

UNIVERSITE MOHAMMED V - RABAT  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT-

ANNEE: 2017

THESE N°: 30

## LASER DANS LA LARYNGOLOGIE INFANTILE

### THÈSE

*Présentée et soutenue publiquement le : .....*

**PAR**

**Mr. Zakaria ARKOUBI**

*Né le 25 Juin 1989*

*Médecin Interne du CHU Ibn Sina de Rabat*

**Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine**

**MOTS CLES**: Laser – Larynx de l'enfant.

### JURY

<b>Mme. L. ESSAKALLI HOSSYNI</b> Professeur d'Oto-rhino-laryngologie et Chirurgie Cervico-faciale	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Mr. A. ELAYOUBI EL IDRISSE</b> Professeur d'Anatomie Et Dr en Oto-rhino-laryngologie et Chirurgie Cervico-faciale	<b>RAPPORTEUR</b>
<b>Mme. S. ECH-CHRIF EL KETTANI</b> Professeur de Réanimation-Anesthésie	} <b>JUGES</b>
<b>Mr. A. EL KORAICHI</b> Professeur de Réanimation-Anesthésie	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا  
إننا أنت العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية: 32



**UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT**

**DOYENS HONORAIRES :**

1962 – 1969 : Professeur Abdelmalek FARAJ  
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH  
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK  
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI  
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOUI  
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI  
2003 – 2013 : Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI



**ADMINISTRATION :**

**Doyen** : Professeur Mohamed ADNAOUI  
**Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes**  
Professeur Mohammed AHALLAT  
**Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération**  
Professeur Taoufiq DAKKA  
**Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie**  
Professeur Jamal TAOUFIK  
**Secrétaire Général** : Mr. Mohamed KARRA

**1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS  
ET  
PHARMACIENS**

**PROFESSEURS :**

**Décembre 1984**

Pr. MAAOUNI Abdelaziz	Médecine Interne – <b><u>Clinique Royale</u></b>
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi	Anesthésie -Réanimation
Pr. SETTAF Abdellatif	pathologie Chirurgicale

**Novembre et Décembre 1985**

Pr. BENSAID Younes	Pathologie Chirurgicale
--------------------	-------------------------

**Janvier, Février et Décembre 1987**

Pr. CHAHED OUZZANI Houria	Gastro-Entérologie
Pr. LACHKAR Hassan	Médecine Interne
Pr. YAHYAOUI Mohamed	Neurologie

**Décembre 1988**

Pr. BENHAMAMOUCHE Mohamed Najib	Chirurgie Pédiatrique
Pr. DAFIRI Rachida	Radiologie

### Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed  
Pr. CHAD Bouziane  
Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne – Doyen de la FMPR  
Pathologie Chirurgicale  
Neurologie

### Janvier et Novembre 1990

Pr. CHKOFF Rachid  
Pr. HACHIM Mohammed\*  
Pr. KHARBACH Aïcha  
Pr. MANSOURI Fatima  
Pr. TAZI Saoud Anas

Pathologie Chirurgicale  
Médecine-Interne  
Gynécologie -Obstétrique  
Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation

### Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AL HAMANY Zaïtounia  
Pr. AZZOUZI Abderrahim  
Pr. BAYAHIA Rabéa  
Pr. BELKOUCHI Abdelkader  
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif  
Pr. BENSOU DA Yahia  
Pr. BERRAHO Amina  
Pr. BEZZAD Rachid  
Pr. CHABRAOUI Layachi  
Pr. CHERRAH Yahia  
Pr. CHOKAIRI Omar  
Pr. KHATTAB Mohamed  
Pr. SOULAYMANI Rachida  
Pr. TAOUFIK Jamal

Anatomie-Pathologique  
Anesthésie Réanimation – Doyen de la FMPO  
Néphrologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pharmacie galénique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Biochimie et Chimie  
Pharmacologie  
Histologie Embryologie  
Pédiatrie  
Pharmacologie – Dir. du Centre National PV  
Chimie thérapeutique V.D à la pharmacie+Dir du  
CEDOC

### Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed  
Pr. BENSOU DA Adil  
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib  
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza  
Pr. CHRAIBI Chafiq  
Pr. DEHAYNI Mohamed\*  
Pr. EL OUAHABI Abdessamad  
Pr. FELLAT Rokaya  
Pr. GHAFIR Driss\*  
Pr. JIDDANE Mohamed  
Pr. TAGHY Ahmed  
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale V.D Aff. Acad. et Estud  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Neurochirurgie  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Anatomie  
Chirurgie Générale  
Microbiologie

### Mars 1994

Pr. BENJAUFAR Nouredine  
Pr. BEN RAIS Nozha  
Pr. CAOUI Malika  
Pr. CHRAIBI Abdelmjid  
Pr. EL AMRANI Sabah

Radiothérapie  
Biophysique  
Biophysique  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques Doyen de la  
FMPA  
Gynécologie Obstétrique



Pr. EL BARDOUNI Ahmed  
Pr. EL HASSANI My Rachid  
Pr. ERROUGANI Abdelkader  
Pr. ESSAKALI Malika  
Pr. ETTAYEBI Fouad  
Pr. HADRI Larbi\*  
Pr. HASSAM Badredine  
Pr. IFRINE Lahssan  
Pr. JELTHI Ahmed  
Pr. MAHFOUD Mustapha  
Pr. RHRAB Brahim  
Pr. SENOUCI Karima

### **Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham  
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae  
Pr. JALIL Abdelouahed  
Pr. LAKHDAR Amina  
Pr. MOUANE Nezha

### **Mars 1995**

Pr. ABOUQUAL Redouane  
Pr. AMRAOUI Mohamed  
Pr. BAIDADA Abdelaziz  
Pr. BARGACH Samir  
Pr. CHAARI Jilali\*  
Pr. DIMOU M'barek\*  
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine\*  
Pr. EL MESNAOUI Abbes  
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila  
Pr. HDA Abdelhamid\*  
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed  
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia  
Pr. SEFIANI Abdelaziz  
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

### **Décembre 1996**

Pr. AMIL Touriya\*  
Pr. BELKACEM Rachid  
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim  
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan  
Pr. GAOUZI Ahmed  
Pr. MAHFOUDI M'barek\*  
Pr. OUADGHIRI Mohamed  
Pr. OUZEDDOUN Naima  
Pr. ZBIR EL Mehdi\*

Traumato-Orthopédie  
Radiologie  
Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**  
Immunologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Médecine Interne  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Anatomie Pathologique  
Traumatologie – Orthopédie  
Gynécologie –Obstétrique  
Dermatologie

Urologie  
Chirurgie – Pédiatrique  
Neurologie  
Pédiatrie  
Gynécologie – Obstétrique  
Traumatologie – Orthopédie  
Radiologie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie

Réanimation Médicale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Cardiologie - **Directeur HMI Med V**  
Urologie  
Ophtalmologie  
Génétique  
Réanimation Médicale

Radiologie  
Chirurgie Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Radiologie  
Traumatologie-Orthopédie  
Néphrologie  
Cardiologie



### Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan  
Pr. BEN SLIMANE Lounis  
Pr. BIROUK Nazha  
Pr. ERREIMI Naima  
Pr. FELLAT Nadia  
Pr. HAIMEUR Charki\*  
Pr. KADDOURI Nouredine  
Pr. KOUTANI Abdellatif  
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid  
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ  
Pr. TAOUFIQ Jallal  
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique  
Urologie  
Neurologie  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Pédiatrique  
Urologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Psychiatrie  
Gynécologie Obstétrique

### Novembre 1998

Pr. AFIFI RAJAA  
Pr. BENOMAR ALI  
Pr. BOUGTAB Abdesslam  
Pr. ER RIHANI Hassan  
Pr. BENKIRANE Majid\*  
Pr. KHATOURI ALI\*

Gastro-Entérologie  
Neurologie – **Doyen de la FMP Abulcassis**  
Chirurgie Générale  
Oncologie Médicale  
Hématologie  
Cardiologie

### Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed\*  
Pr. AIT OUMAR Hassan  
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd  
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine  
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer  
Pr. ECHARRAB El Mahjoub  
Pr. EL FTOUH Mustapha  
Pr. EL MOSTARCHID Brahim\*  
Pr. ISMAILI Hassane\*  
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim\*  
Pr. TACHINANTE Rajae  
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumophtisiologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Pneumo-phtisiologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pneumo-phtisiologie  
Neurochirurgie  
Traumatologie Orthopédie- **Dir. Hop. Av. Marr.**  
Anesthésie-Réanimation **Inspecteur du SSM**  
Anesthésie-Réanimation  
Médecine Interne



### Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia  
Pr. AJANA Fatima Zohra  
Pr. BENAMR Said  
Pr. CHERTI Mohammed  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma  
Pr. EL HASSANI Amine  
Pr. EL KHADER Khalid  
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah\*  
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan  
Pr. MAHASSINI Najat  
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae  
Pr. ROUIMI Abdelhadi\*

Neurologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Générale  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Pédiatrie **Directeur Hop. Chekikh Zaied**  
Urologie  
Rhumatologie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Anatomie Pathologique  
Pédiatrie  
Neurologie

## Décembre 2000

Pr. ZOHAIR ABDELAH\*

ORL

## Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham\*  
Pr. BENABDELJLIL Maria  
Pr. BENAMAR Loubna  
Pr. BENAMOR Jouda  
Pr. BENELBARHDADI Imane  
Pr. BENNANI Rajae  
Pr. BENOACHANE Thami  
Pr. BEZZA Ahmed\*  
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi  
Pr. BOUMDIN El Hassane\*  
Pr. CHAT Latifa  
Pr. DAALI Mustapha\*  
Pr. DRISSE Sidi Mourad\*  
Pr. EL HIJRI Ahmed  
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid  
Pr. EL MADHI Tarik  
Pr. EL OUNANI Mohamed  
Pr. ETTAIR Said  
Pr. GAZZAZ Miloudi\*  
Pr. HRORA Abdelmalek  
Pr. KABBAJ Saad  
Pr. KABIRI EL Hassane\*  
Pr. LAMRANI Moulay Omar  
Pr. LEKEHAL Brahim  
Pr. MAHASSIN Fattouma\*  
Pr. MEDARHRI Jalil  
Pr. MIKDAME Mohammed\*  
Pr. MOHSINE Raouf  
Pr. NOUINI Yassine  
Pr. SABBABH Farid  
Pr. SEFIANI Yasser  
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Anesthésie-Réanimation  
Neurologie  
Néphrologie  
Pneumo-phtisiologie  
Gastro-Entérologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Rhumatologie  
Anatomie  
Radiologie  
Radiologie  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie-Pédiatrique  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie **Directeur. Hop.d'Enfants**  
Neuro-Chirurgie  
Chirurgie Générale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Thoracique  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Médecine Interne  
Chirurgie Générale  
Hématologie Clinique  
Chirurgie Générale  
Urologie **Directeur Hôpital Ibn Sina**  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Vasculaire Périphérique  
Pédiatrie



## Décembre 2002

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane\*  
Pr. AMEUR Ahmed \*  
Pr. AMRI Rachida  
Pr. AOURARH Aziz\*  
Pr. BAMOU Youssef \*  
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene\*  
Pr. BENZEKRI Laila  
Pr. BENZZOUBEIR Nadia  
Pr. BERNOUSSI Zakiya  
Pr. BICHRA Mohamed Zakariya\*  
Pr. CHOHO Abdelkrim \*

Anatomie Pathologique  
Urologie  
Cardiologie  
Gastro-Entérologie  
Biochimie-Chimie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Anatomie Pathologique  
Psychiatrie  
Chirurgie Générale

Pr. CHKIRATE Bouchra  
Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair  
Pr. EL HAOURI Mohamed \*  
Pr. FILALI ADIB Abdelhai  
Pr. HAJJI Zakia  
Pr. IKEN Ali  
Pr. JAAFAR Abdeloihab\*  
Pr. KRIOUILE Yamina  
Pr. LAGHMARI Mina  
Pr. MABROUK Hfid\*  
Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss\*  
Pr. OUJILAL Abdelilah  
Pr. RACHID Khalid \*  
Pr. RAISS Mohamed  
Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha\*  
Pr. RHOU Hakima  
Pr. SIAH Samir \*  
Pr. THIMOU Amal  
Pr. ZENTAR Aziz\*

#### **Janvier 2004**

Pr. ABDELLAH El Hassan  
Pr. AMRANI Mariam  
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas  
Pr. BENKIRANE Ahmed\*  
Pr. BOUGHALEM Mohamed\*  
Pr. BOULAADAS Malik  
Pr. BOURAZZA Ahmed\*  
Pr. CHAGAR Belkacem\*  
Pr. CHERRADI Nadia  
Pr. EL FENNI Jamal\*  
Pr. EL HANCHI ZAKI  
Pr. EL KHORASSANI Mohamed  
Pr. EL YOUNASSI Badreddine\*  
Pr. HACHI Hafid  
Pr. JABOUIRIK Fatima  
Pr. KHARMAZ Mohamed  
Pr. MOUGHIL Said  
Pr. OUBAAZ Abdelbarre\*  
Pr. TARIB Abdelilah\*  
Pr. TIJAMI Fouad  
Pr. ZARZUR Jamila

#### **Janvier 2005**

Pr. ABBASSI Abdellah  
Pr. AL KANDRY Sif Eddine\*  
Pr. ALLALI Fadoua  
Pr. AMAZOUZI Abdellah  
Pr. AZIZ Nouredine\*  
Pr. BAHIRI Rachid

Pédiatrie  
Chirurgie Pédiatrique  
Dermatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Ophtalmologie  
Urologie  
Traumatologie Orthopédie  
Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Traumatologie Orthopédie  
Gynécologie Obstétrique  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Générale  
Pneumophtisiologie  
Néphrologie  
Anesthésie Réanimation  
Pédiatrie  
Chirurgie Générale

Ophtalmologie  
Anatomie Pathologique  
Oto-Rhino-Laryngologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
Neurologie  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie Pathologique  
Radiologie  
Gynécologie Obstétrique  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Traumatologie Orthopédie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Ophtalmologie  
Pharmacie Clinique  
Chirurgie Générale  
Cardiologie

Chirurgie Réparatrice et Plastique  
Chirurgie Générale  
Rhumatologie  
Ophtalmologie  
Radiologie  
Rhumatologie



Pr. BARKAT Amina  
Pr. BENYASS Aatif  
Pr. BERNOUSSI Abdelghani  
Pr. DOUDOUH Abderrahim\*  
Pr. EL HAMZAoui Sakina\*  
Pr. HAJJI Leila  
Pr. HESSISSEN Leila  
Pr. JIDAL Mohamed\*  
Pr. LAAROUSSI Mohamed  
Pr. LYAGOUBI Mohammed  
Pr. NIAMANE Radouane\*  
Pr. RAGALA Abdelhak  
Pr. SBIHI Souad  
Pr. ZERAIDI Najja

### Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

### Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen\*  
Pr. AKJOUJ Saïd\*  
Pr. BELMEKKI Abdelkader\*  
Pr. BENCHEIKH Razika  
Pr. BIYI Abdelhamid\*  
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine  
Pr. BOULAHYA Abdellatif\*  
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas  
Pr. DOGHMI Nawal  
Pr. FELLAT Ibtissam  
Pr. FAROUDY Mamoun  
Pr. HARMOUCHE Hicham  
Pr. HANAFI Sidi Mohamed\*  
Pr. IDRIS LAHLOU Amine\*  
Pr. JROUNDI Laila  
Pr. KARMOUNI Tariq  
Pr. KILI Amina  
Pr. KISRA Hassan  
Pr. KISRA Mounir  
Pr. LAATIRIS Abdelkader\*  
Pr. LMIMOUNI Badreddine\*  
Pr. MANSOURI Hamid\*  
Pr. OUANASS Abderrazzak  
Pr. SAFI Soumaya\*  
Pr. SEKKAT Fatima Zahra  
Pr. SOUALHI Mouna  
Pr. TELLAL Saïda\*  
Pr. ZAHRAOUI Rachida

### Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid  
Pr. ACHACHI Leila

Pédiatrie  
Cardiologie  
Ophtalmologie  
Biophysique  
Microbiologie  
Cardiologie (mise en disponibilité)  
Pédiatrie  
Radiologie  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Parasitologie  
Rhumatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Histo-Embryologie Cytogénétique  
Gynécologie Obstétrique

Anesthésie Réanimation

Rhumatologie  
Radiologie  
Hématologie  
O.R.L  
Biophysique  
Chirurgie - Pédiatrique  
Chirurgie Cardio – Vasculaire  
Gynécologie Obstétrique  
Cardiologie  
Cardiologie  
Anesthésie Réanimation  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation  
Microbiologie  
Radiologie  
Urologie  
Pédiatrie  
Psychiatrie  
Chirurgie – Pédiatrique  
Pharmacie Galénique  
Parasitologie  
Radiothérapie  
Psychiatrie  
Endocrinologie  
Psychiatrie  
Pneumo – Phtisiologie  
Biochimie  
Pneumo – Phtisiologie



Pr. ACHOUR Abdessamad\*  
Pr. AIT HOUSSA Mahdi\*  
Pr. AMHAJJI Larbi\*  
Pr. AOUI Sarra  
Pr. BAITE Abdelouahed\*  
Pr. BALOUCH Lhousaine\*  
Pr. BENZIANE Hamid\*  
Pr. BOUTIMZINE Nourdine  
Pr. CHARKAOUI Naoual\*  
Pr. EHIRCHIOU Abdelkader\*  
Pr. ELABSI Mohamed  
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid  
Pr. EL OMARI Fatima  
Pr. GHARIB Noureddine  
Pr. HADADI Khalid\*  
Pr. ICHOU Mohamed\*  
Pr. ISMAILI Nadia  
Pr. KEBDANI Tayeb  
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar\*  
Pr. LOUZI Lhousain\*  
Pr. MADANI Naoufel  
Pr. MAHI Mohamed\*  
Pr. MARC Karima  
Pr. MASRAR Azlarab  
Pr. MRABET Mustapha\*  
Pr. MRANI Saad\*  
Pr. OUZZIF Ez zohra\*  
Pr. RABHI Monsef\*  
Pr. RADOUANE Bouchaib\*  
Pr. SEFFAR Myriame  
Pr. SEKHSOKH Yessine\*  
Pr. SIFAT Hassan\*  
Pr. TABERKANET Mustafa\*  
Pr. TACHFOUTI Samira  
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq\*  
Pr. TANANE Mansour\*  
Pr. TLIGUI Houssain  
Pr. TOUATI Zakia

### **Décembre 2007**

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

### **Décembre 2008**

Pr ZOUBIR Mohamed\*  
Pr TAHIRI My El Hassan\*

Chirurgie générale  
Chirurgie cardio vasculaire  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Anesthésie réanimation **Directeur ERSM**  
Biochimie-chimie  
Pharmacie clinique  
Ophtalmologie  
Pharmacie galénique  
Chirurgie générale  
Chirurgie générale  
Anesthésie réanimation  
Psychiatrie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Radiothérapie  
Oncologie médicale  
Dermatologie  
Radiothérapie  
Anesthésie réanimation  
Microbiologie  
Réanimation médicale  
Radiologie  
Pneumo phtisiologie  
Hématologique  
Médecine préventive santé publique et hygiène  
Virologie  
Biochimie-chimie  
Médecine interne  
Radiologie  
Microbiologie  
Microbiologie  
Radiothérapie  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Ophtalmologie  
Chirurgie générale  
Traumatologie orthopédie  
Parasitologie  
Cardiologie

Ophtalmologie

Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale

## **Mars 2009**

Pr. ABOUZAHIR Ali\*  
Pr. AGDR Aomar\*  
Pr. AIT ALI Abdelmounaim\*  
Pr. AIT BENHADDOU El hachmia  
Pr. AKHADDAR Ali\*  
Pr. ALLALI Nazik  
Pr. AMINE Bouchra  
Pr. ARKHA Yassir  
Pr. BELYAMANI Lahcen\*  
Pr. BJIJOU Younes  
Pr. BOUHSAIN Sanae\*  
Pr. BOUI Mohammed\*  
Pr. BOUNAIM Ahmed\*  
Pr. BOUSSOUGA Mostapha\*  
Pr. CHAKOUR Mohammed \*  
Pr. CHTATA Hassan Toufik\*  
Pr. DOGHMI Kamal\*  
Pr. EL MALKI Hadj Omar  
Pr. EL OUENNASS Mostapha\*  
Pr. ENNIBI Khalid\*  
Pr. FATHI Khalid  
Pr. HASSIKOU Hasna \*  
Pr. KABBAJ Nawal  
Pr. KABIRI Meryem  
Pr. KARBOUBI Lamya  
Pr. L'KASSIMI Hachemi\*  
Pr. LAMSAOURI Jamal\*  
Pr. MARMADE Lahcen  
Pr. MESKINI Toufik  
Pr. MESSAOUDI Nezha \*  
Pr. MSSROURI Rahal  
Pr. NASSAR Ittimade  
Pr. OUKERRAJ Latifa  
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani \*

## **PROFESSEURS AGREGES :**

### **Octobre 2010**

Pr. ALILOU Mustapha  
Pr. AMEZIANE Taoufiq\*  
Pr. BELAGUID Abdelaziz  
Pr. BOUAITY Brahim\*  
Pr. CHADLI Mariama\*  
Pr. CHEMSI Mohamed\*  
Pr. DAMI Abdellah\*  
Pr. DARBI Abdellatif\*  
Pr. DENDANE Mohammed Anouar  
Pr. EL HAFIDI Naima  
Pr. EL KHARRAS Abdennasser\*

Médecine interne  
Pédiatrie  
Chirurgie Générale  
Neurologie  
Neuro-chirurgie  
Radiologie  
Rhumatologie  
Neuro-chirurgie  
Anesthésie Réanimation  
Anatomie  
Biochimie-chimie  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Traumatologie orthopédique  
Hématologie biologique  
Chirurgie vasculaire périphérique  
Hématologie clinique  
Chirurgie Générale  
Microbiologie  
Médecine interne  
Gynécologie obstétrique  
Rhumatologie  
Gastro-entérologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Microbiologie **Directeur Hôpital My Ismail**  
Chimie Thérapeutique  
Chirurgie Cardio-vasculaire  
Pédiatrie  
Hématologie biologique  
Chirurgie Générale  
Radiologie  
Cardiologie  
Pneumo-phtisiologie



Anesthésie réanimation  
Médecine interne  
Physiologie  
ORL  
Microbiologie  
Médecine aéronautique  
Biochimie chimie  
Radiologie  
Chirurgie pédiatrique  
Pédiatrie  
Radiologie

Pr. EL MAZOUZ Samir  
Pr. EL SAYEGH Hachem  
Pr. ERRABIH Ikram  
Pr. LAMALMI Najat  
Pr. MOSADIK Ahlam  
Pr. MOUJAHID Mountassir\*  
Pr. NAZIH Mouna\*  
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Chirurgie plastique et réparatrice  
Urologie  
Gastro entérologie  
Anatomie pathologique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie générale  
Hématologie  
Anatomie pathologique

### Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed  
Pr. ABOUELALAA Khalil\*  
Pr. BELAIZI Mohamed\*  
Pr. BENCHEBBA Driss\*  
Pr. DRISSI Mohamed\*  
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna  
Pr. EL KHATTABI Abdessadek\*  
Pr. EL OUAZZANI Hanane\*  
Pr. ER-RAJI Mounir  
Pr. JAHID Ahmed  
Pr. MEHSSANI Jamal\*  
Pr. RAISSOUNI Maha\*

Chirurgie Pédiatrique  
Anesthésie Réanimation  
Psychiatrie  
Traumatologie Orthopédique  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale  
Médecine Interne  
Pneumophtisiologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Anatomie pathologique  
Psychiatrie  
Cardiologie

### Février 2013

Pr. AHID Samir  
Pr. AIT EL CADI Mina  
Pr. AMRANI HANCHI Laila  
Pr. AMOUR Mourad  
Pr. AWAB Almahdi  
Pr. BELAYACHI Jihane  
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain  
Pr. BENCHEKROUN Laila  
Pr. BENKIRANE Souad  
Pr. BENNANA Ahmed\*  
0.  
Pr. BENSGHIR Mustapha\*  
Pr. BENYAHIA Mohammed\*  
Pr. BOUATIA Mustapha  
Pr. BOUABID Ahmed Salim\*  
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba  
Pr. CHAIB Ali\*  
Pr. DENDANE Tarek  
Pr. DINI Nouzha\*  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali  
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa  
Pr. ELFATEMI Nizare  
Pr. EL GUERROUJ Hasnae  
Pr. EL HARTI Jaouad

Pharmacologie – Chimie  
Toxicologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Réanimation Médicale  
Anesthésie Réanimation  
Biochimie-Chimie  
Hématologie  
Informatique Pharmaceutique

Anesthésie Réanimation  
Néphrologie  
Chimie Analytique  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie  
Cardiologie  
Réanimation Médicale  
Pédiatrie  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Neuro-Chirurgie  
Médecine Nucléaire  
Chimie Thérapeutique



Pr. EL JOUDI Rachid\*  
 Pr. EL KABABRI Maria  
 Pr. EL KHANNOUSSI Basma  
 Pr. EL KHLOUFI Samir  
 Pr. EL KORAICHI Alae  
 Pr. EN-NOUALI Hassane\*  
 Pr. ERRGUIG Laila  
 Pr. FIKRI Meryim  
 Pr. GHFIR Imade  
 Pr. IMANE Zineb  
 Pr. IRAQI Hind  
 Pr. KABBAJ Hakima  
 Pr. KADIRI Mohamed\*  
 Pr. LATIB Rachida  
 Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra  
 Pr. MEDDAH Bouchra  
 Pr. MELHAOUI Adyl  
 Pr. MRABTI Hind  
 Pr. NEJJARI Rachid  
 Pr. OUBEJJA Houda  
 Pr. OUKABLI Mohamed\*  
 Pr. RAHALI Younes  
 Pr. RATBI Ilham  
 Pr. RAHMANI Mounia  
 Pr. REDA Karim\*  
 Pr. REGRAGUI Wafa  
 Pr. RKAIN Hanan  
 Pr. ROSTOM Samira  
 Pr. ROUAS Lamiaa  
 Pr. ROUIBAA Fedoua\*  
 Pr. SALIHOUN Mouna  
 Pr. SAYAH Rochde  
 Pr. SEDDIK Hassan\*  
 Pr. ZERHOUNI Hicham  
 Pr. ZINE Ali\*

Toxicologie  
 Pédiatrie  
 Anatomie Pathologie  
 Anatomie  
 Anesthésie Réanimation  
 Radiologie  
 Physiologie  
 Radiologie  
 Médecine Nucléaire  
 Pédiatrie  
 Endocrinologie et maladies métaboliques  
 Microbiologie  
 Psychiatrie  
 Radiologie  
 Médecine Interne  
 Pharmacologie  
 Neuro-chirurgie  
 Oncologie Médicale  
 Pharmacognosie  
 Chirurgie Pédiatrique  
 Anatomie Pathologique  
 Pharmacie Galénique  
 Génétique  
 Neurologie  
 Ophtalmologie  
 Neurologie  
 Physiologie  
 Rhumatologie  
 Anatomie Pathologique  
 Gastro-Entérologie  
 Gastro-Entérologie  
 Chirurgie Cardio-Vasculaire  
 Gastro-Entérologie  
 Chirurgie Pédiatrique  
 Traumatologie Orthopédie

### **Avril 2013**

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim\*  
 Pr. GHOUNDALE Omar\*  
 Pr. ZYANI Mohammad\*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale  
 Urologie  
 Médecine Interne

*\*Enseignants Militaires*



### **MARS 2014**

ACHIR ABDELLAH  
BENCHAKROUN MOHAMMED  
BOUCHIKH MOHAMMED  
EL KABBAJ DRISS  
EL MACHTANI IDRISSE SAMIRA  
HARDIZI HOUYAM  
HASSANI AMALE  
HERRAK LAILA  
JANANE ABDELLA TIF  
JEAIDI ANASS  
KOUACH JAOUAD  
LEMNOUER ABDELHAY  
MAKRAM SANAA  
OULAHYANE RACHID  
RHISSASSI MOHAMED JMFAR  
SABRY MOHAMED  
SEKKACH YOUSSEF  
TAZL MOUKBA. :LA.KLA.

