

**Université Batna 2  
Faculté de Médecine  
Département de Médecine**

# **perfusion pulmonaire et rapport ventilation/perfusion**

**Présentation Dr. B.Kermiche**

# plan

- I. Introduction
- II. Rappels d'anatomie
- III. Hémodynamique de la circulation pulmonaire
- IV. Rapport ventilation /perfusion  
et Inégalité du rapport ventilation/perfusion

# I. Introduction

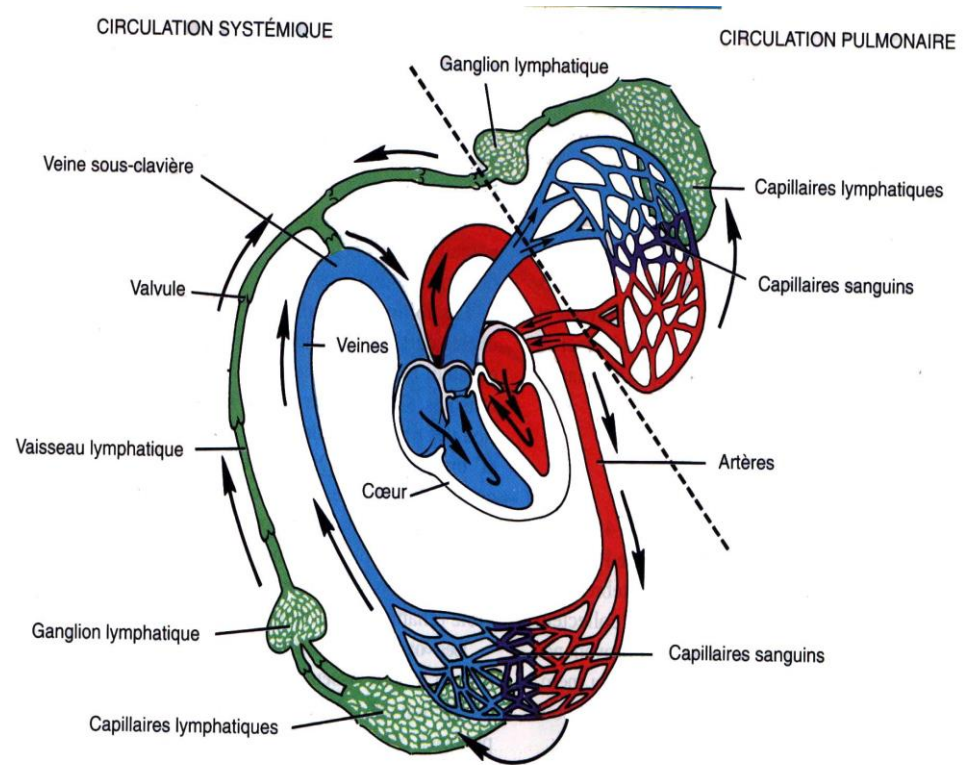
- Dans les conditions physiologique l'appareil respiratoire reçoit deux fluides aérien et sanguin dont la distribution au niveau pulmonaire dépend essentiellement de la pesanteur et des valeurs des débits aérien et du débit de perfusion pulmonaire.
- L'étude du contact entre l'air alvéolaire et le sang des capillaires alvéolaire permet d'expliquer les échanges gazeux alvéolaires et les possibilités d'adaptation du **rapport ventilation/perfusion** en fonction des situations physiologiques et de la position de l'individu.
- La fonction essentielle de la circulation pulmonaire réside dans la participation aux échange gazeux –**Hématose**

## II. Rappel anatomique

### + La circulation pulmonaire

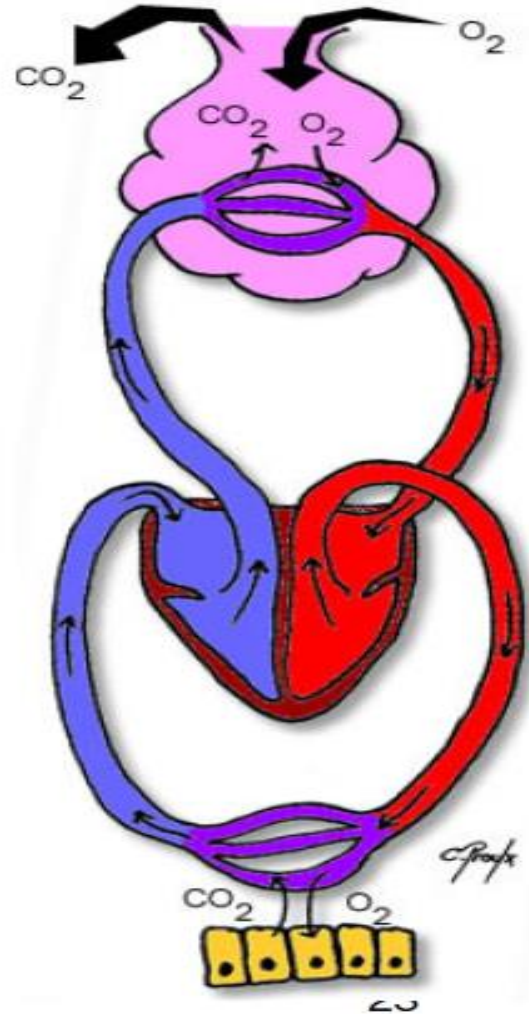
- Le système circulatoire de l'appareil respiratoire comprend:

