



UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



Année 2015

Thèse N° 183/15

CHIRURGIE DE LA TRACHEE (Sténoses post-canulation et Tumeurs)

**Expérience du service de chirurgie thoracique
du CHU Ibn Sina de Rabat (à propos de 14 cas)**

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 18/12/2015

PAR

Mr. AMHOUD Karim

Né le 28 Mars 1988 à Meknès

(Médecin Interne de CHU Ibn Sina - Rabat)

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Sténose - Tumeur - Chirurgie - Trachée

JURY

M. SMAHI MOHAMED.....	PRESIDENT
Professeur agrégé de Chirurgie thoracique	
M. ACHIR ABDELLAH.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Chirurgie thoracique	
M. BOUCHIKH MOHAMMED.....	} JUGES
Professeur agrégé de Chirurgie thoracique	
M. OUADNOUNI YASSINE.....	
Professeur agrégé de Chirurgie thoracique	

SOMMAIRE

ABREVIATIONS	5
INTRODUCTION	7
HISTORIQUE	10
RAPPELS	14
I. Anatomie	15
II. Physiologie	30
III. Processus de cicatrisation	37
IV. Remplacement Trachéal	42
MATERIEL ET METHODES	59
Type d'étude	60
1. Critères d'inclusion	60
2. Critères d'exclusion	60
3. Recueil des données et analyse statistiques	61
TABLEAUX RECAPITULATIFS DES RESULTATS	62
RESULTATS	65
I. Effectif	66
II. Âge	67
III. Sexe	68
IV. Antécédents pathologiques	69
V. Aspect clinique	73
VI. Bilan paraclinique	75
1. Sténoses	75
Radiographie thoracique	75
Fibroscopie	75
Tomodensitométrie	78

2. Tumeurs.....	78
Radiographie thoracique.....	78
Tomodensitométrie	78
Données de la fibroscopie.....	79
VII. Traitement	81
1. Traitement médical.....	81
2. Traitement chirurgical	81
2.1. Bilan préopératoire	81
2.2. Voies d'abord	82
2.3. Technique chirurgicale.....	83
2.4. Résultats anatomopathologiques	86
2.5. Suites opératoires.....	88
2.6. Complications	88
2.7. Recul.....	89
DISCUSSION	90
I. Fréquence et incidence.....	91
II. Facteurs Prédisposants.....	92
III. Anatomopathologie.....	106
IV. Etiopathogénie.....	116
V. Clinique	121
1. Signes fonctionnels	121
2. Examen clinique.....	126
VI. Paraclinique.....	127
1. Explorations fonctionnelles respiratoires	127
2. Radiographie thoracique	130

3. Tomodensitométrie.....	132
4. Endoscopie	141
5. Imagerie par résonance magnétique.....	150
6. Pet-scanner	151
VII. Traitement	152
1. Traitement Médical	152
2. Prise en charge préopératoire	153
3. Traitement Chirurgicale	155
3.1. Installation du malade.....	155
3.2. Anesthésie	155
3.3. Voies d'abord.....	173
3.4 Techniques chirurgicales	178
3.4.1. Résection anastomose termino-terminale.....	178
3.4.2. Techniques de mobilisation.....	184
3.4.3. Résection de la carène	185
4. Prise en charge Post opératoire	193
5. Suites opératoires.....	194
5.1. Suites simples.....	194
5.2. Suites compliquées	194
6. Radiothérapie	198
7. Prévention	200
CONCLUSION.....	203
RESUME	206
REFERENCES	214
ANNEXES	236

ABREVIATIONS

AEG	: Altération de l'état général
BALT	: bronchial associated lymphoid tissue
BPCO	: broncho pneumopathie chronique obstructive
CAK	: carcinome adénoïde kystique
C5 C6	: 5eme et 6eme vertèbre cervicale
CEC	: Circulation extra-corporelle
CV	: cordes vocales
DEP	: débit expiratoire de pointe
ECMO	: Extracorporeal membrane oxygenation
EFR	: Explorations fonctionnelles respiratoires
EIC	: Espace intercostal.
EP	: embolie pulmonaire
FDG	: Fluorine-18-Fluoro-Deoxy-Glucose
IRM	: Imagerie par résonance magnétique
MLES	: microlaryngoscopie en suspension
MB	: multi-barrettes
MDCT	: Multidetector Computed Tomography
MP	: Muco-purulentes
MPR	: multiplanaire bidimensionnelle
ORL	: oto-rhino-laryngée
PDC	: Produit de contraste
RGO	: Reflux gastro-oesophagien
RRT	: résection et reconstruction trachéale
RTMI	: radiothérapie avec modulation d'intensité

SDLR	: signes de lutte respiratoire
SLT	: single-lumen endotracheal tube
SUP	: Supérieur
STPI	: sténoses trachéales post intubation.
STPT	: sténoses post-trachéotomie
TABC	: tronc artériel brachio-cephalique
TDM	: tomodensitométrie
TÊT	: Tube endotrachéal

INTRODUCTION

L'histoire de la chirurgie trachéale remonte à la fin du XIXe siècle, lors de la publication des premiers cas de résections-anastomoses (Kuester en 1884 et Von Eselberg en 1896).

Plus d'un demi-siècle plus tard, Belsey publie en 1946 la première résection-anastomose pour tumeur, et Gebauer en 1951 pose les principes de la réparation par greffe de peau armée.

La chirurgie trachéobronchique fut ensuite dominée par les noms de Grillo, Neuville, Pearson, et en France par ceux de Couraud et Eschapasse. Le développement dans les années 1980 sous l'impulsion de Dumon [1] de nouvelles endoprothèses trachéales, et l'évolution de l'épidémiologie vers des pathologies malignes et leurs indications palliatives, ont entraîné une diminution significative du recours à la chirurgie de résection-anastomose [2, 3].

En pratique, la prise en charge thérapeutique d'une lésion trachéobronchique dépend de sa présentation clinique. Lorsque l'obstruction trachéobronchique met en jeu le pronostic vital à court terme, le premier objectif du chirurgien est de restituer une filière suffisante : c'est la désobstruction dont le rôle n'est dévolu qu'à l'endoscopie.

Lorsque cette phase urgente est dépassée ou absente, tout le problème est d'empêcher sa récurrence ou son apparition grâce aux méthodes de recalibrage. La chirurgie, et plus particulièrement la résection anastomose, représente la meilleure option thérapeutique. Toutefois, les méthodes endoscopiques, par leur mise en œuvre plus souple, constituent une alternative thérapeutique très intéressante.

Devant un tel choix stratégique, il est donc capital de bien poser l'indication qui repose, certes, sur une sélection du malade, de la pathologie et du moment, mais aussi sur les bases anatomiques et anesthésiques définies ci-après.

A la lumière des considérables progrès réalisés dans le domaine de la substitution d'organes ou de tissus, le remplacement d'un segment de trachée, conduit destiné principalement au passage de l'air entre le milieu extérieur et les poumons, pouvait apparaître comme relativement simple.

Pourtant, plus de cinquante années de recherche expérimentale sur le modèle animal n'ont pas permis de résoudre les nombreux problèmes posés par le remplacement trachéal et la découverte d'un matériel idéal de substitution [20]. Ainsi, aucune des techniques évaluées ne permet, à ce jour, un remplacement trachéal sûr et efficace.

Le service de chirurgie de thoracique du CHU Ibn Sina de Rabat fait partie des quelques rares services hospitaliers universitaires au Maroc où se pratique la chirurgie trachéale.

Notre étude est une étude rétrospective d'une population de malades ayant subi une chirurgie trachéale sur une période de 11 ans allant depuis janvier 2005 à Novembre 2015 au service de chirurgie thoracique du CHU Ibn Sina de Rabat. Ses objectifs étant les suivants :

- Analyser les données épidémiologiques, cliniques, paracliniques et thérapeutiques des malades
- Mise au point à partir d'une revue de la littérature sur :
 - Les difficultés de réaliser les anastomoses
 - Les substituts pour les résections étendues
 - La prévention

HISTORIQUE

La chirurgie trachéale a progressivement évolué avec l'essor de l'anesthésie, l'analyse et la compréhension des différentes pathologies rencontrées et les efforts de nombreux chirurgiens dans le monde entier.

Même si la trachéotomie apparaît comme l'une des opérations les plus anciennes, la trachée a pourtant, pendant longtemps, été totalement ignorée des médecins.

Au XVIème siècle, Ambroise Paré tentait la suture d'une plaie trachéale chez 2 blessés dont l'évolution était, malgré tout, fatale [4].

En 1950, Belsey, s'appuyant sur les travaux anatomiques de Rob et Bateman, fixait la limite supérieure de résection trachéale à 2 cm pour envisager une reconstruction par anastomose directe [5,6].

D'autres facteurs contribuaient à l'absence de développement de la chirurgie trachéale : les difficultés anesthésiques pour maintenir une ventilation et une oxygénation efficaces lors d'une chirurgie trachéale étendue.

Les diverses pathologies étaient, dès lors, traitées de façon palliative par trachéotomie, désobstruction sous bronchoscopie ou par résection anastomose dans les lésions courtes ($\leq 2\text{cm}$) avec des résultats très inconstants.

En l'espace d'une trentaine d'années, la chirurgie trachéale allait être profondément bouleversée par des travaux de grande importance menés, en particulier, par Grillo à Boston.

Ainsi, Ferguson et al. contestaient les travaux de Belsey en montrant qu'une résection-anastomose trachéale était possible pour des lésions étendues au tiers de la trachée [7]. Plusieurs tentatives cliniques étaient réalisées sur des lésions encore limitées [8,9].

Juvenelle et Citret proposaient, dans un travail expérimental, la réimplantation d'une bronche principale pour faciliter la résection et la reconstruction de la partie inférieure de la trachée [10].

Barclay et coll. rapportaient la résection de 5 cm de trachée suivie d'une anastomose directe chez 2 malades avec des suites post-opératoires simples [11].

Harris démontrait, dans une étude radiologique, que la longueur de la trachée située au-dessus du repère des clavicules variait considérablement avec les mouvements de flexion-extension du cou [12].

Michelson et coll. affirmaient, dans une étude sur le cadavre, que l'anastomose directe était possible après une résection trachéale de 4 à 6 cm à condition de réaliser une importante mobilisation de la trachée [13].

Les travaux anatomiques de Grillo et Mulliken confirmaient ces résultats et ouvraient la voie à la chirurgie trachéale moderne en montrant que la résection anastomose trachéale était licite pour des lésions envahissant la moitié de la trachée, en utilisant une flexion cervicale et des techniques de mobilisation du hile pulmonaire droit par voie intra-thoracique et/ou intra-péricardique [14,15].

Parallèlement à ses recherches, l'équipe d'anesthésie du « Massachusetts General Hospital » à Boston, menée par Bendixen, codifiait la technique de ventilation par le champ opératoire en étroite collaboration avec Grillo, ce qui aboutissait, en 1962, à une première résection-anastomose trachéo-bronchique selon de nouvelles règles [16].

Les séries cliniques de Grillo, Eschapasse, Mathey et al., Naef, Pearson et Andrews, Perelman et Koroleva illustraient, par la suite, les bons résultats de la reconstruction trachéale selon les principes édictés par les pionniers pour le traitement des différentes pathologies de la trachée : sténoses, tumeurs primitives

et secondaires, lésions inflammatoires, infectieuses, traumatiques et congénitales [17, 18].

Les problèmes posés par le traitement des pathologies de la trachée ont ainsi été progressivement résolus, sous l'impulsion d'Hermes C. Grillo, pour permettre, de nos jours, une chirurgie trachéale parfaitement standardisée pour les lésions inférieures à 5—6 cm [19, 20].

Un problème non résolu persiste : le traitement des lésions étendues, en particulier néoplasiques.

RAPPELS

ANATOMIE

I. INTRODUCTION

La trachée représente le plus long élément des voies aériennes faisant suite au larynx et se divisant pour former les bronches principales. Sa moitié supérieure est cervicale, tandis que sa moitié inférieure est intra thoracique (figure1). Elle est donc soumise à des contraintes pressionnelles variables dans le temps et l'espace en fonction de la respiration.

Grâce à sa structure fibro-musculo-cartilagineuse, la trachée résiste au collapsus lors des dépressions endoluminales, mais adapte également son diamètre grâce au muscle trachéal. Son épithélium respiratoire pseudostratifié cilié permet la production et la clairance du mucus.

L'organogenèse révèle l'origine de la trachée à la face ventrale de l'endoderme digestif primitif à la fin du premier mois in utero.

La trachée possède une structure en relation étroite avec ses fonctions. Cylindrique, elle assure le passage de l'air durant tout le cycle respiratoire, permettant ainsi l'hématose et la phonation : c'est la fonction aérienne de la trachée placée sous le contrôle du système nerveux parasymphatique (impliqué dans l'innervation afférente sensitive et efférente motrice).

La trachée présente aussi une fonction de drainage liée à son appareil mucociliaire autorisant l'élimination des particules inhalées vers le pharynx.

Enfin, le BALT formé d'amas lymphoïdes pariétaux assure à la trachée une fonction immunitaire spécifique.

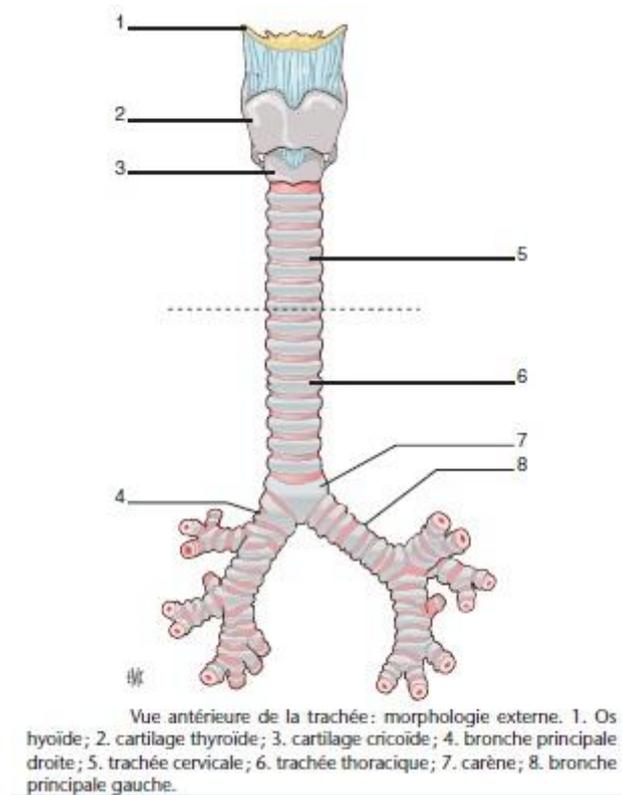


Figure 1 [34] : Morphologie Externe des voies aériennes supérieures

II. ANATOMIE ANALYTIQUE :

1- Situation :

La trachée est placée devant l'œsophage, elle parcourt successivement la partie antero-inferieure du cou puis la partie supérieure du thorax. Elle présente donc sur le plan topographique deux segments un segment cervical et un segment thoracique

- Le segment cervical s'étend du bord inférieur du cricoïde C6 jusqu'au plan horizontal passant par le bord supérieur du sternum, à hauteur de la deuxième vertèbre thoracique, il mesure 6 à 7 cm de haut, l'étendue de la portion cervicale de la trachée varie suivant l'âge
- Le segment thoracique de la trachée occupe toujours un plan médian en avant de l'œsophage, il s'étend du bord supérieur du sternum jusqu'à la bifurcation

trachéale à la hauteur de TH5 où elle donne naissance à deux bronches principales droite et gauche. La bronche principale droite fait un angle moyen de 25° avec l'axe trachéal : elle est courte (20 à 25 mm), verticale et de fort calibre (15 à 16 mm). À l'opposé, la bronche principale gauche fait un angle moyen de 45° avec l'axe trachéal : elle est plus longue (40 à 45 mm) que la droite, horizontalisée et de plus petit calibre (10 à 11 mm). Cette situation explique classiquement la fréquence des corps étrangers bronchiques du côté droit, des pneumopathies droites d'inhalations, des intubations trachéobronchiques droites sélectives en anesthésie.

La hauteur du segment thoracique est identique à celle du segment cervical et mesure 6 à 7 cm [21,22].

2- Direction :

La trachée descend obliquement sur la ligne médiane d'avant en arrière, s'éloignant progressivement de la surface cutanée. Elle est à 18 mm de la peau dans la région infra-cricoïdienne, à 40-45mm de l'orifice d'entrée du thorax, à 70 mm à hauteur de la bifurcation trachéale. Ainsi, l'accès à la trachée est-il plus facile dans son segment cervical supérieur qu'inférieur : la trachéotomie haute de Boyer portant sur les trois premiers anneaux est plus aisée que la trachéotomie basse de Trousseau intéressant le segment de trachée entre le quatrième et le septième anneau [23].

3 - Mobilité :

La trachée est un organe très mobile horizontalement suivant des influences mécaniques diverses de voisinage, mais aussi verticalement puisqu'elle suit le larynx lors des mouvements de déglutition, s'élevant et descendant avec lui. Ce qui

explique que les tumeurs de la trachée ou adhérente à elle (goitre) se mobilisent pendant la déglutition. La trachée est également, de par sa structure, un organe élastique et extensible. Sa fixité est liée à sa continuité en haut avec le larynx, en bas avec les bronches principales et les pédicules pulmonaires, de façon moindre en arrière grâce à sa contiguïté avec le plan œsophagien et vertébral [22].

4- Dimensions :

Il faut considérer la longueur et le calibre trachéal. La longueur moyenne de la trachée est de 12 cm chez l'homme adulte, 11 cm chez la femme. Les segments thoracique et cervical sont pratiquement égaux de 6 à 7 cm.

Néanmoins, cette longueur est très variable, suivant les sujets, et chez un même sujet, suivant que le larynx est au repos ou en mouvement, suivant la position de la tête en flexion ou en extension : la trachée s'allonge quand le larynx s'élève ou que la colonne cervicale, très mobile, se renverse en arrière. Elle se raccourcit dans les conditions contraires. Les variations extrêmes sont de l'ordre de 3 à 4 cm.

Elles sont en rapport avec l'élasticité structurelle du conduit trachéal, expliquant la possibilité de résection-anastomose bout à bout de la trachée, mais ne pouvant pas dépasser classiquement une hauteur de six anneaux. Les anneaux cartilagineux donnent la forme du calibre trachéal (circulaire, triangulaire...).

Le calibre trachéal varie suivant l'âge et le sexe. Il est un peu plus important chez l'homme, expliquant les différentes tailles des canules de trachéotomie et des sondes d'intubation trachéale. Le diamètre trachéal est en moyenne de :

- six mm chez l'enfant entre 1 et 4 ans ;
- Huit mm chez l'enfant entre 4 et 8 ans ;
- 10 mm chez l'enfant entre 8 et 12 ans

- 13 à 15 mm chez l'adolescent ;
- 16 à 18 mm chez l'adulte.

En fait, le calibre trachéal varie aussi par la seule tonicité du muscle trachéal, qui amène presque au contact l'une de l'autre les extrémités des anneaux cartilagineux, réduisant le calibre à 12 mm en moyenne. Lorsque le sujet fait un effort, avec occlusion glottique, le calibre se dilate alors, atteignant les chiffres de 16 à 18 mm chez l'adulte. Ce calibre trachéal est uniforme sur la hauteur des deux segments cervicaux et thoraciques [24,25].

5 - Structure microscopique de la trachée :

La trachée est un tube flexible constitué de tissu conjonctif fibroélastique et de cartilage, permettant dilatation et élongation pendant l'inspiration, le relâchement passif durant l'expiration.

Les anneaux cartilagineux hyalins incomplets en arrière constituent le soutien de la muqueuse trachéale, l'empêchant de se collaber pendant l'inspiration.

Les fibres musculaires lisses, joignant en arrière les extrémités libres des anneaux, forment le muscle trachéal de Reisseisen. La contraction de ces fibres provoque une réduction du diamètre et l'augmentation de la pression intrathoracique au cours de la toux (figure 2).

L'épithélium trachéal respiratoire est pseudostratifié cilié, contenant de nombreuses cellules caliciformes, possédant de courtes villosités apicales. Irrité par la fumée de tabac, cet épithélium se transforme (métaplasie) en un épithélium stratifié, pavimenteux avec disparition de l'activité ciliaire. Celle-ci est nécessaire grâce à son mouvement continu, pour l'entraînement des sécrétions glandulaires

vers le pharynx. La membrane basale est épaisse, et sépare l'épithélium du chorion sous-jacent.

Le chorion est un tissu conjonctif lâche, très vascularisé, plus dense dans la partie profonde, formant une bande de tissu fibroélastique nette

La sous-muqueuse, lâche est située plus profondément. Elle est riche en glandes mixtes séro-muqueuses, dont le nombre diminue dans la partie inférieure de la trachée. La sous-muqueuse se confond avec le périchondre des anneaux de cartilage hyalin ou avec l'adventice situé entre les anneaux cartilagineux [22,26].

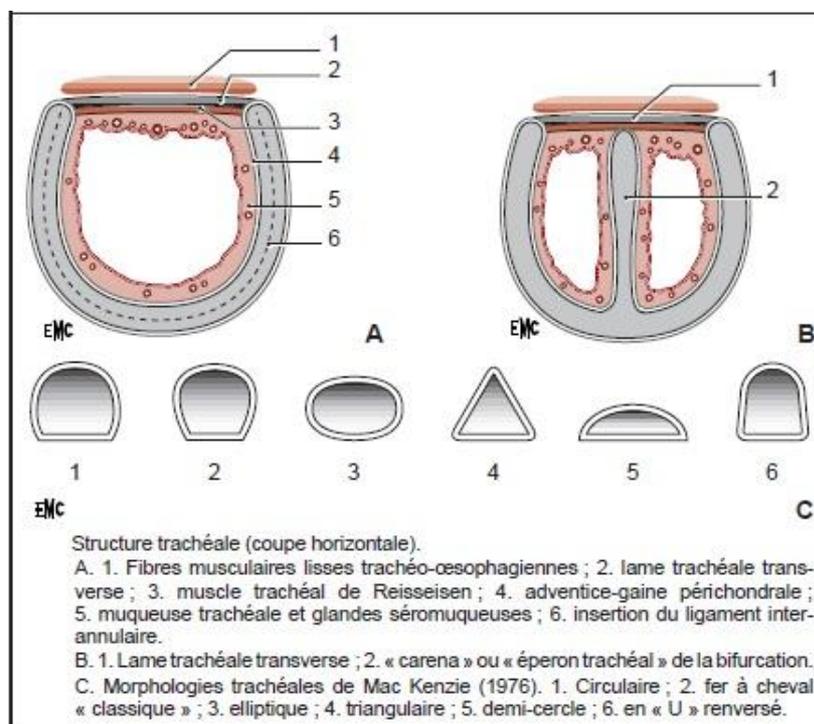


Figure 2 [189] : Aspect Microscopique de la trachée

III. ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE :

Sur toute sa hauteur, la trachée est entourée par un tissu cellulo-adipeux lâche, jouant le rôle de séreuse et favorisant ses mouvements. Ce tissu est d'autant plus abondant que l'on se rapproche du thorax où il se continue avec l'atmosphère cellulo-adipeuse du médiastin. C'est dans ce tissu conjonctif que se font les emphysèmes, épanchements gazeux, traduisant une plaie étroite de la trachée, que diffusent les collections purulentes, capables de gagner sans obstacle le médiastin et que peut se perdre une canule de trachéotomie mal positionnée [23].

IV. RAPPORTS :

Ils diffèrent en fonction de la portion considérée.

1-Trachée cervicale (figure3) :

Elle s'étend du cartilage cricoïde (C6) à la fourchette sternale (D2). Centrant la gaine viscérale du cou dont elle suit les mouvements à la déglutition, la trachée répond en avant à l'isthme thyroïdien et aux muscles sous-hyoïdiens (sterno-cléido-hyoïdiens et sterno-thyroïdiens) unis au milieu par la ligne blanche.

En arrière, la trachée répond à l'œsophage légèrement dévié à gauche et, dans l'angle œso trachéal, aux deux récurrents.

Latéralement, on retrouve les lobes thyroïdiens, les paquets jugulo-carotidiens et les pneumogastriques.

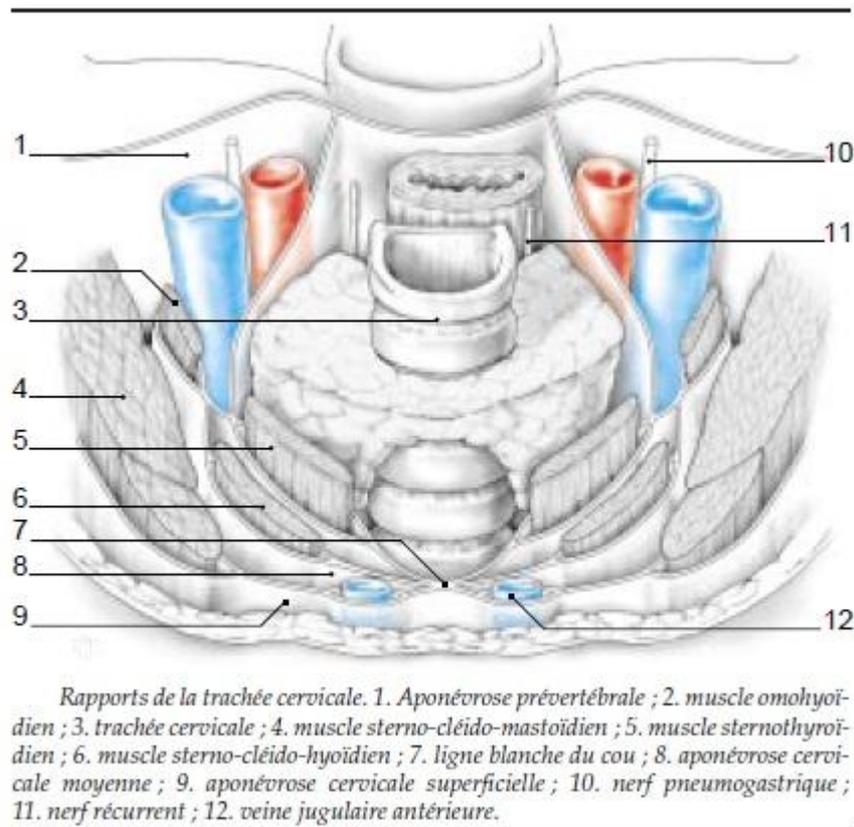


Figure 3 [189] : Rapports de la trachée cervicale

2-Trachée thoracique (figure 4) :

Faisant suite à la portion cervicale, elle se termine, au niveau de D4, à droite de la ligne médiane, par la carène. Elle répond :

- en arrière et sur toute sa hauteur à l'œsophage ;
- latéralement et en avant aux gros vaisseaux :
- la crosse aortique qui croise la partie basse de la trachée en avant et à gauche ;

 ù la veine cave supérieure, l'azygos et le tronc veineux innominé qui répondent au bord droit et à la face antérieure ;

 ù le tronc artériel brachio-céphalique qui croise enfin la trachée thoracique à son origine en avant et à droite.

Tous ces éléments sont en rapport étroit avec la trachée par l'intermédiaire de l'adventice qui constitue un moyen de fixité. La libération de ces connexions est donc le premier temps de la mobilisation trachéale lors d'une résection-anastomose.

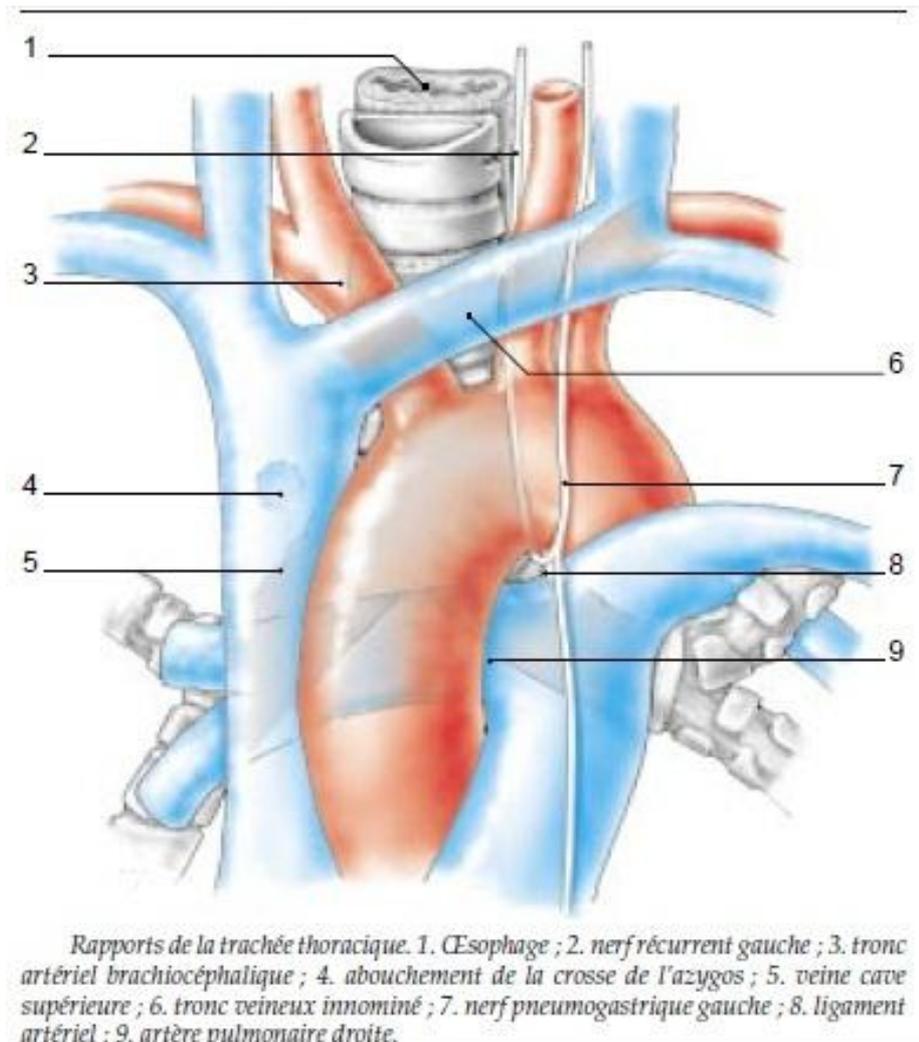


Figure 4 [189] : Rapports de la trachée thoracique

3-Bifurcation trachéale

Située au centre du médiastin, elle répond, comme la trachée thoracique, à des éléments vasculaires, auxquels elle adhère étroitement et qui en assurent la fixité. En effet, en dehors de l'œsophage, la bifurcation trachéale répond directement en avant à l'artère pulmonaire droite et par celle-ci à la veine cave

supérieure à droite, et à la portion intra-péricardique de l'aorte ascendante à gauche. Le récurrent gauche, né sous la crosse aortique en arrière du ligament artériel, remonte dans l'angle oesotrachéal.

Tous les espaces sont comblés par du tissu cellulo-graisseux riche en lymphatiques et comportant notamment le plexus nerveux de Wrisberg et les vaisseaux à destination trachéo-bronchique.

V. VASCULARISATION DE LA TRACHEE :

1. Artères trachéales :(Figure 5)

Les artères de la portion cervicale de la trachée proviennent principalement des artères thyroïdiennes inférieures avec du côté gauche l'artère œso-trachéale descendante de Haller, dans l'angle trachéo-œsophagien.

L'artère thyroïdienne inférieure donne trois branches collatérales latéro-trachéales étagées, destinées à l'œsophage et à la trachée [27].

Les artères de la portion thoracique sont plus variables. Elles proviennent surtout des artères thymiques et de l'artère bronchique droite, rétro-bronchique, destinées également à la bifurcation trachéale.

Participe aussi à cette vascularisation, l'artère thyroïdienne moyenne de Neubauer, sur la face antérieure de la trachée, et l'artère œso-trachéale antérieure de Demel d'origine aortique également, s'insinuant entre l'œsophage et la trachée thoracique.

L'artère thoracique interne originaire de l'artère sous-clavière se distribue à la partie latéro-trachéale inférieure par trois ou quatre branches étagées.

L'ensemble des artères collatérales de l'aorte vascularisant la bifurcation trachéale est important à considérer en raison des implications chirurgicales lors des transplantations pulmonaires [27,28].

La microvascularisation artérielle trachéale constitue, à droite comme à gauche, des arcs anastomotiques latéro-trachéaux. Les artères trachéales ne sont donc pas de type terminal. Dans les espaces intercartilagineux existent des artères intercartilagineuses transverses, anastomosant, de part et d'autre de la ligne médiane, les arcades latérales. Les artérioles constituent un riche plexus capillaire sous-muqueux [29,30].

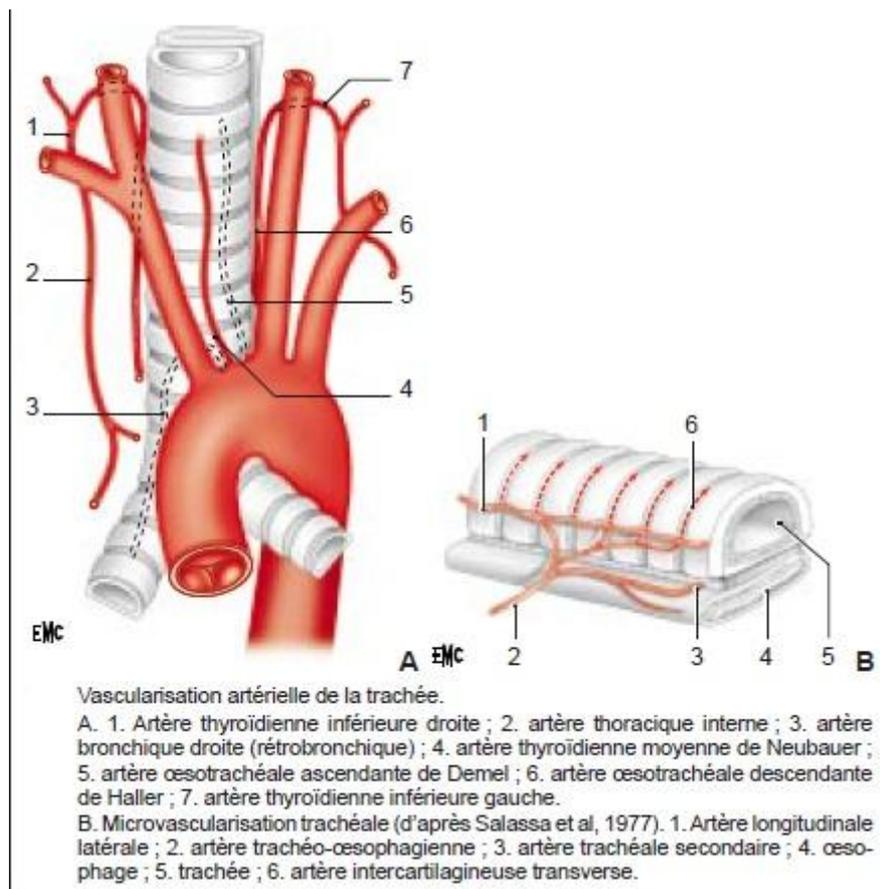


Figure 5 [189] : Vascularisation artérielle de la trachée

2. Veines de la trachée

Elles prennent naissance à partir d'un plexus sous-muqueux dense. Les veines de la portion cervicale de la trachée sont nombreuses, de petit calibre et se drainent vers les veines œsophagiennes et les veines thyroïdiennes inférieures.

Les veines de la portion thoracique se jettent dans les veines œsophagiennes, gagnant le système cave inférieur [23].

3. Lymphatiques de la trachée

Dans la portion cervicale, ils se dirigent en arrière et latéralement pour rejoindre les nœuds lymphatiques qui s'échelonnent sur les parties latérales de la trachée et de l'œsophage. Ce sont les « nœuds lymphatiques récurrentiels » en rapport avec le nerf récurrent ou nerf laryngé inférieur. Ils sont de petite taille, au nombre de trois à six et gagnent plus bas les nœuds lymphatiques trachéobronchiques. Ils sont hypertrophiés et dégénérés en même temps que ces derniers et peuvent être responsables d'une paralysie récurrentielle [22].

Les vaisseaux lymphatiques de la portion thoracique se rendent aux nœuds lymphatiques latéro-trachéo-oesophagiens. Les nœuds lymphatiques trachéobronchiques constituent le groupe le plus important du médiastin : ils sont placés autour de la bifurcation trachéale puis des deux bronches principales. Ils sont en continuité en haut avec les nœuds lymphatiques récurrentiels, les nœuds lymphatiques de la chaîne jugulo-carotidienne, les nœuds lymphatiques du creux sus-claviculaire. En avant, ils sont connectés avec les nœuds lymphatiques thoraciques internes, en arrière avec les nœuds lymphatiques aortico-oesophagiens. Il est classique de décrire parmi ces nœuds lymphatiques trachéobronchiques

plusieurs sous-groupes : deux amas interbronchiques appartiennent au hile pulmonaire droit et gauche ;

- l'amas prétrachéobronchique droit est situé dans l'angle trachée-bronche principale droite.
- l'amas prétrachéobronchique gauche se situe dans l'angle trachée-bronche principale gauche.
- l'amas intertrachéobronchique de Baréty se place sous la bifurcation trachéale, dans l'« espace interbifurcal » [31,32].

VI. Innervation de la trachée

La trachée est sous la dépendance du système sympathique (chaîne sympathique thoracique) et parasympathique (nerf vague) à l'origine d'une action motrice destinée au muscle trachéal, sensitive pour l'ensemble de la paroi, sécrétrice pour les glandes trachéales.

En fait, l'innervation trachéale s'intègre dans l'ensemble de l'innervation participant à la fonction ventilatoire : l'arbre trachéobronchique possède une musculature lisse à commande involontaire, modulant le flux aérien associé à la musculature striée thoraco-abdominale et cervicale à commande volontaire.

L'innervation végétative sensitive périphérique prend naissance dans les mécanorécepteurs de la bifurcation trachéale, de l'arbre bronchique, des hiles pulmonaires. Participent également des chémorécepteurs (corpuscules carotidiens et aortiques, area postrema).

L'innervation végétative motrice périphérique est de type parasympathique (vagal) assurant la tonicité trachéobronchique. Les centres végétatifs efférents orthosympathiques spinaux sont dans le tractus intermedio lateralis de la moelle

entre Th2 et Th6 ; les centres parasympathiques sont dans le noyau cardio-pneumo-entérique du vague. Les centres recevant les afférences sont situés dans le noyau solitaire du nerf vague.

Enfin, les centres à l'origine de l'automatisme respiratoire se situent dans la formation réticulée du tronc cérébral.

VII. Organogenèse trachéale

Le développement du système laryngotrachéal débute durant la quatrième semaine in utero (j26 - j27) :

La « fente laryngotrachéale » apparaît sur la face ventrale de la partie caudale du pharynx primitif, en dessous de la quatrième paire d'arches pharyngiennes.

L'entoderme tapissant cette fente est à l'origine de l'épithélium et des glandes du larynx, de la trachée et des bronches. Le tissu conjonctif (cartilage, fibres musculaires lisses...) provient du mésoblaste environnant le pharynx primitif.

À la fin de la quatrième semaine, la fente a constitué un diverticule laryngotrachéal, élargi à son extrémité en bourgeon pulmonaire. Un septum trachéo-oesophagien sépare la structure aérienne en avant, de la structure digestive en arrière.

Au début de la cinquième semaine in utero, la bifurcation trachéale est en place.

À la 10^e semaine, le mésoblaste s'est condensé autour du diverticule laryngotrachéal primitif, formant les anneaux cartilagineux incomplets en arrière et le muscle trachéal.

À la 11^e semaine, les glandes sont parfaitement identifiables [33].

PHYSIOLOGIE

La trachée par sa situation cervicothoracique et sa structure fibroblastique permet le passage de l'air jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Mais la trachée n'est pas qu'un simple conduit aérifère. Par son épithélium muco-cilié, elle permet l'évacuation des sécrétions en amont, vers le larynx, de façon spontanée et lors des efforts de toux.

De plus, la présence d'amas lymphoïdes au sein de sa paroi lui confère une fonction de défense immunitaire.

I. FONCTION AERIENNE [34] :

1. Respiration :

La respiration, au sens strict du terme, est un échange gazeux entre le milieu ambiant et l'organisme, échange possible grâce aux successions d'inspiration et d'expiration. L'air inhalé chemine dans la trachée puis les bronches jusqu'aux alvéoles pulmonaires où a lieu l'hématose sanguine. La trachée constitue, avec la cage thoracique, le système respiratoire passif qui subit, à chaque cycle respiratoire, les variations de pression induites par les muscles ventilatoires. Ainsi, à l'expiration, le volume pulmonaire et de la trachée thoracique diminue par augmentation de la pression intra thoracique. Le diamètre trachéale diminue de 50 % grâce à sa structure fibroélastique et au bombement de la paroi musculaire postérieure, qui devient convexe en avant. A l'inspiration, le phénomène s'inverse. Le volume pulmonaire augmente et la trachée thoracique, dont le diamètre augmente, s'arrondit.

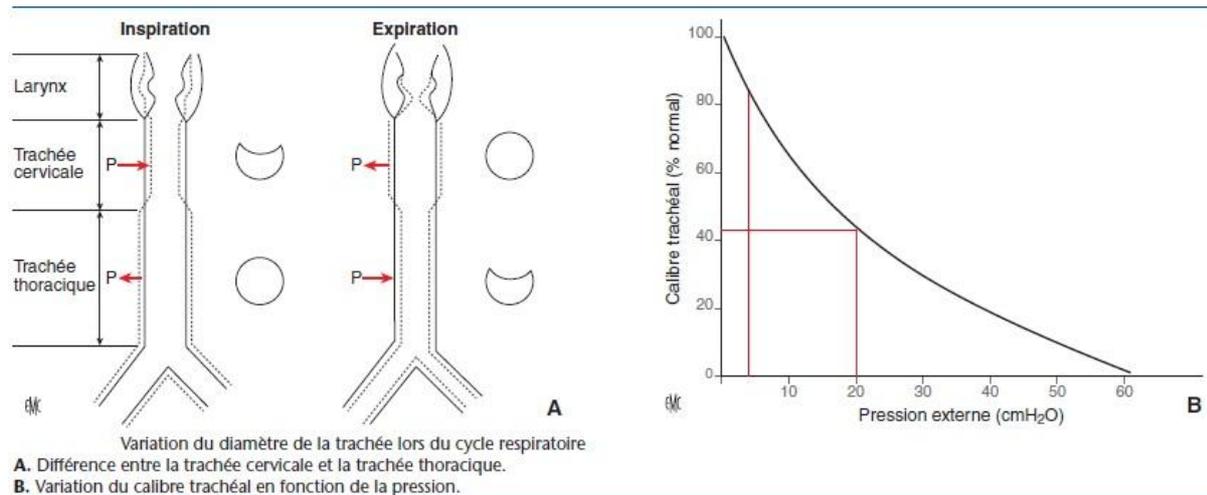


Figure 6 : Variation du diamètre de la trachée au cours du cycle ventilatoire

2. Phonation :

La phonation repose sur le principe d'un instrument à vent composé d'un conduit au travers duquel l'air s'écoule, d'un vibreur et d'une caisse de résonance.

Elle met en jeu plusieurs organes :

- Le larynx, organe vibratoire ;
- La trachée et le poumon pour la dynamique ventilatoire ;
- L'ensemble naso-bucco-pharyngé qui constitue les résonateurs.

Lors de la phonation, plusieurs modifications de la mécanique respiratoire sont observées par rapport à la respiratoire au repos. Les volumes d'air mobilisés sont plus importants. L'expiration, qui est légèrement plus longue que l'inspiration au repos, s'allonge nettement lors de la phonation. De plus, il existe une augmentation des pressions expiratoires dans les voies respiratoires.

En effet, lors de la phonation, l'adduction des cordes vocales crée un obstacle qui augmente la pression sous-glottique. Le son émis est d'intensité d'autant plus forte que la pression sous-glottique est élevée.

3. Drainage mucociliaire :

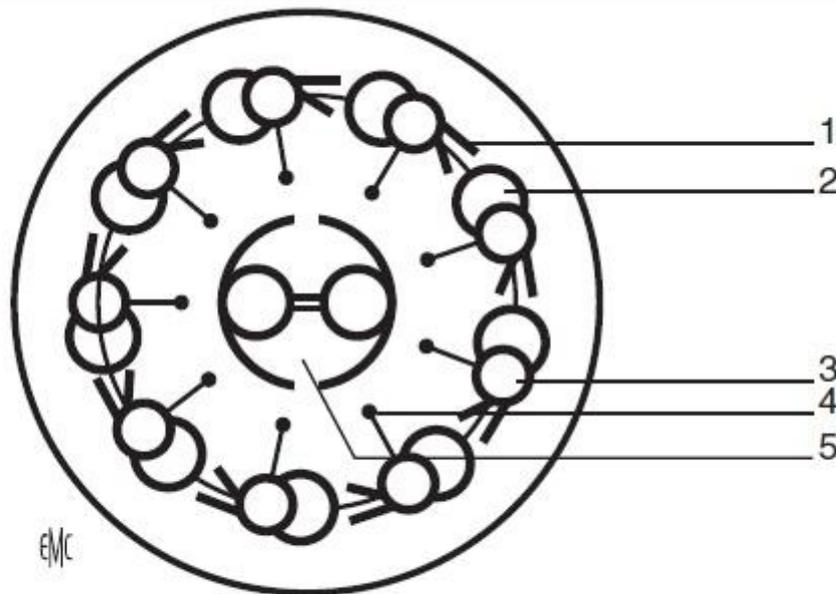
La trachée est recouverte d'un épithélium pseudostratifié cilié à cellules muqueuses caliciformes, dit < de type respiratoire >, qui sécrète un mucus. Ce mucus présente 2 phases d'état : une phase aqueuse <sol>, profonde, très fluide, dans laquelle battent les cils, et une phase <gel>, viscoélastique, située à la partie apicale des cils.

a) Structure d'un cil (Figure 7) :

Le cil est une excroissance du cytoplasme cellulaire doté d'un cytosquelette, axonème, permettant sa mobilité. Ce cytosquelette se compose de microtubules, tubes creux formés de tubulines et de protéines qui s'associent pour former un protofilament. L'association de 13 protofilaments constitue un microtubule.

Cytosquelette ciliaire et cytosquelette cellulaire sont reliés et entretiennent des échanges permanents.

L'axonème est constitué de neuf doublets périphériques de microtubules et de deux microtubules centraux. Chaque doublet est composé d'un microtubule A complet et d'un microtubule B incomplet. Ils sont reliés entre eux par des ponts de nexine et aux tubules centraux par des bras radiaires. Les bras de dynéine accrochés aux microtubules A, à intervalles réguliers, sont les moteurs moléculaires du mouvement ciliaire.



Axonème. 1. Bras de dynéine ; 2. microtubule A ; 3. microtubule B ; 4. bras radiaire ; 5. doublet central.

Figure 7 : Structure des cils

b) Mouvements ciliaires :

La dynéine est une protéine possédant un site d'hydrolyse de l'adénosine triphosphate (ATP). L'alternance de fixation puis d'hydrolyse d'ATP sur la dynéine provoque la formation de ponts transitoires entre les bras de dynéine et le microtubule B adjacent, déplaçant ainsi les microtubules. La force tendant à faire glisser les doublets périphériques les uns par rapport aux autres entraîne une incurvation de l'axonème et donc du cil. Mais les dynéines ne mettent en mouvement successivement que chaque moitié des doublets de l'axonème. Cette activation alternative correspond aux différentes phases du battement ciliaire.

Le mouvement ciliaire est un mouvement cyclique, tous les cils battant dans la même direction. Ainsi, les particules inhalées, engluées dans la phase < gel > du mucus, qui glisse par rapport à la phase < sol > à la façon d'un tapis roulant, sont éliminées vers le pharynx. Elles sont alors dégluties ou expectorées.

La clairance mucociliaire est de 1cm/min et permet d'éliminer des particules de plus de 10µm. C'est un système de défense mécanique aspécifique et inné des voies respiratoire.

II. Barrière immunitaire [34]:

La fonction immunitaire de la trachée est assurée par les organes lymphoïdes secondaires associés à la muqueuse respiratoire (BALT). Ils regroupent l'ensemble des ganglions lymphatiques péribronchiques et des amas lymphoïdes muqueux et sous-muqueux de la paroi trachéale. Ils sont les lieux de passage, d'accumulation et de rencontre des antigènes et des cellules de l'immunité. Le BALT fait partie des organes lymphoïdes secondaires associés aux muqueuses (MALT).

Ces organes lymphoïdes sécrètent des lymphocytes qui migrent vers la lumière trachéale à la rencontre d'un antigène. Lorsqu'un lymphocyte B entre en contact avec un antigène, il devient mature et se transforme en plasmocyte sécréteur d'immunoglobulines (Ig). C'est l'immunité humorale.

Au niveau trachéal, on retrouve plusieurs types d'immunoglobulines, le type A (IgA) étant l'effecteur principal au niveau de la muqueuse. Ces IgA sécrétoires permettent le premier contact anticorps-antigène et possèdent plusieurs fonctions :

- Elles activent la voie alterne du complément ;
- Elles ont une action bactéricide en présence de lysozyme et du complément ;
- Elles forment un film protecteur à la surface de l'épithélium empêchant l'adhérence et donc la pénétration bactérienne ;
- Elles forment de volumineux complexes immuns empêchant la pénétration des antigènes dans la muqueuse.

