

# ANATOMIE FONCTIONNELLE

Physiologie respiratoire  
IFMK. Septembre 2012

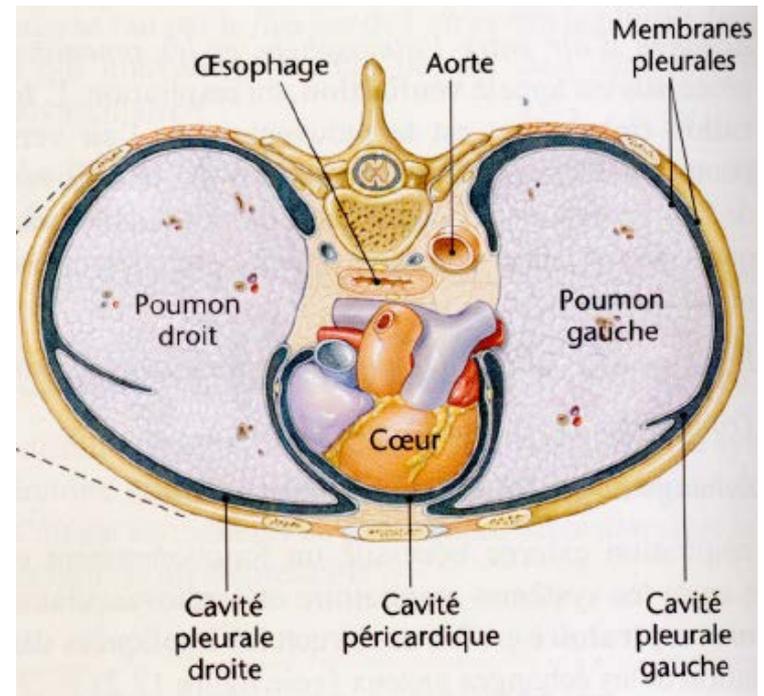
Dr. M. VIPREY

[mviprey@chu-reims.fr](mailto:mviprey@chu-reims.fr)



# PLAN

- Introduction
- Cage thoracique
- Plèvre
- Parenchyme pulmonaire
- Voies aériennes
- Muscles respiratoires



# DEFINITIONS

La **respiration au sens général** est l'ensemble des phénomènes qui permettent les échanges gazeux entre le milieu ambiant et la cellule.

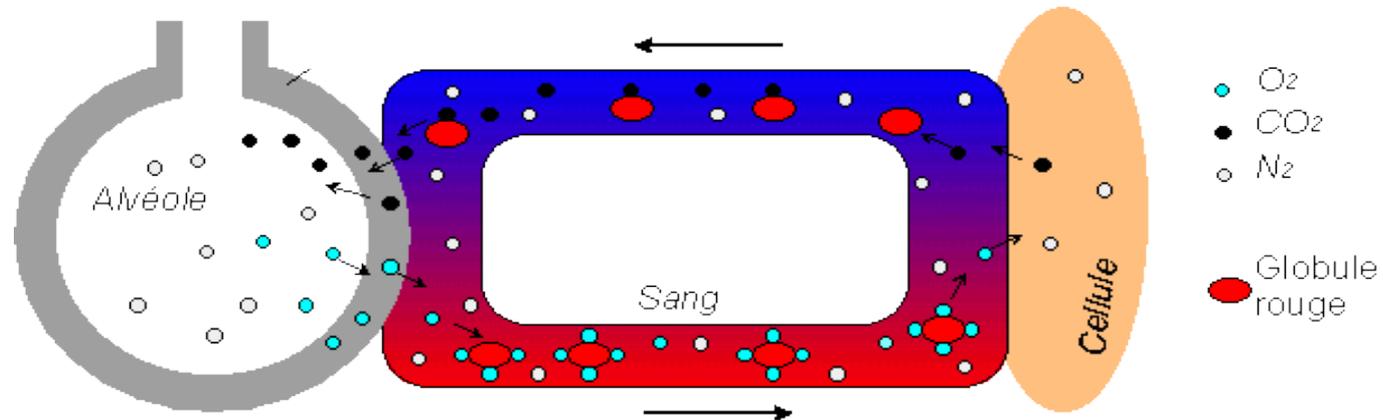
La **respiration cellulaire** est la production d'énergie nécessaire à la vie de la cellule. (mitochondries)



La **ventilation** correspond aux mouvements d'air entre l'air ambiant et les poumons.

Le **poumon** sert d'interface entre l'air ambiant et la cellule via la circulation sanguine.

# DEFINITIONS



## Rôle de l'appareil respiratoire : Hématose

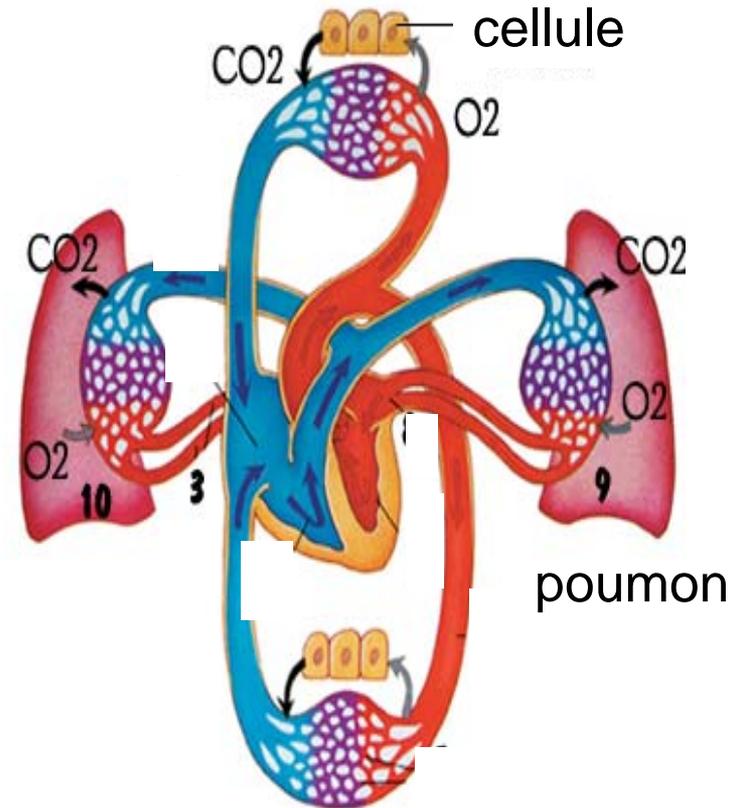
Transformation du sang veineux en sang artériel au niveau du poumon par un enrichissement du sang en oxygène (O<sub>2</sub>) et une épuration du sang en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

+ Maintien du pH sanguin à une valeur stable

# DEFINITIONS

Respiration : 4 étapes :

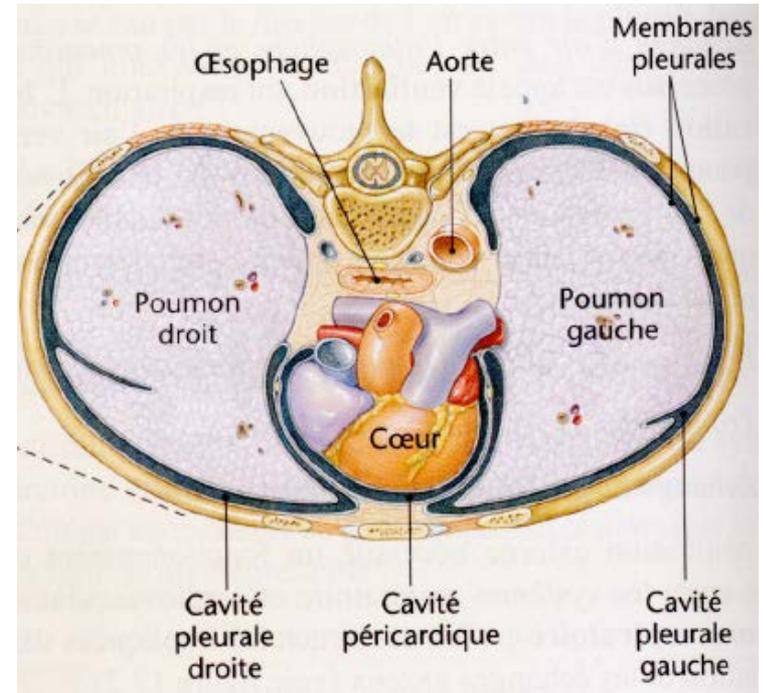
- Ventilation pulmonaire : mouvements d'air entre l'atmosphère et l'alvéole (Convection)
  - Mécanique ventilatoire
  - Ventilation alvéolaire
- Diffusion : passage des gaz de l'alvéole au capillaire pulmonaire (Diffusion)
- Circulation sanguine : transport des gaz des capillaires pulmonaires aux capillaires tissulaires (Convection)
- Diffusion : échanges des gaz entre le capillaire tissulaire et la cellule (Diffusion)



