

HJC Swan



W Ganz

CATHÉTER ARTÉRIEL PULMONAIRE EN 2011



Dr Hatem Ghadhoun, Dr SAMI ALAYA
Service de réanimation de Bizerte

Cardiol Rev. 2010 ; 18(2): 94–101. doi:10.1097/CRD.0b013e3181ceff67.

History of Right Heart Catheterization: 100 Years of Experimentation and Methodology Development

Bobby D. Nossaman, M.D.^{1,£}, Brittini A. Scruggs, B.S.[£], Vaughn E. Nossaman, M.S.[£],
Subramanyam N. Murthy, Ph.D.[£], and Philip J. Kadowitz, Ph.D.[£]

**Depuis 1700: Stephen Hale's cathétérisation
d'un cheval pour mesurer la PA.**

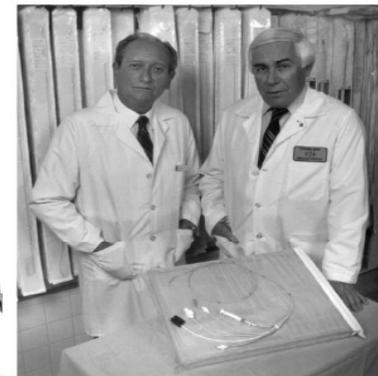
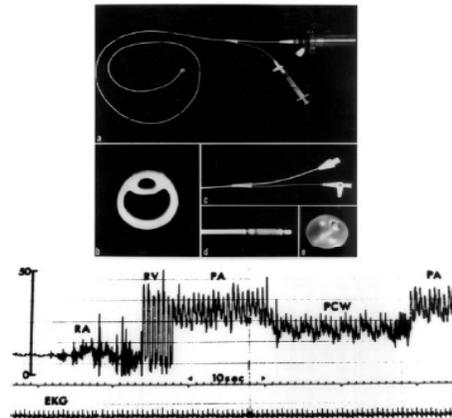


○ 1er CAP en 1940s

○ 1970-William Ganz and Harold Swan introduced this



The Pulmonary Artery Catheter



William Ganz and H.J.C. Swan

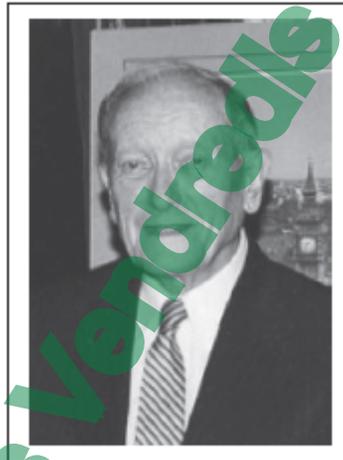
1970 → CATHÉTER SWAN GANZ



HISTORY OF CARDIOLOGY

Cardiology Journal
2010, Vol. 17, No. 6, pp. 650-651
Copyright © 2010 Via Medica
ISSN 1897-5593

William Ganz: From refugee to world fame



Décédé en Novembre 2009, age 90 ans à Los Angeles, California.



The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. SUPPORT Investigators

CONNORS AF ET COL JAMA. 1996 Sep 18;276(11):889-97

- **Y a t il relation entre pose Swan 1^{er} 24 heure et survie**
- **Etude prospective dans 5 CHU entre 1989-1994**
- **5735 Patients**
- **Utilisation swan est associée à une augmentation de la mortalité et du cout de sejours.....**



INTERPRÉTATION DES PARAMÈTRES DU CAP

Les Vendredis de la Réanimation



Les Pressions :

pression veineuse centrale (PVC)

pression auriculaire droite (POD)

pression ventriculaire droite (PVD)

pression artérielle pulmonaire (PAP)

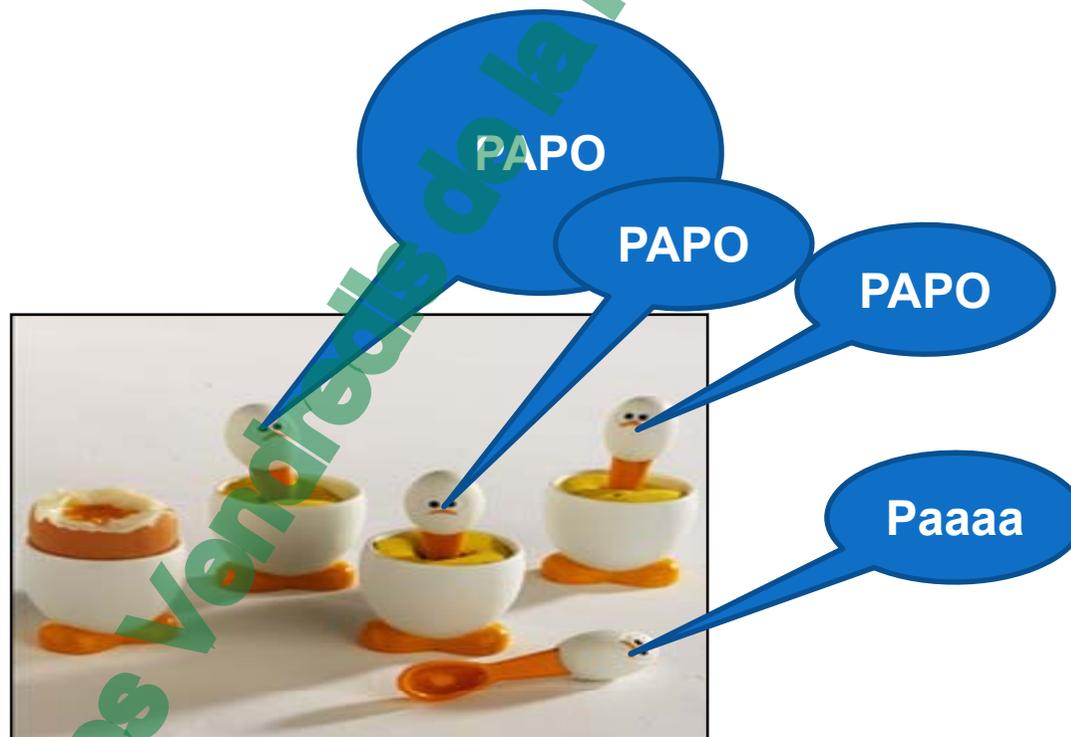
pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO)

pression distale bloquée

pression capillaire pulmonaire



INTERPRÉTATION DES PARAMÈTRES DU CAP

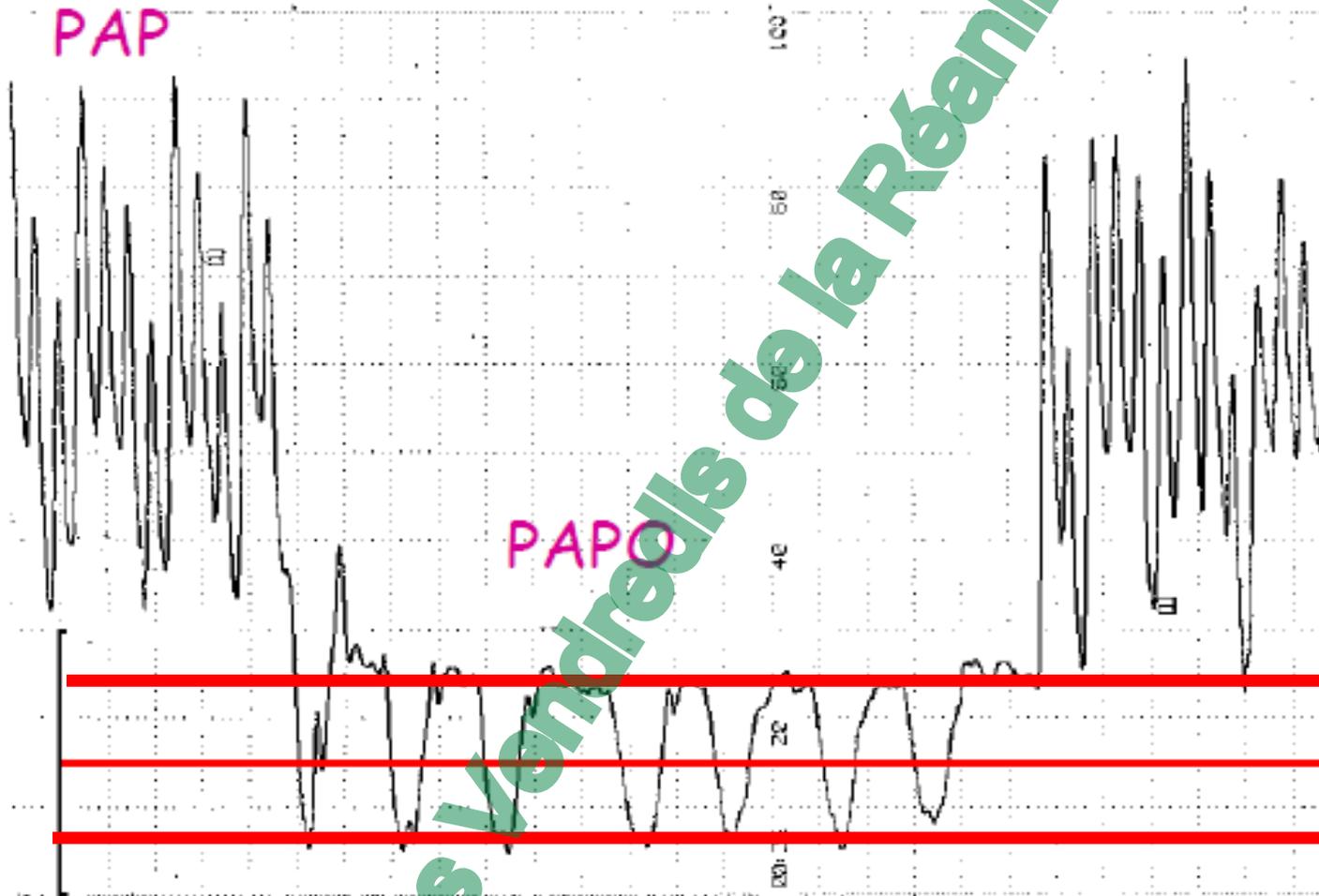


ERREURS INTERPRÉTATION PAPO

- Expertise difficile
- Performance liée fréquence utilisation (médicale ou paramédicale)
- 50% médecins ne peuvent fournir une PAPO précise
Iberti T et al, JAMA 1990
Gnaegi A et al CCM 1997
- 52% infirmiers réponses inexactes
Iberti TJ, CCM 1994



QUELLE VALEUR DE PAPO ?

