

**UNIVERSITE HASSAN II
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
DE CASABLANCA**

Année 2006

THESE N°26

LE LASER EN LARYNGOLOGIE

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE.....2006

PAR

Mlle. Ilham HALIM

Née le 06 Novembre 1980 à Casablanca

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS CLES : LASER – LARYNX – CORDE VOCALE

JURY

Mr. M. KEBBOU

Maître de Conférence Agrégé de Médecine Nucléaire

PRESIDENT

Mr. M. ESSADI

Maître de Conférence Agrégé d'ORL

RAPPORTEUR

Mr. A. A. BOUSFIHA

Maître de Conférence Agrégé des Urgences Pédiatriques

Mr. Y. MILOUDI

Maître de Conférence Agrégé d'Anesthésie-Réanimation

JUGES

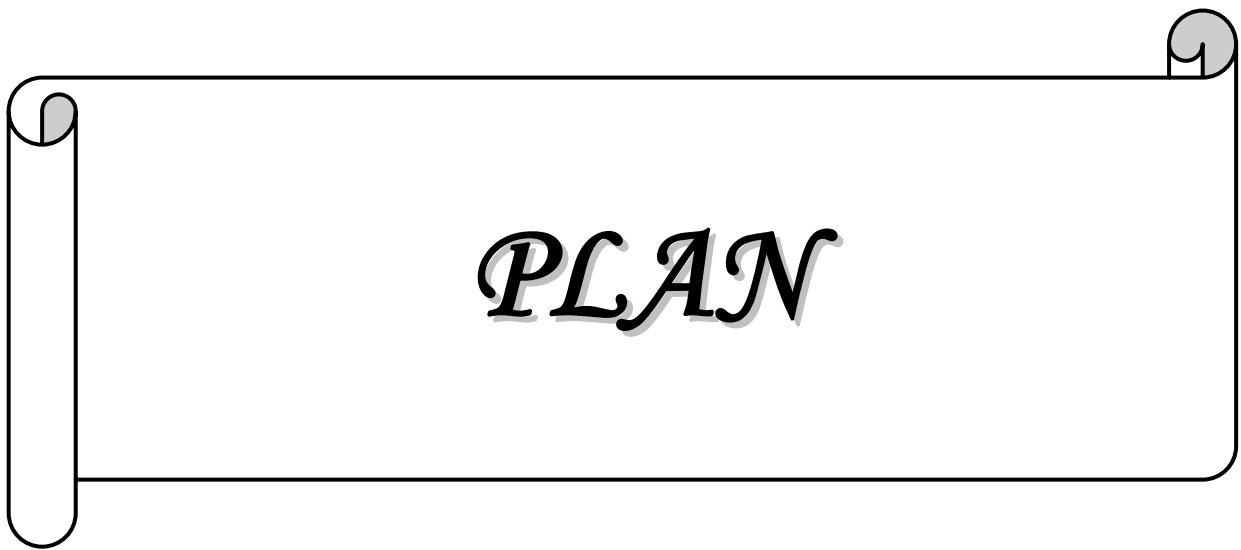
Mr. M. DETSOULI

Maître de Conférence Agrégé d'ORL

Mr. R. MOUFFAK

Docteur en ORL

**MEMBRES
ASSOCIES**



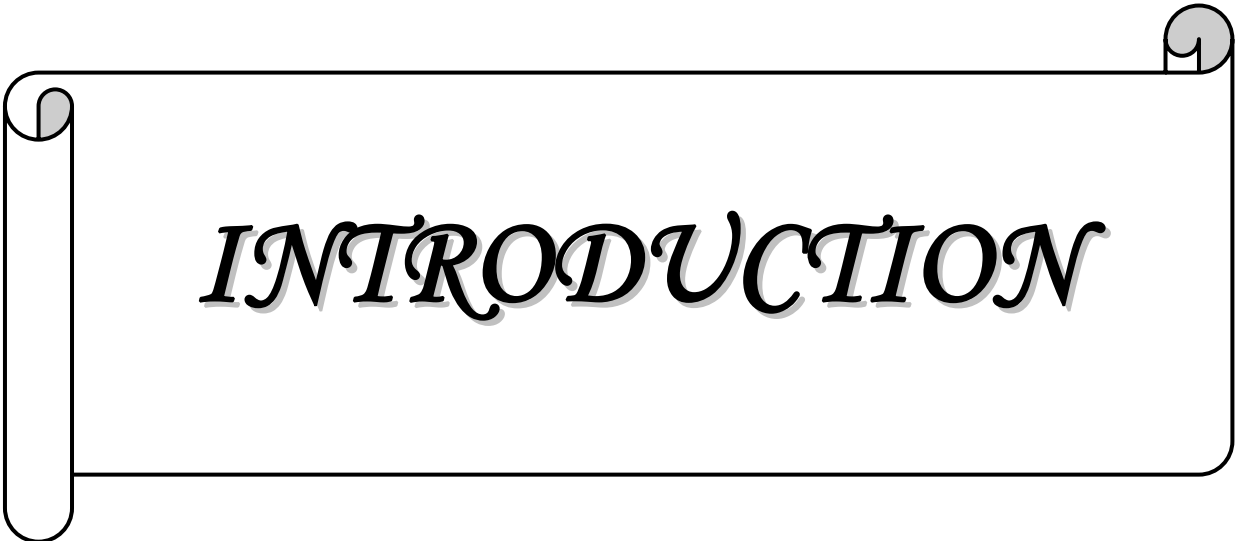
PLAN

PLAN

INTRODUCTION	1
HISTORIQUE	4
BASES PHYSIQUES ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ..	6
I- BASES PHYSIQUES.....	7
II- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	8
LES DIFFERENTS TYPES DE LASER	14
1-Les lasers à solide	15
<i>a- Le laser à rubis</i>	<i>15</i>
<i>b- Le laser à néodyme</i>	<i>15</i>
<i>c- Le laser KTP.....</i>	<i>16</i>
2-Les lasers à gaz.....	17
<i>a- Le laser à hélium néon</i>	<i>17</i>
<i>b- Le laser à Argon.....</i>	<i>17</i>
<i>c- Le laser à krypton ionisé</i>	<i>17</i>
<i>d- Le laser CO₂.....</i>	<i>18</i>
<i>e- Le laser à Eximère.....</i>	<i>18</i>
3-Les lasers à liquide	19
EFFETS DU LASER SUR LES TISSUS VIVANTS	21
I- EFFETS THERMIQUES.....	22
II- EFFETS MECANIQUES	26
III- EFFET PHOTOABLATIF	28
IV- EFFET PHOTODYNAMIQUE	29
V- EFFET TISSULAIRE DU LASER CO₂	32

VI- EFFET TISSULAIRE DU LASER ND YAG	39
VII- EFFET TISSULAIRE DU LASER KTP	42
VIII- CONCLUSION DES EFFETS TISSULAIRES DES LASERS.....	44
LE CHOIX DU LASER EN LARYNGOLOGIE.....	47
PRESENTATION DE L'EXPERIENCE DE LA CLINIQUE AL FARABI	50
DEROULEMENT D'UNE SEANCE LASER.....	57
I-BILAN PRE- ET POST- THERAPEUTIQUE EN PHPNOCIRURGIE.....	58
II- INSTALLATION DU PATIENT	60
III- PRECAUTIONS A PRENDRE.....	62
IV- PROTOCOLE ANESTHESIQUE	63
V- PERIODE POST-OPERATOIRE	71
VI- RISQUES DU LASER.....	72
LES APPLICATIONS DU LASER EN LARYNGOLOGIE	76
I- LES PATHOLOGIES NON TUMORALES	77

1- kyste et laryngocèle	77
2- cordite vasculaire.....	83
3- œdème de REINKE	86
4- sulcus glottidis.....	89
5- granulome.....	92
6- sténose laryngo-trachéale.....	94
7- paralysie laryngée.....	101
8- laryngite chronique	107
9- laryngomalacie.....	111
 II-LES PATHOLOGIES PSEUDO-TUMORALES ET TUMEURS	
BENIGNES	117
1- le nodule et polype	117
2- la papillomatose laryngée	124
3- l'amylose laryngée	131
4- L'angiome sous glottique	134
 III-LES LÉSIONS PRE-CANCÉREUSES ET CANCERS IN	
SITU.....	139
IV-LE CANCER DU LARYNX	149
V-DESOBSTRUCTION LARYNGÉE AU LASER CO2.....	160
 CONCLUSION.....	163
 RÉSUMÉ	
 BIBLIOGRAPHIE	



INTRODUCTION

Le mot « laser » est l'acronyme de l'anglais light Amplification by stimulated Emission of radiation (amplification de la lumière par émission stimulée de radiations). D'abord cantonnés à la lumière visible, les lasers couvrent aujourd'hui toute la gamme des rayonnements électromagnétiques, des rayons x et ultraviolets aux ondes infrarouges et micrométriques.

A travers de ce travail, nous allons évoquer l'utilisation du laser en laryngologie. Après un bref rappel historique, seront développés les bases physiques et le principe de fonctionnement du laser, ensuite nous détaillerons, ensuite les différents types de laser et leurs effets sur les tissus vivants.

Nous évoquerons après les effets tissulaires générés par les lasers CO₂, Nd YAG et KTP par le biais d'une revue de littérature internationale. Ceci nous permet de mieux cerner les particularités thérapeutiques de ces trois lasers qui sont les plus utilisés en laryngologie, ainsi que les différentes modalités évolutives de leurs applications.

Par la suite nous détaillerons le côté pratique d'une séance laser. Y seront exposés les protocoles anesthésiques, l'installation et le matériel nécessaire à la pratique d'une microchirurgie endoscopique au laser, les mesures de sécurité en salle opératoire.

Nous exposerons, ensuite, notre expérience à propos de 282 dossiers de microchirurgie au laser CO₂ colligés dans une clinique privée spécialisée à Casablanca.

Enfin, vient l'objet principal de ce travail qui est de détailler les différentes indications du laser en laryngologie, nous détaillerons chaque indication à part par le biais d'une revue de littérature.

A horizontal scroll with a black outline and a light gray fill. The scroll is unrolled, showing the word "HISTORIQUE" in a black, italicized, serif font. The scroll has a small gray circle at the top right corner, indicating the end of the scroll.

HISTORIQUE

En 1917 Albert EINSTEIN a publié « la théorie quantique de radiation » : il a discuté l'interaction des atomes, ions et molécules avec la radiation électromagnétique. Il a également discuté l'absorption et l'émission spontanée de l'énergie et a proposé un troisième processus d'interaction : l'émission stimulée.

Beaucoup de tentatives ont été faites dans les années suivantes , mais ce n'est qu'en 1954 que Gordon et son équipe ont rapporté leur expérience sur l'émission stimulée dans le domaines des micro-ondes : il s'agit du premier maser « microwave amplification by stimulated émission of radiation ».

En 1958 Arthur SCHAWLOW et Charles TOWNES des physiciens américains ont publié un article intitulé « infrared and optical masers » (masers infrarouge et optique) dont ils ont exposé leur théorie sur le principe de fonctionnement d'un laser. Finalement c'est leur compatriote Théodore MAIMAN qui construit le premier laser en 1960, il a obtenu un rayonnement laser en excitant des cristaux de rubis synthétiques. Ce laser a produit un rayon à une longueur d'onde de 0.69 μm . Bien que l'énergie laser produit par ce laser à rubis de MAIMAN n'a duré que moins de 1 ms, il a pavé le chemin à un développement explosif de cette technologie.

En 1966, YAGR et STRULLY découvrirent que le laser CO_2 pouvait couper les tissus et être utile en médecine. La première utilisation clinique fut réalisée en 1971 chez le chien par JAKO et STRONG. Elle fut rapidement suivie par une utilisation en laryngologie grâce à l'emploi du microscope.

A decorative frame resembling a scroll, with a dark red border and rounded corners. The left side features a vertical strip with a scroll-like edge, and the right side has a small circular element at the top right corner.

*BASES PHYSIQUES
ET PRINCIPES DE
FONCTIONNEMENT*

I- BASES PHYSIQUES : (7, 16, 131)

Afin de mieux comprendre le principe du laser il serait intéressant de rappeler certaines bases physiques fondamentales.

A l'équilibre, chaque proton est équilibré par un électron qui gravite autour du noyau de l'atome.

Les électrons ont une répartition en couche autour du noyau. Chaque couche ou orbite correspond à un niveau d'énergie et contient un nombre déterminé d'électrons.

L'émission du rayonnement laser résulte des transitions des électrons entre les différents niveaux d'énergie des atomes.

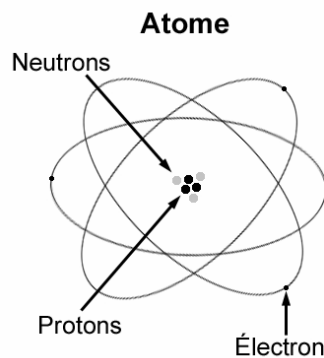


Figure 1 : atome simplifié

II- PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT : (7, 16, 74, 102, 131)

Le principe de fonctionnement du laser est le même que le milieu actif soit solide liquide ou gazeux. Chaque atome se caractérise par divers états ou niveaux d'énergie.

Il existe trois types de réactions possibles : l'absorption, l'émission stimulée et l'émission spontanée.

- Dans le premier cas, un atome situé dans un état d'énergie inférieur absorbe la lumière et atteint un état d'énergie supérieur par excitation.

- Le deuxième cas représente la situation inverse, où un atome situé dans un état d'énergie supérieur retombe spontanément dans un état inférieur en émettant de la lumière.

- Enfin, dans le dernier cas, la présence de lumière incite un atome à atteindre un niveau d'énergie inférieur en émettant également un surplus de lumière. L'émission spontanée n'est pas affectée par la lumière. Elle se manifeste sur une période propre aux niveaux d'énergie concernés, période appelée durée de vie spontanée. Dans le processus d'émission stimulée, la lumière supplémentaire émise possède la même fréquence et les mêmes caractéristiques directionnelles que l'onde initiale; on parle alors de lumière cohérente. Pour que le laser fonctionne correctement, l'émission stimulée doit l'emporter sur l'absorption et l'émission spontanée.

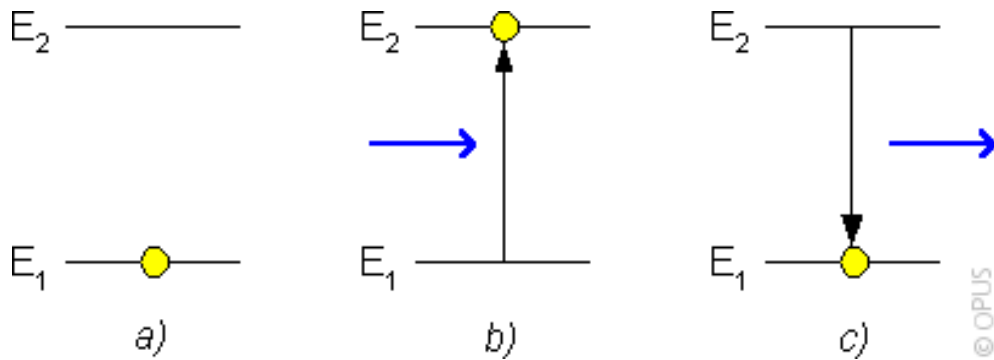


Figure 2 : Schéma des niveaux énergétiques

- a) Schéma des niveaux énergétiques d'un atome à deux niveaux énergétiques avec un électron à l'état fondamental E_1 ;
- b) l'atome absorbe un photon d'énergie ΔE , l'électron passe au niveau supérieur E_2 ;
- c) l'atome émet un photon d'énergie ΔE lorsque l'électron retourne au niveau fondamental.

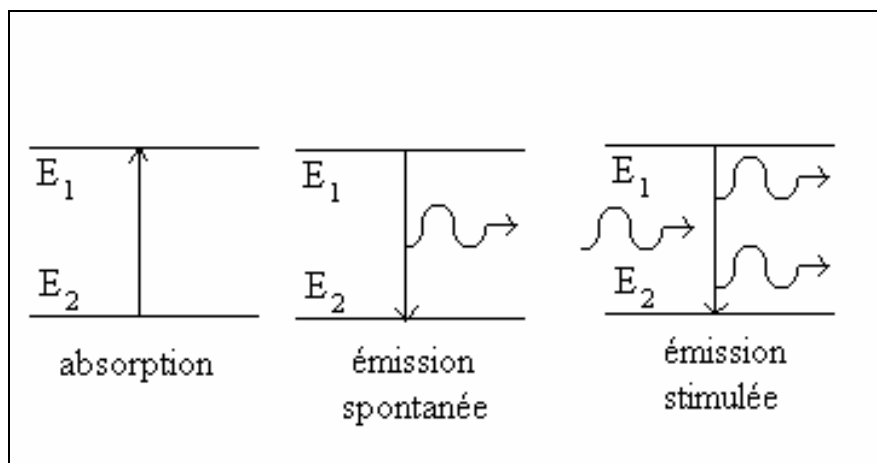


Figure 3 : les trois types de réactions.

Si l'on veut favoriser l'émission stimulée (ou induite), il faut placer à chaque instant un nombre élevé d'atomes à l'état excité.

Cette situation, appelée inversion de population, peut être obtenue en fournissant de l'énergie (en «pomper» le laser) et en sélectionnant avec soin le milieu actif. Les systèmes de pompage traditionnels font appel à la lumière provenant de lampes flash ou d'autres lasers, à la collision des atomes du laser avec des électrons accélérés électriquement dans un tube de décharge gazeuse, au phénomène d'excitation au contact de particules énergétiques provenant de réactions nucléaires, à des réactions chimiques, ainsi qu'à l'alimentation électrique en continu d'un semi-conducteur.

Un système laser est composé :

- D'une population quantitativement active, dont les électrons produisent des photons ;
- D'une source d'énergie qui produit l'inversion de cette population, une lampe flash à xénon ou un générateur d'étincelle électrique.
- D'un résonateur qui stimule le retour à l'état normal.

Ce système laser est placé entre deux miroirs.

Quelles sont les étapes nécessaires à la création d'une impulsion laser?

Grâce à une lampe flash ou à une autre source de pompage, les atomes adoptent un niveau d'énergie plus élevé. La lumière qui se déplace perpendiculairement aux miroirs demeure suffisamment longtemps à l'intérieur du milieu actif pour stimuler l'émission. Le phénomène de stimulation par amplification de la lumière se poursuit jusqu'à ce que la lumière, atteignant le miroir de sortie, soit transmise sous forme de rayon laser, tandis que le milieu actif en réfléchit une partie afin de continuer le phénomène d'émission stimulée.

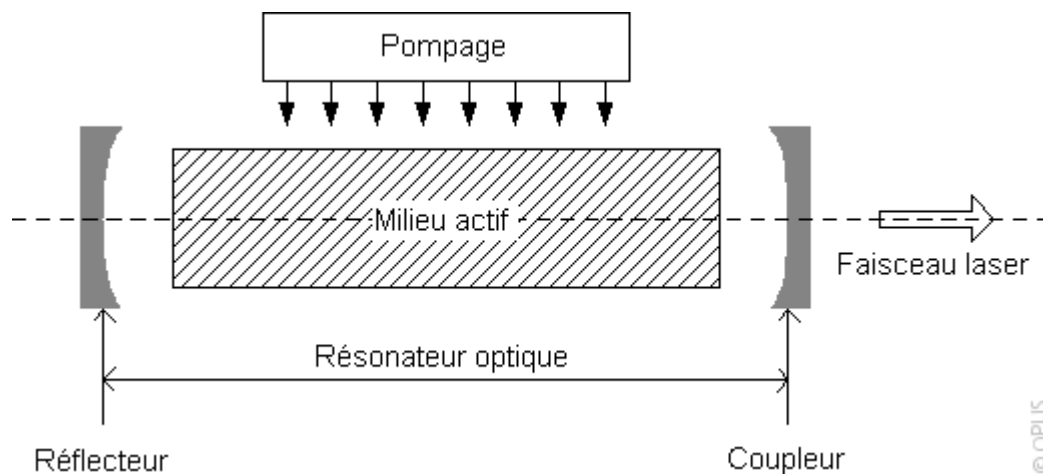


Figure 4 : schéma d'un laser (16)

Caractéristiques du rayonnement laser (131)

Le processus d'émission de la lumière d'un laser est responsable de toutes ces caractéristiques.

Un faisceau laser est monochromatique, cohérent, unidirectionnel et intense.

1- Monochromatique :

Contrairement à la lumière émise par le soleil ou par une ampoule qui est polychromatique (constitué de plusieurs longueurs d'ondes) celle produite par le laser est monochromatique : tous les photons émis dans un milieu actif ont la même longueur d'onde.

D'où, chaque type de laser se caractérise par une longueur d'onde qui détermine sa visibilité ou sa non visibilité.

2- Cohérent :

La lumière produite par un faisceau laser est ordonnée dans le temps et dans l'espace. Ainsi, chaque photon qui la compose oscille en même temps, de la même manière. La directivité de la lumière laser est une conséquence de sa cohérence.

3- Unidirectionnel :

Le faisceau se dirige dans une direction unique c'est la conséquence du mode d'amplification par miroir de réflexion asymétrique.

4- Intense :

Les lasers émettent une lumière très intense. Bien que certains lasers semblent peu puissants leur lumière est concentrée sur une toute petite surface parfois d'à peine quelques millimètres carrés.

*LES DIFFERENTS TYPES
DU LASERS*

Les lasers peuvent être classés selon différents paramètres :

- mode d'émission
- longueur d'ondes émises
- type de pompage
- puissance
- selon le milieu qui va permettre l'émission laser

Cette dernière nous paraît la plus facile à assimiler, c'est ainsi qu'on distingue :

1- Les lasers à solide : (6, 16, 74, 102)

a – Le laser à rubis :

L'élément actif est un barreau artificiel de rubis : cristal d'alumine Al_2O_3 renfermant des ions chrome. Le rayonnement émis à une longueur d'onde de 694.3 nm et la puissance fournie peut arriver jusqu'à 100 MW. Il ne fonctionne qu'en mode impulsif. Il a été utilisé pour la photocoagulation rétinienne entre 1965 et 1968 et actuellement utilisé pour le traitement du glaucome.

b – Le laser au néodyme :

C'est le laser le plus connu à l'heure actuelle. Le néodyme est présent sous forme d'ions Nd^{3+} avec une concentration de l'ordre de 10^{-2} dans un matériel jouant le rôle d'hôte : verre ou cristal, l'hôte cristallin le plus utilisé est le YAG (initiales de Yttrium, Aluminium, Grenat : $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_2$).

C'est un matériel dur et fragile, sa croissance n'est pas toujours bien maîtrisée, mais il possède des propriétés optiques, mécaniques et thermiques assez bien adaptées. En particulier ses propriétés thermiques permettent la production d'un faisceau laser continu à température ambiante, ce qui est pratiquement impossible avec les autres lasers à solides. Il présente donc les propriétés de se refroidir facilement et d'émettre des pics d'énergie très importants, qui peuvent atteindre 300 joules. La longueur d'onde d'émission se situe dans l'infra rouge à 1060nm. Cette longueur d'onde rend possible la transmission de ce rayonnement par une fibre optique conventionnelle, autorisant une installation et une utilisation plus facile.

Sur le plan technologique, il faut signaler l'existence du « fibertom » qui est un dispositif ayant pour fonction la régulation de la température du bout de la fibre afin de limiter la diffusion de l'effet thermique du faisceau laser.

c- Le laser KTP :

Le laser KTP est un Nd YAG doublé en fréquence et qui émet dans le vert à 532 nm. Les appareils laser les plus récents associent ces deux longueurs d'onde. Le Nd YAG est absorbé par les tissus, carbonise ou vaporise en fonction du mode d'utilisation (continu ou pulsé). Le laser KTP est absorbé par l'hémoglobine, il pénètre peu mais coagule bien. Pour détruire une masse tumorale l'utilisation alternative de ces deux longueurs est extrêmement pratique. De plus, la possibilité de véhiculer le rayonnement dans les fibres optiques traditionnelles est fort intéressante

dans le cas de lésions difficiles d'accès. Les progrès techniques ont permis la fabrication de fibre optique d'un diamètre de 200 μm de manipulation aisée, y compris dans des régions exiguës.

2- Les lasers à gaz : (6, 16, 74, 102)

Le milieu est le plus souvent constitué de deux gaz, l'un d'eux transférant son excitation par choc sur l'autre. Ils utilisent un pompage électrique.

a- Le laser à hélium néon :

Une décharge électrique excite les atomes d'hélium qui transfèrent leur énergie au néon qui, en se désexcitant va permettre l'émission laser. Les longueurs d'onde émises sont : 1150nm, 3390nm et 632.8nm.

Le laser à hélium néon est utilisé dans le domaine des analyses médicales, comme centreur dans les appareils radio et dans les thérapeutiques à infra rouges. Il est aussi utilisé en acupuncture.

b – Le laser à Argon :

Le milieu actif est l'argon ionisé et les longueurs d'ondes émises se situent entre 488 et 514 nm (vert bleu). Le faisceau peut être véhiculé par une fibre optique. Il est utilisé en dermatologie et en ophtalmologie.

c- Le laser à krypton ionisé :

Emet dans le domaine du visible et très semblable, par sa structure et ses caractéristiques, au laser à argon ionisé.

d – Le laser à gaz carbonique : le laser CO₂

Le premier laser CO₂ a vu le jour en 1965, le milieu gazeux ne contient pas seulement des molécules de CO₂ mais aussi de l'azote et de l'hélium.

Le système de pompage utilisé est le même que celui utilisé pour les lasers à gaz, c'est-à-dire sous forme d'une décharge électrique.

Dans le laser CO₂, l'onde lumineuse entretenue entre les miroirs a la particularité de se propager librement dans le milieu amplificateur, indépendamment des parois latérales à la différence des autres lasers.

La longueur d'onde du laser CO₂ est de 10 600 nm ; elle est très hautement absorbée par les molécules d'eau contenues dans les tissus vivants. C'est sur cette propriété qu'est basée l'utilisation du laser CO₂ en médecine. La puissance optique fournie par les lasers CO₂ peut aller de 1 à 30 W, ce qui leur donne de nombreuses possibilités d'utilisation dans le domaine médical.

e – Le laser à excimère :

Le terme excimère signifie deux atomes. Ce laser est produit par excitation d'un milieu dimère.

Le laser produit est un visible dans la bande de l'ultraviolet. Les longueurs d'ondes varient selon les atomes du milieu de 110 à 400 nm. Les excimères les plus utilisés sont l'argon fluor et le xénon-chlore.

Le laser à eximère permet de réaliser des pulsations courtes et très puissantes. Il permet d'obtenir plus de 700 pulsations par seconde.

3 – Les lasers à liquide : les lasers à colorants organiques :
(6, 16, 74, 102)

Le milieu utilisé dans ce laser se caractérise par la propriété qu'ont ses molécules de devenir fluorescentes sous l'influence d'une excitation.

L'excitation de ces molécules fait appel à d'autres lasers à Argon ou à Nd-Yag.

L'intérêt de ces lasers réside dans le traitement sélectif de certaines tumeurs ou lésions.

V I S I B L E	Laser Excimer	Couleur Ultraviolet	Longueur d'onde 308 nm
	Argon	Blue	488 nm
	Argon	Bleu/Vert	514 nm
	KTP	Vert	532 nm
	Gold Vapor	Rouge	628 nm
	Helium Neon	Rouge	633 nm
	Krypton	Rouge	680 nm
	Ruby	Rouge	694 nm
	Nd:AG	InfraRouge	1064 ,1320 nm
	Holmuim:YAG	InfraRouge	2140 nm
	Erbium:YAG	InfraRouge	2940 nm
	Co2	InfraRouge	10600 nm

Tableau 1 : les différents types de laser

*EFFET DU LASER SUR
LES TISSUS VIVANTS*

I- EFFETS THERMIQUES DES LASERS : (73, 86, 102, 130)

L'effet thermique des lasers sur les tissus biologiques est un processus complexe résultant de trois phénomènes distincts : une conversion de lumière en chaleur, un transfert de chaleur et une réaction tissulaire liée à la température et la durée d'échauffement.

Cette interaction conduit à la dénaturation ou à la destruction d'un volume tissulaire. Les données connues sont les paramètres du laser (longueur d'onde, puissance, temps et mode d'émission, forme du faisceau et surface du spot) et le tissu à traiter (coefficients optiques, paramètres thermiques et coefficients de la réaction de dénaturation thermique).

a)- Création de la source de chaleur :

La source de chaleur est induite par conversion de la lumière laser en chaleur. La réflexion optique détermine quelle proportion du faisceau va effectivement pénétrer dans le tissu. La connaissance précise de la réflectivité des tissus est importante car elle peut atteindre des valeurs élevées (30 % à 50 % du faisceau Argon sont réfléchis par la peau). Cependant, pour les longueurs d'onde supérieures au visible, la réflexion tend à diminuer considérablement.

La diffusion optique est une interaction de la lumière avec la matière dans laquelle la direction du rayonnement incident est modifiée par des hétérogénéités (molécules ou petites particules présentes dans le milieu). La diffusion joue un rôle important dans la distribution spatiale de l'énergie absorbée. Lorsque la lumière est peu absorbée (rouge et proche infrarouge),

la pénétration en profondeur du faisceau serait importante, si elle ne décroissait pas rapidement à cause de la diffusion.

L'absorption est fonction du couple longueur d'onde chromophore. La plupart des molécules organiques ont une forte absorption dans l'ultraviolet. Aussi, les profondeurs de pénétration dans l'U.V. sont extrêmement faibles (quelques microns).

