

# **CIRCULATION PULMONAIRE**

**Auteur : Hanane ZOUZOU**  
**Faculté de médecine Batna**

**Cardiologie**

**Cours 1<sup>ère</sup> année résidanat**

# Circulation pulmonaire

## I- Introduction

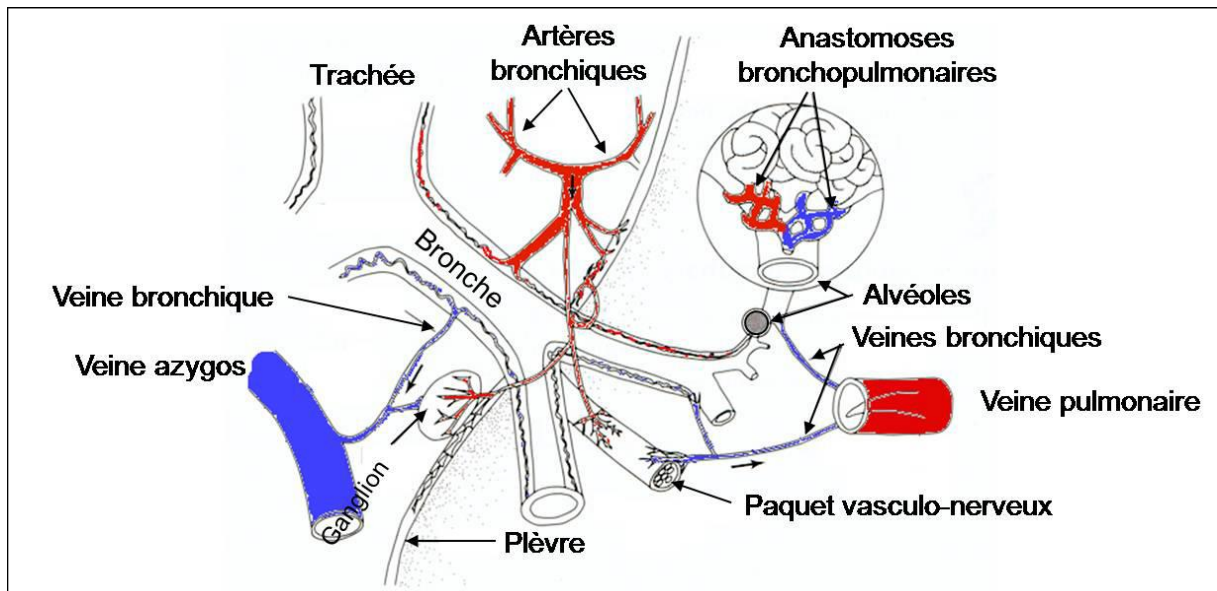
La circulation pulmonaire est interposée entre la circulation veineuse et la circulation artérielle, son rôle principal est de purifier le sang et assurer les échanges gazeux alvéolo capillaire, son fonctionnement hémodynamique dépend essentiellement des pressions et des résistances qui règnent au sein des vaisseaux pulmonaires.

## II- Rappel anatomique

Il existe deux types de circulation : la circulation bronchique qui est nutritive et la circulation pulmonaire fonctionnelle responsable des échanges alvéolo capillaire.

La circulation bronchique assure la fonction nutritive avec l'oxygénation des structures pulmonaires, elle est assurée par les vaisseaux bronchiques qui suivent les bronches, et représente 1% du débit cardiaque.

Les artères bronchiques qui prennent naissance de l'aorte, donnent les capillaires bronchiques puis les veines bronchiques puis les veines azygos, ces dernières se jettent dans la veine cave supérieure, et peuvent se jeter dans les veines pulmonaires à l'origine d'un shunt droit gauche physiologique.



