

*UE3-2 - Physiologie – Physiologie Respiratoire*

Chapitre 7 :

# Circulation pulmonaire

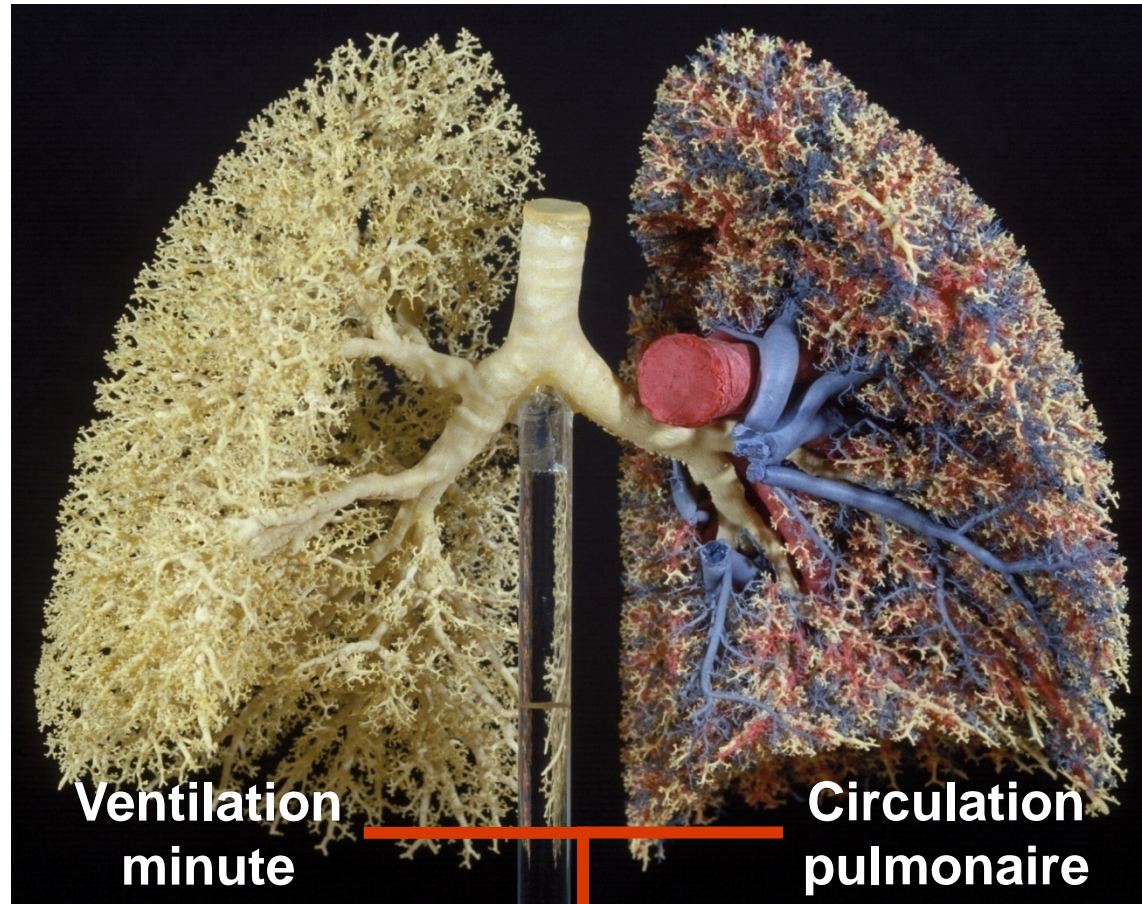
Docteur Sandrine LAUNOIS-ROLLINAT

Année universitaire 2011/2012

Université Joseph Fourier de Grenoble - Tous droits réservés.

# Circulation pulmonaire

Moulage de  
l'arbre bronchique



Moulage des  
vaisseaux  
pulmonaires

**Ventilation  
minute**

**Circulation  
pulmonaire**

Echanges gazeux

# Circulation pulmonaire

- Rappels d'anatomie
- Hémodynamique
- Distribution régionale de la perfusion

# Circulation pulmonaire

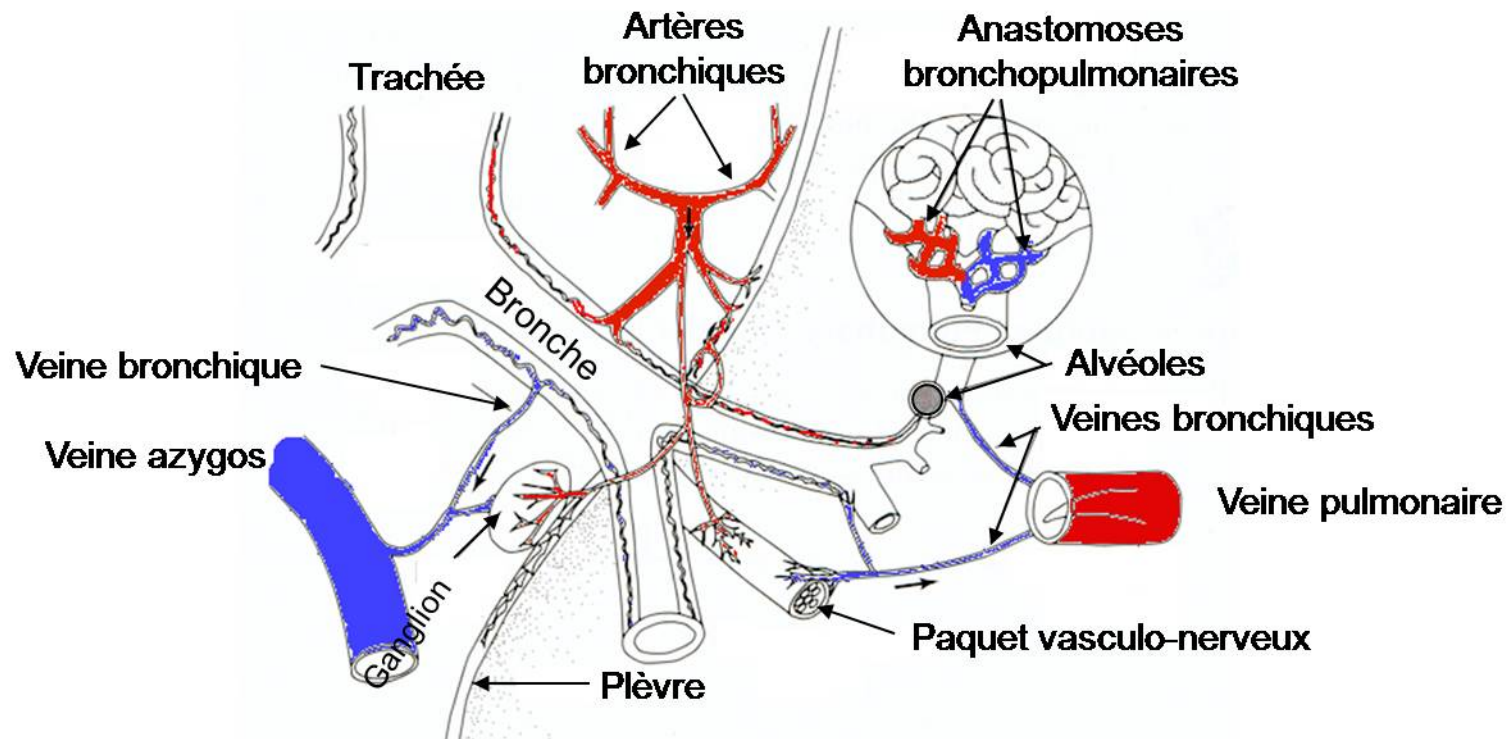
- Rappels d'anatomie
  - Circulation bronchique
  - Circulation pulmonaire
- Hémodynamique
- Distribution régionale de la perfusion

# Rappels d'anatomie

- Circulation bronchique
  - Fonction nutritive: oxygénation des structures pulmonaires
  - Assurée par les **vaisseaux bronchiques** qui suivent les bronches
  - 1% du débit cardiaque

