



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

UV J.S.P. 3

Module : PS



Système ventilatoire

Version 2



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

Pour fonctionner, les cellules de l'organisme ont besoin de différents éléments dont un qui est indispensable : l'oxygène (formule chimique O_2).

Toute diminution de l'oxygénation cellulaire entraîne des troubles pratiquement immédiat. Toute privation brutale d'oxygène (fausse-route, arrêt respiratoire, défaillance circulatoire aiguë) entraîne la mort en quelques minutes.

Le travail des cellules produit un certain nombre de déchets qui doivent être éliminés sous peine d'un "empoisonnement" de l'organisme. Celui-ci peut-être plus ou moins rapide en fonction du degré de production et l'élimination de ces déchets (gaz carbonique, etc.).

Pour comprendre le cheminement de l'oxygène de l'air ambiant vers la cellule située au plus profond de l'organisme et l'élimination du gaz carbonique, il est nécessaire de connaître les éléments d'anatomie qui permettent le transport de ces gaz.

I. BUT – DEFINITION :

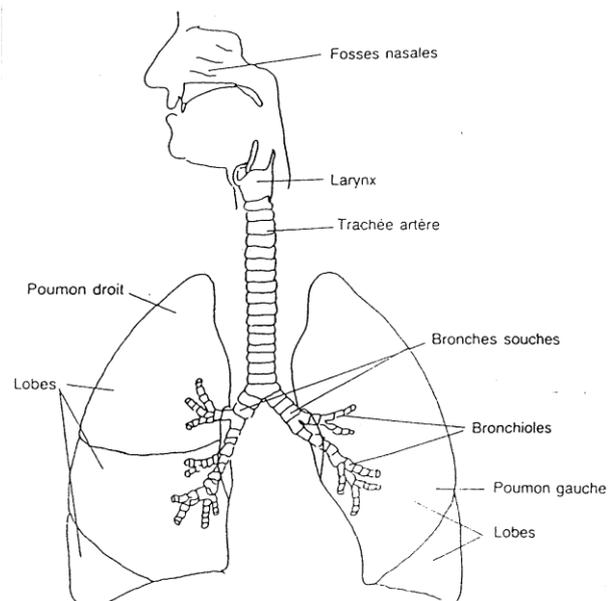
La fonction ventilatoire a pour but d'amener l'oxygène de l'air des poumons, où se font les échanges avec le sang et de rejeter des déchets de l'organisme comme le dioxyde de carbone (CO_2) appelé aussi gaz carbonique.

A cet effet elle met en jeu non seulement l'appareil ventilatoire avec ses commandes musculaires et nerveuses, mais aussi l'appareil circulatoire.

II. ANATOMIE :

Pour pouvoir arriver jusqu'aux cellules, l'oxygène doit pénétrer dans notre corps par la ventilation puis être distribué aux cellules par la circulation. Les organes de l'appareil ventilatoire qui permettent cette distribution sont :

- ↪ Voies aériennes supérieures (VAS) composées du nez et des fosses nasales, de la bouche, du pharynx et du larynx.
- ↪ Voies aériennes inférieures (VAI) composées de la trachée, des bronches et bronchioles et des poumons ;
- ↪ La cage thoracique et les muscles ventilatoire.



A. VOIES AERIENNES SUPERIEURES (V.A.S.) :

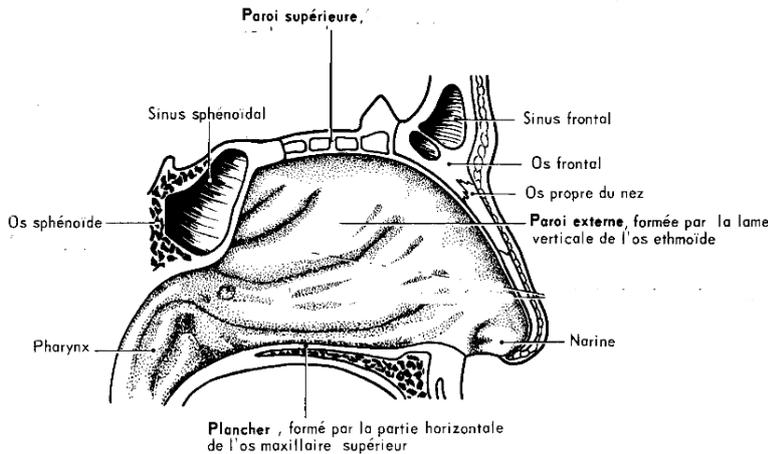
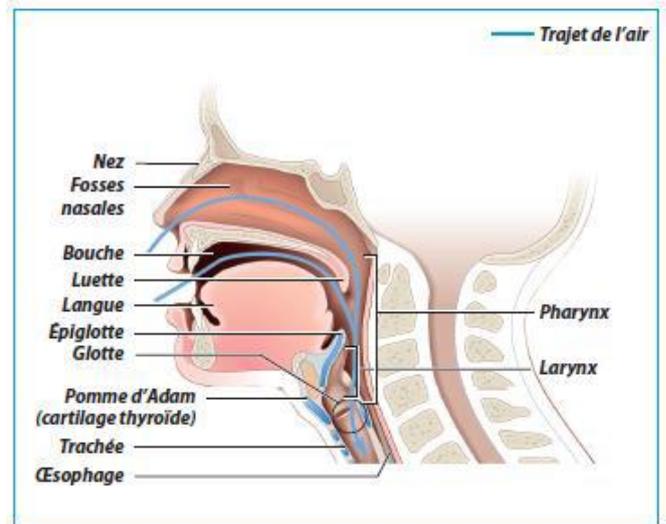
a) Bouche :

Ne sert à ventiler que lorsque les fosses nasales sont obstruées.

b) Le nez et les fosses nasales :

Elles servent :

- A réchauffer,
 - A humidifier,
 - A dépoussiérer.
- L'air inhalé.



Si l'on respire par la bouche, celle-ci se dessèche et l'air arrive plus ou moins froid dans les poumons.

