

# ■ 1 ■

## Anatomie et physiologie de l'appareil respiratoire

### INTRODUCTION GENERALE

Le **métabolisme** cellulaire permet la production d'**énergie** indispensable à la réalisation des diverses **activités** cellulaires (transport de solutés, contraction musculaire...). La production d'énergie nécessite la consommation de **nutriments** (glucose, acides aminés, acides gras...) et de **dioxygène** (O<sub>2</sub>) mais s'accompagne de la production de **déchets métaboliques** dont le **dioxyde de carbone** (CO<sub>2</sub>) que l'organisme doit éliminer.

Le but de ce chapitre est de comprendre :

- comment le dioxygène de l'air atmosphérique est-il acheminé depuis le milieu extérieur vers le sang puis du sang vers les cellules de l'organisme ?
- comment le dioxyde de carbone est-il éliminé de l'organisme ?

### ANATOMIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE

L'appareil respiratoire est protégé dans sa plus grande étendue par la cage thoracique. Les poumons sont protégés par une séreuse, la plèvre (figure 1). L'appareil respiratoire comporte :

- les **voies respiratoires supérieures** dont :
  - les cavités nasale et buccale,
  - le pharynx et le larynx.

Les voies respiratoires supérieures sont des voies **extrathoraciques** de conduction.

- les **voies respiratoires inférieures** (figure 2) dont :
  - la trachée (voie de conduction extrapulmonaire),
  - les deux bronches primaires et leurs ramifications constituant l'arbre bronchique,
  - les bronchioles qui sont recouvertes de muscles lisses et se terminant par les alvéoles pulmonaires.

Les voies respiratoires inférieures sont des voies **intrathoraciques** de conduction.

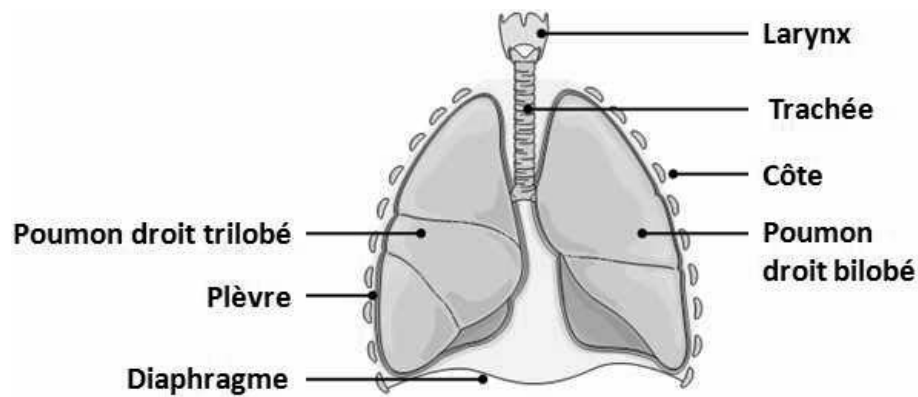


Figure 1

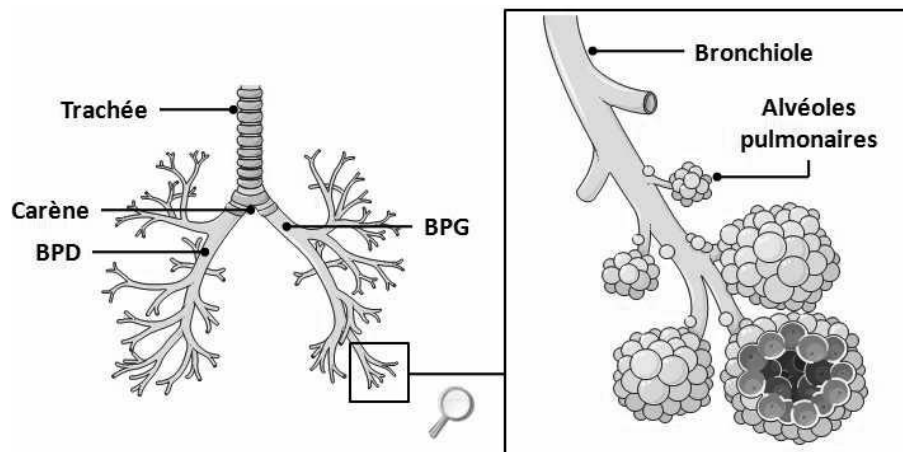


Figure 2

### Légendes

*BPG : Bronche primaire gauche*      *BPD : Bronche primaire droite*

- les **poumons**, organes pairs coniques séparés par **médiastin** (figure 3). Le poumon gauche est bilobé alors que le poumon droit est trilobé.