- Circulation pulmonaire
- circulation bronchique
- système lymphatique



## La circulation pulmonaire

- Circulation fonctionnelle , assure les échanges gazeux alvéolo-capillaire
- Placée entre le cœur droit et le cœur gauche (**régime basse pression**).
- En série avec la circulation systémique(**régime haute pression**).
- La résistance vasculaire pulmonaire est donc nettement inférieure à la résistance vasculaire systémique.
- Elle reçoit 100% du débit cardiaque.



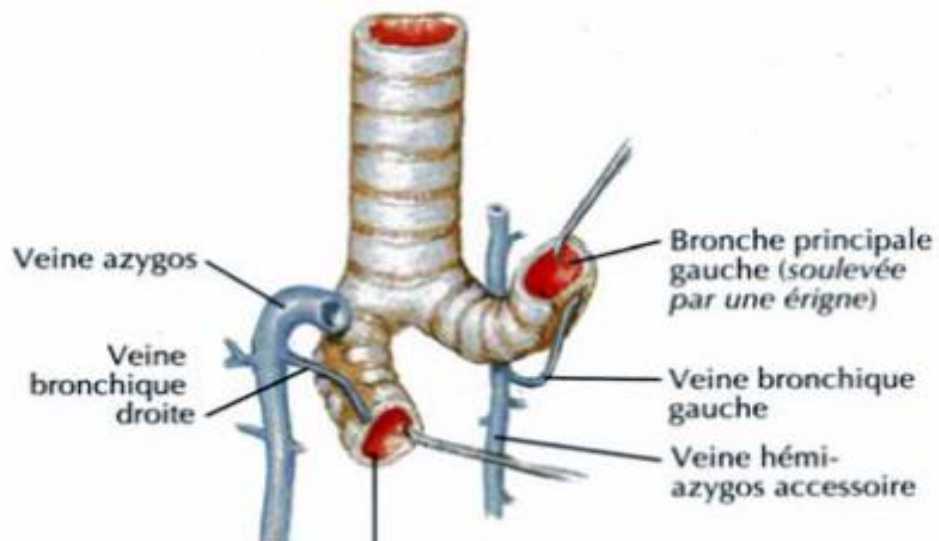
- La circulation bronchique

- Assurée par les vaisseaux bronchiques
- Fonction nutritive: oxygénation des structures pulmonaire jusqu'au bronches terminales
- Aorte → artères bronchiques → capillaires bronchiques → veines bronchiques → veines pulmonaires
- ↘ veines azygos → veine cave supérieure
- 1 à 2% du débit cardiaque

