

# Dysfonction ventriculaire droite et hypertensions pulmonaires en réanimation

Pr. Vincent Castelain

Service de réanimation médicale

Hôpital de Hautepierre / Strasbourg

The logo of the University of Strasbourg is a stylized blue 'S' shape composed of two curved segments. Below it, the text "UNIVERSITÉ DE STRASBOURG" is written in a blue, sans-serif font.

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

# Plan

- Y a t'il des HTP en réanimation ?
- Pourquoi ?
- Pronostic
- Prise en charge

# Plan

- Y a t'il des HTP en réanimation ?
- Pourquoi ?
- Pronostic
- Prise en charge

# Comment les diagnostiquer ?

- CAP : technique de référence...

# UN AMOUR DE SWANN



Teboul JL

Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Historique : 1<sup>ère</sup> étape

- Otto Frank (1865-1944)
- Ernest Henry Starling (1866-1927)
- Adolph Fick en 1870 ⇒ Débit cardiaque
- Werner Forssman en 1929 ⇒ 1er KT Drt
- Werner Forssman
- André F. Cournand ⇒ Nobel en 1956
- Dickinson W. Richards



## The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1956

"for their discoveries concerning heart catheterization and pathological changes in the circulatory system"



**André Frédéric Cournand**

🏆 1/3 of the prize

USA

Columbia University  
Division, Cardio-  
Pulmonary  
Laboratory, Bellevue  
Hospital  
New York, NY, USA

b. 1895  
(in Paris, France)  
d. 1988



**Werner Forssmann**

🏆 1/3 of the prize

Federal Republic of  
Germany

Mainz University  
Mainz, Federal  
Republic of  
Germany;  
Bad Kreuznach,  
Federal Republic of  
Germany

b. 1904  
d. 1979



**Dickinson W. Richards**

🏆 1/3 of the prize

USA

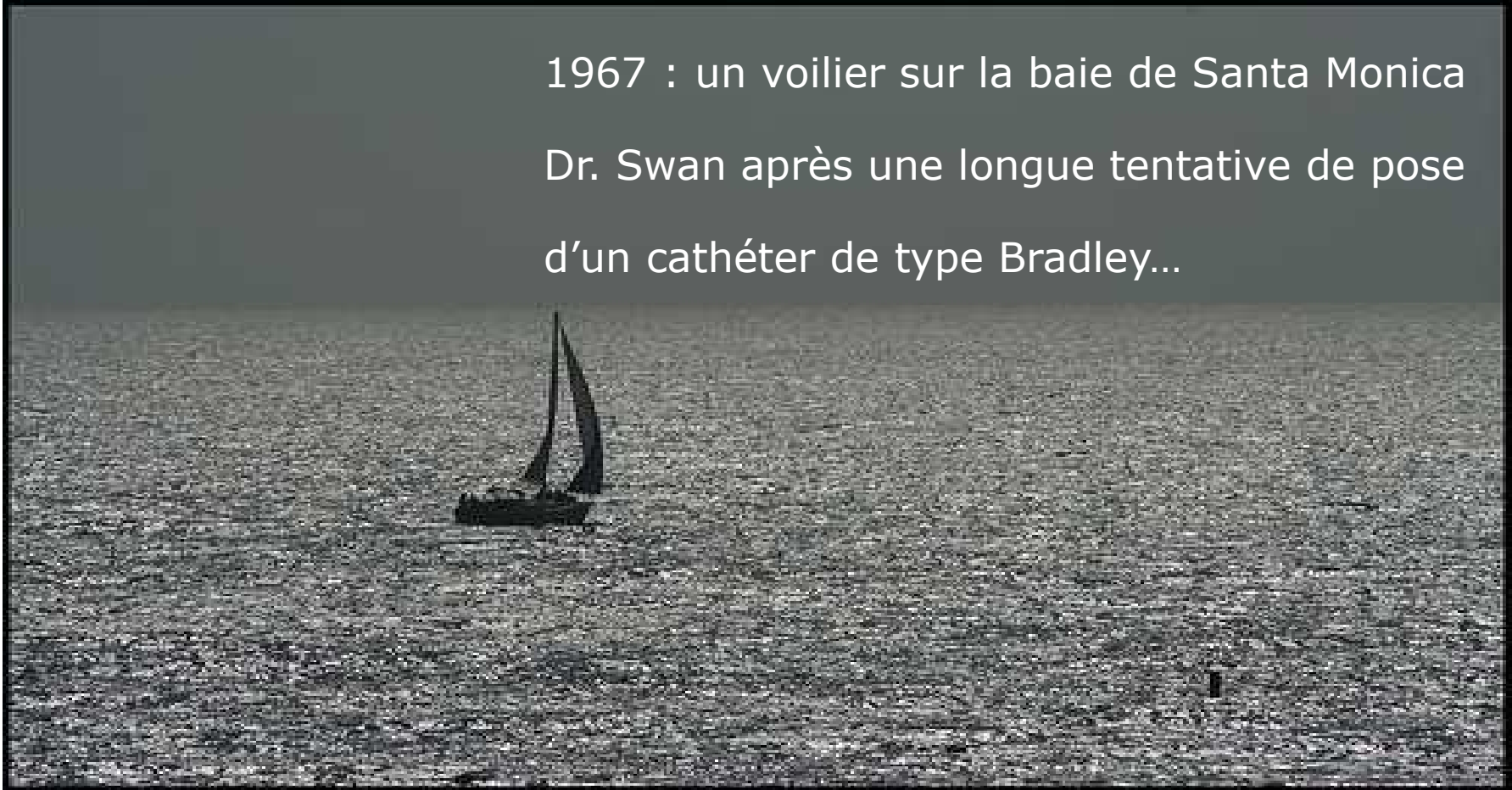
Columbia University  
New York, NY, USA

b. 1895  
d. 1973

VD et HTP en réanimation  
:elain / 14-10-2015

# Historique : 2<sup>ème</sup> étape

1967 : un voilier sur la baie de Santa Monica  
Dr. Swan après une longue tentative de pose  
d'un cathéter de type Bradley...





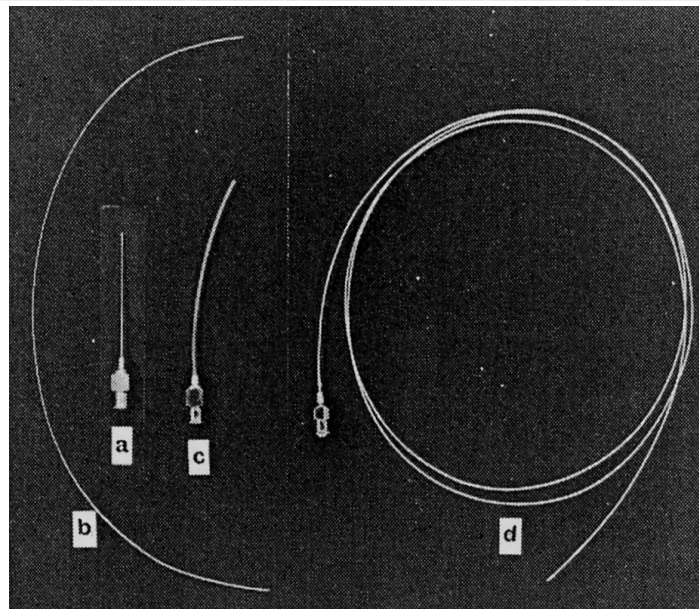
# Miniaturisation...

THE LANCET

OCTOBER 31, 1964

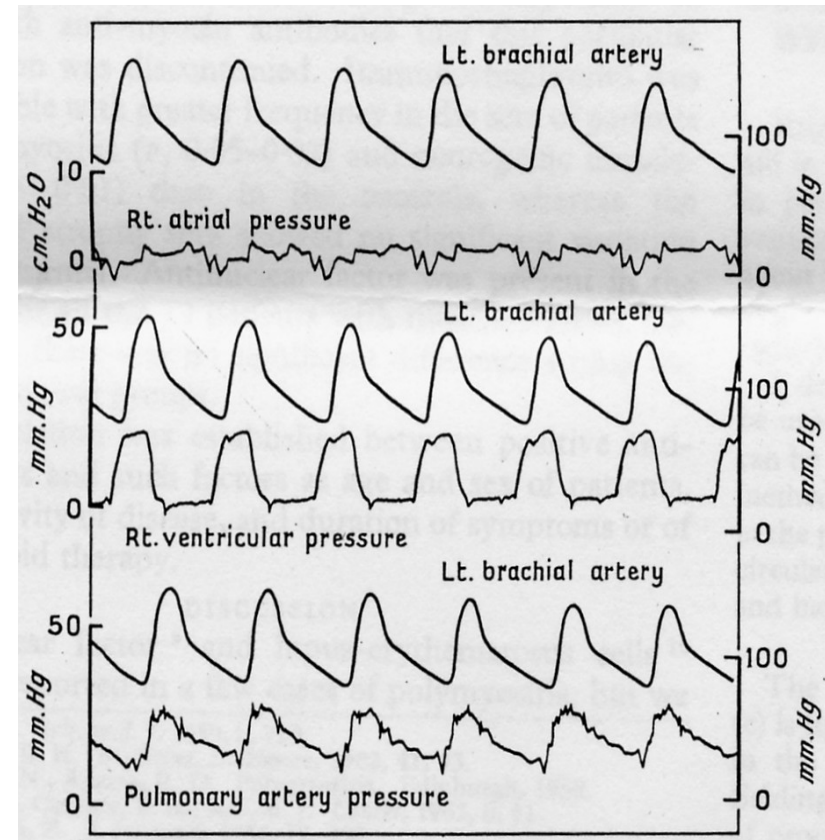
## New Inventions

### DIAGNOSTIC RIGHT-HEART CATHETERISATION WITH MINIATURE CATHETERS IN SEVERELY ILL PATIENTS



Department of Medicine,  
St. Thomas's Hospital School,  
London, S.E.1

R. D. BRADLEY  
M.B., B.SC. Lond.  
Research Assistant



Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Historique : 2<sup>ème</sup> étape

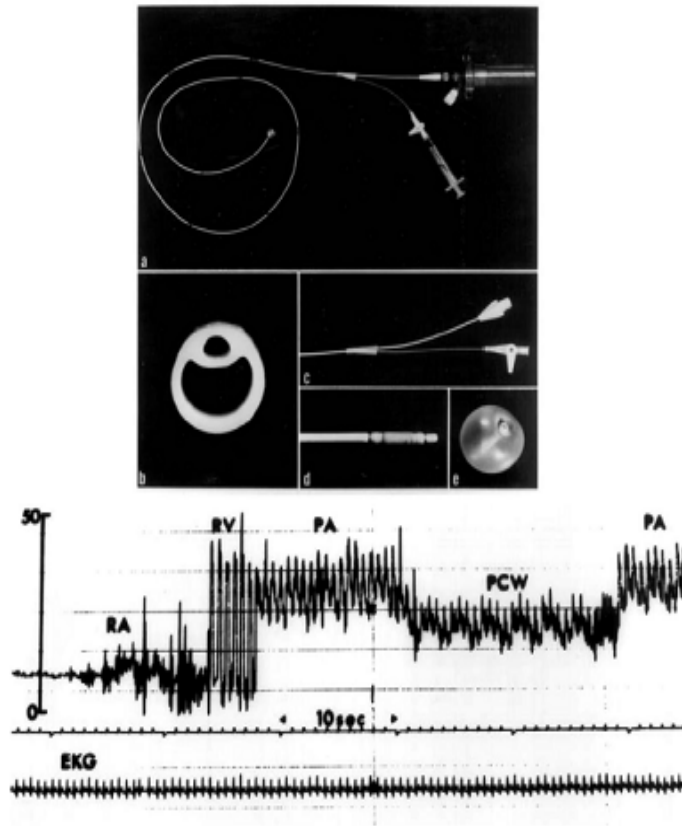
1967 : un voilier sur la baie de Santa Monica  
Dr. Swan après une longue tentative de pose  
d'un cathéter de type Bradley...

Le voilier flotte ⇒ faisons flotter le KT

Consultant chez Edwards (KT Fogarty...)

W. Ganz ⇒ 1<sup>er</sup> test chez animal

# Historique : 2<sup>ème</sup> étape



**William Ganz and H.J.C. Swan**

Chatterjee K. *Circulation* 2009

Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Historique : 2<sup>ème</sup> étape

Vol. 283 No. 9

FLOW-DIRECTED BALLOON-TIPPED CATHETER – SWAN ET AL.

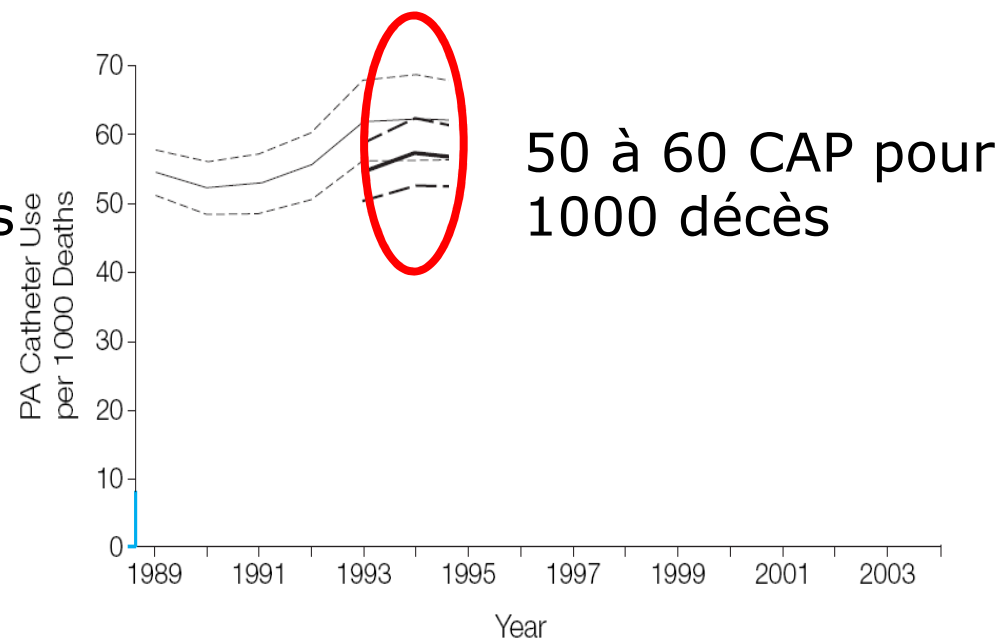
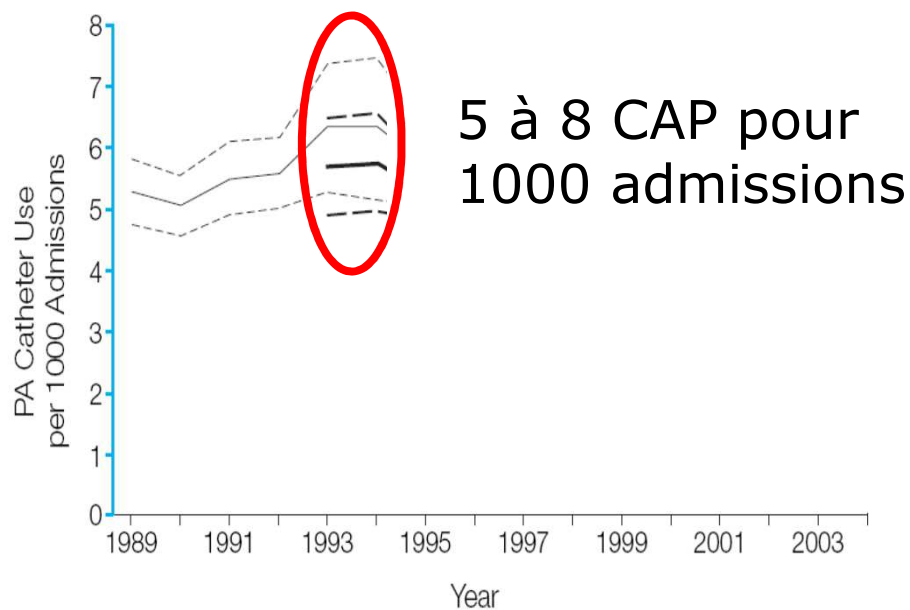
447

## **CATHETERIZATION OF THE HEART IN MAN WITH USE OF A FLOW-DIRECTED BALLOON-TIPPED CATHETER\***

H. J. C. SWAN, M.B., PH.D., F.R.C.P., WILLIAM GANZ, M.D., C.SC., JAMES FORRESTER, M.D.,  
HAROLD MARCUS, M.D., GEORGE DIAMOND, M.D., AND DAVID CHONETTE

*New England Journal of Medicine* 1970

# Historique : 3<sup>ème</sup> étape



Wiener RS et Welch HG *JAMA* 2007

Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Historique : 3<sup>ème</sup> étape

Concepts in Emergency and Critical Care 

## The Effectiveness of Right Heart Catheterization in the Initial Care of Critically Ill Patients

Alfred F. Connors, Jr, MD; Theodore Speroff, PhD; Neal V. Dawson, MD; Charles Thomas; Frank E. Harrell, Jr, PhD; Douglas Wagner, PhD; Norman Desbiens, MD; Lee Goldman, MD, MPH; Albert W. Wu, MD; Robert M. Califf, MD; William J. Fulkerson, Jr, MD; Humberto Vidaillet, MD; Steven Broste, MS; Paul Bellamy, MD; Joanne Lynn, MD; William A. Knaus, MD; for the SUPPORT Investigators

*JAMA. 1996;276:889-897*

# Les valeurs...

- HTP si PAPM > 25 mmHg
  - Au repos
  - En décubitus dorsal
  - En télé-expiratoire
- PAPM normale < 20 mmHg

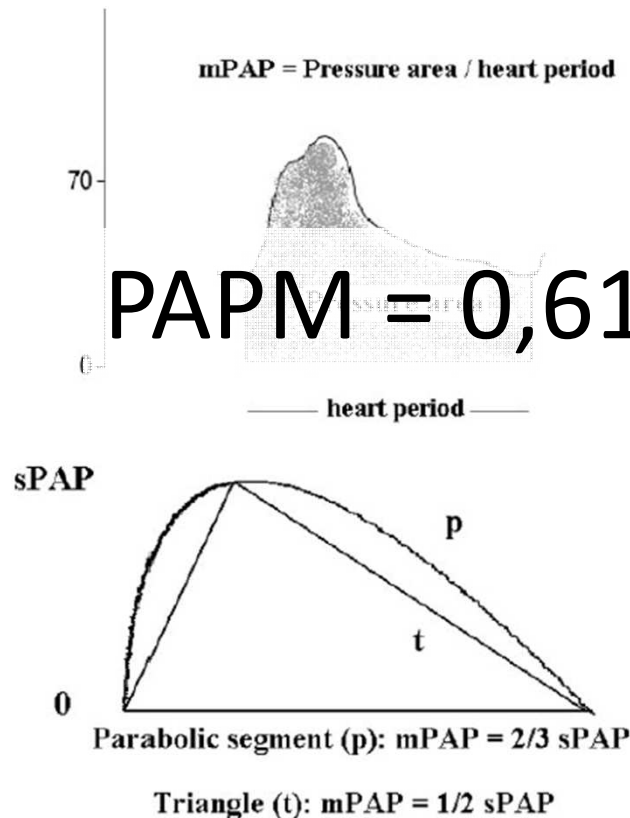
PAPM ?



# Evaluation of Various Empirical Formulas for Estimating Mean Pulmonary Artery Pressure by Using Systolic Pulmonary Artery Pressure in Adults

Denis Chemla, Vincent Castelain, Steeve Provencher, Marc Humbert, Gérald Simonneau and Philippe Hervé

*Chest* 2009;135;760-768; Prepublished online October 10, 2008;  
DOI 10.1378/chest.08-0904



$$\text{PAPM} = 0,61 \times \text{PAPS} + 2 \text{ mmHg}$$

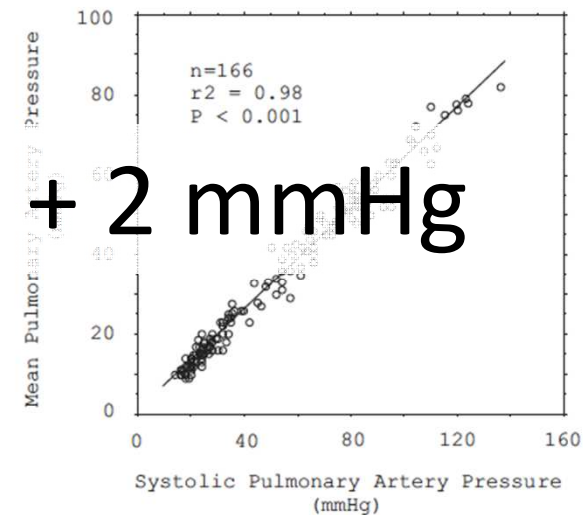


FIGURE 2. Linear relationship between mPAP and sPAP (n = 166; y = 0.638x + 0.48 mm Hg).

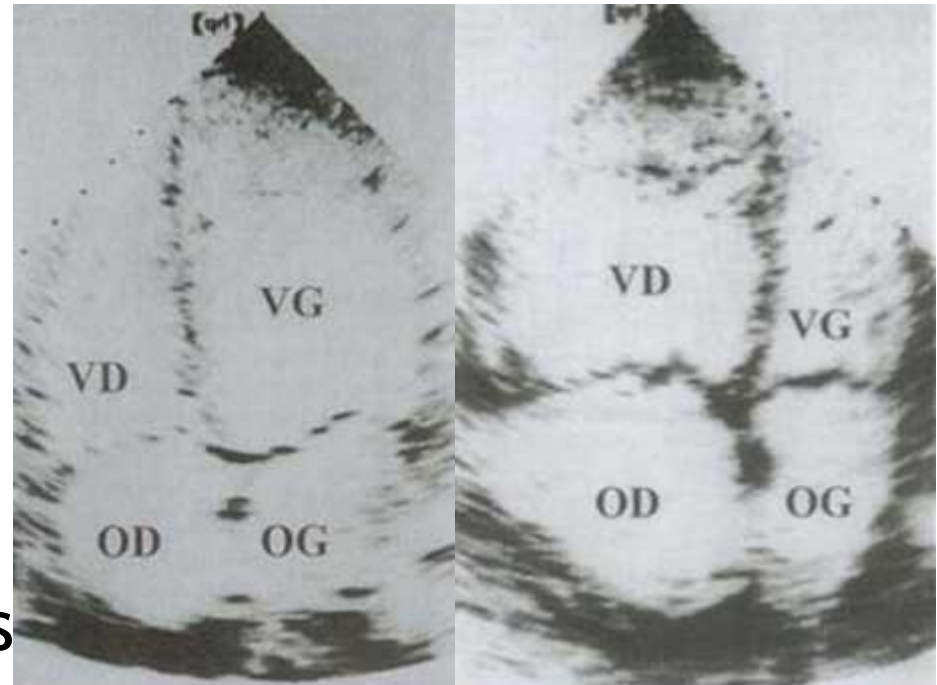
# Comment les diagnostiquer ?

- CAP : technique de référence...
- Echocardiographie

# ECHOGRAPHIE CARDIAQUE

## EXAMEN 1<sup>ERE</sup> INTENTION DE DEPISTAGE

- Dépister HTAP
  - Morphologie du VD
  - Rapport VD/VG
  - Septum paradoxal
- Analyser valve tricuspide
- Eliminer dysfonction VG
- Rechercher valvulopathies
- Analyser le retentissement (VCI, veines sus hépatiques)



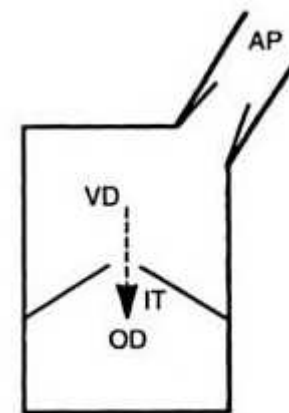
*Mebazaa A et al. Intensive Care Med 2004*

*Kerbaul F MAPAR 2003*

*Vieillard-Baron et al, AJRCCM 2002*

# Evaluation de PAPs au Doppler

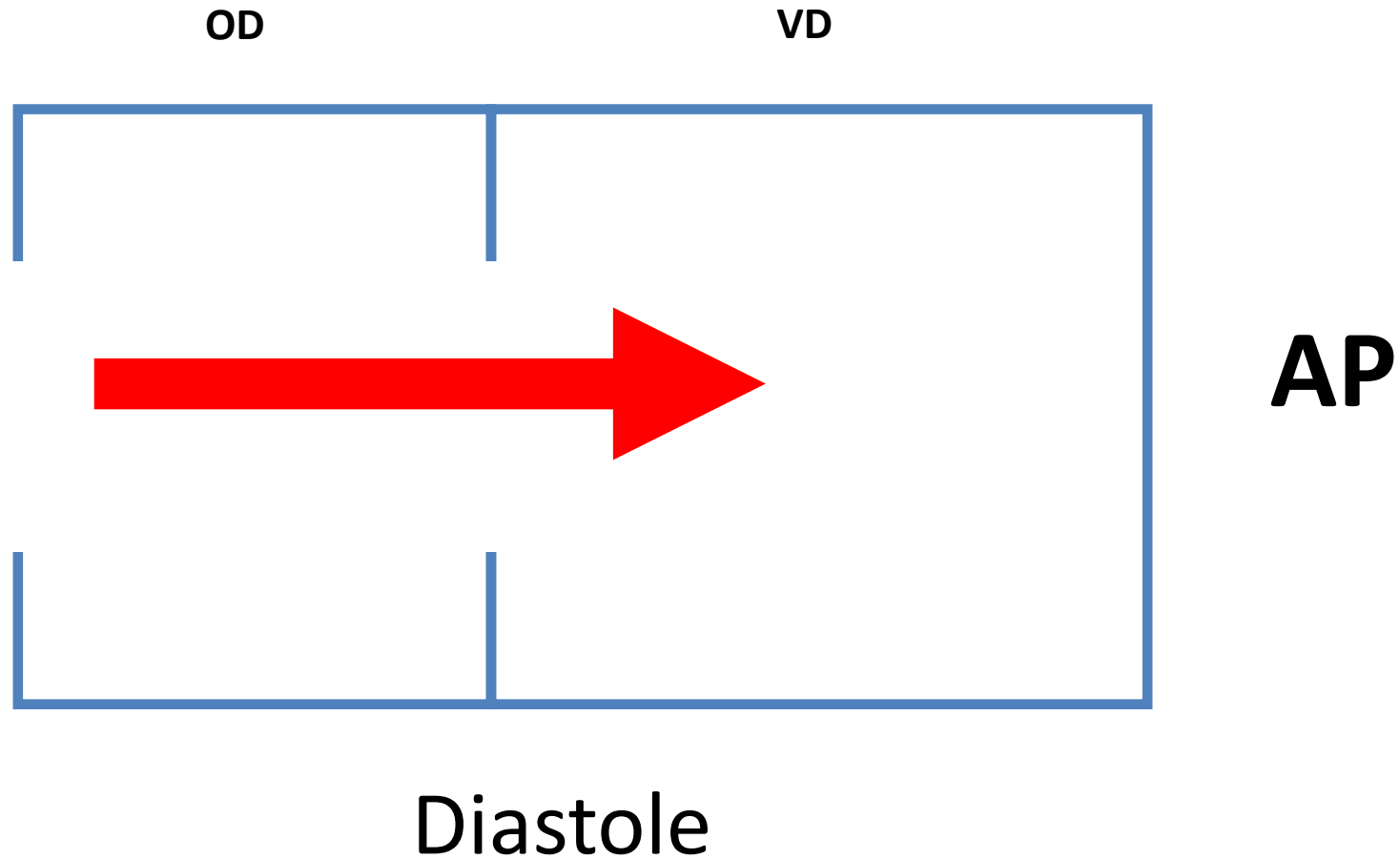
- Insuffisance tricuspide
  - flux systolique
  - vélocité maximale du flux tricuspide
- Equation simplifiée de Bernouilli:
  - $\Delta P_{s\ VD/OD} = 4 \times V_{max\ IT}^2$
  - $PVDs = \Delta P_{s\ VD/OD} + POD$
  - PAPs = PVDs en l'absence de sténose pulmonaire