Les poumons sont recouverts d'une **membrane séreuse**, la **plèvre**, constituée d'un **feuillet viscéral** accolé aux poumons et d'un **feuillet pariétal** accolé à la face interne de la paroi de la cage thoracique. Entre ces deux feuillets se trouve une **cavité** remplie d'un liquide pleural créant une surface **humide** et **glissante** de telle sorte à ce que les feuillets puissent glisser l'un sur l'autre lors des mouvements respiratoires.

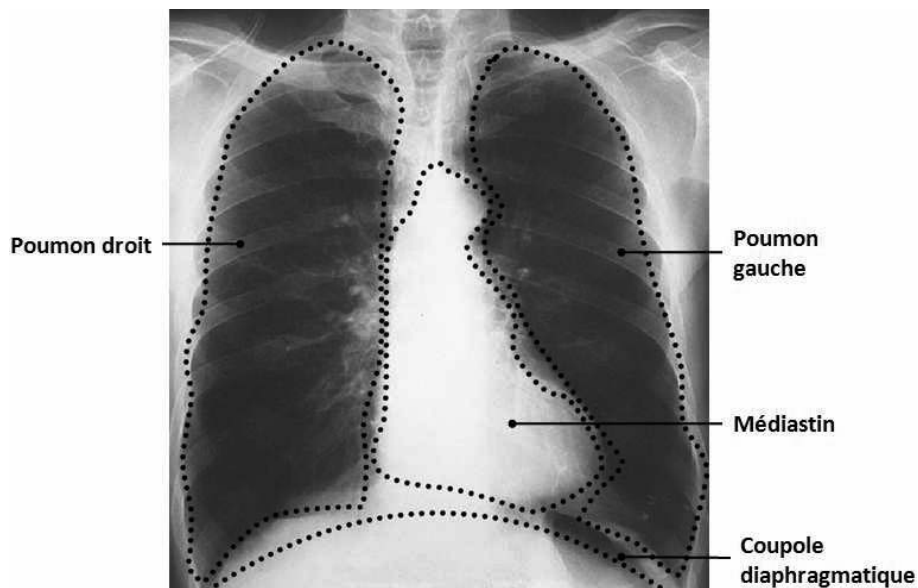


Figure 3 : radiographie thoracique en incidence de face

- des **muscles respiratoires** dont la contraction assure les **mouvements respiratoires**. Parmi ces muscles figurent le diaphragme et les muscles éleveurs des côtes.

## HISTOLOGIE DES VOIES RESPIRATOIRES ET DES ALVEOLES

### ► Organisation histologique de la trachée

La trachée est un tube semi flexible, de 12 mm de diamètre pour 12 cm de long, maintenu ouvert par 15-20 anneaux cartilagineux (figure 4) en forme de C.

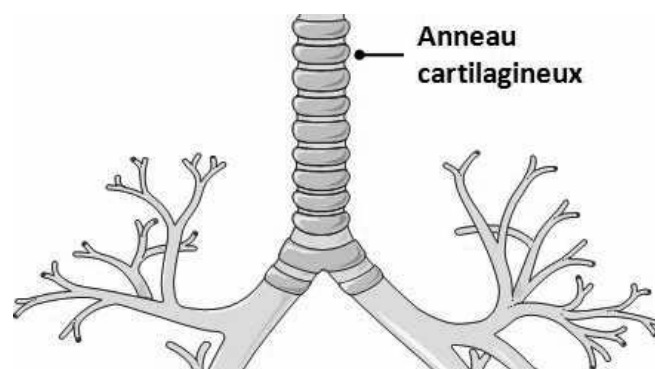


Figure 4

La surface interne est tapissée par une **muqueuse** comprenant un épithélium **pseudostratifié cylindrique cilié** (figure 5) riche en cellules **caliciformes**. Les cellules **caliciformes** assurent la production du **mucus**, substance collante piégeant la plupart des particules inhalées de plus de  $2 \mu\text{m}$ .

