

# Appareil respiratoire

## Plan du cours

- I. Généralités : disposition anatomique, fonctions
- II. Cavité nasale et muqueuse olfactive
- III. Sinus paranasaux et nasopharynx
- IV. Larynx et trachée
- V. Bronches
- VI. Bronchioles
- VII. Secteur alvéolaire
  - pneumocytes, surfactant, macrophages alvéolaires
- VIII. Tissu conjonctif (interstitium) et plèvre

A savoir plus particulièrement : les diapos marquées par

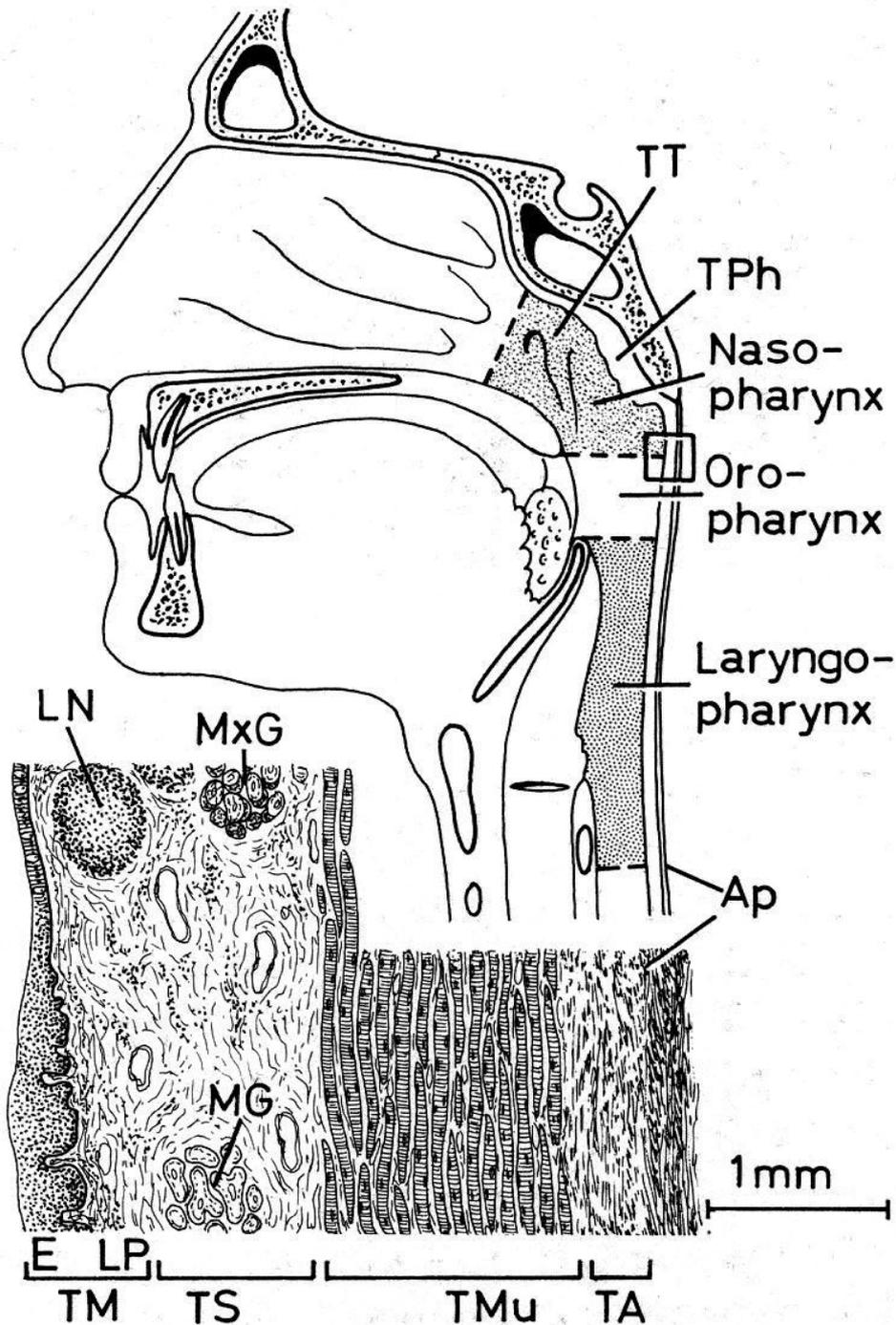


# Appareil respiratoire

## I. Généralités, disposition anatomique

### **Il est constitué :**

- d'une partie conductrice : fosses nasales, sinus, nasopharynx, oropharynx et larynx (VAS), trachée, bronches souches, lobaires, segmentaires et sous-segmentaires, bronchioles (jusqu'aux bronchioles terminales)
- d'une partie respiratoire où a lieu l'hématose : bronchioles respiratoires, canaux alvéolaires, sacs alvéolaires et alvéoles



## Légende :

TT : amygdale tubaire

TPh : amygdale pharyngée

LN : nœud lymphatique

MxG : glande salivaire mixte

MG : glande muqueuse

Ap : aponévrose

E : épithélium

LP : lamina propria (basale)

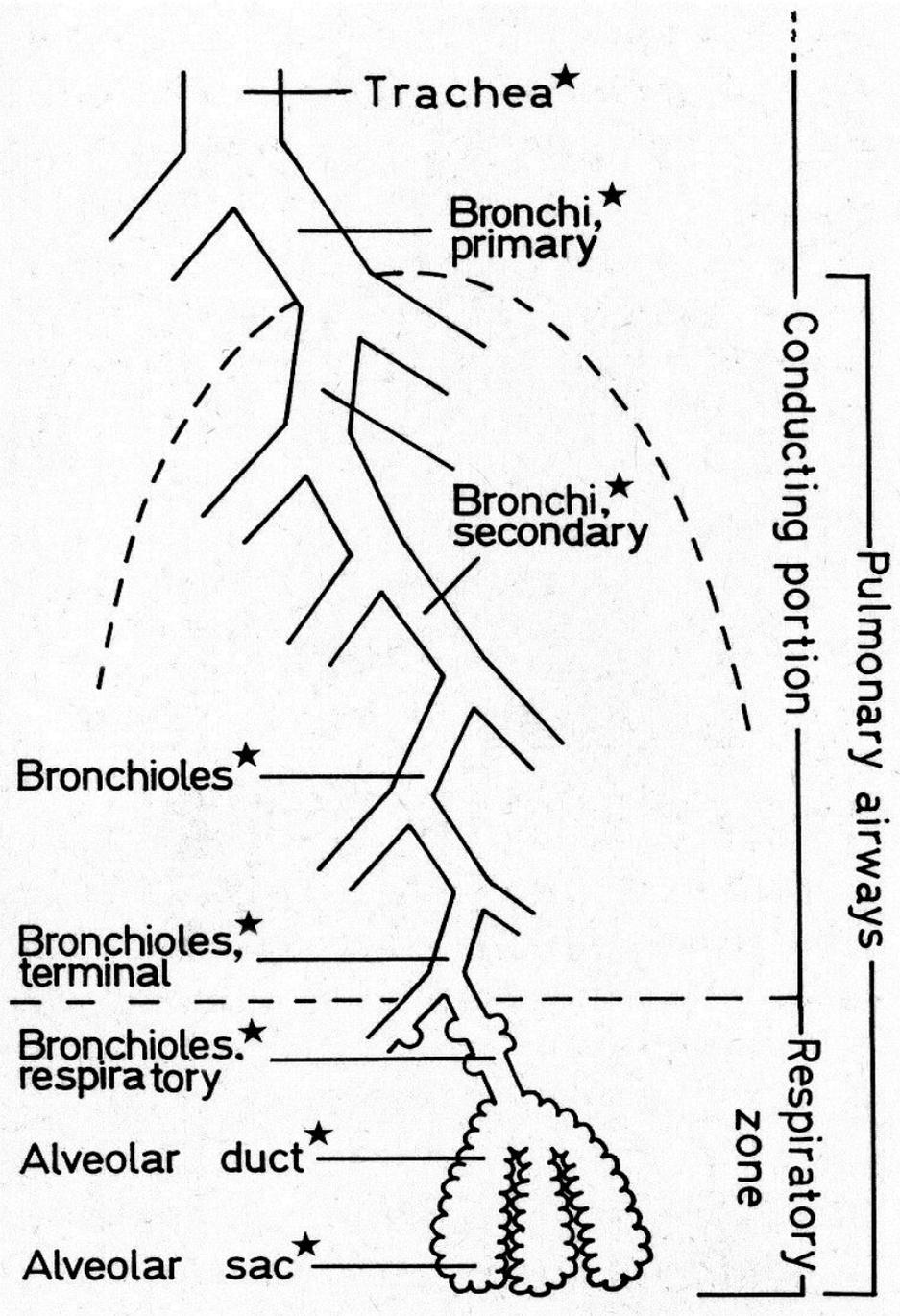
TM : tunique muqueuse

TS : tunique sous-muqueuse

Tmu : tunique musculaire

TA : adventice

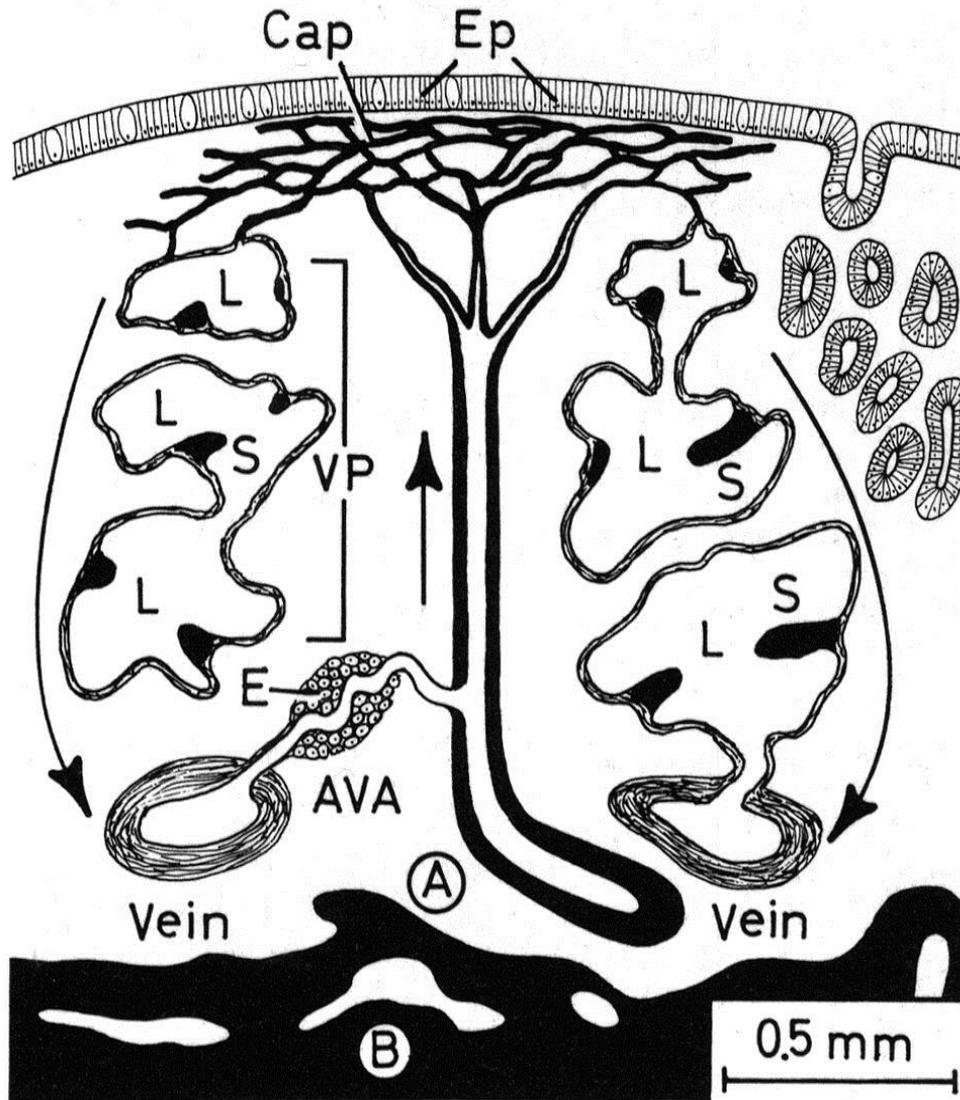




# Appareil respiratoire

## *I. Généralités, fonctions*

- Conditionnement de l'air
  - Réchauffement
  - Humidification
  - Purification
- Echanges gazeux : secteur alvéolaire
- Olfaction : plafond des fosses nasales
- Phonation : larynx



## Conditionnement de l'air

Cap = nombreux capillaires sous l'épithélium intervenant dans le réchauffement de l'air inspiré

L = lacs veineux intervenant dans le réchauffement de l'air inspiré

VP = plexus veineux

AVA = anastomoses AV  
E = cellules épithélioïdes

S = sphincters lisses

A = artère musculaire

B = os (bone)

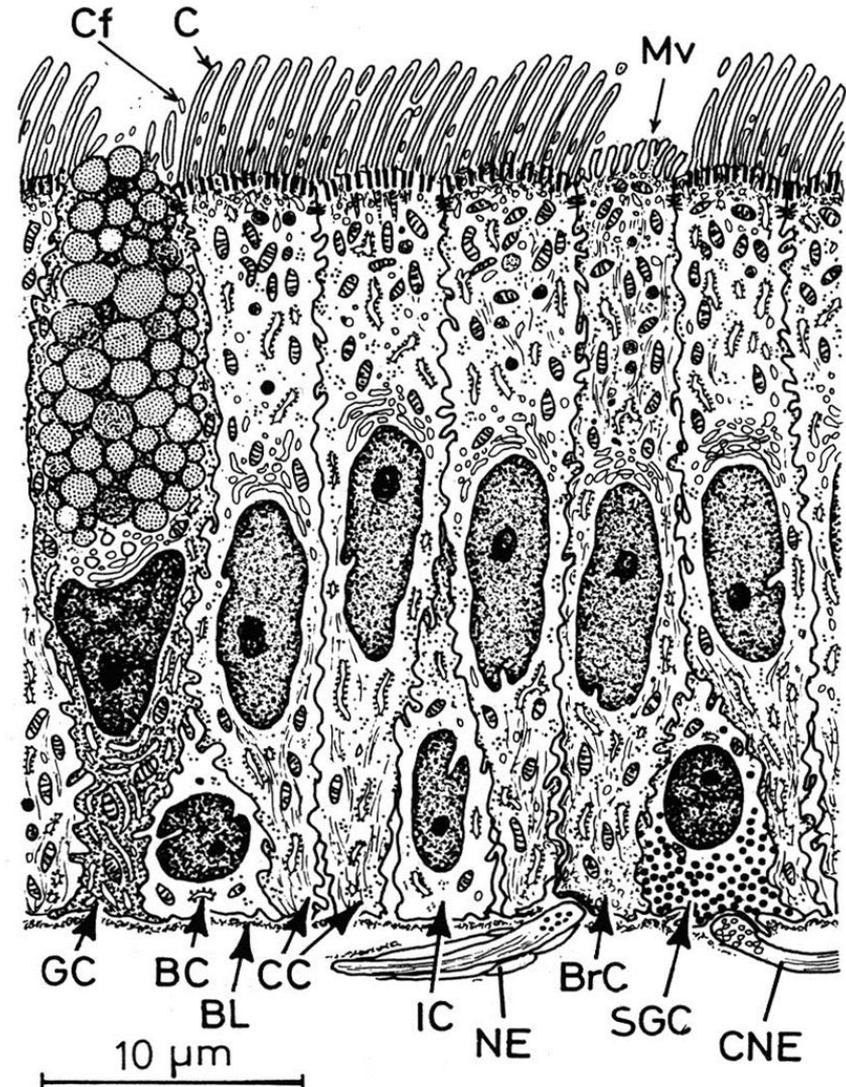
# Appareil respiratoire

## I. Généralités, fonctions

- L'épithélium respiratoire

Il renferme plusieurs types cellulaires :

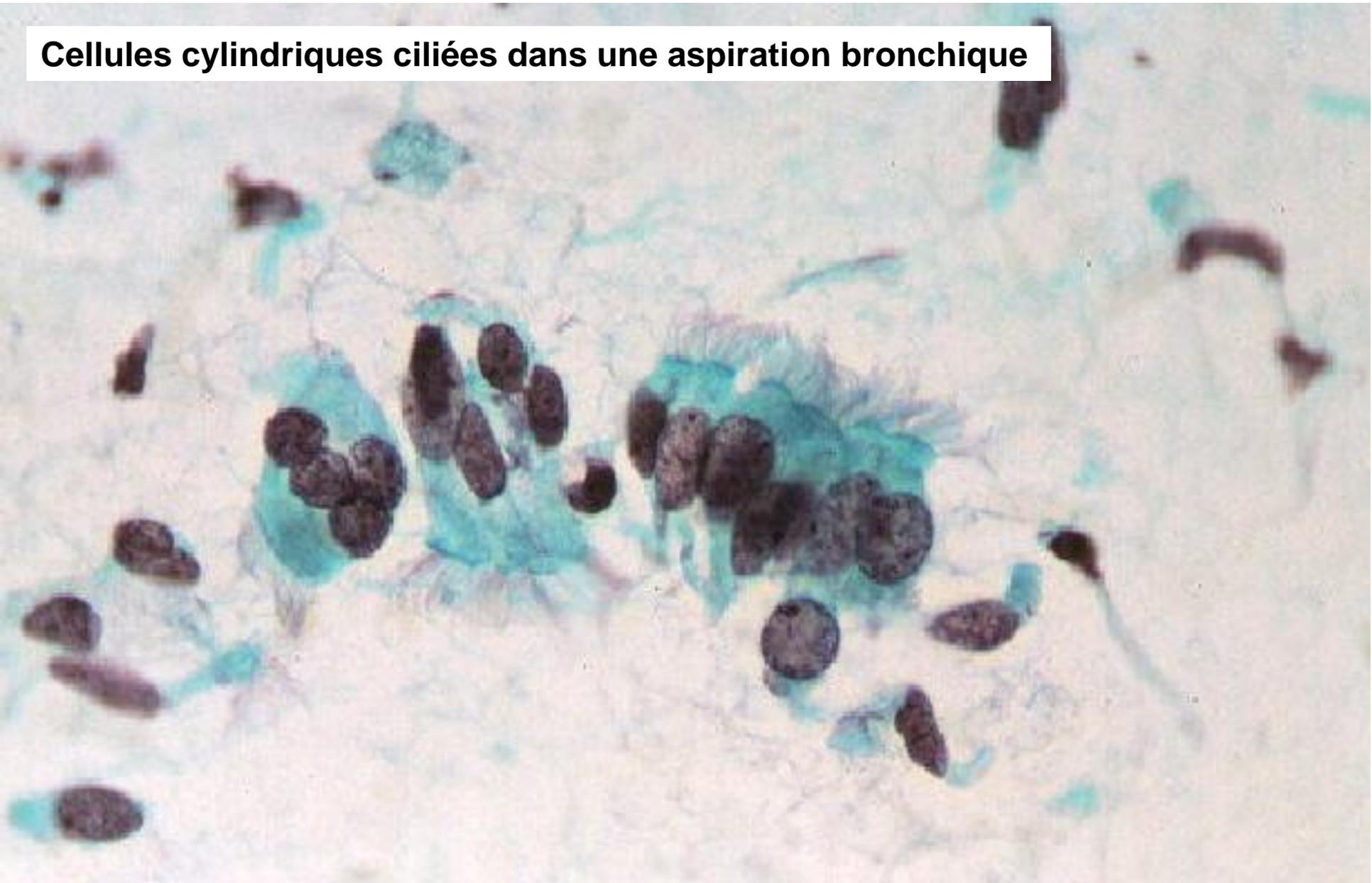
- Cellules cylindriques ciliées C
- Cellules à mucus ouvertes GC (caliciformes : goblet cells)
- Cellules cylindriques à bordure en brosse (Mv pour microvillosités)
- Cellules basales BC
- Cellules endocrines SCG (secretory granule cells)



