



†.⊙Λ.⊙ξ†.⊙:⊙κ⊙⊙:⊙Ζ.⊙Λ†⊙⊙⊙.†
UNIVERSITE ABOU BEKER BELKAID - TLEMCEN
جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان
FACULTE DE MEDECINE DR. B. BENZERDJEB
كلية الطب د. بن زرجب



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN MEDECINE

**PROFIL DES MALADES HOSPITALISES
AU NIVEAU DE SERVICE DE
PNEUMOLOGIE CHU TLEMCEN DU 01
JANVIER 2024 AU 29 FEVRIER 2024**

Présenté par :

- Zeroual Amel Oumniya
- Hamdani Hicham

ENCADRANT :

- Dr. DJENFI ABOUBAKR Maitre-assistant en Pneumologie

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Je tiens à exprimer ma plus profonde gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je remercie chaleureusement mon directeur de recherche, Dr DJENFI ABOUBAKR pour son soutien infailible, ses précieux conseils et son encadrement tout au long de ce projet. Ses remarques constructives et son expertise ont été essentielles à l'aboutissement de ce travail.

Un merci particulier à mes collègues et amis pour leurs encouragements constants et leur soutien moral. Leur présence et leurs encouragements m'ont aidé à surmonter les moments difficiles et à maintenir ma motivation.

Je tiens aussi à remercier ma famille, en particulier mes parents, pour leur soutien indéfectible, leur patience et leur amour inconditionnel. Leur confiance en moi m'a donné la force de mener à bien ce projet.

À tous, je vous dis un grand merci.

SOMMAIRE

Remerciements	2
LISTE DES FIGURES, TABLEAUX ET ANNEXES	5
FIGURES :	5
TABLEAUX :	8
LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES :	9
PREMIERE PARTIE : PARTIE THEORIQUE	10
1. INTRODUCTION :	10
2. DEFINITION :	10
3. INTERET DE LA QUESTION :	11
4. EPIDEMIOLOGIE :	12
5. ANATOMIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE :	14
5.1. Constitution :.....	14
5.2. Segmentation bronchique :.....	17
5.3. SEGMENTATION PULMONAIRE :	21
5.4. LES MUSCLES RESPIRATOIRES.....	28
6. HISTOLOGIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE	35
6.1. LA MUQUEUSE RESPIRATOIRE :.....	35
6.2. L'ESCALATOR MUCO-CILAIRE :.....	39
7. ANATOMO-HISTOLOGIE DU TRACTUS RESPIRATOIRE :	43
7.1. LES FOSSES NASALES	43
7.2. LE PHARYNX :.....	50
7.3. LE LARYNX.....	54
7.4. TRACHEE.....	64
7.5. BRONCHES ET BRONCHIOLES	68
7.6. BRONCHIOLES RESPIRATOIRES ET ALVEOLES PULMONAIRES	71
7.7. LE TISSU RESPIRATOIRE	74
7.8. PLÈVRES.....	77
8. PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE.	79
8.1. INTRODUCTION.....	79
8.2. RAPPORT STRUCTURE - FONCTION.....	80
DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE	91
1. Matériel et méthodes :	91
1.1. Type d'étude	91
1.2. Population cible	91
a- Critères d'inclusion :.....	91
b- Critères d'exclusion :.....	91
1.3. Méthodologie	91

1.4.	Analyse statistique des données	91
2.	Profil épidémiologique :	91
2.1.	Fréquence des maladies :.....	91
2.2.	Répartition selon l'âge :	92
2.3.	Répartition selon le sexe :	93
2.4.	Répartition selon la profession :.....	93
2.5.	Répartition selon les habitudes toxiques :	94
2.6.	Répartition selon les antécédents :	94
2.7.	Durée d'hospitalisation :	95
3.	Profil clinique :	96
3.1.	Signes fonctionnels :	96
3.2.	Signe physique :	97
4.	Profil paraclinique :	98
4.1.	Aspect TTX :	98
4.2.	Aspect TDM :	98
4.3.	La biologie :.....	99
5.	Profil thérapeutique :	99
6.	Discussion :	100
7.	Conclusion	102
REFERENCES :	106

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX ET ANNEXES

FIGURES : THEORIQUE :

Figure 1 : Représentation schématique de la disposition des poumons dans le thorax.

Figure 2 : Segments broncho-pulmonaires

Figure 3 : Moule en plâtre de la trachée, des bronches et des segments broncho-pulmonaires. Les différents segments de chaque lobe ont une couleur différente. D'après la fig. 5.3.7 du vol. 2 de P.C.B. McKinnon, J.F. Morris (2005) Oxford textbook of functional anatomy, 2nd ed., Oxford University Press, Oxford.

Figure 4 : Arbre trachéo-bronchique une pièce anatomique obtenue par corrosion, qui montre sur une vue postérieure l'arbre trachéo-bronchique (en orange) et les artères pulmonaires (en rouge).

Figure 5 : Segments pulmonaire

Figure 6 : Poumon droit et poumon éclaté sur le vue latérale

Figure 7 : Segmentation pulmonaire (poumon droit)

Figure 8 : Poumon gauche et poumon éclaté sur le vue latérale

Figure 9 : Segmentation pulmonaire (poumon gauche)

Figure 10 : Segments pulmonaires : vue latérale (poumon droit en haut, poumon gauche en bas)

Figure 11 : Muscles intercostaux et os du thorax

Figure 12 : Muscle transverse du thorax

Figure 13 : Muscles éleveurs des cotes (vue dorsale du thorax)

Figure 14 : Coupe à travers la trachée de chien qui montre les principales couches de tissu. Noter l'épaisse couche de cartilage (teintée en vert) et le grand nombre de glandes sécrétoires juste sous l'épithélium.

Figure 15 : Structure des voies respiratoires. (a) Coupe transversale d'une bronche avec ses plaques de cartilage sous la couche de muscle lisse. (b) Coupe horizontale à travers une bronchiole terminale où elle se ramifie pour donner naissance à une bronchiole respiratoire ; noter l'absence de cartilage. La zone délimitée est représentée avec un plus fort grossissement en dessous du panneau (d), où la mince couche de muscle lisse dans la bronchiole terminale est clairement visible. La couche externe du tissu conjonctif contient des fibres élastiques qui sont plus évidentes dans le panneau (c), où l'échantillon a été traité avec la coloration de Verhoeff. Les flèches indiquent les fibres élastiques dans les parois des alvéoles et des

bronchioles.

Figure 16 : Micrographie électronique à balayage de l'épithélium cilié de la trachée de rat. Noter les cils abondants et les cellules caliciformes intercalées (marquées G). (Source : P. Andrews (1974) American J Anatomy 139, 421.)

Figure 17 : Micrographie électronique à balayage d'un moulage en résine du réseau capillaire des alvéoles. Le moulage a été préparé en injectant une résine dans l'artère pulmonaire. Après la polymérisation de la résine, le tissu biologique a été digéré pour laisser un moulage des vaisseaux sanguins dans leur position d'origine entourant l'espace précédemment occupé par les alvéoles. Noter que les capillaires enveloppent presque complètement l'espace alvéolaire. (Source : R.G. Kessel, R.H. Kardon (1979) Tissues and organs, W.H. Freeman © Dr. Kessel & Kardon/Visuals Unlimited, Inc.)

Figure 18 : Le panneau (a) montre une partie des parois de plusieurs alvéoles à fort grossissement (échelle : 20 μm). Noter la finesse des parois et la proximité des globules rouges avec les espaces aériens. Les cellules alvéolaires de type I sont minces avec un noyau aplati et sont difficiles à distinguer des cellules endothéliales capillaires. Les cellules de type II (ou grandes cellules alvéolaires) ont une forme approximativement cubique et ont des noyaux plus arrondis. Comme on le voit, elles ont tendance se situer là où les parois alvéolaires se rejoignent. Dans des coupes minces, on peut voir qu'elles possèdent un cytoplasme vésiculaire, compatible avec leur rôle sécrétoire. Le panneau (b) montre une représentation schématique des couches séparant le gaz alvéolaire du sang dans les capillaires pulmonaires.

Figure 19 : Epithélium de type respiratoire

Figure 20 : Structures formant le septum nasal

Figure 21 : Paroi latérale de la cavité nasale droite

Figure 22 : L'Anatomie des voies aériennes supérieure (nez, pharynx, larynx).

Figure 23 : Voie Aérienne du nez au larynx

Figure 24 : Larynx – vu par derrière.

Figure 25 : Larynx – vu par devant.

Figure 26 : Cartilage cricoïde

Figure 27 : Cordes vocales. A. Image bronchoscopique des cordes vocales ouvertes (en abduction). B. Schéma des cordes vocales montrant les principales structures

Figure 28 : Positions extrêmes des cordes vocales. A. En abduction (ouvertes). B. En adduction (fermées)

Figure 29 : La trachée, et certain structures de voisines.

Figure 30 : Rapport entre la trachée et l'œsophage.

Figure 31 : Cellules bordant la trachée. A. Muqueuse ciliée. B. Microscopie à balayage

électronique en couleur de cils bronchiques

Figure 32 : Voies aériennes inférieures.

Figure 33 : Les alvéoles et leur réseau capillaire. A. Groupe d'alvéoles intactes. B. Coupe d'une alvéole

Figure 34 : Microscopie à balayage électronique en couleur d'alvéoles pulmonaires et d'une bronchiole

Figure 35 : Alvéole pulmonaire

Figure 36 : Alvéole avec hyperplasie des pneumocytes de type 2 et épaissement des septa alvéolaire

Figure 37 : Diffusion des gaz à travers une coupe transversale de la membrane alvéolo-capillaire

PRATIQUE :

Figure 1 : Répartition des patients en fonction de l'âge.

Figure 2 : Répartition des malades selon le sexe

Figure 3 : Répartition des malades selon la profession.

Figure 4 : Répartition des malades selon l'exposition au tabac.

Figure 5 : Durée d'hospitalisation des malades.

TABLEAUX :

Tableau 1 : Fréquence des motifs d'hospitalisation dans notre étude.

Tableau 2 : Répartition des malades selon les antécédents personnels médicaux.

Tableau 3 : Répartition des malades selon les antécédents personnels chirurgicaux.

Tableau 4 : Pourcentage des signes fonctionnels chez nos malades.

Tableau 5 : Répartition des signes fonctionnels selon la maladie.

Tableau 6 : Pourcentage des signes physiques chez nos malades.

Tableau 7 : Répartition des signes physiques selon la maladie.

Tableau 8 : Répartition des différents syndromes de TTX observés dans notre étude.

Tableau 9 : Répartition des différents syndromes de TDM observés dans notre étude.

Tableau 10 : Anomalies de l'hémogramme retrouvées dans notre étude.

Tableau 11 : Moyens thérapeutiques utilisés chez les patients hospitalisé.

LISTE DES ABREVIATIONS ET ACRONYMES :

1. BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive
2. MPCO : maladie pulmonaire obstructive chronique
3. TB : tuberculose
4. MNT : maladies non transmissibles
5. MALT : tissu lymphoïde associé aux muqueuses (mucosa associated lymphoid tissue)
6. VRE : Volume de réserve expiratoire
7. VR : Volume résiduel
8. CV : Capacité vitale (ou capacité vitale lente)
9. CVF : Capacité vitale forcée
10. CPT : Capacité pulmonaire totale
11. CI : Capacité inspiratoire
12. CRF : Capacité résiduelle fonctionnelle
13. O₂ : Oxygène
14. CO₂ : Dioxyde de carbone
15. V₂ : Rameau pharyngien du nerf maxillaire
16. IX : Nerf glossopharyngien
17. X : Nerf vague
18. Hb : hémoglobine
19. PO₂ : pression partielle d'oxygène
20. PCO₂ : La pression partielle en dioxyde de carbone
21. CMF : capacité maximale de fixation
22. DDB : dilatation des bronches
23. HTA : hypertension artérielle
24. HBP : hypertrophie bénigne de prostate
25. RGO : reflux gastro œsophagien
26. RAS : rien à signaler
27. AEG : altération de l'état général
28. TTX : telethorax
29. TDM : tomodensitométrie

PREMIERE PARTIE : PARTIE THEORIQUE

1. INTRODUCTION :

Le profil des patients dans le service de pneumologie se réfère à une analyse détaillée des caractéristiques démographiques, cliniques et épidémiologiques des personnes traitées pour des maladies respiratoires dans ce service médical spécialisé. Cette étude vise à comprendre la diversité des affections respiratoires présentées par les patients, ainsi que les facteurs influençant leur prévalence, leur gravité et leur pronostic.

La pneumologie étant une discipline médicale axée sur les troubles respiratoires, le profil des patients dans ce domaine peut inclure une variété de pathologies telles que l'asthme, la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), les infections respiratoires, la fibrose pulmonaire, le cancer du poumon, entre autres.

L'analyse du profil des patients peut également examiner des variables telles que l'âge, le sexe, les antécédents médicaux, les habitudes de vie (comme le tabagisme), les expositions professionnelles ou environnementales, ainsi que les comorbidités associées. Cette compréhension approfondie du profil des patients est essentielle pour adapter les stratégies de prise en charge, améliorer les protocoles de traitement et optimiser les ressources dans les services de pneumologie, afin d'assurer des soins de qualité et une meilleure gestion des maladies respiratoires.

2. DEFINITION :

La fonction principale du système respiratoire est de fournir de l'oxygène aux cellules du corps pour générer de l'énergie métabolique et éliminer le dioxyde de carbone produit par le métabolisme oxydatif. Pour ce faire, il doit pouvoir transporter ces deux gaz vers les tissus et à partir d'eux et les échanger avec l'air atmosphérique.

Comme tous les citoyens le savent, l'air est rempli de particules, dont certaines sont inhalées à chaque respiration. Même si la concentration en particules ne devrait être que de 0,001 % (10 parties par million), un débit respiratoire de 6 l/min entraîne l'inhalation de plus de 8 500 litres d'air chaque jour, ce qui inclurait 85 ml de particules. De toute évidence, à moins qu'un mécanisme existe pour éliminer cette matière, les poumons se boucheraient rapidement avec de la poussière et des débris. De plus, tous les matériaux inhalés ne sont pas biologiquement inertes.

Certains seront des agents infectieux (bactéries, spores fongiques et particules virales) et certains seront allergéniques (par exemple le pollen). Le système respiratoire doit donc

éliminer les matériaux inertes et inactiver les agents infectieux et les allergènes.

Ces facteurs peuvent déclencher des pathologies respiratoires, affectant les voies respiratoires supérieures (nez et gorge) ou inférieures (trachée, bronches et poumons).

La pneumologie est une branche médicale spécialisée dans l'étude, le diagnostic et le traitement des maladies affectant le système respiratoire. Ce domaine englobe un large éventail de conditions, des infections aiguës telles que les rhumes et les pneumonies, aux affections chroniques comme l'asthme et la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO).

3. INTERET DE LA QUESTION :

Les statistiques sur les motifs d'hospitalisation au niveau d'un service de pneumologie sont importantes pour plusieurs raisons :

3.1. Compréhension des pathologies prédominantes:

En examinant les motifs d'hospitalisation les plus fréquents, les professionnels de la santé peuvent mieux comprendre les principales pathologies respiratoires rencontrées dans la population desservie par le service de pneumologie. Cela peut aider à orienter les ressources et les efforts cliniques vers les domaines où la demande est la plus forte.

3.2. Planification des ressources :

En analysant les motifs d'hospitalisation, les administrateurs de santé peuvent planifier de manière appropriée les ressources nécessaires, telles que le personnel, l'équipement et les lits, pour répondre aux besoins des patients admis dans le service de pneumologie.

Par exemple, si les exacerbations de la BPCO sont une cause fréquente d'hospitalisation, il pourrait être nécessaire de disposer de suffisamment de lits pour accueillir ces patients pendant les périodes de pointe.

3.3. Évaluation de l'efficacité des traitements :

En suivant les motifs d'hospitalisation au fil du temps, les médecins peuvent évaluer l'efficacité des traitements et des interventions préventives dans la gestion des maladies respiratoires.

Par exemple, si le nombre d'hospitalisations pour asthme diminue après la mise en œuvre de programmes éducatifs pour les patients asthmatiques, cela peut indiquer que ces interventions sont efficaces.

3.4. Identification des tendances émergente:

Les statistiques sur les motifs d'hospitalisation peuvent également aider à identifier les tendances émergentes dans les maladies respiratoires, telles que l'émergence de souches résistantes de bactéries respiratoires ou l'augmentation de l'incidence de certaines maladies pulmonaires liées à des facteurs environnementaux.

3.5. Recherche et développement :

Les données sur les motifs d'hospitalisation peuvent être utilisées pour orienter la recherche et le développement de nouveaux traitements et thérapies dans le domaine de la pneumologie.

Par exemple, si une maladie respiratoire spécifique est responsable d'un nombre disproportionné d'hospitalisations et que les traitements actuels sont inefficaces, cela pourrait inciter les chercheurs à se concentrer sur le développement de nouveaux médicaments ou thérapies pour cette condition.

En résumé, les statistiques sur les motifs d'hospitalisation dans un service de pneumologie sont essentielles pour orienter la prise en charge des patients, allouer efficacement les ressources, évaluer les interventions cliniques et identifier les besoins émergents en matière de recherche et de développement dans le domaine des maladies respiratoires.

4. EPIDEMIOLOGIE :

Les maladies respiratoires entraînent un immense fardeau pour la santé dans le monde entier. On estime que 235 millions de personnes souffrent d'asthme [1], plus de 200 millions de personnes souffrent de la maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC), 65 millions souffrent de façon modérée ou sévère de la MPOC [2], 1-6 % de la population adulte (plus de 100 millions de personnes) fait l'expérience de troubles respiratoires du sommeil [3], 8,7 millions de personnes par an développent la tuberculose (TB) [4], des millions vivent avec de l'hypertension pulmonaire [3] et plus de 50 millions de personnes sont aux prises avec des maladies pulmonaires professionnelles, totalisant plus de 1 milliard de personnes souffrant de maladies respiratoires chroniques [5]. Au moins 2 milliards de personnes sont exposées aux

effets toxiques de la consommation de carburant de la biomasse, 1 milliard sont exposées à la pollution de l'air extérieur et 1 milliard sont exposées à la fumée de tabac. Chaque année, 4 millions de personnes meurent prématurément de maladies respiratoires chroniques [5].

Les nourrissons et les jeunes enfants sont particulièrement sensibles. Neuf millions d'enfants de moins de 5 ans meurent chaque année et les maladies pulmonaires sont les causes les plus fréquentes de ces décès. La pneumonie est la principale cause de mortalité des jeunes enfants [6]. L'asthme est la maladie chronique la plus fréquente, touchant environ 14% des enfants dans le monde, et ce nombre est à la hausse [7].

La MPOC est la quatrième cause de décès dans le monde et les nombres augmentent [8]. Le cancer mortel le plus fréquent dans le monde est le cancer du poumon, qui tue plus de 1,4 million de personnes chaque année [9], et les nombres augmentent. Les infections des voies respiratoires causées par la grippe tuent 250 000 à 500 000 personnes et coûtent entre 71 et 167 milliards de dollars par an [10].

Les infections respiratoires sont classées comme le plus grand contributeur à la charge globale de maladie dans le monde, mesurée en année de vie ajustée en fonction de l'incapacité (DALY) perdue, qui estime la quantité de vie active et productive perdue en raison d'une condition. Le fardeau DALY est composé de deux mesures: les années de vie perdues (YLL), qui est le nombre d'années de vie potentielles perdues à la personne par leur mort prématurée et les années vécues avec une incapacité (YLD), qui est le nombre d'années de vie avec handicap. Le DALY est calculé en additionnant le YLL et le YLD. Cette mesure est parfois nommée le fardeau de la maladie.

Aucun organe n'est plus vital et aucun organe n'est plus vulnérable que le poumon. Être incapable de respirer est l'une des sensations les plus pénibles qu'une personne peut ressentir. Les poumons sont le plus grand organe dans le corps et le seul organe interne qui est exposé en permanence à l'environnement extérieur. Toute personne qui respire est vulnérable aux agents infectieux et toxiques présents dans l'air. Bien que les maladies respiratoires entraînent la mort dans toutes les régions du monde et dans toutes les classes sociales, certaines personnes sont plus vulnérables aux expositions environnementales que les autres.

Au cours des dernières décennies, la médecine moderne a augmenté la longueur et la qualité de vie dans la plupart des pays, même si l'évolution des modes de vie et les infections, comme le VIH, ont créé de nouveaux défis. Au même moment, l'augmentation des coûts des soins de santé a menacé la santé financière de nombreuses nations, et l'effort nécessaire pour soigner les malades et les mourants affecte la productivité nationale. Il est maintenant clair que le développement économique d'un pays est étroitement lié à la santé de ses citoyens.

Une mauvaise santé, à la fois individuelle et publique, ainsi que le manque d'éducation et le manque d'une structure politique favorable, constituent des obstacles majeurs au développement d'un pays et sont les racines de la pauvreté. Une mauvaise santé appauvrit les nations et la pauvreté entraîne une mauvaise santé, en partie liée à un accès insuffisant à des soins de santé de qualité. Encore plus inquiétant est l'énorme souffrance causée par la maladie. Les plus défavorisées souffrent le plus en raison de la mauvaise santé.

La plupart des plus grandes causes de la charge de la mauvaise santé sont les soi-disant « maladies non transmissibles » (MNT), qui incluent l'asthme, la MPOC et les cancers. Avec cette prise de conscience, en 2011, les Nations Unies ont convoqué une réunion de haut niveau sur les maladies non transmissibles pour élaborer un plan global pour la prévention et le contrôle [11]. Le FIRS a fait partie de cet effort. Il croit fermement que l'investissement dans la santé publique verse des dividendes à bien des égards.

Les dépenses de soins de santé pour les maladies respiratoires sont une charge croissante sur les économies de tous les pays. Par exemple, le coût annuel de l'asthme aux États-Unis est estimé à 18 milliards de dollars [12]. Si l'on considère la perte de productivité des membres de la famille et d'autres personnes qui s'occupent de ces personnes, le coût pour la société est beaucoup plus élevé.

5. ANATOMIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE :

5.1. Constitution :

Les poumons sont les principaux organes du système respiratoire et un schéma de leur disposition dans le thorax est illustré à la figure 1. Ils sont alimentés en sang par la circulation pulmonaire et fournissent la surface à travers laquelle l'oxygène est absorbé et le dioxyde de carbone est éliminé.

Comme les poumons sont situés dans le thorax, l'air de l'atmosphère doit traverser le nez ou la bouche et pénétrer dans les voies respiratoires avant de pouvoir être dirigé vers la surface respiratoire où se produisent les échanges gazeux.

Lors d'une respiration calme, l'air est normalement absorbé par le nez, mais pendant un exercice intense, l'air est également aspiré par la bouche, ce qui offre beaucoup moins de résistance au flux d'air.

Bien que les voies nasales offrent une résistance élevée à la circulation de l'air, elles humidifient et réchauffent l'air pendant son passage vers les poumons.

Après avoir pénétré dans le nez ou la bouche, l'air passe par le pharynx jusqu'au larynx qui,

comme le nez, constitue une source importante de résistance à la circulation de l'air. Cette propriété est exploitée dans la vocalisation.

Les voies respiratoires commencent par la paire de narines (narines antérieures) qui mènent aux cavités nasales, séparées le long de la ligne médiane par le septum nasal. Trois saillies des parois latérales des cavités nasales forment les cornets nasaux, chacun constitué d'une fine couche d'os recouverte d'une couche d'épithélium respiratoire cilié. Cet arrangement divise le flux d'air de chaque narine en quatre courants étroits et expose l'air entrant à une grande zone de muqueuse nasale.

L'épithélium olfactif, l'organe périphérique servant à l'odorat, est situé dans le toit de la cavité nasale au-dessus des cornets supérieurs.

Les cavités nasales communiquent avec le pharynx via les narines internes. L'oropharynx fait partie des systèmes digestif et respiratoire et est relié au larynx par une ouverture appelée glotte protégée par un volet de cartilage appelé épiglotte qui empêche les particules alimentaires d'entrer dans le larynx.

Au-dessous du larynx se trouve la trachée, qui est la première des voies aériennes inférieures ; les voies respiratoires au-dessus de la trachée forment les voies aériennes supérieures.

Chez un homme adulte, la trachée a un diamètre d'environ 1,8 cm et une longueur de 12 cm. C'est le premier composant de l'arbre respiratoire – ensemble ramifié de tubes qui relie la surface respiratoire à l'atmosphère.

Dans la partie supérieure du thorax, les branches de la trachée forment les deux bronches principales, une pour chaque poumon. La bronche droite a un diamètre plus grand que la gauche. À leur tour, les bronches se ramifient pour donner naissance à deux branches plus petites à gauche et trois à droite, correspondant aux lobes du poumon. (Le poumon droit a trois lobes tandis que le gauche en a deux.) Dans chaque lobe, les bronches se divisent en deux branches plus petites et ces branches plus petites se divisent également en deux, jusqu'à ce que les dernières branches atteignent la surface respiratoire.

Les voies respiratoires de la trachée aux bronchioles respiratoires reçoivent leur apport sanguin via la circulation bronchique.

Au total, il y a 23 générations de voies aériennes entre l'atmosphère et les alvéoles. La trachée est la génération 0. Elle bifurque de manière asymétrique pour donner naissance aux deux bronches principales, qui forment la génération 1 (figure 2). Les bronches desservant les

lobes des poumons (bronches lobaires) forment les générations 2 et 3. La génération 4 dessert les segments au sein des lobes (bronches segmentaires). Les petites bronches forment de la 5^e à la 11^e génération. De la 12^e à la 19^e génération, les voies respiratoires sont appelées bronchioles. La 16^e génération qui relie les bronchioles à la surface respiratoire constitue les bronchioles terminales.

Les voies respiratoires, jusqu'aux bronchioles terminales, réalisent le réchauffement et l'humidification de l'air sur son chemin vers la surface respiratoire. Ce sont des conduits aériens qui ne jouent aucun rôle important dans les échanges de gaz. De la génération 17 à la génération 19, les voies respiratoires commencent à participer aux échanges gazeux ; ce sont les bronchioles respiratoires.

Celles-ci finissent par donner naissance aux canaux alvéolaires à partir desquels les principales structures d'échange de gaz apparaissent. Ce sont les sacs alvéolaires, qui consistent en deux ou plusieurs alvéoles. Les bronchioles respiratoires, les canaux alvéolaires et les alvéoles constituent les voies respiratoires transitoires et respiratoires proprement dites, qui fournissent une surface totale d'échange gazeux d'environ 60 à 80 m² chez un adulte.

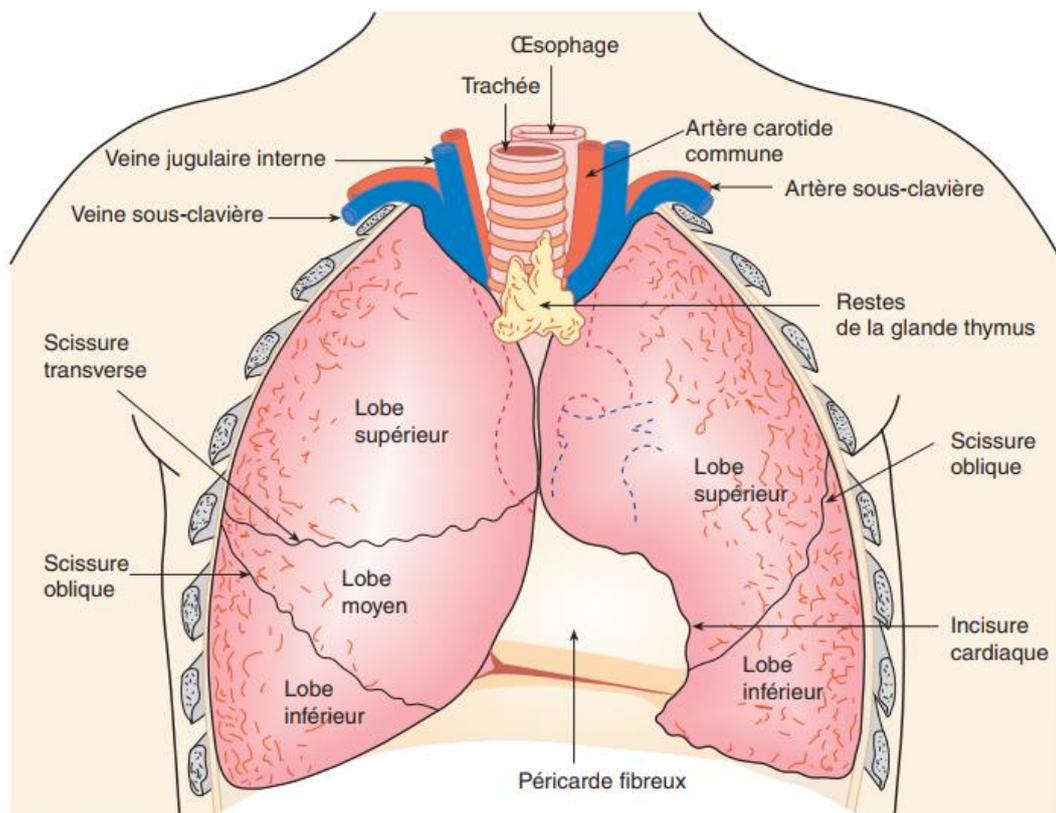


Figure 1 : Représentation schématique de la disposition des poumons dans le thorax. Les

lignes pointillées indiquent les positions de la crosse aortique et des artères pulmonaires. Noter que le poumon droit a trois lobes tandis que le poumon gauche en a deux. Le cœur repose sur le côté gauche, dans le péricarde.

5.2. Segmentation bronchique :

L'arbre bronchique :

Il peut y avoir de nombreuses variations anatomiques. Nous décrivons ici le modèle le plus fréquent.

5.2.1 La Bronche principale droite (BPD) :

Elle donne trois troncs importants : les bronches lobaires supérieure (BLS) , moyenne et inférieure, chacune ventilant le lobe pulmonaire correspondant. Le numéro de chaque bronche segmentaire, renvoyant à son segment pulmonaire, sera précisé entre parenthèses :

a. Bronche lobaire supérieure :

Presque horizontale, elle naît à 2 cm de la bifurcation trachéale légèrement avant l'entrée du hile pulmonaire en se détachant à angle aigu de la face latérale de la bronche principale.

Longue de 12 mm, elle donne trois bronches segmentaires :

- . La bronche segmentaire apicale (se dirige vers le haut) (I)
- . La bronche segmentaire dorsale (oblique en haut, en arrière et latéralement) (II)
- . La bronche segmentaire ventrale (oblique en bas, en avant et latéralement) (III)

b. Bronche lobaire moyenne :

Située dans le hile, elle naît 2 cm en dessous de la bronche lobaire supérieure, sur la face antérieure de la bronche principale, et se dirige en avant et un peu latéralement.

Longue de 13 mm, elle donne deux bronches segmentaires :

- . La bronche segmentaire latérale (oblique en avant, en bas et latéralement) (IV)
- . La bronche segmentaire médiale (oblique en avant, en bas et médialement) (V)

La portion de bronche continuant la bronche principale droite sous l'origine de la bronche lobaire supérieure, et comprise entre cette dernière et la lobaire moyenne, est le tronc intermédiaire.

c. **Bronche lobaire inférieure :**

Elle continue l'axe de la bronche principale et du tronc intermédiaire. Oblique en bas, latéralement et en arrière, elle donne 5 bronches segmentaires dont les quatre dernières sont appelées basales :

. La bronche segmentaire apicale du lobe inférieur, ou bronche de Nelson, naît de sa face postérieure sous l'origine de la bronche lobaire moyenne et descend obliquement en arrière, latéralement et légèrement en bas (VI)

La portion de bronche lobaire suivant l'origine de la bronche de Nelson prend alors le nom de bronche basale, à l'origine de la pyramide basale :

. La bronche basale médiale, ou para-cardiaque (oblique en bas et latéralement) (VII)

. La bronche basale antérieure (oblique en bas et en avant) (VIII)

. La bronche basale latérale (oblique en bas et latéralement) (IX)

. La bronche basale postérieure (oblique en bas et en arrière) (X)

5.2.2 **La Bronche principale gauche (BPG) :**

Elle donne successivement la bronche lobaire supérieure et la bronche lobaire inférieure.

a. **Bronche lobaire supérieure :**

Elle naît à 4 cm de la bifurcation trachéale avant l'entrée du hile pulmonaire. Longue de 1 cm, elle est presque horizontale et se dirige latéralement et légèrement en haut et en avant.

