

SYSTÈME RESPIRATOIRE

2^{ÈME} PARTIE

Dr H.Gouasmia

Service de physiologie clinique et explorations fonctionnelles
CHU Ibn Sina Annaba

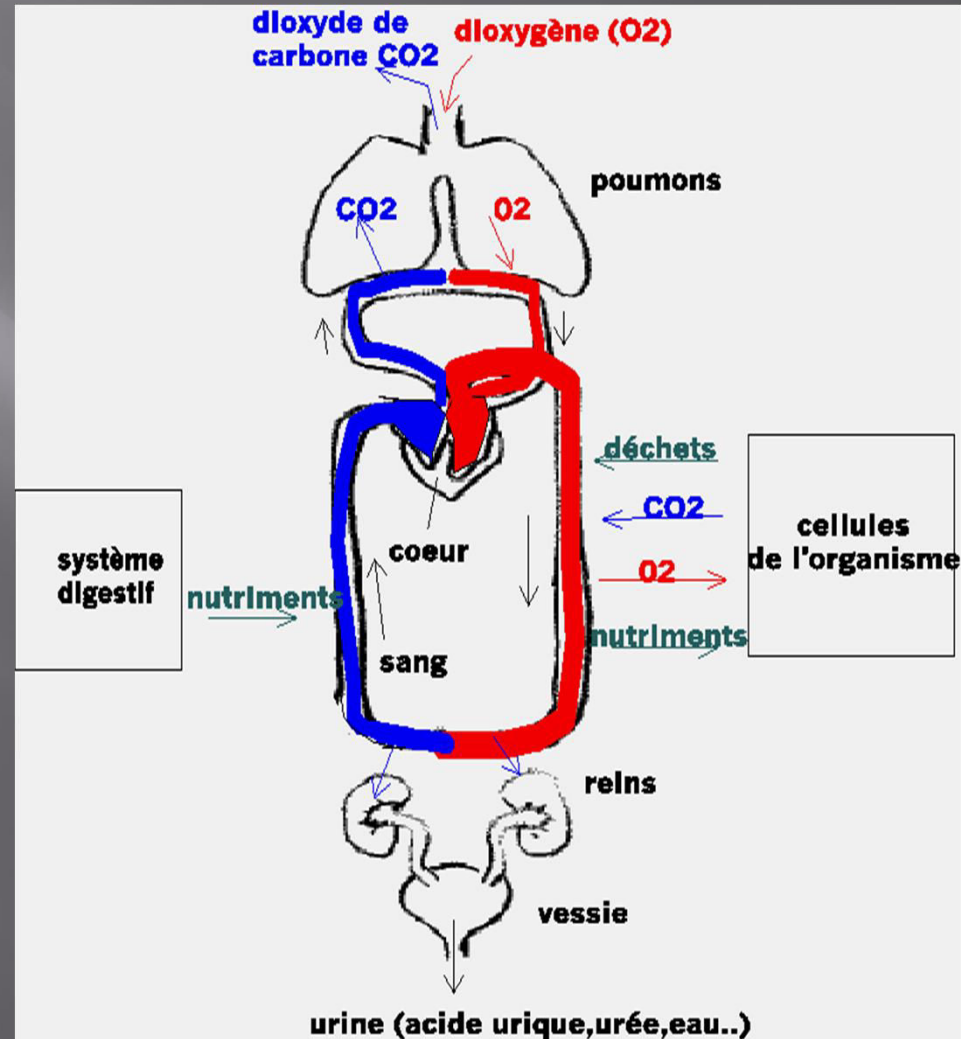
LE PLAN

- I. INTRODUCTION
- II. ECHANGE ALVEOLOCAPILLAIRE
- III. TRANSPORT DES GAZ DANS LE SANG
- IV. REGULATION DE LA VENTILATION
- V. CONCLUSION

Introduction

LES ÉTAPES DE LA VENTILATION

- ❖ La respiration (sens stricte du terme)
- ❖ =échanges gazeux
- ❖ ≠respiration interne
- ❖ organisme multi cellulaire le transport des gaz se fait par convection(longue distance) et par diffusion(courte distance)

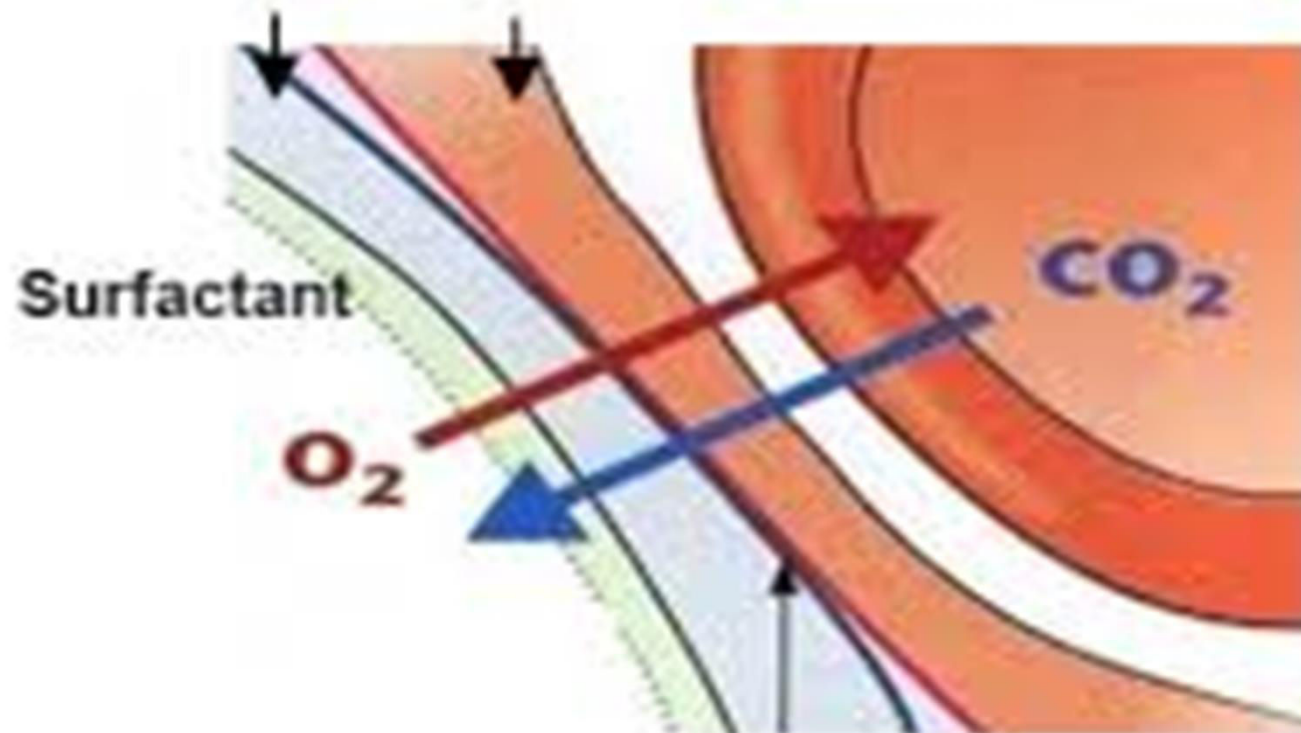


Échanges alvéolocapillaires

- Poumon : carrefour aéro sanguin
- Oxygène (O_2) : alvéoles vers le sang capillaire
- Dioxyde de carbone (CO_2) : sens inverse
- Deuxième étape de transport : processus respiratoire

Cellule épithéliale
alvéolaire type 1

Cellule endothéliale
capillaire



Fusion des membranes basales de
l'endothélium des capillaires et de
l'épithélium alvéolaire

