

CHAPITRE 1

LE SYSTÈME RESPIRATOIRE

Le système respiratoire a pour principale fonction de fournir du dioxygène (O_2) à l'ensemble des cellules de l'organisme et de les débarrasser du dioxyde de carbone (CO_2), déchet de leur activité métabolique. Comme nous le verrons progressivement, la respiration est un phénomène complexe mettant en jeu à la fois le système respiratoire et le système circulatoire, deux systèmes étroitement liés.

Le système respiratoire, à l'origine de déplacements d'air, est également impliqué dans l'olfaction et la parole.

ANATOMIE ET HISTOLOGIE DU SYSTÈME RESPIRATOIRE

Le système respiratoire est composé des voies respiratoires et des deux poumons. Les voies respiratoires, également appelées voies aériennes, sont divisées en voies aériennes supérieures et inférieures et comprennent les éléments suivants :

- voies aériennes supérieures : cavités nasales, pharynx et larynx ;
- voies aériennes inférieures : trachée et arbre bronchique.

Fonctionnellement, on distingue deux parties au sein du système respiratoire :

- La zone de conduction de l'air, portée par les cavités nasales, le pharynx, le larynx, la trachée et une grande partie de l'arbre bronchique. Cette zone de conduction est à la fois extra et intrapulmonaire.
- La zone des échanges gazeux : retrouvée au sein du poumon, à l'extrémité terminale de l'arbre bronchique, au niveau de zones spécialisées, les alvéoles pulmonaires.

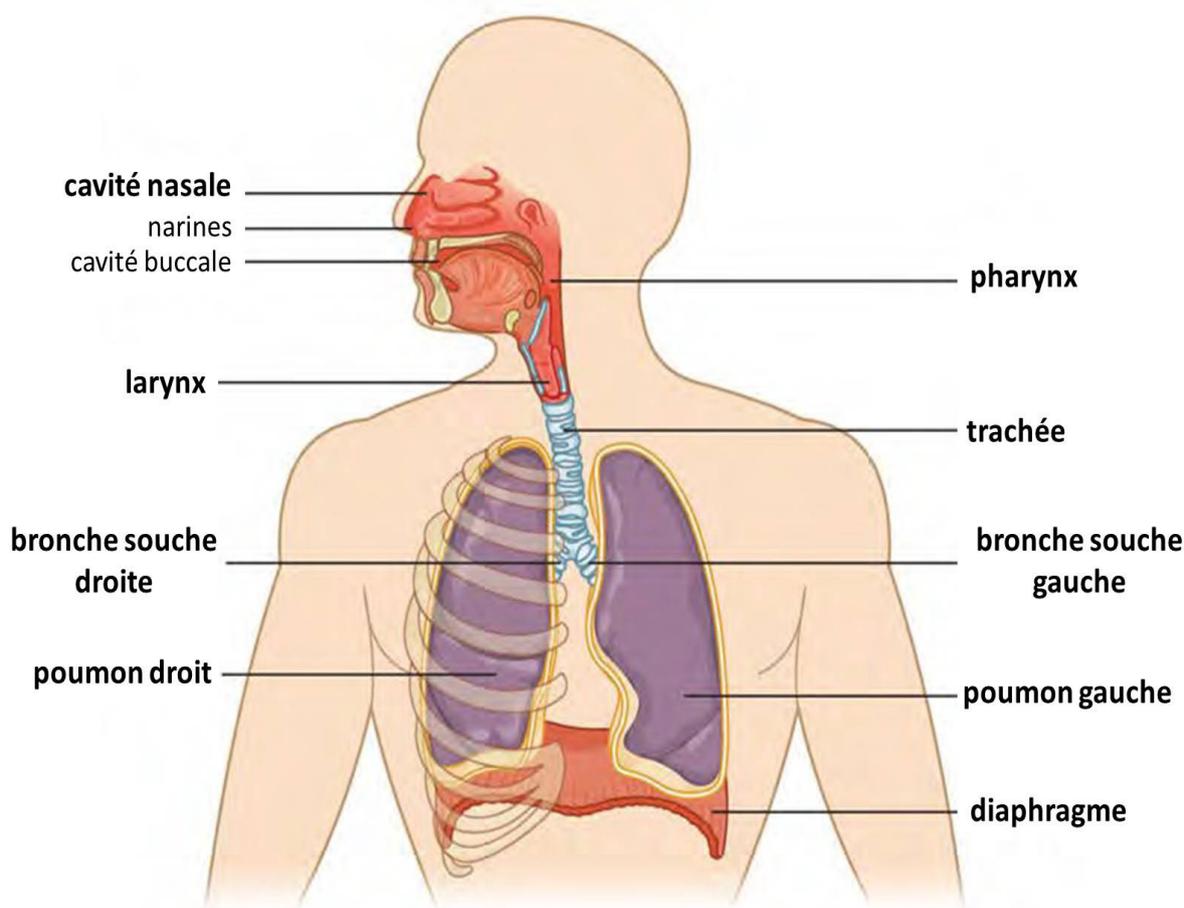


Image 1 : Principaux organes du système respiratoire par rapport aux structures environnantes

Source : Image adaptée de Anatomy and Physiology, OpenStax College, 2013

LES VOIES AÉRIENNES SUPÉRIEURES

Outre leur rôle dans la conduction de l'air, les voies aériennes supérieures permettent d'humidifier l'air, de le réchauffer et de le purifier.

