



Normandie Université

## MEMOIRE

**Pour l'obtention du Certificat de Capacité en Orthophonie**  
**Préparé au sein du Département d'Orthophonie,**  
**UFR Santé, Université de Rouen Normandie**

**La pression intra-orale comme mesure de l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur la fuite glottique dans le cadre de la paralysie laryngée unilatérale**

**Présenté et soutenu par**  
**Eloise TAYLOR**

**Mémoire à orientation recherche**

**Mémoire soutenu publiquement le 25 juin 2020**  
**devant le jury composé de**

<b>Pr Jean-Paul MARIE</b>	PU-PH, chef de service ORL, CHU Rouen	Directeur de mémoire
<b>Mme Coralie HEUZE</b>	Orthophoniste libérale	Présidente jury
<b>Dr Adrien MARRONNIER</b>	Médecin ORL, phoniatre, CHU Rouen	Membre jury

**Mémoire dirigé par Pr Jean-Paul Marie, GRHV (Groupe de Recherche sur le Handicap Ventilatoire), EA3830**





## REMERCIEMENTS

---

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire, le Professeur **Jean-Paul Marie**, pour m'avoir accompagnée dans la réalisation de ce mémoire grâce à ses conseils, à ses avis mais également à sa disponibilité lorsque j'ai rencontré des difficultés.

Je remercie également

Le Dr **Adrien Marronnier** et Madame **Coralie Heuzé** pour avoir accepté de faire partie de mon jury.

Le Dr **Adrien Marronnier** et Dr **Philippe Brami** pour avoir accepté de m'accueillir pendant les consultations des patients à différents moments et de découvrir comment était réalisé le bilan phonatoire.

Madame **Caroline Thill** et Monsieur **André Gilibert**, statisticiens, pour leurs conseils vis-à-vis des analyses statistiques à réaliser et des difficultés rencontrées.

Madame **Sophie Queval**, technicienne au service de Neurophysiologie, pour avoir répondu à mes questionnements concernant l'évaluation informatisée de la voix et m'avoir proposé d'assister à des consultations, même si cela n'a pas pu avoir lieu du fait de la situation sanitaire exceptionnelle.

Madame **Unaysah Traore**, secrétaire, pour avoir pris le temps de m'aider lorsque j'ai eu des difficultés d'accès aux dossiers.

Mes **parents** ainsi que **Mathilde Levreux** et **Manon Bodin** pour leur soutien, leurs encouragements ainsi que leur lecture attentive de mon sujet et des conseils qu'ils ont pu m'apporter.

**Mathilde Bedouet**, qui m'a accompagnée pendant cette expérience par le fait d'avoir eu le même directeur de mémoire, pour les conseils, les échanges et les mises au point organisationnelles que nous avons pu avoir durant ces deux dernières années.

# TABLE DES MATIERES

---

Remerciements .....	3
Introduction.....	7
Partie Théorique.....	8
1. Fonctionnement normal des plis vocaux.....	8
1.1. Anatomie .....	8
1.2. Innervation des plis vocaux <sup>1</sup> .....	8
1.3. Fonctionnement des plis vocaux lors de la prise de parole .....	9
1.4. Dynamique laryngée lors de la prise de parole .....	10
2. Paralyse laryngée unilatérale.....	11
2.1. Définition .....	11
2.2. Causes et étiologies .....	11
2.3. Les conséquences de la paralysie laryngée unilatérale.....	12
2.3.1. Ressentis subjectifs des patients .....	12
2.3.2. La fuite glottique .....	12
2.3.3. Le syndrome d’hyperventilation lié à la fuite glottique .....	15
3. Les moyens d’exploration pour étudier les effets de la paralysie laryngée unilatérale.....	16
3.1. Sur le fonctionnement laryngé.....	16
3.1.1. La mesure du débit d’air.....	16
3.1.2. La mesure de la pression sous-glottique grâce à la pression intra-orale.....	17
3.2. Pour le syndrome d’hyperventilation consécutive à la fuite glottique.....	18
3.2.1. Le score de Nijmegen .....	18
3.2.2. Test d’hyperventilation volontaire.....	18
3.2.3. Diagnostic .....	19
4. Evaluation des paralysies laryngées unilatérales .....	19
4.1. Evaluation ORL.....	19
4.2. Evaluation orthophonique .....	20
5. Les différentes options de traitement de la paralysie laryngée unilatérale.....	21
5.1. Médialisation de la corde vocale.....	21
5.1.1. Technique chirurgicale .....	21
5.1.2. Efficacité sur les paramètres respiratoires.....	21
5.2. Rééducation orthophonique .....	22
5.3. Réinnervation laryngée non sélective .....	22
5.3.1. Méthode chirurgicale .....	22

5.3.2. Efficacité sur la voix .....	23
Problématique et Hypothèses.....	25
Partie Méthode .....	26
1. Population.....	26
1.1. Population de l'étude .....	26
1.2. Indications pour la réinnervation laryngée non sélective .....	27
2. Matériel et méthode .....	28
2.1. Evaluations réalisées au CHU de Rouen .....	28
2.1.1. Bilan phonatoire .....	28
2.1.2. Analyse aérodynamique et acoustique de la parole .....	29
2.2. Suivi des patients.....	29
3. Analyses statistiques.....	30
Partie Résultats.....	31
1. Comparaisons de la pression sous-glottique en pré-thérapie.....	31
1.1. Puissance et taille de l'effet .....	31
1.2. Comparaison selon le sexe .....	31
1.3. Comparaison selon l'âge .....	32
2. Comparaisons de la pression sous-glottique en pré et post-thérapie .....	33
2.1. Puissance et taille de l'effet .....	33
2.2. Analyses qualitatives .....	33
2.3. Test ANOVA (Student apparié).....	34
2.3.1. Comparaison pré et post-thérapie à 3 mois.....	34
2.3.2. Comparaison pré et post-thérapie à 6 mois.....	35
2.3.3. Comparaison pré et post-thérapie à 1 an .....	35
3. Corrélations avec les indicateurs de la qualité vocale.....	36
3.1. En pré-thérapie.....	36
3.2. En post-thérapie.....	36
3.2.1. A 3 mois .....	36
3.2.2. A 6 mois .....	36
3.2.3. A 1 an.....	37
3.3. Echelles subjectives .....	37
Partie Discussion .....	38
1. Analyse des résultats .....	38
1.1. Pression intra-orale avant la réinnervation laryngée non sélective.....	38
1.2. Comparaisons entre la pression intra-orale avant et après réinnervation laryngée non sélective .....	39

1.3.	Comparaison des corrélations avec les paramètres de la voix .....	39
1.4.	Comparaison des corrélations avec les échelles subjectives .....	40
2.	Limites et perspectives .....	41
2.1.	Taille de l'échantillon.....	41
2.2.	Biais possibles.....	41
2.2.1.	Taille des patients.....	41
2.2.2.	Indications de rééducation orthophonique après la chirurgie.....	42
2.2.3.	Corrélations entre l'efficacité sur la pression intra-orale et la perception de la voix...	42
2.2.4.	Le suivi des patients .....	43
2.3.	Pertinence de la pression intra-orale et autres possibilités de mesures .....	43
2.4.	Perspectives.....	46
	Conclusion .....	49
	Glossaire .....	50
	Bibliographie.....	51
	Annexes .....	55

## **TABLE DES ANNEXES**

---

Annexe 1 :	anatomie du larynx.....	55
Annexe 2 :	fonctionnement de la pléthysmographie optoélectronique.....	56
Annexe 3 :	fonctionnement de la mesure de la pression intra-orale.....	58
Annexe 4 :	Score de Nijmegen .....	59
Annexe 5 :	VHI-10.....	60
Annexe 6 :	Questionnaire rouennais du handicap vocal.....	61

## INTRODUCTION

---

La paralysie laryngée unilatérale est une atteinte de l'un des plis vocaux, par lésion du nerf récurrent, le plus souvent suite à une chirurgie de la thyroïde. Les plis vocaux ne peuvent plus s'accoler correctement, engendrant une fuite glottique. Ainsi, les patients se retrouvent en difficulté principalement pour parler, respirer, et/ou déglutir. Les difficultés respiratoires sont peu prises en compte. En effet, la dyspnée laryngée dans le cas de paralysie unilatérale est rare (inférieur à 5%) (Laccourreye et al., 2014). De plus, les difficultés respiratoires ne constituent pas une urgence vitale, contrairement à la déglutition, où les fausses routes augmentent le risque de pneumopathies d'inhalation. A ceci s'ajoute également que la plainte du patient porte essentiellement sur la qualité de la voix, qui est le symptôme le plus fréquent retrouvé dans les immobilités laryngées (Tessier, 2016). C'est principalement pour améliorer la plainte vocale que sont utilisées différentes méthodes chirurgicales et rééducatives.

Néanmoins, les gênes respiratoires sont assez importantes. 75% des patients interrogés se plaignent de difficultés respiratoires dans leur vie quotidienne (Brunner et al., 2010 ; Francis et al., 2014). Selon Francis et al. (2014), il est probable que la non reconnaissance de cette plainte amène une augmentation de l'anxiété, ce qui peut engendrer un syndrome d'hyperventilation, impactant encore plus la qualité de vie des patients.

Toutefois, la respiration est indissociable de la voix. Ainsi, l'amélioration de cette dernière entrainera des modifications du mécanisme ventilatoire. La réinnervation laryngée non sélective a montré son efficacité sur la qualité vocale des patients avec paralysie laryngée unilatérale (Marie et al., 2019). Ainsi, qu'en est-il de son efficacité sur les paramètres respiratoires, notamment la pression sous-glottique, qui reflète le défaut d'accolement des plis vocaux ?

Ce mémoire présentera l'état des recherches actuelles sur l'impact et les différents moyens de mesure de la pression sous-glottique ainsi que la prise en charge des patients atteints de paralysie laryngée unilatérale. Il s'intéressera plus particulièrement à l'évolution de la pression sous-glottique durant le suivi des patients qui ont subi une réinnervation laryngée non sélective, grâce à la mesure de la pression intra-orale et s'interrogera sur sa pertinence, sur d'autres mesures possibles pour évaluer l'accolement des cordes vocales et sur sa place au sein de l'évaluation globale du patient.

# PARTIE THEORIQUE

---

## **1. FONCTIONNEMENT NORMAL DES PLIS VOCAUX**

---

### **1.1. ANATOMIE<sup>1</sup>**

Le larynx est un organe composé d'une structure cartilagineuse sur laquelle s'insèrent des muscles essentiels pour son fonctionnement. Les cartilages qui le constituent sont l'épiglotte, le cartilage thyroïdien, le cartilage cricoïde ainsi que les aryténoïdes. Ils servent de point d'ancrage à différents muscles, nécessaires au bon fonctionnement laryngé :

- Le muscle thyro-aryténoïdien (ou corde vocale ou pli vocal).
- Le muscle cricothyroïdien, permettant l'allongement des plis vocaux.
- Le muscle cricoaryténoïdien postérieur permettant l'abduction (ou ouverture) des plis vocaux.
- Le muscle cricoaryténoïdien latéral et le muscle aryténoïdien transverse permettant l'adduction (ou fermeture) des plis vocaux.

Les plis vocaux sont constitués de cinq couches de tissus : l'épithélium, la couche superficielle (espace de Reinke), la couche intermédiaire, la couche profonde et le muscle vocal (thyro-aryténoïdien).

- L'épithélium et la couche superficielle constituent la muqueuse.
- La couche intermédiaire et la couche profonde forment le ligament vocal.
- Le corps comprend le muscle thyro-aryténoïdien (McFarland, 2013).

### **1.2. INNERVATION DES PLIS VOCAUX<sup>1</sup>**

L'innervation du larynx se fait principalement par le nerf vague ou pneumogastrique (10<sup>ème</sup> paire crânienne), qui a comme origine le noyau ambigu (tronc cérébral). Suite au passage dans le foramen jugulaire (base du crâne), le nerf vague se distingue en trois branches :

- Branche pharyngée.
- Nerf laryngé supérieur.

---

<sup>1</sup> Annexe 1 – Anatomie du larynx

- Nerf récurrent (ou nerf laryngé inférieur).

Le nerf laryngé supérieur permet l'innervation sensitive du larynx dans l'étage sus-glottique ainsi que celle du muscle cricothyroïdien.

Le nerf laryngé inférieur ou nerf récurrent est responsable de l'innervation motrice des muscles du larynx (à l'exception du muscle cricothyroïdien).

Le trajet du nerf récurrent est légèrement différent à droite et à gauche. A droite, le nerf récurrent passe sous l'artère sous-clavière avant de remonter et de rentrer dans le larynx au niveau de la jonction cricothyroïdienne.

Le nerf récurrent gauche comprend une portion thoracique avec un trajet qui passe sous la crosse de l'aorte avant de remonter jusqu'au larynx (par la jonction cricothyroïdienne). Ainsi, le nerf récurrent gauche est plus susceptible d'être lésé, notamment par des chirurgies cardiaques, du fait de son trajet thoracique (Allen et al., 2020 ; Singh et al., 2018).

### **1.3. FONCTIONNEMENT DES PLIS VOCAUX LORS DE LA PRISE DE PAROLE**

Lors de la respiration, le larynx a un rôle mécanique passif : les plis vocaux sont positionnés en abduction et le larynx est descendu, ce qui permet le passage de l'air entre les poumons et l'extérieur. Lors d'une inspiration forcée, les muscles cricoaryténoïdiens postérieurs permettent la bascule des aryténoïdes vers l'extérieur, ce qui a pour conséquence une ouverture plus importante du larynx (McFarland, 2013)

Le larynx a également un rôle physiologique important dans la respiration. Lors de l'inspiration, la pression dans la trachée devient négative, ce qui provoquerait l'affaissement de ses parois, car la trachée est un conduit souple. Ainsi, les parois seraient aspirées l'une contre l'autre, entravant le flux d'air. Heureusement, le cartilage cricoïdien, en forme d'anneau rigide, permet de lutter contre ce phénomène en maintenant le haut de la trachée ouverte (Dassonville et al., 2002).

Le larynx, et notamment l'étage glottique, est essentiel dans la production de la voix. En effet, l'air expiré des poumons remonte dans la trachée jusqu'à l'étage glottique, où les plis vocaux sont en adduction. A la fin de l'inspiration, les plis vocaux se ferment. Au début de l'expiration, l'air contenu dans les poumons remonte jusqu'aux plis vocaux fermés, ce qui produit une pression d'air positive, la pression sous-glottique. Elle permet l'ouverture des plis vocaux selon

une fréquence particulière. L'air, en passant, permet la vibration de la muqueuse, ce qui produit un son, qui sera ensuite modelé par les résonateurs oraux (lèvres, joues, dents, etc.) et nasaux afin de permettre la production des phonèmes de la langue (Ketelslagers et al., 2007, McFarland, 2013).

#### **1.4. DYNAMIQUE LARYNGEE LORS DE LA PRISE DE PAROLE**

La prise de parole se produit exclusivement sur le temps expiratoire. Afin de permettre la production d'une phrase entière, le temps expiratoire est augmenté avec un temps inspiratoire diminué, par rapport à la respiration sans phonation. Toute la paroi thoracique contribue à cette expiration prolongée. Puisque le temps inspiratoire est court, le volume thoracique inspiratoire est plus important permettant d'augmenter le débit inspiratoire. Inversement, pour avoir un temps expiratoire prolongé, le débit expiratoire est diminué (Binazzi et al., 2006).

Afin de permettre la prise de parole sur l'expiration, on note que le volume pulmonaire courant est également augmenté. Par rapport à la respiration calme, le volume thoracique retrouvé en fin d'inspiration augmente et celui mesuré en fin d'expiration diminue, montrant ainsi une plus grande consommation d'air lorsque le sujet parle (Binazzi et al., 2006).