Elle se divise en deux troncs :

. Un tronc supérieur, la bronche culminale (le culmen est la partie postéro-supérieure du lobe supérieur) qui se dirige en haut, latéralement et en arrière et qui donne :

- Un tronc apico-dorsal qui se divise en :

. Une branche segmentaire apicale(I)

. Une branche segmentaire dorsale (II)

- Une bronche segmentaire ventrale (III)

. Un tronc inférieur, la bronche lingulaire, qui se dirige en avant, en bas et latéralement et qui donne :

- Une bronche segmentaire lingulaire supérieure (IV)

- Une bronche segmentaire lingulaire inférieure (V)

b. Bronche lobaire inférieure :

Partie terminale de la bronche, elle est oblique en bas, en arrière et latéralement. Elle donne successivement 5 bronches :

- . La bronche segmentaire apicale du lobe inférieur, ou bronche de Nelson, qui naît de sa face postérieure (VI)
- . La bronche basale médiale, ou paracardiaque gauche, qui a la particularité de naître du corps de la bronche basale ventrale (VII)
- . La bronche basale ventrale (VIII)
- . La bronche basale latérale (IX)
- . La bronche basale dorsale (X)

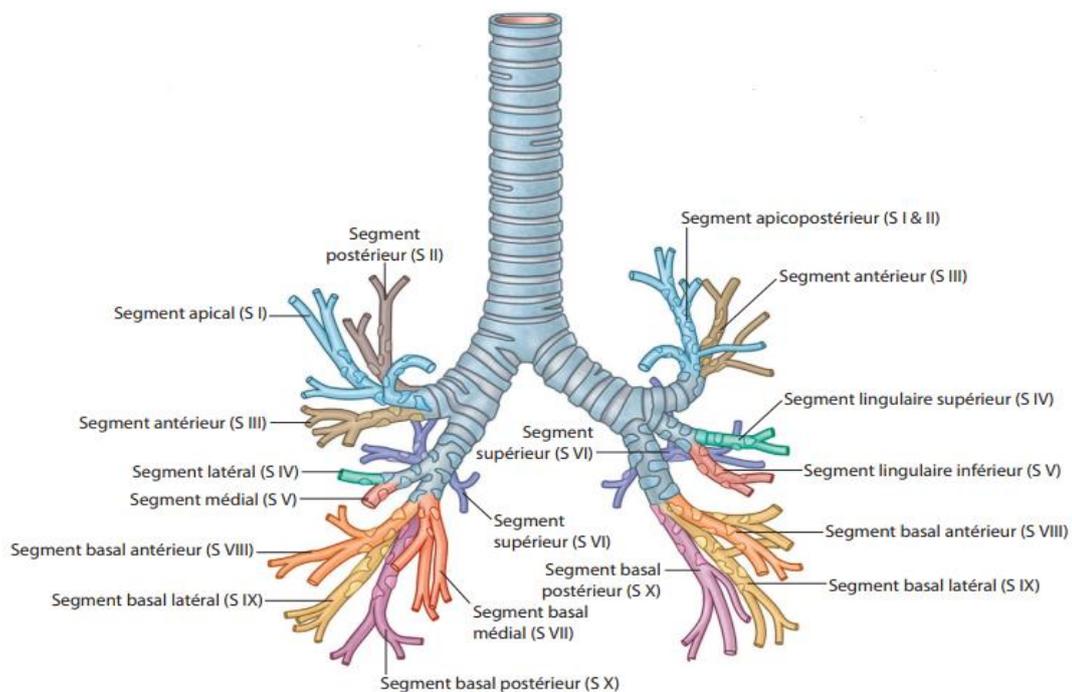


Figure 2 : Segments broncho-pulmonaires

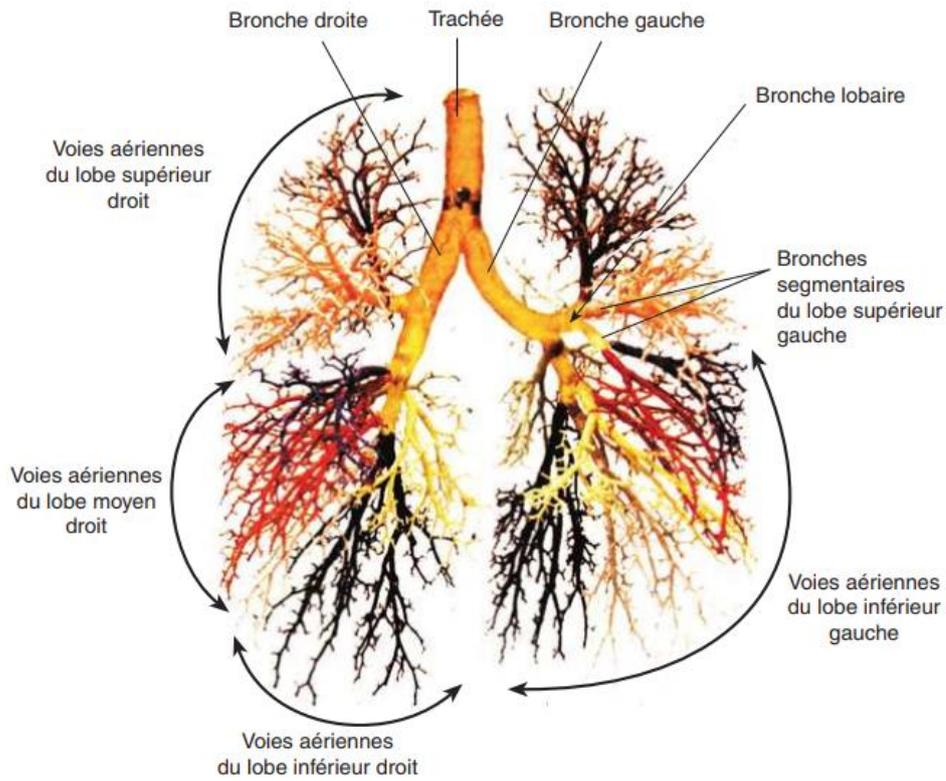


Figure 3 Moule en plâtre de la trachée, des bronches et des segments broncho-pulmonaires. Les différents segments de chaque lobe ont une couleur différente. Noter la ramification asymétrique de la trachée. (D'après la fig. 5.3.7 du vol. 2 de P.C.B. McKinnon, J.F. Morris (2005) Oxford textbook of functional anatomy, 2nd ed., Oxford University Press, Oxford.)

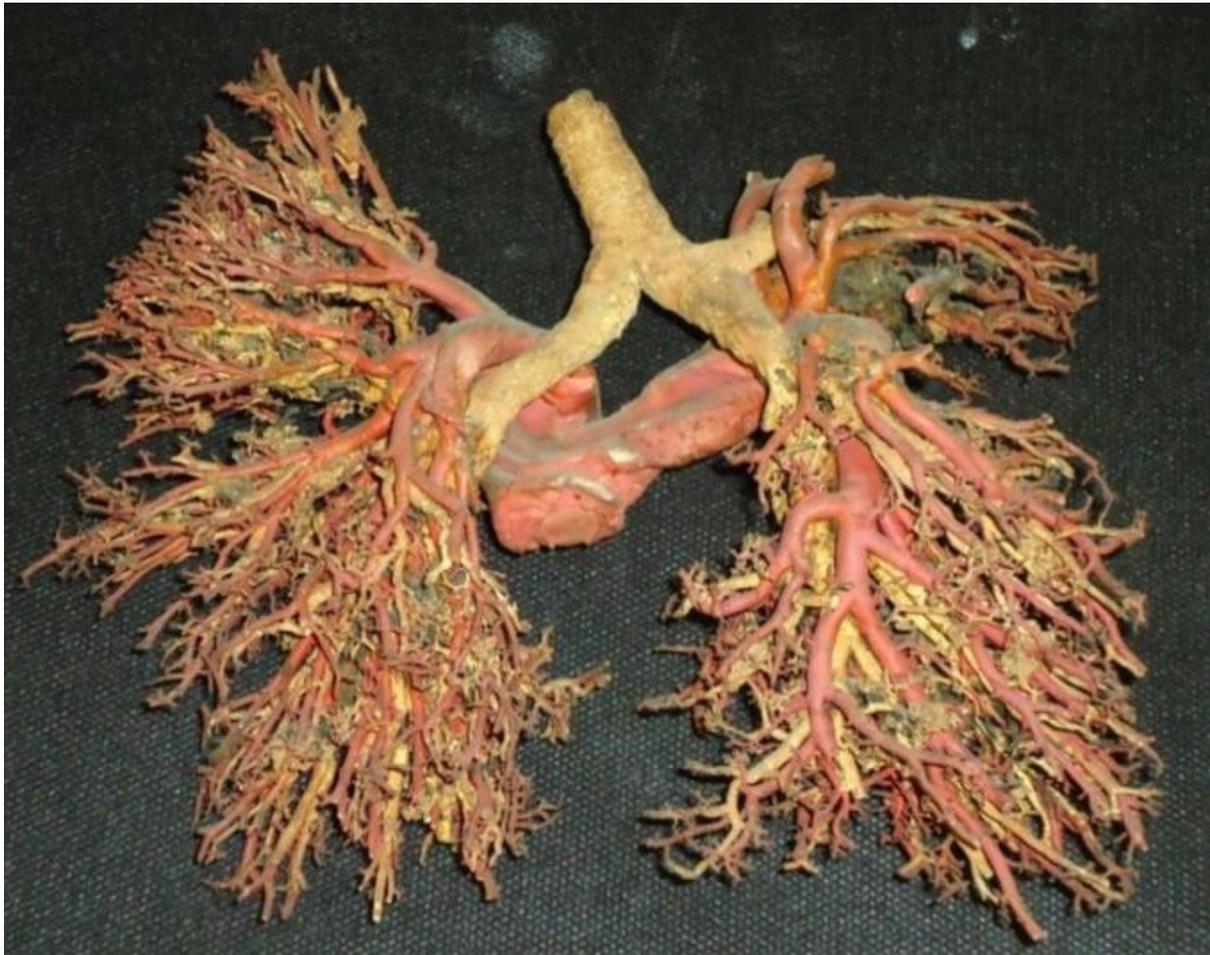


Figure 4 : ARBRE TRACHEO-BRONCHIQUE

une pièce anatomique obtenue par corrosion, qui montre sur une vue postérieure l'arbre trachéo-bronchique (en orange) et les artères pulmonaires (en rouge). Les corrosions sont des pièces anatomiques extrêmement fragiles qui permettent une présentation particulière des vaisseaux ou canaux de certains organes (bronches, voies biliaires, artères, veines, ...). On les obtient en injectant une substance (plomb, résine, latex,...) dans les structures que l'on veut mettre en évidence puis en plongeant l'organe dans l'acide. Les parties molles sont alors dissoutes et il ne reste que le moulage.

5.3. SEGMENTATION PULMONAIRE :

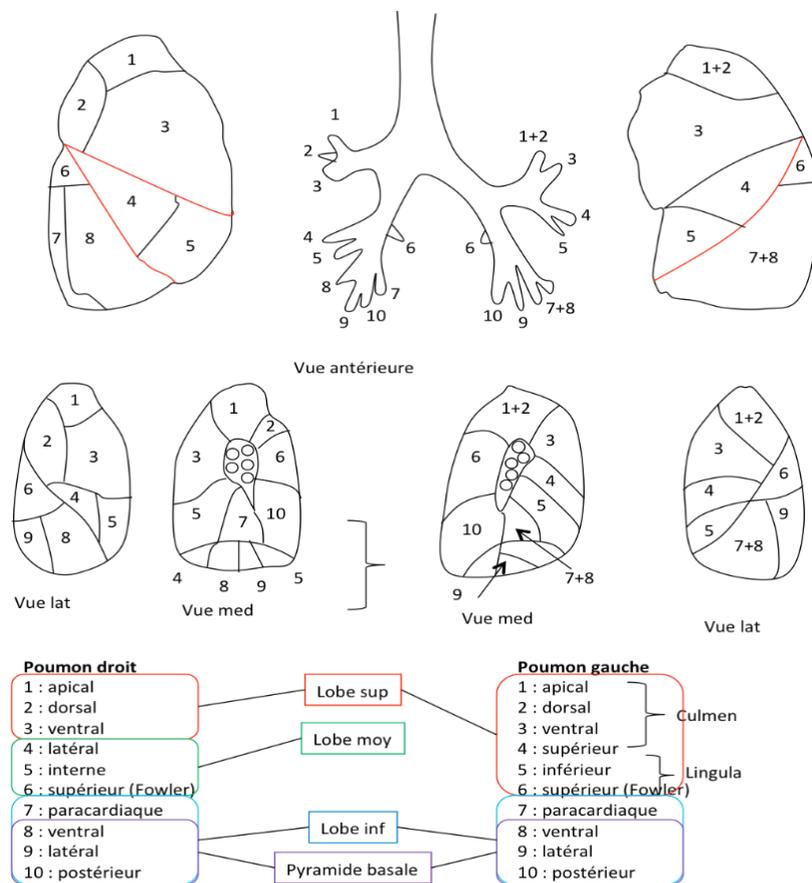


Figure 5 : segments pulmonaire

Les poumons sont divisés en lobes par les scissures inter-lobaires.

Chaque lobe représente une unité fonctionnelle, possédant :

- sa bronche lobaire,
- et un (ou plusieurs) pédicule artériel pulmonaire, devenant satellite de la bronche.

Les veines pulmonaires, ne sont pas satellites des pédicules broncho-artériels et peuvent drainer des lobes différents.

Les lobes sont subdivisés en segments représentant une unité ventilatoire fonctionnelle, chaque segment possède :

- sa bronche segmentaire,
- et un (ou plusieurs) pédicule artériel pulmonaire.

Mais pas de pédicule veineux individualisé. Les veines siègent dans le plan inter-segmentaire et drainent deux segments adjacents.

N.C : Les segments ne sont pas séparés de façon évidente par un plan scissural, mais par un plan fibro-élastique contenant les branches veineuses pulmonaires qui guident les exérèses chirurgicales segmentaires.

5.3.1 Segmentation du poumon droit :

Le poumon droit est divisé par deux scissures en trois lobes : supérieur, moyen et inférieur.

a) Scissures :

- Scissure oblique, oblique en bas et en avant, séparant les lobes supérieur et moyen du lobe inférieur.
- Scissure horizontale, branchée en avant de la scissure oblique, séparant les lobes supérieur et moyen.

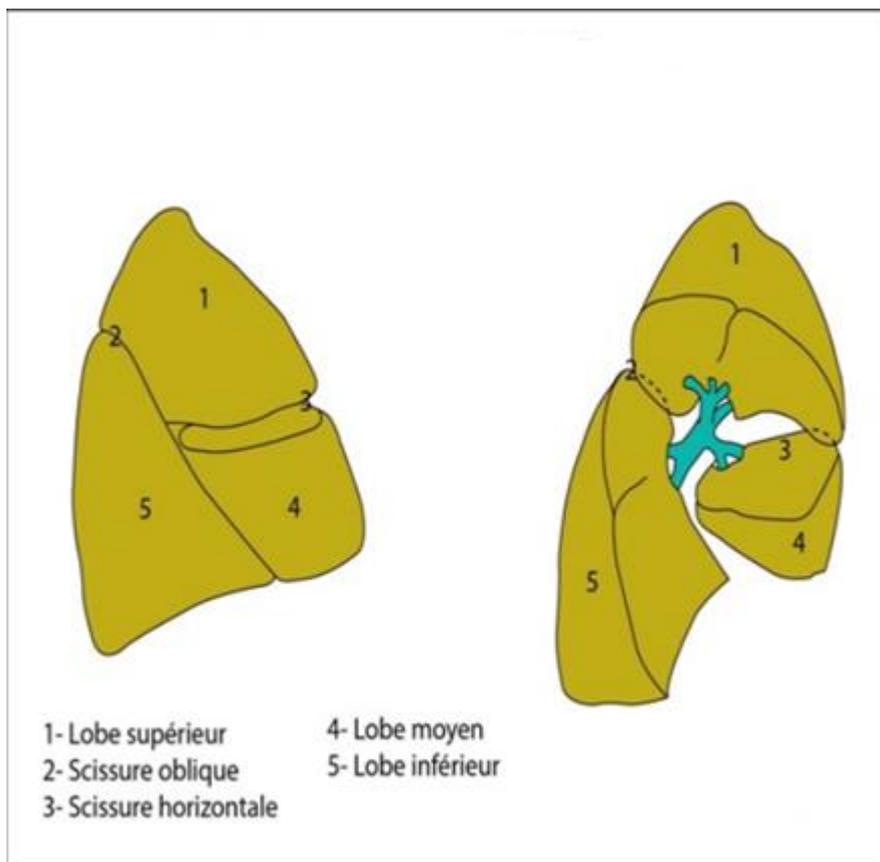


Figure 6 : Poumon droit et poumon éclaté sur le vue latérale

b) Lobes :

- Lobe supérieur.
- Lobe moyen : le plus petit.
- Lobe inférieur : le plus volumineux, en forme de pyramide à base inférieure.

c) Segments :

Chaque lobe du poumon droit se subdivise en segments :

- Le lobe supérieur se subdivise en trois segments :
 - Segment apical (1)
 - Segment dorsal (2)
 - Segment ventral (3)
- Le lobe moyen se subdivise en deux segments :
 - Segment latéral (4)
 - Segment médial (5)
- Le lobe inférieur se subdivise en cinq segments en deux groupes :
 - Groupe supérieur : formé par
 - Segment apical ou segment de Fowler (6).
 - Groupe inférieur ou pyramide basale, formé par :
 - Se segment baso-médial ou paracardiaque (7).
 - Se segment baso-ventral ou ventro-basal (8).
 - Se segment baso-latéral ou latéro-basal (9).
 - Se segment baso-dorsal ou termino-basal (10).

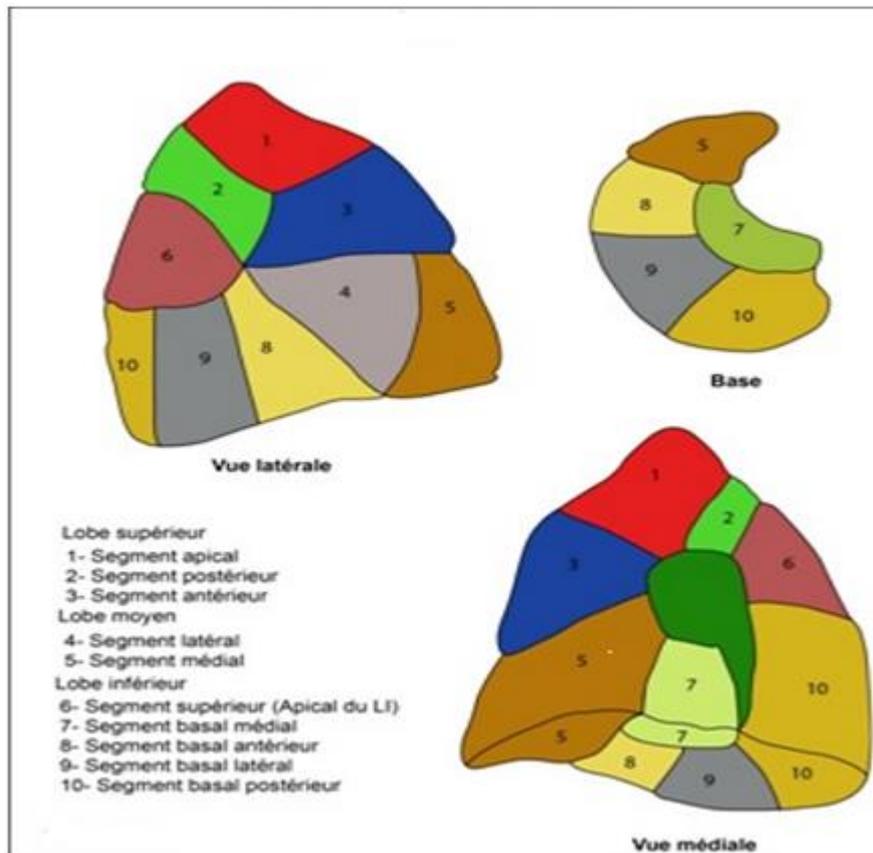


Figure 7 : segmentation pulmonaire (poumon droit)

5.3.2 Segmentation du poumon gauche :

Le poumon gauche est divisé par la scissure oblique en bas et en avant, en deux lobes supérieur et inférieur.

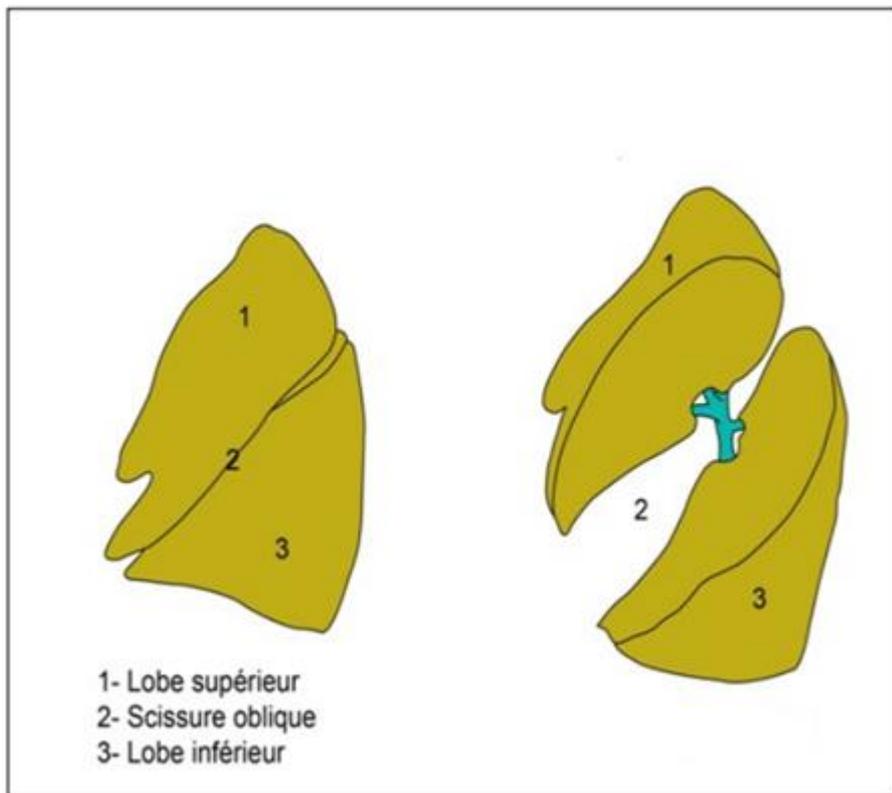


Figure 8 : Poumon gauche et poumon éclaté sur le vue latérale

a) Lobes :

- Lobe supérieur : homologue des deux lobes droits, supérieur et moyen.
- Lobe inférieur : sensiblement symétrique au lobe inférieur droit.

b) Segments :

La segmentation du poumon gauche est assez superposable à celle du poumon droit.

- Le lobe supérieur, divisé en cinq segments en deux groupes :
 - Groupe supérieur ou culmen, divisé en trois segments :
 - Segment apical (1).
 - Segment dorsal (2).
 - Segment ventral (3).
 - Groupe inférieur, ou lingula, divisé en deux segments :
 - Segment supérieur (4).

- Segment inférieur (5).
 - Le lobe inférieur, divisé en cinq segments en deux groupes :
 - Groupe supérieur, formé par :
 - Segment apical ou segment de Fowler (6).
 - Groupe inférieur, ou pyramide basale, formé par 4 quatre segments :
 - Segment baso-médial ou paracardiaque (7).
 - Segment baso-ventral ou ventro-basal (8).
 - Segment baso-latéral ou latéro-basal (9).
 - Segment baso-dorsal ou termino-basal (10).

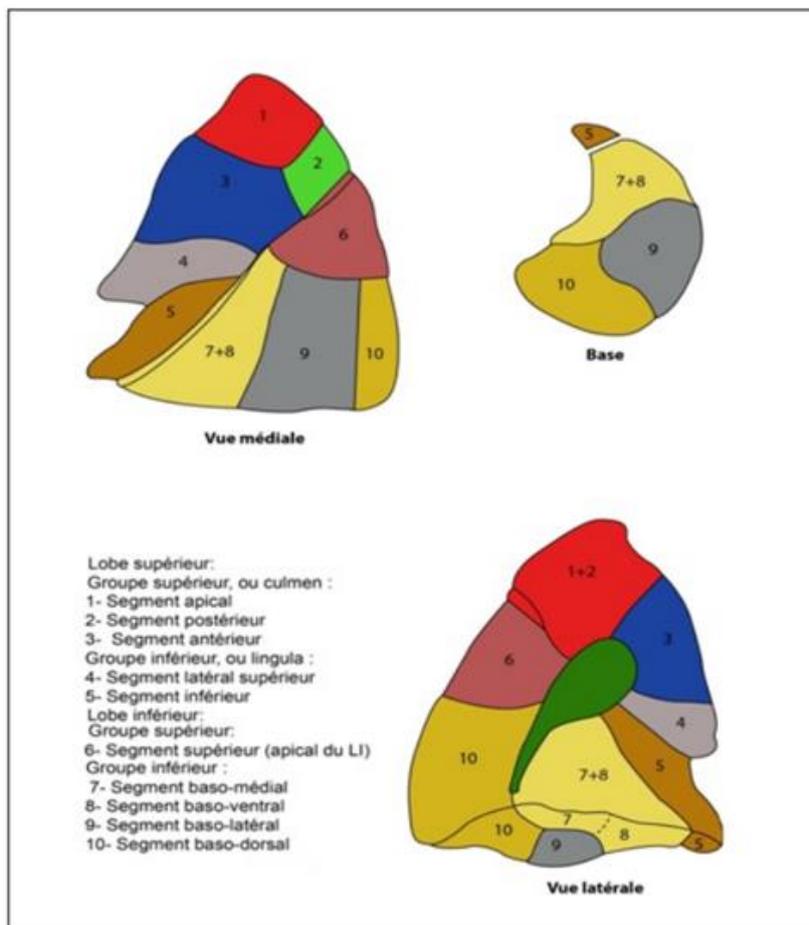


Figure 9 : segmentation pulmonaire (poumon gauche)

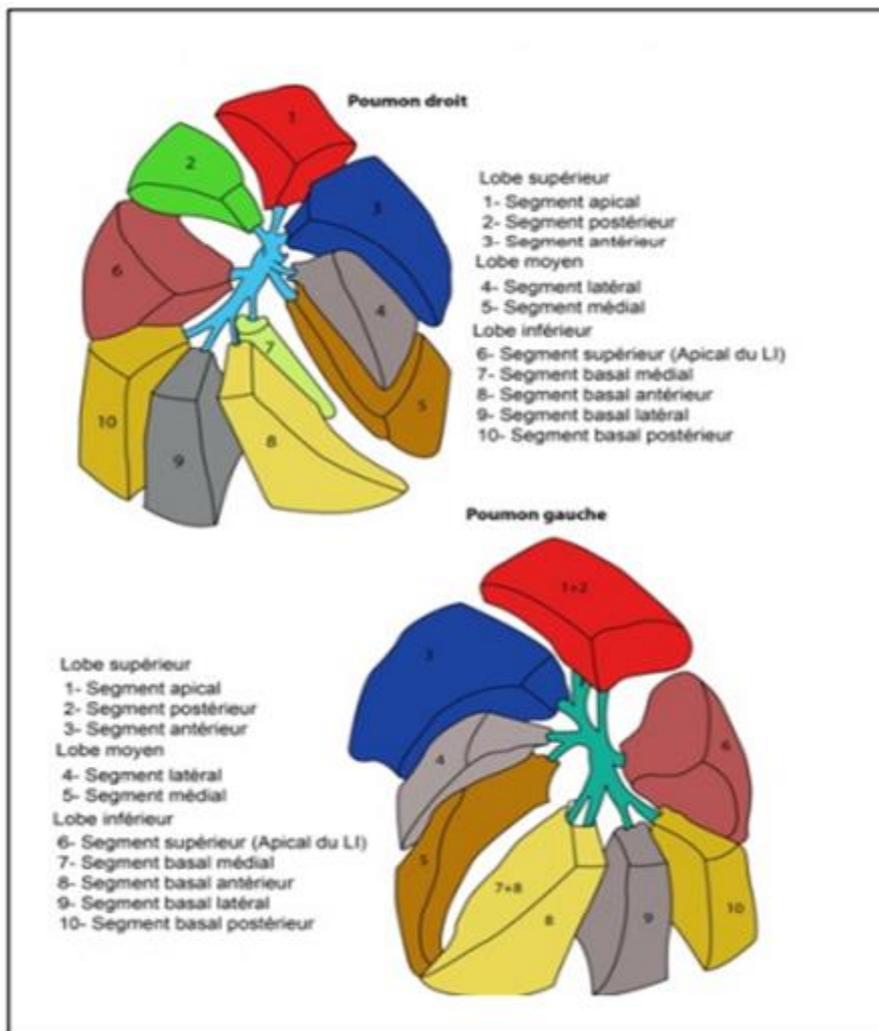


Figure 10 : segments pulmonaires : vue latérale (poumon droit en haut, poumon gauche en bas)

5.4. LES MUSCLES RESPIRATOIRES

Les muscles moteurs de la ventilation sont représentés par le diaphragme, c'est le muscle respiratoire principal et par d'autres muscles qui agissent sur les mouvements de la cage thoracique lors de la respiration, ce sont les muscles respiratoires accessoires.

5.4.1. LE DIAPHRAGME THORACO-ABDOMINAL

5.4.1.1. Définition :

Le diaphragme est une cloison musculo-aponévrotique qui joue un double rôle :

- Il sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale.
- Il est l'élément essentiel de la dynamique respiratoire.

5.4.1.2. Forme :

Le diaphragme a la forme d'une double coupole à convexité supérieure.

5.4.1.3. Projection :

En expiration forcée : sur le 4ème espace intercostal à droite, et sur le 5ème espace intercostal à gauche.

Lors de l'inspiration, les deux coupoles descendent chacune de deux espaces intercostaux.

5.4.1.4. Constitution Anatomique :

Le diaphragme est un ensemble de muscles digastriques dont les tendons intermédiaires sont réunis sur un centre tendineux unique que l'on appelle le centre phrénique. La partie musculaire, périphérique prend ses insertions sur le squelette de la cage thoracique, en ventral et latéral, et sur le rachis lombaire en dorsal. On distingue donc à cet ensemble musculaire, situé en périphérie, une partie lombale (lombaire), une partie chondro-costale et une partie sternale.

A- Le centre phrénique

Le centre phrénique est la partie centrale du diaphragme, est une nappe tendineuse, en forme de feuille de trèfle à trois folioles, une foliole antérieure et deux folioles latérales. Au niveau de la foliole latérale droite, se trouve l'orifice de la veine cave inférieure.

B- Partie périphérique du diaphragme

La portion périphérique du diaphragme présente trois portions, lombale, chondro-costale et sternale.

➤ **portion lombale ou vertébrale** : verticale, elle représente les piliers du diaphragme tendineux et musculaires :

- **Piliers tendineux**

Les piliers tendineux sont insérés sur la face ventrale du rachis lombaire.

- Le pilier droit, classiquement plus développé que le gauche, s'étend de la 1ère à la 3ème vertèbre lombale et sur les disques intermédiaires.
- Le pilier gauche de la 1ère à la 2ème vertèbre lombale et sur le disque intermédiaire.

Les deux piliers se réunissent pour délimiter, en avant de Th12, un arc tendineux solide et inextensible, le ligament arqué médian, que vient traverser l'aorte qui, de thoracique, devient abdominale. Elle va cheminer sur le flanc gauche du rachis lombaire accompagnée en arrière d'elle par le conduit (canal) thoracique.

Les piliers accessoires gauche et droit existent de façon inconstante, insérés sur L1 et le disque L1-L2. Latéralement ces piliers sont séparés du ligament arqué médial (arcade du psoas), tendu du corps de L1 jusqu'à son propre processus.

- **Piliers musculaires**

Poursuivant les piliers tendineux en cranial et ventral, les fibres charnues des piliers musculaires prennent rapidement du volume pour venir délimiter, au niveau de Th10, le hiatus œsophagien ou passe l'œsophage et les nerfs vagues (nerfs pneumogastriques).

➤ **Portion costale**

Le diaphragme s'insère sur le cartilage des 7, 8 et 9 côtes et sur la partie osseuse des 10, 11 et 12 côtes. On trouve :

Le ligament arqué latéral (arcade du carré des lombes) se trouve en dehors du ligament arqué médial (arcade du psoas) tendu entre le processus transverse de L1 et le sommet de la 12ème côte

Le ligament arqué accessoire tendu entre la 10ème et la 11ème côte, et entre la 11ème et la 12ème côte.

➤ **Portion sternale**

Elle prend son origine depuis la face dorsale de l'appendice xiphoïde à la foliole antérieure. Deux interstices latéraux sont les hiatus costo-xiphoïdien (fentes de Larrey) et un orifice médian, l'hiatus rétro-xiphoïdien (fente de Marfan).

C- Orifices diaphragmatiques

➤ Orifices principaux ou hiatus :

- Orifice (hiatus) aortique : Se projette sur Th12, fibreux et inextensible, livre passage à l'aorte accompagnée du conduit lymphatique thoracique.
- Orifice (hiatus) œsophagien : Se projette sur Th10, musculaire et extensible, livre passage à l'œsophage et les deux nerfs vagues (pneumogastriques).
- Orifice (hiatus) de la veine cave inférieure : Se projette sur Th9. Fibreux et inextensible, livre passage à la veine cave inférieure.

➤ Orifices accessoires

Hiatus médial, entre pilier principal et accessoire (lorsque ce dernier est présent), livre passage au nerf grand splanchnique, à droite à la veine azygos et à gauche à la veine l'hémi-azygos

- Hiatus latéral, entre pilier accessoire et ligament arqué médial, livre passage au nerf petit splanchnique, nerf splanchnique inférieur et la chaîne sympathique
- Hiatus rétro-xiphoidien (Fente de Marfan) : avasculaire
- Hiatus costo-xiphoidien (Fentes de Larrey) : livre passage à l'artère thoracique interne
- Orifices des Nerfs intercostaux.

5.4.1.5. Vaisseaux Et Nerfs

Artères

-Artères phréniques inférieures, naissent de l'aorte abdominale à hauteur de T12.

-Artères phréniques supérieures, naissent de l'artère thoracique interne.

Veines

Sensiblement calquées sur le système artériel.

Lymphatiques

Deux réseaux :

Sous péritonéale vers les nœuds lymphatiques latéro-aortiques Sous pleurale vers les nœuds sternaux, médiastinaux, et postérieur d-NERFS

Nerfs phréniques, droit et gauche. Ils naissent du plexus cervical. Ce sont les nerfs moteurs du diaphragme.

