Pôle Santé
UFR Médecine

Nantes Université

Unité de Formation et de Recherche de Médecine et des Techniques Médicales

Année Universitaire 2022-2023

Mémoire

Pour l'obtention du

Certificat de Capacité en Orthophonie

Étude de l'intensité vocale chez des patients présentant une insuffisance vélopharyngée

Présenté par Victoria ROGIER

Née le 08/09/1998

Présidente du Jury : Madame MARTINAGE Valérie - Orthophoniste, chargée de cours

Directrice de Mémoire : Madame DEFAY Virginie - Orthophoniste, chargée de cours

Co-directeur du Mémoire : Monsieur CORRE Pierre - Professeur des Universités, Praticien hospitalier, Chirurgien maxillo-facial et stomatologue, chargé de cours

Membre du jury : Madame BEUVARD Lucile - Orthophoniste

Remerciements

Je voudrais tout d'abord remercier mes directeurs de mémoire, Virginie Defay et Pierre Corre, pour leur accompagnement tout au long de ce travail, leur disponibilité, leurs relectures et leurs encouragements durant ces deux années, ainsi que pour l'accueil qu'ils m'ont réservé au sein du service de chirurgie maxillo-faciale et tout ce qu'ils m'y ont enseigné.

Je remercie les membres du jury, Madame Martinage et Madame Beuvard, pour leur lecture de mon travail.

Je remercie également Olivier Crouzet, Arnaud Legrand et Hélios Bertin pour leur accompagnement dans la mise en place de ce projet.

Merci aux patients et à leurs parents qui ont accepté de participer à cette étude et l'ont rendue possible.

Merci également à toutes les maîtres de stage qui m'ont ouvert les portes de leur cabinet durant ces cinq années d'études et qui m'ont guidée pour faire de moi l'orthophoniste que je serai bientôt.

Je remercie du fond du cœur ma famille pour son soutien inconditionnel depuis toujours et son enthousiasme dans tous mes projets. Un merci tout particulier à ma mère, son « et l'orthophonie, t'y as pensé ? » a changé ma vie.

Merci aussi à Anne-Marie et Maïssa, qui seront mes modèles dans bien des aspects de ma pratique professionnelle.

Merci enfin à mes camarades bientôt (ou déjà) orthophonistes qui ont rendu ces cinq années bien plus sympathiques : Laude, les Louises, Chloé, Clément, merci d'avoir été là pour les rires et pour les larmes, pour les blagues et les baisses de moral. J'ai hâte de voir ce que cette nouvelle étape nous réserve et de partager tout ça avec vous.

Pôle Santé
UFR Médecine
Nantes Université

U.E. 7.5.c Mémoire

Semestre 10

Centre de Formation Universitaire en Orthophonie
Directeur : Pr Florent ESPITALIER
Co-Directrices Pédagogiques : Mme Emmanuelle PRUDHON – Mme Heglyn LEITE-PIMENTA
Directrice des Stages : Mme Leslie BARON

ANNEXE 9
ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

« Par délibération du Conseil en date du 7 Mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation ».

Engagement de non-plagiat

Je soussignée déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes ses formes de supports, y compris l'Internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Fait à Nantes, le 20/08/2023,

Signature :

Pôle Santé
UFR Médecine
Nantes Université

U.E. 7.5.c Mémoire

Semestre 10

Centre de Formation Universitaire en Orthophonie
Directeur : Pr Florent ESPITALIER
Co-Directrices Pédagogiques : Mme Emmanuelle PRUDHON – Mme Heglyn LEITE-PIMENTA
Directrice des Stages : Mme Leslie BARON

ENGAGEMENT ÉTHIQUE

Je soussignée Victoria ROGIER, dans le cadre de la rédaction de mon mémoire de fin d'études orthophoniques à l'Université de Nantes, m'engage à respecter les principes de la déclaration d'Helsinki concernant la recherche impliquant la personne humaine.

L'étude vise à évaluer l'intensité vocale chez des enfants présentant une IVP, et d'examiner les liens entre l'intensité vocale, les résultats obtenus avec l'évaluation perceptive de la voix et de la parole et une mesure de la qualité de vie. Cette recherche a été approuvée par le Groupe Nantais d'Ethique dans le Domaine de la Santé (GNEDS) (avis 23-51-04-120).

Conformément à la déclaration d'Helsinki, je m'engage au cours de l'expérimentation à :

- informer tout participant sur les buts recherchés par cette étude et les méthodes mises en œuvre pour les atteindre,
- obtenir le consentement libre et éclairé de chaque participant à cette étude
- préserver l'intégrité physique et psychologique de tout participant à cette étude,
- informer tout participant à une étude sur les risques éventuels encourus par la participation à cette étude,
- respecter le droit à la vie privée des participants en garantissant l'anonymisation des données recueillies les concernant, à moins que l'information ne soit essentielle à des fins scientifiques et que le participant (ou ses parents ou son tuteur) ne donne son consentement éclairé par écrit pour la publication,
- préserver la confidentialité des données recueillies en réservant leur utilisation au cadre de cette étude.

Fait à : Nantes, le : 16/08/2023

Rogier

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX 1

LISTE DES ABRÉVIATIONS 3

INTRODUCTION 1

PARTIE THÉORIQUE 2

1. La voix et ses paramètres 2

1.1. Anatomie et physiologie de la phonation 2

1.2. Paramètres de la voix 5

2. L'insuffisance vélopharyngée 9

2.1. Définitions et étiologies 9

2.2. Conséquences générales de l'insuffisance vélopharyngée 10

2.3. Conséquences de l'insuffisance vélopharyngée sur la voix 12

3. La prise en soin dans le cadre de l'insuffisance vélopharyngée 16

3.1. Une prise en soin pluridisciplinaire 16

3.2. Bilan et intervention orthophonique 19

MÉTHODE 23

1. Problématique et hypothèses 23

2. Protocole 23

2.1. Participants 23

2.2. Ethique et consentement 24

2.3. Protocole 24

2.4. Méthodologie d'exploitation des données 26

RÉSULTATS 27

1. Données recueillies 27

1.1. Temps maximal de phonation 32
1.2. Fréquence fondamentale 32
1.3. Jitter et shimmer 32
1.4. Intensité 32
1.5. Type de phonation 34
1.6. Échelle GRBASI 35
1.7. Questionnaire PVHI 35
2. Étude des profils 36
2.1. Intensité et examen perceptif 37
2.2. Intensité et paramètres objectifs 37
2.3. Intensité et qualité de vie rapportée 38
DISCUSSION 40
1. Rappel des hypothèses 40
2. Interprétation des résultats et confrontations aux hypothèses 40
2.1. Hypothèse 1 40
2.2. Hypothèse 2 41
3. Intérêts et limites de l'étude 42
3.1. Limites 42
3.2. Intérêts et perspectives 44
CONCLUSION 45
BIBLIOGRAPHIE 46
ANNEXES I
Annexe 1 : Note d'information aux parents I
Annexe 2 : Lettre de consentement éclairé III

Annexe 3 : Classification de la phonation selon Borel-Maisonny (1975) IV

Annexe 4 : Échelle GRBASI (Hirano, 1981 ; Dejonckere et al., 1996)..... V

Annexe 5 : Pediatric Voice Handicap Index – Version française (Oddon et al., 2018)..... VI

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 - Le système respiratoire, pilier de la phonation 2

Figure 2 - Le larynx 3

Figure 3 - Position du voile du palais lors de l'émission de phonèmes oraux (à gauche) et nasaux (à droite) 5

Figure 4 - Exemple de vibration instable en fréquence..... 6

Figure 5 - Exemple de vibration instable en amplitude..... 8

Figure 6 - Carte des centres de compétence et experts des fentes et malformations faciales MAFACE 16

Figure 7 - Schématisation du lipomodelage vélopharyngé 18

Figure 8 - Schématisation d'une véloplastie d'allongement 19

Figure 9 - Schéma de l'installation ..... .25

Tableau 1 - Études sur les caractéristiques objectives de la voix chez les patients porteurs de fente/IVP 14

Tableau 2 - Données recueillies chez l'ensemble des patients 28

Tableau 3 - Valeurs moyennes de jitter et shimmer relevées chez l'ensemble des patients 32

Tableau 4 - Distribution des valeurs d'intensité moyenne (exprimées en dB(A)) relevées chez de l'ensemble des patients..... 33

Tableau 5 - Distribution des intensités moyennes (exprimées en dB(A)) chez les patients ayant produit à trois reprises un TMP supérieur à 7 secondes..... 33

Tableau 6 - Distribution des intensités moyennes (exprimées en dB(A)) chez les patients n'ayant pas produit à trois reprises un TMP supérieur à 7 secondes..... 34

Tableau 7 - Répartition des types de phonation dans la population..... 34

Tableau 8 - Données tirées des productions des 5 patients ayant un TMP supérieur à 7 secondes 36

Tableau 9 - Corrélations entre l'intensité vocale moyenne et les valeurs de jitter et shimmer chez l'ensemble des patients 38

LISTE DES ABRÉVIATIONS

IVP : Insuffisance vélopharyngée

TMP : Temps maximal de phonation

PVHI : Voice Handicap Index pédiatrique

INTRODUCTION

L'insuffisance vélopharyngée (IVP) se caractérise par un défaut de fermeture du sphincter vélopharyngé causé par une restriction anatomique. Elle peut être due à diverses causes, la plus fréquente étant la présence d'une fente palatine (Naran et al., 2017). Son évaluation et sa prise en soin nécessitent l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire, au sein de laquelle l'orthophoniste occupe une place prépondérante.

Ce travail est né tout d'abord d'un constat effectué dans la pratique clinique, lors de bilans orthophoniques effectués au sein du service de chirurgie maxillo-faciale du CHU de Nantes : celui d'une intensité vocale paraissant faible chez nombre d'enfants présentant une IVP. Nous avons par la suite remarqué qu'il existait peu de données quantitatives sur l'intensité vocale chez les patients avec IVP, bien qu'une intensité basse soit décrite par plusieurs auteurs (Naran et al., 2017 ; Bzoch, 1979 ; Bernthal et Beukelman, 1977 ; McWilliams et al., 1990, cité par Zajac & Vallino, 2017, p.198 ; Jiang et al., 2015).

Nous avons donc voulu, à travers ce travail, nous interroger sur ce paramètre, le mesurer et le confronter aux autres données issues de l'examen objectif et perceptif de la phonation, afin de questionner la nécessité de l'intégrer au bilan de l'IVP et à la rééducation proposée aux patients.

Après avoir contextualisé notre démarche en rappelant quelques éléments sur la phonation puis l'insuffisance vélopharyngée et sa prise en charge, nous exposerons la méthodologie employée dans cette étude, avant d'en présenter les résultats que nous analyserons.

PARTIE THÉORIQUE

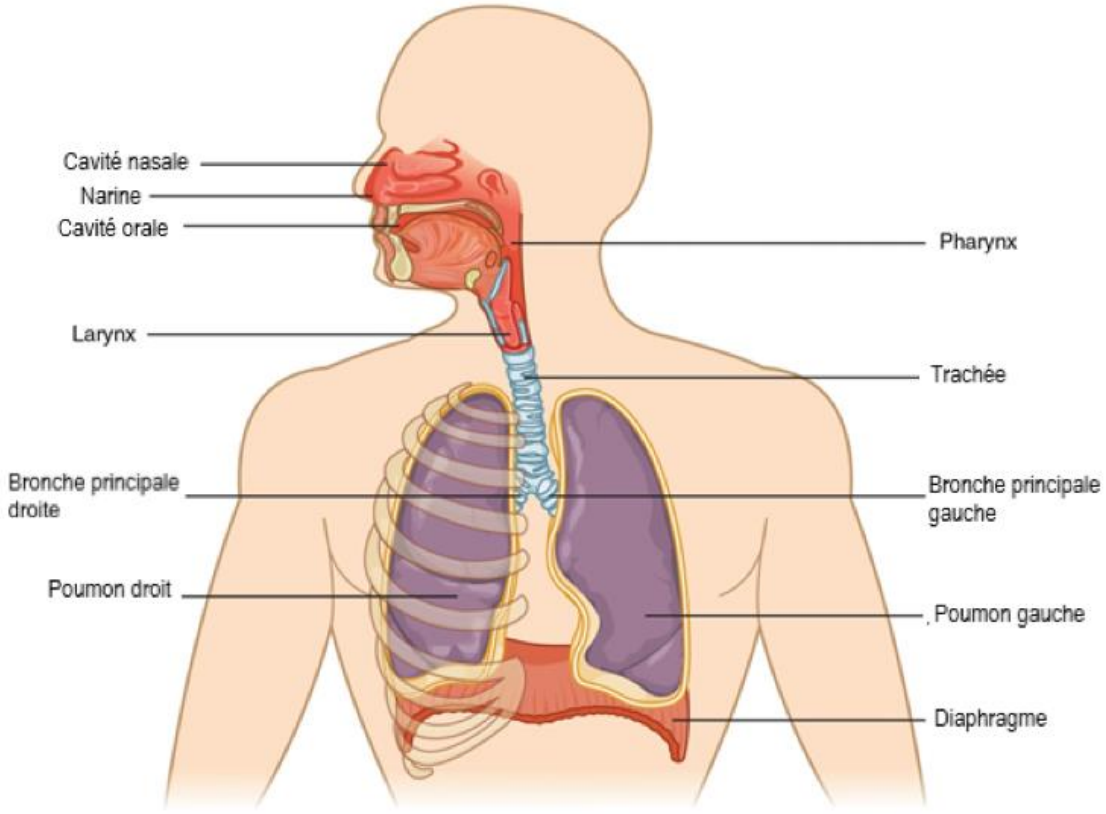
1. La voix et ses paramètres

1.1. Anatomie et physiologie de la phonation

La production vocale met en jeu des mécanismes nombreux et complexes. On distingue généralement trois parties dans l'appareil phonatoire : la « soufflerie » (poumons, muscles respiratoires), le vibrateur (larynx) et les résonateurs (cavité buccale, pharynx, fosses nasales).

Figure 1

Le système respiratoire, pilier de la phonation



Note. Adapté d'après *Anatomy & physiology* (p. 1034), par Betts et al., 2022, OpenStax (https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology-2e i). CC BY 4.0

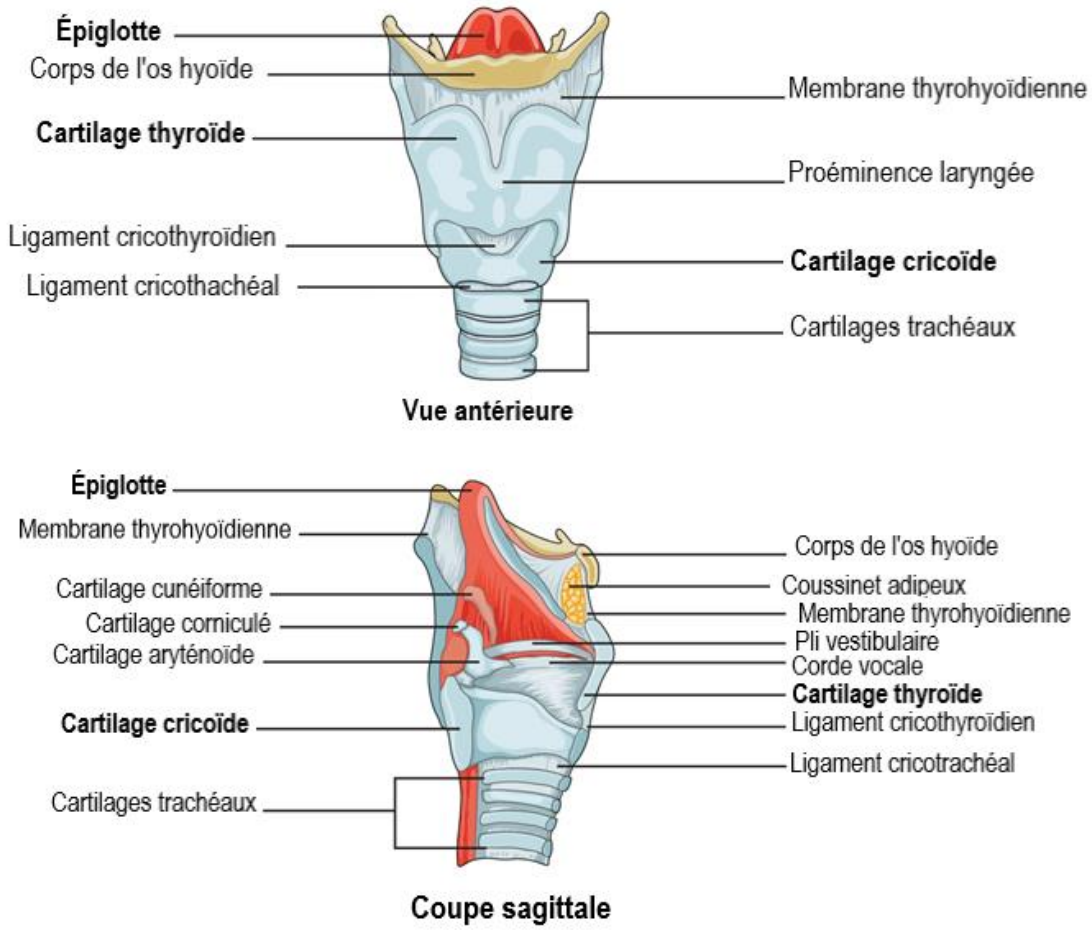
Nous nous contenterons d'évoquer ici l'étage laryngé et les résonateurs.