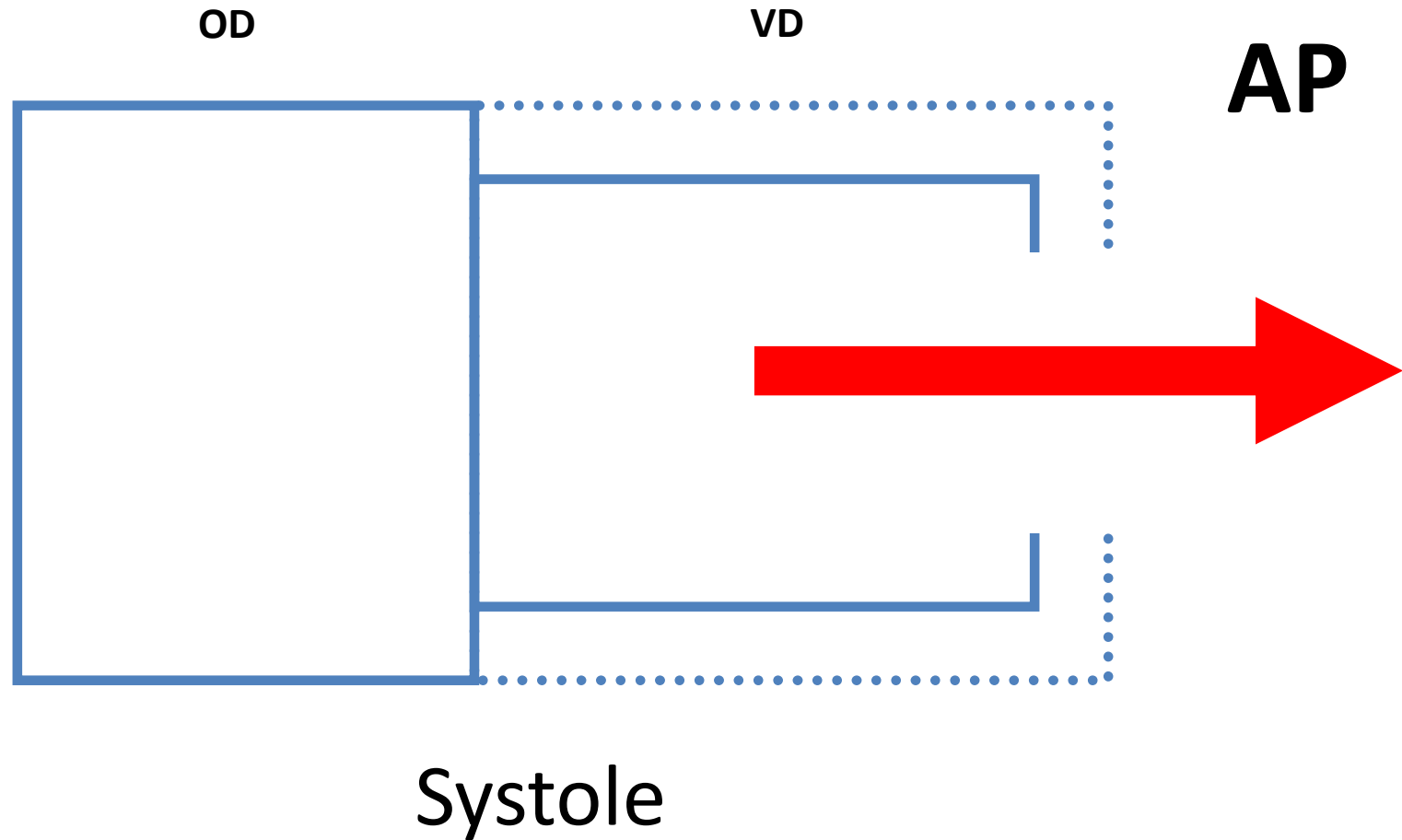
$$PAPs = 4 \times V_{max\ IT}^2 + POD$$

Où POD fonction mesure variations respiratoires diamètre VCI

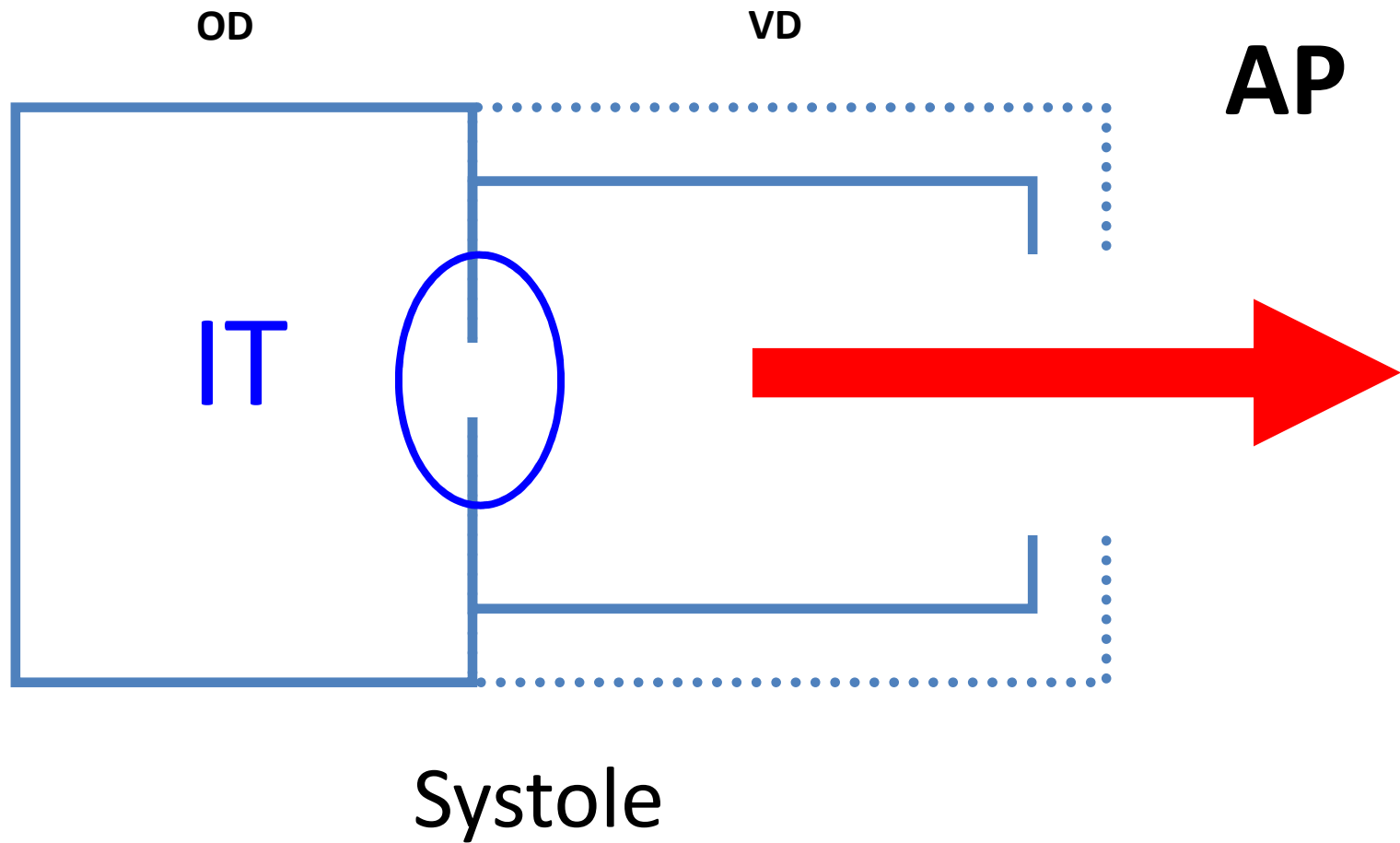
# Rappel échocardiographique



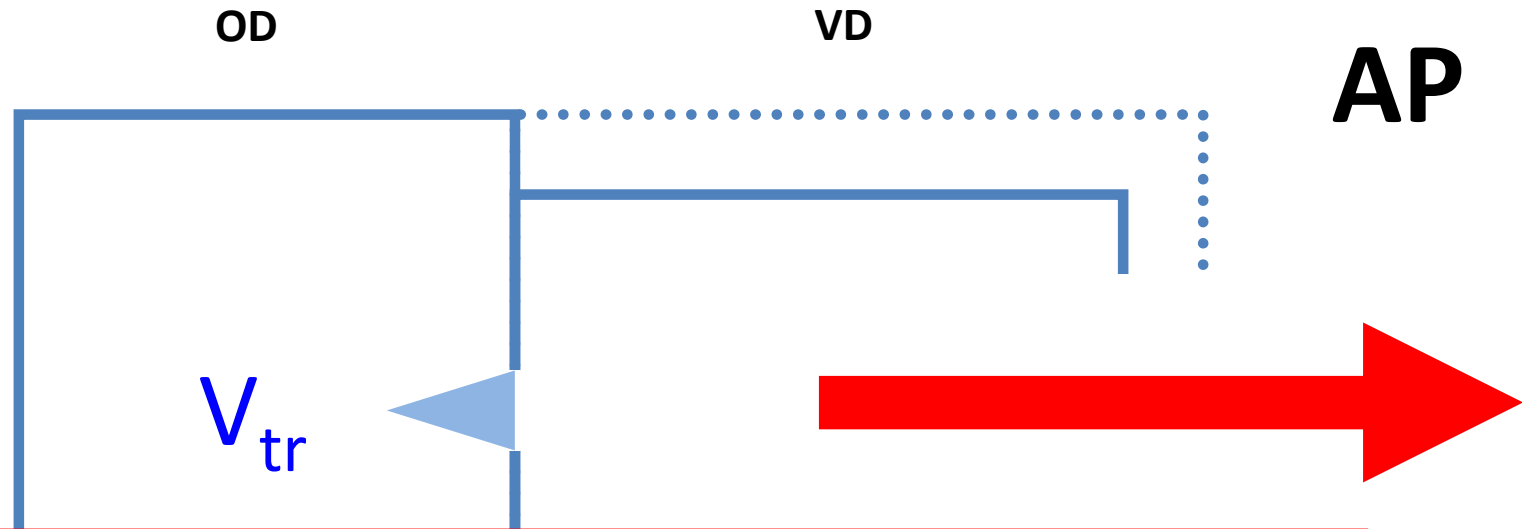
# Rappel échocardiographique



# Rappel échocardiographique



# Rappel échocardiographique

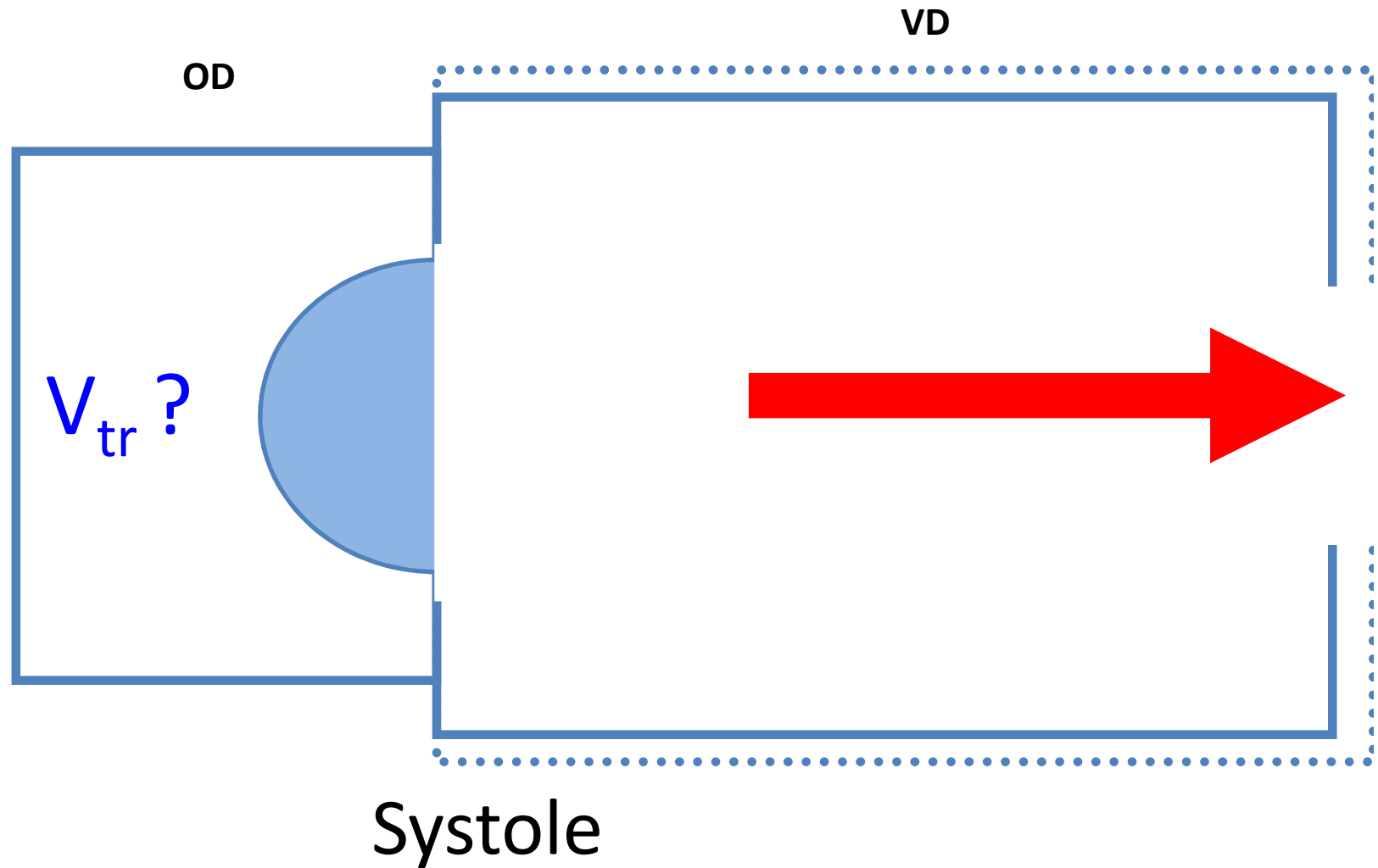


l'équation de Bernouilli suivante:  
 $PAP \text{ systolique} = 4 V_{tr}^2 + POD$

Systole



# Rappel échocardiographique



David Osman  
 Xavier Monnet  
 Vincent Castelain  
 Nadia Anguel  
 Josiane Warszawski  
 Jean-Louis Teboul  
 Christian Richard  
 for the French Pulmonary  
 Artery Catheter Study Group

## Incidence and prognostic value of right ventricular failure in acute respiratory distress syndrome

Etude CAP  
 145 patients CAP+ avec SDRA

Table 1 Population characteristics, *n* = 145

Age (years)	61 ± 15
Sex ratio (M/F)	97/48
Severity and organ failure scores at admission	
SAPS II	50 ± 20
ODIN score	3.3 ± 1.2
Respiratory parameters	
Extra-pulmonary ARDS, <i>n</i> (%)	30 (21)
Murray lung injury score	2.7 ± 0.4
PaO <sub>2</sub> /FIO <sub>2</sub> (mmHg)	99 ± 35
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	46 ± 13
Tidal volume (ml kg <sup>-1</sup> )	8.8 ± 1.9
Respiratory rate (min <sup>-1</sup> )	20 ± 5
PE	0.55 ± 0.25
PEEP <sub>ox</sub> (mmHg)	7 ± 4
P <sub>plate</sub> (mmHg)	26 ± 6
P <sub>peak</sub> (mmHg)	37 ± 9
Cst (ml cmHg <sup>-1</sup> )	32 ± 13
Haemodynamic parameters	
SVI (l m <sup>-2</sup> min <sup>-1</sup> )	35 ± 12
MPAP (mmHg)	28 ± 8
PAOP (mmHg)	12 ± 5
PVRI (dynes s <sup>-1</sup> cm <sup>-5</sup> m <sup>-2</sup> )	562 ± 192
SVR (dynes s <sup>-1</sup> cm <sup>-5</sup> m <sup>-2</sup> )	68 ± 13
MAP (mmHg)	90 (62)
MAP (mmHg)	81 (56)
MAP (mmHg)	3.6 ± 3.3
28 day mortality, <i>n</i> (%)	82 (57)
90 day mortality, <i>n</i> (%)	98 (68)

> 50 % des patients ont une PAPM > 25 mmHg ?

on

# The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

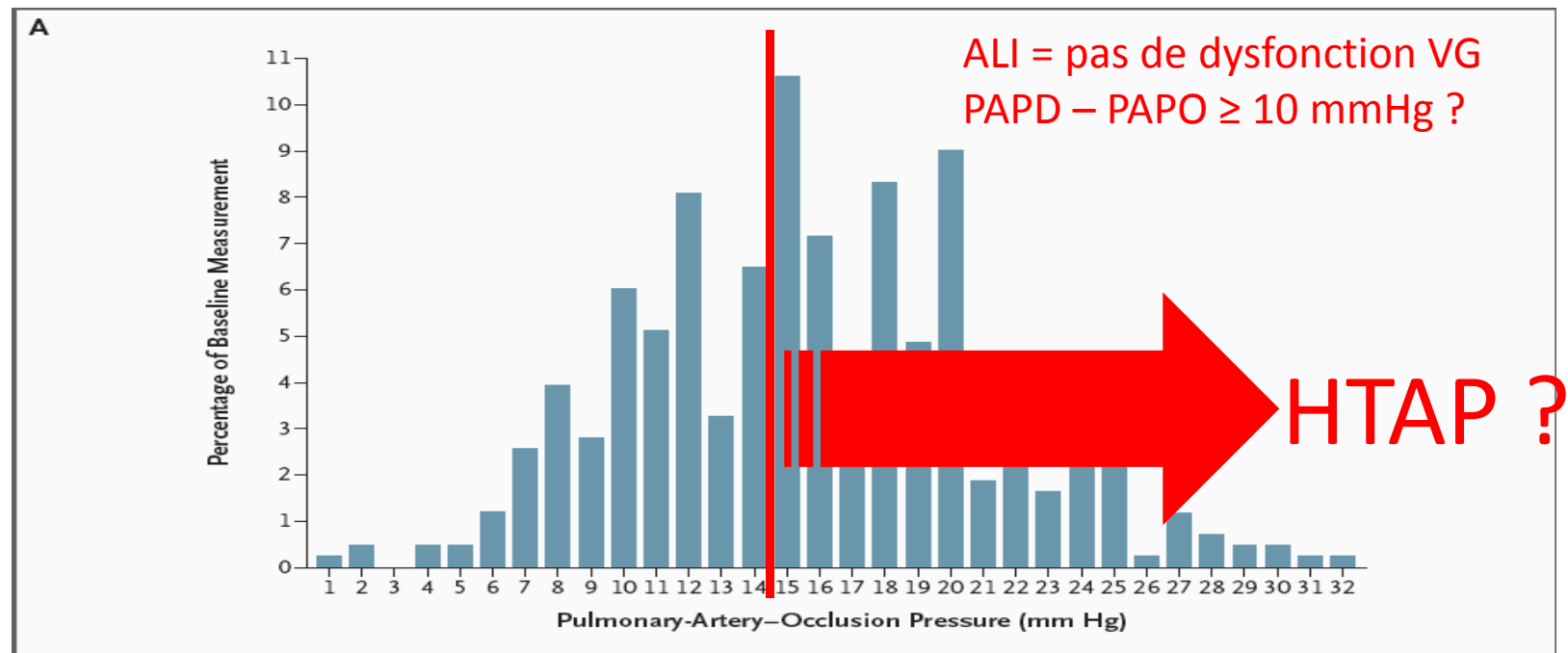
ESTABLISHED IN 1812

MAY 25, 2006

VOL. 354 NO. 21

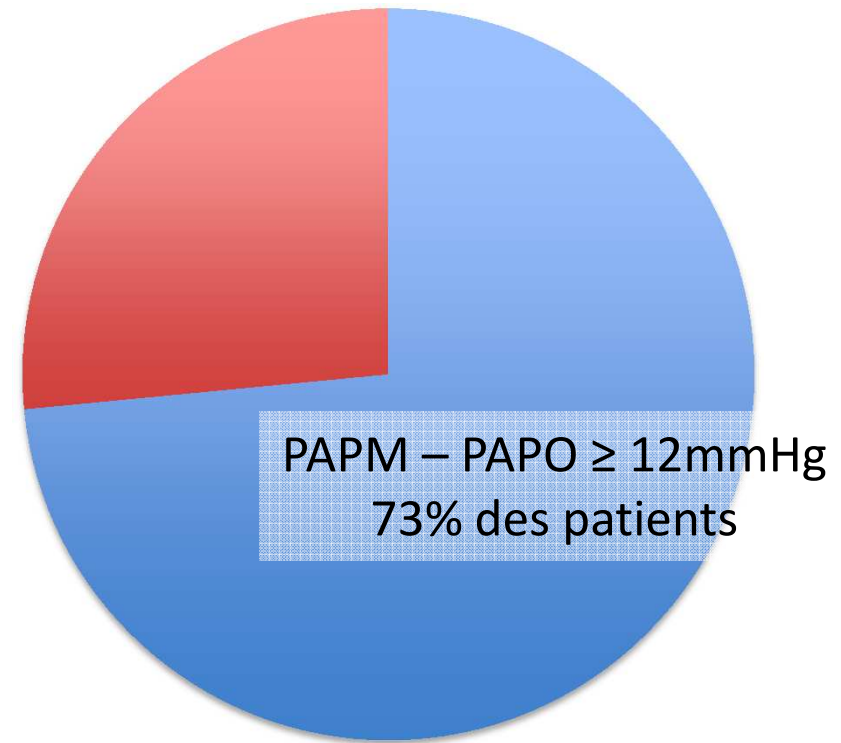
## Pulmonary-Artery versus Central Venous Catheter to Guide Treatment of Acute Lung Injury

The National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome  
(ARDS) Clinical Trials Network\*



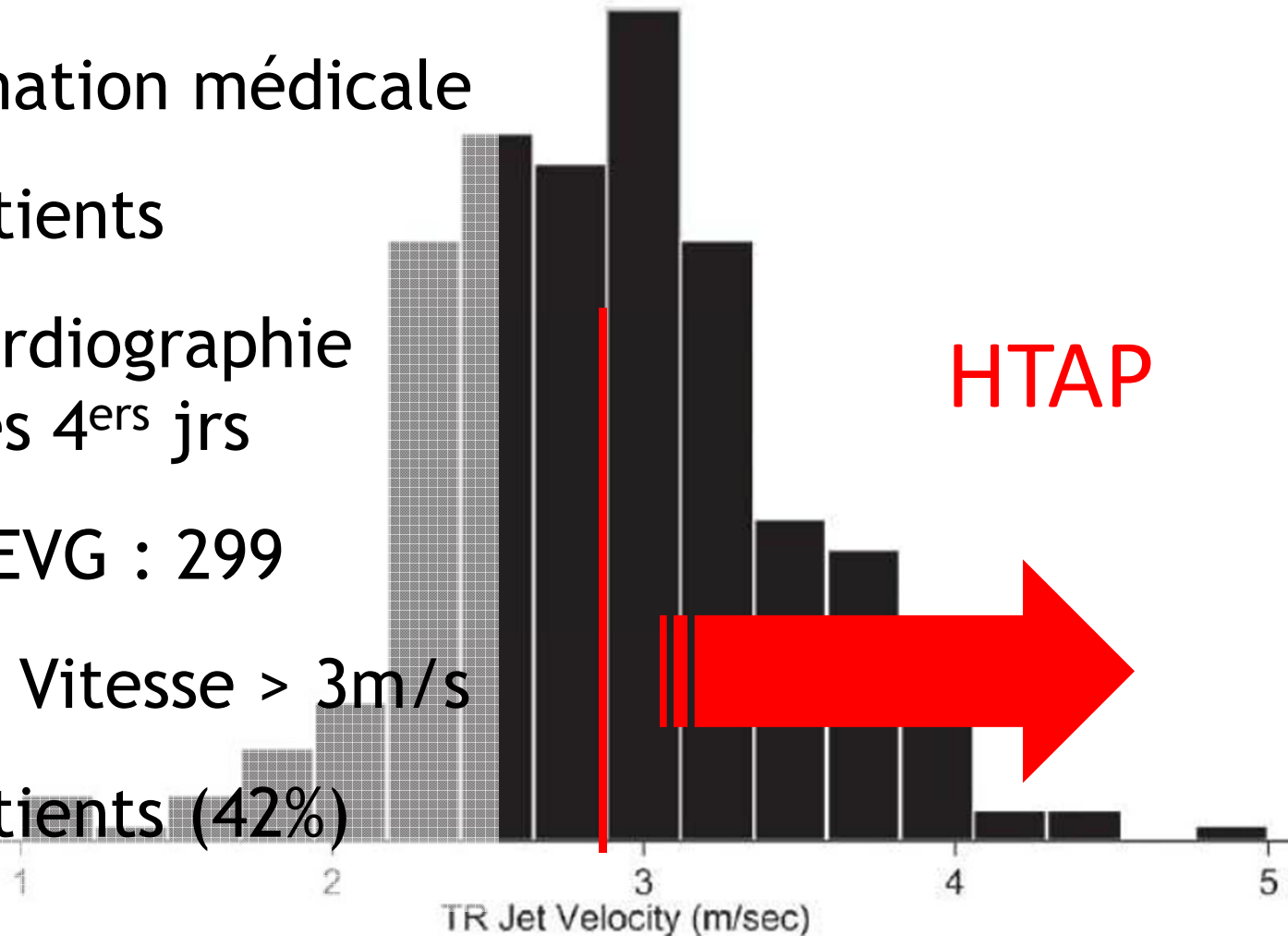
# Bull T.M. et al. *AJRCCM* 2010

- Etude ancillaire
- PAPO > 15 mmHg...
- Définition HTAP
- Gradient transpulm:
- PAPM - PAPO  $\geq$  12 mmHg
- 475 patients

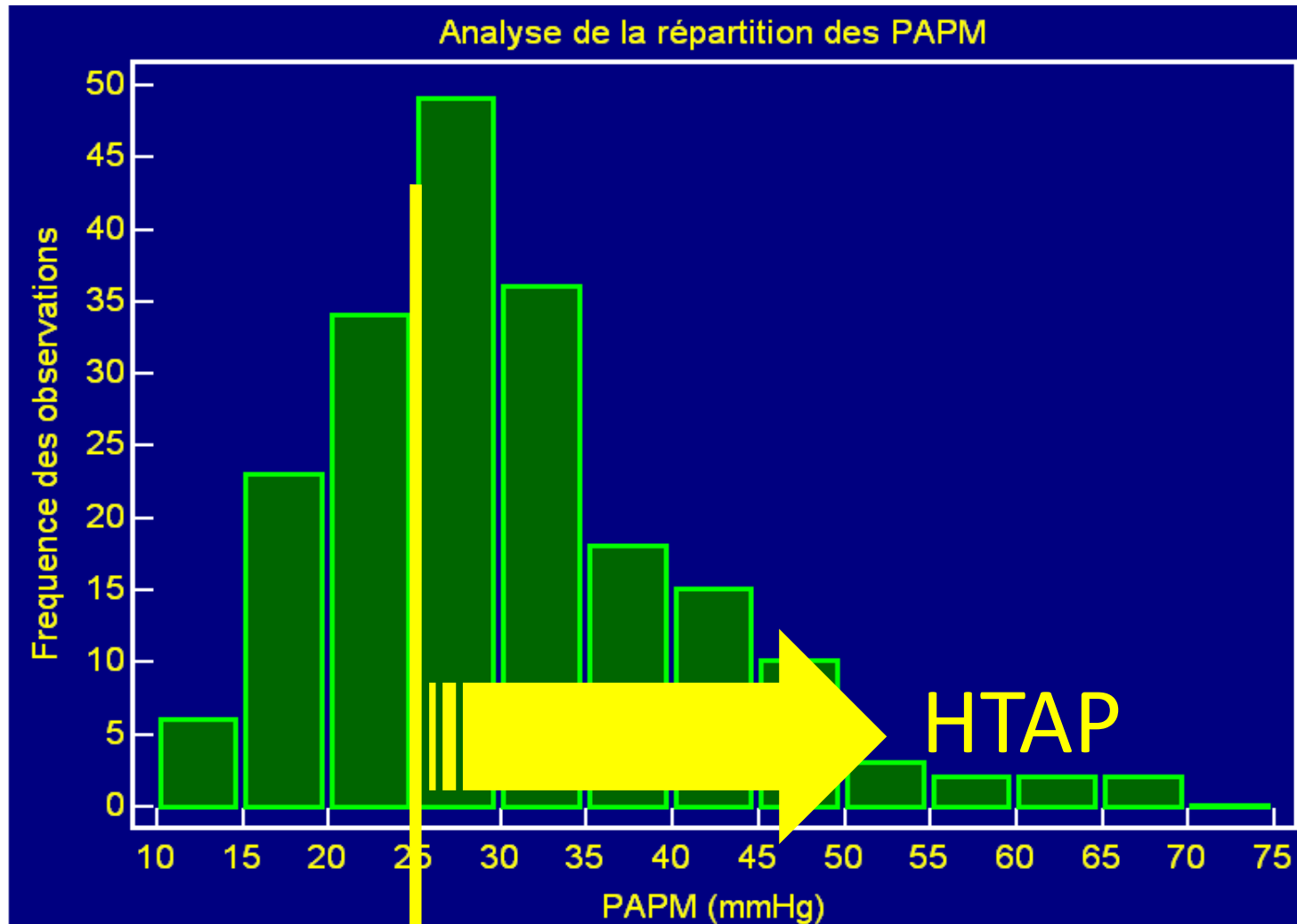


# Stamm J.A et al. *Pulm Circ* 2011

- Réanimation médicale
- 449 patients
- Echocardiographie dans les 4<sup>ers</sup> jrs
- IT et FEVG : 299
- HTAP = Vitesse > 3m/s
- 126 patients (42%)



# En réanimation médicale HTP



Berger A.

Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Plan

- Y a t'il des HTP en réanimation ?
- **Pourquoi ?**
- Pronostic
- Prise en charge

# Pourquoi en réanimation ?

- Hypoxie ?
- Pression intra-thoracique ?



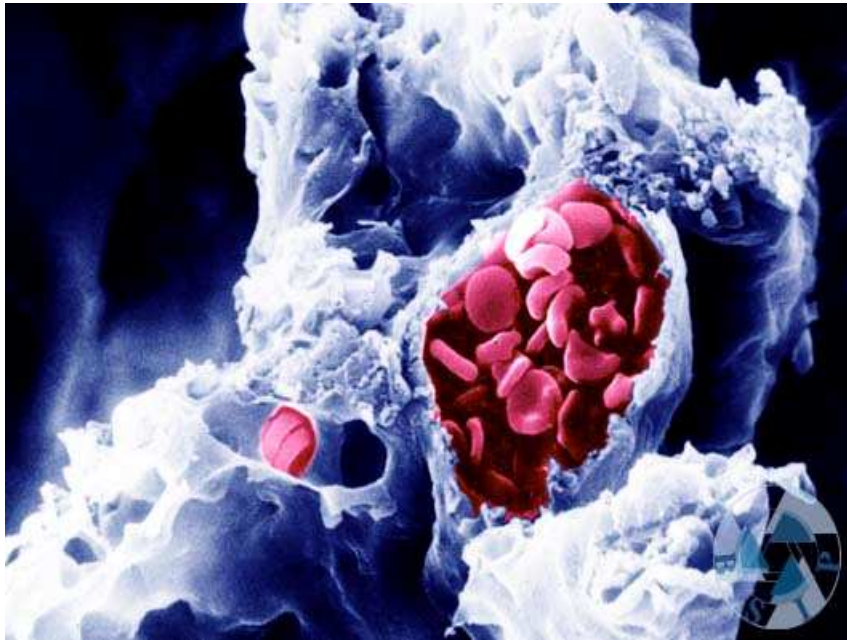
# Pourquoi en réanimation ?

- Hypoxie ?

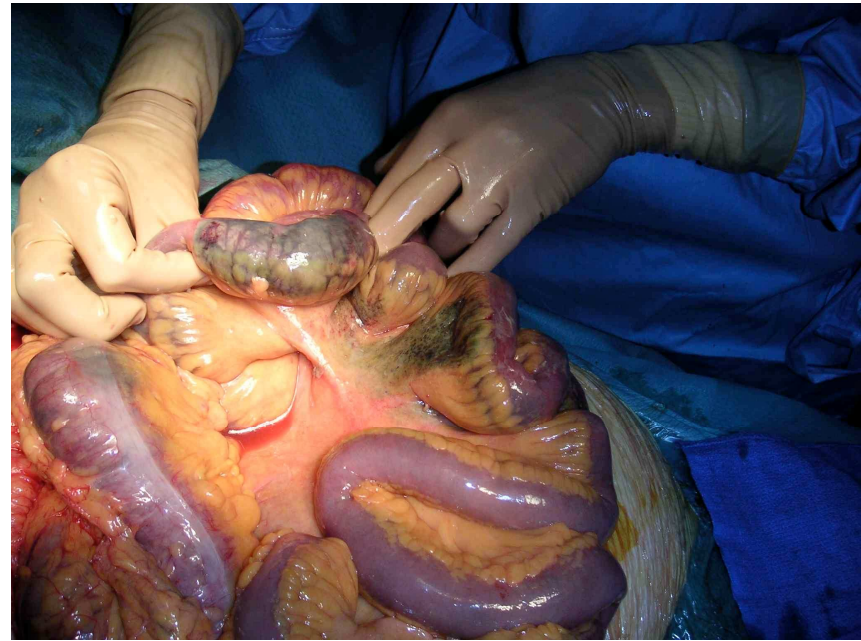
- Pression intra-thoracique ?

# Comparaisons circulatoires

Pulmonaire



Systemique



Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Comparaisons circulatoires

## Pulmonaire

- < 20 mmHg
- Même débit
- « Petite » résistance

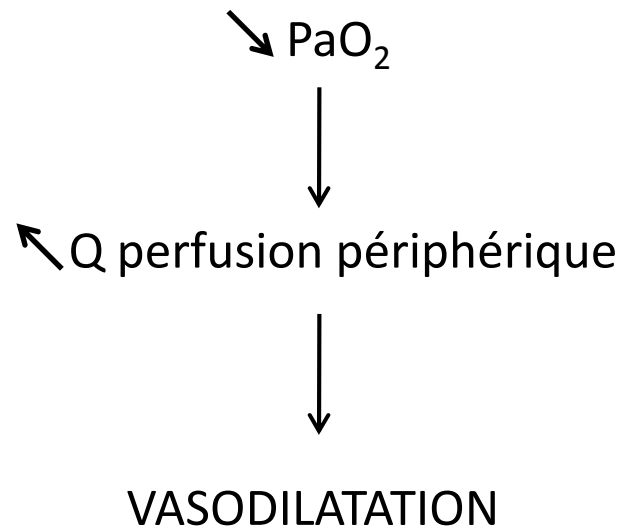
## Systemique

- > 65 mmHg
- Même débit
- « Grande » résistance

# VASOCONSTRICTION PULMONAIRE HYPOXIQUE

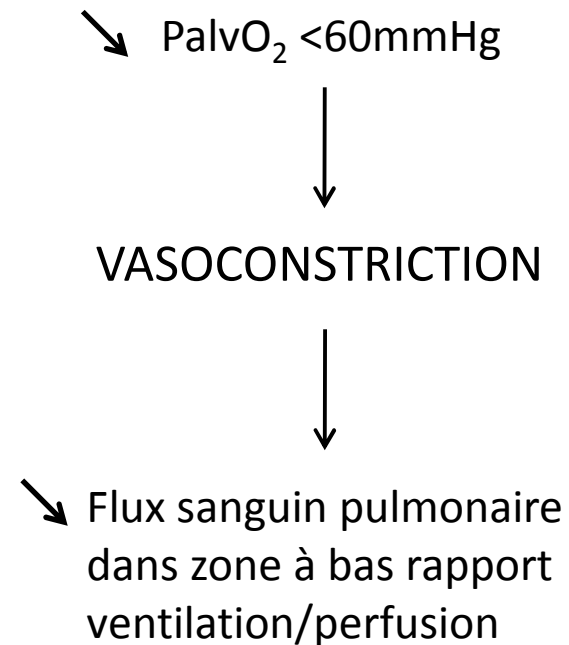
## Autorégulation devant une hypoxie

### CIRCULATION GENERALE



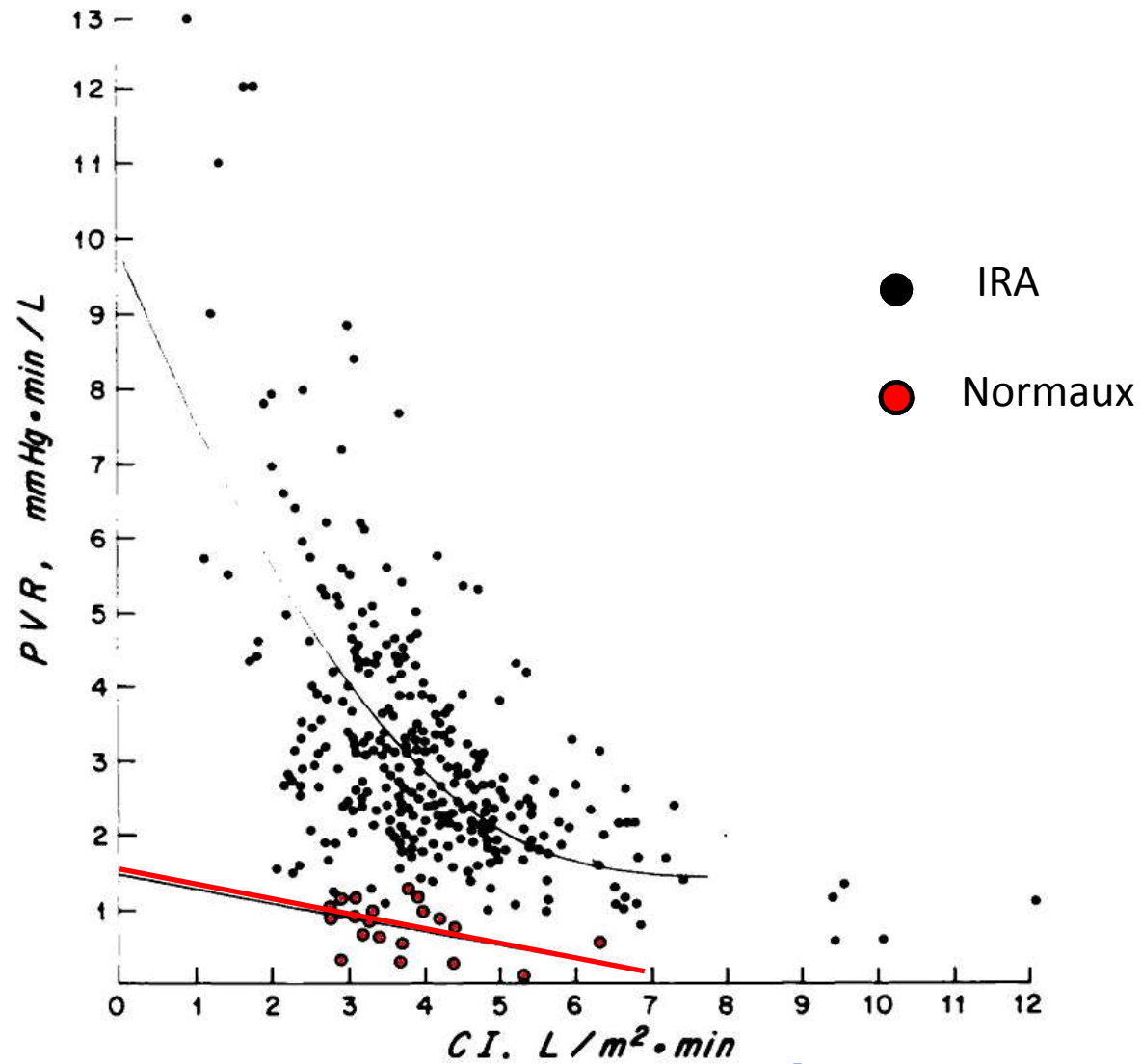
*Brimioulle S. et al, CCM 2002*

### CIRCULATION PULMONAIRE



Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Zapol W. et al. *NEJM* 1977

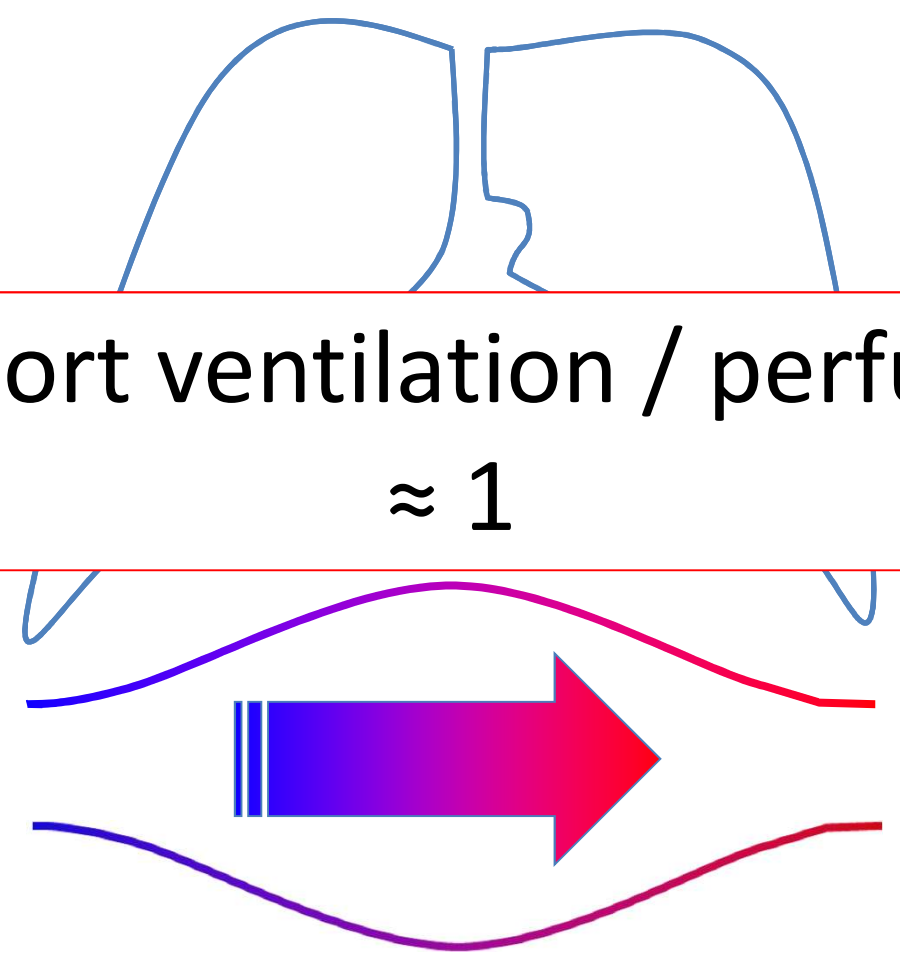


# Pourquoi en réanimation ?

- Hypoxie ?