Dans le visible (bleu, vert, jaune) l'absorption s'effectue principalement au niveau de l'hémoglobine et de la mélanine. Le rouge et le proche infrarouge (0,6 à 1,2 μ m) sont peu absorbés et pénètrent profondément dans les tissus (cette pénétration est cependant limitée par la diffusion optique). Ensuite, dans l'infrarouge moyen et lointain, c'est l'eau qui absorbe intensément la lumière qui a donc des effets très superficiels. C'est la conversion en chaleur de la lumière absorbée qui est à l'origine d'une source de chaleur que l'on peut appeler « primaire ».

b) Mécanismes de transfert de la chaleur :

Le transfert de la chaleur dans les tissus va tendre à augmenter le volume de cette source de chaleur « primaire ». Ce transfert est essentiellement assuré par le mécanisme de conduction, car l'influence de la circulation sanguine (transport par convection) est négligeable. La conduction peut être considérée comme un transfert d'énergie par interaction des particules du tissu. Ce transfert se fait aléatoirement des particules les plus énergétiques vers celles qui le sont moins et aboutit à un volume chauffé « secondaire » plus volumineux que la source « primaire » où s'est effectuée la conversion de la lumière en chaleur. C'est ce volume

chauffé « secondaire » qu'il faut prendre en considération pour étudier la dénaturation du tissu.

c) Mécanisme de dénaturation tissulaire :

La dénaturation du tissu est le résultat final de l'action thermique du tissu. La connaissance de la cinétique de cette transformation est nécessaire pour décrire le processus de dénaturation. Cette cinétique dépend de la température dans les tissus, de la durée de l'échauffement et de la susceptibilité du tissu à l'agression thermique.

d) Résultats de l'effet thermique des lasers :

L'action thermique du laser peut se résumer en trois actions principales selon le degré et le temps d'échauffement tissulaire :

L'**hyperthermie** : signifiant une élévation modérée de la température, de quelques degrés centigrades, pouvant correspondre par conséquent à des températures de 41° à 44° pendant plusieurs dizaines de minutes et entraînant une mort cellulaire retardée par atteinte des processus enzymatiques. Il s'agit d'un processus difficile à contrôler qui est donc peu utilisé en pratique.

La **coagulation** : correspondant à une nécrose irréversible sans destruction tissulaire immédiate. La température atteinte (de 50° à 100°), pendant une durée de l'ordre de la seconde, produit une dessiccation, un blanchissement, et une rétraction des tissus par dénaturation des protéines et du collagène. Les tissus vont secondairement s'éliminer (détersion) avec apparition ensuite de processus de cicatrisation. La coagulation est utilisée

soit pour détruire des petits phénomènes tumoraux qui seront éliminés lors de la détersion, soit pour réaliser une hémostase.

La **volatilisation** : correspondant à une perte de substance. Les différents constituants tissulaires partent en fumée à une température supérieure à 100°C, dans un temps relativement bref, de l'ordre du dixième de seconde. On observe au niveau des berges de la zone volatilisée une zone de nécrose de coagulation car la transition thermique entre zone volatilisée et zone saine se fait graduellement. C'est cette zone de nécrose de coagulation qui est responsable de l'effet hémostatique. Si la zone volatilisée a une grande surface (quelques millimètres de diamètre), il est possible de détruire des phénomènes tumoraux plus volumineux que ceux atteints lors d'une simple coagulation. Si la zone volatilisée est étroite (100 – 500 μm), on obtient alors un effet d'incision

Cette étude sert de base à la modélisation mathématique des effets thermiques des lasers. Elle permet en outre de souligner l'importance de plusieurs notions :

1. Le rôle de l'irradiance (puissance rapportée à l'unité de surface) dans la modification des paramètres optiques des tissus (étape optique), et l'intérêt des lasers impulsions dans l'action thermique,
2. Le rôle du couple longueur d'onde – durée d'exposition dans le confinement ou l'extension de la source primaire de chaleur (étape thermique), et l'intérêt des séquence d'impulsions pour adapter le tir au volume à traiter,

3. Le rôle du couple température – temps dans la transition de phase des différents constituants biologiques du tissu (étape biologique), et la possibilité de contrôler le processus en suivant ces 2 paramètres,
4. La possibilité de calculer le volume traité, ce qui ne prend tout son intérêt que si le volume à traiter est connu, et que l'on peut suivre en temps réel le bon déroulement du traitement.

e) Exemples d'effets thermiques :

Les effets thermiques des lasers sont utilisés dans presque toutes les spécialités, essentiellement en coagulation et en vaporisation. On peut classer les applications en fonction de la manière de diriger le faisceau sur le site à traiter en utilisant :

1. une pièce à main : dermatologie, chirurgie, odontologie,
2. un biomicroscope : ORL, gynécologie, ophtalmologie,
3. un endoscope : gastroentérologie, pneumologie, urologie, gynécologie, arthroscopie,
4. un guidage radiologique : angioplastie.

II- EFFETS MECANQUES : (73, 86, 102, 130)

Les effets mécaniques peuvent être induits par la création d'un plasma, la vaporisation explosive, ou le phénomène de cavitation, avec chaque fois la production d'une onde de choc.

Avec les lasers Nd : YAG à impulsions nano ou pico seconde, des flux lumineux intenses concentrés sur de petites surfaces induisent une ionisation des atomes et la création d'un plasma. A la frontière entre milieu ionisé et milieu externe apparaît un gradient de pression qui induit la propagation d'une onde de choc. C'est l'expansion de cette onde de choc qui provoque l'effet destructif.

Lorsque la durée du tir laser est inférieure au temps caractéristique de diffusion thermique du tissu, il se produit un confinement thermique avec accumulation de chaleur sans diffusion thermique et une vaporisation explosive de la cible. C'est le mécanisme impliqué dans la photothermolyse sélective obtenue avec un lasers à colorant pulsé émettant des pulses de 500 μ s à 585 nm et qui est utilisé pour traiter les angiomes plans cutanés. Dans ce cas, les capillaires de l'angiome ne sont pas coagulés comme lors de l'effet thermique mais explosent, ce qui explique le purpura qui en résulte immédiatement après le bref impact de la lumière. C'est également ce qui se produit lors du détatouage avec le laser Nd : YAG switché. Les grosses molécules de pigment (bien tolérées par la peau) explosent et donnent naissance à des molécules plus petites qui seront résorbées par la peau.

Enfin, si on ajoute un confinement mécanique au confinement thermique, on empêche la vaporisation explosive de se produire, et on crée une bulle gazeuse qui va imploser lorsque le tir laser est interrompu, créant le phénomène de cavitation. C'est ce qui se produit lors de la fragmentation des calculs urinaires avec un laser émettant des pulses d'une micro seconde. La fibre optique est placée au contact du calcul sous contrôle

endoscopique et le confinement mécanique est obtenu en travaillant dans l'eau. La fibre optique agit comme un « marteau piqueur », en fragmentant le calcul en morceaux plus petits qui pourront être éliminés par les voies naturelles. Si par inadvertance la fibre venait à entrer en contact avec les parois de l'uretère, ce serait sans conséquence fâcheuse car l'onde de choc a très peu d'effet sur un tissu mou.

III- EFFET PHOTOABLATIF : (73, 86, 102, 130)

Cet effet se définit comme une ablation pure de matériel sans lésion thermique sur les berges, comme le ferait un scalpel. Il peut être obtenu par le principe de la photodissociation. Avec de très courtes longueurs d'onde (0,190 à 0,300 μm), le champ électrique associé à la lumière est supérieur à l'énergie de liaison inter- moléculaires. Les molécules sont cassées et les composants du tissu sont gazéifiés, sans génération de chaleur sur les berges. Cet effet est obtenu avec des lasers ayant une longueur d'onde très énergétique comme les lasers émettant dans l'ultraviolet (lasers excimère émettant à 0,193 μm (ArF), 0,248 μm (KrF) ou 0,308 μm (XeCl). L'action est très superficielle, sur quelques microns, car la lumière est très fortement absorbée par les tissus.

L'effet photoablatif pourrait potentiellement être obtenu également avec des lasers émettant dans l'infrarouge comme le laser Erbium-YAG (2,9 μm). Le mécanisme initial est une conversion de la lumière en chaleur, mais cette chaleur ne va pas diffuser. En effet, 2.9 μm est situé au niveau d'un pic d'absorption de l'eau et l'absorption par l'eau tissulaire est si intense que la vaporisation est immédiate et superficielle. En outre, la très

brève durée du pulse (quelques centaines de micro secondes) évite les phénomènes de diffusion thermique.

IV- EFFET PHOTODYNAMIQUE : (73, 86, 102, 130)

La thérapie photodynamique consiste à marquer un tissu pathologique avec un photosensibilisant, puis à l'éclairer (la longueur d'onde est en général située dans le visible) afin d'induire une réaction photo toxique qui provoquera sa destruction.

Le marquage se fait le plus souvent par injection intraveineuse du photosensibilisant. Il peut aussi se faire par imbibition à partir de la surface de l'organe ou par voie orale. Ces photosensibilisants ne sont pas toxiques aux doses utilisées.

L'éclairage se fait quelques heures à quelques jours après le marquage. Il nécessite une longueur d'onde qui soit absorbée par le photosensibilisant et qui soit adaptée à la profondeur de l'effet désiré. On choisit du vert pour des effets superficiels et du rouge pour des effets plus profonds. L'utilisation d'un laser comme source de lumière est justifiée par la nécessité d'utiliser une fibre optique pour les traitements endoscopiques car il n'y a que les lasers qui permettent d'obtenir une puissance de un watt dans le vert ou le rouge en sortie de fibre optique. Ces lasers sont en général des lasers à colorant pompés par un laser vert (Nd :YAG doublé ou argon) ou éventuellement des diodes lasers émettant dans le rouge, encore rares pour l'instant.

Le mécanisme de l'action cellulaire du photosensibilisant (action photo toxique) est assez bien compris. Le photosensibilisant a la propriété, après avoir été excité par l'absorption d'un photon, de revenir à son état de base en transférant l'énergie vers l'oxygène ambiant qui prend la forme d'oxygène singulet. Cet oxygène singulet est un corps extrêmement réactif et toxique qui oxyde tous les constituants tissulaires situés à son contact et qui diffuse très peu. L'effet sera donc localisé. Contrairement aux effets thermiques, les effets photochimiques font appel à de faibles densités de puissance (afin de ne pas dénaturer le photosensibilisant par effet thermique) et de longues durées d'exposition (de l'ordre de la dizaine de minutes). L'action photo toxique nécessite donc un photosensibilisant, une lumière correspondant à un pic d'absorption du photosensibilisant, et de l'oxygène.

Les principaux avantages potentiels de cette technique par rapport aux lasers thermiques résident dans :

- la possibilité de traiter en une seule fois des grandes surfaces de façon homogène (intéressant pour les œsophages de Barrett, les cancers multifocaux de la vessie) ;
- le processus de cicatrisation qui expose moins au risque de perforation d'un organe creux que les lasers thermiques ou qui donne un meilleur résultat cosmétique (Dermatologie cancérologique) ;
- une certaine sélectivité entre les zones pathologiques et saines.
- Les principaux inconvénients concernent :

- la photosensibilité cutanée, car une partie du photosensibilisant se fixe au niveau de la peau. La purification des produits et la diminution des doses injectées ont réduit l'importance de ce problème, mais Il faut toujours éviter l'exposition directe au soleil pendant une période de 4 semaines ;
- Le coût et la disponibilité du photosensibilisant, soumis à l'AMM, et ne pouvant donc évoluer que très lentement.

Les principales indications potentielles de la thérapie photodynamique concernent principalement la cancérologie : traitement palliatif de cancers évolués et obstructifs trachéo-bronchiques ou œsophagiens, traitement peut être curatif des petits cancers dans ces mêmes localisations et des cancers multicentriques comme ceux de la vessie. En Dermatologie, la qualité du résultat cosmétique pourrait justifier cette technique pour des cancers cutanés. Il existe également des indications potentielles en neurochirurgie, ophtalmologie, gynécologie, ORL, ... La PDT pourrait également s'appliquer à des lésions précancéreuses comme les dysplasies du bas œsophage secondaires à une œsophagite par reflux gastro-œsophagien. Enfin, il semble exister des indications potentielles en dehors de la cancérologie comme les lésions virales (HPV, herpès), le psoriasis, et in vitro, l'inactivation du HIV lors d'une exsanguino-transfusion.

Globalement, ces quatre effets sont couramment utilisés en médecine, même si les effets thermiques représentent la majorité des applications actuelles des lasers. Les principales disciplines concernées

sont l'ophtalmologie, la dermatologie, et les applications endoscopiques (ORL, gynécologie, urologie, gastroentérologie,...)

V- EFFET TISSULAIRE DU LASER CO₂ : (6, 66, 86, 105)

Nous décrirons des différentes altérations cytologiques et histologiques induites par l'application de laser CO₂ d'une énergie de 8,8 joules, soit 20 watts pendant 0,44 secondes.

1. Effets immédiats :

a. Sur le plan macroscopique :

La zone où a eu lieu l'impact laser est représentée par un cratère légèrement surélevé, aux bords saillants et aux contours irréguliers. Son diamètre est de 2 mm environ pour MIHASHI (66) et de 1,61 à 1,92 mm pour SHAPSHAY (105). A la périphérie, on trouve un liseré de matériau carbonisé cerné d'un halo blanchâtre. Le centre du cratère est noir, carbonisé.

b. en microscopie optique :

❖ L'épithélium :

Le cratère, en coupe, a la forme d'une cloche renversée avec le battant en son centre. La carbonisation de surface est surtout marquée sur les berges. Les cellules du revêtement épithélial sont le siège de lésions de nécrose de coagulation. Des micro cavités sont présentes dans l'épithélium,

plus nombreuses vers les bords qu'au centre du cratère. Les micro vaisseaux immédiatement au contact sont coagulés.

A proximité directe du point d'impact, l'épithélium est laminé et des anomalies nucléaires sont présentes, en particulier dans les cellules de la couche basale.

En continuant à s'éloigner du cratère, se trouve une zone où les noyaux cellulaires sont allongés, pycnotiques, où la chromatine est plus dense. Survient ensuite une autre région qui est le siège d'un œdème des espaces intercellulaires, où l'on rencontre des halos péri-nucléaires, et où la chromatine est plus dense qu'elle ne le devrait.

Enfin, entre 400 μm et 600 μm de distance du point d'impact, les cellules sont gonflées, les noyaux condensés, aboutissant à une baisse du rapport nucléo-cytoplasmique.

❖ *La sous-muqueuse*

Une oblitération des micro vaisseaux et un aspect vitré des fibres de collagène, d'intensité variable, est retrouvé dans un rayon de 600 μm environ.

❖ *La musculuse*

Dans tout le périmètre, les fibres musculaires ont une hyperéosinophilie marquée due à la caogulation des molécules de myoglobine. Malgré ceci, la longueur et le calibre des fibres musculaires à peu près conservés.

❖ ***Les particules vaporisées***

La fumée qui se dégage lors de l'application d'un faisceau laser sur des tissus vivants n'est pas exclusivement formée de composés organiques ou minéraux provenant de la combustion des différents constituants tissulaires. On y retrouve en effet de nombreux éléments figurés plus ou moins altérés. Une étude cytologique de la fumée a permis de mettre en évidence des cellules prêtes à desquamer, d'autres plus au moins altérés, mais aucune cellule vivante ou en état de se répliquer.

c. en microscopie électronique :

En M.E à balayage, l'aspect de cratère est retrouvé, avec décollement de l'épithélium et de nombreuses particules granuleuses étant déposées sur le fond. Cet ensemble confère au cratère un aspect spongieux.

Dans les alentours immédiats, on peut noter un flou des limites de chaque cellule, avec une moins bonne définition des entités cellulaires ; une disparition des fins détails de la surface membranaire est également visible. Dans cette même région, l'utilisation d'un microscope électronique à transmission d'électrons montre des espaces intercellulaires élargis avec en leur sein des corps granuleux dont l'aspect rappelle celui des ribosomes. La membrane basale n'est plus reconnaissable et les fibres de collagène y sont fragmentées et très espacées.

Dans une zone mitoyenne mais plus éloignée du point d'impact, les noyaux apparaissent, en M.E à balayage, contractés et un peu surélevés.

Enfin, dans la région immédiatement adjacente et qui précède immédiatement la disparition de toute lésion, la M.E à balayage montre des cellules augmentées de volume avec diminution nette du rapport nucléocytoplasmique. La M.E par transmission d'électrons permet de visualiser des fibres de collagène un peu plus fines que la normale. Le gonflement des mitochondries constitue la dernière des anomalies structurales cellulaires rencontrée.

2. Evolution des lésions générées par le laser CO₂ :

Nous envisageons successivement l'étude macroscopique puis en microscopie optique après application de laser CO₂ à une heure, deux jours, une, deux puis trois semaines tantôt sur une langue de chien, tantôt sur un épithélium d'appareil respiratoire.

➤ Une heure après :

Si macroscopiquement rien n'a changé, l'examen microscopique permet de constater l'existence d'une congestion vasculaire avec extravasation d'hématies et une diapédèse des polynucléaires à son début. On observe également des phénomènes de phagocytose, et un œdème acellulaire du plancher de la lésion.

Signalons qu'on retrouve moins de lésions périphériques dans les impacts plus courts.

➤ Deux jours plus tard :

Macroscopiquement, l'ancien cratère est comblé, tapissé d'un exsudat. Le diamètre apparent de la zone lésée semble augmenté.

En microscopie optique, on note l'existence d'une importante réaction inflammatoire. Les fragments nécrotiques sont éliminés par les polynucléaires neutrophiles ; une prolifération cellulaire débutante, à partir des berges, est visible.

➤ Une semaine plus tard

L'examen macroscopique permet de constater la présence d'une zone discrètement surélevée avec un aspect évocateur d'épithélialisation centripète, à partir des bords.

Au microscope, une réaction inflammatoire est toujours présente, mais bien moins intense qu'à la vingt-quatrième heure. Nous signalons la présence de quelques monocytes, fibroblastes, et d'une néovascularisation. La totalité de la superficie du cratère est recouverte d'une couche cellulaire.

Lors d'une application du laser à la trachée, on note une extension des lésions de nécrose aux couches externes de celle-ci, et une nécrose des structures cartilagineuses sur 0,12 mm d'épaisseur.

➤ Deux semaines après

L'inspection de la langue montre une couverture complète de la lésion par un revêtement paraissant plus mince que l'épithélium normal.

La microscopie confirme cette impression en notant en outre une zone déprimée occupant l'emplacement de l'ancien cratère.

En ce qui concerne la trachée, la nécrose cartilagineuse s'étend sur une épaisseur de 0,3 mm ; quelques phénomènes de nécrose minime sont observés dans les tissus mous péri-trachéaux.

➤ Trois semaine après

La cicatrisation est macroscopiquement obtenue.

En microscopie, le revêtement est quasiment normal, à la seule exception de la petite taille des cellules et de quelques détails mineurs variant par rapport à un tissu sain.

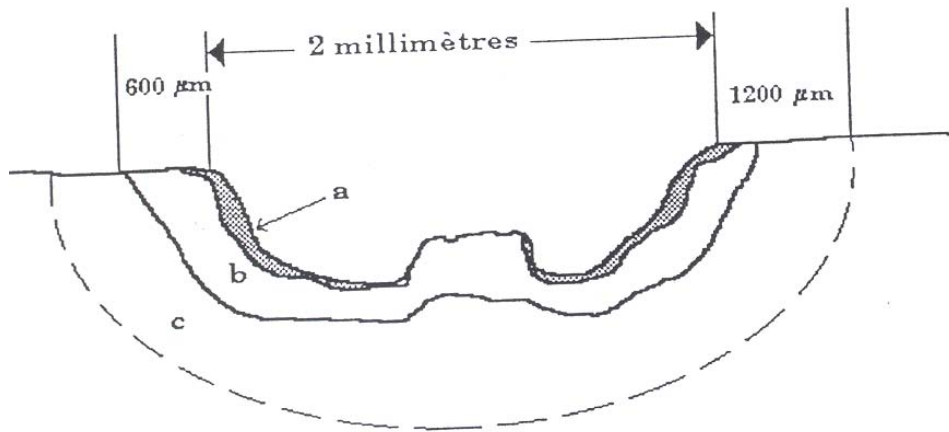


Figure 5 : représentation d'un point d'impact de laser CO₂. (73)

a : zone de nécrose.

b : périmètre de 600 µm :

- oblitération des microvaisseaux.*
- collagène d'aspect vitré.*

c : zone de 1,2 mm où des lésions nécrotiques peuvent apparaître.

VI- EFFETS TISSULAIRES DU LASER YAG : (73 ,111)

Nous nous intéresserons essentiellement au laser Nd YAG, mais ferons quelque allusions à un laser récent et beaucoup moins employé : le THC- YAG. Par ailleurs, nous distinguerons les effets produits par l'emploi de fibres optiques conventionnelles et par utilisation de fibres avec embout assurant une régulation thermique de contact (que nous dénommerons RTC dans les lignes qui suivent). Dans les fibres conventionnelles, le Nd YAG a été employé à 35 Watts et de 1,5 à 3,36 secondes ; concernant l'utilisation dans les fibres RTC, la puissance est de 12 watts, et la durée d'impact de 8,5 à 18,3 secondes. Concernant le THC YAG il était employé avec des impacts de 500 à 650 mJoules répétés cinq, dix, vingt, trente et quarante fois en des endroits différents de la corde vocale ; chacun de ces impacts durait 200 millisecondes et la fréquence de répétition était de 1 Hz, le diamètre du spot étant quant à lui de 0,5 mm.

1- Effets immédiats :

a. Nd YAG avec fibre conventionnelle :

On trouve une nécrose profonde, intéressant toute l'épaisseur de la paroi trachéale. Dans les zones cartilagineuses, la nécrose s'étend sur 1,32 mm de profondeur, et dans les régions faites de tissus mous, les lésions sont présentes sur une épaisseur de 2,09 mm.

b. Nd YAG avec fibre RTC :

En zone armée de cartilage, les lésions vont jusqu'au périchondre mais épargnent le cartilage lui même, ce qui représente une profondeur de 0,48 mm. En région faite exclusivement de tissus mous, la nécrose est là encore peu étendue, n'intéressant que 0,84 mm d'épaisseur.

c. THC YAG :

Sur une corde vocale canine, l'impact de ce laser provoque un cratère de 1 mm de diamètre, sans trace de carbonisation ou de saignement.

Il faut 20 impacts, soit une énergie cumulée de 12 joules, pour que soit franchi l'épithélium de la corde vocale. Dans le centre du cratère se trouvent un coagulum débris et des globules rouges. Dès le lendemain de l'intervention, survient un aspect de vacuolisation de l'épithélium péri-lésionnel, ainsi qu'un œdème de l'espace de REINKE et du ligament vocal. Après 30 impacts, soit une énergie cumulée de 18 joules, le muscle vocal est atteint. La réaction inflammatoire déjà par décrite SHAPSHAY (105) avec le CO₂ et le Nd YAG est également signalée par KYSER (51) dans son étude sur le THC YAG.

2- Une semaine après application laser :

a. Nd YAG avec fibre conventionnelle :

On retrouve une ulcération avec une nécrose complète du cartilage sur toute son épaisseur. L'ulcération est comblée par un enduit fibrineux, et

des signes d'une intense réaction inflammatoire et des thromboses des microvaisseaux sont notés.

b. Nd YAG avec fibre RTC :

si l'ulcération s'est étendue, elle demeure peu profonde, n'intéressant pas le cartilage. Le fond de cette dernière est recouvert de squames épithéliales et de fibrine ; on ne retrouve aucun processus fibrosant dans les couches plus profondes de la paroi trachéale.

c. THC YAG :

les lésions créées une semaine plus tôt sont déjà épithélialisées, et seuls persistent quelques îlots de discrète réaction inflammatoire et d'extravasation d'hématies. Un mois plus tard on ne retrouve qu'une leucoplasie avec une hyperkératose de l'épithélium, et une fibrose de l'espace de Reinke.

3- Deux semaines après :

a. Nd YAG avec fibre conventionnelle :

L'ulcération est recouverte, la nécrose intéresse toute l'épaisseur du cartilage et des tissus mous situés entre les anneaux. On note, outre une nécrose adventielle très marquée, des signes témoins d'une régénérescence cartilagineuse.

b. Nd YAG avec fibre RTC :

L'ulcère apparaît bien cicatrisé, et les phénomènes de fibrose muqueuse et péritrachéale sont minimales. L'extension maximale de la

nécrose dans le cartilage se fait sur une épaisseur de 1,16 mm. En parallèle, une dégénérescence cartilagineuse précoce est nettement visible.

VII- EFFETS TISSULAIRES DU LASER KTP : (29, 35, 51, 72, 86)

Nous n'avons retrouvé dans la littérature que deux études portant sur les effets tissulaires du laser KTP. Aucun de ces travaux n'a eu pour objet la muqueuse respiratoire ce qui rend la comparaison aux autres publications assez aléatoire.

GAMACHE (35) réalise des applications de KTP et de CO₂ sur du tissu cérébral et spinal de chien. Il compare les lésions aiguës produites par chacun des deux lasers utilisés à puissance égale.

Pour des puissances allant de 1 à 10 Watts délivrées en 10 pulses de 0,1 seconde par un spot de 1 mm de diamètre les cratères lésionnels ont les caractères suivants :

	Diamètre	Profondeur
CO₂	0,6 à 1,3 mm	0,4 à 2 mm
KTP	0,8 à 1,6 mm	0,3 à 1,1 mm

Ce qui est marquant sur le plan de l'analyse histologique, c'est le fait que les lésions hémorragiques sur le tissu cérébral ne soient observées qu'avec le laser CO₂. Les cerveaux ayant reçu une application de KTP ne sont, en effet, porteurs que de lésions du type « nécrose de coagulation »

Aucune étude lésionnelle à distance n'a été menée par GAMACHE (35) ce qui nous prive du profil évolutif des lésions induites par les impacts de KTP.

KYSER (51) a appliqué du KTP sur le tissu cutané de rats. Deux puissances ont été utilisées sur chaque animal : 2 watts pendant 27 secondes et 3,5 watts pendant 27 secondes. Un seul animal a été sacrifié sur l'instant, les autres l'étant à 3,7, 14 et 23 jours. Sur chaque animal une incision cutanée au bistouri froid a par ailleurs été pratiquée lors de la séance de laser afin de comparer le délai de cicatrisation.

1- Effets immédiats :

a. A 2 Watts :

Aucun dégât identifiable en microscopie optique.

b. A 3,5 Watts :

Destruction thermique du collagène composant le stroma, sur 0,6 mm de profondeur mais le derme est intact. Un important œdème est également retrouvé.

2- Effets à 3 jours :

Sur les zones ayant reçu les impacts de 2 watts des lésions de coagulation sont observées, associées à une réaction inflammatoire caractérisée par un infiltrat cellulaire du derme.

3- Effets à 7, 14, 23 jours :

L'évolution des lésions est habituelle mais il faut cependant noter une particularité : l'épithélialisation ne s'effectue pas avant le quatorzième jour ce qui représente un net retard de cicatrisation par rapport au bistouri froid et au laser CO₂.

VIII- CONCLUSION DES EFFETS TISSULAIRES DES LASERS :

1- Le laser CO₂ :

- pouvoir de pénétration relativement faible.
- Effet hémostatique limité aux micro vaisseaux.
- Peu de nécrose péri lésionnelle induite.

2- Le laser Nd YAG avec fibres conventionnelles :

- Fort pouvoir de pénétration.
- Effet hémostatique assez marqué.
- Forte nécrose péri lésionnelle.

3- Le laser Nd YAG avec fibres RTC :

- Pouvoir de pénétration plus faible qu'avec la fibre conventionnelle mais plus important qu'avec le laser CO₂
- Effet hémostatique assez marqué
- Faible nécrose péri lésionnelle

Au terme de son étude, SHAPSHAY distingue essentiellement les laser CO₂ et NdYAG par leurs indications optimales respectives.

Du fait de ces caractéristiques, le laser CO₂ est un très bon instrument de coupe volontiers utilisé dans le traitement de lésions sténotiques ou de tumeurs à faible potentiel hémorragique.

Le Nd YAG ayant un pouvoir de pénétration plus important et un bon effet hémostatique, il sera le plus souvent utilisé pour le traitement de lésions volumineuses et/ ou hémorragiques. SHAPSHAY met cependant en garde contre les effets périlésionnels étendus et intenses observés lors de l'utilisation de fibres conventionnelles, mettant ainsi l'accent sur la plus grande sécurité d'utilisation des fibres RTC. Ce fait est résumé par l'auteur par la phrase «what you see is not what you get »

4- Le laser KTP :

Il est responsable de lésion de coagulation comparativement au laser CO₂ sur le tissu cérébral canin.

Sur la peau, notons lors de l'utilisation à faible puissance, l'apparition secondaire de lésions de coagulation du stroma laissant les autres structures indemnes alors qu'un examen histologique n'avait rien révélé au moment de l'impact.

Soulignons également le retard de cicatrisation de l'épiderme.

Le laser est un faisceau lumineux cohérent et soumis comme tel aux lois de l'optique

Le laser le plus utilisé en ORL est le laser CO₂ (faible effet thermique latéral, peu hémostatique)

Parmi les nouveaux lasers, le KTP est apprécié pour ses qualités hémostatiques et sa maniabilité (utilisation de fibre optique)

Laser CO₂ : peu hémostatique, faible pénétration, faible nécrose péri lésionnelle.

Laser Nd YAG : bonne hémostase mais attention à la nécrose extensive péri lésionnelle avec les fibres conventionnelles.

Laser KTP : très coagulant mais apparition retardée de lésions sur des zones apparemment indemnes, retard de cicatrisation.

*LE CHOIX DU LASER
EN LARYNGOLOGIE*

Deux avancées importantes ont permis l'utilisation du laser en otolaryngologie : en 1965, le laser CO₂ a été inventé ; en 1968, Polanyi a développé le bras articulé pour délivrer le rayonnement infrarouge du laser CO₂ aux cibles éloignées. Il a collaboré avec JAKO et ont utilisé le bras articulé et le laser CO₂ en chirurgie laryngée.

L'apparition du laser CO₂ a été un élément décisif de l'évolution des idées dans le domaine de la chirurgie du larynx. Les premières années ont été celles de l'engouement pour un instrument qui permettait d'opérer dans un champ opératoire exsangue ; ce qui est une des premières nécessités de la chirurgie endoscopique. Le laser CO₂ a été rapidement reconnue comme un instrument indispensable dans la chirurgie endoscopique de tumeurs comme les papillomatoses juvéniles ou le traitement endoscopique des laryngocèles, mais n'a pas cessé d'être au centre de polémiques en ce qui concerne son utilisation dans le cadre de la phonochirurgie instrumentale et il a été l'objet de critiques sévères de la part des tenants de la microchirurgie instrumentale. Des progrès techniques décisifs ont permis de diminuer les effets indésirables du laser et en particulier les dégâts thermiques latéraux causés par le dégagement d'énergie : diminution du diamètre du « spot », amélioration de la précision des puissances délivrées surtout dans les faibles puissances, développement de lasers travaillant dans d'autres longueurs d'onde, donc avec des effets différents.