La circulation fonctionnelle reçoit 100 % du débit cardiaque, elle assure essentiellement les échanges gazeux alvéolo-capillaires, et assure également d'autres fonctions métaboliques, hémodynamiques, elle assure le rôle de filtre circulatoire et apporte les éléments nutritifs aux cellules du parenchyme pulmonaire.

De point de vu anatomique, elle est constituée du tronc de l'artère pulmonaires et ses branches, qui donnent à leur tour les artérioles, puis les capillaires et les veinules pour se terminer dans les veines pulmonaires qui se jettent dans l'oreillette gauche.

Les vaisseaux pulmonaires suivent étroitement l'arbre bronchique, mais les bronches ont leur propre circulation à visée nutritive

Les capillaires pulmonaires sont disposés en réseau anastomotique et recouvrent  $\approx 75\%$  de la surface des alvéoles  $\approx 100 \text{ m}^2$ , pour assurer les échanges gazeux alvéolo- capillaire.

La frontière alvéolo capillaire est caractérisée par une très courte distance et une paroi capillaire très mince pour favoriser les échanges gazeux, et résistante pour supporter la pression intravasculaire.

Le temps de transit du sang dans les capillaires c'est-à-dire le temps disponible pour les échanges gazeux est de 0.8 sec au repos, et de 0.3 sec si la fréquence cardiaque.

### **III- Hémodynamique pulmonaire**

L'écoulement d'un fluide dans un système de conduction dépend de trois facteurs la pression, le débit et les résistances, selon la loi de Poiseuille, le débit est proportionnel au gradient de pression et inversement proportionnel aux résistances.

$$Q = (\Delta P)/R \quad \Delta P = R \times Q$$

La circulation pulmonaire est un système à basse pression, mais le débit pulmonaire est égale au débit cardiaque, le gradient de pression pulmonaire (entre la pression de l'artère pulmonaire et l'oreillette gauche) est plus faible que le gradient de pression systémique (entre la pression artérielle moyenne et la pression de l'oreillette droite), les résistances pulmonaires sont plus faible que les résistances vasculaires systémiques.

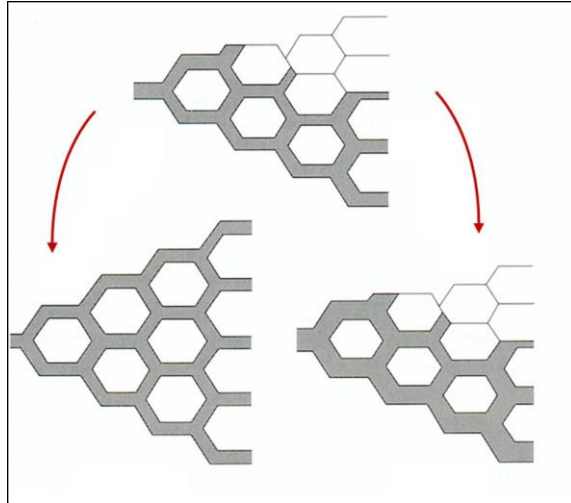
Les résistances pulmonaires sont d'environ le 1/10 des résistances systémiques

### **IV- Contrôle des résistances pulmonaires**

Lorsque le débit cardiaque augmente, les pressions dans la circulation pulmonaire varient peu grâce à deux mécanismes :

- Le recrutement de capillaires fermés
- Et la distension de capillaires déjà ouverts

Le seul organe quand le débit cardiaque augmente les résistances chutent.



## V- Mesure de pressions pulmonaires

Il existe deux méthodes de mesure des pressions : directe et indirecte.

- La méthode directe est basée sur le cathétérisme droit : un cathéter muni d'un capteur de pression est introduit par une veine périphérique (le plus souvent = fémorale) vers la veine cave inférieure (VCI), l'oreillette droite (OD), le ventricule droit (VD), puis l'artère pulmonaire (AP).

En gonflant un ballonnet à l'extrémité du cathéter au niveau de l'artère pulmonaire, on obtient la pression artérielle pulmonaire bloquée = pression capillaire pulmonaire.