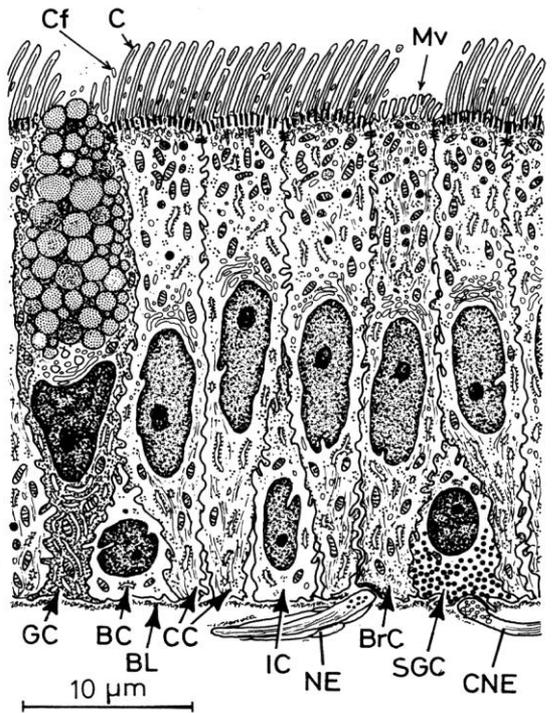
## Cellules endocrines ou cellules dites « de Kulchitsky » (système neuro-endocrinien diffus) :

- Présentes dans bronches, bronchioles et alvéoles
- Fonctions peu connues : chémorécepteurs, récepteurs à la pression, rôle vasoconstricteur...
- Marqueurs neuro-endocrines (composants de la membrane des granules sécrétoires) :
  - NCAM
  - Chromogranine A
  - Synaptophysine

**Cellules cylindriques ciliées dans une aspiration bronchique**

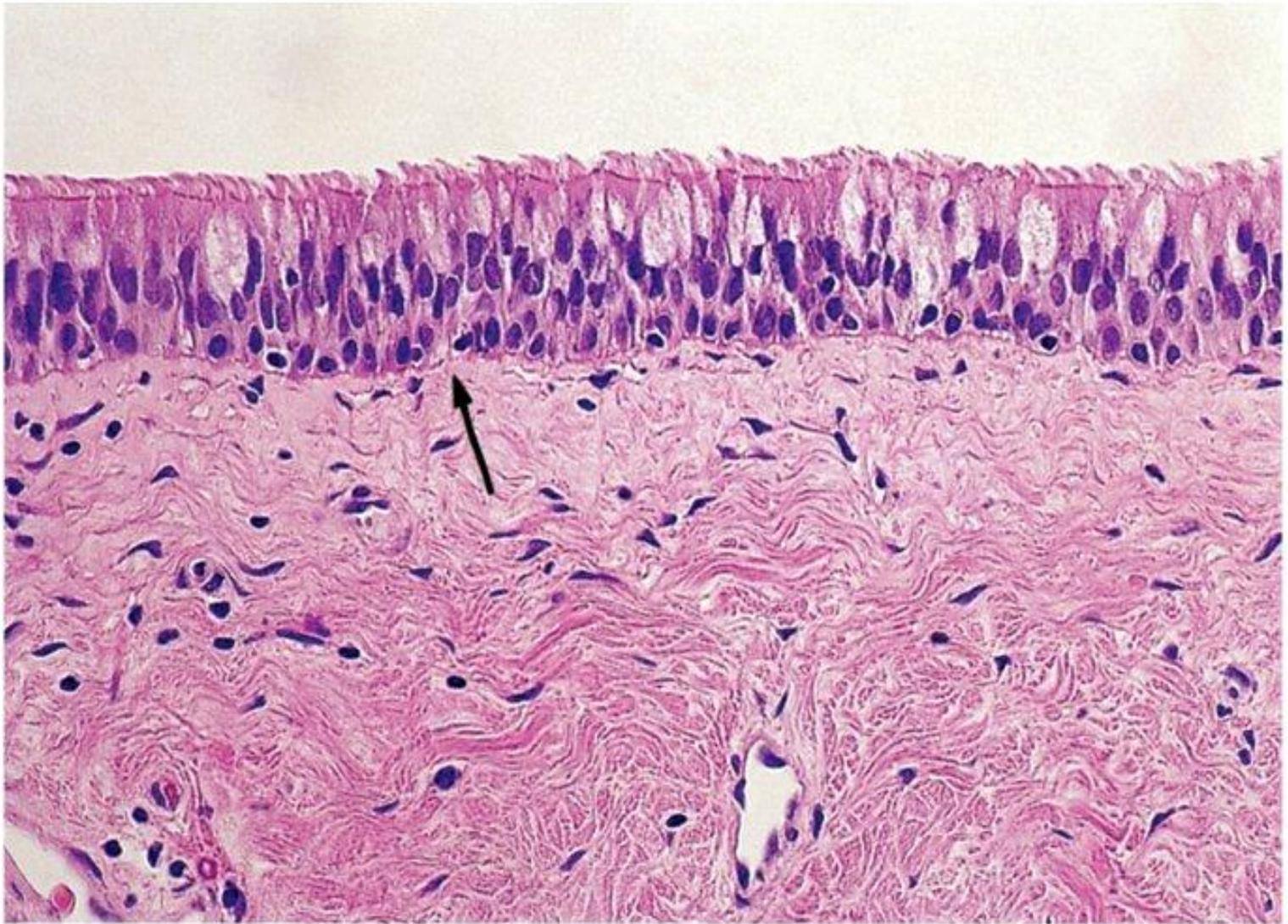


On distingue sur l'illustration suivante :

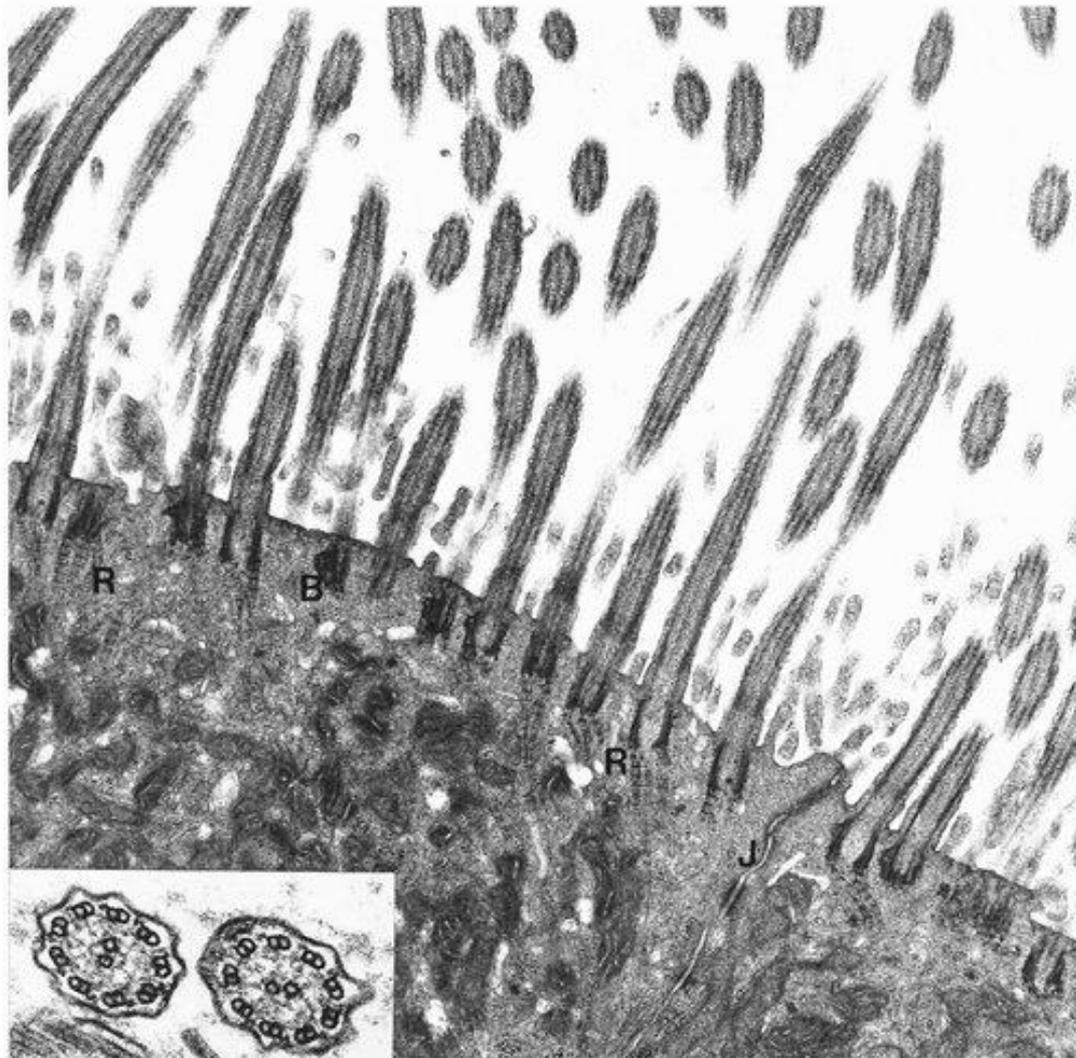


Q1

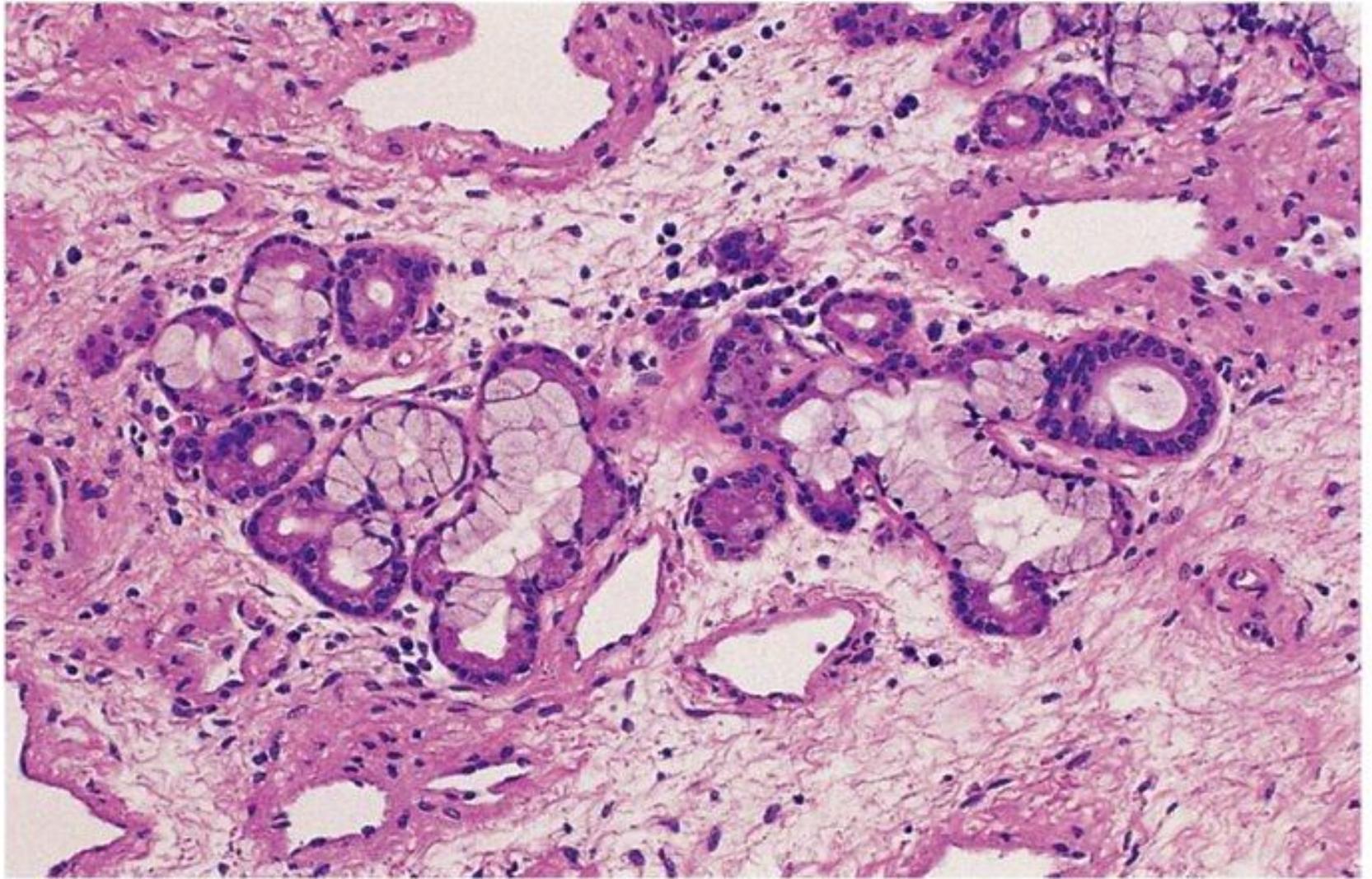
R1	En C, les microvillosités apicales d'une cellule cylindrique de l'épithélium respiratoire	0
R2	En Mv, le mucus libéré par exocytose au pôle apical d'une cellule à mucus ouverte (caliciforme)	0
R3	En GC, le pôle basal d'une cellule à mucus ouverte (GC = goblet cell en anglais)	1
R4	En SGC, les granules sécrétoires d'une cellule endocrine sous contrôle du système nerveux autonome	1
R5	En CC, le pôle basal de deux cellules basales	0



**Figure 15.42** Pseudostratified respiratory mucosa of the nose with predominantly ciliated cells. Goblet cells have clear cytoplasm. The basal cells (*arrow*) are lying on thin basal lamina.



**Figure 15.43** Transmission electron micrograph of nasal mucosa. Vertical section shows ciliated epithelial cells extending to the surface. The shafts of the slender long cilia have peripheral and central microtubules that appear as darker linear structures extending from the kinetosome (basal body) (*B*). Cross-banded filamentous rootlets (*R*) are associated with kinetosomes. Note junctional complexes (*J*). Inset: Cross section of the shaft of two cilia. Note the symmetrically arranged nine peripheral doublets and the central pair of single microtubules. (Original magnification X25,000; inset, original magnification X87,500.)



**Figure 15.44** Nasal seromucinous gland with duct. Serous cells with darker staining cytoplasm are at the periphery of tubuloacinar glands and form the demilunes of Giannuzzi.

## II.b. Muqueuse olfactive

- Située au plafond des fosses nasales : épithélium, chorion et glandes de Bowman
- Quatre types cellulaires :
  - Neurones olfactifs bipolaires :
    - dendrite apicale avec cils olfactifs (immobiles) portant des chémorécepteurs
    - axone basal quittant l'épithélium pour former les branches du nerf olfactif (1<sup>ère</sup> paire crânienne)
  - Neurones immatures
  - Cellules basales
  - Cellules de soutien avec microvillosités



**Axons** –surrounded by cytoplasmic extension of olfactory myelin-producing cells– pierce the cribriform plate of the ethmoid bone into the olfactory bulb

