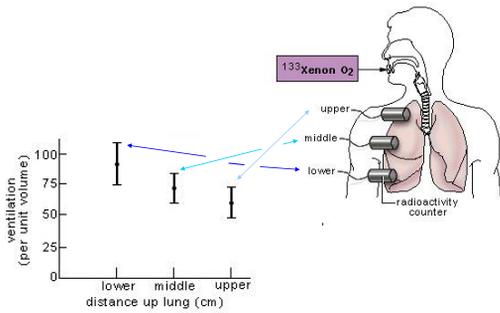


Physiologie respiratoire (2)

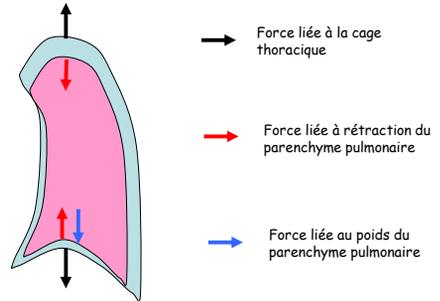
BUE HN
Réanimation Médicale

Différences régionales de ventilation

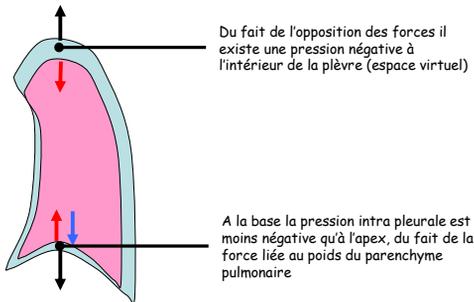
Différences régionales de ventilation



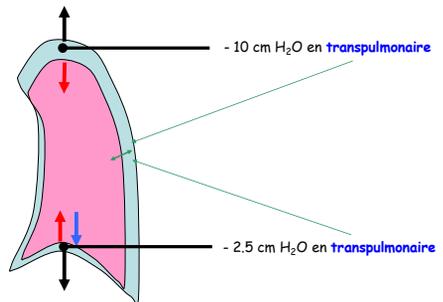
Différences régionales de ventilation

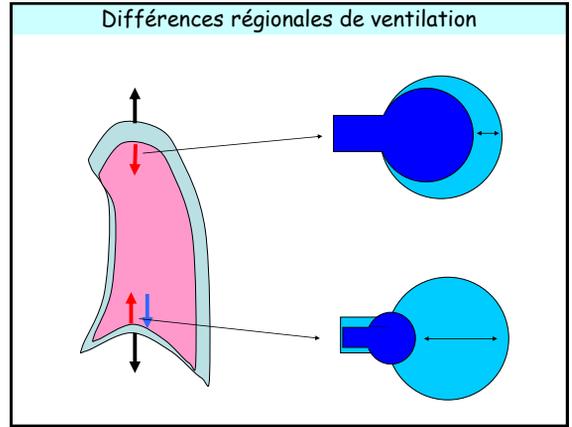
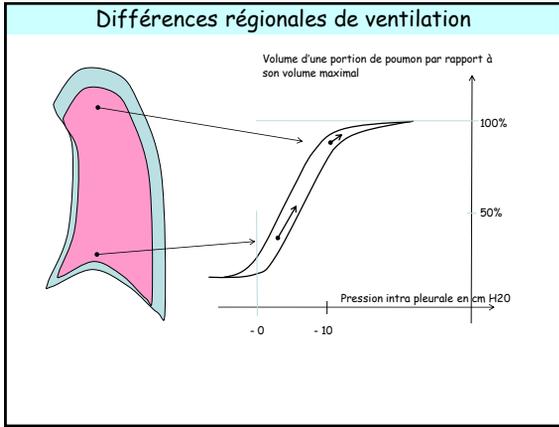