Les cavités nasales

Les cavités nasales ou fosses nasales sont des cavités internes de la face, remplies d'air, situées en arrière du nez.

Elles sont séparées en deux parties par une cloison sagittale, le septum nasal. Elles sont ouvertes vers l'extérieur par les narines, ou vestibule nasal, qui permettent à l'air d'accéder aux voies respiratoires.

Les fosses nasales sont tapissées d'une muqueuse ciliée humide, très vascularisée, contenant de nombreuses cellules caliciformes, sécrétrices de mucus. Cette organisation permet de réchauffer l'air inspiré et de l'humidifier avant qu'il n'accède aux poumons.

La paroi interne des fosses nasales comporte de nombreux replis osseux très fins tapissés

de muqueuse nasale, les cornets, qui augmentent la surface de muqueuse exposée à l'air. Les fosses nasales sont entourées des sinus para-nasaux, cavités ouvertes sur la cavité nasale et tapissées d'une muqueuse similaire, qui semblent servir de caisse de résonance à la voix et qui participent probablement au réchauffement et à l'humidification de l'air.

Les cavités nasales correspondent également au premier filtre protecteur de l'appareil respiratoire. En effet, les narines présentent de nombreux poils destinés à retenir les poussières et autres particules inspirées indésirables. De plus, sa muqueuse, ciliée et riche en mucus, piège les particules qui seront ensuite avalées ou expulsées par la toux ou l'éternuement.

La cavité nasale communique vers l'arrière avec le pharynx.

Le pharynx

Le pharynx a la particularité de faire communiquer les fosses nasales, la cavité buccale, l'œsophage et le larynx. **On le décrit ainsi comme étant le carrefour aérodigestif.**

D'une longueur d'environ 13 cm, le pharynx est constitué de trois parties :

- Sa partie supérieure, ou nasopharynx, est dans la continuité des fosses nasales et contient des tissus lymphoïdes appelés amygdales pharyngiennes (ou végétations).
- Sa partie moyenne, ou oropharynx, présente une large ouverture sur la cavité buccale et est une zone de passage commune à l'air et aux aliments (solides et liquides). Comme le nasopharynx, l'oropharynx est riche en tissus lymphoïdes. Il est ainsi le siège des deux paires d'amygdales palatines.

Sa partie inférieure, ou laryngopharynx, donne naissance à deux éléments :

- En avant, les voies aériennes, avec le larynx suivi de la trachée.
- En arrière, les voies digestives avec l'œsophage qui descend le long du rachis.

C'est d'ailleurs au niveau du laryngopharynx que se déroule l'acte de déglutition (le mécanisme de déglutition est étudié dans le chapitre sur l'appareil digestif).

Grâce à la présence de nombreux tissus lymphoïdes, le pharynx joue également un rôle important dans la défense immunitaire. En effet, les agents étrangers provenant de l'air inspiré ou de l'alimentation peuvent être précocement neutralisés par les cellules immunitaires siégeant dans les tissus lymphoïdes afin de protéger les organes des voies aérodigestives situés en aval du pharynx.

