

ECHANGES GAZEUX ALVEOLO-CAPILLAIRES ET TRANSPORT DES GAZS DU SANG

Pr M.HADJADJ-AOUL

D) ECHANGES GAZEUX ALVEOLO-CAPILLAIRES

- échanges gazeux → au niveau des capillaires
- le sang s'équilibre avec l'air alvéolaire.

Transfert des gaz de l'alvéole pulmonaire → intérieur des hématies du sang capillaire pulmonaire et transfert inverse

→ Comparaison air inspiré / air expiré
des fractions de gaz

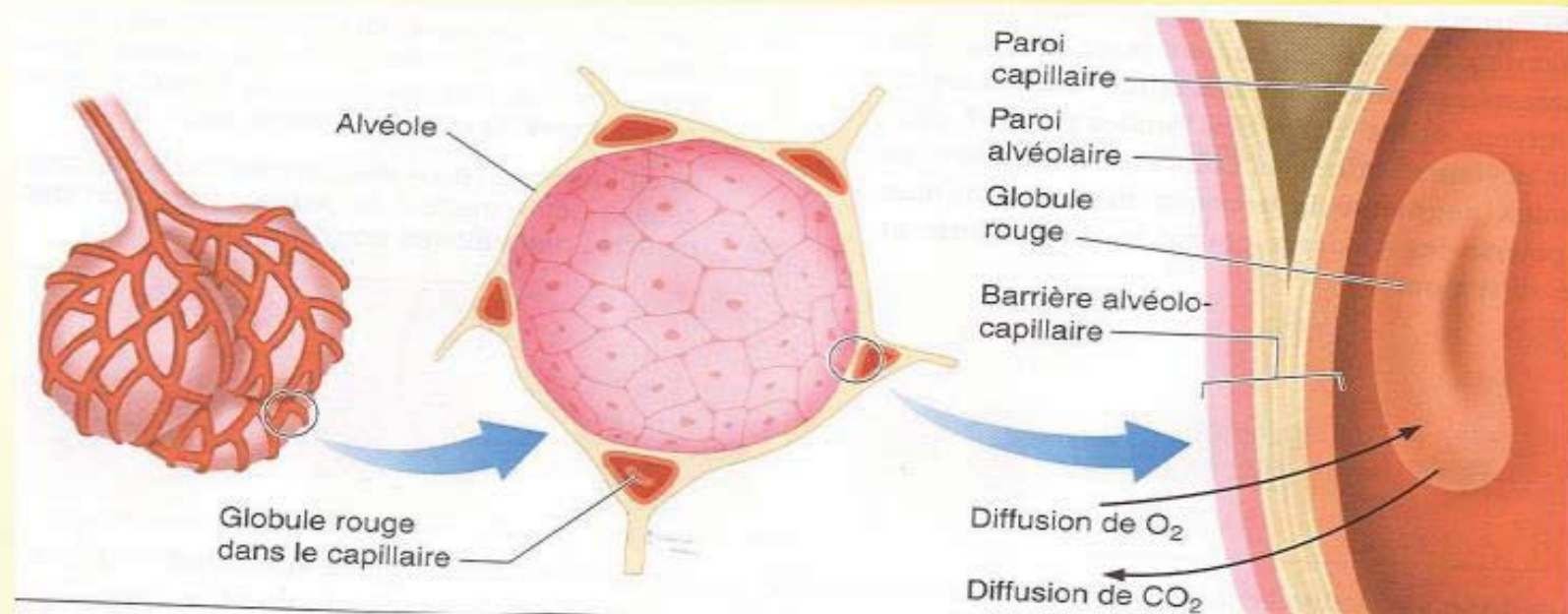
GAZ	AIR INSPIRE	AIR EXPIRE
O ₂	21%	17%
CO ₂	0%	4%
N ₂	79%	79%

→ Comparaison sang veineux / sang artériel

GAZ	SG VEIN Cv	SG ART Ca
O ₂	15 ml	20 ml
CO ₂	54 ml	49 ml
N ₂	1 ml	1 ml

Les transferts des gaz s'effectuent par diffusion purement physique à travers la membrane alvéolo-capillaire en fonction d'un gradient de P^o de part et d'autre de la membrane

