

La Respiration

La respiration permet à notre organisme d'amener l'oxygène aux muscles, cerveau, etc. et d'évacuer les déchets gazeux : le CO₂.

Les voies aériennes : Trajet de l'air

Fosses
nasales

Les alvéoles
pulmonaires :
de petits sacs
remplis d'air

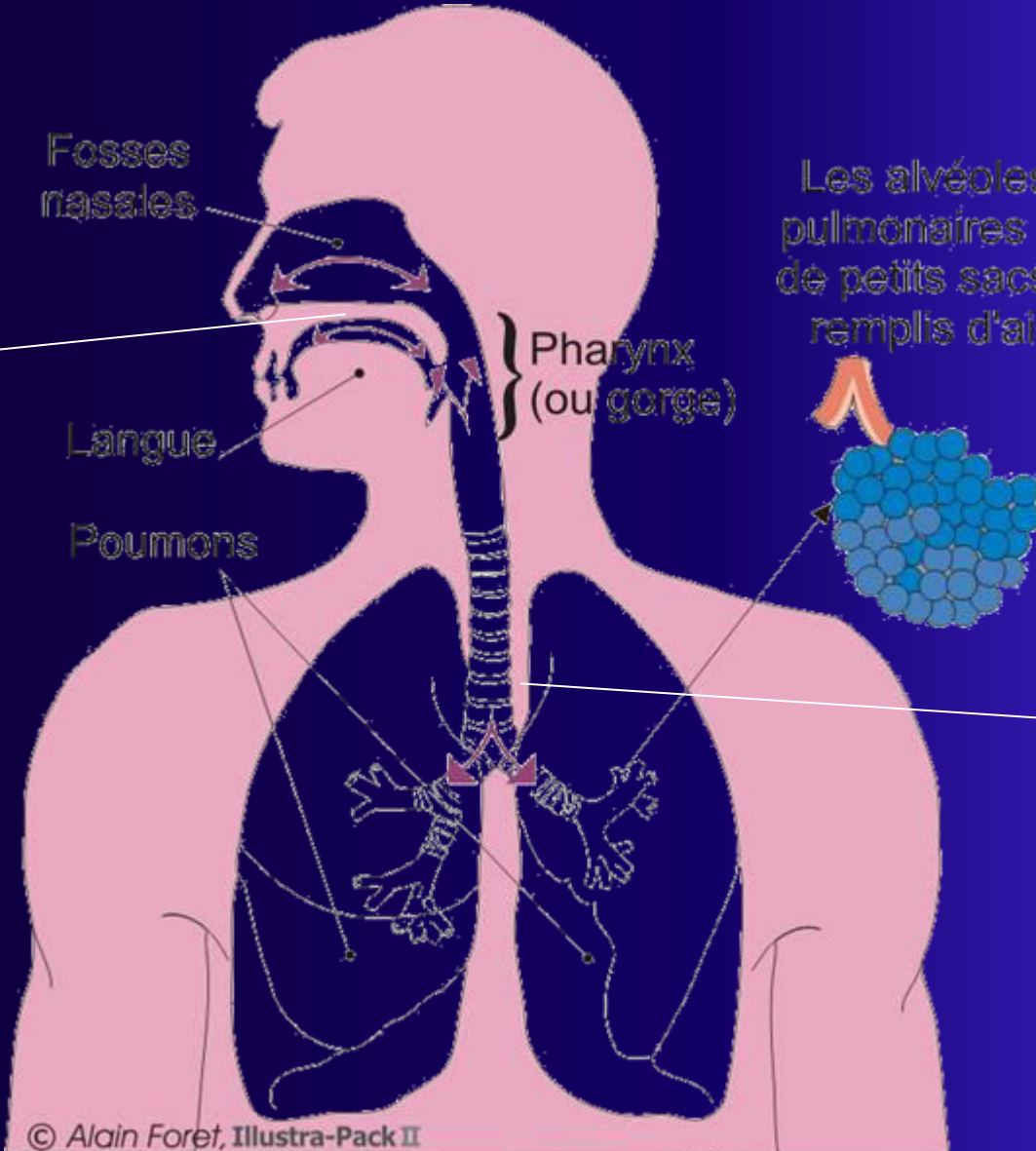
Voies
aériennes
supérieures

Langue

Pharynx
(ou gorge)

