

# **VENTILATION ET PLONGEE**

**GP N4 CODEP 57, janvier 2024**

**Anne so janvier 2024**

# VENTILATION

## PLAN

### 1) ANATOMIE de l'APPAREIL VENTILATOIRE

- a) voies aériennes supérieures
- b) voies aériennes inférieures

### 2) MECANIQUE VENTILATOIRE

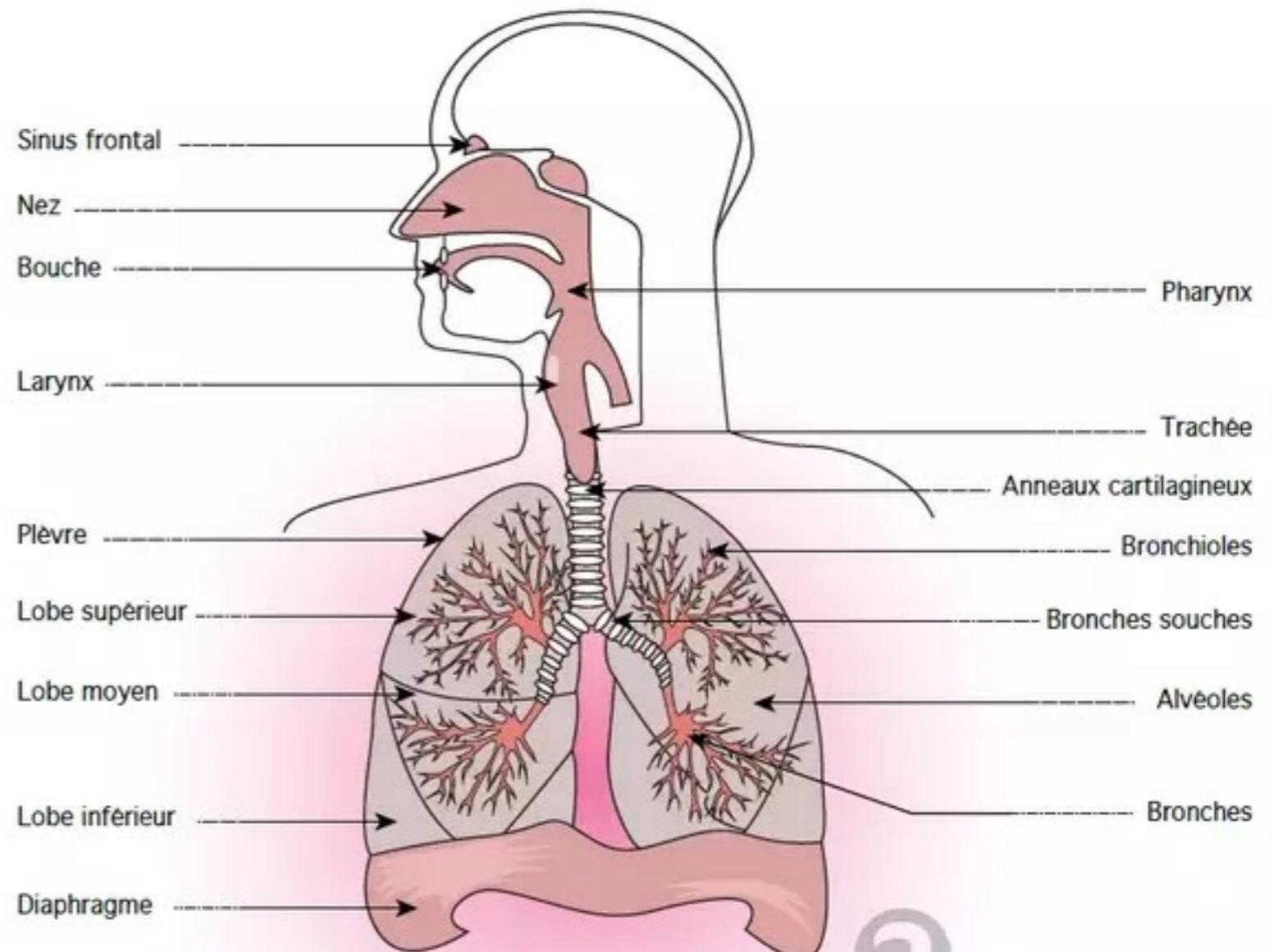
- a) inspiration , expiration
- b) volumes pulmonaires
- c) modifications en immersion