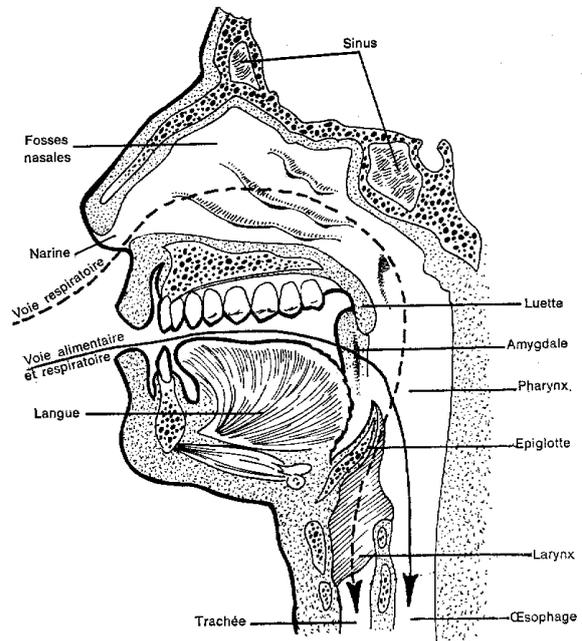
Dans les fosses nasales débouchent :

- ↪ Un canal lacrymal,
- ↪ Un canal conduisant à l'oreille (trompe d'Eustache),
- ↪ Les sinus de la face.

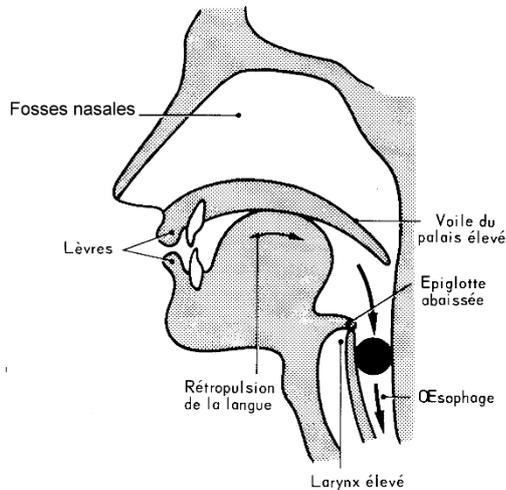
c) Pharynx :

Conduit unique, long de 12 à 14 cm qui est l'endroit où l'air est dirigé vers le larynx et les aliments vers l'œsophage qui est situé juste derrière la trachée.

Le réflexe de déglutition ferme le larynx au moment du passage des aliments dans le pharynx pour éviter qu'ils ne passent dans les voies ventilatoire, leur obstruction (fausse-route) pouvant être mortelle.



La déglutition est un **mécanisme réflexe** au cours duquel l'épiglotte se rabat sur le larynx l'obstruant et obligeant le bol alimentaire à partir dans l'œsophage. Ce réflexe est l'un des rares qui soient parfaitement au point à la naissance, sinon aucune vie ne serait possible.



Il peut se produire des anomalies lorsque ce mécanisme est perturbé : des aliments peuvent alors s'engager dans le larynx.

La présence d'aliments dans le pharynx provoque soit :

- ↳ La déglutition,
- ↳ Un réflexe de toux violente, si les aliments se dirigent vers le larynx, afin de les expulser.

La toux et la déglutition sont appelés réflexes de sécurité.

Ces réflexes sont abolis lors des troubles de la conscience, des comas ou dans certaines anesthésies générales, imposant une mise rapide en position latérale de sécurité (PLS) ou une intubation trachéale pour protéger les voies aériennes.

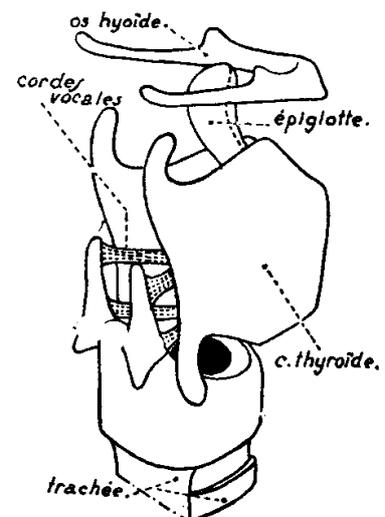
Le pharynx a également pour fonction de participer à l'élaboration de la voix en servant de chambre de résonance.

d) Larynx :

C'est un conduit ventilatoire composé de plusieurs cartilage dont l'épiglotte qui fait suite au pharynx et qui constitue la partie supérieure de la trachée artère dont le rôle est de permettre le passage de l'air entre les VAS et les voies aériennes inférieures

Il :

Forme une saillie sous la peau du cou : la pomme d'Adam (cartilage thyroïde) qui est plus volumineux chez l'homme, Monte et descend avec les mouvements de la déglutition, Est l'organe de la voix, car sa surface présente 4 replis qui constituent les cordes vocales. C'est le passage de l'air qui les fait vibrer et produit un son.





Lors de la déglutition, le larynx s'élève, la base de la langue pousse et abaisse l'épiglotte qui vient obstruer l'orifice supérieur du larynx. Les cordes vocales se rapprochent l'une de l'autre fermant ainsi la glotte.

B. VOIES AERIENNES INFERIEURES :

Elles vont de la glotte jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Elles comprennent :

- ↗ La partie sous-glottique du larynx (cartilage cricoïde),
- ↗ La trachée,
- ↗ Les bronches.

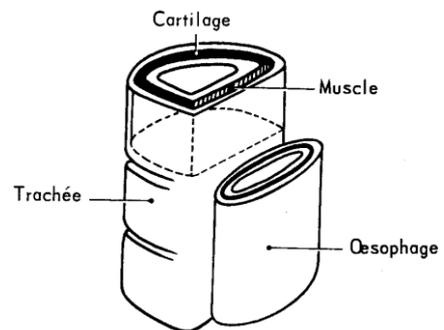
1) Trachée Artère :

La trachée constitue un tube ventilatoire cylindrique et rectiligne de 12 cm de long et 12 mm de diamètre.

Elle est située entre le larynx et les bronches.