5.4.2. LES MUSCLES RESPIRATOIRES ACCESOIRES

Lorsqu'un effort respiratoire accru est nécessaire, des muscles supplémentaires sont utilisés. L'inspiration forcée est assistée par les muscles sternocléidomastoïdiens et les muscles scalènes, qui relient les vertèbres cervicales aux deux premières côtes, et augmentent l'expansion de la cage thoracique. L'expiration forcée est soutenue par l'activité des muscles intercostaux internes et parfois par les muscles abdominaux, qui augmentent la pression dans le thorax en comprimant le contenu abdominal.

Muscles intercostaux

Il y a 11 paires de muscles intercostaux occupant les espaces entre les 12 paires de côtes. Ils sont disposés en deux couches, les muscles intercostaux externes et internes.

- Muscles intercostaux externes. Ils se dirigent en avant et en bas depuis le bord inférieur de la côte limitant en haut l'espace intercostal jusqu'au bord supérieur de la côte limitant en bas cet espace. Ils sont impliqués dans l'inspiration.
- Muscles intercostaux internes. Ils se dirigent en bas et en arrière depuis le bord inférieur de la côte limitant en haut l'espace intercostal jusqu'au bord supérieur de la côte au-dessous, croisant à angle droit les fibres du muscle intercostal externe. Les muscles intercostaux internes sont utilisés quand l'expiration devient active, comme lors de l'effort.

La première côte est fixée. Par conséquent, quand les muscles intercostaux externes se contractent, ils tirent les autres côtes vers la première côte. La cage thoracique bouge en tant qu'unité vers l'extérieur et vers le haut, allongeant la cavité thoracique. Les muscles intercostaux sont innervés par les nerfs intercostaux

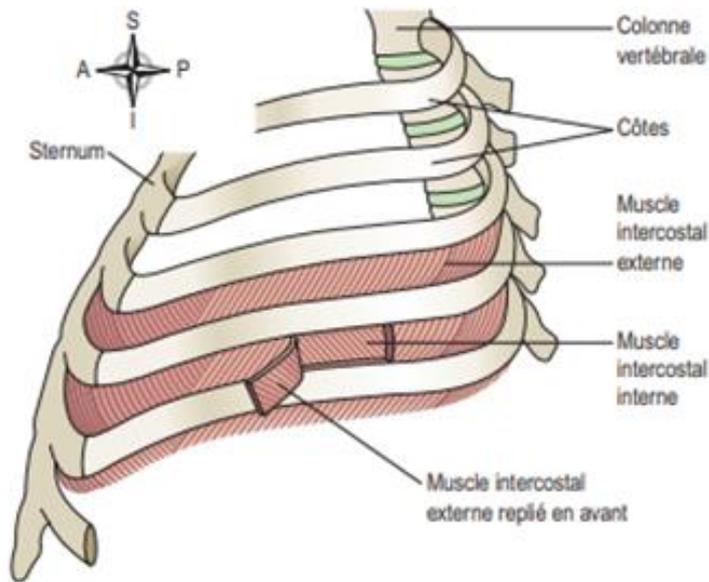


Figure 11 : Muscles intercostaux et os du thorax

Le muscle transverse du thorax :

Muscle pair, plat, s'insère sur la face postérieure du processus xiphoïde et 1/3 inférieure de la face postérieure du corps du sternum et se termine par des digitations sur les 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} cartilages costaux .

Action : expirateur accessoirement.

Les muscles élévateurs des côtes ou muscles surcostaux :

Situés en arrière des muscles intercostaux externes, les surcostaux courts : naissent des processus transverse des vertèbres C7 à T11 et se terminent sur les 12 côtes. Les surcostaux longs plus fins au niveau des derniers espaces intercostaux.

Innervation : nerfs intercostaux

Action : muscles inspireurs.

Le muscle dentelé postéro-supérieur :

S'insère sur le processus épineux des vertèbres cervicales C6, C7 et thoraciques T1, T2 et se terminent sur la face externe des côtes 2 à 5.

Action : C'est un inspireur.

Le muscle dentelé postéro-inférieur :

S'insère sur le processus épineux des vertèbres thoraciques T11, T12 et lombaires L1, L2 aux 4 dernières côtes .

Action : C'est un expirateur.

Muscles sterno-cleido-mastoïdien :

Inspirateur accessoirement. S'insère sur le sternum et clavicule en bas et le processus mastoïde en haut.

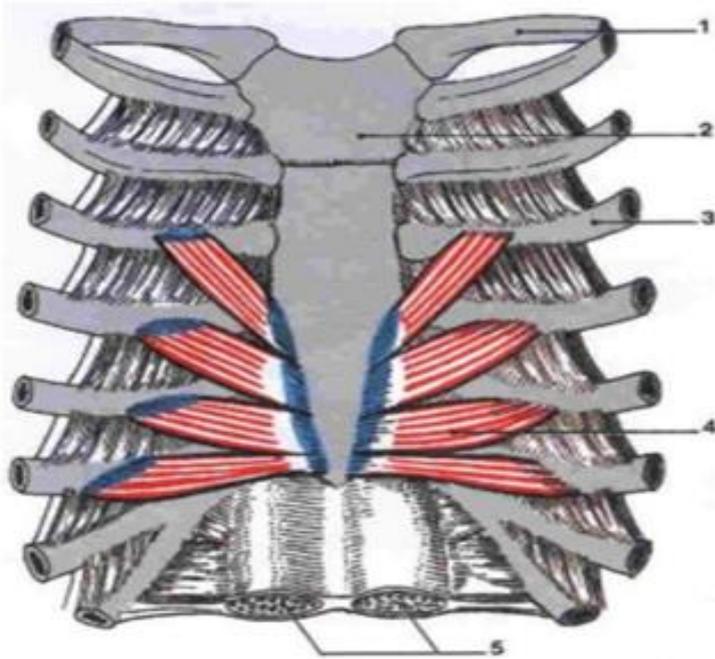


Figure 12 : Muscle transverse du thorax

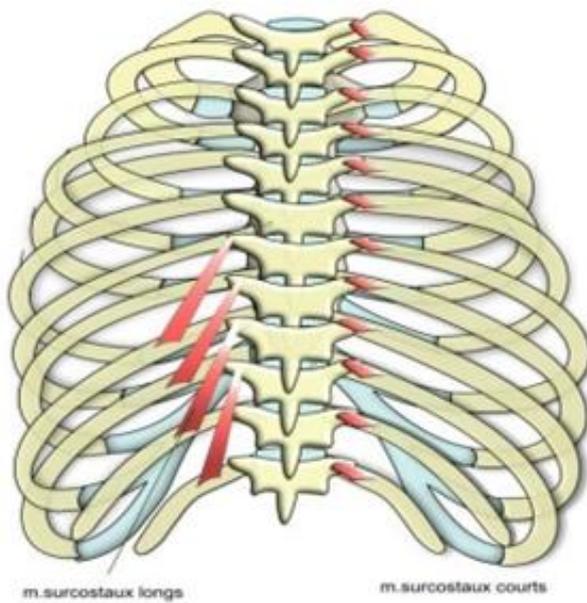


Figure 13 : Muscles élévateurs des côtes (vue dorsale du thorax)

6. HISTOLOGIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE

6.1. LA MUQUEUSE RESPIRATOIRE :

La structure de la trachée, des bronches et des bronchioles est illustrée dans les figures 14 et 15. La trachée et les bronches primaires sont maintenues ouvertes par des anneaux de cartilage en forme de C. Dans les bronches plus petites, ce rôle est rempli par des plaques de cartilage qui se chevauchent. Les bronchioles, d'un diamètre inférieur à 1 mm, n'ont pas de cartilage. L'absence de cartilage des bronchioles leur permet de s'affaisser facilement lorsque la pression à l'extérieur des poumons dépasse la pression dans les voies respiratoires. Cela se produit lors d'une expiration forcée. Du muscle lisse se trouve dans les parois de toutes les voies respiratoires inférieures, y compris les canaux alvéolaires, mais pas dans les parois des alvéoles elles-mêmes.

Dans les bronchioles terminales, le muscle lisse représente une grande partie de l'épaisseur de la paroi. La partie la plus externe de la paroi bronchiolaire – la couche adventitielle – est composée de tissu conjonctif dense comprenant des fibres élastiques (figure 15.c).

Des voies nasales aux petites bronches, les voies respiratoires sont recouvertes d'un épithélium cilié cylindrique pseudo-stratifié contenant de nombreuses cellules caliciformes sécrétant du mucus (figure 16). Sous la couche épithéliale, de nombreuses glandes sous-muqueuses libèrent des sécrétions séreuses dans la lumière bronchique (figure 14). Dans les bronchioles, l'épithélium change progressivement pour devenir un simple épithélium cubique cilié. Les cils battent continuellement et déplacent lentement le mucus sécrété par les cellules caliciformes et les glandes sous-muqueuses vers la bouche. Cet arrangement est appelé ascenseur mucociliaire, qui joue un rôle important dans l'élimination des particules inhalées. L'épithélium des bronchioles contient également des cellules non ciliées qui ont probablement une fonction sécrétoire. Les caractéristiques des différentes voies respiratoires sont résumées dans le tableau 1

Le site des échanges gazeux est l'unité alvéolocapillaire. Il y a environ 300 millions d'alvéoles dans le poumon adulte, chacune d'entre elles étant presque entièrement enveloppée par des capillaires pulmonaires (figure 17), ce qui fournit une vaste zone d'échange gazeux par diffusion. Les parois des alvéoles (septums alvéolaires) consistent en une mince couche épithéliale comprenant deux types de cellules : les cellules alvéolaires de type I et de type II (figure 18a). Les cellules de type I sont des cellules épithéliales pavimenteuses, tandis que les cellules de type II sont plus épaisses et produisent la couche de liquide qui tapisse les alvéoles. Les cellules de type II synthétisent et sécrètent également le surfactant pulmonaire. Sous l'épithélium alvéolaire se trouvent les capillaires pulmonaires. Les membranes

cellulaires des cellules épithéliales alvéolaires et des cellules endothéliales des capillaires pulmonaires sont étroitement apposées et le sang pulmonaire est séparé du gaz alvéolaire de 0,5 μm , comme le montre la figure 18.

Entre les capillaires des parois des alvéoles sont intercalées des fibres élastiques et de collagène qui forment le tissu conjonctif du poumon. Ce tissu conjonctif relie les alvéoles pour former le parenchyme pulmonaire, qui ressemble à une éponge. Les alvéoles voisines sont interconnectées par de petits passages d'air appelés les pores de Köhn.

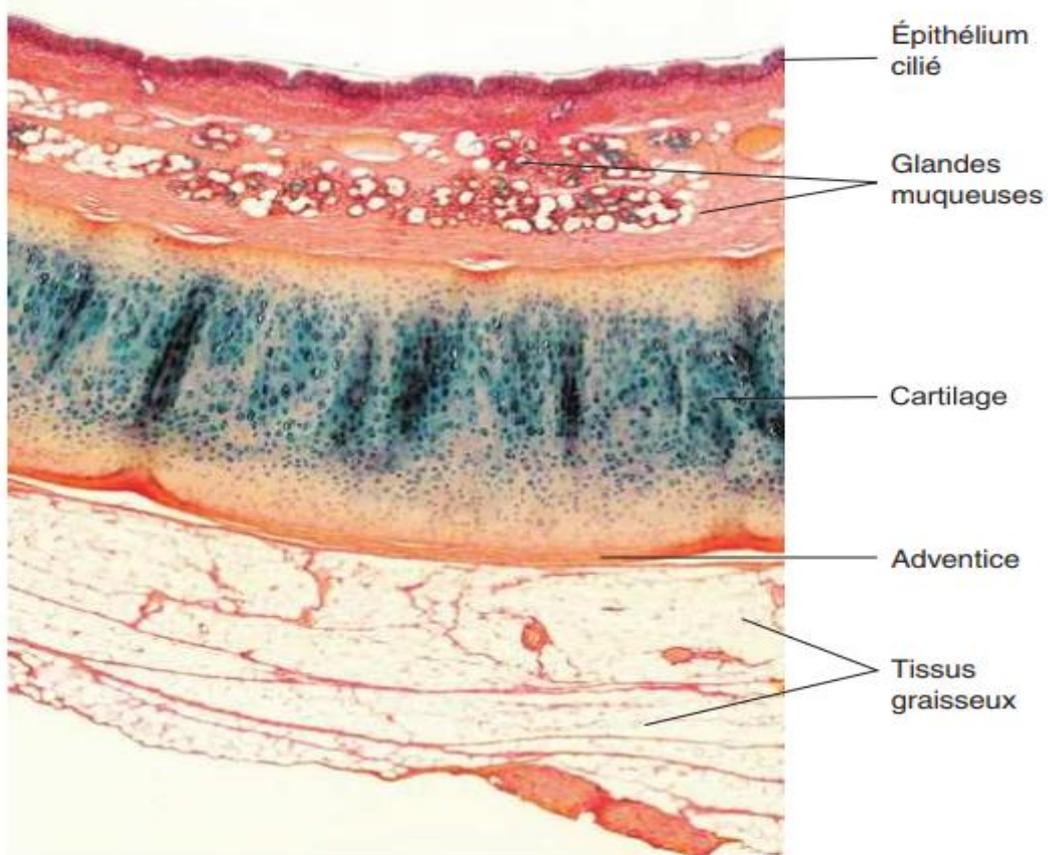


Figure 14 : Coupe à travers la trachée de chien qui montre les principales couches de tissu. Noter l'épaisse couche de cartilage (teintée en vert) et le grand nombre de glandes sécrétoires juste sous l'épithélium.

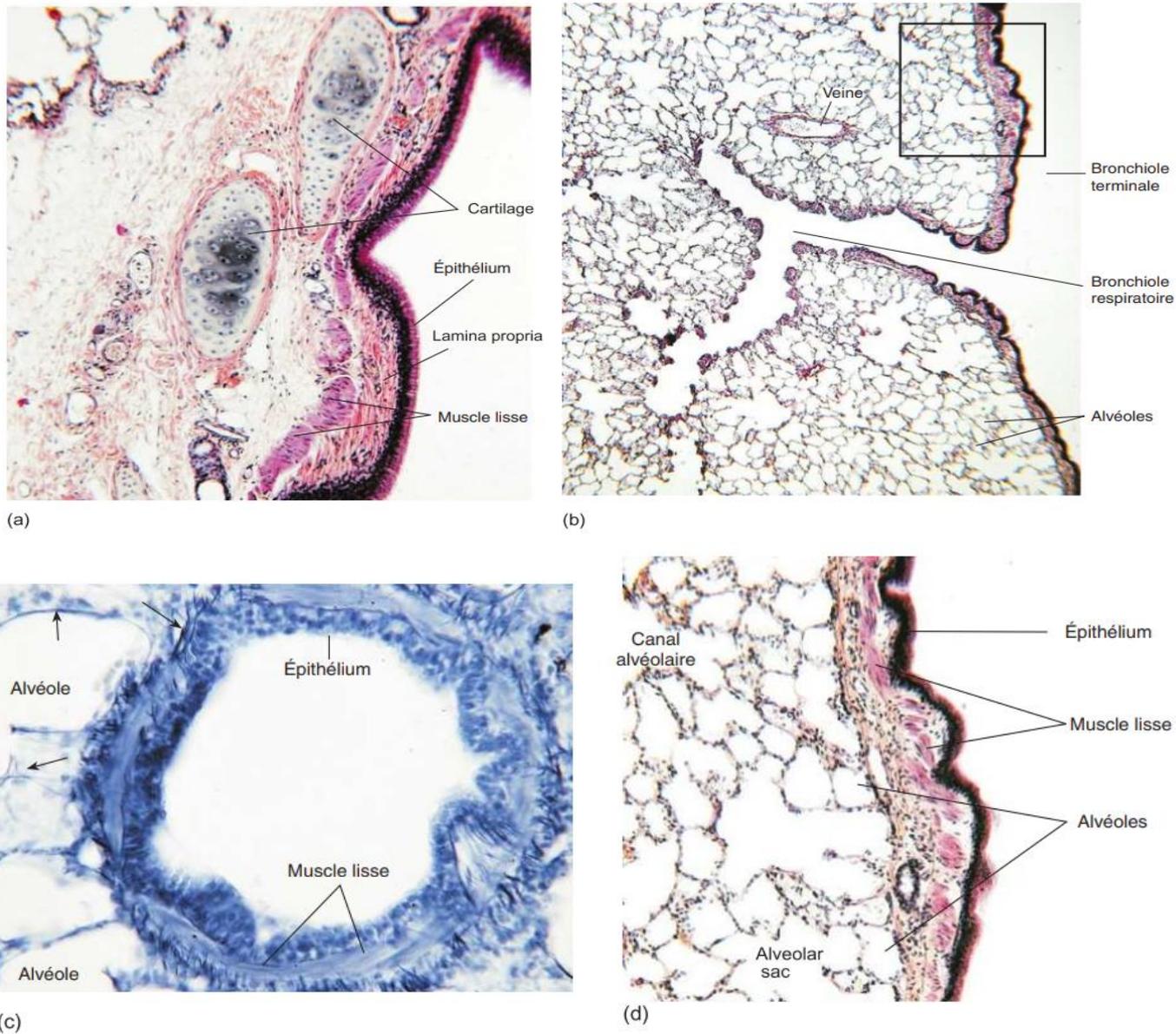


Figure 15 : Structure des voies respiratoires. (a) Coupe transversale d'une bronche avec ses plaques de cartilage sous la couche de muscle lisse. (b) Coupe horizontale à travers une bronchiole terminale où elle se ramifie pour donner naissance à une bronchiole respiratoire ; noter l'absence de cartilage. La zone délimitée est représentée avec un plus fort grossissement en dessous du panneau (d), où la mince couche de muscle lisse dans la bronchiole terminale est clairement visible. La couche externe du tissu conjonctif contient des fibres élastiques qui sont plus évidentes dans le panneau (c), où l'échantillon a été traité avec la coloration de Verhoeff. Les flèches indiquent les fibres élastiques dans les parois des alvéoles et des bronchioles.

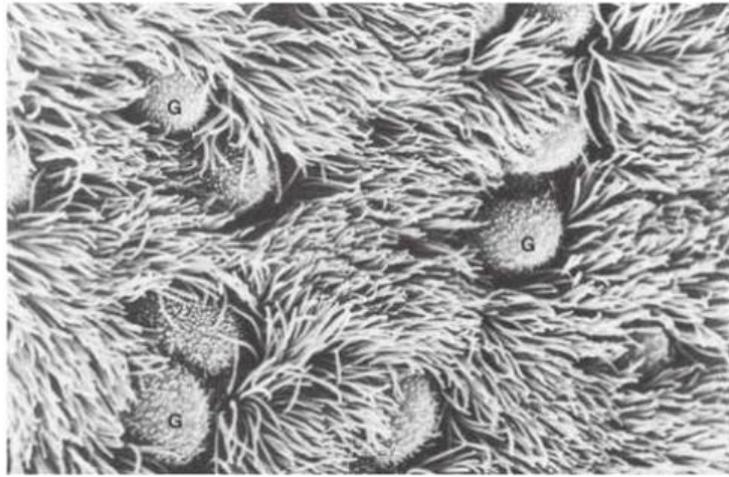


Figure 16 : Micrographie électronique à balayage de l'épithélium cilié de la trachée de rat. Noter les cils abondants et les cellules caliciformes intercalées (marquées G). (Source : P. Andrews (1974) *American J Anatomy* 139, 421.)

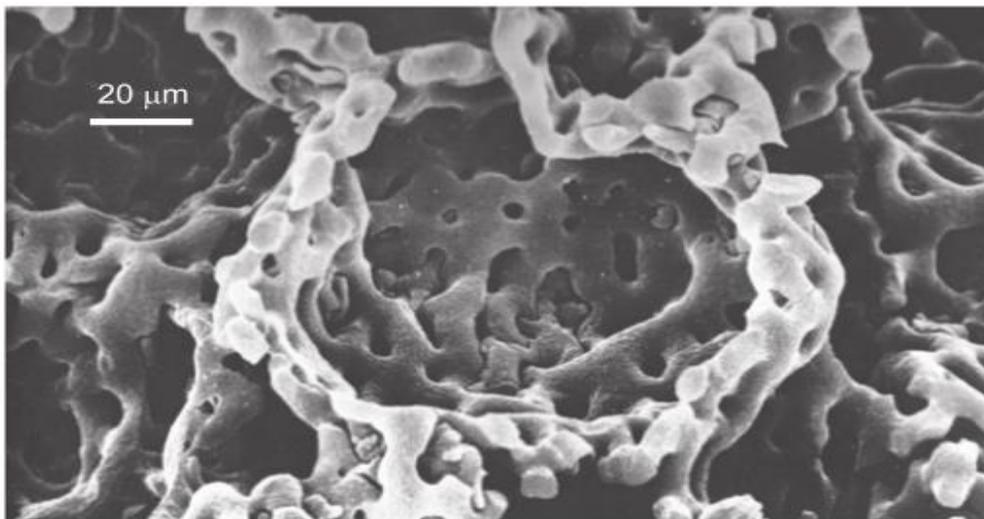


Figure 17 : Micrographie électronique à balayage d'un moulage en résine du réseau capillaire des alvéoles. Le moulage a été préparé en injectant une résine dans l'artère pulmonaire. Après la polymérisation de la résine, le tissu biologique a été digéré pour laisser un moulage des vaisseaux sanguins dans leur position d'origine entourant l'espace précédemment occupé par les alvéoles. Noter que les capillaires enveloppent presque complètement l'espace alvéolaire. (Source : R.G. Kessel, R.H. Kardon (1979) *Tissues and organs*, W.H. Freeman © Dr. Kessel & Kardon/Visuals Unlimited, Inc.)

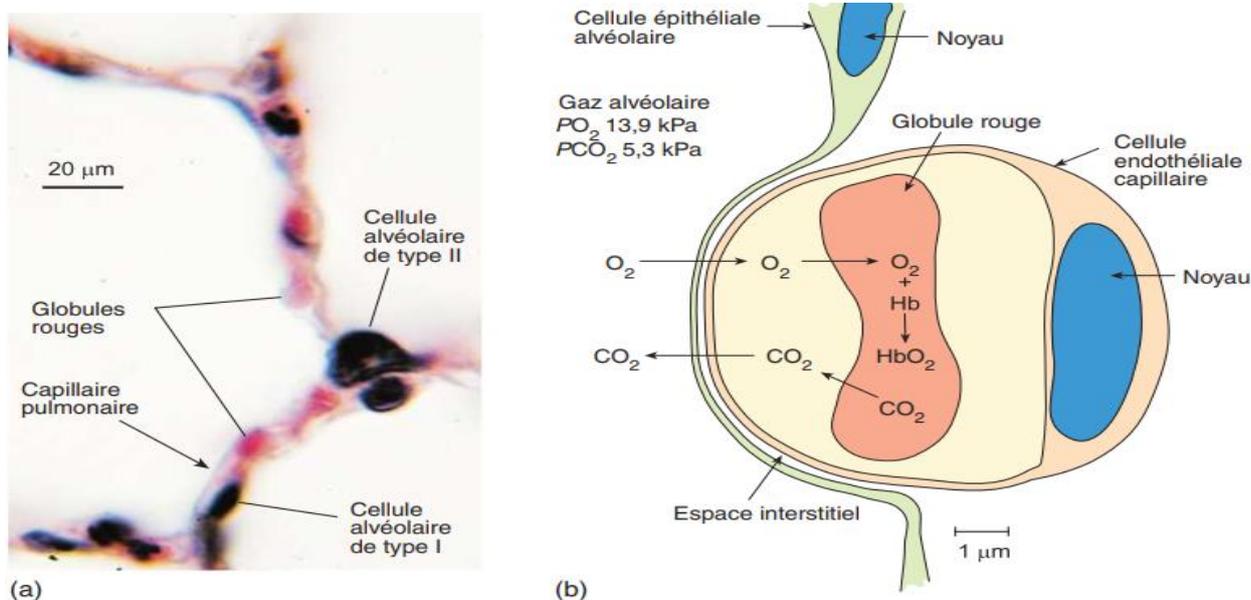


Figure 18 : Le panneau (a) montre une partie des parois de plusieurs alvéoles à fort grossissement (échelle : 20 μm). Noter la finesse des parois et la proximité des globules rouges avec les espaces aériens. Les cellules alvéolaires de type I sont minces avec un noyau aplati et sont difficiles à distinguer des cellules endothéliales capillaires. Les cellules de type II (ou grandes cellules alvéolaires) ont une forme approximativement cubique et ont des noyaux plus arrondis. Comme on le voit, elles ont tendance se situer là où les parois alvéolaires se rejoignent. Dans des coupes minces, on peut voir qu'elles possèdent un cytoplasme vésiculaire, compatible avec leur rôle sécrétoire. Le panneau (b) montre une représentation schématique des couches séparant le gaz alvéolaire du sang dans les capillaires pulmonaires.

6.2. L'ESCALATOR MUCO-CILIAIRE :

L'escalator muco-ciliaire est le système de clairance des conduits aériens. Il a pour but d'éviter l'empoussiérage des alvéoles pulmonaires dont l'épithélium est particulièrement fragile. Cet escalator est composé d'un tapis, le mucus, d'un moteur, les cils, et nécessite un couplage efficace de ces deux composants pour fonctionner correctement.

Lorsque ses capacités sont dépassées, les particules arrivant dans les alvéoles vont altérer l'épithélium puis le chorion, ce qui, à terme, va se traduire par une modification de la structure du parenchyme. Le tissu conjonctif élastique sera remplacé par un tissu conjonctif cicatriciel, fibreux, riche en Collagène I, responsable d'un syndrome restrictif. Cela

correspond, en clinique, aux pneumoconioses, dont les plus connues sont la silicose des tailleurs de pierres, l'anthracose des mineurs de charbon, particulièrement présente dans le bassin minier cévenol, ou l'abestose des travailleurs de l'amiante.

6.2.1. LE MUCUS

Il forme un revêtement continu tapissant toutes les voies de conduction. On en produit entre 15 et 20 ml par jour. Il provient essentiellement des glandes du chorion. Il a un triple rôle :

- piège à particules : effet « papier tue-mouche »
- humidification de l'air inspiré : ceci provient d'une évaporation à partir de la couche superficielle du mucus qui, partiellement déshydratée, voit ainsi sa viscosité augmentée
- protection physique des cellules épithéliales : il constitue un enduit recouvrant l'épithélium

D'un point de vue physico-chimique, le mucus est un gel de viscosité croissante depuis la surface épithéliale à la lumière du conduit. Du fait de la déshydratation par évaporation de la zone superficielle, la viscosité augmente rapidement dans cette partie ce qui génère à un gradient de viscosité de type exponentiel. Ceci est la réalité physique du mucus, mais cela n'est pas très aisé à modéliser. On va donc introduire une simplification : le mucus est assimilé à un milieu biphasique composé :

- **Phase SOL** (pour solution) : très fluide, de 6 à 7 μm d'épaisseur (valeur moyenne) et profonde, dans laquelle baignent les cils.
- **Phase GEL** : viscoélastique, superficielle, de 0.5 à 2 μm d'épaisseur.

Cette simplification se justifie par la forme du gradient de viscosité.

La composition biochimique du mucus ne présente que peu d'intérêt, nous nous arrêterons sur deux composants plus particuliers.

- Parmi les protéines, sécrétées par les acini séreux, certaines ont un rôle protecteur contre les agents infectieux, notamment bactériens. Leur effet est de type bactériostatique : elles inhibent la prolifération bactérienne, ce qui laisse le temps à l'escalator de les transporter dans le tube digestif où elles seront achevées par les enzymes digestives. Parmi les plus efficaces on peut citer :
 - le Lysozyme qui attaque le peptidoglycane de la paroi des bactéries Gram +
 - la Lactoferrine : chélateur du fer ; le fer est indispensable à la multiplication des bactéries

- des peptides anti-bactériens, les β Défensines 1 et 2

On trouve aussi d'autres protéines moins efficaces comme les Ig A sécrétoires, la peroxydase,...

- Les mucines, constituant du gel, sont une catégorie de protéoglycane ou mucopolysaccharides. Une fois sécrétées, dans la phase gel, ces mucines établissent des liaisons covalentes entre elles par des ponts SS, ce qui augmente la viscosité du gel et constituera le site d'impact spécifique de certains mucolytiques ou fluidifiants.

6.2.2. LE MOUVEMENT CILIAIRE

Plus important que la valeur absolue de la taille des cils vibratiles, il est utile de constater qu'ils doivent avoir une taille supérieure à l'épaisseur de la phase sol, ce qui fait qu'une fois tendus, ils ont la tête « engluée » dans le gel et vont pouvoir lui transmettre leur énergie mécanique. Pour cela, l'épaisseur de la phase sol sera activement contrôlée.

Le mouvement des cils se décompose en 3 phases et est assimilable au mouvement de la lanière d'un fouet :

1 – Phase de propulsion : le cil, tendu, se projette en avant. Etant fixé par sa base, il va donc décrire un mouvement circulaire et, compte tenu de sa taille, va fatalement entrer en contact avec la phase gel. Dans la phase gel, la viscosité élevée du gel entraîne une augmentation des forces de frottement. D'un point de vue mécanique, cela est assimilable à un choc inélastique (la somme des quantités de mouvement n'est pas conservée) avec transmission d'une partie de l'énergie cinétique au gel, énergie qui va servir à le mobiliser. En résumé, il transmet une partie de son énergie au mucus. Cette phase est active, ATP dépendante. Comme le cil décrit toujours un arc de cercle, il va finir par ressortir de la phase gel, ce qui permet de passer à la 2ème phase.

2 – Phase de récupération : durant cette phase, le cil revient à sa position antérieure de départ. Mais pour ce faire, il se plie en « S » et va donc rester intégralement dans la phase sol. Cette phase étant très fluide, les forces de frottement sont très faibles et donc le cil ne va pratiquement pas transmettre d'énergie au mucus. Cela évite le retour du mucus.

3 – Phase de repos : avant de repartir dans une phase de propulsion, le cil fait une pose lui permettant de recharger ses réserves en ATP.

La fréquence moyenne du battement ciliaire est de 15 à 20 Hz, mais tout comme la taille des cils, elle augmente progressivement des bronchioles distales à la trachée. Globalement, les vagues de contraction des cils se propagent à la surface de l'épithélium respiratoire comme des trains d'onde dont l'origine, le « pace-maker », est située en haut de la

trachée. On l'explique par une vague calcique qui se propagerait tout au long de l'épithélium par les jonctions communicantes (gap junction).

Cette activité ciliaire va entraîner le mucus, ou du moins sa phase gel, vers l'oropharynx, avec une vitesse croissante en remontant l'arbre bronchique vers la trachée. Cette notion de vitesse croissante, qui est à mettre en rapport avec l'augmentation parallèle de la taille des cils et de leur fréquence de battement, se comprend aisément si l'on se reporte à la structuration de l'arbre bronchique (Dichotomie). La surface d'épithélium respiratoire décroît de façon arithmétique de la partie distale à la trachée, ce qui occasionnerait rapidement un encombrement par excès de mucus. Pour éviter cela, on accélère la phase gel (augmentation du flux de mucus), tandis que l'on régulera différemment la phase sol. Ainsi, au niveau trachéal, la vitesse moyenne du gel est de 10 à 15 mm/min., ce qui est non négligeable car il faut environ 15 minutes à une particule pour passer de la carina dans le tube digestif.

6.2.3. LE COUPLAGE

L'efficacité du couplage dépend de paramètres extrinsèques (indépendants de l'individu) et intrinsèques.

Les Paramètres Extrinsèques

Ils sont représentés essentiellement par des facteurs météorologiques, température et hygrométrie de l'air.

- **Hygrométrie** : un air « trop sec » (faible hygrométrie), va extraire plus d'eau au mucus pour se saturer en vapeur d'eau. Il va donc rendre le mucus plus visqueux, ce qui normalement sera en partie compensé par une sécrétion accrue d'eau. Ce mucus plus visqueux ne peut plus être entraîné par les cils et va stagner. En résumé, les cils vont s'engluer dans ce mucus trop visqueux. A l'opposé, une hygrométrie trop forte, aura tendance à diminuer la viscosité du mucus (ce qui est normalement compensé par l'épithélium) : la transmission d'énergie des cils au mucus se fait alors moins bien, la résistance du gel aux cils étant moindre. Le mucus aura encore tendance à stagner.
- **Température** : le mouvement ciliaire est un phénomène biologique et se trouve, de ce fait, sensible à la température. La baisse de température va se traduire par une diminution de la fréquence des battements ciliaires.

La conséquence de ces 2 événements correspond à la pathologie broncho-pulmonaire hivernale, qui constitue une part non négligeable, quand ce n'est pas toute, de l'activité hivernale des praticiens. En hiver, la température est basse, et souvent, surtout en climat continental, l'air sec. La concordance de ces 2 phénomènes se traduit par un ralentissement, voire un arrêt du système de clairance des conduits aériens.

TOUT RALENTISSEMENT DU MUCUS = RISQUE INFECTIEUX

Les Paramètres Intrinsèques

- **Âge** : L'efficacité du mouvement ciliaire diminue chez la personne âgée, ce qui participe à la sensibilité particulière de ces personnes aux infections broncho-pulmonaires.
- **Rythme circadien** : On observe un ralentissement du mouvement ciliaire durant le sommeil.
- **Osmolarité du mucus** : L'osmolarité est fonction de la concentration en substances osmotiquement actives, essentiellement les sels minéraux, dans les sécrétions.

