

## Etude de la mesure de la pression sous-glottique estimée dans l'évaluation vocale chez 130 participantes

**Auteur :** Quoidbach, Lora

**Promoteur(s) :** MORSOMME, Dominique

**Faculté :** Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Education

**Diplôme :** Master en logopédie, à finalité spécialisée en voix

**Année académique :** 2021-2022

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/15645>

---

### Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

---



LIÈGE université

**Psychologie, Logopédie  
& Sciences de l'Éducation**

Etude de la mesure de la pression sous-  
glottique estimée dans l'évaluation vocale  
chez 130 participantes

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master  
en Logopédie

- Finalité spécialisée en voix -

Promotrice : Dominique Morsomme

Lectrices: Martine Poncelet, Johanne Letihon

Mémorante: Lora Quoidbach

Année académique 2021-2022



### Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier Madame Morsomme, promotrice de ce mémoire, pour son soutien, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de ce travail.

Je remercie également mes lectrices, Madame Poncelet et Madame Letihon pour l'intérêt porté à mon sujet.

Je tiens à remercier les professeurs de notre finalité en voix, dont Madame Morsomme, pour leur enseignement de qualité. Ce master est riche en connaissances et en expériences.

Mes remerciements vont également à toutes les personnes pour leurs lectures consciencieuses ainsi que leurs conseils.

Enfin, merci à vous, ma famille pour votre présence et votre soutien durant toutes ces années d'études. Depuis le début de mon parcours, vos sourires et vos paroles positives m'encouragent à me rapprocher de plus en plus de mes objectifs.

# **Table des matières.**

<b><u>Introduction générale :</u></b>	1
<b><u>Partie théorique :</u></b>	3
<b>I. Fonctionnement normal de la voix :</b>	3
A. <u>Rappels anatomiques et fonctionnels :</u>	3
1. Le tractus vocal :	3
2. Les plis vocaux :	4
<b>II. Evaluation de la voix :</b>	9
A. <u>L'évaluation perceptive :</u>	9
1. Echelle GRBAS :	10
2. Auto-évaluation – Voice Handicap Index (VHI) :	11
B. <u>L'évaluation acoustique :</u>	12
1. La fréquence fondamentale :	12
2. Les indices de variabilité de la voix :	12
3. Le niveau de pression sonore (NPS) :	13
C. <u>L'évaluation aérodynamique :</u>	14
1. Le temps maximum phonatoire (TMP) :	14
2. La capacité vitale (CV) :	14
3. Le quotient phonatoire (QP) :	14
4. La pression sous-glottique (PSG) :	14
D. <u>Evaluation multiparamétrique :</u>	15
1. Indice de Sévérité de la Dysphonie (DSI) :	15
2. Quelques études :	15
<b>III. Les pathologies vocales :</b>	17
A. <u>Dysphonie sans lésion organique :</u>	17
1. Définition :	17
2. Les types de dysphonies fonctionnelles :	17
B. <u>Dysphonies avec lésion organique acquise :</u>	18
1. Le nodule :	18
2. Le kyste :	21
<b>IV. La pression sous-glottique estimée :</b>	25
A. <u>Les différentes pressions au niveau laryngé :</u>	25
1. La pression supra-glottique - (PIO) :	25
2. La pression sous-glottique - (PSG-PSGE) :	25

3.	La pression sous-glottique minimum – (PTP) :	25
B.	<u>Distinction entre pression sous-glottique et pression sous-glottique estimée :</u>	26
C.	<u>Apports de la pression sous-glottique estimée :</u>	26
D.	<u>Facteurs influençant la PSGE :</u>	27
1.	La fréquence :	27
2.	Le niveau de pression sonore :	28
3.	L'état des plis vocaux :	29
4.	L'usage vocal :	30
E.	<u>Mesures de la PSGE :</u>	31
1.	Valeurs de références de la PSGE :	33
<b><u>Partie pratique :</u></b>		34
<b>I. Objectifs de l'étude, hypothèses et méthodologie :</b>		34
A.	<u>Objectifs et hypothèses :</u>	34
1.	Hypothèse 1 :	35
2.	Hypothèse 2 :	36
3.	Hypothèse 3 :	37
4.	Hypothèse 4 :	39
5.	Hypothèse 5 :	40
B.	<u>Méthodologie :</u>	41
1.	Récolte de données :	41
2.	Sélection des données :	43
3.	Le traitement statistique :	47
<b>II. Résultats :</b>		49
A.	<u>Statistiques descriptives :</u>	49
B.	<u>Normalité des groupes :</u>	49
C.	<u>Comparaison de notre échantillon aux normes :</u>	50
1.	En voix conversationnelle :	50
2.	En voix faible :	54
3.	En voix projetée :	55
D.	<u>Hypothèse 1 : Différence entre les groupes avec lésion organique et DF :</u>	56
1.	En voix conversationnelle :	56
2.	En voix faible :	56
3.	En voix projetée :	57
E.	<u>Hypothèse 2 : Différence entre les trois groupes de pathologies :</u>	58
1.	En voix conversationnelle :	58

2.	En voix faible : .....	59
3.	En voix projetée : .....	59
F.	<u>Hypothèse 3 : Niveau de pression sonore et PSGE</u> : .....	61
1.	Les participantes porteurs d'une dysphonie fonctionnelle (DF) : .....	61
2.	Les participantes porteuses d'un kyste : .....	61
3.	Les participantes porteuses d'un nodule : .....	61
G.	<u>Hypothèse 4 - Etude de corrélations entre la PSGE et VHI</u> : .....	62
1.	Les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle : .....	62
2.	Les participantes porteuses d'un kyste : .....	62
3.	Les participantes porteuses d'un nodule : .....	62
H.	<u>Hypothèse 5 - Etude de corrélations entre la PSGE et GRBAS</u> : .....	63
1.	Les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle : .....	63
2.	Les participantes porteuses d'un kyste : .....	64
3.	Les participantes porteuses d'un nodule : .....	64
<b>III.</b>	<b>Discussion</b> : .....	65
A.	<u>Rappel des objectifs de l'étude et de la méthodologie</u> : .....	65
B.	<u>Rappel des hypothèses et interprétation des résultats</u> : .....	66
1.	Comparaison aux normes : .....	66
2.	Hypothèse 1 : Les groupes de dysphonie fonctionnelle et organique : .....	67
3.	Hypothèse 2 : Différence entre les groupes de pathologies étudiées : .....	69
4.	Hypothèse 3 - Relation entre l'évaluation aérodynamique et acoustique : .....	71
5.	Hypothèse 4 : Relation entre l'évaluation aérodynamique et perceptive VHI : ....	73
6.	Hypothèse 5 : Relation entre l'évaluation aérodynamique et perceptive GRB : ...	74
C.	<u>Implications cliniques</u> : .....	76
D.	<u>Perspectives de recherche et limites de l'étude</u> : .....	77
	<b><u>Conclusion</u></b> : .....	79
	<b><u>Bibliographie</u></b> : .....	81
	<b><u>Résumé</u></b> : .....	86
	<b><u>Annexes</u></b> : .....	Fichier joint

# **Index des figures, tableaux et graphiques.**

## **Figures :**

1. Présentation des trois étages du larynx (ARGAGY, 2020) .....	3
2. Peri-Fontaa, 2020 (p.64) : Position des plis vocaux à l'étage glottique du larynx .....	4
3. Illustration des différentes couches du pli vocal de Hirano 1974 cité par Matar & Remacle en 2018, p.3. ....	5
4. Schéma de Peri-Fontaa (2020 p.73) illustrant le cycle vibratoire des plis vocaux. ....	6
5. Représentation du modèle informatique dans le cas d'une voix saine, d'une voix avec de la raucité et une voix soufflée de Mûrbe & Mattheus (2020) p.233) .....	16
6. Représentation du nodule (Bohlender, 2013, p.7) .....	18
7. Kyste muqueux (Bohlender, 2013, p.6) .....	21
8. Kyste épidermoïde (Bohlender, 2013, p.6) .....	22
9. Aggravation du kyste (médecins des arts, n.d) .....	22
10. Présentation des trois étages du larynx (ARGAGY, 2020) .....	25
11. Illustration du logiciel et de la position adéquate du participant avec le masque (AIM technologies, 2022) .....	31
12. Présentation du masque relié au logiciel (Pentax médical (n.d) .....	31
13. Illustration de l'estimation de la pression sous-glottique grâce à la mesure de la pression intra-orale (Ketelslagers & al, 2006 p.512). ....	32

## **Tableaux :**

1. Récapitulatif des signes laryngés et acoustiques des lésions nodulaire de Dupessey et al. (2004) p.35. ....	20
2. Récapitulatif des signes laryngés et acoustiques du kyste muqueux de Dupessey et al. (2004) p.50. ....	23
3. Récapitulatif des signes laryngés et acoustiques du kyste épidermique de Dupessey et al. (2004) p.74 .....	24
4. Répartition du nombre de sujets par pathologie étudiée et par tranche d'âge. ....	41
5. Valeurs de références mentionnées dans l'étude de Zraick et ses collaborateurs (2012), comportant les valeurs de PSGE et les niveaux de pression sonore, les écarts-types sont entre parenthèses. ....	50



6. Comparaison des mesures de la PSGE pour chaque groupe aux normes de Zraick & al (2012) en voix conversationnelle de 18-38 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevée. .... **51**
7. Comparaison des mesures de la PSGE pour chaque groupe aux normes de Zraick & al (2012) en voix conversationnelle de 40-59 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevée. .... **51**
8. Comparaison des mesures de la PSGE pour chaque groupe aux normes de Zraick & al (2012) en voix conversationnelle de plus de 60 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevés. .... **52**
9. Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de Zraick & al (2012) en voix conversationnelle de 18-38 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé. .... **52**
10. Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de Zraick & al (2012) en voix conversationnelle de 40-59 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé. .... **53**
11. Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de Zraick & al (2012) en voix conversationnelle de plus de 60 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé. .... **53**
12. Valeurs de références récoltées dans l'étude de Holmberg et ses collaborateurs (1988), les écarts-types sont entre parenthèses. .... **54**
13. Comparaison des mesures de la PSGE pour chaque groupe aux normes de Holmberg & al. (1988) en voix faible. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevée. .... **54**
14. Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de Holmberg & al. (1988) en voix faible. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé. .. **54**

15. Valeurs de références récoltées dans l'étude de Holmberg et ses collaborateurs (1988), les écarts-types sont entre parenthèses. ....	<b>55</b>
16. Comparaison des mesures de PSGE pour chaque groupe aux normes de Holmberg & al. (1988) en voix projetée. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevée. .....	<b>55</b>
17. Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de Holmberg & al. (1988) en voix projetée. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, S = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé. ..	<b>55</b>
18. Résumant les résultats de la corrélation de Spearman entre le NPS et la PSGE pour chaque pathologie étudiée). ....	<b>61</b>
19. Résumant résultats du test de corrélation de Spearman entre la GRBAS et la PSGE pour chaque pathologie étudiée et les tâches demandées). ....	<b>63</b>

## **Graphiques :**

1. Comparaison des deux groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix conversationnelle. .... **56**
2. Comparaison des deux groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix faible. Légende : Lésion = dysphonie organique. Sain = dysphonie fonctionnelle. .... **56**
3. Comparaison des deux groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix faible. Légende : Lésion = dysphonie organique. Sain = dysphonie fonctionnelle .... **57**
4. Illustrant que la comparaison deux à deux des kystes et des nodules n'est pas significative en voix conversationnelle. .... **58**
5. Comparaison des trois groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix faible. .... **59**
6. Comparaison des trois groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix projetée. .... **59**
7. Illustrant que la comparaison deux à deux des kystes et des nodules n'est pas significative en voix projetée. .... **60**

## **Liste des abréviations.**

<b>cmH2O :</b>	Centimètre d'eau
<b>CV :</b>	Capacité Vitale
<b>dB :</b>	Décibels
<b>DF :</b>	Dysphonie Fonctionnelle
<b>DSI :</b>	Dysphonia Severity Index
<b>EBP :</b>	Evidence Base Practice
<b>FO :</b>	Fréquence fondamentale
<b>Hz :</b>	Hertz
<b>NP :</b>	Non Paramétrique
<b>NPS :</b>	Niveau de Pression Sonore
<b>ORL:</b>	Oto-rhino-laryngologiste
<b>P :</b>	Paramétrique
<b>PIO :</b>	La pression supra glottique ou la pression intra-orale
<b>PSGE :</b>	Pression Sous-Glottique Estimée
<b>PSG :</b>	Pression Sous-Glottique
<b>PTP :</b>	La pression minimale nécessaire à la phonation (Phonation Threshold Pressure)
<b>QP :</b>	Quotient Phonatoire
<b>RGO :</b>	Reflux Gastro-Œsophagien
<b>TMP :</b>	Temps Maximum Phonatoire
<b>VHI :</b>	Voice Handicap Index
<b>VLS :</b>	Vidéolaryngostroboscopie

## **Introduction générale**

Les plaintes d'un patient présentant des troubles de la voix correspondent généralement à une qualité vocale altérée, une fatigue vocale ainsi que des sensations d'inconfort laryngé (Mûrbe & Matteus, 2020). Ces signes ne permettent pas de définir de manière subtile la pathologie vocale existante. L'identification correcte de la pathologie permet d'orienter une prise en charge adaptée. D'où l'importance de la pose du diagnostic le plus adéquat.

Le médecin ORL intervient en premier lors de l'évaluation vocale. C'est lui qui pose le diagnostic en concertation avec le/la logopède et le patient et prescrit alors le traitement logopédique. À l'aide de vidéolaryngostroboscopie (VLS), le médecin ORL explore l'état des plis vocaux ainsi que leurs caractéristiques vibratoires. Cependant, certaines confusions persistent quant au diagnostic de pathologies vocales, particulièrement, pour les pathologies organiques. D'après Bohlender (2013), il est possible que des hésitations ressortent de l'examen ORL quant au diagnostic des pathologies kystiques et nodulaires. Ces deux lésions portent une atteinte presque similaire des plis vocaux influencée par leur profondeur et leur taille. Un bilan vocal réalisé par une équipe pluridisciplinaire est alors nécessaire pour confirmer le diagnostic. Le bilan vocal est composé d'une évaluation multiparamétrique afin de comprendre le comportement moteur vocal du patient (Fujiki et Thibeault, 2021).

Dans ce travail, nous nous intéressons particulièrement aux mesures aérodynamiques récoltées lors du bilan vocal, et plus précisément à la pression sous-glottique estimée. L'air provenant des poumons s'accumule et exerce une pression contre la face interne des plis vocaux. Cette pression augmente, devient supérieure à la pression d'accolement des plis vocaux et enclenche la vibration cordale. Une pression sous-glottique équilibrée est sous la dépendance d'une bonne gestion respiratoire et d'un plan glottique sain (Pillot-Loiseau 2011).

Ce flux d'air varie selon l'état anatomique et fonctionnel du plan glottique. En effet, dans le cas de variation de masse ou de tension du plan glottique, une élévation de la pression sous-glottique sera nécessaire pour la mise en vibration des plis vocaux (Mûrbe & Matteus, 2020). Selon Giovanni (2000), une élévation de la pression sous-glottique provient de l'augmentation de la résistance cordale. L'auteur qualifie alors cette mesure d'indice de forçage vocal.

La pression sous-glottique peut être recueillie à l'aide de méthode indirecte par la mesure de la pression intra-orale (PIO). Cette méthode est non invasive et peut servir d'outil diagnostic (Ketelslagers, 2006)

Notre travail consiste à poursuivre l'étude de Chareix (2013), réalisée à l'université de Liège, portant sur l'intérêt de la mesure de la pression sous-glottique estimée en logopédie clinique. L'objectif de la présente étude est d'aider à la pose du diagnostic des lésions kystiques et nodulaires à l'aide de la mesure de la pression sous-glottique estimée.

Au sein de notre partie théorique, nous abordons brièvement le fonctionnement de la voix ainsi que les structures anatomiques et physiologiques impliquées dans celle-ci. Nous discutons de l'évaluation de la voix et de l'intérêt de chaque mesure. Nous expliquons ensuite les pathologies vocales étudiées pour ce travail et décrivons les comportements moteurs vocaux qui en découlent. Enfin, nous terminons par un chapitre dédié à l'intérêt de la mesure de la pression sous-glottique estimée, utilisée comme indice de forçage vocal.

Pour notre partie pratique, nous détaillons la sélection des participantes pour cette étude. Nos mesures proviennent d'une base de données du CHU reprenant les bilans vocaux réalisés entre 2009 et 2019. Nous expliquons notre démarche suivant une approche EBP (Evidence-Based-Practice).

- Nous envisageons une pression sous-glottique plus élevée dans le cas de dysphonies organiques par rapport à la dysphonie fonctionnelle, étant donné la modification du plan glottique en termes de densité plus importante. Au sein des lésions organiques, nous attendons des valeurs de pression sous-glottique plus élevées chez les participantes porteuses de kyste par rapport aux porteuses de nodule(s). (*Pilier recherche*).
- Nous étudions la relation entre le niveau de pression sonore et les valeurs de PSGE pour chaque pathologie afin de confirmer l'intérêt des trois tâches lors du bilan vocal. (*Pilier contexte*).
- Nous cherchons la présence de corrélation entre l'évaluation aérodynamique et l'évaluation perceptive de l'expérimentateur (*pilier expertise* par l'échelle GRBAS) et de la participante (*pilier patient* par l'utilisation du Voice Handicap Index (VHI)).

Nous proposons une discussion en fin de ce travail afin de mettre en évidence les éléments pertinents sur l'intérêt des mesures de PSGE en logopédie clinique.

## Partie théorique

### I. Fonctionnement normal de la voix :

#### A. Rappels anatomiques et fonctionnels :

Nous allons présenter le fonctionnement vocal sous ses aspects anatomiques et fonctionnels afin de faciliter par la suite la compréhension des pathologies vocales décrites et étudiées dans notre travail.

##### 1. Le tractus vocal :

Selon Eluard (2004) (p.221) « *La voix est une expiration sonorisée* ». Les poumons fonctionnent comme « *producteurs d'énergie vocale* » grâce au rôle du diaphragme et des muscles intercostaux. (Eluard, 2004).

Le diaphragme est un muscle en forme de dôme qui différencie le thorax de l'abdomen. L'inspiration agit sous la coordination des muscles inspireurs thoraciques et abdominaux (Bernardoni Henrich, 2014).

Lors de cette phase, le diaphragme se contracte et s'abaisse ce qui a pour effet de pousser les côtes vers l'extérieur et d'augmenter le volume des poumons ; cette action induit une dépression de l'air inspiré. Lors de l'expiration mise en action par les muscles thoraciques et abdominaux, le diaphragme remonte en se relâchant, le volume des poumons diminue ; la pression augmente et l'air est donc expiré pour contribuer à l'émission vocale. (McFarland, 2016). Le flux d'air généré et contrôlé par les muscles expiratoires passe par le larynx et est transformé en production sonore par les plis vocaux. Le conduit laryngé est subdivisé en trois étages et illustré à la figure 1.

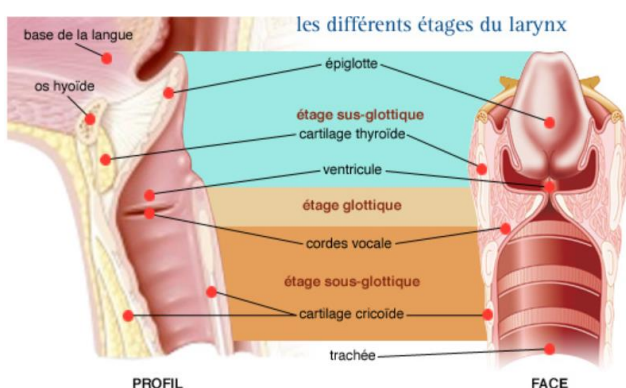


Figure 1 : Présentation des trois étages du larynx (ARGAGY, 2020)

- L'étage sous-glottique constitue l'espace de prolongation de la trachée contenant l'air expulsé des voies aériennes.
- L'étage glottique correspond à l'espace entre les plis vocaux permettant une résistance au flux d'air des poumons pour arriver à la mise en vibration de ceux-ci.
- L'étage sus-glottique se délimite des plis vocaux à la margelle laryngée. Défini comme « étage vestibulaire » celui-ci est composé par les bandes ventriculaires représentées par deux replis membraneux. En temps normal, ces deux bandes ne participent pas à la phonation mais leur rapprochement peut être observé en cas de voix chuchotée ou encore dans d'autres contextes pathologiques en cas de défaut d'accolement des plis vocaux (Peri-Fontaa, 2020).

Les étages sus-glottique et sous-glottique sont indépendants du plan glottique, mais jouent néanmoins un rôle dans la mise en vibration des plis vocaux (Peri-Fontaa, 2020). Pour arriver à un bon fonctionnement entre ces trois étages, il faut atteindre un équilibre de pression de l'air, il s'agit de la pression sous-glottique (Eluard 2004) que nous allons détailler dans une autre partie dans ce travail.

## 2. Les plis vocaux :

### ◇ Structure cordale :

« Les cordes vocales se présentent sous forme de deux rubans tenus horizontalement entre, en avant, (1) l'angle rentrant du cartilage thyroïde et, en arrière, (2) l'apophyse vocale de l'aryténoïde correspondant » (Peri-Fontaa, 2020 p.64, figure 2).

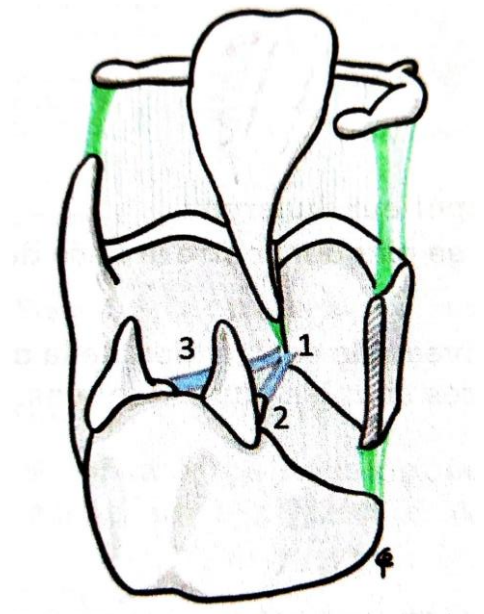


Figure 2 : Peri-Fontaa, 2020 (p.64) : Position des plis vocaux à l'étage glottique du larynx.



Deux parties distinctes composent chacun des plis vocaux ;

- Une partie postérieure appelée « cartilagineuse » qui constitue le corps ainsi que l'apophyse vocale du cartilage aryténoïde et qui est recouverte de muqueuse. (Peri-Fontaa, 2020)
- Une partie antérieure appelée « musculo-membraneuse » ou « vibratoire » qui correspond au muscle vocal et au ligament vocal, recouverte d'une muqueuse. Cette partie très importante dans notre étude participe au bon fonctionnement du cycle vibratoire. (Peri-Fontaa, 2020)

La partie musculo-membraneuse constitue la masse vibrante du pli vocal. Ce bord libre est constitué d'une structure caractéristique de type « feuilletée » illustrée à la figure 3. Cette expression est utilisée pour souligner la présence de couches qui se superposent et jouent un rôle fonctionnel lors de la phonation (Giovanni & al, 2014).

Cette caractéristique de « millefeuilles » existe en réalité seulement au sein de sa partie musculo-membraneuse. La couche la plus profonde constitue le muscle vocal, également appelé le muscle thyro-aryténoïdien (2). Celui-ci est tapissé de la deuxième couche, la lamina propria, qui est également recouverte par l'épithélium de surface (1) (Giovanni & al, 2014).

Revenons sur la 2<sup>ème</sup> deuxième couche qui est intéressante pour comprendre notre travail. Cette dernière est subdivisée en trois niveaux ; la couche superficielle (5), la couche intermédiaire (4) et enfin la couche profonde (3).