Elles représentent donc la 1ere ligne de protection des muqueuses contre les infections. Ainsi, en cas de déficit en IgA, déficit immunitaire congénital (1/325 naissances) du fait de l'absence partielle ou totale des IgA, les individus affectés souffrent d'épisodes récurrents d'infections respiratoires et/ou gastro-intestinales.

Les autres types d'Immunoglobulines, IgM, IgG, IgE, interviennent lorsque l'antigène réussit malgré tout à franchir la membrane basale. Ainsi lorsque l'antigène/allergène actif la production d'IgE, ceux-ci activent les mastocytes, cellules contenant des médiateurs vasoactifs dont l'histamine. L'activation des mastocytes déclenche leur dégranulation et la libération de l'histamine qui provoque vasodilatation, trachébronchospasme et réaction inflammatoire.

Il existe également au niveau trachéal, une immunité de type cellulaire. Elle met en jeu les lymphocytes T et les macrophages.

PROCESSUS

DE CICATRISATION

Le modèle classique de cicatrisation épithéliale est divisé en trois phases séquentielles qui se chevauchent. En utilisant les blessures de la peau comme un exemple ; un ensemble d'événements biochimiques complexes a lieu pour réparer les dégâts. Quelques minutes après la lésion, les plaquettes agrègent au site de la lésion pour former un caillot de fibrine, ce caillot agit pour contrôler le saignement actif à travers l'hémostase [193].

La première phase de cicatrisation des plaies est la phase inflammatoire, dans laquelle, les bactéries et les débris sont phagocytés et enlevés. Les facteurs qui provoquent la migration et la division des cellules impliquées dans la phase de prolifération sont libérés.

La phase proliférative est la deuxième phase de la cicatrisation des plaies, elle est caractérisée par une angiogenèse, un dépôt de collagène, une formation de tissu de granulation et une épithélialisation des plaies. Les fibroblastes se développent et forment une nouvelle matrice extra-cellulaire provisoire par excrétion du collagène et de la fibronectine.

La réépithélialisation de l'épiderme qui se produit dans les cellules épithéliales se développe et se multiplie à travers le lit de la plaie, fournissant une couverture pour le nouveau tissu. Dans le même temps, la plaie est rendue plus petite par l'action des myo-fibroblastes, qui établit des adhérences sur les bords de la plaie et se contracte en utilisant un mécanisme similaire à celui qui est dans les muscles lisses.

(Figure 1)

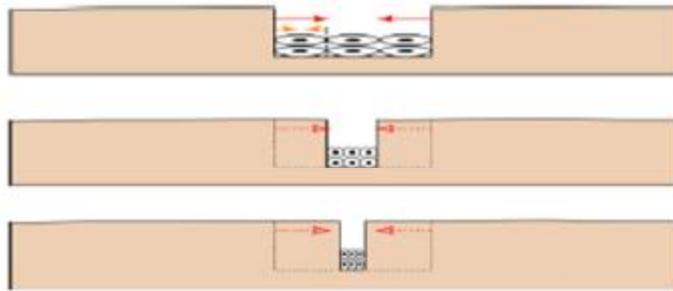


Figure 1 : 2 ème phase de Cicatrisation d'une plaie cutanée : Les myofibroblastes tendent à rapprocher les berges épithéliales.

La troisième phase de cicatrisation des plaies est la phase de maturation et de remodelage, Le collagène est remodelé et réorganisé le long des lignes de tension et les cellules qui ne sont plus nécessaires sont éliminées par apoptose. La phase de remodelage peut durer de trois semaines à deux ans.

Il est clair que les kératinocytes ont un effet significatif sur l'activité cicatrisante des fibroblastes et l'absence de la fibrose de l'épiderme dans des tissus sous-jacents ou adjacents. Les cellules épidermiques régulent l'activité des fibroblastes dermiques, en particulier les kératinocytes épidermiques qui diminuent la production de collagène et augmentent le taux de réplication de ces cellules. Par conséquent, la fermeture précoce de la plaie va diminuer la fibrose de la blessure.

Il est déjà reconnu que certains patients sont aptes à la formation de cicatrices hypertrophiques et d'autres qui ont une biologie de guérison plus agressive se traduisant par la formation de cicatrices chéloïdes. Il est donc probable que certains des patients, qui vont développer une sténose laryngo-trachéale, ont en effet une biologie de guérison plus agressive.

Afin de minimiser la formation de tissu cicatriciel et l'adhérence des plaies, avec des procédures de reconstruction ouvertes nécessitant la pose de stent, le stent

serait couvert par une greffe de peau superficielle (derme ultrapériphériques) comme un pansement biologique, cela afin d'utiliser la capacité des kératinocytes épidermiques pour réguler la fibrose et la cicatrisation.

Dans une blessure circonférentielle des voies respiratoires (illustration 4.3), la couverture de la plaie avec des kératinocytes dans un sens réplique a connue la fermeture anticipée de la plaie. Un effet secondaire indésirable de cette approche est la survenue d'un degré de kératose dans les voies aériennes où les kératinocytes ont colonisé la plaie, cela diminue par le temps.

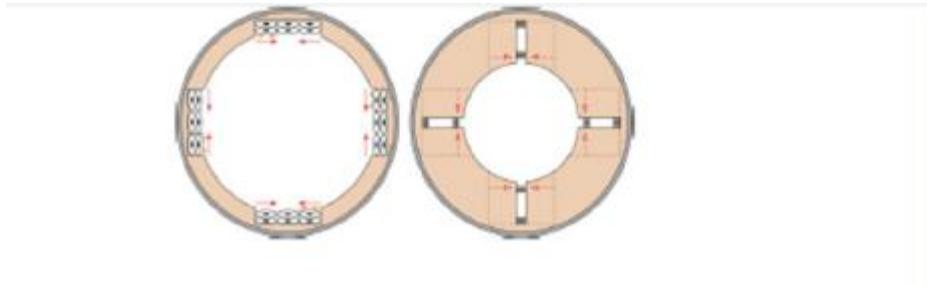


Figure 2 : Processus de réparation d'une lésion circonférentielle dans un organe avec une lumière : le processus de cicatrisation sous tension se continue en absence de berges épithéliales pour le rapprochement.

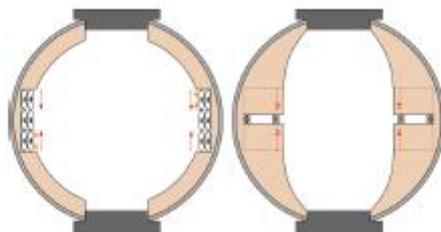


Figure 3 : Si la lésions circonférentielle des voies aériennes est séparée par un nouveau tissu, la sténose ne peut pas être produite par la cicatrisation, cela pourra expliquer les résultats satisfaisants dans le cas de remplacement des voies aérienne par greffes.

REEMPLACEMENT

TRACHEAL

Dans certains cas où les lésions sont étendues à plus de la moitié de la trachée chez l'adulte ou du tiers chez l'enfant, la résection complète pose un grand problème de reconstruction, l'anastomose directe étant impossible à effectuer, même sous couvert d'une mobilisation trachéale maximale.

Ces limites théoriques peuvent varier de manière importante avec l'âge, les caractéristiques anatomiques, le type de lésion et les traitements déjà effectués au niveau de la trachée.

En effet, la mobilisation trachéale sera beaucoup plus difficile chez le sujet âgé, en cas de lésions inflammatoires chroniques, de récurrence tumorale ou d'antécédent de radiothérapie.

La présence d'un ou plusieurs de ces facteurs et/ou d'une lésion trachéale étendue ($\geq 5-6$ cm) conduit, encore à l'heure actuelle, à un traitement palliatif impliquant une altération de la respiration, de la déglutition, de la phonation et de la vie sociale.

La fréquence des lésions trachéales traitées de façon palliative est habituellement sous-estimée ou non citée dans la plupart des séries.

Le remplacement trachéal apparaît donc indiqué dans les lésions étendues, dont le meilleur exemple est le carcinome adénoïde kystique, pour lequel la résection avec anastomose directe en zone saine est souvent irréalisable.

Pour répondre aux nombreux problèmes posés par les lésions étendues et parallèlement aux avancées chirurgicales décrites plus haut, de nombreux travaux ont tenté de trouver un substitut trachéal idéal biologique ou synthétique.

Les caractéristiques du conduit trachéal idéal semblent, aujourd'hui, bien définies :

- relative rigidité latérale et flexibilité longitudinale
- Possibilité de réépithélialisation, au mieux de type respiratoire
- biocompatibilité
- intégration aux tissus environnants avec absence d'inflammation chronique, de tissu de granulation et d'érosion
- résistance à l'infection
- absence d'utilisation d'une immunosuppression
- technique chirurgicale simple et reproductible.

Les différentes études réalisées peuvent être séparées en plusieurs groupes en fonction du type de matériau utilisé : prothèses synthétiques, allogreffes trachéales, autogreffes et tissus de synthèse.

A la lumière des considérables progrès réalisés dans le domaine de la substitution d'organes ou de tissus, le remplacement d'un segment de trachée, conduit destiné principalement au passage de l'air entre le milieu extérieur et les poumons, pouvait apparaître comme relativement simple.

Pourtant, plus de cinquante années de recherche expérimentale sur le modèle animal n'ont pas permis de résoudre les nombreux problèmes posés par le remplacement trachéal et la découverte d'un matériau idéal de substitution.

Ainsi, aucune des techniques évaluées ne permet, à ce jour, un remplacement trachéal sûr et efficace [194,195].

I. Prothèses synthétiques [194,195]

Cette première voie de recherche, la plus ancienne, s'est développée avec l'essor des substituts vasculaires. Les prothèses synthétiques les plus diverses (en

verre, métal, silicone, polyuréthane, polypropylène, polytétrafluoroéthylène...) ont été évaluées dans le cadre de la reconstruction trachéale.

Un renfort par une endoprothèse trachéale ou par des anneaux en polypropylène a été proposé pour éviter le collapsus du greffon prothétique. L'implantation de ce type de matériau sur un modèle animal ou chez l'homme a abouti, dans la plus grande majorité des cas, à la formation d'un important tissu de granulation et à une infection chronique.

Ces phénomènes ont conduit, alors, à l'absence d'épithélialisation du greffon et à l'apparition de complications majeures: obstruction trachéale, migration prothétique, hémorragie par érosion vasculaire.

Certains auteurs ont proposé, pour remédier à ses nombreux problèmes et pour augmenter la biocompatibilité des greffons, l'adjonction aux prothèses synthétiques de substances biologiques telles que le collagène ou la réalisation d'une épiplooplastie.

Le problème principal non résolu est le défaut d'intégration à la surface interne de la prothèse d'un épithélium de type respiratoire qui permettrait non seulement de protéger le matériau prothétique d'une colonisation bactérienne mais aussi de retrouver la possibilité d'une clairance mucociliaire efficace.

L'essai d'une nouvelle prothèse en titanium, poreuse autorisant l'intégration d'un tissu transprothétique apte à vasculariser la réépithélialisation en cours semblait donner expérimentalement chez le rat des résultats très encourageants à moyen terme. Mais la même étude expérimentale réalisée chez le mouton n'a pas permis de reproduire ce phénomène.

En 2011, Jungebluth *et al.* remplaçaient une carène par une prothèse en matériau nano composite ensemencée de cellules souches, en administrant en péri opératoire des facteurs de croissance cellulaires (TGFB) et hématopoïétiques (EPO, G-CSF).

L'utilisation de facteurs de croissance nous paraît particulièrement inappropriée chez un patient cancéreux ; et le recul de cinq mois insuffisant pour tirer des enseignements de cette observation.

Puis ce procédé a été utilisé pour traiter 3 cas de sténose : l'un n'était pas documenté ; et le résultat des 2 autres était médiocre : plicature de la prothèse imposant un *stenting* métallique complémentaire dès la huitième semaine ; granulomes hypertrophiques et surinfection.

Les résultats obtenus par cette voie de recherche semblaient donc suffisamment décevants pour qu'un des chercheurs, dans une revue de tous les travaux expérimentaux ayant eu lieu sur ce thème, propose son abandon, ce qui est pratiquement le cas aujourd'hui.

II. Bioprothèses [194,195]

La deuxième voie de recherche a évalué l'implantation de trachées ou d'autres tissus, prélevés sur le cadavre puis traités chimiquement (formaldéhyde, glutaraldéhyde, acétone, alcool. . .) ou physiquement (irradiation, cryopréservation).

Ces structures, souvent classées à tort dans la catégorie « allogreffes trachéales», ont fait l'objet de quelques études expérimentales ayant montré la transformation des greffons en un tissu cicatriciel non fonctionnel.

Des études cliniques plus récentes ont décrit l'utilisation de trachées cadavériques traitées par formol et conservées dans de l'acétone, avec des résultats initialement prometteurs, mais sans suite chez l'adulte et l'enfant.

Dans la plupart des cas, la réépithélialisation du greffon recouvrait un important tissu de granulation associé à une résorption cartilagineuse, cela ne permettant pas d'éviter les complications observées après implantation de prothèses synthétiques.

III. Allogreffes trachéales [194,195]

La troisième voie de recherche, explorée depuis plus de 40 ans, est celle des allogreffes trachéales.

En théorie, elle apporte d'emblée un épithélium cilié respiratoire et une structure cartilagineuse en anneaux évitant le collapsus des voies respiratoires.

En pratique, elle est néanmoins confrontée à trois difficultés majeures : la nécessité d'utiliser une immunosuppression, la conservation et surtout la revascularisation des greffons.

L'utilisation d'une immunosuppression, rendue obligatoire par la greffe d'un tissu vivant allogénique, limite les perspectives cliniques en particulier chez les malades présentant des pathologies cancéreuses.

Certains auteurs ont, cependant, montré que la cryopréservation diminuait les réactions de rejet et pouvait, ainsi, éviter l'utilisation d'une immunosuppression.

assurait une bonne conservation des allogreffes et, en particulier, du cartilage tout en autorisant une réépithélialisation à partir de la trachée native.

D'autres études, plus récentes, ont démontré, à l'inverse, qu'elle était responsable d'une détérioration du cartilage.

Enfin, certains auteurs ont proposé de traiter les greffons par des détergents ou de diminuer leur antigénicité en modifiant les solutions de préservation.

Il faut souligner, qu'en réalité, de nombreuses études classées habituellement dans le groupe des allogreffes trachéales s'apparentent plus à celui des bioprothèses, les allogreffes utilisées étant fixées (par le glutaraldéhyde, par exemple), congelées ou lyophilisées.

L'ischémie joue un rôle essentiel dans les échecs de la greffe de trachée, la vascularisation native issue des artères thyroïdiennes inférieures à l'étage cervical et sous-clavières à l'étage thoracique, étant très grêle. De plus, la transplantation trachéale diffère des autres transplantations d'organes par le fait que le greffon, implanté sans anastomose vasculaire, est soumis à une ischémie complète.

La dévascularisation trachéale et l'insuffisance de la néoangiogenèse locale après greffe aboutissent ainsi à plusieurs complications telles que l'infection et la nécrose qui engendrent une sténose prédominant au milieu du greffon.

Compte tenu des caractéristiques anatomiques, il semble impossible d'envisager la réalisation d'une allogreffe trachéale pédiculée par microsuture vasculaire directe. Certains auteurs ont proposé la transplantation d'un greffon thyro-trachéal revascularisé par anastomose des artères thyroïdiennes inférieures aux artères carotides communes, ou d'un greffon thyro trachéo-œsophagien revascularisé par l'intermédiaire d'un pédicule artériel et d'un pédicule veineux.

Ces dernières études expérimentales n'ont pas conduit à une application clinique du fait de la complexité de la procédure chirurgicale.

L'intérêt d'une épiplooplastie complémentaire, utilisée dans de nombreux modèles pour sa richesse vasculaire et son immunocompétence, reste cependant discuté compte tenu de la persistance d'une ischémie au centre du greffon.

Certaines équipes ont proposé une approche en deux temps avec la réalisation d'une transposition trachéale au sein du grand épiploon puis la transplantation de ce greffon pédiculé.

Une seule publication rapporte cette technique en clinique humaine avec la transposition d'une allogreffe au sein de l'épiploon du receveur, le second temps de l'intervention (transplantation orthotopique) n'ayant pu être néanmoins évaluée, car une simple résection anastomose de trachée a finalement été réalisée.

Certains travaux ont testé les effets sur la néoangiogenèse trachéale de l'application locale de facteurs de croissance tels que le *basic fibroblast growth factor* ou le *transforming growth factor-alpha*, avec des résultats positifs qui doivent être confirmés par d'autres études et, en particulier, sur un modèle d'allogreffe trachéale.

Les nombreux travaux réalisés ainsi que quelques tentatives chez l'homme n'ont pas conduit à une application clinique standardisée de l'allogreffe trachéale.

En 2001, a été publié le premier cas de transplantation laryngotrachéale incluant cinq anneaux trachéaux, la glande thyroïde, les glandes parathyroïdes, la partie postérieure du pharynx, les deux nerfs récurrents et les nerfs laryngés.

Le malade a progressivement récupéré les fonctions de phonation et de déglutition qui se sont maintenues malgré un épisode de rejet contrôlé par le traitement immunosuppresseur, avec un suivi de plus de 40mois. Cette publication offrait des perspectives intéressantes en matière de transplantation trachéale, mais ne pouvait intéresser que des malades atteints de pathologies bénignes pour lesquelles l'instauration d'un traitement immunosuppresseur n'était pas contre-indiquée. Il semble donc que cette voie de recherche soit en impasse du fait des

nombreuses difficultés rencontrées mais aussi de l'impossibilité de proposer une immunosuppression au long cours chez des malades ayant un cancer.

IV. Autogreffes [194,195]

En 2009, une équipe française a évalué l'utilisation d'un lambeau cutané cervical de rotation pédiculé et rigidifié par des cartilages costaux autologues sur un modèle porcin.

Un recul limité à cinq semaines seulement et l'impossibilité de réaliser ce même type de lambeau chez l'homme en raison d'une élasticité de la peau cervicale différente sont deux problèmes qui rendent encore incertaines d'éventuelles applications cliniques chez l'homme. Il faut noter, enfin, l'utilisation du péricarde ou de cartilage costal dans des techniques de trachéoplastie chez l'enfant.

Même si la solution du remplacement trachéal par une autogreffe semble, toujours, la plus séduisante, aucune de ses nombreuses recherches n'a permis la découverte du substitut trachéal autologue idéal.

V. Les tissus et organes creux autologues [194,195]

La quatrième voie de recherche a proposé l'utilisation de divers tissus autogéniques: peau, lambeau musculaire ou composite, périchondre, œsophage rigidifié par une endoprothèse provisoire, intestin revascularisé par un axe artériel et doublé par une endoprothèse provisoire.

Les résultats expérimentaux plutôt favorables des deux dernières techniques citées n'ont pas conduit, pour l'instant, à des tentatives cliniques chez l'homme. L'œsophagectomie partielle impose, en effet, une reconstruction supplémentaire et n'est pas dénuée de risques postopératoires. En outre, le diamètre de l'intestin

grêle, largement supérieur à celui de la trachée chez l'homme, est un facteur limitant de la technique proposée. La reconstruction de la trachée cervicale par un tube cutané armé par des anneaux de polypropylène a, en revanche, été réalisée dans quelques cas bien sélectionnés avant d'être complètement abandonnée.

Une méthode originale de reconstruction trachéale utilisant la bronche principale gauche dont l'extrémité distale était anastomosée à l'extrémité proximale de la résection trachéale après pneumonectomie gauche et retournement a été rapportée chez l'animal.

Les perspectives d'application clinique étaient faibles du fait de la complexité de l'intervention, de la nécessité d'une pneumonectomie gauche et de la complète dévascularisation du transplant laissant augurer de mauvais résultats. Certains auteurs ont publié des travaux intéressants concernant le remplacement expérimental de la trachée par une autogreffe trachéale prélevée 15 jours auparavant, placée au sein du grand épiploon puis transférée en bloc avec ce dernier et ses pédicules vasculaires.

Cette technique, si elle met en valeur l'intérêt de l'utilisation de l'épiploon pour améliorer les résultats de la greffe trachéale, n'est pas transposable en clinique humaine en raison de son caractère autologue. Une étude menée sur un modèle d'autotransplantation trachéale chez le mouton a montré que, contrairement aux résultats d'autres travaux cités dans le chapitre des allogreffes, l'administration locale de facteurs de croissance (*basic fibroblast growth factor*) n'augmentait pas la néo-vascularisation trachéale.

Certaines techniques de reconstruction trachéale par lambeau musculaire (radial, sterno-cléido-mastoïdien) ont fait l'objet d'applications cliniques avec des résultats encourageants.

Le lambeau fascio-cutané antebrachial

Le lambeau fascio-cutané ante brachial tubulé est plus fiable, car vascularisé par un pédicule artérioveineux anastomosable aux vaisseaux du cou (ou du médiastin). Cependant, il nécessite une structure assurant la rigidité. Etayé par une endoprothèse de soutien, il a été utilisé pour la première fois avec succès par Beldholm *et al.* après résection d'un CAK de la trachée cervicale.

Par la suite, d'autres ont construit un substitut trachéal composite basé sur ce lambeau, tapissé de muqueuse buccale et comportant un squelette cartilagineux additionnel ; ou suspendu à des anneaux synthétiques lentement résorbables (Figures 3A et B). Le lambeau fascio-cutané ante brachial a été également utilisé sous forme de patch antérieur, renforcé par du cartilage autologue ; ou par un segment externe de prothèse vasculaire, mais une fois seulement pour un remplacement circonférentiel.

Enfin, après une étude expérimentale sur un modèle porcin, Fabre *et al.* ont repris à leur compte ces expériences cliniques, en utilisant un lambeau fascio-cutané ante brachial tubulé, rigidifié par des arceaux cartilagineux confectionnés à partir de cartilages costaux autologues.

Leur série de 12 patients est hétérogène : seuls six patients ont été opérés de remplacement circonférentiel étendu, un pour des lésions de sténose, et les cinq autres pour CAK, la résection incluant deux fois la carène. Ces deux derniers patients mouraient d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë, lié à un défaut de clairance des sécrétions (taux de mortalité hospitalière : 33%). Les résultats histopathologiques étaient médiocres : 4/5 résections R1 chez les opérés de CAK. Enfin, à moyen terme, deux patients survivants sur trois gardaient une trachéostomie définitive.



Figure 1 : Prélèvement d'un lambeau fascio-cutané ante brachial avec son pédicule artério-veineux radial



Figure 2 : Constrcution d'un substitut trachéal circonférentiel à partir d'un lambeau tubulé, suspendu à des anneaux synthétiques lentement résorbables

VI. INGENIEURIE TISSULAIRE : [194,195]

La dernière voie de recherche est celle de l'ingénierie tissulaire. La reconstruction de structures telles que les cartilages du nez ou de l'oreille avait déjà été réalisée en utilisant cette nouvelle technique, mais peu d'études concernaient la reconstruction de la trachée, conduit devant comporter du cartilage et un épithélium de type respiratoire.

Les premiers essais ne visaient qu'à l'obtention d'un tissu trachéal, réimplanté en sous-cutané chez le rat, avec une absence d'analyse de la fonction de la néo-trachée comme conduit aérien.

Certains auteurs rapportaient, ensuite, la fabrication d'un court segment de trachée composite à partir de cellules nasales épithéliales et cartilagineuses prélevées chez le mouton.

Cependant, leur implantation conduisait à l'apparition d'une sténose trachéale ou d'une trachéomalacie au niveau du segment greffé et à la mort des animaux. L'implantation, sur un modèle porcin, de greffons obtenus à partir de prélèvements autologues de cartilage auriculaire semblait prometteuse, mais avec un suivi ne dépassant pas trois mois.

Une autre équipe utilisait, sur le chien, des prélèvements de muqueuse buccale, mais l'absence de suivi à long terme ne permettait pas de conclure à une réelle efficacité.

Certains proposaient, enfin, la fabrication de pièces cartilagineuses à partir de chondrocytes auriculaires cultivés sans support matriciel puis implantés ensuite in vivo en position hétérotopique abdominale dans un modèle lagomorphe, pour en étudier la viabilité et les propriétés mécaniques mais sans aucune évaluation en position trachéale.

Si la faisabilité de la technique était alors établie, les résultats des premières implantations chez l'animal restaient donc peu probants. C'est alors, qu'à la fin de l'année 2008 et contre toute attente en regard des faibles résultats expérimentaux, était publié le premier cas humain de remplacement trachéobronchique par un greffon issu de l'ingénierie tissulaire.

Il s'agissait du remplacement d'un court segment chez une malade ayant une sténose post-tuberculeuse. Un greffon trachéobronchique prélevé chez un malade en mort cérébrale était décellularisé. Des cellules épithéliales trachéales étaient prélevées sur le receveur puis cultivées et enfinensemencées sur le greffon à l'aide d'un bioréacteur. L'évolution était favorable avec une durée de suivi de quatre mois.

Le développement des techniques de culture cellulaire, notamment l'avènement des bioréacteurs, associé à une meilleure compréhension de l'interaction entre la matrice et les différents composants cellulaires d'un tissu avec leur environnement, offrent aujourd'hui de nouvelles perspectives.

Néanmoins, une application clinique dans le cadre du traitement de lésions cancéreuses est aujourd'hui encore impossible du fait de l'utilisation de cellules respiratoires du receveur et du délai d'obtention du greffon qui est de plusieurs mois. À ce jour, aucune des cinq voies de recherche n'a encore permis la découverte du substitut trachéal idéal, même si de grandes avancées ont été réalisées récemment pour résoudre les différents problèmes posés par le remplacement trachéal.

VII. Remplacement trachéal par un greffon aortique chez l'homme [194,195]

Le remplacement trachéal par autogreffe aortique était une étape purement expérimentale et n'a donc pas fait l'objet d'une évaluation clinique standardisée. En effet, il semble peu concevable d'imaginer un prélèvement aortique sur le malade lui-même pour traiter une lésion trachéale maligne étendue sans accroître la morbi-mortalité de façon importante.

Sur la base des travaux expérimentaux, quatre malades en impasse thérapeutique ont eu, à titre compassionnel, un remplacement trachéal en France à partir de 2005. Ces malades avaient des tumeurs trachéobronchiques (carcinome adénoïde kystique, $n=3$ et carcinome mucoépidermoïde, $n = 1$) étendues, radiorésistantes et chimiorésistantes, non accessibles à une chirurgie conventionnelle et dont l'évolution à court terme aurait pu être marquée par une asphyxie et un décès.

Les deux premiers remplacements ont été réalisés à partir d'un greffon d'aorte fraîche, les deux suivants à partir d'un greffon d'aorte cryopréservée. Dans les quatre cas, les lésions constatées en per opératoire étaient plus étendues que ne le laissait présager le bilan préopératoire. Outre une résection tumorale élargie et le recours à un greffon aortique pour remplacer le segment aérien manquant, le geste a comporté pour trois malades la reconstruction de la carène.

Pour deux malades, l'extension tumorale a aussi nécessité une résection du parenchyme pulmonaire. Dans tous les cas, une endoprothèse en silicone (en Y dans trois cas, cylindrique dans un cas) a été mise en place en peropératoire pour éviter le collapsus respiratoire du greffon aortique.

Une myoplastie (grand pectoral) a été utilisée pour protéger le greffon et faciliter sa revascularisation. Un protocole hospitalier de recherche clinique associant les CHU de Lille, Nice et AP—HP Avicenne a débuté en 2007 (remplacement trachéal par une allogreffe cryopréservée, essai RTA) afin de permettre une évaluation scientifique de cette innovation thérapeutique. Sont concernés par cet essai les malades ayant une tumeur trachéale maligne primitive étendue, non résécable au terme d'une éventuelle chimiothérapie néoadjuvante, sans lésion métastatique associée, n'ayant pas fait l'objet d'une radiothérapie préalable et sans comorbidité majeure associée.

Deux malades inclus ont eu un remplacement trachéal simple et sont vivants à ce jour, sans évolution de la maladie. Même s'il est encore trop tôt pour conclure (analyse en cours sur les six malades), on peut dire que la faisabilité de l'intervention chirurgicale chez l'homme a été démontrée et que la mortalité à 90 jours a été nulle mais avec une morbidité néanmoins importante (complications infectieuses, liées à l'endoprothèse, fistules entre le greffon et l'œsophage. . .).

Les quatre derniers malades sont en vie, sans évolution de la maladie, et avec une reprise d'activité à temps complet pour trois d'entre eux. Une réépithélialisation du greffon a été observée sur des biopsies superficielles.

Le problème de la survenue de fistules entre le greffon et l'œsophage a conduit à la réalisation d'une myoplastie circonférentielle chez les derniers malades, avec un bon résultat.

La question actuelle est de savoir quelles seront les possibilités d'ablation de l'endoprothèse puisque les phénomènes de régénération semblent retardés chez l'homme en ce qui concerne le cartilage, avec néanmoins une néo-trachée présente.

Comme souvent en matière d'innovation chirurgicale, une différence semble donc être notée entre l'animal et l'homme. Dans le cas présent, elle n'a finalement, rien de surprenant. Chez l'animal, les interventions consistaient en une résection de trachée saine sans dévascularisation liée au curage. De plus, les brebis et les porcs étaient en phase de croissance.

L'ensemble de ces facteurs ont permis d'obtenir une régénération trachéale en quelques mois, contrairement à ce qui est observé actuellement chez l'homme. Cependant, cette différence n'existe que dans la cinétique de régénération du cartilage puis que quatre malades sur six sont vivants à moyen terme. Il s'agit donc d'un résultat clinique encourageant, aucun autre traitement curatif ne pouvant être envisagé pour ces malades jeunes. Le retard de régénération cartilagineuse nécessite un retour au laboratoire pour trouver une solution.

MATERIEL

ET METHODES

TYPE D'ETUDE

Il s'agit d'une étude rétrospective étalée sur une période de 11 ans, entre janvier 2005 et Novembre 2015, à propos de 14 patients ayant subi une chirurgie trachéale (sténoses post-canulation et tumeurs) au sein du service de chirurgie thoracique du CHU Ibn Sina de Rabat.

1. Critères d'inclusion :

Toutes les données utilisées dans notre travail ont été recueillies à partir des dossiers des patients du service de chirurgie thoracique du CHU Ibn Sina de Rabat.

Après étude des dossiers des malades ayant été admis pour prise en charge d'une pathologie trachéale, nous avons sélectionné ceux qui ont bénéficié d'un traitement chirurgical.

2. Critères d'exclusion :

De notre étude ont été exclus :

- Les malades opérés pour des lésions trachéales dans le cadre des urgences : les plaies, les ruptures trachéales.
- Les malades ayant bénéficiés d'une trachéotomie comme relai pour une intubation orale.
- Les dossiers introuvables.

3. Mode de recueil des données :

Les données suivantes ont été consignées chez tous les patients inclus dans l'étude :

- Les données épidémiologiques ;
- Les antécédents pathologiques ;
- Les signes fonctionnels ;
- les données endoscopiques ;
- Les données des examens d'imagerie ;
- Le type d'intervention chirurgicale ;
- L'évolution ;

RESULTATS

TABLEAUX RECAPITULATIFS DES RESULTATS

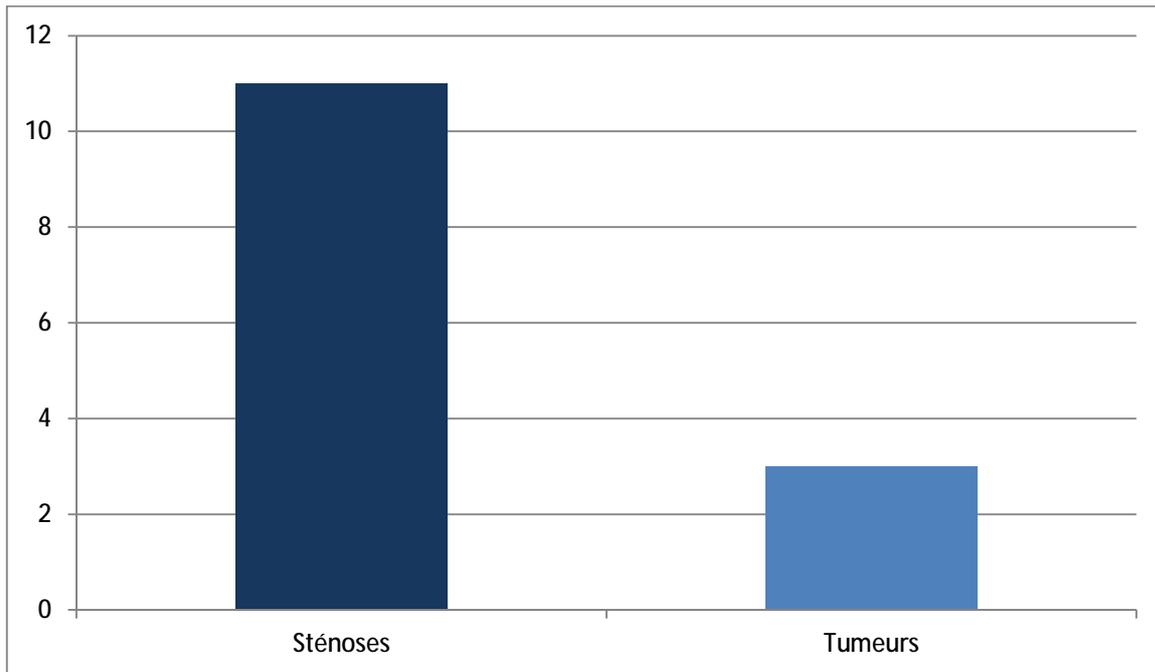
Patient	Année	Age	Sexe	ATCD	Indication int/Trac	Durée in/tr (mois)	Espace Libre(mois)	Clinique	CARACTERISTIQUES					
									Type	Caractère	Localis / CV(cm)	DE	LA	FIBROSCOPIE
											Hauteur(cm)	Red lumiere %	Siège(1/3)	
1	2015	24	M		Polytraum	1	4	Dyspnée+Stridor	complexe	Aspect inflammatoire et granulomateux	7	4	70	MOY
2	2015	17	M		Tetanos	24	2	Dyspnée	simple		6	1	50	MOY
3	2015	35	M	Tabagisme	Neuropaludsime	-	-	Dyspnée+Wheez	Pseudo-glottique		2	2	60	SUP
4	2015	20	F	Obésité	TDC sur Intoxic	-	2	Dyspnée+Wheez	complexe		3	2	70	SUP
5	2014	19	M		Polytraum	-	-	D+W+Stridor+SDLR+dysphonie	complexe		3	2	90	SUP
6	2014	28	F		Trauma abdo	6	-	D+W+Stridor	complexe		2,5	3	70	SUP
7	2011	36	F	Asthme	Asthme Aigu Grave	-	--	Dyspnée+Toux	simple		2	3	50	SUP
8	2010	18	F	Diabete	Trauma Cranien	-	-	D+W+Stridor+dysphonie	complexe		6	4	80	MOY
9	2008	16	M		Trauma Cranien	1	-	D+W+Stridor+dysphonie	complexe		6	1	90	MOY
10	2008	24	F	Obésité	Cholécystite	-	2	Dyspnée	Simple		10	2	50	INF
11	2005	25	M	Tabagisme	Trauma Cranien	1	-	Dyspnée+Wheez	complexe		2	3	60	SUP

Patient	Voie abord	Etendu de résection(cm)	Type anastomose	Date Extub(Jr)	Date Realiment(Jr)	Complications	Evolution
1	Cervicosternotomie en T	4	Tracheo-tracheale	Sur table	J1	EP à j7/Déhiscence sut+ ESC + Pneumomédiastin à j10	
2	Cervicosternotomie en T	2	Tracheo-tracheale	Sur table	J1		
3	Kocher	2,5	Crico-tracheale	Sur table	J1		
4	Kocher	3	Tracheo-tracheale	Sur table	J1		
5	Kocher	3	Tracheo-tracheale	Sur table	J1		
6	Kocher	3,5	Crico-tracheale	Sur table	J1		Récidive à 3mois->dilatation->récidive apres 2 mois ->tracheotomie definitive
7	Cervicosternotomie en T	3,5	Crico-tracheale	Sur table	J1		
8	Cervicosternotomie en T	4	Tracheo-tracheale	1	J1	Décès par hémprriage/Erosion du TABC	
9	Cervicosternotomie Vert	2	Tracheo-tracheale	Sur table	J1		
10	Cervicosternotomie en T	3	Tracheo-tracheale	Sur table	J1		
11	Kocher	4	Crico-tracheale	Sur table	J1		

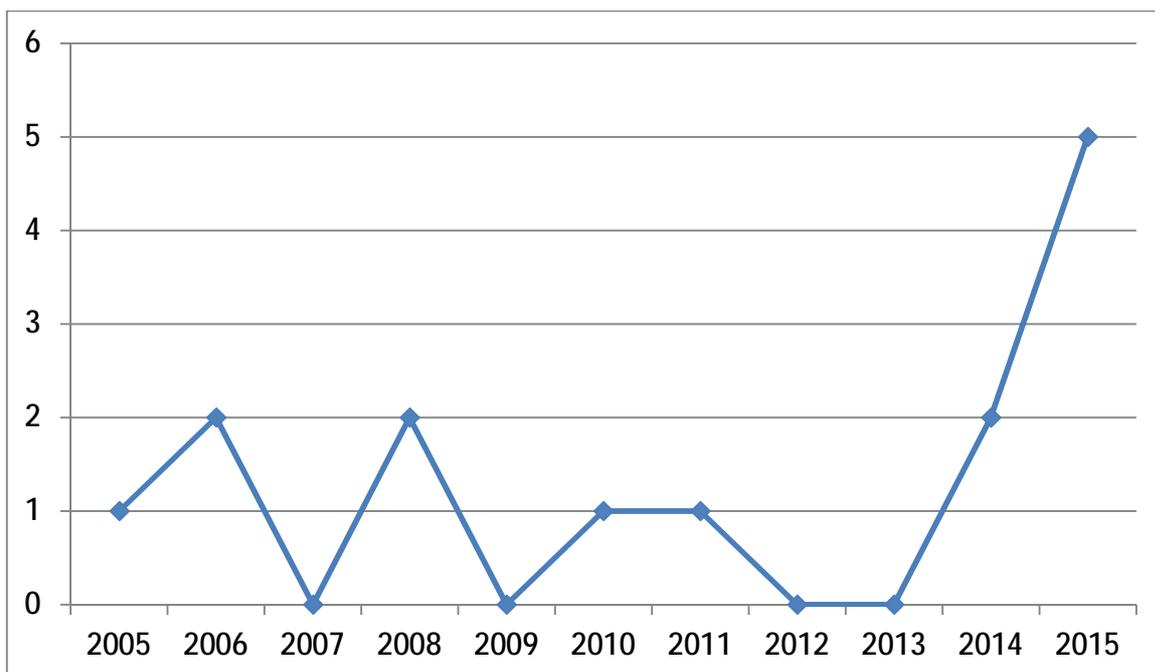
Année	Age	Sexe	ATCD	Clinique	EXPLORATIONS					CHIRURGIE	ANAPATH	Evolution		
					Radio thorax	TDM thoracique	Fibroscopie						Voie abord	Geste
							Caractère	Etendu (cm)	Réduction lumière (%)	Siège(1/3)				
2015	45	F		Dyspnée+Toux incessante +Hémoptysie	rétrécissement de la lumière trachéale	Processus tissulaire à la paroi postéroLAT DRT de trachée à hauteur C5C6 bourgeonnant dans lumière/ Pas d'ADP cervicale	bourgeon rouge lisse	2,5	80	SUP	Cervicosternotomie en T	Résection anastomose T-T à ras du cricoïde +Isthmobectomie droite de la thyroïde	Tm Carcinoïde	simple après 1 an
2006	14	F	Tm Myofibroblastique inflammatoire=> Exerese par laser il y a 2 ans	Detresse respiratoire +Expectorations mucopurulentes +AEG	RAS	masse bourgeonnante dans la lumière trachéale bien limitée réhaussé par PDC, , trachée, hauteur 37mm, 16 mm au dessus carène	Sessile	3,5	70	INF+Carène	Thoracotomie Posterolat DRTE par 4 EIC	L'exploration est à l'origine d'un détachement non contrôlé d'une petite tumeur pédiculée qui va migrer vers le poumon gauche après manipulation. Fermeture de la trachée et de la thoracotomie droite Thoracotomie postéroLAT Gche par 5 EIC L'exploration trouve une atéléctasie du lobe Inf Gche Lobectomie inférieur Gche qui va permettre l'extraction de la tumeur qui obstrue complètement la bronche lobaire inférieure	Tm Myofibroblastique Inflammatoire	Simple après 2 ans
2006	26	H	Tabagique chronique 10PA	Dyspnée +Hémoptysie	Opacité dense homogène se confondant avec la paroi trachéale	Tm avec partie externe de 2cm se développe au contact de l'œsophage sans l'envahir	Surface lisse+ Sessile	2,5	80	INF	Thoracotomie Posterolat DRTE par 4 EIC	Résection anastomose T-T	Cylindrome	simple après 1 an

1-EFFECTIF : [Graphique 1]

Pendant la période de notre étude, Le nombre de malades ayant bénéficié d'une chirurgie trachéale était de 14 cas, dont 11 opérés pour sténose trachéale, et trois pour tumeur trachéale.



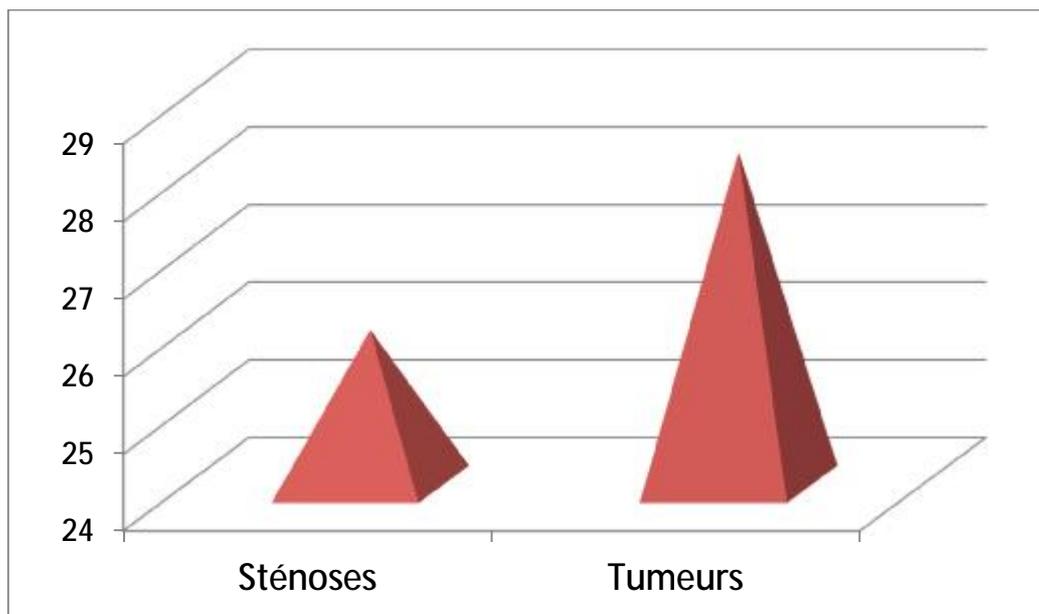
Graphique 1 : Effectif des malades.



Graphique 2 : Nombre de malades opérés pour chirurgie trachéale par an

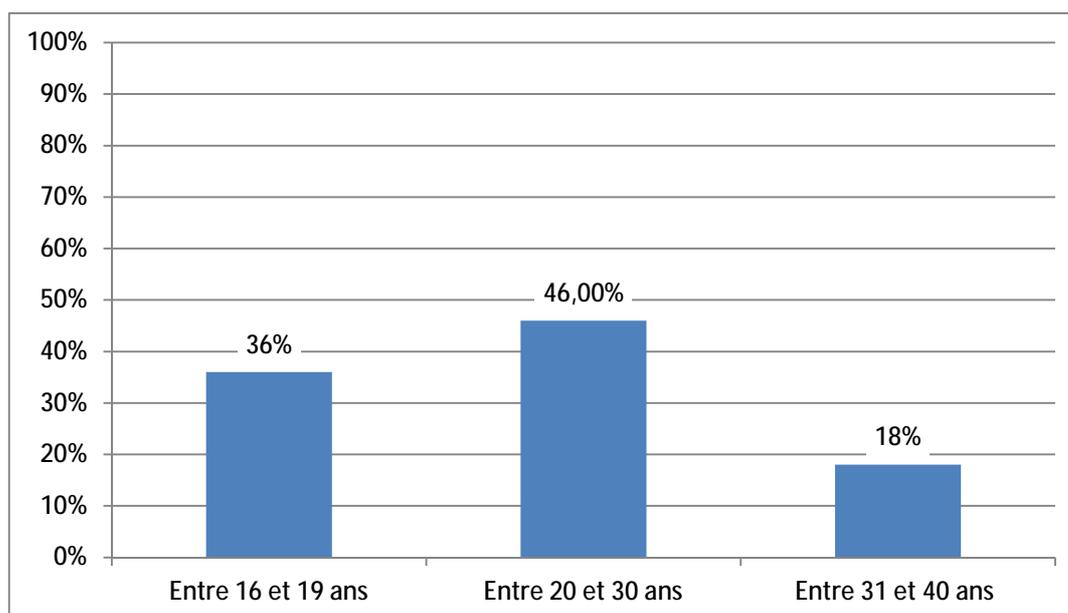
2- L'AGE [Graphique 3] :

L'âge moyen de nos patients a été de 27,1 ans avec des extrêmes allant de 14 à 50 ans, L'âge moyen de ceux opérés pour une sténose trachéale a été de 26 ans (Extrêmes de 16 à 36 ans) et ceux pour une tumeur trachéale a été de 28,3 ans (Extrêmes de 14 à 45 ans).



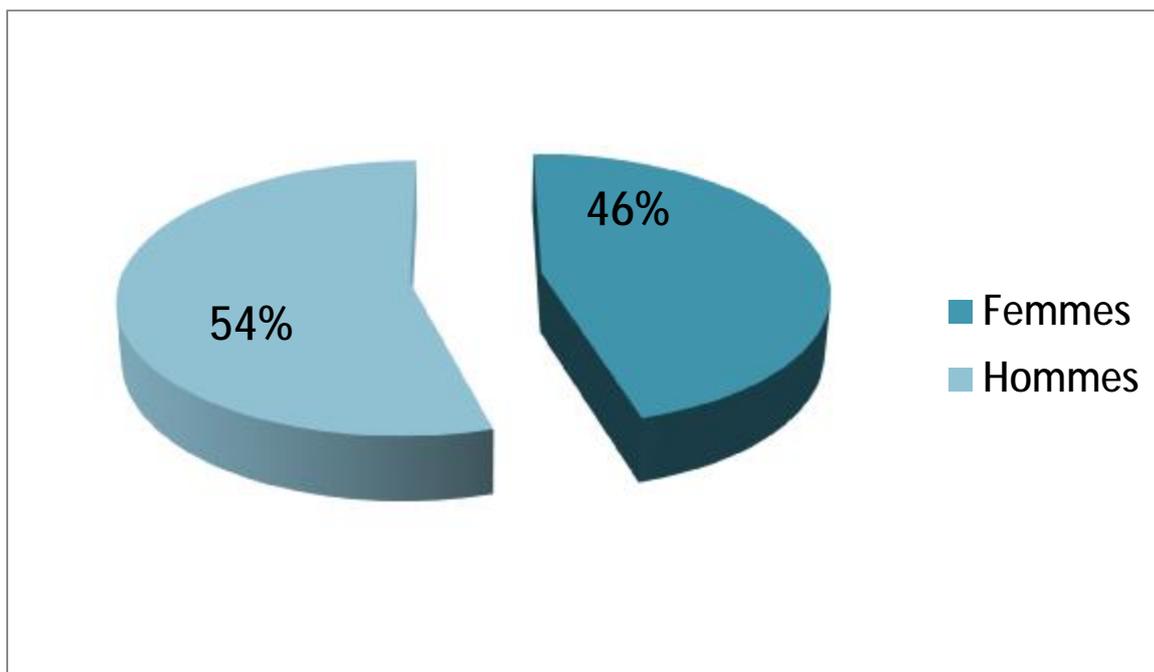
Graphique 3 : Âge moyen des malades selon la pathologie.