Le laser KTP, introduit il y a une quinzaine d'années, fait figure de « nouveau venu » en ORL, spécialité où le laser CO₂ employé depuis presque trente ans s'est complètement imposé.

Actuellement l'utilisation du laser KTP est préférée au laser CO₂ pour deux raisons. La première tient à la plus grande maniabilité du KTP qui, véhiculé par une fibre montée dans une pièce à main autorise l'emploi des optiques. La deuxième raison tient aux modalités de cicatrisation après application du KTP : cela vient d'une part du retard de cicatrisation par rapport au laser CO₂, et d'autre part à l'absence de réaction granulomateuse exubérante après traitement d'une muqueuse par le KTP.

A decorative scroll frame with a dark red border. The top right corner has a small grey scroll icon. The left side has a vertical scroll element with a grey scroll icon at the top.

*EXPERIENCE DE LA
CLINIQUE AL FARABI*

1- Matériel et méthode :

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 282 patients hospitalisés à la clinique spécialisée FARABI entre 1990 et 2005 pour traitement d'affections laryngées par microchirurgie au laser.

Le laser utilisé est un laser CO₂.

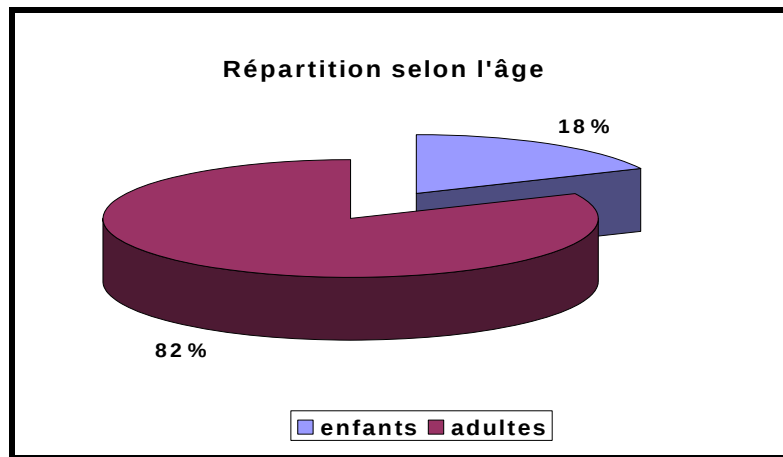
On a établis une fiche dans laquelle on a consigné les éléments suivants :

- L'âge.
- Le sexe.
- L'affection laryngée.
- L'intensité du tir laser.

2- résultats :

a- L'âge :

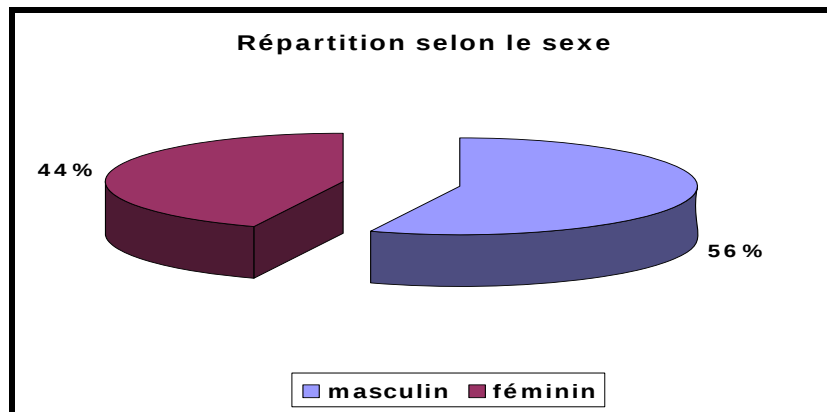
Notre étude a retrouvé 231 adultes soit 82% et 51 enfants soit 18%.



Graphique 1 : Répartition selon l'âge

b- Sexe ratio :

On note une prédominance masculine de 56% soit un sexe ratio de 1,27.



Graphique 1 : Répartition selon le sexe

c- La répartition par pathologie :

↳ On note 102 cas de polypes soit 37%, avec prédominance masculine :

- 72 de sexe masculin (70,3%) et 30 de sexe féminin (29,7%)
- L'âge médian est de 38 ans
- La localisation prédominante est la corde vocale gauche avec 50 cas (52%), 39 cas au niveau de la corde vocale droite (39,6%) et 8 cas de localisation bilatérale (7,9%)

L'intensité moyenne est de 6 watts avec des extrêmes allant de 3 watts à 8 watts.

↳ On a retrouvé 49 cas de papillomatose laryngée soit 17 %, avec 30 enfants (61,2%) : 17 garçons /13 filles et 19 adultes (38,8 %) : 15 de sexe féminin et 4 de sexe masculin, on note 31 récurrences.

- L'âge médian dans notre série est de 6,5ans pour les enfants et de 46 ans pour les adultes.
- L'intensité moyenne est de 6,25 watts avec des extrêmes allant de 3 à 10 watts.

↳ Notre série comporte 35 cas de granulomes soit 12 %, avec prédominance du sexe masculin 23 patients (65,8%) contre 12 de sexe féminin (34,2%)

- L'âge médian est de 26,8 ans
- L'intensité moyenne est de 7,5 watts avec des extrêmes de 6 à 9 watts.

↳ On note 25 cas de paralysies laryngées soit 8,8%, avec prédominance féminine

- 20 patientes (80%) contre 5 de sexe masculin (20%)
- L'âge médian est de 50 ans
- L'intensité moyenne est de 7,28 watts avec des extrêmes allant de 6 à 10 watts.

↳ On note 19 cas de kystes laryngés soit 7 %, avec prédominance du sexe masculin 10 patients (52,6%) contre 9 de sexe féminin (47,4%)

- L'âge médian est de 31 ans
- L'intensité moyenne est de 5 watts avec des extrêmes allant de 2 à 8 watts.

↳ On a retrouvé 17 cas de laryngites chroniques soit 6 %, avec prédominance

- Du sexe masculin 12 cas (70,6%) et 5 de sexe féminin (29,4%)
- L'âge médian est de 51,2 ans
- L'intensité moyenne est de 5,35 watts avec des extrêmes allant de 2,5 à 10 watts.

↳ On note 14 cas de nodules soit 5 %, avec prédominance du sexe féminin 8 cas (57,1%) et 6 cas de sexe masculin (42,8%), 10 de ces nodules sont de type kissing nodule (71,5%) et 2 sont bilatéral (14,2%)

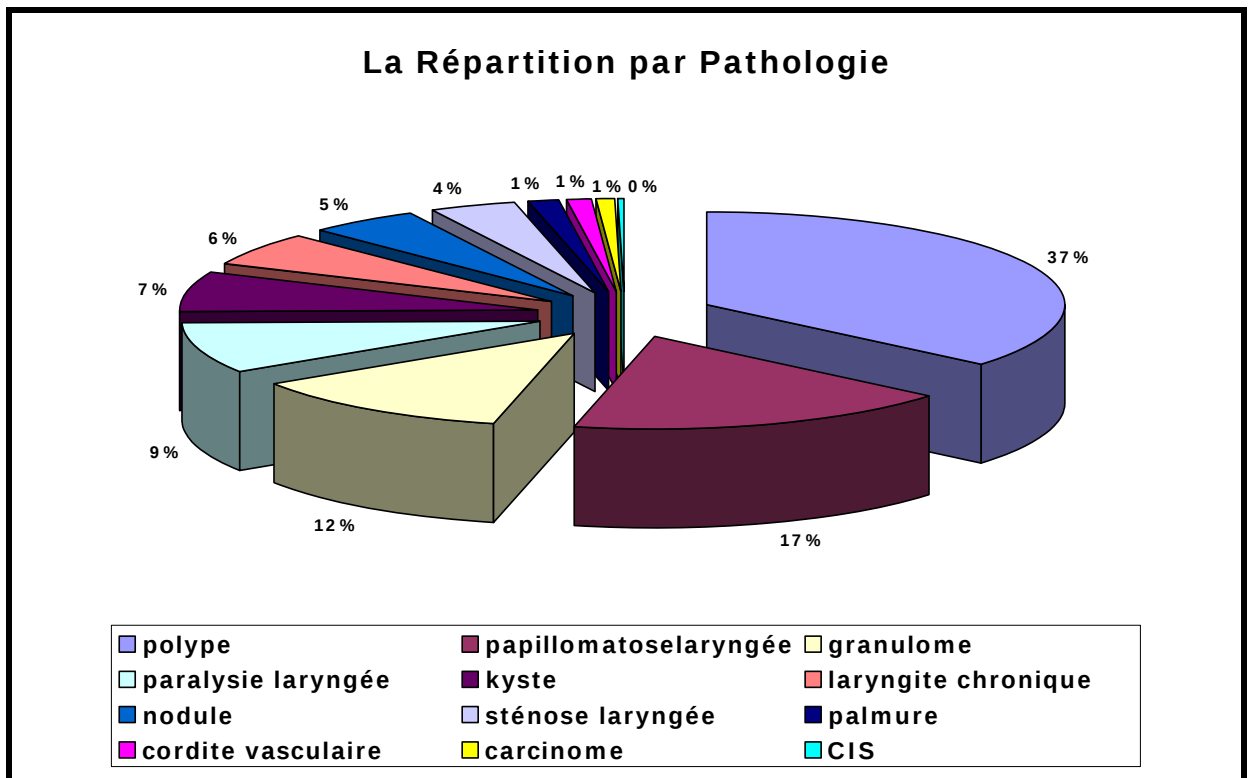
- L'âge médian est de 29,5 ans
- L'intensité moyenne est de 4,5 watts avec des extrêmes allant de 4 à 6 watts.

↳ On note 11 cas de sténoses laryngées soit 4 %, 1 enfant et 10 adultes, avec prédominance du sexe masculin 9 cas (81,8%) et 2 cas de sexe féminin (18,2%)

- L'âge médian est de 33,5 ans
- L'intensité moyenne est de 7 watts avec des extrêmes allant de 3,5 à 10 watts.

↳ On note également 4 cas de palmures soit 1,4%, 3 cas de cordites vasculaires soit 1,06%, 2 cas de carcinomes soit 0,7%, et 1 CIS soit 0,35%.

Nous reprochons à notre étude le manque de recul, ainsi nous n'avons pas présenté l'évolution de nos patients.



*DEROULEMENT
D'UNE SEANCE LASER*

I- BILAN PRE-ET POST-THERAPEUTIQUE EN PHONOCHIRURGIE : (19, 24, 37)

Le bilan oto-rhino-laryngologique doit toujours être complet lors d'un bilan pré-opératoire, à la recherche de signe d'inflammation au niveau des muqueuses rhinopharyngées. L'examen des cordes vocales a bénéficié des progrès technologiques. La démarche diagnostique initiale est facilitée par l'utilisation du fibroscope mais l'épipharyngoscope offre une image plus grande et une meilleure appréciation de la tumeur. Son utilisation ne pose pas habituellement de problème, y compris chez l'enfant à partir de 5 ans. L'image de la vidéo permet d'interpréter plus aisément les examens, surtout en cas d'image fugace.

L'examen stroboscopique permet d'avoir une image artificiellement ralentie du mouvement vibratoire des cordes vocales et d'observer l'amplitude et la symétrie de la vibration ainsi que la qualité de l'affrontement des cordes vocales. Cet examen nécessite quelques secondes de la phonation stable et il n'est pas toujours réalisable.

Le bilan de la fonction vocale est idéalement réalisé par un médecin phoniatre mais le chirurgien doit en connaître les principales étapes et être capable de le réaliser. Cet examen est capital du fait que la phonochirurgie est une chirurgie fonctionnelle et que l'objectif thérapeutique n'est pas l'aspect des cordes vocales mais l'amélioration de la fonction vocale.

L'écoute directe, à l'oreille, reste la plus précise et la plus fiable pour un opérateur entraîné. La voix doit être enregistrée dans de bonnes

conditions techniques (magnétophone de qualité, microphone électrostatique) et doit obéir à un minimum de standardisation (liste de mots et /ou phrases types) pour permettre des comparaisons avant et après l'intervention. La voix est altérée par la présence de lésion et n'est que rarement spécifique d'une affection particulière.

L'observation du sujet en situation phonatoire doit accompagner l'écoute de la voix : état de crispation des muscles du cou, type respiratoire employé (thoracique, abdominal ou mixte), posture générale. Ces renseignements font référence à la notion d'effort vocal et doivent être surveillés, lors de l'évolution. Si cela est possible un document vidéo est encore plus explicite et facile à comparer.

Les mesures objectives concernant la voix sont plus rarement réalisées en pratique quotidienne mais sont appelées à se développer rapidement, qu'il s'agisse de mesures acoustiques « classiques » ou de mesures aérodynamiques.

II- INSTALLATION DU PATIENT : (4, 6, 11, 12, 13, 19, 21, 28, 38, 46, 73, 86)

Le patient est allongé sur la table, la tête relevée par une tête de manière à lui faire prendre la position du « guetteur ». Le cou est ainsi en légère flexion sur le tronc et la tête en hyperextension sur le cou. Cette position permet de bien dégager la commissure antérieure et de détendre les cordes vocales. On peut fixer la tête sur la tablette à l'aide d'un ruban adhésif ou à l'aide d'un anneau de caoutchouc.

La mise en place du laryngoscope nécessite un parfait relâchement des muscles cervicaux et du larynx. Le laryngoscope est choisi le plus large possible, il doit être introduit en prenant garde aux dents qui doivent être protégées par un protège-dents ou compresse humide. L'introduction du laryngoscope doit être bien dosée.

La bonne exposition est parfois difficile à réaliser mais elle est nécessaire pour une bonne chirurgie.

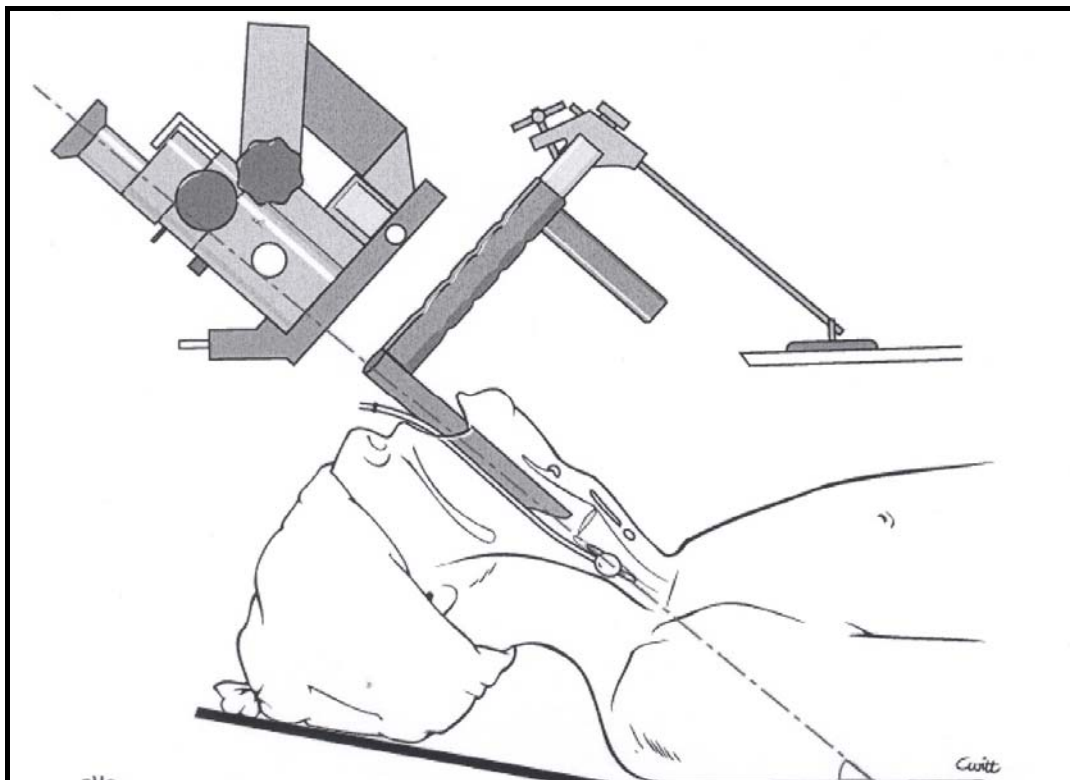


Figure 6 : installation du malade. (77)

III- LES PRECAUTIONS A PRENDRE : (4, 6, 11, 12, 13, 19, 21, 28, 38, 46, 73, 86)

Des effets tissulaires précédemment évoqués ainsi que des autres propriétés physiques des lasers découlent des mesures à prendre lors de la réalisation d'une séance laser. Elles ont pour but la protection du patient et du personnel présent en salle afin d'éviter tout incident ou accident potentiellement grave qui pourrait être occasionné par le faisceau laser.

❖ Protection du patient :

La protection oculaire et cutanée : lors de l'installation du patient, les yeux sont couverts par des compresses mouillées, le reste du visage étant à son tour masqué par des champs opératoires en tissu humidifiés. Ceci à pour objectif de protéger la face et les yeux d'un tir accidentel hors du laryngoscope d'où l'intérêt d'utiliser un model peint en noir mat à l'intérieur afin de limiter les problèmes de ce genre. En cas d'utilisation de laser KTP, une protection oculaire par des caches en aluminium est nécessaire, ce rayon n'étant pas absorbé par l'eau.

❖ La protection du personnel présent dans la salle :

▪ *En cas d'utilisation de laser CO₂ :*

+ le chirurgien : sa situation derrière le microscope opératoire le met en principe à l'abri d'un impact laser. Il doit à tout instant contrôler la pédale de commande de tir et la position du spot hélium-néon permettant la visée. L'opérateur doit s'assurer lui même du parfait montage du dispositif laser sur le microscope ou la pièce à main.

+ Le personnel en salle : il doit porter en permanence, dès l'instant de la mise sous tension du générateur laser , des lunettes de verre ou de plexiglas afin de protéger ses yeux d'un tir accidentel.

▪ *en cas d'utilisation d'un laser KTP :*

+ Le chirurgien : s'il intervient sous microscope avec une source de tir connectée à ce dernier, il est protégé par la mise en place d'un filtre dynamique. Ce système relié à la source laser interpose une lentille protectrice teintée dès que l'impulsion d'ordre de tir est donné, et avant que le rayon laser ne soit émis. En cas d'utilisation d'une microfibre l'opérateur portera des lunettes de protection teintées (afin d'absorber spécifiquement le rayonnement). Concernant les autres règles de sécurités et contrôle, elles seront identiques à celles précédemment mises en œuvre avec le laser CO₂.

+ Le personnel présent en salle doit porter les lunettes précédemment décrites. Une attention toute particulière sera portée à la microfibre ; toute cassure de celle ci serait à l'origine d'une émission de laser par la partie la plus proximale et non plus par l'extrémité distale appliquée par le chirurgien.

IV- LE PROTOCOLE ANESTHESIQUE : (4, 6, 11, 12, 13, 19, 21, 28, 38, 46, 73, 86)

La préoccupation essentielle, pour l'anesthésiste, est le maintien d'une hémostase satisfaisante malgré une anesthésie générale qui doit être profonde du fait du caractère très réflexogène du larynx. Une autre préoccupation, compte tenu d'intervention généralement brève est la rapide

réversibilité de l'anesthésie. Pour le chirurgien, la visibilité du plan glottique et son immobilisation sont les impératifs les plus importants. Si le patient est intubé, le calibre de la sonde doit être suffisamment petit pour ne pas gêner l'acte opératoire. L'immobilité du plan glottique impose le maintien d'une apnée. La ventilation assistée, manuelle ou mécanique, et donc indispensable.

Les techniques permettant une ventilation spontanée (neuroleptanalgie, macroanalgie) ne sont plus utilisées dans les équipes qui pratiquent régulièrement cette chirurgie. En effet l'immobilité parfaite du plan glottique et la stabilité de l'anesthésie pendant l'intervention sont une condition essentielle du déroulement du geste opératoire.

1. Evaluation préopératoire :

En raison de l'obstruction tumorale des voies aériennes supérieures, le retentissement pulmonaire doit être évalué avec soins. Le tabagisme et la gêne à l'expectoration due à l'obstruction des voies aériennes entraînant un encombrement et une surinfection pulmonaire. L'examen clinique doit rechercher également les facteurs d'intubation difficile. Enfin si nécessaire, l'exploration fonctionnelle pulmonaire et l'étude des gaz du sang permettent d'évaluer la fonction respiratoire et les échanges gazeux afin d'anticiper les problèmes qui pourraient survenir pendant l'anesthésie.

2. Prémédication :

Il faut tenir compte de l'âge et du degré d'obstruction respiratoire dans le choix de la prémédication. Elle est particulièrement importante chez

l'enfant atteint d'une papillomatose laryngée qui devrait subir de multiples interventions. Chez les patients dyspnéiques, en présence d'une obstruction laryngée, aucune prémédication ne doit être prescrite. Un antisialologue, comme l'atropine ou le glycopyrrolate, réduit les sécrétions salivaires et procure un champ opératoire sec. Ceci est particulièrement important avec le laser CO₂, car la salive absorbe l'énergie du rayon laser ce qui diminue ainsi sa puissance. Chez l'enfant ; l'effet parasympholytique de l'atropine prévient le risque de bradycardie induit par la laryngoscopie et la traction du larynx. Les benzodiazépines ont un effet anxiolytique et amnésiant intéressant mais il faut se méfier de leur effet dépresseur. Ils dépriment l'activité des muscles laryngés et leur réponse à l'hypoxie et augmente les résistances des voies aériennes supérieures.

3. Anesthésie :

la neuroleptanalgie n'a pas sa place dans cette indication en raison de l'absence d'immobilité du champ opératoire chez le patient en respiration spontanée. Les techniques d'anesthésie générale sont semblables à celles utilisées pour la laryngoscopie en suspension. Le propofol est l'anesthésique de choix du fait de ses propriétés pharmacocinétiques et de relaxation de la musculature laryngée. L'anesthésie peut être entretenue par voie veineuse. Les morphiniques et l'anesthésie locale sont indispensables pour prévenir la poussée hypertensive lors de la laryngoscopie. La curarisation est nécessaire pour obtenir l'immobilité du champ opératoire. Dans tout les cas, un réveil rapide sans dépression morphinique ni curarisation résiduelle est indispensable.

4. Ventilation et prise en charge des voies aériennes :

L'âge du patient, ses antécédents et le degré de l'obstruction des voies aériennes et d'autre part l'expérience de l'anesthésiste et de l'opérateur doivent être pris en compte dans le choix de la technique.

➤ *Ventilation spontanée sans intubation :*

Le patient est anesthésié et respire spontanément. L'anesthésie est induite par inhalation ou par voie veineuse. Une anesthésie locale pharyngée et laryngée avec de la lidocaïne à 5% est réalisée. Après induction on peut y associer un bloc des nerfs laryngés. L'anesthésie est entretenue par l'inhalation avec une sonde nasale. Cette technique est utilisée chez l'enfant mais sa réalisation est difficile. Une anesthésie peut légère peut entraîner toux et laryngospasme.

Une anesthésie peu profonde peut se compliquer d'une hypoventilation ou d'épisodes d'apnée. De plus, le champ opératoire n'est pas immobile. Une variante est « l'anesthésie en apnée » qui associe de courtes séquences d'apnée sans intubation entrecoupées de périodes d'intubation et d'hyperventilation. Cette technique rallonge cependant considérablement l'acte opératoire.

➤ *Intubation avec une sonde protégée et ventilation contrôlée : (ventilation conventionnelle)*

Cette technique est sûre pour le patient, mais elle n'offre pas des conditions idéales pour le chirurgien. Une sonde d'intubation à ballonnet taille 5 ou 6 protégée (par du papier aluminium adhésif ou des compresses humides) ou « spécial laser » (sonde en silicone mais très chère ou sonde

métallique flexible sans ballonnet « tube de Norton » utile, économique et réutilisable) est utilisée chez l'adulte.

Chez l'enfant, on utilise une taille 3 ou 4 sans ballonnet. La ventilation est maintenue avec un mélange air oxygène (FiO_2 30%) ou hélium oxygène FiO_2 40%. L'augmentation des résistances ventilatoires due à la taille du tube et la fuite ventilatoire, si la sonde ne possède pas de ballonnet, doivent être prises en compte pour le réglage de la ventilation. Cette technique est simple, assure une protection des voies aériennes et prévient l'inhalation de sang et de débris opératoires si la sonde est munie d'un ballonnet. Elle ne nécessite pas d'équipement spécial. L'inconvénient est le prix élevé des sondes « spécial laser » et leur encombrement. L'intubation est particulièrement adaptée à la chirurgie de la commissure antérieure. Elle maintient l'ouverture des cordes vocales et favorise l'exposition de la lésion. A l'inverse, si le champ opératoire se situe au niveau de la commissure postérieure, la vue est considérablement gênée par la sonde. Le risque d'incendie de la sonde, même avec les sondes spécialement conçues pour le laser CO_2 est le principal risque.

Le choix d'une technique ventilatoire conventionnelle présente de multiples avantages :

1. sécurité : Etanchéité des voies aériennes et protection de l'arbre trachéo-bronchique ;
2. pratique : Technique simple à mettre en œuvre ne nécessitant aucun apprentissage particulier ;

3. financier : elle reste la technique ventilatoire la moins onéreuse.

Selon BOUSSOFARA (11) la ventilation conventionnelle semble répondre parfaitement aux normes de sécurité de la chirurgie ORL au laser et constitue une alternative élégante à la ventilation par jet.

➤ **Jet ventilation :**

La jet ventilation est la technique de choix pour la microchirurgie laryngée au laser CO₂ mais elle nécessite une coopération étroite entre l'anesthésiste et le chirurgien. Le monitoring vidéo du champ opératoire peut s'avérer très utile. L'emploi d'un cathéter métallique ou en téflon supprime le risque d'incendie. La jet ventilation procure des conditions optimales pour le chirurgien et le patient particulièrement chez l'enfant et pour les lésions de la commissure postérieure. Les pressions ventilatoires sont plus basses qu'en ventilation conventionnelle. La ventilation peut être préglottique soit à travers le canal du laryngoscope, soit par une aiguille métallique de 2 mm de diamètre introduite dans le laryngoscope.

Cette méthode présente plusieurs inconvénients. La ventilation est dépendante du laryngoscope, l'œsophage peut être insufflé, plusieurs cas de distension gastrique ont été décrites. La ventilation est inefficace si les voies aériennes sont obstruées par une tumeur, une sténose ou une papillomatose. Enfin l'inhalation de sang et de débris tumoraux facilitée par le jet gazeux. La ventilation peut être transglottique soit avec un cathéter en téflon, soit avec une aiguille métallique. La technique est simple et sans risque majeur. La ventilation peut être transtrachéale après ponction

de la membrane intercricothyroïdienne ou sous-cricoidienne. Cette voie est recommandée en présence d'une obstruction laryngée. Dans ce cas, le monitoring des pressions est indispensable ainsi qu'un système d'alarme de pression basse obligatoire c'est à dire la pression de fin d'expiration.

Le barotraumatisme est la complication la plus grave en jet ventilation. Le risque peut être prévenue en utilisant un appareil muni d'une alarme de pression en respectant les contre-indications comme les tumeurs, les sténoses réduisant le diamètre des voies aériennes de plus de 50%, les patients présentant une hétérogénéité de distribution alvéolaire. Dans ce cas, l'emploi d'un mélange hélium oxygène autorise à utiliser la jet ventilation. La ventilation à haute fréquence a plusieurs avantages : diminution des pressions ventilatoires dans les voies aériennes ; immobilité du champ opératoire et refoulement permanent de la fumée vers l'extérieur. Cependant, les voies aériennes ne sont pas protégées contre le risque d'inhalation. Si une hémorragie peropératoire survient, l'intubation s'impose.

La jet ventilation n'est pas dénuée d'effets secondaires potentiellement graves. En effet, des barotraumatismes avec pneumothorax, pneumomédiastin et emphysème sous-cutané ont été rapportés. Ainsi que des inhalations de débris ou de dilatation gastrique. Certains tels DHARA ou TSUI ont adapté les cathéters de jet ventilation à des laryngoscopes en suspension afin de limiter les lésions laryngées postérieures et cordales liées aux impacts d'air pulsé (73).

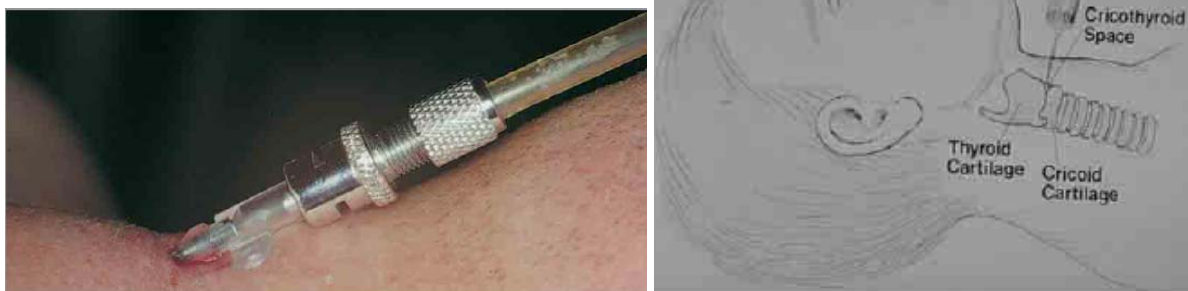


Figure 7 : jet ventilation. (24)



Figure 8 : Appareil de jet ventilation. (24)

IV- PERIODE POST-OPERATOIRE : (19)

L'application de laser sur des tissus vivants peut être à l'origine d'une réaction oedémateuse de survenue précoce. Une telle réaction dans le larynx surtout d'un enfant peut avoir des conséquences dramatiques.

Afin de prévenir cette complication il faut prendre les précautions suivantes :

➤ **Sur le plan de l'environnement :**

Tout enfant ayant fait l'objet d'une séance de laryngolaser passe au moins douze à vingt quatre heures en service de réanimation afin de bénéficier d'une surveillance rapprochée.

➤ **sur le plan médicamenteux :**

Par voie générale : une corticothérapie est prescrite qui sera commencée en peropératoire et poursuivie quelques jours. Des antibiotiques seront également utiles en prévention de complications infectieuses sur un larynx cruenté.

Localement : une aérosolthérapie comprenant un antibiotique et un corticoïde est instantané à raison de 6 fois 20 minutes par jour, avec le reste de temps, une humidification continue de l'atmosphère. Les aérosols, outre leur effet anti-inflammatoire local, inhiberaient la formation de croûtes sur les zones exposées au laser.

