette méthode n'est pas utilisable quand la température corporelle est supérieure à 40 °C.





flaxter

SvO₂



ICG 5.1

FS 40.7

DSS 11.8



DCC active

Tend.

Donn. Patient

Config.

Alarms

Anesth

Calc. 4999

SvO₂

Mode rapide

DC Bolus

Comment mesurer le Débit Cardiaque ?

➤ Techniques invasives:

➤ CAP

➤ PICCO

➤ Flotrac Vigileo

➤ Techniques non invasives:

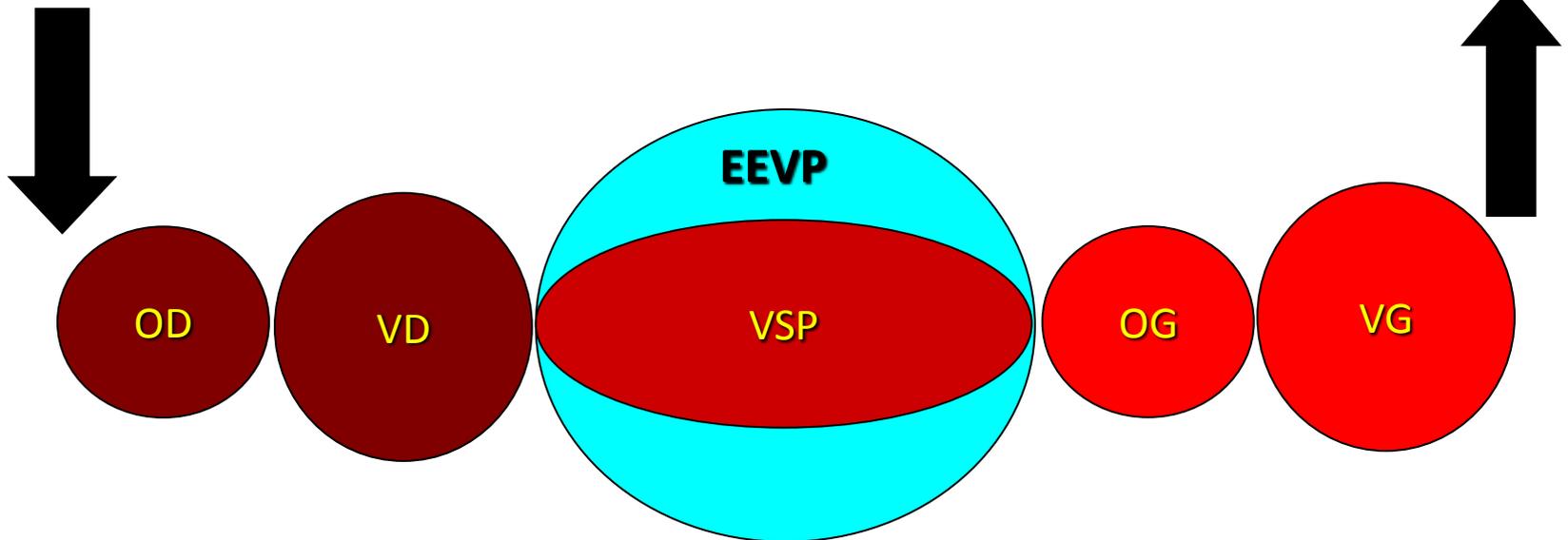
➤ Doppler œsophagien

➤ Bioimpédance, bioréactance

➤ Analyse des gaz expirés (NICO)

Thermodilution transpulmonaire

Mesure des volumes de distribution - Principe

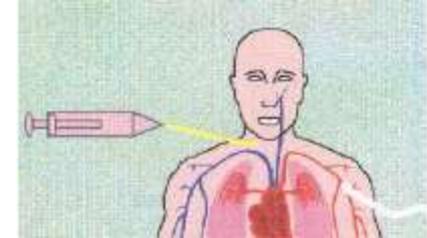


- Peu invasive, permet évaluation rapide et simultanée du débit cardiaque, de la précharge, de la fonction cardiaque globale et de l'eau pulmonaire extravasculaire.
- Permet également de prédire la réponse au remplissage.

