

# Mécanique respiratoire et influence de l'anesthésie

D<sup>re</sup> France Loisel

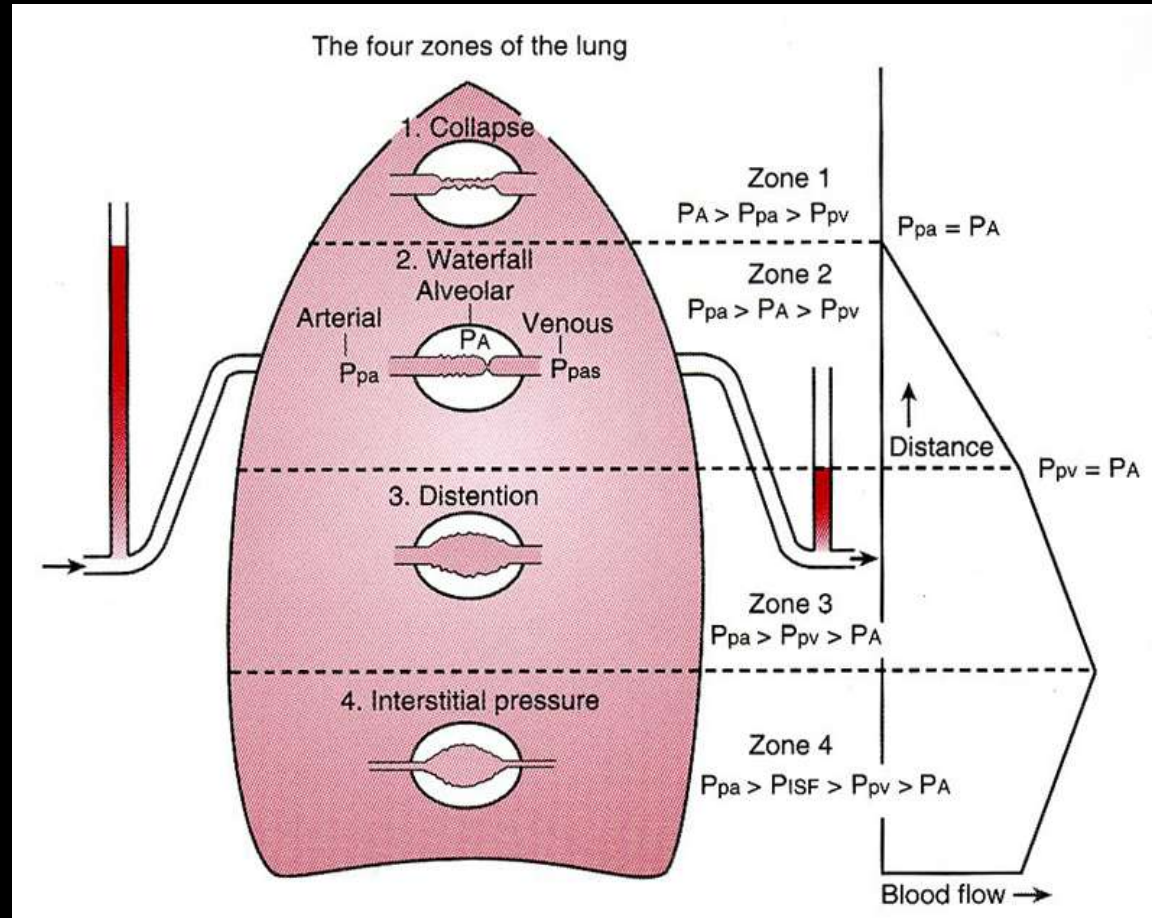
Anesthésiologiste-intensiviste

Hôpital de l'Enfant-Jésus

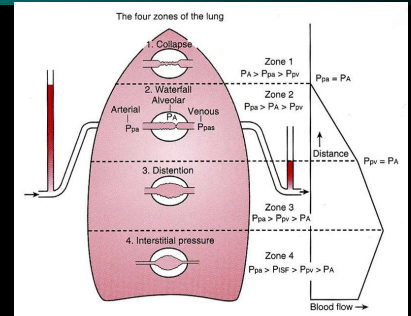
# Plan

- Mécanique respiratoire
  - Distribution normale de la perfusion et de la ventilation
  - Autres déterminants
- Influence de l'anesthésie
  - Effet de la profondeur
  - Effet d'une dysfonction respiratoire préop
  - Mécanismes d'hypoxémie et d'hyper/hypocapnie

# Les 4 zones du poumon: effet de la gravité



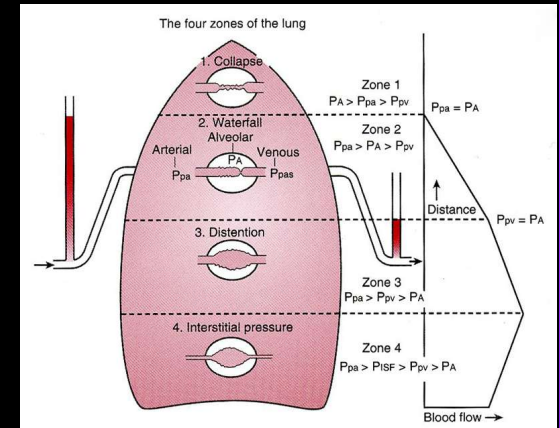
Zone 1:  $P_A > P_{pa} > P_{pv}$



- Aucune perfusion  $\Rightarrow$  espace-mort alvéolaire
- Conditions normales: peu ou pas de zone 1
- + de zone 1 si:
  - Choc oliguémique
  - Si  $PA \uparrow$  (surdistension alvéolaire)  $\rightarrow$  VPP
- $V_d/V_t$  dynamique