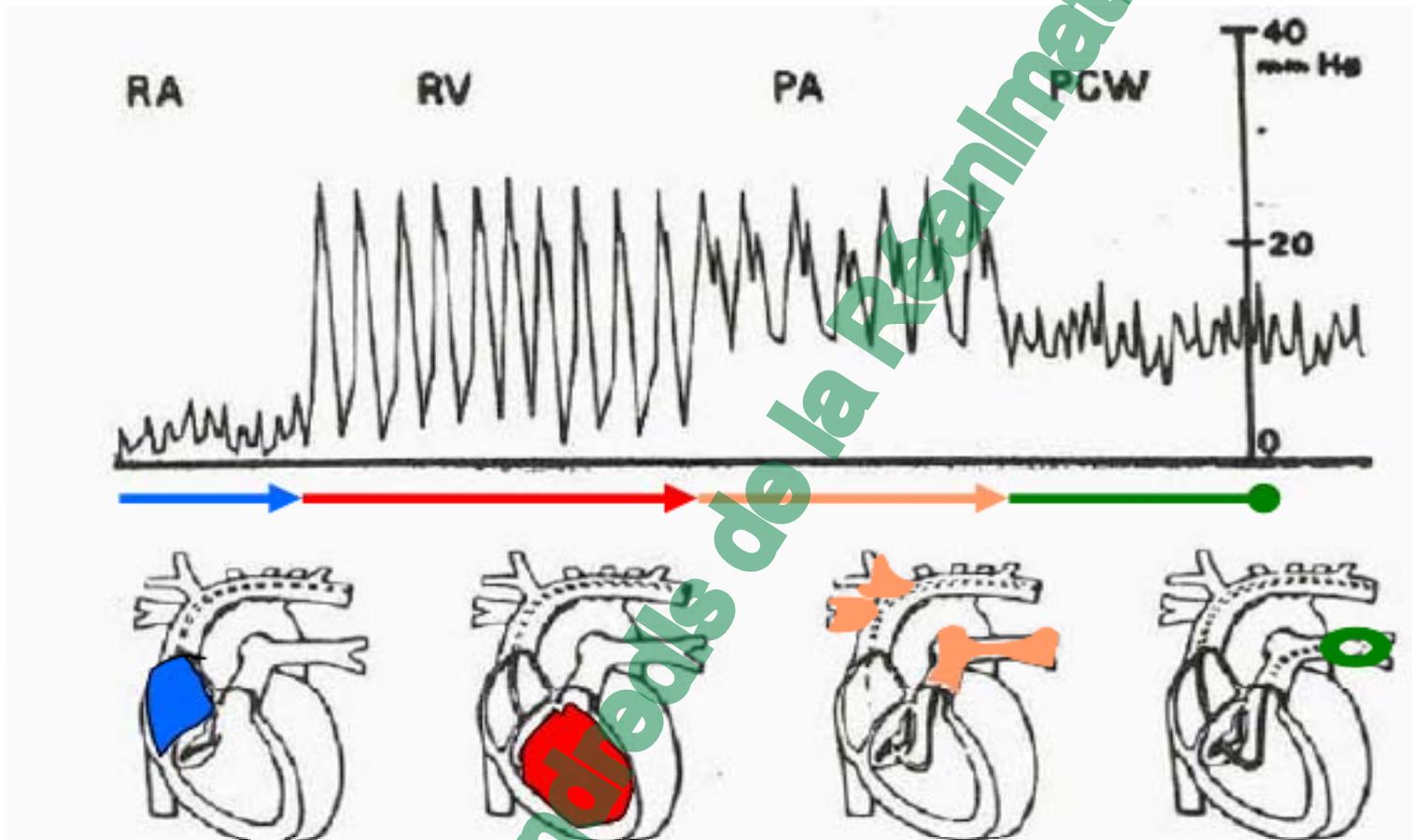


- 1
- 2
- 3

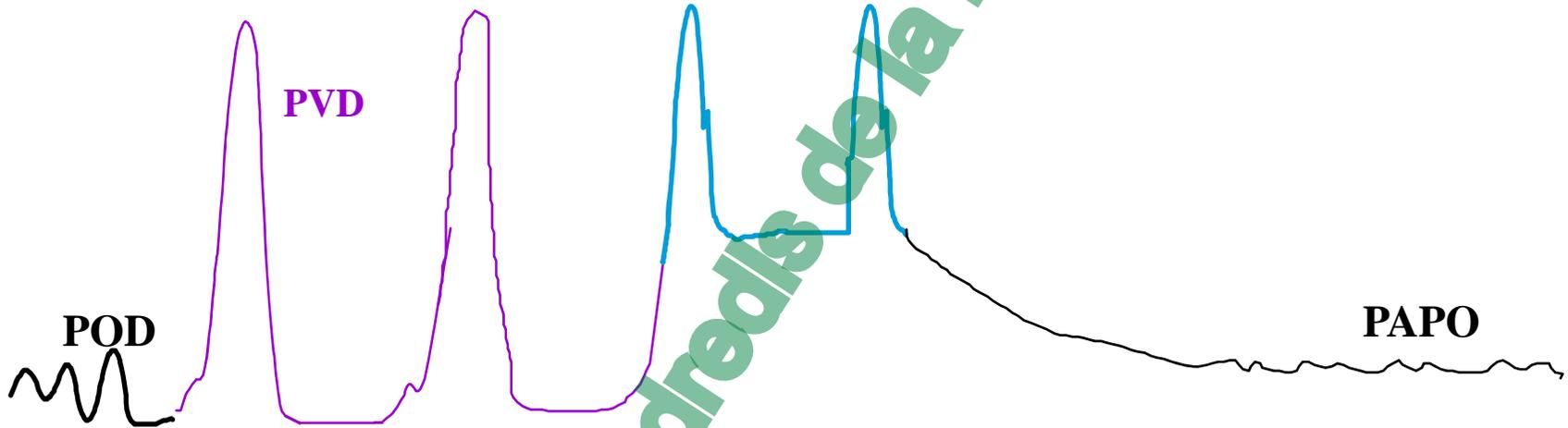


Les Vendredis de la Réanimation

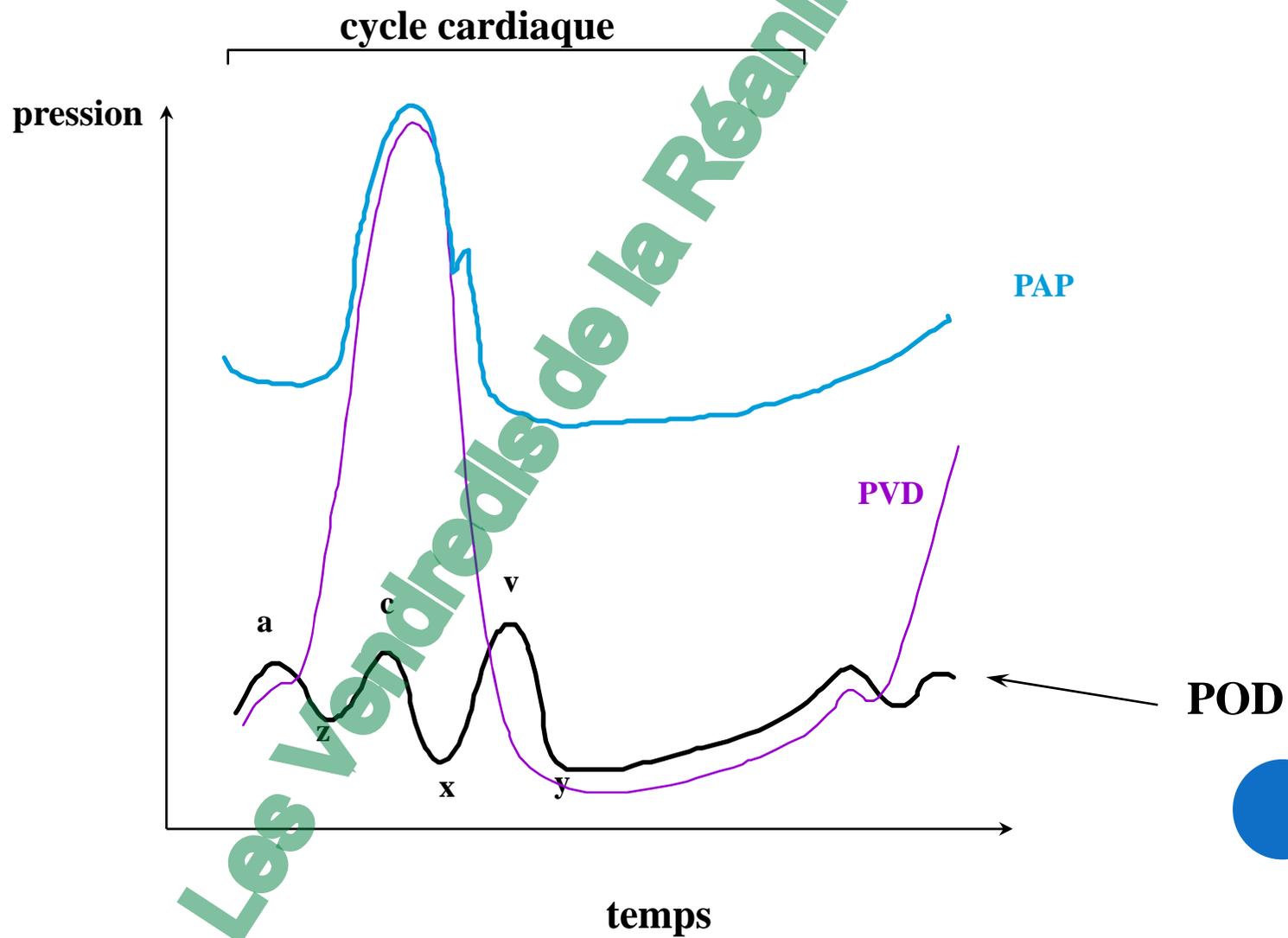




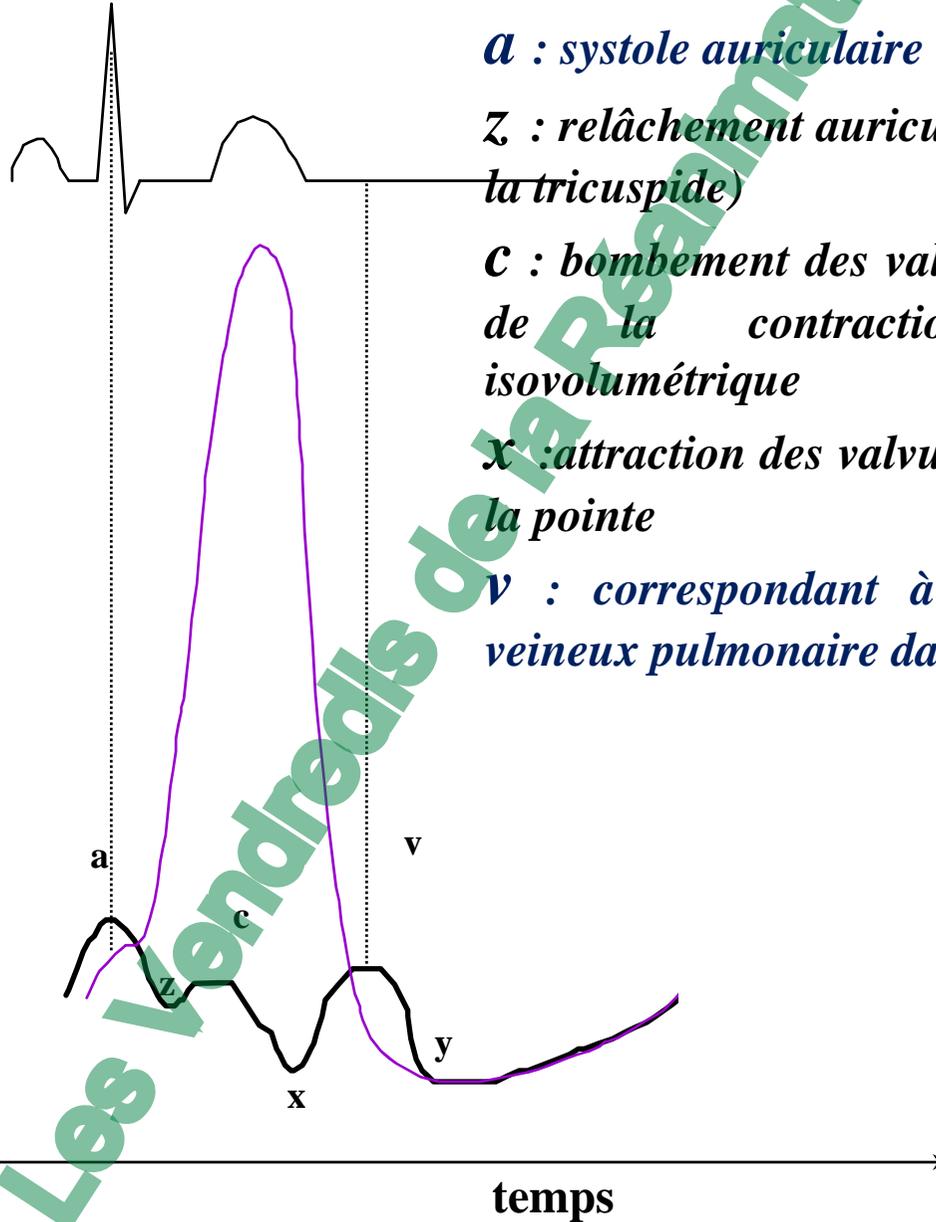
Les Vendredis de la Réanimation



la Pression de l'Oreillette Droite (POD)



ECG :



a : systole auriculaire

z : relâchement auriculaire (fermeture de la tricuspide)

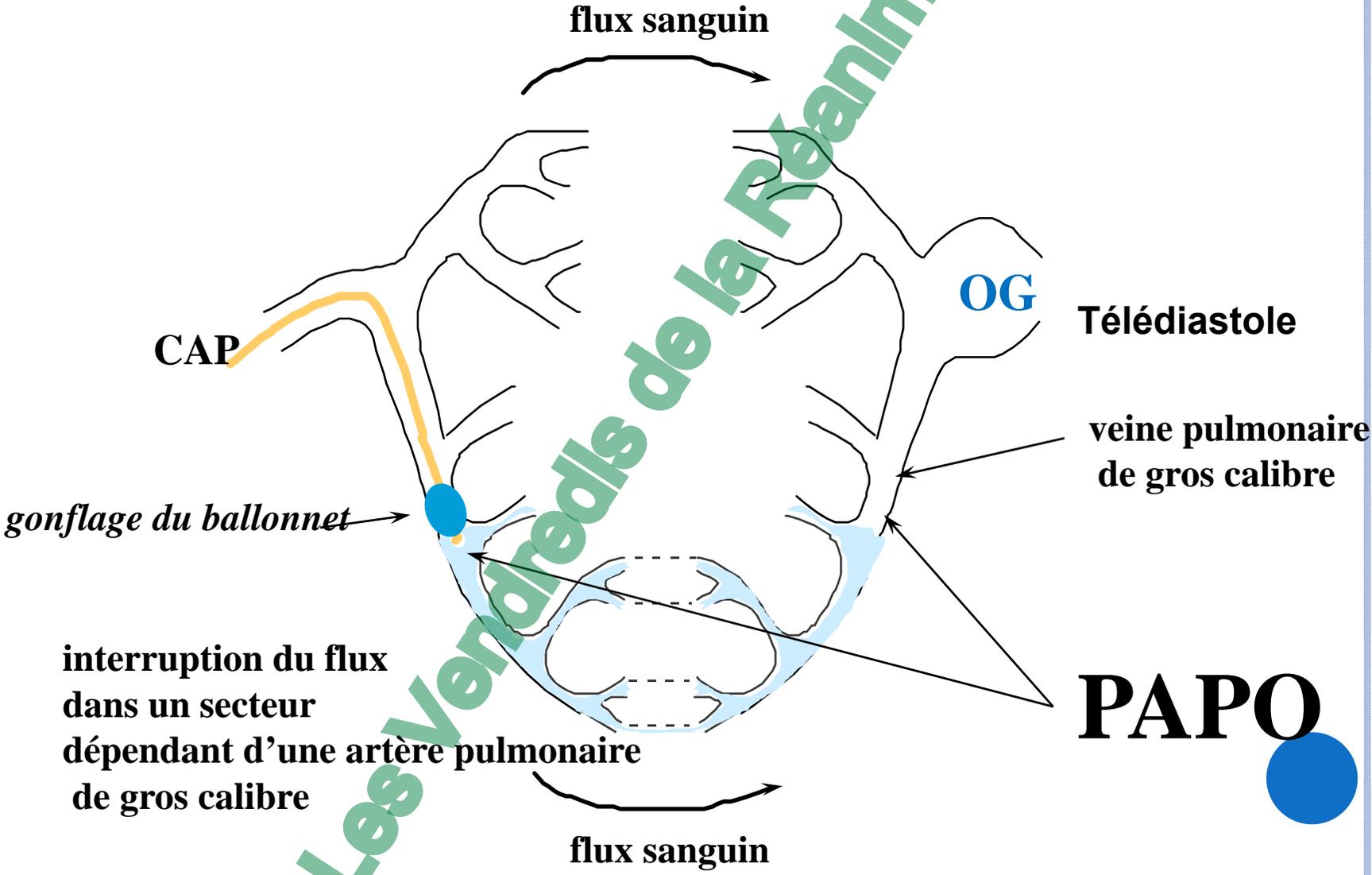
c : bombement des valves dans l'OD lors de la contraction ventriculaire isovolumétrique

x : attraction des valvules tricuspides vers la pointe

v : correspondant à l'afflux de sang veineux pulmonaire dans l'oreillette



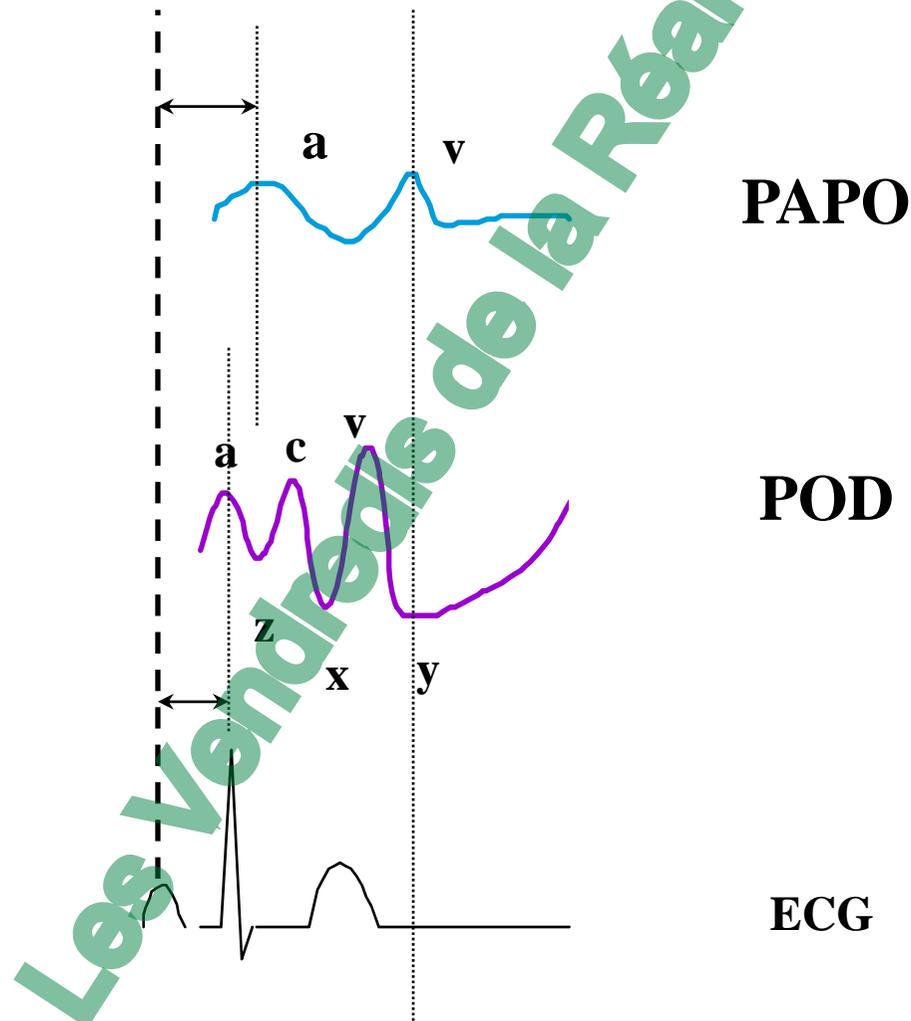
Pression Artérielle Pulmonaire d'Occlusion

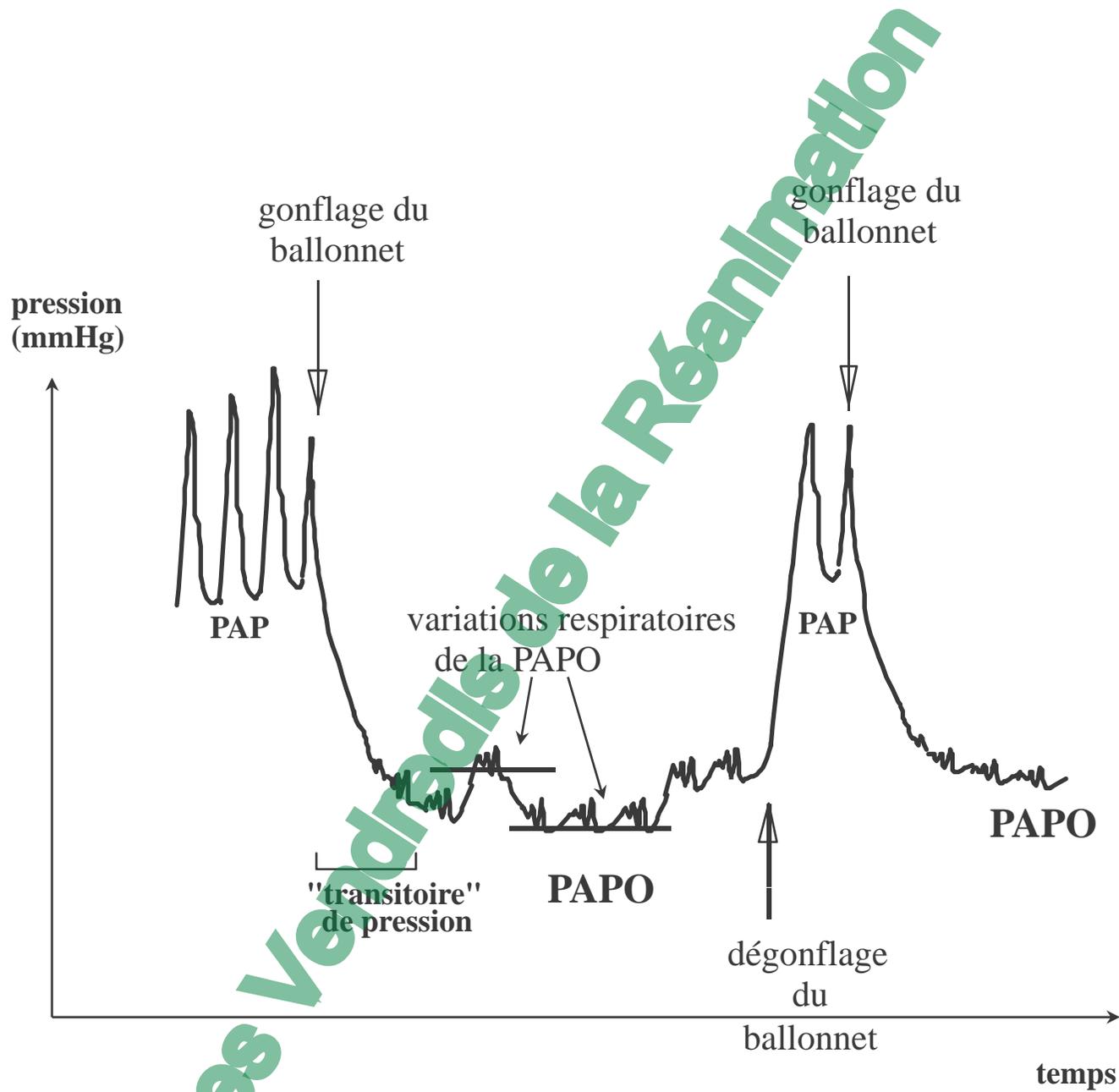


Les Vendredis de la Réanimation

PAPO

La PAPO est une pression veineuse pulmonaire, reflétant la POG de façon amortie et retardée donc non superposable à l'OD :