Répartition des malades avec sténose trachéale en fonction des tranches d'âge

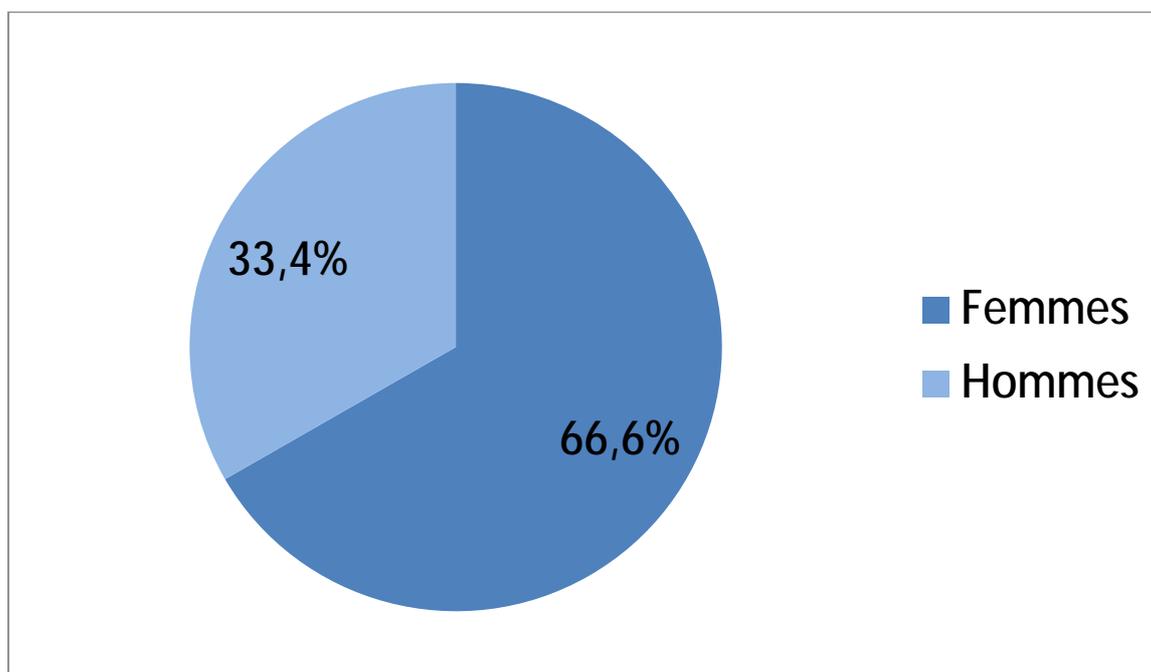


3-SEXE [Graphique 4,5] :

- ∅ Notre étude a montré une égalité du nombre de patients par sexe.
- ∅ Pour les sténoses : l'étude comporte 6 hommes contre 5 femmes.
- ∅ Pour les tumeurs : Il y a une prédominance féminine, un sexe ratio de 1/2.



Graphique 4 : Répartition des malades avec sténose selon le sexe



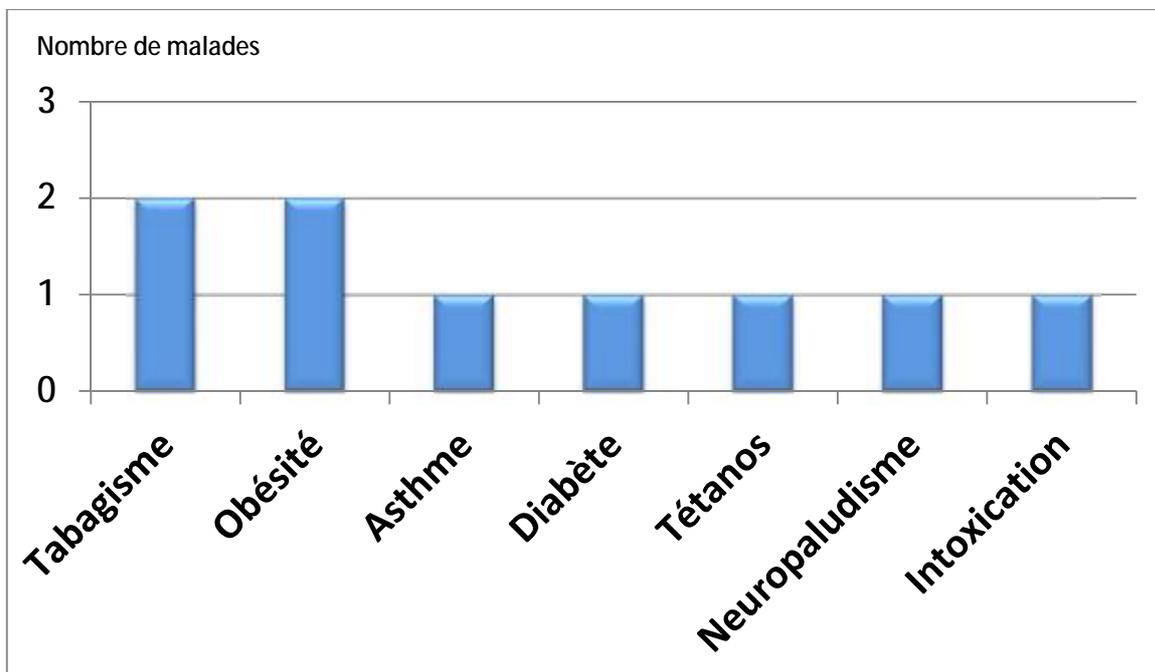
Graphique 5 : Répartition des malades avec tumeur trachéale selon le sexe

4- ANTECEDENTS PATHOLOGIQUES :

4-1 Malades avec sténose trachéale :

4-1-1 Antécédents Médicaux : [Graphique 6]

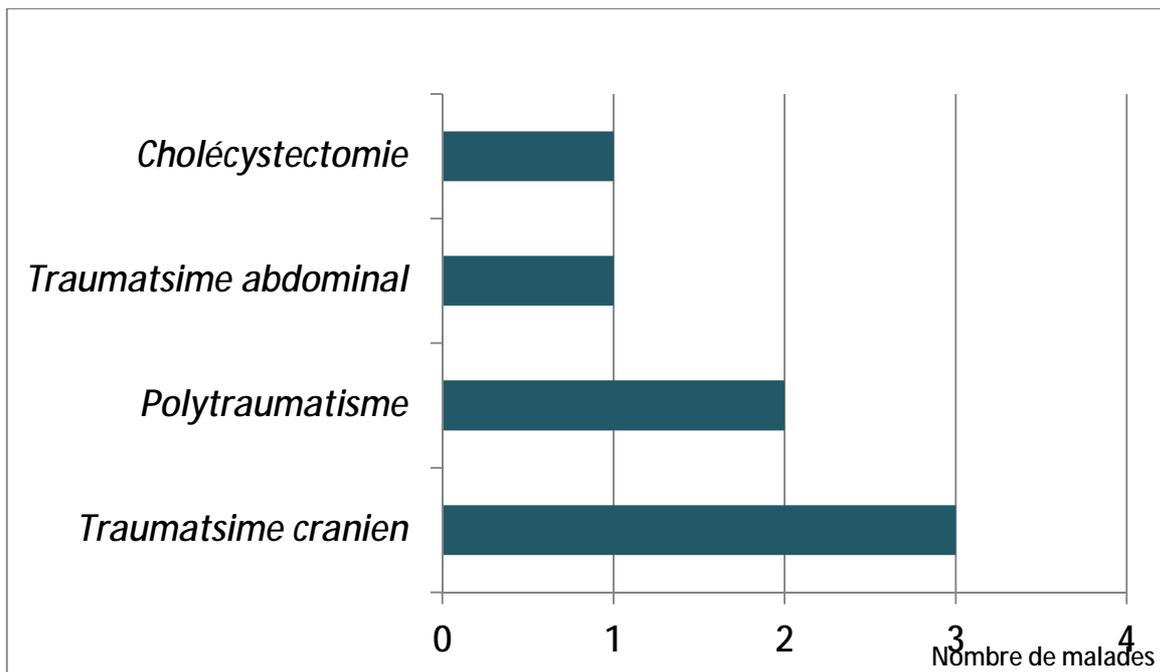
- Ø 2 Malades ont été des tabagiques chroniques (18%).
- Ø L'obésité : définie par un index masse-corporelle (IMC) > 30kg/m² a été retrouvée chez 2 malades (18%).
- Ø Un malade avait un asthme mal suivi (9%).
- Ø Le Diabète : On a retrouvé un diabète type II chez un seul malade.
- Ø Un malade a été suivi pour tétanos, un autre pour un neuropaludisme et une malade a été intoxiqué dans le but d'une autolyse.



Graphique 6 : Antécédents médicaux modifiables.

4-1-2 Antécédents chirurgicaux : [Graphique 7]

- ∅ Trois malades avaient un antécédent de traumatisme crânien.
- ∅ Deux malades ont été pris en charge pour un polytraumatisme.
- ∅ Un malade a été opéré pour un traumatisme abdominal et une patiente a été cholécystectomisé.



Graphique 7 : Antécédents chirurgicaux

4-1-3 Histoire de la sténose :

4-1-3-1 Origine de la sténose :

- ∅ trois malades avaient des antécédents d'intubation seule soit 27,2 % des cas, un seul malade à un antécédent de trachéotomie seul soit 9,1 % des malades.
- ∅ La succession intubation-trachéotomie a été notée chez 7 patients (63,7%).
- ∅ L'intubation était oro-trachéale dans 100% des cas.

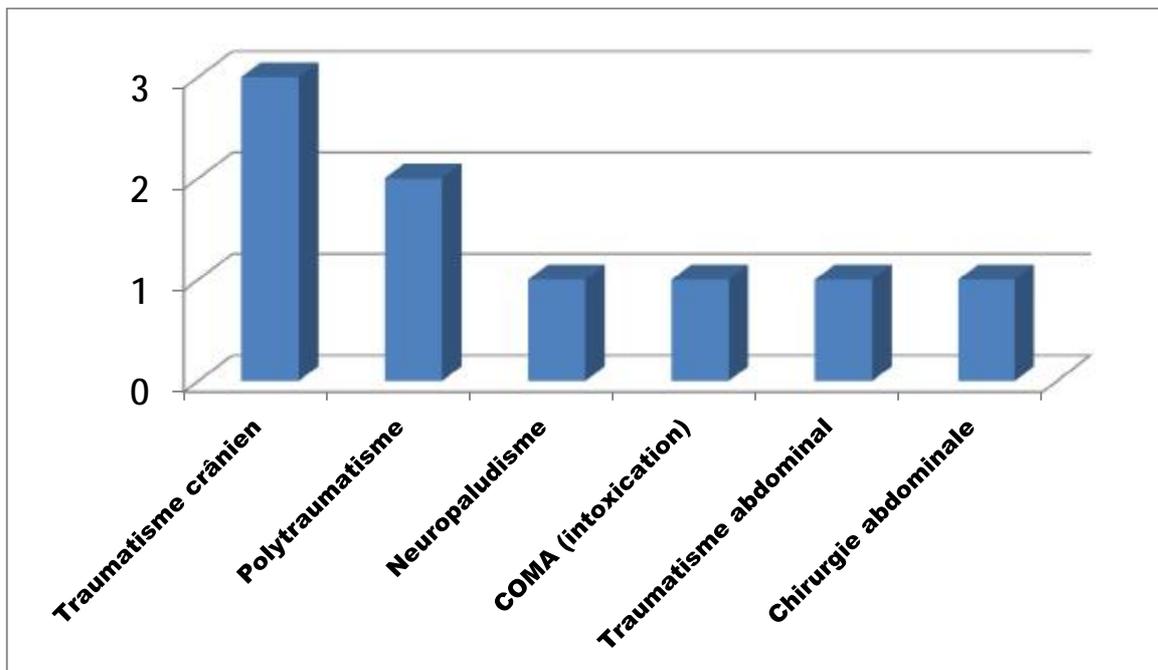
TABLEAU 1 : Nombre de malades selon l'origine de la sténose

	Intubation seule	Trachéotomie seule	Succession intubation-trachéotomie
Nombre de malades	3	1	7

4-1-3-2 Indication de l'intubation et de la trachéotomie:

Elle est représentée selon le tableau suivant [Tableau 2] :

	Indications	Nombre de malades
Intubation	Traumatisme crânien	3
	Polytraumatisme	2
	Neuropaludisme	1
	COMA (intoxication)	1
	Traumatisme abdominal	1
	Chirurgie abdominale	1
	Asthme aigu grave	1
Trachéotomie	Tétanos	1



Graphique 8 : Indications de l'intubation selon le nombre de malades

4-1-3-3 Durée de l'intubation et de la trachéotomie :

- ∅ Dans notre série, la durée moyenne d'intubation est de 67,5 jours, avec des extrêmes allant de 30 à 120 jours.
- ∅ La durée de la trachéotomie était de 24 mois.

4-1-3-4 Délai d'apparition de la sténose après l'assistance ventilatoire :

- ∅ L'espace libre entre l'arrêt de la ventilation assisté et l'apparition de la sténose variait de 60 à 120 jours avec une moyenne de 80 jours.
- ∅ La sténose chez le patient trachéotomisé est apparue après 60 jours.

4-2 Malades avec tumeur trachéale :

4-2-1 Antécédents pathologiques :

- ∅ Une malade avait un antécédent de tumeur trachéale myofibroblastique inflammatoire ayant bénéficié d'une exérèse endoscopique.
- ∅ Un malade avait un tabagisme chronique.

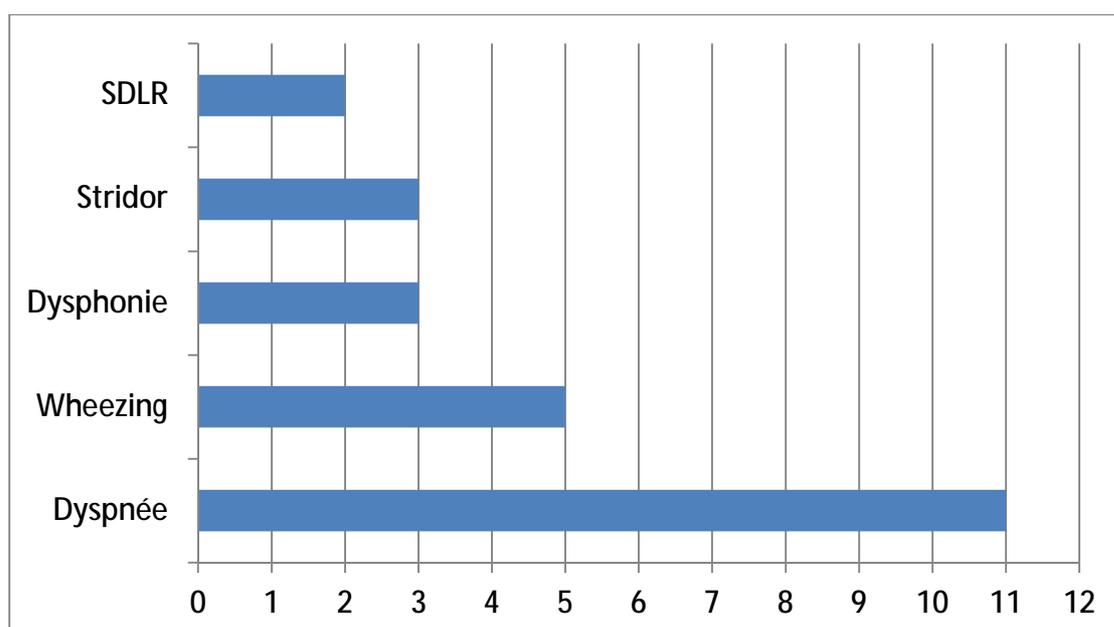
5- ASPECT CLINIQUE :

5-1 Malades avec sténose trachéale :

- Ø La totalité des malades présentait une dyspnée comme signe fonctionnel (100 %).
- Ø 5 malades présentaient un wheezing soit 45 % des cas.
- Ø 3 malades avaient une dysphonie associée soit 27 % des cas.
- Ø 3 autres malades présentaient un stridor (27 % des cas).
- Ø Des signes de lutte respiratoire ont été retrouvés chez 2 malades.
- Ø Les différents signes cliniques de nos patients sont représentés selon le tableau suivant [Tableau 4] :

Tableau 3 : Signes cliniques des malades avec sténose

Signes Cliniques	Nombre de malades	Pourcentage
Dyspnée	11	100 %
Wheezing	5	45 %
Dysphonie	3	27 %
Stridor	3	27 %
Signes de lutte respiratoire	2	18 %

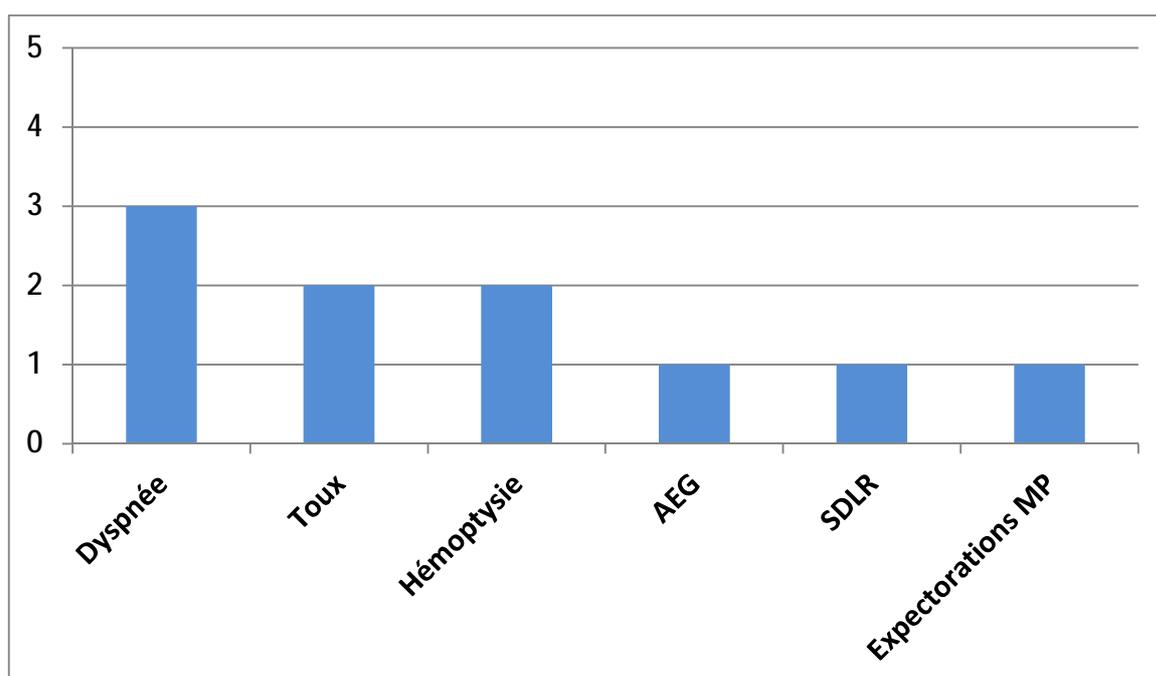


Graphique 9 : Signes cliniques selon le nombre de malades avec sténose

5-2 Malades avec tumeur trachéale :

- ∅ La dyspnée était le motif le plus fréquent de nos malades (100 % des cas).
- ∅ La toux a été retrouvée chez deux malades soit (66 %).
- ∅ 2 malades avaient une hémoptysie soit (66 %).
- ∅ Chacun des symptômes était retrouvé chez un seul malade : les signes de lutte respiratoire, les expectorations muco-purulentes et l'AEG (33 %).
- ∅ La symptomatologie clinique des patients porteurs d'une tumeur trachéale est représentée dans le tableau ci-dessous [Tableau 4] :

Symptômes	Nombre de malades
Dyspnée	3
Toux	2
Hémoptysie	2
AEG	1
Signes de lutte respiratoires	1
Expectorations mucopurulentes	1



Graphique 10 : Signes cliniques selon le nombre de malades avec tumeur

6-BILAN PARACLINIQUE :

6-1 Malades avec sténose trachéale :

6-1-1 Radiographie thoracique :

∅ Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie thoracique au minimum de face, elle n'a pu mettre en évidence la sténose que dans quatre cas (36%) qui apparaissent sous forme d'un rétrécissement de la clarté trachéale.

6-1-2 Fibroscopie :

6-1-2-1 Types de sténose :

∅ Dans la plupart des sténoses, il existe une destruction de la charpente cartilagineuse avec développement d'une ostéomalacie.

∅ 7 malades avaient une sténose complexe soit 64 % des cas.

∅ 3 malades présentaient une sténose simple soit 27 % des cas.

∅ Le type pseudo-glottique a été retrouvé chez un seul malade.

∅ Les différents types de sténoses sont représentés selon le tableau suivant [Tableau 5] :

Tableau 6 : Types de sténoses

Type de la sténose	Nombre de malades	Pourcentage
Simple	3	27 %
Complexe	7	64 %
Pseudoglotique	1	9 %

6-1-2-2 Aspects fibroscopiques des sténoses [Tableau 6] :

∅ La fibroscopie a révélé que l'ensemble de nos malades ont un aspect inflammatoire et granulomateux des lésions.

6-1-2-3 Localisation des sténoses par rapport aux cordes vocales :

∅ La localisation par rapport aux cordes vocales était en moyenne de 4,5 cm avec un minimum de 2 cm et un maximum de 10 cm par rapport au plan glottique.

6-1-2-4 Réduction de la lumière trachéale :

∅ La réduction du diamètre de la lumière trachéale était en moyenne de 67 % avec des extrêmes de 50 à 90 %.

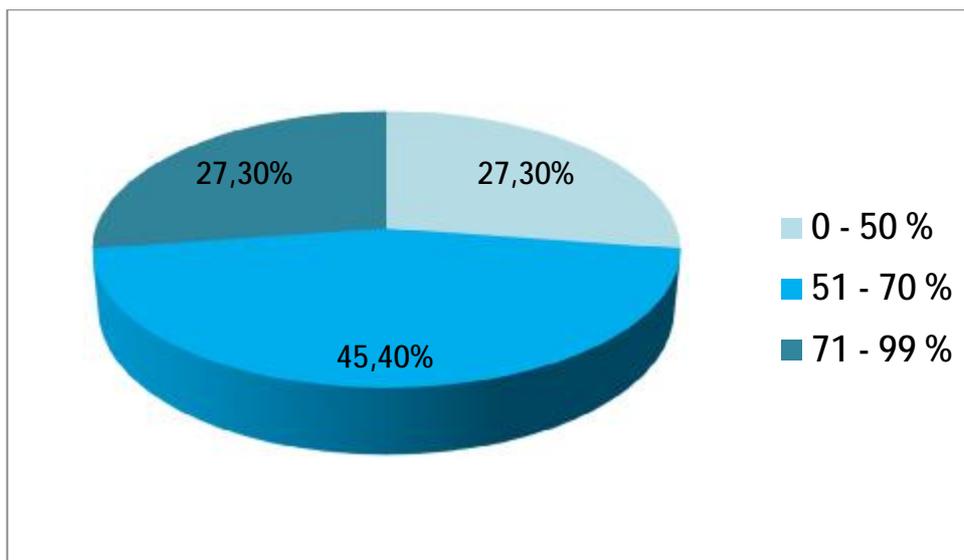
∅ On peut classer nos résultats selon le tableau suivant [Tableau 7] :

∅ De 0-50% : un effectif de 3 malades soit 27,3 %.

∅ De 51-70% : un effectif de 5 malades soit 45,5%.

∅ De 71-99% : un effectif de 3 malades soit 27,3 %.

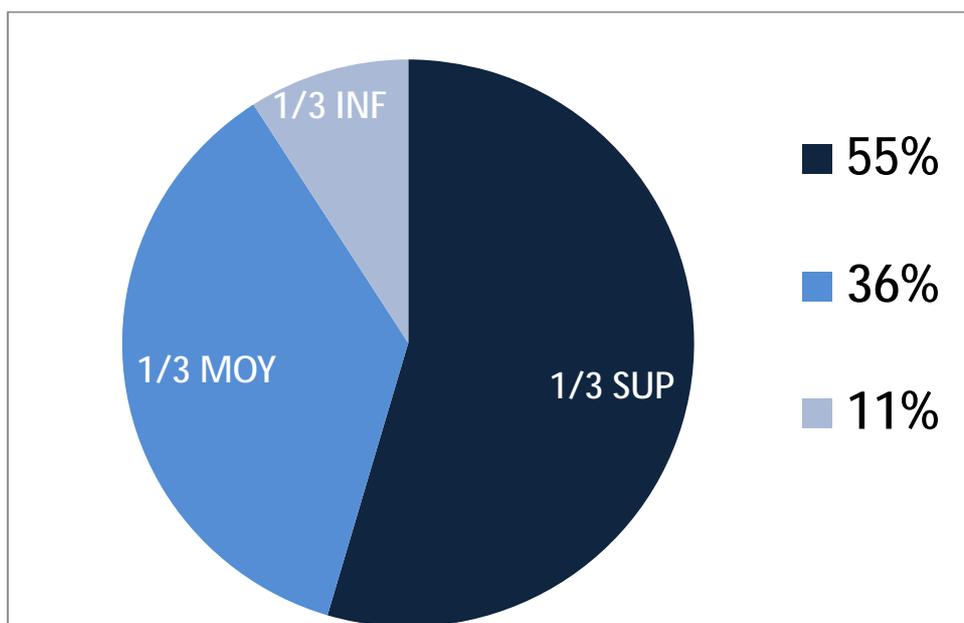
Réduction du calibre	Nombre de malades	Pourcentage
0 - 50 %	3	27,3 %
51- 70 %	5	45,5 %
71 - 99%	3	27,3 %



Graphique 11 : Répartition des malades selon la réduction du calibre

6-1-2-5 Siège de la sténose trachéale [Graphique 12] :

- ∅ Le nombre de malades avec une sténose qui se situe au tiers supérieur est de 6.
- ∅ Le nombre de ceux avec une sténose au tiers moyen est de 4.
- ∅ Tandis que le siège inférieur est retrouvé chez un seul cas.



Graphique 12 : Répartition des malades selon le siège de la sténose

6-1-2-6 hauteur de la sténose :

- Ø La hauteur moyenne des sténoses est de 2,45 cm avec des extrêmes de 1 à 4 cm.

6-1-3 Tomodensitométrie :

- Ø La TDM a été réalisée chez tous nos malades.
- Ø Elle a mis en évidence un épaissement pariétal localisé de degré variable chez l'ensemble des malades avec précision des différentes caractéristiques : Mensurations, situation,

6-2 Malades avec tumeur trachéale :

6-2-1 Radiographie thoracique :

- Ø Elle a montrée un rétrécissement de la lumière trachéale chez 1 malade, une opacité dense homogène se confondant avec la paroi trachéale chez un autre.
- Ø Tandis qu'elle a été non concluante chez 1 malade.

6-2-2 Tomodensitométrie :

- Ø Les caractères scannographiques peuvent être élucidés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Caractère scannographique des tumeurs

Malade	Type	Caractère scannographique
1	Tumeur carcinoïde	Processus tissulaire au niveau de la paroi postéro-latérale droite, à la hauteur de C5, C6 bourgeonnant dans la lumière.
2	Tumeur Myofibroblastique inflammatoire	Masse bourgeonnante au niveau la lumière trachéale bien limitée, et rehaussé par PDC de façon hétérogène.
3	Carcinome adénoïde kystique	Masse avec développement extramural de 2 cm au contact de l'œsophage sans l'envahir

6-2-3 Données de la fibroscopie :

La fibroscopie trachéobronchique s'avère indispensable, elle permet de faire le diagnostic, de prendre les mensurations de la sténose, et d'en déterminer l'aspect macroscopique (inflammatoire ou non) et éventuellement d'en faire une biopsie. Le diagnostic n'étant pas toujours facile, la relecture auprès d'anatomopathologistes spécialisés est recommandée.

6-2-3-1 Aspect fibroscopique :

∅ les différents aspects fibroscopiques peuvent être résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9 : Caractère fibroscopique des tumeurs

Malade	Type	Aspect fibroscopique
1	Tumeur carcinoïde	Bourgeon rouge lisse
2	Tumeur myofibroblastique inflammatoire	Lésion sessile
3	Carcinome adénoïde kystique	Lésion sessile avec une surface lisse

6-2-3-2 Etendu des tumeurs :

∅ les lésions tumorales sont étendues en moyenne sur 3 cm avec des extrêmes de 2,5 à 3,5 cm.

6-2-3-3 Réduction de la lumière trachéale :

∅ Dans notre étude, vu que le diagnostic est réalisé tardivement, les tumeurs sont alors à un stade avancé de leur développement, cela explique le niveau très serré de la réduction de la lumière.

∅ La moyenne était de 76,7% avec des extrêmes de 70 à 80%.

6-2-3-4 Siège des lésions :

∅ Peut être exprimé dans le tableau suivant [Tableau 10] :

Malade	Siège	Type
1	1/3 Supérieur	Tumeur carcinoïde
2	1/3 Inferieur+carène	Tumeur Myofibroblastique inflammatoire
3	1/3 Inferieur	Carcinome adénoïde kystique

7-TRAITEMENT :

7-1 Traitement médical :

- Ø L'ensemble des malades ont bénéficié d'un traitement médical à base de corticothérapie orale de courte durée.
- Ø L'antibiothérapie a été réservée pour les malades avec des signes d'infection (expectorations purulentes...).
- Ø Oxygénothérapie

7-2 Traitement chirurgical :

7-2-1 Bilan préopératoire :

7-2-1-1 Examen ORL :

- Ø Un examen ORL complet avec nasofibroscopie a été réalisé chez l'ensemble de nos malades.

7-2-1-2 Explorations fonctionnelles respiratoires :

7-2-1-2-1 En de cas de sténoses :

- Ø La spirométrie a été réalisée chez trois malades (non trachéotomisés), avec un pourcentage de (27 % des cas).

7-2-1-2-2 En de cas de tumeurs :

- Ø La spirométrie a été réalisée chez un seul malade (25%% des cas).
Dans tous les cas, il s'agissait d'un syndrome obstructif.

7-2-1-3 Autres paramètres de la préparation préopératoire :

7-2-1-3-1 Sevrage tabagique :

- Ø Le sevrage tabagique absolu a été indiqué chez tous nos patients tabagiques.

7-2-1-3-2 Kinésithérapie respiratoire :

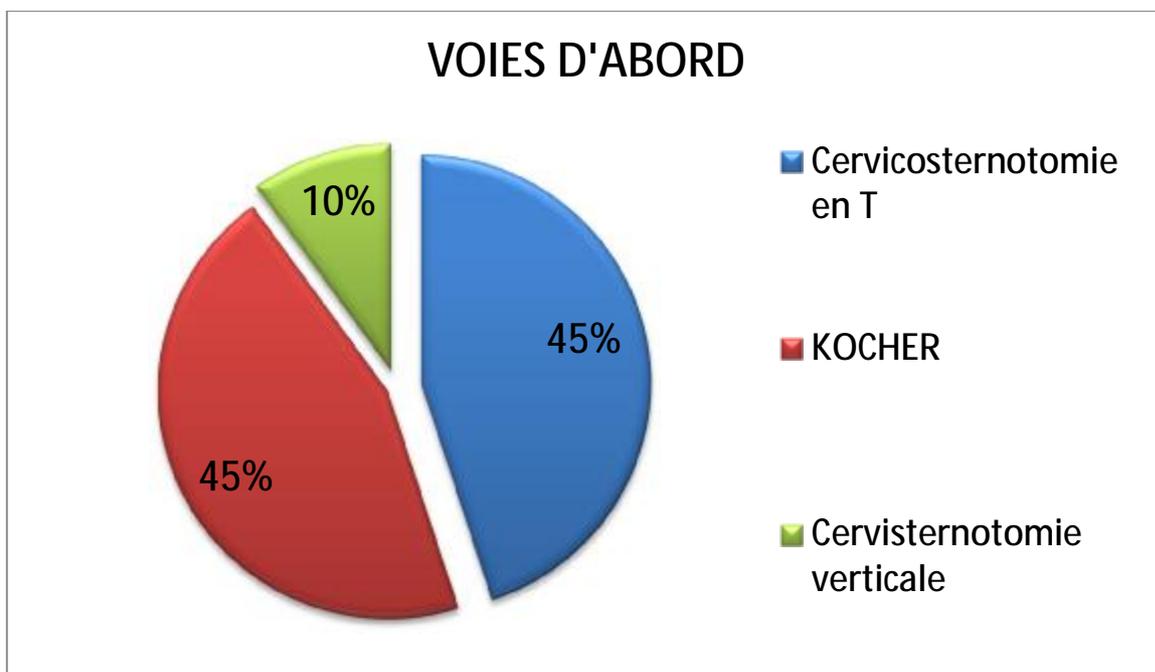
- ∅ Les quatre patients ayant des anomalies à l'EFR ont bénéficié d'une kinésithérapie respiratoire.

Le bilan préopératoire est complété par le bilan pré anesthésique classique :
Numération formule sanguine, Ionogramme sanguin et taux de prothrombine.

7-2-2 voies d'abord :

7-2-2-1 Sténoses :

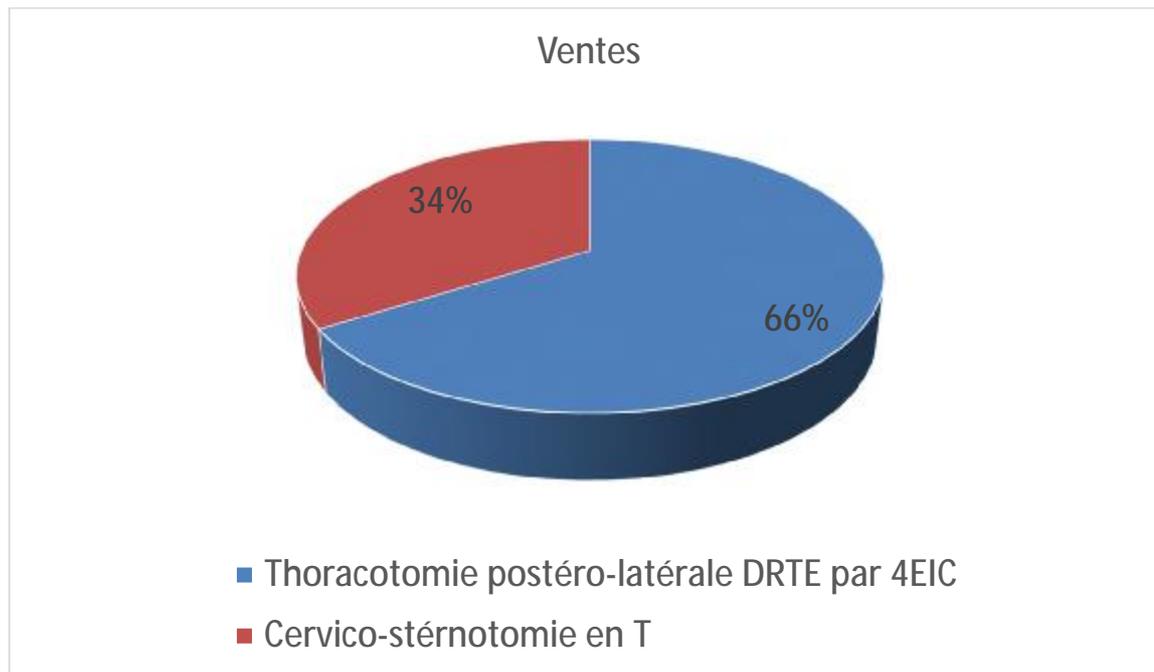
- ∅ L'incision cervicale horizontale type KOCHER a été utilisée chez 5 malades soit 45 % des cas.
- ∅ La Cervicosternotomie en T a été utilisée chez un effectif de 5 malades soit 45 % des cas.
- ∅ Une cervicosternotomie verticale a été réalisée chez un seul malade (10%des cas)



Graphique 13 : les voies d'abord chez les malades avec sténose

7-2-2-2 Tumeurs :

- Ø La thoracotomie postéro-latérale droite par le 4^e espace intercostal a été réalisée chez deux malades.
- Ø La Cervicosternotomie en T a été utilisée chez 1 malade.



Graphique 14 : les voies d'abord chez les malades avec les tumeurs

7-2-3 Technique chirurgicale :

- Ø L'ensemble de nos malades a bénéficié d'une résection avec anastomose termino-terminale

7-2-3-1 Etendu de la résection :

7-2-3-1-1 Malades avec sténose trachéale :

- Ø L'étendu moyen de la portion réséquée est de 3.1 cm avec des extrêmes de 2 à 4 cm.
- Ø La répartition de l'étendu de la portion réséquée selon les malades est la suivante : [Tableau 11]

Etendu de la portion Réséquée (en cm)	Nombre de malades	Pourcentage
4	3	27,3 %
3	3	27,3 %
3,5	2	18,2 %
2,5	1	9,1 %
2	2	18,2 %

7-2-3-1-2 Malades avec tumeur trachéale :

- Ø L'étendu moyen de la portion réséquée est de 3,34 cm avec des extrêmes de 3 à 4 cm.

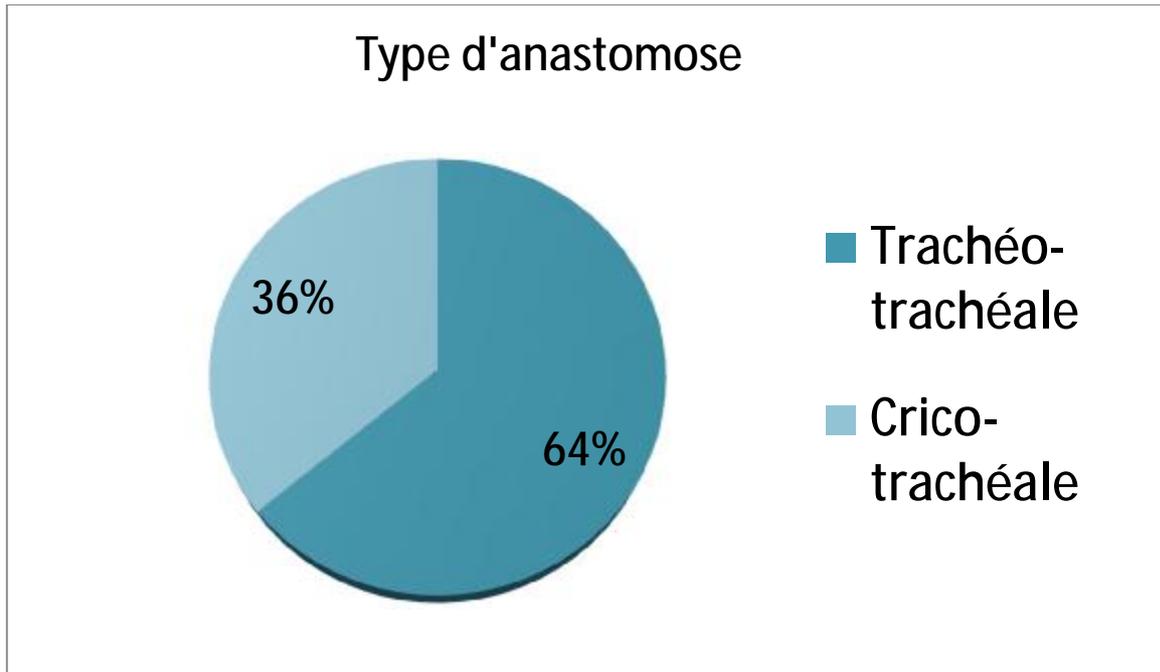
7-2-3-2 Les techniques de mobilisation :

- Ø Les techniques de mobilisation utilisées été la dissection et la libération de la trachée du larynx à la carène.
- Ø Elles ont été utilisées chez les cas avec une résection d'une portion supérieure à 3 cm de longueur.

7-2-3-3 Type d'anastomose :

✓ Sténoses :

- Ø L'anastomose a été trachéo-trachéale dans 7 cas soit 64 %.
- Ø L'anastomose crico-trachéale a été employée à 4 reprises soit 36 %.
- Ø Les sutures ont été réalisées dans tous les cas par :
 - Le plan postérieur en surjet par du vicryl 4/0
 - Le plan antérieur en points séparés par du vicryl 3/0



Graphique 15 : Type d'anastomose

▼ Tumeurs :

∅ L'anastomose a été trachéo-trachéale dans tous les cas.

7-2-3-4 Gestes chirurgicaux associés :

- Une isthmo-lobectomie thyroïdienne droite a été effectuée chez le patient avec la tumeur carcinoïde suite à la découverte d'un nodule thyroïdien.
- Une lobectomie pulmonaire inférieure gauche a été réalisée chez la patiente avec la tumeur myofibroblastique inflammatoire suite à une atélectasie secondaire à la migration d'une partie de la tumeur vers le poumon gauche après manipulation.
- Le curage ganglionnaire n'a pas été effectué chez aucun des malades porteurs de tumeurs vu que les ganglions lymphatiques ont été libres.

7-2-3-5 Type de ventilation :

- Ø Toutes les interventions ont eu lieu sous anesthésie générale, avec intubation trachéale.
- Ø Pendant le temps de résection trachéale et d'anastomose, la ventilation du bout trachéal inférieur était assurée par l'intubation du bout inférieur à travers le champ opératoire chez l'ensemble de nos malades.

7-2-4 Résultats anatomopathologiques :

Patient 1 : Tumeur carcinoïde :

Pièce de résection trachéale

Le prélèvement siège d'une prolifération tumorale d'aspect endocrinoïde bien limitée, faite de cordons et de travées épaisses séparées par des septa fibreux richement vascularisés. Les cellules tumorales principales sont arrondies ou polygonales, à cytoplasme abondant éosinophile granuleux, centré par un noyau d'aspect pléomorphe, sans image de mitoses. Le stroma est grêle, d'aspect vasculaire.

La paroi trachéale est tapissée par une muqueuse de type respiratoire régulière, présentant par endroit une métaplasie malpighienne. La sous-muqueuse et le cartilage sont de morphologie conservée.

Les limites de résection chirurgicales ne sont pas tumorales.

Pièce d'isthmolobectomie droite de la thyroïde

L'examen montre un parenchyme thyroïdien, fait de vésicules thyroïdiennes de taille variable, bordées par des cellules folliculaires d'aspect régulier. La colloïde est d'aspect homogène. Présence de quelques cristaux de cholestérol.

Conclusion : Absence de signes histologiques de malignité.

Patient 2 : Tumeur myofibroblastique inflammatoire :

L'examen histologique des différentes coupes réalisées au niveau de la lésion trachéale avait montré une prolifération non encapsulée faite de faisceaux enchevêtrés prenant par endroit un aspect storiforme. Ces faisceaux étaient faits de cellules fusiformes à noyaux allongés ou arrondis à chromatine finement nuée. Le cytoplasme cellulaire était réduit et éosinophile. Le fond renfermait de rares cellules géantes avec des éléments inflammatoires faits de lymphocytes et de polynucléaires neutrophiles. Ailleurs les coupes réalisées au niveau du parenchyme pulmonaire montraient la présence de quelques histiocytes à cytoplasme spumeux. Les bronches étaient tapissées par un revêtement cilié, régulier soutenu par un chorion siège d'un infiltrat inflammatoire polymorphe.

Patient 3 : carcinome adénoïde kystique :

L'étude histologique de la pièce opératoire met en évidence une prolifération carcinomateuse généralement cribiforme avec des lumières comblées d'une substance mucoïde ou hyaline. Ces structures sont tapissées de cellules aux cytoplasmes éosinophiles, hyperchromatiques, les mitoses étaient peu nombreuses ; le stroma tumoral correspond à un tissu fibreux ponctué de quelques éléments inflammatoires. L'infiltration en profondeur atteignait les plans cartilagineux qu'elle dissociait largement pour infiltrer le reste de la tunique.

7-2-5 Suites opératoires :

7-2-5-1 L'extubation :

- Ø Dix malades ont été extubés immédiatement en salle opératoire (91%).
- Ø Un seul malade était gardé intubé pendant 24h en réanimation (9%).

7-2-5-2 La réalimentation :

- Ø L'ensemble des malades a été réalimenté le lendemain du geste.

7-2-5-3 Le contrôle endoscopique :

- Ø Il a été réalisé à J5 du post opératoire et avant la sortie de chaque malade ainsi qu'en cas de récurrence des symptômes chez les malades pendant le suivi.

7-2-6 Complications :

7-2-6-1 A court terme :

- Ø Une malade est décédée à J3 du post opératoire par état de choc hémorragique suite à une érosion du TABC.
- Ø Un malade opéré pour sténose a présenté une embolie pulmonaire à J7 du post opératoire puis une déhiscence partielle de la suture avec emphysème sous cutané et pneumomédiastin à J10. Ensuite, le patient a bénéficié d'une pose de prothèse siliconée précédée d'une trachéotomie. Les suites ont été marquées par une infection cervicale jugulée par antibiothérapie et persistance du trachéostome, d'où l'indication d'une mise en place d'une deuxième prothèse au-dessus de la 1^{re} prothèse. L'évolution était favorable avec fermeture spontanée du trachéostome et de la cervicotomie par une cicatrisation dirigée.

7-2-6-2 A long terme :

- Ø Une malade prise en charge pour sténose trachéale a présenté une récurrence après trois mois suite à laquelle elle a bénéficié d'une dilatation, l'évolution a été marquée par une nouvelle récurrence après trois mois, la conduite à tenir a été la mise en place d'une trachéotomie définitive.

7-2-7 Le recul :

- Ø Le recul a été d'une année, à part la patiente qui a présenté une récurrence de la sténose à 2 reprises, tous les autres malades ont eu une évolution favorable.

DISCUSSION

1- FREQUENCE et INCIDENCE :

✓ Sténoses :

La sténose post-intubation a été reconnue comme entité clinique en 1880, après que Mac Ewen ait réalisé une intubation orotrachéale chez quatre patients présentant une obstruction des voies aériennes supérieures [130]. Grâce aux progrès de l'anesthésie-réanimation durant ces trois dernières décennies, les complications liées à l'intubation endotrachéale et leur prévalence ont fortement diminué, passant de 12 à 20 % dans les années 1970 [131] à 1 à 8 % dans les années 1980 [132] et à moins de 1 % dans les années 1990 [54]. Actuellement, ce chiffre ne varie plus, bien que le recours à la ventilation artificielle augmente chez les patients admis à l'hôpital. Dans une étude récente, Nouraei et al. estiment l'incidence des STPI à 4,9 cas/million par an dans la population générale [133].

La fréquence des STPT oscille entre 6 et 20 % [134].

✓ Tumeurs :

Les tumeurs trachéales sont rares, l'incidence des tumeurs trachéales primitives est moins de 0,2 par 100 000 personnes par an [82].

Chez les adultes 90 % des tumeurs trachéales sont malignes, alors que les tumeurs bénignes représentent la majorité des lésions chez les enfants (environ 70 %).

Les tumeurs trachéales primitives représentent uniquement 2 % des tumeurs des voies aériennes supérieures [83].

L'incidence des cancers trachéaux primitifs est environ 0,1 pour 100 000 personnes par an [84,85].

Les tumeurs malignes représentent approximativement 0,2 % de l'ensemble des tumeurs des voies respiratoires et 0,02-0,04 % de toutes les tumeurs malignes [85,86].

Les cancers du larynx et des bronches sont estimés respectivement de 40 et 400 fois plus fréquent que les cancers trachéaux.

Les tumeurs bénignes représentent 11-13 % des tumeurs trachéales [87,88].

Le carcinome adénoïde kystique (Cylindrome) est la 2e tumeur maligne la plus fréquente après le carcinome épidermoïde et représente 31-40 % de l'ensemble des tumeurs trachéales [87,88].

Les tumeurs carcinoïdes sont plus fréquentes dans le poumon que la trachée [89].

Les tumeurs myofibroblastiques inflammatoires sont rares, avec une fréquence de 0,04-0,07 % de l'ensemble des tumeurs des voies respiratoires [90,91].

2- FACTEURS PREDISPOSANTS :

▼ Sténoses :

Quel que soit le mode de ventilation, il existe des lésions trachéales qui peuvent conduire à une sténose. Les lésions peuvent rester microscopiques, guérir rapidement sans séquelles. Dans les cas les plus défavorables, ces lésions peuvent aboutir à des lésions graves en quelques heures. Les causes favorisant le développement de ces lésions sont multifactorielles (Figure 1).

Liés au patient
Âge : enfant < adulte
Sexe : femme > homme
Trachée : malformation, hypoplasie, infection (trachéite)
Atteintes systémiques : dénutrition ou surpoids, RGO, diabète, immunodépression, insuffisance rénale ou hépatique, hypoxie, anémie, état de choc cardiogénique, infectieux, traumatisme cérébral grave avec comas, toxiques (en particulier les barbituriques)
Liés au tube
Diamètre externe trop grand
Consistance dure
Ballonnet à haute pression
Mauvaise biocompatibilité du matériau
Liés à l'intubation
Traumatique
Durée prolongée
Orotrachéale ou nasotrachéale ^a
Séquence intubation-trachéotomie
Liés aux soins
Sédation inadaptée du patient
Sonde nasogastrique en place
Ventilation assistée ^b
Aspirations trachéales répétées et traumatiques
Humidification insuffisante de l'air

Figure 1 [60]: Facteurs prédisposant aux séquelles d'intubation ou de trachéotomie.

2- 1 Le Sexe :

Il existe une prédominance masculine, plus marquée dans la littérature que dans notre série.