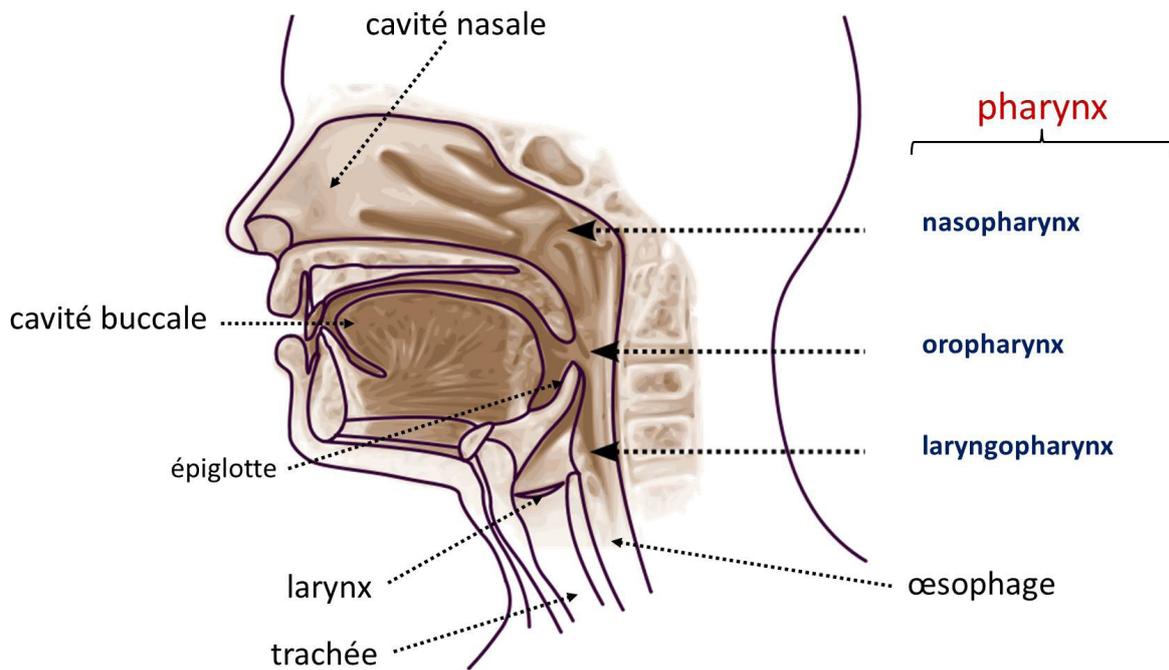


Image 2 : Anatomie du pharynx

Source : image adaptée de wikimédia commons, « Arcadian », domaine public

Le larynx

Situé en aval du pharynx, le larynx est une structure hautement spécialisée d'une longueur d'environ 5cm. C'est un conduit ostéo-cartilagineux de forme circulaire dont les différents éléments cartilagineux (9 au total) sont unis par des ligaments et des muscles. **Le larynx est le premier organe exclusivement respiratoire et présente trois fonctions principales :**

- premièrement, il permet le passage de l'air du pharynx vers la trachée.
- deuxièmement, il assure la fermeture des voies aériennes lors de la déglutition ce qui permet l'orientation des aliments vers l'œsophage : cette fermeture des voies aériennes est réalisée par l'épiglotte, clapet membraneux situé à la partie supérieure du larynx qui en ferme l'orifice au moment de la déglutition, dirigeant ainsi automatiquement les aliments vers les voies digestives.
- troisièmement, il est l'organe de la phonation : l'émission de la voix est permise via des plis non vascularisés de la muqueuse laryngienne : les cordes vocales. Sous l'impulsion de l'air inspiré, celles-ci vibrent et émettent des sons qui sont ensuite modulés par la bouche.

LES VOIES AÉRIENNES INFÉRIEURES

Les voies aériennes inférieures ont la particularité de présenter une partie spécialisée dans la conduction de l'air et une partie dédiée aux échanges gazeux. De façon similaire aux voies aériennes supérieures, les voies aériennes inférieures, qui acheminent l'air, participent également à son réchauffement, son humidification et à sa purification.

La trachée

La trachée relie le larynx à l'arbre bronchique et constitue la première partie des voies aériennes inférieures.

ANATOMIE DE LA TRACHÉE

La trachée a la forme d'un cylindre d'une longueur d'environ 12 cm sur un diamètre d'environ 2cm. Elle traverse ainsi le cou et la partie supérieure du thorax et est disposée en avant de l'œsophage. À son extrémité inférieure, appelée carène, la trachée se divise en deux bronches principales, l'une destinée au poumon droit, l'autre au poumon gauche.