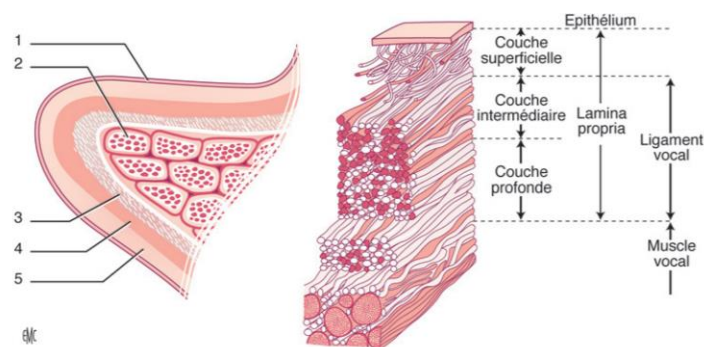


Figure 3 : Illustration des différentes couches du pli vocal de Hirano 1974 cité par Matar & Remacle en 2018, p.3.

Comme indiqué dans la figure 3, le ligament vocal est formé par ces deux dernières couches. La couche intermédiaire (4) est riche en fibres élastiques, ce qui permet aux plis vocaux de se déformer lors de l'action de la vibration et de revenir à leur état naturel. Tandis que la couche profonde (3) joue un rôle de résistance face aux traumatismes physiques et aux déformations de la corde vocale grâce à sa consistance riche en collagène. (Giovanni & al, 2014).

Enfin, la couche superficielle (5), également appelée l'espace de Reinke, est un tissu fibreux dans un milieu gélatineux d'acide hyaluronique permettant l'absorption des chocs, le décollement de l'épithélium du plan profond et l'ondulation de la muqueuse lors de la poussée d'air à travers le plan glottique (Peri-Fontaa, 2020).

#### ◇ La vibration cordale :

L'émission du son provient des vibrations des plis vocaux, ceux-ci « *se déplacent dans un mouvement d'allers et retours autour de sa position d'équilibre* » (Peri-Fontaa 2020 p.71) (voir figure 4). Afin d'arriver à la mise en vibration du plan glottique, une source d'énergie d'air provenant des forces expiratoires doit avoir lieu. Néanmoins cette source d'énergie ne sera pas suffisante si les plis vocaux ne sont pas positionnés de part et d'autre de la ligne médiane du plan glottique (Giovanni & al, 2014). Il faut un rapprochement de ceux-ci par les muscles inter-aryténoïdiens avec une tension adéquate dans le but de restreindre voire empêcher le passage de l'air expiré.

A ce niveau-là, Giovanni et ses collaborateurs en 2014 (p.6) parlent du mécanisme de base de vibration comme d'une « *résolution de conflit de forces entre d'une part les forces biomécaniques, qui dépendent du degré de contraction musculaire du muscle vocal lui-même et de son élasticité, d'autre part les forces aérodynamiques de pression qui tendent à les écarter* ».

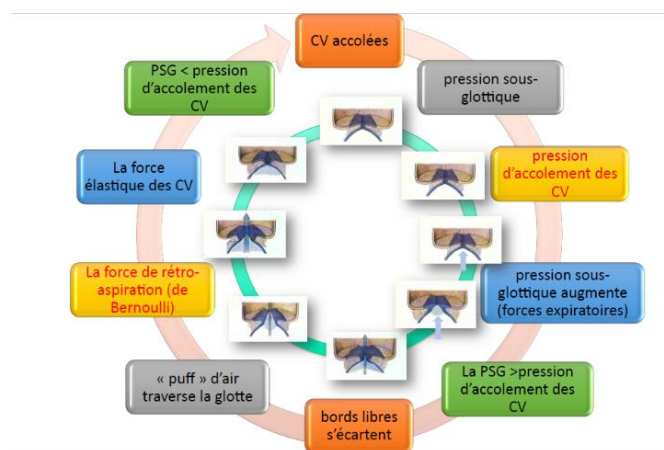


Figure 4 : Schéma de Peri-Fontaa (2020 p.73) illustrant le cycle vibratoire des plis vocaux.

Trois forces vont permettre d'atteindre un accolement complet des bords libres pour arriver à une fermeture glottique adéquate ; la force rétro-aspiration de Bernouilli<sup>1</sup> impliquant une aspiration de la muqueuse et favorisant leur accolement, la force d'élasticité impliquant le retour à la position initiale des bords libres lorsque la pression sous-glottique s'interrompt. Enfin, la force d'accolement des plis vocaux revenant à un niveau de pression supérieur par rapport à la pression sous-glottique. (Peri-Fontaa, 2020)

De plus, Henrich (2012) souligne que différents paramètres peuvent influencer la vibration glottique ; *la longueur vibrante des plis, leur masse vibrante et leur raideur*. Giovanni et ses collaborateurs en 2014, ajoutent d'autres paramètres notamment ; *la viscosité de la corde vocale, la largeur de la fente glottique pré-phonatoire* et enfin la *différence de pression sous-glottique* que nous allons détailler plus tard.

#### ◇ Qualité de la couverture cordale :

Comme nous en avons parlé, la fermeture nécessite trois types de forces. Néanmoins, pour atteindre une fermeture complète, les plis vocaux doivent être sains (Peri-Fontaa, 2020) ;

- Pour la force de rétro-aspiration de Bernouilli : Il faut pour cela que les surfaces des plis vocaux soient saines pour permettre cette aspiration. La variation de masse peut empêcher le bon fonctionnement de celle-ci.
- Pour la force de l'élasticité des bords libres des plis vocaux : Il faut que le tissu élastique soit en bonne santé pour jouer son rôle de fermeture. Plus l'élasticité sera diminuée, plus cela va gêner la fermeture des cordes vocales. En effet, la rigidité du pli vocal altère le mouvement de la muqueuse (Wen-Hsuan 2019).
- Pour la force de l'accolement des cordes vocales : il ne faut pas de fuite d'air permanente.

Nous verrons que dans les pathologies étudiées pour ce travail (cf. Pathologies vocales), ces types de forces peuvent être altérés.

---

<sup>1</sup> Effet Bernouilli = « Tout rétrécissement de section d'écoulement provoque accélération et baisse de pression sur les parois. (Guérin, 2018 p.295)

◇ L'épaisseur des plis vocaux :

Caractérisés par une structure « millefeuille », les plis vocaux sont susceptibles de loger des lésions organiques à différents niveaux (cf. Les pathologies vocales). Cet épaissement du pli vocal peut alors modifier la densité du plan glottique.

Jiang et ses collaborateurs en 2018 ont étudié l'effet de la variation longitudinale de l'épaisseur de la couche interne du pli vocal lors de la phonation. Leur souhait était de comprendre l'influence de l'état du plan glottique sur la pression sous-glottique et la vibration cordale. Comme d'autres chercheurs avant eux, Jiang et ses collaborateurs ont utilisé des modèles mathématiques représentant la structure cordale comme nous l'avons décrite précédemment. D'après les auteurs, cela permet de prédire et d'estimer l'impact des lésions tissulaires sur la qualité vocale. Ils ont constaté que la modification de la rigidité de la couche interne pouvait affecter l'amplitude de la vibration et le seuil phonatoire.

D'après Giovanni & al (2014) (p.5) « *L'atteinte d'une de ces couches par une pathologie ou par une chirurgie extensive entraîne une perturbation importante de la vibration* ».

◇ Mouvement d'ondulation de la muqueuse :

Le cycle vibratoire est composé de mouvements d'ouverture – fermeture des plis vocaux, mais également d'un mouvement d'ondulation de la muqueuse. Lorsque le flux d'air passe à travers le plan glottique, la muqueuse est soulevée et se propage le long du ligament (Corbière & al. 2001)

Comparée au mouvement d'une vague, la muqueuse ondule de la partie basse du bord libre à la face supérieure du pli vocal. La partie essentielle pour cette ondulation est l'espace de Reinke illustré à la figure 3. La présence de pathologie dans cet espace peut entraver ce mouvement d'ondulation et induire d'importantes répercussions sur la qualité vocale. (Peri-Fontaa, 2020). De plus, Giovanni & al, (2014) (p.5) précisent pour la muqueuse, que « *ses propriétés de souplesse et d'extensibilité sont primordiales pour assurer une propagation harmonieuse de l'onde vibratoire* ».

◇ Mouvement d'élongation du pli vocal :

L'allongement des cordes vocales s'effectue par la contraction des muscles thyro-aryténoidiens, les aryténoidiens et le crico-thyroidien latéral. Le changement de  $f_0$  est en lien avec l'allongement des plis vocaux. Afin d'augmenter la fréquence, le thyro-aryténoidien et le crico-thyroidien se contractent afin d'obtenir un amincissement continu des plis vocaux. Ceux-ci deviennent plus raides et le flux d'air augmente permettant d'augmenter les cycles vibratoires. (Hollien 2013)

Néanmoins, l'allongement effectué par les muscles crico-thyroidien et thyro-arythénoidien est d'ordre statique, tandis qu'un allongement purement dynamique ne s'effectue qu'en cas de vibration du tissu, ce qui nécessite des plis vocaux sans lésion pour atteindre les sons aigus. (Wen-Hsuan & al, 2019)

## II. Evaluation de la voix :

### A. L'évaluation perceptive :

Le principe d'une évaluation perceptive est d'évaluer la voix à l'oreille. C'est la méthode d'évaluation vocale la plus couramment employée en clinique (Corbière & al. 2001). Le caractère perceptuel de la voix est primordial pour l'évaluation vocale. Dès que le patient consulte, c'est en fonction de ses ressentis et de ce que lui et son entourage entendent et pensent de la qualité de sa voix. C'est également une évaluation dite « continue » puisque les résultats d'un suivi thérapeutique sont jugés sur base de la perception de la voix par le patient et le clinicien (Yu et al, 2006). Selon Fujiki et Thibeault (2021) cette mesure est spécifique et permet d'apporter des informations essentielles pour la pose du diagnostic mais également pour le suivi thérapeutique que les évaluations acoustiques et aérodynamiques ne peuvent pas mesurer.

Nous allons d'abord détailler une échelle qui porte sur l'expertise du clinicien et l'autre sur le ressenti du patient par rapport à sa voix. Ces deux évaluations sont complémentaires car le clinicien doit tenir compte de ses observations mais également des ressentis du patient. Fujiki et Thibeault (2021) ont mis en évidence que le VHI total et ses sous-scores sont significativement corrélés à tous les critères de la GRBAS.

## 1. Echelle GRBAS :

L'évaluation auditive et perceptive permet d'aider le clinicien à quantifier la qualité vocale du patient ainsi que l'impact fonctionnel des troubles de la voix. Néanmoins, cette évaluation est assez difficile étant donné que de nombreux facteurs peuvent influencer les mesures, notamment l'expérience de l'évaluateur (Fujiki et Thibeault, 2021).

C'est au bénéfice de cette observation que l'échelle GRBAS a été développée dans l'intérêt de normaliser l'évaluation de la voix par Hirano en 1981 (Dupessey et al. 2004). Dans le cadre de cette échelle, c'est le clinicien qui doit évaluer la voix du patient sur base de cinq critères. Chaque item est coté de 0 à 3 ; normal – un peu altéré – modérément altéré – très altéré. (Corbière & al. 2001)

Voici l'explication de chaque critère (Ormezzano 2016 ; Corbier & al 2001) :

- G : **grade** : Evaluation générale, il s'agit de l'importance globale de la qualité de la voix.
- R : **raucité** : Evaluation de la raucité de la voix et les altérations du timbre représentées par la régularité de la vibration des cordes vocales.
- B : Le **souffle** : Perception de fuite d'air, caractère « voilé » de la voix.
- A : La **sensation de faiblesse** : Perception de manque de puissance dans la voix
- S : La **sensation de forçage** : Mise en évidence de forçage vocal, de sensation d'effort important et d'une tension musculaire excessive.

De plus, Dejonckère et collaborateurs ont ajouté le critère d'instabilité « I » qui exprime la « *variabilité de la qualité de la voix au cours du temps* » (Ormezzano, 2016, p. 19)

## **2. Auto-évaluation – Voice Handicap Index (VHI) :**

Jacobson et ses collaborateurs en 1997 ont créé une échelle de mesure du handicap vocal. Il s'agit d'un questionnaire standardisé dont l'objectif est d'évaluer l'impact de la pathologie vocale sur la qualité de vie du patient. (Gatignol, 2009).

La particularité de cette échelle est d'amener le patient à s'évaluer puisque c'est lui-même qui remplit le contenu sans aide externe.

L'échelle s'articule autour de 30 questions réparties en trois sous domaines ; fonctionnel (F), physique (P), émotionnel (E).

- Les dix items de l'échelle fonctionnelle (F) ont pour but de souligner les répercussions de la pathologie vocale sur la vie quotidienne du patient.
- Les dix items de l'échelle physique (P) visent à mettre en évidence l'inconfort vocal.
- Les dix items de l'échelle émotionnelle (E) analysent les réponses affectives du patient face à sa dysphonie.

Le patient évalue la sévérité de son trouble sur une échelle de 0 à 4 : jamais- presque jamais – parfois – presque toujours – toujours (Institutnumérique, 2013). Les résultats sont rapportés sur 120 points. Une qualité de vie estimée altérée par la dysphonie est représentée par un score élevé. (Ormezzano, 2016)

Ruel et Thibeault en 2020 se sont intéressés au symptôme de forçage exprimé par leurs participants dysphoniques. Ces participants étaient classés par pathologies. Ils ont étudié le score du VHI total chez ces participants exprimant des plaintes de fatigue vocale et/ou de qualité vocale. Ils mettent en évidence que leurs participants présentant des plaintes principalement de fatigue vocale avaient un score VHI plus pathologique que ceux exprimant seulement une plainte au niveau de la qualité vocale.

Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Eadie & al. (2010) (cités par Ruel & Thibeault en 2020) qui soulignent que le forçage vocal ressenti et exprimé par le participant est un indicateur et un prédicteur de score élevé du VHI total. De plus, ces participants présentaient un dysfonctionnement au niveau du plan glottique, demandant plus d'effort pour produire de la voix mais les chercheurs n'ont pas pu mettre en évidence de différences significatives entre les groupes de dysphonies.

## **B. L'évaluation acoustique :**

L'évaluation acoustique porte sur la mesure des caractéristiques sonores de la voix. Ces différentes mesures sont récoltées à l'aide d'enregistrements vocaux.

### **1. La fréquence fondamentale :**

Egalement appelée « la hauteur de la voix », elle correspond au nombre de cycles vibratoires des plis vocaux par seconde. Elle est mesurée en Hertz.

La longueur, la tension et la rigidité du pli vocal déterminent la fréquence fondamentale. Lors de fréquences moyennes à graves, le déplacement des bords libres fonctionne de bas en haut.

Du point de vue horizontal, les phases ne sont pas synchronisées. L'action d'ouverture se fait d'abord de la face interne de la corde vers la face externe. La muqueuse ondule sur toute la surface des plis vocaux et de manière ample. Dans le cas d'un son aigu, le ligament vocal va étirer les plis vocaux qui vont s'amincir. Contrairement aux sons graves, le muscle vocal est relâché et seul le bord libre se met en vibration impliquant une ondulation de la muqueuse peu marquée (Corbière & al. 2001). Le mouvement d'élongation des plis vocaux est en relation avec le réglage de fréquence de la vibration glottique. (Stemple, 2018)

La fréquence usuelle chez les hommes est entre 75Hz - 140 Hz pour les voix plus aiguës. Dans le cas des femmes, la fourchette se situe aux alentours de 170 Hz à 250 Hz. (Corbière & al. 2001)

Selon Bernardoni Henrich en 2014, une fréquence fondamentale moyenne trop basse ou trop élevée peut exprimer un dysfonctionnement du pli vocal au niveau de la longueur, de la tension ou encore de la rigidité.

### **2. Les indices de variabilité de la voix :**

Le jitter « *est un paramètre qui mesure la stabilité et la régularité de vibrateur laryngé* » (Ormezzano, 2016 p.20), responsable de la variabilité de la fréquence.

Le shimmer est le paramètre relevant la variabilité du niveau de pression sonore.



### 3. Le niveau de pression sonore (NPS) :

S'exprimant en décibel (dB) et synonyme de « volume » du son. Le niveau de pression sonore varie selon la masse du plan glottique. Pour un son plus faible, le contact avec les bords libres sont suffisants. Néanmoins, pour produire un son plus fort, cela nécessite une force de collision plus importante entre les plis vocaux ainsi qu'un tonus plus élevé. (Corbière & al. 2001)

Le NPS de la voix chuchotée est de 30 dB, de la voix parlée de 60 dB et de la voix forte de 90 dB. Dans le cas d'un patient qui présente une perte de puissance vocale, il s'agit d'un signe de dysphonie. (Bernardoni Henrich, 2014)

Il est également intéressant d'établir un **phonétogramme** des productions vocales des patients. Il est demandé au patient de produire la voyelle [a] en modulant le niveau de pression sonore et la fréquence. Ce graphique reprend ces deux mesures ; en abscisse l'étendue fréquentielle qui correspond à l'écart entre la fréquence maximum et minimum que le patient peut produire et en ordonnée l'étendue entre le niveau de pression sonore maximum à minimum. (Corbière & al. 2001)

### C. L'évaluation aérodynamique :

Cette composante de l'évaluation vocale a pour but de mesurer l'énergie nécessaire provenant des poumons pour la vibration cordale. L'évaluation aérodynamique est couplée à l'évaluation acoustique permettant ainsi une compréhension plus complète du comportement moteur vocal de l'individu, ce qui facilite le diagnostic ainsi que son suivi (Zraick & al, 2011). Celle-ci comprend :

#### **1. Le temps maximum phonatoire (TMP) :**

Le patient est amené à produire la voyelle [a] le plus longtemps possible à un niveau de pression sonore confortable pour lui. Trois productions sont demandées et le meilleur résultat est retenu. La mesure de la séquence est en seconde et correspond à une valeur normale entre 12 et 15 secondes. (Dejonckere & al, 2020)

#### **2. La capacité vitale (CV) :**

Il s'agit du volume d'air maximum au niveau des poumons mesuré en litre. Celle-ci est mesurée par un spiromètre sur l'expiration après avoir demandé au patient de réaliser une inspiration profonde. Pillot-Loiseau (2011) la qualifie de « *taux d'air disponible pour la phonation* » (p.34).

#### **3. Le quotient phonatoire (QP) :**

C'est une mesure qui fait référence à l'air consommé lors de la phonation en unité de temps. Celle-ci est obtenue par la mesure de la capacité vitale divisée par le temps maximum phonatoire.

#### **4. La pression sous-glottique (PSG) :**

La pression sous-glottique correspond à la force du flux d'air provenant des poumons se plaçant sous la face interne des plis vocaux accolés l'un contre l'autre. Lorsque la pression d'accolement des plis vocaux devient inférieure à la pression sous-glottique, cela veut dire que le seuil phonatoire est atteint et que le flux passe à travers les plis vocaux au niveau des bords libres. Nous détaillons cette mesure dans la dernière partie de notre théorie (cf. La pression sous-glottique estimée). Les valeurs s'expriment en centimètre d'eau ou en hectopascal (hPa). (Pillot-Loiseau, 2011)

## D. Evaluation multiparamétrique :

### 1. **Indice de Sévérité de la Dysphonie (DSI) :**

Elaboré par Floris Wuyts en 1998, il s'agit de rassembler des paramètres (acoustiques et aérodynamiques) de la voix dans une combinaison mathématique. Cette formule a pour but de représenter en un seul nombre la sévérité de la dysphonie du patient. Les mesures utilisées sont ; « *le temps maximum phonatoire (TMP), la fréquence fondamentale maximum (Fo\_max), le niveau de pression sonore minimal (I\_min) et enfin le jitter en pourcentage* ». (Ormezzano, 2016, p.21)

### 2. **Quelques études :**

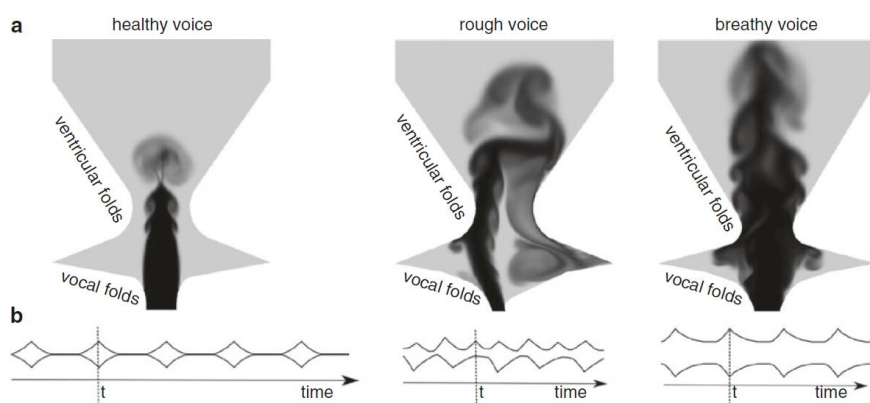
Fujiki et Thibeault en 2021 ont constaté que peu d'études s'étaient intéressées à l'interaction des différents types d'évaluation que nous venons de décrire. En effet, selon ces auteurs, les mesures perceptives mesurent la qualité vocale d'un point de vue fonctionnel. Les mesures acoustiques quantifient les caractéristiques sonores de la voix. Les mesures aérodynamiques évaluent les aspects de la physiologie laryngée notamment la pression d'air nécessaire pour la phonation. Et enfin, l'échelle complétée par le patient permet de quantifier l'impact de l'altération de la voix sur sa qualité de vie.

Ces auteurs se sont alors penchés sur la relation entre la cotation de la GRBAS mesurant différents aspects de la physiologie laryngée avec les mesures objectives ainsi que l'auto-évaluation du patient sur sa qualité de vie. Ils constatent que les mesures de la qualité générale de la voix (G), la raucité (R), le souffle (B) et la tension (S) étaient significativement corrélées avec la pression sous-glottique. Les auteurs expliquent que les pathologies laryngées affectant ces critères altèrent également le passage du flux d'air pendant la phonation. En plus de cela, les auteurs mettent en évidence une corrélation entre la cotation du souffle (B) de l'échelle de la GRBAS et le seuil phonatoire. Ils justifient cela par le fait que la variation de l'épaisseur et de la rigidité au niveau des plis vocaux peut affecter le seuil phonatoire. Néanmoins, les valeurs restent faibles pour plusieurs corrélations étudiées. Ils rappellent également que les différents types d'évaluation ne peuvent pas se réaliser seules, une évaluation multiparamétrique est nécessaire pour établir un profil vocal complet du patient.

Mûrbe & Mattheus (2020) rejoignent leurs explications sur base d'un modèle informatique (Figure 5). Chez un sujet euphonique, le flux d'air provenant des poumons est comprimé équitablement contre les faces internes des plis vocaux. En dépassant le seuil phonatoire, la PSG surmonte la résistance des plis vocaux et le flux d'air sous forme d'un jet pulsé régulier, passe à l'étage supra-glottique.

Dans le cas d'une asymétrie vibratoire, le contact entre la surface interne des plis vocaux est inégal et engendre de la raucité dans la voix.

Enfin, lorsque les plis vocaux ne permettant pas une fermeture complète du plan glottique, ils laissent passer des fuites glottiques caractérisant une voix soufflée.



(Figure 5) Représentation du modèle informatique dans le cas d'une voix saine, d'une voix avec de la raucité et une voix soufflée de Mûrbe & Mattheus (2020) p.233)

### III. Les pathologies vocales :

Pour effectuer cette étude, nous avons utilisé une base de données provenant des bilans vocaux du CHU de Liège. Nous nous sommes intéressée à trois types de pathologies vocales que nous allons décrire dans cette partie et comparer dans notre partie pratique.

