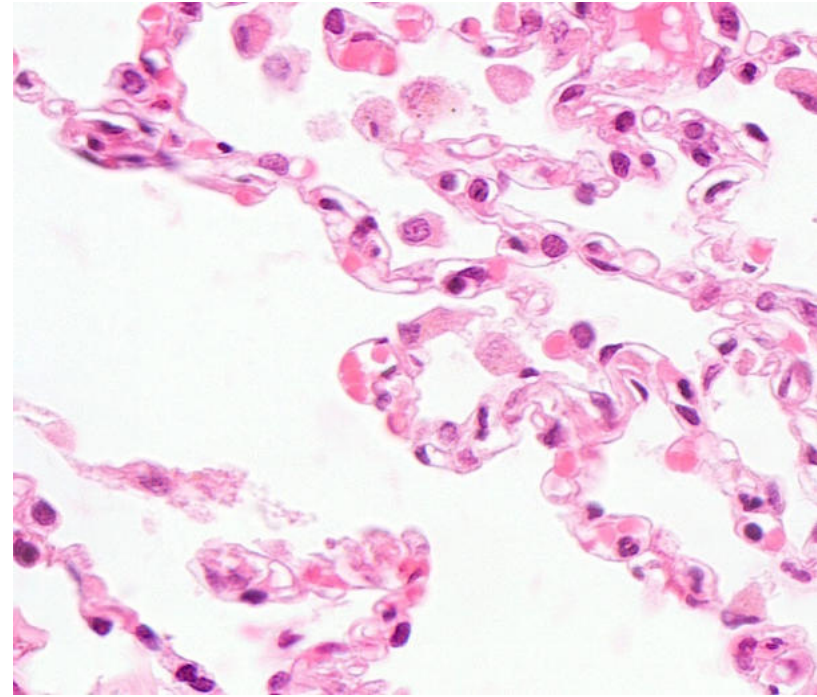
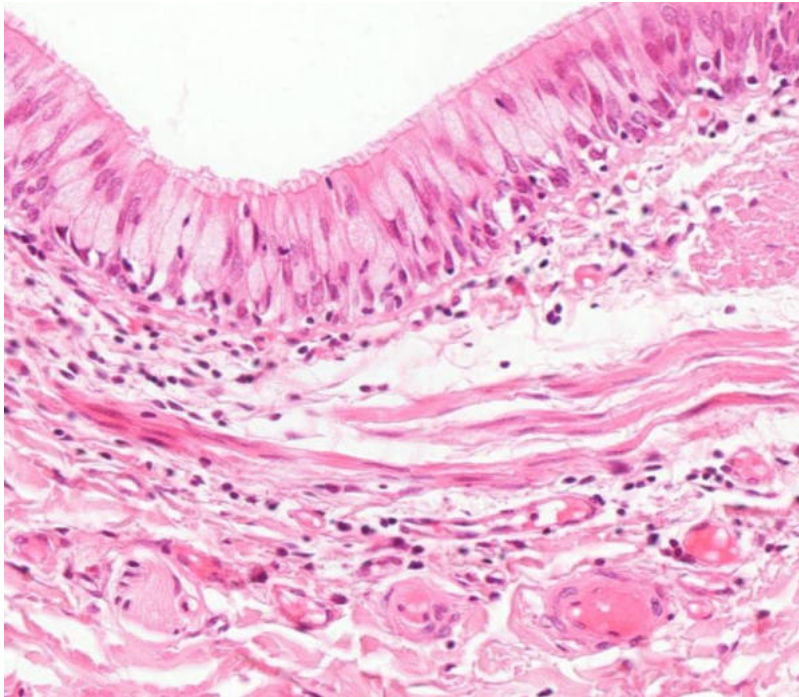


Systeme respiratoire



Système respiratoire

Objectifs d'apprentissage



A l'issue de ce cours, vous devrez être capable de :

1. Connaître :

- ✓ les critères histologiques des différents segments des voies respiratoires
- ✓ les critères histologiques caractéristiques de l'épithélium respiratoire
- ✓ les éléments constitutifs du système de clairance muco-ciliaire
- ✓ les principaux composants de l'épithélium alvéolaire et de la barrière air-sang

2. Comprendre :

- ✓ l'organisation générale du système respiratoire, des voies aériennes jusqu'aux alvéoles
- ✓ les modifications structurelles majeures observées le long des voies respiratoires
- ✓ le rôle fonctionnel du système de clairance muco-ciliaire
- ✓ l'organisation et la fonction de la barrière air-sang

A – Organisation et fonctions

B – Voies respiratoires

Epithélium respiratoire

Mécanismes de protection et de purification

Mécanismes de réchauffement de l'air

Cartilage, musculature et fibres élastiques

C – Parenchyme pulmonaire

Structure des alvéoles

Barrière air-sang

Organisation de l'appareil respiratoire

VOIES RESPIRATOIRES

Voies aériennes supérieures

- fosses nasales
- sinus
- pharynx
- larynx

Voies aériennes inférieures extra-pulmonaires

- trachée
- bronches souches

Voies aériennes inférieures intra-pulmonaires

- bronches et bronchioles

PARENCHYME PULMONAIRE

Bronchioles respiratoires

Canaux alvéolaires

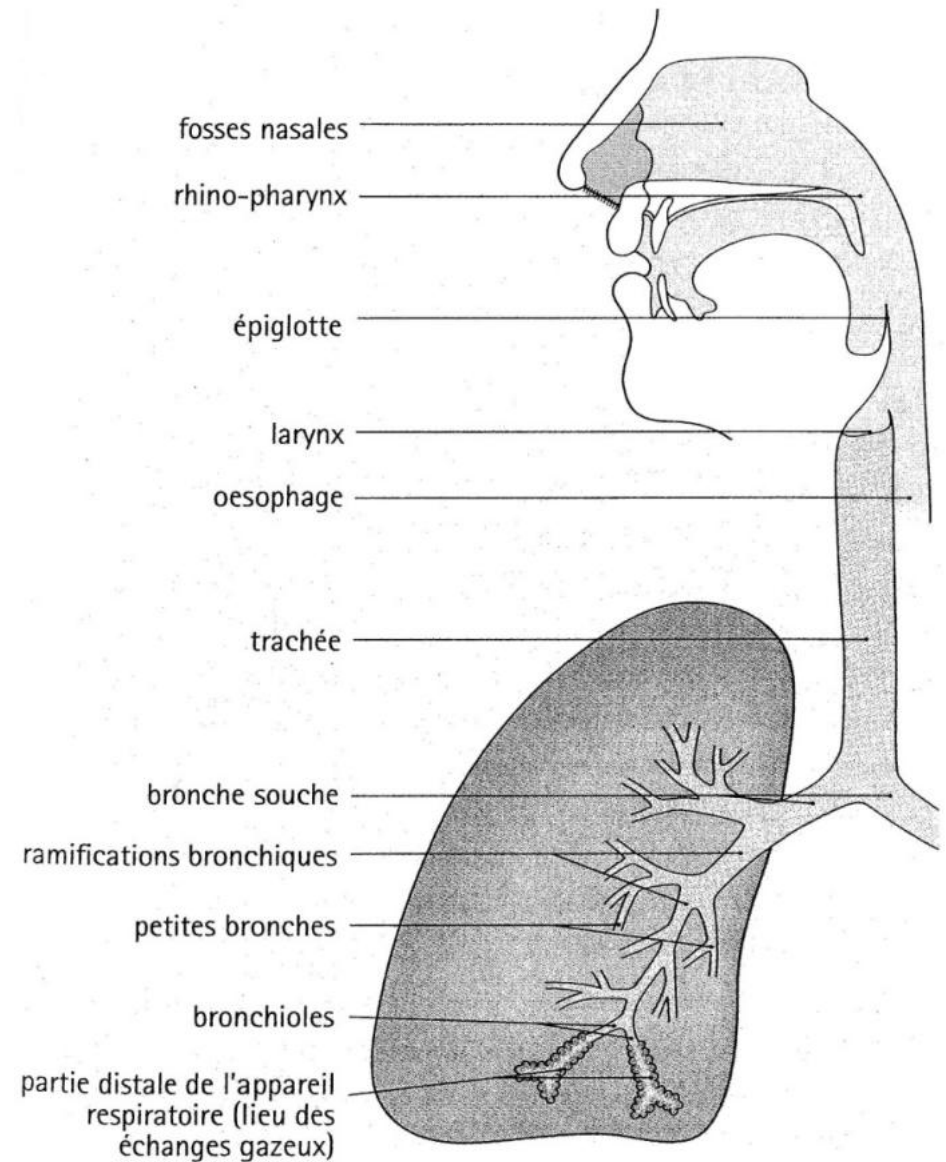
- transition avec les alvéoles pulmonaires

Alvéoles pulmonaires

- organisées en sacs alvéolaires

Interstitium

- cloisons conjonctives inter-alvéolaires (vaisseaux sanguins et lymphatiques)



Fonctions de l'appareil respiratoire

VOIES RESPIRATOIRES

= Zone de conduction + olfaction et phonation

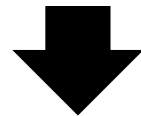
- réchauffement
- humidification
- purification (poussières, particules,...)



PARENCHYME PULMONAIRE

= Zone respiratoire

- échanges gazeux air/sang



OXYGENATION du sang
ELIMINATION du gaz carbonique



Contraction et relâchement des
muscles intercostaux et du **diaphragme**
Mouvements de la **cage thoracique**

= **Mécanismes de ventilation**

Contraintes spécifiques = Structures spécifiques



Passage de l'air sans collapse ni encombrement

Structures rigides, toujours ouvertes

= os / cartilages ou surfactant

Structures de surface pour empêcher tout encombrement

= mucus & kinocils

Structures pour éviter dessèchement et refroidissement

= mucus et vascularisation

Adaptation aux changements de volume

Structures souples = fibres élastiques (et musculaires)

Grande surface d'échanges air-sang

Multiplication de petites unités d'échanges (ramification/arborisation)

= 600 millions d'alvéoles

Barrière entre air et sang formée par 2 couches de cellules

(et leurs lames basales respectives)

= pneumocytes pour contenir l'air & endothélium pour contenir le sang

Epaisseur minimale pour une diffusion optimale d'O₂ et de CO₂

A – Organisation et fonctions

B – Voies respiratoires

Epithélium respiratoire

Mécanismes de protection et de purification

Mécanismes de réchauffement de l'air

Cartilage, musculature et fibres élastiques

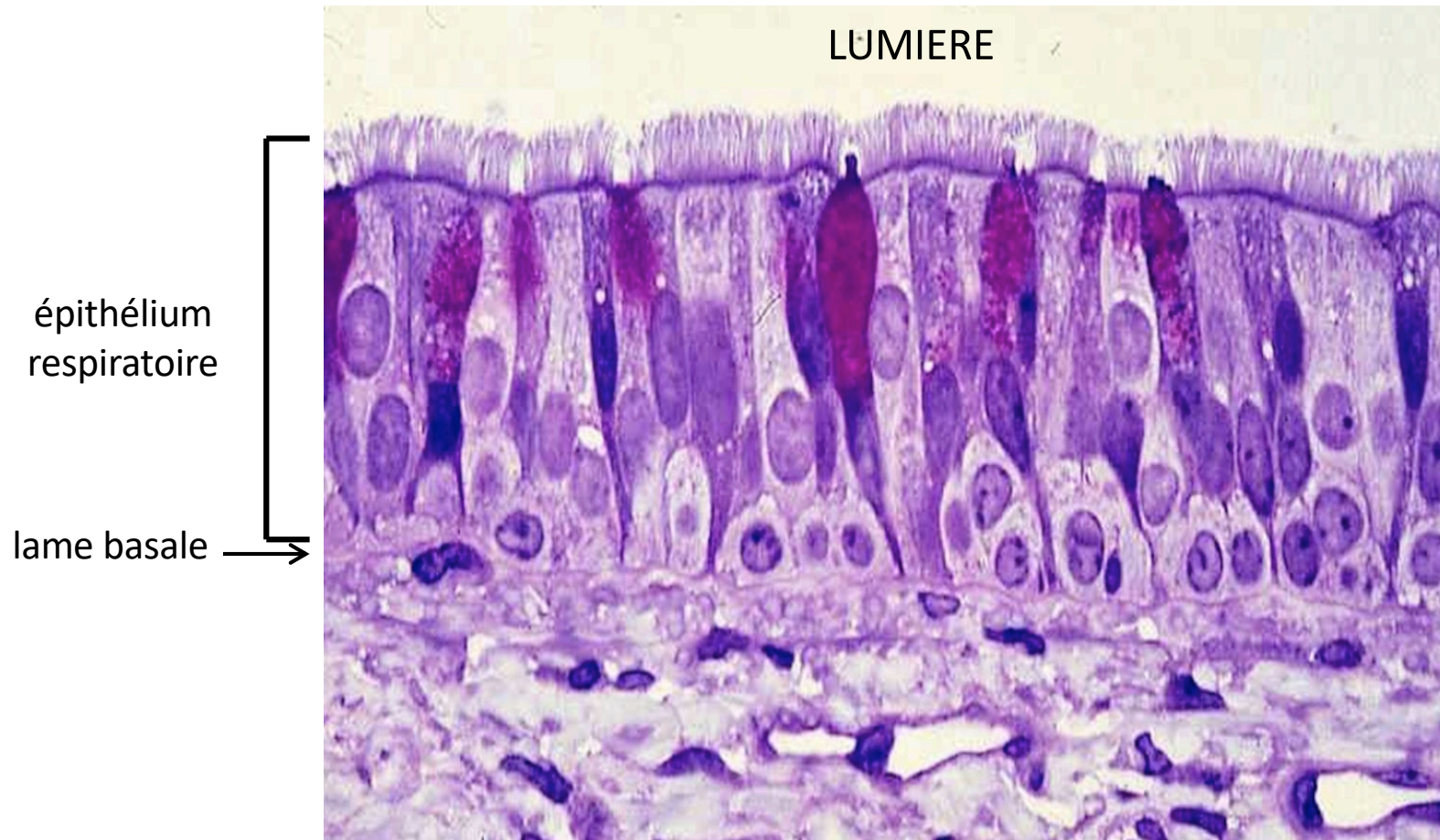
C – Parenchyme pulmonaire

Structure des alvéoles

Barrière air-sang

Épithélium respiratoire

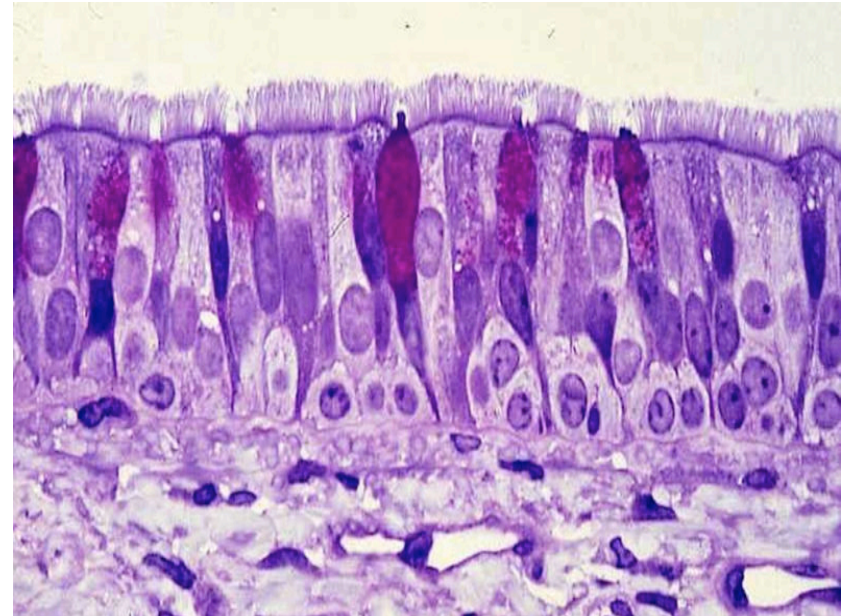
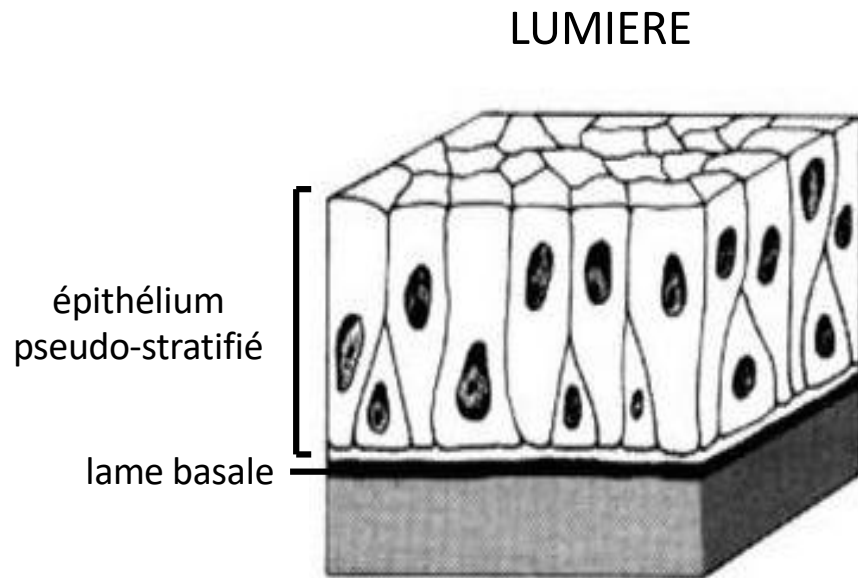
= épithélium pseudo-stratifié cilié avec cellules caliciformes



