

Introduction à la physiologie respiratoire (1/2)

I. Rôles de l'appareil respiratoire	2
A. Fonctions respiratoires	2
B. Fonctions non respiratoires (conditionnement de l'air, défense, phonation)	4
II. L'anatomie fonctionnelle	8
A. Les différentes zones aérées ou voies aériennes	8
1. Segmentation anatomo-fonctionnelle :	8
B. Compartiments vasculaires	14
1. La circulation pulmonaire ou petite circulation	16
2. Shunts anatomiques	17
III. La ventilation	18
A. L'air inspiré et unités de pression	18
B. Cycle ventilatoire	20
C. Volumes pulmonaires : description dynamique	22
D. Espaces aériens pulmonaires	23
E. Mouvements respiratoires	24

I. Rôles de l'appareil respiratoire

A. Fonctions respiratoires

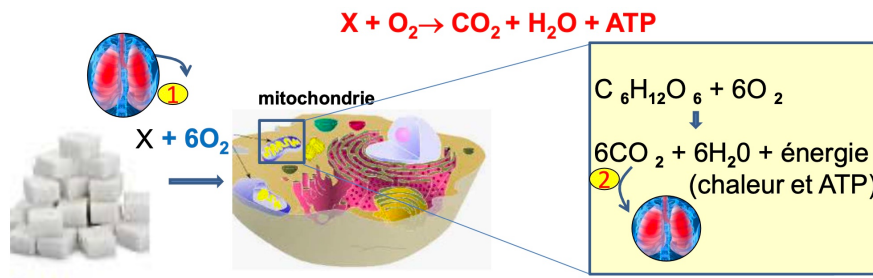
Les fonctions respiratoires correspondent aux fonctions mettant en place des **échanges de molécules de gaz** entre l'environnement et la cellule.

Ces fonctions respiratoires vont apporter un élément indispensable pour notre métabolisme énergétique : **l'oxygène**. En effet, notre métabolisme est principalement **aérobie**.

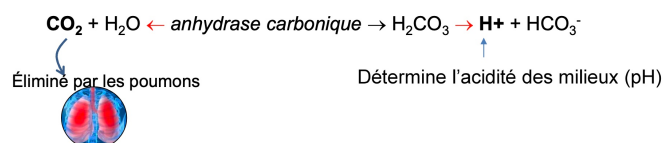
Notre capacité à produire de la chaleur, à réaliser des mouvements, à interagir avec notre environnement nécessite la production d'énergie. Cette énergie est produite sous la forme d'**adénosine triphosphate (ATP)** à partir d'une molécule de nutriment (comme du glucose) combinée à l'oxygène par le cycle de Krebs (phosphorylation oxydative).

On obtient des déchets de ce métabolisme :

- L'eau endogène.
- Le dioxyde de carbone (CO₂).



⇒ Cette réaction nous montre qu'à partir de 1 molécule de sucre, il va nous falloir **6** molécules d'oxygène lors du métabolisme aérobie pour permettre à l'usine métabolique (retrouvée dans la cellule à l'intérieur de la mitochondrie) de produire de l'énergie.



Les molécules de CO_2 ont tendance à se combiner aux molécules d'eau grâce à une enzyme **l'anhydrase carbonique** pour donner l'acide carbonique H_2CO_3 . Ce dernier va être un donneur d'ion H^+ , on va donc avoir une libération de protons. Cette libération va contribuer à acidifier le milieu intérieur de nos cellules (liquide intracellulaire) et par conséquence, par diffusion, les liquides extra cellulaires et donc le milieu sanguin. On rappelle que c'est le poumon qui permet de réguler la quantité de pH dans l'organisme en éliminant le H^+ : il est essentiel.

Comme les cellules produisent en permanence ce métabolisme, on a une **acidification permanente** de nos milieux. Ce qui peut avoir un impact sur le pH de l'organisme (homéostasie). Cependant, grâce à nos poumons qui éliminent le CO_2 on va pouvoir réguler l'acidité du sang.