Échanges alvéolocapillaires

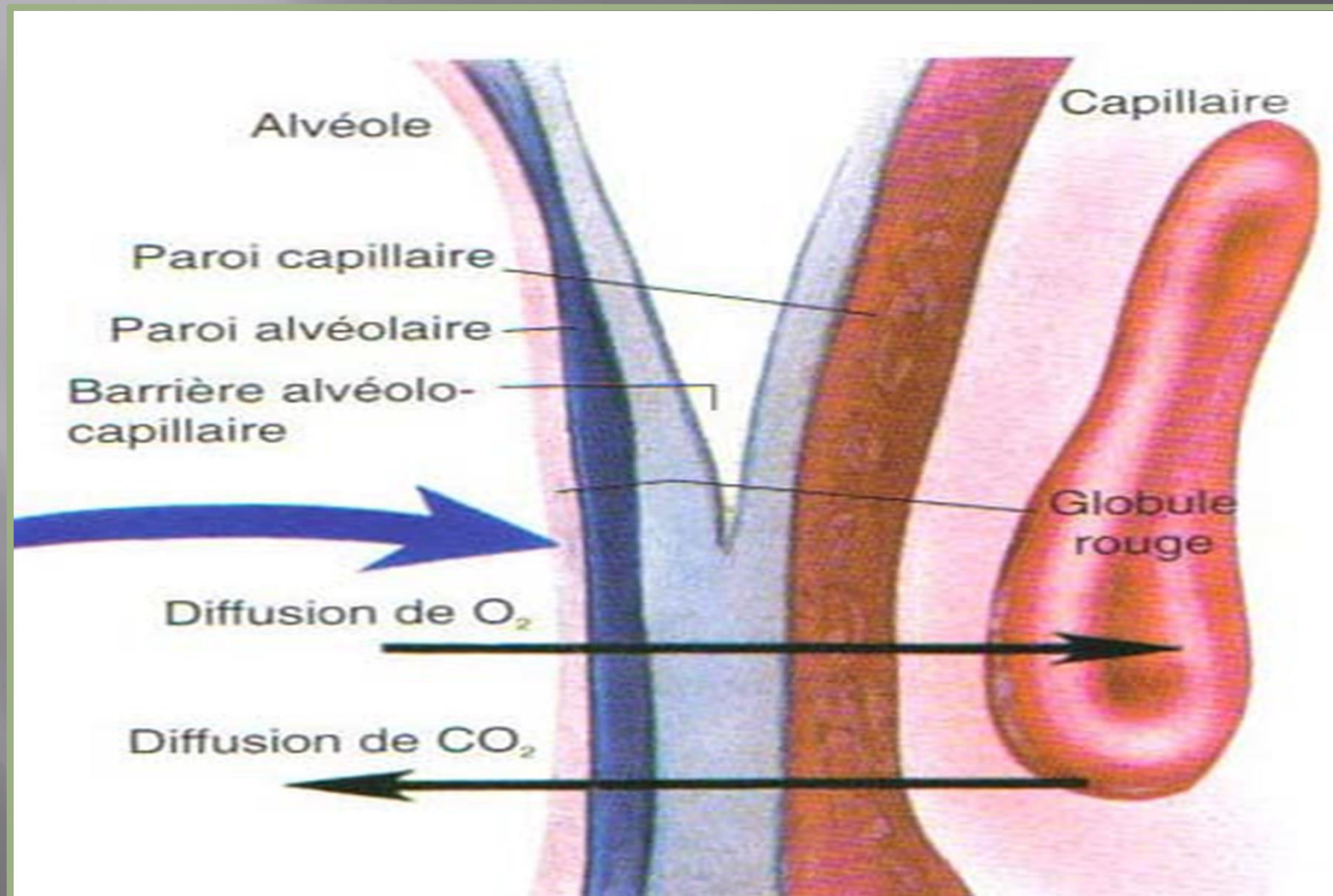
- ❖ La diffusion des gaz se fait à travers la membrane alvéolo-capillaire. Cette membrane se trouve entre les alvéoles et les capillaires.
- ❖ On parle de diffusion **ALVÉOLO-CAPILLAIRE**.
- ❖ Cette membrane alvéolo-capillaire a une surface très importante et fine, ce qui permet à l'O₂ de passer facilement. Sa surface augmente avec l'effort; elle est de l'ordre de **70 m²** au repos et d'environ **120m²** à l'exercice.
- ❖ L'O₂ traverse par gradient de pression (c'est-à-dire d'une zone de haute pression vers une zone de basse pression)
- ❖ **Hématose** : oxygénation du sang veineux mêlé

Barrière alvéolocapillaire

❖ Rappel anatomohistologique

- 1 - Plus de 300 millions d'alvéoles
- 2 - Surface comprise entre 50 et 70 m²
- 3 - Épaisseur inférieur à 0.5 micromètre

BARRIÈRE ALVÉOLOCAPILLAIRE



Barrière alvéolocapillaire

❖ Composée successivement de :