Chirurgie Thoracique  
Traumatologie- Orthopédie  
Chirurgie Thoracique  
Néphrologie  
Biochimie-Chimie  
Histologie- Embryologie-Cytogénétique  
Pédiatrie  
Pneumologie  
Urologie  
Hématologie Biologique  
Généologie-Obstétrique  
Microbiologie  
Pharmacologie  
Chirurgie Pédiatrique  
CCV  
Cardiologie  
Médecine Interne  
Généologie-Obstétrique

### **\*Enseignants Militaires**

### **DECEMBRE 2014**

ABILKACEM RACHID'  
AIT BOUGHIMA FADILA  
BEKKALI HICHAM  
BENAZZOU SALMA  
BOUABDELLAH MOUNYA  
BOUCHRIK MOURAD  
DERRAJI SOUFIANE  
DOBLALI TAOUFIK  
EL AYOUBI EL IDRISSE ALI  
EL GHADBANE ABDEDAIM HATIM  
EL MARJANY MOHAMMED  
FEJJAL NAWFAL  
JAHIDI MOHAMED  
LAKHAL ZOUHAIR  
OUDGHIRI NEZHA  
Rami Mohamed  
SABIR MARIA  
SBAI IDRISSE KARIM

Pédiatrie  
Médecine Légale  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Maxillo-Faciale  
Biochimie-Chimie  
Parasitologie  
Pharmacie Clinique  
Microbiologie  
Anatomie  
Anesthésie-Réanimation  
Radiothérapie  
Chirurgie Réparatrice et Plastique  
O.R.L  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Chirurgie Pédiatrique  
Psychiatrie  
Médecine préventive, santé publique et Hyg.

\*Enseignants Militaires



## **AOUT 2015**

Meziane meryem  
Tahri latifa

Dermatologie  
Rhumatologie

## **JANVIER 2016**

BENKABBOU AMINE  
EL ASRI FOUAD  
ERRAMI NOUREDDINE  
NITASSI SOPHIA

Chirurgie Générale  
Ophtalmologie  
O.R.L  
O.R.L

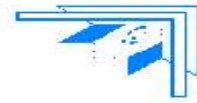
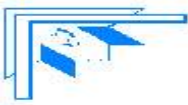
## **2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES**

### **PROFESSEURS / PRs. HABILITES**

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie – chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. BOURJOUANE Mohamed	Microbiologie
Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia	Biochimie – chimie
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie
Pr. DRAOUI Mustapha	Chimie Analytique
Pr. EL GUESSABI Lahcen	Pharmacognosie
Pr. ETTAIB Abdelkader	Zootéchnie
Pr. FAOUZI Moulay El Abbas	Pharmacologie
Pr. HAMZAOUI Laila	Biophysique
Pr. HMAMOUCHE Mohamed	Chimie Organique
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Biologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med	Chimie Organique
Pr. REDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie
Pr. ZELLOU Amina	Chimie Organique

*Mise à jour le 14/12/2016 par le  
Service des Ressources Humaines*





# *Dédicaces*



*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,*

*L'amour, le respect, la reconnaissance...*

*Aussi, c'est tout simplement que Je dédie cette thèse ...*

*A MON TRÈS CHER PÈRE : ARKOUBI Omar*

*Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai toujours*

*de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir.*

*Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.*

*A MA TRÈS CHÈRE MÈRE : ZAHRY Nezha*

*À celle qui a sacrifiée d'innombrables belles choses depuis qu'elle m'a mise au monde. Sans ton écoute, ta générosité et ton dévouement, je ne serais pas arrivée où je suis. Le succès de ce travail n'est rien qu'une minime part du succès que tu mérites ; J'espère maman, avoir accompli une part de tes espérances après ces longues années d'études, ces longs moments de stress vécu en attendant ce jour, que tu pourras enfin savourer le fruit de ton travail acharné, de tes nuits passées à mes coté en veillant sur moi ou en priant pour moi. Quoique je fasse, je ne te remercierai jamais assez pour tout ce que tu as fait pour moi. Voudrais-tu trouver dans ce témoignage l'expression de ma reconnaissance et gratitude. Que Dieu, tout puissant, te garde et te procure santé et longue vie.*

### *A mon très cher frère*

*Aucune dédicace, aussi expressive qu'elle soit, ne saurait exprimer à sa juste valeur l'amour grandiose, la reconnaissance infinie et le profond respect que je porte pour toi. Tu as toujours été là pour moi, à partager les moments les plus difficiles, mais aussi les plus joyeux. Je te dédie ce travail pour te témoigner la gratitude, le respect et l'amour.*

*Que Dieu te bénisse et te guide vers le meilleur inchaallah.*

### *A Mes Chers Grands-parents Maternels*

*Pour l'affection, la tendresse et l'amour dont vous m'avez toujours entouré. Pour l'encouragement sans limites que vous ne cessez de manifester. Aucun mot, aucune phrase ne peut exprimer mes sentiments profonds d'amour, de respect et de reconnaissance.*

*Qu'ALLAH vous bénisse et vous protège.*

*A la mémoire de mes chers grands-parents paternels*

*Que je n'ai pas eu la chance de connaître, j'espère que vous êtes fières de votre petit fils. Que vos âmes continuent à veiller sur nous, paix et miséricorde soient sur vous.*

*A toute la famille ARKOUBI/ZAHRY*

*A mes tantes, oncles, cousins et cousines,  
J'espère que vous trouverez dans ce travail l'expression  
de mon respect, mon estime et mon amour pour vous.  
Que Dieu tout puissant vous apporte bonheur et santé.*

### *A mes amis*

*Mehdi, Soufiane ; Vous avoir eu à mes côtés durant ces longues années de médecine, était la meilleure chose qui aurait pu m'arriver. J'espère préserver notre amitié pour la vie. Puisse Dieu tout puissant vous accorder santé, réussite et prospérité.*

### *A tous les internes promotion 2014*

*Les moments inoubliables que nous avons partagés au cours de nos années d'étude et d'internat resteront gravés dans ma mémoire. En témoignage de l'amitié qui nous unit, je vous dédie ce travail en vous souhaitant bonheur et réussite.*

*A tous les membres de l'AMIR*

*C' est une grande fierté pour moi d'être parmi vous. Et je vous remercie pour la confiance dont vous m' avez fait part.*

*A tous les résidents du service d'ORL et CMF*

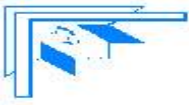
*Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes chers, je suis fier de vous avoir connu déjà en tant que membre de l'AMIR. En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés et que nous passerons ensemble veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

*A TOUS MES INSTITUTEURS ET PROFESSEURS*

*Vous m'avez appris à lire et à écrire  
et vous avez suivi mes études au fur et à mesure  
pour la plus part. Puisse ce travail vous exprimer ma reconnaissance.*

*A tous les patients qui me sont confiés*

*J'espère ne jamais vous décevoir,  
ni trahir votre confiance ...*



# *Remerciements*



*A MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE*

*PROFESSEUR ESSAKALLI Leila*

*Professeur d'ORL et de Chirurgie cervico-faciale*

*Chef de service d'ORL et de Chirurgie cervico-faciale*

*au CHU Ibn sina de Rabat*

*Directeur de l'UPR d'ORL et de Chirurgie Cervico-Faciale FMPR*

*C'est un réel honneur et plaisir que vous me faites en acceptant de  
présider ce jury malgré vos multiples occupations.*

*Je vous exprime ma grande reconnaissance pour votre accueil au sein de  
votre service, j'espère être à la hauteur. J'admire en vous votre extrême  
gentillesse, votre grande rigueur, vos qualités humaines et  
professionnelles exemplaires, qui me procurent une grande admiration et  
un grand respect pour vous  
et qui font de vous le modèle à suivre.*

*Veillez trouver dans notre travail, cher Maître,  
l'expression de notre haute estime et notre grand respect.*

*A MON MAITRE ET RAPPORTEUR DE THESE*

*PROFESSEUR AYOUBI Ali*

*Professeur d'Anatomie et Dr en ORL et chirurgie cervico-faciale*

*C'est avec un grand plaisir que je me suis adressé à vous dans le but de bénéficier de votre encadrement et j'étais très touché par l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de me confier ce travail.*

*Merci pour m'avoir guidé tout au long de ce travail. Merci pour l'accueil aimable et bienveillant que vous m'avez réservé à chaque fois. Merci pour le temps que vous m'avez consacré malgré vos occupations.*

*Merci pour votre confiance. Veuillez trouver ici, cher maitre, le témoignage de ma profonde reconnaissance et ma haute considération.*

*A MON MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE*

*PROFESSEUR KETTANI Salma*

*Professeur d'anesthésie et réanimation*

*Chef de service de la réanimation A de l'hôpital d'enfant de Rabat*

*Je suis très sensible à l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger notre travail. Votre présence est pour moi l'occasion de vous exprimer mon admiration de votre grande compétence professionnelle et de votre généreuse sympathie.*

*J'ai toujours été impressionné par vos qualités humaines et professionnelles et j'ai eu l'honneur et la chance d'être parmi vous lors de mon passage en stage d'internat. Soyez assurée, cher Maître, de mon éternelle reconnaissance et mon profond respect.*

*A MON MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE*

*PROFESSEUR EL KORAICHI Alae*

*Professeur d'anesthésie réanimation*

*C'est pour moi un immense plaisir de vous voir siéger parmi le jury de notre thèse. Vous qui avez contribué en grande partie à la réalisation de ce travail. Vous avez su nous apprendre rigueur et sérieux. Veuillez agréer, cher Maître, nos dévouements et notre grande reconnaissance*

*A MON MAÎTRE*

*PROFESSEUR BENTALHA Aziza*

*Professeur assistant en réanimation Anesthésie*

*Je suis particulièrement touché par votre grandeur  
d'âme et votre amour pour le travail, pour le bon service  
du malade et pour le partage. Vous avez participé grandement dans ce  
travail faisant preuve d'un travail d'équipe remarquable, je vous suis  
très reconnaissant cher maître.*

# Sommaire

I-INTRODUCTION .....	2
II-LARYNX DE L'ENFANT.....	5
A- Embryologie .....	5
B-Anatomie du larynx avec particularités de l'enfant.....	11
1. Anatomie morphologique du larynx néonatal et du nourrisson .....	14
2. Particularités anatomiques du larynx infantile .....	14
C-Anatomie endoscopique .....	16
1. Base de la langue et vallécule .....	18
2. Etage sus-glottique .....	19
Margelle laryngée ou épilarynx .....	19
-Epiglotte .....	20
-Ventricule laryngé.....	20
-Région inter aryténoïdienne .....	21
3. Etage glottique .....	22
-Cordes vocales .....	23
-Commissure antérieure .....	24
-Commissure postérieure.....	24
4. Etage sous-glottique .....	25
D-Histologie du larynx de l'enfant.....	25
1. Les Cartilages.....	25
2. Les Muscles .....	26
3. La Muqueuse.....	27
4. Corde vocale .....	28

E-Physiologie du larynx chez l'enfant.....	30
1. Larynx et système cardio-circulatoire :.....	30
2. Réflexes laryngés :.....	31
3. Larynx et déglutition :.....	31
4. Larynx et phonation :.....	32
F-Techniques d'explorations du larynx chez l'enfant.....	34
1. Exploration de l'organe laryngée.....	35
2. Explorations fonctionnelles du larynx.....	40
<b>III-ETUDE DU LASER .....</b>	<b>43</b>
A- Historique.....	43
C-Principes de fonctionnement .....	45
1. Quelles sont les étapes nécessaires à la création d'une impulsion laser ? .....	47
2. Caractéristiques du rayonnement laser.....	48
D-Les différents types d'effets du laser.....	49
1. Les effets thermiques :.....	49
2. Les effets photoélectriques .....	50
3. Les effets mécaniques.....	51
4. Les effets photochimiques .....	51
5. Les effets quantiques :.....	52
E-Les différents types de laser .....	52
1-Les lasers à solide :.....	52
a- Le laser à rubis :.....	52
b- Le laser au néodyme :.....	53
c- Le laser KTP :.....	53
2-Les lasers à gaz .....	53
a-Le laser à hélium néon :.....	53
b- Le laser à Argon :.....	54

c- Le laser à krypton ionisé :	54
d- Le laser à gaz carbonique : le laser CO2	54
e- Le laser à excimère :	54
3- Les lasers à liquide : les lasers à colorants organiques	54
4. Les lasers à semi-conducteur	54
F- Les 3 principaux lasers	55
1. Le laser CO2	55
2. Le laser Nd-YAG	57
3 Le LASER K.T.P	57
G- Les effets du laser sur les tissus	59
1. Effets tissulaires du LASER CO2	60
2. Effets tissulaires du laser nd-yag	65
H- Dangers du laser en laryngologie	68
I- Principes de sécurité	71
1. La protection du patient :	71
2. La protection du personnel présent en salle :	72
J- Intérêt du laser en laryngologie	74
K- Le choix du laser en laryngologie	75
L- Déroulement d'une séance laser	77
1. Les précautions à prendre	77
2. Le protocole anesthésique	77
3. Configuration de la microlaryngoscopie laser	80
4. Réglages du laser CO2	82
5. Principes chirurgicaux	83
6. Mesures de sécurité lors d'une séance laser Co2	84
7. La période post-opératoire	84
8. Les incidents possibles	85

a. Incidents concernant le personnel soignant : .....	85
b. Incidents survenant au patient : .....	87
b.1 Lésions d'organes sains .....	87
b.2 Action sur les sondes d'intubation et les gaz anesthésiques .....	87
IV-EXPERIENCE DU SERVICE DE REA A DE L'HER EN COLLABORATION AVEC LE SERVICE D'ORL ET CCF DE L'HSR .....	90
MATERIEL ET METHODES.....	90
RESULTATS .....	91
DISCUSSION .....	95
<b>V-LES APPLICATIONS DU LASER EN LARYNGOLOGIE Revue de la littérature des différentes indications du laser en laryngologie infantile .....</b>	<b>98</b>
1- Les sténoses laryngo-trachéales .....	99
a. physiopathologie : .....	100
2. Les paralysies laryngées : .....	106
a- Clinique : .....	106
b- endoscopie : .....	107
c- Echographie : .....	107
d- Electromyographie laryngée .....	108
e- Etiologies.....	108
f- Traitement.....	109
3. Papillomatose laryngée juvénile.....	111
a-Présentation clinique.....	112
b-Traitement.....	112
4. Angiomes sous glottiques .....	114
a-Symptomatologie.....	114
b- Le diagnostic positif : .....	115
c-Traitement .....	115

5- Kystes laryngés congénital et acquis, laryngocèle : .....	117
a-Symptomatologie : .....	118
b-Modalités diagnostiques : .....	119
c-Traitement .....	119
6-Les granulomes .....	120
7-Les laryngomalacies .....	122
8- Nodules et polypes : .....	123
9- Cancer du larynx .....	125
<b>CONCLUSION</b> .....	128
<b>RESUMES</b> .....	130
<b>REFERENCES</b> .....	134



# *Introduction*



## **I-INTRODUCTION**

Le laser, reposant sur le principe de l'émission stimulée conçu par Albert Einstein en 1917, voit son application en premier, dans les années 50 sous le nom de MASER (Microwave Amplification By Stimulated Emission of Radiation), dont les longueurs d'ondes étaient des micro-ondes. Considéré comme l'ancêtre du Laser. Puis elles se sont étendues aux domaines de l'infrarouge, du visible, de l'ultraviolet et commencent même à s'appliquer aux rayons X. (1)

Le laser, cette grande invention lumineuse a pris une place incontournable dans l'industrie (fusion superficielle, soudure, découpe de matériaux), le domaine militaire ( télémétrie pour la commande des tirs, transmission immunisée contre les interférences) la médecine notamment plus connu au prêt du grand public en ophtalmologie ,en dermatologie et aussi dans notre vie quotidienne.

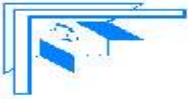
Depuis ses premières applications en ORL en 1972, les indications du Laser n'ont cessé de se développer pour devenir récemment une option thérapeutique et même un traitement de référence dans certaines pathologies laryngées.

L'utilisation du laser dans la prise en charge des lésions laryngées de l'enfant s'est considérablement développée depuis le milieu des années 1960.

Dans ce travail, on va se pencher sur son usage en laryngologie et plus précisément chez l'enfant.

On commencera par un rappel anatomique du larynx avec les différentes particularités chez l'enfant. On définira le laser, ses débuts, son principe et son apport sur le plan thérapeutique en comparaison avec la chirurgie conventionnelle.

On détaillera ses indications, ses limites sans oublier ses effets néfastes. On présentera les cas réalisés au sein du service de réanimation de l'hôpital d'enfant de Rabat en collaboration avec le service d'ORL de l'HSR. On finira par une large revue de la littérature montrant les différentes pathologies laryngées de l'enfant où la prise en charge au laser est aujourd'hui le gold standard.



# *Larynx de l'enfant*



## II-LARYNX DE L'ENFANT

### A- Embryologie

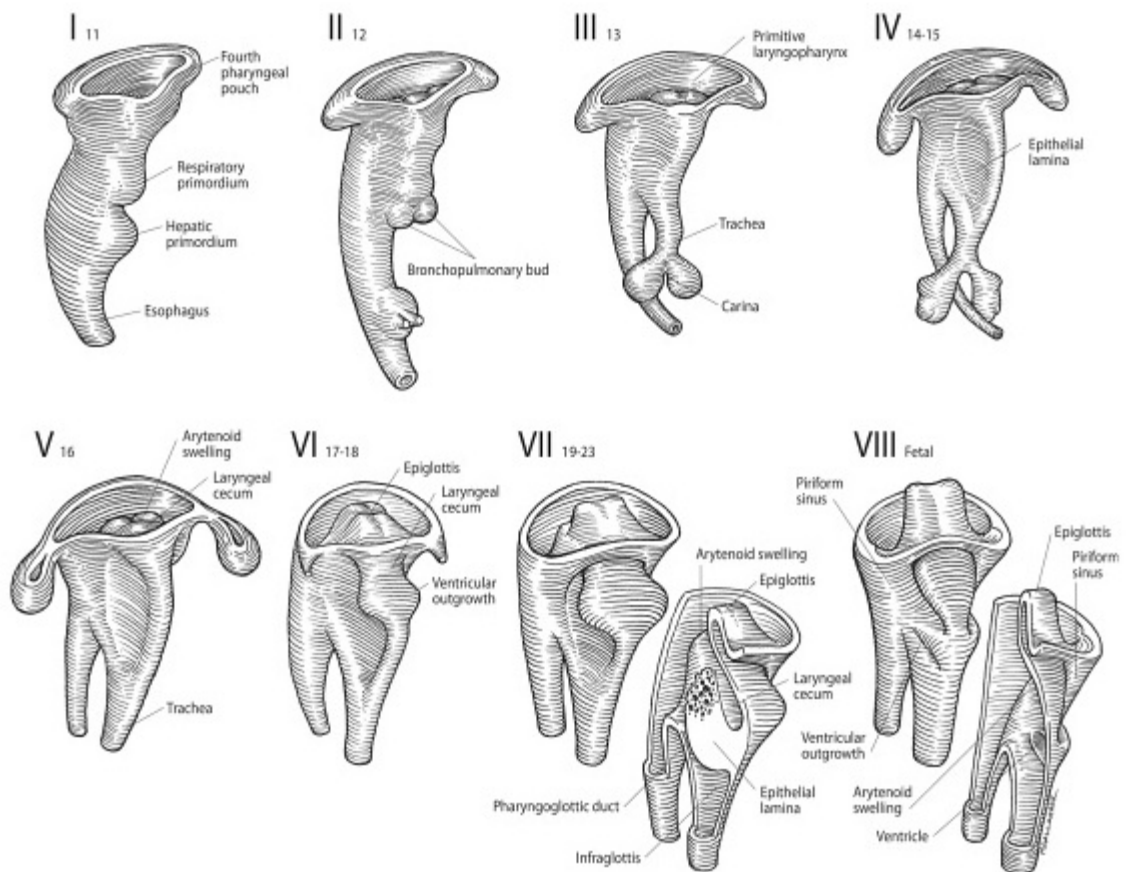
Le larynx de l'homme a une double origine histologique : -Endodermique ou lame épithéliale laryngée, donnant le tube laryngé par tubulisation à partir de la paroi antérieure de l'intestin céphalique antérieur

-Branchiale mésenchymateuse, et en particulier les 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> arcs branchiaux qui vont constituer le squelette cartilagineux, les structures musculaires et ligamentaires, et les ébauches nerveuses. (2)

Le développement du larynx commence au stade 11 de Carnégie ou stades embryonnaires, et évolue jusqu'au stade 23 en 8 phases successives(3).

La stadification de Carnégie est une classification qui se base sur 3 critères ; l'âge, la taille et la morphologie(4).

Le larynx est la zone à vocation respiratoire, à savoir la région sous glottique qui apparaît en premier. Bien plus tard se formeront, dans l'ordre, le vestibule laryngé, les ventricules, et pour finir, les cordes vocales.(3)



### Schéma montrant les 8 phases du développement du larynx (87)

A ce stade de la vie embryonnaire (stade 11), soit 6 semaines, l'embryon comporte à sa partie ventrale deux reliefs : le bourgeon frontal et la région cardiaque, séparés par le Stomodeum qui est une cavité dont le fond forme la membrane pharyngienne.

C'est autour de ce dernier où va se former la région cervico-faciale.

Le canal pharyngo-trachéal qui est la zone de communication entre le pharynx et la trachée, immédiatement sus-jacent à la sous-glotte, est obstrué. Cette dernière se dilatera et adoptera une forme circulaire que le cartilage cricoïde conservera.

A la 4<sup>ème</sup> semaine la glotte primitive apparaît sous forme d'une simple fente séparant l'intestin pharyngien de la trachée primitive.

La poussée des bourrelets aryténoïdiens la fait changer d'aspect et prendre la forme d'un T délimité en avant par la future épiglotte, et latéralement par l'ébauche des aryténoïdes. (6)

Au niveau de l'étage sus-glottique, il se produit le cloisonnement de l'ensemble pharyngo-laryngé par migration convergente des bourrelet aryténoïdiens et constitution du fût laryngé.(5)

A sa partie distale se forment deux diverticules latéraux dont les lumières confluent à la partie médiane pour générer le vestibule laryngé.

Vers le début de la 8<sup>ème</sup> semaine, les ventricules apparaissent à partir de cavités latérales se creusant dans l'épaisseur des murs latéraux et qui rejoignent la lumière centrale de la région sus-glottique.

A la 10<sup>ème</sup> semaine la glotte devient perméable. Et ce n'est qu'au cours du 3<sup>ème</sup> mois que les cordes vocales deviennent visibles et reconnaissables.(6)

Les structures cartilagineuses du larynx apparaissent aussi selon une chronologie bien définie au sein du mésoderme des arcs branchiaux.

Les premiers à faire leurs apparitions sont le cartilage thyroïde dérivant du 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> arcs, est constitué par la fusion de deux lames quadrilatères latérales avec le « nodule cartilagineux intermédiaire » et le cartilage cricoïde provenant du 5<sup>ème</sup> arc. Ces deux cartilages existent dès la 5<sup>ème</sup> semaine mais ont une vraie structure cartilagineuse à la 7<sup>ème</sup> semaine.(6)

Les cartilages aryténoïdes (5<sup>ème</sup> arc) et les cartilages cornicules commencent leur chondrogenèse à la fin du 3<sup>ème</sup> mois.

Concernant l'épiglotte (3<sup>ème</sup> arc) si elle est automisée par rapport à la base de la langue dès la 6<sup>ème</sup> semaine, elle ne développe son squelette cartilagineux qu'au cours du 5<sup>ème</sup> mois, les cartilages cunéiformes (4<sup>ème</sup> arc) ne l'acquérant qu'au 7<sup>ème</sup> mois.

La musculature laryngée intrinsèque provient du mésoblaste du 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> arc, ces muscles se développent dans le courant du 5<sup>ème</sup> mois alors que leurs ébauches apparaissent en même temps que les ébauches précartilagineuses, fin de la 7<sup>ème</sup> semaine, date à laquelle ils sont déjà innervés. (7)

Enfin, l'épithélium laryngé acquiert sa ciliation vers la fin du 3<sup>ème</sup> mois.(6)

## B-Anatomie du larynx avec particularités de l'enfant

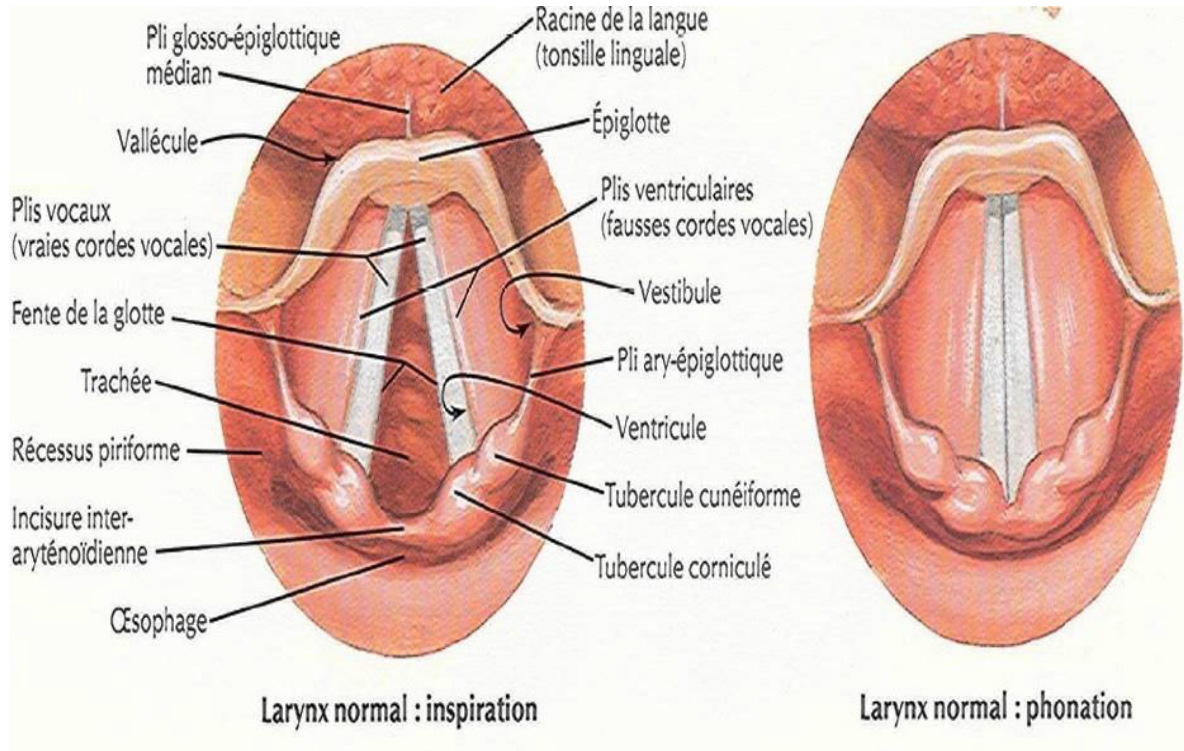


Schéma montrant une vue endoscopique du larynx avec ses différents constituants(90)

Le larynx est une structure musculoligamentaire creuse renforcée par une armature cartilagineuse, qui constitue la portion initiale de l'appareil respiratoire.