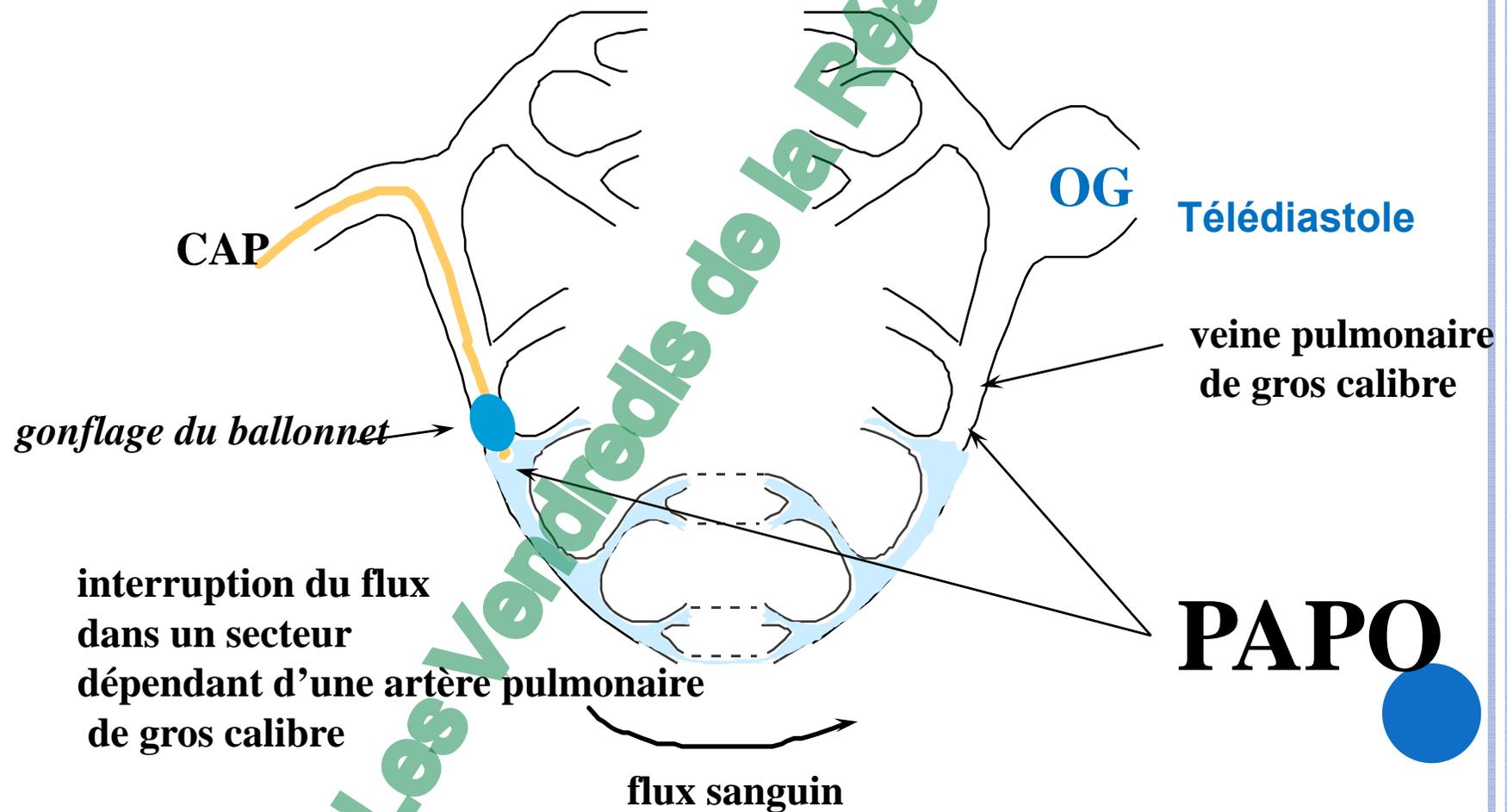




Les Verdais de la Réanimation

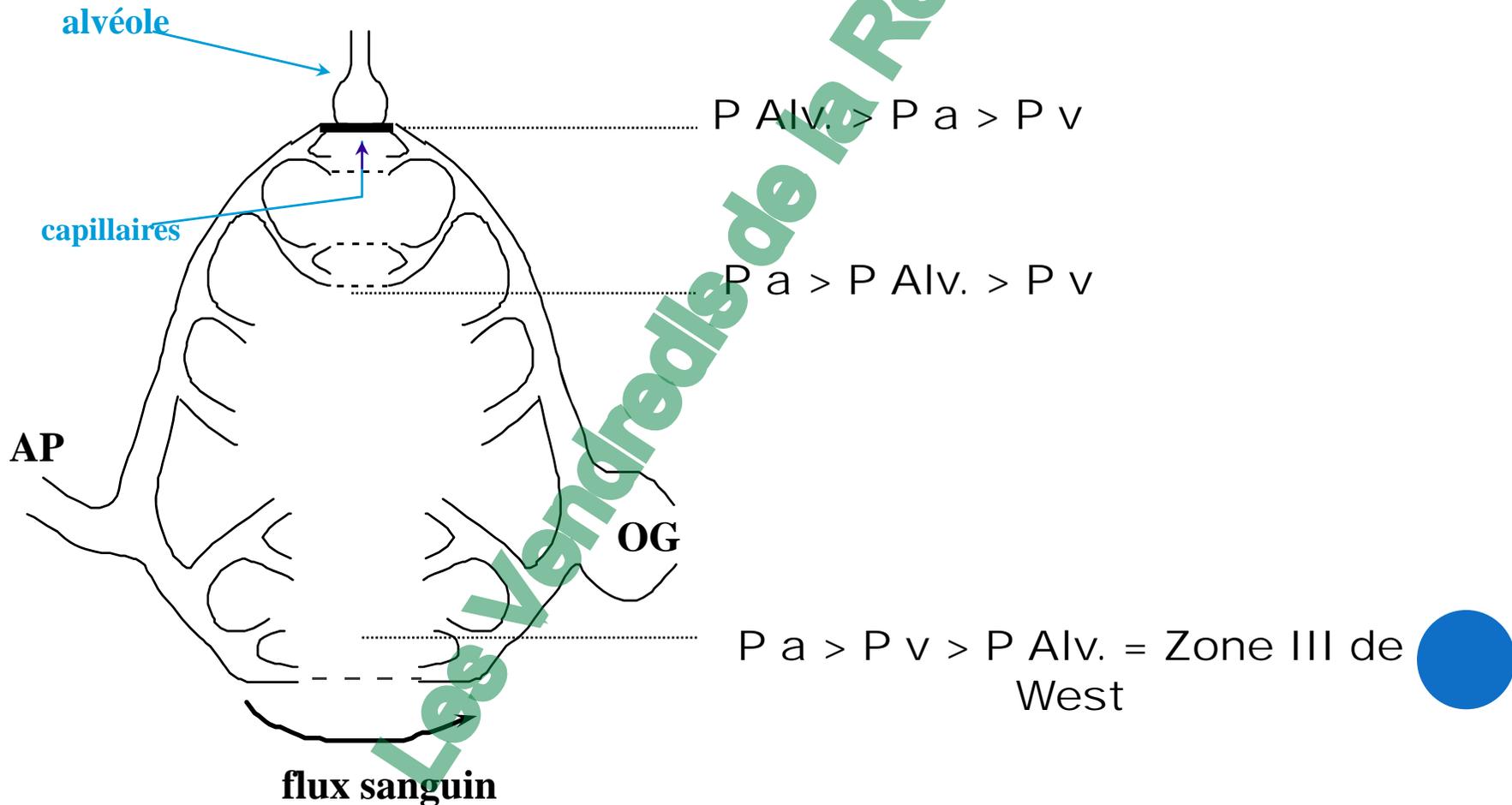
Pression Artérielle Pulmonaire d'Occlusion

Conditions de validité du mesure de la PAPO= la continuité de la colonne



Condition de validité de la mesure de la PAPO :

Continuité de la colonne sanguine artériolo-
capillaro-veineuse



Non-continuité de la colonne sanguine :

Zone I de West physiologique

Hypovolémie

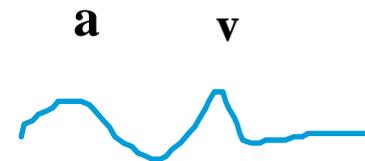
Hauts niveaux de PEP

Vérification des conditions de Zone III de West :

CAP au niveau ou en dessous de l'OG

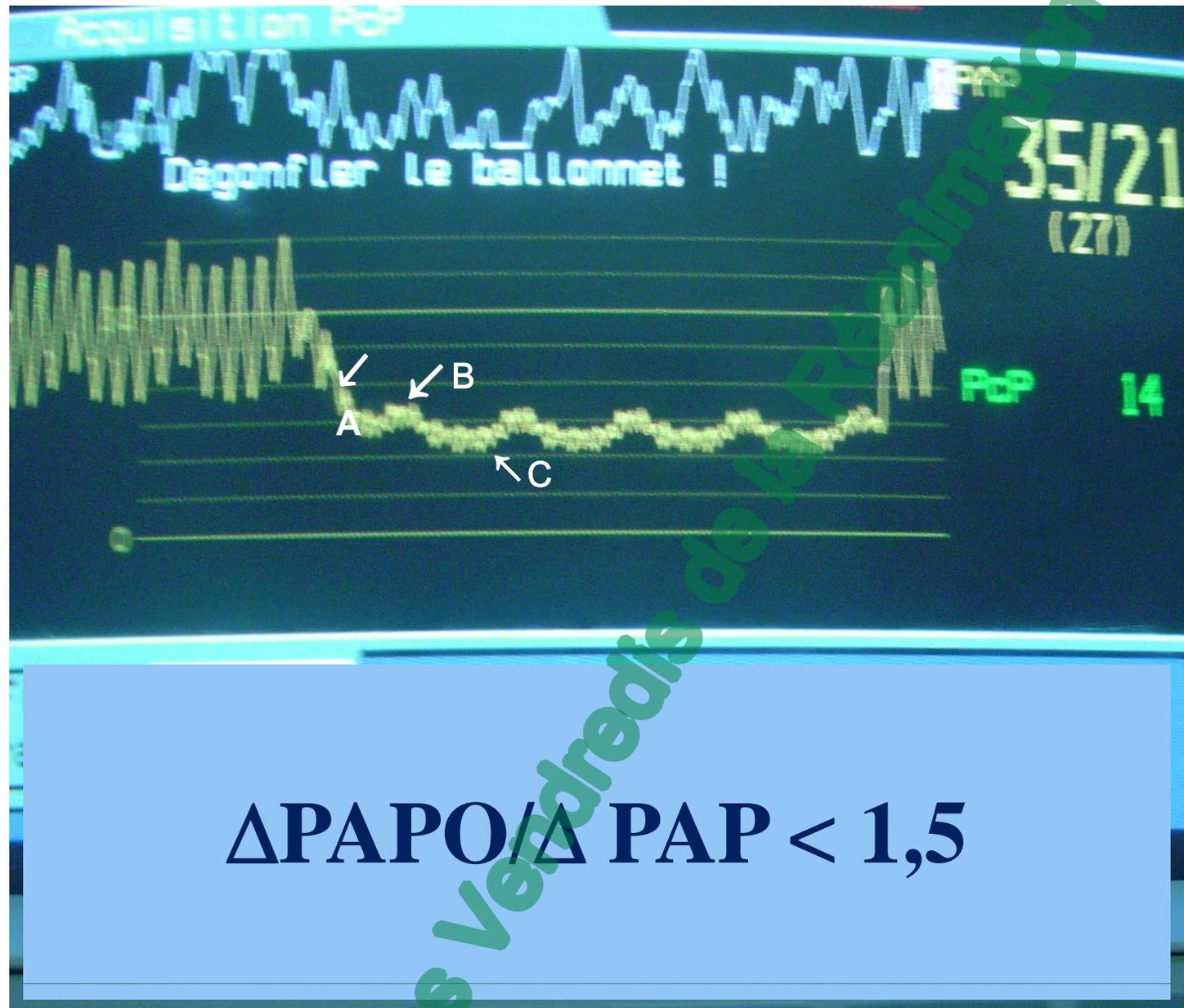
radiographie de profil

courbe de PAPO avec ondes «a» et «v»



$\Delta \text{PAPO} / \Delta \text{PAP} < 1,5$

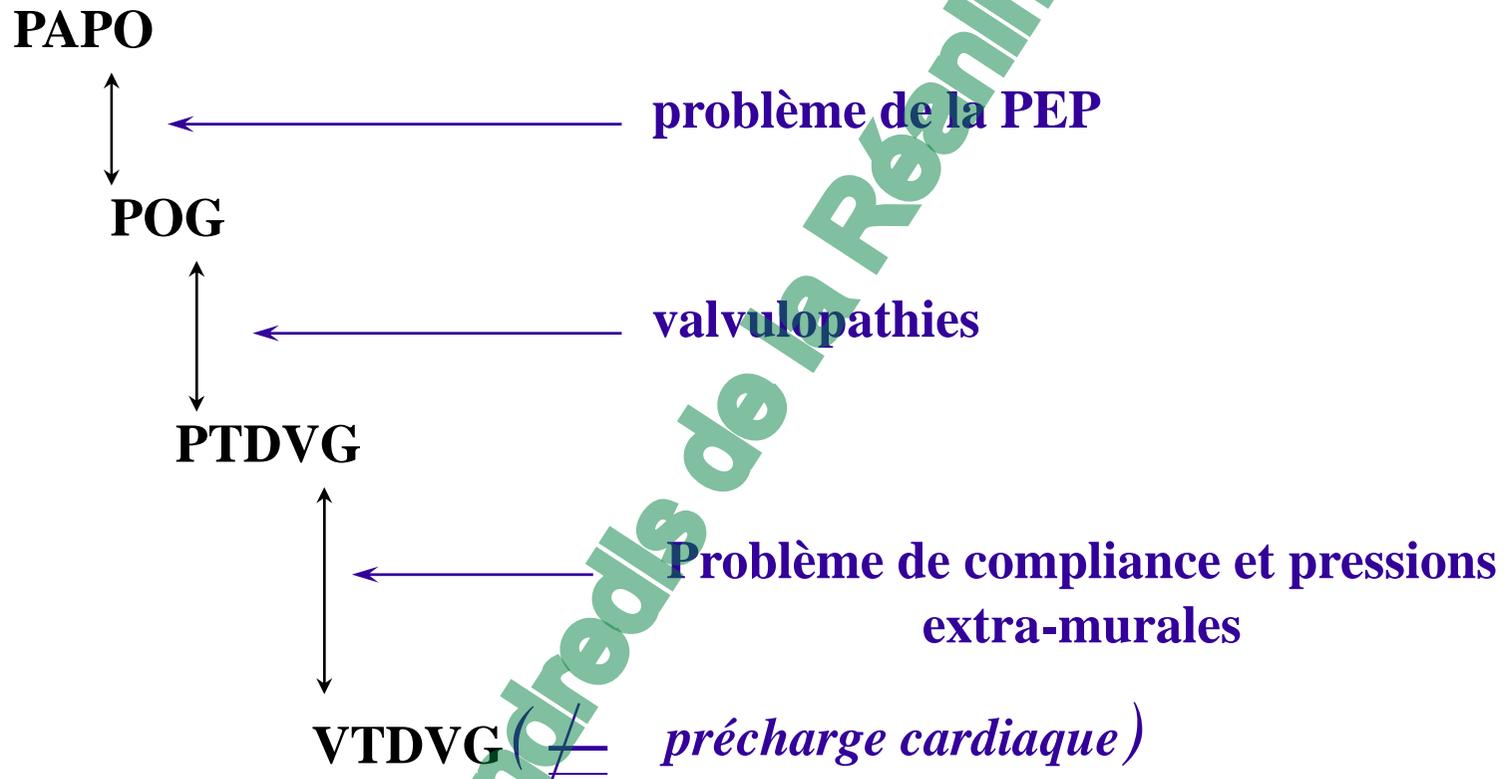




$$\Delta P_{APO} / \Delta P_{AP} < 1,5$$



Estimation de la précharge du VG par la PAPO



Les Vendredis de la Réanimation

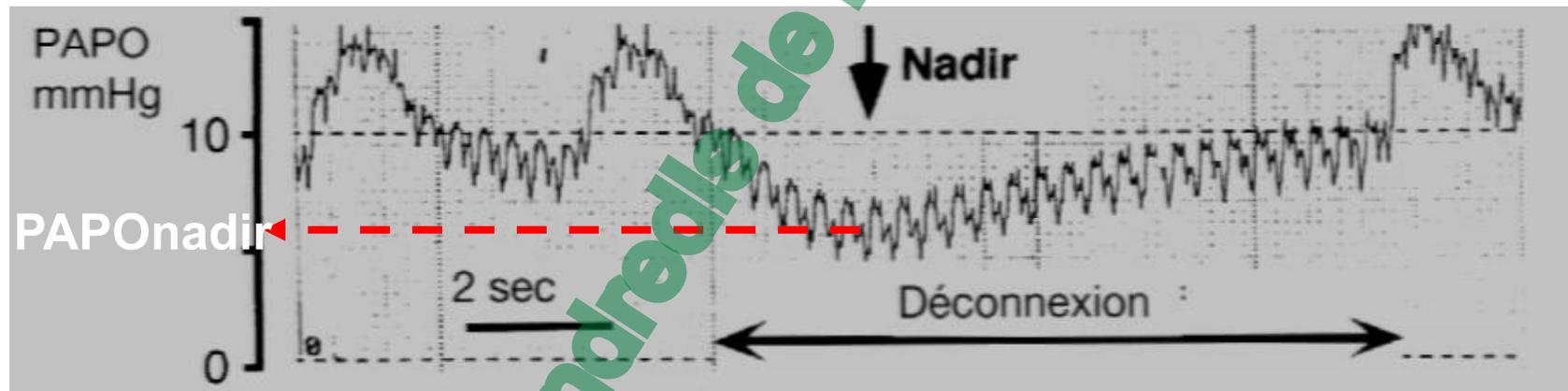


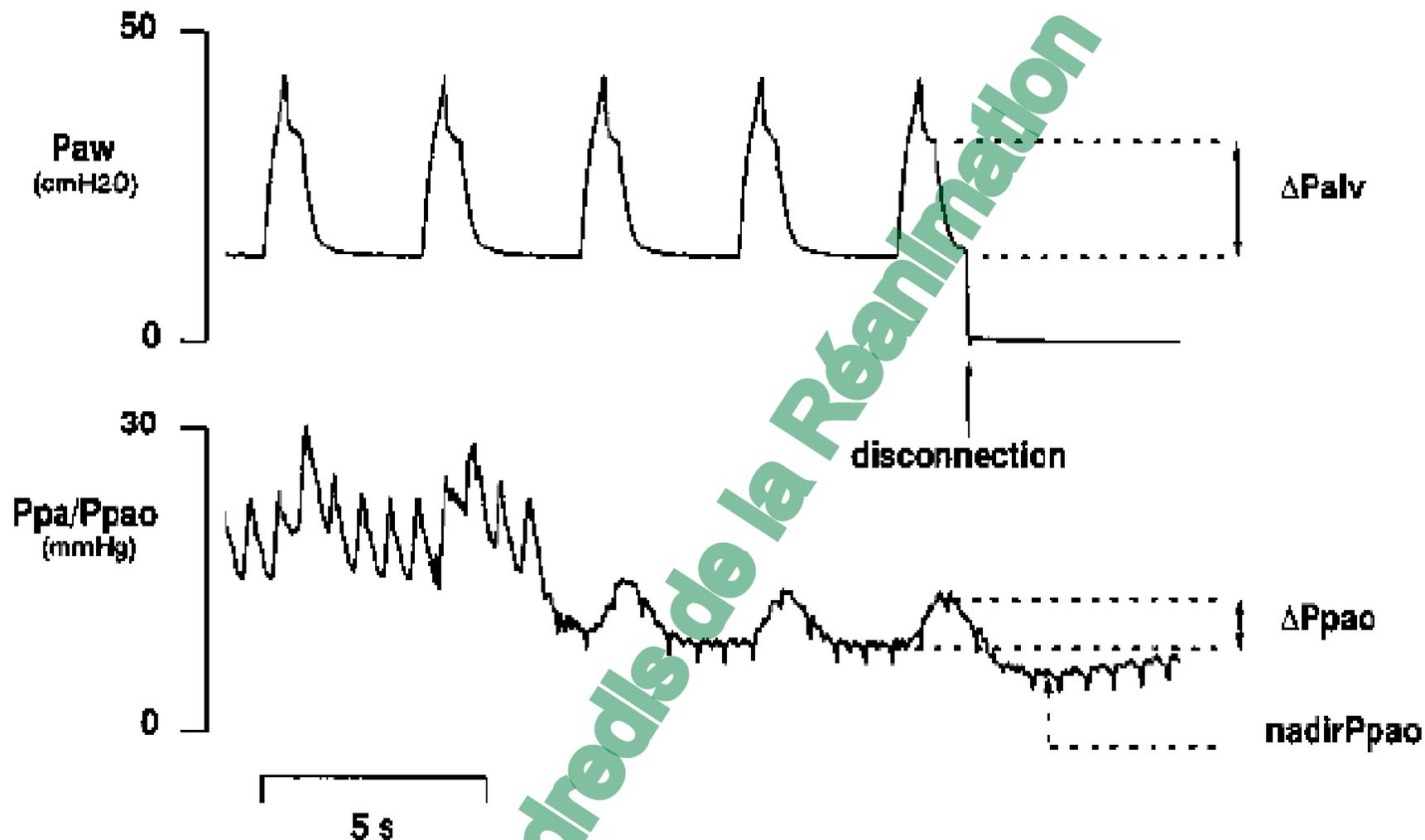
Interprétation des valeurs de pression

PAPO et interférence de la PEEP

Nadir PAPO

Estimation de la pression de remplissage du VG lors de ventilation avec PEEP → valeur la plus basse de la PAPO obtenue 2 à 3 secondes après le débranchement du ventilateur