Épithélium respiratoire

= épithélium pseudo-stratifié cilié avec cellules caliciformes

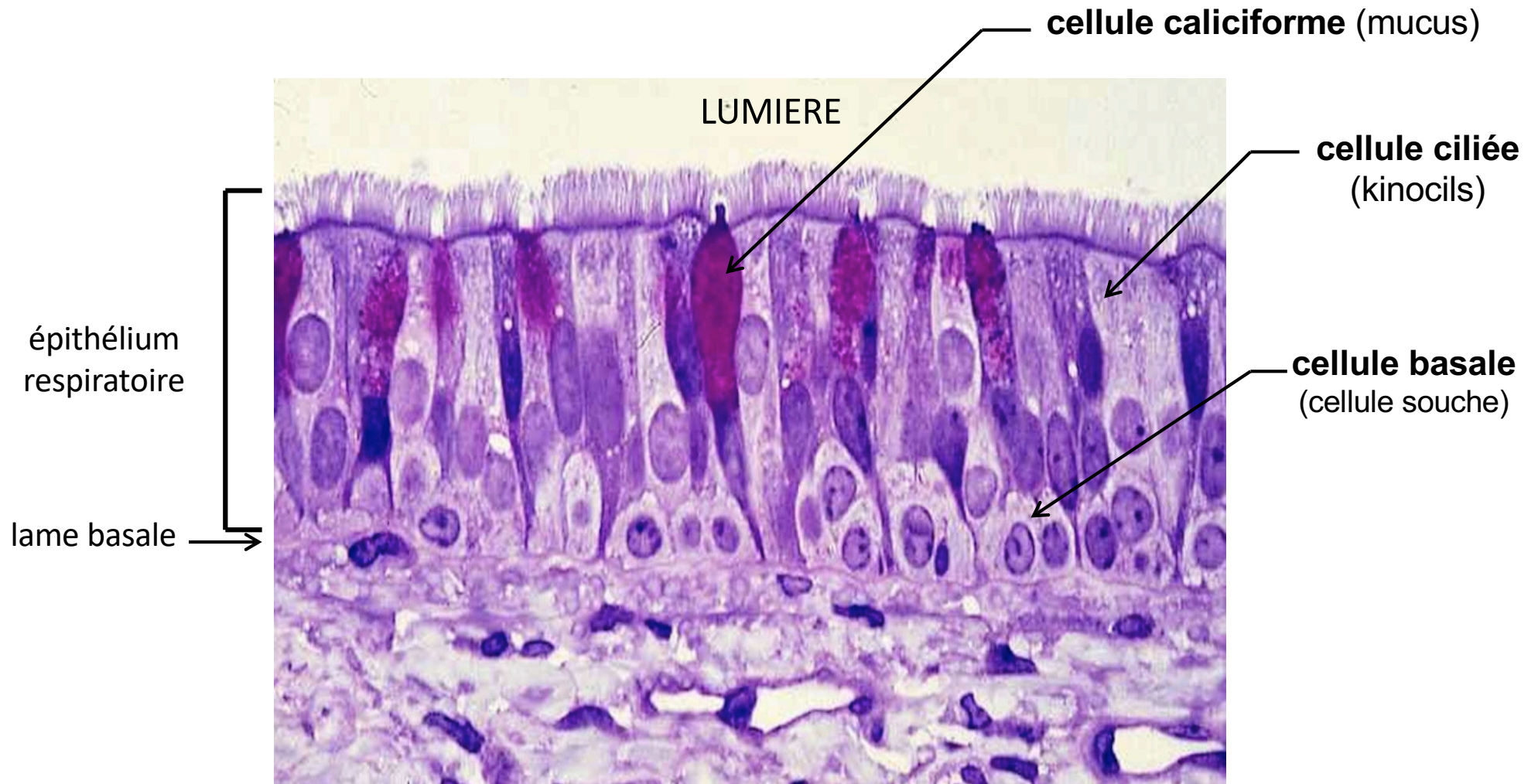
EPITHELIUM PSEUDO-STRATIFIE



- ✓ noyaux situés à des hauteurs variables
- ✓ toutes les cellules épithéliales touchent la lame basale
- ✓ certaines n'atteignent pas la surface

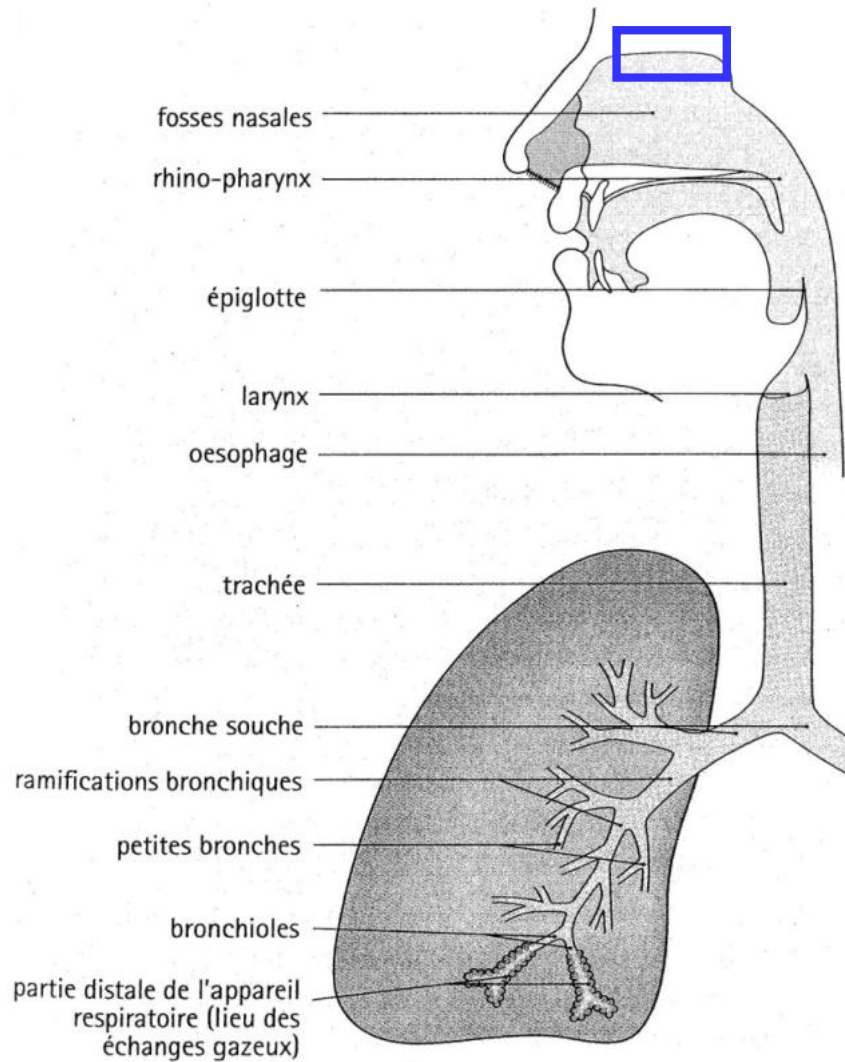
Épithélium respiratoire

= épithélium pseudo-stratifié cilié avec cellules caliciformes



+ **cellules neuro-endocrines** (3 - 5% des cellules épithéliales)

Un épithélium respiratoire partout, sauf...

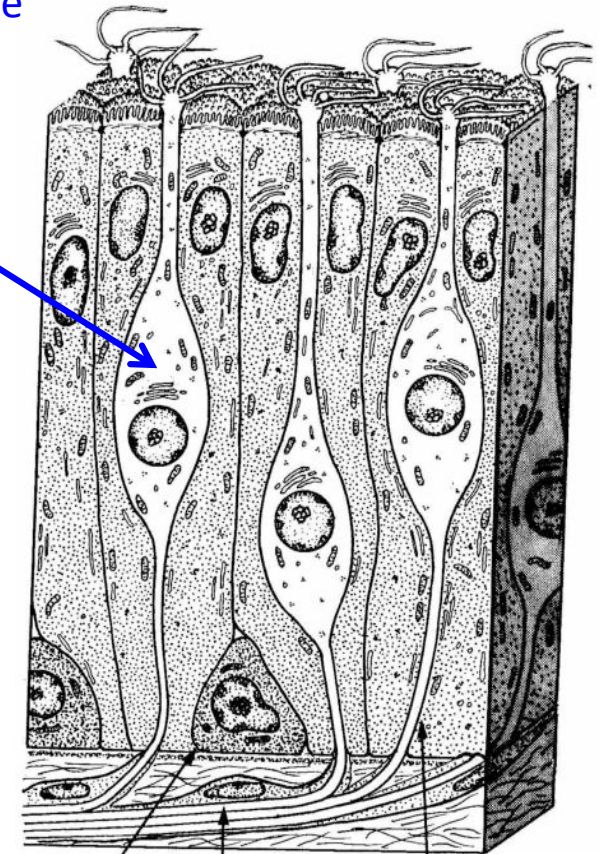


EPITHELIUM OLFACTIF

Aussi pseudostratifié cilié, avec cellules basales, mais...

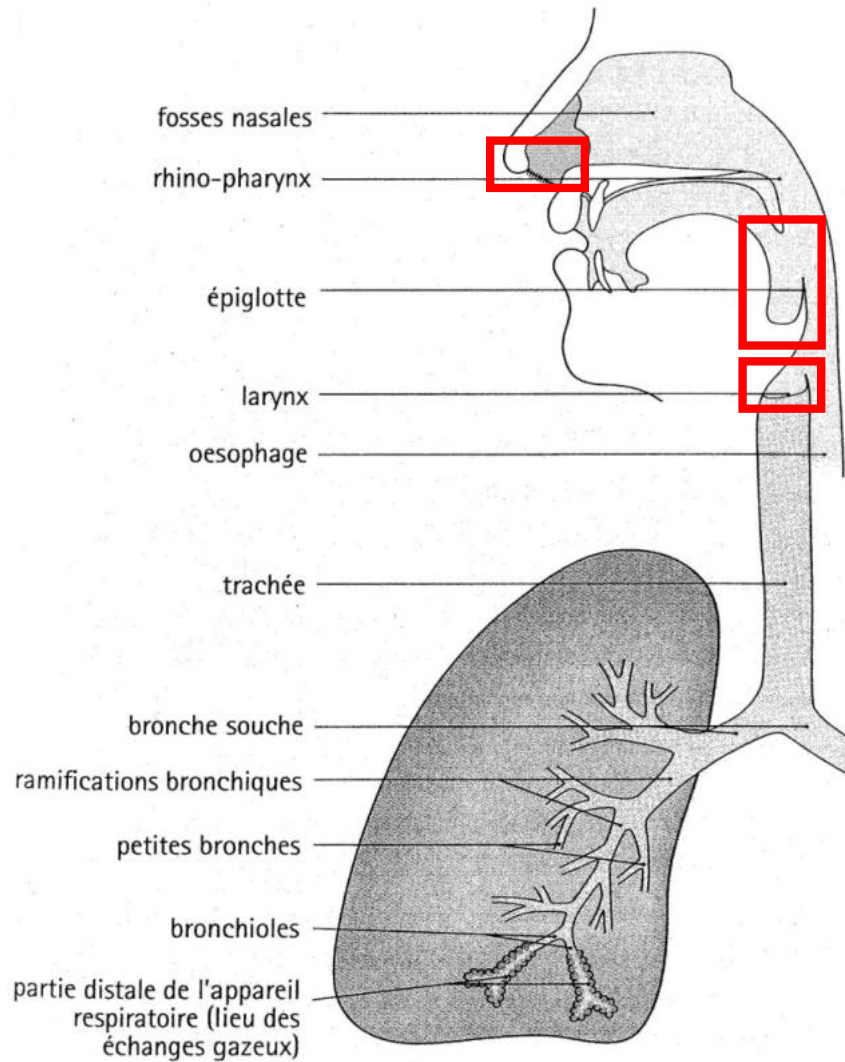
Neurones olfactifs :

dendrite apicale **ciliée**
axone basal



Bloom & Fawcett : A Textbook of Histology
(Chapman & Hall)

Un épithélium respiratoire partout, sauf...