#### A. Dysphonie sans lésion organique :

##### 1. Définition :

La dysphonie fonctionnelle est un trouble de la voix ne résultant pas d'une pathologie vocale structurale ou neurologique. Le terme « fonctionnel » signifie la présence d'un dysfonctionnement physiopathologique du tractus vocal (Schneider-Sticler & al. 2020). En effet, la fonction vocale est altérée et entretenue par un comportement moteur vocal perturbé au niveau de la soufflerie, du vibrateur et/ou des résonateurs (Peri-Fontaa, 2020).

Ce type de dysphonie est caractérisé par une perturbation de la qualité vocale, une endurance vocale limitée ainsi que des sensations d'inconfort laryngé. Le stress, les émotions négatives ou encore les conflits psychologiques peuvent influencer le comportement moteur vocal du patient. (Schneider-Sticler & al, 2020).

##### 2. Les types de dysphonies fonctionnelles :

Parmi les dysphonies existantes, nous pouvons distinguer les dysphonies hyperfonctionnelles ; le patient émet beaucoup de tension et de pression modifiant son comportement moteur vocal. En vidéostroboscopie, on observe une tension supra-glottique ainsi qu'une amplitude vibratoire réduite et irrégulière. Selon Morisson en 1997 (cité par Schneider-Sticler & al 2020), les manifestations laryngées fréquemment observées sont ; des contractions et compressions glottiques et supra-glottiques ainsi qu'une fermeture glottique incomplète. De plus, l'analyse perceptive de la voix montre de la raucité due à l'irrégularité de la vibration cordale (Zehnhoff-Dinnesen & al 2020).

A l'inverse, en présence de dysphonies hypofonctionnelles ; le patient modifie son comportement moteur vocal en mettant peu de pression sous les plis vocaux ce qui ne favorise pas la mise en vibration cordale et entraîne une fermeture glottique insuffisante. L'analyse perceptive montre une voix soufflée expliquée par les fuites glottiques résultant de la diminution de la résistance des plis vocaux (Zehnhoff-Dinnesen & al 2020).

Dans le cas de dysphonie fonctionnelle en général, Schneider-Sticler et ses collaborateurs (2020) mettent en évidence la présence de perturbations à plusieurs niveaux, savoir ; au niveau de l'activité respiratoire, de la tension dans les plis vocaux, de l'ajustement des muscles laryngés, de l'équilibre entre les pressions glottiques et des forces myo-élastiques du plan glottique.

Dupessy & al (2003) qualifient les signes acoustiques comme une voix faible, un timbre voilé, une perte de puissance souvent associée à une fatigabilité vocale.

### B. Dysphonies avec lésion organique acquise :

La dysphonie organique est la conséquence d'une voix altérée entretenue par une lésion structurelle sur un ou des plis vocaux.

#### 1. **Le nodule :**

##### ◇ Etiologie et localisation de la lésion :

Selon la littérature, il s'agit de la lésion cordale bénigne la plus fréquente chez les patients dysphoniques. La lésion provient d'un malmenage de la voix ou d'une inflammation dite « *locorégionale* ». (Finck, 2008)

Le nodule est situé entre le tiers moyen et le tiers antérieur du bord libre correspondant au lieu de vibration maximale (Guinchard & Schweizer 2016). Néanmoins, le ligament vocal est toujours intact. (Matar & Remacle 2018 p.3)



Figure 6 : Représentation du nodule  
(Bohlender, 2013, p.7)

#### ◇ Description :

Il s'agit d'une lésion de la muqueuse cordale caractérisée par un épaissement souvent bilatéral (appelé kissing nodulaire) dû aux microtraumatismes lors de la fermeture glottique. (Figure 6) Selon Finck (2008), il s'agit d'une lésion chronique qui est caractérisée par une voussure du bord libre. « *La vibration induit un traumatisme répété de la membrane basale épithéliale, qui s'avère incapable de cicatriser normalement et qui se désinsère continuellement de la couche superficielle de la lamina propria. Cette fragilité locale induit l'apparition de mécanismes cicatriciels, dont un des témoins est le dépôt de fibronectine et de collagène, à l'origine de la rigidité tissulaire locale* » (Finck 2008, p. 76). La lésion nodulaire est de couleur blanche voire rosée, de forme arrondie et souple (Guinchard & Schweizer 2016).

Pedersen et ses collaborateurs (2020) expliquent qu'il existe deux formes différentes de nodules. La première correspond à un début de tuméfaction diffuse molle et souple qui serait au niveau de la lamina propria superficielle et pourrait augmenter de volume à cause d'un usage vocal inadéquat. La seconde est plus importante et rigide, elle consiste à un épaissement focal et fibreux sur la corde vocale. La masse et la rigidité de la couverture du pli vocal sont augmentées et la configuration du plan glottique est déformée dessinant une forme de sablier. (Pedersen & al. 2020 ; Stemple & al. 2018).

#### ◇ Evolution :

Il s'agit d'un gonflement de taille variable, la lésion est tout d'abord caractérisée par une déformation du bord libre, qui va se transformer en ébauche(s) nodulaire(s), ensuite en nodule(s) débutant(s) et enfin en nodule.

#### ◇ Influence sur le comportement moteur vocal du patient :

Cette pathologie implique une augmentation de la masse cordale qui a pour conséquence une fermeture incomplète et des fuites glottiques. Elle est également caractérisée par une irrégularité dans le cycle vibratoire, une asymétrie de vibration et un défait d'ondulation de la muqueuse. (Finck 2008 ; Matar & Remacle 2018).

Et selon Guinchard et Schweizer 2016 « *la dysphonie est variable avec une diminution de l'étendue vocale dans les aigus et un timbre voilé et enrôlé* ». Un tableau récapitulatif (tableau 1) reprend les signes laryngés et les signes acoustiques de la lésion nodulaire par Dupessey et al (2004).

Signes laryngés	Signes acoustiques
Nodule entraînant une augmentation <b>modérée</b> de masse de la corde vocale.  Fréquence vibratoire abaissée	Le fondamental de la voix est <b>abaissé</b> : la voix est plus basse, moins modulée. Difficultés dans les <b>aigus</b> , avec <b>désonorisations</b> fréquentes.
Interposition du ou des nodules entre les deux cordes vocales entraînant une gêne à la <b>fermeture glottique</b> (glotte en sablier) et une <b>fuite d'air</b> .	Timbre vocal <b>voilé, soufflé</b> , notamment à l'attaque et à la terminaison du son ; si le sujet force pour fermer ses cordes, apparition d'une raucité.
Vibration du nodule avec la muqueuse mais <b>moindre souplesse</b> et parfois <b>irrégularités</b> .  Difficultés de <b>mise en vibration</b> du bord libre.	Sons <b>bitonaux</b>  <b>Désonorisations</b> , surtout en début et fin de rhèmes.

Tableau 1. : Récapitulatif des signes laryngés et acoustiques des lésions nodulaires de Dupessey et al. (2004) p.35.



## 2. Le kyste :

### ◇ Etiologie de la lésion :

Deux types de kystes sont distingués dans la littérature, le kyste muqueux et le kyste épidermoïde.

- Le kyste muqueux est la conséquence d'une obstruction du canal excréteur d'une glande « *tubulo-alvéolaire* » de la sous-muqueuse cordale. Ce type de lésion apparaît spontanément à cause de différentes facteurs (forçage vocal, inflammation ou infections des voies respiratoires supérieures). (Finck 2008 ; Pedersen & al 2020). (Voir figure 7)
- Le kyste épidermoïde, quant à lui, provient d'un malmenage vocal qui altère la muqueuse cordale. (Finck 2008) (Voir figure 8)

### ◇ Localisation et description de la lésion :

Le kyste muqueux est caractérisé par un gonflement sous l'épithélium des plis vocaux. Il contient du mucus entraînant une couleur jaunâtre. Le kyste se développe, dans un premier temps, à la face interne de la corde vocale. (Finck 2008 ; Pedersen & al, 2020).

Fréquemment, celui-ci peut se développer au milieu du pli vocal mais il est également possible qu'il se loge dans d'autres parties de la membrane. (Stemple & al, 2018) Les kystes de volume assez important peuvent engendrer une atrophie ou une ouverture brutale des couches de la lamina propria. (Dupessey & Coulombeau 2003 ; Finck 2008).



Figure 7 : Kyste muqueux  
(Bohlender, 2013, p.6)

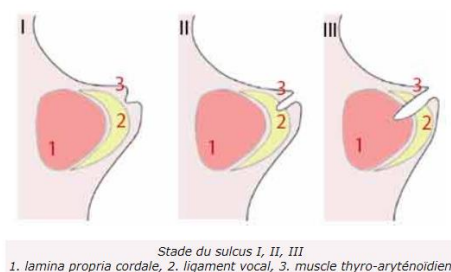
Le kyste épidermoïde est caractérisé par une masse blanchâtre comportant des petits vaisseaux dilatés sous la muqueuse. Ce kyste se loge sur la face supérieure de la corde vocale. Cette lésion crée un « bombement » au niveau du tiers moyen de la corde vocale. (Finck, 2008)



Figure 8 : Kyste épidermoïde  
(Bohlender, 2013, p.6)

#### ◇ Evolution :

Dans le cas où le kyste épidermoïde est diagnostiqué plus tardivement, on peut observer un sillon dans le pli qui donne lieu à « kyste ouvert ». Comme l'illustre la figure 9, l'ouverture peut être de plus en plus profonde dans la lamina propria jusqu'aux fibres musculaires du muscle vocal. Des inflammations ainsi que des phénomènes cicatriciels sont fréquemment observés. Enfin, en fonction du stade d'évolution du kyste, la lésion bénigne peut se transformer en d'autres pathologies vocales comme le sulcus, le pont muqueux ou encore la vergeture cordale. (Finck 2008).



(Figure 9) Aggravation du kyste  
(médecins des arts, n.d)

◇ Influence sur le comportement moteur vocal du patient :

La lésion amène une rigidité assez importante dans le pli, ce qui veut dire que la gêne fonctionnelle sera fonction de la taille de la masse. Le comportement moteur vocal du patient sera entravé par une ondulation inadéquate de la muqueuse à l'endroit du kyste, une diminution de l'amplitude vibratoire, une fermeture incomplète et parfois une rigidité complète. (Finck 2008 ; Pedersen & al, 2020).

La masse plus volumineuse du plan glottique diminue la souplesse et la fréquence vibratoire ce qui implique un niveau de pression sous glottique plus important pour initier la mise en vibration des plis vocaux (Pedersen et ses collaborateurs 2020). Le caractère rigide du pli conduit à une voix plus grave, rauque, et peu intonative. Il est également possible de retrouver des phénomènes de désonorisations. (Dupessey & Coulombeau 2003 ; Dupessey & al. 2004 ; Pedersen et ses collaborateurs 2020).

Un tableau récapitulatif reprend les signes laryngés et les signes acoustiques de la lésion kyste muqueux (tableau 2) et épidermique (tableau 3) par Dupessey et al. (2004).

Signes laryngés	Signes acoustiques
<b>Voussure</b> jaunâtre sous-cordale unilatérale.	
Augmentation de la <b>masse</b> de la corde vocale	Abaissement de la <b>tonalité</b>
Diminution de l' <b>amplitude vibratoire</b> .	<b>Intensité</b> plus faible
Parfois <b>rigidité</b> complète ou arrêts vibratoires.	<b>Désonorisations</b>
<b>Fermeture</b> glottique <b>incomplète</b>	Timbre <b>voilé</b> , parfois <b>éraillé</b>

Tableau 2. : Récapitulatif des signes laryngés et acoustiques du kyste muqueux de Dupessey et al. (2004) p.50.

Signes laryngés	Signes acoustiques
Kyste-sulcus : masse dans la corde vocale diminuant la <b>souplesse</b> et la <b>fréquence vibratoire</b> .	<b>Tonalité</b> basse.
<b>Rigidité</b> cordale et de la muqueuse, d'où la nécessité d'une <b>pression importante</b> pour la mise en vibration laryngée.	<b>Intensité</b> souvent forte, désonorisation régulière.
<b>Souplesse</b> cordale et muqueuse altérées, rupture de l' <b>ondulation</b> de la muqueuse, irrégularités vibratoires notamment à faible niveau de pression sonore.	<b>Timbre forcé, éraillé.</b>
<b>Fermeture</b> glottique souvent <b>incomplète</b>	Timbre <b>voilé</b>

Tableau 3 : Récapitulatif des signes laryngés et acoustiques du kyste épidermique de Dupessey et al. (2004) p.74

#### IV. La pression sous-glottique estimée :

##### A. Les différentes pressions au niveau laryngé :

Pour comprendre ces différentes pressions, nous pouvons reprendre le schéma décrit en début de cette partie théorique sur les différents étages du larynx. (Figure 10).

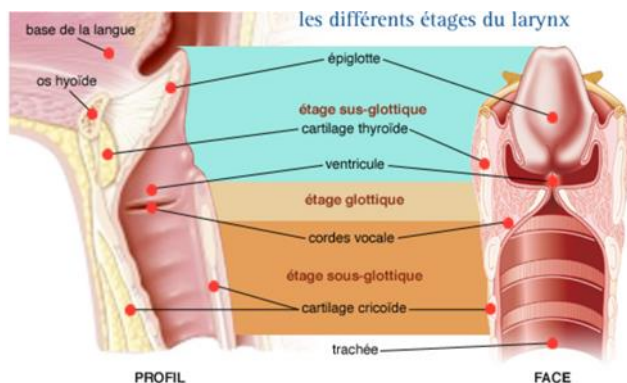


Figure 10 : Présentation des trois étages du larynx (ARGAGY, 2020)

##### 1. La pression supra-glottique - (PIO) :

Egalement appelée la pression intra-orale (PIO), elle correspond à la pression d'air située au-dessus du plan glottique (=les plis vocaux) et elle est en relation avec la pression atmosphérique lors de la phonation.

##### 2. La pression sous-glottique - (PSG-PSGE) :

L'air provenant des poumons s'accumule et exerce une pression contre la face interne des cordes vocales. Cette pression, appelée la pression sous-glottique, augmente et devient supérieure à la pression d'accolement des cordes vocales. A ce stade, la pression sous-glottique atteint le seuil phonatoire, permettant à l'air de passer à l'étage supra-glottique en faisant vibrer les plis vocaux.

##### 3. La pression sous-glottique minimum – (PTP) :

Définie par Titze (1988) (cité par Stemple & al, 2018) et également appelée « phonation threshold pressure (PTP) ». La pression sous-glottique est suffisante pour dépasser la résistance des plis vocaux et passer le « seuil phonatoire ». Il s'agit de la pression sous-glottique minimale afin d'initier la mise en vibration des plis vocaux. Cette mesure est un indicateur sur les capacités vibratoires ainsi que sur l'état structurel et fonctionnel du plan glottique.

## B. Distinction entre pression sous-glottique et pression sous-glottique estimée :

La **pression sous-glottique (PSG)** est récoltée par des méthodes de mesures aérodynamiques directes. Cela signifie que la mesure se réalise directement sous la glotte, ce qui implique un geste plus invasif pour le sujet. Différentes méthodes d'extraction comme la ponction trachéale ou le transducteur de pression miniature inséré par le nez ont été développées mais ne sont généralement pratiquées qu'en laboratoire.

La **pression sous-glottique estimée (PSGE)** correspond à une mesure aérodynamique indirecte car elle se base sur le système aérodynamique phonatoire, ce qui est moins invasif et plus facile d'utilisation. (Ketelslagers & al, 2006). En effet, la pression sous-glottique peut être estimée de manière non invasive en utilisant une méthode de mesure de la pression intra-orale que nous détaillerons plus tard. (Cf. mesures de la PSGE).

Bard et ses collaborateurs en 1992 cités par When-Husuan 2019, ont mis en évidence une bonne corrélation entre les valeurs obtenues de pression sous-glottique estimée et celle de ponction trachéale plus invasive. Löfqvist (1982) cité par Ketelslagers (2006) a montré que cette technique indirecte permet d'estimer de façon précise la pression sous-glottique ( $r = 0,92$ ).

## C. Apports de la pression sous-glottique estimée :

Plusieurs études ont pu démontrer l'importance des mesures aérodynamiques lors de l'évaluation vocale, particulièrement la mesure de la pression sous-glottique estimée. Celle-ci est réputée pour être très intéressante car elle donne des informations sur l'état du plan glottique par l'estimation des pressions d'air minimales pour initier la vibration des plis vocaux, appelé le « seuil phonatoire » (Mehta & Hillman 2008 ; Bohlender en 2013 ; Titze 1988 cité par Stemple & al 2018). La PSGE est un indice robuste de dysphonie, mais également un indice du forçage vocal (Giovanni & al 2000) que nous verrons dans le point suivant *des facteurs influençant la PSGE*.

Yiu et collaborateurs en 2004 ont étudié l'utilité de la mesure de la pression sous-glottique comme indicateur discriminant de la voix dysphonique chez 28 femmes dysphoniques et 28 femmes euphoniques. Les mesures aérodynamiques étaient récoltées sur base d'un logiciel (Kay Elemetrics Aerophone II modèle 6800) réparties sur trois tâches ; une production de

voyelles le plus longtemps possible, de succession de syllabes et une répétition de phrases. Ces auteurs ont souligné une haute prédictibilité à plus de 90% de diagnostic de la dysphonie par la PSGE, discriminant les patients dysphoniques et non dysphoniques. Les auteurs préconisent cinq prises de mesure pour augmenter la fiabilité de l'évaluation.

Enfin, selon Pillot-Loiseau (2011) les paramètres aérodynamiques associés à l'évaluation acoustique permettent de mesurer le rendement laryngé. Cette association a également pour intérêt d'objectiver précisément la présence de fuite glottique en phonation lorsque l'accolement cordal est incomplet dû à la présence de masse cordale plus importante (cf. nodule ou de kyste par exemple).

Titze (1988) et Mürbe et Mattheus (2020) complètent le propos en disant que la mesure de la pression sous-glottique à un plus faible niveau de pression sonore, plus exactement au seuil phonatoire, s'est avérée utile dans l'évaluation de la voix pathologique. Si celle-ci augmente, cela démontre la présence de forçage vocal ou encore d'une altération du plan glottique. Ketelslagers & collaborateurs en 2006 vont également dans le sens que la mesure de la PSGE sert d'indicateur de forçage et donc signale la présence d'une dysphonie. Néanmoins, dans leur étude, sur base de cette mesure, ils n'ont pas pu différencier les groupes de pathologies entre eux.

#### **D. Facteurs influençant la PSGE :**

##### **1. La fréquence :**

La fréquence est le nombre de cycles vibratoires par seconde. Elle se mesure en hertz et permet la distinction des sons graves et des sons aigus. (Rossetto, s.d.)

La pression sous-glottique joue un rôle important dans le réglage de la fréquence. Elle est sous-tendue par la variation de la masse cordale et la variation de tension présente. L'élévation de la fréquence est un indicateur discriminant entre les patients dysphoniques et les personnes euphoniques car un plan glottique structurellement sain est nécessaire pour atteindre les sons aigus. (Giovanni & al 2000).

## 2. Le niveau de pression sonore :

Le niveau de pression sonore (NPS) d'un son correspond à l'amplitude de l'onde sonore. Elle s'exprime en décibel (dB) et permet la distinction entre un son fort et un son faible. (Rossetto, s.d.)

Le réglage du niveau de pression sonore correspond « *à la combinaison des réglages du gradient de pression transglottique, de la géométrie glottique, de la force d'adduction et de la vitesse de contact des cordes vocales, et de la géométrie du tractus vocal dans son ensemble.* » Giovanni et ses collaborateurs 2014 (p.10).

La pression transglottique fait référence à la force de l'air qui passe à travers le plan glottique. En effet, nous pouvons observer que lorsque l'on met plus d'air sous nos plis vocaux, notre voix est plus puissante. D'après Mürbe & Mattheus (2020), la pression sous-glottique est liée et augmente avec l'élévation du niveau de pression sonore. Selon Finck (2008), le NPS s'élève de 6dB lorsque la pression sous-glottique double.

Holmberg et collaborateurs en 1988 se sont intéressés à cette relation entre le niveau de pression sonore et les mesures de la PSGE. Cette étude est peu récente mais intéressante puisqu'ils étudient cette relation entre l'évolution de la voix faible à la voix conversationnelle puis à la voix forte. Leurs participants devaient répéter la syllabe /pae/ sur ces trois niveaux de pression sonore. Dans les études, ils observent que l'élévation du niveau de pression sonore n'est pas homogène à l'élévation de la PSGE selon les trois tâches. Les auteurs expliquent cette observation par le fait que la production d'une voix de plus en plus forte ne résulte pas seulement d'une augmentation de la PSGE mais également des ajustements des plis vocaux.

La relation entre la pression sous-glottique et le niveau de pression sonore est donc pertinente pour l'étude du fonctionnement vocal avec un intérêt particulier pour l'étude des pathologies vocales selon Holmberg (1988).

Une géométrie glottique signifie une souplesse adéquate de la couverture cordale ainsi qu'une bonne qualité de l'accolement des plis vocaux. En effet, le niveau de pression sonore correspond à l'amplitude de la muqueuse cordale. Dans le cas où l'ondulation de la muqueuse est plus importante, le NPS de la voix sera plus fort. Cependant, lorsque celle-ci est entravée par manque de souplesse, ce qui est retrouvé dans le cas de rigidité partielle ou complète du pli vocal, une perte de puissance sera observée.



Bernardoni Henrich, (2014) explique qu'un patient étant en difficulté de puissance vocale rentre dans le cadre d'une dysphonie. Les valeurs de NPS faible sont les plus discriminantes car les patients dysphoniques ont toujours besoin d'une pression sous glottique plus élevée que les sujets euphoniques pour initier la vibration des plis vocaux. Cette observation serait due à une rigidité plus importante provenant de lésions des plis vocaux ou alors de tension inadéquate. (Giovanni & al, 2000)

### **3. L'état des plis vocaux :**

Lorsque la force de la pression sous-glottique dépasse la résistance des plis vocaux, ceux-ci s'écartent et le flux d'air enclenche la mise en vibration. Néanmoins, les caractéristiques des plis vocaux jouent un rôle important dans ce bon fonctionnement physiologique. Il faut tenir compte de la viscosité des tissus, de la tension nécessaire de la fermeture glottique qui modifieront la force nécessaire de la PSG pour la phonation. (Stemple & al, 2018).

Titze (1988) (cité par Stemple & al, 2018) s'est intéressé à la relation entre le seuil phonatoire (PTP) et les propriétés du plan glottique. Il met en évidence que le seuil phonatoire (PTP) peut être affecté par l'espace glottique, l'épaisseur des plis vocaux, la qualité de la couverture cordale et l'amplitude de la muqueuse lors de la vibration cordale. Ces perturbations peuvent engendrer une augmentation de la pression sous-glottique lors du cycle vibratoire. (Peri-Fontaa, 2020)

### **4. L'usage vocal :**

#### **◇ Définition :**

Anciennement appelée « *la charge vocale* », Morsomme & Remacle (2013) p.86 la définissent comme « *une quantité d'utilisation de la voix par unité de temps. Elle est fonction de la durée de phonation, de la fréquence fondamentale et du niveau de pression sonore de la voix* ».

Il est possible qu'un individu soit amené à augmenter l'énergie ventilatoire et musculaire pour prendre la parole sans que cela soit pathologique. Dans la situation où le NPS et la durée de la phonation sont supérieurs à la production habituelle de l'individu, il s'agit d'un effort vocal. Le forçage vocal est la conséquence de l'effort vocal à long terme. (Peri-Fontaa, 2020)

Il peut être défini comme « *un comportement vocal adopté pour faire face à une situation ponctuelle ou durable, provoquant des conséquences pathologiques pour la voix. [...] il peut alors être à l'origine d'une dysphonie, avec ou sans développement de lésions des cordes vocales* » Peri-Fontaa (2020, p.120).