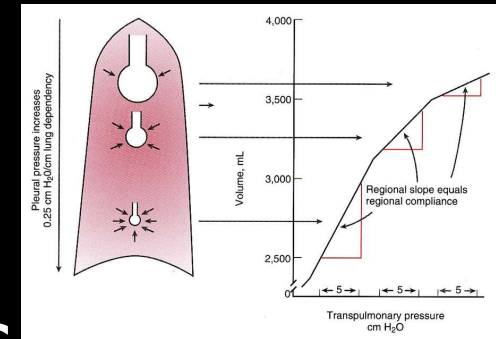
# Zone 3: $P_{pa} > P_{pv} > P_A$

- Flot pulmonaire continu
- Pression transmurale  $\uparrow$  (distension):
  - $\uparrow$  rayon des vaisseaux
  - $\downarrow$  PVR
  - $\uparrow$  flot
- Transsudation possible
- Clearance assurée par lymphatiques



# Distribution de la ventilation

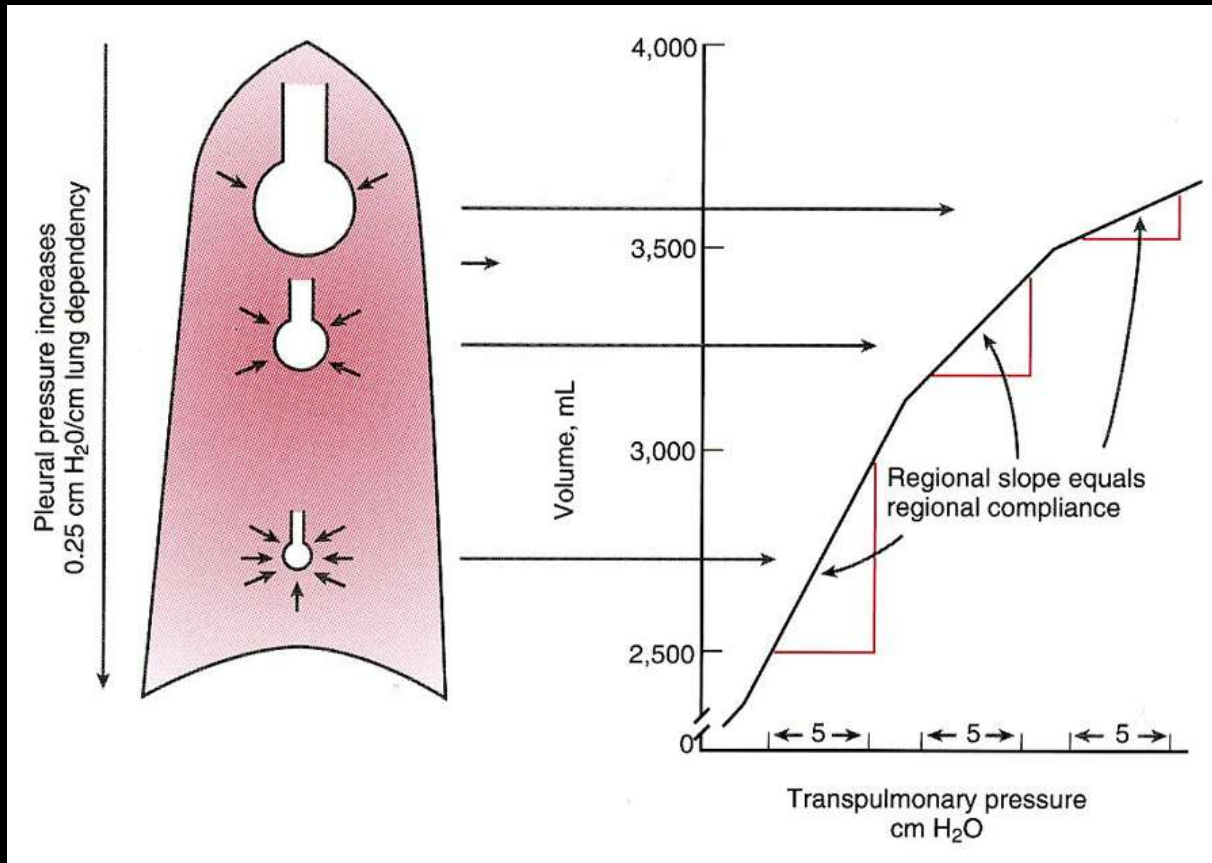
- Gravité cause des  $\Delta$  Pressions pleurales  $\Rightarrow$ 
  - Volume alvéolaire régional
  - $\Delta$  compliance
  - $\Delta$  ventilation
- $\uparrow P_{pl}$   $0.25\text{cmH}_2\text{O}/\text{cm}$ 
  - + négative aux sommets
  - - négative aux bases



# Distribution normale de la ventilation

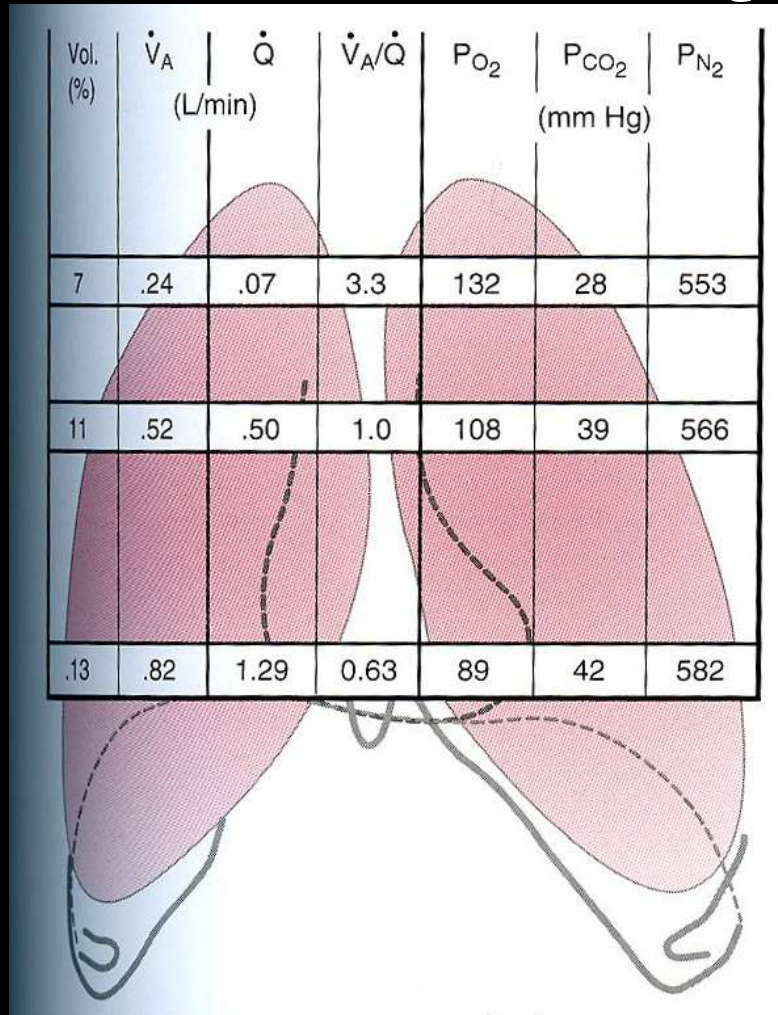
- Pression de distension transpulmonaire varie ( $P_A - P_{pl}$ ):  $P_A$  est constante
  - Alvéoles des bases + comprimées qu'aux sommets
  - $\Delta$  volume  $\Rightarrow$   $\Delta$  compliance ( $\Delta V / \Delta P$ )
  - **Majorité du volume courant est préférentiellement distribuée aux alvéoles dépendantes**