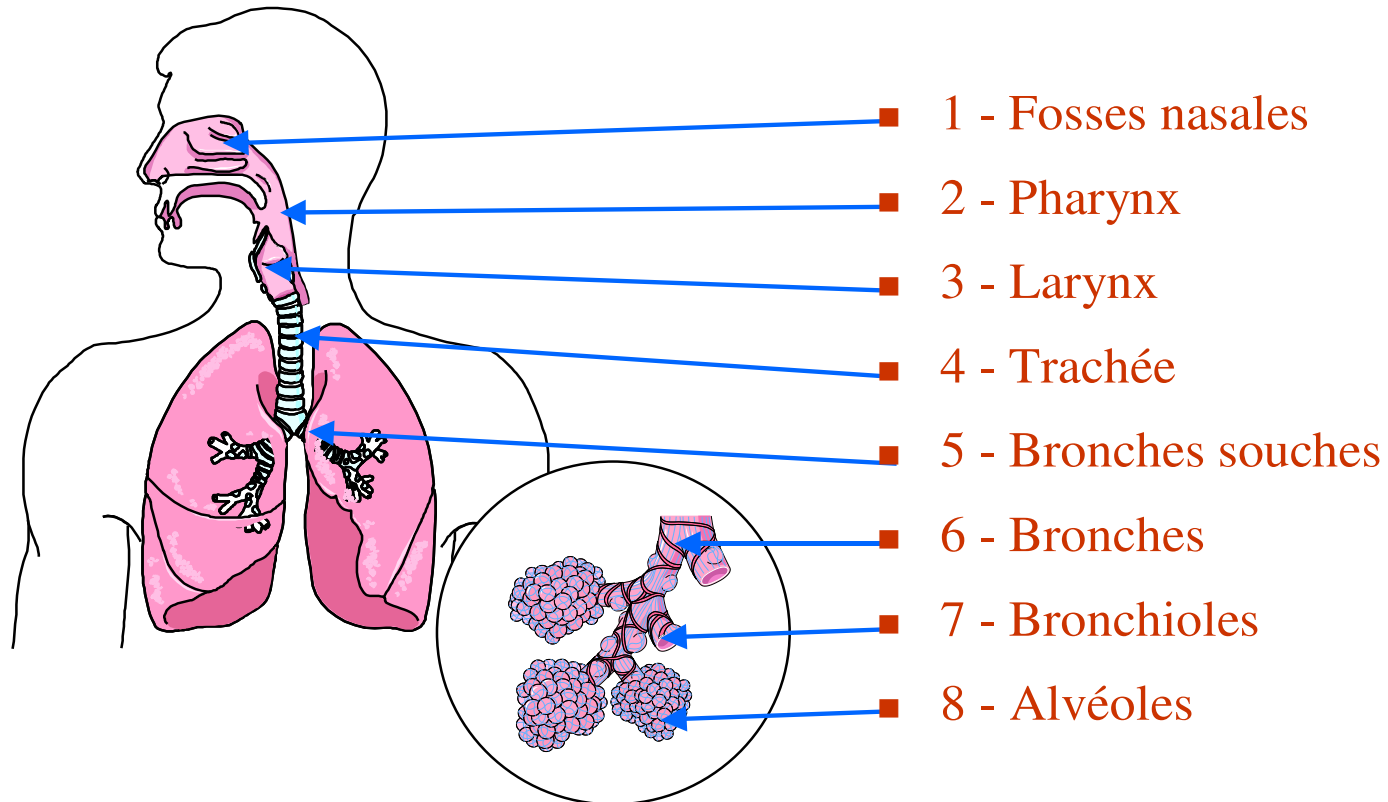
Poumons

Voies
aériennes
inférieures



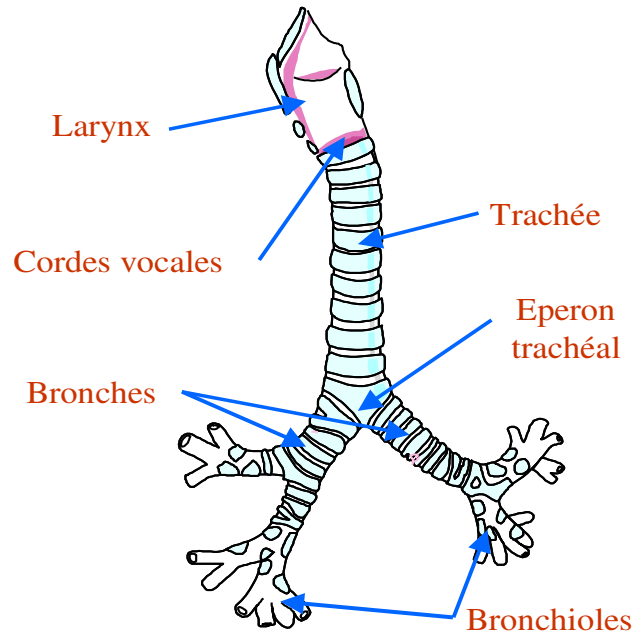
ANATOMIE

Le système respiratoire



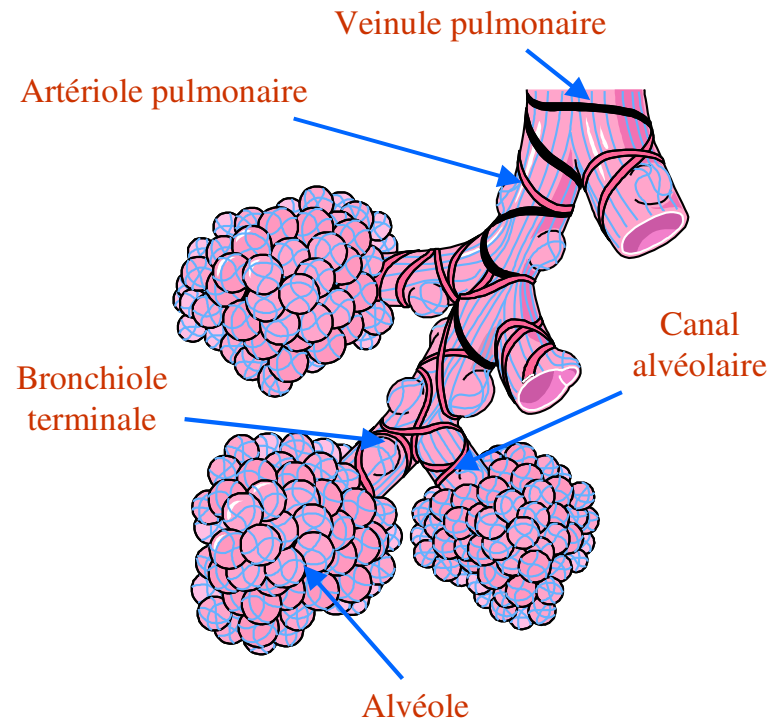
ANATOMIE

Les voies aériennes supérieures

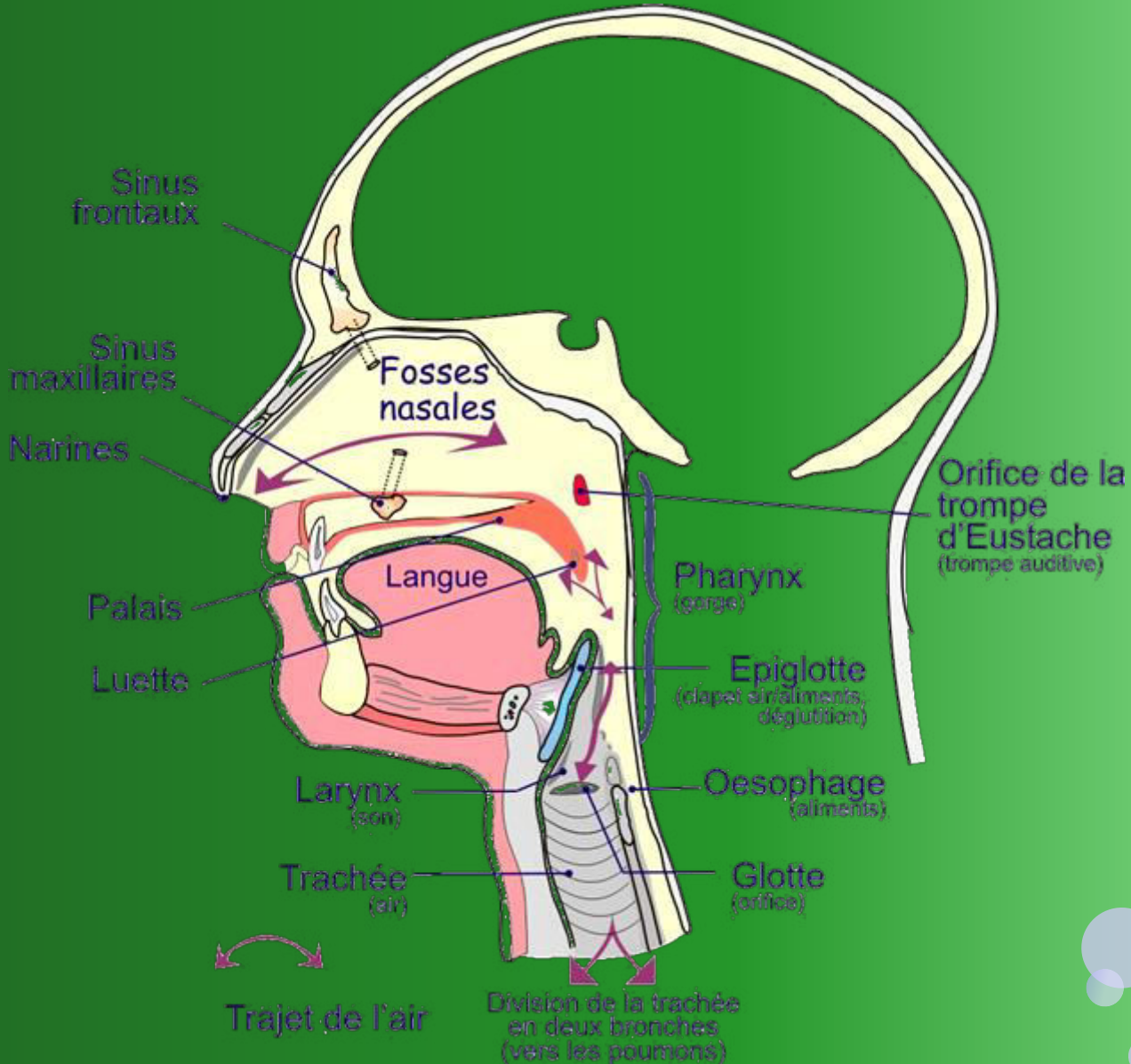


ANATOMIE

Les alvéoles



Voies aériennes supérieures

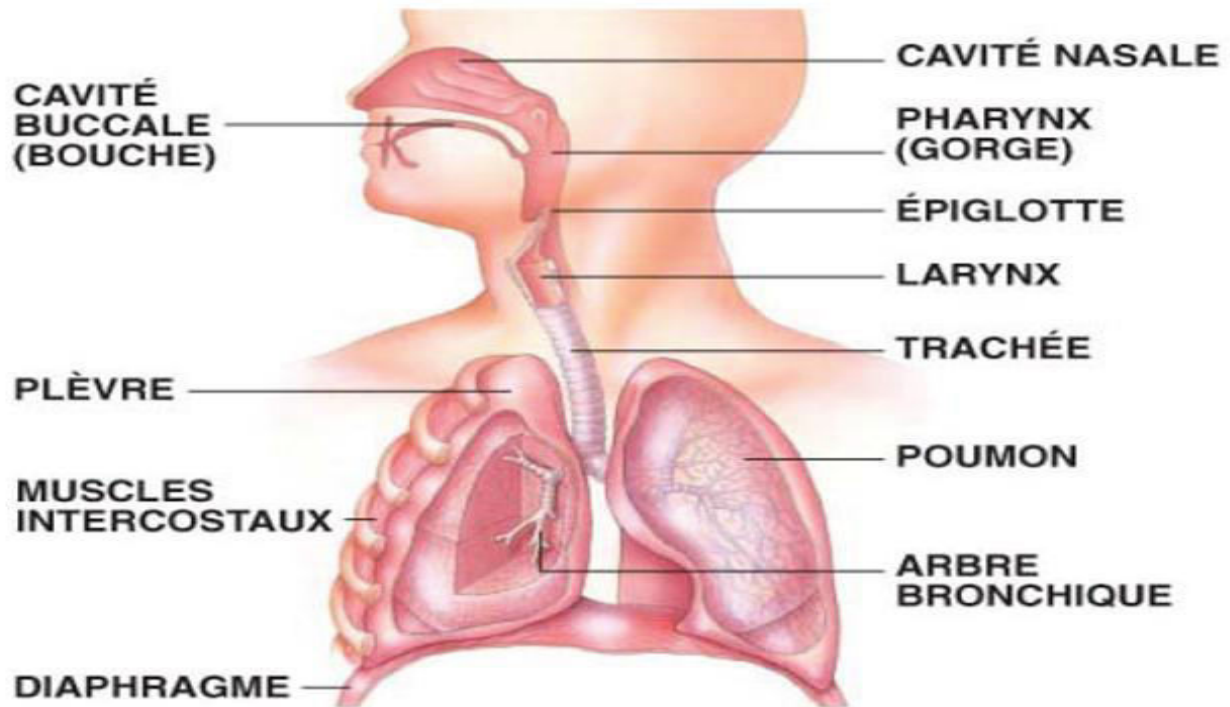


I.2. Anatomie du système respiratoire :

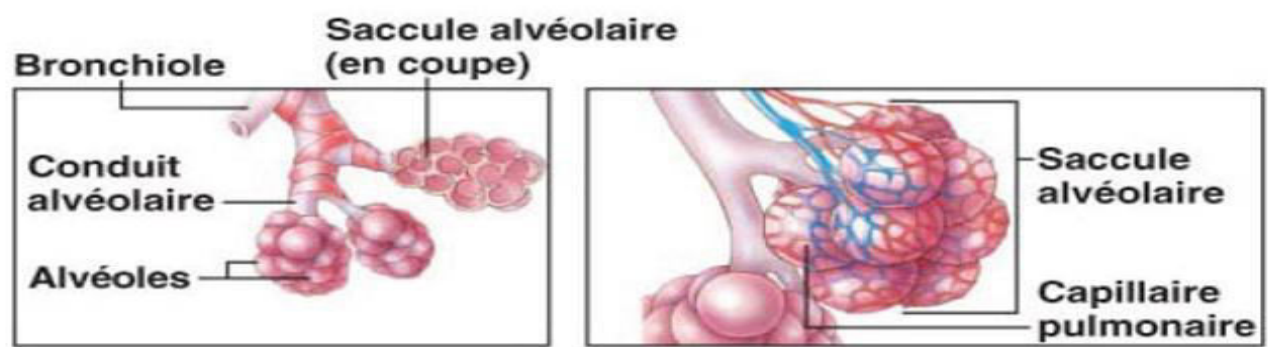
Le système respiratoire comporte plusieurs parties : le nez et la bouche, la trachée, les bronches et les poumons. Il existe deux zones à distinguer :

Zone de conduction.