La pression capillaire pulmonaire est d'environ égale à la pression veineuse, elle-même égale à la pression de l'oreillette gauche ( $PCP \approx P_v \approx P_{OG}$ ).

- La méthode indirecte réalisée par l'Echo Doppler en utilisant le flux de l'insuffisance tricuspide (IT) et pulmonaire (IP).

PAPS : Pression artérielle pulmonaire systolique

PAPD : Pression artérielle pulmonaire diastolique

PAPM : Pression artérielle pulmonaire moyenne

POD : Pression de l'oreillette droite

$$\text{PAPS} = 4 V_{\max}^2 \text{IT} + \text{POD}$$

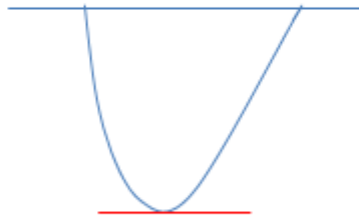
$$\text{PAPD} = 4 V_{\text{T D}}^2 \text{IP} + \text{POD}$$

$$\text{PAPM} = 4 V_{\max}^2 \text{IP} + \text{POD}$$

$$\text{PAPS} = 3\text{PAPM} - 2\text{PAPD}$$

## Insuffisance tricuspide

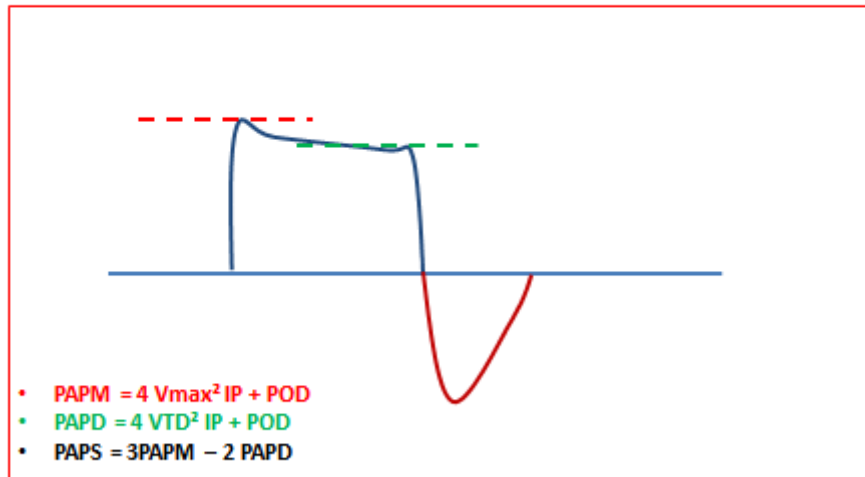
Vitesse maximale de l'IT



$$\text{PAPS} = 4 V_{\text{max}}^2 \text{IT} + \text{POD}$$

Mesure de la pression artérielle pulmonaire systolique en utilisant le flux de l'insuffisance tricuspide

## Insuffisance pulmonaire



Mesure de la pression artérielle pulmonaire systolique en utilisant le flux de l'insuffisance pulmonaire

## **VI- Mesure des résistances pulmonaires**

Il n'y a pas de mesure directe possible des résistances pulmonaires, elles sont calculées à partir de la Loi de Poiseuille (évaluation approximative).

$$R = \Delta P / Q$$

R : résistances

$\Delta P$  : différence de pression

Q : débit

$$RVP = (PAP\ m - PCP) / Q$$

RVP : résistances vasculaire pulmonaires

PAP m : pression artérielle pulmonaire moyenne

PCP : pression capillaire pulmonaire

Q : débit artériel pulmonaire (débit cardiaque)

PAP m est mesurée par un cathétérisme cardiaque droit ; le cathéter de pression étant placé dans le tronc de l'AP ; la PCP est égale à la PAPO (pression artérielle pulmonaire d'occlusion : le ballonnet est gonflé à l'extrémité du cathéter).