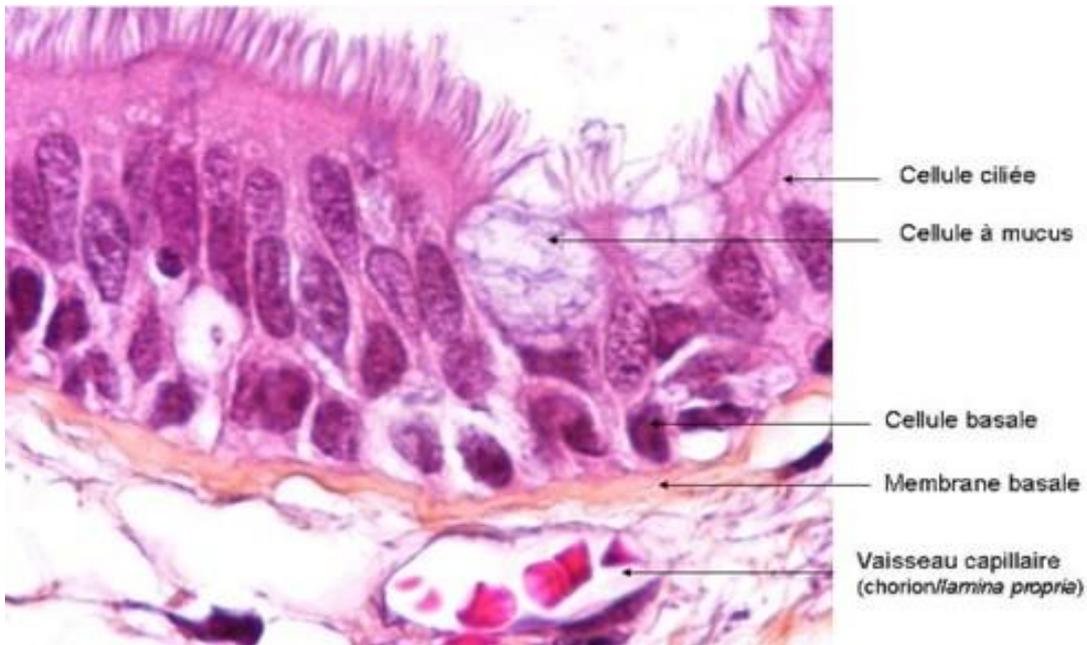


Figure 19 : Epithélium de type respiratoire

7. ANATOMO-HISTOLOGIE DU TRACTUS RESPIRATOIRE :

7.1. LES FOSSES NASALES

Ce sont deux cavités situées au milieu du massif facial séparées par une cloison sagittale médiane (un septum), qui possèdent deux fonctions principales :

- Elles renferment l'organe de l'olfaction.

- Elles représentent la partie supérieure des voies respiratoires.

En avant se situe la pyramide nasale.

En arrière, chaque cavité nasale débouche dans le cavum par un orifice osseux appelé choane.

Latéralement, les fosses nasales communiquent avec d'autres cavités aériennes creusées dans le massif facial supérieur : les sinus

7.1.1. LA PYRAMIDE NASALE

Sa morphologie est très variable, globalement comparable à une pyramide triangulaire.

On décrit :

- Un sommet supérieur tronqué : la racine du nez

- Une base inférieure composée des deux narines

- Une face postérieure virtuelle limitée par un plan frontal tangent à l'extrémité antérieure des cornets inférieurs.

- Deux faces antéro-latérales qui se rejoignent sur la ligne médiane où elles s'appuient sur la cloison nasale et l'épine nasale de l'os frontal crânialement.

Chaque auvent nasal comporte deux étages :

- Un étage supérieur osseux, formé en avant par l'os propre du nez et en arrière par l'apophyse montante du maxillaire supérieur.

- Un étage inférieur, fibro cartilagineux, constitué de deux cartilages :

. Le cartilage triangulaire, ou latéral supérieur, situé sous la partie osseuse, uni intimement à son homologue controlatéral et au cartilage septal.

. Le cartilage alaire, ou latéral inférieur, en forme de fer à cheval avec deux branches réunies par un dôme : une branche latérale qui chevauche la face externe du bord inférieur du cartilage triangulaire, et une branche médiale qui s'adosse à son homologue pour former la sous cloison en avant du cartilage de la cloison.

Tout cet ensemble est revêtu par les muscles du nez et la peau. Seuls les cartilages alaires sont relativement mobiles.

1.1.2. PAROIS DES FOSSES NASALES :

- La cloison nasale :

Elle sépare les deux fosses nasales dont elle forme la paroi médiale, et soutient la pyramide nasale en avant.

Elle est constituée par un squelette ostéo-cartilagineux :

. La lame perpendiculaire de l'ethmoïde en haut et en arrière.

. Le vomer en bas et en arrière : il s'étend de la voute palatine osseuse en bas au corps du sphénoïde en haut et en arrière.

. Le cartilage quadrangulaire ou septal en avant.

- La paroi inférieure :

En forme de gouttière horizontale, elle est séparée de la bouche par la voûte palatine

- La paroi latérale :

Elle joue un rôle important dans la physiologie respiratoire.

Elle est constituée par un assemblage de pièces osseuses qui forment sur l'os sec une paroi tourmentée par des reliefs importants et des déhiscences, surtout dans sa région centrale. La muqueuse en modifie l'aspect en atténuant les reliefs et en obturant certaines déhiscences.

Le squelette osseux comprend un cadre et les cornets :

- Le cadre : est formé par la face médiale du corps de l'os maxillaire supérieur, élément central autour duquel se disposent cinq autres pièces :

- En avant la face médiale de l'apophyse montante du maxillaire supérieur.

- En haut la face médiale de la masse latérale de l'ethmoïde (ou lame des cornets) et la partie inférieure de l'os lacrymal.

- En arrière la partie antérieure de la face médiale de l'aile interne du processus ptérygoïde et la face médiale de la lame verticale de l'os palatin.

-Les cornets : Ce sont de minces lames osseuses enroulées sur elles-mêmes, auxquelles on distingue une extrémité antérieure (ou tête du cornet) habituellement élargie, un corps fusiforme et une extrémité postérieure (ou queue) souvent effilée.

Aux trois cornets inférieur, moyen et supérieur qui sont constants, on peut parfois ajouter des cornets rudimentaires inconstants.

- Le cornet inférieur : C'est le plus long, il mesure environ 4 cm. Il s'étend de l'apophyse montante de l'os maxillaire supérieur à la lame verticale de l'os palatin. Il coupe en diagonale oblique en bas et en arrière l'aire du hiatus maxillaire en donnant 3 apophyses : une apophyse lacrymale qui se dirige vers le haut pour contribuer à former le canal lacrymal, une apophyse maxillaire ou auriculaire qui descend verticalement pour combler la partie du hiatus, et une apophyse ethmoïdale inconstante.

-Le cornet moyen : Plus court mais plus haut que le cornet inférieur, il prolonge en bas la lame des cornets.

-Le cornet supérieur : Beaucoup moins développé que le cornet moyen, il est situé au-dessus et en arrière de celui-ci.

-Les méats : Chaque cornet délimite, avec la partie correspondante de la paroi latérale, une

cavité appelée méat. Il en existe trois principaux :

- **Le méat inférieur** : est considéré comme le méat lacrymal. En forme d'entonnoir aplati transversalement, son sommet antérosupérieur correspond à l'orifice inférieur du canal lacrymal.

- **Le méat moyen** : constitue un carrefour des sinus antérieurs. C'est en effet à cet endroit que s'ouvrent les sinus maxillaire et frontal et les cellules ethmoïdales antérieures.

- Les orifices de communication de ces sinus antérieurs siègent dans deux gouttières limitées par deux reliefs considérés comme des cornets rudimentaires : le processus unciné et la bulle ethmoïdale :

. Le processus unciné s'implante par une lame sagittale verticale dans l'éthmoïde antérieur, descend obliquement en bas et en arrière en s'enroulant sur lui-même et se termine en arrière par trois expansions vers le cornet inférieur, le palatin et la bulle ethmoïdale.

. La bulle forme une saillie volumineuse amarrée par une cloison transversale verticale dans l'éthmoïde antérieur, en arrière du processus unciné

- Le processus unciné et la bulle barrent l'aire du hiatus maxillaire. Les muqueuses sinusienne et nasale recouvrent cette région et comblent en partie les espaces laissés libres par les reliefs osseux en formant des fontanelles.

La paroi supérieure : C'est le plafond des fosses nasales. Elle représente une gouttière antéro-postérieure très étroite, formée d'avant en arrière par :

. L'os frontal, au niveau de la partie médiale du sinus frontal et de l'épine frontale.

. La lame criblée de l'éthmoïde et le processus ethmoïdal du sphénoïde.

. La partie médiale de la face antérieure du sinus sphénoïdal.

1.1.3. MUQUEUSE DES FOSSES NASALES :

Elle tapisse presque toute la surface des fosses nasales et ses différents reliefs, sauf à deux endroits :

- D'une part à la partie antérieure où il existe une zone de transition entre la peau et la muqueuse respiratoire.

- D'autre part au niveau du toit des fosses nasales, caractérisé par la présence de la muqueuse olfactive.

La cavité nasale est bordée par un épithélium cylindrique cilié (muqueuse ciliée, voir figure 19, muqueuse respiratoire) très vascularisé, qui contient des cellules caliciformes sécrétant du mucus. Cet épithélium s'unit à la peau au niveau des narines, et il s'étend en arrière dans la partie nasale du pharynx (nasopharynx)

1.1.4. VASCULARISATION DES FOSSES NASALES :

L'irrigation artérielle est tributaire de deux systèmes :

- . L'artère carotide externe, par l'intermédiaire de l'artère sphéno-palatine.
- . L'artère carotide interne, par l'intermédiaire de l'artère ophtalmique qui fournit les artères ethmoïdales antérieure et postérieure.
- Le drainage veineux est assuré par la veine ophtalmique, la veine faciale et le plexus maxillaire médial.
- Le drainage lymphatique se fait via les ganglions carotidiens, sous-digastriques et rétro-pharyngiens.

1.1.5. INNERVATION DES FOSSES NASALES :

Elle comprend l'innervation sensorielle et sensitivo-végétative. Ces deux dernières modalités sont intimement intriquées au niveau des fosses nasales et réalisent un véritable complexe trigémino-sympathique.

- La sensibilité générale est tributaire du nerf trijumeau par deux troncs distincts : le nerf ophtalmique et le nerf maxillaire supérieur.

Le nerf ophtalmique intervient par le nerf nasal qui se termine dans l'orbite près du conduit ethmoïdal antérieur en :

- Nerf nasal latéral innerve les téguments de la racine du nez.
- Nerf nasal médial INNERVE la partie antéro-supérieure de la fosse nasale et toute l'aile du nez.

Le nerf maxillaire supérieur, par le nerf sphéno-palatin, assure la majeure partie de l'innervation nasale.

L'innervation neuro-végétative :

.le sympathique :

L'innervation sympathique est assurée par des nerfs venus du ganglion cervical supérieur de chaque côté

.le parasympathique :

Les fibres suivent le VII, le ganglion géniculé, le nerf grand pétreux superficiel et le nerf vidien. Les corps cellulaires des deuto-neurones se groupent dans le ganglion sphéno-palatin. Ce ganglion de forme conique se situe à la partie antérieure du canal vidien, à 5 mm en bas et

en dedans du nerf maxillaire supérieure

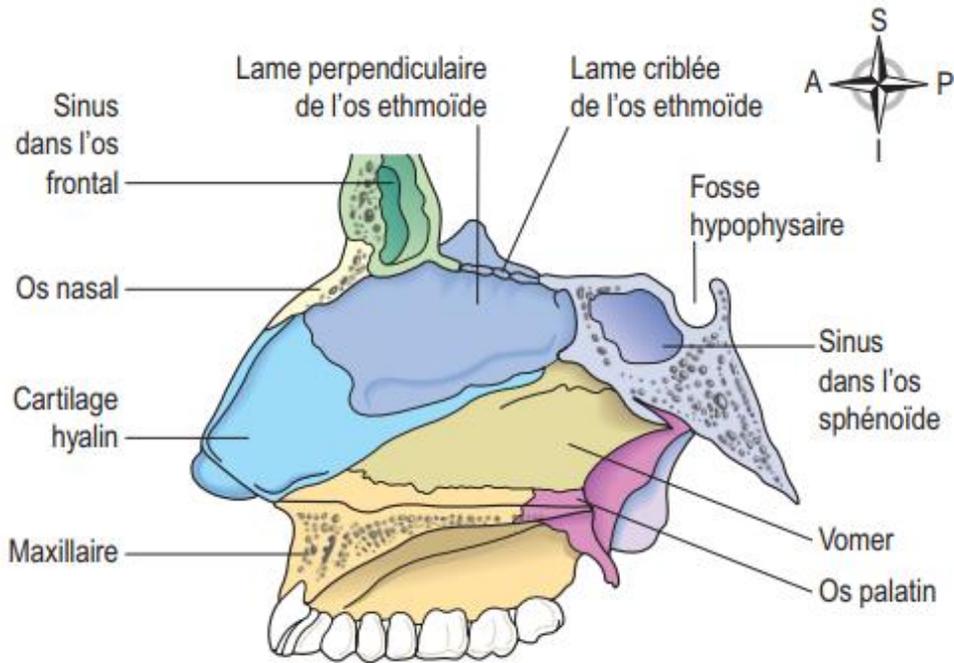


Figure 20 : Structures formant le septum nasal

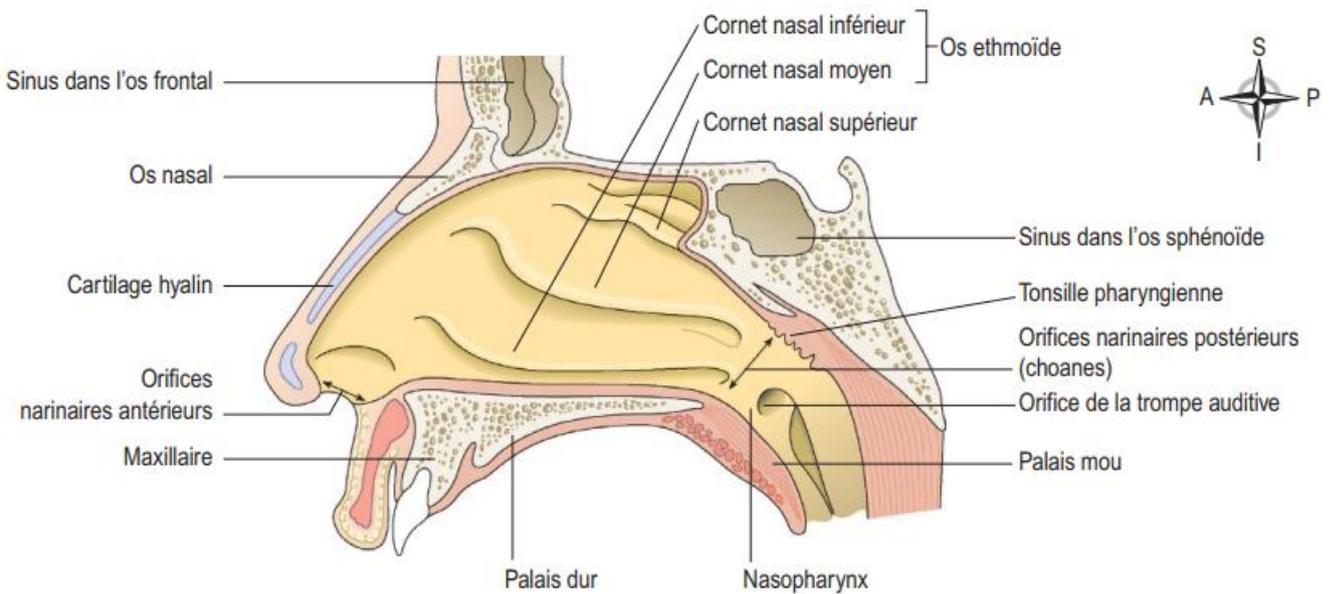


Figure 21 : Paroi latérale de la cavité nasale droite

1.1.6. FONCTION RESPIRATOIRE DU NEZ :

Le nez est la première des voies respiratoires suivies par l'air inspiré. Dans la cavité

nasale, l'air est réchauffé, humidifié et filtré.

Les trois cornets, saillants (figure 21 et 22), accroissent la surface muqueuse, et ils entraînent des turbulences faisant que l'air inspiré est en contact avec la totalité de la surface de la cavité nasale. L'étendue de cette surface maximise le réchauffement, l'humidification et la filtration de l'air.

Réchauffement. La vascularisation considérable de la muqueuse favorise le réchauffement rapide du flux aérien lors de son passage. Celle-ci explique aussi l'importance de la perte de sang quand un saignement nasal (épistaxis) se produit.

Filtration et nettoyage. Les poils des orifices narinaux piègent de grosses particules. Les petites particules telles que la poussière et les bactéries adhèrent au mucus. Celui-ci protège l'épithélium sous-jacent de l'irritation, et il empêche son dessèchement. Les battements synchronisés des cils transportent le mucus vers la gorge, où il est dégluti ou expectoré (toussé).

Humidification. Elle se produit quand l'air passe sur la muqueuse humide, et qu'il devient saturé en vapeur d'eau. L'irritation de la muqueuse nasale entraîne l'*éternuement*, phénomène réflexe expulsant de force un irritant.

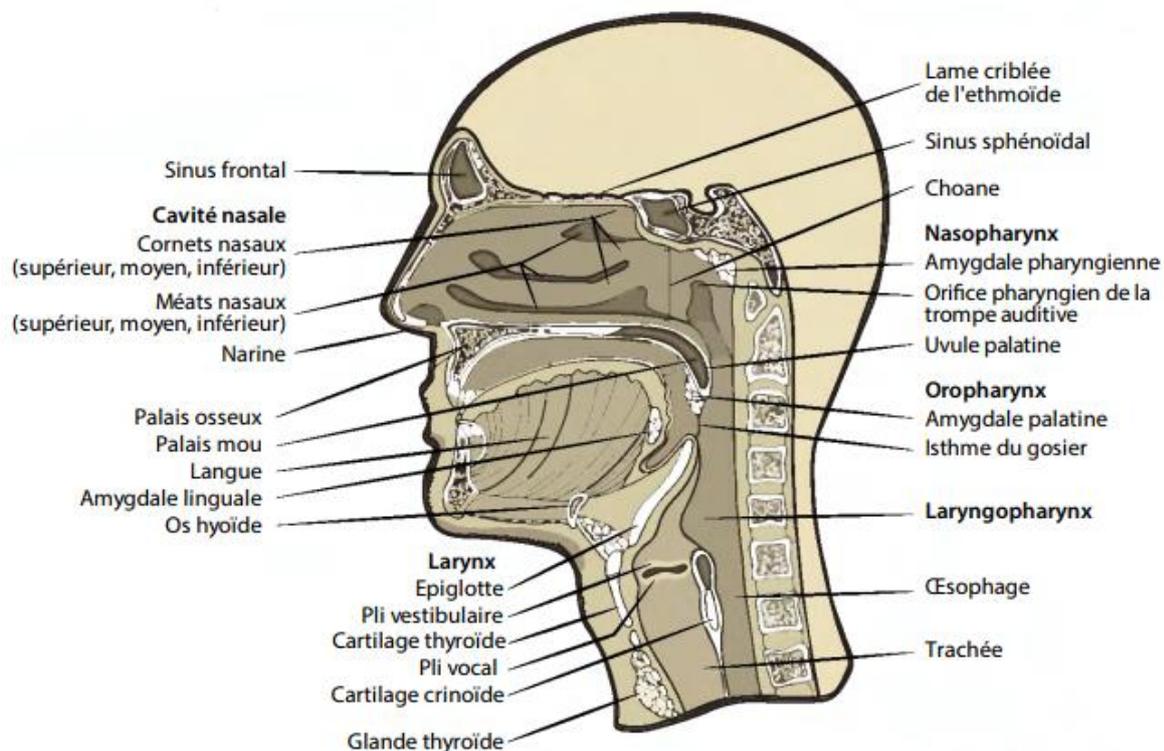


Figure 22 : L'Anatomie des voies aériennes supérieure (nez, pharynx, larynx).

7.2. LE PHARYNX :

C'est un conduit musculo-aponévrotique débute aux choanes, situé en arrière de la cavité nasale, de la cavité buccale et du larynx, et en avant du rachis cervical au niveau de la 6e vertèbre cervicale. Long d'environ 14 cm et en forme d'entonnoir évasé en haut, dilaté dans sa partie moyenne et rétréci en bas, il fait communiquer la cavité buccale avec l'œsophage et les fosses nasales avec le larynx (figure 22)

7.2.1. CONFIGURATION ET STRUCTURES LIMITANT LE PHARYNX :

7.2.1.1 Configuration Externe Et Rapports

a. La face antérieure :

Virtuelle, confondue avec les fosses nasales en haut, la cavité buccale au milieu et le larynx en bas.

b. La face postérieure :

Elle est essentiellement musculaire et présente en son milieu le raphé médian. Elle se continue par les faces latérales.

Elle est en rapport en arrière avec un tissu conjonctif lâche : l'espace rétro-pharyngien, limité en arrière par la lame prévertébrale de l'aponévrose cervicale et latéralement par les cloisons sagittales qui relient cette lame prévertébrale au fascia péri-pharyngien.

c. Les faces latérales :

Elles sont limitées en avant par, de haut en bas :

- Le bord postérieur de la lame médiale du processus ptérygoïde.
- Le ligament ptérygo-mandibulaire.
- La face latérale de la base de la langue.
- La grande corne de l'os hyoïde.
- Les cartilages thyroïde et cricoïde.

Dans leur portion cervicale elles sont en rapport avec le paquet vasculonerveux du cou et la glande thyroïde.

Au-dessus de ce plan, leur portion céphalique entre en rapport avec un espace prismatique triangulaire : l'espace maxillo-pharyngien

Cet espace est limité par :

- . Médialement : paroi latérale du pharynx et cloison sagittale.
- . Latéralement : branche de la mandibule, lame périphérique de l'aponévrose cervicale et muscle sterno-cléido-mastoïdien.
- . En arrière : lame prévertébrale de l'aponévrose cervicale.

. En haut : base du crâne.

d. L'extrémité supérieure :

Elle est en rapport avec la partie basilaire de l'os occipital selon une ligne concave en avant dont le milieu correspond au tubercule pharyngien. Cette insertion se prolonge latéralement jusqu'au rocher.

e. L'extrémité inférieure :

L'extrémité inférieure communique avec l'œsophage, elle répond au bord inférieur du cartilage cricoïde en avant et à la 6ème vertèbre cervicale en arrière.

7.2.1.2 Configuration Interne :

On distingue trois portions de haut en bas : le nasopharynx (ou rhinopharynx), l'oropharynx (ou buccopharynx) et le laryngopharynx (ou hypopharynx).

Nasopharynx

La partie supérieure du pharynx (NdT : encore appelée rhinopharynx, cavum) est située derrière le nez (des choanes), au-dessus du niveau du palais mou (NdT : voile du palais). Chaque paroi latérale présente l'orifice de la *trompe auditive*, conduisant à l'oreille moyenne (NdT : caisse du tympan) homolatérale. La paroi postérieure présente les *tonsilles* (amygdales) *pharyngiennes* (adénoïdes), faites de tissu lymphoïde. Elles sont surtout importantes chez l'enfant jusqu'à l'âge d'environ 7 ans, puis elles s'atrophient progressivement.

On décrit 2 reliefs principaux :

- La tonsille pharyngienne est un amas lymphoïde situé dans le toit du rhinopharynx, plus connue sous le nom de « végétation adénoïde ». Longue d'environ 3 cm chez l'enfant, elle a tendance à s'atrophier chez l'adulte.
- L'ostium pharyngien de la trompe auditive (d'Eustache) se situe sur la paroi latérale, en arrière et un peu au-dessus du palais dur, en dehors du voile du palais. Juste en arrière de cet orifice se trouve un bombement : le torus tubaire, situé juste en avant d'un récessus profond : le récessus pharyngien.

Oropharynx

La partie orale du pharynx siège derrière la bouche, et va de la hauteur du palais mou jusqu'au niveau de la partie supérieure du corps de la troisième vertèbre cervicale. Chaque partie latérale du pharynx se continue avec le palais mou et

forme deux replis (appelés autrefois piliers de l'amygdale). Entre chaque paire de replis se trouve une collection de tissu lymphoïde appelé *tonsille palatine* (ou amygdale). Durant la déglutition, le palais mou et l'*uvule* (ou l'uvette) sont poussés vers l'avant, ce qui ferme la cavité nasale et évite que de la nourriture ou des liquides pénètrent.

Laryngo-pharynx

C'est la portion du pharynx située entre l'épiglotte et l'orifice supérieur de l'œsophage (au niveau de C6). C'est sur sa paroi antérieure que s'ouvre l'entrée du larynx.

7.2.2. STRUCTURE :

Les parois du pharynx contiennent plusieurs types de tissus.

Muqueuse :

Elle varie légèrement suivant la région. Dans le nasopharynx, elle est en continuité avec celle du nez, et elle est faite d'un épithélium cylindrique cilié dans l'oropharynx et le laryngopharynx, c'est un épithélium pavimenteux stratifié résistant, en continuité avec la muqueuse de la bouche et de l'œsophage. La muqueuse protège les tissus sous-jacents de l'action abrasive des aliments qui passent à travers durant la déglutition.

Sous-muqueuse :

La couche de tissu sous l'épithélium (sous-muqueuse) est riche en tissu lymphoïde associé aux muqueuses (*mucosaassociated lymphoid tissue* [MALT]), impliqué dans la protection contre l'infection. Les tonsilles sont des masses de MALT qui font saillie à travers l'épithélium. Une certaine quantité de tissu glandulaire est aussi retrouvée à cet endroit.

Muscle lisse :

Les muscles pharyngiens permettent de maintenir le pharynx constamment ouvert afin qu'il n'y ait pas d'interférence avec la respiration. Parfois au cours du sommeil, et particulièrement en cas de prise de sédatifs ou d'alcool, le tonus de ces muscles est diminué, et l'ouverture à travers le pharynx peut devenir partiellement ou complètement obstruée. Cela contribue au ronflement et aux réveils périodiques, ce qui perturbe le sommeil. Les muscles constricteurs ferment le pharynx durant la déglutition, poussant la nourriture et les liquides dans l'œsophage.

7.2.3. VASCULARISATION ET INNERVATION

Vascularisation artérielle

La vascularisation artérielle du pharynx est principalement sous la dépendance de l'artère pharyngienne ascendante, branche de la carotide externe.

On retrouve également des branches des artères faciale, linguale et maxillaire (issues de la carotide externe) et de la thyroïdienne inférieure (issue du tronc thyro-cervical de la subclavière).

Veines

Plexus péri-pharyngien situé entre le fascia péripharyngien et la couche musculaire, qui se draine ensuite dans le plexus ptérygoïdien (dans la fosse infratemporale) et dans la veine jugulaire interne.

Lymphatiques

Le drainage lymphatique du pharynx est assuré par les ganglions rétro-pharyngiens et latéro-trachéaux. Les tonsilles palatines se drainent dans les nœuds jugulodigastriques.

Innervation

L'innervation motrice et sensitive est assurée par le plexus pharyngien, constitué de rameaux des nerfs vague (X) et glosso-pharyngien (IX). L'innervation sensitive est différente pour chaque région : rameau pharyngien du nerf maxillaire (V2) pour le nasopharynx, nerf glossopharyngien (IX) pour l'oropharynx et nerf vague (X) pour le laryngopharynx.

7.2.4. FONCTIONS

Voie de passage de l'air et des aliments

Le pharynx est impliqué à la fois dans le système respiratoire et dans le système digestif : l'air passe par les parties nasale et orale, et les aliments par les parties orale et pharyngée.

Réchauffement et humidification

L'air continue à être réchauffé et humidifié quand il passe vers les poumons, de la même façon que lors de son passage par le nez.

Audition

La trompe auditive, allant du nasopharynx à l'oreille moyenne, permet à l'air de pénétrer dans l'oreille moyenne. Ainsi, l'air dans l'oreille moyenne est à la même pression que dans l'oreille externe, ce qui protège la *membrane tympanique* de tout changement de pression atmosphérique.

Protection

Le tissu lymphatique des tonsilles pharyngées et palatines produit des anticorps en réponse à des antigènes avalés ou inhalés. Les tonsilles sont surtout volumineuses chez les enfants, et elles tendent à être atrophiques chez les adultes.

Phonation

Le pharynx intervient dans la phonation en agissant comme chambre de résonance pour les sons venus du larynx, il contribue (avec les sinus paranasaux) à donner à la voix ses caractéristiques individuelles.

7.3. LE LARYNX

Le larynx est un organe médian situé à la partie antérieure et moyenne du cou, en avant du rachis cervical (dont il est séparé par le laryngopharynx) au niveau des 3e, 4e, 5e et 6e vertèbres cervicales et en arrière des muscles sous-hyoïdiens. Il est suspendu en haut à l'os hyoïde et relié en bas à la trachée. Il est bordé latéralement par la thyroïde et le paquet vasculaire du cou. Il mesure environ 5 cm de haut sur 4 cm de large.

C'est un organe mobile : il s'élève de 2 cm lors de la déglutition. Il est formé par l'assemblage de pièces cartilagineuses articulées entre elles et mues par un système musculaire, l'ensemble étant recouvert de muqueuse. C'est à la fois un conduit aérifère et l'organe de la phonation.

Sa taille est peu différente dans les deux sexes jusqu'à la puberté. Ensuite, il devient plus volumineux dans le sexe masculin que dans le sexe féminin, ce qui explique la saillie de la pomme d'Adam chez l'homme, et sa voix plus grave.

7.3.1. STRUCTURE

7.3.1.1. Cartilages

Le larynx est composé de plusieurs cartilages de forme irrégulière attachés l'un à l'autre par des ligaments et des membranes. Les principaux cartilages sont :

- Le cartilage thyroïde, impair et médian.
- Le cartilage cricoïde, impair et médian.
- Le cartilage épiglottique, impair et médian.
- Les cartilages aryénoïdes, pairs et latéraux.

Et d'autres, accessoires voire inconstants :

- Les cartilages cunéiformes.
- Les cartilages corniculés.
- Les cartilages triticés.
- Les cartilages sésamoïdes.

Cartilage thyroïde (figure 24 et 25)

Il est formé de deux lames quadrilatères unies par une arête antérieure réalisant un angle dièdre ouvert en arrière. Il a donc globalement la forme d'une proue de navire.

- Face antérieure : sur la ligne médiane de l'arête antérieure, l'échancrure thyroïdienne supérieure surplombe une saillie : la pomme d'Adam (la *proéminence laryngée*). Chacune des faces antéro-latérales présente une crête oblique en bas et en avant avec les insertions des muscles sterno-thyroïdien et thyro-hyoïdien. En arrière de cette crête s'insère le muscle constricteur inférieur du pharynx.

- Face postérieure : elle est lisse. Les ligaments vocaux et vestibulaires viennent s'insérer sur le versant postérieur de l'angle dièdre formé par l'union des 2 lames.

- Bord supérieur : insertion de la membrane thyrohyoïdienne.

- Bord inférieur : insertion de la membrane cricothyroïdienne.

- Bord postérieur : le bord postérieur de chacune des 2 lames se prolonge en haut par la corne supérieure (ou grande corne) sur laquelle s'insère le ligament thyro-hyoïdien, et en bas par la corne inférieure (ou petite corne) qui entre en rapport avec les facettes articulaires du cartilage cricoïde.

La partie supérieure du cartilage thyroïde est bordée, comme le larynx, par un épithélium pavimenteux stratifié, alors que sa partie inférieure est bordée, comme la trachée, par un épithélium cylindrique cilié.

Cartilage cricoïde (figure 26)

Il forme la base du larynx en regard de C6 et est totalement fermé, inextensible. Il a globalement la forme d'une bague, d'une chevalière à chaton postérieur. On lui décrit donc un arc antérieur et une plaque postérieure.

- L'arc antérieur (anneau de la chevalière) porte sur la ligne médiane le tubercule cricoïdien, palpable sous le cartilage thyroïde. Ses faces latérales portent des surfaces qui s'articulent avec les cornes inférieures du cartilage thyroïde. Sa face antérieure est convexe, sa face postérieure concave. Son bord supérieur donne insertion à la membrane cricothyroïdienne et s'élargit en arrière pour donner insertion aux muscles crico-aryténoïdiens latéraux.

- La plaque (chaton de la chevalière), haute d'environ 2 cm, possède une face antérieure

concave et une face postérieure divisée en deux par une crête médiane de part et d'autre de laquelle s'insèrent les muscles crico-aryténoïdiens postérieurs. Son bord supérieur présente des facettes articulaires pour les cartilages aryténoïdes.

Il est bordé par un épithélium cylindrique cilié, et des muscles ainsi que des ligaments se fixent sur sa face extérieure (figure 26)

Cartilages aryténoïdes.

Ce sont deux cartilages hyalins grossièrement pyramidaux, situés au sommet de la partie large du cartilage cricoïde formant une partie de la paroi postérieure du larynx (figure 24). Les cordes vocales, ainsi que des muscles, s'y attachent; ils sont bordés par un épithélium cylindrique cilié.

Épiglotte (figure. 23, 24, 25 et 27).

C'est un cartilage fibroélastique en forme de feuille attaché à un pédoncule cartilagineux souple à la face interne de la paroi antérieure du cartilage thyroïde, immédiatement au-dessous de l'incisure thyroïdienne supérieure. Elle s'élève obliquement vers le haut, derrière la langue et le corps de l'os hyoïde. Elle est recouverte par un épithélium pavimenteux stratifié. Si le larynx est comparé à une boîte, alors l'épiglotte fonctionne comme son couvercle; il ferme le larynx pendant la déglutition, protégeant les poumons de l'inhalation accidentelle d'un corps étranger.

Les cartilages cunéiformes de Wrisberg ou de Morgani

Ils sont situés en avant et latéralement par rapport au sommet des cartilages aryténoïdes, dans les replis muqueux aryténo-épiglottiques.

Les cartilages corniculés de Santorini

Ce sont deux petits cônes de 4 à 5 mm placés au sommet des cartilages aryténoïdes, recourbés médialement et en arrière.

