

Physiologie – l'appareil respiratoire et la respiration

Définition : La respiration est l'ensemble des processus par lesquels l'oxygène de l'air est introduit dans l'organisme, capté par le sang, acheminés vers ces cellules et utilisés par ces dernières dans leur métabolisme.

Au niveau cellulaire, l'oxygène sert d'accepteur final de protons et d'électrons dans la chaîne respiratoire.

4 étapes :

La **respiration pulmonaire** : ensemble des processus permettant à l'oxygène d'arriver aux alvéoles.

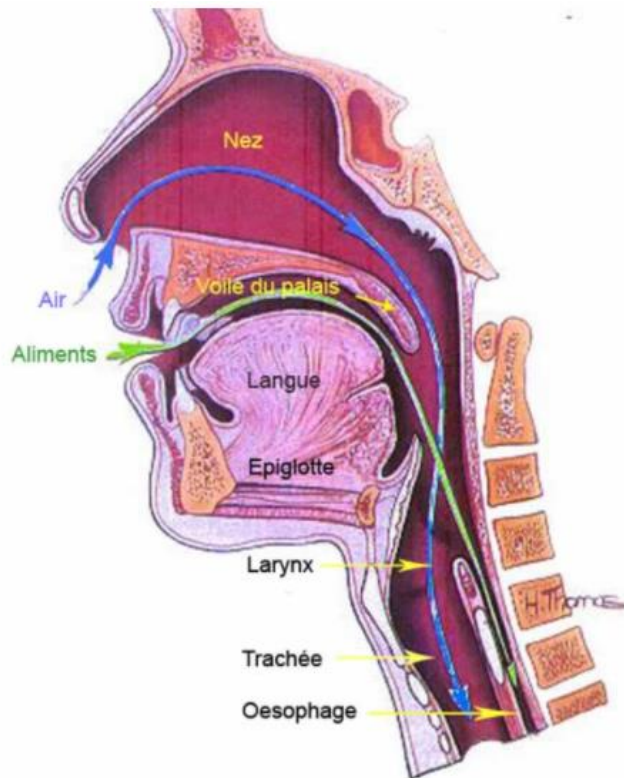
L'**hématose** : diffusion de l'oxygène dans le sang, et passage du dioxyde de carbone en sens inverse.

Le **transport dans le sang du dioxygène**, une partie dissoute et une autre transporter par l'hémoglobine.

La **respiration cellulaire** : fonctionnement des chaînes respiratoires.