⇒ **Le poumon va donc être un élément régulateur de l'équilibre acido-basique par l'élimination de CO_2 .**

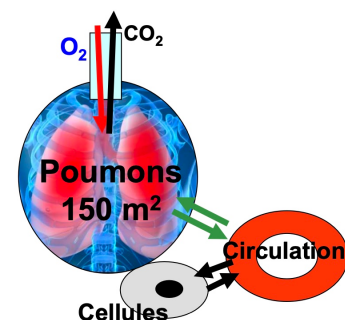
Inversement quand le poumon marche mal, lorsque la ventilation est trop faible (par exemple, chez un patient dans le coma) ou lorsque le poumon a du mal à éliminer le CO_2 , on aura de l'acidité dans le sang.

♥ **Un poumon mal réglé ou malade peut donc être la cause d'un déséquilibre acido-basique.**

⇒ La respiration a donc un rôle vital, pour le **métabolisme oxydatif** en apportant de l'oxygène et pour le maintien de **l'équilibre acido-basique** par l'élimination du CO_2 .

Le rôle joué par la ventilation nécessite des échanges avec l'environnement par le biais de **trois interfaces** déjà évoquées dans le cours sur le milieu intérieur :

- Poumon-environnement
- Poumon-circulation sanguine
- Circulation sanguine-interstitium



⇒ Ces trois interfaces sont indispensables.

B. Fonctions non respiratoires (conditionnement de l'air, défense, phonation)

Le poumon est un organe à l'interface, on aura donc des rôles de conditionnement de l'air (mise en condition de l'air pour que les gaz soient dans état approprié pour être diffusible).

- **Réchauffer l'air de l'environnement** : C'est le rôle des muqueuses qui vont offrir, également, des surfaces d'échanges. Au niveau du nez, la muqueuse présente de nombreux replis permettant d'augmenter la surface de contact et ainsi le réchauffement de l'air. De ce fait, lorsqu'il arrivera au niveau de la trachée, l'air mesurera 37°C même si on inspire un air possédant une température négative.

Si on respire par la bouche, le réchauffement sera un peu moins efficace car nous ne retrouvons pas ces replis muqueux. Un air ayant une température négative sera donc pas à 37°C lorsqu'il arrivera au de la trachée. Ce qui peut présenter un problème lorsque nous faisons du sport puisqu'on hyperventile (diminution du temps de contact) par la bouche. Lorsque l'air arrive au niveau des voies aériennes intrathoraciques il est déjà réchauffé.

- **Humidifier l'air de l'environnement** : l'air trachéal est, à l'expiration, saturé à 100% en vapeur d'eau (test du miroir). Les échanges avec la muqueuse et les capillaires du nez et de la muqueuse trachéale et bronchique, va permettre des transferts d'eau qui va être expirée sous forme de vapeur.

⇒ Ces deux phénomènes sont indispensables au **bon état de la muqueuse** et à la **qualité de nos sécrétions, du fonctionnement de nos enzymes**. Une altération de ces phénomènes peut donc entraîner le développement de symptômes comme la toux.

L'appareil respiratoire permet aussi de parler, de chanter ou de jouer d'un instrument de musique. C'est la **fonction de phonation**.

- **Défense de l'organisme vis-à-vis des particules et agents microbiens, champignons :**

Il est nécessaire d'éliminer toutes les particules de l'air ambiant pour que l'air soit « purifié ».

⇒ Élimination physico-chimique : le filtrage particulaire, le réflexe de toux (élimination) ou le tapis roulant muco-ciliaire (ensemble mucus et cils contractiles de la voie aérienne qui remontent les éléments à éliminer, c'est constant, toute la journée ce mécanisme a lieu). On va déglutir ces éléments. La déglutition en particulier la nuit va être un élément important de l'élimination.

Un patient qui a un tapis roulant muco-ciliaire défectueux parce qu'il a une maladie génétique, comme la mucoviscidose par exemple, ou car il a un déficit des battements ciliaires congénital, (soit acquis à cause de la fumée de cigarette ou toxiques environnementaux), va devoir tousser plus souvent pour éliminer des particules.