Les cartilages triticés

Petits cartilages accessoires inconstants dépourvus de fonction situés dans l'épaisseur des ligaments thyrohyoïdiens latéraux.

Les cartilages sésamoïdes

Les sésamoïdes antérieurs sont situés dans l'épaisseur des ligaments vocaux (thyro-aryténoïdiens inférieurs) et les sésamoïdes postérieurs latéralement aux cartilages corniculés.

Ils sont inconstants

7.3.1.2. Articulations et ligaments

Les articulations crico-thyroïdiennes

Elles unissent les cornes inférieures du cartilage thyroïde aux faces latérales de l'arc du cartilage cricoïde. Les surfaces articulaires sont unies par une capsule renforcée par de courts ligaments.

Les articulations crico-aryténoïdiennes

Elles unissent la base concave des cartilages aryténoïdes au bord supérieur convexe de la plaque cricoïdienne. Les moyens d'union sont représentés par une capsule lâche renforcée en arrière par le ligament crico-aryténoïdien. C'est l'articulation la plus importante car son rôle fonctionnel est capital : elle permet des mouvements de rotation autour d'un axe vertical, éloignant ou rapprochant ainsi de la ligne médiane les apophyses vocales des cartilages aryténoïdes et provoquant donc l'éloignement ou le rapprochement des cordes vocales.

Les ligaments

Membrane thyro-hyoïdienne

Tendue entre le bord supérieur du cartilage thyroïde et le bord inférieur du corps et de la grande corne de l'os hyoïde. Elle est renforcée en avant et médialement par le ligament thyro-hyoïdien médian, et à sa partie postérieure par les ligaments thyro-hyoïdiens latéraux parfois interrompus par les cartilages triticés. La membrane est perforée à sa partie moyenne par l'artère laryngée supérieure et par la branche interne du nerf laryngé supérieur.

Membrane crico-thyroïdienne

Tendue entre le bord supérieur de l'arc du cartilage cricoïde et la partie moyenne du bord inférieur du cartilage thyroïde. Elle est renforcée en avant par le ligament crico-thyroïdien médian.

Membrane crico-trachéale

Tendue entre le bord supérieur du 1er anneau trachéal et le bord inférieur du cartilage cricoïde. Elle est renforcée en arrière par le muscle trachéal.

Ligament aryténo-épiglottique

Pair, tendu du cartilage corniculé au bord latéral de l'épiglotte.

Ligament thyro-épiglottique

Court, il relie la pointe inférieure de l'épiglotte à l'angle rentrant du cartilage thyroïde. Cette paire de ligaments forme la circonférence supérieure et antérieure du conduit laryngé.

Ligament hyo-épiglottique

Tendu entre la face antérieure de l'épiglotte et la face postérieure de l'os hyoïde.

Ligament crico-corniculé

Tractus fibreux en forme de Y qui relie la partie médiane du bord supérieur de la plaque cricoïdienne aux 2 cartilages corniculés en passant entre les 2 cartilages aryténoïdes.

Membrane fibro-élastique

Elle tapisse la cavité du larynx, doublant la muqueuse et assurant ainsi la cohésion de l'ensemble. Elle est renforcée par les ligaments thyro-aryténoïdiens (cf cidessous).

Ligament vestibulaire (ou thyro-aryténoïdien supérieur)

Il forme le relief du pli vestibulaire (corde vocale supérieure, ou fausse corde vocale).

Ligament vocal (thyro-aryténoïdien inférieur)

Tendu de l'angle rentrant du cartilage thyroïde au processus vocal du cartilage aryténoïde, il forme le relief de la corde vocale inférieure (ou corde vocale vraie).

7.3.1.3. Intérieur Du Larynx (figure 27)

Les cordes vocales apparaissent comme deux replis pâles de la muqueuse, avec des bords libres en forme de corde, s'étirant à travers l'ouverture laryngée. Elles vont de la paroi interne de la proéminence laryngée en avant au cartilage aryténoïde homolatéral en arrière (chaque corde est faite du muscle thyro-aryténoïdien et du ligament vocal élastique au bord interne de la corde, recouverts tous deux par la muqueuse).

Quand les muscles contrôlant les cordes vocales sont relâchés, les cordes vocales délimitent un orifice permettant le passage de l'air dans le larynx ; les cordes vocales sont alors dites en abduction (ouvertes, figure. 28A). La vibration des cordes vocales dans cette position produit une voix grave. Quand les muscles contrôlant les cordes vocales se contractent, celles-ci sont étroitement rapprochées, en adduction (fermées, figure 28B). Quand les cordes vocales sont tendues à ce degré et qu'elles vibrent au passage de l'air venant des poumons, le son produit est de tonalité aiguë. La hauteur de la voix est déterminée par la tension appliquée aux cordes vocales par les muscles appropriés. Quand elles ne sont pas utilisées, les cordes vocales sont en adduction. L'espace entre les cordes vocales est appelé la glotte.

7.3.2. VASCULARISATION ET INNERVATION

Vascularisation artérielle

Le larynx est vascularisé par :

- L'artère laryngée supérieure (branche de l'artère thyroïdienne supérieure).

- L'artère laryngée inférieure (branche de l'artère thyroïdienne supérieure).
- L'artère laryngée postérieure (branche de l'artère thyroïdienne inférieure).

Veines

La vascularisation veineuse est satellite de la vascularisation artérielle.

Lymphatiques

La région sus-glottique (au-dessus des cordes vocales) se draine vers la chaîne jugulaire interne, et la région sous-glottique vers la chaîne récurrentielle.

Innervation

L'innervation parasympathique vient des nerfs laryngé supérieur et laryngé récurrent, branches du vague de chaque côté. L'innervation sympathique est assurée par des nerfs venus du ganglion cervical supérieur de chaque côté. Ces nerfs vont aux muscles du larynx, et leurs fibres sensibles innervent la muqueuse laryngée

7.3.3. FONCTIONS

Production de sons.

Les sons ont des caractéristiques de hauteur, de volume et de résonance.

- La hauteur de la voix dépend de la longueur et du degré de rapprochement des cordes vocales. Des cordes plus courtes produisent des sons plus aigus. À la puberté, les cordes vocales des individus de sexe masculin commencent à s'allonger, d'où la hauteur de la voix masculine plus basse que celle de la voix féminine.
- Le volume de la voix dépend de la force avec laquelle les cordes vibrent. Plus la force de l'air expiré est grande, plus les cordes vibrent fortement, et plus le son émis est intense.
- La résonance, ou tonalité, dépend de la forme de la bouche, de la position de la langue et des lèvres, des muscles de la face et de l'air dans les sinus paranasaux.

Parole.

Elle est produite quand les sons produits par les cordes vocales sont manipulés par la langue, les joues et les lèvres.

Protection des voies respiratoires inférieures.

Pendant la déglutition, le larynx s'élève, fermant son passage avec le pharynx. De plus, l'épiglotte basculée ferme le larynx. Cela permet que la nourriture passe dans l'œsophage et non dans la trachée.

Voie de passage de l'air.

Le larynx relie le pharynx, au-dessus, et la trachée, au-dessous.

Humidification, filtrage et réchauffement.

Ces processus se poursuivent quand l'air inspiré traverse le larynx.

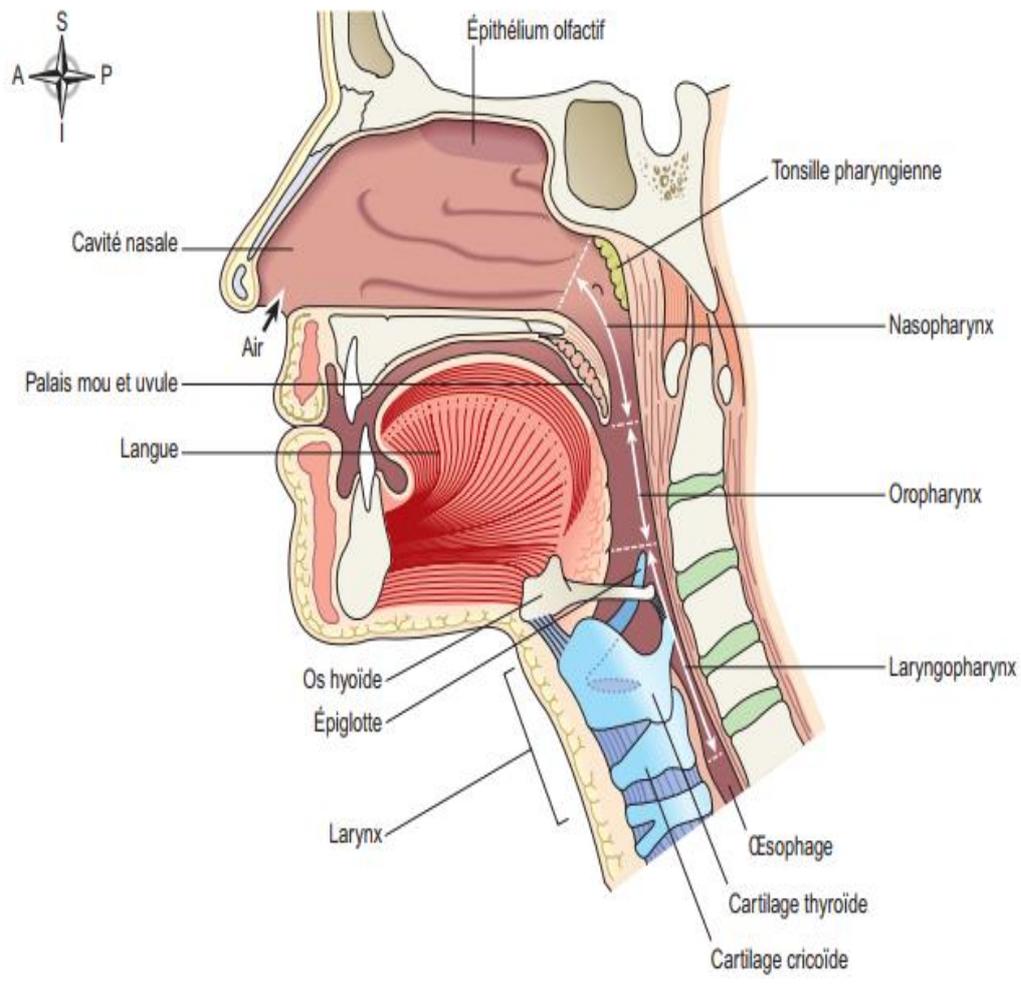


Figure 23 : Voie aérienne du nez au larynx

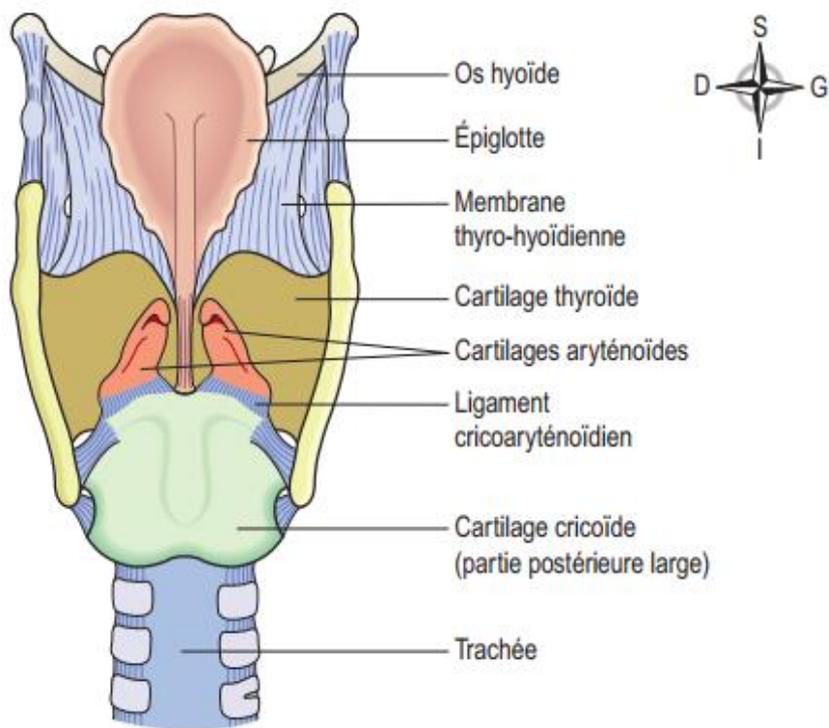


Figure 24 : Larynx – vu par derrière.

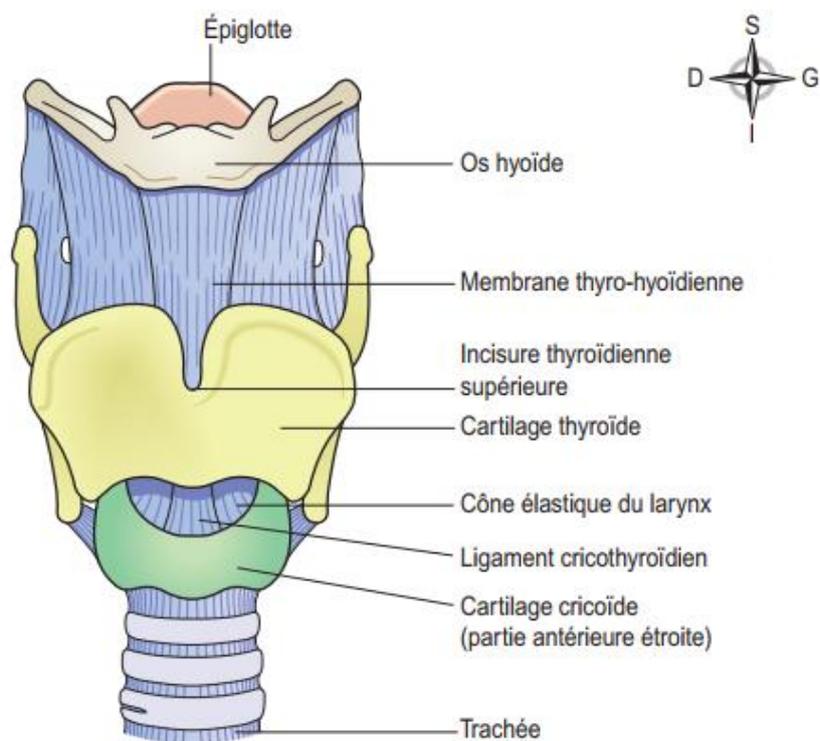


Figure 25 : Larynx – vu par devant.

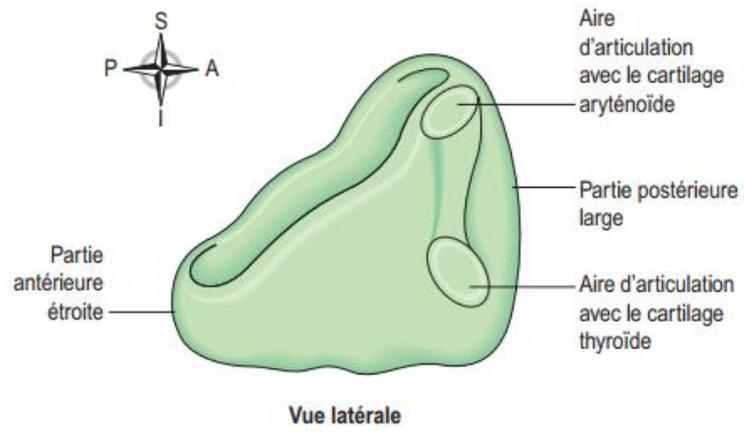
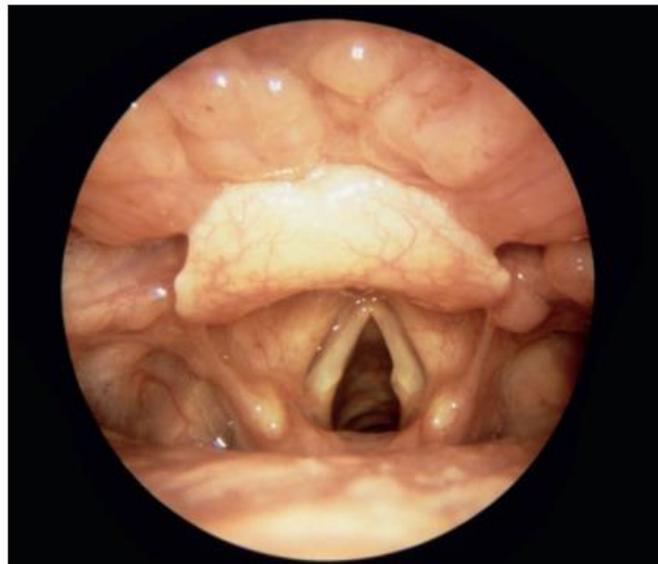


Figure 26 : Cartilage cricoïde



Ⓐ

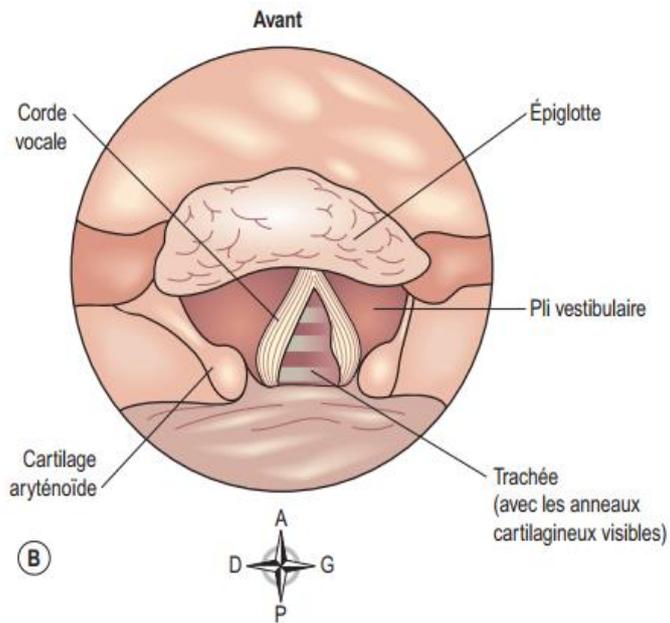


Figure 27 : Cordes vocales. A. Image bronchoscopique des cordes vocales ouvertes (en abduction). B. Schéma des cordes vocales montrant les principales structures

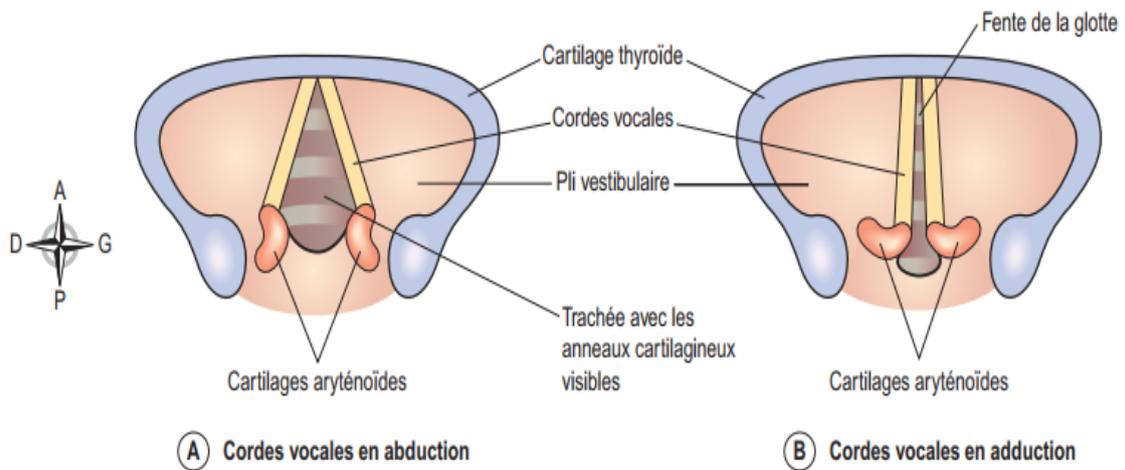


Figure 28 : Positions extrêmes des cordes vocales. A. En abduction (ouvertes). B. En adduction (fermées)

7.4. TRACHEE

7.4.1. SITUATION

La trachée fait suite au larynx et descend jusqu'à la hauteur de la 6e vertèbre thoracique environ, où la *carina* se divise en deux bronches principales (ou bronches souches), droite et gauche, pour le poumon correspondant. Longue d'environ 10 à 11 cm, elle siège principalement dans le plan médian, devant l'œsophage (figure 29).

Structure En Rapport Avec La Trachée

En haut – le larynx

En bas – les bronches principales droite et gauche

En avant – à sa partie haute : l'isthme de la glande thyroïde.

– à sa partie basse : l'arc aortique et le sternum.

En arrière – l'œsophage sépare la trachée de la colonne vertébrale.

Latéralement – les poumons et les lobes de la glande thyroïde

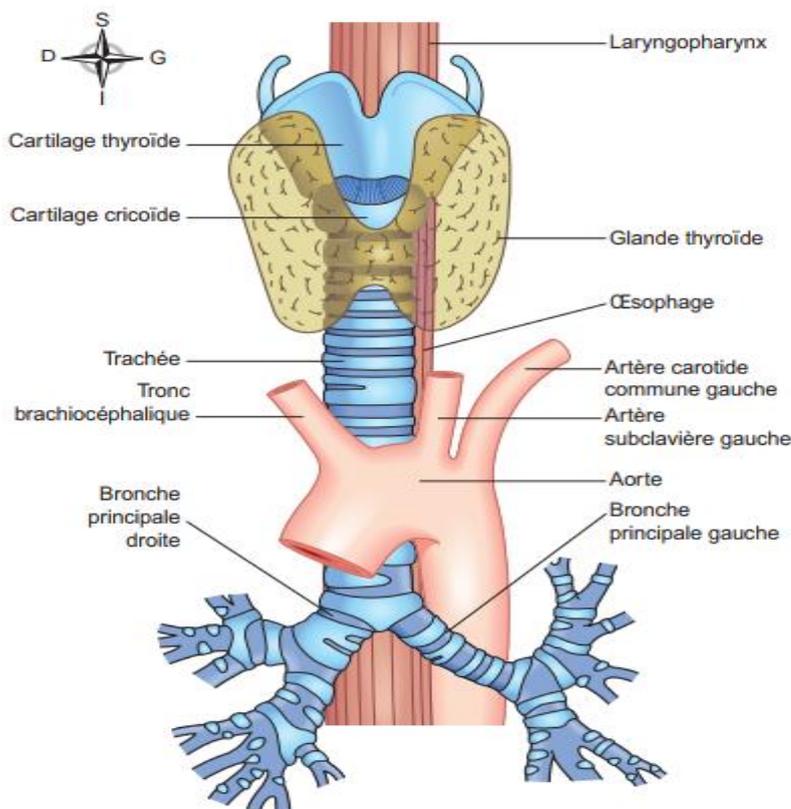


Figure 29 : La trachée, et certain structures de voisines.

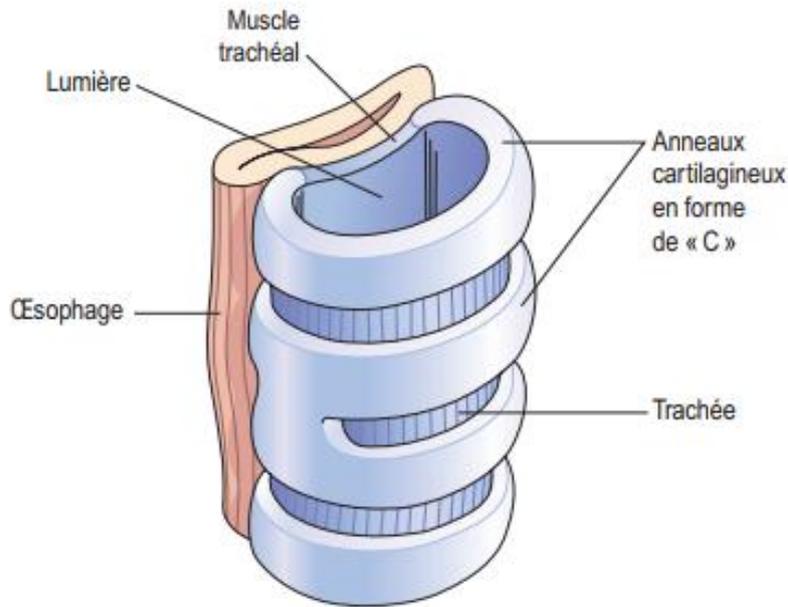


Figure 30 : Rapport entre la trachée et l'œsophage.

7.4.2. STRUCTURE :

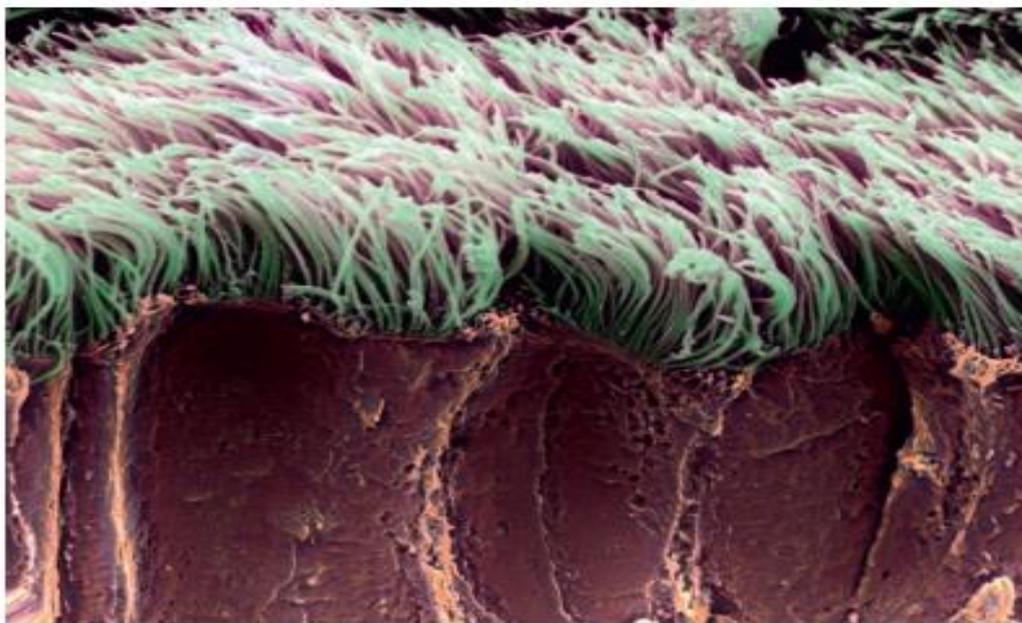
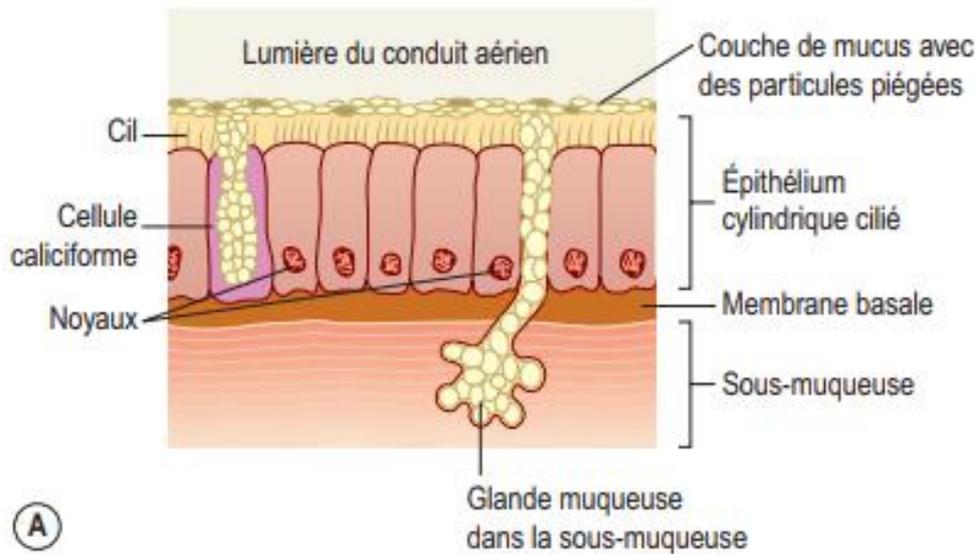
La paroi de la trachée est composée de trois couches de tissu, et est maintenue ouverte par 16 à 20 anneaux incomplets (en forme de C) de cartilage hyalin situés l'un au-dessus de l'autre. Les cartilages sont incomplets en arrière, à l'endroit où la trachée est contre l'œsophage (figure 30). Les cartilages sont enchâssés dans un feuillet de muscle lisse et de tissu conjonctif, qui forme aussi la paroi postérieure de la trachée, là où les anneaux sont incomplets.

Les trois couches de tissus « revêtent » les cartilages de la trachée.

- La couche externe contient du tissu fibreux et élastique, et entoure les cartilages.
- La couche moyenne est celle des cartilages, avec des bandes de muscle lisse entourant en hélice la trachée.

Elle comporte aussi du tissu aréolaire contenant des vaisseaux sanguins, des vaisseaux lymphatiques, et des nerfs du système nerveux autonome. Les bords libres des cartilages incomplets sont reliés par le muscle trachéal, qui favorise l'ajustement du diamètre de la trachée.

- La couche interne est un épithélium cylindrique cilié, contenant des cellules caliciformes sécrétant du mucus. (figure 31).



(B)

Figure 31 : Cellules bordant la trachée. A. Muqueuse ciliée. B. Microscopie à balayage électronique en couleur de cils bronchiques

7.4.3. VASCULARISATION SANGUINE, INNERVATION, DRAINAGE LYMPHATIQUE :

- L'apport de sang artériel se fait essentiellement par les artères thyroïdienne inférieure et bronchiques de chaque côté, et le retour veineux est assuré par les veines thyroïdiennes inférieures allant aux veines brachiocéphaliques.
- L'innervation parasympathique se fait par des nerfs laryngés récurrents et d'autres branches

du vague de chaque côté. Les fibres sympathiques viennent de ganglions sympathiques de chaque côté.

- La stimulation parasympathique contracte la trachée, et la sympathique la dilate.

La lymphe des voies respiratoires hautes est drainée à travers des nœuds lymphatiques situés autour de la trachée et dans la carina, partie inférieure de la trachée qui se divise en deux bronches principales.

7.4.4. FONCTIONS :

Soutien et liberté : Les cartilages trachéaux maintiennent la trachée constamment ouverte (libre), mais les bandes de tissu mou situées entre les cartilages favorisent la souplesse ; de cette façon, la tête et le cou peuvent bouger librement, sans obstruer ou plicaturer la trachée. L'absence en arrière de cartilage permet à l'œsophage de se dilater sans gêne pendant la déglutition.

La contraction ou le relâchement du muscle trachéal, qui relie les bords libres des cartilages en forme de C, permet de réguler le diamètre de la trachée.

Tapis roulant mucociliaire : Le battement régulier et synchronisé des cils de la muqueuse propulse le mucus et les particules étrangères qui y adhèrent vers le larynx, où ils sont déglutis ou expectorés (figure 31.B).

Réflexe de toux : Les terminaisons nerveuses dans le larynx, la trachée et les bronches sont sensibles à l'irritation, générant des influx nerveux conduits par les nerfs vagues jusqu'au centre respiratoire du tronc cérébral .

La réponse motrice réflexe est une inspiration profonde suivie par la fermeture de la glotte (NdT : la glotte est la partie moyenne rétrécie du larynx, comprenant notamment les cartilages aryénoïdes et les cordes vocales). Les muscles de la paroi abdominale et les muscles respiratoires se contractent alors, ce qui entraîne une augmentation soudaine et rapide de la pression dans les poumons. Puis la glotte s'ouvre, et de l'air est expulsé par la bouche avec du mucus et/ou du matériel étranger.

Réchauffement, humidification et filtrage de l'air : Ils se poursuivent comme dans le nez, encore que, normalement, l'air soit saturé en vapeur d'eau à la température corporelle quand il atteint la trachée.

7.5. BRONCHES ET BRONCHIOLES

Les deux bronches principales résultent de la division de la trachée, à peu près à la hauteur de la 5e vertèbre thoracique (figure 32).

Bronche principale droite :

Elle est plus grosse, plus courte et plus verticale que la gauche, et elle risque donc davantage d'être obstruée par un corps étranger inhalé. Elle est longue d'environ 2,5 cm.

Après être entrée dans le poumon droit au niveau du hile, elle se divise en trois branches, une pour chacun des lobes pulmonaires droits. Chacune d'elles présente ensuite des divisions successives en branches de calibre de plus en plus petit.

Bronche principale gauche :

Elle est longue d'environ 5 cm, et elle est moins grosse que la droite.

Après être entrée dans le poumon gauche au niveau du hile, elle se divise en deux branches, une pour chacun des lobes pulmonaires gauches. Chacune de ces branches se divise dans le poumon en des branches qui, par divisions successives, sont de calibre de plus en plus petit.

7.5.1. STRUCTURE

Les parois des bronches comportent les trois mêmes couches de tissu que la trachée. Elles sont bordées par un épithélium cylindrique cilié.

Des divisions successives conduisent à des *bronchioles* (figure 32), des *bronchioles terminales*, des *bronchioles respiratoires*, et des *conduits (canaux) alvéolaires* aboutissant aux *alvéoles*.

Les passages plus larges sont appelés *voies aériennes de conduction*, car leur fonction est d'apporter de l'air dans les poumons ; leurs parois sont trop épaisses pour permettre l'échange gazeux.