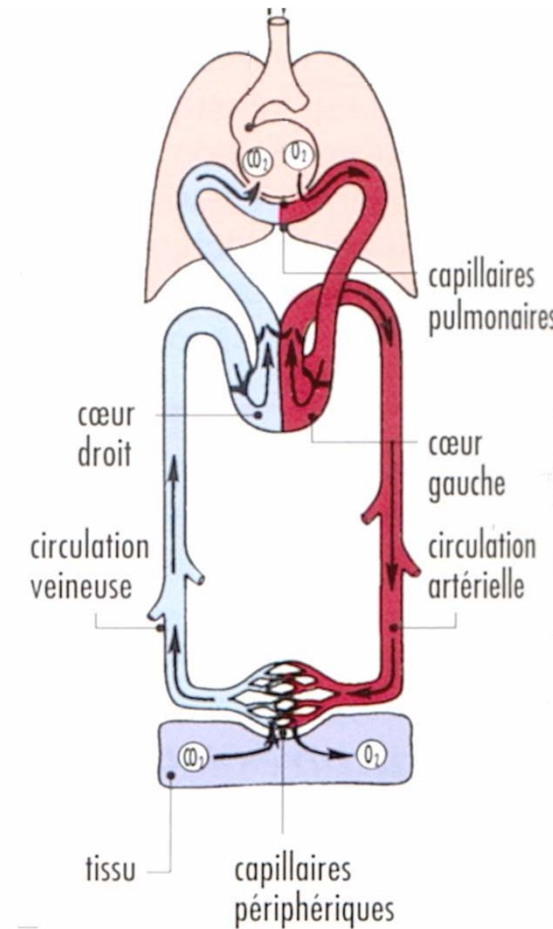
# Rappels d'anatomie

- Aorte → artères bronchiques → capillaires bronchiques → veines bronchiques → veines azygos → veine cave supérieure  
→ **veines pulmonaires**



# Rappels d'anatomie

- Circulation pulmonaire
  - Placée entre le cœur droit et le cœur gauche
  - Structure artério-veineuse calquée sur le réseau bronchique
  - Capillaires pulmonaires




# Rappels d'anatomie

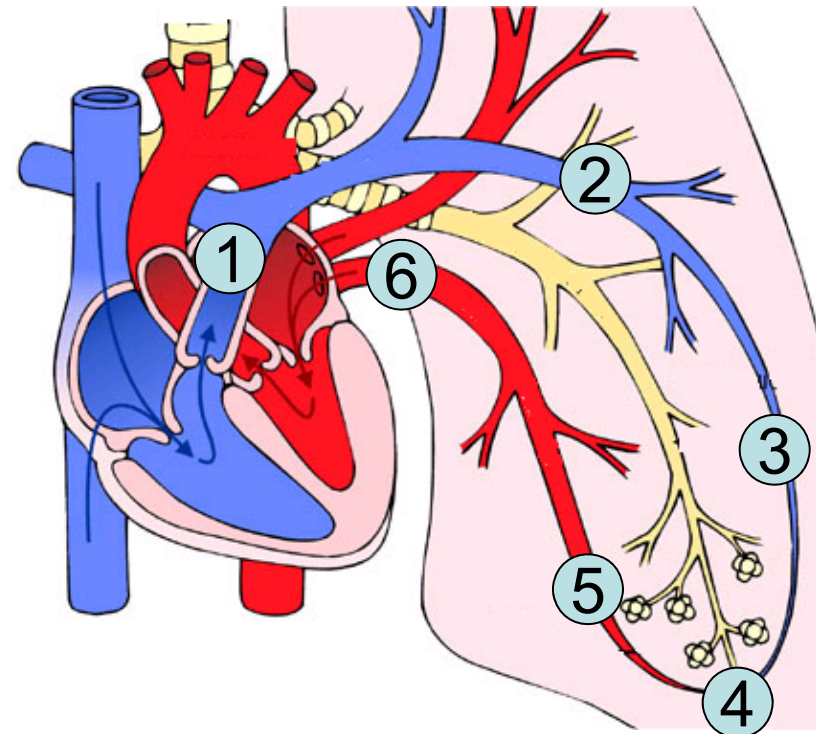
- Particularités de la circulation pulmonaire :
  - Reçoit **100% du débit cardiaque**
  - Circulation **fonctionnelle**, assure les échanges gazeux alvéolo-capillaires
  - Fonctions accessoires
    - métabolique
    - hémodynamique
    - filtre circulatoire
    - apport nutritif aux cellules du *parenchyme* pulmonaire



# Rappels d'anatomie

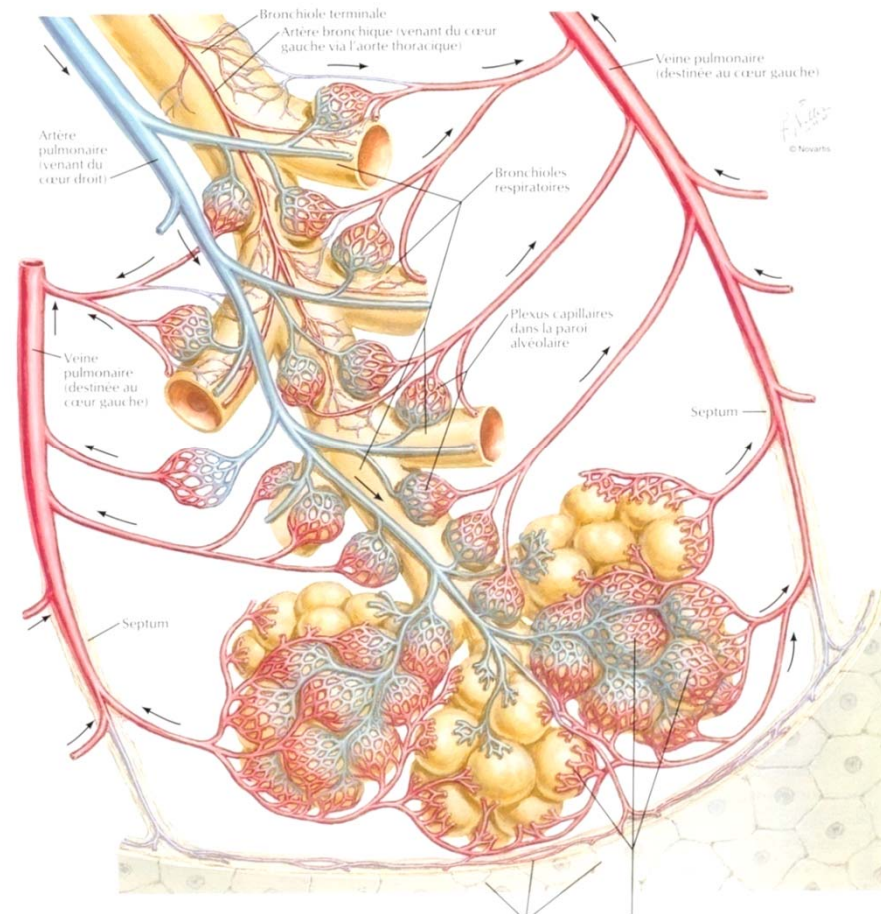
- Tronc (1) puis branches de l'artère pulmonaire (2), artérioles (3), capillaires (4), veinules (5) puis veines pulmonaires (6)

-  Les artères pulmonaires contiennent du sang « veineux », les veines pulmonaires du sang « artériel »
- Fonction = échanges gazeux