◇ Le forçage vocal et la pression sous-glottique :

En cas de baisse de rendement vocal, une réaction fréquente sera de serrer plus intensément les plis vocaux entre eux, impliquant une augmentation de la raideur et une tension inadéquate. Dans le cas où il y a déjà un contexte de serrage au niveau du plan glottique, la pression sous-glottique devra s'élever de manière plus importante afin de passer au niveau sus-glottique. En effet, la pression sous-glottique est liée à la résistance de différents facteurs des plis vocaux (la viscosité, la raideur et la masse de la partie vibrante du pli vocal) qui sera augmentée par l'existence de lésion ou la présence de tension (Giovanni & al, 2014).

Les séquences de microtraumatismes entre les plis vocaux deviennent de plus en plus fréquentes favorisant l'apparition de lésions organiques. Selon Giovanni en 2000, une élévation de la pression sous-glottique estimée provient de l'augmentation de la résistance laryngée. L'auteur a étudié l'intérêt de cette mesure pour différencier les sujets contrôles et les sujets présentant une dysphonie chez des femmes. Le résultat de cette étude montre que la pression sous-glottique est toujours plus élevée chez les sujets dysphoniques par rapport aux sujets contrôles, ce qui est bien un indice de forçage vocal. (Giovanni 2000 ; Pillot-Loiseau 2011).

### E. Mesures de la PSGE :

La mesure de la pression sous-glottique estimée est non invasive, utilisant une méthode de mesure de la pression intra-orale.

Pour réaliser cela, les évaluateurs utilisent le dispositif « *Phonatory Aerodynamic System* » modèle 6600 de la firme Kay Pentax (référence : KayPENTAX Corps, Lincoln Park, NJ). Ce logiciel permet de capturer et d'afficher les données aérodynamiques phonatoires sur un ordinateur. Il fournit les mesures en temps réel du niveau de pression sonore, de la PSGE, du débit d'air et de la fréquence fondamentale. (Zraick, 2012).



*Figure 11 : Illustration du logiciel et de la position adéquate du participant avec le masque (AIM technologies, 2022)*



*Figure 12 : Présentation du masque relié au logiciel (Pentax médical (n.d))*

Le dispositif comprend un masque facial à placer autour du nez et de la bouche du patient (figures 11 et 12). A l'intérieur de ce masque, un petit tube en PVC relié par un capteur de pression est à placer sur la langue du patient afin d'enregistrer la pression intra-orale. (Pentax médical, 2022). Le capteur n'est pas en contact avec la pression atmosphérique puisque l'espace buccal est fermé par l'occlusion labiale. (Stemple & al, 2018).

Tout comme l'évaluation acoustique, les mesures sont enregistrées lors d'une tâche de parole standardisée. Selon les protocoles du dispositif, le patient doit répéter une suite de syllabes comportant la consonne /p/ à un niveau de pression sonore confortable pour lui. (Pentax médical, 2022)

La pression sous-glottique est estimée par la répétition de syllabe comportant une voyelle et une consonne non voisée. Pendant la production de la voyelle, les plis vocaux sont en vibration et les lèvres sont entrouvertes. A ce moment-là, et la pression intra-orale (PIO) est égale à la pression atmosphérique.

Lorsque le patient amorce le phonème sourd explosif /p/, les lèvres sont fermées et les plis vocaux sont écartés, la pression sous-glottique (PSG) et la pression intra-orale (PIO) sont égales (Ketelslagers & al, 2006). La figure 13 ci-dessous illustre bien l'explication physiologique de la tâche demandée aux patients.

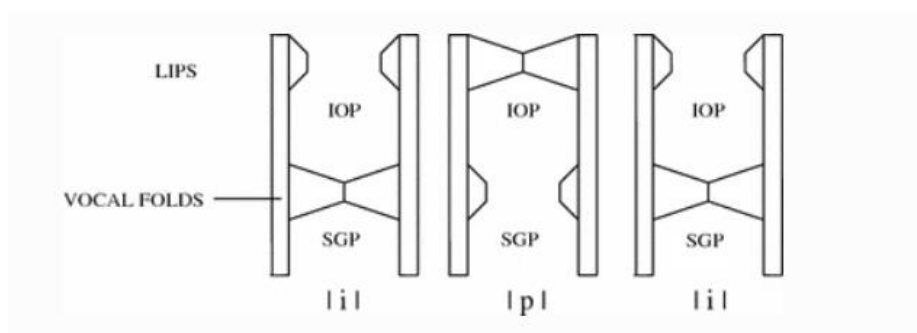


Figure 13 : Illustration de l'estimation de la pression sous-glottique grâce à la mesure de la pression intra-orale (Ketelslagers & al, 2006 p.512).

Au sein de la littérature, les chercheurs utilisent principalement la consonne explosive et non voisée /p/. Néanmoins, le choix de la voyelle diffère d'une étude à l'autre, cela varie entre le /a/ (Wen-Hsuan & al 2019 ; Zraick & al 2012) et le /i/ (Stemple & al. 2018 ; Ketelslagers & al 2006 ; Giovanni et al. 2000).

## 1. Valeurs de références de la PSGE :

Sur base de la littérature, nous avons rassemblé des valeurs de références des mesures de la pression sous-glottique estimée chez des personnes euphoniques et dysphoniques. Les données sont les suivantes :

### ◇ Données normatives chez le sujet euphonique :

#### ❖ *Zraick & al (2012) :*

Cette étude a été réalisée chez 78 sujets âgés de 18 à 39 ans, 41 sujets de 40 à 59 ans et 38 sujets de plus de 60 ans présentés en annexe 1. Ces sujets ont été évalués par le même dispositif du CHU (« Phonatory Aerodynamic System » modèle 6600) ce qui est intéressant pour notre étude.

#### ❖ *Holmberg & al. (1988) :*

Cette étude a permis de récolter des mesures de la PSGE selon trois niveaux de pression sonore réalisée chez 20 femmes et 25 hommes en annexe 1.

#### ❖ *Giovanni & al (2014):*

Ces auteurs indiquent que des valeurs de référence chez des sujets euphoniques sont comprises entre 2 à 4 hPa pour le seuil de pression phonatoire et la pression sous-glottique est de 7hPa en voix conversationnelle. En cas de pathologies sur les plis vocaux, les valeurs de PSGE augmentent, ce qui est un bon indicateur du degré de forçage vocal.

#### ❖ *Pillot-Loiseau, C. (2011) :*

Ces auteurs obtiennent ces données et tiennent compte de la résistance glottique qui représente le rendement laryngé. « *Si la résistance glottique est élevée, cela signifie la présence d'une importante compression médiane des tissus glottiques* » (Pillot-Loiseau 2011, p.36). Les données sont en annexe 1.

### ❖ Données récoltées chez les sujets dysphoniques :

Nous avons également relevé quelques études sur les données récoltées dans le cas de pathologies vocales qui nous intéressent, à savoir la dysphonie fonctionnelle, le kyste et le nodule en annexe 2.

## **Partie pratique :**

### **I. Objectifs de l'étude, hypothèses et méthodologie :**

#### **A. Objectifs et hypothèses :**

L'objectif de la présente étude *est de préciser la pose du diagnostic de différentes pathologies vocales à l'aide de la mesure de la pression sous-glottique estimée utilisée comme indice de forçage vocal*. Nous allons nous concentrer principalement sur les pathologies de type nodulaire et kystique car celles-ci sont parfois sources de confusion en clinique alors que les prises en charge qui en découlent sont distinctes.

Notre question de départ est la suivante : *La mesure de la pression sous-glottique estimée peut-elle aider à la pose du diagnostic et à la prise en charge adaptée dans les cas de lésions kystiques et nodulaires ?*

Dans ce mémoire, nous analysons le lien entre la mesure de la pression sous-glottique estimée du patient dysphonique et le type de pathologie vocale tout en tenant compte de différents facteurs ; les niveaux de pression sonore, l'âge, l'évaluation perceptive (GRBAS) et l'auto-évaluation (VHI). Sur base de la littérature que nous avons abordée dans la première partie de ce travail, nous avons émis cinq hypothèses.

## 1. Hypothèse 1 :

*Nous pensons que la pression sous-glottique sera plus élevée chez les sujets présentant une lésion bénigne (kyste et nodule(s)) par rapport à des sujets comportant un plan glottique sans lésion structurelle (dysphonie fonctionnelle).*

Selon Chareix en 2013 dans son mémoire réalisé à l'université de Liège, l'élévation de la pression sous-glottique ne serait pas directement liée à la sévérité de la dysphonie mais plutôt à la densité du plan glottique. En effet le groupe de lésions bénignes influence la masse et le volume des plis vocaux nécessitant plus de pression pour leur mise en vibration. Comme nous l'avons cité dans la théorie, la vibration est dépendante de plusieurs facteurs notamment ; « *de la raideur, de la viscosité et de la masse de la partie vibrante de la corde vocale* » (Giovanni & al, 2014 p.11). Si l'un de ces facteurs est affecté par la présence d'une pathologie organique, des altérations du fonctionnement glottique peuvent être observées ; la vibration sera perturbée voire impossible, l'ondulation de la muqueuse entravée ainsi qu'une qualité de la couverture cordale atteinte par la rigidité de la lésion. Le patient sera amené à adopter un autre comportement moteur vocal pour dépasser la résistance glottique plus élevée.

Notre premier groupe est composé de participantes porteuses de kyste. La densité de cette lésion peut occasionner une certaine rigidité cordale et inviter le locuteur à produire une PSGE plus importante pour la mise en vibration des plis vocaux. Le deuxième groupe est composé de participantes souffrant de nodule(s). Leur configuration glottique en sablier génère un défaut de fermeture exigeant probablement plus de pression et de tension pour compenser les fuites glottiques.

De plus, selon les mesures trouvées dans la littérature, les valeurs de référence de la PSGE des participants présentant une dysphonie fonctionnelle se rapprochent des participants euphoniques contrairement aux pathologies organiques. Ces résultats sont notamment retrouvés dans les études de Yu & collaborateurs (2006) et de Dastoflo & collaborateurs (2016). Nous répondrons à cette hypothèse en comparant nos données avec celles de la littérature. Autrement dit, les données issues de la littérature formeront en quelque sorte notre groupe contrôle. Nous ajouterons une comparaison entre nos deux groupes de pathologies organiques et fonctionnelles.

## 2. Hypothèse 2 :

*Une différence dans les mesures de pression sous-glottique sera observée en fonction du type de lésion. Nous supposons qu'une lésion kystique amènera une pression sous-glottique plus importante qu'une lésion nodulaire.*

Comme pour la première hypothèse, nous pensons que la variation de densité de la lésion sur le plan glottique peut faire varier la pression sous-glottique afin d'arriver à la mise en vibration cordale. Pour cette hypothèse, nous distinguons les lésions organiques pouvant modifier la densité des plis vocaux.

Nous émettons comme hypothèse que le kyste nécessite plus de pression sous les plis vocaux car cette lésion amène une rigidité rendant le maintien de la vibration cordale difficile voire impossible dans certains cas. Le nodule est plus souvent de nature souple et se situe au niveau du tiers moyen et du tiers antérieur du bord libre du pli vocal. (Stemple & al. 2018 ; Dupessey et al. 2004). De plus, selon le stade du kyste, le ligament vocal peut être lésé, la lésion peut donc s'avérer plus importante impliquant des phénomènes inflammatoires et cicatriciels amenant encore plus de rigidité dans le pli vocal.



### 3. Hypothèse 3 :

Lors de la récolte des mesures de PSGE, la participante doit réaliser la tâche demandée en respectant trois niveaux de pression sonore ; en voix conversationnelle (voix confortable pour le patient), en voix projetée (voix forte et non criée) et en voix faible (au niveau du seuil phonatoire). Selon ces trois conditions, nous pensons que :

*Pour les participantes porteuses d'une dysphonie organique ou fonctionnelle, les valeurs de PSGE seront plus élevées dans les modalités voix faible et projetée en comparaison à la modalité voix conversationnelle.*

Comme nous l'avons vu dans la partie théorique, le niveau de pression sonore de la voix dépend à la fois de la position des plis vocaux, de la juste tension cordale ainsi que de la souplesse de la couverture cordale. La pression sous-glottique est également en relation étroite avec le niveau de pression sonore de la voix. Selon plusieurs auteurs, il est intéressant par exemple de tenir compte des paramètres acoustiques de la voix, notamment du niveau de pression sonore pour comprendre le comportement moteur vocal des patients. (Holmberg & al, 1988 ; Giovanni 2000 ; When-Husuan 2019)

En effet, varier le volume de la voix demande un ajustement des plis vocaux et donc une réponse adéquate à la pression d'air. Dans le cas d'une lésion organique impliquant une masse sur les plis vocaux, l'amplitude vibratoire est moins bonne et est entravée par la rigidité qu'entraîne la lésion. Le patient peut alors éprouver des difficultés à produire des sons à niveau de pression sonore élevé ou faible (seuil phonatoire). Aussi, le seuil phonatoire est un indice discriminant chez les sujets dysphoniques car cette modalité nécessite plus de pression sous les plis vocaux afin d'initier la vibration cordale (Giovanni, 2000).

◇ *Pour les participantes porteuses d'un kyste, nous pensons qu'il n'y aura pas de réelle distinction entre les niveaux de pression sonore.*

Qu'elle soit faible, forte ou conversationnelle, le porteur de kyste ajuste quasiment sa pression de la même manière tant le plan glottique est rigide. Cette rigidité entrave l'élongation ainsi que l'ondulation de la muqueuse. Elle limite non seulement l'amplitude vibratoire nécessaire à la production de sons forts mais également empêche la production de sons au seuil phonatoire. Les variations de niveau de pression sonore restent difficiles voire impossibles à cause de l'amplitude vibratoire limitée.

- ◇ *Pour les participantes porteuses de nodule(s), nous pensons que la pression sous-glottique sera plus élevée pour la production à NPS faible et fort.*

En effet, on peut observer une asymétrie de vibration à l'initiation ainsi qu'un défaut d'accolement (glotte en sablier). Ces fuites d'air provoquent des phénomènes de désonorisations en début et en fin de phrases (Dupessey et al. 2004)

- ◇ *Pour les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle, les tâches produites à niveaux de pression sonore fort et faible peuvent être difficiles et demander plus de pression sous-glottique.*

Cela peut s'expliquer par plus de tension au niveau des plis vocaux ainsi qu'une amplitude vibratoire réduite et irrégulière selon Zehnhoff-Dinnesen & al (2020). Néanmoins, la difficulté d'ajustement des niveaux de PSGE est moindre que dans les deux pathologies organiques présentées avant.

#### 4. Hypothèse 4 :

Pour l'évaluation subjective de la voix réalisée par le patient,

*Nous supposons que les valeurs de PSGE seront corrélées positivement au score du VHI. Autrement dit, plus les scores de PSGE seront importants, plus les scores au VHI le seront également.*

Selon Giovanni (2000), la mesure de la PSGE est considérée comme un indice de forçage vocal. Lorsque que les sujets éprouvent des difficultés pour sonoriser, ils vont avoir tendance à forcer pour faciliter le passage de l'air provenant des poumons à travers les plis vocaux. Le patient présentant cette situation est en état de tension et de forçage, cette attitude à long terme mène bien souvent à un épuisement vocal. Aussi, il ne serait pas étonnant que l'auto-évaluation de l'impact de la dysphonie sur la qualité de vie du patient soit déficitaire.

En effet, en 2020, Ruel et Thibeault étudient le lien entre la sensation « d'effort vocal » et le score pathologique du VHI chez des participants présentant un dysfonctionnement au niveau du plan glottique. Dans leur étude, ils observent que les participants se plaignant principalement de fatigue vocale avaient un score VHI plus pathologique que ceux exprimant seulement une plainte au niveau de la qualité vocale. De plus, Ruel et Thibeault ont remarqué que ces mêmes participants présentaient un dysfonctionnement au niveau du plan glottique. Néanmoins, ils n'ont pas pu mettre en avant de différence significative entre chaque groupe de pathologies.

En tenant compte de la physiologie de chaque pathologie étudiée, nous pensons que *le score sera plus élevé chez les participantes porteuses de kyste, moyennement important chez les porteuses de nodule(s) et enfin moins important chez les participantes avec une dysphonie fonctionnelle.*

Nous nous sommes intéressée au lien existant entre les scores obtenus à la PSGE en fonction des trois tâches demandées et le score global du VHI total.

## 5. Hypothèse 5 :

Enfin, pour l'évaluation perceptive réalisée par le thérapeute, nous émettons l'hypothèse suivante :

*Les valeurs de la pression sous-glottique estimée seront corrélées positivement au score de la GRB de la GRBAS d'Hirano (1981).*

Dans ce travail, nous désirons nous concentrer sur les trois premières composantes, à savoir le grade de sévérité de la pathologie (G), le degré de raucité (R) et enfin le souffle (B). Nous voulons savoir s'il y a une relation entre les mesures perceptives de chaque critère et les mesures de la pression sous-glottique corroborant l'étude récente de Fujiki et Thibeault en 2021.

Pour les composantes **G** et **R** nous émettons l'hypothèse que la cotation par l'examineur attribuera un degré de sévérité plus important pour le kyste par rapport au(x) nodule(s) et certainement à la dysphonie fonctionnelle. Cela peut s'expliquer par le fait que le kyste est la pathologie organique qui amène le plus de rigidité au niveau du plan glottique. Cette rigidité a pour conséquence une diminution et une irrégularité dans la vibration cordale. De plus, l'ondulation de la muqueuse ainsi que sa souplesse sont atteintes par le poids et la raideur de la lésion. Cette asymétrie de vibration renvoie à la raucité perçue dans la voix, à une altération de la qualité vocale du critère **R** (raucité) chez les patients porteurs de kyste.

Néanmoins, pour le composant **B** (souffle), nous pensons que la cotation sera plus déficitaire dans le cas de nodule(s) responsable(s) de fuites glottiques laissant une sensation de voix soufflée (Dupessey et al. 2004) puis dans le cas de dysphonie fonctionnelle et enfin le kyste.

## B. Méthodologie :

### 1. Récolte de données :

#### ◇ Echantillon de l'étude :

Pour la réalisation de cette étude, nous avons utilisé une base de données anonymisée provenant des consultations phoniatriques réalisées au CHU de Liège entre 2009 et 2019. Il s'agit de données provenant de bilans vocaux effectués chez des adultes se présentant en consultation avec une plainte vocale. L'évaluation débute par une vidéostroboscopie par l'ORL pour observer l'état des plis vocaux et poser le diagnostic. Ensuite, pour confirmer le diagnostic, le bilan repose sur les évaluations détaillées dans notre partie théorique, à savoir ; une évaluation perceptive (auto-évaluation et évaluation de l'examineur), une évaluation acoustique et aérodynamique. Nous allons étudier les lésions kystiques et nodulaires, comparées aux dysphonies fonctionnelles. Nous avons choisi un troisième groupe qui présente un plan glottique structurellement sain.

Après la sélection des données que nous détaillerons dans le point suivant, 130 femmes ont reprises pour notre étude. Voici la répartition des groupes en fonction des pathologies étudiées au tableau 4 ci-dessous :

Groupes	Tranches d'âge			
	18-39 ans	40-59 ans	60-80 ans	TOTAL
<b>Dysphonie fonctionnelle</b> (Âge moyen : 48 ans)	7	13	6	26
<b>Kyste</b> (Âge moyen : 44 ans)	16	13	8	37
<b>Nodule</b> (Âge moyen : 35 ans)	51	14	2	67
<b>TOTAL</b>				<b>N =130</b>

Tableau 4 : Répartition du nombre de participantes par pathologies étudiées et par tranche d'âge.

#### ◇ Matériel utilisé :

La récolte des données a été effectuée par l'équipe phoniatrique composée d'un ORL et de logopèdes spécialisées en voix au CHU. Pour permettre l'acquisition de données fiables et reproductibles, les mesures aérodynamiques ont été récoltées par le dispositif « *Phonatory Aerodynamic System* » modèle 6600 de la firme Kay Pentax (référence : KayPENTAX Corps, Lincoln Park, NJ) décrit dans notre partie théorique. Pour les évaluations perceptives, les examinateurs ont eu recours aux échelles de la GRBAS et du VHI.

◇ Tâches et conditions de l'évaluation :

Pour la récolte des mesures de la PSGE, les logopèdes ont demandé aux participantes de répéter trois fois la chaîne de syllabes « ipipi » respectant un rythme d'une séquence par seconde et à trois niveaux de pression sonore différents ;

- En voix conversationnelle, amenant le patient à un niveau de pression sonore confortable pour lui.
- En voix faible, un niveau de pression sonore le plus faible possible recherchant le seuil phonatoire, par définition la source d'air minimale afin d'initier la mise en vibration. Le clinicien précise qu'il s'agit d'une voix de faible niveau de pression sonore et non d'une voix chuchotée.
- En voix forte, qui correspond à un niveau de pression sonore fort sans pour autant produire une voix criée.

Ce type de passation diffère sur quelques points de ce que nous avons détaillé dans la partie théorique concernant la mesure de la PSGE observée dans la littérature. Aussi, à la fin de notre travail, nous discuterons de l'intérêt des trois niveaux de pression sonore que nous ne retrouvons pas dans la littérature en général.

Nous avons obtenu l'accord du comité d'éthique de la Faculté de psychologie, logopédie et sciences de l'éducation pour réaliser cette étude. Toutes les données sont anonymisées et sécurisées.

## 2. Sélection des données :

Afin d'arriver à un échantillon conforme à notre étude, nous avons d'abord effectué une sélection des participants dans la base de données fournie par le CHU. La base de données comprend 4029 données au départ. Elles sont disponibles sous format Excel, facilitant l'utilisation de filtres afin d'affiner au mieux possible notre échantillon en fonction de nos hypothèses.

### ◇ Les variables étudiées :

Les variables émanant de l'évaluation vocale de chaque participante que nous avons choisi d'étudier sont les suivantes :

Données anamnestiques	Consultation ORL
<ul style="list-style-type: none"><li>– Matricule</li><li>– Âge</li><li>– Genre</li><li>– Motif de la consultation</li><li>– Profession</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Diagnostic</li></ul>

Évaluation perceptive	
Evaluation perceptive (GRBAS-I)	Auto-évaluation
<ul style="list-style-type: none"><li>- G (grade général de la dysphonie)</li><li>- R (raucité)</li><li>- B (souffle)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- VHI total</li></ul>

Évaluation acoustique et aérodynamique	
Evaluation acoustique	Evaluation aérodynamique
<ul style="list-style-type: none"><li>– Niveau de pression sonore minimale (dB)</li><li>– Niveau de pression sonore maximale (dB)</li><li>– Niveau de pression sonore conversationnelle (dB)</li><li>– Fréquence fondamentale (Hz)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– PSGE minimale (cmH<sub>2</sub>O)</li><li>– PSGE maximale (cmH<sub>2</sub>O)</li><li>– Temps maximum phonatoire (seconde)</li></ul>

◇ Nos critères d'inclusion :

Les différents critères d'inclusion sont les suivants :

- Les participantes de notre étude devaient consulter pour des *troubles de la voix*, autrement dit, pour une dysphonie. Nous avons écarté les sujets consultant pour une féminisation vocale ainsi que pour des troubles de la voix chantée puisque que le comportement moteur vocal est différent du profil étudié. En effet, lors d'une féminisation vocale, le comportement moteur vocal est travaillé pour obtenir une voix féminine. Le clinicien invite principalement le patient à modifier sa position laryngée. Les chanteurs quant à eux, s'ils éprouvent des difficultés vocales, en présentent beaucoup moins en voix parlée. De plus, l'exercice de leur art entraîne le larynx dans des mouvements plus complexes que celui du sujet lambda.
- Notre étude se limite à la population adulte, l'*âge de nos participantes devait être compris entre 18 et 80 ans*. Les enfants et les adultes âgés de plus de 80 ans étaient trop peu nombreux que pour pouvoir les considérer dans notre étude.
- Les participantes de notre échantillon devaient présenter une des pathologies étudiées dans ce travail, à savoir être porteur de nodule(s) ou de kyste ou encore d'une dysphonie fonctionnelle. Le diagnostic posé devait être clair et sans ambiguïté.
- Enfin, les données récoltées devaient correspondre à *une première évaluation de la voix du sujet*. Nous avons donc éliminé les données récoltées dans le cas de bilan d'évolution ou après une opération. Ce critère est très important à prendre en compte puisqu'il s'agit de plusieurs données sur un même patient vu à différents moments et ayant un comportement moteur vocal modifié.



