

Collège de réanimation médicale
15 Juin 2019

INTERACTIONS COEUR-POUMONS

Dr Meriem FATNASSI

Centre Mahmoud Yaacoub
d'assistance médicale et de réanimation, TUNIS

PLAN

Introduction et rappel physiologique

Physiologie des interactions coeur poumon
en ventilation spontanée

Précharge VD et retour veineux

Postcharge VD

Postcharge VG

Physiologie des interactions coeur poumon
en ventilation mécanique pression positive

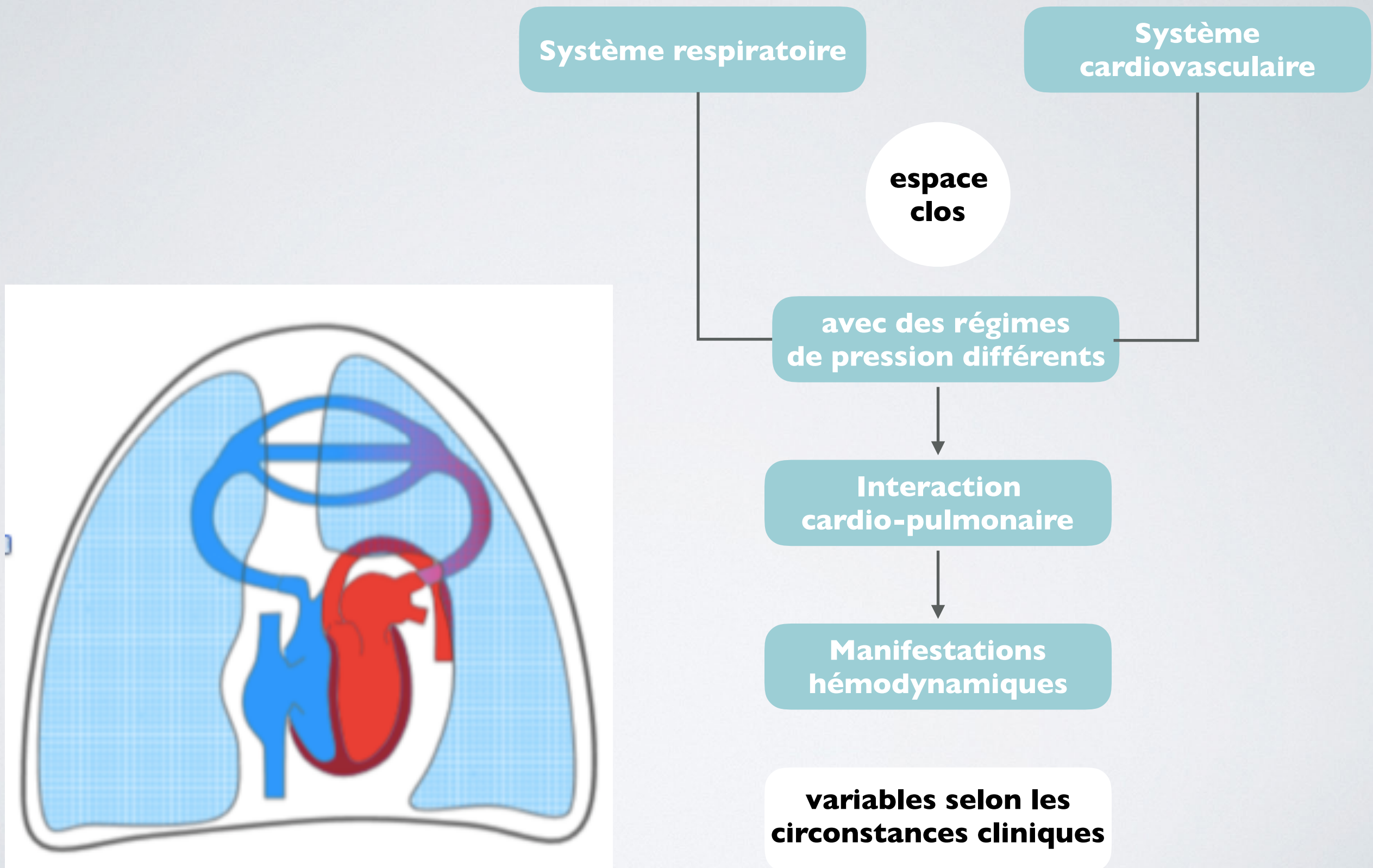
Précharge VD et retour veineux

Pré charge VG

Postcharge VG

Application pratique

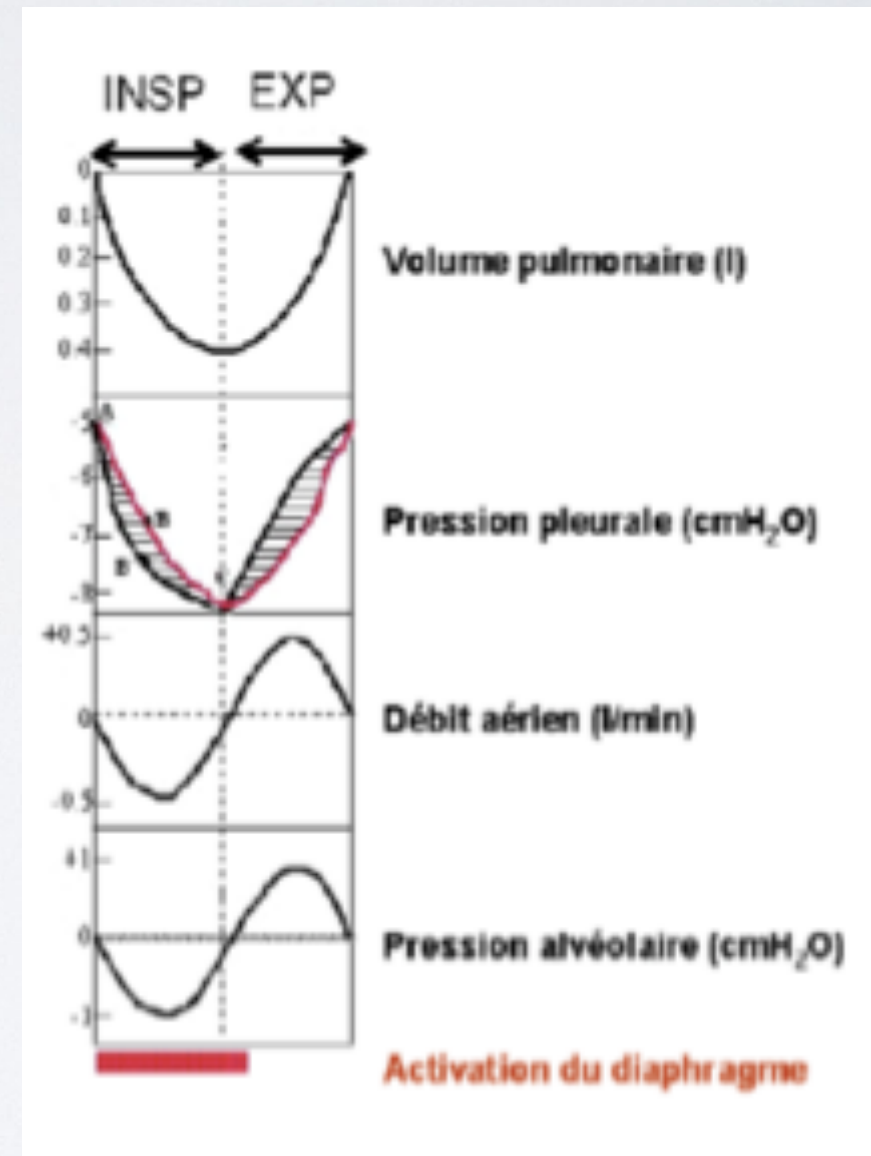
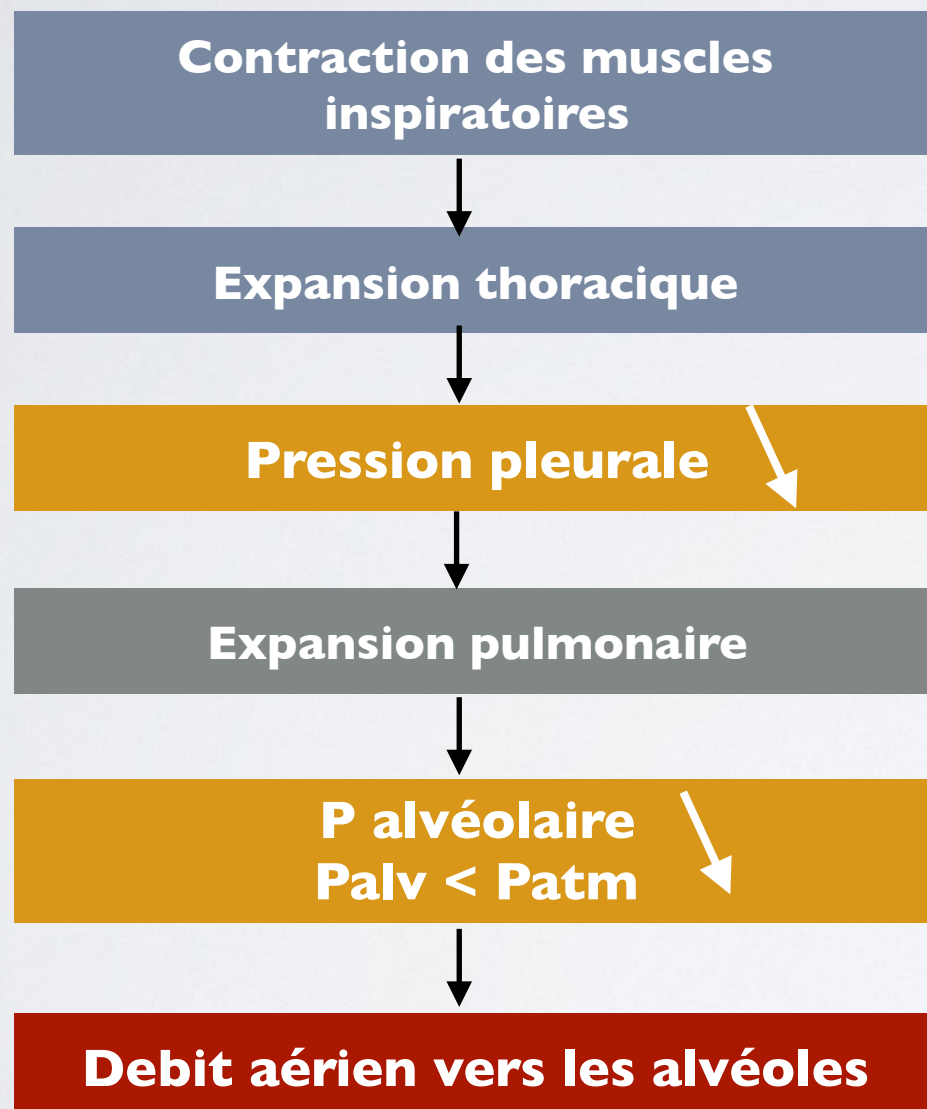
Introduction et rappel physiologique