artères bronchiques

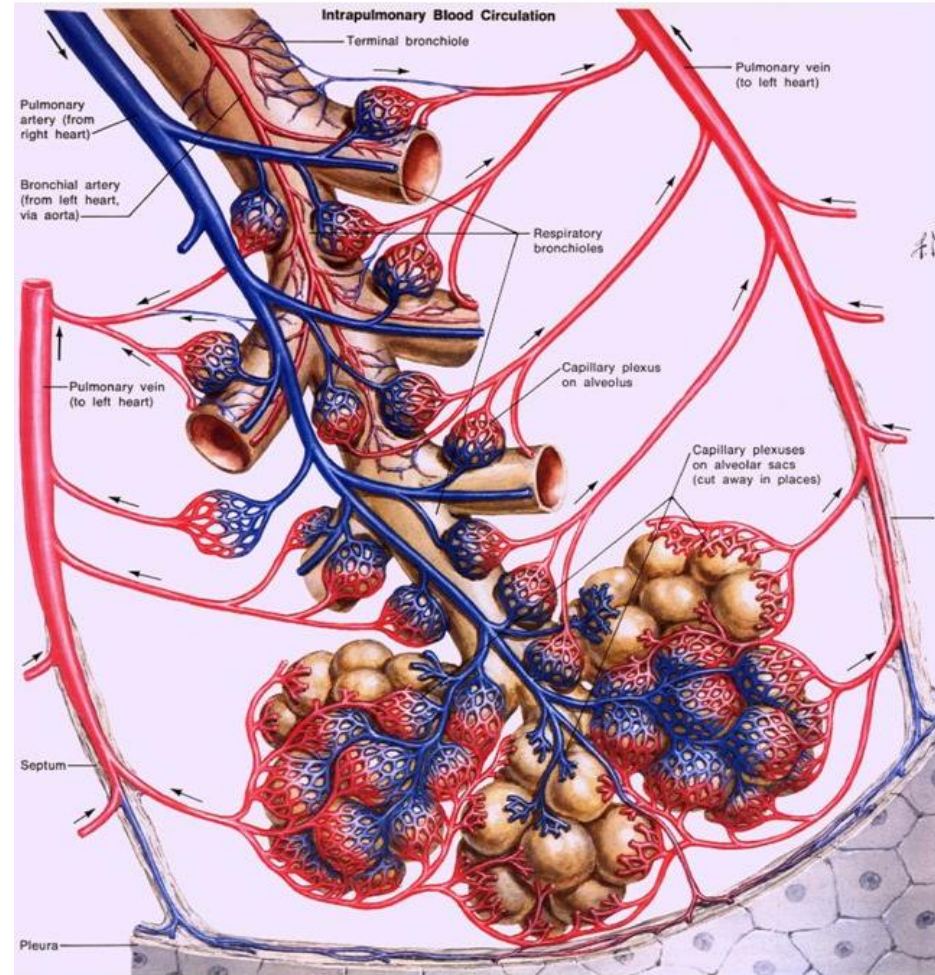


Veines bronchiques



# La circulation pulmonaire

- Les divisions artério-veineuses suivent celles du réseau bronchique jusqu'au niveau des bronchioles terminales.
- Au delà se ramifient pour constituer le lit capillaire.
- Les capillaires pulmonaires disposés en réseau anastomotique autour des alvéoles (100m<sup>2</sup>)



Circulation pulmonaire : zone d'échanges

### III. hémodynamique de la circulation pulmonaire

- + Pressions

- + Débits

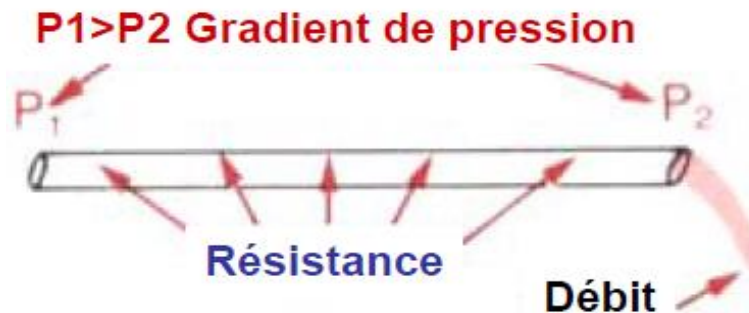
- + Resistances

- distribution régionale de la perfusion pulmonaire



# Hémodynamique pulmonaire

- Ecoulement d'un fluide dans un système de conduction
  - pression
  - Débit
  - Résistance



selon la loi de poiseuille pour la circulation d'un liquide dans un tube :

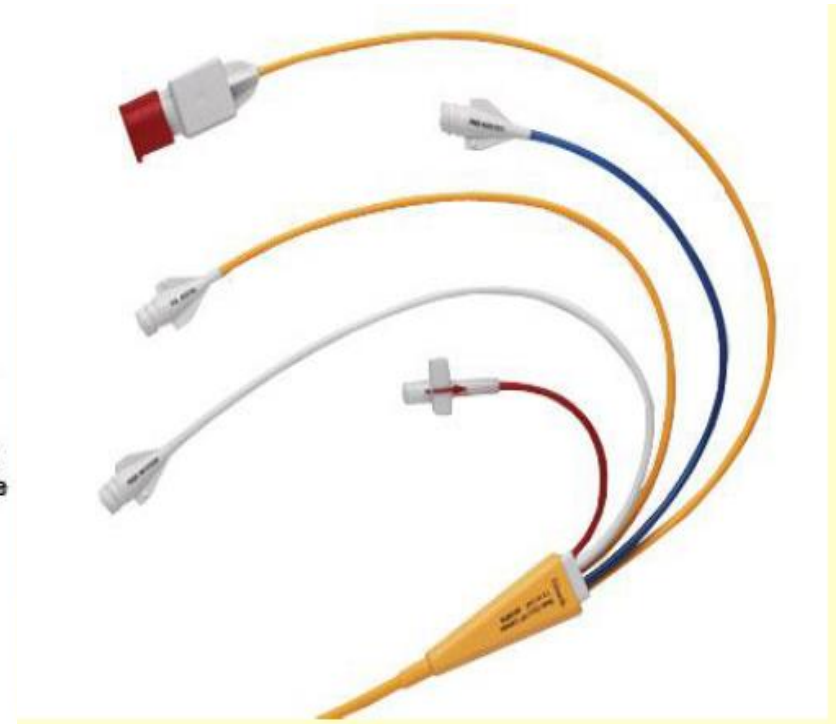
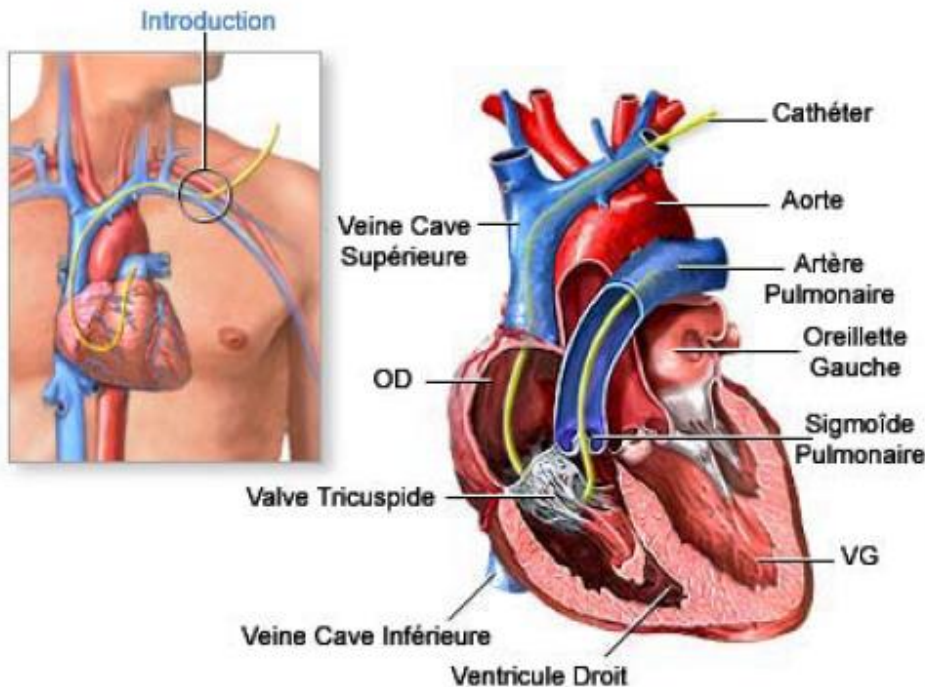
$$\Delta P = \dot{Q} \cdot R$$