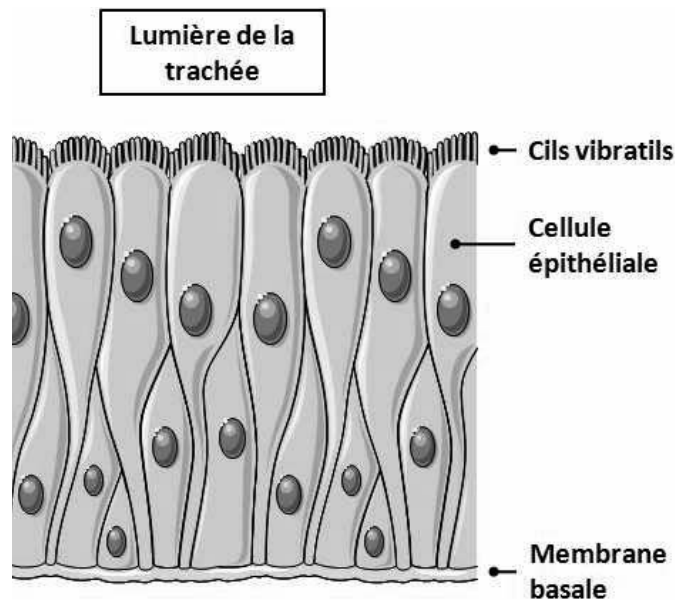


Figure 5

Le mouvement ciliaire pousse le mucus vers le pharynx où il sera soit **expectoré** soit **dégluti**. Les voies respiratoires et notamment la trachée permettent le **réchauffement**, l'**humidification** et la **filtration** de l'air inspiré.

► **Organisation histologique de la paroi alvéolaire (figure 6)**

Au nombre de 300 millions et d'un diamètre moyen de  $250 \mu\text{m}$ , les alvéoles pulmonaires sont constituées d'un épithélium pavimenteux simple. Cet épithélium est constitué de cellules appelées les **pneumocytes**. La **membrane respiratoire** (figure 7), encore appelée **barrière alvéolo-capillaire**, est l'association de l'épithélium alvéolaire et de l'endothélium du capillaire sanguin. Cette membrane a une épaisseur de  $0,5 \mu\text{m}$ . Sa structure fine et sa grande surface ( $75 \text{m}^2$ ) permettent une optimisation de sa fonction c'est-à-dire d'assurer les échanges gazeux respiratoires.

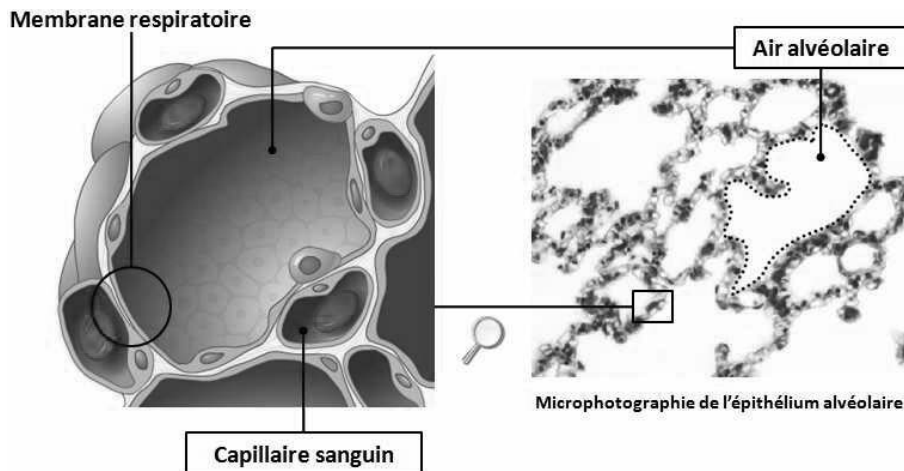


Figure 6

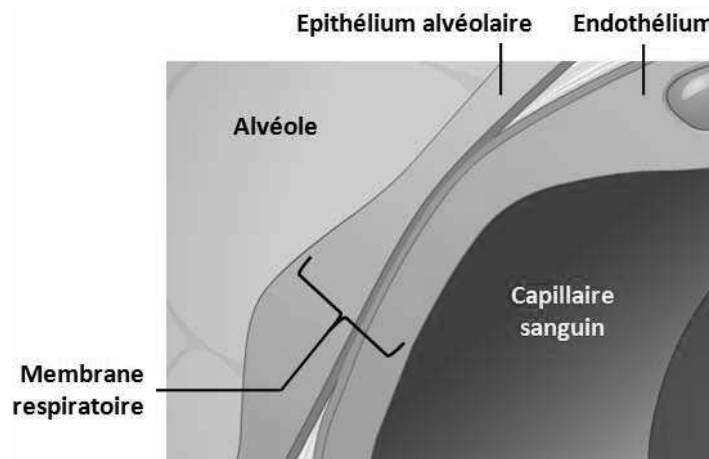


Figure 7

► Relation avec l'appareil cardiovasculaire (figure 8)

L'hémicœur droit propulse le sang **non hématosé** dans les **artères pulmonaires** droite et gauche jusqu'aux poumons. Le sang hématosé quitte les poumons par les **veines pulmonaires** droites et gauches pour rejoindre l'**hémicœur gauche**. Le trajet du sang ainsi réalisé correspond à la **circulation pulmonaire**.