V- DANGERS DU LASER EN LARYNGOLOGIE : (24, 73, 86, 117)

Les incidents et accidents dus à l'emploi du laser pour une laryngoscopie en suspension sont le fait, soit d'un égarement du rayon, soit d'un rayon trop puissant, soit encore de la coexistence du rayon avec un gaz explosif.

❖ *Egarement du rayon* :

Il peut être dû à une réflexion du rayon laser sur des surfaces réfléchissantes. Il peut alors atteindre le personnel ou le malade si le rayon n'est pas renvoyé dans le champ du laryngoscope. La réflexion peut également se faire à l'intérieur du laryngoscope et réaliser des impacts intempestifs sur l'axe aérien du patient. Parfois, il s'agit d'un découplage des lasers hélium néon et CO₂. Dans ce cas, la cible est éclairée au bon endroit par le faisceau de visée mais le rayon actif n'est pas correctement colmaté et l'impact CO₂ se fait à un autre endroit. Cet incident est généralement sans gravité, surtout lorsque de faibles puissances sont utilisées. De même, la coaxialité de l'axe optique du microscope et de l'axe du faisceau laser (objectivé par le laser hélium néon) doit être vérifiée avant toute intervention. Ce défaut est plus grave que le précédent. En effet, une partie du faisceau laser peut être réfléchi en dehors du laryngoscope, sans que l'opérateur ne s'en aperçoive immédiatement.

Les lésions chez le patient intéressent principalement la peau du visage et en particulier la peau de la lèvre supérieure. Elles peuvent également intéresser les yeux.

Les lésions chez le personnel peuvent être des brûlures légères de la peau mais aussi des lésions oculaires. Le port de lunettes spéciales doit donc rester une règle absolue, de même que le maintien des portes fermées avec un avertissement spécial concernant l'usage du laser dans cette salle opératoire.

❖ ***Trop grande puissance :***

Dans ce cas, la vaporisation est excessive et dépasse en profondeur le site à détruire. Surtout, la zone de coagulation protéique (zone des dégâts « thermiques ») est plus étendue en profondeur et risque de contribuer à « solidariser » la muqueuse et le ligament vocal ou à entraîner une zone de rigidité muqueuse trop importante. Le moyen de prévention le plus efficace consiste à utiliser de faibles puissances, les faibles possibles avec le modes pulsé .un autre moyen consiste à étirer la lésion à enlever vers la ligne médiane de manière à limiter la possibilité de lésion en profondeur. En revanche, il existe là un risque de lésion de la région sous-glottique qui doit être prévenu par l'utilisation de cotonnettes mouillées. Un rayon trop puissant peut transpercer la paroi de la trachée sous-glottique en entraînant un emphysème ou une hémorragie thyroïdienne.

❖ **Inflammations :**

Elles sont dues à l'inflammation de la sonde d'intubation et /ou à la présence d'un gaz explosif. Le matériau des sondes n'est jamais un gage absolu de sécurité et des accidents ont été décrits avec des sondes de polychlorure de vinyle ; en silicone ; en téflon et même avec des sondes gainées d'aluminium.

Les accidents peuvent être graves avec des explosions entraînant des déchirures et des brûlures graves de la trachée et du larynx ainsi que des contusions pulmonaires. La prévention de ces accidents passe bien sûr par la protection de la sonde et surtout du ballonnet par des compresses humides et/ou de l'aluminium. Elle passe aussi par le remplacement de l'oxygène par de l'air au moment des tirs laser. Il est à noter que le chirurgien doit attendre une dizaine de secondes après que l'oxygène a été coupé. De même, l'anesthésiste doit attendre une dizaine de secondes avant de réintroduire le gaz explosif dans la sonde d'intubation potentiellement échauffée.

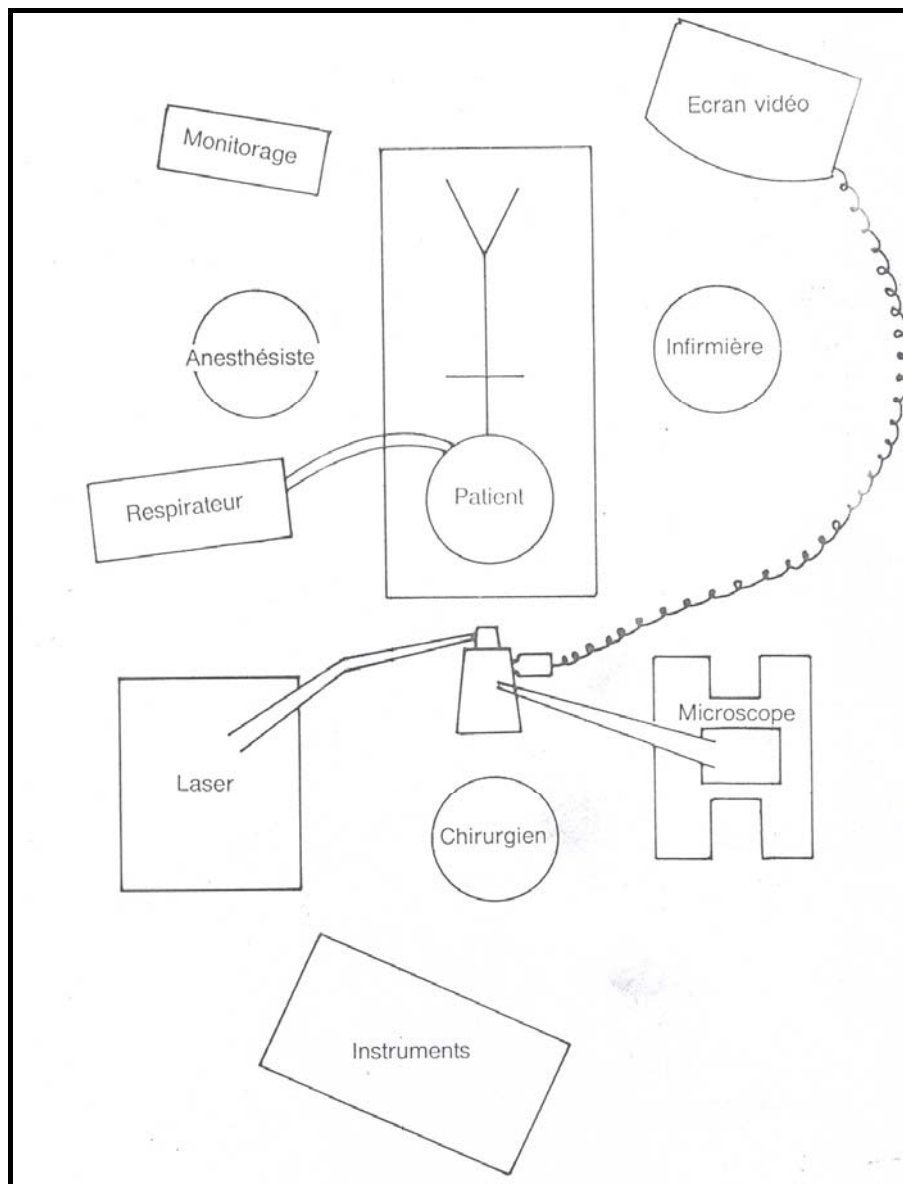


Figure 9 : Installation type pour microlaryngoscopie laser. (78)

*LES APPLICATIONS
DU LASER EN
LARYNGOLOGIE*

I- PATHOLOGIES NON TUMORALES :

1- Kystes et laryngocèle : (8, 24, 30, 36, 37, 61, 78, 94, 104, 112, 113, 122)

a- Kystes :

➤ Kystes épidermiques intracordaux :

Ils résultent d'une encapsulation épidermique aux dépens de la muqueuse glottique, adhérente au muscle vocal sous-jacent. Ils peuvent être congénitaux ou acquis. À la laryngoscopie le kyste est blanchâtre, saillant sous la muqueuse du bord libre du tiers moyen de la corde vocale.

➤ Kystes canaliculaires :

Ils sont dus à une rétention du mucus dans des canaux excréteurs glandulaires, consécutive à une sténose canaliculaire en aval ; ce type est le plus fréquent.

➤ Kystes appendiculaires :

Ils peuvent être congénitale contenant du tissu cartilagineux intrakystique ; ou acquis, par sténose du collet appendiculaire. L'aspect macroscopique retrouve un bombement d'une bande ventriculaire, ou un kyste dans la lumière laryngée dont le pédicule se situe entre bande ventriculaire et corde vocale.

Les kystes étaient l'apanage de la microchirurgie instrumentale qui réalisait une ablation en monobloc après incision de la muqueuse. Comme l'a précisé REMACLE (87), les lasers CO₂ de dernière génération disposent d'une meilleure précision et permettent d'exciser les kystes grâce à une exposition de la lésion par micro-pince, à un tir perpendiculaire à la lésion à réséquer, à un tir en section limitant la diffusion thermique périphérique et à l'utilisation d'intensité élevée de 7 watts en mode super pulse.

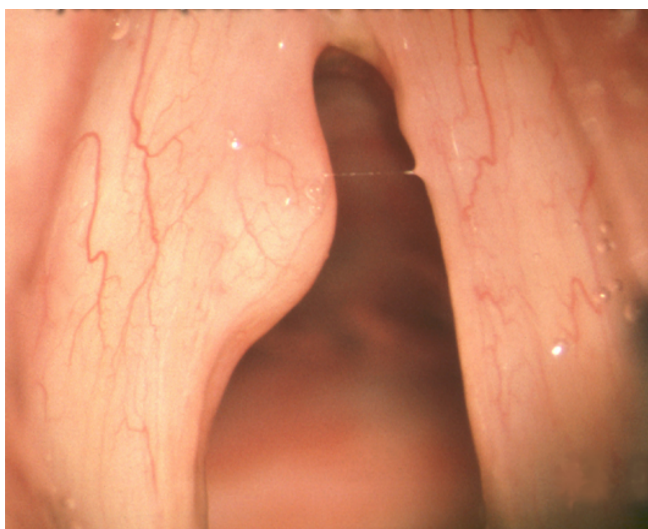


Figure 10 : Kyste muqueux de la corde vocale droite. (132)

b- Laryngocèle :

La laryngocèle résulte de la dilatation progressive du saccule, qui est un appendice situé à la partie antérieure du ventricule de Morgani. Ce saccule s'étend verticalement sur 10 à 15 mm dans la bande ventriculaire, jusqu'au bord supérieur du cartilage thyroïde. Il est constitué par un épithélium pseudo-stratifié cilié riche en glandes muqueuses, ce qui explique que la laryngocèle soit remplie d'air et de mucus, contrairement au kyste sacculaire qui ne contient que de mucus puisqu'il n'est pas en communication avec la lumière laryngée. VIRCHOW individualise deux variétés de laryngocèle : l'interne, lorsque la dilatation est intralaryngée refoulant la bande ventriculaire et l'externe, lorsque la dilatation traverse la membrane hyo-thyroidienne. Il existe deux hypothèses étiopathogéniques : la théorie congénitale qui expliquerait la découverte de laryngocèles chez le nouveau-né ; la théorie acquise avec des facteurs anatomiques prédisposants et des facteurs déclenchants, tout particulièrement l'hyperpression répétée au niveau glotto-sus-glottique comme on peut l'observer en cas de toux chronique, chez les souffleurs de verre, les chanteurs et les musiciens d'instruments à vent. Il faut toujours penser à l'association possible avec un cancer laryngé, notamment ventriculaire.

L'étude de MICHEAU sur 546 pièces de laryngectomie totale réalisée pour le traitement d'un carcinome du larynx, retrouve 18% de laryngocèle, contre 2% sur 360 larynx « sains », ce qui montre le rôle favorisant du cancer laryngé dans l'apparition de la laryngocèle. La laryngocèle est une affection rare, atteignant le sujet de sexe masculin entre 50 et 60 ans dans 80% des cas. Toutefois l'incidence réelle de la

laryngocèle est méconnue, car elle est très souvent asymptomatique. STELL estime celle-ci à 1/2500000 par an en Angleterre.

Classiquement la laryngocèle s'accompagne d'une symptomatologie discrète, d'installation progressive, en général une dysphonie. Mais elle peut être révélée brutalement avec dyspnée pouvant nécessiter, dans certains cas, une trachéotomie en urgence. La dyspnée peut être expliquée par deux mécanismes. Le premier est l'augmentation rapide du volume de la laryngocèle par l'augmentation rapide de volume de la laryngocèle par un flux d'air importante à la suite d'une toux ou d'un effort physique intense, la laryngocèle devenant alors obstructive. Le second peut être la surinfection de la laryngocèle, constituant une pyolaryngocèle.

L'exérèse des laryngocèles peut être réalisée soit par cervicotomie, soit par voie endoscopique par marsupialisation ou exérèse au laser CO₂. MARLIER réserve la technique endoscopique aux laryngocèles de petites tailles, inférieure à 3 cm, contrairement à HOGIKYAN et DANISH qui traitent l'intégralité de leurs patients au laser, leur seule restriction étant l'extériorisation au-delà de l'endolarynx. La cervicotomie permet l'exérèse en totalité de la lésion sans difficultés particulières, si ce n'est la modification des rapports anatomiques classiques. Le problème de l'exérèse endoscopique au laser est le risque de section du pédicule laryngé supérieur lorsque la marsupialisation est menée de façon large.

Comme le conseil PIQUET, lors de l'utilisation du laser CO₂, il est nécessaire, en raison de l'épaisseur de la poche, de travailler avec un temps d'exposition assez long (1 seconde) et des intensités fortes (78).

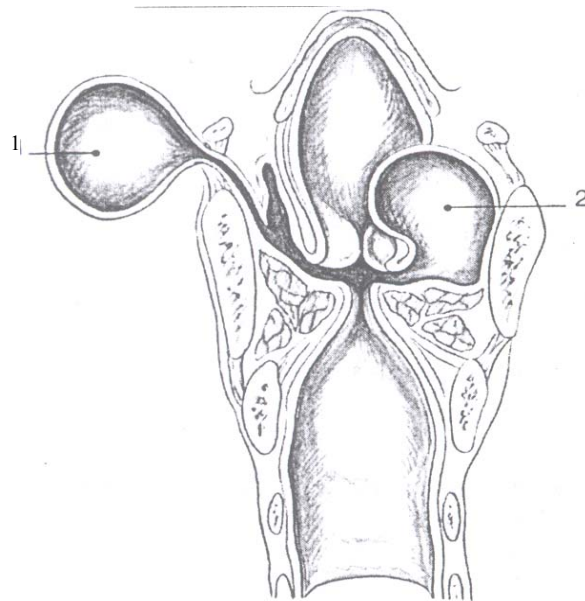


Figure 11 : Laryngocèle

1. *Laryngocèle externe*
2. *Laryngocèle interne*

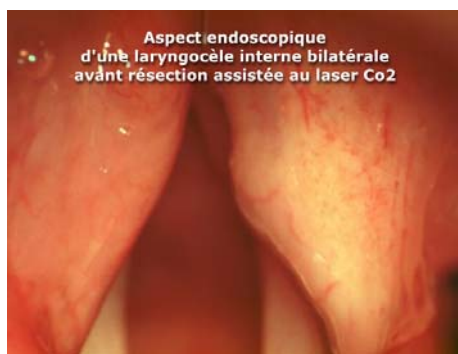


Figure 12 : Laryngocèle avant et après traitement par laser CO₂ .(132)

2- Les cordites vasculaires : (24, 36, 37, 78, 91)

Dilatation vasculaire uni ou bilatérale le plus souvent asymétrique de la partie moyenne de la face supérieure de la corde vasculaire. CHALINE en 1980 distingue les cordites réactionnelles qui disparaissent après traitement de la lésion primitive et les cordites isolées qui peuvent entraîner des dysphonies importantes et disproportionnées dont on comprend mal le mécanisme :

- Soit trouble du glissement muqueux
- Soit myosite réactionnelle.

La cordite vasculaire est l'aboutissement d'une dysfonction vocale. Elle sera donc l'apanage des enseignants. Le tabac et l'alcool ne semblent pas avoir de rôle adjuvant.

Selon PEYTRAL (78), le traitement phoniatrique sera toujours entrepris en premier. L'indication d'une micro-photo-coagulation de la face supérieure de la corde vocale au laser CO₂ permettra de traiter ce type d'affection.

La coagulation des néovaisseaux utilise un laser de faible puissance : inférieure à 5 watts, focalisé avec un mode de tir pulsé de moins de 0,1 seconde par cycle, avec une durée totale de la séance inférieure à 30 secondes. Ce traitement est suivi ultérieurement d'une rééducation de la voix.

Les résultats obtenus se répartissent, ainsi :

- Dans 50 à 60 % des cas la récupération est complète sur les deux plans anatomique et fonctionnel.
- Dans 10 à 15 % des cas le résultat est incomplet. Cette réponse incomplète est d'autant plus fréquente que la lecture de résultats est précoce : inférieure à 6 semaines ; et que la puissance laser utilisée est élevée.
- Des récides dans 30 à 40 % des cas.

Ces résultats sont considérés intéressants en matière de cordite vasculaire, du fait de sa très faible sensibilité aux autres thérapeutiques.



Figure 13 : Cordite vasculaire. (132)

3- L'oedème de REINKE: (24, 37, 78)

L'oedème de REINKE est marqué par l'accumulation d'oedème et de fibrose dans la totalité de la corde vocale. L'étiologie est essentiellement le tabac associé ou non à l'alcool. Il s'agit d'une lésion bénigne mais qui peut être associée à un cancer développé ailleurs dans les V.A.D.S. dans 5 à 10 % des cas. L'accumulation de l'oedème peut conduire à un véritable ballonnement des cordes accompagné de dyspnée. La répartition est globalement identique suivant les deux sexes, mais la population féminine consulte plus facilement du fait de la répercussion de cet oedème chronique sur la voix. En effet le fait marquant de cette dysphonie est l'abaissement de la hauteur vocale. Ce trouble vocal est généralement bien accepté chez les hommes auxquels il donne un caractère "viril". A l'opposé chez la femme, la gêne est manifeste. La patiente est fréquemment appelée Monsieur au téléphone.

Selon l'importance de l'œdème, on pourra distinguer :

- Soit un discret œdème du chorion d'aspect blanc gélatineux bilatéral atteignant la face supérieure de toute la corde vocale et vibrant à l'inspiration ;
- Soit un aspect plus exubérant réalisant une véritable baudruche flottante ;
- Soit des lésions majeures réalisant de véritables ballons blanchâtres obstruant la filière, mobiles à la respiration entraînant une dyspnée inspiratoire modérée. On saura rechercher une diminution de la mobilité d'un héli-larynx qui pourra faire suspecter une dégénérescence possible dans 3 à 5% des cas.

Dans les formes mineures, un traitement médical anti-inflammatoire, un arrêt du tabac, associés à une rééducation, permettent souvent d'excellents résultats.

Dans les formes plus évoluées et à la demande d'un patient coopérant, un geste instrumental microchirurgical pourra être proposé ,on pourra proposer un traitement chirurgical par laser CO₂ selon la technique d'aspiration de GOULD réalisée également par FRÈCHE depuis 1979 :on réalise une section de la muqueuse au niveau du bord supérieur de la corde vocale, à la jonction du plancher ventriculaire. La section est réalisée de façon indifférente avec des microciseaux, un bistouri lancéolé ou le laser. Dans ce cas le faisceau laser est focalisé à 300 µm pour une focale de 350mm ,en ,ode pulsé, à 2-3 W, impacts de 0.1 sec.puis le bord libre de la muqueuse est attiré vers la ligne médiane par une pince en « cœur » et l'œdème est aspiré. Enfin, la muqueuse est redrapée sur le ligament vocal et la muqueuse en excès est réséquée. Certains préconisent de fixer le microlambeau ainsi défini par quelques gouttes de colle biologique.

On insistera sur la nécessité de respecter la commissure antérieure et en cas de lésions bilatérales on n'hésitera pas à traiter ces lésions en deux temps pour éviter tout risque de synéchie iatrogène.

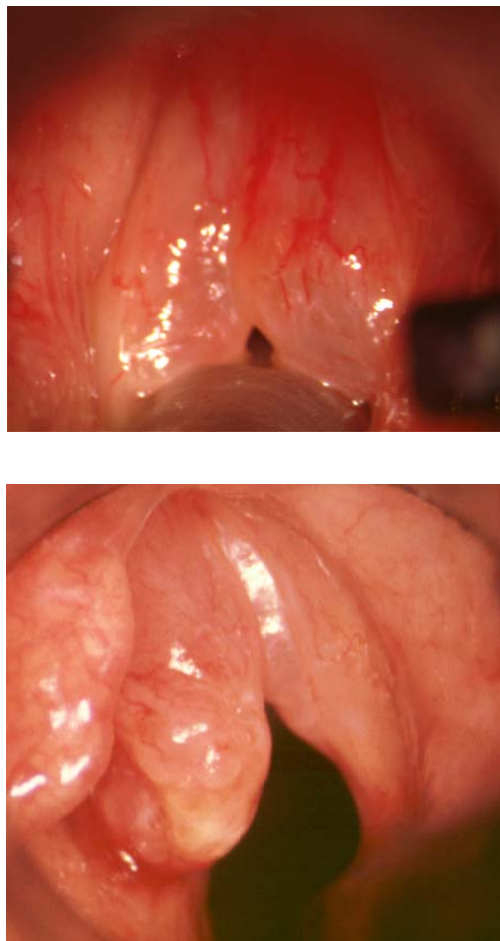


Figure 14 : Aspect endoscopique de l'œdème de REINKE. (132)

4- Le sulcus glottidis : (24, 37, 78, 88, 90, 91)

Il se présente sous forme d'une invagination de l'épithélium de revêtement, réalisant une poche plus au moins profonde située sous le chorion et qui s'enfonce en bas et en dehors jusqu'au contact du ligament vocal. A ce niveau, la poche peut être très adhérente au ligament mais elle est le plus souvent décollable, même si les fibres ligamentaires sont dilacérées ou atrophiques. Sur le plan histologique le sulcus réalise un véritable cul de sac dont les parois sont constituées par un épithélium pluristratifié d'épaisseur variable avec hyperkératose. Sur le plan de la biomécanique de la dysphonie, ces lésions se rapprochent des kystes avec une dysphonie liée à la présence du kyste ainsi qu'aux adhérences avec le ligament vocal en cas de réaction inflammatoire.

Observé pour la première fois par DENICKER et GIACOMINI en 1892 sur cadavre, le sulcus glottidis est décrit cliniquement par LAUTENSCHLAGER en 1912. son origine est considérée comme congénitale par ARNOLD ainsi que par CORNUT et BOUCHAYER, alors que certains auteurs évoquent la possibilité d'une origine acquise (VAN CANEGHEM 1928, ASH et RHUM 1956). Longtemps ignoré, le sulcus glottidis suscite à nouveau l'intérêt des laryngologistes suite aux remarquables travaux de CORNUT et BOUCHAYER qui ont systématisé ces lésions et proposé une solution microchirurgicale aux instruments froids.

REMACLE (88) a parfaitement systématisé l'exérèse au laser super-pulse en 1989, le tir laser doit se faire au coup par coup en tir de 0.1 sec en mode pulsé à une intensité de 2 à 3 Watts avec un faisceau de 280um. le GAX-collagène et la colle à la fibrine sont des apports considérables en cas de béance glottique. Cette microchirurgie au laser doit être suivie d'aérosols post-opératoires et d'une antibiothérapie per os, tandis que sera respecté un repos vocal strict de 10 jours. Une rééducation orthophonique sera entreprise après contrôle laryngoscopique et stroboscopique permettant d'obtenir un résultat fonctionnel aussi bon qu'une microchirurgie conventionnelle.

PEYTRAL (78) rapporte une série de 64 cas de sulcus glottidis traités au lasers CO₂, avec un résultat phoniatre médiocre chez 2 patients.

REMACLE (88) affirme que le traitement microchirurgical au laser CO₂ du sulcus glottidis associé à la rééducation orthophonique permet d'obtenir un résultat fonctionnel aussi bon 16/ 17 (94%) qu'une microchirurgie instrumentale associée à l'orthophonie 139/148 (94%).

Enfin, faut il opposer la microchirurgie instrumentale à celle au laser CO₂ ? Certainement pas, car il s'agit de 2 techniques permettant d'obtenir le même résultat. Sous réserve d'un bon entraînement, la technique laser nous paraît la plus simple et certainement la plus exsangue.



Figure 15 : Le sulcus glottidis. (132)

5- Les granulomes : (1, 78)

Ce sont des formations hypertrophiques uni ou bilatérales, siégeant au tiers postérieur de la corde vocale, en regard de l'apophyse vocale. Ils sont causés par des facteurs d'irritation voire de cordite : traumatisme d'intubation, malmenage vocal, reflux gastro-oesophagien parfois infraclinique, ainsi que le tabac.

Ils se présentent initialement comme des formations irrégulières saignant au contact, dépourvue d'épithélium. Ils évoluent en ulcères de contact par ulcération centrale ou s'organisent en lésions pédiculées, d'emblée évocatrices par leur siège, qui peut se détacher spontanément lorsque sa base d'implantation est filiforme.

Le geste chirurgical doit permettre de régulariser le bord libre des apophyses vocales et de limiter les risques de récives par une cautérisation laser des berges et fond de la zone d'exérèse. L'exérèse est effectuée au laser en utilisant des constantes de type « coagulation » spot légèrement défocalisé, mode non pulsé, mais des puissances faibles de 1 à 3 watts. La pièce d'exérèse ne doit pas être vaporisée au laser mais découpée de manière à pouvoir être analysée en histologie.

En fin d'intervention, il est possible d'injecter des corticoïdes au niveau de la zone d'exérèse afin de limiter la réaction inflammatoire post-opératoire et de limiter ainsi l'incidence des récives.

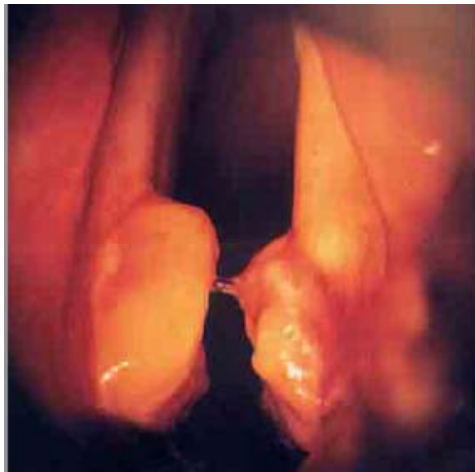


Figure 16 : granulome. (132)

6- Les sténoses laryngo-trachéales : (2, 20, 24, 25, 32, 33, 39, 44, 50, 52, 54, 73, 82, 100, 118, 125)

Les sténoses laryngo-trachéales se caractérisent par trois paramètres qui sont : l'étiologie, la localisation anatomique et le type . Concernant l'étiologie, nous distinguerons les sténoses acquises et les sténoses congénitales. Sur le plan anatomique, nous décrirons les sténoses glottiques, sus et sous glottiques et trachéales. Enfin, quant à leur type, nous reconnaitrons les sténoses inflammatoires, fibreuses, cartilagineuses ou calcifiées.

Chez l'adulte les sténoses laryngées sont toujours acquises, alors que chez l'enfant les sténoses glotto sous-glottiques peuvent être acquises ou congénitales. Les principes du traitement sont en fait voisins quels que soit l'âge et l'étiologie de la sténose. Le but est d'élargir la zone rétrécie, en général au niveau du chapon cricoïdien, pour permettre une respiration eupnéique, sans trouble de la déglutition et avec le minimum de séquelles vocales.

a. physiopathologie :

☞ Les sténoses congénitales :

Comme le rappelle Portaspana, elles sont très souvent méconnues ou considérées acquises, leur découverte ayant lieu après une intubation.

+ Les palmures laryngées sont antérieures dans trois quarts des cas et postérieures dans un quart des cas. Les diaphragmes muqueux incomplets sont également de type membraneux et comme tels répondent bien au

traitement endoscopique. Ces deux malformations seraient liées à un problème survenant au cours de la dixième semaine de la vie embryonnaire.

+ les atrésies laryngées mineures, les formes majeures n'étant qu'exceptionnellement viables, ont été classées en trois types par SMITH et BAIN et sont la conséquence d'un trouble du développement embryonnaire entre les huitième et dixième semaines de vie in utero. Le type 1 correspond à une double sténose sus et sous-glottique ; le type 2 correspond à une forme sous glottique alors que le type 3 est une atrésie glottique. Cette dernière se présente comme une palmure qui serait étendue à la quasi-totalité des cordes vocales.

❧ Les sténoses acquises :

Elles sont la conséquence d'un traumatisme endoluminal provoqué le plus souvent par des sondes d'intubation. Ces dernières sont du fait du mauvais choix dans la taille, soit par la survenue d'une laryngo-trachéite, ont un diamètre trop important par rapport à celui de l'arbre respiratoire. Il s'en suit donc une nécrose circonférentielle de la muqueuse dont la cicatrisation se fera sur mode « sténogène ». On peut également voir se développer une sténose dans les suites d'une intubation traumatique ou d'une trachéotomie. Dans ce cas, c'est l'érosion de la berge supérieure de l'incision trachéale par la canule qui engendre une réaction granulomateuse évoluant à son tour vers la sténose. BOROWIECKI a démontré sur un modèle animal que l'exposition du cartilage entraîne une périchondrite, et

que celle –ci va générer une sténose. HAWKINS note que le risque de survenue d'une sténose augmente avec la durée d'intubation.

b. Clinique et prise en charge :

Tous les signes de la lésion laryngée peuvent se rencontrer selon la forme anatomique de la sténose et son mode d'installation.

Si les palmures antérieures peuvent se limiter à une dysphonie, la dyspnée reste cependant le symptôme le plus constamment retrouvé dans la pathologie sténotique. Ce signe peut être intense et d'installation rapide dans les sténoses inflammatoires évolutives ou en cas de décompression d'une forme stable à l'occasion d'un épisode infectieux trachéo-bronchique, en revanche, la dyspnée peut également être d'apparition très insidieuse. Dans un cas comme dans l'autre le risque d'en arriver à un état asphyxique est toujours présent.

Le diagnostic positif de certitude est fait par l'endoscopie sous anesthésie générale qui permet d'apprécier l'étendue de la lésion en hauteur et sa situation par rapport aux cordes vocales, mais aussi le degré de sténose. Ce dernier est classé en quatre stades en fonction de son importance : classification de COTTON (20) :

Stade I : < 70 % de la filière respiratoire.