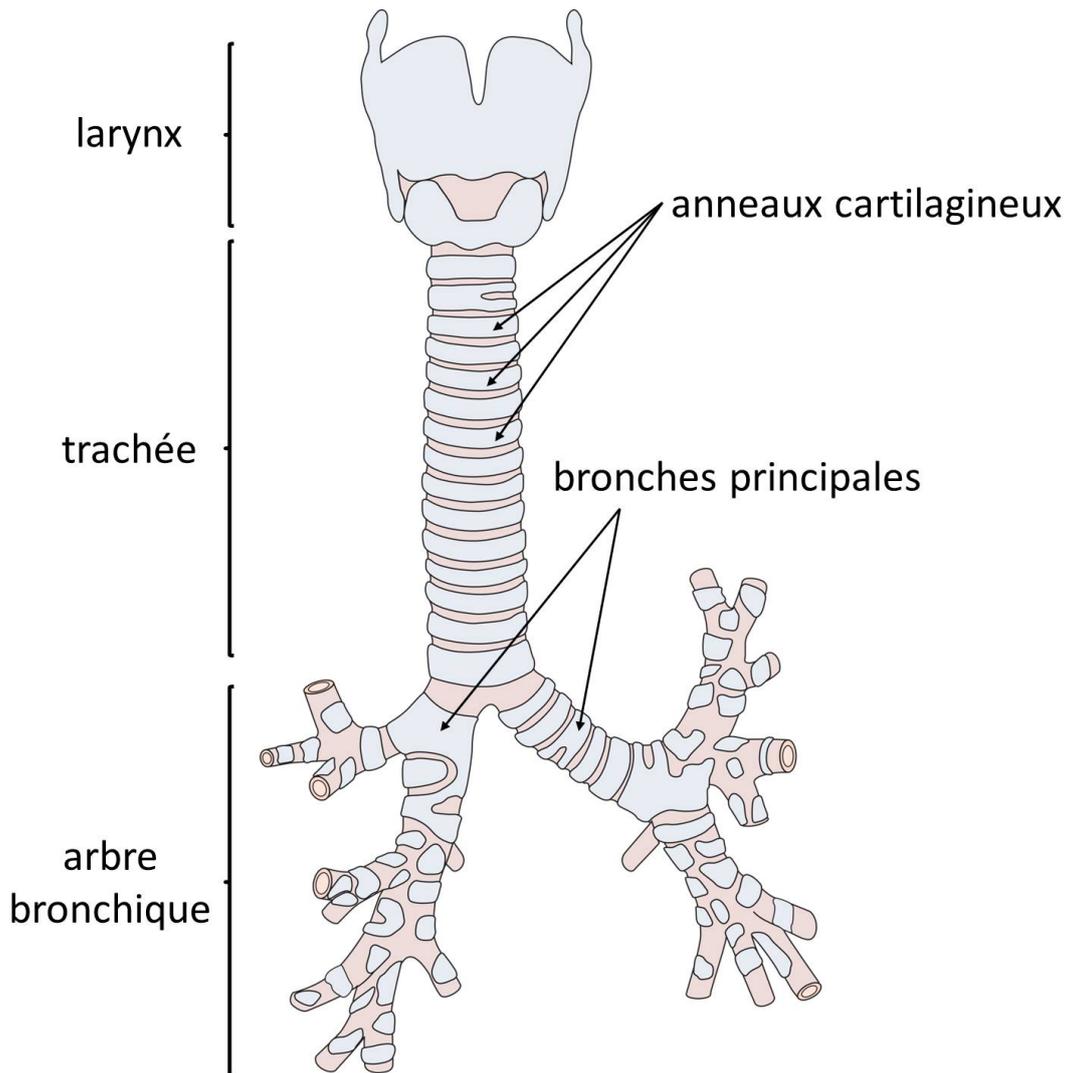


Image 3 : Anatomie du larynx, de la trachée et de l'arbre bronchique

Source : image adaptée Servier Medical Art

HISTOLOGIE DE LA TRACHÉE

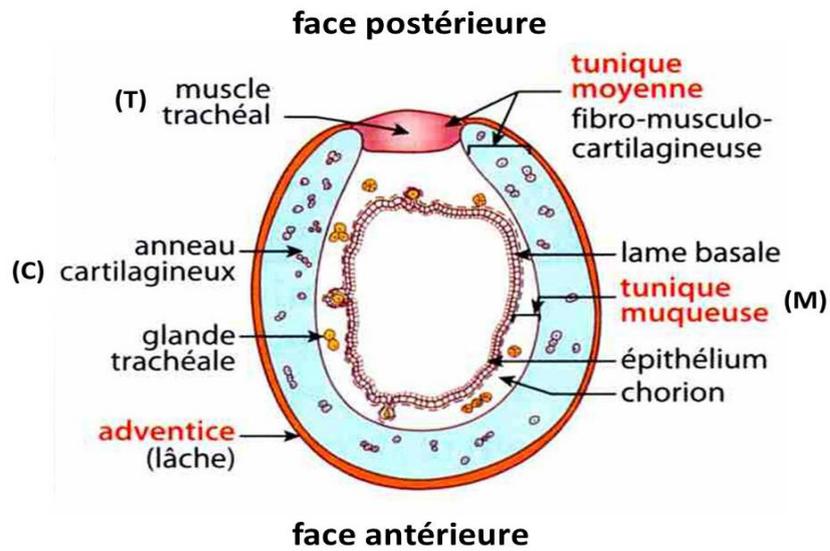
La trachée est formée de 16 à 20 anneaux cartilagineux incomplets en forme de fer à cheval empilés les uns sur les autres et unis entre eux par du tissu conjonctif fibro-élastique. La partie postérieure de la trachée est fermée par une membrane

transversale constituée de fibres musculaires lisses, ou muscle trachéal, associées à du tissu conjonctif fibreux, reliant les extrémités postérieures des anneaux cartilagineux. La présence du muscle trachéal permet notamment de faire varier, en partie, la lumière trachéale.

Sa paroi est composée de trois tuniques différentes. On distingue ainsi, de l'intérieur vers l'extérieur :

- Une tunique interne, la muqueuse
- Une tunique moyenne fibro-musculo-cartilagineuse
- Une tunique externe, l'adventice, constituée de tissu conjonctif riche en vaisseaux sanguins et en fibres nerveuses.

a)



b)

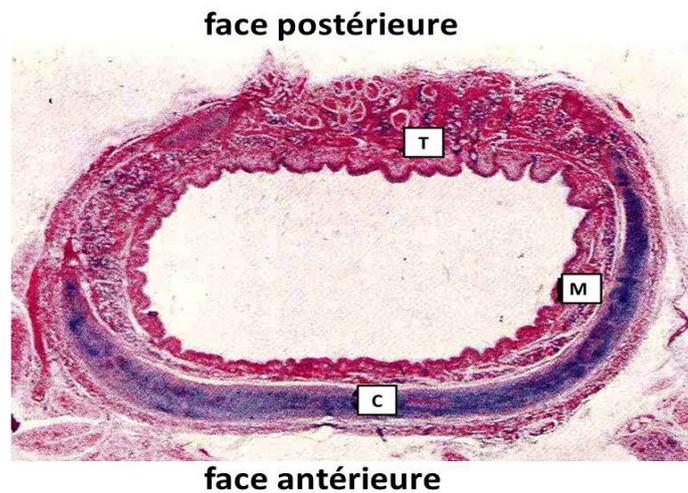


Image 4 : Organisation histologique de la trachée. a) représentation schématique, b) coupe histologique après coloration des tissus

Source : image adaptée de a) biologie et physiopathologie humaines, Réflexe STS2S T^{em}, Nathan, 2010. b) histologie fonctionnelle, Manuel et Atlas, Medsi, 1979

La muqueuse trachéale

La muqueuse trachéale est formée d'un épithélium prismatique pseudo-stratifié, cilié, riche en cellules caliciformes sécrétrices de mucus. Cet épithélium est séparé par une lame basale du tissu conjonctif sous-jacent (chorion), riche en fibres élastiques, en tissu lymphoïde et en glandes séro-muqueuses. Ces glandes séro-muqueuses, appelées glandes trachéales, sont formées de cellules glandulaires qui s'enfoncent en grappe dans le chorion et qui libèrent du mucus dans la lumière trachéale.