1.1.1. Le larynx

Outre son rôle dans la phonation, le larynx est un élément clé du carrefour aérodigestif permettant de protéger la trachée lors de la déglutition. Il est constitué d'une structure cartilagineuse et d'un ensemble de muscles intrinsèques et extrinsèques.

Figure 2

Le larynx



Note. Adapté d'après *Anatomy & physiology* (p. 1039), par Betts et al., 2022, OpenStax (https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology-2e i). CC BY 4.0

Les cartilages thyroïde et cricoïde sont statiques alors que le cartilage épiglottique et les cartilages aryténoïdes sont mobiles, permettant respectivement la fermeture du larynx lors de la déglutition et des mouvements d'adduction et d'abduction des plis vocaux.

Les plis vocaux (ou cordes vocales) s'insèrent en avant sur l'angle rentrant du cartilage thyroïde et en arrière sur le processus vocal de chaque cartilage aryténoïde. Ils sont organisés en une structure pluristratifiée, composée du muscle thyro-aryténoïdien recouvert par la lamina propria, elle-même recouverte par un épithélium. L'adduction/abduction des plis vocaux, leur longueur et leur épaisseur vont être modifiées par l'action des muscles intrinsèques du larynx.

La phonation correspond à « l'apparition d'une vibration sonore au niveau des cordes vocales (voix) par la transformation de l'énergie aérodynamique de l'air expiratoire en énergie acoustique au niveau des cordes vocales » (Giovanni et al., 2012, p. 9). La vibration des cordes vocales consiste en la résolution du conflit entre la pression de l'air sous-glottique et la force de fermeture des cordes. En position préphonatoire, les plis vocaux sont en adduction. Au-delà d'une certaine pression sous-glottique générée grâce aux muscles expirateurs, les plis vocaux se mettent à vibrer : ils s'écartent pour laisser s'échapper une petite quantité d'air (puff), ce qui diminue la pression sous-glottique et entraîne la fermeture des cordes ; le cycle recommence alors, plusieurs centaines de fois par seconde.

1.1.2. Les résonateurs

Le son laryngé ainsi produit remonte ensuite en direction des résonateurs que sont le pharynx, les fosses nasales et la cavité buccale. Il est alors modulé selon la configuration des résonateurs, permettant d'amplifier certaines harmoniques de ce son complexe, ce qui lui confère son timbre.

1.1.3. Le voile du palais et le sphincter vélopharyngé

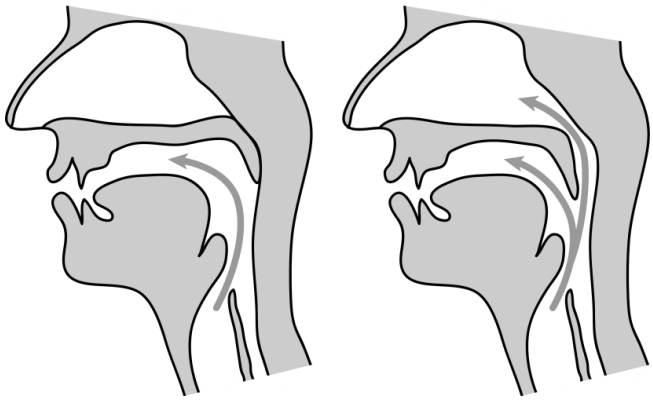
Parmi les structures anatomiques participant à la production de la parole, une nous intéressera tout particulièrement dans ce travail : le voile du palais, et le sphincter vélopharyngé auquel il participe.

Le voile du palais, situé en arrière du palais osseux, est composé de tissu fibreux et musculaire recouvert d'une membrane muqueuse. Contractile et mobile, il permet de séparer l'oropharynx du rhinopharynx, ce qui joue un rôle crucial notamment dans la phonation. La fermeture du sphincter vélopharyngé s'opère par l'élévation et la postériorisation du voile du palais qui s'accole à la paroi pharyngée postérieure, alors que le diamètre du cavum est réduit par la contraction des muscles constricteurs supérieurs du pharynx. Les parois pharyngées

latérales participent également à la fermeture du sphincter par un mouvement de médialisation. Lors de la phonation, le voile du palais est relevé (séparant donc l'oropharynx du nasopharynx et de la cavité nasale), pour la production des phonèmes oraux : l'air est alors exclusivement expulsé par la bouche. Pour la production des phonèmes nasaux, le voile est abaissé, permettant une communication entre l'oropharynx et le nasopharynx, et ainsi le passage d'air par les fosses nasales.

Figure 3

Position du voile du palais lors de l'émission de phonèmes oraux (à gauche) et nasaux (à droite)



Note. Tiré de *Essentials of Linguistics, 2nd edition* (p. 103), par Anderson et al., 2022, eCampusOntario (https://ecampusontario.pressbooks.pub/essentialsoflinguistics2/). CC BY-SA 4.0

1.2. Paramètres de la voix

La voix, comme tous les sons, peut être caractérisée par trois paramètres, que nous présenterons ci-après : la hauteur, le timbre et l'intensité

1.2.1. Hauteur

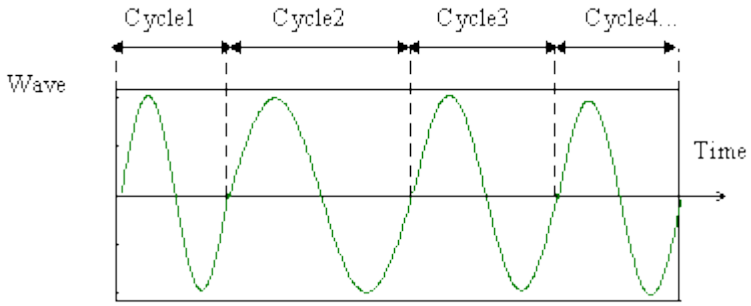
La hauteur d'un son qualifie son caractère grave ou aigu. Plus un son a une fréquence (exprimée en Hertz) élevée, plus il sera perçu comme aigu, et plus il y a une fréquence basse, plus il sera perçu comme grave. Pour la voix, la fréquence fondamentale (notée F0) correspond à la fréquence de vibration des cordes vocales. La hauteur de la voix dépend

notamment de la taille du larynx et la longueur et la tension des plis vocaux (elle-même modifiée grâce à l'action des muscles thyro-aryténoïdien et crico-thyroïdien) et varie grandement selon la taille du larynx, l'âge et le sexe. Ainsi, selon Giovanni (2021), un enfant de 8 ans a en moyenne une F0 de 300 Hz, une femme de 200 Hz et un homme de 135 Hz.

L'instabilité à court terme de la fréquence fondamentale (illustrée par la figure 4) peut être indiquée par le jitter, qui rend compte des variations de fréquence entre chaque cycle. Il peut être calculé et exprimé de plusieurs manières (Ghio, 2021a, p.129) : par exemple, le jitter absolu moyen correspond à la différence de F_0 entre deux cycles de vibration consécutifs, alors que le jitter factor compare le jitter moyen à la F_0 moyenne. Le jitter ratio, utilisé dans ce travail, correspond à la moyenne de toutes les différences entre les durées de deux périodes consécutives du signal, divisée par la durée moyenne d'une période. Cet indicateur se retrouve sous le nom de « jitter (local) » dans le logiciel Praat (Boersma et al., 2022).

Figure 4

Exemple de vibration instable en fréquence



Note. Tiré de *Paramètres acoustiques de stabilité vocale*, par Ghio, A., s.d. (http://www2.lplaix.fr/~ghio/pedago-ParamAcoust.htm)

1.2.2. Timbre

Selon Titze (2015, p.34), le timbre de la voix est défini comme « toutes les caractéristiques qui ne découlent ni de la hauteur ni de l'intensité », qui rendent chaque voix unique. Il dépend de l'intensité des harmoniques présentes dans la voix. Il varie entre autres selon la capacité d'accolement des plis vocaux, ainsi que l'anatomie et la configuration des résonateurs. Le timbre peut être décrit par une multitude d'adjectifs (Titze, 2015, p.35) : une voix peut par exemple être dite soufflée, sourde, rauque, enrouée, forcée…

En ce qui concerne l'analyse objective de la voix, le jitter (mesure de l'instabilité à court terme de la F_0, selon les variations de fréquence entre chaque cycle) serait corrélé à la raucité et à la sévérité de la dysphonie. Le shimmer (mesure à court terme des variations en amplitude) serait, lui, corrélé au caractère « soufflé » de la voix (Teixeira et al., 2013). Cependant, ces mesures sont à utiliser avec précaution et leur utilité dans l'évaluation vocale est remise en cause (Ghio, 2021, p.131).

1.2.3. Intensité

Le paramètre de l'intensité d'un son traduit la perception de son « niveau sonore » : plus l'intensité d'un son est élevée, plus le son parait fort ; plus elle est basse, plus le son est perçu comme faible. Dans la production vocale, l'intensité est modulée par la pression sous-glottique et par la différence entre la pression sous-glottique et celle du tractus vocal ainsi que par le degré d'adduction des cordes vocales (Giovanni et al., 2012). Elle joue un rôle majeur dans l'intelligibilité en situation de communication.

L'intensité d'un son dépend de l'amplitude de l'onde sonore, et donc de la pression acoustique, mesurée en pascals (Pa). D'après Legent et al. (2011, p.190), un son juste audible à 1000 Hz vaut 0,00002 Pa. Pour plus de praticité, l'intensité sonore est alors généralement exprimée en décibels (dB) sur une échelle logarithmique, en ayant comme référence la pression acoustique p_0 d'un son juste audible à 1000 Hz, soit $p_0 = 20$ µPa

Ainsi, le rapport Lp avec cette référence peut être calculé sur l'échelle logarithmique par la formule suivante :

$$Lp = 10 \log (p^2/p_0^2)$$

Où Lp est le niveau de pression acoustique en décibels (dB SPL), p la pression acoustique du son étudié et p_0 la valeur de référence soit 20 µPa.

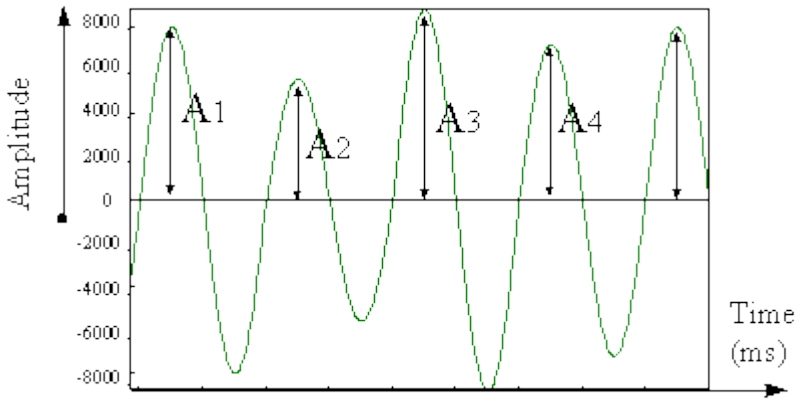
Le décibel est une échelle logarithmique : ainsi, une multiplication par 2 de l'intensité d'un son sera traduite par un ajout de 3 décibels, et une multiplication de l'intensité par 10 équivaut à l'ajout de 10 décibels. À titre d'exemple, le seuil de l'audition est défini à 0 dB, une voix conversationnelle normale équivaudra à environ 60 dB, et le seuil de la douleur est de 120 dB (Ghio, 2021b, p.110). Il est à noter que le dB SPL (*Sound Pressure Level*, ou « niveau de pression sonore ») se distingue du dB HL (*Hearing Level*) utilisé en audiométrie,

qui prend pour référence l'audition de sujets normo-entendants et est exprimé en perte de décibels (Legent et al., 2011, p. 207).

Le *shimmer* traduit l'instabilité à court terme de l'amplitude de la vibration, et donc les variations d'amplitude entre chaque cycle d'oscillation, illustrées dans la figure 5 (Ghio, 2021, p.129). Tout comme le jitter, il peut être calculé et exprimé de plusieurs façons. Nous nous intéresserons dans ce travail au shimmer tel qu'exprimé par l'indicateur « shimmer (local) » du logiciel Praat (Boersma et al., 2022), soit la moyenne des différences d'amplitude entre deux périodes consécutives, divisée par l'amplitude moyenne.

Figure 5

Exemple de vibration instable en amplitude



Note. Tiré de *Paramètres acoustiques de stabilité vocale*, par Ghio, A., s.d. (http://www2.lplaix.fr/~ghio/pedago-ParamAcoust.htm)

Pour mesurer l'intensité, le sonomètre reste l'instrument préférentiellement utilisé car il fournit une mesure en dB SPL calibrée (Ghio, 2013). Par ailleurs, il convient lors de la mesure de l'intensité de spécifier et porter une attention particulière notamment à la distance entre la source sonore et le microphone du sonomètre, ainsi qu'à la pondération utilisée. La pondération en fréquence correspond à l'atténuation ou non de certaines fréquences lors de la mesure de l'intensité : ainsi, la pondération A se rapproche de la sensibilité de l'oreille humaine, avec une sensibilité maximale aux fréquences comprises entre 1000 et 5000 Hz, et la pondération C (qui atténue les fréquences inférieures à 32 Hz et supérieures à 8000 Hz) serait appropriée pour mesurer des sons d'intensité importante, ou pour l'intensité vocale dans des environnements peu bruyants (Svec & Granqvist, 2018).

2. ***L'insuffisance vélopharyngée***

2.1. Définitions et étiologies

La dysfonction vélopharyngée est définie comme le résultat d'un fonctionnement inadéquat des structures contrôlant le sphincter vélopharyngé (Naran et al., 2017), qui peut être dû à diverses étiologies. Parmi les dysfonctions vélopharyngées, on distingue, selon la classification établie par Trost-Cardamone en 1989, l'insuffisance vélopharyngée, l'incompétence vélopharyngée et le défaut d'apprentissage vélopharyngé (*velopharyngeal mislearning*).

2.1.1. Incompétence et défaut d'apprentissage vélopharyngé

Dans l'incompétence vélopharyngée, le défaut de fermeture du sphincter vélopharyngé est dû à un trouble neurophysiologique entraînant un défaut de la motricité des structures vélopharyngées (Kummer, 2011). Elle peut résulter par exemple d'une séquelle d'accident vasculaire cérébral ou de traumatisme crânien, ou d'une lésion des nerfs crâniens IX ou X. On retrouvera également une incompétence vélopharyngée dans des contextes de dysarthrie suite à diverses pathologies neurologiques comme la sclérose latérale amyotrophique ou encore la paralysie cérébrale.

Le défaut d'apprentissage vélopharyngé est dû à une mauvaise maîtrise des fonctions du sphincter vélopharyngé, comme une mauvaise habitude articulatoire. Cela peut par exemple s'observer dans un contexte de déficience auditive.

2.1.2. Insuffisance vélopharyngée

L'insuffisance vélopharyngée (IVP), qui nous intéressera particulièrement dans ce travail, désigne une dysfonction vélopharyngée due à une restriction mécanique, une limitation anatomique ou structurelle empêchant la fermeture adéquate du sphincter vélopharyngé (Kummer, 2011).

Une insuffisance vélopharyngée peut être causée par différents facteurs. En premier lieu, on retrouve les fentes palatines : d'après Naran et al., (2017), environ 30% des patients ayant subi une réparation de fente palatine nécessitent ensuite une chirurgie secondaire pour améliorer la fermeture du sphincter vélopharyngé. Une IVP peut également être causée par une profondeur excessive du pharynx, une surface irrégulière des végétations adénoïdes ou

leur atrophie naturelle à la puberté. Il existe enfin des causes d'IVP iatrogènes, suite à une adénoïdectomie, une amygdalectomie, un avancement maxillaire, ou après une amputation ou une radiothérapie du voile pour traitement d'une tumeur maligne. (Kummer, 2020, pp. 276-282).