Le tube souple mais armé :

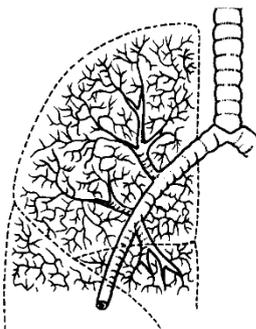
- ↗ Est composé de 16 à 20 anneaux de cartilage, incomplet à l'arrière (ce qui permet à l'œsophage de se dilater au passage des aliments) ;
- ↗ Est toujours maintenu béant.



La trachée est tapissée à l'intérieur par des cils qui à l'aide d'un liquide muqueux (mucus) continue le travail des fosses nasales en arrêtant les poussières.

Son rôle est de permettre :

- ↗ Le passage de l'air vers les bronches,
- ↗ L'expulsion du mucus ou de corps étrangers des bronches grâce au réflexe de toux.



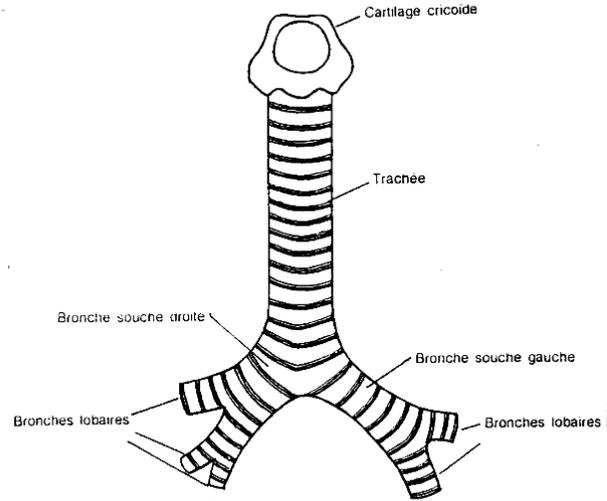
2) Bronches :

Ce sont des conduits ventilatoires résultant de la bifurcation de la trachée.

Elles se ramifient abondamment dans les poumons formant un véritable "arbre bronchique".

a) Bronches souches :

- ↪ Après la carène, qui est l'endroit où la trachée se divise en 2 bronches souches droite et gauche :
- ↪ La bronche gauche, presque horizontale, arrête facilement les poussières et microbes.
- ↪ La bronche droite, beaucoup plus verticale, laisse pénétrer plus facilement microbes et corps étrangers.



Cela explique que la bronche droite risque d'être plus obstruée par un corps étranger ou du liquide inhalé.

La structure des bronches souches est identique à celle de la trachée. Toutefois l'anneau cartilagineux est complet.

Cartilagineuses au début, elles se ramifient dichotomiquement (se divise par deux) et deviennent de plus en plus petites pour se terminer en bronchioles.

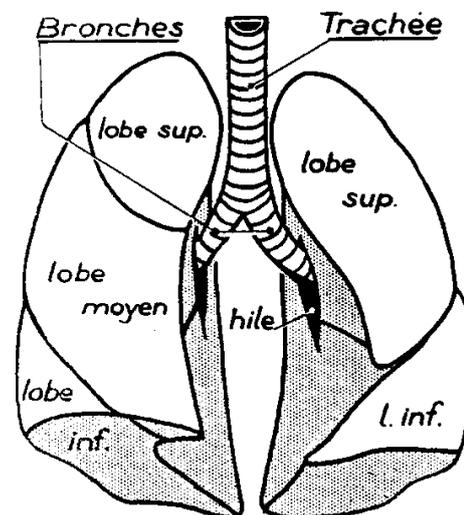
b) Bronchioles :

Ce sont des bronches dont le diamètre est inférieur à 1 mm. Leur structure riche en fibres musculaires et dépourvue de cartilage, devient alors souple. Elles continuent à se diviser en une multitude de bronchioles, qui se terminent par des lobules pulmonaires constitués d'alvéoles pulmonaires.

La structure élastique des petites bronches fait que celles-ci peuvent se contracter sous l'influence de facteurs allergiques par exemple (asthme) ou se dilater.

C. LES POUMONS :

Ils sont situés de part et d'autre du médiastin (espace situé entre les poumons, où se trouvent le cœur, les gros vaisseaux, la trachée, l'œsophage), occupant la presque totalité de la cage thoracique et ont une capacité d'environ 5 litres.

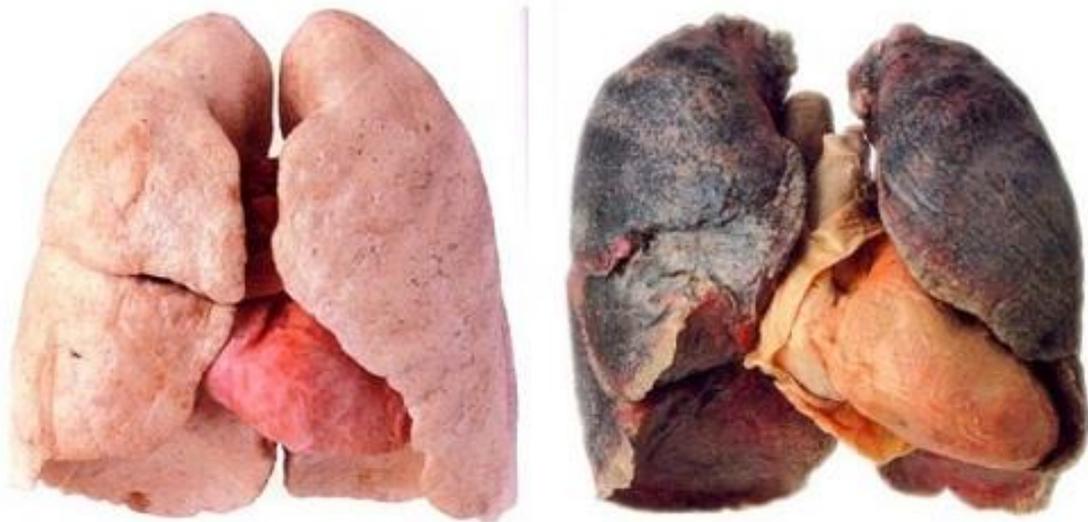




1) Aspect et forme :

Les poumons constituent :