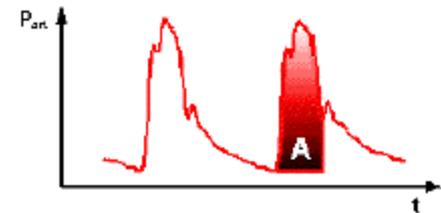
PRINCIPES

➤ 2 méthodes sont associées pour obtenir l'ensemble des paramètres mesurés et calculés, en continu ou en discontinu:

➤ La thermodilution transpulmonaire



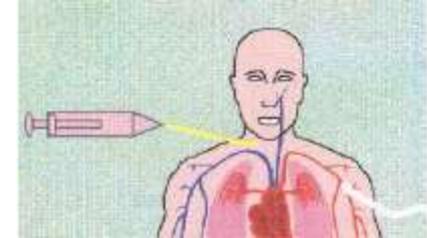
➤ Le Pulse Contour Cardiac Output



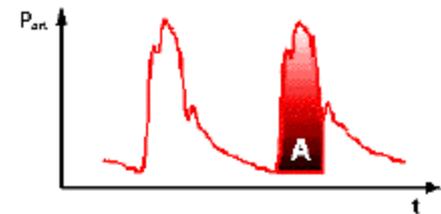
PRINCIPES

➤ 2 méthodes sont associées pour obtenir l'ensemble des paramètres mesurés et calculés, en continu ou en discontinu:

➤ La thermodilution transpulmonaire



➤ Le Pulse Contour Cardiac Output



- Technique qui permet la mesure du DC (identique à celle utilisée dans la thermodilution artérielle pulmonaire): intégration de la courbe de dilution d'un indicateur (sérum phy froid) dans la circulation, selon le principe de Stewart-Hamilton.

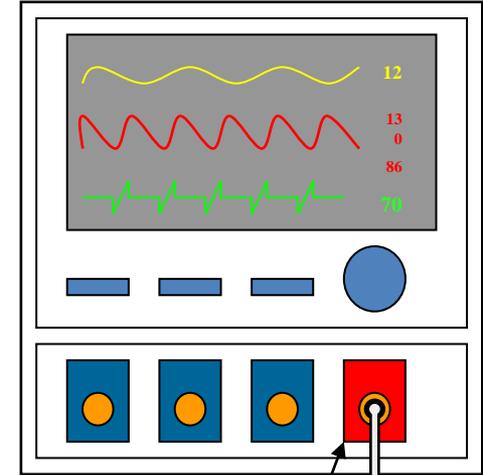
$$DC = [(T_b - T_i) \cdot V_i \cdot K] / [\int \Delta T_b \cdot dt] \quad (1)$$

T_b :	Température sanguine avant injection du bolus froid
T_i :	Température de la solution injectée (injection)
V_i :	Volume injecté
$\int \Delta T_b \cdot dt$:	Surface sous la courbe de thermodilution
K :	Constante de correction qui se compose des poids et des chaleurs spécifiques du sang et de l'injection

- Détermine le DC après injection d'un bolus de liquide froid dans une veine centrale et le recueil des modifications de température induites dans une artère fémorale (KTA avec thermistance)