Stade II : 70% à 90% de la filière respiratoire.

Stade III : 90% à 99% de la filière respiratoire.

Stade IV : obstruction totale.

Concernant le traitement, il peut être :

- symptomatique : une antibiothérapie locale par aérosols couplée à un traitement général de même nature s'avère efficace dans les formes à composante inflammatoire.
- La trachéotomie a toujours une grande place dans la prise en charge des sténoses sous-glottique du fait de la fréquence des dyspnées sévères.
- Spécifique :
 - Traitement endoscopique : il est indiqué dans les formes membraneuses ou peu serrées et peu étendues. Il repose essentiellement sur le laser associé ou non à un calibrage.
 - Traitement chirurgicale : il concerne les formes fibreuses serrées et étendues, les formes cartilagineuses. Plusieurs interventions regroupées sous le terme de Laryngo Trachéoplasties (LTP) sont proposées, et selon la localisation, des résections suivies d'anastomoses crico-trachéales ont été indiquées.

Plusieurs techniques d'interventions endoscopiques sous anesthésie générale ont été rapportées : dilatation au bronchoscope rigide, injection locale de corticoides, vaporisation de la sténose au laser CO₂, incisions radiaires au laser CO₂, réalisation de lambeaux muqueux « micro-trap-door flap » et mise en place par voie endoscopique d'un calibrage.

La technique de « micro-trap-door flap » a été proposée par DEDO et SOOY (25). Elle consiste en l'incision au laser à la partie la plus superficielle de la sténose et de pulvériser le tissu de scarification. Puis à l'aide de microciseaux on sectionne les bords latéraux de la poche créée réalisant immédiatement un lambeau de recouvrement muqueux réappliqué en fin d'intervention sur cette surface cruentée. Il n'est pas nécessaire de réaliser des sutures car ces surfaces sont facilement adhérentes. C'est une technique simple réalisée dans un but d'éviter les récidives cicatricielles, elle s'adresse aux sténoses sous glottiques, glottiques postérieures et trachéales hautes jusqu'à une hauteur de 1 cm.

Après traitement par voie endoscopique au laser CO₂, la plupart des auteurs rapportent un taux de récurrence précoce important sans analyse à long terme. HARRIES a publié trois cas de sténoses traitées par exérèse au laser CO₂ et mentionne une récurrence ayant nécessité plusieurs interventions au laser CO₂ et un échec traité par « T » tube de MONTGOMERY.

BENJAMIN rapporte 8 patientes sur 12 traitées avec succès par vaporisation laser CO₂ avec un recul de 6 mois à 8 ans. Ces patientes ont nécessité entre 2 et 8 traitements au laser avec un intervalle libre entre deux traitements de 1 à 12 mois. Les 4 patientes en échec ont été traitées par trachéotomie permanente.

Dans sa série, PARK a utilisé la technique d'incisions radiaires au laser CO₂ puis de dilatation au bronchoscope rigide, initialement décrite par SHAPSHAY. Il définit deux groupes de patients. Trois patients ont été traités par une seule intervention endoscopique-laser-CO₂-dilatation avec des reculs de 1 à 7 ans. Le second groupe est constitué de cinq patients ayant nécessité plusieurs interventions endoscopiques-laser CO₂-dilatations en raison de récives survenues entre 1,5 et 12 mois.

TRIGLIA (118) a réalisé une étude sur 98 enfants présentant une sténose laryngée, 20 d'entre eux ont bénéficié d'un traitement endoscopique par laser CO₂ avec une moyenne de 2 séances par enfants. Les résultats étaient satisfaisants pour 16 enfants ayant une sténose de grade I ou II avec une amélioration du calibre de leur filière aérienne, les 10 enfants qui ont été porteurs d'une trachéotomie pré-opératoire ont pu être sevrés de celle-ci. Pour les 4 enfants restants présentant une sténose de grade III, l'utilisation du laser a voué à l'échec.

Selon PARK et SIMPSON (111) , l'atteinte circonférentielle, de la hauteur de la sténose supérieure à 1 cm, les antécédents de trachéotomie avec surinfection locale, la complexité de la sténose avec altération de l'intégrité du cartilage cricoïde seraient des facteurs favorisant l'échec du traitement par voie endoscopique.

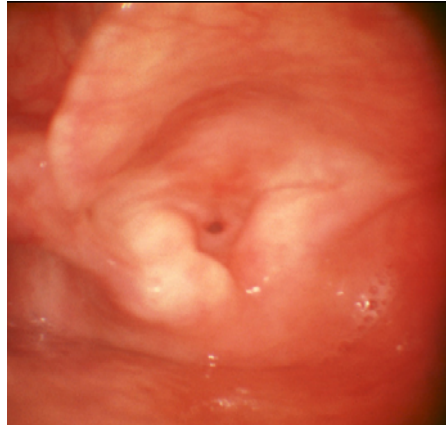


Figure 17 : Sténose glottique complète post-traumatique. (132)

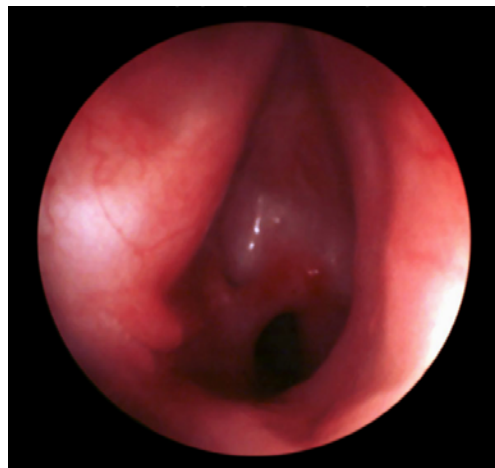


Figure 18 : Sténose laryngée glotto-sous-glottique. (132)

7- Les paralysies récurrentielles : (10, 24, 31, 43, 53, 79, 97)

L'utilisation du laser dans les diplégies laryngées a repris les différentes indications qui existaient à ce niveau par voie endoscopique sans laser. Des auteurs comme THORNELL en 1951, puis KLEINSASSER pratiquaient déjà l'aryténoïdectomie et la cordectomie postérieure par voie endoscopique sans laser.

Les étiologies citées dans la littérature sont répertoriées soit dans le cadre des immobilités laryngées, soit dans le cadre des paralysies laryngées. Les pourcentages des différentes séries sont à analyser en fonction de cette importante distinction. une revue de la littérature révèle une certaine évolution des étiologies : si les causes de paralysie par syphilis ont disparu, par contre le VIH a été incriminé directement ou indirectement ; les causes neurologiques sont passées de 1950 à 1990 de 10% à moins de 4%. Pour TERRIS, les causes néoplasiques représentent 40% des étiologies, les causes traumatiques chirurgicales 34,5 % et non chirurgicales 8,3%, les causes médicales ou inflammatoires 3,6 %, et les causes idiopathiques 10,7 %.

L'évolution d'une paralysie laryngée porte sur l'analyse de la phonation, de la déglutition et la dyspnée sont les facteurs de gravité vitale ; les autres symptômes perturbent à des degrés divers la qualité de vie des patients.

Dans les paralysies bilatérales :

- En position d'adduction, la dyspnée est au premier plan ;
- En position d'adduction, les troubles de la déglutition et de la phonation sont au premier plan.

L'interrogatoire a pour but d'évaluer le retentissement de la paralysie, son évolutivité et les antécédents du patient.

Technique d'examen :

- laryngoscopie indirecte en respiration calme et en phonation ;
- un examen de la cavité buccale et de l'oropharynx, évaluation de la mobilité linguale et vélaire, examen des autres nerfs crâniens ;
- examen ORL complet.

Le traitement de paralysies laryngées bilatérales :

Les paralysies laryngées bilatérales en fermeture sont les plus fréquentes, raison pour laquelle, nous allons détailler leur prise en charge. Les traitements classiques reposent sur les procédés statiques réalisés par voie endoscopique ou par voie externe.

La chirurgie endoscopique est représentée par les cordotomies et ses variantes, les ténotomies, par les fixations latérales des cordes vocales ou cordopexies et l'aryténoïdectomie. Les procédés les plus préservateurs sont les cordotomies et les cordopexies.

► ***Les cordectomies segmentaires postérieures au laser CO₂ :***

La technique consiste à sectionner perpendiculairement au laser CO₂ la corde vocale dans sa partie postérieure, sur toute l'épaisseur du muscle thyroarythénoidien. Elle est faite en avant de l'apophyse vocale. Selon les auteurs, la technique peut être une simple cordotomie postérieure ou associer une résection limitée de la corde vocale.

La cordectomie peut être partielle ou poussée jusqu'au vestibule pour élargir d'avantage la filière respiratoire. Une reprise de la cordotomie peut être réalisée si la filière obtenue est insuffisante. Elle est réalisée de façon unilatérale ou bilatérale en fonction de l'importance du rétrécissement de la filière. Chez la femme où la taille du larynx est plus petite, ou sur une filière très étroite, un geste bilatéral peut être réalisé d'emblée ou secondairement. Si une récupération d'une des cordes vocales est espérée, une cordectomie unilatérale est plus adaptée. Il n'existe néanmoins pas d'étude permettant d'objectiver si un geste uni ou bilatéral est préférable.

► ***l'aryténoïdectomie au laser CO₂ :***

la technique est une exérèse la plus complète possible du cartilage aryténoïde sans vaporisation. Pour éviter la formation de granulome et la dénudation du cricoïde, la muqueuse recouvrant l'aryténoïde est préservée. Des troubles de la déglutition post opératoires sont fréquents. pour cette raison, certains proposent une aryténoïdectomie partielle réalisée d'un seul coté initialement ou de façon bilatérale en cas de résultat insuffisant. Cette aryténoïdectomie partielle peut être associée à une suture de la muqueuse de l'aryténoïde en dehors.

L'aryténoïdectomie est proposée préférentiellement, pour certains auteurs, si la paralysie laryngée est présente depuis plus de 12 mois.

Une seule étude a comparé la cordectomie à l'aryténoïdectomie sur une série prospective de 18 patients. A 6 mois, il n'est pas retrouvé de différence significative sur les résultats respiratoires et phonatoires mais l'aryténoïdectomie peut permettre d'obtenir un élargissement de la filière si la cordectomie a été insuffisante. Par contre, la présence de fausses routes infracliniques dans le groupe « aryténoïdectomie » est observée (97).

►a ténotomie avec exérèse de l'apophyse vocale au laser CO₂ :

la technique est une section du muscle thyroaryténoïdien associée à celle du muscle interaryténoïdien et à la section de l'apophyse vocale. Elle peut être bilatérale. Le procédé est décrit comme une alternative de la cordectomie segmentaire postérieure et de l'aryténoïdectomie.

ROMANET (97) propose en première intention **l'aryténoïdectomie laser**, les résultats immédiats sont généralement bons avec compromis acceptable entre la voix qui s'est bien sûr dégradée et la respiration qui permet une activité de tous les jours normale. Le succès n'est pas constant et un échec peut exister. Il est rarement immédiat et est le plus souvent décalé par rapport à l'intervention, survenant après six mois ou plus. Cette dégradation respiratoire dans le temps impose un nouveau geste thérapeutique endoscopique qui est **la cordectomie postérieure au laser**.

Au total, le laser dans les paralysies laryngées en fermeture a sa place. Il s'agit d'une technique endoscopique nécessitant une parfaite exposition du larynx.

Il ne faut jamais effectuer de geste irréversible sur le plan glottique avant d'être sûr de l'irréversibilité des lésions.

Cette technique est rapide et permet une hospitalisation courte, avec un suivi en consultation, minorant le coût de la prise en charge de cette pathologie.

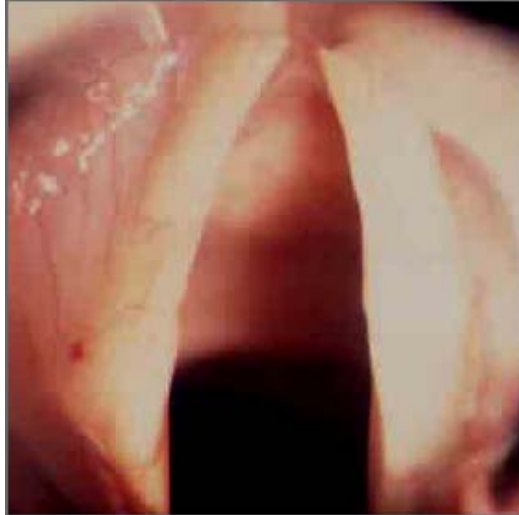


Figure 19 : paralysie laryngée. (24)



Figure 20 : Aryténoïdectomie subtotale pour paralysie bilatérale des cordes vocales. (132)

8- Les laryngites chroniques : (5, 24, 119)

Les laryngites chroniques correspondent à des inflammations traînantes, habituellement supérieures à 2 semaines, de la muqueuse laryngée. Ces laryngites peuvent soit répondre à une étiologie spécifique telle la tuberculose, un herpès, une sarcoïdose, etc. ; soit rester d'origine indéterminée. Ces lésions dites non spécifiques, encore appelées kératoses laryngées quand elles sont blanches, relèvent de multiples facteurs étiologiques et pathogéniques, présentent des aspects histologiques divers et sont associées à des évolutions variables, dont une possible transformation maligne. Ces lésions peuvent siéger à tout niveau laryngé mais sont préférentiellement localisées au niveau des cordes vocales. Les laryngites chroniques non spécifiques sont classées en deux variétés : les laryngites rouges et les laryngites blanches ou kératosiques.

Les laryngites chroniques rouges :

- la laryngite catarrhale
- la laryngite pachydermique
- l'œdème de REINKE
- ulcère de contact
- laryngite pachydermique inter-aryténoidien

Les laryngites chroniques kératosiques :

- la leucoplasie
- la pachydermie blanche

- le papillome corné
- cas particuliers :
 - formes plurifocales
 - formes diffuses
 - formes associées (associant lésions rouges et lésions blanches)

L'examineur doit rechercher les facteurs favorisant les plus usuels, tels l'intoxication tabagique, le malmenage vocal ou un reflux gastro-oesophagien, pour adapter un traitement préventif

L'objectif du oto-rhino-laryngologiste doit être d'identifier précisément ces lésions avec l'aide d'une vidéoscopie laryngée et/ ou d'une vidéostroboscopie. La laryngoscopie en suspension représente selon TRAISSAC (119), une étape obligatoire du diagnostic des laryngites chroniques. Elle seule permet de mieux localiser, sous microscope et à l'aide d'optiques les lésions et leurs extensions dans les différents replis du larynx. Cet examen permet l'exérèse complète des lésions muqueuses macroscopiques et établir un diagnostic histologique de celle-ci. Cette exérèse se pratique à l'aide de micro-instruments, ou du laser CO₂ (à la puissance de 0,5 à 2 watts). L'intérêt du laser est d'améliorer la précision de l'excision et de diminuer les saignements per et postopératoire. Elle est pratiquée dès qu'apparaît une lésion muqueuse individualisable. L'importance de l'exérèse dépend du nombre et de la taille des lésions.

Selon MAKEIEFF (60), on doit pratiquer sur une lésion localisée, la biopsie exérèse à la micropince après réalisation d'un pointillé laser à 1 à 2 mm de distance de la lésion. Le laser peut être utiliser pour compléter l'exérèse en profondeur ou détruire les tissus jusqu'au plan musculaire sous-jacent. En cas de lésions associées à une corde vocale un stripping ou pelage est réalisé. C'est la corpectomie de type I. L'exérèse se pratique aux microinstruments ou avec laser CO₂ (à la puissance de 0,5 à 2 watts), sous grossissement. En cas de lésion avec atypie, l'utilisation du laser doit être prudente avant d'avoir une certitude histologique. La surveillance est d'autant plus vigilante que la lésion est histologiquement avancée et cliniquement étendue. Une laryngoscopie est pratiquée si un doute apparaît lors des contrôles. Les formes diffuses ou pluri-focales posent des problèmes thérapeutiques car il est difficile d'affirmer l'absence de carcinome invasif associé.



Figure 21 : Laryngite hypertrophique suspecte. (132)

(Le plan glottique a été badigeonné au bleu de toluidine et rincé à l'acide acétique à 5%. Les zones suspectes restent colorées en bleu).



**Figure 22 : Laryngite hypertrophique suspecte
de la corde vocale gauche. (132)**

9- Les laryngomalacies : (45, 49, 64, 96, 100, 116, 127)

La première description clinique de ce qui semble une laryngomalacie fut faite en 1853 par RILLIET et BARTHEZ dans le «traité clinique et pratique des maladies de l'enfant». Il s'agissait d'un stridor congénital spontanément résolutif à l'âge de 10 mois, accompagné d'une dyspnée d'effort. Ce n'est qu'en 1897 que SUTHERLAND et LACK publièrent dans le Lancet une série de 18 cas de ce qu'ils dénommèrent « stridor laryngé congénital ». Si RILLIET et BARTHEZ avaient imputé la symptomatologie à une compression extrinsèque, SUTHERLAND et LACK firent une bonne description anatomique de la lésion en cause. Enfin, en 1942, JACKSON usa d'un néologisme, qui est aujourd'hui employé de façon courante, en qualifiant de « laryngomalacie » le « stridor laryngé congénital » de SUTHERLAND et LACK.

En ce qui concerne le traitement des formes sévères de la laryngomalacie, il a, lui aussi évolué dans le temps. Si en 1907 READON émettait l'hypothèse d'un traitement chirurgical, ce n'est qu'en 1922 avec IGLAUER que la description d'un tel traitement était faite : il s'agissait d'une épiglottectomie. SCHWARTZ en 1944 pratiquait des résections partielles de l'épiglotte. La base des concepts actuels du traitement chirurgical de la laryngomalacie a été posée par LANE en 1984, qui outre une résection des bords latéraux de l'épiglotte, réalise une résection de languettes aryénoïdiennes aux micro-instruments. En 1987 SOLOMON introduit l'épiglottopexie.

La laryngomalacie représente la plus fréquente des anomalies laryngées congénitales et la cause la plus habituelle des stridors du nouveau-né, du nourrisson et du petit enfant.

Sur le plan des lésions laryngées, MAC SWINEY, repris par ZALZAL (127) reconnaît trois types de lésions anatomiques dans la laryngomalacie :

- Type 1: épiglote longue et tubulaire, souvent appelée «Epiglote en Oméga» ;
- Type 2 : replis ary-épiglottique courts ;
- Type 3 : Epaississement de la région aryénoïdienne dont la muqueuse se prolabe dans la lumière laryngée lors de l'inspiration.

HOLINGER (45) distingue trois types anatomiques de la laryngomalacie qui répondent en fait aux lésions précédemment décrites : type 1: Epiglote en Oméga ; type 2 : raccourcissement des replis ary-épiglottiques ; type 3 : laryngomalacie postérieure.

D'autres mécanismes associés à ces anomalies anatomiques ont été évoqués et sont colligés par ZALZAL ; on y retrouve essentiellement l'hypothèse selon laquelle un mauvais contrôle neuro-musculaire associé à la faiblesse du support cartilagineux puisse être responsable du collapsus des éléments de l'étage sus-glottique.

Concernant la clinique, le maître symptôme est le stridor comme pouvait le laisser supposer la dénomination originale de la pathologie. Le stridor peut être défini comme un bruit inspiratoire intermittent sans aucune signification pronostique. Il est majoré par le décubitus dorsal, les pleurs, les cris, et toute circonstance augmentant la fréquence et le débit respiratoire. NARCY signale également une possible accentuation du stridor lors des phases de sommeil. La date d'apparition du stridor est toujours très précoce, s'échelonnant volontiers entre les dixième et quinzième jours de vie. Signalons que si la laryngomalacie s'accompagne toujours d'un stridor, l'existence d'un stridor n'est pas toujours le témoin d'une laryngomalacie.

L'enfant porteur de cette affection peut également présenter d'effort, voire de repos selon la gravité de son atteinte. A l'extrême, des épisodes de cyanose voire des apnées peuvent se rencontrer en pareil cas.

Il faut accorder une grande importance à l'augmentation de la durée des tétées, témoin des difficultés alimentaires, qui est très vite suivie d'une cassure de la courbe de poids.

Le retentissement staturo-pondéral, l'aggravation des dyspnées, les apnées, et les épisodes de cyanose sont autant d'éléments auxquels on accorde une importance pronostique et font porter une indication opératoire. D'autres complications liées à l'obstruction des voies aériennes et à la lutte respiratoire de l'enfant ont été rapportées dans la littérature : LANE relate un cas de pectus excavatum résolutif après traitement de la laryngomalacie, et plusieurs formes mortelles sont décrites depuis

READON en 1907. Dans les autres cas où la laryngomalacie se limite à un stridor isolé, seule une surveillance de l'enfant sur les plans staturo-pondéral et respiratoire est nécessaire.

La première grande série de patients traités par le laser CO₂ a été publiée par HOLINGER (45) en 1989. Depuis, tous les auteurs sont unanimes pour utiliser le laser CO₂ dans la laryngomalacie, même si certaines équipes ne l'utilisent pas de façon exclusive.

Sur le plan des indications opératoires, on pense que seules les formes compliquées relèvent d'un traitement chirurgical. On prend comme critères de référence l'existence de :

- ◆ Troubles respiratoires autres que le stridor tels que cyanose ou dyspnée, qu'il soient spontanés ou induits par des efforts (tétées par exemple)
- ◆ Lenteur d'alimentation : l'augmentation excessive de la durée d'ingestion des biberons est un très bon critère d'aggravation de la laryngomalacie.
- ◆ Cassure de la courbe de poids avec évolution vers un retard staturo-pondéral qui témoigne d'un retentissement général des troubles respiratoires. Elles sont un signe de gravité de la pathologie.

De ce point de vue, toutes les séries de la littérature faisant état d'un traitement chirurgical de la laryngomalacie ne s'adressent qu'aux formes graves. Il paraît en effet inutile voire dangereux de n'opérer qu'un stridor isolé.

Concernant la technique, elle est fonction du type anatomique de la laryngomalacie. On réalise une pulvérisation des excès muqueux aryténoïdiens en cas de forme postérieure. Dans les formes de type 2, ce geste peut être effectué isolément. On peut également pratiquer, en association à des laryngolasers quelques épiglottopexies en cas d'épiglotte recouvrante. Cette attitude est partagée par plusieurs équipes. Actuellement on a tendance à vaporiser légèrement les deux faces linguale et épiglottique des vallécules afin d'induire la formation d'une synéchie. Cela permet la réalisation d'une épiglottopexie à minima.

Le laser employé dans cette indication est le laser CO₂ utilisé à une puissance de 6 watts et impacts de 0,5 seconde.

A travers une revue de littérature, on note que plusieurs auteurs font état de résultats très satisfaisants tel HOLINGER qui relate 12 patients sur 13, délivrés de tout symptôme, ou encore TRIGLIA (116) (32 / 34), KATIN (49), ROGER (96) ou GARABEDIAN (36).



Figure 23 : Larynx malacique. (132)



Figure 24 : Larynx malacique après la section des replis aryépiglottiques au laser CO₂. (132)

II- PATHOLOGIES PSEUDOTUMORALES ET TUMEURS BENIGNES :

1- Nodules et polypes : (8, 24, 37, 57, 77, 78, 87, 91)

a. Nodules :

Ce sont des épaissements de la muqueuse des cordes vocales. Ils sont bilatéraux et siègent sous le bord libre des cordes vocales, entre le tiers antérieur et le tiers moyen (point nodulaire). Typiquement, ils se présentent sous l'aspect de kissing nodules (spicules bilatéraux des chanteurs). Les autres aspects sont l'œdème en fuseau bilatéral asymétrique, et le pseudokyste séreux unilatéral avec une lésion de contact controlatérale. Le malmenage vocal est la cause commune de ses lésions. Le traitement microchirurgical n'est proposé qu'après l'échec de la rééducation vocale. Elle sera poursuivie après l'intervention.

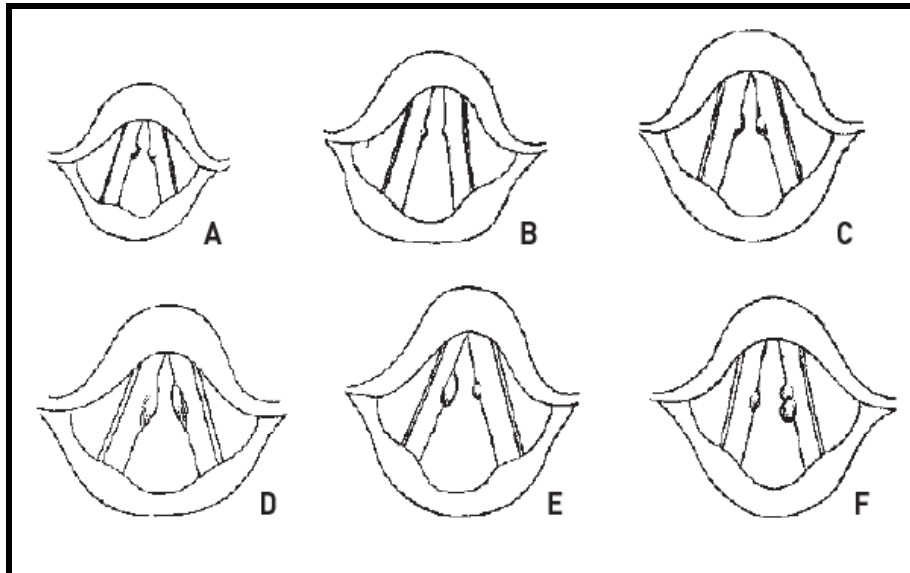


Figure 25 : différents types de nodules. (24)

A : gros nodules laryngés chez l'enfant

B : nodules punctiformes de l'adulte

C : nodules triangulaires

D : nodules laryngés en forme de grain de blé

E : nodule droit plus gros que le gauche

F : nodule bilobé à gauche



Figure 26 : Nodule kystique. (24)



Figure 27: Nodule de la corde vocale. (132)

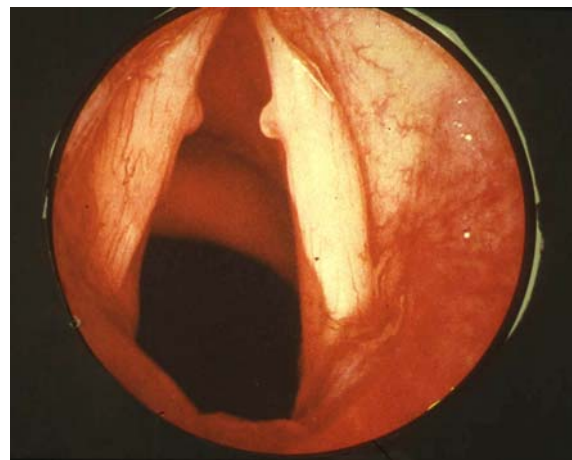
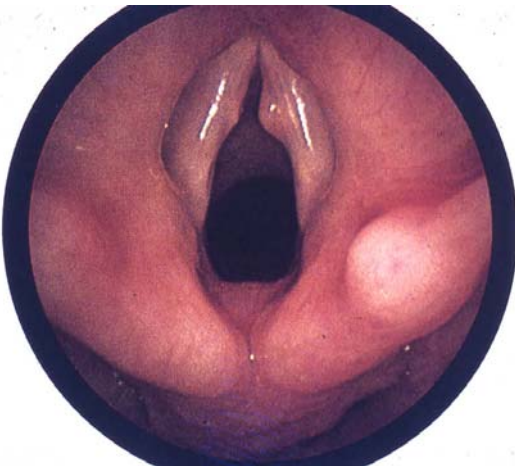


Figure 28 : Kissing nodule

b. Polype :

Le polype de la corde vocale est une pseudo-tumeur inflammatoire du larynx atteignant surtout l'homme entre 25 et 45 ans. Il est unilatéral, localisé également au milieu de la corde vocale vibrante. Il peut être oedémateux ou angiectasique ; pédiculé ou sessile. L'étiologie est variée : traumatismes vocaux aigus ou chroniques, irritants respiratoires, allergie, infections des V.A.D.S, tabac et alcool, sans oublier le sulcus glottidis. Il se rencontre plus fréquemment chez le sujet masculin entre 20 et 50 ans. A l'audition, la voix peut être bitonale, le polype vibrant à sa propre fréquence. Il relève d'un traitement microchirurgical.

La palpation et l'inspection permettent dans certains cas de retrouver une lésion non diagnostiquée avant l'intervention et en particulier un kyste ou un sulcus.

Le polype est saisi avec la micropince en « cœur » adaptée, tenue par la main controlatérale. La préhension doit être la plus fine possible pour ne pas réséquer plus de muqueuse qu'il n'est nécessaire. Dans certains cas, on peut s'aider en faisant tourner la corde vocale sur son axe antéropostérieur avec une pince fine pour mieux visualiser la berge inférieure du polype.

La section du polype est ensuite effectuée à l'aide de la paire de microciseaux courbes au ras de l'implantation du polype sur la muqueuse saine. Il est possible de pratiquer un décollement entre la face profonde du polype et le ligament. Ce décollement peut être réalisé au laser. En fin d'exérèse, il existe une zone cruentée qui apparaît relativement large. Un tamponnement est réalisé avec une cotonnette imbibée de vasoconstricteur

mise en place pendant quelques instants. Si nécessaire, l'autre corde vocale peut être opérée dans le même temps.

La résection d'un polype ou d'un nodule, surtout lorsqu'il est angiectasique, est très confortable au laser grâce à la diminution du saignement en nappe parfois observé en microchirurgie conventionnelle. Le mode de travail que préconise REMACLE (87) est : faisceau focalisé à 300 μm pour une focale de 350mm, mode pulsé, 2 à 3W, impacts de 0.1 seconde. La pince attire la lésion vers la ligne médiane de manière à ce que les impacts laser agissent en quelque sorte tangentiellement par rapport à la corde vocale.

Le polype est ensuite adressé systématiquement pour une étude anapathologique. L'utilisation du laser ne contre indique en rien l'analyse histologique des lésions, y compris au niveau de leurs limites.