◇ Nos critères d'exclusion :

Nous allons maintenant décrire les critères d'exclusion pour cette étude. Notre volonté était d'affiner le plus drastiquement possible notre échantillon. Nous avons également souhaité que le nombre par groupe de pathologies soit de plus ou moins 30 participants afin de ne pas affaiblir la puissance statistique. L'organigramme repris à l'annexe 3, illustre notre démarche.

Le point de départ de notre tri (**Sélection I**) correspond aux trois pathologies étudiées dans ce travail ; les dysphonies fonctionnelles, les kystes et les nodules.

Après la suppression des données incomplètes, un deuxième tri (**Sélection II**) a été effectué sur les doubles diagnostics (par exemple un œdème de Reinke accompagné d'un nodule, un nodule associé à un kyste...) et les autres pathologies vocales non étudiées (œdème de Reinke, vergeture, sulcus, paralysie...). Nous avons également supprimé les kystes aryénoïdiens et vestibulaires car ceux-ci ne sont pas directement situés sur le plan glottique, ne perturbant pas les plis vocaux. Les dysphonies spasmodiques et psychogènes ont également été supprimées puisque la première provient d'une atteinte neurologique et que l'autre, encore discutée à l'heure actuelle, trouve une origine psychologique. Enfin, pour ce deuxième tri, nous avons décidé de ne pas tenir compte des sujets souffrant de problèmes thyroïdiens, ce cas de figure ne répondant pas à notre question de recherche.

Ensuite, pour le troisième tri (**Sélection III**), nous avons décidé de ne pas tenir compte des sujets ayant déjà bénéficié d'un suivi logopédique ou chirurgical (cf. critère d'inclusion).

Pour le quatrième tri (**Sélection IV**), nous nous sommes concentrée sur la précision du diagnostic établi par l'ORL pour les pathologies étudiées. Toutes données qui manquaient de précisions ou présentaient des ambiguïtés ont été écartées. Dans le cas des kystes, nous avons décidé de ne pas tenir compte des diagnostics de kystes ouverts puisque cette lésion se rapproche du sulcus voire de la vergeture, ce qui risque de modifier fortement les données aérodynamiques étudiées. Ensuite, les stades qui précèdent l'état du nodule ont été supprimés, comprenant les déformations du bord libre, les ébauches nodulaires et les pseudo-kystes, de même toute suspicion de kyste et de nodule.

En plus de cette précision au niveau du diagnostic, nous nous sommes concentrée sur quelques facteurs individuels, notamment la plainte de reflux gastro-oesophagien (RGO). En effet, il est possible que le reflux induise une inflammation de la muqueuse laryngée pouvant modifier les mesures étudiées.

Lechien & al en 2019 ont étudié les changements des paramètres vocaux perceptifs, aérodynamiques et acoustiques chez des participants souffrant de reflux comparés à des participants contrôles ne présentant pas cette plainte. Ces auteurs soutiennent que le reflux gastro-œsophagien amène à une détérioration de la qualité vocale. Néanmoins, ces auteurs soulignent qu'aucun lien significatif entre le RGO et les troubles de la voix n'a été établi à ce jour. Pour éviter tout biais éventuel en lien avec le RGO, nous avons préféré ne pas tenir compte des sujets présentant ce type de plainte.

Enfin, en tenant compte de nos critères d'inclusion, nous avons supprimé les sujets consultant pour des troubles de la voix chantée puisque leur comportement moteur vocal serait sensiblement différent du sujet étudié ainsi que les sujets plus jeunes que 18 ans et plus âgés que 80 ans (cf. critères d'inclusion).

Un cinquième tri (**Sélection V**) a été appliqué en lien avec le genre. Le nombre d'homme était trop faible (N = 13) par rapport à celui des femmes (N = 148). Remacle et ses collaborateurs en 2017 ont étudié cette disparité entre les hommes et les femmes en consultation phoniatrique. D'après eux, cela peut s'expliquer par le fait que les pathologies étudiées sont fréquemment observées dans des milieux professionnels dont l'usage vocal est plus important, notamment dans l'enseignement qui est, dans la majorité des cas, un milieu plus occupé par des femmes. Les auteurs montrent également que les femmes recherchent plus volontiers des soins pour leur voix que les hommes. Et enfin, une explication plus anatomique serait que les femmes présentent des facteurs hormonaux ainsi qu'une fréquence fondamentale plus élevée générant un nombre de collisions entre les plis vocaux plus importants pouvant conduire à un usage vocal plus intensif.

Enfin, le dernier tri (**Sélection VI**) a consisté à écarter les dysphonies hypofonctionnelles de notre échantillon. En effet, le comportement moteur vocal est très différent voire opposé aux dysphonies hyperfonctionnelles, qui elles, sont dans un état de tension plus important et nécessitent une pression sous-glottique plus importante pour la mise en vibration cordale. Malgré un groupe de participants légèrement plus faible pour ce type de trouble, nous avons décidé d'éliminer les dysphonies hypofonctionnelles.

### 3. Le traitement statistique :

Pour la réalisation de ce travail, les analyses statistiques nécessaires pour répondre à nos cinq hypothèses ont été réalisées à l'aide du logiciel jamovi 2.2.5.

Afin de pouvoir appliquer les traitements statistiques appropriés, la normalité des variances a été testée en premier.

→ Pour ce faire, on a appliqué le test de Shapiro-Wilk, en plus d'une analyse des indices d'aplatissement et d'asymétrie. La majorité des variables n'étaient pas distribuées normalement. Nous avons opté pour des tests non-paramétriques.

Nous avons vérifié que la moyenne de la PSGE de chacun de nos groupes de participantes dysphoniques soit significativement supérieure aux normes des participants euphoniques. Certaines valeurs de référence de la littérature décrites dans la partie théorique ont servi de références pour le groupe contrôle en tenant compte des différents niveaux de pression sonore.

→ Les valeurs de Zraick & al. (2012) ont été comparées à notre échantillon pour la voix conversationnelle et les valeurs de l'étude de Holmberg & al (1988) ont été utilisées pour les comparaisons des tâches réalisées en voix faible et projetée. Pour réaliser cette comparaison, nous avons utilisé un intervalle de confiance (à 95%) sur la différence de notre échantillon et les normes provenant de la littérature.

Ensuite, nous avons comparé nos mesures de PSGE pour chaque groupe en tenant compte des différents niveaux de pression sonore. Pour notre première hypothèse, nous avons étudié la différence de PSGE entre les participantes dysphoniques présentant une lésion organique et les participantes dysphoniques ne présentant pas de pathologies structurelles.

→ Pour cela, le test non paramétrique de Wilcoxon a été réalisé pour comparer deux à deux les médianes de chacun des groupes.

Pour notre deuxième hypothèse en lien avec l'étude de la PSGE en fonction des groupes de participants (porteurs de kyste, de nodule(s) ou de dysphonie fonctionnelle), nous avons analysé la différence entre les médianes de chaque groupe.

→ Nous avons utilisé le test non paramétrique de Kruskal-Wallis. La méthode de comparaison DSCF a été utilisée afin d'approfondir l'analyse.

Pour répondre à notre troisième hypothèse qui étudie la relation entre la PSGE et le NPS en fonction des groupes de pathologies, nous avons utilisé une matrice de corrélation.

Pour nos deux dernières hypothèses, nous avons testé le lien entre l'évaluation perceptive et l'évaluation aérodynamique de la voix du point de vue de l'examineur et de la participante.

→ Pour tester la relation entre les mesures de la PSGE et les scores du VHI total pour chacun des groupes, nous avons réalisé une corrélation de Spearman.

→ Pour étudier la relation entre la PSGE et les scores aux paramètres G (Grade), R (Raucité) et B (Souffle) pour chaque pathologie, nous avons réalisé une matrice de corrélation.

## II. Résultats :

### A. Statistiques descriptives :

Des tableaux en annexe 4 reprennent les résultats moyens des variables étudiées pour nos trois groupes de pathologies. Ils permettent de mettre en évidence certaines observations. Néanmoins l'application des analyses statistiques descriptives pour confirmer ou infirmer la présence de différences significatives sont nécessaires.

Pour cela, nous avons testé la normalité de nos variables que nous détaillerons dans le point B. (*Normalité des variables*). Une comparaison a également été réalisée de nos données aux références trouvées dans la littérature dans le point C. (*Comparaison aux normes*). Enfin, nous avons testé nos cinq hypothèses dans les points suivants.

### B. Normalité des groupes :

Le test de Shapiro-Wilk permet de tester la normalité des variables et celui-ci est significatif dans notre cas. Ce résultat signifie que nos données ne sont pas normalement distribuées. Les résultats sont en annexe 5.

L'indice de Skewness montre que les données sont asymétriques et l'indice de Kurtosis indique que les données sont aplaties principalement chez les participantes porteuses d'une dysphonie organique dans toutes les tâches. Les tests de normalités mettent en évidence que le groupe de pathologies organiques est distribué anormalement par rapport au groupe de pathologies fonctionnelles. Par l'hétérogénéité des données du groupe des dysphonies organiques, nous allons utiliser des tests non-paramétriques.

Concernant la distinction des trois pathologies, le groupe de participantes porteuses d'un kyste présente le plus d'effet d'anormalité puis le groupe de nodule et enfin le groupe de participantes avec une dysphonie fonctionnelle. Des tests non-paramétriques seront utilisés pour la comparaison des trois groupes.

Enfin, les mesures perceptives, les données de la GRBAS ne sont pas normalement distribuées. Par contre, les données concernant le VHI sont homogènes mais au vu d l'hétérogénéité des autres variables, nous préférons utiliser des tests non-paramétriques pour l'ensemble des analyses statistiques.

### C. Comparaison de notre échantillon aux normes :

Les données provenant de la base de données du CHU correspondent exclusivement à des résultats de sujets dysphoniques. Etant donné que nous n'avons pas de groupe contrôle, nous avons comparé les moyennes PSGE de chacun de nos groupes de participantes dysphoniques aux normes des participants euphoniques présentes dans la littérature. La normalité de chaque variable a été vérifiée par le test de Shapiro-wilk. Dans le cas de données hétérogènes, nous utiliserons l'équivalent du test-t, à savoir un test de Wilcoxon.

#### 1. En voix conversationnelle :

Pour la modalité en voix conversationnelle, nous avons choisi de comparer nos groupes aux valeurs de références de l'étude de **Zraick & al (2012)** chez 89 femmes (tableau 5). Nous avons choisi cette étude car les chercheurs ont utilisé le même dispositif « *Phonatory Aerodynamic System* » modèle 6600 que dans notre travail. Les normes sont les suivantes :

Etant donné que les normes sont catégorisées par âge, nous avons dû regrouper nos participantes afin de respecter la distribution des valeurs de référence.

Les femmes			
Âge	18-38 ans	40-59 ans	60 ans et +
PSGE moyenne	6.65 cmH <sub>2</sub> O (1.96)	7.49 cmH <sub>2</sub> O (2.64)	9.70 cmH <sub>2</sub> O (5.12)
Niveau de pression sonore moyen	78.73 dB (3.93)	75.68 dB (4.24)	79.66 dB(6.25)

Tableau 5 : Valeurs de références mentionnées dans l'étude de Zraick et ses collaborateurs (2012), comportant les valeurs de PSGE et les niveaux de pression sonore, les écarts-types sont entre parenthèses.

◇ Les mesures de PSGE :

• *Les participantes âgées entre 18-38 ans :*

Groupes	P/NP	Valeurs <b>Zraick</b>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N=7)	P	6.65 cmH <sub>2</sub> O (1.96)	Me =8.64 cmH <sub>2</sub> O	<b>S ++</b>	t=3.07 (dl=6) p=0.022
Kyste (N=16)	P	6.65 cmH <sub>2</sub> O (1.96)	Me=12.16 cmH <sub>2</sub> O	<b>S++</b>	t= 10.13 (dl=15) p < .001
Nodule(s) (N=51)	P	6.65 cmH <sub>2</sub> O (1.96)	Me=11.29 cmH <sub>2</sub> O	<b>S++</b>	t= 12.27 (dl=50) p < .001

Tableau 6 : Comparaison des mesures de la PSGE pour chaque groupe aux normes de **Zraick & al (2012)** en voix conversationnelle de 18-38 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevée

En voix conversationnelle, nous observons dans le tableau 6 une différence significative entre nos participantes et les normes de Zraick & al (2012). Les valeurs de PSGE de chaque pathologie étudiée sont plus élevées que la norme des participants euphoniques. Nous constatons une différence significative plus légère pour les participantes ayant une dysphonie fonctionnelle (Me =8.64 cmH<sub>2</sub>O, t=3.07 (dl=6) p=0.022, N=7) à la norme par rapport aux kystes (Me=12.16 cmH<sub>2</sub>O, t= 10.13 (dl=15) p < .001 N=16) et aux nodules (Me=11.29 cmH<sub>2</sub>O, t= 12.27 (dl=50) p < .001, N=51).

• *Les participantes âgées entre 40-59 ans :*

Groupes	P/NP	Valeurs <b>Zraick</b>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N =13)	P	7.49 cmH <sub>2</sub> O (2.64)	M=10.7 cmH <sub>2</sub> O	<b>S ++</b>	t=3.21 (dl =12) p=0.007
Kyste (N=13)	NP	7.49 cmH <sub>2</sub> O (2.64)	Me=12.01 cmH <sub>2</sub> O	<b>S ++</b>	w=91.0 p <.001
Nodule(s) (N=14)	P	7.49 cmH <sub>2</sub> O (2.64)	M=12.1 cmH <sub>2</sub> O	<b>S ++</b>	t=4.53 (dl =13) p<.001.

Tableau 7 : Comparaison des mesures de la PSGE pour chaque groupe aux normes de **Zraick & al (2012)** en voix conversationnelle de 40-59 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevée

En voix conversationnelle, nous constatons dans le tableau 7 une différence significative des valeurs de PSGE entre nos participantes et les normes de Zraick & al (2012). Les valeurs de PSGE de chaque pathologie étudiée sont plus importantes que la norme des participants euphoniques. Nous constatons une différence significative plus légère pour les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle (M=10.7 cmH<sub>2</sub>O, t=3.21 (dl =12) p=0.007, N =13) à la norme par rapport au groupe des kystes (Me=12.01 cmH<sub>2</sub>O, w=91.0 p <.001, N=13) et des nodules (M=12.1 cmH<sub>2</sub>O, t=4.53 (dl =13) p<.001, N=14).

- Les participantes âgées de 60 ans et plus :

Groupes	P/NP	Valeurs <i>Zraick</i>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N =6)	P	9.70 cmH <sub>2</sub> O (5.12)	M=9.60 cmH <sub>2</sub> O	<b>S</b>	t=-0.108 (dl =5) p=-0.108.
Kyste (N=8)	P	9.70 cmH <sub>2</sub> O (5.12)	M=11.58 cmH <sub>2</sub> O	<b>S</b>	t=1.493 (dl=7) p=0.179
Nodule(s) (N=2)	/	/	/	/	/

Tableau 8 : Comparaison des mesures de la PSGE pour chaque groupe aux normes de *Zraick & al (2012)* en voix conversationnelle de plus de 60 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevés

En voix conversationnelle, selon le tableau 8, nous n’observons pas de différence significative pour le groupe de participantes avec une dysphonie fonctionnelle (M=9.60 cmH<sub>2</sub>O, t=-0.108 (dl =5) p=-0.108, N =6) et pour le groupe avec kyste (M=11.58 cmH<sub>2</sub>O, t=1.493 (dl=7) p=0.179) en comparaison avec les normes de Zraick (2012).

Nous n’avons pas pu comparer le groupe porteur de nodule à la norme de Zraick car il ne restait que 2 participantes dans cette tranche d’âge.

#### ◇ Les mesures de NPS :

- Les participantes âgées entre 18-38 ans :

Groupes	P/NP	Valeurs <i>Zraick</i>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N =7)	P	78.73 dB (3.93)	M=81.1 dB	<b>S</b>	t=1.41 (dl =6) et p= 0.209
Kyste (N=16)	P	78.73 dB (3.93)	M= 80.2 dB	<b>S ++</b>	t=3.07 (dl =15) et p= 0.008
Nodule(s) (N=51)	P	78.73 dB (3.93)	M=81.9 dB	<b>S ++</b>	t=5.83 (dl =50) et p <.001.

Tableau 9 : Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de *Zraick & al (2012)* en voix conversationnelle de 18-38 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé

En voix conversationnelle, nous observons dans le tableau 9 que la comparaison entre le groupe présentant une dysphonie fonctionnelle (M=81.1 dB, t=1.41 (dl =6), p= 0.209, N =7) et la référence de Zraick (M=78.73dB) sur le niveau de pression sonore ne montre pas une différence significative.

Par contre, pour les groupes de pathologies organiques, il y a une élévation significative du niveau de pression sonore, à savoir les participantes porteuses d’un kyste (M= 80.2 dB, t=3.07 (dl =15) et p= 0.008, N=16) et d’un nodule (M=81.9 dB, t=5.83 (dl =50) et p <.001, N=51).



- Les participantes âgées entre 40-59 ans :

Groupes	P/NP	Valeurs <b>Zraick</b>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N =13)	P	75.68 dB (4.24)	M=78.5 dB	<b>S</b>	t=1.72 (dl =12) et p= 0.112
Kyste (N=13)	P	75.68 dB (4.24)	M=82.9 dB	<b>S ++</b>	t=5.32 (dl =12) et p<.001
Nodule(s) (N=14)	NP	75.68 dB (4.24)	Me=79.4 dB	<b>S ++</b>	w=99 et p=.002

Tableau 10 : Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de **Zraick & al (2012)** en voix conversationnelle de 40-59 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé

En voix conversationnelle, selon le tableau 10, il n'existe pas de différence significative entre le groupe avec une dysphonie fonctionnelle (M=78.5 dB, N=13) et la référence de Zraick (M=75.68 dB) avec un t=1.72 (dl =12) et une probabilité de 0.112 dans les valeurs de niveau de pression sonore. Néanmoins, pour les groupes de pathologies organiques, il y a une élévation significative du niveau de pression sonore, à savoir les participantes porteuses d'un kyste (M=82.9 dB, t=5.32 (dl =12) et p<.001, N =13) et d'un nodule (Me=79.4 dB, w=99 et p=.002, N=14)

- Les participantes âgées de 60 ans et plus :

Groupes	P/NP	Valeurs <b>Zraick</b>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N =6)	NP	79.66 dB (6.25)	Me=82.1dB	<b>S</b>	w=19.00 et p= 0.094.
Kyste (N=6)	P	79.66 dB (6.25)	M= 83.6 dB	<b>S ++</b>	t= 2.79 (dl=7) et p= 0.027
Nodule(s) (N=2)	/	/	/	/	/

Tableau 11 : Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de **Zraick & al (2012)** en voix conversationnelle de plus de 60 ans. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé

Dans le tableau 11, nous avons comparé les participantes souffrant d'une dysphonie fonctionnelle (Me=82.1dB, N=6) avec la norme de Zraick (M=79.66) et nous ne remarquons pas de différence significative avec un w=19.00 et une probabilité de 0.094.

Enfin, il y a une différence significative entre les participantes avec un kyste (M=83.6 dB) avec la norme de Zraick (M=79.66) (t=2.79 (dl=7) et p= 0.027, N=6)

Encore une fois, nous n'avons pas assez de sujets pour tester la différence entre le groupe de participantes avec un nodule et les normes de Zraick.

## 2. En voix faible :

Les valeurs de références proviennent de l'étude de **Holmberg & al. (1988)** chez 20 femmes. (Tableau 12)

Voix faible	
<b>PSGE moyenne</b>	4.6 cmH <sub>2</sub> O (0.8)
<b>Niveau de pression sonore moyen</b>	71.5 dB (4.9)

Tableau 12 : Valeurs de références récoltées dans l'étude de Holmberg et ses collaborateurs (1988), les écarts-types sont entre parenthèses.

### ◇ Les mesures PSGE :

Groupes	P/NP	Valeurs <b>Holmberg</b>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N=26)	P	4.6 cmH <sub>2</sub> O (0.8)	M=7.65 cmH <sub>2</sub> O	<b>S ++</b>	t=5.73 (dl =25) et p<.001.
Kyste (N=35)	NP	4.6 cmH <sub>2</sub> O (0.8)	Me =7.21 cmH <sub>2</sub> O	<b>S ++</b>	w=628 et p <.001
Nodule(s) (N=69)	NP	4.6 cmH <sub>2</sub> O (0.8)	Me=8.18 cmH <sub>2</sub> O	<b>S ++</b>	w=2405, p<.001

Tableau 13 : Comparaison des mesures de la PSGE pour chaque groupe aux normes de **Holmberg & al. (1988)** en voix faible. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevée

Dans le tableau 13, en voix faible (au seuil phonatoire), les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle (M=7.65 cmH<sub>2</sub>O, t=5.73 (dl =25), p <.001, N=26), d'un kyste (Me =7.21 cmH<sub>2</sub>O, w=628 et p <.001, N=35) et d'un nodule (Me=8.18, w=2405 et p<.001, N=69) présentent des valeurs de PSGE significativement supérieures à celles de Holmberg.

### ◇ Les mesures NPS :

Groupes	P/NP	Valeurs <b>Holmberg</b>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N=26)	P	71.5 dB (4.9)	M=74.7 dB	<b>S ++</b>	t=2.15 (dl =25) et p= 0.041
Kyste (N=35)	P	71.5 dB (4.9)	M=74.9 dB	<b>S ++</b>	t=4.37 (dl =34) et p<.001
Nodule(s) (N=69)	NP	71.5 dB (4.9)	Me = 75.6 dB	<b>S ++</b>	w=2030, p< .001

Tableau 14 : Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de **Holmberg & al. (1988)** en voix faible. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé

Dans le tableau 14, au seuil phonatoire, les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle (M=74.7 dB, t=2.15 (dl =25) et p= 0.041, N=26), d'un kyste (M=74.9 dB, t=4.37 (dl =34) et p<.001, N=35) et d'un nodule (Me = 75.6 dB, w=2030, p<.001, N=69) présentent des valeurs de PSGE significativement supérieures à celles de Holmberg.

### 3. En voix projetée :

Les valeurs de références proviennent de l'étude de Holmberg & al. (1988) chez 20 femmes. (Tableau 15)

	Voix projetée
<b>PSGE moyenne</b>	8.2 cmH2O (1.8)
<b>Niveau de pression sonore moyen</b>	83.3 dB (3.2)

Tableau 15 : Valeurs de références récoltées dans l'étude de Holmberg et ses collaborateurs (1988), les écarts-types sont entre parenthèses.

#### ◇ Les mesures PSGE :

Groupes	P/NP	Valeurs <i>Holmberg</i>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N =26)	P	8.2 cmH2O (1.8)	M=16.4 cmH2O	<b>S ++</b>	t=7.35 (dl =25) et p <.001
Kyste (N=35)	NP	8.2 cmH2O (1.8)	Me=19.9 cmH2O	<b>S ++</b>	w=630 et p < .001
Nodule(s) (N=69)	NP	8.2 cmH2O (1.8)	Me=19,6 cmH2O	<b>S ++</b>	w=2415, p <.001

Tableau 16 : Comparaison des mesures de PSGE pour chaque groupe aux normes de **Holmberg & al. (1988)** en voix projetée. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = PSGE plus élevée

Dans le tableau 16, en voix projetée, les valeurs de PSGE du groupe de participantes avec une dysphonie fonctionnelle (16.4 cmH2O, t=7.35 (dl =25) et p <.001, N =26), un kyste (16.4 cmH2O, t=7.35 (dl =25) et p <.001, N=35) et d'un nodule (Me=19,6 cmH2O, w=2415, p <.001, N=69) sont significativement plus élevée que les normes proposées par Holmberg.