La cavité du larynx est en continuité à sa partie inférieure avec la trachée, et s'ouvre dans sa partie supérieure dans le pharynx, immédiatement en arrière et légèrement en dessous de la langue et de l'ouverture postérieure de la cavité orale (isthme du gosier).

C'est à la fois une valve capable d'obturer la voie aérienne et un instrument apte à produire des sons, il est composé de 3 cartilages impairs (cricoïde, thyroïde et épiglotte), 3 paires de cartilages (aryténoïdes, cornicules et cunéiformes), une membrane fibroélastique et plusieurs muscles intrinsèques.

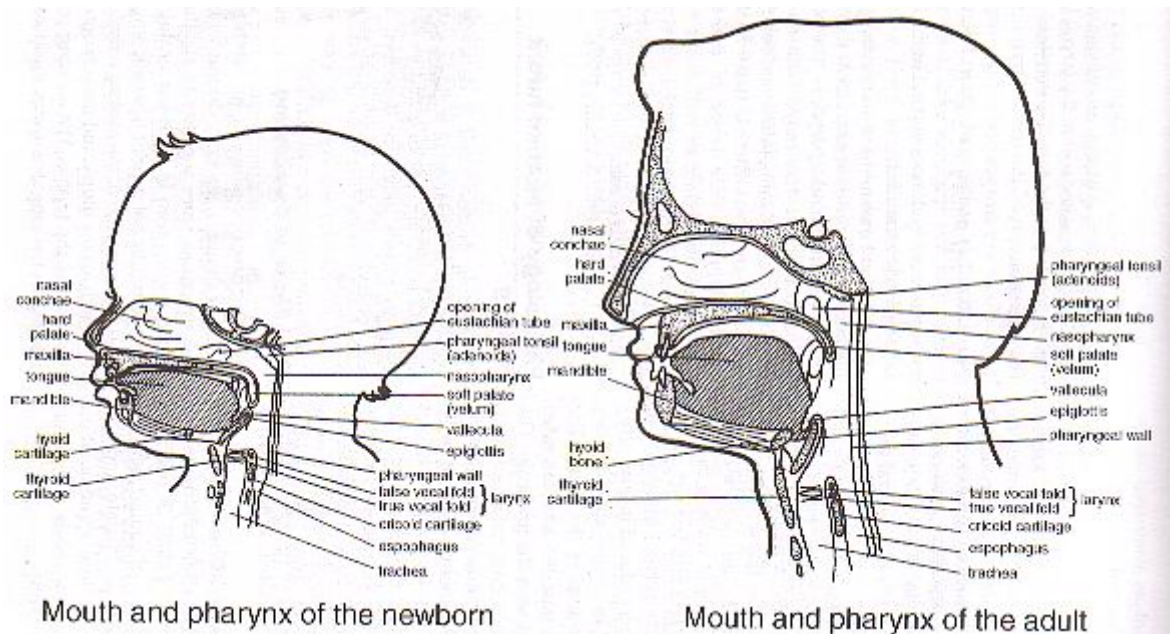
c'est un organe très mobile, suspendu à l'os hyoïde et attaché à la trachée en bas par des membranes et des ligaments.(8)

L'intérêt de ce chapitre est de décrire l'organe laryngée chez l'enfant et suivre son évolution jusqu'à l'âge adulte.

On en conclura que le larynx de l'enfant a une morphologie très différente du larynx adulte. Il ne se limite pas à un larynx adulte de volume réduit.

Notre description portera sur 2 périodes, le larynx du nourrisson et le larynx infantile avec toutes les modifications morphologiques ainsi que quelques particularités selon le sexe.

## 1. Anatomie morphologique du larynx néonatal et du nourrisson



**Image montrant le positionnement du larynx chez un nourrisson en comparaison avec celui de l'adulte(88)**

A première vue, ce que l'on pourrait dégager comme particularité en comparant le larynx adulte avec celui d'un nouveau né ou d'un nourrisson, ce sont la forme et la position. Concernant le sexe, peu de différence de taille ont été noté, cependant un dysmorphisme sexuel a été souligné par Fayoux et al concernant la taille du cartilage thyroïde, plus petit chez le fœtus et le nouveau né fille.

Le larynx adulte s'inscrit globalement dans un quadrilatère alors que celui d'un nouveau né a plutôt la forme d'un cône tronqué avec sommet inférieur (7) incliné vers le bas et en arrière formant un angle aigue avec la trachée.

Des études anatomiques récentes ont été réalisées par voie endoscopique ou par imagerie (IRM) chez des enfants endormis, suggèrent que le larynx serait de forme conique dans le sens transversal avec un apex au niveau du plan glottique et de forme cylindrique en antéro postérieur (63).

Le larynx chez le nouveau né est très haut situé, presque au même niveau que la langue et débouche immédiatement dans les cavités nasales. Dans la vie utérine à 23-25 semaines de grossesse, il s'étend de la ligne basi-occipitale jusqu'au niveau des 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> vertèbres cervicales. (9)

L'os hyoïde se projetant au niveau du plan de jonction entre C2 et C3, juste au dessous de la mandibule et est très proche du cartilage thyroïde dont l'angle antérieur fait environ 130°(63), il le recouvre carrément de tel sorte que la membrane thyro-hyoïdienne devienne pratiquement virtuelle.

Cette position haut-situé rend difficile la visualisation du plan glottique chez le nouveau né mais aussi la morphologie supra-glottique et de l'angle aigue glotto-épiglotique. Un repère est utilisé dans ce cas lors de l'intubation, c'est le triangle composé par les cartilages aryénoïdes et l'épiglotte.(63)

Sur le plan fonctionnel, la position haute du larynx dans le cou permet à ce premier de s'engager dans le nasopharynx ainsi l'épiglotte peut recouvrir le voile du palais. La respiration se fait ainsi par voie nasale d'où le danger de l'atrésie des choanes. Le passage des liquides alimentaires se fait par deux voies latérales le long des arches amygdaliennes expliquant la possibilité chez le nourrisson de respirer pendant la tétée.

A présent on va s'intéresser à l'étude de la lumière de cet organe qu'on divise classiquement en trois étages : sus-glottique, glottique et sous-glottique.

Le vestibule laryngé ou étage sus-glottique est relativement souple à cet âge et spacieux. Il est formé par une épiglotte qui est différente de celle de l'adulte par sa consistance plus flaccide, sa taille plus importante, sa forme enroulée sur elle-même prenant l'aspect d'Oméga et sa position suivant la position du larynx comme on l'avait vu précédemment qui est plus haute et plus verticale permettant d'apercevoir dans certains cas le pôle supérieur lors d'un examen de l'oropharynx à l'abaisse-langue.

Les bandes ventriculaires, toujours à l'étage sus glottique sont relativement plus épaisses et plus larges masquant parfois partiellement la vision des cordes vocales.

A l'étage moyen, ou l'étage glottique, est de forme nettement plus ovalaire que celui de l'adulte. Il est constitué principalement de cordes vocales dont la partie membraneuse mesure 5mm à la naissance qui est pratiquement aussi longue que la partie postérieure cartilagineuse.(63) Il en résulte l'existence d'une échancrure postérieure plus profonde que celle de l'adulte et d'une véritable corde vocale cartilagineuse. On note la présence de cartilage aryénoïde de plus grosse taille, et les apophyses vocales avec une insertion plus antérieure.

L'étage sous glottique, représente la partie la plus importante vu son potentiel danger en cas d'affection. Il est formé de cartilage cricoïde, anneau rigide et inextensible et de forme ovalaire qui a la particularité d'être le seul cartilage complètement formé à la naissance. Son diamètre est inférieur au diamètre trachéal. On comprend, par sa consistance et son étroitesse, que ce cartilage fait de la région sous glottique une zone fonctionnellement rétrécis. Par ailleurs, le tissu conjonctif recouvrant le cricoïde est extrêmement lâche chez le nourrisson, on y trouve un plan de clivage naturel permettant la constitution d'œdèmes. Ceci explique la fréquence des dyspnées en cas d'œdème sous glottique et leurs danger à cet âge.

## **2. Particularités anatomiques du larynx infantile**

Le larynx va passer par une phase de croissance qui se traduit par son élongation dans toutes les dimensions surtout en hauteur. Après les deux premières années de vie, elle se fait selon un mode linéaire avec un rythme de croissance ralenti jusqu'à la poussée pubertaire qui est rapide et dont les modalités sont liées au sexe.(11)

Différentes études expérimentales ont montré que cette croissance pouvait se poursuivre de façon homogène même après section cricoïdienne ou résection crico-trachéale.(63)

A la puberté et sous l'effet des hormones sexuelles androgéniques, le larynx grandit très vite. Cette croissance est plus rapide chez le garçon que chez la fille.

A l'âge adulte, les cordes vocales mesurent environ 14 à 15 mm chez l'homme et 10 à 15 mm chez la femme.(63)

Sur le plan de la phonation, les modifications de la voix sont plus nettes chez le garçon que chez la fille au moment de la puberté.

La voix des filles baisse d'en moyenne 2,4 demi-tons, avec un fondamental moyen de 210Hz, alors que le fondamental laryngé du garçon baisse d'en moyenne d'une octave en trois à six mois, pour atteindre 120 à 130 Hz.

Même si les différences liées au sexe apparaissent de façon flagrante au moment de la puberté, il semble exister un dysmorphisme sexuel avant la maturation hormonale.(63) Ainsi, l'angle antérieur du cartilage thyroïde est plus ouvert chez les filles que chez les garçons. La partie membraneuse des cordes vocales est plus petite chez les filles que chez les garçons, et le fondamental laryngé est plus grave chez les garçons que chez les filles.

Le larynx de l'enfant présente des particularités topographiques, morphologiques, et histologiques d'où vont découler les caractéristiques physiologiques de cet organe en terme de respiration, phonation et déglutition.

Le conduit vocal se modifiera dans son ensemble par une descente de la langue vers le pharynx, un élargissement du pharynx et une descente du larynx dans le cou qui est fondamental pour la production de la parole. Ce phénomène n'existe que chez certains grands singes (chimpanzés, macaques).(63)

La descente du larynx se fait à la fois par la descente de l'os hyoïde par rapport au palais et par la descente du squelette laryngé par rapport à l'os hyoïde. Le bord inférieur du cricoïde se projette en regard de C4 à un an, de C5 à 2 ans, de C6 à 5ans et du bord inférieur de C6 à 10ans.

A l'âge adulte, le larynx est bas situé avec le bord inférieur du cricoïde qui devient au niveau de C1/C2 au moment de la déglutition, et le contact de l'épiglotte avec le voile du palais est impossible.

Chez l'enfant, la texture du cartilage laryngée n'est pas aussi rigide que celle de l'adulte d'où le risque de collapsus.

Le larynx infantile comporte une épiglotte sous forme d'oméga, des cartilages aryénoïdes assez larges et couvrant une partie significative de la partie postérieure de la glotte, le cartilage thyroïde est plus large et plus court, et le cartilage cricoïde présente un diamètre plus court que celui de la glotte (10), d'où la fréquence des dyspnées laryngées chez l'enfant.

Durant la croissance, les cornes supérieures et inférieures de l'os hyoïde s'allongent et écartent le cartilage thyroïde, agrandissant l'étage vestibulaire du larynx. La croissance des aryténoïdes est moins importante que la croissance des cordes vocales membraneuses, en particulier en longueur.

Ainsi à l'âge adulte, la partie cartilagineuse de la glotte ne représente qu'un tiers de la longueur totale du plan glottique.

### **C-Anatomie endoscopique**

A la différence de l'anatomie descriptive et des données offertes par l'imagerie, l'anatomie endoscopique, qui a vu une nette amélioration grâce au développement des techniques d'endoscopie, se contente d'une vue en surface de la cavité pharyngolaryngée. Ne sont accessibles à l'œil de l'examineur que certains éléments anatomiques.

La connaissance de l'anatomie endoscopique du larynx chez l'enfant est indispensable pour réaliser le bilan d'extension d'une tumeur, d'une sténose, d'une malformation ainsi que le traitement endoscopique des différentes pathologies rencontrées et accessibles à cette méthode thérapeutique.

L'analyse des structures endolaryngées peut se faire, d'une part au cabinet de consultation en utilisant différents moyens techniques, d'autre part au bloc opératoire sous anesthésie générale, et il s'agit là d'une réelle endoscopie.

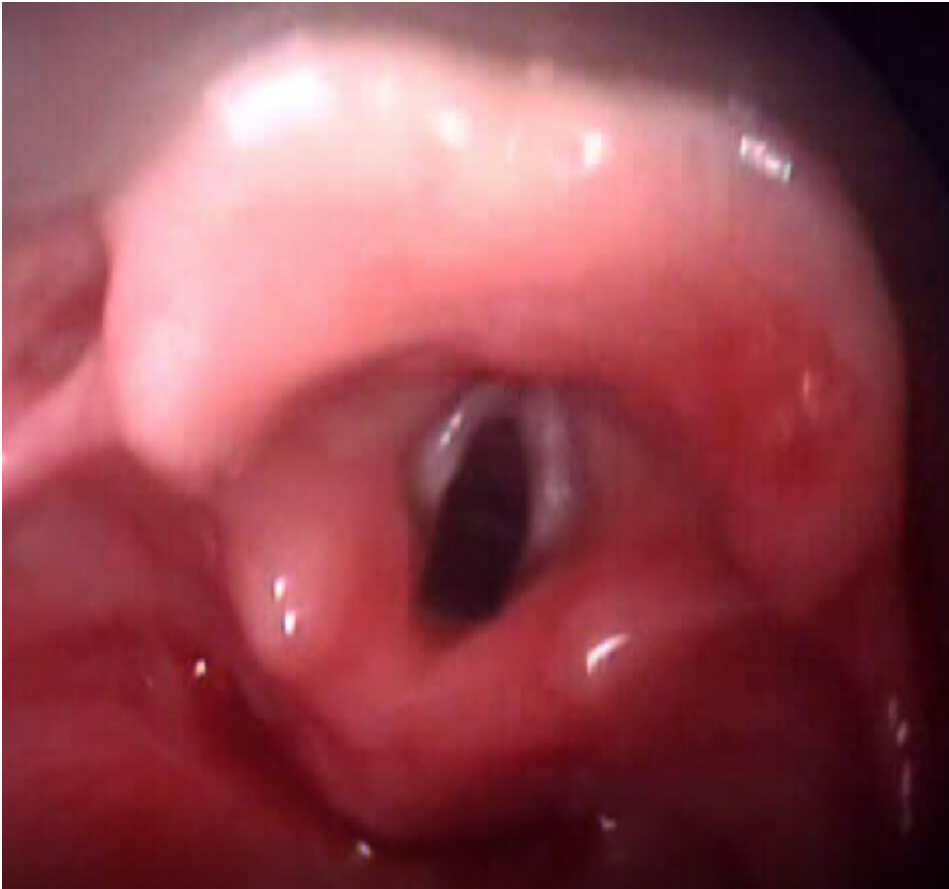
L'étude endoscopique du larynx de l'enfant nécessitera généralement une lame courte et droite, devant sa mandibule qui est courte et étroite avec espace de déplacement réduit.(84)

Une bonne position de la tête est nécessaire pour un examen parfait. Pour cela il faut que les oreilles et l'encoche sternale forment la même ligne, car une hyper extension de la tête pousse la base de la langue et l'épiglotte en arrière contre le mur postérieur du pharynx et rend la visualisation de l'épiglotte difficile. (84) On va procéder à la description des différents éléments perçus du plus proximal au plus distal chez l'enfant.

## **1. Base de la langue et vallécule**

Il s'agit d'une région frontière avec le larynx. A l'introduction du laryngoscope on retrouve les papilles gustatives dessinant le « V » lingual d'une langue plus volumineuse par rapport à la cavité buccale(83), et parfois des masses lymphoïdes correspondant aux amygdales linguales. Leur aspect est parfois polylobé, cryptique, et leur hypertrophie est parfois telle qu'elle constitue un motif de consultation en raison des épisodes inflammatoires infectieux ou de leur simple volume. En dessous de la base de la langue, la vallécule est réellement la région frontière avec le larynx puisqu'elle constitue une jonction entre l'épiglotte en arrière et la langue en avant. Les vallécules sont séparées par un repli qui est le repli glossoépiglottique médian. Latéralement elles sont limitées par les replis glossoépiglottiques latéraux. Les vallécules ont une concavité supérieure et leur fond est occupé par le ligament hypoépiglottique qui est très résistant et lui-même en rapport avec la loge hyothyroépiglottique.(65)

## 2. Etage sus-glottique



**Image endoscopique d'un larynx d'enfant normal**

### ❖ **Margelle laryngée ou épilarynx**

Cette structure anatomique fait partie de l'étage sus-glottique et c'est une zone frontière entre le larynx et l'hypopharynx. Comme son nom l'indique, elle s'apparente à un rebord qui a une forme ovale et oblique d'avant en arrière.

Elle est formée en avant du bord libre de l'épiglotte qui vient latéralement rejoindre le repli aryépiglottique. A ce niveau, le repli glossoépiglottique latéral et le repli pharyngoépiglottique convergent et constituent la région des trois replis. En arrière, le repli aryépiglottique se poursuit pour constituer la margelle

postérieure jusqu'au niveau du sommet de l'aryténoïde. Il est possible de visualiser le corniculé qui est d'une muqueuse lâche. Tout en arrière se situe l'échancrure inter aryténoïdienne qui répond au muscle intéryténoïdien. La muqueuse à ce niveau est plissée. Sa vision est facilitée par l'examen endoscopique ORL sans sonde d'intubation à l'optique de façon attentive.(65)

### ❖ **Epiglotte**

A environ 2,5 cm de l'ouverture buccale(84), c'est le premier élément visible à l'étage sus-glottique et constitue le deuxième point de repère après la luette lors de l'introduction du laryngoscope, et qui sont d'ailleurs souvent en contact(84). Il s'agit d'une structure cartilagineuse, augmentée de taille, recouverte d'une muqueuse fine. Sa face laryngée est bien lisse dans ses deux tiers supérieurs. Vers le bas, l'examineur retrouve une tuméfaction correspondant au tubercule de Czermack, et en dessous de cette région se situe le pied de l'épiglotte qui vient s'insérer juste au-dessus de la commissure antérieure de l'étage glottique.(65) On note sa taille relativement importante, sa forme enroulée sur elle-même sous forme d'oméga.(63)

### ❖ **Ventricule laryngé**

Il s'agit d'une cavité située entre l'épaisseur de la bande ventriculaire en haut qui sont relativement plus épaisses et plus larges masquant parfois partiellement la vision des cordes vocales,(63) et le plan de la corde vocale en bas. Son examen est difficile lors de la laryngoscopie indirecte, puisqu'il est caché par le relief de la bande ventriculaire. Il s'explore en endoscopie, sous anesthésie générale, grâce à la suspension et grâce à l'examen à l'optique qui procure une vue latérale à 30° ou à 70°. (65)

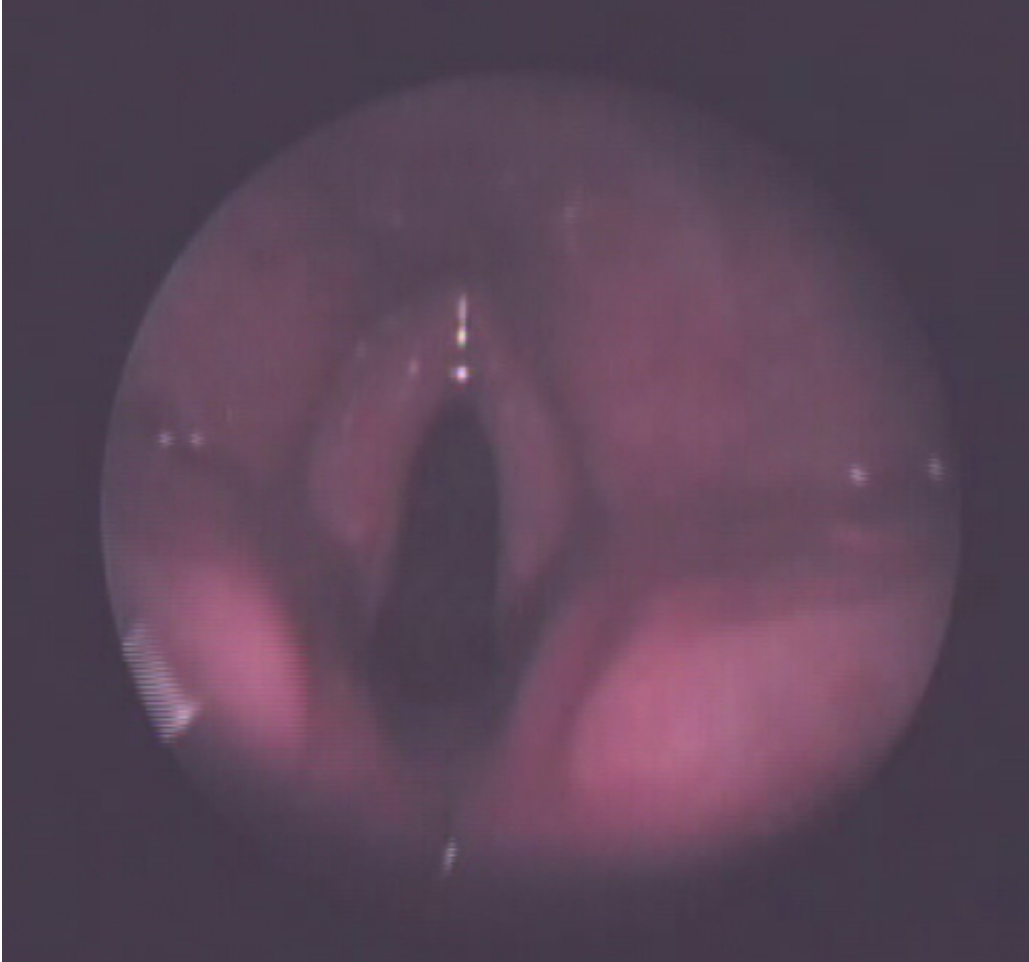
A la partie tout antérieure du ventricule, se situe l'appendice ou saccule laryngé, qui peut entraîner une voussure de la partie antérieure de la bande ventriculaire. Sa taille est variable et peut être à l'origine de tuméfactions aériques évoluant secondairement vers une laryngocèle.

#### ❖ **Région inter aryténoïdienne**

Elle correspond à la partie postérieure de l'étage sus-glottique et est anatomiquement très proche de la margelle laryngée étudiée précédemment. Elle est visionnée en positionnant la lame plus en postérieur et en soulevant l'épiglotte(84). La muqueuse à ce niveau recouvre les fibres musculaires du muscle inter aryténoïdien. Cette région est bien visible lors de l'abduction des cordes vocales pendant la respiration chez l'enfant plus grand.

Le cartilage aryténoïde est de plus grosse taille avec insertion plus antérieures des apophyses vocales.

### **3. Etage glottique**



**Image endoscopique montrant l'étage glottique(service)**

### ❖ Cordes vocales

L'étage glottique est essentiellement constitué des cordes vocales dont la partie membraneuse mesure 5 mm à la naissance qui est pratiquement aussi longue que la partie postérieure cartilagineuse.(63)

A l'état normal, elles prennent la forme de deux cordons blancs tendus en avant entre l'angle du cartilage thyroïde et en arrière au niveau de l'apophyse vocale à la base du cartilage aryénoïde qui est plus antérieure. Leur face supérieure est bien visible en laryngoscopie indirecte, alors que les régions plus difficiles d'accès sont la commissure antérieure et la face inférieure de chaque corde vocale.(65)

Au cours de l'examen endoscopique sous anesthésie générale, l'utilisation du microscope et des optiques permet de bien visualiser le bord libre de la corde vocale, ainsi que sa muqueuse de recouvrement qui apparaît transparente, souple, et qui constitue la partie vibrante grâce à l'espace sous-muqueux décollable de Reinke dans les deux tiers antérieurs. L'utilisation des optiques à 30° permet de visualiser toute la face supérieure de la corde vocale vers le plancher du ventricule de Morgagni et en dehors. L'utilisation des optiques à 70° est particulièrement adaptée à l'examen de la face inférieure des cordes vocales, mais surtout de la commissure antérieure. (65)

L'examen au microscope du plan glottique, associé à l'utilisation de micro-instruments (pince coudée à droite et à gauche, palpeur, aspiration) permet de faire le diagnostic des anomalies, soit de la muqueuse, soit du ligament vocal, soit en profondeur dans la corde vocale.

Ces micro-instruments permettent de déplisser la muqueuse, de la libérer du ligament vocal. Ils permettent également, en les insérant perpendiculairement au bord libre de la corde vocale, de montrer la présence d'un sulcus glottidis qui peut passer totalement inaperçu en laryngoscopie indirecte mais dont on suspecte la présence devant une dysphonie ancienne s'associant à un défaut de vibration de la muqueuse en stroboscopie.

#### ❖ **Commissure antérieure**

Elle est idéalement examinée à l'optique à 30° et à 70°. Elle peut présenter une micropalmure, et dans ce cas est souvent associée à une dysphonie fonctionnelle.

#### ❖ **Commissure postérieure**

Elle correspond à la glotte cartilagineuse représentée par les deux apophyses vocales des cartilages aryénoïdes. Cette région est particulière et ne participe que de façon accessoire à la phonation. Elle correspond plutôt à la glotte dite respiratoire. La muqueuse qui la recouvre est fine, directement appliquée sur le cartilage avec une vascularisation riche. Ceci explique la fragilité de la muqueuse, et d'autre part le fait que ceci développe des granulomes post intubation, mais aussi des ulcères de Jackson, conséquence d'un malmenage vocal et/ou d'un reflux gastro-œsophagien.

#### **4. Etage sous-glottique**

Il s'agit de la continuité de la muqueuse à la face inférieure de la corde vocale qui s'étend jusqu'au bord supérieur du cartilage cricoïde. Ses reliefs sont peu visibles en arrière, mais bien visibles en avant.

Au cours de l'examen endoscopique, la mise en place d'une optique à 30° dans la région sous-glottique permet de bien visualiser les structures anatomiques, et la palpation cervicale du cricoïde montre le bord supérieur de celui-ci se détachant de la membrane cricothyroïdienne.(65)

### **D-Histologie du larynx de l'enfant**

Comme on l'a vu précédemment, le larynx est formé de cartilage et de muscle dont la lumière est tapissée par une muqueuse. Tous ces éléments portant des fonctions et une structure propre à eux.

Le larynx, principal organe de la phonation et dont les cordes vocales jouent un rôle majeur et possédant une structure histologique particulière qu'on va détailler dans ce chapitre, avec les particularités chez l'enfant.

#### **1. Les Cartilages**

Les cartilages laryngés du nourrisson sont constitués de cellules agencées selon une architecture donnée dans une « substance fondamentale », comme chez l'adulte et partout ailleurs dans l'organisme. Cette dernière est responsable de la résistance du cartilage qu'elle contribue à composer, et est extrêmement lâche chez le nouveau-né(13). Il en découle que les cartilages laryngés des nouveau-nés et des nourrissons seront particulièrement souples. Durant la croissance, le cartilage va gagner en rigidité, deviendra de moins en moins

souple, avec apparition de points d'ossifications pouvant apparaître sur les grands cartilages hyalins tels que le cartilage thyroïde, le cricoïde et les aryténoïdes à l'âge adulte. On note la présence de tissus hématopoïétique au niveau de ces cartilages ossifiés. (63) A l'étude microscopique on note la présence de fibres collagènes. Ces fibres sont de 4 types : le type 1, 2 et 3 et le CB-a1, possédant des propriétés biomécaniques différentes.