Zone respiratoire



a



b

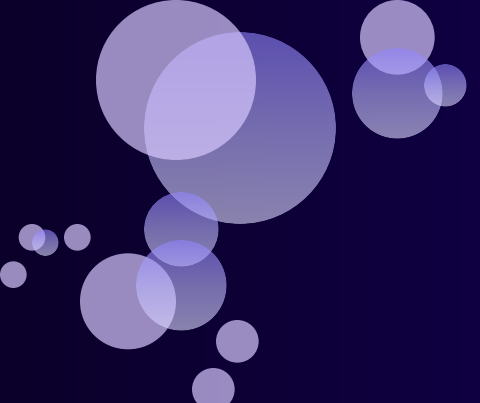
c

Figure 3 : système respiratoire

1.2.1. Zone de conduction:

Du nez aux bronchioles:

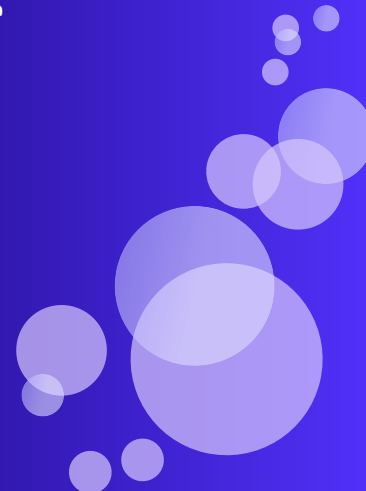
- Nez, cavité nasale, bouche : porte d'entrée de l'air, ils permettent de le réchauffer, de le rendre plus humide et d'empêcher certaines particules comme la poussière ou le pollen de pénétrer dans les bronches et les poumons.
- Pharynx, Larynx : structures qui permettent de filtrer l'air inspiré.
- Trachée : c'est une sorte de tube qui permet de réchauffer l'air de se rendre jusqu'aux bronches



Bronches : leur revêtement est fait d'un épithélium cylindrique pseudo-stratifié. Cet épithélium est constitué d'une assise, qui produit des petites cellules cubique. Ils ont pour fonction principale d'humidifier l'air.

Bronchioles : ce sont les plus petites conduit aériens, naissent de plusieurs ramifications des bronches principales, on désigne souvent ce réseau de conduit aériens aux multiples ramifications par l'expression arbre bronchique. Leur paroi contient des muscles lisses qui leur permettent de varier leur diamètre.

Les voies respiratoires de la zone de conduction assurent l'acheminement de l'air inspiré jusqu'à la zone respiratoire, ils permettent également de le purifier, de l'humidifier et de le réchauffer



1.2.2. Zone respiratoire:

Elle est le siège des échanges gazeux, elle est constituée de :
Poumons : organes situés dans la cavité pleural ; constituées principalement des structures respiratoire microscopique, soit les bronchioles terminales et les alvéoles pulmonaires.

- Bronchioles : ce sont les plus petites conduit aériens, naissent de plusieurs ramifications des bronches principales, on désigne souvent ce réseau de conduits aériens aux multiples ramifications par l'expression arbre bronchique. Leur paroi contient des muscles lisses qui leur permettent de varier leur diamètre.
- Bronchioles terminales: ce sont les subdivisions de bronchioles, elles même émises par les bronches, elles pénètrent dans les lobules pulmonaires et mesurent moins de 0,5 mm de diamètre

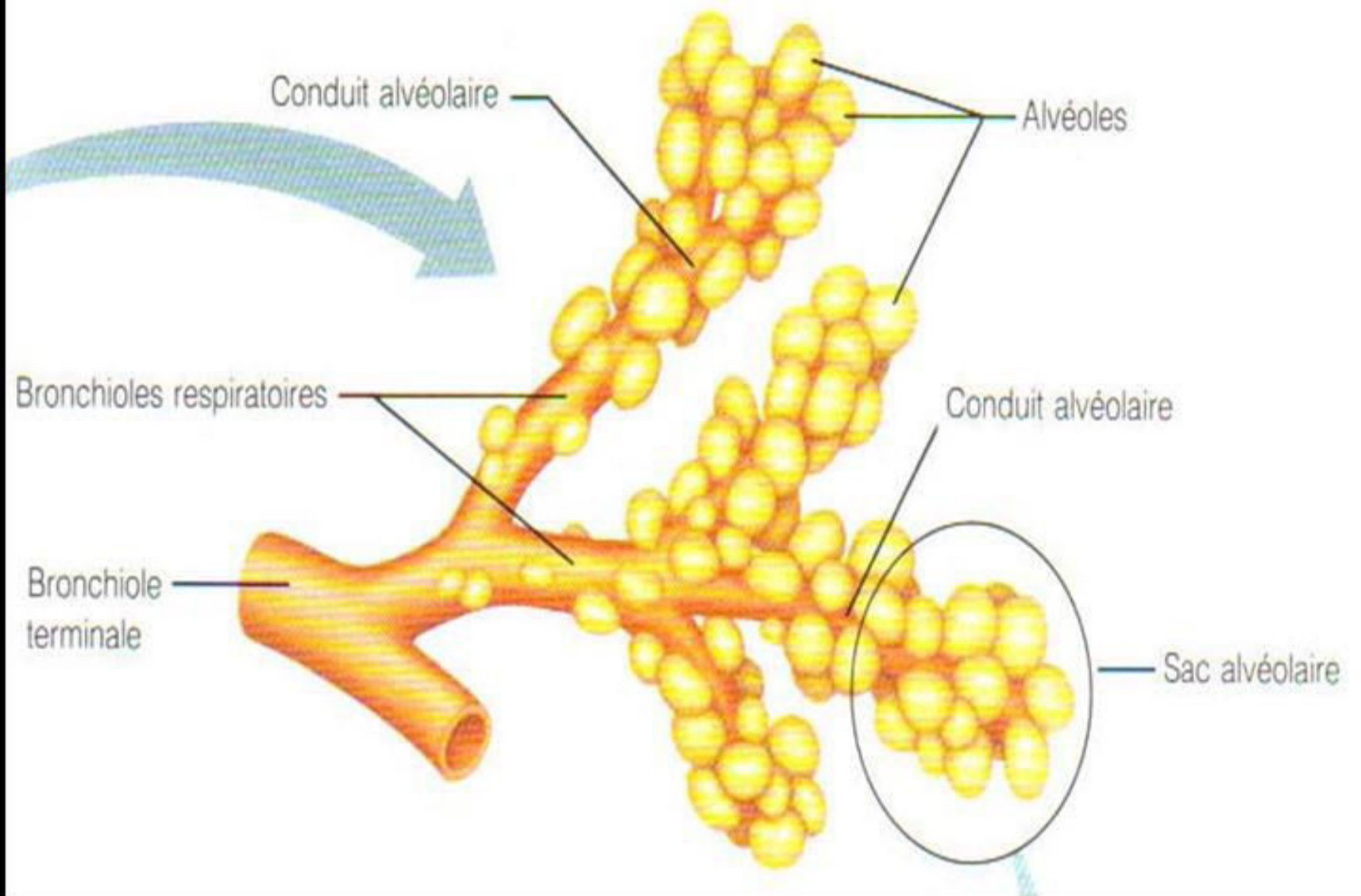
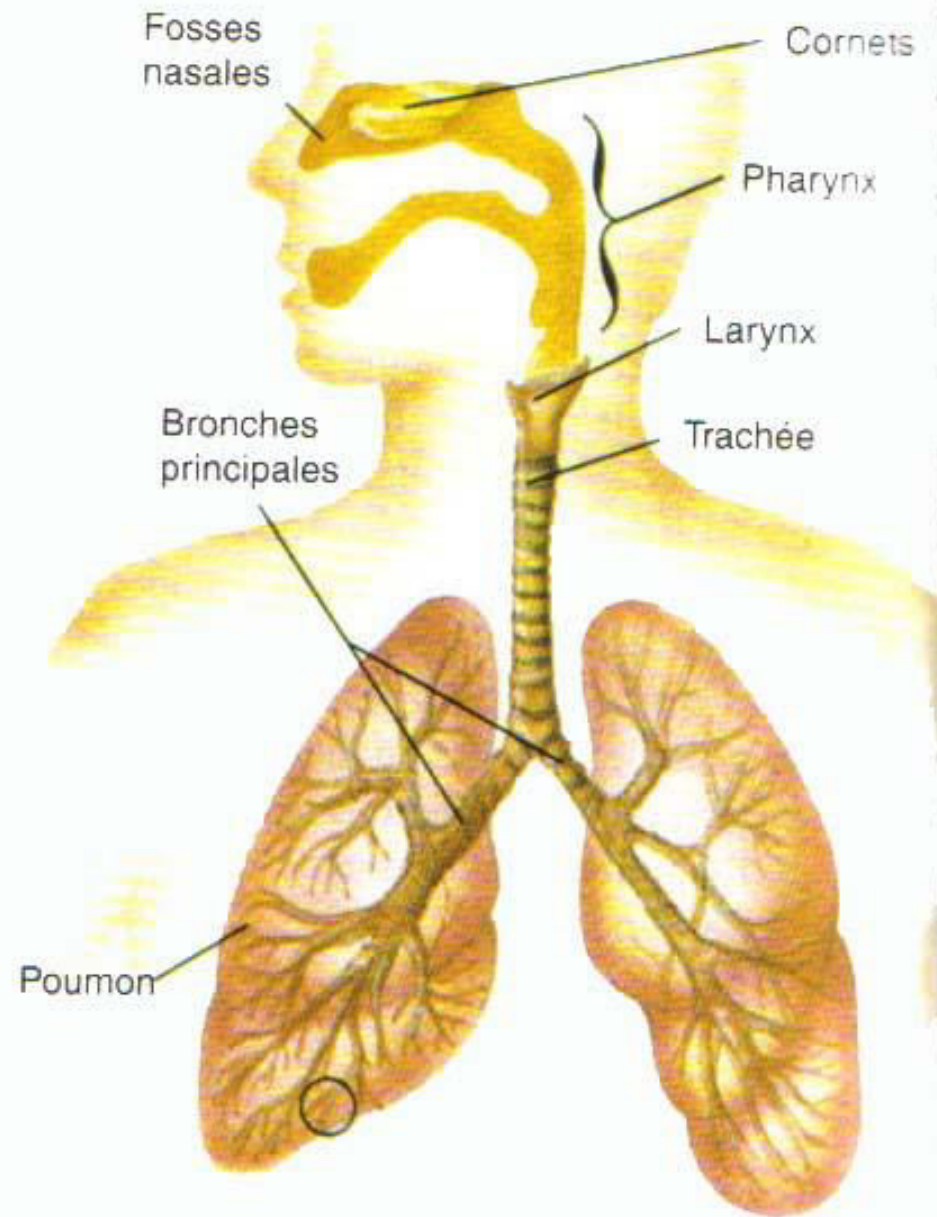