→ phénomène passif qui ne consomme pas d'énergie



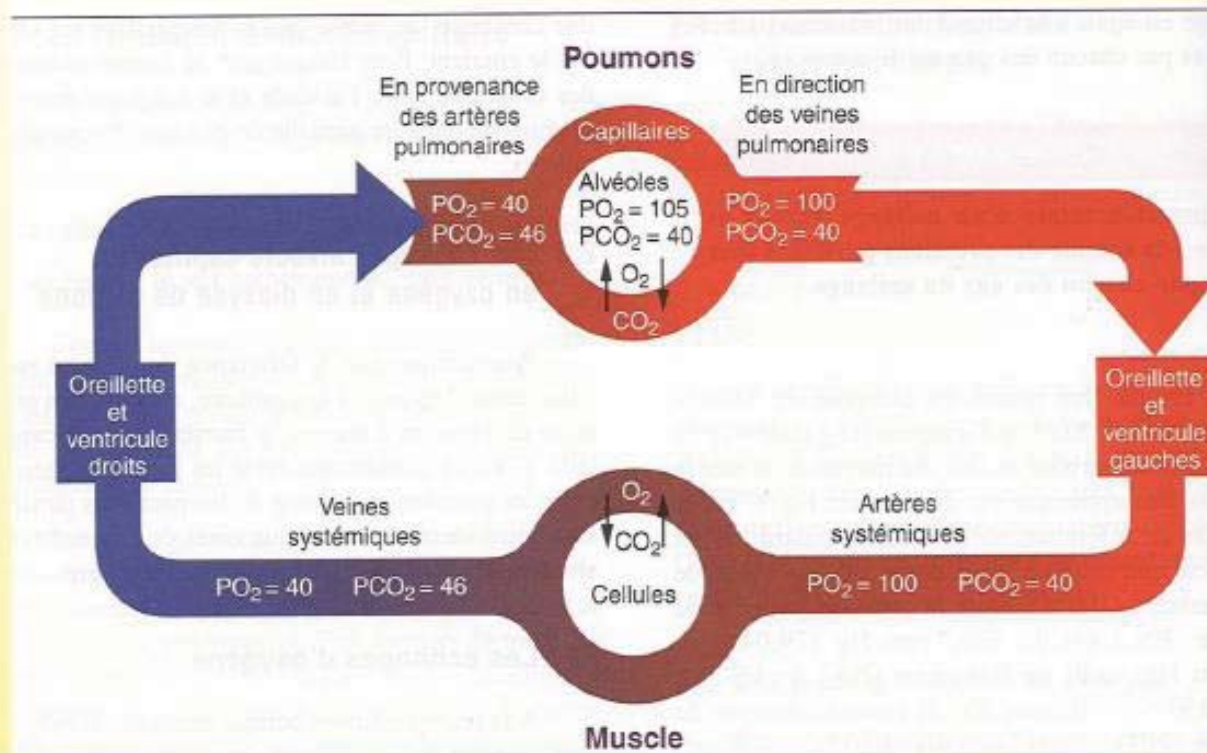
Le gaz se déplace de la zone de haute P^o vers la zone de basse P^o

O_2 : alvéoles → sang

CO_2 : sang → alvéoles

A la sortie, il y a pratiquement un équilibre entre alvéole et sang.

La diffusion des gaz cesse quand la P^o partielle dans les capillaires sont pratiquement égales à celles qui se trouvent dans les alvéoles.



Échange pulmonaire est très adapté car

- Gradient de P^o convenable
- DL favorable → membrane peu épaisse
 - surface d'échange importante

E) TRANSPORT DES GAZ PAR LE SANG

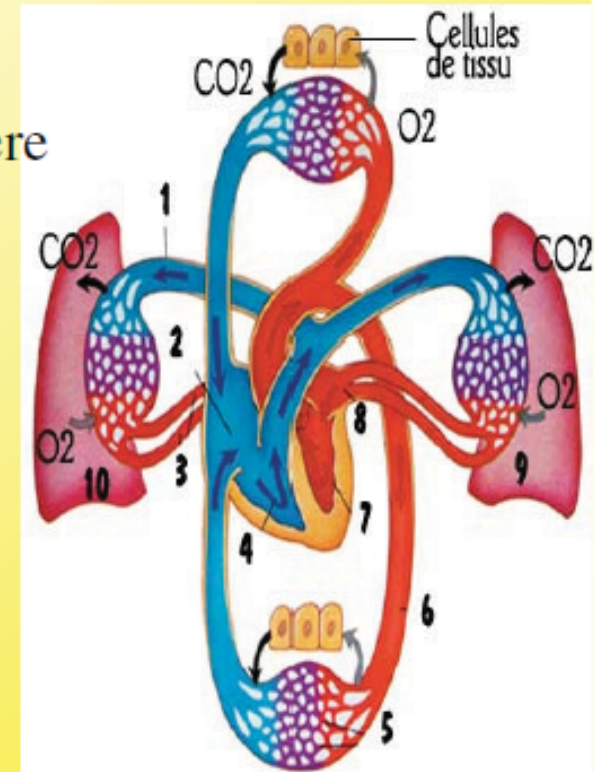
→ Le sang sert d'intermédiaire entre les poumons et les tissus et inversement