# $\Delta P_{pl} \Rightarrow \Delta \text{ Compliance}$





# Distribution des ratios V/Q



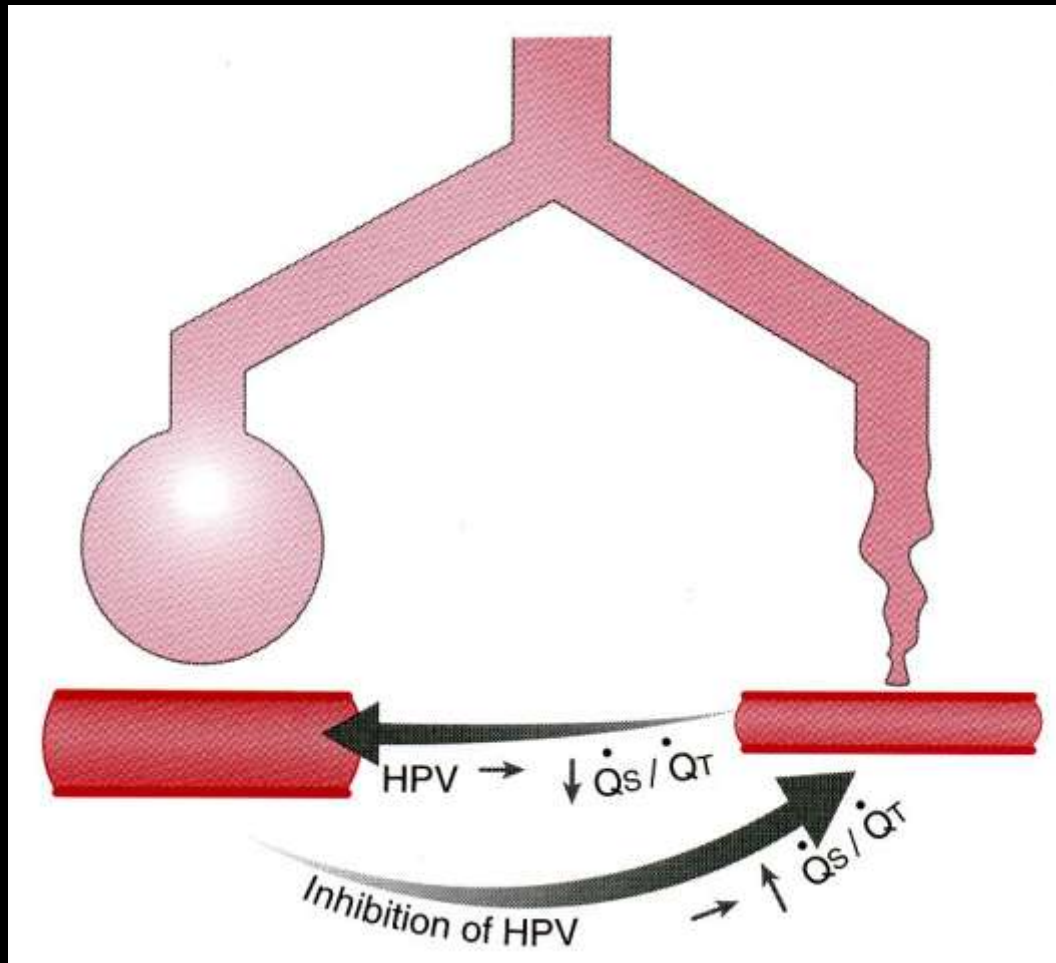
## Autres déterminants des PVR et de la distribution du flot

- 1-Débit cardiaque
- 2-Hypoxie alvéolaire
- 3-Volume pulmonaire
- 4-Voies alternes(non alvéolaires) de la circulation pulmonaire

# Débit cardiaque

- De façon passive:
  - Si  $\downarrow Q_t \rightarrow \downarrow$  pressions vasculaires pulmonaires
  - Circulation flexible
  - $\downarrow$  Rayon  $\rightarrow \uparrow$  PVR
  - Inverse pour  $Q_t \uparrow$
- Vasoconstriction active:
  - Si  $\downarrow Q_t$ , ins. resp. aiguë:  $\uparrow P_{pa}$  et  $\uparrow PVR$