Série	Sexe masculin	Sexe féminin
Cuisnier [60]	65 %	35 %
Anoukoum [46]	63 %	37 %
Zribi [61]	78 %	22 %
Koubaa [183]	90 %	10 %
Kadiri [184]	87,5 %	12,5 %
Notre série	55 %	45 %

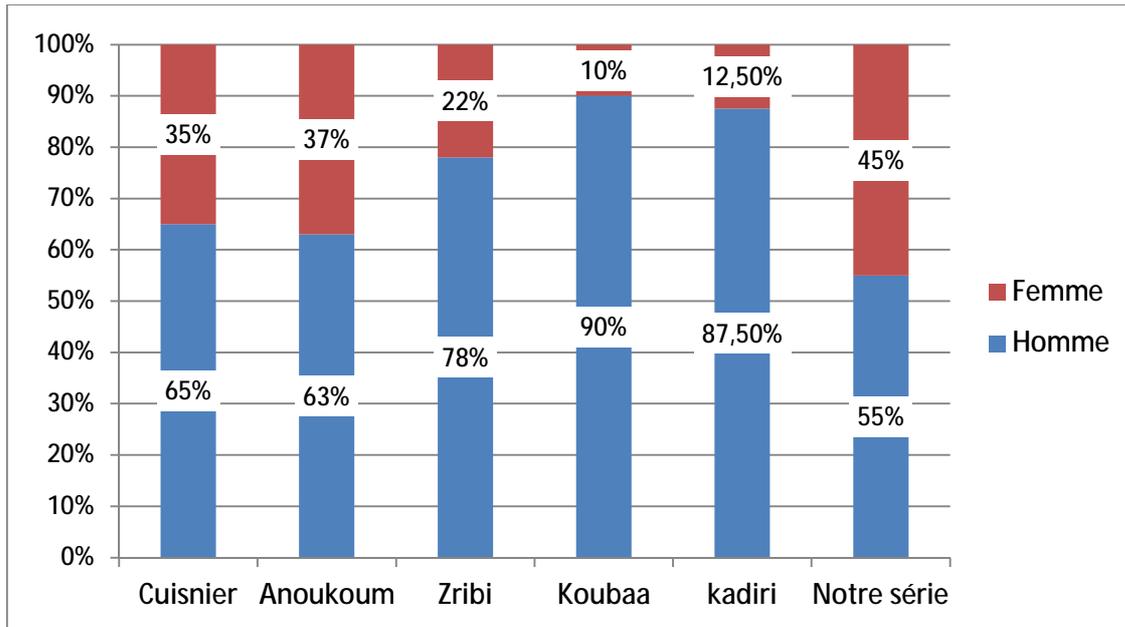


Figure 2 : Répartition du sexe selon le nombre de malades

Ø D'après Stauffer [81] il n'existe pas de corrélation entre le sexe et l'apparition d'une sténose ; mais il est à noter que le siège préférentiel des lésions chez la femme se situe au niveau du ballonnet avec une prévalence égale à plus au moins 0,01 par rapport à l'ostium [35].

Ø Friman [36] retrouve une prépondérance masculine (41 contre 28) qu'il attribue aux plus grandes habitudes tabagiques et aux troubles respiratoires fonctionnels préexistants.

Ø Selon Brichet [37], l'atteinte prédomine chez les hommes.

2-2 L'âge : [38,39]

Notre série présente les mêmes caractéristiques que la majorité des grandes séries qui rapportent la présence de 2 pics de fréquence. Un entre 20 et 30 ans, dû aux réanimations des traumatismes, et un deuxième observé à la cinquantaine pour des réanimations post chirurgicales ou pour des causes médicales.

Série	Âge moyen (an)	Extrêmes (an)
Cuisnier [60]	46,5	18 – 83
Anoukoum [46]	51	13 – 81
Zribi [61]	25	10 – 50
Koubaa [183]	29	-
Kadiri [184]	29	-
Notre série	26	16 – 36

2-3 Le diabète : [40]

Il retarde et rend la cicatrisation plus difficile.

Ø Dans notre série, il a été retrouvé chez une seule patiente (9%).

2-4 L'hypotension artérielle : [41-43]

Elle entraîne une diminution de la perfusion tissulaire au niveau des parois trachéales qui, fragilisées, se laissent alors plus facilement agresser par le port d'une canule d'intubation. Malgré les progrès réalisés en matière de réanimation et la vigilance des équipes, des épisodes hypotensifs peuvent survenir à tout moment, en particulier au cours de la trachéotomie.

2-5 Le surpoids : [60, 75]

Très peu cité dans la littérature comme facteur associé à une sténose. Les patients obèses requièrent des pressions de ventilation souvent plus importantes et une surpression dans le ballonnet pour obtenir « l'étanchéité » nécessaire afin

d'optimiser la ventilation. Ces facteurs sont source d'ischémie de la muqueuse trachéale par baisse de la perfusion capillaire. Le facteur ischémique est également un des facteurs prépondérants dans la survenue d'une sténose en cas de comas avec choc cardiogénique.

Ø Il est retrouvé chez 2 patients de notre série (18%).

2-6 Une pathologie neurologique préexistante :

Elle peut intervenir dans l'apparition d'une sténose selon Laccoureye [44], sur 16 patients concernés, 2 sténoses apparaissent chez un malade porteur d'un syndrome de Guillain Barré et l'autre d'un tétanos. Ces 2 sujets présentaient, en outre, des accès d'hypotension artérielle.

Ø Sur 12 sténoses cicatricielles étudiées par Longuebay [45], la moitié coïncide avec l'existence de séquelles neurologiques.

Ø Dans notre série, il existe un cas de neuropaludisme et un autre de tétanos.

2-7 Le terrain [46] :

Les patients anciennement trachéotomisés ou intubés se groupent en 2 catégories :

- Ceux (La majorité : 8 malades dans notre série 73 %) qui n'ont pas de passé respiratoire avant d'être admis en réanimation pour un antécédent aigu, extra-respiratoire (traumatique, neurologique).

Au-dessous de leur sténose trachéale, ces patients ont des bronches et des poumons sains : cette sténose est leur seul problème respiratoire et la solution à ce

problème est purement technique : il faut réséquer la trachée pathologique, réaliser une anastomose bout à bout, obtenir la cicatrisation per primam.

- Ceux (La minorité : 3 malades dans notre série 27 %) qui sont atteints d'une pathologie respiratoire chronique (asthme, bronchopathie chronique post-tabagique).

Les bronches et les poumons de ces patients sont pathologiques et, dans la gêne respiratoire qu'ils présentent, il est difficile de savoir quelle est la part de la sténose et celle de la maladie respiratoire : les deux sont souvent intriquées.

Ø La spirométrie ne permet toujours pas de répondre à cette question ; cependant plus l'obstruction bronchique est importante, plus il y a de raisons de penser que l'obstacle siège au niveau des petites bronches. C'est surtout l'étude de l'histoire de la maladie et l'interrogatoire du malade qui permettront de faire la part des choses.

2-8 Facteurs spécifiques de chaque canulation :

Même si une grande partie des facteurs énumérés est commune pour les sténoses liées à l'intubation et à la trachéotomie, il existe quelques points spécifiques à chacune des techniques de ventilation :

2-8-1 Sténoses post-intubation :

Facteurs liés au patient :

Une intubation atraumatique, avec un tube de texture et de taille adaptée, peut être parfaitement tolérée chez un patient dont les paramètres infectieux, métaboliques et cardio-circulatoires sont contrôlés. Alors que la même intubation atraumatique, chez un patient en choc septique, avec mauvaise perfusion tissulaire, peut entraîner des lésions trachéales sévères en quelques heures.

La présence d'un RGO pourrait être un élément important dans la survenue d'une sténose [65]. La position allongée du patient, la présence d'une sonde nasogastrique, le relâchement du sphincter œsophagien inférieur lié à l'anesthésie générale, la présence d'une hernie hiatale, et/ou d'une maladie de système, sont autant de facteurs favorisant le RGO. De plus le patient endormi ne déglutit pas et le péristaltisme pharyngo-œsophagien ne se fait pas. Tous ces éléments favorisent le passage du liquide gastrique de l'hypopharynx vers le larynx, puis dans la région sous-glottique et trachéale, avec une accumulation au-dessus du ballonnet. Au niveau trachéal, l'acidité du suc gastrique favorise et entretient les lésions trachéales provoquées par le tube.

Facteurs liés au tube :

Un diamètre non adapté au diamètre trachéal, une rigidité importante, une pression excessive dans le ballonnet sont les trois facteurs prédisposant à l'apparition d'une sténose. Bien que les sondes d'intubation ne présentent toujours pas de conformation adaptée à la filière laryngotrachéale, l'utilisation de sondes d'intubation à usage unique, plus souples, en chlorure de polyvinyle ou en silicone avec un ballonnet grand volume et basse pression a entraîné une diminution d'un facteur dix l'incidence des STPI [135].

Les modifications apportées au ballonnet constituent probablement l'amélioration technique la plus importante du tube de ventilation, permettant d'épouser parfaitement la forme de la trachée, y compris en cas de conformation trachéale défavorable (trachée angulée, en « fourreau de sabre » ou « en croissant de lune »), évitant ainsi une projection du bec du tube contre la paroi trachéale.

Le rayon de courbure du tube est également un facteur non négligeable. Il est plus marqué en cas d'intubation orotrachéale par rapport à une intubation

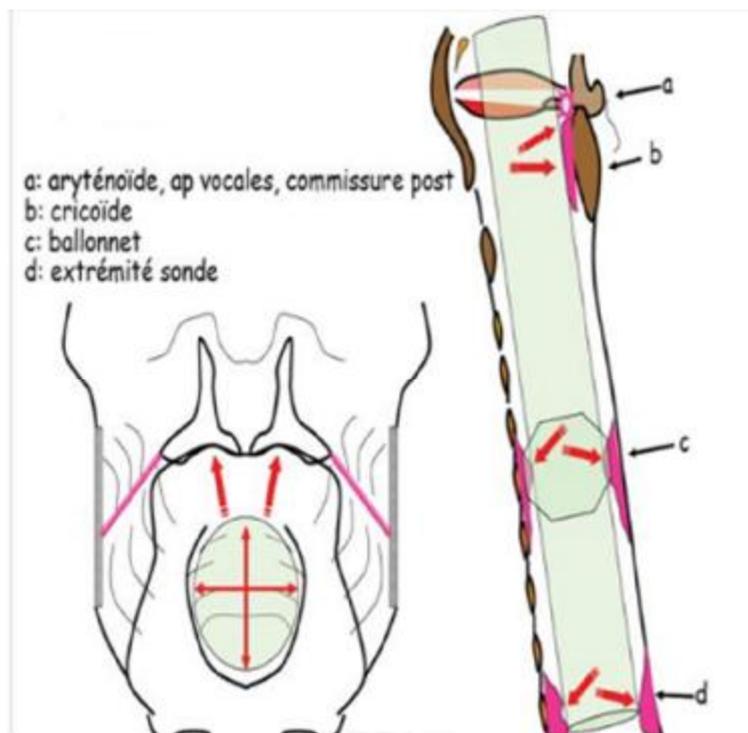
nasotrachéale. La zone d'appui du tube sur la paroi trachéale postérieure, le *ballonnet* et *l'extrémité du tube* sont les principaux sites de STPI [136].

Facteurs liés à l'intubation :

L'intubation traumatique, surtout si elle est réitérée, est à haut risque de sténose.

Facteurs liés aux soins :

Les mouvements du tube par rapport à la trachée (patient agité, ventilation en pression positive élevée, mauvaise fixation) jouent un rôle important dans la genèse des lésions par effet de cisaillement de la muqueuse trachéale par le tube [137].



Points d'appui de la sonde d'intubation

2-8-2 Sténoses post-trachéotomie :

Les facteurs prédisposants sont en grande partie les mêmes que lors d'une intubation, en particulier ceux qui sont liés au patient.

En revanche, la technique chirurgicale et la surinfection de l'orifice de trachéotomie ont été identifiés comme étant les deux facteurs principaux dans la survenue d'une STPT [138].

Quelle que soit la technique utilisée (voie cervicale externe ou endoscopique percutanée), le mécanisme lésionnel de base est la rupture de la voûte cartilagineuse antérieure induisant un collapsus latéral des parois, avec déformation triangulaire de la trachée. À cela se rajoutent des points d'appui sus ostial, ostial et sous-ostial

(Figure. 2,3)

À ces points d'appui se développent des lésions selon la même séquence que pour les séquelles post-intubation.

Au niveau sus-ostial :

Il existe un éperon dit sus-canulaire qui est à l'origine d'une sténose antérieure à la fois intrinsèque et extrinsèque. Il résulte de l'affaissement cartilagineux par effet de compression et de frottement de la partie postérieure de la canule. Le frottement est à l'origine d'une érosion cartilagineuse accentuée par les mouvements respiratoires et la toux, à l'origine de granulations inflammatoires qui forment la portion intrinsèque de la sténose.

Au niveau ostial :

À la déformation de la voûte cartilagineuse se surajoute généralement une dyskinésie localisée liée à la diminution de la rigidité trachéale et qui se traduit généralement par une augmentation du collapsus à l'inspiration.

Au niveau sous-ostial :

Les sténoses sont liées aux points de contact de la canule avec la paroi trachéale. On distingue les sténoses liées au ballonnet qui sont circulaires et symétriques et celles liées au bec de canule qui sont antérieures, généralement asymétriques. La combinaison des deux est possible à l'origine d'une sténose intrinsèque asymétrique.

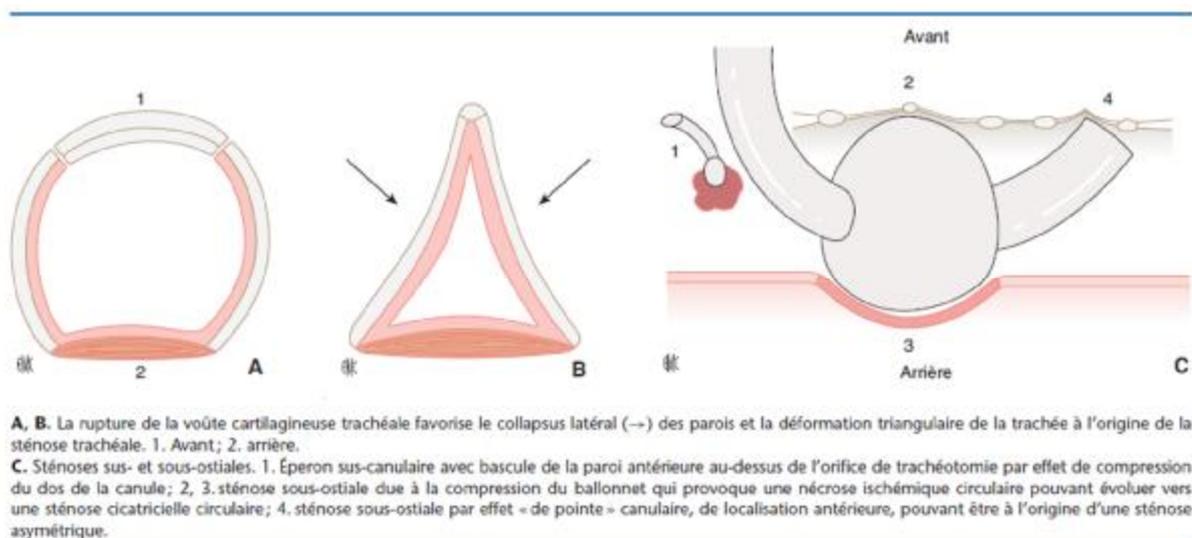


Figure 2 [196] : Lésions provoquées par une trachéotomie

En cas de trachéotomie par voie cervicale externe, la technique chirurgicale est le principal facteur prédisposant au risque de sténose trachéale. Les recommandations de Jackson datant des années 1920 sont toujours d'actualité [139]. L'ouverture trachéale doit être faite entre le deuxième et troisième anneau : on confectionne un volet trachéal à charnière inférieure (volet de Björk). Le volet ne doit pas comporter plus de deux anneaux pour diminuer, au maximum, l'effet de collapsus latéral [140]. La résection d'un segment de paroi antérieure de trachée doit être proscrite.

Monnier et al. [141] ont démontré que les trois points techniques principaux en cause dans l'apparition d'une sténose trachéale nécessitant une résection-anastomose de trachée sont :

- une ouverture trachéale entre le cricoïde et le deuxième anneau ;
- une ouverture trachéale verticale avec ou sans fixation latérale ;
- un volet de Björk trop large et trop étendu en hauteur (plus de trois anneaux).

Depuis 20 ans, la trachéotomie percutanée est réalisée essentiellement par les médecins anesthésistes réanimateurs dans les services de soins intensifs.

Différentes techniques ont été décrites [142], bien qu'aucune ne fasse l'unanimité et puisse être proposée comme technique de référence. Quelle que soit la technique, le nombre de sténoses est équivalent [143].

En pratique, le choix entre les deux techniques repose sur la formation, l'expérience et le choix de chaque opérateur.

Selon Laccourreye, une incision en H inverse est moins agressive qu'une incision en H vertical ou en U parce qu'elle conserve l'architecture cartilagineuse. Elle doit être pratiquée loin de la jonction crico-trachéale, idéalement au niveau des 3^e - 4^e anneaux trachéaux [42].

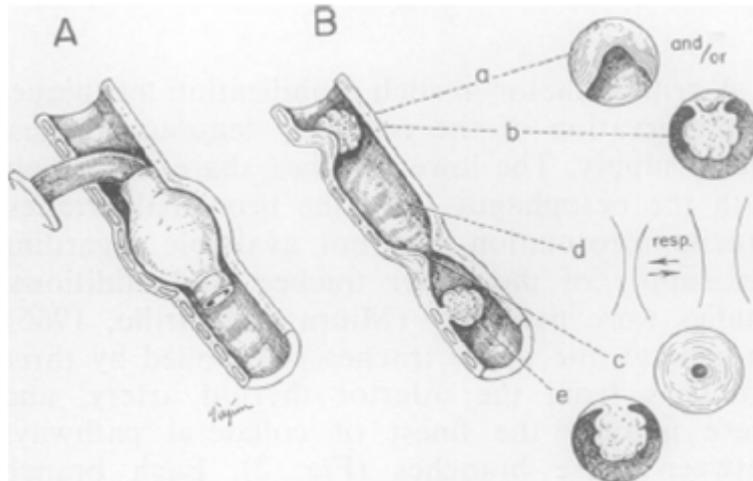


Figure 3 [17] : Principales lésions trachéales créées par le tube de trachéotomie

- A : trachéotomie conventionnelle avec ballonnet à haute pression
- B : Lésions produites à différents niveaux :
 - a- Sténose antéro-latérale b-Granulome au niveau ostial c-Sténose circonférentielle
 - d- Trachéomalacie e- Granulome au niveau du bec (Enfant++)

✓ Tumeurs :

2-9 Age:

Le carcinome adénoïde kystique affecte plus souvent les patients dans leur quatrième décennie de la vie, plus jeune que ceux qui sont touchés par le Carcinome épidermoïde [89]. L'âge de survenue varie entre 20 et 70 ans avec un pic d'incidence autour de 50 ans [92].

Les tumeurs carcinoïdes sont plus fréquentes dans la quatrième décennie [89], elles sont les tumeurs endobronchiques les plus fréquentes chez les jeunes adultes [93].

Les tumeurs myofibroblastiques inflammatoire atteignent généralement les patients de moins de 16 ans [90,91]. Elles ont rarement été rapportés chez les

patients de plus de 16 ans [94]. Jusqu'à l'année 2013, il y a eu seulement 11 cas de tumeurs myofibroblastiques inflammatoire décrits dans la littérature [94,96] représentés dans le tableau suivant :

Table. Reported Tracheal Inflammatory Myofibroblastic Tumors in Adults

First Author	Year	Age	Symptoms	Tumor Site	Pathology Findings
Koch	2011	57	Hemoptysis, dyspnea	Trachea	Inflammatory myofibroblastic tumor
Andrade	2010	31	Dry cough, dyspnea	Trachea, left main bronchus, right main bronchus, carina	Inflammatory myofibroblastic tumor
Fabre	2009	19	Not stated	Trachea	Inflammatory pseudotumor
He	2009	28	Dyspnea	Trachea	Inflammatory myofibroblastic tumor
Ono	2006	45	Dyspnea	Trachea	Inflammatory myofibroblastic tumor
Belák	2006	45	Dyspnea, stridor	Trachea	Inflammatory myofibroblastic tumor
Nikanne	2004	21	Dyspnea, cough	Trachea	Inflammatory pseudotumor
Restrepo	2003	20	Dyspnea, cough	Trachea	Inflammatory pseudotumor
Amir	2002	21	Dyspnea, stridor	Trachea	Inflammatory pseudotumor
Ishii	1993	61	Dyspnea, wheezing	Trachea	Inflammatory pseudotumor
Satomi	1991	55	Inspiratory stridor	Trachea	Plasma cell granuloma

Figure 4 [197] : Tumeurs Myofibroblastiques inflammatoires de l'adulte

2-10 Sexe :

Les Tumeurs trachéales sont 3 fois plus fréquentes chez l'homme que la femme, le pic de l'incidence est à la 5ème et 6ème décade [97].

Hommes et femmes sont touchés de façon équivalente dans le cas du carcinome adénoïde kystique [98,99].

Les tumeurs carcinoïdes affectent les hommes et les femmes de façon équivalente [89].

Les résultats épidémiologiques de la littérature en comparaison avec notre étude sont représentés dans le tableau suivant :

Etude	Effectif	Age moyen/Extrêmes (an)		Sexe
Levasseur [185]	10	47	34 - 71	4 H / 6 F
Schneider [102]	14	55,5	34 - 72	6 H / 8 F
El hammami [186]	8	49	27 - 69	5 H / 3 F
Notre étude	3	28,3	14 - 45	1 H / 2 F

L'âge moyen de nos malades est très jeune par rapport aux autres études vu que notre effectif est réduit et comporte une tumeur myofibroblastique inflammatoire très fréquente chez les enfants.

Les tumeurs trachéales sont plus fréquentes chez les femmes dans les séries occidentales à l'opposé des séries magrébines (tunisienne et notre série).

2-11 Tabagisme :

Il est un facteur de risque souvent associé à la survenue des tumeurs trachéales [100].

Le carcinome adénoïde kyste n'est pas lié au tabagisme [101].

Les tumeurs carcinoïdes ne sont pas aussi liées au tabagisme [93].

3-ANATOMOPATHOLOGIE :

▼ Sténoses :

Quel que soit le mode de ventilation, les mécanismes à l'origine d'une sténose trachéale sont les mêmes. Les lésions apparaissent aux points d'appui du tube ou de la canule.

Le primum movens de la sténose est une ischémie muqueuse et sous-muqueuse avec apparition d'un œdème jusqu'à l'adventice. Le tube, la canule et/ou le ballonnet exercent une pression supérieure à la pression de perfusion capillaire (20–40 mmHg) à l'origine d'une nécrose ischémique avec érosion muqueuse.

Très rarement, les lésions ischémiques ne franchissent pas le plan muqueux et un enduit de fibrine associé à des plages d'épithélium trachéal nécrosé et desquamé se constitue, formant de « fausses membranes » [156] (Figure 5). Certains considèrent ces lésions comme le premier stade de la sténose trachéale [59]. Toutefois, après ablation de ces membranes, la cicatrisation muqueuse se fait rapidement, sans séquelle.

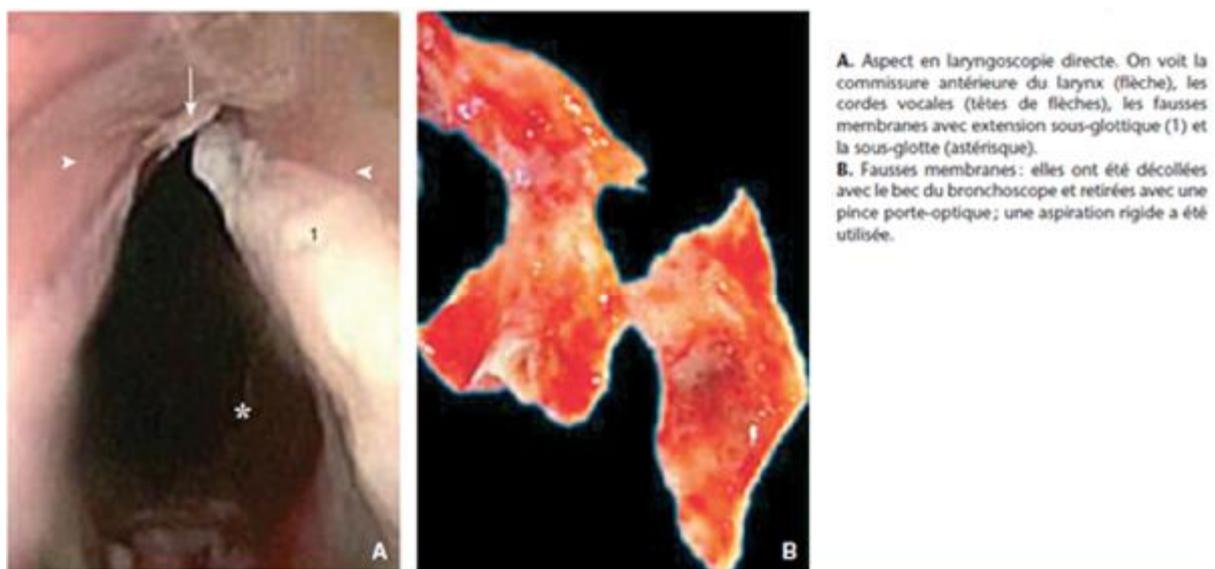


Figure 5 [196]: Fausses membranes après intubation courte de 48 heures

On peut schématiquement distinguer trois types de sténoses [157] :

- les sténoses courtes (Figure6) (inférieures à 1 cm) en « diaphragme » qui sont dues à une fibrose rétractile concentrique de la muqueuse (les anneaux cartilagineux ne sont pas concernés par le processus lésionnel)

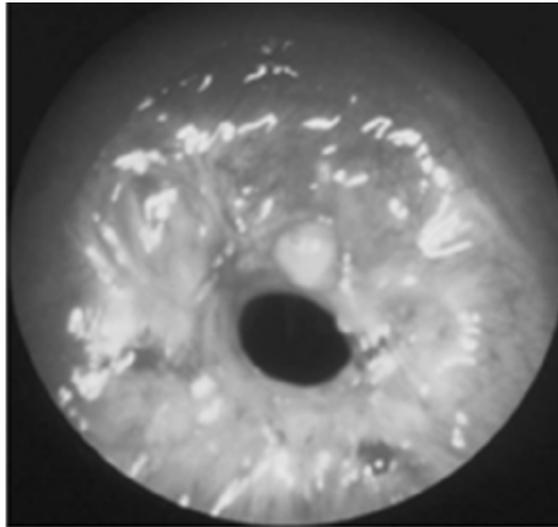


Figure 6 [59] : Sténose courte de la trachée

- les sténoses « complexes », (Figure 7) plus longues (supérieures ou égales à 1 cm), avec un trajet « tortueux » qui comportent souvent une composante malacique qui ne se révèle qu'une fois la sténose dilatée (la fibrose s'étend à toute la paroi trachéale et en particulier aux anneaux cartilagineux) ;

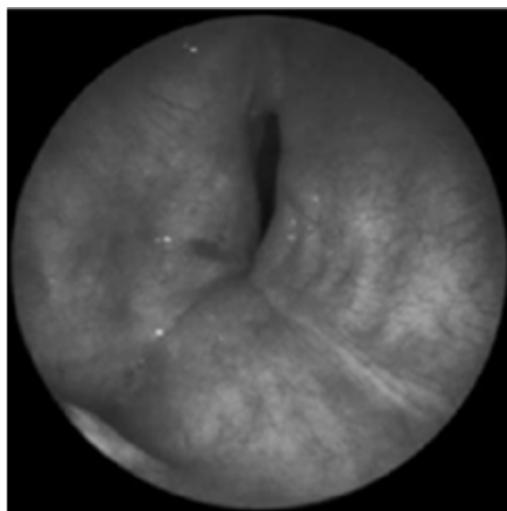


Figure 7 [59] : Sténose complexe de la trachée

- les sténoses pseudo-glottiques (figure8) (en forme d'A) dues à une rupture des cartilages trachéaux secondaire à une trachéotomie (elles se comportent souvent comme une malacie intéressant un court segment de trachée).

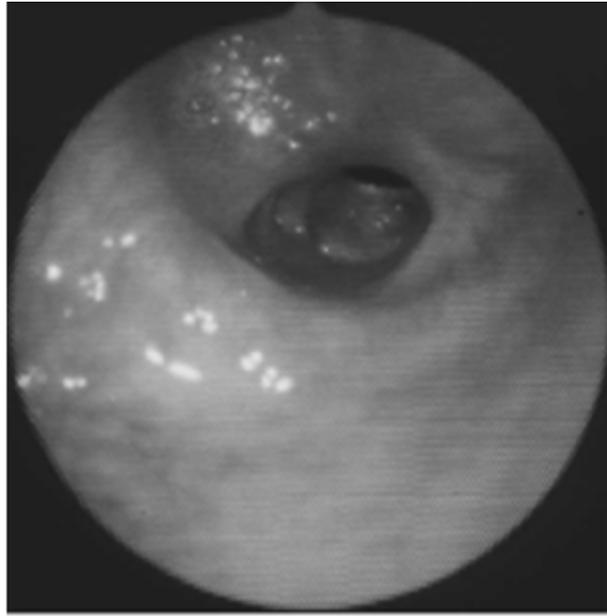


Figure 8 [59] : sténose pseudo-glottique de la trachée

Les types 1 et 2 peuvent coexister chez un même patient. Il peut également exister des sténoses dites étagées, touchant plusieurs segments de trachée [157]. Des sténoses laryngées et bronchiques peuvent coexister et doivent être recherchées. D'où l'importance de l'examen laryngé lors du bilan initial d'une sténose trachéale comme cela est précisé dans le paragraphe correspondant.

Dans plus de 95 % des cas, la sténose se situe dans le segment cervical ou à la jonction cervicothoracique, mesure en moyenne 20 mm en hauteur, avec un diamètre résiduel moyen de 5 mm [60,158]. À l'extrémité distale du tube ou de la canule, l'ischémie peut provoquer une perforation trachéale antérieure, avec risque de fistule du TABC, généralement fatale [159].

En revanche, le risque de fistule trachéo-oesophagienne du ballonnet est devenu exceptionnel depuis l'utilisation des ballonnets basse pression. Il est estimé

à 0,5 % des patients avec assistance respiratoire prolongée (supérieure à 21 jours) [160].

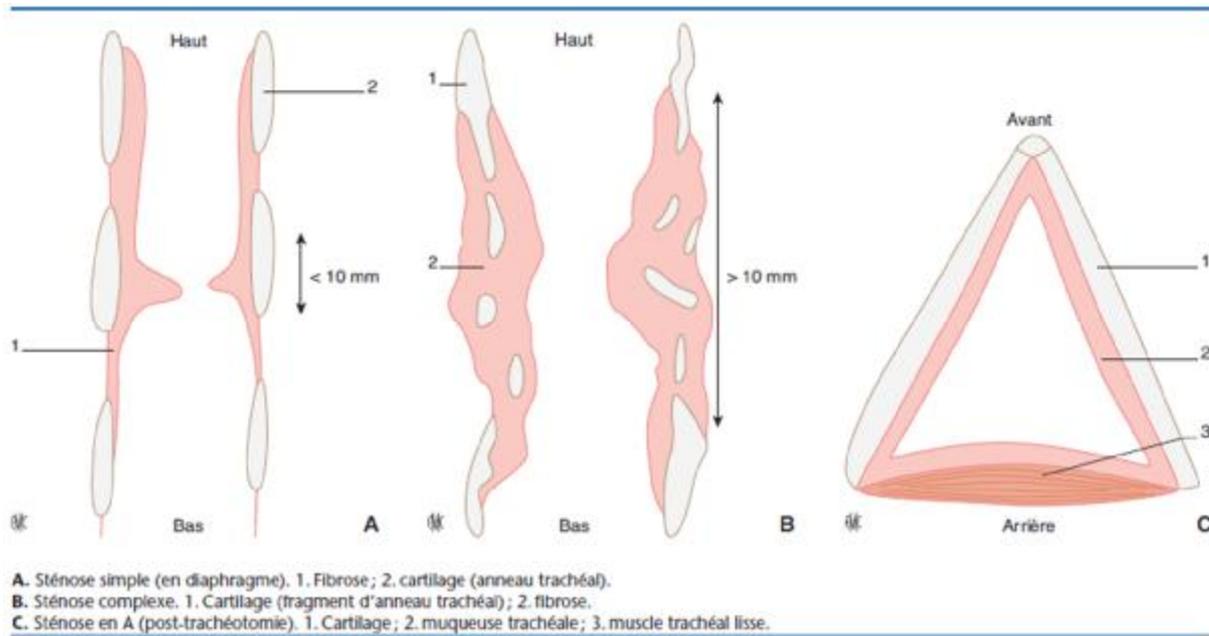


Figure 9 [196]: Différents types de sténoses trachéales

✓ Tumeurs :

Carcinome adénoïde kystique [20] :

Macroscopiquement, la tumeur se développe sous forme d'une masse intraluminaire polypoïde ou infiltre la paroi provoquant un épaissement qui peut être verticale, horizontale, ou circonférentielle, avec rétrécissement éventuel de la lumière.

Microscopiquement, la tumeur se compose de petites cellules basaloïdes avec un rapport noyau cytoplasme relativement élevé. Les noyaux sont ronds à ovales, sombre et monotone.

Trois sous-types histologiques sont identifiés : criblée, tubulaire, et solide.

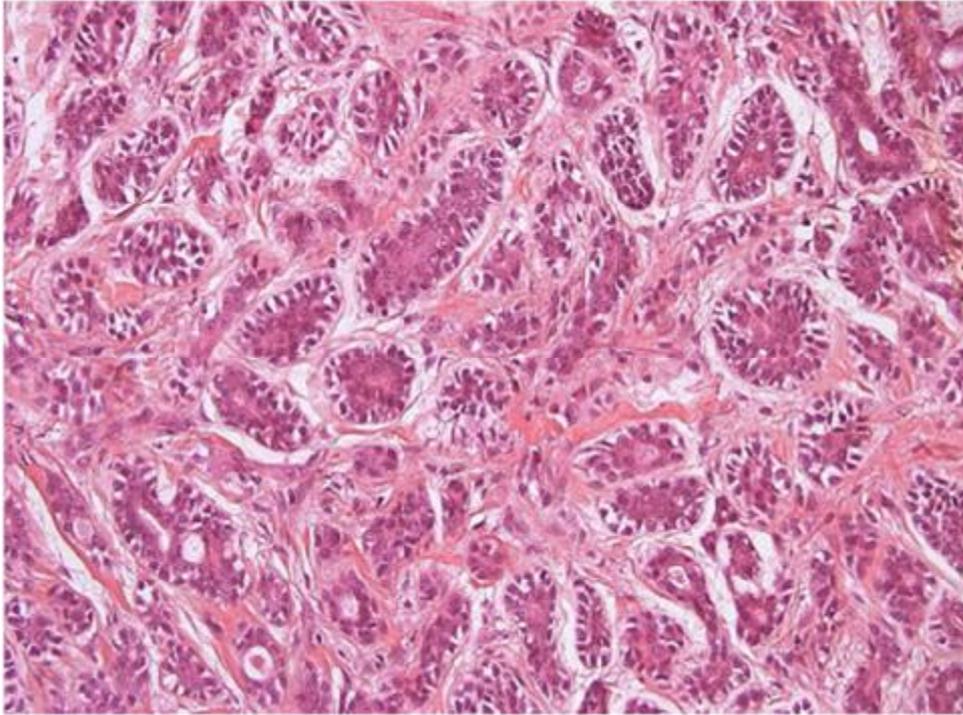
Le plus fréquent est le type criblé, dans lequel les cellules néoplasiques sont disposées dans des nids et des feuilles fenêtrées par des espaces ronds ou ovales. Ces espaces contiennent l'acide périodique éosinophile Schiff.

Le sous-type tubulaire a des unités tubulaires à lumière unique avec des nids plus petits que le sous-type criblé.

Dans le modèle solide, les cellules sont rassemblées pour former des nids et des feuilles avec peu de lumières. L'épithélium de recouvrement est généralement intact, avec une tumeur infiltrant le tissu sous-muqueux, en passant par la paroi des structures adjacentes, en particulier à partir de la paroi postérieure, vu l'absence du cartilage. Les cellules néoplasiques ont une tendance marquée pour l'invasion périneurale.

En raison de la nature de l'infiltration, l'examen microscopique montre souvent l'envahissement tissulaire au-delà de tumeurs nettement visible ou palpable.

La classification histologique est basée sur la présence et le pourcentage de modèle solide, ce qui affecte inversement le pronostic.



Vue histologique d'un carcinome adénoïde kystique (HESx20) [190]

TUMEUR CARCINOÏDE [20] :

Macroscopiquement, les tumeurs carcinoïdes ont généralement une composante centrale intraluminaire polypoïde, avec une surface lisse qui varie du jaune au rose. Parfois, ils peuvent se limiter à un polype se développant dans le chorion de la paroi de la trachée.

Les tumeurs carcinoïdes atypiques peuvent être plus infiltrantes à travers la paroi, parfois avec des zones de nécrose ou une hémorragie. Les métastases ganglionnaires sont souvent vues dans les tumeurs carcinoïdes atypiques.

Microscopiquement, les tumeurs carcinoïdes typiques et atypiques montrent le soi-disant "look neuroendocrine," qui est un modèle de cellules épithéliales

organoïde uniformes avec une chromatine finement granulaire, peu nucléoles, et un cytoplasme légèrement éosinophile.

Les tumeurs carcinoïdes atypiques ont une chromatine grossière avec des nucléoles plus importants. Les autres modèles histologiques sont les types trabéculaires, glandulaires, Rosette, et palissadés. D'autres types moins fréquents sont ceux qui sont oncocytaire et producteurs de mélanine.

Il est bien connu que les tumeurs carcinoïdes atypiques sont cytologiquement plus atypiques avec un taux mitotique supérieur et la présence d'une nécrose, mais les critères de différenciation des carcinoïdes typiques ont été difficiles au fil des ans. La plupart des critères récents ont été proposés par Travis et ses collègues pour les carcinoïdes broncho-pulmonaires, et semblent être reproductible et bien corrélée avec les signes cliniques et la survie.

Sur ces critères, les tumeurs carcinoïdes atypiques sont caractérisées par un taux mitotique de 2 à 10 par 10 champs de forte puissance ou foyers de nécrose.

Les tumeurs carcinoïdes typiques sont souvent bien limitées et ont une large surface d'invasion. Les tumeurs carcinoïdes atypiques sont plus susceptibles d'avoir des surfaces d'invasion de la paroi de la trachée.

L'invasion vasculaire et lymphatique est fréquente dans les tumeurs carcinoïdes atypiques.



Vue histologique d'une tumeur carcinoïde typique (HESx400) [192]

Tumeurs myofibroblastiques inflammatoires [191]:

Sur le plan macroscopique, elle apparaît sous forme d'une masse trachéale bien limitée unique, arrondie ou ovoïde de 1 à 6 cm.

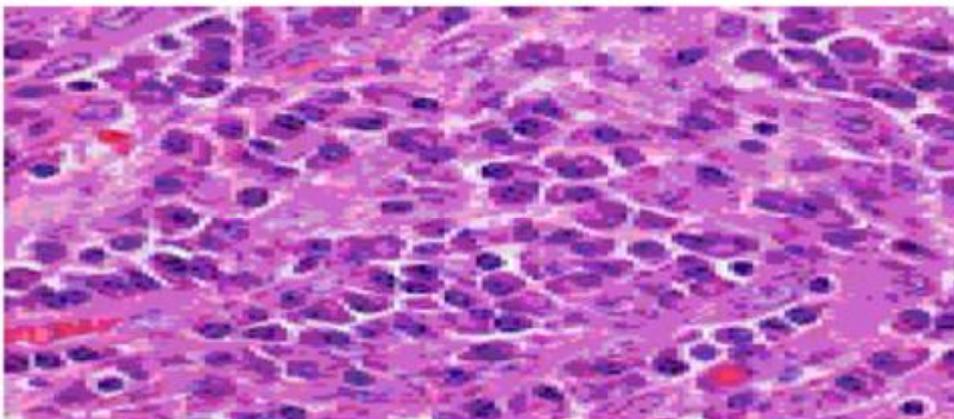
Sur le plan microscopique, il s'agit d'une prolifération de cellules fibroblastiques et myofibroblastiques intriquées à un infiltrat variable de cellules inflammatoires chroniques (plasmocytes surtout, lymphocytes, macrophages et quelques polynucléaires neutrophiles) et un tissu conjonctif fibreux.

En son centre, la lésion détruit l'architecture normale du parenchyme alvéolaire qui est remplacé par le tissu inflammatoire, mais elle est entourée en périphérie par un parenchyme pulmonaire conservé, remanié par une pneumonie organisée.

Les lésions endobronchiques sont polyploïdes, à développement endoluminal et peuvent s'accompagner ou non d'une extension à la paroi bronchique.

En fonction de la qualité de ses constitutions, la pseudotumeur inflammatoire peut présenter différents aspects histologiques :

- Le type fibrohistiocytaire: c'est l'aspect le plus caractéristique de la pseudotumeur inflammatoire, caractérisé par des cellules allongées de type fibroblastes et myofibroblastes, disposées en faisceaux, intriquées à des macrophages, des macrophages spumeux, des cellules géantes multinuclées, des lymphocytes et à des plasmocytes. Les mitoses sont peu nombreuses. Le tissu fibreux peut être remanié par une métaplasie osseuse et des calcifications. Le stroma peut présenter un aspect myxoïde.
- Le type compact fusiforme : c'est le type le plus trompeur de la tumeur avec des cellules fibroblastiques et myofibroblastiques allongées disposées en faisceaux étroitement intriquées à un infiltrat souvent plasmocytaire, les cellules fusiformes ne présentent pas d'atypies nucléaires et l'index mitotique est le plus souvent nul. (fig.12). Le tissu fibreux conjonctif est un des constituants de la tumeur, lorsqu'il est particulièrement abondant, il est responsable du type fibreux ou scléreux prédominant.



Vue histologique d'une tumeur myofibroblastique inflammatoire (DES GOx40)

Classification TNM :

Il n'existe pas de classification TNM généralement reconnue pour les tumeurs malignes de la trachée en raison de la rareté de ces tumeurs. À ce jour, leur efficacité n'a pas été étudiée de façon prospective. En conséquence, l'application d'un système de stadification pour les tumeurs malignes de la trachée ne peut pas être généralement recommandée.

Néanmoins, aujourd'hui, une classification TNM peut être utilisée pour permettre une description normalisée de la mesure des tumeurs malignes de la trachée. A cet effet, le tableau ci-dessous montre une modification du système de stadification proposé par Macchiarini en 2006, adapté aux règles générales du système TNM selon la septième édition de la classification TNM de tumeurs malignes.

T	Primary Tumor
Tx	Primary tumor cannot be assessed
T0	No evidence of primary tumor
Tis	Carcinoma in situ
T1a	<3 cm, limited to the mucosa
T1b	>3 cm, limited to the mucosa
T2	Invasion of cartilage or adventitia
T3	Invasion of larynx, carina or main bronchus
T4	Invasion of other neighboring structures
N	Lymph Nodes
Nx	Regional lymph nodes cannot be assessed
N0	No evidence of regional lymph node metastasis
N1	Local lymph node metastasis
Upper third	Highest mediastinal, upper paratracheal, prevascular and retrotracheal lymph nodes
Middle third	Upper paratracheal, prevascular and retrotracheal, lower paratracheal, para-aortic (ascending aorta or phrenic) lymph nodes
Lower third	Upper paratracheal, prevascular and retrotracheal, subaortic (aortopulmonary window) lymph nodes
N1a	1-3 lymph node metastasis
N1b	>3 lymph node metastasis
N2	Regional lymph node metastasis
Upper third	Lower paratracheal, subaortic (aortopulmonary window) lymph nodes
Middle third	Highest mediastinal, subaortic (aortopulmonary window) lymph nodes
Lower third	Upper paratracheal, pulmonary ligament lymph nodes
M	Distant Metastasis
M0	No evidence of distant metastasis
M1	Distant metastasis
M1a	Metastasis to lymph nodes other than N1 and N2
M1b	Distant metastasis

Figure [182] : Classification TNM pour les tumeurs malignes trachéales

4-ETIOPATHOGENIE :

4-1 Origine de la sténose :

Ø Si une sténose peut survenir après une intubation de courte durée, ou une trachéotomie, c'est la succession intubation/trachéotomie qui semble favoriser le plus la survenue d'une sténose. Anand [47] en 1992 a rapporté une incidence de 0,6 à 21 % après une intubation et de 6 à 21 % après trachéotomie.

Ø L'incidence pourrait atteindre 20 à 30 % après la succession intubation/trachéotomie, augmentant avec la durée de ventilation [42][48,49].

Ø Dans notre série :

- trois malades ont bénéficié d'une intubation seule soit 27,2 % des cas
- 1 seul malade trachéotomisé uniquement (9,1 %).
- La succession intubation-trachéotomie a été notée chez 7 patients (63,7%).

Ø Le risque de sténose trachéale après assistance ventilatoire est plus élevé en cas d'intubation orotrachéale faite dans les conditions d'urgence, avec une sonde rigide, de calibre et de longueur inadaptés à celui de la trachée et gardée pendant une durée dépassant 5 jours.

4-2 Indications de la canulation :

Ø La pathologie traumatique a été l'indication la plus fréquente dans notre étude ainsi que plusieurs autres séries.

Ø Les différentes pathologies nécessitant l'assistance ventilatoire dans la série de ZRIBI [61] :

Pathologies	Nombre de cas
Traumatisme crânien	9
Choc septique	2
Asthme aigu grave	2
Etat de mal convulsif	1
Coma hypoglycémique	1
Intoxication alimentaire	1
Maladie de Guillan-Barré	1
Morsure vipérine	1

Ø Les résultats de la série de CUISNIER [60] étant les suivants :

Causes de l'intubation		
Coma (polytraumatisme dont crânien)	16	35 %
Coma (AVC, intervention neurochirurgicale)	5	11 %
Coma (intoxication médicamenteuse volontaire)	5	11 %
Réanimation chirurgicale (cardiaque, digestive, vasculaire...)	5	11 %
Réanimation médicale (infarctus, embolie, choc septique)	4	9 %
Chirurgie pharyngo-laryngée et radiothérapie cervicale	7	15 %
Médicale (Wegener, Amylose...)	3	7 %
Inhalation de caustique	1	2 %

Ø Les résultats de notre série étant les suivants :

	Indications	Nombre de malades
Intubation	Traumatisme crânien	3
	Polytraumatisme	2
	Neuropaludisme	1
	COMA (intoxication)	1
	Traumatisme abdominal	1
	Chirurgie abdominale	1
	Asthme aigu grave	1
Trachéotomie	Tétanos	1

4-3 Durée de l'assistance ventilatoire :

Ø Le débat concernant la durée maximale de l'intubation sans répercussions trachéales reste largement ouvert. Certains la considèrent sans danger pendant 6 jours [50], Voir 8 jours [51].

Ø WESTGATE [44] a étudié l'incidence des sténoses trachéales en fonction de la durée d'intubation, les résultats ont été les suivants :

Durée d'intubation	Nombre de malades	Nombre de sténoses	Pourcentage
< 7 jours	75	2	2,7 %
8 - 14 jours	125	10	8 %
15 - 28 jours	176	3	1,7 %
> 28 jours	221	4	1,8 %

Ø On déduit que :

- La plupart des sténoses surviennent après 8 à 14 jours d'intubation.

Toutefois, il faut remarquer, d'une part , que cette période correspond au moment où beaucoup de patients sont extubés, et que d'autre part, c'est lors du changement de canule qu'un examen soigneux de la trachée est pratiqué, ce qui permet de faire aisément le diagnostic de sténoses secondaires à des granulomes.

- L'absence de corrélation entre l'incidence des sténoses et la durée de l'intubation.

Ø FRIMAN [36] ne retrouve aucune corrélation entre la durée de l'intubation et le degré de la sténose. Toutefois dans son étude, la majorité des patients sont trachéotomisés au bout de 48 heures d'intubation.

Ø Certains auteurs affirment contrairement à FRIMAN que la sévérité des lésions augmente avec la durée de l'intubation, HUGH [40] constate que le

traumatisme laryngo-trachéal résulte d'une intubation oro-trachéale prolongée. Pour cet auteur c'est entre 48 et 72 heures que l'incidence lésionnelle est la plus élevée mais la muqueuse reste intacte. Plus la durée de l'intubation augmente, de 72 à 120 heures, et plus les lésions sont bas situées, la muqueuse restant toujours intacte. Celle-ci, par contre, est altérée si l'intubation dépasse 120 heures.

Ø Une étude de WHITED [52] considère qu'une intubation supérieure à 10 jours est très risquée.

Ø Selon DUBICK [53] il semblerait que deux heures d'intubation suffisent à engendrer des lésions laryngo-trachéales microscopiques. Macroscopiquement, elles apparaissent après six heures. Et que le dommage subi par la trachée augmente avec la durée de l'intubation.

Ø Une étude plus récente, en 1995, montre que des intubations de très courte durée (inférieure à 24 heures) peuvent se compliquer de sténoses cicatricielles. D'après la même étude, la durée moyenne d'intubation associée à l'apparition d'une sténose est de 12 jours (2-40) [54].

Ø La durée de l'assistance ventilatoire dans notre étude ainsi que des études récentes :

Etude	Durée moyenne d'assistance ventilatoire (jour)		Extrêmes (jour)
Cuisnier [60]	Intubation	13,1	10 - 60
	Trachéotomie	533	7 - 7000
Anoukoum [46]		67	1 - 67
Zribi [61]		26	5 - 65
Koubaa [183]		5	3 - 7
Kadiri [182]		22	-
Notre série	Intubation	67,5	30 - 120
	Trachéotomie	720	-

4-4 Délai d'apparition de la sténose après l'assistance ventilatoire :

Ø L'intervalle libre entre l'extubation et l'apparition des signes cliniques serait dans les trois mois qui suivent l'extubation selon plusieurs auteurs [55,56].