- ↻ Deux masses spongieuses,
- ↻ A consistance molle,
- ↻ Elastique,
- ↻ De teinte rose chez l'enfant, grise chez l'adulte.
- ↻ Le poumon droit, le plus développé comporte 3 lobes et pèse environ 700 g,
- ↻ Le poumon gauche ne comporte que 2 lobes et pèse environ 600 g,
- ↻ Les bronches et les vaisseaux pénètrent dans les poumons par une zone déprimée : **le hile.**



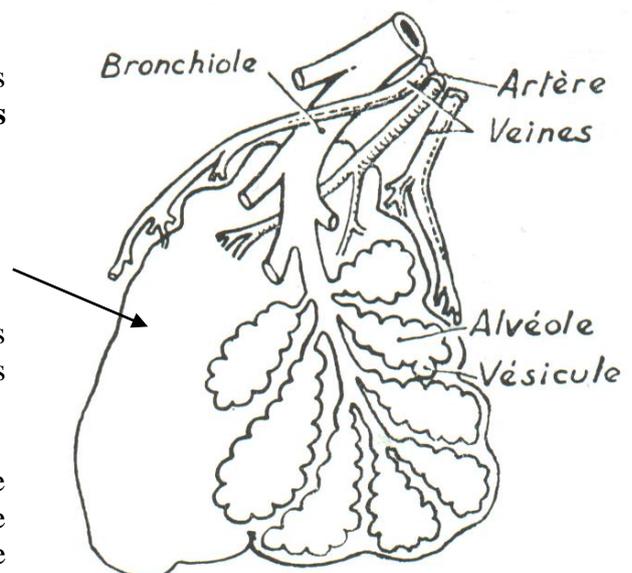
2) Structure :

Le tissu pulmonaire est constitué par une très grande quantité de petits ballonnets : **les alvéoles pulmonaires.**

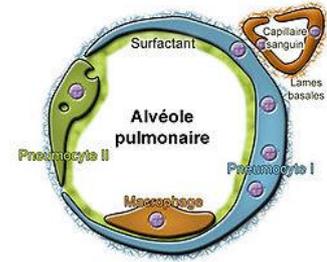
Ces dernières sont regroupées en bouquets :
Les lobules pulmonaires.

Les alvéoles pulmonaires sont les unités élémentaires du poumon, dépliées, elles occuperaient une surface d'environ 200 m².

La paroi des alvéoles pulmonaires est formée par un tissu conjonctif qui renferme un riche réseau de capillaires sanguins. (21 litres de sang / min).



A l'intérieur une membrane tapisse ce tissu, empêchant les alvéoles de se coller et permettant les échanges gazeux : **le surfactant**.

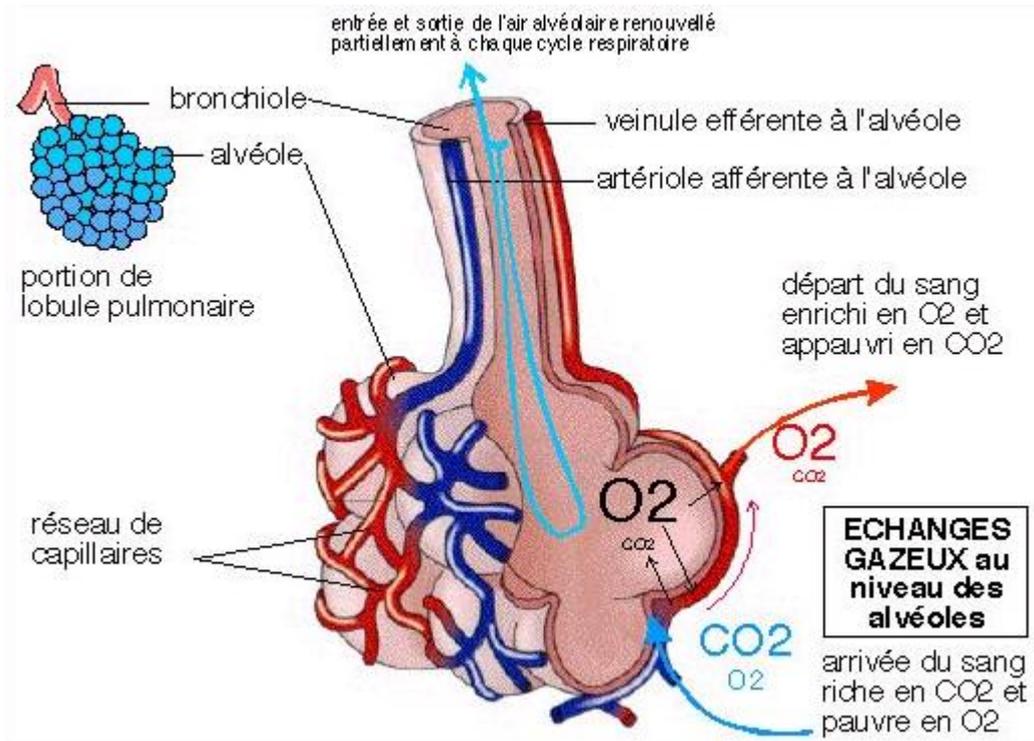


Le surfactant est détruit lors de certaines intoxications gazeuses et noyades provoquant un oedème aigu du poumon lésionnel.

3) Vascularisation :

Chaque poumon reçoit une artère et il en sort deux veines.

Ces vaisseaux présentent des ramifications qui suivent l'arbre bronchique pour donner un réseau de capillaires.