Ventilation ≠ Respiration

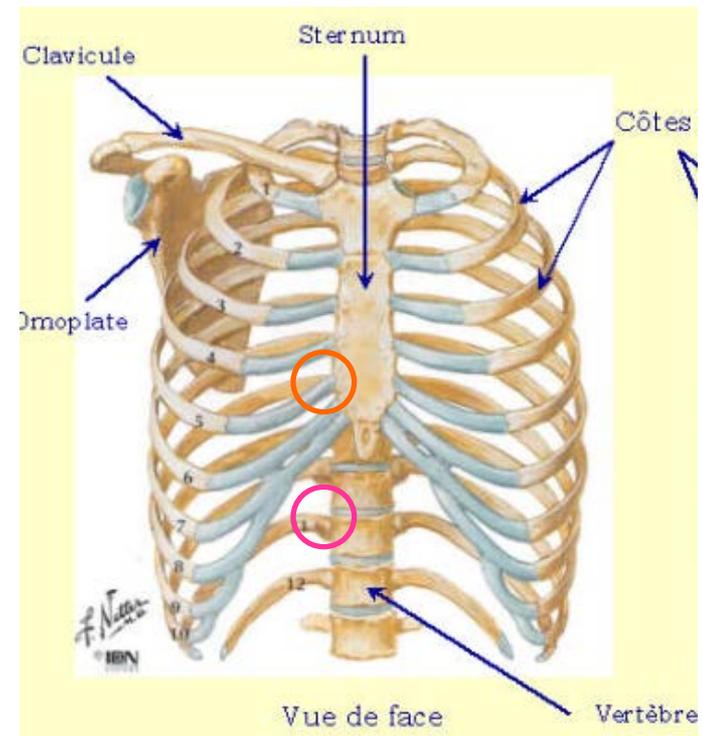
# PLAN

- Introduction
- **Cage thoracique**
- Plèvre
- Parenchyme pulmonaire
- Voies aériennes
- Muscles respiratoires



# CAGE THORACIQUE

- Grill costal, sternum, rachis
- Structure osseuse, rigide
- Articulations chondro-sternales ○
- Articulations costo-vertébrales ○

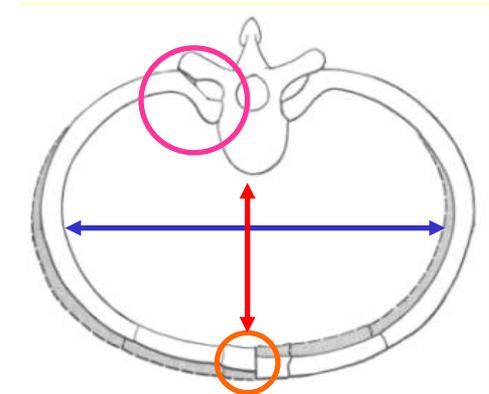
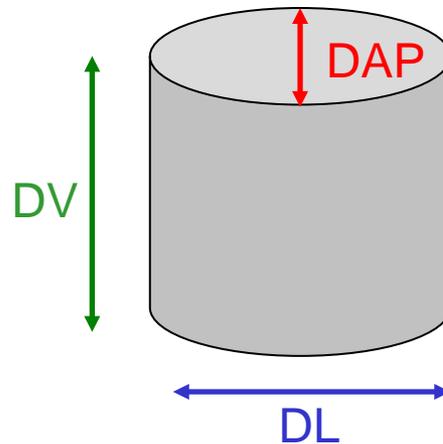


• « 3 diamètres »

– Vertical

– Antéro-postérieur DV

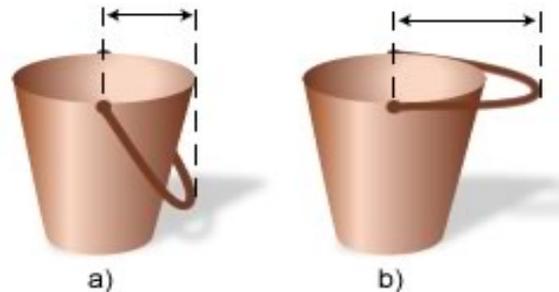
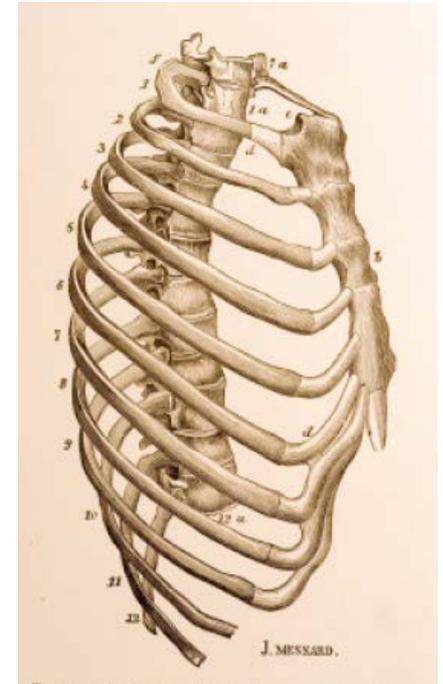
– Latéral



Diamètres horizontaux

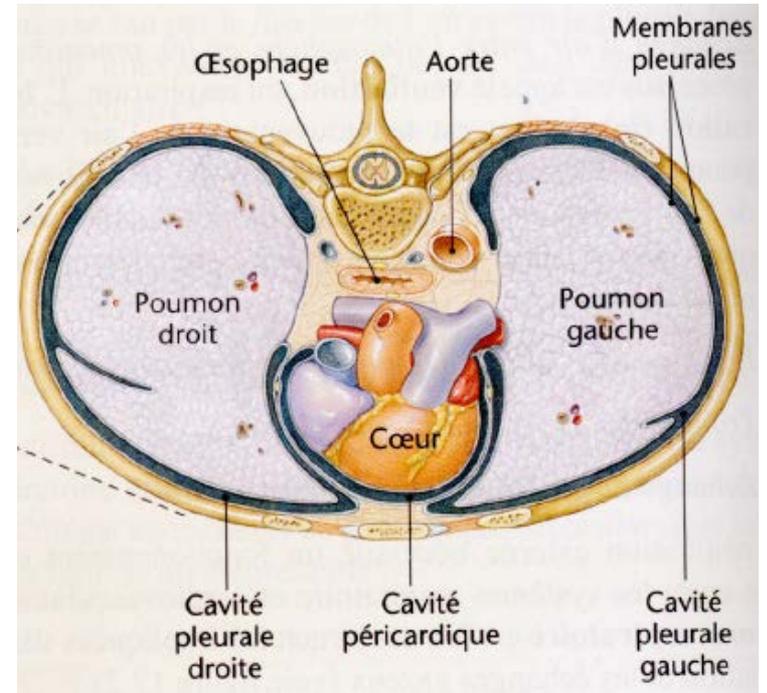
# CAGE THORACIQUE

- Côtes obliques, orientées vers le bas et vers l'avant
- Horizontalisation des côtes : augmentation du diamètre latéral et antéro-postérieur de la cage thoracique



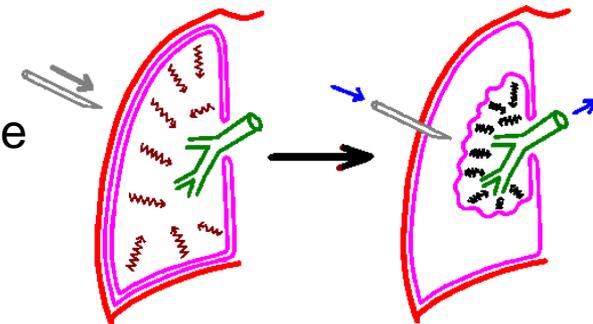
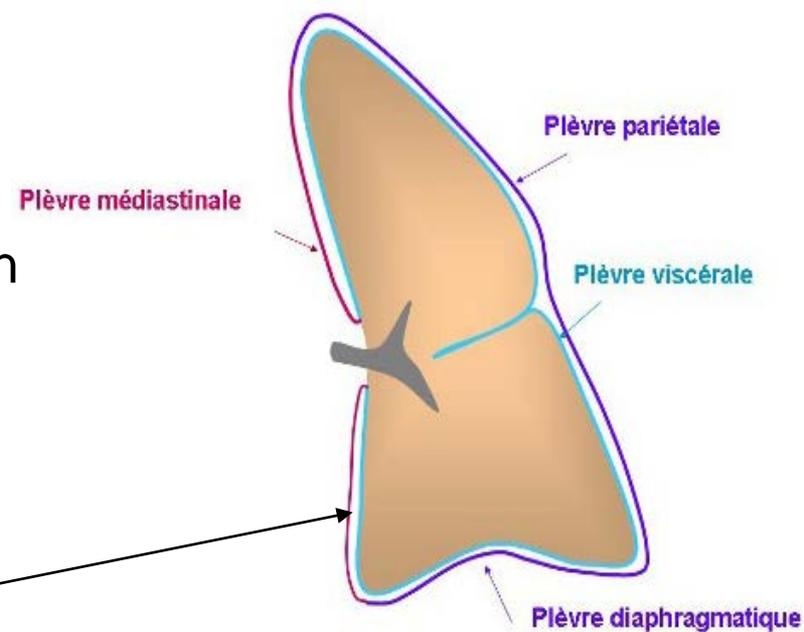
# PLAN

- Introduction
- Cage thoracique
- **Plèvre**
- Parenchyme pulmonaire
- Voies aériennes
- Muscles respiratoires