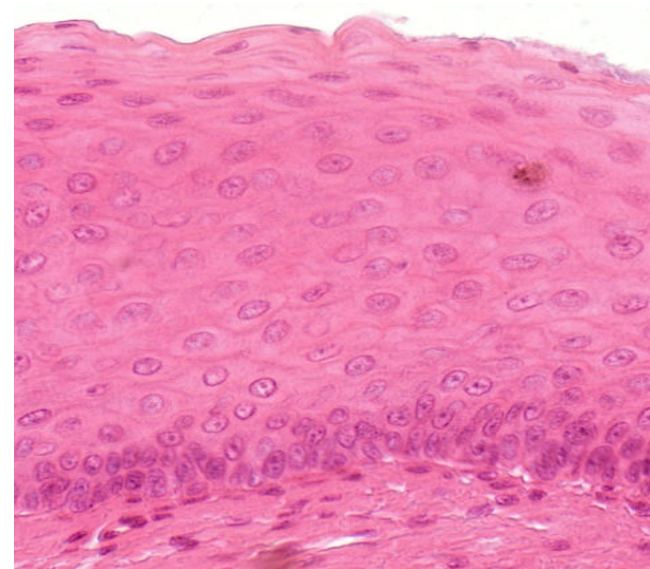


EPITHELIUM de type « BUCCAL »
(stratifié aplati non kératinisé)

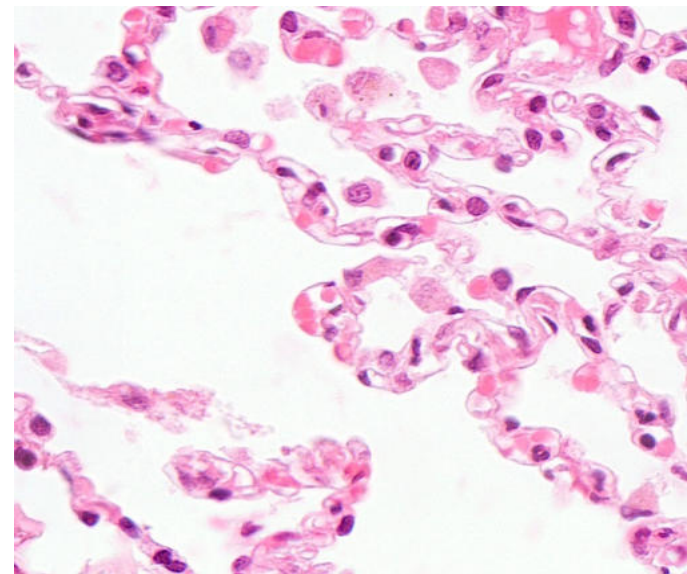
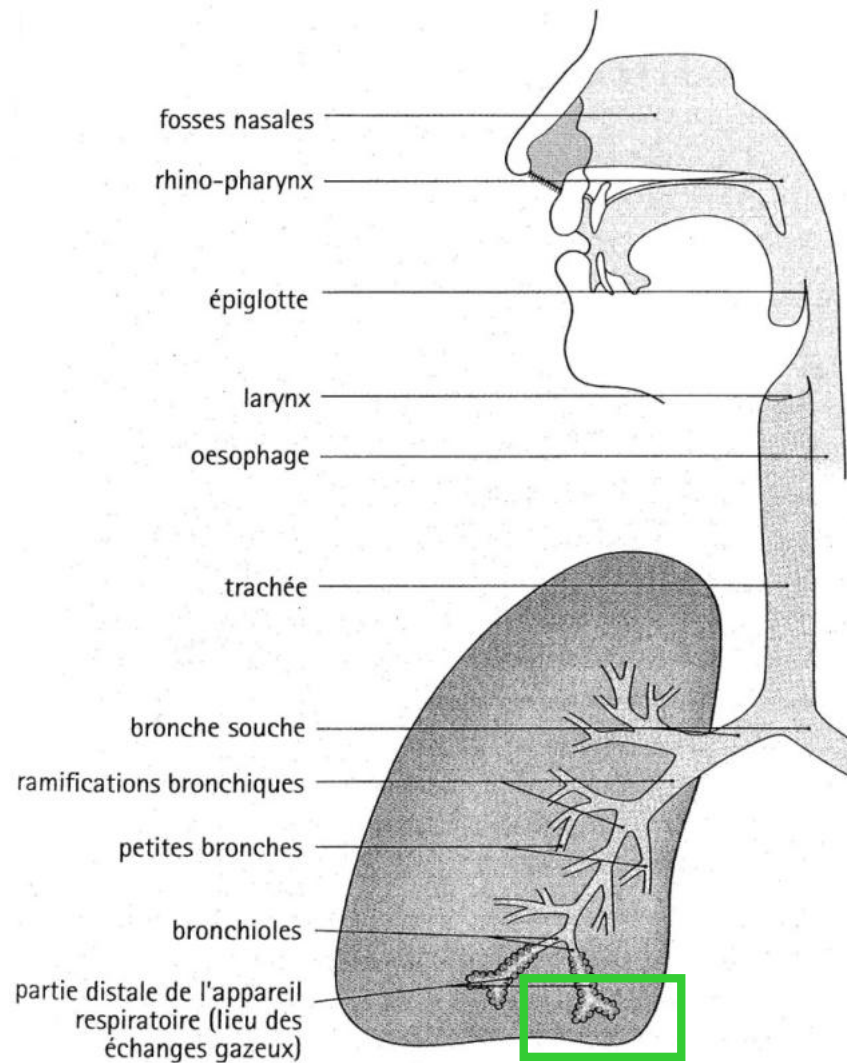
Vestibules des cavités nasales

Oropharynx & épiglote
(carrefour avec les voies digestives)

Cordes vocales vraies



Un épithélium respiratoire partout, sauf...



EPITHELIUM ALVEOLAIRE
(simple aplati)

Optimalisation des échanges gazeux (diffusion)

A – Organisation et fonctions

B – Voies respiratoires

Epithélium respiratoire

Mécanismes de protection et de purification

Mécanismes de réchauffement de l'air

Cartilage, musculature et fibres élastiques

C – Parenchyme pulmonaire

Structure des alvéoles

Barrière air-sang

Mécanismes de protection et de purification

CLAIRANCE MUCO-CILIAIRE

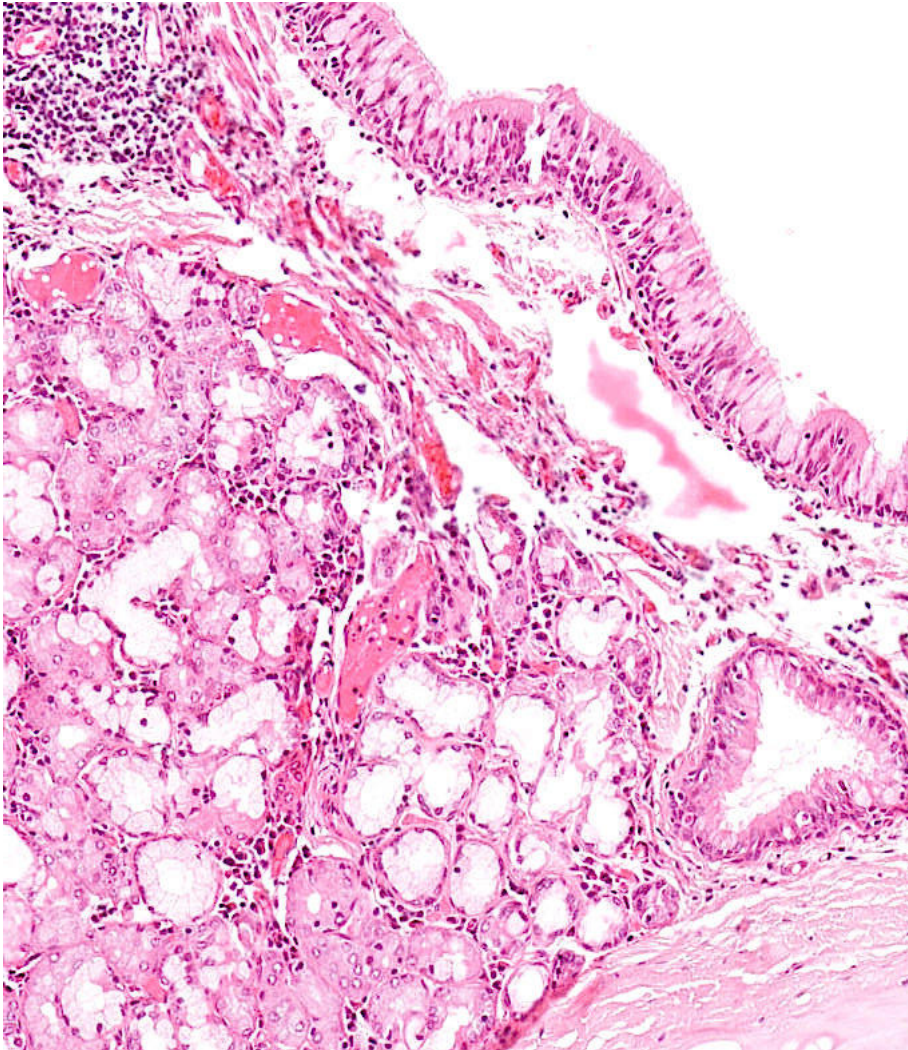
Mucus
Cellules ciliées

CELLULES IMMUNITAIRES

Lymphocytes
Macrophages

Mécanismes de protection et de purification

Clairance muco-ciliaire



✓ Mucus :

Recouvre la surface épithéliale

Protection physique

Produit par :

cellules caliciformes

glandes exocrines

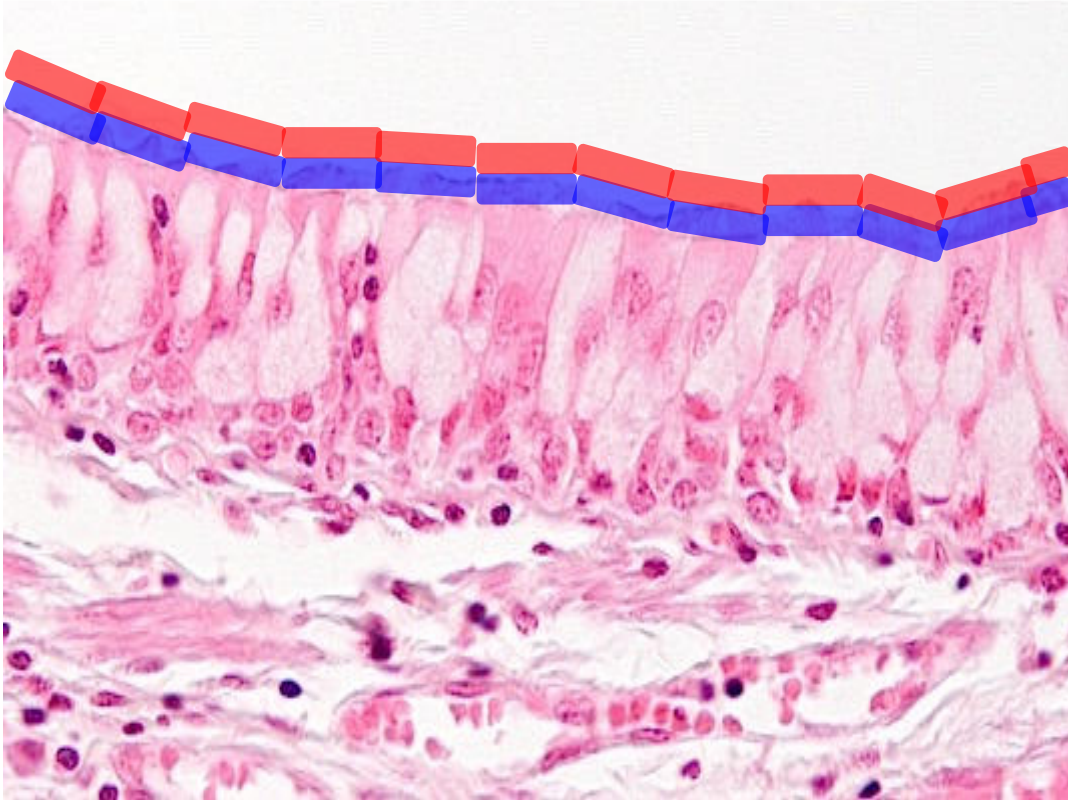
✓ Cellules ciliées :

Epithélium respiratoire

Protection mécanique

Mécanismes de protection et de purification

Clairance muco-ciliaire : le mucus

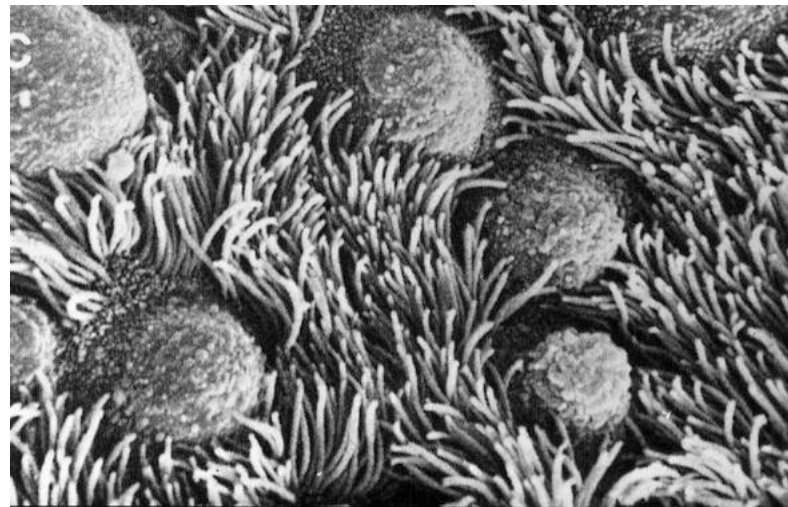


Le mucus est composé de :

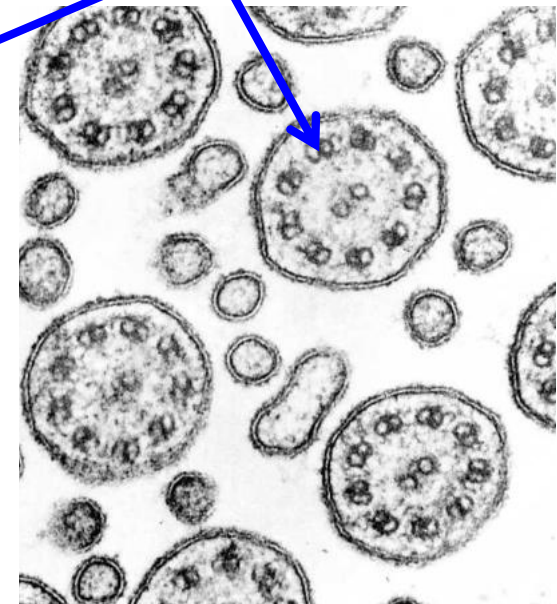
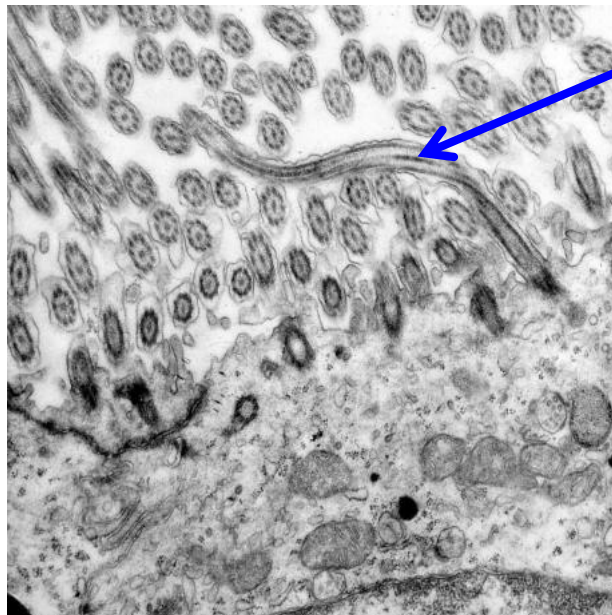
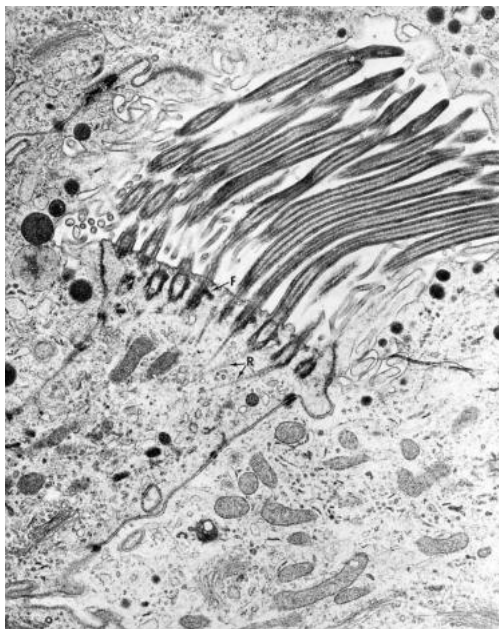
- ✓ une couche **hydratée**
fluide, riche en eau
(humidification)
- ✓ une couche **adsorbante**
visqueuse, superficielle
(purification)

Mécanismes de protection et de purification

Clairance muco-ciliaire : les cellules ciliées



Microtubules
(doublets)



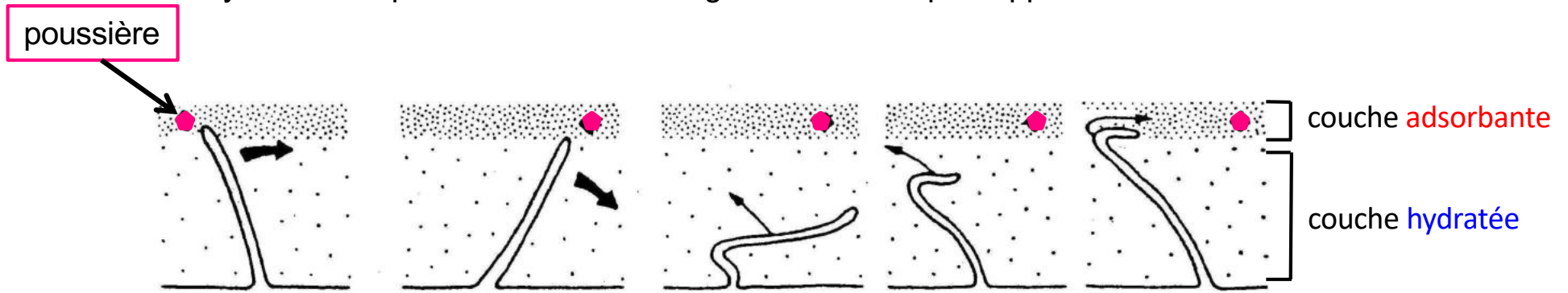
Mécanismes de protection et de purification