### 3) ECHANGES GAZEUX ALVEO-CAPILLAIRES

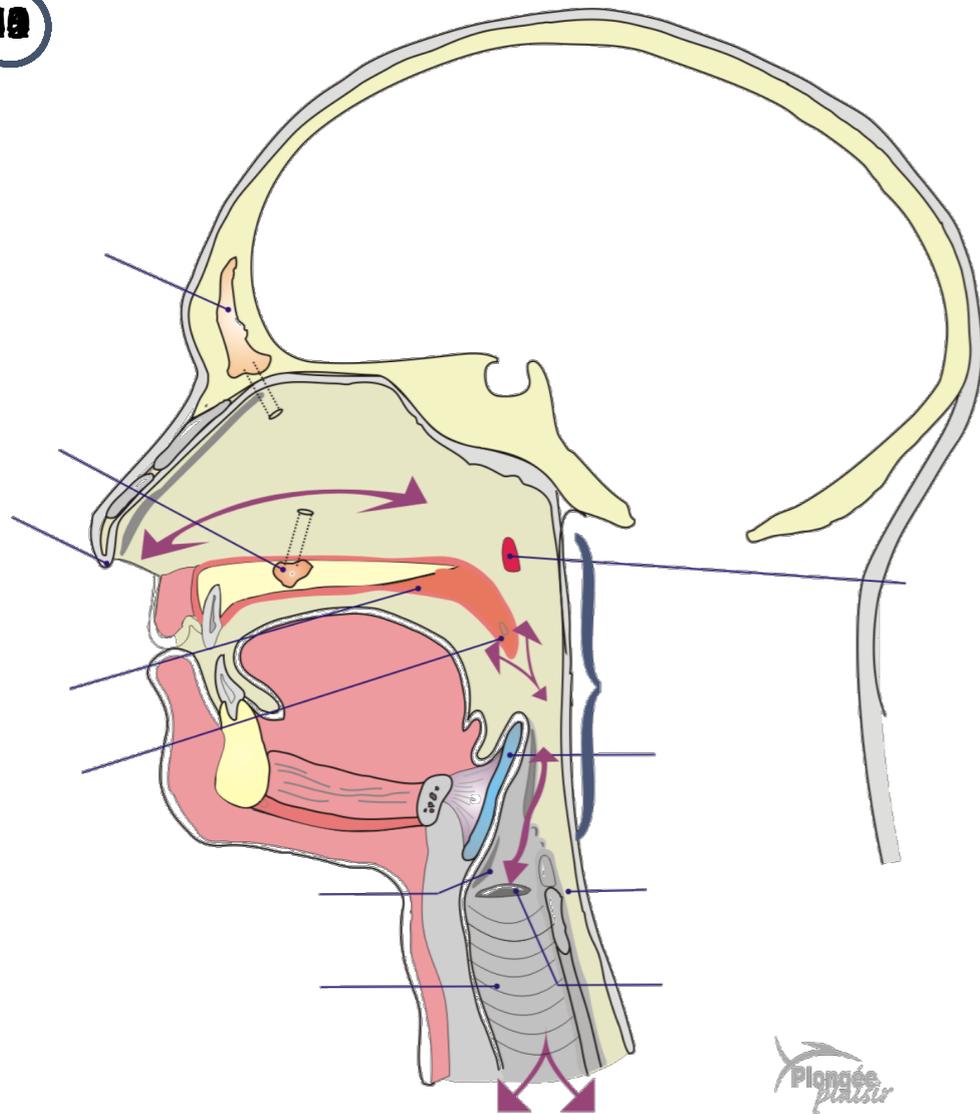
# VENTILATION

## L'appareil respiratoire

### Appareil respiratoire

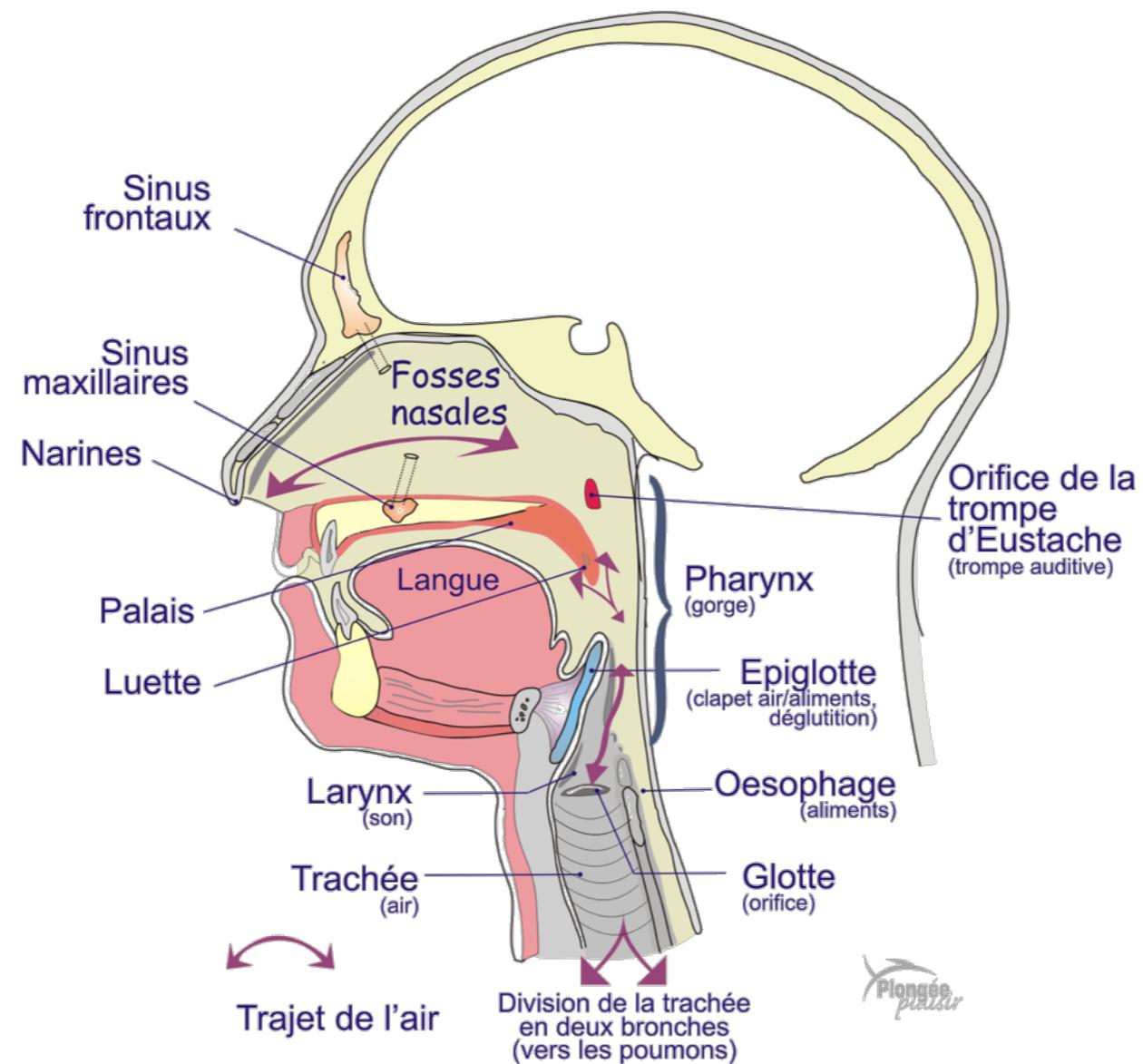


# Voies aériennes supérieures



# Ventilation

## Les voies aériennes supérieures



# VENTILATION

## Voies aériennes supérieures

Les voies aériennes supérieures débutent au niveau des narines, de la bouche et se terminent à la partie inférieure de la trachée.