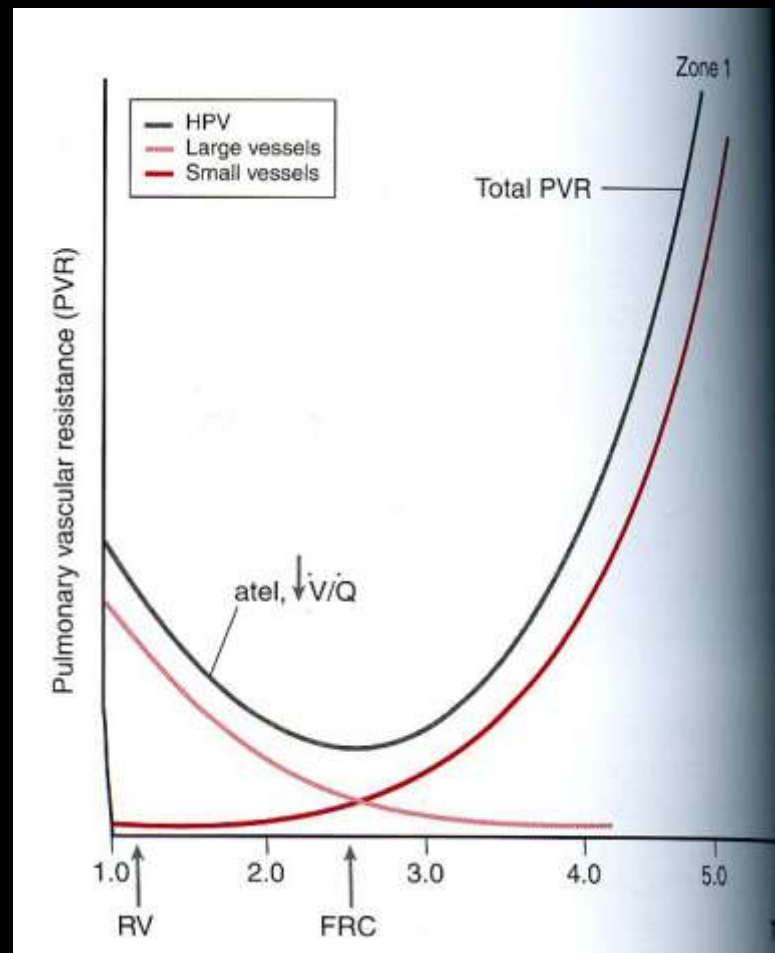
# Hypoxie alvéolaire



# Hypoxie alvéolaire

- Site du stimulus:  $P_AO_2$  et/ou  $P_vO_2$
- 2 théories majeures:
  - Action directe de l'hypoxie
  - Via relâchement de substances vasoactives
- # situations cliniques
  - Altitude
  - Atélectasie, pneumonie
  - Sténose mitrale

# Volume pulmonaire



## Voies alternes: shunt D → G

- Circulation bronchique et pleurale
- Anastomose AV
- Foramen ovale
- Circulations oesophagiennes → médiastinales → bronchiques chez cirrhotique

Donc, les déterminants de la perfusion

- 1-GRAVITÉ
- 2-débit cardiaque
- 3-hypoxie alvéolaire
- 4-volume pulmonaire
- 5-voies alternes ou shunt physiologique



## Autres déterminants de V

- Compliance pulmonaire
- Résistance des voies aériennes
- $\Delta$  Constantes de temps régionales
  - Degré de remplissage alvéolaire dépendra de la durée de l'inspiration

# Compliance pulmonaire

- $\Delta V / \Delta P$
- $1/C_t = 1/C_l + 1/C_{cw}$
- En clinique, seule  $C_t$  est mesurée
  - Normale: 100 ml/cm H<sub>2</sub>O
- Compliance statique et dynamique
  - $\Delta V / P$  plateau et  $\Delta V / P$  crête