La composition de chaque cartilage laryngé en ces types de fibre de collagène est différente et varie avec le temps comme l'ont montré Cohen et Al. (63)

## **2. Les Muscles**

La musculature du larynx est composée de muscles striés. (63)

On peut les classer en 2 catégories :

-Les muscles intrinsèques, prennent tous leur insertion sur le cartilage du larynx et sont au nombre de onze, 5 muscles pairs et un muscle impair (l'inter-aryténoïdien). Leur fonction se traduit en l'ouverture de la glotte (muscles abducteurs) et en la fermeture de la glotte (muscles adducteurs). Les 4 autres muscles pairs sont : le crico-aryténoïdien , le thyro-aryténoïdien , l'aryténo-epiglottique, et le crico-thyroïdien

-Les muscles extrinsèques : Ce sont des muscles qui viennent s'insérer sur le larynx, et ce sont des muscles soit élévateurs soit abaisseurs de ce dernier.

Parmi les muscles élévateurs, on note : les stylo-hyoidiens, les digastriques, les muscles mylo-hyoidiens, les muscles génio-hyoidiens et les thyro-hyoidiens.

Les muscles abaisseurs du larynx, et ce sont des muscles infra-hyoidiens : le muscle sterno-hyoidien, le sterno-thyroidien et le muscle omo-hyoidien.

Chez le nouveau-né, les fibres de type 2 (contraction rapide) prédominent sur les fibres de type 1 (contraction et relâchement lent) alors que chez l'adulte les 2 types de fibres s'observent en proportion équivalente. Ceci pourrait être une des raisons expliquant l'apparition particulièrement rapide des laryngospasmes chez les nourrissons. (63)

### **3. La Muqueuse**

L'étude au microscope du larynx du nouveau-né montre que le revêtement épithélial est de type respiratoire cilié à l'exception des cordes vocales. Au cours des six premiers mois, l'épithélium commence à devenir squameux, ne ressemblant pas complètement à l'épithélium cilié. Après 6 mois, l'épiglotte dans sa partie antérieure, est invariablement recouverte d'un épithélium malpighien kératinisé alors que la surface postérieure est recouverte de ce même type d'épithélium uniquement dans sa partie supérieure avec un passage abrupt à un épithélium de type respiratoire.

L'épithélium respiratoire se compose d'une fine couche de cellules basales surmontée de cellules allongées ciliées disposées en colonnes et dont la variation de la position du noyau dans chaque cellule donne un aspect pseudo-stratifié. L'épaisseur de cette couche ciliée est extrêmement variable selon les individus. Des cellules mucosecrétantes dites en gobelet, sont présentes en nombre variable.

L'épithélium squameux se compose d'une couche basale de petites cellules cubiques. Des mitoses y sont fréquemment observées. Il est surmonté de plusieurs couches de cellules ovoïdes et la plus superficielle comporte des cellules plus aplaties et à noyaux rétractés.

A l'état normal, il n'y a pas de para kératose. La corde vocale est recouverte d'un épithélium malpighien. La jonction entre l'épithélium respiratoire et l'épithélium squameux de la corde vocale peut être abrupte mais il peut aussi exister une zone de transition qui varie de quelques cellules à 2mm.

Les glandes séro-muqueuses sont présentes sur la plupart des segments du larynx. Elles communiquent avec la surface par des canaux excrétoires aussi bien sur le versant respiratoire que le versant squameux. Ces glandes sont plus abondantes dans les fausses cordes ou juste après la commissure antérieure. Parfois ces glandes sont visibles dans le chorion de la corde vocale et sous la couche musculaire. (63)

#### **4. Corde vocale**

La corde vocale d'un larynx mature est organisée en plusieurs couches que sont l'épithélium, la lamina propria (avec ses trois feuillets superficiel, intermédiaire et profond) et le muscle vocal. Une telle structure est nécessaire à l'obtention d'une phonation.

Elle se compose de cellules allongées qui sont graduellement remplacées par des cellules de petite taille et basophiles d'aspect immature puis devenant plus large jusqu'à atteindre la taille des cellules squameuses. L'architecture de cette zone paraît désorganisée par rapport aux deux tissus environnants et il existe souvent des mitoses, ce qui est sujet à de fausses interprétations de malignité.

Chez le nouveau-né, la lamina propria se présente comme une structure uniforme, sans différenciation évidente entre les 3 feuillets comme cela est le cas chez l'adulte. La lamina propria et l'espace de Reinke ne forment qu'une seule et même structure, indifférenciée, composée de fibroblastes, fibres d'élastine et fibres collagène. Les éléments cellulaires sont plutôt denses et les éléments fibreux sont épars. Certains auteurs ont néanmoins rapporté la présence d'une nette asymétrie dans l'organisation des structures fibro-élastiques de la lamina propria dès la période fœtale.(63)

Sur une étude en microscopie électronique, Ishii et al. notent que la partie la plus profonde de la lamina propria, celle qui se trouve au contact du muscle vocal, ainsi que les deux maculae flavae sont plus riches en collagène que les autres parties de la corde vocale. Les auteurs émettent l'hypothèse que ces aspects correspondent à une ébauche de mise en place du futur ligament vocal et des maculae flavae.(63) Pour ces mêmes auteurs qui ont étudié l'évolution dans le temps de l'histologie de la corde vocale, il semble que la structure entre trois feuillets de la lamina propria commence à s'individualiser vers l'âge de 12 ans et prenne son aspect définitif vers l'âge de 17ans.(63)

La lamina propria comprend alors une couche superficielle, lâche correspondant à l'espace décollable de Reinke, une couche intermédiaire faite de fibres élastiques et une couche profonde plus rigide, plus riche en collagène correspond au ligament vocal. L'ensemble de ces modifications a pour effet d'isoler sur le plan vibratoire la muqueuse cordale. Le développement de ces structures fibro-élastiques serait contrôlé par la maculae flavae dont l'activité et la production serait sous la dépendance des tensions induites par les vibrations vocales.

Sato conclut que morphologiquement, la corde vocale du nouveau-né semble avoir des propriétés viscoélastiques qui la rendent impropres à la phonation.(63)

## **E-Physiologie du larynx chez l'enfant**

Le larynx de l'enfant est un organe complexe assurant l'équilibre délicat et la synchronisation entre des fonctions incompatibles deux à deux que sont la respiration, déglutition, et phonation. Des spécificités pédiatriques existent, liées aux modifications anatomiques dues à la croissance, à la maturation progressive du contrôle neurologique, et bien sûr au régime alimentaire lacté, liquide, des nouveau-nés et nourrissons.

### **1. Larynx et système cardio-circulatoire :**

Le larynx comporte un rôle majeur dès la naissance en occupant une importante place concernant les modifications cardio-circulatoires majeures se produisant lors de la naissance.

A la naissance, les poumons prennent le relais du placenta, organe via lequel la mère couvrait les besoins de son fœtus durant la vie intra utérine assurant une parfaite hématose. Pour cela, plusieurs événements se produisent afin d'assurer le bon fonctionnement de cet organe noble qui est le poumon, dont l'élimination du liquide amniotique est le phénomène principal par mécanisme de réabsorption.

Rappelons que lors d'un accouchement par voie basse, la compression du thorax par la filière génitale crée une forte pression positive intrathoracique qui chasse vers le nez et la bouche une partie du liquide contenu dans les poumons. Ce phénomène n'est toutefois pas fondamental car il ne concerne qu'environ un tiers du volume. Le caractère non fondamental du processus est confirmé par la pratique, les enfants naissant par césarienne n'étant pas plus en détresse respiratoire que ceux naissant par voie basse.(63) Lors de la première

inspiration, des pressions très positives sont créées. Cette hyperpression déplace le liquide amniotique présent dans l'arbre aérien vers les espaces interstitiels. La deuxième conséquence de l'hyperpression est indirecte et concerne la circulation sanguine. En effet, la distension pulmonaire qui survient est un des éléments permettant la chute des résistances pulmonaires.

Tous ces phénomènes peuvent survenir uniquement grâce à la fermeture des cordes vocales à la fin de la première inspiration. La pression présente dans l'arbre aérien va décroître au cours des premières heures de vie, mais sa courbe de décroissance n'est pas connue et varie certainement d'un individu à l'autre. Toute absence de fermeture des cordes vocales (dans le cadre d'une diplégie laryngée) entraînerait une détresse cardiorespiratoire.

## **2. Réflexes laryngés :**

Outre le rôle majeur qui vient d'être évoqué, le larynx est impliqué dans des mécanismes réflexes tels que la déglutition et la toux. Parmi ceux-ci, il en est un fondamental : le CRL (chémoreflexe laryngé) qui est un réflexe protecteur des voies aériennes consistant en une fermeture glottique avec apnée dès que le liquide acide ou avec une minime concentration de chlore entre en contact avec la muqueuse laryngée. (63)

## **3. Larynx et déglutition :**

Un mot sur la déglutition, elle commence à s'activer dès la 12ème semaine de vie intra-utérine pour ne devenir pleinement fonctionnelle que chez le nouveau-né à terme. Malgré des différences notables entre déglutitions infantile et adulte, toutes deux sont divisées en 3 temps : un temps buccale, celui qui diffère le plus de la déglutition de l'adulte, jusqu'à l'âge de 6 mois, la succion

seule représente le temps buccal. Un temps pharyngien marqué par la propulsion du bol lacté vers le bas, l'isthme nasopharyngé étant fermé par l'ascension postérieure du voile résultant d'une synchronisation contrôlée par des récepteurs sensitifs pharyngo-laryngés relié au tronc cérébral protégeant les voies aériennes. Et un temps œsophagien identique à celui de l'adulte consistant en la propulsion du bol alimentaire vers le bas par des mouvements péristaltiques.

#### **4. Larynx et phonation :**

Outre son rôle dans la déglutition et la respiration, le larynx possède une fonction qui se voit modifiée en fonction de l'âge de l'individu, la phonation. La mécanique respiratoire représente un élément important dans la phonation, contrôlée par les différents muscles respiratoires.

Chez le nouveau né, le cri représente la première manifestation vocale, mettant en jeu une activité musculaire diffuse, abdominale, thoracique, cervico-faciale, et parfois même faisant participer les muscles de la colonne vertébrale.

Progressivement, en adaptant sa fonction vocale, l'enfant va adapter son fonctionnement musculaire et respiratoire pour une activité phonatoire de plus en plus fine.

Comme l'adulte, l'enfant va utiliser différents mécanismes en fonction du son émis. Comme chez l'adulte, la hauteur du son est proportionnelle à l'étirement de la corde vocale et inversement proportionnelle à la masse chordale en vibration : plus la corde est tendu, plus le son est aigue, plus la masse en vibration est importante, plus le son est grave.

Mis à part le capital musculaire et les variations anatomiques des cordes vocales, d'autres éléments interviennent dans l'émission du son ; les cavités de résonance, plus elles sont petites, plus la fréquence de résonance augmente, d'où les formants des différentes voyelles sont ainsi légèrement décalés vers l'aigu chez l'enfant.(12)

Une mention particulière doit toutefois être rapportée concernant la production vocale du nouveau-né qui survient dans un régime de pression sous-glottique très élevé et de cordes vocales histologiquement impropres à la vibration. Le passage d'une corde vocale « néonatale » qui ne comporte que l'épithélium et une lamina propria sans espace de Reinke ni ligament clairement individualisés à une corde vocale de type « adulte » avec sa structure globalement tri-lamellaire se fait progressivement jusque vers l'âge de 6 à 8 ans, âge auquel la vibration cordale aura acquis son caractère définitif. (63)

Avec l'âge, la voie de l'homme subit différentes modifications, la plus importante se situe à la période d'adolescence connue sous le nom de « mue », qui concerne des modifications anatomiques du larynx sous l'effet d'arrivée des hormones mâles, des résonateurs, notamment la croissance du crâne, du massif facial, rétraction des amygdales palatines, disparitions des végétations adénoïdes, élargissement de l'oropharynx et développement des fosses nasales sous la croissance du nez participant ainsi à la modification du timbre.

Par ailleurs, l'enfant ou plutôt le jeune homme doit s'adapter à cette nouvelle voix, pouvant se sentir parfois ridicule devant ces sons qui ne contrôlent pas, mais que l'acceptation de son identité sexuelle l'aidera à surmonter, c'est la mue psychologique. (12)

## **F-Techniques d'explorations du larynx chez l'enfant**

Dans ce chapitre on citera les différents moyens diagnostiques nécessaires à la mise en évidence des pathologies du larynx, et afin d'étudier le larynx d'un point de vue d'ensemble, tout en soulignant l'avènement de nouvelles techniques diagnostique.

Les affections laryngées peuvent être d'origine organique ou fonctionnelle, et il existe une panoplie d'examen mettant en évidence ces 2 types d'affection.

Les évolutions technologiques ont permis d'élaborer de nouvelles méthodes à côté des techniques classiques, pour l'exploration de cet organe d'un point de vue anatomique : bio endoscopies ou caméra ultra rapide, ainsi que d'autres moyens pour l'exploration de dysfonctions tel la kymographie, tussométrie etc...

Concernant la pathologie laryngée de l'enfant, la démarche diagnostique est essentiellement clinique et endoscopiques, ce qui ne laisse que peu de place aux investigations radiologiques, en particulier en situation clinique d'urgence.

Néanmoins, l'imagerie, d'usage beaucoup moins systématique qu'en pathologie ORL adulte, a suivi en pathologie laryngée de l'enfant, des évolutions significatives : évolutions vers l'imagerie en coupe (scanner,IRM), élargissement du champ d'application de l'échographie (pré et post-natale).

## 1. Exploration de l'organe laryngée

### ➤ Laryngoscopie indirecte :

Réalisé classiquement au miroir laryngé à l'aide d'un tube spatule introduit sur le dos de la langue, la tête étant en extension, c'est l'examen de base indispensable au diagnostic de toute pathologie pharyngolaryngée.(14)

### ➤ Examen à l'optique rigide :

L'examen à l'optique grossissante rigide orientée à 90° permet d'obtenir une image de meilleure qualité du fait de son grossissement, et il permet également de réaliser des photographies ou de conserver les images à l'aide d'une caméra vidéo. C'est un moyen assez utile pour l'enseignement mais aussi pour l'archivage.(65)

### ➤ L'examen au nasofibroscope :

Il est très utile chez l'enfant ayant un réflexe nauséeux incoercible malgré l'utilisation d'un anesthésique local. Les images sont de moins bonne qualité, en raison de leur transmission par des fibres.(65) Il peut être réalisé chez le nourrisson, et l'examen à l'épipharyngoscope qui peut être réalisable à partir de 3 ou 4 ans, chez les enfants particulièrement confiants.(16)

### ➤ Examen endoscopique sous anesthésie générale :

Réalisé au bloc opératoire, c'est un réel complément de l'examen laryngoscopique indirect lorsqu'il est effectué à visée diagnostique.

La laryngoscopie en suspension permet d'immobiliser l'endoscope dans la cavité laryngée. Il est alors possible d'utiliser un microscope opératoire pour bien visualiser le plan glottique. (65)

Cette procédure peut être enregistrée et retransmise à l'aide d'une caméra vidéo.

➤ La bio endoscopie :

L'imagerie en bande étroite (Narrow Band Imaging) est une technique optique développée par la firme Olympus. Il s'agit d'une technique basée sur la filtration de la lumière afin de ne garder que deux bandes étroites dans les spectres, le bleu (415nm) et le vert (540nm). Ces fréquences pénètrent les tissus en surface et sont fortement absorbés par l'hémoglobine. Cette technique permet donc d'accroître le contraste entre les vaisseaux sanguins et la muqueuse et ainsi d'améliorer la détection précoce des lésions précancéreuses et cancéreuses des voies aéro digestives supérieures.(15)

➤ Scanner laryngé de l'enfant :

Les images TDM normales reflètent les caractéristiques anatomiques particulières du larynx de l'enfant :

Réduction du diamètre sous glottique en comparaison du diamètre glottique et supra-glottique chez le tout petit.

- non ossification des cartilages laryngés (contrairement à l'os hyoïde) et faible quantité de graisse para-glottique
- position haute du plan vocal (C2-C3) par rapport à l'adulte (C4-C5)

Ces éléments rendent plus difficile l'analyse fiable des structures laryngées de l'enfant, en référence à l'anatomie scannographique adulte, et doivent être connus du radiologue.

La TDM était initialement indiquée dans l'évaluation précise des sténoses, corrélations avec le diamètre des endoscopes, volumétrie des cavités aériennes. Actuellement les indications de scanner laryngé de l'enfant se sont rapprochées de celles de l'adulte : évaluation des lésions tumorales, kystiques et vasculaires et analyse des compressions extrinsèques dues à ces lésions.

L'usage de la TDM en pédiatrie implique d'être intransigeant sur la radioprotection au scanner spiralé en particulier. La société française d'imagerie pédiatrique recommande entre autres : la réduction du kilovoltage, l'augmentation du « pas » de la spire d'acquisition, la focalisation de l'examen afin d'éviter le cristallin et la thyroïde si possible, la limitation de la répétition des acquisitions.

L'usage des reconstructions tridimensionnelles de type endoscopique marque une évolution significative de scanner, soulignée par l'utilisation du terme « endoscopie virtuelle ». Chez l'enfant les travaux sur la laryngologie virtuelle à partir des données du scanner sont rares. Un travail récent (Fuchsmann et al 2010) fait état de réalisation de scanners avec endoscopie virtuelle chez 25 enfants , les auteurs ont démontré la faisabilité et l'extrême innocuité de ces examens, en routine ambulatoire et en dehors de tout contexte de pathologie sévère.(63)

➤ L'IRM :

Chez le petit enfant l'IRM est une technique lourde, dont les examens durent plusieurs dizaines de minutes ce qui implique une surveillance chez l'enfant dyspnéique.

Chez le petit nourrisson de moins de 3 mois, l'examen sera conduit lors d'un sommeil spontané, après le biberon.

Après 3 mois, différents protocoles de sédation sont proposés en respectant les règles de sécurité adaptées.

La plupart des équipes ont cependant recours à une anesthésie générale, garante d'une parfaite immobilité durant l'examen.

L'IRM est mise en œuvre dans le diagnostic des masses expansives, laryngo-trachéales ou médiastinales.

Comme au scanner, les particularités anatomiques du larynx de l'enfant sont à prendre en compte en IRM : non pas la forme et le diamètre de la lumière laryngée, très mal appréciables en IRM mais le signal des cartilages, non ossifiés, identique à celui des muscles adjacents (isosignal en T1), mieux individualisable en T2 (hyperintenses, avec un liseré périphérique en hyposignal). (63)

L'IRM rentre aussi dans le cadre du diagnostic anténatal d'anomalies telle l'atrésie laryngée ou trachéale, en détectant des signes indirects d'obstruction des voies aériennes supérieures. (63)

➤ L'échographie :

L'échographie a fait son apparition en pathologie laryngée de l'enfant vers 1970 parallèlement à son utilisation chez le fœtus.

Elle est indiquée dans :

- L'étude des masses de type angiomes sous-glottiques,
- L'étude des tumeurs bénignes des cordes vocales

- L'étude des mensurations laryngées
- Le contrôle échographique de la bonne position des sondes d'intubation
- L'analyse des paralysies laryngées

Elle est utile dans la mesure où l'absence d'ossification permet l'étude de la lumière laryngée et le mouvement des cordes vocales. (17)

Le principal intérêt de l'échographie est sa totale innocuité et sa disponibilité théorique au lit du patient, mais elle est limitée par son caractère opérateur dépendant. (63)

Elle est aussi indiquée en anténatale dans le diagnostic des atrésies laryngées, d'hypoplasie trachéale ou de masse de type lymphangiome. (63)

➤ Radiographie standard :

On peut utiliser la radiographie standard à côté de la fibroscopie dans l'exploration des paralysies laryngées par un test de déglutition afin d'apprécier la fonction sphinctérienne du larynx. (17)

En pratique courante, l'usage des clichés simples du thorax est utilisé dans la recherche de corps étrangers et l'analyse du retentissement éventuel d'une sténose laryngo-trachéale. (63)

## **2. Explorations fonctionnelles du larynx**

### ➤ Electromyographie :

En cas d'atteinte neuromusculaire du larynx, l'EMG contribue au diagnostic différentiel entre une atteinte nerveuse périphérique, une atteinte de la corne antérieure de la moelle, une atteinte tronculaire, une myopathie ou un désordre de transmission neuromusculaire. Il permet également de déterminer si l'immobilité est d'origine paralytique ou mécanique, et pronostique pour la récupération d'une corde vocale paralysée.(17)

### ➤ Etude de la fonction respiratoire :

Utilisé lors de l'altération de la voix ou de la respiration par la mesure des débits maximaux et l'analyse des courbes débits maximaux-volume pulmonaire contribuant à définir la sévérité de l'obstacle.(17)

### ➤ Mesure de la fonction vocale :

Le bilan vocal repose globalement sur l'analyse perceptuelle, l'autoévaluation, les mesures aérodynamiques et les mesures acoustiques.

La détermination d'un bilan vocal objectif fait l'objet de nombreux travaux qui portent sur ces différents moyens de mesure. Il n'y a cependant pas actuellement de standardisation. Des appareils de mesure de paramètres aérodynamiques et acoustiques existent mais reposent sur des méthodes d'enregistrement ou des algorithmes de calcul différents rendant les comparaisons impossibles.

On observe toutefois que, peu à peu, les mêmes paramètres se retrouvent dans les différents travaux, même si la façon de les mesurer est encore différente.(17)

➤ La vidé fluoroscopie :

Permet d'étudier la fonction laryngée pendant la déglutition

➤ La glottographie :

Sous ses différentes formes : électroglottographie, photoglottographie, glottographie de flux (ou par filtrage inverse), et l'ultrasonoglottographie permettent l'étude indirecte du mouvement des cordes vocales.

Ces techniques sont peu répandues en clinique.



# *Etude du laser*



### III-ETUDE DU LASER

#### A- Historique

Le mot LASER est un acronyme anglo-saxon (light amplification by stimulated emission of radiation) créé en 1960 pour les besoins des progrès de la physique.

Au début du siècle, A.Einstein était arrivé à la conclusion que la lumière était faite de parties discontinues, de quanta de lumière, qui par la suite furent dénommés « photons ». Il était déjà connu que lorsque la lumière frappe certains métaux, des électrons sont libérés, et dès 1902, le physicien allemand LENARD avait découvert que la fréquence de la lumière incidente avait un effet direct sur l'énergie avec laquelle les électrons sont éjectés du métal. EINSTEIN fit le lien entre sa propre découverte et celle, plus ancienne de LENARD en affirmant que lorsqu'un photon est absorbé par un électron, ce dernier va s'arracher de son orbite en émettant un rayonnement lumineux de même fréquence que le rayonnement incident.(19)

Nous trouvons là les principes fondamentaux du LASER : il s'agit d'un rayonnement lumineux cohérent (c'est-à-dire synchrone et de même fréquence) que produit la stimulation d'un matériau actif par un rayonnement incident.

C'est en 1960 aussi que le laser fut introduit dans le domaine médical par Théodore Maiman, juste un peu après l'invention du rubis.(75) Les médecins ORL étaient parmi les premiers utilisateurs du laser. A l'époque ils ont dû faire face aux différentes complications posées par le laser jusqu'à l'arrivée du laser CO<sub>2</sub> par Patel minimisant un peu moins les dommages tissulaires. Le premier laser CO<sub>2</sub> a été inventé par Patel en 1964 (91), utilisé par JAKO et POLYANI sur model canin et a été introduit chez l'homme en chirurgie laser après l'invention par Bredemeier du micromanipulateur.(75)

En 1965 Stahle et Hoegberg ont utilisé le laser pour la première fois pour l'oreille interne. L'utilisation du laser en laryngologie a vu le jour en 1968 grâce à Strong, Jako et Polayni. (91)

## B. Bases physiques du laser

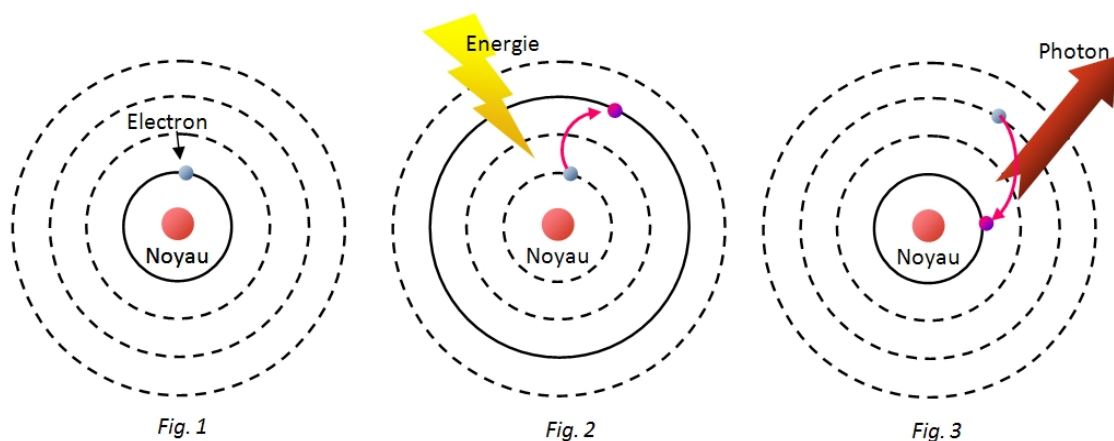
Afin de mieux comprendre le principe du laser, il serait intéressant de rappeler certaines bases physiques fondamentales.

Tout se passe à l'échelle atomique, les atomes sont formés d'un noyau entouré d'un nuage d'électrons, et ceci n'est pas fait au hasard.

Dans un atome au repos, les électrons remplissent les orbites en commençant par celles qui sont plus proches du noyau. Les orbites suivantes ne sont remplies que lorsque les orbites les plus proximales sont complètes.

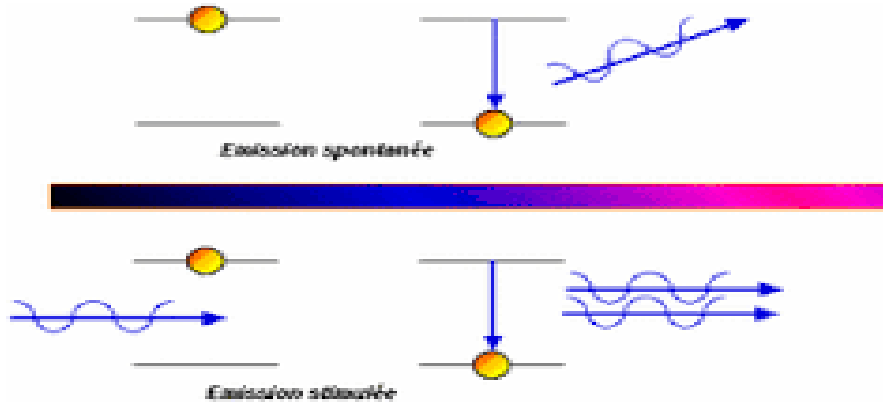
A chaque atome correspond une configuration électronique spécifique. L'orbite atomique définit l'énergie cinétique et les propriétés de l'électron. Chaque orbite correspond donc à un niveau d'énergie différent.

Lorsque les électrons passent d'un niveau à un autre, ils doivent soit absorber soit émettre de l'énergie sous forme d'un photon, représentant comme la matière première du laser.



**Fig montrant les différents états des électrons (92)**

## C-Principes de fonctionnement (20,21,22,23,24)



Le principe de fonctionnement du laser est le même quelque soit le milieu actif : 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 spontanée et l'émission stimulée.