Par analogie à la circulation pulmonaire

$$(P_{ap} - P_{og}) = \dot{Q} \cdot RVP \quad \Rightarrow \quad RVP = \frac{\Delta P}{\dot{Q}} = \frac{(\bar{P}_{AP} - \bar{P}_{OG})}{\dot{Q}_c}$$

# Mesure des pressions dans la circulation pulmonaire

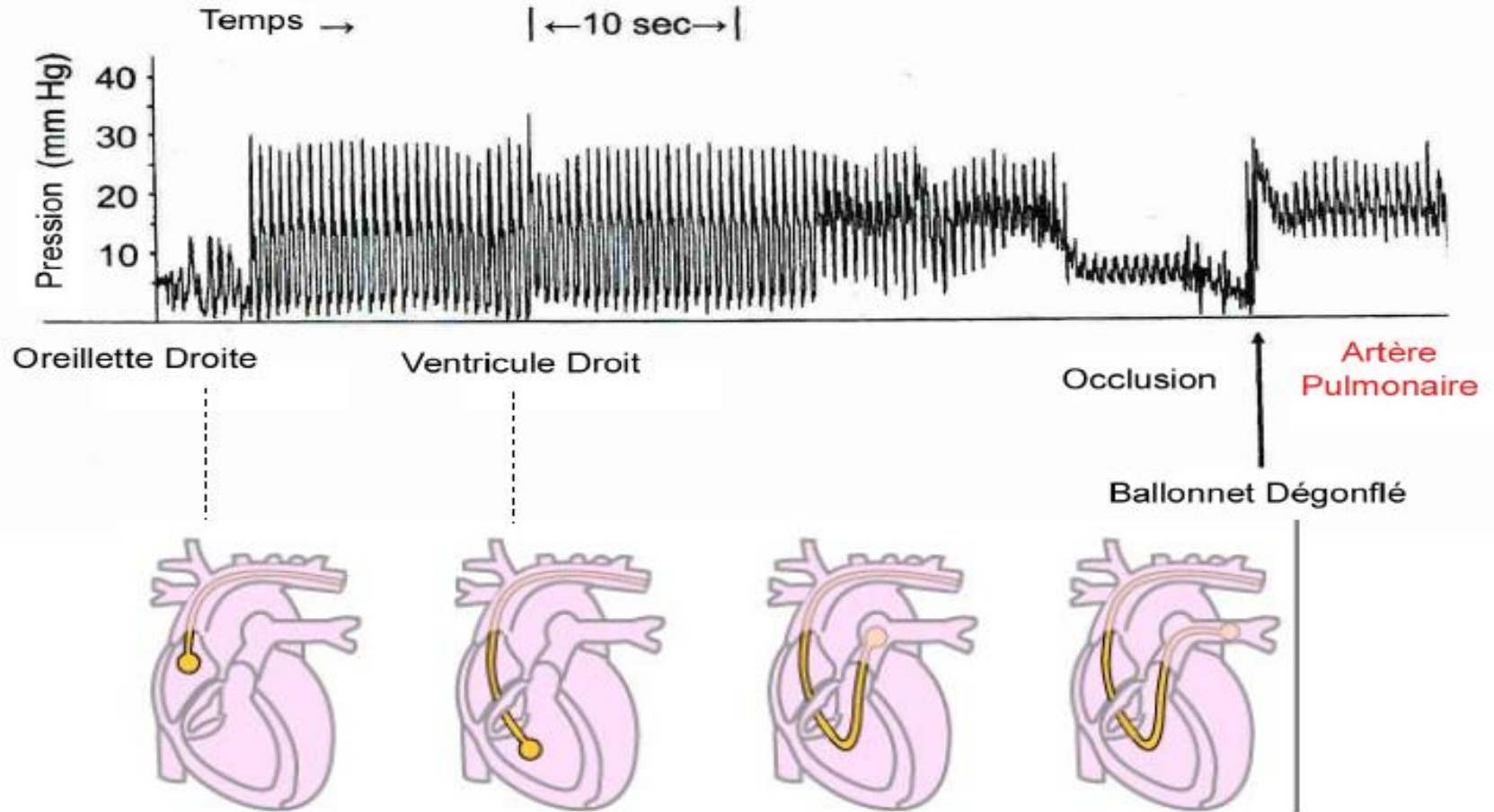
- Elle peut se faire par cathétérisme droit