Dans la prise de parole, la pression sous-glottique, par l'accolement des plis vocaux, et le temps expiratoire augmentent, afin d'obtenir une meilleure maîtrise du flux d'air (débit d'air), ce qui permet une parole sans effort. Pour cela, la résistance glottique augmente proportionnellement à la pression sous-glottique, afin d'avoir un débit constant (Zhang, 2016).

Nous avons donc la relation suivante entre la résistance glottique, la pression sous-glottique et le débit d'air :

$$\text{résistance glottique} = \frac{\text{pression sous glottique}}{\text{débit}}$$

Le contrôle de la pression et du débit permet les modulations de la voix (intensité, hauteur, timbre) (Amy de la Brétèque, 2018).

## **2. PARALYSIE LARYNGEE UNILATERALE**

---

### **2.1. DEFINITION**

La paralysie laryngée unilatérale consiste en une atteinte d'une seule corde vocale dont la mobilité est altérée. Cette corde vocale peut être immobilisée en différentes positions : position médiane, position paramédiane ou position latérale (Singh et al., 2018).

### **2.2. CAUSES ET ETIOLOGIES**

Au sein de la paralysie laryngée unilatérale, on retrouve très souvent une atteinte du nerf récurrent, entraînant une paralysie de la corde vocale ipsilatérale. De plus, du fait du trajet allongé et le passage dans une portion thoracique du nerf récurrent gauche, les atteintes à gauche sont plus fréquentes.

Les origines de cette atteinte peuvent être :

- Une compression du nerf secondaire causée par une tumeur, un anévrisme, une néoplasie extra-laryngée.
- Une section ou un étirement (traumatisme chirurgical, autres traumatismes).
- Une névrite d'origine possiblement infectieuse ou virale (paralysie a frigore).
- Une atteinte centrale (accident vasculaire cérébral (AVC) avec atteintes des nerfs centraux, dégénérescence neuronale, etc.).
- Une cause idiopathique (pas de cause retrouvée) (Tessier, 2016).

Parmi les atteintes, les causes tumorales et traumatiques (entre 25 et 40% chacune) sont les plus représentées devant les causes idiopathiques (entre 10 et 33%) et les causes neurologiques (environ 3%). Parmi les causes traumatiques, la chirurgie de la thyroïde est la plus représentée (SFORL, 2002).

Toutefois, même si l'atteinte du nerf récurrent est la cause principale de l'immobilité laryngée, il existe également d'autres causes : l'arthrite cricoaryténoïdienne, un traumatisme ou une tumeur de la corde vocale (Le Huche et al., 2012).

## **2.3. LES CONSEQUENCES DE LA PARALYSIE LARYNGEE UNILATERALE**

### **2.3.1. Ressentis subjectifs des patients**

La paralysie laryngée unilatérale a un impact important sur les différentes fonctions laryngées primaires et essentielles comme respirer, parler, avaler. Ainsi, sa répercussion sur la qualité de vie est assez importante tant sur le plan personnel que sur le plan professionnel. Selon l'étude de Francis et al (2014), 86% des patients salariés expliquent être limités dans leur emploi. L'entourage les trouve parfois inintelligibles (demandes de répétition pour 41%) du fait de leur voix.

La respiration modifiée par le défaut de mobilité de la corde vocale réduit également les possibilités dans la vie quotidienne. Les patients se sentent souvent essouffés dans les actes quotidiens (monter les escaliers, parler, marcher, faire du sport, tâches ménagères, etc.). Cela provoque une réduction, voire une interruption de ces activités dont la parole (Denobo, 2003 ; Francis et al, 2014).

Ainsi, les conséquences de la paralysie laryngée unilatérale altèrent grandement la qualité de vie des patients. Il est donc important de trouver des moyens de remédiation pour réduire les difficultés de ces patients et de démontrer leur efficacité.

### **2.3.2. La fuite glottique**

#### ***2.3.2.1. Définition***

La fuite glottique consiste en un défaut de l'accolement des plis vocaux, lorsqu'ils sont en adduction. Dans le cas de la paralysie laryngée unilatérale, le pli vocal paralysé ne peut rejoindre le plan médian lorsqu'il est en position paramédiane ou latérale, ce qui engendre de nombreuses conséquences sur les différentes fonctions laryngées dont la voix (Brunner et al., 2010).

#### ***2.3.2.2. Lors de la respiration***

La respiration est peu étudiée dans les paralysies laryngées unilatérales. En effet, seul un pli vocal est paralysé. Ainsi, l'autre, ayant conservé sa mobilité, peut se mettre en position d'abduction, ce qui permet à l'air de passer, quelle que soit la position du pli vocal paralysé. Néanmoins, différentes études montrent que la respiration est un souci pour les patients, notamment en situation d'effort (Brunner et al., 2010 ; Debono, 2003 ; Francis et al., 2014).

### **2.3.2.3. Lors de la parole**

Afin de pouvoir produire un son, les plis vocaux doivent être accolés pour que la pression de l'air sous-glottique puisse faire vibrer la muqueuse des plis vocaux. Or, dans le cas de la paralysie laryngée, l'air s'échappe du fait de ce défaut d'accolement et la vibration des plis vocaux est altérée, ce qui engendre une dysphonie. Plusieurs études montrent ainsi que 100% des sujets ayant une paralysie laryngée unilatérale se plaignent de dysphonie (Brunner et al., 2010 ; Francis et al., 2014).

Plusieurs hypothèses évoquent la présence d'une dyspnée subjective phonatoire qui est expliquée par l'insuffisance glottique entraînant une augmentation de la consommation d'air (Brunner et al., 2010). Cela rejoint Schneider et al. (2003), qui affirment que le manque de contact entre les plis vocaux peut expliquer les difficultés subjectives du patient concernant sa respiration.

Ainsi l'altération des fonctions laryngées primaires, dont la respiration, peut être expliquée par la présence d'une insuffisance glottique, c'est-à-dire une inhabilité des plis vocaux à se rapprocher (Francis et al., 2014).

La fuite d'air glottique produite par le mauvais accolement des plis vocaux entraîne un essoufflement ainsi qu'une mauvaise coordination pneumophonique, se répercutant sur les exercices où l'effort se réalise avec la glotte fermée, comme la production de la parole (Tessier, 2016).

### **2.3.2.4. Les conséquences sur la pression sous-glottique**

Le défaut de fermeture des plis vocaux entraîne une déperdition d'air importante lors de la phonation. En effet, du fait de l'incapacité à maintenir une fermeture glottique suffisante, la pression minimum nécessaire à la production vocale entraîne une augmentation significative du débit d'air. Cette augmentation du débit a pour conséquence un effort inspiratoire plus important pour initier la parole. Ainsi, on remarque que chez les patients dysphoniques (dont les patients avec une paralysie laryngée unilatérale), la pression sous-glottique est plus élevée, et s'accompagne par une augmentation de l'activité musculaire expiratoire (Amy de la Brétèque, 2018 ; Zhang, 2016)

Giovanni et al. (2000) a comparé la pression sous-glottique de sujets sains et de sujets dysphoniques sous différentes conditions (variation d'intensité et de hauteur) grâce à la

mesure de la pression intra-orale. Chez le sujet sain, la pression sous-glottique augmente avec l'intensité de la voix. Chez le sujet dysphonique, la pression sous-glottique est significativement supérieure à celle des sujets sains. Le groupe contrôle a une pression sous-glottique moyenne de 6,10 hPa alors que le groupe patient a une pression sous-glottique moyenne de 8,25 hPa. Le seuil pathologique calculé pour des conditions d'enregistrement normal est de 6,66 hPa. Le patient dysphonique a besoin d'une pression sous-glottique plus importante pour initier la vibration des plis vocaux. Cette différence est encore plus marquée lorsque l'intensité est faible et la hauteur élevée. Ces dernières sont donc considérées comme des mesures discriminantes pour identifier des sujets dysphoniques (Giovanni et al., 2000).

En effet, le défaut d'accolement des plis vocaux a pour conséquence une fuite glottique rendant la voix soufflée et manquant d'intensité. Ainsi, le patient va produire un effort supplémentaire pour compenser ce déficit, ce qui augmente la pression sous-glottique, indice d'un forçage au niveau des plis vocaux pour produire de la voix (Ghio, 2012).

Ketelslagers et al. (2007) ont étudié la pression sous-glottique chez des sujets sains et des sujets atteints de dysphonie. Chez les sujets sains, on ne retrouve pas d'impact significatif de l'âge et du genre. La moyenne retrouvée est de 3,53cm H<sub>2</sub>O (2,9 hPa) et le pic de 9,70cm H<sub>2</sub>O (8,8 hPa). Sous conditions normales de hauteur et d'intensité, il y a une différence significative du pic de pression sous-glottique entre les patients et les sujets contrôles : le pic est plus haut chez les patients dysphoniques. Néanmoins, la moyenne de la pression sous-glottique ne montre pas de changement significatif. Les auteurs rappellent que d'autres études ont trouvé une pression sous-glottique plus importante chez les hommes que chez les femmes, ce que cette étude ne confirme pas.

Cela rejoint également les résultats de l'étude de Binazzi et al (2006) qui rapportent que le schéma respiratoire est pratiquement similaire chez les hommes et les femmes, à l'exception d'une respiration plus costale chez ces dernières. Mais, ils considèrent que ces différences sont la conséquence d'une différence de taille plus que d'une différence de sexe (Binazzi et al., 2006).

### 2.3.3. Le syndrome d'hyperventilation lié à la fuite glottique

#### 2.3.3.1. Définition

Le syndrome d'hyperventilation est défini comme étant une modification du mécanisme respiratoire entraînant des plaintes respiratoires et/ou non respiratoires. On retrouve des symptômes variés : essoufflement, respiration courte, douleurs thoraciques, fatigue, tachycardie, anxiété, tensions, crampes, vertiges, engourdissements, etc. Il est souvent associé à des troubles anxieux, ce qui retarde son diagnostic (Sauty et al., 2008).

#### 2.3.3.2. Mécanisme physiologique

Souvent à cause d'un stress initial, la ventilation augmente. Normalement, cette augmentation libère des chémorécepteurs qui permettent la correction ventilatoire par le centre respiratoire dans le tronc cérébral. Or, dans le syndrome d'hyperventilation, cette boucle de régulation est inhibée (Sauty et al., 2008).

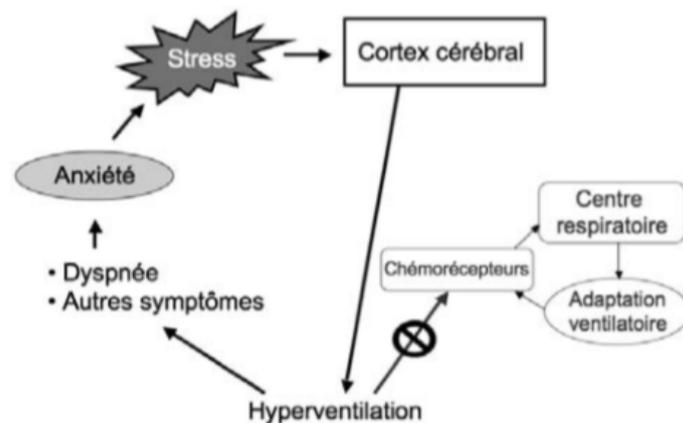


Figure 1- Mécanisme physiologique du syndrome d'hyperventilation  
Sauty, A., & Prosper, M. (2008). Le syndrome d'hyperventilation. *Revue Médicale Suisse*, 4(180), 2500, 2502-2505

L'hyperventilation inappropriée provoque une hypocapnie, c'est-à-dire une diminution du CO<sub>2</sub> (gaz carbonique) dans le sang. Ainsi, cela provoque une augmentation de l'adhérence de l'oxygène à l'hémoglobine et donc une baisse de l'oxygénation des tissus puisque l'oxygène ne peut plus se détacher de l'hémoglobine. Elle provoque également une augmentation du pH, engendrant une alcalose (baisse de l'acidité sanguine), car le taux de gaz carbonique permet la régulation du degré d'acidité sanguine. Cette dernière est responsable de la sensation de vertige et de l'impression d'essoufflement du patient (Le Huche et al., 2012 ; Sauty et al., 2008).

### **2.3.3.3. Dans le cadre des paralysies laryngées unilatérales**

Bequignon et al. ont émis l'hypothèse que la fuite glottique dans la paralysie laryngée unilatérale pouvait conduire à un syndrome d'hyperventilation. Sur 10 patients inclus dans l'étude, le diagnostic d'hyperventilation a été confirmé pour 8 d'entre eux : 6 avaient un score de Nijmegen (*vide infra*) positif et 7 présentaient un résultat au test d'hyperventilation volontaire (*vide infra*) pathologique. Ils expliquent néanmoins que le syndrome d'hyperventilation peut être provoqué par le stress occasionné par la sensation de dyspnée, les complications de la chirurgie et le changement de sensations respiratoires et/ou les difficultés respiratoires dues à la nouvelle configuration de la glotte (Bequignon et al., 2019).

Il n'est pas rare que le patient se plaigne d'étourdissements lors de la prise de parole. En effet, le patient, lorsqu'il parle, pour compenser le manque d'efficacité de sa voix, a tendance à produire plus d'efforts, ce qui provoque, du fait de la fuite glottique, une déperdition d'air importante, provoquant ainsi des symptômes d'hyperventilation (Le Huche et al., 2012).

## **3. LES MOYENS D'EXPLORATION POUR ETUDIER LES EFFETS DE LA PARALYSIE LARYNGEE UNILATERALE**

---

### **3.1. SUR LE FONCTIONNEMENT LARYNGE**

La fuite glottique est engendrée par un défaut de fermeture des plis vocaux. Ce dysfonctionnement provoque une perturbation de l'équilibre entre résistance laryngée, pression sous-glottique et débit d'air : la fuite glottique a comme conséquence une mauvaise gestion du débit d'air. Pour initier la parole, le sujet doit donc augmenter sa pression sous-glottique afin de pallier cela. Ainsi, les mesures de la fuite glottique peuvent concerner ces deux variables : le débit d'air et la pression sous-glottique (et, par conséquent, la résistance laryngée).

#### **3.1.1. La mesure du débit d'air**

##### **3.1.1.1. Le débitmètre**

La mesure du débit d'air oral permet d'avoir une information sur l'air passant à travers la glotte lors de la parole. Cela permet ainsi de mesurer l'importance de la fuite glottique. Pour cela, un débitmètre peut être utilisé (Ghio, 2012).

### **3.1.1.2. La pléthysmographie optoélectronique<sup>2</sup>**

Binazzi et al. (2006) ont évalué les mouvements respiratoires durant différents contextes (la lecture à haute voix, le chant et le chuchotement) à l'aide de la pléthysmographie optoélectronique. Ainsi, grâce à cette méthode, ils ont pu étudier les volumes thoraciques ainsi que les débits d'air à l'inspiration et à l'expiration sans entraver la parole du sujet (Binazzi et al., 2006).

Il s'agit d'une méthode non invasive permettant de réaliser des mesures des mouvements de la paroi thoracique lors de la parole et, ainsi estimer le volume pulmonaire. Cette méthode permet d'estimer le volume des trois compartiments de la paroi thoracique : la cage thoracique, la cage abdominale et l'abdomen, ainsi que celui de chaque héli-thorax grâce à des mesures optiques sur des déplacements de points réfléchissants positionnés sur cette paroi (*cf. annexe 2*) (Parreira et al., 2012, Massanori et al., 2016).