- dans le premier cas, l'absorption, un électron situé dans un état d'énergie inférieur absorbe de la lumière et atteint un état d'énergie supérieur par excitation.
- Le deuxième cas, l'émission spontanée, représente la situation inverse, où un électron situé dans un état d'énergie supérieur retombe spontanément dans un état inférieur en émettant de la lumière. L'émission spontanée n'est pas affectée par la lumière. Elle se manifeste sur une période propre aux niveaux d'énergie concernée, période appelée durée de vie spontanée.

- Enfin, dans le dernier cas, l'émission stimulée, principe d'obtention du laser, la présence de lumière incite un électron à atteindre un niveau d'énergie inférieur en émettant de la lumière. Plus précisément, un photon incident sur un atome dans un état excité peut entraîner la désexcitation de cet atome (s'il a la bonne longueur d'onde). Dans le processus d'émission stimulée, la lumière 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.

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 pour que l'émission stimulée l'emporte.

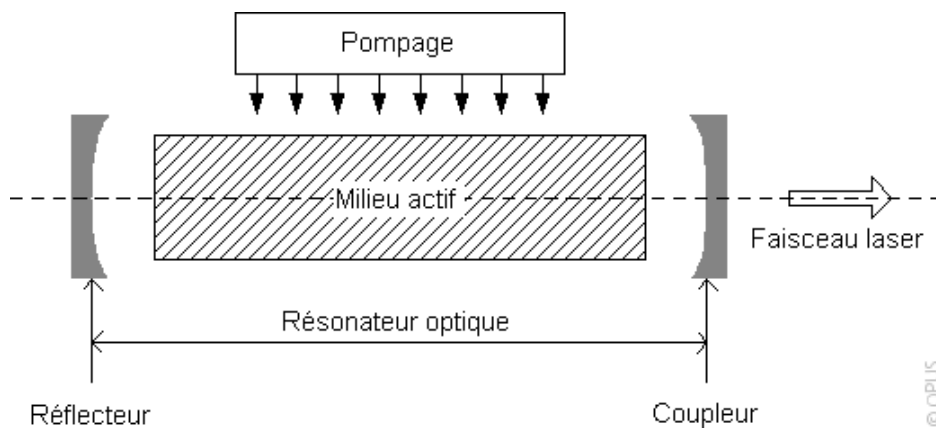
Cette situation, appelée inversion de population, peut être obtenue en fournissant de l'énergie en « pompant » le laser, et en sélectionnant avec soin le milieu actif. Les systèmes de pompage traditionnels font appel à la lumière provenant de lampes flash ou d'autres lasers, à la collision des atomes 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 atomes 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, le premier miroir, le réflecteur, est totalement réfléchissant alors que le second, le coupleur, est semi-transparent, il permet ainsi à la lumière de sortir de la cavité.(43)



### 1. 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 électrons 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.

## 2. Caractéristiques du rayonnement laser

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.

### ❖ 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.

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

### ❖ 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.

## **D-Les différents types d'effets du laser**

Etant admis que le faisceau laser est un rayonnement fait de photons, il en ressort qu'il sera soumis aux lois de l'optique.(25)

Afin de mieux comprendre les applications médicales du LASER, nous allons évoquer les différentes interactions entre un faisceau LASER et les tissus vivants tout en insistant plus particulièrement sur les effets thermiques qui sont les plus utilisés et recherchés en chirurgie. Outre ces derniers, nous pouvons distinguer des effets photochimiques, électriques, mécaniques et quantiques.(25)

### **1. Les effets thermiques :**

L'énergie véhiculée par le rayonnement LASER est dégradée en chaleur et absorbée in situ, ce qui est responsable de l'effet thermique(25). L'importance du volume tissulaire intéressé par ce phénomène est dépendant du type de LASER utilisé, chacun ayant pour un même tissu cible une densité d'énergie surfactique différente (La densité surfactique d'énergie correspond à la surface tissulaire mise en interaction avec le rayonnement, et s'exprime en Joules/cm<sup>2</sup> ou en Watt/cm<sup>2</sup>).

En fonction de l'importance du volume interactif, seront obtenus un des effets thermiques suivants : coagulation, carbonisation ou volatilisation cellulaire.

L'élévation thermique locale sera modulée par trois facteurs : le volume interactif dont l'importance accroît cette dernière, et la conductivité thermique tissulaire ainsi que la vascularisation locale qui tendent à la diminuer en diffusant la chaleur produite.

De cela, il ressort que :

- pour obtenir un effet de coupe (volatilisation) il faut un faible volume interactif avec une élévation thermique rapide au point d'impact, ce qui place le LASER CO2 en tête de cette catégorie.
- -la carbonisation nécessite une élévation thermique importante et un fort volume interactif.
- -la coagulation requiert une température locale supérieure à celle nécessaire pour coaguler les protéines mais bien inférieure à celle nécessaire pour la carbonisation.

L'élévation et la diffusion thermiques sont, de plus, liées à la durée d'exposition au faisceau LASER. Ceci explique pourquoi lors de l'application d'un rayonnement LASER sur un tissu fragile (tel qu'une corde vocale par exemple) il est indiqué d'utiliser des tirs séquentiels avec des durées d'impact très petites. L'utilisation de tirs répétés rapprochés risque en effet d'empêcher un refroidissement suffisant des tissus avoisinants et de générer des lésions de ces derniers ; concernant le mode « tir continu », il faut absolument éviter de l'utiliser notamment sur des tissus fragiles.

## **2. Les effets photoélectriques**

Basés sur la théorie électromagnétique de la lumière, ils sont la résultante de l'interaction entre un faisceau lumineux monochromatique et cohérent avec les membranes cellulaires qui voient leur polarisation fortement perturbée. Par ailleurs, certains impacts LASER extrêmement brefs peuvent provoquer en leur point d'application la formation d'une sphère de gaz ionisé qui interagit à son tour tant avec le faisceau lumineux qu'avec la matière vivante avoisinante. (26)

### **3. Les effets mécaniques**

Il est connu depuis 1964 que l'application d'un rayonnement LASER sur un tissu vivant peut générer des ondes ultrasonores(27). Ces effets mécaniques pouvant avoir des conséquences tissulaires, ils doivent être connus.

En effet, la production d'ondes de choc et d'ultrasons est liée à la création locale intratissulaire d'un gradient thermique dont l'évolution dans le temps est très rapide.

Nous soulignerons le fait que ces effets mécaniques sont nettement plus importants dans le cas de tissus rigides tels que l'os, ces derniers véhiculant beaucoup mieux les ondes sonores que les tissus mous(27).

### **4. Les effets photochimiques**

Certains sont la conséquence des lois de l'optique qui veulent qu'une substance apparaissant d'une couleur donnée absorbe électivement la partie du spectre lumineux qui lui est complémentaire. Par exemple, l'hémoglobine qui apparaît rouge absorbera électivement le vert.

D'autres effets photochimiques consistent en des réactions de photo-activation ou de photo-inhibition de certaines réactions. Ces effets sont la base de l'utilisation des LASERs à fréquence accordable (dits « LASERs à colorants »).

## **5. Les effets quantiques :**

Intéressant essentiellement les rayonnements eux-mêmes, nous ne les développerons pas, nous citerons simplement la possibilité de doublement de fréquence d'un LASER incident car ce phénomène est à l'origine du LASER KTP.

Nous ne développerons pas davantage les bases théoriques générales concernant les LASERs pour nous intéresser plus particulièrement à ceux dont nous aurons l'utilité en O.R.L, à savoir les LASERs CO<sub>2</sub>, NdYAG, et son dérivé le KTP.

## **E-Les différents types de laser**

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 : (21,23,24,28)**

#### **a- Le laser à rubis :**

L'élément actif est un barreau artificiel de rubis : cristal d'alumine Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> renfermant des ions chrome. Le rayonnement émis a une longueur d'onde de

694.3nm, se trouvant dans le rouge, 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 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 : Y3Al5O2).

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 qu'on verra dans le chapitre qui suivra.

#### **c- Le laser KTP :**

Le Laser KTP est un Nd YAG doublé en fréquence, on le détaillera dans le chapitre prochain.

### **2-Les lasers à gaz (21,23,24,28)**

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 thérapies 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 CO<sub>2</sub>**

Il sera détaillé dans le chapitre suivant.

### **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 excimère 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 (21,23,24,28)**

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.

### **4. Les lasers à semi-conducteur**

- Type Diode

## **F-Les 3 principaux lasers**

### **1. Le laser CO2**

C'est le LASER le plus utilisé en pratique courante O.R.L.(29,30)

Il est dit gazeux car le matériau actif est un mélange gazeux (azote et hélium) enrichi en CO<sub>2</sub>, l'émission du rayonnement stimulé étant le fait des molécules de gaz carbonique.

Sa longueur d'onde est de 10600nm, ce qui le place dans le spectre invisible infrarouge lointain(30). Ceci explique qu'il soit absorbé de façon élective par l'eau et le verre. Cette propriété a pour conséquence pratique l'utilisation de jeux de miroirs spéciaux pour véhiculer le rayon depuis sa source jusqu'à son objectif. En effet, les fibres optiques conventionnelles étant faites de verre ne peuvent être vecteurs d'un rayonnement qu'elles absorbent. Cela explique la lourdeur des appareillages LASER CO<sub>2</sub> et les contraintes d'installation avec les systèmes de bras articulés. Ces derniers sont des tubes au sein desquels circule le faisceau LASER d'un miroir à un autre.

Sur le plan des progrès technologiques, signalons les expérimentations en cours concernant l'essai de nouvelles fibres optiques en matériaux synthétiques (apparentés au plastique) qui soient capables de véhiculer un rayon LASER CO<sub>2</sub>. Il semblerait que dans les quelques années à venir, ces fibres optiques de nouvelles génération soient mises sur le marché.

Concernant le faisceau lui-même, rappelons qu'à l'enseigne de tout rayon lumineux cohérent, il sera caractérisé (outre sa fréquence) par sa puissance et son diamètre. Ses effets sur la matière seront fonction de ces deux paramètres corrélés au facteur temps, c'est-à-dire à sa durée d'application sur le tissu cible.

Il faut savoir que le diamètre du faisceau et sa puissance sont liés l'un à l'autre pour expliquer les effets tissulaires sous et péri-focaux du LASER. Ce lien se trouve exprimé par la notion de Densité de Puissance(31) qui est égale à :  $100 \times \text{puissance délivrée} / \text{surface du faisceau}$

La modulation de Densité de puissance par la variation de diamètre du spot permettra d'obtenir des effets différents (vaporisation lorsque le diamètre sera plus important, pénétration en profondeur du faisceau avec effet de section lorsque le spot sera de petite taille). Sur les machines actuelles, le diamètre du spot peut varier de 280 um à 700 um.

Le risque de dommage thermique a également pu être diminué en même temps que l'efficacité tissulaire était optimisée grâce au fractionnement des temps d'impact. En effet, l'apparition de la technique des « super-pulse » permet la délivrance de puissances instantanées très élevées (500 Watts) grâce à la brièveté des impacts LASER (0,05 seconde). D'autres artifices technologiques, les « pulser », permettent la fragmentation d'un tir par des coupures de l'ordre de la micro-seconde. (31)

## **2. Le laser Nd-YAG**

« Nd-YAG » signifie « Yttrium Aluminium Garnet dopé au Néodyme ». Là encore, nous nous trouvons face à la dénomination du matériau actif qui, contrairement à celui du LASER CO<sub>2</sub>, est un cristal (Garnet) donc un corps solide. Nous noterons que le véritable matériau actif est le Néodyme (corps simple entrant dans la composition des terres rares), le cristal d'Yttrium-Aluminium lui servant de support.

La stimulation est produite par une lampe à arc au Krypton et induit de la part du néodyme l'émission d'un faisceau lumineux dont la longueur est de 1060nm. Il se trouve ainsi dans le spectre invisible, dans l'infrarouge proche. Cette longueur d'onde rend possible la transmission de ce rayonnement par une fibre optique conventionnelle, autorisant une installation et une utilisation plus facile qu'avec le LASER CO<sub>2</sub>.

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(32)

## **3 Le LASER K.T.P**

Il s'agit d'un LASER YAG dont la fréquence est doublée par passage du faisceau YAG au travers d'un cristal de Potassium Titanyl Phosphate. Sa longueur passe de 1064 à 532 nm ce qui place ce LASER dans le spectre visible, et plus précisément dans le vert.

Il en découle une absorption élective par les corps rouges (couleur complémentaire dans le spectre lumineux) notamment l'hémoglobine(33). Cette caractéristique confère au LASER KTP un effet hémostatique très apprécié dans

la chirurgie des lésions angiomateuses. De plus, la possibilité de véhiculer le rayonnement dans les fibres optiques traditionnelles est fort intéressante dans le cas de lésions difficiles d'accès(33). Les progrès techniques ont permis la fabrication de fibres optiques d'un diamètre de 200 um de manipulation aisée, y compris dans des régions exigües.

Ces caractéristiques font du KTP un LASER très apprécié outre-atlantique.

## **G- Les effets du laser sur les tissus**

Dans cette étude bibliographique, nous développerons dans un premier temps les différentes lésions histologiques rencontrées lors de l'utilisation du LASER CO2 et évoquerons par la suite les particularités de celles provoquées par le LASER Nd-YAG.

La première étude histologique importante était centrée sur le LASER CO2 et a été menée en 1976 par MIHASHI (34). Par la suite plusieurs auteurs ont étudié ces phénomènes et SHAPSHAY en 1987 a publié une étude comparative des effets histologiques des différents Lasers utilisés (35).

Le premier point avant d'aborder les altérations histologiques créées par laser, est le fait qu'il soit constaté que le périmètre lésionnel autour d'un impact LASER est plus grand dans le plan perpendiculaire à l'axe du rayon LASER incident(36). Cet élément peut s'expliquer en faisant appel aux effets photoélectriques des Lasers. Le LASER, en sa qualité de lumière polarisée va créer un vecteur « champ électrique » dont la direction de propagation est perpendiculaire au faisceau incident. Cette propagation est assurée par la présence de particules électriquement chargées (les ions) dans le milieu récepteur.

Le deuxième point, qui fait appel aux effets thermiques du LASER, est la notion de « gradient thermique ». Dans son étude, MIHASHI(34) a mesuré les différences de température (DT) en différents points par rapport au site d'impact du faisceau LASER. Il a constaté une DT de +65°C à proximité immédiate du point d'impact, alors qu'à 2 mm de là, la DT était de 0°C. On ne rencontre des altérations histologiques que dans la zone où la DT est de +46°C à +13°C.

La différence de température est variable dans le temps et dans l'espace.

- Dans le temps : trois phases sont décrites qui sont, successivement, une phase d'élévation thermique, une période de stabilisation de la température, puis une période de décroissance thermique.
- Dans l'espace : Chacune de ces trois périodes aura une importance relative différente en fonction de son éloignement par rapport au point d'impact du rayon LASER.
  - de 0 à 500-600  $\mu\text{m}$  : l'élévation thermique est intense et brutale, la deuxième phase étant inexistante et la défervescence rapide.
  - de 600 à 800  $\mu\text{m}$  : l'élévation thermique est retardée par rapport au moment de l'impact du faisceau LASER. La phase de stabilisation thermique est brève, la défervescence assez lente.
  - de 800  $\mu\text{m}$  à 2 mm : l'élévation thermique est lente et retardée, la phase de stabilité s'y trouve être longue, et la décroissance thermique très lente.(34)

Voici la description des effets tissulaire du laser CO2 et du laser neodym qu'on utilisera dans notre travail.

## **1. Effets tissulaires du LASER CO2**

### **❖ Les effets immédiats :**

Les lésions décrites ci-dessous ont été observé suite à l'application d'un faisceau LASER CO2 d'une énergie de 8,8 Joules ( soit 20 Watts pendant 0,44 secondes, soit 10 Watts pendant 0,88 secondes)

## **1.1 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 (34) et de 1,61 à 1,92 mm pour SHAPSHAY(35). A la périphérie, on trouve un liseré de matériau carbonisé cerné d'un halo blanchâtre. Le centre du cratère est noir, carbonisé.

### **1-2 En microscope optique**

#### **1-2-a L'épithélium**

Les cellules du revêtement épithélial sont le siège de lésions de nécrose de coagulation. Des micros cavités sont présentes dans l'épithélium, plus nombreuses vers les bords qu'au centre du cratère. Les micros vaisseaux immédiatement au contact sont coagulés.

A proximité direct du point d'impact, l'épithélium est laminé et des anomalies nucléaires sont présentes, en particulier dans les cellules de la couche basale (34).

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 (bien qu'elle soit moins dense que dans la zone précédemment décrite).

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

### **1-2-b La sous-muqueuse**

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

### **1-2-c La musculuse**

Dans tout le périmètre lésionnel, les fibres musculaires ont une hyper éosinophilie marquée dû à la coagulation des molécules de myoglobine. Malgré ceci, la longueur et le calibre des fibres musculaires sont à peu près conservés (34).

Une étude cytologique de la fumée (36) a permis de mettre en évidence des cellules prêtes à desquamer, d'autres plus ou moins altérés, mais aucune cellule vivante ou en état de se répliquer.

## **1.3 En microscopie électronique :**

En M.E. à balayage, on note l'aspect de cratère d'aspect spongieux, avec décollement de l'épithélium et de nombreuses cavités secondaires, de nombreuses particules granuleuses étant déposées sur le fond.

Dans les alentours immédiats, on peut noter un flou des limites de chaque cellule, avec une moins bonne différenciation des entités cellulaires ; une disparition des fins détails de la surface membranaire est également visible. Dans cette même région, on note 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 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. En M.E par transmission d'électrons permet de visualiser des fibres de collagène un peu plus fines que la normale. Les mitochondries sont gonflées, ce qui constitue la dernière des anomalies structurales cellulaires rencontrées.

### **Evolution des lésions générées par le laser co2**

Nous envisagerons 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 (34), tantôt sur un épithélium d'appareil respiratoire (35)

#### **❖ 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. (34) signalons qu'on retrouve moins de lésions périphériques dans les impacts plus courts (à énergie délivrée égale).

### ❖ 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 signalerons la présence de quelques monocytes, fibroblastes, et d'une néovascularisation. La totalité de la superficie du cratère est recouverte d'une couche cellulaire. (34)

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 (35)

### ❖ 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. (34).

En ce qui concerne la trachée, la nécrose cartilagineuse s'étend sur une épaisseur de 0,30 mm ; quelques phénomènes de nécrose minime sont observés dans les tissus mous péri-trachéaux(35).

#### ❖ **Trois semaines 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. (34).

## **2. Effets tissulaires du laser nd-yag**

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 R.T.C. dans les lignes qui suivent) (type Fibertom\* actuel). Dans les fibres conventionnelles, le Nd YAG a été employé à 35 Watts et de 1,5 à 3,36 secondes (soit une énergie délivrée de 52,5 à 117,6 Joules) ; concernant l'utilisation dans les fibres R.T.C., la puissance était de 12 Watts, et la durée d'impact de 8,5 à 18,3 secondes (soit une énergie délivrée de 102 à 219 ,6 Joules

#### ❖ **Effets immédiats**

##### **Nd YAG avec fibre conventionnelle**

On retrouve 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 (35)

### **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 0,84mm d'épaisseur.(35)

#### **❖ Une semaine après application du laser**

##### **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 micro vaisseaux sont notés (35)

##### **Nd YAG avec fibre R.T.C**

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(37)

#### **❖ Deux semaines après**

##### **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 adventitielle très marquée, des signes témoins d'une régénérescence cartilagineuse.(37)

### **Nd YAG avec fibre R.T.C**

L'ulcération apparaît bien cicatrisée, et les phénomènes de fibrose muqueuse et péri trachéale sont minimes. L'extension maximale de la nécrose dans le cartilage se fait sur une épaisseur de 1,16 mm. En parallèle, une régénérescence cartilagineuse précoce est nettement visible(35).

## **H-Dangers du laser en laryngologie (39-40-41-42)**

Trois éléments sont responsables d'incidents ou d'accidents lors de l'emploi du laser dans une laryngoscopie en suspension : soit d'un égarement du rayon, soit d'un rayon trop puissant, soit encore à l'inflammation de la sonde d'intubation ou 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 décuplement des lasers Hélium néon et CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> 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 mode 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 qui doit être rempli de solution saline(64). Elle passe aussi par le remplacement de l'oxygène par de l'air au moment des tirs laser ou l'utilisation d'une FiO<sub>2</sub> entre 30 à 35% (64). 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.

## **I- Principes de sécurité**

Tout d'abord la grandeur du risque est évalué généralement par le constructeur en fonction de la nature de la source, de la puissance de l'appareil et de la longueur d'onde d'émission. (76) Ceci permet de classer le laser selon la classification de la commission électrotechnique internationale (IEC) qui comporte 7 classes allant du moins dangereux au plus nocif. Les dispositions des normes doivent être appliquées par le constructeur, notamment à la classification des appareils, la mise en place des dispositifs de sécurité adaptés et l'étiquetage. La fourniture d'une notice d'utilisation et de consignes de sécurité est obligatoire. (76)

Des effets tissulaires précédemment évoqués ainsi que des autres propriétés physiques des Lasers (effet thermique en particulier) découlent les mesures à prendre lors de la réalisation d'une séance de 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.

### **1. La protection du patient :**

Elle se situe à plusieurs niveaux :

- Les précautions en rapport avec l'Anesthésie sont évoqué plus en haut en rapport avec la sonde d'intubation.
- La protection oculaire et cutanée : Lors de l'installation du patient, les yeux sont couverts par des compresses ( ou des pansements prédécoupés) mouillées, le reste du visage étant à son tour masqué

par des champs opératoires en tissu humidifiés. Ceci a pour objectif de protéger la face et les yeux d'un tir accidentel hors du laryngoscope, voire d'une réflexion du faisceau LASER sur le laryngoscope. En cas d'utilisation de KTP, une protection oculaire par des caches en aluminium est nécessaire, ce rayon n'étant pas absorbé par l'eau.

## **2. La protection du personnel présent en salle :**

- 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 (afin d'éviter un tir accidentel) et la position du spot Hélium-Néon permettant la visée, en cas d'utilisation de laser CO2. L'opérateur aura du s'assurer lui-même du parfait montage du dispositif LASER sur le microscope ou la pièce à main.
- Le personnel présent 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.

Le risque laser dépend du cheminement du faisceau, de ses possibilités de réflexion et de diffusion à l'intérieur de la salle d'opération qui doit être déterminée et balisée par des pictogrammes normalisés.(76)

Toute matière réfléchissante doit être évitée, le trajet du faisceau doit être protégé par une enceinte.

L'émission effective du rayonnement laser doit être immédiatement identifiable dans le local, soit par un signal sonore, soit par un voyant lumineux.

La pollution chimique a aussi ses effets néfastes, fumées insalubres, irritantes ou toxiques qu'il faut capter à la source, au fur et à mesure de leur production. (76)

## **J-Intérêt du laser en laryngologie**

L'avènement du laser présente une grande avancée en matière de chirurgie laryngologique, et voit son évolution et son utilisation prendre une allure remarquable. Son application a permis une réduction du temps opératoire ainsi que du coût.

Le laser présente un nombre d'avantage dû à son utilisation, notamment l'opportunité au chirurgien d'avoir une nette visibilité du champs opératoire avec le minimum de manipulation des tissus.(75)

Il baisse le risque d'hémorragie post opératoire, et une hémostase meilleure en per opératoire.

Il a été rapporté, une meilleure qualité de la voix qu'en chirurgie conventionnelle mais cela est dépendant de la technique. (75)

Concernant la pathologie tumorale, le laser apporte une durée d'hospitalisation brève avec une période de convalescence moindre. (75)

Par ailleurs le laser nécessite une maintenance , une formation adaptée, avec mesures de protection rigoureuses et un certain équipement qui rend certains lasers plus chers tel le laser CO2.

## **K-Le choix du laser en laryngologie**

Deux avancées importantes ont permis l'utilisation du laser en otolaryngologie : en 1965, le laser CO<sub>2</sub> a été inventé ; en 1968, Polanyi a développé le bras articulé pour délivrer le rayonnement infrarouge du laser CO<sub>2</sub> aux cibles éloignées. Il a collaboré avec JAKO et ont utilisé le bras articulé et le laser CO<sub>2</sub> en chirurgie laryngée.

L'apparition du laser CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 phono chirurgie instrumentale et il a été l'objet de critiques sévères de la part de 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 de 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 vingtaine d'années, fait figure de « nouveau venu » en ORL, spécialité où le laser CO<sub>2</sub> 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.

## **L- Déroulement d'une séance laser**

### **1. Les précautions a prendre**

Afin d'assurer une bonne sécurité il faudra répondre à 3 question qu'on a vu précédemment dans le chapitre concernant les principes de sécurité

Est-ce que le corps du patient est protégé ?

Est-ce que le personnel est protégé ?

Est-ce que la sonde d'intubation est bien protégée ?

### **2. Le protocole anesthésique**

La prise en charge anesthésique en matière de chirurgie laryngologique chez l'enfant pose des problèmes très variés. Tout d'abord, l'enfant présente un système physiologique et anatomique particulier.

La première préoccupation de l'anesthésiste en matière de chirurgie ORL est la liberté des voies aériennes supérieures, qui est souvent compromise par la pathologie initiale, par les gestes chirurgicaux peropératoires, ou leurs conséquences post-opératoires.

Cinq éléments sont à prendre en considération pour la bonne prise en charge des voies aériennes supérieures.(85)

- A liberté des voies aériennes
- Evaluation de l'obstruction des voies aériennes supérieures
- Le diagnostic d'obstruction des voies aériennes supérieures est important car il conditionne le choix de la voie d'abord trachéale et de la ventilation.

- La présence de signes cliniques d'obstruction des voies aériennes supérieures (dyspnée inspiratoire, tirage, cornage) témoigne déjà d'une filière de calibre très réduit.
- Le niveau d'obstruction rend dangereux toute anesthésie ou simple sédation sans la disponibilité du matériel de ventilation, ou du chirurgien (trachéotomie en urgence)

En matière de prise en charge technique des voies aériennes, 4 méthodes sont essentiellement employées.

La première peut se faire en respiration spontanée, sans intubation, à l'aide d'un masque facial, en conservant la ventilation spontanée de l'enfant.

La deuxième technique consiste à la mise en apnée de l'enfant par des dépresseurs respiratoires et de curares. Le chirurgien effectue ses tirs lasers par périodes entre lesquelles l'anesthésiste doit oxygéner l'enfant. Il convient de souligner qu'aucun des auteurs n'a eu à faire face à un incident sérieux lors de l'application de l'apnée pharmacologique.(44,45,46)

La troisième technique consiste en un système de ventilation assez particulier, la jet ventilation à haute fréquence ou « venturi jet ventilation », il est utilisé dans la microchirurgie laryngée, trachéale et la chirurgie laryngée par laser. Elle consiste à injecter dans la trachée un jet de gaz avec une pression élevée, à travers un fin cathéter, à une très grande vitesse et avec une fréquence variant de 60 à 300 / min. (47) C'est un débit contrôlé par le réglage précis du temps d'insufflation. L'oxygène peut être administré manuellement à l'aide d'une gâchette qu'on actionne par la main. Quelque soit la méthode choisie, cette technique présente deux grands risques, le barotraumatisme et l'hypercapnie.

Des pneumothorax parfois fatals ont ainsi été rapporté dans la littérature.(85) La technique de jet ventilation est contre indiqué chez le bronchopathe chronique, ce qui est assez rare chez l'enfant, et l'obèse car la qualité de l'hématose est médiocre.

La quatrième et dernière technique consiste en une anesthésie générale avec intubation du patient comme elle se pratique dans une autre chirurgie. La seule spécificité tient au matériau constituant la sonde qui doit répondre à certaines règles afin de limiter au maximum les incidents fréquemment rapportés.