L'air pénètre soit par la bouche, soit par les narines puis les fosses nasales, le rôle des fosses nasales est d'éliminer les impuretés, de réchauffer et d'humidifier l'air inspiré.

L'air se trouve ensuite au fond de la gorge dans ce que l'on appelle le pharynx, il va ensuite pénétrer dans la trachée, celle-ci est fermée au moment de la déglutition par l'épiglotte, sorte de clapet cartilagineux, empêchant les aliments de pénétrer.

Les sinus, frontaux et maxillaires, sortes de cavités osseuses, communiquent avec les fosses nasales par de petits orifices.

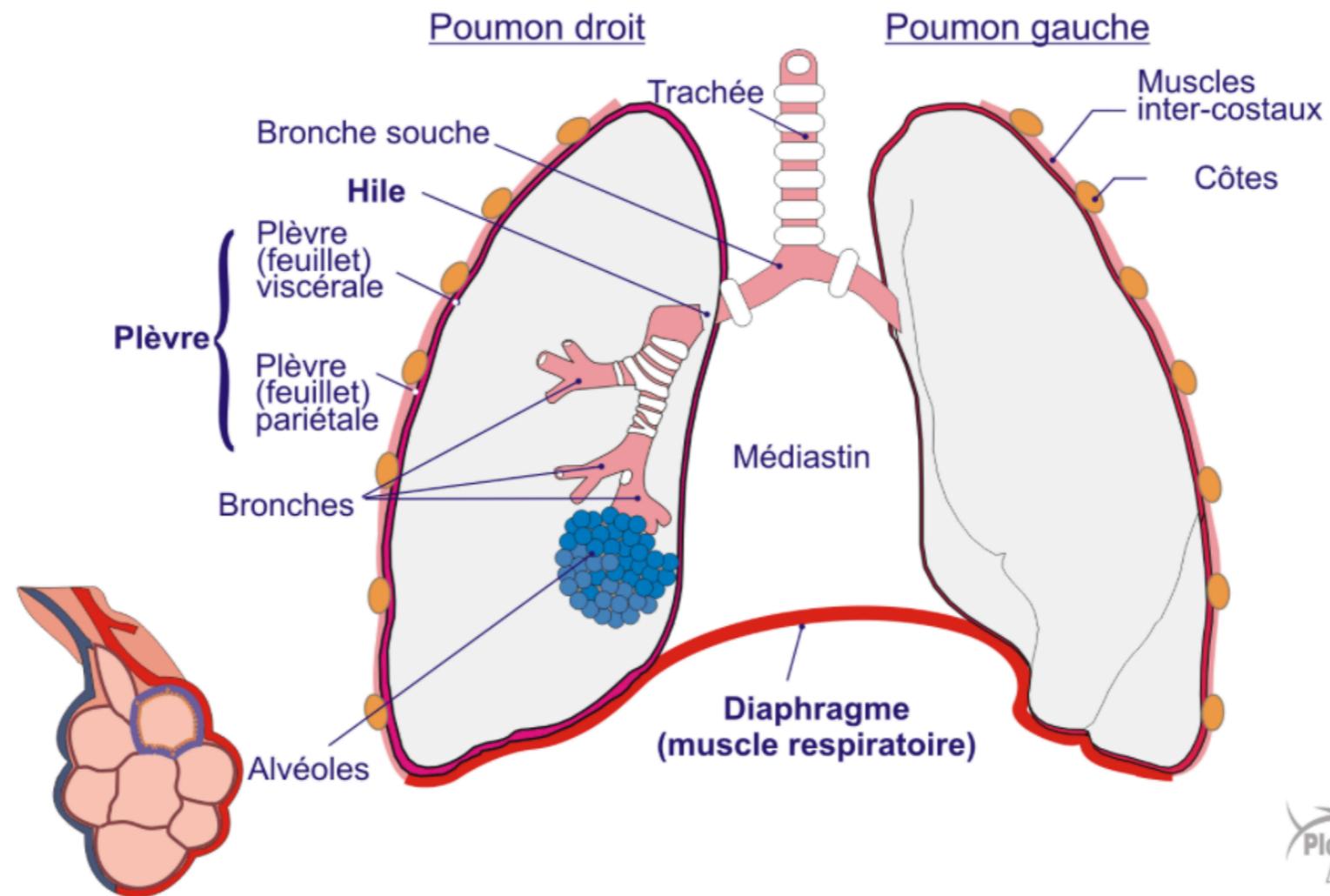
# **VENTILATION.**

## **1)ANATOMIE**

### **b) Voies aériennes inférieures**

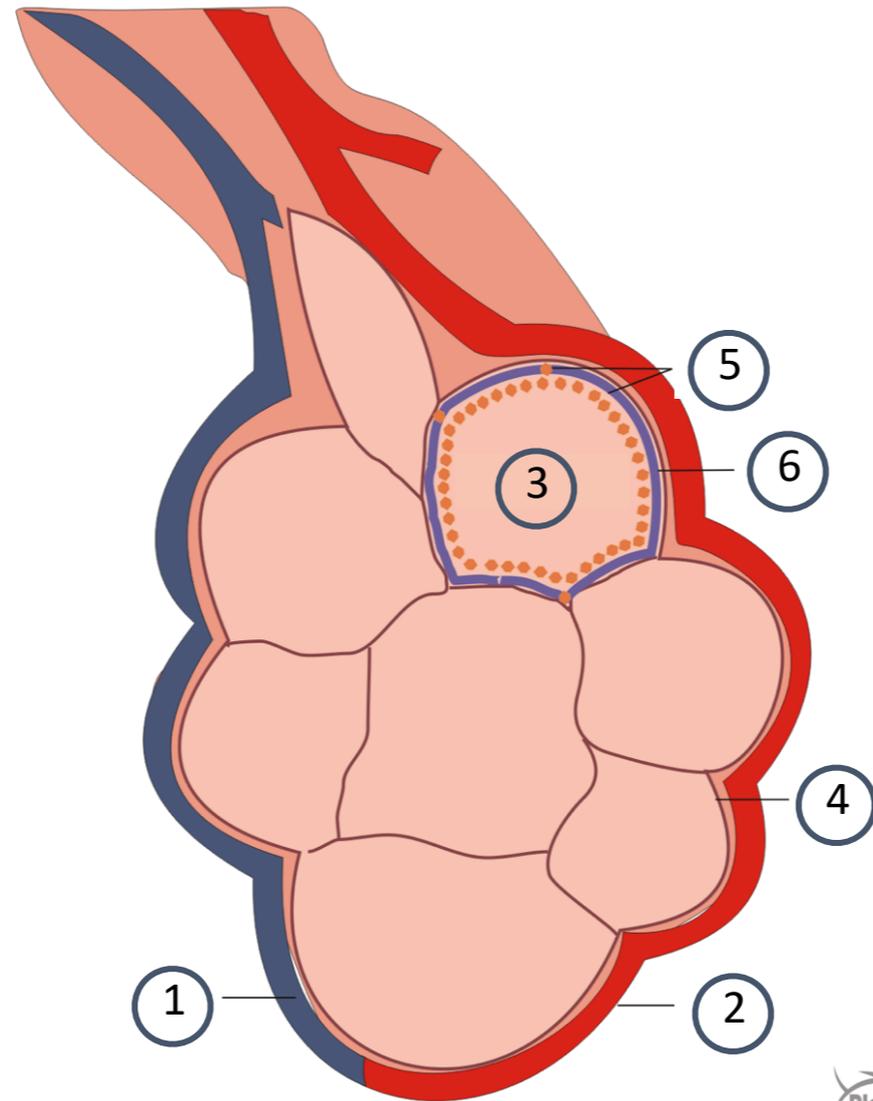
# VENTILATION

## Voies aériennes inférieures



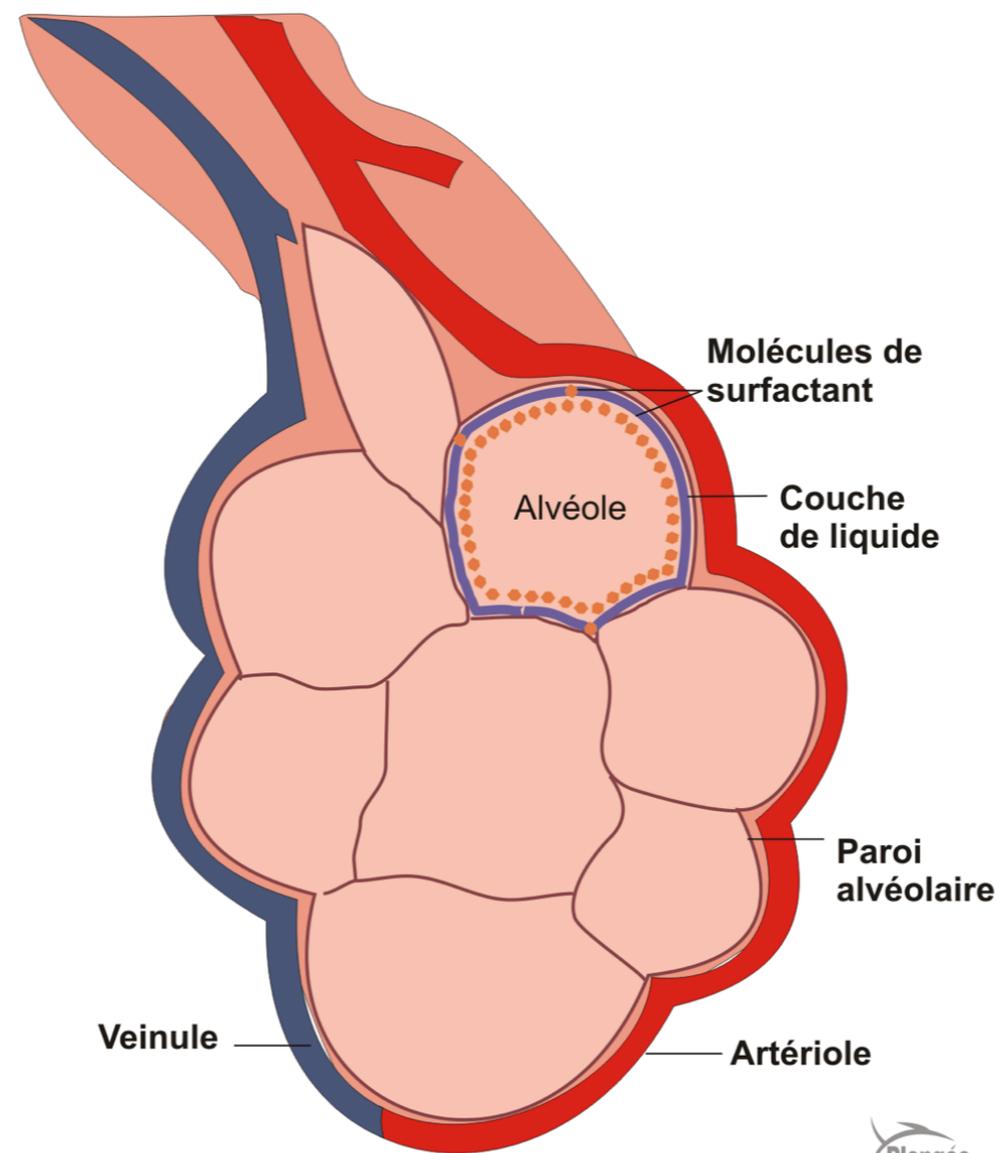
# VENTILATION

## Les bronchioles



# VENTILATION

## Les bronchioles



# VENTILATION

## b) Voies aériennes inférieures

Elles débutent à la partie inférieure de la trachée, celle-ci se divise en deux bronches, que l'on appelle bronche souche, une bronche souche droite pour le poumon droit et une