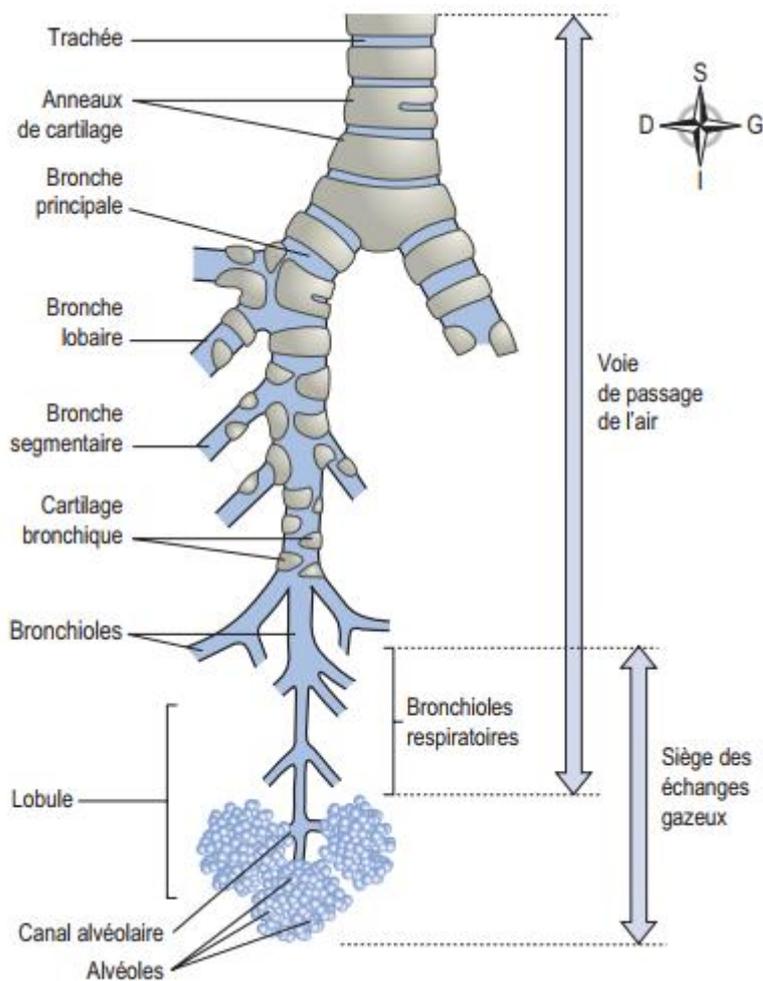


Figure 32 : Voies aériennes inférieures.

Modifications structurelles dans les passages bronchiques

Alors que les bronches se divisent et deviennent progressivement plus petites, leur structure change pour s'adapter à leur fonction.

Cartilage :

Étant donné que du cartilage rigide entraverait l'expansion du tissu pulmonaire et l'échange gazeux, il n'est présent, pour fournir un soutien, que dans les conduits aériens les plus volumineux. Les bronches contiennent des anneaux cartilagineux, telle la trachée, mais comme les conduits se divisent, ces anneaux deviennent des lames bien plus petites, et au niveau bronchiolaire, aucun cartilage n'est présent dans les parois des conduits.

Muscle lisse :

Le cartilage disparaît des conduits aériens et il est remplacé par du muscle lisse. Ainsi, le diamètre des conduits aériens peut augmenter ou diminuer suivant l'influence du système nerveux autonome, ce qui régule le flux aérien dans chaque poumon.

Épithélium :

L'épithélium cilié est progressivement remplacé par de l'épithélium non cilié, et les cellules

caliciformes disparaissent.

7.5.2. VASCULARISATION, INNERVATION, DRAINAGE LYMPHATIQUE

- La vascularisation artérielle des parois bronchiques et des conduits aériens plus petits se fait par des branches des artères bronchiques droites et gauches, et le retour veineux est assuré principalement par les veines bronchiques. Celles-ci se drainent à droite dans la veine azygos, à gauche dans la veine intercostale supérieure.
- Le nerf vague (parasymphatique) stimule la contraction des muscles lisses de l'arbre bronchique, entraînant une bronchoconstriction, alors que la stimulation sympathique entraîne une bronchodilatation .
- La lymphe des parois des conduits aériens est drainée dans un réseau de vaisseaux lymphatiques. Elle passe par les nœuds lymphatiques situés autour de la trachée et de l'artère bronchique, gagne le conduit thoracique à gauche, le conduit lymphatique droit de l'autre côté

7.5.3. FONCTIONS

Contrôle de l'entrée de l'air :

Le diamètre des conduits aériens peut être modifié par la contraction ou le relâchement des muscles lisses de leur paroi, régulant ainsi la vitesse et le flux aérien vers et dans les poumons. Ces modifications sont contrôlées par le système nerveux autonome : la stimulation parasymphatique est constrictrice, celle sympathique est dilatatrice.

Les fonctions suivantes se poursuivent comme dans les voies aériennes supérieures :

- réchauffement et humidification de l'air;
- soutien et liberté de la voie aérienne ;
- enlèvement des particules ;
- réflexe de toux.

7.6. BRONCHIOLES RESPIRATOIRES ET ALVEOLES PULMONAIRES

7.6.1. STRUCTURE :

Dans chaque lobe, le tissu pulmonaire se divise en fins feuillets de tissu conjonctif à l'intérieur des *lobules*. Chaque lobule reçoit de l'air par une bronchiole terminale, qui se divise en bronchioles, en canaux alvéolaires et en un grand nombre d'alvéoles (sacs alvéolaires). Il existe environ 150 millions d'alvéoles dans le poumon adulte. C'est dans ces structures que se produit le processus d'échange gazeux. Les voies aériennes se divisant progressivement et devenant de plus en plus petites, leurs parois deviennent de plus en plus fines, jusqu'à ce que le muscle et le tissu conjonctif disparaissent, laissant une unique couche de cellules épithéliales pavimenteuses au niveau des canaux alvéolaires et des alvéoles. Ces conduits respiratoires distaux sont constitués par un réseau lâche de tissu conjonctif élastique dans lequel sont enchâssés des macrophages, des fibroblastes, des nerfs, des vaisseaux sanguins et des vaisseaux lymphatiques.

Les alvéoles sont entourées par un réseau dense de capillaires (figure 33). Les échanges gazeux dans le poumon (respiration externe) se produisent à travers une membrane composée de la membrane alvéolaire et de la membrane capillaire étroitement fusionnées. C'est ce que l'on appelle la *membrane respiratoire*.

À l'examen microscopique, les grands espaces aériens sont clairement visibles, et le tissu pulmonaire sain a l'aspect d'un nid d'abeilles (figure 34).

Entre les cellules pavimenteuses se trouvent les cellules *septales* qui sécrètent le *surfactant*, liquide phospholipidique empêchant le dessèchement des alvéoles. En outre, le surfactant abaisse la tension superficielle du liquide tapissant les parois alvéolaires et empêche ainsi le collapsus alvéolaire pendant l'expiration. La sécrétion de surfactant dans les conduits aériens distaux et les alvéoles commence vers la 35^e semaine de la vie fœtale. Sa présence chez le nouveau-né permet l'expansion des poumons et l'établissement de la respiration immédiatement après la naissance. Il peut être en quantité insuffisante dans les poumons immatures des prématurés, qui présentent alors des difficultés dans l'établissement de la respiration.

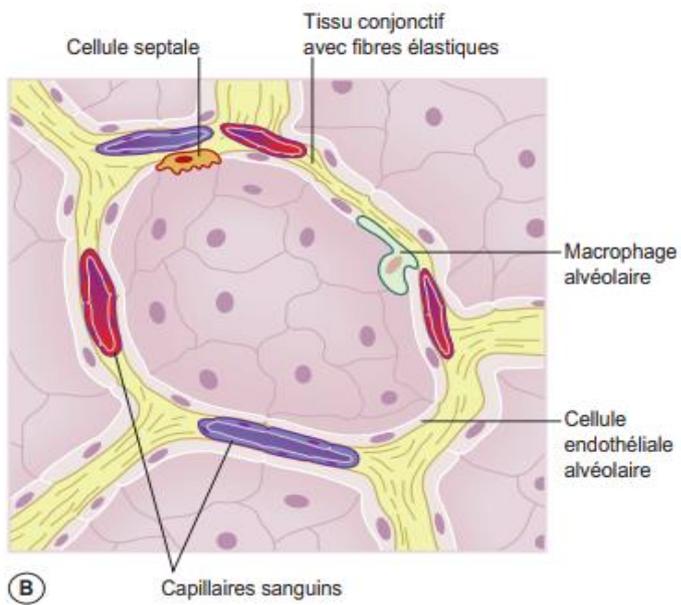
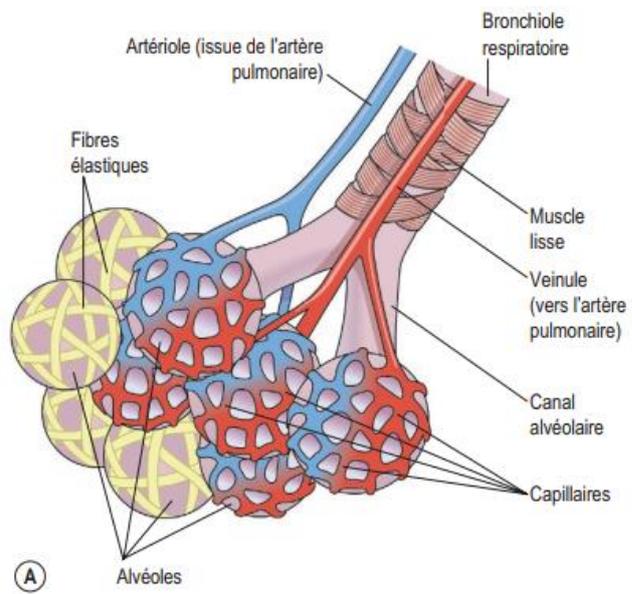


Figure 33 Les alvéoles et leur réseau capillaire. A. Groupe d'alvéoles intactes. B. Coupe d'une alvéole

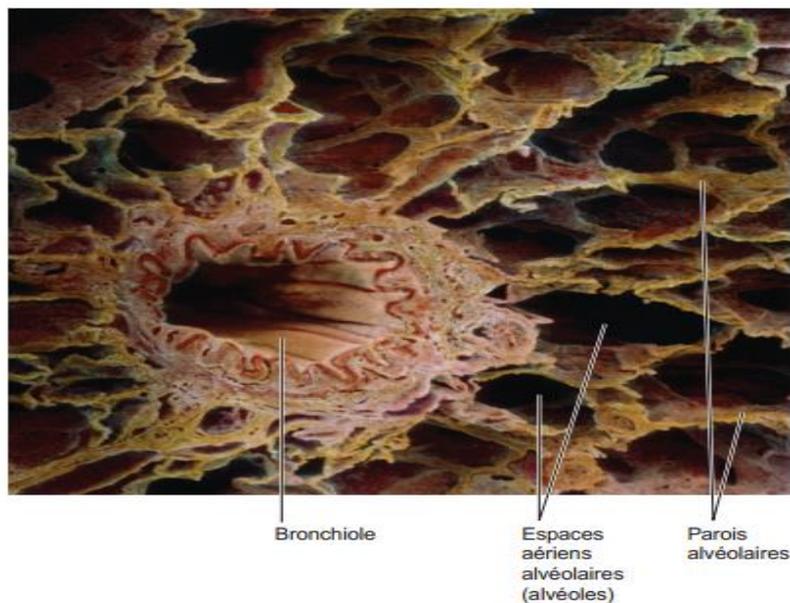


Figure 34 Microscopie à balayage électronique en couleur d'alvéoles pulmonaires et d'une bronchiole

7.6.2. INNERVATION DES BRONCHIOLES :

La stimulation parasympathique issues du nerf vague provoque la bronchoconstriction. L'absence de cartilage de soutien implique que les petites voies aériennes peuvent être complètement fermées par la contraction de leur muscle lisse. La stimulation sympathique relâche le muscle lisse bronchiolaire (bronchodilatation).

7.6.3 FONCTIONS :

Respiration externe.

Défense contre l'infection : À ce niveau, l'épithélium cilié, les cellules caliciformes et le mucus ne sont plus présents, car leur présence empêcherait l'échange gazeux et favoriserait l'infection. Au moment où l'air inspiré atteint les alvéoles, il est habituellement pur. La défense repose sur des cellules protectrices présentes dans le tissu pulmonaire. Celles-ci comprennent des lymphocytes et des plasmocytes, qui produisent des anticorps et des phagocytes dont des macrophages alvéolaires. Ces cellules sont les plus actives dans les conduits distaux, où l'épithélium cilié a été remplacé par des cellules pavimenteuses (plates).

Réchauffement et humidification : Ils se poursuivent comme dans les voies aériennes supérieures. L'inhalation d'air sec ou d'air inadéquatement humidifié pendant une certaine période de temps irrite la muqueuse et facilite l'installation d'une infection.

7.7. LE TISSU RESPIRATOIRE

Les poumons, qui sont le tissu respiratoire, sont constitués de deux formations situées latéralement dans la cavité thoracique, séparées par le médiastin. Les poumons reposent sur le diaphragme qui délimite la cavité abdominale supérieure.

Le tissu respiratoire ou pulmonaire est donc constitué de canaux alvéolaires et des alvéoles pulmonaires.

1.1.2. LES CANAUX ALVEOLAIRES

Les canaux alvéolaires font suite à la bronchiole respiratoire. Ces canaux sont formés d'une paroi discontinue au niveau de laquelle viennent s'aboucher de nombreuses alvéoles. Les canaux alvéolaires sont tapissés par un épithélium de revêtement simple pavimenteux qui repose sur un fin tissu conjonctivo-élastique

Ils comportent aussi quelques fibres musculaires lisses au niveau de l'abouchement des deux alvéoles contigües qui contribuent à former des sphincters alvéolaires. A la partie terminale dilatée, appelée atrium, viennent déboucher les sacs alvéolaires juxtaposés.

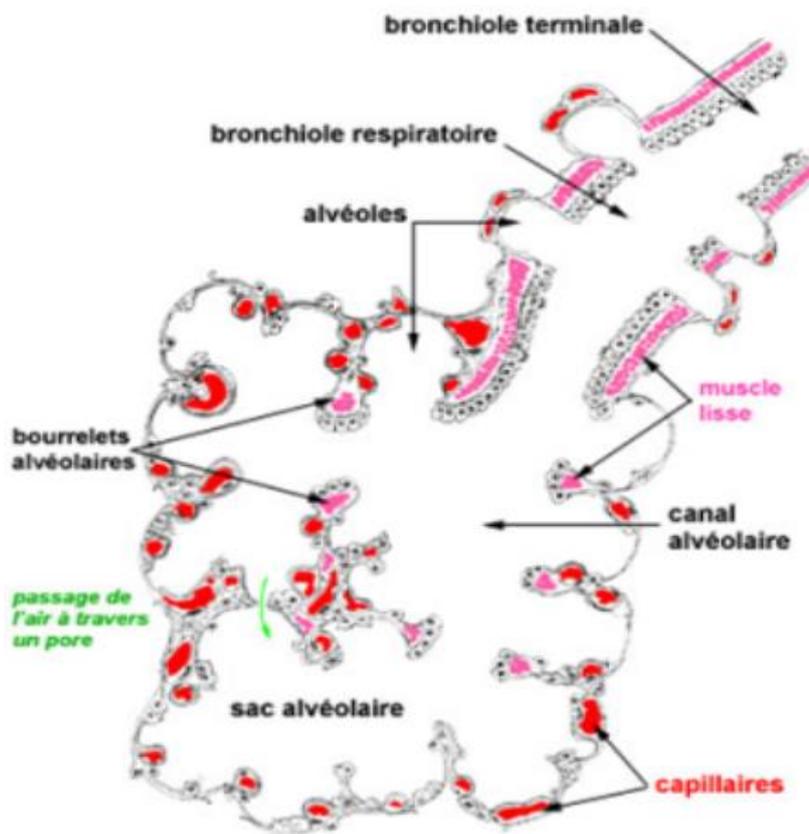


Figure 35 : Alvéole pulmonaire

1.1.3. LES ALVEOLES PULMONAIRES

On leur décrit une paroi et une cavité, la paroi est formée par l'épithélium de revêtement alvéolaire et la cavité contient de l'air.

L'épithélium de revêtement alvéolaire n'est pas en contact directe avec l'air puisque il est séparé par le film endo-alvéolaire, les alvéoles sont séparées les unes des autres par du tissu conjontivo-élastique qui constitue les septa (les cloisons) inter-alvéolaires

Epithélium De Revêtement

Il s'agit d'un épithélium pavimenteux simple constitué par trois types cellulaires :

- Les pneumocytes membraneux de type I.
- Les pneumocytes granuleux de type II.
- Les pneumocytes en brosse de type III.

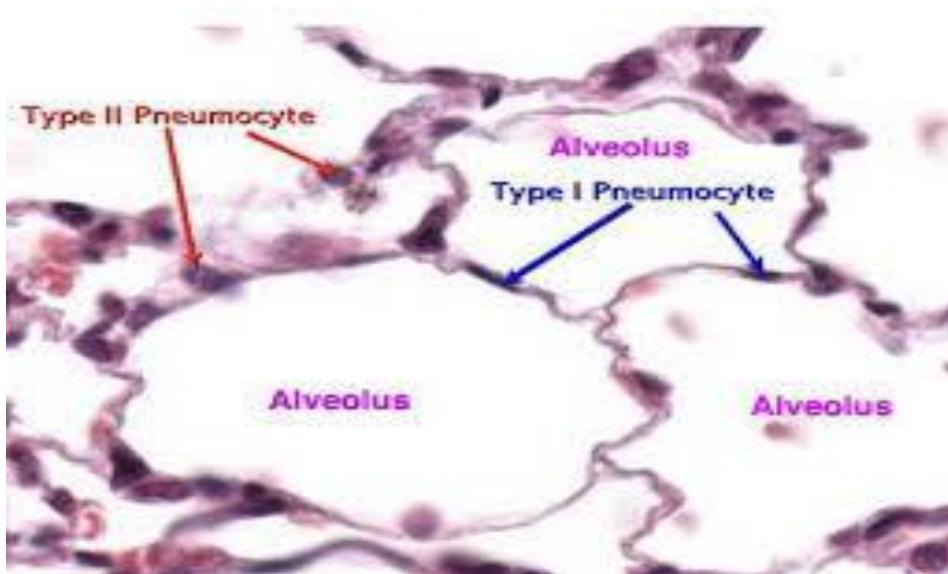


Figure 36 : Alvéole avec hyperplasie des pneumocytes de type 2 et épaississement des septa alvéolaire

Pneumocytes de type I

Sont des petites cellules alvéolaires comportant une portion épaisse de 1 à 3 micromètres ou sont regroupées, le noyau et les organites cytoplasmiques et un fin voile cytoplasmique étalé de 0.2 micromètre d'épaisseur, ce voile renferme de nombreuses vésicules de pinocytose pouvant transporter des macromolécules entre la cavité alvéolaire et l'espace septal.

Ils entrent dans la constitution dans la membrane alvéolo-capillaire à travers laquelle diffusent les gaz pour les échanges gazeux.

Les pneumocytes de type I sont reliés entre eux et avec les pneumocytes de type II par des jonctions occlusives et zonula, cette organisation est responsable des remarquables propriétés de cohésion de la paroi alvéolaire.

Pneumocytes de type II

C'est une grande cellule alvéolaire arrondie ou pyramidale partiellement recouverte par des voiles des pneumocytes I, seule la portion apicale est libre dans la lumière alvéolaire, la membrane plasmique de la face libre de la cellule est hérissée de nombreuses microvillosités courtes en relation avec le cytosquelette à l'intérieur du cytoplasme.

La proportion des deux types cellulaires présente dans l'épithélium alvéolaire est de quatre (4) pneumocytes I pour six (6) pneumocytes II.

Pneumocytes de type III en brosse

Sont caractérisés par de nombreuses microvillosités au niveau de leurs pôles apicaux, leur rôle est inconnu.

Les cloisons inter alvéolaires

Ce sont des espaces conjonctifs qui séparent les alvéoles voisins constituant l'interstitium pulmonaire commun à travers lequel les cellules interstitielles et le liquide interstitiel (la lymphe) se déplacent d'un point à un autre, ces cloisons ou septa inter alvéolaires renferment des fibres, des cellules et des capillaires.

- Les fibres : sont des fibres de collagène, de réticuline, et des fibres élastiques.
- Les cellules : des cellules septales d'origine conjonctive et sanguine, elles sont très polymorphes.

Cavité alvéolaire

Renferme deux éléments structuraux ; le surfactant et les macrophages :

Le surfactant

C'est un film phospholipidique superficiel produit par les pneumocytes II qui s'interposent entre l'air (phase gazeuse) et la surface alvéolaire qui est la phase liquide.

Son épaisseur est d'environ 30nm, il contient 75% de lipoprotéines et 25% de phospholipides. Grâce à ses propriétés tensio-actives, ce film joue un rôle important dans le fonctionnement alvéolaire. Il facilite la réexpression d'un poumon collabé et réduit la tension des cloisons inter alvéolaires et facilite le travail mécanique respiratoire.

Les macrophages alvéolaires

Apparemment libres dans les cavités alvéolaires, s'attachent au film du surfactant à l'aide de longues expansions cytoplasmiques, leur principale caractéristique est la richesse en lysosomes, en phago-lysosomes, et en corps résiduels témoin d'une intense activité phagocytaire. Les macrophages sont d'origine médullaire.

Les communications inter-alvéolaires

Ce sont des structures particulières, permettant la réalisation de communications directe inter alvéolaires. Les communications inter-alvéolaires présentent :

- Des ports de Kohn : qui sont des orifices arrondis situés au niveau de la paroi alvéolaire permettant le passage directe d'une alvéole à une autre.
- Les canaux de Lambert : font communiquer la lumière d'une bronchiole terminale ou respiratoire avec la cavité d'une alvéole contigüe.

Le squelette conjunctivo-élastique

Il comporte les gaines péri-broncho-artérielles, les cloisons qui délimitent les différents territoires anatomiques résultant de la division de l'arbre bronchique et les septa interalvéolaires. Cet interstium constitue la voie d'abord des artères, des veines, des lymphatiques et des nerfs qui assurent la vascularisation sanguine lymphatique et l'innervation des poumons.

Cet interstium forme un système relativement rigide du point de vue mécanique en protégeant les alvéoles pulmonaires. Il joue un rôle fondamental dans la mécanique respiratoire et il permet le retour expiratoire passif du poumon à cause de sa richesse en éléments élastiques .

Les canaux alvéolaires font suite à la bronchiole respiratoire, ils sont formés d'une paroi discontinue au niveau de laquelle viennent s'aboucher de nombreuses alvéoles, ils sont tapissés par un épithélium de revêtement simple pavimenteux qui repose sur un fin tissu conjunctivo-élastique, ils comportent aussi quelques fibres musculaires lisses au niveau de l'abouchement de deux alvéoles contigües qui contribue à former des sphincters alvéolaires. A la partie terminale dilatée appelée atrium viennent déboucher les sacs alvéolaires juxtaposés

7.8. PLÈVRES

7.8.1. DEFINITION :

Deux séreuses: Indépendantes l'une de l'autre, Enveloppant les deux poumons droit et gauche, tapissant la face profonde des cavités pleuropulmonaires.

7.8.2. CONSTITUTION :

Chaque plèvre est formée de 2 feuillets viscéral et pariétal, séparés par un espace virtuel, la cavité pleurale.

Feuillet viscéral :

Tapisse la surface du poumon et s'enfonce dans les scissures pulmonaires. Se réfléchit au niveau du pourtour hilair, et se continue par le feuillet pariétal, dessinant la ligne de réflexion de la plèvre qui forme au-dessous du pédicule le ligament triangulaire du poumon, tendu entre poumon et médiastin.

Feuillet pariétal :

Tapisse la face profonde des parties latérales de la cavité thoracique et comprend quatre segments :

- Segment costal ou plèvre costale.
- Segment médiastinal ou plèvre médiastine.
- Segment diaphragmatique ou plèvre diaphragmatique.

Le Dôme pleural :

Coiffe le sommet du poumon, il est recouvert par la membrane supra pleurale

Les récessus pleuraux : De chaque côté on a :

- Cul-de-sac costo-médiastinal antérieur (ou rétro-sternal).
- Cul-de-sac costo-médiastinal postérieur (ou latéro-vertébral).
- Cul-de-sac phrénico-médiastinal.
- Cul-de-sac costo- diaphragmatique (ou inférieur) :

Fascia endothoracique :

C'est une lame conjonctive recouvrant la plèvre pariétale et tapissant la face profonde de la paroi thoracique. Ce fascia est mince, sauf au niveau de la coupole pleurale et de la plèvre diaphragmatique où il se différencie en membrane supra-pleurale (entre dans la constitution du dôme pleural) et le fascia phrénico-pleural.

7.8.3. VASCULARISATION-INNÉRVATION

Les Artères :

Elles dérivent des artères intercostales, thoraciques internes, musculo-phréniques, thymiques péricardiques, pulmonaires et bronchiques.

Les Veines : Elles sont satellites des artères.

Les Lymphatiques :

- Les vaisseaux lymphatiques de la plèvre viscérale rejoignent ceux du poumon.
- La plèvre pariétale se draine dans les lymphonœuds parasternaux et médiastinaux postérieurs et dans les lymphatiques du diaphragme.

Les Nerfs :

- La plèvre viscérale est innervée par le plexus pulmonaire.
- Les nerfs de la plèvre pariétale dérivent des nerfs phréniques, intercostaux, vagues et sympathiques.

8. PHYSIOLOGIE RESPIRATOIRE.

8.1. INTRODUCTION

Chez les êtres multicellulaires, l'appareil respiratoire joue un rôle d'interface entre le milieu environnant et l'organisme. Ainsi, grâce à l'alternance de l'inspiration et de l'expiration, l'oxygène (O₂) est prélevé de l'atmosphère alors que le gaz carbonique (CO₂) est rejeté. L'oxygène prélevé est ramené à la cellule (respiration cellulaire) afin d'assurer le processus de combustion, grand pourvoyeur d'énergie à l'organisme : O₂ + nutriment → CO₂ + H₂O + Énergie

A l'état physiologique, le débit de consommation d'O₂ (vO₂) et de production de CO₂ (vCO₂) sont adaptés au métabolisme cellulaire permettant ainsi la stabilité de la pression partielle de ces deux gaz ainsi que du pH dans le sang artériel.

L'O₂ et le CO₂ empruntent le même parcours mais dans un sens tout à fait inverse. Quatre étapes sont essentielles à l'arrivée de chaque gaz à destination, la cellule pour l'O₂ et l'alvéole pour le CO₂.

8.1.1. Convection Gazeuse

Les mouvements d'expansion et de rétraction de l'ensemble thoraco-pulmonaire créent un gradient de pression à l'origine d'un flux gazeux

8.1.2. Diffusion Alvéolo-Capillaire

Le gradient alvéolo-capillaire de pression constitue une force motrice favorisant la diffusion passive de chacun de ces gaz.

8.1.3. Convection Circulatoire

Le transport de chacun de ces gaz à l'intérieur de l'organisme est assuré grâce à la circulation sanguine. Les protéines du sang notamment l'hémoglobine jouent un double rôle, en même temps qu'elles transportent ces gaz, elles jouent le rôle de système tampon du pH sanguin. Ainsi, les fonctions cardio-circulatoires et respiratoires paraissent à l'évidence complémentaire et interdépendante.

8.1.4. Diffusion Tissulaire

Étant donnée l'existence de différence de pression partielle de l'O₂ et du CO₂ entre le milieu intra et extracellulaire, ces gaz traversent la membrane de la cellule par simple diffusion passive.

8.2. RAPPORT STRUCTURE - FONCTION

L'appareil respiratoire est formé de structures qui participent aux échanges gazeux entre le sang et le milieu environnant, à savoir une série de conduits aériens menant jusqu'aux poumons solidaires de la cage thoracique par une séreuse appelée plèvre.

8.2.1. LES VOIES AERIENNES

Les Voies Aériennes Extra-Thoraciques

Les voies aériennes supérieures ou extra-thoraciques comprennent le nez, le pharynx, le larynx et la trachée dans sa partie non thoracique.

Le Nez

Il constitue un étroit passage avec de nombreux replis de la muqueuse. Il offre une grande résistance à l'écoulement du gaz (50% de la résistance totale). La présence de poils au niveau du nez empêche des particules de gros diamètre (supérieur à 10 µm) de pénétrer dans les voies aériennes. Il réchauffe et humidifie l'air inspiré.

Le Pharynx

C'est un carrefour aéro-digestif constitué d'une charpente musculaire. La contraction coordonnée des muscles pharyngés au cours de l'inspiration rigidifie sa paroi et évite la survenue d'un collapsus.

Le Larynx

Il assure la phonation grâce aux cordes vocales. L'ouverture glottique lors de la ventilation est normalement assez large et contrôlée par des muscles.

Les Voies Aériennes Intra-Thoraciques

Le réseau bronchique ressemble à un arbre aérien renversé : La trachée est équivalente au tronc et les petites bronches aux fines bronches. Une division dichotomique de l'arbre aérien aboutit à une surface de section totale de l'arbre aérien de 2,5 cm² à la hauteur de la trachée, et de 1 m² au niveau des alvéoles. Chez l'homme adulte, on repère environ 23 à 24 divisions en allant de la trachée (génération 0) aux alvéoles (génération 24). A cette division anatomique s'ajoute une classification fonctionnelle qui permet de distinguer successivement trois zones.

Zone De Convection Ou De Conduction

Elle s'étend de la trachée jusqu'à environ la 16^{ème} génération. Les échanges sont par définition absents au niveau de cette zone.

Zone De Transition

Elle s'étend à peu près de la 17^{ème} à la 19^{ème} génération, c'est à dire de la bronchiole respiratoire de premier ordre jusqu'à la bronchiole respiratoire terminale. Ces bronchioles partiellement alvéolisées conduisent l'air et assurent les échanges gazeux.

Zone Respiratoire

Elle est formée par les canaux alvéolaires qui sont entièrement alvéolisés. Chaque poumon contient environ 300 à 400 millions d'alvéoles.

Poumons et Cage Thoracique

Les Poumons

Les poumons droit et gauche occupent une grande partie de la cage thoracique. Les poumons sont constitués par les voies aériennes intra pulmonaires, les alvéoles, les vaisseaux sanguins et le tissu conjonctif élastique.

Les alvéoles pulmonaires assurent les échanges gazeux alors que le tissu conjonctif formé de fibres d'élastine et de collagène contribue à l'élasticité pulmonaire.

La Cage Thoracique

Les deux poumons sont situés dans une structure rigide, la cage thoracique. La variation de volume de la cage thoracique au cours de la ventilation est liée aux mouvements du diaphragme qui constitue la seule paroi non osseuse du thorax. Les muscles respiratoires accessoires sont susceptibles, en cas de troubles respiratoires ou d'hyperventilation, d'assurer une part importante des variations de volume de la cage thoracique.

Innervation Pulmonaire

Les fibres nerveuses afférentes transmettent les informations en provenance de récepteurs intra pulmonaires jusqu'aux centres supérieurs par l'intermédiaire du nerf vague. Les fibres nerveuses efférentes proviennent de plusieurs systèmes :

- Système parasympathique dont les fibres émanent du nerf vague et innervent le muscle lisse bronchique (effet bronchoconstricteur) et les glandes sous-muqueuses des bronches de gros et moyen calibre (effet sécrétoire),
- Système sympathique (adrénaline/noradrénaline), innervant les glandes sous-muqueuses et les artères bronchiques ; bien qu'il n'existe pas d'innervation sympathique du muscle lisse bronchique, celui-ci est riche en récepteurs E-adrénergiques dont la stimulation entraîne une bronchodilatation.
- Système non adrénérique non cholinergique dont les médiateurs neuropeptidiques ont des effets bronchodilatateurs pour certains et broncho-constricteurs pour d'autres.

Fonctions Métaboliques Du Poumon

Outre sa fonction respiratoire, les poumons assurent des fonctions métaboliques :

- Synthèse de surfactant
- Synthèse de nombreuses substances telles que l'histamine et la prostaglandine. Celles-ci contractent les fibres musculaires lisses de la paroi bronchique (bronchoconstriction) et diminuent ainsi le diamètre des bronches.
- Synthèse de l'enzyme de conversion (EC) par les cellules endothéliales. Cette enzyme transforme l'angiotensine I en angiotensine II qui est une puissante hormone vasoconstrictrice.

8.2.2. LA MECANIQUE RESPIRATOIRE

On appelle système mécanique ventilatoire l'ensemble des structures qui assurent la ventilation. Ce système est composé d'un système actif constitué par les muscles respiratoires, qui mobilisent un système passif constitué par les voies aériennes, le poumon et la paroi thoraco-abdominale.

La contraction des muscles respiratoires entraîne des variations de volumes du système thoraco pulmonaire qui est à l'origine de la variation de pression. Le gradient de pression ainsi créé est à l'origine d'un déplacement d'air.

Lorsqu'un système possède des propriétés de distensibilité : il y a proportionnalité entre les variations de pressions appliquées et le changement de volume obtenu (V/P) : C'est le cas du poumon et de la cage thoracique.

Lorsqu'un système possède des propriétés de résistance : il y a proportionnalité entre les variations de pressions appliquées et les débits obtenus (P/Y), c'est le cas des voies aériennes.

En mécanique respiratoire, il est important de signaler que:

- A température constante les poumons peuvent être assimilés à des organes clos, on peut appliquer donc la loi de Boyle Mariotte. Cette loi stipule que : à température constante le produit pression X volume = constante.

Ainsi, toute augmentation de volume pulmonaire entraîne une diminution de pression et inversement.

- Le déplacement des gaz d'un point à un autre de l'arbre aérien ne peut avoir lieu que s'il existe une différence de pression entre ces deux points. Les gaz se déplacent toujours de la région là où la pression est élevée vers la région où la pression est moins élevée.