Cette méthode est intéressante car elle n'implique pas d'embout buccal ou d'autres éléments invasifs pour mesurer des changements minimes de la paroi thoracique permettant la prise de parole. La participation active du patient n'est pas nécessaire et les mesures sont réalisables sous différentes conditions : debout, couché, assis, au repos, durant l'exercice, pendant le sommeil, sous ventilation mécanique. De plus, les mesures ne sont pas biaisées par des variations environnementales (température, humidité, etc.) (Parreira et al., 2012).

### **3.1.2. La mesure de la pression sous-glottique grâce à la pression intra-orale<sup>3</sup>**

Smitheran et Hixon (1981) présentent une méthode non invasive et indirecte pour mesurer la résistance laryngée via la pression sous-glottique. En effet, la pression laryngée n'est pas accessible directement et les méthodes utilisées (sonde au niveau du larynx ou de l'œsophage) sont invasives. Mais il est possible de mesurer la pression laryngée grâce à la pression intra-orale. En effet, lors de la production d'une consonne plosive (par exemple /p/), la glotte est ouverte mais le voile du palais et les lèvres sont fermés. Ainsi, la pression orale est similaire à la pression trachéale (ou sous-glottique). Lorsque les lèvres s'entrouvrent pour la production de la voyelle, il est alors possible de mesurer cette pression intra-orale,

---

<sup>2</sup> Annexe 2 – Fonctionnement de la pléthysmographie optoélectronique

<sup>3</sup> Annexe 3 – Fonctionnement de la mesure de la pression intra-buccale

traduisant la pression sous-glottique. Pour cela, le patient doit produire la syllabe [pi] (ou [pa] selon les auteurs) plusieurs fois à la suite. Lorsque le phonème [p] est produit, la pression sous-glottique et la pression intrabuccale sont similaires (Amy de la Brétèque, 2018 ; Giovanni et al. 2000 ; Ketelslargers et al, 2007 ; Smitheran et al., 1981).

## **3.2. POUR LE SYNDROME D'HYPERVENTILATION CONSECUTIVE A LA FUITE GLOTTIQUE**

### **3.2.1. Le score de Nijmegen**

Le score de Nijmegen est un questionnaire regroupant 16 items, qui correspondent aux plaintes les plus fréquemment retrouvées dans le syndrome d'hyperventilation. Chaque item est coté de 0 à 4 permettant d'obtenir un score maximal de 64. Le seuil pathologique est déterminé à 23. Les items, obtenant un score supérieur ou égal à 3, sont considérés comme étant des plaintes majeures (Sauty el al., 2008 ; Vansteenkiste et al., 1991).<sup>4</sup>

Il a été mis au point par l'équipe de Nijmegen en 1983 afin de diagnostiquer le syndrome d'hyperventilation. En 1985, il a été testé sur 263 patients avec une classification correcte pour 93% des sujets. Les sujets avec hyperventilation (diagnostiqués par le test d'hyperventilation volontaire) obtiennent des scores significativement supérieurs. Ainsi, ce questionnaire est considéré comme étant robuste et pouvant être utilisé comme instrument de dépistage (Van Dixhoorn et al., 1985).

### **3.2.2. Test d'hyperventilation volontaire**

Le test d'hyperventilation volontaire a pour but la reproduction des symptômes rapportés par le patient dans le questionnaire de Nijmegen. Pour cela, on demande au patient de respirer pendant 3 minutes en hyperventilation volontaire puis de respirer normalement pendant 5 minutes pour la récupération. Ce test est considéré comme étant positif si au moins deux des plaintes majeures (supérieur ou égal à 3 au score de Nijmegen) du patient sont reproduites (Sauty et al., 2008 ; Vansteenkiste et al., 1991).

---

<sup>4</sup> Annexe 4 – Score de Nijmegen

### **3.2.3. Diagnostic**

Le diagnostic du syndrome d'hyperventilation se fait à l'aide de plusieurs outils : le score de Nijmegen et le test d'hyperventilation volontaire.

Ainsi, si le patient a un score de Nijmegen et un test d'hyperventilation positifs, on peut parler de syndrome d'hyperventilation. Si le patient n'a qu'un seul de ces deux résultats positifs, on parle alors d'hyperventilation probable. Si les deux sont négatifs, on conclura alors à l'absence d'un syndrome d'hyperventilation (Sauty et al., 2008 ; Vansteenkiste et al., 1991).

## **4. EVALUATION DES PARALYSIES LARYNGEES UNILATERALES**

---

### **4.1. EVALUATION ORL**

L'évaluation ORL de la paralysie laryngée unilatérale consiste en l'analyse des différentes fonctions laryngées : la voix, la déglutition et la respiration.

Pour la respiration, un interrogatoire et un examen clinique permettent d'identifier une éventuelle dyspnée avec une gêne à l'inspiration, l'efficacité de la toux et le retentissement dans les activités quotidiennes et à l'effort. Des examens complémentaires peuvent être réalisés pour objectiver la gravité de la dyspnée grâce à la spirométrie, notamment avec la courbe-débit volume (SFORL, 2002).

Pour la déglutition, un interrogatoire va permettre de recueillir des informations sur la présence de fausses routes et les retentissements sur le fonctionnement corporel (poids, poumons, etc.). Un test de déglutition sous nasofibroscopie est réalisé pour objectiver une éventuelle fausse route (SFORL, 2002)

Pour la voix, un interrogatoire avec des auto-évaluations perceptives du thérapeute comme le GRBAS et du patient comme le Voice Handicap Index (VHI) est fait avant une analyse des paramètres acoustiques de la voix (hauteur, timbre, intensité, limitations, fatigabilité, etc.) grâce à un enregistrement vocal, un temps maximum phonatoire, la stroboscopie, etc. (SFORL 2002).

Parmi les techniques d'examen, on peut également objectiver l'immobilité laryngée grâce à une laryngoscopie indirecte (SORL 2002).

## 4.2. EVALUATION ORTHOPHONIQUE

En orthophonie, le bilan de la paralysie laryngée unilatérale comprend essentiellement un bilan de la voix et du comportement vocal. Le bilan fonctionnel et organique comprend :

- Les éléments anamnestiques.
- Les mesures aérodynamiques et acoustiques : temps maximum phonatoire, quotient phonatoire (tenue d'un [s] comparé à un [z]), débit d'air buccal, logiciels (fréquence fondamentale, jitter, shimmer, analyse spectrale, etc.).
- Le comportement phonatoire avec la recherche de compensations hyperkinétiques.
- La coordination pneumophonique et la gestion de la respiration.
- La voix parlée, d'appel, chantée, projetée.
- Recherches d'amélioration avec manipulations laryngées ou de tête.
- Recherche des éléments de forçage vocal (Tessier, 2016).

Différentes échelles existent pour réaliser une évaluation perceptive de la voix par le thérapeute et une auto-évaluation par le patient.

L'échelle la plus utilisée pour une évaluation perceptive subjective est celle d'Hirano, le GRBAS, qui permet de fixer une image vocale au moment du bilan.

L'auto-évaluation par le patient peut être réalisée par le VHI (Voice Handicap Index) (Tessier, 2016).

## **5. LES DIFFERENTES OPTIONS DE TRAITEMENT DE LA PARALYSIE LARYNGEE UNILATERALE**

---

Le travail de l'orthophoniste et du chirurgien ne sont pas antinomiques mais complémentaires. En première intention, si aucun trouble de la déglutition n'est mis en évidence, une prise en charge orthophonique seule peut être conseillée. Néanmoins, si la dysphonie est sévère ou s'il existe des troubles de déglutition mettant en jeu le pronostic vital du patient, une intervention chirurgicale est nécessaire, à condition que la lésion du nerf récurrent ou vague soit irréversible. Mais l'indication chirurgicale peut également faire suite à un résultat fonctionnel jugé insuffisant à la suite d'une prise en charge orthophonique (SFORL, 2002).

### **5.1. MEDIALISATION DE LA CORDE VOCALE**

#### **5.1.1. Technique chirurgicale**

Il existe différentes méthodes de médialisation, qui consistent à placer la corde vocale immobile sur le plan médian. On retrouve les injections intracordales dont le but est d'injecter un matériau plus ou moins absorbable dans la corde vocale paralysée (graisse autologue, silicone, fascia autologue, anciennement du téflon). La thyroplastie consiste en la mise en place d'un implant à travers le cartilage thyroïdien qui pousse la corde vocale vers le plan médian (SFORL, 2002).

#### **5.1.2. Efficacité sur les paramètres respiratoires**

Les études réalisées sur différentes techniques de médialisation tendent à montrer que cela permettait une meilleure respiration, même si ces procédures sont à l'origine utilisées pour l'amélioration de la voix. Toutefois, au sein des complications potentielles, on peut retrouver un retentissement sur la filière laryngée du fait d'œdème ou d'hématome (SFORL, 2002).

Suite à l'injection de graisse autologue ou à une thyroplastie, l'efficacité de la fermeture glottique permet d'améliorer les problèmes d'essoufflement à l'effort. En effet, le meilleur accollement des plis vocaux permet une meilleure gestion du souffle engendrant également un retour à une respiration calme plus rapidement (Denobo, 2003).

Toutefois, il n'existe pas de consensus sur l'effet de la médialisation sur les paramètres respiratoires. Les études faites sur ce sujet n'ont pas réussi à démontrer que la médialisation avait un effet significatif sur les paramètres respiratoires mesurés par spirométrie (Asik et al.,

2015 ; Saarinen et al., 2007). Plusieurs auteurs rapportent l'existence d'une dissociation entre les résultats objectifs et les symptômes subjectifs ressentis par le patient (Brunner et al, 2010), qui persistent en post-traitement avec une amélioration significative des mesures subjectives alors que les paramètres objectifs ne changent pas (Asik et al., 2015 ; Dion et al., 2017 ; Saarinen et al., 2007).

## **5.2. REEDUCATION ORTHOPHONIQUE**

La rééducation vocale dans le cadre d'une paralysie laryngée unilatérale est indiquée. La première chose est d'expliquer au patient le fonctionnement normal et pathologique des plis vocaux mais également l'importance d'une intervention orthophonique précoce (même s'il existe des récupérations spontanées pour certains patients). Le but initial de la prise en charge est triple :

- L'éviction de la fuite glottique permettant d'avoir des résultats rapides sur l'hyperventilation.
- L'affrontement des plis vocaux en travaillant, grâce à des manipulations laryngées de l'orthophoniste, l'hyper-adduction du pli vocal sain qui va dépasser le plan médian afin de rejoindre le pli vocal paralysé.
- La précision et musicalité de la voix en travaillant sur la qualité du timbre et non sur la puissance vocale, pouvant engendré un comportement de forçage vocal.

Suite à l'obtention de ce triple objectif, il conviendra d'apprendre au patient de réaliser lui-même les manipulations, ainsi que des exercices de souffle afin d'obtenir une voix améliorée voire quasi-normale automatisée sans nécessité d'avoir recours aux manipulations. En effet, cette rééducation repose sur l'activité motrice subconsciente (Le Huche et al., 2012).

Ce genre d'exercices n'est pas suffisant pour tous les patients atteints de paralysie laryngée unilatérale. Ainsi, des exercices de glottage sont également possibles, dont le but est de provoquer un accolement des plis vocaux (Le Huche et al., 2012).

## **5.3. REINNERVATION LARYNGEE NON SELECTIVE**

### **5.3.1. Méthode chirurgicale**

On retrouve également d'autres techniques qui permettent de pallier la fuite glottique comme la réinnervation non sélective. Le but de cette intervention chirurgicale est d'améliorer le

tonus musculaire de la corde vocale atrophiée afin d'améliorer la qualité vocale du patient (Marie et al., 2019).

Cette technique consiste soit en une anastomose directe entre les deux branches du nerf récurrent, soit en une anastomose du nerf récurrent avec une branche du nerf hypoglosse, l'ansa. Depuis les années 1980, la seconde option est privilégiée. Ainsi, la chirurgie consiste en un raccord entre l'ansa cervicale et le nerf récurrent (Marie, 2014).

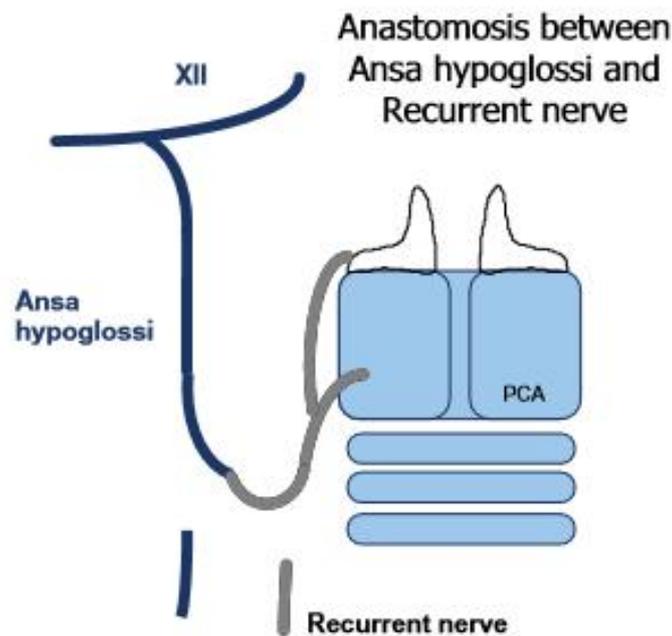


Figure 2- Raccord du nerf récurrent à l'ansa cervicale (nerf hypoglosse)

PCA : muscle cricoaryténoïdien postérieur

Marie, J. (2014). *Reinnervation : New Frontiers*. In John S. Rubin, Robert Thayer Staloff, & Gwen S. Korovin, *Diagnosis and treatment of voice disorder* (4th éd., p. 1040). Plural Publishing Inc

Durant cette chirurgie, une injection de graisse autologue est réalisée afin d'augmenter la corde vocale pour la rapprocher du plan médian, le temps que la repousse axonale puisse se faire (entre 3 et 6 mois) (Marie et al., 2019).

### 5.3.2. Efficacité sur la voix

Une étude au CHU de Rouen (Marie et al., 2019) a été réalisée afin de montrer l'intérêt de la réinnervation laryngée non sélective sur le traitement vocal des patients avec paralysie laryngée unilatérale en première et seconde intention (après l'échec d'une autre technique chirurgicale).

Cette étude a démontré que la réinnervation laryngée non sélective a permis d'améliorer divers indicateurs de la qualité vocale de façon significative :

- Le score d'Hirano : une amélioration significative des indicateurs G (niveau de sévérité), B (voix soufflée), R (raucité) et A (asthénie).
- Questionnaire VHI-10 : une amélioration significative de l'auto-évaluation de la qualité de la voix par les patients.
- Mesures aérodynamiques : une amélioration significative du temps maximum phonatoire, de l'intensité maximum, du jitter et du shimmer.

Ces améliorations ont eu lieu après la chirurgie (expliquées par l'injection de graisse) mais elles se sont maintenues au-delà de l'action de l'augmentation cordale (3 à 6 mois) montrant l'efficacité de la réinnervation laryngée (Marie et al., 2019).

## PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

---

Ce mémoire-ci reprend la base de données de l'étude sur l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective comme traitement de la paralysie laryngée unilatérale sur la voix.

Son objectif est de démontrer que la pression sous-glottique est un indicateur permettant d'évaluer l'efficacité d'une prise en charge, ici la réinnervation laryngée non sélective, sur la réduction de la fuite glottique dans le cas de paralysie laryngée unilatérale.

En effet, les patients ayant une immobilité laryngée unilatérale souffrent de troubles de la voix mais également respiratoires à cause du défaut d'accolement des plis vocaux (fuite glottique) lors de la prise de parole. Cela engendre différentes conséquences : voix soufflée, sensation d'essoufflement, syndrome d'hyperventilation, etc., altérant ainsi la communication en limitant la prise de parole. Or cette fuite glottique a pour conséquence une modification de la pression sous-glottique, entre autres, lors de la prise de parole, afin de produire un son malgré les difficultés d'accolement des plis vocaux.