SCHEMA D'INSTALLATION

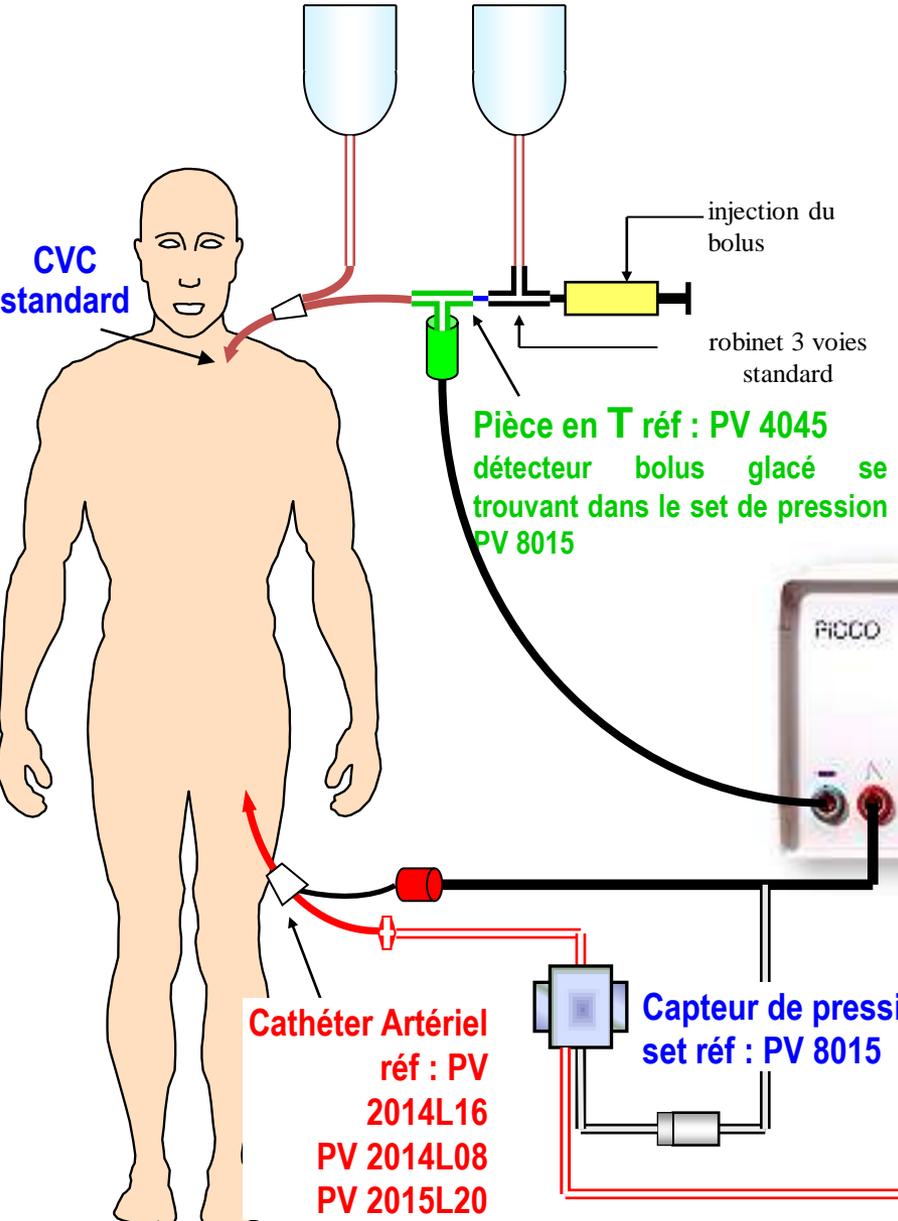
Moniteur de surveillance



PAS

Prise