Ø Une étude menée par BAUGNEE [54] sur le délai de survenue des signes cliniques en nombre de jours après l'extubation a objectivé les résultats suivants :

Délais (jours)	< 5	5-30	30-90	> 90
Nombre de patients	5	23	19	8
Pourcentage cumulé	9%	51%	86%	100%

Ø Des études plus récentes montrent les mêmes résultats [57,58].

Nos résultats sont proches de ceux de la littérature, l'espace libre étant de deux mois et 20 jours.

Etude	Durée moyenne de l'espace libre (jour)	Extrêmes (jour)
Zribi [61]	47	-
Anoukoum [46]	103	0 - 360
Notre étude	Intubation 80	60 - 120
	Trachéotomie 60	-

5- CLINIQUE :

5-1 Signes Fonctionnels :

▼ Sténoses :

En cas d'intubation avec constitution de fausses membranes, il peut survenir un stridor et/ou une dyspnée laryngée lors de l'ablation du tube lié au décollement de la partie supérieure du manchon fibreux (*flap* intraluminal). C'est une entité rare mais parfois fatale [161], cette situation survient après une intubation de durée variable, (en moyenne 6,2 jours), parfois très courte (inférieure ou égale à 24 heures).

Les symptômes apparaissent dans un délai de trois heures à neuf jours après l'extubation [161].

Dans 50 % des cas, les patients présentent une détresse respiratoire aiguë. Une fibroscopie permet de faire le diagnostic, mais celle-ci n'est pas toujours réalisable compte tenu de la brutalité et de la sévérité du tableau clinique. Le patient est alors réintubé, les membranes étant détachées par le tube et aspirées.

Dans 20 % des cas, le tableau clinique est celui d'une dyspnée laryngée intermittente, positionnelle, faisant réaliser une fibroscopie.

Dans 10 % des cas, les patients développent une détresse respiratoire progressive. Enfin, la découverte peut être fortuite, au cours d'une endoscopie trachéobronchique faite pour un autre motif.

Les Sténoses trachéales sont identifiées comme telles à l'admission dans seulement 56% des cas [37].

La majorité des sténoses trachéales ne sont pas symptomatiques d'emblée.

En cas de sténose fixée :

La symptomatologie est la même, quelle que soit sa localisation. Une dyspnée inspiratoire d'apparition progressive avec bradypnée, tirage et cornage initialement à l'effort, puis au repos, constitue le mode de révélation le plus fréquent. Cette dyspnée apparaît généralement d'un à trois mois après une intubation et/ou une trachéotomie [59].

En cas de sténose non fixée :

La dyspnée peut être inspiratoire ou expiratoire en fonction de sa position :

- dans la portion cervicale de la trachée, la pression intraluminale est inférieure à la pression extérieure (atmosphérique) lors de l'inspiration forcée ; une sténose non fixée entraîne donc un stridor, une bradypnée inspiratoire, un tirage sus-sternal et intercostal ;

- dans la portion intrathoracique de la trachée, le mécanisme s'inverse ; une sténose basse se traduit par un stridor expiratoire (*wheezing*) et une bradypnée expiratoire ;

- à la jonction cervicothoracique, une sténose non fixée génère un stridor et une dyspnée aux deux temps respiratoires.

En cas de sténose non fixée, la position déclive aggrave la symptomatologie [136]. Le diagnostic est parfois difficile, mais doit être évoqué chez tout patient aux antécédents d'intubation et/ou de trachéotomie, présentant une dyspnée récente ou inhabituelle. Dans plus d'un tiers des cas, le diagnostic de bronchospasme ou de décompensation aiguë d'une insuffisance respiratoire chronique est posé à tort à l'admission du patient [54]. En effet, chez un patient épuisé, une sténose peut se manifester par un tableau de détresse respiratoire avec encombrement bronchique, le débit au niveau de la sténose étant insuffisant pour générer un stridor.

La dyspnée est le signe le plus fréquent et le plus révélateur [37, 59,60].

- Ø Elle est retrouvée chez l'ensemble de nos patients (100% des cas.)
- Ø Le résultat est le même que la série de Zribi [61] (100 % des cas)
- Ø Dans la série d'Anoukoum [46] (69 % des malades) étaient admis pour une dyspnée.

Le wheezing est le 2eme signe révélateur de la sténose dans notre série en matière de fréquence.

- Ø Il a été retrouvé chez 5 malades soit 45 % des cas.
- Ø ANOUKOUM [46] a retrouvé 8 cas de wheezing sur ses 30 malades soit 27%.

La dysphonie est le troisième signe le plus fréquent dans notre série, elle est en rapport avec une atteinte laryngée associée. Souvent due à une cause mécanique entravant la cinétique de la corde vocale (granulome, synéchie, luxation ou ankylose aryénoïdienne), plus rarement à une paralysie récurrentielle [61].

Etude	Nombre de malades avec Dysphonie	Pourcentage
Zribi [61]	5/18	27,8 %
Alaoui Tahiri [41]	6/12	50 %
Notre série	3/11	27,3 %

▼ Tumeurs :

La particularité des tumeurs trachéales est la latence clinique [20]. Les symptômes tels que la toux, la dyspnée et le stridor sont insidieux, et ces tumeurs ont souvent une croissance lente [102].

Ces signes peu spécifiques expliquent que l'extension tumorale soit importante lorsque le diagnostic est posé. Ainsi, les malades peuvent avoir une histoire semi-récente d'épisode de dyspnée paroxystique mise sous le compte d'un asthme sans efficacité des bronchodilatateurs ou d'une dyspnée d'installation progressive avec une radiographie thoracique très souvent normale [103].

Environ 20 % des patients traités pour une tumeur trachéale dans la série de Brayan [104] ont été traités comme asthme tardif.

La tumeur doit généralement se développer jusqu'à une taille qui obstrue plus de la moitié de la surface en coupe transversale de la voie aérienne avant dyspnée se manifeste [104].

L'obstruction des voies aériennes est souvent retrouvée à un stade avancé au moment du diagnostic [105].

Dans la série de Thotathil [100] de 329 patients atteints de tumeurs malignes primaires trachéales, la dyspnée a été le symptôme le plus fréquent (71%), suivie par la toux (40%), hémoptysie (34%), l'asthme (19,5%), et stridor (17,5%)

Dans une autre série réalisée de la même année, les résultats ont été les suivants :

la dyspnée (58%), toux (54%), hémoptysie (45%), respiration sifflante (36%), et stridor (24%) [87].

La survenue d'une hémoptysie oriente vers un carcinome épidermoïde, mais peut également être observée dans tous les autres types histologiques.

La dysfonction des cordes vocales (dysphonie) par atteinte des nerfs récurrents peut être observée quelle que soit la localisation tumorale. Plus rarement, la présence d'une dysphagie oriente vers une tumeur trachéale localement avancée.

Les symptômes cliniques retrouvés dans les différentes séries en comparaison avec notre série :

Etude	Effectif	Signes cliniques			Expectoration MP	Dysphonie	Stridor
		Dyspnée	Toux	Hémoptysie			
Levasseur [185]	10	6 (60%)	6 (60%)	4 (40%)	-	-	-
Schneider [102]	14	8 (57%)	12(86%)	4 (28%)	-	2 (14%)	8 (57%)
Brayan [104]	240	103 (43%)	68(28%)	90 (37%)	19 (8%)	13 (5,4%)	26 (11%)
Notre série	3	3 (100%)	2 (66%)	2 (66%)	1 (33%)	-	-

Le délai diagnostique :

Le délai de diagnostic est tardif selon Perelman et al. [83], Il rapport un délai moyen de 25 mois dans les tumeurs bénignes et 8 mois dans les tumeurs malignes.

Les symptômes se développent dans plusieurs mois et années, et les patients peuvent être traités à tort par des bronchodilatateurs inhalés et des corticoïdes oraux [87].

La latence clinique est très souvent supérieure à un an [103].

Ø Le délai moyen de diagnostic dans la série de Schneider [102] a été de 18 mois avec des extrêmes de 0 à 120 mois.

Ø Le délai moyen de diagnostic dans notre étude est de 21 mois avec des extrêmes de 12 à 30 mois.

5-2 Examen clinique :

L'inspection :

S'attachera surtout à rechercher la présence d'une cicatrice de trachéotomie et/ou de cicatrices anciennes dont on précisera la qualité (fine ou chéloïde).

La palpation :

De l'axe laryngo-trachéal permet de repérer les reliefs de l'os hyoïde, des cartilages thyroïde et cricoïde, de la trachée et de préciser leur consistance. Elle permet aussi de préciser le siège d'une éventuelle trachéotomie ou d'une cicatrice de trachéotomie par rapport au bord inférieur du cartilage cricoïde, ainsi que sa mobilité par rapport aux plans superficiels et profonds.

En effet, une trachéotomie trop haute peut favoriser une sténose par destruction partielle du cricoïde, à l'inverse, une trachéotomie trop basse au ras du manubrium sternal peut être responsable d'une sténose trachéale basse.

Si le patient est trachéotomisé, l'aspect de l'orifice de trachéotomie, après l'ablation de la canule, donne une idée du stade évolutif de la sténose et du mode de cicatrisation.

L'auscultation :

L'auscultation de l'axe laryngo-trachéal est un examen simple qui permet de juger de l'importance du rétrécissement de la filière et de son siège, et qui facilite la reconnaissance des bruits au cours du cycle respiratoire.

Le reste de l'examen comporte un examen dynamique du larynx, en ventilation spontanée, chez un patient qui ne présente pas de signe de détresse respiratoire. Cet examen doit être fait, idéalement, en laryngoscopie indirecte avec une optique rigide angulée à 90°.

Il permet de vérifier la position des aryténoïdes, la mobilité des cordes vocales, la présence ou non de zones ulcérées et/ou granuleuses au niveau des cordes vocales et de la commissure postérieure du larynx.

L'examen régional et général : (tumeurs)

A la recherche de signes d'envahissement ou compression régionaux (digestive, vasculaires, thyroïdien...), un syndrome paranéoplasique, une atteinte ganglionnaire ou d'éventuelles métastases à distances.

6- PARACLINIQUE :

6-1 Explorations fonctionnels respiratoires :

▼ Sténoses :

Il est indispensable, tant pour évaluer le degré de gravité de la sténose que pour le bilan préthérapeutique, d'évaluer la fonction respiratoire du patient.

Il convient de préciser si le syndrome respiratoire obstructif est dû à la sténose uniquement ou s'il existe une pathologie respiratoire sous-jacente, telle une BPCO, et de distinguer la part qui revient à l'une et à l'autre. Il faut donc réaliser une spirométrie [158].

Parmi les tests réalisés la courbe Débit-Volume donne les renseignements les plus pertinents. En présence d'une sténose, en inspiration et expiration forcée, cette courbe révèle une réduction des débits de pointe (*peak-flow*).

On distingue plusieurs types de courbes en fonction de la localisation et du type de sténose (Figure 10) [162] :

la sténose est fixée :

Il existe une atteinte identique des débits en inspiration et en expiration forcée, avec un débit constant quelle que soit la localisation de la sténose. La courbe a un aspect en plateau en inspiration et en expiration avec un aspect dit de courbe au carré.

La sténose cervicale est non fixée :

Il existe une réduction du débit de pointe en inspiration avec un aspect en plateau de la courbe, alors que le débit de pointe en expiration est peu altéré. Le rapport volume maximal expiratoire ($V_{\max \text{ exp}}$) à 50 %/volume maximal inspiratoire ($V_{\max \text{ insp}}$) à 50 % est élevé.

La sténose thoracique est non fixée :

La situation est inversée avec une réduction du débit de pointe en expiration alors que le débit de pointe en inspiration est peu altéré. Dans ce cas, le rapport $V_{\max \text{ exp}} 50 \% / V_{\max \text{ insp}} 50 \%$ est diminué.

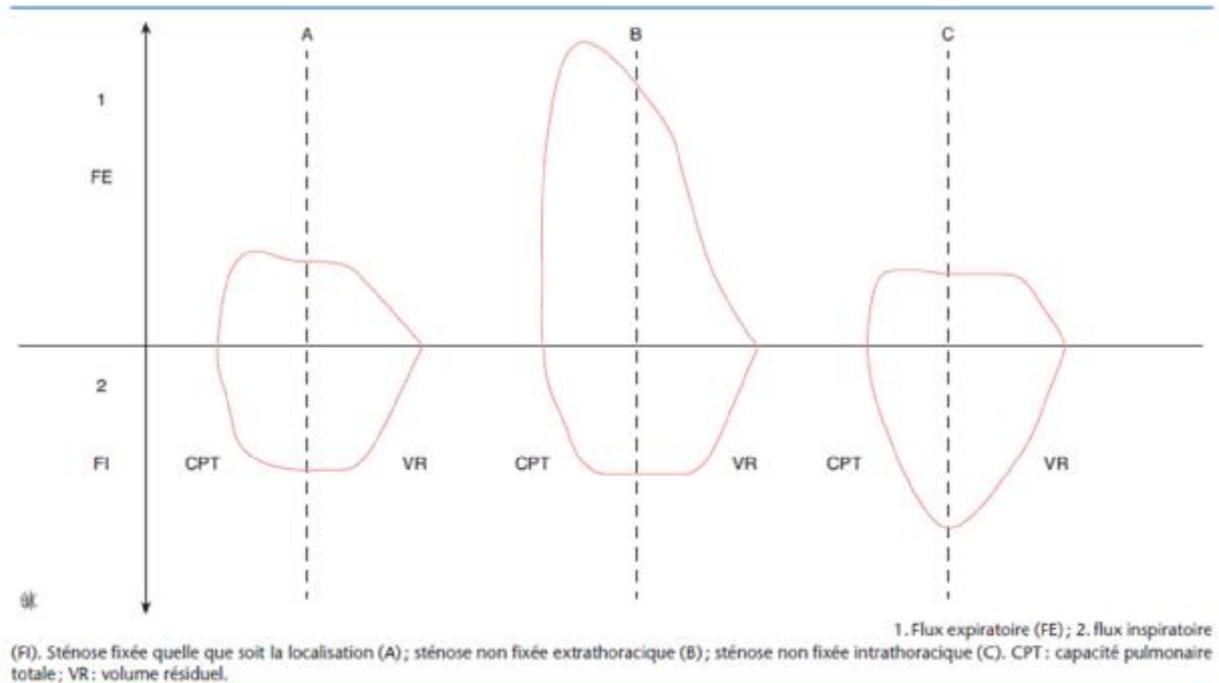


Figure 10 [196]: Les différents types de courbe débit-volume selon le caractère (fixé ou non) et la localisation.

▼ Tumeurs : [106]

Les tests fonctionnels pulmonaires sont un outil accessible et non invasif qui peut être facilement effectué et peuvent offrir des indices importants pour le diagnostic des tumeurs trachéales (Figure 11).

L'effet des lésions anatomiques sur le débit d'air maximal dépend du site, du type de lésion (variable ou fixe), et de l'étendue de l'obstruction anatomique.

Chez les patients avec une obstruction extra-thoracique, le débit inspiratoire maximum est diminué. Une obstruction fixe se traduira par une diminution du DEP au peak flow.

En outre, le débit inspiratoire maximal à 50% de la capacité vitale forcée (MIF50) sera diminué et égale approximativement au débit expiratoire maximal à 50% de la capacité vitale (DEM50). Ceci par conséquent résultera d'un rapport MIF50 / DEM50 d'approximativement 1.

Par contre, une obstruction non-fixée extra-thoracique se traduira par une diminution du (MIF50) mais un débit expiratoire de pointe normal ou diminué, et par conséquent un rapport MIF50 / DEM50 réduit de généralement moins de 1.

Une obstruction des voies aériennes intra-thoracique est caractérisée par un DEP diminué, une MIF50 normale ou diminuée, et par conséquent un rapport MIF50 / DEM50 supérieur ou égal à 1.

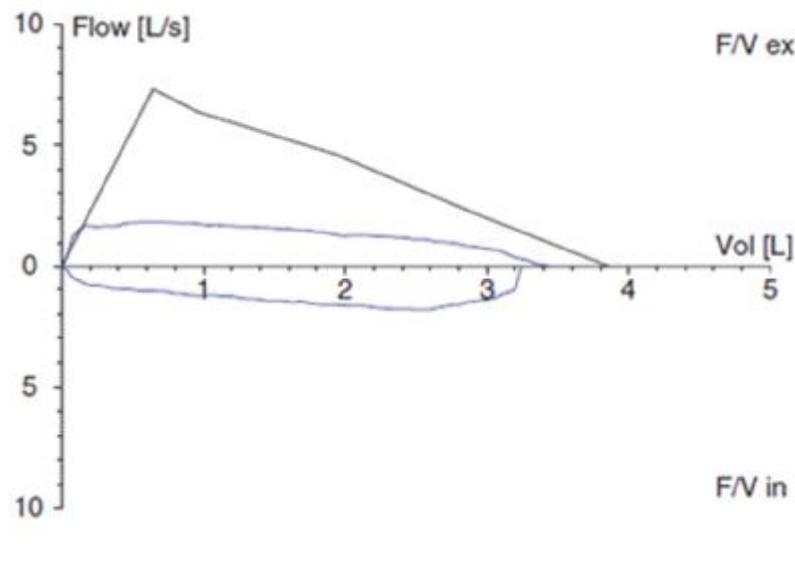


Figure 11[106] : Courbe débit-volume montrant une obstruction sévère de la voie aérienne causée par une tumeur intra-thoracique [106].

6-2 Radiographie thoracique :

▼ Sténoses [62]

Elle garde une place indiscutable dans la détection d'une sténose focale de la trachée. Selon l'étiologie en cause, les anomalies doivent être recherchées parmi les signes suivants :

- Présence d'une masse occupant partiellement la lumière trachéale ;
- Refoulement, rétrécissement voire disparition de la clarté trachéale normale

- Epaissement de la bande trachéale, droite sur l'incidence de face et postérieure sur l'incidence de profil ;
- Trouble de la ventilation pulmonaire liée à une extension du processus trachéal vers l'arbre bronchique.

Le tableau ci-dessous résume la place de la radiographie thoracique standard dans la détection des sténoses selon plusieurs études :

Etude	Nombre de malades	Pourcentage
Zribi [61]	8 / 18	44,4 %
Alaoui Tahiri [41]	7/ 12	58,3 %
Notre série	4 / 11	36,3 %

✓ Tumeurs :

Elle est souvent l'examen radiologique initial réalisé chez un patient avec une symptomatologie respiratoire, L'attention devrait être dirigée vers la lumière de la trachée et des bronches souches sur chaque radiographie du thorax, mais spécialement chez les patients présentant un stridor, un wheezing, un asthme aigu grave à l'âge adulte, pneumonie récurrente, ou hémoptysie [107,108].

D'après une étude de Manninen et Honings, la radiographie standard a identifié une tumeur trachéale bénigne chez seulement 8 patients sur 44 (18%) et chez 14 patients sur 50 (28%) dans le cas des tumeurs malignes [107,108].

- Ø La radiographie thoracique a décelée la tumeur dans 5 cas sur 8 patients dans l'étude d'El hammami [186] soit 62,5 %.
- Ø Le cliché thoracique a été sans particularité dans 30-75%% des patients dans les études de Rostom [109] et Fields [110].
- Ø Dans notre étude, la radiographie thoracique a été concluante dans 2 cas soit 66 %, elle a montré un rétrécissement de la lumière trachéale chez 1 malade, une opacité dense homogène se confondant avec la paroi trachéale chez un autre.



Figure 12 [198] : Radiographie thoracique de face montrant une opacité ronde dans la lumière trachéale (CAK)

6-3 Tomodensitométrie :

▼ Sténoses : voire annexes 2 et 3

Actuellement, l'examen de référence est la tomodensitométrie.

La TDM-MB s'est imposée comme technique d'imagerie de référence pour l'exploration de la trachée de l'adulte. La TDM-MB est définie par l'acquisition simultanée de plusieurs coupes, réduisant significativement le temps d'acquisition permettant d'obtenir l'ensemble du volume désiré durant une seule apnée [163].

Les avantages de la TDM-MB sur la TDM conventionnelle sont la réduction des artefacts respiratoires et cardiaques, l'absence d'intervalle inexploré, la diminution des effets de volume partiel, la mesure précise des anomalies découvertes dans les trois plans de l'espace, les reconstructions d'images et les explorations dynamiques [164]. Les explorations dynamiques ont une importance cruciale pour rechercher une malacie associée à une sténose trachéale, essentiellement recherchée pour le segment thoracique de la trachée.

La TDM-MB offre l'avantage sur l'endoscopie d'être non invasive, de se réaliser rapidement, même chez des patients fragiles ou refusant l'endoscopie, d'explorer l'ensemble de l'arbre trachéobronchique, même en cas de sténose trachéale serrée [165]. Le développement de la TDM-MB a renforcé la suprématie de la TDM par rapport à l'imagerie par résonance magnétique.

Les coupes axiales présentent certaines limites pour l'analyse de la trachée : difficulté à détecter des sténoses modérées, sous-estimation de l'extension longitudinale des sténoses, difficulté à analyser les lésions anatomiquement complexes.

Grâce à la TDM-MB, plusieurs types de reconstructions sont actuellement possibles afin de compenser ces insuffisances et donner les informations utiles au diagnostic et au bilan préthérapeutique. Il s'agit des reconstructions 2D et 3D [164].

Les reconstructions 2D dans l'axe des bronches ou perpendiculairement à cet axe sont les plus utilisées. Elles permettent des mesures précises de l'extension longitudinale des lésions utiles à la décision thérapeutique [166] (Figure 13). Cependant, les reconstructions 2D ne permettent pas une vue globale des sténoses, en particulier asymétriques.

Dans ces situations, les reconstructions 3D donnent des informations plus précises conduisant, dans certains cas, à isoler une anomalie non visible sur les reconstructions 2D.

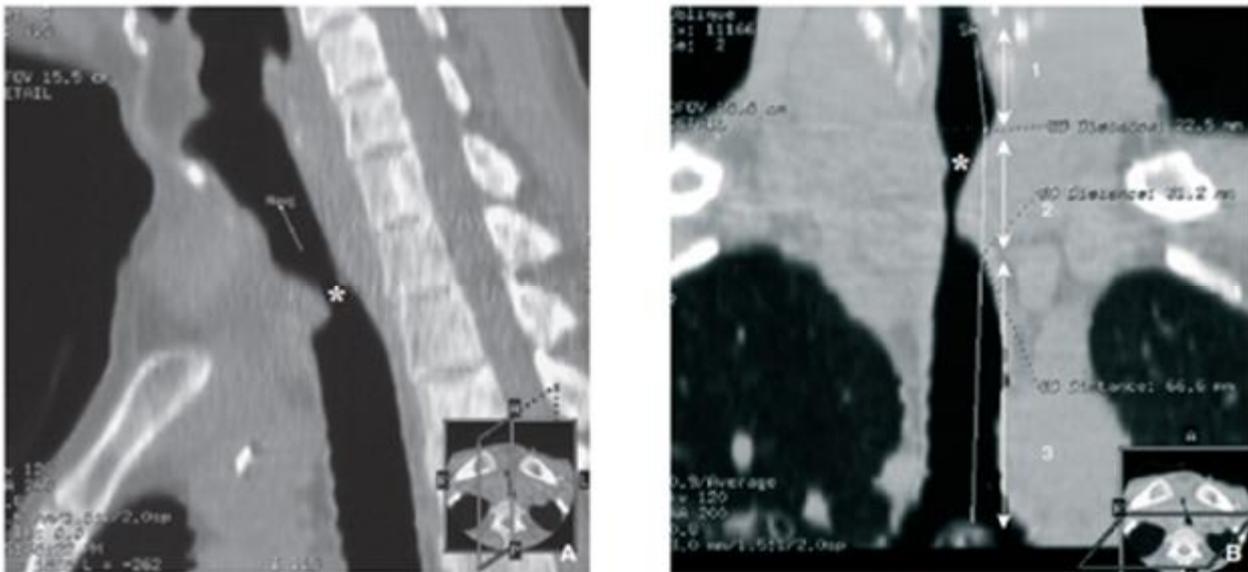


Figure 13 [196]: Tomodensitométrie multibarre avec reconstruction 2D

A-Reconstruction dans le plan sagittal. Sténose trachéale (astérisque)

B-Reconstruction dans le plan frontal. Sténose trachéale (astérisque)

- 1- Distance des CV à la partie SUP de la sténose
- 2- Hauteur de la sténose
- 3- Distance de la partie basse de la sténose à la carène

Reconstructions 3D externes (bronchographie virtuelle)

Deux grands types de reconstructions sont actuellement utilisés : le rendu surfacique et le rendu volumique [167] (Figure 14).

Le rendu surfacique nécessite d'extraire la surface de l'organe à représenter, grâce à une segmentation. La technique la plus simple est le seuillage par densité Hounsfield du volume.

Le rendu volumique est fondé sur la projection de l'ensemble des données du volume sur un plan, en affectant des coefficients de transparence variables aux voxels en fonction de leur densité. Il est particulièrement utile en présence de lésions anatomiquement complexes et permet de corriger des erreurs d'interprétation liées aux autres techniques de reconstruction.



Figure 14 [196] : Tomodensitométrie multi barrette avec reconstruction 3D

- A- Volumique B- Surfacique Sténose trachéale (astérisques)
1- Trachée saine au-dessus de la zone de sténose
2- Trachée saine au-dessous de la zone de sténose

Reconstruction 3D interne (endoscopie virtuelle)

L'endoscopie virtuelle est une technique qui offre une vue réaliste de la lumière des structures explorées (larynx, trachée, bronches), permettant une exploration en temps réel et d'interagir avec l'anatomie extraluminale inaccessible à l'endoscopie réelle [123] (Figure 15).

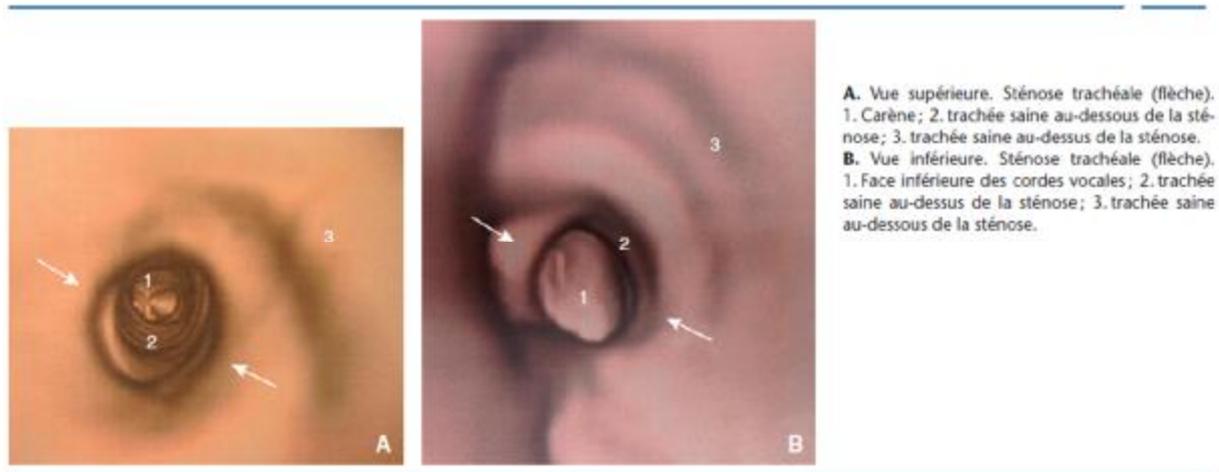


Figure 15 [196] : Tomodensitométrie multi-barrettes avec reconstruction interne

Elle permet une reproduction fidèle des anomalies trachéobronchiques macroscopiques retrouvées en endoscopie. Les vues synthétiques de la lumière bronchique permettent de donner une appréciation exacte du degré de sténose en comparaison avec l'endoscopie ou les pièces chirurgicales [144].

L'endoscopie virtuelle n'est pas opérateur dépendante et permet d'explorer les sténoses trop serrées pour laisser passer un endoscope, afin d'explorer la région en aval. Toutefois, elle présente des limites : l'absence de vision des anomalies muqueuses, la difficulté de distinguer une sténose intrinsèque et extrinsèque, l'impossibilité de faire une biopsie.

La valeur diagnostique de la TDM-MB a été évaluée dans de nombreux travaux, comparant les données de l'imagerie, de l'endoscopie et des pièces opératoires après chirurgie. Les résultats retrouvent une sensibilité et une spécificité élevée de la TDM-MB. Ces reconstructions pourraient donc, à terme, se substituer aux explorations endoscopiques [145]. Outre les avantages diagnostiques, les images obtenues permettent également de planifier l'endoscopie interventionnelle et/ou la chirurgie à ciel ouvert [60, 146] et d'évaluer de manière non invasive les

résultats de ses interventions [147] pour cela, une cartographie TDM est indispensable [165].

Les caractéristiques des sténoses trachéales indispensables au diagnostic sont résumées dans le (Figure 16).

Caractéristiques scanographiques indispensables à connaître avant traitement

Situation de la sténose par rapport au cartilage cricoïde (ou cordes vocales) et à la carène
Extension en hauteur de la sténose, sans oublier l'éventuelle composante malacique imposant d'acquérir des coupes en expiration ou durant l'expiration afin de ne pas sous-estimer la zone à réséquer en cas de chirurgie ou à calibrer en cas de traitement par prothèse endotrachéale
Extension en circonférence
Épaississement de la paroi trachéal
Calcifications et remaniements des cartilages
Extension aux bronches souches
Extension médiastinale
Diamètres orthogonaux antéropostérieur et transverse de la trachée saine sus- et sous-jacente à la lésion à mesurer en cas de traitement par voie endoluminale afin de choisir une prothèse avec un diamètre adapté

Figure 16 [196]: Cartographie de tomодensitométrie multibarre d'une sténose trachéale.

Ø La TDM a été réalisée chez l'ensemble des malades de notre série et a mis en évidence un épaississement pariétal de degré variable.

▼ Tumeurs :

Avec l'avancement rapide de la technologie dans la dernière décennie, la TDM thoracique est devenue la modalité d'imagerie de choix dans la détection, classification et la planification préopératoire des tumeurs des voies aériennes.

Les images axiales définissent l'existence, la localisation et la taille de la lésion intraluminale ou l'épaississement des parois des voies aériennes.

L'extension extraluminale associant l'invasion des structures adjacentes, l'élargissement médiastinal, l'atteinte ganglionnaire, l'atélectasie, le piégeage de l'air et l'infection sont également bien visualisés dans les images axiales. Les Métastases pulmonaires et osseuses sont également identifiées.

Les images multiplanaires bi-dimensionnelle dans les plans frontal, sagittal et oblique le long de l'axe des voies respiratoires permettent une meilleure évaluation de l'extension cranio-caudale de la tumeur.

Les images reformatées permettent une mesure plus précise de la distance entre le cricoïde d'une part et la carène de l'autre et les extrémités de la tumeur.

Les images de reconstruction 3D, particulièrement 3D internes ou la bronchoscopie virtuelle peuvent fournir une perspective endoluminale. Ceci est très utile chez les patients auxquels la bronchoscopie est contre-indiquée ou chez les patients avec des lésions empêchant le passage du bronchoscope [111].

la TDM avec l'endoscopie virtuelle ont été sensibles dans 90 % des cancers endoluminaux et 100 % dans le cas des tumeurs obstructives des voies respiratoires [112].

Chez les patients déjà diagnostiqués pour une tumeur des voies respiratoires, la TDM cervico-thoracique est intégrale dans la prise en charge thérapeutique [106].

Elle aide à déterminer la résecabilité de la tumeur, l'approche chirurgicale, et la nécessité d'une chimiothérapie adjuvante ou néoadjuvante ou d'une radiothérapie.

Le carcinome adénoïde kystique se développe généralement dans la moitié inférieure de la trachée et L'axe principal des bronches et à une propagation sous-muqueuse et périneurale, ce qui est difficile à détecter à l'imagerie [113]. À part la forme d'une masse endoluminale de tissu mou, il peut aussi se manifester sous forme d'un épaissement circonférentiel ou diffus de la paroi avec ou sans sténose (Figure). L'extension longitudinale de la tumeur est souvent mieux appréciée sur les images coronale et sagittale [114,115].

La TDM peut sous-estimer l'extension longitudinale de la tumeur en raison de l'infiltration microscopique de la sous-muqueuse [113]. Le CAK possède généralement à la fois une croissance intraluminal et extraluminal[116].

La TDM ne peut pas prédire avec précision l'invasion des structures locales telles que l'œsophage [113]. L'envahissement ganglionnaire régional est présent chez environ 10% des patients au moment du diagnostic [116].

Les récurrences locales ou les métastases pulmonaires peuvent survenir des années après la présentation initiale, d'où l'intérêt du suivi de ses patients [116].

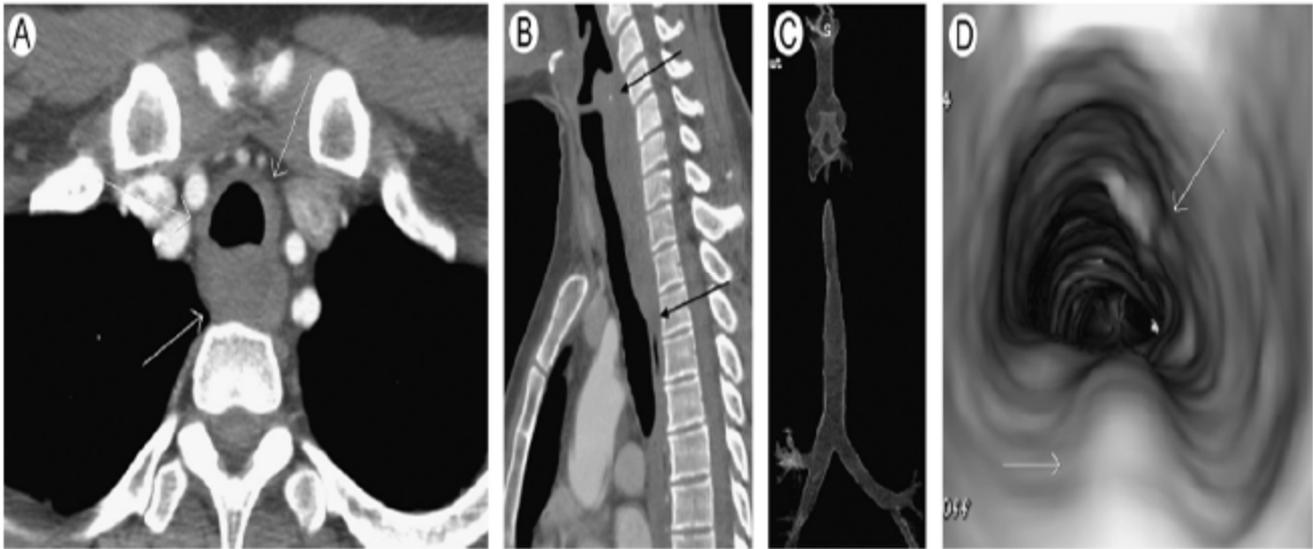


Figure 17 [89] : Carcinome adénoïde kystique :

- A- Image scannographique axiale d'une masse de la paroi postérieure de la trachée avec extension extraluminale et épaissement circonférentielle de la trachée (flèches)
- B- Coupe sagittale montre l'extension longitudinale sous muqueuse de la tumeur (flèches)
- C- Image de reconstruction 3D donne une meilleure appréciation du degré de la compression trachéale
- D- Image de reconstruction bronchoscopique virtuelle 3D donne une perspective endoluminale de la masse et les différents sièges de l'irrégularité de la muqueuse (flèches)

Les tumeurs carcinoïdes ont tendance à apparaître comme des lésions endoluminales avec une surface lisse ou lobulée. Les plus grandes lésions se présentent comme des masses hilaires ou péri-hilaires avec des composantes extraluminales dominantes et endoluminales minoritaires, connues sous le nom de '*lésions en iceberg*' [93,117].

Ø Le scanner a été réalisé chez l'ensemble des malades de la série de Levasseur et de Schneider permettant de confirmer le diagnostic.

Ø La TDM a été réalisée chez 7 patients sur 8 dans la série de El Hammami [186], elle a permis d'orienter le diagnostic et d'étudier l'extension des lésions.

Les caractères scannographiques de notre série peuvent être élucidés dans le tableau suivant :

Malade	Type	Caractère scannographique
1	Tumeur carcinoïde	Processus tissulaire au niveau de la paroi postéro-latérale droite, à la hauteur de C5, C6 bourgeonnant dans la lumière.
2	Tumeur Myofibroblastique inflammatoire	Masse bourgeonnante au niveau la lumière trachéale bien limitée, et rehaussé par PDC de façon hétérogène.
3	Carcinome adénoïde kystique	Masse avec développement extramural de 2 cm au contact de l'œsophage sans l'envahir

6-4 Examen endoscopique :

▼ Sténoses :

L'examen endoscopique est très important. Avec les EFR et la TDM-MB, il constitue le « trépied » diagnostique dans l'évaluation préthérapeutique d'une sténose trachéale [148].

L'endoscopie garde toute son importance pour évaluer la dynamique trachéale. L'examen de la muqueuse trachéale est également un point que l'imagerie évalue mal.

L'endoscopie permet de préciser si la surface de la sténose est inflammatoire, ulcérée, granuleuse, associée ou non à une surinfection locale, ou fibreuse, non inflammatoire et épithélialisée [158]. Ainsi, l'examen endoscopique complète les données de l'imagerie.

L'endoscopie doit également donner des informations concernant la fonction laryngée et permettre de diagnostiquer une ankylose cricoaryténoïdienne, une paralysie laryngée. Ainsi, l'endoscopie doit comporter :

- une laryngoscopie indirecte ;
- une microlaryngoscopie en suspension ;
- une laryngotrachéobronchoscopie.

En cas de patient non coopérant, la laryngoscopie indirecte est remplacée par la MLES. Le reste de l'examen endoscopique se déroule au bloc opératoire. Il peut être réalisé sous sédation vigile, en ventilation spontanée, avec une oxygénothérapie nasale et administration de midazolam et alfentanil [149].

Si l'examen est fait sous anesthésie générale, chez un patient porteur d'une trachéotomie, la ventilation est assurée par cette voie. Chez un patient non trachéotomisé, chaque fois que cela est possible, l'examen est mené en ventilation spontanée. Sinon, l'examen est fait en apnée, en plusieurs étapes, avec ventilation intermittente au masque.

La ventilation à haute fréquence (*Jet ventilation*) est un mode de ventilation utilisé ors du traitement, qu'il soit par voie externe ou endoscopique. Son intérêt est mineur lors de l'évaluation préthérapeutique, une apnée de deux minutes permettant facilement un examen détaillé laryngotrachéobronchique jusqu'aux bronches principales.

La MLES ne peut se faire que chez un patient endormi. En cas d'immobilité complète ou incomplète d'une ou des deux cordes vocales, il faut évaluer la mobilité des aryténoïdes grâce à la palpation instrumentale afin de différencier une ankylose cricoaryténoïdienne, d'une paralysie laryngée. Dans les cas douteux, une électromyographie laryngée devra être réalisée.

La laryngotrachéobronchoscopie peut être faite sous sédation vigile ou sous anesthésie générale. Elle est réalisée en utilisant un laryngoscope d'intubation (Mackintosh®) et une optique rigide longue (0°/4 mm).

L'examen au bronchoscope est déconseillé, pour ne pas traumatiser la sténose [148]. En cas de trachéotomie, la canule est enlevée le temps de l'exploration en aval de l'orifice. L'exploration est menée jusqu'aux bronches souches. Le franchissement de la sténose doit être prudent. En cas de doute sur la nature de la sténose, un prélèvement histologique doit être réalisé avec une pince porte optique. Toutes les distances sont mesurées en millimètres et rapportées sur un schéma.

En pratique, lorsque l'on dispose d'une imagerie de qualité, la prise de toutes les mesures n'est pas indispensable.

Enfin, la recherche d'un RGO doit être systématique.

Ø La fibroscopie a été réalisée systématiquement chez tous nos malades.

6-4-1 Caractéristiques de l'endoscopie :

6-4-1-1 Le Type de sténose :

Les sténoses en diaphragme sont les plus fréquentes dans plusieurs études maghrébines récentes :

- Dans la série de ZRIBI [61], l'effectif était de 50 %.
- Dans la série de SKANDER [63], l'effectif était de 100 %
- Notre série, l'effectif était de seulement 27 %.

Ø Par contre, le type le plus fréquent de notre étude était les sténoses complexes avec 64 % des cas.

Ø On pourra expliquer cette différence de résultats par la durée moyenne d'intubation plus longue de notre série par rapport aux autres où les

lésions de destruction cartilagineuse sont plus marquées avec constitution d'une trachéomalacie.

Etude	Durée moyenne d'assistance ventilatoire (jour)	Extrêmes (jour)
Zribi [61]	26	5 - 65
Skander [63]	7,3	1 - 30
Notre série	Intubation 67,5	30 - 120
	Trachéotomie 720	-

Trachéomalacie [62]

C'est une perte de la rigidité bronchique aboutissant à un collapsus anormal de la trachée et/ou des bronches révélant une faiblesse des anneaux cartilagineux de leurs parois. L'instabilité et la flaccidité de la voie aérienne rendent inefficace le mécanisme de toux, à l'origine d'un mauvais drainage des sécrétions et du développement de bronchopathies infectieuses.

La trachéomalacie est constitutionnelle ou acquise, focale ou diffuse. Quand l'affection est constitutionnelle, l'atteinte trachéale est diffuse et s'associe à une atteinte bronchique. Quand l'affection est secondaire, l'atteinte trachéale est soit localisée, soit diffuse. Les atteintes diffuses sont observées dans de nombreuses situations, comme l'évolution de certaines BPCO, les conséquences d'une rupture ou fracture trachéale, d'une infection, d'une inflammation chronique. La dernière cause de malacie est la compression extrinsèque chronique, tumorale ou non. Cette dernière étiologie illustre bien la difficulté du diagnostic de malacie : la présence d'une compression et d'une déformation de la voie aérienne ne sont pas des signes suffisants pour affirmer la complication malacique. La trachéomalacie peut

également survenir après irradiation médiastinale, et même enfin en cas de pathologie tumorale trachéale. Dans les suites de l'assistance respiratoire peut apparaître une trachéomalacie soit diffuse, soit localisée.

La trachéomalacie est un état pathologique qui serait actuellement sous-estimé. La difficulté tient à l'absence de signe clinique et de test spécifique. Les signes cliniques sont banals. Les perturbations des épreuves fonctionnelles respiratoires et de la courbe débit/ volume sont assez souvent évocatrices, mais leur interprétation devient difficile en cas de BPCO trop souvent associé.

La fibroscopie est considérée comme la modalité diagnostique de référence, en objectivant précisément le degré de collapsus expiratoire de la trachée et des bronches souches au cours du cycle respiratoire.

Ø La trachéomalacie a été retrouvée chez tous nos malades.

6-4-1-2 Localisation des sténoses par rapport aux cordes vocales :

Etude	Situation par rapport au plan glottique (la moyenne)	Extrêmes
Zribi [61]	36 mm	18 - 65 mm
Cuisnier [60]	33,5 mm	20 - 60 mm
Notre étude	45 mm	20 - 100 mm

Cette différence peut être expliquée par le siège distal de certaines sténoses de notre étude.

6-4-1-3 Réduction de la lumière trachéale [187] :

La classification de Myers-Cotton décrivant les sténoses circonférentielles de la région sous glottique :

- Grade 1 : obstruction de 0% à 50% de la lumière.
- Grade 2 : obstruction de 51% à 70% de la lumière.
- Grade 3 : obstruction de 71% à 99% de la lumière.
- Grade 4 : pas de lumière détectable, sténose infranchissable.

Classification	de	à
Grade I	 pas d'obstruction	 obstruction à 50 %
Grade II	 obstruction à 51 %	 obstruction à 70 %
Grade III	 obstruction à 71 %	 obstruction à 99 %
Grade IV	pas de lumière détectable	

Classification de Myers-Cotton

Nos résultats étaient proches de ceux de la littérature.

Etude	Réduction de la lumière trachéale (la moyenne)	Extrêmes
Zribi [61]	75 %	50 – 95 %
Cuisnier [60]	64 %	10 – 95 %
Skander [63]	70 %	-
Notre étude	67 %	50 – 90 %

6-2-1-4 Siège des sténoses :

La majorité des sténoses de notre étude se situait au tiers supérieur. Ces résultats sont identiques à ceux de la littérature [42].

∅ Dans la série de ZRIBI [61] : le 1/3 supérieur était le plus fréquent.

✓ Tumeurs :

La bronchoscopie joue un rôle crucial dans le diagnostic ainsi que le traitement des tumeurs trachéales. Les complications locales telles que les saignements, les Fistules et l'obstruction peuvent être traités en urgence sous anesthésie générale avec des instruments rigides [122].

Le diagnostic de lésion tumorale, que celle-ci soit bénigne ou maligne, est évoqué devant un aspect anormal de la muqueuse, plus ou moins bourgeonnant, plus ou moins lisse, de taille et de couleur variable, parfois ulcérée.

Il faut apprécier l'aide d'un palpateur, la consistance, l'induration de la lésion et du tissu voisin, et vérifier si elle saigne ou non au contact.

La bronchoscopie offre une évaluation précise de la nature et de l'étendue de la tumeur. La localisation et la longueur peuvent être reliées à des repères

anatomiques tels que la carène et le cartilage cricoïde ; les dimensions tumorales peuvent être reliées avec le diamètre des voies aériennes.

Le diagnostic de lésion tumorale reposant sur l'histologie, il est donc nécessaire de réaliser systématiquement, devant toutes lésions suspectes, une biopsie, emportant un fragment de taille suffisante pour l'analyse.

Cependant, la bronchoscopie souple peut provoquer toux, œdème, et saignement des voies aériennes, dans lesquelles on pourrait aggraver leur obstruction.

Chez les patients souffrant de détresse respiratoire aiguë, l'utilisation de bronchoscopie rigide est conseillée.



Figure 18 [106]: Image d'un CAK de haut grade obstruant la lumière trachéale

Les caractéristiques fibroscopiques de notre étude en comparaison avec d'autres séries peuvent être élucidées dans le tableau suivant :

Etude	Siège	Réduction de la lumière		Etendu de la tumeur	
		Moyenne	Extrêmes	Moyenne	Extrêmes
Levasseur [185]	1/3 INF (60%)	56 %	10 – 80%	3,6 cm	2-5,5 cm
Schneider [102]	1/3 MOY-INF +++	50 %	0 – 90%	4 ,1cm	1,5-8 cm
El hammami [186]	1/3 INF +++	-	-	-	-
Notre série	1/3 INF (66%)	76,7 %	70 et 80%	2 cm	2,5-3,5 cm

6-4-1-5 Réduction de la lumière :

La réduction de la lumière a été très importante dans notre série par rapport à la littérature, on pourra expliquer cette divergence par le fait que le diagnostic de nos malades a été effectué à un stade très avancé, vu que les patients ont consulté tardivement et ont été traités comme asthme et autres pathologies avant exacerbation des symptômes.

6-4-1-6 Siège de la tumeur :

Selon Grillo [127] 40-50%% des tumeurs sont localisées dans le tiers inférieur de la trachée et la bifurcation, 30-35%% dans le tiers supérieur et seulement 10-15%% dans le tiers moyen.

Ø Nos résultats rejoignent ceux de la littérature.

Les recommandations pour le diagnostic des tumeurs trachéales malignes sont résumées dans le tableau suivant : Selon Honings et al. [106]

Diagnostic approaches	Indication
Chest X-ray and/or chest CT	Dyspnea, stridor or wheezing unresponsive to bronchodilators Upper airway obstruction at spirometry, unresponsive to bronchodilators New cough for more than 3 weeks
Bronchoscopy	No abnormalities, explanatory for symptoms Tracheal mass, compression or deviation
Chest CT and bronchoscopy	Hemoptysis Persistent hoarseness

Figure 19 [106] : Recommandations pour le diagnostic des tumeurs trachéales malignes

6-5 Imagerie par résonance magnétique :

▼ Tumeurs

Il n'y a aucun avantage clair pour l'IRM dans l'imagerie des tumeurs des voies respiratoires après l'avènement de MPR avec MDCT.

Le temps long pour la réquisition des images de l'IRM est parfois difficile à tolérer pour les patients présentant des symptômes respiratoires

L'IRM peut être utile chez des personnes particulières, comme le cas des enfants ou des jeunes adultes qui ont besoin d'imagerie répétées, pour diminuer les risques associés à l'exposition aux rayonnements. L'IRM cérébral est indiquée lors de métastases cérébrales cliniquement suspects.

La calcification peut être vue dans les tumeurs carcinoïdes, les hamartomes, et les tumeurs cartilagineuses des voies respiratoires. La présence à la fois de la graisse et les calcifications est indicative d'un hamartome.

Contrairement une prise médiocre du PDC est suggestive des tumeurs carcinoïdes [123,124], ou des métastases des tumeurs primitives diffusantes par voie hématogène telle que les carcinomes rénaux.

- Ø L'IRM a été réalisée chez 3 patients sur 8 dans la série d'El Hammami [186] , elle a permis de préciser les rapports des tumeurs endoluminales avec les bronches souche et la carène.
- Ø Aucun cas de notre série n'a bénéficié d'une IRM, cela a été le cas dans les séries de Schneider [102] et Levasseur [185].

6-6 Pet-scan :

▼ Tumeurs :

La plupart des carcinomes épidermoïdes ont une prise importante du FDG, tandis que les CAK et le carcinome mucoépidermoïde ont une prise médiocre [125].

Une prise importante du FDG par les ganglions lymphatiques médiastinaux peut être liée à un envahissement néoplasique, mais peut être secondaire à une infection post obstructive.