1 - paroi alvéolaire

2 - liquide interstitiel

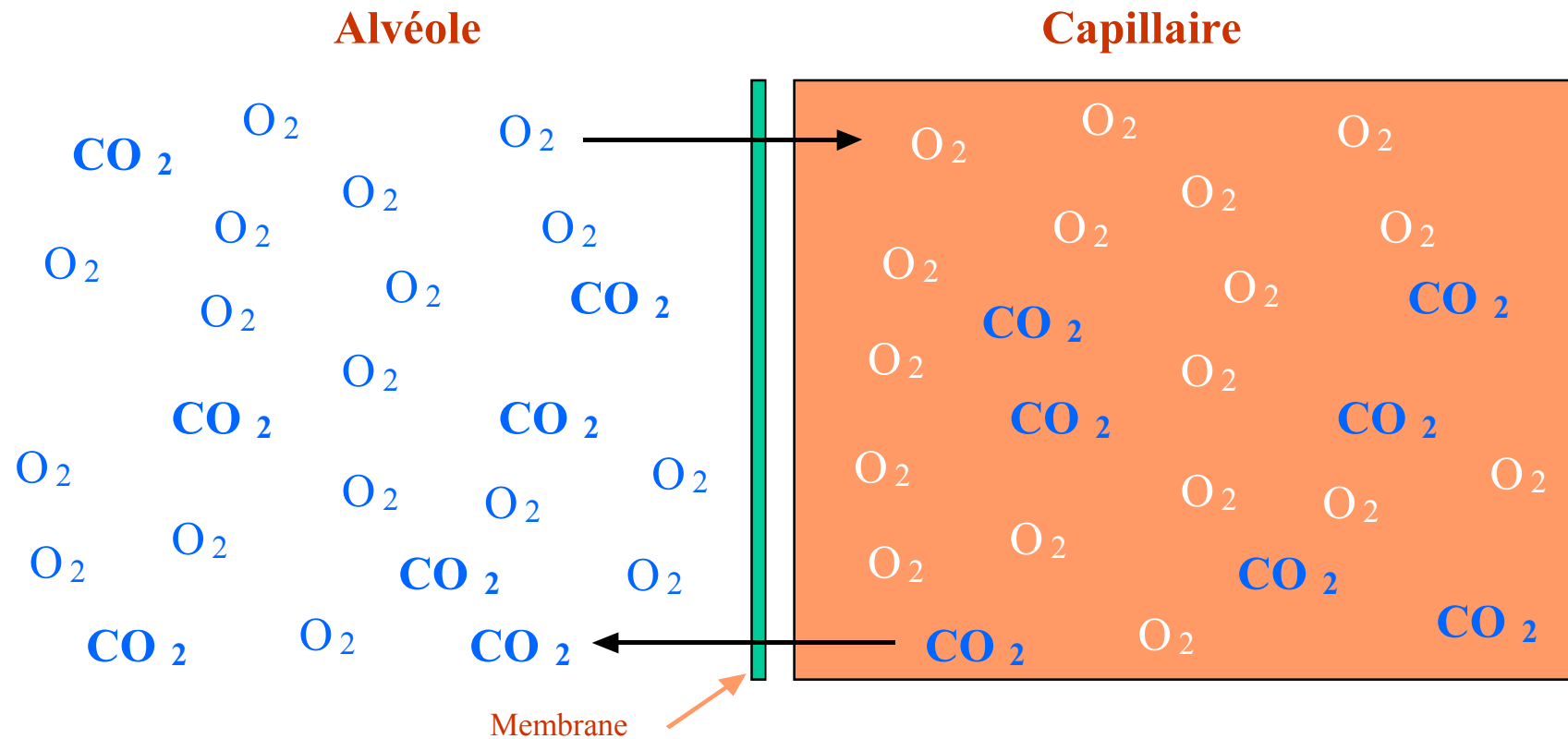
3 - paroi capillaire

4 - plasma

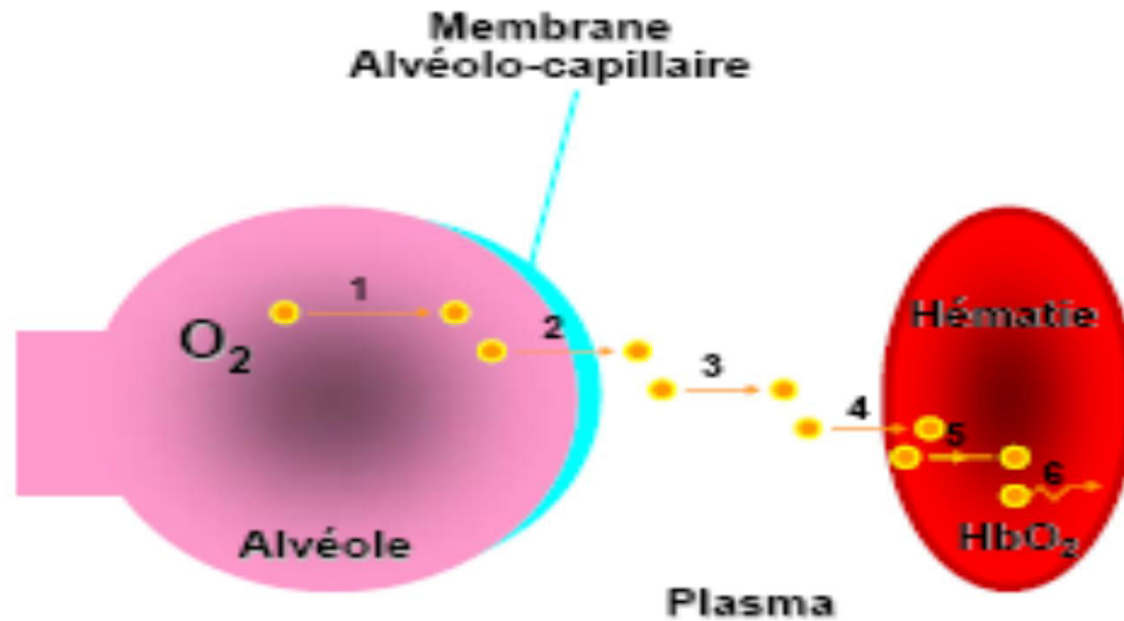
5 - hématie

Échanges alvéolo-capillaires

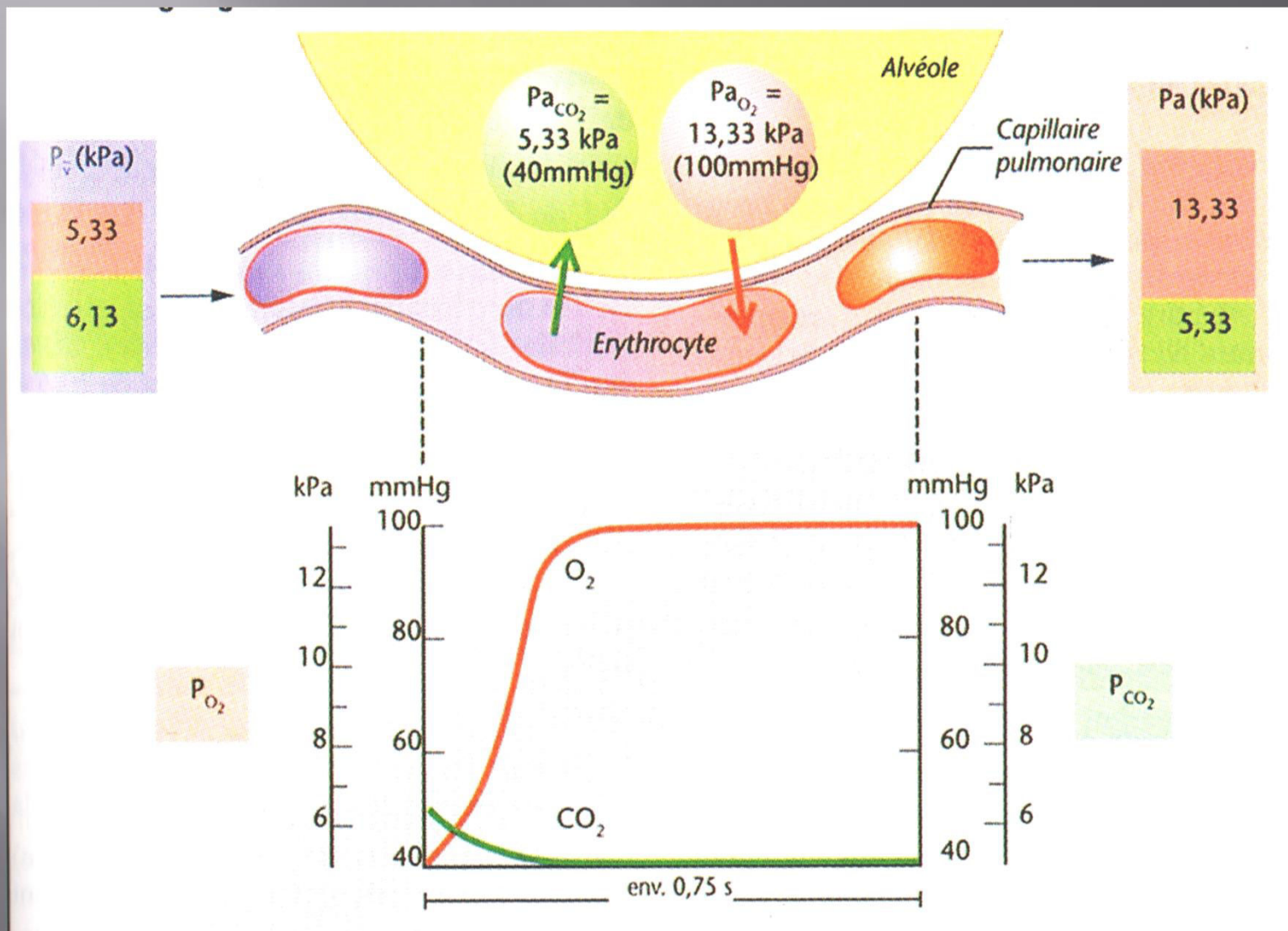
Membrane alvéolo capillaire



Échanges alvéolo-capillaires (Oxygène) la cascade de l'oxygène



Diffusion de l'oxygène à travers la MAC



Diffusion du CO₂ à travers la MAC

- À l'entrée du capillaire $PO_2=40$ mmHg
- Au niveau alvéolaire $PO_2= 100$ mmHg

Gradient de pression important

- A l'entrée du capillaire : $PCO_2 = 46$ mmHg
- Au niveau alvéolaire : $PACO_2 = 40$ mmHg

Malgré un faible gradient de pression :

Le CO₂ diffuse facilement (grande solubilité +++)

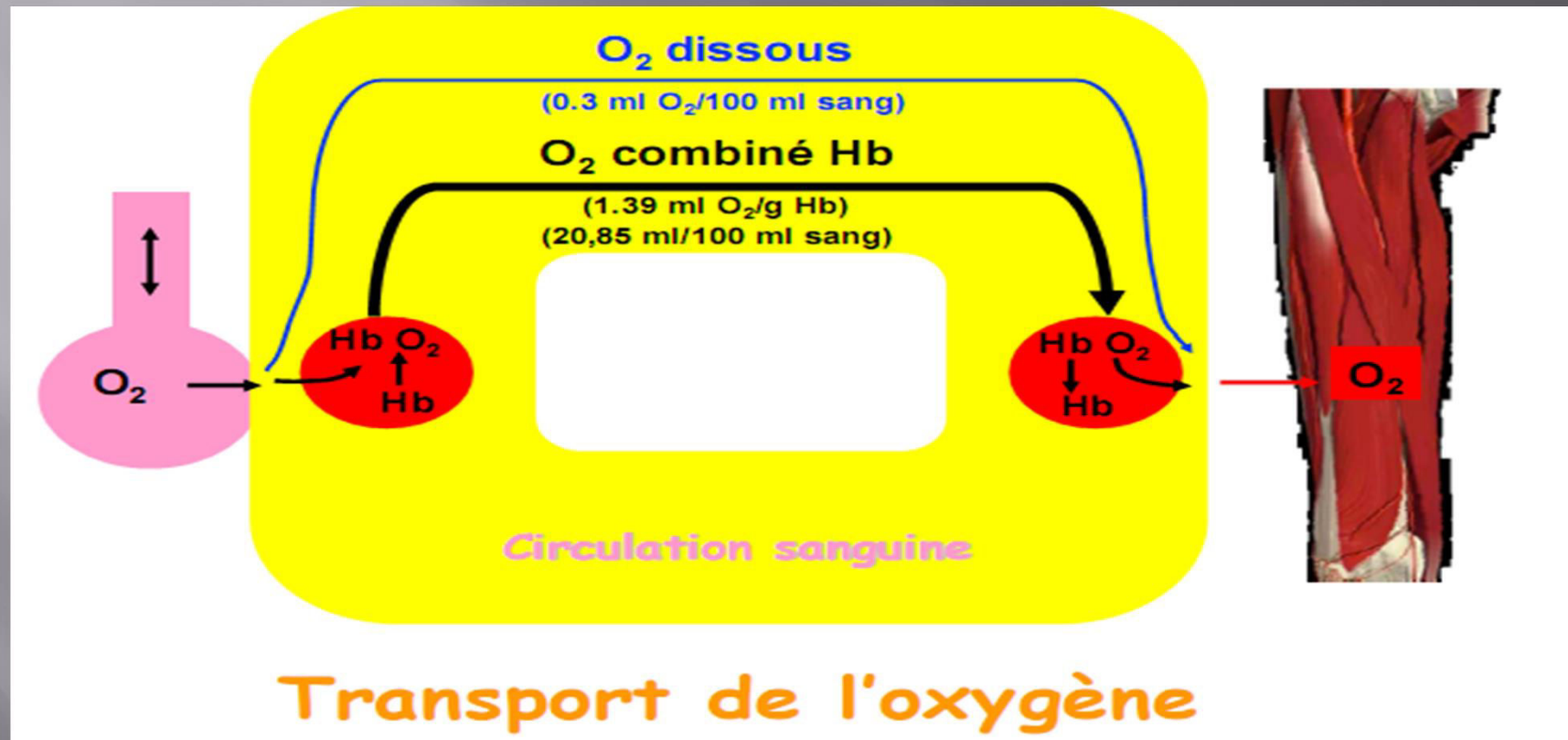
Mesure de la capacité de transfert de la MAC :