# Rappels d'anatomie

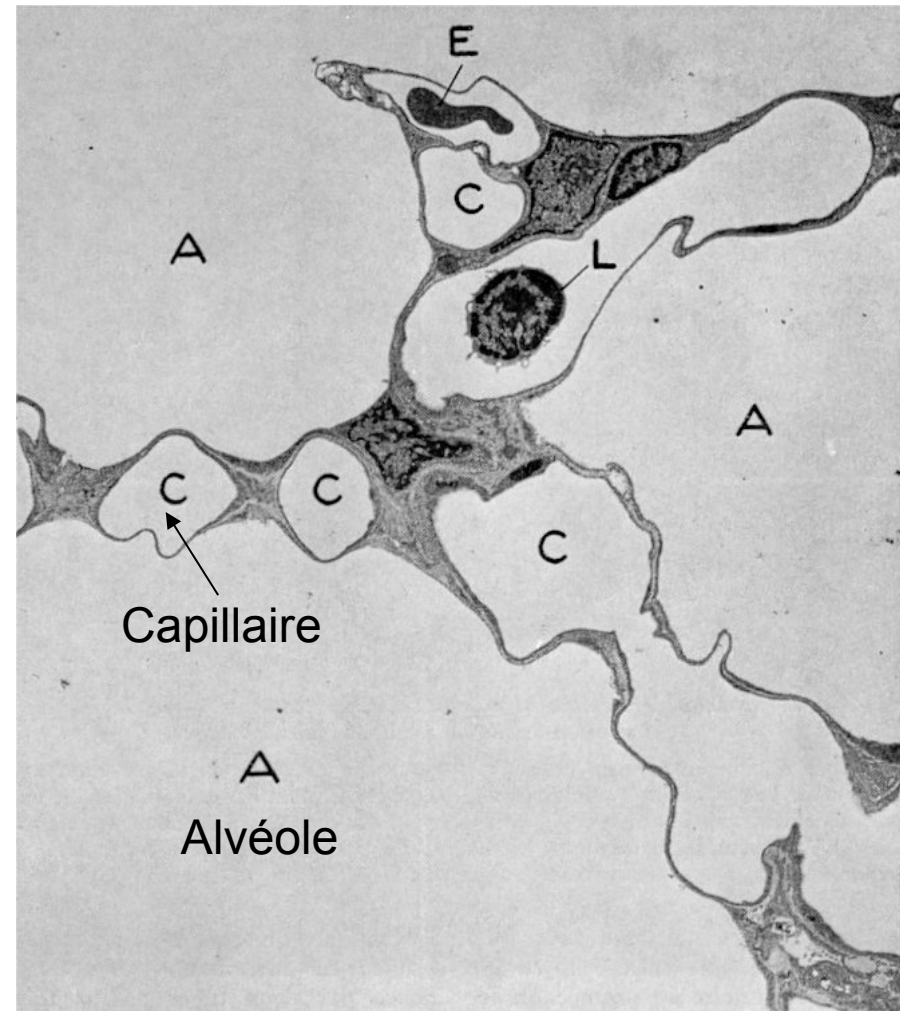
- Les vaisseaux pulmonaires suivent étroitement l'arbre bronchique
- Les bronches ont leur propre circulation à visée *nutritive*
- Les capillaires pulmonaires sont disposés en réseau anastomotique et recouvrent  $\approx 75\%$  de la surface des alvéoles  $\approx 100 \text{ m}^2$



Lobule pulmonaire

# Rappels d'anatomie

- Entre l'air alvéolaire et le sang des capillaires pulmonaires, très courte distance
- Paroi capillaire
  - **mince** pour favoriser les échanges gazeux
  - **résistante** pour supporter la pression intravasculaire



# Circulation pulmonaire

- Rappels d'anatomie
- Hémodynamique
  - Généralités
  - Contrôle des résistances pulmonaires *vasculaires*
- Distribution régionale de la perfusion

# Hémodynamique : Généralités

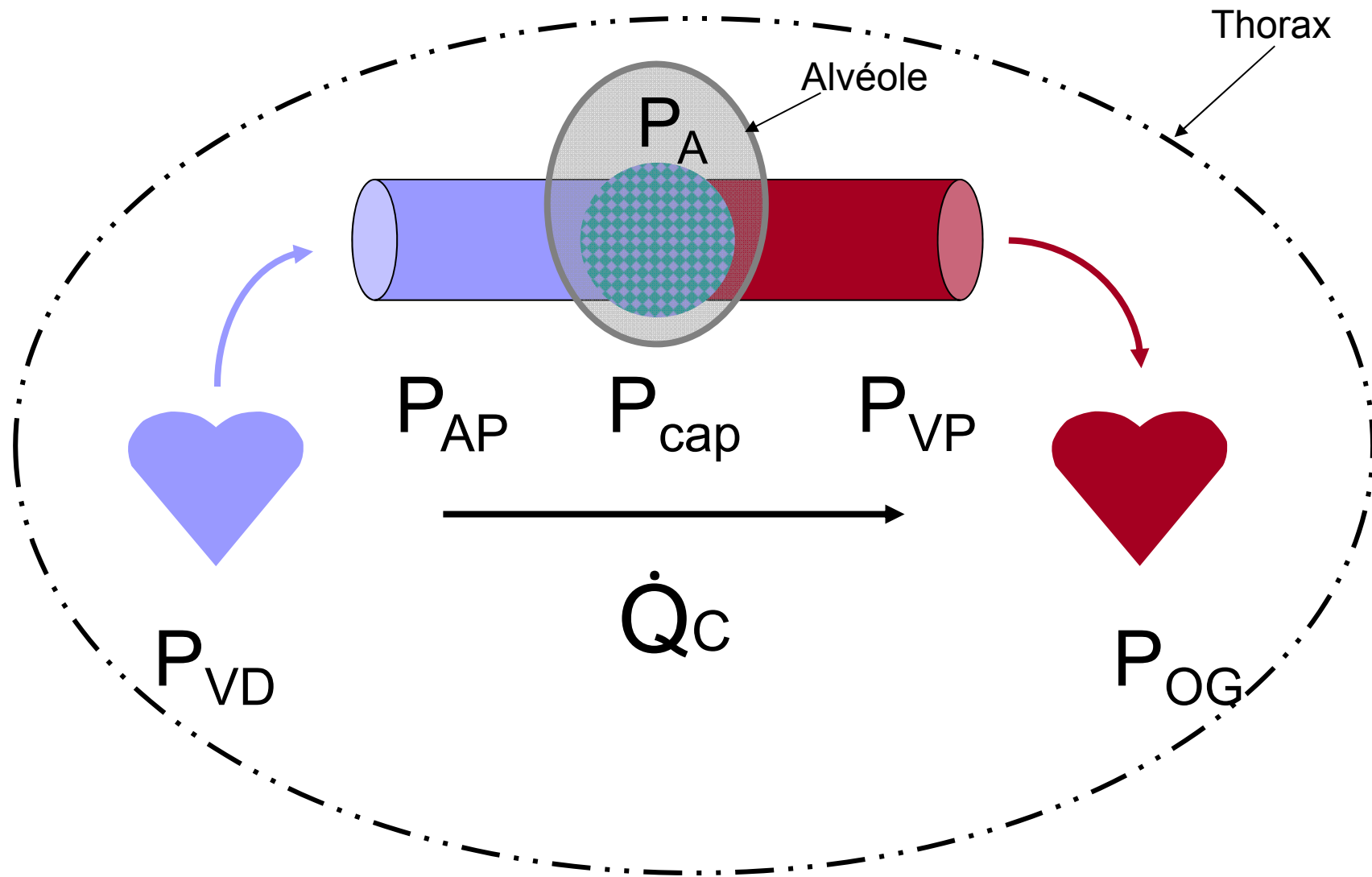
- Ecoulement d'un fluide dans un système de conduction