Introduction et rappel physiologique

Le cycle respiratoire

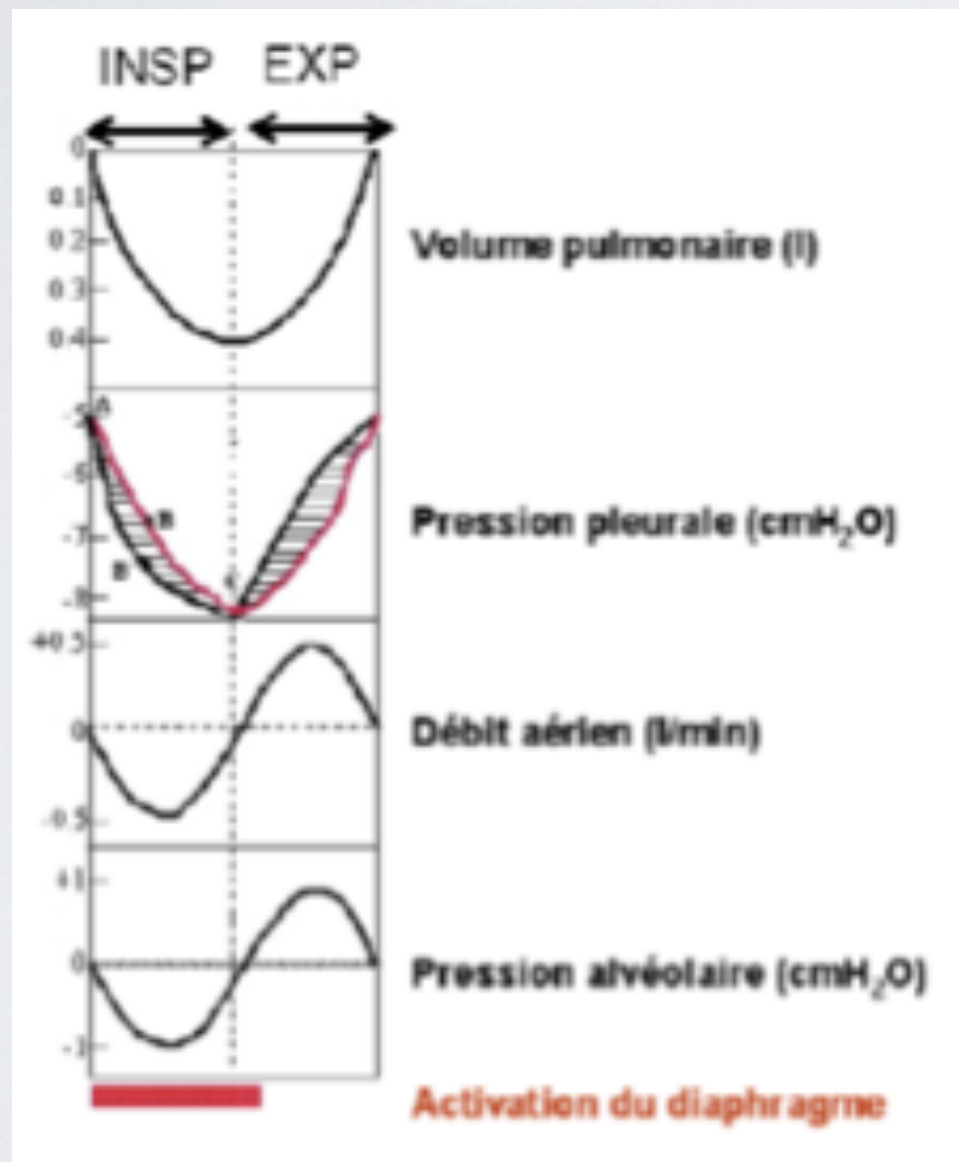
Inspiration



Introduction

Le cycle respiratoire

Expiration



Relaxation des muscles inspiratoires

Diminution du volume thoracique

Pression pleurale se normalise

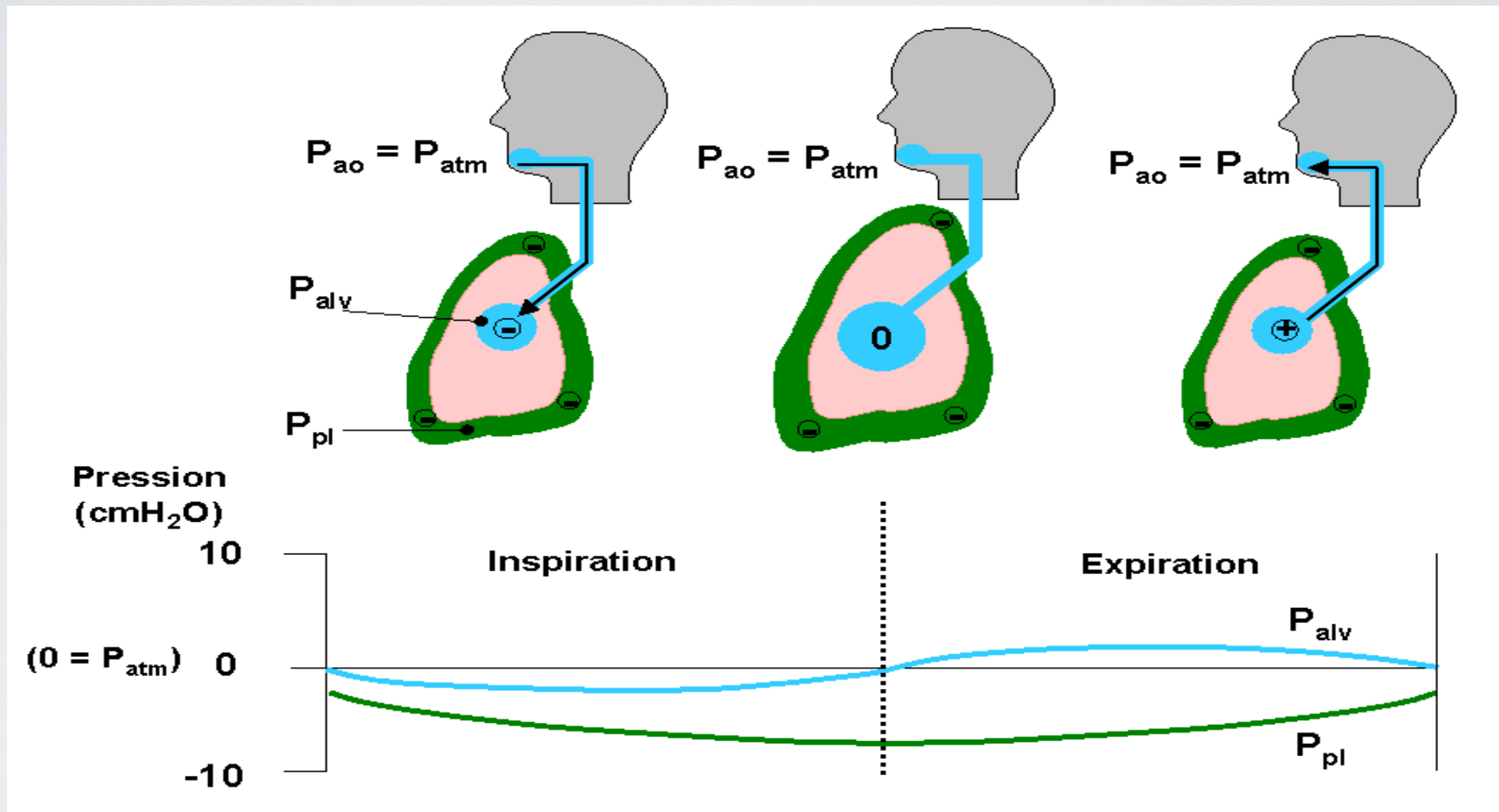
Diminution du volume pulmonaire

P alvéolaire
 $P_{alv} > P_{atm}$

Débit aérien vers l'extérieur

Introduction et rappel physiologique

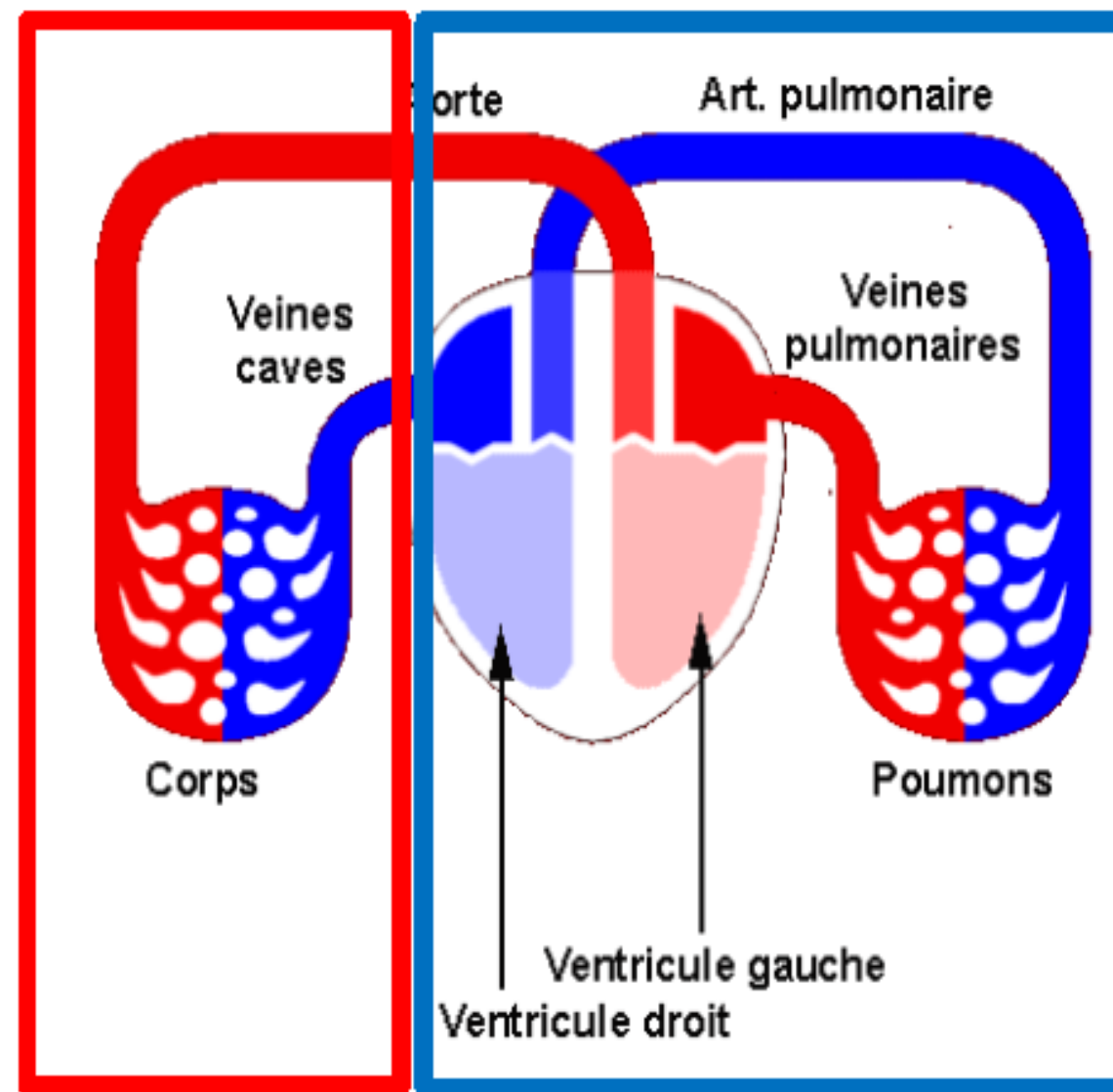
Le cycle respiratoire



Pression intra thoracique: - toujours négative
- plus négative que la pression alvéolaire

Introduction et rappel physiologique

Le système cardio-pulmonaire

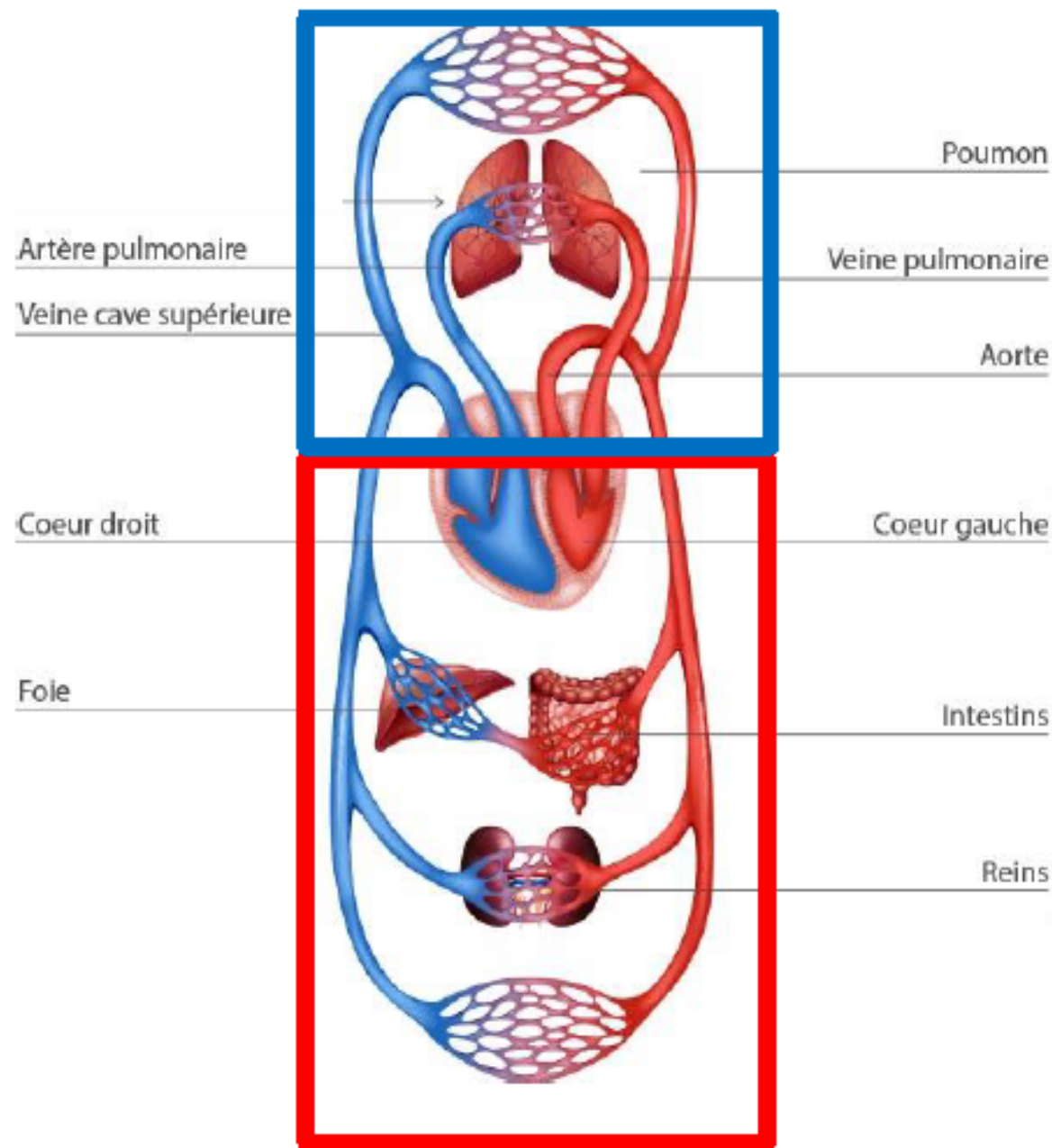


Circuit en parallèle

Circuit en série

Introduction et rappel physiologique

Le système cardio-pulmonaire



- Un système à basse pression (circulation pulmonaire)
- Un système à haute pression (circulation systémique)