## **VII- Distribution des résistances**

La distribution des résistances vasculaires pulmonaires est comme suit :

1/3 au niveau du réseau artériel

1/3 au niveau du réseau capillaire

1/3 au niveau du réseau veineux

NB : distribution des résistances systémiques : 2/3 au niveau du réseau artériel (artérioles)

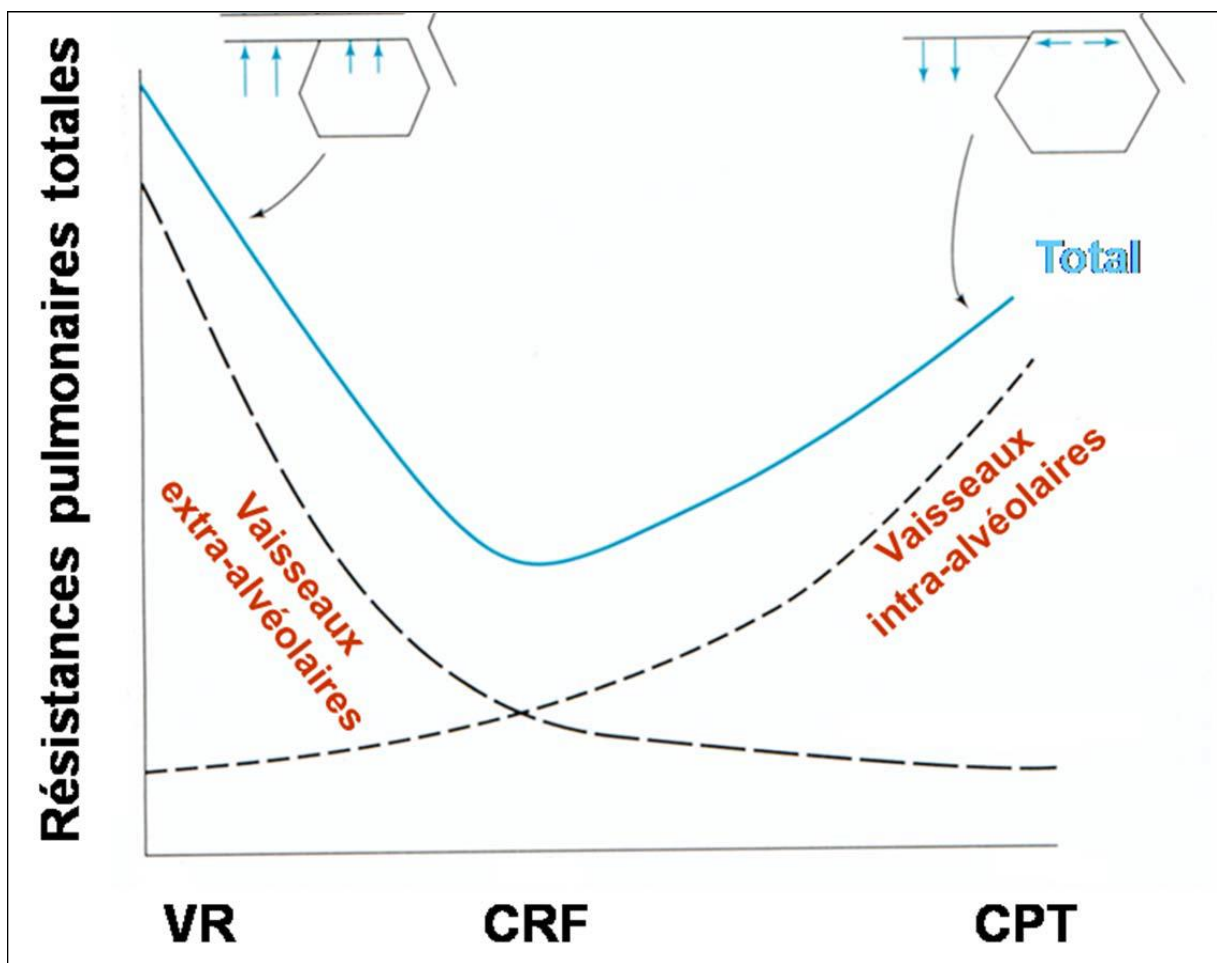
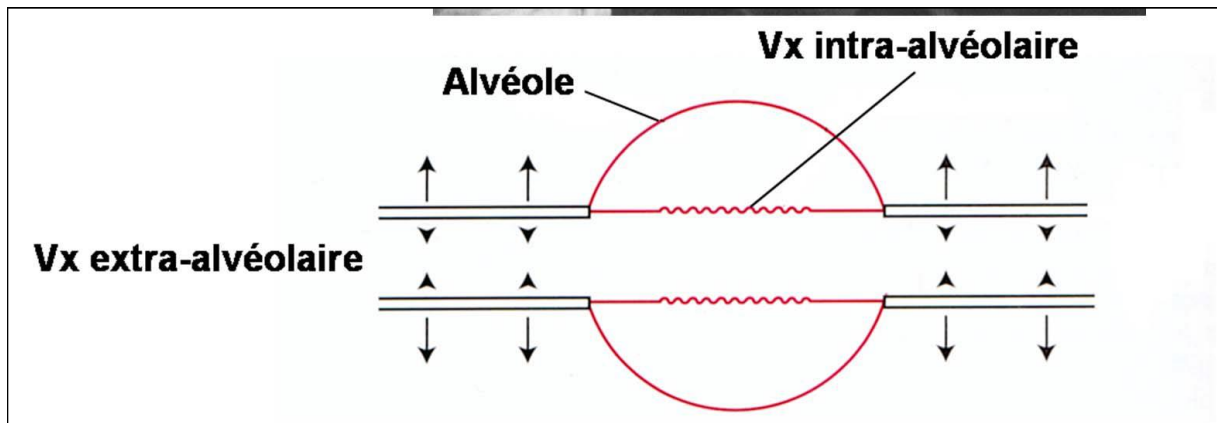
## **VIII- Contrôle des résistances**