**Cathéter de Swan-Ganz**

# Hémodynamique pulmonaire : pression

- Mesure des pressions dans la circulation pulmonaire = cathétérisme droit



# Hémodynamique pulmonaire : résistance

## + Contrôle des résistances

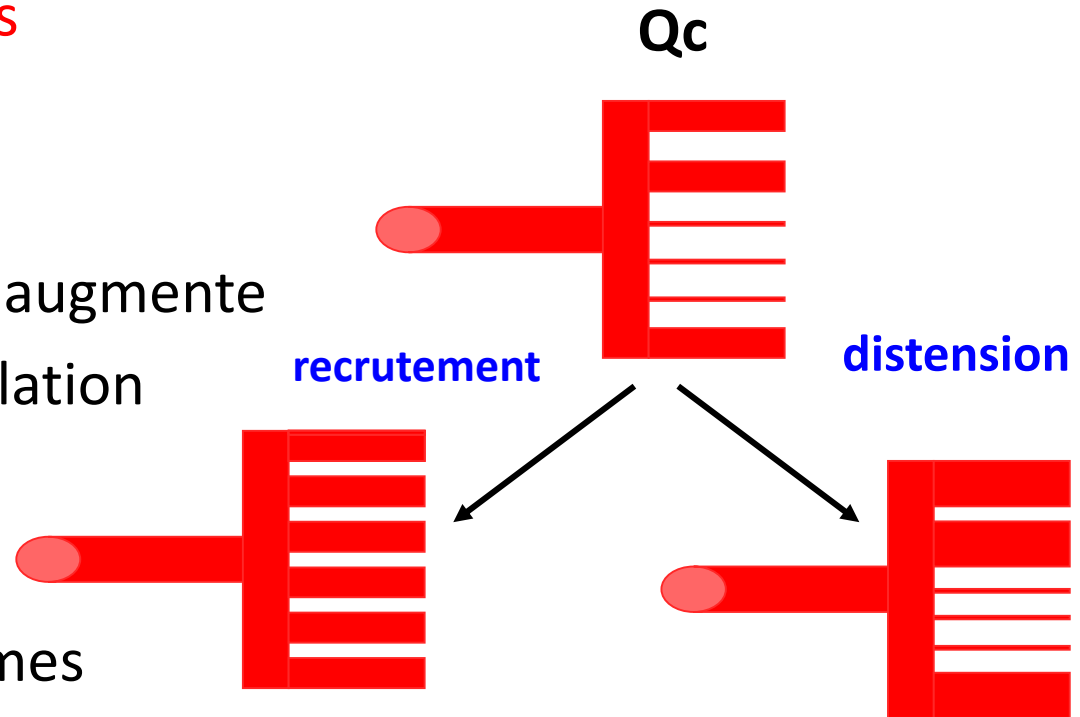
### A. Mécanismes passifs

#### 1- Débit cardiaque

Quand le débit cardiaque augmente  
Les pressions dans la circulation  
pulmonaire Varient peu