Sujet d'âge et de taille moyenne, de sexe masculin

$$TL\ CO = 30\ ml / min / mmHg$$

III) FONCTION RESPIRATOIRE DU SANG

SANG



Généralités

- ❑ But : l'oxygénation tissulaire et la respiration cellulaire.
- ❑ Après diffusion des gaz à travers la MAC jusqu'aux capillaires pulmonaires, le sang assure, grâce à une hémoprotéine, l'approvisionnement des tissus en oxygène (O_2) pour le processus d'oxydoréduction et permet en même temps de les débarrasser de (CO_2)
- ❑ Ainsi, une quantité variable d' O_2 est livrée aux tissus en fonction de leurs besoins et, en même temps, une quantité presque équivalente de CO_2 est éliminée de l'organisme.
- ❑ Les gaz passent d'une phase gazeuse (l'air alvéolaire) vers une phase liquide (le sang capillaire) où ils se trouvent soit sous forme dissoutes ou sous forme combinée.
- ❑ La loi de Henry ou loi de solubilité stipule que lorsqu'une phase liquide dégazifiée est en contact avec une phase gazeuse, les molécules de gaz diffusent dans le liquide et s'y dissolvent.

- L'O₂ et le CO₂ sont transportés par la circulation sanguine
 - des poumons vers les tissus
 - des tissus vers les poumons
- Le sang fixe l'O₂ et le CO₂
 - de manière réversible
 - sous l'influence d'un gradient de pression partielle

- **Gaz** transportés en milieu **liquide** (plasma, cytoplasme du GR)
- Dans un liquide, un gaz peut être présent sous 2 formes:
 - **dissoute**
 - **combinée** à un transporteur ou après réaction chimique
- Seule la **fraction dissoute** du gaz participe à la pression partielle

- ▣ La forme **combinée** est la principale forme de **transport**
- ▣ **L'O₂** se fixe à l'HB de façon réversible
- ▣ L'hémoglobine est un tétramère(4 chaîne polypeptidiques) qui sont liées à un groupement prosthétique :l'hème (fer) qui fixe l'O₂

Définitions

- ❖ **Pouvoir oxyphorique**: c'est le volume d'O² que peut lier 1g d'hémoglobine.
- ❖ **Capacité en O²**: c'est le volume d'O² que peut lier un volume de 100 mL de sang.

En cas d'anémie, la concentration d'hémoglobine diminue, et la capacité en O² diminue parallèlement

- ❖ **Contenu en O²**: c'est le volume d'O² effectivement contenu dans 100 mL de sang.

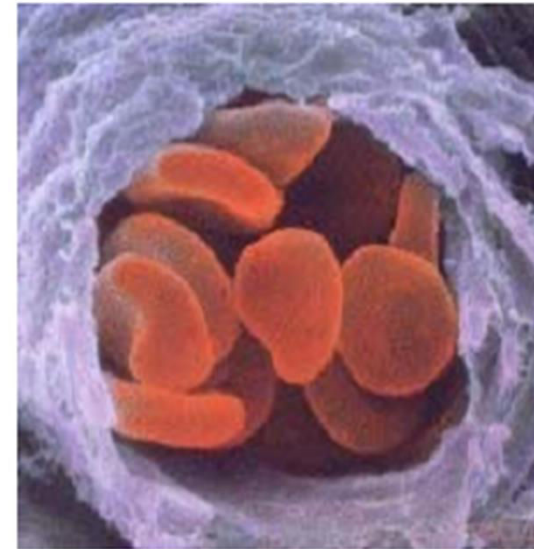
En cas d'anémie, la concentration d'hémoglobine diminue, et le contenu en O² diminue bien que la P^aO² soit normale.

- ❖ **Saturation en O²**: c'est le rapport entre le contenu en O² et la capacité en O².

En cas d'anémie, la saturation n'est pas modifiée puisque capacité et contenu en O² diminuent de la même façon.

L'hémoglobine

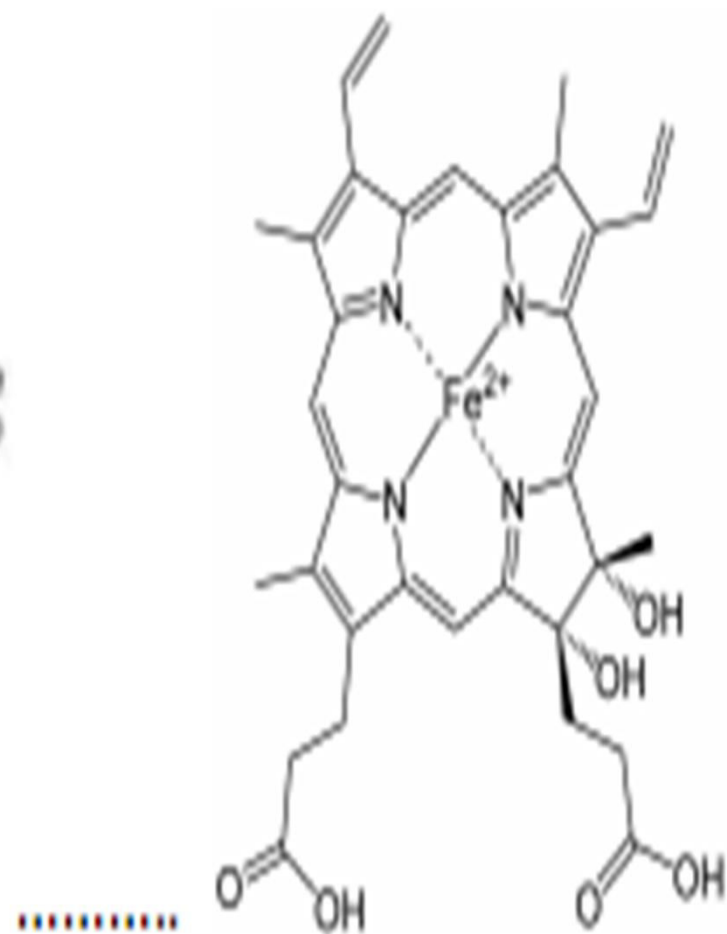
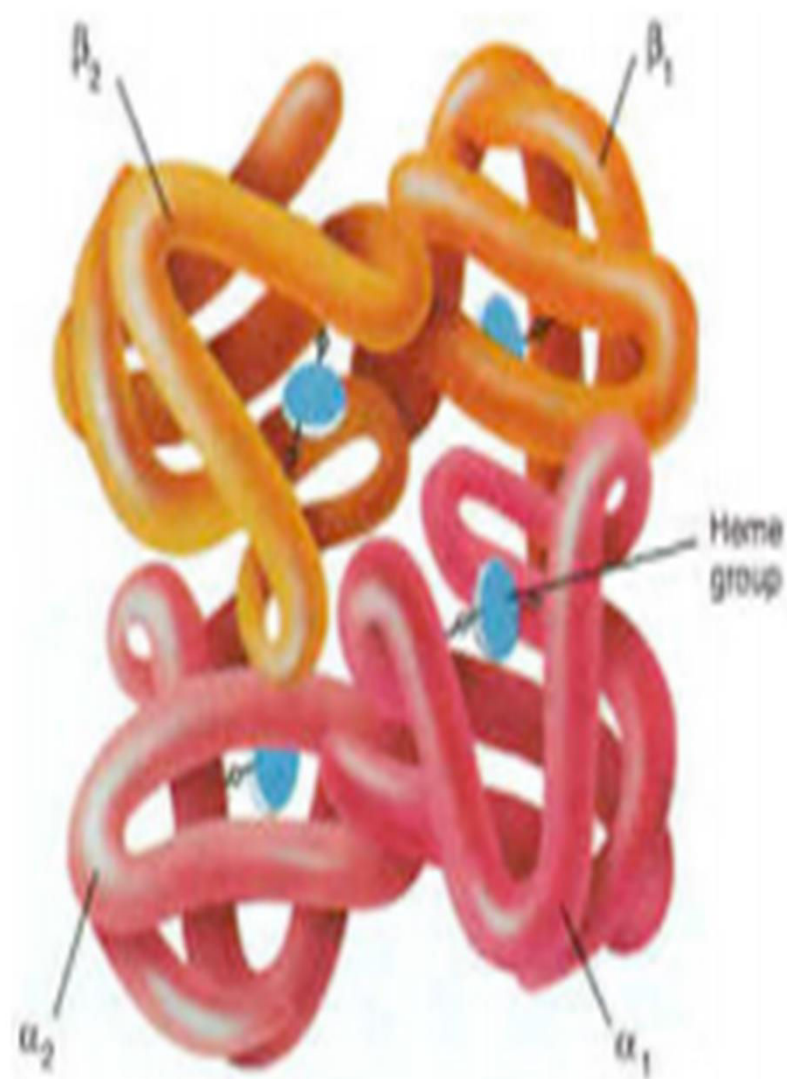
- L'hémoglobine (Hb) est un pigment respiratoire présent exclusivement dans les hématies
- Protéine transporteuse
 - **fixation** réversible et instable d'un ligand (ex. O_2) sur une site de fixation
 - **affinité** protéine-ligand plus grande au départ qu'à l'arrivée