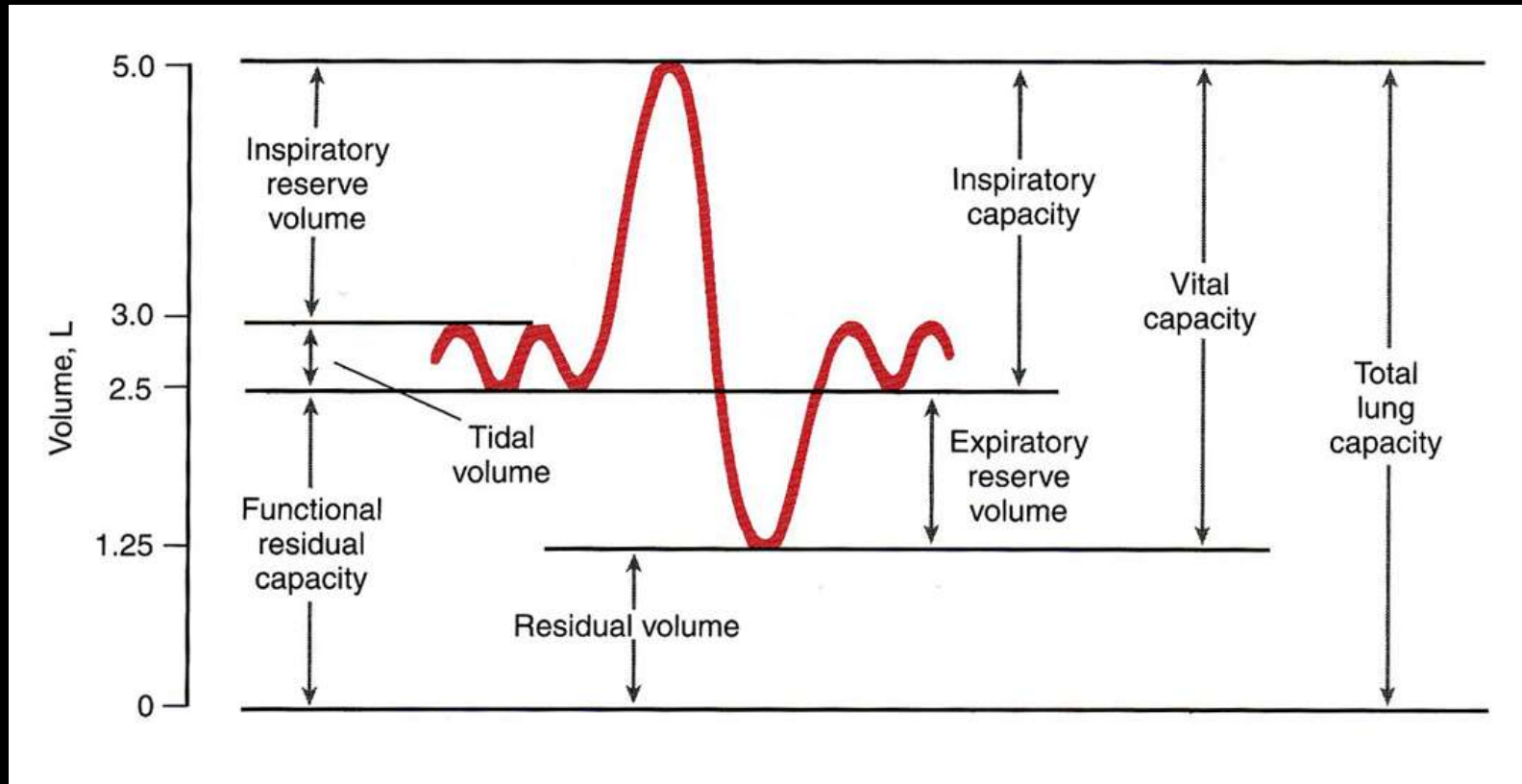
# Résistance des voies aériennes

- $\Delta P / \Delta$  débit
- $\Delta P$  dépend de:
  - Calibre des voies aériennes
  - Débit et type de flot
- Effet de bronchoconstriction
- Effet de hélium ( $\downarrow$  3X)

# Donc, les déterminants du volume pulmonaire

- 1-GRAVITÉ
- 2-compliance pulmonaire
- 3-résistance des voies aériennes
- 4-différentes constantes de temps