auxiliair

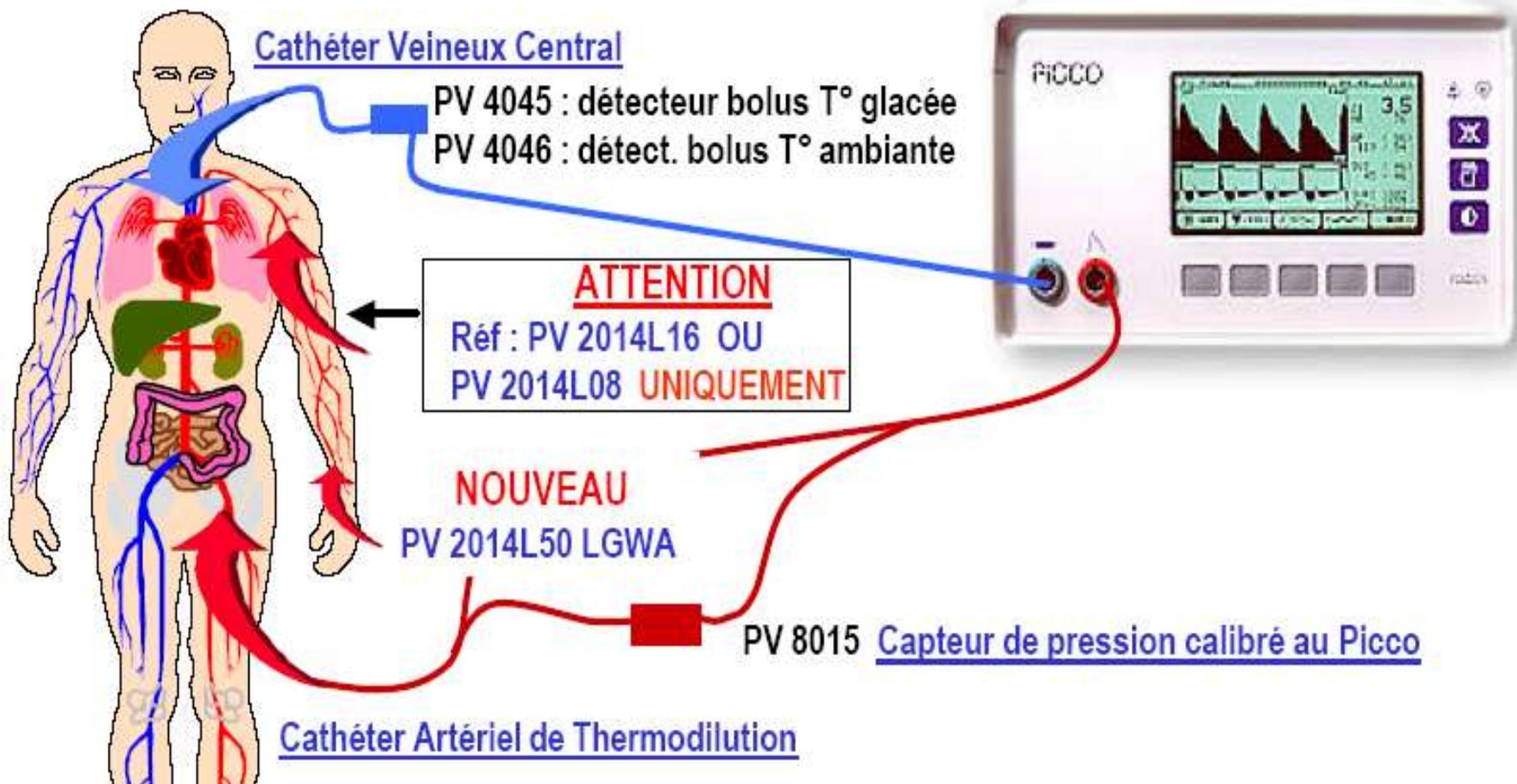
Câble auxiliaire de
renvoi de courbe de P.A.