D. LES PLÈVRES :

Ce sont des enveloppes séreuses qui entourent intimement les poumons, chargées de :

- ↗ protéger les poumons,
- ↗ rendre les poumons solidaires de la cage thoracique
- ↗ faciliter les mouvements ventilatoire,



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

Elles sont composées de deux feuillets :

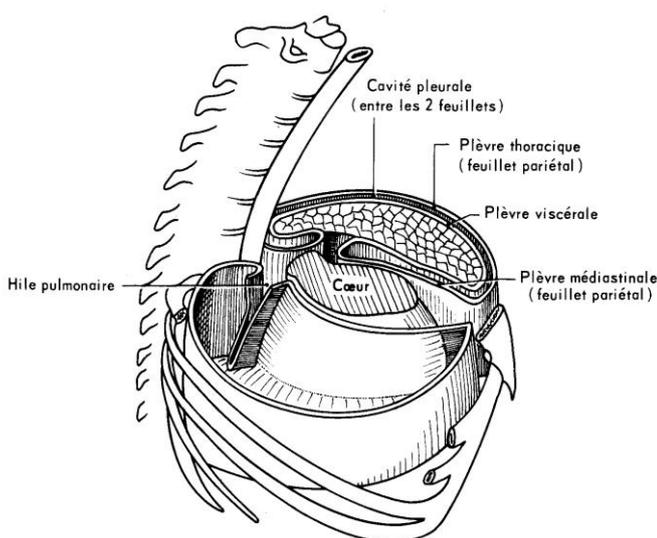
- ↪ Un feuillet externe pariétal accolé à la paroi de la cage thoracique et du diaphragme ;
- ↪ Un feuillet interne viscéral accolé aux poumons.

Les deux feuillets de la plèvre, chez un sujet sain, ne sont séparés que par un mince film liquide ce qui les rend solidaires.

Il existe entre ces deux feuillets une cavité pleurale, cavité virtuelle, qui contient le liquide pleural, lubrifiant qui permet les mouvements ventilatoire.

Ils glissent facilement l'un contre l'autre, mais il est très difficile de les séparer.

Par leur intermédiaire, les poumons deviennent solidaires de la cage thoracique.



Si l'un des feuillets pleuraux est perforé, de l'air (c'est le pneumothorax) ou du sang (hémothorax) vient s'intercaler entre les deux feuillets. Le poumon sous-jacent est alors plus ou moins comprimé du fait de son manque de tonicité provoquant une détresse ventilatoire.

III. PHYSIOLOGIE :

La ventilation est l'action de faire entrer et sortir l'air des poumons.

La respiration est l'utilisation de l'oxygène au niveau cellulaire.

Le cycle ventilatoire comporte deux phases entrecoupées d'une pause plus ou moins longue selon l'activité. La circulation de l'air est assurée par les mouvements de la cage thoracique qui augmente ou qui diminue de volume.

Le renouvellement de l'air dans les poumons dépend :

- ↪ De la fréquence ventilatoire,
- ↪ De l'amplitude des mouvements ventilatoire,
- ↪ Du libre passage de l'air dans l'ensemble des voies aériennes.



La ventilation est sous le contrôle de centres nerveux situés dans le tronc cérébral.

Valeurs des constantes vitales selon l'âge :

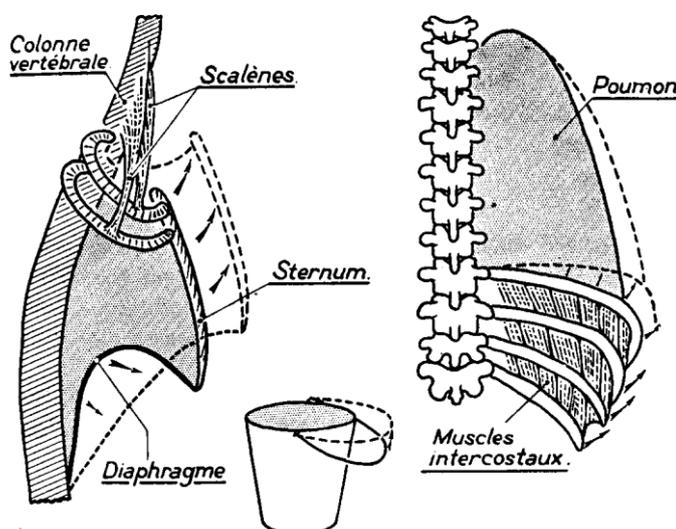
Âge	Fréquence ventilatoire En mouvements par minute
Adulte (> 8 ans ou + de 35 kg)	12 – 20
Enfant (1 an à 8 ans ou + de 35 kg)	20 – 30
Nourrisson (8 jours à 1 an)	30 – 60
Nouveau-né (0 à 7 jours)	40 – 60

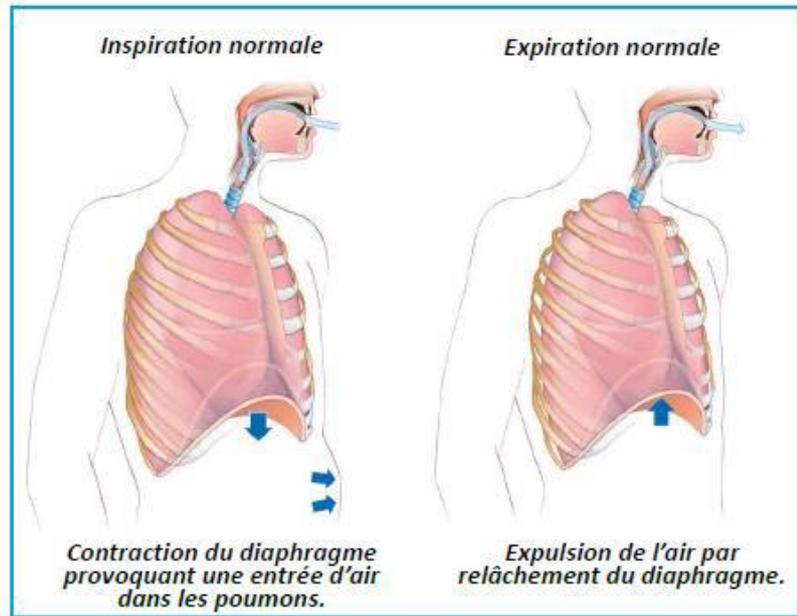
L'inspiration : processus actif causé par la contraction de muscles inspireurs, dont la fonction est d'augmenter, par élévation des côtes, le volume de la cage thoracique.

Les poumons suivent passivement les mouvements de la cage thoracique, car ils sont ventousés sur la cage thoracique.

Donc lorsque la cage thoracique augmente de volume, les poumons augmentent aussi de volume, créant à **l'intérieur une dépression** :

L'air est aspiré : c'est l'inspiration.





L'expiration : processus normalement passif, dû au relâchement, de ces mêmes muscles. Néanmoins, elle peut-être forcée et faire intervenir des muscles expirateurs par l'abaissement des côtes.