La tunique moyenne

La tunique moyenne est formée d'une couche de sous-muqueuse qui se confond avec le périchondre des anneaux de cartilage sous-jacent, des anneaux de cartilage, du muscle trachéal et également du tissu fibro-élastique qui relie les anneaux entre eux (dans les portions où il n'y a pas d'anneaux de cartilage).

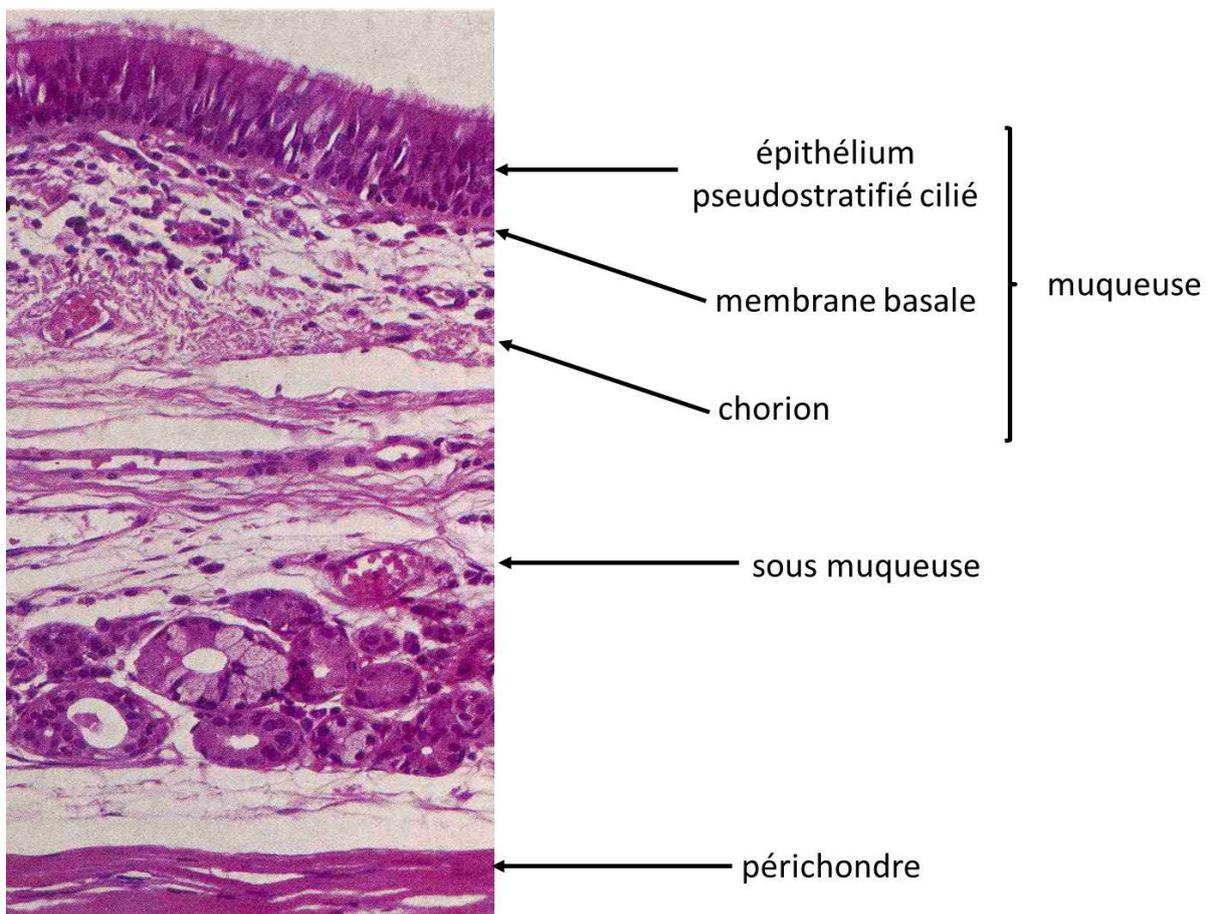


Image 5 : Histologie de la trachée, coupe histologique après coloration des tissus

Source : image adaptée de histologie fonctionnelle, Manuel et Atlas, Medsi, 1979

Le système muco-ciliaire

Les voies aériennes ont un rôle important dans le contrôle de la qualité (en termes de propreté) de l'air parvenant aux alvéoles pulmonaires. Les particules ou poussières indésirables provenant de l'air inspiré sont continuellement piégées par la couche

de mucus qui tapisse la muqueuse des voies aériennes. Grâce aux cils de l'épithélium respiratoire, le mucus et les particules piégées sont véhiculés de manière continue en direction du pharynx afin d'y être éliminés (notamment déglutis).