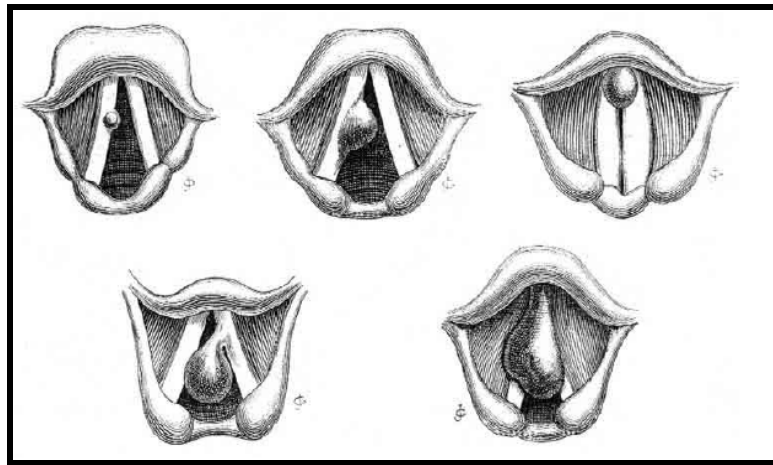


Figure 29 : Divers types de polypes sessiles et pédiculés. (24)

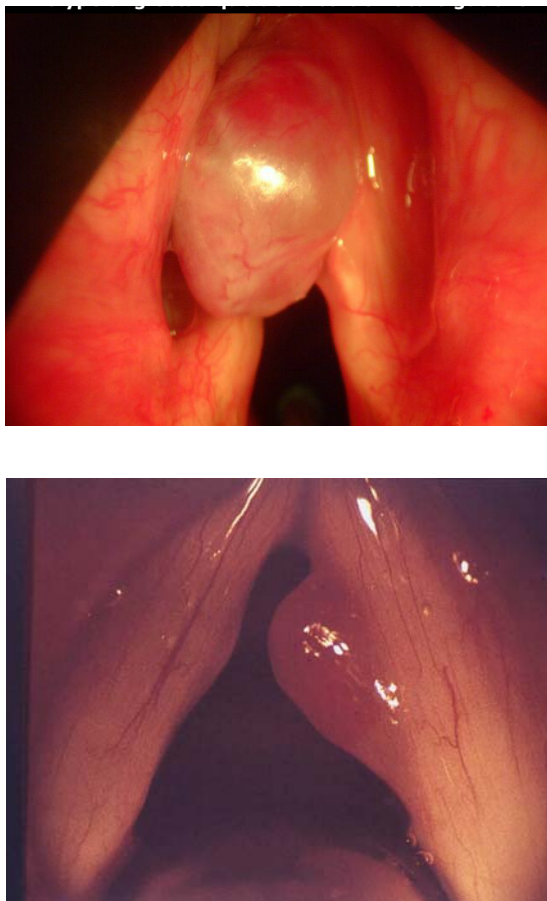


Figure 30 : Polype angiectasique de la corde vocale. (132)

2- Les papillomes : (4, 17, 24, 36, 37, 47, 56, 62, 65, 73, 77, 78, 87, 103, 115)

❖ La papillomatose juvénile :

Elle correspond à une hyperplasie considérable de l'épithélium avec absence de kératinisation. La localisation se fait principalement au niveau des cordes vocales mais également à tout autre endroit du larynx ou des voies respiratoires. L'épithélium forme des festonnements autour d'un axe conjonctivo-vasculaire . Ces formations vont donner à la tumeur sa forme macroscopique caractéristique mamelonnée qu'on a appelée en "grains de caviar". La coloration est rosée. Il s'agit d'une tumeur d'origine virale correspondant à un papovirus ou virus HPV.

La première description de la papillomatose semble avoir été faite par MARCELLUS DONALUS au XVII siècle qui a appelé ces lésions « verrues dans la gorge ». le nom de papillomatose a été donné par MOREL MACKENZIE en 1871.

Le terme juvénile vient du fait qu'on le retrouve chez l'enfant dans 75% des cas. On le trouve dans 25% des cas chez des adultes jeunes. C'est surtout chez l'enfant qu'il est redouté car il est alors beaucoup plus agressif et floride, provoquant de la dyspnée par obstruction glottique, parfois sous glottique même trachéale. La papillomatose perd de son agressivité à l'adolescence et peut disparaître à cette époque. Chez l'adulte, la tendance à la récurrence existe mais est moins importante.

Le premier signe d'appel est la dysphonie. Il ne faut donc pas négliger ce signe chez l'enfant et considérer sans examiner le larynx que la dysphonie chez l'enfant est forcément due à un malmenage vocal. Il convient en effet de se rappeler que tout larynx est examinable de nos jours, à tout âge de l'enfant en recourant à la fibroscopie souple O.R.L. si besoin en est.

❖ **La papillomatose laryngée de l'adulte :**

La papillomatose laryngée est la plus fréquente des tumeurs bénignes du larynx.

Sur le plan épidémiologique la maladie est décrite partout dans le monde, sans prédominance ethnique, l'âge des patients, lors de l'apparition des premiers symptômes est très variable et la majorité des cas commence entre la 2^{ème} et la 4^{ème} décades, les extrêmes rapportés dans la littérature sont de 20 et 81 ans.

Sur le plan anatomo-pathologique le siège électif des papillomes est l'endolarynx, en particulier les cordes vocales. Plusieurs auteurs rapportent une prédominance des lésions au niveau de la partie antérieure de la glotte ; les raisons de cette prédilection sont probablement liées à la pression mécanique causée par les vibrations des cordes vocales, qui est plus importante au niveau de la partie antérieure de la glotte, ce qui la rendrait plus vulnérable. Macroscopiquement, la papillomatose laryngée de l'adulte se présente sous forme de touffes blanchâtres ou grisâtres souvent kératosiques et l'atteinte peut être uni ou multifocal. L'étiopathogénie n'est pas encore claire ; les papillomes résultent d'une prolifération épithéliale

induite par le papillomavirus. Chez l'homme on connaît actuellement au moins 100 sérotypes. Dans la papillomatose laryngée, il s'agit de HPV 6 ou HPV 11 dans 90 % des cas.

Le mode de contamination de l'adulte est actuellement inconnu.

Sur le plan clinique, le premier signe d'appel est toujours la dysphonie, accompagnée parfois de toux sèche et de douleurs à la gorge. La dyspnée reste un signe tardif. L'intervalle entre les premiers signes et le diagnostic est souvent long. Ce diagnostic est évident au simple aspect du larynx. La biopsie et le bilan d'extension sont effectués au cours de la laryngoscopie directe en suspension sous anesthésie générale au cours de laquelle le traitement est commencé.

❖ Traitement :

L'exérèse chirurgicale des papillomes sous laryngoscopie directe reste la plus utilisée aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant, les papillomes peuvent être réséqués avec toutes sortes de méthodes : cryoélectrode, bistouris électriques, cautérisation par un courant électrique passant à travers du gaz argon ionisé, les rayonnements laser et récemment le microdébrideur laryngé. Plusieurs rayonnements laser ont été utilisés : le laser pulsé 584 nm qui ne détruit pas l'épithélium mais agit plus en profondeur sur la microcirculation entraînant ainsi une nécrose des papillomes. Les autres laser vaporisent les lésions : laser diode, laser CO2 et laser argon.

Le laser comme l'exérèse microchirurgicale restent des traitements symptomatiques et n'influencent pas le cours évolutif de la maladie, du moins dans le sens de la guérison. C'est la raison pour laquelle plusieurs thérapies adjuvantes ont été tentées et évaluées telles :

- L'immunothérapie ;
- l'interféron en raison de ses propriétés anti-virales, anti-prolifératives voire anti-tumorales à fortes doses ; l'aciclovir a donné des résultats contradictoires.

Selon TRAISSAC (115) le protocole a utilisé, est le suivant :

- Pour des lésions papillomateuses de volume limité et peu récidivantes, il semble que le traitement par laser CO₂ soit suffisant pour contrôler l'évolution ;
- Pour les lésions papillomateuses très volumineuses, très florides, largement implantées, récidivantes ou très récidivantes et de toute façon, si ces récidives restent importantes après 3 applications de laser bien faites, il paraît logique d'y associer une auto-immunothérapie selon le protocole suivant :
 - ✓ Exérèse de toutes les formations papillomateuses sous laryngoscopie directe et anesthésie générale avec intubation. On procède d'abord à l'ablation à la pince de toutes lésions en superficie. L'exérèse doit se faire pratiquement sans effort, preuve que la pince n'emporte pas d'élément tissulaire noble du larynx ;

- ✓ On place tous ces prélèvements dans du sérum physiologique puis on termine l'exérèse du pied d'implantation des papillomes au laser, en évitant d'attaquer de façon appuyée les formations, notamment situées au niveau de la commissure antérieure, afin d'éviter une synéchie ultérieure ;
- ✓ Les prélèvements sont immédiatement placés dans la carbo-glace, envoyés au laboratoire, traités. Les ampoules de vaccin sont ensuite injectées deux fois par semaines selon un protocole précis jusqu'à épuisement de stocks d'ampoules ;
- ✓ Par la suite, une surveillance régulière est réalisée ;
- ✓ Si une récurrence importante survient en cours de traitement par vaccin, et qu'une exérèse paraît utile, on réalise celle-ci au laser.

Il semble qu'avec ce protocole de traitement initial et de prise en charge de l'évolution, on obtienne le meilleur résultat avec le moins de séquelles possible dans près de 76 % des cas. Vu l'évolution très capricieuse de cette maladie, ce résultat n'a de valeur que dans la mesure où il a été calculé après une évolution de 3 ans minimum.



Figure 31 : Papillomatose laryngée

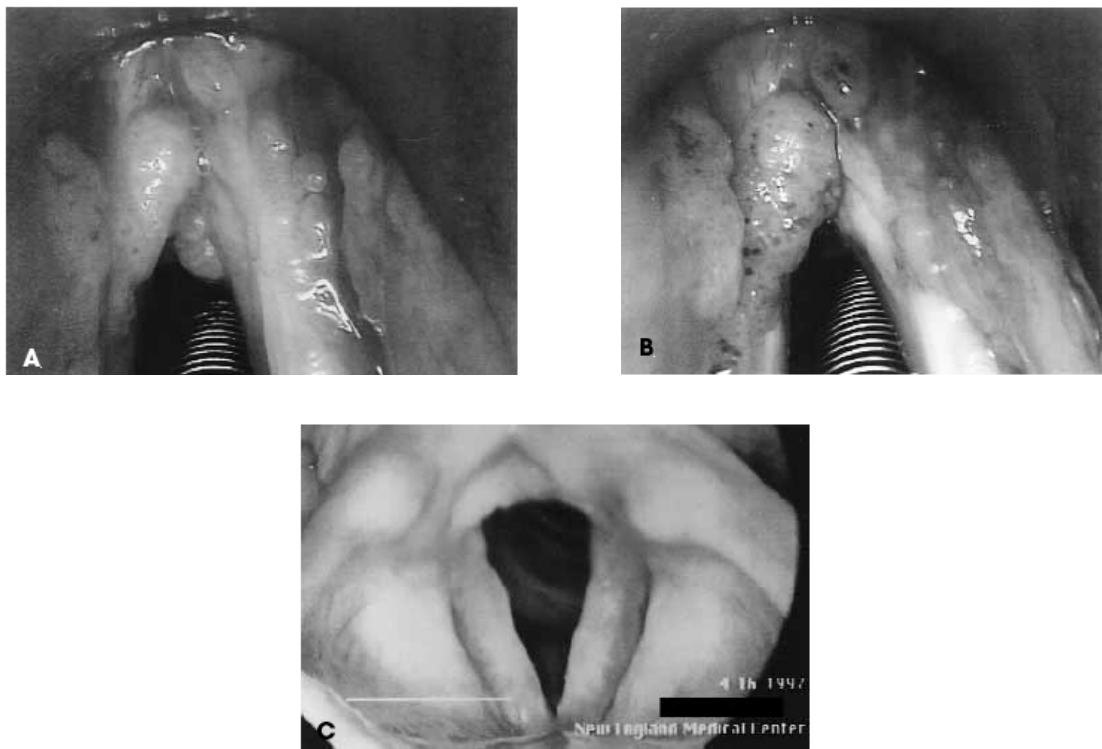


Figure 32 : papillomatose laryngée

A : papillomatose laryngée avant traitement au laser.

B : après traitement au laser.

C : un mois après le traitement

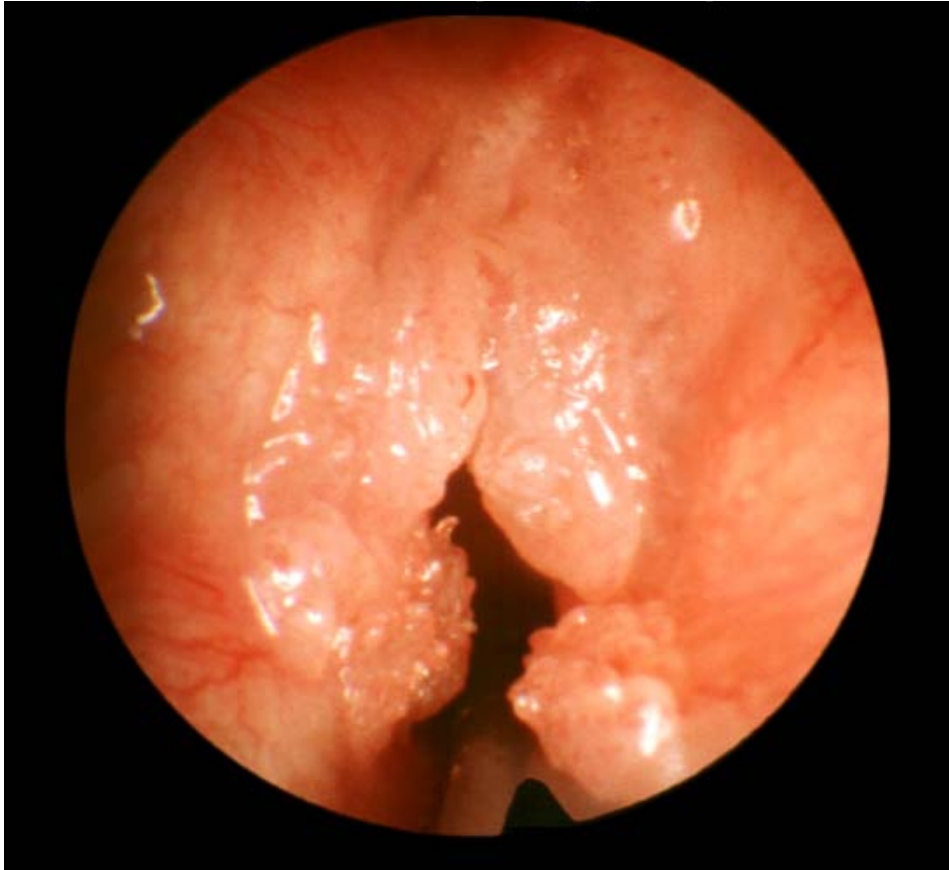


Figure 33 : Papillomatose juvénile développée au niveau du plan glottique. (132)

3- L'amylose laryngée : (34, 68, 120)

La première observation d'amylose laryngée a été rapportée en 1875 par BUROW et NEUMANN. Depuis la première description, environ 300 cas ont été décrits. Parmi les tumeurs laryngées bénignes, l'amylose est une cause rare dont la fréquence peut être estimée entre 0,17% et 1,2% dans les différentes séries de littérature. Les hommes semblent être un peu plus touchés que les femmes avec une prédominance de la tranche d'âge 40 – 60 ans. Cependant, les formes juvéniles ou au contraire tardives ont été décrites.

L'amylose laryngée isolée représente la localisation la plus fréquente de l'amylose des voies aérodigestives supérieures. La localisation préférentielle laryngée n'est pas clairement expliquée mais pourrait être liée en partie à une sollicitation inhabituelle des cordes vocales. Les atteintes laryngées sont généralement isolées, mais peuvent être associées à des localisations proches telles que le cavum, les amygdales, les fosses nasales ou la trachée ; des localisations basses et notamment bronchiques ont été décrites. La modification de la voix et la dysphonie sont les symptômes révélateurs les plus fréquents de l'amylose laryngée. D'autres signes cliniques plus rares ont été rapportés : dyspnée, stridor, toux sèche persistance, syndrome d'apnées du sommeil, voire dysphagie. Le délai entre les premiers symptômes et le diagnostic est souvent long car d'autres diagnostics plus fréquents sont d'abord évoqués. Parfois, ce délai est particulièrement long : neuf ans dans une observation rapportée par FERNANDES. La laryngoscopie peut faire évoquer à tort une maladie

néoplasique, un fibrome, un papillome ou une tuberculose. De plus, les aspects endoscopiques peuvent être très différents suivant les malades : forme nodulaire ou infiltration diffuse plus ou moins étendue, essentiellement sus-glottique.

Le diagnostic repose sur l'examen anatomopathologique avec coloration au rouge congo où les dépôts amyloïdes apparaissent biréfringents en lumière polarisée. Dans un second temps, l'amylose est caractérisée par immunohistochimie utilisant les anticorps antichaine légère kappa ou lambda et antiprotéines A. dans la série de LEWIS comprenant 11 cas d'amylose laryngée, 50% des dépôts été positifs pour l'antichaine légère lambda, 25% pour l'antichaine légère kappa et 25% montraient une fixation des deux chaînes alors que les marquages antiprotéine A étaient négatifs.

La découverte d'une amylose laryngée doit faire rechercher une éventuelle extension systémique. Il s'agit d'un problème important lorsqu'on connaît le pronostic défavorable des amyloses systémiques dont la médiane de survie globale est inférieure à un an. Les séries les plus anciennes d'amyloses laryngées ne permettaient pas d'apprécier précisément l'extension de la maladie en raison du manque d'exploitations suffisantes. Les études les plus récentes ne retrouvaient généralement pas d'amylose systémique mais seulement des atteintes de proximité, en particulier la trachée.

Le traitement de l'amylose laryngée symptomatique repose sur des gestes locaux endoscopiques chirurgicaux essentiellement par laser CO₂. Lorsque les lésions sont exclusivement sus-glottiques, certains auteurs ont pu proposer une laryngectomie partielle en utilisant des reconstructions tomodensitométriques préopératoires pour guider le geste chirurgical. La radiothérapie externe n'est pas utilisée et une chimiothérapie a pu être discutée dans de rares observations d'amylose localisée en présence d'une prolifération plasmocytaire anormale.

La corticothérapie est peu ou pas efficace et n'empêche pas la récurrence locale.

Le risque de récurrence est nul ou très faible lorsque le geste chirurgical a entraîné une destruction complète des lésions. Cependant, les traitements endoscopiques permettent rarement une exérèse complète de toutes les lésions amyloïdes, notamment en raison d'une accessibilité difficile de la région sous-glottique. Les récurrences surviennent généralement dans les cinq années après le traitement, mais parfois très tardivement, 14 ans dans une observation de LAWIS et al. Dans environ la moitié des cas rapportés dans la littérature, la répétition des gestes endoscopiques est nécessaire en raison de la réapparition des signes cliniques. Enfin, dans de rares observations, une trachéotomie a été nécessaire.

4- Les angiomes sous-glottiques : (9, 24, 36, 42, 48, 71, 73, 78, 87, 91, 93, 101)

L'angiome est essentiellement sous glottique chez le nourrisson. Il peut être associé à d'autres malformations dont l'angiome cutané. Il est plus fréquent chez la fille

Sur le plan de la symptomatologie, il faut retenir la dyspnée laryngée chronique avec notion d'intervalle libre, c'est à dire le fait que l'enfant soit indemne de tout signe respiratoire au cours des premiers mois de la vie. En quelques semaines ou mois, le nourrisson devient porteur d'une dyspnée inspiratoire parfois accompagnée de toux, stridor, voire d'un cri rauque. REMACLE en 1989 note également la possibilité d'existence d'une dysphagie, de vomissement, de cyanose et hémoptysies. Reprenant HEALY, il fait remarquer que tout tableau de laryngites à répétition ne faisant pas leurs preuves doit faire penser à l'existence d'un angiome sous glottique. Ce dernier est la première cause de dyspnée chez les enfants de moins de 6 mois ; à noter que cette fréquence a longtemps été sous-estimée, et que c'est aux progrès de l'endoscopie pédiatrique que l'on doit de mieux en connaître l'importance.

Le traitement de l'angiome sous glottique a été sujet à évolution. En 1913, le traitement standard d'un angiome était la trachéotomie en attente de la régression spontanée de la lésion. En 1919, CLARK introduit la radiothérapie externe, reprise par FERGUSON et TEFT en 1966, avec des résultats décevants. En 1973 et 1978, HOLBORROW puis BENJAMIN ont proposé l'implantation in situ de radium ou d'or radioactif. Ce dernier

auteur faisait état en 1983 de 9 guérisons sur 11 patients traités. Cependant, dès 1972, COHEN introduisait la corticothérapie générale dans le traitement de l'angiome. Beaucoup de techniques chirurgicales ont été développées telles que la cryothérapie, l'exérèse, la sclérose. C'est HEALY (42) en 1980 qui parla le premier du traitement de l'angiome par le laser CO₂.

Actuellement, le traitement de l'angiome repose de première intention sur la corticothérapie générale à la dose de 0,125 à 0,375/ kg/ jour de Bétaméthasone pendant 10 à 15 jours, à poursuivre à doses dégressives durant 4 à 6 semaines. Pour HAWKINS les corticoïdes agiraient d'une part de façon indirecte en sensibilisant les angiomes aux vasoconstricteurs présents dans la circulation générale, et d'autre part directement sur les sphincters précapillaires. Devant une forme corticosensible, le traitement s'arrêtera là. Devant une forme corticorésistance, on pourra avoir recours soit au laser, soit à la chirurgie par voie externe associant plus au moins exérèse de la lésion et laryngotrachéoplastie d'élargissement telle que l'ont proposé MULDER, SEID (101) ou TRIGLIA (73). Notons qu'une grande place est toujours accordée à la trachéotomie de sécurité. Certains auteurs sont partisans d'une intubation transitoire. Le laser CO₂ a été employé pour la première fois dans cette indication par SIMPSON en 1979 et par HEALY en 1980. Ce dernier, dans une étude multicentrique a colligé onze cas de chirurgie laser pour angiome sous-glottique.

Les séances se déroulent sous anesthésie générale, avec laryngoscopie en suspension et jet ventilation. Le laser CO₂ est utilisé couplé au microscope opératoire. Une extrême prudence est de rigueur lors des tirs, car la trachée n'est pas toujours protégée : elle ne l'est que chez les patients trachétomisés, par des cotonoides humides placés au dessus de la canule. Le laser CO₂ est utilisé à 6 ou 7 watts. On peut, pour atteindre des régions plus bas situées, utiliser un broncho-laser. On pratique des tirs dans la muqueuse pathologique, provoquant un affaissement immédiatement visible en cas d'angiome de taille modérée. En cas d'angiome étendu, il faut échapper à la tentation de brûler toute la surface de la muqueuse angiomateuse au cours de la première séance afin d'éviter une éventuelle sténose secondaire. Il faut en laseriser une partie au cours de la première séance, puis une autre pendant une autre séance. Les séances sont espacées de un à deux mois.

Sur 20 cas BARRY obtient 20 réussites, dont 18 en une seule séance. Dans tous les cas la trachéotomie a pu être évitée. Pour GARY la trachéotomie de couverture semble préférable, et est enlevée deux mois après la séance. Le laser a permis de traiter des enfants ayant des effets secondaires sous corticothérapie.

L'intérêt du laser semble donc résider dans les angiomes mal supportés, avec cortico-résistance ou cortico-dépendance. L'angiome « idéal », réagissant le mieux au laser, est l'angiome bombant, limité et pédiculé. Dans ce type d'angiome, il tend à remplacer l'intubation de 10

jours. Il peut être également utilisé afin de diminuer la durée d'une trachéotomie.

Le laser KTP commence à prendre place dans le traitement des angiomes, il a été utilisé avec succès par KACHER (48) qui rapporte une série de 8 patients traités avec succès par le KTP.



Figure 34 : Angiome sous-glottique en arrière et à droite. (132)

III- LESIONS PRECANCEREUSES ET CARCINOME IN SITU : **(26, 60, 76, 84, 98)**

En 1923, JACKSON introduisait la notion de lésion « précancéreuse » laryngée dans le cadre de lésions hyperkératosiques. C'est en 1963 que KLEINSASSER a proposé la première classification histologique des lésions précancéreuses glottiques :

- Hyperplasie avec plus au moins hyperkératose sans atypies cellulaire ;
- Hyperplasie avec ou sans atypie cellulaire ;
- Carcinome in situ.

Plus de 20 classifications ont été publiées dans la littérature internationale, témoignant de l'absence d'un consensus. En 1974, à la conférence de Toronto sur les cancers du larynx, la notion de dysplasie a été retenue pour décrire les anomalies cellulaires et structurales de l'épithélium.

La notion de CIS a été individualisée comme le stade ultime de la dysplasie, considéré par certains auteurs comme irréversible, avec la risque d'une évolution vers un carcinome infiltrant. Cependant, Stenersen a montré que cette évolution n'était pas inéluctable, avec possibilité de normalisation spontanée. Il existe une progression des lésions depuis la dysplasie faible ou modérée et le carcinome infiltrant. Les stades ont été arbitrairement constitués pour les besoins de la description et de la classification. Deux idées directrices dominent ces classifications :

- ✓ un objectif de description historique exhaustive dont la conséquence est la multiplication des stades ;
- ✓ la nécessité d'une simplification dont est pronostique, individualisant des lésions réversibles, et des lésions qui évolueront vers le carcinome infiltrant.

Les lésions dysplasiques des cordes vocales n'ont pas le même pronostic. Il importe de différencier les lésions potentiellement réversibles, en particulier à l'arrêt des facteurs de risque comme le tabac, et les lésions irréversibles conduisant inmanquablement vers un carcinome infiltrant. Bien que quelques facteurs pronostiques (historiques, histochimiques, génétiques) aient été individualisés, le diagnostic de CIS repose encore le plus souvent sur un faisceau d'arguments histologiques, laissé à l'appréciation subjective de l'examineur. La dysplasie correspond à des anomalies cellulaires et structurales au sein de l'épithélium : hyperplasie des cellules basales, perte de la polarité des cellules basales, pléomorphisme cellulaire, augmentation des mitoses, kératinisation intra épithéliale, réduction de la cohésion cellulaire, perturbation ou perte de la stratification épithéliale. Les lésions de CIS sont définies comme des lésions où les éléments de dysplasie sont maximum, avec perte complète de la stratification normale de l'épithélium, mais sans envahissement du chorion. Des modifications du chorion accompagnent souvent les lésions épithéliales : anomalies vasculaires, œdème du stroma, fibrose, infiltration de cellules immunocompétentes. L'intégrité de la membrane basale de l'épithélium permet d'écarter le diagnostic de carcinome infiltrant.

En 1949, Papanicolaou a introduit la notion de dysplasie pour les lésions du col de l'utérus. Les lésions dysplasiques du col de l'utérus sont maintenant bien standardisées en terme de classification et de pronostic. C'est par analogie que les laryngologistes ont repris la notion de dysplasie, et également par analogie que la notion de « laryngeal intraepithelial neoplasia » (LIN) a été proposée en laryngologie à l'instar du « cervical intraepithelial neoplasia » en gynécologie. Ainsi, Friedmann a proposé de classer les lésions dysplasiques en deux catégories :

- Les lésions sans risque de dégénérescence : hyperplasie des cellules basales, acanthosis, hyperkératinisation isolée ;
- Les lésions de LIN de stades I à III.

Bien qu'ayant le mérite de mettre l'accent sur le caractère pronostique de ces lésions, les critères histomorphologiques des trois grades de LIN semblent être encore trop imprécis et subjectifs.

Il n'y a pas de différence sur le plan macroscopique entre une dysplasie sévère, CIS et carcinome microinfiltrant. Plusieurs auteurs ont proposé un traitement identique pour les CIS et les dysplasies sévères. D'autres ne font pas la différence entre CIS et carcinome microinfiltrant. Le traitement du CIS du plan glottique reste controversé. Tout traitement du CIS peut potentiellement compromettre la fonction vocale, toute insuffisance de traitement expose le patient au risque de récurrence et d'aggravation de la lésion.

Le diagnostic de CIS est donc un diagnostic histologique. La validité de ce diagnostic dépend des critères histologiques retenus et de la qualité du prélèvement effectué. Le CIS est défini par une dysplasie atteignant toutes les couches de l'épithélium, avec atypies cellulaires et désordres structuraux majeurs, mais ne franchissant pas la membrane basale. Si cette dernière est interrompue, en un ou plusieurs endroits, la lésion doit être considérée comme un carcinome infiltrant.

Le diagnostic de certitude de CIS nécessite un examen de la totalité de la lésion, à la fois en terme de surface et de profondeur. Plusieurs auteurs ont montré la coexistence d'un CIS et d'un carcinome épidermoïde infiltrant au sein d'une seule lésion macroscopique. En cas de lésion épithéliale bien limitée, manifestement superficielle, il paraît préférable de réaliser une exérèse complète d'emblée. Le caractère superficiel peut être apprécié cliniquement en laryngoscopie indirecte avec stroboscopie et en microlaryngoscopie directe avec palpation aux micro-instruments. La technique d'hydrodissection permet également de préciser le caractère superficiel ou non de la lésion.

Le traitement des états précancéreux et des CIS glottique a bénéficié des progrès techniques chirurgicaux, d'une meilleure connaissance de l'anatomie des cordes vocales et de la physiologie de la phonation.

Pour réaliser l'exérèse de l'épithélium sans traumatiser le ligament vocal, Kambic en 1978, puis Zeitels en 1991, ont proposé de distendre la couche superficielle de la lamina propria en injectant du sérum physiologique

et de l'épinéphrine au 1/50000. Cet artifice technique est appelé hydrosection. Selon Zeitels l'hydrosection a plusieurs avantages :

- Eloigner l'épithélium du ligament vocal pour éviter de traumatiser ce dernier ;
- Conserver la partie profonde de la couche superficielle de la lamina propria comme surface de glissement, et éviter ainsi les adhérences au ligament vocal ;
- Réaliser un effet hémostatique ;
- Diminuer les effets thermiques du laser CO₂ sur le ligament vocal ;
- Faciliter la visualisation de la lésion et sa dissection ;
- Médialiser la corde vocale, et réaliser une alternative à la vestibulectomie ;
- Evaluer le degré d'adhérence de la muqueuse au ligament vocal ;

Le traitement du CIS glottique reste controversé. La chirurgie radicale à type de laryngéctomie partielle verticale n'est plus recommandée en première intention par la plupart des auteurs. Les cas rapportés par la littérature sont aujourd'hui anecdotiques. Deux attitudes thérapeutiques s'opposent actuellement : une chirurgie minimaliste par voie endoscopique et la radiothérapie externe.