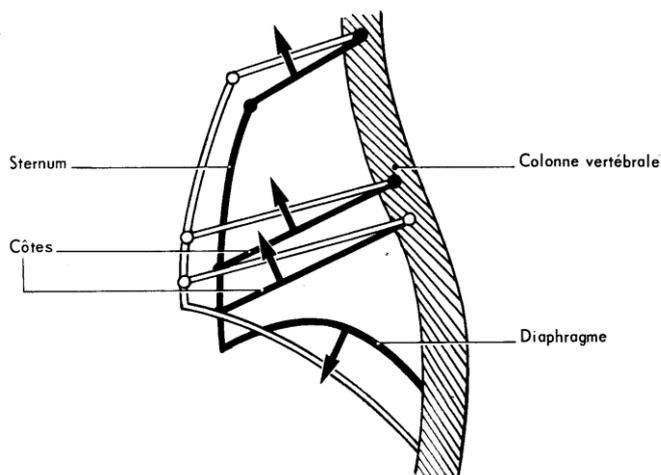
De même lorsque la cage thoracique revient à sa place initiale, les poumons aussi créant une surpression :

L'air est chassé : c'est l'expiration.

A. LES MOUVEMENTS VENTILATOIRES :

La ventilation nécessite la mise en œuvre d'éléments anatomiques :

1) La cage thoracique :



Celle-ci est déformable en raison de la mobilité des éléments qui la composent et assurent les fonctions de :

- ↪ Protection des organes thoraciques ;
- ↪ Point d'insertion des muscles inspireurs et expirateurs ;
- ↪ Expansion des poumons grâce à son squelette souple et mobile :



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

Les côtes jouent sur elles et entraînent le sternum dans le mouvement.

Grâce à ces déplacements la cage thoracique varie de volume et par conséquent de capacité.
Seule la colonne vertébrale ne bouge pas.

2) Les muscles :

Les muscles de la ventilation sont divisés en :

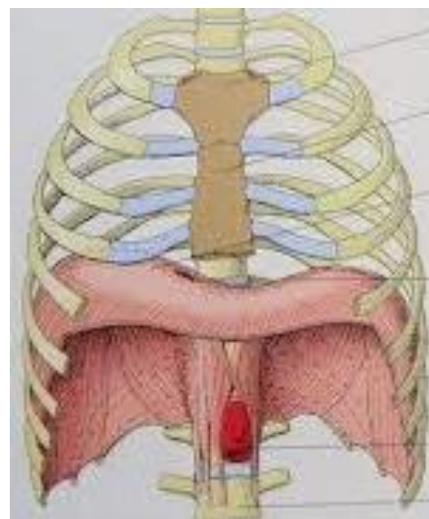
a. Un muscle inspirateur principal :

Le diaphragme : plancher de la cage thoracique :

- ↪ Sépare le thorax de l'abdomen,
- ↪ Intervient pour les 2/3 dans la ventilation,
- ↪ S'insère sur le pourtour inférieur de la cage thoracique.

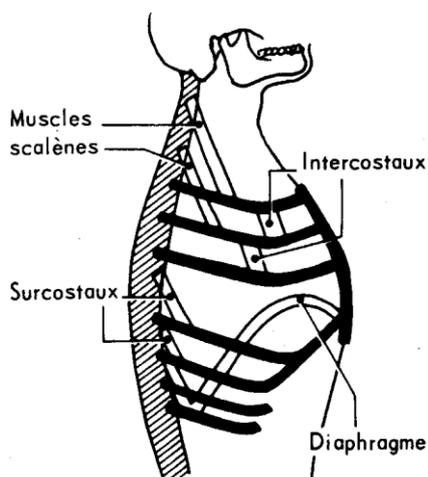
- ↪ Augmente le volume de la cage thoracique lorsqu'il se contracte en s'abaissant, provoquant ainsi l'entrée d'air.

Le diaphragme est innervé par un nerf qui contrairement à l'accoutumée, ne naît pas de la moelle épinière située à sa hauteur, mais de la moelle au niveau de la 4^{ème} cervicale.



Cette particularité anatomique permet aux personnes tétraplégiques (avec une lésion située en dessous de la C4) ou paraplégiques de continuer à avoir une ventilation autonome.

En revanche, en fonction de la hauteur de sa lésion, une personne paralysée médullaire, ne peut plus mettre en jeu tout ou partie des muscles accessoires de la ventilation en cas de détresse respiratoire.



b. Muscles inspirateurs accessoires :

Les muscles du cou : Les scalènes et sterno-mastoiïdiens qui interviennent lors d'un effort intense, d'une détresse ventilatoire en soulevant le grill costal en totalité,

Ils se situent de part et d'autre de la colonne cervicale et s'insèrent sur les 2 premières côtes.



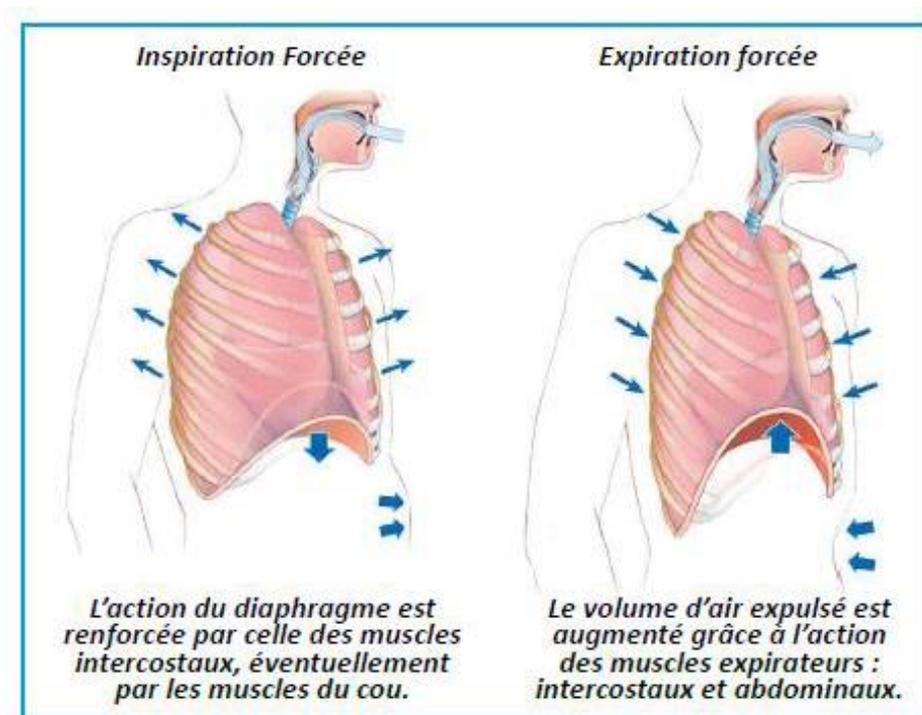
Les intercostaux externes : occupant les espaces entre les 12 paires de côtes, dont la contraction fait augmenter le diamètre de la cage thoracique ;