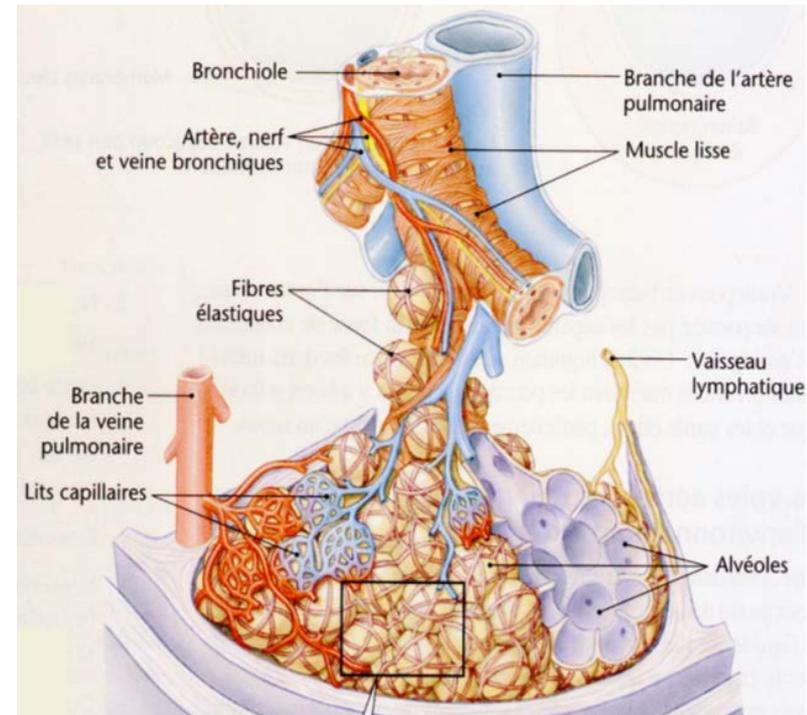
# PLEVRE

- Membrane séreuse qui entoure le poumon
- Deux feuillets en continuité :
  - Viscéral
  - Pariétal
- Accolement des 2 feuillets
- Espace pleural : virtuel
- Liquide pleural : glissement des feuillets
- Pression intra-pleurale négative
- Cohésion poumon – cage thoracique
- Pathologie : Pneumothorax
  - Brèche → entrée d'air entre les 2 feuillets → l'espace pleural devient réel
  - Perte de la cohésion poumon - cage thoracique → Rétraction du poumon



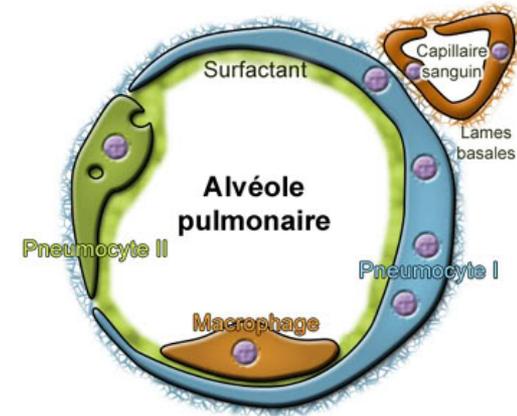
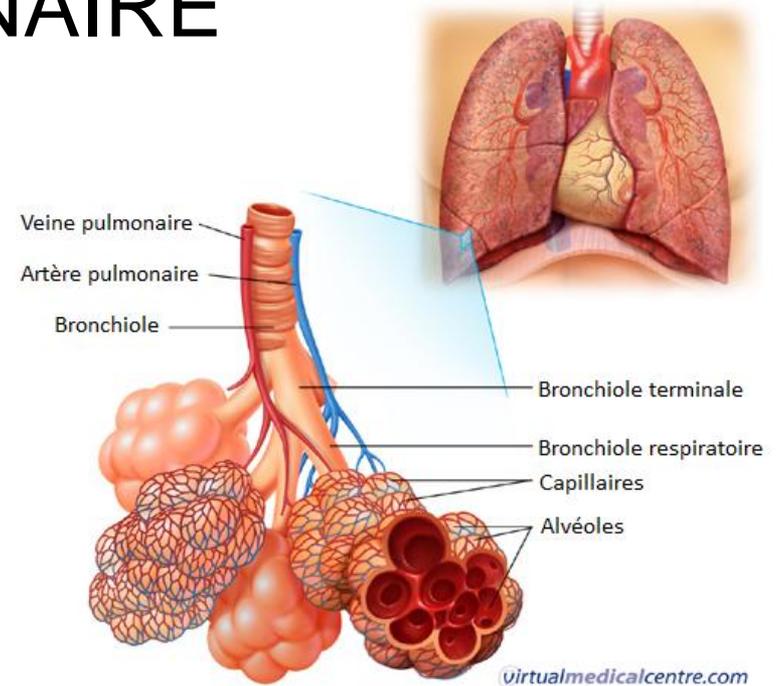
# PLAN

- Introduction
- Cage thoracique
- Plèvre
- **Parenchyme pulmonaire**
- Voies aériennes
- Muscles respiratoires



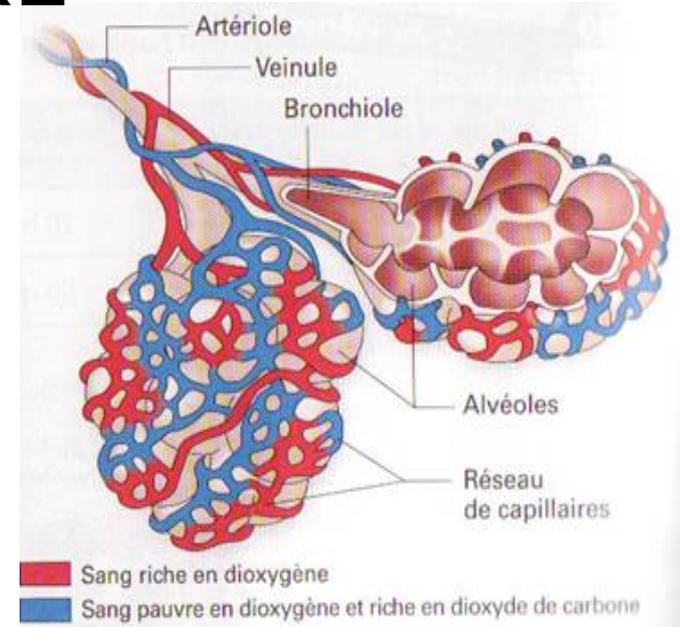
# PARENCHYME PULMONAIRE

- Lieu des échanges gazeux entre l'air et le sang : **Diffusion alvéolo-capillaire**
- **Alvéoles**
  - 300 à 500 millions
  - Surface alvéolaire  $\approx 80 \text{ m}^2$
  - Epithélium alvéolaire
    - Pneumocytes I
    - Pneumocytes II
    - Recouvert d'un film liquidien

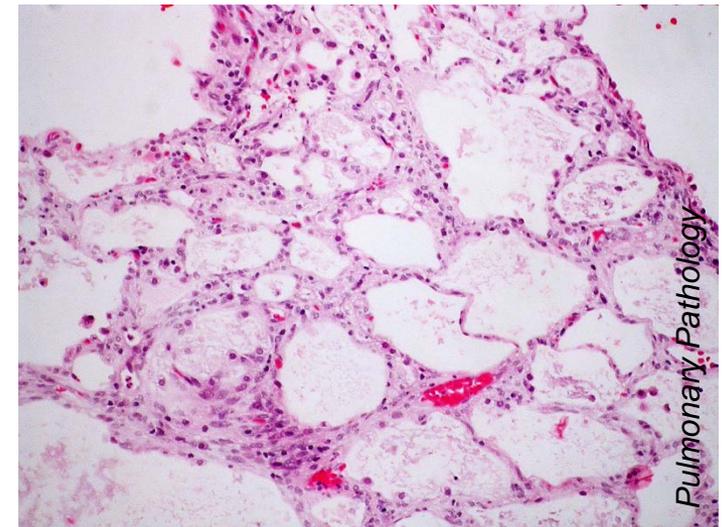


# PARENCHYME PULMONAIRE

- Capillaires pulmonaires
  - Entre le réseau artériel et le réseau veineux
  - Recouvrent 75 % de la surface alvéolaire
  - Réseau veineux pulmonaire
  - Réseau artériel pulmonaire

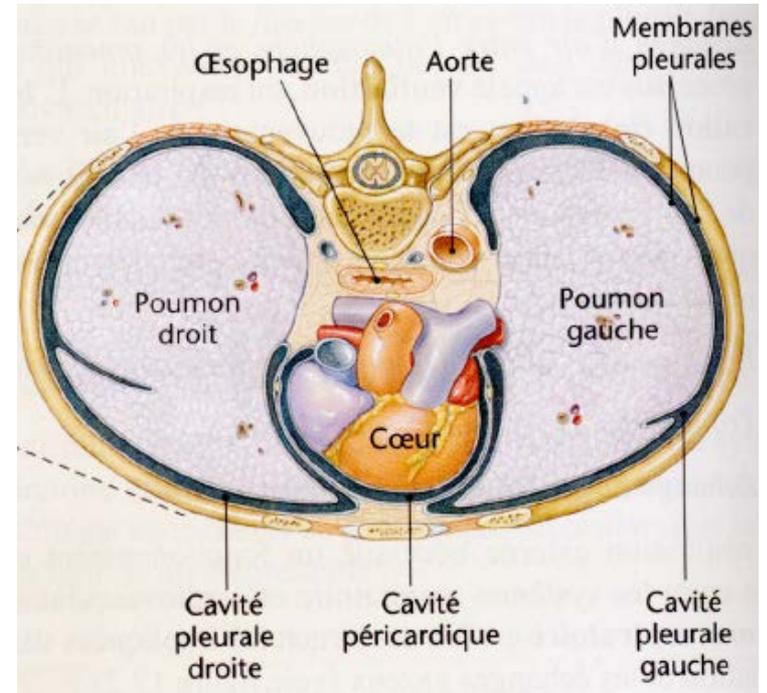


- Interstitium :
  - Tissu de soutien
  - Cellules (fibroblastes)
  - Collagène, réticuline, **élastine** (propriétés **élastiques** du poumon)