Ligands de l'Hb

O_2
 CO_2
 H^+
CO
2,3 DPG

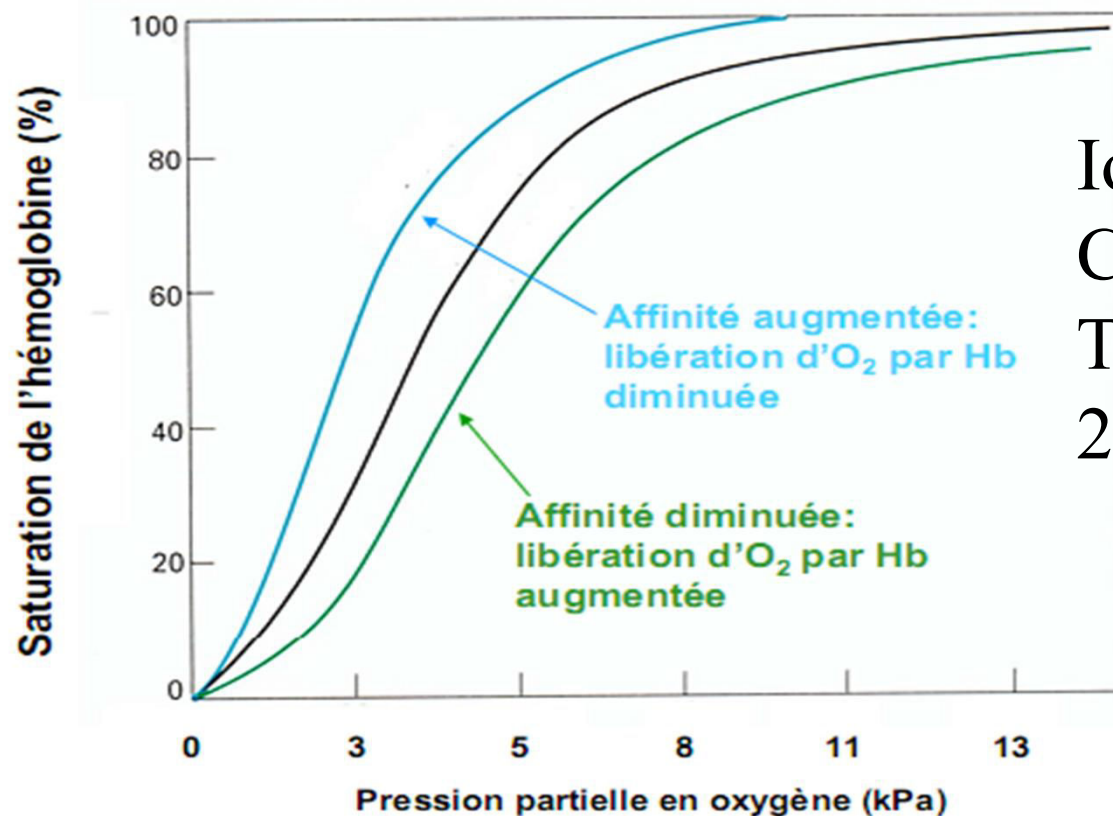
Hémoglobine



3- FACTEURS MODIFIANT L'AFFINITE DE L'Hb A L'O2

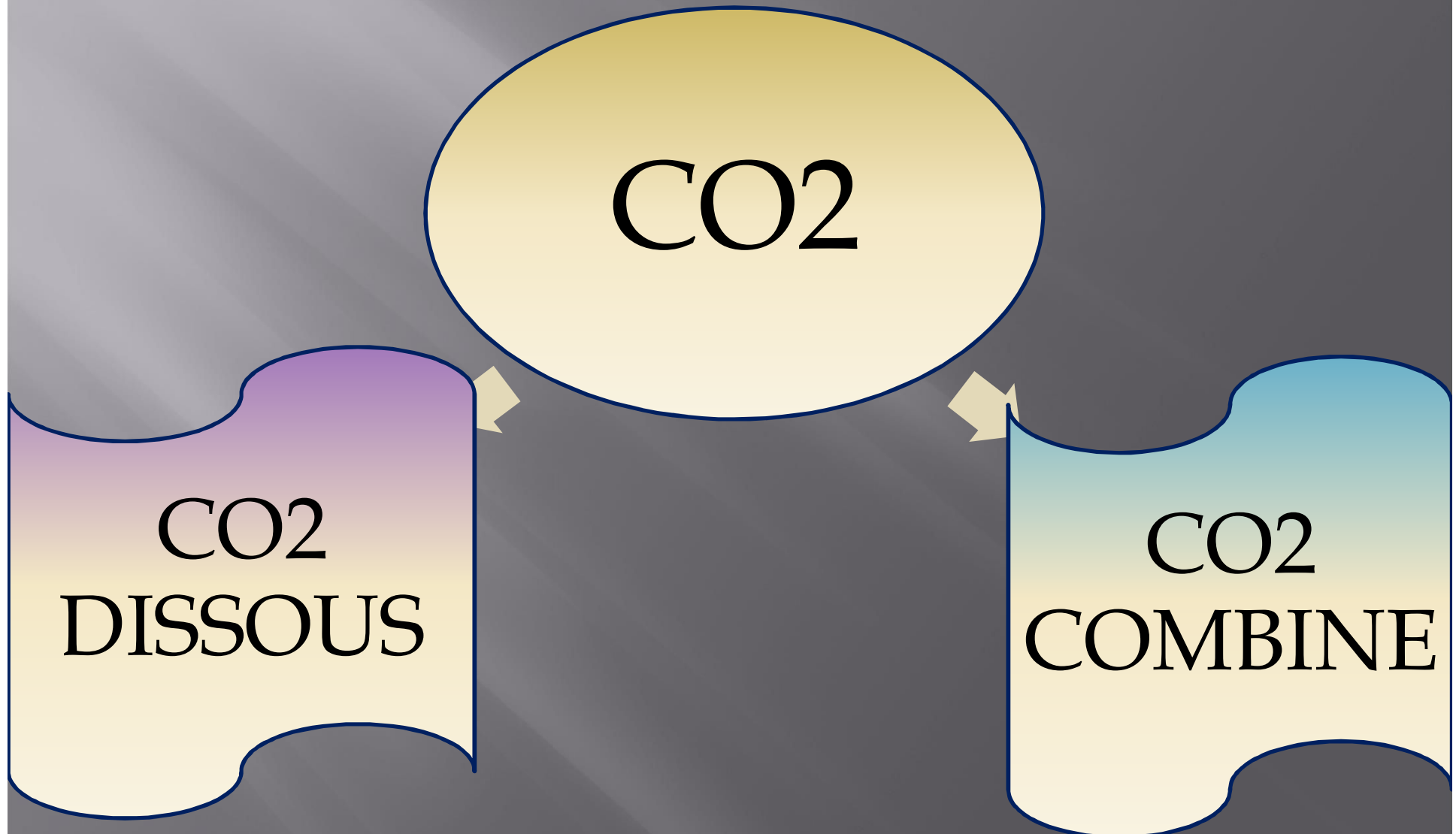
Transport de l'oxygène

Modification de l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène

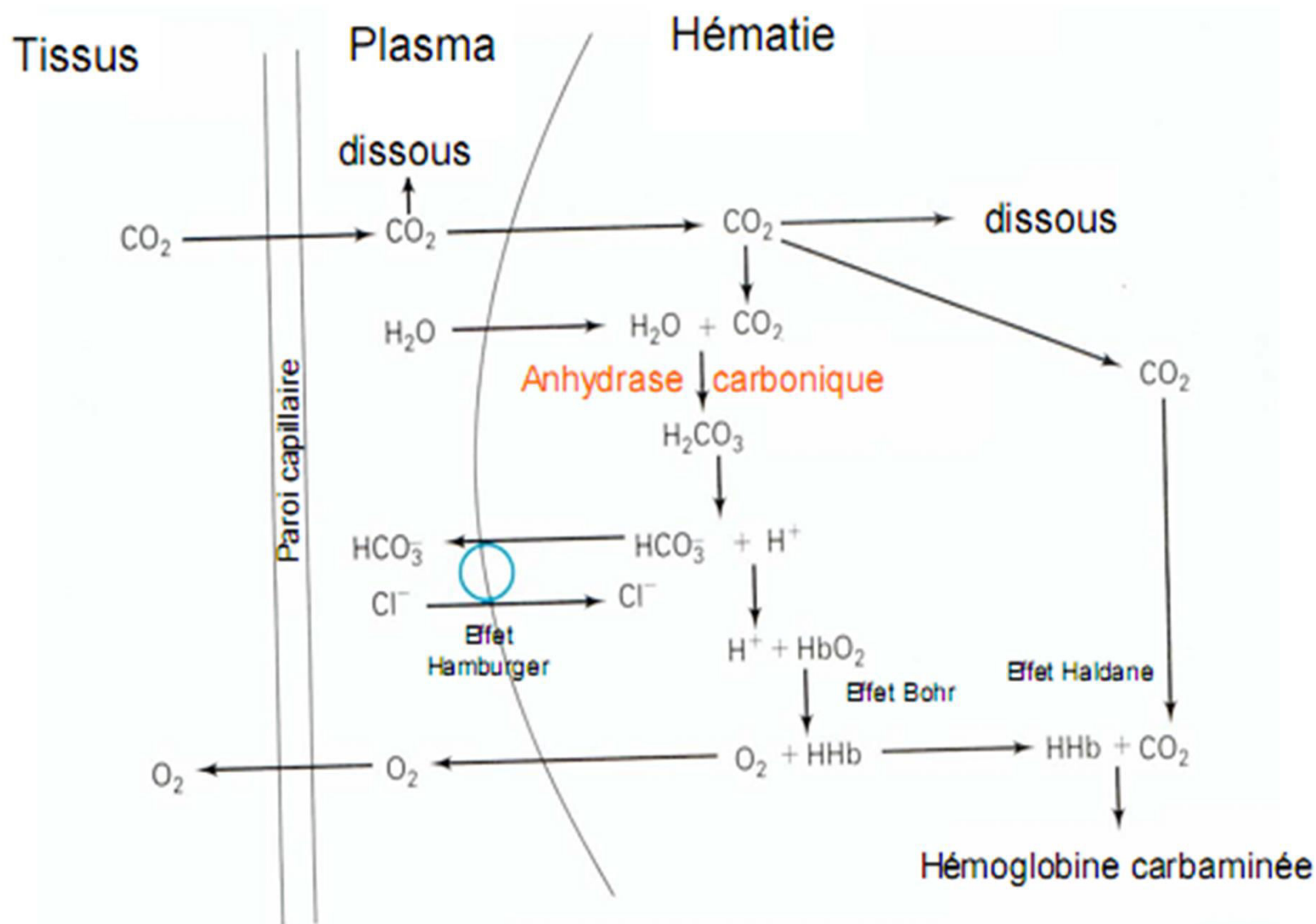


Ions H⁺
CO₂
Température
2,3 DPG

III- TRANSPORT DU CO₂

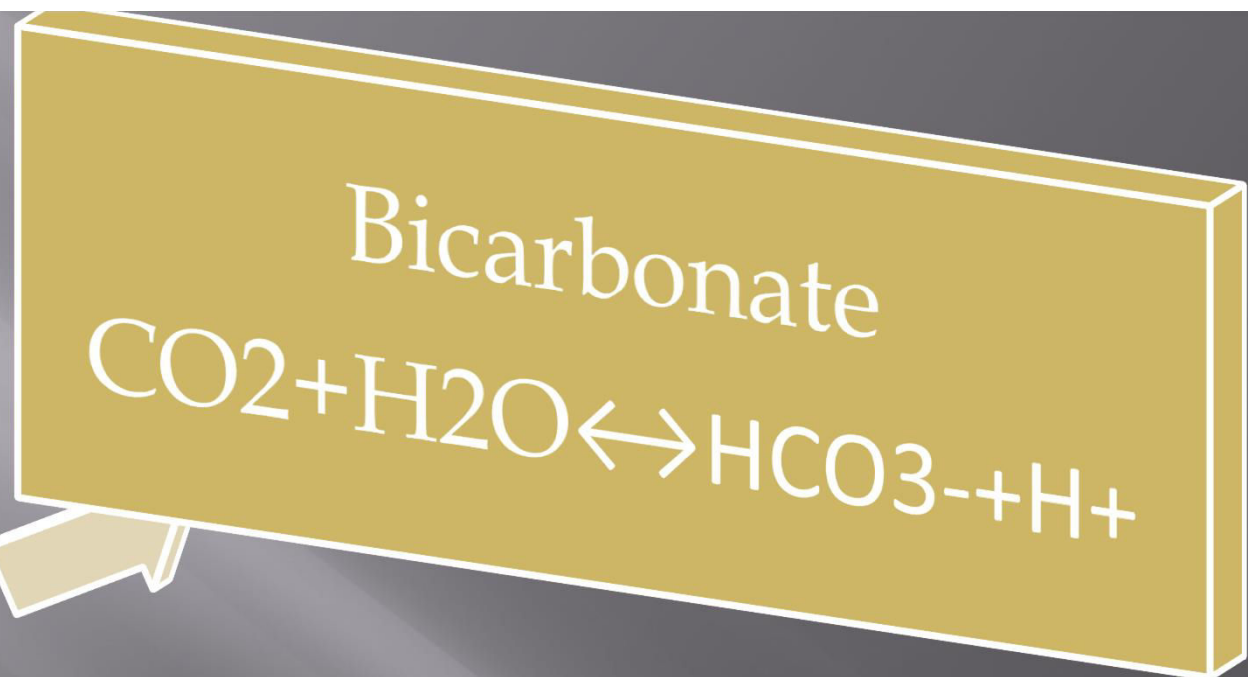


Transport du gaz carbonique



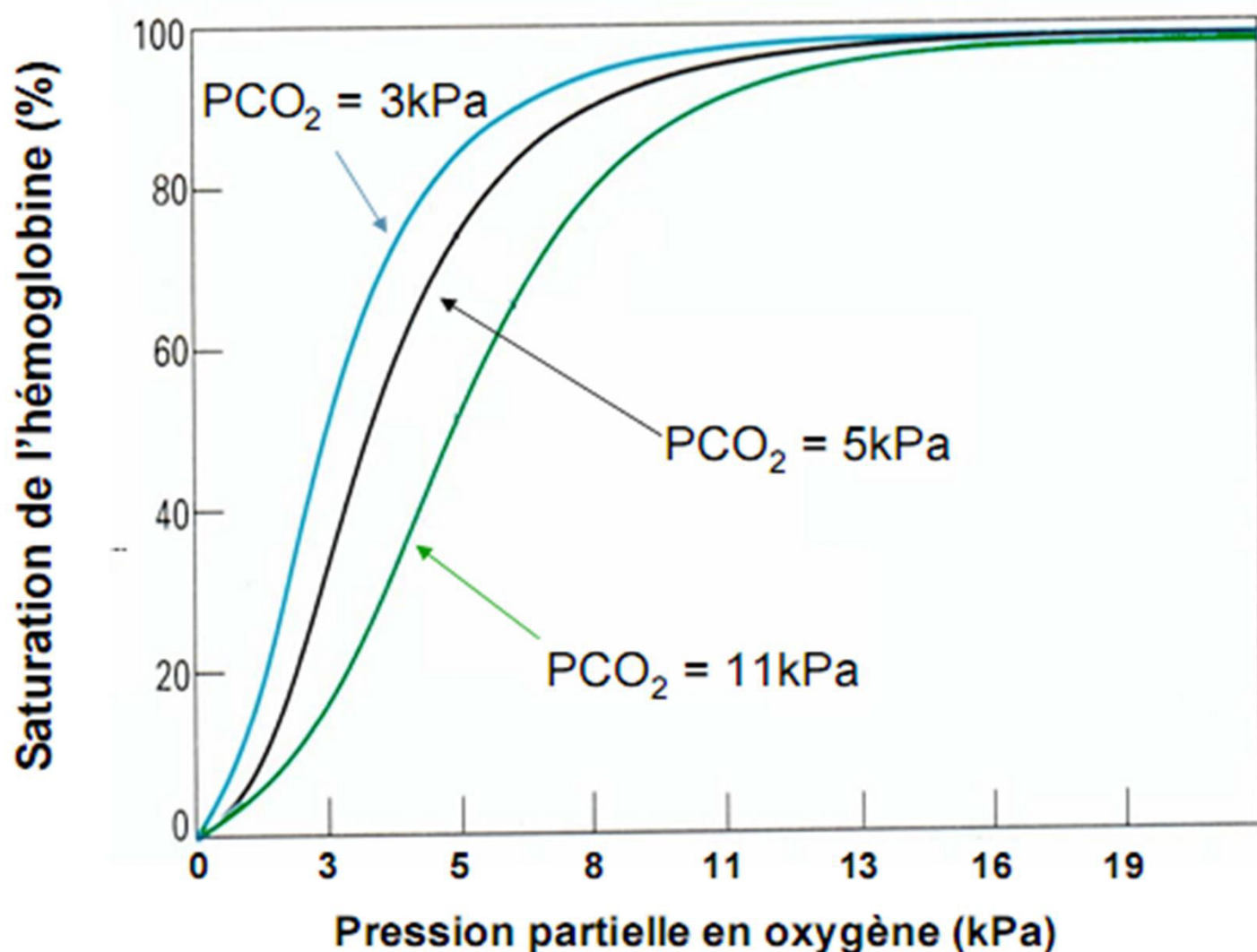
TRANSPORT DU GAZ CARBONIQUE

- ▣ Les différentes formes de transport de CO₂ jouent un rôle capital dans l'équilibre acido-basique



Interactions

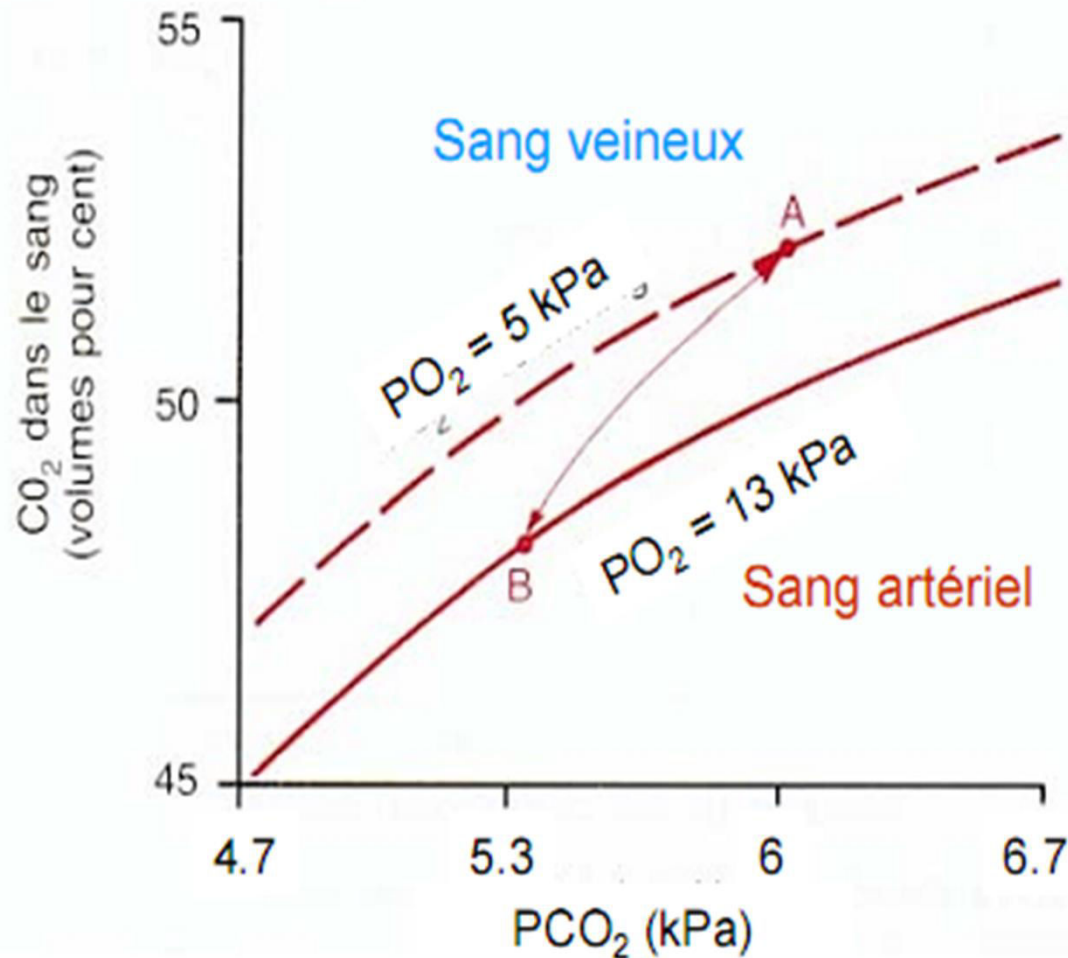