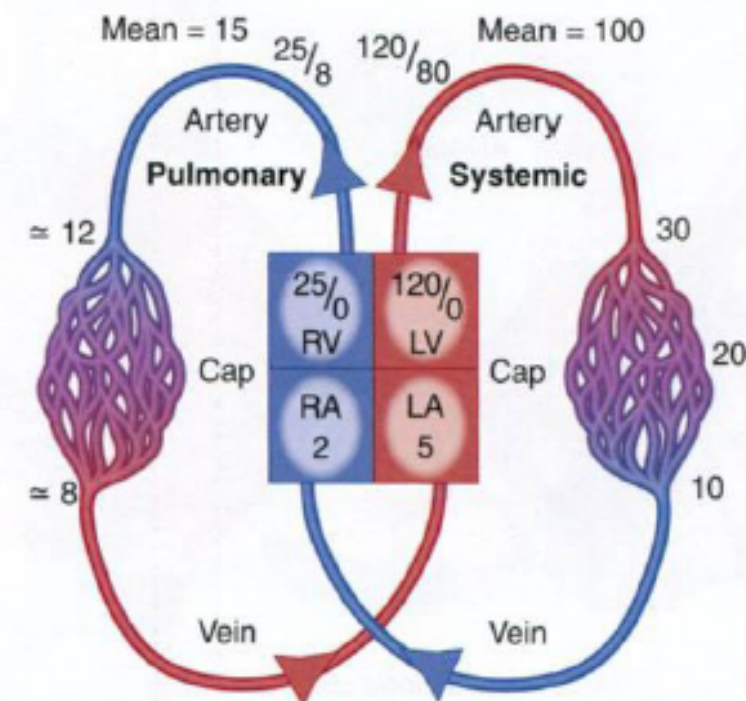
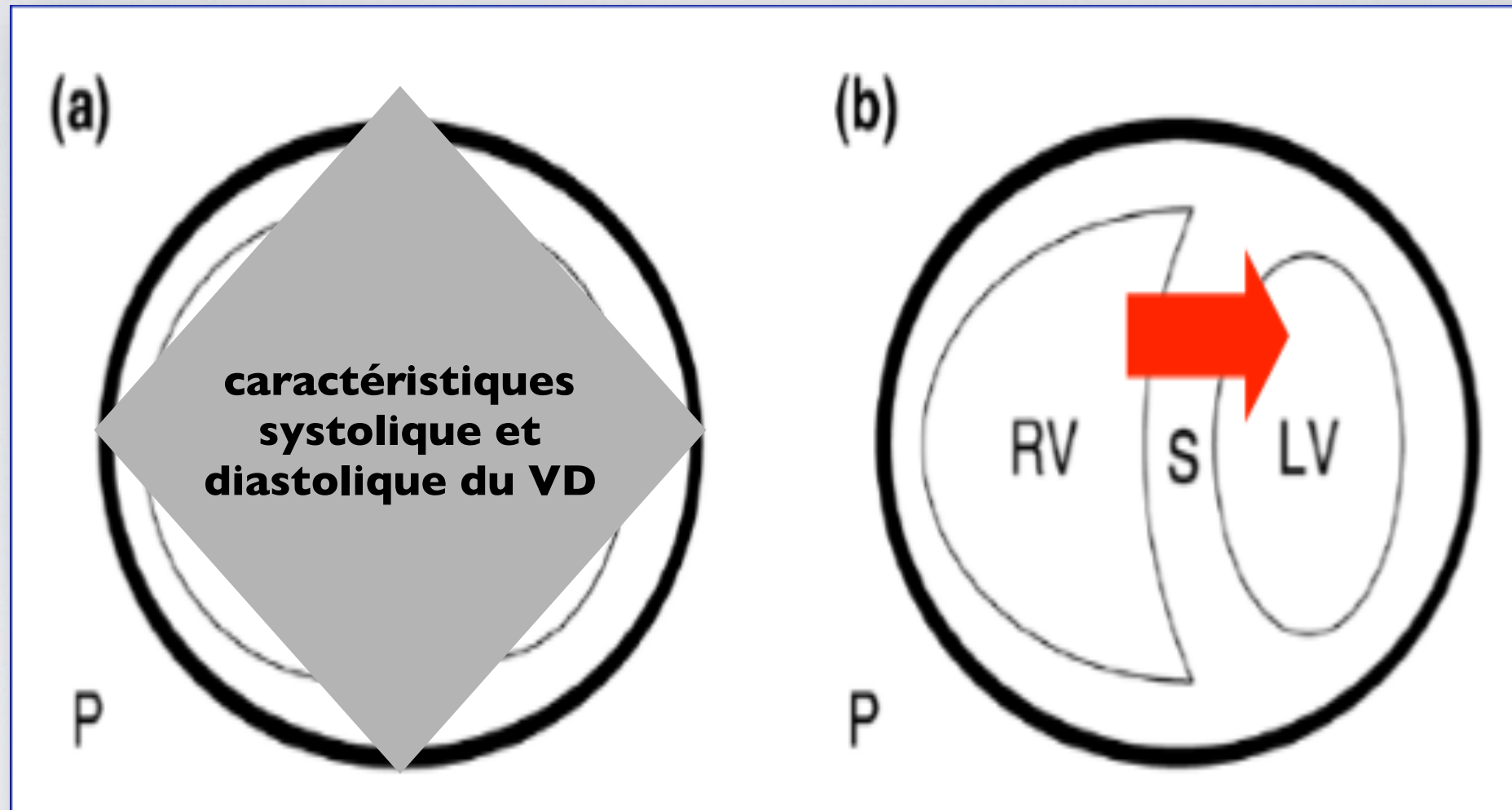


Figure 6.4 Comparison of pressure (mmHg) in the pulmonary and systemic circulations.

Reprinted, by permission, from J. West, 2000, *Respiratory physiology: The essentials* (Baltimore, MD: Lippincott, Williams, and Wilkins), 36.

Introduction et rappel physiologique

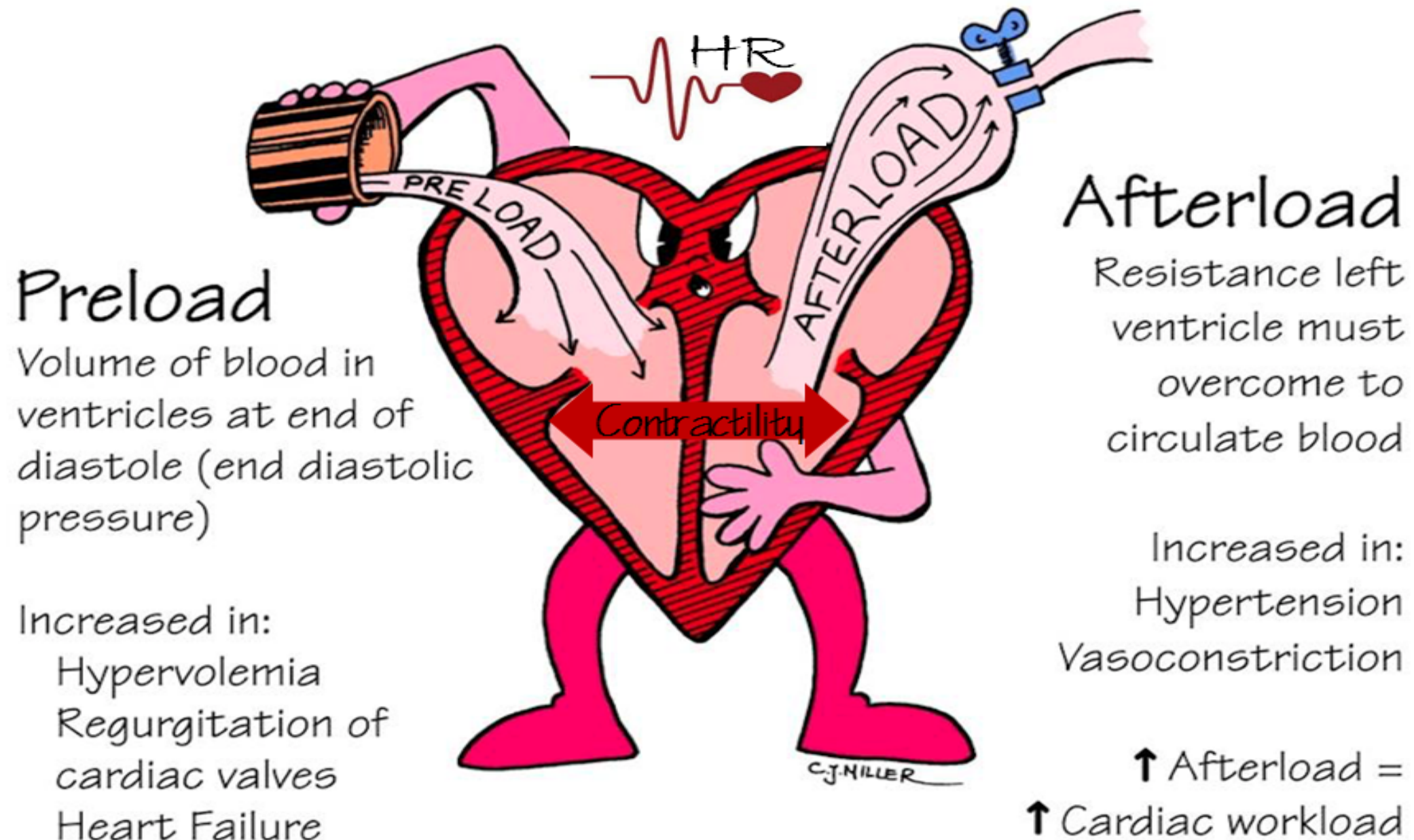
Interdépendance VG-VD



Dilatation VD
Diminution de compliance du VG
Diminution du remplissage VG
Diminution du DC