- Pression intra-thoracique ?

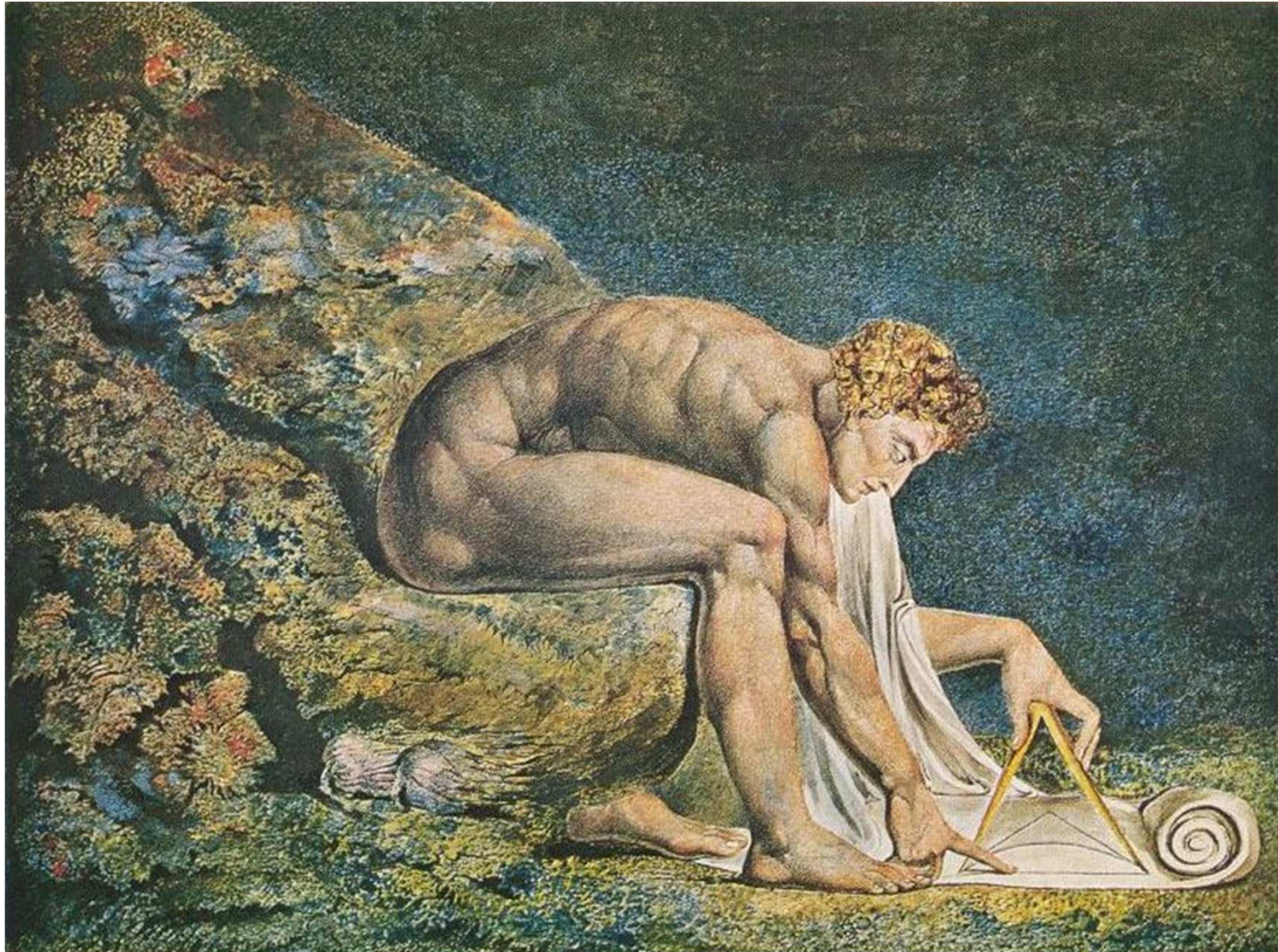
# Rapport ventilation/perfusion



Rapport ventilation / perfusion  
 $\approx 1$

The diagram shows a blue outline of a human torso with two lungs. A red-bordered box is centered over the chest area, containing the text 'Rapport ventilation / perfusion ≈ 1'. Below the box, a large arrow with a blue-to-red gradient points to the right, indicating the direction of blood flow through the pulmonary circulation.

# Gravitation universelle



Isaac Newton 1643-1727 par William Blake



Bibeur LU

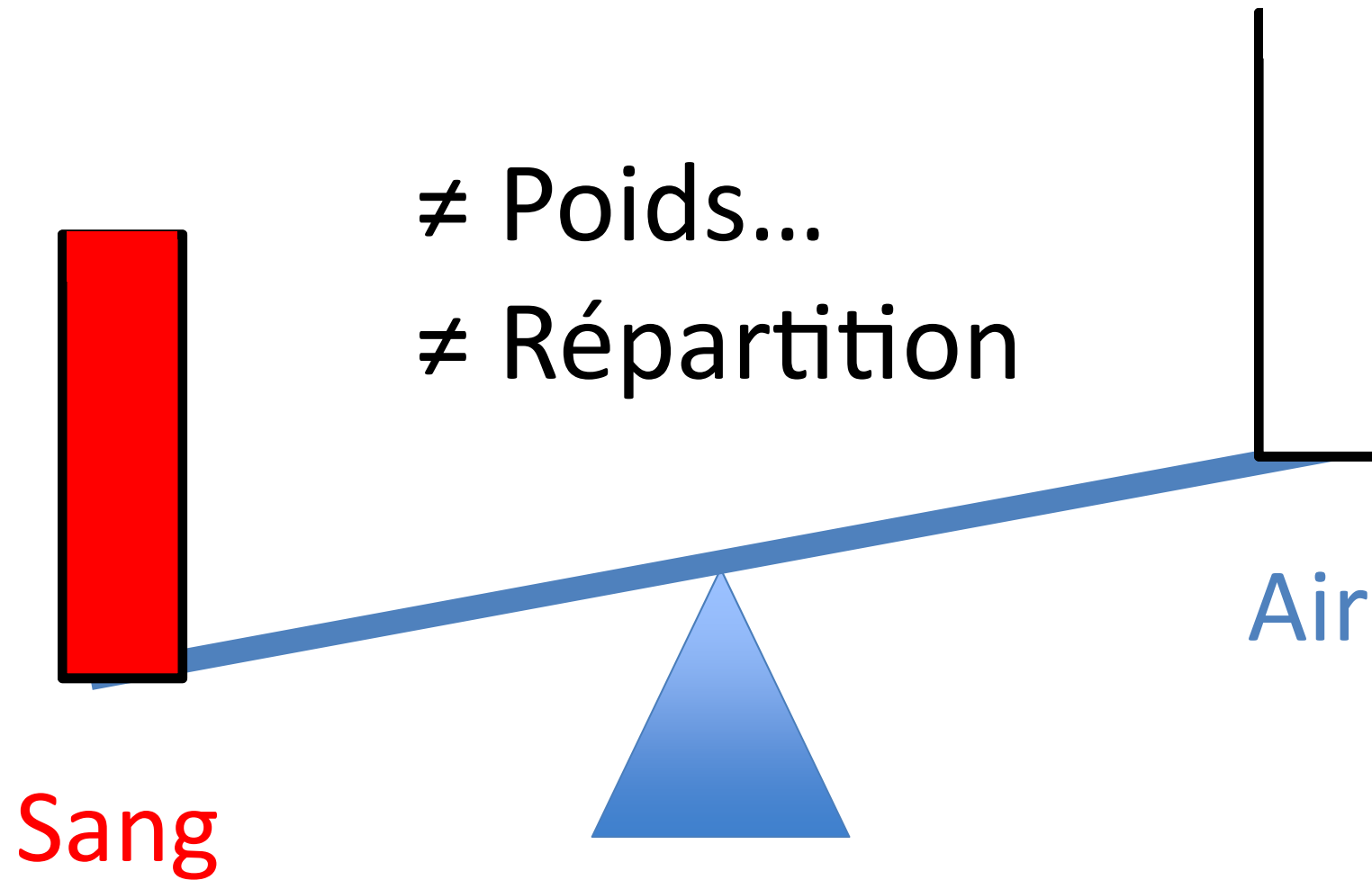


PLUS LOURD  
QUE L'AIR

Gargantua humour

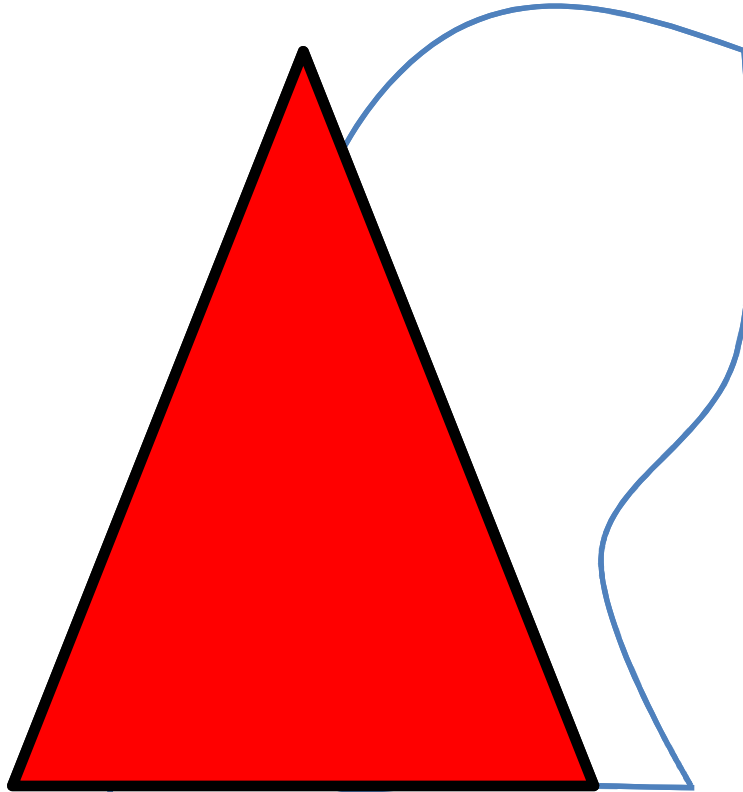
Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Gravimétrie

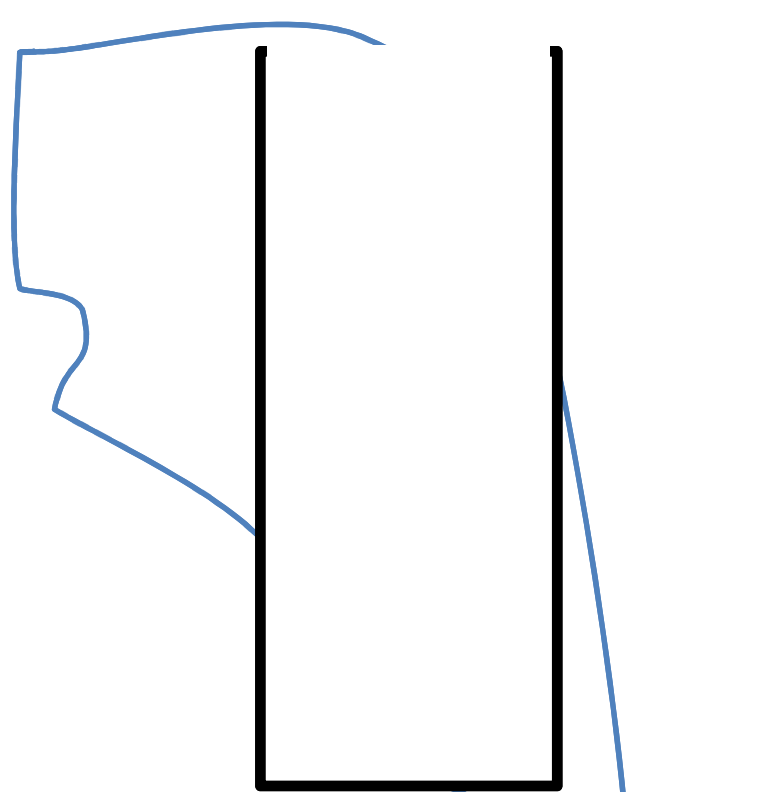


Sang

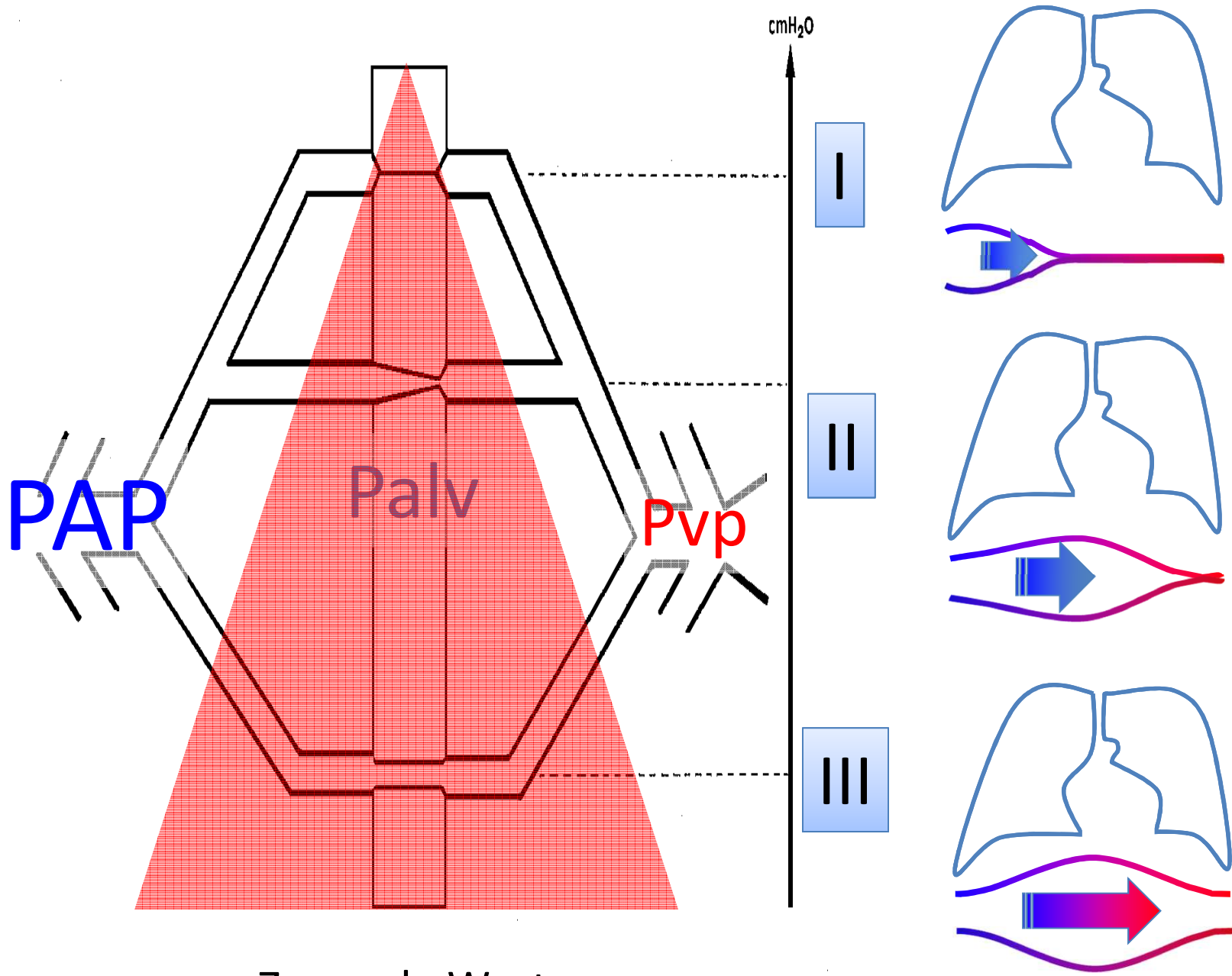
Air



Répartition en fonction  
du poids



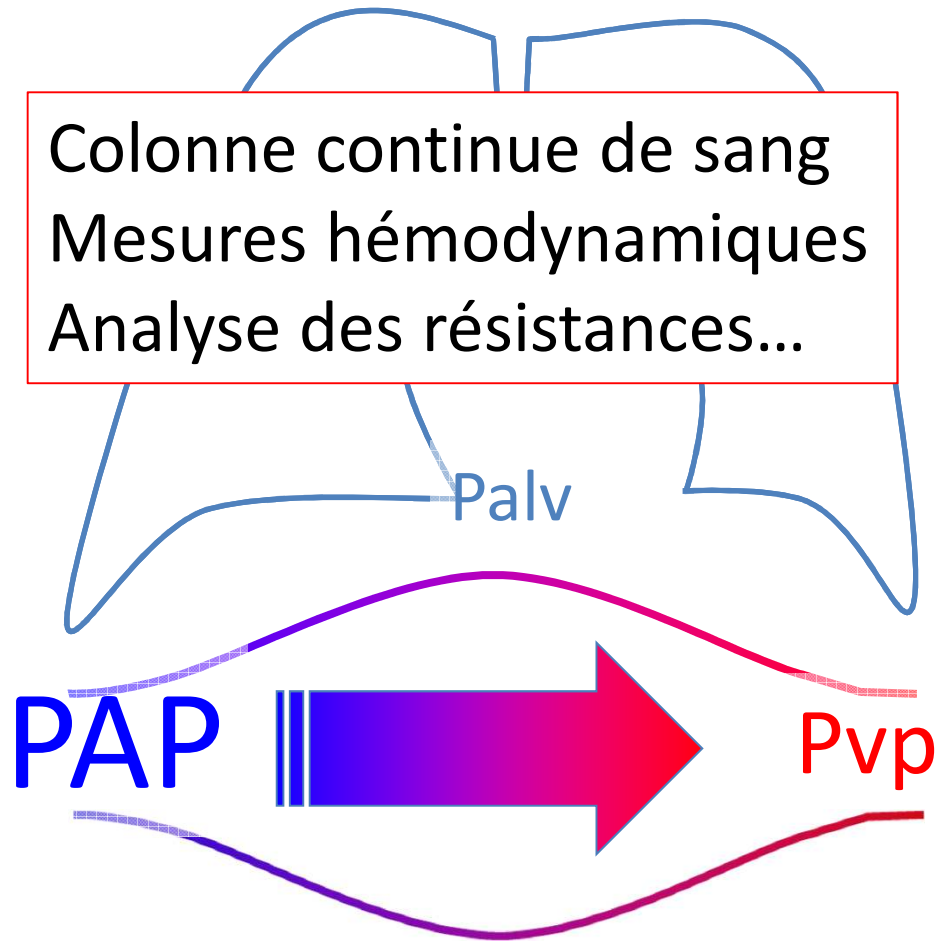
Répartition homogène



« Zones de West »

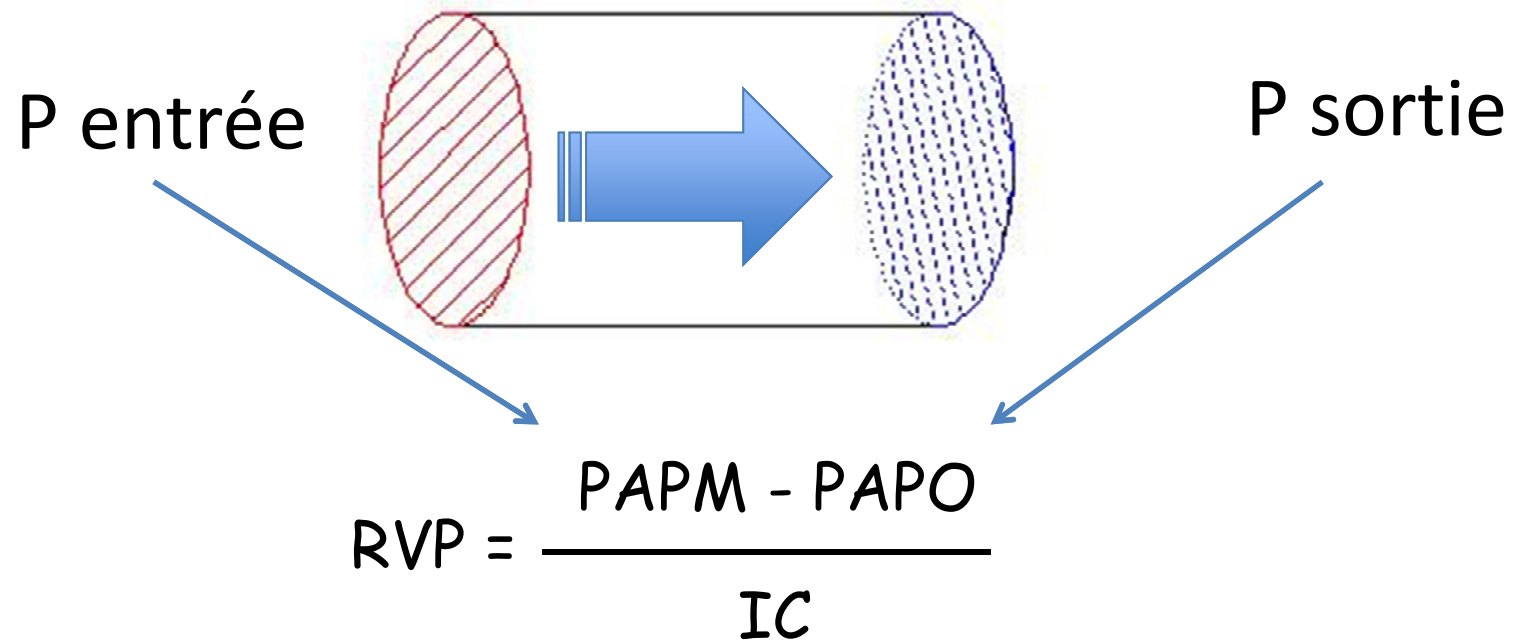
# Zones de West...

Colonne continue de sang  
Mesures hémodynamiques  
Analyse des résistances...



Zone III  
Ventilation Perfusion  
 $PAP > Pvp > Palv$

# Débit continu



# Débit continu

- Circulation Pulmonaire :

$$RVP = \frac{PAPM - PAPO}{IC}$$

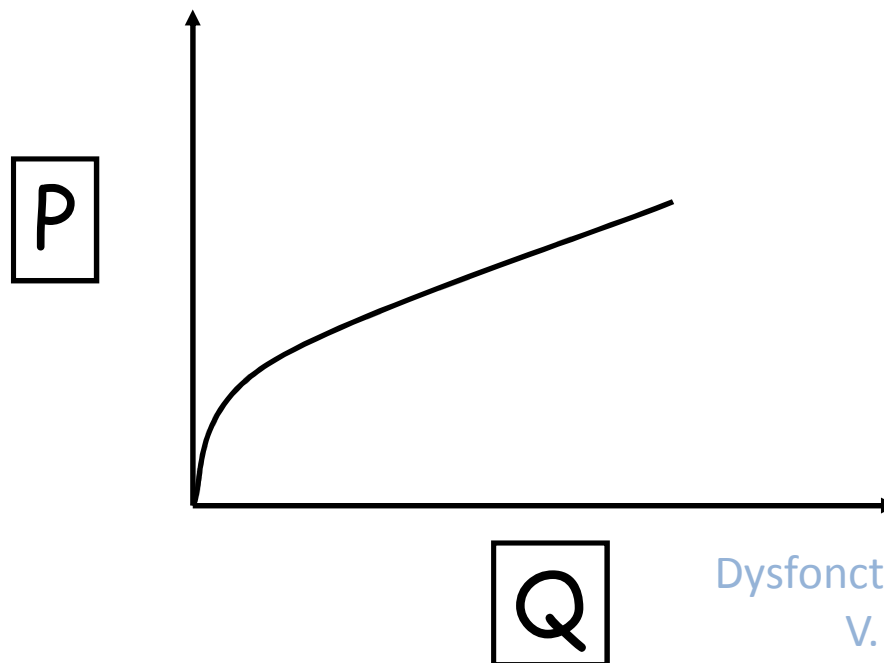
$$RPT = \frac{PAPM}{IC}$$

# Débit continu

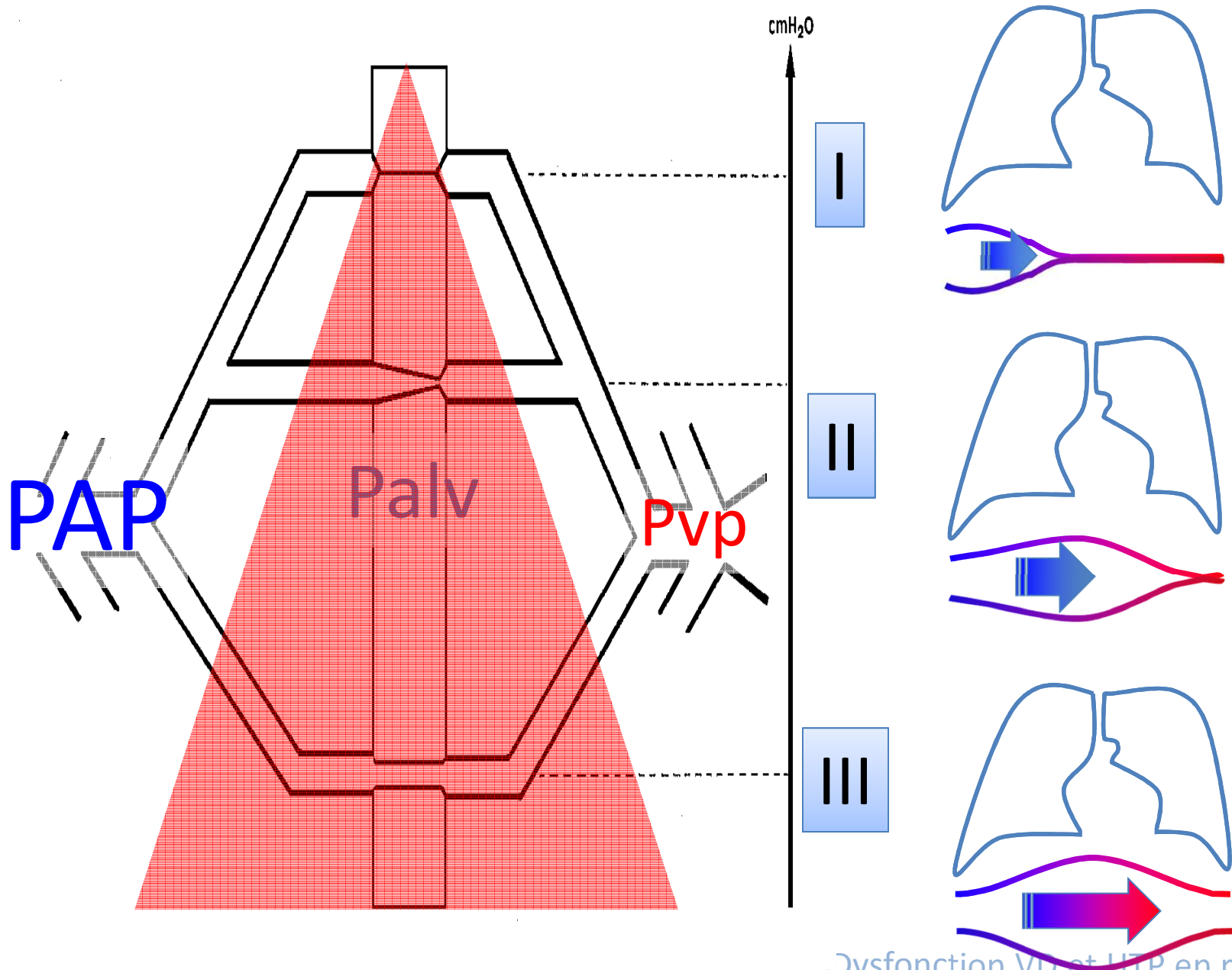
- Relation curvilinéaire

⇒ Phénomène de recrutement et distension

- $P = P_0 + R \cdot Q$







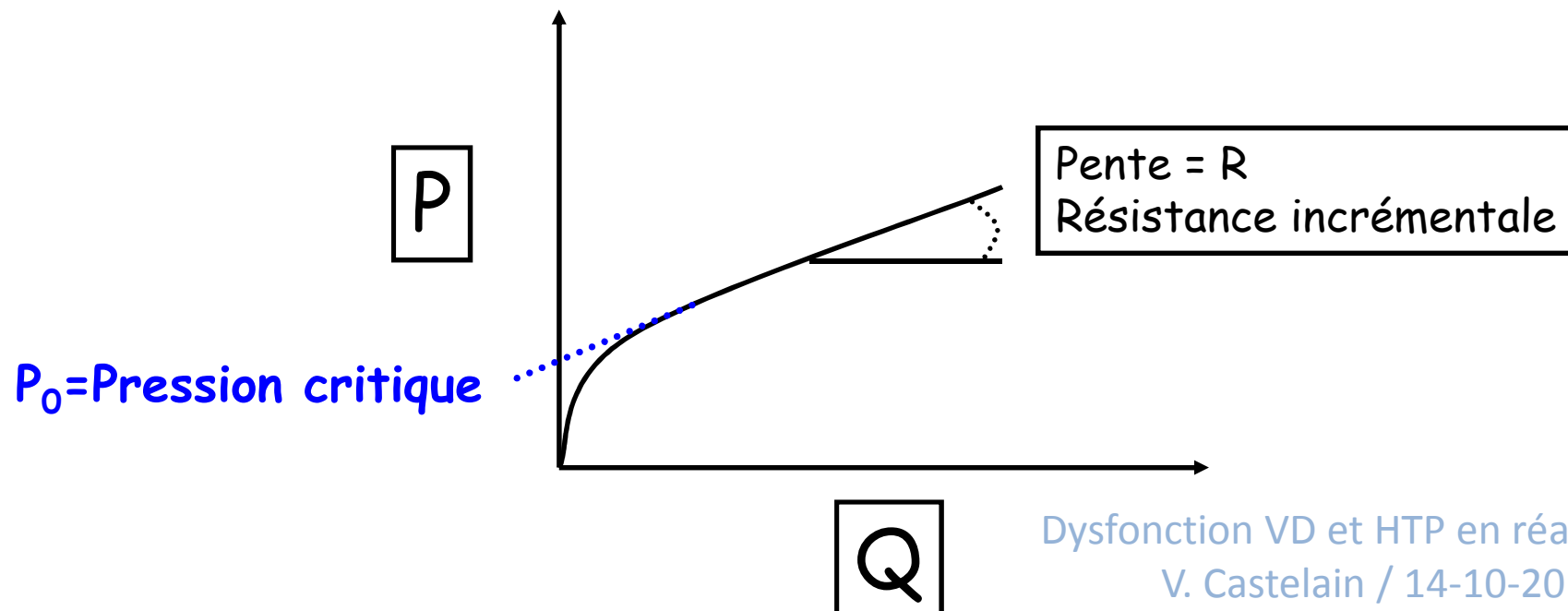
Dysfonction VD et HTP en réanimation  
 V. Castelain / 14-10-2015