c. Muscles expirateurs :

Les abdominaux, les intercostaux sont chargés de rétrécir la cage thoracique et de faciliter l'expulsion de l'air contenu dans les poumons lorsque l'expiration est forcée.

Cependant il n'existe pas de muscle expirateur vrai :

C'est l'élasticité du poumon qui ramène la cage thoracique à sa capacité minimum.



B. VENTILATION PULMONAIRE :

La ventilation est contrôlée de façon automatique par les centres nerveux situés dans le bulbe rachidien. Elle se produit 12 à 20 fois par minute chez l'adulte. Toutefois l'inspiration et l'expiration peuvent être volontairement forcées. Chaque minute 4 litres d'air et 5 litres de sang transitent par les poumons.

Le volume des poumons d'un adulte est divisé de la manière suivante :

1) L'air complémentaire :

↪ Volume d'air que l'on peut inspirer en plus lors d'une inspiration forcée.

2) L'air courant:

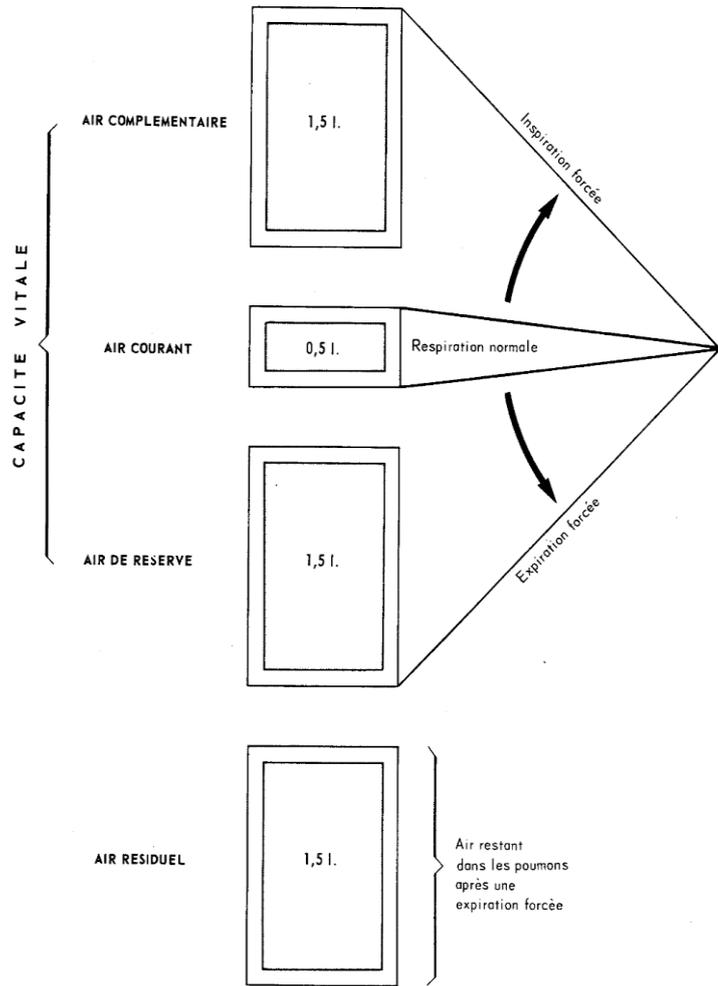
↪ Volume qui rentre ou qui sort à chaque mouvement ventilatoire.

3) L'air de réserve :

↪ Volume d'air que l'on peut rejeter par une expiration forcée, en plus de l'air courant.

4) L'air résiduel :

↪ Volume d'air qui ne peut pas être chassé des poumons.



C. ECHANGES GAZEUX :

1) L'oxygène et l'air ambiant :



AIR =

- 78 % d'azote
- 21 % d'oxygène
- 1 % de gaz rares

Lorsque l'air contient entre 21 et 18 % d'oxygène, l'oxygénation de l'organisme est correcte.

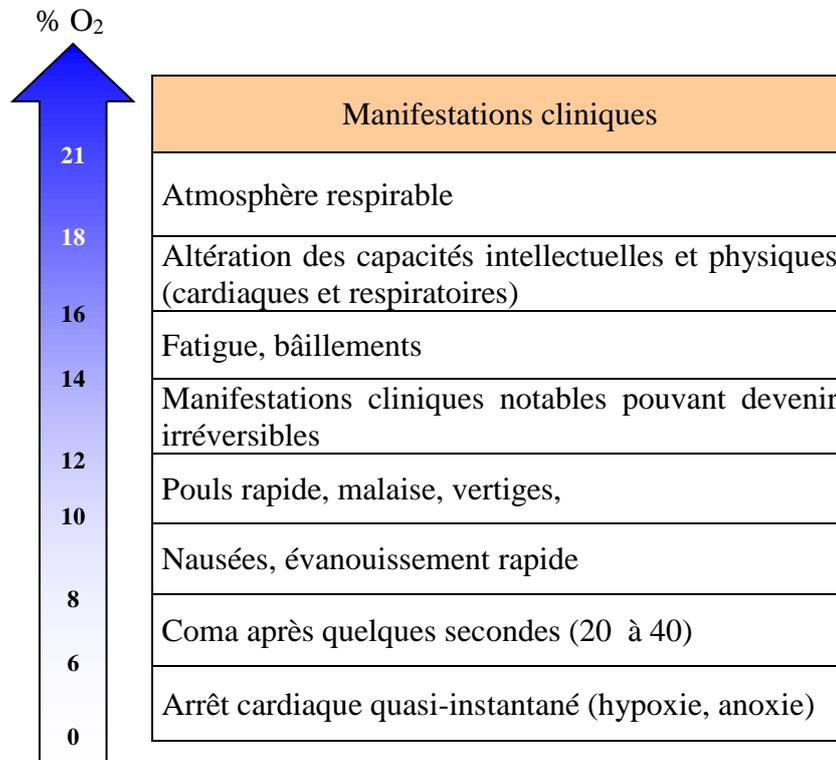
En deçà, les premiers troubles se manifestent

immédiatement.