Effet global du volume pulmonaire sur les résistances

Du volume résiduel (VR) à la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF): les résistances pulmonaires diminuent par traction radiale des vx extra-alvéolaires

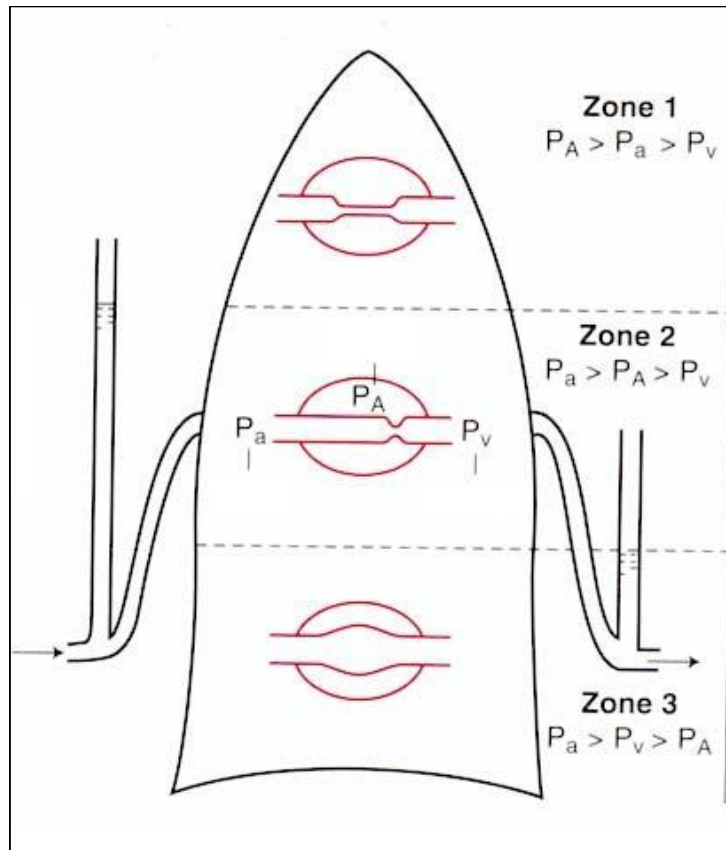
De la CRF à la capacité pulmonaire totale (CPT) : les résistances pulmonaires augmentent par compression des vx alvéolaires