Le système actif

Le système actif est constitué par les muscles inspiratoires et expiratoires qui sont des muscles squelettiques adaptés à la fonction ventilatoire, ils ont vascularisés et leur débit sanguin est important. Au repos (à la fin d'une expiration normale), lorsque tous les muscles sont relâchés, la pression alvéolaire s'égalise avec la pression atmosphérique.

L'inspiration

8.2.2.1.1 Inspiration courante

L'inspiration est plus brève que l'expiration ($T_i / T_e = 0.8$). La contraction des muscles respiratoires entraîne une augmentation de volume du thorax responsable d'une diminution de la pression pleurale (P_{pl}) transmise aux poumons, d'où une diminution de la pression alvéolaire (P_A). Celle-ci est responsable d'un débit aérien de l'extérieur vers les alvéoles jusqu'à ce que la pression alvéolaire s'égalise avec la pression atmosphérique.

Le diaphragme est le muscle inspiratoire le plus important. La contraction du diaphragme augmente les diamètres : vertical, antéro-postérieur et transversal de la cage thoracique.

8.2.2.1.2 Inspiration forcée

Lors de l'inspiration forcée, d'autres muscles appelés muscles inspiratoires accessoires vont intervenir. Ce sont : les scalènes qui élèvent les deux premières côtes et les sterno-cléido-mastoïdiens qui élèvent le sternum. Ainsi, l'inspiration qu'elle soit courante ou forcée est un phénomène actif.

Expiration

8.2.2.2.1 Expiration courante

La cage thoracique prend sa position expiratoire à la fin de l'inspiration, principalement sous l'effet de la rétraction élastique pulmonaire et la mise au repos des forces distensives inspiratoires.

8.2.2.2.2 Expiration forcée

Pendant l'expiration forcée les muscles de la paroi abdominale (les grands droits, les obliques et les transverses) vont intervenir. Lorsqu'ils se contractent la pression intra-abdominale augmente et le diaphragme est refoulé vers le haut.

Forces Appliquées Au Système Ventilatoire

Les muscles respiratoires exercent sur les différentes structures du système thoraco-abdominal, de la paroi thoracique, de la plèvre et des alvéoles des contraintes mesurables sous forme de pression de part et d'autre de ces structures.

Les pressions mesurées sont :

8.2.2.3.1 La pression barométrique (PB) ou pression périthoracique

Elle est prise comme référence. On considère par convention que $PB = 0$. Elle est mesurée à l'aide d'un baromètre.

8.2.2.3.2 La pression pleurale (Ppl)

Elle est à peu près égale à la pression régnant dans le thorax et elle est souvent appelée pression intra thoracique.

Cette pression est inférieure à la pression alvéolaire, c'est-à-dire toujours négative à l'inspiration. Mais, elle peut être négative, nulle ou positive à l'expiration.

8.2.2.3.3 La pression alvéolaire (Palv)

Elle est évaluée par la mesure de la pression buccale quand la bouche est fermée et la glotte est ouverte. Elle est égale à la pression buccale lorsqu'il n'y a pas de débit dans les voies aériennes. La PALV est négative à l'inspiration et positive à l'expiration. A la fin d'une expiration ou d'une inspiration, elle est égale à la pression barométrique.

Rappel Des Volumes Et Des Capacités Pulmonaires

- Volume courant (VT :Tidal volume) : C'est le volume d'air inspiré ou expiré à chaque cycle respiratoire normal. Il est d'environ 500 ml chez un sujet normal au repos.

- Volume de réserve inspiratoire (VRI) : C'est le volume d'air qui peut encore être inspiré au delà du VT au cours d'une inspiration profonde. Il est d'environ 2000 ml.
- Volume de réserve expiratoire (VRE) : C'est le volume d'air qui peut encore être expiré au delà du VT au cours d'une expiration profonde. Il est d'environ 1500 ml.
- Volume résiduel (VR) : C'est le volume d'air restant dans les poumons après une expiration profonde. Ce volume n'est pas mobilisable. Il est d'environ 1200 ml.
- Capacité vitale (CV) ou capacité vitale lente : C'est le volume d'air maximal expiré après une inspiration maximale (capacité expiratoire) ou le volume d'air maximal inspiré après une expiration maximale (capacité inspiratoire). $CV = CRF + VT + VRI$
- Capacité vitale forcée (CVF) : C'est le volume d'air maximal expiré au cours d'une expiration forcée après une inspiration maximale. La CVF s'approche de la CV lente. Cependant, elle est plus petite de 50 ml environ.
- Capacité pulmonaire totale (CPT) : C'est le volume d'air contenu dans les poumons après une inspiration maximale. $CPT = CV + VR$
- Capacité inspiratoire (CI) : C'est le volume d'air qui peut être inspiré au cours d'une inspiration profonde en partant d'un niveau normal d'expiration. $CI = VT + VRI$
- Capacité résiduelle fonctionnelle (CRF) : C'est le volume d'air restant dans les poumons à la fin d'une expiration normale. $CRF = VRE + VR$

Surfactant

Nature du surfactant

Le surfactant est synthétisé par des cellules épithéliales alvéolaires : les pneumocytes granuleux de type II. Il est composé d'un mélange de phospholipides ainsi que des protéines. Le surfactant s'adapte à la taille alvéolaire : il se répartit en couche monomoléculaire dans les gros alvéoles et pluri moléculaire dans les petits alvéoles.

Rôles physiologiques du surfactant

- Diminue globalement la tension de surface et améliore la compliance pulmonaire ce qui diminue le travail des muscles respiratoires.
- Permet la coexistence d'alvéoles de tailles différentes (stabilité alvéolaire) : en s'adaptant à la taille alvéolaire, il diminue davantage la tension de surface dans les petits alvéoles et permet ainsi de maintenir une pression égale dans tous les alvéoles.

- Humidifie les alvéoles et facilite la phagocytose des particules inhalées par l'intermédiaire des protéines qu'il contient.

1.1.3.1. LES ECHANGES GAZEUX (GAZ INSPIRE, EXPIRE ET ALVEOLAIRE)

Notion De Quotient Respiratoire

Après avoir cédé de l'oxygène (consommation d'oxygène = vO_2) et s'être chargé de CO_2 (production de CO_2 : vCO_2) dans l'alvéole, le gaz est expiré.

Le rapport vCO_2/vO_2 ou quotient respiratoire (R) est fonction du type de nutriment utilisé par les tissus périphériques. Lorsque la vCO_2 est inférieure à la vO_2 , la ventilation expirée est légèrement inférieure à la ventilation inspirée. Dans la suite du raisonnement, nous considérerons que $vCO_2 = vO_2$ (R = 1) et que les ventilations inspirées et expirées sont les mêmes.

Diffusion Alvéolo-Capillaire

Le transfert des gaz à travers la barrière alvéolo-capillaire se fait par un mécanisme de diffusion simple : les gaz se déplacent des zones de haute pression vers les zones où la pression est moins élevée. Ce transfert s'arrête quand les pressions partielles des gaz s'équilibrent de part et d'autre de la membrane. Ceci entraîne un enrichissement du sang veineux mêlé en O_2 et son appauvrissement en CO_2 .

Le mouvement de l' O_2 et du CO_2 se fait en sens inverse et ces deux gaz sont l'objet de réactions chimiques dans le sang : L' O_2 avec l'hémoglobine (Hb) et le CO_2 avec l'Hb et l'eau.

Ces réactions vont permettre une augmentation considérable du pouvoir de transport du sang. Le transfert des gaz de l'alvéole au sang se fait en deux étapes :

- La diffusion à travers la membrane alvéolo-capillaire qui présente les caractéristiques d'une très grande surface (70 m²) et d'une faible épaisseur (0,2 à 1P).
- La diffusion et la fixation dans le sang capillaire pulmonaire dont le faible volume (80 à 150 ml) est étalé en un mince film (5 à 8 P d'épaisseur) et circule à faible vitesse de l'ordre de 0,1 mm/s dans un réseau serré où chaque globule rouge séjourne pendant un temps de 0,3 à 1s. Les gaz rencontrent ainsi, deux résistances en série : La membrane et le sang.

La différence des pressions partielles entre l'alvéole (PA) et les capillaires (P cap) assure le transfert à travers ces deux résistances.

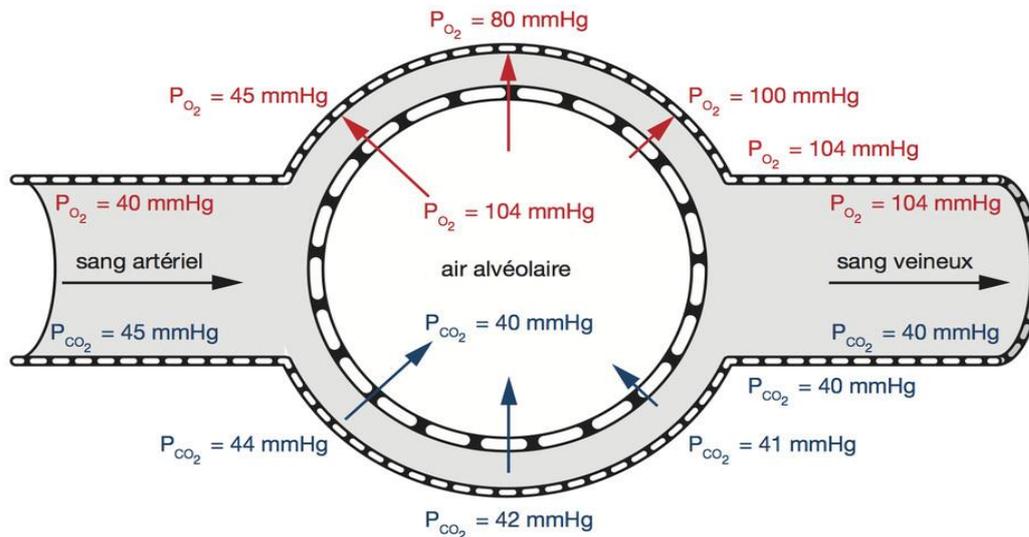


Figure 37 : Diffusion des gaz à travers une coupe transversale de la membrane alvéolo-capillaire

1.1.3.2. TRANSPORT DES GAZ

8.2.3.1. Transport De L'oxygène

L'oxygène existe dans le sang sous deux formes : dissoute et combinée à l'hémoglobine (Hb). Le contenu ou concentration total(e) en O_2 se définit par :

$$Ca_{O_2} = O_2 \text{ dissous} + O_2 \text{ combiné à l'Hb}$$

L'oxygène dissous

L'oxygène est un gaz très peu soluble ($a = 0,003$ ml d' O_2 pour 100 ml de sang et pour 1 mm Hg de pression). Le contenu artériel total étant de 20 ml / 100 ml de sang, ce qui fait donc que la fraction sous forme dissoute est négligeable. Sur le plan qualitatif, l'oxygène dissous joue un rôle considérable, car la fraction dissoute génère la pression partielle d' O_2 et tous les échanges (alvéole-hémoglobine ou hémoglobine-tissus) se font par son intermédiaire.

L'oxygène lie à l'hémoglobine

Le transport de l' O_2 par l'Hb présente, en fait, 3 particularités :

- Il est saturable.
- La relation Hb O_2 - PO_2 a une forme sigmoïde.
- La position absolue de la sigmoïde par rapport à l'axe des pressions peut être modulée physiologiquement.

Transport saturable Lorsque l'on augmente la Pa_{O_2} , la quantité d' O_2 fixée sur l'Hb augmente initialement jusqu'à atteindre un maximum, pour environ 100 mm Hg de

pression. Au-delà, l'Hb ne fixera pas davantage d'O₂ quelle que soit la pression : elle est saturée. Le contenu total, lui, continue à augmenter mais très faiblement.

Cette augmentation ne dépend que de l'O₂ dissous, et les courbes 1 et 2 deviennent parallèles. Ce phénomène de saturation est lié à la structure de l'Hb. Il s'agit d'une protéine de grande taille formée de quatre sous unités.

Chacune d'elles possède un site réactif : l'hème, capable de se lier avec une molécule d'O₂. La molécule entière, Hb, pourra donc fixer au maximum 4 molécules d'O₂ : Ce qui correspond à 1,39 ml d'O₂ par gramme d'Hb (pouvoir oxyphorique de l'Hb ou PO). Chez un sujet qui a un taux d'Hb de 15 g / 100 ml, la capacité maximale de fixation ou CMF de l'O₂ par l'Hb sera donc :

Capacité en O₂ de l'Hb = PO . Hb = 1,39. 15 = 20,85ml/100 ml de sang.

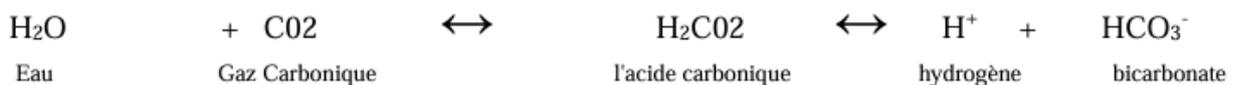
Transport De Gaz Carbonique :

Le CO₂ est transporté par le sang sous trois formes principales :

- 1- Le CO₂ dissous (environ 7 %).
- 2- La carbhémoglobine (environ 23 %).



- 3- Les ions bicarbonate (environ 70 %) en présence de l'enzyme anhydrase carbonique.



8.2.3. LA REGULATION DE LA RESPIRATION :

La Régulation Nerveuse :

Les muscles respiratoires se contractent et se relâchent sous l'effet d'influx nerveux qui leur sont transmis par des centres nerveux de l'encéphale. La région d'où partent ces influx nerveux est située en position bilatérale dans la formation réticulée du tronc cérébral ; on l'appelle le centre respiratoire. Ce centre est formé d'un groupe de neurones dispersés, divisé, sur le plan fonctionnel, en trois régions :

- a) le centre de rythmicité bulbaire ;
- b) le centre pneumotaxique, situé dans la protubérance;
- c) le centre apneustique, également situé dans la protubérance.

Le Centre De Rythmicité Bulbaire :

Son rôle est de régler le rythme de base de la respiration. Il est composé de neurones qui forment un centre inspiratoire et de neurones qui forment un centre expiratoires.

Le centre inspiratoire est responsable du rythme de base de la respiration. Il s'active automatiquement à la fin de chaque expiration (autorythmicité) en envoyant des influx nerveux qui atteignent le diaphragme par les nerfs phréniques et les muscles intercostaux externes par les nerfs intercostaux, ces muscles se contractent, et l'inspiration a lieu (0,2 secondes).

Le centre expiratoire ne s'active que durant les périodes très actives de ventilation. Les influx produits par ce centre entraînent la contraction des muscles intercostaux internes et abdominaux qui réduit le volume de la cavité thoracique pour provoquer l'expiration forcée.

Le Centre Pneumo-taxique :

Il aide à coordonner la transition entre l'inspiration et l'expiration. Ses influx favorisent l'inhibition de l'activité du centre inspiratoire avant que les poumons ne contiennent un volume d'air excessif. Autrement dit, les influx limitent l'inspiration et facilitent ainsi l'expiration. Lorsque le centre pneumotaxique est plus actif, le rythme de la respiration est plus rapide.

Le Centre Apneustique :

Il coordonne aussi la transition entre l'inspiration et l'expiration, il envoie des influx qui stimulent le centre inspiratoire, ce qui active et prolonge l'inspiration. Lorsque le centre pneumo-taxique est actif il domine le centre apneustique.

La Régulation Chimique

Une région du bulbe rachidien, le centre chimio-sensible central, est très sensible au pH (concentration en H⁺). Des chimiorécepteurs sensibles aux changements des concentrations de H⁺, de CO₂ et d'O₂ du sang, se trouvent dans le système nerveux périphérique. Ils sont situés dans les corps carotidiens près de la bifurcation des artères carotides communes et dans les corps aortiques. Les corps carotidiens sont de petits nodules ovales de 4 à 5 mm de long situés dans l'espace qui se trouve entre les artères carotides interne et externe. Les corps aortiques sont regroupés dans la région située près de la crosse de l'aorte. Les fibres nerveuses

sensitives en provenance des corps carotidiens se joignent à celles du sinus carotidien pour former le nerf sinu-carotidien qui, à son tour, s'unit au nerf glosso-pharyngien (IX). Les fibres afférentes en provenance des corps aortiques se joignent au nerf vague (X). La stimulation du centre chimio-sensible central et des chimiorécepteurs périphériques entraîne une activation importante du centre inspiratoire, et la fréquence et l'amplitude respiratoire augmentent.

DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE

1. Matériel et méthodes :

1.1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive à partir des dossiers des malades, sur une période de 2 mois, du 01 janvier 2024 au 29 février 2024, colligés au service de pneumologie de CHU Tlemcen.

1.2. Population cible

Il s'agit de 70 patients hospitalisés colligés au service de pneumologie de CHU Tlemcen.

a- Critères d'inclusion :

Nous avons inclus dans cette étude tous les patients hospitalisés sur une période de 2 mois, du 01 janvier 2024 au 29 février 2024, colligés au service de pneumologie de CHU Tlemcen.

b- Critères d'exclusion :

En revanche, nous avons exclu de cette étude les patients hospitalisés en dehors de cette période.

1.3. Méthodologie

Le recueil des données a été réalisé à partir des dossiers médicaux des patients, à l'aide d'une fiche d'exploitation, analysant les données épidémiologiques, cliniques, para cliniques, thérapeutiques et évolutifs.

1.4. Analyse statistique des données

Les données ont été saisies et analysées par le logiciel Excel 2016 .

On a fait appel à une méthode descriptive utilisant des variables simples telles que les pourcentages et les moyennes.

2. Profil épidémiologique :

2.1. Fréquence des maladies :

Tableau I : Fréquence des motifs d'hospitalisation dans notre étude.

La pathologie	Nombre de cas	Pourcentage
Exacerbation de BPCO	11	16%
Pneumopathie infectieuse	16	22%
Tuberculose	6	8%
Asthme	7	10%

Pneumothorax	12	17%
Suppuration pulmonaire	1	1%
Neoplasie abcédé	1	1%
Pleuresie	2	3%
Pneumopathie interstitielle	5	7%
Sarcoidose pulmonaire	1	1%
DDB	4	6%
COVID 19	1	1%
Dyspnée hypoxemiante	2	3%
Maladie de Wegener	1	1%

Parmi les 70 malades suivies dans service de pneumologie de CHU Tlemcen, pendant la période de l'étude, 16 malades avaient une pneumopathie infectieuse soit une fréquence de 22%.

La pneumopathie infectieuse était le motif d'hospitalisation le plus fréquent.

2.2. Répartition selon l'âge :

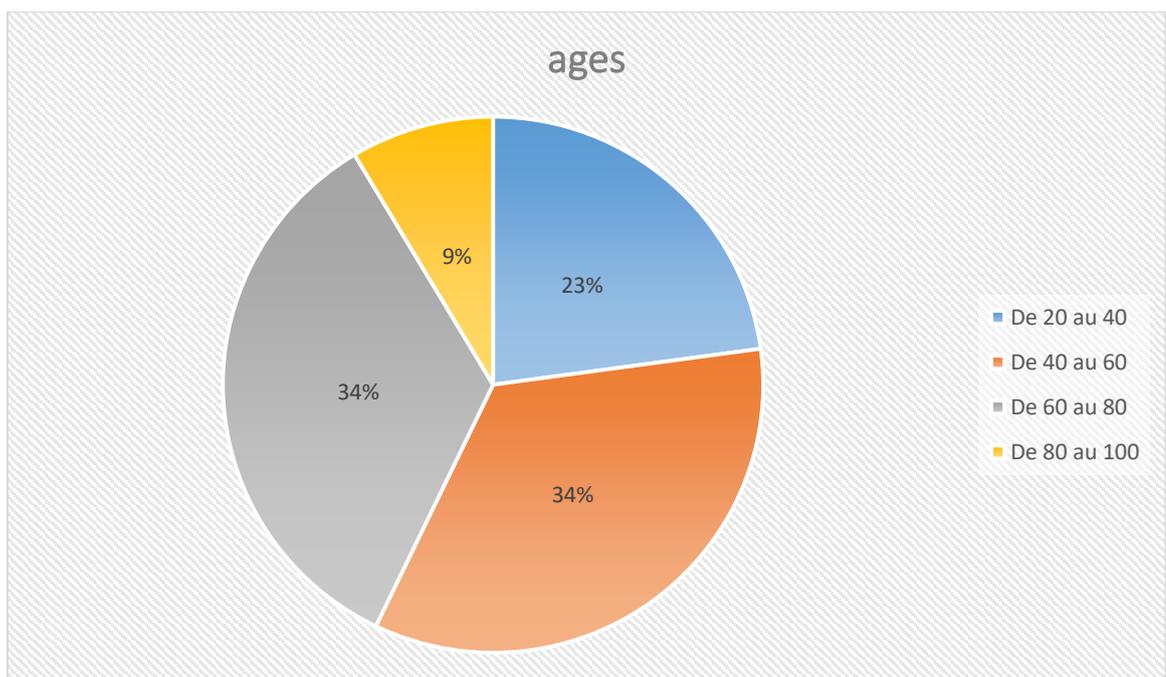


Figure n°1: Répartition des patients en fonction de l'âge.

- De 20 au 40 : 16 cas soit 23%
- De 40 au 60 : 24 cas soit 34%
- De 60 au 80 : 24 cas soit 34 %
- Plus de 80 : 6 cas soit 9%

On note une nette prédominance chez l'adulte d'âge moyen.
La moyenne d'âge est de 56 ans.

2.3. Répartition selon le sexe :

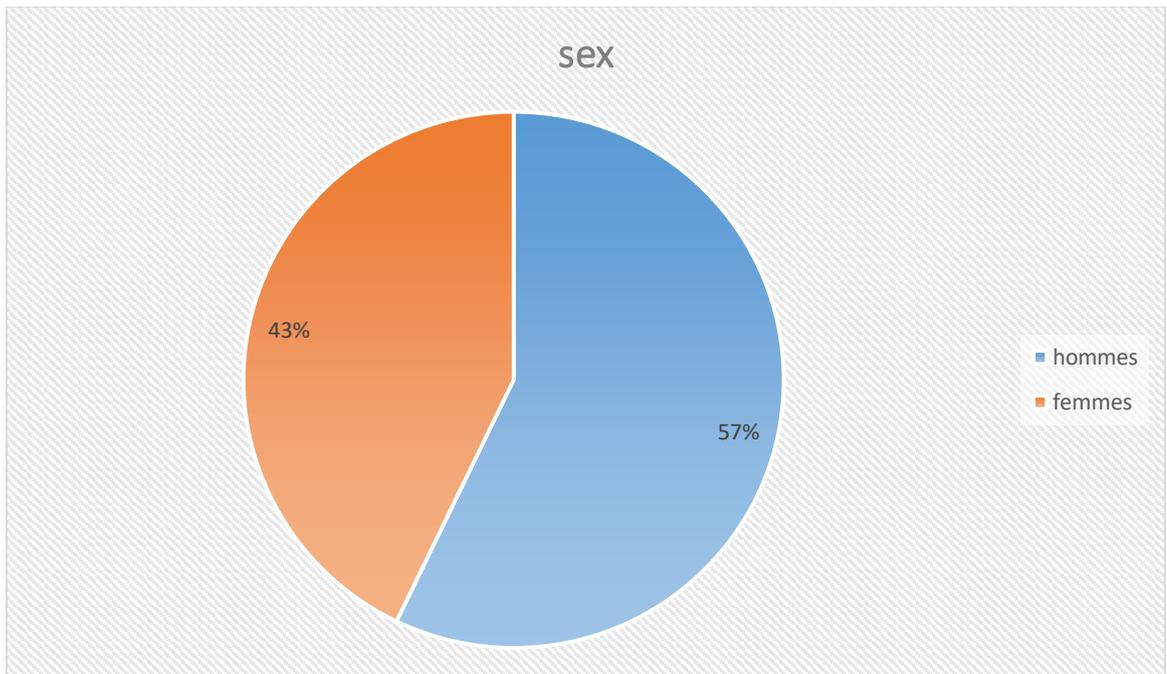


Figure n°2: Répartition des malades selon le sexe

Dans notre étude, nous avons trouvé 40 hommes soit 57% et 30 femmes soit 43% des cas.

On note une nette prédominance masculine chez nos malades.

2.4. Répartition selon la profession :

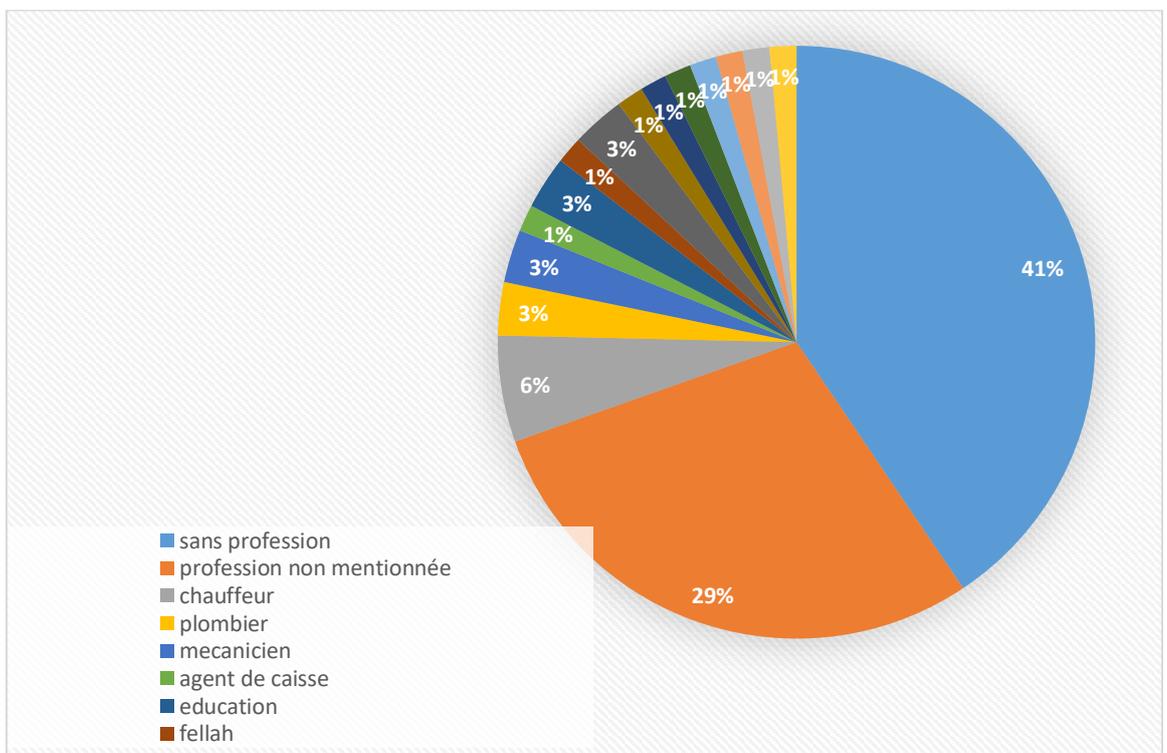


Figure n°3: Répartition des malades selon la profession.

La majorité de nos malades femmes étudiées sont des femmes au foyer .

2.5. Répartition selon les habitudes toxiques :

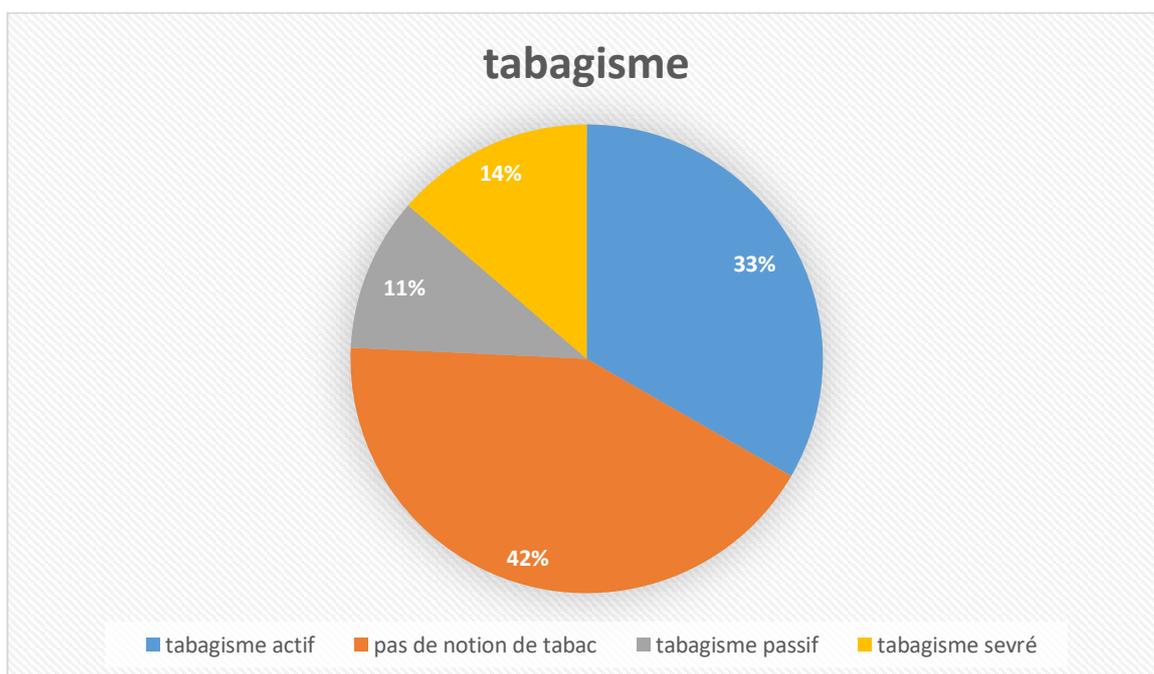


Figure n°4: Répartition des malades sarcoïdiens selon l'exposition au tabac .

L'exposition au tabac est fréquente chez nos malades soit 58% .

2.6. Répartition selon les antécédents :

1. Antécédents personnels médicaux :

Dans notre série, les antécédents pathologiques médicaux sont retrouvés chez 58 malades, soit 82% des cas. Ces antécédents médicaux sont détaillés dans le tableau I:

Tableau II : Répartition des malades selon les antécédents personnels médicaux

Antécédents personnels médicaux	Nombre de cas	pourcentage
HTA	21	18%
asthme	10	8%
BPCO	9	8%
HBP	5	4%
Insuffisance renal	4	3%
Diabète	19	16%
Cardiopathie ischémique	9	8%
Dysthyroïdie	2	2%
schizophrénie	3	3%
Rétrovirose chronique	1	1%
pleurésie	1	1%
épilepsie	3	3%
dyslipidémie	5	4%

DDB	3	3%
tuberculose	2	2%
Covid 19	5	4%
pneumothorax	2	2%
RGO	2	2%
Neoplasie du poumon	1	1%
RAS	12	10%

2. Antécédents personnels chirurgicaux :

Tableau III : Répartition des malades selon les antécédents personnels chirurgicaux

Antécédents personnels chirurgicaux	Nombre de cas	Pourcentage
Fracture	5	8%
cholécystectomie	6	9%
cataracte	2	3%
appendicectomie	2	3%
Ulcere gastrique	1	2%
Cavité buccale	1	2%
hysterectomie	2	3%
thyroïdectomie	1	2%
pneumectomie	1	2%
RAS	42	66%

2.7. Durée d'hospitalisation :

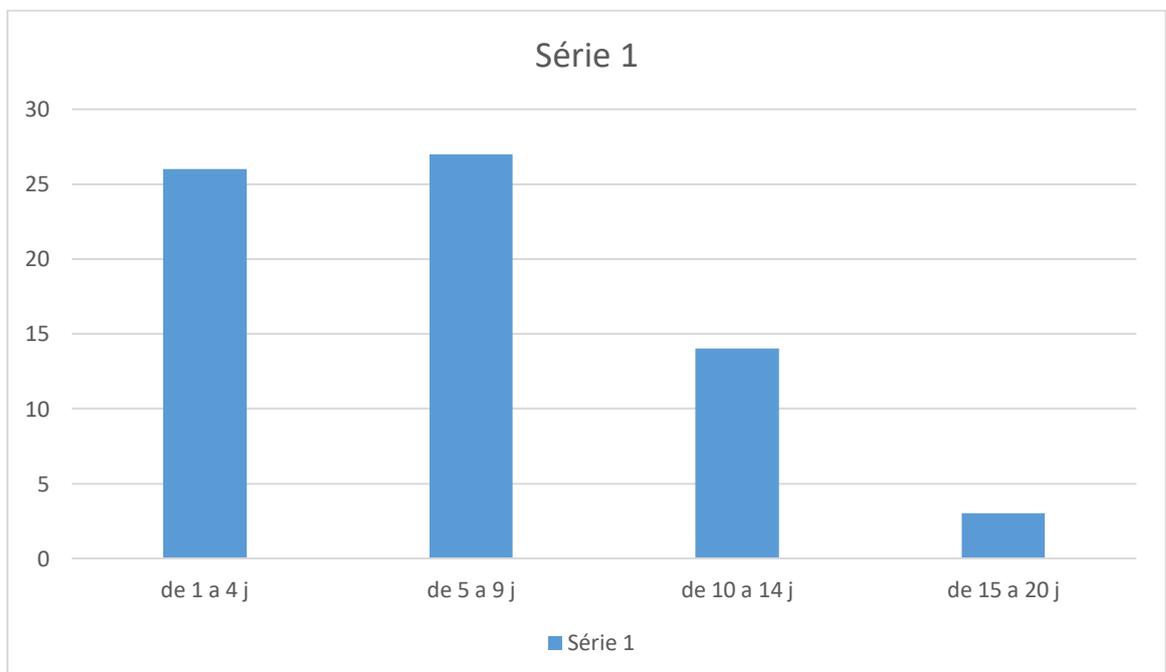


Figure n°5: durée d'hospitalisation des malades .