Cela se fait par 2 mécanismes

- recrutement de capillaires fermés
- distension de capillaires déjà ouverts

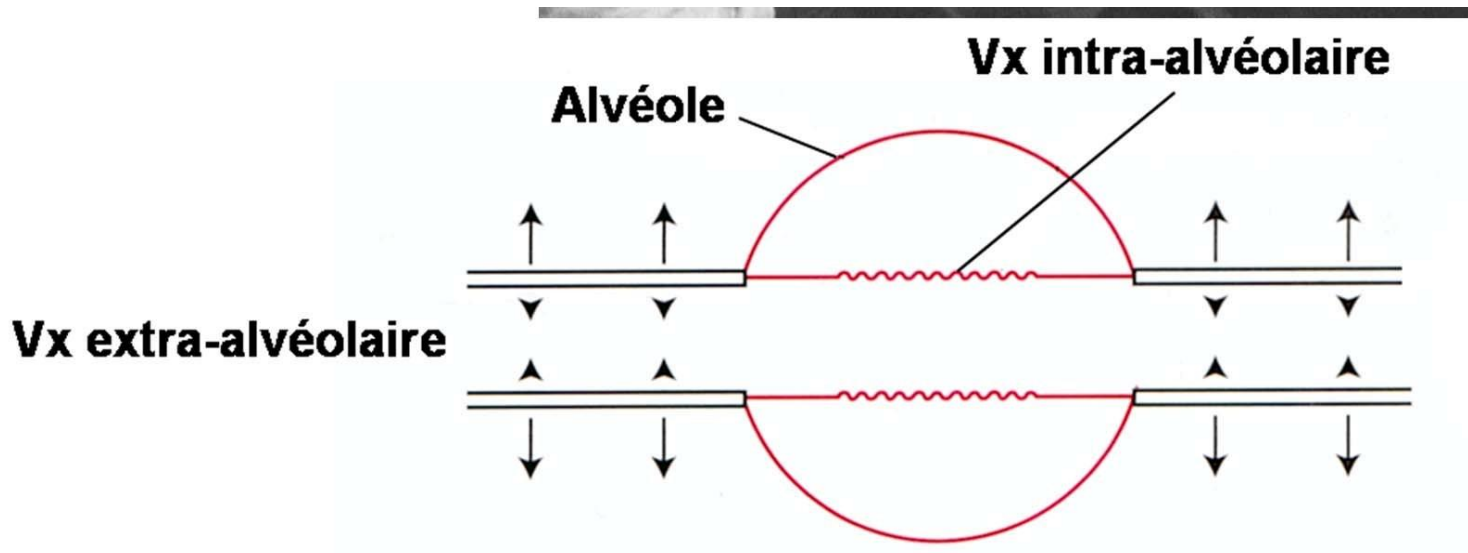


# Hémodynamique pulmonaire : résistance

- 2- volumes pulmonaire

2 types de vaisseaux pulmonaire: - intra-alvéolaires “alvéolaires”  
- extra-alvéolaires

Le volume pulmonaire à un effet opposé sur ces 2 types de vaisseaux



# Hémodynamique pulmonaire : résistance

$$R = \frac{\Delta P}{Q} = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$$

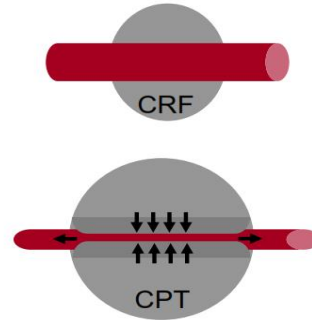
## Vaisseaux intra-alvéolaires

- Soumis à la pression alvéolaire
- en inspiration: L ↗
- r ↘
- Donc leurs résistances ↗

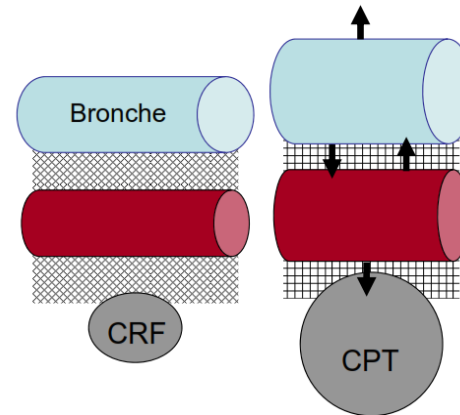
## Vaisseaux extra-alvéolaires

- Soumis à la PPL et à la traction radiale tissulaire
- En inspiration : PPL ↘
- r ↗
- donc leurs résistances ↘