# Débit continu

- Relation curvilinéaire

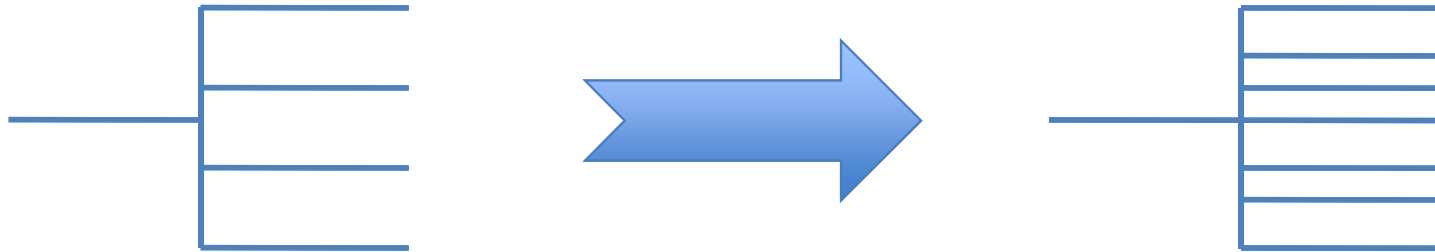
⇒ Phénomène de recrutement et distension

- $P = P_0 + R \cdot Q$

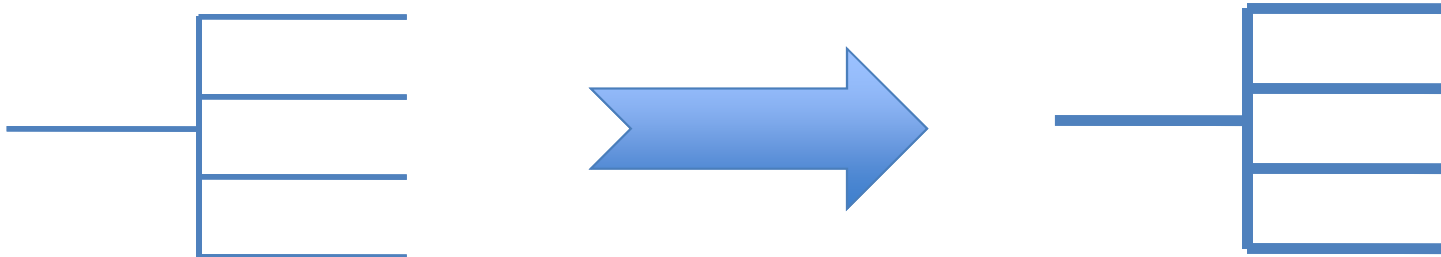


# Recrutement et distension

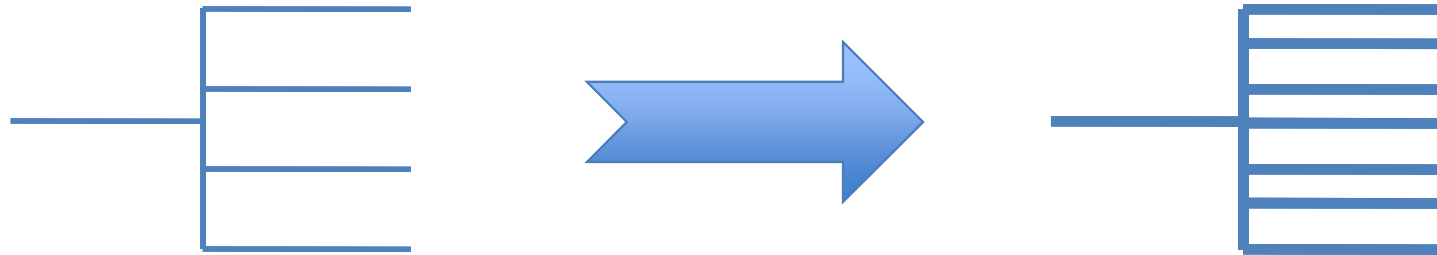
## ○ Recrutement



## ○ Distention



# Recrutement et distension

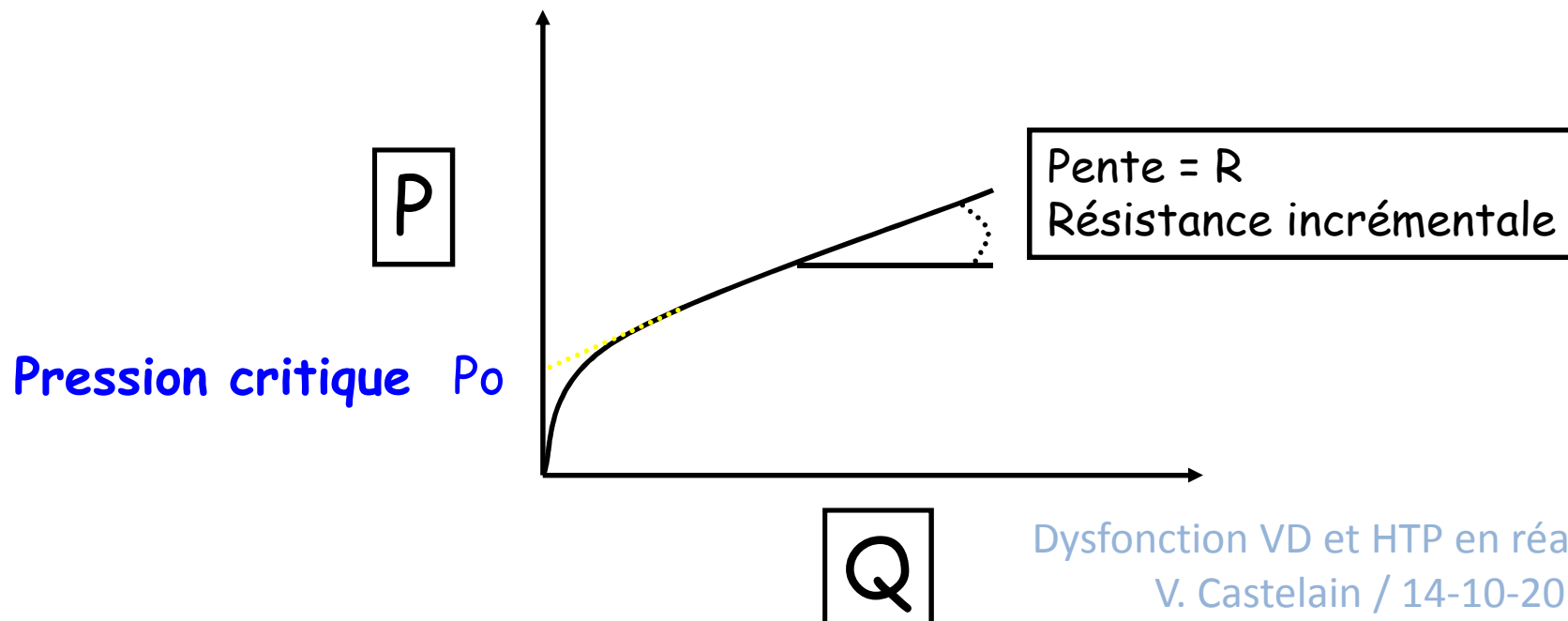


# Débit continu

- Relation curvilinéaire

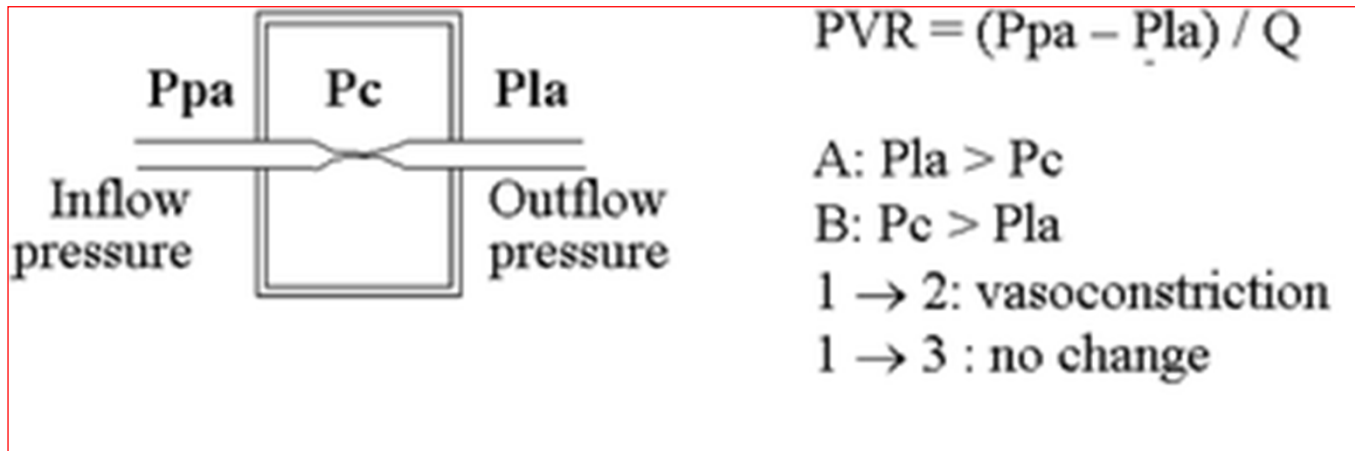
⇒ Phénomène de recrutement et distension

- $P = P_0 + R \cdot Q$



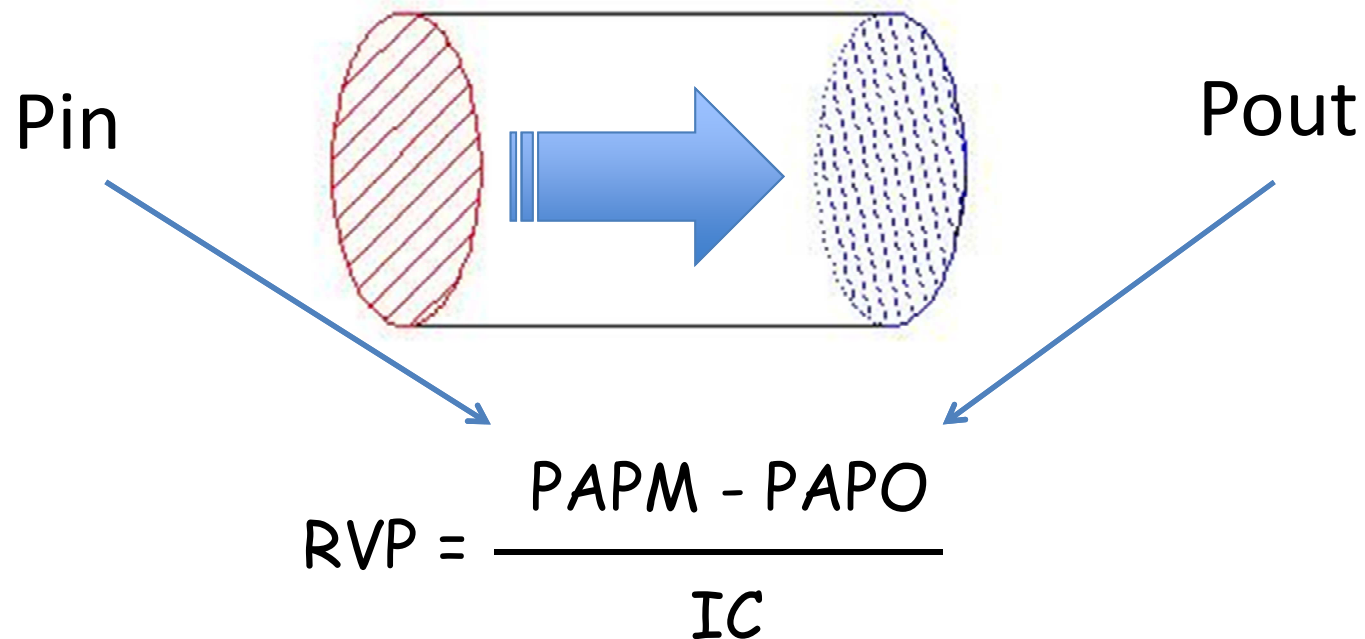
# Débit continu

- Difficultés d'interprétation

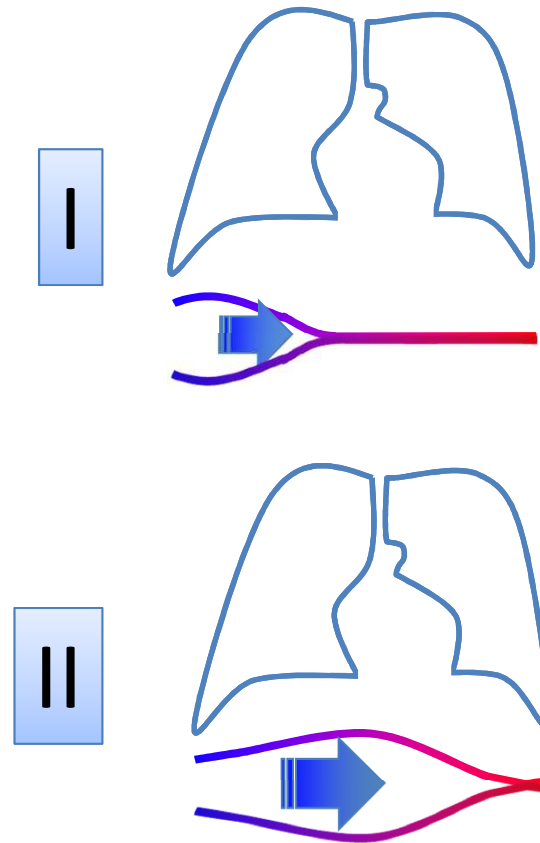
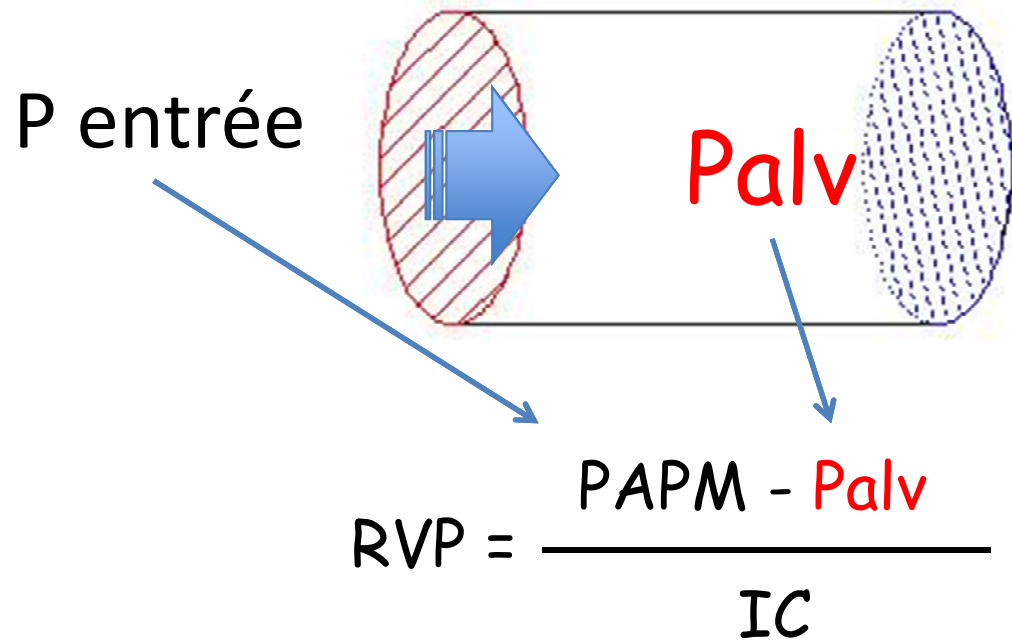