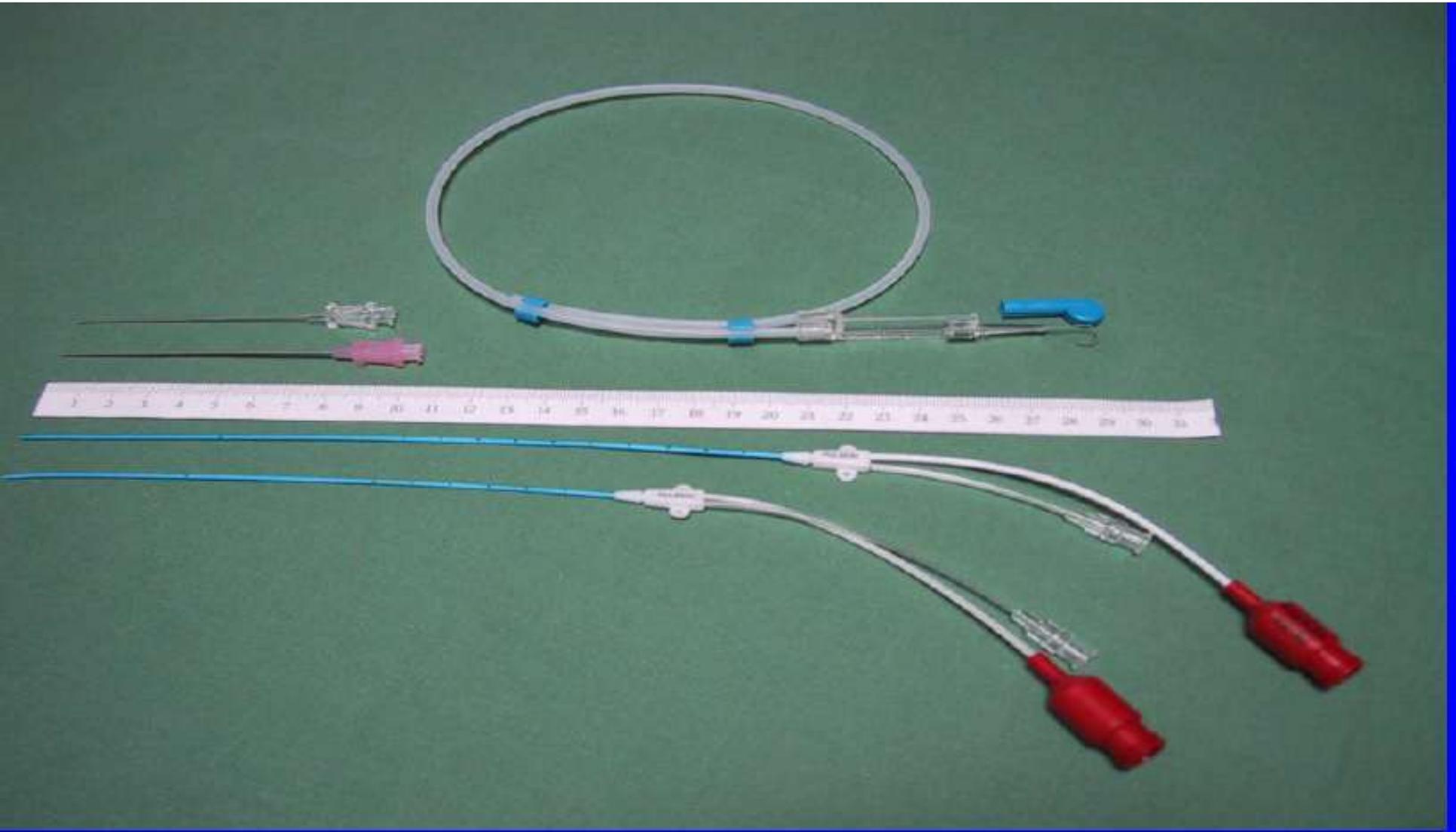
Pièce en T réf : PV 4045
détecteur bolus glacé se
trouvant dans le set de pression
PV 8015