Différences régionales de ventilation

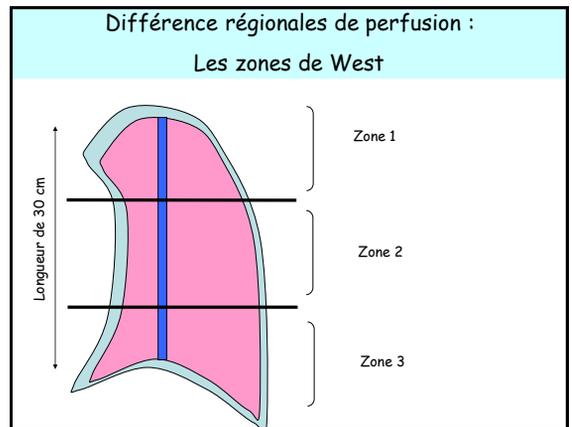
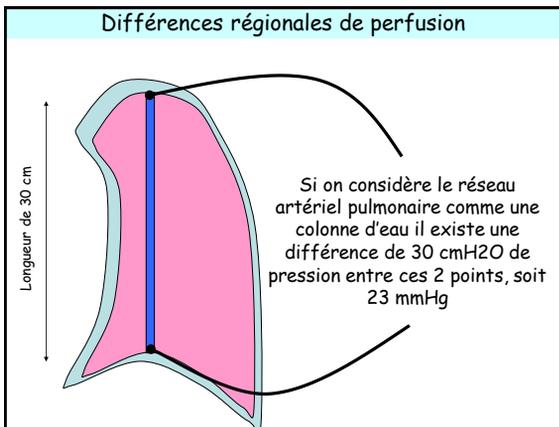
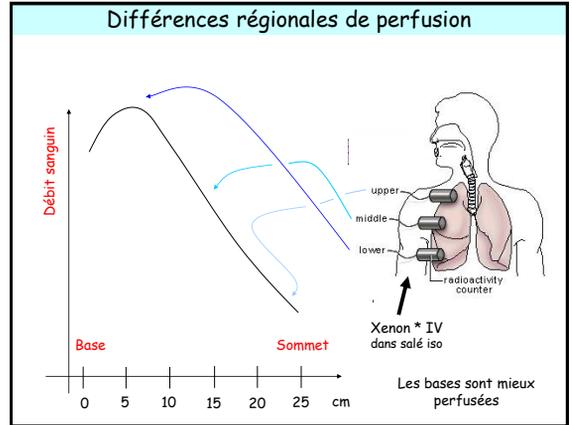


Différences régionales de ventilation



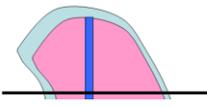


Différences régionales de perfusion



**Différence régionale de perfusion :
Les zones de West**

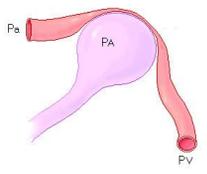
Zone 1
Dans la Zone 1 de West



$PA > Pa > Pv$

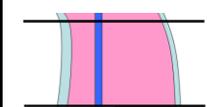
Il existe très peu de débit sanguin
Cette situation n'existe pas en condition physiologique

PA : pression alvéolaire
Pa = Pression artérielle
Pv = pression veineuse



**Différence régionale de perfusion :
Les zones de West**

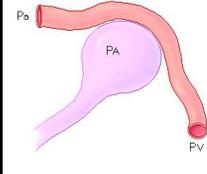
Zone 2
Dans la Zone 2 de West



$Pa > PA > Pv$

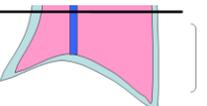
Il y a adéquation entre ventilation et perfusion.
Le débit sanguin dépend de la différence de pression entre Pa et PA

PA : pression alvéolaire
Pa = Pression artérielle
Pv = pression veineuse



**Différence régionale de perfusion :
Les zones de West**

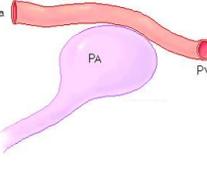
Zone 3
Dans la Zone 3 de West



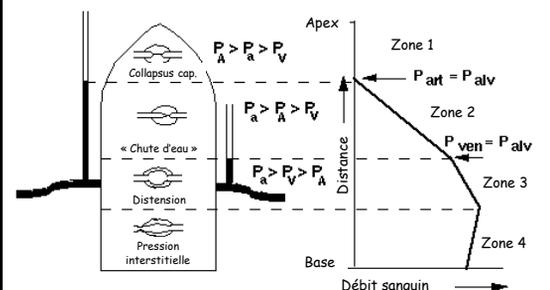
$Pa > Pv > PA$

Le débit sanguin dépend (comme d'hab.) de la différence de pression entre Pa et Pv