L'atteinte de la commissure antérieure est pour plusieurs auteurs une contre indication à la microchirurgie par voie endoscopique pour les carcinomes épidermoïdes infiltrants. L'atteinte de la commissure antérieure

ne serait pas une contre indication absolue à la réalisation d'un traitement par chirurgie endoscopique dans le cadre du CIS glottique. La commissure antérieure pose un problème d'exposition en laryngoscopie directe, pouvant être surmonté par différents moyens :

- ✓ une position adéquate du patient en position de Boyce-Jakson avec flexion du cou sur le thorax et extension de la tête ;
- ✓ L'utilisation de laryngoscope adapté au patient ;
- ✓ La réalisation d'une contre pression externe par la main de l'opérateur ou un ruban adhésif appuyant sur le cartilage cricoïde ;
- ✓ La résection de la partie antérieure des bandes ventriculaires ;
- ✓ L'utilisation d'optique à 30° et 70° ;

Lorsque la commissure antérieure reste malgré tout inaccessible, la plupart des auteurs préconisent la réalisation d'une radiothérapie ;

Au total le traitement initial des CIS du plan glottique avec hydrosection première par voie endoscopique puis cordectomie au laser CO2 de type I à plusieurs intérêt :

- ✓ Permet une analyse histopathologique complète de la pièce d'exérèse avec études des berges ;
- ✓ Permet une exérèse complète de la lésion ;
- ✓ Permet d'éliminer un carcinome épidermoïde infiltrant ;
- ✓ Réalise le traitement du CIS dans le même temps opératoire ;

- ✓ Permet d'obtenir un bon résultat vocal ;
- ✓ En cas d'échec local sous le mode de CIS ou infiltrant, toutes les options thérapeutiques restent possibles.

Le traitement initial du CIS glottique par voie endoscopique avec hydrosection puis cordectomie au laser CO2 de type I ou II est ,selon De Monès, contre indiqué quand le larynx est difficilement exposable ou en cas de mauvaise visualisation de l'ensemble de la surface glottique et de la commissure antérieure. En présence d'une adhérence entre la muqueuse cordale et le ligament vocal, il faut suspecter un carcinome épidermoïde infiltrant, la cordectomie de type I ou II est alors insuffisante.

Les résultats du traitement du CIS glottique par voie endoscopique rapportés dans la littérature sont présentés dans le tableau 2

Le risque d'échec local et de seconde localisation impose une surveillance régulière. Il n'existe pas de consensus concernant les modalités de cette surveillance. Tous les auteurs s'accordent sur son caractère indispensable. DAMM a préconisé une laryngoscopie directe sous anesthésie générale systématique à 12 semaines avec biopsies multiples. ROTHFIELD a proposé une évaluation clinique avec nasofibro-laryngoscopie à 6 semaines suivie d'une laryngoscopie directe en cas de doute, et une surveillance clinique tous les trois mois puis semestrielle.

Selon DE MONÈS (26), en cas de suspicion de récurrence ou en présence d'une lésion leucoplasique, il est préférable de pratiquer une hydrodissection première avec une nouvelle cordectomie de type I dans le

but d'éviter une encoche cordale. La récurrence d'un CIS glottique peut être à nouveau traitée par voie endoscopique, comme l'ont montré DAMM et McGUIRT (23).

La place du laser dans le traitement des dysplasies laryngées semble s'être considérablement précisée durant cette dernière décennie.

Il n'est pas l'utile miracle, qui par destruction des lésions dysplasiques, entraînera une restitutio ad integrum et l'absence de dégénérescence.

La nécessité de l'analyse histologique de toute la lésion dysplasique est un impératif : les micro-instruments gardent pour cela toute leur place, même si le laser permet en cas de lésion importante un geste plus précis, plus conservateur, car moins hémorragique. Il permet la destruction macroscopique de toute lésion dysplasique et par là même peut être une moindre évolution vers le carcinome invasif.

Auteurs dates	N	recul min (mois)	technique chirurgicale	contrôle local initial %N	contrôle local final	échecs CIS %N	échec CINV %N	traitement de rattrapage	
									%LT
Damm et al, 1986-1995	29 24 uni 5bilat	24	21 type I 8 type II	86% (23/29)	100%	17% (4/24)	0	laser	0
Mc Guirt et al 1984-1989	12 7 bilat 5 bilat	10	type I + vaporisation	67% (8/12)	100%	33% (4/12)	0	laser	0
Myssiorek et al 1975-1991	29	12	laser ou décortication	72% (21/29)	96%	10% (3/29)	17% (5/29)	5 Rthx 1 LP 1 LT 1 inop	
Zeitels 1991-1994	7	25	type I	71% (5/7)	100%	0	29% (2/7)	1 laser 1Rthx	0
Moreau 1988-1996	26	NP	type I	100%	100%	29% (1/26)	0	laser	
Maran et al 1966-1982	23	60	type I	91% (21/23)	100%	0	8% (2/23)	1 Rthx 1 LT	4%
Le et al 1958-1998	15	50 % plus	typel	60% (9/15)	100%	20% (3/15)	20% (3/15)	5 Rthx 1 LT	7%
	11	de 60 mois	type III	72% (8/11)	100%	0	27% (3/11)	2 Rthx + LT 1 LT	27%
De Monès et al 1990-1999	12 10 unil 1 bilat 1 CA	20	9 type I 2 type II 1 type I + II	75% (9/12)	100%	17% (2/12)	8% (1/12)	2 laser 1 LP	0

Tableau 2 : Résultats du traitement du CIS rapportés à travers la littérature. (26)



Figure 35 : hyperkératose. (132)



Figure 36 : lésions dysplasiques. (24)

IV- LE CANCER DU LARYNX : (3, 15, 18, 22, 23, 40, 41, 55, 58, 63, 67, 69, 70, 75, 76, 80, 81, 83, 89, 92, 99, 106, 109, 121, 114, 121, 123, 124, 129)

Le traitement par voie endoscopique de certaines formes limitées de cancer de la corde vocale n'est pas récent puisque dès 1886, FRAENKEL apporte des cas de guérison par cette technique. De courtes séries seront présentées par LYNCH (1920), NEW et DORTON (1941), LEJEUNE (1949), LILLIE et De SANTO (1973). Ce pendant, l'apparition du laser en 1972 avec STRONG et JAKO a permis le développement de cette méthode.

Cancer du larynx :

Ce cancer s'observe essentiellement chez l'homme (95% des cas) entre 45 et 70 ans. Il est rare avant 40 ans et exceptionnel chez l'enfant (il s'agit surtout de tumeurs embryonnaires). Son incidence augmente progressivement chez l'adulte jeune et chez la femme, surtout en milieu urbain.

Le facteur essentiel de la cancérogenèse laryngée est le tabac souvent associé à un abus de boissons alcoolisées. Certaines expositions professionnelles (amiante, acide sulfurique...) semblent être également incriminées dans l'apparition de ces cancers.

Les signes d'appel sont classiquement la dysphonie, la dysphagie, la dyspnée. Ils sont plus au moins présents selon le point de départ et l'évolution de la tumeur. Le cancer dont le diagnostic est le plus précoce est celui de la corde vocale où la dysphonie lorsqu'elle persiste, amène le

patient à consulter plus tôt et le volume tumoral est souvent moindre. Les cancers sus-glottique et plus particulièrement de la margelle laryngée sont de diagnostic plus tardif. Ces signes cliniques peuvent être complétés par une toux sèche, irritative et persistante, plus rarement des crachats hémoptoïques attirent l'attention et vont amener à consulter.

L'examen clinique est dominé par la laryngoscopie mais l'examen cervical a toute sa place. L'examen doit toujours comprendre celui de la cavité buccale, de l'oropharynx et du cou. Il évalue la lésion, la mobilité des cordes vocales et des aryténoïdes, mais il cherche également d'autres lésions suspectes au niveau des VADS et enfin comprend toujours la palpation des aires ganglionnaires. Le bilan d'extension repose sur une endoscopie minutieuse et une imagerie en coupes de qualité.

La classification internationale, actuellement en cours est celle de l'union internationale contre le cancer (UICC) version 2002, reportée dans le tableau 3:

Etage sus-glottique	Etage glottique	Etage sous glottique
T1:tumeur limitée à une sous-localisation de l'étage sus-glottique avec mobilité normale des cordes vocales	T1 : tumeur limitée à une sous-localisation de l'étage sus-glottique avec mobilité normale des cordes vocales	T1 : tumeur limitée à la sous glotte
T2 : tumeur envahissant plus d'une sous-localisation de l'étage sus-glottique ou glottique ou extraglottique sans fixité du larynx	T2 : tumeur envahissant plus d'une sous-localisation de l'étage sus-glottique ou glottique ou extraglottique sans fixité du larynx	T2 : tumeur étendue au plan glottique avec mobilité normale ou diminuée
T3 : tumeur limitée au larynx avec fixité glottique et /ou envahissement de la région rétrocricoïdienne, de la loge préépiglottique, de l'espace paraglottique et /ou érosion minime du cartilage thyroïde	T3 : tumeur limitée au larynx avec fixité glottique et /ou envahissement de la région rétrocricoïdienne, de la loge préépiglottique, de l'espace paraglottique et /ou érosion minime du cartilage thyroïde	T3 : tumeur limitée au larynx avec fixation glottique
T4a : tumeur envahissant à travers le cartilage thyroïde et /ou envahissant des structures extralaryngées : trachée, tissu mou du cou, les muscles sous	T4a : tumeur envahissant à travers le cartilage thyroïde et /ou envahissant des structures extralaryngées : trachée, tissu mou du cou, les muscles sous	T4a : tumeur envahissant à travers le cartilage thyroïde et /ou envahissant des structures extralaryngées : trachée, tissu mou du cou, les muscles sous

hyoïdiens, la glande thyroïde, l'œsophage.	hyoïdiens, la glande thyroïde, l'œsophage.	hyoïdiens, la glande thyroïde, l'œsophage.
T4b : tumeur envahissant l'espace prévertébral, les structures médiastinales ou atteignant la carotide interne.	T4b : tumeur envahissant l'espace prévertébral, les structures médiastinales ou atteignant la carotide interne.	T4b : tumeur envahissant l'espace prévertébral, les structures médiastinales ou atteignant la carotide interne.

N0	Pas de signes d'atteinte des ganglions lymphatiques régionaux
N1	Métastase dans un seul ganglion lymphatique homolatérale > 3cm dans son plus grand diamètre
N2	Métastase unique dans un seul ganglion lymphatique homolatéral > 3cm et < ou = 6cm dans son plus grand diamètre ou métastases ganglionnaires homolatérales multiples toutes < ou = 6cm
N2a	Métastase dans un seul ganglion lymphatique > 3cm mais < ou = 6cm
N2b	Métastases homolatérales multiples toutes < ou = 6cm
N2c	Métastases bilatérales ou controlatérales < ou = 6cm
N3	Métastase dans un ganglion lymphatique > 6cm dans son plus grand diamètre

M0	Pas de signes de métastase à distance
M1	Présence de métastases à distance

Tableau 3 : Classification internationale du cancer laryngé

Il existe de multiples techniques chirurgicales partielles et radicales qui permettent d'adapter l'exérèse à chaque type d'extension locale. La chirurgie endoscopique au laser a acquis une place incontestable dans le traitement des cancers laryngés. La radiothérapie transcutanée est une alternative pour les tumeurs très limitées et bourgeonnantes, sa place dans le traitement des formes plus avancées évoluant avec l'apparition de nouvelles modalités techniques et l'association à la chimiothérapie, notamment dans les stratégies de préservation laryngée.

Chirurgie endoscopique au laser :

La chirurgie endoscopique repose essentiellement sur le laser CO₂, utilisé avec une focale 340 ou 400. La puissance utilisée est habituellement de 10 à 15 watts.

Chirurgie endoscopique des cordes vocales : De nombreux auteurs ont publié leurs résultats et ont permis le développement de cette chirurgie. La cordectomie est la principale indication de chirurgie endoscopique, à la fois parce qu'il s'agit de la plus classique mais également parce que les tumeurs sont de plus petite taille puisque de diagnostic plus précoce. Enfin, anatomiquement, les cordes vocales sont dans un plan pratiquement perpendiculaire aux instruments et au rayon laser, ce qui constitue la situation idéale pour la réalisation du geste chirurgical. La ou plutôt les cordectomies endoscopiques constituent en l'exérèse de tout ou partie de la ou des cordes vocales avec la tumeur. En 2000, l'european laryngological society (ELS) publiait la classification des cordectomies qui a permis de parfaitement codifier le type de résection. Cette classification est la plus

utilisée et permet de parler un langage commun et de comparer les résultats avec d'autres équipes et d'autres techniques chirurgicales. La réalisation d'une cordectomie endoscopique doit toujours permettre une exérèse chirurgicale en zone saine et une analyse de la pièce opératoire comme pour toute autre technique. L'exposition doit être parfaite et débute, si nécessaire, avec la résection du pli ventriculaire homolatéral à la tumeur glottique pour favoriser l'exposition de la lésion. Les indications se résument aux tumeurs des cordes vocales dont l'exérèse peut être faite en totalité par cette voie. Le pourcentage de succès relevé dans la littérature est important. Il varie entre 85% et 95% suivant les auteurs (58). Il n'est pas différent des résultats obtenus par les méthodes classiques radiothérapie ou chirurgie par voie externe.

Type I	Corpectomie sous-épithéliale
Type II	Corpectomie sous-ligamentaire
Type III	Corpectomie transmusculaire
Type IV	Corpectomie totale
Type Va	Corpectomie étendue à la commissure antérieure et à la corde controlatérale
Type Vb	Corpectomie étendue à l'aryténoïde
Type Vc	Corpectomie étendue à la sous glotte
Type Vd	Corpectomie étendue au ventricule

**Tableau 4 : classification des corpectomies par voie endoscopique
(ELS)**

1. L'atteinte de la commissure antérieure contre indique classiquement l'emploi du laser (81). En effet la tumeur est très proche du cartilage. L'exérèse est difficile du fait de l'hémorragie. Les résultats vocaux sont mauvais car l'on n'évite pas une volumineuse palmure antérieure. On peut cependant nuancer cette contre indication. On découvre parfois des formes superficielles d'atteinte de la commissure antérieure avec simple participation de la muqueuse. Ces formes sont souples au palper, bien visibles à l'endoscopie avec optique à 70°. Dans ces formes superficielles, survenant après un échec de chirurgie ou radiothérapie, le laser peut être discuté pour éviter une laryngectomie totale.

2. La laryngectomie supraglottique endoscopique au laser CO₂ :

Il ne s'agit pas d'opposer cette technique mais de la rendre complémentaire des interventions par voie externe.

Selon REMACLE (89), si on ne cerne pas bien les contours de la lésion par voie endoscopique, il vaut mieux y renoncer au profit de la voie externe. La qualité du matériel endoscopique est donc de la première importance. La sélection s'effectue en fonction de la classification TNM, de la qualité d'exposition endoscopique et aussi en fonction de l'aspect clinique de la lésion.

On peut se demander pourquoi opérer la tumeur primitive par voie endoscopique et les aires ganglionnaires cervicales par voie externe. La réponse est dans la simplicité des suites opératoires : absence de

trachéotomie, reprise rapide de la déglutition, séjour bref à l'hôpital. En effet, en opérant la tumeur primitive par voie endoscopique, on respecte les muscles sous hyoïdiens ainsi que les mouvements d'ascension et de descente du larynx lors de la déglutition.

BRONDBO et BENNINGER (15) confirment que la récurrence et la mortalité après un traitement chirurgical au laser CO₂ des tumeurs glottiques, chez 118 patients, sont comparables voire meilleurs que ceux rapportés après radiothérapie. Ces résultats sont comparables à ceux publiés par DAMM (23) et MOREAU (67).

Le tableau 5 montre le résultat du traitement laser de 447 patients retrouvés dans la littérature (STEINER, MOTTA...). Cette série objective 90% de contrôle local et 10 % d'échec.

Auteur	Nombre de cas	Nombre de récurrence
Steiner	96	7
Hoefler	12	1
blakeslee	73	9
Ossof	25	1
Wetmore	15	3
Frèche	88	9
Elner	18	3
Rudert	31	3
Piquet	26	2
Motta	93	9
total	477	47

Tableau 5: résultats du laser sur les cancers T₁ de la corde vocale (80)

Les indications thérapeutiques des cancers glottiques et sus-glottiques sont reportées dans les tableaux suivants :

T1	Radiothérapie Chirurgie par voie endoscopique au laser CO ₂ Chirurgie par voie externe (cordectomie, laryngectomie)
T2	Chirurgie par voie externe et curage uni- ou bilatéral
T3	Préservation laryngée Chirurgie par voie externe et curage uni ou bilatéral
T4	Laryngectomie totale et curage uni ou bilatéral Radiothérapie et /ou chimiothérapie si inopérable

Tableau 6: indications thérapeutiques pour les cancers glottiques

T1	Radiothérapie Chirurgie par voie endoscopique au laser CO ₂ Chirurgie par voie externe
T2	Chirurgie par voie externe et curage cervical bilatéral
T3	Préservation laryngée Chirurgie et curage cervical bilatéral
T4	Laryngectomie totale et curage cervical bilatéral Radiothérapie et /ou chimiothérapie si inopérable

Tableau 7: indications thérapeutiques pour les cancers sus-glottique

Le laser rend des services en carcinologie laryngée mais il ne s'agit que d'un instrument qui facilite l'intervention. La chirurgie endoscopique du cancer nécessite une grande expérience et une grande dextérité ; elle est beaucoup plus difficile à réaliser qu'une chirurgie réglée par voie externe, ce qui limite ses indications.



Figure 37 : Carcinome épidermoïde (24)



Figure 38 : Carcinome de la corde vocale droite étendu à la commissure antérieure (132)



Figure 39 : Cancer de la zone droite des trois replis. (132)



Figure 40 : Tumeur de la corde vocale droite.

V- DESOBSTRUCTION LARYNGEE AU LASER CO₂ : (14, 55, 59, 95)

Avant l'utilisation du laser CO₂, les seules possibilités thérapeutiques devant une dyspnée laryngée par cancer obstructif du larynx étaient la trachéotomie en urgence pratiquée à distance de la tumeur ou la laryngectomie totale en urgence. La trachéotomie d'attente avait plusieurs inconvénients : elle augmentait la fréquence de survenue de récidives péristomales et aggravait la morbidité de la laryngectomie réalisée secondairement. Certains cancers sous glottiques étendus à la trachée ne permettant pas la réalisation d'une trachéotomie à distance de la tumeur. La laryngectomie totale en urgence était généralement pratiquée après un bilan d'extension locorégional limité et un bilan préopératoire insuffisant.

Technique opératoire :

La désobstruction laryngée au laser doit toujours être réalisée par un opérateur entraîné, possédant une grande expérience de la chirurgie endoscopique au laser, afin de réduire au maximum le risque de complications.

Cette désobstruction se pratique en vaporisation et non en section. La vaporisation est effectuée à une puissance élevée avec un spot défocalisé pour augmenter l'effet de vaporisation.

Le choix de la puissance dépend aussi du degré de l'obstruction laryngée. Une tumeur volumineuse obstruant massivement la filière nécessite une puissance plus élevée qu'une tumeur peu obstructive. Il est

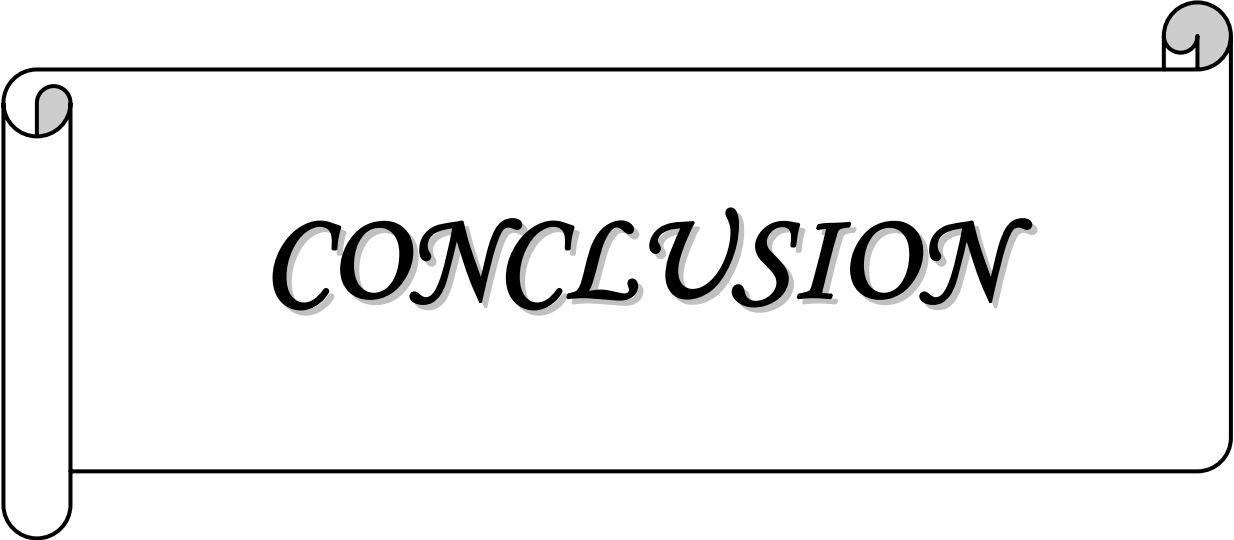
recommandé de commencer par des puissances relativement faibles, de l'ordre de 5 à 10 watts, pour évaluer l'effet de la vaporisation sur les tissus. La puissance est ensuite augmentée selon les besoins. Elle ne dépasse pas, en règle, 20 watts. Elle peut atteindre 30 à 40 watts si l'obstruction laryngée doit être levée rapidement pour faciliter le retour gazeux ou pour permettre de changer le mode de ventilation. L'utilisation de puissances élevées nécessite une vigilance particulière pour éviter le risque de complications. On utilise habituellement le mode continu pour ne pas allonger le temps de l'intervention.

Les instruments sont ceux de toute microchirurgie laryngée au laser CO₂, l'utilisation d'une aspiration puissante et de filtres spécifiques est conseillée.

Si cette technique est utilisée par de nombreuses équipes, peu d'études en ont été publiées dans la littérature, et les études publiées portent le plus souvent sur un nombre limité de patients. Pour LACCOURREYE (55), elle permettrait d'obtenir un taux de succès global de 92,8% en première intention et de 87,5% en palliatif après échec du traitement initial dans les cancers de l'endolarynx. Ces résultats sont retrouvés par d'autres auteurs.

La désobstruction laryngée au laser est indiquée pour toute tumeur obstructive du larynx. Elle peut être réalisée en urgence en présence d'une dyspnée laryngée, mais elle peut aussi être réalisée à titre préventif en l'absence de dyspnée, si la filière respiratoire apparaît étroite, de façon à pouvoir compléter le bilan d'extension sans risquer l'apparition de la dyspnée.

Au total, la désobstruction laryngée au laser CO₂ constitue une alternative intéressante à la trachéotomie réalisée en urgence pour les patients porteurs d'un cancer obstructif du larynx avant réalisation du traitement carcinologique. Elle a pour avantage de permettre la réalisation d'un bilan d'extension complet avec une fonction respiratoire satisfaisante. Elle ne compromet pas le traitement ultérieur et a en outre pour avantage de pouvoir être répétée si nécessaire. En effet, la trachéotomie d'attente aggrave la morbidité de la laryngectomie réalisée secondairement : elle favorise l'infection du site opératoire, augmente le risque de désunion de la suture pharyngée et augmente la fréquence de survenue des récidives péristomales. Elle permet en outre une meilleure préparation du patient tant sur le plan nutritionnel que sur le plan psychologique, et une meilleure information du patient des modalités thérapeutiques et de ses conséquences potentielles. La désobstruction laryngée au laser est également intéressante après échec du traitement initial, dans le cadre d'un traitement palliatif, offrant une meilleure qualité de vie que la trachéotomie.



CONCLUSION

Le laser, dont les principes fondamentaux ont été énoncés par EINSTEIN en 1917 est devenu aujourd'hui un instrument incontournable en chirurgie. Sa première application en O.R.L. remonte à 1968, date à laquelle JAKO l'utilisa pour la première fois, et à titre expérimente, dans un larynx de chien. Peu de temps après, le laser était appliqué avec succès chez l'homme. Depuis, l'évolution des technologies en a fait un instrument d'une haute précision pouvant aussi bien couper que coaguler ou vaporiser.

L'avènement du laser en laryngologie et en phonochirurgie en particulier, a fait profiter le chirurgien et le patient des nombreux avantages de cette technique :

- La précision et la finesse de la coupe, l'hémostase parfaite et la vaporisation exacte de la lésion offrent un confort indéniable pour l'opérateur.
- L'absence d'œdème post-opératoire, et donc le minimum de douleur, ainsi que la cicatrisation rapide sont très appréciés par le patient.

Les indications du laser en laryngologie se sont précisées par rapport à celles de la microchirurgie traditionnelle grâce à une analyse objective et comparative des résultats publiés pour les deux techniques.

Dans ce travail nous avons essayé de clarifier la place réelle du laser en laryngologie.

RESUMES

RESUME

Le mot laser est défini comme étant une amplification de lumière par émission stimulée de radiations.

Le rayonnement laser est un faisceau monochromatique, cohérent, unidirectionnel et intense

Dans ce travail, nous avons évoqué les différentes interactions entre un faisceau laser et les tissus vivant tout en insistant plus particulièrement sur les effets thermiques qui sont les plus utilisés et recherchés en chirurgie. Outre ces derniers, nous avons distingué des effets mécaniques, photoablatifs et photodynamiques.

Il existe plusieurs types de laser dont les plus utilisés en laryngologie sont le laser CO₂ et le laser KTP. Le laser CO₂ est peu hémostatique avec faible pénétrance tissulaire et faible nécrose péri lésionnelle. Le laser KTP est caractérisé par un effet très coagulant, un retard de cicatrisation et une meilleure maniabilité grâce à l'utilisation des fibres optiques.

Ce travail nous a permis de présenter l'expérience de la clinique spécialisée FARABI de Casablanca en matière de microchirurgie laryngée au laser à propos de 282 cas.

Nous avons tenté dans ce travail d'étudier présenter les principales applications du laser en laryngologie aussi bien pour les lésions bénignes

(kyste, laryngocèle, cordite vasculaire, œdème de REINKE, sulcus glottidis, granulome, sténose laryngée, paralysie laryngée, laryngite chronique, laryngomalacie, nodule, polype, papillomatose, amylose et angiome sous glottique) les lésions pré- cancéreuses, cancer in situ et cancer laryngé.

SUMMARY

The word “laser” is defined as the amplification of light through the stimulated emission of radiations.

Laser radiance is a coherent, unidirectional and intense monochromatic light-beam.

In this study, we touched upon the different interactions between a laser beam and live tissue, mainly emphasizing the thermal effects commonly used in surgery. Furthermore, we distinguished between mechanical, photo-ablative and photodynamic effects.

Of the different types of laser, the ones mostly used in laryngology are CO₂ and KTP Laser. CO₂ laser is somewhat haemostatic with a weak tissue penetration and a weak circum lesion necrosis. KTP is characterized by having a coagulate healing effect and better manageability due to the usage of optic fibers.

This study also allowed us to present the Casablanca-based and specialized ALFARABI health center’s experience in laryngeal laser microsurgery on 282 cases.

In this experiment, we attempted at studying the principal applications of laryngological laser for both benign lesions (cyst, vascular cordite, Reinke’s edema, sulcus glottidis, granuloma, laryngeal stenosis, laryngeal paralysis, chronic laryngitis, laryngomalacy, nodule, polyp,

papillomatose, laryngeal amylose and subglottic heamangioma) pre-cancer lesions, cancer in situ, laryngeal cancer and laryngeal extrication by CO₂ laser.

ملخص

تعرف كلمة لآزر بأنها تضخيم للضوء بالقذف المنبه لها إشعاعات.

إن إشعاع لآزر هو حزمة ضوئية متجانسة، قوية و ذات اتجاه و لون واحد.

تطرقنا خلال هذا البحث لعدد من التفاعلات التي تحصل بين اللآزر و الأنسجة الحية وركزنا خصوصا على لتأثيرات الحرارية المطلوبة و المستعملة كثيرا في الجراحة.

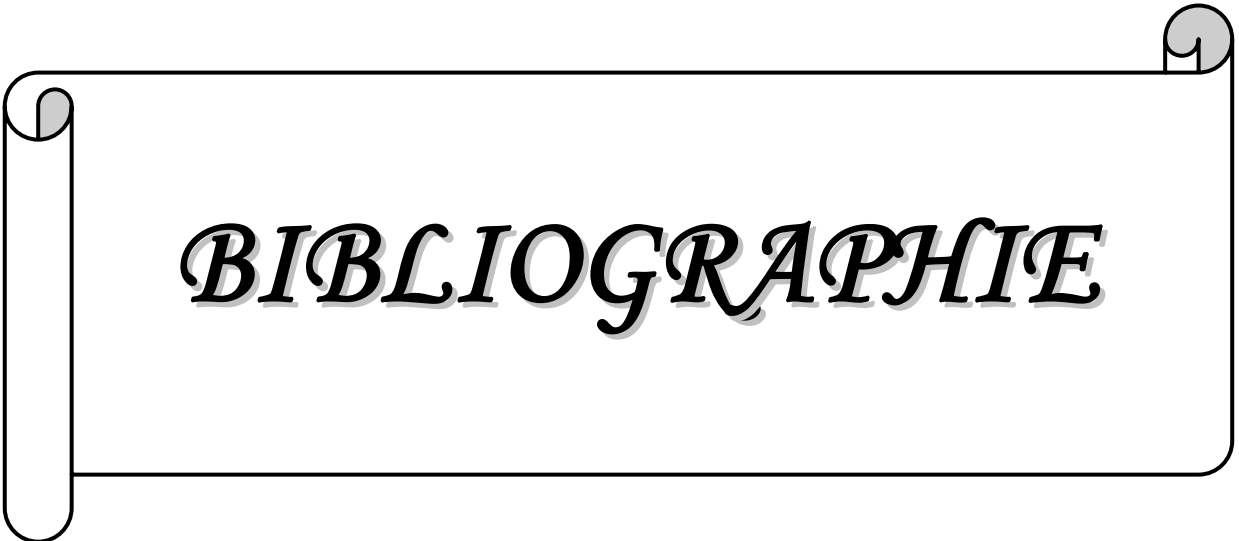
إضافة إلى ذلك، ميزنا بين التأثيرات الميكانيكية و باقي التأثيرات الديناميكية والإستئصالية.