**Plasma cell** secretes IgA that is transported into the lumen of the olfactory gland

Ethmoid bone

**Olfactory gland of Bowman**

Secretory product containing **odorant-binding protein (OBP)**

Basal lamina

Supporting cell with apically located ovoid nucleus

Microvilli border

**Basal cell**

**Immature olfactory cell**

**Olfactory cell (bipolar neuron)**

Dendrite

Occluding junction

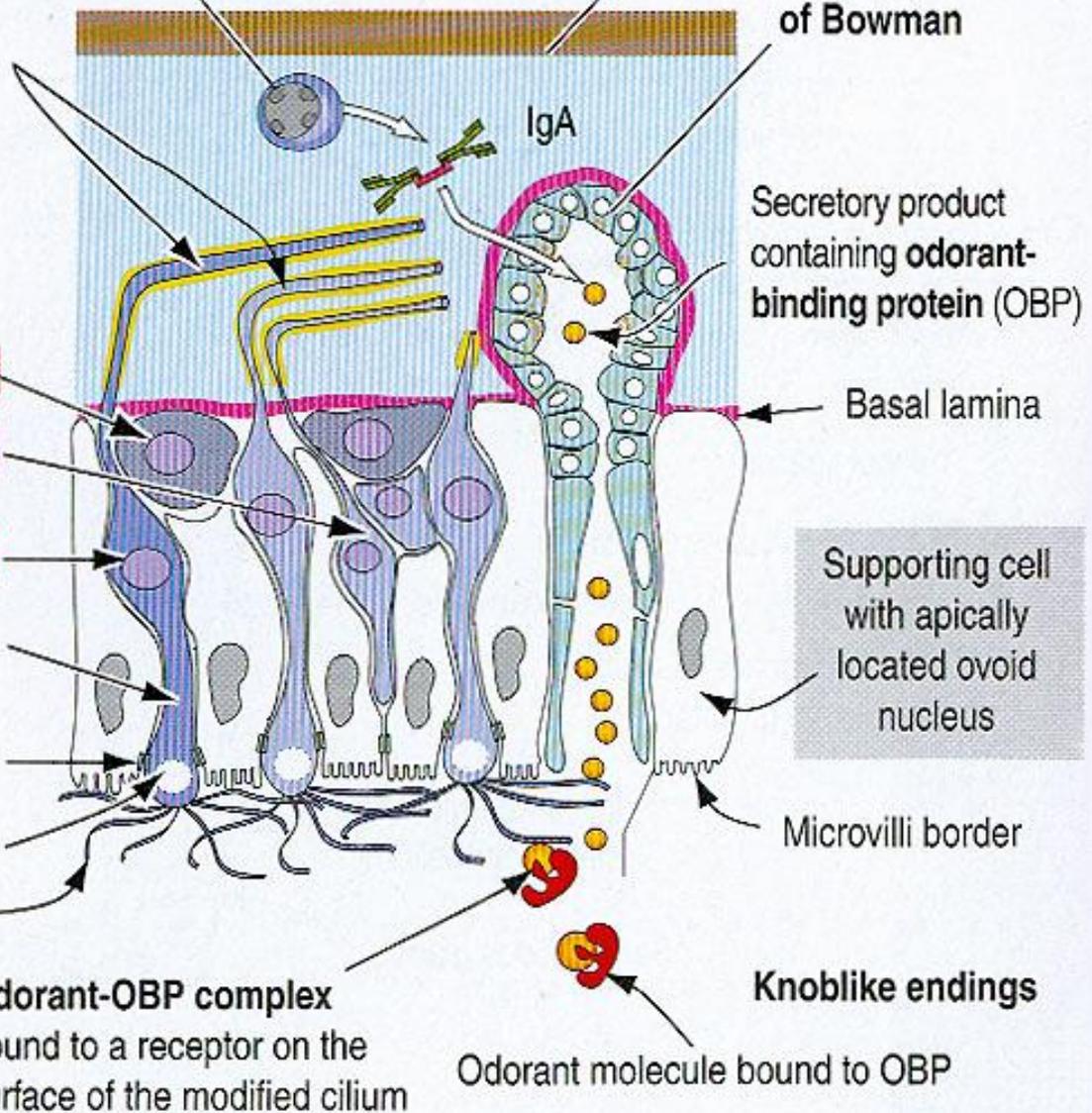
Knoblike ending of the dendrite

Modified cilium

**Odorant-OBP complex** bound to a receptor on the surface of the modified cilium

Odorant molecule bound to OBP

**Knoblike endings**

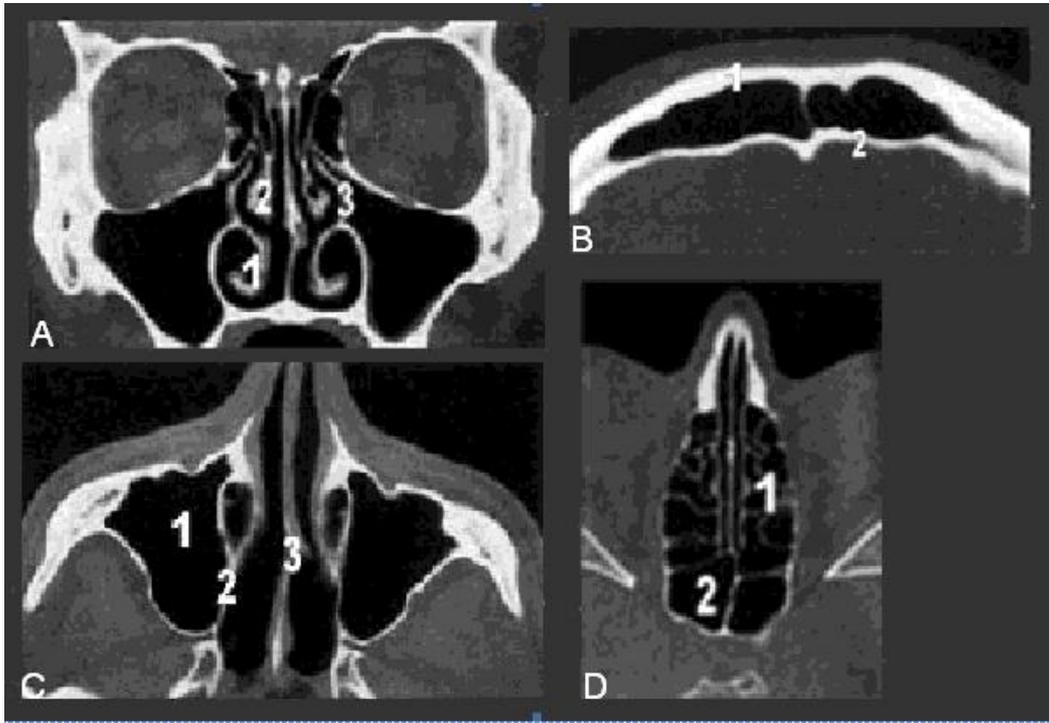
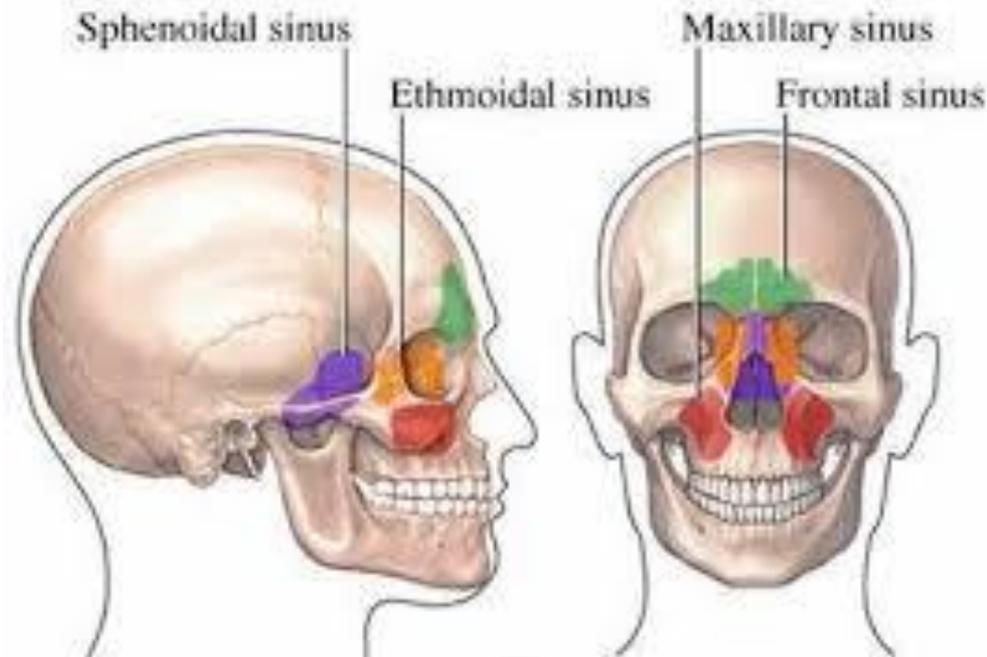




**Figure 15.51** Olfactory mucosa. The population of olfactory nerve cells and supporting cells forms a pseudostratified columnar epithelium with distinct microvilli. Basal cells lie on basal lamina (*arrow*). Bowman's glands (*G*) with excretory ducts and nerves are between the epithelium and bone of nasal septum (*B*).

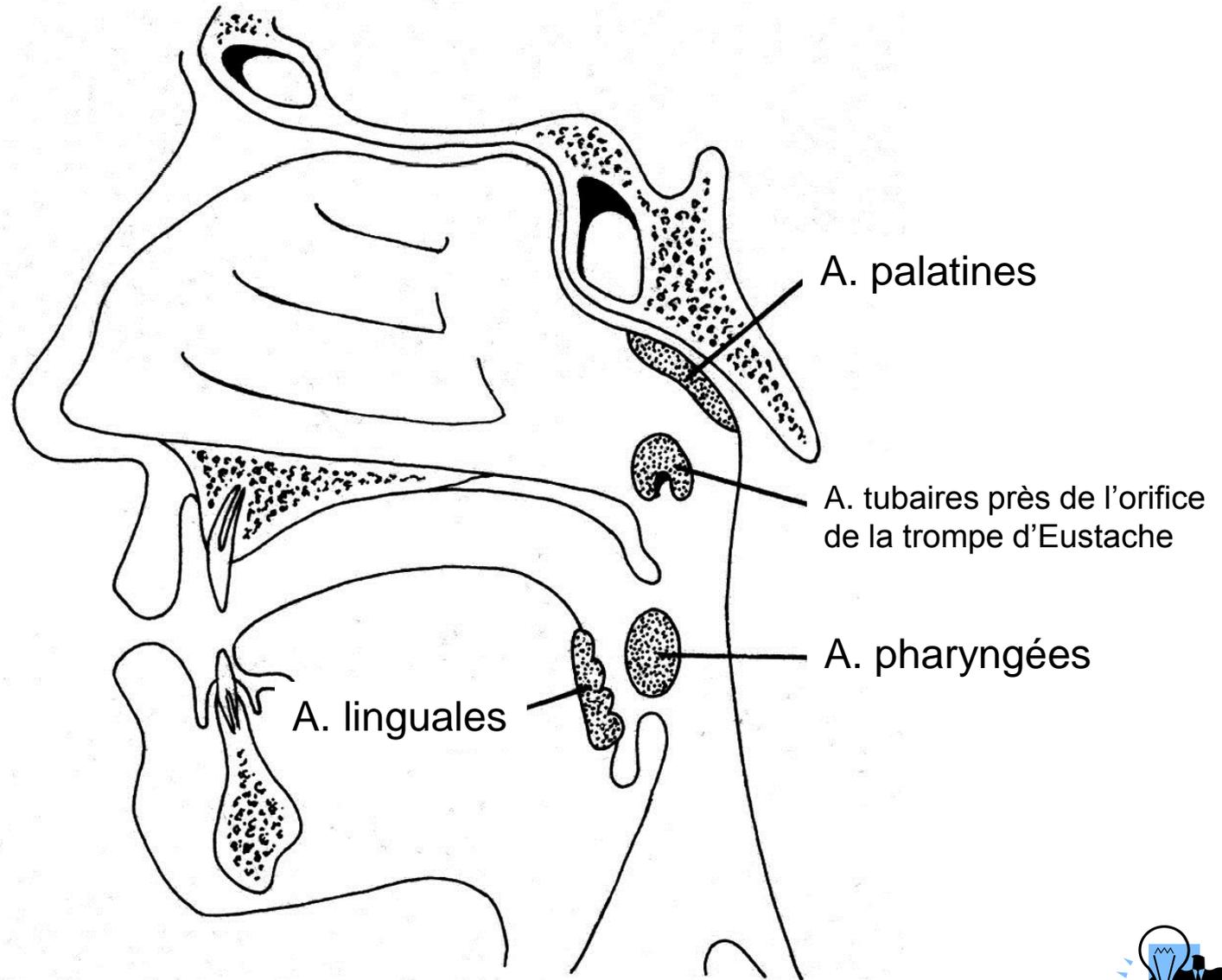
# III. Sinus paranasaux et nasopharynx

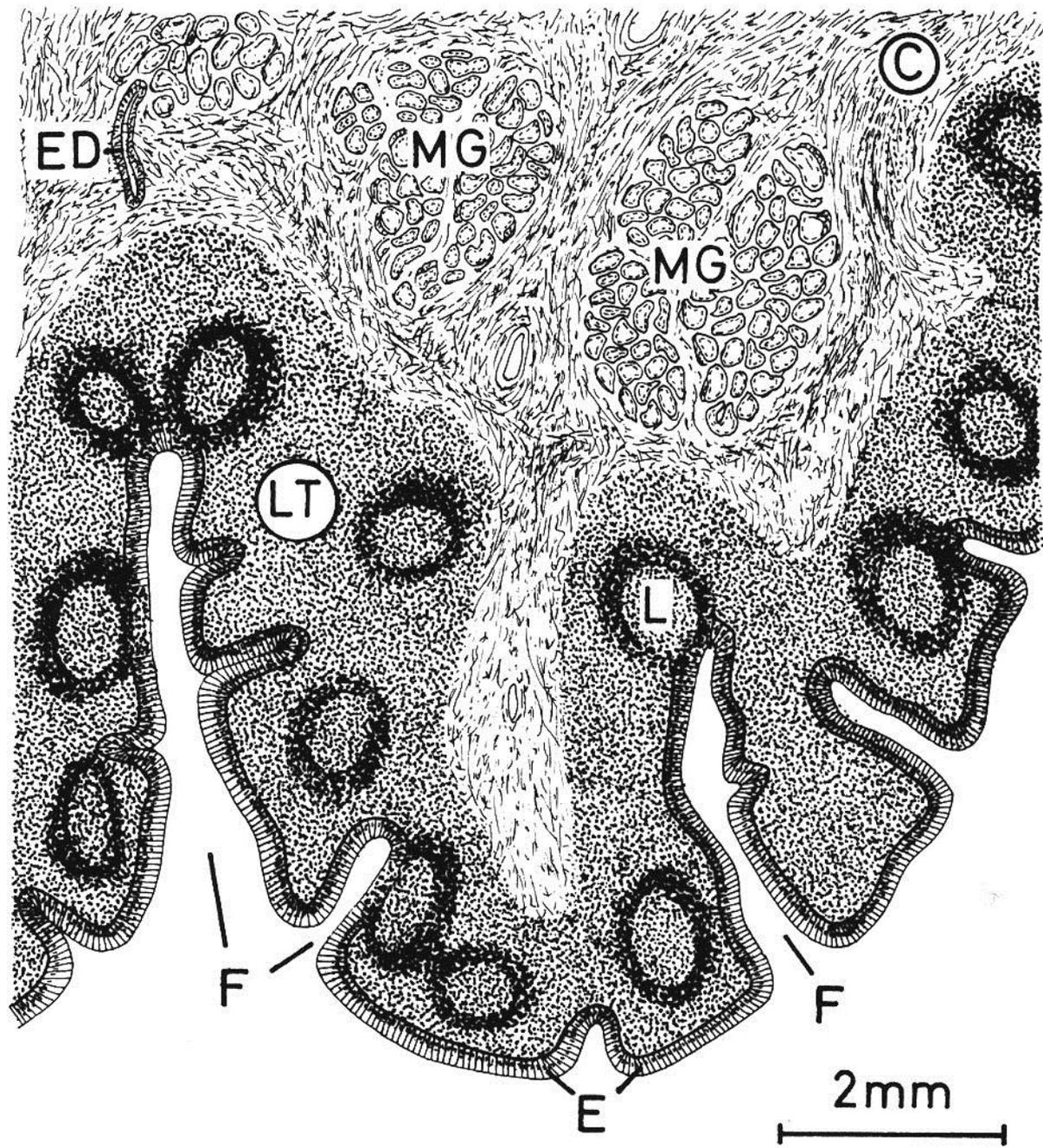
- Sinus ethmoïdaux, sphénoïdaux, maxillaires et frontaux revêtus d'un épithélium pseudostr. cilié
  - Ils communiquent avec les fosses nasales (drainage du mucus)
- Le nasopharynx est revêtu d'un épithélium respiratoire, par endroits de type épidermoïde
  - Amygdales pharyngées (végétations adénoïdes), tubaires, linguales
  - Trompes d'Eustache faisant communiquer le nasopharynx avec l'oreille moyenne



- A. Coupe frontale passant par les sinus ethmoïdaux et maxillaires : cornet inférieur droit (1) ; cornet moyen droit (2) ; méat moyen gauche assurant le drainage et l'aération du sinus maxillaire gauche (3).
- B. Coupe axiale passant par le sinus frontal : paroi antérieure (1) ; paroi postérieure (2).
- C. Coupe axiale passant au niveau des sinus maxillaires : sinus maxillaire droit (1) ; 2 : cloison intersinusonasale droite (2) ; cloison nasale (3)
- D. Coupe axiale passant par les sinus ethmoïdaux : sinus ethmoïdal gauche (1) ; sinus sphénoïdal droit (2).

# Cercle amygdalien de Waldeyer

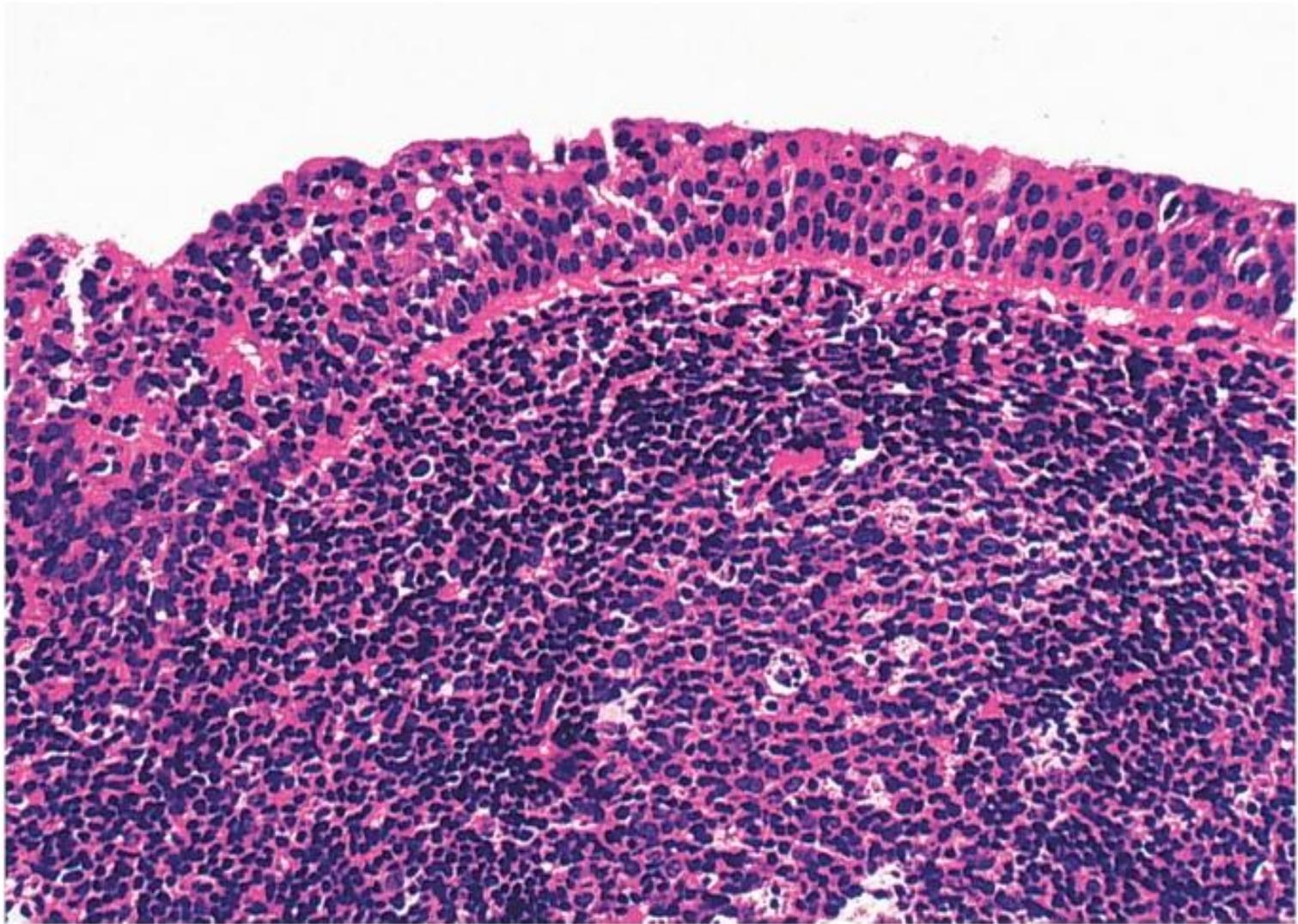




## Amygdales :

- Agrégats de tissu lymphoïde en contact direct avec la cavité buccale et le naso-pharynx
- Pas de capsule fibreuse, notamment en surface
- Cryptes profondes (0,5 à 1 cm) contenant fréquemment *Actinomyces spp.*
  
- Follicules avec centres germinatifs CD20+ (marqueur B)
  
- Lymphocytes intra-épithéliaux surtout T en surface (CD3+)





**Figure 16.27** Submucosal lymphoid aggregates are present normally throughout the nasopharynx and should not be overly interpreted as severe chronic inflammation.