- Au niveau Poumons : le sang s'artérialise
- Au niveau des tissus : sang cède l' O_2 et récupère le CO_2

Le sang transporte 3 gaz : O_2 , CO_2 , N_2

Sous 2 formes :

- Forme dissoute = dissolution
- Forme combinée = combinaison chimique



Transport de l'O₂

1) Forme dissoute

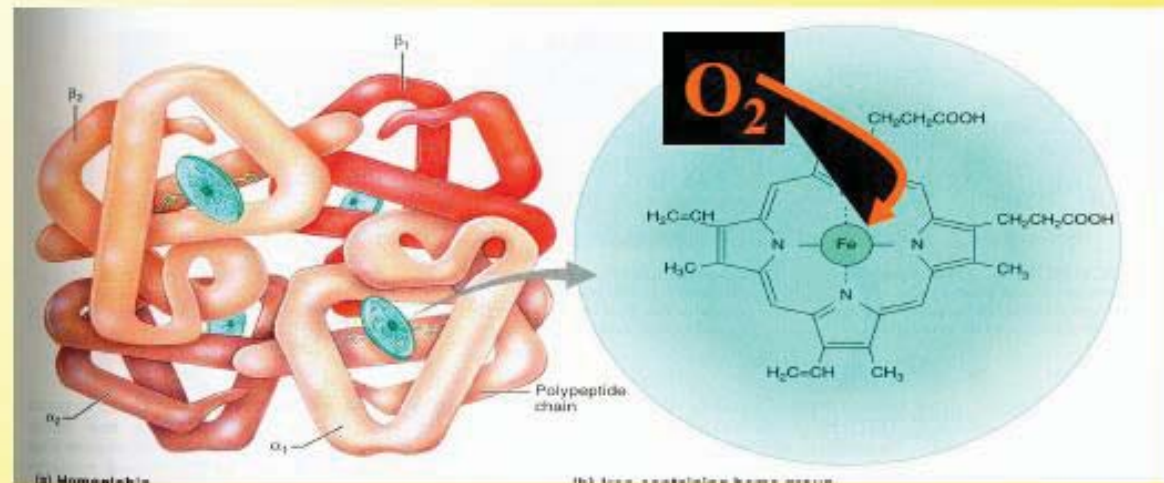
Forme dissoute : Rôle capital : constitue forme intermédiaire obligatoire

1) entre l'O₂ libre alvéolaire et l'O₂ combiné à l'Hb

2) entre l'O₂ combiné à l'Hb et l'O₂ cellulaire

2) Forme combinée

Liée à l'hémoglobine (Hb) dans les GR : **98% de l'O₂**



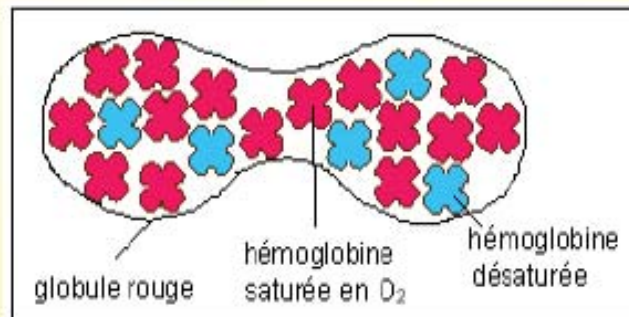
Paramètre fondamental : Saturation de l'Hb en O₂ : S_aO₂ = 95 à 97 %