Les résistances pulmonaires minimales s'observent avec la capacité résiduelle fonctionnelle (CRF).



Effet de la gravité sur les résistances : augmentation des Pressions vasculaires entre sommets et bases du poumon

La pression vasculaire  $\approx +1\text{mmHg}$  aux sommets /  $15\text{mmHg}$  aux bases, alors que la pression alvéolaire est stable (faible densité de l'air).

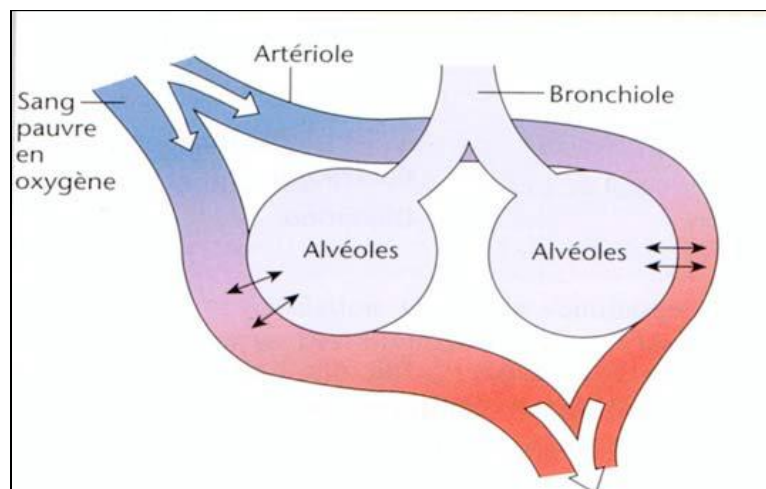


On divise le poumon en trois zones en fonction de la relation entre la pression artériolaire ( $P_a$ ) la pression alvéolaire ( $P_A$ ) et la pression veineuse ( $P_v$ ).

Mais il n'existe pas de limites anatomiques fixes: La pression alvéolaire varie pendant le cycle respiratoire, alors que la pression artériolaire varie pendant le cycle cardiaque (débit pulsatile), elle varie en fonction du débit cardiaque et la position corporelle.