# Appareil respiratoire

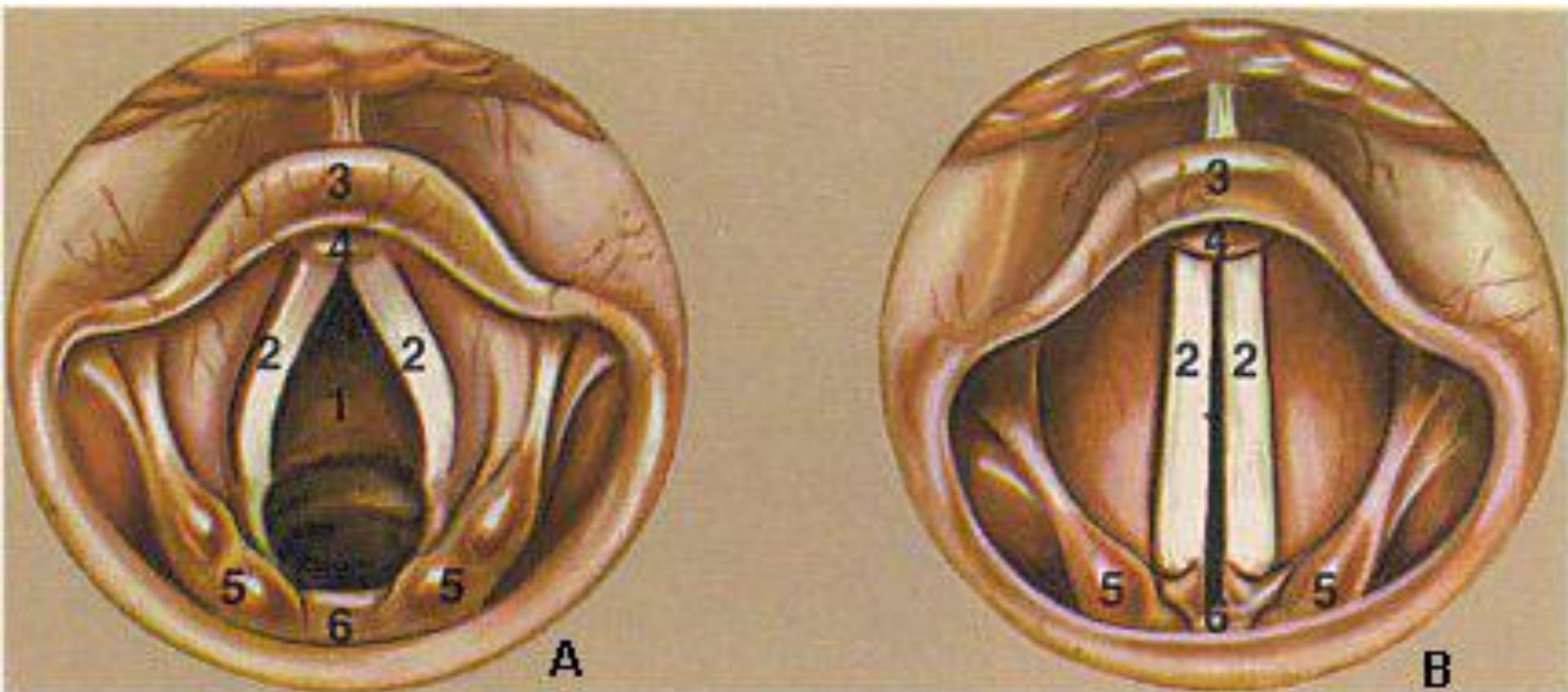
## Plan du cours

- I. Généralités : disposition anatomique, fonctions
- II. Cavité nasale et muqueuse olfactive
- III. Sinus paranasaux et nasopharynx
- IV. Larynx et trachée
- V. Bronches
- VI. Bronchioles
- VII. Secteur alvéolaire
  - pneumocytes, surfactant, macrophages alvéolaires
- VIII. Tissu conjonctif (interstitium)
- IX. Méthodes d'étude
- X. Introduction à la pathologie :
  - asbestose, carcinomes pulmonaires

# IV.a. Larynx

Entre nasopharynx et trachée : le larynx est l'organe de la phonation (cordes vocales)

**A** : au cours de la respiration ; **B** : au cours de la phonation



1 glotte

2 CV

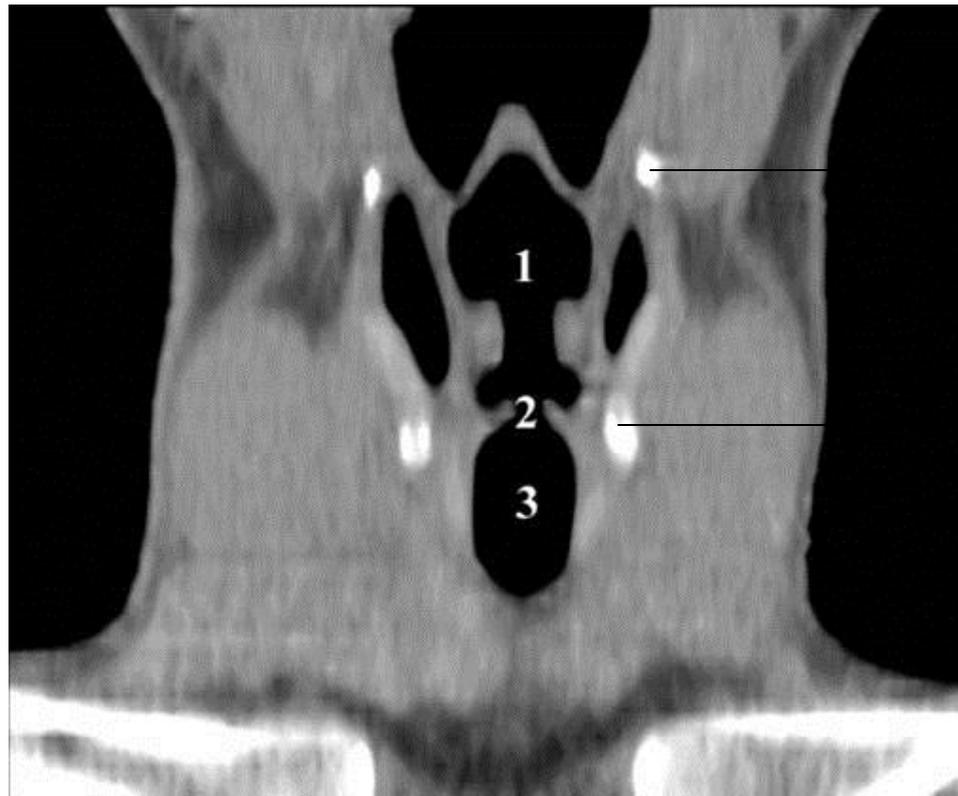
3 épiglote

4 commissure antérieure

5 cartilage arythénoïde

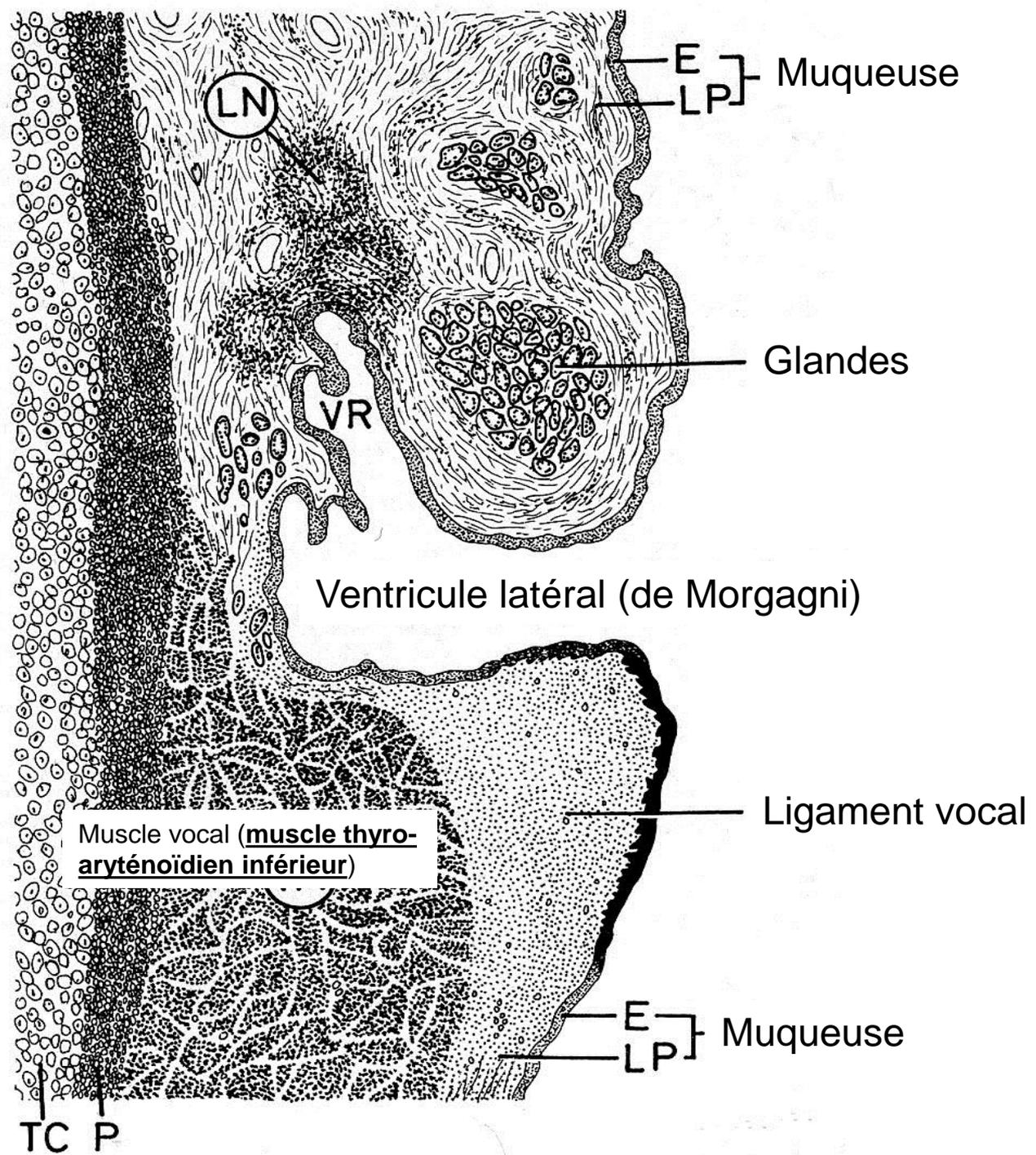
6 commissure postérieure

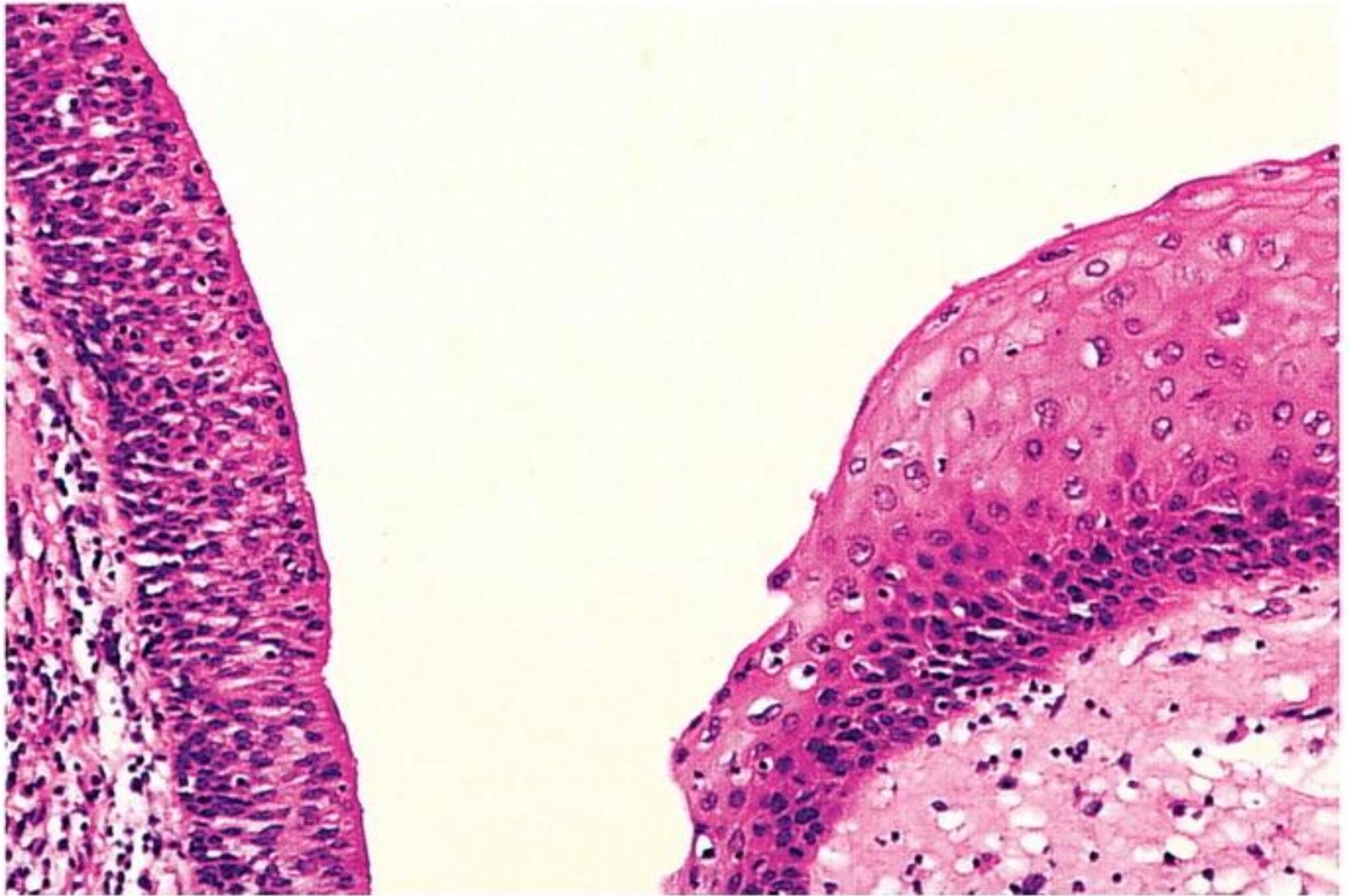
- 1 : étage sus-glottique
- 2 : glotte (entre les CV)
- 3 : étage sous-glottique



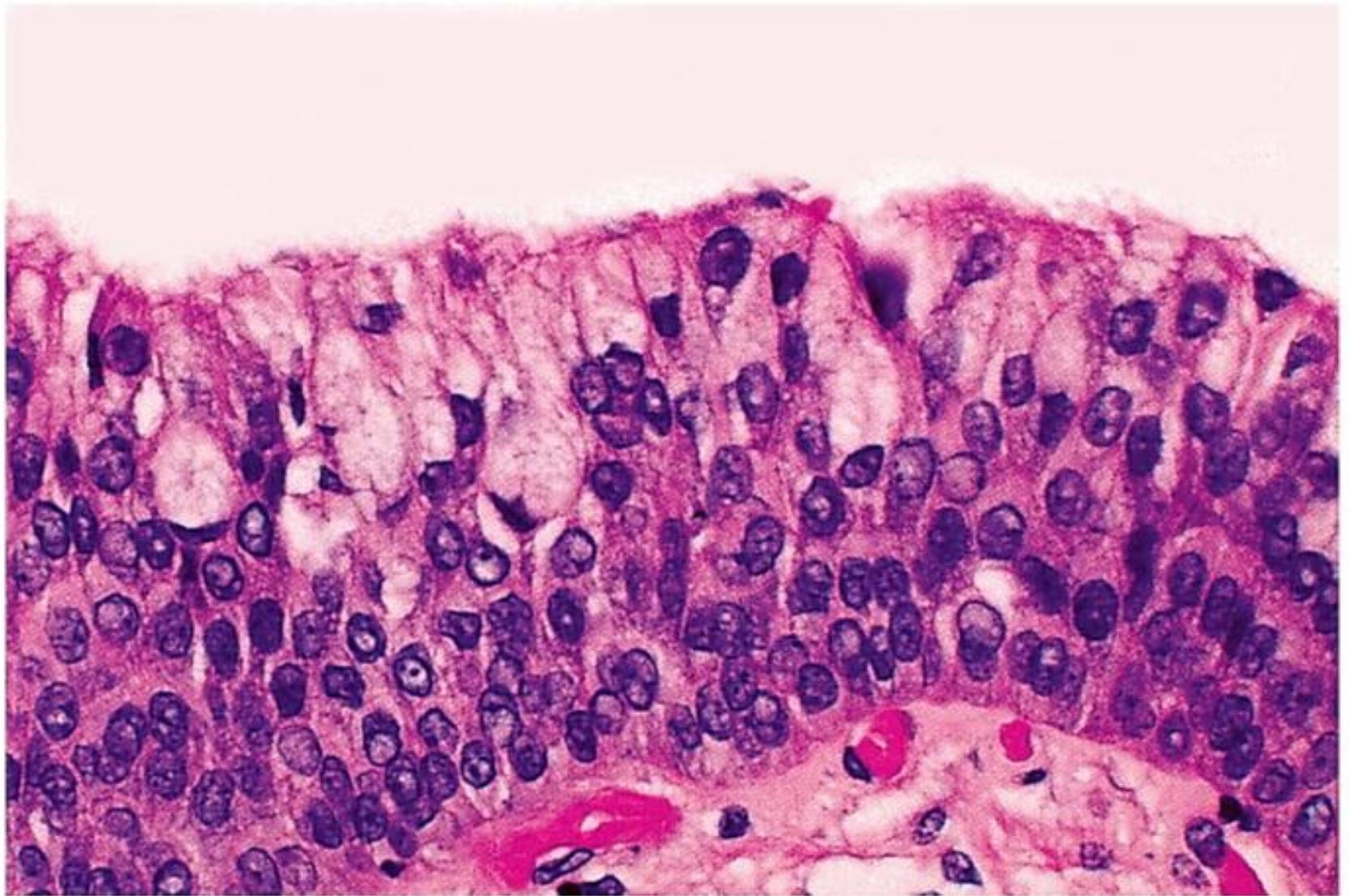
Os hyoïde

Cartilage thyroïde

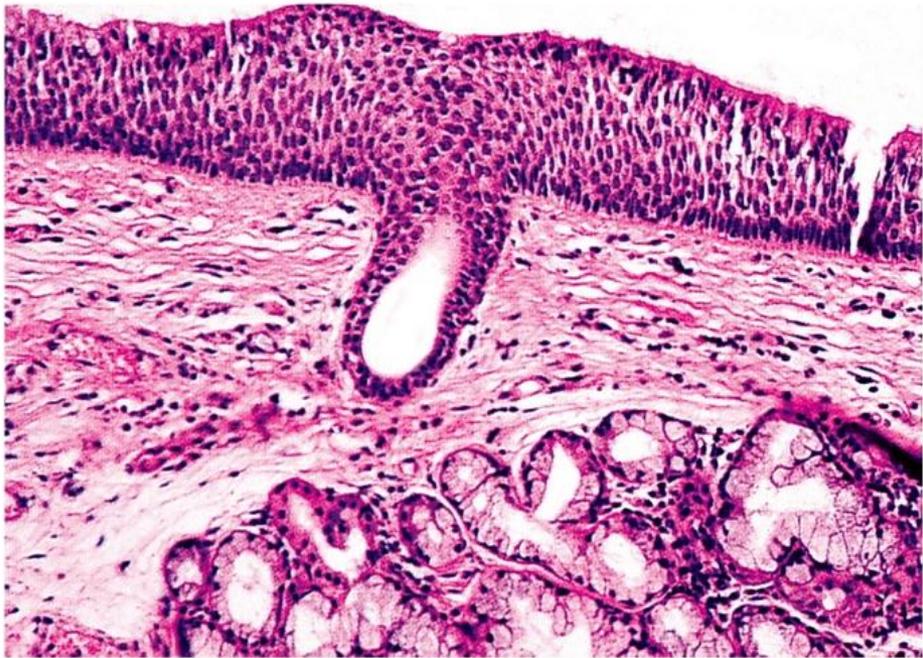




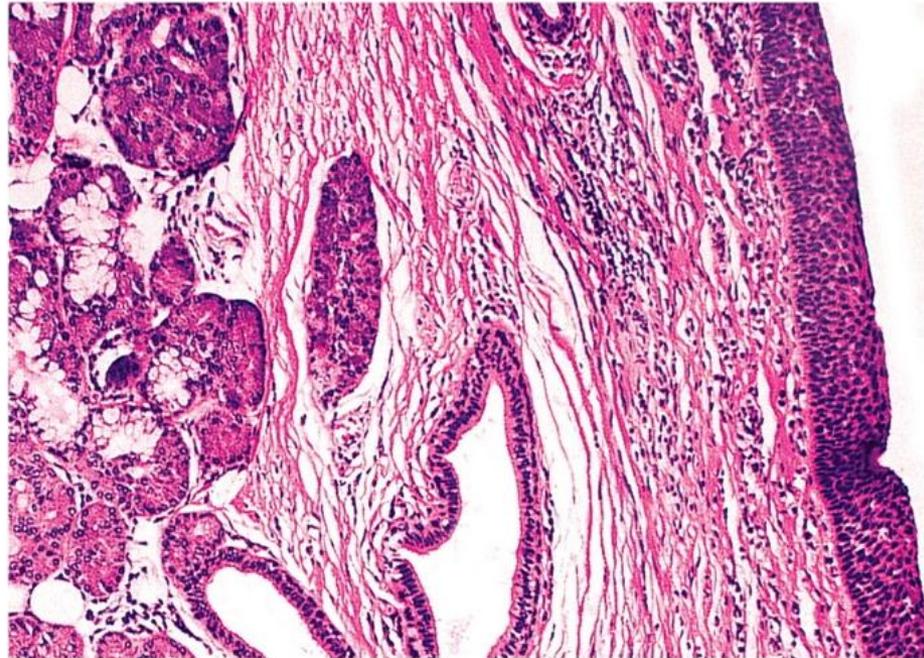
**Figure 16.7** Section through ventricle discloses ciliated columnar to intermediate epithelium lining false cord (left) and squamous epithelium lining true cord (right)



**Figure 16.9** Goblet cells and columnar mucinous cells may be present in variable numbers within the nonsquamous epithelium of the larynx.