# PLAN

- Introduction
- Cage thoracique
- Plèvre
- Parenchyme pulmonaire
- **Voies aériennes**
- Muscles respiratoires



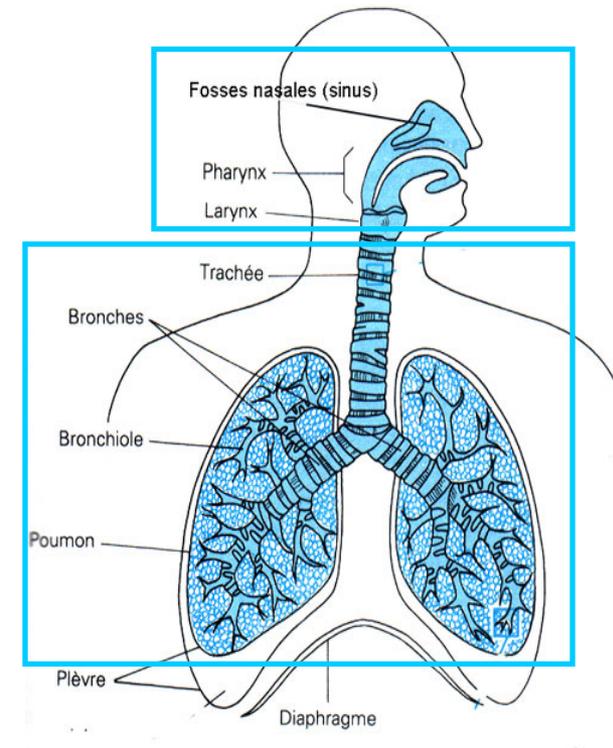
# VOIES AERIENNES

- Voies aériennes supérieures (VAS)

- Fosses nasales
- Pharynx
- Larynx

- Voies aériennes inférieures (VAI)

- Trachée
- ...
- ...
- Bronchioles respiratoires



# VOIES AERIENNES SUPERIEURES

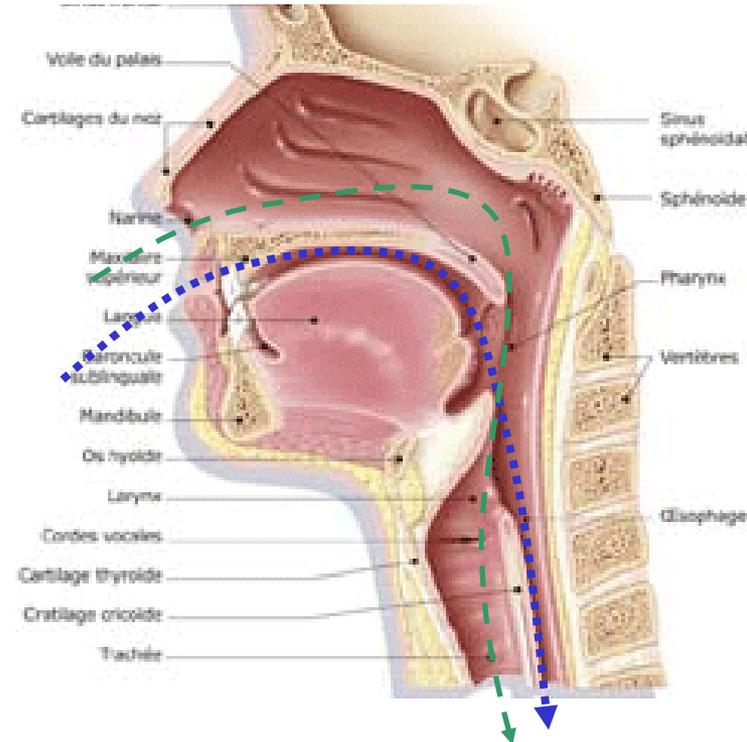
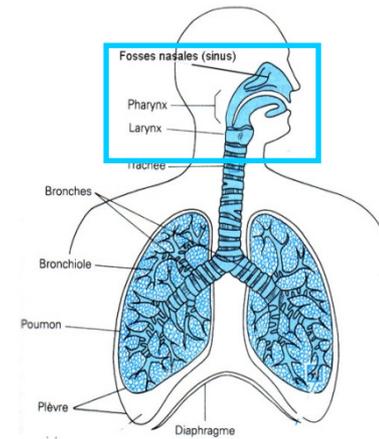
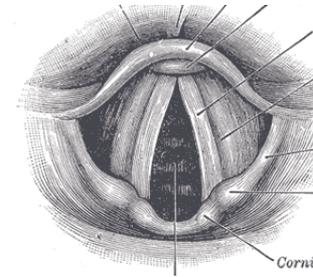
- Anatomie

- Extra-thoraciques
- Fosses nasales - Pharynx - Larynx

- Carrefour aéro-digestif : zone de croisement entre la **filière respiratoire** et la **filière digestive**

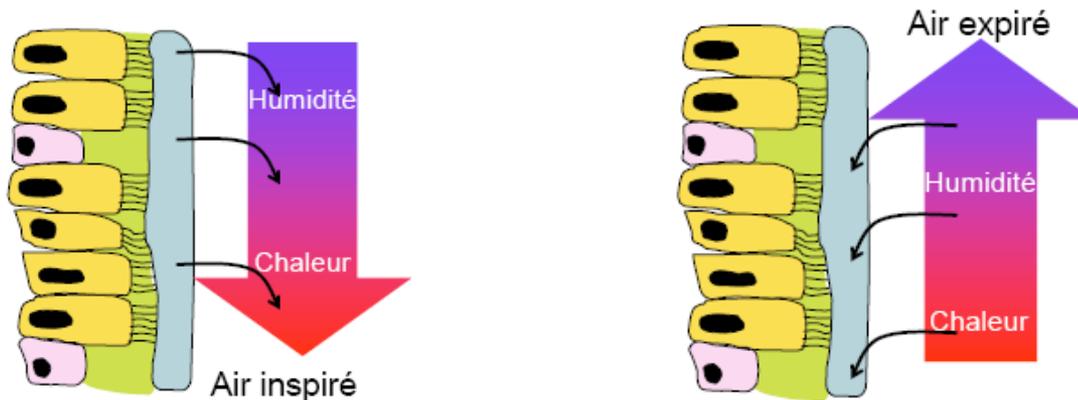
Déglutition = bascule de l'épiglotte en arrière et fermeture des cordes vocales pour protéger la filière respiratoire

- 50 % des résistances des VA



# VOIES AERIENNES SUPERIEURES

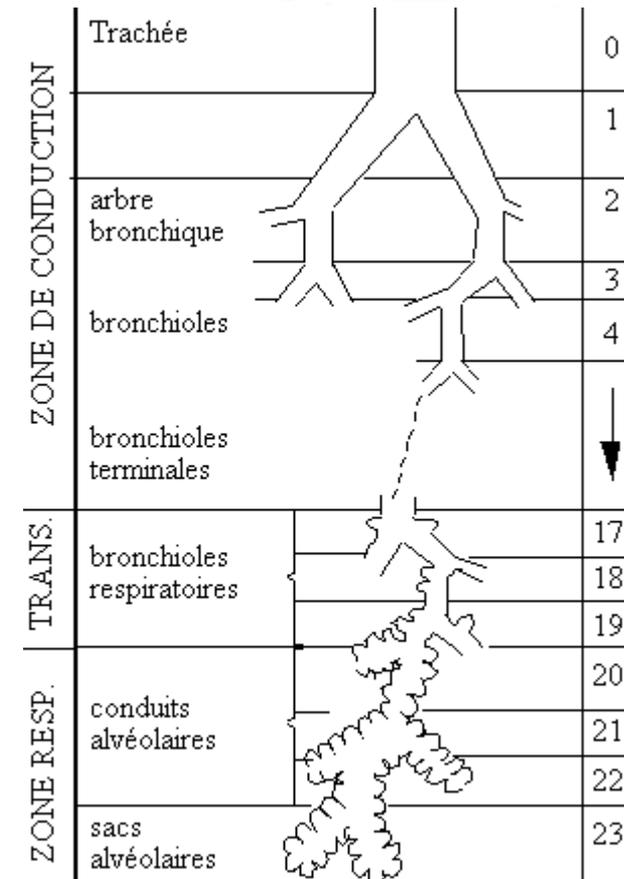
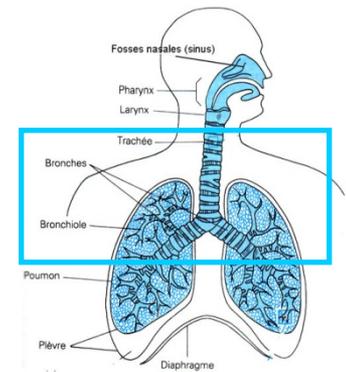
- Fonctions :
  - Ventilation
  - Déglutition
  - Phonation
  - Olfaction / Goût
  - Défense contre les particules étrangères (filtre)
  - Conditionnement de l'air :
    - Réchauffement et humidification de l'air inspiré
    - Refroidissement et assèchement de l'air expiré.