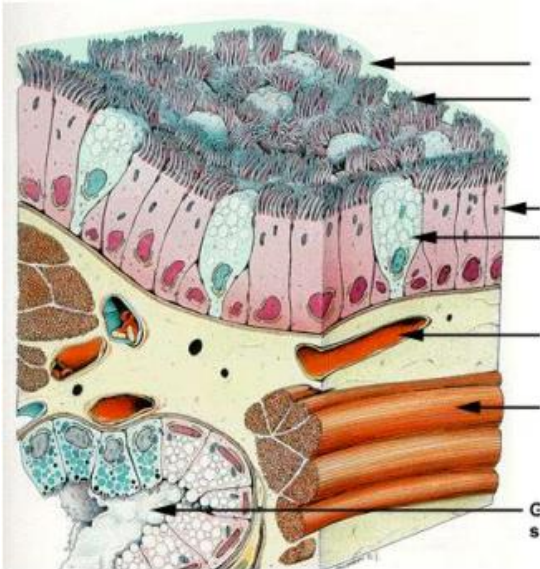
1. Anatomie et histologie

1.1. Les voies aériennes supérieures



Titre : Représentation schématique de l'anatomie des voies aériennes supérieures

1.1.1. Les cavités nasales

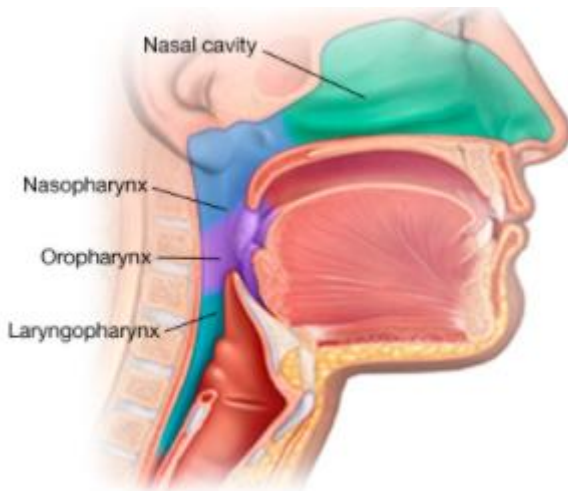


- Mucus
- Cils
- Cellules épithéliales cillées
- Cellules caliciformes
- Vaisseau sanguin
- Muscle lisse
- Glande sous muqueuse

Titre : Représentation schématique d'une coupe histologique de cavité nasale

1.1.2. Le pharynx

Le pharynx est ce que l'on appelle plus couramment la gorge. Il est divisé en **3 parties** :



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

Titre : Représentation schématique de l'anatomie du pharynx

Le Nasopharynx : ne reçoit que de l'air.

L'oropharynx : est traversé par les aliments et l'air, son épithélium est donc stratifié et squameux afin de le protéger de l'irritation mécanique.

Laryngopharynx : Conduit les aliments dans l'œsophage, bloquant à ce moment le passage de l'air

1.1.3. Le larynx

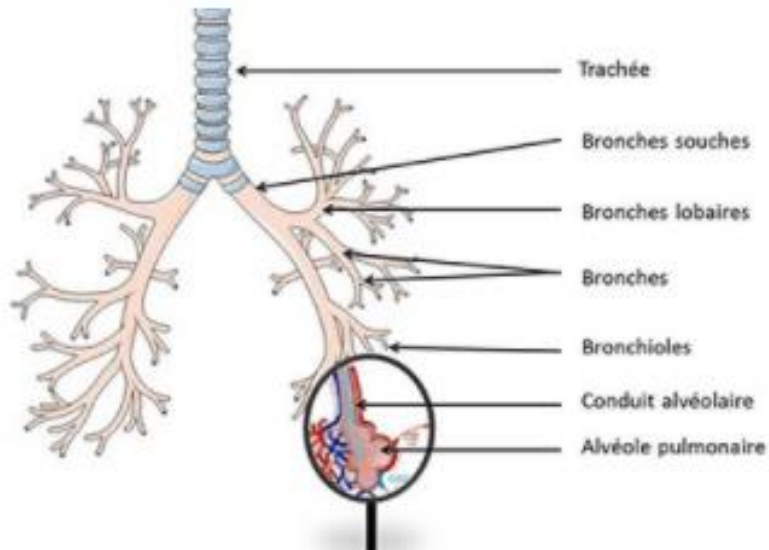
Le larynx est le **premier élément exclusivement respiratoire**, il permet à l'air d'accéder aux poumons. Il est séparé de l'œsophage par l'épiglotte lors du passage des aliments dans le pharynx. Il est à l'**origine de la phonation** grâce aux cordes vocales.

1.2. Les voies aériennes inférieures

1.2.1. L'arbre bronchique

Ensembles des conduits permettant à l'air d'arriver aux alvéoles.

La première partie est la trachée, elle mesure **12cm**. Elle se divise en **deux bronches principales** (une pour chaque poumon), chaque bronche présente un segment intra et extra pulmonaire.



1.2.1.1. Bronches extra pulmonaire et trachée

Tissu cartilagineux organisé en **anneaux**.

Muqueuse composée de **cellules prismatiques ciliés** et de **cellules à mucus**.

1.2.1.2. Bronches intra pulmonaire

Anneaux cartilagineux plus distant.

Les bronches se subdivisent en **bronches lobaires**.

Au fur à mesure que le diamètre diminue, les **cellules à mucus** ainsi que la **structure cartilagineuse** disparaissent.