Cathéter Artériel
réf : PV
2014L16
PV 2014L08
PV 2015L20

Capteur de pression Pulsion
set réf : PV 8015

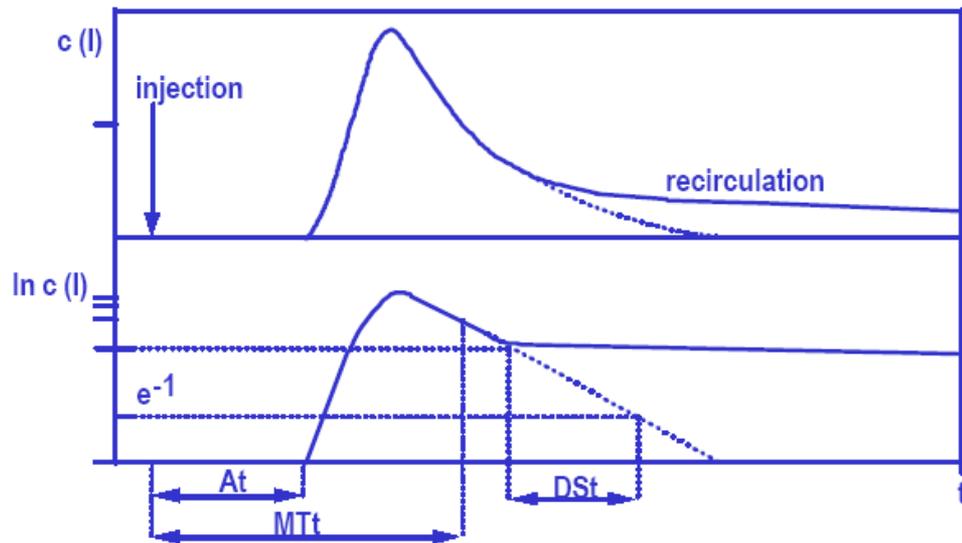






- Le calcul des volumes se fait par la multiplication du DC par certains temps caractéristiques pris dans la courbe de thermodilution