Comme pour tout geste chirurgical, l'anesthésiste intervient une fois l'indication opératoire posée en effectuant une consultation pré-anesthésique afin de dépister tout problème pouvant aggraver l'état de base du malade, que ça soit en rapport avec les protocoles anesthésiques ou le geste en lui-même.

Une attention particulière sera accordée aux voies aériennes supérieures dans ce type de chirurgie.

Le poids et la taille sont notés. L'examen de la sphère ORL doit être soigneux : hypertrophie amygdalienne, dents branlantes ou manquantes, appareil dentaire fixe ou amovible.(86) Les critères d'intubation difficiles sont recherchés : l'ouverture de la bouche, l'extension de la tête, la mesure de la distance thyromentale.

Le reste de l'examen va apprécier notamment l'état cardiovasculaire, si une anomalie est suspectée, l'enfant sera adressé chez un cardiologue spécialisé.

Après la préparation de la salle d'opération, vérification du matériel adapté au poids et à l'âge, on notera qu'il existe deux techniques d'induction par inhalation et par voie intraveineuse.

L'induction par inhalation se fait par l'administration d'un halogéné associé à du NO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> dont la FiO<sub>2</sub> sera basse pour minimiser les risques d'inflammation. On retrouve l'halothane et le sévoflurane qui est plus dépresseur respiratoire que ce premier et qui est moins bathmotrope, chronotrope et dromotrope.(86)

L'induction intraveineuse nécessite un bon abord veineux, on citera parmi les agents intraveineux : l'éthomidate, contre indiqué en dessous de deux ans, le thiopental, qui représente l'agent de référence (86), on a aussi le propofol et la kétamine.

### **3. Configuration de la microlaryngoscopie laser (64)**

On va prendre comme exemple un laser CO<sub>2</sub> vu que c'est le laser le plus adapté en matière de laryngologie, le plus ancien aussi, et citer les éléments nécessaires pour le déroulement de la séance.

- Microscope à fonctionnement de haute qualité avec lentille à 400mm
- Laryngoscope à grande alésage (diamètre le plus large possible si on travaillera sur les cordes vocales ou étage supra-glottique)
- Laryngoscope en suspension avec canal d'aspiration et port de jet ventilation on travaillera en sous-glottique ou dans la trachée
- Système de suspension
- Chaise de fonctionnement avec bras de support

- Instrumentation :
  - dispositif d'injection pour hydrodissection
  - 1 :10000 epinephrine
  - compresses cotonnées (0,5\*2cm)
  - sangle velcro
  - pince à microcuve
  - micro tasse ovoid
  - micro-sciseaux
  - pince crocodile incurvée
  - pince alligator droite
  - aspiration microchirurgie
  - pince triangle (bouchayer)
  - hopking télescope ( diamètre de 4-5mm, lentille 30cm ou plus ;  
0,30,70 degré)
- CO2 laser
- Micromanipulateur avec taille du pointeur à 250 um (dispositif de couplage entre laser et microscope)
- Seringue de jet ventilation

- Equipement de dilatation
  - bronchoscope ventilation(5,6,7 et 8 french)
  - dilatateur laryngé rigide : 20-50 french
  - ballon pneumatique dilatateur
- Machine de jet ventilation
- Materiel de securité contre laser :
  - Pad oculaire humidifié
  - serviettes mouillées/draps chirurgicaux
  - tube endotrachéal de securité pour laser
  - protections oculaires pour personnels dans la salle d'opération

#### **4. Réglages du laser CO2**

Les différents réglages :

- -4 à 8 W en mode intermittent (0,1 s « on » et 0,5 s « off » )
- Idéal pour une bonne précision dans l'étage glottique avec moins de dégâts collatéraux
- 4 à 8 W superpulse mode
- Idéal pour l'ablation des tissus, à utiliser avec parcimonie au niveau des cordes vocales pour minimiser les dégâts collatéraux
- -4 à 6 W, mode continue maximise l'ablation, idéal pour l'ablation du cartilage (arytenoïdectomie) (64)

## 5. Principes chirurgicaux (64)

Quelques principes de chirurgie durant une séance laser et technique de maintenance.

### ❖ Evacuation des fumées :

La vaporisation résultant de l'utilisation du laser produit une fumée importante qui s'accumule au niveau du site opératoire, et qui doit être rapidement chassée afin de garder une bonne visibilité. Le tube d'aspiration doit être connecté à cote du canal du laryngoscope pour maintenir une évacuation continue de la fumée. Il doit tout de même être noté qu'une aspiration supplémentaire peut être nécessaire. La plateforme d'aspiration est souvent employé, qui à part son rôle d'évacuateur de fumée, elle protège les tissus distaux d'un coup de laser involontaire.

### ❖ Protection du tissu des alentours :

La plateforme d'aspiration peut être utilisée comme indiqué précédemment ou on peut placé du coton humidifié pour protéger la zone à proximité.

### Maintenance du champ opératoire :

Concernant le laser CO2 ( le plus utilisé en laryngologie), il cause l'accumulation de débris carbonés au niveau du site opératoire. Ces débris desséchés présentent une difficulté à la pénétration du laser. Il est donc impératif de les enlever en essuyant par moment avec des compresses imbibées de sérum salé ou par aspiration. Le saignement actif au niveau du site opératoire doit être aspiré. L'hémostase doit être réalisé avant la procédure par la défocalisation du rayon laser ou l'application d'une compresse imbibée d'adrénaline pendant 1 à 3 min.

## **6. Mesures de sécurité lors d'une séance laser Co2**

Dans la majorité des gestes chirurgicaux par laser en laryngologie, on utilise la puissance minimale possible afin de minimiser les dommages collatéraux. En général le laser est réglé à 10W, en utilisant le mode intermittent ou superpulse. Le mode continu, est rarement employé et peut nettement augmenter les chances de complications immédiates tel les brûlures, ou tardives comme les sténoses. Le mode intermittent permet une période de relaxation thermal entre les coups de laser minimisant les dommages dues a l'élévation de la température. (64)

## **7. La période post-opératoire**

L'application de laser sur des tissus vivants peut, comme nous l'avons vu dans le Chapitre précédemment, être à l'origine d'une réaction œdémateuse de survenue précoce. Une telle réaction dans le larynx d'un enfant peut avoir des conséquences dramatiques (d'autant que la diffusion des œdèmes est facilitée par la grande laxité du chorion chez le tout petit).

Afin de prévenir cette complication, il est dans l'habitude de prendre les précautions suivantes :

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

### **❖ Sur le plan médicamenteux :**

2-a Par voie générale : une corticothérapie est prescrite qui sera commencé en peropératoire (48) et poursuivie quelques jours après. Des antibiotiques seront également utiles en prévention de complications infectieuses sur un larynx cruenté (49).

2-b Localement : Une aérosolothérapie comprenant un antibiotique et un corticoïde est instaurée à raison de 6 fois 20 minutes par jour, avec, le reste du 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(48)

## **8. Les incidents possibles**

Nous distinguerons successivement les incidents survenant au personnel soignant et ceux dont pâtit directement le patient. Nous verrons qu'en ce qui concerne ces derniers il nous faudra distinguer d'une part les lésions d'organes sains par le faisceau laser lui-même, d'autre part les problèmes en rapport avec l'action du rayon laser sur la sonde d'intubation ou sur les gaz anesthésiques. En marge des incidents « habituels », nous évoquerons un problème moins connu qui est celui de la contamination du chirurgien par des particules virales contenues dans la fumée se dégageant lors de l'application d'un laser ; Nous envisagerons également les nuisances graves des gaz anesthésiques inhalés au long cours par les chirurgiens.

### **a. Incidents concernant le personnel soignant :**

Ils sont la conséquence d'un égarement du faisceau (50,51), et consistent en des brûlures. La cause la plus fréquente est le tir accidentel sur les parois externes d'un endoscope non dépoli qui va réfléchir le laser sur le chirurgien ou sur une tierce personne présente. Il peut également s'agir d'un tir direct lié à un laser n'étant pas en position opératoire ou faisant l'objet d'un découplage entre le faisceau de visée Helium-Neon et le faisceau actif CO<sub>2</sub>. Soulignons à cette occasion la nécessité de la protection oculaire chez tous les personnels

présents lors de séances de laser. SOSIS cité par ROMANET et MORIZOT (52) rapporte, en effet, des cas d'impacts oculaires par les deux mécanismes que nous avons précédemment cités. Notons que les brûlures cutanées sur les personnels de la salle sont fréquemment décrites(50).

Concernant le chirurgien, les brûlures cutanées sont connues, certains praticiens appuyant sur la pédale commandant le tir qu'ils apprécient la focalisation du rayon coaxial de visée sur leur main ! D'autres ont vu leurs gants s'enflammer sous l'effet de l'impact laser(52).

Enfin, pour mémoire, citons les rares cas d'électrocution du personnel par mauvaise manipulation des câbles d'alimentation parfois défectueux, ou du générateur laser(52)

Un problème controversé est celui de la contamination potentielle par des papilloma virus présents dans la fumée se dégageant des impacts laser. Pour ABRAMSON et col. (53) on ne retrouve pas de Papilloma virus type 6 et 11, c'est-à-dire responsables de papillomatoses laryngées dans la fumée. D'autres auteurs ont, en revanche, retrouvé des particules virales actives dans la fumée dégagée lors de traitements de verrues ou de condylomes acuminés génitaux, un cas de papillomatose laryngée par inhalation de fumée consécutive au traitement de ces derniers ayant même été décrit.(54)

N'oublions pas la possibilité d'hépatite au Fluothane pouvant toucher les chirurgiens qui en inhalent en grande quantité dans ce type d'intervention. Cette pathologie est bien connue des médecins du travail et des législateurs qui l'ont reconnus maladie professionnelle(55).

## **b. Incidents survenant au patient :**

### *b.1 Lésions d'organes sains*

Il peut s'agir d'une lésion se situant sur un autre organe que celui sur lequel on travaille par réflexion du faisceau laser sur les parois du laryngoscope ou par découplément des faisceaux de visée et CO2 (ce qui impose la non utilisation de la machine jusqu'à sa réparation). Insistons là encore sur l'impérieuse nécessité de la protection oculaire chez le patient.

Il peut s'agir d'une puissance excessive du laser, conséquence d'une mauvaise sélection ; la pénétration étant plus importante que voulu, c'est dans l'épaisseur des parois de l'organe, voire dans les tissus de voisinage que se produiront les lésions. Ce phénomène est plus fréquent lors de l'utilisation du Nd-YAG (sans fibertom) qu'avec le CO2.

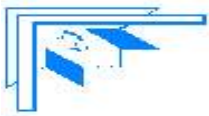
### *b.2 Action sur les sondes d'intubation et les gaz anesthésiques*

le matériau le plus utilisé étant le PVC, certains auteurs ont étudié la combustibilité de plusieurs types de sonde ( Silicone, Caoutchouc, PVC) en présence d'oxygène ou de protoxyde d'azote. En présence des gaz cités, la sonde en PVC serait la moins combustible des trois ; en revanche, les fumées s'en dégagent sont très toxiques(55,56,57). Cependant, l'inflammabilité des sondes PVC demeure, ce qui a poussé certaines firmes de matériel anesthésique à mettre sur le marché des sondes en matériaux nouveaux résistant au rayonnement laser telles certaines céramiques(58). Nous citerons les deux modèles actuellement les plus répandus : le LASER-SHIELD 2 de Xomed-Treace qui en silicone recouverte d'une première couche en aluminium et d'une

seconde en téflon ; la LASERFLEX de Mallinckrodt qui est une sonde « blindée » résistant aux impacts laser continus(59)

Pour mémoire, il existe une sonde entièrement métallique spécialement conçue pour les laryngolasers qui est la sonde d'Oswall-Hunton(60,61)

Outre l'interaction du rayonnement laser avec le matériel endotrachéal, la mise en contact avec de l'oxygène voire du protoxyde d'azote, peut être la cause d'une explosion dans la lumière des voies aériennes du malade pouvant entraîner des déchirures et brûlures graves laryngées ou trachéales, des contusions pulmonaires(51)



*Expérience du Service  
de réanimation A de l'HER  
en collaboration avec  
le service d'orl et CCF de L'HSR*



## **IV-EXPERIENCE DU SERVICE DE REA A DE L'HER EN COLLABORATION AVEC LE SERVICE D'ORL ET CCF DE L'HSR**

### **MATERIEL ET METHODES**

Il s'agit d'un exposé de 4 cas porteurs de pathologies laryngotrachéales, suivis et traités par microchirurgie laser au service de la réa A à l'HER en collaboration avec le service d'orl de l'HSR, dont un qui a été traité dans une autre structure par chirurgie conventionnelle et repris à notre formation après échec, montrant la collaboration nécessaire dans la prise en charge de ce type de patients.

Il s'agit de sujets de moins de 16 ans nécessitant une réanimation pédiatrique per et post-opératoire hyperspécialisée.

Tout nos malades ont été traité par un appareil laser de type diode avec longueur d'onde à 980 nm et une puissance < 20 watts.

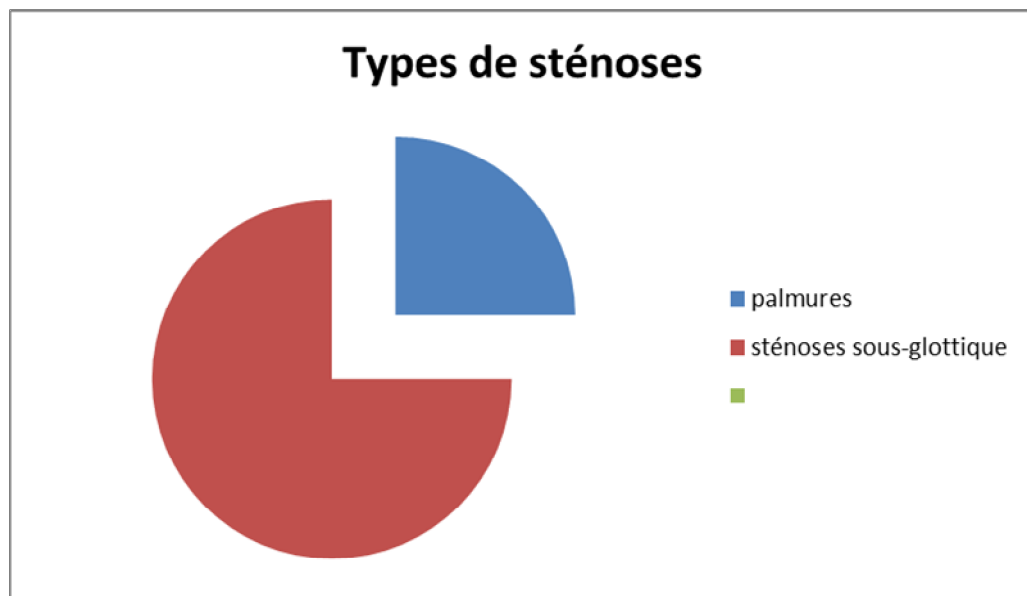
Tous nos malades ont bénéficié d'une seule séance de laser, 3 d'entre eux étaient déjà trachéotomisés et 1 était sous ventilation spontanée avec masque facial lors du geste opératoire.

On a suivi leur évolution pendant en moyenne 6 mois. On a évalué nos patients par la clinique et le contrôle endoscopique.

## RESULTATS

Nos patients sont tous de sexe masculin soit 100% dont l'âge a varié entre 1an8mois et 14ans lors du geste.

Tout nos patients ont bénéficié d'une laryngoscopie directe sous anesthésie générale qui a objectivé les pathologies laryngotrachéales suivantes : Des sténoses laryngées, 1 sténose glottique congénitale à type de palmure, ne rentrant pas dans un cadre syndromique soit 25% ayant consulté suite à une dysphonie, et 3 autres étaient des sténoses sous glottique acquises post intubation laryngo-trachéale prolongée lors d'un séjour en réanimation soit 75%, et qui ont été trachéotomisé chez qui la laryngoscopie a été faite en vue d'une éventuelle décanulation jugée impossible, ce qui nous a permis de les classer selon la classification de Myers-Cotton. Parmi les malades présentant des sténoses sous glottique, deux présentaient un stade 4 et un présentait un stade 3.



Nous avons suivis nos malades et avons pu récolter les résultats après 6 mois en moyenne après le geste et avons noté sous forme de tableau les résultats suivants :

AGE	TYPE DE STENOSE	STADE	RESULTAT CLINIQUE	RESULTAT ENDOSCOPIQUE	DECISION
<b>3ans</b>	Palmure	-----	Aucun symptôme	-----	Surveillance clinique
<b>5ans</b>	Post Intubation	3	Supporte quelques heures la fermeture de trachéo	Stade 2	2 <sup>ème</sup> séance laser après évolution à 1an
<b>1an 4 mois</b>	Post Intubation	4	Décanulé sans symptôme	Stade 1	Surveillance clinique
<b>14ans (reprise)</b>	Post Intubation	4	Tolère quelques minutes la fermeture de trachéo	Stade 2	2 <sup>ème</sup> séance laser après évolution à 1an

Deux de nos patients ont présenté un résultat satisfaisant soit 50% avec absence de symptômes au bout de 6 mois. Un, avait bénéficié du traitement laser suite à une sténose sous glottique post intubation, il était âgé de 1an 4mois, a bénéficié d'une exérèse de plusieurs polypes inflammatoires avec un résultat endoscopique satisfaisant, la sténose est devenu estimé à 20%. Les 2 autres

patients ont vu leur capacité de supporter une respiration normale après obturation de la canule de trachéotomie diminuer au fil des mois, malgré les résultats de l'endoscopie qui étaient assez satisfaisants. Pour le premier patient, âgé de 5ans, il s'agissait d'une sténose sous glottique stade 3 de cotton. Le patient avait bénéficié d'une section laser radiaire avec mise en place de ballonnet de dilatation spécifique. Le contrôle endoscopique 06 mois après a objectivé une sténose stade 2 ce qui a posé l'indication d'une nécessité de reprise chirurgicale.

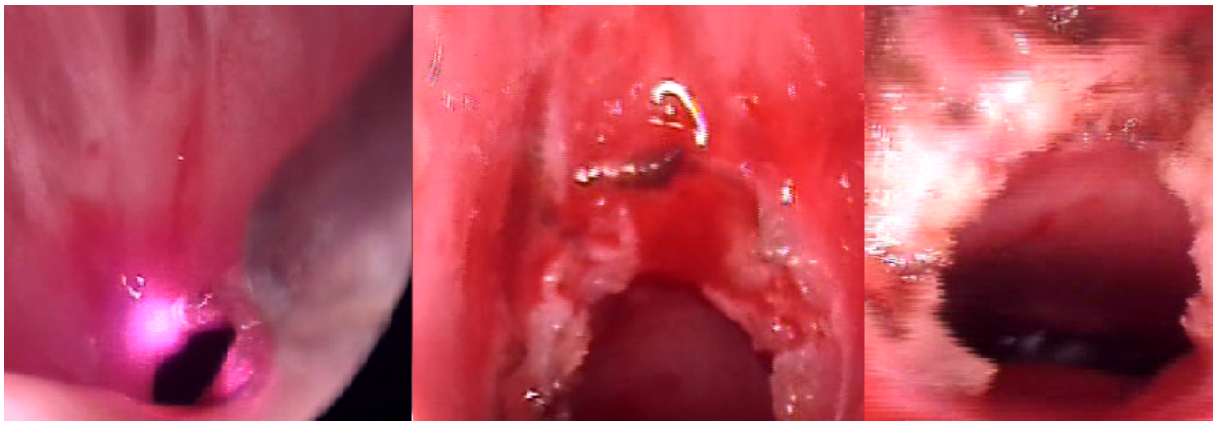
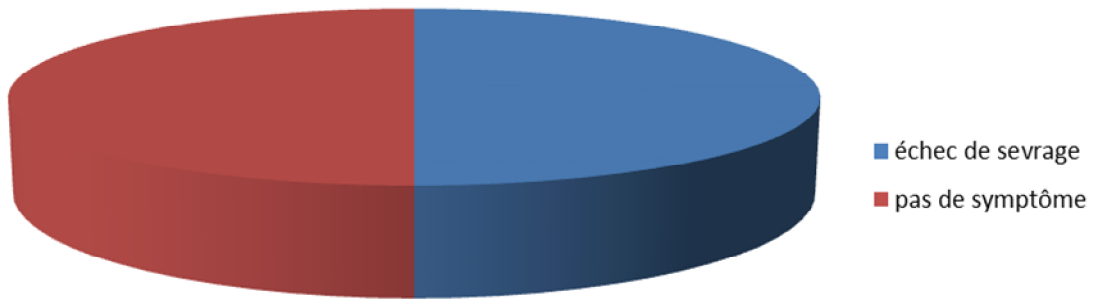
Pou ce qui est du deuxième patient, c'est un adolescent de 14 ans qui a été déjà opéré par chirurgie conventionnelle dans une autre structure et qu'on a repris devant l'évolution défavorable. On a procédé lors du geste à l'exérèse de multiples corps étrangers osseux laryngés avec réduction de la sténose par laser puis dilatation par ballonnet spécifique. Le contrôle endoscopique 06 mois après a montré une sténose stade 2 d'où la décision d'une reprise chirurgicale par endoscopie.

Le petit enfant porteur de sténose congénitale type palmure quant à lui, il a bien évolué avec une nette amélioration de la voix.

Concernant l'âge, en considérant la petite enfance, les enfants moins de 6 ans ont note que 66,6% ont très bien évolué, dans l autre tranche d'âge, 100% des malades, soit un malade, ont mal évolué présentant un échec de sevrage.

Ces quatre patients ont été ensuite traités par voie endoscopique au laser.

### résultats en 06 mois



Images endoscopiques montrant la section au laser d'une sténose sous-glottique

## DISCUSSION

Les sténoses laryngotrachéales sont de deux types, congénitaux et acquises. On s'attardera sur les sténoses acquises qui concernent 3 de nos patients.

Les sténoses glottiques congénitales sont dues à une recanulation incomplète ou absente des voies aériennes au cours de l'embryologie. (77) L'atteinte peut concerner les cordes vocales et le cartilage cricoïde.

La fréquence des sténoses sous glottique est inconnue (78). Dans notre exposé 1/4 des sténoses sont congénitale à type de palmure glottique et 3/4 sont acquises suite à un long séjour en réanimation.

Le laser est utilisé fréquemment en laryngologie, il a largement bouleversé la prise en charge des sténoses laryngotrachéales contrairement à la chirurgie conventionnelle qui se trouve être plus complexe et spécialisée.

Le laser CO<sub>2</sub> est généralement le plus couramment utilisé dans les sténoses laryngotrachéales, les lasers ND-YAG et KTP sont aussi indiqués.

Dans notre travail, on s'est aidé d'un laser Diode possédant une fibre et permettant la traversée du plan glottique, à la place du laser CO<sub>2</sub> qui nécessite un bon microscope, un bon micro-manipulateur, ainsi qu'une maintenance très coûteuse.

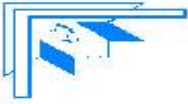
Dans notre série on a eu un taux de réussite de 50% même si on est forcé de constater que la population incluse est insuffisante. On remarque tout de même que les deux malades qui ont très bien évolué pendant les 06 mois font parti de la petite enfance. Il a été rapporté dans une étude menée chez 34 patients dans la population pédiatrique présentant des sténoses glottiques ayant bénéficié d'un

traitement par laser que 97% des malades ont bien évolué 1 an après le geste. (81) contrairement chez l'adulte chez qui les auteurs rapportent un taux de récurrence précoce important de 25 à 50% sans analyse à long terme. (80)

Il existe plusieurs techniques endoscopiques qui ont été rapportées : la vaporisation des berges de la sténose, les incisions radiales multiples au laser décrites par Shapshay à 3h, 9h et 12h, tout en respectant des zones saines pour éviter les cicatrices rétractiles comme ce qui a été réalisé chez nos patients, et la réalisation de lambeaux muqueux « micro-trap-door-flap »(79)

Il est recommandé d'effectuer un nombre de séances entre 2 à 5 afin d'obtenir un résultat satisfaisant et minimiser les conséquence de la fibrose cicatricielle. (79)

Il a été montré que l'efficacité du laser est en fonction de plusieurs facteurs, dont le grading de la sténose, plus la sténose est serré plus les résultats sont modestes, le type de sténose, la complexité de la sténose avec altération de l'intégrité du cartilage cricoïde seraient des facteurs d'échec du traitement au laser.(80) C'est pourquoi d'ailleurs que Simpson et al recommande que le traitement laser doit être limité aux lésions non circonferentiel ou aux sténoses avec mince membrane sans collapsus cartilagineux.(82) Une application locale de Mitomycine C peut être réalisé localement, cela semble avoir des résultats satisfaisants dans les palmures laryngées. Toutefois, il a été rapporté un cas de carcinome du larynx potentiellement induit par la mitomycine C.(63)



*Les applications du laser  
en laryngologie infantile*



## **V-LES APPLICATIONS DU LASER EN LARYNGOLOGIE**

### **Revue de la littérature des différentes indications du laser en laryngologie infantile**

Plusieurs pathologies peuvent faire l'objet d'une prise en charge par laser dans le cadre des affections laryngées de l'enfant, parmi lesquelles on cite : les sténoses, laryngomalacie, les angiomes sous-glottiques et la papillomatose laryngée.

L'accessibilité d'une pathologie à un traitement par laser repose principalement sur le caractère bénin de la lésion et la possibilité d'une correction optimale sans risque d'effet collatéral indésirable. Cela sous entend que le laser doit pouvoir être appliqué à une puissance suffisante pour être curative sans pour autant générer une diffusion thermique extra-laryngée ou une sténose secondaire qui pourrait être plus laborieux à traiter que l'affection initiale. La localisation de la lésion doit être telle que la délivrance d'un faisceau laser ne puisse provoquer de cicatrisation indésirable telle qu'une synéchie. Parfois la répartition en plusieurs séances permet de traiter exclusivement par laser des affections qui n'auraient pu l'être.

Le laser peut prendre la place d'un traitement adjuvant afin de potentialiser ou parfaire une autre thérapie. Dans ce cas il s'agit d'enfants ayant déjà bénéficié d'un traitement, le plus souvent chirurgical, au décours duquel ils présentent soit une correction incomplète de son affection, soit des problèmes iatrogènes tels que granulomes ou brides.

Dans ce chapitre on va classer les affections laryngées selon le type de laser qui serait le plus adéquat.

Les affections laryngées auxquelles on pourrait indiquer le laser CO2 principalement sont : les sténoses laryngo-trachéale, les paralysies bilatérales des cordes vocales, granulome laryngé et le cancer du larynx. La laryngomalacie, sulcus glottidis, nodule et polypes, papillomatose laryngée, les lésions vasculaires du larynx sont des indications aussi. (64)

Les indications attribuables au laser neodyme YAG sont principalement les hemangiomes larges du larynx.

Pour le laser KTP, il s'agit des papillomatose, les leucoplasies, les granulomes, les lésions vasculaires et les polypes des cordes vocales.(64)

## **1- Les sténoses laryngo-trachéales**

Elles se caractérisent principalement par trois paramètres : l'étiologie, la localisation anatomique et le type.

Pour 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.