Quantité d'O₂ réellement fixée à l'Hb

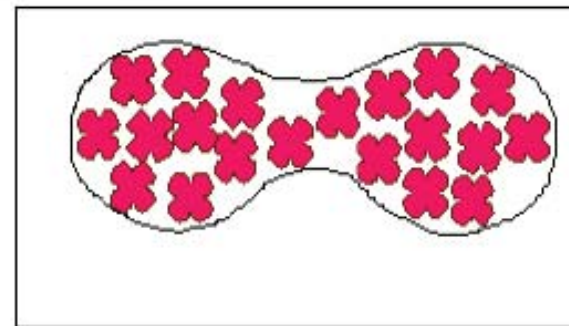
Capacité de transport d'O₂ = quantité maxi fixable

- Dans les conditions normales : S_aO₂ = 19,7 / 20,80 x 100 = 95%
- Dans le sang artériel d'un sujet normal, l'Hb est donc pratiquement saturée en O₂ (Si toute l'Hb est oxygénée → S_aO₂ = 100%)



Cas 1 : Hb saturée : 15
Hb désaturée : 5

$$S_aO_2 = \frac{15}{15+5} = 75\%$$



Cas 2 : Hb saturée : 20
Hb désaturée : 0

$$S_aO_2 = \frac{20}{20+0} = 100\%$$

Facteurs de transport

➔ Étude de l'insuffisance d'1 facteur : en l'absence de Δ des autres facteurs

1) P_{O_2}

Si sang caract artérielles :

$$P_{CO_2} = 40 \text{ mmHg}$$

$$PH = 7,4$$

$$T^\circ = 35^\circ C$$

$$Hb = 15 \text{ g /100 ml de sang}$$

soumis à P_{O_2} croissante:

- 1) La quantité d' O_2 dissoute ➔
Killement à la PO_2
- 2) La quantité d' O_2 combinée à l'Hb
 Δ avec la PO_2 selon une courbe sigmoïde

Quantité d'oxygène
dissoute (ml/100 ml de sang)

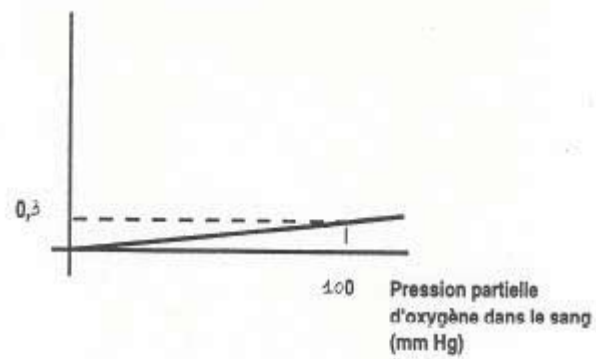
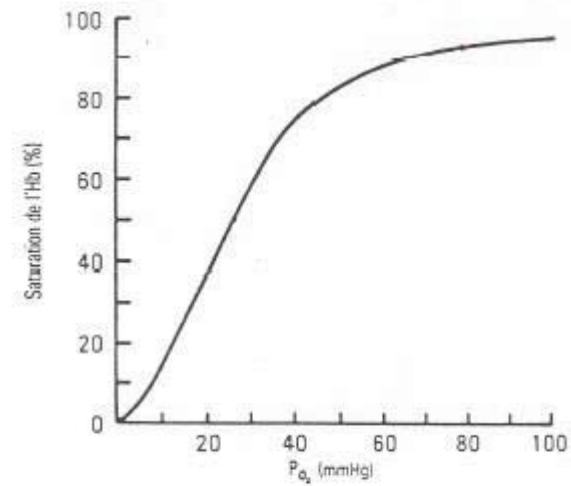
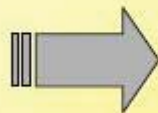


Figure 28 - QUANTITE D'O₂ DISSOUE EN FONCTION
DE LA PRESSION PARTIELLE D'O₂



COURBE DE DISSOCIATION DE L'O₂



Courbe de dissociation de l'Hb (courbe de Barcroft)

Courbe de dissociation de l'Hb

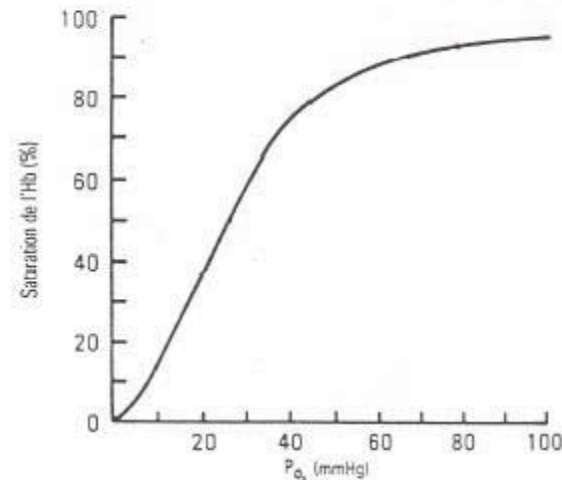
➤ Pour des PO_2 élevées :