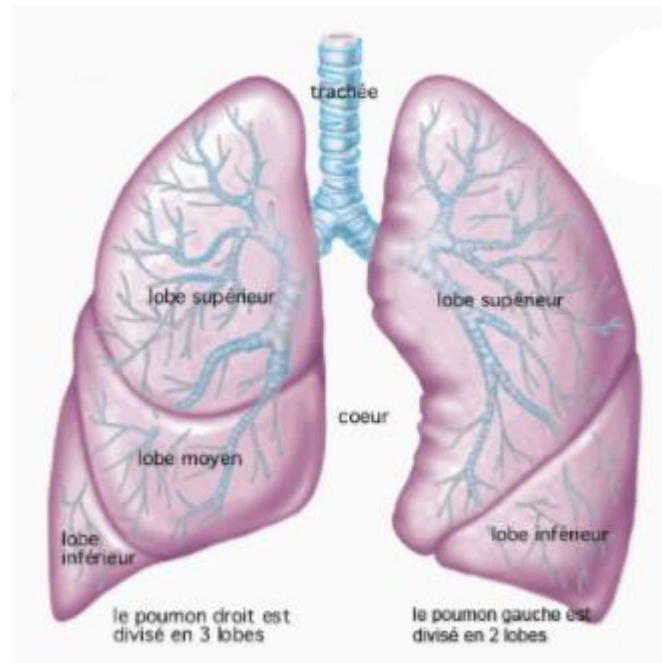
1.2.1.3. Ramifications terminales

Diamètre inférieur à 1mm, ce sont les **bronchioles**. Ce sont les ultimes branches qui amènent l'air aux **alvéoles**.

L'épithélium des alvéoles est composé de cellules cubiques non ciliées.

1.2.2. Les poumons et la plèvre

1.2.2.1. Anatomie



Titre : Représentation schématique de l'anatomie des poumons

Les poumons sont des **organes élastiques**, de texture spongieuse et de faible densité. Le poumon droit est formé de **trois lobes** pour un poids d'environ 700g. Son copain lui ne possède que **deux lobes** pour un poids de 600g.

Ils sont maintenus en extension grâce à une séreuse : **la plèvre**.

Elle permet aux poumons d'être solidaire des mouvements de la cage thoracique.

La plèvre est composée de deux parties :

Le feuillet pariétal : adhère aux côtes et au diaphragme.

Le feuillet viscéral : adhère aux poumons

Entre ces deux feuillets on trouve la cavité pleurale avec le **liquide pleural**.

1.2.2.2. Vascularisation

Les poumons présentent une double vascularisation :

Vascularisation nutritive (circulation systémique), nourrit les poumons.

Vascularisation fonctionnelle (circulation pulmonaire), passage d'un sang non hématosé à un sang hématosé. Après le passage dans le poumon il rejoindra l'oreillette gauche pour fournir l'oxygène au reste de l'organisme.

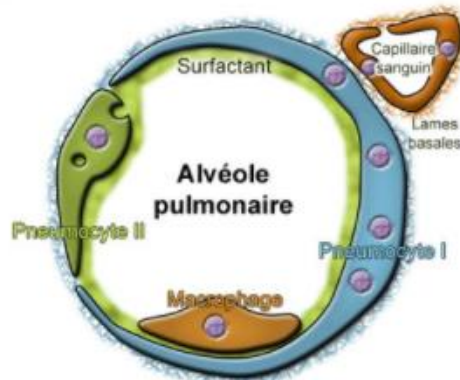
1.2.3. Les alvéoles

Minuscules renflements sphériques.

Constitué d'un épithélium pavimenteux.

Leur paroi est constituée de différents type de cellules :

- Les **pneumocytes de type I** : séparent le milieu gazeux du milieu liquidien (sang et air). Ils recouvrent 90% de la surface.
- Les **pneumocytes de type II** : synthétisent et sécrètent le surfactant (complexe phospholipidiques)
- Les **macrophages** alvéolaires.