PA : pression alvéolaire
Pa = Pression artérielle
Pv = pression veineuse

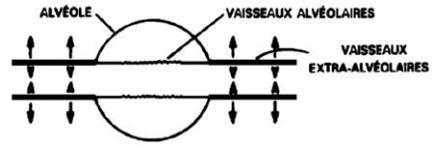


**Différence régionale de perfusion :
Les zones de West**

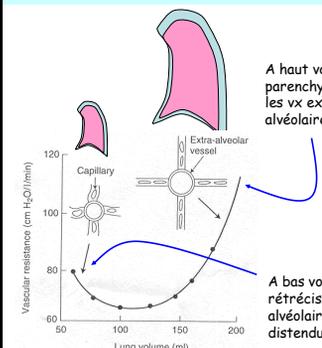


**Différence régionale de perfusion :
« Zone 4 » de West**

Les contraintes des vaisseaux pulmonaires diffèrent selon qu'ils se situent dans les alvéolaires (vx alvéolaires = capillaires pulmonaires) ou dans les septa inter-alvéolaires (vx extra alvéolaires)



**Différence régionale de perfusion :
« Zone 4 » de West**



A haut volume pulmonaire, l'étiement du parenchyme pulmonaire se répercute sur les vx extra alvéolaires et les capillaires alvéolaires, diminuant leur calibre.

A bas volume pulmonaire, il existe un rétrécissement des vaisseaux extra alvéolaires car le poumon est peu distendu.

Contrôle de la perfusion

Contrôle de la perfusion pulmonaire

Rôle passif de la ventilation.

Contrôle actif par différentes substances

Noradrénaline, histamine, sérotonine.. (surtout à bas volume pulmonaire).

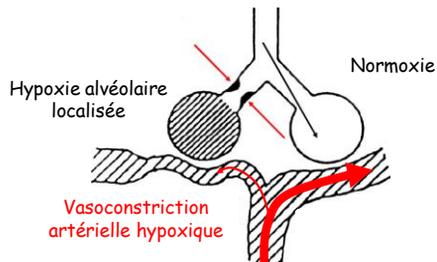
Vasoconstriction hypoxique

Liée à une diminution de la pression alvéolaire en O_2

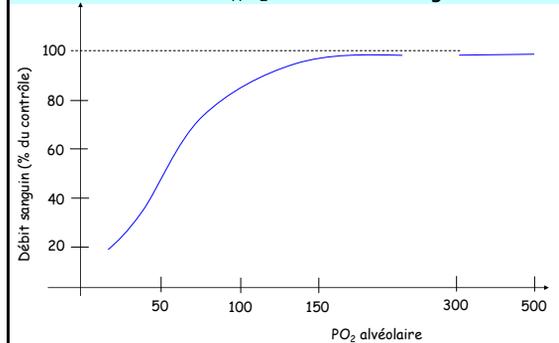
But : dévier le débit sanguin des zones pulmonaires hypoxiques.

Le NO diminue la vasoconstriction hypoxique.

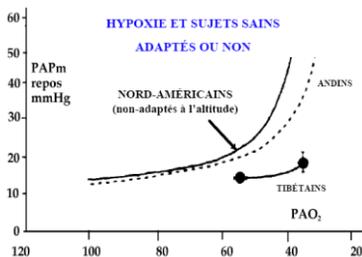
Contrôle de la perfusion pulmonaire Vasoconstriction hypoxique



Contrôle de la perfusion pulmonaire Effet de la $P_{A}O_2$ sur le débit sanguin



Contrôle de la perfusion pulmonaire Effet de la $P_{A}O_2$ sur le débit sanguin



Equation des gaz alvéolaires

Equation des gaz alvéolaires

Il existe une relation entre la pression alvéolaire en O_2 et la pression alvéolaire en CO_2 . Cette relation est déterminée par l'équation des gaz alvéolaires.

$$P_A O_2 = P_I O_2 - \frac{P_A CO_2}{QR} + F$$

$P_A O_2$ = Pression alvéolaire en O_2

$P_I O_2$ = Pression inspirée en O_2

$P_A CO_2$ = Pression alvéolaire en CO_2

QR = Quotient respiratoire (rapport entre le débit de production de CO_2 et le débit de consommation d' O_2)

F = Facteur de correction (dépendant de $F_I O_2$, $P_A CO_2$ et QR) négligeable.