bronche souche gauche pour le poumon gauche. Chaque bronche pénètre le poumon au niveau du hile. Dans les poumons les bronches vont se diviser comme les branches d'un arbre, pour devenir de plus en plus petites et donner des bronchioles. Ces conduits servent à véhiculer l'air, il n'y a pas d'échanges à ce niveau.

Les poumons

Au nombre de deux, ils ont pour fonction :

- Les échanges gazeux
- La défense contre les agents microbiens

Les poumons sont recouverts d'une membrane, la plèvre, constituée de deux feuillets, un feuillet contre le poumon que l'on appelle la plèvre viscérale, un feuillet qui adhère à la paroi thoracique et au diaphragme, maintenant le poumon contre la paroi, la plèvre pariétale.

Le diaphragme est un muscle qui sépare la cavité abdominale et la cavité cardiaque.

Les deux feuillets de la plèvre glissent l'un sur l'autre au cours de la ventilation.

Les alvéoles pulmonaires

Les bronchioles terminales se terminent par les alvéoles pulmonaires où se font les échanges gazeux. On dénombre pas moins de 300 millions d'alvéoles par poumon et la surface d'échange représente la moitié d'un cours de tennis soit 100 m<sup>2</sup>

# VENTILATION. 2)MECANIQUE VENTILATOIRE

## a) Inspiration-Expiration-Muscles respiratoires

La ventilation est le processus mécanique qui assure le renouvellement de l'air des alvéoles pulmonaires par activation des muscles ventilatoires.

Elle comporte l'inspiration et l'expiration.

A l'inspiration: le diaphragme s'abaisse, les muscles des côtes se contractent, créant une augmentation du volume de la cage thoracique, La pression d'air dans le poumons baisse créant une dépression. L'air s'engouffre → c'est une phase active

A l'expiration : le diaphragme et les muscles des côtes se relâchent, le volume thoracique diminue ce qui augmente la pression, expulsion l'air vers l'extérieur → c'est une phase passive

A l'effort, l'expiration devient active grâce aux muscles intercostaux.

La respiration est l'association de la ventilation et des échanges gazeux.

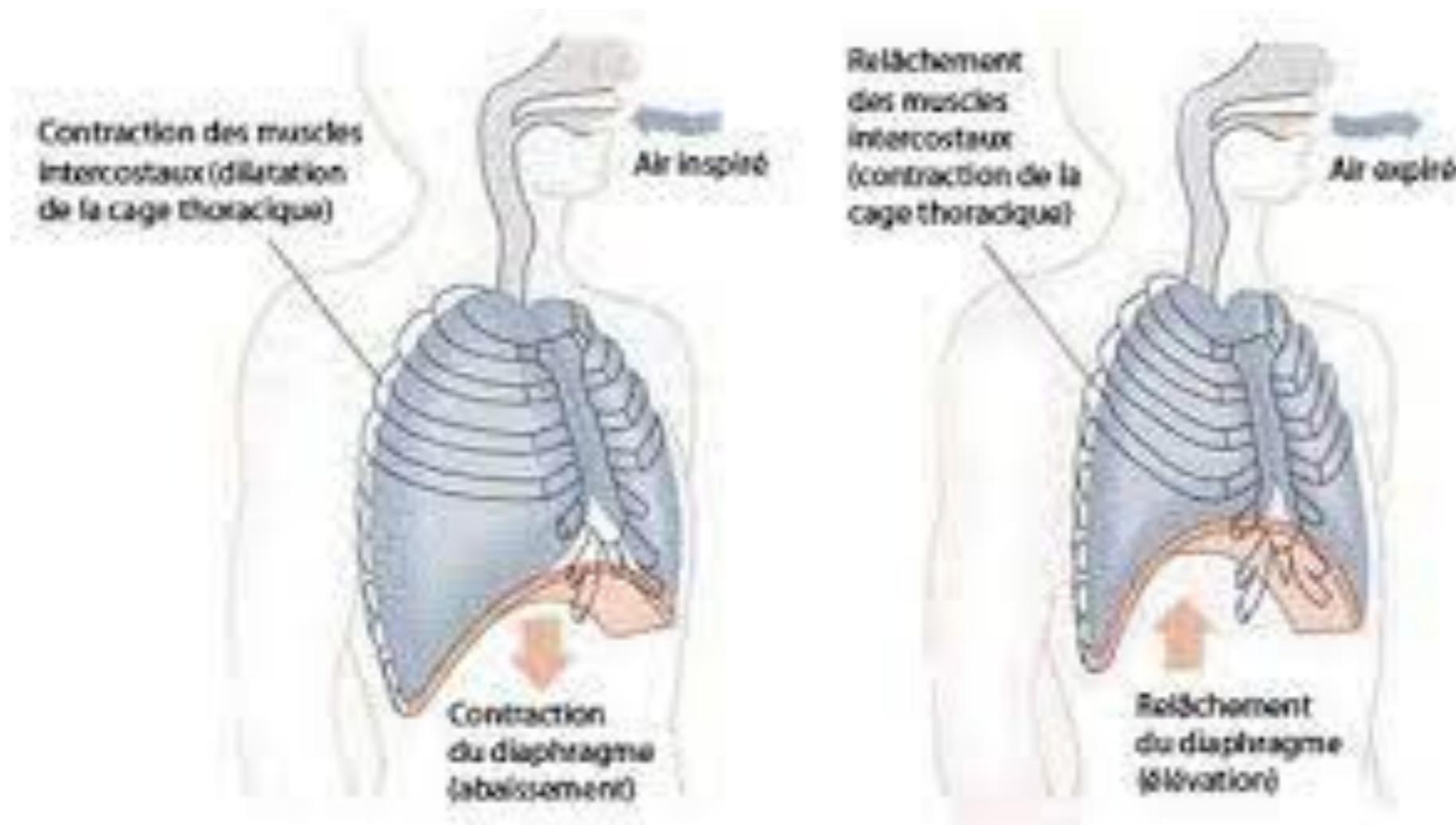
Son rôle est d'amener aux organes et aux tissus les éléments nécessaires à leur fonctionnement (O<sub>2</sub>, nutriments) et d'évacuer les déchets (CO<sub>2</sub>)