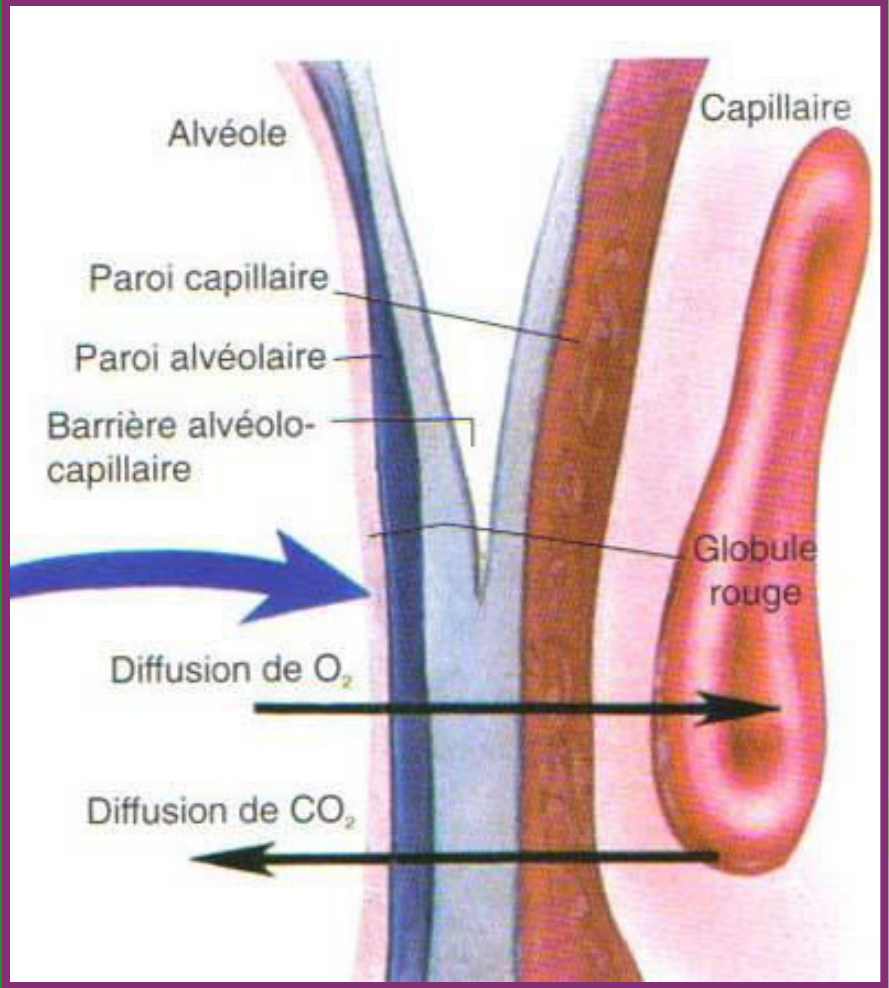
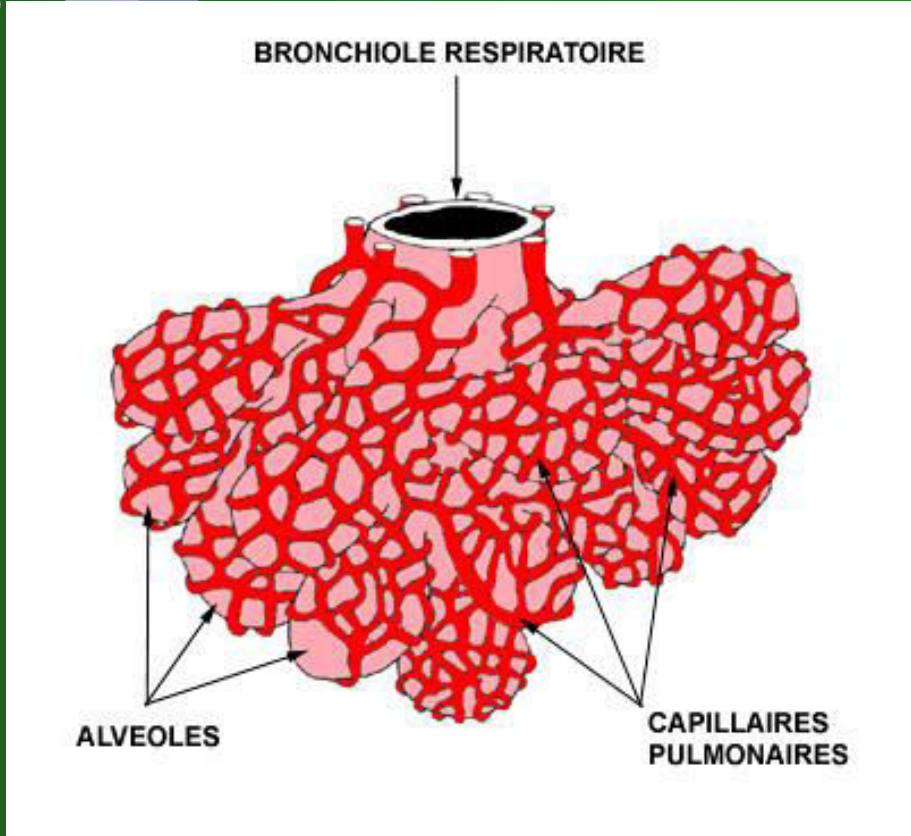
Figure 4: Ultra structure montrant les bronchioles terminales, les alvéoles et les sacs alvéolaires

A- Zone de conduction

• Fonctions:

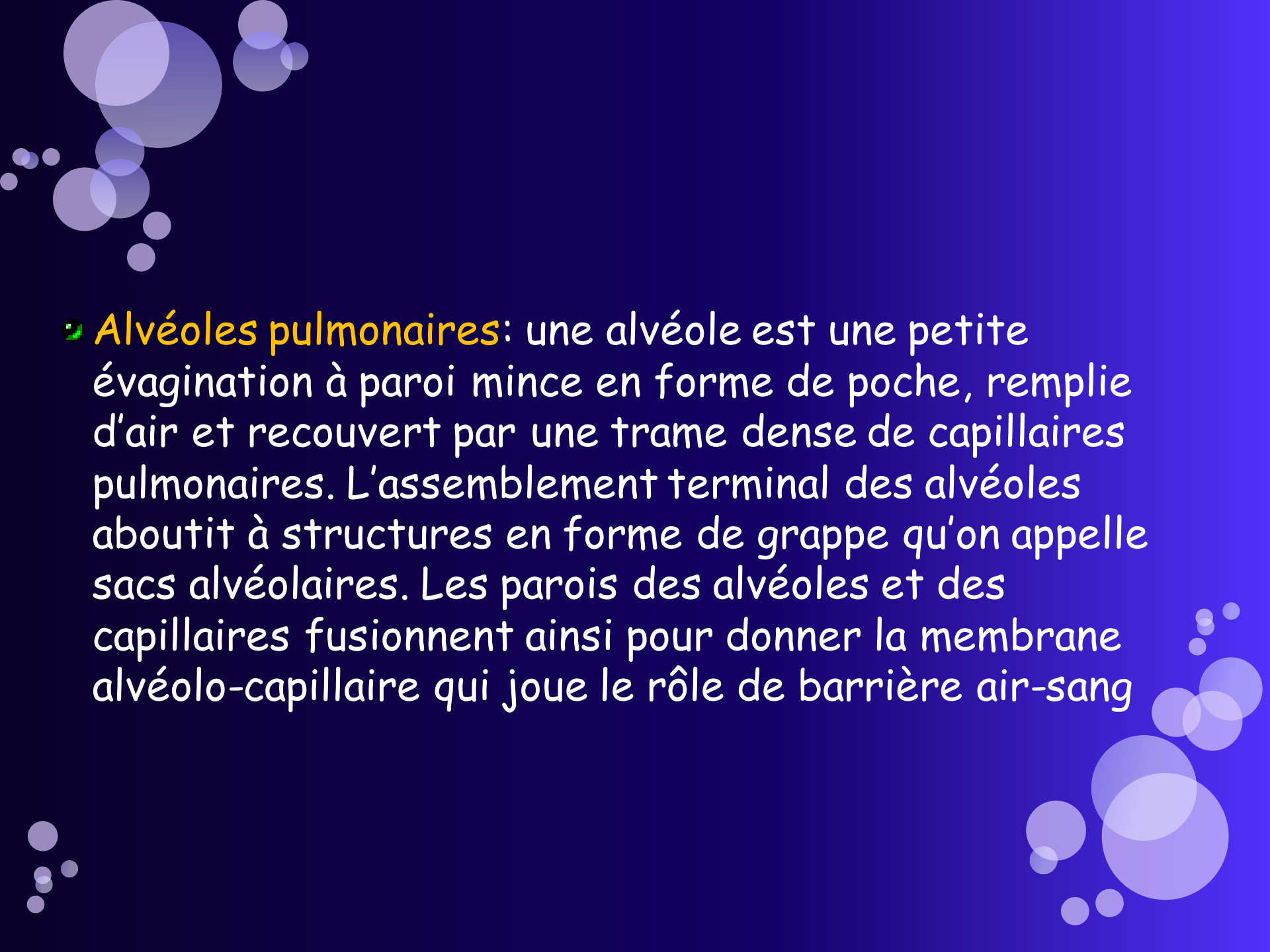
- ✓ Acheminer l'air
- ✓ Filtrer l'air
- ✓ Réchauffer l'air
- ✓ Humidifier l'air