Faible Δ de PO_2 ➔ que de faibles Δ de contenu en O_2 dans le sang

➤ Pour des PO_2 faibles :

Faible ΔP_{O_2} ➔ fortes Δ du contenu d' O_2 dans le sang

$PO_2 = 40$ mmHg ➔ (courbe verticale) :
facilite de libération d' O_2 au niveau des
tissus



COURBE DE DISSOCIATION DE L'O₂

La courbe traduit l'affinité de l'Hb pour l'O₂

- à P_{O_2} élevées ➔ affinité ↗ ➔ Hb capte O_2 (Poumon)
- à P_{O_2} basses ➔ affinité ↘ ➔ Hb libère O_2 (Tissus)

2) P_{CO_2} , pH et T°

Quand, dans le sang :

$PCO_2 \nearrow$, $pH \searrow$, $T^\circ \nearrow$

→ Courbe se déplace vers droite et le bas

→ L'affinité Hb pour $O_2 \searrow$

→ Le sang transporte – d' O_2

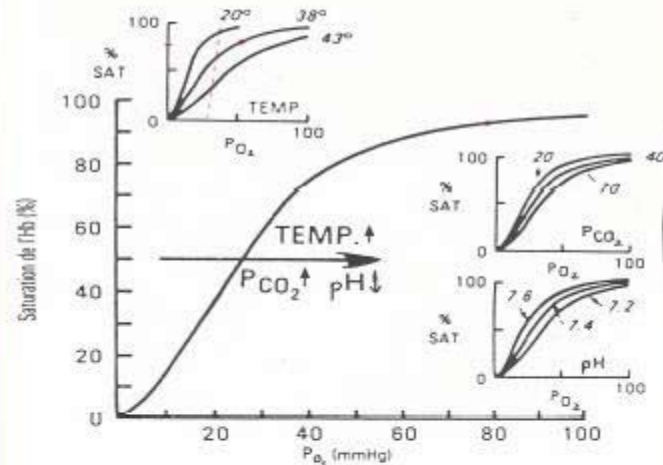


Figure 30 - Déplacement vers la droite de la courbe de dissociation de l' O_2 par un accroissement de PCO_2 , de la température et une diminution du pH.

Transport de CO₂

1) Forme dissoute

Rôle capital car c'est la forme intermédiaire indispensable entre la forme combinée dans GR et dans le plasma et la forme gazeuse alvéolaire

2) Forme combinée

Bicarbonates

Composés carbaminés

Facteurs de transport

1) P_{CO2}

Échantillon de sang ayant caractéristiques veineuses ($PO_2 = 40\text{ mmHg}$, $PH = 7,35$, $T^\circ = 38^\circ\text{C}$) soumis à P_{CO_2} croissantes

1) La quantité de CO_2 dissoute \nearrow
Proportionnellement à la PCO_2

Quantité de gaz carbonique dissoute (ml/100 ml de sang)