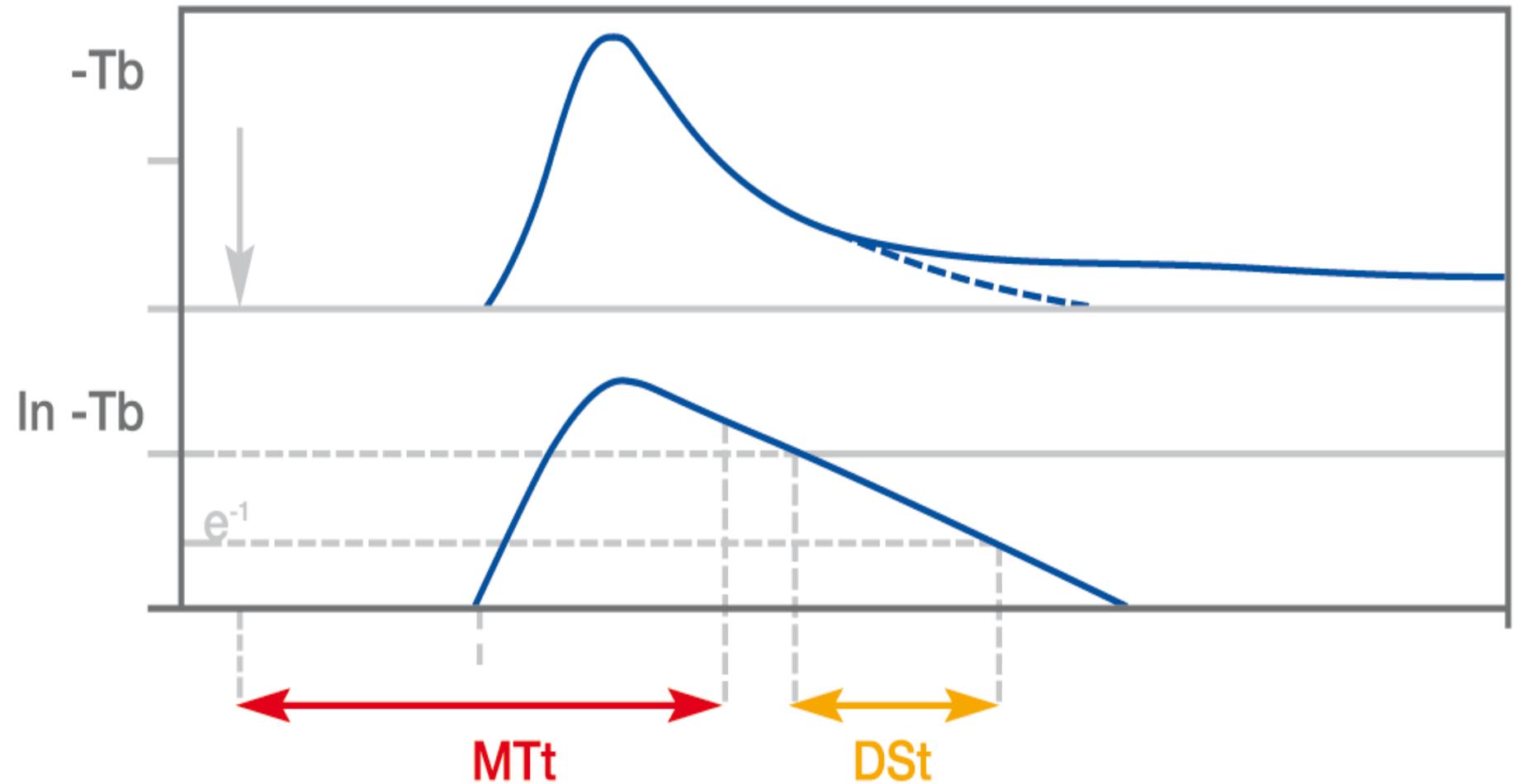
Analyse de la courbe de dilution



At : Appearance time

MTt : Mean transit time

DSt : Down slope time



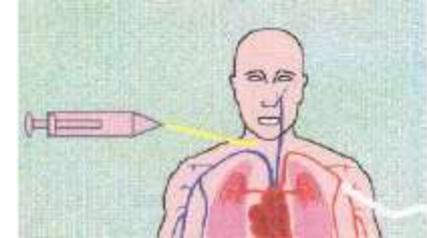
➤ temps de transit moyen (MT_t) et du temps de chute (DSt)

- **Paramètres obtenus en discontinu:**
 - **Calibration automatique du Pulse Contour**
 - **Paramètres mesurés:**
 - Temps de transit moyen (MTt)
 - Temps exponentiel de chute de la courbe (DSt)
 - **Paramètres calculés:**
 - DC
 - Index de fonction cardiaque globale (IFC)
 - Volume sanguin intra-thoracique (VSIT)
 - Eau pulmonaire extra-vasculaire (EPEV)

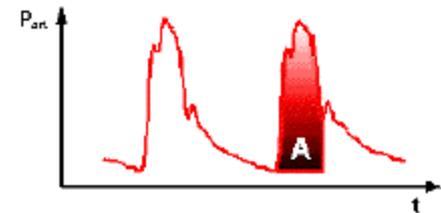
PRINCIPES

➤ 2 méthodes sont associées pour obtenir l'ensemble des paramètres mesurés et calculés, en continu ou en discontinu:

➤ La thermodilution transpulmonaire



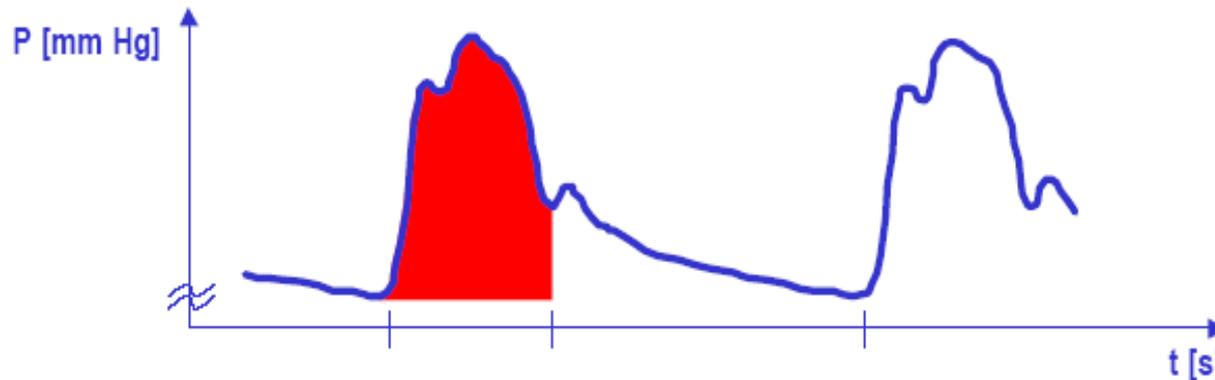
➤ Le Pulse Contour Cardiac Output



- Analyse du contour de l'onde de pouls.