100 m² de surface d'échange

Membrane alvéolo-capillaire

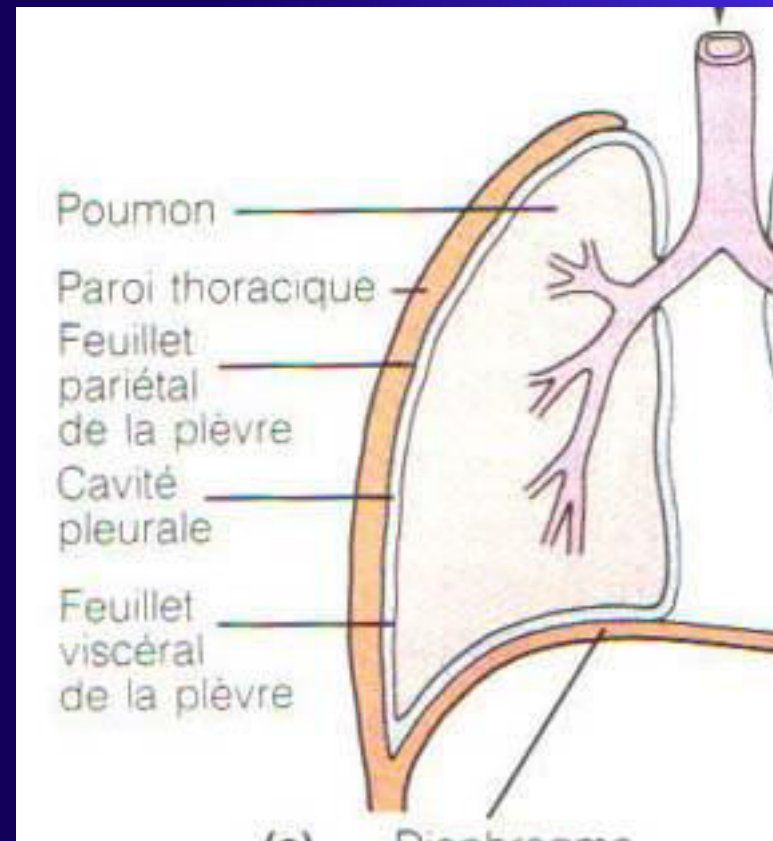


• **Alvéoles pulmonaires**: une alvéole est une petite évagination à paroi mince en forme de poche, remplie d'air et recouvert par une trame dense de capillaires pulmonaires. L'assemblage terminal des alvéoles aboutit à structures en forme de grappe qu'on appelle sacs alvéolaires. Les parois des alvéoles et des capillaires fusionnent ainsi pour donner la membrane alvéolo-capillaire qui joue le rôle de barrière air-sang

E- Poumon et Plèvre

- Chaque poumon est recouvert de la plèvre

- ✓ Feuillet viscéral
- ✓ Feuillet pariétal
- ✓ Cavité pleurale



Physiologie de la respiration :

La principale fonction du système respiratoire est de fournir l'oxygène à l'organisme et de le débarrasser du gaz carbonique. Le processus des échanges gazeux dans l'organisme (respiration) s'effectue en trois grandes étapes :

La ventilation pulmonaire :

Elle est le processus mécanique par lequel l'air pénètre (**inspiration**) dans les poumons et en ressort (**expiration**).

I.3.1.1. L'inspiration :

L'inspiration ou inhalation, est l'action par laquelle l'air entre dans les poumons. Les mécanismes intervenant au cours de l'inspiration sont :

- Contraction (aplatissement) du diaphragme ;
- Soulèvement (augmentation) de la cage thoracique et de la cavité pleurale.

I.3.1.2. L'expiration :

L'expulsion de l'air des poumons, appelée expiration ou exhalation, est un processus, quand normale et calme, est passif car il ne nécessite aucune contraction musculaire. Les mécanismes intervenant au cours de l'expiration sont :

- Les mouvements des muscles de la paroi abdominale qui pousse le diaphragme vers le haut.
- L'abaissement de la cage thoracique.

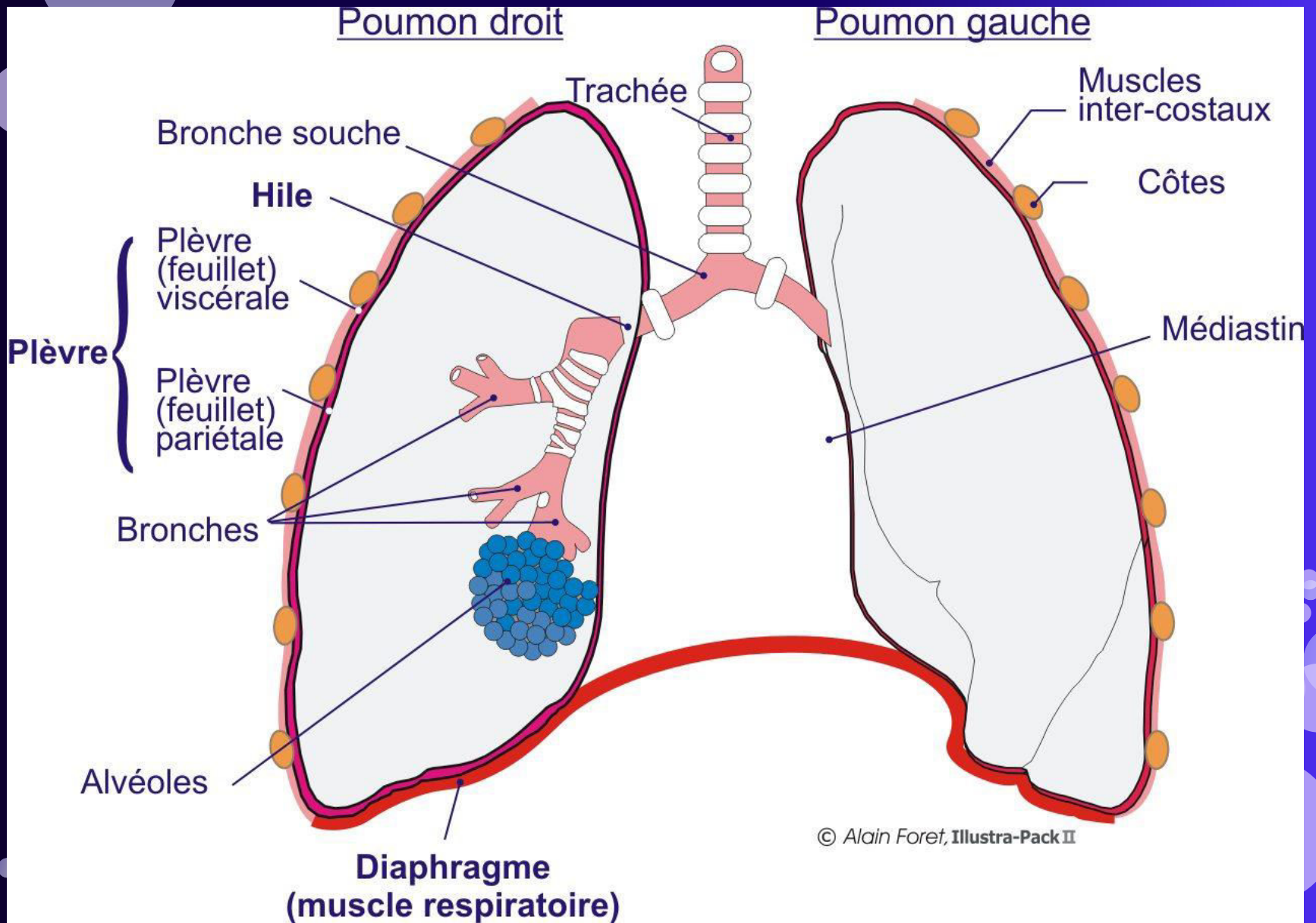
La respiration externe :

Est formée des échanges gazeux entre les cavités aériennes des poumons et le sang dans les capillaires pulmonaires. Au cours de ce processus le sang des capillaires pulmonaires gagne de l'O₂ et perd du CO₂.

La respiration interne :

Est formée des échanges gazeux entre les capillaires systémiques et les cellules des tissus. Le sang perd de l'O₂ et gagne du CO₂. Dans les cellules, les réactions métaboliques qui consomment de l'O₂ et libèrent du CO₂ au cours de la production de l'ATP sont appelées respiration cellulaire

Les poumons



DESCRIPTION GÉNÉRALE

Les poumons

*Organes situés dans la cavité thoracique, au nombre de deux

*Siège des échanges gazeux, dans la zone respiratoire

➡ Constituants de la zone respiratoire:

- bronchioles respiratoires
- conduits alvéolaires
- saccules alvéolaires
- alvéoles pulmonaires



Centre respiratoire

• Description et rôles:

⇒ Situé dans le système nerveux central au niveau du bulbe rachidien: transmission de l'information aux système respiratoire par des influx nerveux

⇒ Régule la respiration automatiquement

• Règle le rythme de base de la respiration

• Coordonne les transitions entre l'inspiration et l'expiration

Régulation:

⇒ Influences corticales:

- Permettent le contrôle volontaire mais limité de la respiration
- Via l'hypothalamus: permet l'influence des émotions