Les auteurs relèvent, grâce à la mesure de la pression intra-orale, une pression sous-glottique plus importante chez les patients dysphoniques, dont les patients avec paralysie laryngée unilatérale. Ainsi, la pression sous-glottique augmenterait avec la gravité de la fuite glottique et diminuerait lorsqu'on réduirait l'espace entre les plis vocaux lors de la prise de parole.

Ainsi dans cette étude nous retrouvons comme hypothèses :

**Hypothèse générale** : la pression intra-orale permet de mesurer l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur la fuite glottique et ses conséquences dans le cadre de la paralysie laryngée unilatérale.

**Hypothèses opérationnelles** :

- La chirurgie permet une diminution significative de la pression sous-glottique avec un maintien au-delà de 6 mois.
- Il existe des corrélations entre la pression sous-glottique mesurée et les paramètres vocaux (jitter, shimmer, temps maximum phonatoire, intensité), puisque la fuite glottique a également des répercussions sur la qualité vocale.

## PARTIE METHODE

### 1. POPULATION

#### 1.1. POPULATION DE L'ETUDE

Les données utilisées pour cette étude sont issues des dossiers médicaux de patients atteints de paralysie laryngée unilatérale, qui ont subi une réinnervation laryngée non sélective, pour réduire la dysphonie en contrant le phénomène d'atrophie du muscle thyro-aryténoïdien paralysé (pli vocal).

Cette étude est réalisée sur une cohorte de 50 patients (24 hommes et 26 femmes), âgés de 20 à 75 ans (moyenne : 52,9 ans), opérés entre 1998 et 2019 au CHU de Rouen. La cause de la paralysie laryngée unilatérale (67% gauche et 33% droite) a différentes localisations :

- 53,5% des patients ont une atteinte cervicale.
- 30,2% des patients ont une atteinte thoracique.
- 7,0% des patients ont une atteinte cérébrale.
- 9,3% des patients ont une atteinte inconnue (dont a frigore).

Les causes de paralysie de la corde vocale sont :

- Des lésions du nerf suite à une chirurgie (thyroïdectomie, résection de tumeurs et radiothérapie, ligature du canal artériel, geste rachidien, lobectomie, chirurgies cardiaques, chirurgie de l'œsophage).
- Des lésions suite à des tumeurs (méningiome, schwannome, astrocytome).
- Atteinte a frigore.
- Atteinte secondaire à une réaction immunitaire (hépatite).

	Pré-thérapie	3 mois	6 mois	1 an	2 ans
Nombre de données retrouvées	35	15	17	19	4

## Critères d'inclusion

- Patients ayant subi une chirurgie de type réinnervation laryngée non sélective (*critères spécifiés en dessous*) il y a au moins 12 mois.
- Patients âgés d'au moins 18 ans.
- Patients ayant eu un suivi d'au moins 12 mois avec des résultats disponibles des analyses informatisées de la voix en pré-thérapie et post-thérapie (6 mois ou 1 an).

Toutefois, toutes les données n'ont pas pu être recueillies. Ainsi une première cohorte de 35 patients a permis de faire les premières analyses statistiques (portant sur les données en prétraitement) et d'autres cohortes d'une quinzaine de patients a permis de faire les analyses statistiques portant sur la comparaison pré et post-traitement.

	Sujets	Hommes	Femmes	Age	Données utilisées
Cohorte 1	N= 35	18	17	52,63 ans	Pression intra-orale en pré-thérapie
Cohorte 2	N= 12	5	7	54,3 ans	Pression intra-orale en pré et post-thérapie à 3 mois
Cohorte 3	N= 15	6	9	49,5 ans	Pression intra-orale en pré et post-thérapie à 6 mois
Cohorte 4	N=14	10	4	54,23	Pression intra-orale en pré et post-thérapie à 12 mois

La cohorte 1 est utilisée pour déterminer s'il existe des différences de pression intra-orale avant l'intervention chirurgicale selon le sexe et l'âge.

Les cohortes 2, 3 et 4 ont permis de voir s'il existe des différences de pression intra-orale en pré et post-thérapie ainsi que des corrélations avec différents indicateurs de la qualité vocale des patients et du ressenti subjectif des patients.

## **1.2. INDICATIONS POUR LA REINNERVATION LARYNGEE NON SELECTIVE**

Les indications pour la chirurgie sont les suivantes :

- Lésion permanente du nerf sectionné, objectivée par une électromyographie laryngée, que ça soit une cause idiopathique ou iatrogénique.
- Dysphonie causée par le manque d'accolement des plis vocaux, l'atrophie de la corde vocale paralysée et/ou une courbure de la corde vocale (voix soufflée, voix diplophonique).

- Exigence vocale de la part du patient (usage professionnel ou exigence personnelle).
- Echec d'un traitement d'une durée de plus de 6 mois sous forme de rééducation vocale (orthophonie) engendrant une insatisfaction des résultats obtenus ou aucun changement dans l'activité électromyographique.

## **2. MATERIEL ET METHODE**

---

### **2.1. EVALUATIONS REALISEES AU CHU DE ROUEN**

#### **2.1.1. Bilan phonatoire**

Le bilan phonatoire est réalisé par un phoniatre ou médecin ORL. Le bilan débute par un entretien avec le médecin, afin d'évaluer les retentissements de la paralysie laryngée dans le quotidien, les progrès observés, etc. Le médecin donne également des auto-évaluations au patient pour qu'il évalue sa voix (VHI-10 et l'auto-questionnaire du CHU de Rouen). Durant ce temps d'échange, le médecin va réaliser le score d'Hirano (GRBASI) afin d'avoir une appréciation subjective de la voix à ce moment-là.

Ensuite des enregistrements de la voix sont réalisés grâce au logiciel Audacity (Mazzonu et al., 2009) :

- Récitation des mois (en voix normale, projetée et criée).
- Lecture d'un texte.
- Comptage à voix forte.
- Voix d'appel.
- Temps maximum de phonation.
- Chant.
- Sirène, c'est-à-dire l'étendue de la voix, allant du mécanisme 1 (voix grave) au mécanisme 2 (voix aiguë).

Une laryngoscopie est également réalisée afin d'examiner la mobilité et l'aspect des plis vocaux. Cet examen est réalisé grâce à un nasofibroscope ou un épipharyngoscope. Un stroboscope peut également être utilisé afin de mieux voir les vibrations de la corde vocale, qui vont apparaître comme ralenties.

### 2.1.2. Analyse aérodynamique et acoustique de la parole

Les patients atteints de paralysie laryngée unilatérale subissent également une analyse aérodynamique et acoustique de la parole se déroulant dans le service de neurophysiologie. Cette analyse est réalisée grâce au logiciel EVA 2, mis au point par le centre CNRS « Parole et langage » de l'université d'Aix en Provence et vendu par la société SqLab. Ce logiciel permet de mesurer différents indicateurs concernant :

- **La respiration** : calcul du volume courant, du volume maximal, du temps maximum de phonation, du volume buccal, du volume nasal et de l'intensité maximale.
- **Le fonctionnement laryngé** : calcul de la fréquence fondamentale, le jitter, le shimmer, et l'intensité.
- **Le débit de parole**: calcul du nombre de syllabes par seconde pour /ta/ et /pata/, la durée pour prononcer une phrase (en secondes).
- **Les articulateurs** : calcul du pourcentage de phonèmes nasaux et buccaux produits pour différentes phrases et calcul du triangle vocalique (fréquence des voyelles).
- **La prosodie** : calcul de l'intensité et des fréquences fondamentales pendant la production d'une phrase et d'une description d'images.
- **La pression intra-orale** : répétition de la syllabe débutant par [p].

### 2.2. SUIVI DES PATIENTS

Les patients sont régulièrement suivis au CHU de Rouen par un phoniatre. Les patients sont vus au moins une fois avant la réinnervation laryngée unilatérale (pré-thérapie). Suite à la chirurgie, des rendez-vous de contrôle sont proposés aux patients à 1-3 mois, à 6 mois, à 12 mois puis à 24 mois après la chirurgie. Durant ces rendez-vous, un bilan phonatoire et une analyse informatisée de la voix sont réalisés.

En fonction des résultats du patient, une prise en charge orthophonique est parfois conseillée afin d'optimiser les résultats de la réinnervation laryngée unilatérale.

### 3. ANALYSES STATISTIQUES

---

Les données concernant la cohorte de 50 patients ont été recensées sur un fichier Excel.

Les analyses statistiques ont été réalisées grâce aux dossiers disponibles sur Anastats.fr ainsi qu'un fichier Excel donné par les biostatisticiens du CHU de Rouen.

Pour déterminer s'il y a des différences de pression intra-orale en pré-thérapie selon le sexe un test de Student a été utilisé. Afin de voir s'il existe une corrélation entre la pression intra-orale et l'âge un test de corrélation de Spearman a été utilisé.

Pour faire une comparaison de la pression intra-orale avant et après la réinnervation laryngée non sélective, un test de Fisher a d'abord été utilisé pour vérifier l'égalité des variances puis le test de Student pour échantillons appariés afin de vérifier s'il existe une différence significative.

Afin de voir s'il existe des corrélations entre la pression intra-orale et les autres analyses vocales (shimmer, jitter, temps maximum de phonation, intensité), ainsi qu'avec les questionnaires subjectifs (VHI-10, auto-questionnaire de Rouen), le test de corrélation de Spearman a été utilisé.

*La méthode de ce mémoire d'orthophonie a été présentée au Comité de Protection des Personnes (CPP) du CHU de Rouen.*

## PARTIE RESULTATS

### 1. COMPARAISONS DE LA PRESSION SOUS-GLOTTIQUE EN PRE-THERAPIE

#### 1.1. PUISSANCE ET TAILLE DE L'EFFET

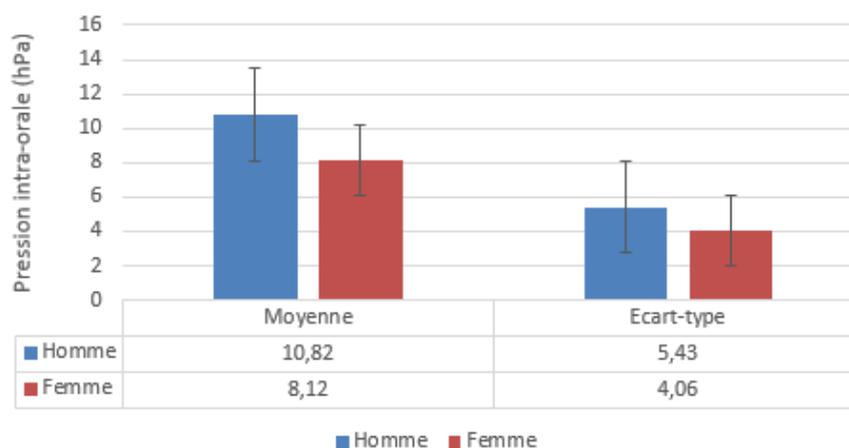
Effectif	N=35
Taille de l'effet (d de Cohen)	2,13 <b>Grand effet</b>
Alpha	0,05 (5%)
Puissance	<b>95%</b>

L'analyse statistique pour déterminer s'il existe une différence de mesure de pression sous-glottique entre les hommes et les femmes a une **puissance de 95%**.

#### 1.2. COMPARAISON SELON LE SEXE

	Moyenne	Ecart-type	Seuil à 5% <b>p= 0,10634</b>
Homme (n=18)	10,81 hPa	5,42 hPa	
Femme (n= 17)	8,12 hPa	4,06 hPa	

Avant la réinnervation laryngée non sélective, la pression intra-orale des deux groupes (sexe masculin et sexe féminin) **ne diffère pas significativement**.



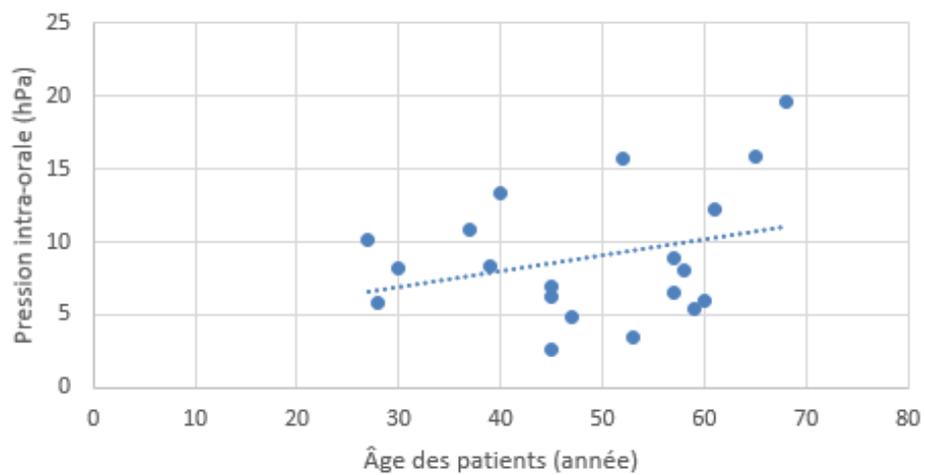
La moyenne des mesures de pression intra-orale du groupe « femme » est **inférieure** à celle des mesures du groupe « homme ».

L'écart-type des mesures de pression intra-orale du groupe « femme » est **inférieure** à celles des mesures du groupe « homme ».

### 1.3. COMPARAISON SELON L'ÂGE

	Pression intra-orale
Rhô	0,4907
Corrélation	Moyenne
$\rho =$	0,0037
Significativité	Oui

Avant la réinnervation laryngée non sélective, la pression intra-orale **est corrélée** à l'âge des patients.



## 2. COMPARAISONS DE LA PRESSION SOUS-GLOTTIQUE EN PRE ET POST-THERAPIE

### 2.1. PUISSANCE ET TAILLE DE L'EFFET

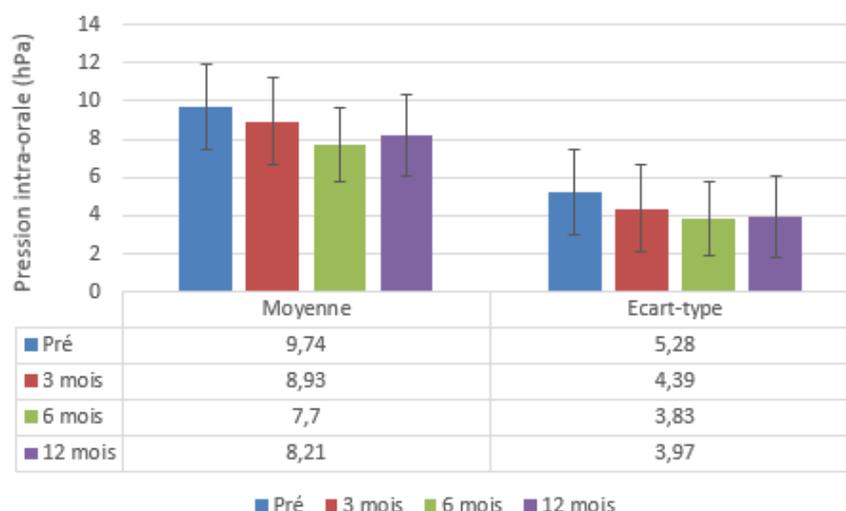
	3 mois	6 mois	1 an
Effectif	N = 12	N = 15	N = 14
Taille de l'effet (d de Cohen)	0,120 <b>Petit effet</b>	0,587 <b>Effet moyen</b>	0,821 <b>Grand effet</b>
Alpha	0,05	0,05	0,05
Puissance du t de Student	<b>10%</b>	<b>60%</b>	<b>85%</b>

Pour les analyses à 3 mois de la réinnervation laryngée non sélective, la puissance de la comparaison est **très faible** (10%)

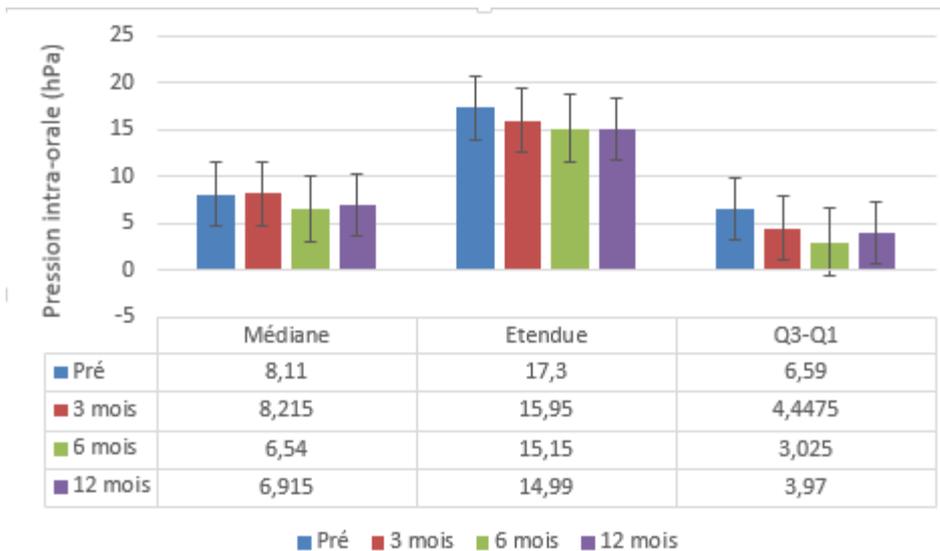
Pour les analyses à 6 mois de la réinnervation laryngée non sélective, la puissance de la comparaison est **moyenne** (60%).