Clairance muco-ciliaire : les cellules ciliées

KINOCILS \approx 250 cils / cellules

Extension de la membrane plasmique

Système complexe de microtubules glissant les uns par rapport aux autres



\approx 10 mouvements / seconde

Décalés dans le temps (mouvement en « vagues »)



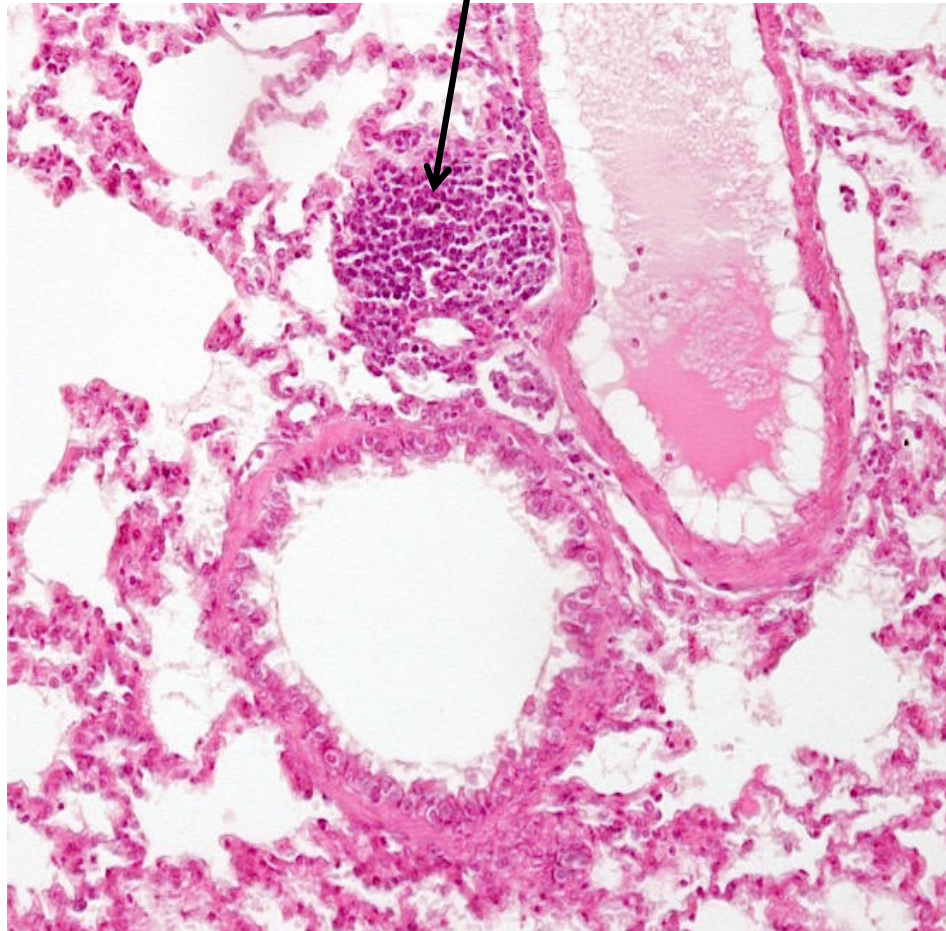
Battements en direction de la cavité buccale

- = Déplacement des couches superficielles
- = Epuration de la surface épithéliale !

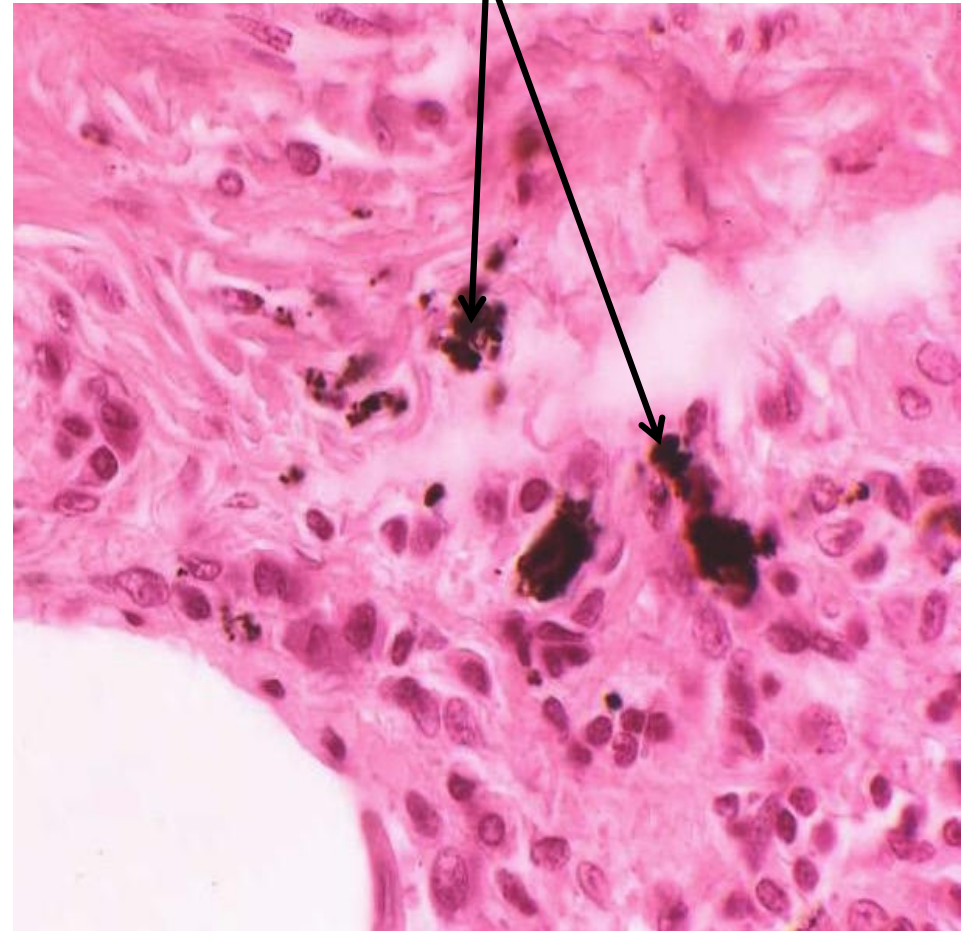
Mécanismes de protection et de purification

Cellules immunitaires

Lymphocytes



Macrophages
= cellules à poussières



A – Organisation et fonctions

B – Voies respiratoires

Epithélium respiratoire

Mécanismes de protection et de purification

Mécanismes de réchauffement de l'air

Cartilage, musculature et fibres élastiques

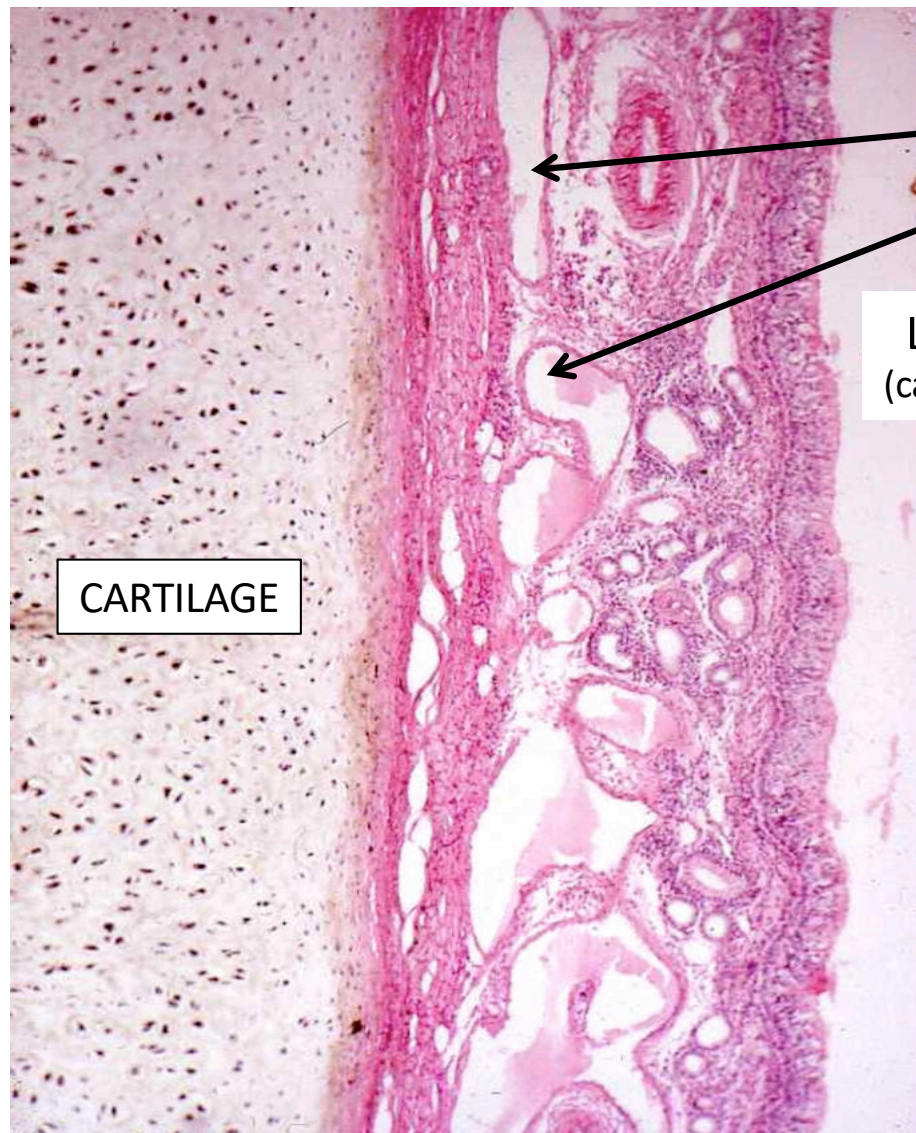
C – Parenchyme pulmonaire

Structure des alvéoles

Barrière air-sang

Mécanismes de réchauffement de l'air

Coupe au niveau de la cloison nasale



CARTILAGE

LUMIERE
(cavité nasale)

vaisseaux
sanguins



A – Organisation et fonctions

B – Voies respiratoires

Epithélium respiratoire

Mécanismes de protection et de purification

Mécanismes de réchauffement de l'air

Cartilage, musculature et fibres élastiques

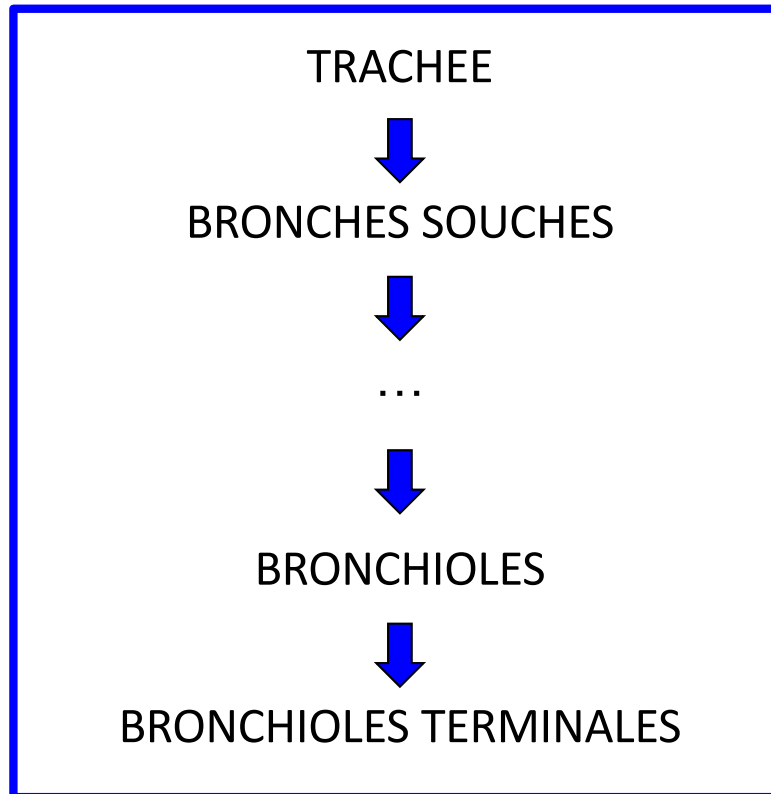
C – Parenchyme pulmonaire

Structure des alvéoles

Barrière air-sang

Voies respiratoires

ZONE DE CONDUCTION

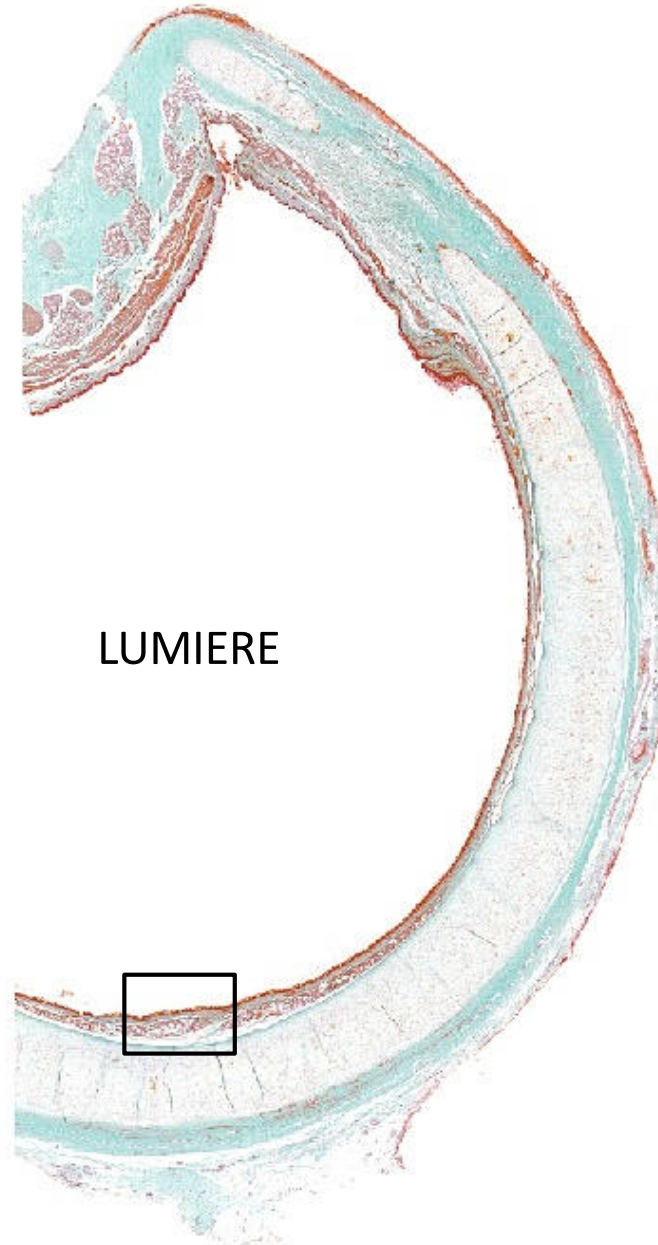


ZONE RESPIRATOIRE



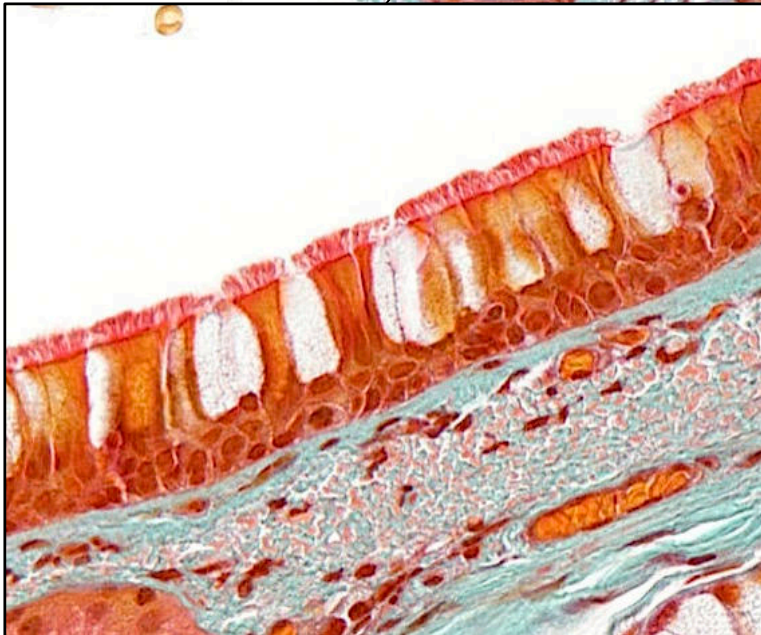
Voies aériennes inférieures extra-pulmonaires : trachée