ASSOCIATION DÉPARTEMENTALE-MÉTROPOLITAINE DES JEUNES SAPEURS-POMPIERS

A une concentration inférieure ou égale à 6 %, l'arrêt cardiaque est quasi instantané (2 à 3 inspirations).



Par ailleurs une hyper-oxygénation de l'air entraîne des troubles tels que des convulsions, des atteintes oculaires.

Toutefois, ces situations se rencontrent très rarement : caisson hyperbare, couveuse, milieux industriels.

Au cours du cycle de la ventilation la composition du mélange est modifiée dans les proportions suivantes :

	% dans l'air inspiré	% dans l'air expiré
Dioxyde d'oxygène	21	16
Dioxyde de carbone	0,04	5
Azote et gaz rares	78,96	79
Vapeur d'eau	Variable	Saturé

Après avoir emprunté les voies aériennes supérieures et inférieures l'air arrive dans les alvéoles pulmonaires.

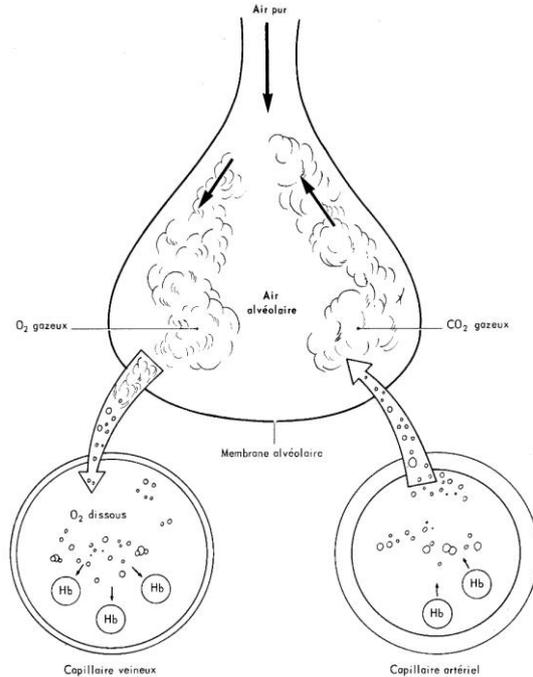
2) Echanges dans les poumons :

a) Oxygène :

- ↪ Le passage de l'air se fait selon les lois de l'osmose au travers de la membrane ventilatoire et de la paroi des capillaires sanguins.
- ↪ Une faible partie se dissout dans le plasma ;
- ↪ Une grande partie se combine avec l'hémoglobine (Hb) des globules rouges pour donner une combinaison fort stable :

Oxyhémoglobine (HbO₂).

- ↪ Cette combinaison donne au sang sa teinte rouge rutilante.



b) Gaz carbonique et Vapeur d'eau :

- ↪ Parvenus avec le sang vicié au niveau de la membrane ventilatoire,
- ↪ Ils passent dans l'alvéole pour être rejeter lors de l'expiration.

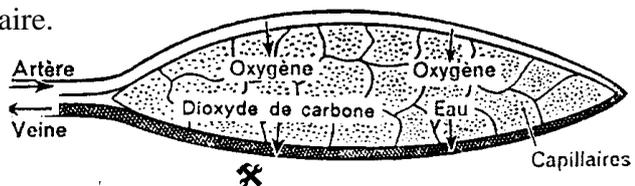
3) Echanges au niveau des cellules :

Oxygène :

Les globules rouges parvenus au voisinage des tissus, ne peuvent pas sortir des capillaires pour ravitailler les cellules.

C'est le plasma qui joue le rôle d'intermédiaire.

L'oxygène sert à brûler les aliments.



a) Gaz carbonique :

Le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau provenant de la dégradation des aliments, utilisent le plasma comme vecteur mais aussi l'hémoglobine pour former **la carbohémoglobine**.



NOTA : attention à ne pas confondre la **carbohémoglobine** (dioxyde de carbone + hémoglobine) et la **carboxyhémoglobine** (monoxyde de carbone + hémoglobine) qui est un composé 200 fois plus stable.

Ainsi le bon fonctionnement des échanges gazeux nécessite :

- ↻ Un libre passage de l'air extérieur jusqu'aux alvéoles pulmonaires,
- ↻ Une mécanique ventilatoire correcte,
- ↻ Une intégrité des alvéoles pulmonaires,
- ↻ Un fonctionnement correct du cœur,
- ↻ Une intégrité du réseau vasculaire,
- ↻ Une quantité de sang circulant suffisante,
- ↻ Une quantité de globules rouges suffisante dans le sang.

Chacun de ces niveaux peut-être l'objet d'un dysfonctionnement qui va entraîner différentes atteintes organiques et des gestes de premiers secours adaptés.

D. CENTRE VENTILATOIRE :

C'est le bulbe rachidien qui contient le centre ventilatoire.

Ce dernier, toutes les 4 secondes, envoie un influx nerveux aux muscles qui se contractent.

L'influx cessant, les muscles se relâchent.

Le bulbe rachidien réagit au taux de gaz carbonique dissout dans le sang.

Lorsque le seuil :

- ↻ Est dépassé le centre accélère la ventilation ;
- ↻ Est inférieur le centre ralentit la ventilation.

La ventilation dépend :

- ↻ Du système neurovégétatif.
- ↻ De la volonté : apnée.