- Vaisseaux intra-alvéolaires



- Vaisseaux extra-alvéolaires



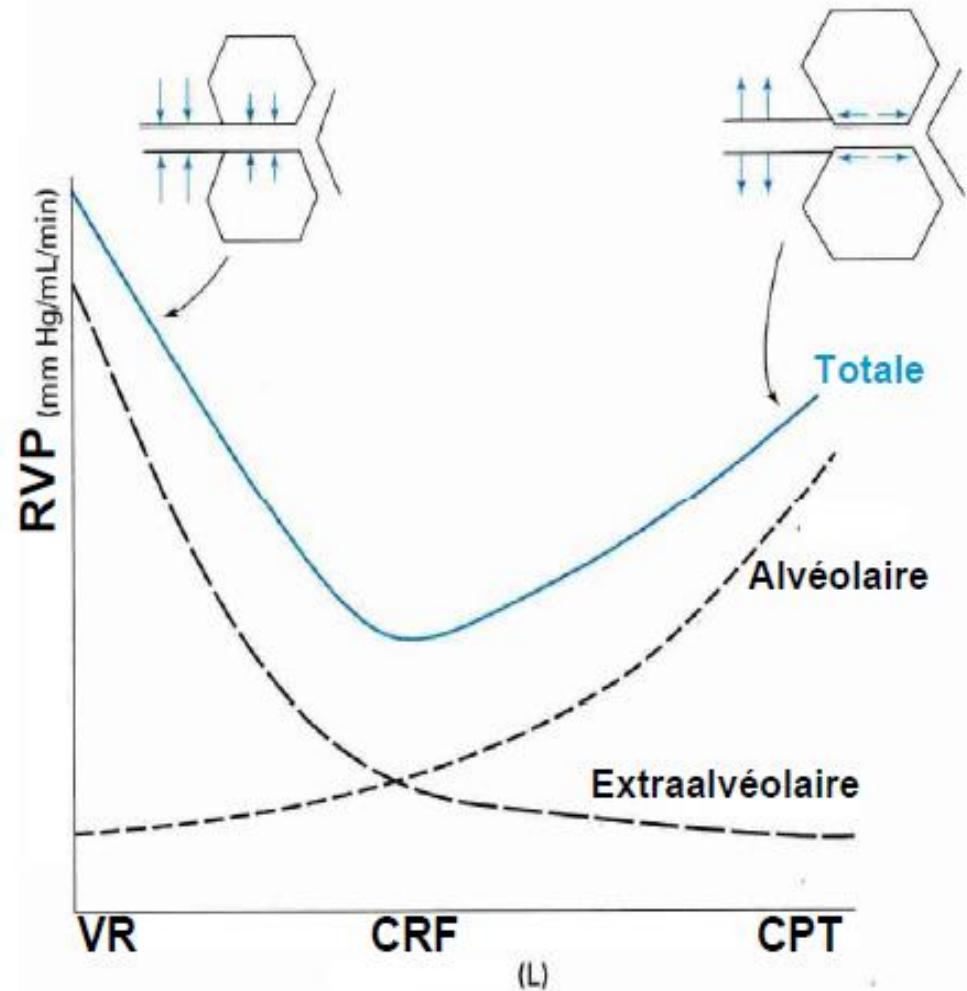
# Hémodynamique pulmonaire : résistance

## ✚ Effet globale du volume pulmonaire sur les RVP

Du VR à la CRF : RVP  $\searrow$   
Traction radiale du tissu pulmonaire

De la CRF à la CPT: RVP  $\nearrow$   
Par compression des vaisseaux alvéolaires

RVP voient leurs minimum  
au voisinage de la CRF

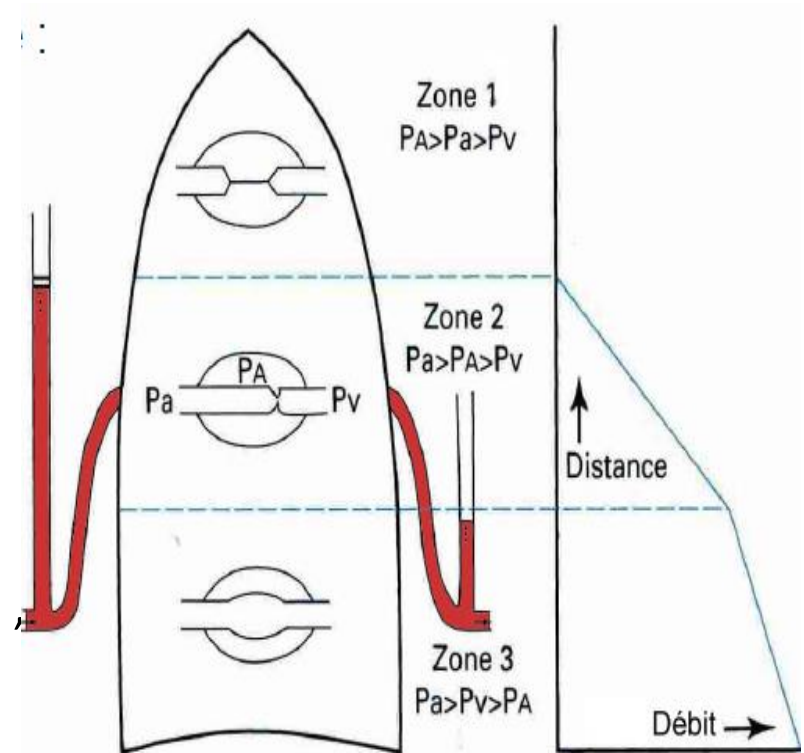




# Hémodynamique pulmonaire : résistance

## 3. Gravité

- Les distributions de la ventilation et la perfusion augmentent des parties supérieures vers les parties inférieures du poumons
- Pour comprendre cette distribution on divise le poumon en 3 zones dites “**WEST**”
- Zone 1: absence de débit  
 $PA > Pa > Pv$
- Zone 2: Débit intermédiaire ou faible.
  - $Pa > PA > Pv$
- Zone 3: débit maximal, continu
  - $Pa > Pv > PA$
- Les limites entre ces 3 zones ne sont pas fixes, elles varient
  - En fonction de la position, exercice
  - Au cours du cycle cardiaque.
  - Au cours du cycle respiratoire
- Le débit sanguin pulmonaire ↑ au fur et à mesure de la descente vers la base.