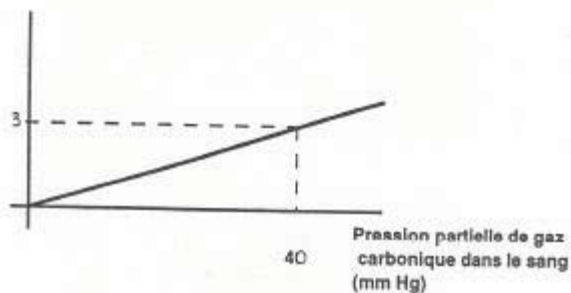


Figure 33 - QUANTITE DE CO_2 DISSOUE EN FONCTION DE LA PRESSION PARTIELLE DE CO_2

2) La quantité de CO_2 combinée Δ avec la PCO_2 selon une courbe non sigmoïde

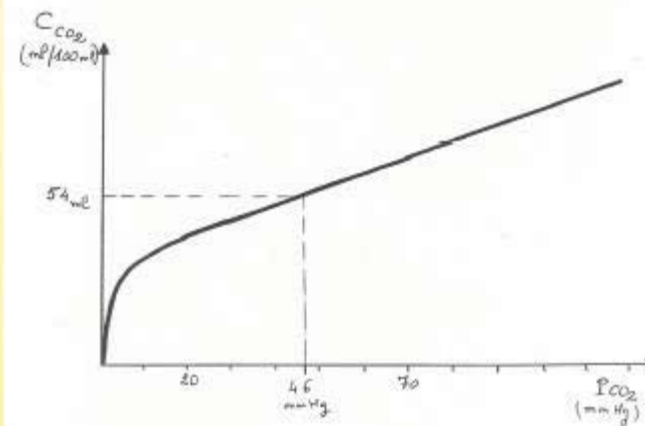


Figure 34 - COURBE DE DISSOCIATION DU CO_2

2) P_{O_2} , pH et T°

Quand dans le sang : $PO_2 \nearrow$, pH \nearrow et $T^\circ \searrow$

→ Décalage de la courbe vers la droite : $C_{CO_2} \searrow$: le sg transp (-) de CO_2

Si on prend 2 échantillons de 100ml de sang

Sang artériel : $P_{O_2} = 100\text{mmHg}$, $PH = 7,41$, $T^\circ = 35^\circ\text{C}$

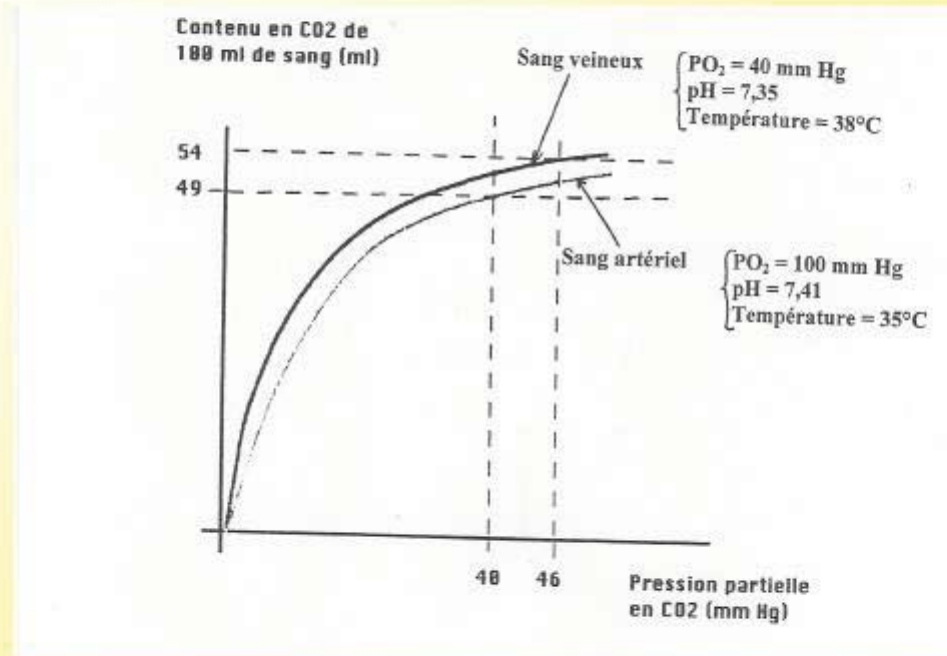
Sang veineux : $P_{O_2} = 40\text{mmHg}$, $PH = 7,35$, $T^\circ = 38^\circ\text{C}$

Les 2 échantillons soumis à P_{CO_2} croissantes

→ mesure contenu en CO_2 des échantillons pour chaque valeur de P_{CO_2}

→ Courbe de sg artériel est légèrement décalée vers la droite/à celle du sg veineux

→ Pour 1 même PCO_2 , le sg veineux transporte + de CO_2 que le sg artériel



Ce phénomène : Effet Haldane

Adaptations respiratoires à l'exercice

Adaptations accessoires

- **Bronchodilatation:** + d'air rentre dans les poumons.