# VOIES AERIENNES INFERIEURES

- Anatomie

- Intra-thoraciques principalement
- Division dichotomique
- Zone de conduction : →  $\approx 14^{\text{e}}$  génération
  - Trachée
  - Grosses et petites bronches
  - Bronchioles
  - Bronchioles terminales
- Zone de transition : →  $\approx 18^{\text{e}}$  génération
  - Bronchioles respiratoires
- 50 % des résistances des VA



# VOIES AERIENNES INFERIEURES

- Histologie

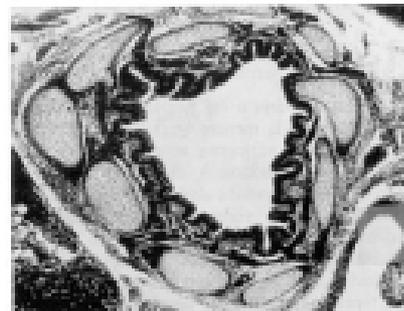
	Fosses nasales	Trachée	Bronches souches	Bronches	Bronchioles	Bronchioles terminales	Bronchioles respiratoires
Cartilage	+++	Anneaux incomplets		Plaques	0		
Muscle lisse	0	Ferme les anneaux de cartilage		Amas de fibres en spirales			
Fibres élastiques	0	Présentes	Abondantes				



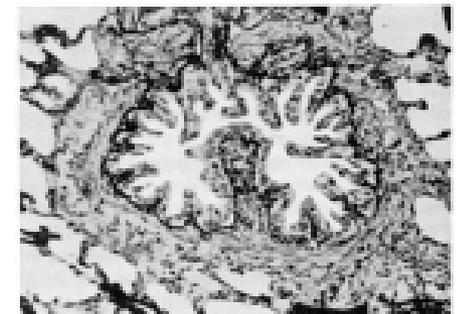
Trachée



Bronche souche



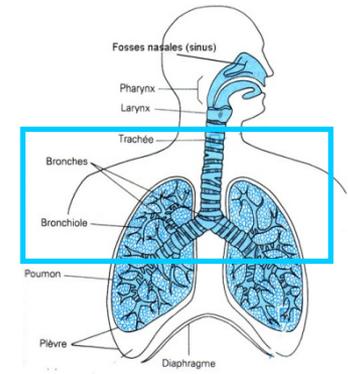
Grosse bronche



Bronchiole

# VOIES AERIENNES INFERIEURES

- Fonctions
  - Ventilation (convection)
  - Conditionnement de l'air inspiré et expiré (cf VAS)
  - Défense contre les particules étrangères
    - Facteurs mécaniques :
      1. Toux
      2. Eternuement
      - 3. Clairance muco-ciliaire = Epuration**



# VOIES AERIENNES INFERIEURES : fonctions

## 1. Toux :

- Stimulus VAI, récepteurs, voie afférente, centre bulbaire, voie efférente, muscles respiratoires
- Inspiration profonde (CPT), expiration forcée à glotte fermée puis ouverture de la glotte, expiration bruyante à débit rapide, par la bouche

## 2. Eternuement :

- Stimulus VAS, récepteurs, voie afférente, centre bulbaire, voie efférente, muscles respiratoires
- Inspiration profonde (CPT), expiration forcée à glotte ouverte, expiration bruyante à débit rapide, par le nez et la bouche.

# VOIES AERIENNES INFERIEURES : fonctions

3. La **clairance muco-ciliaire** est l'action combinée du mucus et des cils pour éliminer les particules étrangères \*

## – Mucus bronchique :

- Sécrété par les glandes sous-muqueuses et les cellules caliciformes épithéliales



- Mucus ≠ Surfactant

- Composition : Eau (95%) et protéines (3D)

- Gel visco-élastique : 2 couches

### – Couche superficielle visqueuse :

- Capte les particules
- Transportée par le mouvement des cils

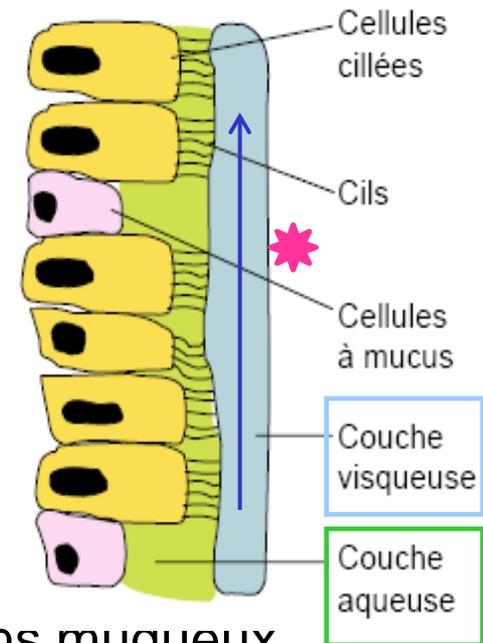
### – Couche profonde aqueuse :

- Permet le battement des cils

## – Pathologie : Mucoviscidose

- Mucus épais, déshydraté

→ Altération de la clairance et formation de bouchons muqueux



# VOIES AERIENNES INFERIEURES

- Clairance muco-ciliaire (2)

- **Cils :**

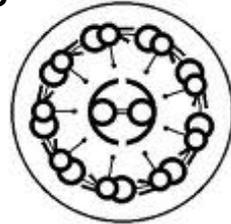
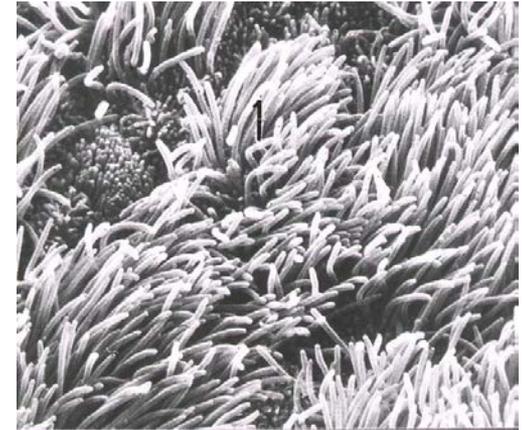
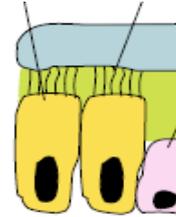
- Cellules ciliées
- Axonème

- Microtubules : 1 paire centrale et 9 paires périphériques
- Bras radiaires, ponts de nexine, bras de dynéine

- Extrémité distale implantée dans la couche superficielle du mucus
- Battement des cils synchrone dans le même sens : 20 Hz (1200 batt / min)
- Progression du mucus des VAI vers les VAS (expectoré ou dégluti)

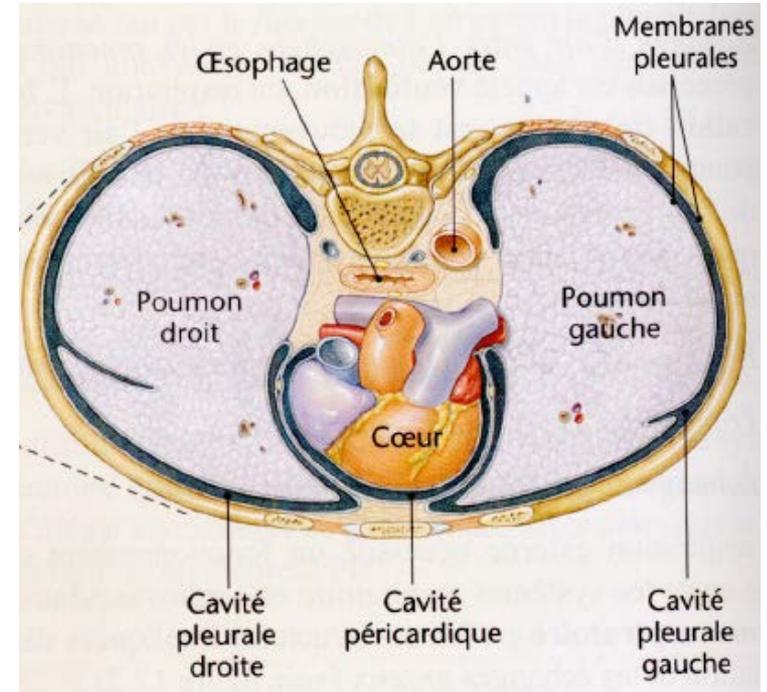
- Pathologie : Dyskinésie ciliaire primitive