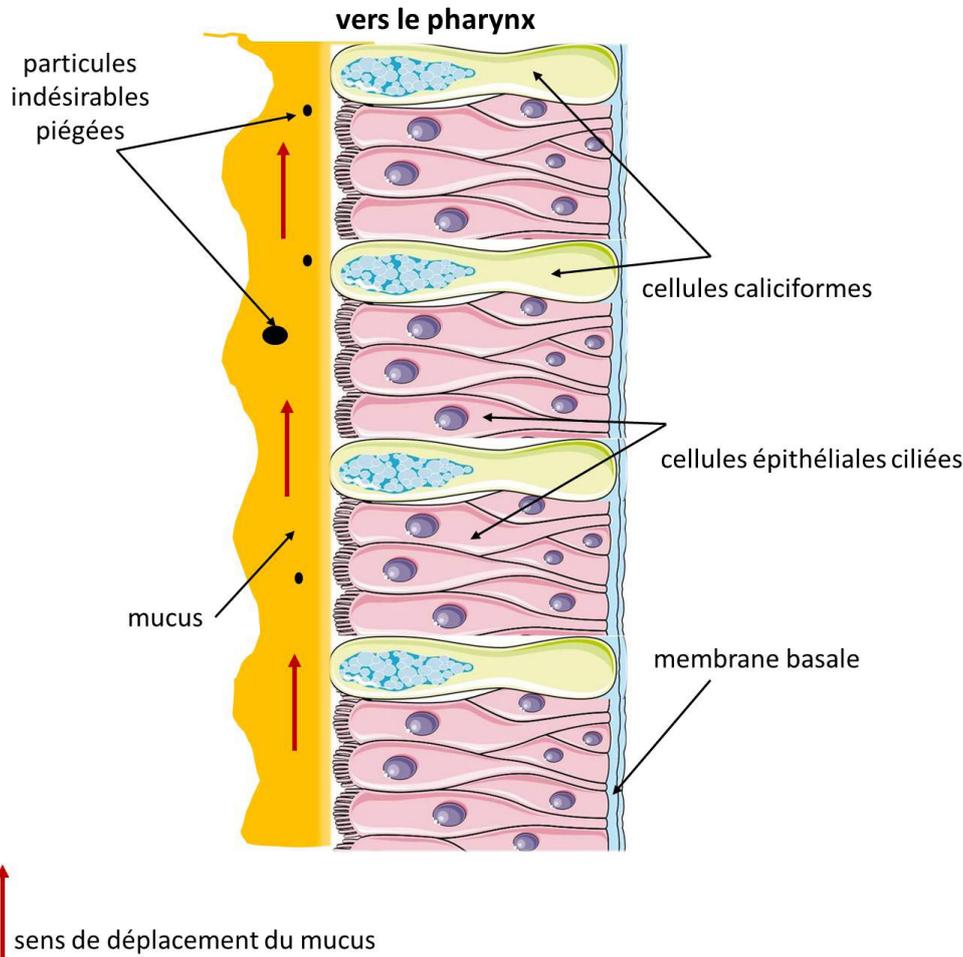


Image 6 : Le système muco-ciliaire

L'arbre bronchique

L'arbre bronchique est le dernier élément de l'arbre respiratoire. **Il achemine l'air de la trachée jusqu'aux alvéoles pulmonaires, situées au sein du parenchyme pulmonaire et siège des échanges gazeux.**

ANATOMIE DE L'ARBRE BRONCHIQUE

Les bronches principales, également appelées bronches souches (ou bronches primaires), pénètrent dans le tiers supérieur du poumon par le hile. Après quelques centimètres dans le poumon, chaque bronche souche se divise en bronches lobaires (ou bronches secondaires) qui pénètrent dans chacun des lobes pulmonaires (voir paragraphe 1.3). Les bronches lobaires se subdivisent en bronches segmentaires (ou bronches tertiaires) qui se ramifient en branches de plus en plus petites, on parle d'arbre bronchique.

Les plus petites ramifications de l'arbre bronchique s'appellent les bronchioles. Chaque

bronchiole pénètre dans un lobule pulmonaire, unité fonctionnelle du poumon (voir paragraphe 1.3), et donne naissance aux bronchioles terminales, puis aux bronchioles respiratoires. Les bronchioles respiratoires se prolongent par un dernier segment, les canaux alvéolaires, qui présentent des dilatations en forme de grappe de raisins : les sacs alvéolaires. Chaque sac alvéolaire est constitué de nombreux et minuscules renflements remplis d'air, les alvéoles pulmonaires.