La plupart de nos patients ont été hospitalisé pendant 5 a 9 jours .

La durée moyenne d'hospitalisation est de 6 jours .

3. Profil clinique :

3.1. Signes fonctionnels :

Dans notre étude, les malades recrutés ont rapporté des signes qui sont le plus souvent associées aux signes respiratoires ou extra respiratoires, résumés dans le tableau ci-dessous :

Le signe fonctionnel	Nombre de malade
Dyspnée	31
Expectoration	8
Asthénie	10
Amaigrissement	4
Toux	29
Hémoptysie	3
AEG	5
Sueur	5
fièvre	12
Syndrome grippal	7
Douleur articulaire	3
Vomissement	1
Hippocratisme digitale	2
Douleur abdominal	1

Tableau IV : Pourcentage des signes fonctionnels chez nos malades

Signe fonctionnel le plus fréquent selon la maladie :

La pathologie	Motif de consultation le plus fréquent	Nombre de cas	pourcentage
Exacerbation de BPCO	dyspnée	9	81%
Pneumopathie infectieuse	Dyspnée	10	63%
	toux	10	63%
Tuberculose	Altération de l'état générale	4	66%
Asthme	Dyspnée	7	100%
	toux	4	57%
Pneumothorax	Douleur thoracique	9	75%
Suppuration pulmonaire	Toux et fièvre	1	100%

Néoplasie abcédé	Amaigrissement - toux et hémoptysie	1	100%
Pleurésie	Toux	2	100%
Pneumopathie interstitielle	Dyspnée	3	60%
Sarcoïdose pulmonaire	Toux et dyspnée	1	100%
DDB	Toux et expectoration	3	75%
COVID 19	Dyspnée	1	100%
Dyspnée hypoxemiante	Syndrome grippal, toux et dyspnée	2	100%
Maladie de Wegener	Toux, dyspnée , asthénie , douleur articulaire	1	100%

Tableau V: Répartition des signes fonctionnels selon la maladie

3.2. Signe physique :

Signe physique	Nombre de malade
Désaturation	38
Râle crépitant	16
Râle sibilant	11
Silence auscultatoire	14

Tableau VI : Pourcentage des signes physiques chez nos malades

Le signe physique le plus fréquent selon la maladie :

La pathologie	Signe physique le plus frequent	Nombre de cas	pourcentage
Exacerbation de BPCO	désaturation	9	81%
Pneumopathie infectieuse	désaturation	7	43%
Tuberculose	Désaturation	4	66%
	Rale crepitant	3	50%
Asthme	Rale sibilant	7	100%

Pneumothorax	Silence auscultatoire	8	66%
Suppuration pulmonaire	normal	1	100%
Pleuresie	Silence auscultatoire	2	100%
Pneumopathie interstitielle	Désaturation	3	60%
Sarcoidose pulmonaire	désaturation	1	100%
DDB	désaturation	3	75%
COVID 19	Rale crepitant	1	100%
Dyspnée hypoxemiante	désaturation	2	100%
Maladie de Wegener	normal	1	100%

Tableau VII : Répartition des signes physiques selon la maladie

4. Profil paraclinique :

4.1. Aspect TTX :

Le tableau ci-dessous résume les différents syndromes radiologiques observés en TTX dans notre étude :

Syndrome radiologique	Nombre des malades
Syndrome bronchique	10
Syndrome alveolaire	7
Syndrome interstitiel	6
Syndrome pleural	16
TTX sans particularité	5
Sans donnée	26

Tableau VIII : Répartition des différents syndromes de TTX observés dans notre étude.

4.2. Aspect TDM :

Le tableau ci-dessous résume les différents syndromes radiologiques observés en TDM dans notre étude :

Syndrome radiologique	Nombre des malades
Syndrome bronchique	12

Syndrome alveolaire	11
Syndrome interstitiel	12
Syndrome pleural	12
TTX sans particularité	2
Sans donnée	21

Tableau IX : Répartition des différents syndromes de TDM observés dans notre étude.

4.3. La biologie :

Dans notre étude, 59 malades soit 84.29% des cas avaient des anomalies de l'hémogramme:

Anomalie de l'hémogramme	Nombre des malades
Syndrome inflammatoire	47
anemie	14
normal	11

Tableau X : Anomalies de l'hémogramme retrouvées dans notre étude.

5. Profil thérapeutique :

Le tableau ci-dessous résume les différents moyens thérapeutiques utilisés chez les patients de notre étude :

Moyen thérapeutique	Nombre de malades
Antibiothérapie	63
Oxygénothérapie	40
Corticothérapie	31
Drainage	10
Traitement symptomatique	08

Tableau XI : moyens thérapeutiques utilisés chez les patients hospitalisé .

Dans notre étude,63 malades soit 90% des cas avaient bénéficiés d'une antibiothérapie .

6. Discussion :

Cette étude rétrospective descriptive menée au service de pneumologie du CHU Tlemcen sur une période de deux mois (du 1er janvier au 29 février 2024) avait pour objectif de dresser le profil épidémiologique et clinique des patients hospitalisés. L'analyse des résultats permet de mieux comprendre les caractéristiques des pathologies respiratoires rencontrées et d'évaluer les modalités thérapeutiques appliquées.

Résumé des Résultats Principaux

Parmi les 70 patients étudiés, la pneumopathie infectieuse était le motif d'hospitalisation le plus fréquent, représentant 22% des cas.

Les autres pathologies couramment observées incluent le pneumothorax (17%) et l'exacerbation de BPCO (16%). La majorité des patients (68%) étaient âgés de 40 à 80 ans, avec une moyenne d'âge de 56 ans.

Une prédominance masculine a été notée (57% d'hommes contre 43% de femmes). L'exposition au tabac était fréquente, touchant 58% des patients.

Interprétation des Résultats

Les résultats de cette étude montrent une prévalence élevée de la pneumopathie infectieuse, ce qui pourrait être attribué à des facteurs tels que les conditions climatiques saisonnières ou des épidémies locales.

La forte incidence de pneumothorax et de BPCO parmi les hospitalisations souligne l'impact des habitudes tabagiques et des conditions de vie des patients.

La prédominance masculine peut être liée à des facteurs de risque plus élevés chez les hommes, notamment l'exposition professionnelle et les comportements tabagiques.

L'analyse des antécédents médicaux révèle que 82% des patients avaient des antécédents pathologiques, les plus fréquents étant l'HTA (18%) et le diabète (16%). Ces comorbidités pourraient aggraver les affections respiratoires et influencer les résultats cliniques.

Implications Théoriques et Pratiques

Théoriquement, cette étude confirme les observations de la littérature sur la prévalence des affections respiratoires graves dans les populations tabagiques et les patients avec des comorbidités.

Pratiquement, elle souligne l'importance d'une prévention ciblée, notamment par la réduction du tabagisme et une meilleure gestion des comorbidités comme l'HTA et le diabète.

Limites de l'Étude

L'étude présente certaines limites, notamment son caractère rétrospectif et la courte durée de la période d'observation, ce qui pourrait limiter la généralisation des résultats.

De plus, la dépendance aux dossiers médicaux pour le recueil des données peut introduire des biais d'information.

La taille relativement réduite de l'échantillon (70 patients) et l'absence de suivi à long terme constituent également des limitations importantes.

Perspectives et Recommandations

Pour des recherches futures, il serait bénéfique d'étendre la période d'étude et d'inclure un plus grand nombre de patients pour améliorer la robustesse des conclusions.

Des études prospectives pourraient offrir des insights supplémentaires sur l'évolution des pathologies respiratoires et l'efficacité des traitements.

En termes de recommandations pratiques, il est crucial de renforcer les campagnes de sensibilisation anti-tabac et d'améliorer la gestion des comorbidités pour réduire l'incidence et la gravité des hospitalisations pour affections respiratoires.

7. Conclusion

L'étude rétrospective descriptive menée au service de pneumologie du CHU de Tlemcen a permis de dresser un portrait épidémiologique et clinique détaillé des patients hospitalisés au cours des deux premiers mois de l'année 2024. Les résultats révèlent que la pneumopathie infectieuse est le motif d'hospitalisation le plus fréquent, suivie par le pneumothorax et l'exacerbation de la BPCO. Cette prévalence élevée de pathologies respiratoires infectieuses et obstructives met en lumière l'impact significatif des facteurs de risque tels que le tabagisme, noté chez 58% des patients.

La population étudiée est majoritairement composée de patients âgés de 40 à 80 ans, avec une moyenne d'âge de 56 ans, et présente une prédominance masculine. Les antécédents médicaux les plus courants incluent l'hypertension artérielle et le diabète, ce qui souligne l'importance de la gestion des comorbidités pour améliorer les résultats cliniques des patients hospitalisés pour des affections respiratoires.

Sur le plan thérapeutique, une grande majorité des patients a bénéficié d'une antibiothérapie et d'une oxygénothérapie, indiquant une prise en charge intensive des infections respiratoires. La durée moyenne d'hospitalisation a été de six jours, reflétant la gravité des affections traitées et l'efficacité des protocoles de soins en place.

Les limites de cette étude, notamment la courte période d'observation et la taille relativement réduite de l'échantillon, invitent à la prudence dans la généralisation des résultats. Toutefois, cette recherche apporte des informations précieuses pour orienter les stratégies de prévention et de traitement des maladies respiratoires au sein du service de pneumologie.

En conclusion, l'amélioration de la santé respiratoire dans cette population passe par des efforts continus de sensibilisation au tabagisme et une gestion optimale des comorbidités. Des études futures, idéalement prospectives et sur des périodes plus longues, seront nécessaires pour confirmer ces observations et affiner les approches thérapeutiques.

nom et prenom	age	sex	ATCD M	ATCD C	tabac	profession	date d'hospit	durée d'hospit
BK	67	H	BPCO au stad	RAS	actif	retraité	27-janv	
GH	55	H	covid	cavité buccal	actif	agent de secu	15-févr	
BB	60	H	DT2 - HTA - ca	RAS	non	retraité de DS	12-févr	
BI	34	H	RAS	RAS	actif	macon	17-févr	10-janv
BA	65	H	PNO gauche et	fracture etag	actif	fellah	23-févr	
CZ	54	H	HBP	RAS	actif	menuisier et c	18-févr	
NB	69	H	BPCO - HTA -	RAS	actif	retraité	24-févr	
AL	52	F	DDB diffuse	RAS	non	sans professio	08-févr	
BH	74	F	DT2 - HTA - PT	splenectomie	non	sans professio	17-févr	
BT	89	f	DT2 - HTA - hy	LV	non	sans professio	24-févr	
BK	75	F	cardiopathie -	cholecystecto	non	sans professio	22-févr	
BN	62	f	RGO	RAS	passive	sans professio	21-févr	
HF	75	F	I renal c non h	RAS	non	retraité agent	15-févr	
GF	70	H	RAS	RAS	actif	plombier	14-janv	1
BH	60	F	RAs	RAS	non	sans professio	13-janv	3
DK	58	F	DT2 - HTA - go	RAS	non	sans professio	13-janv	4
BB	46	F	retrovirose ch	RAS	passive	sans professio	12-janv	5
GA	69	H	HTA	RAS	actif		10-janv	11
BD	58	F	DT2 - asthme	thyroïdectomi	non	sans professio	08-janv	8
KZ	38	H	schizophrenie	RAS	actif	sans professio	08-janv	8
BA	82	h	asthme - HBP	cholecystecto	sevré en 1990	mecanicien	08-janv	6
MS	40	F	HTA	RAS	passif	sans professio	08-janv	6
KD	68	H	RAS	cataracte	sevré il ya 17 a	chauffeur des	08-janv	7
TM	66	H	HTA HBP	cholecystecto	actif	directeur d'ec	06-janv	12
BA	38	H	DDB - syndrom	RAS	non	sans professio	03-janv	12
BN	58	F	RAS	RAS	non	sans professio	03-janv	14
OT	37	H	asthme bronc	RAS	non	macon	03-janv	5
AK	81	H	HTA - DT2 - dy	RAS	non	ancien commu	03-janv	
BK	77	F	asthme	RAS	passive	sans professio	01-janv	3
DY	53	F	HTA - polyang	appendicectomie			01-janv	7
BM	69	H	BPCO - HBP	RAS	sevré il y 20 an	ancien travail	02-janv	5
SY	62	H	BPCO	ulcere gastriq	sevré il ya 9 an	retraité	21-janv	3
BA	70	H	BPCO - I renal	RAS	actif		19-janv	5
KA	90	F	HTA - hyperch	cholecystecto	non		18-janv	7
SB	20	H	RAS	RAS	non	etudiant	19-janv	4
KM	36	F	PNO partiel droit pas de drain		non	psychologue	18-janv	4
SZ	84	F	DT2 - HTA - Af	cholecystecto	non	sans professio	17-janv	8
BL	57	F	DT2 - HTA	hystérectomie	non	sans professio	18-janv	5
HS	59	H	DT2 - cardiop	RAS	actif	ancien entrep	17-janv	7
TM	58	H	HTA - cardiop	fracture de la	servé il ya 8 m	retraité (empl	17-janv	1
MM	65	H	HBP	RAS	actif		16-janv	5
MF	24	F		asthme	passif	sans professio	16-janv	2
LK	56	F	RAS	Ras	non		15-janv	3
HF	41	H	RAS	RAS	actif		15-janv	6
ZO	73	H	asthme - DT2 - cardiopathie - HBP				11-janv	11
TM	62	H	BPCO au stad	RAS	actif	retraité	14-janv	1
BM	66	F	tachycardie - DT2 - sclerode	non	non	sans professio	14-janv	10
MK	48	F	RAS	RAS	non	sans professio	14-janv	7
DB	57	H	HTA - covid 19	RAS	sevré il ya 2 an	ouvrier dans u	02-févr	17
MS	42	F	asthme bronc	RAS	non	sans professio	02-févr	2
SS	55	H	insuffisance s	RAS	sevré il 30 ans	sans professio	01-févr	5
BF	50	F	DT2 - HTA - TA	RAS	non	sans professio	01-févr	14
BB	53	H	DT2 - TBC dec	RAS	actif	militaire retrai	31-janv	6
FA	42	F	epilepsie + et	8 grossesse a	non	sans professio	31-janv	12
MA	21	H	epanchement	RAS	passive	plombier	31-janv	5
BM	50	H	BPCO	RAS	actif	chauffeur	30-janv	6j
CZ	84	F	arthrose - cov	RAS	non	sans professio	07-févr	4
BK	36	H	asthme bronchique		actif	conseillé d'ed	06-févr	5
BY	32	H	DT1 - notion rapport sexuel n		actif	chauffeur	06-févr	2
YA	72	H	asthme bronc	resection de p	sevré il ya 2 an	retraité	06-févr	
GR	56	F	HTA - DT2 - neoplasie du poumon au stade de metastase (05-févr	2
SM	70	F	DT2 - dyslipidemie - neuropat		non		05-févr	8
BK	64	H	BPCO	RAS	sevré il ya 6 m	retraité	05-févr	11
MD	32	H	schizophrenie	fracture de co	actif	sans professio	04-févr	14
BY	32	H	RAS	RAS	actif		02-févr	1
AF	27	H	RAS	RAS	actif	travailleur jou	26-févr	1
NB	69	H	BPCO - HTA - cardiopathie		sevré il ya 16 a	retraité	24-févr	3
MM	67	F	DDB sequellai	pneumectomi	non	sans professio	18-févr	1
HB	36	F	epilepsie - av	RAS	passif	sans professio	30-janv	14
BF	37	H	RAS	RAS	non	mecanicien	25-févr	3

nom et prenom	pathologie	signe clinique	signe physique
BK	exacerbation de BPCO	dyspnée - fièvre - toux productive expectorati	SaO2 : 92% sous 4 litre - polypnée -
GH	PNO	dyspnée - douleur thoracique gauche	SaO2 : 97% - silence auscultatoire :
BB	pneumopathie infectieuse etandu		
BI	PNO	douleur thoracique droit	SaO2 : 93% en AA - silence auscult
BA	PNO	dyspnée - douleur thoracique	SaO2 : 85% - silence auscultatoire :
CZ	PNO	opression thoracique - toux seche - douleur b	SaO2 : 95% en AA - silence auscult
NB	exacerbation de BPCO		
AL	surinfection de DDP diffuse	dyspnée - crachat purulent et abondant - toux	SaO2 : 85% en AA - auscultation : r
BH	miliaire atypique		
BT	dyspnée hypoxemiante	dyspnée - toux productive - crachat verdâtre	SaO2 : 82% en AA - auscultation : r
BK	pneumopathie	syndrome infectieux - toux seche	SaO2 : 90% en AA - polypnée - ausc
BN	crise d'asthme modéré		
HF	miliaire hematogene	asthenie - sueur - amaigrissement	SaO2 : 79% en AA - TC legerement c
GF	neoplasie abcédé	amaigrissement - toux crachat - hemoptoique	
BH	PNO	syndrome grippale	silence auscultatoire a gauche
DK	pneumopathie interstitielle diffuse	dyspnée chronique - syndrome infectieux	polypneique , SaO2 : 88% AA
BB	pneumopathie infectieuse	dyspnée chronique hypoxemiante	SaO2 : 88%
GA	suspicion COVID - pneumopathie infectieuse	dyspnée hypoxemiante	auscultation : crepitation ronflante
BD	pneumopathie infectieuse	toux - asthenie	des rale ronflants
KZ	pleuropneumopathie	toux - douleur thoracique	silence auscultatoire a gauche
BA	crise d'asthme severe	dyspnée	SaO2 : 87% en AA - rale sibilant biat
MS	crise d'asthme modéré	dyspnée a l'effort - asthenie - sueur nocturne	rale sibilant en lateral
KD	suspicion de maladie de Wegener	toux - dyspnée a l'effort - hypoacousie - asthen	auscultation clair des 2 champs pul
TM	pneumopathie infectieuse	dyspnée - syndrome grippal	legere ronflant en bilatéral
BA	surinfection de DDP + syndrome de kartagener	syndrome grippale - toux - expectoration verd	SaO2 : 89% , auscultation : rale ron
BN	pneumopathie bilatéral	polypnée - tirage sus sternal - presence de ha	auscultation : rale crepitant bilater
OT	crise d'asthme severe	dyspnée - toux productive - polypnée - tirage su	rale sibilant et ronflant en bilatéral
AK	pneumopathie infectieuse	syndrome infectieux - fièvre - toux productive	SaO2 : 88% en AA - auscultation pul
BK	pneumopathie infectieuse sur asthme bronchiqu	gene respiratoire - toux productive - expector	auscultation : legere sibilant en bil
DY	surinfection de DDB	syndrome grippal - vomissement - cephalé - c	SaO2 : 89% en AA - auscultation : sil
BM	exacerbation de BPCO	toux productive avec expectoration verdâtre	auscultation des sibilant a droite
SY	exacerbation de BPCO	syndrome infectieux - fièvre - dyspnée	SaO2 : 89% - auscultation : sibilant
BA	exacerbation de BPCO	syndrome infectieux - fièvre - dyspnée - hippo	SaO2 : 81% en AA - respiration abd
KA	pneumonie franche lobaire aigue	toux productive avec expectoration blanchâtre	SaO2 : 91% , rale ronflant a droite
SB	PNO	douleur thoracique	SaO2 : 97% en AA - silence auscult
KM	PNO	syndrome grippal - toux - douleur thoracique	SaO2 : 97% en AA - TA : 10/05 - dimi
SZ	pneumopathie inferieur	asthenie - fièvre - toux - expectoration jaunâtre	SaO2 : 85% en AA - crepitation a g
BL	pneumopathie inferieur	asthenie - - frisson - fièvre - dyspnée hypoxem	SaO2 : 91% en AA - fin crepitant a d
HS	suspicion TBC pulmonaire	asthenie - amaigrissement - AEG	SaO2 : 77% - auscultation : diminuti
TM	fibrose pulmonaire + BPCO	dyspnée hypoxemiante - hippocratisme digita	SaO2 : 93% - auscultation : crepitati
MM	exacerbation de BPCO	syndrome infectieux - fièvre - toux productive	SaO2 : 78% en AA - auscultation : di
MF	asthme broncho pulmonaire aigu	dyspnée	rale sibilants bilatéral
LK	pneumopathie infectieuse	dyspnée hypoxemiante - fièvre -	SaO2 : 88% en AA - auscultation pul
HF	Pno partiel iatrogene	douleur thoracique - dyspnée - suite a une po	SaO2 : 99% en AA - auscultation : R
ZO	exacerbation de BPCO	dyspnée - HTA	SaO2 : 70 en AA - TA : 15/10 - auscu
TM	exacerbation de BPCO	dyspnée chronique - sans signe de detresse -	SaO2 : 83% en AA - auscultation : si
BM	dyspnée hypoxemiante (IRC)	toux refractaire - syndrome infectieux - fièvre	polypnée - SaO2 : 65% en AA
MK	pneumopathie interstitielle	syndrome infectieux - asthenie - toux product	SaO2 : 85% en AA - auscultation : r
DB	hydro pno bridé + pneumopathie associé	douleur medio thoracique irradiant en poster	SaO2 : 97% sous 12 litres - auscult
MS	exacerbation d'asthme severe	opression thoracique - dyspnée - toux	SaO2 : 87% en AA - auscultation : r
SS	pneumopathie infectieuse	dyspnée aigu hypoxemiante - syndrome infec	SaO2 : 88% en AA - auscultation : r
BF	suppuration pulmonaire	toux seche puis productive - fièvre - frisson -	TC legerement decolloré - SaO2 : 9
BB	suspicion de TBC	syndrome infectieux - AEG - toux productive e	SaO2 : 97% - auscultation : rale cre
FA	pneumopathie infectieuse	toux seche - crachat clair - eupneique	SaO2 : 91% en AA - auscultation : cl
MA	pleuresie purulente	toux	ponction evacuatrice : liquide loucf
BM	exacerbation de BPCO	dyspnée hypoxemiante - toux avec expectora	SaO2 : 77% en AA - auscultation : r
CZ	exacerbation de pneumonie infectieuse diffuse	dyspnée hypoxemiante - toux persistante - sy	SaO2 : 97% en AA -
BK	exacerbation d'un asthme bronchique	dyspnée sifflante - toux seche - syndrome gri	SaO2 : 92% en AA : auscultation : r
BY	suspicion de TBC	dyspnée - syndrome infectieux - signe d'impre	SaO2 : 98% en AA - auscultation : r
YA	pleuropneumopathie droite	syndrome infectieux - AEG -	SaO2 : 94% en AA - auscultation : r
GR	MEP d'un drain de pleurisé		SaO2 : 97%
SM	sarcoidose pulmonaire stade 2	toux quinteuse incessante - dyspnée	SaO2 : 93% en AA - auscultation sar
BK	PNO total droit	touc productive -	SaO2 : 80% en AA - polypnéique res
MD	pleuropneumopathie	syndrome infectieux - dyspnée - AEG	SaO2 : 95% en AA - silence auscult
BY	PNO partiel droit	dyspnée + douleur thoracique spontanée	SaO2 : 96% en AA - silence auscult
AF	PNO	opression thoracique - toux seche - douleur b	SaO2 : 97% en AA - silence auscult
NB	exacerbation de BPCO	dyspnée - syndrome grippale	SaO2 : 85% - diminution des murm
MM	surinfection de DDB sequellaire d'une infection	toux productive - douleur thoracique lateralis	SaO2 : 94% - rale crepitant a gauch
HB	pneumopathie infectieuse	toux productive avec crachat verdâtre - synd	SaO2 : 88% en AA - TC legerement f
BF	suspicion de TBC	asthenie chronique - toux - amaigrissentent - 2	SaO2 : 98% en AA - auscultation : cl

nom et prenom	aspect TTX	aspect TDM	TRT	evolution
BK		multiple foyers de condensa	O2 - solumedrol - nebulisation - fortum - amikacine	
GH	hyperclarté avasculaire allant de la base au sommet d	PNO total gauche avec pou	drainage au niveau de 5 EIC sur la ligne axillaire moy	
BB	pneumopathie infectieus	image alveolo interstitielle diffuse bilaterale		
BI	hyperclarté avasculaire allant de la base au sommet d	PNO total gauche avec pou	drainage au niveau de 2 EICD sur la ligne axillaire - a	
BA	hyperclarté avasculaire allant de la base au sommet d	PNO total gauche avec pou	drainage au niveau de 4 EICG sur la ligne axillaire m	
CZ	hyperclarté avasculaire allant de la base au sommet d	PNO total gauche avec pou	driange au niveau de 4 EICD sur la ligne medio clavi	
NB	signe de distention et destruction bilaterale			
AL		coupe axial fenetre parench	O2 - fortum - amikacyne - solumedrol - nebulisation	
BH	miliaire atypique	nodule et micronodule pulmonaire bilatéral diffus de repartition aleatoire associ		
BT		aspect en arbre en bourgea	O2 - augmentin	
BK		aspect de pneumopathie d	O2 - claforan	
BN		distention thoracique et syndrome bronchique		
HF	miliaire typique	miliaire hematogene	O2 - claforan - solumedrol	
GF	opacité occupant l'hermit	processus lesionnelle tumo	O2 - claforan - gentamycine	BEC
BH	PNO total gauche refoulant		drainage au niveau du 4 EIC	BEC
DK	pneumopathie infectieuse		O2 - claforan - solumedrol	
BB	pneumopathie infectieus	infiltrat apical droit - conde	O2 - claforan - solumedrol	- transféré service infect
GA		aspect en verre depoli	claforan - ciprolan - vancom	BEC
BD		image de condensation bila	claforan - ciprolan - O2	BEC
KZ	epanchement pleural de	epanchement pleural asso	claforan - flagyl - gentamyci	BEC
BA	normal		O2 - claforan - nebulisation	BEC
MS	normal	normal	O2 - claforan - nebulisation	BEC
KD		lesion pulmonaire multiple	claforan - ciprolan	
TM			O2 - claforan - ciprolan	
BA		foyer de DDB bilateraux	O2 - claforan - nebulisation	BEC
BN		aspect de verre depoli etan	O2 - claforan - cpirolan - dexametasone	
OT	RAS	RAS	O2 - claforan - solumedrol	BEC
AK		condensation basi thoraci	O2 - claforan	
BK		syndrome interstitielle avec	O2 - claforan - solumedrol - nebulisation	
DY		clarté bilatéral hilaire allant	O2 - claforan - solumedrol - kinesitherapie respiratc	
BM	opacité apicale droite retractile - pincement des EIC		claforan - nebulisation - solumedrol	
SY	poumon emphysemateux		augmentin - solumedrol - ne	BEC
BA			O2 - nebulisation - hydrocortisone - claforan - ciprol	
KA		image de PFLA du lobe sup	O2 - claforan - ciprolan - schema de rehydratation	
SB	PNO total gauche		drainage au niveau du 2 EICG sur la ligne medio clav	
KM	pno partiel droit		drainage au niveau du 4 EICD sur la ligne axillaire et	
SZ		condensation droite reposa	O2 - pyostacine - ciprolan - schema de rehydratio	
BL		condensation basale gauche	O2 - claforan - ciprolan	
HS		condensation alveolaire ave	O2 - claforan - schema de r	BEC TRT anti TBC en arr
TM		fibrose pulmonaire hil	O2 - claforan - solumedrol	sortant avec son dossie
MM		pas d'embolie pulmonaire -	O2 - claforan - solumedrol - nebulisation	
MF		verre depoli bilatéral au nive	Vfend - solumedrol - nebulisation	
LK	multiple opacité reticulo nodulaire bilatéral diffuse plu		O2 - claforan - ciprolan	
HF	pno partiel droit + nodule	poumon emphysemateux +	O2 - solumedrol - augmentin - perfalgan	
ZO		poumon emphysemateux a	claforan - dolumedrol - nebulisation - O2	
TM		distension thoracique avec	O2 - solumedrol - nebulisation	
BM	signe de distention et destruction bilaterale		O2 - claforan - solumedrol - nebulisation	
MK	syndrome interstitielle	multiple image de DDB bilat	O2 - claforan - nebulisation	
DB		hydro pneumothorax total g	O2 - claforant - gentamycine - flagyle (apres resultat	
MS	pas de foyer infectieux - distention thoracique		O2 - augmentin - solumedrol - nebulisation - IPP	
SS	opacité hydroaerique pos	opacité multifocale bilatera	O2 - augmentin - ciprolan	
BF	image mixte hydro aerique intra parenchymateuse dro		claforan - gentamycine - flagyl	
BB		pleuropneumopathie excava	claforan - gentamycine - flagyl	
FA	condensation atelectasante du poumon droit avec fo		O2 - fortune - vancomycine	bonne evolution scanox
MA		pleuresie enkysté avec ima	ponction evacuatrice - claforan - gentamycine - flag	
BM	poumon emphysemateux - image de distention et de		O2 - claforan - nebulisation - solumedrol	
CZ			O2 - claforan - ciprolan - solumedrol - nebulisation	
BK	normal		O2 - claforan - flagyl - nebulisation	
BY	opacité heterogene au niveau du 1/3 moyen du champ		augmentin - cycle glycemique	
YA		pleuropneumopathie droite	O2 - claforan - nebulisation	sortant avec dossier co
GR	epanchement de moyenne abondance		evacuation de liquide - augmentin - perfalgan	
SM	pneumopathie diffuse bilatéral fibrosante		O2 - solumedrol - FO	
BK	PNO total droit sur poumon emphysemateux		O2 - exsufflation au niveau du 4 EICD sur la ligne axill	
MD	pleuropneumopathie a dr	epanchement pleural de m	claforan - vancomycine - ponction evacuatrice	
BY	pneumothorax partiel dro	pneumothorax partiel avec	decollement anterieur + condensation basal droite	
AF			O2 - exsufflation au niveau du 4 EICD sur la ligne me	
NB	signe de distension et de destruction bilatéral (poumo		augmentin - solumedrol - nebulisation	
MM		atelectasie gauche superie	claforan	
HB		multiple foyer de pneumopa	claforan - flagyl -	
BF		micronodule bilateraux		

REFERENCES :

1. Organisation mondiale de la santé. Chronic respiratory disease, Asthma.
www.who.int/respiratory/asthma/en/.
2. Organisation mondiale de la santé. Chronic Respiratory Diseases, Burden of COPD.
www.who.int/respiratory/copd/burden/en/index.html.
3. Organisation mondiale de la santé. Chronic respiratory diseases.
www.who.int/gard/publications/chronic_respiratory_diseases.pdf.
4. Organisation mondiale de la santé. Global Tuberculosis Report 2012.
www.who.int/tb/publications/global_report/en/.
5. Global Alliance against Chronic Respiratory Disease. www.who.int/gard/news_events/1-3.GARD-06-07-K1.pdf.
6. Walker CL, Rudan I, Liu L, et al. Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea. *Lancet* 2013; 381: 1405–1416.
7. Pearce N, Ait-Khaled N, Beasley R, et al. Worldwide trends in the prevalence of asthma symptoms: phase III of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Thorax* 2007; 62: 758–766.
8. Organisation mondiale de la santé. Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases, a comprehensive approach.
www.who.int/gard/publications/GARD%20Book%202007.pdf.
9. Ferlay J, Shin HR, Bray F, et al. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN2008. *Int J Cancer* 2010; 127: 2893–2917.
10. Organisation mondiale de la santé. Infl uenza.
www.who.int/mediacentre/factsheets/2003/fs211/en/. Date de la dernière mise à jour : Mars 2003.
11. Organisation mondiale de la santé. Noncommunicable disease and mental health, United Nations high-level meeting on noncommunicable disease prevention and control.
www.who.int/nmh/events/un_ncd_summit2011/en/.
12. Asthma and Allergy Foundation of America. www.aafa.org/display.cfm?id=8&sub=42#_ft_nref18
13. Human Physiology, Fifth edition, by Gillian Pocock, Christopher D. Richards and David A. Richards
14. Gray's Atlas of Anatomy, 2nd edition, by Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchell, Richard M. Tibbitts and Paul E. Richardson
15. Patrimoine anatomique de la FMM, années 1930
16. Poumon et plèvres anatomie-fmpm.uca.ma
17. P KAMINA. Dos et thorax 11 Ed Maloine 1997,
18. H ROUVIERE –A DELMAS Anatomie Humaine tome 2 tronc Paris 2002.
19. J. Brizon et J Castaing feuillet d’anatomie muscle du cou et du tronc.
20. Histologie, A. Stevens et J. Lowe, Pradel, Paris, France, 1993
21. Histologie, J. P. Dadoune, Collection de la biologie à la clinique, Flammarion, Paris, France, 1990

22. L'essentiel en physiologie respiratoire, C. Prefaut, Sauramps Médical, Montpellier, France, 1993
23. Manuel de physiologie cardio-vasculaire intégrée, M. Dauzat, Sauramps Médical, Montpellier, France, 2002
24. Physiologie humaine, H. Guénard, Pradel, Paris, France, 3ème édition, 2001
25. Physipathologie cardio-vasculaire - 2, H. Denolin, Simep, Villeurbanne, France, 1982
26. Pneumologie, M. Aubier, M. Fournier et R. Pariente, Flammarion, Paris, France, 1996
27. Précis d'histologie humaine, R. Coujard, J. Poirier et J. Racadot, Masson, Paris, France, 1980
28. Sobotta, Atlas d'anatomie humaine, R. Putz et R. Pabst, E. M. Inter, Cachan, France, 2000
29. KAMINA P. Dos et thorax. Maloine édit. Paris 1997
30. KAMINA P. Anatomie clinique tome 3, Thorax. Abdomen. Maloine édit. Paris 2006.
31. ROUVIÈRE H., Delmas A. - Anatomie humaine, 12ième éd., Masson, Paris, 1985.
32. TOD R.Olson. Atlas d'anatomie humaine A.D.A.M., Pradel édit 2002.
33. RICHARD L. DRAK. GREYS Anatomie pour les étudiants. ELSEVIER édit, 2006