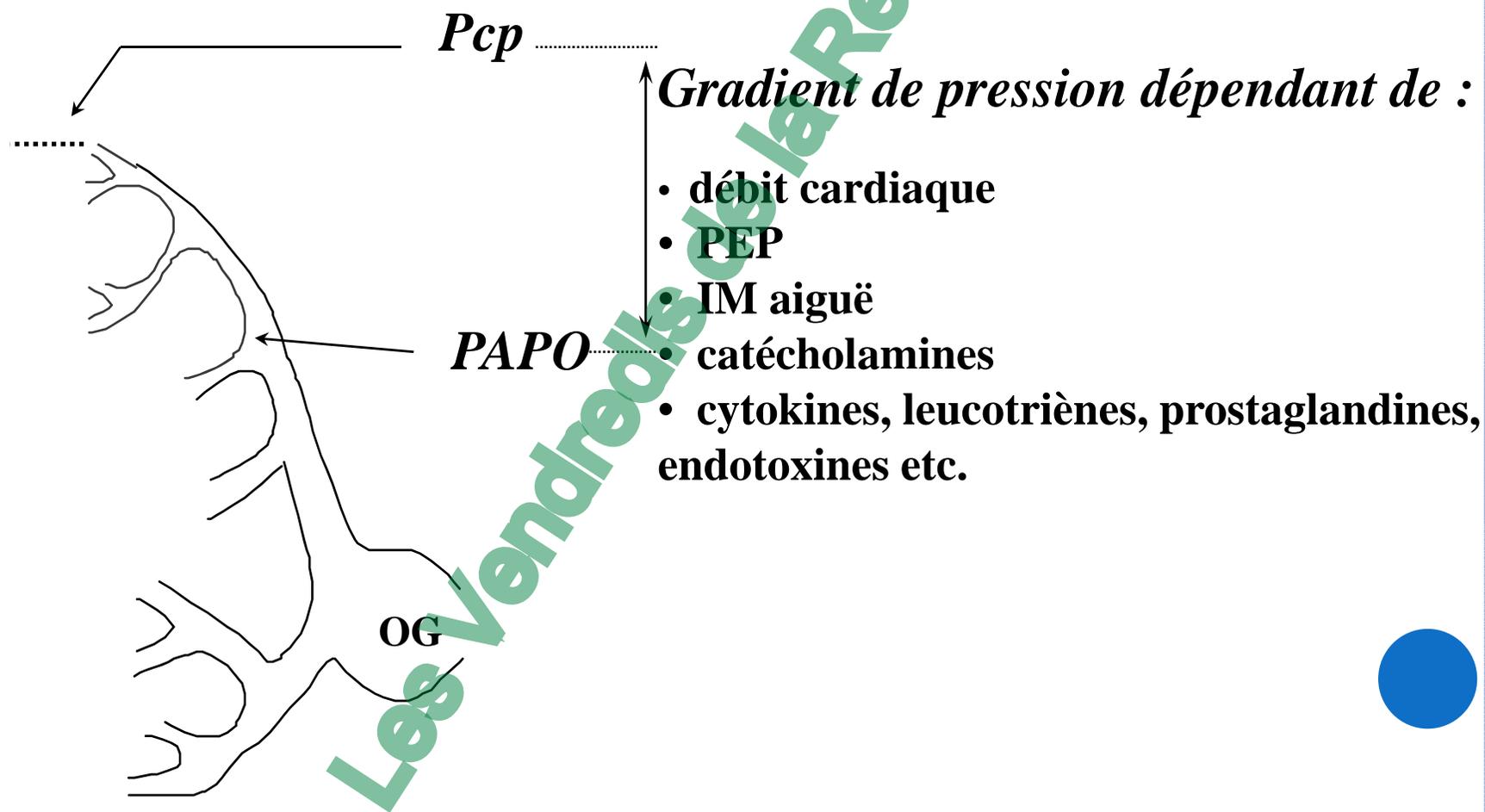
$$I_T = \Delta PAOP / \Delta P_{alv}$$

PAP0 calculée = PAP0 mesurée – IT x PEEP



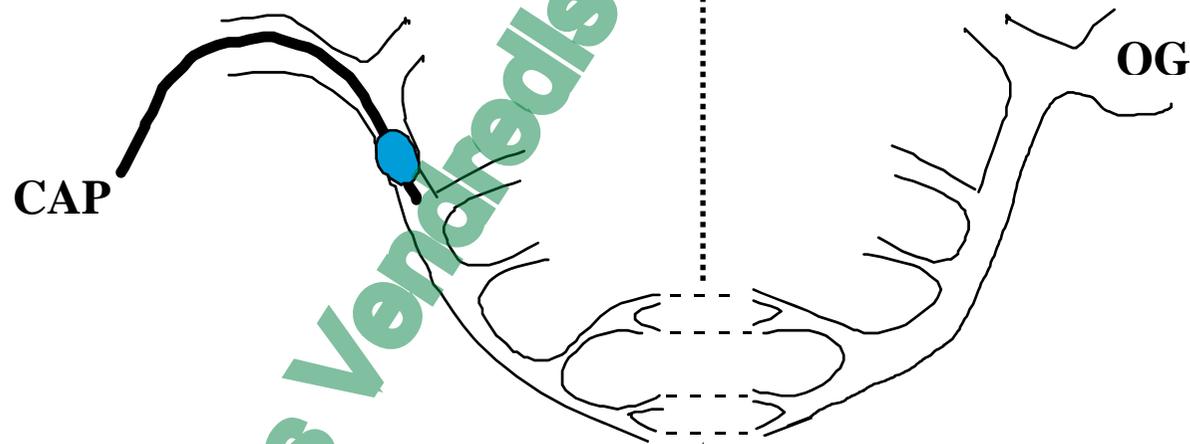
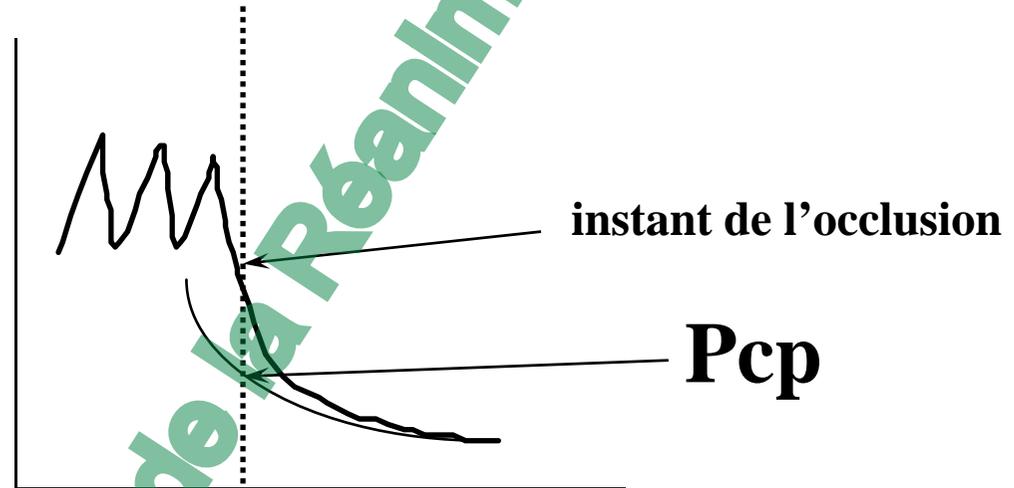
Estimation du risque d'oedème pulmonaire

PAPO \neq pression capillaire pulmonaire



Approche de la Pression Capillaire Pulmonaire

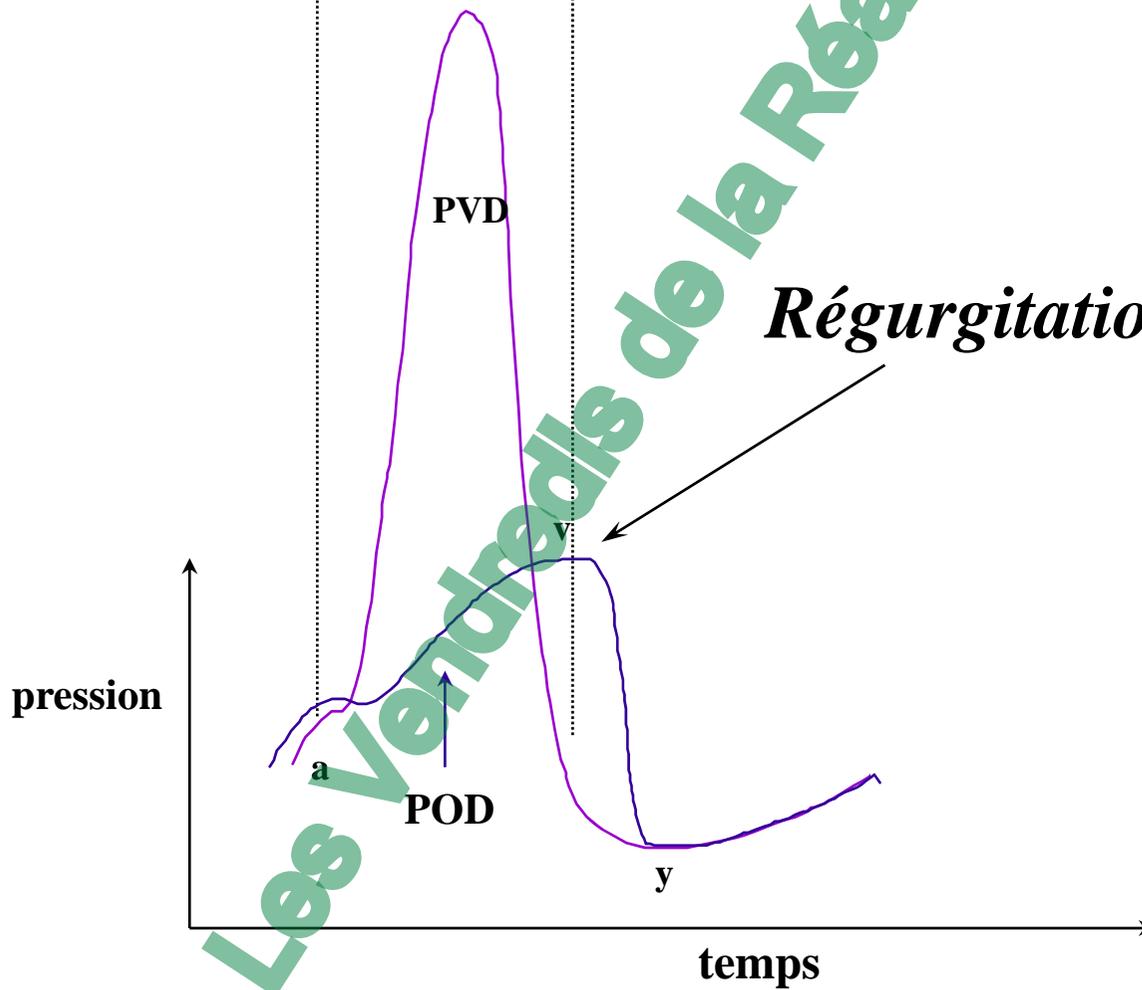
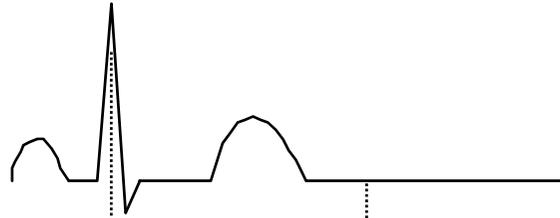
pression mesurée à l'extrémité du CAP pendant le gonflage du ballonnet :



capillaire pulmonaire



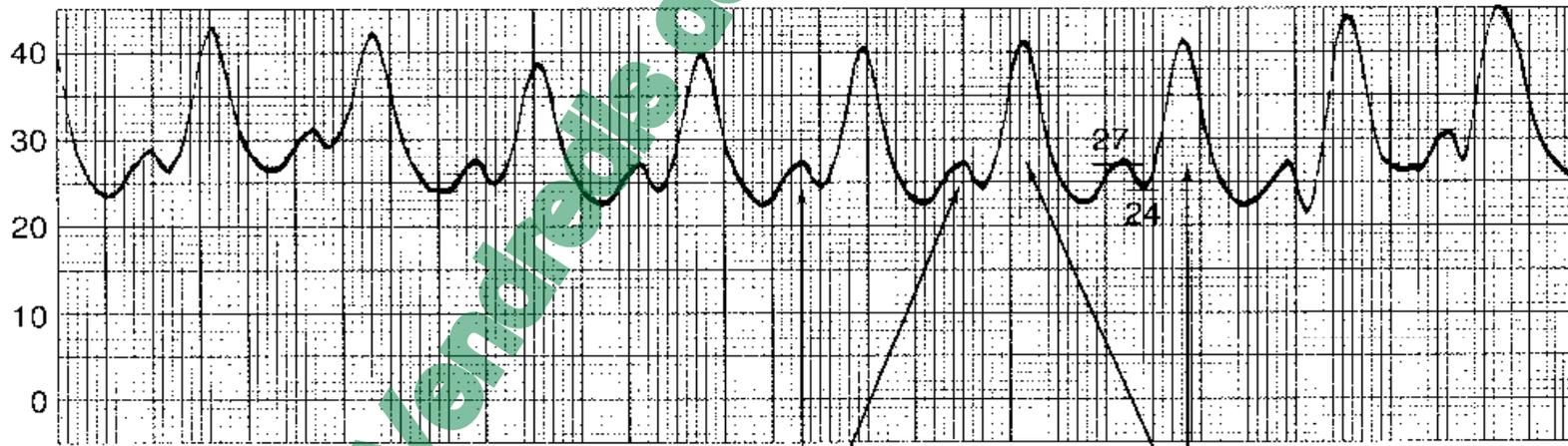
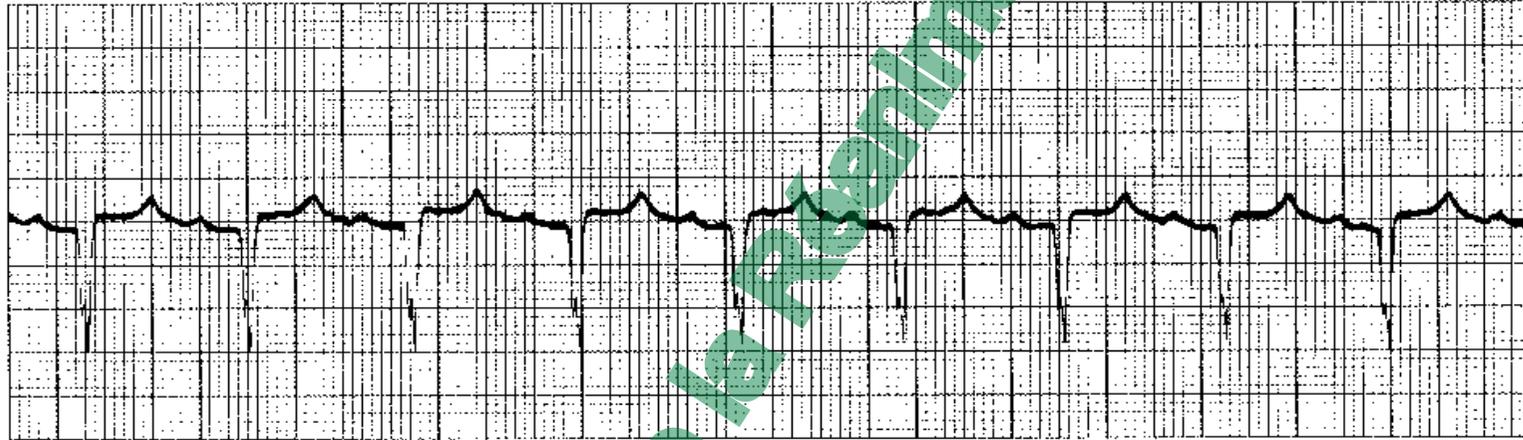
ECG :



Régurgitation tricuspide



Calcul de la valeur moyenne seulement après analyse de la forme de la courbe



PAP ou PAPO ?

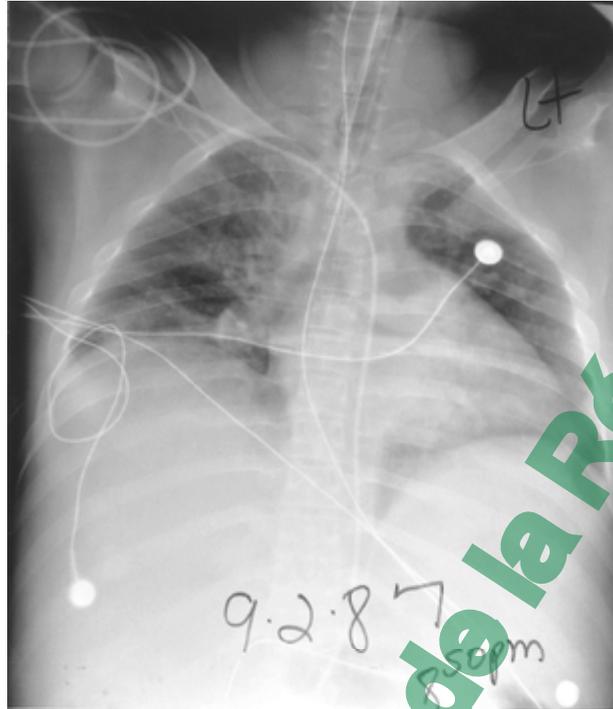
Quelle est la valeur moyenne ?