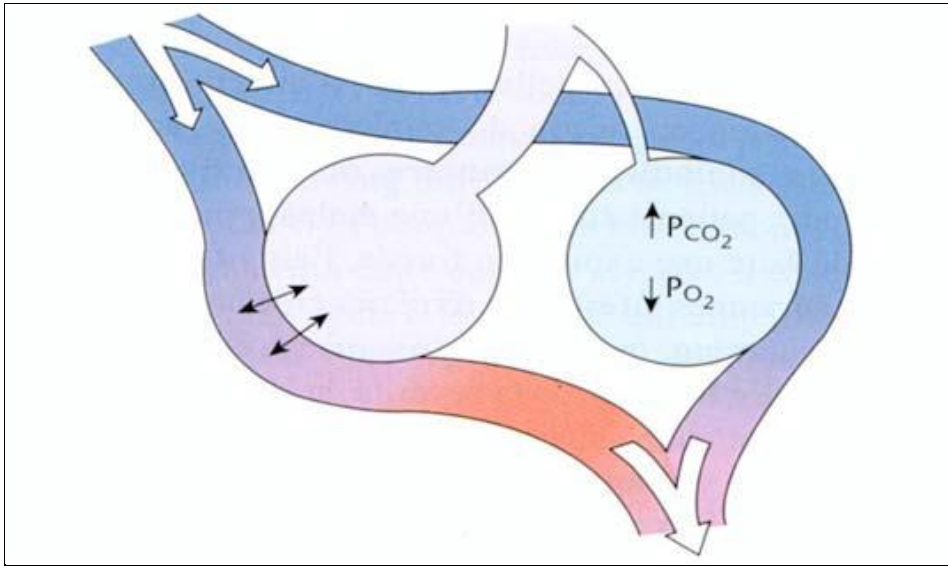
### IX- **Perfusion et ventilation**

Si la perfusion et la ventilation sont normales, les échanges gazeux sont optimaux.

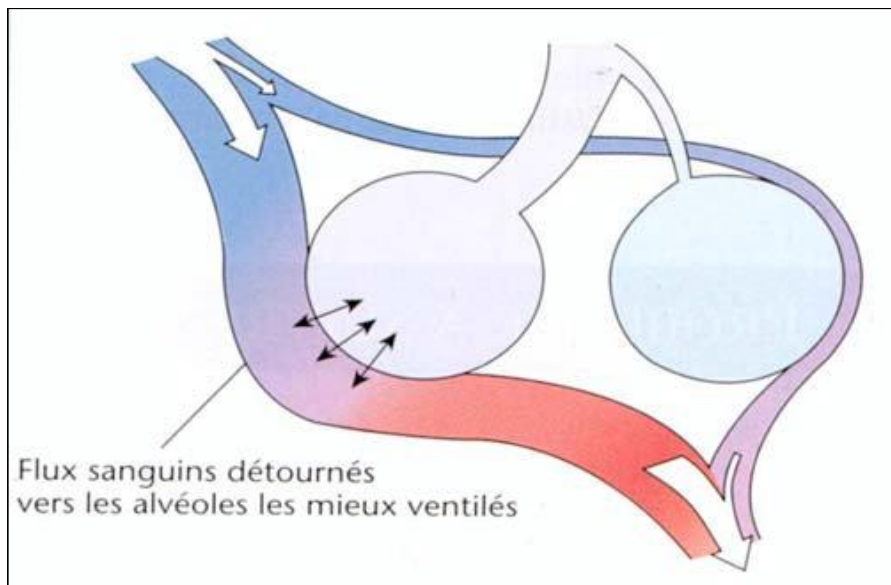




Si la perfusion est normale alors que la ventilation est diminuée dans un groupe d'alvéoles, la pression alvéolaire en  $O_2$  diminue ( $PAO_2 \downarrow$ )



L'hypoxie alvéolaire détourne la perfusion vers les alvéoles bien ventilées pour améliorer les échanges gazeux.



Vasoconstriction hypoxique : Hypoxie alvéolaire  $\rightarrow$  vasoconstriction des artérioles pulmonaires correspondantes Seuil  $\approx 9,4$  kPa (70 mmHg)

Si la Pression alvéolaire en  $O_2$  chute de façon importante la perfusion peut s'interrompre

Autres mécanismes actifs:

- Innervation autonome négligeable en physiologie normale
- Substances vasoactives (endothéliales, circulantes)
- Vasodilatation: Acétylcholine, NO, prostacyclines, etc...
- Vasoconstriction: Thromboxanes, angiotensine, endothéline, etc...

## **X- Conclusion**

La circulation pulmonaire fonctionne en parallèle avec la pompe cardiaque, pour assurer l'oxygénation des organes, la compréhension de sa physiologie est indispensable pour comprendre les situations pathologiques et leur retentissement sur le cœur telle que l'hypertension artérielle pulmonaire primitive, et également comprendre le retentissement des pathologies cardiaques sur son fonctionnement.