Pour les analyses à 12 mois de la réinnervation laryngée non sélective, la puissance de la comparaison est **forte** (85%).

### 2.2. ANALYSES QUALITATIVES



La moyenne et l'écart-type des mesures de pression sous-glottique **diminuent** au fur et à mesure (3 mois et 6 mois) puis **augmentent légèrement** à 1 an.



La médiane des mesures de pression sous-glottique est similaire avant et à 3 mois de la chirurgie. Elle **diminue** entre 3 mois et 6 mois, puis **stagne** entre 6 mois et 1 an.

L'étendue (valeur maximale – valeur minimale) **diminue** suite à la chirurgie mais elle reste à peu près **similaire** durant les différents temps de mesure après la procédure chirurgicale.

L'étendue entre le quartile 1 et le quartile 3 **diminue** au fur et à mesure (3 mois et 6 mois), mais elle **augmente légèrement** 1 an après la réinnervation laryngée non sélective.

## 2.3. TEST ANOVA (STUDENT APPARIE)

### 2.3.1. Comparaison pré et post-thérapie à 3 mois

	Moyenne	Ecart-type	Seuil à 5% <b>p = 0,75147</b>
Pré-thérapie	9,30	5,47	
A trois mois	8,93	4,39	

La comparaison des moyennes de pression intra-orale des deux groupes (avant la réinnervation laryngée non sélective et à 3 mois de la chirurgie) ne montre **pas de différence significative**.

### 2.3.2. Comparaison pré et post-thérapie à 6 mois

	Moyenne	Ecart-type	Seuil à 5% <b>p = 0,1533</b>
Pré-thérapie	9,01	5,13	
Post-thérapie à 6 mois	7,70	3,83	

La comparaison des moyennes de pression intra-orale des deux groupes (avant la réinnervation laryngée non sélective et à 6 mois de la chirurgie) ne montre **pas de différence significative**.

### 2.3.3. Comparaison pré et post-thérapie à 1 an

	Moyenne	Ecart-type	Seuil à 5% <b>p= 0,10101</b>
Pré-thérapie	9,61	5,03	
Post-thérapie à 1 an	8,30	4,02	

La comparaison des moyennes de la pression intra-orale de deux groupes (avant la réinnervation laryngée non sélective et à 1 an de la chirurgie) ne montre **pas de différence significative**.

### 3. CORRELATIONS AVEC LES INDICATEURS DE LA QUALITE VOCALE

#### 3.1. EN PRE-THERAPIE

	Jitter	Shimmer	Temps maximum de phonation	Intensité
Rhô	-0,1998	-0,0381	-0,3359	0,2643
Corrélation	Faible	Faible	Passable	Faible
Significativité	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>

Avant la réinnervation laryngée non sélective, ni le jitter, ni le shimmer, ni le temps maximum de phonation, ni l'intensité **ne sont corrélés** aux mesures de pression intra-orale.

#### 3.2. EN POST-THERAPIE

##### 3.2.1. A 3 mois

	Jitter	Shimmer	Temps maximum de phonation	Intensité
Rhô	-0,2000	0,3929	-0,1786	0,7500
Corrélation	Faible	Passable	Faible	Forte
Significativité	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>

A 3 mois de la réinnervation laryngée non sélective, aucun des paramètres vocaux (jitter, shimmer, temps maximum de phonation, et intensité) **ne sont corrélés** aux mesures de pression intra-orale.

##### 3.2.2. A 6 mois

	Jitter	Shimmer	Temps maximum de phonation	Intensité
Rhô	0,0952	-0,3571	-0,0238	- 0,0476
Corrélation	Faible	Passable	Faible	Faible
Significativité	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>

A 6 mois de la réinnervation laryngée non sélective, aucun des paramètres vocaux (jitter, shimmer, temps maximum de phonation et intensité) **ne sont corrélés** aux mesures de pression intra-orale.

### 3.2.3. A 1 an

	Jitter	Shimmer	Temps maximum de phonation	Intensité
Rhô	-0,0714	-0,4643	0,119	0,0952
Corrélation	Faible	Passable	Faible	Faible
Significativité	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>

A 12 mois de la réinnervation laryngée non sélective, aucun des paramètres vocaux (jitter, shimmer, temps maximum de phonation et intensité) **ne sont corrélés** aux mesures de pression intra-orale.

### 3.3. ECHELLES SUBJECTIVES

VHI-10	Pré-thérapie	3 mois	6 mois	1 an
Rhô	0,2605	<i>Pas assez de valeurs</i>	N.A.	<i>Pas assez de valeurs</i>
Corrélation	Faible	N.A.	N.A.	N.A.
Significativité	<b>Non</b>	N.A.	N.A.	N.A.

Avant la réinnervation laryngée non sélective, la pression intra-orale n'est **pas significativement corrélée** au VHI-10, auto-questionnaire sur la qualité de la voix, rempli par le patient. Les données n'étaient pas suffisantes pour vérifier les corrélations après la réinnervation laryngée non sélective.

Rouen questionnaire	Pré-thérapie	3 mois	6 mois	1 an
Rhô	-0,1043	0,2333	0,0084	-0,2927
Corrélation	Faible	Faible	Faible	Faible
Significativité	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>

Avant la réinnervation laryngée non sélective, mais également après, à 3 mois, 6 mois et 12 mois, la corrélation entre l'auto-questionnaire de Rouen, sur la qualité vocale, et les mesures de pression sous-glottique est **faible et non significative**.

## PARTIE DISCUSSION

---

L'objectif de ce mémoire est de démontrer l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur la fuite glottique chez des patients atteints de paralysie laryngée unilatérale, grâce à la mesure de la pression sous-glottique, via la pression intra-orale.

Puisque la pression sous-glottique lors de la phonation chez les sujets dysphoniques est supérieure à celle retrouvée chez les sujets sains, on émet l'hypothèse que cette pression sous-glottique diminuera suite à la chirurgie, démontrant ainsi un meilleur accolement des plis vocaux lorsque le sujet parle.

### **1. ANALYSE DES RESULTATS**

---

#### **1.1. PRESSION INTRA-ORALE AVANT LA REINNERVATION LARYNGEE NON SELECTIVE**

Lorsqu'on compare les scores de pression sous-glottique avant la réinnervation laryngée non sélective selon le sexe, nous remarquons qu'il n'existe pas de différence significative. Cela confirme les résultats de Ketelslagers et al. (2007) qui n'ont pas retrouvé de différences selon le genre. Toutefois, nous remarquons que les femmes ont en moyenne une pression sous-glottique légèrement inférieure à celle des hommes, même si cette différence n'est pas assez importante pour être significative.

En effet, Binazzi et al. (2006) considère qu'il existe une différence entre les hommes et les femmes concernant les données aérodynamiques, notamment les volumes thoraciques. Ils expliquent cela par une différence de taille : l'homme étant en moyenne plus grand que la femme.

On remarque par contre qu'il existe une corrélation significative entre l'âge des patients et la pression sous-glottique mesurée pour cette cohorte. Or, selon les propos de Binazzi et al. (2006) les différences observées entre les sujets sains adultes sont attribuées à la taille. Ainsi, si les sujets de l'étude ne sont que des adultes, comme c'est le cas ici, il est cohérent de voir que l'âge n'influence pas les mesures de pression sous-glottique. Cela est cohérent avec l'étude de Ketelslagers et al. (2007) qui ne retrouvent pas de différence de la pression sous-glottique selon l'âge chez des sujets sains. Cette significativité peut donc n'être qu'un biais de mesure : en effet, les mesures relevées ont une étendue large (entre 3 et 18 hPa). Ainsi, une

corrélation a été retrouvée mais les données s'éloignent souvent de la relation linéaire obtenue.

Ainsi, les variables du genre et d'âge ne semblent pas être les plus pertinentes dans la mesure des paramètres aérodynamiques : les différences retrouvées peuvent être expliquées par les effets de taille, qui devraient donc être contrôlés.

## **1.2. COMPARAISONS ENTRE LA PRESSION INTRA-ORALE AVANT ET APRES REINNERVATION LARYNGEE NON SELECTIVE**

La comparaison des mesures de pression sous-glottique avant et après la réinnervation laryngée non sélective ne montre pas de différence significative, à aucun moment du suivi (3 mois, 6 mois, 12 mois). Ainsi, la pression sous-glottique ne diminue pas significativement après la réinnervation laryngée non sélective, réfutant l'hypothèse posée au départ.

Toutefois, nous notons que la moyenne de la pression sous-glottique du groupe diminue à 3 mois puis à 6 mois de l'intervention. Elle augmente légèrement à 12 mois mais elle reste inférieure aux mesures relevées avant l'intervention chirurgicale. Cette tendance confirme tout de même ce qu'ont pu affirmer plusieurs auteurs (Amy de la Brétèque, 2018 ; Giovanni et al., 2000 ; Ghio, 2012) : la pression sous-glottique est augmentée chez les sujets dysphoniques et elle diminue donc lorsque la dysphonie diminue. Toutefois, Ketelslagers et al (2007) ont mis en évidence que ce n'est pas la moyenne de la pression sous-glottique mais le pic qui est pertinent dans l'évaluation de la pression sous-glottique. Ainsi, une différence significative aurait peut-être pu être mise en évidence si on avait comparé le pic obtenu lors de la mesure de la pression intra-orale aux différents moments du suivi et démontré, par cela, l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur la fuite glottique.

Ainsi, les différences ne sont pas assez importantes pour être significatives, même si on remarque une tendance à la diminution.

## **1.3. COMPARAISON DES CORRELATIONS AVEC LES PARAMETRES DE LA VOIX**

Les corrélations réalisées entre les mesures de pression intra-orale et les paramètres vocaux avant ainsi qu'après la réinnervation laryngée non sélective ne sont pas significatives. Nous supposons dans nos hypothèses que la diminution de la pression intra-orale s'accompagne d'améliorations au niveau des paramètres vocaux. En effet, la fuite glottique a également des effets sur la qualité vocale : elle engendre notamment une voix soufflée et une baisse de

l'intensité (Ghio, 2012). Les résultats de l'étude faite sur l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur les paramètres vocaux avaient en effet démontré que cette technique chirurgicale avait permis d'améliorer plusieurs paramètres vocaux dont l'intensité vocale et également le B (breathness) de l'échelle du GRBAS, reflétant la perception de la voix soufflée (Marie et al., 2019).

Ces résultats ne sont pas corrélés avec les résultats obtenus pour la pression intra-orale. En effet, la différence de cette dernière aux différents temps d'évaluation n'est pas significative malgré sa légère diminution, contrairement aux paramètres vocaux, dont l'amélioration suite à la chirurgie est significative.

#### **1.4. COMPARAISON DES CORRELATIONS AVEC LES ECHELLES SUBJECTIVES**

Les mesures de la pression intra-orale et celles des questionnaires subjectifs (VHI-10 et questionnaire de Rouen) avant et après réinnervation laryngée non sélective ne montrent pas de corrélations significatives.

Or, nous savons que le défaut d'accolement des plis vocaux a différentes conséquences au niveau de la voix et de la respiration, ce qui engendre des altérations au niveau de la qualité de vie des patients (Brunner et al., 2010 ; Debono, 2003 ; Francis et al., 2014). Nous pouvons donc nous attendre à ce que l'amélioration de la pression sous-glottique puisse avoir un impact sur la qualité de vie du patient, grâce à l'amélioration des conséquences de la fuite glottique. Or, les corrélations entre les questionnaires subjectifs et la pression sous-glottique ne sont pas significatives, indiquant qu'il n'y a pas de lien entre la pression intra-orale et le ressenti vocal des patients. Cela peut également s'expliquer par le fait que le ressenti des patients concernant leur voix a changé significativement (Marie et al., 2019), ce qui n'est pas le cas de la pression sous-glottique.

De plus, Ghio (2012) considère que réaliser des corrélations avec les questionnaires de patients n'est pas pertinent. En effet, la perception des difficultés dépend des situations particulières de chaque patient : la situation sociale, la situation professionnelle, etc. Ainsi, Ghio propose de faire ce genre de corrélations avec de très grandes cohortes afin de gommer ces différences interindividuelles, ce qui n'est pas le cas ici.

## **2. LIMITES ET PERSPECTIVES**

---

### **2.1. TAILLE DE L'ÉCHANTILLON**

Du fait de difficultés diverses (données manquantes, perte des suivis des patients, interruption des consultations des dossiers suite à l'épisode du covid-19), sur les 50 patients répondant aux critères d'inclusion, seuls 35 patients ont été inclus pour réaliser les analyses statistiques. Ainsi, ces échantillons réduits ne permettent pas de s'assurer que l'échantillon est représentatif de la population des patients atteints de paralysie laryngée unilatérale éligibles à la réinnervation laryngée non sélective.

Mais, nous remarquons que les mesures de pression intra-orale sont très hétérogènes (de 3,39 à 19,64 hPa en pré-thérapie et de 3,21 à 19,38 hPa). Ainsi, les mesures extrêmes, du fait du peu de données, peuvent avoir une influence conséquente sur les résultats obtenus.

De plus, les échantillons, qui ont permis de faire les analyses statistiques, ne sont pas assez importants, ce qui limite la puissance des résultats retrouvés pour certains échantillons. En effet, la puissance des analyses statistiques est faible (3 mois) ou moyenne (6 mois) du fait du nombre de patients inclus dans les analyses statistiques. Toutefois, les analyses réalisées à 12 mois montrent une puissance raisonnable, dépassant la barre de 80%. Or, elles n'indiquent pas de différence significative entre les valeurs mesurées avant et à 12 mois de la chirurgie.

### **2.2. BIAIS POSSIBLES**

Ces résultats peuvent également être influencés par d'autres variables qui n'ont pas été prises en compte comme la taille des patients, la présence d'autres prises en charge, la réussite ou non de la réinnervation laryngée non sélective et le suivi des patients.