#### ◇ Les mesures NPS :

Groupes	P/NP	Valeurs <i>Holmberg</i>	Données récoltées	Interprétation	Statistiques
Dysphonie Fonctionnelle (N =26)	NP	83.3 dB (3.2)	Me =86.7 dB	<b>S</b>	w=241, p=.099
Kyste (N=35)	NP	83.3 dB (3.2)	Me=89.6 dB	<b>S ++</b>	w=628, p<.001.
Nodule(s) (N=69)	NP	83.3 dB (3.2)	Me=90.2 dB	<b>S ++</b>	w=2362, p<.001.

Tableau :17 : Comparaison des mesures de NPS pour chaque groupe aux normes de **Holmberg & al. (1988)** en voix projetée. Légende : P = paramétrique / NP = non paramétrique, **S** = différence significative / S = pas de différence significative, ++ = NPS plus élevé

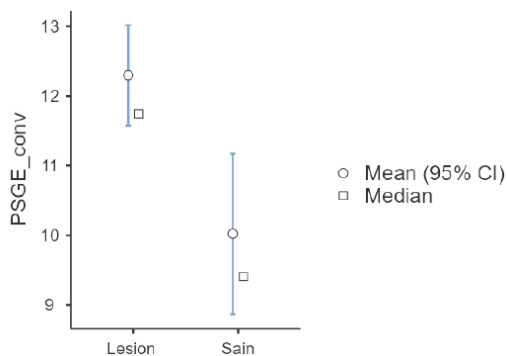
Au sein du tableau 17, en comparant la médiane de la NPS des participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle (Me =86.7 dB) à la norme de Holmberg (M =83.3 dB) en voix projetée, nous ne trouvons pas de différence significative entre les deux avec w=241 et une probabilité de 0.099. Néanmoins, pour les deux pathologies organiques, le kyste (Me=89.6 dB, w=628, p<.001, N=35) et le nodule (Me=90.2 dB, w=2362, p<.001, N=69) le niveau de pression sonore est plus élevé que la norme de Holmberg.

#### D. Hypothèse 1 : Différence entre les groupes avec lésion organique ⇔ dysphonie fonctionnelle

Le test de Wilcoxon permet de comparer les groupes deux à deux. Ce test a pour objectif d'observer la différence de PSGE entre le groupe de dysphonie organique et de dysphonie fonctionnelle en tenant compte des différents niveaux de pression sonore. Etant donné l'hétérogénéité de nos variables, nous avons dû employer un test non-paramétrique correspondant au test-t de Student, à savoir le test de U de Mann-Whitney.

##### 1. En voix conversationnelle :

Dans le graphique 1, en comparant les médianes, le groupe de dysphonie organique ( $Me=11.7$ ,  $SD=3.75$ ) présentent une PSGE plus élevée que le groupe de dysphonie fonctionnelle ( $Me=9.40$ ,  $SD=3.00$ ), ( $U=843$ ,  $p=.003$ ).

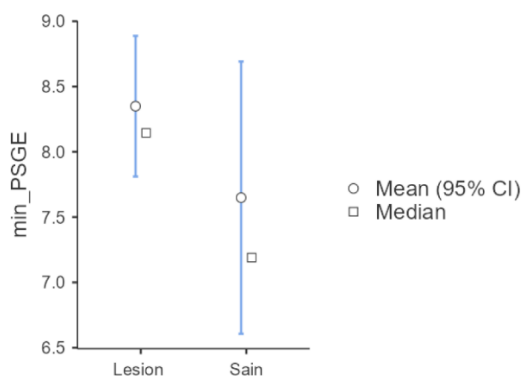


Graphique 1 : Comparaison des deux groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix conversationnelle.

Légende : Lésion = dysphonie organique. Sain = dysphonie fonctionnelle

##### 2. En voix faible :

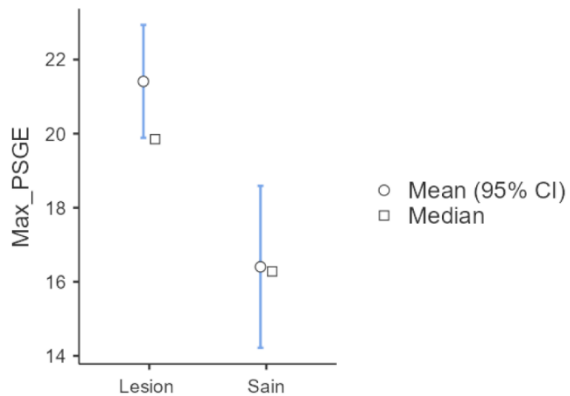
Dans le graphique 2, il n'existe pas de différence significative entre les médianes du groupe de dysphonie organique ( $Me=8.14$ ,  $SD=2.80$ ) et le groupe de dysphonie fonctionnelle ( $Me=7.19$ ,  $SD=2.71$ ), ( $U=1189$ ,  $p=.335$ ).



Graphique 2 : Comparaison des deux groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix faible. Légende : Lésion = dysphonie organique. Sain = dysphonie fonctionnelle.

### 3. En voix projetée :

Dans le graphique 3, par comparaison des médianes, le groupe de dysphonie organique ( $Me=19.9, SD=7.93$ ) présentent une PSGE plus élevée que le groupe de dysphonie fonctionnelle ( $Me=16.3, SD=5.69$ ), ( $U = 811, p = .002$ ).



Graphique 3 : Comparaison des deux groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix faible. Légende : Lésion = dysphonie organique. Sain = dysphonie fonctionnelle

## E. Hypothèse 2 : Différence entre les trois groupes de pathologies :

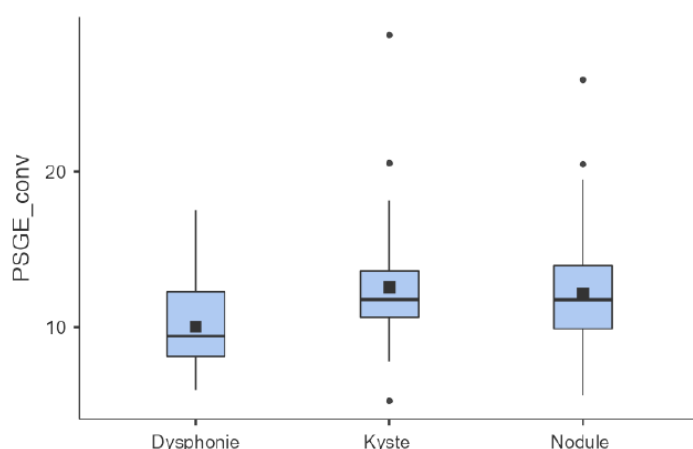
L'utilisation du test de Kruskal-Wallis, l'équivalent non paramétrique de l'ANOVA, permet d'analyser les différences entre les médianes de la PSGE de chaque groupe de pathologies ; les kystes, les nodules et enfin les dysphonies fonctionnelles. L'analyse a été réalisée en tenant compte des trois niveaux de pression sonore. Afin de préciser nos résultats, nous avons réalisé la comparaison de DSCF pour comparer chaque groupe deux à deux.

### 1. En voix conversationnelle :

L'analyse statistique montre qu'il y a une différence significative entre les médianes de chaque groupe de pathologie ; les dysphonies fonctionnelles ( $Me=9.40$ ,  $SD=3.00$ ), les kystes ( $Me=11.8$ ,  $SD=3.99$ ) et les nodules ( $Me=11.7$ ,  $SD=3.64$ ) en voix conversationnelle ( $H(2)=9.13$   $p=0.01$ ).

La comparaison DSCF permet de préciser les différences en comparant les groupes deux à deux (graphique 4)

- ➔ Le groupe de participantes porteuses de kyste ( $Me=11.8$ ,  $SD=3.99$ ) montre des valeurs de PSGE significativement plus importantes que le groupe porteur d'une dysphonie fonctionnelle ( $Me=9.40$ ,  $SD=3.00$ ). ( $p=0.016$ ) en voix conversationnelle.
- ➔ En voix conversationnelle, le groupe de participantes porteuses d'un nodule ( $Me=11.7$ ,  $SD=3.64$ ) montre des valeurs de PSGE plus élevées par rapport aux participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle ( $Me=9.40$ ,  $SD=3.00$ ) ( $p=0.021$ )
- ➔ Par contre, il n'existe PAS de différence significative entre les médianes des participantes porteuses de nodules ( $Me=11.7$ ,  $SD=3.64$ ) et les participantes porteuses de kyste ( $Me=11.8$ ,  $SD=3.99$ ) ( $p=0.810$ )

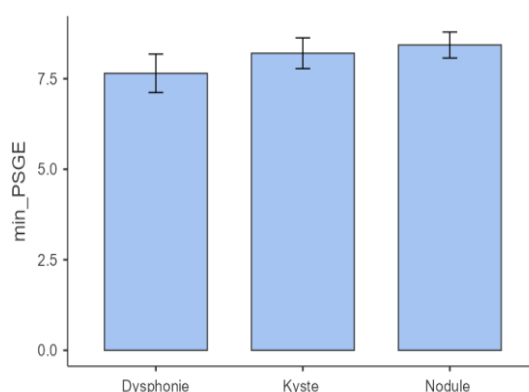


*Graphique 4 : Illustrant que la comparaison deux à deux des kystes et des nodules n'est pas significative en voix conversationnelle.*

## 2. En voix faible :

Les tests ne permettent pas de trouver une différence significative entre les médianes des trois groupes ; les dysphonies fonctionnelles ( $Me= 7.19, SD= 2.71$ ), les kystes ( $Me= 7.80, SD= 2.58$ ) et les nodules ( $Me= 8.15, SD=2.93$ ) en voix faible ( $H(2)=0.996, p=.608$ ).

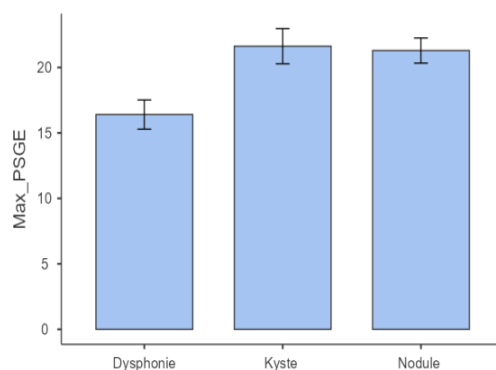
En outre, le test de comparaison DSCF confirme l'absence de différences significatives entre chaque groupe de pathologies (graphique 5)



Graphique 5 : Comparaison des trois groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix faible.

## 3. En voix projetée :

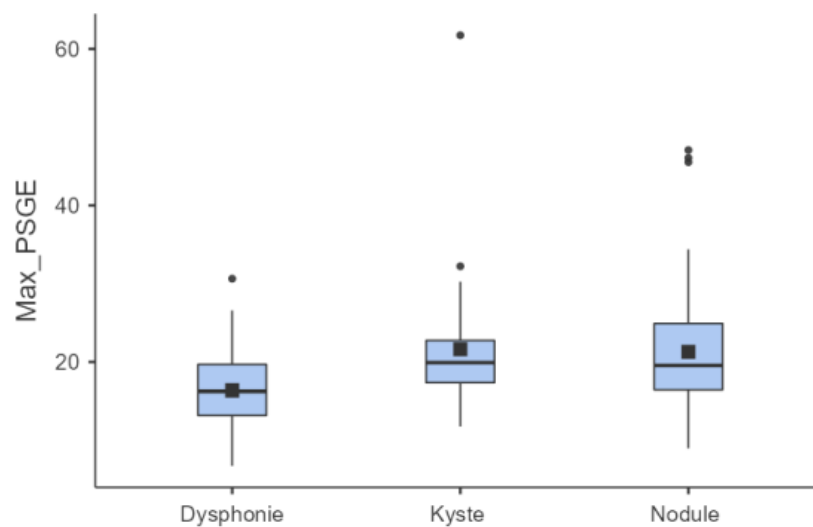
Dans le graphique 6, les résultats statistiques montrent qu'il y a une différence significative entre les groupes composant notre échantillon ; les dysphonies fonctionnelles ( $Me= 16.3, SD= 5.69$ ), les kystes ( $Me= 19.9, SD= 8.16$ ) et les nodules ( $Me= 19.6, SD= 7.86$ ) en voix projetée ( $H(2)=10.173, p=.006$ ).



Graphique 6 : Comparaison des trois groupes de pathologies : Présence de différence significative entre les groupes en voix projetée.

Les comparaisons DSCF précisent les différences significatives entre les groupes, décrites de la façon suivante (graphique 7)

- ➔ Le groupe de participantes porteuses d'un kyste ( $Me= 19.9$ ,  $SD= 8.16$ ) montre des valeurs de PSGE significativement plus élevées que les participantes du groupe porteurs d'une dysphonie fonctionnelle ( $Me= 16.3$ ,  $SD= 5.69$ ). ( $p=.006$ )
- ➔ Le groupe de participantes porteuses d'un nodule ( $Me= 19.6$ ,  $SD= 7.86$ ) montre significativement des mesures de PSGE plus élevée par rapport aux participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle ( $Me= 16.3$ ,  $SD= 5.69$ ), ( $p=0.017$ )
- ➔ Par contre, il n'existe PAS de différence significative entre les médianes des participantes porteuses de nodules ( $Me= 19.6$ ,  $SD= 7.86$ ) et les participantes porteuses de kystes ( $Me= 19.9$ ,  $SD= 8.16$ ). ( $p=0.908$ ).



Graphique 7 : Illustrant que la comparaison deux à deux des kystes et des nodules n'est pas significative en voix projetée.



### F. Hypothèse 3 : Niveau de pression sonore et PSGE :

Nous avons élaboré une matrice de corrélation entre le niveau de pression sonore et la PSGE en tenant compte du type de pathologie ainsi que du type de tâche demandée (voix conversationnelle, voix faible et projetée). Etant donné que l'homogénéité de nos variables n'est pas respectée, nous avons utilisé la corrélation de Spearman. Un résumé des résultats est présent dans notre tableau 18 en bas de page.

#### 1. Les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle (DF) :

Pour ces participantes, il n'existe pas de corrélation significative entre leurs valeurs de PSGE et le niveau de pression sonore en voix conversationnelle ( $r=0.157$ ,  $p=0.442$ ,  $N=26$ ), et en voix faible ( $r=0.072$ ,  $p=0.726$ ,  $N=26$ ). Par contre, il y une corrélation significative entre le NPS et les valeurs de PSGE en voix projetée ( $r=0.530$ ,  $p=0.005$ ,  $N=26$ ), autrement dit, en voix projetée, plus le NPS augmente, plus la PSGE sera élevée pour les participantes avec une dysphonie fonctionnelle.

#### 2. Les participantes porteuses d'un kyste :

On observe une corrélation positive et significative entre leurs valeurs de PSGE et le niveau de pression sonore en voix conversationnelle ( $r=0.436$ ,  $p=0.007$ ,  $N=37$ ) et en voix faible ( $r=0.378$ ,  $r=0.021$ ,  $N=37$ ). Cela voudrait dire que dans ces deux tâches, plus le NPS augmente, plus la PSGE augmente également chez les participantes avec kyste. Néanmoins, il n'existe pas de corrélation entre ces deux valeurs en voix projetée ( $r=0.277$ ,  $p=0.097$ ,  $N=37$ ).

#### 3. Les participantes porteuses d'un nodule :

Dans le cas de ces participantes, nous observons une corrélation positive et significative entre le NPS et la PSGE en voix faible ( $r=0.305$ ,  $p=0.012$ ,  $N=67$ ) et une forte corrélation en voix conversationnelle ( $r=0.422$ ,  $p<.001$ ,  $N=67$ ) en en voix projetée ( $r=0.531$ ,  $p<.001$ ,  $N=67$ ). Autrement dit, dans ces tâches, plus le NPS augmente, plus la PSGE est élevée chez les participantes avec nodule(s).

Corrélation entre le NPS ⇔ PSGE			
Tâches	Voix faible	Voix conversationnelle	Voix projetée
DF (N=26)	/	/	**
Kyste (N=37)	*	**	/
Nodule (N=67)	*	***	***

Légende : / = pas de corrélation significative, \* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$ . (Tableau 18 : Résumant les résultats de la corrélation de Spearman entre le NPS et la PSGE pour chaque pathologie étudiée).

#### G. Hypothèse 4 - Etude de corrélations entre la PSGE et VHI :

Nous avons abordé la relation entre les scores au VHI et les mesures de la PSGE par une matrice de corrélation de Spearman. Nous précisons que seul le score total de l'échelle d'auto-évaluation est étudié dans cette hypothèse. Les résultats organisés par type de pathologie et de tâche sont les suivants :

##### **1. Les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle :**

On observe que le VHI total ne montre pas de corrélation significative avec les différentes mesures de PSGE dans TOUTES les tâches demandées. En voix conversationnelle ( $r = 0.030$ ,  $p = 0.883$ ,  $N = 26$ ), en voix faible ( $r = 0.068$ ,  $p = 0.74$ ,  $N = 26$ ) et une corrélation négative non significative en voix projetée ( $r = -0.264$ ,  $p = 0.193$ ,  $N = 26$ ) dans le cas d'une dysphonie fonctionnelle.

##### **2. Les participantes porteuses d'un kyste :**

Aucune corrélation significative n'est observée entre les valeurs du VHI total et les mesures de la PSGE dans TOUTES les tâches de l'évaluation. Nous obtenons une corrélation positive mais non significative en voix conversationnelle ( $r = 0.134$ ,  $p = 0.431$ ,  $N = 37$ ) et en voix faible ( $r = 0.268$ ,  $p = 0.108$ ,  $N = 37$ ) et en voix projetée ( $r = 0.182$ ,  $p = 0.281$ ,  $N = 37$ ).

##### **3. Les participantes porteuses d'un nodule :**

Comme les deux premiers groupes, nous n'observons pas de corrélation significative entre les valeurs de la PSGE à chaque niveau de pression sonore et le score du VHI total. Nos résultats montrent qu'il n'y a pas de relation significative en voix conversationnelle ( $r = 0.078$ ,  $p = 0.529$ ,  $N = 67$ ), en voix faible ( $r = 0.136$ ,  $p = 0.274$ ,  $N = 67$ ) et une corrélation négative mais non significative en voix projetée ( $r = -0.034$ ,  $p = 0.784$ ,  $N = 67$ ).

Nous observons donc qu'il n'existe pas de corrélation significative entre les valeurs de PSGE pour chaque pathologie étudiée et le score du VHI total dans toutes les tâches demandées.

## H. Hypothèse 5 - Etude de corrélations entre la PSGE et l'évaluation perceptive GRBAS

Pour étudier notre dernière hypothèse sur la relation entre les mesures de la PSGE et des cotations de la GRBAS, une matrice de corrélation de Spearman a été effectuée.

Pour cette étude, nous nous sommes intéressée principalement aux critères du grade général de dysphonie (G), à la raucité (R) et au souffle (B). Le tableau 19 ci-dessous résume les corrélations existantes entre les résultats de l'évaluation perceptive et aérodynamique et tient compte également des pathologies étudiées ainsi que des différentes tâches.

Corrélation entre la GRBAS ⇔ PSGE				
	Critères	Voix faible	Voix conversationnelle	Voix projetée
<b>Dysphonie fonctionnelle</b>	Grade (G)	/	/	/
	Raucité (R)	/	/	/
	Souffle (B)	0.020*	0.029*	/
<b>Kyste</b>	Grade (G)	0.019*	/	/
	Raucité (R)	0.012*	/	/
	Souffle (B)	0.018*	/	/
<b>Nodule</b>	Grade (G)	0.002**	0.023*	/
	Raucité (R)	/	/	/
	Souffle (B)	/	/	/

Légende : / = pas de corrélation significative, \*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001

(Tableau 19 : Résumant résultats du test de corrélation de Spearman entre la GRBAS et la PSGE pour chaque pathologie étudiée et les tâches demandées).

### 1. Les participantes porteuses d'une dysphonie fonctionnelle :

En voix conversationnelle, nous observons qu'il y a une corrélation positive et significative entre les valeurs de la PSGE et les scores du critère « souffle » (B) de la GRBAS ( $r = 0.428$ ,  $p = 0.029$ ,  $N = 26$ ). Autrement dit, au plus le score de la PSGE en conversation augmente, au plus le souffle est important chez les participantes avec une dysphonie fonctionnelle. En revanche, il n'existe pas de corrélation significative entre les valeurs PSGE du groupe et les autres critères de la GRBAS étudiés, à savoir le « grade général de la qualité vocale » (G) ( $r = 0.183$ ,  $p = 0.371$ ,  $N = 26$ ) et la « raucité » (R) ( $r = 0.122$ ,  $p = 0.551$ ,  $N = 26$ ).

En voix faible, une corrélation positive et significative est relevée entre les valeurs de la PSGE et le critère « souffle » (B) ( $r = 0.454$ ,  $p = 0.020$ ,  $N = 26$ ). Au seuil phonatoire, plus le score de la PSGE augmente, plus le souffle est élevé dans le cas d'une dysphonie fonctionnelle. Mais il n'y a pas de corrélation significative pour le grade ( $r = 0.300$ ,  $p = 0.136$ ,  $N = 26$ ), ni pour la raucité ( $r = 0.165$ ,  $p = 0.421$ ,  $N = 26$ ).

En voix projetée, aucune corrélation significative n'est observée pour chacun des critères ; Deux corrélations négatives mais non significatives sont observées pour le « Grade de la dysphonie » ( $r=-0.380$ ,  $p=0.056$ ,  $N=26$ ) et la « Raucité » ( $r=-0.006$ ,  $p=0.976$ ,  $N=26$ ) et une corrélation positive mais non significative pour le « souffle » ( $r=0.136$ ,  $p=0.507$ ,  $N=26$ ).

## **2. Les participantes porteuses d'un kyste :**

En voix conversationnelle, nous ne retrouvons aucune corrélation significative entre les mesures de PSGE et de tous les critères étudiés de la GRBAS, à savoir : grade général de la qualité vocale - (G) ( $r=0.291$ ,  $p=0.080$ ,  $N=37$ ), la raucité-(R) ( $r=0.133$ ,  $p=0.431$ ,  $N=37$ ) et le souffle-(B) ( $r=0.298$ ,  $p=0.073$ ,  $N=37$ ).

Cela est pareil en voix projetée ; Grade ( $r=0.075$ ,  $p=0.659$ ,  $N=37$ ) Raucité ( $r=0.112$ ,  $p=0.510$ ,  $N=37$ ) et le Souffle ( $r=0.137$ ,  $p=0.419$ ,  $N=37$ ).

Par contre, Au seuil phonatoire, nous trouvons une corrélation positive et significative entre les valeurs de PSGE et les critères étudiés de la GRBAS ; le Grade ( $r=0.385$ ,  $p=0.019$ ,  $N=37$ ), la Raucité ( $r=0.408$ ,  $p=0.012$ ,  $N=37$ ) et enfin le Souffle ( $r=0.388$ ,  $p=0.018$ ,  $N=37$ ). Autrement dit, au seuil phonatoire, plus la PSGE augmente, plus le grade général augmente, plus la sensation de raucité augmente et plus la perception du souffle dans la voix augmente.

## **3. Les participantes porteuses d'un nodule :**

En voix conversationnelle, nous observons une corrélation significative avec le Grade général de la qualité vocale et les valeurs de la PSGE ( $r=0.278$ ,  $p=0.023$ ,  $N=67$ ). Plus les valeurs de PSGE augmentent en conversationnelle, plus la cotation générale de l'échelle augmente. Néanmoins, nous n'avons pas de lien significatif pour les deux autres cotations qui sont la Raucité ( $r=0.146$ ,  $p=0.240$ ,  $N=67$ ) et le Souffle ( $r=0.096$ ,  $p=0.441$ ,  $N=67$ ).