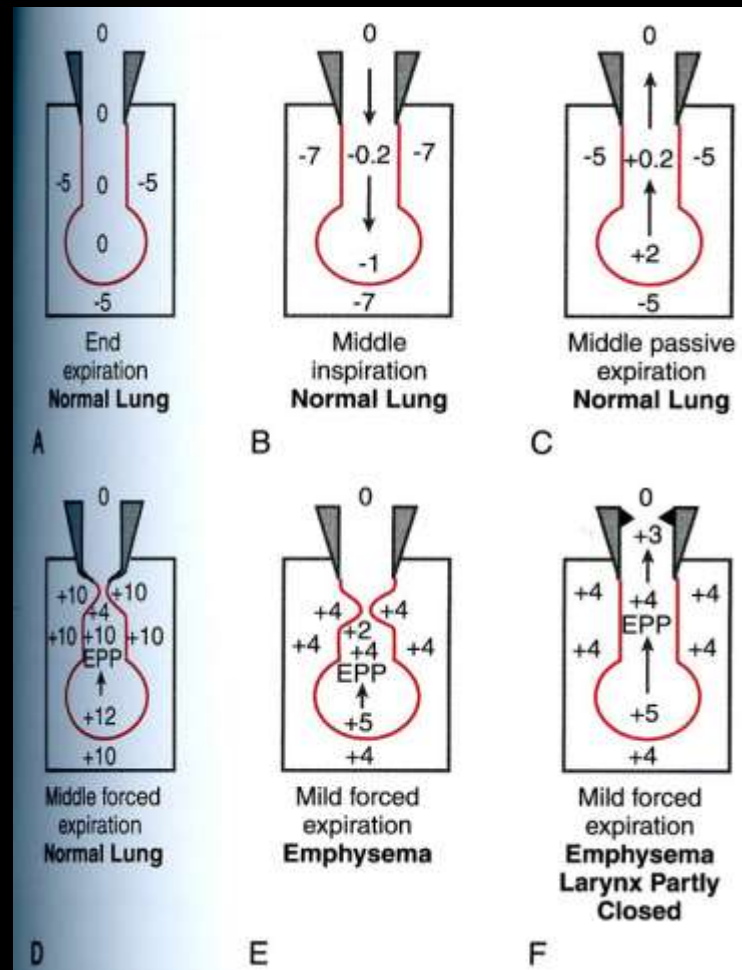
# Volumes pulmonaires



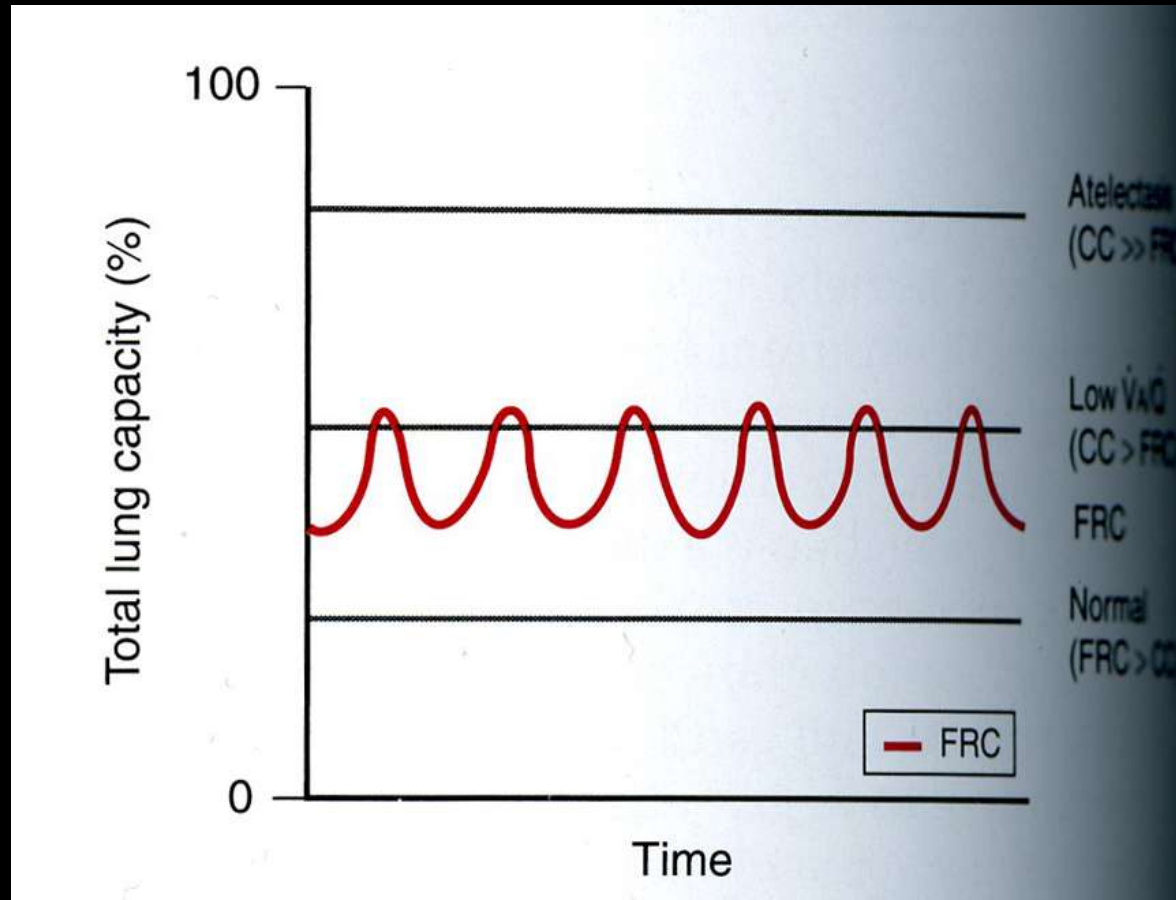
# Volume de fermeture

- Volume pulmonaire auquel certaines voies aériennes sont fermées
- Les gradients de  $P_{pl}$  en sont une cause "physiologique"
- CRF:  $\Delta P$  transmurale  $\approx 5$  cmH<sub>2</sub>O
- Si expiration forcée →
  - $\downarrow P$  transmurale  $< 0$  → fermeture de voies aériennes
- Surtout régions dépendantes

# Gradients de pression et volume de fermeture



# Relation entre la CRF et la Capacité de fermeture





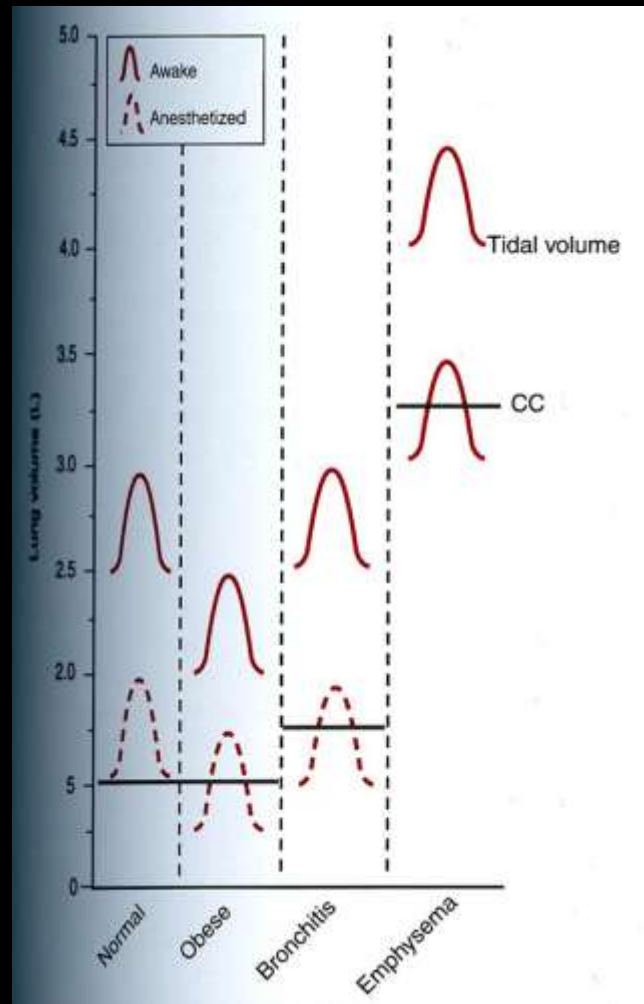
# Capacité de fermeture

- Volume résiduel + volume de fermeture
- ↑ Capacité de fermeture:
  - Tabac, âge, position couchée, MPOC, asthme, œdème pulmonaire
  - 44 ans:  $CC=CRF$  en position couchée
  - 66 ans:  $CC=CRF$  en position debout