Equation des gaz alvéolaires

Comment on est tombé dessus ????

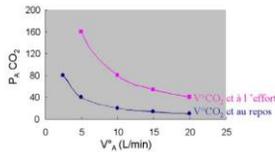
Le CO_2 : il vient uniquement de l'air alvéolaire et non pas de l'espace mort.

$$V_I \times F_E CO_2 = V_A \times F_A CO_2$$

En ramenant à la ventilation minute : $\dot{V} \times F_E CO_2 = \dot{V}_A \times F_A CO_2$

$$\dot{V} \times F_E CO_2 = \dot{V} CO_2 \text{ donc } F_A CO_2 = \frac{\dot{V} CO_2}{\dot{V}_A}$$

$$\text{ou } P_A CO_2 = \frac{\dot{V} CO_2 \times K}{\dot{V}_A}$$



Si le métabolisme tissulaire (exercice) augmente la V_A doit augmenter dans les mêmes proportions pour que la $P_A CO_2$ n'augmente pas

Equation des gaz alvéolaires

Comment on est tombé dessus ???? (suite)

La différence entre le volume d'oxygène qui entre dans le poumon chaque minute ($F_I O_2 \times \dot{V}_A$) et le volume qui en sort ($F_A O_2 \times \dot{V}_A$) correspond au volume d'oxygène qui a été consommé dans les tissus ($\dot{V} O_2$)

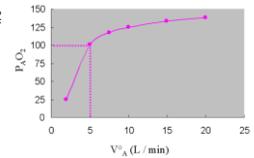
$$\dot{V} O_2 = (F_I O_2 \times \dot{V}_A) - (F_A O_2 \times \dot{V}_A)$$

Donc

$$F_A O_2 = F_I O_2 - \frac{\dot{V} O_2}{\dot{V}_A}$$

ou :

$$P_A O_2 = P_I O_2 - \left(\frac{\dot{V} O_2 \times K}{\dot{V}_A} \right)$$



Si le métabolisme tissulaire augmente, la V_A doit augmenter dans les mêmes proportions pour que la $P_A O_2$ ne varie pas. Si la V_A est limitée seule l'augmentation de $P_I O_2$ permet de maintenir la $P_A O_2$.

Equation des gaz alvéolaires

Comment on est tombé dessus ???? (suite et fin ??)

$$QR = \frac{\dot{V} CO_2}{\dot{V} O_2} \text{ donc } \dot{V} O_2 = \frac{\dot{V} CO_2}{QR}$$

On reprend la formule précédente : $P_A O_2 = P_I O_2 - \left(\frac{\dot{V} CO_2 \times K}{\dot{V}_A} \right)$

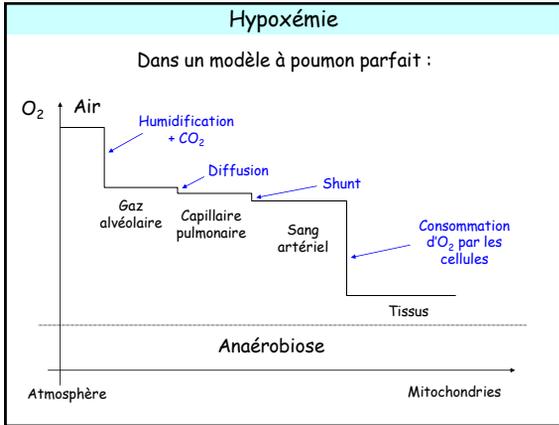
$$\text{donc } P_A O_2 = P_I O_2 - \left(\frac{\dot{V} CO_2 \times K}{QR \times \dot{V}_A} \right)$$

Puisque (QS avant dernière diapo.)