2.2. Conséquences générales de l'insuffisance vélopharyngée

L'insuffisance vélopharyngée va entraîner de nombreuses conséquences fonctionnelles, sociales et psychologiques. Il est important de garder à l'esprit qu'il existe une grande variabilité interindividuelle des présentations cliniques, aussi tous les sujets avec IVP ne présenteront pas les mêmes symptômes avec la même sévérité. De plus, l'appréciation d'un même trouble varie entre les sujets : la plainte n'est pas nécessairement corrélée à la sévérité du tableau, et certaines personnes peuvent être très gênées par une IVP d'apparence peu sévère.

2.2.1. Articulation et parole

Dans un contexte d'IVP, la communication entre les cavités nasale et buccopharyngée peut entraîner une rhinolalie ouverte. De ce fait, les phonèmes oraux pourront être substitués par leurs équivalents nasaux.

On pourra également retrouver une déperdition nasale (ou souffle nasal), principalement sur les occlusives et constrictives orales sourdes (Kummer, 2020, p.268) : en effet, ces phonèmes nécessitent une pression intraorale importante, ce qui est rendue difficile en cas d'IVP. La déperdition nasale peut être audible ou non, selon la taille de la béance vélopharyngée. Ainsi, une béance importante engendrera une déperdition inaudible, mais avec une perte d'intensité sur les consonnes orales et des énoncés plus courts, de par la nécessité de reprendre davantage sa respiration pour maintenir le flux d'air. Une béance de taille moyenne engendrera une déperdition audible, du fait d'une plus grande résistance au flux d'air entraînant un bruit de friction. On peut également retrouver un ronflement nasal, qui serait causé par une béance vélopharyngée de petite taille, puis le passage de l'air sur des sécrétions nasales, formant des bulles de sécrétions. Le ronflement nasal est souvent inconstant lors de la parole, et peut être atténué par un effort conscient de fermeture du sphincter vélopharyngé ou aggravé par la fatigue (Kummer, 2020, p.269).

Par ailleurs, certains patients présentent des troubles articulatoires, dont le type dépendra de la sévérité de l'IVP. Ainsi, on peut retrouver par exemple des malpositions linguales entraînant des troubles articulatoires simples tels que des sigmatismes interdentaux, addentaux ou latéraux, ou encore des phénomènes de postériorisation (De Buys Roessingh et al., 2017). Dans des cas plus sévères, les patients présentent des compensations articulatoires. Dans ce cas, les occlusives, surtout sourdes, peuvent être remplacées par des coups de glotte ; les constrictives peuvent être remplacées par des souffles rauques (Montoya y Martinez & Baylon-Campillon, 1996, p. 164). Toutes ces altérations de la parole nuisent plus ou moins gravement à l'intelligibilité. Du fait de l'effort que doivent fournir les patients avec IVP pour parvenir à une fermeture du sphincter vélopharyngé, on peut observer chez certains des syncinésies faciales (au niveau des ailes du nez ou des sourcils) (Kummer, 2020, p.269).

De même, on pourra retrouver chez certains patients un raccourcissement des rhèses de par la nécessité d'une prise d'air plus fréquente.

2.2.2. Audition

Les patients porteurs de fente palatine, labiopalatine ou sous-muqueuse sont davantage sujets aux otites séromuqueuses que la population générale (Kwinter et al., 2018; Flynn et al., 2009). Cela est causé par un dysfonctionnement tubaire dû notamment à l'impact de la fente sur le muscle tenseur du voile (Montoya y Martinez & Baylon-Campillon, 1996, pp. 83-84).

Par ailleurs, Sheanan et al. (2004) ainsi que Durr et Shapiro (1989) rapportent une plus grande incidence de pathologies de l'oreille moyenne également chez les sujets présentant une IVP congénitale sans malformation palatine.

Ces infections de l'oreille moyenne peuvent entraîner une baisse d'audition, qui impactera le développement de l'enfant et particulièrement l'acquisition du langage : il est donc important de proposer aux patients présentant une IVP un suivi régulier et précoce pour prévenir et traiter les otites et détecter les baisses d'audition.

2.2.3. Alimentation

De Buys Roessingh et al. (2017) décrivent qu'une IVP peut entraîner des difficultés d'alimentation avec passage d'aliments (surtout liquides) dans le rhinopharynx, difficultés de déglutition et aérophagie.

Pour Swibel et al., (2018), le reflux nasal secondaire à une IVP se résout spontanément après pharyngoplastie. En cas de dysphagie associée et persistante, il convient de rechercher une étiologie syndromique à l'IVP.

Par ailleurs, notamment pour les nourrissons porteurs de fente, des adaptations telles qu'une aide à l'allaitement ou une adaptation des tétines devront être proposées. (Kummer, 2020, pp. 201-211).

2.2.4. Socialisation, communication et qualité de vie

Comme nous l'avons déjà évoqué en abordant ses effets sur l'articulation, l'insuffisance vélopharyngée peut grandement affecter l'intelligibilité des patients et compliquer la communication. Cela peut entraîner des difficultés de socialisation dans l'enfance et l'adolescence, avec notamment des moqueries venant des pairs ou des difficultés à se faire comprendre. En conséquence, les jeunes présentant une IVP peuvent répondre à des réactions négatives de leurs interlocuteurs en restreignant volontairement leurs interactions orales : de ce fait, ils subissent des limitations qui ne sont pas uniquement dues aux conséquences physiques de leur pathologie (Dzioba et al., 2012). Il a ainsi été constaté que les adolescents avec IVP présentent des niveaux d'appréhension de la communication supérieurs à ceux d'adolescents sans IVP (Dzioba et al., 2013). Par ailleurs, la présence d'une fente peut impacter la scolarité : Border et al. (1998) constate sur une population d'enfants porteurs de fente une proportion importante (27%) d'élèves ayant redoublé.

De façon générale, l'IVP peut impacter la qualité de vie des patients : Lehes et al. (2021) et Barr et al. (2007) ont mis en évidence que les jeunes patients présentant une IVP rapportent une qualité de vie (évaluée par des questionnaires) inférieure à celle de sujets sans IVP. En outre, la sévérité de l'IVP et de ses conséquences, notamment concernant l'intelligibilité, impacte négativement la qualité de vie (Bruneel et al., 2019 ; Sakran et al., 2022).

2.3. Conséquences de l'insuffisance vélopharyngée sur la voix

Une insuffisance vélopharyngée va également avoir des conséquences sur plusieurs paramètres de la voix, ce qui nous intéressera tout particulièrement pour la suite de ce travail.

2.3.1. Timbre et hauteur

Comme nous l'avons mentionné précédemment, une IVP peut entraîner des altérations du timbre, notamment un nasonnement. La voix est alors décrite comme nasale, étouffée, de

faible intensité (Kummer, 2020, p.262) et aggravée (Montoya y Martinez & Baylon-Campillon, 1996, pp. 130). L'hypernasalité peut également être observée de façon objective sur un spectrogramme, où l'on retrouvera notamment une réduction de l'intensité du premier formant, une présence de formants supplémentaires et des changements dans la fréquence des formants (Schwartz, 1968, cité par Zajac & Vallino, 2017).

Par ailleurs, sur le plan perceptif, Peuvrel, Calais et Legent (1992) écrivent qu' « il faut penser à [une insuffisance vélaire] devant une voix aggravée, rauque, éraillée, voilée, sourde, faible, monotone, mal placée ».

Selon Kummer (2020, p. 274), les personnes présentant une fente et une IVP ont davantage de risques de développer une dysphonie, définie par une altération des qualités de la voix (Neighbors & Song, 2022). Cela s'expliquerait par la nécessité de compenser le défaut de fermeture du sphincter vélopharyngé en produisant un effort musculaire plus important, ce qui à terme peut engendrer des lésions au niveau des cordes vocales, notamment à type de nodules (D'Antonio et al. 1988 ; Leder & Lerman, 1985 ; McWilliams et al., 1973). Divers auteurs ont ainsi décrit des troubles de la voix chez des patients présentant une fente palatine, comme le rappellent Van Lierde et al. (2004) : sont mentionnés notamment un timbre rauque ou soufflé, un défaut de variation en hauteur et en intensité. On note cependant que toutes les études n'obtiennent pas des résultats similaires.

Pour mieux comprendre les caractéristiques vocales des patients avec fente palatine et IVP, plusieurs auteurs se sont intéressés à la mesure des paramètres objectifs de la voix, tels que le jitter, le shimmer ou la fréquence fondamentale, avec des populations diverses et des résultats parfois contradictoires. Ainsi :

- Villafuerte-Gonzalez et al. (2015) observent que les valeurs de la fréquence fondamentale et du jitter sont significativement plus élevées chez des garçons avec fente palatine et IVP que chez des garçons sans IVP, et que le shimmer est significativement plus élevé chez les sujets avec IVP et fente que chez les sujets contrôle.
- Van Lierde et al. (2004) observent au contraire une fréquence fondamentale significativement plus basse chez des sujets avec fente que chez des sujets sans fente, et un jitter significativement plus élevé chez les garçons avec fente que chez les garçons sans fente.

- Segura-Hernandez et al. (2019) et Lehes et al. (2021) retrouvent notamment un jitter et un shimmer significativement plus élevé chez un groupe d'enfants avec fente et IVP que chez un groupe contrôle, mais pas de différence significative de la fréquence fondamentale.

Les résultats de différentes études sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1

Études sur les caractéristiques objectives de la voix chez les patients porteurs de fente/IVP

Auteurs	Population étudiée	Résultats
Villafuerte-Gonzalez et al. (2015)	14 patients avec fente labio-palatine unilatérale non syndromique et IVP, sans pathologie laryngée ou raucité / 14 sujets sains	Fréquence fondamentale et jitter plus élevés chez les garçons avec fente/IVP, shimmer plus élevé chez les sujets avec fente/IVP.
Lehes et al. (2021)	18 enfants avec fente labio-palatine, palatine ou sous-muqueuse non syndromique et hypernasalité / 79 sujets sains	Jitter, shimmer et rapport signal / bruit significativement plus élevé chez les enfants avec fente.
Van Lierde et al. (2004)	28 sujets avec fente labiopalatine non syndromique	Fréquence maximale et fréquence fondamentale significativement inférieure aux valeurs normales chez sujets avec fente, intensité minimale plus élevée chez les sujets avec fente, jitter supérieur à la norme chez les garçons avec fente.

Auteurs	Population étudiée	Résultats
Segura-Hernandez et al. (2019)	15 patients avec fente labio-palatine non syndromique et IVP, sans articulation compensatoire / 15 sujets sans fente, présentant un trouble phonologique.	Shimmer et jitter plus élevés chez les sujets avec fente, pas de différence significative pour la fréquence fondamentale.
Attuluri et al., 2017	17 enfants avec fente labio-palatine / 32 sujets sains	Jitter significativement plus élevé chez les enfants avec fente que chez les sujets sains.

2.3.2. Intensité

Si la fréquence fondamentale ainsi que les paramètres d'instabilité (jitter et shimmer) sont étudiés et comparés dans de nombreuses publications, l'intensité de la voix des sujets avec IVP semble faire l'objet de moins d'études. Pourtant, une baisse d'intensité vocale est fréquemment retrouvée dans la pratique clinique. Ainsi, Bzoch (1979, cité par Montoya y Martinez & Baylon-Campillon, 1996, p. 131) évoque un « syndrome de la voix douce » chez les patients porteurs d'une fente, se manifestant par une voix faible et aspirée.

Plusieurs auteurs ont proposé des explications à cette baisse d'intensité. Bernthal et Beukelman (1977) rapportent une baisse significative de l'intensité vocale avec l'augmentation de l'ouverture du sphincter vélopharyngé chez des sujets sains dans des conditions expérimentales, qu'ils attribuent à l'augmentation de l'amortissement de l'énergie acoustique dans le tractus vocal entraînée par l'ouverture du sphincter vélopharyngé.

Pour McWilliams et al. (1990, cité par Zajac & Vallino, 2017, p.198), cette baisse d'intensité résulterait d'un effort fourni par le patient pour masquer l'hypernasalité et les symptômes vocaux de l'IVP.

Enfin, Jiang et al. (2015) ont observé chez des sujets sains une fermeture vélopharyngée complète plus fréquente sur des productions vocales à intensité haute qu'à intensité faible, ce qui les a conduits à postuler l'importance de s'intéresser à l'intensité vocale lors de l'examen d'un patient présentant une insuffisance vélopharyngée. Or, l'intensité vocale n'est pas, à

notre connaissance, systématiquement évaluée, mesurée et au besoin abordée lors de la prise en soin.

3. *La prise en soin dans le cadre de l'insuffisance vélopharyngée*

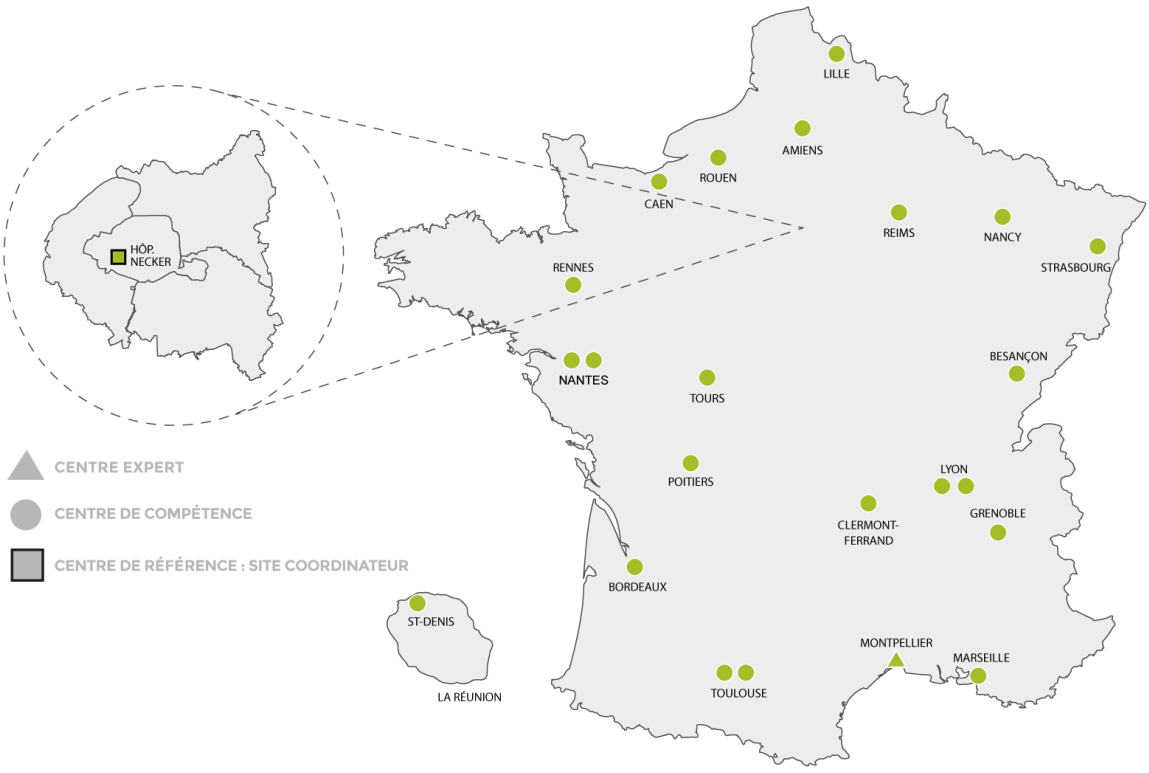
3.1. *Une prise en soin pluridisciplinaire*

3.1.1. Acteurs et modalités de la prise en soin

La prise en soin des patients présentant une insuffisance vélopharyngée doit être assurée par une équipe pluridisciplinaire. En France, les centres de référence ou de compétence des fentes et malformations faciales assurent la prise en en soin, entre autres, des fentes labiales et/ou palatines et l'incompétence vélopharyngée congénitale (Filière de santé Maladies Rares TETECOU, s.d.).