⇒ Actions de cellules immunitaires et inflammatoires : Grâce à la présence dans le mucus d'**anticorps**, d'**enzymes**, de **cellules immunitaires** (macrophages, polynucléaires).

Dans le mucus, on retrouve aussi diverses **molécules bio-actives** (dont des fractions du **surfactant** : substance sécrétée par les cellules pulmonaire (pneumocytes de type 2) qui a un rôle biomécanique lorsqu'il se trouve dans les alvéoles (il les maintient ouvertes). Dans le mucus, le surfactant a un rôle biologique de défense antimicrobienne.

Concernant le **filtrage particulaire ou tamis**, il permet de piéger les particules inhalées par la respiration en fonction de leur taille/diamètre dans les différents conduits de nos voies aériennes (trachée, bronches, etc...). Ces conduits se divisent par 2 constamment (on parle de division dichotomique).

Si on respire par le nez, on va être capable de bloquer des particules jusqu'à **10 microns** de diamètre grâce à la muqueuse, au mucus, aux poils et les cellules ciliées.

Les VAS et VAI participent toutes les deux à l'élimination des particules.

Au niveau des voies aériennes supérieures, on va être capable de piéger des particules de plus de 10 microns de diamètre.

A chaque fois qu'il y a une division de ces bronches, on va retrouver du mucus : jusqu'aux bronches on peut piéger des particules jusqu'à 5 microns de diamètre.

Les flèches rouges représentent des molécules qui peuvent traverser la paroi des conduits.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la trachée, l'arbre bronchique se divise : dichotomie