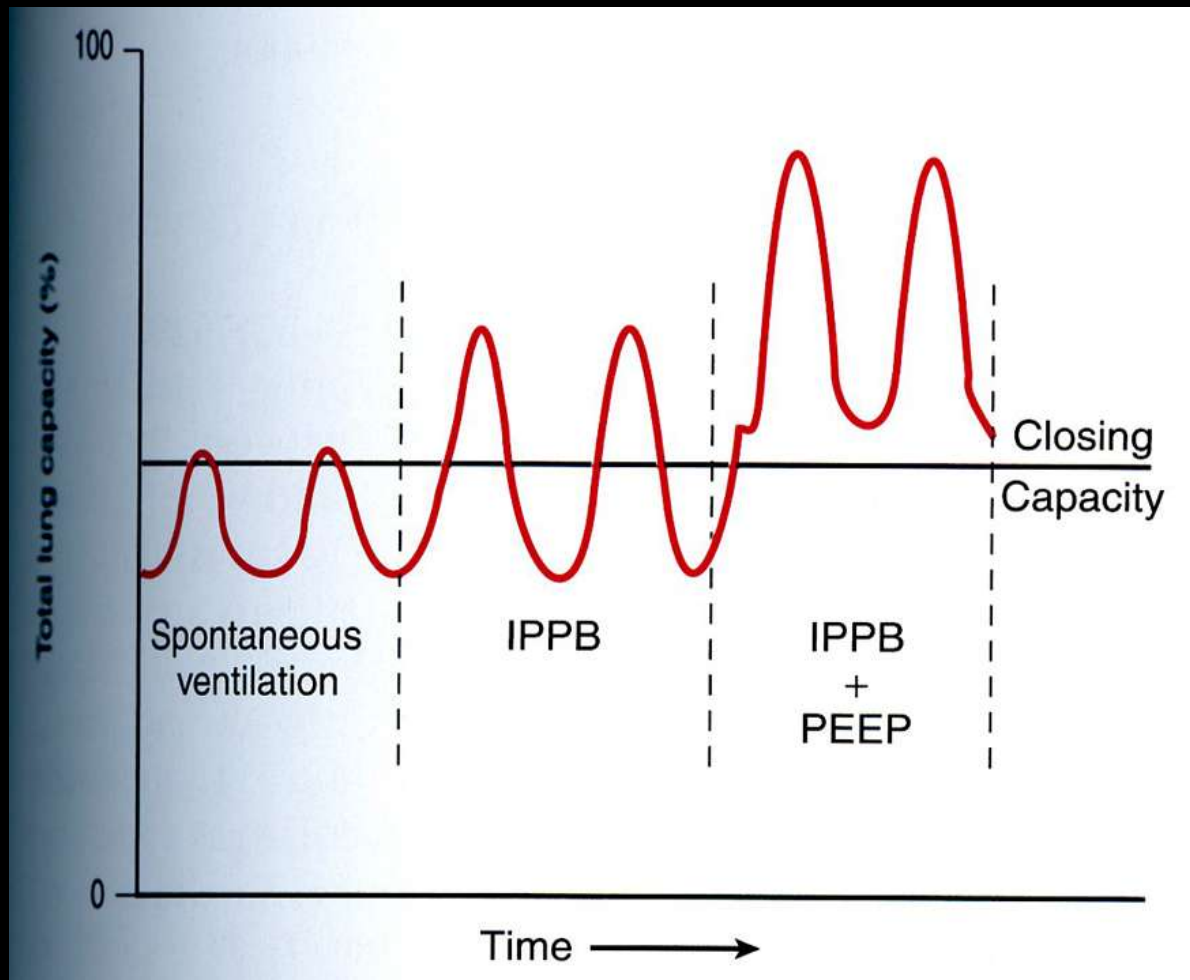
# Influence de l'anesthésie

- Effet de la profondeur:
  - Type de respiration
  - Ventilation minute
- Effet d'une dysfonction respiratoire préopératoire
  - Risque de CC > CRF
  - ↑ problème des sécrétions
  - ↑ shunt si  $R_x$  inhibe HPV