- Ø Aucun malade de notre série n'a bénéficié de cet examen.

7- LE TRAITEMENT :

7-1 Traitement médical :

▼ Sténoses [64] :

Il a d'autant plus de chance d'être efficace qu'il s'agit d'une forme précoce, inflammatoire, survenant en cours de réanimation ou au décours immédiat ou rapproché de la décanulation.

La corticothérapie et l'antibiothérapie doivent en effet être utilisées dans cette phase d'expectative armée, quel que soit le calibre de la sténose et l'importance du freinage respiratoire. On a parfois, mais rarement, la bonne surprise de constater une restitution inespérée du calibre, mais on peut aussi aboutir à une récupération partielle de la lumière dont il faut savoir se contenter chez certains grands insuffisants cardiorespiratoires. L'examen fonctionnel respiratoire permet de l'apprécier.

Malheureusement, les succès du traitement médical ne sont parfois que temporaires. Des contrôles répétés permettent de juger du sens de l'évolution et de déterminer le meilleur moment pour opérer. En gagnant du temps (phase de murissement Gourand), on améliore l'état inflammatoire local, on facilite l'évacuation des sécrétions infectées et stagnantes, ce qui permet la réparation chirurgicale dans de meilleures conditions.

Le traitement anti-reflux gastro-œsophagien trouve aussi sa place dans l'arsenal thérapeutique [65].

La mitomycine C, reconnue pour ses propriétés anti-collagènes et anti-fibrine, diminue la formation de sténoses cicatricielles. La plupart des auteurs recommandent son utilisation avec une concentration de 0,4 à 0,5 mg/ml en

applications locales de 2 à 5 minutes [66,67], Son utilisation est largement répandue avec des résultats encourageants.

✓ Sténoses et

✓ Tumeurs :

- Ø L'ensemble des malades ont bénéficié d'un traitement médical à base de corticothérapie orale à courte durée.
- Ø L'antibiothérapie a été réservée pour les malades avec des signes d'infection (expectorations purulentes...).
- Ø Oxygénothérapie.

7-2 Prise en charge préopératoire :

7-2-1 Examen ORL :

Ø Un examen ORL complet avec nasofibroscopie a été réalisé systématiquement chez l'ensemble de nos malades : examen du larynx, de la mobilité des cordes vocales et recherche d'une sténose laryngée associée.

7-2-2 Bilan biologique pré-anesthésique :

- Ø Tous nos malades ont bénéficié d'un bilan pré-anesthésique standard :
 - Numération formule sanguine.
 - Ionogramme sanguin.
 - Taux de Prothrombine

7-2-3 Evaluation pré-opératoire :

✓ Sténoses

- Parmi les contre-indications absolues à la résection, nous retiendrons :
 - *Le mauvais état général du patient*, en particulier neurologique (coma, tétraplégie, arthrodèse rachidienne cervicale...), ou insuffisance respiratoire majeure.

— *Les malades non coopérants et agités* (syndrome frontal post-traumatique, terrain psychiatrique suicidaire...) qui ne respecteront pas les consignes de flexion de la tête en post-opératoire.

— *L'étendue de la sténose* à plus de la moitié de la trachée, ou des sténoses multiples étagées [48, 75]. De telles résections nécessitent à la fois l'abaissement du larynx et une remontée de la trachée.

- Parmi les contre-indications relatives à la résection, nous retiendrons :

— *L'ouverture trachéale* : classiquement elle représente une indication de calibrage, mais certains auteurs [150] ont montré leur faisabilité. Si la trachéotomie est récente (pour dyspnée aiguë), la RA selon la technique habituelle est

envisageable. L'ouverture trachéale ancienne contre-indique un geste thoracique (manubriotomie) pour réaliser la résection du fait du risque de médiastinite. Il faut alors préférer un calibrage par tube de Montgomery.

— *La présence de phénomènes inflammatoires*, au niveau de la sténose, représente une contre-indication temporaire devant le risque accru de récurrence post chirurgicale. Le traitement médical et la mise en place d'une endoprothèse doivent permettre une intervention différée, sur une sténose fibreuse non évolutive.

— *Un antécédent de chirurgie laryngée partielle horizontale*, comme nous l'avons rencontré, doit faire discuter une alternative à la résection anastomose. En effet, la hauteur laryngotrachéale étant déjà réduite, les techniques de libération ne seront pas réalisables surtout si le patient a déjà reçu une radiothérapie.

— *L'âge*, bien que souvent cité, ne paraît pas primordial dans la décision du choix du traitement.

7-3 Traitement Chirurgicale :

7-3-1 Installation du malade :

- Quand le processus est situé dans la moitié supérieure de la trachée, le malade est placé en décubitus dorsal avec un billot sous les épaules mettant le cou en hyperextension.

- Quand le processus est situé dans la moitié inférieure de la trachée, le patient est placé en décubitus latéral gauche, tête antéfléchie.

Ø Dans notre série : 12 malades ont été placé en décubitus dorsal.

2 malades seulement ont été mis en décubitus latéral gauche.

7-3-2 L'Anesthésie :

7-3-2-1 Phase initiale : [20]

L'anesthésie pour la reconstruction trachéale est un partage des voies aériennes. Après l'évaluation, l'induction et éventuellement la bronchoscopie, la voie aérienne est sécurisée avec un tube distal jusqu'à la lésion.

Le but de la bronchoscopie initiale est d'aider à la planification des moyens de sécurisation des voies aériennes. L'anesthésiste devrait explorer les voies respiratoires avec le chirurgien, et avoir une idée de la taille de la lumière et l'entendu des lésions.

Il existe 2 indications pour débiter avec la bronchoscopie rigide :

- Explorer la trachée et évaluer la résecabilité.
- Dilater les sténoses serrées et éradiquer certaines tumeurs endoluminales pour permettre le passage du tube endotrachéal.

La bronchoscopie rigide est essentielle lorsque la lumière des voies respiratoires est significativement compromise ; soit moins de cinq ou six mm de diamètre.

L'induction peut être soit inhalée ou par voie intraveineuse en fonction de la pathologie sous-jacente et l'expérience des praticiens. Des agents à action prolongée sont imprudents puisque l'évaluation bronchoscopique initiale peut constater qu'une résection devrait être reportée ou annulée. L'entretien anesthésique peut être réalisé de plusieurs manières [151, 136]. Les produits d'inhalation, qui émoussent les voies respiratoires réflexes, sont expansifs et rapidement dissipés. L'inconvénient est que la voie aérienne sera ouverte par intermittence pendant l'acte, pour cela une grande partie du produit contamine l'environnement de la salle opératoire.

L'anesthésie par voie intraveineuse convient bien à la chirurgie trachéale, Les processus de ventilation et le conduit d'anesthésie sont séparés et l'air de la salle opératoire n'est pas contaminé. Le Remifentanil et le propofol livré par infusion sont un excellent choix. Les réflexes des voies aériennes sont bien émoussés et les effets se dissipent rapidement à la fin. D'autres produits intraveineux comme les infusions du ketamine hydrochloride, le sufentanil citrate ou les infusions d'alfentanil hydrochloride et des barbituriques sont certainement possibles, mais fait courir le risque de la sédation postopératoire qui est indésirable.

Le monitoring exigé pour la chirurgie trachéale se focalise sur l'évaluation de respiration. Les mesures de CO₂ dans le gaz et le sang artériel en fin d'expiration sont utiles pour évaluer l'adéquation de la ventilation. L'oxygénation est confirmée par l'oxymétrie de pouls. Le cathéter artériel est utile, particulièrement dans la période postopératoire.

7-3-2-2 Ventilation : [188]

La jet ventilation à haute fréquence est une technique élégante mais elle ne préserve pas de l'inhalation du sang provenant du champ opératoire.

Dans ces conditions, la ventilation conventionnelle est la règle avec une intubation dans le champ ou une intubation trans-anastomotique, la jet-ventilation étant réservé à des cas particuliers.

7-3-2-2-1 Ventilation conventionnelle :

La technique classique consiste à intuber la trachée si possible au-dessous de la sténose puis à retirer ce tube vers le haut, un fil de traction lui étant attaché par l'opérateur. Un tube stérile est alors placé dans le segment inférieur de la trachée par l'opérateur et relié à un jeu stérile de tuyaux de respirateurs. La ventilation est alors assurée par ce tube. Si nécessaire, on peut le retirer pour permettre le passage de certains points, la surveillance de la SpO₂ déterminant alors la durée possible des périodes d'apnée.

Après réalisation de l'anastomose trachéale, le tube orotrachéal est remis au-delà de la ligne de suture trachéale. Cette technique ne protège que partiellement les voies aériennes contre l'inhalation et impose des périodes répétées d'hypoxémie.

Une technique proche consiste à réaliser une intubation trans-anastomotique : cette technique ne peut être proposée que lorsque la sténose est relativement haute, sans risque d'intubation bronchique sélective. Il existe des tubes longs de 4 à 6 mm (Tube microlaryngé, Rüsichelit™, Rush) qui peuvent être facilement mobilisés en peropératoire : le gonflement du ballonnet du tube de diamètre 5, le plus employé, permet d'atteindre un diamètre de 25 à 29 mm (évitant toute fuite dans la quasi-totalité des cas) et la distance entre l'extrémité du tube et le bord supérieur du ballonnet est de 46 mm.

Cette technique évite le risque d'une ventilation peropératoire inadéquate. Le tube est placé juste au-dessus de la carène. Le tube est descendu transitoirement pour éviter que l'opérateur ne lèse le ballonnet lorsqu'il ouvre la trachée ; la suture des deux berges trachéales se fait de part et d'autre du tube, en évitant qu'un point ne vienne toucher le ballonnet.

La perte de l'étanchéité, par rupture du ballonnet, oblige soit à utiliser ce tube comme vecteur de jet-ventilation, soit à intuber le segment trachéal inférieur dans le champ avant de réintuber le patient (ceci peut être réalisé par voie rétrograde par le champ opératoire car la réintubation par voie orotrachéale est habituellement impossible compte tenu de l'installation chirurgicale). L'avantage de cette technique est sa simplicité, la normalité des échanges gazeux et la protection contre l'inhalation.

7-3-2-2-2 Jet-ventilation :

L'avantage de la jet-ventilation est une excellente exposition chirurgicale. Mais elle n'est généralement décrite qu'au travers des cas cliniques. En règle, les patients sont tout d'abord intubés avec une sonde conventionnelle et ventilés en ventilation contrôlée.

Le cathéter vecteur de la jet-ventilation, d'un diamètre interne de 2 à 5 mm et d'une longueur d'environ 50 cm, est introduit dans la sonde d'intubation lorsque la trachée est sectionnée, son extrémité étant descendue juste au-dessus de la carène.

Ce cathéter peut être un cathéter spécifique, comme le Monjet™ (Xomed) d'un diamètre externe de 3 mm et à double canal permettant la ventilation et le monitoring de la pression des voies aériennes, ou non spécifique comme une simple sonde urétérale.

On peut également descendre un cathéter dans chaque bronche souche, ce qui limite le « fouettement » du cathéter qui perturbe le geste chirurgical.

La jet-ventilation est maintenue durant toute la période de résection-anastomose de la trachée ; une fois l'anastomose réalisée, le cathéter est retiré et la ventilation conventionnelle reprise.

Les paramètres ventilatoires, pression d'alimentation, fréquence et rapport Ti/Tt , doivent être adaptés à chaque cas. Le monitoring comprend bien sûr l'oxymétrie de pouls et la mesure répétée des gaz du sang artériel ; aucune mesure de la fraction expirée en gaz carbonique n'est possible, l'arbre aérien étant ouvert.

La jet-ventilation doit être discutée lorsqu'il existe une trachéomalacie. Mais, quoi qu'il en soit, le matériel, sonde d'intubation et raccords, permettant de ventiler dans le champ opératoire doit être disponible sans délai.

Les complications potentielles de la jet-ventilation à haute fréquence sont une ventilation inadéquate avec hypoxie, le déplacement du cathéter (risque d'atélectasie du lobe supérieur droit) et la contamination trachéobronchique par du sang ou des débris. Le risque de barotraumatisme est faible tant que l'arbre aérien est ouvert : seul un déplacement très périphérique du cathéter pourrait engendrer un pneumothorax.

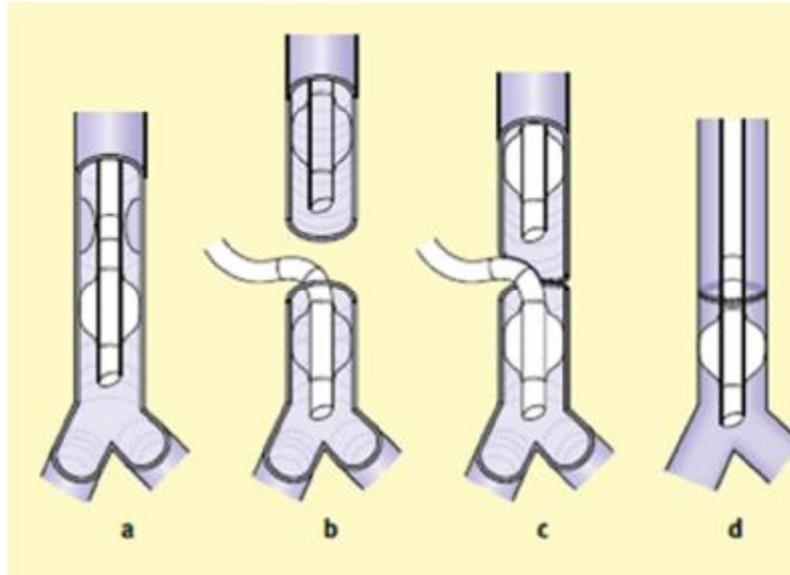


Figure 20 [199] : L'intubation de la moitié supérieure de la trachée dans la résection anastomose termino-terminale.

- a- La trachée est intubée au-delà de la lésion, si possible avec un petit tube, et le bout est positionné avec le fibroscope au-dessus de la carène.
- b- Après l'incision trachéale, le tube armé stérile est inséré directement au niveau de l'extrémité inférieure sectionnée de la trachée et sécurisée.
- c- Après la fin de l'anastomose postérieure, le tube endotrachéal peut être placé au-dessous de la ligne de suture et au-dessus de la carène.
- d- Puis l'anastomose est complétée.

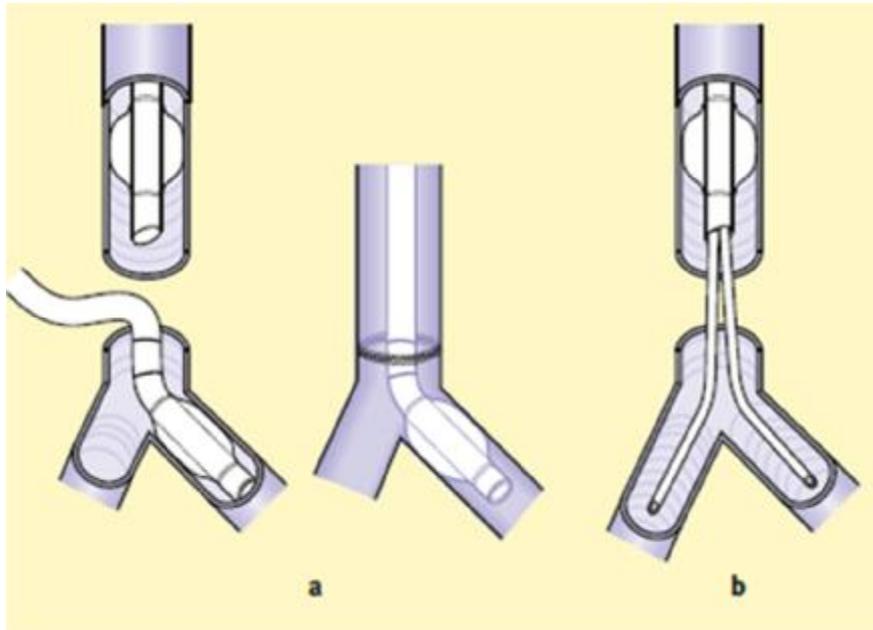


Figure 21 [199] : l'intubation de la moitié inférieure de la trachée

- a- Intubation endobronchique avec un tube armé près du champ opératoire
- b- La jet ventilation par des cathéters bilatéraux à travers les bronches souches permet un bon accès chirurgical durant la phase de réparation trachéale. Ceci peut être obtenu par 2 longs cathéters aspirateurs et la jet ventilation

7-3-2-2-3 Ventilation spontanée :

Quelques cas ont été décrits avec un apport d'oxygène à haut débit par la sonde d'intubation retirée au-dessus de la zone de résection. Cette technique permet de laisser le champ opératoire libre pour le chirurgien et dispense des périodes d'apnées et reventilation par la sonde du champ opératoire mais, comme dans la technique classique et avec la jet ventilation, la protection contre l'inhalation n'est pas assurée.

De plus, le maintien d'une ventilation spontanée permettant à la fois les échanges gazeux efficaces et l'absence de toux lors des manipulations chirurgicales repose sur un équilibre précaire.

7-3-2-2-4 Circulation extracorporelle :

Une autre méthode proposée pour l'oxygénation et la ventilation dans laquelle aucun appareil respiratoire ne serait nécessaire.

Cette technique a des inconvénients importants, y compris la nécessité d'utilisation d'anticoagulation contre le risque de micro-embolies, ainsi que son mode plus invasif.

Des reconstructions plus complexes où la CEC pourrait être envisagée, sont habituellement la manipulation des lésions intrathoraciques pour lesquelles la chirurgie serait nuisible à l'état non coagulé.

En effet, dans les centres expérimentés, la CEC n'est jamais nécessaire que si une intervention vasculaire ou cardiaque majeure est également exigée.

7-3-2-2-5 Extracorporeal membrane oxygenation [200]

L'ECMO est devenue une technique d'assistance respiratoire et cardiorespiratoire utilisée en cas de défaillances respiratoire et/ou cardiaque en

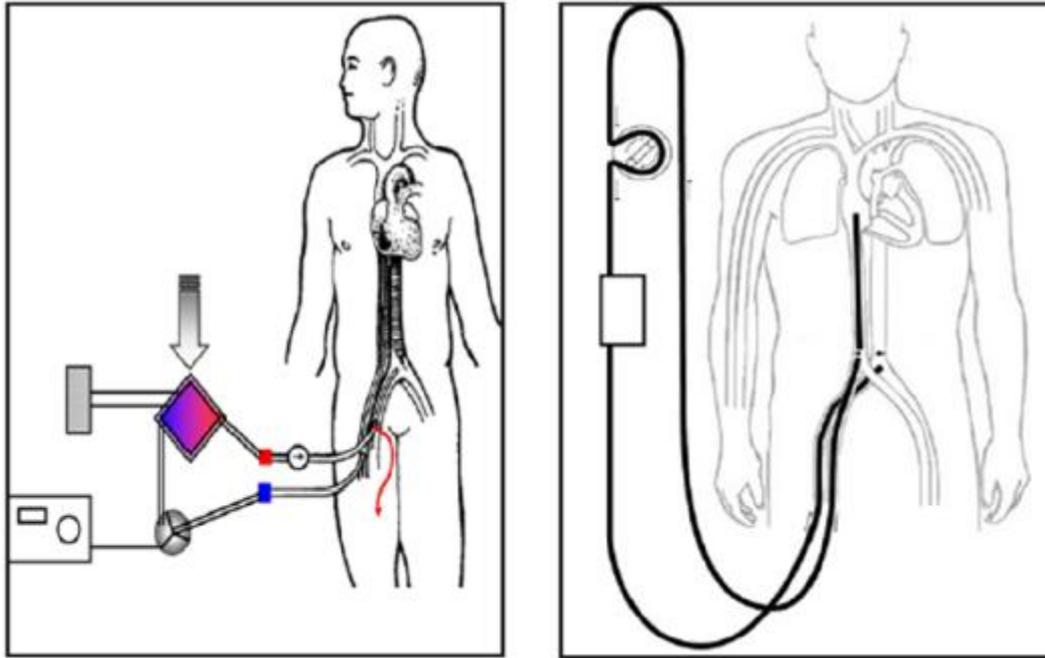
attendant la restauration de la fonction défaillante ou une éventuelle transplantation. Le support hémodynamique peut être partiel ou total.

Les abords vasculaires peuvent être périphériques ou centraux. Ce type d'assistance utilise le concept de CEC de sang dont la période moderne s'est ouverte avec l'utilisation des poumons artificiels à membrane. Le circuit de base est simple et comprend une pompe, un oxygénateur (permettant l'enrichissement du sang en O₂ et l'élimination du sang en CO₂) et des voies d'abord (une de drainage et une de réinjection). Sa mise en place est facile, rapide et peut être initiée au lit du malade.

L'amélioration du matériel, une meilleure connaissance de la technique et des indications, et les politiques de santé publiques ont vulgarisé cette technique. Certains centres de chirurgie thoracique l'utilisent en routine comme assistance à la réalisation d'un geste thérapeutique et des équipes de réanimation sont équipées pour le traitement du syndrome de détresse respiratoire aiguë.

Dans le cadre de la pathologie respiratoire de l'adulte, l'idée force est de développer la notion de stratégie minimaliste avec utilisation d'une CEC adjuvante partielle - plus que supplétive totale - qui permettrait la récupération métabolique ad integrum du patient.

Dans les années à venir, les progrès des techniques et de l'ingénierie ainsi que des connaissances approfondies permettront l'amélioration du pronostic des patients atteints de défaillance respiratoire sous assistance mécanique.



Circuit d'ECMO veino-artérielle fémoro-fémorale :

Comprenant la canule veineuse dans l'oreillette droite, la pompe (reliée à la console), l'oxygénateur (relié à l'échangeur thermique et au flux d'air/O₂) et la canule artérielle jusqu'au carrefour aortique (avec un shunt rétrograde).

7-3-2-2-6 Choix du mode de ventilation

- Une lésion située dans la moitié supérieure de la trachée laisse le choix « ouvert » entre la technique classique (intubation au-dessus de la lésion puis intubation du segment inférieur de la trachée dans le champ opératoire), l'intubation réalisée avec un tube long de diamètre réduit (intubation trans-anastomotique) et la jet-ventilation.
- Une lésion située dans la moitié inférieure de la trachée (situation plus rare) peut être traitée avec la technique classique de ventilation ou l'intubation trans-anastomotique.

Toutefois, le segment distal est si court que cela entraîne une intubation sélective avec son risque d'hypoxémie. Cette technique a tout de même été

proposée avec diverses solutions : recul du tube pendant quelques instants dès qu'une hypoxémie apparaît, avec arrêt de l'intervention, mise en place d'un tube du côté opposé permettant l'insufflation d'oxygène ou l'application d'une CPAP, voire un clampage partiel de l'artère pulmonaire du côté non ventilé.

La jet-ventilation trouve là une bonne indication, à condition de vérifier que l'extrémité du cathéter reste proche de la carène et que le saignement soit correctement aspiré.

Une intervention complexe et réalisée exceptionnellement, l'intervention de Barclay (résection-anastomose de la carène), pose un problème ventilatoire qui est réglé au mieux par la jet-ventilation. Certaines équipes préfèrent recourir à une circulation extracorporelle.

L'avantage et l'inconvénient de chaque mode d'intubation peut être résumé dans le tableau ci- dessous :

	Avantages	Inconvénients
Intubation conventionnelle suivie d'une intubation dans le champ opératoire (technique classique)	<ul style="list-style-type: none"> - protection partielle contre l'issue de sang dans le segment trachéal distal 	<ul style="list-style-type: none"> - ventilation difficile (si sténose très serrée) avant l'ouverture trachéale - risque d'exubation lors de l'installation si la sténose n'est pas franchie - périodes d'hypoxémie répétées - risque de ventilation unipulmonaire lors de l'utilisation de la sonde du champ opératoire
Intubation conventionnelle avec un tube de petit diamètre	<ul style="list-style-type: none"> - diminution de l'encombrement du champ opératoire facilitant le geste chirurgical - protection totale contre l'issue de sang dans le segment trachéal distal 	<ul style="list-style-type: none"> - nécessité d'une dilatation trachéale préalable (si sténose trachéale très serrée) - risque d'intubation sélective - risque de lésion du ballonnet obligeant à changer de sonde d'intubation
Jet-ventilation à haute fréquence	<ul style="list-style-type: none"> - champ opératoire libre facilitant le geste chirurgical 	<ul style="list-style-type: none"> - risque d'hypoventilation et/ou d'hypoxie - absence de protection contre l'issue de sang dans le segment trachéal distal - risque barotraumatique en cas de déplacement en distalité de l'extrémité du cathéter

Figure 22 [188] : Avantages et inconvénients de chaque mode d'intubation

7-3-2-3 Phase finale : [20]

À la fin de la procédure, l'objectif est l'extubation du malade avec des voies aériennes perméables. Il existe plusieurs raisons pour préférer une extubation immédiate. Un instrument au niveau des voies respiratoires peut irriter l'anastomose, surtout si l'extrémité de la canule ou le ballonnet est à la hauteur de la ligne des sutures.

Les voies respiratoires doivent être sécurisées dans la période post - opératoire, soit en raison du gonflement transitoire ou des lésions des cordes vocales, alors une petite canule sans ballonnet est préférable. La réintubation peut être réalisée soit avec laryngoscopie directe tout en maintenant une stricte flexion du cou ou par fibre optique.

La flexion du cou doit être rigoureusement maintenue. Même un seul épisode d'extension de la période d'émergence peut perturber l'anastomose. Ce sera un désastre, à la fois aiguë (saignement, emphysème sous-cutané, et rupture des voies aériennes) et à long terme (fuite, cicatrices, et la resténose).

Pour éviter l'extension du cou, une suture est placée du menton à la poitrine. Cela permettra d'éviter au patient éveillé d'étendre inconsciemment le cou, mais il n'arrêtera pas les mouvements d'un patient partiellement conscient au réveil. Un anesthésiste prudent va garder une main sur l'occiput tout au long de la période du réveil et de transport, forçant la tête à suivre le torse lors de mouvements du patient.

Ø On a utilisé une ventilation conventionnelle chez l'ensemble de nos malades avec intubation du bout inférieur à travers le champ opératoire.

7-3-2-4 Résection de la carène : (Figure 23 A-B-C-D) [201]

La résection carinale, surtout si elle est associée à une pneumonectomie droite, est la variante la plus risquée de la RRT, associant des complications graves et un risque élevé de mortalité [152].

Avant d'accéder aux voies respiratoires, l'intubation peut être réalisée en utilisant un tube SLT avec le bout qui sera soit placé au-dessus de la lésion (auquel une résistance élevée à l'écoulement d'air peut être attendu (A), ou au-dessous de la lésion (avec le risque de ventiler sélectivement un seul poumon).



23-A En cas d'obstruction de la carène, la lésion doit être évidée au cours de la bronchoscopie rigide, avant l'intubation par le TET.

Après l'ouverture des voies aériennes, la ventilation peut être réalisée par un certain nombre de stratégies. Dans la forme la plus simple, une ventilation pulmonaire unique peut être utilisée. Initialement, la bronche principale gauche est ouverte et intubée à travers le champ (B).



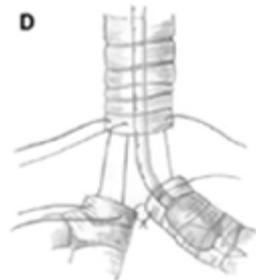
23-B Souvent, la bronche souche gauche est incisée initialement, et ventilé à travers le champ opératoire avec un 2^{ème} TET stérile.

La ventilation du poumon gauche peut être effectuée facilement tandis que la trachée et la bronche principale droite sont incisés et les sutures sont placées (C).



23-C La résection de la carène est complète.

La ventilation du poumon gauche est alors effectuée de façon intermittente, tandis que les sutures sont réalisés sur la trachée et la bronche souche gauche, soit à travers le champ (comme avant) ou en utilisant le TET orale (D).



23-D La ventilation du poumon gauche peut être accomplie par la suite avec un TET par voie orale, introduit dans la bronche souche pour permettre l'achèvement des sutures.

Dans ce dernier cas, un petit TET à ballonnet extra long doit être utilisé. Ces tubes sont disponibles dans le marché, sinon, ils peuvent être fournis soit à partir de deux sondes endotrachéales à lumière unique reliés entre eux, ou d'un tube à double lumière, par écartement de la lumière trachéale et du ballonnet [153]. Chez les patients qui ne tolèrent pas la ventilation par un seul poumon, le poumon fonctionnel peut être ventilé ainsi, ou muni d'une pression positive continue, en utilisant un deuxième TET à lumière unique.

D'autres stratégies alternatives peuvent être utilisées dans les cas difficiles. La Jet ventilation d'un poumon [154] peut également être utilisée. L'utilisation de la circulation extracorporelle a également été préconisée [155]; Toutefois, cela est gâché par les complications hémorragiques associées à une héparinisation systémique.

7-3-2-5 Mesures post-opératoires :

Une grande partie de l'art de l'anesthésie des patients avec reconstruction de la trachée se produit dans la période postopératoire immédiate, lorsque l'adéquation des voies respiratoires doit être évaluée.

Un bon mouvement d'air et une forte voix sont des signes de succès. Un effort respiratoire absent ou inadéquat est un résultat de l'insuffisance respiratoire ou du déficit de la force musculaire. Les deux situations doivent être traitées symptomatiquement avec le support ventilatoire et l'inversion du bloc neuromusculaire ou de la dépression respiratoire.

Les patients avec une obstruction respiratoire montreront un effort vigoureux, mais un mouvement d'air inadéquat. La rétraction sternale et intercostale et la respiration thoraco-abdominale non coordonnées sont toutes des signes d'obstruction.

Chez les patients plus éveillés, l'anxiété et la soif d'air sera manifeste. La question est alors si l'obstacle se trouve dans les voies aériennes supérieures ou inférieures. L'obstruction des voies aériennes supérieures peut être traitée par des méthodes classiques : l'aspiration orale, la subluxation de la mâchoire. La seule réserve est d'éviter l'extension du cou.

L'obstruction des voies aériennes inférieures peut être due à un œdème de la trachée. Ceci est particulièrement probable si une large manipulation a été nécessaire, quand le processus pathologique a touché des zones non réséquées, ou si une infection est présente.

Les cas graves nécessiteront la pose d'un TET de petit calibre sans ballonnet. Dans des situations moins graves, la nébulisation par l'épinéphrine, la posture debout, et une petite dose de stéroïdes seront suffisantes.

La Fonction des cordes vocales peut être altérée par la pathologie sous-jacente, ou durant l'acte. Même si les nerfs peuvent être anatomiquement intacts, l'étirement ou la contusion peuvent provoquer un spasme transitoire qui adductera les cordes vocales. L'examen par fibres optique ou laryngoscopie directe montrera des cordes vocales étroitement en adduction, et le passage d'une petite sonde endotrachéale, ou une trachéotomie temporaire, sera nécessaire.

Enfin, des problèmes techniques avec l'anastomose sont toujours possibles. Il est prudent d'inspecter une difficulté de reconstruction par les fibres optiques avant la fin de la procédure.

Dans la situation extrême, l'acte devra être repris. Dans le premier ou deuxième jour après la procédure, les soins infirmiers intensifs avec une surveillance étroite sont nécessaires. Les difficultés incluent un déficit d'élimination des sécrétions, et le saignement, compromettant les voies respiratoires. Des séances de bronchoscopie au chevet doivent être fréquentes, à la fois pour évaluer l'état de l'anastomose et d'aider la kinésithérapie respiratoire.

Mesures associées :

En plus du défi de la gestion des voies aériennes, quelques autres aspects sont spécifiques :

- La gestion de la douleur postopératoire : les Résections de la carène sont généralement abordées à travers une incision de thoracotomie droite. La douleur postopératoire est très significative, et justifie l'utilisation d'une péridurale ou d'autres techniques régionaux. Chez les patients auxquels cela est contre-indiqué, on se base sur les opioïdes systémiques pour le contrôle de la douleur postopératoire, avec le risque d'induire une dépression respiratoire.

- Chez les patients qui subissent une pneumonectomie, une intubation postopératoire peut être nécessaire dans les 12 à 24 heures.
- L'œdème pulmonaire post-pneumonectomie peut se produire même après un acte sans incident, et est souvent fatal. L'administration d'une hydratation IV est limitée (généralement <1 L), bien que son rôle causal n'a pas été démontré clairement [168].

L'intubation post opératoire :

Souvent après une résection de la carène, et surtout après une durée prolongée, une ventilation postopératoire peut être nécessaire, pour les 12 à 24 heures, car les capacités du patient à tousser et à extraire ses sécrétions sont couramment altérées.

Si tel est le cas, les patients sont intubés avec un petit TET, placé au-dessus de la ligne d'anastomose.

L'extubation est réalisée dans l'unité de soins intensifs le 1^{er} ou 2^e jour postopératoire, dès que les critères d'extubation habituels, sont respectés.

Si l'extubation à échouer, il est essentiel de rechercher la cause. Un autre essai d'extubation est alors tenté 4 à cinq jours plus tard, cette fois dans la salle d'opération. S'il y a à nouveau échec, il est préférable d'effectuer une trachéotomie.

7-3-3 Voies d'abord :

7-3-3-1 Cervicotomie antérieure :

Il s'agit d'une Cervicotomie arciforme à concavité supérieure. Il faut, au cours de ce temps opératoire, disséquer au contact de la paroi trachéale antérieure en particulier vers le bas, pour éviter tout décollement à proximité du TABC. La trachée est largement dénudée, surtout vers le bas dans la région sus- et rétrosternale. La gaine celluleuse trachéale est incisée. Une dissection au ras des cartilages évite les lésions des nerfs récurrents.

7-3-3-2 Voie cervicale et cervicothoracique haute :

Le sujet est installé en décubitus dorsal avec un billot postérieur placé au niveau des omoplates. La voie d'abord est une large cervicotomie en « V » dont la pointe inférieure amorce une éventuelle incision pour sternotomie partielle ou totale (Figure 24 A).

Après décollement cutané vers le haut et le bas, on sectionne verticalement l'aponévrose cervicale au niveau de la ligne blanche. Les muscles sterno-cléido-hyïdiens et sternothyroïdiens sont réclinés latéralement, permettant une section de l'isthme.

Tractée latéralement durant l'intervention, la thyroïde sert de couverture et de protection pour l'anastomose (Figure 24B).

Le danger de cette voie d'abord est représenté surtout, en haut, par les récurrents qui sont situés à proximité de l'angle trachéoœsophagien. Un bon moyen de les protéger consiste à passer au plus près de la trachée, quitte à en laisser un fragment et à éviter la région cricotrachéale postérieure.

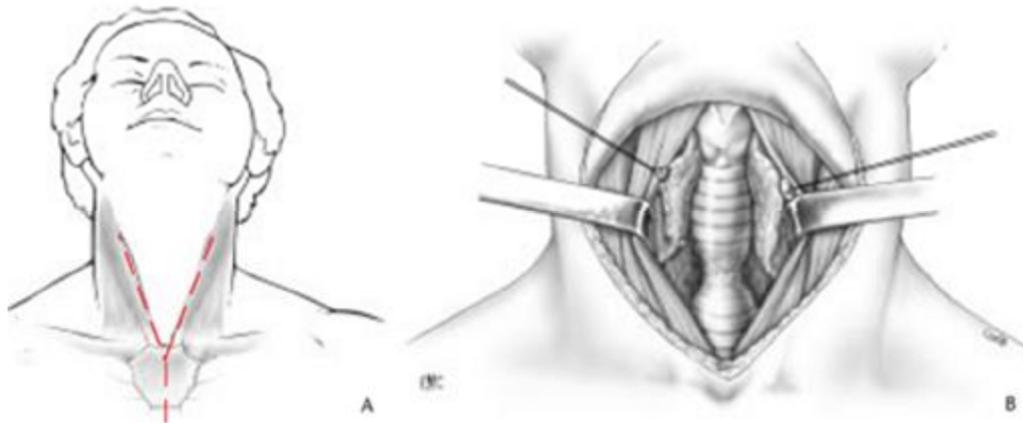


Figure 24 [189] : Voie d'abord cervicale et cervico-thoracique haute

- A. Cervicotomie en « V » permettant un prolongement présternal en « Y ».
- B. Exposition de la trachée après avoir récliné les muscles sous-hyoïdiens et les lobes thyroïdiens.

7-3-3-3 Voie thoracique haute

La voie d'abord est une cervico-manubriotomie ou une cervico-sternotomie totale. Au niveau du médiastin supérieur, l'accès à la trachée est barré par deux vaisseaux, le tronc veineux innominé qui peut être lié, et le tronc artériel brachio-céphalique qui, lui, ne peut être que mobilisé.

La dissection artérielle se doit de laisser le maximum de tissu autour du vaisseau pour éviter toute érosion vasculaire postopératoire.

De plus, au moment de la fermeture, il est indispensable de bien séparer la suture trachéale du tronc artériel à l'aide du sterno-cléido-mastoïdien désinséré en haut, ou à défaut d'un manchon de tissu synthétique peu traumatisant.

7-3-3-4 Voie thoracique basse :

Au niveau thoracique bas, trois types d'incisions sont possibles :

- Sternotomie médiane : (figure 25A)

La sternotomie est, a priori, la meilleure solution si la résection est étendue, car elle permet la mobilisation complète de la trachée par mobilisation des deux

pédicules pulmonaires et abaissement laryngé, sans avoir à changer le malade de position.

Les conditions ventilatoires sont toujours excellentes. En revanche, l'anastomose peut cependant s'avérer difficile, surtout si une exérèse pulmonaire gauche est associée car le tronc souche gauche est fixé sous l'aorte.

- Le malade est placé en décubitus dorsal avec un billot postérieur en regard des omoplates.

- Après avoir prudemment écarté les valves de l'écarteur de Finochietto, on sectionne le thymus et sa graisse. Le tronc veineux innominé peut être soit récliné par un lacs, soit sectionné.

- L'exposition de la partie basse de la trachée impose la mise sur lacs du tronc artériel brachio-céphalique, de l'origine de la crosse aortique après ouverture du péricarde, de la veine cave supérieure et parfois de l'origine de l'artère pulmonaire droite dans l'espace interaorticocave.

- Afin de correctement exposer la partie basse de la trachée, il est alors habituel de mettre sur lacs la trachée et les deux bronches principales. Ce geste est aisé chez le sujet jeune aux vaisseaux souples, beaucoup plus délicat chez la personne plus âgée à l'aorte volumineuse et calcifiée.

- Thoracotomie postéro-latérale droite dans le quatrième espace intercostal : (figure 25 B)

Elle permet un excellent abord de la bifurcation trachéale, y compris du tronc souche gauche. En effet, après section de la crosse de l'azygos, il est possible d'aborder facilement la trachée thoracique et la face postérieure de la carène.

En revanche, dans cette position, les conditions ventilatoires ne sont pas toujours excellentes.

Il est important de placer le malade sur la table d'opération de telle manière qu'en mobilisant le bras vers la droite, on puisse atteindre la région du cou et libérer ainsi le larynx. Badigeonnage et champs sont prévus en conséquence.

- Voie mixte de Grillo : (figure 25C)

Cette voie d'abord, peu utilisée mais très intéressante, associe thoracotomie antérolatérale droite dans le quatrième espace intercostal et sternotomie médiane partielle sus-jacente.

Le malade est installé comme pour une sternotomie, mais le côté droit est soulevé par un billot et le membre supérieur droit est surélevé et fixé sur le cadre.

Cette large voie d'abord permet de combiner théoriquement les avantages des deux précédentes. Elle ne supprime pas les restrictions d'abord sur le tronc souche gauche.

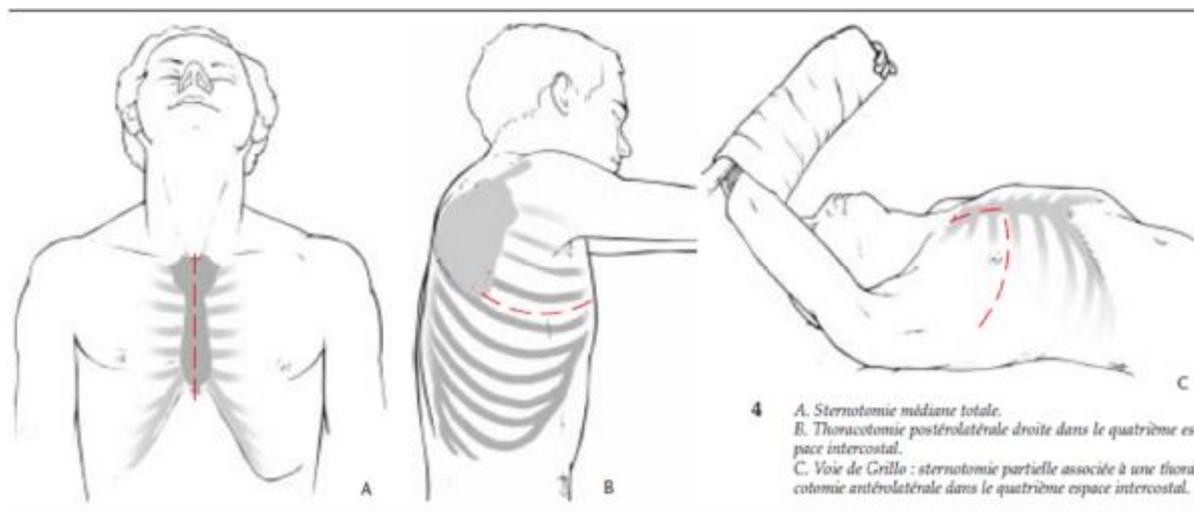


Figure 25 [189]: Voies d'abord thoraciques basses

▼ Sténoses

Ø Vu que les sténoses prédominaient au tiers supérieur selon les données de la littérature [42] La voie d'abord la plus utilisée étant la cervicotomie horizontale type Kocher.

Le tableau ci-dessous résume les résultats de notre travail en comparaison avec d'autres séries.

Etude	Voie d'abord		
	Kocher	Cervicostérnotomie en T	Cervicostérnotomie verticale
Zribi [61]	91 %	9 %	-
Cuisnier [60]	95 %	-	5 %
Anoukoum [46]	73 %	17 %	10 %
Notre série	45 %	45 %	10 %

Ø Ces différences de résultats entre notre étude et la littérature peuvent être expliqués par le siège distale (≥ 6 cm / plan glottique) d'une grande partie des lésions (45 %) de notre série, ce qui rend leur abord difficile par une cervicotomie type Kocher.

▼ Tumeurs

Ø Dans notre étude :

La thoracotomie postéro-latérale droite par le 4^e espace intercostal a été réalisée chez deux malades.

La Cervico-sternotomie en T a été utilisée chez 1 malade.

Ø Dans la série de Schneider [102] :

La cervico-sternotomie a été utilisée dans 8 cas, la thoracotomie postéro-latérale droite par le 4 EIC a été réalisée à 3 reprises, la sternotomie verticale a été effectuée une seule fois.

7-3-4 Techniques chirurgicales :

7-3-4-1 Résection anastomose termino-terminale [189] : voire annexe 1

Quelles que soient la cause, la localisation et l'étendue de l'exérèse, les temps opératoires restent les mêmes.

7-3-4-1-1 Libération :

La libération de la trachée est le premier temps de la mobilisation. La dissection effectuée aux ciseaux, au tampon monté et à la section douce du bistouri électrique, doit être atraumatique afin d'obtenir des extrémités saines pour les tumeurs, non inflammatoires pour les sténoses et bien vascularisées dans tous les cas.

Après avoir abordé la face antérieure de la trachée, on la libère au doigt sur ses faces antérieures et latérales en respectant les angles postéro-latéraux riches en vaisseaux. En effet, la dévascularisation doit être aussi limitée que possible et ne porter que sur la zone qui sera réséquée. Une dissection au ras des cartilages évite les lésions des nerfs récurrents.

La libération se termine par le passage de deux fils tracteurs au niveau des espaces inter annulaires antérieurs, immédiatement au-dessus et en dessous de la zone à réséquer (figure 26A).

7-3-4-1-2 Résection :

La trachée étant libérée sur toute sa hauteur, tractée, et la zone à réséquer repérée, on l'ouvre verticalement au bistouri pointu. Ceci permet de localiser au mieux les limites supérieures et inférieures de la résection (figure 26B).

Les volets latéraux sont alors chargés par des fils tracteurs, ce qui permet, en basculant la trachée à droite puis à gauche de séparer la membraneuse de la face antérieure de l'œsophage et de la sectionner.

La présence d'une sonde gastrique constitue un bon repère pour l'opérateur (Figure 26C).

Toutefois, en cas de pathologie non tumorale avec disparition de ce plan de clivage postérieur, il est possible d'abandonner la membraneuse.

7-3-4-1-3 Anastomose :

- Plan postérieur : Les deux angles latéraux étant repérés par des fils tracteurs 2/0 (figure 26D), il est possible de passer une série de points 3/0 qui sont noués ultérieurement à l'extérieur de la lumière trachéale (figure 26E).

Une alternative intéressante pour ce plan postérieur consiste à utiliser la technique de Cooley : un surjet de monofilament résorbable 4/0 est passé puis tendu secondairement (figure 26F).

Dans tous les cas, on diminue la tension de cette suture en baissant le billot, en fléchissant la tête, en rapprochant les fils tracteurs antérieurs grâce à un Rummel et en nouant les angles latéraux (figure 26G).

Quelle que soit la sonde de ventilation utilisée (Mallinkrodt, Trachéoflex, sonde de *jet-ventilation*), elle ne doit pas gêner ce temps opératoire.

- Plan antérolatéral : Le plan postérieur terminé, il est alors aisé de suturer le plan antérolatéral à points séparés de fil 3/0, passés régulièrement en rasant les bords des cartilages sus- et sous-jacent (figure 26 H).

Afin de bien passer ces points, il est recommandé de relâcher le Rummel, ce qui a pour conséquence de faire bâiller les berges à suturer.

Toute l'opération doit être menée avec un grand souci d'asepsie : aspiration des sécrétions trachéobronchiques, protection du champ opératoire pour éviter toute souillure cervicomédiastinale, lavage du champ opératoire à l'aide d'eau et/ou d'antiseptiques

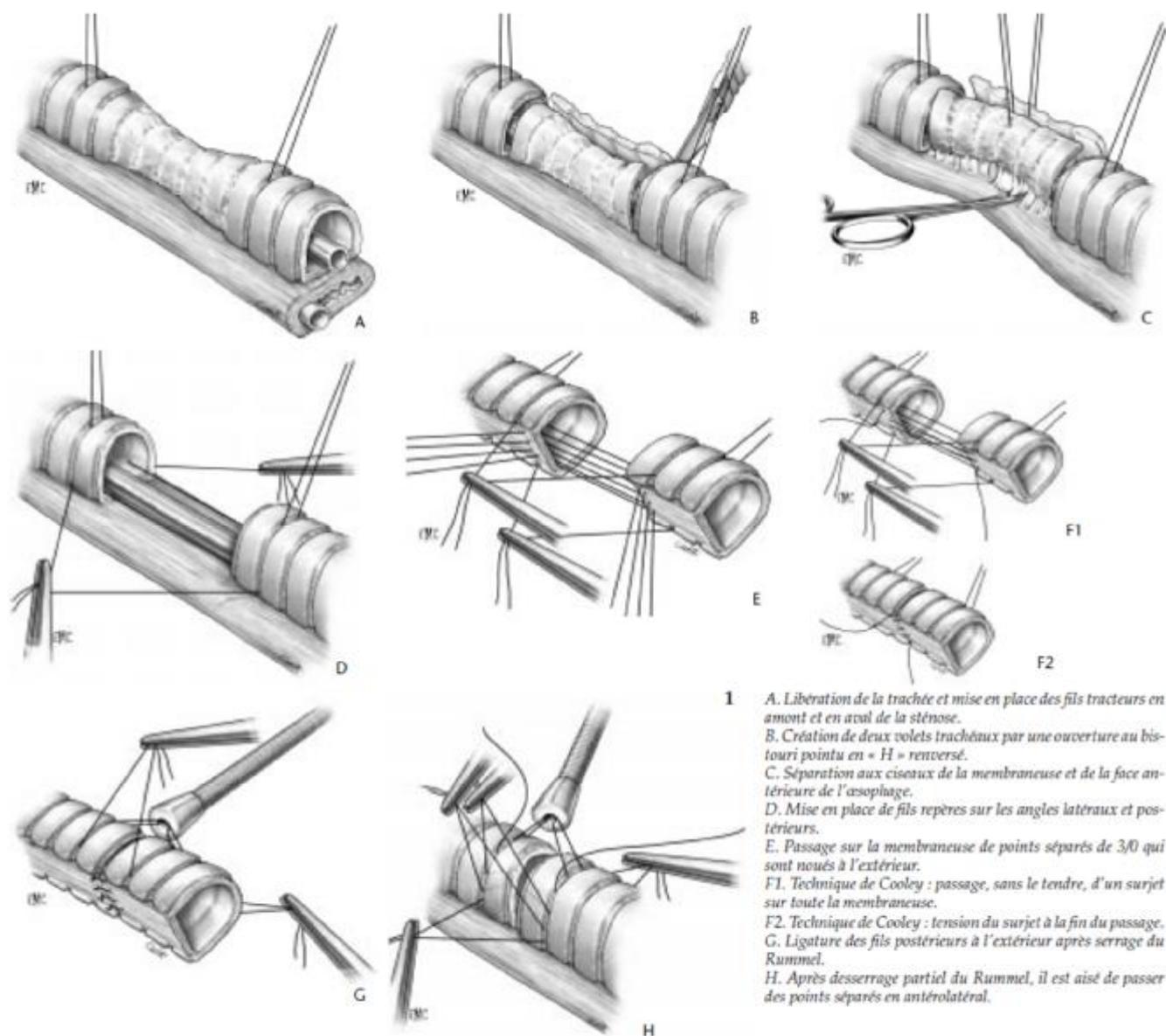


Figure 26 [189] : Résection anastomose termino-terminale de la trachée

7-3-4-1-4 Problèmes de congruence :

La différence de calibre entre les deux extrémités à anastomoser nécessite des artifices techniques simples. Au niveau de la membraneuse, ceci ne pose jamais de problème, car elle est extensible ou au contraire, elle peut être plissée.