Figure 6

Carte des centres de compétence et experts des fentes et malformations faciales MAFACE



Note. Tiré de *Réseau MAFACE*, par Filière de santé Maladies Rares TETECOU., s.d. (https://www.tete-cou.fr/offre-de-soins/reseau-maface)

Concernant les fentes palatines, une des principales causes d'IVP et celle que nous rencontrerons le plus fréquemment dans ce travail, le Protocole National de Diagnostic et de Soins affirme l'importance d'une prise en soin pluridisciplinaire, faisant intervenir notamment chirurgien maxillo-facial, orthophoniste, oto-rhino-laryngologiste, pédodontiste, orthodontiste, psychologue et généticien (Centre de référence Fentes et malformations faciales, 2021). Les patients sont suivis régulièrement (une fois par an, davantage si nécessaire) par le centre de compétence, et des professionnels libéraux interviennent également, par exemple pour assurer une prise en soin orthophonique si celle-ci est nécessaire.

3.1.2. Diagnostic et évaluation

L'évaluation de l'insuffisance vélopharyngée est une étape cruciale de la prise en soin, car elle permet de clarifier l'étiologie de l'IVP et d'en apprécier la sévérité et les conséquences fonctionnelles, afin de proposer le traitement le plus adapté à chaque patient. Pour Glade et Deal (2016), cette évaluation devrait être effectuée par un chirurgien, une orthophoniste et un oto-rhino-laryngologiste. Elle comprend une anamnèse, un examen clinique, une évaluation perceptive de la parole et une évaluation instrumentale.

L'examen clinique porte sur la cavité buccale, les fosses nasales, l'oropharynx et le rhinopharynx : on observe entre autres l'élévation, la mobilité et la symétrie du voile et de la langue ainsi que l'anatomie du palais et de la luette à la recherche d'anomalies (Ruda et al., 2012).

L'examen perceptif de la parole, réalisé par l'orthophoniste, sera détaillé ultérieurement.

L'évaluation perceptive, bien qu'étant une partie cruciale dans le bilan de l'IVP, gagne à être complétée par une approche instrumentale. En effet, elle peut être influencée par de nombreux facteurs tels que l'expérience (Lewis et al., 2003) ou encore le type d'échelle utilisée (Whitehill et al., 2002). Il est donc souhaitable de compléter les données de l'examen clinique perceptif par un le recueil de données objectives qui pourront être comparées dans le temps pour observer l'évolution de certains paramètres, ou encore confrontées à des données normatives.

L'évaluation instrumentale directe (permettant une visualisation du sphincter vélopharyngé) peut être effectuée au moyen de différents outils : il n'existe pas de protocole faisant consensus à grande échelle concernant l'évaluation de l'IVP. La nasofibroscopie semble être aujourd'hui l'outil le plus utilisé (Paniagua et al., 2014), mais certains centres ont également recours à l'imagerie par résonance magnétique, la vidéofluoroscopie, la céphalométrie ou la tomographie (Bettens et al., 2014).

L'évaluation instrumentale peut également être indirecte : dans ce cas, l'observation porte sur la production acoustique, les mesures de flux d'air ou de pression intraorale, qui sont fonction de la fermeture du sphincter vélopharyngé (Kummer, 2020, p.354). Il existe diverses méthodes et de multiples instruments, parmi lesquels le nasomètre (Kummer, 2020, p.354) ou l'anémosonomètre (Delaire, sd.).

3.1.3. Propositions thérapeutiques

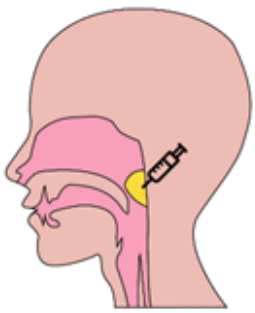
Comme précédemment évoqué, la prise en soin proposée sera décidée en fonction de l'étiologie et la sévérité de l'IVP, mais également de la gêne éprouvée par le patient.

Une approche chirurgicale pourra être envisagée. Pour les enfants présentant une IVP dans le cadre d'une fente palatine, cette intervention sera effectuée dans le temps chirurgical secondaire. Il existe diverses techniques opératoires permettant d'améliorer la fermeture du sphincter vélopharyngé (Talmant et al, 2012), notamment :

- Un lipomodelage vélopharyngé (figure 7), consistant en l'injection de graisse autologue dans la paroi pharyngée postérieure afin de réduire la taille du cavum.

Figure 7

Schématisation du lipomodelage vélopharyngé

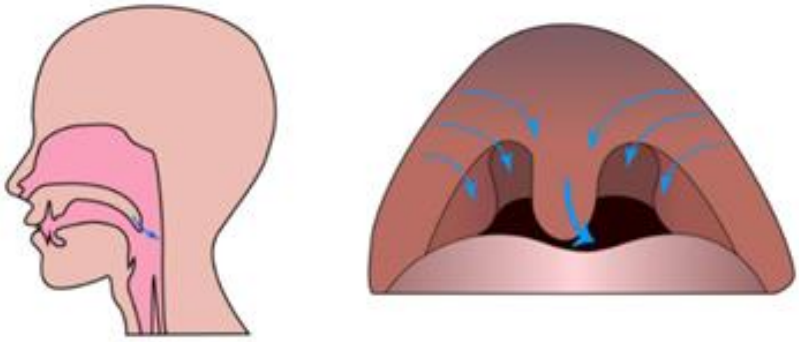


Note. Tiré de *Glossaire*, par Delaisement, E, 2021. (https://www.chu-nantes.fr/glossaire)

- Une véloplastie (figure 8), visant l'allongement du voile du palais.

Figure 8

Schématisation d'une véloplastie d'allongement



Note. Tiré de *Glossaire*, par Delaisement, E, 2021. (https://www.chu-nantes.fr/glossaire)

- Une pharyngoplastie, visant à diminuer la taille du sphincter vélopharyngé au moyen d'un lambeau pharyngé.

Il arrive qu'une intervention chirurgicale ne soit pas possible pour certains patients. L'utilisation d'une solution prothétique peut alors être envisagée pour permettre d'obturer le sphincter vélopharyngé (Naran et al., 2017). La prothèse sera adaptée sur mesure à l'anatomie et aux besoins du patient.

3.2. Bilan et intervention orthophonique

L'orthophoniste a un rôle central tout au long du parcours de soin du patient présentant une IVP, tant dans l'évaluation que dans l'accompagnement parental et la rééducation.

3.2.1. Anamnèse

Le bilan orthophonique débute par une anamnèse sous forme d'entretien semi-dirigé, pendant lequel sont abordés principalement les troubles de la voix, de l'articulation, de la déglutition, de l'oralité, de la respiration et de l'audition. On questionnera le patient et/ou ses accompagnants sur les antécédents médicaux, chirurgicaux et familiaux. Il convient également de porter attention au développement global de l'enfant, en observant sa

communication et son développement langagier, ainsi qu'en interrogeant notamment son bien-être psychologique et ses liens avec ses pairs ou encore son sommeil.

Ce premier temps du bilan permet, outre le recueil d'informations sur le patient, une première écoute de la voix dans une situation de production spontanée, qui initie l'évaluation perceptive de la voix.

3.2.2. Examen perceptif

Bien qu'il n'existe pas de consensus précis sur l'évaluation de l'IVP, l'évaluation perceptive par un professionnel expérimenté est considérée comme le gold standard pour l'évaluation de la fonction vélopharyngée (Kummer, 2011). Pour cela, l'orthophoniste fait produire au patient, en discours spontané, en répétition ou encore en lecture, des phonèmes mots ou phrases qui doivent être appropriés au développement de l'enfant. L'objectif est alors de repérer notamment d'éventuels signes de déperdition nasale, des difficultés d'articulation (élisions ou substitutions, compensations articulatoires), de syncinésies faciales et de dysphonie. (Naran et al., 2017). Plusieurs types de productions pourront être utilisés (Kummer, 2020, p. 304-306) :

- Phonèmes isolés : l'hypernasalité peut être observée grâce à des voyelles orales tenues. La comparaison des productions sur les voyelles /a/ (ouverte) et /i/ (fermée) permet de préciser si l'hypernasalité concerne tous les phonèmes vocaliques ou seulement les phonèmes vocaliques fermés.

  La déperdition nasale peut être mise en évidence sur une consonne fricative non voisée nécessitant une importante pression intrabuccale, comme le /s/.
- Syllabes : on propose la répétition de syllabes composées de consonnes préférentiellement non voisées, car la déperdition nasale y est plus audible qu'avec des consonnes voisées. La réplétion rapide d'une suite de syllabes permet d'observer la rapidité des mouvements des articulateurs.
- Phrases et discours spontané : certains phonèmes peuvent être correctement produits isolément ou dans une syllabe, mais être altérés au sein d'une phrase ; il convient donc de proposer une épreuve de répétition de phrases ciblant les phonèmes précédemment évalués. On portera évidemment une grande attention aux productions spontanées de l'enfant. Enfin, il est intéressant de proposer aux lecteurs (notamment peu expérimentés) une lecture de texte à voix haute : le coût cognitif de la lecture peut

empêcher l'enfant de se concentrer sur sa fonction vélopharyngée lorsqu'il lit, ce qui permet de mettre à jour les efforts fournis par l'enfant pour compenser son IVP.

Un miroir de Glatzel est utilisé mettre visuellement en évidence une déperdition nasale lors de la production de sons oraux. Il permet également, lors du souffle, d'apprécier la perméabilité nasale.

L'examen perceptif permet de classer la phonation du patient selon les catégories proposées par Borel-Maisonny (1975), qui sont les suivantes :

- Phonation I : phonation « normale »
- Phonation I/II : déperdition nasale sur certains phonèmes, ne gênant pas l'intelligibilité
- Phonation II : déperdition nasale constante. L'intelligibilité est précisée par l'ajout de la lettre b (bonne) ou m (mauvaise).
- Phonation III : déperdition nasale importante avec articulation compensatoire (coups de glotte, souffles rauques), intelligibilité très affectée.

Par ailleurs, des productions vocales du patient peuvent être enregistrées afin d'avoir un élément de comparaison lors des bilans ultérieurs.

3.2.3. Prise en soin orthophonique

Outre le bilan que nous venons d'évoquer, l'orthophoniste a un rôle crucial dans le suivi des patients présentant une IVP. Les modalités et objectifs du suivi orthophonique seront bien sûr individualisés, selon l'étiologie de l'IVP (et donc les troubles associés) et la demande du patient.

Tôt dans le parcours de soin, notamment pour des patients chez qui une IVP est présente dans un contexte de fente palatine, l'orthophoniste peut mettre en place une guidance parentale pour rassurer, écouter et informer les parents (Chapuis-Vandenbogaerde et al, 2015). Par ailleurs, les chirurgies doivent être suivies par une rééducation orthophonique, afin de solliciter les structures opérées et éliminer les compensations articulatoires (Belcher et al., 2016).

En dehors des temps opératoires, le suivi orthophonique n'est pas systématique, sa mise en place dépend de la gêne éprouvée par le patient et du gain fonctionnel qu'il est possible d'attendre. Cette prise en soin vise notamment à améliorer l'intelligibilité, et peut

utiliser une diversité de méthodes (Guyton et al., 2016). Il est à noter que les approches motrices s'appuyant sur les praxies n'ont pas fait preuve d'efficacité et doivent donc être évitées (Ruscello & Vallino, 2020) : il est donc préférable de travailler l'articulation à partir de matériel langagier.

Par ailleurs, des études portant sur une rééducation de l'IVP par biofeedback au moyen d'un nasopharyngoscope suggèrent l'efficacité de cette approche pour améliorer la fermeture du sphincter vélopharyngé (Brunner et al., 2005), en combinaison avec un suivi orthophonique classique (Neuman & Romomath, 2012). Pour proposer un feedback auditif ou visuel lors de la rééducation avec des moyens moins invasifs, il est également possible d'utiliser un instrument de mesure indirecte, qui permettra de mesurer et visualiser les flux d'air oraux et nasaux. On peut aussi utiliser un miroir de Glatzel ou encore un tuyau souple qui, reliant le nez à l'oreille, peut amplifier la déperdition nasale pour en faire prendre conscience.

MÉTHODE

1. ***Problématique et hypothèses***

Comme nous l'avons exposé dans la partie théorique de ce travail, l'insuffisance vélopharyngée peut entraîner des altérations de la voix. Une baisse de l'intensité vocale est décrite par plusieurs auteurs (cf. 2.3.2. Intensité) et est régulièrement retrouvée dans la pratique clinique. Par ailleurs, nous avons vu que l'IVP peut entraîner une gêne psychosociale avec un retentissement significatif sur la qualité de vie, et que ce retentissement est lié à la sévérité des conséquences de l'IVP et notamment au déficit d'intelligibilité. À notre connaissance, il existe peu de données quantitatives sur l'intensité vocale chez les sujets présentant une IVP, et ce paramètre ne semble généralement pas faire l'objet d'une évaluation lors du bilan orthophonique.

Nous souhaitons donc nous interroger sur l'intensité vocale des patients présentant une IVP, pour mener une réflexion sur la pertinence d'intégrer ce paramètre au bilan et à la rééducation orthophonique : quels sont les liens entre l'intensité vocale et la qualité vocale ? En outre, l'intensité vocale est-elle liée à la gêne psychosociale ?

Ce travail aura pour objectif d'évaluer l'intensité vocale chez des enfants présentant une IVP, et d'examiner les liens entre l'intensité vocale, les résultats obtenus avec l'évaluation perceptive de la voix et de la parole et une mesure de la qualité de vie.

Nos hypothèses sont les suivantes :

- Il existe une corrélation entre la qualité vocale appréciée à l'examen perceptif et objectif et les données objectives recueillies, plus particulièrement l'intensité.
- Il existe une corrélation entre baisse de l'intensité vocale et gêne psychosociale.

2. ***Protocole***

2.1. Participants

Le protocole a été proposé à 17 patients (6 filles, 11 garçons), âgés de 5 à 12 ans (moyenne 7,6, écart-type 1,9). Il s'agissait de sujets présentant une insuffisance vélopharyngée, recrutés parmi les patients reçus en consultation par Virginie DEFAY, orthophoniste du service de chirurgie maxillo-faciale et stomatologie du CHU de Nantes,

entre le 1er mars et le 20 avril 2023. Il est à noter que parmi les 17 patients enregistrés, seuls 5 ont produit à trois reprises un /a/ tenu d'une durée égale ou supérieure à 7 secondes, permettant d'effectuer les 3 relevés de l'intensité vocale prévus.

Les critères d'exclusion étaient les suivants :

- Être âgé de moins de 5 ans ou plus de 12 ans
- Présenter une surdité profonde ou sévère
- Présenter des troubles du comportement qui pourraient entraver la compréhension des consignes ou altérer la qualité de la voix
- Présenter une rhinolalie fermée le jour de l'examen
- Présenter une pathologie vocale aiguë ou chronique indépendante de l'IVP.

2.2. Ethique et consentement

Cette recherche a été approuvée par le Groupe Nantais d'Éthique dans le Domaine de la Santé (GNEDS) (avis 23-51-04-120). Le consentement éclairé des patients et de leurs représentants légaux a été recueilli après des explications sur les objectifs et le déroulé de la recherche, ainsi que la mise à disposition d'une notice d'information (annexe 1) et la complétion d'un formulaire de consentement éclairé (annexe 2).

2.3. Protocole

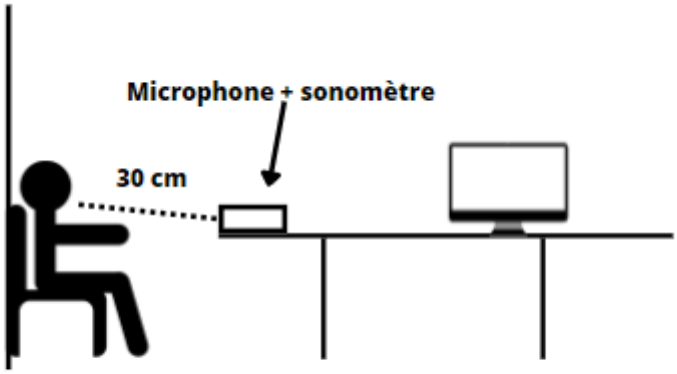
2.3.1. Enregistrement vocal

L'enregistrement vocal a été réalisé pendant le bilan orthophonique, dans la salle où se déroulent les bilans, au sein du service de chirurgie maxillo-faciale et stomatologie du CHU de Nantes. L'installation est schématisée par la figure 9. Il était demandé au participant de s'asseoir sur une chaise, positionnée de façon à ce que la bouche du sujet se situe à 30 centimètres d'un microphone (Jabra Speak 510, Copenhague, Danemark). La production vocale était enregistrée à l'aide du microphone et d'un ordinateur portable, en utilisant le logiciel Audacity version 2.4.2.