Introduction et rappel physiologique

Déterminants classiques de la performance cardiaque

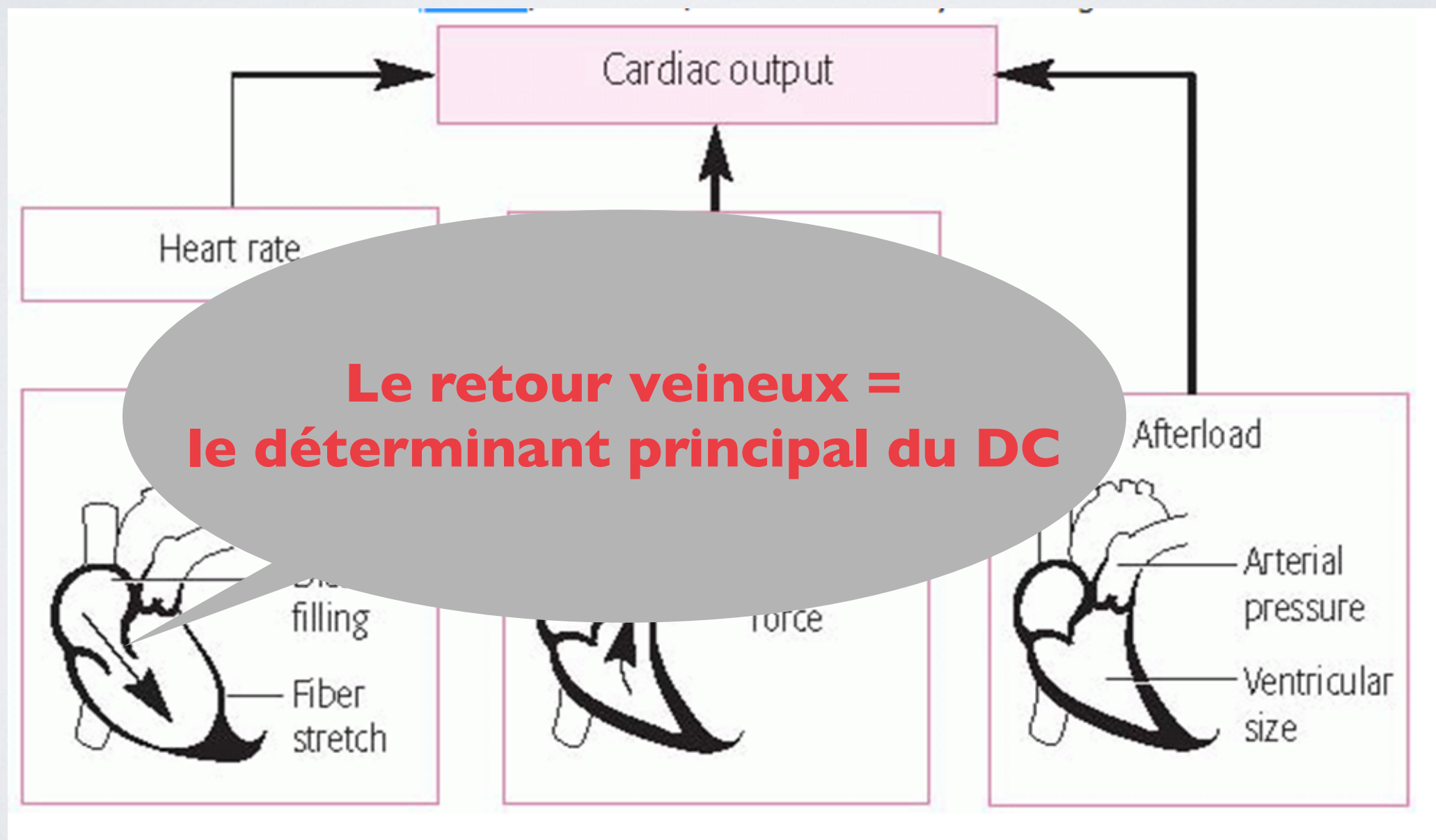


Physiologie des interactions cardio-pulmonaire en ventilation spontanée

Précharge VD et retour veineux

Précharge VD et retour veineux

Déterminants classiques de la performance cardiaque



Précharge VD et retour veineux

Loi de Poiseuille

DÉTERMINANTS DU RETOUR VEINEUX

PSM = pression systémique moyenne
Pression motrice

POD = pression de l'oreillette droite
Pression « frein », à vaincre

*Loi de
Poiseuille
Débit =
 $\Delta P/R$*

$$RV = \frac{PSM - POD}{RRV}$$

RRV = Résistance au retour veineux

PSM estimée à 7 mmHg par l'expérimentation de Guyton

Précharge VD et retour veineux

La courbe de retour veineux de Guyton

- Etude chez des chiens privés de réflexes
- Mise en place d'une circulation extracorporelle entre OD et cavités gauches
- Etude des modifications du RV en fonction de différents niveaux de POD

Venous Return at Various Right Atrial Pressures and the Normal Venous Return Curve¹

ARTHUR C. GUYTON, ARTHUR W. LINDSEY, BERRY ABERNATHY AND TRAVIS RICHARDSON

From the Department of Physiology and Biophysics, University of Mississippi School of Medicine, Jackson, Mississippi

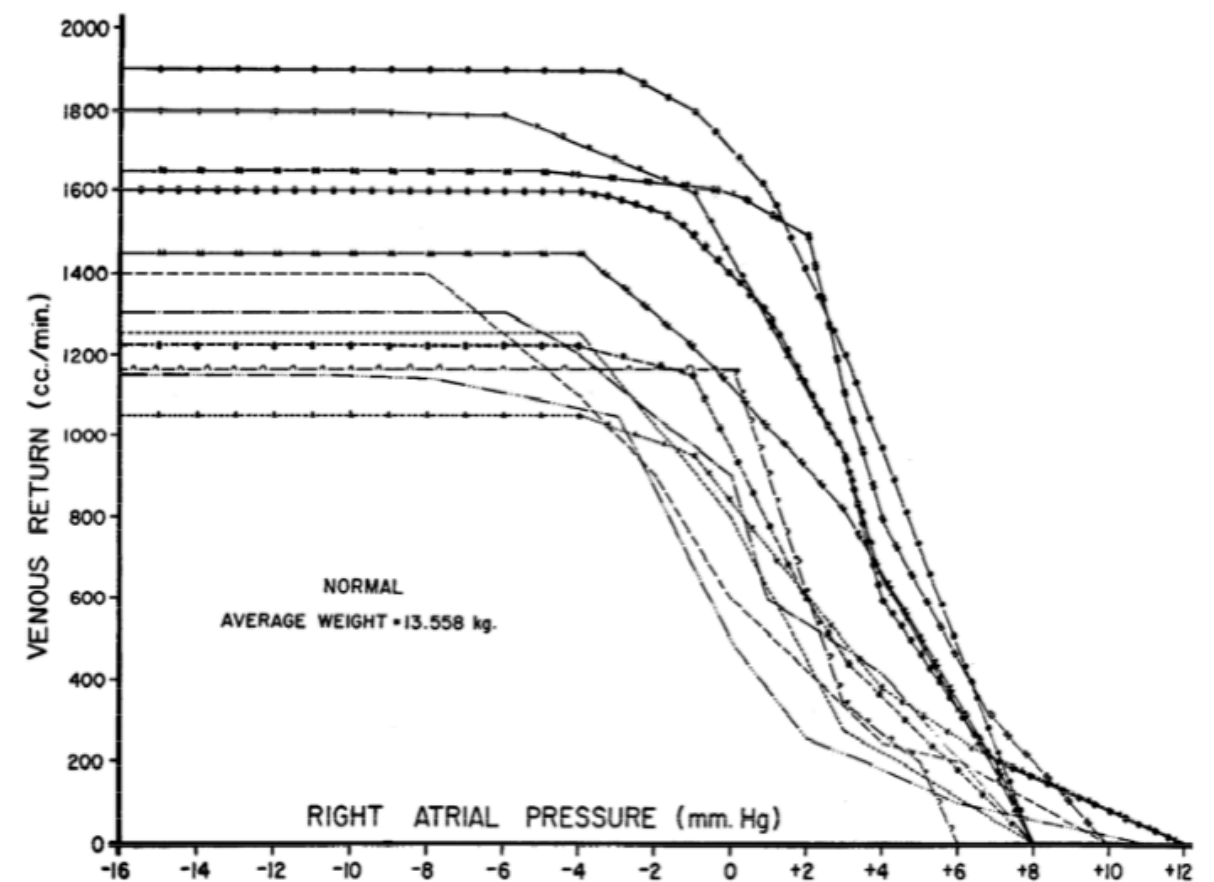
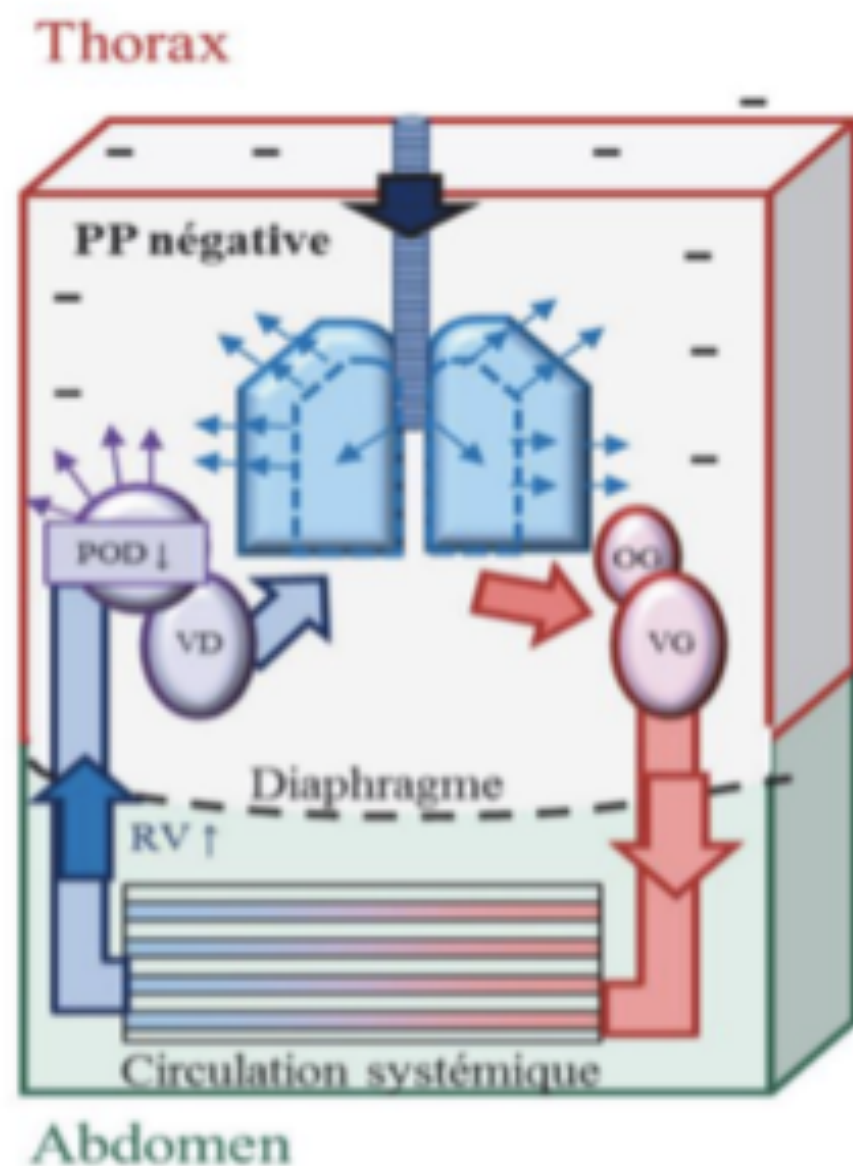


FIG. 2. Venous return curves recorded from 12 normal open-chest dogs.