#### **2.2.1. Taille des patients**

Lorsqu'il s'agit de comparer la pression sous-glottique entre sujets sains et sujets dysphoniques, la variable du genre est souvent prise en compte (Binazzi et al., 2006 ; Giovanni et al., 2000 ; Ketelslagers et al., 2007), soit en effectuant des comparaisons, soit en excluant un des deux sexes. Toutefois, les résultats concernant des différences entre hommes et femmes ne sont pas unanimes : certains auteurs affirment trouver une différence alors que d'autres non (Ketelslagers et al., 2007). Binazzi et al (2006) expliquent cela par des différences de taille des sujets : les femmes étant statistiquement plus petites que les hommes. Or, sur l'échantillon de 20 patients, nous ne retrouvons pas de différences significatives entre les

hommes et les femmes, même si la pression sous-glottique est légèrement inférieure chez les femmes. Malheureusement, la taille des sujets n'a pas été prise en compte lors du recueil des données issues des dossiers. Cette variable n'a donc pas été incluse dans les comparaisons, ce qui a pu provoquer un biais lors de la comparaison des résultats de la pression intra-orale aux différents moments du suivi. Ainsi, il serait pertinent d'observer s'il existe une corrélation entre la taille des patients et leurs paramètres aérodynamiques. Si c'est le cas, il peut être intéressant de refaire les analyses statistiques en prenant en compte cette variable pour démontrer l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur la fuite glottique grâce à la pression intra-orale.

### **2.2.2. Indications de rééducation orthophonique après la chirurgie**

Dans les critères d'inclusion pour être éligible à la réinnervation laryngée non sélective, les patients doivent avoir eu au moins 6 mois de rééducation orthophonique. Ainsi, on peut considérer que tous les sujets de l'étude ont eu une rééducation avant la chirurgie. Toutefois, il n'est pas obligatoire de poursuivre la rééducation après la réinnervation laryngée non sélective. En effet, la rééducation orthophonique est parfois conseillée par le médecin ORL, qui assure le suivi du patient, afin d'optimiser les résultats de la chirurgie. Mais cela n'est pas proposé à tous les sujets. Ainsi, les résultats obtenus 6 mois après la réinnervation et au-delà peuvent également être, en partie, améliorés par cette prise en charge et pas seulement par la réinnervation laryngée non sélective. Toutefois, aucune étude n'a été retrouvée sur l'efficacité de la rééducation orthophonique sur les paramètres aérodynamiques après cette procédure chirurgicale.

### **2.2.3. Corrélations entre l'efficacité sur la pression intra-orale et la perception de la voix**

Parmi les résultats, certains patients ont vu leur pression intra-orale augmenter avec la réinnervation laryngée non sélective. Or, plusieurs auteurs affirment que la pression sous-glottique diminue lorsque la voix se normalise (Amy de la Brétèque, 2018 ; Ghio, 2012 ; Giovanni et al., 2000 ; Ketelslagers et al., 2007,). Toutefois, Marie et al. (2019) ont démontré l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur les paramètres vocaux subjectifs et objectifs. Ainsi, on peut se demander si pour ces sujets la réinnervation laryngée non sélective a réussi au moment de la mesure de la pression sous-glottique.

En effet, en moyenne, la repousse axonale se réalise entre 3 et 6 mois (Marie et al., 2019). De plus, cette technique chirurgicale a de bons résultats mais elle peut également avoir échoué pour certains patients (environ 10% d'échec selon l'équipe du CHU de Rouen).

#### **2.2.4. Le suivi des patients**

Au CHU de Rouen, le suivi des patients suite à la réinnervation laryngée non sélective, inclut différents rendez-vous afin de s'assurer de l'efficacité de la procédure (à 1-3 mois, à 6 mois, à 1 an, à 2 ans et à 3 ans). Toutefois, même si ce suivi est proposé aux patients, ils ne sont pas obligés d'honorer les rendez-vous. Ainsi, il existe une perte dans les données recueillies de ce fait-là, notamment à distance de la chirurgie.

Cette attrition a plusieurs conséquences. Tout d'abord, couplée aux difficultés pour accéder aux données, elle a provoqué des absences de données à 3 mois, à 6 mois et à 12 mois. De plus, cette perte de données consécutive à la perte de vue des patients opérés peut également induire un biais important. En effet, on peut se demander si cela est la conséquence d'une amélioration de l'état des patients, qui interrompent ainsi le suivi. Or, si c'est le cas, cela signifie que les patients dont les données sont disponibles sont des patients dont les résultats de la chirurgie sont moins importants, et ils ne sont donc pas représentatifs de la totalité des patients qui ont subi cette procédure chirurgicale.

### **2.3. PERTINENCE DE LA PRESSION INTRA-ORALE ET AUTRES POSSIBILITES DE MESURES**

Les résultats ne montrent pas de différence significative de la pression intra-orale suite à l'intervention chirurgicale, contrairement à ce qui est attendu, malgré la légère baisse des résultats. Ainsi, nous pouvons nous poser la question de la pertinence d'évaluer la pression intra-orale.

Plusieurs auteurs s'accordent pour dire que la pression sous-glottique est un paramètre pertinent pour le suivi des patients dysphoniques. Piccirillo et al. (1998) ont démontré que quatre indicateurs sont à prendre en compte pour distinguer une voix dysphonique d'une voix normale : la pression sous-glottique, le débit d'air oral, l'étendue vocale et le temps maximum de phonation. Cette hypothèse a été reprise par Yu et al. (2001) qui confirme la pertinence de ces quatre paramètres, avec lesquels ils en rajoutent deux supplémentaires : le coefficient de

Liapounov et la fréquence fondamentale, pour avoir une concordance de 86% avec le score GRBAS (analyse perceptuelle de la dysphonie).

La pertinence de la mesure de la pression sous-glottique est également retrouvée chez des patients uniquement atteints de paralysie laryngée unilatérale. En effet, parmi les paramètres aérodynamiques mesurés, une pression sous-glottique faible et un temps maximum phonatoire sont des indicateurs de bon pronostic de récupération spontanée suite à une lésion non irrémédiable du nerf récurrent (Choi et al., 2018). Toutefois, les patients de cette étude ne sont pas identiques à ceux opérés par réinnervation laryngée non sélective, puisqu'un des critères pour la chirurgie est que la lésion du nerf récurrent soit irréversible.

Ainsi, la mesure de la pression sous-glottique est considérée comme pertinente dans la clinique comme indice d'évaluation de la dysphonie et de prédicteur d'une bonne ou mauvaise récupération spontanée dans la paralysie laryngée unilatérale.

Toutefois, les auteurs ne sont pas d'accord sur les conditions d'enregistrement de la pression sous-glottique. En effet, la méthode mise au point par Smitheran et Hixon (1981) demande au sujet de produire une syllabe contenant une consonne plosive et une voyelle ([pi] ou [pa]) afin de mesurer la pression intra-orale, reflétant dans ces conditions, la pression sous-glottique. Mais, certains auteurs (Giovanni et al, 2001 ; Ketleslagers et al, 2007) ont apporté d'autres précisions concernant ces conditions d'enregistrement. Alors que certains auteurs comparent les moyennes de pression, Ketelslagers et al. (2007) n'ont pas trouvé de différences et préconisent plutôt de prendre en compte le pic de pression sous-glottique (la plus haute valeur) afin de différencier les sujets sains des sujets dysphoniques. Quant à eux, Giovanni et al. (2001) ont trouvé des différences de moyenne de pression intra-orale entre ces deux populations. Néanmoins, ils préconisent de faire les enregistrements de la pression intra-orale sous certaines conditions vocales : les différences entre les deux groupes sont plus importantes lorsque l'intensité est faible et la hauteur importante.

Ainsi, les différences de pression intra-orale avant et après réinnervation laryngée non sélective auraient peut-être été plus importantes si certaines conditions de mesure avaient été appliquées comme la prise en compte de la plus haute valeur uniquement ou de demander aux sujets de produire la syllabe [pa] avec une intensité faible mais une voix aiguë.

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que la fuite glottique provoque une déperdition d'air, ce qui a pour conséquence d'augmenter la pression sous-glottique lors de la prise de parole (Amy de la Brétèque, 2018 ; Giovanni et al, 2000 ; Zhang, 2016). Ghio (2012) considère l'augmentation de la pression sous-glottique comme étant le résultat d'un forçage vocal, du fait de la fuite glottique. Ainsi, elle n'est plus une conséquence directe de la fuite glottique mais d'un mécanisme compensatoire provoquée par cette dernière. Ainsi, deux questions se posent.

Tout d'abord, les patients, qui ont été traités par réinnervation laryngée non sélective, ont eu une prise en charge orthophonique au préalable. Ainsi, il est fortement possible que le mécanisme de forçage vocal ait été travaillé à ce moment-là (Le Huche et al., 2012). Les premières mesures de la pression intra-orale ont été réalisées quelques semaines avant la réinnervation laryngée non sélective. Il est donc possible que la rééducation orthophonique ait eu une influence dans ces mesures et biaise ainsi la comparaison de la pression intra-orale avant et après réinnervation laryngée non sélective.

De plus, selon Ghio (2012), l'augmentation de la pression sous-glottique n'est pas directement liée à la fuite glottique. Ainsi, nous pouvons nous demander si d'autres facteurs, autre que la fuite glottique, peuvent expliquer l'augmentation de la pression. Il est également possible que le mécanisme de forçage vocal mis en place au moment de l'apparition de la paralysie laryngée unilatérale continue à être mobilisé malgré la rééducation orthophonique et la réinnervation laryngée non sélective.

Ainsi, la pression sous-glottique peut être un indicateur non fiable de la fuite glottique et il serait intéressant d'en trouver d'autres plus fiables, pour évaluer l'accolement des cordes vocales. En effet, le défaut d'accolement des plis vocaux a également des incidences sur d'autres paramètres aérodynamiques. Une bonne maîtrise du débit d'air est un paramètre essentiel pour produire une parole sans effort (Zhang, 2016). Or la fuite glottique engendre, lors de la prise de parole, un déséquilibre au niveau des plis vocaux avec une pression sous-glottique et un débit d'air oral plus importants (Amy de la Brétèque, 2018 ; Zhang, 2016). De plus, pour certains auteurs comme Ghio (2012), alors que la pression sous-glottique est le reflet d'un forçage vocal, les altérations au niveau du débit d'air oral sont la conséquence directe de la fuite glottique.

Il serait donc également intéressant de comparer les mesures de débit d'air avant et après la réinnervation laryngée non sélective chez les sujets atteints de paralysie laryngée unilatérale afin de voir s'il existe une diminution du débit d'air suite à la chirurgie, afin de voir si cet indicateur permettrait de mieux évaluer l'efficacité d'un traitement sur la fuite glottique que la pression sous-glottique. Il est donc nécessaire de pouvoir mesurer le débit d'air alors que le patient est en train de produire un son et/ou une parole.

Pour cela, il est possible d'utiliser un débitmètre qui mesure le débit d'air au niveau des lèvres lorsque le sujet parle (Ghio, 2012). Mais le débit d'air durant la parole peut également être mesuré grâce à la pléthysmographie optoélectronique, méthode utilisable pour évaluer les mécanismes ventilatoires lors de la prise de parole (Binazzi et al., 2006). Grâce à cela, les auteurs ont pu proposer aux sujets des textes à lire et des chants. Ainsi, cette technique d'enregistrement permet de réaliser des enregistrements des paramètres aérodynamiques grâce à des échantillons de parole écologiques, contrairement à la méthode de la pression intra-orale qui demande à ce que le sujet ne répète qu'une série de syllabes particulières ([pi] ou [pa]).

Toutefois, il n'est pas problématique de mesurer la pression sous-glottique avec une répétition d'une syllabe plutôt qu'un échantillon de parole spontanée, car le but de cette mesure est de mettre en évidence le bon fonctionnement ou le dysfonctionnement d'un mécanisme (déficit) et non sa conséquence sur les qualités vocales du patient (incapacité) (Ghio, 2012).

De plus, la pléthysmographie optoélectronique demande à ce que plusieurs dizaines de capteurs soient posés sur le sujet avec l'installation de plusieurs caméras afin de mesurer toutes les variations de la paroi thoracique (Parreira et al., 2012). Encore aujourd'hui cette méthode n'est utilisée qu'en recherche : elle semble en effet assez fastidieuse à réaliser en clinique pour tous les patients.

## **2.4. PERSPECTIVES**

La comparaison des mesures de pression intra-orale avant et après la réinnervation laryngée non sélective n'a pas montré de différence significative même si la pression intra-orale diminue légèrement. Ainsi, l'hypothèse posée n'est que très partiellement confirmée. En effet, de nombreuses limites sont à prendre en compte et d'autres comparaisons sont à réaliser avec la prise en compte de différents facteurs comme le nombre de patients, la taille

des sujets, la préconisation de rééducation orthophonique, les conditions d'enregistrement, etc. Mais nous pouvons également nous demander si cet indicateur est réellement pertinent pour évaluer la fuite glottique de patients atteints de paralysie laryngée unilatérale. En effet, le débit d'air oral semble être une mesure plus directe de cette fuite glottique et ainsi moins sujette à certains biais (le comportement d'un forçage vocal, par exemple) (Ghio, 2012).

Il serait également pertinent de voir s'il existe une corrélation entre la pression sous-glottique ou le débit d'air et le GRBAS, considéré comme la norme de référence pour l'analyse perceptive (Ghio, 2012). En effet, le score B (breathiness) est considéré comme étant impacté par la fuite glottique (Ghio, 2012). Ainsi, si la pression intra-orale (ou le débit d'air oral) et ce score reflètent la fuite glottique, nous devrions trouver une corrélation.

De plus, la paralysie laryngée unilatérale a également une conséquence sur la qualité de vie des sujets du fait des limitations au niveau de la phonation, de la respiration et de la déglutition. Plusieurs études montrent notamment que les patients ont très souvent (75%) une sensation d'essoufflement lors de la prise de parole (Brunner et al., 2010, Debono, 2003, Francis et al., 2014). Or, cet essoufflement est une conséquence de la fuite glottique : le débit d'air n'est plus maîtrisé par le sujet à cause du pli vocal paralysé. L'air s'échappe donc, ce qui demande au patient de reprendre très régulièrement sa respiration, provoquant ainsi des symptômes se rapportant à un syndrome d'hyperventilation (Bequignon et al., 2019, Le Huche et al., 2012). L'équipe de Nijmegen a mis au point un questionnaire en 1983 permettant de recueillir les plaintes majeures des patients et de poser un diagnostic, avec le test d'hyperventilation volontaire, de syndrome d'hyperventilation (Van Dixhoorn et al., 1985). Lors de la réalisation de cette étude, le syndrome d'hyperventilation n'a pas été pris en compte. Or, le syndrome d'hyperventilation, pouvant être provoqué par la fuite glottique, devrait diminuer après la réinnervation laryngée non sélective. Ainsi, il peut être intéressant de demander aux patients de remplir ce questionnaire aux différents moments de leur suivi afin d'avoir une mesure subjective et d'observer si l'évolution du score de Nijmegen est cohérente avec celle de la pression intra-orale et/ou du débit d'air oral. Néanmoins, Ghio (2012) rappelle que les questionnaires sont influencés par des biais individuels et qu'il faut donc un échantillon de grande taille afin de s'assurer que les variations interindividuelles n'aient pas d'impact sur les analyses statistiques.