- Pression
- Débit
- Résistance

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

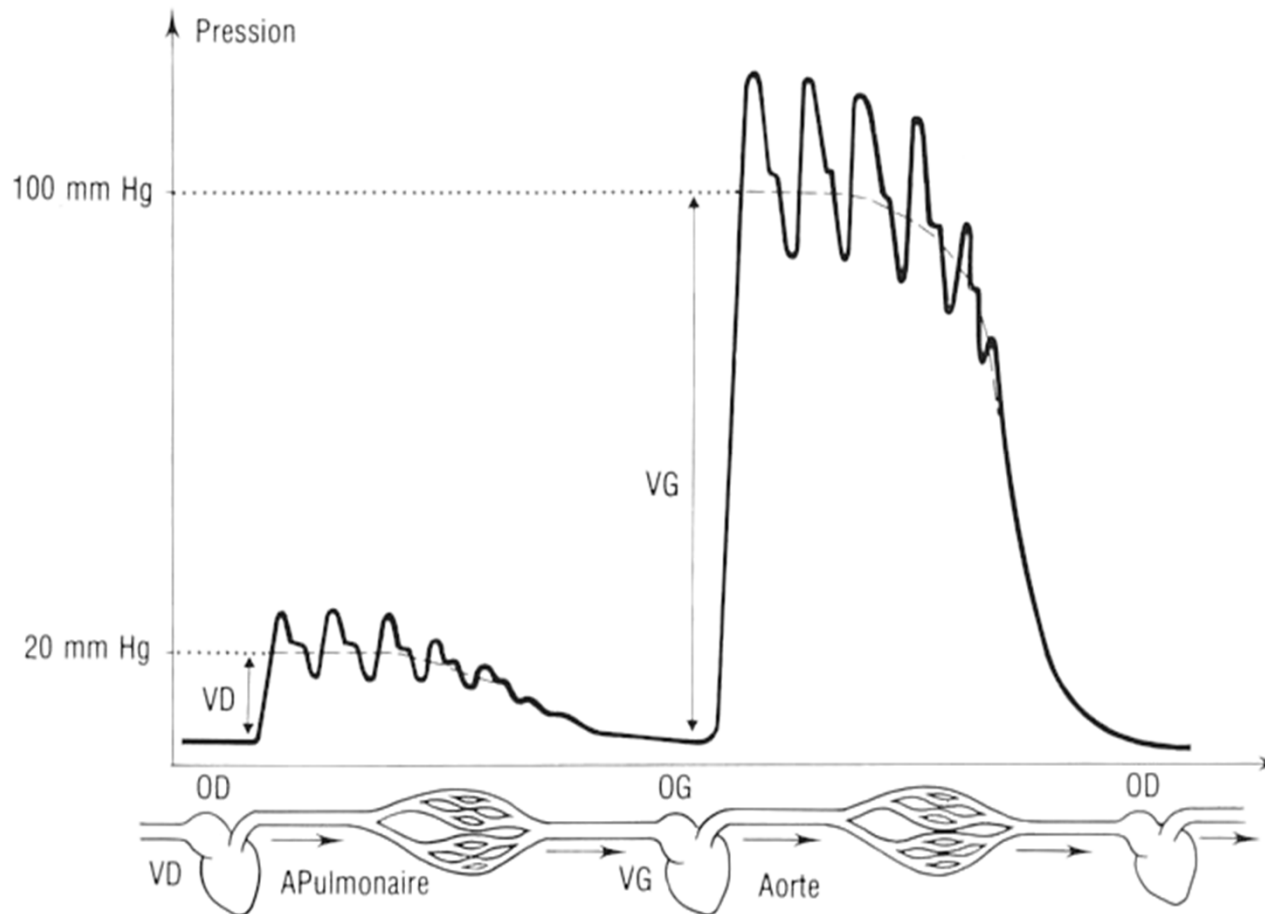
*Loi de Poiseuille*

# Hémodynamique : Généralités



# Hémodynamique : Généralités

- Circulation pulmonaire = système à basse pression



*D'après référence 5*

# Hémodynamique : Généralités

- $\Delta P = R \cdot \dot{Q}$
- A tout moment :
  - Débit pulmonaire = débit cardiaque
  - $\Delta P_{\text{pulm}} (P_{\text{AP}} - P_{\text{OG}}) \ll \Delta P_{\text{syst}} (P_{\text{AM}} - P_{\text{OD}})$
- $\rightarrow R$  vasculaires pulmonaires  $\ll R$  vasculaires systémiques
- $R_{\text{pulm}} \approx 1/10 R_{\text{syst}}$



# Hémodynamique : Généralités

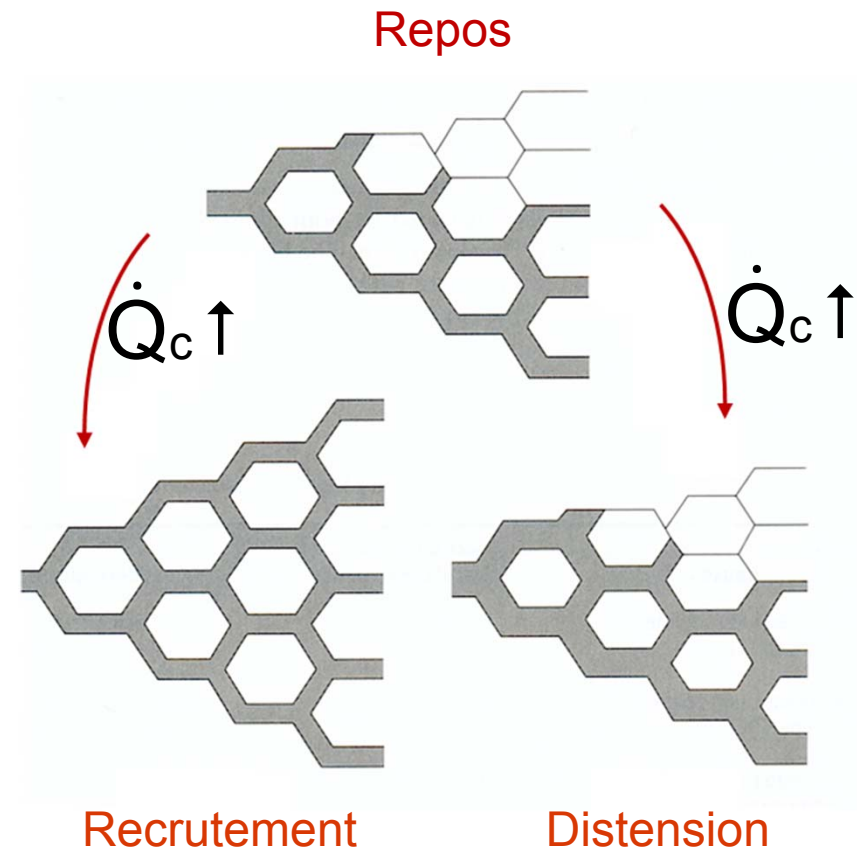
- Contrôle des résistances par
  - Mécanismes **passifs**
    - Débit cardiaque ← Facteur principal
    - Volume pulmonaire
    - Gravité
  - Mécanismes **actifs**
    - Hypoxie
    - Contrôle nerveux
    - Substances vasoactives

# Contrôle des résistances pulmonaires

- Lorsque le **débit cardiaque** augmente, les pressions dans la circulation pulmonaire varient peu

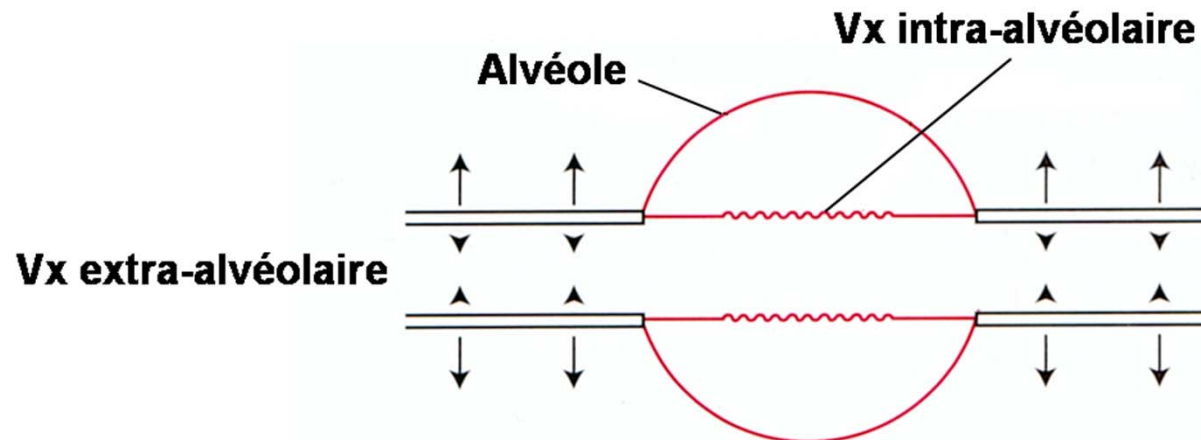
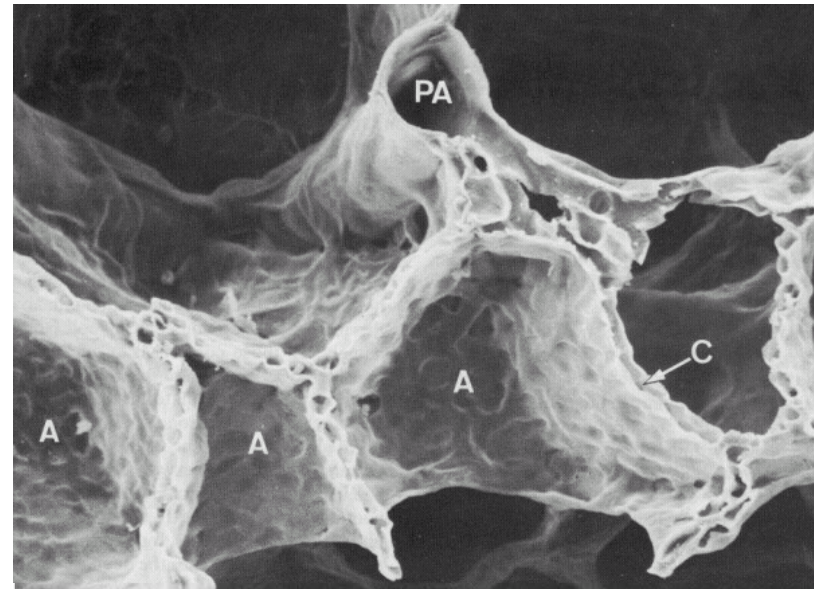
$$\Delta P = \dot{Q}_c \cdot R_{\text{pulm}}$$