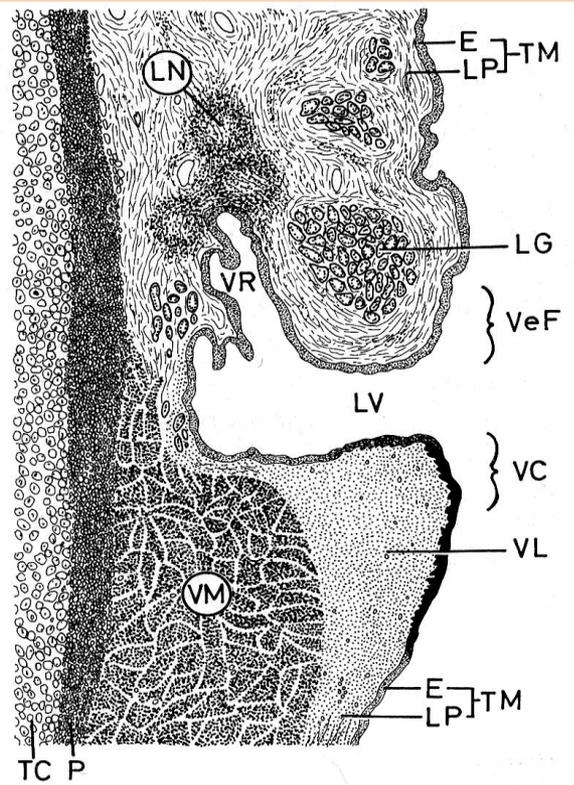
**Figure 16.13** Seromucinous glands in the false cord drain into a duct that enters the overlying ciliated columnar epithelium. (From: Mills SE, Fechner RE. *Pathology of the larynx. Atlas of Head and Neck Pathology Series*. Chicago: American Society of Clinical Pathologists Press; 1985.)



**Figure 16.15** Seromucinous glands and their ducts are most prominent in the false cord.

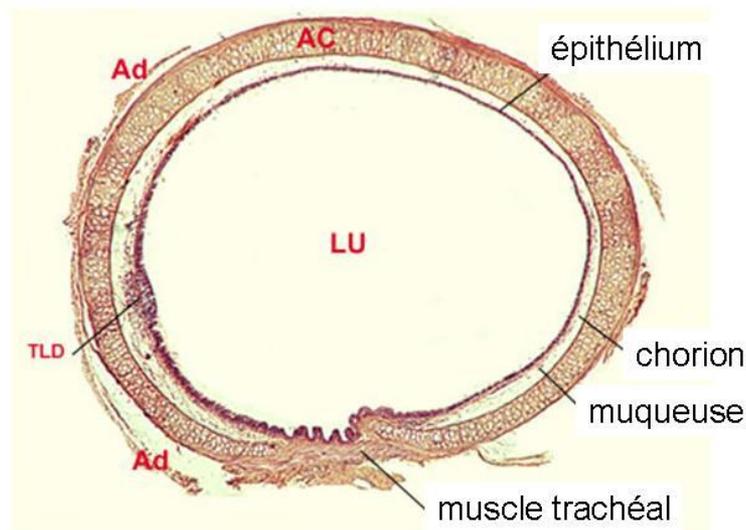
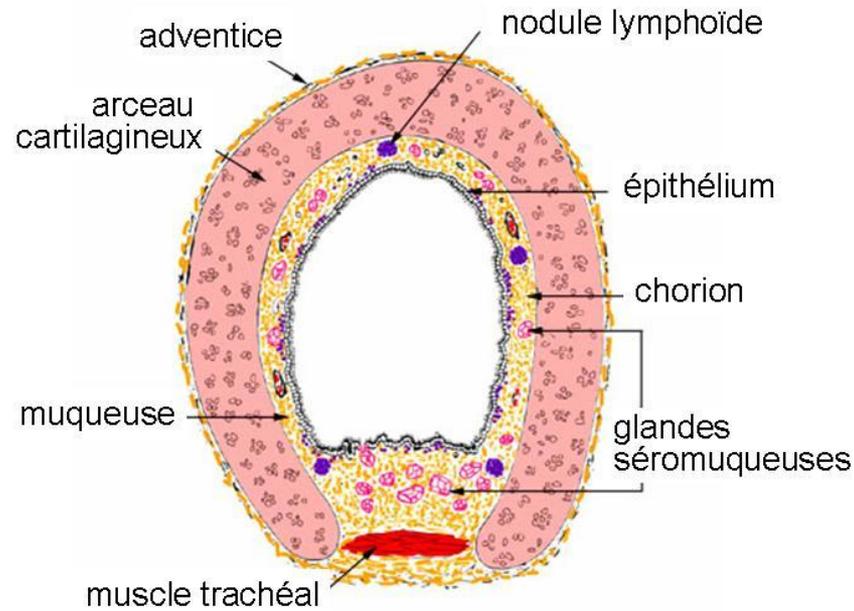
Q3

L'illustration ci-dessous montre :



R1	En LV, le recessus ou ventricule latéral (de Morgagni) entre les deux parties des cordes vocales	1
R2	En VC, la partie des vraies cordes vocales qui est revêtue d'un épithélium malpighien	1
R3	En TM, la muqueuse respiratoire composée d'un épithélium et d'un chorion (LP = lamina propria)	1
R4	En VM, le muscle vocal crico-pharyngé	0
R5	En LG, des follicules lymphoïdes appartenant à la partie basse des amygdales linguales	0

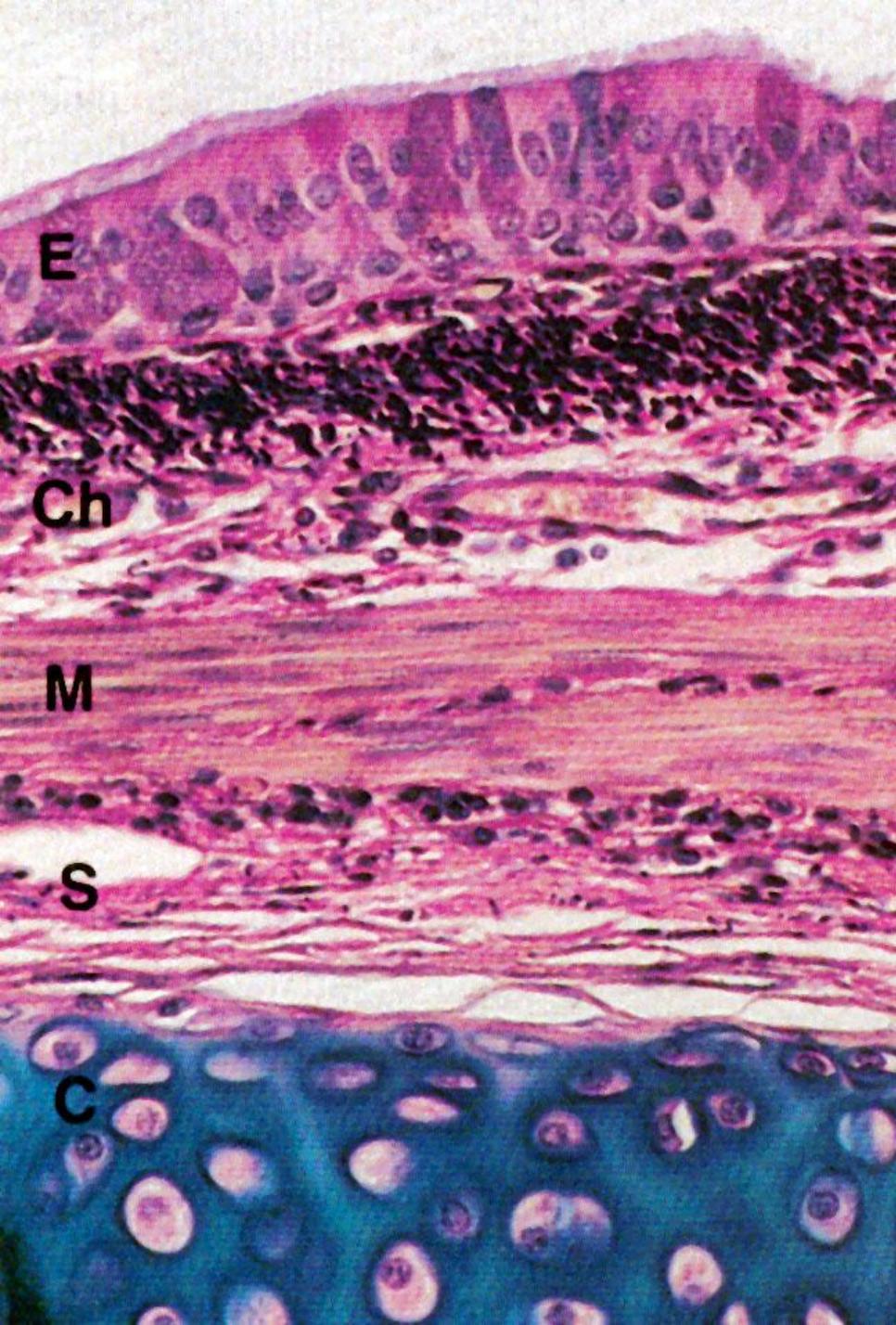
# IV.b. la trachée



# V. Bronches

- Bronches souches extrapulmonaires
- Bronches intrapulmonaires lobaires (II<sup>aires</sup>, n = 5) et segmentaires (III<sup>aires</sup>, n = 18) entourées d'alvéoles
- Epithélium respiratoire similaire à celui de la trachée
- Pièces cartilagineuses
- Glandes séreuses et muqueuses
- Système BALT
- Muscle lisse équivalent au muscle trachéo-dorsal pour les bronches extra-pulmonaires, circulaire pour les bronches intrapulmonaires (muscle de Reissessen)





E

Ch

M

S

C

← Epithélium respiratoire  
(pseudostratifié cilié)

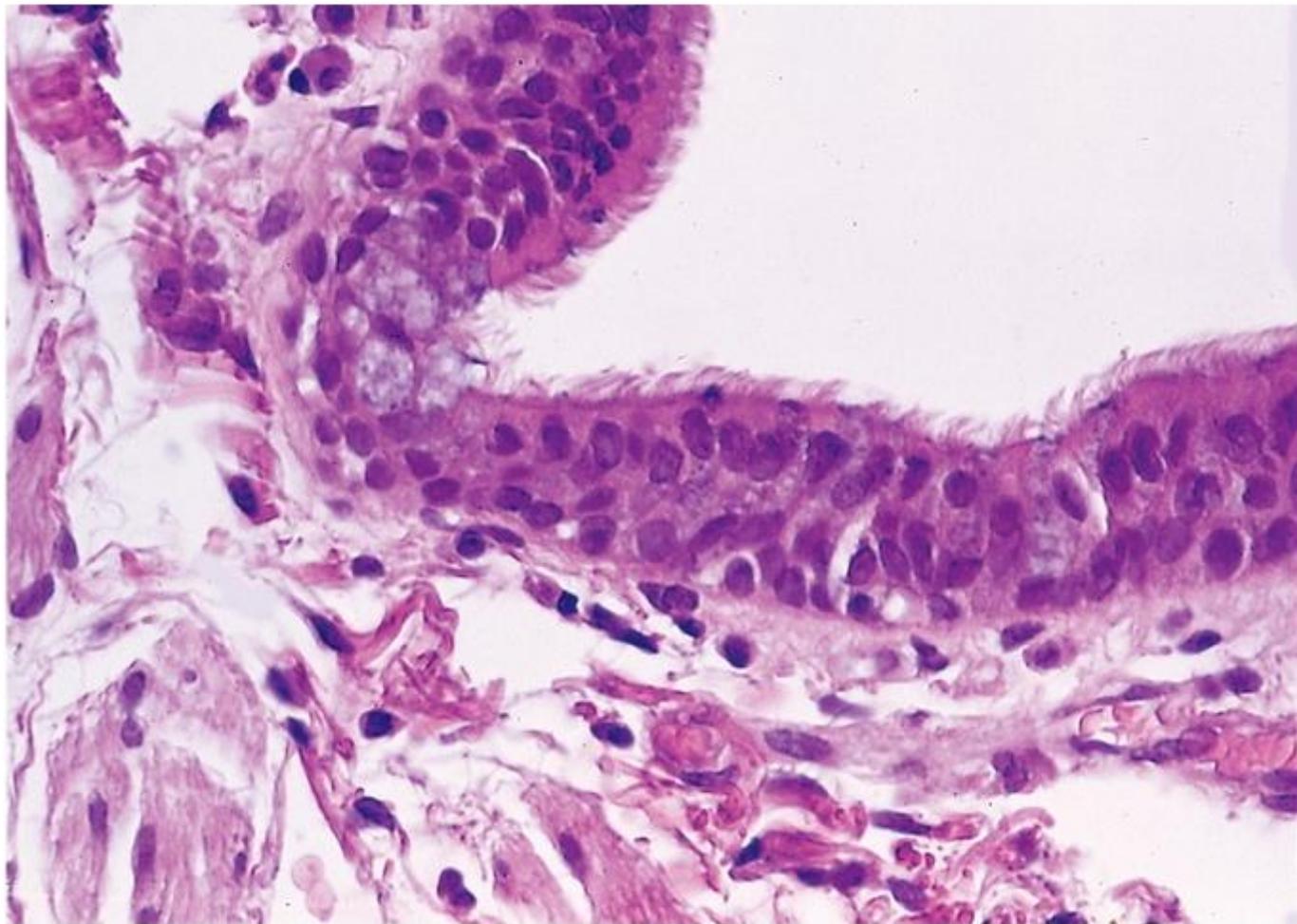
← Chorion avec éléments  
lymphoïdes (BALT)

← Muscle lisse bronchique  
(de Reissessen)

← Sous-muqueuse

← Cartilage hyalin





**Figure 18.5 A** Bronchial epithelium. **A.** Normal bronchial epithelium is pseudostratified and columnar, with numerous ciliated cells and scattered basophilic and flocculent-appearing goblet cells. **B.** This ultrastructural schematic of bronchial epithelium shows the various cell types present. (Figure 18.5B reprinted with permission from: Sorokin SP. The respiratory system. In: Weiss L, ed. *Cell and Tissue Biology: A Textbook of Histology*. 6th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1988:769.)

Q2	Au niveau des bronches intrapulmonaires lobaires (bronches secondaires) on trouve :	
R1	Un épithélium respiratoire tout à fait comparable à celui de la trachée	1
R2	Un épithélium renfermant des cellules cylindriques ciliées et des cellules de Clara	0
R3	Des pièces de cartilage hyalin entourées de périchondre, l'ensemble ayant une forme de fer à cheval	0
R4	Des glandes séreuses et muqueuses et du tissu lymphoïde de type BALT	1
R5	Des bronches dites respiratoires, des alvéoles s'ouvrant directement dans leur lumière	0

# VI. Bronchioles

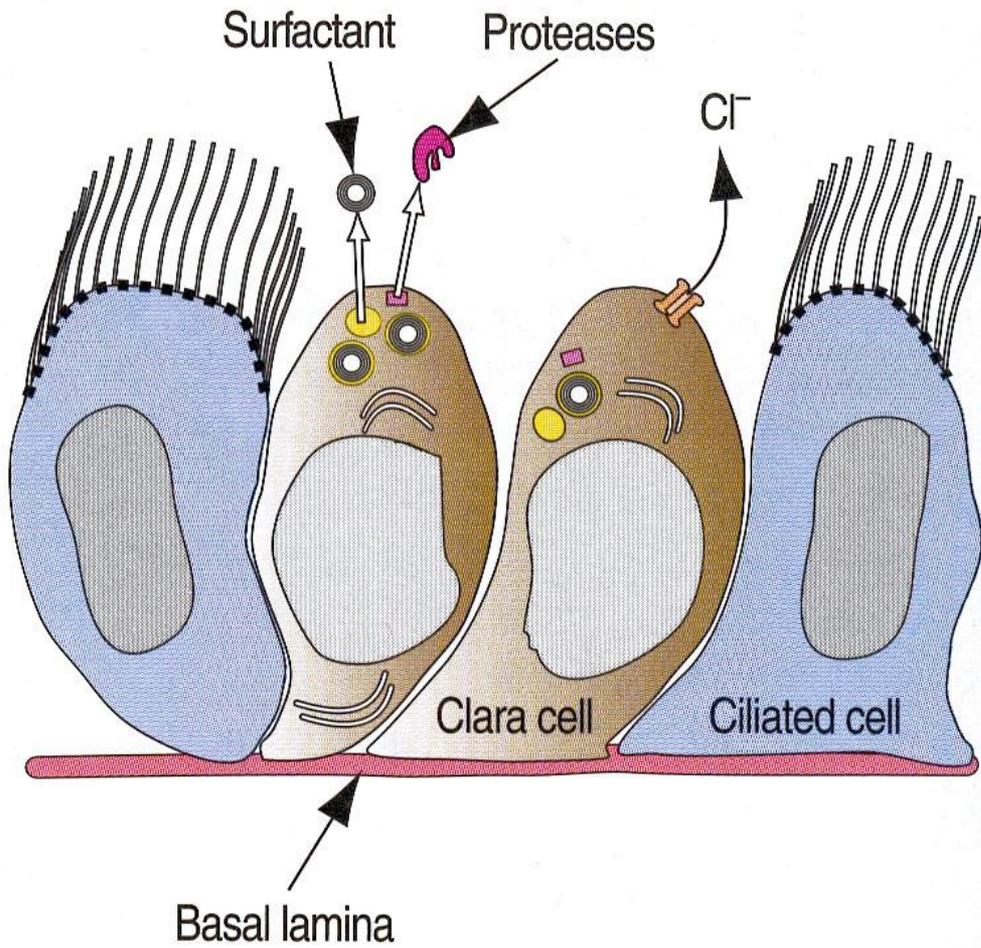
- Moins de 1 mm de diamètre
- Epithélium cilié cylindrique ou cubique avec cellules de Clara remplaçant les cellules caliciformes
  - Sécrétion d'une substance surfactant-like
- Absence de cartilage
- Absence de glandes exocrines
- Muscle lisse circonférentiel
- Les bronchioles terminales sont seulement aérophores
- Des alvéoles participant à l'hématose s'ouvrent au niveau des bronchioles respiratoires