Il était demandé au patient de produire, à trois reprises, un /a/ le plus long possible à intensité conversationnelle confortable.

Figure 9

Schéma de l'installation



L'enregistrement était ensuite traité à l'aide du logiciel Praat version 6.3.03 (Boersma et al., 2022). Avec la fonction Voice Report, nous avons extrait, pour chacune des trois productions d'un /a/, les données suivantes :

- Durée de la production (TMP)
- Fréquence fondamentale
- Jitter (local)
- Shimmer (local)

Certains enregistrements ont présenté des irrégularités sur les dernières secondes de chaque production (baisse brutale du niveau et de la qualité de l'enregistrement, non due à une variation de la voix du sujet). Dans ce cas, seule la première partie de chaque production, avant la dégradation de l'enregistrement, a été prise en compte dans le calcul du jitter, du shimmer et de la fréquence fondamentale.

2.3.2. Mesure de l'intensité vocale

L'intensité vocale était mesurée par un sonomètre (Sauter SU-130, Balingen, Allemagne) positionné à 30 centimètres du sujet. Étant donné le bruit ambiant dans la salle (non insonorisée, située dans un couloir avec du passage fréquent), il a été décidé d'opter pour une pondération A (Svec & Granqvist, 2018). Par ailleurs, cela correspond à la pondération employée par l'une des rares études à notre connaissance fournissant des données normatives sur l'intensité vocale chez les enfants (Berger et al., 2018).

L'écran du sonomètre était filmé durant l'enregistrement afin de conserver les données affichées et pouvoir relever ensuite les valeurs affichées à 1, 4 et 7 secondes de chaque production.

2.3.3. Examen perceptif

Les données de l'examen perceptif de la voix et de la phonation pratiqué lors du bilan orthophonique étaient également recueillies. Ainsi, la phonation de chaque sujet était caractérisée selon la classification de Borel-Maisonny (Borel-Maisonny, 1975, cf. annexe 3) et une éventuelle dysphonie était appréciée au moyen de l'échelle GRBASI (Hirano, 1981 ; Dejonckere et al., 1996, voir annexe 4). Ces deux outils ont été choisis du fait de leur utilisation très répandue : la classification de Borel-Maisonny est utilisée de façon systématique lors de l'évaluation orthophonique des patients présentant des fentes dans le service, et l'échelle GRBASI est l'échelle perceptive la plus utilisée dans l'évaluation des dysphonies (Leuchter, 2010). Cette évaluation s'appuie sur les productions spontanées et en répétition lors du bilan. Par ailleurs, lorsqu'il était nécessaire de réécouter la voix du patient pour effectuer la cotation, nous pouvions utiliser les enregistrements réalisés de façon habituelle lors du bilan, comprenant des répétitions de phrases ou de la lecture à haute voix.

2.3.4. Questionnaire PVHI

Durant l'attente précédant le bilan orthophonique, au moment de la présentation de l'étude et après recueil du consentement, il était demandé aux parents de l'enfant de compléter le questionnaire *Pediatric Voice Handicap Index – version française* (Oddon et al., 2018) présenté en annexe 5. Ce questionnaire s'intéresse à la qualité de vie en lien avec la voix, et à la gêne éprouvée en rapport avec la voix dans une dimension émotionnelle (7 items), physique (9 items) et fonctionnelle (7 items). Il était demandé aux parents d'indiquer à quelle fréquence certaines situations se produisent pour leur enfant, en utilisant une échelle de Likert allant de 0 (jamais) à 4 (toujours). Les parents pouvaient remplir ce questionnaire dans la salle d'attente avant le bilan orthophonique ou durant le bilan.

2.4. Méthodologie d'exploitation des données

Toutes les données ont été rassemblées dans une feuille de calcul du logiciel Microsoft Excel. Le logiciel Jasp (version 0.16.3) a également été utilisé pour établir les statistiques descriptives et les tests statistiques présentés ci-après.

RÉSULTATS

1. Données recueillies

Toutes les données recueillies concernant l'ensemble des patients sont présentées dans le tableau 2. Nous nous attacherons ici à détailler ces données pour chaque paramètre étudié.

Dans le tableau suivant, « Intensité 1 », « Intensité 2 » et « Intensité 3 » correspondent aux valeurs relevées respectivement pour le premier, le second et le troisième /a/ tenu. Dans ces lignes, les valeurs sont ordonnées comme suit : 1 seconde / 4 secondes / 7 secondes / **moyenne.** Les valeurs indiquées pour le TMP, la F0, le jitter et le shimmer sont présentées comme suit : production 1 / production 2 / production 3 / **moyenne**.

Tableau 2

Données recueillies chez l'ensemble des patients

	Patient 1 (M, 8 ans)	**Patient 2 (M, 9 ans)**	**Patient 3 (M, 8 ans)**	**Patient 4 (F, 6 ans)**	**Patient 5 (F, 6 ans)**
Etiologie de l'IVP	Fente labio-maxillo-palatine bilatérale complète	Fente labio-maxillo-palatine unilatérale gauche	Fente labio-maxillo-palatine unilatérale gauche incomplète	Fente vélo-palatine	En cours d'investigation
Phonation	II B	II/III	I/II	II B	II B
Intensité 1	59,3 / 55,2 / 53,8 / **56,1**	64,7 / 59,6 / **62,15**	73 / 67 / 64 / **68**	78,7 / 75,9 / **77,3**	65,3 / 64 / **64,65**
Intensité 2	59,6 / 57,9 / 52,1 / **56,5**	56,6 / 55,6 / **56,1**	68,9 / 66,8 / 65,4 / **67**	69,2 / 74,9 / **72,05**	67,5
Intensité 3	58,7	58,7 / 56 / **57,4**	71,6 / 65,7 / 67,3 / **68,2**	72,8 / 73,4 / **73,1**	66,8
Intensité moyenne	56,7	58,5	67,7	74,2	66,3
TMP (s)	11 / 13,2 / 3,2	5 / 6,3 / 6,6	7,5 / 7 / 9,5	4,5 / 4 / 5	5,1 / 3,4 / 3,2
F_0 (Hz)	248 / 250 / 241 / **246,3**	229 / 227 / 224 / **226,7**	294 / 290 / 288 / **290,7**	273 / 293 / 257 / **274,3**	240 / 235 / 236 / **237**
Jitter (%)	0,629 / 0,541 / 0,572 / **0,581**	0,387 / 0,702 / 0,465 / **0,518**	0,688 / 0,528 / 0,879 / 0,698	0,268 / 0,23 / 0,483 / **0,327**	0,348 / 0,279 / 0,251 / **0,293**
Shimmer (%)	5,225 / 4,372 / 4,49 / **4,696**	5,318 / 7,253 / 7,356 / **6,642**	7,127 / 6,198 / 8,377 / **7,234**	3,566 / 3,471 / 3,041 / **3,359**	7,722 / 5,53 / 4,68 / **5,977**
PVHI	13	30	0	26	13
GRBASI	G1 R1 B0 A1 S0 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0

	Patient 6 (F, 8 ans)	**Patient 7 (F, 5 ans)**	**Patient 8 (M, 8 ans)**	**Patient 9 (M, 8 ans)**	**Patient 10 (M, 7 ans)**
Etiologie de l'IVP	Microdélétion 22q11	Fente labio-maxillo-palatine unilatérale gauche	Fente labio-maxillo-palatine unilatérale droite	Fente labio-maxillo-palatine unilatérale droite	Fente labio-maxillo-palatine bilatérale incomplète
Phonation	II B	III	II M	II/III	I/II
Intensité 1	58,9 / 58,7 / **58,6**	66,9 / 62 / **64,5**	50,5 / 50,6 / **50,55**	54,3	74,8 / 67,2 / 67,9 / **70**
Intensité 2	58,9 / 57,3 / **58,1**	67,4 / 61,4 / 59,8 / **62,9**	52,3 / 52,7 / **52,5**	55,8 / 51,7 / **53,75**	64,4 / 63,1 / 64,7 / **64,1**
Intensité 3	57	65,5 / 65,2 / 64,4 / **65**	57,6 / 55,8 / **56,7**	57 / 49,9 / **53,5**	76,9 / 77,2 / 75,4 / **76,5**
Intensité moyenne	57,9	64,1	53,3	53,8	70,2
TMP (s)	4,6 / 4,3 / 3,6	4,2 / 9,1 / 8,5	5,9 / 6,1 / 4,9	2,5 / 5,3 / 4,6	12 / 9 / 11,8
F_0 (Hz)	218 / 215 / 220 / **217,7**	327 / 325 / 326 / **326**	231 / 227 / 232 / **230**	258 / 265 / 265 / **262,7**	210 / 210 / 247 / **222,3**
Jitter (%)	0,759 / 0,805 / 0,913 / **0,826**	0,424 / 0,84 / 0,709 / **0,658**	1,075 / 1,046 / 0,869 / **0,997**	1,567 / 1,67 / 1,18 / **1,472**	0,497 / 0,374 / 0,331/ **0,410**
Shimmer (%)	9,739 / 6,247 / 5,028 / **7,005**	6,854 / 10,212 / 6,678 / **7,915**	11,718 / 10,791 / 7,781 / **10,097**	10,952 / 8,959 / 7,30 / **9,071**	5,477 / 5,997 / 4,227 / **5,234**
PVHI	12	16	25	28	13
GRBASI	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G1 R0 B0 A1 S1 I0	G1 R0 B0 A2 S0 I0	G1 R0 B0 A2 S0 I0	G2 R0 B0 A0 S2 I0

	Patient 11 (M, 8 ans)	**Patient 12 (F, 7 ans)**	**Patient 13 (M, 8 ans)**	**Patient 14 (M, 6 ans)**	**Patient 15 (M, 11 ans)**
Etiologie de l'IVP	Fente labio-maxillo-palatine unilatérale droite	Fente vélo-palatine	Fente vélo-palatine	Pas de fente retrouvée, cavum profond	Fente labio-maxillo-palatine unilatérale droite
Phonation	II B	I/II	II B	II M	II B
Intensité 1	73,1 / 72,4 / **72,8**	54,2 / 53,1 / 52 / **53,1**	63,2 / 63,3 / **63,25**	75,2 / 70,5 / 73,4 / **73**	67,3 / 66,6 / 66 / **66,6**
Intensité 2	73,5 / 72,9 / **73,2**	54,9 / 51,4 / **53,2**	67,6 / 63,3 / **65,5**	76,6 / 73,2 / 68,3 / **72,7**	69,4 / 64,8 / 65,2 / **66,5**
Intensité 3	72,2	55,9 / 52,7 / 46,5 / **51,7**	66,8 / 64,5 / **65,7**	79,8 / 79 / 71,1 / **76,6**	71,6 / 68,9 / 67,8 / **69,4**
Intensité moyenne	72,7	52,7	64,8	74,1	67,5
TMP (s)	5,3 / 4,4 / 3,3	6,4 / 5,8 / 6,9	6 / 5,8 / 5,5	7,4 / 9,7 / 9,3	11,1 / 7 / 7,5
F_0 (Hz)	201 / 204 / 202 / **202,3**	270 / 270 / 276 / **272**	300 / 306 / 308 / **304,7**	293 / 296 / 297 / **295,29**	201/ 208 / 210 / **206,33**
Jitter (%)	0,56 / 0,594 / 0,56 / **0,571**	0,83 / 1,028 / 0,733 / **0,864**	0,468 / 0,679 / 0,585 / **0,577**	0,227 / 0,288 / 0,281 / **0,2653**	0,598 / 0,56 / 0,435 / **0,531**
Shimmer (%)	4,836 / 4,816 / 4,146 / **4,599**	8,735 / 9,187 / 6,531 / **8,151**	6,148 / 6,688 / 4,276 / **5,704**	4,183 / 3,296 / 3,246 / **3,575**	7,058 / 6,279 / 6,154 / **6,497**
PVHI	31	0	24	27	4
GRBASI	G2 R0 B0 A0 S2 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G1 R0 B0 A0 S1 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0

	Patient 16 (M, 5 ans)	**Patient 17 (F, 12 ans)**
Etiologie de l'IVP	Fente vélo-palatine	Fente vélo-palatine (séquence de Pierre Robin)
Phonation	II B	II B
Intensité 1	69,7 / 68,9 / 66,8 / **68,5**	68,4 / 64,6 / **66,5**
Intensité 2	68 / 67,6 / 64,4 / **66,7**	67,6 / 67,4 / 66,1 / **67**
Intensité 3	68,5 / 68,8 / 65,6 / **67,6**	67,9 / 64,6 / 61,2 / **64,6**
Intensité moyenne	67,6	66
TMP (s)	8,7 / 9,4 / 8,7	6,3 / 7,6 / 7,4
F_0 (Hz)	240 / 239 / 233 / **237,33**	237 / 232 / 226 / **231,6**
Jitter (%)	0,598 / 0,56 / 0,435 / **0,531**	0,369 / 0,33 / 0,439 / **0,379**
Shimmer (%)	7,439 / 6,995 / 6,297 / **6,910**	2,648 / 3,608 / 4,05 / **3,435**
PVHI	9	33
GRBASI	G1 R0 B0 A0 S1 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0

1.1. Temps maximal de phonation

Sur les 17 patients enregistrés, seulement 5 ont produit à trois reprises un /a/ tenu d'une durée égale ou supérieure à 7 secondes. On observait des variations interindividuelles importantes, le TMP minimum étant de 2,5 secondes et le maximum de 13,3 secondes. Au cours des trois productions successives, on constatait une augmentation du TMP chez un patient, et une diminution du TMP chez 4 patients. Pour les autres, la variation était irrégulière (augmentation puis diminution ou inversement).

1.2. Fréquence fondamentale

D'importantes variations interindividuelles ont été observées sur la fréquence fondamentale relevée lors des différentes productions. En effet, la F_0 moyenne la plus basse relevée sur une production était de 201 Hz, et la plus élevée de 327 Hz. Concernant la moyenne des F_0 relevées sur les trois productions pour chaque sujet, la valeur la plus basse était de 202 Hz, la plus élevée de 326 Hz et la valeur moyenne correspondait à 252 Hz (écart-type : 36,4).

1.3. Jitter et shimmer

Les statistiques descriptives concernant les valeurs de shimmer et de jitter (moyennées pour chaque participant sur les 3 essais) sont présentées dans le tableau 3 :

Tableau 3

Valeurs moyennes de jitter et shimmer relevées chez l'ensemble des patients

	Jitter moyen	**Shimmer moyen**
Médiane	0.571	6.497
Moyenne	0.617	6.241
Écart-type	0.299	1.958
Minimum	0.265	3.359
Maximum	1.472	10.097

1.4. Intensité

La distribution des moyennes des valeurs d'intensité (exprimée en dB(A)) relevées à 1, 4 et 7 (si possible) secondes pour l'ensemble des 17 sujets, pour chaque production du /a/ tenu puis en moyenne sur ces trois productions, est présentée dans le tableau 4.

Tableau 4

Distribution des valeurs d'intensité moyenne (exprimées en dB(A)) relevées chez l'ensemble des patients

	Production 1	Production 2	Production 3	Moyenne
Médiane	64.65	65.45	65.65	66
Moyenne	64.104	63.247	64.67	64.006
Écart-type	7.538	6.942	7.836	7.228
Minimum	50.55	52.5	51.7	52.7
Maximum	77.3	73.2	76.63	74.2

On remarque une importante variation interindividuelle, avec une différence de près de 27 dB entre les valeurs maximales et minimales, et un écart-type d'environ 7 dB pour toutes les séries.

En s'intéressant uniquement à l'intensité vocale relevée chez les patients ayant produit à trois reprises un TMP supérieur à 7 secondes (tableau 5), on constate que toutes les intensités moyennes sont plus élevées que celles constatées pour l'ensemble de la population. Par ailleurs, la dispersion des valeurs est moindre, comme en témoigne l'écart-type moins élevé.

Tableau 5

Distribution des intensités moyennes (exprimées en dB(A)) chez les patients ayant produit à trois reprises un TMP supérieur à 7 secondes

	Production 1	Production 2	Production 3	Moyenne
Médiane	68.5	66.7	69.43	67.7
Moyenne	69.214	67.4	71.678	69.42
Écart-type	2.435	3.18	4.509	2.849
Minimum	66.6	64.1	67.63	67.5
Maximum	73	72.7	76.63	74.1

En isolant les données relatives à l'intensité vocale produite par les patients dont le TMP sur au moins l'une des trois productions n'atteint pas 7 secondes (tableau 6), on remarque des moyennes plus basses que pour l'ensemble de la population et les sujets ayant produit 3 TMP supérieurs à 7 secondes, ainsi qu'une dispersion plus importante.