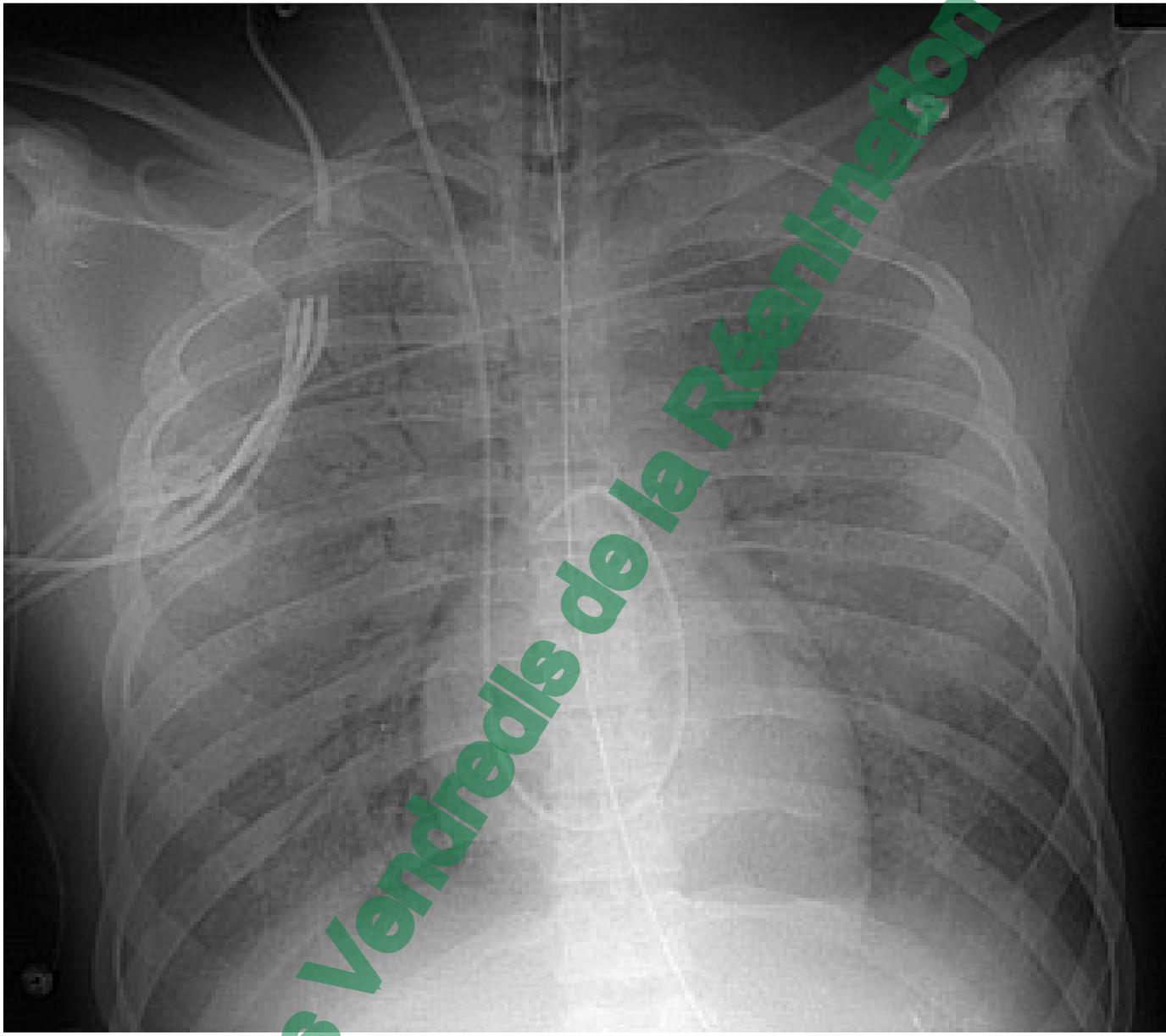
Onde A PAPO = $\frac{27}{24}$, 25,5-26 mm Hg

Les Ventricules de la Résultation



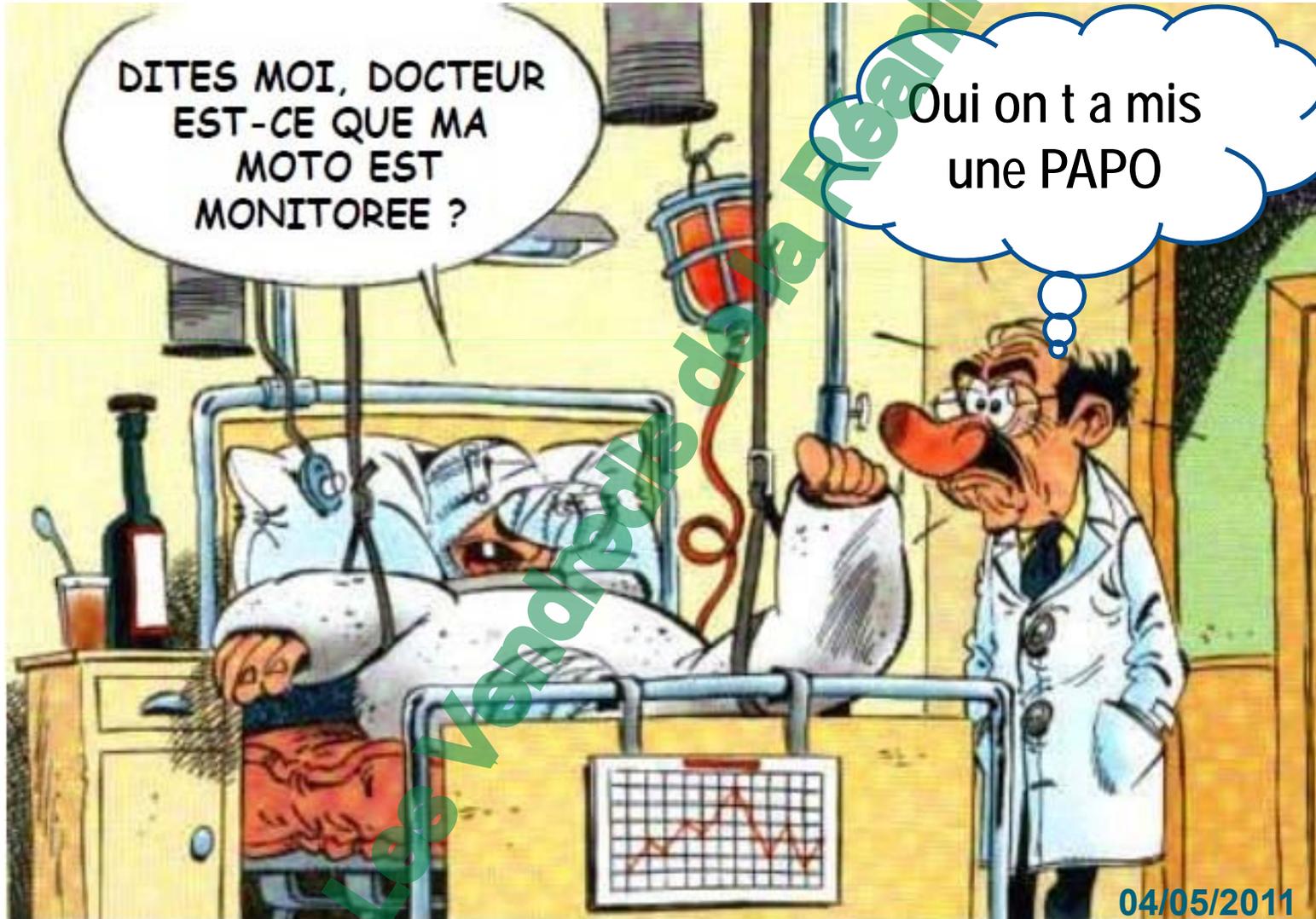
- A) pH 7.36, PaCO₂ 34 mm Hg, and PaO₂ of 35 mm Hg
- B) pH 7.33, PaCO₂ 41 mm Hg, and PaO₂ of 35 mm Hg
- C) pH 7.22, PaCO₂ 66 mm Hg, and PaO₂ of 35 mm Hg
- D) pH 7.36, PaCO₂ 34 mm Hg, and PaO₂ of 65 mm Hg
- E) pH 7.33, PaCO₂ 41 mm Hg, and PaO₂ of 195 mm Hg





Les Vendredis de la Réanimation





Interet Cathéter Artériel Pulmonaire / PiCCO

Dr HATEM Ghdhoun, ***Dr Sami Alaya***



PARAMÈTERES HEMODYNAMIQUE – SWAN-GANZ

- Pression veineuse centrale (PVC)
- Pression artérielle pulmonaire(PAP)
- *Pression artérielle pulmonaire d'occlusion (PAPO)*
- Débit cardiaque (DC)



PARAMÈTERES HEMODYNAMIQUE – SWAN-GANZ

- Cardiac Index (CI) = CO/BSA
- Stroke Volume Index (SVI) = CI/HR
- Systemic Vascular Resistance (SVR)
 - reflects impedance of the systemic vascular tree
 - $SVR = 80 \times (MAP - CVP) / CO$
- Pulmonary Vascular Resistance (PVR)
 - reflects impedance of pulmonary circuit
 - $PVR = 80 \times (PAM - PCWP) / CO$
- Left ventricular stroke work index (LVSWI)
= $(MAP - PCWP) \times SVI \times 0.136$
- Right ventricular stroke work index (RVSWI)
= $(PAM - CVP) \times SVI \times 0.136$



PARAMÈTERES D'OXYGÉNATIONS

- Oxygen Delivery (TO_2)

$$TO_2 = CI \times 13.4 \times Hb \times S_aO_2$$

- Saturation Veineuse mêlée en Oxygène (S_vO_2)

- Consommation tissulaire d'Oxygène (VO_2)

$$VO_2 = CI \times 13.4 \times Hb \times (S_aO_2 - S_vO_2)$$

Les Vendredis de la Réanimation



PICCO

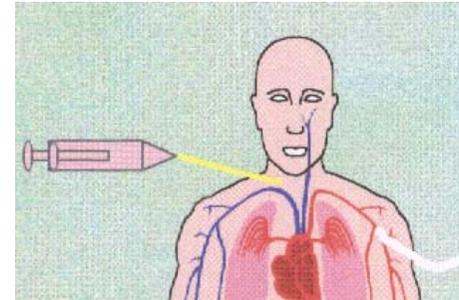
Les Vendredis de la Réanimation



DEUX METHODES ASSOCIEES

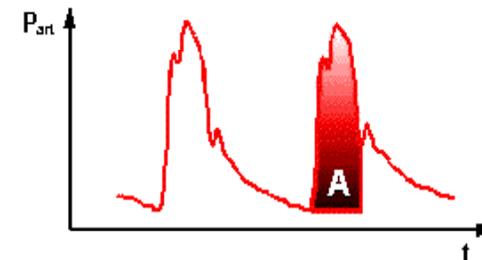
1

LA THERMODILUTION
TRANSPULMONAIRE

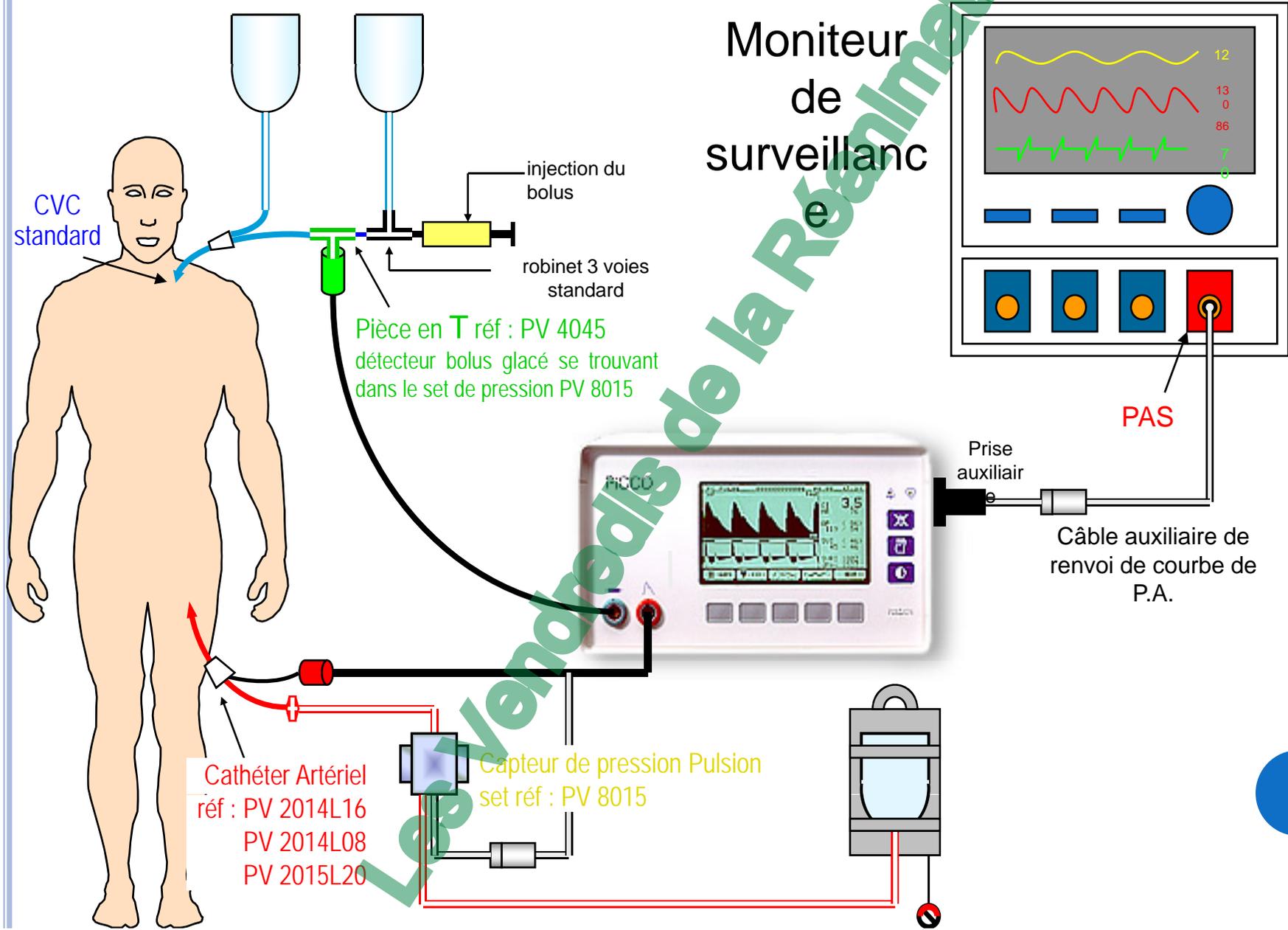


2

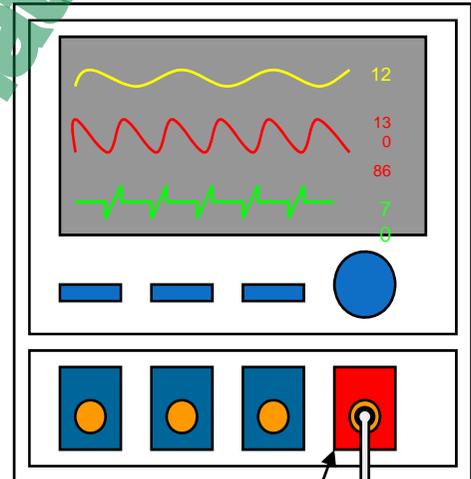
LE PULSE CONTOUR



SCHEMA D'INSTALLATION



Moniteur
de
surveillance



PAS

Prise
auxiliaire

Câble auxiliaire de
renvoi de courbe de
P.A.