Effet Bohr: La PCO_2 influence l'affinité de Hb pour l' O_2



Interactions

Effet Haldane: la PO_2 influence l'affinité de l'Hb pour le CO_2

Pour une même PCO_2 , l'hémoglobine fixe plus de CO_2 si PO_2 basse



VI)Régulation de la ventilation

Respiration est un phénomène cyclique régulé avec alternance régulière **Inspirations actives** et **Expirations passives** 

Automatisme respiratoire

Contraction **cyclique** et **automatique** des muscles respiratoires (principaux et/ou accessoires)

Introduction

- ▣ Le contrôle de la ventilation s'intéresse à deux éléments fondamentaux :
 1. l'origine de l'autorythmicité des centres respiratoires
 2. les boucles de régulations qui vont la contrôler
- ▣ Le contrôle de la ventilation permet de maintenir l'homéostasie des gaz du sang



OBJECTIFS

- Comprendre l'hypothèse de fonctionnement rythmique des centres respiratoires
- Comprendre les mécanismes centraux qui permettent au CO₂ de réguler la ventilation
- Comprendre que les afférences vagales vont participer, renforcer l'inhibition périodique de l'inspiration et accélérer ainsi le rythme respiratoire

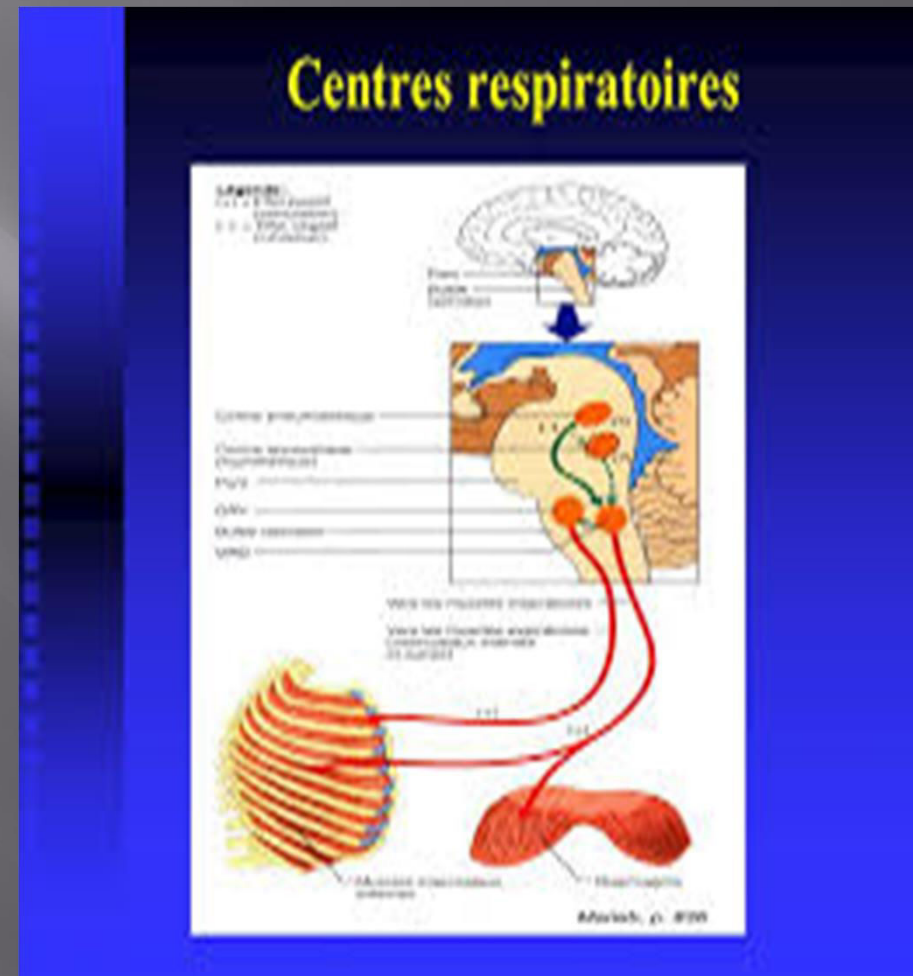


On a 3 centres respiratoires

- 1) Centre bulbaire
- 2) Centre dans la partie sup de pont
(PNT)=vague(même effet)
- 3) Centre dans la partie inf de pont (APN)