Tableau 6

Distribution des intensités moyennes (exprimées en dB(A)) chez les patients n'ayant pas produit à trois reprises un TMP supérieur à 7 secondes

	Production 1	**Production 2**	**Production 3**	**Moyenne**
Médiane	62.7	60.5	61.01	61.3
Moyenne	61.975	61.517	61.75	61.75
Écart-type	7.98	7.438	7.092	7.36
Minimum	50.55	52.5	51.7	52.7
Maximum	77.3	73.2	73.1	74.2

1.5. Type de phonation

La fréquence de chaque type de phonation relevée parmi dans notre population est présentée dans le tableau 7 :

Tableau 7

Répartition des types de phonation dans la population

Type de phonation	**Nombre de sujets**
I/II	3
II B	9
II M	2
II/III	2
III	1

1.6. Échelle GRBASI

D'après les critères de l'échelle GRBASI, 8 des 17 enfants enregistrés présentaient une dysphonie, qualifiée de légère (G1) pour 5 sujets et de modérée (G2) pour 2 sujets. On retrouvait le plus souvent une dégradation du paramètre *strain* (S), indicateur d'un forçage. Par ailleurs, on retrouvait chez 4 patients une dégradation du paramètre *asthenia* (A), indiquant une voix perçue comme manquant d'intensité.

1.7. Questionnaire PVHI

Les résultats des questionnaires de qualité de vie *Pediatric Voice Handicap Index – Version française* (Oddon et al., 2018) complétés par les parents des patients ont mis tout d'abord à jour d'importantes différences interindividuelles concernant le retentissement des problématiques vocales sur la qualité de vie : en effet, les scores rapportés allaient de 0 (aucune gêne) à 33.

L'analyse des résultats obtenus par l'ensemble des participants à chaque question a permis de dégager 3 items pour lesquels la plainte rapportée était plus importante :

- L'item 2 de la partie fonctionnelle, « Les gens ne comprennent pas mon enfant dans un environnement bruyant ». Le score total sur cet item était de 29, avec une plainte (score supérieur à 1) rapportée par 15 parents, et dont la fréquence était estimée à « parfois », « presque toujours » ou « toujours » (score supérieur à 2) par 11 parents.
- L'item 6 de la partie fonctionnelle, « Les gens demandent à mon enfant de répéter lorsqu'ils parlent en face à face ». Le score total sur cet item était de 28, avec une plainte (score supérieur à 1) rapportée par 14 parents, et dont la fréquence était estimée à « parfois », « presque toujours » ou « toujours » (score supérieur à 2) par 12 parents.
- L'item 6 de la partie émotionnelle, « Mon enfant est agacé quand les gens lui demandent de répéter ». Le score total sur cet item était de 27, avec une plainte (score supérieur à 1) rapportée par 12 parents, et dont la fréquence était estimée à « parfois », « presque toujours » ou « toujours » (score supérieur à 2) par 10 parents.

2. Étude des profils

Les données correspondant aux productions des patients ayant un TMP supérieur à 7 secondes sont présentées dans le tableau 8. Les valeurs pour l'intensité vocale de chaque production sont exprimées en décibels et présentées comme suit : 1 seconde / 4 secondes / 7 secondes / **moyenne**. Les valeurs indiquées pour le TMP, la F_0, le jitter et le shimmer sont présentées comme suit : production 1 / production 2 / production 3 / **moyenne**.

Tableau 8

Données tirées des productions des 5 patients ayant un TMP supérieur à 7 secondes

	Patient 3 (M, 8 ans)	**Patient 10 (M, 7 ans)**	**Patient 14 (M, 6 ans)**	**Patient 15 (M, 11 ans)**	**Patient 16 (M, 5 ans)**
Phonation	I/II	I/II	II M	II B	II B
Intensité 1	73 / 67 / 64 / **68**	74,8 / 67,2 / 67,9 / **70**	75,2 / 70,5 / 73,4 / **73**	67,3 / 66,6 / 66 / **66,6**	69,7 / 68,9 / 66,8 / **68,5**
Intensité 2	68,9 / 66,8 / 65,4 / **67**	64,4 / 63,1 / 64,7 / **64,1**	76,6 / 73,2 / 68,3 / **72,7**	69,4 / 64,8 / 65,2 / **66,5**	68 / 67,6 / 64,4 / **66,7**
Intensité 3	71,6 / 65,7 / 67,3 / **68,2**	76,9 / 77,2 / 75,4 / **76,5**	79,8 / 79 / 71,1 / **76,6**	71,6 / 68,9 / 67,8 / **69,4**	68,5 / 68,8 / 65,6 / **67,6**
Intensité moyenne	67,7	70,2	74,1	67,5	67,6
TMP (s)	7,5 / 7 / 9,5	12 / 9 / 11,8	7,4 / 9,7 / 9,3	11,1 / 7 / 7,5	8,7 / 9,4 / 8,7
F_0 (Hz)	294 / 290 / 288 / **290,67**	210 / 210 / 247 / **222,33**	293 / 296 / 297 / **295,29**	201/ 208 / 210 / **206,33**	240 / 239 / 233 / **237,33**
Jitter (%)	0,688 / 0,528 / 0,879 / **0,698**	0,497 / 0,374 / 0,331/ **0,41**	0,227 / 0,288 / 0,281 / **0,265**	0,598 / 0,56 / 0,435 / **0,531**	0,598 / 0,56 / 0,435 / **0,531**
Shimmer (%)	7,127 / 6,198 / 8,377/**7,234**	5,477 / 5,997 / 4,227 / **5,234**	4,183 / 3,296 / 3,246 / **3,575**	7,058 / 6,279 / 6,154 / **6,497**	7,439 / 6,995 / 6,297 / **6,910**
PVHI	0	13	27	4	8
GRBASI	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G2 R0 B0 A0 S2 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G0 R0 B0 A0 S0 I0	G1 R0 B0 A0 S1 I0

2.1. Intensité et examen perceptif

2.1.1. Intensité vocale et type de phonation

Parmi les sujets ayant produit un TMP d'au moins 7 secondes à trois reprises, deux présentent une phonation I/II, deux présentent une phonation II B et un présente une phonation II M. On remarque que le patient présentant une phonation II M produit une intensité vocale supérieure à celle des autres sujets. On remarque également que les intensités produites par les patients 3 et 16, présentant respectivement une phonation I/II et une phonation II B, sont proches, avec au maximum 0,6 dB de différence entre les moyennes d'intensité calculées pour chaque production.

2.1.2. Intensité vocale et dysphonie

Concernant la qualité vocale et la dysphonie appréciée au moyen de l'échelle GRBASI, deux enfants (patients 10 et 16) présentent une dysphonie respectivement modérée et légère. On remarque que leurs productions vocales sont d'une intensité comparable à celle de sujets non dysphoniques.

2.2. Intensité et paramètres objectifs

2.2.1. Fréquence fondamentale

On remarque que le patient 14, dont l'intensité vocale est la plus élevée, est également celui dont la fréquence fondamentale est la plus haute. Cependant, si l'on compare les productions des patients 3 et 16, on observe également que des certaines productions d'intensité moyenne très proche peuvent être produites à des hauteurs différentes.

2.2.2. Jitter et shimmer

On note que le patient 14, présentant l'intensité vocale la plus élevée sur les trois productions, est également celui dont les mesures d'instabilité du signal vocal sont les plus faibles. Cependant, cette relation n'est pas toujours vérifiable. Ainsi, certaines productions d'intensité plus élevée présentent des caractéristiques d'instabilité plus importantes que d'autres productions à l'intensité plus basse. Par exemple, sur la première production, le patient 3 produit une intensité plus importante que le patient 15 (respectivement 68 dB contre 66,6 dB) et les valeurs d'instabilité vocale sont plus importantes pour le premier que

pour le second (0,688% contre 0,598% pour le jitter et 7,157% contre 7,058% pour le shimmer). De même, sur la deuxième production, le patient 10 produit une intensité moyenne de 64,1 dB et un jitter de 0,374%, alors que le patient 15 produit une intensité supérieure (66,5 dB) et un jitter plus élevé (0,56%).

On remarque que si l'on s'intéresse à l'ensemble des patients enregistrés, les tests de corrélation de Pearson ou de Spearman (selon la normalité des distributions de chaque variable) nous indiquent les résultats suivants :

Tableau 9

Corrélations entre l'intensité vocale moyenne et les valeurs de jitter et shimmer chez l'ensemble des patients

Variables étudiées	**R de Pearson / *Rho de Spearman***	**p**
Jitter 1 – intensité 1	*-0,650*	0,005
Jitter 2 – intensité 2	*-0,779*	<0,001
Jitter 3 – intensité 3	-0,658	0,004
Shimmer 1 – intensité 1	*-0,662*	0,005
Shimmer 2 – intensité 2	-0,702	0,002
Shimmer 3 – Intensité 3	-0,550	0,022

Ainsi, ces tests nous indiquent que, au seuil de risque de 5%, il existe une corrélation négative entre l'intensité moyennée sur chacun des trois essais et les mesures d'instabilité.

2.3. Intensité et qualité de vie rapportée

Le patient dont les parents rapportent la gêne la plus importante liée à sa voix est le patient 14 (score PVHI : 27), qui est également celui ayant produit l'intensité vocale la plus importante. Cependant, il s'agit aussi du seul patient présentant une phonation II M, altérant l'intelligibilité et pouvant donc avoir un retentissement plus important sur les interactions et, par conséquent, la qualité de vie. Le deuxième patient dont les parents rapportent la gêne la

plus importante est le patient 10, avec un score PVHI de 13. L'intensité vocale de ses productions semble proche de celle des productions de patients ne présentant pas ou moins de plainte, mais on remarque qu'il s'agit du seul patient présentant une dysphonie moyenne (G2).

DISCUSSION

1. *Rappel des hypothèses*

À travers ce travail, nous avons cherché à explorer les liens entre intensité vocale, données de l'examen objectif et perceptif et qualité de vie rapportée chez des enfants présentant une insuffisance vélopharyngée. Pour cela, nous avons enregistré en tout 17 patients (dont 5 ont produit à trois reprises un temps maximal phonatoire supérieur à 7 secondes), mesuré l'intensité vocale au moyen d'un sonomètre et pratiqué un examen perceptif de la phonation et de la voix. Nos hypothèses étaient les suivantes :

- Il existe une corrélation entre la qualité vocale appréciée à l'examen perceptif et objectif et l'intensité.
- Il existe une corrélation entre baisse de l'intensité vocale et gêne psychosociale.

2. *Interprétation des résultats et confrontations aux hypothèses*

2.1. *Hypothèse 1*

Nos résultats ne nous permettent pas d'affirmer qu'il existe une corrélation entre l'intensité et la qualité vocale appréciée à l'examen perceptif et objectif.

Concernant la fréquence fondamentale, nous avons remarqué qualitativement que chez les sujets dont le TMP est supérieur à 7 secondes, plusieurs productions d'intensité proche ont des hauteurs moyennes très distinctes. Il en est de même dans l'ensemble de la population, tous TMP confondus.

Les résultats obtenus sur les mesures d'instabilité vocale ne retrouvent pas de corrélation observable ni significative entre les valeurs de jitter, shimmer et d'intensité chez les sujets ayant produit un TMP supérieur à 7 secondes. Cependant, l'analyse des données de l'ensemble des sujets enregistrés révèle des corrélations négatives statistiquement significatives entre l'intensité et les mesures d'instabilité du signal vocal : plus l'intensité augmente, plus le jitter et le shimmer sont faibles. Cela correspond aux résultats avancés par Brockmann-Bauser et al. (2015).

Concernant les données apportées par l'examen perceptif, il ne semble pas possible d'établir un lien entre le type de phonation selon la classification de Borel-Maisonny et

l'intensité vocale produite, car plusieurs sujets produisent une intensité vocale semblable avec des phonations diverses.

Enfin, en s'intéressant à l'appréciation perceptive de la dysphonie au moyen de l'échelle GRBASI, on remarque que des altérations sont perçues chez des sujets produisant des intensités vocales diverses. Chez les sujets dont le TMP est supérieur à 7 secondes, on remarque que les 2 sujets dysphoniques présentent une altération du paramètre S (*strain*, forçage), avec des intensités proches ou supérieures à celles produites par des sujets non dysphoniques. L'intensité vocale importante relevée chez certains sujets dysphoniques pourrait être en lien avec un comportement de forçage vocal. En effet, plusieurs auteurs rapportent la survenue de troubles vocaux et lésions laryngées chez les sujets présentant une fente ou une insuffisance vélopharyngée (Kummer, 2020, p.274 ; D'Antonio et al. 1988 ; Leder & Lerman, 1985 ; McWilliams et al., 1973). Par ailleurs, Le Huche & Allali (2010, pp. 54-55, 81) soulignent que le forçage vocal peut entraîner des attaques en coup de glotte, une altération des paramètres vocaux (dont l'intensité) ainsi que des désonorisations en cas de nodules, ce qui correspond à des caractéristiques retrouvées chez des sujets avec IVP.

Dans l'ensemble de la population, où l'on retrouve des sujets ayant produit une intensité vocale plus basse, on constate que plusieurs sujets parmi ceux ayant les intensités vocales les plus faibles ont une voix perçue comme comportant une altération du paramètre A (*asthenia*), caractérisant une voix manquant notamment d'intensité. Cette constatation ne semble pas surprenante, car elle met en lien l'intensité vocale perçue et mesurée.

2.2. Hypothèse 2

Nos résultats ne nous permettent pas d'affirmer qu'il existe un lien entre baisse d'intensité vocale et gêne psychosociale. En effet, parmi les patients ayant produit un TMP supérieur à 7 secondes, le patient dont le score au PVHI est le plus élevé (27) est également celui présentant l'intensité vocale moyenne la plus importante parmi les 5 sujets. Cependant, il s'agit du seul enfant présentant une phonation de type II M, caractérisée par une altération de l'intelligibilité. Du fait des conséquences qu'une moins bonne intelligibilité peut avoir sur la communication et les interactions sociales, nous pouvons penser que pour cet enfant, le score obtenu au PVHI est davantage lié au manque d'intelligibilité qu'à une problématique liée à l'intensité.

Sur l'ensemble des sujets enregistrés (sans considération pour le TMP), on retrouve d'importantes différences de scores au PVHI entre des sujets ayant produit une intensité vocale proche. Par ailleurs, si l'on s'intéresse aux trois sujets l'intensité vocale est la plus basse (entre 52,7 dB et 53,8 dB), on remarque que les scores au PVHI sont ici aussi très disparates, étant de 25, 28 et 0. Les deux enfants avec un score PVHI de 25 et 28 ont respectivement une phonation de type II M et II/III, indiquant une intelligibilité dégradée. Cela va donc dans le sens d'un lien entre l'intelligibilité globale (affectée notamment par les difficultés d'articulation) et non de l'intensité avec la gêne psychosociale.

3. ***Intérêts et limites de l'étude***

3.1. Limites

Une des limites de notre étude concerne le nombre réduit de sujets (17 patients, dont 5 ayant produit un TMP supérieur à 7 secondes comme prévu dans notre protocole). Cela s'explique en partie par la temporalité limitée durant laquelle il a été possible de réaliser les enregistrements, ainsi que par les critères d'exclusion (en particulier l'âge) rendant impossible la participation de nombreux patients reçus en consultation. Par ailleurs, ayant initialement prévu d'analyser les données d'intensité vocale à 1, 4 et 7 secondes, nous avons donc choisi de concentrer la majeure partie de notre analyse sur les sujets ayant produit des TMP supérieurs à 7 secondes, bien que cela exclue une partie de notre population. Il aurait peut-être été intéressant de mesurer l'intensité moyenne sur toute la durée de chaque production et de ne pas prendre en compte le TMP, particulièrement étant donné que les sujets ayant les intensités vocales les plus basses n'ont pas un TMP supérieur à 7 secondes.

Nous avons par ailleurs rencontré dans la mise en place de notre protocole quelques difficultés techniques : en effet, les enregistrements se faisaient dans une salle de consultation dans un couloir passant. Nous avons dû recommencer certains enregistrements à cause d'un bruit environnant qui fausserait les mesures. Par ailleurs, nous avons rencontré quelques difficultés avec le microphone qui produisait parfois un son anormalement dégradé, ce qui nous a conduits sur certaines mesures de fréquence et de paramètres d'instabilité à ne prendre en compte qu'une partie de la production des patients, qui avait été correctement enregistrée.