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

Capteur de pression Pulsion
set réf : PV 8015

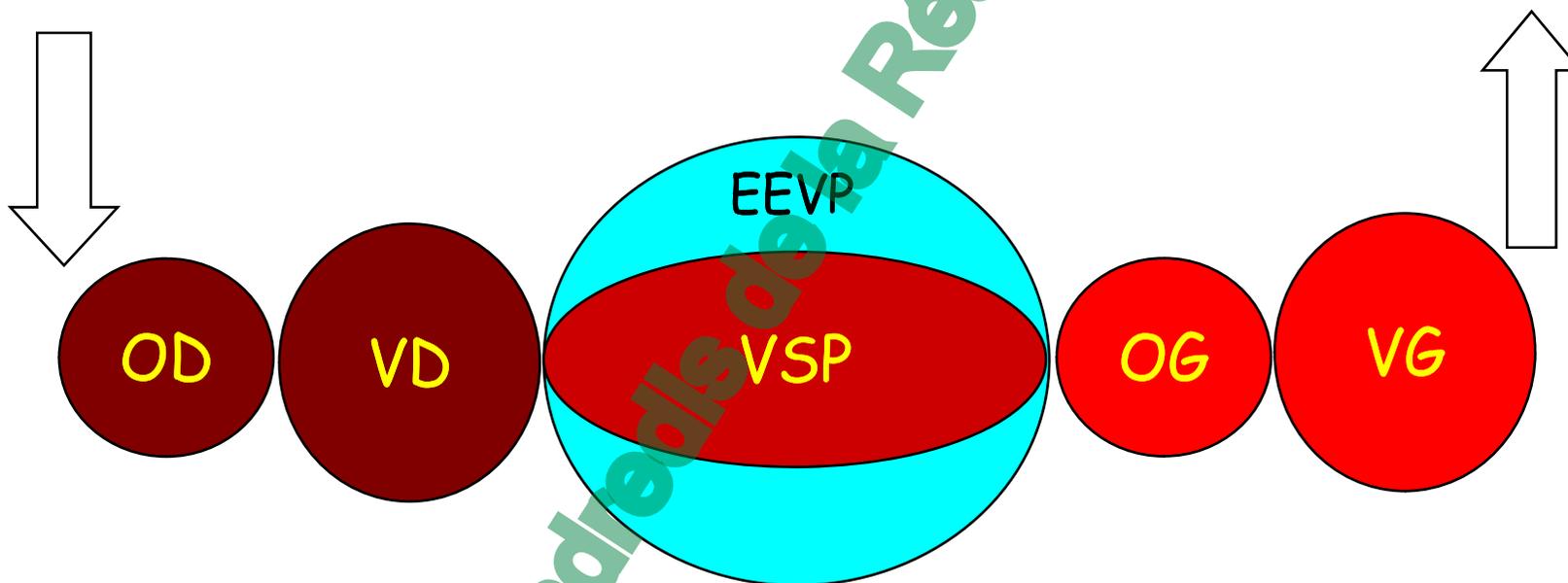




Les Vendreurs de la Réanimation

Thermodilution transpulmonaire

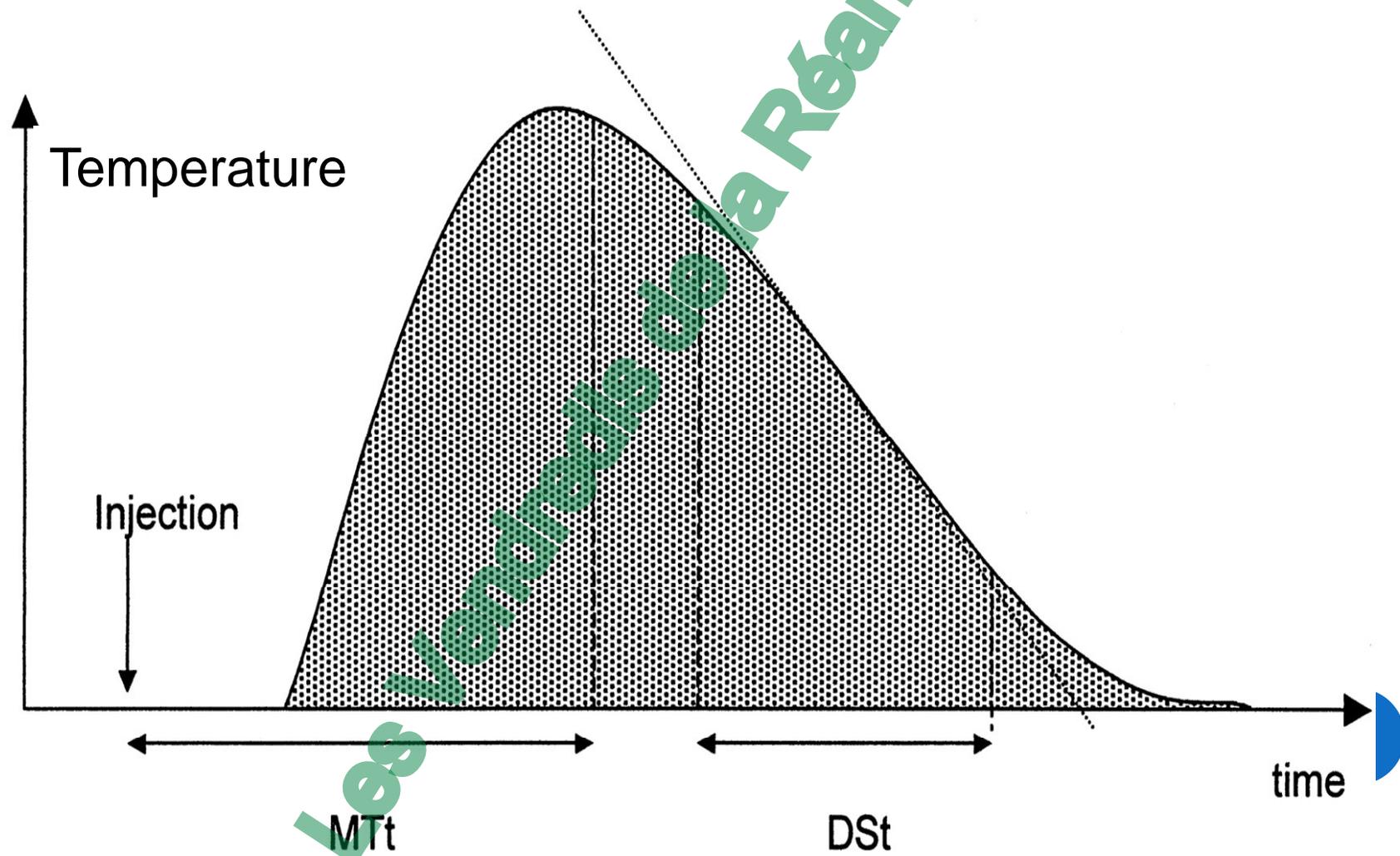
Mesure des volumes de distribution - Principe



Les Venditels de la Réanimation

Thermodilution transpulmonaire

Mesure du débit cardiaque - Principe



THERMODILUTION TRANSPULMONAIRE

- 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, VTDG)
 - Eau pulmonaire extra-vasculaire (EPEV)



PULSE CONTOUR CARDIAC OUTPUT

- 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)

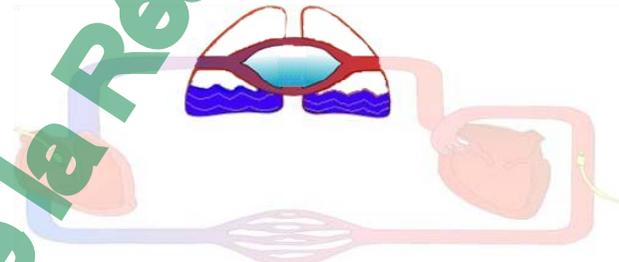


CALCUL DE L'EAU PULMONAIRE EXTRAVASCULAIRE (EPEV)

- Validée par rapport à la technique de double dilution

Sakka SG et al. Intensive Care Med 2000

- EPEV = VTIT - VSIT**
= (DC x MTt) - (1,25 x VTDG)

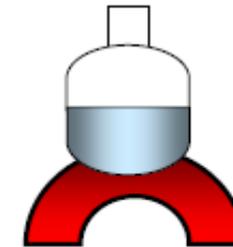


- Indice de Perméabilité Vasculaire pulmonaire (IPVP)



$$\text{IPVP} = \text{EPEV} / \text{VSP}$$

IPVP ≈ 1



- Sous-estimation de l'EPEV
 - EP: amputation importante de la perfusion
 - SDRA avancé : mauvaise perfusion des territoires distaux
 - Œdème pulmonaire majeur

IPVP ↗↗↗
Œdème de perméabilité

IPVP ↗
Œdème hydrostatique

Fernandez-Mondéjar E et al. J Crit Care 2003



INDICE DE PERMÉABILITÉ

- Chez 48 patients de réanimation, présentant tous un œdème pulmonaire (rapport $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$, infiltrats radiologiques bilatéraux et $\text{EPEV} > 12 \text{ ml.kg}^{-1}$)
- la constatation d'un index de perméabilité vasculaire pulmonaire > 3 est très en faveur d'un mécanisme lésionnel à l'origine de l'œdème pulmonaire, avec des valeurs de spécificité et de sensibilité tout à fait acceptables

Monnet X, Anguel N, Osman D, Hamzaoui O, Richard C, Teboul JL. Assessing pulmonary permeability by transpulmonary thermodilution allows differentiation of hydrostatic pulmonary edema from ALI/ARDS. Intensive Care Med 2007;33:448-53

IMAGES ALVÉOLAIRES BILATÉRAL

SWAN-GANZ: PAPO

- PAOP < 18 mmHg = OAP lésionnel
- PAPO ≥ 18 = OAP hémodynamique
- Erreur de mesure+++ à cause de la PEEP

PiCCO: EPEV

- EPEV > 10 ml/Kg + IPVP > 3 = œdème lésionnel
- EPEV > 10 ml/Kg + IPVP < 3 = œdème hémodynamique
- Sous-estimation de la valeur d'EPEV dans certains cas de SDRA en particulier pour les valeurs les plus élevées de l'EPEV (1,2)

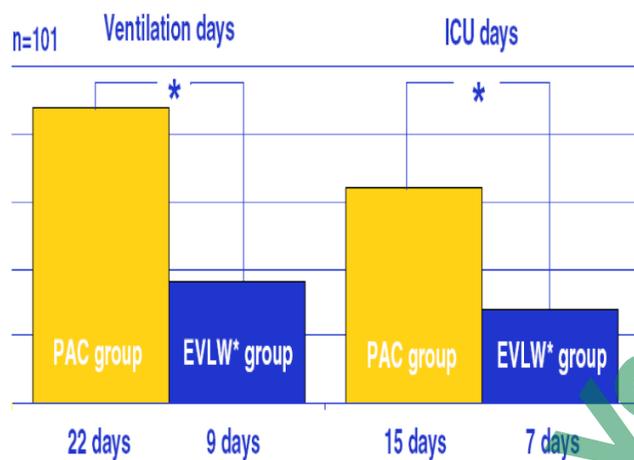
- 1- Sakka SG, Ruhl CC, Pfeiffer UJ, Beale R, McLuckie A, Reinhart K, Meier-Hellmann A. Assessment of cardiac preload and extravascular lung water by single transpulmonary thermodilution. Intensive Care Med 2000;26:180-7
- 2- Michard F, Schachtrupp A, Toens C. Factors influencing the estimation of extravascular lung water by transpulmonary thermodilution in critically ill patients. Crit Care Med 2005;33:1243-7



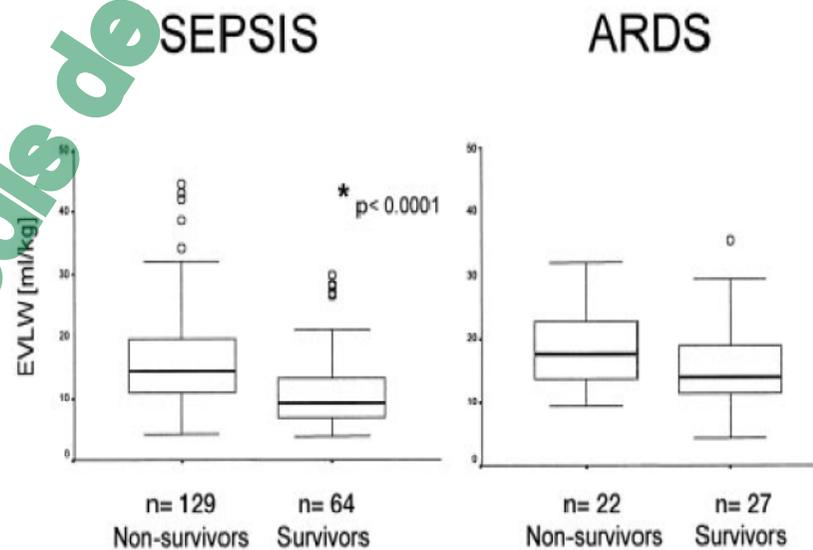
Evaluation de l'eau pulmonaire extravasculaire EPEV (EVLW)

La prise en charge hémodynamique basée sur la mesure de l'EPEV est susceptible de diminuer

- la durée de ventilation mécanique
- la durée de séjour en réanimation.
- La mortalité



Mitchell et al *Am Rev Respir Dis*
1992;145:990-998



Samir G et al *Chest* 122.6 ,2002, p2080(7)



**COMPARAISON OF TWO FLUID-MANAGEMENT STRATEGIES IN
ACUTE LUNG INJURY, ARDS NETWORK
WIEDEMANN NEJM 2006**

- 1000 patients inclus = 1000 SDRA / ALI
- Réanimation agressive avant inclusion (bilan hydrique positif + 2 litres)
- Remplissage avec stratégie libérale ou restrictive (**PVC < 4, PAPO < 8 mmHg**) à une phase tardive (41 heures en moyenne)



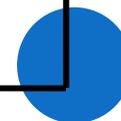
- **Critères d'inclusion:** atteinte pulmonaire bilatérale et nécessité d'une intubation et VM avec une PEEP et $\text{PaO}_2 / \text{FIO}_2 < 300 \text{ mmHg}$
- **Critère de jugement principal :** mortalité à J60
- **Critères de jugement secondaires :** Calcul du nombre de jours sans VM, sans dysfonction d'organe et surveillance des paramètres pulmonaires

Les Vendanges de la Réanimation



Bilan E/S cumulé à J7	Groupe libéral	Groupe restrictif
tous	6992 +/- 502 ml	- 136 +/- 491 ml
Patients en choc	10138 +/- 922 ml	2904 +/- 1008 ml
Patients sans choc	5287 +/- 576 ml	- 1576 +/- 519 ml

Les Vendreux de la Réanimation



POPULATION

Table 1. Baseline Characteristics.*

Characteristic	Conservative Strategy (N= 503)	Liberal Strategy (N= 497)	P Value
Age (yr)	50.1±0.7	49.5±0.7	0.57
Male sex (%)	52	55	0.48
Race or ethnic group (%)			0.66
White	65	63	
Black	20	24	
Hispanic	12	10	
Asian	2	2	
Other	1	1	
Primary lung injury (%)			0.33
Pneumonia	46	48	
Sepsis	22	25	
Aspiration	16	13	
Trauma	8	7	
Multiple transfusions	1	0	
Other	8	7	
Coexisting conditions (%)			
Diabetes	18	18	0.88
HIV infection or AIDS	7	8	0.68
Cirrhosis	5	3	0.89
Solid tumors	1	3	0.02
Leukemia	3	1	0.04
Lymphoma	2	1	0.42
Immunosuppression	9	7	0.27
APACHE III score‡	93.1±1.4	95.2±1.4	0.28
Medical ICU (%)	66	66	0.95
Hemodynamic variables			
Mean arterial pressure (mm Hg)	77.1±0.6	77.2±0.6	0.99
CVP (mm Hg)	11.9±0.3	12.2±0.3	0.56
PAOP (mm Hg)	15.6±0.4	15.7±0.4	0.82
PAOP >18 mm Hg (%)	30	29	0.96
Cardiac index (liters/min/m ²)	4.2±0.1	4.3±0.1	0.46
Mixed venous oxygen saturation (%)	69±0.78	69±0.87	0.97
Met shock criteria (%)‡	33	36	0.21
Vasopressor use (%)	31	35	0.10
Prerandomization fluid balance (ml)	2655±156	2875±166	0.34



RÉSULTAT

Table 3. Main Outcome Variables.*

Outcome	Conservative Strategy	Liberal Strategy	P Value
Death at 60 days (%)	25.5	28.4	0.30
Ventilator-free days from day 1 to day 28 †	14.6±0.5	12.1±0.5	<0.001
ICU-free days †			
Days 1 to 7	0.9±0.1	0.6±0.1	<0.001
Days 1 to 28	13.4±0.4	11.2±0.4	<0.001
Organ-failure-free days † ‡			
Days 1 to 7			
Cardiovascular failure	3.9±0.1	4.2±0.1	0.04
CNS failure	3.4±0.2	2.9±0.2	0.02
Renal failure	5.5±0.1	5.6±0.1	0.45
Hepatic failure	5.7±0.1	5.5±0.1	0.12
Coagulation abnormalities	5.6±0.1	5.4±0.1	0.23
Days 1 to 28			
Cardiovascular failure	19.0±0.5	19.1±0.4	0.85
CNS failure	18.8±0.5	17.2±0.5	0.03
Renal failure	21.5±0.5	21.2±0.5	0.59
Hepatic failure	22.0±0.4	21.2±0.5	0.18
Coagulation abnormalities	22.0±0.4	21.5±0.4	0.37
Dialysis to day 60			
Patients (%)	10	14	0.06
Days	11.0±1.7	10.9±1.4	0.96



CONCLUSION

- Intérêt Des Pressions De Remplissage (PAPO,PVC) guider remplissage

Les Vendredis de la Réanimation



- Mesure et surveillance continue du débit cardiaque

Swan-Ganz

- DC discontinu
- DC continu



- MESURE ET SURVEILLANCE CONTINUE DU DÉBIT CARDIAQUE

PiCCO, deux techniques:

- thermodilution → DC discontinu validé % au Swan!!!
- Pulse contours → Nécessité de calibrations du pulse contour par la thermodilution:
 - **Problème du délai de calibration**



EFFECTS OF CHANGES IN VASCULAR TONE ON THE AGREEMENT BETWEEN PULSE CONTOUR AND TRANSPULMONARY THERMODILUTION CARDIAC OUTPUT MEASUREMENTS WITHIN AN UP TO 6-HOUR CALIBRATION-FREE PERIOD.

HAMZAQUI O, MONNET X, RICHARD C, OSMAN D, CHEMLA D, TBOUL

Crit Care Med. 2008 Feb;36(2):434-40.

OBJECTIVES:

To examine whether the agreement between pulse contour and transpulmonary thermodilution cardiac index (CI) measurements is altered by changes in **vascular tone** within an up to **6-hr calibration-free period**.

DESIGN: Observational study.

SETTING: Medical intensive care unit of a university hospital.

PATIENTS: **59 critically ill patients**.

INTERVENTIONS: None.



EFFECTS OF CHANGES IN VASCULAR TONE ON THE AGREEMENT BETWEEN PULSE CONTOUR AND TRANSPULMONARY THERMODILUTION CARDIAC OUTPUT MEASUREMENTS WITHIN AN UP TO 6-HOUR CALIBRATION-FREE PERIOD.

HAMZAOUI O, MONNET X, RICHARD C, OSMAN D, CHEMLA D, TBOUL

MEASUREMENTS AND MAIN RESULTS:

- 59 patients équipé par PiCCO
- analyse retrospective.
- Database: IC thermodilution (IC (T)) obtenue a chaque calibration et pulse contour IC (IC (PC)) enregistré juste avant calibration

Crit Care Med. 2008 Feb;36(2):434-40.

□ **7 groupes de paires d'IC selon le délai de calibration:**

- < 30 mins, entre 30 mins et 1 hr, puis chaque heure et > 6 hrs
- 400 CI paires, IC (PC) correlated CI(T) ($r^2 = .68$, $p < .001$). The bias +/- SD was 0.12 +/- 0.61 L/min/m², and the percentage error was 35%.
- **sur les 7 groupes, le pourcentage d'erreur est <30% seulement dans les 2 premiers groupes (27% and 26%, respectivement).**
- un changement des résistances systémiques >15% est constaté dans 129 cas, CI(PC) correlated CI(T) ($r^2 = .64$), the bias +/- SD was 0.12 +/- 0.62 L/min/m², et le pourcentage d'erreur 36%.
- si délai < 1-hr: le changement des résistance vasculaire >15% (n = 32), le bias +/- SD = 0.04 +/- 0.47 L/min/m et le pourcentage d'erreur = 29%.