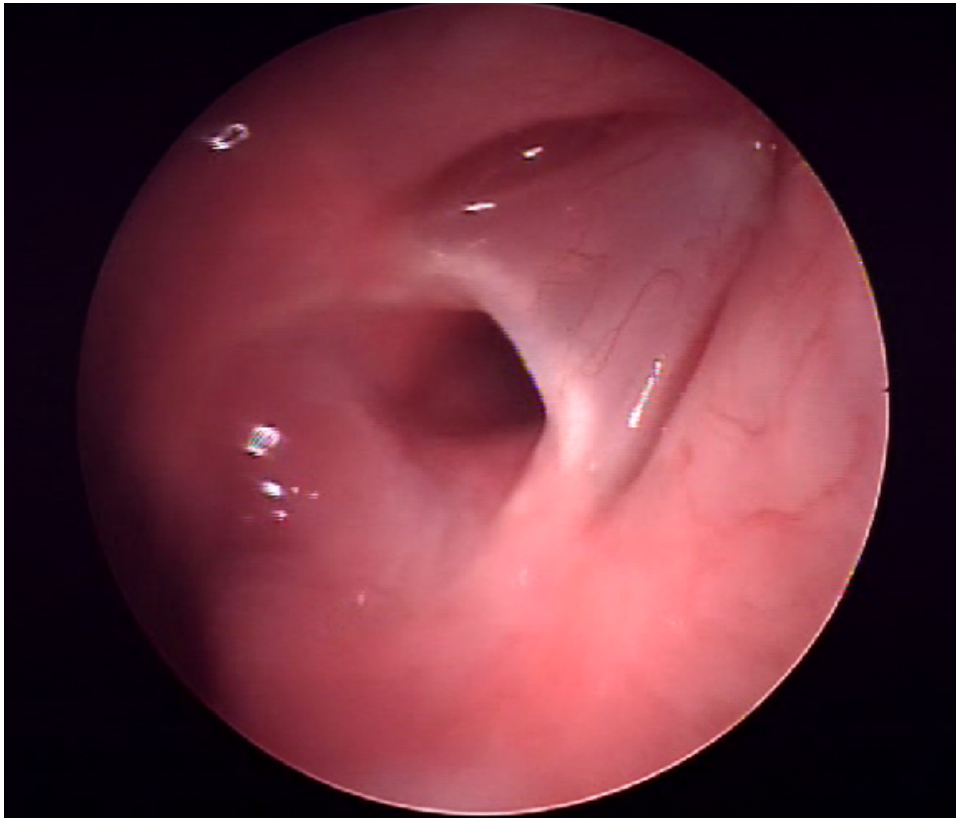
Enfin, quant à leur type, nous reconnâtrons les sténoses inflammatoires, fibreuses, cartilagineuses ou calcifiées.

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 quel que soit l'âge et l'étiologie de la sténose. Le but est d'élargir la zone rétrécie, en général au niveau du chaton cricoïdien, pour permettre une respiration eupnéique, sans trouble de la déglutition et avec le minimum de séquelles vocales.

**a. physiopathologie :**

❖ <sup>a</sup> **Les sténoses congénitales :**

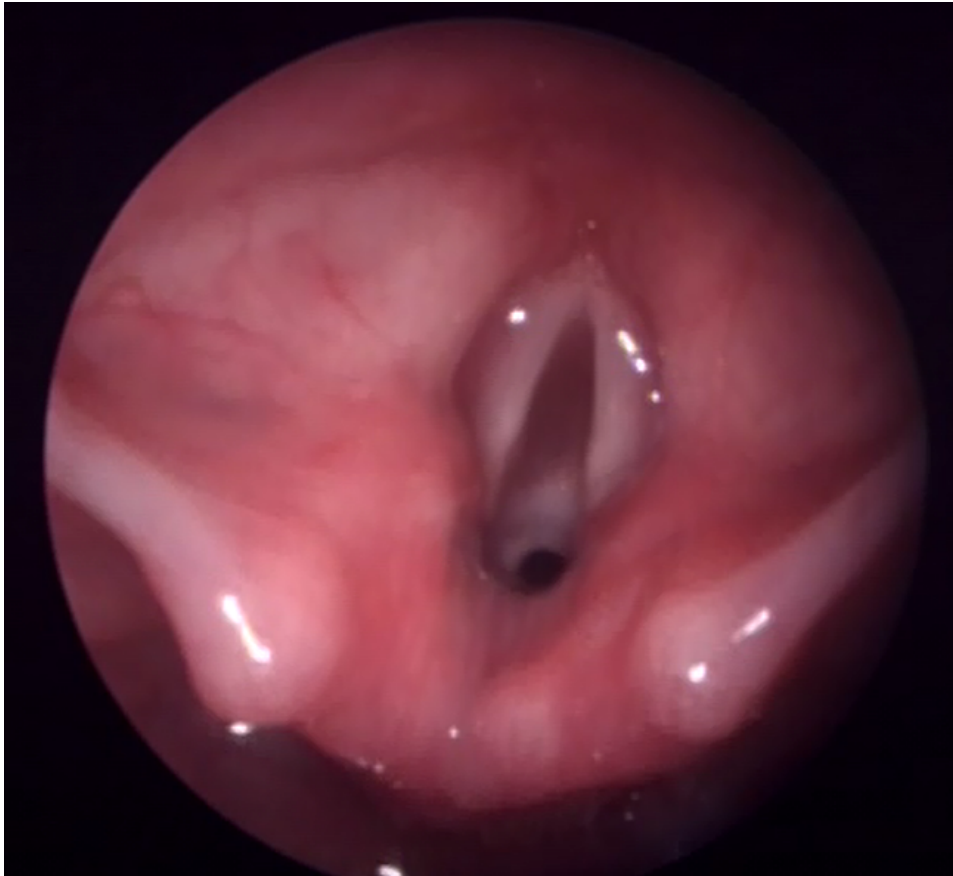


**Image endoscopique montrant une palmure laryngée**

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 utéro. 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 :**



**Image endoscopique montrant une sténose sous glottique**

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 lignée 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 trachéobronchique, 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 principalement pour les sténoses sous-glottiques: 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 :

*f* 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.

*f* 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 corticoïdes, vaporisation de la sténose au laser CO<sub>2</sub>, incisions radiales au laser CO<sub>2</sub>, 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 proposé par DEDO et SOOY. 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> et mentionne une récurrence ayant nécessité plusieurs interventions au laser CO<sub>2</sub> et un échec traité par « T » tube de MONTGOMERY.

BENJAMIN rapporte 8 patientes sur 12 traitées avec succès par vaporisation laser CO<sub>2</sub> 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 radiales au laser CO<sub>2</sub> 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-CO<sub>2</sub>-dilatation avec des reculs de 1 à 7 ans. Le second groupe est constitué de cinq patients ayant nécessité plusieurs interventions endoscopiques-laser CO<sub>2</sub>-dilatations en raison de récurrences survenues entre 1,5 et 12 mois.

TRIGLIA 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, 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.

## **2. Les paralysies laryngées : (63)**

### **a- Clinique :**

Le stridor est le signe le plus fréquent, que la paralysie soit uni ou bilatérale chez le petit enfant, dans cette dernière, le stridor peut être discret durant les premières semaines de vie.

La dysphonie est souvent présente et doit évoquer le diagnostic. Outre le stridor, l'interrogatoire peut retrouver des troubles de la déglutition, une difficulté à la prise des biberons causant une dyspnée avec retentissement sur la courbe de poids.

L'examen clinique sera complété par la recherche :

- D'une paralysie du voile du palais (signe du rideau)
- Paralysies d'autres paires crâniennes
- Des signes d'hypotonie ou d'atteinte neurologique centrale

L'examen au nasofibroscope permet l'examen de la contraction vélaire, et surtout l'examen du pharyngo-larynx. Il permet aussi d'analyser l'encombrement salivaire, l'ouverture pharyngée, et la mobilité des aryténoïdes et des cordes vocales et la mise en évidence des signes indirects de RGO.

Il peut arriver de confondre avec une mobilité laryngée normale et symétrique, l'observation de mouvements de fermeture paradoxale inspiratoire suivie du relâchement en expiration, ça se voit surtout dans les paralysies laryngées bilatérales.

#### **b- b-endoscopie :**

Un examen au nasofibroscope est réalisé à l'induction anesthésique ou avant. Puis la mise en place de spatule de laryngoscope permet l'examen de l'intégralité de la filière à la recherche par exemple d'une fente laryngée postérieure, une lésion sous-glotto-trachéale associée.

#### **c- Echographie :**

Peu pratiquée, l'absence de calcification des cartilages laryngés permet l'examen des cordes vocales par le positionnement cervical de la sonde d'échographie chez le nourrisson et le jeune enfant.

#### **d- Electromyographie laryngée**

L'EMG laryngé a intérêt diagnostique, tant sur le plan diagnostique étiologique, topographique ou différentiel. C'est un examen invasif, les électrodes sont introduites par voie endoscopique sans anesthésie générale, d'autres auteurs ont proposé l'utilisation transcutanée d'électrodes en crochets.

La sémiologie électrique répond à celle de l'EMG en général, cependant il existe des spécificités liées à la rapidité des muscles laryngés.

Dans les immobilités laryngées, elle peut différencier les paralysies laryngées des ankyloses ary-cricoidiennes.

Elle permet de déterminer le site topographique de la lésion du nerf laryngé ( lésion du nerf vague différenciée d'une lésion du nerf récurrent par l'atteinte simultanée du muscle crico-thyroidien)

L'EMG a un intérêt pronostique dans les paralysies laryngées, il permettra de savoir s'il existe des possibilités de récupération, et par conséquent de déterminer la date à laquelle un traitement invasif peut être envisagé.

Cependant la sensibilité de cet examen et ses indications sont imprécises. Son utilité dans la détermination du pronostic des paralysies laryngées congénitales reste discuté pour BERKOWITZ et il peut être normal dans ces situations.

#### **e- Etiologies**

##### **❖ -Congénitales :**

Pathologie du système nerveux central : Agénésie cérébrale, Hydrocéphalie, Encéphalocèle, Méningoencéphalocèle, méningocèle, Malformation d'Arnold Chiari, Dysgénésie du noyau ambigu Pathologie du système nerveux périphérique

### ❖ **Myasthénie congénitale**

Malformations cardiovasculaires : Cardiomégalie, Déficit du septum inter ventriculaire, Tétralogie de Fallot, Malposition des gros vaisseaux, Arcs vasculaires

Associés à d'autres anomalies congénitales : Kyste bronchogénique, Duplication œsophagienne, Sténose cricoïdienne.

### ❖ **Causes génétiques :**

Autosomique dominant, Autosomique récessif, Lié à l'X, Mutation isolée, Maladie de Charcot Marie et Tooth

### ❖ **Acquises**

Traumatiques : Traumatisme obstétrical, après chirurgie cardiovasculaire et œsophagienne, stimulateur vagal, ingestion de corps étranger

Infections : Encéphalopathie coquelucheuse, polynévrite, poliomyélite, diphtérie, rage, syphilis, tétanos, botulisme, tuberculose, sd de Guillain barré

### ❖ **Neurotoxicité : vincristine**

#### **f- Traitement**

On va s'intéresser principalement aux paralysies en fermeture qui sont les plus fréquentes.

- Techniques utilisables et leurs résultats :
- Abstention et surveillance peuvent être proposée si la dyspnée est peu sévère

- Une intubation d'attente peut être réalisée avec extubation au bloc 15j après
- Trachéotomie : Considérée comme solution d'attente pour certains auteurs pour sécuriser la voie respiratoire.
- CIPAP et VNI : En effet la mobilité passive des cordes vocales permet leur refoulement lors de la ventilation.
- Toxine botulique : Récemment, l'injection de toxine botulique dans les muscles crico-thyroïdiens et les muscles sous-hyothyroïdiens semble permettre d'obtenir un élargissement de la fente glottique en attendant la récupération spontanée évitant la trachéotomie.
- Traitement endoscopique
- cordectomie au laser :

Introduite chez l'enfant par Friedman en 1999, cet auteur rapporte son expérience en 2001. Cinq cas ont été opérés selon la technique de Dennis et Kashima qui consiste avec l'aide d'un laser CO<sub>2</sub>, à inciser la corde vocale transversalement, en avant de l'apophyse vocale. Le résultat obtenu permettait la décanulation avec une voix de qualité et l'absence de fausse-route.

Dans la série marseillaise rapportée par A.Lagier et al., il est fait état de 11 nourrissons traités par cordectomie partielle au laser. Une trachéotomie a été réalisée chez 4 d'entre eux seulement, un autre a été intubé au long cours. Elle a pu être évitée dans 5 cas. Les résultats rapportés en termes de voix et de déglutition paraissent satisfaisants. Cette technique est proposée en première intention, pour éviter la trachéotomie.

- -Arytenoïdectomie endoscopique
- -Laterofixation endoscopique
- Il existe des techniques par voie externe tel que l'Arytenoïdopexie, Elargissement cricoïdien postérieur et la réinervation.

### **3. Papillomatose laryngée juvénile**



**Image endoscopique montrant une papillomatose laryngée**

La papillomatose respiratoire récidivante (PRR) a été décrite pour la première fois par Sir Morell Mackenzie (1837-1892) au 19<sup>ème</sup> siècle identifiant le papillome comme une lésion distincte du larynx et des voies digestives de l'enfant.

La PRR se caractérise par des lésions exophytiques, proche des condylomes, récidivant et disséminée à l'ensemble des voies respiratoires. C'est une maladie bénigne dont le taux de transformation maligne est moins de 1%.(63)

### **a-Présentation clinique**

La durée moyenne du diagnostic est de 1an. La raucité de la voix est le premier signe, mais chez l'enfant la dysphonie passe souvent au deuxième plan et ce n'est qu'au stade de stridor lié à l'obstruction par les papillomes que le diagnostic est suspecté.

L'évolutivité est très variable, des rémissions spontanées ou des phases de stabilités sont possibles.

On peut évaluer la sévérité de la PRR par 3 facteurs :

- Selon la fréquence des interventions chirurgicales
- Selon le besoin de trachéotomie
- Selon l'extension

### **b-Traitement**

Les traitements ont été, et sont toujours multiples, aucun d'entre eux n'ayant affirmé sa supériorité. L'exérèse aux micro-instruments a été réalisé ; la radiothérapie a été définitivement abandonnée à cause du risque des cancers radio-induits tant cordeaux que thyroïdiens.(67, 68)

Sur le plan chirurgical, s'il faut citer la trachéotomie d'appoint (qui est source de propagation trachéale), c'est actuellement le laser qui est le plus utilisé. En effet, s'il est une pathologie laryngée où le laser a été un grand apport, c'est bien la papillomatose. Même s'il ne constitue pas l'arme absolue, les possibilités de vaporisation douce qu'il offre ainsi que son relatif effet hémostatique en font un instrument de choix.

De plus en plus, en particulier dans les formes récurrentes, la thérapeutique instrumentale est associée à un traitement médical tel l'interféron et le Cidofovir. Par ailleurs, il existe d'autres traitements adjuvants tel le traitement antireflux, le célécoxib, le vaccin thérapeutique HspE7, l'aciclovir, la ribavirine, les rétinoïdes et l'indole-3-Carbinol. (63)

## 4. Angiomes sous glottiques



Image endoscopique d'un angiome sous-glottique

Les angiomes laryngé ont été décrit pour la première fois par Mac Kenzie en 1864 puis par FAUVEL en 1876. Leur existence chez le nourrisson n'a été clairement reconnue qu'en 1913 par PHILIPS et RUH (69,70)

### **a-Symptomatologie**

Elle se traduit par une dyspnée laryngée chronique avec notion d'intervalle libre. En quelques semaines ou mois l'enfant devient porteur d'une dyspnée inspiratoire parfois accompagnée d'une toux, stridor, voire d'un cri rauque.(71)

D'autres signes peuvent être présents tel une dysphagie, des vomissements, une cyanose et hémoptysies.

HEALY fait remarquer que tout tableau de laryngite à répétition ne faisant pas leurs preuves doit faire penser à l'existence d'un angiome sous glottique. L'angiome sous glottique est la première cause de dyspnée laryngée chez les enfants de moins de 6 mois. (69,71)

#### **b- Le diagnostic positif :**

Il repose sur l'endoscopie laryngée sans, puis avec anesthésie générale en ventilation spontanée.

Il s'agit d'une voussure sous-glottique angiomateuse typique, prédominant par ordre décroissant de fréquence en latéral, en postérieur, en fer à cheval, et en antérieur. La muqueuse peut être d'aspect angiomateuse ou le plus souvent simplement congestive.

Une radiographie du larynx peut être réalisé avant l'endoscopie et faire suspecté un rétrécissement laryngé.

Une TDM ou mieux une IRM peut être réalisé pour bilan d'extension.

L'échographie cervicale peut avoir sa place mais nécessite un radiologue expérimenté.

#### **c-Traitement**

##### **❖ Concernant le traitement médical :**

La corticothérapie actuellement est administré en cure courte d'une dizaine de jours lors de l'instauration du traitement bêta-bloquant pour permettre de passer un cap aigu.

L'interféron alpha, agent anti-angiogénique, indiqué en cas d'échec de la corticothérapie.

Vincristine, agent antimitotique, indiquée dans les formes graves mais présente beaucoup d'effets secondaires.

Les Béta bloquants : Le propranolol, non cardio-selectif dont le mécanisme d'action sur les angiomes est incomplètement connu mais interviendrait à plusieurs niveaux :

- Effet vasoconstricteur
- Blocage de la libération des facteurs pro-angiogéniques
- Induction de l'apoptose de cellules endothéliales

Il est administré après une consultation chez un cardio pédiatre.

#### ❖ **Traitement endoscopique :**

Différents types de laser sont disponibles : essentiellement CO2 et Thulium. Ce dernier a l'avantage de pouvoir être utilisé sur fibre optique souple et donc faire gagner en précision et en confort de geste. Le laser convient particulièrement aux hémangiomes unilatéraux ou bilatéraux avec moins de 70% de rétrécissement. Les gestes doivent être précis et la dose adaptée afin d'éviter les brûlures des structures de voisinage et de diminuer le risque de sténose fibreuse séquellaire. Pour les angiomes bilatéraux, il est conseillé d'éviter de vaporiser de façon circulaire (idéalement un coté puis l'autre).

Il existe aussi une chirurgie par voie externe, il s'agit en général d'une laryngoplastie antérieure avec cricotomie, exérèse sous-muqueuse de l'angiome, et éventuellement élargissement sous-glottique par une navette de cartilage costal autologue. (63)

### **5- Kystes laryngés congénital et acquis, laryngocèle :**



Les kystes du larynx se définissent par la présence d'une ou de plusieurs structures délimitées par un épithélium contenant de l'air ou des sécrétions muqueuses et communiquant ou non avec la lumière laryngée.

La 1<sup>ère</sup> description de kystes laryngés ont été faites par Verneuil en 1852 puis Abercrombie en 1881. Depuis de nombreux auteurs ont tenté de classer ces kystes en fonction de la clinique, de l'histologie et des modalités thérapeutiques.

Il existe 3 grands cadres nosologiques :

- Les kystes sacculaires : ils sont supraglottiques se développant à partir du saccule représentant des vestiges du sulcus glottidis. Ils ont toutefois perdu leurs connexions avec la lumière endolaryngée, les distinguant des laryngocèles.
- Les kystes canaliculaires : Ces kystes sont liés à l'obstruction du canal excréteur d'une glande sous-muqueuse, ils peuvent être épiglottique, aryépiglottique ou sous-glottique.
- La duplication du larynx : représente une entité très rare, il s'agit d'une malformation dérivant à la fois de l'endoderme et le mésoderme.

Classification des kystes laryngés congénitaux de V.Forte :

- Type 1 (intralaryngé) : le kyste se développe dans le larynx et dérive de l'endoderme
- Type 2 (extension extralaryngée) : Le kyste se développe en dehors du larynx
  - 2a : dérive de l'endoderme
  - 2b : dérive de l'endoderme et du mésoderme (duplication laryngotrachéale ou diverticule)

**a-Symptomatologie :**

Elle est variable en fonction du volume du kyste, de l'espace dans lequel il se développe et de l'âge de l'enfant. Souvent les signes apparaissent précocement dans les premiers jours de vie et s'aggravent rapidement.

### **b-Modalités diagnostiques :**

Le diagnostic est formellement établi grâce à l'endoscopie. La voussure kystique est régulière sous une muqueuse normale, parfois translucide et légèrement bleutée, parfois jaunâtre. Le siège est variable, base de la langue, vallécule, épiglotte, bandes ventriculaire.



L'imagerie TDM et IRM, précisera l'extension du kyste et recherchera une autre tumeur.

L'imagerie anténatale proposée pour explorer un polyhydramnios ou une hypoplasie pulmonaire peut aussi révéler le kyste.

### **c-Traitement**

La ponction puis marsupialisation sont une première thérapeutique souvent proposé pour traiter les kystes de type 1 surtout en cas de dyspnée importante ou de difficulté d'exposition de la glotte.

En fonction du volume et des possibilités techniques, on pratiquera soit une marsupialisation en ôtant un couvercle muqueux du kyste soit une exérèse complète des parois après incision muqueuse et dissection aux micro instruments ou au laser. (63)

Comme l'a précisé REMACLE, 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 pulsée (M).

## **6-Les granulomes(72,73)**



**Image montrant un granulome de la corde vocale (93)**

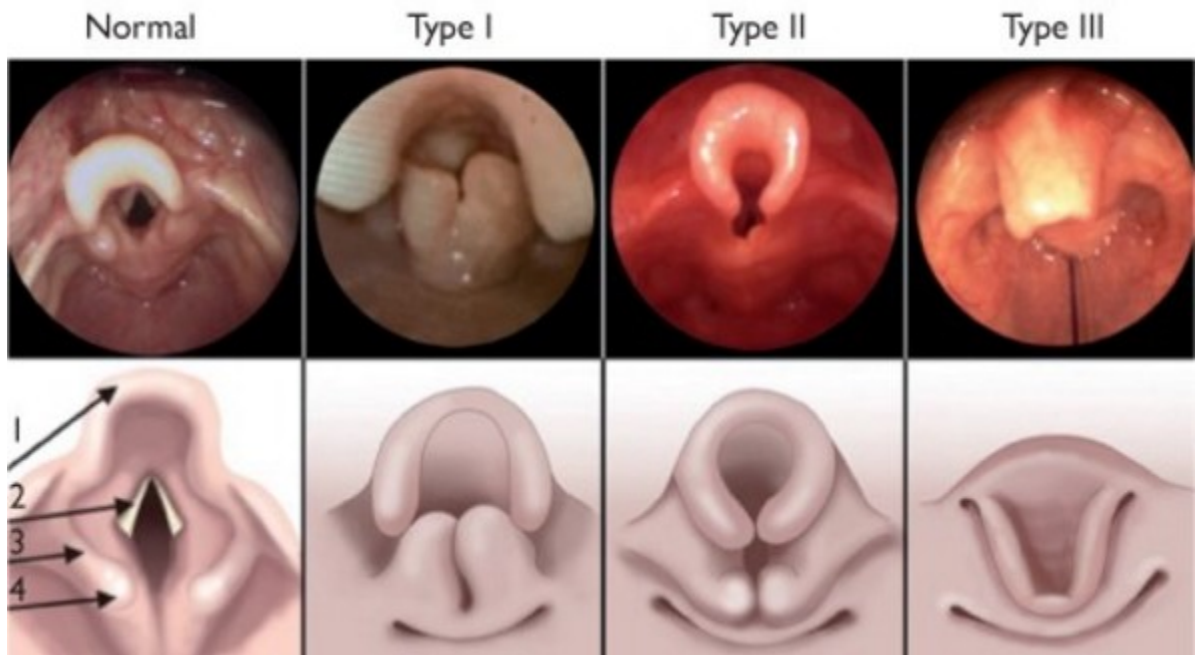
Ce sont des formations hypertrophiques uni ou bilatérales, siégeant au tiers postérieur de la corde vocale, en regard de l'apophyse vocale. Ils sont causés par des facteurs d'irritation voire de cordite : traumatisme d'intubation, malmenage vocal, reflux gastro-oesophagien parfois infraclinique, ainsi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

Ils se présentent initialement comme des formations irrégulières saignant au contact, dépourvues d'épithélium. Ils évoluent en ulcères de contact par ulcération centrale ou s'organisent en lésions pédiculées, d'emblées 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 récurrences 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 délocalisé, 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 récurrences.

## 7-Les laryngomalaciques



**fig montrant les différents types de la laryngomalacie (93)**

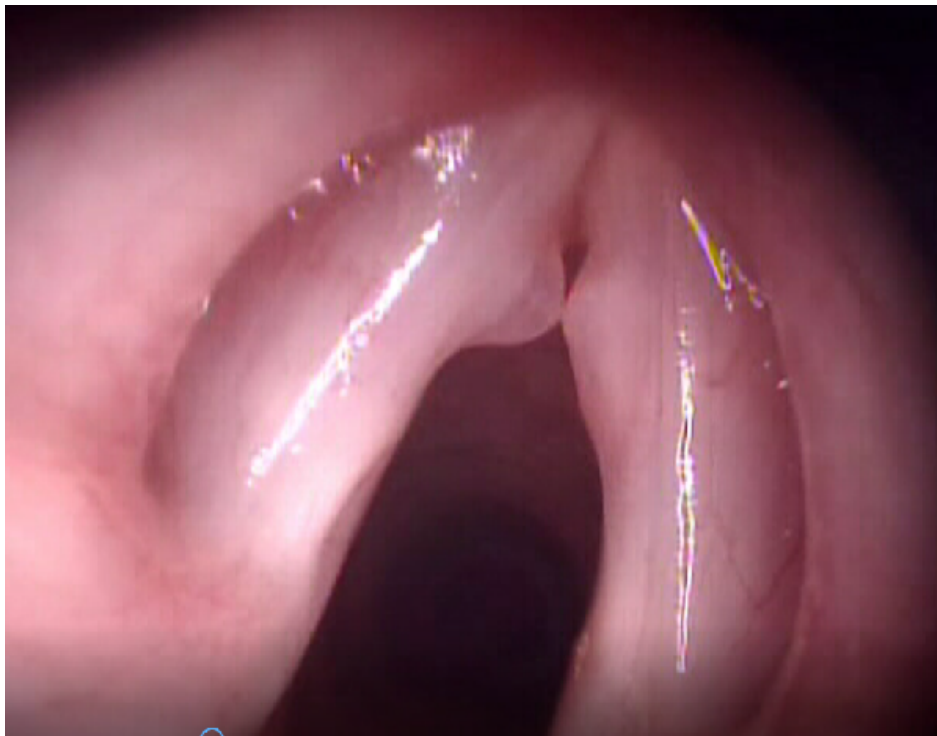
La laryngomalacie représente la plus fréquente des anomalies laryngées congénitales et la cause la plus habituelle des stridors du nouveau-né, du nourrisson et du petit enfant. Il est possible de s'abstenir de tout traitement, la pathologie étant résolutive avec l'âge.

Le diagnostic repose sur la fibroscopie, examen qui est réalisé sur enfant éveillé et qui peut être effectué en consultation. La fibroscopie visualise le collapsus inspiratoire au moment du stridor et retrouve des replis aryénoïdiens courts associés ou non à une bascule des cartilages corniculés ou de l'épiglotte.

Sur le plan thérapeutique, le laser prend une importance considérable en matière de laryngomalacie. La première grande série de patients traités par le laser CO2 a été publiée par HOLINGER en 1989. (74) 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.

Concernant les indications opératoires, les formes compliquées relèvent d'un traitement chirurgical. Les formes avec troubles respiratoires tels que cyanose ou dyspnée qu'il soit spontané ou induit par des efforts, la lenteur d'alimentation, la cassure de la courbe de poids.

## **8- Nodules et polypes :**



**Image endoscopique montrant un kissing nodule**

Un nodule des cordes vocales est une petite zone d'épaississement de la muqueuse des cordes vocales. Ils apparaissent habituellement en paire soit un sur chaque corde vocale à l'endroit où elles sont appuyées l'une sur l'autre lorsqu'elles vibrent. Il s'agit de la zone où la pression sur les cordes vocales est la plus forte.