Coupe transversale



Voies aériennes inférieures extra-pulmonaires : trachée

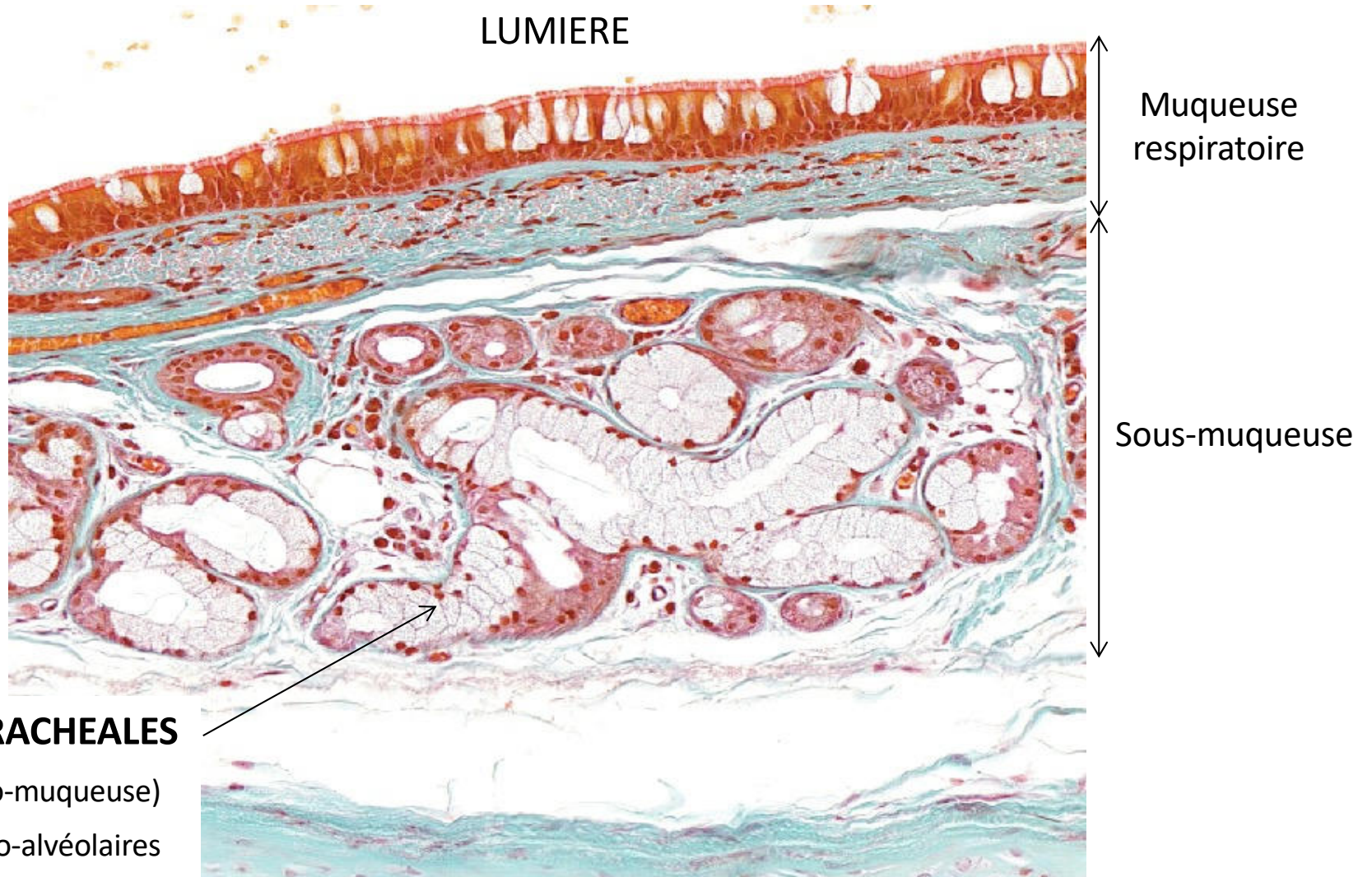
LUMIERE



MUQUEUSE RESPIRATOIRE

- Epithélium pseudo-stratifié cilié avec cellules caliciformes
- Lamé basale
- Tissu conjonctif sous-jacent
 - fibres élastiques (rose)
 - fibres de collagènes (vert)
 - fibroblastes
 - vaisseaux sanguins

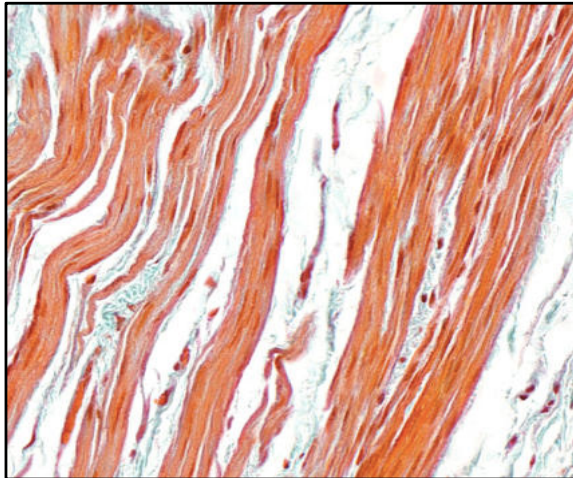
Voies aériennes inférieures extra-pulmonaires : trachée



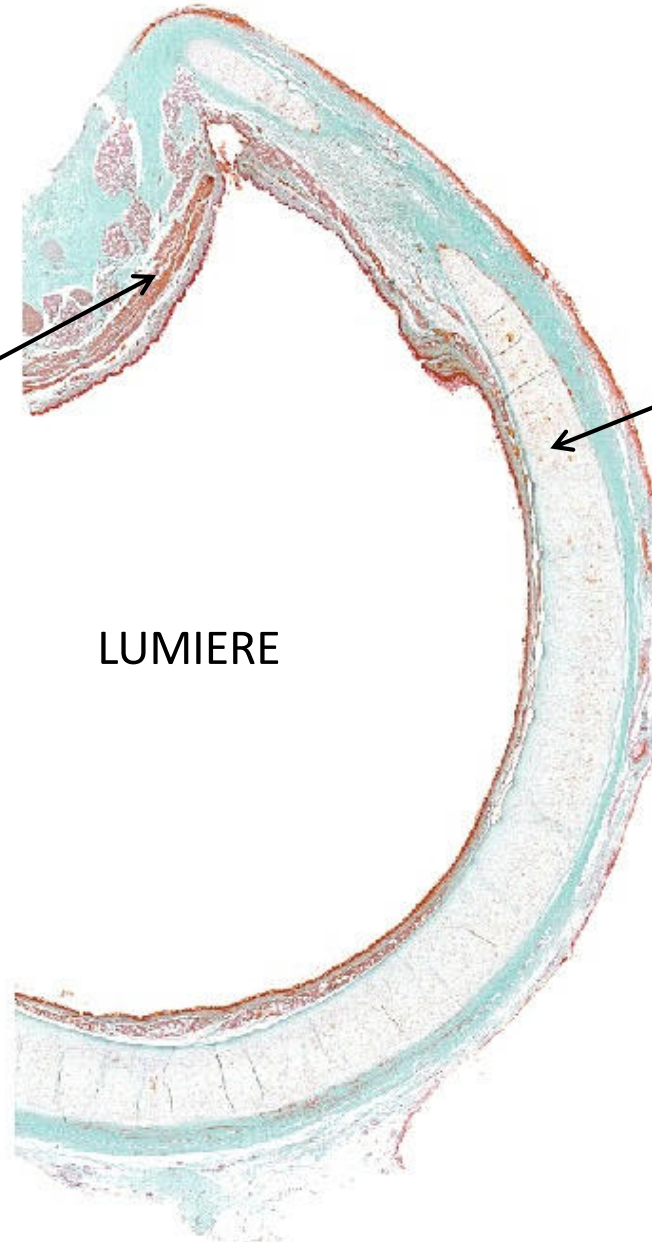
Voies aériennes inférieures extra-pulmonaires : trachée

Coupe transversale

MUSCLE TRACHEAL

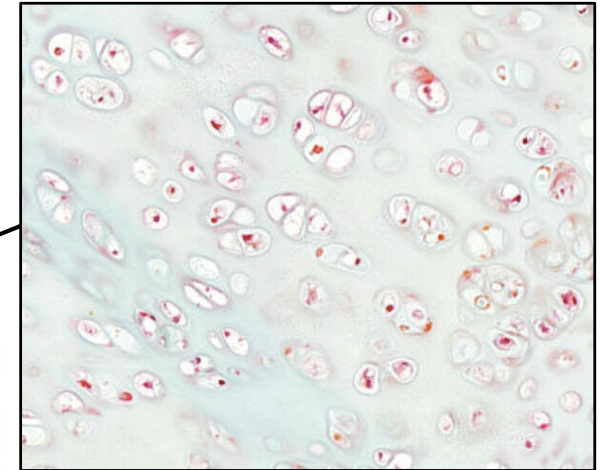


- Muscle lisse
- Contraction = variation du diamètre de la trachée



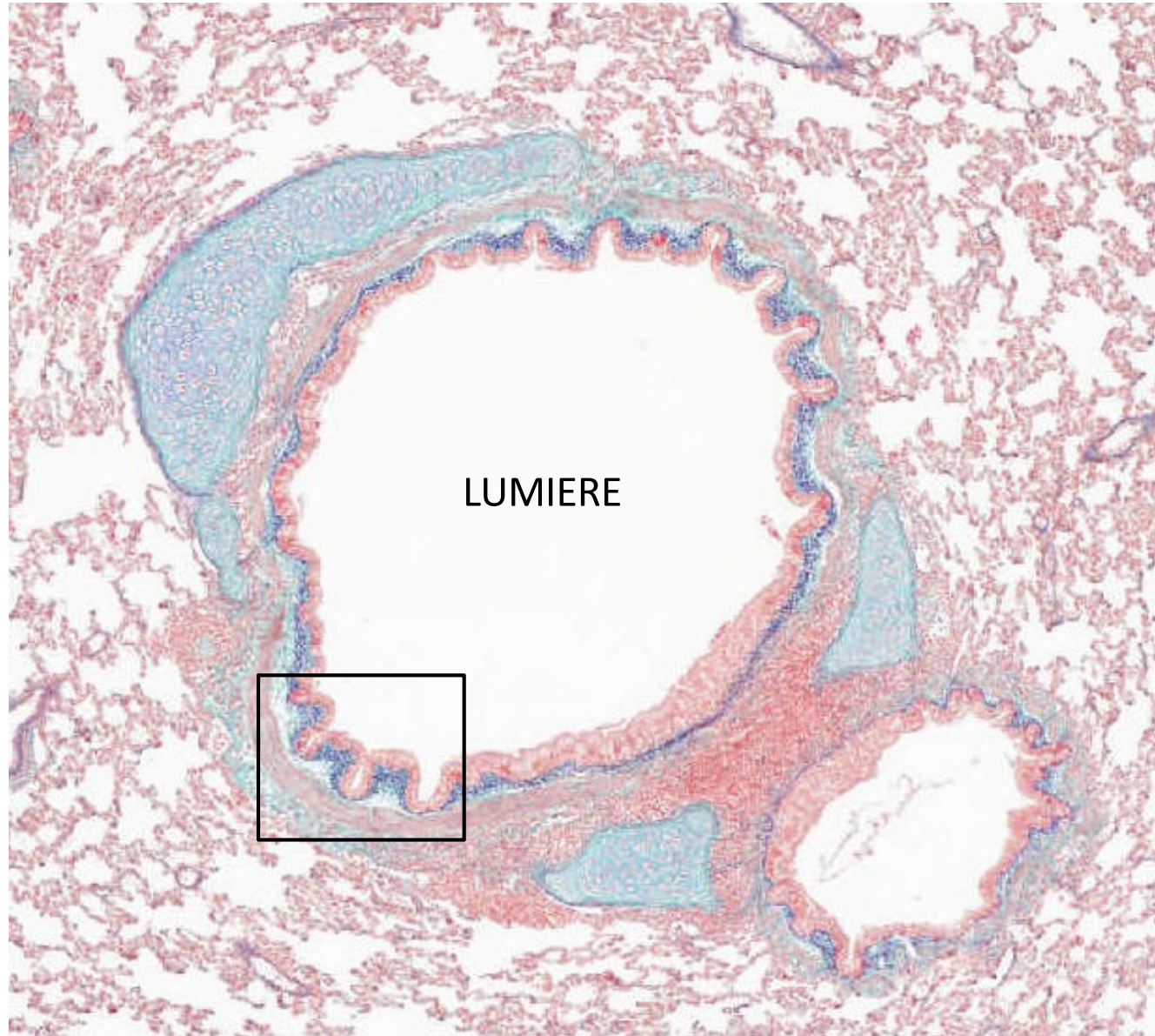
LUMIERE

CARTILAGE



- Cartilage hyalin
- Anneaux **incomplets** à ouverture dorsale (en fer à cheval)
- Empilement 20aine d'anneaux
- Bords libres unis par le **muscle trachéal**