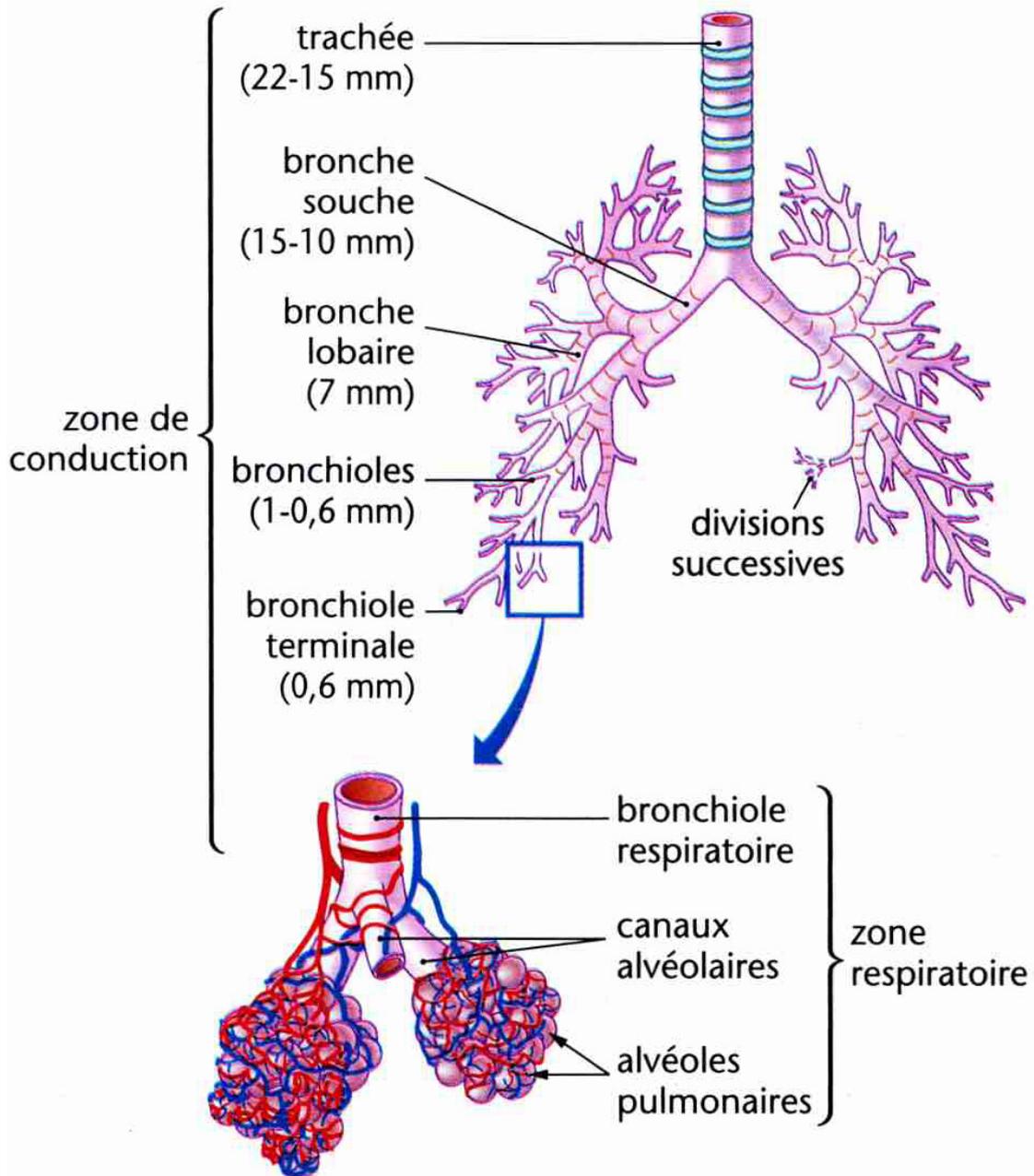


Image 7 : Représentation de l'arbre bronchique

Source : image issue de Biologie et physiopathologie humaines, T^{em} ST2S, Nathan technique, 2008

HISTOLOGIE L'ARBRE BRONCHIQUE

Nous présenterons dans ce paragraphe qu'une vision simplifiée de l'histologie de l'arbre bronchique en soulignant notamment les différences les plus notables entre les différents étages.

HISTOLOGIE DES BRONCHES

La paroi des bronches principales extra-pulmonaires est très similaire à celle de la trachée, à la seule différence que les anneaux cartilagineux sont complets et entourent intégralement la bronche.

Les bronches intra-pulmonaires ont une structure légèrement différente dans laquelle on retrouve les éléments suivants :

- une muqueuse, présentant un épithélium similaire aux bronches extra-pulmonaires (et à la trachée) reposant sur un chorion dépourvu de glandes sero-muqueuses et riches en fibres élastiques ;
- une musculature circulaire discontinue, formée de fibres musculaires lisses disposées en spirale, également nommée muscles de Reissessen ;
- une sous muqueuse, contenant des glandes bronchiques séro-muqueuses ;
- une tunique moyenne fibro-elastico-cartilagineuse, formée par des ilots discontinus et circulaires de cartilage, reliés entre eux par du tissu conjonctif fibro-élastique ;
- une adventice, plus épaisse que celle de la trachée, renfermant les veines et artères bronchiques, des vaisseaux lymphatiques, des fibres nerveuses et du tissu lymphoïde.