$$P_A CO_2 = \frac{\dot{V} CO_2 \times K}{\dot{V}_A}$$

$$P_A O_2 = P_I O_2 - \frac{P_A CO_2}{QR} + F$$

Les différents types d'hypoxémie



Hypoxémie : Hypoventilation (1)

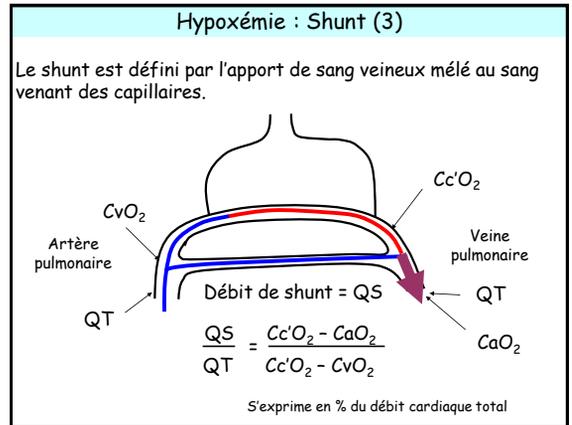
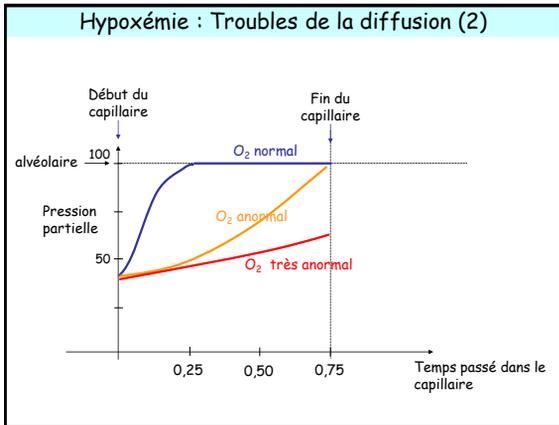
L'hypoventilation, et donc l'hypoventilation alvéolaire induit une augmentation de la $P_A CO_2$ et donc de la $P_a CO_2$.

$$P_A CO_2 = \frac{\dot{V} CO_2}{\dot{V}_A} \times K$$

Si l'on reprend l'équation des gaz alvéolaires :

$$P_A O_2 = P_I O_2 - \frac{P_A CO_2}{QR} + F$$

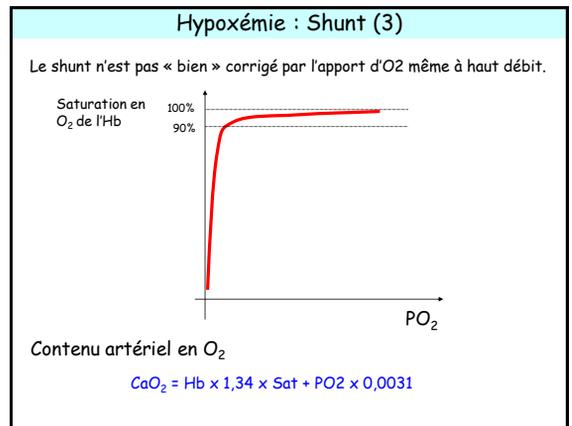
1. L'augmentation de la $P_A CO_2$, va entraîner une baisse de la $P_A O_2$ et donc une diminution de la $P_a O_2$.
2. L'apport d' O_2 va corriger aisément, la $P_A O_2$, et donc la $P_a O_2$.