Toutefois, faire des corrélations de la pression intra-orale ou le débit d'air avec le GRBAS et le score de Nijmegen ne sont pas forcément pertinentes, car selon Ghio (2012), ces différentes variables ne mesurent pas la même chose. En effet, la pression intra-orale est une mesure instrumentale, alors que le GRBAS est une mesure perceptive et le score de Nijmegen un questionnaire. Or, la classification internationale des handicaps de l'OMS recense 3 niveaux : le déficit, l'incapacité et le handicap. Ainsi, chacune de ces mesures reflète un de ces niveaux

- La mesure de la pression sous-glottique ou du débit d'air reflète le **déficit** (d'accolement des plis vocaux),
- Le GRBAS **l'incapacité** (vocale) qui en résulte
- Le score de Nijmegen, une composante du **handicap** (symptômes d'hyperventilation altérant la qualité de vie du patient).

Ainsi, même si les corrélations entre ces différents scores ne sont pas pertinents pour Ghio (2012), les différentes mesures restent complémentaires car elles permettent d'avoir des indicateurs reflétant les différents stades du handicap. Elles permettent de prendre en compte les mécanismes vocaux déficitaires ainsi que les conséquences sur la perception vocale mais aussi sur le retentissement dans le quotidien des patients. La pression intra-orale ou le débit d'air ne peuvent donc être les seuls indicateurs d'efficacité d'une prise en charge mais ils doivent s'inscrire dans une évaluation plus globale permettant de prendre en compte tous les aspects du handicap.

Pour finir, la fuite glottique est un enjeu important dans la prise en charge de la paralysie laryngée unilatérale. Toutefois, elle peut également être une problématique importante dans d'autres affections laryngées, comme par exemple, dans le cas de kystes ou de nodules. En effet, la présence d'anomalies sur la corde vocale peut également induire des difficultés pour l'accolement des plis vocaux et provoquer ainsi des fuites glottiques lors de la prise de parole. Ainsi, comme l'ont démontré plusieurs auteurs, on retrouve également chez eux des anomalies au niveau de la pression sous-glottique, qui est augmentée (Amy de la Brétèque, 2018 ; Ghio, 2012 ; Giovanni et al, 2000 ; Zhang, 2016). Ainsi on peut supposer que comme dans le cas de la paralysie laryngée unilatérale, le traitement de la corde vocale atteinte peut normaliser la pression sous-glottique ou le débit d'air, révélateurs ainsi de l'efficacité de la prise en charge sur la fuite glottique et ses conséquences.

## CONCLUSION

---

L'objectif de ce mémoire était de démontrer que l'évaluation de la pression intra-orale montrait l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur la diminution de la fuite glottique engendrée par la paralysie laryngée unilatérale. En effet, la pression sous-glottique est augmentée chez les sujets dysphoniques, dont les patients atteints de paralysie laryngée unilatérale. Ainsi, l'hypothèse était que la pression intra-orale, reflétant la pression sous-glottique, diminuerait après la chirurgie, montrant ainsi le meilleur accolement des plis vocaux.

Cette hypothèse n'a été que très partiellement démontrée puisqu'une diminution de la pression intra-orale a été relevée mais celle-ci n'est pas assez importante pour être significative. Cela s'explique en partie par des biais, qui ont pu impacter les résultats comme la non prise en compte de la taille des sujets, la présence de rééducation orthophonique associée pour certains, la perte de suivi de certains patients, etc.

De plus, les résultats retrouvés ne sont pas corrélés avec les résultats des paramètres vocaux ni ceux des questionnaires subjectifs après la procédure chirurgicale.

Ainsi, ces résultats ne semblent pas aller dans le sens de la littérature mais d'autres études avec des cohortes plus importantes et prenant en compte d'autres facteurs pouvant biaiser les résultats sont nécessaires. Néanmoins, d'autres indicateurs de la fuite glottique permettraient peut-être d'obtenir de meilleurs résultats, comme le débit d'air oral.

De plus, la mesure de la pression sous-glottique ou du débit oral via la pression intra-orale est une mesure instrumentale qui ne suffit pas à elle seule pour évaluer la fuite glottique et ses conséquences. Ainsi, d'autres mesures comme le GRBAS et le score de Nijmegen sont à associer afin d'avoir une vue d'ensemble de la problématique vécue par le patient ainsi que de son évolution selon les prises en charge proposées (rééducation orthophonique, chirurgie, etc.).

## GLOSSAIRE

---

**Anastomose** : connexion, suture entre deux parties, organes.

**Centimètre d'eau (cmH<sub>2</sub>O)** : unité de mesure de la pression, équivalent à 0,98 hPa.

**Chémorécepteur (ou chimiorécepteur)** : récepteur sensible à une substance chimique.

**Coefficient de Liapounov** : permet de déterminer la stabilité ou l'instabilité d'un système. Dans le cas de la voix, il permet de déterminer l'instabilité vibratoire au niveau des plis vocaux.

**Courbe débit-volume** : mesures des volumes et des débits durant un cycle respiratoire entier (inspiration et expiration) grâce à la spirométrie.

**Dysphonie** : altération de la qualité vocale

**Dyspnée** : difficultés ressenties par le patient lorsqu'il respire.

**Hauteur** : fréquence de production vocale, mesurée en Hertz (Hz).

**Jitter** (*terme anglais : instabilité, tremblements, petits mouvements*) : mesure de la stabilité de la fréquence de l'émission vocale.

**Intensité** : puissance de la production vocale, mesurée en décibel (dB).

**Néoplasie extra-laryngée** : masse tissulaire cancéreuse se situant proche du larynx.

**Névrite** : inflammation du nerf

**Score GRBAS** (score d'Hirano) : score perceptif noté de 0 (normal) à 3 (très altéré) pour chacun des indices de la qualité vocale:

- G (grade) : niveau de sévérité de la dysphonie
- R (rough) : voix rauque
- B (breathiness) : voix soufflée
- A (asthenic) : voix asthénique, fatiguée
- S (strained) : voix forcée

**Shimmer** : mesure de la stabilité de l'intensité de l'émission vocale.

**Volume pulmonaire courant** : volume d'air mobilisé durant un cycle respiratoire normal.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Allen, E., Murcek, B. W. (2020). Anatomy, Head and Neck, Larynx Recurrent Laryngeal Nerve. In StatPearls. *StatPearls Publishing*. Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470179/>
- Amy de La Bretèque, B. (2018). *À l'origine du son, le souffle : Maîtriser sa respiration pour la voix et les instruments à vent*. Bruxelles : De Boeck.
- Asik, M. B., Karasimav, O., Birkent, H., et al. (2015). Airway and Respiration Parameters Improve Following Vocal Fold Medialization : A Prospective Study. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 124(12), 972-977.
- Bequignon, E., Dang, H., Zerah-Lancner, F., et al. (2019). Unilateral recurrent laryngeal nerve palsy post-thyroidectomy : Looking for hyperventilation syndrome. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 136(5), 373-377.
- Binazzi, B., Lanini, B., Bianchi, R., et al. (2006). Breathing pattern and kinematics in normal subjects during speech, singing and loud whispering. *Acta Physiologica (Oxford, England)*, 186(3), 233-246.
- Brunner, E., Friedrich, G., Kiesler, K., et al. (2011). Subjective Breathing Impairment in Unilateral Vocal Fold Paralysis. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 63(3), 142-146.
- Choi, Y.-S., Joo, Y.-H., Park, Y.-H., et al. (2018). Factors Predicting the Recovery of Unilateral Vocal Fold Paralysis After Thyroidectomy. *World Journal of Surgery*, 42(7), 2117-2122.
- Dassonville, J. (2002). *Spirométrie et courbes débit-volume : Méthodes de mesure et applications pratiques*. EM inter, Editions Médicales internationales.
- Debono, G. (2003). Confort de vie des patients avant et après médialisation de la corde vocale dans le cadre d'une paralysie laryngée unilatérale. *Rééducation Orthophonique*, 215.

- Dion, G. R., Fritz, M. A., Teng, S. E., et al. (2018). Impact of vocal fold augmentation and laryngoplasty on dyspnea in patients with glottal incompetence: Impact of VFA and Laryngoplasty on Dyspnea. *The Laryngoscope*, 128(2), 427-429.
- Francis, D. O., McKiever, M. E., Garrett, C. G., et al. (2014). Assessment of Patient Experience With Unilateral Vocal Fold Immobility: A Preliminary Study. *Journal of Voice*, 28(5), 636-643.
- Ghio, A. (2012) Bilan instrumental de la dysphonie. Dans : Garrel R., Amy de la Bretèque B. et Brun V. (dir.) *La voix parlée et la voix chantée* (p. 69-104). Paris : Sauramps Médical.
- Giovanni, A., Heim, C., Demolin, D., et al. (2000). Estimated subglottic pressure in normal and dysphonic subjects. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 109(5), 500-504.
- Ketelslagers, K., De Bodt, M. S., Wuyts, F. L., et al. (2007). Relevance of subglottic pressure in normal and dysphonic subjects. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 264(5), 519-523.
- Laccourreye, O., Malinvaud, D., Ménard, M., et al. (2014). Paralysies laryngées unilatérales de l'adulte : Épidémiologie, symptomatologie, physiopathologie et traitement. *La Presse Médicale*, 43(4), 348-352.
- Le Huche, F., Allali, A. (2012). Chapitre 3 : Dysphonie en rapport avec un défaut de mobilité des plis vocaux. In *La voix : Pathologies vocales d'origine organique* (p. 25-44). Masson.
- Marie, J. (2014). Reinnervation : New Frontiers. In John S. Rubin, Robert Thayer Staloff, & Gwen S. Korovin, *Diagnosis and treatment of voice disorder* (4th éd., p. 1040).
- Marie, J., Hansen, K., Brami, P., et al. (2019). Nonselective Reinnervation as a Primary or Salvage Treatment of Unilateral Vocal Fold Palsy. *The Laryngoscope*, lary.28324.
- Massaroni, C., Carraro, E., Vianello, A., et al. (2017). Optoelectronic Plethysmography in Clinical Practice and Research : A Review. *Respiration*, 93(5), 339-354.

- McFarland, D. H. (2013). *L'anatomie en orthophonie : Parole, déglutition et audition* (2ème édition). Elsevier Masson.
- Parreira, V. F., Vieira, D. S. R., Myrrha, M. A. C., et al. (2012). Optoelectronic plethysmography : A review of the literature. *Revista Brasileira De Fisioterapia* , 16(6), 439-453.
- Piccirillo, J. F., Fuller, D., Painter, C., et al. (1998). Multivariate Analysis of Objective Vocal Function. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 107(2), 107-112.
- Saarinen, A., Sovijärvi, A. R. A., Karhumäki, L., et al. (2007). Medialization of paralyzed vocal fold does not increase respiratory resistance measured by impulse oscillometry. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 264(11), 1323-1327.
- Sauty, A., Prosper, M. (2008). The hyperventilation syndrome. *Revue Medicale Suisse*, 4(180), 2500, 2502-2505.
- Schneider, B., Kneussl, M., Denk, D., et al. (2003). Aerodynamic Measurements in Medialization Thyroplasty. *Acta Oto-Laryngologica*, 123(7), 883-888.
- Singh, J. M., Kwartowitz, G. (2018). Vocal Fold Paralysis Unilateral. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. Disponible sur : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519060/>
- Smitheran, J. R., Hixon, T. J. (1981). A clinical method for estimating laryngeal airway resistance during vowel production. *The Journal of Speech and Hearing Disorders*, 46(2), 138-146.
- Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie. (2002). *Recommandations pour la pratique clinique – paralysies récurrentielles de l'adulte*. Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie. Disponible sur : [https://www.orlfrance.org/wp-content/uploads/2017/06/RPC3\\_PR-\\_long.pdf](https://www.orlfrance.org/wp-content/uploads/2017/06/RPC3_PR-_long.pdf)
- Tessier Christophe. (2016). Chapitre 2 : La prise en charge des troubles et des pathologies de la voix. In J.-M. Kremer, E. Lederlé, & C. Maeder, *Guide de l'orthophoniste—Parole, voix, déglutition et déficiences auditives: Vol. IV*. Lavoisier-Médecine sciences.
- Van Dixhoorn, J., Duivenvoorden, H. J. (1985). Efficacy of Nijmegen questionnaire in recognition of the hyperventilation syndrome. *Journal of Psychosomatic Research*, 29(2), 199-206.

- Vansteenkiste, J., Rochette, F., Demedts, M. (1991). Diagnostic tests of hyperventilation syndrome. *The European Respiratory Journal*, 4(4), 393-399.
- Yu, P., Ouaknine, M., Revis, J., et al. (2001). Objective Voice Analysis for Dysphonic Patients. *Journal of Voice*, 15(4), 529-542.
- Zhang, Z. (2016). Respiratory Laryngeal Coordination in Airflow Conservation and Reduction of Respiratory Effort of Phonation. *Journal of Voice*, 30(6), 760.e7-760.e13.

# ANNEXES

## Annexe 1 – Anatomie du larynx

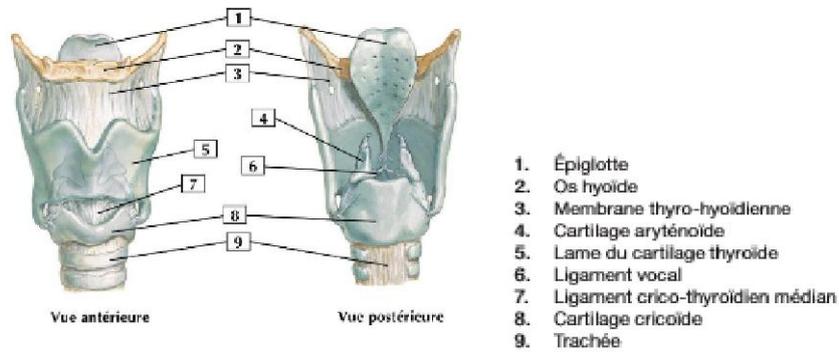


Figure 3- Cartilages du larynx

Hansen, J. T., Netter, F. H., Richer, J.-P., & Kamina, P. (2015). *Mémoires anatomie Netter*. Elsevier Masson.

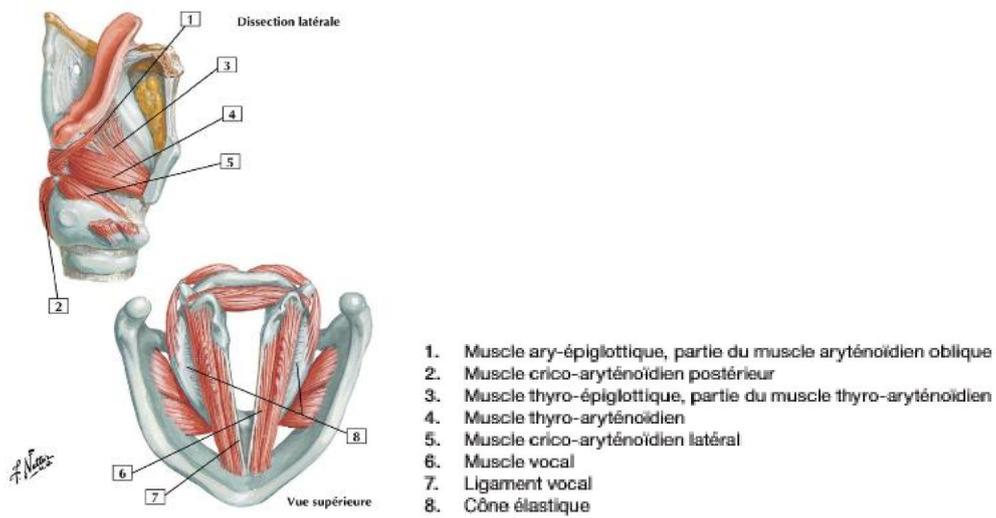


Figure 4- Muscles du larynx

Hansen, J. T., Netter, F. H., Richer, J.-P., & Kamina, P. (2015). *Mémoires anatomie Netter*. Elsevier Masson.