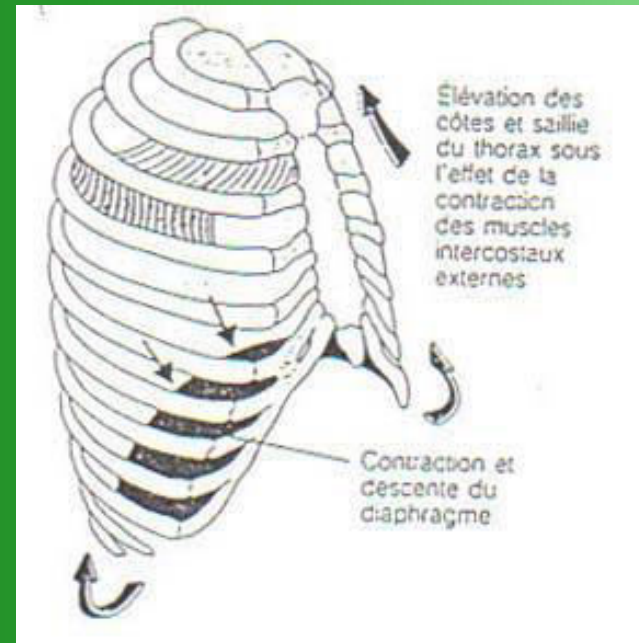
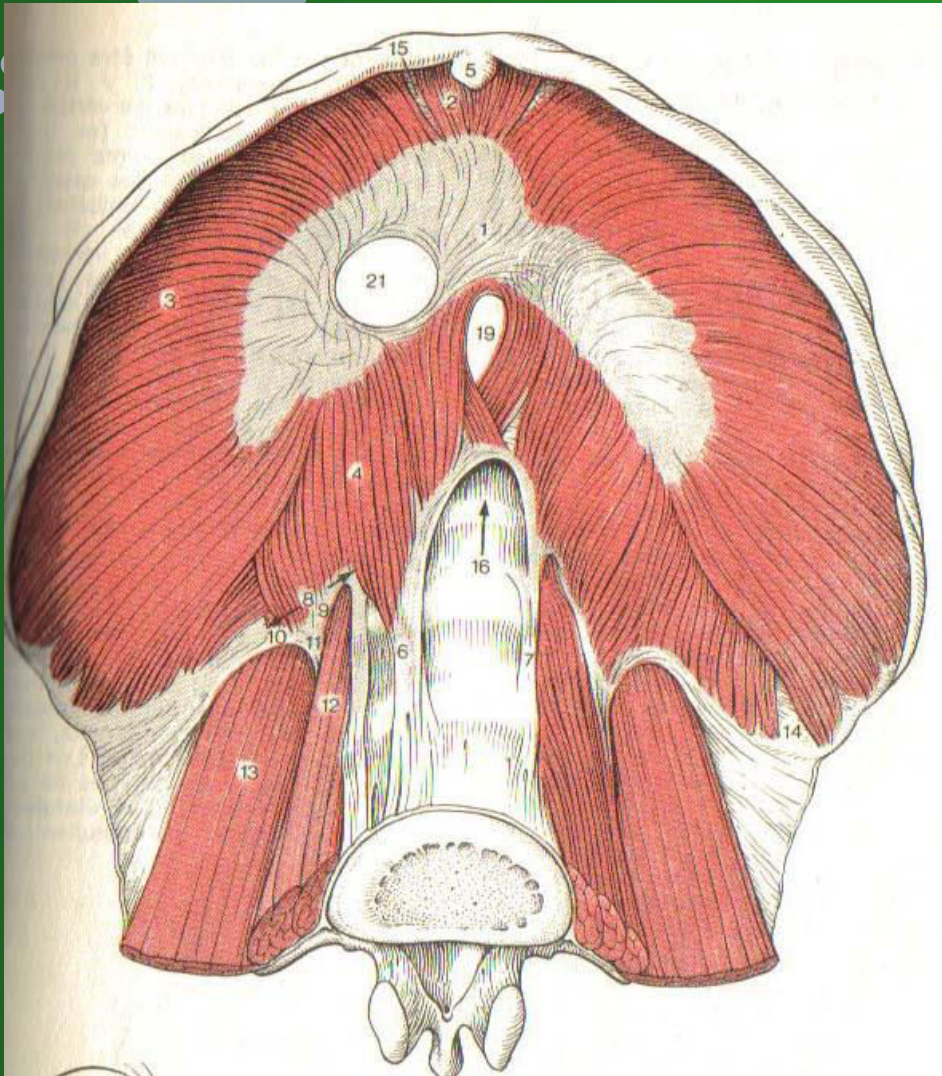
⇒ Mécanorécepteurs pulmonaires:

- Situés dans les parois des bronches et des bronchioles
- Signalent étirement excessif des bronches et bronchioles
 - Préviennent dilatation excessive des poumons
 - Entraînent l'expiration et la contraction du diaphragme

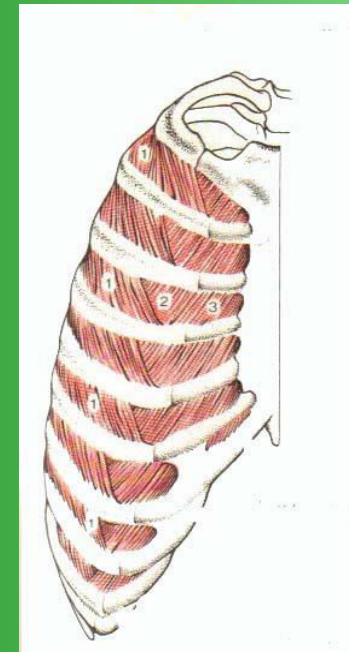
⇒ Stimulus chimiques:

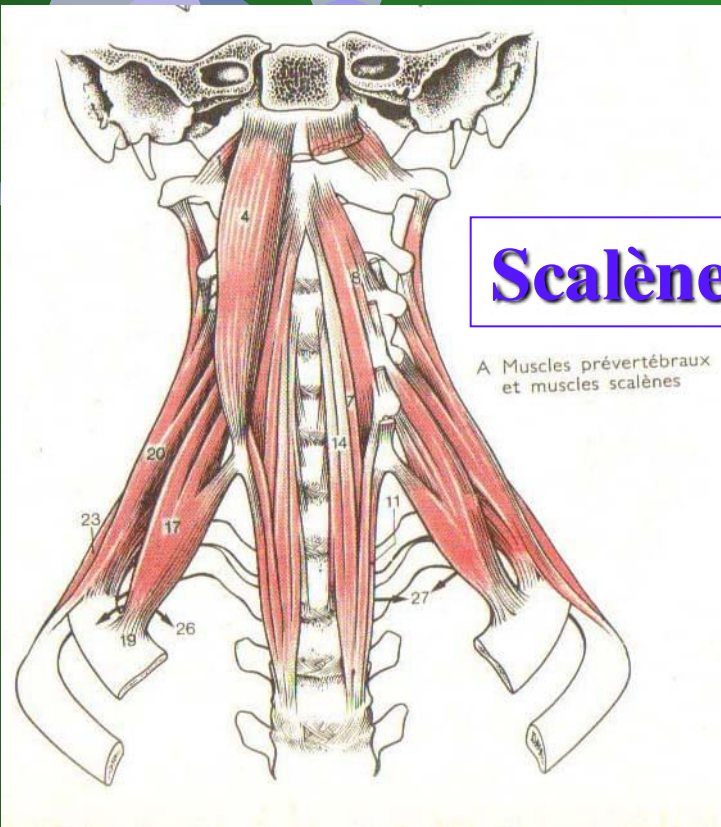
- L'augmentation du CO_2 dans le sang et la diminution du pH sanguin entraînent l'augmentation de la fréquence et de l'amplitude respiratoire en stimulant le centre respiratoire.

Diaphragme



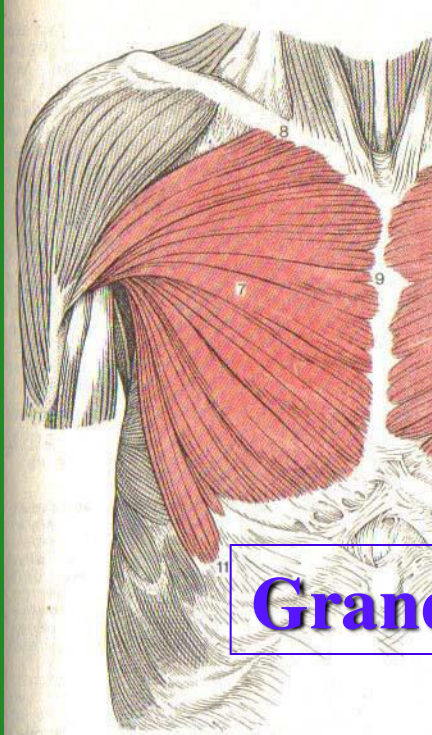
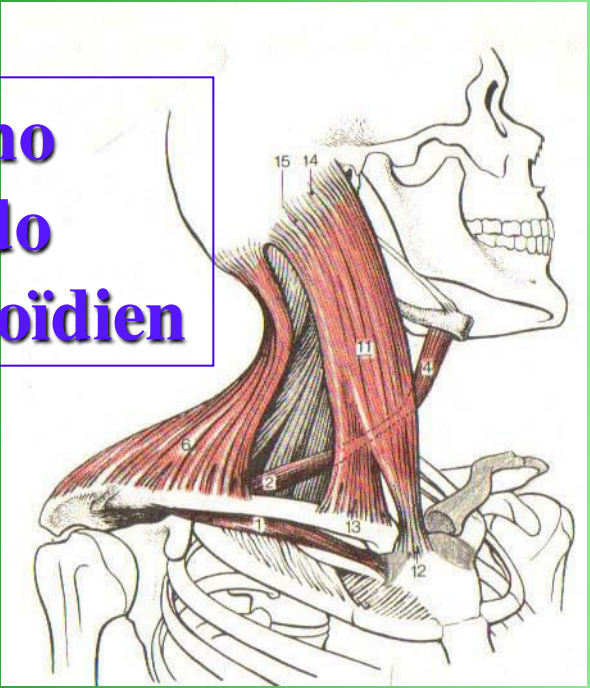
Intercostaux ext