RESPIRATION = VENTILATION + ECHANGES GAZEUX

# VENTILATION

## 2) Mécanique ventilatoire

### a) Inspiration-expiration



# VENTILATION

## Mécanique ventilatoire

### Inspiration

Le diaphragme se contracte, il s'aplatit

En même temps les muscles intercostaux externes et les scalènes soulèvent la cage thoracique, entraînant une augmentation du volume de la cage thoracique, la pression alvéolaire baisse et donc l'air entre, au repos il y a un équilibre entre la pression atmosphérique et la pression alvéolaire.

L'inspiration est une PHASE ACTIVE.

# VENTILATION

## Mécanique ventilatoire

### Expiration

C'est une PHASE PASSIVE, par relâchement des contractions musculaires , et également par l'élasticité des poumons , de la cage thoracique et de la pesanteur.

# VENTILATION 2) MECANIQUE VENTILATOIRE

## b) Volumes Pulmonaires

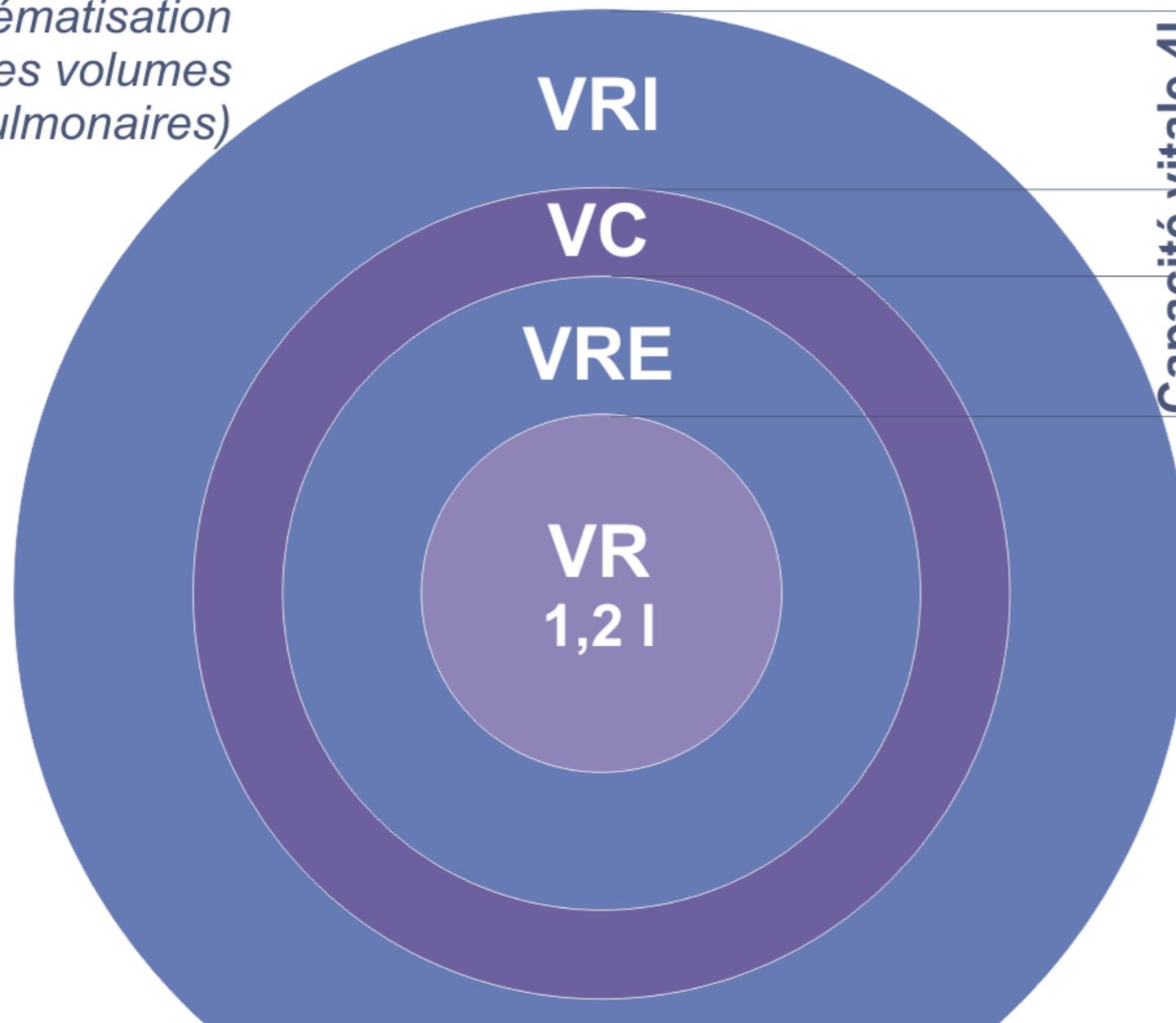


### SPIROGRAMME

Enregistrement des mouvements de la cage thoracique

(valeurs indicatives, variables d'un individu à l'autre)

(schématisation  
des volumes  
pulmonaires)



Capacité vitale 4l

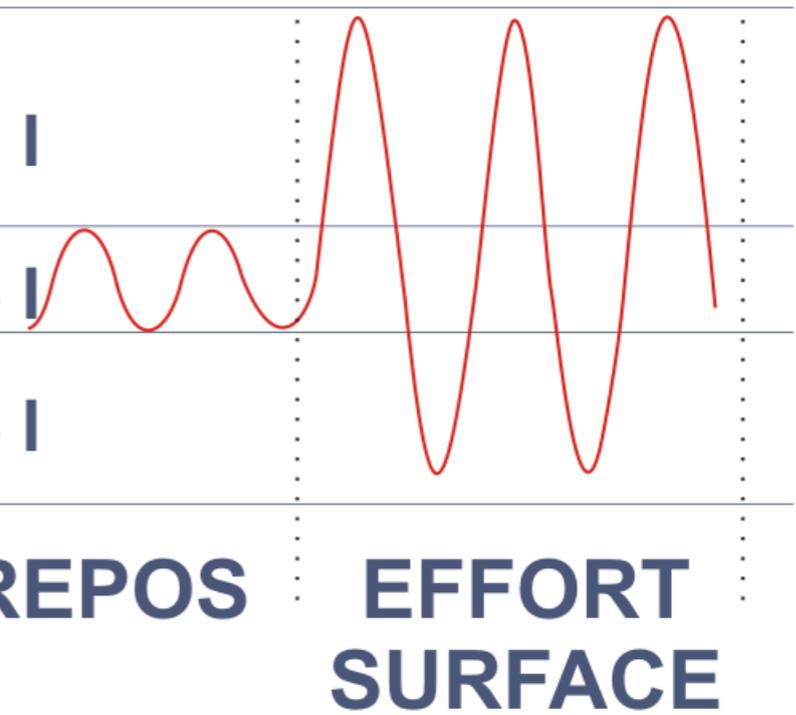
2,0 l

0,5 l

1,5 l

REPOS

EFFORT  
SURFACE



# VENTILATION 2) Mécanique Ventilatoire

## b) Volumes pulmonaires

- Volume courant : mobilisé par une contraction et un relâchement du diaphragme = ventilation au repos
  - Volume de réserve inspiratoire : mobilisé par une contraction du diaphragme et des muscles releveurs, sollicité en cas d'efforts
  - Volume de réserve expiratoire : mobilisé par une contraction des muscles abaisseurs et abdominaux, sollicité en cas d'efforts