# Débit continu

- Difficultés d'interprétation

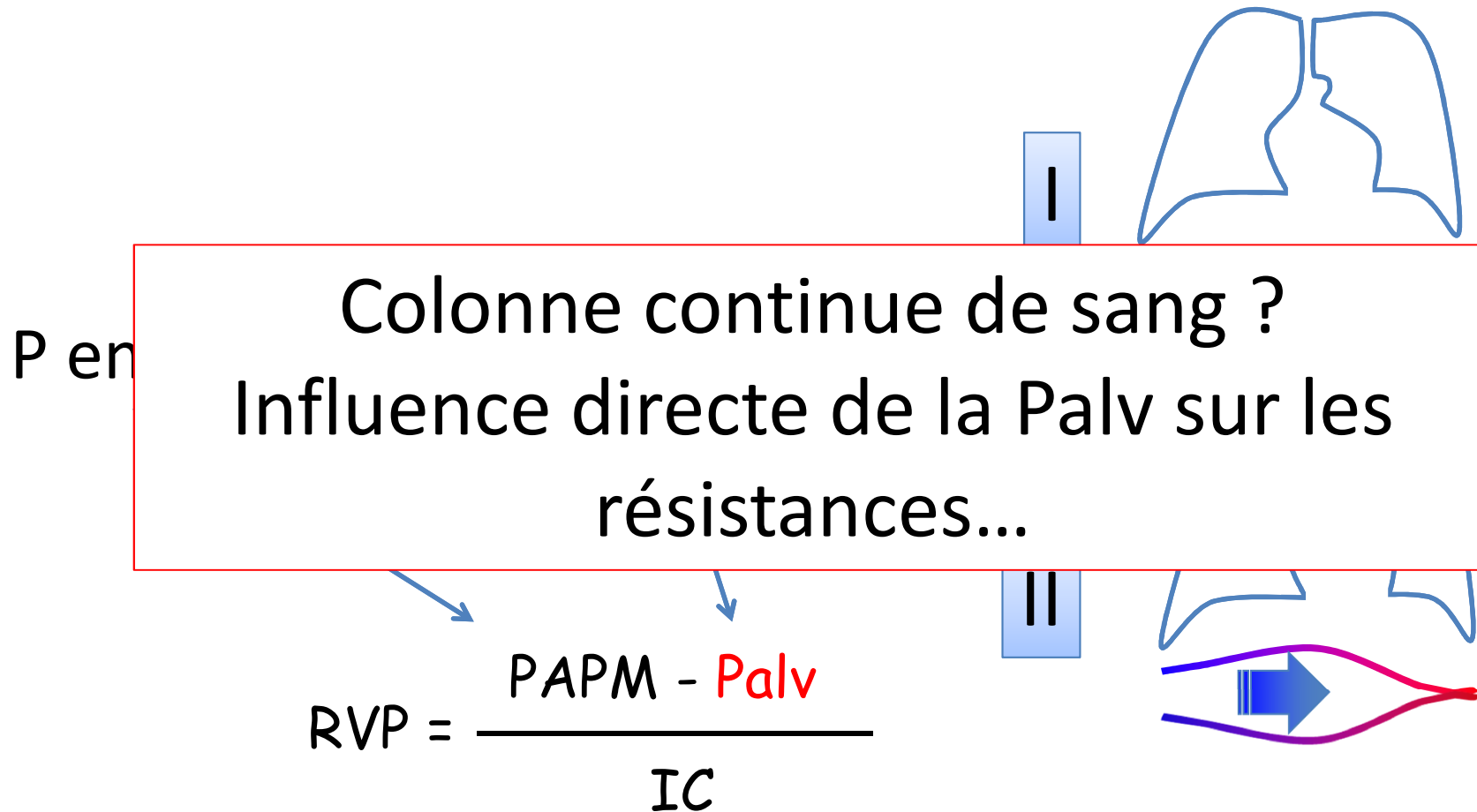


# Zones non III de West...

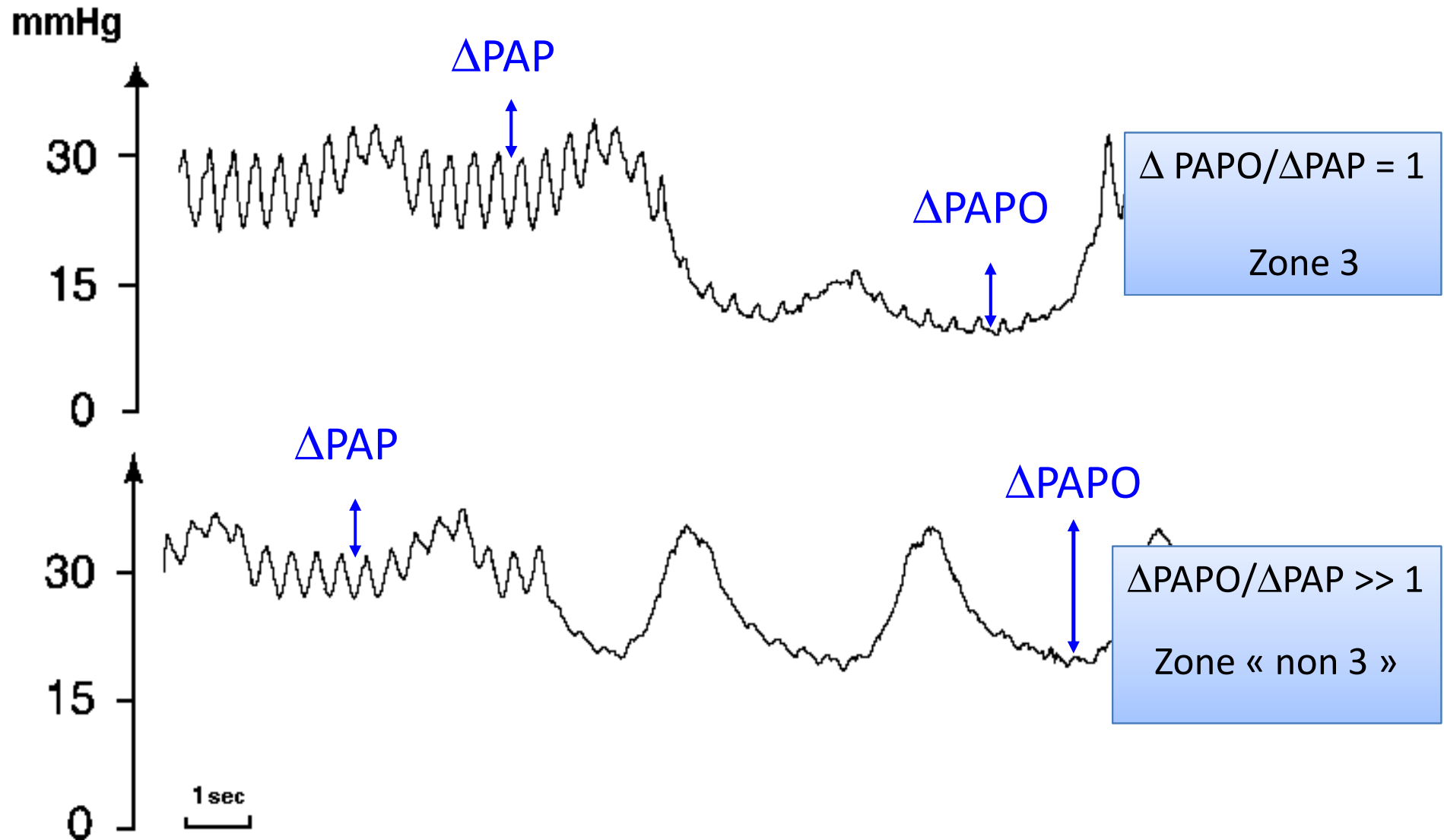




# Zones non III de West...

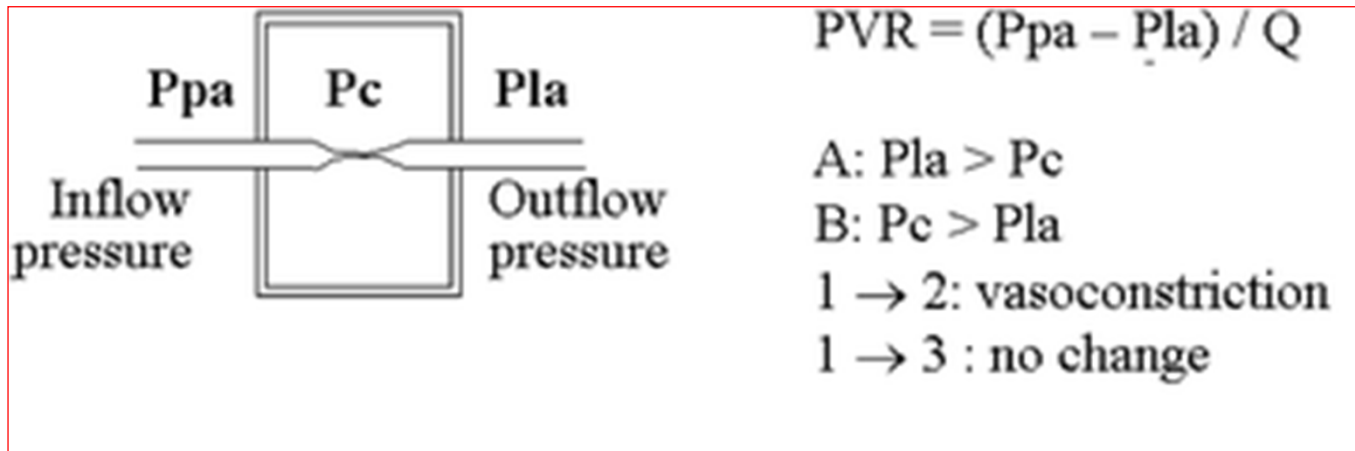


# Teboul JL et al. *JCC* 1992



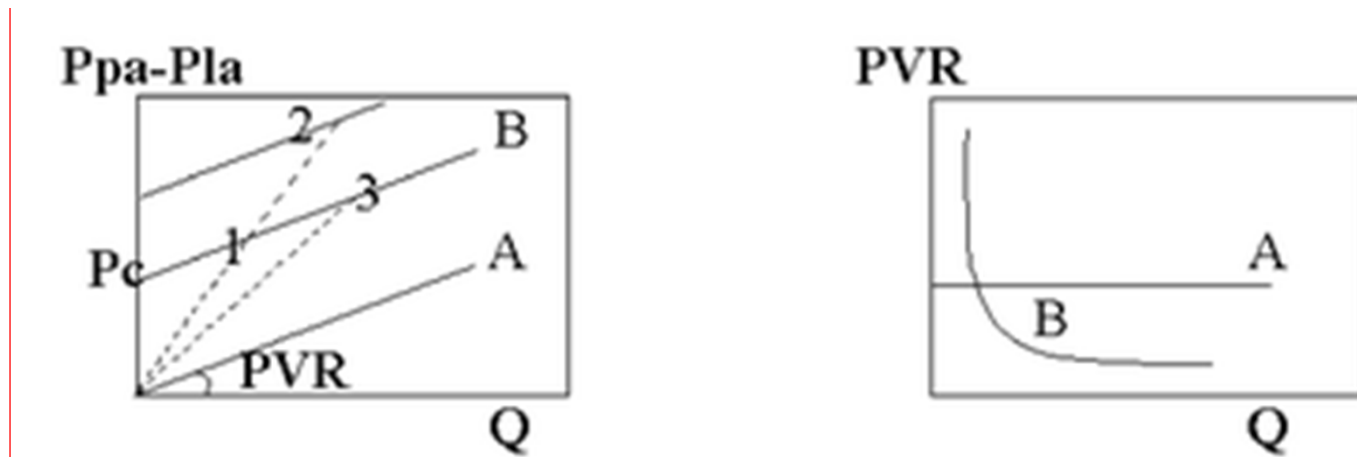
# Débit continu

- Difficultés d'interprétation



# Débit continu

- Difficultés d'interprétation

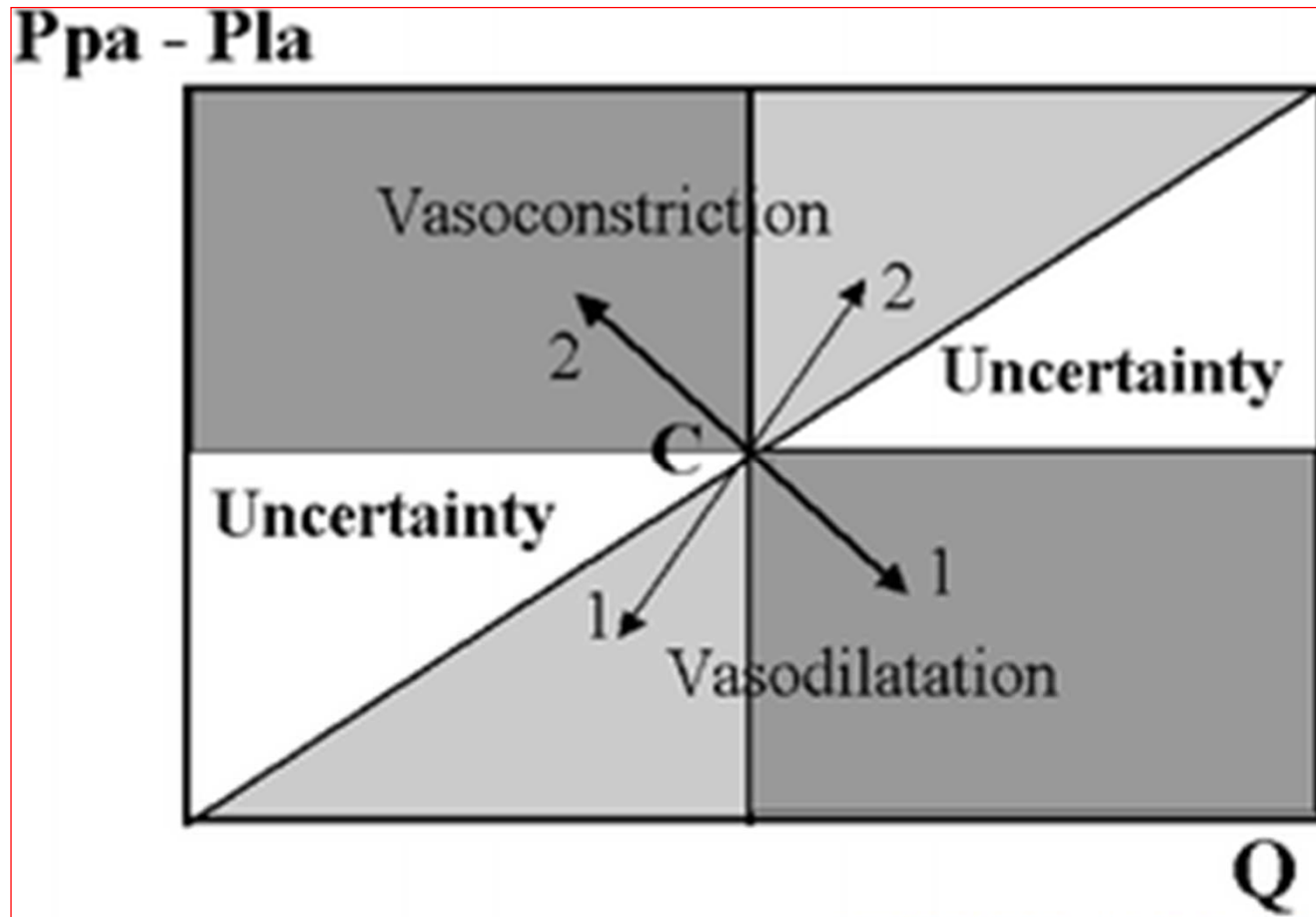


Naeije R. *Intensive Care Med* 2003

Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

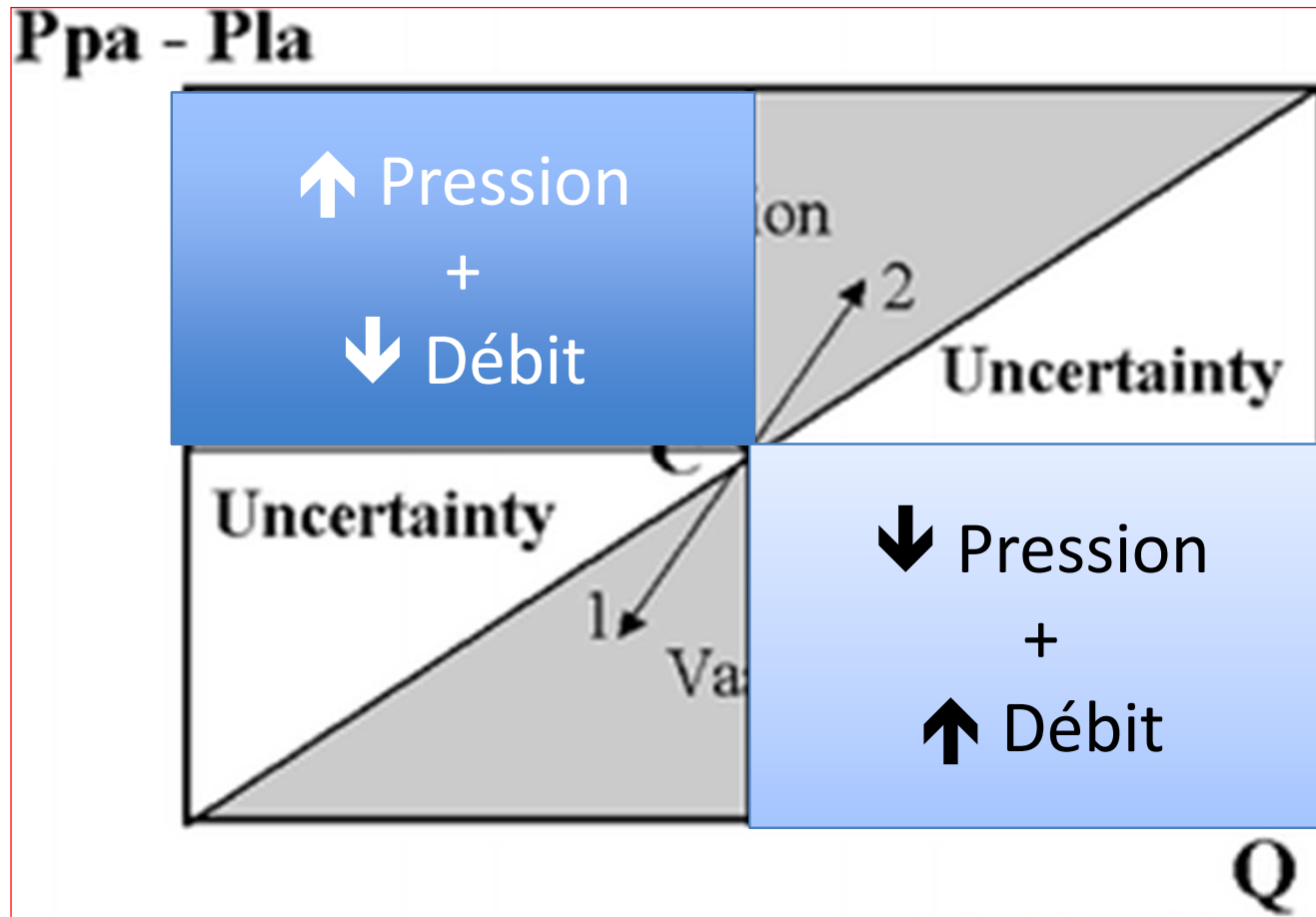
# Débit continu

- Difficultés d'interprétation



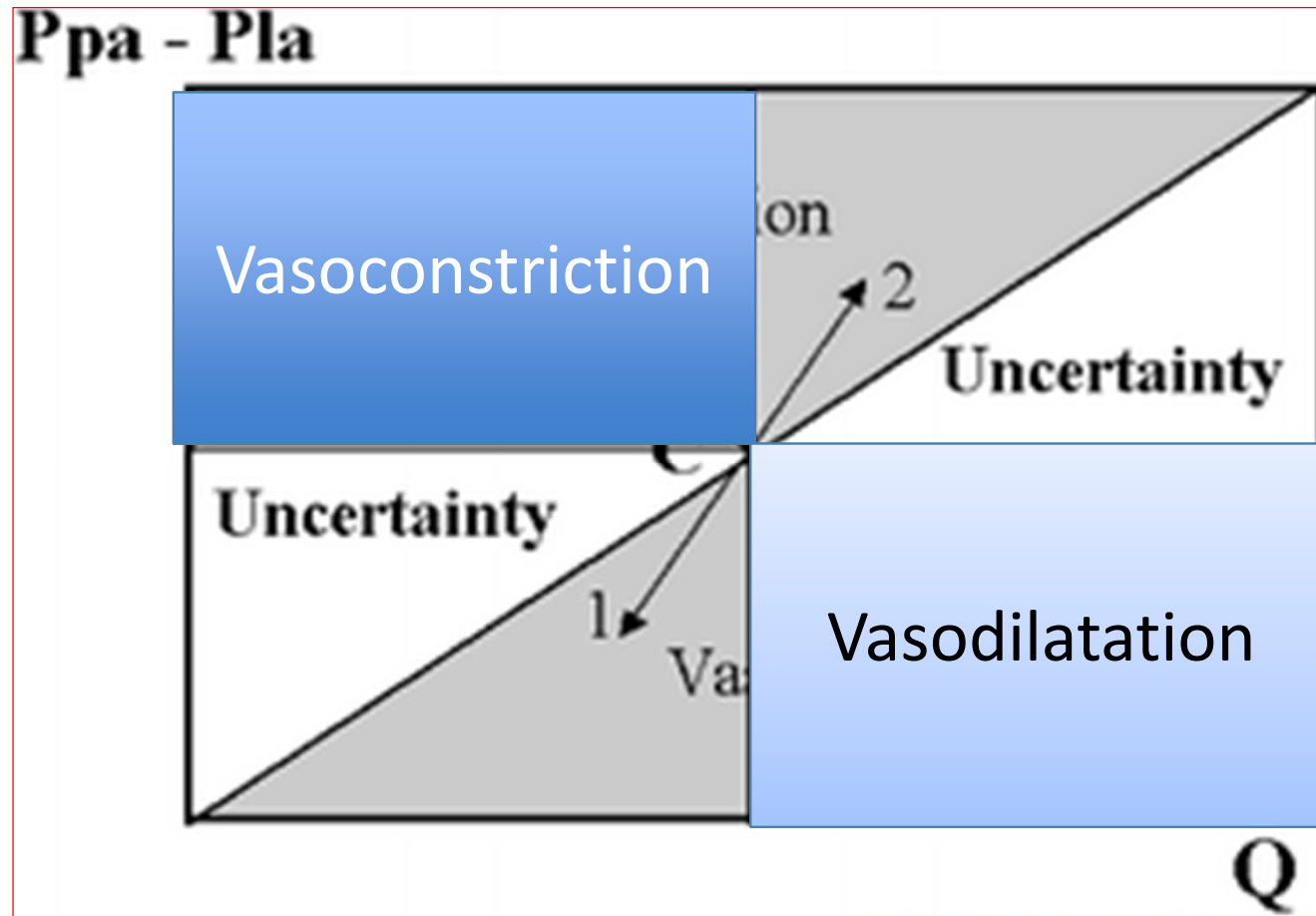
# Débit continu

- Difficultés d'interprétation

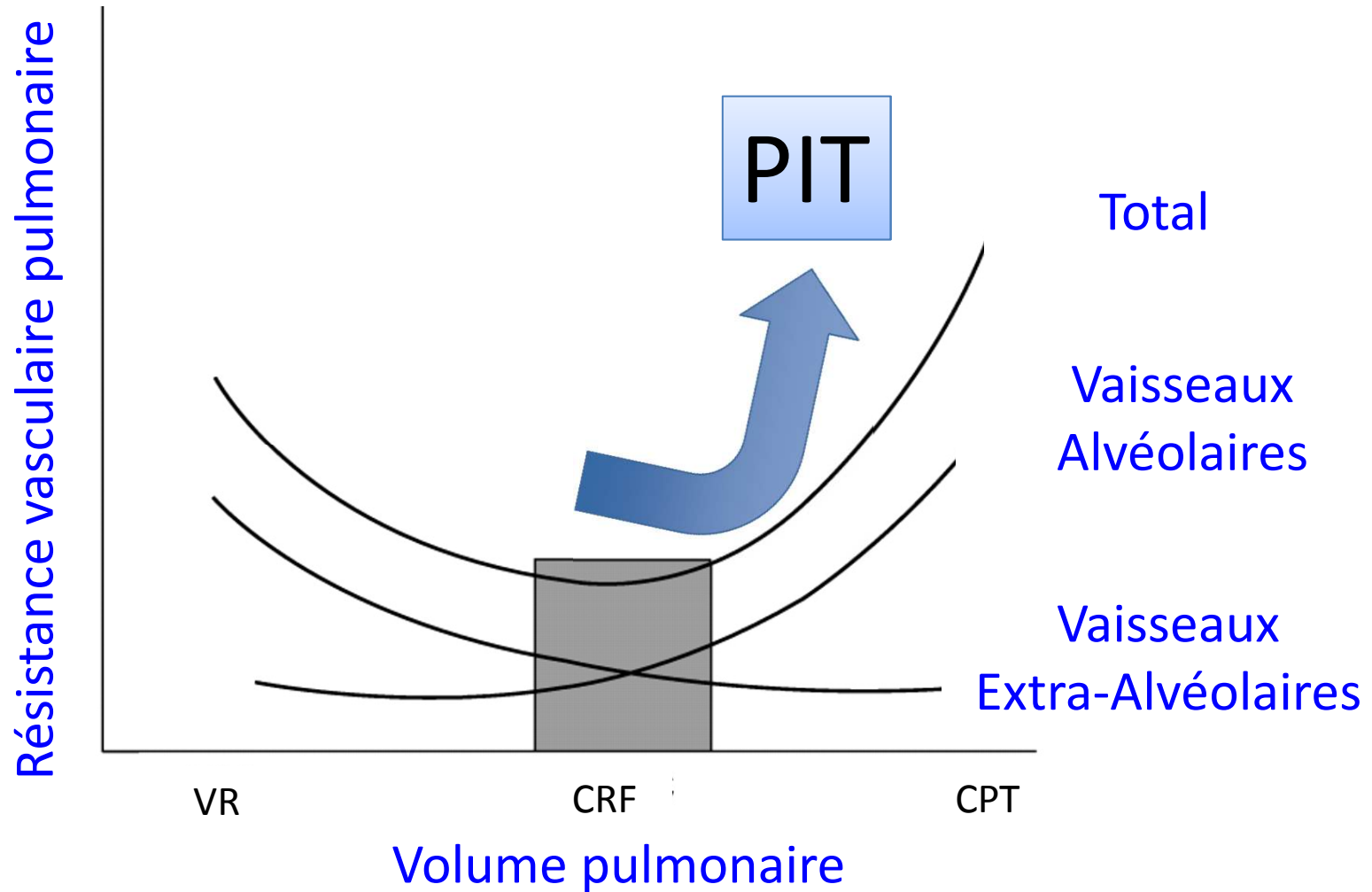


# Débit continu

- Difficultés d'interprétation

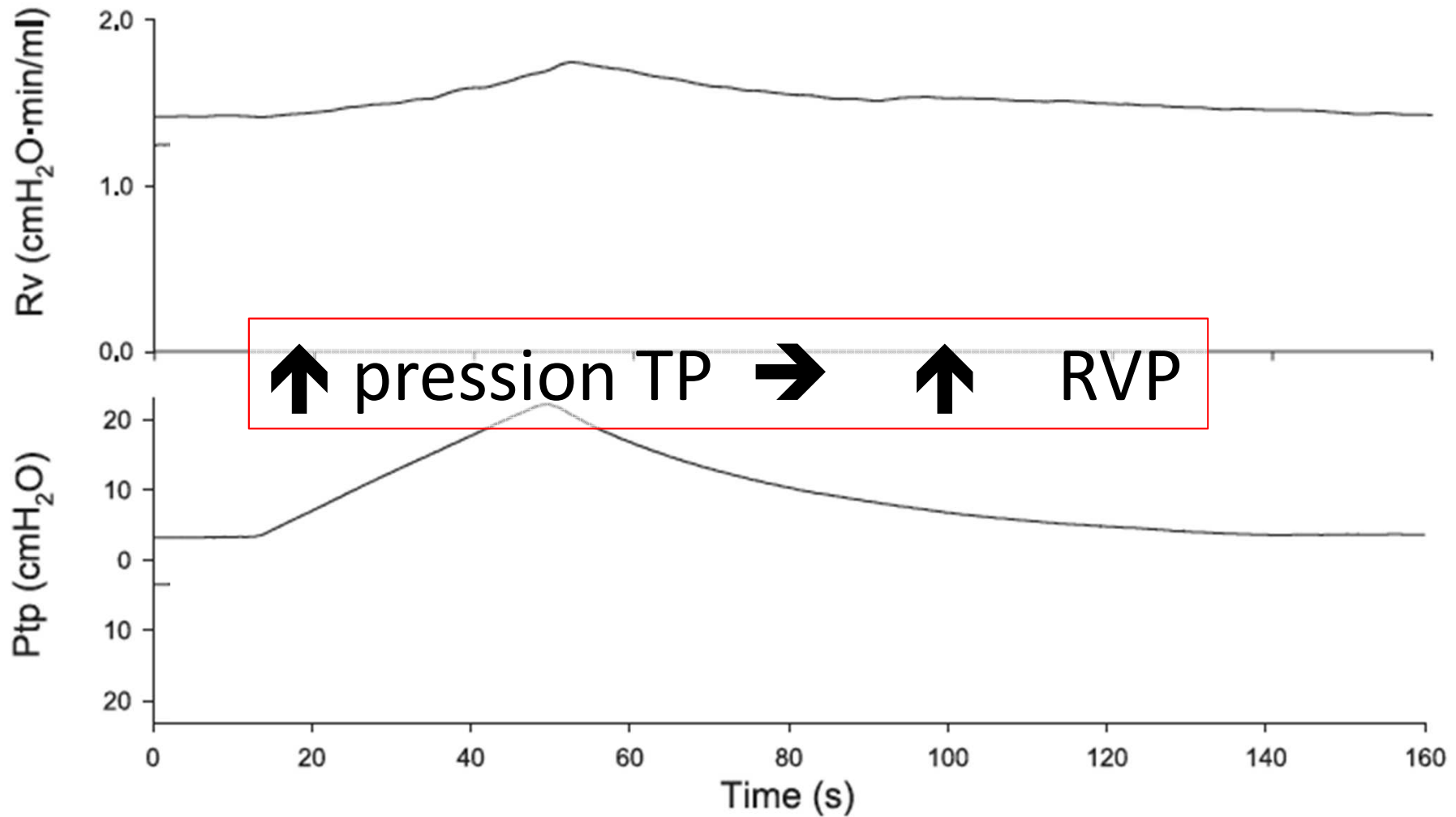


# PIT et vaisseaux pulmonaires

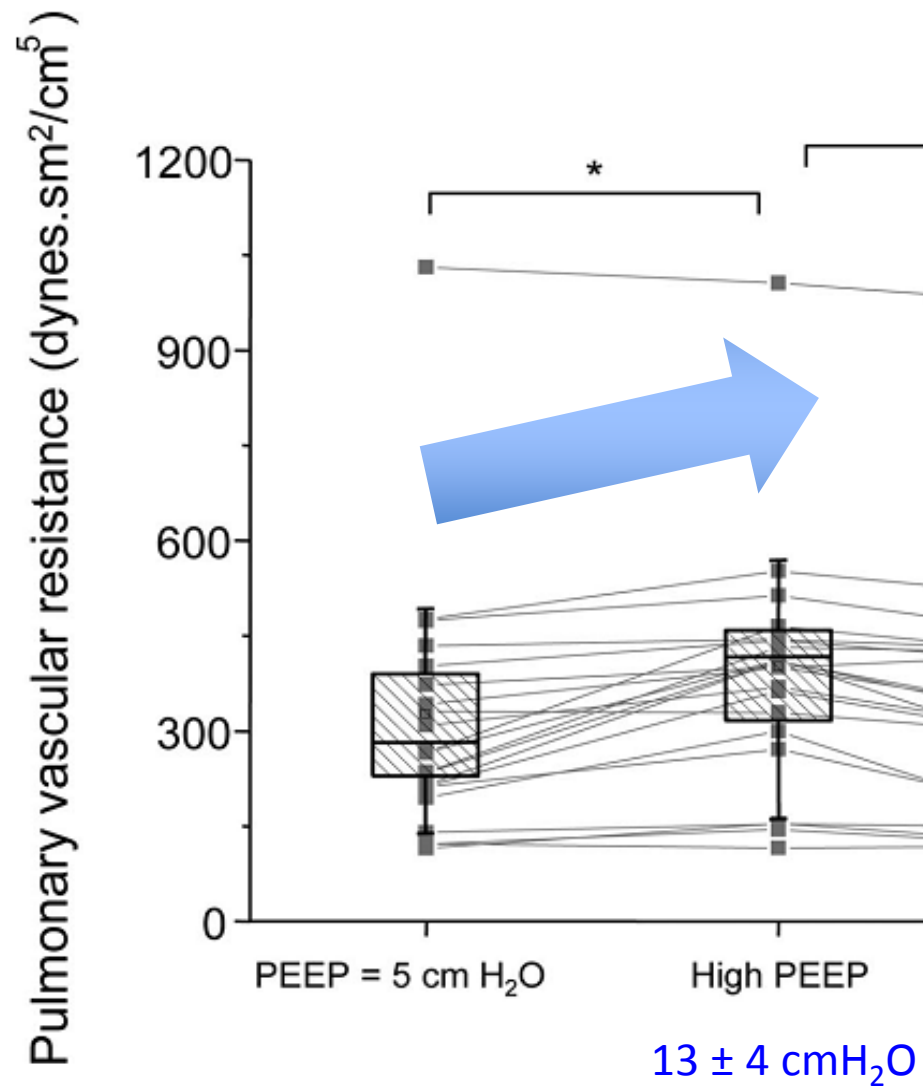




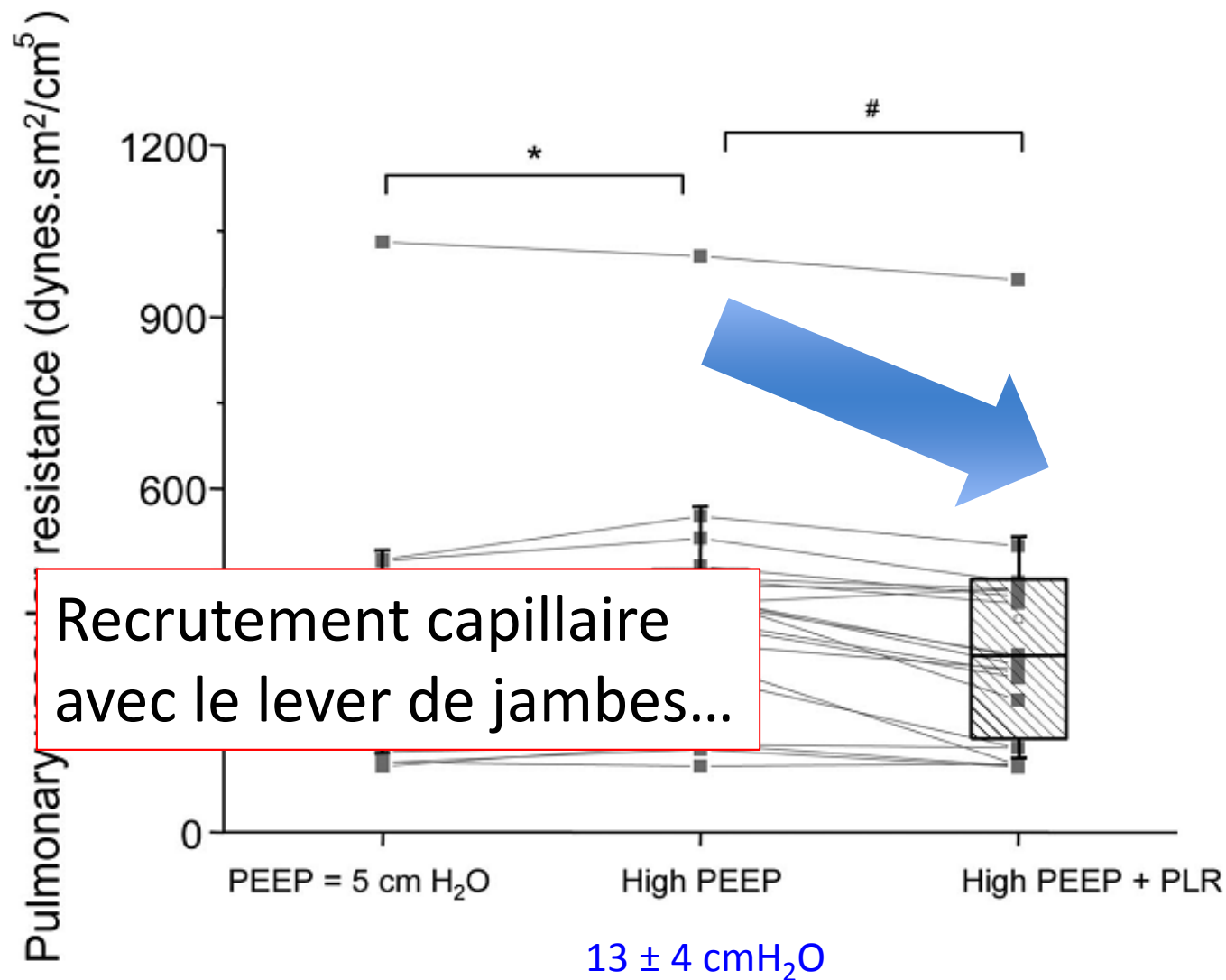
# PIT et vaisseaux pulmonaires



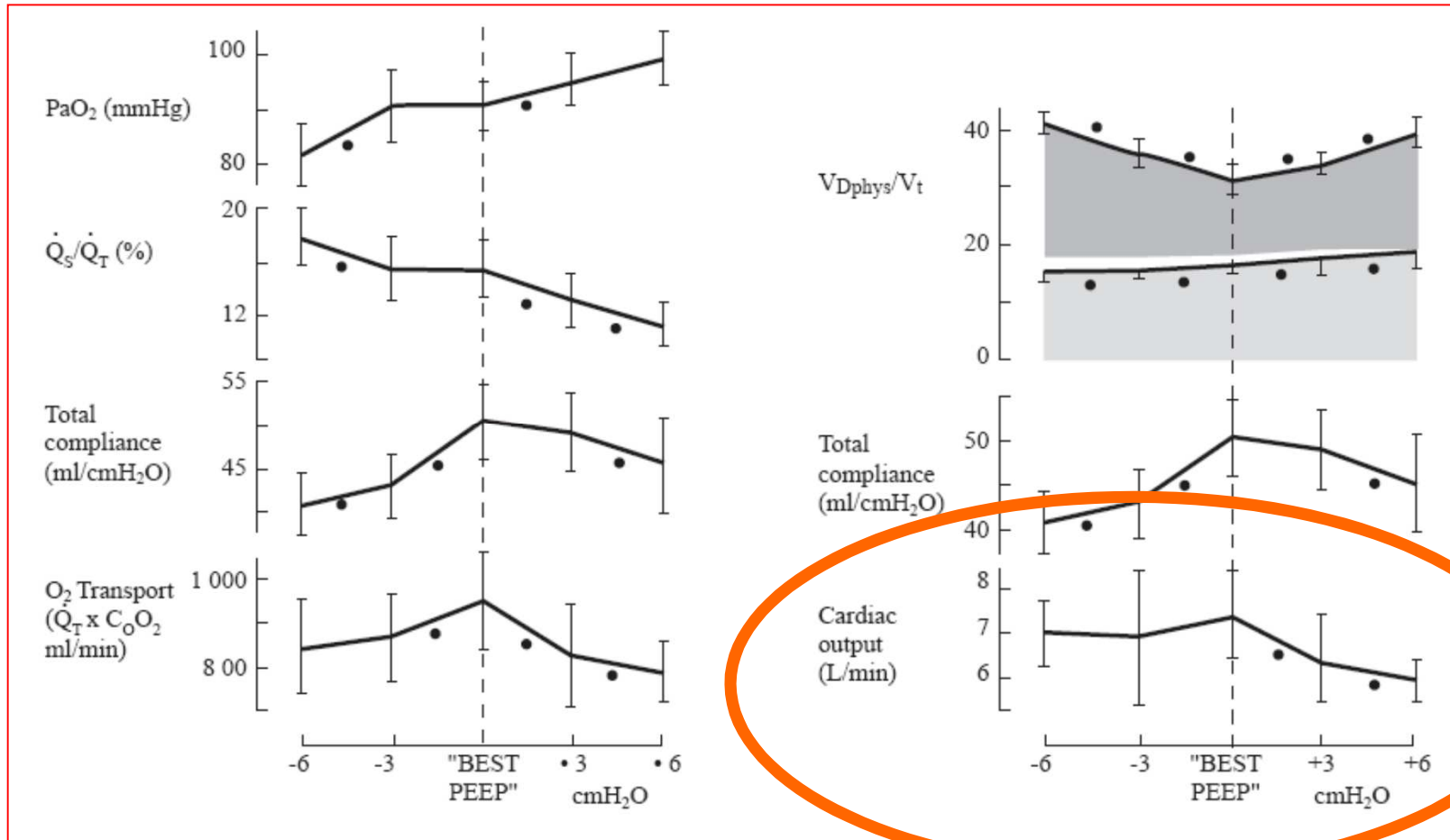
# Fougères E. et al. CCM 2010



# Fougères E. et al. CCM 2010



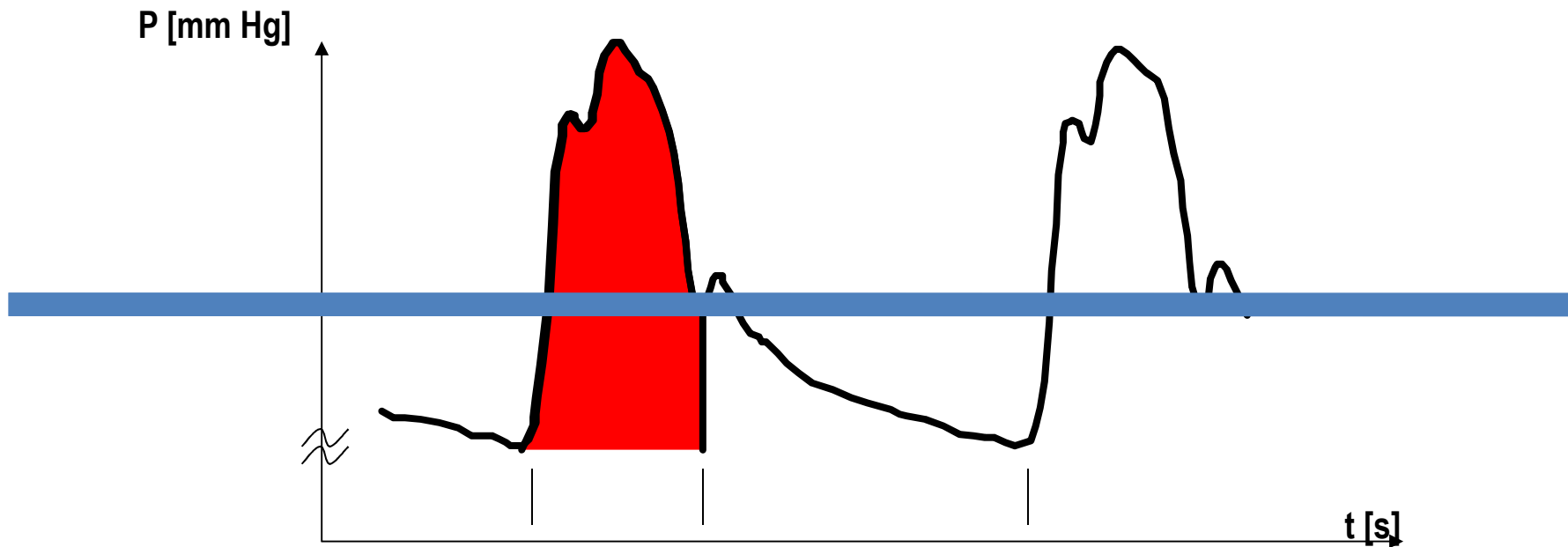
# PIT et vaisseaux pulmonaires



Suter PM et al. *NEJM* 1975

Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

# Débit continu ?



Pression artérielle

# Hémodynamique à débit pulsatile

- Analyse fréquentielle : Impédance
- Analyse temporelle
  - Résistance
  - Compliance
  - Ondes de réflexion
  - Inertance

# Hémodynamique à débit pulsatile

- **Analyse fréquentielle : Impédance**
- Analyse temporelle
  - Résistance
  - Compliance
  - Ondes de réflexion
  - Inertance

# Impédance

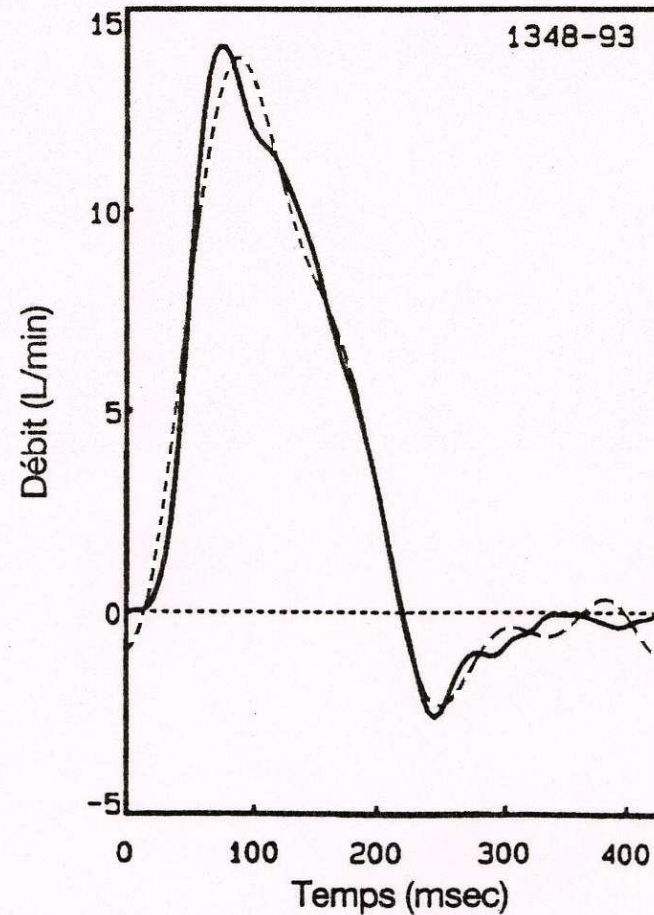
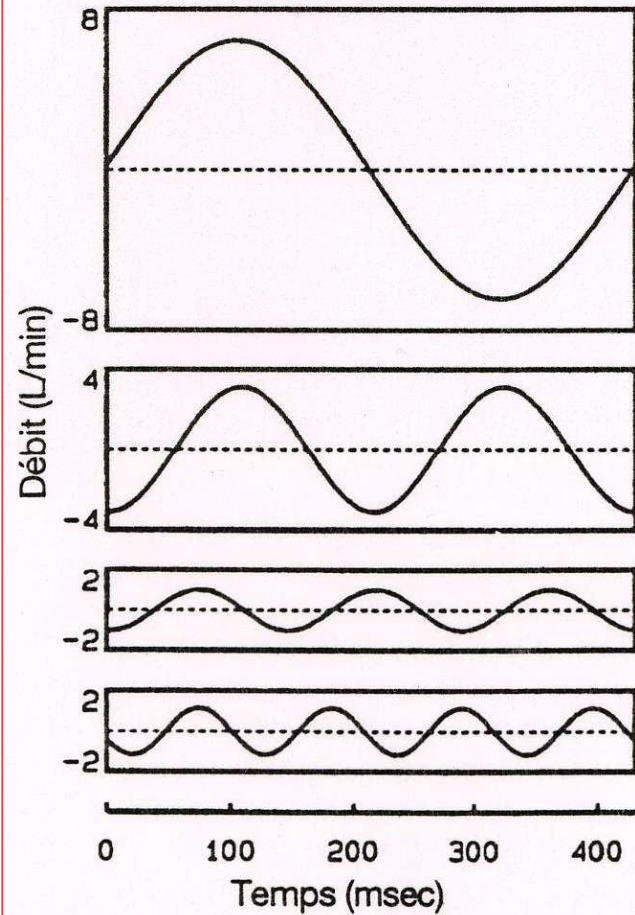
- Analogie électrique
  - Courant continu  $\Rightarrow$  Loi d' Ohm / Résistance
  - Courant alternatif  $\Rightarrow$  Impédance
- Impédance = quotient des oscillations de PAP par les oscillations de flux pulmonaire
- Transformation en séries de Fourier



# Impédance

- Pression et débit sont des phénomènes périodiques
- Joseph Fourier (1768-1830)
- Toute fonction périodique peut être décrite par une série infinie de fonctions sinusoïdales (série de Fourier) dont la somme reproduit la fonction initiale.
- Analyse harmonique ou spectrale du signal...

# Impédance

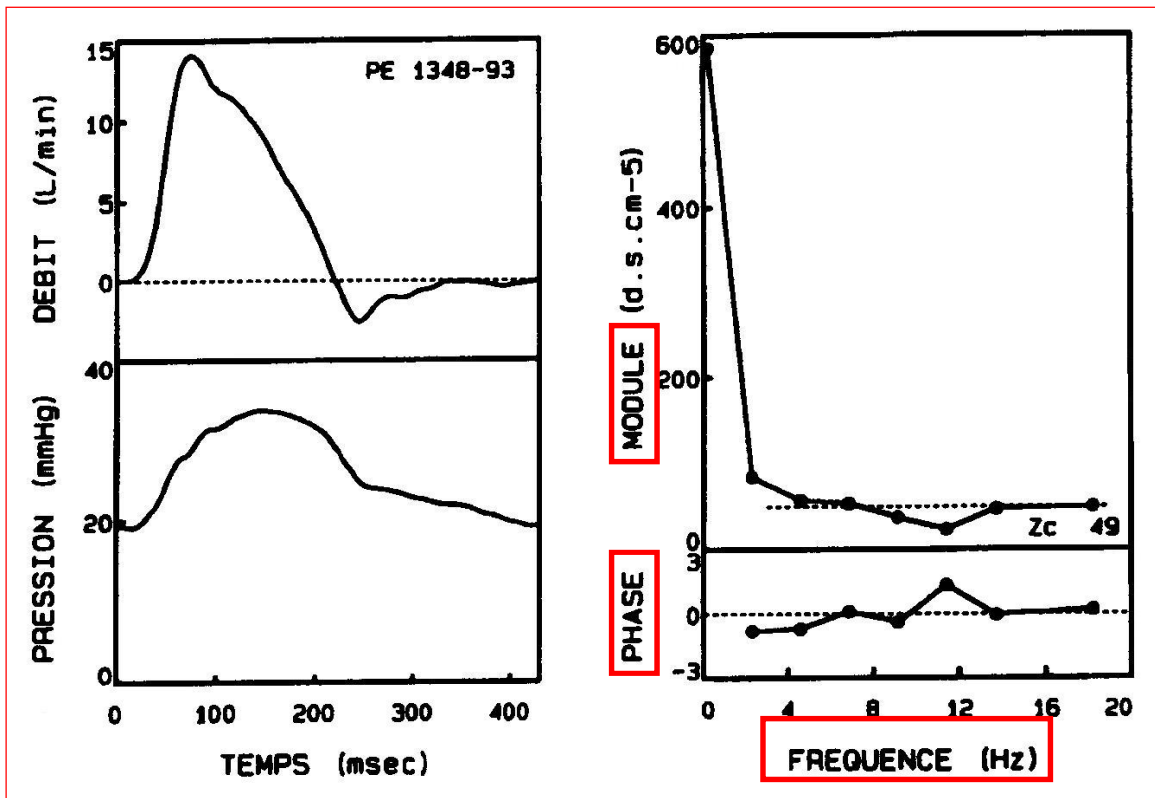


Traits pleins :  
Courbe originale

Pointillés :  
Somme des 4<sup>èmes</sup>  
harmoniques

# Impédance

- Exemple de représentation graphique



Module d'impédance =  
rapport amplitude  
pression / débit

Phase d'impédance =  
différence entre  
phase de pression et  
de débit

# Impédance

## ○ Points caractéristiques

- Impédance à 0 Hz =  $Z_0$  = RPT
- Impédance caractéristique =  $Z_c$  = impédance sans onde de réflexion
- Calcul possible d'un coefficient de réflexion, de l'inertance et de la compliance

# Impédance

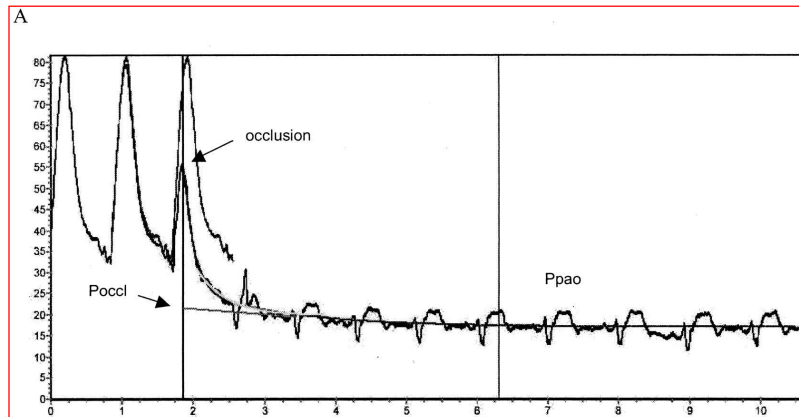
- Intérêt :
  - Meilleure approche de la post-charge ?
  - Prise en compte résistance, compliance, inertance et ondes de réflexion
- Limites :
  - Pression et flux doivent être mesurés strictement au même site
  - Limite de l'utilisation de la transformée de Fourier (le phénomène n'a ni début ni fin...)
  - Caractère « non intuitif » de l'analyse...