- 2 mécanismes:
  - **recrutement** de capillaires fermés
  - **distension** de capillaires déjà ouverts



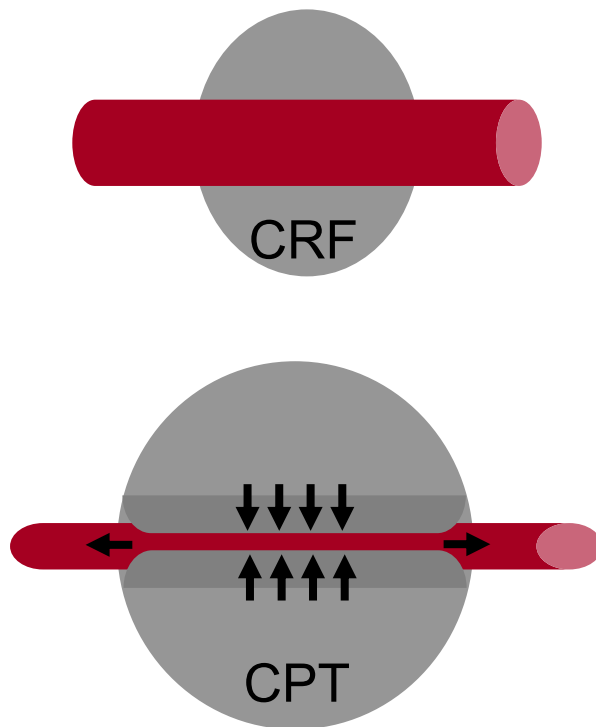
# Contrôle des résistances pulmonaires

- 2 types de vaisseaux pulmonaires
  - intra-alvéolaires
  - extra-alvéolaires

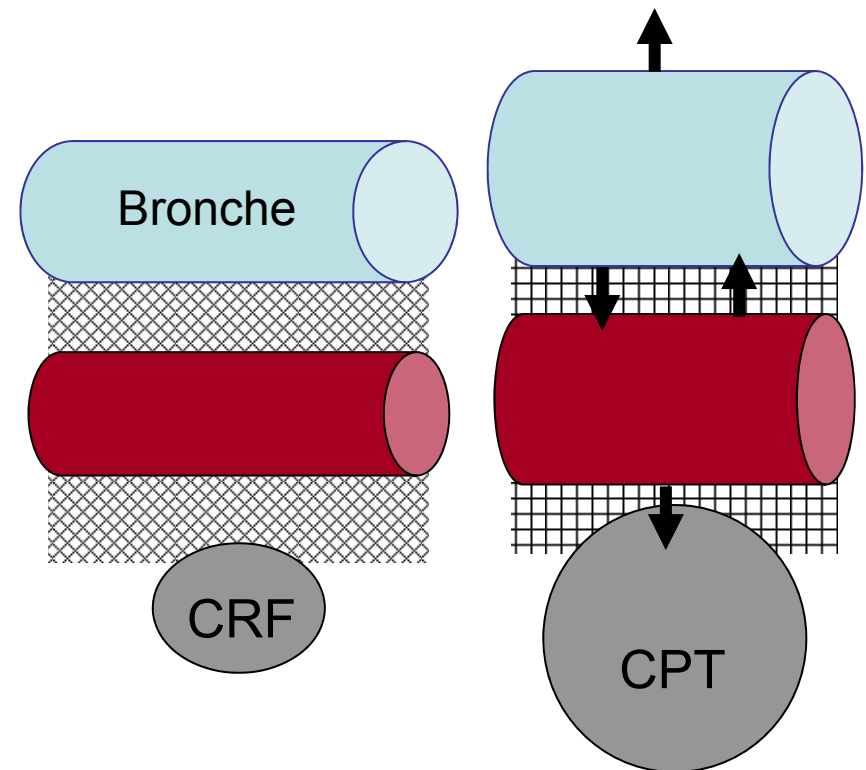


# Contrôle des résistances pulmonaires

- Vaisseaux intra-alvéolaires

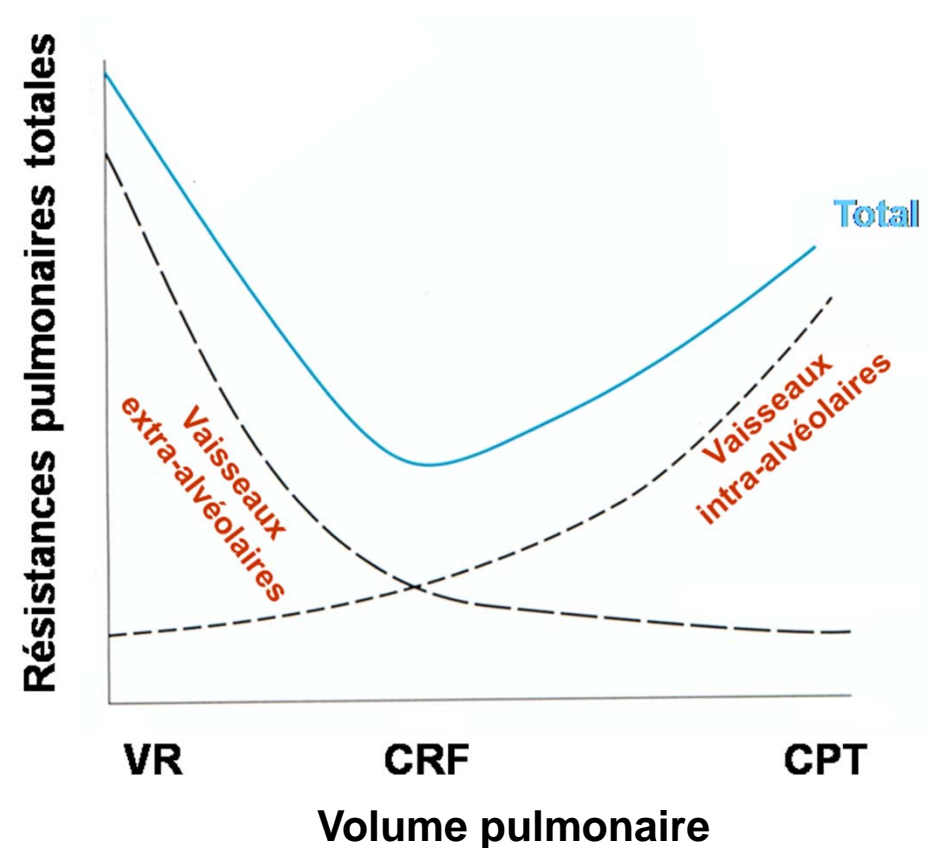


- Vaisseaux extra-alvéolaires



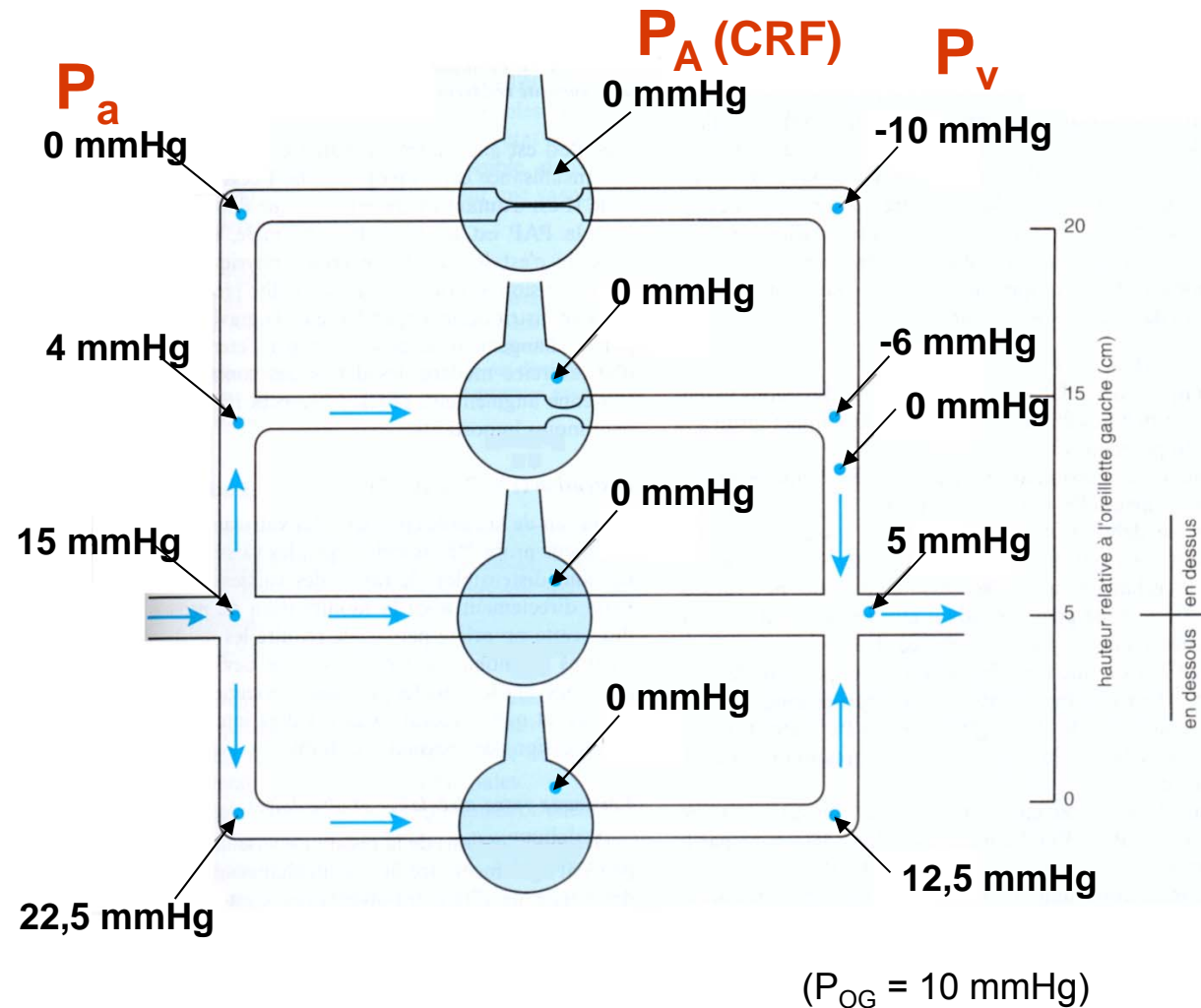
# Contrôle des résistances pulmonaires

- Effet global du **volume pulmonaire** sur les résistances