- Technique ancienne développée et validée chez l'animal et l'homme depuis les années 50.
 - Huggins RA et col; *Fed Proc*, 1952
 - Berstein EF et col; *Am J Physiol*, 1962
 - Graves CL et col; *Anesthesiology*, 1968
 - Kouchoukos NT et col; *Circ Res*, 1970
 - Alderman EL et col; *Circulation*, 1972
 - Jurado RA et col; *Surgery*, 1973
 - Williams RR et col; *Cardiology*, 1974

- Analyse fondée sur la relation de proportionnalité entre le volume d'éjection systolique ventriculaire gauche (VE) et la surface (A) sous la partie systolique de la courbe de pression artérielle:



- $VE = A \times \text{Facteur de calibration}$

- Ce facteur doit être obtenu par 1 technique indépendante de mesure du volume d'éjection systolique: la thermodilution transpulmonaire sur le moniteur PiCCO

➤ **Paramètres obtenus en continu:**

➤ **Paramètres mesurés:**

- Température sanguine
- Fréquence cardiaque
- Pression artérielle (par intégration de l'aire sous la courbe)
- Contour de l'impulsion
- Aire sous la courbe

➤ **Paramètres calculés:**

- Débit cardiaque (DC) par analyse du contour
- Volume d'éjection systolique du VG (VE)
- Variation du VE (VVE) en %
- Résistances vasculaires systémiques (RVS)

Tableau des normes

index cardiaque	IC	3.0 - 5.0	L / min / m ²
Volume Sanguin Intra-Thoracique indexé	VSITi	850 - 1000	ml / m ²
Eau Pulmonaire Extra Vasculaire indexée	EPEVi	3.0 - 7.0	ml / kg
Index de la fonction cardiaque	IFC	4.5 - 6.5	l / min
Fréquence cardiaque	FC	60 - 90	l / min
Pression veineuse centrale	PVC	2 - 10	mm Hg
Pression artérielle moyenne	PAM	70 - 90	mm Hg
Résistances Vasculaires Systémiques index.	RVSi	1200 - 2000	dyn • s • cm ⁻⁵ • m ²
Volume d'Ejection indexé	VEi	40 - 60	ml / m ²
Variation du Volume d'Ejection	VVE	? 10	%

En pratique :



Start

La voie veineuse centrale est déjà en place (pour injection d'un bolus à température ambiante, ou glacée, en cas d'œdème pulmonaire)

1. Introduire le cathéter artériel PiCCO

5 min

2. Connecter le cathéter PiCCO.
Entrer les données du patient

2 min

3. Effectuer 3 mesures par thermodilution pour la calibration

3 min

4. Le Moniteur PiCCO monitore en continu

10 min

Après seulement 10 Min vous obtenez :

- ✔ Débit cardiaque (DC) et volume d'éjection (VE)
- ✔ Résistance vasculaire systémique (RVS) et pression artérielle (PA) pour gérer les drogues vasoactives.
- ✔ La contractilité cardiaque grâce à la fraction d'éjection globale (FEG), l'indice de fonction cardiaque (IFC), et l'indice de contractilité du ventricule gauche (dpmax), pour contrôler l'administration de drogues inotropes +.
- ✔ Evaluation volumétrique de la précharge (VTDG et VSIT)
- ✔ Réponse au remplissage (possibilité d'augmenter le débit cardiaque par un remplissage volémique) par la variation du volume d'éjection (VVE) et la variation de la pression pulsée (VPP). N'est valable que si le patient est ventilé sans arythmie.
- ✔ Eau pulmonaire extra vasculaire (EPEV), si EPEI élevée, détermination du type d'œdème pulmonaire (IPVP).

➤ Quelques limites:

➤ Indice dynamique inutilisable si arythmie, si activité respiratoire spontanée ou défaillance cardiaque.

➤ Putensen et col; *AJRCCM*, 1999

➤ Kress et col; *NEJM*, 2000

➤ Reuter DA et col; *Crit Care Med*, 2003

➤ La calibration: la littérature reste floue sur le nombre de manœuvres nécessaires par jour

CONCLUSION

- **Méthode présentant de nombreux avantages:**
 - Peu invasive, temps de pose court, mise en œuvre rapide, pas de contrôle radio, peut être laissé en place au - 10 jrs
 - Evaluation rapide, non opérateur dépendant, reproductible et renouvelable
 - Utilisable en pédiatrie
 - Approche simple et intégrée du cœur et des poumons