Scalènes

**Sterno
Cleido
mastoidien**



Grand pectoral

SYSTÈME MECANIQUE

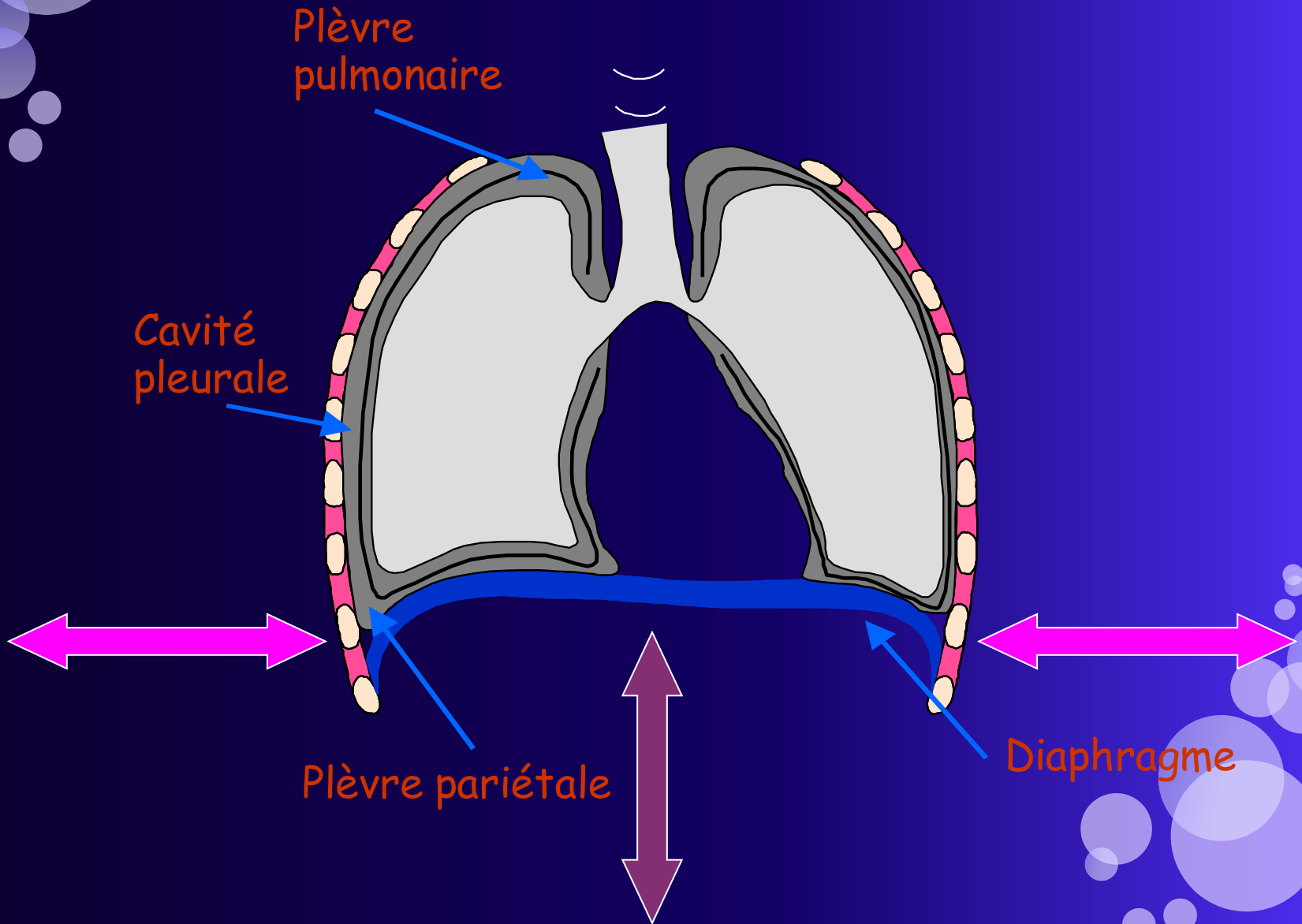
- **MUSCLES INSPIRATOIRES**

- diaphragme ++ ;
- intercostaux externes ; autres

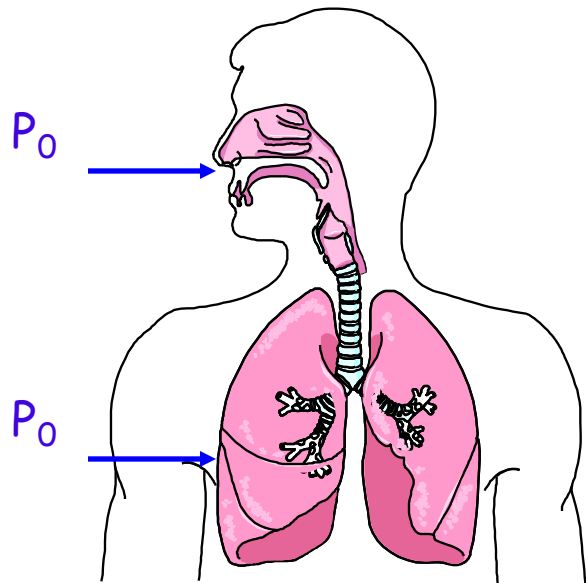
- **MUSCLES EXPIRATOIRES**

- muscles abdominaux
- intercostaux internes

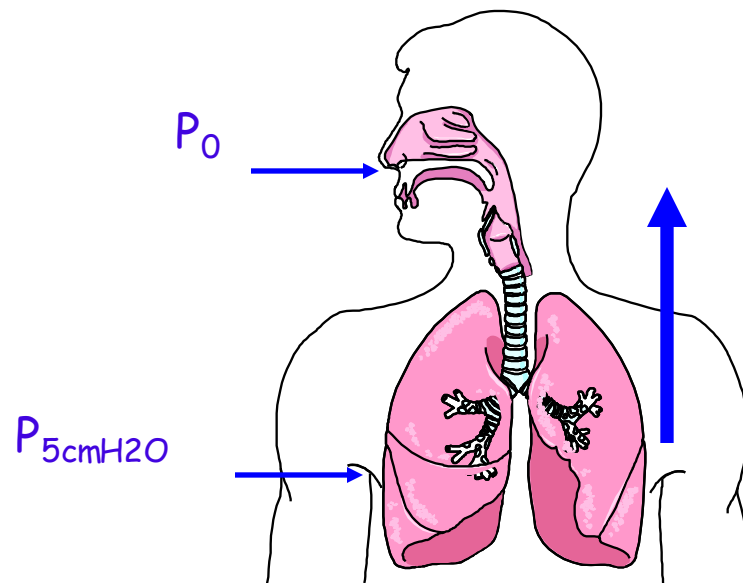
Mécanique inspiratoire



Mécanique expiratoire



$$\Delta p = 0$$



$$\Delta p = +5\text{cmH}_2\text{O}$$

La convection ventilatoire

La mécanique ventilatoire :

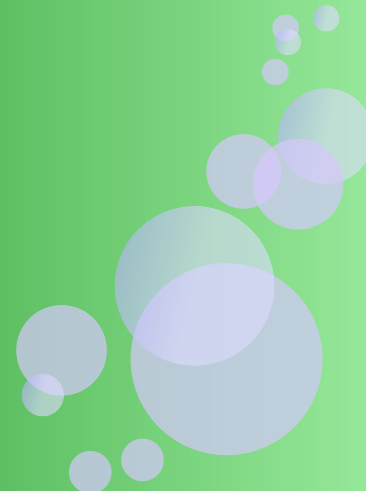

i. Inspiration: forces élastiques, compliance, courbes pression-volume statique

ii. Expiration: forces résistives, linéarité, pressions et débits



Physiologie respiratoire

En conclusion :

- L'inspiration : active, vaincre les forces élastiques
 - L'expiration : passive, dépend des résistances
- 
- 

Régulation de la respiration

le rôle des mouvements respiratoires est d'assurer le renouvellement des gaz alvéolaires. Les humains possèdent un système respiratoire basé sur le va-et-vient continu de l'air. Ce va-et-vient implique un mécanisme de contraction musculaire suivi d'un relâchement musculaire.

Contrairement au muscle cardiaque, le diaphragme et les muscles intercostaux sont des muscles squelettiques ordinaires qui ne peuvent pas se contracter spontanément mais doivent être stimulés par des influx nerveux.

LA VENTILATION PULMONAIRE

implique

L'INSPIRATION (processus actif)

qui débute par

INFLUX NERVEUX EN PROVENANCE
DES NEURONES INSPIRATOIRES

qui provoquent

CONTRACTION DES MUSCLES
INTERCOSTAUX EXTERNES ET DU
DIAPHRAGME

entraînant

AUGMENTATION DU VOLUME DE
LA CÂGE THORACIQUE

provoquant

DIMINUTION DE LA PRESSION
INTRA-ALVÉOLAIRE

créant

GRADIENT DE PRESSION TEL QUE LA
PRESSION INTRA-ALVÉOLAIRE <
PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

entraînant

ENTRÉE D'AIR DANS LES POUMONS
(déplacement de l'air atmosphérique vers
les alvéoles pulmonaires)

L'EXPIRATION (processus passif)

qui débute par

ARRÊT DES INFLUX NERVEUX DE LA
PART DES NEURONES INSPIRATOIRES

qui provoquent

RELÂCHEMENT DES MUSCLES
INTERCOSTAUX EXTERNES ET DU
DIAPHRAGME

entraînant

DIMINUTION DU VOLUME DE LA
CÂGE THORACIQUE

provoquant

AUGMENTATION DE LA PRESSION
INTRA-ALVÉOLAIRE

créant

GRADIENT DE PRESSION TEL QUE
PRESSION INTRA-ALVÉOLAIRE >
PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

entraînant

SORTIE D'AIR DES POUMONS
(déplacement de l'air des alvéoles vers
l'extérieur des poumons)