- Volume de réserve : correspond à l'air qui reste dans la trachée et les voies aériennes supérieures lors d'une expiration forcée = limites physiologiques
  - Volume mort : correspond aux zones sans échanges Anatomique : nez, bouche, pharynx, trachée (env. 200 mL) Physiologique : alvéoles ventilées mais non perfusées

# VENTILATIO

## Volumes pulmonaires

Capacité Totale = Somme de l'ensemble des volumes,

Par exemple : 6L de capacité totale

Fréquence respiratoire : environ 1 cycle/3-4 sec soit 15 à 20 cycles/min

Effort : jusqu'à 60 cycles/min à l'effort

Les volumes et fréquences varient en fonction du sexe, de la taille et de l'âge

# VENTILATION

Effort non maîtrisé en immersion La ventilation devient haletante, très rapide et « haute » en inspiration L'expiration est négligée → évacuation insuffisante du CO<sub>2</sub> qui stimule le besoin de respirer encore plus rapidement Auto aggravation par effet de cercle vicieux

Mécanisme de l'essoufflement

L'essoufflement est particulièrement dangereux si profondeur importante (accentuation du travail ventilatoire) Il n'est alors plus réversible et peut se compliquer rapidement : - d'une augmentation considérable de la consommation → panne d'air - d'une remontée panique → ADD Nécessité d'assistance et de remontée sans délai

VRI

VC

VRE

VR



au repos  
en surface

effort  
maîtrisé

début  
d'essoufflement

essoufflement

début  
de récupération



# VENTILATION. 2) Mécanique Ventilatoire

## c) modifications en immersion

En plongée, la ventilation se fait par la bouche, par conséquent l'air pénétrant dans les poumons est plus sec et plus froid, source donc de refroidissement et d'aggravation de la déshydratation.