L'hémicœur gauche propulse le sang hématosé dans la **circulation systémique** (dite générale) afin d'approvisionner les tissus en dioxygène. Le sang non hématosé retourne vers l'hémicœur droit.

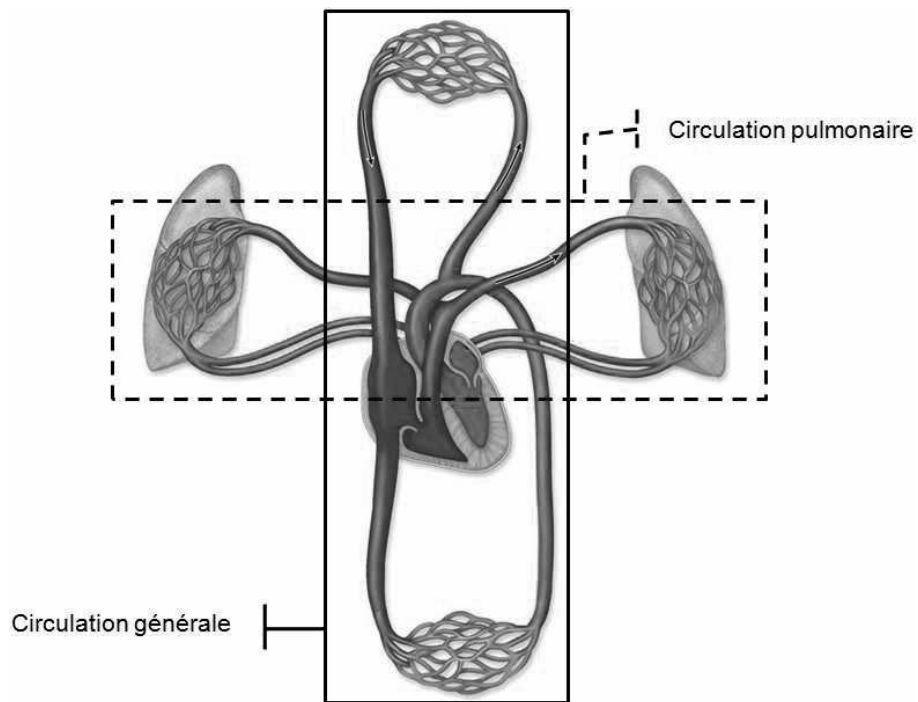


Figure 8

### PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE

La physiologie de l'appareil respiratoire se limitera à l'étude de la **prise en charge** et les modes de **transport** des gaz respiratoires par le sang. L' $O_2$  est acheminé des poumons aux tissus périphériques par le **sang artériel** encore appelé sang **hémosé**. Le  $CO_2$  est acheminé des tissus périphériques aux poumons par le sang **veineux** encore appelé sang **non hémosé**. Il se produit donc des échanges gazeux au niveau :

- des tissus périphériques entre la lymphe interstitielle et le sang (figure 9a).
- des poumons entre l'air alvéolaire et le sang. Cet échange prend au niveau pulmonaire s'appelle l'**hématose** (figure 9b).

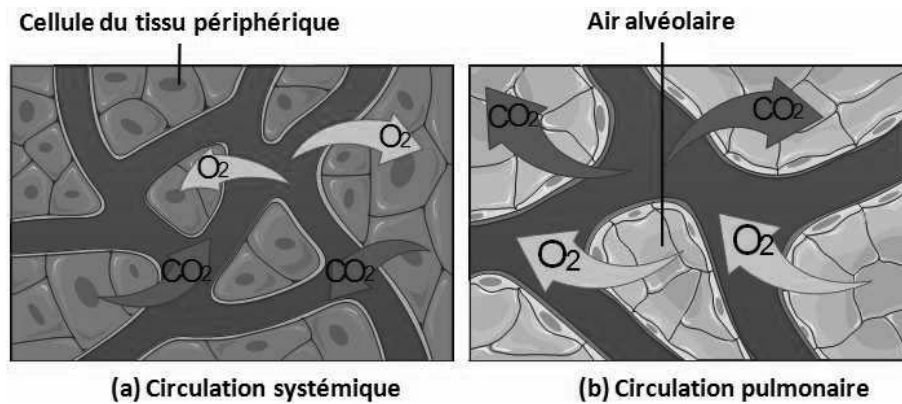


Figure 9

### ► Les gaz de l'air atmosphérique et la notion de pression

L'air atmosphérique est un mélange gazeux composé de N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O (et quelques autres gaz rares comme l'argon, le néon, l'hélium, le xénon, l'ozone...). Au niveau de la mer, la pression atmosphérique est de 760 mm de Hg.