Au niveau cartilagineux, une section oblique où en « V » est toujours possible.

Dans tous les cas, trois repères restent fixes : les deux angles latéraux et le milieu du cartilage. C'est là que sont placés les premiers points qui servent de tracteurs.

Toutes les techniques de résection trachéale présentées dans la littérature insistent sur l'importance d'une suture sans tension sur une muqueuse saine. [42,48][68-70]

Les sutures doivent être réalisées par des points séparés, noués en extra-muqueux avec un fil à résorption lente [47,48] [68,69][71].

En cas de résection nécessitant le sacrifice du premier anneau trachéal la suture crico-trachéale est réalisable selon les mêmes critères [39,70].

7-3-4-1-5 Fin d'intervention:

- Etanchéité : L'étanchéité de la suture est vérifiée, soit en remontant la sonde d'intubation au-dessus de l'anastomose, soit en dégonflant le ballonnet et en utilisant un *packing* buccal.

- Couverture : Une couverture des sutures est recommandée afin de les isoler des structures vasculaires telles que le tronc artériel. On utilise en général les tissus de voisinage (muscle, plèvre, péricarde, espace intercostal, thyroïde) ou des tissus synthétiques tels que collagène et filets étanches associés ou non à de la colle biologique.

- Drainage : Un drainage aspiratif type Redon au voisinage de l'anastomose est nécessaire, car il permet d'éviter les hématomes et éventuellement de parfaire l'étanchéité de la suture par accolement des tissus de voisinage.

▼ Sténoses :

∅ La résection anastomose termino-terminale a été une technique utilisée dans plusieurs séries [72-74], avec des résultats très satisfaisants (entre 87 et 94,7%) [38][42] [48][68,69] [75,76].

∅ Nos résultats sont proches de ceux de la littérature :

Etude	Nombre de cas	Succès	Echec	Décès
Anoukoum [46]	30	25 (83,3%)	2	3
Cuisnier [60]	21	19 (91 %)	1	1
Zribi [61]	11	9 (81,9%)	2	0
Notre étude	11	8 (72,7%)	2	1

∅ La résection anastomose trachéo-trachéale : La dissection de la trachée se fait en sous-périchondral afin de préserver les nerfs récurrents. La résection trachéale obéit à deux impératifs : aller de bas en haut et être économe. Les sutures doivent se faire impérativement sans tension par des points passés en extra-muqueux en commençant toujours par la paroi postérieure [42][60][77].

∅ La résection anastomose crico-trachéale : Il faut faire attention aux nerfs récurrents, il faut aussi conserver au moins, un pont postérieur du chaton cricoïdien destiné à protéger les nerfs récurrents et à servir d'assise aux aryténoïdes.

∅ Nos résultats en comparaison avec d'autres séries sont représentés dans le tableau suivant :

Etude	Anastomose	
	Trachéo-trachéale	Crico-trachéale
Anoukoum [46]	(27/30) 90 %	(3/30) 10 %
Cuisnier [60]	(15/20) 75 %	(5/20) 25 %
Zribi [61]	(9/11) 82 %	(2/11) 18 %
Notre série	(7/11) 64 %	(4/11) 36 %

✓ Tumeurs :

∅ La résection est le seul traitement potentiellement curatif des tumeurs trachéales [126-128].

∅ La résection anastomose a été la technique chirurgicale utilisée dans plusieurs études précédentes.

Etude	Résection anastomose termino-terminale selon le nombre de malades
Schneider [102]	14/14 100 %
El hammami [186]	7/8 87,5 %
Notre série	3/3 100 %

7-3-4-2 Technique laryngotrachéale : En cas de sténose haute

La localisation haute d'une sténose trachéale pose des problèmes de stratégie, car la résection cricoïdienne totale est classiquement impossible.

En effet, le cricoïde est responsable de la stabilité du larynx et ses rapports sont très étroits en arrière avec les nerfs récurrents.

L'intervention décrite en 1974 par Gerwat et Bryce [170] puis reprise par Pearson en 1975 [171] et Couraud en 1979 [169] permet d'éviter ces impossibilités anatomiques.

La limite supérieure de la résection est cricoïdienne. Elle est oblique en bas et en arrière et laisse en place l'arc postérieur du chaton, ce qui préserve les récurrents et la stabilité du larynx.

Toutefois, afin d'ajuster correctement les diamètres du larynx et de la trachée, la membraneuse trachéale est plissée. L'anastomose ainsi réalisée est une anastomose thyrotrachéale.

7-3-4-3 Techniques de mobilisation :

Jusqu'à 3 cm de résection, la simple libération trachéale permet une anastomose sans traction excessive. Au-delà et jusqu'à 6 cm, on a recours à des artifices per- et postopératoires.

Pendant l'intervention, la libération de la trachée peut porter sur ses deux extrémités ; en bas, par la section des ligaments triangulaires et la mobilisation des pédicules pulmonaires ; en haut, par la mobilisation du larynx.

7-3-4-2-1 Section des ligaments triangulaires

La section des deux ligaments triangulaires n'est possible que par sternotomie. Elle est réalisée de bas en haut, jusqu'à la veine pulmonaire inférieure, en s'assurant d'une hémostase correcte par coagulation.

À droite, le geste est simple. En effet, le poumon droit non ventilé est facilement extériorisé et le cœur aisément récliné vers la gauche par une valve.

À gauche, ce geste est plus complexe, car la luxation du cœur est souvent mal tolérée. Dans ce cas, on peut s'aider de fils tracteurs péricardiques dont l'action est beaucoup moins traumatisante.

La section des deux ligaments triangulaires, pour être efficace, doit être associée à une dissection pédiculaire et à une section du péricarde en « U » autour du massif veineux. Le gain de longueur ainsi obtenu peut être chiffré à 25 mm environ [14].

7-3-4-2-2 Abaissements laryngés :

Chaque fois qu'une cervicotomie est réalisée, il est possible d'abaisser le larynx grâce à deux types de manœuvres : celle de Dedo-Fishman et celle de Montgomery.

- Technique de Dedo-Fishman [172]

Elle comprend deux temps :

- les 20 premiers millimètres peuvent être gagnés par la section des muscles thyrohyoïdiens et la désinsertion de la membrane thyrohyoïdienne en rasant le bord supérieur du cartilage thyroïde ;
- 5 à 10 mm supplémentaires sont obtenus par section souschondrale (pour préserver les nerfs laryngés supérieurs) des grandes cornes du cartilage thyroïde.

- Technique de Montgomery [173]

La technique de Montgomery où abaissement supra-hyoïdien associe une section des muscles insérés à la face supérieure de l'os hyoïde et des petites cornes et une section de part et d'autre du corps central de l'os en dedans des grandes cornes. Cette technique permet un abaissement laryngé aussi important que le

précédent, mais sans risque pour les nerfs laryngés supérieurs et sans entraîner de troubles de la déglutition.

✓ Sténoses et Tumeurs :

- Ø Dans notre série, Les techniques de mobilisation n'ont pas été nécessaires, on a juste procédé à la dissection et la libération de la trachée du larynx à la carène.
- Ø Cette technique a été utilisée chez les cas auxquels on a réalisé une résection d'une portion supérieure à 3 cm de longueur.

7-3-4-4 Résection de la carène :

(Figures 27-31) [189]

Les indications de la chirurgie au niveau de la bifurcation trachéo-bronchique sont rares. En dehors des traumatismes, elles sont limitées à des tumeurs nées dans la trachée basse ou les bronches principales, exceptionnellement, à une sténose non tumorale. Le problème est différent selon que l'on envisage une exérèse pulmonaire associée ou non.

7-3-4-3-1 Avec exérèse pulmonaire :

- Résection partielle de la carène dans le cadre d'une pneumonectomie droite :

Le rétablissement de la continuité de l'axe aérien est le plus souvent réalisé par une résection angulaire [174]. Il s'agit de la méthode de choix pratiquement toujours réalisable.

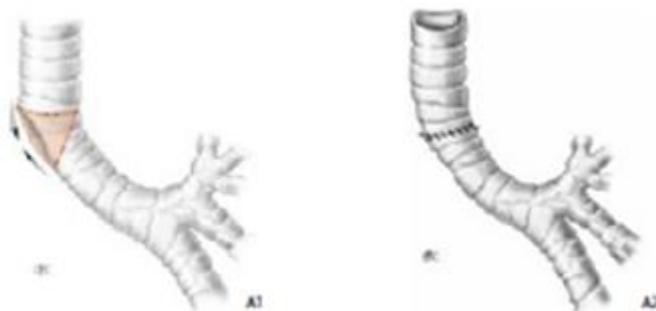


Figure 27A : A1A2 Pneumonectomie droite avec plastie en« V ».

Gebauer [175] préconisait une reconstruction à l'aide d'une plastie de peau armée.



Figure 27B :B1-B2-B3. Pneumonectomie droite avec plastie de peau armée selon Gebauer.

Enfin, Kergin [176] a décrit une technique de réparation utilisant la face médiastinale du tronc souche droit pour reconstituer le *défect* trachéal droit. Ces dernières techniques ont actuellement des indications tout à fait exceptionnelles.



Figure 27C : C1-C2-C3 Pneumonectomie droite avec plastie bronchique selon Kergin.

- Résection complète de la carène

Elle pose essentiellement deux problèmes :

- celui de la ventilation per-opératoire du poumon gauche dont une des solutions est la *jet ventilation* ;

- celui de l'incongruence entre les deux tranches à anastomoser qui, on l'a vu, peut être parfois résolu par fronnement de la membraneuse ou par résection angulaire sur la trachée. Dans ces résections complètes de la carène, l'anastomose est grandement facilitée par la technique du surjet de Cooley à l'aide d'un monofilament de fil résorbable. Les points les plus profonds, au niveau de la face médiastinale, sont ainsi passés sous contrôle de la vue, sans tendre le surjet, celui-ci étant tendu secondairement lorsque le tiers de la surface anastomotique a été passé.

7-3-4-3-2 Sans exérèse pulmonaire :

C'est l'intervention idéale, car techniquement possible et carcinologiquement envisageable en cas de tumeur limitée ou de tumeur à évolution lente (carcinoïde typique surtout).

Toute résection de carène raccourcit par définition la longueur de l'axe trachéo-bronchique.

Si la résection est inférieure à 2 cm, les possibilités d'élasticité longitudinale de la trachée permettent à elles seules la reconstitution de la carène.

Au-delà de 2 cm, il convient de mobiliser l'axe aérien en libérant la trachée thoracique. Elle est réalisée au doigt en respectant les ailerons postéro-latéraux où courent les artères et d'où partent les perforantes nourricières. Cette libération relativement limitée est néanmoins suffisante pour permettre un gain de longueur

de 2 cm supplémentaires. Elle est d'autant plus facile et importante que le sujet est jeune.

Par thoracotomie droite, la section du ligament triangulaire droit, la libération du pédicule droit et des premiers centimètres du tronc souche gauche ne posent pas de problème. L'ascension des bronches souches est néanmoins limitée :

- à droite, par la veine pulmonaire inférieure qui est courte et se trouve rapidement sous tension ;

- à gauche, par le tronc de l'artère pulmonaire qui cravate la bronche lobaire supérieure et empêche sa mobilisation. C'est dans de tels cas de traction excessive qu'il convient d'utiliser la technique de Barclay [11] ou ses dérivés.

- Opération de Barclay type

Elle consiste à anastomoser la bronche souche droite à la trachée inférieure et à anastomoser la bronche souche gauche sur le tronc intermédiaire. Cette technique n'est possible que si la bronche souche droite est laissée suffisamment longue. Elle est en tout cas difficile, car l'anastomose inter-bronchique doit se faire sur la face médiastinale de l'arbre bronchique droit. Ce n'est enfin possible que si la ventilation per-opératoire du poumon droit est réduite au maximum. En pratique, cette quasi-impossibilité a conduit certains auteurs à décrire les variantes suivantes.

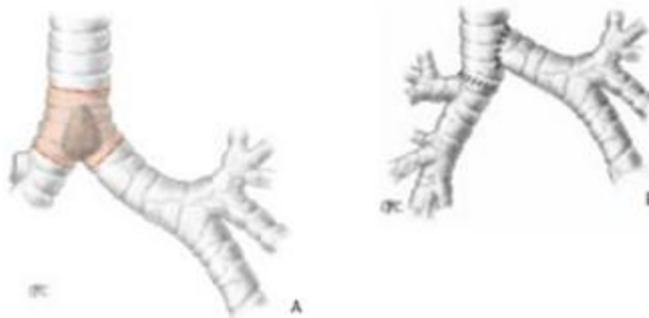


Figure 28 : Intervention de Barclay

A. Résection de la carène avec plastie selon Barclay.

B. Anastomose termino-terminale droite et latéro-terminale gauche.

- Opération de Barclay inversée

Décrite par Eschapasse [177], elle consiste à anastomoser la bronche souche gauche à la trachée inférieure et la bronche souche droite sur la gauche. C'est la seule technique possible si la résection à droite est étendue à toute la souche avec ou sans lobectomie supérieure droite associée. Enfin, cette intervention n'est possible que si la résection trachéobronchique gauche ne dépasse pas 2 cm.

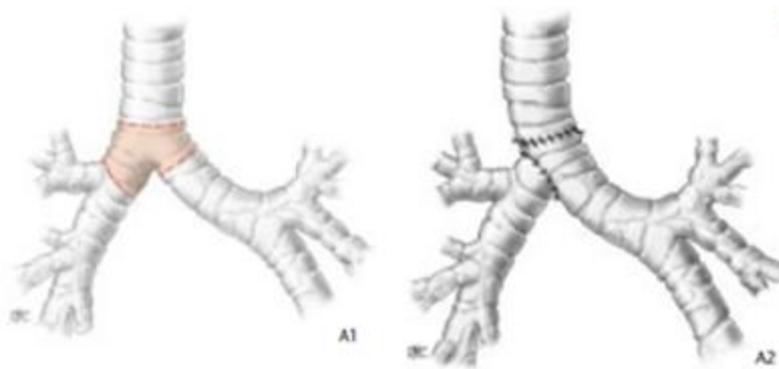


Figure 29A : Technique de Barclay « inversée » selon Eschapasse

A1. Bronche souche droite courte.

A2. Anastomose de la bronche souche droite sur la bronche souche gauche en termino-latéral.

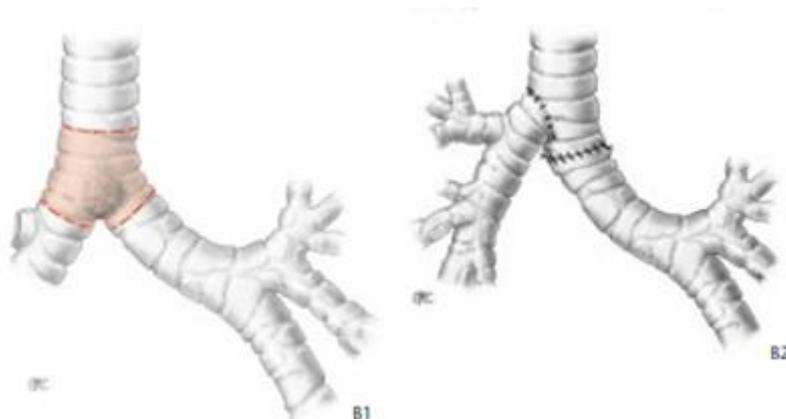


Figure 29B : Technique de Barclay « inversée » selon Eschapasse

B1. Bronche souche droite longue.

B2. Anastomose de la bronche souche droite sur la trachée en termino-latéral.

- Opération de Grillo [14]

Dans ce cas, l'anastomose de l'une des deux branches est réalisée, non pas sur l'autre bronche, mais directement sur la trachée.

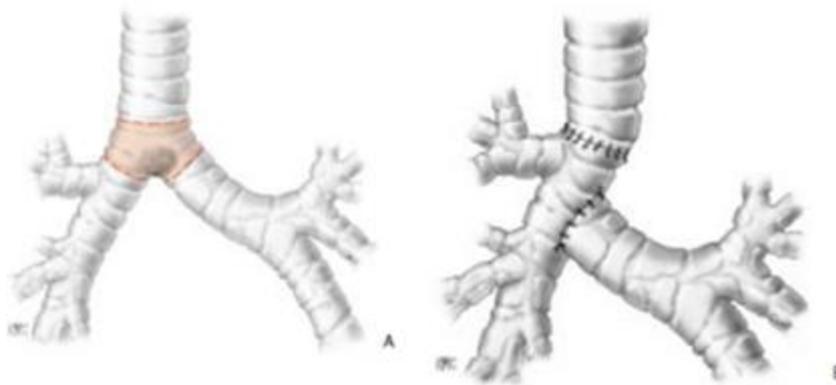


Figure 30 :

A. Résection de carène selon Grillo.

B. Anastomose de la bronche souche gauche sur la bronche souche droite en termino-latéral.

- Opération de Mathey [178]

Les deux bronches souches sont anastomosées en « canon de fusil » à la trachée basse, réalisant ainsi une néo-carène. Cette technique n'est possible que si les bronches sont souples.

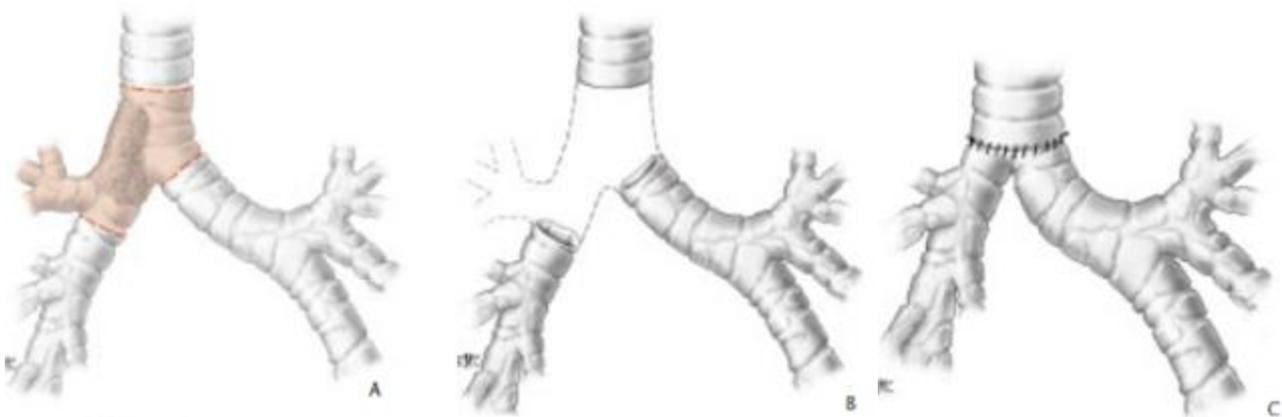


Figure 31 :

A, B. Lobectomie supérieure droite avec résection de carène selon Mathey.

C. Anastomose des deux bronches souches sur la trachée en « canon de fusil ».

7-3-4-5 Remplacement trachéal : (voir chapitre rappels)

7-4 Prise en charge Post opératoire :

7-4-1 L'Extubation :

- Ø Certains auteurs [76] laissent le patient intubé pendant 24 heures.
- Ø La plupart des écoles françaises et des grandes séries recommandent que le patient doit être extubé dès le réveil pour éviter des lésions muqueuses induites par le ballonnet au contact des sutures [42,48][68,69][75]
- Ø Dans notre série l'ensemble des malades a été extubé au réveil excepté un seul cas extubé à J1.
- Ø Tous les malades de la série de Cuisnier ont été extubé au réveil.
- Ø Dans la série d'Anoukoum : Vingt ont été extubé en salle opératoire.

Quatre étaient gardés intubés 24h.

Six étaient gardés intubés jusqu'à 7 jours.

7-4-2 Le Traitement médical :

- Ø Selon Cuisnier [60], une antibiothérapie à large spectre est nécessaire afin d'éviter les foyers de surinfection locale et le lâchage des sutures.
- Ø La corticothérapie est à éviter dans les 72 premières heures puisqu'elle peut compromettre une cicatrisation correcte et efficace [42].
- Ø Dans notre série, les malades ont été mis systématiquement sous antibiothérapie et corticothérapie de courte durée.

7-5 Suites opératoires :

7-5-1 Suites simples :

En règle générale, les suites d'une résection trachéale ont toutes les chances d'être simples si les deux conditions suivantes sont remplies :

- maintien de la vacuité des voies aériennes grâce à une physiothérapie active associée à une analgésie efficace et au moindre doute, l'indication de fibroscopies permettant le nettoyage bronchique et la vérification des sutures ;

- maintien d'un bon niveau nutritionnel par l'utilisation quasi systématique d'une nutrition parentérale précoce, continue et normo-calorique ; celle-ci permet en plus d'éviter les fausses routes temporaires des grandes libérations laryngo-trachéales.

7-5-2 Suites compliquées :

Les principales complications de la chirurgie de résection trachéobronchique sont étroitement liées à la qualité des sutures. En effet, tout défaut, toute dévascularisation, peuvent entraîner :

- dans l'immédiat, un lâchage responsable d'un emphysème cervicomédiastinal extensif avec infection cervicale et/ou médiastinale, enfin hémorragies par ulcérations vasculaires ;

- secondairement, une sténose cicatricielle.

Le lâchage précoce est heureusement rare et dû le plus souvent à une faute technique en rapport, soit avec une nécrose des berges de la suture, soit avec une traction excessive au niveau des zones de suture.

- Au niveau cervical, le lâchage étant le plus souvent limité au plan antérieur de l'anastomose, il est en règle possible de mettre en place une canule de trachéotomie au niveau de la désunion pour éviter un accident asphyxique aigu.

- Au niveau médiastinal, le lâchage est plus dramatique, car il impose un geste urgent de recalibrage. En effet, une reprise des sutures est illusoire.

La resténose tardive semble résulter également d'une suture avec traction excessive au niveau des deux berges. Les possibilités thérapeutiques sont toujours difficiles. Parfois, un recalibrage par laser est suffisant, notamment en cas de sténose en diaphragme. Une nouvelle résection anastomose peut être proposée à certains patients, surtout lorsque la première résection trachéale a été de faible longueur et que les techniques de mobilisation laryngée n'ont pas été utilisées. Ailleurs, seul un procédé d'intubation par mise en place d'une endoprothèse est possible.

Dans le cas des hémorragies par ulcération, le tronc artériel brachiocéphalique est le vaisseau le plus exposé. Cette complication est devenue heureusement rare depuis que les dissections restent limitées à la région juxtasténotique, que le TABC n'est plus disséqué dans sa gaine, et que l'on réalise systématiquement une interposition, le plus souvent musculaire, entre la suture trachéale et ce vaisseau.

▼ Sténose :

Ø Nos suites opératoires immédiates ont été les suivants :

Un décès d'une malade à J3 du post opératoire suite à une hémorragie foudroyante par érosion du TABC.

Un malade a présenté une embolie pulmonaire à J7 du post opératoire, puis une déhiscence partielle de la suture avec un emphysème sous cutané et pneumo médiastin à J10 (Voire annexes 4 et 5). Le patient a bénéficié d'une pose de prothèse siliconé précédée d'une trachéotomie. Les suites ont été marquées par une infection cervicale jugulée par antibiothérapie et persistance du trachéostome, d'où l'indication d'une mise en place d'une deuxième prothèse au-dessus de la 1re

prothèse. L'évolution était favorable avec fermeture spontanée du trachéostome et de la cervicotomie par une cicatrisation dirigée.

Ø La résection anastomose présente une morbidité faible, mais entraîne une mortalité non négligeable (de 1 à 5 %) avec en particulier un risque de rupture du TABC souvent fatale (1 cas dans notre série), entre 1 et 3,3 % dans la littérature [38][42][48][68][75].

Cette rupture peut survenir plusieurs semaines après le geste chirurgical et certains ont proposé des lambeaux d'interposition musculaires entre l'anastomose trachéale et les structures vasculaires comme moyen de prévention [42][60][76].

Les suites opératoires immédiates des autres séries ont été les suivantes :

Etude	Complications immédiates
Anoukoum [46]	Pharyngostome (1 patient) Lâchage de sutures (3 patients) Pneumopathie (1 patient)
Cuisnier [60]	Décès par rupture TABC (1 patient) Pneumopathie (2 patients) Agitation (1 patient) Paralysie récurrentielle (1 patient)
Zribi [61]	Lâchage de sutures (1 patient)
Notre série	Lâchage partiel des sutures + EP + infection cervicale (1 patient) Décès par érosion du TABC (1 patient)

Ø Nos suites opératoires tardives ont été les suivantes :

Une malade a présenté une récurrence de la sténose après 3 mois suite à laquelle elle a bénéficié d'une dilatation, l'évolution a été marquée par une nouvelle récurrence après 3 mois, la conduite à tenir a été la mise en place d'une trachéotomie définitive.

∅ Les suites opératoires tardives des autres séries ont été les suivants :

Etude	Complications tardives
Anoukoum [46]	Décès suite à un lâchage de sutures (1patient) Décès par insuffisance respiratoire suite aux Pneumopathies (2patients) Récidive de sténose suite à un lâchage de sutures (1patient)
Zribi [61]	Récidive de sténose (2patients)
Notre série	Récidive de sténose (1patient)

✓ Tumeurs :

∅ Les résultats post opératoires précoces et tardifs de notre étude ainsi que d'autres séries sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Etude	Suites opératoires précoces		Suites opératoires tardives	
	Complications	Décès	Complications	Décès
Levasseur [185] (10malades) Moyenne suivi : 6,6 ans	-	1	-	1
Schneider [102] (14 malades) Moyenne suivi : 4 ans	3 Restenoses 2 lâchages 1 Paralysie récurrentielle	-	1récidive locale 2métastases (cérébral et Pulmonaire)	5
El hammami [186]	-	-	2 granulomes	2

∅ L'évolution de nos malades était favorable pendant le recul qui a été de 1 an. Ils ont été perdus de vue après cette période.

7-6 Radiothérapie :

▼ Tumeurs

La radiothérapie dans les cancers de la trachée est appliquée soit comme traitement adjuvant après résection ou comme thérapie primitive chez les patients non résécables ou inopérables.

La radiothérapie postopératoire peut être appliquée pour améliorer la survie en réduisant le risque de récurrence locale.

Les résultats de la radiothérapie primaire sont inférieurs par rapport avec ceux de la chirurgie [107][179-180].

Vu la rareté de la pathologie, de nombreuses études incluant les patients traités il y a plusieurs décennies, même dans les années 1950 et 1960.

En outre, plusieurs études combinaient des tumeurs de type histologique différent. Les Carcinomes adénoïdes kystiques sont généralement considérés comme moins radiosensibles que les carcinomes épidermoïdes.

Certaines études plus récentes indiquent que des résultats plus satisfaisants peuvent être obtenus avec des doses plus élevées d'irradiation [181]. Bien que les perspectives générales demeurent peu favorables pour les patients présentant des tumeurs de stade avancé et inopérables, Les taux de survie à cinq ans de 25-30% peuvent être obtenus avec la radiothérapie dosée de manière adéquate, ce qui indique qu'il existe un sous-groupe de patients qui peuvent être guéris [181].

En utilisant des doses plus élevées, le risque de complications est augmenté. Les techniques modernes telles que la radiothérapie conformationnelle et la RTMI peuvent réduire le risque de doses élevées en abaissant le volume du tissu exposé.

Quand la radiothérapie externe est utilisée dans un but curatif, une dose d'au moins 60 Gy et, si possible, jusqu'à 70 Gy en fractions quotidiennes de 1,8-2,0 Gy

est recommandée [181,182]. Une dose de 60 Gy est recommandée pour les lésions résiduelles microscopiques en cas de traitement adjuvant [182].

L'administration de doses adéquates exige au moins des bases de planification scannographiques et des techniques de traitement conformationnelle en trois dimensions avec vérification de la position.

Une autre approche consiste à délivrer la dose grâce à une curiethérapie intraluminale. A cet effet, l'utilisation d'un applicateur spécial qui assure le positionnement central de la source dans la lumière de la trachée est obligatoire.

Le positionnement central du cathéter de curiethérapie au niveau de la lumière permet une distribution de dose homogène et empêche l'administration de doses élevées au contact de la muqueuse trachéale.

Ainsi, la radiothérapie primaire devrait être considérée comme une option curative pour les patients inopérables en bon état général et pour les patients ayant une lésion résécable mais non adaptée pour la chirurgie.

Dans d'autres cas, la radiothérapie peut fournir un traitement palliatif avec une bonne amélioration des symptômes. L'amélioration de l'hémoptysie a été rapportée dans les trois quarts des patients et la réduction de la dyspnée et la toux dans environ la moitié des cas [180].

- Ø Aucun malade n'a bénéficié de radiothérapie dans notre série, ni la série d'El hammami [186].
- Ø La radiothérapie a été sollicitée chez 6 malades dans la série de Schneider [102].

7- 7 Prévention :

▼ Sténoses :

L'analyse des différents facteurs impliqués dans la constitution des sténoses trachéales post-intubation et post-trachéotomie constitue la base logique de leur prévention.

7-6-1 Cas d'intubation prolongée :

Il convient d'utiliser un matériel parfaitement adapté comprenant des matériaux non irritants, des sondes à usage unique, munies de ballonnets à basse pression.

La bonne fixation de la sonde d'intubation est au mieux réalisée au cours d'une intubation naso-trachéale.

La surveillance du patient intubé s'impose vérifiant le gonflage du ballonnet par la prise répétée des pressions et en utilisant les sondes munies de soupapes de sécurité.

L'infection peut être évitée par des gestes aseptiques. Une humidification et un réchauffement continu de l'air doivent être effectués afin d'éviter la formation des sécrétions excessives à l'origine de bouchons muqueux.

On maintiendra si possible un apport hydrique et ionique, ainsi qu'une ration calorique et protidique suffisante.

Le bilan ORL et l'endoscopie [78] seront systématiques.

7-6-2 Cas de trachéotomie :

Les mesures de prévention sont aux mieux réalisés [78] :

- Si l'on codifie la technique de trachéotomie. Ainsi, il est préférable d'éviter de heurter le mur postérieur trachéal par le bec de la canule [79] :

Par une incision horizontale trop basse ou par le poids du tube attaché à la canule pour permettre l'humidification.

L'extrémité de la canule risque moins de se déplacer contre la paroi postérieure de la trachée si une incidence verticale est pratiquée.

- Si l'on utilise des canules munies de ballonnets à basse pression pour diminuer le risque de sténoses trachéales [78, 79].

- Si l'on pratique une endoscopie par l'orifice de trachéotomie. En raison de l'apparition tardive de la dyspnée et/ou du stridor une trachéoscopie doit être pratiquée lors de l'extubation [23]. En l'absence d'une symptomatologie, une surveillance clinique rigoureuse doit être maintenue avec des tomogrammes tous les deux ans, un mois après décanulation pour Stauffer [81].

Quant au problème posé par les trachéotomies secondaires survenant après une intubation naso-trachéale prolongée, il s'agit de savoir comment articuler ces intubations naso-trachéales avec la trachéotomie. Là, nous l'avons vu, les avis sont différents selon les auteurs.

Les progrès réalisés en matière de matériel et de traitement ont diminué l'incidence des lésions sténosants [129]. L'utilisation de ballonnets 'grand volume, basse pression' et l'interdiction d'un gonflage intempestif sont les principales mesures à prendre pour éviter les lésions trachéales qui font le lit de la sténose.

L'emploi d'un tube flexible entre respirateur et canule diminue les lésions dues au frottement du tube contre les parois trachéales [129].

Sur le plan thérapeutique, la résection avec anastomose bout à bout est une méthode de choix dans les sténoses sévères [129] à condition qu'elles soient matures épithélialisées et que l'inflammation ait disparu au préalable.

Dans le cas de sténoses granulomateuses, il faut dilater en réséquant le tissu de granulation ou de pratiquer une nouvelle trachéotomie ou bien en combinant les deux méthodes.

▼ Tumeurs : [190]

L'arrêt du tabac a prouvé son intérêt en cancérologie quel que soit le stade de la maladie. Il faut combattre les vieux adages qui incitent à ne pas encourager les fumeurs à cesser leur tabagisme quand un diagnostic de cancer a été posé.

Des progrès considérables ont été faits ces dernières années, concernant la neurobiologie des dépendances, les mécanismes comportementaux qui la soutendent, et les dysthymies associées.

L'arsenal thérapeutique s'est enrichi et la prise en charge est devenue plus globale.

Le recours à la substitution nicotinique a permis une avancée considérable en rendant le sevrage physique beaucoup plus confortable. L'arrivée du bupropion et plus récemment de la varénicline renforce les possibilités thérapeutiques offertes aux fumeurs demandeurs d'aide à l'arrêt.

La vulnérabilité psychologique des patients atteints d'un cancer mérite une attention et une prise en charge particulières impliquant l'ensemble des thérapeutes concernés.

La formation des professionnels de la santé doit être organisée pour permettre de conseiller et traiter les fumeurs atteints d'un cancer d'une manière efficace et durable et ainsi augmenter à la fois la qualité et leur espérance de vie.

CONCLUSION

La trachée est une structure complexe qui a longtemps été une limite pour la chirurgie, mais l'avancée des connaissances anatomiques, histologiques et technologiques a permis un progrès considérable.

L'identification d'une pathologie trachéale repose sur la clinique, l'endoscopie, l'anatomopathologie mais également l'imagerie.

Les patients porteurs d'une pathologie trachéale (sténose ou tumeur) sont fréquemment considérés comme asthmatiques et traités comme tels par bronchodilatateurs et corticothérapie.

L'endoscopie reste nécessaire pour confirmer, affiner le diagnostic et au besoin réaliser un premier geste thérapeutique.

Bien que la radiographie standard garde une place dans le diagnostic, elle est définitivement supplantée par la tomodensitométrie et l'imagerie par résonance magnétique.

Grâce aux immenses avancées réalisées ces cinquante dernières années, la plupart des lésions de la trachée sont, aujourd'hui, traitées par résection avec anastomose directe termino-terminale.

Les indications de la chirurgie trachéale regroupent :

- Les lésions bénignes, principalement les sténoses
- Les lésions malignes primitives et secondaires
- Les lésions inflammatoires, traumatiques et les fistules.

La résection-anastomose de trachée ne se conçoit qu'en dehors de l'urgence chez un patient préparé pour éviter la ventilation postopératoire source de complications. Les techniques d'anesthésie et de ventilation doivent être maîtrisées et discutées avant l'intervention avec les opérateurs.

Dans certains cas où les lésions sont étendues à plus de la moitié de la trachée chez l'adulte ou du tiers chez l'enfant, la résection complète pose un grand problème de reconstruction, l'anastomose directe étant impossible à effectuer, même sous couvert d'une mobilisation trachéale maximale. Le remplacement trachéal apparaît donc indiqué dans les lésions étendues.

Les travaux de recherche fondamentale et clinique doivent être amplifiés en ce domaine, pour, d'une part, offrir un traitement chirurgical standardisé aux lésions trachéales complexes et, d'autre part, mieux analyser les mécanismes de régénération trachéale.

Face à ces controverses, seule la collaboration entre les différents praticiens, chirurgien thoracique, pneumologue, réanimateur pourrait améliorer la prise en charge des patients.

RESUME

RESUME

INTRODUCTION :

La chirurgie trachéale a progressivement évolué avec l'essor de l'anesthésie, la compréhension des différentes pathologies rencontrées et les efforts de nombreux chirurgiens dans le monde entier.

Les sténoses post canulation et tumeurs trachéales sont des pathologies rares mais graves souvent diagnostiqués à un stade avancé. La résection anastomose termino-terminale reste le pilier du traitement chirurgical.

BUT DE TRAVAIL :

- Analyser les données épidémiologiques, cliniques, para-cliniques et thérapeutiques des malades
- Mise au point à partir d'une revue de la littérature sur :
 - Les difficultés de réaliser les anastomoses
 - Les substituts pour les résections étendues
 - La prévention

MATERIEL ET METHODES :

Notre étude est une étude rétrospective d'une population de 14 malades (11 sténoses post canulation et 3 tumeurs) ayant subi une chirurgie trachéale sur une période de 11 ans allant depuis janvier 2005 à Novembre 2015 au service de chirurgie thoracique du CHU Ibn Sina de Rabat.

RESULTATS :

- Pour les malades porteurs d'une sténose trachéale post canulation :

L'âge moyen a été de 26 ans (Extrêmes de 16 à 36 ans), réparties en 6 hommes et 5 femmes, Dans leurs antécédents, l'intubation seule a été sollicitée

chez 3 malades (27,2 %), la trachéotomie seul chez 1 seul malade (9,1%), La succession intubation-trachéotomie a été notée chez 7 malades (63,7%). L'indication la plus fréquente de la canulation a été la pathologie traumatique (45,5%). La durée moyenne de l'intubation a été de 67,5 jours (Extrêmes de 30 à 120 jours), 1 seul malade a bénéficié d'une trachéotomie seul d'une durée de 24 mois. La dyspnée a été le signe fonctionnel le plus fréquent retrouvé chez 100 % des malades. La radiographie thoracique n'a mis en évidence la sténose que dans 4 cas (36%). La tomodensitométrie et l'endoscopie ont été réalisées systématiquement chez tous nos malades. Les sténoses étaient complexes dans 64 % des cas, simples dans 27 % des cas et pseudo-glottiques dans 9% des cas. La localisation par rapport aux cordes vocales était en moyenne 4,5 cm (Extrêmes entre 2 et 10 cm). La réduction de la lumière a été en moyenne de 67 % (Extrêmes de 50 à 90). 55% des sténoses siégeaient au niveau du 1/ 3 supérieur. La hauteur moyenne des sténoses est de 2,45cm (Extrêmes de 1 à 4 cm). L'exploration fonctionnelle respiratoire a été effectuée chez 3 malades (27%). Tous les malades ont bénéficiés d'une corticothérapie de courte durée. L'ensemble de nos malades a bénéficié d'une résection trachéale avec anastomose termino-terminale. Les suites opératoires ont été marquées par un lâchage des sutures avec embolie pulmonaire chez un malade, une récurrence de sténose chez un autre et un décès par érosion du TABC chez un troisième.

- Pour les malades porteurs d'une tumeur trachéale :

L'âge moyen a été de 28,3 ans (Extrêmes de 14 à 45 ans), le sexe ratio a été de 1 homme pour 2 femmes. 1 seul malade a été tabagique chronique. La dyspnée a été le signe fonctionnel le plus fréquent (100%), La radiographie thoracique a été concluante chez 2 malades (66%). La tomodensitométrie et la fibroscopie ont permis

d'étudier les caractéristiques des tumeurs, l'étendu moyen a été de 2 cm (Extrêmes de 2,5 à 3,5 cm), la réduction de la lumière moyenne a été de 76,7% (Extrêmes de 70 à 80%), le 1/3 inférieur était le siège le plus fréquent. Tous les malades ont été traités par résection et anastomose termino-terminale. La radiothérapie n'a pas été sollicitée.

MOTS CLES :

Chirurgie, trachée, sténoses, tumeurs.

ABRASTRACT

INTRODUCTION:

Tracheal surgery has gradually developed with the rise of anesthesia, understanding of different pathologies and many surgeons efforts worldwide. Stenosis post cannulation and tracheal tumors are rare but serious disease often diagnosed in advanced stages.

The end-to-end anastomosis resection remains the mainstay of surgical treatment.

OBJECTIF OF THE WORK:

- Analyze the epidemiological, clinical, paraclinical and therapeutic characteristics of patients
- Expose the difficulties of achieving the anastomoses
- Find a possible substitute for extensive resections

MATERIAL AND METHODS:

Our study is a retrospective study of a population of 14 patients (11 stenosis post cannulation and 3 tumors) who underwent tracheal surgery over a period of 11 years from January 2005 to October 2015 at the thoracic surgery department of CHU Ibn Sina Rabat.

RESULTS:

For patients bearers of a tracheal stenosis post cannulation: The average age was 26 years (extremes of 16-36 years), divided into 6 men and 5 women, in their history, intubation was sought only in 3 patients (27.2%), the only tracheotomy in only 1 patient (9.1%), succession-tracheotomy intubation was observed in 7 patients (63.7%). The most common indication cannulation was traumatic pathology (45.5%). The mean duration of intubation was 67.5 days

(extremes of 30-120 days), only 1 patient received a single tracheostomy for a period of 24 months. Dyspnea was the the most frequently functional signs, it was found in 100% of patients. Chest x-ray revealed that the stenosis in 4 cases (36%). Computed tomography and endoscopy were performed in all our patients routinely. Stenoses were complicated in 64% of cases, simple in 27% of cases and pseudo-glottal in 9% of cases. The location relative to the vocal cords on average was 4.5 cm (range 2 to 10 cm). Reducing the light was on average 67% (range 50 to 90). 55% stenosis located at the third top of the trachea. The average height of stenosis is 2,45cm (Extreme 1 to 4 cm). The pulmonary function was performed in 3 patients (27%). All patients benefited from a short-term corticosteroid therapy. All of our patients received tracheal resection with end-to-end anastomosis. The postoperative course was marked by suture dehiscence with pulmonary embolism in a patient, recurrence of stenosis in another and deaths erosion TABC in a third.

For patients bearers of a tracheal tumor:

The average age was 28.3 years (extremes of 14-45 years), sex ratio was 1 man for 2 women. Only 1 patient was a chronic smoking. Dyspnea was the most frequent functional sign (100%), chest radiograph conclusive in 2 patients (66%). Computed tomography endoscopy were used to study the characteristics of tumors, extended average was 2 cm (extremes 2.5 to 3.5 cm), the reduction in average light was 76.7% (Extremes 70-80%), the lower site was the third most common. All patients were treated by resection end-to-end anastomosis. Radiotherapy was not solicited.

KEYWORDS:

Surgery, trachea, stenosis, tumors.

مطى

مقدمة

لقد تطورت جراحات القلب والرئة تدريجياً مع تطور التخدير، وفهم الحالات المضوية الممتدة لفئة، جهوداً لعديد من الجراحين في جميع أنحاء العالم. تعتبر طيقات الرئة غامضة ما بعد الجراحة أو الرئة المصابة بالرئة المزمنة أو طاندر فمنها خطيرة يتم تشخيصها في كثير من الأحيان في مرحلة متأخرة. يظل لانسصال الرئة أو غلومة الرئة بلطفها في الأظرفعالعلاج الجراحي الأسلسي.

الغرض من البحث

تدليل لمعطيات الرئة، لأغراض الفحوصات السريرية، الفحوصات الكيميائية ولبية العلاجية. - كشف لسوء باتلة تدقيق أو باطات. - البحث عن بديل ممكن لانسصال الرئة بلطفها.

الطرق المستخدمة

در بلدتنا هي در للستعد اديه تخص 19 مريضاً، (11 نوي طيقات الرئة غامضة بعد الجراحة تجعيب و3 نوي الرئة غامضة) لم ذى ترة 11 سنة من يناير 2005 إلى أكتوبر 2015 في قسم الجراحة الصدرية تابعاً لستشفى ابن سينا الرئة باط.

النتائج

بالنسبة لمريض طيق الرئة غامضة بعد الجراحة تجعيب:

كان متوسط السن 26 عاماً، ويقسم المرض إلى 6 رجال و 5 نساء، في تاريخهم المرضي وجدنا بسابقاً تبييوحيد اعن 3 مريضاً بسابقاً لدروحيد اعن مريضو لحو لوظعاقب التجعيب الـ 7 مريضاً، الـ 7 مريضاً لذي تم متغلا لاله تجعيب هو الخدمات، كانت المدة لم توسطة تجعيب هي 67,5 يوماً لدر تفاد مريضو لدمن لدر فقط مدة 24 يوماً.

يعد ضيق التنفس علامة لوظيفة لأكثر شيوعا حيث وجدت عند كل المرضى. لم تبين الأشعة السينية التطبيق سوى عند 4 مريضات تعمال لتناظير اخ لي المدكانير عند كل المرضى، وكان متوسطا لتوضعها لنسبة لحد بال الصوتية هو 4.3cm.

متوسط تطبيق قطارو غامة هو 67%، 55% من التطبيق، تموقع اظيذ للثعب لوي بدتفاد كل المرضى من علاج بلاكور تكويطمدة قسيرة، ومن لاندتصاالجز لي لو غلومة او بطلنها لي للأطرف.

في حين كانت لهداء فاتح للاشكال تالي:

- فتق الأربطة لدى مريضو لحد، معاند الاشويان او ووي.
- مذتكلفة التطبيق عند مريض آخر.
- حالقفاوة لحد.

بالنسبة للمرضى أحبالور الم لو غامة:

كان متوسطا لمن 28.3 سنة، منذ قديمين إلبذ ثيين وذكرو لحد، يعد ضيق التنفس لعلامة لوظيفة لأكثر شيوعا (100% من المرضى)، مكل لتناظير اخ لي المدكانير من بر طغيزات الأورام، متوسطا لحد لعم 2cm، متوسط تطبيق قطارو غامة لغ 76% لثا لشد فل هو الموقع الألسلي للأورام. تم علاج جميع المرضى عن طريق لاندتصاالجز لي لو غلومة او بط لنها لي للأطرف، في حين لم تلم تعمال لعلاجهما الأشعة.

الك لملتم فاتيح:

الجر لحد لو غامة، لتطبيقات، لأورام.

REFERENCES

1. Dumon JF. A specific tracheobronchial endoprosthesis. *Rev Mal Respir* 1990 ; 7 : 223-229
2. Cooper JD, Grillo HC. The evolution of tracheal injury due to ventilatory assistance through cuffed tubes: a pathologic study. *Ann Surg* 1969 ; 169 : 334-348
3. Lindholm CE. Etiology of iatrogenic tracheal stenosis. *Lakartidningen* 1977 ; 74 : 2344-2345
4. Paré A. In: Hamby WB, editor. The case reports and autopsy records of Ambroise Paré. Springfield, Ill: C.C. Thomas; 1960. p. 47—9.
5. Rob CG, Bateman GH. Reconstruction of the trachea and cervical esophagus. *Br J Surg* 1949;37:202.
6. Belsey R. Resection and reconstruction of the intrathoracic trachea. *Br J Surg* 1950;38:200.
7. Ferguson DJ, Wild JJ, Wangenstein OH. Experimental resection of the trachea. *Surgery* 1950;28:597.
8. Kay EB. Tracheal resection with primary anastomosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1951;60:864.
9. Macmanus JE, McCormick R. Resection and anastomosis of the intrathoracic trachea for primary neoplasms. *Ann Surg* 1954;139:350.
10. Juvenelle A, Citret C. Transplantation de la bronche souche et résection de la bifurcation trachéale. *J Chir* 1951;67:666.
11. Barclay RS, McSwan N, Welsh TM. Tracheal reconstruction without the use of grafts. *Thorax* 1957;12:177.