# Hémodynamique à débit pulsatile

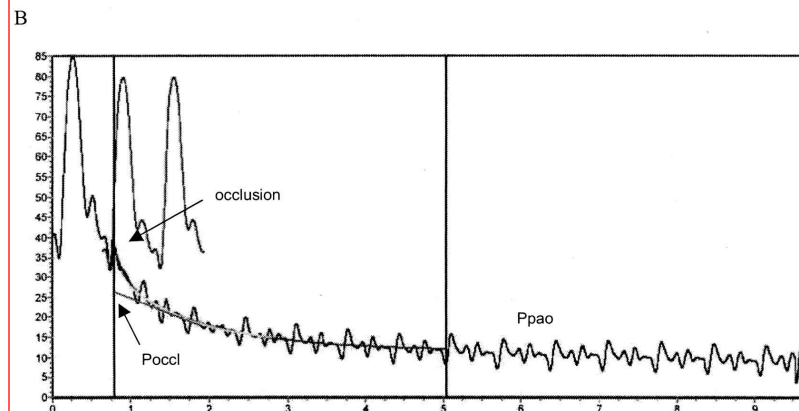
- Analyse fréquentielle : Impédance
- **Analyse temporelle**
  - **Résistance**
  - Compliance
  - Ondes de réflexion
  - Inertance

# Résistance

A



B



- Etude de la répartition de la résistance à travers la circulation pulmonaire
- A : décroissance rapide de la PAP jusqu' à la PAPO  
⇒ Résistance artériolaire...
- B : décroissance lente  
⇒ Résistance « veineuse »...

# Hémodynamique à débit pulsatile

- Analyse fréquentielle : Impédance
- **Analyse temporelle**
  - Résistance
  - **Compliance**
  - Ondes de réflexion
  - Inertance



# Compliance

- Circulation proximale pulsatile et distale quasi continue
- ⇒ Les AP proximales stockent une partie du sang pendant l'éjection qu'elles restituent pendant la diastole
- Modèle de la chambre d'air : Windkessel
- Otto Frank 1899
- Sagawa K et al. *J Mol Cell Cardiol* 1990

# Compliance

- Windkessel à 2 éléments
- Décroissance exponentielle de la PAP après fermeture des sigmoïdes
- Constante de temps =  $R \cdot C$
- Mesure de la compliance possible sans passer par analyse fréquentielle...

# Compliance

- Windkessel à 3 éléments

  - + résistance proximale

  - (Segers P et al. *Am J Physiol* 1999)

- Windkessel à 4 éléments

  - + prise en compte de l'inertie

  - (Lambermont B et al. *Arch Physiol Bioch* 1997)

- Mais ondes de réflexion ...

  - (Wang JJ et al. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2003)

# Compliance

- Approche locale de la compliance
  - TDM Thoracique
  - Échocardiographie
  - Échographie endovasculaire
  - IRM

# Hémodynamique à débit pulsatile

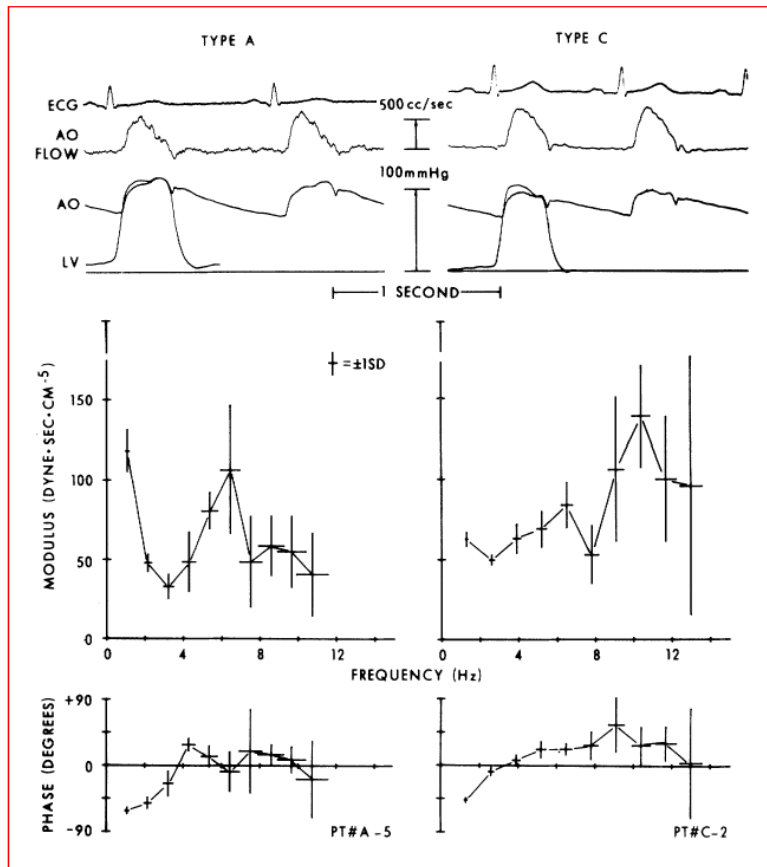
- Analyse fréquentielle : Impédance
- **Analyse temporelle**
  - Résistance
  - Compliance
  - **Ondes de réflexion**
  - Inertance

# Ondes de réflexion

- Ondes de réflexion = élément de la post-charge  
⇒ ↓ flux et ↑ pression
- PAP observée = onde antérograde  
+ onde rétrograde
- Surviennent normalement après la fin de  
l'éjection, voir négatives (facilitant l'éjection)

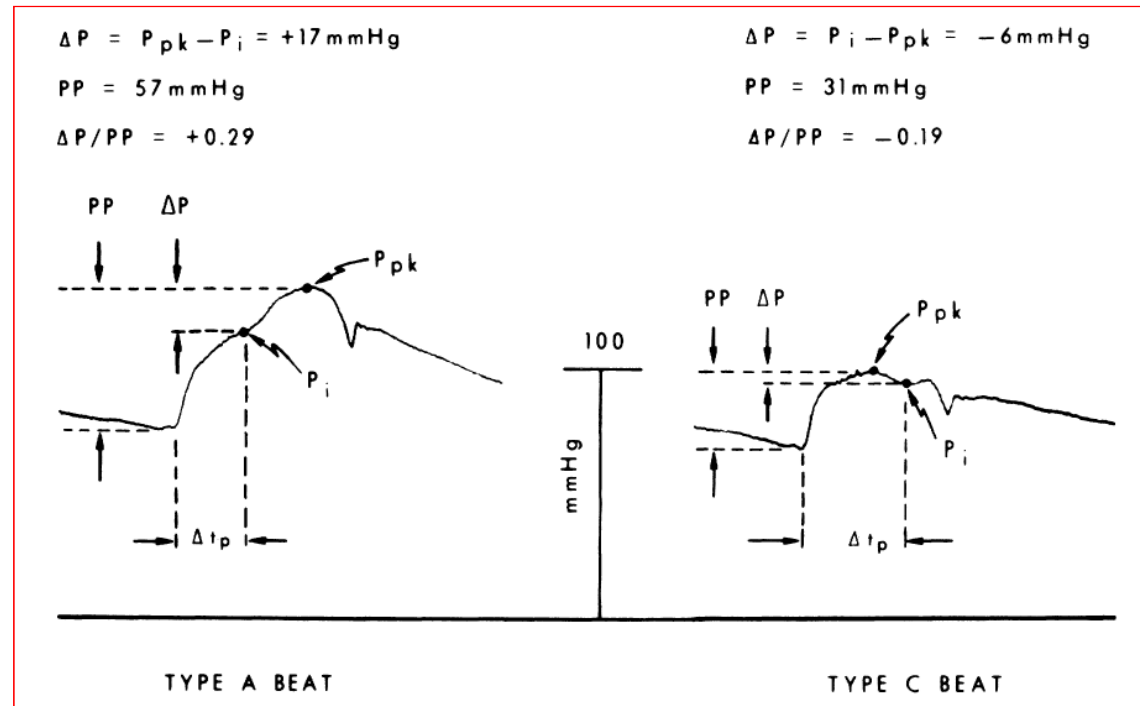
(Hollander EH et al. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2001)

# Ondes de réflexion



- Circulation systémique
- 18 patients
- Comparaison morphologie de l'onde de PA avec Impédance
- A : réflexions importantes
- C : réflexions modérées

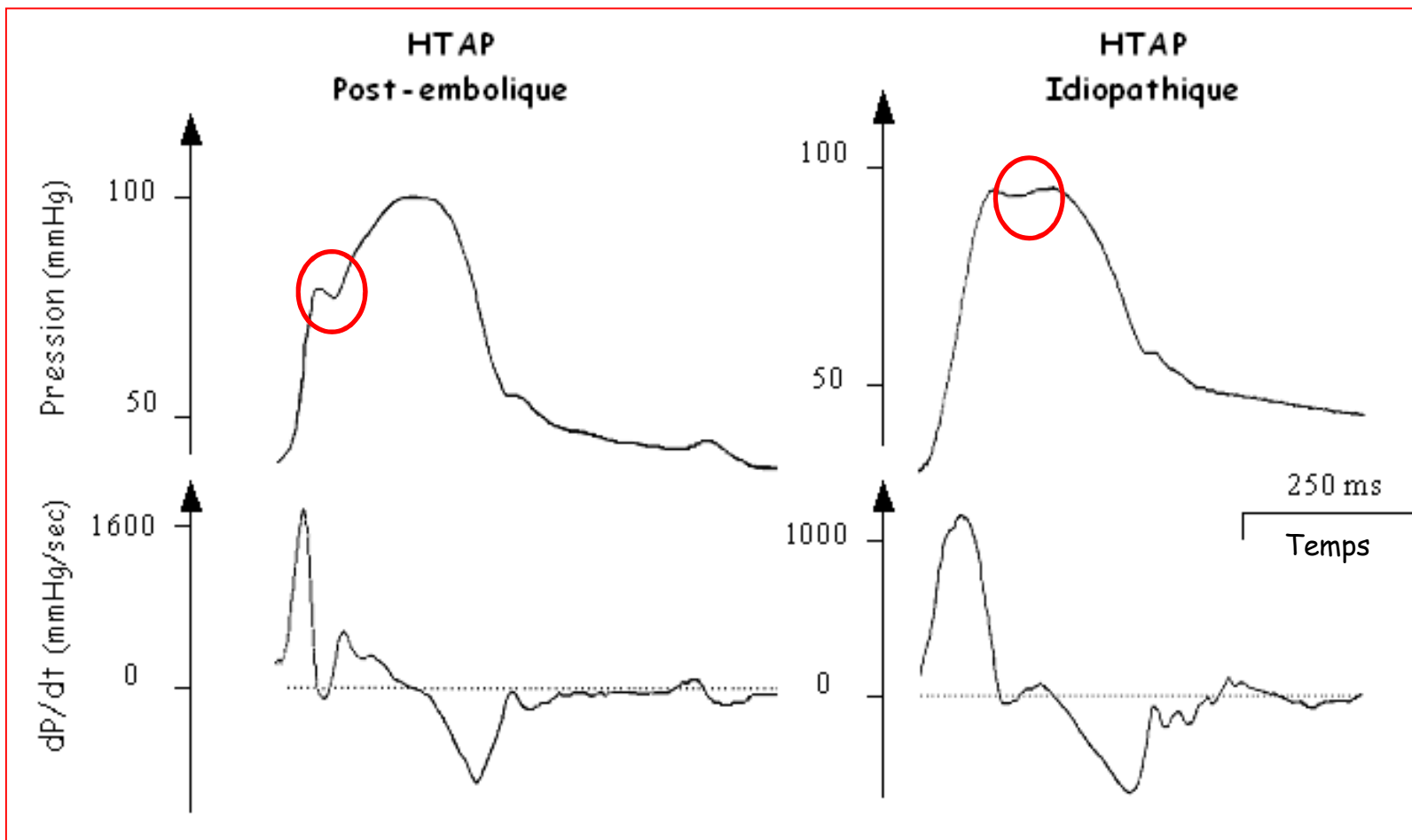
# Ondes de réflexion



- A :  $\Delta P/PP = +0.23 \pm 0.03$  ; coefficient de réflexion (impédance) =  $1.00 \pm 0.11$
- C :  $\Delta P/PP = -0.10 \pm 0.02$  ; coefficient de réflexion =  $0.36 \pm 0.14$



# HTAPI $\neq$ HTAPPE



# Hémodynamique à débit pulsatile

- Analyse fréquentielle : Impédance
- **Analyse temporelle**
  - Résistance
  - Compliance
  - Ondes de réflexion
  - **Inertance**

# Inertance

- Débit continu: Loi de Poiseuille  $\Rightarrow$  Viscosité
  - $\uparrow$  viscosité  $\Rightarrow$   $\uparrow$  résistance
- Débit pulsatile  $\Rightarrow$  Inertance
  - $\uparrow$  viscosité  $\Rightarrow$   $\uparrow$  inertance  $\Rightarrow$   $\uparrow$  post-charge V
- Il est d' autant plus difficile pour le cœur d' entraîner le mouvement d' une colonne liquidienne que celle ci est visqueuse...

# Inertance

- Sang = mélange (plasma + éléments figurés)
- Viscosité  $\approx$  Ht; nbre de cellules et leur taille
- $\uparrow$  Ht  $\Rightarrow$   $\uparrow$  résistance incrémentale et de la pression critique (Loer SA et al. *Intensive Care Med* 1997)
- $\uparrow$  Température  $\Rightarrow$   $\downarrow$  RVP (Rubini A. *J Appl Physiol* 2005)

# Hémodynamique à débit pulsatile

- Analyse fréquentielle : Impédance
- Analyse temporelle
  - Résistance
  - Compliance
  - Ondes de réflexion
  - Inertance

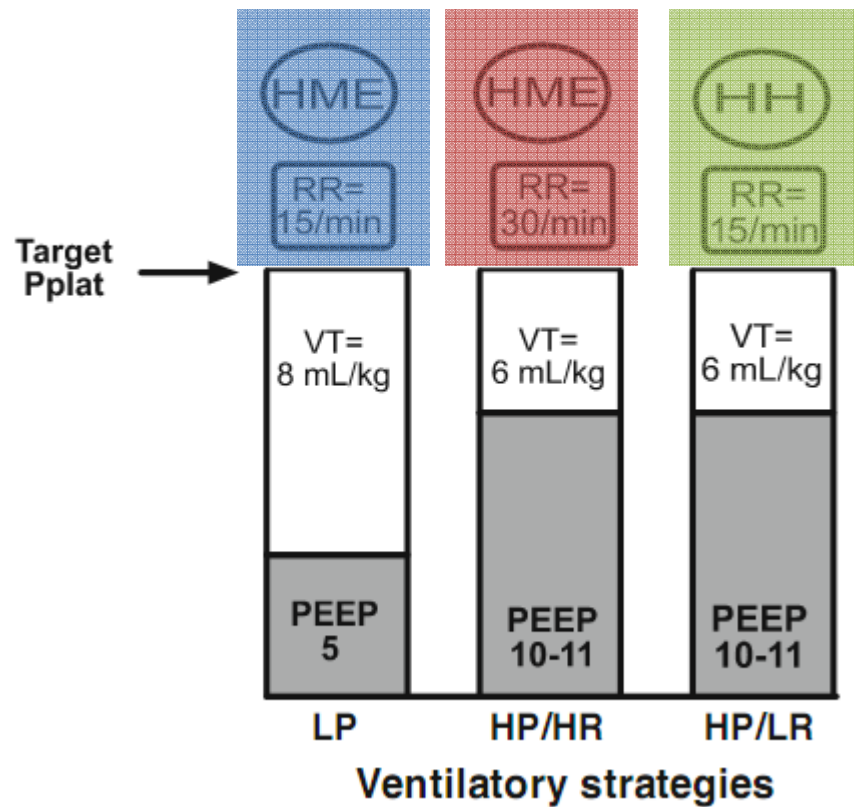
# Autres approches de la postcharge

- Loi de Laplace
- Energétique
- Elastance
- Couplage ventriculo-artériel

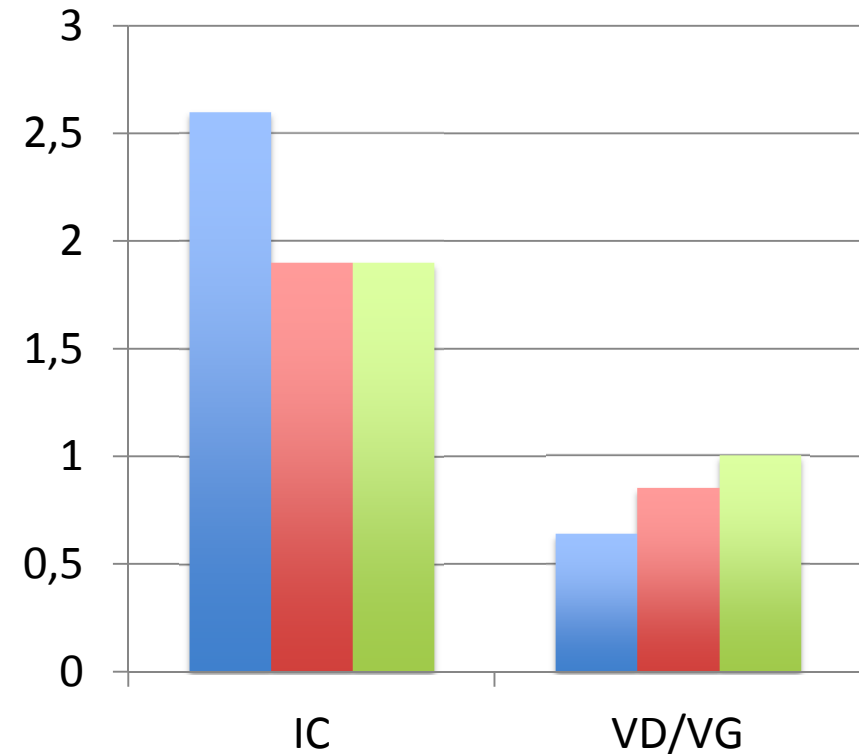
# Autres influences en réanimation

- Acidose ?
- Hypercapnie ?
- Hypervolémie ?

# Mekontso A. et al. *ICM* 2009



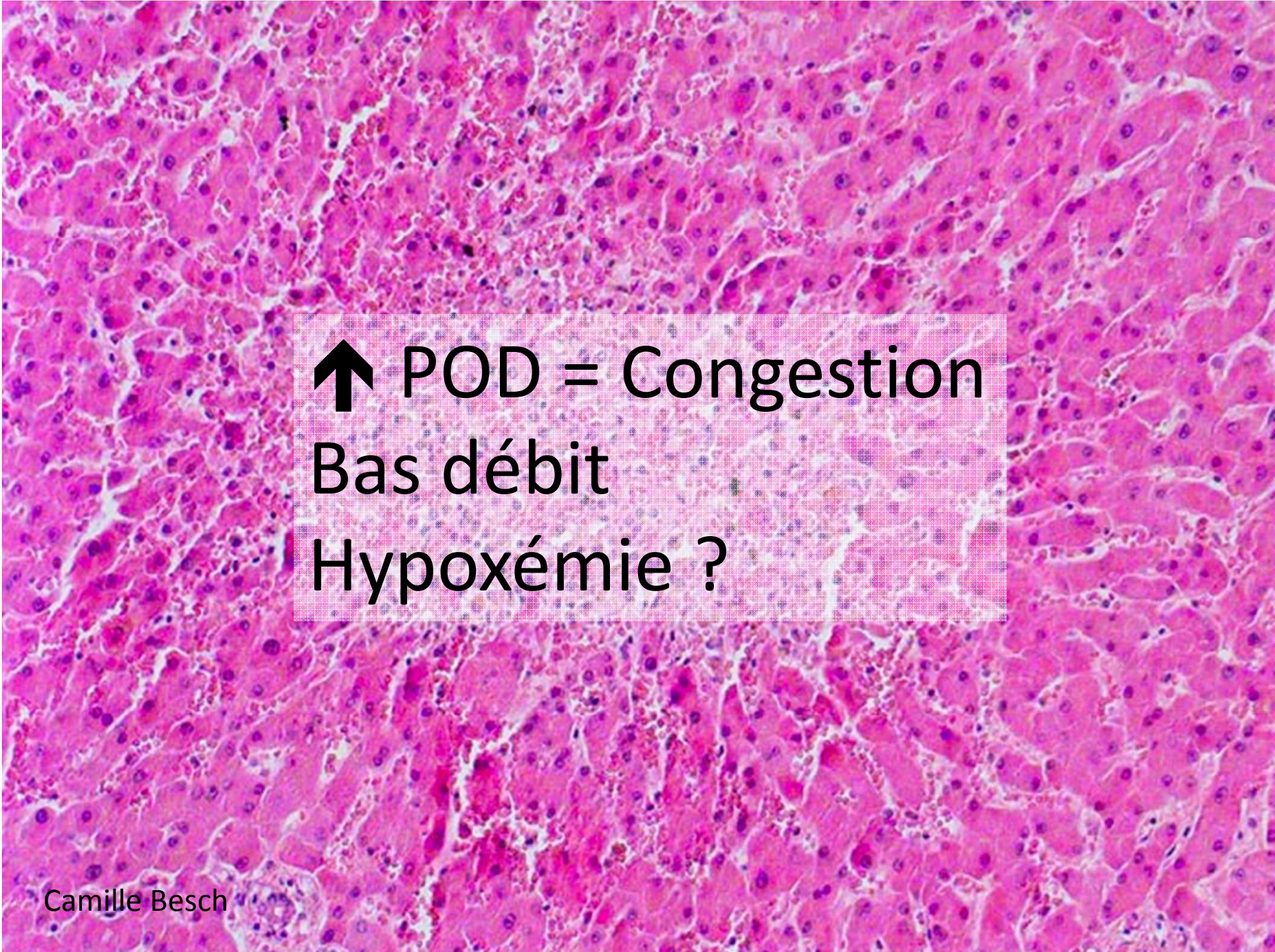
PCO <sub>2</sub>	52	71	75
pH	7.30	7.17	7.20





# Hypervolémie...

- $RVP = PAPM - PAPO / IC$
- $PAPM = (RVP \times IC) + PAPO$
- HTP du groupe 2
- Hypervolémie  $\neq$   $\uparrow$  PAPO

A microscopic image of liver tissue stained with hematoxylin and eosin (H&E). The image shows a dense field of hepatocytes with prominent nuclei and surrounding sinusoidal spaces. The overall appearance is consistent with liver congestion, characterized by a crowded arrangement of cells and narrowed sinusoidal spaces.

↑ POD = Congestion  
Bas débit  
Hypoxémie ?

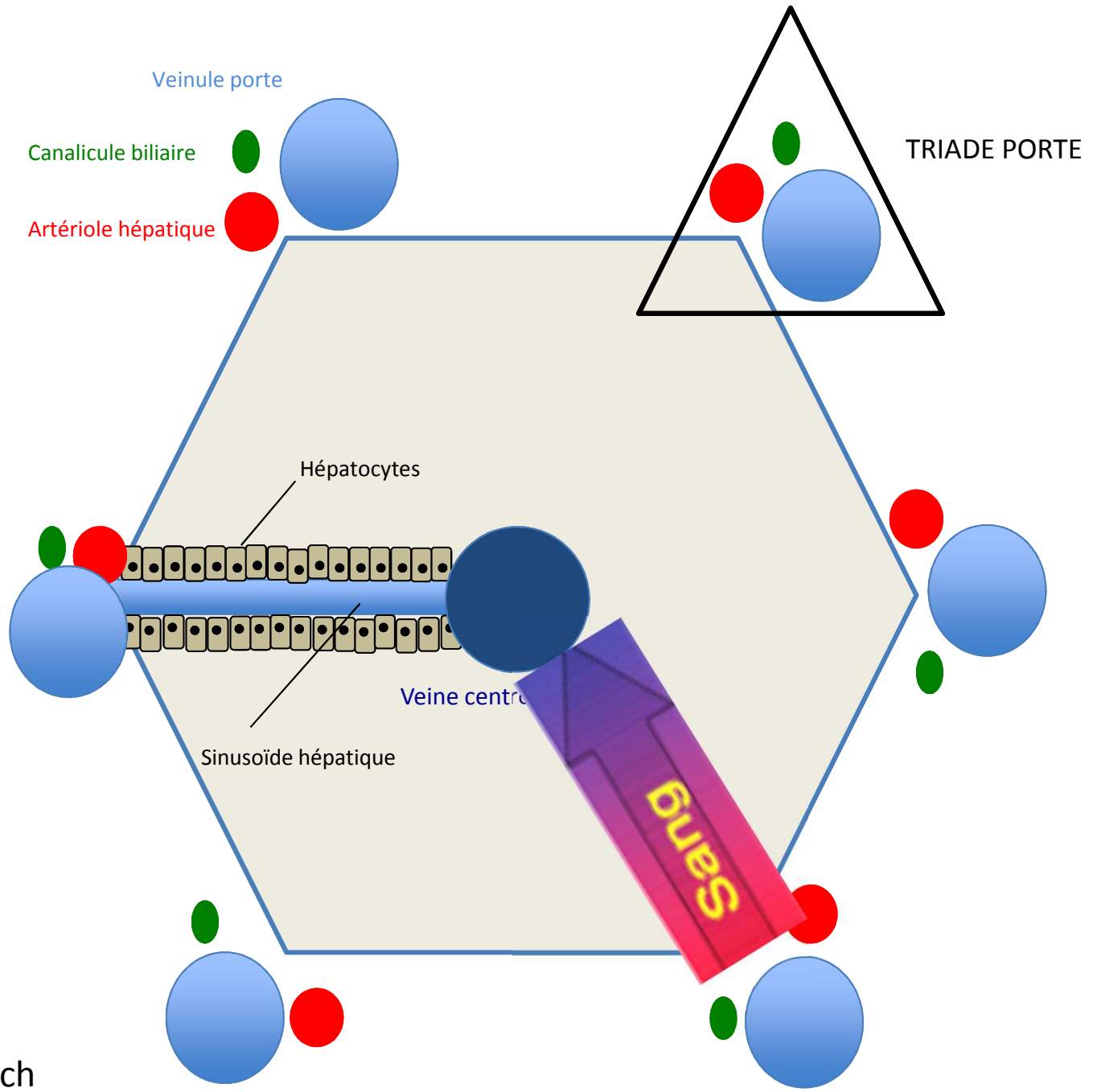


Congestion

Bas débit

# HEPATITE HYPOXIQUE AIGUE

Hypoxémie



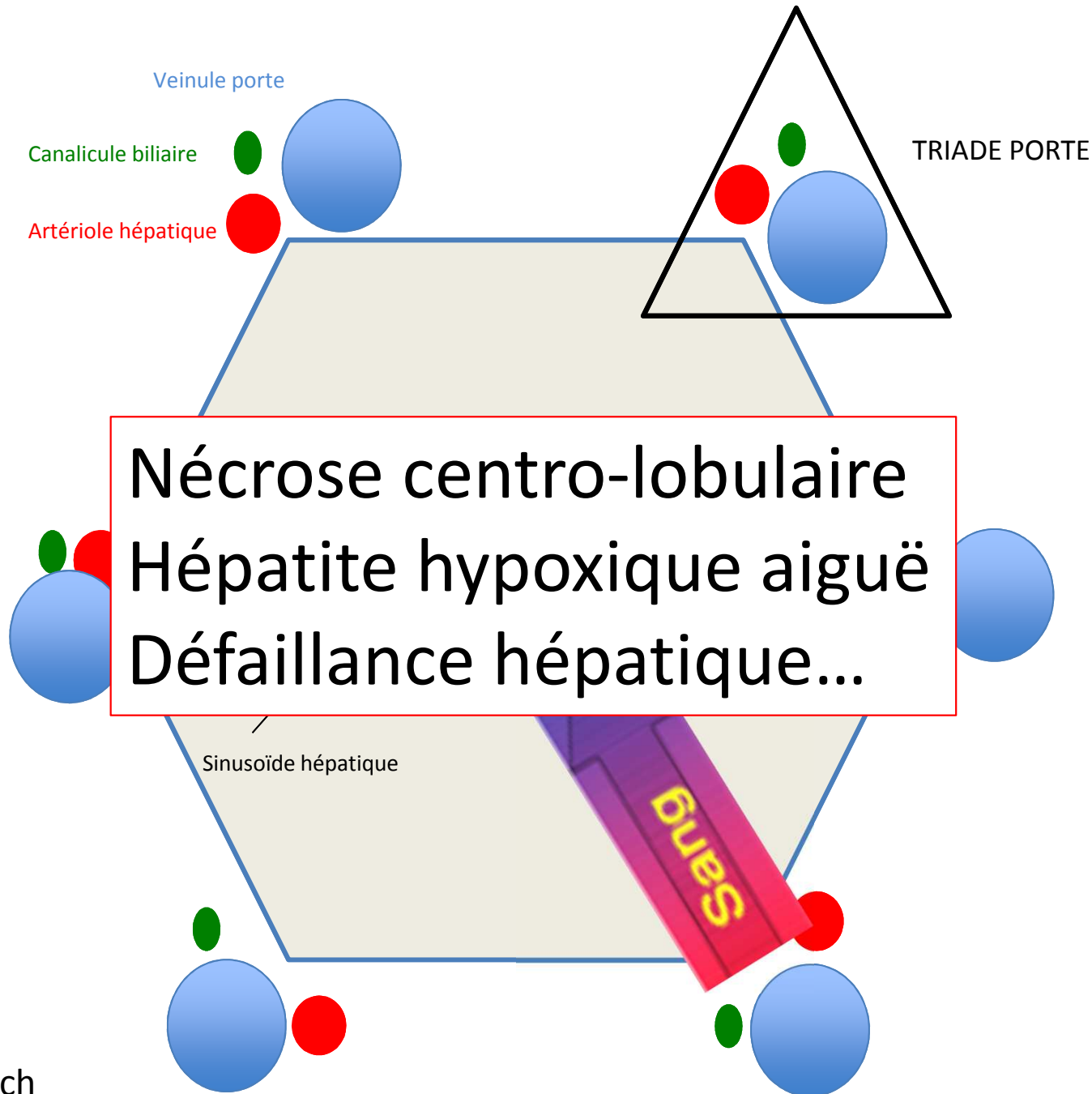
## Diapositive 100

---

**CV1**

Tu pourrai peut être mettre discrettement en pied de page, HHA - Thèse présentée le 29/10/2012 par Camille Besch ? A voir si cela marche esthétiquement...

CASTELAIN Vincent; 22/10/2012



## Diapositive 101

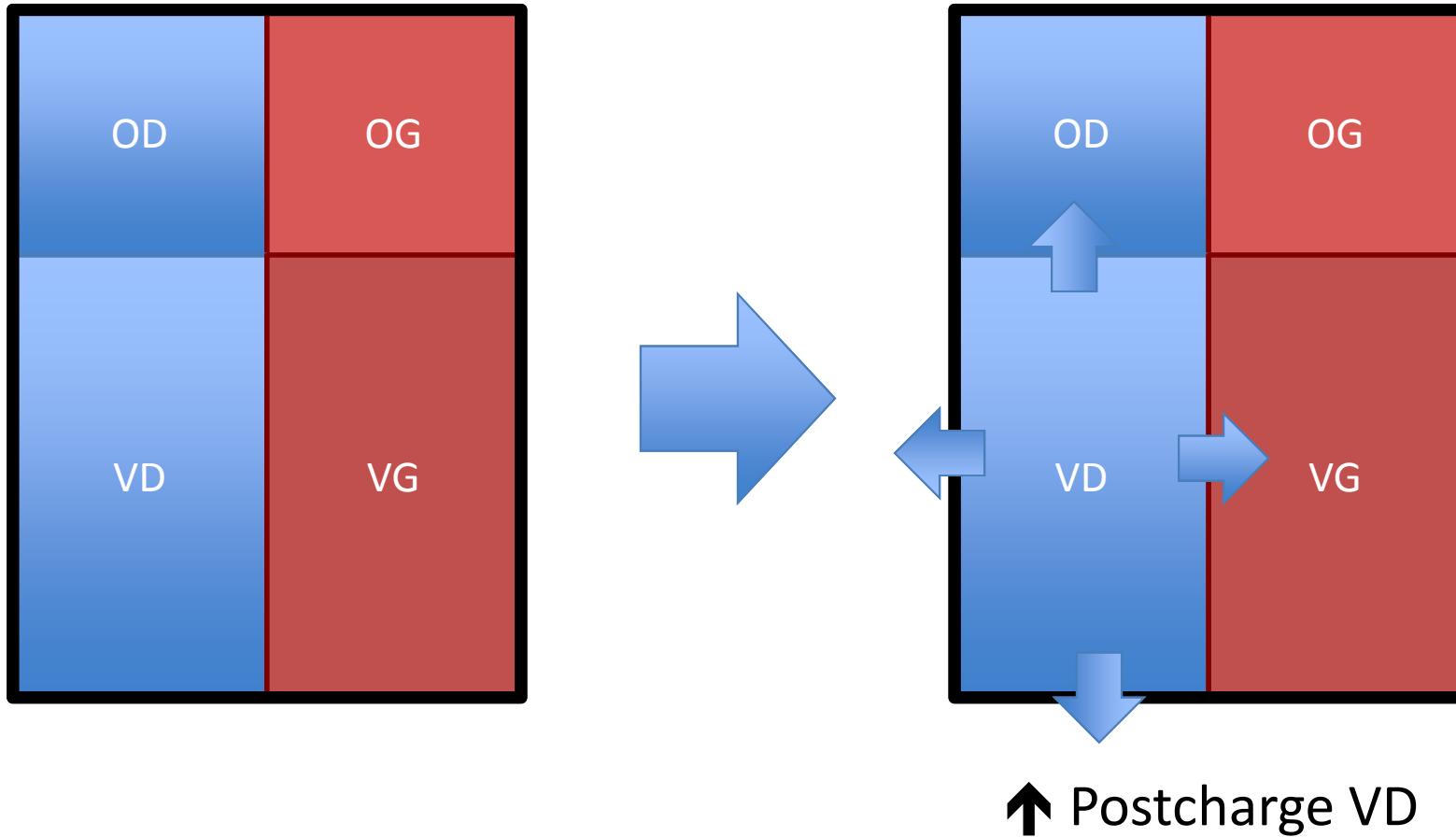
---

**CV2**

Tu pourrai peut être mettre discrettement en pied de page, HHA - Thèse présentée le 29/10/2012 par Camille Besch ? A voir si cela marche esthétiquement...