II. CENTRES RESPIRATOIRES

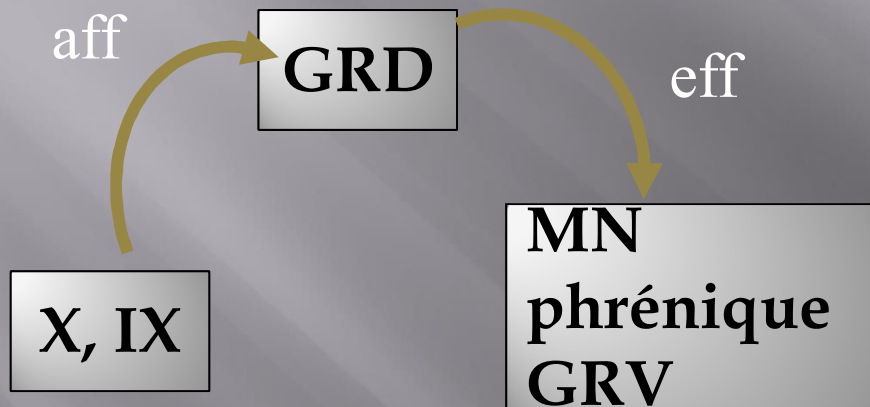
- ▣ Tronc cérébral: bulboprotubérentiels.
 1. Centres bulbaires
 2. Centres pneumotaxiques



A. Centres bulbaires

GRUPE RESPIRATOIRE DORSAL (GRD)

- Noyau du faisceau Solitaire.



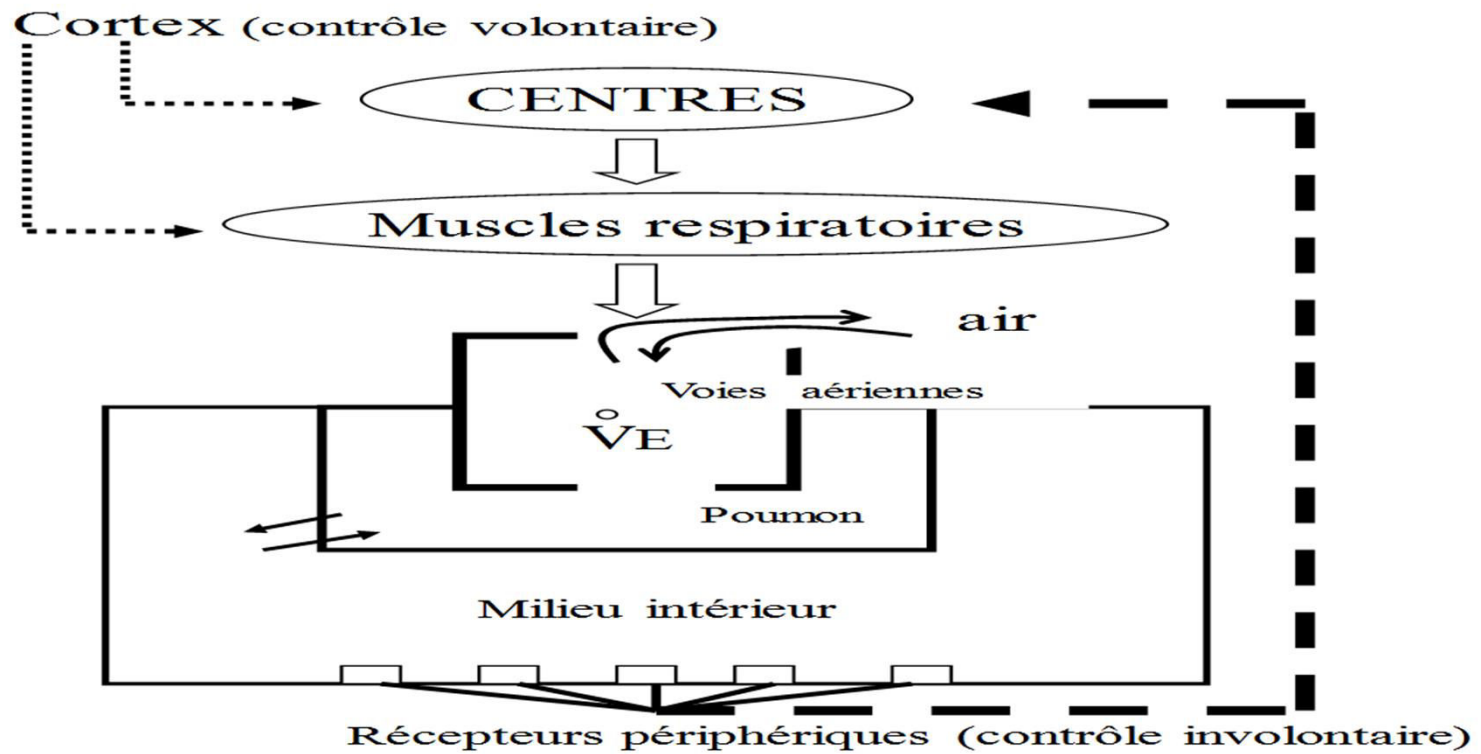
- 2 types de neurones inspiratoires:
 - α (générateurs de rampe inspiratoire)
 - β (info vagales).

GRUPE RESPIRATOIRE VENTRAL (GRV)

- Noyau ambigu et rétroambigus
- Cellules inspiratoires : envoient efférences
 - Larynx
 - Intercostaux, diaphragme, et m accessoires
- Cellules expiratoires
 - Muscles expiratoires
- Reçois des influx du GRD
- Rôle:
Envoyer les influx reçu du GRD vers les motoneurones des \neq m expiratoires.

Hypothèse de fonctionnement des centres

- ▣ Nombreuses
- ▣ Le plus en faveur est dite : **de l'inhibition phasique**
- ▣ Un activateur d'inspiration centrale stimulerait les Cellules du GRD, les α provoqueraient une inspiration
- ▣ En revanche, la stimulation des β , lorsqu'elle atteint un seuil suffisant, induirait une inhibition du générateur d'activité inspiratoire centrale donc l'arrêt de l'inspiration et le début d'une expiration spontanée
- ▣ Hypothèse basée sur l'inhibition périodique(phasique)de l'activité des neurones inspiratoires



organisation générale de la commande ventilatoire

- ❖ L'être humain peut exercer un contrôle volontaire de la ventilation(cortex) dans certaines circonstances: apnée, hyperventilation
- ❖ La respiration peut être modifiée par la phonation, le chant, le rire, l'émotion (anxiété, peur, douleur) ou lors des reflexes tel que l'éternuement, le bâillement (cortex, hypothalamus, système limbique).

Afférences

3 types d'informations parviennent aux centres nerveux de la ventilation:

-Afférences vagales.

-Afférences métaboliques apportant les informations provenant des chémorécepteurs périphériques ou centraux.

-Afférences pariétales proprioceptives provenant des muscles et des tendons de la cage costale, du diaphragme et de la paroi abdominale.

CENTRES RESPIRATOIRES DU TRONC CEREBRAL

Siège de la commande ventilatoire

bulbo-protubérantiel

Ces centres vont agir sur les muscles respiratoires et les voies aériennes entraînant des modifications portant sur la Fréquence respiratoire et le Volume courant

CONCLUSION

Les échanges alvéolo-capillaires c est la 2^{ème} étape dans le processus ventilatoire suivie par le transport des gaz par le sang qui dépend de plusieurs facteurs

Interactions permettent d'optimiser la capture ou la libération de l'O₂ et du CO₂

Le transport du CO₂ à une importance majeure dans l'équilibre acido-basique

Toutes ces étapes sont régulées pour pouvoir répondre aux variations physiologiques et même pathologique de l'organisme