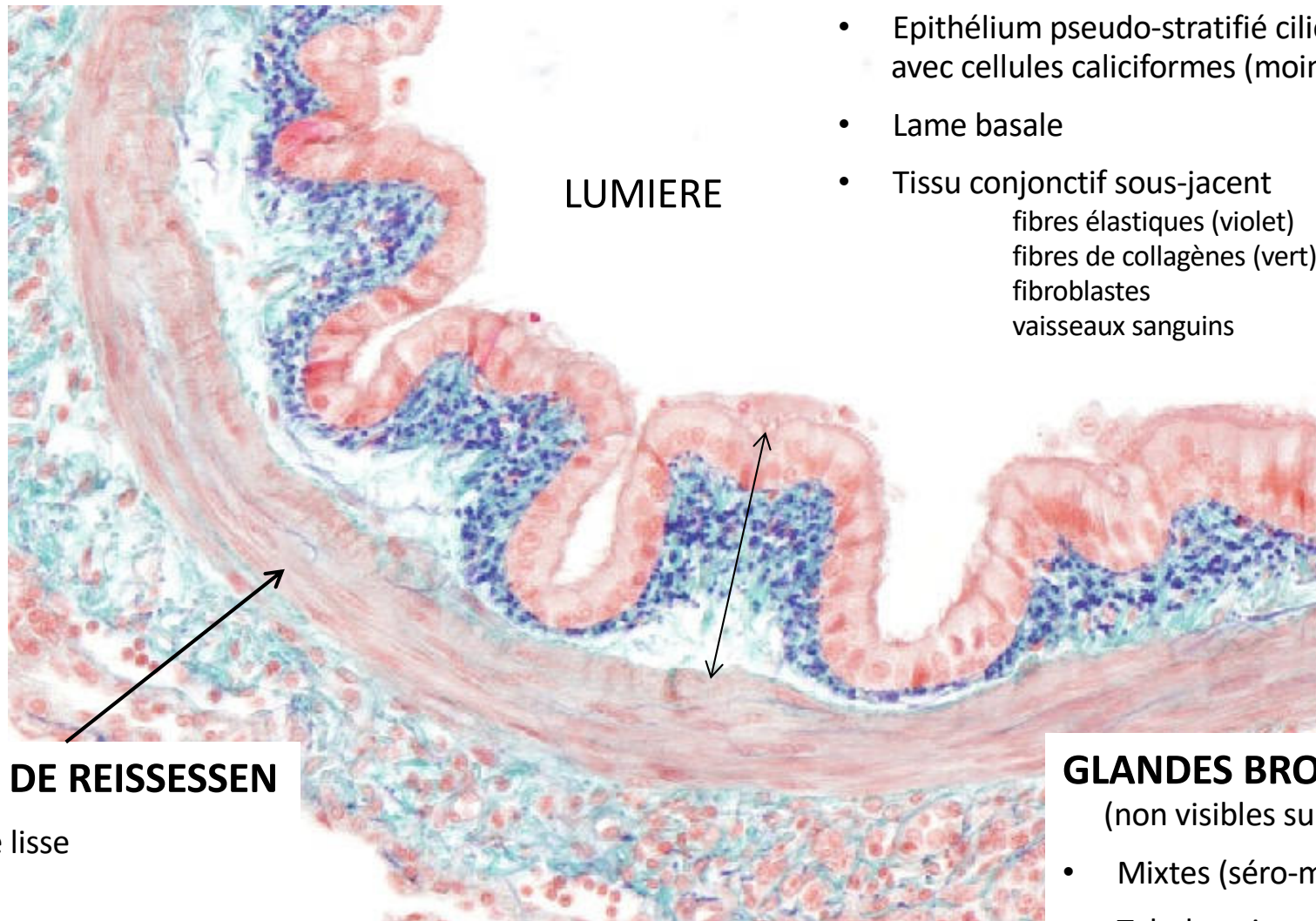
Voies aériennes inférieures extra- et intra-pulmonaires : bronches



Voies aériennes inférieures extra- et intra-pulmonaires : bronches

MUQUEUSE RESPIRATOIRE

- Epithélium pseudo-stratifié cilié avec cellules caliciformes (moins nombreuses)
- Lamé basale
- Tissu conjonctif sous-jacent
 - fibres élastiques (violet)
 - fibres de collagènes (vert)
 - fibroblastes
 - vaisseaux sanguins



LUMIERE

MUSCLE DE REISSESEN

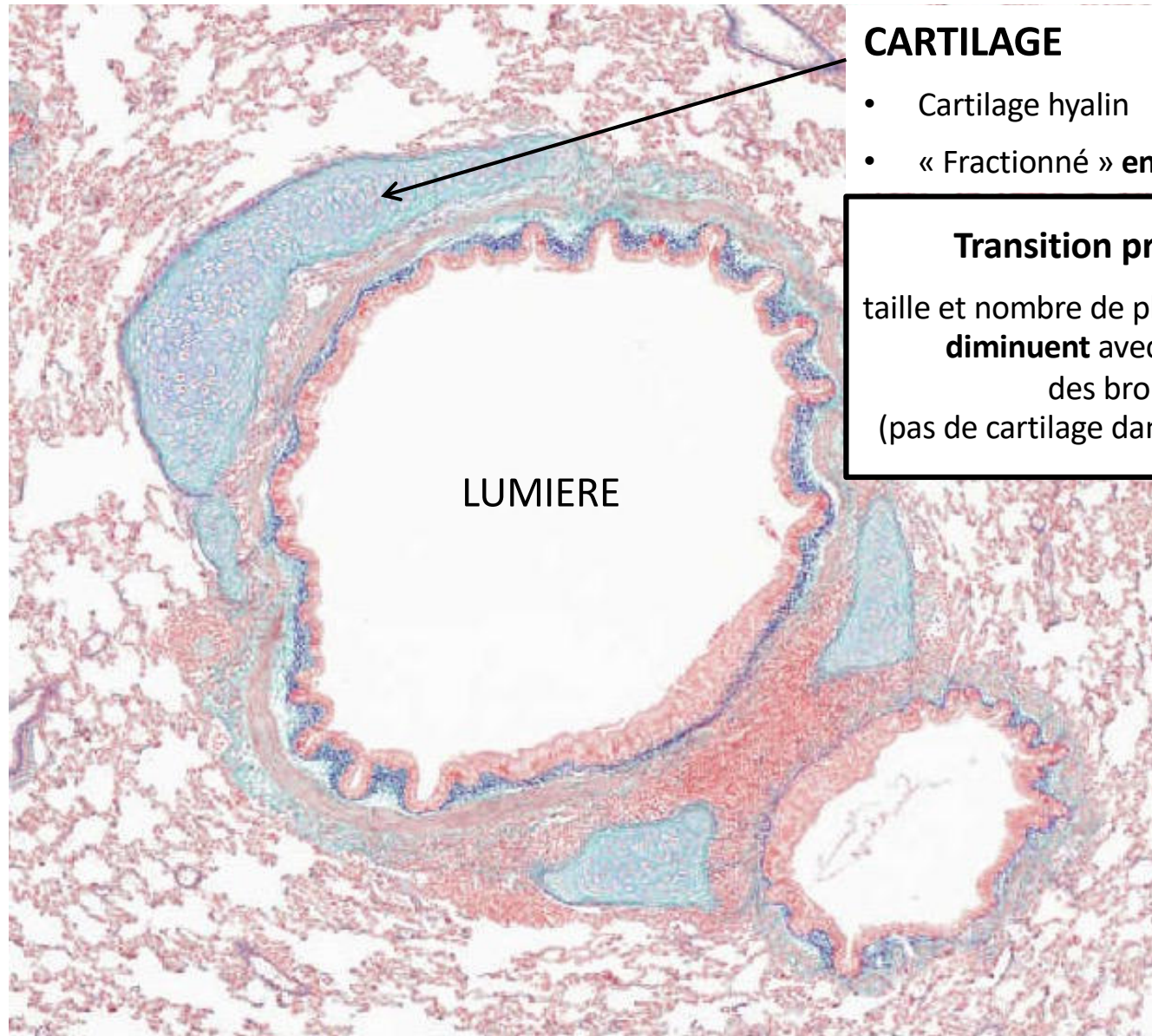
- Muscle lisse

GLANDES BRONCHIQUES

(non visibles sur cette coupe)

- Mixtes (séro-muqueuse)
- Tubulo-acino-alvéolaires

Voies aériennes inférieures extra- et intra-pulmonaires : bronches



CARTILAGE

- Cartilage hyalin
- « Fractionné » en plaque

Transition progressive :

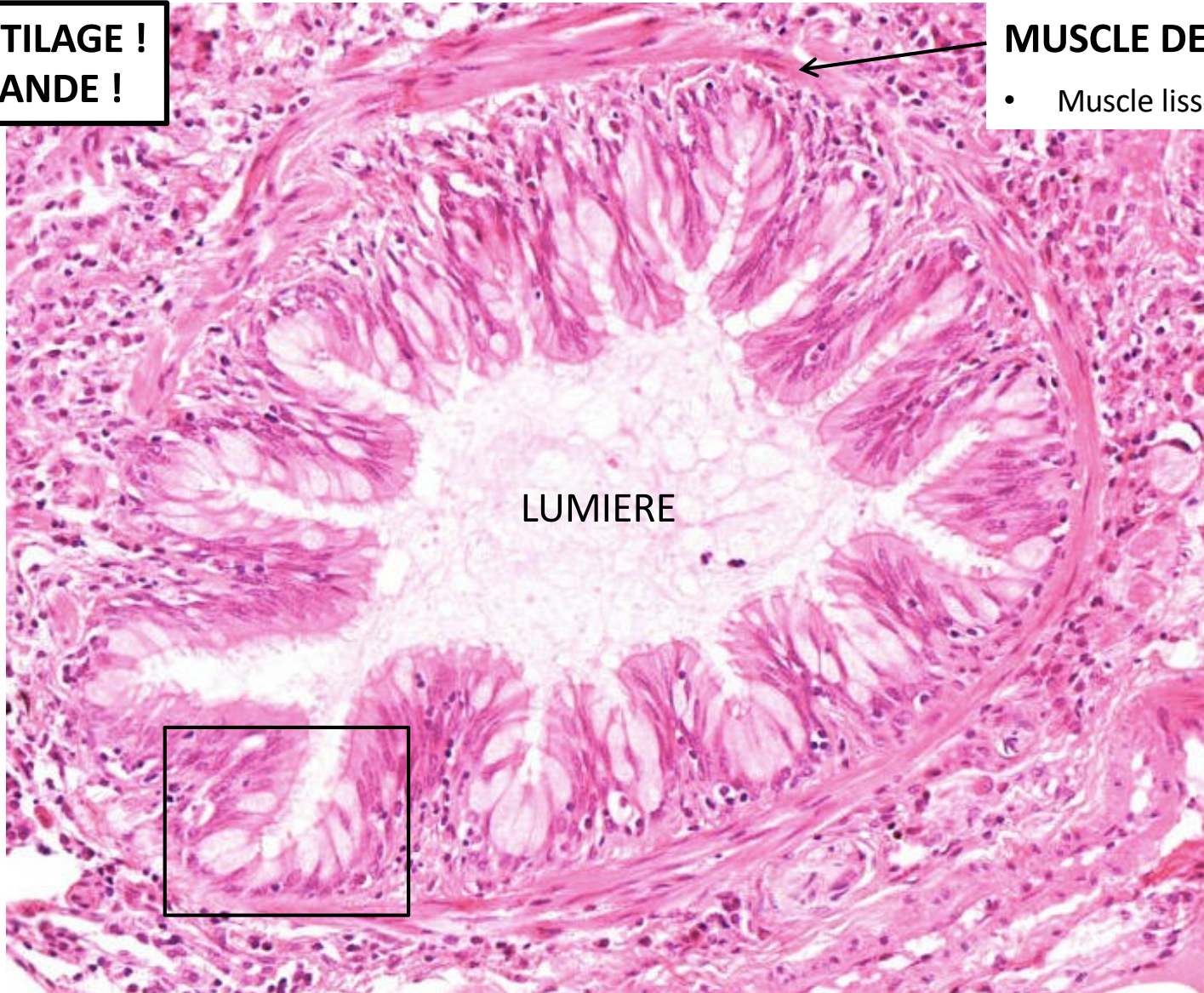
taille et nombre de plaques de cartilage
diminuent avec le diamètre
des bronches
(pas de cartilage dans les bronchioles)

Voies aériennes inférieures intra-pulmonaires : bronchioles

**PAS DE CARTILAGE !
PAS DE GLANDE !**

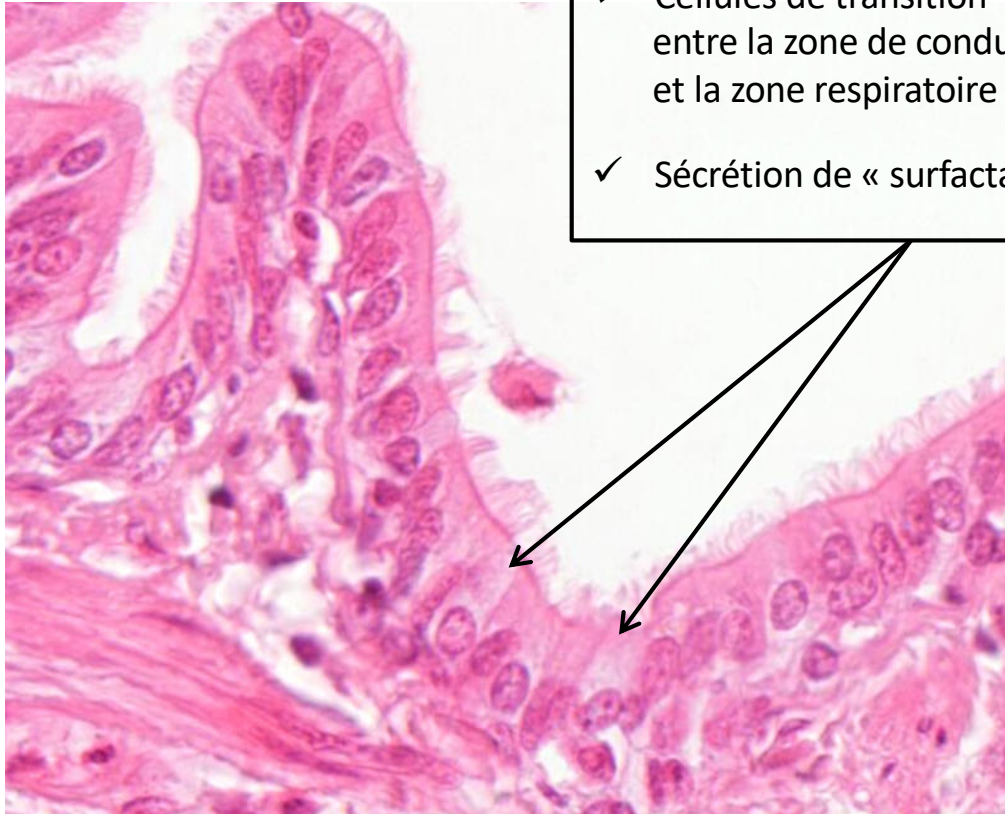
MUSCLE DE REISSESSEN

- Muscle lisse



LUMIERE

Voies aériennes inférieures intra-pulmonaires : bronchioles



CELLULES DE CLARA (appelées également « club cells »)

- ✓ Cellules de transition entre la zone de conduction et la zone respiratoire
- ✓ Sécrétion de « surfactant-like »