- ➤ de la diffusion alvéolo-capillaire :

A l'exercice, ➤ quantité d'O₂ qui traverse la mb alvéolo-capillaire car :

- ➤ Surface d'échange gazeux alvéolo-capillaire,
 - ➤ du nombre d'alvéoles fonctionnelles,
 - ➤ du nombre et dilatation des capillaires

• $\nearrow \neq P^{\circ}$ partielle des gaz à travers la mb :

- $\nearrow PA_{O_2}$ avec l'intensité de l'exercice par $\nearrow V_E$

- Repos : 100 mmHG

- Exo : 110 – 115 mmHg (exo max)

- $\searrow Pv_{O_2}$ avec l'intensité de l'exercice par \searrow retour O_2

des muscles vers poumons

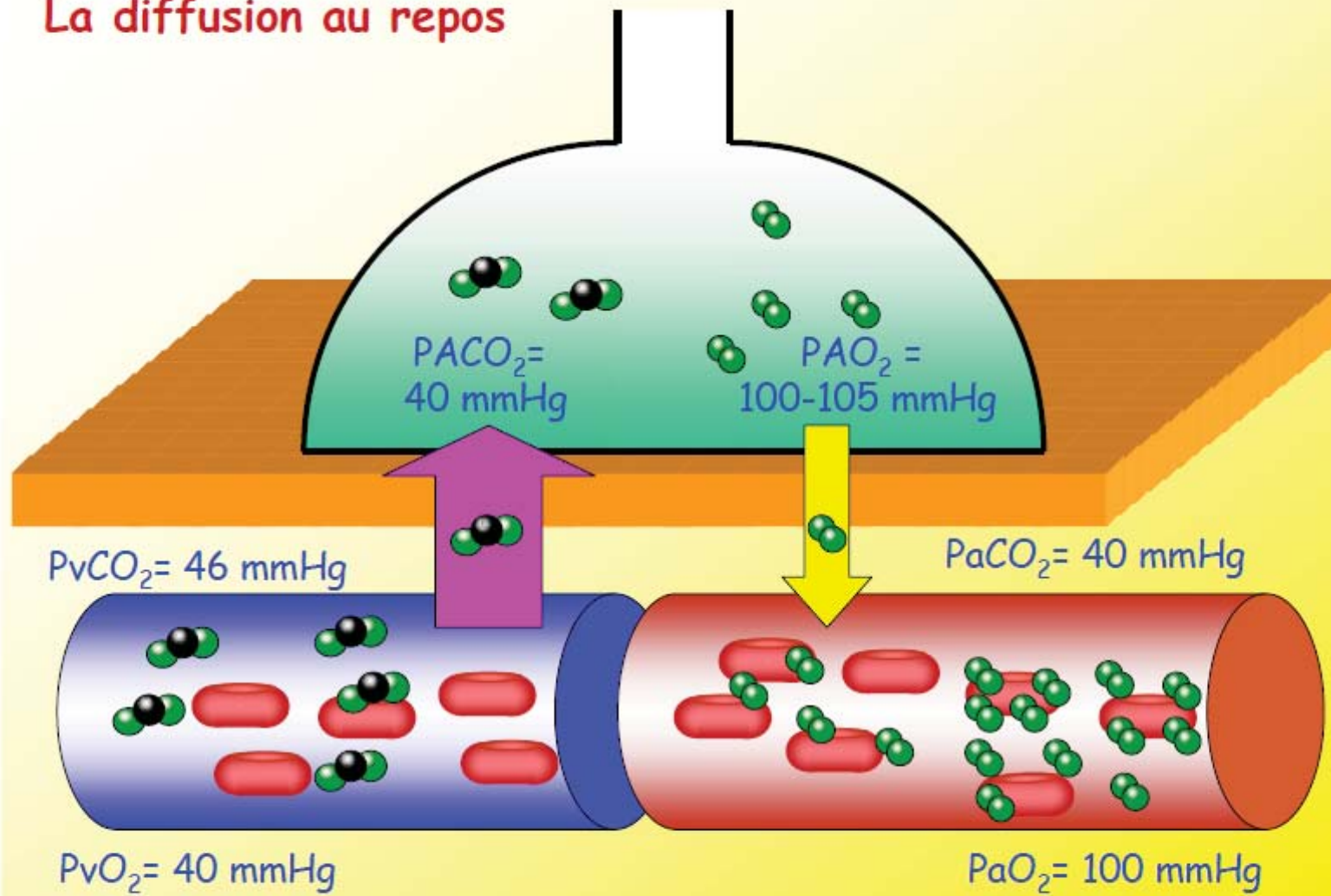
- Repos : 40 mmHg

- Exo : 10 mmHg (exo max)



\nearrow gradient de P°

La diffusion au repos



La diffusion à l'exercice