  - Du VR à la CRF:  $R_{PULM} \downarrow$  par traction radiale des vx extra-alvéolaires
  - De la CRF à la CPT:  $R_{PULM} \uparrow$  par compression des vx alvéolaires
  - $R_{PULM}$  minimum: CRF



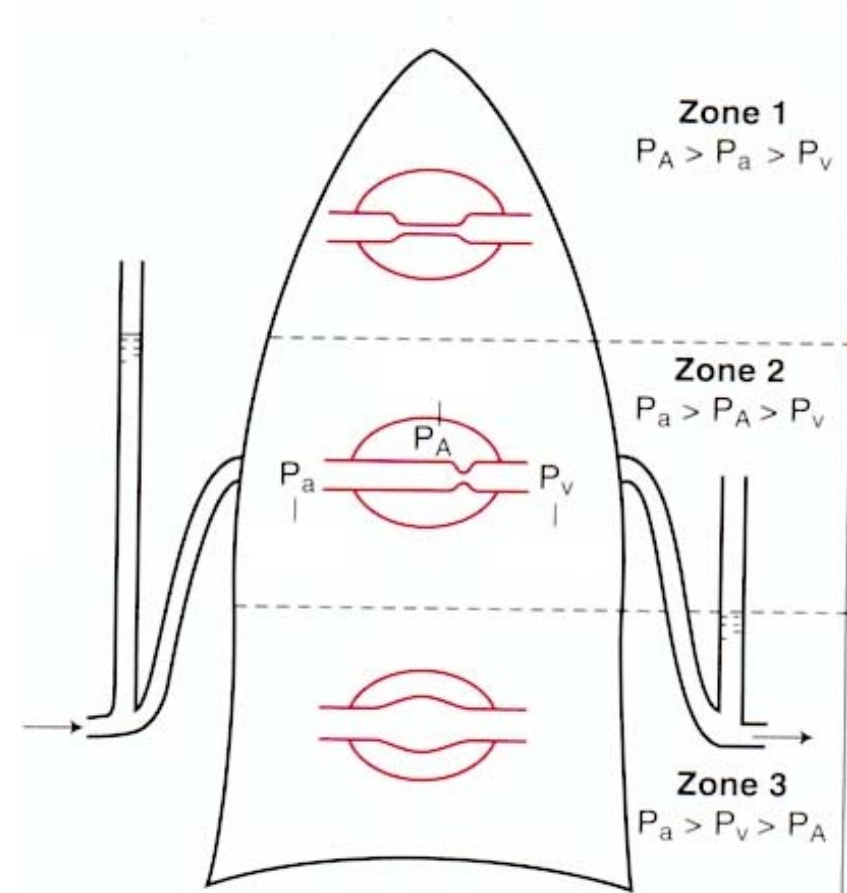
# Contrôle des résistances pulmonaires

- Effet de la **gravité** sur les résistances
- ↑ Pressions vasculaires entre sommets et bases du poumon
- P vasculaire  $\approx$  +1mmHg/15mm
- Pression alvéolaire stable (faible densité de l'air)

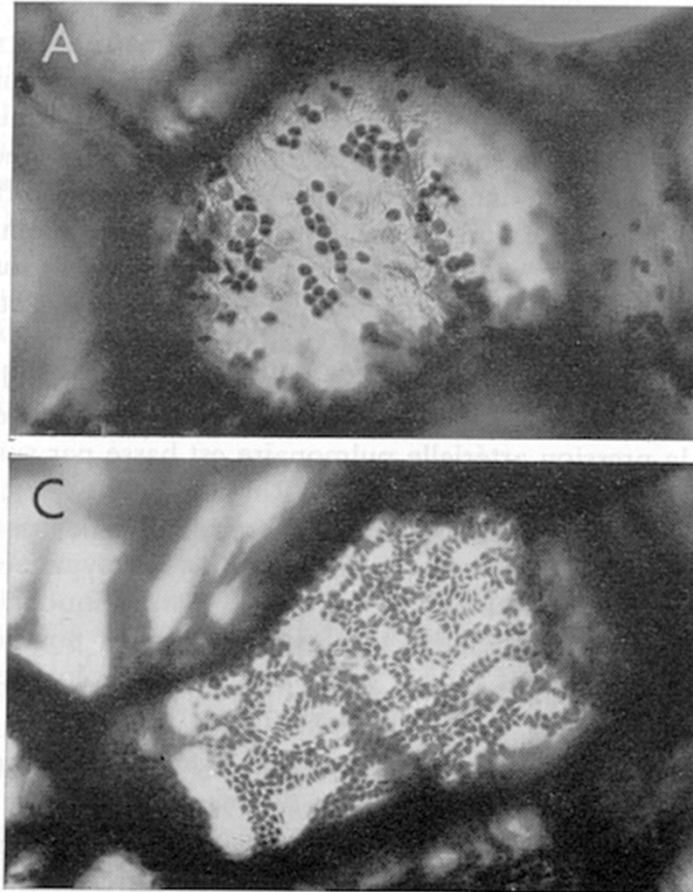
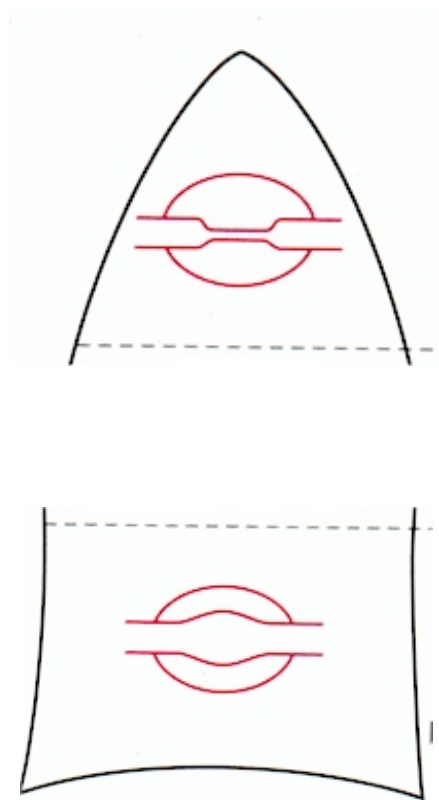