Le facteur de risque le plus important de ces nodules est un usage excessif ou mauvais de la voix, un malmenage vocal, par exemple lorsqu'on sur utilise sa voix chez les chanteurs surtout ou lorsqu'on crie ou tousse de façon excessive, fume ou inhale des produits irritants. Les signes et symptômes des nodules des cordes vocales comprennent une voix enrouée, une voix fatiguée, un ton de voix grave ou une voix voilée.

Le traitement microchirurgical est proposé lors de l'échec de la rééducation.

Le polype laryngé est une pseudo-tumeur inflammatoire de la corde vocale affectant surtout l'homme jeune avec un âge variant entre 25 et 45 ans. Il est localisé au milieu de la corde vocale vibrante de façon unilatérale. Il peut être œdémateux ou angiectasique, pédiculé ou sessile.

Parmi les facteurs de risque on trouve : les traumatismes vocaux aigus ou chroniques, les irritants respiratoires, allergie, infections des VADS, tabac, alcool, sans oublier le sulcus glottidis.

Concernant la technique chirurgicale visant le traitement de ces tumeurs peut être réalisé par laser ou par chirurgie conventionnelle. Ca consiste initialement à saisir le polype par micropince en « cœur » adaptée, tenue par la main contro- latéral. La préhension doit être la plus fine possible pour ne pas

réséquer plus de muqueuse qu'il n'est nécessaire. La section de polype peut être effectué après soit à l'aide de paire de microciseaux courbes au ras de l'implantation soit au laser puis un tamponnement est réalisé avec une cotonnette imbibée de vasoconstricteur mise en place pendant quelques instants. La résection d'un polype ou d'un nodule, surtout lorsqu'il est télangiectasique, est très confortable au laser grâce à la diminution du saignement en nappe observé parfois en microchirurgie conventionnelle.

## **9- Cancer du larynx (63)**

Cette pathologie est habituellement décrite chez l'adulte de sexe masculin avec un pic de fréquence à la sixième et septième décade, elle reste heureusement très rare chez l'enfant. Les principaux facteurs de risque chez l'adulte sont représentés par le tabac en premier puis l'alcool (63), ces facteurs de risque ne sont pas retrouvés dans la genèse du cancer du larynx chez l'enfant qui présente un profil différent.

### **❖ Facteurs de risque :**

Les facteurs de risque incriminés dans le cancer du larynx chez l'enfant :

- La papillomatose laryngée et infections virales
- Antécédents de radiothérapie
- Facteurs génétiques
- Autres : exposition intra utérine à des radiations, l'amiante, le tabagisme passif

### ❖ Anatomopathologie :

Chez l'adulte, le carcinome épidermoïde représente plus de 95% des cancers du larynx. Cette répartition est différente chez l'enfant. La tumeur la plus fréquente chez l'enfant est la forme embryonnaire du rhabdomyosarcome. C'est une tumeur qui dérive du tissu mésenchymateux primitif exprimant une différenciation myogénique. Bien que la moitié des cas intéressent la tête et le cou, les localisations laryngées restent rares.

### ❖ Diagnostic

Cliniquement les signes d'appels les plus fréquents sont la dysphonie, la dyspnée et la dysphagie, variant en fonction de la localisation des lésions. Il peut s'y associer un stridor ou une toux persistante. La persistance de ces symptômes doit mener à la réalisation d'un examen laryngé complet d'autant que ça peut prêter confusion avec d'autres pathologies bénignes plus fréquentes à cet âge.

La nasofibroscopie permet la visualisation de ces lésions, un complément avec endoscopie rigide sous anesthésie générale est nécessaire permettant de faire un bilan précis de l'extension des lésions et des prélèvements à visée histologiques et virologiques. L'aspect macroscopique est variable entre lésions exophytiques et formes sous-muqueuses nécessitant des biopsies profondes. L'examen des aires ganglionnaires est réalisé de façon systématique.

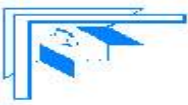
Les examens paracliniques sont surtout utiles pour le bilan d'extension ; le scanner représente le moyen idéal avec injection de produit de contraste. Le PET scan, surtout pour la détection de récurrences après éventuelle chimiothérapie et/ou radiothérapie.

D'autres examens sont demandés en fonction de l'orientation histologique : scintigraphie osseuse, biopsie médullaire et scanner thoracique en cas de rhabdomyosarcome.

❖ **Traitement :**

Le choix du traitement va dépendre de plusieurs facteurs incluant le stade tumoral, le type histologique et la sensibilité potentielle de la tumeur à la chimio et radiothérapie.(63)

On peut recourir à la chirurgie endoscopique au laser, elle est moins réfractive et indiqué surtout pour stades T1 et T3.



# *Conclusion*

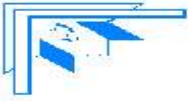


Le larynx de l'enfant est particulier comme pour la pédiatrie en général, l'enfant n'est pas un adulte miniature. Il est particulier par son anatomie et sa pathologie et donc particulier par sa prise en charge. Cette particularité impose une prise en charge sur le même piédestal d'un réanimateur pédiatre et d'un médecin ORL pédiatre au sein d'une structure spécialisée.

Le laser tient toute sa place dans cette prise en charge et reste un outil qui par ses propriétés et ses caractéristiques facilite le traitement endoscopique en matière de laryngologie infantile.

Cependant le laser est juste un instrument, ce n'est pas un faiseur de miracles, en posséder un n'exclut pas la connaissance de la particularité anatomique de l'enfant et surtout la prise en charge en milieu pédiatrique hyperspécialisé. Car toute la difficulté tient dans le fait que les deux intervenants, à savoir la réanimation et l'ORL pédiatre, travaillent en même temps sur le même site anatomique.

Infiné, le médecin ORL doit être un peu réanimateur et vice-versa, c'est un mariage au mieux par passion et au moins de raison, indispensable à une prise en charge optimale de la laryngologie infantile.



## *Résumés*



## **RESUMES**

**Titres : Le laser dans la laryngologie infantile**

**Auteur : Zakaria Arkoubi**

**Mots clés : laser – larynx de l'enfant**

Plus de 50 ans déjà que le laser figure parmi les moyens thérapeutiques en ORL. Sa place en matière de laryngologie infantile prend de plus en plus d'ampleur. Grâce à ses caractéristiques, notamment sa précision et son efficacité, il se voit indiqué dans une panoplie d'affections du larynx infantile malgré les caractéristiques que présente ce dernier, et qui font de lui un organe tout particulier, et non pas une forme miniaturisée d'un larynx adulte.

Dans ce travail on a présenté le larynx de l'enfant avec ses particularités anatomiques, physiologiques et histologiques.

On a défini le laser, ses types, ses effets, et ses modalités d'utilisation.

On s'est aidé de quelques cas traités par laser au sein du service de réanimation A de l'Hôpital d'Enfants de Rabat en collaboration avec le service d'ORL-CCF de l'HSR montrant l'union nécessaire entre un réanimateur et un ORL pédiatre, aujourd'hui efficace au sein du CHU de RABAT.

On a terminé par une revue de littérature des différentes indications du laser en matière de laryngologie infantile.

## **ABSTRACT**

**Title : The laser in the infantil laryngology**

**Author : Zakaria Arkoubi**

**Key words : Laser – infantil larynx**

Its has been more than 50 years that the laser is considered as one of the most important way of treatment in ORL especially in infant laryngolgy.

Thanks to it's characteristics , as well as its precision and efficiency, it become nowadays a great way of treatment in infant laryngology despite of the difficulty that present that organ, and which is clearly not a miniature form of an adult one.

In our work, we exposed the anatomical, physiological and histological specificities of the infant larynx.

We also defined the laser, talked about its types, its effects and its way of use. we reported some cases which had been treated by laser in reanimation departement of Rabat's children's hospital in collaboration with the ORL departement of hospital Ibn Sina in Rabat showing the importance of the union of both the ORL surgeon and anesthesist expert in that kind of cases.

We conclud by exposing some pathologies which in the laser is indicated.

It has been more than 50 years

## ملخص

العنوان: الليزر في علم امراض الحنجرة عند الطفل

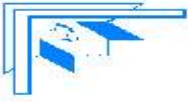
من طرف : زكرياء عرقبي

الكلمات الأساسية: الليزر – حنجرة الطفل

ازيد من خمسون سنة ما تحتل تقنية الليزر مكانة هامة لها في اختصاص الانف والادن و الحنجرة و بالخصوص في علم امراض الحنجرة عند الاطفال. بفضل دقتها وخصائصها وفعاليتها تعتبر تقنية الليزر وسيلة بكامل اهميتها في علاج عدة امراض متعلقة بالحنجرة عند الطفل رغم الصعوبة التي يشكلها هذا الجهاز الذي لا يجب اعتباره بحنجرة انسان بالغ على شكل مصغر.

قمنا عبر اطروحتنا بتقديم المميزات التشريحية ثم الفسيولوجية و النسيجية التي تشكلها حنجرة الطفل.

قمنا بعد ذلك بالتعريف بتقنية الليزر ثم أنواع الليزر و كيفية استعماله. و استعنا ببعض الحالات التي كان علاجها بهذه التقنية في مصلحة الانعاش بمستشفى الاطفال بالرباط بتعاون مع مصلحة الانف و الادن و الحنجرة بمستشفى الاختصاصات بالرباط متبثا مدى اهمية العمل المشترك بين طبيب اختصاصي في الانعاش و طبيب اختصاصي في امراض الانف و الادن و الحنجرة للأطفال. ختمنا اطروحتنا بتحديد مختلف الامراض التي يشكل فيها الليزر وسيلة اساسية للعلاج.



## *Références*



- [1] Laser et maser – Marie Christine Artur ; site l'ENS Lyon
- [2] M Coldberg et Al : Embryologie craniofaciale : Régulation cellulaire et moléculaires des étapes initiales de l'embryologie craniofaciales, Médecine buccale 2011
- [3] DE VRIES P.A, DE VRIES C.R : Embryology and developpement in OTHERSEN : Pediatric airway ; Sanders 1991 :3 -16
- [4] Embryology.ch/ français/iperiodembry/Carnegie 01.html
- [5] NARCY P., ANDRIEU-GUITRANCOURT J. BEAUVILLAIN DE MONTREUIL C., DESNOS J., GARCINM, MORGON : Embryologie in Le larynx de l'enfant, Rapport de la société française d'oto-rhinolaryngologie et pathologie cervico-faciale, éditions Anette 1979 ; 11 -22
- [6] GUSSACK G.S., EVANS R.F., TACCH E.J: Intravenous anesthesia and jet ventilation for laser microlaryngeal surgery; Ann oto-rhinolaryngol. 1987 , 96 : 29-33
- [7] DE VRIES P.A,DE VRIES C.R: Embryology and developpement in OTHERSEN Pediatric airways, Sawden 1991: 3-16
- [8] Gray's anatomie pour les étudiants. Richard L. Drake Wayne Vogl . Adam W.M Mitchell
- [9] Narcy P, Andrieu-Guitrancourt J., Beauvillain De Montreuil C., Desnos J., Garcin M., Morgon : Particularités anatomiques et croissance du larynx de l'enfant in Le larynx de l'enfant, Rapport de la société française d'oto-rhino-laryngologie et de pathologie cervico-faciale, édition Arnette 1979 : 23-29

- [10] Anatomy of larynx Dr Diptiman Baliarsingh 1st year PG. Dept of ENT Hi-tech Medical college and hospital, Bhubaneswar
- [11] Benjamin B.PARSONS D.S: Reccurent respiratory papillomatosis: A 10 year study jonn.laryngol.oto1 1988,102: 1022-1028
- [12] Phoniatrie strasbourg: free.fr/introduction à la phonation
- [13] NARCY P.,ANDRIEU-GUITRANCOURT J., BEAUVILLAIN de MONTREUIL C., DESNOS J., GARCIN M., MORGON : Particularités anatomiques et croissance du larynx de l'enfant in le larynx de l'enfant, rapport de la société française d'oto-rhino-laryngologie et de la pathologie cervico-faciale ; editions Arnette 1979 : 23-29
- [14] [http://www.orl-france.org/download/fiches\\_college/fiche16\\_college\\_2005.pdf](http://www.orl-france.org/download/fiches_college/fiche16_college_2005.pdf)
- [15] <http://orl.chru-lille.fr/innovations/128395.html>
- [16] dysphonies dysfonctionnelles j safari. EMC 20-752-A-15
- [17] Paralysies laryngées M Remacle G Lawson EMC 20-675-A-10
- [18] La radio anatomie du larynx NEJHY W, ELBENNA N,SAOUD S, Gharbi A, Abdelouafi A. service de radiologie 20 aout casablanca. Maroc.
- [19] franck philippe : einstein sa vie son temps ; pp 125-128 Ed. Albin Michel 1950
- [20] BELHAMA S : place du laser en orl. Thèse en médecine, faculté de médecine de casablanca 2004, numéro 360

- [21] Cea Idcon-site internet du CEA Le laser : un concentré de lumière. [www.cea.fr /fiches/laser/somlaser.html](http://www.cea.fr/fiches/laser/somlaser.html)
- [22] J.Betka, J.plzak,M.zabrodsky ,J.kastner,J.boucek lasers in ORL and head and neck surgery lasers for medical Applications, 2013, PAGES 556-572
- [23] OUAZZANI FZ Le laser CO2 en orl Thèse en médecine, faculté de médecine de casablanca,1993,numéro63
- [24] .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 pathologie cervico-faciale, première partie, chapitre 1 : 5-33, Edition ARNETTE 1993
- [25] MIRO L. : Bases physiques de l'application du LASER en médecine ; cahiers d'anesthésiologie ; 1983 ; 31 ; 5 ; 493-497
- [26] MORRISON M.A., EVANS J.N.G : Ribavirin traitement for juvenile respiratory papillomatosis.journ. Laryngol. Otol . 1993 ; 107 : 423-426
- [27] Amar L., Bruma M., Desvignes P., Leblanc M., Perdriel G.,Velche M. Détection d'ondes élastiques (ultra-sonores) sur l'os occipital induites par impulsion LASER dans l'œil de lapin ; C.R. Acad. Sc. Paris 1964 ; 259 : 3653-3655
- [28] BAER G: Complications and technical aspects of jet ventilation for endolaryngeal procedures. Acta anesthesiol scand 2000;44:1273-1274
- [29] Goubert J.L. Le laser CO2 en laryngologie; thèse de médecine Marseille 1980

- [30] Serres P., Serres F., Romary Ph. : Bases physiques des LASERs utilisés en O.R.L ; Le LASER en ORL Rapport de la société française d'Oto-Rhino-Laryngologie et de pathologie Cervico-faciale ; pp 5-18. Editions ARNETTE 1993.
- [31] 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 3 ; pp153-168, Editions ARNETTE 1993
- [32] Rromary P. : les Lasers les plus récents ; Le LASER en O.R.L. Rapport de la Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie et de pathologie Cervico-faciale ; pp 19-31 ; Editions ARNETTE 1993
- [33] WARD R.F. Treatment of tracheal and Endobronchial lesions with the Potassium Titanyl Phosphate Laser. Ann.Otol.Rhinol.Laryngol. 1992 ;101 : 205-208
- [34] 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. 1976 ; 267 : 263-294
- [35] SHAPSHAY S.M. : Laser applications in the trachea and bronchi : a comparative study of the soft tissue effects using contact and noncontact delivery systems ; laryngoscope 1987 ; 97 suppl. numero 41 :1-26.
- [36] MIRO L : Bases physiques de l'application du laser en médecine ; Cahiers d'Anesthésiologie ; 1983 ;31 ; 5 : 493 -497

- (36) Kyser M.D., Aly A.S., Davidson J.M.,Reinisch L., OSSOF R.H : Sub ablation effects of the KTP laser on wound healing. Lasers Surg. Med. 1993 ; 13 : 62-71
- [37] SEID A.B., PRANSKY S.M., KEARNSD.B. : The open surgical approach to subglottic hemangioma. Int. j. Pediatr. Oto-Rhino-Laryngol.1991: 85-90
- [38] Kyser M.D., Aly A.S., Davidson J.M., Reinich L., Ossof R.H.: Sub ablation effects of the KTP Laser on wound healing. Lasers Surg. Med 1993; 13; 62-71
- [39] NICOLAS R : Le laser en laryngologie infantile. Thèse en médecine, faculté de médecine de Marseille 1996
- [40] REBEIZ E, SHAPSHAY STANLEY M : Laser surgery of the larynx Otolaryngol Head and Neck surgery 3rd ed,p :197-204
- [41] 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](http://www.entorl.com)
- [42] TRIGLIA J M , BELUS J F, PORTASPANA TH, ABRAM D, GILLOT JC, CASTOR F, PECH : Les sténoses laryngés de l'enfant: bilan de dix ans de traitement Ann. Oto. Laryngol.chir. cervico faciale,1995, 112 : 279-84
- [43] <http://www.fsg.ulaval.ca/opus/physique534/optique/laser08.shtml>

- [44] Cohen S.R., Herbert W.I. , THOMPSON J.W. : Anesthesia management of microlaryngeal Laser surgery in Children : Apneic technique anesthesia. Laryngoscope 1988; 98 : 347-348
- [45] HAWKINS D.B. , JOSEPH M.M.: Avoiding a wrapped endotracheal tube in Laser Laryngeal Surgery : Experiences with apneic Anesthesia and metal Laser-flex endotracheal tubes. Laryngoscope 1990 ; 100 : 1283-1287
- [46] J.WEILLER-RACAMIER,A.JUNIOR: Anesthésie pour traitement au LASER en ORL. Rapport de la société française d'orl et de pathologie cervico-faciale ; première partie du chapitre 3 : Anesthésie pour utilisation du laser co2 ; Editions ARNETTE 1993 pp 53-77
- [47] Intubation : technique, indication, surveillance, complications. EMC 20-758-A-10 (2004)
- [48] VIARD L., TRIGLIA J.M. : Réanimation en chirurgie ORL in : MURAT I., CAMBOULIVES J. Réanimation chirurgicale pédiatrique, PRADEL Ed. PARIS, 1991 : 591-603
- [49] HUNTON J.,OSWAL V.H. : Anaesthesia for Carbon Dioxide laser laryngeal surgery in infants, a new tracheal tube ; Anaesthesia 1988; 43: 394-396
- [50] HEALY G.B: complications of laser surgery; otolaryng Clin North Am. 1983; 16 (4) : 815-820

- [51] Romanet Ph, Morizot B.: Les accidents et incidents de l'utilisation du laser CO2 en ORL In : le laser en ORL rapport de la société française d'ORL et de pathologie cervico-faciale première partie chapitre 3: Anesthésie pour utilisation du laser CO2 éditions Arnette 1993: pp78-83
- [52] Abramson A., Di Lorenzo T., Steinberg B ; Is papillomavirus detectable in the plume of laser treated laryngeal papilloma arch otolaryngol. Head neck surgery 1990 ; 116 604-607
- [53] HALLMO P., NAESS O. : Laryngeal papillomatosis with human papillomavirus D.N.A contracted by a laser surgeon ; Eur. Arch otorhinolaryngol. 1991; 248; 425-427
- [54] Desoille H. , Scherrer J., Truhaut R.: Précis de médecine du travail 5ème édition , Masson 1987 ; 748-756
- [55] SIMPSON J.I, SCHIFF G.A., WOLF G.L.. : The effect of Helium on endotracheal tube flammability ; Anesthesiology 1990 ; 73 : 538-540
- [56] Simpson J.I, Wolf G.L., Rosen A., Krespi Y., Schiff G.A: The oxygen and nitrous oxide indices of flammability of endotracheal tubes determined by laser ignition. Laryngoscope 1991; 101: 981-984
- [57] Wolf G.L Simpson J.I / Flammability of endotracheal tubes in oxygen and nitrous oxide enriched atmosphere; Anesthesiology 1987; 67: 236-239
- [58] Sosis M.B., Caldarelli D. ; Evaluation of a new ceramic endotracheal tube for laser airway surgery; otolaryngol head neck surg. 1992. 107; 601-602

- [59] Hawkins Db, Joseph M.M: Avoiding a wrapped endotracheal tube in laser Laryngeal Surgery: Experiences with apneic anesthesia and metal Laser-flex endotracheal tubes. Laryngoscope 1990; 100 1283-1287
- [60] AUFFRAY M.: Techniques anesthésiques pour la phono chirurgie en micro laryngoscopie In : Laser en ORL Rapport de la société Française d'ORL et de pathologie cervico-faciale; première partie chapitre 3: anesthésia pour utilisation du laser CO2; éditions Arnette 1993. 34-38
- [61] HUNTON J., OSWAL V.H: Anesthesia for carbon dioxide laser laryngeal surgery in infants, a new tracheal tube ; anesthesia 1988 ; 43 : 394-396
- [62] O. Ben Gamra, Ch. M'barek, A. El Khedim Service OrL Hopital Habib Thameur Faculte De Medecine De Tunis Universite Tunis El Manar
- [63] le larynx de l'enfant société française d'orl et de chirurgie cervico-faciale 2011  
Françoise Denoyelle Vincent Couloigner Patrick Froehlich Richard Nicollas p73
- [64] Operative techniques in laryngology par Clarck A. Rosen, Blake Simpson chapitre 13 principes of laser microlaryngoscopy
- [65] Anatomie descriptive, endoscopique et radiologique du larynx
- [66] Encyclopédie Médico-Chirurgicale 20-630-A-10  
D Chevalier F Dubrulle B Vilette
- [67] BENJAMIN B. : the role of the pediatric endoscopist ; j.laryngol.otol 1986 ; 100 : 1397-1411

- [68] Hartley C., Hamilton J., Birzgalis R. , Farrington W.T., Reccurent respiratory papillomatosis the Manchester experience 1974-1992 J. Laryngol.Otol.1994 ; 108: 226-229
- [69] RAPPORT DE LA SOCIETE FRANCAISE D'ORL ET PATHOLOGIE CERVICO FACIALE: LE LARYNX DE L'ENFANT les angiomes du larynx de l'enfant 192-211, Editions Arnette 1979
- [70] Sie K.C.Y, Macgill T., Healy G.B: subglottic hemangioma: ten years experience with the carbon dioxide laser. Ann.Otol.Rhinol.Laryngol 1994; 103 : 167-172
- [71] TRIGLIA, J.P. EPRON, C.BOUANGA, M.CANNONI: le traitement chirurgical des angiomes sous glottiques du nourrisson : techniques et indications Ann Oto Laryngol 1993 ; 110 : 399-403
- [72] Peytral C, Giovanni A, Freche, CH : Laser C02 en pathologie laryngée benigne. Rapport de la société française de laryngologie, deuxième partie chapitre 1 : 87-107, Editions Arnette 1993
- [73] ABITBOL J : attitudes thérapeutiques laser sur les granulomes et les synéchies postérieurs JFORL vol.33, numéro 8 , 1984
- [74] R.Nicollas,C-L. Curto, S.Roman,J-M Triglia : sténoses laryngotrachéales de l'enfant EMC ORL 2010
- [75] Use of laser in laryngeal surgery [Yan Yan](#), M.D.,<sup>1,2</sup> [Aleksandra E. Olszewski](#),<sup>1</sup> [Matthew R. Hoffman](#),<sup>1</sup> [Peiyun Zhuang](#), M.D.,<sup>1,3</sup> [Charles N. Ford](#), M.D.,<sup>1</sup> [Seth H. Dailey](#), M.D.,<sup>1</sup> and [Jack J. Jiang](#), M.D., Ph.D.

- [76] Le point de connaissance sur les lasers ; Institut national de recherche et de sécurité
- [77] Obstructive lesions of the pediatric subglottis.  
Jonathan B. Ida , J.Lindhe Garisco, Kimsey H rodriguez , Ronald G Aneder
- [78] Subglottic stenosis in children/ Medscape
- [79] Laser En Laryngologie: S. Zribi, I. Hariga, Z. Khelifa, N. Ben Romdhane, M. Ennaili, M. Ben Amor, O. Ben Gamra, Ch. M'barek, A. El Khedim  
Service Orl Hopital Habib Thameur Faculté De Medecine De Tunis  
Université Tunis El Manar
- [80] Monnier P, george M, Monod ML, Lang f. The role of the CO2 laser in the management of laryngotracheal stenosis: a survey of 100 cases. Eur Arch Otorhinolaryngol 2005; 262:602-8
- [81] laryngeal stenosis treatment and management/ Medscape
- [82] Management of laryngotracheal stenosis in infants and children: the role of re-do surgery in cases of severe subglottic stenosis Kosaku Maeda • Shigeru Ono • Katsuhisa Baba
- [83] <http://www.orl-marseille.com/soins/deglut-anat.htm>
- [84] Emergency physicians monthly demystifying pediatric laryngoscopy
- [85] Anesthésie reanimation en ORL et chirurgie maxilla faciale. Jean Louis bougain 1994 Editions scientifique et Medicale Elsevier SAS/ Dr ROCHE-TISSOT

- [86] Anesthésie du nourrisson et de l'enfant, Jean Lamboulives Olivier Paul, Jean-Yves Marti, Département et anesthésie réanimation pédiatrique , hopital d'enfant de Timone
- [87] [http://phoniatriestrasbourg.free.fr/Site\\_6/Developpement\\_embryologique\\_et\\_foetal\\_du\\_larynx.html](http://phoniatriestrasbourg.free.fr/Site_6/Developpement_embryologique_et_foetal_du_larynx.html)
- [88] <http://lavoixdelenfantetadolescent.unblog.fr/2013/04/30/anatomie-et-physiologie-de-la-voix-de-lenfant/>
- [89] <http://clinicalgate.com/congenital-disorders-of-the-larynx/>
- [90] [https://www.google.com/search?q=embryologie+larynx+infantile&biw=1366&bih=651&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjQt-mKx5DRAhVBYFAKHSm\\_AWwQ\\_AUIBigB#tbm=isch&q=anatomie+du+larynx+&imgcr=4EIIamsMU5uQM%3A](https://www.google.com/search?q=embryologie+larynx+infantile&biw=1366&bih=651&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjQt-mKx5DRAhVBYFAKHSm_AWwQ_AUIBigB#tbm=isch&q=anatomie+du+larynx+&imgcr=4EIIamsMU5uQM%3A)
- [91] Européan medical alliance « laser surgery »
- [92] <http://www.jannaud.fr/explication-physique-aurore-boreale>
- [93] <http://orl.nc/pathologies-du-cou/pathologie-des-cordes-vocales/>

## *Serment d'Hippocrate*

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

# قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- أبأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية .
- وأبأن أأحترم أساتذتي وأأعترف لهم بأجميل الذي يستحقونه .
- وأبأن أأمارس مهنتي بوانع من ضميري وشر في أأعالصحة مريض هدي في الأول .
- وأبأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي .
- وأبأن أأحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب .
- وأبأن أأعتبر سائر الأطباء إخوة لي .
- وأبأن أأقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي .
- وأبأن أأحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها .
- وأبأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطريق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد .
- بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بشري في .

والله على ما أقول شهيد .

## الليزر في علم أمراض الحنجرة عند الطفل

### أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : .....

من طرفه

**السيد: زكرياء عرقبي**

المزاد في 25 يونيو 1989

طبيب داخلي بالمركز الاستشفائي الجامعي ابن سينا بالرباط

### لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: الليزر - حنجرة الطفل.

#### تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيسة	السيدة: ليلى السقلي حسني
مشرف	أستاذة في أمراض الأنف، الأذن والحنجرة وجراحة العنق السيد: علي الأيوبي الإدريسي
أعضاء	أستاذ في علم التشريح وطبيب في أمراض الأنف، الأذن والحنجرة وجراحة العنق السيدة: سلمى الشريف الكتاني أستاذة في الإنعاش والتخدير السيد: علاء قريشي أستاذ في الإنعاش والتخدير