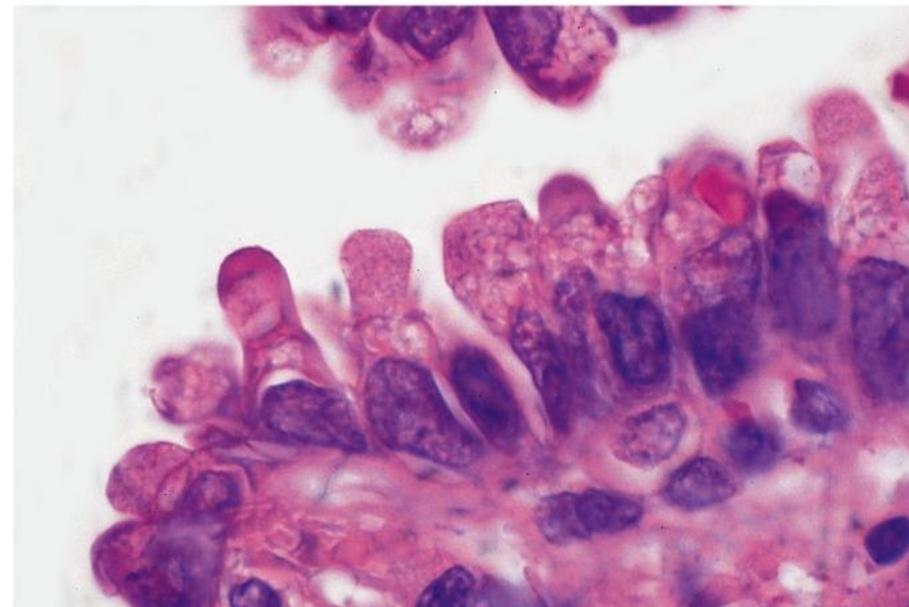
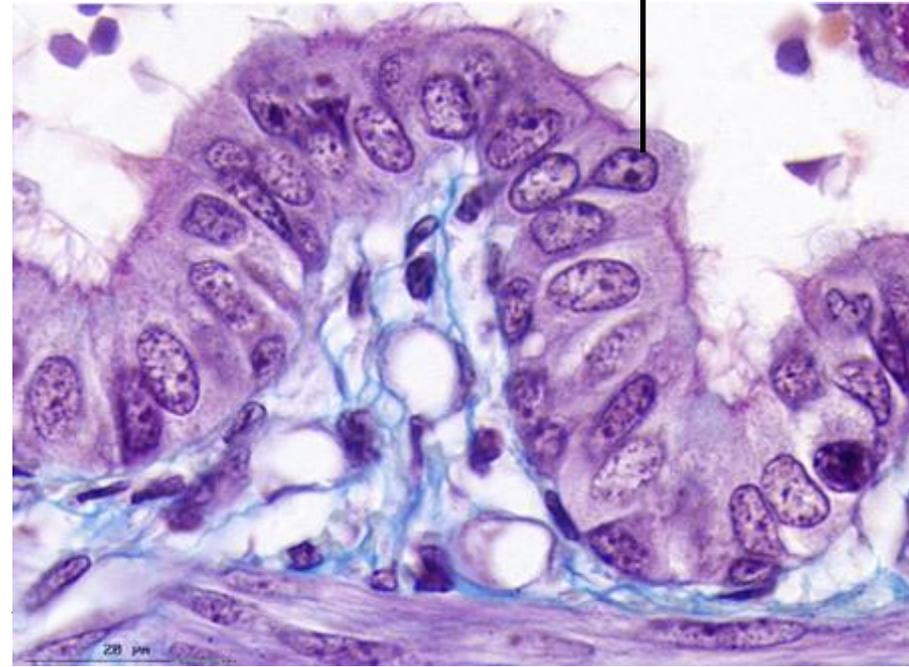


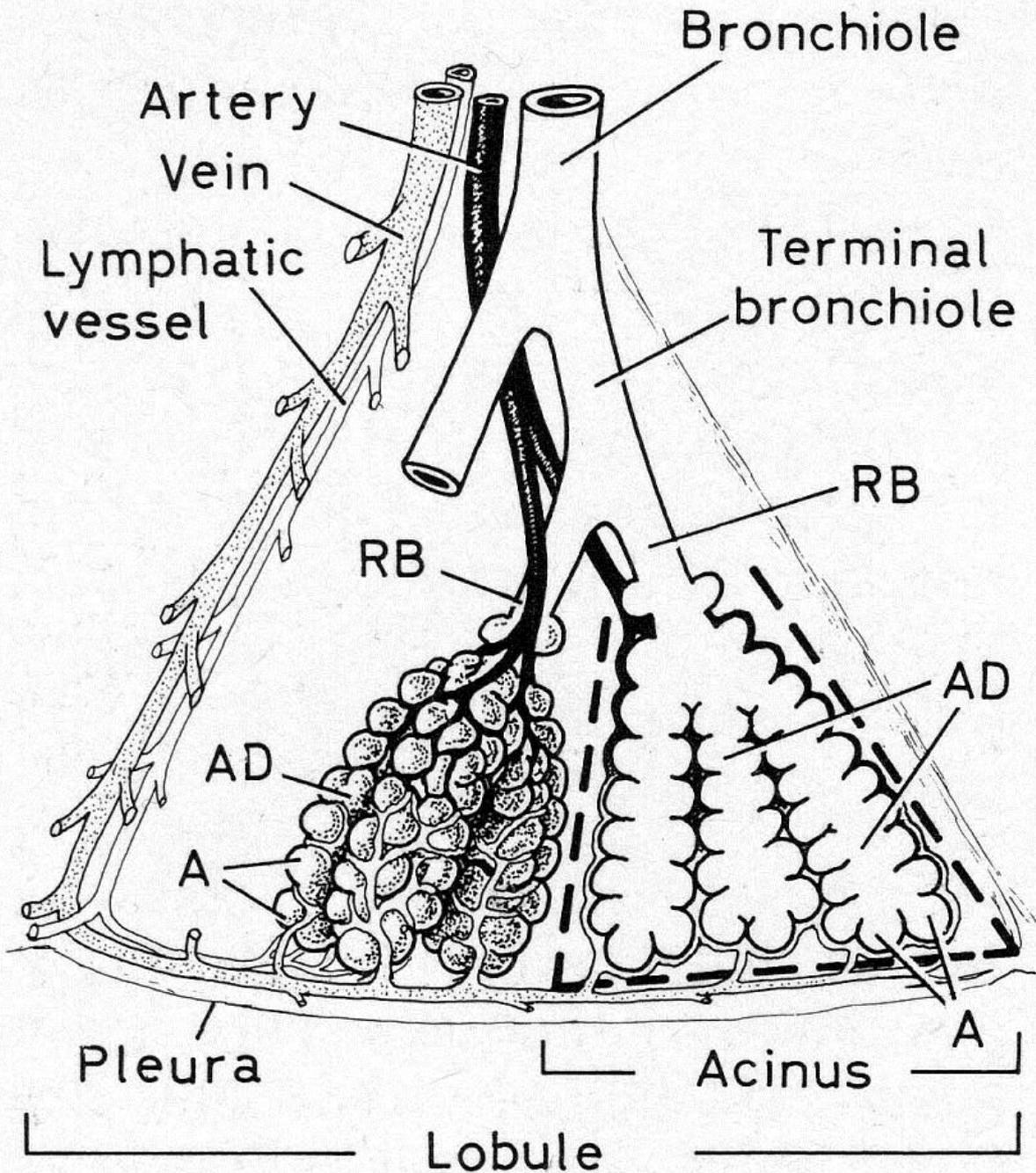
**Figure 18.2 A** Bronchioles. Hematoxylin and eosin (A) and elastic tissue stains (B) illustrate normal bronchioles with a thin layer of connective tissue just beneath the epithelium overlying the elastica (B) and the smooth muscle investiture. The mucosa is low columnar, and there is no thickening of the subepithelial region. The smooth muscle is circumferential and is surrounded by an adventitial layer. C. A terminal bronchiole is continuous with the respiratory bronchiole, which extends into the alveolar ducts and ultimately the alveoli.





Cellule de Clara





Légende :

RB : bronchiole respiratoire  
(des alvéoles s'ouvrent dans la  
paroi : début de la zone des  
échanges gazeux)

AD : alveolar ducts (canaux  
alvéolaires)

A : alvéole

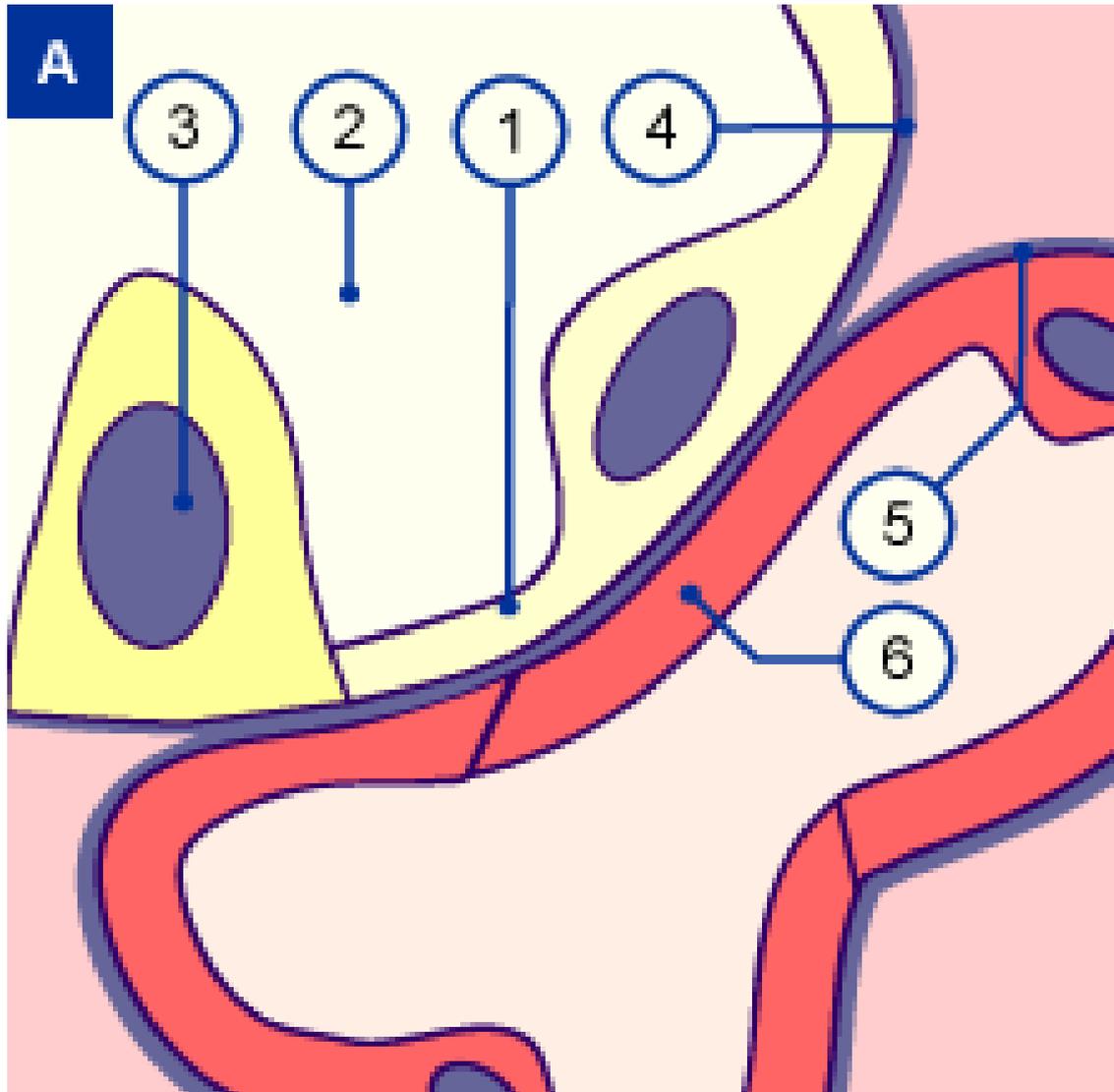
# VII. Secteur alvéolaire

## VII.a. généralités

- Alvéoles = sphères de 300  $\mu\text{m}$  reliées à un sac alvéolaire ou à une bronchiole respiratoire
- Surface = 150  $\text{m}^2$ ,  $150 \cdot 10^6$  alvéoles/poumon
- Cloison complexe : septum ou cloison interalvéolaire
- Communication par les pores de Kohn
- Trois constituants principaux :
  - **Épithélium alvéolaire avec deux types de cellules**
    - pneumocytes membraneux (de type I)
    - Pneumocytes granuleux (de type II)
  - **Tissu conjonctif = interstitium pulmonaire**
  - **Vaisseaux sanguins**







## Légende :

1 : pneumocyte membraneux (de type I)

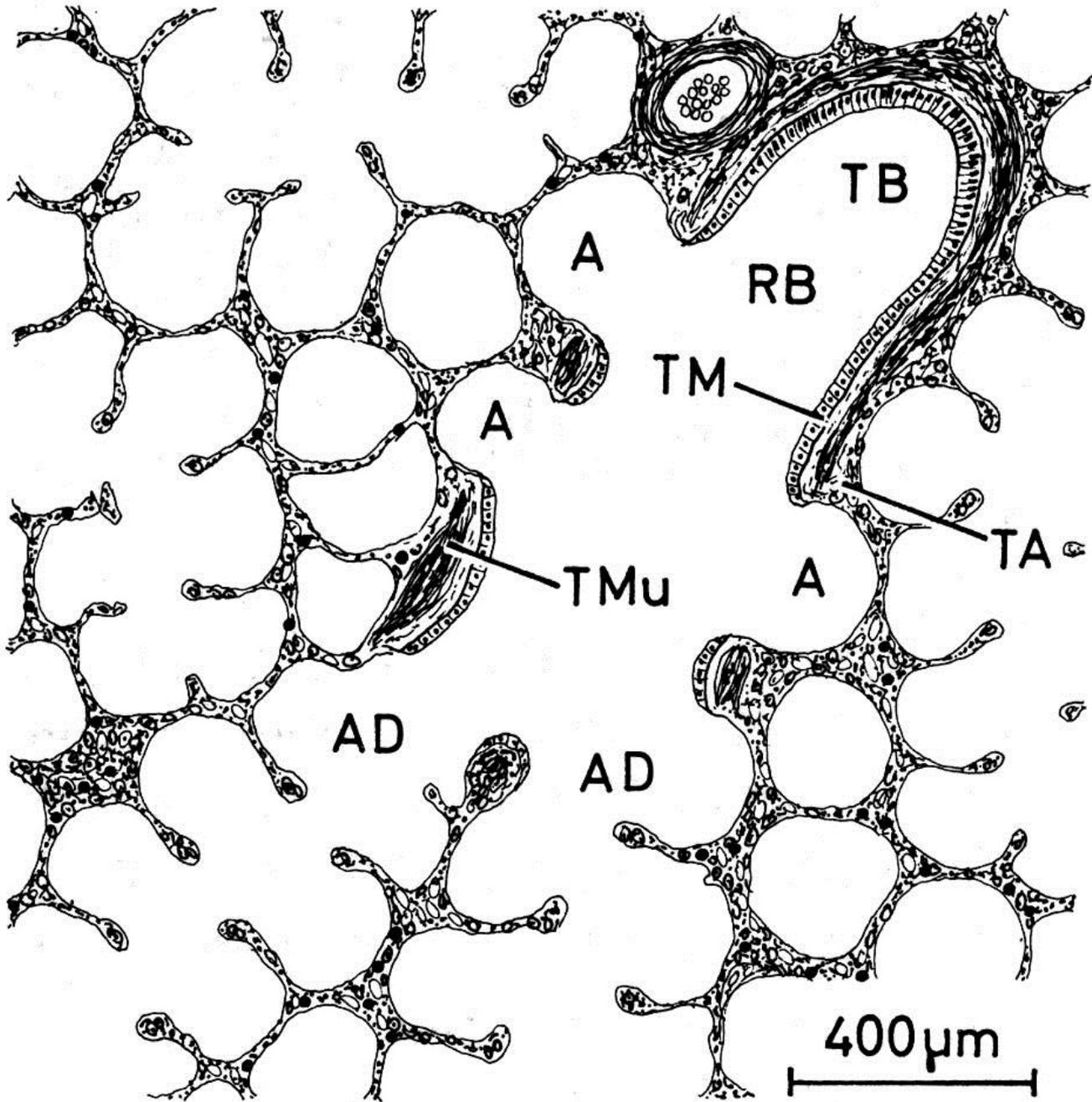
2 : air alvéolaire

3 : pneumocyte granuleux (de type II)

4 : membrane basale épithéliale

5 : tight junction entre les cellules endothéliales

6 : cellule endothéliale des capillaires sanguins de la paroi alvéolaire



Légende :

TB : bronchiole terminale

RB : bronchiole respiratoire  
(des alvéoles s'ouvrent dans la paroi : début de la zone des échanges gazeux)

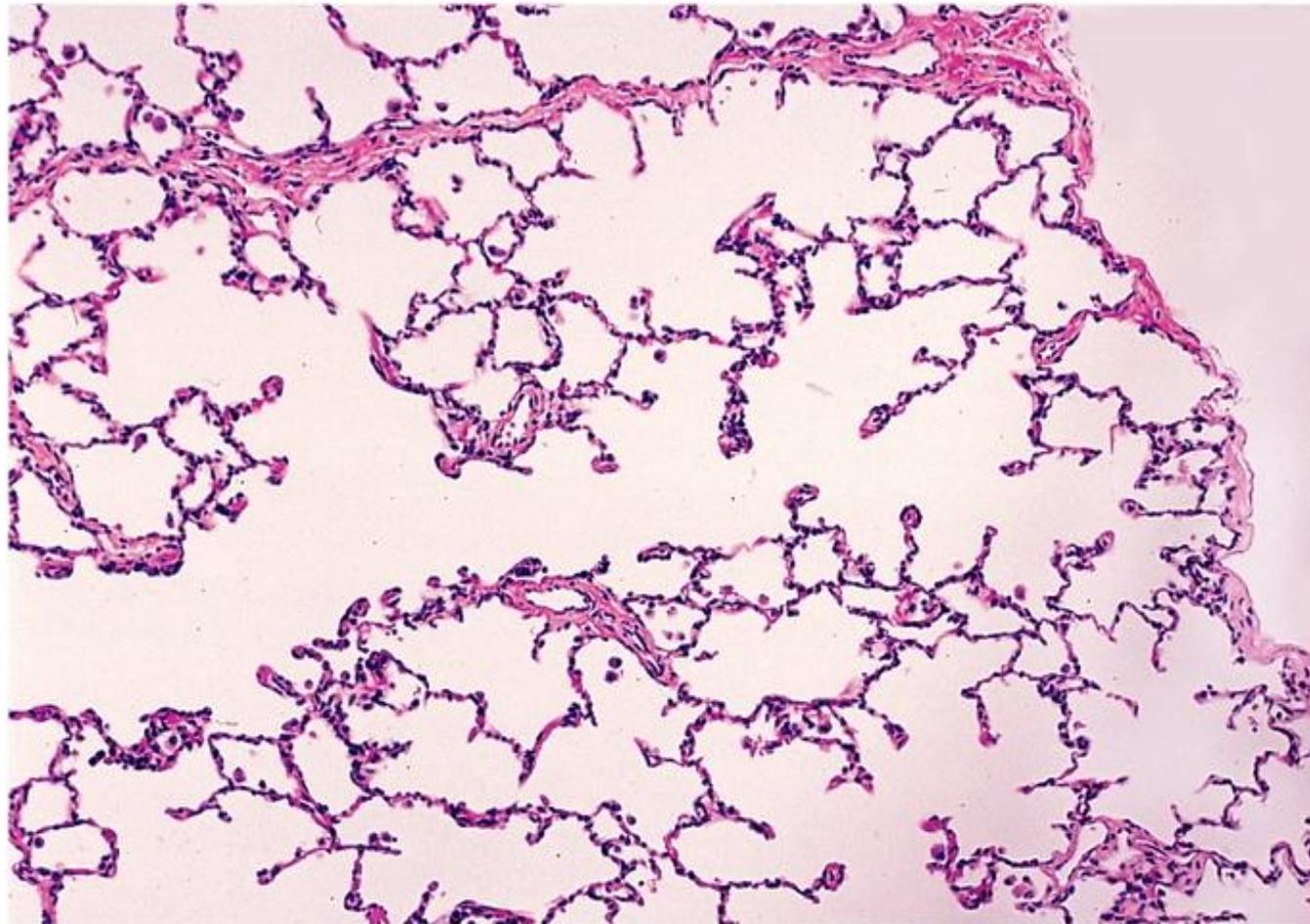
A : alvéole

TM : muscle lisse bronchiolaire

TA : adventice (interstitium pulmonaire)

Tmu : bourrelet musculaire lisse à l'entrée des canaux alvéolaires

AD : alveolar ducts (canaux alvéolaires)



**Figure 18.9 A** Distal lung parenchyma. The acinus is the functional unit of the lung where a gas transfer takes place. **A.** An alveolar duct extends from the left to right and communicates directly with alveolar spaces; a small interlobular septum (*top*) and the pleura (*right*) are present. (From the case illustrated in Figure 18.2C.) **B.** Reticulin stain highlights the vasculature of the alveolar septum, showing pulmonary capillaries winding around the access of the alveolar wall to maximize gas transfer surface area. A foamy macrophage is present (*upper center*), a normal finding in lung parenchyma.