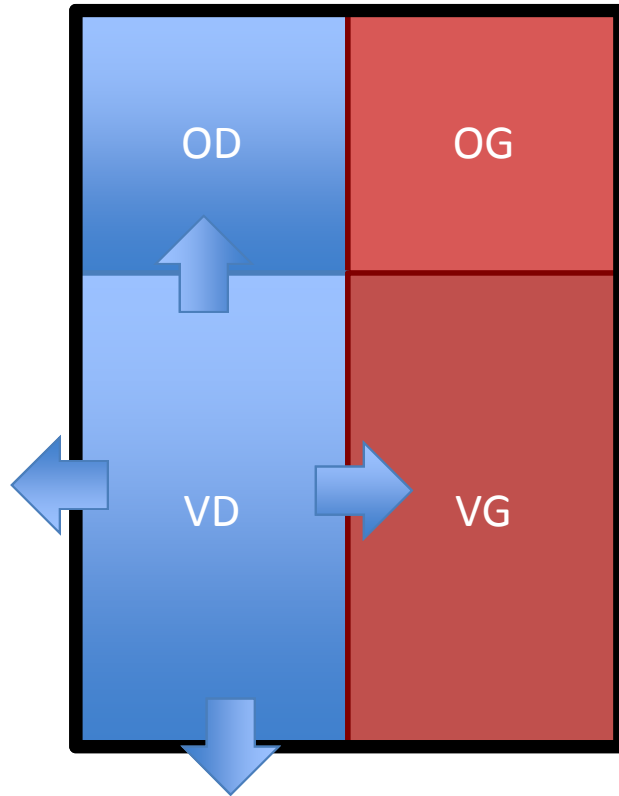
CASTELAIN Vincent; 22/10/2012

# Interdépendance VD-VG

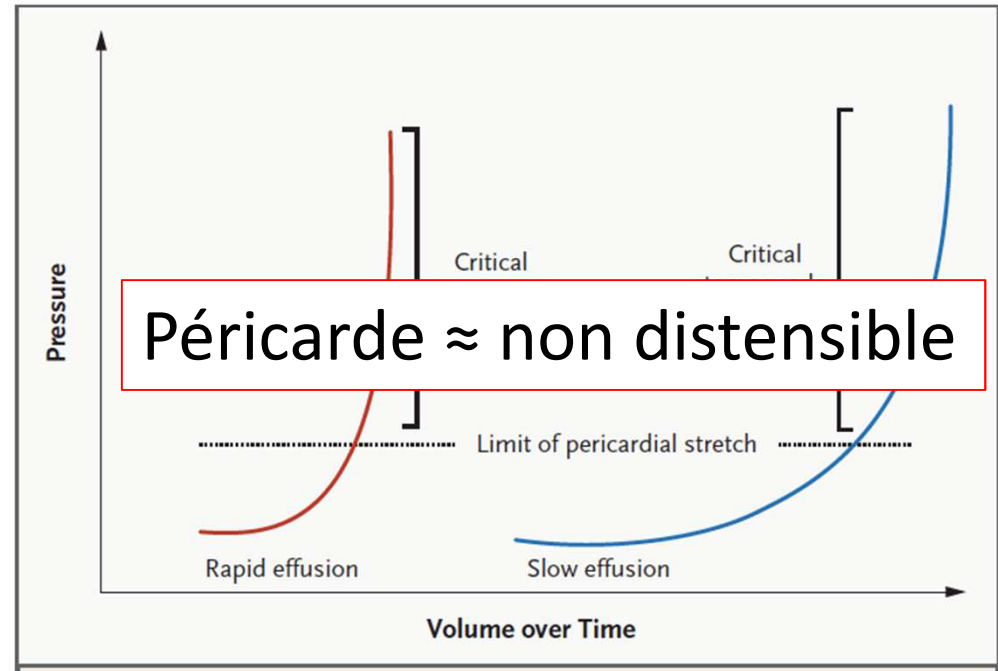




# Interdépendance VD-VG



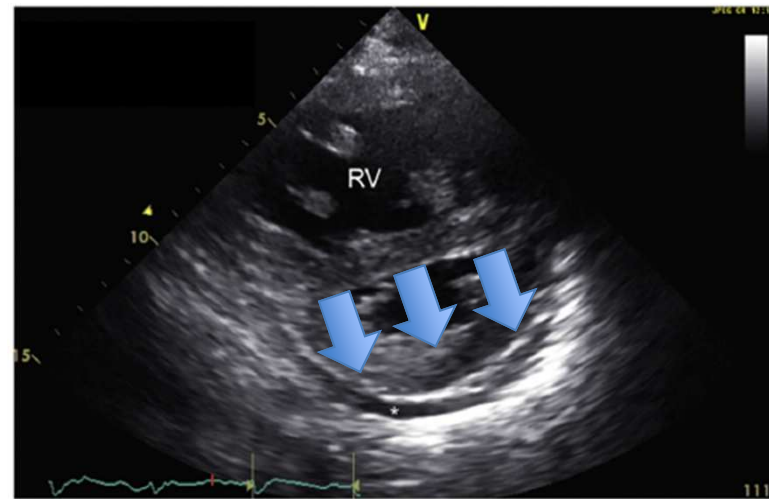
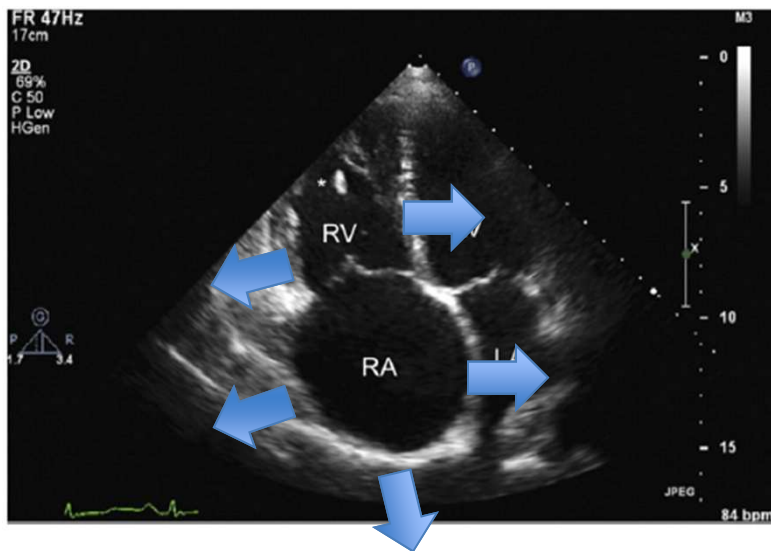
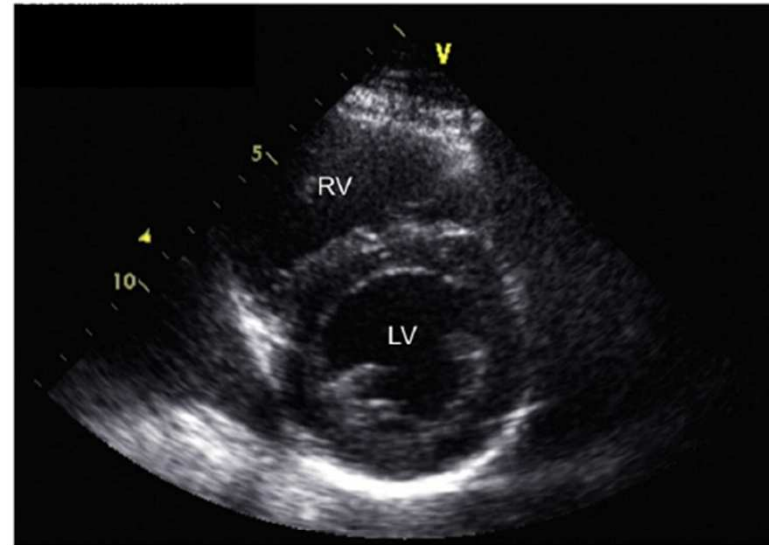
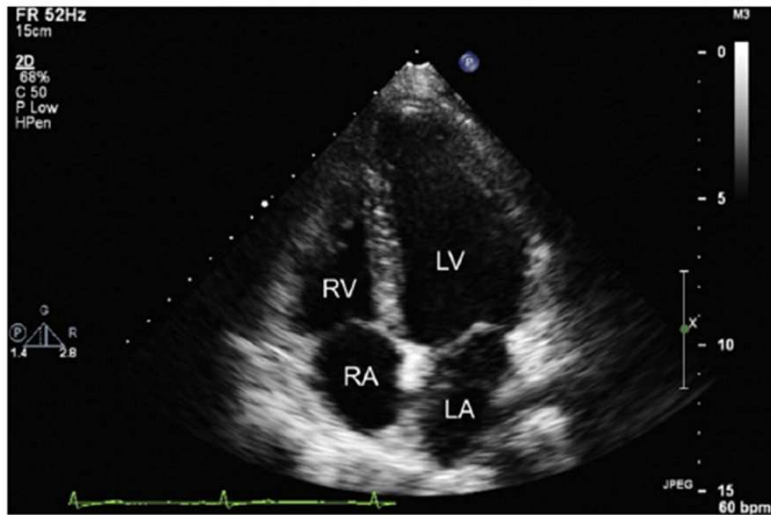
↑ Postcharge VD



Spodick DH *NEJM* 2003

Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

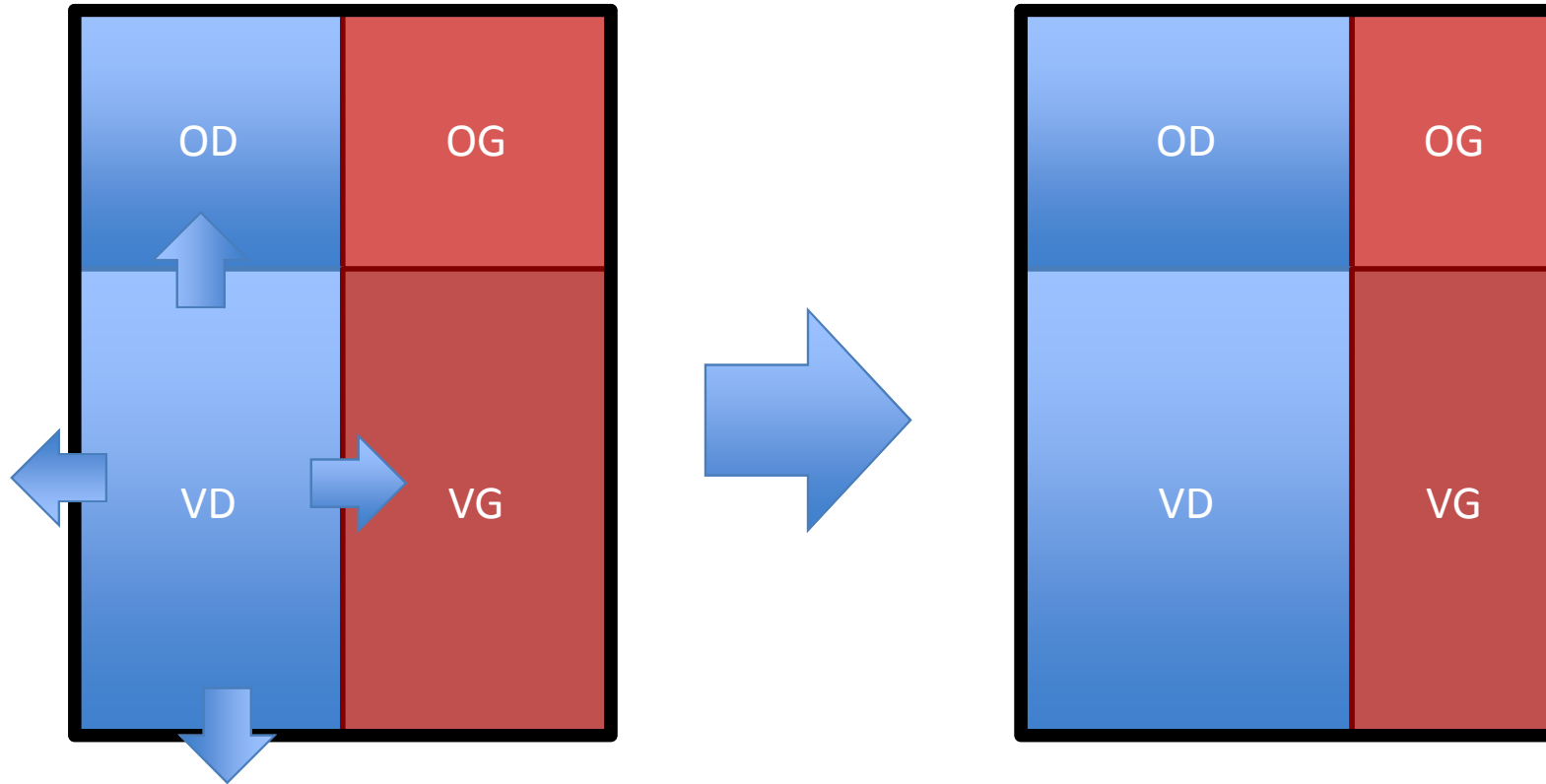
# Echocardiographie



Karas M.G *Prog Cardiovasc Dis* 2012

Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

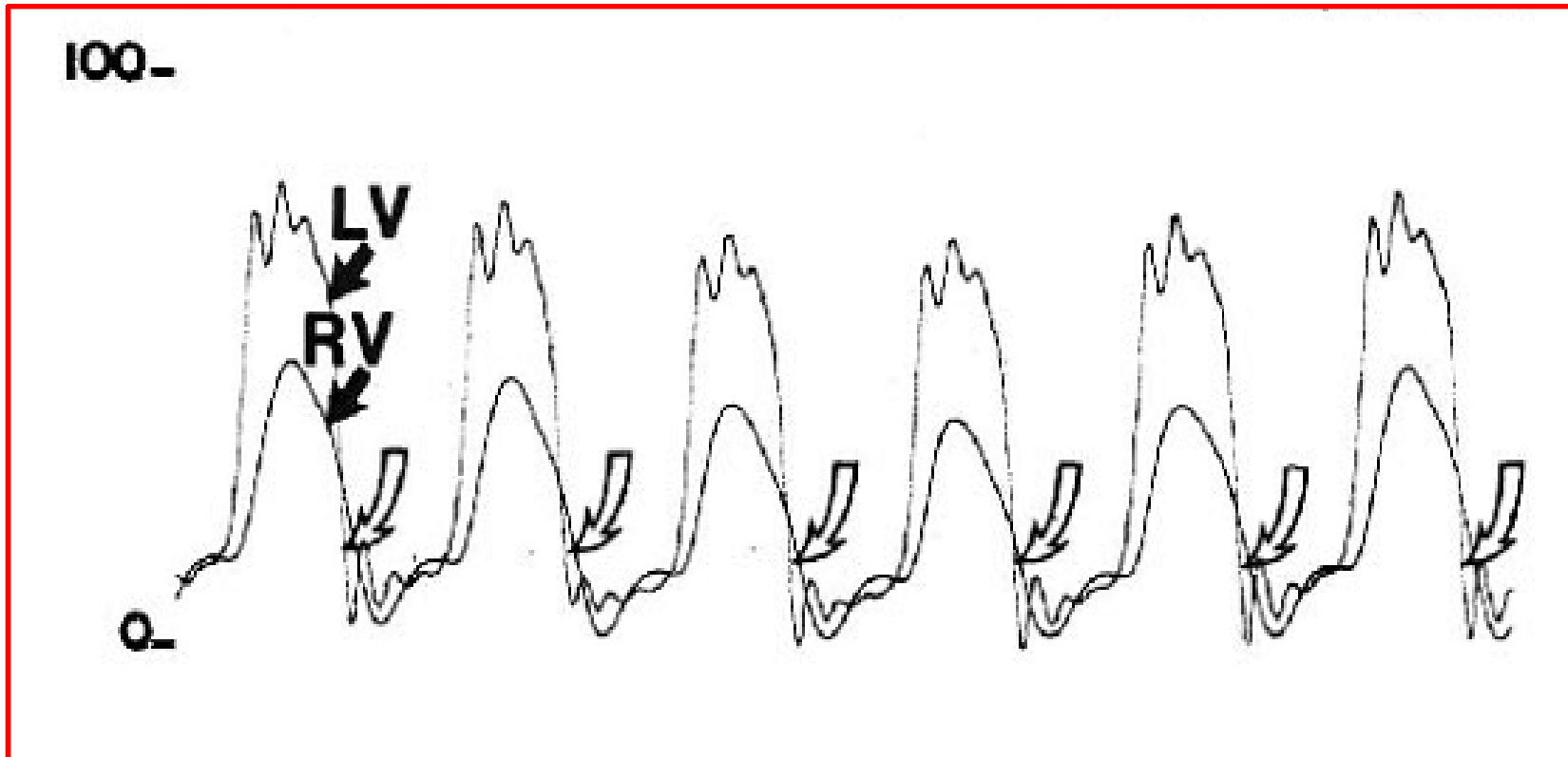
# Interdépendance VD-VG



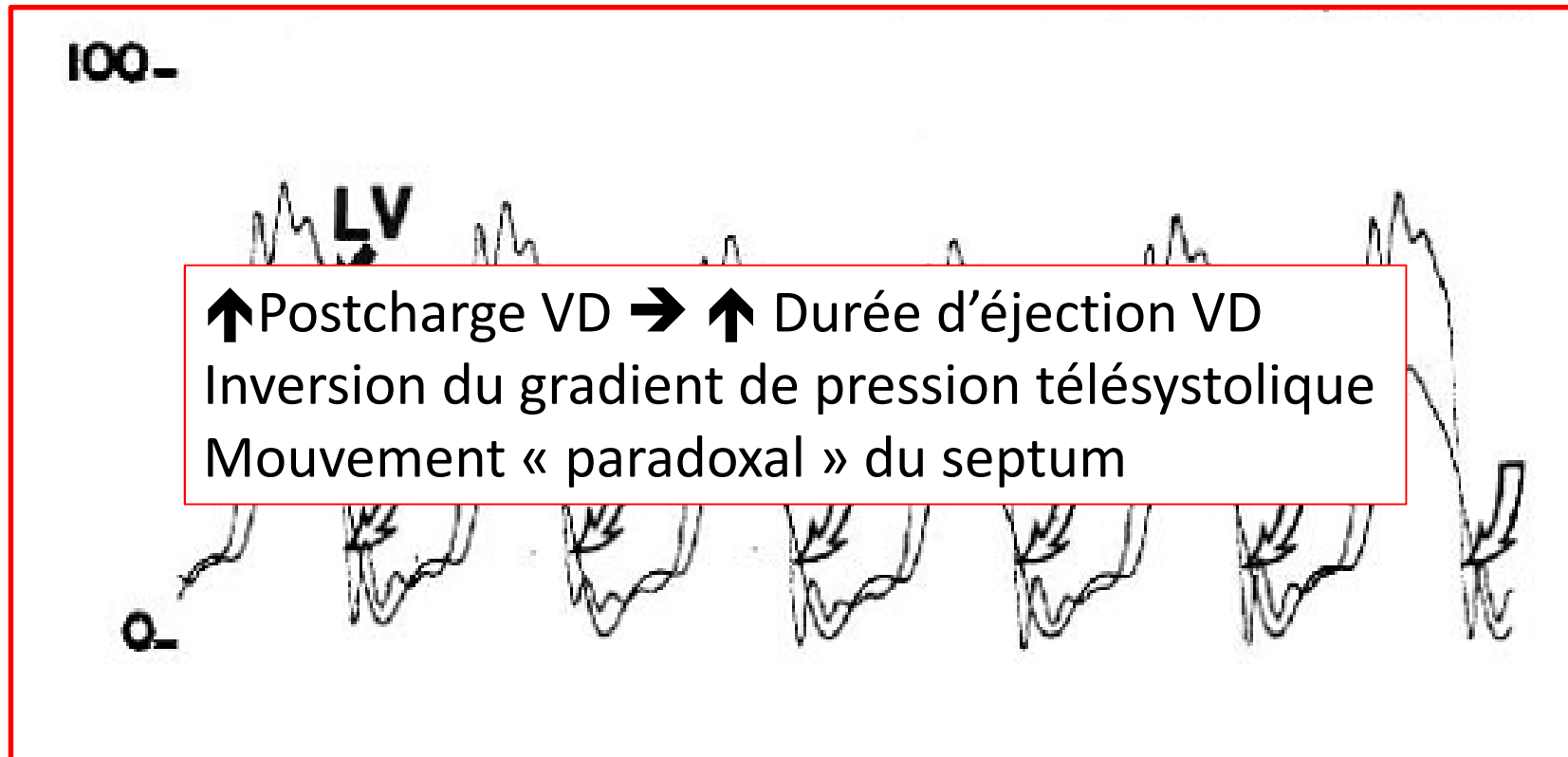
↑ Postcharge VD

Dysfunction VD

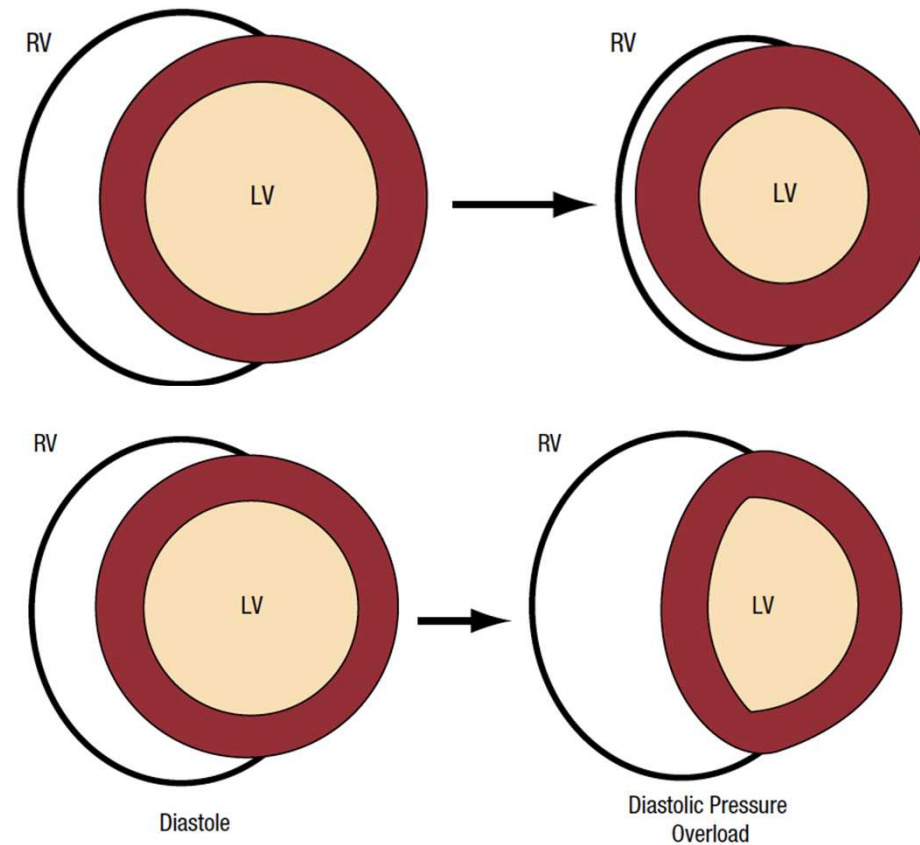
# Septum paradoxal



# Septum paradoxal



# Septum paradoxal

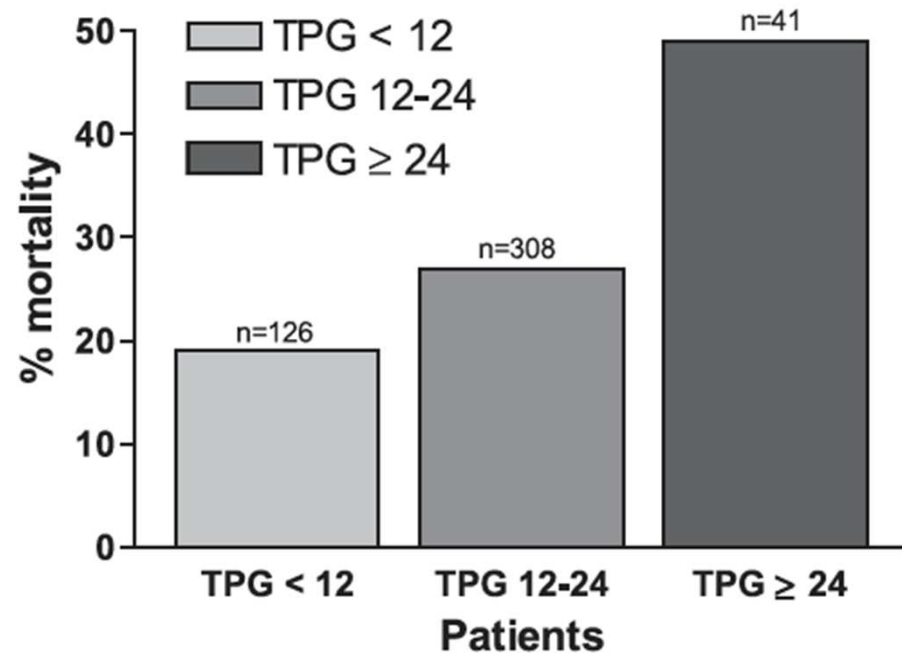


# Plan

- Y a t'il des HTP en réanimation ?
- Pourquoi ?
- **Pronostic**
- Prise en charge

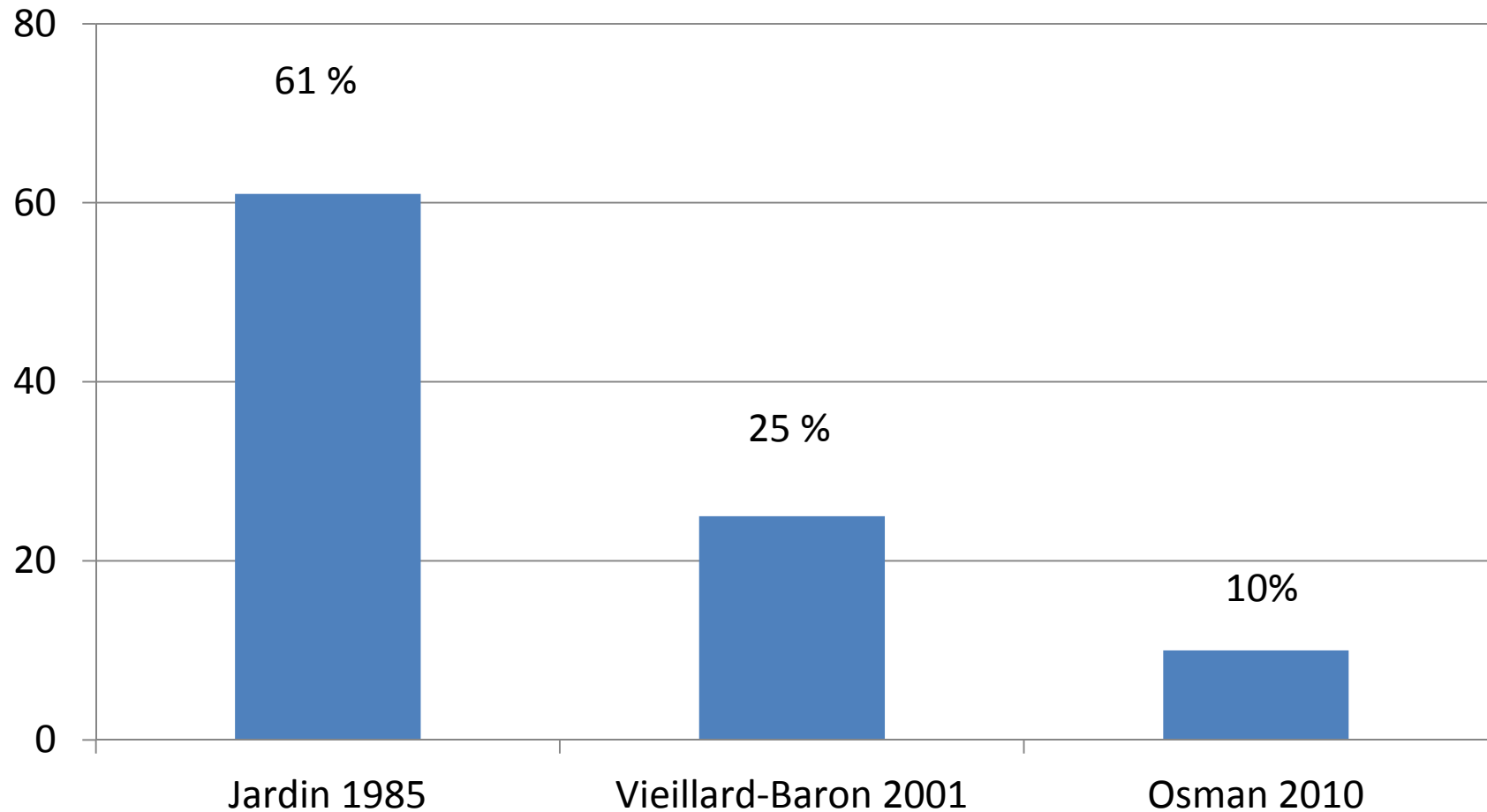
# Bull T.M. et al. *AJRCCM* 2010

- Etude ancillaire / SDRA
- PAPO > 15 mmHg...
- Définition HTAP
- Gradient transpulm:  
PAPM - PAPO > 12 mmHg
- 475 patients
- HTAP 73%