- Anomalie du mouvement ciliaire → altération de la clairance



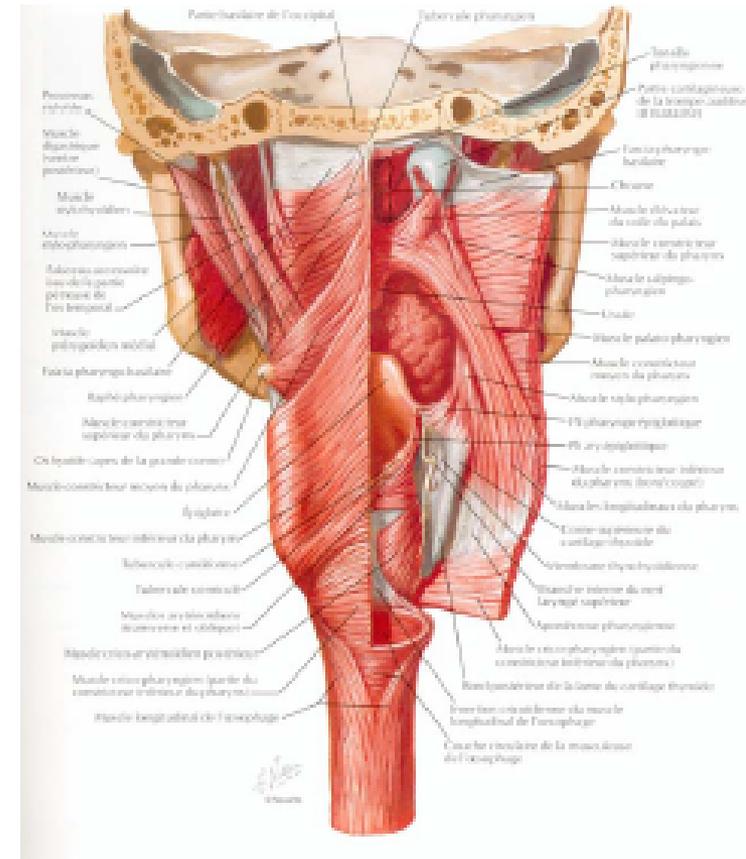
# PLAN

- Introduction
- Cage thoracique
- Plèvre
- Parenchyme pulmonaire
- Voies aériennes
- **Muscles respiratoires**
  - Muscles des VAS
  - Muscles respiratoires
    - Inspiratoires (Diaphragme ++)
    - Expiratoires



# MUSCLES DES VAS

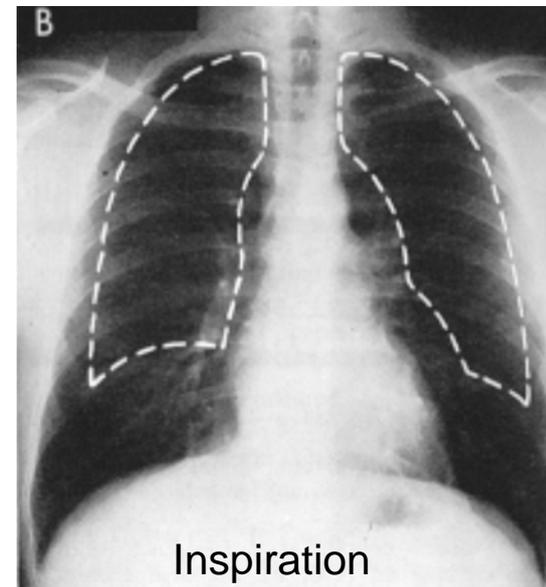
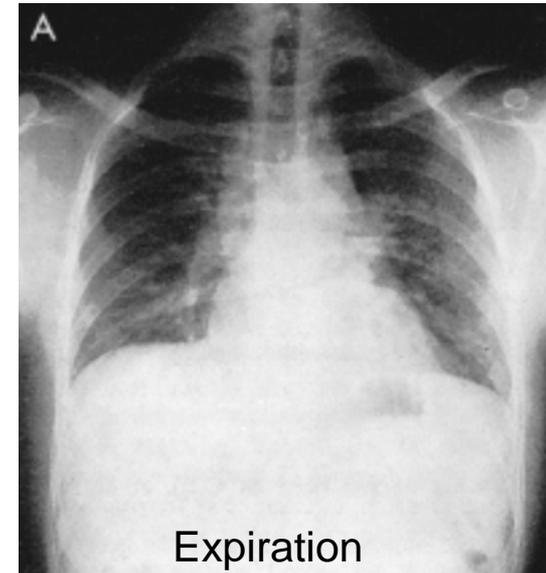
- Rôle dans la déglutition et la phonation  
+++
- Stabilisation des parois des VAS (lutte contre le collapsus)
- Dilatation des VAS à l'inspiration
  - GénioGLOSSe
  - GénioHYOÏDIEN
  - Tenseur du voile du palais
  - Dilatateurs des ailes du nez



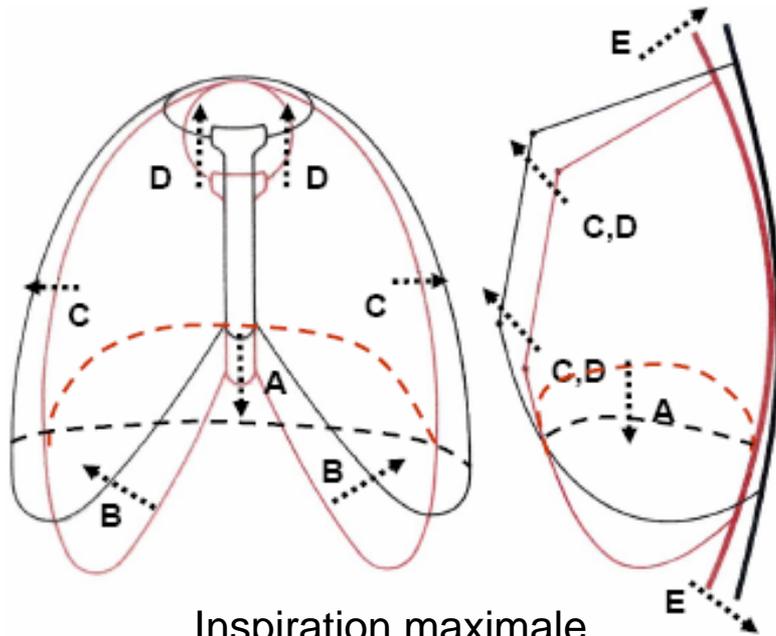
Vue postérieure  
des muscles pharyngés

# MUSCLES RESPIRATOIRES

- Mobilisent le couple thorax-poumon pour renouveler l'air alvéolaire
- Luttent contre :
  - Inertie de la cage thoracique
  - Force de rétraction du poumon
  - Résistances des VA
- Activité musculaire
  - Inspiration = active
  - Expiration normale = passive
  - Expiration forcée = active

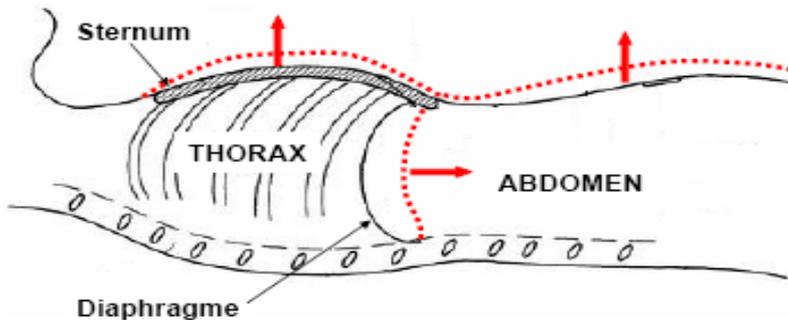


# MUSCLES RESPIRATOIRES

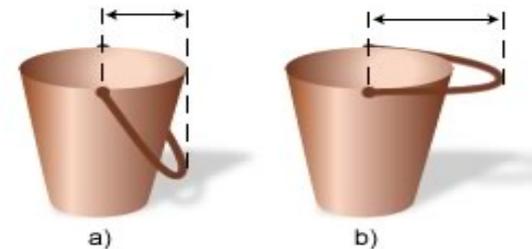


Inspiration maximale  
Expiration maximale

- Action sur les 3 diamètres du thorax :
- Diamètre vertical :
  - A : Aplatissement du diaphragme
  - D : Elévation des côtes supérieures
- Diamètre latéral :
  - B + C : Horizontalisation des côtes
- Diamètre antéro-postérieur :
  - C,D : Horizontalisation des côtes et antépulsion du sternum
  - E : ↓ cyphose du rachis dorsal