En voix faible, une forte corrélation est observée entre les mesures de la PSGE et le Grade générale de la qualité vocale ( $r=0.365$ ,  $p=0.002$ ,  $N=67$ ). On observe que plus la valeur de PSGE augmente au seuil phonatoire, plus la cotation générale de la dysphonie augmente chez les participantes porteuses de nodule(s). Par contre, il n'y a pas de corrélation significative pour les autres critères ; la Raucité ( $r=0.101$ ,  $p=0.415$ ,  $N=67$ ) et le Souffle ( $r=0.160$ ,  $p=0.197$ ,  $N=67$ ).

En voix projetée, tout comme les autres groupes, nous n'obtenons pas de corrélation significative entre les mesures de la PSGE et les critères de la GRBAS ; Grade ( $r=0.113$ ,  $p=0.362$ ,  $N=67$ ), Raucité ( $r=0.189$ ,  $p=0.127$ ,  $N=67$ ) et le Souffle ( $r=0.067$ ,  $p=0.588$ ,  $N=67$ ).

### III. Discussion :

#### A. Rappel des objectifs de l'étude et de la méthodologie :

Une prise en charge adaptée à la pathologie vocale nécessite de poser un diagnostic clair et précis. De nombreux auteurs en évoquent la difficulté au vu de la réalité clinique. Notre objectif principal est de préciser le diagnostic des pathologies vocales dans le but d'optimiser la prise en charge du patient. Grâce à ce travail, nous souhaitons dresser un profil des pathologies vocales étudiées. Nous prenons en compte la mesure de la pression sous-glottique estimée (*pilier recherche*) en relation avec ce que perçoit le clinicien (*pilier expertise*), le ressenti du patient (*pilier patient*) et cela dans les trois modalités de NPS (voix faible, conversationnelle et projetée) (*pilier contexte*) tout en suivant une approche EBP (Evidence-Based Practice).

D'autres travaux ont déjà été réalisés sur l'intérêt de la pression sous-glottique en logopédie clinique à l'université de Liège, notamment le mémoire de Hélène Chareix effectué en 2013. L'étudiante s'était intéressée aux différences de pression sous-glottique estimée en comparant différentes pathologies vocales chez 418 participants (hommes/femmes). Les variables étudiées étaient sensiblement proches des nôtres. En revanche l'étude portait sur plusieurs pathologies vocales incluant des pathologies inflammatoires, des lésions déformantes, des lésions hémorragiques, des pathologies destructrices, des dysphonies fonctionnelles, des troubles neurologiques, des pertes de masse (p. ex. presbyphonie), et enfin des participants sans plainte.

Notre travail est dédié essentiellement au diagnostic des lésions nodulaires et kystiques. Ces lésions font partie des pathologies vocales organiques, définies comme une masse objectivée par vidéostroboscopie du plan glottique. Ces deux pathologies peuvent être confondues morphologiquement et présenter des altérations de la qualité vocale similaires. Elles nécessitent, cependant, des méthodes de prise en charge distinctes. D'où notre question de recherche « *La mesure de la pression sous-glottique estimée peut-elle aider à la pose du diagnostic différentiel et à la prise en charge adaptée dans les cas de lésions kystiques et nodulaires ?* ».

Pour répondre à cette question, nous avons sélectionné 130 participantes en tenant compte de nos critères d'inclusion et d'exclusion. Nous nous sommes concentrées sur les lésions kystiques et nodulaires en comparaison avec la dysphonie fonctionnelle. Nos mesures proviennent d'une base de données du CHU reprenant les résultats des bilans vocaux réalisés en consultation phoniatrique.

## B. Rappel des hypothèses et interprétation des résultats :

### 1. **Comparaison aux normes :**

Pour débiter notre étude, **nous avons vérifié si les moyennes de PSGE de nos participantes dysphoniques sont plus élevées que celles des personnes euphoniques** provenant de la littérature. *De 18 à 59 ans, les mesures de PSGE de nos trois groupes sont significativement plus élevées par rapport aux normes des sujets euphoniques.* Cela rejoint les résultats de Ketlsager (2006) et Yiu & al (2004) utilisant les mesures de PSGE comme indice discriminant pour la dysphonie.

Nous avons rassemblé nos données par tranches d'âge pour les comparer aux normes de Zraick (2012). Pour les participantes au-delà de 60 ans, nous observons certaines différences non significatives ou non interprétables avec la norme. En effet, le nombre de sujets de cette tranche d'âge étant trop restreint, il n'a pas été possible d'interpréter davantage les résultats. Ketelslager (2006) et Chareix (2013) montrent dans leurs études que la variable de l'âge est indépendante des valeurs de PSGE.

Nos observations rejoignent également l'étude de Yu (2006), montrant que pour les dysphonies fonctionnelles de 18 à 59 ans, les mesures de PSGE sont supérieures à la norme mais inférieures aux deux autres pathologies organiques. Cela nous amène à notre première hypothèse que nous allons détailler à la page suivante.

Nous pouvons constater que pour les trois niveaux de pression sonore demandés en lien avec les consignes de la tâche (prononcer une série de syllabes en voix faible, conversationnelle et projetée), une élévation de la PSGE est nécessaire pour atteindre un niveau de production confortable pour le sujet dysphonique. Ceci confirme les propos de Giovanni (2000) qui emploie la mesure de la PSGE comme indice de forçage vocal.

## **2. Hypothèse 1 : Différences entre les groupes de dysphonie fonctionnelle et de dysphonie organique :**

Nous pensions que **la pression sous-glottique serait plus élevée chez les sujets présentant une lésion bénigne (kyste et nodule(s)) plutôt que chez des sujets comportant un plan glottique sans lésion structurelle (dysphonie fonctionnelle).**

*En comparant les médianes des deux groupes, les analyses statistiques montrent que le groupe de pathologies organiques présentent une PSGE plus élevée en voix conversationnelle et projetée que le groupe de dysphonie fonctionnelle.*

Nous avons vu que l'apparition d'une lésion au sein des différentes couches du pli vocal avait pour conséquence la modification de la densité du plan glottique et l'altération de la couverture cordale (Giovanni, 2014 ; Matar & Remacle, 2018). La masse lésionnelle alourdit et rigidifie les plis vocaux et augmente ainsi la résistance glottique en altérant l'ondulation de la muqueuse (Henrich, 2012).

Pour compenser cela, il est nécessaire de produire plus de force et de maintenir une tension plus importante pour initier la mise en vibration des plis vocaux. Cela rejoint Giovanni (2000) qui explique que l'élévation de la PSGE est la conséquence d'une augmentation de la résistance glottique.

Cela corrobore également les conclusions de Chareix (2013) qui témoignent que l'augmentation de la PSGE proviendrait principalement de l'augmentation de masse et pas seulement du degré de sévérité de la dysphonie.

- La voix projetée exige une muqueuse souple et une tension adéquate afin de moduler l'amplitude vibratoire. Celle-ci est entravée par le volume et la raideur du pli vocal demandant plus de pression pour arriver à l'oscillation cordale. On observe que cette modalité est assez discriminante entre les dysphonies fonctionnelles et organiques.
- *Cependant, en modalité faible, nous n'obtenons pas de différence significative entre le groupe de dysphonie fonctionnelle et le groupe de pathologie organique.* Selon Titze (1988) cité par Stemple & al (2018), les mesures de la PSGE récoltées au niveau du seuil phonatoire sont des indicateurs de l'état structurel et fonctionnel du plan glottique. En effet, lors de la comparaison de nos groupes à la norme, il y a une nette élévation de la PSGE au seuil phonatoire par rapport aux euphoniques.

Néanmoins, nous ne retrouvons pas cette différence au sein de nos groupes de pathologies.

Pour la dysphonie fonctionnelle, malgré une couverture cordale saine, l'état de tension excessif amène un comportement moteur vocal de serrage (Schneider-Sticler, 2020). Pour la dysphonie organique, la densité plus importante du plan glottique affecte l'ondulation et la fermeture cordale. Dans les deux cas, les comportements moteurs vocaux nécessitent plus de force pour initier la vibration cordale. Dans notre étude, la modalité au seuil phonatoire ne permet pas de différencier significativement nos deux groupes de pathologies.



### 3. Hypothèse 2 : Différence entre les groupes de pathologies étudiées :

Nous avons décidé de différencier les pathologies organiques entre elles, à savoir les participantes porteuses d'un kyste ou de nodule(s). **Nous supposons qu'une lésion kystique amènera une pression sous-glottique plus importante qu'une lésion nodulaire.**

*Nos analyses statistiques n'ont pas pu mettre en lumière de différence significative des mesures de la PSGE entre les participantes porteuses de kyste et les participantes porteuses de nodule(s) en voix conversationnelle, faible et projetée.*

Cette observation corrobore celle de Ketslager (2006) qui écrit que la PSGE permet de discriminer les participants dysphoniques des participants euphoniques, mais ne permet pas de différencier les participants dysphoniques entre eux.

- **La lésion kystique** est représentée par un gonflement sous épithéliale modifiant la densité et la rigidité cordale. La gêne fonctionnelle, proportionnelle à la taille de la masse, rigidifie le pli vocal et altère l'ondulation de la muqueuse. De par l'altération de la couverture cordale, la fermeture glottique est incomplète. En effet, les différentes forces décrites par Peri-fontaa (2020) ne sont pas respectées. Tout d'abord, la force de rétro-aspiration de Bernouilli ne peut remplir son rôle, la surface du pli vocal n'étant pas saine. Cette masse pathologique entrave l'aspiration de la muqueuse et l'accrolement cordal. Ensuite, la force d'élasticité des bords libres est altérée par la raideur de la lésion. Enfin, la tension inadéquate entre les plis vocaux, pour compenser la baisse de rendement laryngée, renforce la résistance glottique. L'élévation de la PSGE est donc nécessaire pour parvenir à la sonorisation.
- **La lésion nodulaire** demande aussi beaucoup de force sous les plis vocaux. Dans ce cas, nos analyses statistiques montrent que la pression sous-glottique n'est pas inférieure à celle des lésions kystiques comme nous l'avions prévu. Le nodule se caractérise par un épaissement du bord libre au lieu de vibration maximal perturbant la mise en vibration (Guinchard & Schweizer, 2016). Le nodule est généralement d'une composition souple mais dans certains cas, il peut influencer l'ondulation de la muqueuse et entraîner une vibration irrégulière. L'élévation importante de la PSGE serait probablement due à la présence de fuites glottiques. Ces fuites sont la conséquence de la configuration du plan glottique en forme de sablier. Cette lésion ne respecte pas non plus les différentes forces permettant la fermeture complète telle qu'expliquée par

Peri-fontaa (2020). Comme pour le kyste, la force de rétro-aspiration de Bernouilli est altérée par la variation de masse qui empêche l'aspiration de la muqueuse lors de la mise en vibration. L'irrégularité des bords libres perturbe la force d'accolement des plis vocaux impliquant des fuites glottiques.

Cela rejoint Jiang & collaborateurs (2018) qui ont constaté que la modification de la rigidité de la couche interne pouvait affecter l'amplitude de la vibration et le seuil phonatoire, mais cela ne permet pas de différencier le type de lésion organique.

Pour cette hypothèse, retenons que parmi nos participantes, les mesures de PSGE ne permettent pas significativement de discriminer les pathologies organiques entre elles.

#### **4. Hypothèse 3 - Relation entre l'évaluation aérodynamique (PSGE) et acoustique (NPS) :**

Chez le sujet euphonique, il existe une relation entre l'élévation de la NPS et l'augmentation de la PSGE. Au plus le sujet émet de la pression sous les plis vocaux, au plus l'amplitude cordale sera importante, ce qui augmente le NPS de la voix (Mürbe & Mattheus, 2020). Selon Finck (2008), le NPS s'élève de 6dB lorsque la pression sous-glottique double. La relation est linéaire entre les deux mais dépend également de l'ajustement des plis vocaux ainsi que de l'intégrité de ceux-ci (Holmberg, 1988 ; Henrich, 2012).

Comme nous l'avons mentionné, nos groupes pathologiques ont des mesures de PSGE plus élevées que le groupe des participants euphoniques présents dans la littérature. Nous avons également comparé les valeurs de NPS. Nous observons que dans le cas d'une dysphonie fonctionnelle, le NPS reste dans la norme des euphoniques malgré une PSGE plus élevée.

Par contre, pour les deux pathologies organiques, le NPS est significativement supérieur à celui des participants euphoniques. Dupessey et al. (2004) explique, dans son ouvrage, que les patients porteurs de kystes épidermiques présentent généralement une voix plus forte. Remacle & al (2012) tiennent compte également dans leur étude que leurs participants porteurs de nodule(s) parlent plus fort que leur groupe contrôle. Il s'agit d'un effort vocal devenant à long terme du forçage vocal. (Morsomme & Remacle 2012 ; Peri Fontaa 2020).

Nous pensions que **pour les participantes porteuses d'une dysphonie organique ou fonctionnelle, les valeurs de PSGE seraient plus élevées dans les modalités voix faible et projetée en comparaison à la modalité voix conversationnelle.**

*Nos analyses statistiques ne suivent pas notre hypothèse, nous obtenons des résultats différents suivant les pathologies étudiées.*

- Chez les participantes porteuses d'une **dysphonie fonctionnelle**, *cette relation n'est pas présente en voix faible et en voix conversationnelle*. Cette dysphonie est la conséquence d'un mauvais ajustement de la tension des plis vocaux. Etant donné la variabilité des profils dans cette dysphonie, il n'est pas étonnant de retrouver des données inconstantes et donc l'absence de corrélation. Par contre, *celle-ci est présente et significative en voix forte*. Les participantes s'ajustent à la tâche demandée en élevant la PSGE et en effectuant des ajustements vocaux.

Chareix (2013) montre dans son étude que les pathologies modifiant la masse du plan glottique (kyste, nodule et polype) ne montrent aucune corrélation entre le NPS et le PSGE.

- Dans le cas de nos participantes porteuses de **nodule(s)**, nous observons une *relation significative entre les valeurs de PSGE et le NPS* pour chaque modalité. Malgré la variation de la densité glottique, le caractère souple de la lésion semble permettre tout de même aux participantes de s'ajuster aux tâches demandées et de les différencier.
- Enfin chez nos porteurs de **kyste**, nous obtenons une corrélation significative entre l'élévation de la PSGE et le NPS en voix faible et en voix conversationnelle. Contrairement à Chareix (2013), nos participantes parviennent à distinguer et à s'ajuster dans les tâches demandées. Néanmoins, en voix projetée, la corrélation disparaît, les ajustements vocaux, comme l'augmentation de l'amplitude vibratoire et la force de collision plus importante, sont altérés voire impossibles.

Comme nous l'avons vu lors de la comparaison de chaque groupe (hypothèse 2), il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de PSGE du nodule et du kyste. Pourtant, en observant les médianes de chacun des groupes, nous observons une tendance intéressante. Selon Bernardoni-Henrich (2014), la perte de puissance vocale est signe de dysphonie. Il faudra augmenter la pression sous-glottique en réalisant un effort vocal pour parvenir à un niveau de pression sonore souhaité. C'est ce qui est observé dans nos résultats. Pour les mêmes résultats en termes de NPS, l'effort vocal est différent d'un groupe à l'autre ;

- En voix faible, les participantes porteuses de nodule(s) produisent plus de pression sous-glottique pour atteindre la mise en vibration cordale que les participantes porteuses de kyste et plus encore par rapport à la dysphonie fonctionnelle.
- En voix projetée, les participantes porteuses d'un kyste produisent plus de pression sous-glottique pour atteindre le même niveau de NPS que les participantes porteuses de nodule et plus encore par rapport à la dysphonie fonctionnelle.

Ces observations sont non significatives mais intéressantes. Elles soulignent l'intérêt d'utiliser les trois modalités lors de l'évaluation vocale. Dans l'annexe 5, vous trouverez des graphiques reprenant les médianes de chaque groupe afin d'illustrer ces observations.

## 5. Hypothèse 4 : Relation entre l'évaluation aérodynamique (PSGE) et perceptive (VHI) :

Nous trouvions intéressant d'étudier la relation entre l'évaluation aérodynamique et l'évaluation perceptive. La première informe sur le plan physiologique et sur l'énergie nécessaire pour la phonation. La seconde exprime le ressenti du patient face à sa pathologie vocale. (Fujiki & Thibeault 2021). Nous supposons que **plus les scores de PSGE seraient importants, plus les scores au VHI le seraient également pour chaque pathologie.**

Nos analyses statistiques montrent *qu'il n'existe pas de corrélation significative entre les valeurs de PSGE pour chaque pathologie étudiée et le score du VHI total dans toutes les tâches demandées.*

Cependant, malgré l'aspect non significatif, nous pouvons observer que le sens de la relation est différent en fonction de la pathologie étudiée et de la tâche demandée.

- Pour les groupes porteurs **d'une dysphonie fonctionnelle et de nodule(s)**,
  - En voix faible et conversationnelle, ces deux groupes obtiennent une corrélation positive mais non significative. On peut supposer que dans ces deux modalités, plus la PSGE augmente, plus la participante manifeste un inconfort.
  - Par contre en voix projetée, les analyses montrent une corrélation négative. Nous pouvons supposer que la tâche demandée impose un NSP plus élevé et que l'augmentation nécessaire de la PSGE permet d'arriver à une production plus confortable et mieux perçue.
  - A l'inverse, chez les participantes porteuses **de kyste**, nous retrouvons une corrélation positive non significative, dans les trois NPS qui montre que l'élévation de la PSGE est signe d'inconfort pour ces participantes. Elles doivent fournir un effort vocal quotidiennement à cause du poids et de la rigidité de la lésion. Chareix (2013) retrouve également dans son étude une corrélation mais significative pour ces modalités.

## 6. Hypothèse 5 : Relation entre l'évaluation aérodynamique (PSGE) et perceptive (GRBAS) :

D'après l'étude de Fujiki et Thibeault en 2021, l'évaluation multiparamétrique a toute son importance pour comprendre le comportement moteur vocal du patient ainsi que sa perception face à ses difficultés vocales. Pour continuer cette démarche, il est intéressant de tenir compte de la relation entre les mesures de la PSGE et les perceptions de l'examineur à l'échelle de la GRBAS d'Hirano (1981). Trois critères G (grade), R (raucité) et B (souffle) ont été étudiés. Au début de notre travail, nous pensions que **les valeurs de la pression sous-glottique estimée seraient corrélées positivement à la cotation des critères G-R-B.**

**Plus précisément, plus les valeurs de PSGE du kyste augmentent, plus l'évaluation des critères de grade de la dysphonie (G) et de la raucité (R) seront sévères. Et plus les valeurs de PSGE du nodule augmentent, plus la cotation du critère du souffle (B) par l'examineur sera sévère.**

*Nos analyses statistiques n'ont pas pu répondre à cette hypothèse mais certains résultats sont à nuancer en tenant compte des tâches demandées.*

- Dans le cas d'une **dysphonie fonctionnelle**, en voix faible et en voix conversationnelle, l'examineur est susceptible d'évaluer plus sévèrement le souffle (B). Nous supposons que la perception du souffle dans la voix, par l'examineur, pourrait provenir d'un déficit de fermeture dû à un excès de tension altérant l'adduction cordale (Dupessey et al. 2004).
- Chez les participantes porteuses de **kyste**, en voix faible, l'évaluation perceptive est plus sévère pour le grade général de la dysphonie (G), de la raucité (R) et du souffle (B). La taille et l'emplacement de la lésion sont très variables selon le profil du kyste. La résistance des plis vocaux est augmentée à cause du poids et de la rigidité du pli vocal, la pression sous-glottique minimum (= seuil phonatoire) ne sera pas suffisante pour dépasser la résistance du plan glottique. L'augmentation de la PSGE sera nécessaire pour faciliter la mise en vibration cordale. A ce stade, l'émission sonore est possible mais inconstante et inconfortable pour le patient, ce qui pourrait amener à une cotation plus sévère du grade général de la dysphonie (G).  
La vibration cordale est altérée par le poids de la lésion impliquant une asymétrie vibratoire. De la raucité (R) dans la voix peut par conséquent être perçue par

l'examineur. Le défaut d'accolement empêche une adduction complète de la fermeture glottique. Les fuites glottiques pouvant en résulter, motiveront l'examineur à caractériser la voix de « soufflée » (B)

- Chez les participantes porteuses d'un **nodule**, le grade général de la dysphonie (G) est évalué plus sévèrement par les examinateurs en voix faible et en voix conversationnelle. Notons également que cette corrélation entre les valeurs de PSGE et le grade de dysphonie (G) n'existe plus en voix projetée. L'élévation de la PSGE et la tension compensée par le patient pour arriver à une fermeture cordale amènent à une meilleure qualité vocale perçue par l'examineur et probablement par la participante (VHI) mais cet effet n'est pas significatif.
- **Pour les trois pathologies**, nous ne trouvons pas de cotation plus sévère en voix projetée. L'élévation de la PSGE permet de produire une voix plus claire, excluant toute perception de dysphonie mais le patient est en forçage vocal.

Nous tenons à rappeler que pour l'étude de la relation entre l'évaluation aérodynamique et perceptive, nous comparons deux tâches différentes. Les cliniciens récoltent les mesures de PSGE par la production de syllabes /ipipi/. Tandis que pour l'évaluation perceptive, les cliniciens se basent sur de la lecture de texte et du langage spontané, donc deux exercices bien différents. Cela pourrait expliquer le manque de significativité de nos hypothèses de base.

Nous rejoignons Fujki & Thibault (2021) sur l'intérêt d'une évaluation globale et multiparamétrique car comme nous le voyons, l'interaction des mesures permet de mieux comprendre le comportement moteur vocal du patient en fonction de sa pathologie.

### C. Implications cliniques :

Ce travail a pour second objectif de montrer l'intérêt des trois tâches de NPS proposées pour mesurer la PSGE. Pour rappel, les mesures de PSGE sont récoltées dans trois modalités sonores bien distinctes ; en voix faible, voix conversationnelle et voix projetée. Cette particularité qu'offre le service phoniatrique du CHU a son origine en Suède par Sven Stenström. Le chercheur suédois en relation avec le CHU de Liège, propose les modalités « faible », « conversationnelle » et « projetée » par rapport à l'évaluation habituelle de la PSGE que l'on observe dans la littérature. Celle-ci tient compte généralement uniquement de la voix conversationnelle. Cette tâche donne essentiellement des informations sur un instant figé de l'évaluation et sur une seule tâche. Proposer ces trois NPS permet au patient de situer les trois tâches les unes par rapport aux autres et dans la mesure du possible de les distinguer. Elles permettent de renseigner davantage sur l'état fonctionnel et anatomique des plis vocaux (Giovanni 2000).

- En voix faible, cela permet d'observer le seuil phonatoire. Autrement dit, cela renseigne sur la facilité de la mise en vibration avec une pression sous-glottique minimale. Cette modalité peut également rendre compte de la gravité de la dysphonie perçue par l'examineur (GRBAS) et le patient (VHI) selon nos analyses.
- En voix conversationnelle, cela correspond à la voix usuelle du patient. Cette modalité fait partie de son quotidien et renseigne sur le comportement moteur vocal utilisé quotidiennement.
- En voix projetée, cela nous renseigne sur la capacité à réaliser les ajustements cordaux nécessaires pour passer en voix projetée, c'est-à-dire l'augmentation de l'amplitude vibratoire et la force de collision entre les plis vocaux.

Nous pensons qu'il est important de conserver ces trois modalités. Celles-ci permettent d'évaluer si le patient parvient à mettre en place les ajustements nécessaires pour réaliser trois productions différentes.