Titre : représentation schématique d'une alvéole pulmonaire et d'un capillaire sanguin.

Tableau récapitulatif :

Éléments anatomiques	Structure histologique	Rôles
Voies aériennes supérieures	Epithélium pseudostratifié cilié	Filtre, purifie, réchauffe et humidifie l'air, production de mucus
Larynx	Cartilage recouvert d'épithéliums différents Epiglotte	Contient les cordes vocales Fermeture de la trachée
Trachée	Epithélium pseudostratifié cilié	Purifie, réchauffe et humidifie l'air
Bronches et bronchioles	Epithélium pseudostratifié puis simple cubique	Purifie, réchauffe et humidifie l'air
Lobules pulmonaires	Artériole pulmonaire + bronchiole + veinule pulmonaire autour des alvéoles	Unités fonctionnelles du poumon
Alvéoles	Petites cavités dont les parois sont formées par un épithélium simple	Contiennent l'air pour les échanges gazeux entre air et sang.

2. Physiologie de la respiration

Deux aspects :

- **La ventilation** : l'objectif est d'acheminer l'air jusqu'aux alvéoles.
- **Les échanges gazeux** : l'objectif est de fournir l'oxygène aux cellules.

2.1. Les pressions pulmonaires

Les poumons se remplissent d'air de manière très simple grâce au **gradient de concentration**.

Trois pressions entre en jeu ici :

- **La pression atmosphérique**
- **La pression intra-alvéolaire** : pression à l'intérieur des alvéoles. Elle s'égalise toujours avec la pression atmosphérique entre deux respirations.
- **La pression intra-pleurale** : un peu plus basse que la pression atmosphérique elle correspond à la pression dans la cavité pleurale. Cette dernière est un peu plus basse que la pression atmosphérique.

2.2. La ventilation pulmonaire

2.2.1. Structure mise en jeu

Voici la liste complète des différentes structures mises en jeu :

Structures	Rôles
Côtes	Protège les poumons, elles sont attachées à la colonne vertébrale derrière et au sternum devant
Sternum	Os plat, fixe les côtes
Cartilages costaux	Relient sternum et côtes
Muscles intercostaux	Muscles striés, ils agissent sur les côtes soit en les rapprochant soit en les éloignant.
Muscles pectoraux	Peuvent soulever ou abaisser le thorax, ils accentuent l'action des intercostaux
Muscles sterno-cleido-mastoïdien	
Trapèzes	

Les mouvements de la cage thoracique sont transmis aux poumons par la plèvre.

2.2.2. Mécanismes de la ventilation

La dimension de thorax varie en fonction de deux éléments : la **contraction du diaphragme** et le **déplacement des côtes**.

2.2.2.1. Inspiration

Contraction des muscles inspiratoire (diaphragme et muscles intercostaux).

Le diaphragme s'aplatit, ce qui va augmenter la hauteur de la cage thoracique. De plus la contraction des muscles intercostaux externes élève la cage thoracique et pousse le sternum vers le haut. Cela va provoquer un « vide » à l'intérieur des poumons et l'air va entrer en suivant le gradient de concentration.

2.2.2.2. Expiration

Sortie d'air des poumons grâce à l'élasticité naturel de ces derniers.

Relâchement des muscles inspiratoire ainsi la cage thoracique s'abaisse et l'air est expulsée.

2.2.3. Cycle respiratoire

Un cycle est composé d'une inspiration et d'une expiration à raison de 14fois par minute en moyenne.

La fréquence et l'amplitude de ces cycles s'adaptent en fonction des besoins de l'organisme.