12. Harris RS. The effect of extension of the head and neck upon the infrahyoid respiratory passage and the supraclavicular portion of the human trachea. *Thorax* 1959;14:176.
13. Michelson E, Solomon R, Maun L, Ramirez J. Experiments in tracheal reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1961;41:748.
14. Grillo HC, Dignan EF, Miura T. Extensive resection and reconstruction of mediastinal trachea without prosthesis or grafts: an anatomical study in man. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1964;48:741.
15. Mulliken JB, Grillo HC. The limits of tracheal resection with primary anastomosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1968;55:418—21.
16. Grillo HC, Bendixen HH, Gephart T. Resection of the carina and the lower trachea. *Ann Surg* 1963;158:889.
17. Grillo HC. Reconstruction of the trachea: experience in 100 consecutive cases. *Thorax* 1973;28:667—79.
18. Perelman MI, Koroleva NS. Surgery of the trachea. *World J Surg* 1980;4:583.
19. Grillo HC. Notes on the windpipe. *Ann Thorac Surg* 1989;47:9—26.
20. Grillo HC. Development of tracheal surgery: a historical review. In: Grillo HC, editor. *Surgery of the trachea and bronchi*. Hamilton: BC Decker Inc; 2004. p. 1—36.
21. Chevrel JP. La trachée. In : Chevrel JP éd. *Le tronc. Anatomie clinique*. Paris : Springer-Verlag, 1994 ; tome 2 : 203-217
22. Paturet G. La trachée. In : *Traité d'anatomie humaine*. Paris : Masson, 1958 ; tome 3
23. Testut L, Jacob O. *Traité d'anatomie topographique avec applications médico-chirurgicales. Tête, rachis, cou, thorax*. Paris : Doin, 1905 ; tome 1 : 593-599

24. Baer GA, Terho M, Tiensuu T. Morphologic study of the adult trachea at the 7th and 12th ring. A study on specimens from 205 autopsies. *Surg Radiol Anat* 1987 ; 9 : 169-172
25. McKenzie CF, McAslan TC, Shin B, Schellinger D, Helrich M. The shape of the human adult trachea. *Anesthesiology* 1978 ; 49 : 48-50
26. Wheater PR, Burkitt GM, Daniels VG. *Histologie fonctionnelle*. Paris : Medsi. McGraw-Hill, 1987 : 181-184
27. [Grillo HC. Tracheal blood supply. *Ann Thorac Surg* 1977 ; 24 : 99]
28. [Baer GA, Terho M, Tiensuu T. Morphologic study of the adult trachea at the 7th and 12th ring. A study on specimens from 205 autopsies. *Surg Radiol Anat* 1987 ; 9 : 169-172]
29. [Guerrier Y, Andrea M. Microvascularisation de la muqueuse laryngée et trachéale. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1980 ; 97 : 409-421]
30. Salassa JR, Pearson BW, Payne WS. Gross and microscopical blood supply of the trachea. *Ann Thorax Surg* 1977 ; 24 : 100-107]
31. [Caplan I. Anatomical review of the lymph nodes of the human mediastinum. *Surg Radiol Anat* 1990 ; 12 : 9-18]
32. [Riquet M, Dupont P, Hidden G, Debesse B. Mediastinal lymphatic pathways of the azygos and aortic arches : injection based on segments of the adult lung. *Surg Radiol Anat* 1991 ; 13 : 149-154]
33. [Moor KL, Persaud TV. The respiratory system. In : *The developing human. Clinically oriented embryology*. Philadelphia : WB Saunders, 1993 : 226-234]
34. M.Hitier, M.Loaec, V.Patron, E.Edy, S. Moreau *Trachée : anatomie, physiologie, endoscopie et imagerie EMC Orl Volume 8 n=2 Mai 2013*

35. [NATVIG K., OLVING J,H.: Tracheal changes in relation to different tracheostomy technique J.Laryngo. Otol., 1981, 95: 61-68]
36. [FRIMAN L., HEIDENSTIERNA G., SCHILDT B.Stenosis following tracheostomy. Anesthesia., 1976, 31 : 479-493]
- 37 [Brichet A, Verkindre C, Ramon P, Marquette C. Post-intubation tracheal stenosis.Rev Mal Respir 1999;16:685-692.]
- 38 [BONNETTE P, COLCHEN A, LEROY M, BISSON A. Résection anastomose trachéale pour sténose iatrogène. Une expérience de 340 cas. *Rev Mal Respir* 1998;15:627-32.]
- 39 [LACCOURREYE O, BRASNU D, SESKIN S, HANS S, BIACABE B, LACCOURREYE H. Cricotracheal anastomosis for assisted ventilationinduced stenosis. *Arch Otolaryngol Head and Neck Surg* 1997;123:1074-7.]
- 40 [HUGH P., BURNS H.P., DAYAL V.S. AND AL.: Laryngo-trachéal trauma. Observations on its pathogenesis and its prevention following prolonged orotracheal intubation in the adult. *Laryngoscope.*, 1979, 89: 1316 – 1325]
- 41 [R.Cherkaoui These : Contribution à l'étude des sténoses trachéales post-canulation 310-1995 Page 51]
- 42 [LACCOURREYE H, PECH A, PIQUET JJ, HAGUENAUER JP, NARCY Ph, JUNIEN-LAVILLAUROY C, GEHANNO P, GUERRIER B, THOMASSIN JM. Les sténoses laryngo-trachéales de l'adulte et de l'enfant. *Rapport de la Société Française d'ORL* 1985 Arnette, Paris pp 29-155.]
- 43 [PECH A, CANNONI M, ABDUL S, THOMASSIN JM, GRANTHIL C. Prévention et bilan préthérapeutique des sténoses laryngo-trachéales de l'adulte. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac (Paris)* 1980;97: 647-55.]

- 44 [WESTGATE H.D., ROUX K.L: Tracheal stenosis following Tracheostomy: incidence and predisposing factors. *Anesthesia and analgesia.*, 1980, 49:393-401.]
- 45 [LONGUEBRAY A., LEGROS M., SUINAT J.L., LEVEL M.C., DESPHIEUX J.L.: Les sténoses cicatricielles sus-glottiques et de la trachée cervicale à propos de 12 cas. *J.Fr. Otorhinolaryngol.*, 1980, 29 : 499-504].
- 46 [ANOUKOUM T., BELLAMY J., DO DANG Q.- Les sténoses cicatricielles de la trachée. Aspects étiologiques et thérapeutiques. *Ann Chir : Chir thorac cardio-vasc*, 1993, 47, n= 2, 184 – 189]
- 47 [ANAND VK, ALEMAR G, WARREN T. Surgical considerations in tracheal stenosis. *Laryngoscope* 1992;102:237-43.]
- 48 [GRILLO HC, DONAHUE DM, MATHISEN DJ, *et al.* Postintubation tracheal stenosis. Treatment and results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:486-93.]
- 49 [KEANE WM, DENEMY JC, ROWE LD, ATKINS JP. Complications of intubation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982;91:584-7.]
- 50 [GEFFIN B ., GUILLO M.C., COOPER J.D. ET AL. Stenosis following tracheostomy for respiratory cave. *J.A.M.A.*, 1971,216 : 1984-1998.]
- 51 [PONTOPPIDAN H., GEFFIN B. LOWESTEIN E.: Acute respiratory failure in adult N.Engel. *J.Med.*, 1972: 287- 799.]
- 52 [WHITED R.E. : A prospective study of laryngo-tracheal sequelae in long term intubation. *Laryngoscope.*, 1984, 94: 367-377.]
- 53 [DUBICK M.N. and Al. Problems with prolonged endotracheal intubation. *Chest.*, 1978, 74: 479-480.]

- 54 [Bagnée P, Marquette CH, Ramon P, Darras J, Wurtz A. Traitement endoscopique des sténoses trachéales post-intubation. À propos de 58 cas. *Rev Mal Resp* 1995;12:585-92.]
- 55 [Dane TEB, King EG. A prospective study of complications after tracheostomy for assisted ventilation. *Chest* 1975 ; 67 : 398-404.]
- 56 [ATTAR S. HANKINS J. TURNEY S. MASON JR. RAMIREZ R. Mc-LAUGHLIN J.: Tracheal Obstruction. *Ann Thorac Surg* 1973;16 : 555-67].
- 57 [Marquette CH, Brichet A, Verkindre C, et al. Multidisciplinary approach to management of post intubation tracheal stenoses. *Eur J Respir* 1999 ; 13 : 888-93.]
- 58 [Spittle N, McCluskey A. Tracheal stenosis after intubation. *BMJ*2000;321:1000-1002.]
- 59 [Brichet A, Ramon P,Marquette C. Stenoses et complications tracheales postintubation.*Reanimation* 2002;11:1-10.]
- 60 [Cuisinier O, Righini C, Pison C, Ferretti G. Prise en charge chirurgicale et/ou endoscopique des stenoses tracheales acquises non tumorales de l'adulte.*Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 2004;121:3-13.]
- 61 [ZRIBI S. et al Les sténoses tracheales acquises J. TUN ORL N=22 juin 2009 page 48]
- 62 [S. Lenoir , N. Bouzar , C. Beigelman-Aubry , F. Réty Imagerie de la trachée de l'adulte *EMC-Radiologie 2* (2005) page 447]
- 63 [R.KHELAFI, F.OUSSEDIK, F. SKANDER Les sténoses trachéales : à propos de 8 cas. Doi : 10. 1016/j. rmr : 2013. 10.227]

- 64 [TOTY L., PERSONNE C. ET BAKDACH H.,: Les sténoses trachéales après intubation et trachéotomie. *Encycl. Méd. Chir. Paris Poumon* 6000 Z20, 6, 1980.]
- 65 [Toohill RJ, Ulualp SO, Shaker R. Evaluation of gastroesophageal reflux in patients with laryngotracheal stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998;107:1010- 1014.]
- 66 [Roh JL, Yoon YH. Prevention of anterior glottic stenosis after bilateral vocal fold stripping with mitomycin C. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131:690-695.]
- 67 [Ubell ML, Ettema SL, Toohill RJ, Simpson CB, Merati AL. Mitomycin C application in airway stenosis surgery: analysis of safety and costs. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;134:403-406.]
- 68 [LACCOURREYE O, BRASNU D, CAUCHOIS R, NAUDO Ph, JOUFFRE V, LACCOURREYE H. Tracheal resection with end-to-end anastomosis for isolated postintubation cervical trachea stenosis: long term results. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996;105:944-8.]
- 69 [HAR-EL G, CHAUDRY R, SHAHA A, LUCENTE FE. Resection of tracheal stenosis with end-to-end anastomosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102:670-4.]
- 70 [WOLF M, SHAPIRA Y, TALMI YP, NOVIKOV I, KRONENBERG J, YELLIN A. Laryngotracheal anastomosis: primary and revised procedures. *Laryngoscope* 2001;111:622-7.]
- 71 [JUNIEN-LAVILLAUIROY C, ROUX O, SARRAZIN R, CHARACHON R. La place de la résection anastomose dans le traitement des sténoses de la trachée après réanimation. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac (Paris)* 1976;93:533-42.]

- 72 [DAETEVILLE Ph., LEVASSEUR Ph., ROJAS-MIRANDA A., MERLIER M. Problèmes posés par les sténoses trachéales après réanimation respiratoire. *Rev Prat.* 1985, 35, 35.]
- 73 [GRILLO H.C., MATGISEN D.J. Surgical management of tracheal strictures. *Surg Clin North Am.* 1988; 68, 511-524.]
- 74 [RIBET M. BUGNON P., DARRAS J.A., BOUCQUILLON Ph.- Chirurgie des sténoses inflammatoires et tumorales de la trachée. A propos de trente-huit cas *Rev Mal Res.* 1990, 7, 349-353.]
- 75 [COURAUD L, CARRIQUIRY G, VALLIERES E, NASHEF S, JOUGON J. Tracheal and laryngotracheal nontumoral stenosis of the airway: a recent consecutive series of 181 cases under the approach of thoracic surgeons. *Oper Techn Otolaryngol Head and Neck Surg* 1992;3:150-8.]
- 76 [PESKIND SP, STANLEY RB, THANGATHURAI D. Treatment of the compromised trachea with sleeve resection and primary repair. *Laryngoscope* 1993;103:203-11.]
- 77 [Lazard DS, Sebah M, Legagneux J, Vignes JL, Masquelet AC, Chabolle F. Tracheal anastomosis: monofilament absorbable suture versus monofilament non-absorbable suture. Experimental study in rats. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 2004;121:156-160.]
- 78 [FREYSS G., GARBI N, SENECHAL B,, BRASM D; LACOMBE H;: Intéret de la fibroscopie dans les sténoses laryngo-trachéales. *Ann. Oto. Laryngo,,* 1980 9 657-663.]
- 79 [KIRCHNER J.A. : Tracheotomy and its problems. *Surg. Clin. North,* 1980,60: 1.093-1.104.]

- 80 [POURRIAT J.L., LEGOUT J., CHAMPAULT G., CUPA M. : Etude des pressions trachéales transmises par les ballonets des sondes d'intubation. *Ann. Anesth. Fr.* , 1977, 2 :223-229.]
- 81 [STAUFFER J.L., OLSON D.E., PETTY T.L., : Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheostomy. A prospective study of 150 critically ill adult patients. *Am. J. Med.*, 1981, 70: 65-76.]
- 82 [Yang PY, Liu MS, Chen CH. Adenoid cystic carcinoma of the trachea. *Chang Gung Med J.* May 2005; 28(5): 357-363.]
- 83 [Perelman MI, Koroleva NS. Primary tumors of the Trachea. In: Grillo HC, Eschepasse H, editors. *Major challenges, International trends in general thoracic surgery*, Vol. 2. Philadelphia: Saunders, 1987. pp. 91-106.]
- 84 [Honings J, van Dijck JA, Verhagen AF, van der Heijden HF, Marres HA. Incidence and treatment of tracheal cancer: a nationwide study in the Netherlands. *Ann Surg Oncol* 2007;14:968-76.]
- 85 [Manninen MP Antila PJ, Pukander JS, Karma PH. Occurrence of tracheal carcinoma in Finland. *Acta Otolaryngol* 1991;111:1162-9.]
- 86 [Licht PB, Friis S, Pettersson G. Tracheal cancer in Denmark: a nationwide study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19: 339-45.]
- 87 [Gaisert HA, Grillo HC, Shadmehr MB, Wright CD, Gokhale M, Wain JC, et al. Long-term survival after resection of primary adenoid cystic and squamous cell carcinoma of the trachea and carina. *Ann Thorac Surg* 2004;78:1889-97.]
- 88 [Regnard JF, Fourquier P, Levasseur P. Results and prognostic factors in resections of primary tracheal tumors: a multicenter retrospective study. The French Society of Cardiovascular Surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111:808-13.]

- 89 [Carol C. Wu, MD, and Jo-Anne O. Shepard, MD: Tracheal and Airway Neoplasms doi: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ro.2013.03.018>]
- 90 [Wenig BM, Devaney K, Bisceglia M. Inflammatory myofibroblastic tumor of the larynx. A clinicopathologic study of eight cases simulating a malignant spindle cell neoplasm. *Cancer* 1995;76(11):2217- 2229.]
- 91 [Sivanandan S, Lodha R, Agarwala S, Sharma M, Kabra SK. Inflammatory myofibroblastic tumor of the trachea. *Pediatr Pulmonol* 2007; 42(9):847-850.].
- 92 [Azar T, Abdulkarim FW, Tucker LM. Adenoid cystic carcinoma of the trachea. *Laryngoscope* 1998;108:1297-301.]
- 93 [Jeung MY, Gasser B, Gangi A, et al: Bronchial carcinoid tumors of the thorax: Spectrum of radiologic findings. *Radiographics* 22:351-365, 2002]
- 94 [Andrade FM, Abou-Mourad OM, Judice LF, Carvalho-Filho AB, Schau B, Carvalho AC. Endotracheal inflammatory pseudotumor: the role of interventional bronchoscopy. *Ann Thorac Surg* 2010; 90(3):e36-e37].
- 95 [Koch JA, Dorn P, Rausch T, Ris HB, Lehr HA, Schafer SC. Inflammatory myofibroblastic tumor of the trachea with concomitant granulomatous lymph node lesions. *Case Report Med* 2011;2011:151729.]
- 96 [Satomi F, Mori H, Ogasawara H, Kumoi T, Uematsu K. Subglottic plasma cell granuloma: report of a case. *Auris Nasus Larynx* 1991; 18(4):391-399.]
- 97 [Jaiswal Ashish K.1, Chatterjee2, F.D.Ghanchi3, Jain Vidushi4, Munjal Sushil5, Behera D.: Airway obstruction due to primary tracheal malignancy *National Journal of Otorhinolaryngology and Head & Neck Surgery*, Vol. 1(10) No. 1, April 2013]

- 98 [Gaissert HA, Mark EJ: Tracheobronchial gland tumors. *Cancer Control* 13:286-294, 2006]
- 99 [Ferretti GR, Bithigoffer C, Righini CA, et al: Imaging of tumors of the trachea and central bronchi. *Thorac Surg Clin* 20:31- 45, 2010]
- 100 [Thotathil ZS, Agarwal JP, Shrivastava SK, Dinshaw KA. Primary malignant tumors of the trachea: the Tata Memorial Hospital experience. *Med Princ Pract* 2004; 13: 69-73. 3.]
- 101 [Suemitsu R, Okamoto T, Maruyama R. A long-term survivor after aggressive treatment for tracheal adenoid cystic carcinoma. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. July 2007; 13(5): 335-37.]
- 102 [Paul Schneider*, Joachim Schirren, Thomas Muley, Ingolf Vogt-Moykopf: Primary tracheal tumors: experience with 14 resected patients *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 20 (2001) 12-18]
- 103 [E.Martinod Cas clinique n=4 Tumeur maligne primitive de la trachée *Revue des maladies respiratoires Actualités* (2015) 7, 26-29.]
- 104 [BRYAN F. MEYERS, DOUGLAS J. MATHISEN: Management of Tracheal Neoplasms *The Oncologist* 1997;2:245-253]
- 105 [Wood DE. Management of malignant tracheobronchial obstruction. *Surg Clin North Am* 2002;82:621-42.]
- 106 [JIMMIE HONINGS¹, HENNING A. GAISSERT², HENRICUS F.M. VAN DER HEIJDEN³, AD F.T.M. VERHAGEN⁴, JOHANNES H.A.M. KAANDERS⁵ & HENRI A.M. MARRES¹ Clinical aspects and treatment of primary tracheal malignancies *Acta Oto-Laryngologica*, 2010; 130: 763-772]
- 107 [Manninen MP, Pukander JS, Flander MK, et al: Treatment of primary tracheal carcinoma in Finland in 1967-1985. *Acta Oncol* 32:277-282, 1993]

- 108 [Honings J, Gaissert HA, Verhagen AF, van Dijck JA, van der Heijden HF, van Die L, et al. Undertreatment of tracheal carcinoma: multidisciplinary audit of epidemiologic data. *Ann Surg Oncol* 2009;16:246–53.]
- 109 [Rostom A, Morgan R. Results of treating primary tumors of the trachea with irradiation. *Thorax* 1978;33:387–393.]
- 110 [Fields JN, Rigaud G, Emami BN. Primary tumors of the trachea: results of radiation therapy. *Cancer* 1989;63:2429–2433.]
- 111 [Koletsis EN, Kalogeropoulou C, Prodromaki E, et al: Tumoral and non-tumoral trachea stenoses: Evaluation with three-dimensional CT and virtual bronchoscopy. *J Cardiothorac Surg* 2:18, 2007]
- 112 [Finkelstein SE, Schrupp DS, Nguyen DM, et al: Comparative evaluation of super high-resolution CT scan and virtual bronchoscopy for the detection of tracheobronchial malignancies. *Chest* 124:1834–1840, 2003]
- 113 [Spizarny DL, Shepard JA, McLoud TC, et al: CT of adenoid cystic carcinoma of the trachea. *Am J Roentgenol* 146:1129–1132, 1986]
- 114 [Javidan-Nejad C: MDCT of trachea and main bronchi. *Radiol Clin North Am* 48:157–176, 2010]
- 115 [Kim TS, Lee KS, Han J, et al: Sialadenoid tumors of the respiratory tract: Radiologic-pathologic correlation. *Am J Roentgenol* 177:1145–1150, 2001]
- 116 [Kwak SH, Lee KS, Chung MJ, et al: Adenoid cystic carcinoma of the airways: Helical CT and histopathologic correlation. *Am J Roentgenol* 183:277–281, 2004]
- 117 [Muller NL, Miller RR: Neuroendocrine carcinomas of the lung. *Semin Roentgenol* 25:96–104, 1990]

- 118 [Laufer L, Cohen Z, Mares AJ, Maor E, Hirsch M. Pulmonary plasmacell granuloma. *Pediatr Radiol* 1990;20(4):289-290.]
- 119 [Kobashi Y, Fukuda M, Nakata M, Irei T, Oka M. Inflammatory pseudotumor of the lung: clinicopathological analysis in seven adult patients. *Int J Clin Oncol* 2006;11(6):461-466.]
- 120 [Alam M, Morehead RS, Weinstein MH. Dermatomyositis as a presentation of pulmonary inflammatory pseudotumor (myofibroblastic tumor). *Chest* 2000;117(6):1793-1795.]
- 121 [Narla LD, Newman B, Spottswood SS, Narla S, Kolli R. Inflammatory pseudotumor. *Radiographics* 2003;23(3):719-729.]
- 122 [Sharpe DAC, Moghissi K. Tracheal resection and reconstruction: a review of 82 patients. *Eur J Cardio-thorac Surg* 1996;10:1040±1046.]
- 123 [Lee KS, Boiselle PM: Update on multidetector computed tomography imaging of the airways. *J Thorac Imaging* 25:112-124, 2010]
- 124 [McCarthy MJ, Rosado-de-Christenson ML: Tumors of the trachea. *J Thorac Imaging* 10:180-198, 1995]
- 125 [Park CM, Goo JM, Lee HJ, et al: Tumors in the tracheobronchial tree: CT and FDG PET features. *Radiographics* 29:55-71, 2009]
- 126 [Pearson FG, Cardoso P, Keshavjee S. Upper airway tumor, primary tumors. In: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, Hiebert CA, McKneally MF, Urschel HC, editors. *Thoracic surgery*, New York: Churchill Livingstone, 1995. pp. 285-299.]
- 127 [Grillo HC, Mathisen DJ. Primary tracheal tumors: treatment and results. *Ann Thorac Surg* 1990;49:69-77.]

- 128 [Eschapas H. Primary tumors of the trachea: discussion. In: Grillo H, Eschapas H, editors. Major challenges, International trends in general thoracic surgery, Vol. 2. Philadelphia: Saunders, 1987. pp. 107-111.]
- 129 [AROLA M.K., INBERG M.V., PUHAKKA H. : Trachal sténosis after tracheotomy and after orotracheal cuffed intubation. *Acta. Chir. Scand.* 1981, 147 : 183-192.]
- 130 MacEwen W. Clinical observations on the introduction of tracheal tubes by the mouth instead of performing tracheotomy or laryngotomy. *Br Med J* 1880;2:122-4.
- 131 Freeman GR. A comparative analysis of endotracheal intubation in neonates, children and adults: complications, prevention and treatment. *Laryngoscope* 1972;82:1385-98.
- 132 Quiney RE, Gould SJ. Subglottix stenosis: a clinicopathologic study. *Clin Otolaryngol* 1985;10:315-27.
- 133 Nouraei SA, Ma E, Patel A, Howard DJ, Sandhu GS. Estimating the population incidence of adult post-intubation laryngotracheal stenosis. *Clin Otolaryngol* 2007;32:411-2.
- 134 Viau F, Lededente A, Ltinier JY. Complications de la trachéotomie. *Rev Pneumol Clin* 1988;44:24-32.
- 135 Weymuller Jr EA. Laryngeal injury from prolonged endotracheal intubation. *Laryngoscope* 1988;98:1-15.
- 136 Pinsonneault B, Fortier J, Donti F. Tracheal resection and reconstruction. *Can J Anesth* 1999;46:439-55.

- 137 Nouraei SA, Giussani DA, Howard DJ, Sandhu GS, Ferguson C, Patel A. Physiological comparison of spontaneous and positive-pressure ventilation in laryngotracheal stenosis. *Bt I Anaesth* 2008;101:419-23.
- 138 Sarper A, Ayten A, Eser I, Ozbudak O, Demircan A. Tracheal stenosis after tracheostomy or intubation: review with special regard to cause and management. *Tex Heart Inst J* 2005;32:154-8.
- 139 Jackson C. High tracheotomy and other errors, the chief causes of chronic laryngeal stenosis. *Surg Gynecol Obstet* 1921;32:392-8.
- 140 Hsieh V, Maire R. La trachéotomie selon Björk. Évaluation des séquelles trachéales. *ORL Aktuel Porbl Otorhinolaryngol* 1991;15:175-80.
- 141 Monnier P, Lang FJ, Savary M. Partial cricotracheal resection for severe pediatric subglottic stenosis: update of the Lausanne experience. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998;107:961-8.
- 142 Cools-Lartique J, Aboalsaud A, Gill H, Ferri L. Evolution of percutaneous dilatational tracheostomy-a review of current techniques and their pitfalls. *World J Surg* 2013;37:1633-46.
- 143 Al-Ansari MA, Hijazi MH. Clinical review: percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care* 2006;10:202-8.
- 144 Ferretti GR, Thony F, Bosson JL. Benign abnormalities and carcinoid tumors of the central airways: diagnostic impact of CT bronchography. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:1307-13.
- 145 Bauer TL, Steiner KV. Virtual bronchoscopy: clinical applications and limitations. *Surg Oncol Clin N Am* 2007;16:323-8.

- 146 Righini C, Aniwidyaningsih W, Ferretti G, Pra Y, Raymond CS, Ferretti K, et al. Computed tomography measurements for airway stent insertion in malignant airway obstruction. *J Bronchology Interv Pulmonol* 2010;17:22–8.
- 147 Ferretti GR, Kocier M, Calaque O, Arbib F, Righini C, Coulomb M, et al. Follow-up after stent insertion in the tracheobronchial tree: role of helical computed tomography in comparison with fiberoptic bronchoscopy. *Eur Radiol* 2003;13:1172–8.
- 148 Lang HJ, Monnier P, Savary M. Stellenwert der endoskopie in der behandlung von laryngotrachealen stenosen. *ORL Aktuel Probl Otorhinolaryngol* 1988;12:161–8.
- 149 Rahman NA, Fruchter O, Shitrit D, Fox BD, Kramer MR. Flexible bronchoscopic management of benign tracheal stenosis: long term follow-up of 115 patients. *J Cardiothorac Surg* 2010;5:2.
- 150 HAGUENAUER JP, GAILLARD J, PIGNAT JC, LEVAL J, ISAAC C. Quatre années d'expérience du tube de Montgomery. *JFORL* 1985;34:259–62.
- 151 Sandberg W. Anesthesia and airway management for tracheal resection and reconstruction. *Int Anesthesiol Clin* 2000;38:55–75.
- 152 Mitchell JD, Mathisen DJ, Wright CD, et al. Clinical experience with carinal resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117(1):39–52
- 153 Alfille P. Anesthesia for tracheal surgery. In: Grillo H, editor. *Surgery of the trachea and bronchi*. Hamilton (CA): BC Decker Inc; 2004. p. 453–70.
- 154 Perera ER, Vidic DM, Zivot J. Carinal resection with two high-frequency jet ventilation delivery systems. *Can J Anaesth* 1993;40(1):59–63.

- 155 Peterffy A, Konstantinov IE. Resection of distal tracheal and carinal tumours with the aid of cardiopulmonary bypass. *Scand Cardiovasc J* 1998 ; 32(2) :109-12.
- 156 Gernez Y, Breen D, Pelsoni JM, Meric B, Dutau H. Stridor d'étiologie rare en post réanimation chez une patiente de 59 ans. *Rev Mal Respir* 2008;25:871-4.
- 157 Mehta AC, Lee FY, Cordasco EM, Kirby T, Eliachar I, De Boer G. Concentric tracheal and subglottic stenosis. Management using the Nd-Yag laser for mucosal sparing followed by gentle dilatation. *Chest* 1993;104:673-7.
- 158 Crisan E, Croitoru A, Ulmeanu R. The particularity in evolution and therapy of post-intubation tracheal stenosis in patients with chronique obstructive plumonary disease (COPD). *J Fran Viet Pneu* 2011;4:27-31.
- 159 Ross CB, Morris JA. Tracheo-innominate artery fistula: a potentially fatal complication of tracheostomy. *J Tenn Med Assoc* 1988;81:446-8.
- 160 Goyton DC, Bartor MR, Besseliere TR. Influence of airway pressure on minimum occlusive endotrachal tube cuff pressure. *Crit Care Med* 1997;25:91-4.
- 161 Deslée G, Bricchet A, Lebuffe G, Copin MC, Ramon P, Marquette CH. Obstructive fibrous tracheal pseudomembrane. A potentially fatal complication of tracheal intubation. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162(3Pt1):1169-71.
- 162 Miller RD, Hyatt RE. Obstructing lesions of the larynx and trachea: clinical and physiological characteristics. *Mayo Clin Proc* 1969;44:145-60.
- 163 Boiselle PM, Lee KS, Ernst A. Multidetector CT of the central airways. *J Thorac Imaging* 2005;20:186-95.

- 164 Ferretti GR, Bricault I, Coulomb M. Helical CT with multiplanar and three-dimensional reconstruction of nonneoplastic abnormalities of the trachea. *J Comput Assist Tomogr* 2001;25:400-6.
- 165 Morshed K, Trojanowska A, Szymański M, Trojanowski P, Szymańska A, Smoleń A, et al. Evaluation of tracheal stenosis: comparison between computed tomography virtual tracheobronchoscopy with multiplanar reformatting, flexible tracheofiberoscopy and intra-operative findings. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2011;268:591-7.
- 166 Quint LE, Whyte RI, Kazerooni EA. Stenosis of the central airways: evaluation by using helical CT with multiplanar reconstructions. *Radiology* 1995;194:871-7.
- 167 Remy J, Remy-Jardin M, Artaud D, Fribourg M. Multiplanar and three-dimensional reconstruction techniques in CT: impact on chest diseases. *Eur Radiol* 1998;8:335-51.
- 168 Bigatello LM, Allain R, Gaissert HA. Acute lung injury after pulmonary resection. *Minerva Anesthesiol* 2004;70(4):159-66.
- 169 Couraud L, Martigne C, Houdelette P, Dumas P, Morales F. Intérêt de la résection cricoïdienne dans le traitement des sténoses crico-trachéales après intubation. *Ann Chir* 1979 ; 33 : 242-246
- 170 Gerwat J, Bryce DP. The management of subglottic laryngeal stenosis by resection and direct anastomosis. *Laryngoscope* 1964 ; 84 : 940-957
- 171 Pearson FG, Cooper JD, Nelems JM, VanNostrand WP. Primary tracheal anastomosis after resection of the cricoids cartilage with preservation of recurrent laryngeal nerve. *Thorac Cardiovasc Surg* 1975 ; 78 : 806-816

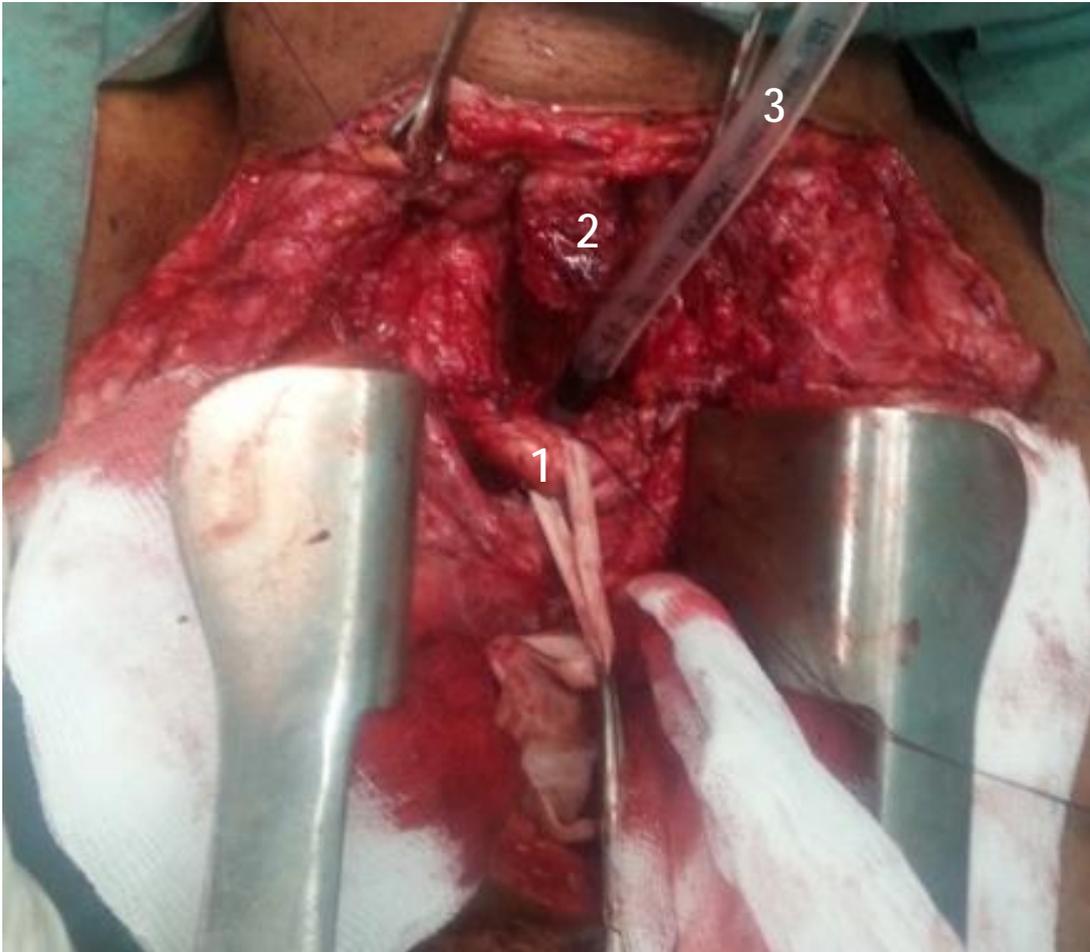
- 172 Dedo H, Fishmann N. Laryngeal release and sleeve resection for tracheal stenosis. *Ann Oto Rhinol Laryngol* 1969 ; 78 : 285-296
- 173 Montgomery WW. The surgical management of supraglottic and subglottic stenosis. *Ann Oto Rhinol Laryngol* 1968 ; 77 : 534-546
- 174 Eschapasse H, Vahdat F, Gaillard J. Réflexions sur la résection de la trachée inférieure et de la bifurcation bronchique. *Ann Chir Thorac Cardiovasc* 1967 ; 6 : 63-70
- 175 Gebauer PW. Reconstructive surgery of the trachea and bronchi. Late results with dermal graft. *J Thorac Surg* 1951 ; 22 : 568-584
- 176 Kergin FG. Carcinoma of the trachea. *J Thorac Surg* 1952 23 : 164-168
- 177 Eschapasse H, Gaillard J, Dahan M, Henry E. Carinal resection for tumors. *The Thai J Surg* 1987 ; 8 : 49-52
- 178 Mathey J. Tumeur bénigne de l'éperon trachéal, résection et réfection du carrefour trachéo-bronchique. *Sem Hôp Paris* 1951 ; 27 2699-2703
- 179 Gelder CM, Hetzel MR. Primary tracheal tumours: a national survey. *Thorax* 1993;48:688-92.
- 180 Makarewicz R, Mross M. Radiation therapy alone in the treatment of tumours of the trachea. *Lung Cancer* 1998;20: 169-74.
- 181 Jeremic B, Shibamoto Y, Acimovic L, Milisavljevic S. Radiotherapy for primary squamous cell carcinoma of the trachea. *Radiother Oncol* 1996;41:135-8.
- 182 Macchiarini P. Primary tracheal tumours. *Lancet Oncol* 2006;7:83
- 183 E.Gassab, N. Krifa, M. Ferjaoui, A. Smaiki. K.Harrati, J.Koubaa Sténoses trachéales post-intubation à propos de 11 cas Monastir tunisie
www.dx.doi.org/10.1016/j.aforl.2013.06.356

- 184 A.Benzaouia, R. El khiati, M. OuaiSSI, F. Kadiri Les sténoses laryngo-trachéales compliquant les intubations Casablanca Maroc
www.dx.doi.org/10.1016/j.aforl.2012.07.409
- 185 Ph. Levasseur, Ph. Dartevelle, A.Rojas-Miranda, J.Renella-Coll,M. Merlier et H.Le Brigand Les résections trachéales pour tumeurs de la trachée Poumon-cœur 1982.38 209-214. Paris France
- 186 El hammami Tumeurs Primitives de la trachée à propos de 8 cas (these) 1999 tunis tunisie.
- 187 [Zozzaro M, Harirchian S,Cohen EG. Flexible fiber CO2 laser ablation of subglottic and tracheal stenosis. 2012 Jan;122(1):128-30. doi: 10.1002/lary.22164.]
- 188 [Jean-Yves Marandon, Marc Fischler Anesthésie et traitement des sténoses trachéales Le praticien en anesthésie-réanimation, 2004, 8, 3]
- 189 Dahan M, Régnard JF, Berjaud J, Magdeleinat P et Brouchet L. Chirurgie de la trachée et des bronches (I). Encycl Méd Chir Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, Techniques chirurgicales - Thorax, 42-135, 2002, 5 p.
- 190 [Jean-François Morère, Virginie Westeel Oncologie thoracique ISBN : 978-2-287-99040-3 Springer Paris 2011]
- 191 [BULLETIN DE LA DIVISION FRANÇAISE DE L'AIP N°41 Juin 2005. Séminaire de lames. Pathologie tumorale pulmonaire. 109- 112.]
- 192 [A Goracci, ML Chabi, M Hafsa, A Mansuet Lupo, M Alifano, C Guinet, MP Revel Quand évoquer une tumeur carcinoïde]
- 193 [Gurpreet Singh SANDHU Thesis:Management of Adult Benign Laryngo-tracheal Stenosis University College London]

- 194 Alain WURTZ These : Le remplacement circonférentiel étendu de la trachée
L'UNIVERSITÉ DE LILLE II 2014
- 195 E. Martinod et al. Avancées en chirurgie trachéale : a-t-on enfin trouvé le substitut idéal à la trachée ? doi:10.1016/j.rmr.2010.04.001
- 196 C.A. Righini, G. Ferretti, C. Pison, E. Reyt Sténoses trachéales de l'adulte EMC - Oto-rhino-laryngologie 1 Volume 10 > n°1 > février 2015
- 197 Funda Oztuna MD, Mehtap Pehlivanlar MD, Yasin Abul MD, Celal Tekinbas MD, Yavuz Ozoran MD, and Tefvik Ozlu MD Adult Inflammatory Myofibroblastic Tumor of the Trachea: Respir Care 2013;58(7):e72–e76.
- 198 Ouadnoui Y et al. Carcinome adénoïde kystique tracheal Service de Chirurgie Thoracique, CHU Ibn Sina, Rabat, Maroc 2010.
- 199 Alistair Macfie: Anaesthesia for tracheal and airway surgery ANAESTHESIA AND INTENSIVE CARE MEDICINE 15:11 2008
- 200 J. Reeb et al. Principes et indications des assistances circulatoires et respiratoires extracorporelles en chirurgie thoracique Techniques chirurgicales - Thorax 2015 Doi : 10.1016/S1241-8226(15)68680-7
- 201 Ion A. Hobai, MD, PhD, Sanjeev V. Chhangani, Paul H. Alfille, Anesthesia for Tracheal Resection and Reconstruction Anesthesiology Clin 30 (2012) 709–730 <http://dx.doi.org/10.1016/j.anclin.2012.08.012>

ANNEXES

ANNEXE I



résection anastomose termino-terminale de la trachée.

(Service de chirurgie thoracique CHU Ibn Sina Rabat)

Mise sur lac du TABC

Intubation de la partie distale de la trachée

1 : TABC

2 : Portion proximale de la trachée après résection

3 : sonde d'intubation

ANNEXE II

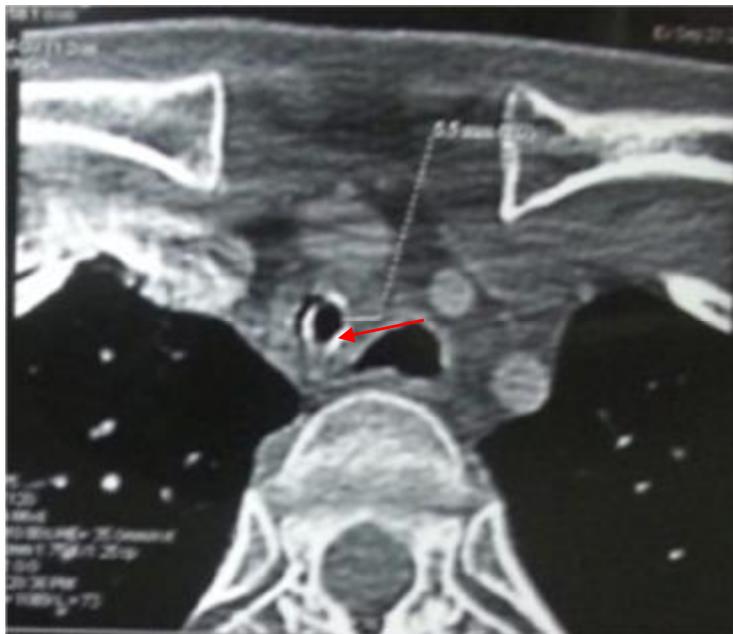


Image scannographique d'une sténose régulière de la trachée

Au niveau de la jonction 1/3 SUP et 1/3 MOY de la trachée avec une sonde d'intubation en regard

(Service de chirurgie thoracique CHU Ibn Sina Rabat)

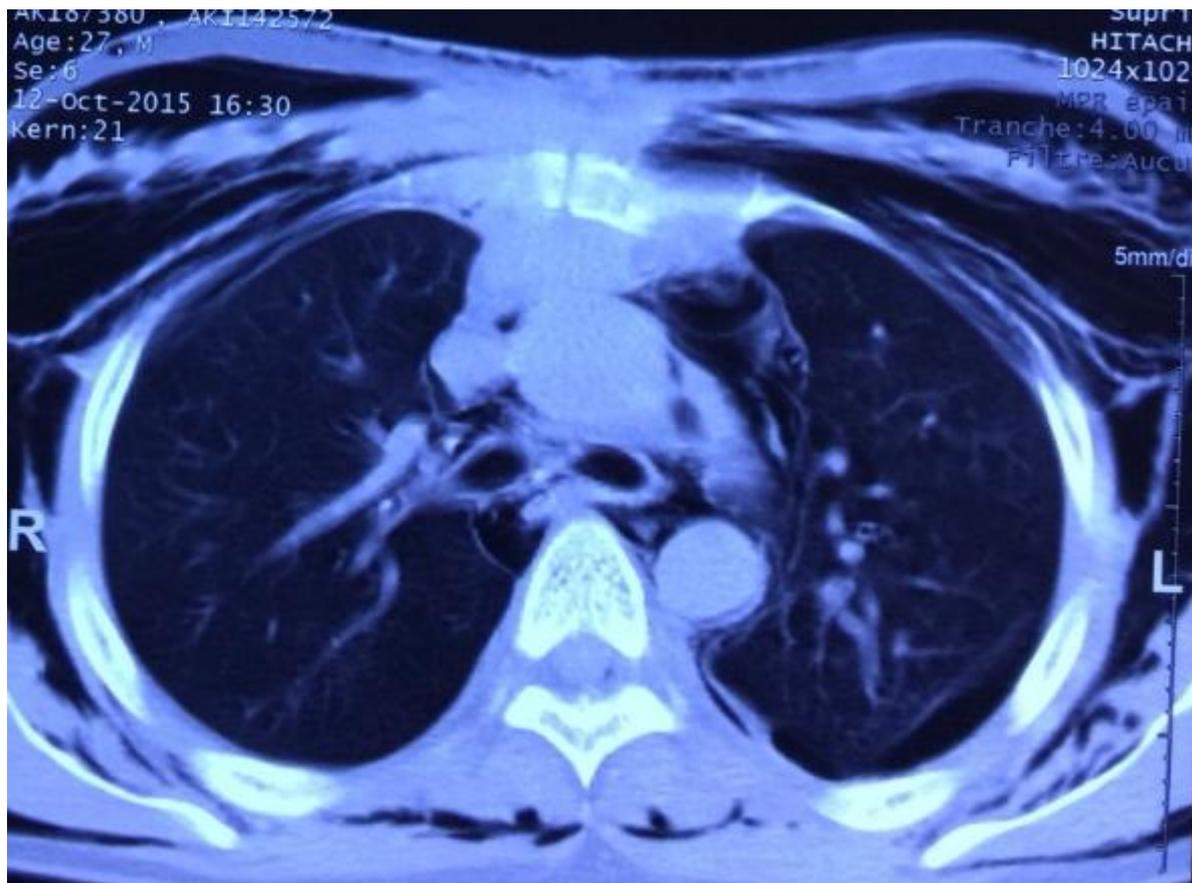
ANNEXE III



coupe scannographique montrant une sténose trachéale au niveau de la jonction 1/3 SUP et 1/3 moyen avec une sonde d'intubation mise en place à travers l'orifice de trachéotomie (on remarque que la sonde descend jusqu'à la bronche souche droite

(Service de chirurgie thoracique CHU Ibn Sina Rabat)

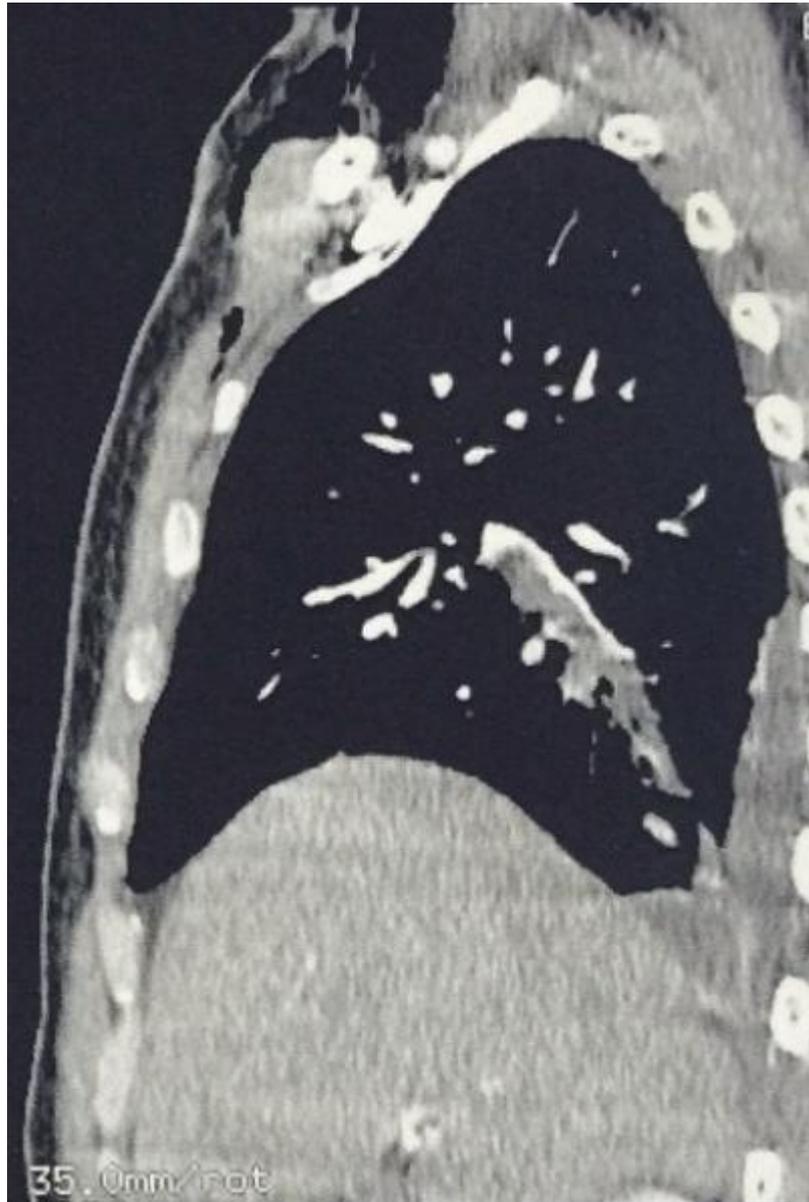
ANNEXE IV



Coupe Scannographique montrant un emphysème sous cutané avec un pneumo médiastin suite à un lachage partiel d'une suture d'anastomose trachéale (patient n°1)

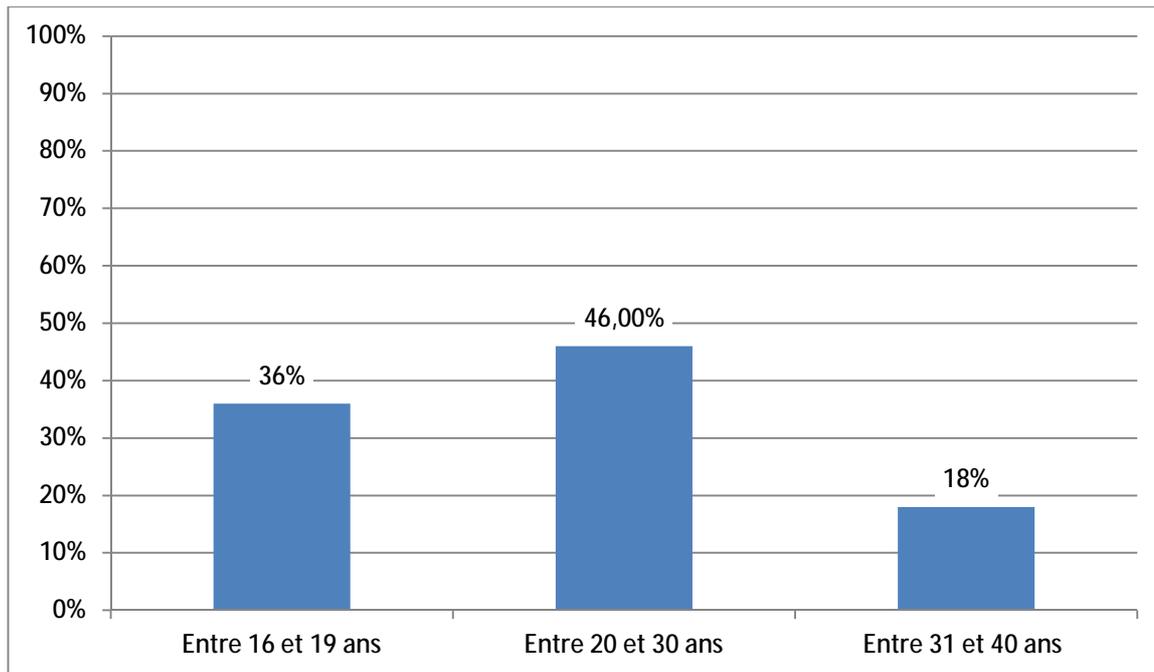
(Service de chirurgie thoracique CHU Ibn Sina Rabat)

ANNEXE V



Coupe d'un angioscanner thoracique mettant en évidence une embolie pulmonaire (patient n°1)

(Service de chirurgie thoracique CHU Ibn Sina Rabat)



Répartition des malades avec sténose trachéale en fonction des tranches d'âge