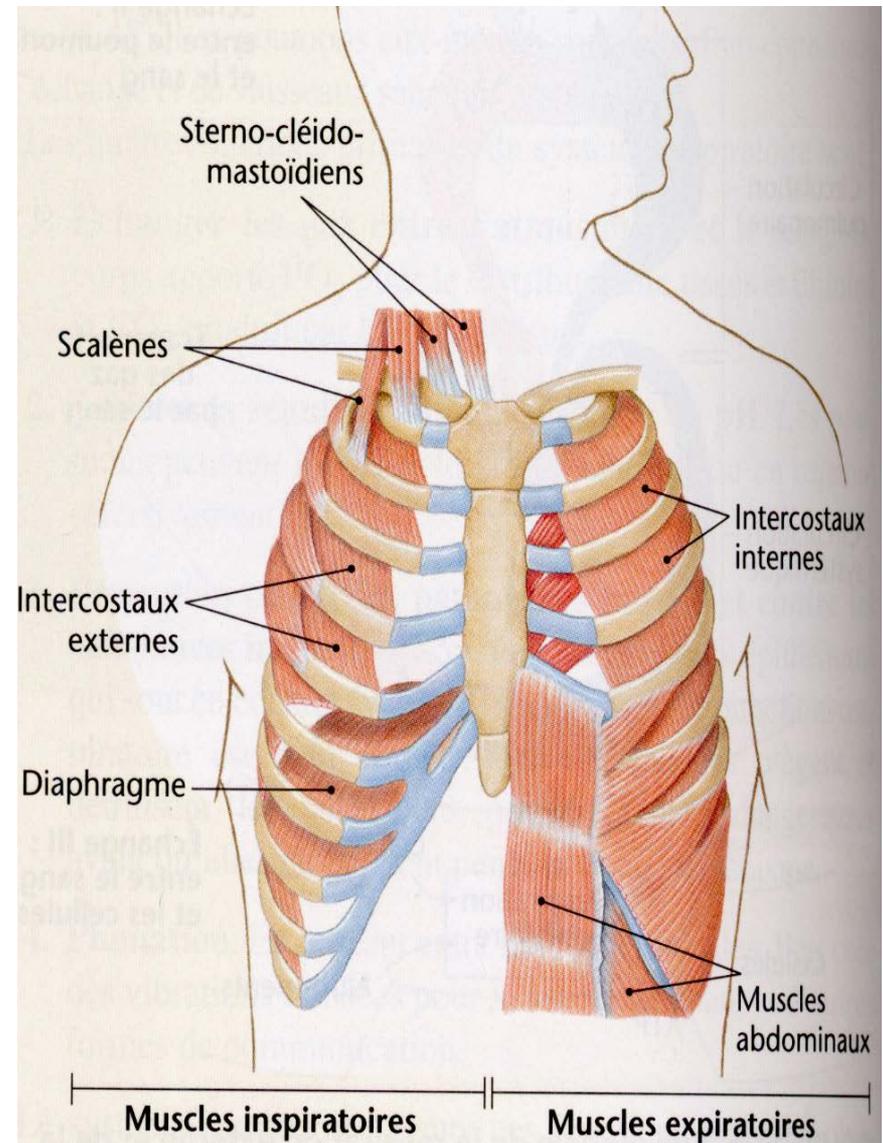


Inspiration



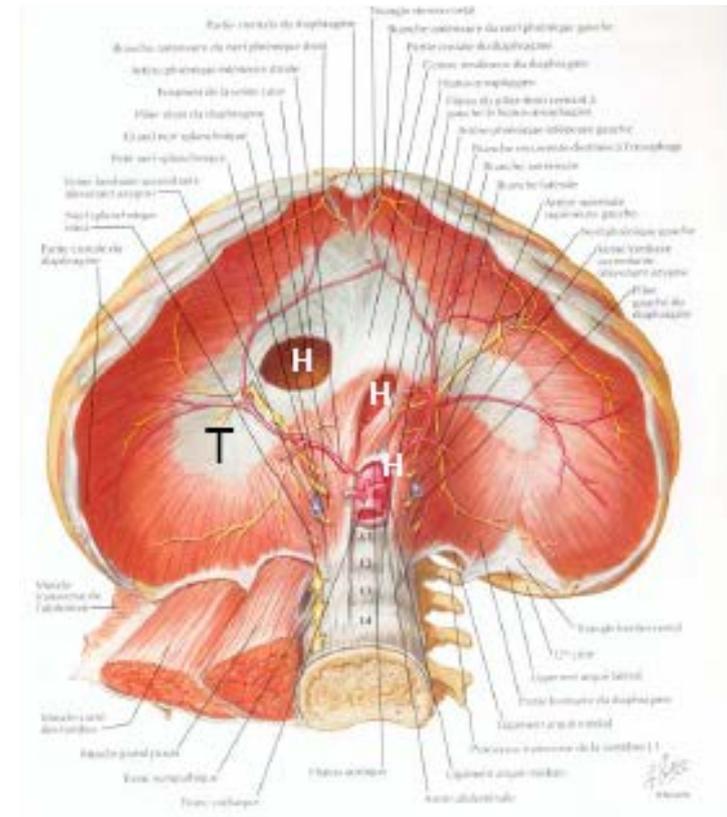
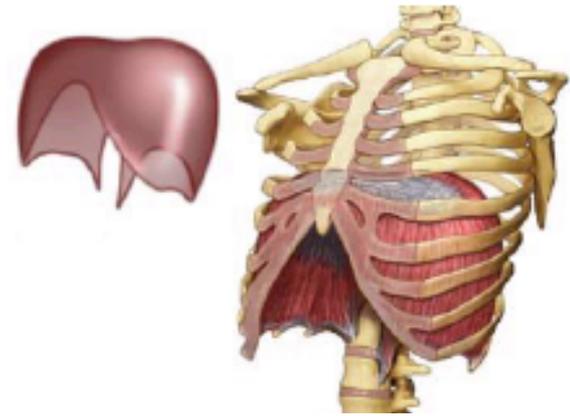
# MUSCLES RESPIRATOIRES

- M. inspiratoires :
  - Diaphragme +++
  - M. intercostaux externes
  - M. accessoires
- M. expiratoires
  - M. abdominaux
  - M. intercostaux internes



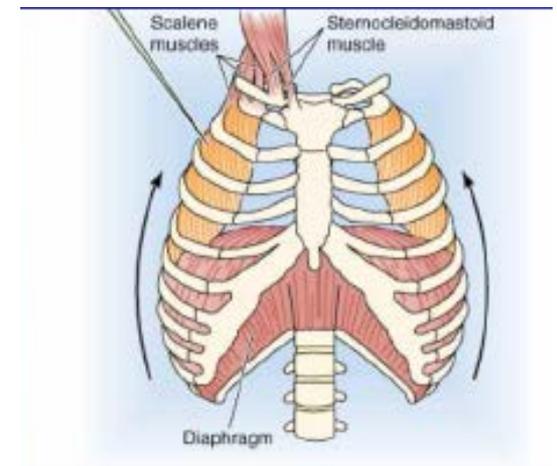
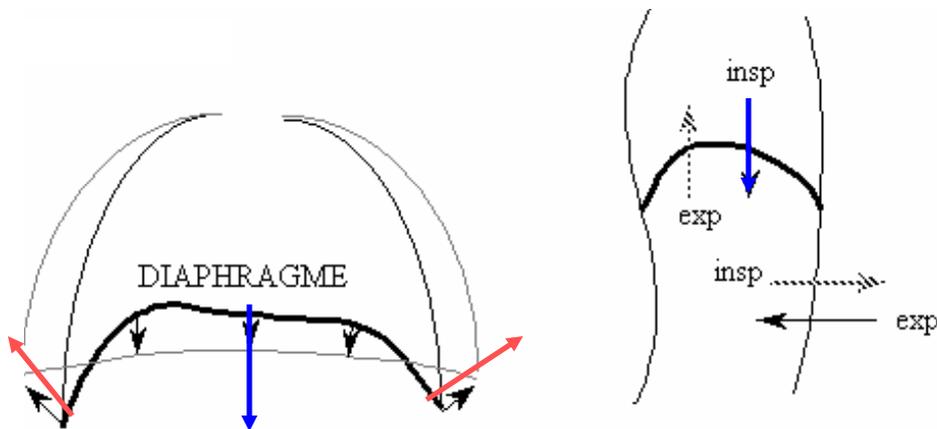
# MUSCLES INSPIRATOIRES

- Diaphragme
  - Principal muscle inspiratoire
  - 2 héli-coupoles
  - Paroi inférieure de la cage thoracique
  - Insertions vertébrales, costales, chondrales et sternales
  - Nerf phrénique ( racines C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>)



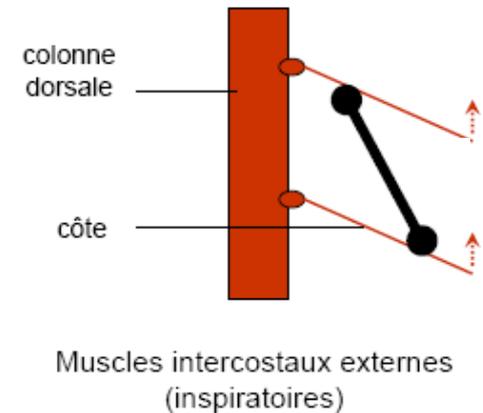
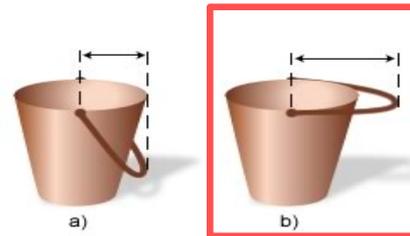
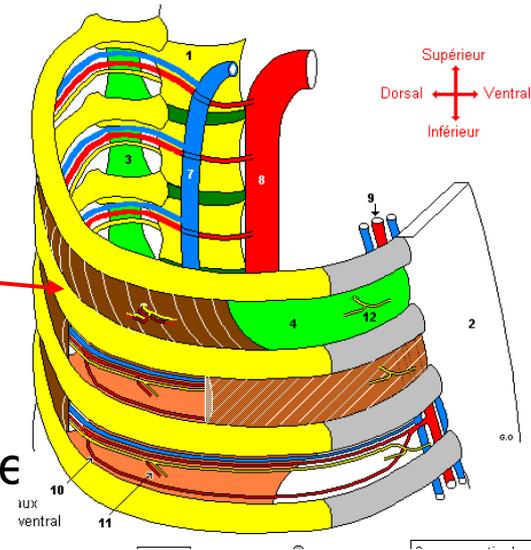
# MUSCLES INSPIRATOIRES