MUQUEUSE RESPIRATOIRE

Epithélium simple prismatique cilié
avec **cellules de Clara**

Lame basale

Tissu conjonctif sous-jacent

fibres élastiques
fibres de collagènes
fibroblastes
vaisseaux sanguins

BRONCHES



BRONCHIOLES

Disparition du cartilage
et des glandes

épithélium pseudostratifié

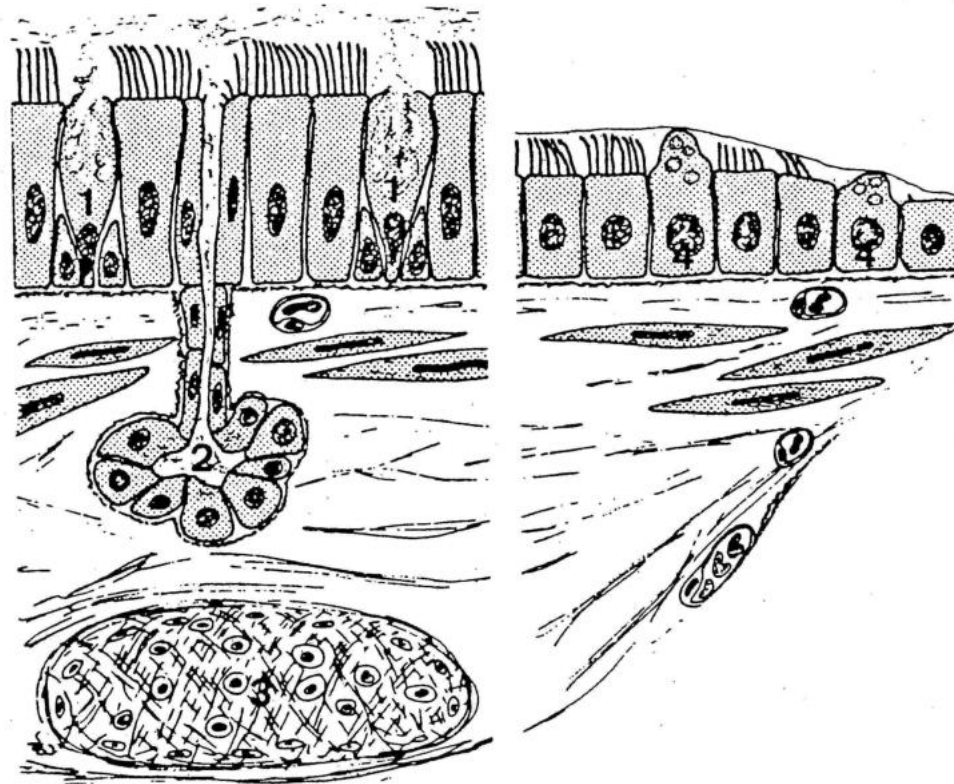


simple prismatique puis cubique

cellules caliciformes diminuent



cellules de Clara augmentent



Persistence de :

cellules ciliées

fibres élastiques

musculature
de Reissessen

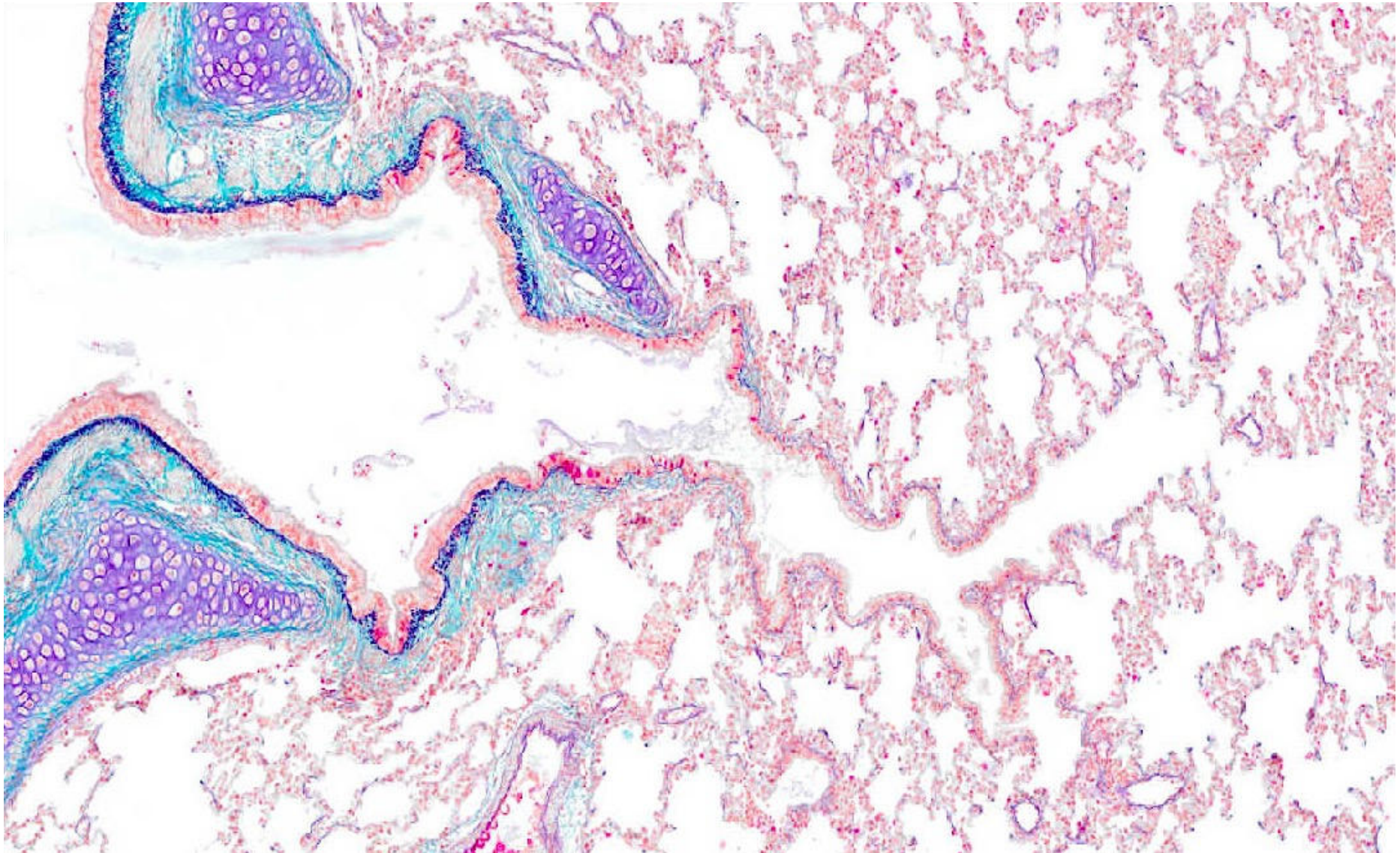
Transition progressive

ZONE DE CONDUCTION



ZONE RESPIRATOIRE

Changement de fonction = changement de structure



A – Organisation et fonctions

B – Voies respiratoires

Epithélium respiratoire

Mécanismes de protection et de purification

Mécanismes de réchauffement de l'air

Cartilage, musculature et fibres élastiques

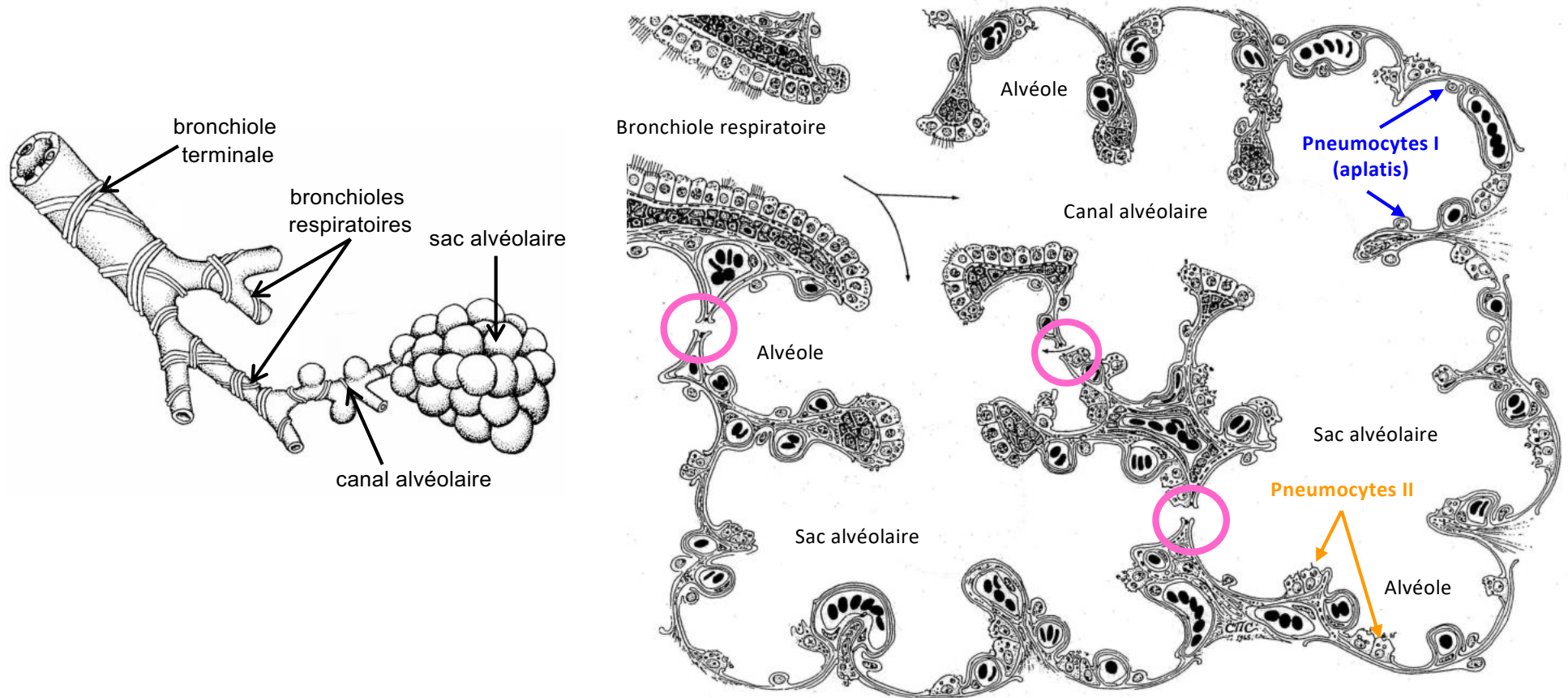
C – Parenchyme pulmonaire

Structure des alvéoles

Barrière air-sang

Des voies respiratoires aux alvéoles

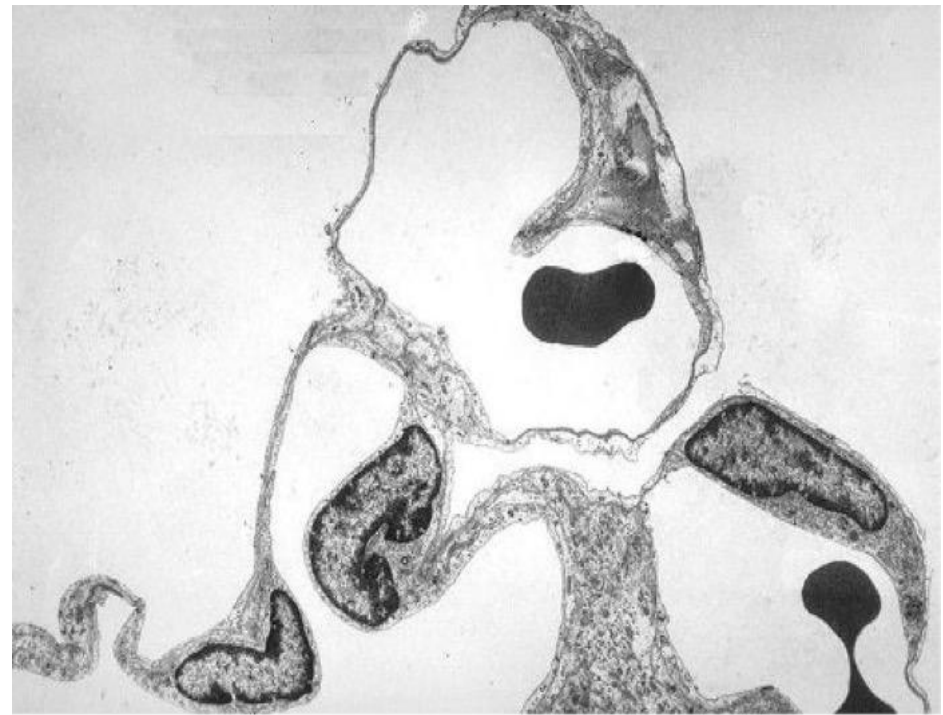
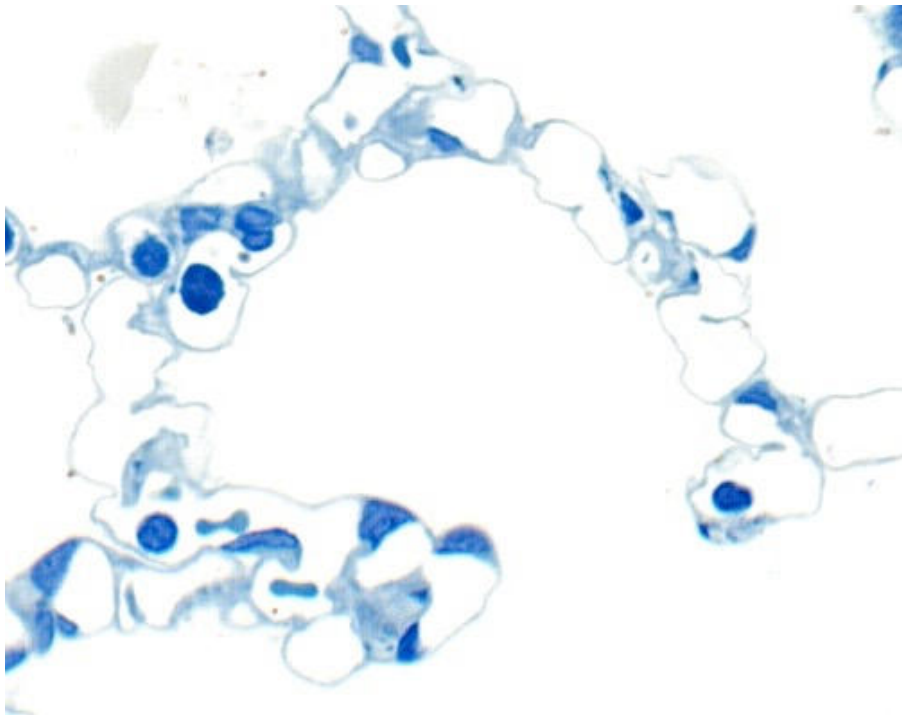
Changement de fonction = changement de structure



Epithélium alvéolaire

PNEUMOCYTES de TYPE I

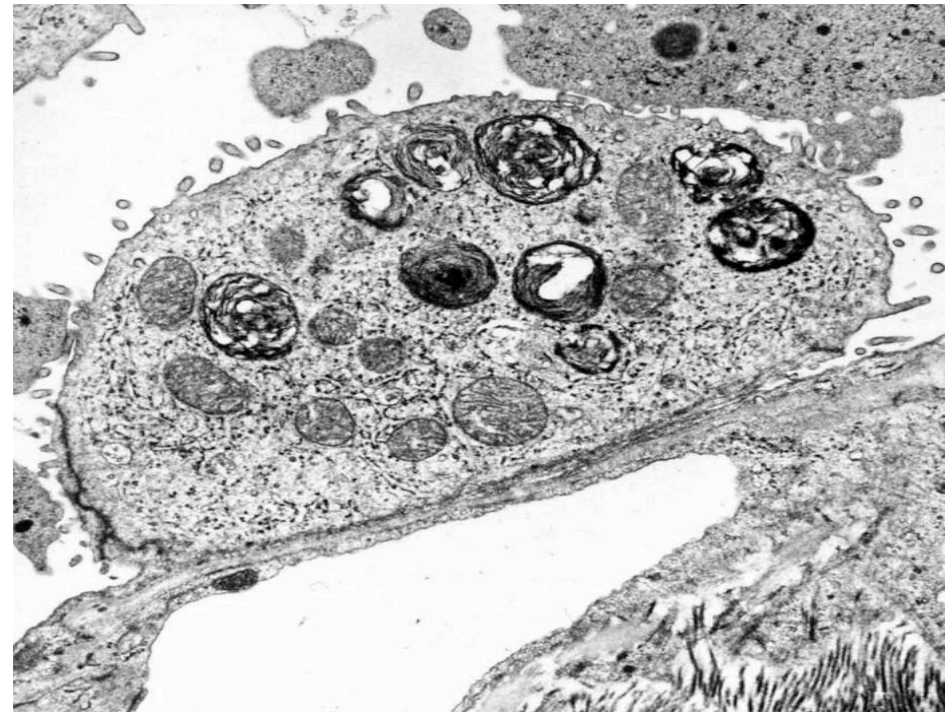
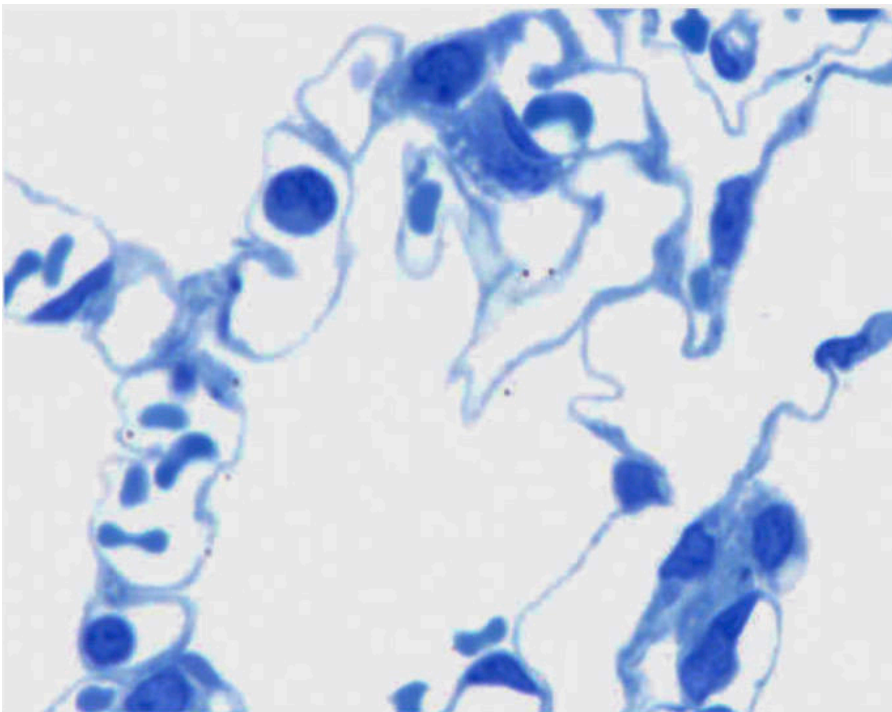
- 40% des cellules alvéolaires
- > 90% surface alvéolaire
- cellules aplaties :
 - cytoplasme étalé (excessivement mince : 0,1 – 0,2 μm)
 - noyau bombé (saillie vers la lumière alvéolaire)
- rôle dans les **échanges gazeux**