توجد أنواع كثيرة من اللآزر. الصنفين الأكثر استعمالا منها في طب الحنجرة هما لآزر ثاني أوكسيد الكربون و لآزر KTP.

إن لآزر ثاني أوكسيد الكربون هو أقل فعالية في إيقاف النزيف و ذو اختراق أقل للأنسجة. بينما لآزر KTP هو أكثر فعالية في إيقاف النزيف و هو عملي أكثر حيث أنه يستخدم الألياف الضوئية.

لقد مكنا هذا البحث من تسليط الضوء على تجربة مصحة الفرابي المتواجدة بالدار البيضاء و المتخصصة في الجراحة الأنف، الأذن و الحنجرة بتقنية اللآزر. و خصت هذه التجربة 282 حالة.

حاولنا كذلك دراسة أهم ميادين تطبيق تقنية اللآزر في طب الحنجرة التي تخص الإصابات الحليمة و كذلك الإصابات الخبيثة.



BIBLIOGRAPHIE

1. **ABITBOL J**
Attitudes thérapeutiques laser sur les granulomes et les synéchies postérieures.
JFORL vol.33, n° 8, 1984
 2. **ADABI A**
Sténoses laryngo-trachéales
Thèse en médecine, faculté de médecine de Casablanca, n° 180, 2000
 3. **ALTUNA X, ZULUETA A, ALGOBA J**
CO2 laser cordectomy as a day-case procedure
The journal of laryngol otol, 2005, vol 119: 770- 773
 4. **AKATA T, NODA Y, TAKAHASHI S**
Effects of changes in frequency and inspiratory time on arterial oxygenation and CO₂ elimination during high-frequency jet ventilation in a child with laryngotracheal papillomata.
Acta anesthesiol scand 2001, 45: 790- 792
 5. **BABIN E, LEMARCHAND V, COMOZ F, EDY E**
Laryngites chroniques de l'adulte.
EMC-Oto-Rhino-laryngologie 2 (2005): 420-431
 6. **BAER G**
Complications and technical aspects of jet ventilation for endolaryngeal procedures.
Acta anesthesiol scand 2000; 44: 1273- 1274
 7. **BELHAMA S**
Place du laser en ORL.
Thèse en médecine, faculté de médecine de Casablanca 2004, n° 360
 8. **BENNINGER M S**
Microdissection or microspot CO₂ laser for limited vocal fold benign lesions: a prospective randomized trial.
Laryngoscope vol 110 (2 part 2) suppl. 92, 2000, p:1
-

9. **BITAR MA, MOUKARBEL R, ZAIZAL G**
Management of congenital subglottic hemangioma : trends and success over the past 17 years
Otolaryngol Head and Neck Surg, 2005, vol. 132, n°2 :226- 31

 10. **BIZAKIS J K, PAPADAKIS, KARATZANIS A D, SKOULAKIS, KYRMIZAKIS, HAJICOANNOU, HELIDONIS.**
The combined endoscopic CO2 laser posterior cordectomy and total arytenoidectomy for treatment of bilateral vocal cord paralysis.
Clinical Otolaryngol and Allied sciences vol. 29 issue 1: 51, February 2004

 11. **BOUSSOFARA M, CHEBBI A, BOUSSOFARA G, BRACO D, RAVUSSIN P, LADGHAM A**
Notre expérience à propos de la ventilation conventionnelle dans la chirurgie ORL au laser CO₂.
La Tunisie médicale, vol 76, n° 11, 1998, p : 384-388

 12. **BOURGAIN J L, DERUENNES E**
Endoscopie des voies aériennes supérieures de l'adulte.
Anesthésie réanimation de la tête et du cou, tome I, Troisième partie, p : 235- 242 ; Edition ARNETTE

 13. **BOURGAIN J L, HENTGEN E**
Anesthésie pour chirurgie carcinologique cervico-faciale
Anesthésie réanimation en chirurgie de la tête et du cou, tome I
Troisième partie, p : 265 –274 ; Edition ARNETTE

 14. **BRASNU D**
Désobstruction laryngée au laser CO₂.
Traité de techniques chirurgicales tête et cou, 46- 375, 1993

 15. **BRONDBO KJELL, BENNINGER M S.**
Laser resection of T1a glottic carcinomas: Results and postoperative voice quality.
Acta. Otolaryngol. 2004, 124: 976- 979
-

16. **CEA IDCON – site internet du CEA**
Le laser: un concentré de lumière.
www.cea.fr/fiches/laser/somlaser.html

 17. **COLLÈGE DES AGRÉGÉS D'ORL ET CCF DES HOPITAUX DE PARIS**
Le larynx de l'enfant.
La lettre d'oto-rhinolaryngologie et chirurgie cervico-facial n°229 mai 1997

 18. **CANTANTOPOULOS D, KOULTINIOS K, PANTAZIS D, PARASPYROU S**
Chirurgie endoscopique par laser CO2 du cancer glottique précoce des cordes vocales.
Les cahiers d'ORL tome XXXII n° 1, p : 56-59

 19. **COULOMBEAU B, PEROUSE R, BOUCHAYER M, CORNUT G**
Principe de la prise en charge et du suivi post-opératoire en phonochirurgie.
Rev laryngol oto rhinol 2002, 123, 5 : 325-328

 20. **COTTON RT**
Pediatric laryngotracheal stenosis
J Ped. Surg., 1984, p : 699 – 704

 21. **CROS A M, RAVUSSIN P**
Anesthésie pour chirurgie laryngée au laser CO₂.
Anesthésie réanimation en chirurgie de la tête et du cou, tome I, p : 257-262 Edition ARNETTE

 22. **CSANADY M, ROVO L, JORI J**
Combined use of endoscopic CO₂ laser excision of a marginal laryngeal tumor, radical neck dissection, and perioperative laterofixation of the opposite vocal cord.
Eur Arch Otorhinolaryngol (2000) 257 : 276-278
-

23. **DAMM M, SITTEL S, STREPPPEL M, HANS E**
Transoral CO₂ laser for surgical management of glottic carcinoma in situ
The laryngoscope 110, July 2000, 1215-1221

 24. **De COBIER S, FRESNEL E, FRECHE C**
La voix : la corde vocale et sa pathologie
Collège international de médecine et chirurgie de l'american hospital of Paris.
www.entorl.com

 25. **DEDO HH, SOOY D**
Endoscopic laser repair of posterior glottic, subglottic and tracheal stenosis by division or micro-trap-door flap.
Laryngoscope, 1984, 94 : 445-50

 26. **De MONES.E, HANS.S, HARTL.DM, BRASNU.D**
Microchirurgie par voie endoscopique au laser CO2 des carcinomes in situ glottiques.
Ann. otolaryngol. chir. cervicofac, 2002, 119, 1; 21-30

 27. **De MONES, LAGARDE F, HANS S, MENARD M, LACCOURREY O, BRASNU D**
Mitomycine C : prévention et traitement des synéchies glottiques antérieures.
Ann. Otolaryngol chir. cervicofac, 2004, 124, 4, 224- 234

 28. **DEPIERRAZ B, RAVUSSIN P, CROS A M, MONNIER P**
Anesthésie pour chirurgie endoscopique du larynx et de la région sous-glottique chez l'enfant
Anesthésie réanimation de la tête et du cou, tome I,
Troisième partie, p : 243- 255, Edition ARNETTE.

 29. **DEVIAIAH A, SHAPSHAY M, DESAI U, SHAPIRA G, WEISBERG O, TORRES D,WANG Z**
Surgical utility of a new carbon dioxide laser fiber : functional and histological study
The laryngoscope 115, August 2005
-

30. **DEVESA, MARTNEZ P, GHUFOOR, LOYD K, SIMON, HOWARD.**
Endoscopic CO₂ laser management of laryngocele.
Laryngoscope, vol 112, 8, august 2002: 1426-1430
 31. **ELSHERIEF S, NASSER ELSHEIKH M**
Endoscopic radiosurgical posterior transverse cordotomy for bilateral median vocal fold immobility.
The journal of Laryngol Otol, 2004: 202-206
 32. **FRANÇOIS M,**
Traitement des sténoses glotto-sous-glottiques.
JFORL vol. 44, n°2, 1995, 108- 114
 33. **FRIEDMAN E, HEALY G B, McGILL T**
Carbon dioxid laser management of subglottic and tracheal stenosis
Otolaryngol. Clin. North Am., 1983, 16 : 871-877
 34. **GAILLARD J ; HAGUENAUER J. P, PIGNAL J. L, DUBREUIL. CH, ROMANET.PH, GIGNOUX B**
L'amylose laryngée à propos de 2 cas d'amylose sous-glottique traits par laser.
JFORL vol. 28, 8, October 1979
 35. **GAMACHE F W Jr, MORGELLO S**
The histological effects of the CO₂ versus the KTP laser on the brain and spinal cord : A canine model.
Neurosurgery 1993, 32 : 100-104
 36. **GARABEDIAN E N, ERMYN Y M**
Laser CO₂ en ORL pédiatrique
Rapport de la société française d'ORL et de pathologie cervicofaciale.
Deuxième partie, chapitre VII : 181-207. Editions ARNETTE 1993
 37. **GIOVANNI A, REMACLE M, ROBERT D**
Phonochirurgie des tumeurs bénignes des cordes vocales.
Traité de techniques chirurgicales, tête et cou : 46-350 (2000)
-

- 38. GULLETH Y, SPIRO J**
Percutaneous transtracheal jet ventilation in head and neck surgery.
Arch Otolaryngol Head Neck Surg ; 2005, vol. 131 : 886-890
- 39. HANS S, De MONES E, BICABE B, MENARD M, LACCOURREY O, BRASNU D**
Sténoses sous-glottiques idiopathiques de l'adulte.
Ann Otolaryngol chir. cervicofac 1999, 116: 250- 256
- 40. HANS S, THUMFART W, JUNGEHULSING M, SITTEL C, STENNERT E**
Transoral laser surgery for early glottic carcinoma.
Eur arch otorhinolaryngol 2000, 257: 221- 226
- 41. HAYES M, LEFEBVRE J-L**
What is the role of primary surgery in the treatment of laryngeal and hypolaryngeal cancer?
Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 2000, vol. 126: 285-288
- 42. HEALLY GB, FEARON B, FRENCH R**
The treatment of subglottic hemangioma with the carbon dioxide laser
Laryngoscope, 1980, 90 : 809-813
- 43. HILLEL ALLEND D, BENNINGER M, BLITZER A, CRUMLEY R, FLINT P, KASHIMA H, SANDERS, SCHAEFER S**
Evaluation and management of bilateral vocal cord immobility.
Otolaryngol Head and Neck surgery, December 1999
- 44. HOLINGER L D**
Treatment of severe subglottic stenosis without tracheotomy : A preliminary report.
Ann Otol Laryngol, 1982, 91 : 407-412
- 45. HOLLINGER L, KONIOR R**
Surgical management of severe laryngomalacia.
Laryngoscope 99, February 1989 : 136-142
-

- 46. IHRA G, HIEBER C, SCHABERING C, KRAINCUK P, ADEL S, PLOCHL W, ALOY A**
Supralaryngeal tubless combined high frequency jet ventilation for laser surgery of the larynx and trachea.
Br J of anaesthesia 83, 6: 940-942
 - 47. JANDA P, LEUNIG A, SROKA R, BETZ C, RASP G**
Preliminary report of endolaryngeal and endotracheal laser surgery of juvenile-onset recurrent respiratory papillomatosis by nd :YAG laser and a new fiber guidance instrument.
Otolaryngol. Head Neck Surg. 2004, 131: 44- 49
 - 48. KACKER A, APRIL M, WARD R**
Use of potassium titanyl phosphate KTP laser in management of subglottic hemangioma.
Int. J of pediatric otorhinolaryngol, 2001, 59: 15-21
 - 49. KATIN L I, TUCKER J A**
Laser supraarytenoidectomy for laryngomalacia with apnea
Trans Pa Acad. Ophthalmol. Otolaryngol, 1990, 42: 985-988
 - 50. KOUFMAN J A, THOMPSON J N, KOHUT R I**
Endoscopic management of subglottic stenosis with the CO₂ surgical laser.
Otolaryngol. Head Neck Surg, 1981, 89: 215-220
 - 51. KYSER M D, ALY A S, DAVIDSON J M, REINISCH L, OSSOF R H**
Sub ablation effects of the KTP laser on wound healing.
Laser Surg. Med, 1993, 13: 62-71
 - 52. LACAU ST GUILY J, PERIE S, COIFFIER L**
Sténose laryngée de l'adulte
EMC 20-735-A-10, 2003
 - 53. LACAU ST GUILY J, CHEVALIER D, ARNOUX SINDT B, BEUTTER P, DEBRY C, FUGAIN C, GIOVANNI A, KLAP P, LACCOURREYE O, LIORD F**
Paralysies récurrentielles de l'adulte.
Ann. Otolaryngol chir. Cervicofac. 2003, 120, 3: 182-199
-

54. **LACCOUREYE L, PERIE S, MONCEAUX G, ANGELARD B, ST GUILLET L J,**
Taumatismes iatrogènes du larynx et de la trachée
EMC, otolaryngologie, 20- 720-A-30, 1998
55. **LACCOUREYE O, LAWSON G, MUSCATELLO L, BICABE B, LACCOUREYE L, BRASNU D**
Carbon dioxid laser debulking for obstructing endolaryngeal carcinoma: 10 year experience.
Ann. otol rhinol laryngol 1999, 108: 490- 4
56. **LAZRAK A, NAZIH N, ADIB FILALI A, KZDRI M.**
La papillomatose laryngée de l'adulte: actualités à propos de 4 cas
Rev. laryngol. otol. rhinologie 2004, 125, 2: 107-112
57. **LEE S.B.J.P, KUNDU S, SALTO-TELLEZ M, PATH M.R.C**
Plasma cell polyp of the vocal fold.
The journal of Laryngology & Otology, 2000, vol. 114: 646-648
58. **LEFEBVRE J-L, CHEVALIER D**
Cancer du larynx.
EMC- Oto-Rhino-laryngologie 2 (2005) : 432-457
59. **LEONTSINIS TG, McKENZIE K.**
The use of CO₂ laser for airway maintenance in obstructive supraglottic carcinoma.
J R Coll Surg Edinb 1996, 41 : 414-5
60. **MAKEIEFF M, MAURICE N, JAKLIS A, TORREILLES J-L, CRAMPETTE L, GUERRIER B**
Les dysplasies des cordes vocals
Les cahiers d'ORL, tome XXXI, n° 3: 189- 201
61. **MARLIER F, MAKEIEFF M, GRESILLON N, CRAMPETTE L, GUERRIER B**
Laryngomucocèles et laryngectomies subtotales reconstructives de type CHEP
Ann. Otolaryngol. chir. cervicofac., 2001, 118, 2: 110-114
-

62. **MARTINE F**
Papillomatose laryngée.
EMC, Oto-rhino-laryngologie, 20-705-A-10
63. **MASATOCHI H, HIROOMI T, KAZUO Y, KATUhide I, MEIJIN N, TOMOHIRO M, MAKITO O**
Clinical study of T1a glottic-type cancer
Acta otolaryngol 2002, suppl. 547: 67-71
64. **MERROT O, FAYOUX P, VACHIN F, CHEVALIER D, DESAULTY A**
Prise en charge chirurgicale des laryngomalacies sévères
Ann Otolaryngol chir cervicofac, 2004, 121, 1: 14-21
65. **MIKKELSEN P G**
Laryngeal papillomatosis with airway obstruction in an infant
Acta anesthesiol scand 2001, 45: 645- 648
66. **MIHASHI S, JAKO G J, INCZE J, STRONG M S, VAUGHAN C W**
Laser surgery in Otolaryngology : interaction of CO2 laser and soft tissue.
Ann N Y Acad Sci, 1979, 263- 294
67. **MOREAU, PIERRE R**
Treatment of laryngeal carcinomas by laser endoscopic microsurgery.
Laryngoscope, 110, 6, June 2000, 1000-1006
68. **MOTTA G, SALZANO F, STAIBANO S**
CO₂ laser treatment of laryngeal amyloidosis.
The journal of laryngol otol, 2003, vol. 117: 647- 650
69. **MOTTA G, ESPOSITO E, CASSIANO B**
Le laser CO2 dans les carcinomes cordaux.
Les cahiers d'ORL tome XXXII n° 1
70. **MYSSIOREK D, VAMBUTAS A, ABRANSON A L**
Carcinoma in situ of the glottic larynx.
Laryngoscope 104, April 1994: 463- 467
-

71. **NARCY P, CONTENCIN P, BOBIN S, MANACH Y**
Treatment of infantile subglottic hemangioma : A report of 49 cases.
Int J Pediat Otolaryngol, 1985, 9 : 157- 164
72. **NICOLLAS R, GIOVANNI A, BONNERU J J, MARTI J Y, GEIGLE P, TRIGLIA J M**
Le laser KTP dans les voies aériennes supérieures de l'enfant
Ann. Otolaryngol chir. cervicofac 1998, 115: 54-58
73. **NICOLLAS R**
Le laser en laryngologie infantile.
Thèse en médecine, faculté de médecine de Marseille 1996
74. **OUAZZANI FZ**
Le laser CO₂ en ORL.
Thèse en médecine, faculté de médecine de Casablanca, 1993, n° 63
75. **PERETTI G, CAPIELLO J, NICOLAI P, SMUSSI C, ANTONELLI A R**
Endoscopic laser excisional biopsy for selected glottic carcinomas
Laryngoscope, 104, October 1994, 1276-1279
76. **PERETTI G, NICOLAI P, LUCA OSCAR REDAELLIDE ZINNIS, BERLUCCHI M, BAZZANA T, BERTONI F, ANTONELLI A R**
Endoscopic CO₂ laser excision for Tis, T1 and T2 glottic carcinomas: cure rate and pronostic factors
Otolaryngology Head and Neck surgery vol. 123, n°1 part 1
77. **PÉRIÉ S, MOINE A, LACAU ST GUILY J**
Tumeurs bénignes du larynx
EMC- Oto-Rhino-laryngologie, 20-700-A-10, 1996
78. **PEYTRAL C, GIOVANNI A, FRECHE CH**
Laser CO₂ en pathologie laryngée bénigne.
Le laser en ORL: Rapport de la société française d'ORL et de pathologie cervico-faciale, deuxième partie, chapitre I: 87 – 107, Edition ARNETTE 1993
-

- 79. PIGNAT J.C, HAGUENAUER J.P**
Laser CO₂ dans la paralysie des dilatateurs
Le laser en ORL: Rapport de la société française d'ORL et de pathologie cervico-faciale, deuxième partie, chapitre II: 113- 115, Edition ARNETTE 1993
- 80. PIQUET J**
Laser et cancer
La laser en ORL : Rapport de la société française d'ORL et de pathologie cervico-faciale, deuxième partie, chapitre II: 131- 141, Edition ARNETTE 1993
- 81. PIQUET J, CHEVALIER D, KUGLER-THILL C**
Laser et cancer du larynx
JFORL vol 43, n°4: 261-264, 1994
- 82. POUPART M, BOLOT G, PIGNAT J C**
Traitement endoscopique des sténoses laryngées de l'adulte
Les cahiers d'ORL tome XXXII, n° 5, p : 303-307
- 83. PUKANDER J, KERALA J, MAKITIE A, HYRYNKANGAS K, VIRTANIEMI J, GRENMAN R**
Endoscopic laser surgery for laryngeal cancer
Eur Arch Otorhinolaryngol (2001) 258 : 236- 239
- 84. QUYNH-THU LE, TAKAMIYA R, HUI-KUO SHU, SMITT.M, SINGER M.**
Treatment results of carcinoma in situ of the glottis
Arch otolaryngol Head Neck Surg, vol126, Nov2000, 1305-1312
- 85. RAJI A, MAHTAR M, ATLASSI B, ESSAADI M, DETSOULI M, KADIRI F, CHEKKOURY I A , BENCHEKROUN Y**
Les tumeurs bénignes rares du larynx: à propos de 17 cas
Rev. laryngol otol. Rhinol., 2001, 122, 4: 245- 248
-

- 86. REBEIZ E, SHAPSHAY STANLEY M**
Laser surgery of the larynx
Otolaryngol Head and Neck surgery 3rd ed, p: 197- 204
www.mdconsult.com
- 87. REMACLE M, GIOVANNI A, LAWSON G, MORSOMME D**
Microphonochirurgie assistée au laser CO2 des lésions bénignes des cordes vocales.
Les cahiers d'ORL, tome XXXII, 6
- 88. REMACLE M, DECLAY X, HAMOIR M, VAN DEN ECKHAUT**
Traitement au laser CO2 du sulcus glottides et du kyste épidermoïde
Acta oto-rhino-laryngol Belg, tome 43, fasc. 4, 1989
- 89. REMACLE M, LAWSON G, DEGOLS J-C, DELOS M**
La laryngectomie supraglottique endoscopique assistée au laser CO2: indications et résultats
Les cahiers d'ORL, tome XXXVI, n° 8, p: 412- 418
- 90. REMACLE. M, LAWSON.G, SASSARETH. M, CLAREMUNT. R**
Le traitement du sulcus glottidis par l'association du laser au CO2et du collagène
JFORL, volume 42, 1 ; 1993
- 91. REMACLE**
Microchirurgie du larynx au laser CO2 micro-point. Le laser en ORL.
Rapport de la société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie et de pathologie cervico-faciale ; deuxième partie Chapitre III, pp : 153- 168
Editions ARNETTE 1993
- 92. REYT E**
Les cordectomies en cancérologie laryngée
JFORL, vol 42, n° 4, 1993, p: 293 –298
- 93. RIDING K**
Subglottic haemangioma : A practical approach.
J Otolaryngol, 1992, 61, n° 6 : 419- 421
-

- 94. RIGHINI C, MOURET P, REYT E**
Le pyolaryngocèle : une pathologie rare du larynx
Ann Otolaryngol. chir. cervicofac, 2001, 118, 4: 261-264
- 95. ROBSON AK, HERREMA I, STAFFORD FW**
Laser obstructing laryngeal tumors.
Clin Otolaryngol 1994, 19 : 430-2
- 96. ROGER G, DENOYELLE F, TRIGLIA J M, GARABEDIAN E N**
Severe laryngomalacia : surgical indication and results in 115 patients
Laryngoscope, 1995, 105 : 1111-1117
- 97. ROMANET Ph, MORIZOT B**
Laser et diplégie laryngée en adduction
La laser en ORL: Rapport de la société française d'ORL et de pathologie cervico-faciale, deuxième partie, chapitre II: 116- 121, Edition ARNETTE 1993
- 98. ROMANET Ph, MORIZOT B**
La laser CO₂ dans les dysplasies et les cancers in situ des cordes vocales.
La laser en ORL: Rapport de la société française d'ORL et de pathologie cervico-faciale, deuxième partie, chapitre II: 122- 130, Edition ARNETTE 1993
- 99. ROSIER J-F, GRÉGOIRE V, COUNOY H, OCTAVE-PRIGNOT M, ROMBAUT P, SCALLIET P, VANDERLINDEN F, HAMOIR M**
Comparaison of external radiotherapy, laser microsurgery and partial laryngectomy for treatment of T1N0M0 glottic carcinomas: a retrospective evaluation.
Radiotherapy and Oncology 48 (1998): 175-183
- 100. SEID A B, PARK S M, KEARNS M J, GUGHENEIM S**
Laser division of the aryepiglottic folds for severe laryngomalacie.
Int J Ped Oto Rhino Laryngol, 1985, 10 : 153-158
-

- 101. SEID A B, PRANSKY S M, KEARNSD B**
The open surgical approach to subglottic hemangioma
Int J Pediatr Otolaryngol, 1991 : 85-90
- 102. SERRES P, SERRES F, ROMARY PH**
Bases physiques des lasers utilisés en ORL.
Le laser en ORL: rapport de la société française d'ORL et de pharyngologie cervico-faciale, première partie, chapitre I: 5- 33, Edition ARNETTE 1993
- 103. SCHRAFF S, DERKAY C, BURKE B, LAWSON L**
American society of pediatric otolaryngology member's experience with recurrent respiratory papillomatosis and the use of adjuvant therapy.
Arch. Otolaryngol Head Neck Surg. 2004; vol. 130: 1039-1042
- 104. SHANDILYA M, COLREAVY M P, HUGHES J, CURRAN A J, MC SHANE D P, O'DWYER T, TIMON C V.**
Endolaryngeal Cysts presenting with acute respiratory distress
Clinical Otolaryngol vol. 29 issue 5: 492, oct. 2004
- 105. SHAPSHAY S M**
Laser application in the trachea and bronchi : a comparative study of the soft tissue effects using contact and noncontact delivery system
Laryngoscope, 1987, 97 suppl n° 41 : 1-26
- 106. SHVERO J, KOREN R, ZOHAR L, HADAR T, MARSHAK G, GAL R, FEINMESSER R, SEGAL K**
Laser surgery for the treatment of glottic carcinomas.
Am J of Otolaryngol, 2003, vol 24, n° 1 : 28- 33
- 107. SICHEL J Y, DANGOOR E, ELIASHAR R**
Management of congenital laryngeal malformations
Am J of Otolaryngol, 2000, VOL 21, n°1 : 22-30
- 108. SIE K C Y, MacGILL T, HEALY G B**
Subglottic hemangioma : ten years' experience with the dioxid laser
Ann. Oto Rhinol Laryngol, 1994, 103 : 167-172
-

- 109. SIMASKOS N B, PACHI E, PAPASPYROU**
Cancer de la commissure antérieure du larynx.
Les cahiers d'ORL tome XXXII n° 1, p : 21-24
- 110. SIMPSON G T, STRONG M S, HEALY G B, SHAPSHAY S M, VAUGHAN C W**
Predictive factor of success or failure in the endoscopic management of laryngeal and tracheal stenosis.
Ann. Otol Rhinol Laryngol, 1982, 91: 384-388
- 111. SULLIVAN, CHRISTOPHER A, RADER A, FADI A, ABASS H, MOHR R**
Dose-related tissue effects of the CO2 and noncontract Nd:YAG lasers in the canine glottis.
Laryngoscope vol 108, 9, September 1998 : 1284-1290
- 112. THABET M-H, KOTOB H**
Lateral saccular cysts of the larynx, a etiology, diagnosis and management.
The Journal of Laryngology & Otology, 2001, vol 115 : 293- 297
- 113. THOMASSIN J M, EPRON J P, ROBERT D**
Kyste du larynx et laryngocèle
EMC, Oto-rhino-laryngologie, 20-695-A-10, 1996
- 114. TOUSSANT B, SIMON C, PERRIN C**
Traitement conservateur des cancers du plan glottique
JFORL vol 42, n° 6, 1993
- 115. TRAISSAC L**
Papillomatose laryngée dite papillomatose juvénile.
Le laser en ORL : Rapport de la société française d'ORL et de pathologie cervico-faciale, deuxième partie, chapitre II : 109- 112, Edition ARNETTE 1993
- 116. TRIGLIA, ABRAM D, NICOLLAS R, BONNERU J J, GEIGLE P, CANNONI M**
Le traitement chirurgical des formes sévères de la laryngomalacie.
JFORL, 1992, 41, n° 6 : 427-430
-

- 117. TRIGLIA J M, BELUS J F, PORTASPANA TH, ABRAM D, GILLOT JC, CASTOR F, PECH**
Les sténoses laryngées de l'enfant : bilan de dix ans de traitement
Ann. oto. laryngol. chir. cervico faciale, 1995, 112 : 279-84
- 118. VAN BOVEN M.J**
Les risques pour le personnel de la chirurgie au laser en ORL.
Service d'anesthésiologie, clinique universitaire SAINT LUC, Bruxelles, Belgique
- 119. VERHULST J, TRAISSAC L, GUERRIER B, BOURS A, HAMOIR M, REMACLE M, VAN DE HEYNING P**
Les laryngites chroniques
Rev. Laryngol Otol Rhinol, 1998 ; 119, 1 : 65-72
- 120. VIGNES S, BRASNU D, HÉNÉGAR C, TIEV K P, CABANE J**
Amylose laryngée : une cause rare de dysphonie
Rev. Méd. interne 2000, 21 : 1112-5
- 121. VAUGHAN CW, STRONG NS, JAKO GJ**
Laryngeal carcinoma : transoral treatment utilizing the CO2 laser
Amr. j surg 1978, 136 : 490- 3
- 122. WEBER D, MAHLSTEDT K, DRESSLER C, BEUTHAN J**
First results with ablating superficial cell layers of the porcine vocal fold using a femtosecond laser
Med Laser Appl 2003, vol 18 : 260-264
- 123. WOLFENSBERGER M, DORT J C**
Endoscopic laser surgery for early glottic carcinoma : a clinical and experimental study.
Laryngoscope, 1990, 100 : 1100-1105
- 124. WERNER J A, DUNNE A, FOLZ B, LIPPERT B**
Transoral laser microsurgery in carcinomas of oral cavity, pharynx and larynx.
Cancer control, 2002, vol 9, n°5
-

- 125. WERHHAVEREN J A, WEED DT, OSSOFF RH**
Carbon dioxid laser serial microtrapdoor flap excision of subglottic sténosis.
Arch. oto. laryngol. head neck surg., 1993, 119 : 676-9
- 126. WONG B, MING- SING, CHO C, LIAW L, NEEV J**
XeCl laser surgery of the vocal cords : comparaison with CO2 laser in a porcine model.
Otolaryngol Head Neck Surg 1998, 118 : 371-5
- 127. ZALZAL G H, ANON J B, COTTON R T**
Epiglottoplasty for the treatment of laryngomalacia
Ann. Otol. Laryngol., 1987, 96 : 72- 76
- 128. ZEITELS, STEVEN M**
Laser versus cold instruments for microlaryngoscopic surgery
Laryngoscope, vol. 106, 5, may 1996: 545-552
- 129. ZEITELS S, DAILEY SETH H, BURNS JAMES A**
Technique of en block laser endoscopic frontolateral laryngectomy for glottic cancer.
The laryngoscope 114, January 2004
- 130. www.univ-lille2.fr**
L'interaction lasers- tissus vivants
- 131. www.fsg.ulaval.ca**
LE LASER
- 132. www.md.ucl.ac.be/didac/med2308/2.htm**
-