En plongée, la ventilation se fait via le détendeur, ce qui augmente le travail musculaire ventilatoire, surtout expiratoire

→ l'expiration devient active - Augmente l'espace mort - L'air respiré est froid et sec → moins fluide qu'à l'air libre MILIEU - La pression hydrostatique et la combinaison diminuent la souplesse de la cage thoracique et augmente le travail inspiratoire - L'afflux de sang dans le thorax « Blood Shift » = 700 ml diminue les volumes pulmonaires

La ventilation en immersion nécessite plus d'effort et tend à se faire spontanément en ventilation « haute » (VRI)

→ inciter vos plongeurs à privilégier l'expiration

En immersion nous devenons des insuffisants respiratoires → adopter des conduites d'épargne ventilatoire

# VENTILATION

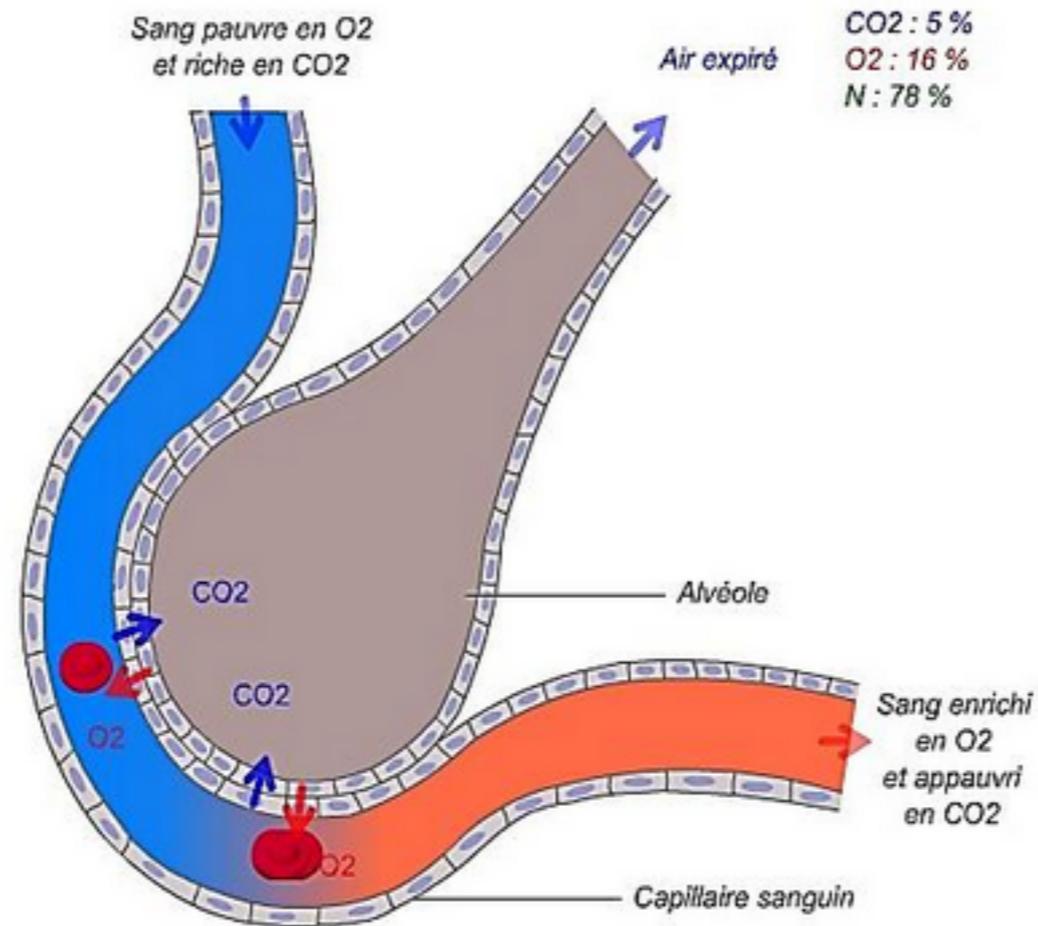
## 3)Echanges alvéole capillaires

- ▣ Le mécanisme d'échange s'appelle la **DIFFUSION**, mécanisme passif qui veut que les molécules passent du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré.
- ▣ Rappel : La quantité de molécules dans un gaz est déterminée par la **PRESSION PARTIELLE** (loi Dalton :  $P_p = P_a \times \% \text{gaz}$ )
- ▣ La quantité de molécules de gaz dissous dans un liquide est déterminée par la **TENSION**

# VENTILATION

## Echanges alvéole capillaires

L'alvéole pulmonaire



# Echanges alvéole capillaires

## Les grandes phases

- La ventilation pulmonaire qui permet le transfert de l'oxygène de l'air que nous respirons aux alvéoles pulmonaires
- La diffusion pulmonaire qui permet le passage de l'oxygène, à travers la membrane alvéolo-capillaire, des alvéoles aux globules rouges qui sont dans les capillaires pulmonaires (phase Alvéolaire)
- La circulation des globules rouges des poumons jusqu'aux tissus grâce au cœur (le sang jouant le rôle de transporteur de l'une à l'autre)
- La diffusion de l'oxygène du sang qui irrigue les tissus jusque dans les cellules (phase tissulaire)
- L'utilisation de l'oxygène par le métabolisme cellulaire pour produire de l'énergie
- L'élimination du gaz carbonique (produit par la combustion de l'O<sub>2</sub>) par l'expiration.

# VENTILATION

## Échanges gazeux

Que dire de la  $P_{pCO_2}$  alvéolaire?

Notre organisme met en place des mécanismes, notamment l'augmentation de la ventilation pour permettre de maintenir une  $P_{pCO_2}$  acceptable.

Cf article hypercapnie en conditions d'hyperbarie.

# VENTILATION

## En résumé

- schéma simple de l'appareil ventilatoire
- mécanismes ventilatoires (inspi-expi)
- modifications de la ventilation en plongée
- diffusion alvéolo capillaire
- constance de la  $P_p\text{CO}_2$  alvéolaire avec la profondeur