Epithélium alvéolaire

PNEUMOCYTES de TYPE II

- 60% des cellules alvéolaires
- < 10% surface alvéolaire
- cellules rondes :
 présence de granules de sécrétion
- synthèse de **surfactant**



A – Organisation et fonctions

B – Voies respiratoires

Epithélium respiratoire

Mécanismes de protection et de purification

Mécanismes de réchauffement de l'air

Cartilage, musculature et fibres élastiques

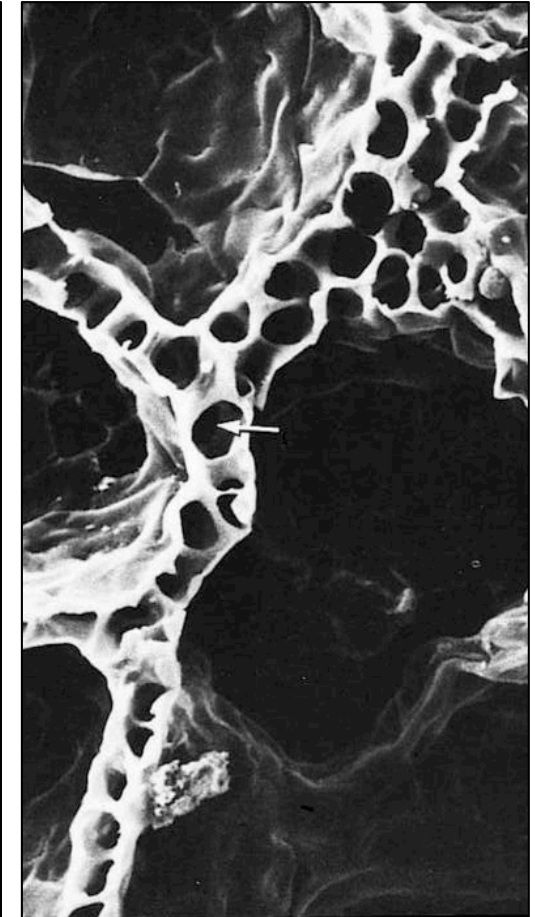
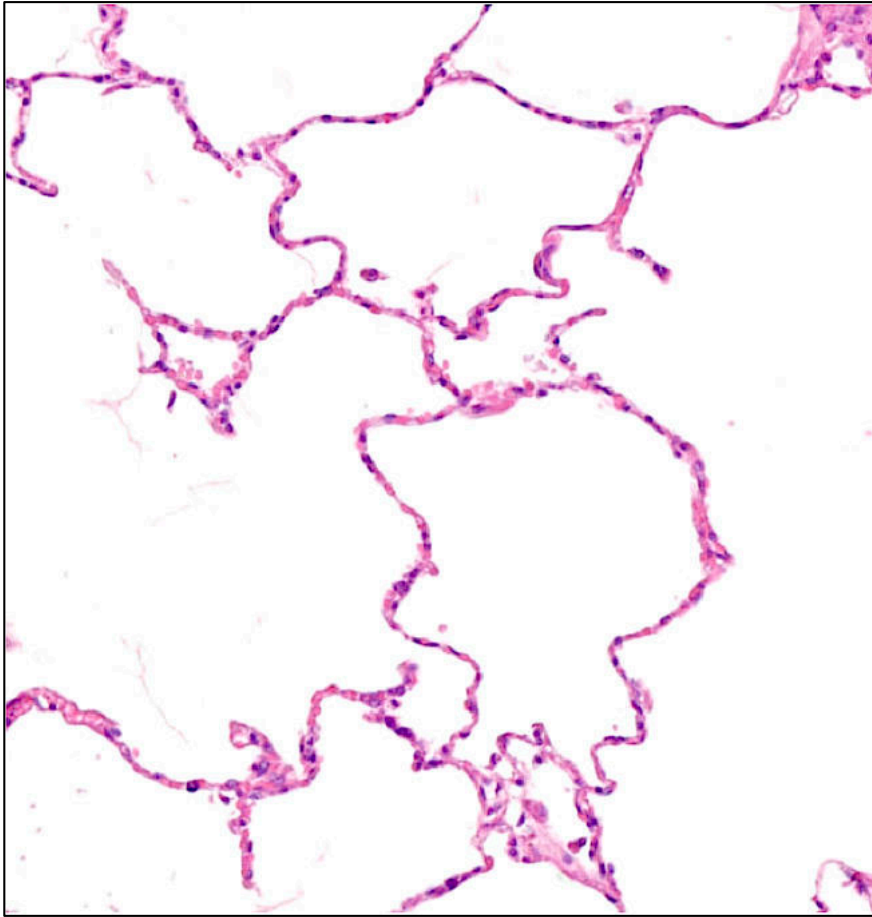
C – Parenchyme pulmonaire

Structure des alvéoles

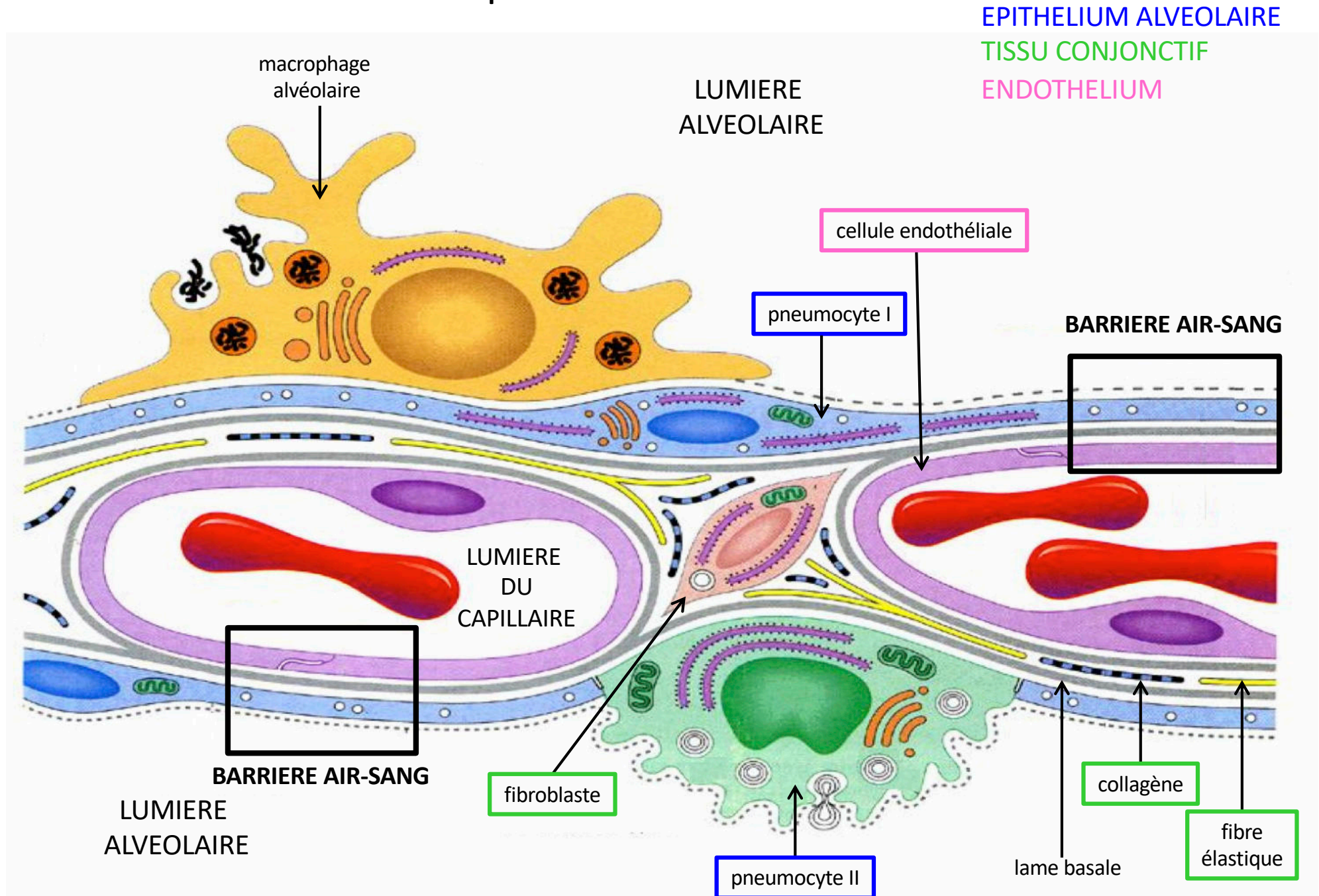
Barrière air-sang

Septum inter-alvéolaire

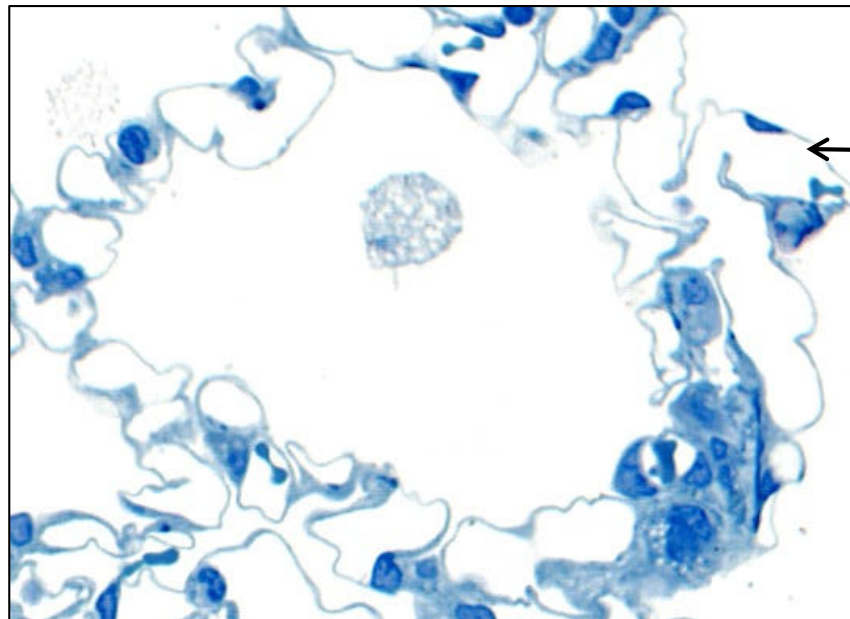
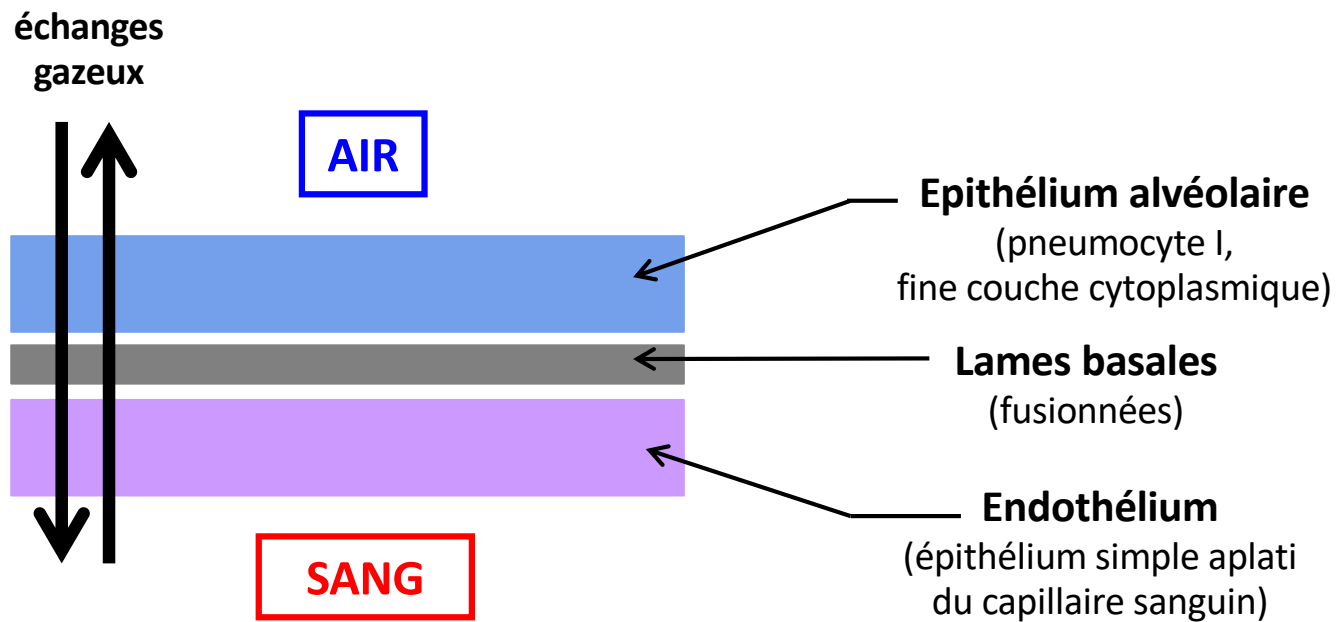
= Cloison conjonctive séparant deux épithéliums alvéolaires
et dans laquelle circulent les **capillaires sanguins**



Septum inter-alvéolaire



Barrière AIR - SANG



BARRIERE AIR-SANG
≈ 0.5 – 2.5 μm épaisseur

Histologie du système respiratoire : récapitulatif



| | Epithélium | F. élastiques | Glandes | Cartilage | Muscles |
|-------------|---|----------------------------|--|---|---|
| Trachée | Pseudo-stratifié cilié Cellules caliciformes (mucus) | Riche en fibres élastiques | Glandes trachéales (séro-muqueuses) | Vingtaine d' anneaux ouverts (fer à cheval) | Muscle trachéal (muscle lisse) |
| Bronches | Pseudo-stratifié cilié Cellules caliciformes moins nombreuses | Riche en fibres élastiques | Glandes bronchiques (séro-muqueuses) | Plaques discontinues | Muscle de Reissessen (muscle lisse) |
| Bronchioles | Simple prismatique (puis cubique) cilié Cellules de Clara (surfactant-like) | Riche en fibres élastiques | Absence de glandes | Absence de cartilage | Muscle de Reissessen (muscle lisse) |
| Alvéoles | Simple constitué de pneumocytes I et de pneumocytes II Barrière AIR – SANG | Riche en fibres élastiques | Absence de glandes | Absence de cartilage | Quelques fibres musculaires lisses dans les septa inter-alvéolaires |