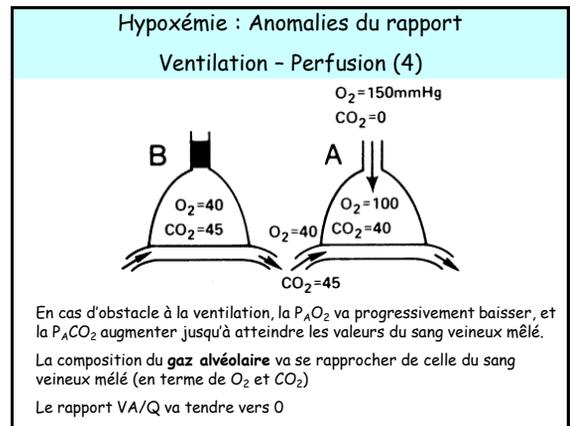
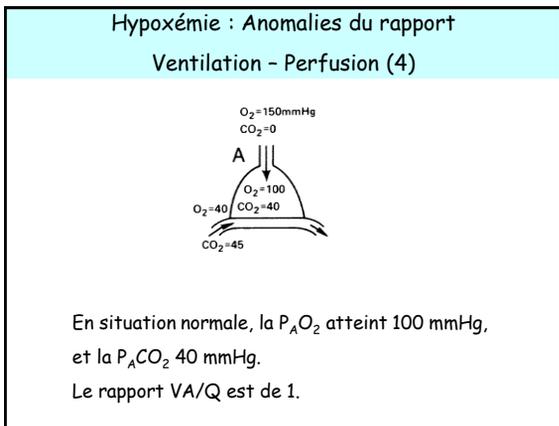
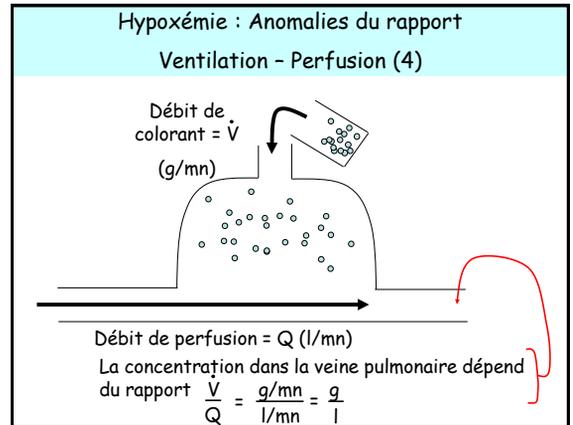
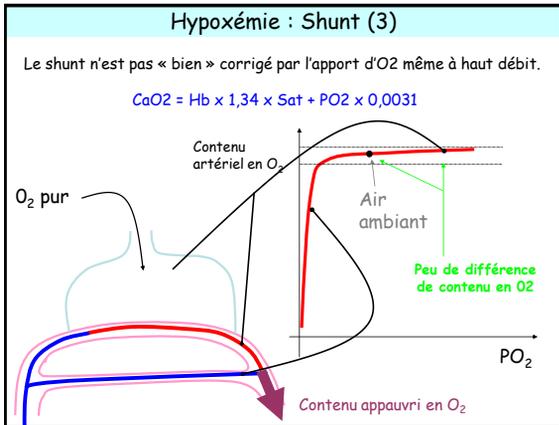
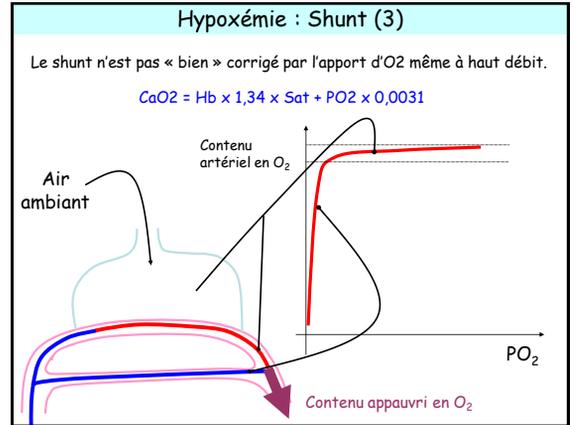
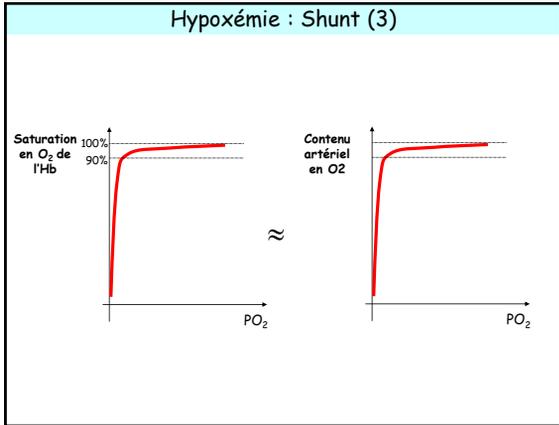


Hypoxémie : Shunt (3)

Il existe un shunt physiologique < 6% :

- Drainage de certaines « veines bronchiques » dans la veine pulmonaire.
- Une petite partie du sang veineux coronarien est drainé directement dans le ventricule gauche.