De plus, lors de la complétion du questionnaire *Pediatric Voice Handicap Index* par les parents des patients, nous nous sommes aperçus que cet outil n'était peut-être pas le plus adapté pour mesurer la gêne psychosociale chez les enfants présentant une IVP. En effet, du

fait des conséquences de l'IVP sur l'articulation, il semblait compliqué pour les parents de répondre aux questions en prenant particulièrement en compte la voix et non l'articulation, surtout sur les items portant sur l'intelligibilité tels que « les gens demandent à mon enfant de répéter lorsqu'ils parlent face à face » ou « Les gens ne comprennent pas mon enfant dans un environnement bruyant ». Ce problème a été porté à notre attention lorsqu'un parent nous a demandé si la réponse devait porter sur la voix ou l'articulation de leur enfant, mais ce questionnement d'une grande importance ne nous a été communiqué que par une personne. Il nous est donc impossible de savoir comment ces questions ont été comprises par les parents et dans quelle mesure les réponses étaient influencées par les difficultés d'intelligibilité. Il aurait été pertinent d'utiliser une échelle d'évaluation de qualité de vie spécifique à l'IVP tel que le VELO (*VPI Effects on Life Outcome*) (Skirko et al., 2012). Ce questionnaire s'intéresse aux conséquences de l'IVP sur la voix, la parole et la déglutition, ainsi que l'impact social et émotionnel des limitations. On retrouve parmi les items portant sur les limitations de la parole (*speech limitations*), l'item « ma parole est trop faible » (« *my speech is too weak* ») qui aurait été particulièrement pertinent dans le cadre de notre étude. Malheureusement, le VELO n'est, à notre connaissance, pas encore adapté en français (Chen et al., 2022).

Par ailleurs, particulièrement chez les enfants, l'anxiété ressentie dans un environnement médicalisé, face à des personnes inconnues, peut engendrer une certaine crainte ou timidité qui, parfois, se traduit par une voix peu forte, ou encore même un refus de procéder à l'examen ou l'enregistrement. Afin d'éviter cela et de diminuer la gêne potentiellement ressentie par les enfants, nous avons effectué les enregistrements en fin de bilan, alors qu'ils étaient souvent plus rassurés car ayant eu le temps de se familiariser avec les personnes présentes et l'environnement. À l'inverse, certains enfants pouvaient avoir tendance, peut-être dans un souci de bien faire et influencés par la présence du microphone devant eux, à produire lors des enregistrements une intensité vocale sensiblement plus importante que lors du discours spontané observé pendant le bilan. Il a bien été précisé aux enfants qu'ils devaient produire un /a/ tenu à intensité conversationnelle confortable, « comme quand tu parles normalement », mais cela reste une production vocale particulière, sur consigne, enregistrée, ce qui ne reproduit pas les conditions du discours spontané de la vie quotidienne. De plus, il nous a semblé percevoir chez plusieurs enfants des difficultés pour comprendre et appliquer la consigne relative à la tenue du son (« un /a/ le plus long possible »). De ce fait, nous avons parfois dû donner un exemple en produisant d'abord nous-mêmes un /a/ tenu, reformuler les

consignes et ajouter un support visuel (geste de la main pour symboliser la tenue du son) afin d'assurer une meilleure compréhension, ce qui a pu introduire un biais.

Il nous semble donc que les données obtenues lors de l'enregistrement d'une voix, et particulièrement les valeurs d'intensité vocale dans une tâche sur consigne comme celle que nous avons proposée, dépendent d'une multitude de facteurs qu'il est compliqué de contrôler, tels que l'appréhension de l'enfant dans la situation de bilan et un contexte médicalisé, son tempérament ou sa compréhension des consignes. Il se pourrait donc que nos mesures ne reflètent pas l'intensité vocale généralement produite par l'enfant dans la vie quotidienne, telle qu'elle pourrait éventuellement impacter ses interactions.

3.2. Intérêts et perspectives

Ce travail s'est construit notamment à partir du constat qu'il existe, à notre connaissance, peu de données quantitatives sur l'intensité vocale chez les enfants présentant une IVP. Cette étude a permis de rassembler quelques données à ce sujet, en les croisant avec un ensemble de mesures objectives et subjectives.

Par ailleurs, nous avons remarqué que, aussi bien pour l'ensemble des sujets que si l'on s'intéresse séparément à ceux ayant produit un TMP inférieur ou supérieur à 7 secondes, la moyenne des mesures d'intensité vocale ne semble pas particulièrement basse, elle est d'ailleurs plus élevée que les valeurs proposées par Berger et al. (2018) pour la voix conversationnelle mesurée à 30 cm : 59,34 dB pour les garçons entre 5,5 et 10,5 ans, 59,1 dB pour les garçons entre 10,5 et 14,5 ans, 58,62 dB pour les filles entre 5,5 et 10,5 ans et 59,13 dB pour les filles entre 10,5 et 14,5 ans. Cette comparaison est cependant à considérer avec précaution, car la tâche proposée aux sujets dans l'étude de Berger et al. (comptage) était différente de celle utilisée dans le cadre de notre travail. Dans la suite de ce mémoire, d'autres travaux pourraient s'attacher à comparer les résultats que nous avons obtenus auprès d'enfants présentant une IVP à ceux retrouvés chez des enfants sans IVP.

CONCLUSION

Nous nous sommes intéressés dans ce travail à l'intensité vocale chez les enfants présentant une insuffisance vélopharyngée. Nous avons obtenu des données quantitatives sur ce paramètre, que nous avons analysées au regard de données issues de l'examen objectif et perceptif de la phonation concernant la hauteur, l'instabilité en hauteur et en amplitude, le type de phonation et la dysphonie perçue, ainsi qu'une évaluation de l'impact fonctionnel et psychosocial des difficultés vocales.

Nous avons remarqué d'importantes différences interindividuelles concernant l'intensité vocale mesurée chez tous les patients.

Concernant les données de l'examen objectif, nous n'avons retrouvé qu'une corrélation attendue entre intensité et mesures d'instabilité en hauteur et en amplitude sur l'ensemble des sujets enregistrés. À l'examen perceptif, nous n'avons pas retrouvé de lien entre l'intensité et le type de phonation évalué selon la classification de Borel-Maisonny et remarquons que seul le paramètre A (*asthenia*) du GRBASI semble plus dégradé chez les sujets à l'intensité vocale plus basse, ce qui était attendu car cet item évalue l'intensité perçue de la voix.

Nous n'avons pas retrouvé de lien entre la gêne psychosociale rapportée par les parents et l'intensité vocale. Au vu des profils des patients ayant obtenu les scores les plus hauts au questionnaire *Pediatric Voice Handicap Index,* nous pensons que la gêne psychosociale pourrait être influencée par les difficultés d'intelligibilité.

Par ailleurs, ce travail a été l'occasion d'une réflexion sur les enjeux et limites de l'enregistrement vocal, particulièrement chez l'enfant : l'intensité vocale mesurée dépend de nombreux facteurs et il est difficile d'obtenir, dans le contexte si particulier d'un enregistrement sur consigne durant un bilan, des données fiables et correspondant à ce qui serait produit par l'enfant au quotidien dans ses interactions. Il semble donc indispensable de s'appuyer en premier lieu sur l'oreille et l'expertise de l'orthophoniste au cours des échanges avec l'enfant.

Enfin, cette étude ayant été réalisée auprès d'un petit groupe de patients, il serait intéressant d'appliquer ce protocole chez des sujets sans IVP afin de pouvoir comparer les résultats obtenus par les patients à ceux de sujets sains.

BIBLIOGRAPHIE

Anderson, C., Bjorkman, B., Denis, D., Doner, J., Grant, M., Sanders, N., & Taniguchi, A. (2022). *Essentials of Linguistics, 2nd edition*. eCampusOntario. https://ecampusontario.pressbooks.pub/essentialsoflinguistics2/

Barr, L., Thibeault, S. L., Muntz, H., & de Serres, L. (2007). Quality of life in children with velopharyngeal insufficiency. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery, 133*(3), 224–229. https://doi.org/10.1001/archotol.133.3.224

Belcher, R., Deshpande, A., & Goudy, S. (2016). State of the Art in Treating Velopharyngeal Dysfunction. *Facial plastic surgery : FPS, 32*(2), 156–161. https://doi.org/10.1055/s-0036-1581048

Berger, T., Peschel, T., Vogel, M., Pietzner, D., Poulain, T., Jurkutat, A., Meuret, S., Engel, C., Kiess, W., & Fuchs, M. (2019). Speaking Voice in Children and Adolescents : Normative Data and Associations with BMI, Tanner Stage, and Singing Activity. *Journal of Voice, 33*(4), 580.e21-580.e30. https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.01.006

Bernthal, J., & Beukelman, D. (1977). The effect of changes in velopharyngeal orifice area on vowel intensity. *Cleft Palate Journal, 14*, 63–77.

Bettens, K., Wuyts, F. L., & Van Lierde, K. M. (2014). Instrumental assessment of velopharyngeal function and resonance : A review. *Journal of Communication Disorders, 52*, 170-183. https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.05.004

Betts J. G., Desaix P., Johnson E., Johnson J. E., Korol O., Kruse D., Poe B., Wise J., Womble M. D. & Young K. A. (2022). *Anatomy & physiology*. OpenStax College Rice University. https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology

Boersma, Paul & Weenink, David (2022). *Praat: doing phonetics by computer* [Computer program]. Version 6.3.03, consulté le 17 décembre 2022 à l'adresse http://www.praat.org/

Borel-Maisonny, S. (1975). L'insuffisance vélaire, point de vue de l'orthophoniste. *Rééducation Orthophonique,* (13), 61-81.

Brockmann-Bauser, M., Beyer, D., & Bohlender, J. E. (2014). Clinical relevance of speaking voice intensity effects on acoustic jitter and shimmer in children between 5;0 and 9;11 years. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *78*(12), 2121-2126. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.09.020

Bruneel, L., Bettens, K., & Van Lierde, K. (2019). The relationship between health-related quality of life and speech in patients with cleft palate. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *120*, 112–117. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.02.018

Brunner, M., Stellzig-Eisenhauer, A., Pröschel, U., Verres, R., & Komposch, G. (2005). The effect of nasopharyngoscopic biofeedback in patients with cleft palate and velopharyngeal dysfunction. *The Cleft palate-craniofacial journal : official publication of the American Cleft Palate-Craniofacial Association*, *42*(6), 649–657. https://doi.org/10.1597/03-044.1

Centre de référence Fentes et malformations faciales (2021). *Protocole National de Diagnostic et de Soins – Fentes labiales et/ou palatines – Texte du PNDS.*

https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2021-11/pnds_fentes_labiales_etou_palatines-texte-novembre_2021.pdf

Chapuis-Vandenbogaerde, C., Zbienden-Trichet, C. Charpillet, V., Soupre, V., Kadlub, N., Galliani, E., Vi-Fane, B., Tomat, C., Majoureau, A., Vazquez, M.P. & Picard, A. (2015). Fentes palatines : intervention précoce en orthophonie. Dans *Entretiens de Bichat*, 1-5.

Chen, N., Shi, B., & Huang, H. (2022). Velopharyngeal Inadequacy-Related Quality of Life Assessment: The Instrument Development and Application Review. *Frontiers in surgery*, *9*, 796941. https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.796941

D'Antonio, L. L., Muntz, H. R., Province, M. A., & Marsh, J. L. (1988). Laryngeal/voice findings in patients with velopharyngeal dysfunction. *The Laryngoscope, 98*(4), 432–438. https://doi.org/10.1288/00005537-198804000-00016

De Buys Roessingh, A., El Ezzi, O., Richard, C., Béguin, C., Zbinden-Trichet, C., La Scala, G & Leuchter, I (2017). Insuffisance vélo-pharyngée chez l'enfant. *Revue Médicale Suisse, 550*(3), 400-405. https://doi.org/10.53738/REVMED.2017.13.550.0400

Delaisement, E. (2021). *Glossaire.* CHU de Nantes. https://www.chu-nantes.fr/glossaire

Durr, D. G., & Shapiro, R. S. (1989). Otologic manifestations in congenital velopharyngeal insufficiency. *American journal of diseases of children, 143*(1), 75–77. https://doi.org/10.1001/archpedi.1989.02150130085020

Dzioba, A., Husein, M., Dworschak-Stokan, A., & Doyle, P. C. (2012). An Evaluation of Communication Apprehension in Adolescents with Velopharyngeal Inadequacy. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 49*(3), 17-24. https://doi.org/10.1597/10-139

Dzioba, A., Skarakis-Doyle, E., Doyle, P. C., Campbell, W., & Dykstra, A. D. (2013). A comprehensive description of functioning and disability in children with velopharyngeal insufficiency. *Journal of Communication Disorders, 46*(4), 388–400. https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2013.05.002

Filière de santé Maladies Rares TETECOU (s.d.), *Réseau MAFACE*. https://www.tete-cou.fr/offre-de-soins/reseau-maface

Flynn, T., Möller, C., Jönsson, R., & Lohmander, A. (2009). The high prevalence of otitis media with effusion in children with cleft lip and palate as compared to children without clefts. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *73*(10), 1441-1446. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.07.015

Ghio, A. (2013). Bilan instrumental de la dysphonie. *Rééducation Orthophonique,* 254, 9-29.

Ghio, A. (2021a). La fréquence du signal sonore. In A. Giovanni (dir.) *La voix : anatomie, physiologie et explorations* (p. 117-133). De Boeck.

Ghio, A. (2021b). L'amplitude du signal sonore. In A. Giovanni (dir.) *La voix : anatomie, physiologie et explorations* (p. 107-116). De Boeck.

Ghio, A. (s.d.). *Paramètres acoustiques de stabilité vocale*. http://www2.lpl-aix.fr/~ghio/pedago-ParamAcoust.htm

Giovanni, A. (2021). La fréquence vibratoire des plis vocaux et son ajustement. In A. Giovanni (dir.) *La voix : anatomie, physiologie et explorations* (p. 39-42). De Boeck.

Giovanni, A., Robieux, C. & Santini, L. (2012). Physiologie de la phonation. In *La voix parlée et la voix chantée.* Sauramps médical

Glade, R. S. & Deal, R. (2016). Diagnosis and Management of Velopharyngeal Dysfunction. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, *28*(2), 181-188. https://doi.org/10.1016/j.coms.2015.12.004

Guyton, K. B., Sandage, M. J., Bailey, D., Haak, N., Molt, L., & Plumb, A. (2018). Acquired Velopharyngeal Dysfunction: Survey, Literature Review, and Clinical Recommendations. *American journal of speech-language pathology*, *27*(4), 1572–1597. https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0222

Jiang, M., Yang, Z., Feng, B., You, M., & Wang, H. (2015). The Effect of Sound Intensity on Velopharyngeal Function in Normal Individuals. *Journal of Voice*, *29*(1), 44 52. https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.05.003

Kummer, A. (2011). Types and Causes of Velopharyngeal Dysfunction. *Seminars in Speech and Language*, *32*(02), 150-158. https://doi.org/10.1055/s-0031-1277717

Kummer, A. W. (2020). *Cleft palate and craniofacial conditions : A comprehensive guide to clinical management* (4e édition). Jones & Bartlett Learning.

Kwinter, A., Dworschak-Stokan, A., Paradis, J., & Husein, M. (2018). Association between symptomatic submucous cleft palate and otologic disease: A retrospective review. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, *115*, 77–81. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.09.022

Leder, S. B., & Lerman, J. W. (1985). Some acoustic evidence for vocal abuse in adult speakers with repaired cleft palate. *The Laryngoscope*, *95*(7 Pt 1), 837–840.

Legent, F., Bordure, P., Calais, C., Malard, O., Chays, A., Roland, J., Garnier, S. & Debruille, X. (2011), *Audiologie pratique – Audiométrie* (3e édition). Elsevier-Masson

Lehes, L., Numa, J., Sõber, L., Padrik, M., Kasenõmm, P., & Jagomägi, T. (2021). The effect of velopharyngeal insufficiency on voice quality in Estonian Children with Cleft Palate. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *35*(5), 393-404. https://doi.org/10.1080/02699206.2020.1780323

Le Huche, F., & Allali, A. (2010). La voix : Tome 2 : Pathologies vocales d'origine fonctionnelles. Elsevier Masson.

Leuchter, I. (2010). Evaluation des troubles de la voix – une approche multiparamétrique. *Revue Médicale Suisse*, *265*(35), 1863-1867.