## B. Mécanismes actifs

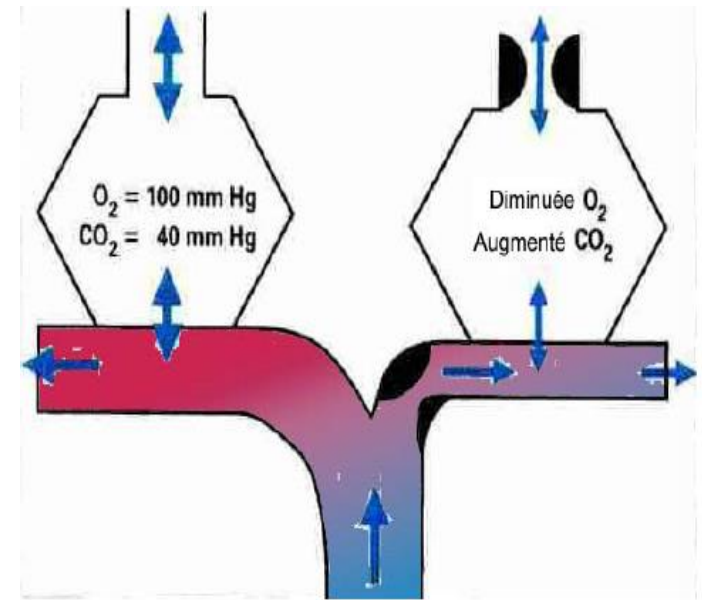
1. **Contrôle nerveux**: innervation autonome négligeable en physiologie normale.
2. **Médiateurs vaso-actifs**:
  - Vasodilatation  
Ach, NO, prostacycline, etc...
  - vasoconstriction  
thromboxanes, angiotensines, endothéline, etc....

### 3. Hypoxie alvéolaire

✚ Vasoconstriction des artérioles pulmonaires correspondantes pour un seuil  $\text{PaO}_2 \approx 70 \text{ mmHg}$

✚ Mécanisme: contraction des fibres musculaires lisses

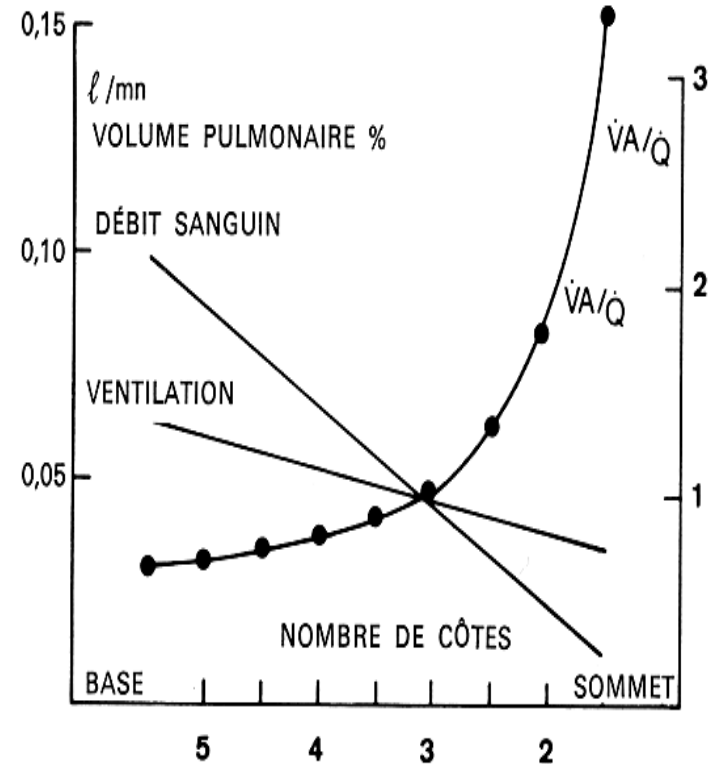
- Persiste sur vaisseaux isolés: réaction adaptative(défense), permet de redistribuer la perfusion vers les zones bien ventilés et amélioration des échanges gazeux.
- Bénéfique en cas d'hypoxie alvéolaire localisée.
- Pendant la vie fœtale et la naissance.



## V. Rapport ventilation/ perfusion $\dot{V}/Q'$

Soit un poumon d'un sujet debout.

- La ventilation  $\nearrow$  lentement du sommet vers la base.
- Le débit  $\nearrow$  rapidement du sommet vers la base.
- Le rapport  $\dot{V}/Q'$  dans les zones médianes du poumon est  $\approx 0,8$  à 1 idéale ( les alvéoles sont autant ventilées que perfusées).
- On se rapprochant du sommet  $\Rightarrow$  plus d'alvéoles ventilées que perfusées  $\Rightarrow \dot{V}/Q' > 1$
- Le rapport  $\dot{V}/Q'$  est bas au niveau des parties inférieur du poumon (**contribution importante à l'oxygénation puisque débit sanguin important**).
- Le rapport  $\dot{V}/Q'$  n'est pas égale dans tout le poumon.
- Le rapport  $\dot{V}/Q'$  détermine les échanges gazeux



# inégalité extrême du rapport ventilation/ perfusion

- ✚ Sujet normal :  $\dot{V}_A / \dot{Q} \approx 1$
- ✚ Pathologies : deux situations extrêmes
  - ✓ *Obstruction bronchique* :  $\dot{V}_A / \dot{Q} = 0$  (Zone Perfusée non Ventilée)  
Sang revient veineux  $\equiv$  Effet shunt
  - ✓ *Obstruction vasculaire* :  $\dot{V}_A / \dot{Q} = \infty$  (Zone Ventilée non Perfusée)  
CO<sub>2</sub> non rejeté  $\equiv$  Effet espace mort ( embolie pulmonaire)