**Hypoxémie : Anomalies du rapport
Ventilation - Perfusion (4)**

Dans ce cas, l'équation des gaz alvéolaires n'est pas valable parce que le quotient respiratoire n'est pas constant.

Celui ci dépend notamment

- Du substrat métabolisé
- De la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine (libérant donc l'O₂) et de l'effet Bohr : variation en fonction de la PCO₂ et donc des H⁺
- De l'effet Haldane : facilitation du transfert de CO₂ dans l'alvéole par l'oxygénation de l'hémoglobine.

**Hypoxémie : Anomalies du rapport
Ventilation - Perfusion (4)**

O₂ = 150 mmHg
CO₂ = 0

En cas de réduction du débit sanguin, la composition du gaz alvéolaire va se rapprocher de celle de l'air inspirée, jusqu'à devenir identique lorsque la circulation est interrompue.

Le rapport VA/Q va tendre vers l'infini.

**Hypoxémie : Anomalies du rapport
Ventilation - Perfusion (4)**

O₂ = 150 mmHg
CO₂ = 0

Abaissé NORMAL Augmenté

**Hypoxémie : Anomalies du rapport
Ventilation - Perfusion (4)**

En reportant ces anomalies sur un diagramme O₂-CO₂, il est possible de décrire le gaz alvéolaire en fonction des anomalies du rapport ventilation/perfusion.

On peut « prévoir » la composition du gaz alvéolaire pour une composition de sang veineux mêlé et de gaz inspiré donnée, pour un VA/Q défini.

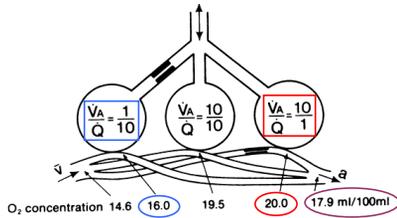
Ce poumon ne peut donc pas posséder une alvéole avec P_AO₂ = 70 et P_ACO₂ = 30

**Hypoxémie : Anomalies du rapport
Ventilation - Perfusion (4)**

Effet shunt Effet espace mort

**Hypoxémie : Anomalies du rapport
Ventilation - Perfusion (4).
Distribution dans un poumon vertical.**

Hypoxémie : Anomalies du rapport
Ventilation - Perfusion (4).
Distribution dans un poumon vertical.



Au final on obtient un sang pauvre en O₂ car les unités ayant un rapport **VA/Q élevé** apporte peu d'O₂ au sang comparé à la perte d'O₂ des unités à **bas VA/Q**.

Mesure de l'inégalité du rapport
Ventilation - Perfusion.

Mesure du gradient alvéolo - artériel :

C'est la différence entre la P_AO₂ et la P_aO₂ mesurée.

Il correspond à la différence entre la P_aO₂ idéale et mesurée

Equation des gaz alvéolaires

$$\text{En pratique clinique : } P_A O_2 = P_I O_2 - \frac{P_A CO_2}{QR} + F$$

$$P_A CO_2 = P_a CO_2$$

$$P_I O_2 = 150 \text{ mmHg}$$

$$QR : VCO_2 / VO_2 = 250 / 300 = 0,8$$

$$F \text{ à } 21\% = 2 = \text{négligeable}$$

$$P_A O_2 = 140 - P_a CO_2$$

Si l'équation n'est pas vérifiée =
en faveur d'une anomalie du VA/Q

En supposant la membrane Alv-cap. normale

Hypoxémie.

Gradient
alvéolo-artériel

Type I : déficit en O₂ dans l'air inspiré

Type II : hypoventilation alvéolaire

} Normal

Type III : anomalie du rapport VA/Q

Type IV : trouble de diffusion alvéolo capillaire

Type V : shunt droit - gauche

} Augmenté