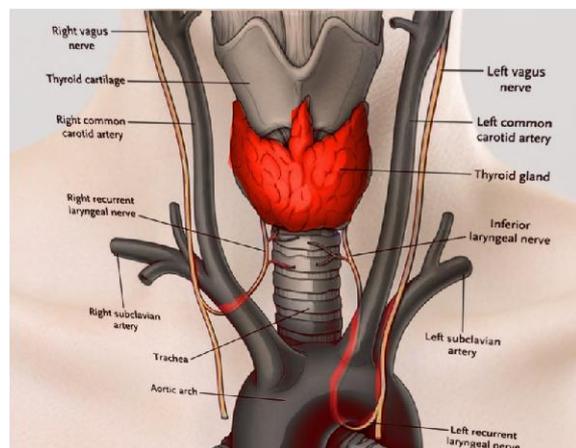
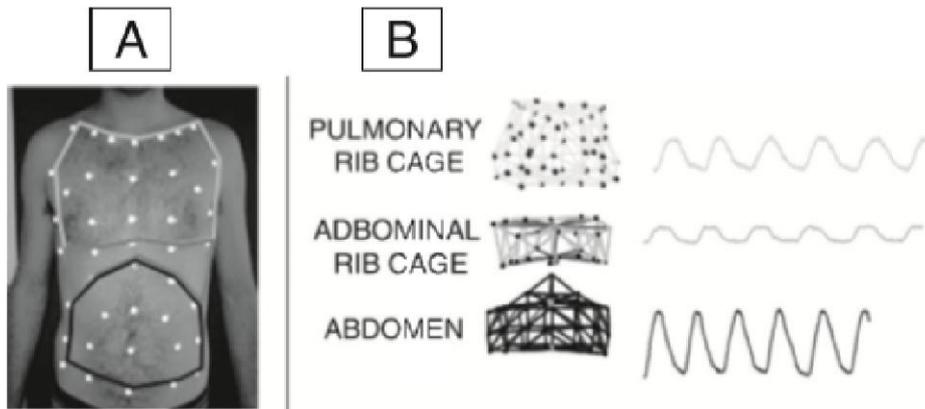


Figure 5- Trajets des nerfs récurrents

Allen, E., & Murcek, B. W. (2020). *Anatomy, Head and Neck, Larynx Recurrent Laryngeal Nerve*. In StatPearls.

## Annexe 2 – Fonctionnement de la pléthysmographie optoélectronique



Source: BTS Bioengineering. Optoelectronic Plethysmography Compendium Marker Setup; A hand-book about marker positioning on subjects in standing and supine positions; 2011.

Figure 6- Le placement des marqueurs sur les trois compartiments de la paroi thoracique Parreira, et al. (2012). *Optoelectronic plethysmography : A review of the literature*. Revista Brasileira De Fisioterapia, 16(6), 439-453.

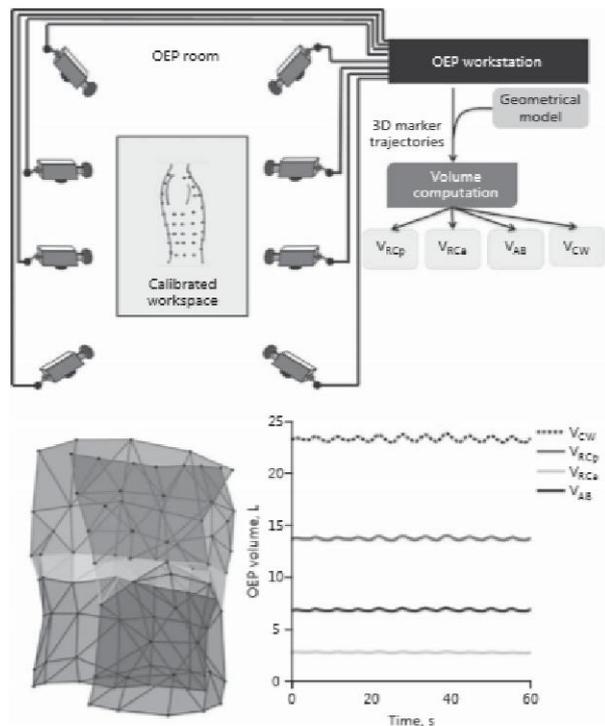


Figure 7- Fonctionnement de l'Optoelectronic plethysmography Massaroni, C et al. (2017). *Optoelectronic Plethysmography in Clinical Practice and Research : A Review*. Respiration, 93(5), 339-354.

Le principe de fonctionnement de cette méthode repose sur l'analyse automatique de détection des mouvements de marqueurs passifs qui sont composés de sphères ou d'hémisphères (6 à 10mm de diamètre) recouvertes de papier réfléchissant. Dans la condition debout ou assise, 89 marqueurs sont utilisés et dans la condition couchée, 52 marqueurs. Les coordonnées 3D de chaque sphère sont déterminées grâce à 4 caméras au minimum. Les caméras émettent de la lumière infrarouge qui est réfléchi par les marqueurs, ce qui permet de déterminer en temps réel la position 2D de chaque marqueur par chaque caméra. En regroupant les données des différentes caméras, le système calcule les données 3D (à partir, au minimum, des coordonnées 2D de deux caméras, capturées au même moment dans des positions différentes). Afin de calculer le volume des différentes surfaces de la paroi thoracique, le système calcule la connexion de points pour constituer un réseau de triangles tétraèdres, puis, la surface est convertie en volume. Le volume total de la paroi thoracique est défini comme la somme du volume des triangles (Parreira et al., 2012, Massaroni et al., 2016, Binazzi et al., 2006).

### Annexe 3 – Fonctionnement de la mesure de la pression intra-orale

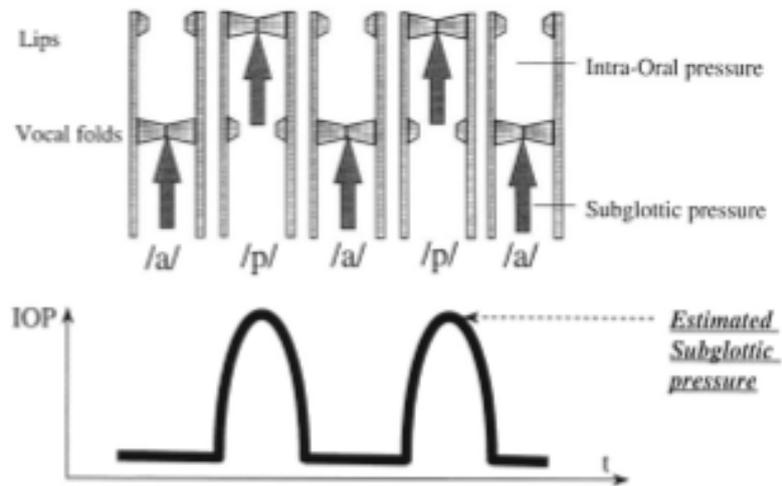


Figure 8- Relations entre pression sous-glottique et pression intra-orale  
Durant la production du /p/, la pression sous-glottique est la même que la pression intra-orale  
Giovanni, A., Heim, C., Demolin, D., & Triglia, J. M. (2000). Estimated subglottic pressure in normal and dysphonic subjects.  
The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology, 109(5), 500-504.

## Annexe 4 – Score de Nijmegen

**Tableau 2. Score de Nijmegen**  
Score positif si  $\geq 23/64$ ; sensibilité 91%, spécificité 95%.

	Jamais 0	Rarement 1	Parfois 2	Souvent 3	Très souvent 4
Tension nerveuse					
Incapacité à respirer profondément					
Respiration accélérée ou ralentie					
Respiration courte					
Palpitations					
Froideur des extrémités					
Vertiges					
Anxiété					
Poitrine serrée					
Douleurs thoraciques					
Flou visuel					
Fourmillements dans les doigts					
Ankylose des bras et des doigts					
Sensation de confusion					
Ballonnement abdominal					
Fourmillements péribuccaux					

*Figure 9-Items du questionnaire de Nijmegen*

*Sauty, A., & Prosper, M. (2008). Le syndrome d'hyperventilation. Revue Médicale Suisse, 4(180), 2500, 2502-2505.*

Les 16 items du questionnaire peuvent être regroupés en trois composantes distinctes (Van Dixhoorn et al., 1985) :

- **Composante 1** : respiration brève.
- **Composante 2** : tétanie périphérique (conséquences de l'excès de la ventilation : hypocapnie et alcalose)
- **Composante 3** : tétanie centrale (conséquences de l'hypocapnie sur le système nerveux central)

## Annexe 5 – VHI-10

	J	PJ	J	PT	T
F1 On m'entend difficilement à cause de ma voix					
P2 Je suis à cours de souffle quand je parle					
F3 On me comprend difficilement dans un milieu bruyant					
P4 Le son de ma voix varie au cours de la journée					
F5 Les membres de la famille ont du mal à m'entendre quand je les appelle dans la maison					
F6 Je téléphone moins souvent que je le voudrais					
E7 Je suis tendu(e) quand je parle avec d'autres à cause de ma voix					
F8 J'ai tendance à éviter les groupes à cause de ma voix					
E9 Les gens semblent irrités par ma voix					
P10 On me demande : «Qu'est-ce qui ne va pas avec ta voix ?» -					
F11 Je parle moins souvent avec mes voisins, mes amis, ma famille à cause de ma voix					
F12 On me comprend difficilement - quand je parle dans un endroit calme					
P13 Ma voix semble grinçante et sèche					
P14 J'ai l'impression que je dois forcer pour produire la voix					
E15 Je trouve que les autres ne comprennent pas mon problème de voix					
F16 Mes difficultés de voix limitent ma vie personnelle et sociale					
P17 La clarté est imprévisible					
P18 J'essaie de changer ma voix pour qu'elle sonne différemment					
F19 Je me sens écarté(e) des conversations à cause de ma voix					
P20 Je fais beaucoup d'effort pour parler					
P21 Ma voix est plus mauvaise le soir					
F22 Mes problèmes de voix entraînent des pertes de revenus					
E23 Mes problèmes de voix me contrarient					
E24 Je suis moins sociable à cause de mon problème de voix					
E25 Je me sens handicapé(e) à cause de ma voix					
P26 Ma voix m'abandonne en cours de conversation					
E27 Je suis agacé(e) quand les gens me demandent de me répéter					
E28 Je suis embarrassé(e) quand les gens me demandent de me répéter					
E29 A cause de ma voix je me sens incompetent(e)					
E30 Je suis honteux (se) de mon problème de voix					

J = jamais, PJ = presque jamais, P =parfois

PT = presque toujours, T = toujours

(Cotation : J=0 point, PJ=1 point, P=2 points, PT=3 points, T=4 points, total /120)

*Figure 10- Items du VHI-10*

*Woisard, V., Bodin, S. et Puech, M. (2004). Le « Voice Handicap Index » : impact de la traduction française sur la validation. Revue de laryngologie, d'otologie et de rhinologie, 125(5), 307-312.*

## Annexe 6 – Questionnaire rouennais du handicap vocal

Ce test est destiné à évaluer les difficultés que vous ressentez lorsque vous parlez dans vos conditions de vie habituelles. Merci de placer le chiffre adapté à votre réponse dans le carré.

0. Non

1. Un peu

2. Oui

Avez-vous plus de difficulté à parler le soir que le matin (lorsque vous parlez longtemps) ?

La netteté de la voix est-elle imprévisible ?

Faites-vous des « couacs » (vous émettez des sons que vous n'aviez pas l'intention de faire) ?

Votre voix disparaît-elle en cours de conversation (extinction) ?

Ressentez-vous une gêne vous obligeant à vous racler la gorge ou à tousser le matin ?

Avez-vous la sensation de devoir forcer pour parler ?

Avez-vous des difficultés pour être compris(e) en atmosphère bruyante (repas de fête, réunion, commerce...) ?

Votre voix est-elle trop grave ?

Votre voix est-elle trop aiguë ?

Votre voix est-elle trop forte ?

Votre voix est-elle trop faible ?

Avez-vous des difficultés à chuchoter ?

Avez-vous des difficultés à parler fort ?

Avez-vous des difficultés à prendre une voix grave ?

Avez-vous des difficultés à prendre une voix aiguë ?

Avez-vous l'impression d'être essoufflé(e) lorsque vous parlez ?

Avez-vous l'impression d'être essoufflé(e) lorsque vous criez ?

Avez-vous l'impression d'être essoufflé(e) lorsque vous chantez ?

Avez-vous des difficultés pour être compris(e) au téléphone ?

Votre entourage juge-t-il votre voix « bizarre » ?

Vos problèmes de voix vous empêchent d'avoir une vie normale ?

Comment trouvez-vous votre voix ? Faites un trait sur l'échelle-ci-dessous.

| \_\_\_\_\_ |  
Tout à fait normale Très anormale



## La pression intra-orale comme mesure de l'efficacité de la réinnervation laryngée non sélective sur la fuite glottique dans la paralysie laryngée unilatérale

Présenté et soutenu par  
Eloïse TAYLOR

### Résumé

**Objectif** : l'objectif de ce mémoire est de déterminer si la pression sous-glottique (grâce à la mesure de la pression intra-orale) est un bon indicateur d'évaluation de la fuite glottique dans la prise en charge de la paralysie laryngée unilatérale, plus spécifiquement suite à la réinnervation laryngée non sélective.

**Méthode** : une analyse rétrospective des données de 50 patients a été réalisée. Des analyses de différentes cohortes sont réalisées afin de déterminer s'il existe une diminution significative de la pression intra-orale aux différents temps d'évaluation (avant, à 3 mois, à 6 mois et à 12 mois de la chirurgie) ainsi que des corrélations de cette mesure avec des paramètres vocaux et des questionnaires subjectifs.

**Résultats** : on observe une diminution non significative de la pression sous-glottique après l'intervention chirurgicale. De plus, cette mesure n'est ni corrélée aux différents indicateurs vocaux, ni aux questionnaires subjectifs.

**Conclusion** : certains biais ont pu influencer les résultats mais la pression intra-orale ne semble pas être un indicateur fiable de la réduction de la fuite glottique. Ainsi d'autres indicateurs comme le débit d'air oral pourraient être plus pertinents pour évaluer l'efficacité d'une prise en charge sur la fuite glottique chez des patients atteints de paralysie laryngée unilatérale.

**Mots clés** : Paralysie laryngée unilatérale – réinnervation laryngée non sélective – pression sous-glottique

### Intra-oral pressure as a measure of the efficacy of nonselective unilateral laryngeal reinnervation on glottic air leak in unilateral vocal fold paralysis.

#### Summary

**Objective**: the aim of the study is to determine whether the reduction of the subglottic pressure (estimated by the measure of the intra-oral pressure) after a nonselective unilateral laryngeal reinnervation may be used as good indicator to demonstrate the efficacy of this technique on glottic air leak for patients with unilateral vocal fold paralysis.

**Method**: a retrospective study with data from 50 patients was undertaken. Analyses of different cohorts are done to determine the existence of a significant reduction of the intra-oral pressure during the different times of evaluation (pre-surgical and postoperative at 3, 6 and 12 months) and whether there are any correlations between these measures and other vocal parameters and subjective questionnaires.

**Results**: subglottic pressure was found to decrease after the surgery, but not significantly. Moreover, no correlations with other vocal indicators and questionnaires were found.

**Conclusion**: some bias may influence the results, but the intra-oral pressure does not seem to be a reliable indicator for the reduction of glottic air leak. Other indicators such as oral airflow may be more relevant to evaluate the efficacy of treatment on glottic air leak for patients with unilateral vocal fold paralysis.

**Key words**: Unilateral vocal fold paralysis – nonselective unilateral laryngeal reinnervation – subglottic pressure

Mémoire dirigé par Pr Jean-Paul Marie, GRHV (Groupe de Recherche sur le Handicap Ventilatoire), EA3830