# Contrôle des résistances pulmonaires

- On divise le poumon en zones en fonction de la relation entre  $P_a$ ,  $P_A$ ,  $P_v$
- Pas de limites anatomiques fixes:
  - $P_A$  varie pendant le cycle respiratoire
  - $P_a$  varie pendant le cycle cardiaque (débit pulsatile)
  - $P_a$  varie en fonction du débit cardiaque
  - Position corporelle



# Contrôle des résistances pulmonaires

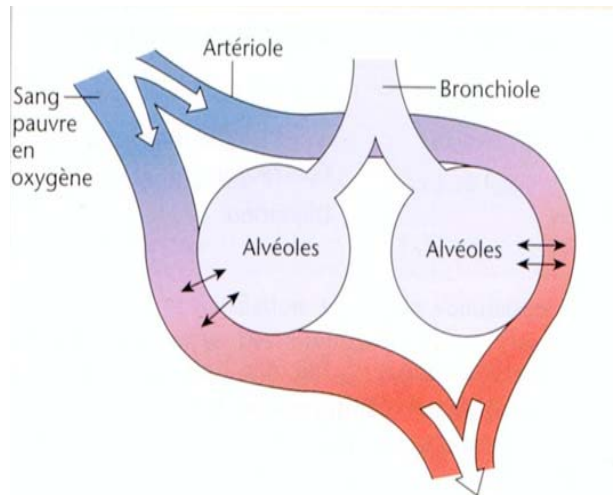


Lit capillaire pulmonaire

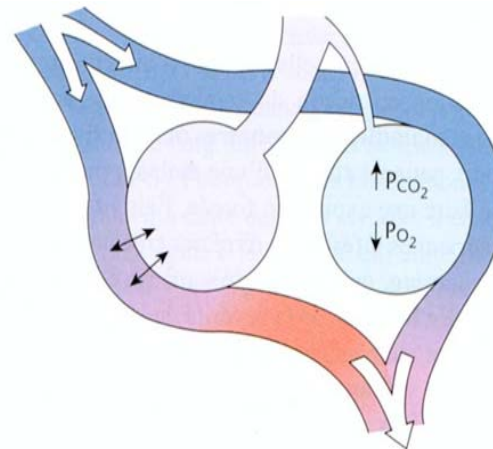


# Contrôle des résistances pulmonaires

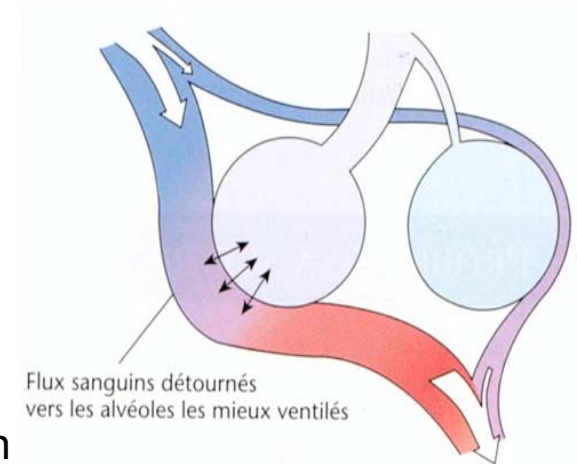
- Vasoconstriction hypoxique



Perfusion et ventilation normales, échanges gazeux optimaux



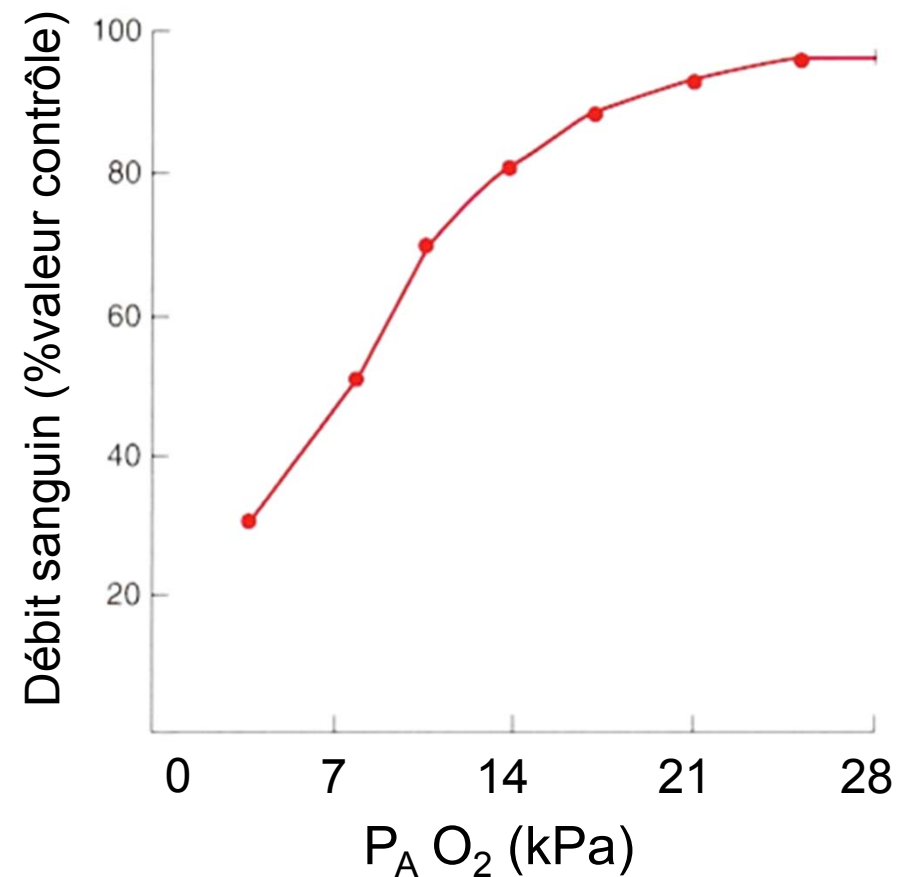
Perfusion normale, ventilation diminuée dans un groupe d'alvéoles,  $P_{A}O_2 \downarrow$



L'hypoxie alvéolaire détourne la perfusion vers les alvéoles bien ventilés, amélioration des échanges gazeux

# Contrôle des résistances pulmonaires

- Vasoconstriction hypoxique
  - Hypoxie **alvéolaire** → vasoconstriction des artérioles pulmonaires correspondantes
  - Seuil  $\approx 9,4$  kPa (70 mmHg)
  - Si  $P_{O_2} \downarrow\downarrow\downarrow$ , la perfusion peut s'interrompre