Lewis, K. E., Watterson, T. L., & Houghton, S. M. (2003). The influence of listener experience and academic training on ratings of nasality. *Journal of communication disorders*, *36*(1), 49–58. https://doi.org/10.1016/s0021-9924(02)00134-x

McWilliams, B. J., Lavorato, A. S., & Bluestone, C. D. (1973). Vocal cord abnormalities in children with velopharyngeal valving problems. *The Laryngoscope*, *83*(11), 1745-1753.

Montoya y Martinez, P. & Baylon –Campillo, H. (1996). *L'incompétence vélo-pharyngée: Exploration et prise en charge thérapeutique*. Ortho Edition.

Peuvrel, E., Calais, C. Legent, F. (1992). Dysphonies de l'enfant. In B. Frachet, A. Morgon, & F. Legent. *Pratique phoniatrique en ORL*. Masson.

Naran, S., Ford, M., & Losee, J. E. (2017). What's New in Cleft Palate and Velopharyngeal Dysfunction Management?: *Plastic and Reconstructive Surgery*, *139*(6), 1343e-1355e. https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003335

Neighbors, A., & Song, S. A. (1er mai 2022). Dysphonia. In *StatPearls.* StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK565881/

Oddon, P. A., Boucekine, M., Boyer, L., Triglia, J. M., & Nicollas, R. (2018). Health-related quality of life in children with dysphonia and validation of the French Pediatric Voice Handicap Index. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 104, 205–209. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.09.026

Paniagua, L., Signorini, A., Costa, S., Collares, M., & Dornelles, S. (2014). Velopharyngeal dysfunction : A systematic review of major instrumental and auditory-perceptual assessments. *International Archives of Otorhinolaryngology*, *17*(03), 251-256. https://doi.org/10.7162/S1809-97772013000300004

Ruda, J. M., Krakovitz, P., & Rose, A. S. (2012). A Review of the Evaluation and Management of Velopharyngeal Insufficiency in Children. *Otolaryngologic Clinics of North America*, *45*(3), 653-669. https://doi.org/10.1016/j.otc.2012.03.005

Sakran, K. A., Al-Rokhami, R. K., Wu, M., Chen, N., Yin, H., Guo, C., Wang, Y., Alkebsi, K., Abotaleb, B. M., Mohamed, A. A., Al-Watary, M. Q., Shi, B., & Huang, H. (2022). Correlation of the Chinese velopharyngeal insufficiency-related quality of life instrument and speech in subjects with cleft palate. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, *7*(1), 180-189. https://doi.org/10.1002/lio2.705

Schwartz, M. F. (1968). Acoustics of normal and nasal vowel production. *Cleft Palate Journal, 5*, 125–138.

Segura-Hernández, M., Valadez-Jiménez, V. M., Ysunza, P. A., Sánchez-Valerio, A. P., Arch-Tirado, E., Lino-González, A. L., & Hernández-López, X. (2019). Acoustic analysis of voice in children with cleft lip and palate following vocal rehabilitation.

Preliminary report. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, *126*, 109618. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.109618

Sheahan, P., Miller, I., Earley, M. J., Sheahan, J. N., & Blayney, A. W. (2004). Middle Ear Disease in Children with Congenital Velopharyngeal Insufficiency. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, *41*(4), 364-367. https://doi.org/10.1597/03-085.1

Shprintzen, R. J., & Marrinan, E. (2009). Velopharyngeal insufficiency : Diagnosis and management. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*, *17*(4), 302-307. https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e32832cbd6b

Skirko, J. R., Weaver, E. M., Perkins, J., Kinter, S., & Sie, K. C. Y. (2012). Modification and evaluation of a Velopharyngeal Insufficiency Quality-of-Life instrument. *Archives of Otolaryngology--Head & Neck Surgery*, *138*(10), 929-935. https://doi.org/10.1001/2013.jamaoto.122

Švec, J. G., & Granqvist, S. (2018). Tutorial and Guidelines on Measurement of Sound Pressure Level in Voice and Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *61*(3), 441-461. https://doi.org/10.1044/2017_JSLHR-S-17-0095

Swibel Rosenthal, L. H., Walsh, K., & Thompson, D. M. (2018). Velopharyngeal & head incompetence: role in paediatric swallowing deficits. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*, *26*(6), 356–366. https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000000494

Talmant, J.-C., Talmant, J.-C., & Lumineau, J.-P. (2012). Traitement chirurgical secondaire des fentes labio-alvéolo-palatines. *EMC - Techniques chirurgicales - Chirurgie plastique reconstructrice et esthétique*, *7*(1), 1-24. https://doi.org/10.1016/S1286-9325(12)45512-1

Teixeira, J. P., Oliveira, C., & Lopes, C. (2013). Vocal Acoustic Analysis – Jitter, Shimmer and HNR Parameters. *Procedia Technology*, *9*, 1112-1122. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.124

Titze, I. R. (2015). *La voix humaine*. De Boeck-Solal.

Trost-Cardamone J. E. (1989). Coming to terms with VPI: a response to Loney and Bloem. *The Cleft palate journal*, *26*(1), 68–70.

Van Lierde, K. M., Claeys, S., De Bodt, M., & Van Cauwenberge, P. (2004). Vocal quality characteristics in children with cleft palate : A multiparameter approach. *Journal of Voice*, *18*(3), 354-362. https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2003.12.006

Villafuerte-Gonzalez, R., Valadez-Jimenez, V. M., Hernandez-Lopez, X., & Ysunza, P. A. (2015). Acoustic analysis of voice in children with cleft palate and velopharyngeal insufficiency. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *79*(7), 1073-1076. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.04.030

Whitehill, T. L., Lee, A. S., & Chun, J. C. (2002). Direct magnitude estimation and interval scaling of hypernasality. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, *45*(1), 80–88. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2002/006)

Zajac, D. J., & Vallino, L. D. (2017). *Evaluation and management of cleft lip and palate a developmental perspective.* Plural Publishing.

ANNEXES

Annexe 1 : Note d'information aux parents

A Nantes, le 1/10/2022

Madame, Monsieur,

Dans le cadre d'un mémoire de fin d'études au sein du Centre de Formation Universitaire en Orthophonie de Nantes, soutenu par Victoria ROGIER et encadré par Virginie DEFAY et Pierre CORRE, nous menons actuellement une recherche sur la voix des enfants présentant une insuffisance vélo-pharyngée.

Le but de cette étude est de mieux apprécier les conséquences d'une fente et insuffisance vélopharyngée sur la voix et les retentissements sur l'intelligibilité et la qualité de vie, afin d'améliorer le bilan et la prise en soin orthophonique proposés.

Cette étude sera menée auprès des patients présentant une insuffisance vélo-pharyngée reçus en consultation par Mme DEFAY dans le service de chirurgie maxillo-faciale du CHU de Nantes.

Nous allons proposer à votre enfant d'effectuer un enregistrement de sa voix lors de la consultation de bilan orthophonique, et vous demanderons de remplir un questionnaire d'évaluation de la qualité de vie en lien avec la voix.

Il n'y a pas de bénéfices directs attendus pour les participants, mais votre participation pourrait contribuer à faire évoluer les connaissances et pratiques orthophoniques sur les fentes et l'insuffisance vélopharyngée.

Vos droits à la confidentialité

Les données d'expérimentation seront traitées avec la plus grande confidentialité, aussi la participation à une étude se fait dans le respect de l'anonymat. Aucun renseignement susceptible de révéler votre identité ne sera dévoilé. Un code aléatoire sera attribué aux données de chaque participant. Le document établissant la correspondance entre ce code et l'identité des participants sera conservé dans un lieu

sécurisé, et accessible uniquement au responsable scientifique ou à des personnes autorisées. Ce document sera détruit après anonymisation des données pour l'analyse

Vos droits de poser des questions à tout moment

Vous pouvez poser des questions sur la recherche à tout moment (avant, pendant et après la procédure de recherche) en vous adressant au responsable scientifique dont les coordonnées sont rapportées ci-dessous.

Vos droits à vous retirer de la recherche à tout moment

Votre contribution à cette recherche est volontaire. Après avoir lu cette notice d'information, vous signerez un formulaire de consentement éclairé. Vous pourrez retirer ce consentement à tout moment et demander à ce que les données d'expérimentation soient détruites en vous adressant au responsable scientifique.

Si vous avez des questions, n'hésitez pas à vous adresser au(x) responsable(s) scientifique(s), dont les coordonnées figurent ci-dessous.

Nous vous remercions par avance pour votre collaboration.

Responsables scientifiques

Pierre CORRE – pierre.corre@chu-nantes.fr

Virginie DEFAY – virginie.defay@chu-nantes.fr

Etudiante : Victoria ROGIER – victoria.rogier@etu.univ-nantes.fr

Annexe 2 : Lettre de consentement éclairé

LETTRE DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ

Coordonnées du responsable du projet (étudiant)

Nom : ROGIER

Prénom : Victoria

Mail : victoria.rogier@etu.univ-nantes.fr

Titre de l'étude Evaluation objective et perceptive de la voix chez les enfants présentant une insuffisance vélopharyngée

Coordonnées du participant

Nom : …… Prénom ……..

Date de naissance : ……

Dans le cadre de la réalisation d'une étude, Mme Victoria ROGIER étudiante en orthophonie m'a proposé de participer à une investigation organisée par le Centre de Formation Universitaire en Orthophonie (CFUO) de Nantes.
Elle m'a clairement présenté les objectifs de l'étude, m'indiquant que je suis libre d'accepter ou de refuser de participer à cette recherche. Afin d'éclairer ma décision, une information précisant clairement les implications d'un tel protocole m'a été communiquée, à savoir : le but de la recherche, sa méthodologie, sa durée, les bénéfices attendus, ses éventuelles contraintes, les risques prévisibles, y compris en cas d'arrêt de la recherche avant son terme. J'ai pu poser toutes les questions nécessaires, notamment sur l'ensemble des éléments déjà cités, afin d'avoir une compréhension réelle de l'information transmise. J'ai obtenu des réponses claires et adaptées, afin que je puisse me faire mon propre jugement.
Toutes les données et informations me concernant resteront strictement confidentielles. Seuls les responsables du projet y auront accès.
J'ai pris connaissance de mon droit d'accès et de rectification des informations nominatives me concernant et qui sont traitées de manière automatisées, selon les termes de la loi.
J'ai connaissance du fait que je peux retirer mon consentement à tout moment du déroulement du protocole et donc cesser ma participation, sans encourir aucune responsabilité. Je pourrai à tout moment demander des informations complémentaires concernant cette étude.
Ayant disposé d'un temps de réflexion suffisant avant de prendre ma décision, et compte tenu de l'ensemble de ces éléments, j'accepte librement et volontairement de participer à cette étude dans les conditions établies par la loi.

Fait à : ……, le

Signature du participant Signature de l'étudiant

Annexe 3 : Classification de la phonation selon Borel-Maisonny (1975)

Phonation 0	**Pas de mots signifiants**
Phonation I	**Phonation normale**
Phonation I/II	**Déperdition nasale occasionnelle**
Phonation II B	**Déperdition nasale constante ne gênant pas l'intelligibilité**
Phonation II M	**Déperdition nasale constante gênant l'intelligibilité**
Phonation III	**Déperdition nasale et présence de compensations articulatoires**

Annexe 4 : Échelle GRBASI (Hirano, 1981 ; Dejonckere et al., 1996)

G	Grade	Grade global de dysphonie
R	Roughness	Raucité
B	Breathiness	Caractère soufflé
A	Asthenia	Asthénie, voix faible
S	Strain	Forçage
I	Instability	Instabilité

(0 : normal / 1 : léger / 2 : moyen / 3 : sévère)

Annexe 5 : Pediatric Voice Handicap Index – Version française (Oddon et al., 2018)

Nom de l'enfant: .....
Date : ……

Prénom de l'enfant : ……..

Veuillez évaluer l'expression verbale de votre enfant de la façon suivante (entourer la réponse) :

1	2	3	4	5	6	7
Ne parle pas			Parle modérément			Parle beaucoup

Parmi les propositions suivantes, veuillez entourer la réponse qui correspond le plus à votre expérience.

0= jamais 1= presque jamais 2= parfois 3= presque toujours 4= toujours

Partie 1 : Fonctionnelle					
1. Il est difficile pour les gens d'entendre la voix de mon enfant	0	1	2	3	4
2. Les gens ne comprennent pas mon enfant dans un environnement bruyant	0	1	2	3	4
3. Nous avons du mal à entendre notre enfant lorsqu'il appelle à l'autre bout de la maison	0	1	2	3	4
4. Mon enfant a tendance à éviter de communiquer à cause de sa voix	0	1	2	3	4
5. Mon enfant parle moins souvent avec ses amis, ses voisins et sa famille à cause de sa voix	0	1	2	3	4
6. Les gens demandent à mon enfant de répéter lorsqu'ils parlent face à face	0	1	2	3	4
7. Les activités personnelles, scolaires et sociales de mon enfant sont restreintes à cause de ses problèmes de voix	0	1	2	3	4
Partie 2 : Physique					
1. Mon enfant semble essoufflé quand il parle	0	1	2	3	4
2. Le son de la voix de mon enfant change durant la journée	0	1	2	3	4
3. Les gens me demandent : « Que se passe-t-il avec la voix de ton enfant ?»	0	1	2	3	4
4. La voix de mon enfant semble sèche, éraillée et rauque	0	1	2	3	4
5. La qualité de la voix de mon enfant est imprévisible	0	1	2	3	4
6. Mon enfant force beaucoup sur sa voix pour parler	0	1	2	3	4
7. La voix de mon enfant est moins bonne le soir	0	1	2	3	4
8. La voix de mon enfant s'épuise lorsqu'il parle	0	1	2	3	4
9. Mon enfant doit hurler pour se faire entendre	0	1	2	3	4
Partie 3 : Emotionnelle					
1. Mon enfant paraît tendu lorsqu'il parle aux autres à cause	0	1	2	3	4

	de sa voix					
2.	**Les gens semblent être irrités par la voix de mon enfant**	0	1	2	3	4
3.	**Je constate que les autres personnes ne comprennent pas le problème de voix de mon enfant**	0	1	2	3	4
4.	**Mon enfant est frustré par ses problèmes de voix**	0	1	2	3	4
5.	**Mon enfant est moins sociable en raison de ses problèmes de voix**	0	1	2	3	4
6.	**Mon enfant est agacé quand les gens lui demandent de répéter**	0	1	2	3	4
7.	**Mon enfant est embarrassé quand les gens lui demandent de répéter**		0 1	2	3	4

Titre du Mémoire : Étude de l'intensité vocale chez des patients présentant une insuffisance vélopharyngée

RÉSUMÉ

L'insuffisance vélopharyngée (IVP) entraîne de nombreuses conséquences sur les fonctions de la sphère orale, notamment la phonation. Plusieurs auteurs décrivent une intensité vocale faible, mais les données sur l'intensité vocale des enfants présentant une IVP manquent, et l'intensité vocale n'est souvent pas évaluée objectivement lors du bilan orthophonique ou spécifiquement ciblée dans la rééducation. Nous nous sommes donc interrogés sur l'intensité vocale chez les enfants présentant une IVP et ses liens avec l'évaluation objective et perceptive de la qualité vocale ainsi que la qualité de vie en lien avec la voix. Nous avons observé une grande variété des mesures d'intensité. Nos résultats indiquent notamment une absence de lien entre type de phonation et intensité vocale ainsi qu'entre score de qualité de vie liée à la voix et l'intensité vocale. Cependant, notre population étant très limitée, il pourrait être pertinent de poursuivre ce travail avec d'avantage de patients présentant une IVP ainsi que d'établir des comparaisons avec des données obtenues chez des sujets sains.

MOTS-CLÉS : évaluation, insuffisance vélopharyngée, intensité vocale, qualité de vie, voix

ABSTRACT

Velopharyngeal insufficiency (VPI) has numerous consequences on oral functions, particularly on phonation. Several authors describe a low vocal intensity, but there is a lack of data on vocal intensity in children with VPI, and vocal intensity is often not objectively evaluated during speech therapy assessments, or specifically targeted in therapy. Therefore, we investigated vocal intensity in children with VPI and its correlations with objective and perceptual assessment of vocal quality, as well as voice-related quality of life. We observed a wide variety of vocal intensity measures. Our results indicate no correlation between phonation type and vocal intensity, as well as no correlation between voice-related quality of life score and vocal intensity. However, due to our limited sample size, it would be relevant to continue this work with a larger number of patients with VPI and to establish comparisons with data obtained from healthy subjects.

KEY WORDS: evaluation, quality of life, velopharyngeal insufficiency, vocal intensity, voice