EFFECTS OF CHANGES IN VASCULAR TONE ON THE AGREEMENT BETWEEN PULSE CONTOUR AND TRANSPULMONARY THERMODILUTION CARDIAC OUTPUT MEASUREMENTS WITHIN AN UP TO 6-HOUR CALIBRATION-FREE PERIOD.

HAMZAOUI O, MONNET X, RICHARD C, OSMAN D, CHEMLA D, TEBOUL

- **Conclusion:** la concordance des valeurs d'IC par thermodilution et pulse contour n'est pas affecté de façon significative par la variation du tonus
- *However, after a 1-hr calibration-free period, recalibration may be encouraged.*

Crit Care Med. 2008;36:434-40.



CONSTATIONS AU QUOTIDIEN

Les Vendredis de la Réanimation



PROBLÉMATIQUE

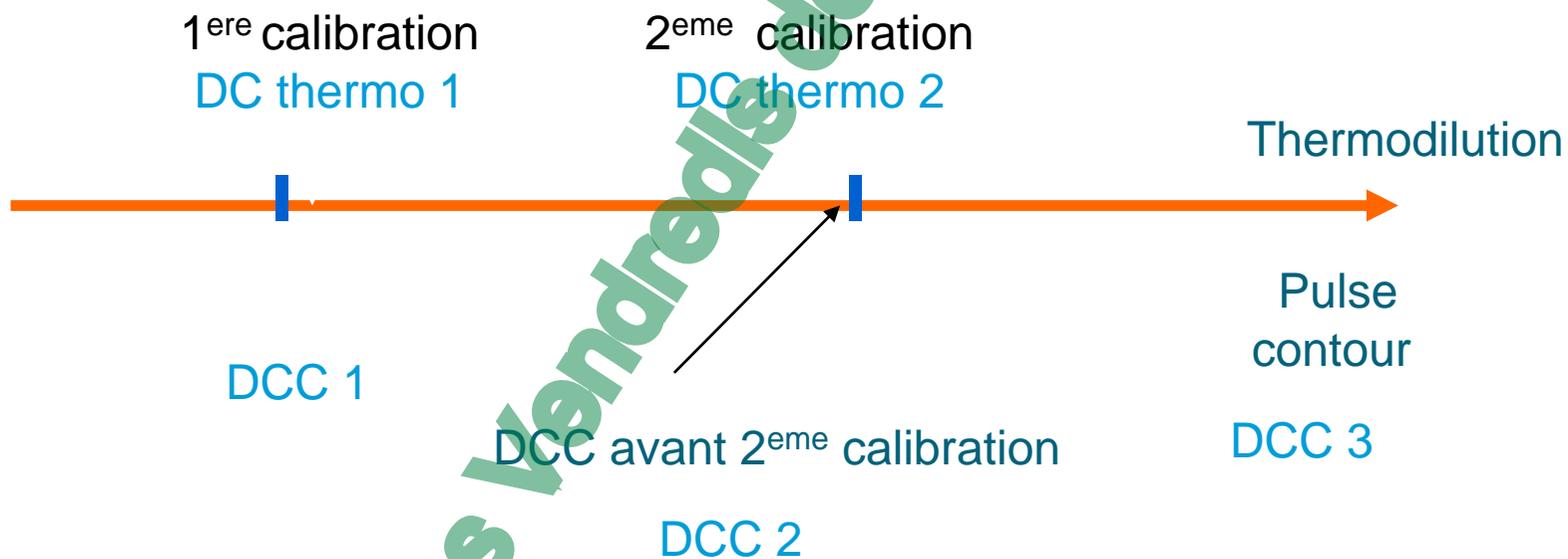
$CO_{thermo1}$	CCO_1	Délai de calibratio n_{min}	CCO_2	$CO_{thermo2}$	CCO_3
2,57	2,5	37	1,9	5,52	5,3
6,2	6,86	40	3,3	6,24	6
4,81	5,05	146	3,3	4,18	4,3

discordance entre débit cardiaque obtenu par pulse contour et celui par thermodilution



ÉTUDE OBSERVATIONNELLE

Setting:



Les Vendredis de la Réanimation

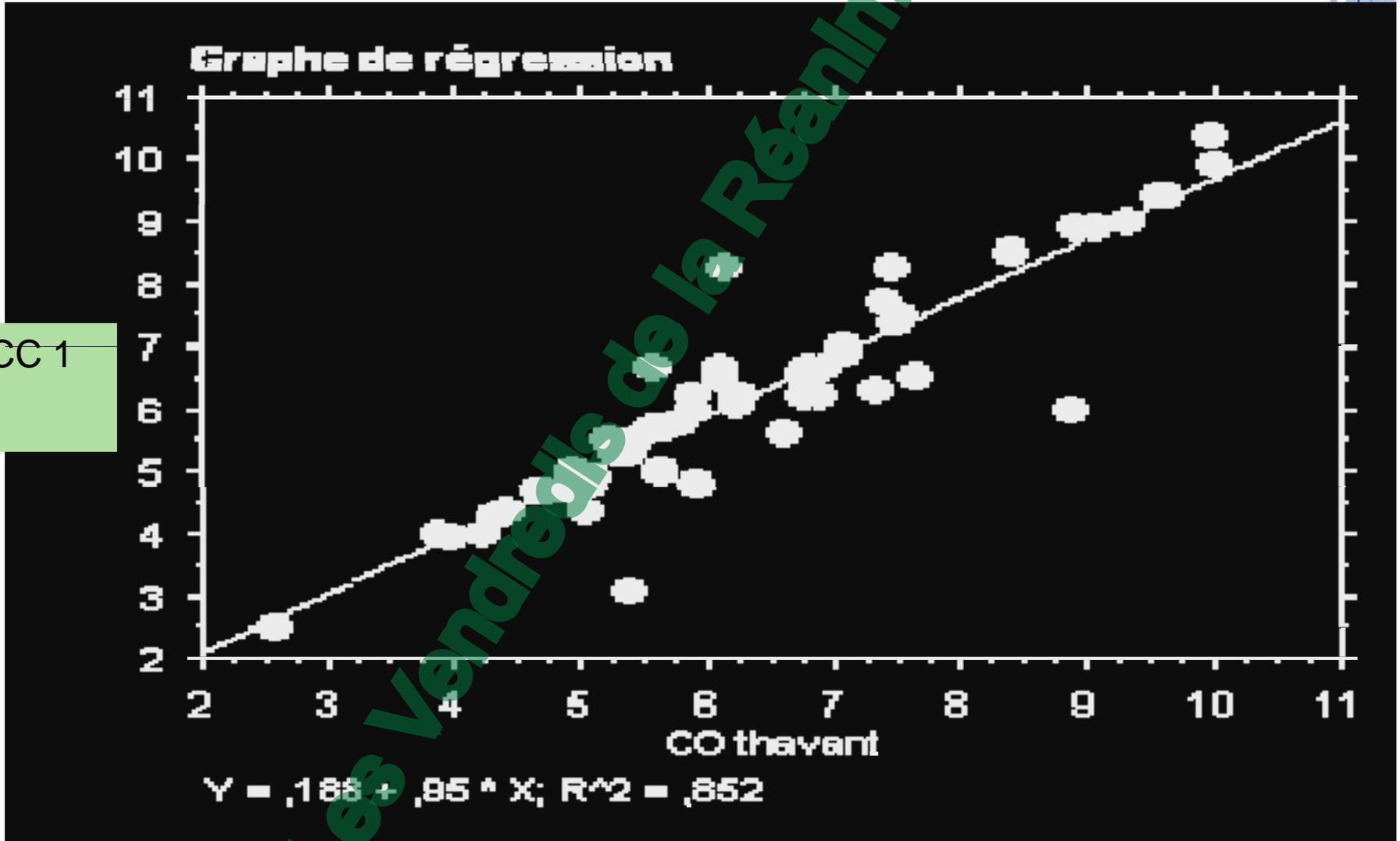
RÉSULTAT

- On a réalisé 74 mesures chez 17 patients
- Tous les patients sont en choc septique sous noradrénaline.
- Délai de quelques minutes à plus de 6 heures

Les Vendredis de la Réanimation

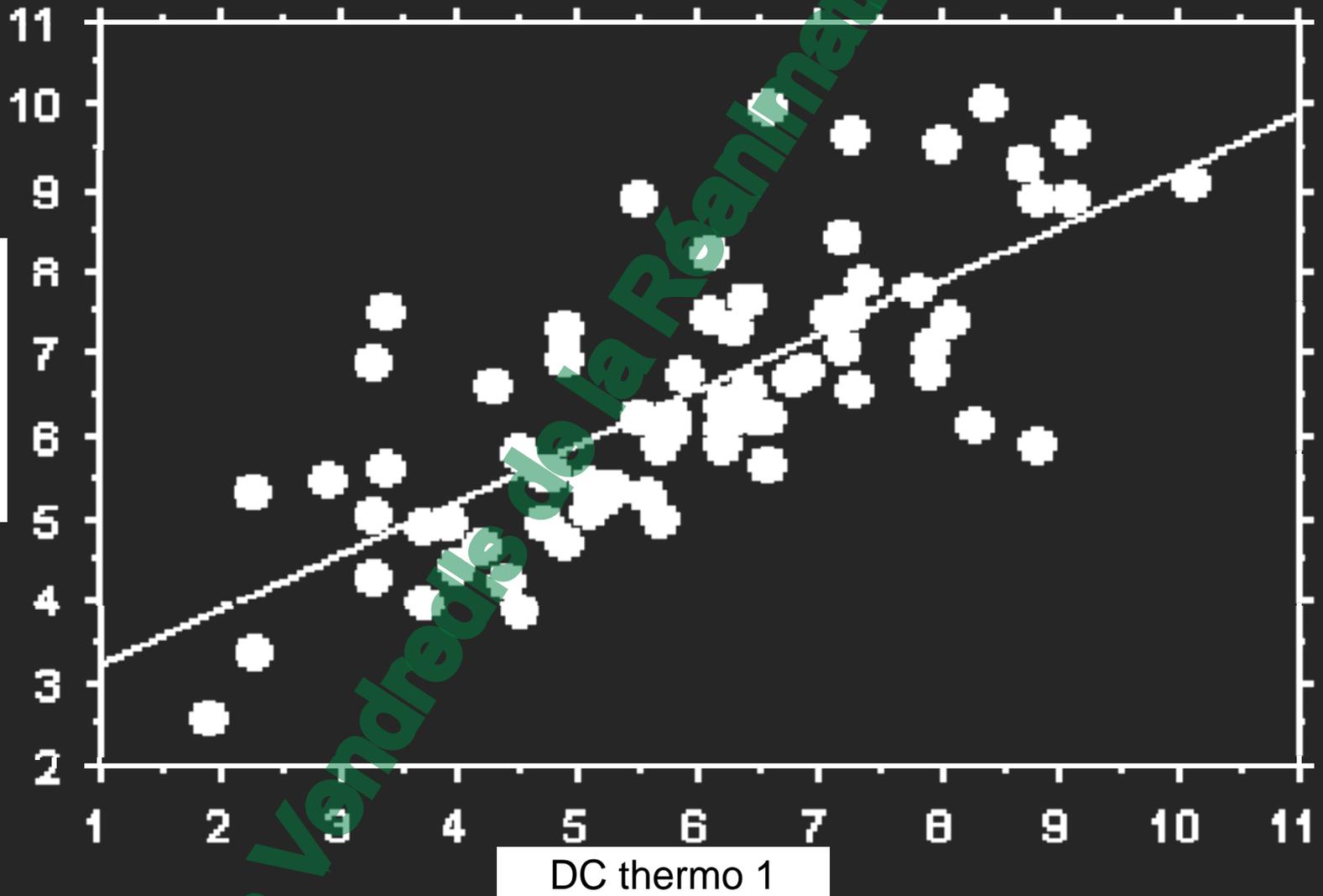


DCC-1



Graphique de régression

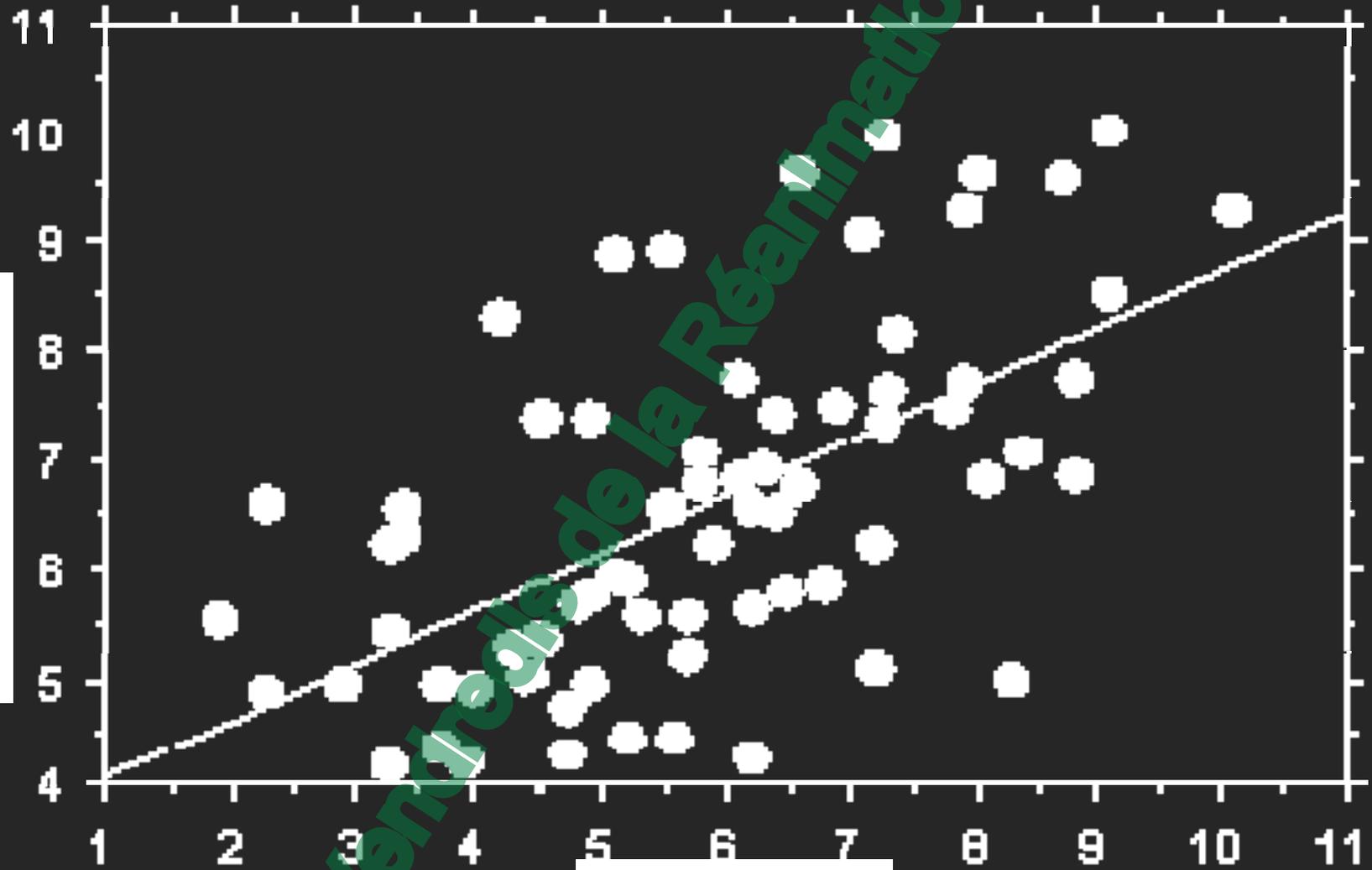
DCC2



$$Y = 2,56 + 0,665 X$$

DC thermo 1

Graphique de régression



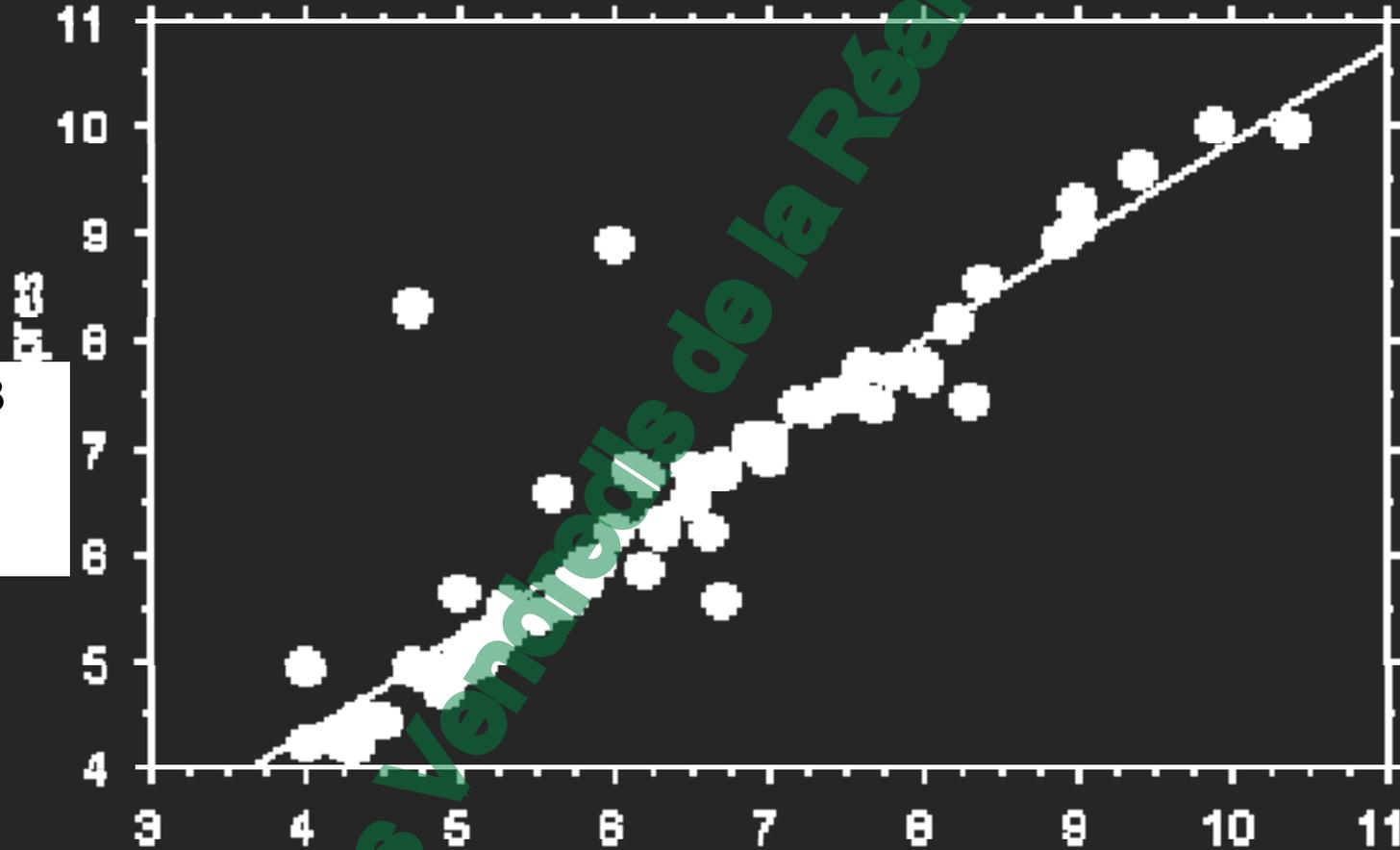
DCC 2

DC thermo 2

$$Y = 3,55 + 0,516X$$

Graphique de régression

DCC3



DC thermo 2

$$Y = 0,61 + 0,92X$$



Les Vendredis de la Réanimation

EVALUATION DE LA PRÉCHARGE CARDIAQUE:



EVALUATION DE LA PRÉCHARGE CARDIAQUE: SWAN-GANZ

- D'une façon générale, des valeurs basses (PVC < 5 mmHg, PAPO < 5-7 mmHg) peuvent conduire au remplissage vasculaire

SPECIAL article

New Concepts in the Diagnosis and Fluid Treatment of Circulatory Shock

Thirteenth Annual Becton, Dickinson and Company Oscar Schwidetsky Memorial Lecture

Max H. Weil, MD, PhD., and Robert J. Henning, MD

Mesure PVC, PAPO



Remplissage



Poursuite ou arrêt en fonction valeurs PVC, PAPO

EVALUATION DE LA PRÉCHARGE CARDIAQUE: SWAN-GANZ

Règles du « 5-2 ou 7-3 »

Guidelines for Fluid Challenge Utilizing Central Venous Pressure Monitoring

Fluid challenge: CVP, cm H ₂ O (5-2 rule)		
Observe CVP for 10 min	<8 cm H ₂ O	200 ml × 10 min
	<14 cm H ₂ O	100 ml × 10 min
	≥14 cm H ₂ O	50 ml × 10 min
		Peripheral IV
During infusion 0-9 min	>5 cm	STOP
Following infusion	>2 cm < 5 cm	Wait 10 min
	>2 cm	Wait STOP
	≤2 cm	Continue infusion

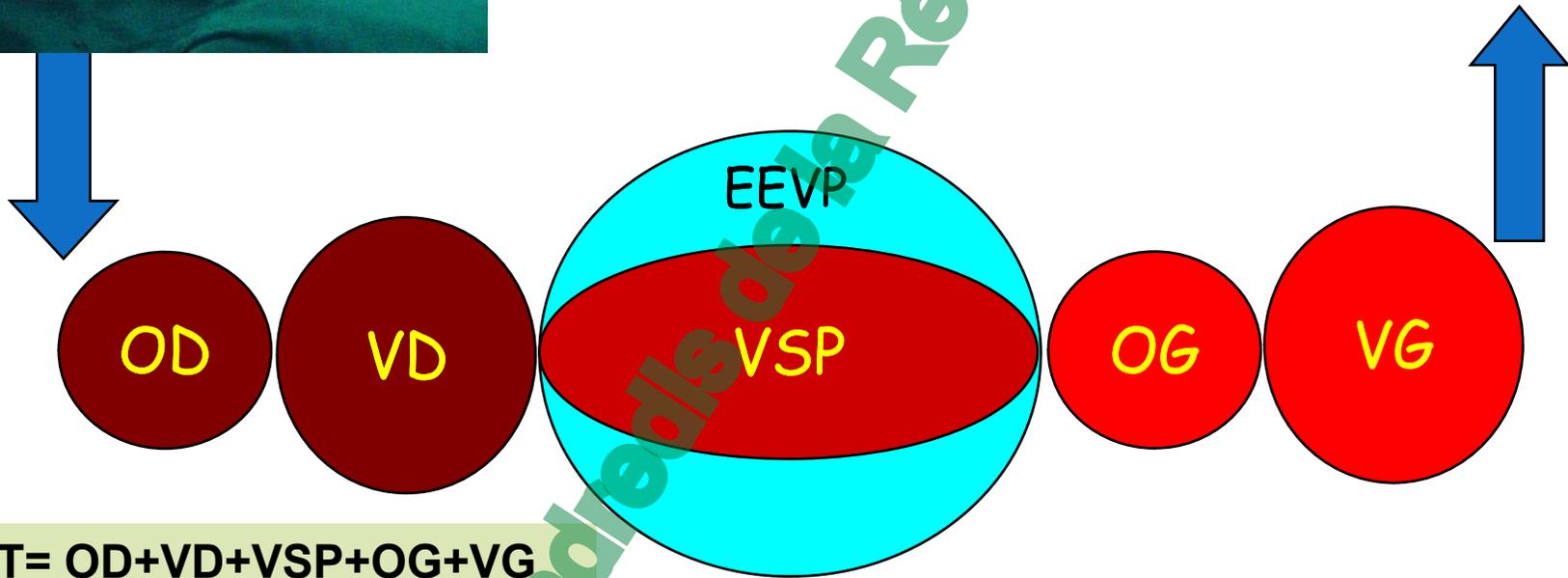
Guidelines for Fluid Challenge Utilizing Pulmonary Artery Diastolic or Pulmonary Artery Wedge Pressure Monitoring

Fluid challenge: P _{PAW} , P _{PAD} mm Hg (7-3 rule)		
Observe P _{PAD} /P _{PAW} for 10 min	<12 mm Hg	200 ml × 10 min
	<16 mm Hg	100 ml × 10 min
	≥16 mm Hg	50 ml × 10 min
During infusion 0-9 min	>7 mm Hg	STOP
Immediately following 10 min infusion	>3 < 7 mm Hg	Wait 10 min
	>3 mm Hg	Wait STOP
	≤3 mm Hg	Continue infusion





DE LA PRÉCHARGE CARDIAQUE: *PICCO*



$$\text{VSIT} = \text{OD} + \text{VD} + \text{VSP} + \text{OG} + \text{VG}$$

$$\text{VTDG} = \text{OD} + \text{VD} + \text{OG} + \text{VG}$$

Les Vendredis de la Réanimation



EVALUATION DE LA PRÉCHARGE CARDIAQUE: *PICCO*

- Permet de calculer un « volume télédiastolique ventriculaire global » (**VTDVG**) et un « volume sanguin intrathoracique » (**VSIT**).
- la capacité de ces paramètres de précharge à prédire la réponse du débit cardiaque au remplissage vasculaire n'est à prendre en compte que pour des valeurs extrêmes (< 500-600 mL·m⁻² ou > 800-900 mL·m⁻² pour le VTDVG).



2- Evaluation de la précharge cardiaque

- Le VTDG est un indice volumétrique de précharge bi-ventriculaire.
- les variations de VTDG sont corrélées aux variations du volume d'éjection
Goedje et al Chest 2000;118: 775-78
- Indice plus fiable que les pressions de remplissage car :
 - PVC et PAPO : Faible valeur prédictive pour prédire l'augmentation du DC en réponse à une expansion volumique
 - PVC et PAPO : ne sont pas le reflet des pressions transmurales chez le patient ventilé avec PEPi et PEPext . (PAPO est plus fiable en l'absence d'hyperinflation dynamique)
Teboul JL, Bernardin G, Crit Care Med 2000
 - PAPO n'est pas un reflet de la précharge VG quand la compliance est diminuée (ischemie – HVG - sepsis)
Raper R et al , Chest 1986



Evaluation de la précharge dépendance par la variabilité du volume (VVE)

- patients ventilés, sédatisés et en rythme sinusal
- Calcul automatique de la VVE sur une période flottante de 30 secondes
- VVE permet de prédire la réponse hémodynamique à une expansion volumique

Reuter et al Intensive Care Med (2002) 28:392–398

Berkenstadt et al Anesth Analg 2001;92:984-989

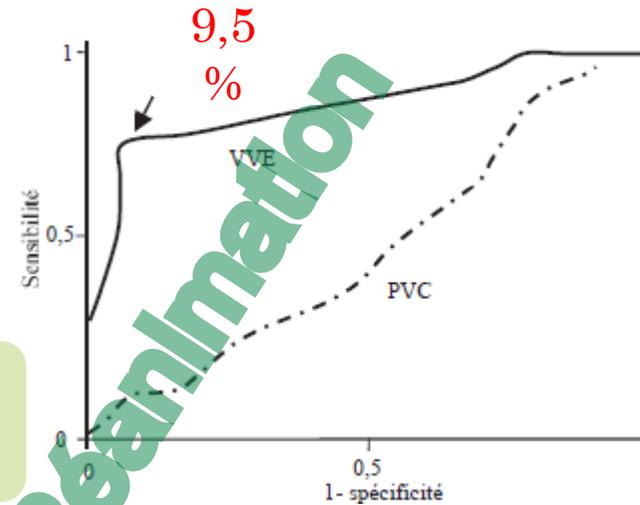


Stroke Volume Variation as a Predictor of Fluid Responsiveness in Patients Undergoing Brain Surgery

Haim Berkenstadt, MD*, Nevo Margalit, MD†, Moshe Hadani, MD†, Zeev Friedman, MD*, Eran Segal, MD*, Yael Villa, PhD*, and Azriel Perel, MD*

Anesth Analg 2001;92:984-9

*sensibilité 79 %
spécificité 93 %.*



Stroke Volume and Pulse Pressure Variation for Prediction of Fluid Responsiveness in Patients Undergoing Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting*

Christoph K. Hofer, MD; Stefan H. Müller, MD; Tobias Furrer, MD; Richard Kloglauer, PhD; Michele Grossi, MD; and Andreas Zellweger, MD

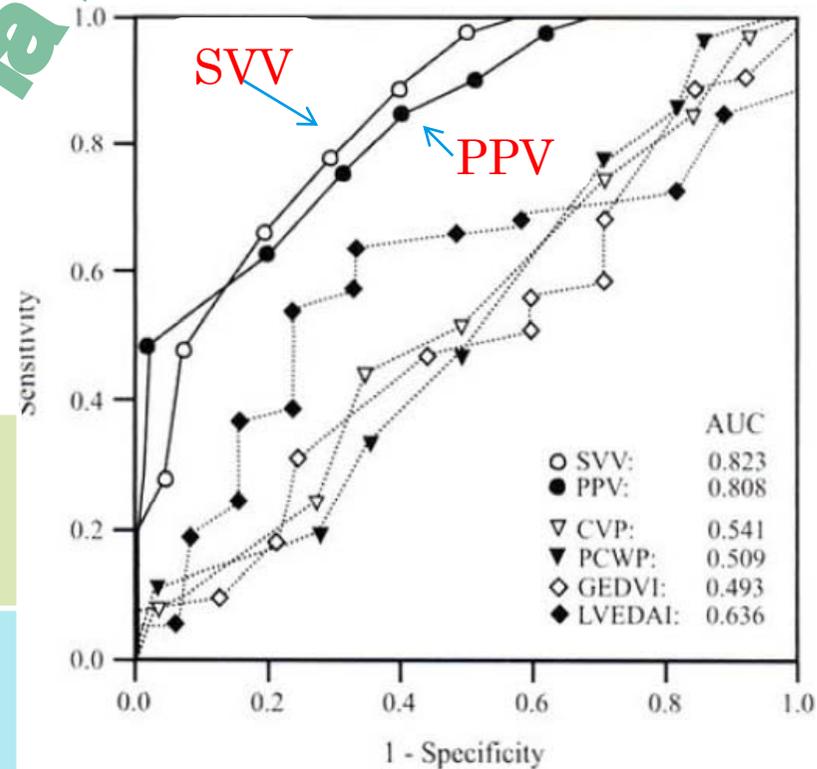
Chest 2005;128:848-854

Cut-off values

SVV: 13,5%

PPV: 12,5%

*sensibilité 74 %
spécificité 71%*



Les Vendredis de la Réanimation

EVALUATION DE LA FONCTION CARDIAQUE



Evaluation de la fonction cardiaque par l'indice de fonction cardiaque (IFC)

- équivalent de la fraction d'éjection ventriculaire globale
- corrélé avec la fraction de raccourcissement de surface (FRS) du VG évaluée par échocardiographie en l'absence de dysfonction ventriculaire droite
- IFC < 4 permet de prédire une FRS < 40 % (sensibilité 77 % , spécificité 92 %)
Combes et al Réanimation 2001;10 , 59
- Chez des patients en choc septique :
Augmentation d'au moins 15 % du DC suite à un remplissage :
 - 17 % de répondeurs avec un IFC < 3,5
 - 83% de répondeurs avec un IFC > 3,5

Michard F et al Intensive Care Med 2001;27, 148



SWAN-GANZ

- Cardiac Index (CI) = CO/BSA
- Stroke Volume Index (SVI) = CI/HR
- Systemic Vascular Resistance (SVR)
 - reflects impedance of the systemic vascular tree
 - $SVR = 80 \times (MAP - CVP) / CO$
- Pulmonary Vascular Resistance (PVR)
 - reflects impedance of pulmonary circuit
 - $PVR = 80 \times (PAM - PCWP) / CO$
- Left ventricular stroke work index (LVSWI)
= $(MAP - PCWP) \times SVI \times 0.136$
- Right ventricular stroke work index (RVSWI)
= $(PAM - CVP) \times SVI \times 0.136$



VALEURS NORMALES PICCO

	Abréviations	Valeurs	Unités
Index cardiaque	IC	3.0-5.0	L/min/m ²
Volume sanguin intra-thoracique indexé	IVST	850-1000	ml/m ²
Eau pulmonaire extra-vasc. indexée	IEPEV	Lim. sup. réa. = 10	ml/kg
Index de la fonction cardiaque	IFC	4.5-6.5	L/mn
Pression veineuse centrale	PVC	2-10	Mm Hg
Résistances vasc. Systémiques indexées	IRVS	1200-2000	Dyn.s.cm-5.m ²
Variation du volume systolique	VVS	<10	%



VALEURS NORMALES MESURÉES SWAN-GANZ

		Valeurs normales au repos
PASm	P artérielle systémique moyenne	70-105 mmHg (1)
FC	Fréquence cardiaque	60-90 batt/min (1)
POD	P auriculaire droite moyenne	0-8 mmHg (1)
PAPm	P artérielle pulmonaire moyenne	10-22 mmHg (1)
PAPs	P artérielle pulmonaire systolique	15-28 mmHg (1)
PAPd	P artérielle pulmonaire télédiastolique	5-16 mmHg (1)
PAPo	P artérielle pulmonaire d'occlusion	6-15 mmHg (1)
Q	Débit cardiaque	l/min



VALEURS NORMALES CALCULÉES SWAN-GANZ

		Valeurs normales au repos
IC	Index cardiaque	2.8-4.2 L.min-1. m-2(1)
IS	Index systolique	30-65 ml/batt (1)
RVS	Résistances vasculaires systémiques	90-1400 dynes.sec.cm-5(1)
RVP	Résistances vasculaires pulmonaires	45-120 dynes.sec.cm-5 (1)
TSVG	Travail systolique indexé du VG	48-85 g.m.cm-2 (2)
TSVD	Travail systolique indexé du VD	5-7 g.m.cm-2

Les Vendredis de la Réanimation



L'UTILISATION PRÉCOCE DU CATHÉTÉRISME ARTÉRIEL PULMONAIRE CHEZ DES PATIENTS EN ÉTAT DE CHOC ET DE DÉTRESSE RESPIRATOIRE AIGUË MODIFIE-T-ELLE LE DEVENIR ? UN ESSAI CONTRÔLÉ RANDOMISÉ

JAMA. 2003 ; 290 : 2713-2720.

- Contexte De nombreux médecins croient à l'utilité du cathétérisme artériel pulmonaire (CAP) pour le diagnostic et le traitement des défaillances cardio-respiratoires ; **cependant des études d'observation suggèrent que cette technique pourrait être délétère.**



- **Objectif Déterminer les effets sur le devenir des patients avec état de choc (essentiellement septique), syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) ou les deux associés, de l'utilisation précoce d'un CAP.**
- **Schéma, contexte et patients Etude contrôlée, randomisée, multicentrique**
- **676 patients âgés de 18 ans au moins,**
- Les critères standard de choc, SDRA ou les deux associés, conduite dans 36 unités de soins intensifs françaises du 30 janvier 1999 au 29 juin 2001.
- **Intervention Les patients ont été randomisés pour la mise en place d'un CAP (n = 335) ou non (n = 341). Le traitement était laissé à la discrétion de chaque praticien responsable.**

JAMA. 2003 ; 290 : 2713-2720.



- Critères de jugement principaux Les deux groupes ne différaient pas à l'état basal.
- Il n'a pas été observé de différence significative de mortalité avec ou sans CAP
 - J14 : 49,9 % vs 51,3 %, $p = 0,70$
 - J28 : 59,4 % vs 61,0 % , $p = 0,67$
 - J90 : 70,7 % vs 72,0 % , $p = 0,71$). A J14

JAMA. 2003 ; 290 : 2713-2720.



○ **Conclusion:**

La prise en charge clinique faisant appel à l'utilisation précoce du CAP n'affecte pas la mortalité et la morbidité des patients en état de choc, de SDRA ou des deux associés

JAMA. 2003 ; 290 : 2713-2720.



Les Vendredis de la Réanimation

Cardiac output – pulse contour analysis vs. pulmonary artery thermodilution

Acta anaesthesiol scand 2006;50:1044-1049

Research

Open Access

Pulmonary artery catheter versus pulse contour analysis: a prospective epidemiological study

Shigehiko Uchino¹, Rinaldo Bellomo², Hiroshi Morimatsu³, Makoto Sugihara⁴, Craig French⁵, Dianne Stephens⁶, Julia Wendon⁷, Patrick Honore⁸, John Mulder⁹, Andrew Turner¹⁰ and the PAC/PiCCO Use and Likelihood of Success Evaluation [PULSE] Study Group

Critical Care 2006, **10**:R174 (doi:10.1186/cc5126)

© 2006 Uchino et al; licensee BioMed Central Ltd.

Pas de Différence entre les Techniques





Pr J-L Teboul

CONCLUSION

- "la technique est difficile à mettre en œuvre, et requiert de l'expérience, tant pour la mise en place du cathéter que pour l'interprétation des chiffres : **plus importante est l'expérience, meilleurs sont les résultats.**