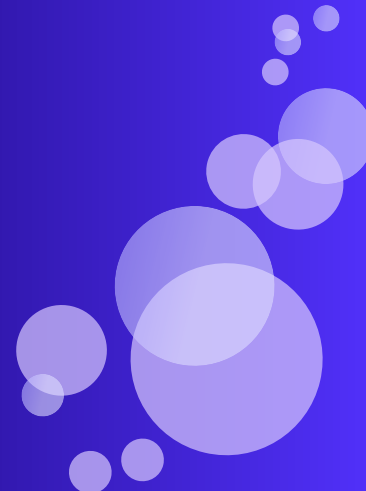
© Michel Forest

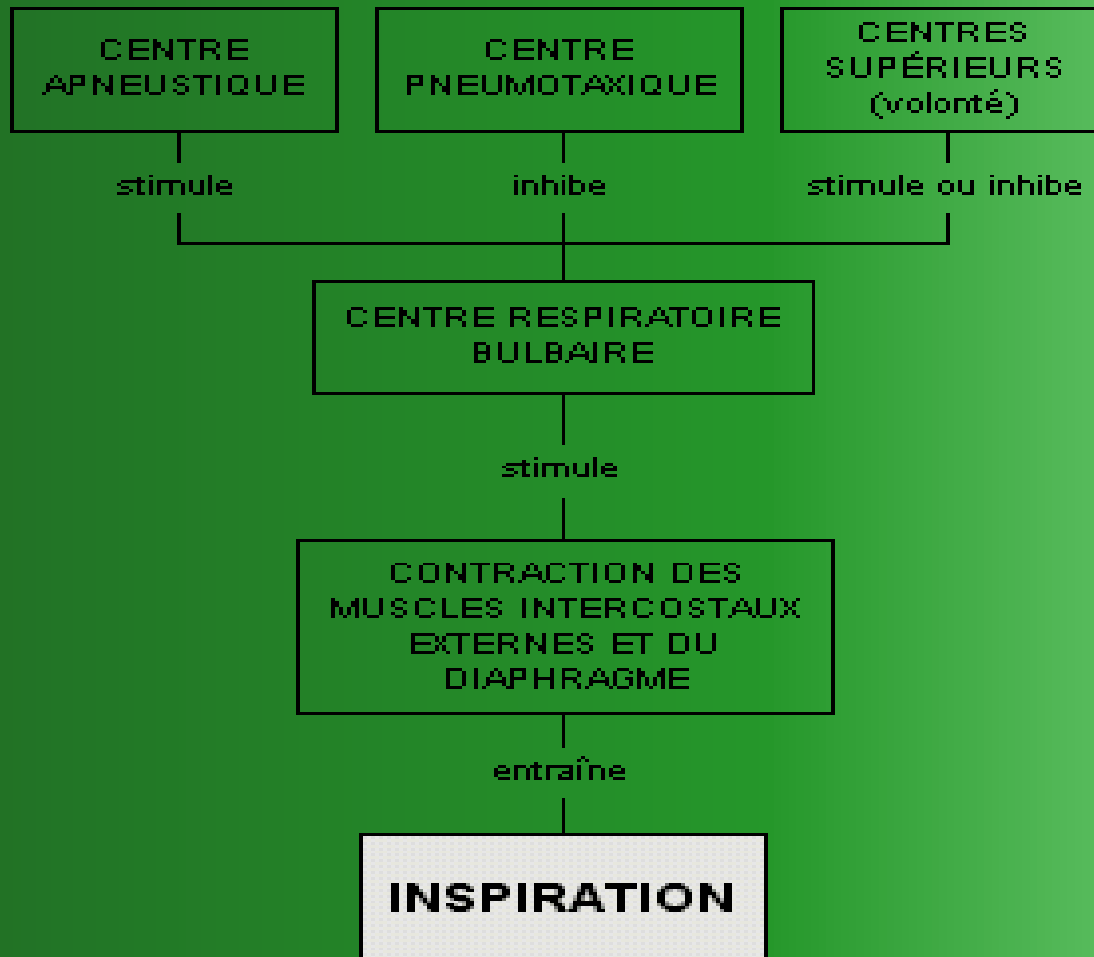
C'est l'activité cyclique des neurones inspiratoires qui explique
l'alternance des cycles inspiratoires et expiratoires



Ces données de base étant expliquées, passons maintenant à la régulation de la respiration. Cette régulation se joue à deux niveaux principaux.

La régulation nerveuse
La régulation chimique





INSPIRATION FORCÉE

entraîne

ÉTIREMENT DES BRONCHES ET DES BRONCHIOLES

qui est perçu par

MÉCANORÉCEPTEURS

qui envoient des influx nerveux vers

INHIBANT LE CENTRE INSPIRATOIRE BULBAIRE

entraînant

INHIBITION DES MUSCLES INSPIRATEURS

provoquant

INHIBANT LE CENTRE APNEUSTIQUE

entraînant

NON STIMULATION DU CENTRE INSPIRATOIRE BULBAIRE

provoquant

EXPIRATION

Régulation chimique de la respiration

Les facteurs chimiques influençant le contrôle de la respiration

Souvenez-vous que:

- la ventilation permet l'entrée d' O_2 et la sortie de CO_2 dans les poumons,
- la PO_2 correspond à la quantité d' O_2 dissoute dans le plasma et la PCO_2 correspond à la quantité de CO_2 dissout dans le plasma,
- une ventilation inadéquate abaisse la PO_2 parce que la consommation dépasse l'approvisionnement et élève la PCO_2 parce que la production est supérieure à l'élimination,
- le CO_2 se combine facilement à l'eau dans le plasma pour donner des ions H^+ et HCO_3^- d'où l'augmentation de l'acidité plasmatique (état d'acidose).

À partir de ces données, on peut raisonnablement penser que la PO_2 , la PCO_2 et les ions H^+ plasmatiques peuvent influencer l'activité respiratoire.

À noter qu'un tel processus peut être dû à différentes situations telles que:

- une diminution de l'O₂ dans l'air inspiré (**haute altitude**)
une hypoventilation provoquée par:

1. une augmentation de la résistance des voies aériennes, ex.: **asthme**
2. une paralysie des muscles inspiratoires, ex.: **polyomyélite**.
3. une inhibition du centre bulbaire respiratoire, ex.: par **l'utilisation de drogues** style morphine, par une **mauvaise irrigation sanguine des neurones inspiratoires** qui entraînent leur mort
4. une diminution de l'élasticité des poumons, ex.: **maladies des membranes hyalines**
5. un affaissement des poumons, ex.: un **pneumothorax**.
6. une destruction du tissu alvéolaire, ex.: **emphysème**

- une diffusion alvéolo-capillaire déficiente ou grandement diminuée, ex.: **œdème pulmonaire** (accumulation de liquide dans l'espace interstitiel), **silicose** et **tuberculose** (dépôt progressif de tissu fibreux dans le milieu interstitiel).

D'une façon générale, on doit comprendre que dans ces situations, la PO₂ alvéolaire est diminuée entraînant une diminution de la PO₂ artérielle d'où l'état d'hypoxie, laquelle diminution de la PO₂ artérielle est perçue par les chimiorécepteurs périphériques qui stimulent la respiration (hyperventilation).

Les volumes respiratoires

La capacité pulmonaire totale est la somme de quatre volumes :

- le volume courant** qui est le volume d'air inspiré et expiré par les poumons au cours de la respiration normale ;
- le volume de réserve inspiratoire** qui est le volume maximum qui peut être inspiré en une fois ;
- le volume expiratoire de réserve** qui est le volume d'une expiration forcée après une expiration normale ;
- le volume résiduel** qui est le volume d'air restant dans les poumons après une expiration forcée. Les volumes respiratoires gazeux sont mesurés à l'aide d'un spiromètre.

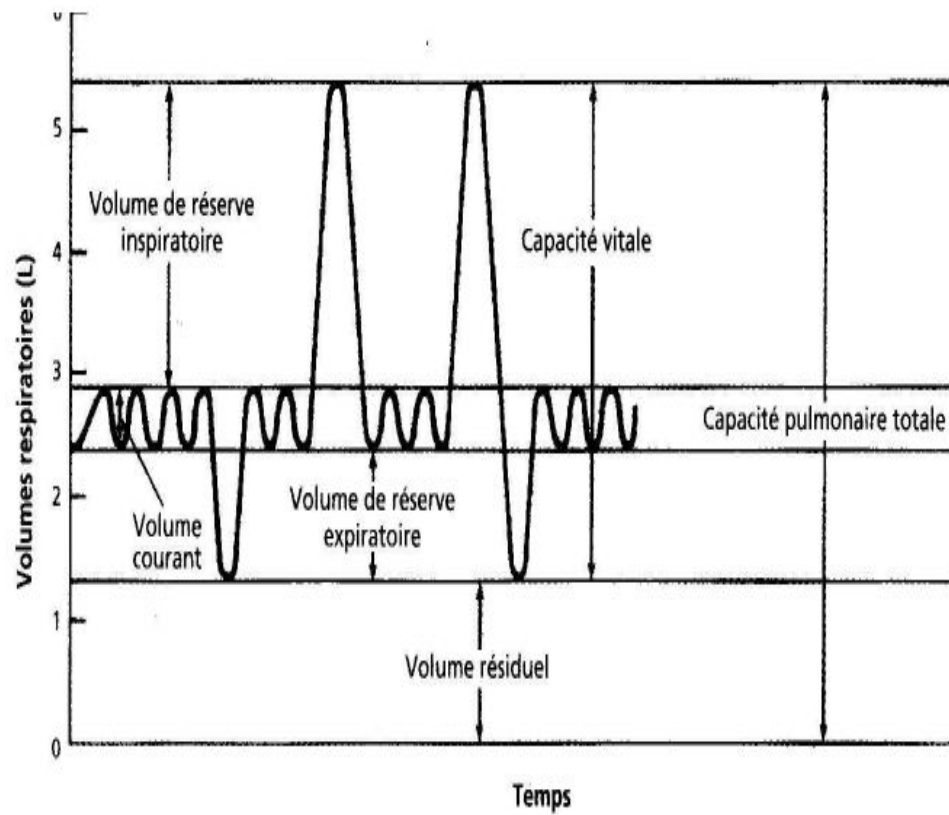


Figure 18.1 Les volumes respiratoires gazeux.