Précharge VD et retour veineux

VS: Inspiration



Loi de Boyle Mariotte

Volume thoracique ↗

Pression pleurale ↘

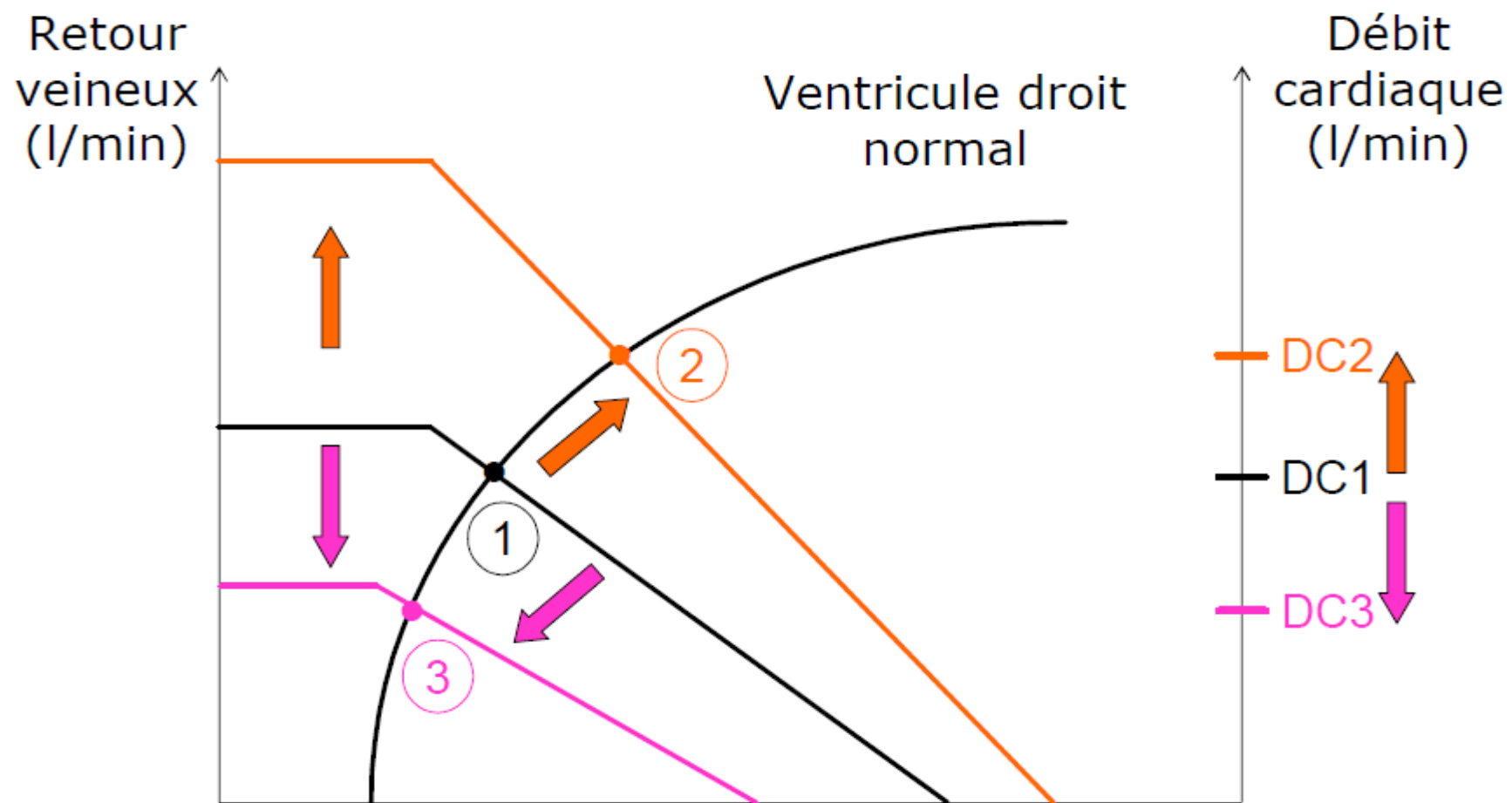
POD ↘

Loi de Poiseuille

RV ↗

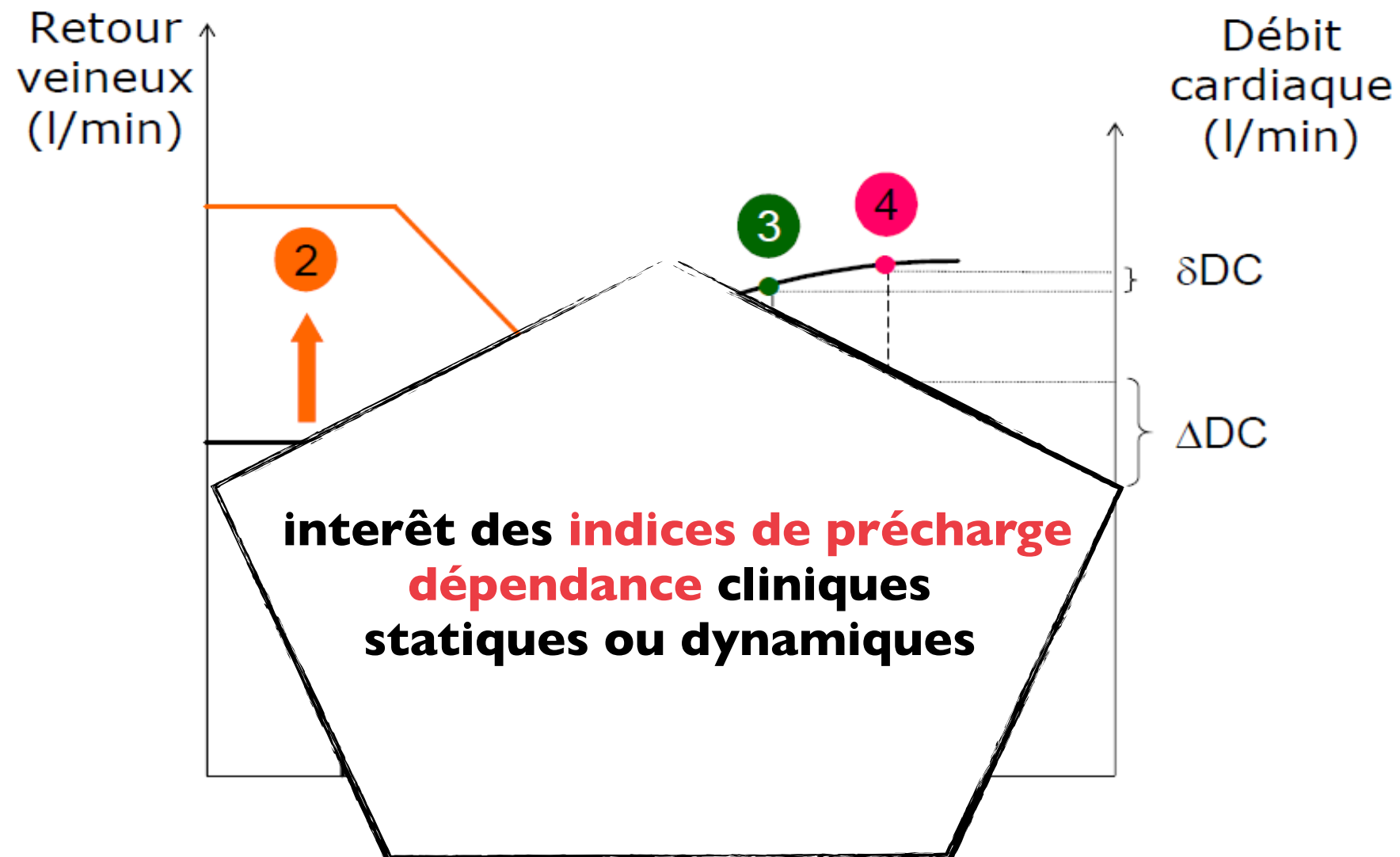
Précharge VD et retour veineux

Couplage retour veineux – fonction cardiaque



Précharge VD et retour veineux

Couplage retour veineux – fonction cardiaque



Physiologie des interactions cardio-pulmonaire en ventilation spontanée

Post charge VD

Deux points importants
vont déterminer les conséquences hémodynamiques des
variations du volume pulmonaire

Post charge VD

I

Résistance vasculaire pulmonaire RVP



Post charge

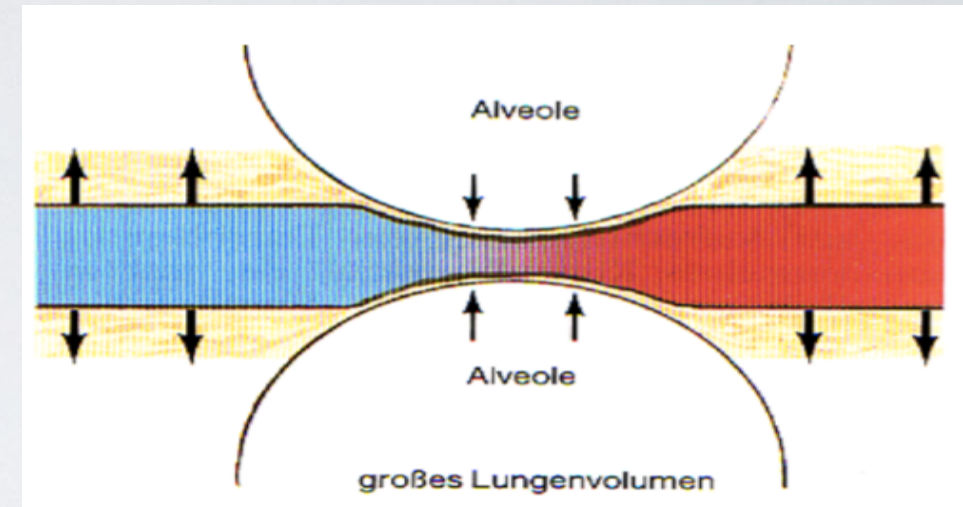
RVP minima

De la CRF au VR:

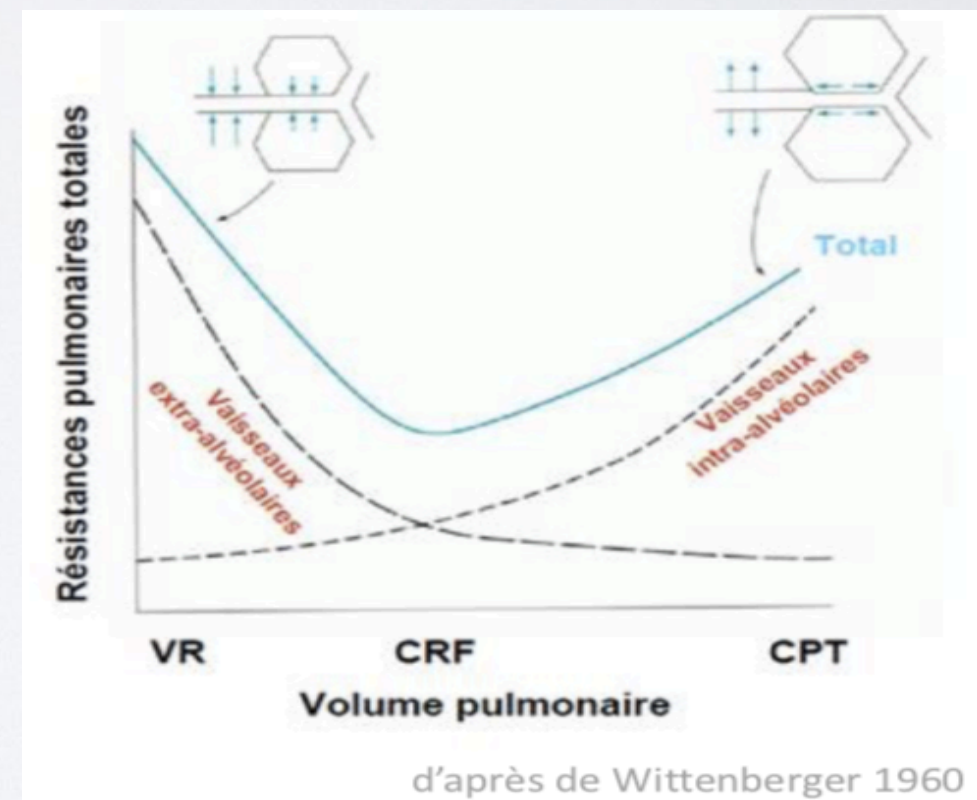
↑ RVP par compression des vaisseaux
extra-alvéolaires (poumon affaissé)

De la CRF à la CPT:

↑ RVP par compression des vaisseaux
intra-alvéolaires par les alvéoles distendues