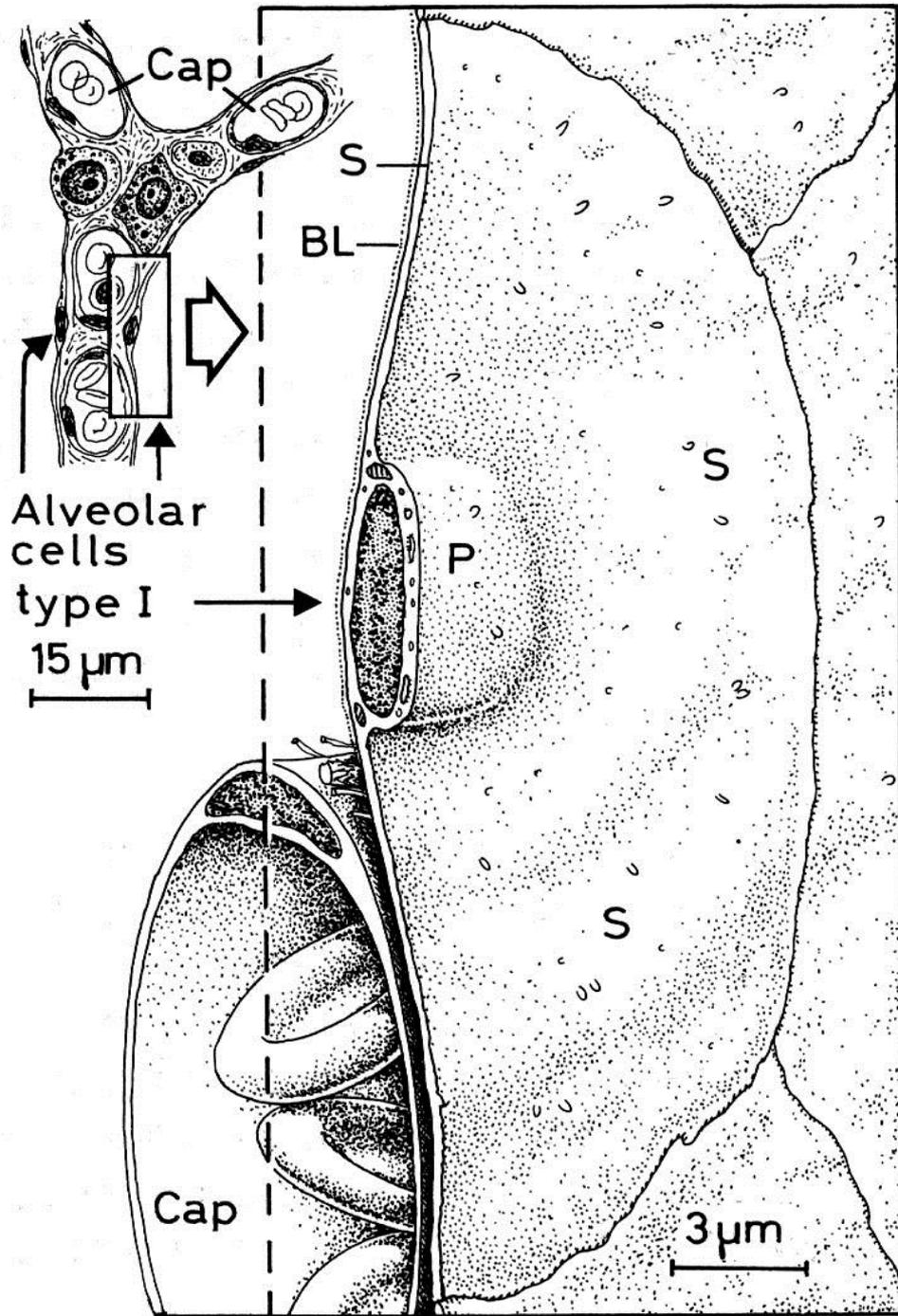
# VII. Secteur alvéolaire

## *VII.b. pneumocytes I*

### Pneumocytes de type I (membraneux)

- Environ 40% des cellules du revêtement mais 90% de la surface.
- Très étalés, peu d'organites (vésicules de pinocytose)
- Reliés par des jonctions serrées
- Ne se divisent pas (stade terminal de différenciation)
- Très sensibles aux agressions infectieuses, chimiques et ionisantes, ne peuvent être renouvelés que par division des pneumocytes II





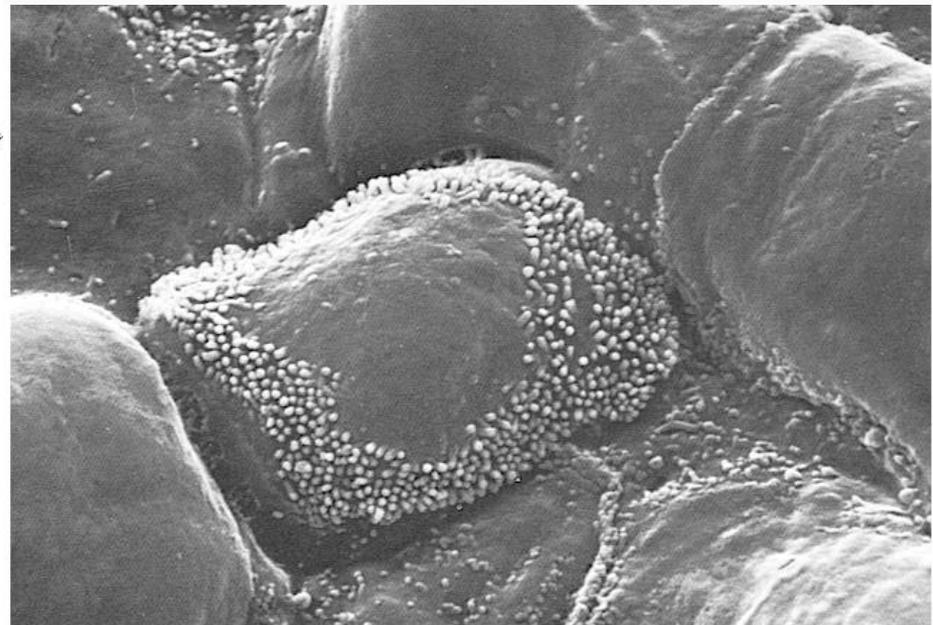
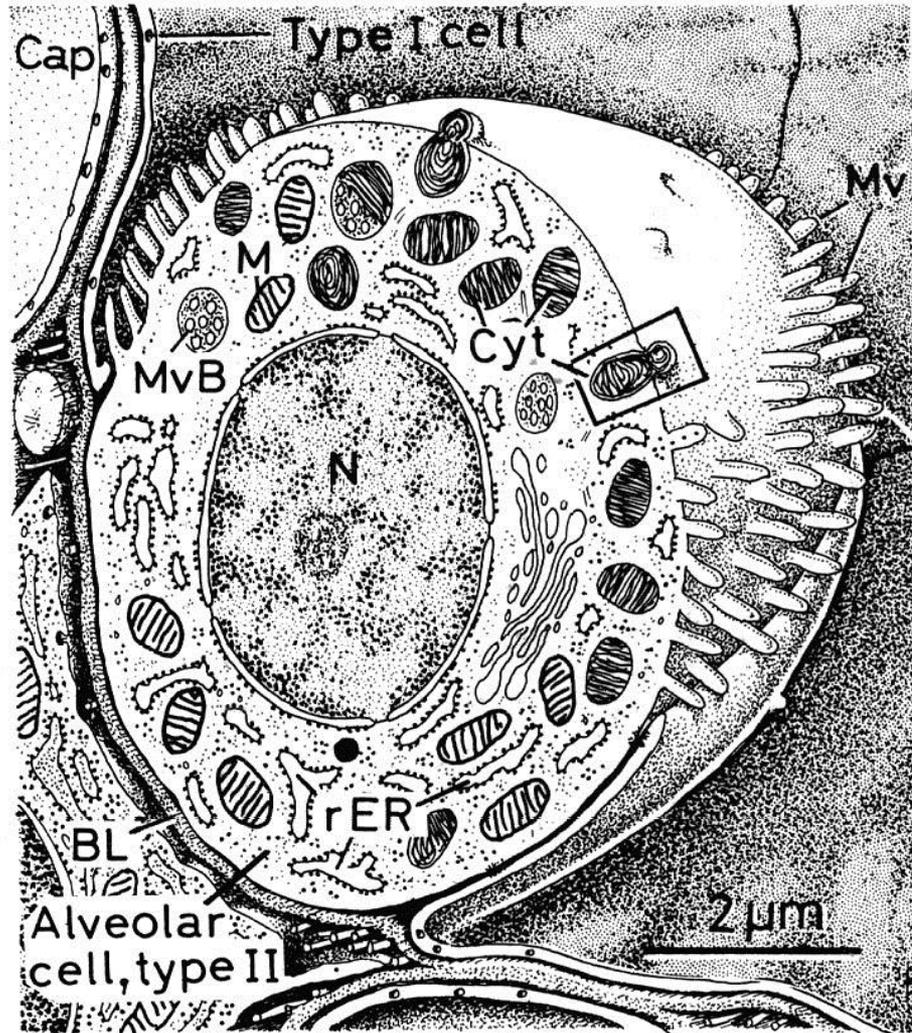
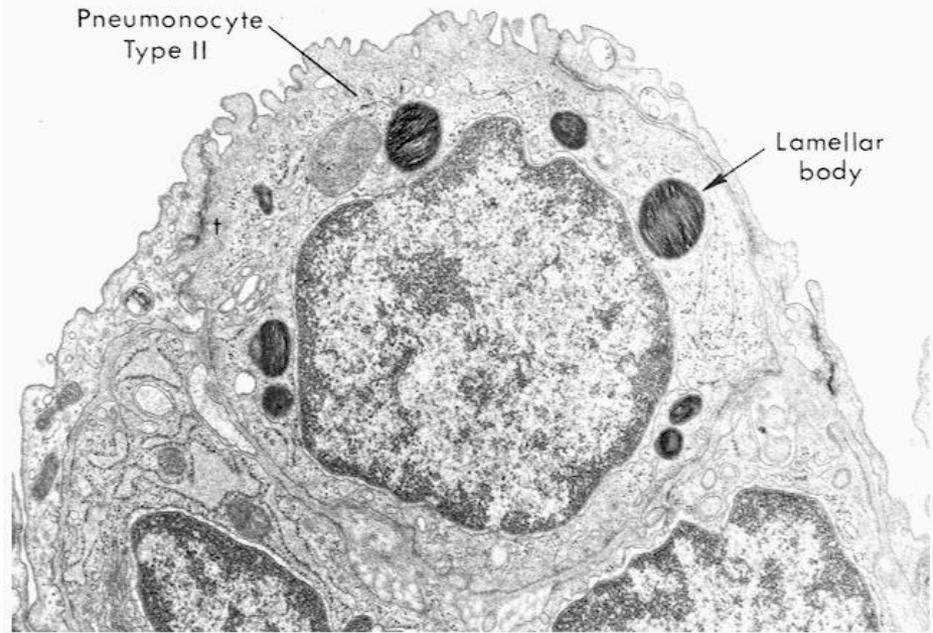
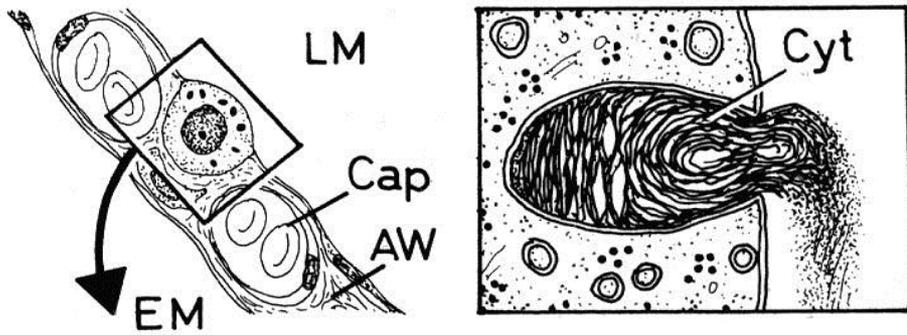
# VII. Secteur alvéolaire

## *VII.c. pneumocytes II*

### Pneumocytes de type II (granuleux)

- 60% des cellules mais 10% de la surface alvéolaire
- Forme cuboïdale, 10 à 12  $\mu\text{m}$  de diamètre
- Nombreuses microvillosités de surface et nombreux organites (REG, mitochondries...)
- Inclusions lamellaires (corps lamellaires osmiophiles) à l'origine d'une partie du surfactant
- Rôles majeurs :
  - Sécrétion du surfactant
  - Cellule-souche du revêtement alvéolaire
  - Rôle dans l'immunité alvéolaire







Release of lamellar body (LB) from type II epithelial cell into surface lining layer, which contains tubular myelin (TM) continuous with the phospholipid surface film (arrows).

Bar, 0.2  $\mu$ m.

In: Ewald R. Weibel. Lung Cell Biology, Suppl. 10: Handbook of Physiology, The Respiratory System, Circulation and Nonrespiratory Functions  
Originally published: 1985  
Published online: January 2011

# VII. Secteur alvéolaire

## *VII.d. surfactant*

- Surfactant = film tensioactif constitué de phospholipides (phosphatidyl-choline, phosphatidylinositol, sphingomyélines...) de protéines et de cholestérol
- Tapisse la totalité de la surface alvéolaire, empêchant le collapsus alvéolaire et facilitant l'hématose
- Rôle immunitaire et anti-infectieux grâce aux cytokines sécrétées par les pn. II, au lysozyme...
- Catabolisé par les macrophages et les pneumocytes I (demi-vie = 24 à 48 heures)
- Recyclage permanent (recaptation des phospholipides)