- Contraction du diaphragme :
  - Aplatissement des coupes :  $\longrightarrow$ 
    - Augmentation du diamètre vertical du thorax
    - Augmentation de la pression intra-abdominale
  - Mouvement des côtes inférieures vers le haut et l'extérieur : horizontalisation des côtes  $\longrightarrow$ 
    - Augmentation des diamètres horizontaux du thorax



# MUSCLES INSPIRATOIRES

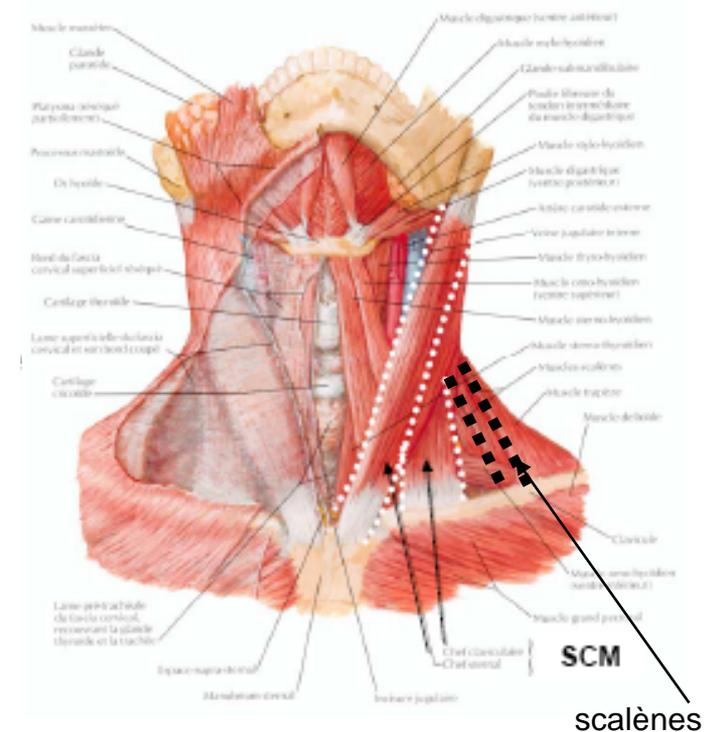
- Intercostaux externes :
  - Fibres obliques en bas et en avant
  - Insertion des fibres sur la partie postérieure de la côte supérieure et sur la partie antérieure de la côte inférieure
  - Horizontalisation des côtes
    - Augmentation du diamètre horizontal



- Inspiration normale : Contraction des IC externes des côtes supérieures du thorax
- Hyperventilation : Contraction de tous les IC externes

# MUSCLES INSPIRATOIRES

- Muscles inspiratoires accessoires
  - Parasternaux
  - Scalènes
  - Sterno-cléido-mastoïdien
- Inspiration forcée
  - Hyperventilation
  - Détresse respiratoire (pathologie)
- Elévation des côtes supérieures → Augmentation du diamètre vertical du thorax



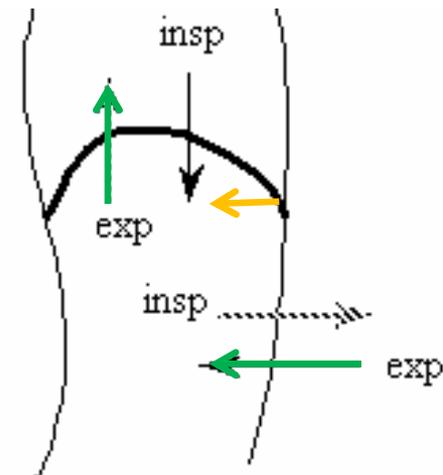
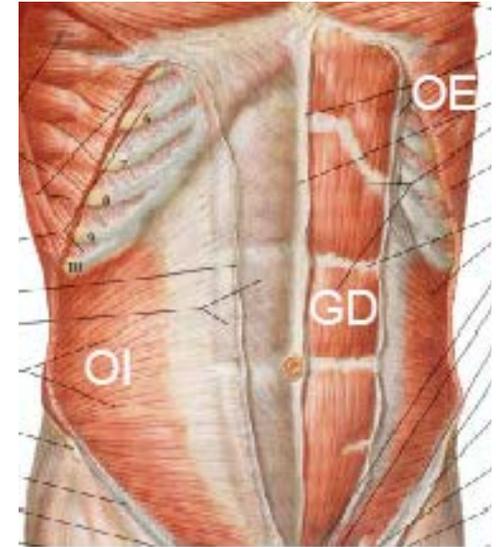
# MUSCLES EXPIRATOIRES



- L'expiration normale est **passive** (relâchement des muscles inspiratoires)
- L'expiration forcée est **active** et met en jeu les muscles expiratoires
  - Exercice
  - Toux / Eternuement
  - Hyperventilation volontaire
- Abdominaux
- Intercostaux internes

# MUSCLES EXPIRATOIRES

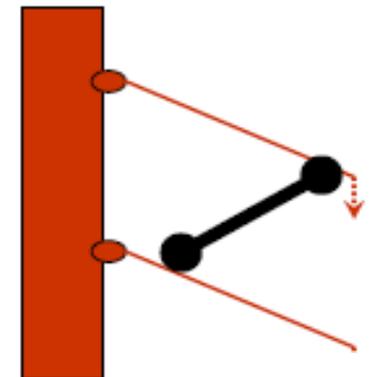
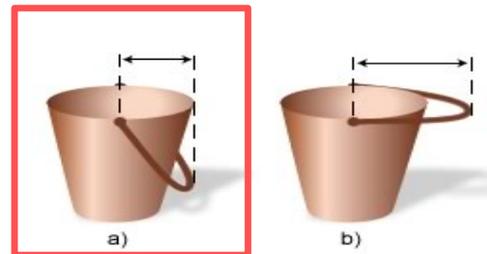
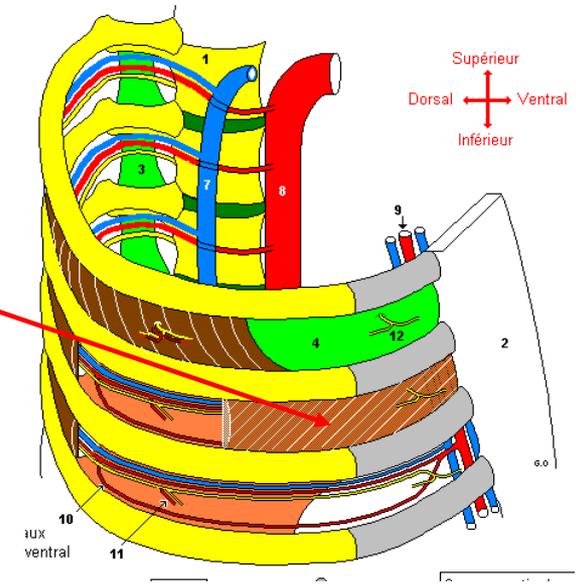
- Abdominaux :
  - Transverse de l'abdomen
  - Oblique externe
  - Oblique interne
  - Grand droit
- Contraction :
  - Compression des viscères : refoulement du diaphragme vers le haut →
    - diminution du diamètre vertical du thorax
  - Abaissement des côtes inférieures →
    - diminution des diamètres horizontaux du thorax



# MUSCLES EXPIRATOIRES

- Intercostaux internes

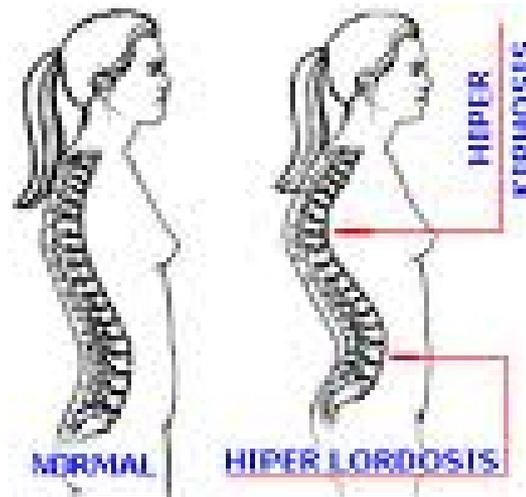
- Insertions sur la partie antérieure de la côte supérieure et sur la partie postérieure de la côte inférieure
- Fibres obliques en bas et en arrière
- Abaissement de la côte supérieure  
→ Diminution du diamètre latéral du thorax



Muscles intercostaux internes  
(expiratoires)

# KINE RESPIRATOIRE

- « Drainage bronchique par
  - accélération du flux expiratoire
  - et toux provoquée »
- « Expansion thoracique »





# CONCLUSION

- 4 étapes de la respiration
- Diamètres de la cage thoracique (statique rachidienne)
- Rôle de la plèvre
- Fonctions des VAI
  - Clairance muco-ciliaire
  - Toux (spontanée ou provoquée)
- Muscles respiratoires
  - Diaphragme (AFE)