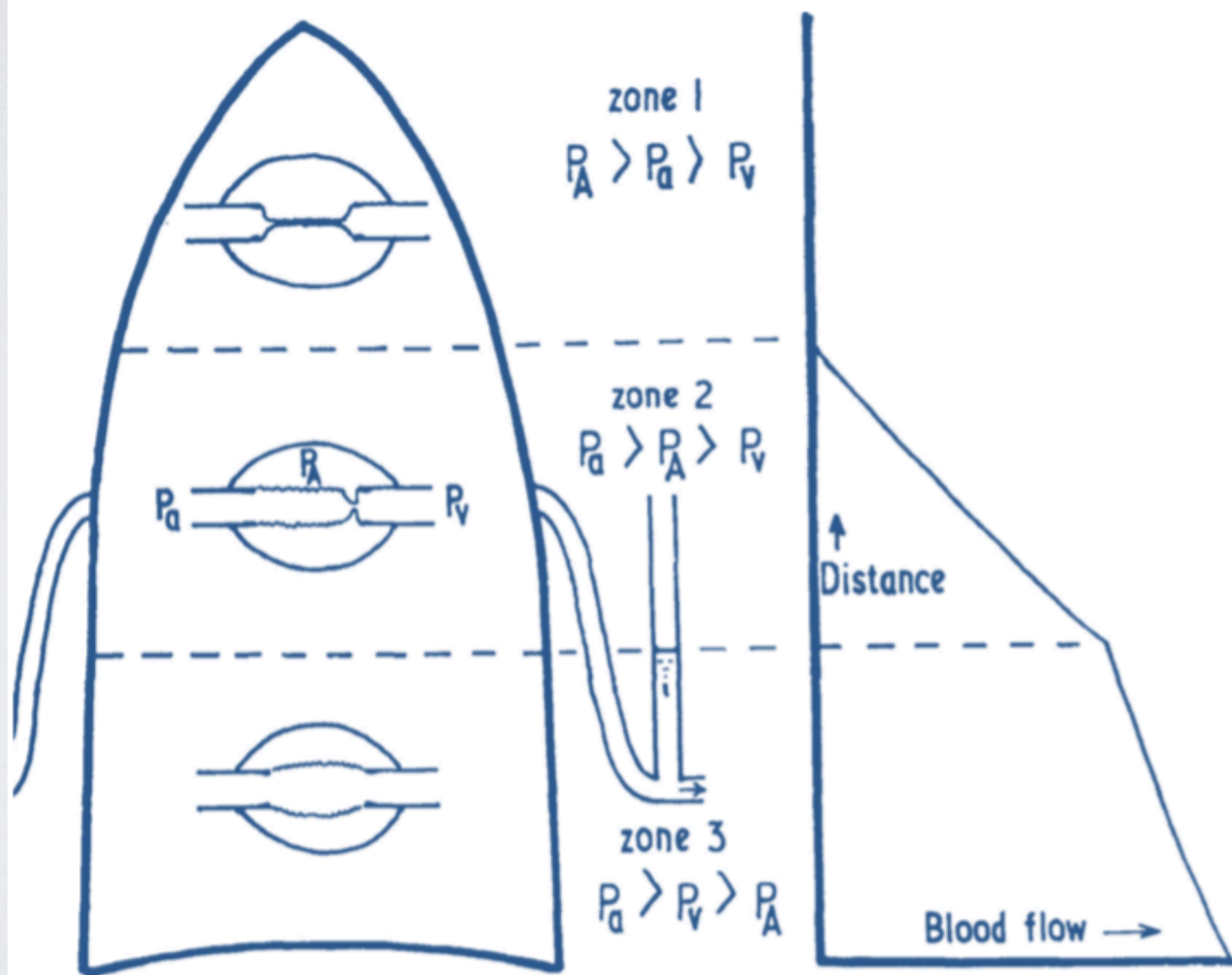


Vaisseaux pulmonaires alvéolaire
et extra-alvéolaires



Volume pulmonaire et RVP

Modèle de ventilation-perfusion des zones de WEST

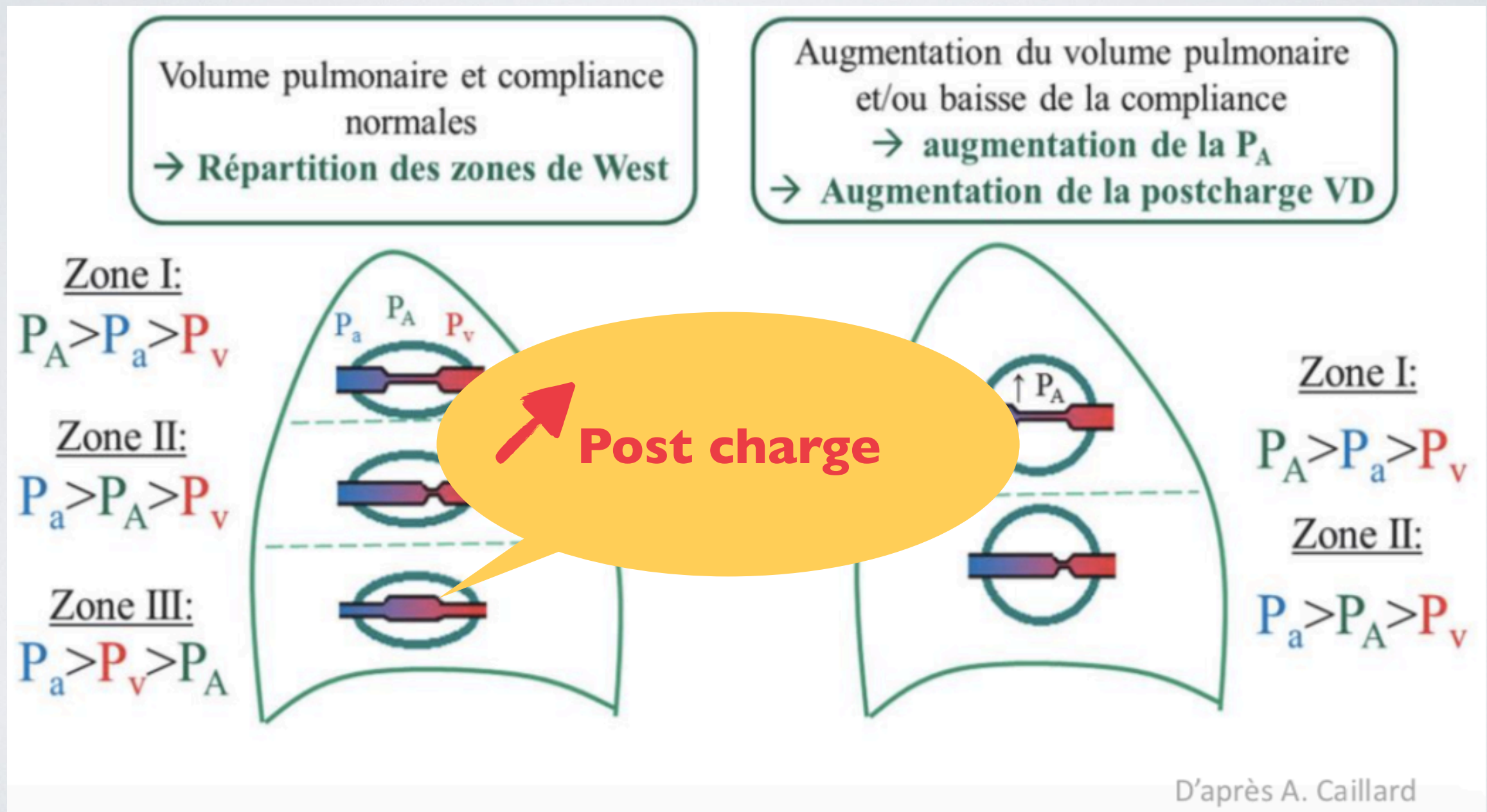


- Zone 1: $P_A > P_a$: pas de perfusion, pas d'échange gazeux
- Zone 2: $P_A \leq P_a$: échange gazeux change selon les conditions
- Zone 3: P_a et $P_v > P_A$: capillaires larges avec bonne perfusion et bon échange gazeux

Post charge VD

2

Conséquences de l'augmentation du volume pulmonaire et de la compliance sur les zones de WEST



Post charge VD

Effets de l'augmentation du
volume pulmonaire sur la post charge VD



Augmentation de la post charge VD

- Peut être aggravée par:
 -  POG
 - Vasoconstriction pulmonaire hypoxique

Physiologie des interactions cardio-pulmonaire en ventilation spontanée

Post charge VG

Post charge VG



↗ de l'effort de la pompe cardiaque pour éjecter le sang jusqu'au niveau de la pression des vaisseaux extrathoraciques

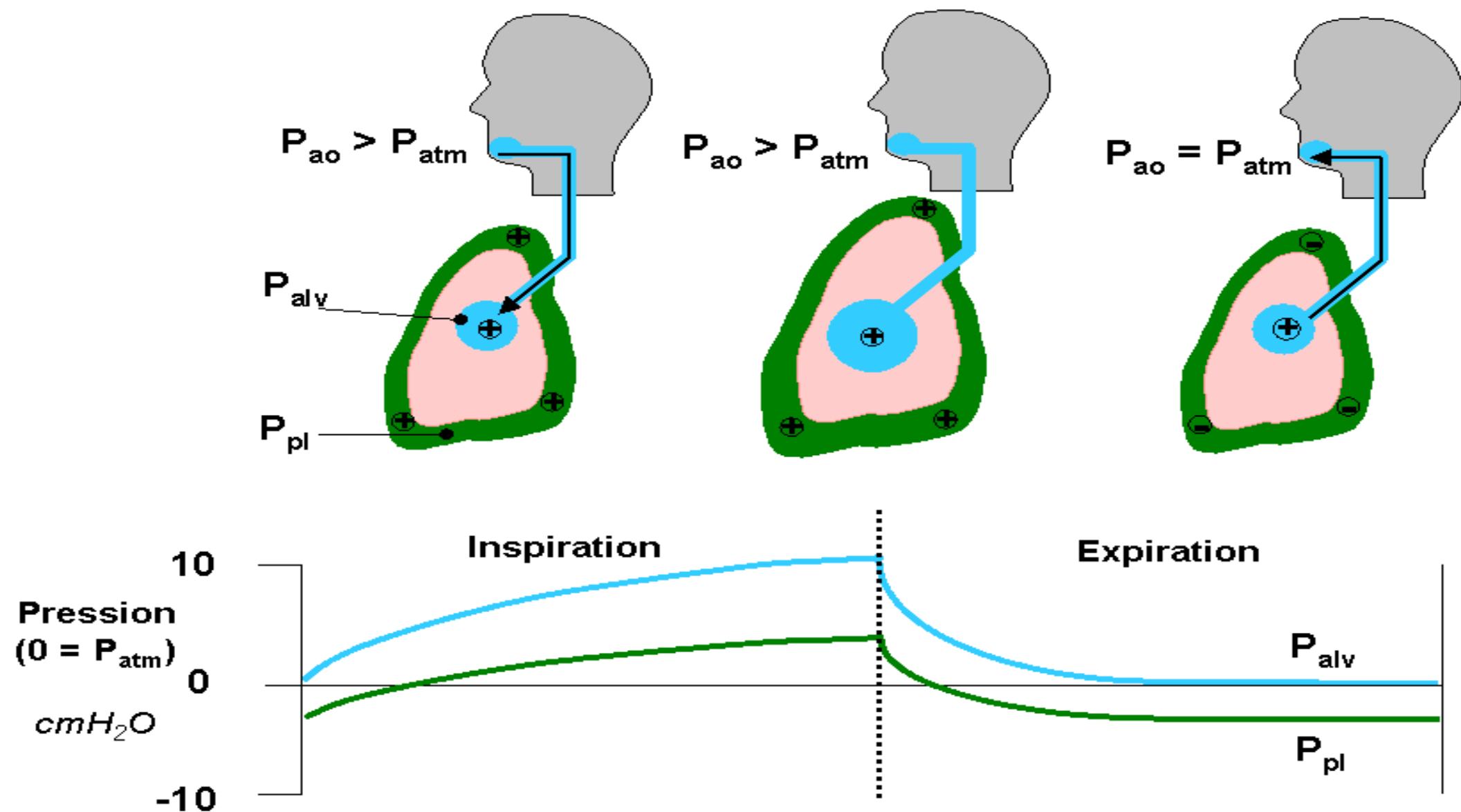
Cette ↗ de la postcharge VG:

- ↗ le DC chez les postcharge dépendant
- ↗ la consommation en O_2 favorisant une ischémie myocardique

Physiologie des interactions cardio-pulmonaire en ventilation mécanique pression positive

Physiologie des interactions cardio-pulmonaire en ventilation mécanique pression positive

Variations des pressions intra-thoraciques en VM



Physiologie des interactions cardio-pulmonaire en ventilation mécanique

Pré charge VD en pression positive

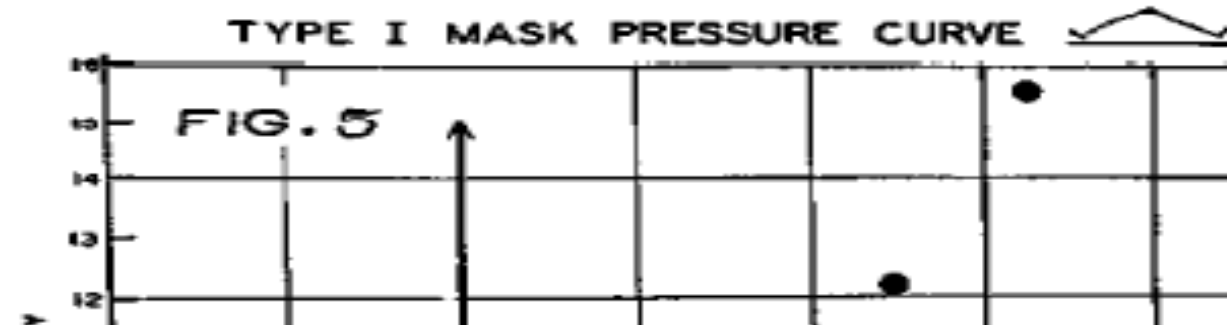
Pré charge VD en pression positive

PHYSIOLOGICAL STUDIES OF THE EFFECTS OF INTERMITTENT POSITIVE PRESSURE BREATHING ON CARDIAC OUTPUT IN MAN^{1, 2}

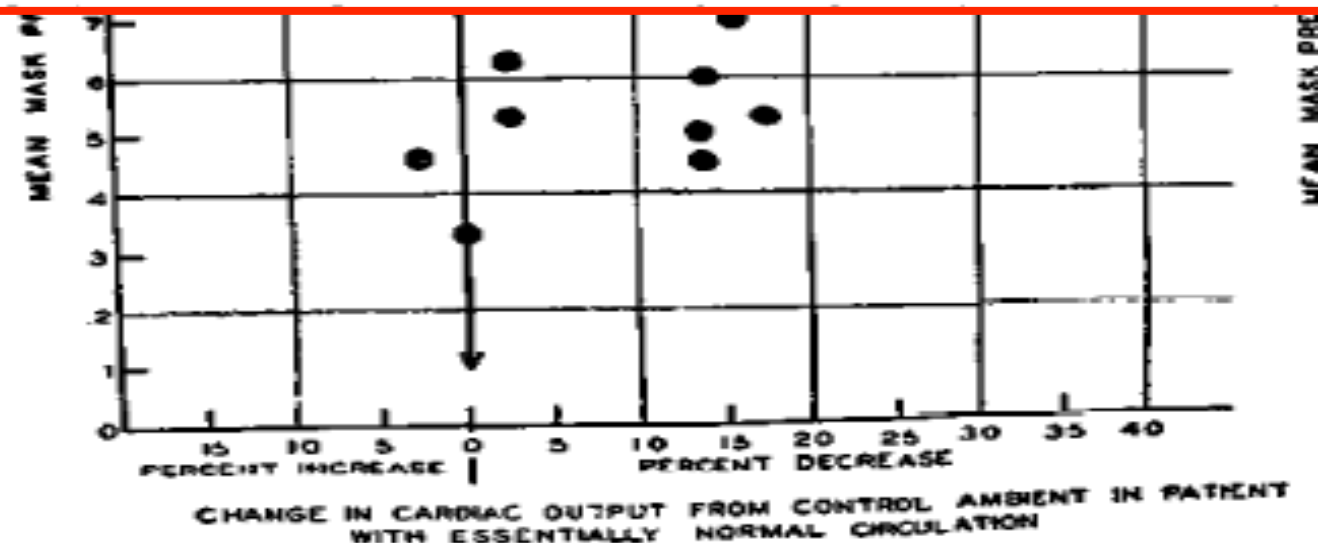
ANDRE Cournand, HURLEY L. Motley², LARS Werko⁴
AND DICKINSON W. Richards, JR.