Gaz	% air atmosphérique	Pression partielle
N <sub>2</sub>	78%	592.80
O <sub>2</sub>	21%	159.60
CO <sub>2</sub>	0.03	0.23
H <sub>2</sub> O	Variable 0.1 à 5 %	-

Chaque gaz présent exerce une **pression partielle** mesurée en mm de Hg (ou en kPa sachant que 1 mm Hg = 0.13 kPa – 1 kPa = 7.5 mm Hg). La pression atmosphérique totale correspond à la somme des pressions partielles. La pression partielle d'un gaz est d'autant plus importante que le gaz est présent en grande quantité.

### ► Les lois de diffusion d'un gaz

La **diffusion simple** est le phénomène par lequel un soluté se déplace d'un milieu A où sa pression partielle est forte vers un milieu B (séparé du milieu A par une membrane biologique) où sa pression partielle est plus faible. Lors de la diffusion, le soluté (ici un gaz) suit le sens de son **gradient** de pression partielle (figure 10).

La quantité de gaz qui diffuse est d'autant plus importante que la différence de pression partielle de ce même gaz entre les deux milieux A et B est grande.

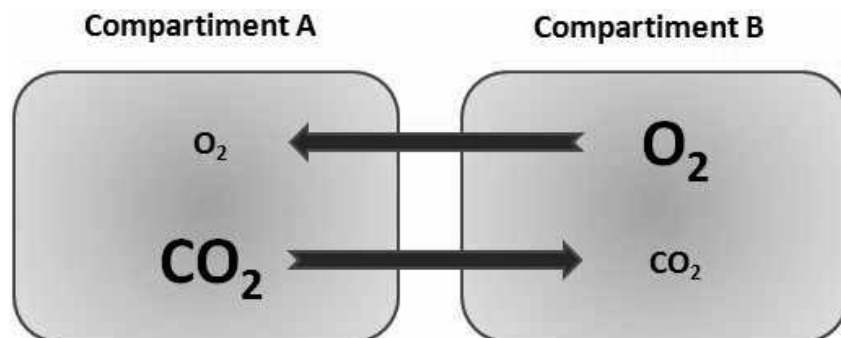


Figure 10

► Les différentes formes de transport des gaz respiratoires par le sang

**Le transport du dioxygène**

Le dioxygène est transporté sous deux formes :

- un transport **minoritaire** (1.5 %) : sous forme **dissoute** dans l'eau du plasma. Le dioxygène est peu soluble dans l'eau (soit 3 mL d' $O_2$  dissous dans le plasma par L de sang)
- un transport **majoritaire** (98.5 %) : sous forme **liée à l'hémoglobine**, ou oxyhémoglobine (soit 197 mL d' $O_2$ /L).

Le sang riche en dioxygène est le **sang hématosé** (sang artériel) représenté conventionnellement en **rouge**.

**La molécule d'hémoglobine (figure 11)**

L'hémoglobine, Hb (figure 11), est le pigment respiratoire des globules rouges. L'hémoglobine est une **hétéroprotéine** constitué par :

- une partie **protéique** correspondant aux 4 globines ( $\alpha\beta$ )<sub>2</sub> tétramérique reliées par des liaisons faibles
- une partie **non protéique** (appelée groupement prosthétique) correspondant aux quatre hèmes associés à l'ion ferreux.

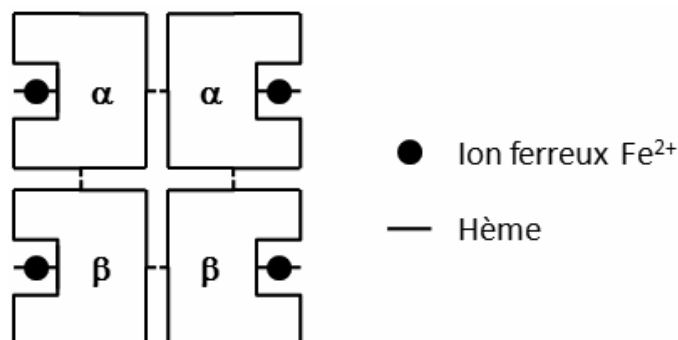


Figure 11