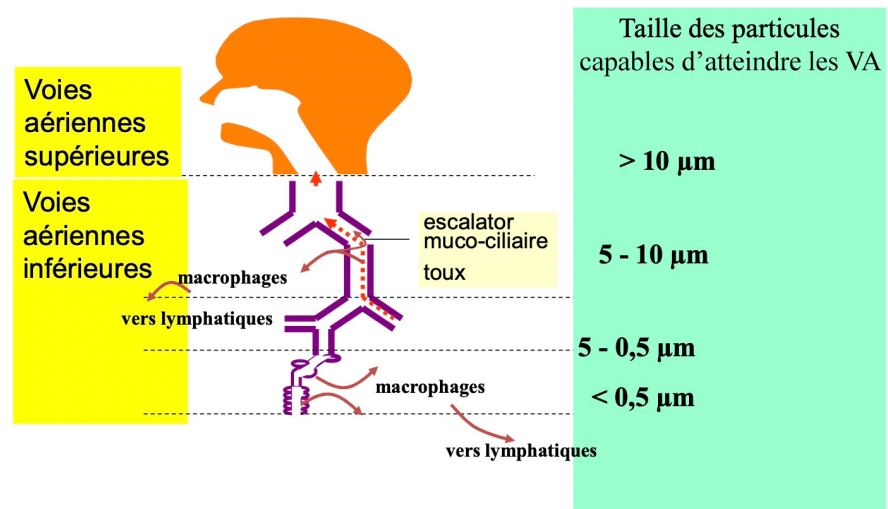


Figure : filtrage particulaire et élimination physico-chimique

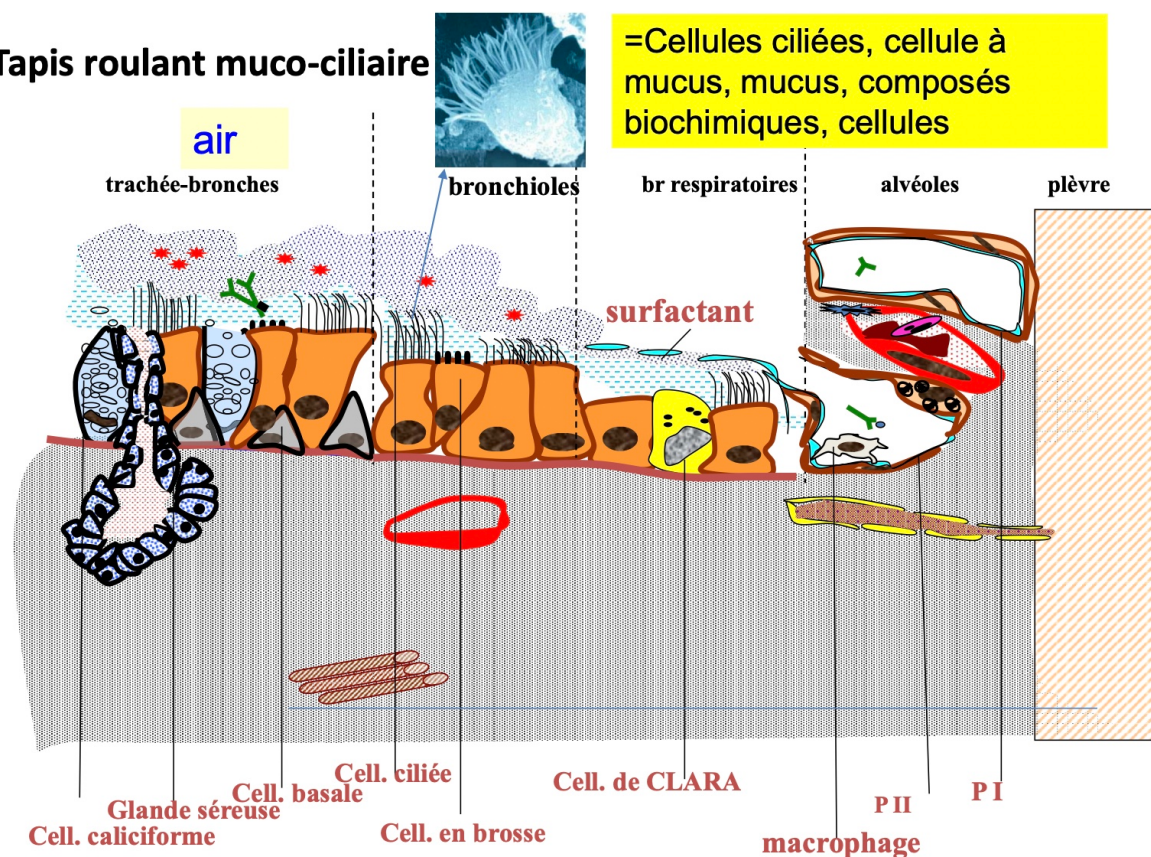
À chaque division, il y a formation de 2 tuyaux de diamètre plus petits (jusqu'à un certain niveau). Au fur et à mesure on piège donc des particules de plus en plus petites. Donc lorsqu'on arrive au plus profond du poumon, **seules les particules de moins de 0,5 microns atteindront cette partie.** +++ . Elle correspond aux **alvéoles pulmonaires**, lieu des échanges gazeux.

Retenir les tailles données dans le schéma++ (niveau nasal supérieur à 10 microns etc...).

Dès lors qu'une particule vient se piéger, elle s'impacte dans la muqueuse, elle est engluée dans le mucus. À ce moment là, soit les quantités sont relativement faibles et les cils présents à la surface vont battre et remonter le mucus qui a piégé les particules jusqu'à la trachée afin d'être éliminée. Soit ça ne remonte pas, on a alors intervention des **macrophages** (« cellules poubelles ») qui vont avoir un rôle de destruction de certaines particules (phagocytose). Ils peuvent, eux aussi, remonter avec le tapis muco-ciliaire. Enfin, on peut avoir une intervention des **vaisseaux lymphatiques** qui vont récupérer ces macrophages. Ces derniers peuvent être chargés d'éléments microbiens ou d'éléments minéraux.

Les lymphatiques ont donc un rôle de nettoyage.

Tapis roulant muco-ciliaire



Connaitre par coeur les éléments de ce schéma.