From the Department of Medicine, Columbia University, and the Chest and Medical Services of the Columbia University Division, Bellevue Hospital, New York, New York

Received for publication August 18, 1947



with an increase in pressure in the thorax during expiration, the right heart filling pressure from the large veins was reduced and the stroke volume decreased.



Pré charge VD en pression positive

Loi de boyle mariotte

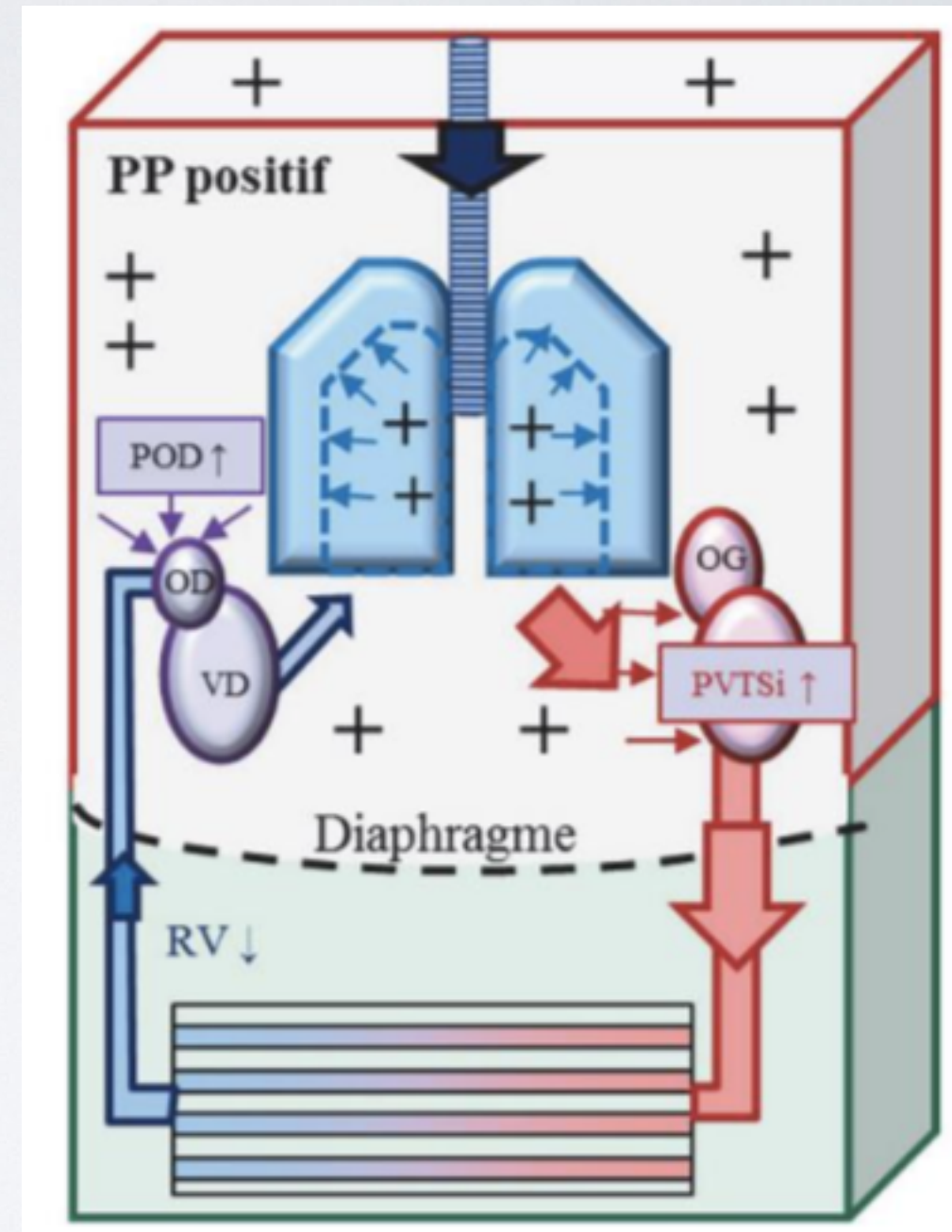
Pression pleurale

POD

Gdt de pression PSM-POD

Loi de Poiseuille

RV



Pré charge VD en pression positive

**Effets de la VM en pression positive
sur la précharge VD**



Baisse de la précharge VD

Pré charge VD en pression positive

Le retentissement de la pression positive sur la POD dépend de:

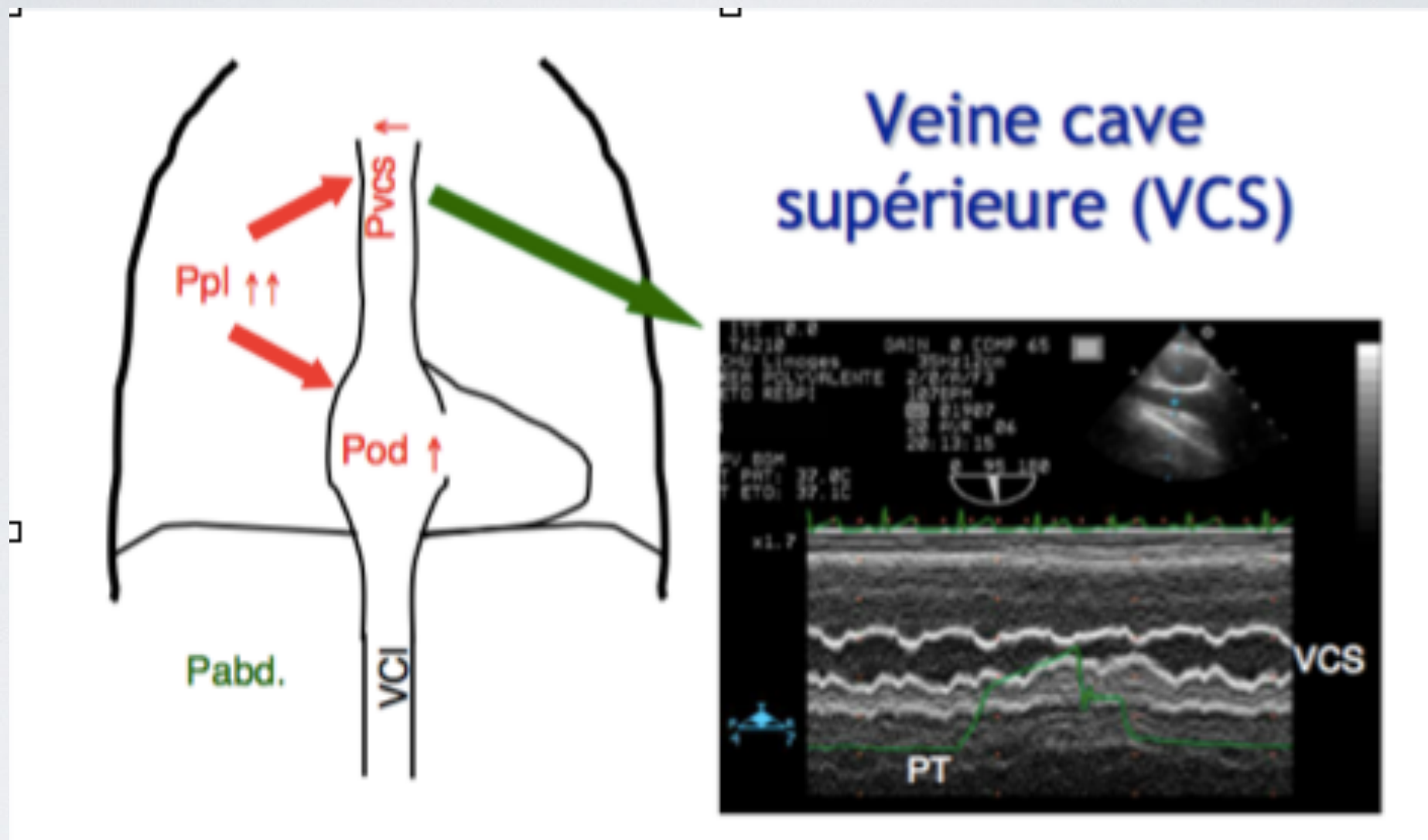
La compliance pulmonaire :

capacité du poumon à se distendre en inspiration et à reprendre son volume initial à l'expiration

Compliance pulmonaire normale va transmettre les variations de la PP aux cavités cardiaque

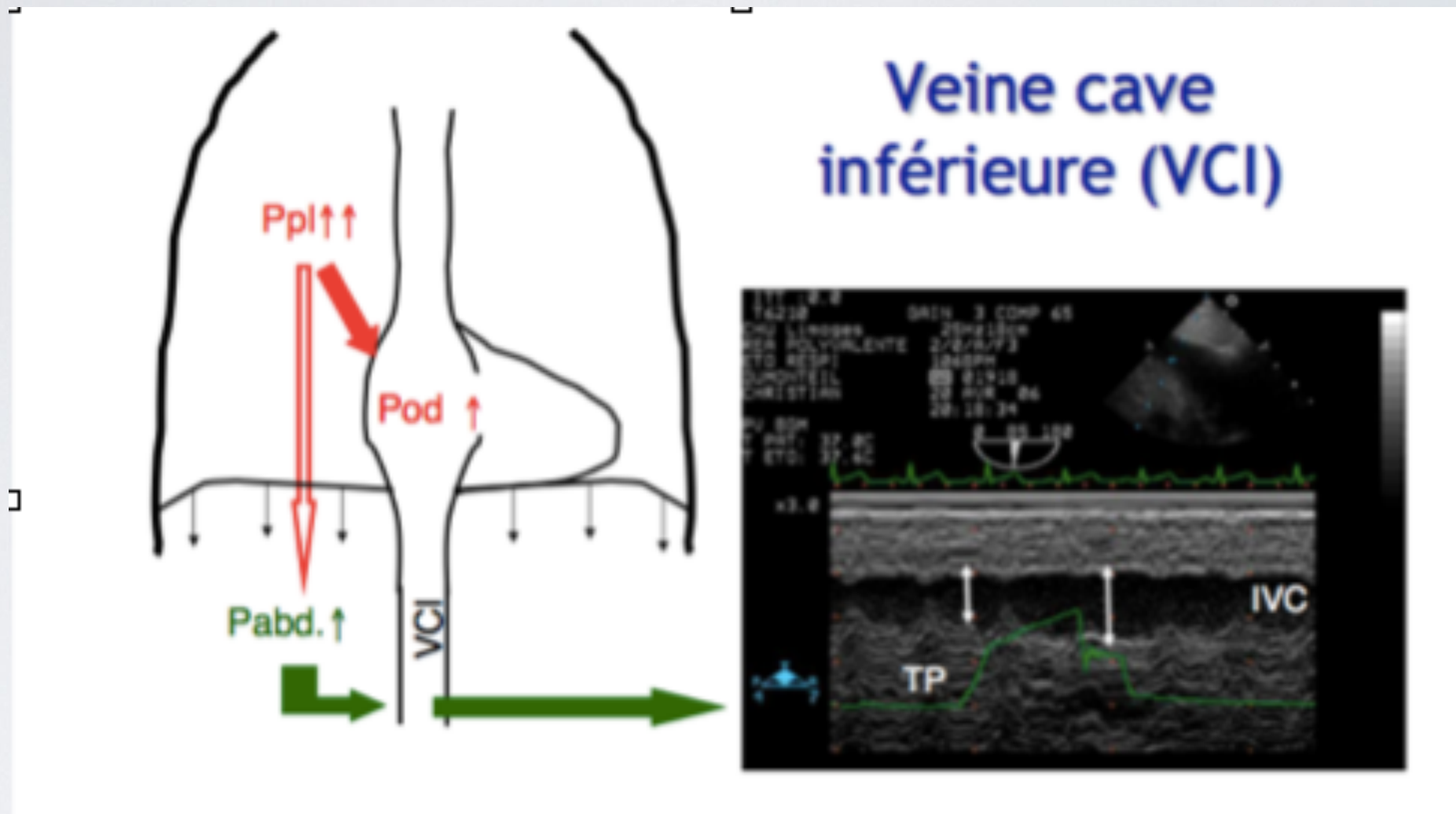
Compliance pulmonaire diminuée amortit les effets de la PP sur les cavités cardiaque: SDRA, BPCO

Diminution du RV en pression positive



Insufflation mécanique :
↓ RV systémique reflétée par un collapsus de la VCS (intrathoracique)