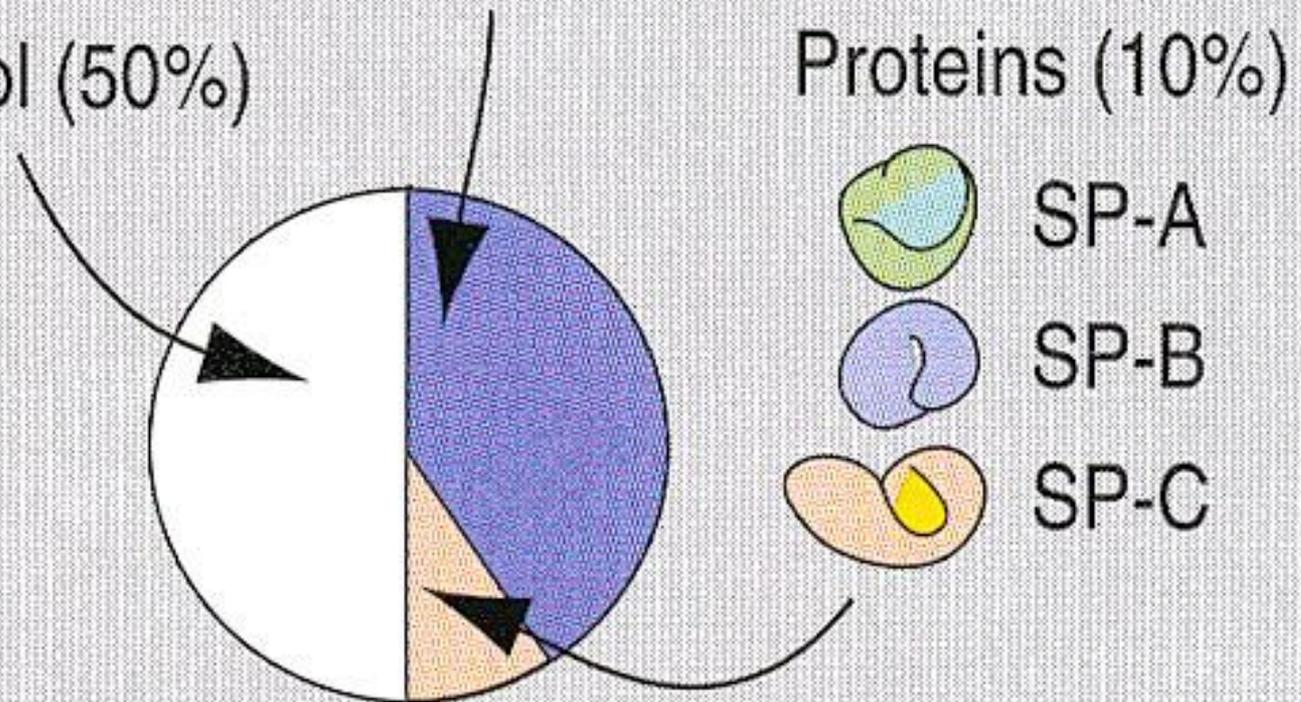


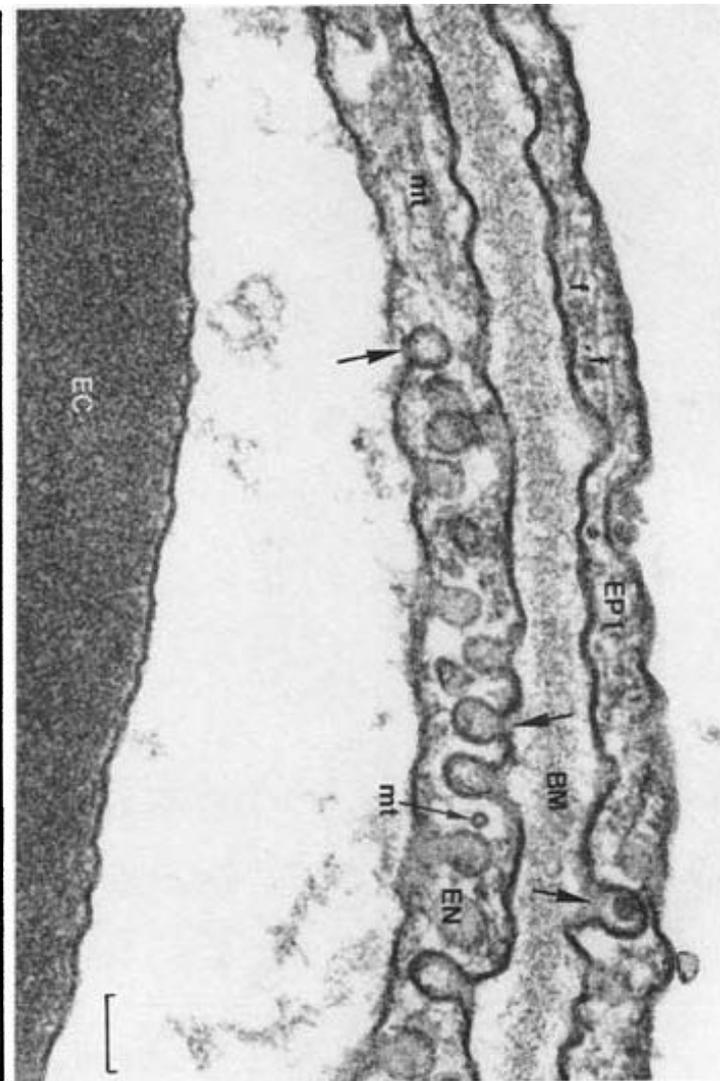
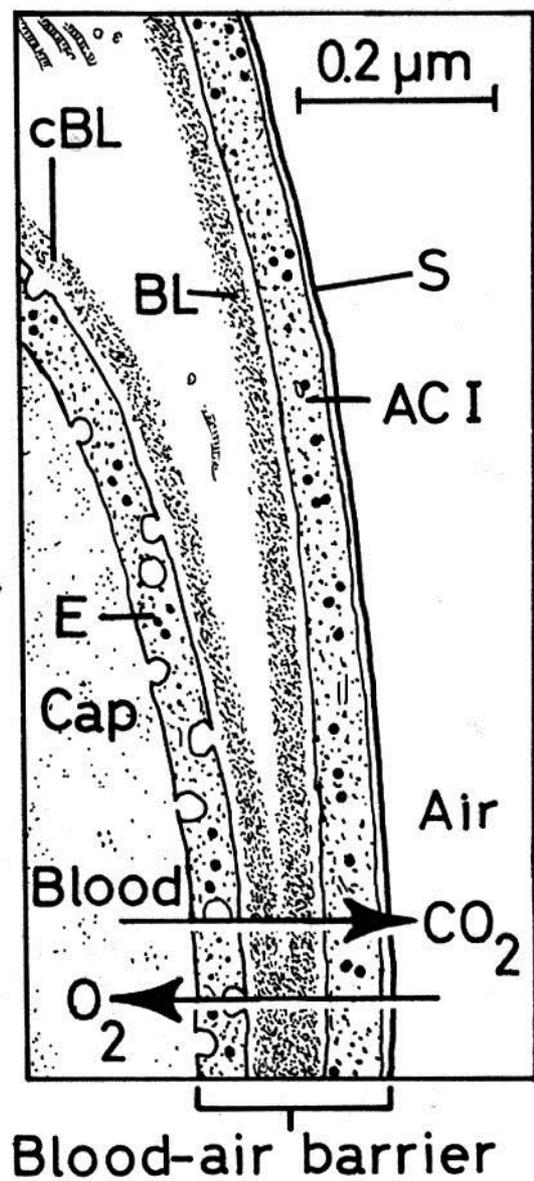
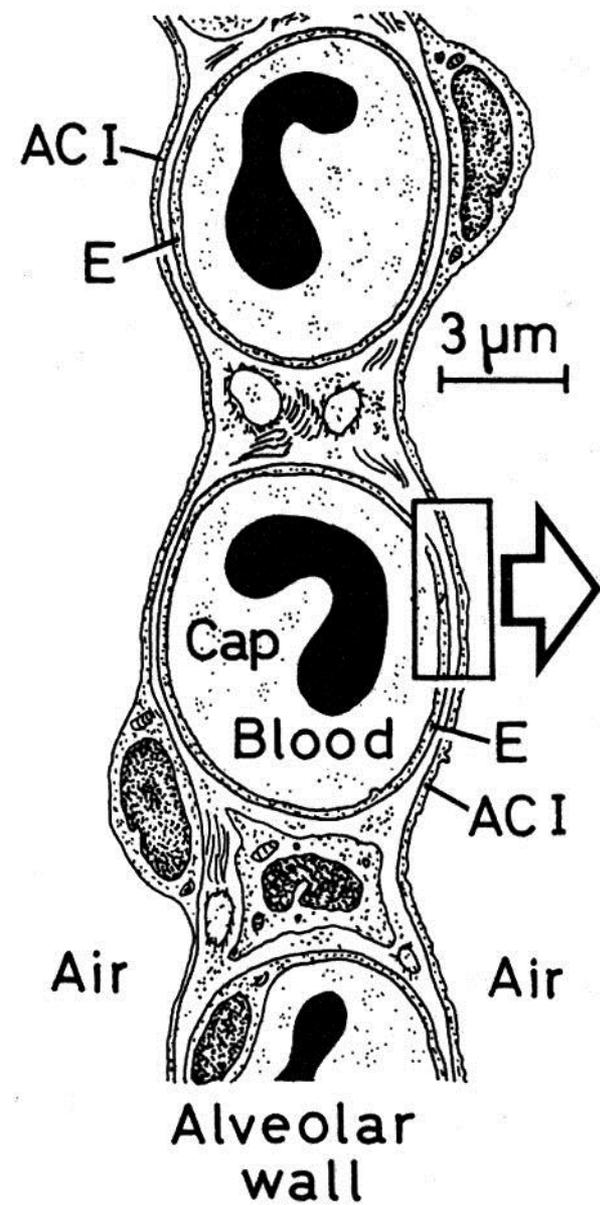
# Composition of the alveolar surfactant

Phospholipid dipalmitoyl-  
phosphatidylcholine (DPPC)  
(40%)

Cholesterol (50%)

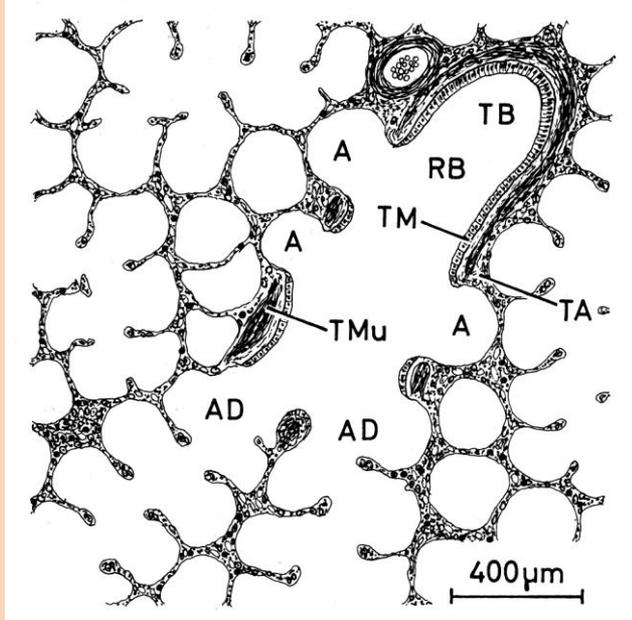
Proteins (10%)





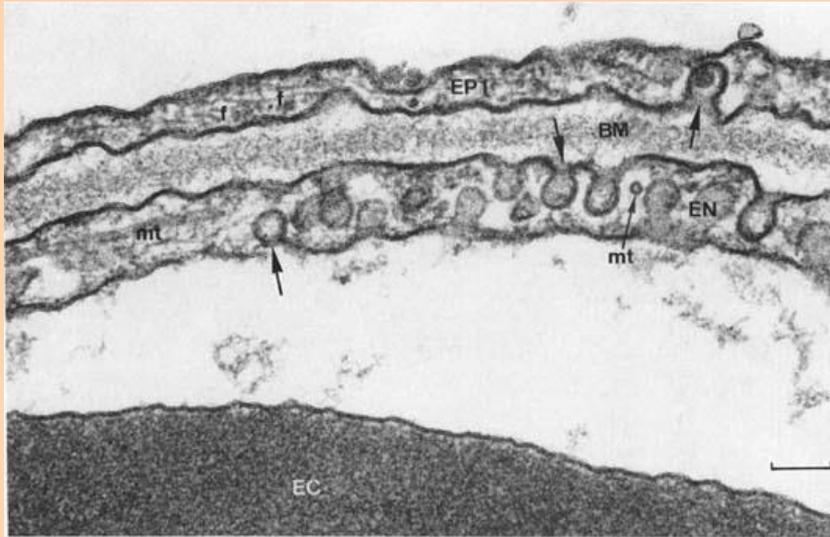
Q4

Dans le secteur alvéolaire représenté ci-dessous :



R1	En A (x 3), on se trouve au niveau d'une bronchiole respiratoire	1
R2	En TB, il s'agit d'une bronchiole terminale car on voit un peu de cartilage hyalin sous la muqueuse	0
R3	En RB, il est possible de trouver des macrophages alvéolaires dans la lumière	1
R4	En TMu, on trouve des glandes muqueuses dans le chorion	0
R5	Les alvéoles apparaissent dilatées car le poumon a été insufflé avant fixation, inclusion et coupe	1

L'illustration ci-dessous (ME à fort grossissement) représente :



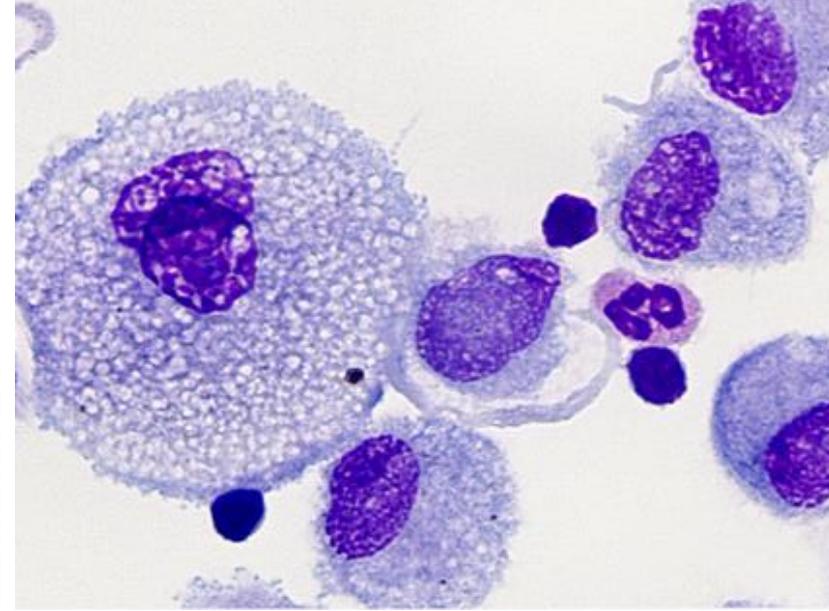
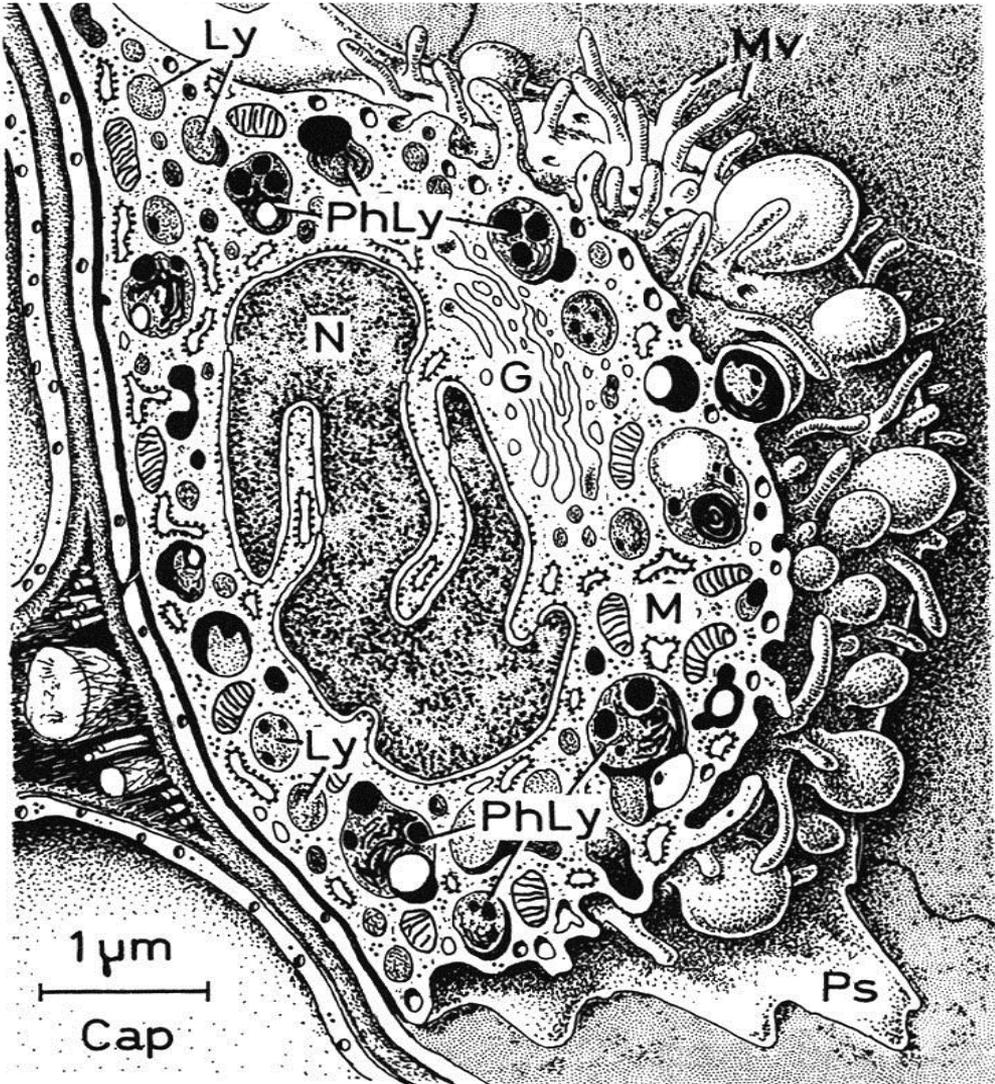
Q5

R1	La barrière alvéolo-capillaire au niveau d'un pneumocyte I et d'une cellule endothéliale	1
R2	En EC (bas), un globule rouge dense aux électrons à cause de la présence du fer hémoglobinique	1
R3	En BM, la barrière alvéolo-capillaire proprement dite	0
R4	En EP (haut), la cellule « épithéliale » c'est-à-dire le pneumocyte membraneux	1
R5	En EN (partie centrale), la cellule « endothéliale » du capillaire sanguin	1

# VII. Secteur alvéolaire

## *VII.d. macrophages*

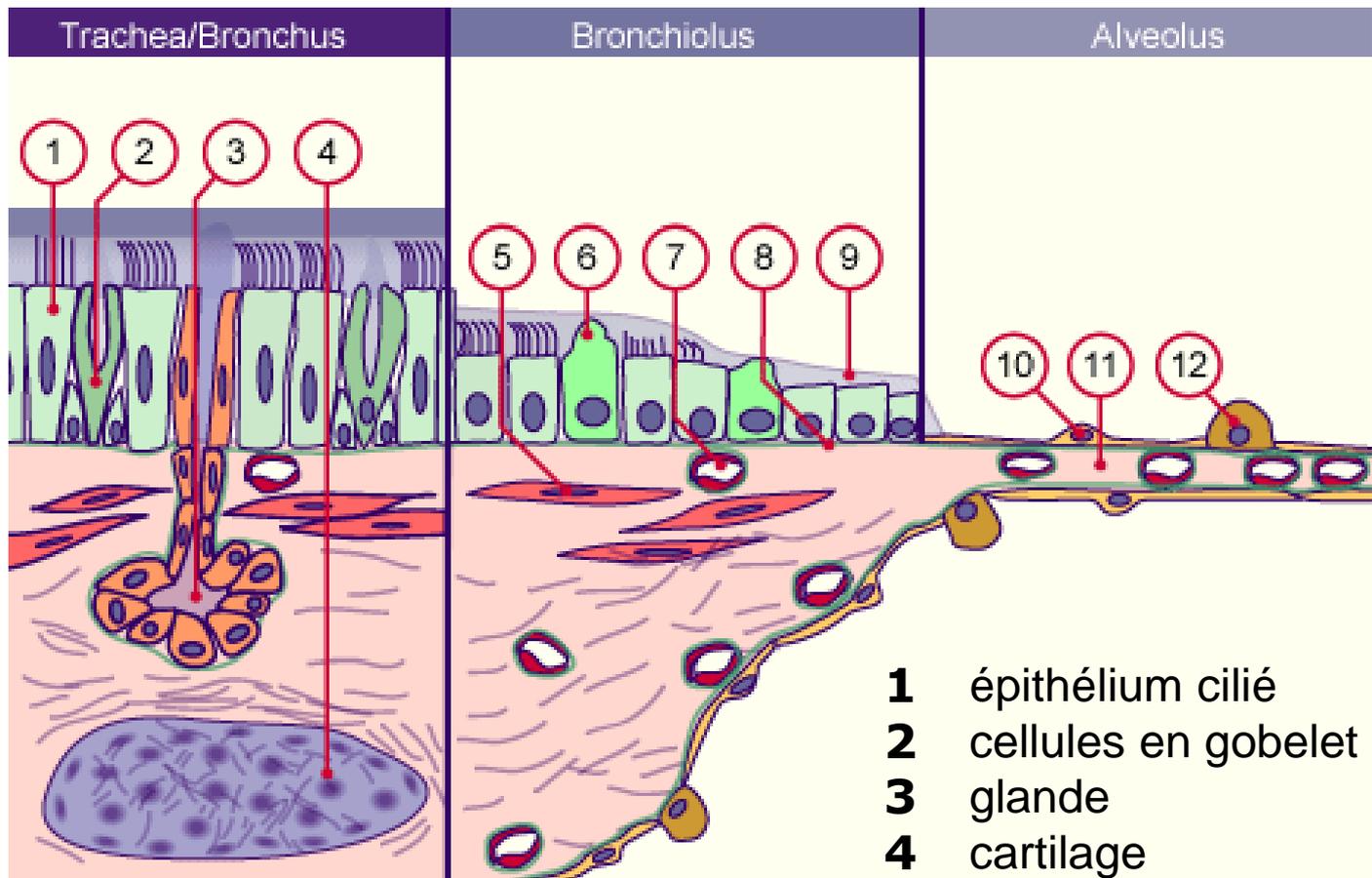
- Phagocytose des microorganismes et corps étrangers
- Sur le revêtement alvéolaire et dans les septa
- La plupart migrent avec le mouvement ciliaire en direction des VAS, d'autres sont séquestrés et forment les « cellules à poussières »



Ly = lysosomes

PhLy = phagolysosomes

Ps = pseudopodes émis par le  
macrophage



- 1** épithélium cilié
- 2** cellules en gobelet (ou caliciformes)
- 3** glande
- 4** cartilage
- 5** musculature lisse
- 6** cellules de Clara
- 7** capillaires
- 8** membrane basale
- 9** surfactant
- 10** pneumocytes de type I
- 11** septa alvéolaires
- 12** pneumocytes de type II