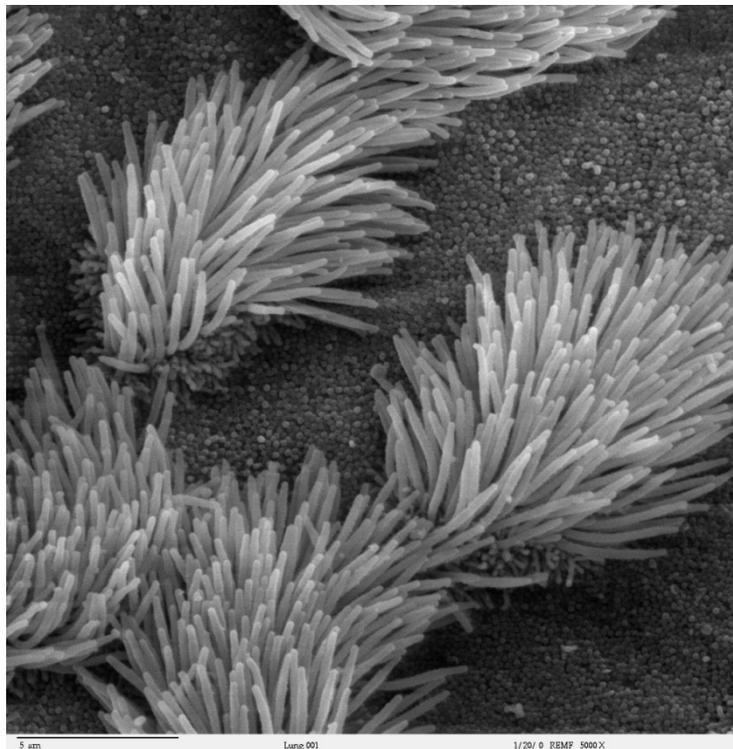
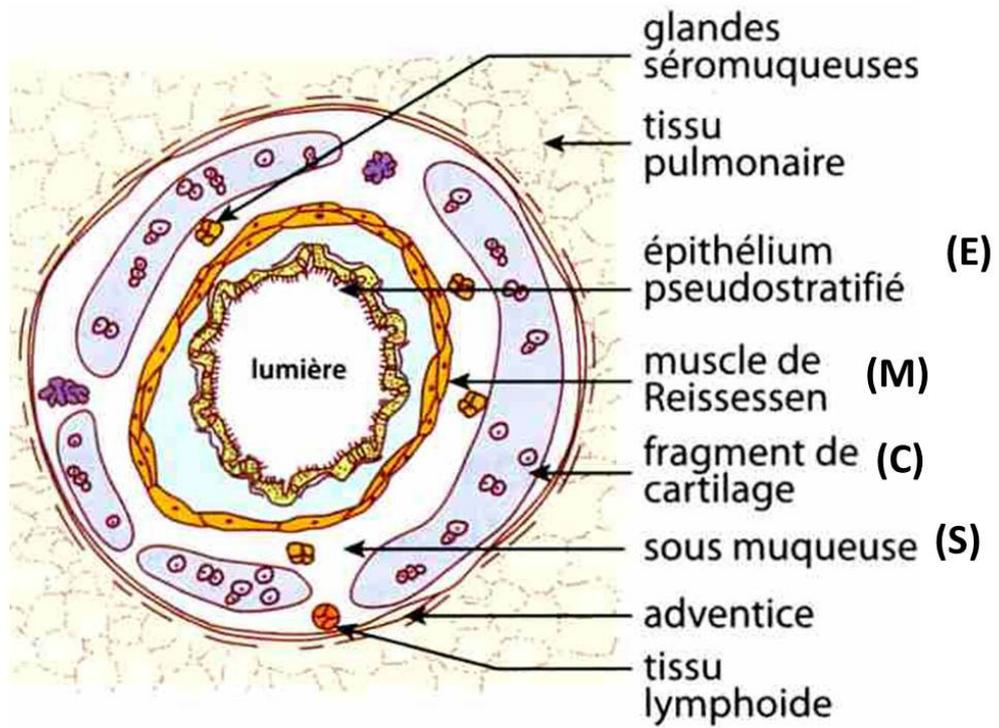


Image 8 : Observation au microscope électronique des cils de l'épithélium bronchique

Source : Louisa Howard, domaine public

a)



b)

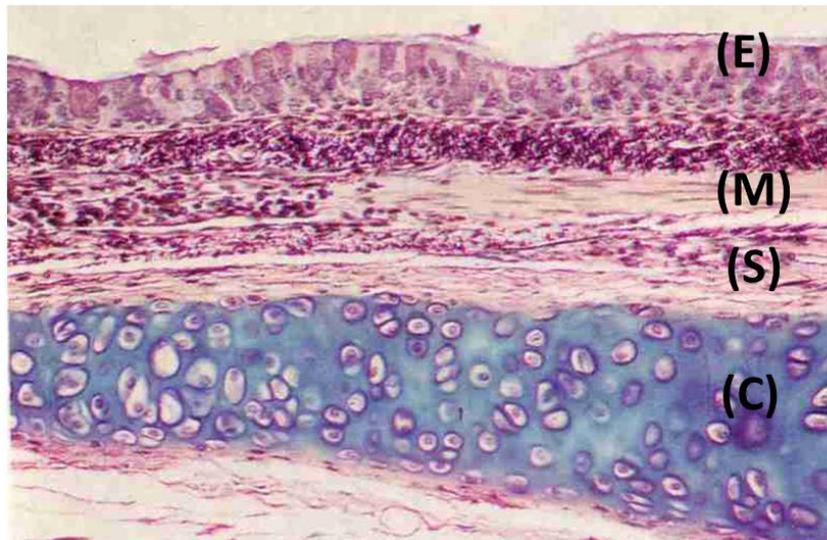


Image 9 : Organisation histologique des bronches intrapulmonaires

a) représentation schématique, b) coupe histologique après coloration des tissus

Source : image adaptée de a) biologie et physiopathologie humaines, Réflexe STS2S T^{em}, Nathan, 2010. b) histologie fonctionnelle, Manuel et Atlas, Medsi, 1979