Diminution du RV en pression positive

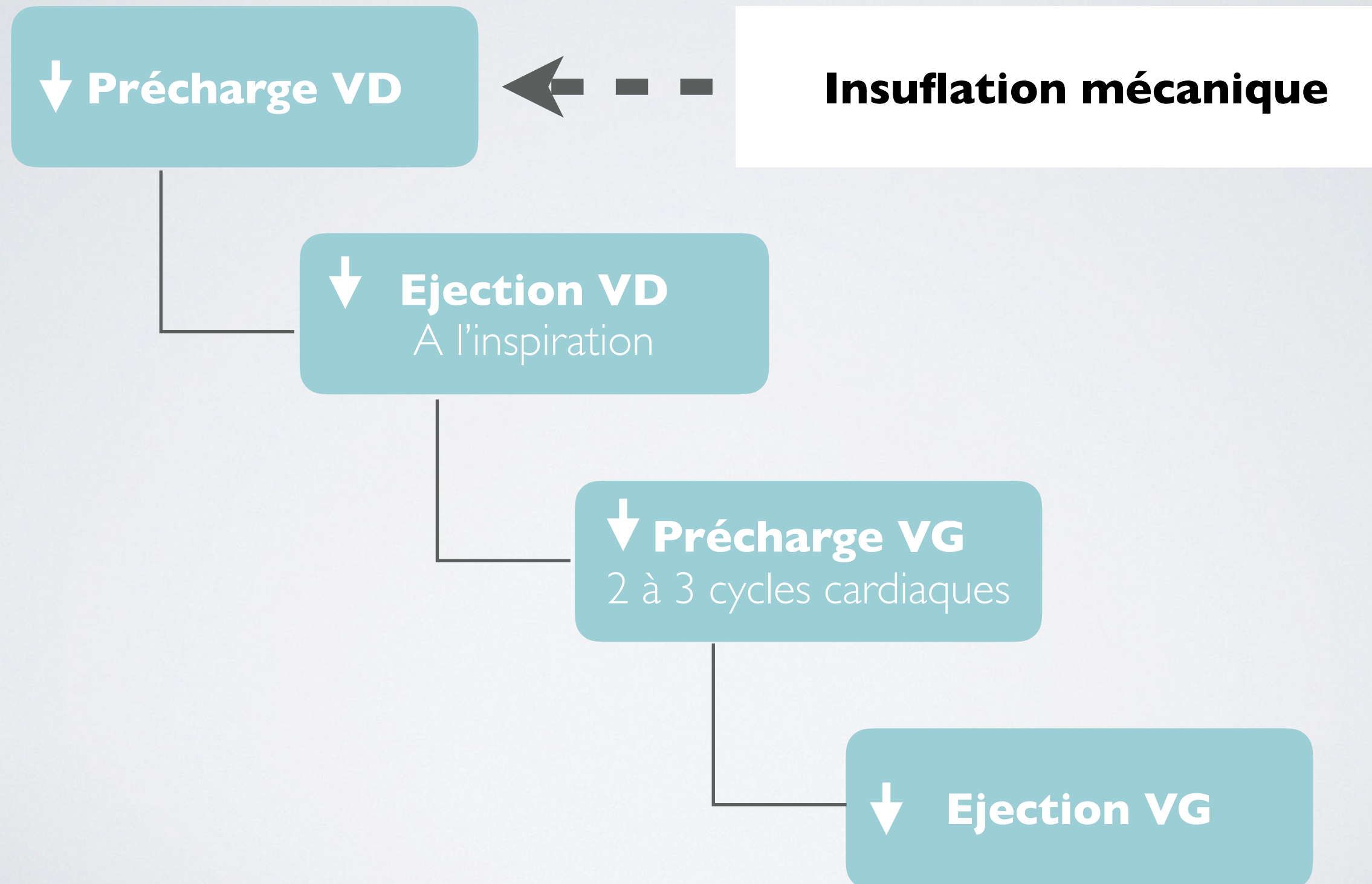


Insufflation mécanique :
↓ RV systémique reflétée par une distension
de la VCI (intra-abdominale)

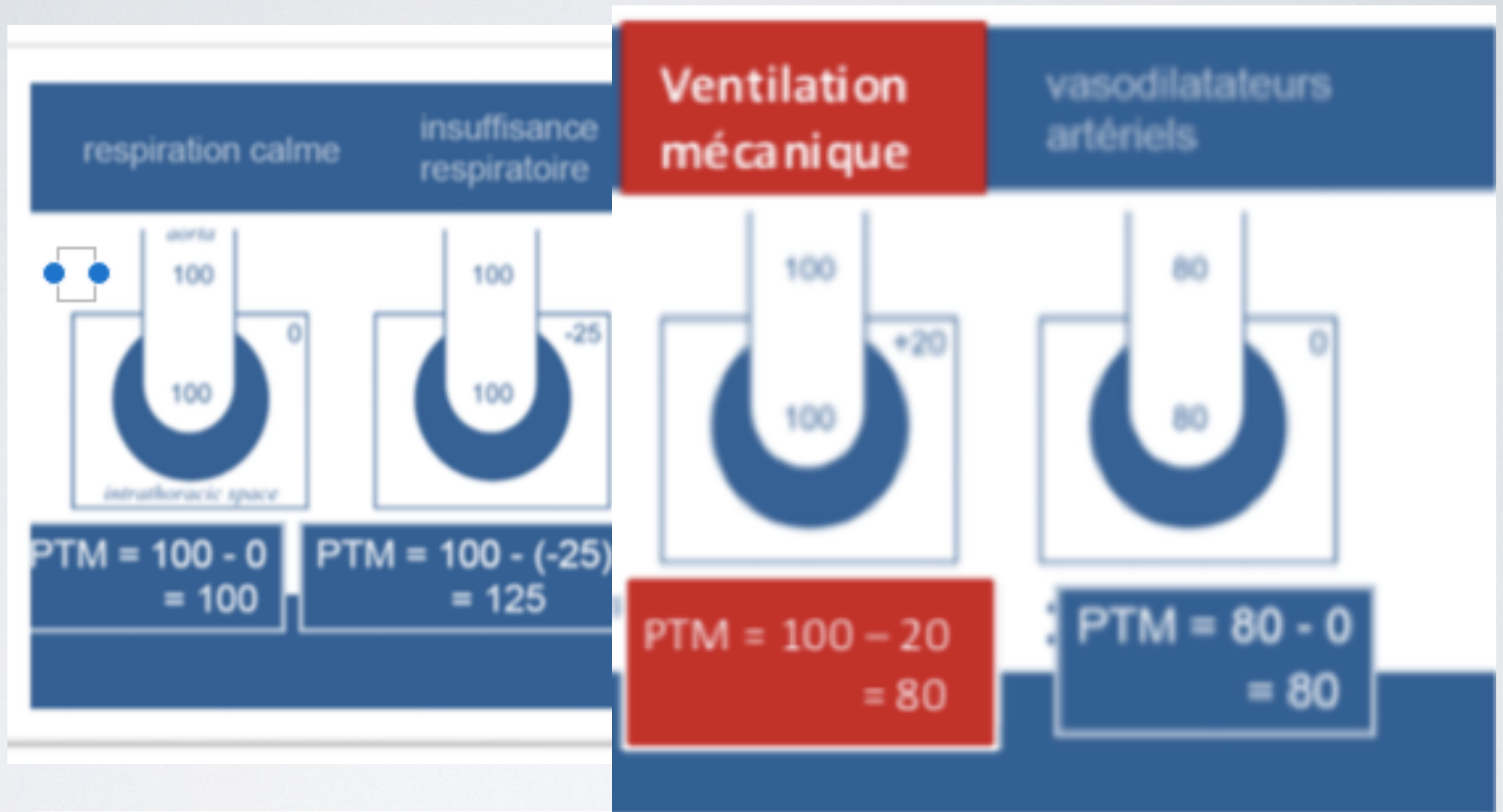
Physiologie des interactions cardio-pulmonaire en ventilation mécanique

Pré charge VG en pression positive

Pré charge VG en pression positive

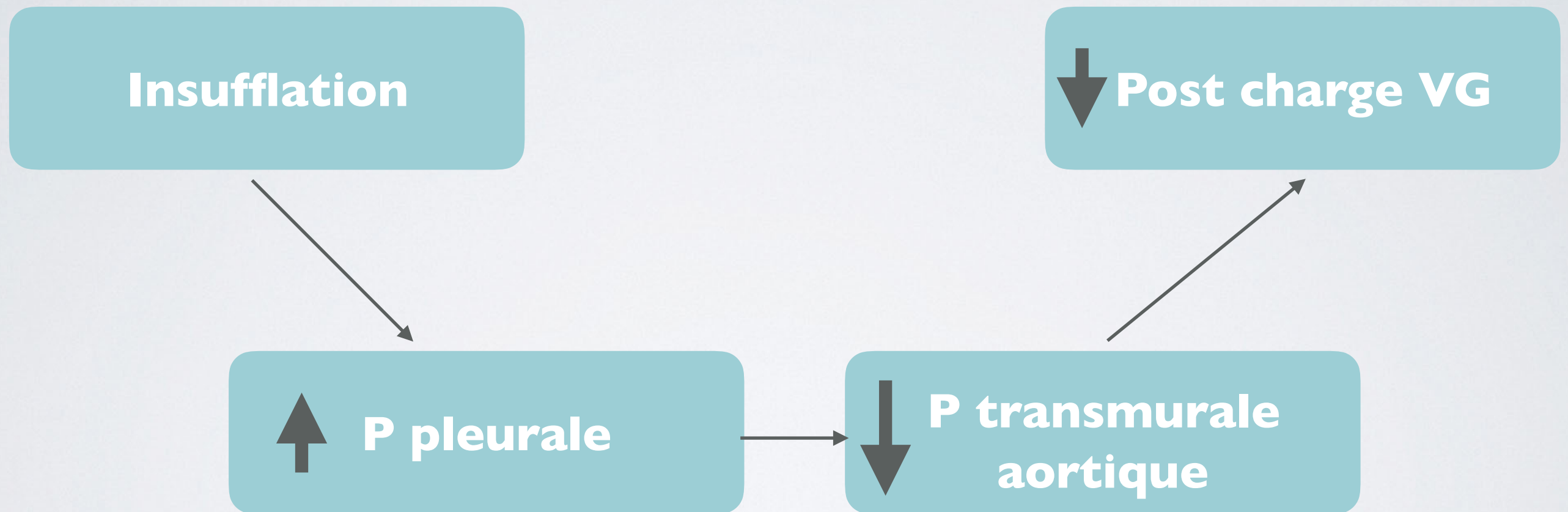


Post charge VG en pression positive



P transmurale Ao : P intra Ao - P extra Ao

Post charge VG en pression positive



Résistance à l'éjection du VG: PA systémique moyenne

En résumé

Pression positive et fonction cardiaque

Diminution précharge droite
Augmentation postcharge droite

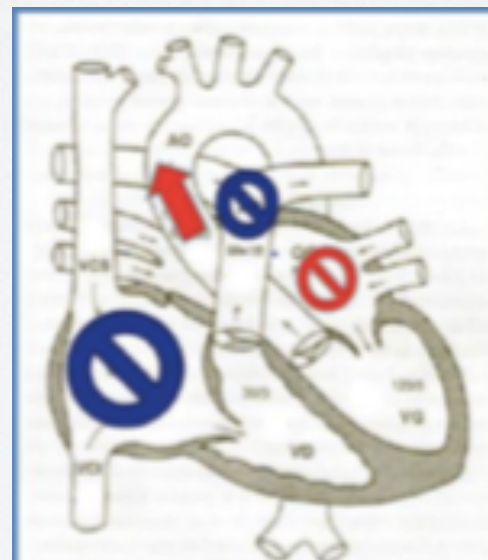


Effets négatifs pour le VD

Diminution précharge gauche
Diminution post charge gauche



Effets positifs pour le VG



Effet PEEP +++

De la théorie à la pratique

Ventilation en pression positive en cas d'OAP cardiogénique

Effets bénéfiques

Respiratoires

↑ Oxygénation

↑ Compliance
pulmonaire

Hémodynamiques

↑ Pression
intra thoracique

↑ POD

↓ P transmurale VG

↓ RV systémique

↑ Balance apports
/besoins O₂

↑ Contractilité

**La ventilation mécanique est un traitement
hémodynamique à part entière**

Améliorat

**La ventilation mécanique doit être entreprise
précocément**

mique

Amélioration OAP

En résumé

- Comprendre les interactions coeur poumon permet d'optimiser les conditions hémodynamique avant et pendant la mise en place d'une ventilation en pression positive
- Le retentissement concerne aussi bien le coeur droit que le coeur gauche
- Les interactions coeur- poumon ont des aspects cliniques directs sur la prise en charge de certaines pathologies (ICA, BPCO, SDRA, OAP de sevrage.....)



Together forever

Merci de votre attention