# Influence de l'anesthésie



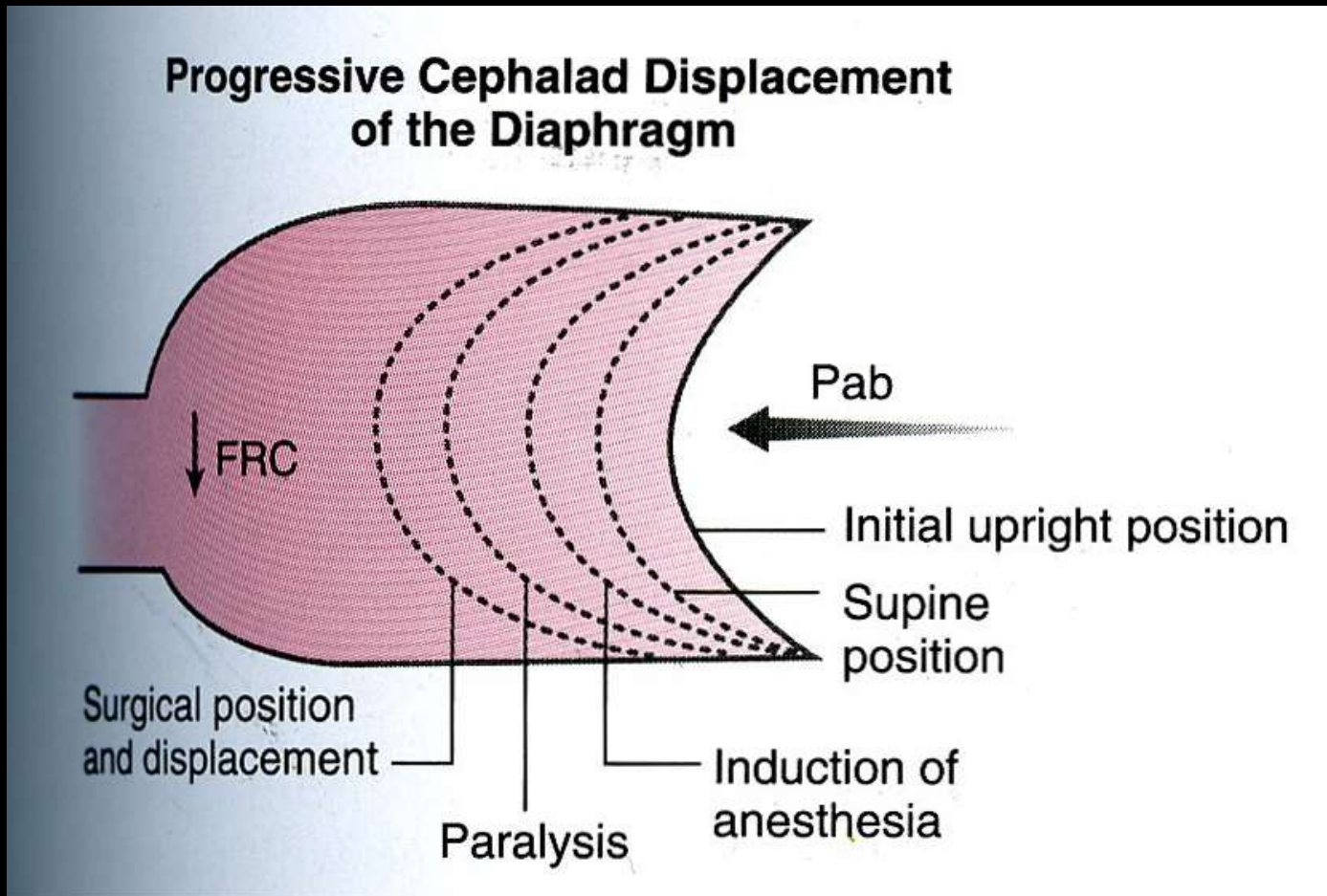
# Amélioration avec PEEP



# Mécanismes d'hypoxémie

- ↓ CRF: max au début, ≈15-20% ...
  - Position couchée
  - A/G: perte de tonus
  - Paralysie
  - anesthésie légère: expiration active
  - ↑ R airway
  - Excès de liquides
  - Haute FiO<sub>2</sub> et atélectasie
  - Position chirurgicale
  - ↓ retrait des sécrétions

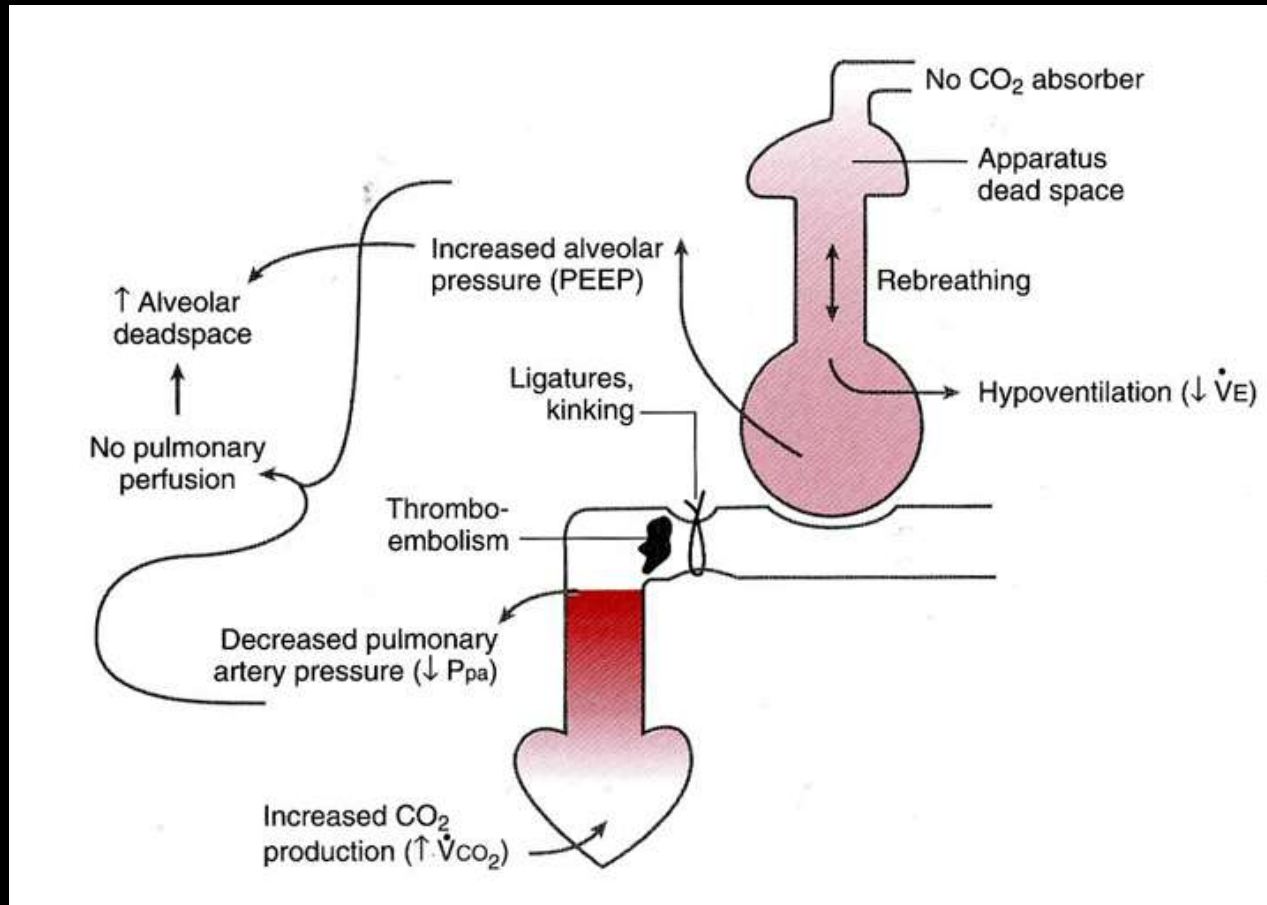
# Déplacement progressif du diaphragme



# Autres causes d'hypoxémie

- ↓ débit cardiaque et ↑ $\dot{V}O_2$
- Inhibition HPV
  - Tout ce qui ↑  $P_{ap}$
  - Vasodilatateurs directs, volatils, hypocapnie
- Dysfonction de l'équipement ou intubation endobronchique
- Hypoventilation: ↓ volume courant
- Hyperventilation: ↓ CO et HPV, shift G courbe  $O_2$ , ↑ R airway

# Mécanismes d'hypercapnie





# Mécanismes d'hypocapnie

- Exactement le contraire!

# En conclusion

- Distribution normale de la perfusion et de la ventilation
  - Effet de la gravité
- Autres principaux déterminants
  - perfusion: débit cardiaque, HPV ,volume pulmonaire
  - ventilation: Compliance et résistance des voies aériennes

## En conclusion –Suite–

- Concept de CC vs CRF
- Influence d'une dysfonction respiratoire préopératoire
- Mécanismes d'hypoxémie
  - **CRF**
- Mécanismes d'hyper et d'hypocapnie

Merci de votre attention  
Bonne pause!!!