# Contrôle des résistances pulmonaires

- Vasoconstriction hypoxique
  - Mécanisme:
    - contraction des fibres musculaires lisses
    - persiste sur poumon isolé ou transplanté
    - médiateur(s)????
  - Réaction de défense
    - Redistribue la perfusion vers les zones bien ventilées
    - **Bénéfique**
      - en cas d'hypoxie alvéolaire localisée
      - pendant la vie fœtale
    - **Délétère** en cas d'hypoxie généralisée (altitude)

# Contrôle des résistances pulmonaires

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

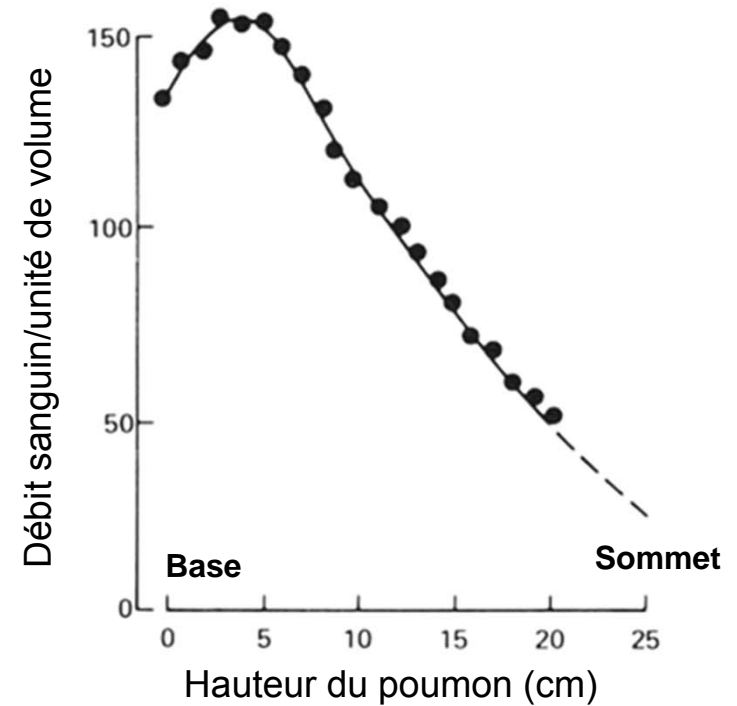
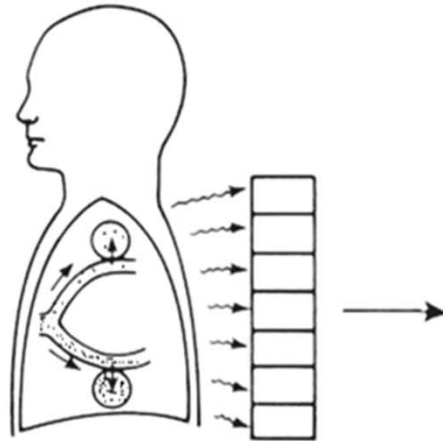
# Circulation pulmonaire

- Rappels d'anatomie
- Hémodynamique
- **Distribution régionale de la perfusion**

# Distribution régionale de la perfusion

## Scintigraphie de perfusion

Injection veineuse d'un traceur radioactif inerte et peu soluble



2 anterior perfusion



Rt  
400K

2 posterior perfusion



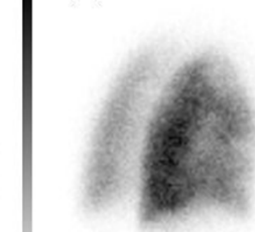
Lt  
44s  
Lt  
400K

2 lpo perfusion



Rt  
41s  
Lt  
400K

2 rpo perfusion



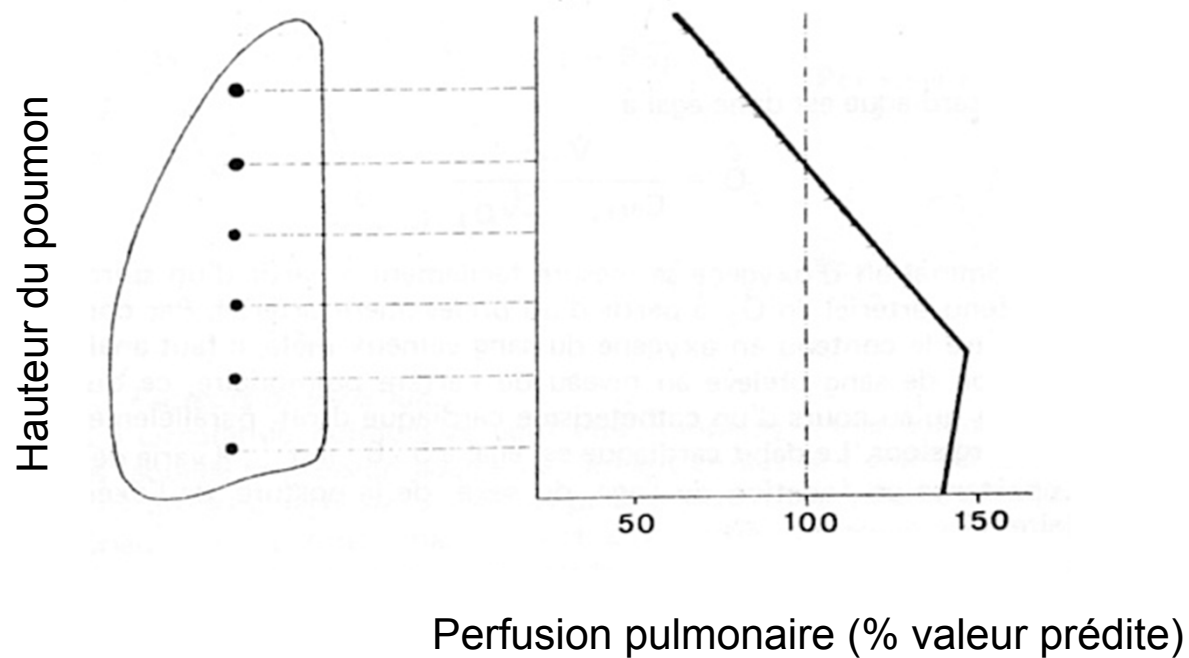
Rt  
51s  
Lt  
400K

Rt  
54s

*D'après référence 6*

# Distribution régionale de la perfusion

Distribution de la perfusion en position debout



# Conclusions

- **Physiologie**

- Sans circulation pulmonaire, pas d'échanges gazeux...

- **Pathologie**

- Circulation facilement accessible → monitoring hémodynamique
- Affections de la circulation pulmonaire
  - Rarement primitives
  - Secondaires à affections
    - veineuses
    - pulmonaires
    - cardiaques



# Références iconographiques

<b>LIVRES</b>				
<b>n° référence</b>	<b>titre de l'ouvrage</b>	<b>auteur</b>	<b>éditeur</b>	<b>année</b>
1	Manuel d'anatomie et de physiologie	SH N'Guyen	Lamarre	1999
2	Atlas d'anatomie humaine	FH Netter	Maloine	1997
3	L'essentiel en physiologie respiratoire	Ch Préfaut	Sauramps Médical	1986
4	Précis de physiologie médicale	AC Guyton	Piccin	1991
5	Pulmonary physiology	MG Lewitsky	McGrawHill	2003
6	Pulmonary physiology and pathophysiology	JB West	Lippincott Williams & Wilkins	2001
7	Physiologie de la respiration	JH Comroe	Masson	1978
8	Physiologie humaine	DU Silverthorn	Pearson Education France	2007
<b>SITES WEB</b>				
<b>n° référence</b>	<b>url</b>			<b>dernière visite</b>
web1	<a href="http://depts.washington.edu/envh/lung.html">http://depts.washington.edu/envh/lung.html</a>			10 2010
web2	<a href="http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/Histo/frames/h_fram15.html">http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/Histo/frames/h_fram15.html</a>			10 2010
web3	<a href="https://casweb.ou.edu/pbell/histology/Outline/lung.html">https://casweb.ou.edu/pbell/histology/Outline/lung.html</a>			10 2010
web4	<a href="http://w3.ouhsc.edu/histology/">http://w3.ouhsc.edu/histology/</a>			10 2010

# Mentions légales

L'ensemble de cette œuvre relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle, littéraire et artistique ou toute autre loi applicable.

Tous les droits de reproduction, adaptation, transformation, transcription ou traduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Cette œuvre est interdite à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1 et ses affiliés.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.