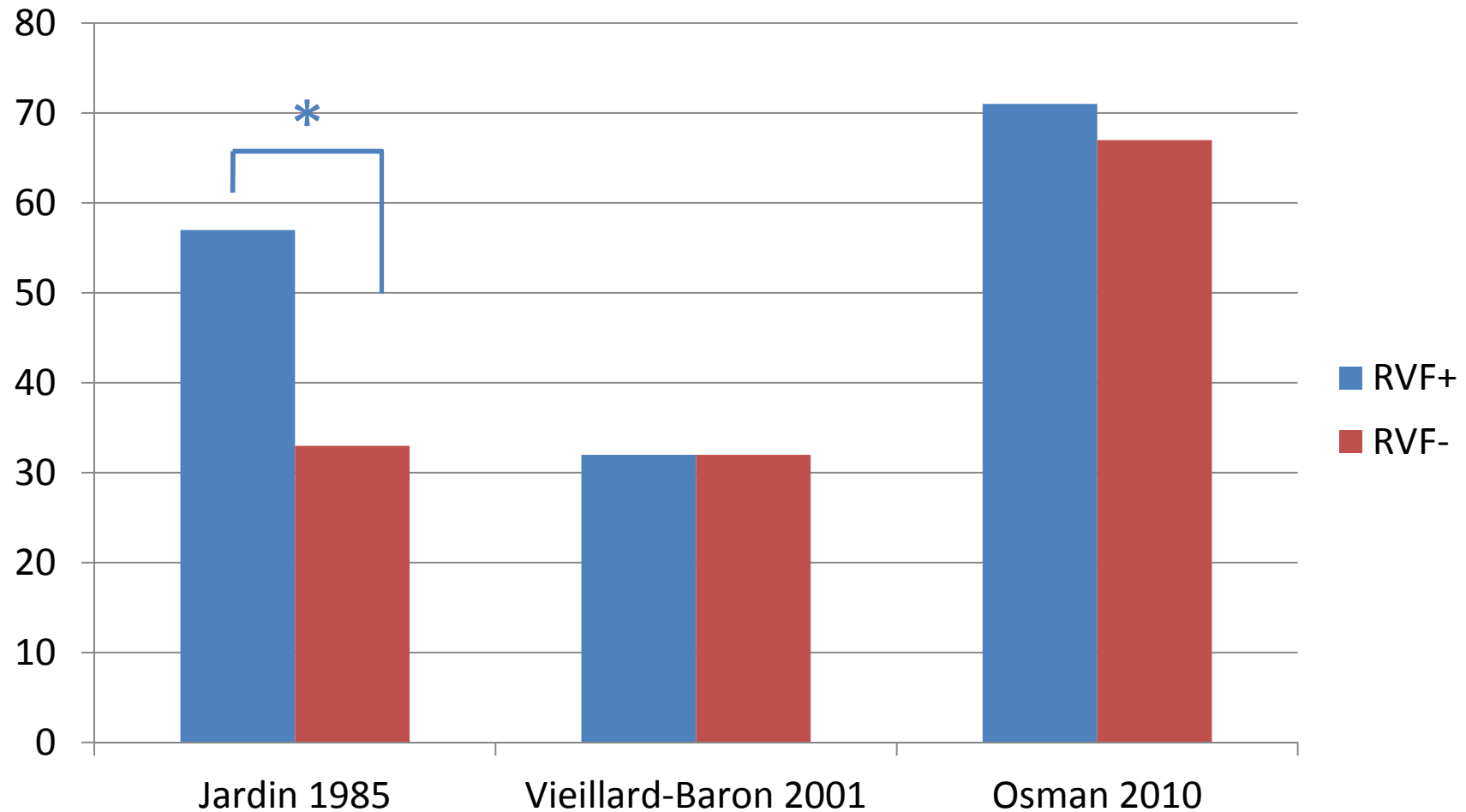




# Dysfonction VD et SDRA



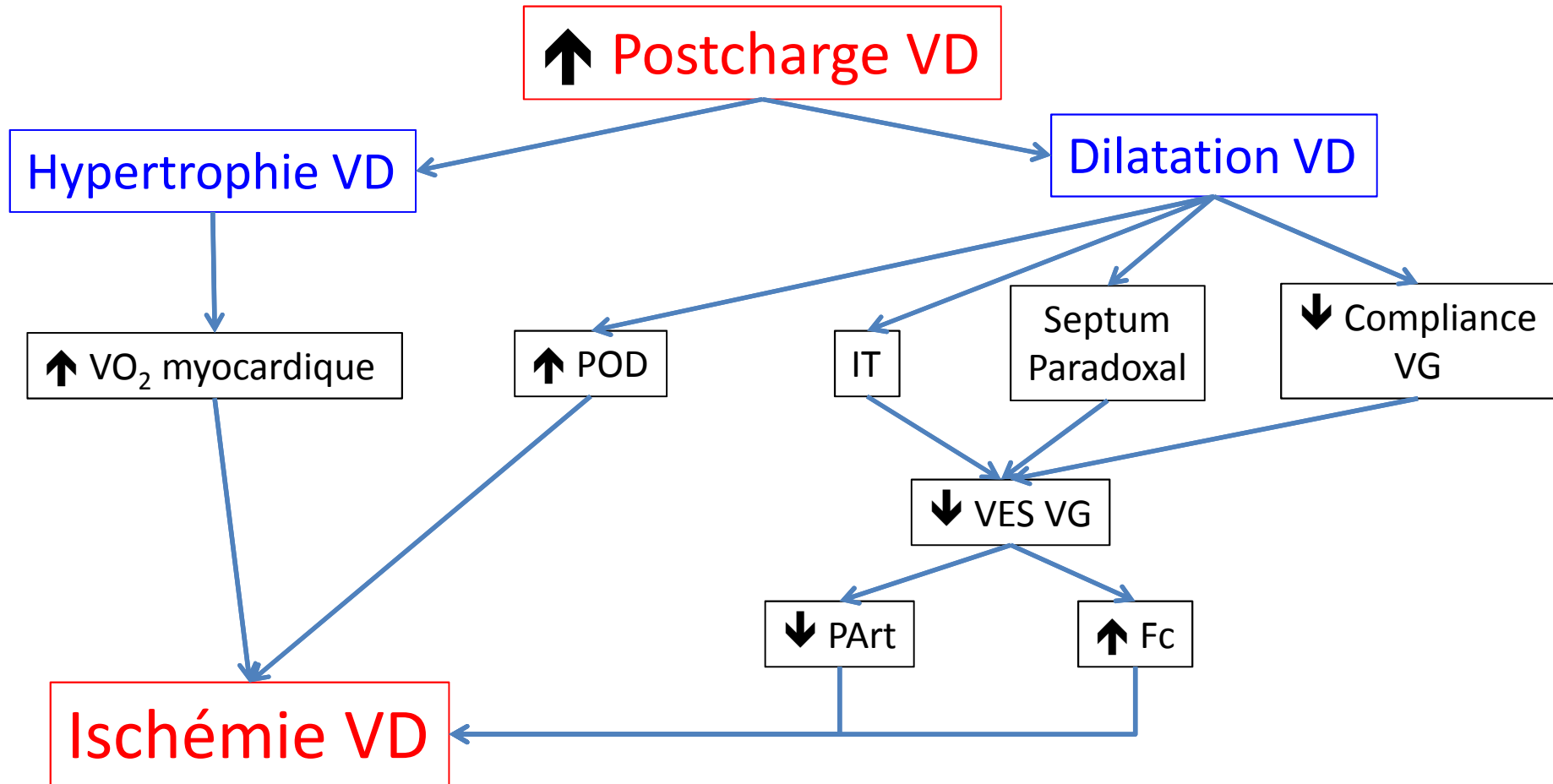
# Dysfonction VD et SDRA



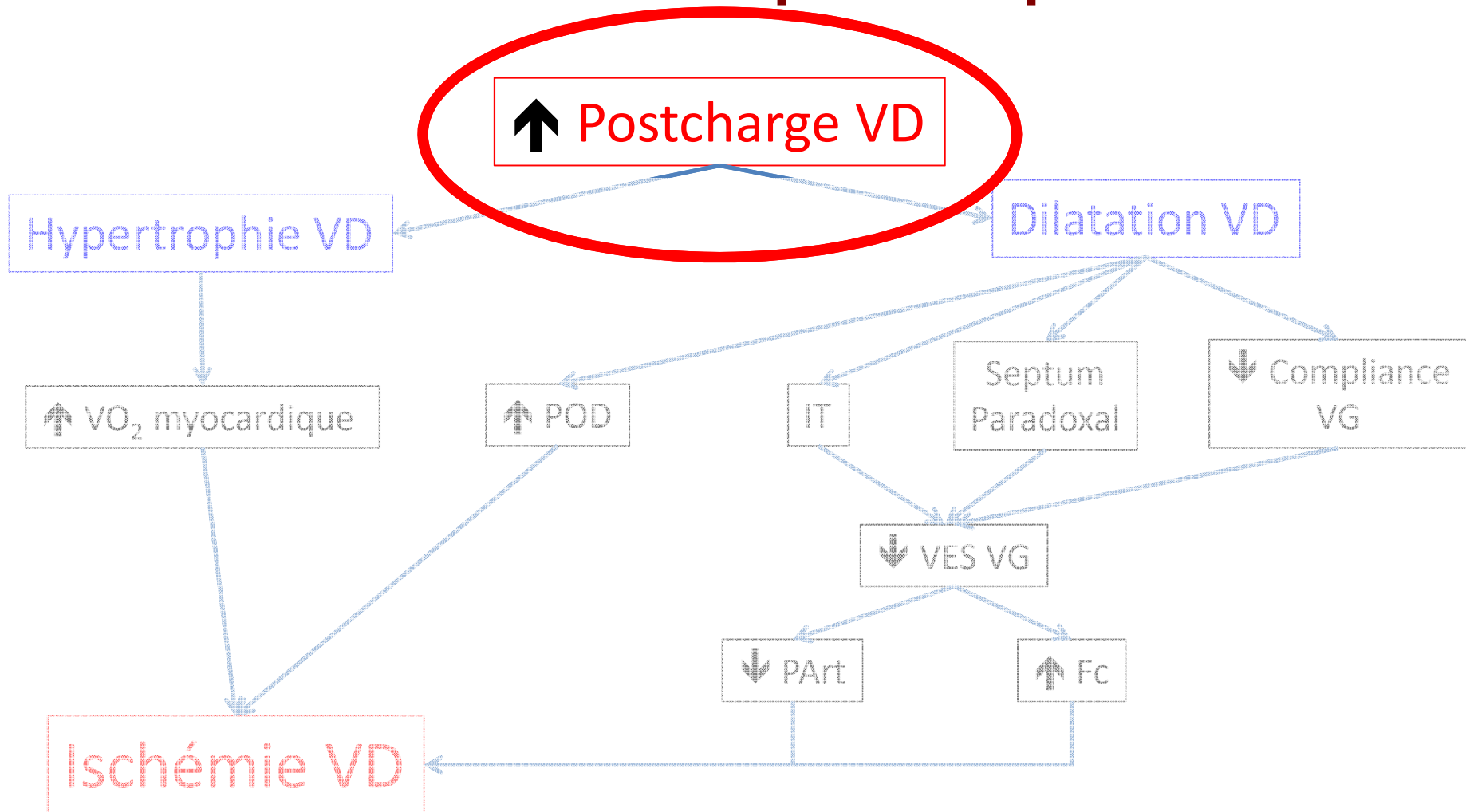
# Plan

- Y a t'il des HTP en réanimation ?
- Pourquoi ?
- Pronostic
- **Prise en charge**

# Autoaggravation...



# Cibles thérapeutiques



# Minimiser la postcharge VD

- ↓ PIT

- PEP totale la plus basse possible
- Petit Vt mais attention à l'hypercapnie +++

- Corriger l'hypoxie

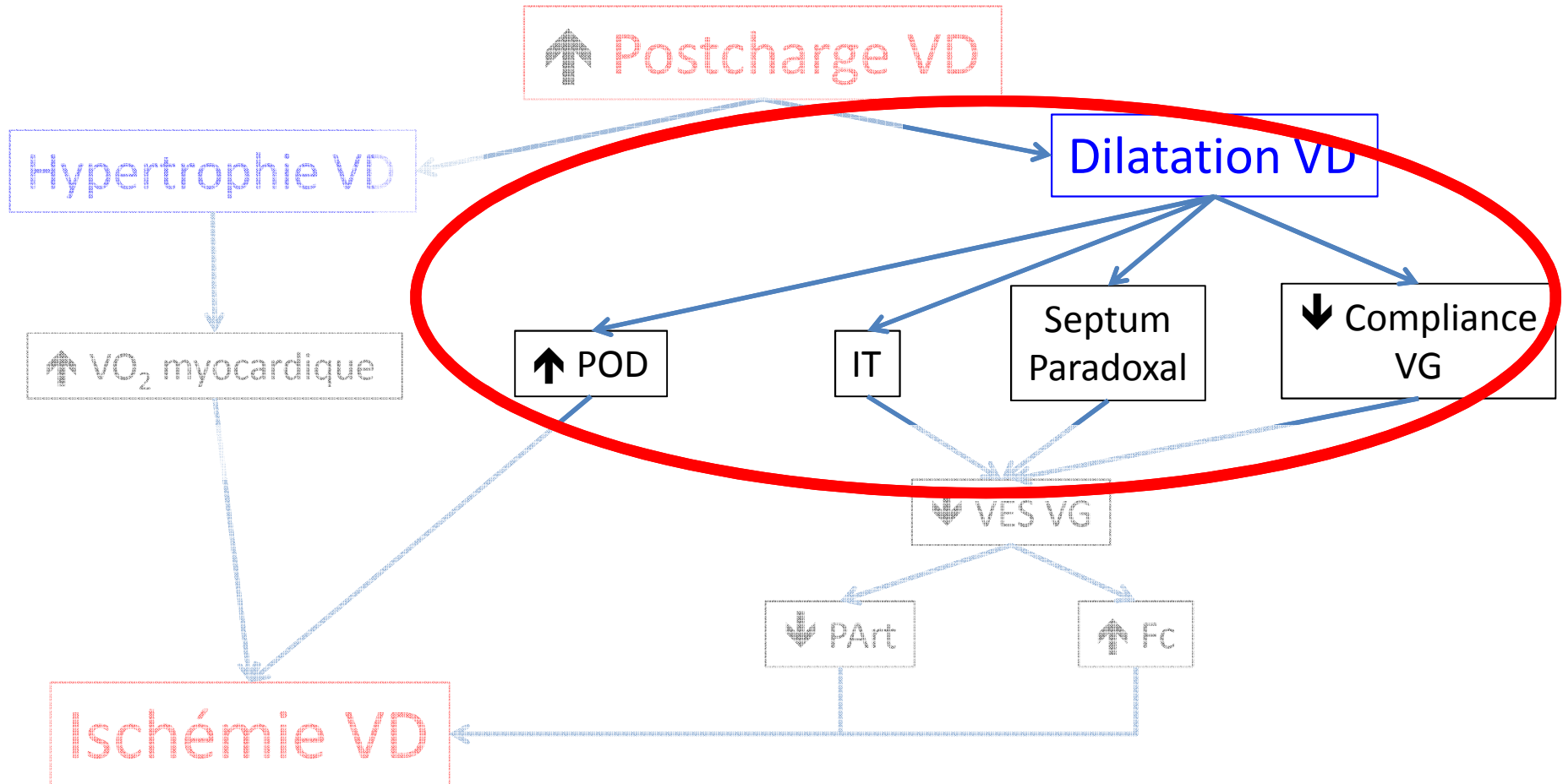
- Eviter l'hypercapnie

- Anticoagulation ?

# Minimiser la postcharge VD

- Traitements vasodilatateurs
  - Généraux contrindiqués / maintien PA
  - Spécifiques...
    - NO inhalé: facile d'utilisation, efficacité...
    - Prostacycline: modalités d'utilisation, durée d'action...
    - Autres traitements...

# Cibles thérapeutiques





# Limiter dilatation VD

- Limiter la contrainte péricardique ?
  - Pour améliorer la compliance VG
- Améliorer l'éjection VD
  - Pour limiter le SP
  - Place de la dobutamine ?
  - Surtout ↓ postcharge VD
- Limiter ou diminuer l'hyperinflation...

# Limiter ou diminuer l'hyperinflation...

## ○ **Risque +++**

- Majoration d'une hypovolémie
- « Dérecrutement » capillaire pulmonaire
- Diminution pression perfusion des organes
- Aggravation de la défaillance multiviscérale

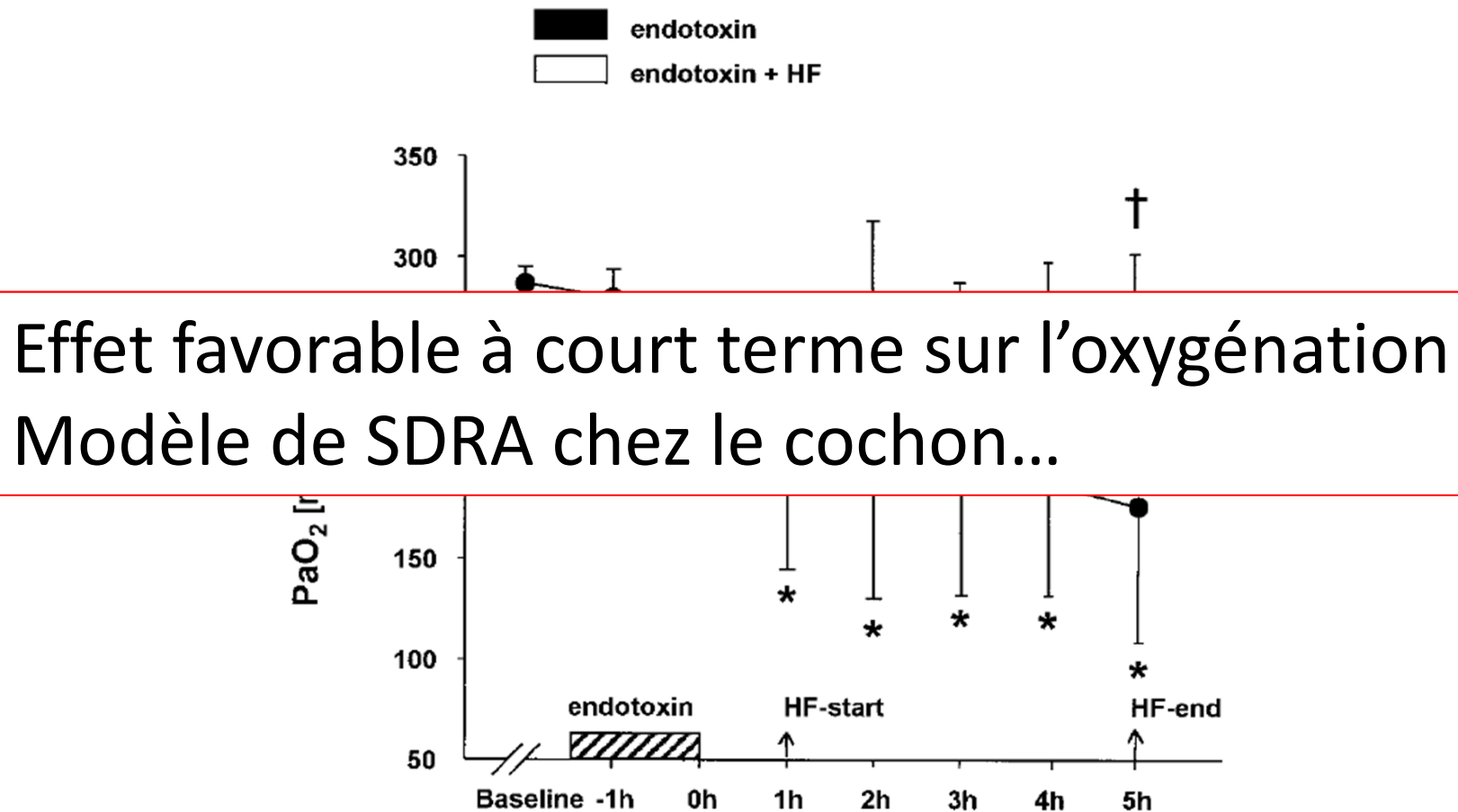
## ○ Bénéfices potentiels

- ↓ Interdépendance
- ↓ Postcharge VD

# Limiter ou diminuer l'hyperinflation...

- Indiscutable en cas d'HTP de type 2 ?
- Critères de jugement stricts dans tous les autres cas: PAM, Fc, Lactate, Urée, Créat, Bili, BNP...
- Diurétiques type furosémide...
- Hémodiafiltration...

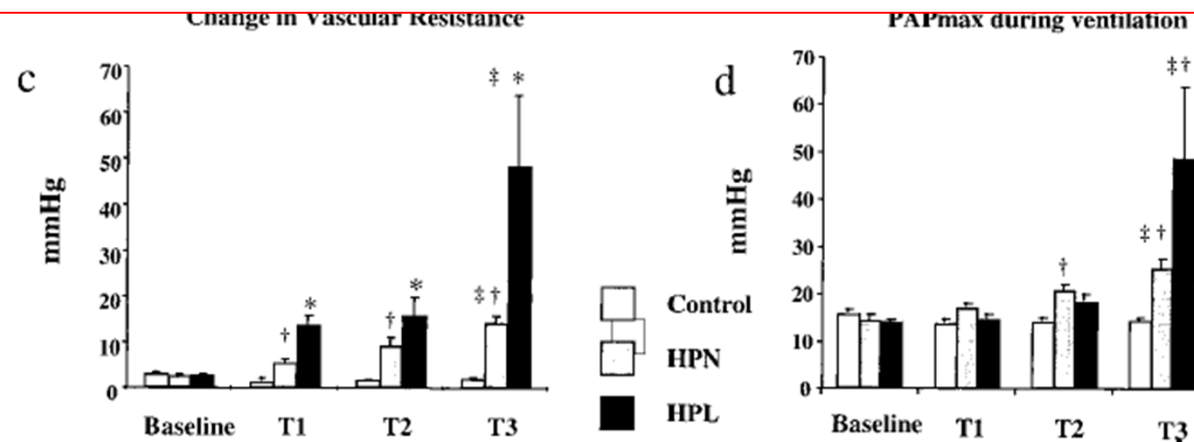
# Limiter ou diminuer l'hyperinflation...



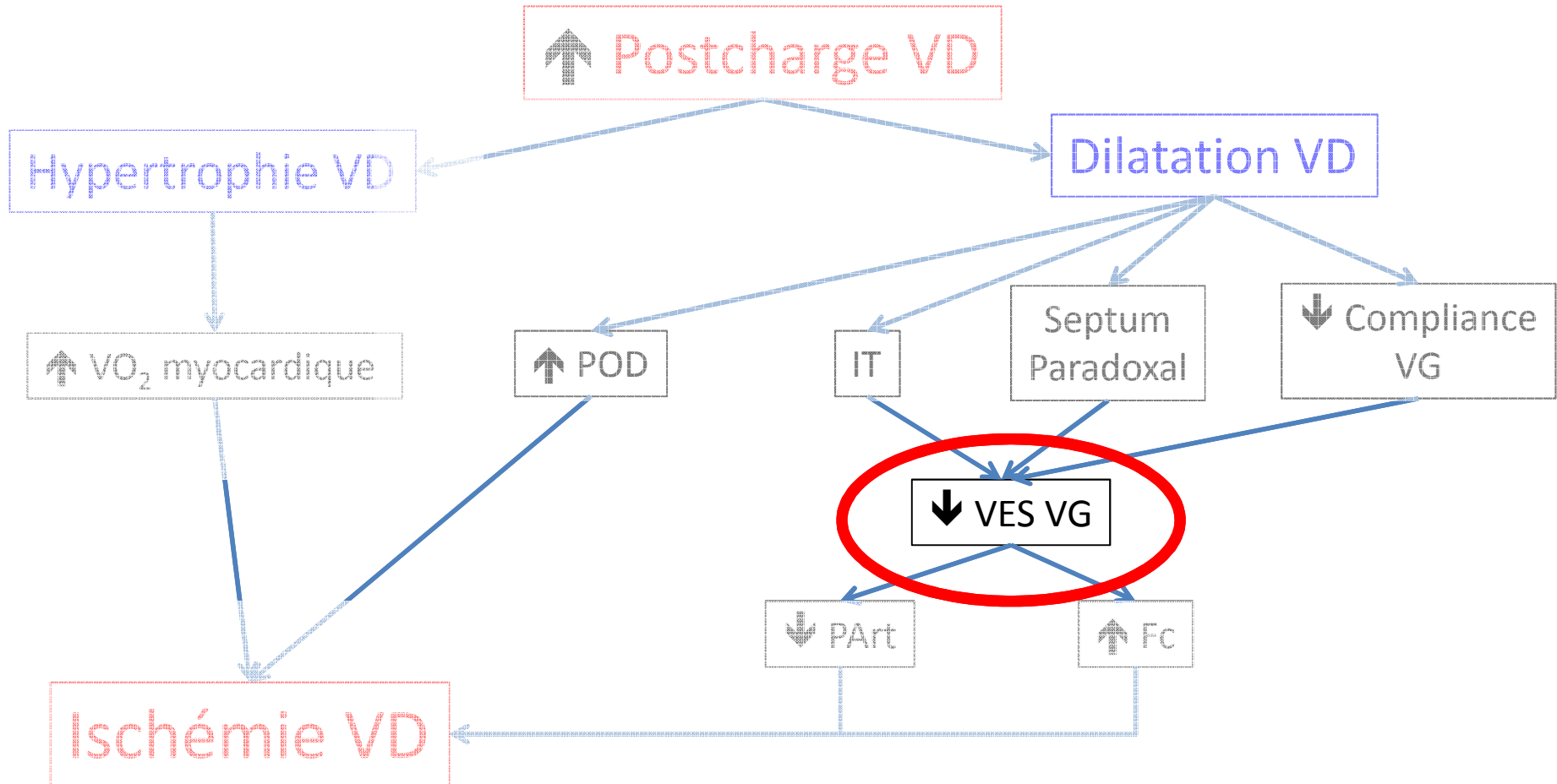
# Limiter ou diminuer l'hyperinflation...

Time	Variables	Control Group	High-Pressure, High-LAP Group	High-Pressure, Low-LAP Group
T1	Peak alveolar pressure, cm H <sub>2</sub> O	15.1 ± 0.3	20.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	20.4 ± 0.3 <sup>a</sup>
	Total PEEP, cm H <sub>2</sub> O	2.4 ± 0.2	2.4 ± 0.2	2.6 ± 0.1
	Tidal volume, mL	52 ± 4	69 ± 9 <sup>a</sup>	60 ± 2 <sup>a</sup>
	Left atrial pressure, mm Hg	6.9 ± 0.2 <sup>b</sup>	6.4 ± 0.3 <sup>b</sup>	1.3 ± 0.3
T2	Peak alveolar pressure, cm H <sub>2</sub> O	15.1 ± 0.2	25.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	24.9 ± 0.2 <sup>a</sup>
	Total PEEP, cm H <sub>2</sub> O	2.4 ± 0.3	2.4 ± 0.2	2.6 ± 0.1
	Tidal volume, mL	54 ± 3	75 ± 9 <sup>a</sup>	73 ± 3 <sup>a</sup>

Effet toxique de la ↓ POG  
Modèle de cœur-poumon de lapin...



# Cibles thérapeutiques



# Optimisation volémique

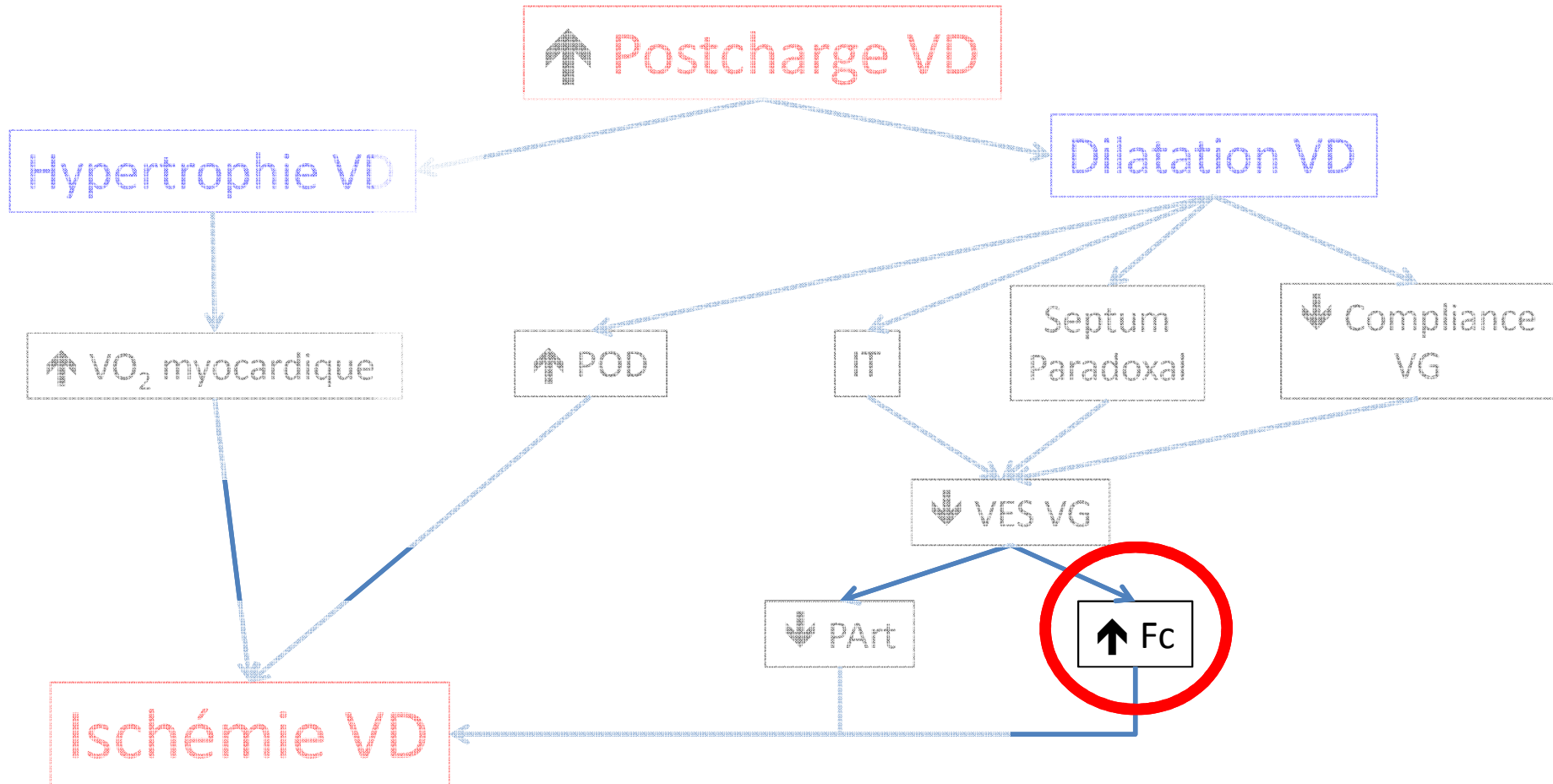
- Starling : ↑ précharge → ↑VES ?
- Remplissage = risque ↑ hyperinflation
- Prédire la réponse au remplissage...
- Prudent +++ → Test de remplissage
- Objectif de  $TaO_2$

# Inotrope / Dobutamine

- Efficace
- Vasodilatateur...
- Attention :
  - Hypovolémie
  - Tachycardie
  - Trouble du rythme



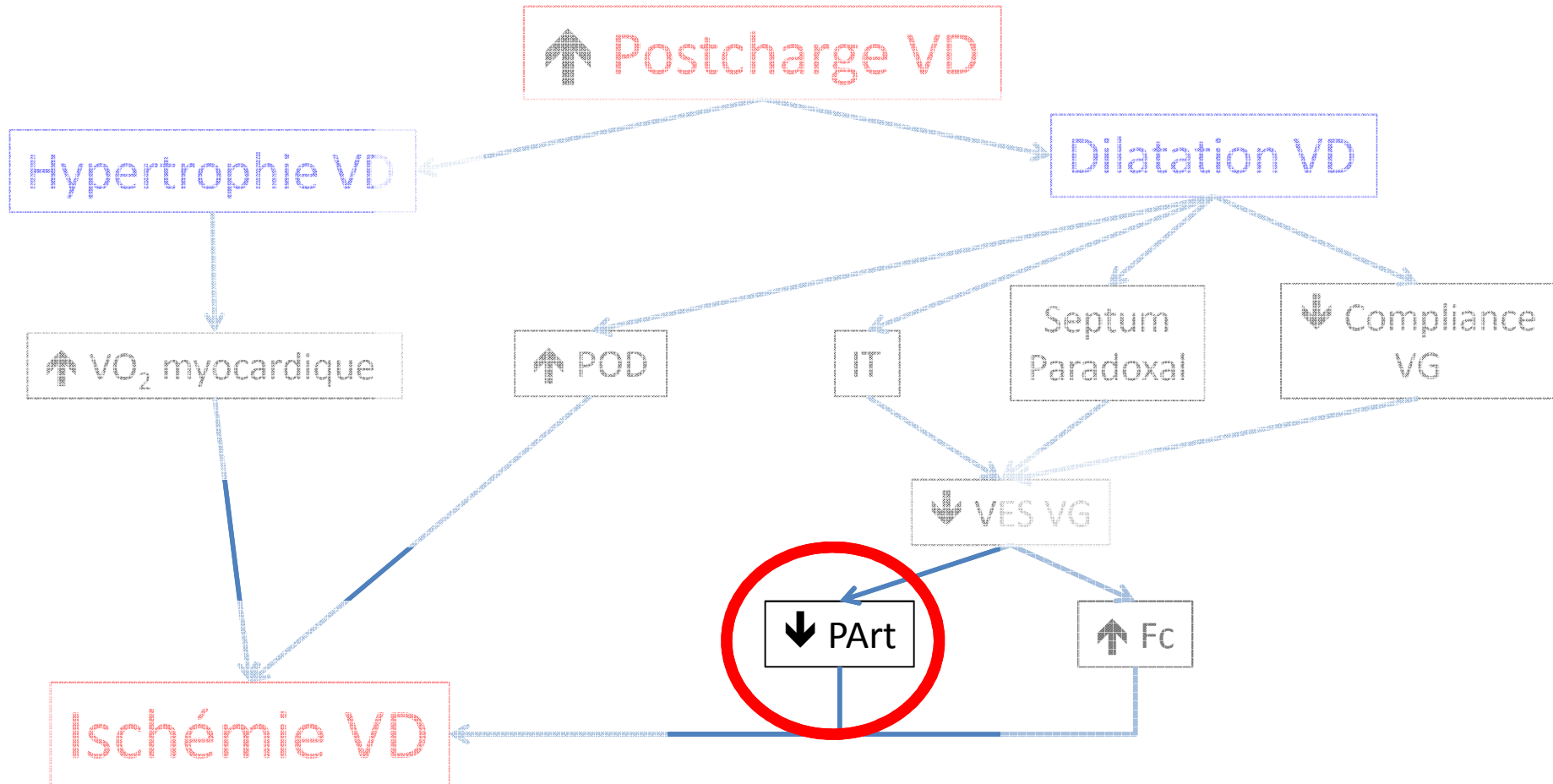
# Cibles thérapeutiques



# Tachycardie et TDR...

- Perf. coronaire VD = systolo-diastolique...
  - ↑ postcharge → perfusion diastolique
  - Tachycardie = ↓ temps de diastole...
  - Risque d'ischémie myocardique.
- ↓ Remplissage ventriculaire

# Cibles thérapeutiques



# Maintien de la PAM +++

- Indispensable à la perf d'organe
- Indispensable à la perf coronarienne
- Noradrénaline +++
- Objectif

# Conclusions

# HTAP en pratique (1)

- Analyser l'influence de la PIT
- Tamponnade gazeuse
- Minimiser la PIT par
  - ↓↓ PEP
  - ↓↓ Vt (mais pas d'hypercapnie !!!)

# HTAP en pratique (2)

- Correction de l'hypoxie
- Apprécier la sévérité
  - niveau de PAPM et IC
- Évaluer le retentissement
  - hypoperfusion, lactate, bilan hépatique, fonction rénale

# HTAP en pratique (3)

- « Éliminer » une origine cardiaque gauche
- PAPO < 15 - 18 mmHg
- Échocardiographie; BNP ???
- Gradient PAPD / PAPO < 10 (5) mmHg
- Diurétiques / Hémofiltration...



# HTAP en pratique (4)

- HTAP précapillaire légère ou modérée
  - $25 \text{ mmHg} < \text{PAPM} < 50 \text{ mmHg}$
- HTAP précapillaire sévère
  - $\text{PAPM} > 50 \text{ mmHg}$

# HTAP en pratique (5)

- HTAP précapillaire sévère
  - Inotropes ?
  - Noradrénaline ?
  - NO
  - Diurétiques/Hémofiltration
  - Anticoagulants efficaces

# HTAP en pratique (5)

- HTAP précapillaire sévère / TT spécifiques
  - Prostacycline (Flolan\*)
  - Sildenafil ?
  - Bosentan ?
  - Autres...

# HTAP en pratique (6)

- HTAP précapillaire sévère
  - Atrioseptotomie ? Attention au TaO<sub>2</sub>
  - CEC ?
  - Transplantation en urgence...

# HTAP en pratique (7)



Dysfonction VD et HTP en réanimation  
V. Castelain / 14-10-2015