#### D. Perspectives de recherche et limites de l'étude :

Notre travail avait pour objectif de poursuivre l'étude de Chareix (2013) sur l'intérêt de la PSGE en logopédie clinique. Nous avons proposé une sélection plus stricte des participants. Contrairement à Chareix en 2013 (N=418), notre échantillon comporte uniquement trois pathologies vocales et est composé exclusivement de femmes. Le nombre de participants est également plus faible (N=130). On remarque donc que l'expérimentation, quelques années plus tard et avec une sélection plus stricte, diffère sur quelques résultats. De plus, le changement d'environnement d'évaluation peut avoir une influence sur certaines différences. En effet, avant 2014, les tests se réalisaient dans des cabines insonorisées. Nos données, récoltées jusqu'en 2019, proviennent d'un environnement moins contrôlé, ce qui peut parasiter nos mesures. Il serait intéressant de poursuivre cette étude en tenant compte de la sélection stricte détaillée dans notre méthodologie avec un nombre de participants plus élevé.

Néanmoins, malgré une sélection sévère de la base de données, au sein des groupes étudiés, il y a encore des variables dont nous n'avons pas le contrôle. Nous pensons à la taille de la lésion et à certains diagnostics imprécis comme la distinction des kystes muqueux et épidermoïdes ou encore des nodules uni- ou bilatéraux. Il serait intéressant, par exemple, de prendre en compte les valeurs du bilan initial des participants porteurs de kystes opérés. Après l'opération, le type et la taille du kyste prélevé seront connus afin d'établir une base de mesures plus valide.

Enfin, une dernière limite, nous n'avons pas de maîtrise sur l'attitude de la participante par rapport à sa dysphonie. Chacun s'adapte à sa pathologie en fonction de ses ressources.

- Il serait intéressant dans cette étude de prendre en compte séparément les sous-totaux du VHI en lien avec les mesures de la PSGE : l'échelle émotionnelle, l'échelle physique et l'échelle fonctionnelle.
- De plus, l'usage vocal peut être influencé par la profession. Nous avons regroupé les différentes professions de notre échantillon en fonction des groupes de pathologie nécessitant un usage vocal plus important (enseignant, coiffeur, avocat, journaliste, animateur, téléphoniste, commerçant...). Nous avons estimé en pourcentage les métiers lourds en fonction de l'usage vocal par pathologie dans notre échantillon ; +/- 27% chez les porteurs de dysphonie fonctionnelle, +/- 23% chez les porteurs de kyste et enfin +/- 57% chez les porteurs de nodule(s). Nous observons en effet que la profession est un facteur important à prendre en compte.

- Une limite que nous pouvons observer serait d'ordre méthodologique et impacterait la constitution de nos groupes. Il est possible que les mesures récoltées varient en fonction du moment de la journée. Dans le cas d'un participant présentant une profession à charge vocale plus importante, l'évaluation après sa journée de travail serait la moins opportune. En comparaison à un autre participant qui ne présente pas une profession vocale importante.
  
- Nous observons également que les participants porteurs de nodule(s) peuvent être handicapés par leurs dysphonies dans leur milieu professionnel. Cette proportion plus importante pourrait également constituer un biais dans notre étude. En effet, nous n'avons pas trouvé de différences significatives des valeurs de PSGE entre les porteurs de nodule(s) et de kyste. Il serait intéressant de comparer deux groupes de participants dont la profession constitue la même charge vocale. Dans ce cas, une différence des mesures PSGE entre les deux pathologies serait peut-être significative.
  
- Enfin, il serait important de tenir compte de l'adaptabilité de chacun face à sa dysphonie. Remacle & al en 2012, ont étudié les mesures acoustiques, aérodynamiques et les résultats au VHI chez 16 enseignantes euphoniques et 16 enseignantes porteuses de nodule(s). Les participantes étaient en tâche de lecture pendant 2 heures. Les chercheurs observent que les auto-évaluations sont plus élevées pour les enseignantes dysphoniques. Par contre, ils ne trouvent pas de différences significatives entre les participantes pour l'évaluation acoustique et aérodynamique. Ils observent une élévation de la PSGE plus importante chez les porteuses de nodule(s) en début de tâche et qui diminue au cours de celle-ci. Cette variation montre que ces enseignantes porteuses de nodule(s) parviennent à s'adapter sur une tâche plus longue. Cela confirme bien les différences individuelles de chaque patient pour s'adapter à leur pathologie, que nous devons prendre en compte pour nos résultats.

## **Conclusion :**

L'objectif de ce travail était de peaufiner le diagnostic des pathologies vocales telles que les nodules et le kyste et ce à l'aide de la mesure de la pression sous-glottique estimée (PSGE) par une approche EBP (Evidence-Based Practice).

Selon le « ***pilier recherche*** », la PSGE, assimilée à un indice de forçage vocal, est une mesure discriminante entre les patients euphoniques et dysphoniques. Comparés à la norme, nos trois groupes de pathologies de 18 à 59 ans présentent des valeurs de PSGE significativement plus élevées. Malgré un plan glottique structurellement sain, les valeurs de PSGE chez les personnes souffrant de dysphonie fonctionnelle (DF) sont plus élevées mais néanmoins inférieures aux personnes souffrant de lésions organiques. Si une augmentation de cette pression est sans doute causée par des tensions dans le groupe des DF, l'élévation plus importante pour les groupes porteurs de lésions semblerait plutôt provenir de la modification de la densité et de la rigidité du plan glottique inhérentes aux lésions.

Notre travail n'a pas pu démontrer une différence significative entre les valeurs de PSGE des lésions kystiques et nodulaires. Une tendance intéressante est observée ; plus la densité du plan glottique est importante, plus le sujet réalise un effort vocal, en élevant la PSGE, afin de répondre au niveau de pression sonore attendu par la tâche demandée.

Cela rejoint le « ***pilier contexte*** » des trois modalités de NPS imposées par le clinicien lors de l'évaluation aérodynamique (voix faible, conversationnelle et projetée). La relation entre les mesures de la PSGE et le NPS varie selon les pathologies et la modalité de la tâche. Pour cela, notre mémoire nous a amené à une analyse du comportement moteur vocal en fonction de la physiologie de la lésion.

Nos participantes sont parvenues à distinguer les trois niveaux de pression sonore. Les porteuses de nodule(s) semblent fournir plus d'effort pour arriver au seuil phonatoire, sans doute à cause des fuites glottiques. Les porteuses de lésions kystiques parviennent plus difficilement en voix projetée, sans doute à cause de la densité et la rigidité du plan glottique. Ces observations ne sont pas significatives mais soulignent l'intérêt des trois tâches demandées. Une étude ultérieure avec un nombre de participants plus important et tenant compte de la spécificité des lésions serait intéressante et permettrait d'affiner cette recherche.

Par l'étude de la relation entre les valeurs de PSGE et les critères du grade de dysphonie, de raucité et de souffle, le « ***pilier expertise*** » est à nuancer pour chaque pathologie en tenant compte de la modalité du NPS. Pour les trois pathologies, plus les participantes élèvent leur pression sous-glottique, moins les signes de dysphonie sont perceptibles, néanmoins elles restent en forçage vocal.

Enfin, le « ***pilier patient*** » est à prendre en compte car les mesures peuvent être influencées par l'usage vocal ainsi que par la capacité d'adaptabilité qui est propre à chacun.

## **Bibliographie :**

- ARGAGY. (2020, Mars 20 ). *Le larynx* . Récupéré sur InfoCancer:  
<https://www.arcagy.org/infocancer/localisations/voies-aeriennes/cancers-du-larynx/la-maladie/un-peu-danatomie.html/>
- Bohlender (2013). Diagnostic and therapeutic pitfalls in benign vocal fold diseases. *GMS Current Topics in Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery*, 12, Doc01–Doc01.  
<https://doi.org/10.3205/cto000093>
- Chareix, H. (2013). *Étude des différences de pression sous-glottique estimée en fonction de la pathologie vocale sur un corpus de 418 patients*. (Mémoire en vue de l'obtention du grade de master en logopédie non publié), Université de Liège, Liège, Belgique.
- Corbiere, S., Fresnel, E., & Freche, C. (2001). *La voix: la corde vocale et sa pathologie*. Collège International et Médecine et Chirurgie de l'American Hospital of Paris.
- Dastolfo, Gartner-Schmidt, J., Yu, L., Carnes, O., & Gillespie, A. I. (2016). Aerodynamic Outcomes of Four Common Voice Disorders: Moving Toward Disorder-Specific Assessment. *Journal of Voice*, 30(3), 301–307.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.03.017>
- Dejonckere, P. Angerstein, W., Baracca, G., , Echternach, M., Eysholdt, U., Fussi, F., Geneid A., Hacki T., Karmelita-Katuliska K. , Haubrich R., Šram F., Jan G. švec, Vydrová J., and Woźnica Wiskirska-Woźnica, B. (2020). Diagnosis and Differential Diagnosis of Voice Disorders. In A. am Zehnho-Dinnesen, B.Wiskirska-Woznica, K. Neumann, T. Nawka (Eds.) *Phoniatics I* (pp. 349–430). [https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0_6)
- Dupessey, M., Coulombeau, B., & Cornut, G. (2004). *À l'écoute des voix pathologiques*. Symétrie.
- Finck, C. (2008). *Implantation d'acide hyaluronique estérifié lors de la microchirurgie des lésions cordales bénignes*. (Thèse de Doctorat en sciences médicales) Université de Liège, Belgique.
- Fujiki, R. B., & Thibeault, S. L. (2021). Examining Relationships Between GRBAS Ratings and Acoustic, Aerodynamic and Patient-Reported Voice Measures in Adults With Voice Disorders. *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.02.007>
- Eluard, P. F. (2004). Troubles de la voix chez les enseignants. *Documents pour le médecin du travail*, (98), 221-238.
- Gatignol, P. (2009). *"La voix dans tous ses maux"* . Isbergues, France : Orthoédition .
- Giovanni, A., Demolin, D., Heim, C., & Triglia, J. M. (2000). Estimated Subglottic Pressure in Normal and Dysphonic Subjects. *Annals of Otology, Rhinology & ; Laryngology*, 109(5), 500-504. <https://doi.org/10.1177/000348940010900511>

- Giovanni, A. Lagier, A & Henrich, N. (2014, mai). Physiologie de la phonation. *Elsevier Masson EMC - Oto-rhino-laryngologie*, 0(0), pp. 1-14.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0351\(13\)58559-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0351(13)58559-X)
- Guérin, C. (2018). "*Comment (ré)éduquer les voix*". Aulnay France: La Voix.
- Guinchard AC, Schweizer V. Lésions bénignes courantes des cordes vocales : critères diagnostiques et prise en charge [Common benign lesions of the vocal fold : diagnostic criteria and management]. *Rev Med Suisse*. 2016 Oct 5;12(533):1661-1664. French. PMID: 28686378.
- Henrich-Bernardoni, N. (2012). Physiologie de la voix chantée : vibrations laryngées et adaptations phono-résonantielles. *Entretiens de Medecine Physique et de Réadaptation*, pp. 1-14.
- Henrich-Bernardoni, N. (2014). La voix chantée : entre sciences et pratiques. De Boeck-Solal.
- Hollien, H. (2013). Vocal Fold Dynamics for Frequency Change. *Journal of Voice*, 28(4), 395-405. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.12.005>
- Holmberg, E, Doyle, P., Perkell, J. S., Hammarberg, B., & Hillman, R. E. (2003). Aerodynamic and acoustic voice measurements of patients with vocal nodules: variation in baseline and changes across voice therapy. *Journal of Voice*, 17(3), 269–282. [https://doi.org/10.1067/S0892-1997\(03\)00076-6](https://doi.org/10.1067/S0892-1997(03)00076-6)
- Holmberg, B., Hillman, E., & Perkell, J. (1988). Glottal airflow and transglottal air pressure measurements for male and female speakers in soft, normal, and loud voice. *The journal of the acoustical society of america*, 84-511.
- Institutnumérique. (2013, mai 16). *Chapitre 3 : L'évaluation subjective et objective de la voix. Récupéré sur Institut numérique*. <https://www.institut-numerique.org/chapitre-3-levaluation-subjective-et-objective-de-la-voix-5194afdf80cc9>
- Jiang, W., Xue, Q., & Zheng, X. (2018). Effect of Longitudinal Variation of Vocal Fold Inner Layer Thickness on Fluid-Structure Interaction During Voice Production. *Journal of Biomechanical Engineering*, 140(12). <https://doi.org/10.1115/1.4041045>
- Ketelslagers, K., de Bodt, M. S., Wuyts, F. L., & van de Heyning, P. (2006). Relevance of subglottic pressure in normal and dysphonic subjects. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 264(5), 519-523. <https://doi.org/10.1007/s00405-006-0212-x>
- Lechien, J. R., Khalife, M., Huet, K., Finck, C., Bousard, L., Delvaux, V., Piccaluga, M., Harmegnies, B., Saussez, S. (2019). Perceptual, Aerodynamic, and Acoustic Characteristics of Voice Changes in Patients with Laryngopharyngeal Reflux Disease. *Ear, Nose, & Throat Journal*, 98(6), E44–E50.  
<https://doi.org/10.1177/0145561319840830>

- Matar N, Remacle M. (2018) Phonochirurgie des tumeurs bénignes des cordes vocales. *EMC - Techniques chirurgicales - Tête et cou*, 13(1), 1-16 [http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0351\(13\)58559-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0351(13)58559-X)
- McFarland, D. H. (2016). *L'anatomie en orthophonie ; Parole, déglutition et audition - 3e édition*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson .
- Médecin des arts (n.d), consulté le 5 février 2022, <https://www.medecine-des-arts.com/fr/article/sulcus-glottidis.php>
- Mehta, D. D., & Hillman, R. E. (2008). Voice assessment: updates on perceptual, acoustic, aerodynamic, and endoscopic imaging methods. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*, 16(3), 211–215. <https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e3282fe96ce>
- Morsomme, D., & Remacle, A. (2013). La charge vocale. *Rééducation Orthophonique*, 254, 85-102.
- Mürbe, D., Mattheus, W., Akbulut, S., am Zehnhoff-Dinnesen, A., de Jong, F., Echternach, M., Eysholdt, U., Fuchs, M., Hacki, T., Izdebski, K., Keilmann, A., Kummer, P., Mahmood, S., Nawka, T., Oguz, H., Osipenko, E., Pabst, F., Pedersen, M., Schönweiler, R., Tillmanns, A-E., and Vilkman E., (2020) Basics of Voice Disorders. In A. am Zehnhoff-Dinnesen, B. Wiskirski-Woznica, K. Neumann, T. Nawka (Eds.) (Eds.), *Phoniatrics I - Fundamentals – Voice Disorders – Disorders of Language and Hearing Development* (p. 230-234) [https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0_4)
- Ormezzano, Y., (2016) Evaluation phoniatrique de la voix parlée. In C. Klein-Dallant (Ed.), *De la voix parlée au chant, Bilans rééducation pathologies de la voix parlée et chantée* (pp.17-28) Autoédité par Carine Klein-Daillant.
- Pedersen M., Overgård Jønsson A. , Akbulut S. , Oguz H., and Nawka T. Special Kinds and Clinical Manifestation of Voice Disorders. In A. am Zehnhoff-Dinnesen, B. Wiskirski-Woznica, K. Neumann, T. Nawka (Eds.), *Phoniatrics I - Fundamentals – Voice Disorders – Disorders of Language and Hearing Development* (p.239-261) ([https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0_5))
- Peri-Fontaa, E. (2020). *Connaître sa voix pour mieux la préserver ; petit guide d'hygiène vocale*. Paris : heures de france.
- Pillot-Loiseau, C. (2011). Pression sous-glottique et débit oral d'air expiré comme aides à la pose du diagnostic de dysodie ; implications pour la rééducation vocale. *Entretiens d'orthophonie* , 32-45.
- Pentax médical (2022) *Pentax Medical and KayPentax*, <http://aimtech.ru/en/catalog/98>, <https://www.pentaxmedical.com/pentax/en/97/1/Phonatory-Aerodynamic-System-PAS-Model-6600> (consulté le 21 juin 2022)

- Remacle, A., Morsomme, D., Berrué, E., & Finck, C. (2012). Vocal Impact of a Prolonged Reading Task in Dysphonic Versus Normophonic Female Teachers. *Journal of Voice*, 26(6), 820.e1-820.e13. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.06.002>
- Remacle, A., Petitfils, C., Finck, C., & Morsomme, D. (2017). Description of patients consulting the voice clinic regarding gender, age, occupational status, and diagnosis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 274(3), 1567-1576 <https://doi.org/10.1007/s00405-016-4332-7>
- Rossetto, S. (s.d.). *Stephane Rossetto, audioprothésiste*. Consulté le 26 juin 2022 <https://www.audioprothesiste-marseille.com/votre-audition/son-intensite-frequences-auditives-39>.
- Ruel, B., & Thibeault, S. (2020). Is There a Relationship Between Vocal Effort and VHI? *Journal of Voice*, 34(5), 809.e11–809.e18. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.03.005>
- Schneider-Stickler, B., am Zehnhoff-Dinnesen, A., Akbulut, S., Chávez Calderón, E., Demir, M., Deuster, D., Fuchs, M., Geneid, A., Murry, T., Nawka, T., Neuschaefer-Rube, C., Niebudek-Bogusz, E., Obrębowski, A., Oguz, H., Olthoff, A., Overgård Jønsson, A., Pedersen, M., Richter, B., Rubin, J., Shields K., .lisńska-Kowalska M., Wiskirska-Woźnica, B., Woisard, V. et Wojnowski, W. (2020). Special Kinds and Clinical Manifestation of Voice Disorders. In A. am Zehnhoff-Dinnesen, B. Wiskirska-Woźnica, K. Neumann, T. Nawka (Eds.) *Phoniatics I* (pp. 239–347). [https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0_5)
- Stemple, J. C., Roy, N., & Klaben, B. K. (2018). *Clinical voice pathology: Theory and management*. Plural Publishing.
- The jamovi project (2021). *jamovi*. (Version 2.2) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Tseng, W., Chang, C., Yang, T., & Hsiao, T. (2019). Estimating vocal fold stiffness : Using the relationship between subglottic pressure and fundamental frequency of phonation as an analog. *Clinical Otolaryngology*, 45(1), 40-46. <https://doi.org/10.1111/coa.13463>
- Yiu, Yuen, Y.-M., Whitehill, T., & Winkworth, A. (2004). Reliability and applicability of aerodynamic measures in dysphonia assessment. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 18(6-8), 463–478. <https://doi.org/10.1080/02699200410001703592>
- Yu, P., Garrel, R., Nicollas, R., Ouaknine, M., & Giovanni, A. (2006). Objective Voice Analysis in Dysphonic Patients: New Data Including Nonlinear Measurements. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 59(1), 20–30. <https://doi.org/10.1159/000096547>



Zehnhoff-Dinnesen A., Akbulut S., Chávez Calderón E., Demir M., Deuster D., Fuchs M., Geneid A., Murry T., Nawka T., Neuschaefer-Rube C., Niebudek-Bogusz E., Obrębowski A., Oguz H., Olthoff A., Overgård Jønsson A., Pedersen M., Richter B., Rubin J., Schneider-Stickler B., Shields K., St. Ilińska-Kowalska M., Wiskirska-Woźnica B., Woisard V. et Wojnowski W. Special Kinds and Clinical Manifestation of Voice Disorders. In A. am Zehnhoff-Dinnesen, B. Wiskirska-Woźnica, K. Neumann, T. Nawka (Eds.), *Phoniatrics 1 - Fundamentals – Voice Disorders – Disorders of Language and Hearing Development* (p.239-261) ([https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-46780-0_5))

Zraick, Smith-Olinde, L., & Shotts, L. L. (2012). Adult Normative Data for the KayPENTAX Phonatory Aerodynamic System Model 6600. *Journal of Voice*, 26(2), 164–176. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.01.006>

## **Résumé :**

**Introduction :** L'objectif de ce travail est d'étudier l'intérêt clinique de la pression sous-glottique estimée (PSGE) dans la pose du diagnostic des lésions nodulaires et kystiques. En respectant une approche EBP (Evidence-Based Practice), nous avons apprécié la mesure de la pression sous-glottique estimée (PSGE) avec ce que perçoit le clinicien à l'aide de l'échelle GRBAS, ainsi que le ressenti du patient à l'aide du Voice Handicap Index (VHI) et ce dans un contexte d'évaluation reposant sur trois niveaux de pression sonore (NPS) distincts.

**Méthodologie :** Nos mesures proviennent d'une base de données du CHU de Liège reprenant des bilans vocaux réalisés entre 2009 et 2019. Sur 4029 données, 130 participantes ont été sélectionnées. Celles-ci sont classées en trois groupes selon un diagnostic posé par le médecin ORL, soit un premier groupe souffrant de dysphonies fonctionnelles (DF), un deuxième de lésions kystiques et enfin un troisième de lésions nodulaires. Les données étudiées pour chaque participante correspondent aux évaluations perceptives, acoustiques et aérodynamiques. La PSGE a été évaluée au moyen d'une méthode de mesure de la pression intra-orale à l'aide du dispositif « *Phonatory Aerodynamic System* » modèle 6600 de la firme Kay Pentax (KayPENTAX Corps, Lincoln Park, NJ). Les participantes ont été amenées à répéter un enchaînement de syllabes /ipipi/ à trois niveaux de pression sonore ; en voix faible (au seul phonatoire), en voix conversationnelle et en voix projetée.

**Analyses :** Nous avons comparé les valeurs de PSGE de notre échantillon aux valeurs de référence établies par Zraick & al (2012) et Holmberg & al. (1988). Ensuite, une comparaison de l'ensemble des trois groupes a été réalisée. Nous avons ensuite étudié la relation entre les mesures aérodynamiques (PSGE) et les mesures acoustiques (NPS) et enfin avec les mesures perceptives (VHI, GRBAS) pour les trois pathologies.

**Résultats :** Les valeurs de PSGE de nos trois groupes de 18 à 59 ans sont significativement plus élevées que celles des participants euphoniques de la littérature et ce aux trois niveaux de pression sonore. Les dysphonies avec lésions (nodule(s) ou kyste) présentent des scores de PSGE significativement plus élevés que ceux du groupe des dysphonies fonctionnelles.

Les participantes porteuses de kyste ne montrent pas de valeurs de PSGE significativement différentes des porteuses de nodule(s).

Nous observons des corrélations significatives entre les valeurs de PSGE et de NPS soit en voix forte chez les participantes présentant une DF, en voix faible et conversationnelle chez les porteuses de kyste et enfin dans les trois NPS chez les porteuses de nodule(s). Pour les trois groupes de pathologies, aucune corrélation significative n'a été rapportée entre les valeurs de PSGE et le score total au VHI.

Pour les participantes souffrant de DF, nous observons une corrélation entre les valeurs de PSGE et le critère « souffle » de la GRBAS en voix faible et conversationnelle.

La relation entre les valeurs de PSGE et les critères perceptifs est significative pour le « grade général de la dysphonie », la « raucité » et le « souffle » de la GRBAS pour des porteuses de kyste en voix faible.

Et enfin, les valeurs PSGE des porteuses de nodule(s) sont liées significativement pour le critère de « grade de la dysphonie » en voix faible et conversationnelle.

**Conclusion** : Nous n'avons pas pu prouver que les mesures de PSGE sont significativement différentes entre les lésions nodulaires et kystiques parmi nos participantes. Néanmoins, plus la densité de plan glottique est élevée, pour arriver à produire un niveau de pression sonore demandé, plus la participante devra fournir un effort vocal important. La relation entre les mesures aérodynamiques et perceptives est à nuancer dans chaque pathologie et est influencée par le NPS demandé lors de l'exécution de la tâche. Il est cependant intéressant d'observer que plus le sujet fait un effort vocal, moins de signes d'inconfort et de dysphonie sont perceptibles par l'évaluateur. Notons également que nous devons prendre en compte la charge vocale quotidienne du patient ainsi que sa capacité d'adaptation face à sa dysphonie.