Définitions :

Volume courant : Volume d'air entrant et sortant des poumons lors d'un cycle respiratoire normal ($VC = 0,5L$)

Volume de réserve inspiratoire : volume d'air inspiré en plus, avec un effort, par rapport au volume courant ($VRI = 2 \text{ à } 3 L$)

Volume de réserve expiratoire : Volume d'air expiré par les poumons avec un effort lors d'une expiration normale ($VRE = 1 \text{ à } 2L$)

Volume résiduel : Volume d'air restant dans les poumons après une expiration forcée ($VR = 1,2L$)

Capacité inspiratoire : volume d'air inspiré après une expiration normale ($CI = VRI + VC$)

Capacité résiduelle fonctionnelle : volume d'air dans les poumons après une expiration normale ($CRF = VRE + VR$)

Capacité vitale : volume d'air pouvant être échangé ($CV = VRI + VRE + VC$)

Capacité pulmonaire totale : Volume d'air total pouvant être contenu dans les poumons à la fin d'une inspiration forcée $CPT = CV + VR$

Capacité vitale fonctionnel : volume d'air expulsé lors d'une inspiration forcée suivie d'une expiration forcée rapide ($CVF = CV$)

2.3. Régulation et contrôle de la respiration

2.3.1. Centres respiratoires

2.3.1.1. L'origine de rythme respiratoire

Le rythme provient du complexe **pré-Bötzinger** situé près de l'extrémité supérieur du centre respiratoire bulbaire. Cette région de neurones à une **activité spontanée** (pacemaker) donnant naissance à des **potentiels d'action**.

2.3.1.2. Le groupe respiratoire dorsal

Constitué des **neurones inspiratoires** dont les fibres descendantes font synapses avec les motoneurones innervant les muscles inspiratoires. Lorsque les neurones envoient des potentiels d'action il y a inspiration.

2.3.1.3. Le groupe respiratoire ventral

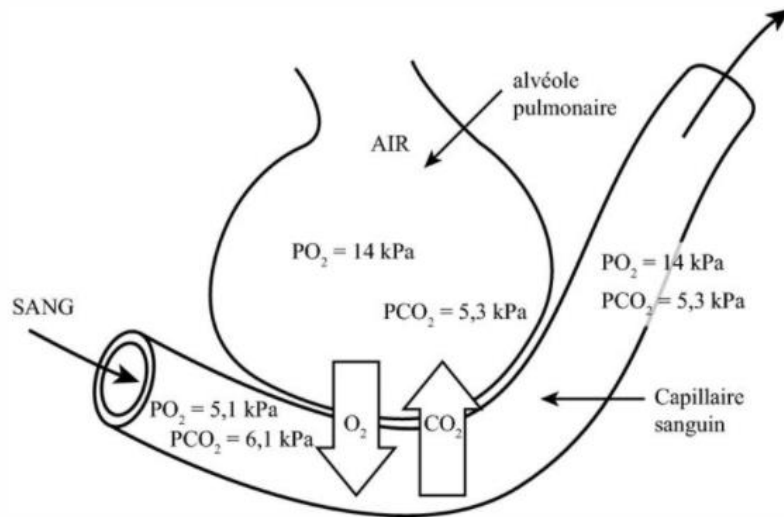
Constitué de **neurones inspiratoires** et **expiratoires** qui sont inactifs lors d'une respiration normale. Lors d'une expiration forcée, ces neurones expiratoires stimulent les motoneurones destinés aux muscles expiratoires.

2.3.1.4. Centre pneumotaxique et apneustique

Situé dans la protubérance, ils assurent l'harmonisation en l'inspiration et l'expiration.

2.3.2. Les échanges gazeux

Le mécanisme de base d'un échange gazeux dans l'organisme est la diffusion. Le gaz suit le gradient de pression.



Titre : Représentation schématique des échanges gazeux entre le sang et l'air alvéolaire.

2.3.3. Le transport de l'O₂ dans le sang

Le transport de l'O₂ s'effectue sous deux formes :

- **Dissout** dans le plasma (1,5%), l'O₂ est peu soluble dans l'eau
- Combiné à l'**hémoglobine**

Hémoglobine : ferroprotéine capable de se lier de manière réversible au dioxygène. Chacun des 4 atomes de fer contenu dans l'hème de l'hémoglobine est capable d'accepter un atome d'O₂.

La saturation de l'hémoglobine est représentée par la courbe de saturation de Barcroft :

